



NOTES

اندازه گیری

فصل اول - فیزیک ۱

چگالی مواد

انواع یکا

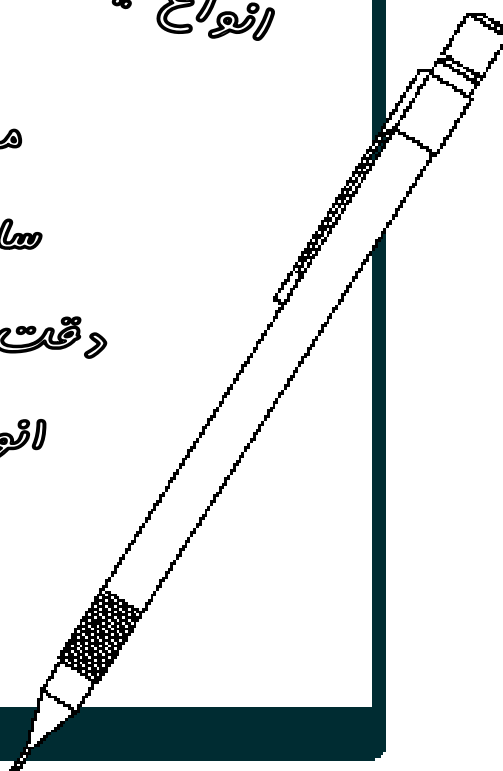
مدل سازی

سازگاری یکا

دقت اندازه گیری

انواع کمیت

تهیه و تنظیم: آقای ابومحمزه



فیزیک چیست؟

فیزیک (physics) یک واژه قدیمی یونانی به معنی طبیعت است. فیزیک یکی از مهمترین دانش‌ها و پایه و بنیان تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هایی است که به طور مستقیم یا غیر مستقیم در زندگی ما انسان‌ها نقش ایفا می‌کنند. امروزه مطالعه جهان پیرامون ما بدون فیزیک امکان پذیر نیست. فراگیری فیزیک توانایی شما را در انطباق با فناوری‌های در حال تغییر بالا می‌برد.

فیزیک‌دانان پدیده‌های گوناگون طبیعت را مشاهده می‌کنند و می‌کوشند که الگوها و نظم خاصی میان این پدیده‌ها بیابند. دانشمندان فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی اغلب از قانون، مدل و نظریه فیزیکی استفاده می‌کنند. از آن جا که فیزیک علمی تجربی است، لازم است که این قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی توسط آزمایش مورد سنجش و آزمون قرار گیرند. «آزمون پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی» نه تنها یک ایراد برای دانش فیزیک محسوب نمی‌شود بلکه نقطه قوت آن است.

آنچه بیش از همه در تکامل و پیشبرد علم فیزیک نقش ایفا می‌کند، تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌هایی است که با آن‌ها مواجه می‌شوند.

قانون‌های فیزیکی معمولاً رابطه بین برخی از کمیت‌های فیزیکی را توصیف می‌کنند و در دامنه وسیعی از پدیده‌های گوناگون طبیعت معتبرند. (مانند قوانین نیوتن)

دانشمندان برای بیان قانون‌های فیزیکی اغلب از گزاره‌های کلی و در عین حال مختصر استفاده می‌کنند.

برای توصیف دامنه محدودتری از پدیده‌های فیزیکی که عمومیت کمتری دارند، اغلب از اصطلاح اصل استفاده می‌شود. (مانند اصل پاسکال، اصل پایستگی بار الکتریکی)

نکته: قانونی به اسم قانون پایستگی انرژی داریم و اصلی به نام اصل پایستگی انرژی مکانیکی نیز وجود دارد.

مدل سازی در فیزیک :

از آن جا که بررسی یک پدیده فیزیکی با تمام جزئیات مسئله را بسیار پیچیده و گاهی غیرقابل حل می کند، می توان با ساده سازی و صرف نظر از برخی ویژگی ها که تأثیر بسزایی در اصل موضوع مورد بررسی نخواهند داشت، مدل ساده و قابل حلی از آن ایجاد نموده و آن را مورد بررسی قرار دهیم. برای مثال در بررسی حرکت یک توپ که با ضربه پرتاب شده، توپ را به

صورت یک نقطه در نظر می گیریم تا به این ترتیب اثراتی همچون مقاومت هوا و چرخش توپ حول مرکز خودش و ... که تأثیر چندانی در مسیر این پرتابه ندارند در حالی که سختی حل را دوچندان می نمایند، حذف نموده و مدلی ساده ایجاد نماییم.



کمیت های فیزیکی :

همان طور که در قسمت های قبل بیان شد، فیزیک علمی تجربی است و هدف آن بررسی پدیده های فیزیکی در جهان پیرامون است. اساس تجربه و آزمایش، اندازه گیری است و برای بیان نتایج اندازه گیری، به طور معمول از عدد و یکای مناسب آن استفاده می کنیم. در فیزیک به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، مانند طول، جرم، تندی، نیرو، زمان افتادن یک جسم و ... کمیت فیزیکی گفته می شود.

یکا (واحد) اندازه گیری :

هر کمیتی نیاز به واحد اندازه گیری دارد، مانند طول که یکای آن را متر یا سانتی متر و یا ... می توان اختیار نمود. اما مشخص است که برای جرم نمی توان از متر یا سانتی متر استفاده نمود و به یکای دیگری برای بیان عدد حاصل از اندازه گیری جرم نیاز است.

نکته: برخی کمیت ها یکا ندارند. مثال: ضریب اصطکاک، ضریب دی الکتریک

یکای هر کمیت باید در شرایط فیزیکی، غیر قابل تغییر بوده و در دسترس نیز باشد و دارای قابلیت باز تولید بوده و در حوادث مختلف و در طول تاریخ نابود نشود تا بتوان در اندازه گیری گفت که آن کمیت چند برابر یکا است.

کج ممل یادداشت نکات:

بنابراین دانشمندان که در ابتدا در نقاط مختلف دنیا از دستگاه‌های اندازه‌گیری مختلف استفاده می‌نمودند مانند CGS، دستگاه انگلیسی و... در سال ۱۹۶۰ میلادی توافق کردند از دستگاهی به نام SI (System International) استفاده نمایند. هنوز در برخی کشورها از دستگاه‌های قبلی نیز استفاده می‌گردد.

انواع کمیت‌ها:

۱- کمیت اصلی :

در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی برخی از کمیت‌ها را فقط با معرفی یک پیمانه یا واحد مشخص می‌توان اندازه گرفت و نیازی به استفاده و کمک گرفتن از کمیت‌های دیگر ندارند مانند طول یا جرم که به این کمیت‌ها، کمیت‌های اصلی گوییم. کمیت‌های اصلی در SI عبارتند از:

ردیف	کمیت	نام واحد (یکا)	نماد واحد
۱	طول	متر	m
۲	جرم	کیلوگرم	kg
۳	زمان	ثانیه	s
۴	جریان الکتریکی	آمپر	A
۵	دمای ترمودینامیکی	کلوین	K
۶	مقدار ماده	مول	mol
۷	شدت روشنایی	شمع (کاندلا)	cd

طول :

از لحاظ تاریخی یکای طول برابر یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال در قرن هجدهم میلادی تعریف شده است. نمونه اصلی یکای طول، میله‌ای از جنس آلیاژ پلاتین و ایریدیوم است که در دمای صفر درجه سانتیگراد، فاصله بین دو نشان روی آن را یک متر گویند و در موزه سور فرانسه نگهداری می‌گردد. البته تعریف علمی امروزی آن مسافتی است که نور در خلا در زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه طی می‌کند.

نکته: طبق تعریف اولیه، فاصله قطب شمال تا استوا برابر 10^7 بوده است.

جرم:

نمونه اصلی یکای جرم، استوانه‌ای از جنس آلایژ پلاتین و ایریدیوم است که درون دو حباب شیشه‌ای در در موزه سور فرانسه نگهداری می‌گردد. البته برای جرم نیز تعریف علمی امروزی وجود دارد ولی نمی‌توان با آن جرم‌های اتمی را اندازه گرفت.

زمان:

یکای اصلی زمان که ثانیه نامیده می‌شود، برابر $\frac{1}{86400}$ شبانه روز است. تعریف امروزی ثانیه بر اساس ساعت اتمی است که می‌گوید اگر اتم سزیم با موج‌هایی با فرکانس مشخص بمباران شود، انرژی از خود تابش می‌کند که ثانیه برابر 9192631770 چرخه انرژی است.

نکته: مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد را بازه زمانی گویند.

۲- کمیت فرعی:

برخی از کمیت‌ها را به کمک کمیت‌های اصلی اندازه‌گیری می‌نماییم مانند سرعت که به آن‌ها کمیت فرعی گوئیم. به عنوان نمونه مساحت مستطیل از ضرب طول در عرض به دست می‌آید. یکای طول و عرض، متر است. بنابراین یکای مساحت می‌شود «متر×متر» یا همان «متر مربع».

$$m \times m \times m = m^3 = \text{واحد حجم} \Rightarrow \text{ارتفاع} \times \text{عرض} \times \text{طول} = \text{حجم}$$

نکته: برای یافتن یکای کمیت‌های فرعی مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

- ۱) فرمول فیزیکی متناسبی که کمیت مورد نظر را به کمیت‌های اصلی مرتبط کند، می‌نویسیم.
- ۲) یکاهای کمیت‌هایی که مسلط هستیم را می‌نویسیم.
- ۳) همانند یک معادله، رابطه به دست آمده را ساده می‌کنیم و کمیت مورد نظر را به یک طرف تساوی می‌بریم تا یکای آن به دست آید.

نکته: برخی یکاهای کاربرد فرعی عبارتند از: یکای سرعت (m/s)، یکای شتاب (m/s^2)، یکای نیرو ($kg \cdot m/s^2$) که آن را نیوتن می‌نامند تا ضمن احترام به فعالیت‌های دانشمندان گذشته، سبب سهولت در گفتار و نوشتار شود، یکای چگالی (kg/m^3)، یکای فشار (kg/ms^2) که پاسکال نامیده می‌شود، یکای انرژی (kgm^2/s^2) که ژول نامیده می‌شود.

کمیت‌های نرده‌ای و برداری:

علاوه بر تقسیم‌بندی کمیت‌ها به اصلی و فرعی، یک تقسیم‌بندی دیگر نیز وجود دارد. کمیت‌ها دو دسته‌اند:

۱- کمیت‌های نرده‌ای (اسکالر):

به کمیت‌هایی که فقط با یک عدد و یکا قابل بیان هستند و نیاز به توضیح دیگری ندارند و از قوانین جبری جمع و تفریق پیروی می‌کنند، کمیت‌های نرده‌ای گویند. مثال: اگر ظرف آبی دارای ۲ لیتر آب باشد و ما یک لیتر آب به آن اضافه کنیم مطمئناً همه به راحتی می‌گوییم حالا ظرف سه لیتر آب دارد. کمیت‌های دما، زمان، مسافت طی شده، فشار، تندی، انرژی، مساحت، چگالی، حجم، شدت جریان الکتریکی و ... نرده‌ای هستند.

۲- کمیت‌های برداری:

به کمیت‌هایی که علاوه بر عدد و یکا نیاز به جهت نیز دارند تا کاملاً مشخص شوند، کمیت‌های برداری گویند که از قواعد جمع و تفریق بردارها پیروی می‌کنند. مثال: اگر چشمان را بسته و به دوستان بگوییم از جایی که ایستاده بود یک متر حرکت کند، نمی‌توانیم جای نهایی او را تعیین کنیم زیرا باید جهت حرکت او را نیز بدانیم. کمیت‌های جابجایی، سرعت، نیرو، شتاب، میدان گرانشی، میدان الکتریکی و ... برداری هستند.

نکته: برای این که بگوییم اندازه نیرو ۵ نیوتن است باید بنویسیم $F = 5\text{ N}$ یا $|\vec{F}| = 5\text{ N}$ و اگر بنویسیم $\vec{F} = 5\text{ N}$ غلط است.

نکته: برخی کمیت‌ها دارای جهت هستند مانند شدت جریان الکتریکی ولی چون از قواعد جمع برداری مانند جمع مثلثی پیروی نمی‌کنند، کمیت نرده‌ای هستند.

پیشوندها:

در فیزیک و اندازه‌گیری گاهی با اعداد بسیار بزرگ و گاهی با اعداد بسیار کوچک سروکار داریم. برای راحتی کار از پیشوندها برای یکاها استفاده می‌شود. مانند سانتی که به معنی 0.01 می‌باشد و وقتی می‌گوییم طول جسمی ۵ سانتی‌متر است یعنی طول آن ۰.۰۵ متر است. در جدول صفحه بعد پیشوندها را ملاحظه می‌کنید.

پیشوندهای افزایشی

پیشوند	علامت اختصاری	توان ۱۰
دکا	da	۱
هکتو	h	۲
کیلو	k	۳
مگا	M	۶
گیگا	G	۹
ترا	T	۱۲
پتا	P	۱۵
اکسا (اگزا)	E	۱۸
زتا	Z	۲۱
یوتا	Y	۲۴

پیشوندهای کاهشی

پیشوند	علامت اختصاری	توان ۱۰
دسی	d	-۱
سانتی	c	-۲
میلی	m	-۳
میکرو	μ	-۶
نانو	n	-۹
پیکو	p	-۱۲
فمتو	f	-۱۵
آتو	a	-۱۸
زپتو	z	-۲۱
یوکتو	y	-۲۴

نکته: در پیشوندهایی که علامت اختصاری یکسان دارند (مانند میلی و مگا) پیشوندهای افزایشی با حروف بزرگ و پیشوندهای کاهشی با حرف کوچک نشان داده می شوند.

نمادگذاری علمی:

نمادگذاری علمی به این معناست که عدد به دست آمده از محاسبات و اندازه گیری ها را به صورت ضرب توانی از ۱۰ در یک عدد اعشاری بین ۱ و ۱۰ بنویسیم. به مثال های زیر توجه کنید.

$$0/0000054 = 5/4 \times 10^{-6}$$

$$64510000 = 6/451 \times 10^7$$

تبدیل یکاها:

در بسیاری از موارد نیاز است یک کمیت را با یکاهای مختلف اندازه گیری کنیم. به عنوان مثال برای حجم می توان هم از متر مکعب و هم از لیتر استفاده نمود و یا برای مساحت می توان از متر مربع یا سانتی متر مربع و یا میلی متر مربع استفاده کرد. حتی برای طول از متر یا اینچ یا فوت می توان استفاده کرد. در تبدیل یکاهایی که از پیشوند استفاده می گردد کافیست پیشوندها را تبدیل کنیم و در سایر موارد می توان از جدول صفحه بعد (بیشتر بدانید) و تناسب کمک گرفت.

کج ممل یادداشت نکات:

یک نیوتن = 0.2248 پوند	نیرو
یک نیوتن = 10000 دین	
یک بار = 100000 پاسکال	فشار
یک اتمسفر = $1/013$ بار	
یک لیتر = 0.001 متر مکعب	حجم
یک گالن = $3/788$ لیتر	
یک سی سی = 0.001 لیتر	
یک اسب بخار = 746 وات	توان

یک اینچ = $2/54$ سانتیمتر	طول
یک فوت = 12 اینچ	
یک یارد = $91/44$ سانتیمتر	
یک مایل = 5280 فوت	
یک مایل = 1609 متر	
یک گره دریایی = 6080 فوت	جرم
یک کیلوگرم = $2/205$ پوند	
یک اسلاگ = $14/59$ کیلوگرم	

نکته: در فیزیک تغییر هر کمیت نسبت به زمان را معمولاً آهنگ آن کمیت گویند.

تبدیل یکا به روش زنجیره‌ای :

در تبدیل یکاها با کمیت‌هایی مواجه می‌شویم که یکای آن‌ها به صورت کسری یا بدون پیشوند یا پیشونددار و یا حتی توان‌دار می‌باشند. در این تبدیل یکاها به صورت زیر عمل می‌کنیم :

(۱) تبدیل یکای بدون پیشوند به پیشونددار :

در این جا از ضریب تبدیلی کمک می‌گیریم که صورت آن یک واحد پیشونددار و مخرج آن عددی بدون پیشوند است که در توانی از 10 ضرب شده است به گونه‌ای که این توان، برابر توان پیشوند است.

(۲) تبدیل یکای پیشونددار به بدون پیشوند :

در این جا از ضریب تبدیلی کمک می‌گیریم که مخرج آن یک واحد پیشونددار و صورت آن عددی بدون پیشوند است که در توانی از 10 ضرب شده است به گونه‌ای که این توان، برابر توان پیشوند است.

(۳) تبدیل یکای توان‌دار :

در این جا از همان شیوه قسمت ۱ و ۲ پیروی می‌کنیم با این تفاوت که هر یکایی که توان داشت، توان آن را به کل ضریب تبدیل می‌دهیم.

۴) تبدیل یکای کسری:

در این مورد همان قواعد قبلی کاربرد دارد با این تفاوت که به ازای هر یکای صورت و هر یکای مخرج به صورت جداگانه نیاز به ضرب تبدیل است.

نکته: کمیت حجم دارای دو یکای بدون پیشوند است که در فیزیک کاربرد زیادی دارد و البته مقدار هر کدام معادل یکی از

$$\text{یکاهای پیشونددار است: } \boxed{cc \approx cm^3} \quad \boxed{Lit \approx dm^3}$$

نکته: علاوه بر پیشوندهای معرفی شده، آنگستروم و میکرون نیز وجود دارند که فقط برای متر به کار می‌روند و یک آنگستروم (Å) به معنی 10^{-10} متر است و یک میکرون به معنی 10^{-6} متر است.

نکته: در تبدیل یکاها، فقط کمیت‌های یکسان را می‌توان به هم تبدیل نمود. مترمکعب و مترمربع را نمی‌توان به هم تبدیل نمود زیرا یکی از آن‌ها یکای حجم و دیگری یکای مساحت است.

تبدیل یکا به روش حذف و ایجاد:

این روش از سایر روش‌ها ساده تر است. در این روش ابتدا به عدد خود، مخرج یک می‌دهیم. سپس یکاهای صورت برای صورت و یکاهای مخرج برای مخرج نوشته می‌شود. هر پیشوندی که حذف می‌گردد از ضرب استفاده می‌کنیم و هر پیشوندی که ایجاد می‌شود از تقسیم کمک می‌گیریم. اگر یکایی دارای توان بود آن توان را به پیشوند نیز می‌دهیم.

سوال ۱: $10 \frac{kg.m^3}{\mu s^2}$ معادل چند $\frac{mg.cm^3}{s^2}$ است؟

10^{12} (۴)

10^{13} (۳)

10^{25} (۲)

10^{24} (۱)

تبدیل یکا به روش محوری:

f	۱۵
p	۱۲
n	۹
μ	۶
m	۳
c	۲
d	۱
	۰
da	۱
h	۲
k	۳
M	۶
G	۹
T	۱۲
P	۱۵

پیشوندها را روی محوری مطابق شکل مقابل در نظر بگیرید. اگر رو به بالا حرکت کنیم ضربدر توانی از ۱۰ که به اندازه فاصله اعداد محور پیشوندهاست می‌کنیم. اگر رو به پایین حرکت کنیم ضربدر منفی توانی از ۱۰ که به اندازه فاصله اعداد محور پیشوندهاست می‌کنیم. اگر یکایی دارای توان بود آن توان را به پیشوند نیز می‌دهیم.

سوال ۲: $10 \frac{cg \cdot mm^3}{das^2}$ معادل چند $\frac{mg \cdot cm^3}{s^2}$ است؟

(۱) 10^{-3} (۲) 10^3 (۳) 10^{-2} (۴) 10^2

سوال ۳: چگالی اجسام A، B، C و D به ترتیب 0.002 gr/mm^3 و 2500 gr/lit و 3000 kg/m^3 و 5 gr/cm^3 می‌باشد. کدام یک از این اجسام چگالتر است؟

(۱) A (۲) B (۳) C (۴) D

سوال ۴: مقادیر زیر مربوط به چگالی سطحی بار هستند. کدام یک از بقیه بزرگتر است؟

(۱) $2 \times 10^3 \text{ nC/mm}^2$ (۲) $3 \times 10^4 \text{ } \mu\text{C/dm}^2$

(۳) $4 \times 10^{-7} \text{ C/mm}^2$ (۴) $50 \text{ } \mu\text{C/cm}^2$

سوال ۵: $36 \text{ kg } \frac{m}{min^2}$ معادل چند $g \frac{cm}{s^2}$ است؟

(۱) 10^{-3} (۲) 10^3 (۳) 10^{-5} (۴) 10^5

کج ممل یادداشت نکات:

سازگاری یکاها:

در فیزیک و سایر علوم بین کمیت‌های مختلف روابطی وجود دارد که یا با تجربه و آزمایش و یا با راهکارهای دیگری به دست آمده است. اما نکته قابل توجه این است که در تمام این روابط باید یکاهای کمیت‌ها با یکدیگر سازگار باشد. به عنوان نمونه در تعریف سرعت داریم:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

در این جا یکای جابجایی، متر (m) است و یکای زمان، ثانیه (s) می‌باشد که از تقسیم این یکاها، متر بر ثانیه (m/s) که یکای سرعت است به دست می‌آید.

سوال ۶: دو گلوله به جرم‌های m و M وقتی در فاصله r از هم قرار دارند، یکدیگر را با نیروی F می‌ربایند که این نیرو از رابطه $F = \frac{GmM}{r^2}$ قابل محاسبه است. یکای کمیت G کدام است؟

- (۱) $N \cdot m / kg$ (۲) Nm^2 / kg^2 (۳) Nm^2 / kg (۴) Nm / kg^2

سوال ۷: در انتقال گرما در یک جسم جامد، گرمای عبور نموده (Q) از سطح مقطع (A) و طول (L) میله طبق رابطه $\frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta\theta}{L}$ با زمان (t) و اختلاف دمای دو طرف میله ($\Delta\theta$) ارتباط دارد. K یک ضریب ثابت است که به جنس میله مرتبط است. یکای K چیست؟

- (۱) $J / m^{\circ}C$ (۲) W / m^2 (۳) $J / s \cdot m \cdot ^{\circ}C$ (۴) $W / m^2 \cdot ^{\circ}C$

سوال ۸: یکای گشتاور معادل یکای کدام کمیت زیر است؟

- (۱) نیرو (۲) کار (۳) توان (۴) آهنگ کار

سوال ۹: معادله مکان زمان متحرکی در SI به صورت $x = \alpha t^3 + \frac{\beta}{t+3} + 4$ است. α و β به ترتیب از راست به چپ چه یکایی دارند؟

- (۱) m/s و m/s^3 (۲) m/s و m/s^3 (۳) $m \cdot s$ و $m \cdot s^3$ (۴) m/s و $m \cdot s^3$

وسیله اندازه گیری و دقت اندازه گیری :

همان طور که می دانید هر کمیت را با وسیله ای می توان اندازه گیری نمود. به عنوان مثال جرم را با ترازوی شاهین دار یا ترازوی دیجیتال، زمان را با ساعت یا کرونومتر، طول را با متر و ...

کمترین مقداری که یک وسیله می تواند اندازه گیری کند را دقت اندازه گیری آن وسیله گویند. (کمینه درجه بندی آن ابزار) به عنوان مثال خط کش های میلی متری که معمولاً همه دانش آموزان دارند، دارای دقت یک میلی متر است و یا ساعت مچی شما دارای دقت یک ثانیه است زیرا این وسایل کوچکترین واحدی را که نشان می دهند، یک میلی متر و یک ثانیه است.

خطای اندازه گیری :

خطای اندازه گیری طبق تعریف به دو دسته تقسیم می شود که این دسته بندی به نوع وسیله بستگی دارد:

(۱) وسایلی مانند خط کش و نقاله که دارای درجه بندی مشخص هستند: (مدرج)

خطای اندازه گیری این وسایل برابر است با:

$$\pm \left(\frac{1}{2} \times \text{دقت اندازه گیری} \right)$$

مثال: دقت اندازه گیری خط کش میلی متری ، یک میلی متر است بنابراین خطای اندازه گیری آن $\pm 0.5 \text{ mm}$ است.

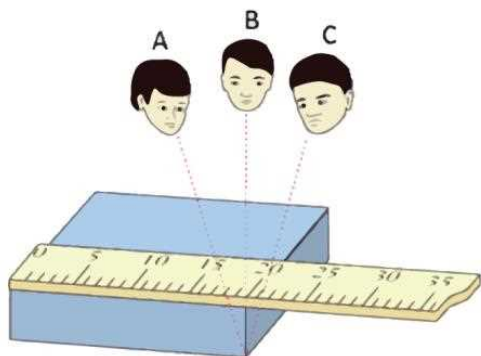
(۲) وسایلی مانند کرونومتر دیجیتالی که دارای نمایشگر دیجیتال هستند:

خطای اندازه گیری این وسایل برابر است با:

$$\pm (\text{دقت اندازه گیری})$$

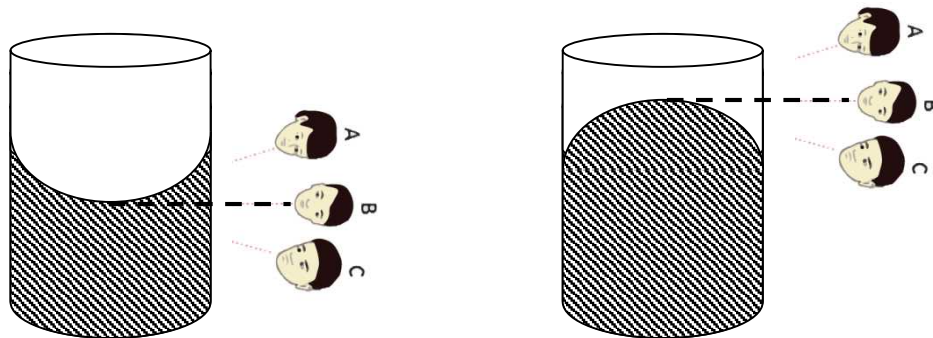
مثال: یک کرونومتر دیجیتال تا دهم ثانیه را نشان می دهد، بنابراین دقت اندازه گیری آن ± 0.1 ثانیه و در نتیجه خطای

اندازه گیری آن $\pm 0.1 \text{ s}$ است.



هنگام خواندن اعداد وسایل اندازه گیری برخی نکات حائز اهمیت است. به عنوان مثال برای خواندن خط کش یا کولیس و ... باید مطابق شکل کاملاً عمودی به وسیله نگاه کنید. یعنی شخص B اندازه را درست می خواند.

برای خواندن حجم مایعات درون بشر یا استوانه مدرج و ... نیز باید به صورت کاملاً عمودی به بدنه ظرف نگاه کنید و قسمت تقعر یا تحدب مایع را بخوانید.
یعنی در شکل‌های زیر نیز شخص B اندازه درست را می‌خواند.



در آزمایشگاه سعی نمایید چندین بار یک آزمایش را تکرار کنید و نتیجه‌هایی که به دست می‌آید را میانگین بگیرید تا نتیجه مطلوب‌تری ارائه کنید. در ضمن نتایجی که نسبت به سایرین تفاوت زیادی دارند را در نظر نگیرید.
مثال: اگر نتایج اندازه‌گیری طول یک جسم به صورت زیر باشد:

$$1/30 \text{ cm} \text{ و } 1/04 \text{ cm} \text{ و } 1/124 \text{ cm} \text{ و } 1/126 \text{ cm} \text{ و } 1/125 \text{ cm}$$

دو عدد آخر ($1/30 \text{ cm}$ و $1/04 \text{ cm}$) را در نظر نمی‌گیریم و نتیجه اندازه‌گیری برابر است با میانگین سایر اعداد یعنی $1/25 \text{ cm}$.

سوال ۱۰: آیا می‌توان گفت دقت اندازه‌گیری خط کش میلی‌متری $0/1$ سانتیمتر است؟ $0/01$ متر چطور؟

سوال ۱۱: در اندازه‌گیری طول یک مداد توسط کولیس، اعداد زیر به دست آمده است:

$$11/25 \text{ mm} , 11/26 \text{ mm} , 11/30 \text{ mm} , 11/15 \text{ mm} , 11/24 \text{ mm} , 11/27 \text{ mm} , 11/25 \text{ mm} , 11/26 \text{ mm}$$

شما اگر به جای آزمایش کننده بودید، چه طولی را به عنوان نتیجه اعلام می‌کردید؟

$$11/27 \text{ (۴)}$$

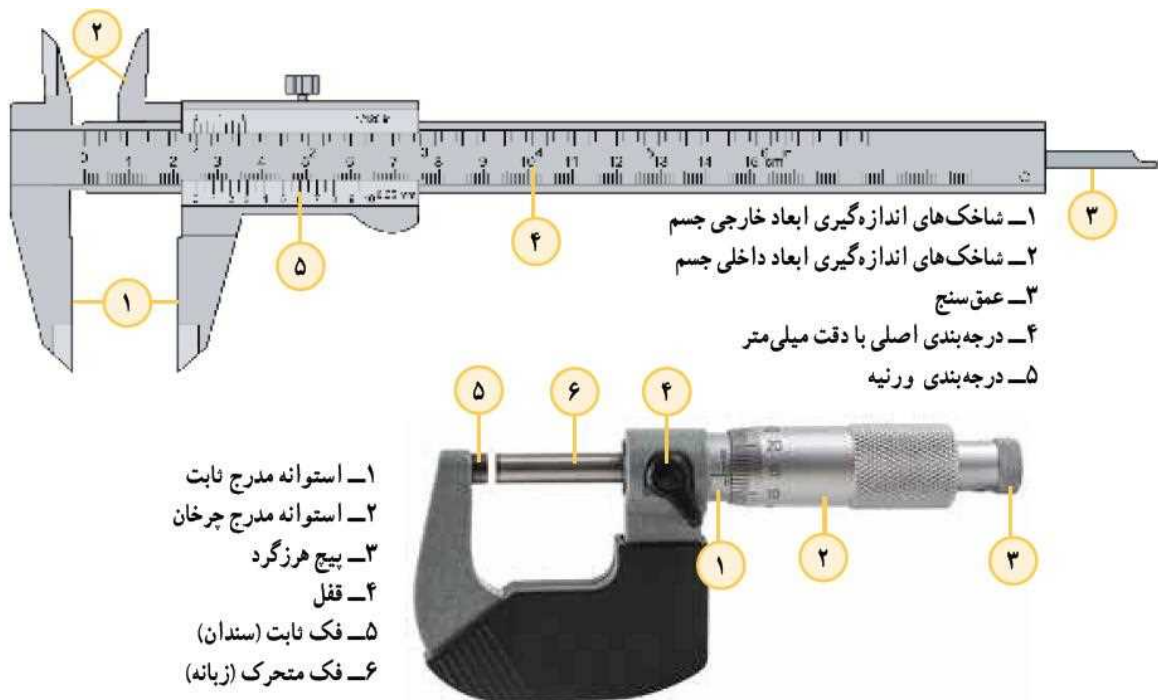
$$11/24 \text{ (۳)}$$

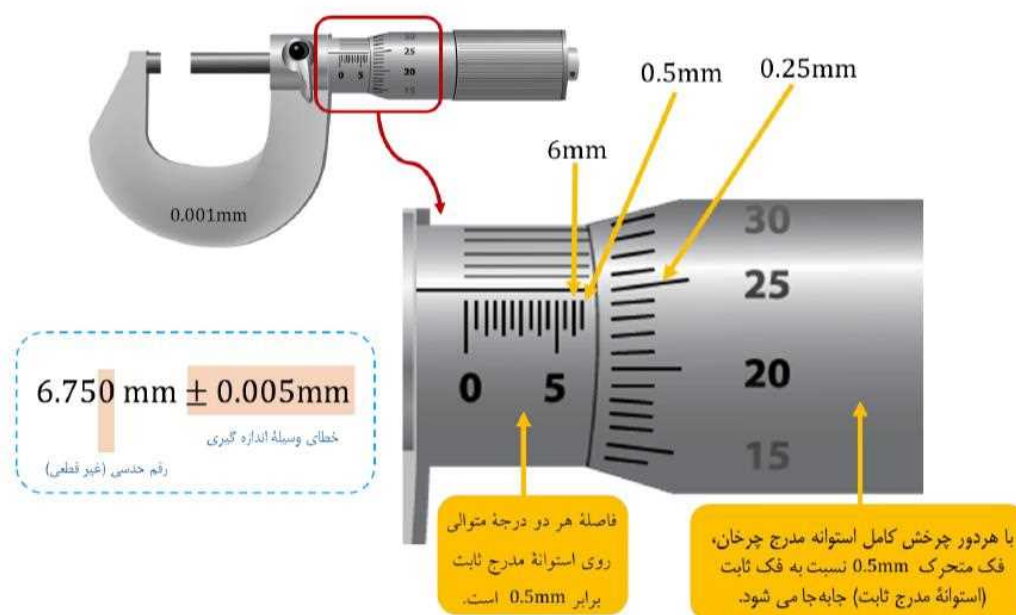
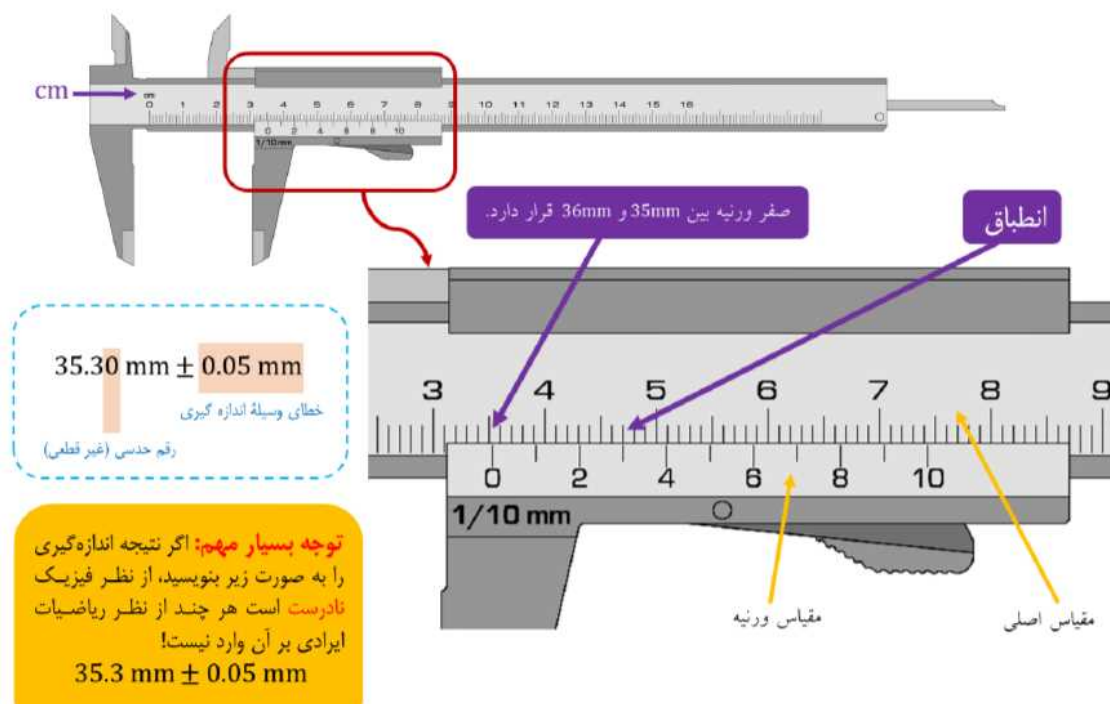
$$11/26 \text{ (۲)}$$

$$11/25 \text{ (۱)}$$

نکته: ریزسنج وسیله‌ای برای اندازه‌گیری طول است که دارای دقت اندازه‌گیری 0.1 میلی‌متر است و کولیس نیز که وسیله‌ای برای اندازه‌گیری طول است معمولاً دارای دقت اندازه‌گیری 0.1 میلی‌متر است. برای تعیین حجم مایعات از ابزاری مانند استوانه مدرج یا ارلن یا پیپت می‌توان استفاده نمود که دقت آن‌ها بستگی به کارخانه سازنده دارد.

قسمت‌های مختلف ریزسنج و کولیس را در اشکال زیر می‌بینید:





✍ ممل یادداشت نکات:

چگالی (density) (جرم حجمی):

مولکول‌های بعضی اجسام به هم فشرده ترند و برای بعضی دیگر فاصله آن‌ها از هم بیشتر است. برای مقایسه اجسام از این نظر کمیتی به نام چگالی را می‌توان تعریف نمود که یکی از مشخصات ذاتی هر ماده است. در اصطلاحات روزمره نیز به عنوان مثال می‌گوییم سرب از آهن سنگین تر است که در علم فیزیک می‌گوییم سرب از آهن چگال تر است یعنی چگالی آن بیشتر است نه وزن آن.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{جرم یکای حجم از هر ماده را چگالی آن ماده می‌گوییم.}$$

ρ : چگالی بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب

m : جرم بر حسب کیلوگرم

V : حجم بر حسب متر مکعب

$$kg/m^3 \xrightleftharpoons[\times 1000]{\div 1000} g/cm^3 \quad \text{نکته: برای سرعت در تبدیل یکا، به روابط مقابل دقت نمایید:}$$

نکته: در دمای ثابت، چگالی جسم ثابت است. یعنی با کاهش جرم جسم مثلاً با بریدن آن، به همان نسبت حجم جسم کم می‌شود. (رابطه یک طرفه)

نکته: در اکثر مواد با افزایش دما، چگالی کاهش می‌یابد؛ زیرا جرم با افزایش دما، تغییر نمی‌کند ولی حجم افزایش می‌یابد. البته برخی مواد استثناء هستند. به عنوان نمونه، چگالی آب با افزایش دما در محدوده صفر درجه سلسیوس تا ۴ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد.

نکته: اگر چند مایع را روی یکدیگر بریزیم، هر مایعی که چگالی کمتری داشته باشد، بالاتر قرار می‌گیرد.

نکته: حجم استوانه‌ای به شعاع r و ارتفاع h از رابطه $\pi r^2 h$ محاسبه می‌شود.

نکته: حجم استوانه توخالی به شعاع داخلی r_1 و شعاع خارجی r_2 و ارتفاع h از رابطه $\pi(r_2^2 - r_1^2)h$ محاسبه می‌شود.

نکته: حجم مخروطی به شعاع r و ارتفاع h از رابطه $\frac{1}{3}\pi r^2 h$ محاسبه می‌شود.

نکته: حجم کره توخالی به شعاع داخلی r_1 و شعاع خارجی r_2 از رابطه $\frac{4}{3}\pi(r_2^3 - r_1^3)$ محاسبه می‌شود.

نکته: در سوالاتی که نسبت چگالی دو ماده را می‌خواهیم می‌توان از رابطه مقابل کمک گرفت: $\frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{V_A}{V_B}$

نکته: نمودار جرم بر حسب حجم یک ماده به صورت خط راستی است که از مبدا عبور نموده و شیب آن برابر چگالی ماده است. در صورتی که نمودار حجم بر حسب جرم باشد، شیب آن برابر معکوس چگالی ($\frac{1}{\rho}$) خواهد بود.

کج ممل یادداشت نکات:

نکته: برای یافتن چگالی مخلوطها و آلیاژها به شرط آن که تغییر حجم نداشته باشیم، از رابطه زیر کمک می گیریم:

$$\rho_{\text{کل}} = \frac{m_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

در صورتی که حجمی کم شده باشد، باید آن را از مخرج کم کنیم. در ضمن در مورد موادی که مخلوط می شوند، باید دو پارامتر از سه پارامتر جرم و حجم و چگالی معلوم باشد تا بتوان در این رابطه هر موردی که مجهول است را برحسب دو پارامتر دیگر قرار داد.

نکته: در صورتی که حجم های مساوی از مواد مختلف را مخلوط کنیم، چگالی مخلوط برابر میانگین چگالی مواد اولیه است.

نکته: در تغییر حالت مواد مانند ذوب و تبخیر و ... جرم ثابت است و حجم و چگالی ممکن است تغییر کند.

نکته: در صورتی که حفره ای درون جسمی باشد، جرم ظاهری و واقعی یکسان است و از روی جرم می توان با کمک سایر

اطلاعات، حجم در حالت واقعی و ظاهری را مقایسه و حجم حفره را یافت. همچنین می توان گفت: $\frac{\rho_{\text{واقعی}}}{\rho_{\text{ظاهری}}} = \frac{V_{\text{ظاهری}}}{V_{\text{واقعی}}}$

سوال ۲۷: ضلع مکعب توپر مسی نصف ضلع مکعب توپر آلومینیومی است. اگر نسبت جرم حجمی مس به آلومینیوم ۲ باشد، جرم گلوله آلومینیومی چند برابر جرم گلوله مسی است؟

- ۴ (۱) ۰/۲۵ (۲) ۱ (۳) ۱۶ (۴)

سوال ۲۸: نسبت جرم حجمی گلوله A به جرم حجمی گلوله B برابر ۴ است. اگر جرم cm^3 ۵۰ از جسم A برابر یا g ۵۰۰ باشد، محاسبه نمایید که جرم cm^3 ۴۰ از جسم B چند گرم است؟

- ۴۰۰ (۱) ۱۰۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۱۶۰۰ (۴)

سوال ۲۹: جرم یک کره آهنی برابر g ۵۰۰ و حجم آن cm^3 ۱۰۰ می باشد. در صورتی که جرم حجمی آن $\frac{kg}{m^3}$ ۸۰۰۰ باشد، حجم حفره خالی درون این کره را برحسب سانتی متر مکعب محاسبه نمایید.

- ۶۲/۵ (۱) ۳۷/۵ (۲) ۰/۰۶۲۵ (۳) ۹۹/۹۳۷۵ (۴)

سوال ۳۰: مکعبی چوبی با حجم $10^3 \text{ cm}^3 \times 4$ داریم. پس از آزمایش و اندازه گیری چگالی آن را 0.5 گرم بر سانتی متر مکعب محاسبه نمودیم. در حالی که می دانیم جرم حجمی این چوب که از جنس چوب درخت بلوط است 0.8 گرم بر سانتی متر مکعب است. محاسبه نمایید که چند سی سی فضای خالی درون این مکعب وجود دارد؟

- (۱) ۱۵۰۰ (۲) ۲۵۰۰ (۳) ۵۰۰ (۴) ۱۰۰۰

سوال ۳۱: جرم ظرفی پر از آب 500 گرم و جرم همان ظرف پر از الکل 420 گرم می باشد. اگر جرم ظرف خالی 100 گرم باشد، نسبت چگالی الکل به چگالی آب چقدر است؟

- (۱) $1/25$ (۲) 0.8 (۳) 0.84 (۴) $1/19$

سوال ۳۲: قطر یک گلوله توپر آلومینیومی سه برابر شعاع قاعده یک استوانه توپر مسی است که ارتفاع آن با قطر قاعده اش برابر است. اگر چگالی آلومینیوم نسبت به مس برابر 0.3 باشد، نسبت جرم گلوله آلومینیومی به استوانه مسی چقدر است؟

- (۱) 0.675 (۲) $6/75$ (۳) $67/5$ (۴) 0.675

سوال ۳۳: چگالی یک گلوله کروی سه برابر چگالی یک مکعب است و جرم مکعب 18 برابر جرم گلوله است. نسبت طول مکعب به قطر گلوله چقدر خواهد بود؟ ($\pi \cong 3$)

- (۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۶ (۴) 0.33

سوال ۳۴: یک قطعه آهن به جرم 117 گرم، درون یک لیوان که پر از مایعی به چگالی 0.8 گرم بر سانتی متر مکعب است، انداخته می شود. اگر چگالی آهن 7800 کیلوگرم بر متر مکعب باشد، چند گرم مایع از لیوان بیرون ریخته می شود؟

- (۱) ۶ (۲) ۹ (۳) ۱۲ (۴) ۱۵

سوال ۳۵: حجم ظاهری یک قطعه آلومینیوم به جرم ۸۱۰ گرم ۱۵۰۰ سانتی مترمکعب می باشد. اگر چگالی آلومینیوم $2/7$ گرم بر سانتی مترمکعب باشد، چند درصد حجم این قطعه فضای خالی است؟

- (۱) ۲۰ (۲) ۸۰ (۳) ۶۰ (۴) ۴۰

سوال ۳۶: ۲۰ درصد از حجم آلیاژی را فلزی با چگالی ۴ گرم بر سانتی مترمکعب و بقیه حجم آن را فلز دیگری با چگالی ۶ گرم بر سانتی مترمکعب تشکیل داده است. چگالی آلیاژ را به دست آورید.

- (۱) $5/6$ (۲) $6/5$ (۳) ۵ (۴) $5/5$

سوال ۳۷: جسمی توپر به چگالی ρ موجود است. چند درصد از حجم درون آن را خالی کنیم و از ماده ای با چگالی 5ρ پر کنیم تا چگالی جسم حاصل 2ρ شود؟

- (۱) ۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۷۵ (۴) ۴۰

سوال ۳۸: مقداری یخ ذوب شده و حجم آن ۱۰ سی سی کاهش می یابد. جرم اولیه یخ چند گرم بوده است؟ (چگالی آب و یخ به ترتیب ۱ و $0/9$ گرم بر سانتی مترمکعب است).

- (۱) ۹۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۰ (۴) ۱۰۰۰

سوال ۳۹: مایعی به چگالی ۲ گرم بر سانتیمتر مکعب و حجم ۱۰ سانتیمتر مکعب را با مایعی به چگالی ۵ گرم بر سانتیمتر مکعب و جرم ۴۰ گرم مخلوط نموده ایم. در صورت کاهش نیافتن حجم، چگالی مخلوط تقریباً چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟

(۴) ۳۳

(۳) ۳۳۳۳

(۲) ۳۳۳

(۱) ۳/۳

سوال ۴۰: حجم فلز A، $\frac{4}{5}$ برابر حجم فلز B بوده و جرم آن ۱۳ برابر جرم فلز B است. آلیاژی که از این فلزات ایجاد شده دارای جرم $\frac{37}{8}$ کیلوگرم و چگالی ۷ گرم بر سانتیمتر مکعب است. در حین تهیه آلیاژ ۱۰۰ سی سی از حجم مجموع دو فلز کم شده است. چگالی فلز B چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟

(۴) $\frac{8}{7}$ (۳) $\frac{7}{2}$ (۲) $\frac{7}{8}$ (۱) $\frac{2}{7}$

سوال ۴۱: یک جسم تزئینی به جرم ۱۰۰ گرم را که از طلا و نقره ساخته شده است در ظرف پر از آبی فرو می بریم. ۸ سی سی آب بیرون می ریزد. چند درصد جرم جسم را طلا تشکیل می دهد؟ (چگالی نقره ۱۰ گرم بر سانتیمتر مکعب و چگالی طلا ۲۰ گرم بر سانتیمتر مکعب است.)

(۴) ۷۵

(۳) ۲۵

(۲) ۶۰

(۱) ۴۰



NOTES

ویژگی های فیزیکی مواد

فصل دوم - فیزیک ۱

اصول پر نو لی

اصول ارشمیدس

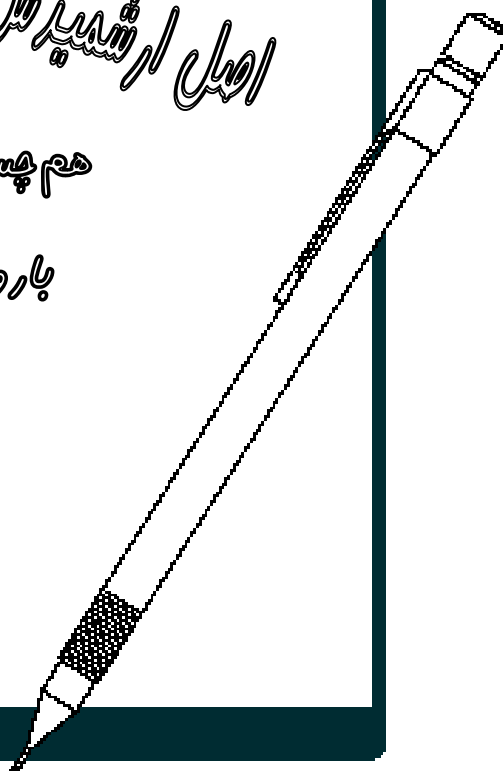
هم چسبی و دگر چسبی

بارومتر و مانومتر

موئینگی

فشار

تهیه و تنظیم: آقای ابومحمزه



حالات مختلف مواد:

از گذشته به یاد دارید که مواد به سه حالت جامد، مایع و گاز موجود هستند. حالت چهارم ماده پلاسما نامیده می شود که اغلب در دماهای خیلی بالا به وجود می آید. درون ستارگان و بستر فضای بین ستاره ای، آذرخش، شفق های قطبی، آتش و ماده ی داخل لوله ی تابان لامپ های مهتابی از پلاسما تشکیل شده است.

خواص فیزیکی مواد در حالات مختلف متفاوت است ولی خواص شیمیایی آنان معمولاً یکسان است.

حالت ماده	فاصله بین مولکول ها	تراکم پذیری	جریان یافتن	ساختار مولکولی	حجم معین	حرکت براونی
جامد	$1\text{\AA}$	بسیار کم	ندارند	در جامد بلورین، منظم در جامد بی شکل، نامنظم	دارند	ندارند
مایع	$1\text{\AA}$	بسیار کم	دارند	نامنظم	دارند	دارند
گاز	تقریباً $35\text{\AA}$	دارند	دارند	نامنظم	ندارند	دارند

اندازه اتم ها در حدود یک آنگستروم است. یک آنگستروم $m \cdot 10^{-10}$ متر است.

نکته: گاز و مایع هر دو قابلیت جریان یافتن دارند و به هر دوی آن ها « شاره یا سیال » گویند.

نکته: اندازه مولکول های بزرگی مانند کربوهیدرات ها از مرتبه $1000\text{\AA}$ است.

سوال ۱: با یک قطره چکان، ۲۰۰ قطره روغن زیتون را در یک استوانه مدرج باریک ریخته که حجم آن ۲۴ میلی متر مکعب بوده است. اگر یک قطره روغن را روی سطح تمیز آب بچکانیم و صبر کنیم تا روغن به طور کامل در سطح آب پخش شود و مولکولی روی دیگری نماند، لکه ای به مساحت $6 \times 10^4 \text{ mm}^2$ تشکیل می شود. قطر تقریبی مولکول روغن چند آنگستروم است؟

(۱) ۲۰ (۲) ۲ (۳) ۰/۲ (۴) ۲۰۰

سوال ۲: باتوجه به ابعاد حدودی اتم ها (یک آنگستروم)، تعداد اتم هایی که می توان در یک ردیف کنار هم قرار داد تا یک متر شود چند عدد است؟ (از نیروی دافعه و جاذبه بین اتم ها صرف نظر کنید).

(۱) 10^{10} (۲) 10^{11} (۳) 10^8 (۴) 10^9

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۳: با توجه به ابعاد حدودی اتم‌ها (یک آنگستروم)، تعداد اتم‌هایی که می‌توان در یک مترمکعب قرار داد چند عدد است؟
(از نیروی دافعه و جاذبه بین اتم‌ها صرف نظر کنید).

- (۱) 10^{10} (۲) 10^{30} (۳) 10^{13} (۴) 10^{33}

سوال ۴: اگر قطره روغن زیتون به حجم $3/14\text{cc}$ روی سطح دریاچه ای چکانده شود و پخش شود به شکل دایره‌ای به قطر 50m تبدیل می‌شود. فاصله متوسط مولکول‌های روغن از هم $1\text{\AA}$ است. لکه روغن از چند مولکول روی هم تشکیل شده است؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۸ (۴) ۱۶

سوال ۵: اگر یک بشکه نفت به حجم 200Lit روی سطح دریا ریخته شود و فاصله متوسط بین مولکول‌های نفت $2\text{\AA}$ باشد، با فرض این که ۴ لایه مولکول روی هم قرار گیرند تا لکه نفت تشکیل شود، چه مساحتی برحسب کیلومتر مربع از دریا را می‌پوشاند؟

- (۱) $0/۲۵$ (۲) $۲/۵$ (۳) ۲۵ (۴) ۲۵۰

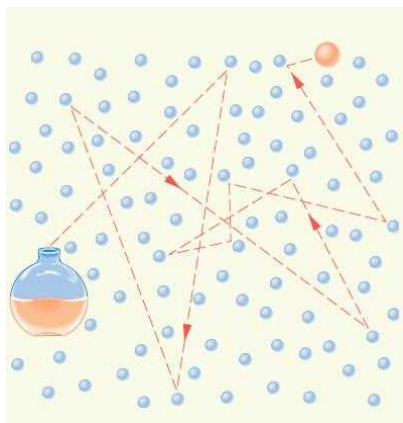
حرکت براونی:

در حالت گازی، مولکول‌ها به صورت نامنظم، درهم و برهم و غیر قابل پیش بینی در حرکتند. این نوع حرکت را کاتوره ای یا براونی نیز می‌نامند.

متراکم کردن یک ظرف نوشابه پلاستیکی در بسته هنگامی که پر از هواست ساده‌تر از حالتی است که پر از آب است. زیرا فاصله بین مولکول‌های گاز بسیار زیاد است و می‌توان آن‌ها را به راحتی متراکم نمود ولی در مورد مایعات این گونه نیست.

کج ممل یادداشت نکات:

پدیده پخش:



وقتی در یک شیشه عطر را باز می‌کنید، مولکول‌های هوا که در هر طرف در حال حرکت هستند و هنگام حرکت به مولکول‌های عطر برخورد می‌کنند، باعث تغییر مسیر حرکت مولکول‌های عطر شده و تکرار زیاد این برخوردها و پراکندگی زیاد مولکول‌های عطر در تمامی قسمت‌ها سبب می‌شود بوی عطردر هوا پراکنده شده و استشمام گردد. این پدیده را پدیده پخش مولکول‌های عطر توسط هوا گویند.

پدیده پخش دلیل محکمی بر حرکت آزاد مولکول‌های گاز در محیط و برخورد آن‌ها با هم است.

نکته: اگر پدیده پخش اتفاق نمی‌افتاد میدان گرانشی زمین، جو را به چند لایه تقسیم می‌نمود به طوری که در پایین‌ترین لایه سنگین‌ترین گازها یعنی کربن دی‌اکسید قرار می‌گرفت و در بالای آن به ترتیب اکسیژن، نیتروژن، بخار آب، نئون، هلیوم و هیدروژن قرار می‌گرفت.

نکته: پدیده پخش در مایعات نیز صادق است. اگر مقداری نمک را در یک لیوان آب بریزید، پس از مدتی تمام آب شور می‌شود. اگر چند قطره جوهر را به آب درون لیوانی اضافه نمایید رفته رفته تمام آب رنگی می‌شود. این نمونه‌ها نشان می‌دهد که ذرات نمک و جوهر در آب لیوان پخش شده‌اند که علت آن، حرکت مولکول‌های آب می‌باشد. بدین ترتیب می‌توان بیان نمود که پدیده پخش در مایعات نیز صدق می‌نماید.

نکته: پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایعات است.

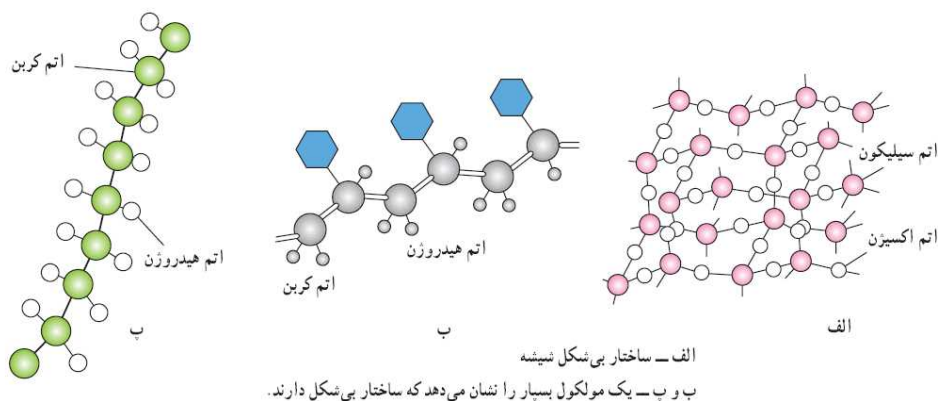
انواع جامدات:

جامدات به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف) جامدات بلورین (Crystalline): در این نوع جامدات، مولکول‌ها در طرح‌های منظم چنان مرتب شده‌اند که به آن، شکل ثابت و دائمی داده‌اند. جامدات بلورین هنگامی تشکیل می‌شوند که مایع به آهستگی سرد شده و مولکول‌های آن فرصت دارند خود را در یک طرح منظم مرتب نمایند. فلزها و سنگ‌هایی نظیر نمک خوراکی و الماس در این نوع جامدات طبقه‌بندی می‌شوند.

کج ممل یادداشت نکات:

ب) جامدات بی شکل (آمورف) (Amorphous): در این نوع جامدات، مولکول‌ها نظم مشخصی نداشته و همان سمت گیری را که در حالت مایع داشته اند به خود می گیرند. آن‌ها زمانی تشکیل می شوند که معمولاً مایع به سرعت سرد شده و مولکول‌ها فرصت این که در یک طرح منظم قرار گیرند را نداشته اند. شیشه و قیر سرد مثالی از این نوع جامدات هستند.



ویژگی فیزیکی مواد در مقیاس نانو:

در مقیاس نانو (10^{-9}) بسیاری از خواص مواد از جمله نقطه ذوب، رسانندگی گرمایی، رسانندگی الکتریکی، شفافیت، استحکاک، رنگ و ... به طور چشم گیری تغییر می کند. به همین دلیل فناوری نانو که در اکثر علوم کاربرد یافته است شروع به بهره برداری از این ویژگی‌ها نموده است.

نانو واژه‌ای یونانی به معنی کوتوله است. برای فهم دقیق آن می توان گفت ده اتم کربن در کنار هم تقریباً یک نانومتر است.

مواد جامد و مایع و گاز در مقیاس نانو خواص ویژه‌ای از خود نشان می دهند و اگر حداقل یک بُعد از این مواد از سه بُعد (طول و عرض و ارتفاع) در حد نانو باشد (نانولایه)، خواص آن‌ها تغییر می کند.

به عنوان نمونه روی سیم آلومینیومی در مجاورت هوا، لایه‌ای از آلومینیوم اکسید که ضخامتی در حد نانومتر دارد، تشکیل می شود. آلومینیوم اکسید در حالت عادی نارساناست ولی در ابعاد نانو رسانای خوب الکتریسیته است. به همین علت سیم آلومینیومی در خطوط انتقال برق کاربرد فراوان دارد.

نمونه دیگر، کاهش نقطه ذوب طلا در ابعاد نانو است.

نیروهای بین مولکولی :

مولکول‌های یک ماده همدیگر را می‌ربایند و بین آن‌ها نیروی جاذبه وجود دارد.

نیروی ربایشی که بین مولکول‌های یک ماده وجود دارد و آن‌ها را در کنار هم نگه می‌دارد، هم‌چسبی گویند. مانند قطره آب که پس از جدا شدن از شیر آب به شکل قطره باقی مانده و اصطکاک هوا مولکول‌های آن را از هم جدا نمی‌کند. علت این امر هم‌چسبی بین مولکول‌های آب است.

مولکول‌های دو ماده مختلف نیز یکدیگر را جذب می‌کنند که به این نیرو، دگرچسبی گویند. مانند گچ و تخته سیاه که دگرچسبی سبب نوشتن گچ روی تخته می‌گردد.

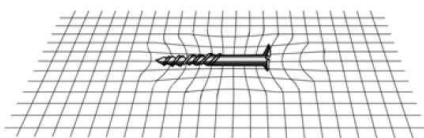
دو ویژگی مهم نیروهای بین مولکولی:

(۱) نیروهای چسبندگی کوتاه بُرد هستند. یعنی، وقتی فاصله بین مولکول‌ها به چند برابر ابعاد مولکول می‌رسد، بسیار کوچک و عملاً صفر می‌شوند. به همین دلیل است که این نیرو در گازها دیده نمی‌شود.

(۲) وقتی فاصله‌ی بین مولکول‌ها از حد معینی (نسبت به ابعاد مولکول) کمتر شود نیروی بین مولکول‌ها دافعه است.

همین موضوع سبب می‌شود که متراکم کردن مایع‌ها (و جامدها) بسیار بسیار دشوار باشد.

کشش سطحی :



هم‌چسبی مولکول‌های موجود در سطح مایع بیش از مولکول‌های سایر قسمت‌های مایع است به همین علت مایعات طوری رفتار می‌کنند که گویی سطح آن‌ها به وسیله یک پوسته نازک پوشانده شده است. این اثر را کشش سطحی گویند.

نکته: جیوه روی تمامی سطوح به صورت قطره قطره در نمی‌آید. اگر سطح فلز روی (Zn) را تمیز نماییم تا روی اکسید (ZnO) از بین برود و فلز روی (Zn) خالص بماند، جیوه روی آن پخش می‌شود.

نکته: کشش سطحی باعث می‌شود قطرات آب هنگام سقوط کردن کمترین مساحت ممکن را به خود بگیرند و به شکل کره در بیایند.

ترشوندگی:

این پدیده که وقتی آب روی شیشه ریخته می‌شود و پخش می‌گردد ولی جیوه قطره مانند شده و پخش نمی‌گردد، ترشوندگی است. آب شیشه را تر می‌کند ولی جیوه تر نمی‌کند.

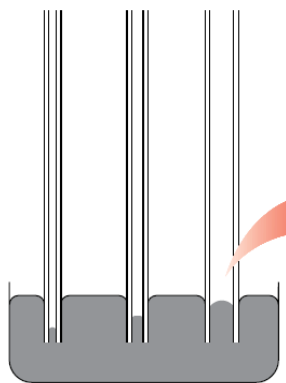


خاصیت مویینگی:

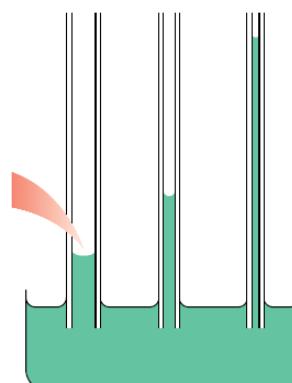
شیشه مولکول‌های آب را به شدت جذب می‌کند و به همین علت آب در لوله‌های شیشه‌ای باریک بر جاذبه غلبه نموده و به طرف بالا حرکت می‌کند (شکل «الف»). این خاصیت را خاصیت مویینگی گویند. هر چه لوله باریک‌تر باشد، آب بیشتر بالا می‌رود. علت این پدیده بیشتر بودن هم‌چسبی آب نسبت به دگرچسبی آب و شیشه است.

لوله‌های موئین، لوله‌هایی به قطر دهانه حدود $1/10$ میلی‌متر هستند. واژه مویین به معنی موماند است.

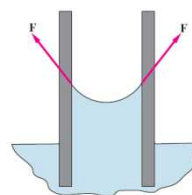
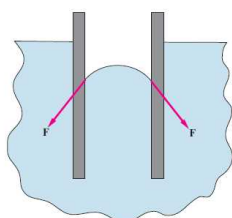
نکته: دقت کنید هیچگاه آب از داخل لوله به علت این خاصیت لبریز نمی‌شود.



(ب)



(الف)



این اثر در مورد جیوه برعکس است. جیوه در لوله باریک پایین‌تر از سطح عادی خود قرار می‌گیرد. به اصطلاح می‌گویند جیوه، شیشه را تر نمی‌کند. (شکل «ب») علت این پدیده بیشتر بودن هم‌چسبی جیوه نسبت به دگرچسبی جیوه و شیشه است.

نکته: جذب آب و مواد غذایی در گیاهان و جذب رطوبت در دستمال کاغذی و بالا رفتن نفت از فتیله چراغ نفتی نیز به علت همین اثر است.

نکته: بالا رفتن آب در لوله موئین به زاویه تماس، کشش سطحی، شعاع لوله و چگالی مایع بستگی دارد. هر چه لوله باریک‌تر باشد آب بیشتر بالا می‌رود.

بیشتر بدانید: $h = \frac{2\gamma}{\rho g} \cos \theta$ در آن h ارتفاع مایع و ρ چگالی مایع و θ زاویه تماس و r شعاع لوله و γ کشش سطحی می‌باشد.

نکته: وقتی سطح شیشه را با موم یا پارافین چرب می‌کنیم، آب مانند جیوه عمل می‌کند.

نکته: افزایش دما و وجود ناخالصی در مایع موجب کاهش نیروهای بین مولکولی می‌شود.

سوال ۶: یک لوله موئین به طول ۸۰ سانتیمتر که دو سر آن باز است در ظرف آبی فروبرده و ۸ سانتیمتر آن داخل آب قرار می‌گیرد. درون لوله آب به اندازه ۱۲ سانتیمتر نسبت به سطح آزاد آب ظرف بالا می‌آید. اگر طول لوله را ۸۲ سانتیمتر می‌گرفتیم و ۱۰ سانتیمتر آن را داخل آب قرار می‌دادیم، ارتفاع آب درون لوله نسبت به سطح آزاد آب چند سانتی‌متر می‌شد؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴) ۱۴

سوال ۷: یک لوله موئین به طول ۸۰ سانتیمتر که دو سر آن باز است در ظرف آبی فروبرده و ۸ سانتیمتر آن داخل آب قرار می‌گیرد. درون لوله آب به اندازه ۱۲ سانتیمتر نسبت به سطح آزاد آب ظرف بالا می‌آید. اگر طول لوله را ۲۰ سانتیمتر گرفته و ۱۰ سانتیمتر آن را داخل آب قرار دهیم، ارتفاع آب درون لوله نسبت به سطح آزاد آب چند سانتی‌متر می‌شد؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴) ۱۴



سوال ۸: شکل روبرو خروج قطره های روغن با دمای متفاوت را از دهانه ی دو قطره چکان نشان می دهد. در کدام شکل دمای قطره های روغن کمتر است؟

(۱) سمت راست

(۲) سمت چپ

(۳) یکسان است

(۴) بستگی به زمان خروج دارد.

فشار در اجسام :

یک شاره‌ی (مایع یا گاز) ساکن به هر سطحی که با آن در تماس است مانند جداره ی ظرف یا سطح هر جسمی که در آن غوطه ور است، نیرویی عمودی وارد می کند. این همان نیرویی است که وقتی پاهای خود را درون آب استخر تکان می دهید پاهای شما را فشار می دهد.

وقتی یک شاره ساکن است، مولکول های آن در حال حرکتند، نیرویی که توسط شاره وارد می شود ناشی از برخورد مولکول ها با اطراف آن است.

$$P = \frac{F_{\perp}}{A}$$

فشار P که به سطح A وارد می شود به صورت مقابل تعریف می شود:

P : فشار بر حسب پاسکال

$F_{\perp}$: اندازه نیروی عمودی سطح بر حسب نیوتن

A : مساحت بر حسب متر مربع

نکته: یکای پاسکال بر حسب یکاهای اصلی در SI برابر $\frac{kg}{m \times s^2}$ است.

نکته: دقت کنید در محاسبه فشار فقط مولفه عمودی نیرو تأثیر دارد و مؤلفه افقی آن بی تأثیر است.

نکته: در بیان فشار از واحدهای دیگری مانند اتمسفر، بار، سانتی متر جیوه و میلی متر جیوه (تور) نیز استفاده می گردد. در مورد سانتی متر جیوه و میلی متر جیوه در آینده توضیح بیشتری داده خواهد شد.

$$1atm = 1/013 \times 10^5 Pa = 1/013bar$$

سوال ۹: جعبه مکعب مستطیلی به ابعاد $۰/۵ \times ۰/۳ \times ۰/۲$ متر را که دارای جرم ۲ کیلوگرم است روی زمین قرار می‌دهیم. نسبت بیشترین به کمترین فشاری که به زمین وارد می‌گردد چند است؟

۲/۵ (۴)

۲ (۳)

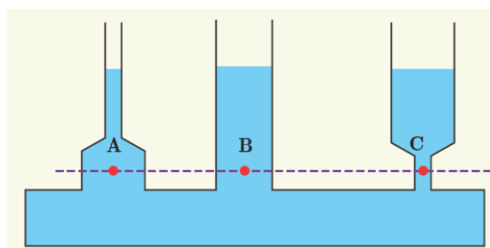
۱/۵ (۲)

۱ (۱)

فشار در شاروها:

اگر فشار هوا را با P_0 نمایش دهیم و فشار در عمق h از سطح شاره را با P نمایش می‌دهیم داریم:

$$P = P_0 + \rho gh$$

 P : فشار بر حسب پاسکال P_0 : فشار هوا بر حسب پاسکال ρ : چگالی بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب g : شتاب گرانشی زمین بر حسب متر بر مجذور ثانیه h : ارتفاع از سطح مایع بر حسب متر

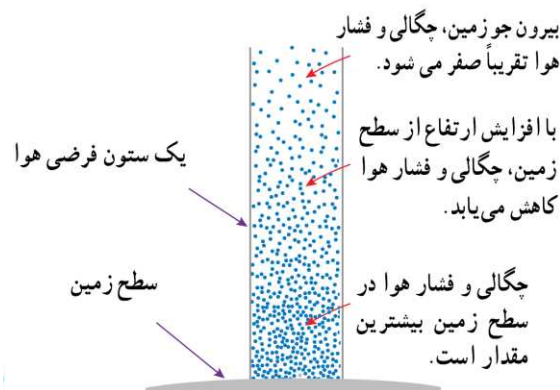
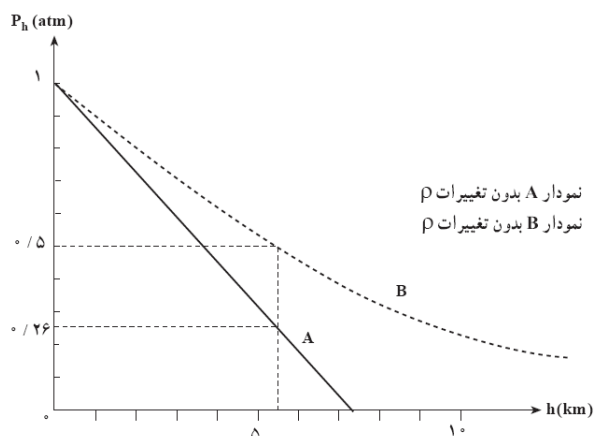
نکته: با توجه به رابطه فشار مایعات، فشار یک مایع ساکن در نقاط هم عمق یکسان است و به شکل ظرف بستگی ندارد. اگر نقاط مختلف در مایعات مختلف باشند حتی در عمق یکسان دارای فشار برابر نخواهند بود.

نکته: اختلاف فشار در بالا و پایین جسمی که کاملاً درون مایعی به چگالی ρ قرار دارد از رابطه $\Delta P = \rho g \Delta h$ به دست می‌آید که Δh به اندازه ارتفاع عمودی جسم است.

نکته: در یک مایع ساکن در هر نقطه از مایع، فشار در تمام جهات یکسان است. برای آزمایش می‌توانید گوش خود را درون استخر در جهات مختلف در یک ارتفاع قرار داده و فشاری را که احساس می‌کنید، مقایسه نمایید.

نکته: در واقع فشار یک شاره به دو عامل بستگی دارد، یکی وزن شاره و دیگری برخورد مولکول‌ها. در بعضی موارد مانند ظرف حاوی گاز از وزن شاره صرف نظر می‌کنیم و در بعضی موارد مانند مایعات از برخورد مولکول‌ها صرف نظر می‌کنیم.

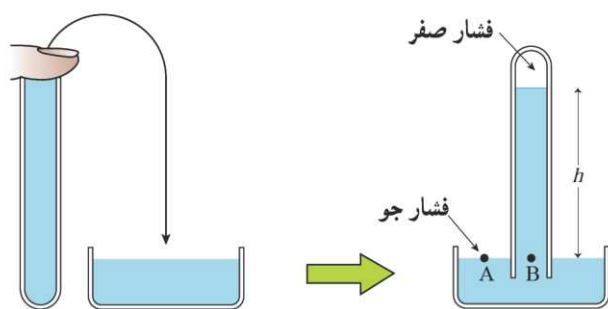
نکته: با افزایش ارتفاع از سطح دریا (زمین)، چگالی هوا کاهش می‌یابد زیرا نیروی جاذبه زمین، مولکول‌های هوا را به سمت پایین می‌کشد؛ در نتیجه اختلاف فشار بین دو نقطه که ارتفاعشان تفاوت زیادی دارد را نمی‌توان به راحتی با رابطه pgh محاسبه نمود زیرا چگالی (ρ) متغیر است. نمودار تغییرات فشار هوا بر حسب ارتفاع از سطح زمین مطابق شکل است.



اصل پاسکال:

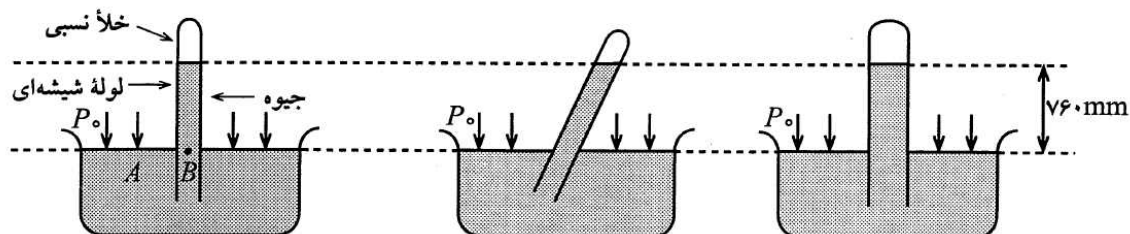
فشار وارد بر سطح یک مایع محصور عیناً و به همان اندازه به تمام نقطه‌های مایع و نیز به دیواره ظرف منتقل می‌شود. در واقع طبق این اصل می‌توان عوامل مختلف ایجاد فشار را تک تک بررسی نموده و فشار ناشی از آن‌ها را در نقطه مورد نظر با هم جمع جبری نمود.

جوسنج (بارومتر) (فشارسنج حیوه‌ای):



رابطه $P = \rho gh$ برای گازها نیز کاربرد دارد ولی چون چگالی گازها کم است وقتی در ارتفاع‌های کم کار می‌کنیم این فشار ناچیز بوده و حساب نمی‌شود. اما در سطح کره زمین که تا چندین کیلومتر گاز وجود دارد، این فشار تأثیر پیدا نموده و می‌توان آن را محاسبه نمود.

توریچلی برای محاسبه آن یک لوله را پر از جیوه نموده و آن را برعکس داخل ظرف جیوه وارد نمود. سطح جیوه داخل لوله پایین آمده تا اختلاف ارتفاع جیوه تا سطح آزاد مایع ۷۶ سانتی‌متر شد.



در ضمن او حتی با لوله‌هایی با قطرهای متفاوت و نیز با زاویه‌های متفاوت این کار را انجام داد و در همه موارد به همین نتیجه رسید.

نکته: در بالای لوله مقدار خیلی کم بخار جیوه است که آن را صرف نظر نموده و خلأ نسبی در نظر می‌گیریم.

نکته: در آزمایش توریچلی یا بارومتر نباید لوله مویین استفاده شود. زیرا نیروهای دگرچسبی در آزمایش خطای زیادی ایجاد می‌کند.

نکته: یک سانتی‌متر جیوه که واحدی برای فشار است، اگر شتاب گرانش را ۱۰ متر بر مجذور ثانیه و چگالی جیوه را ۱۳۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب فرض کنیم، برابر ۱۳۶۰ Pa می‌گردد.

$$P = \rho gh \Rightarrow P = 13600 \times 9/81 \times 0/01 = 1334 Pa$$

نکته: یک میلی‌متر جیوه که واحدی برای فشار است، اگر شتاب گرانش را ۱۰ متر بر مجذور ثانیه و چگالی جیوه را ۱۳۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب فرض کنیم، برابر ۱۳۶ Pa می‌گردد.

$$P = \rho gh \Rightarrow P = 13600 \times 9.81 \times 0/001 = 133 Pa$$

نکته: سانتی‌متر جیوه و میلی‌متر جیوه به عنوان یک‌گانه برای سنجش فشار به کار می‌روند. $1 mmHg = 0/1 cmHg$

نکته: فشار هوا تقریباً ۷۶ سانتی‌متر جیوه است.

نکته: اگر برای یافتن فشار هوا در آزمایش توریچلی از آب به جای جیوه استفاده شود، ارتفاع ستون آب ۱۰/۳۴ متر می‌شود.

نکته: «تور» نیز یکای فشار است که به افتخار توریچلی نامگذاری شده است. $1 mmHg = 1 torr$

نکته: psi نیز یکای فشار اروپایی به معنای پوند نیرو بر اینچ مربع است و برابر ۶۹۰۰ پاسکال است.

کج ممل یادداشت نکات:

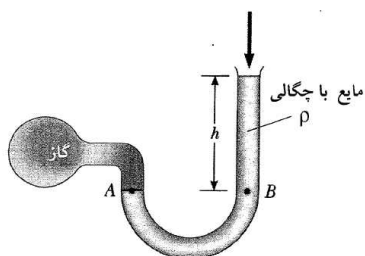
نکته: سانتی متر جیوه و میلی متر جیوه در واقع فشار ناشی از همان ارتفاع از مایع جیوه است. پس به راحتی می‌توان فشار

$$h_{\text{جیوه}} = \frac{\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{جیوه}}}$$

مایعات دیگر را به این یکاها بیان کرد. طبق رابطه مقابل:

فشارسنج U شکل (مانومتر):

همان طور که می‌دانید چگالی گاز کم بوده و به همین خاطر می‌توان فشار گاز داخل یک محفظه را در تمام نقاط آن تقریباً یکسان فرض نمود. برای یافتن این فشار از دستگاهی مطابق شکل استفاده می‌شود:



با توجه به شکل، فشار گاز از $P_{\text{گاز}} = P_0 + \rho gh$ به دست می‌آید. اگر فشار گاز از فشار هوا کمتر باشد، مایع درون مانومتر به سمت گاز، حرکت نموده و ارتفاع مایع در لوله سمت راست از لوله سمت چپ کمتر خواهد شد.

فشار پیمانه‌ای (P_g):

به اختلاف فشار یک گاز با فشار هوا، فشار پیمانه‌ای گویند. در شکل بالا فشار پیمانه‌ای $\rho gh = P_{\text{پیمانه ای}}$ است.

نکته: در اندازه‌گیری فشار خون یا فشار باد لاستیک‌ها، فشار پیمانه‌ای اندازه‌گیری می‌شود.

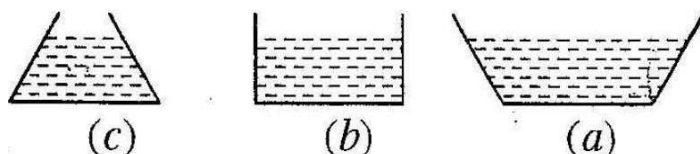
نکته: در خلا نسبی و گازهایی که فشار کمتر از هوا دارند، فشار پیمانه‌ای منفی است.

نکته مهم: برای حل اکثر سوالات فشار مخصوصاً لوله‌های U شکل، مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

- (۱) از کف ظرف بالا آمده تا به اولین مرز جدایی در طرفین ظرف برسیم.
- (۲) این ارتفاع را در طرفین ظرف نامگذاری می‌کنیم.
- (۳) فشار این نقاط با هم برابر است.
- (۴) فشار هر نقطه را به کمک اصل پاسکال با توجه به مواد بالا سر آن می‌نویسیم و مجهول مورد نظر را می‌یابیم.

نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع:

برای یافتن نیروی وارد بر کف داخلی ظرف از رابطه $F = pghA$ کمک می‌گیریم.



دقت کنید ممکن است با توجه به شکل ظرف، نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع با وزن مایع فرق کند. در ضمن نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع با نیروی وارد بر زمین از طرف ظرف فرق دارد.

نکته: در سه ظرف بالا در هر حالتی، در ظرف (b) نیروی وزن مایع با نیروی کف داخلی ظرف برابر است. در ظرف (a) نیروی وزن مایع کمتر از نیروی کف داخلی ظرف است. در ظرف (c) نیروی وزن مایع بیشتر از نیروی کف داخلی ظرف است.

مایعی با چگالی ۲ گرم بر سانتی‌مترمکعب را تا ارتفاع ۲/۷۲ متر درون ظرفی ریخته‌ایم. اگر فشار هوا ۷۶cmHg باشد، فشار کلی وارد بر کف ظرف محتوی مایع را بر حسب سانتی‌متر جیوه بیابید.

سوال ۱۰: مایعی درون لوله‌ای به شعاع R_1 قرار دارد. این مایع را کاملاً در لوله دیگری به شعاع R_2 خالی می‌کنیم. اگر در این حالت فشار مایع ۹ برابر فشار آن در لوله اول شود، نسبت $\frac{R_1}{R_2}$ را به دست آورید. از اثر فشار هوا صرف نظر کنید.

(۱) ۳ (۲) ۹ (۳) ۰/۳۳ (۴) ۶

سوال ۱۱: در چه عمقی از دریا بر حسب متر، فشار ده برابر فشار جو در سطح دریا است؟ (چگالی آب دریا را ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و فشار هوا را یک اتمسفر فرض کنید)

(۱) ۱۰۰ (۲) ۱۰ (۳) ۹۰ (۴) ۹

سوال ۱۲: ریه‌های انسان می‌توانند در مقال اختلاف فشاری کمتر از یک بیستم فشار متعارفی (یک اتمسفر) عمل کنند. اگر غواصی برای تنفس از یک نی (لوله بلند) استفاده کند، حداکثر تا چه عمقی برحسب سانتی‌متر می‌تواند به زیر آب برود؟ چگالی آب 1000 kg/m^3 است.

(۴) ۵۰۰

(۳) ۵۰

(۲) ۵

(۱) ۰/۵

سوال ۱۳: فشار در عمق ۸ متری و ۳ متری سطح آب دریاچه ای به ترتیب $1/86 \text{ atm}$ و $1/31 \text{ atm}$ می‌باشد. فشار هوای بالای دریاچه چند اتمسفر است؟

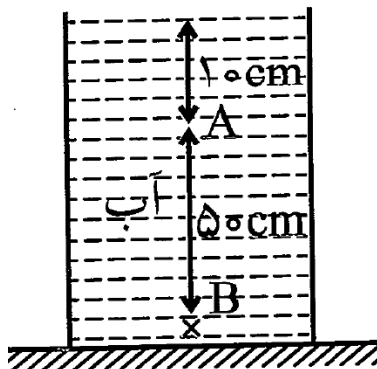
(۴) ۱/۱

(۳) ۰/۱

(۲) ۰/۹

(۱) ۱

سوال ۱۴: در شکل مقابل فشار در نقطه B چند برابر فشار در نقطه A است؟



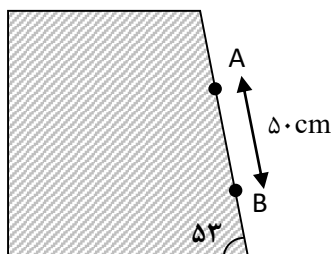
$$(P_0 = 9/9 \times 10^4 \text{ Pa} \text{ و } \rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3 \text{ و } g = 10 \text{ m/s}^2)$$

(۱) ۵/۱

(۲) ۱/۰۵

(۳) ۶

(۴) ۵



سوال ۱۵: در شکل مقابل اختلاف فشار ناشی از وزن مایع بین A و B را بیابید. فرض کنید مایع موجود، آب به چگالی 1000 kg/m^3 است.

(۱) ۱۰۴۰۰۰

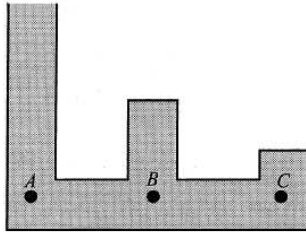
(۲) ۴۰۰۰

(۳) ۱۰۵۰۰۰

(۴) ۵۰۰۰

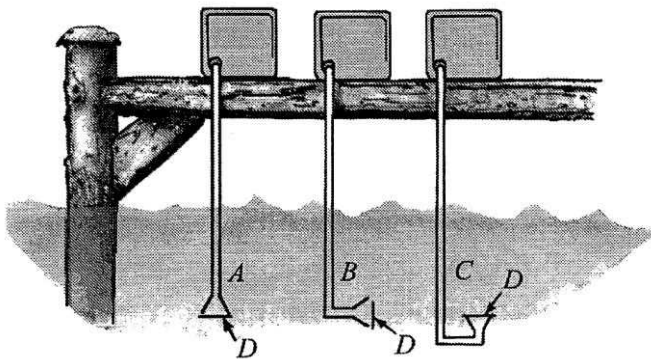
کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۱۶: در شکل مقابل فشار کدام نقطه بیشتر است؟



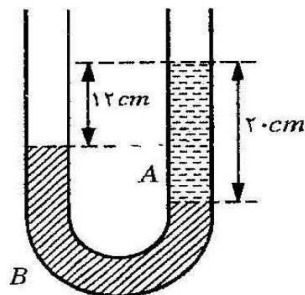
- (۱) A
(۲) B
(۳) C
(۴) همه با هم برابرند.

سوال ۱۷: سه فشارسنج مربع شکل را در بالای دریاچه‌ای قرار داده‌ایم و با آن‌ها فشار وارد بر سطح D را می‌توانیم اندازه بگیریم. کدام یک، فشار بیشتری را نشان می‌دهد؟



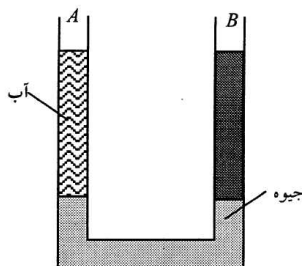
- (۱) A
(۲) B
(۳) C
(۴) همه با هم برابرند.

سوال ۱۸: در یک لوله U شکل، مطابق شکل مقابل، دو مایع A و B ریخته‌ایم. اگر چگالی

دو مایع را ρ_A و ρ_B بنامیم، نسبت $\frac{\rho_A}{\rho_B}$ چقدر است؟

- (۱) $\frac{1}{6}$
(۲) $\frac{1}{4}$
(۳) $\frac{2}{5}$
(۴) $\frac{1}{66}$

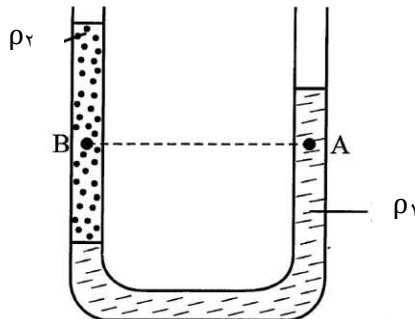
سوال ۱۹: در شکل مقابل ارتفاع آب در شاخه A برابر $\frac{27}{2}$ سانتی‌متر است. در شاخه B چند سانتی‌متر الکل بریزیم تا ارتفاع جیوه در لوله یکسان شود؟ چگالی جیوه و آب و الکل بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب به ترتیب برابر $\frac{13}{6}$ ، ۱ و $\frac{10}{8}$ است.



- (۱) $\frac{27}{2}$ (۲) ۳۴
(۳) ۲۲ (۳) ۳۶

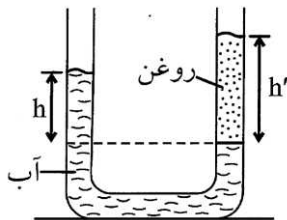
کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۲۰: در شکل مقابل مایع‌ها در حال تعادل هستند. فشار کدام یک از دو نقطه A و B را که در ارتفاع یکسانی قرار دارند، بیشتر است؟



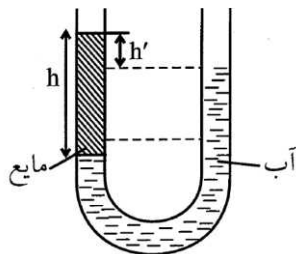
- (۱) A
(۲) B
(۳) برابرند
(۴) نمی‌توان مقایسه نمود.

سوال ۲۱: در شکل مقابل ارتفاع ستون روغن ۲۰ cm است و چگالی روغن 800 kg/m^3 و چگالی آب 1000 kg/m^3 می‌باشد. اگر مایع‌ها در حال تعادل باشند، سطح آزاد روغن چند سانتی‌متر بالاتر از سطح آزاد آب است؟



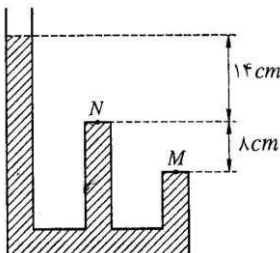
- (۱) ۱۶
(۲) ۴
(۳) ۱۶۰
(۴) ۱۴۰

سوال ۲۲: در شکل مقابل، دو مایع مخلوط نشدنی با چگالی‌های 1000 kg/m^3 و 800 kg/m^3 در حال تعادل هستند. اگر $h' = 2/2 \text{ cm}$ باشد مقدار h چند سانتی‌متر است؟

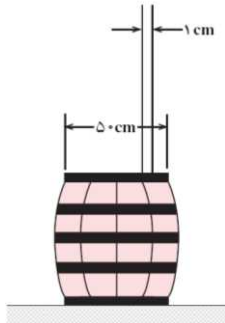


- (۱) ۲/۷۵
(۲) ۱۱
(۳) ۵/۵
(۴) ۹

سوال ۲۳: در شکل مقابل فشار در نقاط M و N به ترتیب ۸۱۶ و ۷۹۲ میلی‌متر جیوه است. فشار هوا چند میلی‌متر جیوه است؟



- (۱) ۷۶۰
(۲) ۷۵۰
(۳) ۷۴۰
(۴) ۷۳۰



سوال ۲۴: آزمایش شکل مقابل را پاسکال برای اولین بار انجام داد. لوله باریک و بلندی را به بشکه‌ای وصل کرد و در داخل لوله آب ریخت. هنگامی که ارتفاع آب در لوله به ۱۰ متر رسید، درپوش بشکه در رفت، اگر قطر درپوش ۵۰ cm باشد، در این لحظه چه نیرویی بر حسب نیوتن از طرف آب به درپوش وارد شده است؟ قطر داخلی لوله ۱ cm است. (چگالی آب 1000 kg/m^3 و فشار جو 10^5 Pa و $\pi \approx 3$ است.)

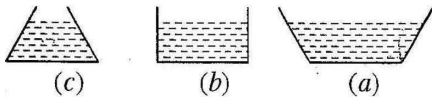
(۱) ۱۸۷۴۲/۵

(۲) ۳۷۴۸۵

(۳) ۱۶۵۸۴/۵

(۴) ۱۴۵۲۴

سوال ۲۵: در سه ظرف مطابق شکل که مساحت قاعده آن‌ها برابر است تا ارتفاع یکسان آب می‌ریزیم. در کدام ظرف وزن آب بیشتر است؟



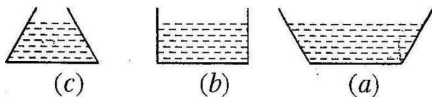
(۱) a

(۲) b

(۳) c

(۴) باهم برابرند.

سوال ۲۶: در سه ظرف مطابق شکل که مساحت قاعده آن‌ها برابر است تا ارتفاع یکسان آب می‌ریزیم. در کدام ظرف فشار آب در کف ظرف بیشتر است؟



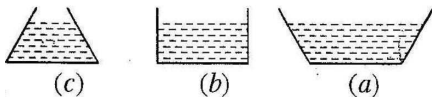
(۱) a

(۲) b

(۳) c

(۴) باهم برابرند.

سوال ۲۷: در سه ظرف مطابق شکل که مساحت قاعده آن‌ها برابر است تا ارتفاع یکسان آب می‌ریزیم. در کدام ظرف نیروی وارد از طرف آب به کف ظرف بیشتر است؟



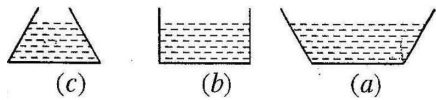
(۱) a

(۲) b

(۳) c

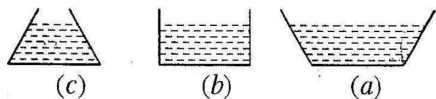
(۴) باهم برابرند.

سوال ۲۸: در سه ظرف مطابق شکل که مساحت قاعده آن‌ها برابر است تا ارتفاع یکسان آب می‌ریزیم. در کدام یک از ظرف‌ها، نیرویی که آب به کف ظرف اعمال می‌کند از وزن آب درون همان ظرف بیشتر است؟ اثر فشار هوا را در نظر بگیرید.



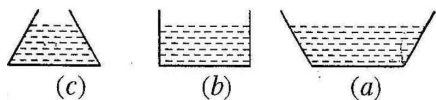
- (۱) a
(۲) b
(۳) c
(۴) باهم برابرند.

سوال ۲۹: در سه ظرف مطابق شکل که مساحت قاعده آن‌ها برابر است، جرم یکسان آب می‌ریزیم. در کدام ظرف وزن آب بیشتر است؟



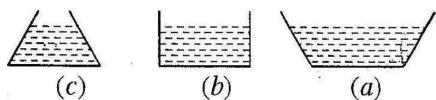
- (۵) a
(۶) b
(۷) c
(۸) باهم برابرند.

سوال ۳۰: در سه ظرف مطابق شکل که مساحت قاعده آن‌ها برابر است، جرم یکسان آب می‌ریزیم. در کدام ظرف فشار آب در کف ظرف بیشتر است؟



- (۵) a
(۶) b
(۷) c
(۸) باهم برابرند.

سوال ۳۱: در سه ظرف مطابق شکل که مساحت قاعده آن‌ها برابر است، جرم یکسان آب می‌ریزیم. در کدام ظرف نیروی وارد از طرف آب به کف ظرف بیشتر است؟



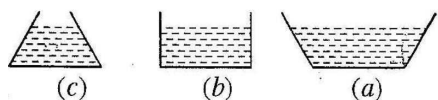
- (۵) a
(۶) b
(۷) c
(۸) باهم برابرند.

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۳۲: در سه ظرف مطابق شکل که مساحت قاعده آن‌ها برابر است، جرم یکسان آب می‌ریزیم. در کدام یک از ظرف‌ها،

نیروی که آب به کف ظرف اعمال می‌کند از وزن آب درون همان ظرف بیشتر

است؟ اثر فشار هوا را در نظر نگیرید.



a (۵)

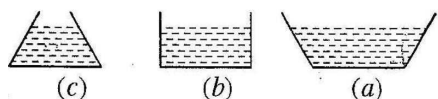
b (۶)

c (۷)

(۸) باهم برابرند.

سوال ۳۳: در سه ظرف مطابق شکل که جرم یکسان آب می‌ریزیم، ارتفاع آب به صورت یکسانی بالا می‌آید. در کدام ظرف

وزن آب بیشتر است؟



a (۹)

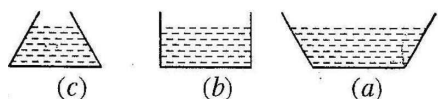
b (۱۰)

c (۱۱)

(۱۲) باهم برابرند.

سوال ۳۴: در سه ظرف مطابق شکل که جرم یکسان آب می‌ریزیم، ارتفاع آب به صورت یکسانی بالا می‌آید. در کدام ظرف

فشار آب در کف ظرف بیشتر است؟



a (۹)

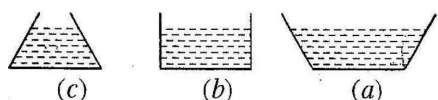
b (۱۰)

c (۱۱)

(۱۲) باهم برابرند.

سوال ۳۵: در سه ظرف مطابق شکل که جرم یکسان آب می‌ریزیم، ارتفاع آب به صورت یکسانی بالا می‌آید. در کدام ظرف

نیروی وارد از طرف آب به کف ظرف بیشتر است؟



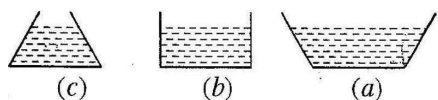
a (۹)

b (۱۰)

c (۱۱)

(۱۲) باهم برابرند.

سوال ۳۶: در سه ظرف مطابق شکل که جرم یکسان آب می‌ریزیم، ارتفاع آب به صورت یکسانی بالا می‌آید. در کدام یک از



ظرف‌ها، نیرویی که آب به کف ظرف اعمال می‌کند از وزن آب درون همان ظرف بیشتر است؟ اثر فشار هوا را در نظر نگیرید.

a (۹)

b (۱۰)

c (۱۱)

(۱۲) با هم برابرند.

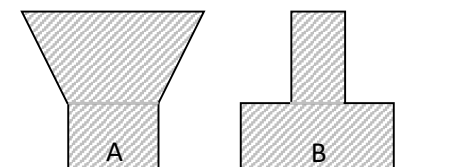


سوال ۳۷: در شکل مقابل در دو نوبت مقدار یکسانی به مایع درون ظرف اضافه می‌شود. فشار وارد بر کف ظرف از طرف مایع در نوبت اول به اندازه P_1 و در نوبت دوم به اندازه P_2 اضافه می‌شود. P_1 و P_2 کدام بزرگتر است؟

 P_2 (۱) P_1 (۲)

(۳) با هم برابرند

(۴) بدون دانستن زاویه ظرف با افق قابل تعیین نیست.



سوال ۳۸: دو ظرف A و B مطابق شکل مقابل در اختیار است که مساحت کف ظرف آن‌ها به ترتیب ۸ و ۱۲ سانتیمتر مربع است. آن‌ها را تا ارتفاع مساوی از یک مایع پر نموده‌ایم. اگر وزن مایع ظرف A سه برابر وزن مایع ظرف B باشد، نسبت نیرویی که مایع بر کف دو ظرف وارد می‌کند $\left(\frac{F_A}{F_B}\right)$ را بیابید.

۰/۳۳ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۰/۶۶ (۱)



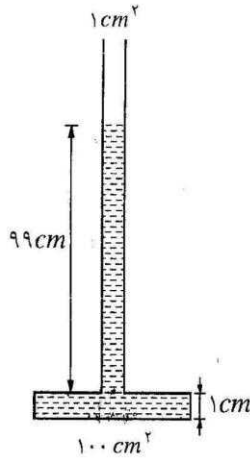
سوال ۳۹: مساحت روزنه خروج بخار از درب زودپزی $4/00 \text{ mm}^2$ است. جرم وزنه‌ای که باید روی این روزنه باشد تا فشار داخل آن را 2 atm نگه دارد، چند گرم است؟ فشار بیرون دیگ زودپز 1 atm است.

۴۰ (۴)

۴ (۳)

۰/۴ (۲)

۰/۰۴ (۱)



سوال ۴۰: مطابق شکل، لوله‌ای به سطح مقطع یک سانتی‌متر مربع به ظرفی به سطح مقطع 100 cm^2 و ارتفاع یک سانتی‌متر وصل شده است. تا ارتفاع 100 cm از کف ظرف، در لوله آب ریخته شده است. اگر اثر فشار هوا را در نظر نگیریم، چه نیرویی بر حسب نیوتن از طرف آب بر کف ظرف وارد می‌شود؟ (چگالی آب 1000 kg/m^3 است.)

- (۱) ۱۰۰
- (۲) ۱۰۰۰
- (۳) ۰/۹۹
- (۴) ۱/۹۹

سوال ۴۱: در سوال قبل وزن آب موجود در مجموعه ظرف و لوله چند نیوتن است؟

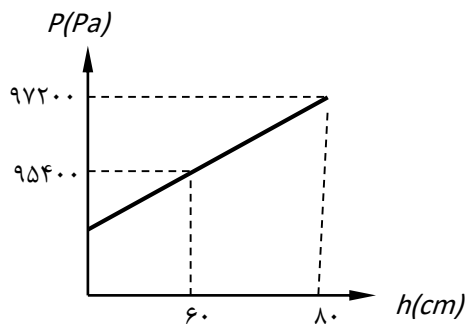
- (۱) ۱۰۰
- (۲) ۱۰۰۰
- (۳) ۰/۹۹
- (۴) ۱/۹۹

سوال ۴۲: در سوال قبل چه نیرویی بر حسب نیوتن از ظرف آب به سطح بالایی ظرف (سطحی که لوله به آن متصل شده است) وارد می‌شود؟

- (۱) ۹۸/۰۱
- (۲) ۱۰۰
- (۳) ۰/۹۹
- (۴) ۱/۹۹

سوال ۴۳: فشار در نقطه‌ای به عمق معین از سطح آزاد یک مایع

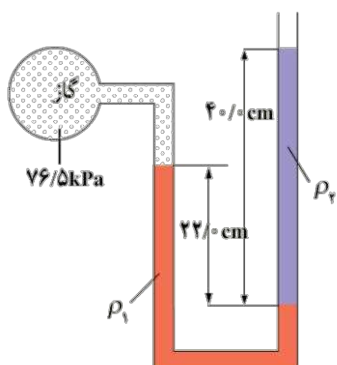
- (۱) همیشه رو به پایین اعمال می‌شود.
- (۲) در تمام جهتها یکسان است.
- (۳) بستگی به مقدار مایع زیر آن دارد.
- (۴) برابر تمام وزن مایع بالای آن نقطه است.



سوال ۴۴: نمودار تغییرات فشار بر حسب عمق مایعی به صورت مقابل است. چگالی مایع چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟

- (۱) ۰/۹
- (۲) ۹۰۰
- (۳) ۹
- (۴) ۹۰

کج ممل یادداشت نکات:



سوال ۴۵: درون لوله U شکل مقابل، جیوه به چگالی $\rho_1 = 13/6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ و مایعی به چگالی نامعلوم ρ_2 وجود دارد. اگر فشار هوای بیرون لوله U شکل، 101 kPa باشد، چگالی مایع چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟

(۱) ۱۳۵۵

(۲) ۱/۳۵۵

(۳) ۱۳۵۵۰

(۴) ۱۳/۵۵

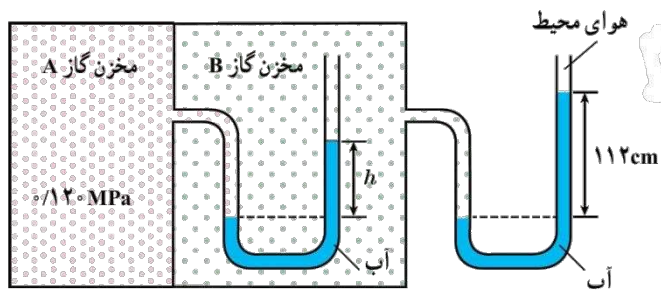
سوال ۴۶: فشار پیمانه‌ای خون شخصی، ۹۰ میلی‌متر جیوه است. پرستاری می‌خواهد یک سرم به چگالی ۱۰۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب را به او تزریق کند. ارتفاع سرم تا محل سوزن سرم باید چند سانتی متر باشد؟ چگالی جیوه ۱۳۶۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.

(۴) ۱۲۷۰

(۳) ۱۱۷۰

(۲) ۱۲۷

(۱) ۱۱۷



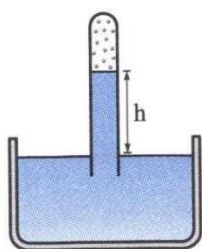
سوال ۴۷: در شکل مقابل اگر فشار هوای محیط 101 kPa باشد و چگالی آب 10^3 kg/m^3 باشد، مقدار h را بر حسب سانتی متر بیابید.

(۱) ۷۸

(۲) ۸۷

(۳) ۹۸

(۴) ۱۰۸



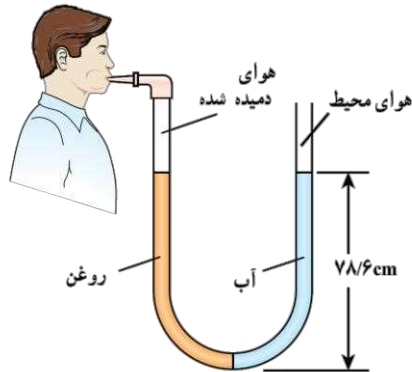
سوال ۴۸: در شکل مقابل، فشار هوای محیط 76 cmHg و فشار گاز محبوس در لوله 10 cmHg و چگالی مایع 6800 kg/m^3 بر متر مکعب است. ارتفاع مایع درون لوله چند متر است؟

(۲) ۱/۳۲

(۱) ۱۳۲

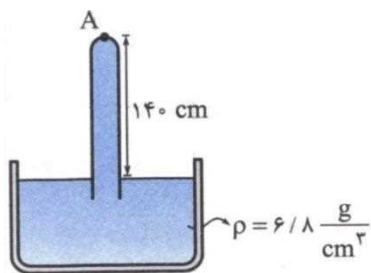
(۴) ۱/۵۲

(۳) ۱۵۲



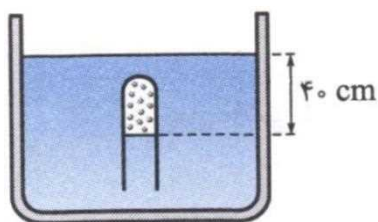
سوال ۴۹: لوله U شکل مقابل را در نظر بگیرید که محتوی حجم مساوی از آب و روغن است. اگر چگالی روغن 800 kg/m^3 باشد، فشار پیمانه‌ای هوای درون ریه شخص هنگام دمیدن چند پاسکال است؟ (چگالی آب 1000 kg/m^3 است.)

- (۱) ۱۵۷۲
- (۲) ۷۸۶
- (۳) -۱۵۷۲
- (۴) -۷۸۶



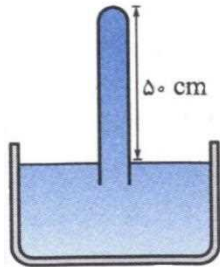
سوال ۵۰: در شکل مقابل هیچ نیرویی از طرف مایع به نقطه A وارد نمی‌شود. فشار هوای محیط چند اتمسفر است؟

- (۱) ۹۵۲۰۰
- (۲) ۰/۹۵۲
- (۳) ۷۵۲۰۰
- (۴) ۰/۷۵۲



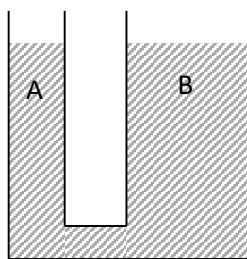
سوال ۵۱: در شکل مقابل اگر چگالی مایع ۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب و فشار هوای محیط 90kPa باشد، فشار گاز محبوس در لوله چند اتمسفر است؟

- (۱) ۹۸۰۰۰
- (۲) ۰/۹۸
- (۳) ۱۰۸۰۰۰
- (۴) ۱/۰۸



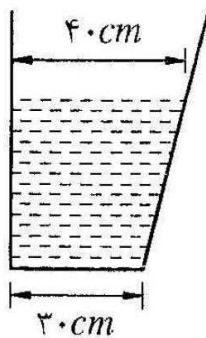
سوال ۵۲: در شکل مقابل، اگر مساحت مقطع لوله ۲۰ سانتی مترمربع و نیروی وارد به انتهای لوله از طرف مایع ۱۶۰N و فشار هوا یک اتمسفر باشد، چگالی مایع چند واحد SI است؟

- (۱) ۴
- (۲) ۴۰۰۰
- (۳) ۶
- (۴) ۶۰۰۰



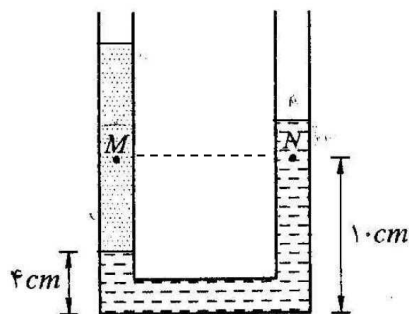
سوال ۵۳: در شکل زیر، در ظرف A مقداری سنگریزه و در ظرف B یک قطعه چوب را قرار می‌دهیم. کدام گزینه در مورد ارتفاع آب صحیح است؟

- (۱) در A تغییر نکرده و در B بالا می‌رود.
- (۲) در هر دو بالا رفته ولی در A نسبت به B بیشتر تغییر می‌کند.
- (۳) در هر دو قسمت تغییری رخ نمی‌دهد.
- (۴) در هر دو به یک اندازه بالا می‌رود.



سوال ۵۴: در شکل مقابل جرم آب درون ظرف ۷۰ kg می‌باشد. نیروی وارد از طرف مایع بر کف ظرف چند نیوتن است؟ اثر فشار هوا را در نظر نگیرید.

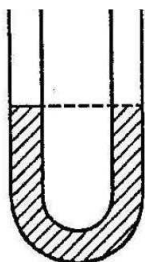
- (۱) ۶۰۰
- (۲) ۷۰۰
- (۳) ۱۰۰
- (۴) ۵۰۰



سوال ۵۵: در شکل مقابل چگالی مایع‌ها ۲ و ۳ گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد. اختلاف فشار نقاط M و N که در یک سطح قرار دارند، چند پاسکال است؟

- (۱) ۶۰۰
- (۲) ۴۰۰
- (۳) ۱۰۰۰
- (۴) ۱۴۰۰

کج ممل یادداشت نکات:



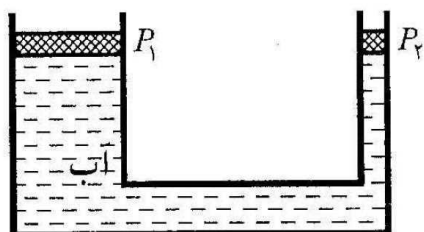
سوال ۵۶: درون لوله U شکلی که سطح مقطع آن در دو طرف یکسان است، مطابق شکل مقابل مقداری آب وجود دارد. درون لوله سمت چپ، آن قدر روغن می‌ریزیم که کاملاً پر شود. در این صورت فاصله سطح آب تا دهانه لوله، در لوله سمت راست برابر ۴ cm می‌شود و طول ستون روغن در لوله سمت چپ برابر ۱۰ cm است. اگر چگالی آب یک گرم بر سانتی‌متر مکعب باشد، چگالی روغن چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

۰/۲ (۴)

۰/۴ (۳)

۰/۶ (۲)

۰/۸ (۱)



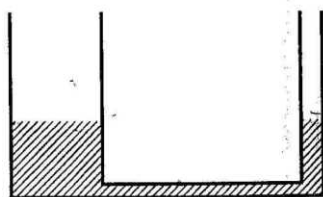
سوال ۵۷: در شکل مقابل، وزن و اصطکاک پیستون‌ها ناچیز است. مساحت پیستون‌های P_1 و P_2 به ترتیب $A_1 = 200 \text{ cm}^2$ و $A_2 = 50 \text{ cm}^2$ می‌باشد و در ابتدا هم ارتفاع هستند. اگر جسمی به جرم ۵ kg را روی پیستون P_1 قرار دهیم، پیستون P_1 چند سانتی‌متر پایین می‌آید؟ (چگالی آب 1000 kg/m^3 است.)

۰/۷۵ (۴)

۱ (۳)

۱/۲۵ (۲)

۰/۵ (۱)



سوال ۵۸: مطابق شکل دو مخزن مرتبط محتوی جیوه می‌باشند. قطر یکی از مخزن‌ها چهار برابر قطر مخزن دیگر است. ستونی از آب به ارتفاع ۵۷/۸ سانتی‌متر در مخزن کوچکتر می‌ریزیم. سطح جیوه در مخزن بزرگ چند سانتی‌متر بالا خواهد رفت؟ (چگالی آب و جیوه به ترتیب ۱ و ۱۳/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.)

۱ (۴)

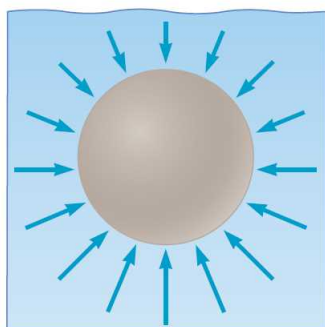
۰/۷۵ (۳)

۰/۲۵ (۲)

۰/۵ (۱)

شناوری و اصل ارشمیدس:

به اجسام درون شاره‌ها، همواره نیروی خالصی به سمت بالا از طرف شاره‌ها وارد می‌شود. به این نیرو، نیروی شناوری گویند. علت وجود این نیرو آن است که مطابق شکل، فشار در قسمت‌های زیر جسم از فشار در قسمت‌های بالا بیشتر است و در نتیجه نیروی خالصی ناشی از فشار به سمت بالا ایجاد می‌گردد.



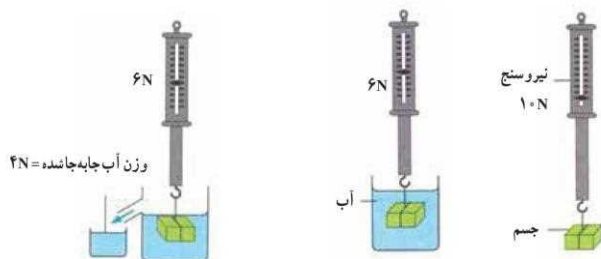
ارشمیدس اندازه نیروی شناوری (F_b) را توانست به راحتی بیابد.

طبق اصل ارشمیدس: $F_b = W$ شاره جا به جا شده

«نیروی شناوری برابر است با وزن شاره‌ی جابه‌جا شده توسط جسم»

نکته: می‌توان نیروی شناوری را از رابطه g جسم داخل مایع V مایع ρ یافت.

مثال: وزن جسمی را با نیروسنج اندازه‌گیری نموده‌ایم. وزن آن 10 N می‌باشد. وقتی جسم را توسط نیروسنج درون ظرف آبی فرو می‌بریم، نیروسنج عدد 6 N را نشان می‌دهد. این اختلاف نیرو (4 N) ناشی از نیروی شناوری است. حال جسم را توسط نیروسنج درون ظرفی که کاملاً از آب پر شده است، فرو می‌بریم. مقدار آبی را که بیرون می‌ریزد، جمع‌آوری نموده و وزن می‌کنیم. وزن این آب دقیقاً برابر 4 N است. (دقیقاً همان طور که اصل ارشمیدس پیش‌بینی نموده است.)



نکته: اگر نیروی شناوری از وزن جسم کمتر باشد، جسم در مایع فرو رفته و ته نشین می‌شود. (غرق شدن) اگر بیشتر از وزن جسم باشد، جسم شروع به بالا رفتن در مایع می‌کند تا به سطح مایع برسد و قسمتی از آن از مایع بیرون بیاید و پس از توقف با وزن جسم برابر می‌شود. (شناور شدن) زمانی که نیروی شناوری با وزن جسم برابر شود، جسم شناور و در حال تعادل در سطح مایع یا در داخل مایع (غوطه‌ور شدن) می‌ماند.

نکته: نیروی شناوری وارد بر یک مکعب معلق داخل مایع برابر با اختلاف نیروی ناشی از فشار مایع در بالا و پایین مکعب است.

سوال ۵۹: چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

- الف) جهت نیروی شناوری همواره خلاف جهت نیروی وزن است.
 ب) علت وجود نیروی شناوری، اختلاف فشار بین فشار وارد شده به بالا و زیر جسم است.
 ج) هر چه جسم در عمق بیشتری از مایع فرو رود، نیروی شناوری کاهش می‌یابد.
 د) وقتی جسمی درون ظرف پر از مایعی قرار داده شود، دقیقاً به اندازه حجم جسم، مایع از ظرف بیرون می‌ریزد.
 هـ) نیروی شناوری علاوه بر مایعات در گازها نیز وجود دارد.
 و) برای آن که جسمی روی آب شناور بماند، لازم نیست که چگالی آن از آب کمتر باشد.
 ز) وقتی جسمی روی آب شناور است، نیروی شناوری بیشتر از وزن جسم است.

(۴) ۶

(۳) ۵

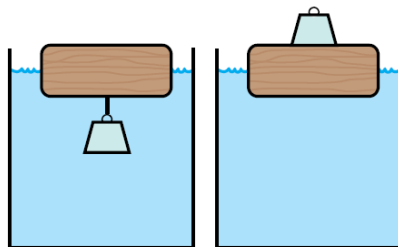
(۲) ۴

(۱) ۳

سوال ۶۰: یک قایق در آب دریا بیشتر فرو می‌رود یا در آب رودخانه‌ای که شور نیست؟

- (۱) دریا
 (۲) رودخانه
 (۳) یکسان فرو می‌رود.
 (۴) به جنس قایق بستگی دارد.

سوال ۶۱: در کدام شکل قطعه چوب بیشتر در آب فرو می‌رود؟ وزنه آهنی است.



(ب)

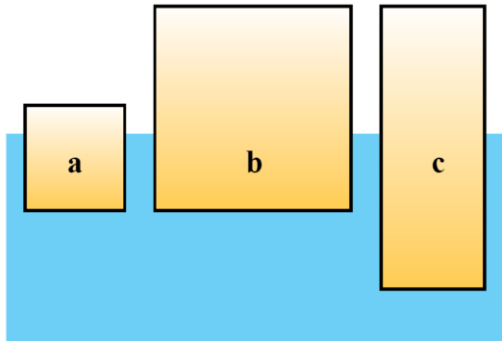
(الف)

(۱) الف

(۲) ب

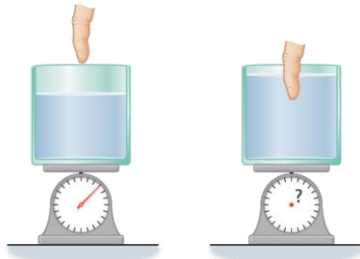
(۳) هر دو یکسان است

(۴) بستگی به حجم آب زیر چوب دارد و نمی‌توان مقایسه کرد.



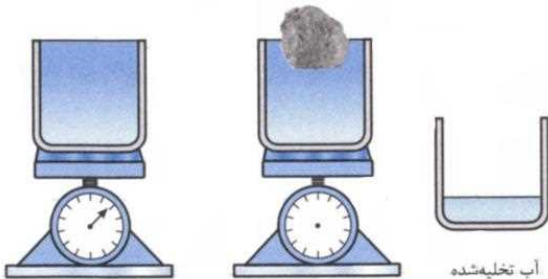
سوال ۶۲: چگالی کدام یک از سه جسم مقابل که در آب شناورند بیشتر است؟

- a (۱)
- b (۲)
- c (۳)
- برابرند (۴)



سوال ۶۳: در شکل مقابل، عددی که ترازو نشان می‌دهد با وارد نمودن انگشت در آب چه تغییری می‌کند؟

- (۱) بیشتر می‌شود.
- (۲) کمتر می‌شود.
- (۳) تغییری نمی‌کند.
- (۴) ابتدا بیشتر شده و سپس کمتر می‌شود.



سوال ۶۴: در شکل مقابل، وقتی جسم را درون ظرف پر از آب می‌اندازیم، مقداری آب بیرون می‌ریزد و جسم شناور می‌ماند. ترازو چه تغییری می‌کند؟

- (۱) بیشتر می‌شود.
- (۲) کمتر می‌شود.
- (۳) تغییری نمی‌کند.
- (۴) ابتدا بیشتر شده و سپس کمتر می‌شود.

سوال ۶۵: مکعبی به ضلع یک متر و چگالی 900 kg/m^3 را داخل ظرف بزرگی از آب به چگالی 1000 kg/m^3 می‌اندازیم. مکعب چند سانتی‌متر درون آب فرو می‌رود؟

۹ (۴)

۱ (۳)

۹۰ (۲)

۱۰ (۱)

سوال ۶۶: لیوان شیشه‌ای به جرم 0.25 kg که مساحت مقطع خارجی آن 25 سانتی‌متر مربع و ارتفاع خارج آن 15 cm است را در صورتی که قسمت باز آن رو به بالاست، داخل ظرف پر از آبی می‌گذاریم تا شناور شود. اگر چگالی آب 1000 kg/m^3 باشد، چند سانتی‌متر از لیوان بیرون از آب قرار می‌گیرد؟

(۴) ۲/۵

(۳) ۱۵

(۲) ۱۰

(۱) ۵

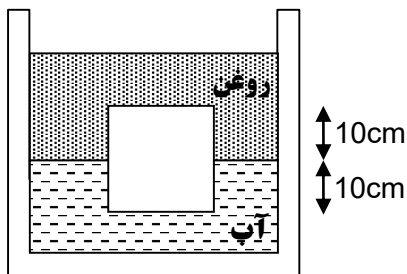
سوال ۶۷: لیوان شیشه‌ای به جرم 0.25 kg که مساحت مقطع خارجی آن 25 سانتی‌متر مربع و ارتفاع خارج آن 15 cm است را در صورتی که قسمت باز آن رو به بالاست، داخل ظرف پر از آبی می‌گذاریم تا شناور شود. اگر چگالی آب 1000 kg/m^3 باشد، حداقل چند سانتی‌متر مکعب از آب باید داخل لیوان بریزیم تا کل لیوان داخل آب برود؟

(۴) ۱۷۵

(۳) ۱۵۰

(۲) ۱۲۵

(۱) ۵۰



سوال ۶۸: در شکل مقابل جسمی مکعب شکل درون مخلوط آب و روغن قرار دارد و مابین این دو مایع در حالت تعادل قرار دارد. چگالی جسم چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ چگالی آب 1000 kg/m^3 و چگالی روغن 800 kg/m^3 است.

(۱) ۹۰۰

(۲) ۰/۹

(۳) ۹۵۰

(۴) ۰/۹۵



سوال ۶۹: بزرگترین کشتی مسافربری جهان، کشتی کروز نام دارد که $10^5 \times 1/6$ تن جرم دارد. اگر فرض کنیم که این کشتی، یک مکعب مستطیل است که ابعاد مقطع آن $20 \text{ m} \times 50 \text{ m}$ می‌باشد. ارتفاع آب‌خور کشتی (ارتفاعی از کشتی که در آب فرو رفته است) چند متر است؟ (چگالی آب 1000 kg/m^3 است)

(۴) ۱۸

(۳) ۱۶

(۲) ۱۴

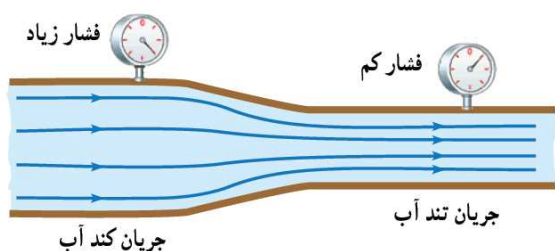
(۱) ۱۲

کج ممل یادداشت نکات:

شاره در حرکت:

تاکنون به بررسی شارهای ساکن پرداختیم. حال شارهای در حال حرکت و بدون تلاطم را بررسی می‌کنیم با این فرض که تراکم ناپذیرند یعنی چگالی آن‌ها ثابت است و نیز فرض می‌کنیم اصطکاک داخلی یا چسبندگی با دیواره‌های ظرف وجود ندارد.

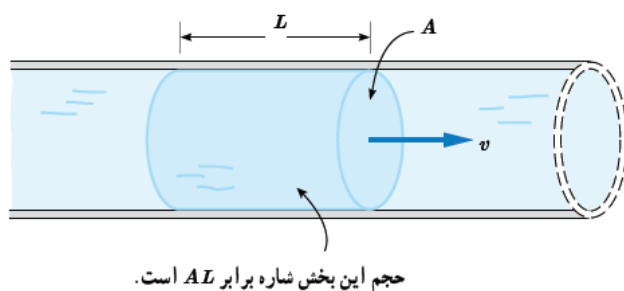
اصل برنولی:



در مسیر حرکت شار، با افزایش تندی شار، فشار آن کاهش می‌یابد.

آهنگ جریان شار:

آهنگ جریان شار از یک مقطع فرضی، برابر است با:



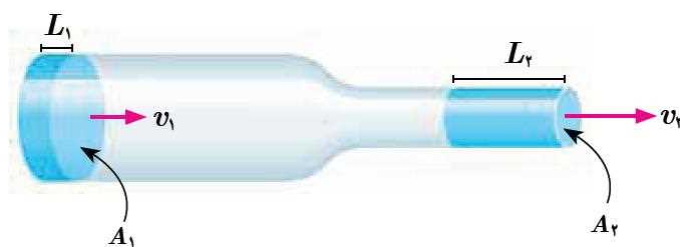
$$\text{آهنگ جریان شار} = \frac{\text{حجم شار}}{\text{زمان}} = \frac{AL}{t} = Av$$

A مساحت و v تندی شار است.

معادله پیوستگی:

اگر سطح مقطع یک لوله که درون آن شار در جریان است، تغییر کند، با توجه به این که باید در مدت زمان یکسان، جرم یکسانی از هر مقطع لوله عبور نماید، به ناچار باید تندی حرکت نیز تغییر کند. بنابراین:

$$\frac{m_1}{t} = \frac{m_2}{t} \Rightarrow \frac{\rho V_1}{t} = \frac{\rho V_2}{t} \Rightarrow \frac{V_1}{t} = \frac{V_2}{t} \Rightarrow \frac{A_1 L_1}{t} = \frac{A_2 L_2}{t} \Rightarrow \boxed{A_1 v_1 = A_2 v_2}$$



که ممل یادداشت نکات:

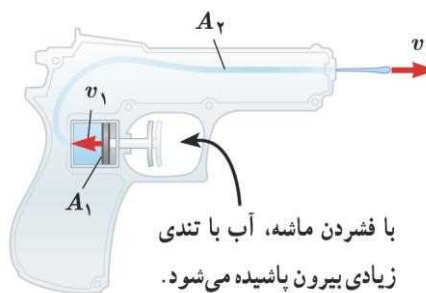
نکته: از معادله پیوستگی نتیجه می‌شود تندی شاره با سطح مقطع رابطه معکوس دارد.

نکته: از معادله پیوستگی و اصل برنولی نتیجه می‌شود فشار شاره با سطح مقطع رابطه مستقیم دارد.

اصل برنولی در جهان پیرامون ما کاربردهای زیادی دارد که در اشکال زیر برخی از آن‌ها را مشاهده می‌کنید:



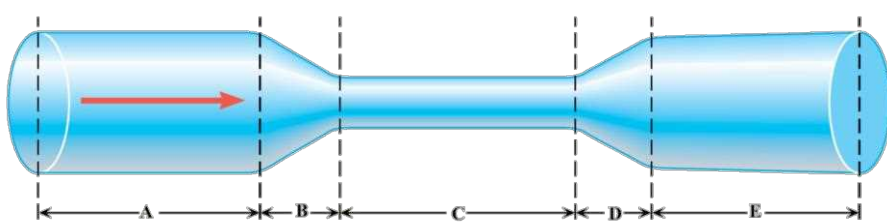
سوال ۷۰: ماشه تفنگ آب‌پاشی را با سرعت $0/15 \frac{cm}{s}$ فشار می‌دهیم. باتوجه به شکل، اگر $A_1 = 1/0 cm^2$ و $A_2 = 1/0 mm^2$ باشد، سرعت خروج آب از تفنگ چند متر بر ثانیه است؟



با فشردن ماشه، آب با تندی زیادی بیرون پاشیده می‌شود.

(۱) ۱۵
(۲) ۰/۱۵
(۳) ۱/۵
(۴) ۰/۰۱۵

سوال ۷۱: لوله‌ای مطابق شکل پر از آب است و آب از چپ به راست در حال جریان است. در کدام یک از قسمت‌های آن تندی آب در حال افزایش است؟

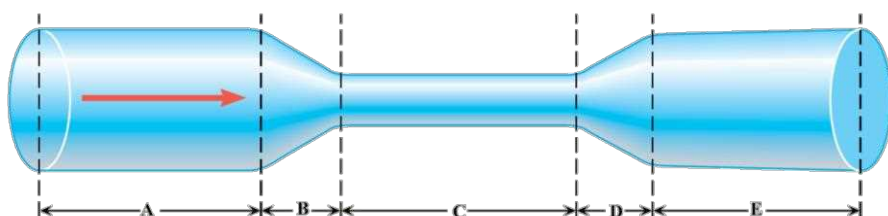


- (۱) A
(۲) B
(۳) D
(۴) A و C و E

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۷۲: لوله‌ای مطابق شکل پر از آب است و آب از چپ به راست در حال جریان است. فشار آب در کدام قسمت بیشتر

است؟

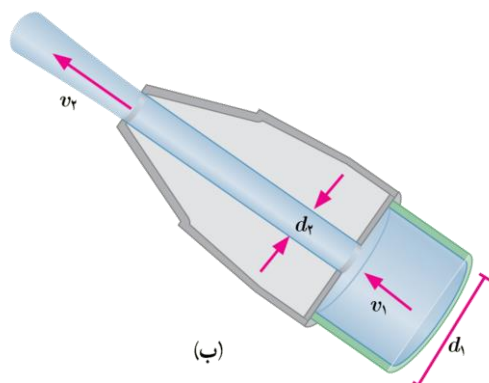


A (۱)

C (۲)

E (۳)

E و A (۴)



سوال ۷۳: نمایی بزرگ شده از شیر آتش‌نشانی که به انتهای لوله آب

آتش‌نشانی بسته می‌شود و در خاموش نمودن آتش توسط آتش-

نشانان جان برکف استفاده می‌گردد را در شکل مقابل می‌بینید. اگر

آب با تندی $v_1 = 2 \text{ m/s}$ از لوله وارد شیر شود و قطر ورودی شیر

$d_1 = 7/50 \text{ cm}$ و قطر خروجی شیر $d_2 = 2/50 \text{ cm}$ باشد،

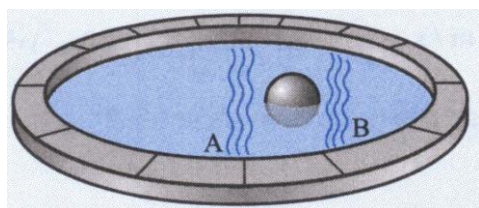
تندی خروج آب از شیر چند کیلومتر بر ساعت است؟

۳۲/۴ (۲)

۶۴/۸ (۱)

۱۸ (۴)

۱۶/۲ (۳)



سوال ۷۴: توپی که درون حوضی مطابق شکل افتاده است را می‌خواهیم با

جریان آب یک شیلنگ به لبه راست حوض بفرستیم. جریان آب شیلنگ

باید در مسیر A صورت بگیرد یا در مسیر B؟

A (۱)

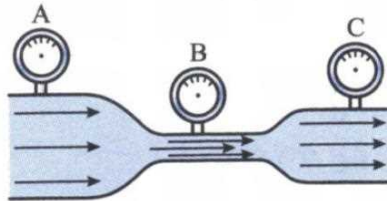
B (۲)

(۳) فرقی نمی‌کند این دو مسیر هر دو توپ را به سمت راست هدایت خواهند کرد.

(۴) فرقی نمی‌کند این دو مسیر هیچ کدام توپ را به سمت راست هدایت نخواهند کرد.

(۵)

سوال ۷۵: در شکل‌های زیر با توجه به مساحت لوله‌ها و سرعت شاره که با فلش‌ها مشخص شده است، اعداد فشارسنج‌ها را مقایسه نمایید.

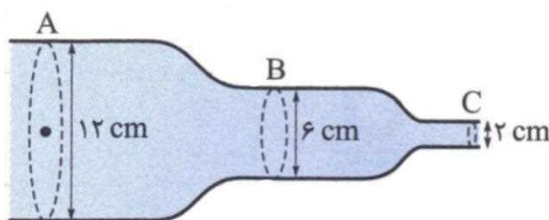


$$A > B > C \quad (1)$$

$$A = C > B \quad (2)$$

$$A < C < B \quad (3)$$

$$A > C > B \quad (4)$$



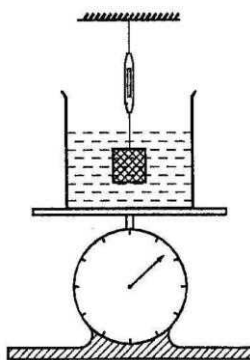
سوال ۷۶: در شکل مقابل با توجه به قطر قسمت‌های مختلف، اگر تندی شاره در قسمت A برابر ۵ متر بر ثانیه باشد، تندی شاره در قسمت C چند برابر B است؟

$$3 \quad (1)$$

$$9 \quad (2)$$

$$0.33 \quad (3)$$

$$\frac{1}{9} \quad (4)$$



سوال ۷۷: در شکل مقابل، مکعبی متصل به نیروسنج، در مایعی غوطه‌ور است. اگر مکعب را از مایع خارج کنیم، نیروسنج و ترازو به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کنند؟

(۱) افزایش - کاهش

(۲) کاهش - کاهش

(۳) افزایش - ثابت

(۴) کاهش - افزایش

سوال ۷۸: پسر بچه‌ای بادکنکی را باد نموده و به شکل کره‌ای به شعاع ۲۰ cm در آورده است. او بادکنک را داخل آب استخر برده و با پریدن روی آن، می‌خواهد تمام بادکنک را درون آب فرو ببرد. حداقل جرم پسر بچه برای این که کل بادکنک درون آب فرو رود باید چند کیلوگرم باشد؟ چگالی آب 1000 kg/m^3 است و از جرم بادکنک و هوای داخل آن صرف نظر کنید. ($\pi \approx 3$)

$$44 \quad (4)$$

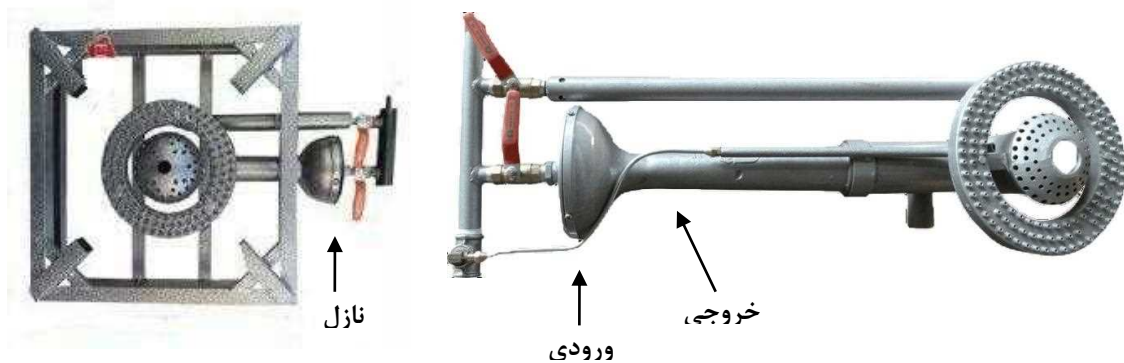
$$24 \quad (3)$$

$$16 \quad (2)$$

$$32 \quad (1)$$

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۷۹: در اجاق گازهای فشارقوی از نازلی مطابق شکل استفاده می‌شود. گاز با سرعت 10 m/s از مقطع بزرگتر (به مساحت 25 cm^2) وارد شده و از مقطع کوچکتر (به مساحت 5 cm^2) خارج می‌گردد. سرعت خروج گاز چند متر بر ثانیه است؟

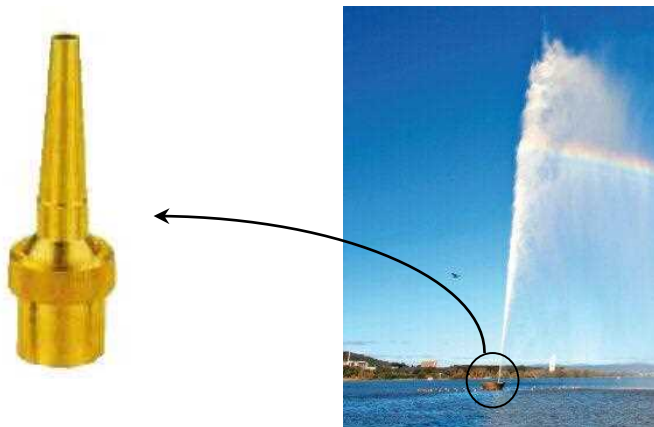


(۴) ۱۰۰

(۳) ۱۲/۵

(۲) ۲۵

(۱) ۵۰



سوال ۸۰: یک آب‌نمای زیبا فواره‌هایی دارد که آب را تا ارتفاع 10 m بالا پرتاب می‌کند. برای این کار سرعت خروج آب از دهانه فواره باید 20 m/s باشد، سرعت آب لوله‌کشی که به این فواره داخل می‌شود 5 m/s است و قطر مقطع خروجی فواره 0.5 cm است. قطر لوله آب ورودی به فواره چند سانتی‌متر است؟

(۲) ۰/۵

(۱) ۱

(۴) ۰/۲۵

(۳) ۲

کلید تست‌ها:

۱ (۵۵)	۳ (۲۸)	۱ (۱)
۲ (۵۶)	۴ (۲۹)	۱ (۲)
۱ (۵۷)	۳ (۳۰)	۲ (۳)
۲ (۵۸)	۳ (۳۱)	۴ (۴)
۲ (۵۹)	۳ (۳۲)	۴ (۵)
۲ (۶۰)	۴ (۳۳)	۱ (۶)
۱ (۶۱)	۴ (۳۴)	۳ (۷)
۱ (۶۲)	۳ (۳۵)	۲ (۸)
۱ (۶۳)	۳ (۳۶)	۴ (۹)
۳ (۶۴)	۲ (۳۷)	۱ (۱۰)
۲ (۶۵)	۱ (۳۸)	۳ (۱۱)
۱ (۶۶)	۴ (۳۹)	۳ (۱۲)
۲ (۶۷)	۱ (۴۰)	۱ (۱۳)
۲ (۶۸)	۴ (۴۱)	۲ (۱۴)
۳ (۶۹)	۱ (۴۲)	۲ (۱۵)
۲ (۷۰)	۲ (۴۳)	۴ (۱۶)
۲ (۷۱)	۲ (۴۴)	۴ (۱۷)
۴ (۷۲)	۲ (۴۵)	۲ (۱۸)
۱ (۷۳)	۱ (۴۶)	۲ (۱۹)
۲ (۷۴)	۱ (۴۷)	۲ (۲۰)
۴ (۷۵)	۲ (۴۸)	۲ (۲۱)
۲ (۷۶)	۱ (۴۹)	۲ (۲۲)
۱ (۷۷)	۲ (۵۰)	۲ (۲۳)
۱ (۷۸)	۲ (۵۱)	۱ (۲۴)
۱ (۷۹)	۲ (۵۲)	۱ (۲۵)
۱ (۸۰)	۴ (۵۳)	۴ (۲۶)
	۱ (۵۴)	۴ (۲۷)



NOTES

کار و انرژی جنبشی

فصل سوم - فیزیک ۱

انرژی

کار

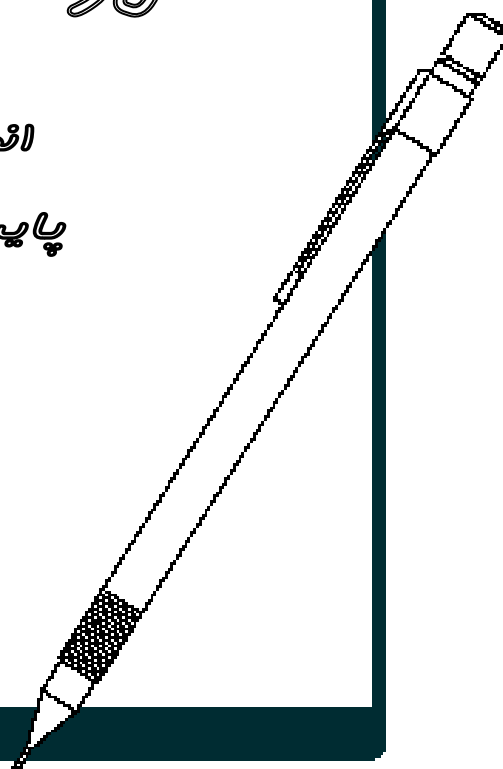
انواع انرژی

پایستگی انرژی

توان

بازده

تهیه و تنظیم: آقای ابومحمزه

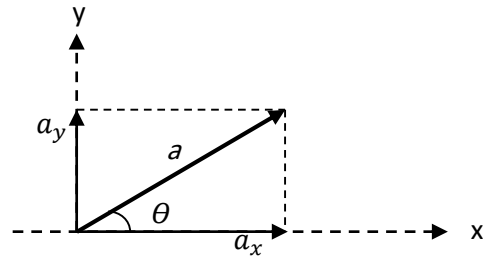


ریاضیات ابزاری برای فیزیک (تجزیه بردار):

می توان یک بردار را در دستگاه مختصات تجزیه نمود. به تجزیه بردار زیر که دارای طول a است، توجه نمایید.

$$\begin{cases} \text{تجزیه دربردار راستای } x = a_x = a \cos \theta \\ \text{تجزیه دربردار راستای } y = a_y = a \sin \theta \end{cases} \Rightarrow$$

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} = a \cos \theta \vec{i} + a \sin \theta \vec{j}$$



ضرب داخلی: بعد از مثلثات که شاید بتوان گفت ابزاری برای خلاصه نویسی نسبت ها در تشابه باشد، ضرب داخلی (ضرب نقطه ای) نیز شاید ابزاری برای خلاصه نویسی است. ضرب داخلی دو بردار به صورت زیر تعریف می گردد:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \alpha$$

همان طور که می بینید در واقع ضرب داخلی دو بردار یک عدد می شود و دارای جهت نیست.

نکته: اگر دو بردار برحسب بردارهای یکه داشته باشیم، ضرب داخلی به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\begin{cases} \vec{A} = x_1 \vec{i} + y_1 \vec{j} \\ \vec{B} = x_2 \vec{i} + y_2 \vec{j} \end{cases} \Rightarrow \vec{A} \cdot \vec{B} = x_1 x_2 + y_1 y_2$$

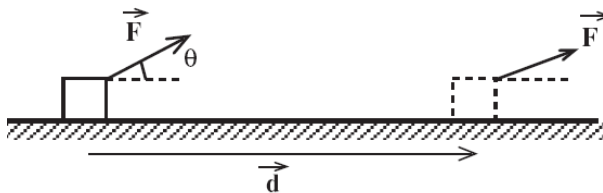
سوال ۱: حاصل ضرب داخلی دو بردار $\vec{A} = \frac{1}{\sqrt{2}} \vec{i} + \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \vec{j}$ و $\vec{B} = -\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \vec{i} + \frac{1}{\sqrt{2}} \vec{j}$ را بیابید.

کار (Work):

در امور روزمره خود وقتی کاری را انجام می دهید دو عامل هم زمان نقش دارند. یکی جابه جا شدن جسم و دیگری وارد شدن نیرو. در فیزیک کار کمیتی نرده ای (اسکالر) است که از حاصلضرب جابه جایی در نیروی هم راستا با جابه جایی به دست می آید.

$$W = (F \cos \theta) d = F d \cos \theta = \vec{F} \cdot \vec{d} = F_x d_x + F_y d_y + F_z d_z$$

به عبارت دیگر:



$W \leftarrow$ کار برحسب ژول (J)

$F \leftarrow$ نیرو برحسب نیوتن (N)

$d \leftarrow$ جابجایی برحسب متر (m)

$\theta \leftarrow$ زاویه بین نیرو و جابجایی

که محل یادداشت نکات:

نکته: واحد استاندارد کار در SI، N.m است که به اختصار ژول نامیده می‌شود.

نکته: کار کمیتی نرده‌ای است و ممکن است مثبت یا منفی باشد که این علامت بستگی به $\cos \theta$ دارد. یعنی:

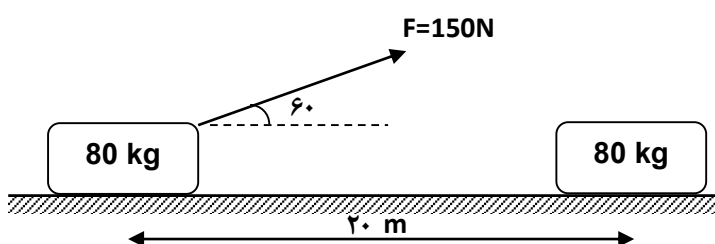
$$0 \leq \theta < 90 \Rightarrow 0 < \cos \theta \leq 1 \Rightarrow Fd \cos \theta > 0 \Rightarrow W > 0$$

$$90 < \theta \leq 180 \Rightarrow -1 \leq \cos \theta < 0 \Rightarrow Fd \cos \theta < 0 \Rightarrow W < 0$$

درواقع هرگاه نیرویی موافق حرکت به جسم وارد شود، کار آن مثبت است و هرگاه نیرویی مخالف حرکت به جسم وارد شود کار آن منفی است.

نکته: وقتی کار انجام شده ممکن است صفر شود که یا نیرویی وارد نشود یا حرکتی نداشته باشیم و یا زاویه بین نیرو و جابه‌جایی صفر باشد. با فرض وجود نیرو و جابه‌جایی هرگاه نیرو بر جابه‌جایی جسم عمود باشد، کار صفر می‌شود.

سوال ۲: شخصی جعبه‌ای به جرم ۸۰ کیلوگرم را با نیروی ثابت ۱۵۰ نیوتن که با سطح افق زاویه ۶۰ درجه می‌سازد، می‌کشد. اگر جسم روی سطح ۲۰ متر جابه‌جا شود، کار انجام شده توسط شخص چند ژول است؟



(۱) ۱۵۰۰

(۲) ۳۰۰۰

(۳) صفر

(۴) ۱۰۰۰

سوال ۲: جسمی به جرم ۲۰ کیلوگرم روی سطحی به ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۴ پس از طی مسافت ۵ متر متوقف می‌شود، کار نیروی اصطکاک چند ژول است؟

(۴) -۴۰

(۳) ۴۰

(۲) -۴۰۰

(۱) ۴۰۰

نکته: اگر یافتن جابه‌جایی جسم سخت بود، مرکز جرم جسم را تعقیب نمایید.

نکته: کار نیروی اصطکاک جنبشی همواره منفی است و کار نیروی اصطکاک ایستایی همواره صفر است.

کج ممل یادداشت نکات:

نکته: کار کشش نخ در آونگ همواره صفر است.

نکته: کار نیروی عمودی سطح همواره صفر است، غیر از اجسامی که درون بالابر و آسانسور قرار دارند.

نکته: کار کل را به سه روش می توان محاسبه نمود:

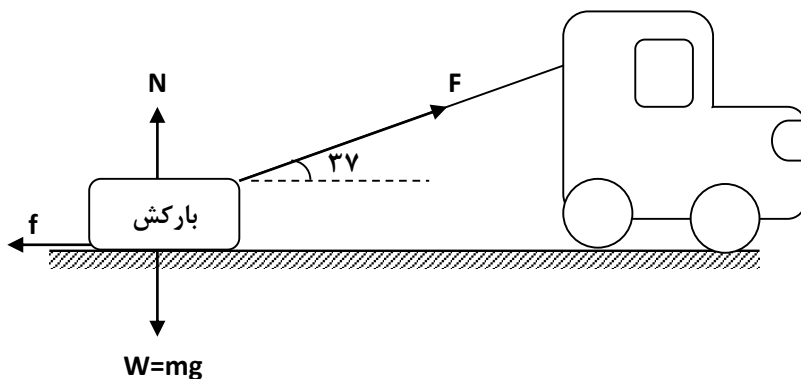
(۱) از آن جا که کار کمیتی نرده ای است، می توان کار کل را از جمع جبری کار تک تک نیروهای وارد بر جسم در یک جابه جایی مشخص محاسبه نمود.

(۲) نیروهای وارد بر جسم را در راستای جابه جایی تجزیه می کنیم و بردارهای تمام نیروها را باهم جمع می کنیم تا بردار نیروی خالص (برآیند نیروها) به دست آید. حال اندازه این نیروی خالص (F_t) را در رابطه $W = F_t d \cos \theta$ قرار می دهیم.

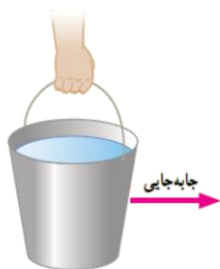
(۳) قضیه کار و انرژی جنبشی ($W_T = K_2 - K_1$)

نکته: عبارت های «کار خالص» و «کار برآیند نیروها» و «کار نیروی برآیند» و «مجموع کار نیروها» همه معادل یکدیگرند.

سوال ۳: کشاورزی توسط تراکتور، بارکشی پر از هیزم را در راستای یک زمین هموار به اندازه ۲۰۰ متر جابه جا می کند. وزن کل بارکش و بار آن 10^4 نیوتن است. تراکتور نیروی ثابت $5/00 \times 10^3$ نیوتن را تحت زاویه ۳۷ درجه بالای افق به بارکش وارد می کند. نیروی اصطکاک $3/50 \times 10^3$ نیوتن است که خلاف جهت بارکش به آن وارد می گردد. کل کار انجام شده روی بارکش چند مگاژول است؟



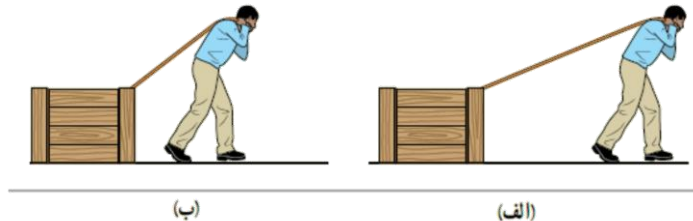
- (۱) ۱۰۰۰۰۰
(۲) ۰/۱
(۳) ۸۰۰۰۰۰
(۴) ۰/۸



سوال ۴: مطابق شکل، سطلی را در دست نگه داشته ایم. الف) آیا نیروی دست ما هنگامی که با تندى ثابت در مسیر افقى قدم می زنیم، روی سطل کارى انجام می دهد؟ ب) اگر تندى ما کم و زیاد شود چگونه؟

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۵: شخصی جسمی را یک بار با طنابی بلند مطابق شکل «الف» و یک بار با طنابی کوتاه مطابق شکل «ب» روی سطحی هموار می کشد. اگر جابجایی و کار این شخص در هر دو حالت، یکسان باشد، در کدام حالت شخص نیروی بزرگتری را وارد کرده است؟ (اصطکاک را ناچیز فرض کنید).



- (۱) الف
(۲) ب
(۳) برابرند
(۴) نمی توان مقایسه کرد.

سوال ۶: کدامیک از بیان های زیر الزاماً درست است؟ «نیروی وارد بر جسم در صورتی روی آن کار انجام می دهد که»

- (۱) باعث ادامه حرکت جسم در جهت خود شود.
(۲) بر راستای حرکت جسم عمود باشد.
(۳) جسم را از حال سکون به حرکت وادار کند.
(۴) تصویر جابجایی جسم در راستای نیرو، صفر نباشد.

سوال ۷: نیروی وزن بر روی جسم در صورتی کار انجام می دهد که

- (۱) جسم فقط در راستای قائم جابجا شود.
(۲) حرکت جسم در راستای غیرافقی باشد.
(۳) حرکت جسم در راستای افقی باشد.
(۴) جسم فقط در راستای قائم و از بالا به پایین جابجا شود.

سوال ۸: کار نیروی اصطکاک وقتی جسم نسبت به تکیه گاهش جابجا می شود

- (۱) مثبت است.
(۲) همواره منفی است.
(۳) ممکن است مثبت یا منفی باشد.
(۴) در شرایط خاصی ممکن است مثبت و یا صفر شود.

سوال ۹: کار نیروی کشسانی فنر روی جسمی که به آن متصل است وقتی فنر تغییر طول می دهد

- (۱) همواره مثبت است.
(۲) همواره منفی است.
(۳) ممکن است مثبت یا منفی باشد.
(۴) می تواند صفر باشد.

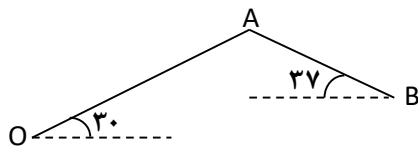
سوال ۱۰: جسمی در حال جابجایی است. کار نیروی وزن بر روی جسم

- (۱) حتماً مثبت است.
(۲) حتماً منفی است.
(۳) حتماً صفر است.
(۴) می تواند مثبت یا منفی یا صفر باشد.

سوال ۱۱: میله‌ای به طول یک متر و جرم ۲ کیلوگرم در حالت قائم قرار دارد. ناگهان میله روی زمین می‌افتد. کار نیروی وزن چند ژول است؟ (فرض کنید برای ساده سازی، تمام جرم میله در وسط آن متمرکز است.)

- (۱) ۲۰ (۲) ۱۰ (۳) -۲۰ (۴) -۱۰

سوال ۱۲: شخصی جعبه‌ای به جرم ۲۰ کیلوگرم را روی مسیری مطابق شکل در صفحه قائم ابتدا از O به A و سپس به B می‌برد. اگر طول مسیر OA برابر ۱۰ متر و طول مسیر AB برابر ۵ متر باشد، کار نیروی وزن در کل مسیر چند ژول است؟



- (۱) ۴۰۰
(۲) -۴۰۰
(۳) ۲۰۰
(۴) -۲۰۰

سوال ۱۳: جسمی به جرم ۵ کیلوگرم با شتاب ۲ متر بر مجذور ثانیه از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. کار برآیند نیروهای وارد بر آن در مسافت ۱۰ متر چقدر است؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۱۰ (۳) -۱۰ (۴) -۱۰۰

سوال ۱۴: کار نیروی اصطکاک ایستایی

- (۱) مثبت است. (۲) صفر است.
(۳) منفی است. (۴) در شرایط خاصی ممکن است صفر یا منفی شود.

سوال ۱۵: کدام یک از بیان‌های زیر درست است؟

- (۱) کار نیروی وزن در هر مسیر بسته حتماً صفر است.
(۲) کار نیروی وزن بین دو نقطه به مسیر حرکت بستگی دارد.
(۳) وقتی نیروی وزن باعث افزایش انرژی جنبشی جسم می‌شود که کار نیروی وزن منفی باشد.
(۴) هر سه گزینه صحیح است.

انرژی (Energy):

انرژی کمیتی اسکالر است و در تعریف، توانایی انجام کار است و واحد انرژی ژول (J) است.

هر جسم می تواند چند نوع انرژی را به صورت هم زمان دارا باشد.

(۱) انرژی جنبشی (Kinetic):

هر جسمی صرفاً به علت داشتن حرکت، دارای انرژی جنبشی است. انرژی جنبشی هر جسم را می توان از رابطه زیر محاسبه

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

نمود:

$K \leftarrow$ انرژی جنبشی بر حسب ژول (J)

$m \leftarrow$ جرم جسم بر حسب کیلوگرم (kg)

$v \leftarrow$ اندازه سرعت جسم بر حسب متر بر ثانیه $\left(\frac{m}{s}\right)$

نکته: انرژی جنبشی در یک لحظه محاسبه می گردد و v تندی لحظه ای یا اندازه سرعت لحظه ای است و به جهت حرکت ارتباطی ندارد.

نکته: برای تبدیل گرم به کیلوگرم باید تقسیم بر ۱۰۰۰ و برای تبدیل کیلوگرم به گرم باید ضرب در ۱۰۰۰ نمود.

نکته: برای تبدیل کیلومتر بر ساعت به متر بر ثانیه باید تقسیم بر ۳/۶ و برای تبدیل متر بر ثانیه به کیلومتر بر ساعت باید ضرب در ۳/۶ کرد.

نکته: یکای انرژی در SI بر حسب یکاهای اصلی $\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$ است که به احترام آقای ژول آن را J گویند.

نکته: انرژی جنبشی مورد بحث در این قسمت فقط انرژی جنبشی ناشی از حرکت انتقالی است. انرژی جنبشی حرکت دورانی نیز برای خود روابط دیگری دارد که از بحث ما خارج است.

نکته: نمودار انرژی جنبشی بر حسب تندی به صورت سهمی مقعر و نمودار انرژی جنبشی بر حسب جرم به صورت خط راستی با شیب نصف مجذور تندی است.

قضیه کار و انرژی جنبشی:

کار خالصی که روی جسمی انجام می گردد فقط سبب تغییرات انرژی جنبشی آن جسم می گردد. یعنی: $W_T = K_2 - K_1$

اگر کار خالص مقداری منفی باشد، انرژی جنبشی جسم کاهش یافته و اگر مقداری مثبت باشد، انرژی جنبشی جسم افزایش می یابد و اگر کار خالص، صفر باشد، انرژی جنبشی و تندی جسم ثابت است.

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۱۶: توپی با سرعت ۳ متر بر ثانیه به سمت دروازه‌ای پرتاب شده و با سرعت یک متر بر ثانیه به دروازه می‌رسد. اگر جرم توپ ۰/۵ کیلوگرم باشد، کار کل انجام شده روی توپ در این مسیر چند ژول است؟

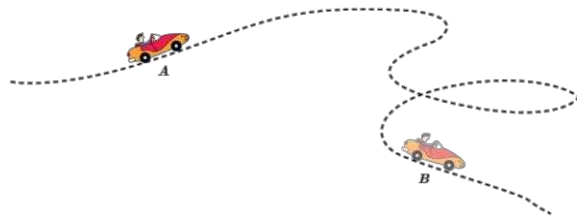
(۴) -۰/۵

(۳) ۰/۵

(۲) -۲

(۱) ۲

سوال ۱۷: جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده‌اش $8/0 \times 10^2$ کیلوگرم است. وقتی این خودرو از موقعیت A به B می‌رود، کار کل انجام شده روی خودرو $4/0 \times 10^4$ ژول است. اگر تندی خودرو در موقعیت A برابر ۵۴/۰ کیلومتر بر ساعت باشد، تندی آن در موقعیت B چند کیلومتر بر ساعت است؟



(۱) ۶۵

(۲) ۲۳۴

(۳) ۱۳۰

(۴) ۴۶۸

سوال ۱۸: کدام گزینه درست است؟

(۱) انرژی جنبشی هر جسم با تندی آن تناسب درجه ۱ دارد.

(۲) انرژی جنبشی هر جسم با جرم آن رابطه مستقیم دارد.

(۳) انرژی جنبشی دنده‌ای ۴ برابر انرژی جنبشی پسرچه‌ای است، در این صورت تندی پسرچه $\frac{1}{2}$ تندی دنده است.(۴) یکای انرژی جنبشی در SI، $\frac{kg.m^2}{s}$ می‌باشد.

سوال ۱۹: اگر سرعت اولیه جسمی به جرم ۴ کیلوگرم به اندازه 2 m/s افزایش یابد، انرژی جنبشی آن ۸۸ ژول زیاد می‌شود. سرعت اولیه جسم چند متر بر ثانیه بوده است؟

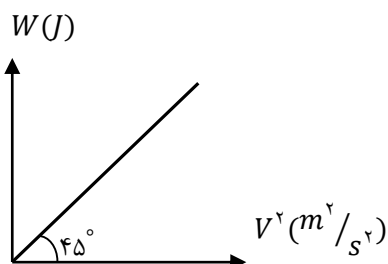
(۴) ۲/۵

(۳) ۵

(۲) ۱۰

(۱) ۲۰

سوال ۲۰: نمودار کار نیروی برآیند وارد بر جسمی بر حسب مربع سرعت آن به صورت شکل است. جرم جسم چند کیلوگرم است؟



(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۲۱: جسمی در خلاف جهت محور x حرکت می کند و سرعت آن ۵ متر بر ثانیه و انرژی جنبشی آن ۵۰ ژول است. پس از مدتی سرعت جسم تغییر کرده و در جهت مثبت محور x با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه حرکت می کند. کار برآیند نیروهای وارد بر جسم در این مدت چند ژول است؟

- (۱) ۱۵۰- (۲) ۱۵۰ (۳) ۷۵ (۴) ۷۵-

سوال ۲۲: کار منفی یعنی.....

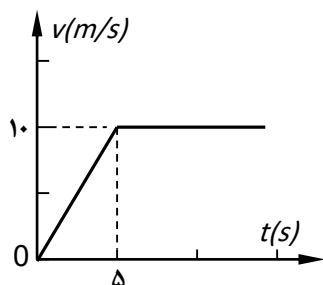
- (۱) انرژی جنبشی جسم افزایش می یابد. (۲) نیروی اعمال شده بر جسم متغیر است.
(۳) نیروی اعمال شده بر جابجایی عمود است. (۴) نیروی اعمال شده در خلاف جهت جابجایی است.

سوال ۲۳: چتربازی به جرم ۸۰ کیلوگرم از بالونی که در ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح زمین است با تندی $1/50$ متر بر ثانیه به بیرون بالون می پرد. اگر او با تندی $4/50$ متر بر ثانیه به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چتر باز در طول سقوط چند ژول است؟
($g \cong 10 \frac{N}{kg}$)

- (۱) ۷۲۰ (۲) ۷۲۰- (۳) ۳۹۹۲۸۰ (۴) ۳۹۹۲۸۰-

سوال ۲۴: برای آن که تندی خودرویی از حال سکون به V برسد باید کار W_{1t} روی آن انجام گردد. برای آن که تندی آن از V به $2V$ برسد باید کار W_{2t} روی آن انجام شود. نسبت W_{1t}/W_{2t} چند است؟

- (۱) ۱ (۲) $0/5$ (۳) $0/33$ (۴) $0/25$



سوال ۲۵: نمودار سرعت زمان متحرکی به جرم یک کیلوگرم مطابق شکل است. کار نیروی برآیند چند ژول است؟

- (۱) صفر (۲) ۵۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۲۰۰

سوال ۲۶: نیروی ۱۰۰ نیوتنی که با افق زاویه ۳۷ درجه می‌سازد، جسم ۸ کیلوگرمی را روی سطح افقی به اندازه ۱۰ متر جابجا کرده و سرعت آن را از ۱۰ متربرثانیه به ۱۵ متربرثانیه می‌رساند. نیروی اصطکاک چند نیوتن است؟

- (۱) ۳۰۰ (۲) ۳۰ (۳) ۵۰ (۴) ۵۰۰

سوال ۲۷: انرژی جنبشی اتومبیلی $10^5 J$ است. اگر سرعت اتومبیل ۲۰٪ افزایش یابد، انرژی جنبشی اتومبیل چند ژول خواهد شد؟

- (۱) ۱۲۰۰۰۰ (۲) ۱۴۴۰۰۰ (۳) ۷۲۰۰۰ (۴) ۶۰۰۰۰

سوال ۲۸: اگر از جرم جسمی ۱۰٪ کم کرده و بر سرعت آن ۱۰٪ بیفزاییم انرژی جنبشی آن تقریباً چند درصد تغییر می‌کند؟

- (۱) ۸/۹ درصد زیاد (۲) ۸/۹ درصد کم (۳) ۹/۹ درصد زیاد (۴) ۹/۹ درصد کم

سوال ۲۹: جرم پسر بچه ای نصف پدرش و انرژی جنبشی او دو برابر انرژی جنبشی پدرش می‌باشد. اگر پدر سرعت خود را به اندازه یک متربرثانیه افزایش دهد، انرژی جنبشی او با انرژی جنبشی پسرش مساوی می‌شود. سرعت اولیه پسر چند متربرثانیه است؟ فرض کنید $\sqrt{2} = 1/4$ باشد.

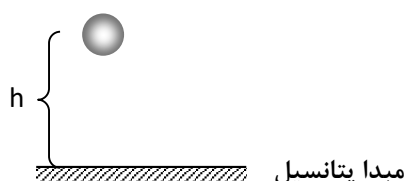
- (۱) ۱/۲ (۲) ۲/۴ (۳) ۴/۸ (۴) ۳/۴

۲) کار و انرژی پتانسیل گرانشی:

فرض کنید جسمی به جرم m از ارتفاع h_1 تا h_2 سقوط می کند. کار نیروی وزن در این جابه جایی برابر است با:

$$W_{\text{وزن}} = mgd \cos \theta = mg(h_1 - h_2) \cos 0^\circ \Rightarrow W_{\text{وزن}} = mg(h_1 - h_2) \quad (1)$$

هر جسمی که دارای ارتفاع باشد انرژی پتانسیل گرانشی دارد که در سامانه زمین و جسم ذخیره شده است و با رها شدن جسم سبب سقوط آن شده و انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی و یا صورت های دیگر انرژی تبدیل می شود. این انرژی از رابطه $U = mgh$ به دست می آید.



$U \leftarrow$ انرژی پتانسیل گرانشی بر حسب ژول

$m \leftarrow$ جرم جسم بر حسب کیلوگرم

$g \leftarrow$ شتاب گرانشی زمین بر حسب متر بر مجذور ثانیه

$h \leftarrow$ ارتفاع بر حسب متر

بنابراین تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی این سامانه در این سقوط برابر است با:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = mgh_2 - mgh_1 = mg(h_2 - h_1) \quad (2)$$

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U$$

از رابطه (۱) و (۲) نتیجه می گردد:

این رابطه در تمامی مسیرهای دیگر و برای نیروهایی از جمله نیروی الکتریکی و نیروی کشسانی فنر برقرار است.

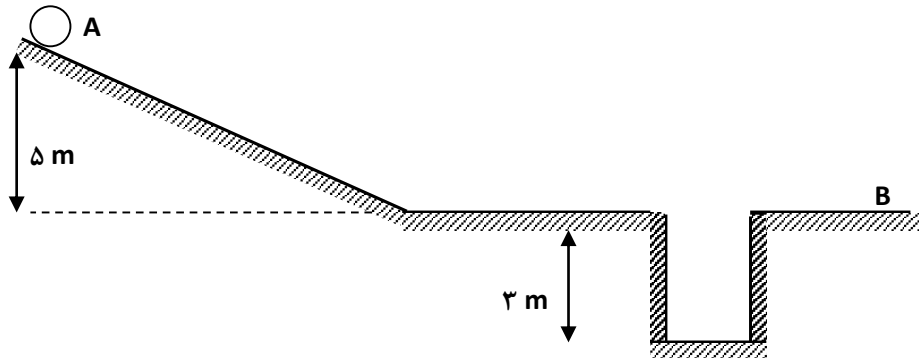
نکته: h ارتفاع عمودی جسم تا مبدا پتانسیل است.

نکته: مبدا انرژی پتانسیل گرانشی را هر نقطه دلخواه می توان اختیار نمود زیرا با تغییر مبدا، h_1 و h_2 تغییر می کنند ولی اختلاف آن ها همواره ثابت است و آنچه در فیزیک مهم است ΔU است و نه U در یک نقطه.

نکته: اگر به جای g شتاب گرانش سیارات دیگر قرار داده شود، انرژی پتانسیل گرانشی در آن سیاره محاسبه می شود.

نکته: اندازه کار نیروی وزن همواره از mgh به دست می آید و علامت آن را با توجه به جهت جابه جایی می توان حدس زد.

سوال ۳۰: جسمی به جرم ۵ کیلوگرم از بالای تپه‌ای به پایین می‌غلتد. مطابق شکل، تغییر انرژی پتانسیل گرانشی از A تا B چند ژول است؟



(۱) ۲۵۰

(۲) -۲۵۰

(۳) ۵۵۰

(۴) -۵۵۰

سوال ۳۱: جسمی در ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متری زمین قرار دارد. اگر جرم جسم ۶ کیلوگرم باشد، انرژی پتانسیل گرانشی آن چند ژول است؟

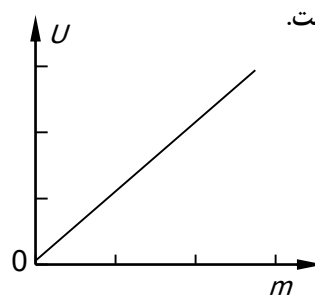
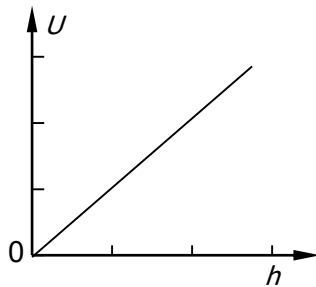
(۴) نمی‌توان تعیین کرد.

(۳) صفر

(۲) ۷۰/۵۶

(۱) ۷۲

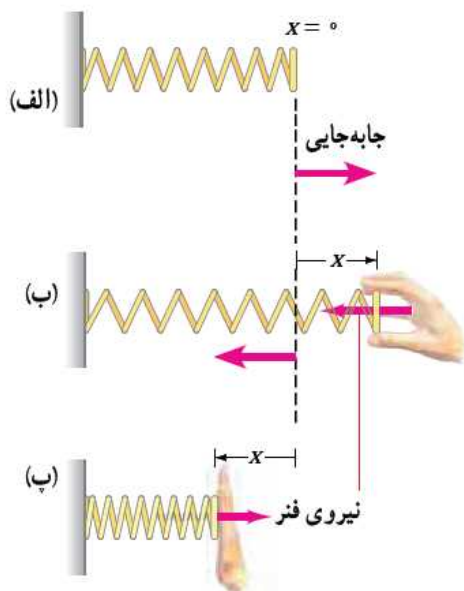
نکته: شیب نمودار انرژی پتانسیل گرانشی بر حسب ارتفاع از سطح زمین برابر وزن جسم و شیب نمودار انرژی پتانسیل گرانشی بر حسب جرم جسم برابر gh است.



سوال ۳۲: زنجیری به طول L و جرم m روی میزی قرار دارد و ۲۰٪ آن از لبه میز آویزان است. اگر بقیه زنجیر را نیز به روی میز بیاوریم، کار نیروی وزن در این جابجایی چقدر است؟

(۴) -0.1 mL (۳) -0.4 mL (۲) $- \text{mL}$ (۱) -0.2 mL

۳) انرژی پتانسیل کشسانی فنر:



زمانی که فنر در وضعیت «الف» قرار دارد، یعنی کشیده یا فشرده نشده است، یا به عبارت بهتر در وضعیت تعادلش قرار دارد و هیچ نیرویی در فنر وجود نداشته و هیچ انرژی در آن ذخیره نشده است. حال زمانی که مطابق شکل «ب» فنر را می کشید، نیرویی خلاف جهت تغییر طول در آن به وجود آمده و به این ترتیب مانع کشیده شدن فنر می شود. کار نیروی فنر در این جابجایی، منفی و تغییر انرژی پتانسیل کشسانی سامانه جسم و فنر مثبت است. یعنی: $W_{\text{کشسانی فنر}} = -\Delta U_{\text{فنر}}$

در شکل «پ» در حالت فشرده شدن فنر نیز همین اتفاق می افتد.

این انرژی از رابطه $U = \frac{1}{2} k x^2$ محاسبه می گردد.

$U \leftarrow$ انرژی پتانسیل کشسانی بر حسب ژول

$k \leftarrow$ ثابت فنر بر حسب نیوتن بر متر

$x \leftarrow$ تغییرات طول فنر بر حسب متر

نکته: تغییر طول فنر در این رابطه منظور تغییر طول آن در هر لحظه نسبت به طول آزاد فنر است.

سوال ۳۳: فیزی در حالت معمولی دارای طول ۵ سانتی متر است. اگر ثابت فنر ۴۰۰ نیوتن بر متر بوده و آن را فشرده کنیم تا در یک شیار ۳ سانتی متری جا بگیرد، انرژی پتانسیل کشسانی فنر چند ژول است؟

۰/۱ (۴)

۰/۵ (۳)

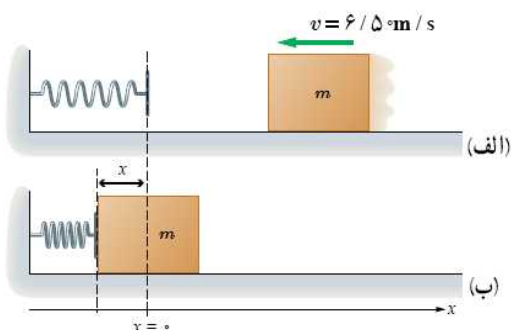
۰/۱۸ (۲)

۰/۰۸ (۱)

نکته: نمودار انرژی پتانسیل کشسانی فنر بر حسب تغییر طول آن سهمی مقعر و نمودار انرژی پتانسیل کشسانی فنر بر حسب ضریب ثابت فنر، خط راستی با شیب نصف مجذور تغییر طول است.

نکته: نیروی الکتریکی نیز منشا انرژی پتانسیل الکتریکی است که در پایه یازدهم مرور خواهد شد.

نکته: انرژی های پتانسیل برای یک جسم تنها معنی ندارد و باید یک سامانه متشکل از حداقل دو جسم داشته باشیم.



سوال ۳۴: جسمی به جرم $4/20 \times 10^2$ گرم مطابق شکل با تندی ۶ متر بر ثانیه به فنری برخورد کرده و آن را فشرده می‌کند. اگر بیشترین انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در سامانه جسم و فنر ۵/۶۰ ژول باشد، کار نیروی اصطکاک وقتی جسم از موقعیت «الف» به «ب» می‌رود، چند ژول است؟

(۱) $-۱/۹۶$

(۲) $-۱۳/۱۶$

(۳) $-۳/۲۷۲۵$

(۴) $۱۳/۱۶$

۱۴) انرژی درونی:

به مجموع انرژی های ذرات تشکیل دهنده جسم (مولکول های جسم) انرژی درونی گویند که معمولاً زیاد شدن این انرژی به صورت گرم شدن جسم ظاهر می گردد. مثال: انرژی دست های به هم مالیده شده ، انرژی موجود در سماوری که مدتی روشن مانده است و ...

هرچه تعداد ذرات سازنده یک جسم و انرژی هر ذره بیشتر باشد، انرژی درونی آن نیز بیشتر است.

نکته: انرژی مکانیکی مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل اجسام است ولی انرژی درونی مجموع انرژی های ذرات تشکیل دهنده اجسام است. انرژی مکانیکی قابل تبدیل به گونه های دیگر انرژی است ولی انرژی درونی معمولاً قابل تبدیل و استفاده نیست.

پایستگی انرژی مکانیکی:

الف) بدون وجود نیروهای اتلافی (مانند اصطکاک):

می دانیم کار کل انجام شده روی جسم برابر است با تغییرات انرژی جنبشی جسم. از طرفی به هنگام سقوط یک جسم کار برابر است با قرینه تغییرات انرژی پتانسیل. بنابراین:

$$\begin{cases} W_{\text{وزن}} = K_2 - K_1 \\ W_{\text{وزن}} = -(U_2 - U_1) \end{cases} \Rightarrow K_2 - K_1 = -(U_2 - U_1) \Rightarrow K_2 + U_2 = K_1 + U_1$$

$$E_2 = E_1$$

مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل در یک نقطه را انرژی مکانیکی (E) می نامیم و در نتیجه:

کج ممل یادداشت نکات:

(ب) وجود نیروهای اتلافی (مانند اصطکاک):

اگر در طول مسیر نیروهایی از قبیل اصطکاک و مقاومت هوا وجود داشته باشند که انرژی مکانیکی جسم را کاهش دهند، یعنی از انرژی جنبشی و پتانسیل کم شود (که می‌گوییم این مقدار از انرژی به انرژی درونی اجسام تبدیل شده است) آن‌گاه داریم:

$$W_f = E_2 - E_1$$

که W_f کار نیروهای اتلافی و هر نیروی خارجی غیر از وزن و فنر و نیروی الکتریکی است.

نکته: اگر اجسام به هم متصل باشند، E_1 و E_2 هر کدام شامل انرژی تمام اجسام می‌شوند. نوشتن انرژی اولیه و ثانویه یک جسم به صورت جداگانه غلط است. چون انرژی بین آن‌ها تبادل می‌گردد.

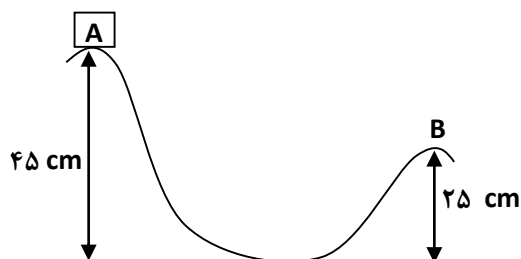
نکته: نیروهایی می‌توانند انرژی مکانیکی را تغییر دهند که کارشان به مسیر حرکت و معمولاً مسافت طی شده ارتباط دارد نه جابه‌جایی. مانند اصطکاک، مقاومت هوا و مقاومت شاره و ... در واقع تمام نیروها غیر از وزن و کشش فنر و نیروی الکتریکی این قابلیت را دارند.

نکته: می‌توان به جای $W_f = E_2 - E_1$ از رابطه زیر نیز برای حل سوالات کمک گرفت:

$$W_f = E_2 - E_1 \Rightarrow W_f = K_2 + U_2 - (K_1 + U_1) \Rightarrow W_f = K_2 - K_1 + (U_2 - U_1)$$

$$\Rightarrow \boxed{W_f = \Delta K + \Delta U}$$

سوال ۳۵: در شکل مقابل جسمی از حال سکون از نقطه A رها می‌شود. با صرف نظر کردن از اتلاف انرژی سرعت آن در نقطه B چند متر بر ثانیه است؟ (شتاب گرانش را ۱۰ متر بر مجذور ثانیه فرض نمایید.)



(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

سوال ۳۶: جسمی به جرم ۵ کیلوگرم از ارتفاع ۳ متر رها شده است. هنگامی که به سطح زمین می‌رسد، سرعت آن با فرض این که نیروی مقاومت هوا به صورت ثابت ۵ نیوتن است، چند متر بر ثانیه است؟ ($g \cong 10 \frac{m}{s^2}$)

(۴) $\sqrt{66}$

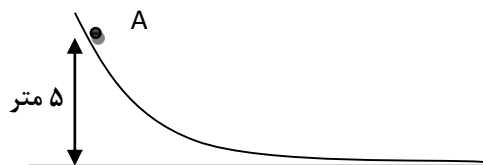
(۳) ۶۶

(۲) $3\sqrt{6}$

(۱) ۵۴

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۳۷: مطابق شکل روبرو توپی به جرم یک کیلوگرم از نقطه A از حال سکون رها می‌شود. اگر ۲۰ درصد انرژی توپ در اثر اصطکاک تلف شود، سرعت توپ در پایین مسیر چند متر بر ثانیه است؟



- (۱) ۸۰
(۲) $4\sqrt{5}$
(۳) $2\sqrt{5}$
(۴) ۲۰

سوال ۳۸: توپی به جرم ۲ کیلوگرم از ارتفاع ۸ متری بالای سطح شنی ای رها می‌شود و پس از فرود تا عمق ۱۰ سانتی‌متر درون شن فرو می‌رود و متوقف می‌شود. نیروی متوسطی که از طرف شن به توپ وارد می‌گردد چند نیوتن است؟ ($g \cong 10 \frac{m}{s^2}$)

- (۱) ۱۶۰۰
(۲) ۱۶۲۰
(۳) ۱۶۰
(۴) ۱۶۲

سوال ۳۹: جسمی به جرم ۴ کیلوگرم از ارتفاع نامعلومی بدون سرعت اولیه رها می‌شود. در لحظه‌ای که ارتفاع آن از زمین ۴ متر است، انرژی جنبشی آن ۲۰۰ ژول است. جسم از ارتفاع چند متری سطح زمین رها شده است؟

- (۱) ۹۰
(۲) ۴۵
(۳) ۹
(۴) ۵

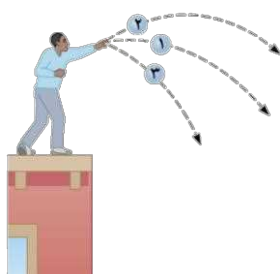
سوال ۴۰: توپی به جرم ۰/۴۵ کیلوگرم با تندی ۸/۰ متر بر ثانیه از نقطه A می‌گذرد. اگر نیروی مقاومت هوا و اصطکاک، ۹۶٪ انرژی جنبشی توپ را تا رسیدن به نقطه B تلف کند، تندی توپ در نقطه B چند متر بر ثانیه است؟ حرکت توپ کاملاً افقی است.

- (۱) ۱/۶
(۲) ۰/۳۲
(۳) ۳/۲
(۴) ۰/۱۶

سوال ۴۱: پسر بچه‌ای توپی به جرم ۱۰۰ گرم را با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه به سمت بالا پرتاب می‌کند. اگر توپ با سرعت ۱۶ متر بر ثانیه دوباره به زمین بازگردد، کار برآیند نیروهای وارد بر توپ چند ژول است؟

۴) $-22/8$ ۳) $22/8$ ۲) $-7/2$ ۱) $7/2$

سوال ۴۲: سه توپ مطابق شکل با زوایای مختلفی با تندی اولیه یکسان از یک نقطه پرتاب می‌شوند. انرژی جنبشی کدام یک هنگام رسیدن به زمین با صرف نظر از اتلاف انرژی بیشتر است؟



۱) ۱

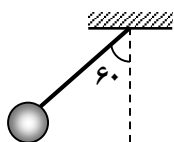
۲) ۲

۳) ۳

۴) هر سه برابرند

نکته: جابه جایی عمودی آونگی به طول l که با خط قائم زاویه θ می‌سازد تا به پایین مسیر برسد برابر $l(1 - \cos \theta)$ است.

سوال ۴۳: آونگی به جرم m و طول l را مطابق شکل رها می‌کنیم، سرعت آن هنگام عبور از وضعیت قائم کدام است؟

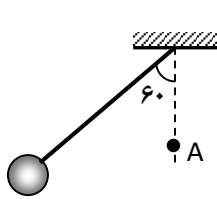
۱) $\sqrt{lg}$ ۲) $\sqrt{2lg}$ ۳) $\sqrt{4lg}$ ۴) $\sqrt{0/5lg}$ 

سوال ۴۴: جسمی به جرم ۲ کیلوگرم مطابق شکل مقابل از ارتفاع h در نقطه A رها شده و پس از طی ۴ متر روی سطح افقی تا نقطه B در ارتفاع ۵ متری بالا می‌رود. اگر سطوح شیب دار بدون اصطکاک باشند و نیروی اصطکاک سطح افقی ۴ نیوتن باشد، مقدار h چند متر است؟

۴) $11/6$ ۳) $8/4$ ۲) $4/2$ ۱) $5/8$

سوال ۴۵: ماشینی با سرعت ۱۵ متر بر ثانیه در حرکت است. گلوله برفی به جرم ۴۰۰ گرم با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه به صورت افقی به طرف آن پرتاب شده و به آن می چسبد. اتلاف انرژی در این عمل چند ژول است؟

- (۱) ۳۵۰ (۲) ۳۵ (۳) ۰/۵ (۴) -۰/۵



سوال ۴۶: آونگی به طول یک متر را به اندازه ۶۰ درجه مطابق شکل از وضعیت قائم منحرف نموده و رها می کنیم. نخ آونگ در نقطه A میخی که در فاصله ۰/۵ متری از سقف به دیوار کوبیده شده برخورد می کند. نخ متصل به گلوله در طرف دیگر چه زاویه ای با خط قائم می سازد؟ از اتلاف انرژی صرف نظر کنید.

- (۱) ۹۰ (۲) صفر (۳) ۶۰ (۴) ۳۰

سوال ۴۷: جسمی را روی سطح شیب داری به سمت بالا پرتاب می کنیم، اگر سرعت آن هنگام رسیدن به نقطه اولیه، نصف مقدار سرعت اولیه آن باشد، چند درصد از انرژی جنبشی اولیه به صورت اصطکاک هدر رفته است؟

- (۱) ۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۷۵ (۴) ۳۳

سوال ۴۸: جسمی به جرم ۲ کیلوگرم از ارتفاع ۴ متری سطح آب رها شده و در عمق ۱ متری آب متوقف می شود. کار نیرویی که از طرف آب به جسم وارد شده است چند ژول است؟

- (۱) -۸۰ (۲) -۱۰۰ (۳) -۲۰ (۴) -۶۰

سوال ۴۹: نیروی افقی ۳۰ نیوتن به جسمی به جرم ۴ کیلوگرم که روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد وارد شده و زمانی که جسم ۱۰ متر جابه‌جا می‌شود، نیروی F قطع می‌گردد. جسم ۵ متر دیگر حرکت کرده و متوقف می‌شود. کار نیروی اصطکاک چند ژول است؟

- (۱) -۳۰۰ (۲) -۱۵۰ (۳) -۴۵۰ (۴) -۵۰۰

سوال ۵۰: گلوله کوچکی از ارتفاع ۲ متری سطح زمین رها می‌شود و پس از برخورد به اندازه ۴ سانتی‌متر در خاک فرو می‌رود. نیروی متوسط وارد شده به گلوله از طرف زمین چند برابر وزن گلوله است؟

- (۱) ۴۹ (۲) ۵۰ (۳) ۵۱ (۴) ۵۲

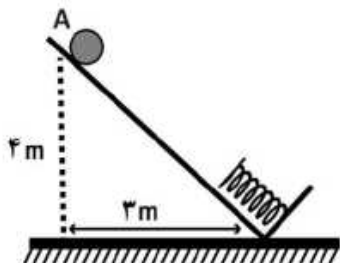
سوال ۵۱: جسمی با سرعت ۱۲ متربرثانی از ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین به سمت بالا پرتاب شده و تا ارتفاع ۱۵ متری زمین بالا می‌رود. اگر در برگشت با سرعت ۱۰ متربرثانی به زمین برسد، نسبت نیروی مقاومت هوا در مسیر رفت به نیروی مقاومت هوا در مسیر برگشت چند است؟

- (۱) ۰/۲۲ (۲) ۰/۶۶ (۳) ۰/۴۴ (۴) ۰/۷۸

سوال ۵۲: از بالای سطح شیب‌داری به زاویه ۳۷ درجه جسمی به جرم ۲/۵ کیلوگرم با سرعت اولیه ۴ متربرثانی به طرف پایین حرکت داده می‌شود. جسم پس از طی مسافت ۸ متر متوقف می‌شود. نیروی اصطکاک سطح چند نیوتن است؟

- (۱) ۲/۵ (۲) ۱۷/۵ (۳) ۱۴۰ (۴) ۱۰۰

سوال ۵۳: مطابق شکل گلوله‌ای به جرم ۲ کیلوگرم از نقطه A رها شده و در پایین سطح فنری را فشرده می‌سازد. اگر نیروی اصطکاک ۱۰ نیوتن باشد، حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی فنر چند ژول است؟ (از طول فنر در مقابل ابعاد شکل صرف نظر کنید.)



(۱) ۷۰

(۲) ۳۰

(۳) ۵۰

(۴) ۱۰

سوال ۵۴: آونگ ساده‌ای به طول یک متر با سرعت اولیه $\sqrt{10}$ متر بر ثانیه از وضعیت تعادل عبور می‌کند، بیشینه زاویه انحراف آونگ از وضع قائم چند درجه است؟

(۴) ۵۳

(۳) ۴۵

(۲) ۶۰

(۱) ۳۰

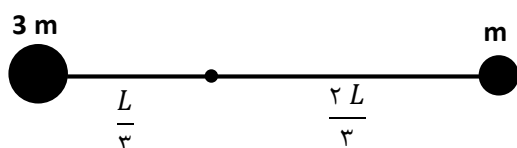
سوال ۵۵: جسمی با سرعت ۴ متر بر ثانیه به طرف بالای سطح شیب‌داری به زاویه ۳۰ درجه پرتاب می‌شود و پس از توقف روی سطح و بازگشت، وقتی به نقطه اولیه می‌رسد دارای سرعت ۲ متر بر ثانیه است. این جسم چند متر را روی سطح شیب‌دار بالا رفته است؟

(۴) ۰/۲۵

(۳) ۲

(۲) ۱

(۱) ۰/۵



سوال ۵۶: میله بسیار سبکی مطابق شکل زیر در اختیار داریم که به دو سر آن دو گلوله بسته شده است. اگر میله را از وضعیت افقی رها کنیم، در خلاف جهت عقربه‌های ساعت حول نقطه O در صفحه قائم می‌چرخد. وقتی به حالت عمودی می‌رسد مجموع انرژی جنبشی گلوله‌ها چند ژول است؟

(۴) $\frac{3}{4}mgL$

(۳) $\frac{4}{3}mgL$

(۲) $\frac{1}{3}mgL$

(۱) $\frac{1}{2}mgL$

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۵۷: گلوله‌ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع $۱۹/۲$ متری سطح زمین رها می‌شود و در هر برخورد به زمین، ۷۵% انرژی جنبشی خود را از دست می‌دهد. پس از توقف، مجموعاً این گلوله چه مسافتی را برحسب متر طی نموده است؟

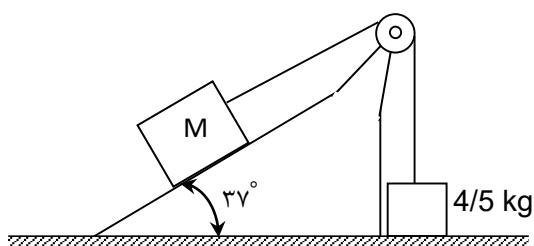
۳۸/۴ (۴)

۲۵/۶ (۳)

۲۰/۸ (۲)

۳۲ (۱)

سوال ۵۸: جعبه‌ای مطابق شکل به جرم M روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاکی نگه داشته شده است و جعبه دیگری روی زمین قرار دارد. وقتی مجموعه را رها می‌کنیم، جعبه $۴/۵$ کیلوگرمی از سطح زمین بلند می‌شود. وقتی این جعبه به ارتفاع ۲ متری زمین می‌رسد، دارای سرعت $۰/۸$ متر بر ثانیه است. جرم M چند کیلوگرم است؟



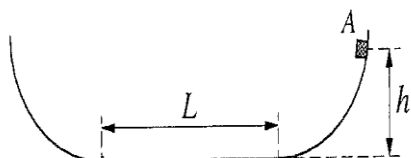
۷/۸ (۱)

۵/۵ (۲)

۳/۲ (۳)

۲ (۴)

سوال ۵۹: جسمی ۲ کیلوگرمی مطابق شکل از نقطه A رها می‌شود. اگر طول قسمت مسطح ۲ متر باشد و قسمت‌های خمیده بدون اصطکاک بوده و نیروی اصطکاک در قسمت مسطح ۴ نیوتن باشد، با فرض این که ارتفاع نقطه A از قسمت مسطح یک متر باشد، جسم در کجا برای همیشه متوقف می‌گردد؟



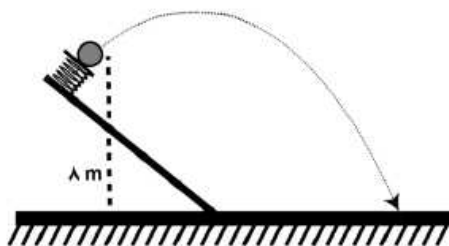
(۱) ابتدای سطح مسطح در سمت راست

(۲) ابتدای سطح مسطح در سمت چپ

(۳) دقیقاً وسط سطح مسطح

(۴) متوقف نمی‌شود.

سوال ۶۰: توپی به جرم ۵۰۰ گرم مطابق شکل روی فنری نگه داشته شده است. توپ را رها می کنیم و با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه به زمین برخورد می نماید. اگر نیروی متوسط مقاومت هوا ۴ نیوتن و طول مسیری که توپ در هوا طی می نماید، ۱۵ متر باشد، انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر چند ژول است؟



(۱) ۸۵

(۲) ۴۵

(۳) ۴۰

(۴) ۶۰

توان (Power):

$$P = \frac{W}{t}$$

توان برابر است با کار انجام شده در واحد زمان. به عبارت بهتر:

 $W \leftarrow$ کار بر حسب ژول $P \leftarrow$ توان بر حسب وات $t \leftarrow$ زمان بر حسب ثانیه

نکته: واحد استاندارد توان در SI، $\frac{J}{s}$ است که به احترام کارهای علمی جیمز وات، واحد توان را «وات» گویند.

نکته: یکای قدیمی توان، اسب بخار (hp) است که یک اسب بخار معادل ۷۴۶ وات است.

نکته: می توان توان متوسط را از رابطه $P = FV_{av}$ نیز محاسبه نمود که F نیرو و V_{av} سرعت متوسط جسم است.

سوال ۶۱: چمدانی به جرم ۲۰ کیلوگرم را با سرعت ثابت به اندازه ۵/۰ متر در مدت ۲ ثانیه بالا می بریم. این کار با توان متوسط چند وات انجام شده است؟

(۴) ۲۰۰

(۳) ۲۵

(۲) ۵۰

(۱) ۱۰۰

سوال ۶۲: شخصی به جرم ۷۰ کیلوگرم ۵۰ پله را در زمان یک دقیقه طی می کند. اگر ارتفاع پله ها ۳۰ سانتیمتری باشد، توان متوسط او چند وات است؟

(۴) ۷۰۰

(۳) ۱۰۵۰

(۲) ۱۷۵

(۱) ۳۵۰

کج ممل یادداشت نکات:

بازده:

نسبت انرژی مفید (خروجی) به کل انرژی (ورودی) که به دستگاه داده می شود بازده نامیده می شود که معمولاً به صورت درصد

$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی مفید خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times 100$$

بیان می گردد.

$$100 \times \frac{\text{توان مفید خروجی}}{\text{توان ورودی}} = \text{بازده}$$

نکته: در رابطه بالا به جای انرژی ها می توان، توان ها را نیز قرار دارد. یعنی:

نکته: اگر چند دستگاه پشت سر هم وصل شوند طوری که خروجی اولی به ورودی بعدی وصل باشد، بازده کل برابر با حاصل ضرب بازده تمام دستگاه ها است.

نکته: در موتور الکتریکی، انرژی ورودی آن برق است و خروجی آن کار یا انرژی دیگری است. در ژنراتور یا مولد، انرژی خروجی آن برق است و ورودی آن کار یا انرژی دیگری است. منظور از توان آن ها، توان برق است.

سوال ۶۳: در یک ساختمان مصالح ساختمانی با موتور الکتریکی که بازده ۸۰٪ دارد و توان آن یک کیلووات است بالا برده می شود. با این موتور دو کیسه سیمان به هم بسته شده (در مجموع ۱۰۰ کیلوگرم) را در عرض چند ثانیه می توان تا ارتفاع ۱۰ متری بالا برد؟

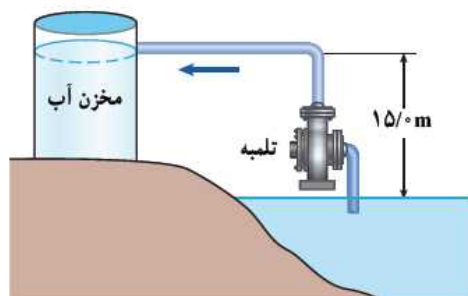
(۴) ۱۰۰

(۳) ۱۲/۵

(۲) ۲۵

(۱) ۵۰

سوال ۶۴: تلمبه ای با توان ورودی ۱۴ کیلووات در هر ثانیه ۷۰/۰ لیتر آب دریاچه ای به چگالی $1000 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$ را مطابق شکل روبرو تا ارتفاع ۱۵/۰ متری مخزنی می فرستد. بازده تلمبه چند درصد است؟



(۱) ۷۵

(۲) ۱۵۰

(۳) ۳۷/۵

(۴) ۳۰۰

سوال ۶۵: از یک آبشار بلند در هر دقیقه ۴ مترمکعب آب از ارتفاع ۶ متر فرو می‌ریزد. این آبشار یک مولد الکتریکی را به کار می‌اندازد. اگر بازده مولد ۷۵ درصد باشد، توان آن چند کیلووات است؟ (چگالی آب ۱ گرم بر مترمکعب است).

(۱) ۳۰۰۰ (۲) ۳ (۳) ۵۳۳۳ (۴) ۵/۳۳ (۵)

سوال ۶۶: یک موتور برقی در بالای یک چاه عمیق قرار دارد و ظرف آبی به جرم ۱۰ کیلوگرم را با سرعت ثابت ۲/۷ متر بر ثانیه بالا می‌کشد. اگر بازده موتور ۹۰٪ باشد، در هر ثانیه چند ژول انرژی الکتریکی توسط موتور مصرف می‌شود؟

(۱) ۳۰۰ (۲) ۲۴۳ (۳) ۳۰ (۴) ۲۴/۳

سوال ۶۷: بالابری که بازده آن ۵۴٪ است با مصرف ۱۲ ژول انرژی، جسمی به جرم یک کیلوگرم را از روی زمین تا ارتفاع معینی بالا می‌برد. اگر جسم از این ارتفاع رها شود، با صرف نظر از اتلاف انرژی سرعت آن هنگام برخورد به زمین چند متر بر ثانیه است؟

(۱) ۳۶ (۲) ۳/۶ (۳) ۱۲/۹۶ (۴) ۱۲۹۶

کلید تست‌ها:

۱ (۴۶)	۴ (۲۳)	$-\frac{\sqrt{3}}{4}$ (۱)
۳ (۴۷)	۳ (۲۴)	۱ (۲)
۲ (۴۸)	۲ (۲۵)	۲ (۳)
۱ (۴۹)	۲ (۲۶)	۲ (۴)
۳ (۵۰)	۲ (۲۷)	۲ (۵)
۲ (۵۱)	۱ (۲۸)	۴ (۶)
۲ (۵۲)	۳ (۲۹)	۲ (۷)
۲ (۵۳)	۲ (۳۰)	۲ (۸)
۲ (۵۴)	۴ (۳۱)	۳ (۹)
۲ (۵۵)	۱ (۳۲)	۴ (۱۰)
۲ (۵۶)	۱ (۳۳)	۲ (۱۱)
۱ (۵۷)	۳ (۳۴)	۲ (۱۲)
۱ (۵۸)	۲ (۳۵)	۱ (۱۳)
۳ (۵۹)	۲ (۳۶)	۲ (۱۴)
۲ (۶۰)	۲ (۳۷)	۱ (۱۵)
۲ (۶۱)	۲ (۳۸)	۲ (۱۶)
۲ (۶۲)	۳ (۳۹)	۱ (۱۷)
۳ (۶۳)	۱ (۴۰)	۲ (۱۸)
۱ (۶۴)	۲ (۴۱)	۲ (۱۹)
۲ (۶۵)	۴ (۴۲)	۲ (۲۰)
۱ (۶۶)	۱ (۴۳)	۲ (۲۱)
۲ (۶۷)	۱ (۴۴)	۴ (۲۲)
	۲ (۴۵)	



NOTES

دما و گرما

فصل چهارم - فیزیک ۱

تغییر حالت

دما سنج

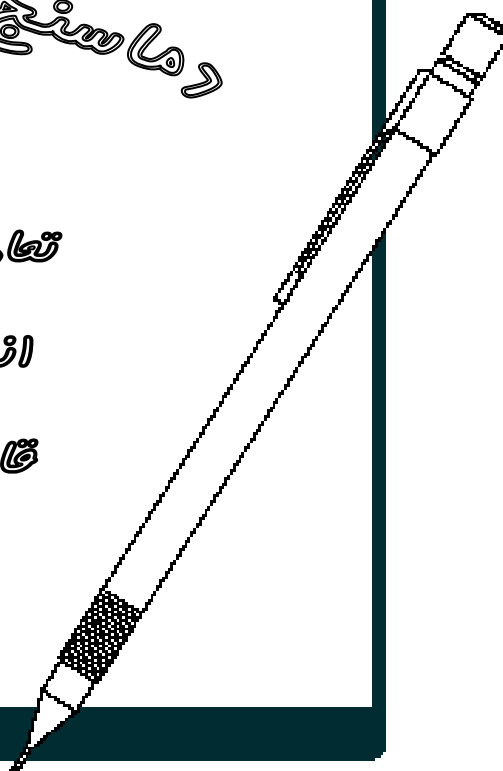
انبساط

تعادل گرمایی

انتقال گرما

قانون گازها

تهیه و تنظیم: آقای ابومحمزه



دما:

دما معیاری است که درجه سردی و گرمی اجسام را مشخص می‌کند. به عبارت دقیق‌تر وقتی دو جسم در حالت تعادل حرارتی قرار دارند، کمیت فیزیکی مشترک بین آن‌ها دما نام دارد. از نظر میکروسکوپی دمای یک جسم مربوط می‌شود به انرژی جنبشی متوسط مولکول‌های جسم.

هر چه سرعت ارتعاش و در نتیجه انرژی جنبشی مولکول‌های جسم بیشتر باشد دمای آن جسم بیشتر است.

نکته: دما یک کمیت اصلی در SI و کمیتی نرده‌ای است.

دما توسط دماسنج به طور دقیق اندازه‌گیری می‌شود و اساس کار هر دماسنج برپایه اندازه‌گیری یکی از مشخصه‌های فیزیکی است که متناسب با تغییر دما در دماسنج تغییر می‌کند.

دماسنجی:

راه و روش اندازه‌گیری و تعیین دما را دماسنجی گویند. در اثر تغییر دما اغلب خواص جسم مانند طول، حجم، چگالی، مقاومت الکتریکی، فشار گازها، رنگ نور اجسام گداخته و ... تغییر می‌کند. هر یک از این خواص که برای سنجش دما مناسب باشد، کمیت دماسنجی آن جسم گفته می‌شود.

دماسنج:

وسایلی که برای اندازه‌گیری دمای جسم یا سیستم به کار می‌روند را دماسنج گویند. برای این کار دماسنج را با جسم یا سیستم مورد نظر در تعادل حرارتی قرار می‌دهند. در این حالت دماسنج هم دمای خود و هم دمای سیستم یا جسم مورد نظر را نشان می‌دهد. تغییر کمیت دماسنجی اساس کار دماسنج‌هاست.

هر دماسنج خوب باید دارای خصوصیات زیر باشد:

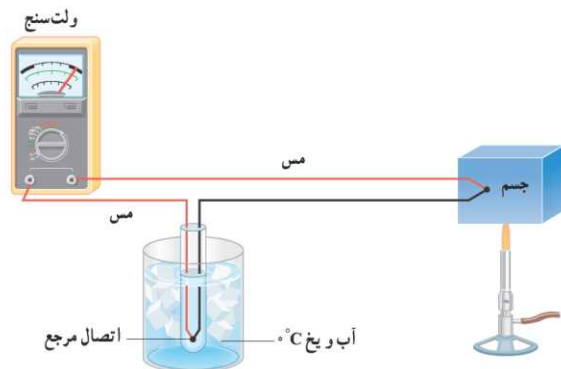
- (۱) حساسیت: یک دماسنج خوب باید به ازای تغییرات ناچیز دما، تغییر زیادی در خاصیت دماسنجی آن به وجود آید.
- (۲) دقت و امکان تجدید: هر چند بار که با آن دمای یکسانی را اندازه‌گیری کنیم باید نتایج یکسانی را نمایش دهد.
- (۳) سرعت در اندازه‌گیری: به سرعت و در مدت کوتاهی بتواند با سیستم‌های دیگر به تعادل حرارتی برسد.

دماسنج‌های انواع مختلفی دارند. به عنوان مثال دماسنج جیوه‌ای و الکلی که در آن‌ها کمیت دماسنجی، ارتفاع مایع درون لوله دماسنج است.

نکته: امروزه دانشمندان سه دماسنج را به عنوان دماسنج معیار برای کارهای علمی پذیرفته‌اند: دماسنج گازی (اساس کار آن قانون گازهای کامل)، دماسنج مقاومت پلاتینی، تفسنج (پیرومتر) (اساس کار آن تابش گرمایی)

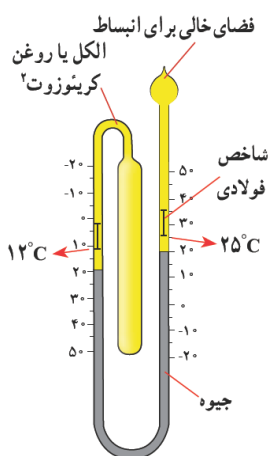
دماسنج ترموکوپل:

این دماسنج تا قبل از سال ۱۹۹۰ جزء دماسنج معیار بود ولی به دلیل دقت کمتر نسبت به سایرین دیگر معیار نیست. براساس پدیده ترموالکتریک کار می کند. این پدیده به این صورت است که وقتی دو سیم با جنس های مختلف به هم متصل شوند و محل اتصال آنها را در دو دمای مختلف قرار دهیم، جریان الکتریکی ضعیفی بین آنها ایجاد می گردد که به جنس دو سیم و اختلاف دمای محیط بستگی دارد. به عنوان مثال برای دو سیم آهن و مس اختلاف دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد، حدود یک میلی ولت نیروی محرکه و برای آهن و کنستانتان حدود ۴ میلی ولت نیروی محرکه تولید می گردد. حدود دمایی که این دماسنج ها اندازه گیری می کنند به جنس آنها بستگی دارد. برای آهن و کنستانتان حدود ۷۰۰ درجه و برای مس و کنستانتان حدود ۳۵۰ درجه است. کمیت دماسنجی در آنها ولتاژ است. مزیت این دماسنج این است که به دلیل کوچک بودن محل اتصال سیم ها به سرعت با جسم مورد نظر به تعادل گرمایی می رسد.



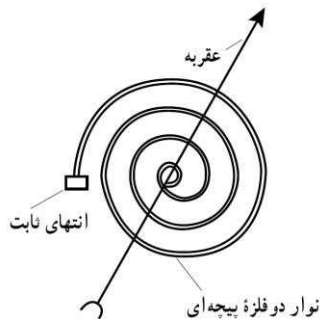
دماسنج فرینه (کمینه - بیشینه):

این دماسنج مخصوص نمایش کمترین و بیشترین دما در یک بازه زمانی مثلا یک شبانه روز است.



هنگامی که دما افزایش می یابد، الکل موجود در مخزن، منبسط شده و جیوه درون لوله سمت چپ پایین آمده و در لوله سمت راست بالا می رود. شاخص فولادی در لوله سمت راست بالا رفته و گیر می کند. زمانی که دما پایین می آید، الکل منقبض شده و جیوه برمی گردد و سطح آن در لوله سمت چپ به همراه شاخص فولادی بالا می رود. شاخص های فولادی کمترین و بیشترین دما را نشان خواهند داد. این دماسنج در مراکز هواشناسی و گلخانه ها مورد استفاده قرار می گیرد.

دماسنج نواری دوفلزه (بی‌متال):



این دماسنج مطابق شکل از دو تیغه فلزی غیرهم‌جنس ساخته شده است که سرتاسر آن‌ها به هم پرچ شده است. در اثر تغییر دما و انبساط آن‌ها، طول تیغه‌ها تغییر نموده و عقربه می‌چرخد. به این ترتیب دماهای مختلف را نمایش می‌دهد.

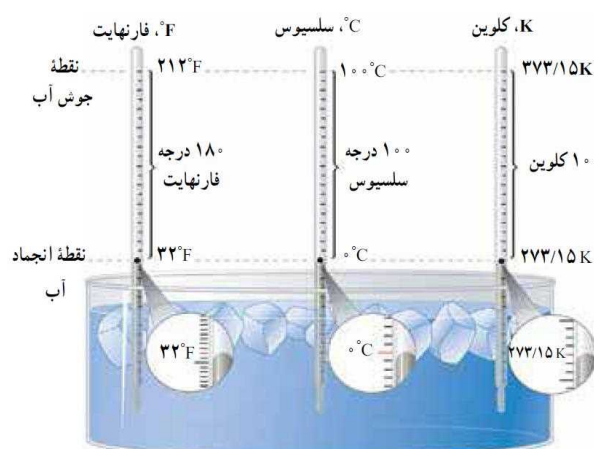
مقیاس‌های مختلف برای دماسنج:

سه مقیاس مهم در سنجش دما به کار می‌رود نقطه ذوب متعارف و نقطه جوش متعارف برای آب را به صورت جدول زیر نشان می‌دهند. با فرض خطی بودن تغییر دما براساس خاصیت دماسنجی، می‌توان رابطه بین این مقیاس‌ها را یافت.

نقطه ثابت	کلوین	سلسیوس (سانتی‌گراد)	فارنهایت
نقطه جوش متعارف	۳۷۳/۱۵	۱۰۰	۲۱۲
نقطه ذوب متعارف	۲۷۳/۱۵	۰	۳۲

باتوجه به اعداد جدول مشاهده می‌شود که بین نقطه ذوب متعارف تا نقطه جوش متعارف آب را برای فارنهایت به ۱۸۰ قسمت و برای سلسیوس (سانتی‌گراد) (centi grade) و کلوین به ۱۰۰ قسمت تقسیم می‌نمایند.

شکل زیر مقایسه ای از این سه مقیاس دما یعنی کلوین، سلسیوس و فارنهایت را نشان می‌دهد.



نکته: رابطه بین کلوین و سلسیوس به صورت $K = C + 273/15$ است.

نکته: رابطه بین فارنهایت و سلسیوس به صورت $F = 1/8C + 32$ است.

نکته: رابطه بین کلوین و فارنهایت به صورت $F = 1/8K - 459/67$ است.

نکته: صفر مطلق پایین ترین دمای ممکن است یعنی در آن دما، انرژی درونی ماده به حداقل مقدار خود می رسد و این دما $273/15 -$ درجه سلسیوس یا در واقع صفر کلوین در نظر گرفته شده است. کلوین اعداد منفی ندارد. برای دما حد بالایی وجود ندارد.

نکته: تغییرات دما در مقیاس های کلوین و سلسیوس از نظر عددی با هم یکسان است. ($\Delta K = \Delta C$)

نکته: تغییرات دما در مقیاس فارنهایت $1/8$ برابر مقیاس کلوین است. ($\Delta F = 1/8\Delta K$)

نکته: تغییرات دما در مقیاس فارنهایت $1/8$ برابر مقیاس سلسیوس است. ($\Delta F = 1/8\Delta C$)

نکته: اگر دماسنج مجهولی را بخواهیم با دماسنج دیگری مقایسه کنیم باید از تناسب یا رابطه معادله خط بین دو دمای بالا و پایین استفاده کنیم. در این رابطه x_1 و y_1 دماهای یکسان در دو دماسنج و x_2 و y_2 نیز دماهای یکسان در دو دماسنج هستند. با ساده کردن این رابطه می توان معادله بین دو دماسنج x و y را یافت.

$$\frac{y-y_1}{x-x_1} = \frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}$$

سؤال ۱: صفر مطلق تقریباً معادل چند فارنهایت است؟

- (۱) -۳۲ (۲) -۴۶۰ (۳) -۳۰۵ (۴) -۲۴۱

سؤال ۲: در چه دمایی، دماسنج فارنهایت و سلسیوس، عدد یکسانی را نشان می دهند؟

- (۱) -۳۲ (۲) ۳۲ (۳) ۴۰ (۴) -۴۰

سؤال ۳: در چه دمایی برحسب کلوین، عددی که دماسنج فارنهایت نشان می دهد، ۵ برابر عددی است که دماسنج سلسیوس نشان می دهد؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۵۰ (۳) ۲۸۳ (۴) ۳۲۳

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۴: مخزن یک دماسنج جیوه‌ای را درون مخلوط آب و یخ در فشار یک اتمسفر قرار داده‌ایم و طول ستون جیوه ۵ سانتی‌متر شده است، اگر آن را درون بخار آب جوش در فشار یک اتمسفر قرار دهیم، طول ستون جیوه ۲۵ سانتی‌متر می‌شود. در چه دمایی طول ستون جیوه ۱۰ سانتی‌متر خواهد شد؟

۳۵ (۴)

۲۵ (۳)

۱۵ (۲)

۱۰ (۱)

انبساط گرمایی:

یکی از آثار گرما، تغییر ابعاد و اندازه‌های جسم است که از آن به انبساط و انقباض یاد می‌شود. برای یافتن تغییرات ابعاد یک جسم ضریبی به نام ضریب انبساط تعریف می‌نماییم.

نکته: در انبساط، اجسام، شکل و زوایای خود را حفظ می‌کنند و حتی سوراخ داخل اجسام نیز به نسبت اضلاع بزرگ می‌شود.

نکته: اگر دو جسم مشابه یکی توپر و دیگری توخالی را گرما دهیم:

- (۱) اگر دمای هر دو به یک میزان تغییر داده شود، حتماً میزان انبساط آن‌ها یکسان است.
- (۲) اگر به هر دو گرمای یکسانی داده شود چون جسم توخالی دمایش بیشتر تغییر می‌کند، انبساط توخالی بیشتر است.

ضریب انبساط طولی (α):

تغییر طول یک متر از جسمی (واحد طول) که دمای آن یک درجه کلوین (واحد درجه حرارت) تغییر کند را ضریب انبساط طولی گویند که واحد آن در SI با نماد $1/K$ و یا $1/^\circ C$ نشان داده می‌شود. به عبارت دقیق‌تر می‌توان گفت ضریب انبساط طولی برابر است با افزایش طول واحد طول ماده به ازای افزایش دمای یک کلوین.

بنابراین از تعریف ضریب انبساط طولی، برای محاسبه تغییرات طول یک جسم می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \quad \text{یا} \quad L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta T)$$

ΔT تغییرات دما بر حسب کلوین یا سلسیوس است و L_1 طول اولیه جسم و L_2 طول ثانویه آن است. که طول‌ها فقط کافیت یکای یکسانی داشته باشند.

نکته: ضریب انبساط طولی به جنس ماده بستگی دارد. البته به دما نیز بستگی دارد ولی چون وابستگی به دما برای آن کم است، از آن صرف نظر می کنیم.

نکته: این رابطه برای انبساط هر طولی حتی محیط اشکال قابل استفاده است.

نکته: در نمودار طول بر حسب دما، شیب نمودار برابر $L\alpha$ است.

نکته: برای دقت در محاسبات، دما و طول ها باید صعودی در روابط قرار گیرد. در غیر این صورت عدد به دست آمده کمی با عدد واقعی تفاوت دارد.

نکته: تست های تغییر طول یک جسم را با تناسب نیز می توان حل نمود.

در جدول زیر ضریب انبساط طولی برای برخی مواد را مشاهده می نمایید:

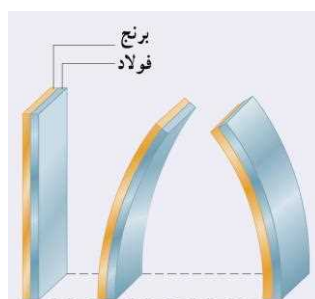
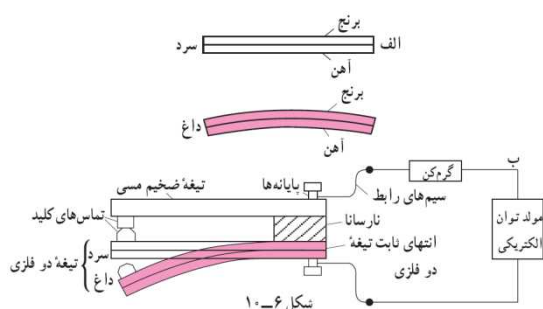
ماده	ضریب انبساط طولی $(\frac{1}{K})$	ماده	ضریب انبساط طولی $(\frac{1}{K})$	ماده	ضریب انبساط طولی $(\frac{1}{K})$
آلومینیوم	23×10^{-6}	الماس	تقریباً صفر	کوارتز	0.4×10^{-6}
آجر	9×10^{-6}	بتن	12×10^{-6}	روی	31×10^{-6}
مس	17×10^{-6}	آهن	12×10^{-6}	برنج	19×10^{-6}

نکته: خط کش نیز با تغییر دما، تغییر ابعاد داده و طول ظاهری اجسام را متفاوت با طول واقعی نشان می دهد. در این موارد

می توان گفت:
$$L_{\text{ظاهر}} = \frac{L_{\text{واقعی}}}{\text{طول یک واحد خط کش در دمای جدید}}$$

دمایا (ترموستات):

این ابزار مطابق شکل از دو تیغه با جنس های مختلف تشکیل شده است که به طور کامل به هم چسبیده یا جوش داده شده اند.



با تغییر دما به علت اختلاف ضریب انبساط تیغه ها به یک سمت خم شده و به کمک این ابزار می توان مطابق شکل جریان برق را در دمای خاصی قطع و وصل نمود.

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۵: طول قطعه‌های آهن که در ساختن ریل به کار می‌رود ۱۰ متر است. اگر دما در صحرا بین ۵- تا ۵۰ درجه سلسیوس تغییر کند، حداقل فاصله‌ای که بین دو قطعه آهن از یک ریل باید قرار دارد تا ریل‌ها منحرف نشوند، چند میلی‌متر است؟

$$(\alpha_{\text{آهن}} = 12 \times 10^{-6} K^{-1})$$

(۴) ۶۰

(۳) ۶

(۲) ۶/۶

(۱) ۶۶

سوال ۶: نسبت طول دو میله فلزی در دمای صفر درجه سلسیوس $\frac{L_A}{L_B} = 1/5$ است. اگر ضریب انبساط طولی این میله‌ها به

ترتیب $\alpha_A = 1/5 \times 10^{-3} K^{-1}$ ، $\alpha_B = 2/5 \times 10^{-3} K^{-1}$ باشد، در چه دمایی طول دو میله برابر می‌شود؟

(۴) ۴۰۰۰

(۳) ۴۰۰

(۲) ۲۰۰۰

(۱) ۲۰۰



سوال ۷: در شکل مقابل نوار فلزی با کاهش دما به پایین خم شده‌است.

جنس نوار بالایی و پایینی به ترتیب از راست به چپ کدام می‌تواند باشد؟

$$(\alpha_{\text{برنج}} = 19 \times 10^{-6} K^{-1} \text{ و } \alpha_{\text{فولاد}} = 12 \times 10^{-6} K^{-1})$$

(۲) فولاد - برنج

(۱) برنج - فولاد

(۴) برنج - برنج

(۳) فولاد - فولاد

سوال ۸: به دو میله هم طول A و B گرما می‌دهیم تا دمای میله A به اندازه θ ۴ و دمای میله B به اندازه θ ۵ بالا برود. اگر ضریب انبساط طولی میله A، $1/5$ برابر ضریب انبساط طولی میله B باشد، افزایش طول میله A چند برابر افزایش طول میله B است؟

(۴) $\frac{5}{6}$ (۳) $1/2$ (۲) $\frac{8}{15}$ (۱) $\frac{15}{8}$

سوال ۹: طول دو میله از جنس آهن و کوارتز در دمای صفر درجه سلسیوس برابر است. دمای میله کوارتزی را به $600^{\circ}C$ می‌رسانیم. دمای میله آهنی را به چند درجه سلسیوس برسانیم تا افزایش طول آن، برابر افزایش طول میله کوارتزی شود؟

$$(\alpha_{\text{آهن}} = 12 \times 10^{-6} K^{-1} \text{ و } \alpha_{\text{کوارتز}} = 0.4 \times 10^{-6} K^{-1})$$

- (۱) ۲۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۱۸۰ (۴) ۱۸۰۰۰

سوال ۱۰: طول هر یک از میله‌های برنجی و آهنی در دمای صفر درجه سلسیوس برابر ۱۰ متر است. در یک روز گرم مشخص شد که طول میله برنجی $2/8 \text{ mm}$ از طول میله آهنی بیشتر است. دمای هوا در آن روز چند درجه سلسیوس بوده است؟

$$(\alpha_{\text{آهن}} = 12 \times 10^{-6} K^{-1} \text{ و } \alpha_{\text{برنج}} = 19 \times 10^{-6} K^{-1})$$

- (۱) ۲۰ (۲) ۳۰ (۳) ۴۰ (۴) ۵۰

سوال ۱۱: طول میله‌ای در دماهای صفر درجه سلسیوس و ۱۰۰ درجه سلسیوس به ترتیب 212 mm و 237 mm می‌باشد. در چه دمایی طول میله 230 mm است؟

- (۱) ۶۰ (۲) ۷۲ (۳) ۷۸ (۴) ۸۰

سوال ۱۲: دمای دو کره فلزی هم جنس با شعاع‌های یکسان که یکی از آنها توپر و دیگری تو خالی است را به اندازه یکسان افزایش می‌دهیم. افزایش شعاع کدام یک از آنها بیشتر است؟

- (۱) توپر (۲) تو خالی (۳) برابرند (۴) به نسبت جرم بستگی دارد.

سوال ۱۳: به دو کره فلزی هم جنس با شعاع‌های یکسان که یکی از آنها توپر و دیگری تو خالی است گرمای یکسانی می‌دهیم. افزایش شعاع کدام یک از آنها بیشتر است؟

- (۱) توپر (۲) تو خالی (۳) برابرند (۴) به نسبت جرم بستگی دارد.

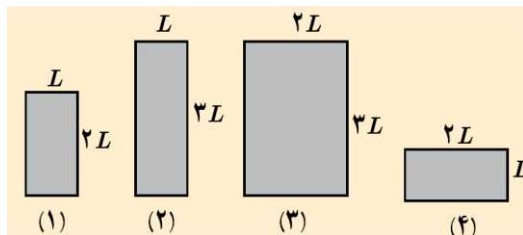
کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۱۴: در دمای صفر درجه سلسیوس کره‌ای آهنی به قطر $1/6 \text{ cm}$ روی حلقه‌ای از جنس روی به قطر $1/5 \text{ cm}$ قرار دارد. اگر حلقه و کره را با هم گرم کنیم، دمای حلقه حداقل 5^n درجه سلسیوس باید بشود تا گلوله از آن عبور کند. n چند است؟
 $(\alpha_{\text{روی}} = 32 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ و } \alpha_{\text{آهن}} = 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1})$ (فرض کنید هیچ کدام ذوب نشوند).

- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶

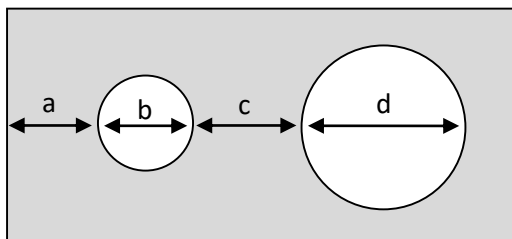
سوال ۱۵: یک متر فولادی که در دمای صفر درجه سلسیوس مدرج شده است، طول جسم غیر فولادی را در در دماهای بیشتر از صفر درجه سلسیوس نسبت به مقدار واقعی آن بیشتر نشان می‌دهد یا کمتر؟

- (۱) بیشتر (۲) کمتر (۳) یکسان (۴) به جرم جسم بستگی دارد.



سوال ۱۶: شکل مقابل چهار صفحه فلزی هم جنس را نشان می‌دهد. اگر دمای همه آن‌ها را یکسان افزایش دهیم، ارتفاع کدام یک، بیشتر تغییر می‌کند؟

- (۱) ۳ و ۴ (۲) ۲ و ۳ (۳) ۴ و ۱ (۴) ۳



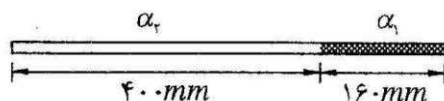
سوال ۱۷: در شکل مقابل که یک صفحه فلزی با دو سوراخ را نشان می‌دهد، کدام یک از اندازه‌های مشخص شده در شکل با افزایش دما، افزایش می‌یابد؟

- (۱) b و d (۲) a و c (۳) a و b و d (۴) a و b و c و d

سوال ۱۸: قطر یک صفحه دایره‌ای شکل مسی در دمای 20° C برابر 20 cm و قطر سوراخی که در وسط آن قرار دارد، 10 cm است. نسبت قطر صفحه به قطر سوراخ در دمای 40° C چند است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) ۵/۰

سوال ۱۹: مطابق شکل زیر میله‌ای از دو قسمت با ضرایب انبساط طولی $\alpha_1 = 15 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ و $\alpha_2 = 6 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ تشکیل شده است. اگر بر اثر افزایش دما طول میله به 562 mm برسد، طول قسمت راست چند میلی‌متر اضافه شده است؟



(۱) ۰/۷۵

(۲) ۱/۵

(۳) ۰/۵

(۴) ۱

سوال ۲۰: یک خط‌کش آلومینیومی طول یک میله مسی را در دمای $20^\circ C$ یک متر نشان می‌دهد. اگر خط‌کش طول را در دمای صفر درجه سلسیوس درست نشان دهد، اختلاف طول واقعی میله مسی در دمای $20^\circ C$ درجه سلسیوس با عددی که خط‌کش نشان می‌دهد، چند میلی‌متر است؟ ($\alpha_{\text{آلومینیوم}} = 23 \times 10^{-6} K^{-1}$ و $\alpha_{\text{مس}} = 17 \times 10^{-6} K^{-1}$)

(۴) ۳/۴

(۳) ۰/۳۴

(۲) ۰/۴۶

(۱) ۴/۶

ضریب انبساط سطحی:

ضریب انبساط سطحی برابر است با افزایش مساحت واحد سطح یک جسم جامد به ازای افزایش دمای یک کلوین.

نکته: می‌توانیم برای مساحت از رابطه مقابل استفاده کنیم: $A_2 = A_1(1 + 2\alpha\Delta T)$ یا $\Delta A = 2\alpha A_1\Delta T$

نکته: این رابطه برای انبساط هر مساحتی حتی مساحت سطح اشکال سه بعدی قابل استفاده است.

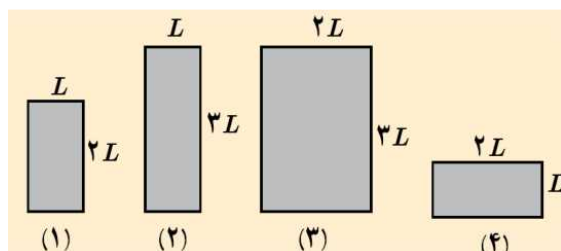
نکته: در نمودار مساحت بر حسب دما، شیب نمودار برابر $2A\alpha$ است.

نکته: ضریب انبساط سطحی دو برابر ضریب انبساط طولی است.

نکته: برای دقت در محاسبات، دما و مساحت‌ها باید صعودی در روابط قرار گیرد. در غیر این صورت عدد به دست آمده کمی با عدد واقعی تفاوت دارد.

نکته: تست‌های تغییر مساحت یک جسم را با تناسب نیز می‌توان حل نمود.

کج ممل یادداشت نکات:



سوال ۲۱: شکل مقابل چهار صفحه فلزی را نشان می‌دهد. اگر دمای همه آن‌ها را یکسان افزایش دهیم، مساحت کدام یک، بیشتر تغییر می‌کند؟

(۱) و ۳ (۲) و ۴

(۳) (۴) و ۲ و ۴

ضریب انبساط حجمی (β):

ضریب انبساط حجمی برابر است با افزایش حجم واحد حجم یک جسم به ازای افزایش دمای یک کلین:

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T \quad \text{یا} \quad V_2 = V_1(1 + \beta \Delta T)$$

در این جا نیز می‌توان رابطه مقابل را بیان نمود:

در جدول زیر ضریب انبساط حجمی برای برخی مواد را مشاهده می‌نمایید:

ضریب انبساط حجمی (γ_K)	ماده	ضریب انبساط حجمی (γ_K)	ماده	ضریب انبساط حجمی (γ_K)	ماده
0.18×10^{-3}	جیوه	$1/2 \times 10^{-3}$	بنزن	$1/6 \times 10^{-3}$	آتر معمولی
		0.5×10^{-3}	گلیسرین	$1/1 \times 10^{-3}$	الکل اتیلیک

نکته: این رابطه برای انبساط هر حجمی حتی حجم حفره‌ها قابل استفاده است.

نکته: در نمودار حجم بر حسب دما، شیب نمودار برابر $3V\alpha$ یا $V\beta$ است.

نکته: ضریب انبساط حجمی جامدات سه برابر ضریب انبساط طولی است.

نکته: برای مایعات ضریب انبساط طولی و سطحی تعریف نمی‌شود.

نکته: ضریب انبساط حجمی مایعات معمولاً از ضریب انبساط حجمی جامدات بیشتر است.

نکته: برای دقت در محاسبات، دما و حجم‌ها باید صعودی در روابط قرار گیرد. در غیر این صورت عدد به دست آمده کمی با عدد واقعی تفاوت دارد.

نکته: درصد تغییرات یک کمیت مانند f به صورت $100 \times \frac{\Delta f}{f_1}$ تعریف می‌شود. به عنوان نمونه برای طول و سطح و حجم

خواهیم داشت: $\frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = 300\alpha\Delta T = 100\beta\Delta T$ درصد تغییرات حجم

$\frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = 200\alpha\Delta T$ درصد تغییرات سطح $\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = 100\alpha\Delta T$ درصد تغییرات طول

نکته: مایعات چون درون ظرف جا گرفته‌اند و گرما روی ظرف آن‌ها نیز تأثیر دارد، ضریب انبساط ظاهری مایع برابر است با ضریب انبساط مایع منهای ضریب انبساط ظرف آن. یعنی آنچه که در ظاهر به عنوان انبساط مایع دیده می‌شود، اختلاف انبساط مایع و ظرف آن است.

نکته: تست‌های تغییر حجم یک جسم را با تناسب نیز می‌توان حل نمود.

سوال ۲۲: دمای ورقه نازکی از مس را ۱۰۰ درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم. مساحت آن چند درصد مساحت اولیه‌اش افزایش می‌یابد؟ ($\alpha_{\text{مس}} = 17 \times 10^{-6} K^{-1}$)

- (۱) ۰/۱۷ (۲) ۰/۳۴ (۳) ۱۷ (۴) ۳۴

سوال ۲۳: یک ارلن به حجم یک لیتر را از مایعی به دمای صفر درجه سلسیوس پر نموده و آن را تا دمای ۳۰ درجه سلسیوس حرارت می‌دهیم. با صرف نظر از تبخیر و با فرض این که ضریب انبساط حجمی مایع و شیشه به ترتیب $\beta_A = 5 \times 10^{-4} K^{-1}$ ، $\beta_B = 2/7 \times 10^{-5} K^{-1}$ است، بگویید چند سی سی مایع از ارلن به بیرون می‌ریزد؟

- (۱) ۱۴/۱۹ (۲) ۶/۹ (۳) صفر (۴) ۱۲/۵۷

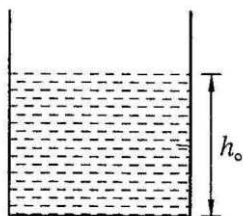
سوال ۲۴: ظرفی پر از گلیسرین است. اگر دما ۵۰ درجه سلسیوس افزایش یابد، چه نسبتی از حجم گلیسرین بیرون می‌ریزد؟ انبساط ظرف ناچیز است. ($\beta_{\text{گلیسرین}} = 0/5 \times 10^{-3} K^{-1}$)

- (۱) ۰/۰۲۵ (۲) ۲/۵ (۳) ۲۵ (۴) ۰/۲۵

سوال ۲۵: ظرفی مسی که گنجایش آن در دمای صفر درجه سلسیوس 100 cm^3 است، از جیوه پر شده است. مجموعه را تا دمای $100^\circ C$ گرم می‌کنیم. چند گرم جیوه از ظرف بیرون می‌ریزد؟ چگالی جیوه در دمای صفر درجه سلسیوس $\rho = 13/5 \text{ g/cm}^3$ است. ($\beta_{\text{جیوه}} = 0/18 \times 10^{-3} K^{-1}$ و $\alpha_{\text{مس}} = 20 \times 10^{-6} K^{-1}$)

- (۱) ۱۵/۹ (۲) ۱۶/۲ (۳) ۱۴ (۴) ۱۳/۷

کج ممل یادداشت نکات:



سوال ۲۶: در شکل مقابل مایعی به ضریب انبساط حجمی $1 \times 10^{-3} K^{-1}$ درون ظرفی شیشه‌ای به ضریب انبساط حجمی $3 \times 10^{-3} K^{-1}$ قرار دارد. دمای ظرف و مایع داخل آن به اندازه $100^\circ C$ بالا می‌رود. اگر ارتفاع اولیه مایع درون ظرف 20 cm باشد، ارتفاع ثانویه مایع چند سانتی‌متر می‌شود؟

۲۳ (۴)

۲۱/۳۳ (۳)

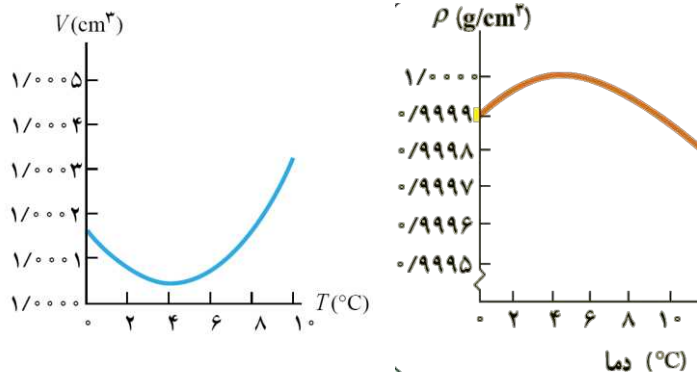
۱۸/۳۳ (۲)

۲۰ (۱)

$$\rho = \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T} \Rightarrow \rho = \rho_1 (1 - \beta \Delta T)$$

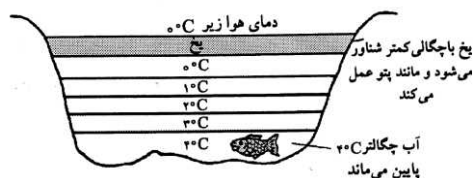
نکته: رابطه چگالی بر حسب دما به صورت مقابل است:

نکته: در واقعیت ضریب انبساط اجسام، خود نیز تابع دماست که ما از آن صرف نظر می‌کنیم ولی در برخی مواد این مورد بیشتر مشهود است. مانند انبساط غیر طبیعی آب بین صفر تا $4^\circ C$ درجه. در ضمن ضریب انبساط می‌تواند عدد منفی هم باشد.



نکته: بیشترین چگالی آب و کمترین حجم آن در دمای $4^\circ C$ درجه سلسیوس است.

نکته: در نمودار چگالی بر حسب دما، شیب نمودار برابر $-3\rho\alpha$ یا $-\rho\beta$ است.

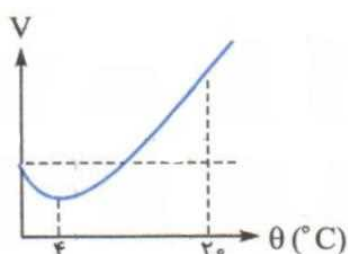


نکته: انبساط غیر عادی آب برای ماهی‌ها و موجودات دریایی بسیار مفید است. زیر دریاچه در زمستان دما $4^\circ C$ درجه است و بالای آن صفر درجه و یخ خواهد بود.

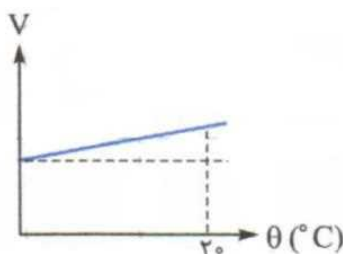
سوال ۲۷: چگالی فولاد در دمای صفر درجه سلسیوس 7800 کیلوگرم بر مترمکعب است. چگالی آن در دمای 23 کلوین چند میلی گرم بر سانتی متر مکعب نسبت به دمای صفر درجه سلسیوس تغییر کرده است؟ (ضریب انبساط طولی فولاد $10^{-5} K^{-1}$ است.)

(۴) $-19/5$ (۳) $19/5$ (۲) $-58/5$ (۱) $58/5$

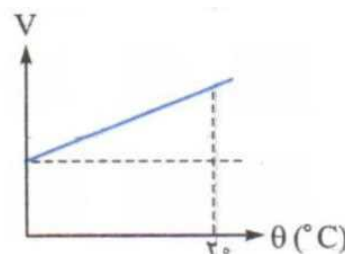
سوال ۲۸: نمودار حجم بر حسب دما را برای سه ماده (آب، فولاد و جیوه) با حجم‌های اولیه یکسان می‌بینید. ماده مربوط به نمودارهای الف و ب و ج به ترتیب از راست به چپ کدامند؟ ($\beta_{\text{جیوه}} = 0.18 \times 10^{-3} K^{-1}$ و $\alpha_{\text{فولاد}} = 12 \times 10^{-6} K^{-1}$)



(ج)



(ب)



(الف)

(۲) جیوه - فولاد - آب

(۱) آب - فولاد - جیوه

(۴) جیوه - آب - فولاد

(۳) فولاد - جیوه - آب

گرما:

گرما مقدار انرژی است که به دلیل اختلاف دما، بین یک جسم و جسم دیگری که با آن در تماس است مبادله می‌شود. گرما نوعی انرژی است. ژول (J) واحد اصلی انرژی و همین طور گرما در SI می‌باشد. البته یکاهای دیگری نظیر «کالری» نیز برای آن وجود دارد.

ظرفیت گرمایی (C):

مقدار گرمایی که به جسم داده می‌شود تا بدون تغییر فاز، دمای آن یک درجه افزایش یابد که خود به جنس ماده و جرم آن بستگی دارد.

ظرفیت گرمایی بر حسب واحدهای مختلفی قابل محاسبه است و در واقع از رابطه $C = \frac{Q}{\Delta\theta}$ به دست می‌آید. یکای آن در SI به صورت J/K یا $J/^{\circ}C$ است.

کج ممل یادداشت نکات:

نکته: هر کالری ۴/۱۸۶ ژول است.

نکته: ظرفیت گرمایی جسمی که از چند ماده مختلف تشکیل شده است با مجموع ظرفیت گرمایی آن اجسام برابر است.

$$C_{\text{کل}} = C_1 + C_2 + \dots$$

یعنی:

نکته: در نمودار گرما بر حسب دما، شیب نمودار، ظرفیت گرمایی (C) را به ما می‌دهد. این نمودار حتماً خط راست خواهد بود.

نکته: در نمودار دما بر حسب گرما، شیب نمودار، معکوس ظرفیت گرمایی ($\frac{1}{C}$) را به ما می‌دهد. این نمودار حتماً خط راست خواهد بود.

ظرفیت گرمایی ویژه (گرمای ویژه) (c) :

گرمای ویژه هر جسم مقدار گرمایی است که اگر به یک کیلوگرم از جسم داده شود، بدون تغییر فاز، دمای آنرا یک درجه

سلسیوس (یا یک کلونین) بالا می‌برد. در واقع از رابطه $c = \frac{Q}{m\Delta\theta}$ به دست می‌آید. یکای آن در SI معمولاً $J/kg^\circ C$ یا J/kgK است.

نکته: گرمای ویژه فقط به جنس جسم بستگی دارد.

نکته: رابطه قبل را معمولاً جهت یافتن گرما و به صورت $Q = mc\Delta\theta$ به کار می‌بریم.

نکته: گرمایی که جسم می‌گیرد مثبت و گرمایی که جسم از دست می‌دهد منفی خواهد بود. که با جاگذاری $\Delta\theta$ با علامت درست آن، علامت درست گرما به دست خواهد آمد.

نکته: در تست‌های نسبیتی از رابطه مقابل می‌توان استفاده کرد:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{c_2}{c_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}$$

نکته: گرمای ویژه مایعات بیشتر از جامدات است و بین مایعات در شرایط یکسان آب بیشترین گرمای ویژه را دارد.

نکته: افزایش ناخالصی سبب کاهش گرمای ویژه مواد می‌گردد.

نکته: معمولاً دمای مایع و ظرفی که در آن قرار دارد را یکسان فرض می‌کنیم.

نکته: توان گرمکن برابر است با گرمای گرمکن تقسیم بر زمان آن.

نکته: مخلوط آب و یخ، دارای دمای صفر درجه سلسیوس است.

برای گازها دو نوع گرمای ویژه تعریف می‌گردد یکی در حجم ثابت و دیگری در فشار ثابت که از بحث ما خارج است.

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۲۹: به دو جسم به یک اندازه گرما داده‌ایم و دمای آن‌ها نیز بدون تغییر حالت به یک اندازه تغییر نموده است. کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) دو جسم مشابه بوده‌اند. (۲) جرم و گرمای ویژه آن‌ها یکسان است.
(۳) گرمای ویژه آن‌ها یکسان است. (۴) نسبت گرمای ویژه آن‌ها معکوس نسبت جرم آن‌هاست.

سوال ۳۰: چند گلوله با جرم یکسان از جنس‌های آهن، مس، برنج و آلومینیوم را درون ظرفی از آب در حال جوشیدن به مدت طولانی دقیقه قرار داده و سپس همه آن‌ها را روی قطعه‌ای بزرگ از کره قرار می‌دهیم. کدام یک، کره را بیشتر ذوب می‌کند؟

$$(c_{\text{آلومینیوم}} = 900 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C} \text{ و } c_{\text{مس}} = 386 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C} \text{ و } c_{\text{آهن}} = 390 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C} \text{ و } c_{\text{برنج}} = 380 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C})$$

- (۱) آلومینیوم (۲) مس (۳) آهن (۴) برنج

سوال ۳۱: گلوله‌ای که با سرعت ۱۰۰ متر بر ثانیه در حرکت است. ناگهان به مانع سختی برخورد می‌کند و تمام انرژی جنبشی آن به گرما تبدیل می‌شود. اگر تمام گرمای حاصل، صرف افزایش دمای گلوله شود و گرمایی ویژه گلوله ۱۰۰ ژول بر کیلوگرم درجه سلسیوس باشد، افزایش دمای آن بر حسب درجه سلسیوس چقدر است؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۵۰ (۳) ۰/۵ (۴) به جرم بستگی دارد.

سوال ۳۲: یک گلوله سربی با سرعت ۳۲۴ کیلومتر بر ساعت به یک درخت برخورد کرده و در آن فرو می‌رود. اگر هفتاد درصد انرژی جنبشی گلوله صرف گرم کردن خودش شود. دمای آن چند درجه سلسیوس بالا می‌رود؟ ($c_{\text{سرب}} = 126 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$)

- (۱) ۴۵ (۲) ۲۲/۵ (۳) ۲۱۰ (۴) ۹۰

سوال ۳۳: یک گلوله سربی به جرم ۲۵ گرم که با سرعت ۳۶۰ متر بر ثانیه حرکت می‌کند، با کره‌ای مسی به جرم ۰/۵ kg برخورد نموده، در داخل آن متوقف می‌شود. اگر فرض کنیم تمام انرژی جنبشی گلوله به گرما تبدیل شود و تغییر دمای هر دو یکسان باشد، تغییر دمای کره مسی چند درجه سلسیوس خواهد بود؟ ($c_{\text{سرب}} = 100 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ و $c_{\text{مس}} = 400 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$)

- (۱) ۵ (۲) ۸ (۳) ۱۲ (۴) ۱۶

کج ممل یادداشت نکات:

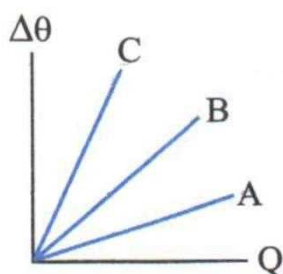
سوال ۳۴: توان مصرفی آب گرم کنی به ظرفیت ۳۰۰ لیتر، $2400W$ است، با نادیده انگاشتن اتلاف گرما از طریق دیواره ها و ظرفیت گرمایی مخزن، تعیین کنید چند ثانیه طول می کشد تا دمای آب داخل آبگرمکن از $20^{\circ}C$ به $70^{\circ}C$ برسد؟

(۱) ۲۶۰۰۰ (۲) ۲۶۲۵۰ $(\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3 \text{ و } c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}C)$

(۳) ۲۶۵۵۰ (۴) ۲۶۷۵۰

سوال ۳۵: یک سماور برقی دمای پنج لیتر آب $10^{\circ}C$ را در مدت ۴۰ دقیقه به $90^{\circ}C$ می رساند. اگر توان مصرفی سماور ۸۰۰ وات باشد، بازده آن چند درصد است؟ $(\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3 \text{ و } c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}C)$

(۱) ۷۸/۵ (۲) ۷۰ (۳) ۸۷/۵ (۴) ۸۰



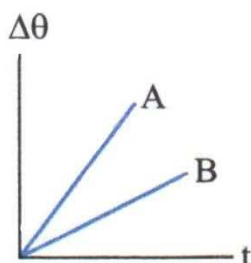
سوال ۳۶: نمودار تغییرات دما برحسب گرمای داده شده برای سه جسم مطابق شکل است. ظرفیت گرمایی کدام یک بزرگتر است؟

- (۱) A
(۲) C
(۳) برابرند

(۴) به جرم آن ها بستگی دارد.

سوال ۳۷: در سوال قبل، گرمای ویژه کدام یک بزرگتر است؟

- (۱) A (۲) C (۳) برابرند (۴) به جرم آن ها بستگی دارد.

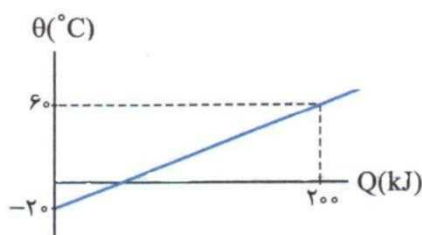


سوال ۳۸: به دو جسم با جرم های یکسان توسط گرمکن های یکسانی گرما داده ایم و نمودار تغییرات دما برحسب زمان برای آن ها مطابق شکل شده است. گرمای ویژه کدام یک بیشتر است؟

- (۱) A
(۲) B
(۳) برابرند

(۴) نمی توان تعیین کرد.

که ممل یادداشت نکات:



سوال ۳۹: با توجه به نمودار مقابل که مربوط به جسم ۵ کیلوگرمی است، گرمای

ویژه جسم چند واحد SI است؟

(۱) ۴۰۰

(۲) ۶۰۰

(۳) ۸۰۰

(۴) ۵۰۰

سوال ۴۰: به دو جسم A و B مقدار یکسانی گرما داده می شود. دمای آن ها به ترتیب $\Delta\theta_1 = 8^\circ\text{C}$ و $\Delta\theta_2 = 24^\circ\text{C}$ افزایش می یابد. اگر این مقدار گرما در مجموع به دو جسم داده شود تا دمای آن ها به یک اندازه بالا برود، دمای هر کدام چند درجه سلسیوس بالا می رود؟

(۴) ۴

(۳) ۶

(۲) ۸

(۱) ۱۶

مول و عدد آووگادرو:

آووگادرو تعریف نمود که تعداد ذرات هر مول از ماده بدون توجه به نوع ماده 6.02×10^{23} عدد از آن است که این عدد، عدد آووگادرو نامیده شد.

$$n = \frac{m}{M}$$

تعداد مول های یک ماده از رابطه مقابل قابل محاسبه است:

$m \leftarrow$ جرم ماده

$M \leftarrow$ جرم مولکولی یا جرم مولی

گرمای ویژه مولی:

گرمای ویژه مولی هر جسم مقدار گرمایی است که اگر به یک مول از جسم داده شود، بدون تغییر فاز، دمای آن را یک درجه سلسیوس (یا یک کلوین) بالا می برد. طبق قاعده «دولن و پتی» گرمای ویژه بیشتر فلزها 25 J/mol.K است و به جنس آن ها بستگی ندارد.

نکته: گرمای ویژه مولی در واقع همان ظرفیت گرمایی تقسیم بر مول $\left(\frac{C}{n} \text{ یا } \frac{mc}{n}\right)$ است.

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۴۱: تعداد ذرات موجود در یک مول گاز نیتروژن چند برابر تعداد ذرات موجود در یک مول گاز آرگون است؟ (جرم مولی نیتروژن ۱۴ و جرم مولی آرگون ۴۰ است.)

- (۱) 0.35 (۲) 6.02×10^{23} (۳) $2/107 \times 10^{23}$ (۴) ۱

سوال ۴۲: درون یک مخزن ۸۰ گرم گاز اکسیژن وجود دارد. جرم مولی گاز اکسیژن ۳۲ گرم برمول است. در این مخزن چه تعداد اتم اکسیژن وجود دارد؟

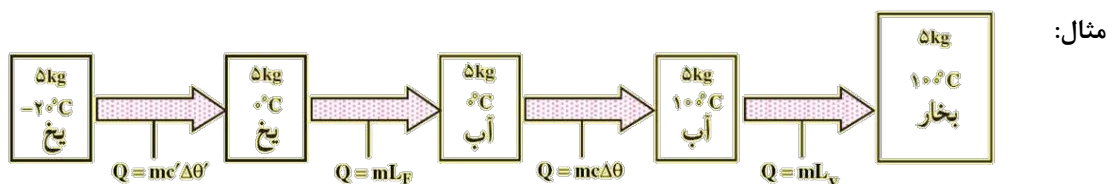
- (۱) $30/1 \times 10^{23}$ (۲) $15/05 \times 10^{23}$ (۳) $2/5$ (۴) ۵

سوال ۴۳: با توجه به گرمای ویژه مولی فلزات که $25 J/mol.K$ است و جرم مولی آلومینیوم که ۲۷ گرم برمول است، گرمای ویژه آلومینیوم چند واحد SI است؟

- (۱) $\frac{25}{27}$ (۲) $\frac{27}{25000}$ (۳) $\frac{27}{25}$ (۴) $\frac{25000}{27}$

تغییر حالت مواد:

وقتی به جسمی گرما می‌دهیم، اگر دمایش ثابت بماند حتماً اتفاق دیگری در شرف وقوع است. این اتفاق چیزی نیست جز گذار فاز یا تغییر حالت ماده.



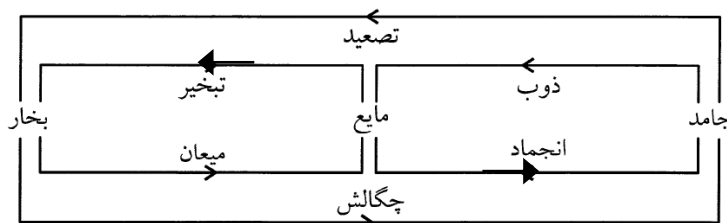
نکته: در فشار ثابت، گذار فاز در یک دمای معین رخ می‌دهد. به این دمای ثابت، دمای گذار می‌گویند.

نکته: نمودار گرما بر حسب دما در تمام مدت تغییر حالت، به صورت خطی افقی خواهد بود.

نکته: نمودار دما بر حسب گرما در تمام مدت تغییر حالت، به صورت خطی عمودی خواهد بود.

کج ممل یادداشت نکات:

نام گذاری تغییر حالت (گذار فاز):

گرمای نهان ذوب (Q_F):

مقدار گرمایی که جسم می گیرد تا بدون تغییر دما در نقطه ذوب از جامد به مایع تبدیل شود را گویند.

گرمای ویژه نهان ذوب (L_F):

مقدار گرمایی که واحد جرم جسم (یک کیلوگرم) می گیرد تا بدون تغییر دما در نقطه ذوب از جامد به مایع تبدیل شود را

گویند که به جنس ماده بستگی دارد. بنابراین داریم: $Q_F = m.L_F$

نکته: نقطه ذوب (Fusion یا melting) و نقطه انجماد یک جسم در فشار یکسان، با هم برابرند.

نکته: برای انجماد (تبدیل مایع به جامد) $Q_F = -m.L_F$ است. زیرا جسم گرما از دست می دهد.

نکته: ذوب فرآیندی گرماگیر و انجماد فرآیندی گرماده است.

نکته: ذوب جامدهای خالص و بلورین معمولاً با افزایش حجم همراه است ولی چند استثناء هم وجود دارد مانند یخ، چدن، نقره و بیسموت و چربی.

نکته: جامدهای بی شکل (آمورف) و ناخالص نقطه ذوب مشخصی ندارد و قبل از ذوب معمولاً به شکل خمیری شکل در می آیند. مانند قیر و شیشه.

نکته: معمولاً افزایش فشار، سبب افزایش نقطه ذوب و انجماد می شود و کاهش فشار سبب کاهش نقطه ذوب و انجماد می گردد. آب و یخ استثناء بوده و برعکس هستند.

نکته: افزایش ناخالصی سبب کاهش نقطه ذوب و انجماد می گردد.

سوال ۴۴: حداقل گرمای مورد نیاز برای ذوب نمودن ۲۰۰ گرم نقره که در دمای 20°C قرار دارد چند کیلوژول است؟
(فشار هوا را یک اتمسفر فرض نمایید و نقطه ذوب نقره 920°C است $L_F = 90 \text{ kJ/kg}$ و $c_{\text{نقره}} = 200 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$)

(۴) ۳۶/۱۸

(۳) ۵۴

(۲) ۳۶

(۱) ۱۸

سوال ۴۵: یک راه برای جلوگیری از سرد شدن بیش از حد سالن‌های سربسته زمانی که دمای هوا به زیر صفر می‌رسد، این است که ظرف بزرگی از آب را درون سالن قرار می‌دهند. اگر جرم آب ۱۵۰ کیلوگرم و دمای اولیه آن 20°C باشد و تمام آن به یخ صفر درجه سلسیوس تبدیل شود، ظرف آب چند مگاژول گرما به محیط خواهد داد؟

($c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ و $L_f = 334000 \text{ J/kg}$)

(۲) ۱۲/۶

(۱) ۶۲/۷

(۴) ۸۴/۶

(۳) ۵۰/۱

سوال ۴۶: به ۱۰g یخ با دمای -10°C ، ۳۷۷ ژول گرما می‌دهیم. چند درصد یخ ذوب می‌شود؟

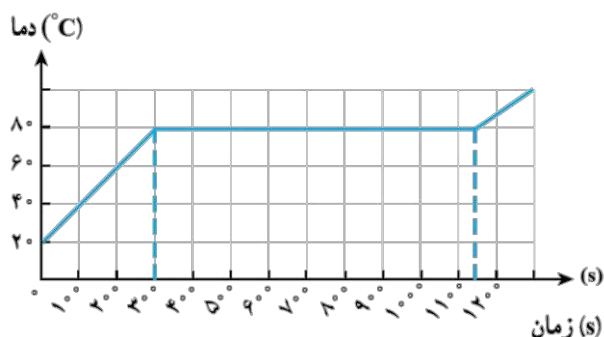
($c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ و $L_f = 334000 \text{ J/kg}$)

(۲) ۵

(۱) ۵۰

(۴) ۲

(۳) ۲۰



سوال ۴۷: جسم جامدی به جرم ۵۰ گرم توسط گرمکن ۱۰ واتی گرم شده است و نمودار دما بر حسب زمان آن مطابق شکل مقابل است. گرمای ویژه جامد چند واحد SI است؟

(۱) ۵۰۰

(۲) ۱۰۰۰

(۳) ۲۰۰۰

(۴) ۳۰۰۰

که ممل یادداشت نکات:

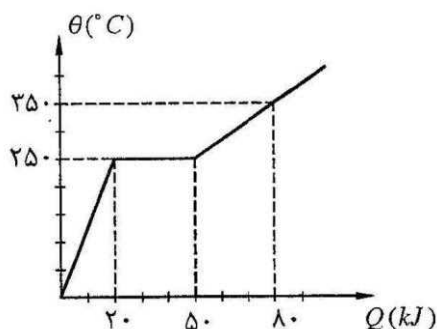
سوال ۴۸: در سوال قبل گرمای نهان ذوب جسم چند ژول است؟

(۴) ۸۵۰۰

(۳) ۱۱۵۰۰

(۲) ۲۳۰۰۰۰

(۱) ۱۷۰۰۰۰

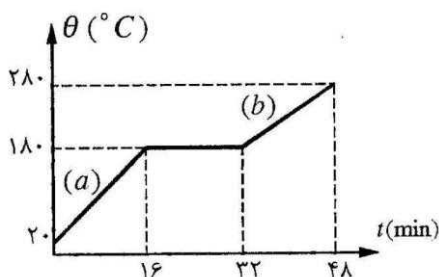


سوال ۴۹: در شکل نمودار تغییر دمای جسمی را که در ابتدا جامد بوده است، بر حسب گرمای داده شده به آن مشاهده می کنیم. نسبت گرمای ویژه جسم در حالت مایع به گرمای ویژه آن در حالت جامد چقدر است؟

(۱) ۱/۵

(۲) ۳/۷۵

(۳) ۰/۴

(۴) $\frac{4}{15}$ 

سوال ۵۰: به جسم جامدی به جرم ۱ kg با توان ثابت گرما می دهیم. شکل تغییرات دمای جسم را بر حسب زمان نشان می دهد. گرمایی ویژه جسم در حالت مایع چند واحد SI است؟ گرمای نهان ذوب جسم $80 \frac{J}{g}$ است.

(۲) ۴۰۰

(۱) ۲۰۰

(۴) ۸۰۰

(۳) ۶۰۰

سوال ۵۱: یک گلوله سربی به جرم ۲۵ گرم که با سرعت ۴۰۰ متربرثانیه حرکت می کرد صفحه ای را سوراخ کرده، از آن عبور می کند و سرعت آن پس از عبور از صفحه ۱۰۰ متربرثانیه می شود. دمای گلوله قبل از برخورد ۲۷ درجه سلسیوس بوده است. معلوم کنید اگر ۶۰ درصد انرژی حاصل از برخورد صرف گرم کردن گلوله شود، چند گرم از آن ذوب خواهد شد؟

(۱) ۵ (۲) ۱۵ (۳) ۷/۵ (۴) ۱۲/۵

($L_f = 25000 J/kg$ و $c = 125 J/kg \cdot ^\circ C$ و نقطه ذوب سرب $327^\circ C$ است.)

انواع تبخیر (vaporization):

- (۱) تبخیر در خلأ: این تبخیر بسیار سریع و تقریباً به صورت آنی صورت می گیرد.
 - (۲) تبخیر در مجاورت یک گاز: به کندی صورت پذیرفته و تا زمانی که فضا از بخار مایع اشباع شود، ادامه می یابد.
 - (۳) تبخیر سطحی: از سطح مایع صورت پذیرفته و در هر دمایی انجام می گردد و به عواملی از جمله مساحت سطح، دما، فشار هوا و جنس مایع بستگی دارد.
 - (۴) تبخیر در اثر جوش: هنگامی که علاوه بر سطح مایع در داخل مایع نیز تبخیر صورت گیرد گوییم مایع در حال جوشیدن است که حباب های بخار سیر شده مایع داخل آن به وجود آمده و به سطح مایع آمده و می ترکند. این پدیده در دمایی اتفاق می افتد که فشار بخار سیر شده برابر فشار هوای بالای سر مایع باشد.
- نکته: تبخیر سطحی با افزایش دما و افزایش سطح ظرف و کاهش فشار هوا و وزیدن نسیم، افزایش می یابد.

گرمای نهان تبخیر (Q_V):

مقدار گرمایی که جسم می گیرد تا بدون تغییر دما در نقطه جوش از مایع به گاز تبدیل شود.

گرمای ویژه نهان تبخیر (L_V):

مقدار گرمایی که واحد جرم جسم (یک کیلوگرم) می گیرد تا بدون تغییر دما در نقطه جوش از مایع به گاز تبدیل شود را گویند که به جنس و دما بستگی دارد. بنابراین داریم:

$$Q_V = m.L_V$$

نکته: با افزایش فشار نقطه جوش و میعان (boiling) افزایش می یابد و با کاهش فشار، نقطه جوش و میعان نیز کاهش می یابد.

نکته: افزایش ناخالصی سبب افزایش نقطه جوش و کاهش نقطه ذوب می گردد.

نکته: نقطه جوش و نقطه میعان یک جسم در فشار یکسان، با هم برابرند.

نکته: برای میعان (تبدیل گاز به مایع) $Q_V = -m.L_V$ است. زیرا جسم گرما از دست می دهد.

نکته: جوش فرآیندی گرماگیر و میعان فرآیندی گرماده است.

نکته: معمولاً L_V بزرگتر از L_F است.

نکته: برای تصعید نیز گرمای نهان تعریف می گردد که به علت کاربرد کم آن از بحث ما خارج است. خالی از لطف نیست بدانید برخی مواد در فشار معمولی مستقیماً تصعید می یابند مانند نفتالین و ید و همه مواد جامد را می توان تصعید نمود به شرط آن که فشار را به اندازه مورد نیاز کاهش دهیم.

نکته: میعان معمولاً به یکی از روش‌های زیر صورت می‌گیرد:

الف) کاهش دمای گاز ب) افزایش فشار وارد بر گاز (تراکم) ج) کاهش دما و تراکم

سوال ۵۲: یک گرم‌کن ۵۰ واتی به طور کامل درون ۱۰۰ گرم آبی که درون گرماسنج است قرار دارد. این گرم‌کن در مدت یک دقیقه دمای آب را از 20°C به 25°C می‌رساند. ظرفیت گرمایی گرماسنج چند ژول بر درجه سلسیوس است؟

(۱) ۹۰۰ (۲) ۱۸۰ $(c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C} \text{ و } L_V = 2255000 \text{ J/kg})$

(۳) ۹۰۰۰ (۴) ۱۸۰۰

سوال ۵۳: در سوال قبل چند دقیقه طول می‌کشد تا دمای آب درون گرماسنج از 25°C به نقطه جوش (100°C) برسد؟

(۱) ۹۰۰ (۲) ۶۲۰ (۳) ۱۰/۵ (۴) ۱۵

سوال ۵۴: در سوال ۵۲ چند ثانیه طول می‌کشد تا ۲۰ گرم آب در حال جوشیدن درون گرماسنج به بخار آب تبدیل شود؟

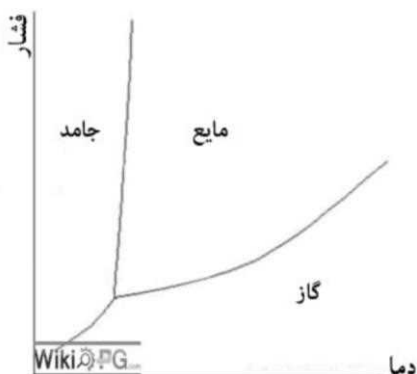
(۱) ۹۰۲ (۲) ۶۲۲ (۳) ۱۰/۶ (۴) ۱۵/۱

سوال ۵۵: گرم‌کنی در هر ثانیه ۲۰۰ ژول گرما به مواد داخل خود می‌دهد. چند دقیقه طول می‌کشد تا این گرم‌کن ۱/۰ کیلوگرم

آب 100°C را به بخار آب 100°C تبدیل کند؟ $(L_V = 2256000 \text{ J/kg})$

(۱) ۱۱۲/۸ (۲) ۱/۸۸ (۳) ۱۱/۲۸ (۴) ۱۸/۸۸

نقطه سه گانه:



با کاهش فشار، نقطه جوش کاهش یافته و نقطه ذوب افزایش می یابد تا در فشار خاصی، نقطه ذوب و جوش بر هم منطبق می گردند. این نقطه را نقطه سه گانه گویند که در آن سه حالت جامد و مایع و گاز از یک جسم وجود دارند. نمودار این حالت را در شکل مشاهده می کنید. البته دقت نمایید برای تمام مواد این نمودار به این شکل نیست. به عنوان مثال هلیوم نقطه سه گانه ندارد. یا برای آب با افزایش فشار، نقطه ذوب کاهش می یابد. نقطه سه گانه برای آب در فشار ۴/۵۸ میلیمتر جیوه و دمای ۰/۰۱ درجه سلسیوس پدیدار می گردد.

تعادل گرمایی:

علت شارش گرما بین دو جسم که با هم در تماسند، فقط و فقط این است که دمای دو جسم برابر نیست و تبادل خود به خودی گرما باعث می شود تا دمای دو جسم به یکدیگر نزدیک شود. این تبادل گرما تا وقتی که دمای دو جسم برابر شود ادامه دارد. در چنین وضعیتی می گوئیم دو جسم به تعادل گرمایی رسیده اند و در این حالت دمای مشترک دو جسم را «دمای تعادل» گویند.

در پدیده تعادل گرمایی مقدار گرمایی که جسم گرم تر از دست می دهد (Q) تا به تعادل گرمایی برسد همان مقدار گرمایی است که جسم سردتر (Q') دریافت می کند، یعنی داریم:

$$|Q| = |Q'| \Rightarrow Q + Q' = 0$$

نکته: برای اجسامی که گرما می گیرند $Q > 0$ در نظر گرفته می شود و برای اجسامی که گرما از دست می دهند، $Q < 0$ در نظر گرفته می شود.

نکته: اگر اجسام با محیط بیرون تبادل گرما داشته باشند، رابطه فوق به صورت $Q + Q' + Q_{\text{محیط}} = 0$ تغییر می یابد. اگر محیط مثبت باشد، گرمای اجسام اتلاف شده و به محیط داده شده است و اگر محیط منفی باشد، اجسام از محیط گرما دریافت کرده اند.

نکته: اگر در تست های تعادل گرمایی $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kgK}$ و $c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kgK}$ و $L_F = 336 \text{ KJ/kg}$ و $L_V = 2268 \text{ KJ/kg}$ باشد، با نسبت های زیر به راحتی می توان تست را حل کرد:

$$L_V = 540x$$

$$L_F = 80x$$

$$c_{\text{یخ}} = \frac{1}{2}x$$

$$c_{\text{آب}} = x$$

که محل یادداشت نکات:

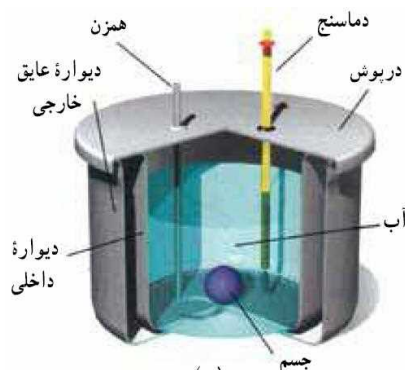
نکته: با فرض عدم تغییر فاز، دمای تعادل مجموعه‌ای از اجسام که جرم‌ها به ترتیب $m_1, m_2, m_3, \dots$ و گرمای ویژه آن‌ها

به ترتیب $c_1, c_2, c_3, \dots$ و دمای اولیه آن‌ها به ترتیب $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots$ می‌باشد برابر است با: $\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + \dots}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + \dots}$

در این رابطه کافیت یکاها یکسان باشد. اگر جنس همه اجسام یکسان باشد، این رابطه به $\theta_e = \frac{m_1 \theta_1 + m_2 \theta_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}$ تبدیل می‌شود.

نکته: اگر یکی از اجسام بسیار بزرگ باشد مانند دریاچه، دمای تعادل حتماً دمای همان جسم در حالت اولیه است.

گرماسنج:



برای تعیین ظرفیت گرمایی ویژه جسم از دستگاهی مطابق شکل روبرو استفاده می‌گردد. مقدار مشخصی آب با دمای اولیه مشخص به همراه جسم مورد نظر که جرم و دمای اولیه آن را نیز اندازه گرفته‌ایم درون این دستگاه می‌گذاریم. وقتی به تعادل گرمایی رسیدن و هم دما شدند، می‌توان گرمای ویژه جسم را از روابط تعادل گرمایی یافت.

سوال ۵۶: انرژی درونی جسم‌های A و B با هم برابر است. همچنین جسم A با جسم C در تعادل گرمایی است. کدام گزینه صحیح است؟

(۱) جسم B با C در حال تعادل گرمایی است. (۲) انرژی درونی جسم B با جسم C برابر است.

(۳) اگر A و B مشابه باشند، B با C در تعادل گرمایی است. (۴) دمای جسم A با دمای جسم B برابر است.

سوال ۵۷: قطعه فلزی با ظرفیت گرمایی $40 \frac{J}{K}$ و دمای $30^\circ C$ داخل 50 گرم آب با دمای $5^\circ C$ انداخته می‌شود. تا رسیدن

به تعادل گرمایی، چند ژول گرما بین آب و فلز مبادله می‌شود؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 J/kg \cdot ^\circ C$)

۱۰۵۰ (۴)

۸۴۰ (۳)

۱۲۰۰ (۲)

۹ (۱)

سوال ۵۸: چند گرم آب 18°C را با مقداری آب 26°C مخلوط کنیم تا 20°C گرم آب داشته باشیم؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۱۸۰

سوال ۵۹: درون ظرفی از جنس گرانیات به جرم یک کیلوگرم و دمای 80°C مقدار 1500 گرم آب به دمای 20°C می‌ریزیم. سپس یک قطعه فولاد به جرم 3 کیلوگرم و دمای 90°C را داخل آن قرار می‌دهیم. پس از گذشت زمان کافی دمای مجموعه به 30°C می‌رسد. این مجموعه با محیط خارج چند ژول تبادل گرمایی داشته است؟

(۱) صفر $(c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ و $c_{\text{گرانیات}} = 798 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ و $c_{\text{فولاد}} = 420 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$

(۲) ۵۲۵۰۰

(۳) ۱۷۸۵۰۰

(۴) ۶۲۸۸۴۵۰۰

سوال ۶۰: یک لیوان شیشه‌ای بزرگ به جرم 15 گرم حاوی 200 گرم آب 20°C درجه سلسیوس است. مقداری یخ صفر درجه سلسیوس به جرم 40 گرم داخل لیوان می‌اندازیم. دمای تعادل را بیابید. گرمای ویژه شیشه را $420 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ فرض کنید.

(۱) $1/6$ (۲) صفر $(c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ و $L_f = 336000 \text{ J/kg})$

(۳) $3/4$ (۴) $5/6$

سوال ۶۱: در ظرفی با ظرفیت گرمایی ناچیز که دارای 280 g آب 80°C است، چند گرم یخ 20°C - بیندازیم تا دمای تعادل

50°C شود؟ $(L_f = 336000 \text{ J/kg}$ و $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ و $c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$

(۱) ۱۲۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۸۰ (۴) ۶۰

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۶۲: ۲۱۰ گرم یخ 20°C را وارد مقداری آب 50°C می کنیم. دمای تعادل به 10°C می رسد. جرم آب حاصل چند گرم است؟ ($L_f = 336000\text{J/kg}$ و $c_{\text{آب}} = 4200\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$ و $c_{\text{یخ}} = 2100\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$)

۷۱۵ (۴)

۲۱۰ (۳)

۷۳۵ (۲)

۵۲۵ (۱)

سوال ۶۳: قطعه فولادی به جرم 2kg را از کوره ای به دمای 668°C بیرون آورده، روی قطعه یخ بزرگی با دمای صفر درجه سلسیوس قرار می دهیم. اگر تبادل گرمایی با محیط ناچیز باشد، این قطعه فولاد چند گرم یخ را ذوب می کند؟

$$(c_{\text{فولاد}} = 420\text{J/kg}^{\circ}\text{C} \text{ و } L_f = 336000\text{J/kg})$$

۱/۶۷ (۲)

۱۶۷۰ (۱)

۵/۶ (۴)

۵۶۰۰ (۳)

سوال ۶۴: یک مکعب آلومینیومی را گرم کرده، روی قطعه یخ بزرگی با دمای صفر درجه سلسیوس قرار می دهیم. تمام ابعاد آن در یخ فرو رفته و مکعب مماس بر سطح یخ ثابت می ماند. دمای اولیه مکعب چند درجه سلسیوس است؟ چگالی یخ و آلومینیوم به ترتیب 0.9 و 3 گرم بر سانتی متر مکعب است. ($L_f = 336000\text{J/kg}$ و $c_{\text{آلومینیوم}} = 900\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$)

۱۱۵ (۴)

۱۱/۲ (۳)

۱۱۲ (۲)

۱۱/۵ (۱)

سوال ۶۵: مخلوطی از آب و یخ در اختیار داریم. اگر گرمای $Q_1 = 27\text{kJ}$ به آن داده شود، به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل می شود و اگر گرمای $Q_2 = 140\text{kJ}$ از آن گرفته شود به یخ صفر درجه سلسیوس تبدیل می شود. جرم مخلوط آب و یخ چند گرم بوده است؟ ($L_f = 334000\text{J/kg}$)

۶۰۰ (۴)

۰/۶ (۳)

۵۰۰ (۲)

۰/۵ (۱)

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۶۶: در گودالی که یک کیلوگرم آب صفر درجه سلسیوس قرار دارد، مقداری آب دچار تبخیر شده و مابقی آن یخ زده است. جرم آب یخ زده چند گرم است؟ ($L_V = 2268000 J/kg$ و $L_f = 336000 J/kg$ و $c_{\text{آب}} = 4200 J/kg \cdot ^\circ C$)

(۴) $\frac{82}{9}$

(۳) $\frac{8200}{9}$

(۲) $\frac{8000}{9}$

(۱) $\frac{8}{90}$

سوال ۶۷: چند سی سی آب باید شخص بخورد تا جبران تبخیر عرق بدن جهت تغییر دمای بدن شخصی به جرم ۵۰ کیلوگرم به اندازه یک درجه سلسیوس جبران شود؟ گرمای نهان تبخیر آب در دمای $37^\circ C$ برابر $2/42 \times 10^6 J/kg$ و گرمای ویژه

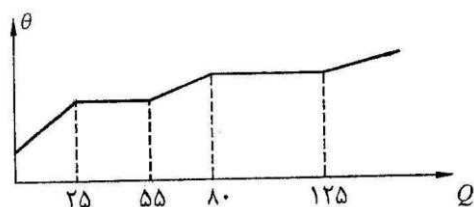
بدن در حدود $3630 J/kg \cdot K$ است. ($\rho_{\text{آب}} = 1000 kg/m^3$)

(۴) ۷۵۰۰

(۳) ۷۵۰

(۲) ۷/۵

(۱) ۷۵



سوال ۶۸: در شکل نمودار تغییر دمای جسمی را بر حسب گرمای داده

شده به آن مشاهده می کنیم. نسبت $\frac{L_F}{L_V}$ برای این جسم چقدر است؟

(۲) ۰/۶۶

(۱) ۰/۳۳

(۴) ۲/۲

(۳) ۰/۴۴

سوال ۶۹: دمای یک میله آلومینیومی به جرم ۱۴۰ گرم، صفر درجه سلسیوس است. اگر این میله را درون ۷۰ گرم آب با دمای

$100^\circ C$ قرار دهیم، پس از برقراری تعادل گرمایی، طول میله چند درصد زیاد می شود؟

($\alpha_{\text{آلومینیوم}} = 23 \times 10^{-6} K^{-1}$ و $c_{\text{آب}} = 4200 J/kg \cdot ^\circ C$ و $c_{\text{آلومینیوم}} = 900 J/kg \cdot ^\circ C$)

(۱) ۷۰

(۲) ۱۶/۱

(۳) ۰/۱۶۱

(۴) ۰/۷

که محل یادداشت نکات:

سوال ۷۰: یک گرم آب با دمای یک درجه سلسیوس، دو گرم آب با دمای دو درجه سلسیوس، ... و ۱۰۰ گرم آب با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس را با هم مخلوط می‌کنیم. دمای تعادل چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

(۱) ۵۰ (۲) ۶۰ (۳) ۶۷ (۴) ۷۷

سوال ۷۱: انرژی درونی ۴۰ گرم آب با دمای ۵۰ درجه سلسیوس بیشتر است یا ۵۰ گرم آب با دمای ۴۰ درجه سلسیوس؟

(۱) آب ۵۰ درجه (۲) آب ۴۰ درجه (۳) برابرند (۴) نمی‌توان گفت

سوال ۷۲: انرژی درونی m گرم آب با دمای n درجه سلسیوس بیشتر است یا n گرم آب با دمای m درجه سلسیوس؟ ($0 < m < n < 100$)

(۱) آب n درجه (۲) آب m درجه (۳) برابرند (۴) نمی‌توان گفت

سوال ۷۳: مقداری آب با دمای $5^\circ C$ درون یک فریزر قرار داده می‌شود. اگر پس از زمان ۷ دقیقه، دمای آن به صفر درجه سلسیوس برسد، پس از چند دقیقه دیگر کاملاً یخ می‌زند؟ فرض کنید گرما با آهنگ ثابتی از آب گرفته می‌شود.

(۱) ۵۶ (۲) ۱۱۲ (۳) ۵۶۰ (۴) ۲۷۰

($c_{\text{آب}} = 4200 J/kg \cdot ^\circ C$ و $L_f = 336000 J/kg$)

سوال ۷۴: مقدار یکسانی آب با دمای θ و یخ با دمای صفر درجه سلسیوس مخلوط می‌شوند. پس از برقراری تعادل گرمایی فقط آب با دمای صفر درجه سلسیوس باقی می‌ماند. θ چقدر است؟ ($L_f = 336000 J/kg$ و $c_{\text{آب}} = 4200 J/kg \cdot ^\circ C$)

(۱) ۴۰ (۲) ۵۰ (۳) ۶۰ (۴) ۸۰

سوال ۷۵: برای تعیین دمای یک قطعه یخ به جرم ۱۶۰ گرم آن را در مقدار زیادی آب صفر درجه سلسیوس وارد می کنیم. اگر پس از ایجاد تعادل جرم قطعه یخ ۱۶۵ گرم باشد، دمای اولیه آن چند درجه سلسیوس بوده است؟ از تبادل گرمای محیط با

یخ صرف نظر کنید. ($L_f = 336000 \text{ J/kg}$ و $c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$)

- (۱) -۵ (۲) -۱۰ (۳) -۱۵ (۴) -۲۰

انتقال گرما:

گرما به سه روش از یک نقطه به نقطه دیگر منتقل می گردد:

(۱) رسانش (هدایت):

معمولاً جامدات و به خصوص فلزات گرما را از یک نقطه به نقطه دیگر با این روش منتقل می کنند. هر گاه یک سر میله فلزی را در دست گرفته و سر دیگر آن را روی شعله آتش بگیریم پس از مدتی احساس می کنیم میله داغ شده است. در این جا مولکول ها و اتم های آن قسمت از میله که در تماس با منبع گرم هستند، از منبع انرژی گرمایی دریافت کرده و با افزایش دما، سرعت ارتعاش و انرژی جنبشی آنها افزایش می یابد و در اثر برخورد با مولکول های مجاور بخشی از این انرژی را به آن ها منتقل می کنند. این روند مولکول به مولکول ادامه یافته تا سر دیگر میله نیز داغ شود. در این روش مولکول ها جا به جا نمی شوند ولی با ارتعاش خود، انرژی را منتقل می کنند.

نکته: الکترون های آزاد به علت تندی زیاد و کوچکی، نسبت به اتم ها سهم بیشتری در رسانش فلزها دارند. به همین دلیل فلزها رسانای خوب گرما هستند.

$$Q = \frac{KtA\Delta\theta}{L}$$

برای محاسبه میزان گرمای انتقال یافته از روش رسانش می توان از رابطه مقابل بهره جست:

$Q \leftarrow$ گرمای انتقال یافته بر حسب ژول

$A \leftarrow$ مساحت عمود بر جهت انتقال گرما بر حسب متر مربع

$K \leftarrow$ ثابت رسانندگی گرمایی بر حسب ژول بر ثانیه متر کلین

$t \leftarrow$ زمان انتقال گرما بر حسب ثانیه

$L \leftarrow$ طول جسم در راستای انتقال گرما بر حسب متر

$\Delta\theta \leftarrow$ اختلاف دمای دو طرف ماده بر حسب کلین

نکته: به نسبت $H = \frac{Q}{t}$ آهنگ رسانش گرمایی گویند. ($H = \frac{Q}{t} = \frac{KA\Delta\theta}{L}$)

که محل یادداشت نکات:

نکته: ضریب رسانندگی گرمایی به جنس ماده بستگی دارد.

نکته: در تست‌های نسبتی می‌توان از رابطه مقابل استفاده کرد:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{K_2}{K_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1} \times \frac{L_1}{L_2}$$

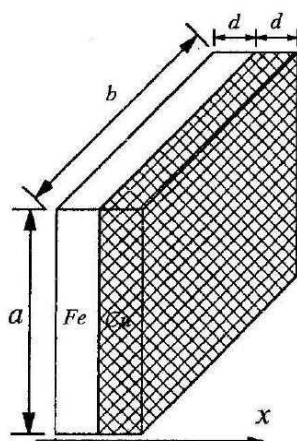
نکته: اگر دو جسم پشت سرهم بین دو دمای مختلف قرار گیرند، آهنگ رسانش آن‌ها با هم برابر است. با برابر قرار دادن آن‌ها می‌توان دمای فصل مشترکشان را یافت.

سوال ۷۶: یک سر میله آهنی به قطر مقطع ۴ سانتیمتر و طول ۳ متر را در آب جوش و سر دیگر آن را در مخلوط آب و یخ قرار می‌دهیم. مقدار انرژی انتقال یافته بر اثر رسانش در هر دقیقه چند ژول است؟ ($\pi = 3$) ($k = 80 \text{ W/m.K}$)

- ۱۹۲ (۱) ۷۶۸ (۲) ۳۲ (۳) ۱۲۸ (۴)

سوال ۷۷: در یک روز زمستانی دمای سطح بیرونی شیشه 2°C و دمای سطح داخلی آن 7°C است. عرض شیشه ۲ m و ارتفاع آن ۱ m و ضخامت آن ۴ mm است. در یک شبانه روز چند مگاژول انرژی به این طریق تلف می‌شود؟ ($k = 1 \text{ W/m.K}$)

- ۲/۵ (۱) ۲۱/۶ (۲) ۲۱۶ (۳) ۲۵۰ (۴)



سوال ۷۸: مطابق شکل مقابل از به هم چسباندن دو صفحه مشابه آهنی و مسی مکعب مستطیلی ساخته‌ایم. اگر وجه سمت چپ مکعب مستطیل در دمای ثابت $\theta_1 = 241^\circ\text{C}$ و وجه سمت راست مکعب مستطیل در دمای ثابت $\theta_2 = 482^\circ\text{C}$ نگه داشته شوند و چهار وجه دیگر مکعب مستطیل عایق بندی شوند، دما در سطح مشترک مس و آهن چند درجه سلسیوس خواهد بود؟ رسانندگی گرمایی مس و آهن به ترتیب $K_{Cu} = 400 \frac{W}{m.K}$ و $K_{Fe} = 82 \frac{W}{m.K}$ می‌باشند.

$$K_{Fe} = 82 \frac{W}{m.K}$$

- ۲۸۱ (۱) ۳۱۱ (۲)

- ۴۴۱ (۳) ۳۶۱ (۴)

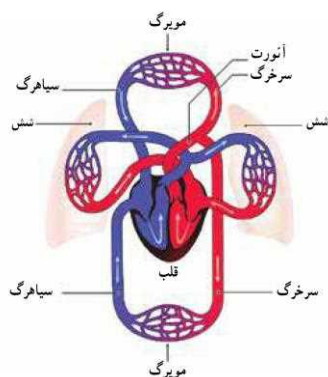
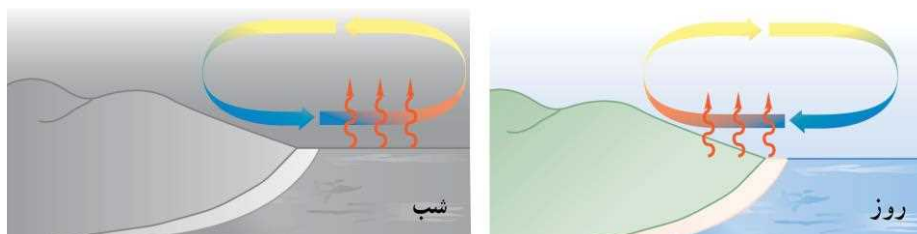
کج ممل یادداشت نکات:

(۲) همرفت (کنوکسیون):

سیالات (مایعات و گازها) از این روش بهره می‌برند. در این روش چگالی قسمتی از سیال که در مجاورت منبع گرم قرار دارد کاهش یافته و شروع به بالا رفتن می‌کند و سیال سرد جای آن را می‌گیرد و این حرکت تا یکسان شدن دمای کل سیال ادامه می‌یابد.

همرفت دو دسته است:

الف) همرفت طبیعی: در این همرفت، انتقال گرما بر اثر پدیده طبیعی صورت می‌گیرد. مانند گرم شدن اتاق به وسیله بخاری و شومیز، جریان باد ساحلی و ...



ب) همرفت واداشته: در این همرفت، شاره به وسیله یک تلمبه طبیعی یا مصنوعی به حرکت واداشته شده و انتقال گرما صورت می‌گیرد. مانند سیستم خنک کننده موتور اتومبیل، گرم شدن بدن انسان به وسیله گردش خون و ...

سوال ۷۹: چند مورد از موارد زیر همرفت طبیعی است؟

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| الف) جریان بادهای ساحلی | ب) خنک شدن هوای اتاق با کولر گازی |
| ج) دستگاه گردش خون جانوران خون گرم | د) سیستم خنک کننده موتور اتومبیل |
| ه) گرم شدن آب داخل قابلمه | و) سیستم گرم کننده مرکزی ساختمان |
| ۱) صفر | ۲) ۱ |
| ۳) ۲ | ۴) ۳ |

(۳) تابش (تشعشع):



این روش توسط تمام اجسام صورت می گیرد. هر جسمی در هر دمایی که باشد از خود امواج الکترومغناطیس ساطع می کند. این امواج حامل انرژی هستند و به ماده برای انتشار نیاز ندارند و با سرعت 3×10^8 متر بر ثانیه در خلأ منتشر می شوند. این انرژی به دمای سطح تابشی و ساختار آن (مساحت، رنگ و میزان صیقلی بودن) بستگی دارد.

در دماهای کمتر از 500°C سلسیوس تابش گرمایی از نوع امواج فروسرخ (که نوعی موج الکترومغناطیس است) صورت می گیرد. ابزاری به نام دمانگار آن ها را آشکار نموده و تصویری به نام دمانگاشت از آن ها تهیه می کند.

این نوع انتقال گرما در طبیعت کاربرد زیادی دارد. به عنوان مثال نوعی مار زنگی حفره ای روی پوزه خود دارد که نسبت به تابش فروسرخ حساس است و به وسیله آن در تاریکی و سرمای شب، شکار خود را می یابد. نوعی گیاه به نام کلم اسکانک نیز می تواند دمای خود را بیشتر از دمای محیط نموده و با تابش فروسرخ انرژی خود را از دست داده و بدین ترتیب برف اطراف خود را ذوب کند.

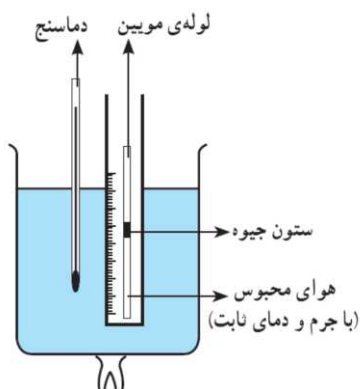
نکته: روش های اندازه گیری دما مبتنی بر تابش گرمایی را تفسنجی گویند و ابزار این کار، تفسنج است که دماسنجی معیار برای دماهای بالا است.

نکته: هر چه جسم تیره تر باشد، در صورتی که منبع گرما باشد، تابش گرمایی بیشتری دارد و در صورتی که دریافت کننده گرما باشد، جذب گرمایی بیشتری نیز خواهد داشت.

سوال ۸۰: دو قوری مشابه یکی سفید و دیگری سیاه را از آب داغ با دماهای یکسان پر می کنیم. آب درون کدام یک زودتر سرد می شود؟

- (۱) سفید (۲) سیاه (۳) هر دو همزمان (۴) بستگی به جرم آب دارد.

قانون شارل :



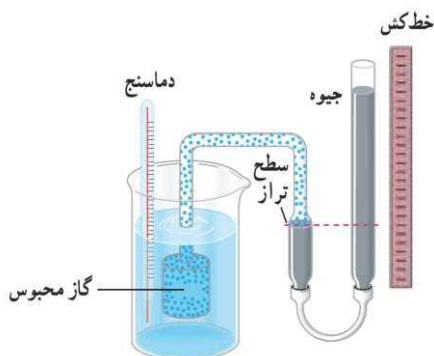
ژاک شارل (۱۸۳۲-۱۷۴۶) پی برد که حجم گازها در فشار ثابت برحسب دما به طور خطی تغییر می کند. تغییرات حجم برحسب دما یک خط راست است، یعنی نسبت $\frac{V}{T}$ مقدار ثابتی است.

شکل مقابل یک دستگاه ساده را برای اثبات قانون شارل نشان می دهد.

نکته: در فشار ثابت می توان $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ یا $\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$ را به کار برد.

نکته: در فشار ثابت، درصد تغییرات حجم با درصد تغییرات دما برابر است.

قانون گی لوساک:



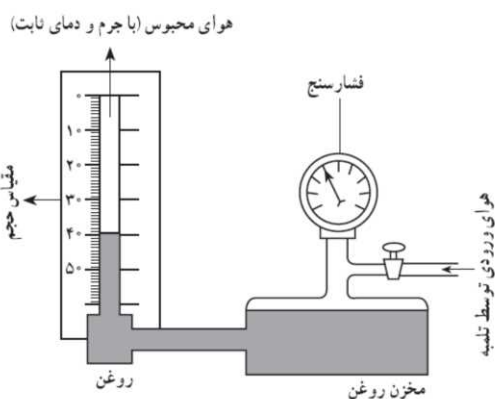
ژوزف لوئیس گی لوساک (۱۸۵۰-۱۷۷۸) کشف کرد که اگر حجم مقدار معینی گاز را ثابت نگه داریم، فشار آن مستقیماً با دما متناسب است یعنی $\frac{P}{T}$ مقدار ثابتی است.

شکل مقابل یک دستگاه ساده را برای اثبات قانون گی لوساک نشان می دهد.

نکته: در حجم ثابت می توان $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ یا $\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$ را به کار برد.

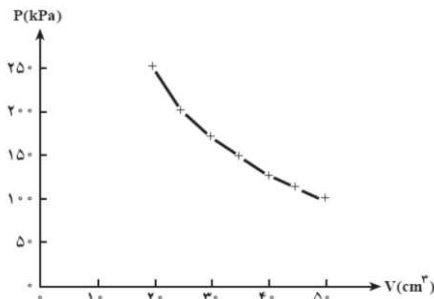
نکته: در حجم ثابت، درصد تغییرات فشار با درصد تغییرات دما برابر است.

قانون بویل - ماریوت:



آزمایش های رابرت بویل (۱۶۹۱-۱۶۲۷) از نخستین آزمایش های دقیقی بود که درباره ی رفتار گازها انجام شد. بعد از او امه ماریوت (۱۶۸۴-۱۶۲۰) نیز همین نتایج را به دست آورد. با بررسی تغییرات فشار گاز برحسب حجم به این نتیجه می رسیم که PV برابر مقدار ثابتی است، زیرا تغییرات حجم و فشار وارون یکدیگرند.

شکل مقابل یک دستگاه ساده را برای اثبات قانون بویل-ماریوت نشان می‌دهد.



در یک آزمایش نمودار تغییرات فشار برحسب حجم در شکل زیر آمده است.

نکته: در دمای ثابت می‌توان رابطه $P_1V_1 = P_2V_2$ را به کار برد.

قانون آووگادرو:

آمدئو آووگادرو (۱۸۵۶-۱۱۷۶) دریافت که در دما و فشار ثابت، حجم گاز با تعداد مولکول‌های آن نسبت مستقیم دارد. یعنی

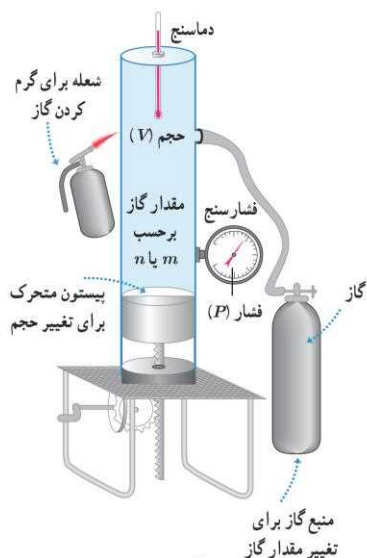
$\frac{V}{N}$ مقدار ثابتی است. در ضمن متوجه شد که تعداد ذرات هر مول از ماده بدون توجه به نوع ماده همواره مقدار ثابت $6/02 \times 10^{23}$ عدد است. بنابراین چون $N = 6/02 \times 10^{23}n$ است، نتیجه می‌گیریم: ثابت $\frac{V}{n}$

نکته: در دما و فشار ثابت می‌توان روابط $\frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2}$ یا $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$ یا $\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta N}{N_1}$ یا $\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta n}{n_1}$ را به کار برد.

نکته: در دما و فشار ثابت، درصد تغییرات حجم با درصد تغییرات مول و درصد تغییرات تعداد مولکول برابر است.

قانون گازهای آرمانی (کامل):

دانشمندانی همچون بویل، ماریوت، شارل، گیلوساک و آووگادرو توانستند با انجام آزمایشات متعدد و دقیق، رابطه بین حجم، فشار، دما و مول را مورد بررسی قرار دهند.



نتیجه این بررسی‌ها را می‌توان این چنین بیان نمود: « برای مقدار معینی از یک گاز کامل (گازی که به اندازه کافی رقیق باشد)، کمیت $\frac{PV}{nT}$ مقدار ثابتی است.»

مقدار ثابت را با R نمایش می‌دهیم. یعنی:

$$PV = nRT$$

P ← فشار گاز بر حسب پاسکال

V ← حجم گاز بر حسب مترمکعب

T ← دمای گاز بر حسب کلوین

n ← تعداد مول گاز بر حسب مول

در این رابطه R « ثابت گازها » نام دارد و برابر با $8/314 \text{ J/mol.K}$ است.

شکل مقابل دستگاهی را نشان می‌دهد که می‌توان با آن قانون گازهای آزمائی را بررسی کنیم.

نکته: در سولاتی که قانون گازهای آزمائی را به صورت نسبت بین حالت اول و دوم برای گازی به کار می‌بریم و در واقع R در معادلات وجود ندارد، یکاهای فشار و حجم را می‌توان به صورت دلخواه قرار داد ولی یکای دما حتماً باید کلوین باشد. اما اگر قانون گازهای آزمائی برای یک حالت نوشته شود و R در معادلات باشد، باید حتماً فشار بر حسب پاسکال، حجم بر حسب مترمکعب و دما بر حسب کلوین باشد.

نکته: در تمامی روابط گازها، P فشار مطلق گاز است نه فشار پیمانه‌ای.

نکته: اگر مقدار مول گاز کم و زیاد شود یعنی مقداری گاز از ظرف خارج یا به آن وارد شود، می‌توان رابطه زیر را به کار برد:

$$n_T = n_1 + n_2 \Rightarrow \frac{P_T V_T}{T_T} = \frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

نکته: چگالی گاز را می‌توان به کمک فشار و جرم مولی و دمای آن یافت:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{nRT}{P}} = \frac{Pm}{nRT} = \frac{P(Mn)}{nRT} \Rightarrow \boxed{\rho = \frac{PM}{RT}}$$

سوال ۸۱: مقدار معینی گاز در محفظه‌ای به حجم یک لیتر در فشار یک اتمسفر و دمای ۲۷ درجه سلسیوس قرار دارد. اگر دمای ظرف را به ۳۲ درجه فارنهایت برسانیم و حجم ظرف را بدون خروج گاز به ۱۰۰ سی‌سی کاهش دهیم، فشار آن چند پاسکال خواهد بود؟

۹۱۰۰۰ (۴)

۹۱ (۳)

۹۱۰۰۰۰ (۲)

۹/۱ (۱)

سوال ۸۲: تعیین کنید در شرایط متعارفی (فشار یک اتمسفر و دمای ۲۷ درجه سلسیوس) در اتاقی به ابعاد ۳۶ مترمکعب چند مول هوا وجود دارد؟ ($R \cong 8 J/mol.K$)

(۴) ۱۵۵۵۵۵

(۳) ۱۵۰۰

(۲) ۱۶۰۰

(۱) ۱۶۶۶۶

سوال ۸۳: سر سرنگی را به فشارسنجی متصل می‌کنیم و آن را به صورت افقی درون ظرف آبی قرار می‌دهیم. اگر پیستون این سرنگ بتواند آزادانه حرکت کند و ما آب را گرم کنیم، دما، حجم و فشار هوای داخل سرنگ به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



(۱) زیاد - زیاد - زیاد (۲) زیاد - کم - ثابت

(۳) کم - کم - زیاد (۴) زیاد - زیاد - ثابت

سوال ۸۴: هوایی با فشار ۱ atm را درون یک سیلندر با طول ۲۴ cm حبس می‌کنیم. در دمای ثابت، طول استوانه باید چند سانتی‌متر باشد تا فشار هوای محبوس ۳ atm شود؟

(۴) ۸

(۳) ۶

(۲) ۴

(۱) ۲

سوال ۸۵: فشار هوای داخل لاستیک اتومبیلی در دمای ۱۷°C برابر ۲ atm است. پس از یک رانندگی سریع، فشار هوای آن به ۲/۳ atm می‌رسد. اگر حجم لاستیک ثابت باشد و فشار جو ۱ atm باشد، دمای هوای داخل لاستیک چند درجه سلسیوس است؟

(۴) ۶۰/۵

(۳) ۴۶

(۲) ۳۳۳/۵

(۱) ۳۱۹

سوال ۸۶: حجم یک مول گاز کامل در شرایط تقریباً متعارفی (فشار $10^5 Pa$ و دمای صفر درجه سلسیوس) چند لیتر است؟

($R \cong 8 J/mol.K$)

(۴) ۲۰

(۳) ۲۳/۶۴

(۲) ۲۱/۸۴

(۱) ۲۲/۴

سوال ۸۷: فشار گاز در سحابی سیاره‌ای که ابری حلقوی از گاز هیدروژن با غلظت ۱۰۰۰ مولکول بر سانتی‌مترمکعب و دمای

۱۰۰۰۰ کلوین است تقریباً چند نانوپاسکال است؟ ($R \cong 8 \text{ J/mol.K}$)

- (۱) ۱۳۰ (۲) ۱۳ (۳) ۱/۳ (۴) ۰/۱۳

سوال ۸۸: اگر حجم و فشار و دمای مطلق یک گاز اکسیژن را نصف کنیم، جرم گاز چند برابر شده است؟

- (۱) یک هشتم (۲) یک چهارم (۳) نصف (۴) ۲

سوال ۸۹: حجم یک مخزن محتوی گاز اکسیژن ۵۰ لیتر است. با مصرف مقداری از این گاز، فشار آن از ۲۰/۴ اتمسفر به ۸/۱

اتمسفر و دمای آن از ۲۷ درجه سلسیوس به ۳- درجه سلسیوس می‌رسد. با فرض این که گاز اکسیژن شبیه یک گاز کامل

رفتار کند، چند کیلوگرم از آن مصرف شده است؟ (جرم مولی گاز اکسیژن ۳۲ گرم برمول است.) ($R \cong 8 \text{ J/mol.K}$)

- (۱) ۷۶۰ (۲) ۳۸۰ (۳) ۰/۳۸ (۴) ۰/۷۶

سوال ۹۰: شیب نمودار حجم برحسب $\frac{T}{p}$ برای یک گاز کامل، ۸ برابر چه کمیتی را نشان می‌دهد؟ ($R \cong 8 \text{ J/mol.K}$)

- (۱) جرم مولی (۲) مول (۳) جرم گاز (۴) انرژی درونی گاز

سوال ۹۱: فرض کنید دمای آب دریاچه‌ای در تمام نقاط یکسان است و چگالی آب دریاچه یک گرم بر سانتی‌مترمکعب می‌باشد

و فشار هوا یک اتمسفر (10^5 پاسکال) است. حجم یک حباب هوا در عمق ۵ متر سطح آب چند درصد از حجم آن در عمق

۸ متری بیشتر است؟

- (۱) ۶۰ (۲) ۴۰ (۳) ۲۰ (۴) ۱۰

سوال ۹۲: حباب هوایی از کف استخری به عمق ۴m بالا می آید و به سطح آب می رسد. حباب در کف استخر به شکل کره ای به شعاع a_0 و در سطح آب به شکل نیم کره ای به شعاع a است. فشار هوای محیط یک اتمسفر، چگالی آب ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و تغییرات دمای آب استخر ناچیز است. نسبت $\frac{a}{a_0}$ کدام است؟

$$\sqrt[3]{3/8} \quad (۴)$$

$$\sqrt[3]{2/8} \quad (۳)$$

$$\sqrt[3]{1/8} \quad (۲)$$

$$\sqrt[3]{0/8} \quad (۱)$$

سوال ۹۳: مقداری گاز داخل یک ظرف در بسته مکعب شکل قرار دارد. در صورتی که بدون تغییر دما، ابعاد این ظرف دو برابر شود، نیروی وارد بر هر سطح ظرف چند برابر خواهد شد؟

$$۲ \quad (۴)$$

$$\text{نصف} \quad (۳)$$

$$\text{یک چهارم} \quad (۲)$$

$$\text{یک هشتم} \quad (۱)$$

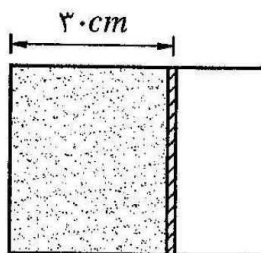
سوال ۹۴: مقداری گاز کامل زیر پیستونی به وزن W و سطح مقطع 20 cm^2 قرار دارد. وقتی وزنه $3W$ روی پیستون قرار می دهیم، حجم گاز نصف می شود. اگر فشار هوای خارج 10^5 پاسکال باشد، با فرض ثابت بودن دما، W چند نیوتن است؟

$$۴۰۰ \quad (۴)$$

$$۲۰۰ \quad (۳)$$

$$۱۰۰ \quad (۲)$$

$$۵۰ \quad (۱)$$



سوال ۹۵: مطابق شکل زیر مقداری گاز کامل داخل یک سیلندر استوانه ای شکل افقی توسط یک پیستون، محبوس شده است. سطح مقطع سیلندر و پیستون که اصطکاک میان آنها ناچیز است 400 cm^2 می باشد. فشار هوا یک اتمسفر (10^5 Pa) و پیستون در حال تعادل است. اگر سیلندر را به حالت قائم در بیاوریم به نحوی که پیستون بالا قرار بگیرد، پیستون پنج سانتی متر جابه جا می شود. وزن پیستون چند نیوتن است؟ (دمای گاز را ثابت فرض کنید)

$$۸۰۰ \quad (۴)$$

$$۱۰۰۰ \quad (۳)$$

$$۲۰۰۰ \quad (۲)$$

$$۴۰۰۰ \quad (۱)$$

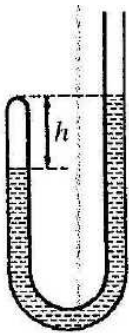
سوال ۹۶: در سوال قبل اگر سیلندر را به حالت قائم در بیاوریم به نحوی که پیستون پایین قرار گیرد، پیستون در چند سانتی متری انتهای سیلندر به حال تعادل می‌رسد؟

۳۷/۵ (۴)

۲۲/۵ (۳)

۱۲/۵ (۲)

۷/۵ (۱)



سوال ۹۷: مطابق شکل یک طرف لوله U شکلی بسته است. از طرف باز لوله جیوه می‌ریزیم. در سمت بسته، هوایی به ارتفاع h محبوس می‌شود. دمای مطلق مجموعه را چند برابر کنیم تا حجم هوای محبوس نصف شود؟ از تغییر اندازه طرف و جیوه در اثر تغییر دما صرف نظر کنید. $P_0 = 75 \text{ cmHg}$, $h = 50 \text{ cm}$

۰/۲ (۲)

۰/۱ (۱)

۰/۴ (۴)

۰/۳ (۳)

کلید تست‌ها:

۱ (۷۶)	۲ (۴۹)	۱ (۲۴)	۲ (۱)
۳ (۷۷)	۴ (۵۰)	۱ (۲۵)	۴ (۲)
۳ (۷۸)	۳ (۵۱)	۲ (۲۶)	۳ (۳)
۳ (۷۹)	۲ (۵۲)	۱ (۲۷)	۳ (۴)
۲ (۸۰)	۴ (۵۳)	۲ (۲۸)	۲ (۵)
۲ (۸۱)	۱ (۵۴)	۴ (۲۹)	۲ (۶)
۳ (۸۲)	۴ (۵۵)	۱ (۳۰)	۲ (۷)
۴ (۸۳)	۳ (۵۶)	۲ (۳۱)	۳ (۸)
۴ (۸۴)	۳ (۵۷)	۲ (۳۲)	۱ (۹)
۳ (۸۵)	۳ (۵۸)	۲ (۳۳)	۳ (۱۰)
۲ (۸۶)	۲ (۵۹)	۲ (۳۴)	۲ (۱۱)
۴ (۸۷)	۳ (۶۰)	۳ (۳۵)	۳ (۱۲)
۳ (۸۸)	۴ (۶۱)	۱ (۳۶)	۲ (۱۳)
۴ (۸۹)	۲ (۶۲)	۴ (۳۷)	۳ (۱۴)
۲ (۹۰)	۱ (۶۳)	۲ (۳۸)	۲ (۱۵)
۳ (۹۱)	۲ (۶۴)	۴ (۳۹)	۲ (۱۶)
۳ (۹۲)	۲ (۶۵)	۳ (۴۰)	۴ (۱۷)
۳ (۹۳)	۱ (۶۶)	۴ (۴۱)	۲ (۱۸)
۲ (۹۴)	۲ (۶۷)	۱ (۴۲)	۴ (۱۹)
۴ (۹۵)	۳ (۶۸)	۴ (۴۳)	۲ (۲۰)
۴ (۹۶)	۲ (۶۹)	۳ (۴۴)	۳ (۲۱)
۳ (۹۷)	۲ (۷۰)	۱ (۴۵)	۲ (۲۲)
	۲ (۷۱)	۲ (۴۶)	۱ (۲۳)
	۲ (۷۲)	۲ (۴۷)	
	۲ (۷۳)	۴ (۴۸)	
	۴ (۷۴)		
	۱ (۷۵)		



NOTES

ترمودینامیک

فصل پنجم - فیزیک ۱

قوانین ترمودینامیک معادله حالت گاز کامل

فرآیندهای خاص

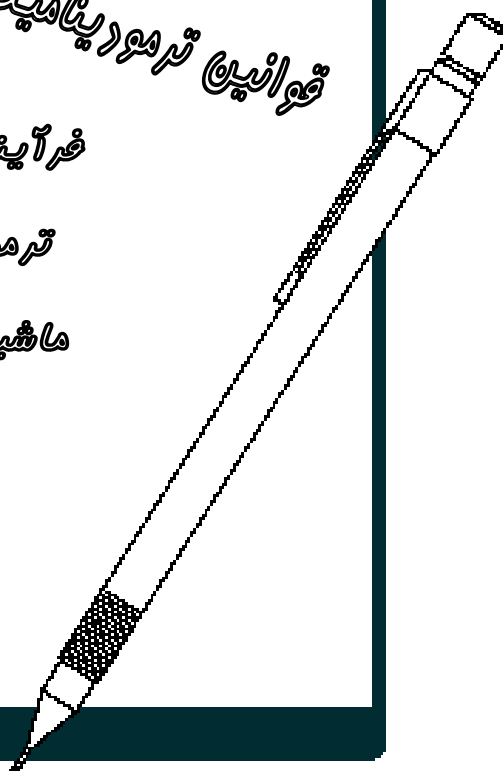
ترمودینامیک

ماشین گرمایی

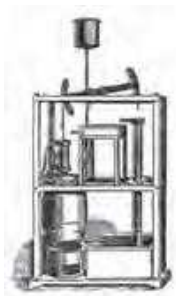
یخچال

چرخه

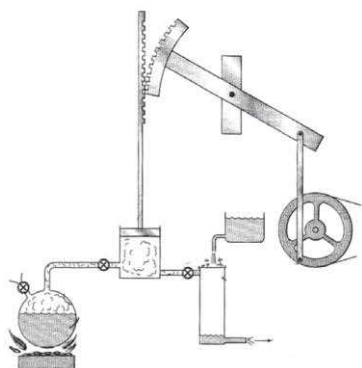
تهیه و تنظیم: آقای ابومحمزه



ترمودینامیک:



شکل مقابل تصویری از وسیله ساده ای را نشان می دهد که انرژی گرمایی را به کار مکانیکی تبدیل می کند. این وسیله ماشین نیوکامن است که به وسیله ی توماس نیوکامن ساخته شد. پس از آن جیمز وات که به عنوان نجار در دانشگاه گلاسگو اسکاتلند کار می کرد، مأمور ساخت ماکت ماشین نیوکامن به عنوان ابزاری برای سخنرانی و تدریس شد. او در سال ۱۷۶۵ میلادی، حدود ۵۰ سال بعد از نیوکامن ماشینی را طراحی کرد که میزان اتلاف گرمای آن کمتر بود. در شکل زیر ماشین وات نمایش داده شده است.



ترمودینامیک شاخه ای از علم فیزیک است که ماده را براساس کمیت های ماکروسکوپیک مورد مطالعه قرار می دهد. موضوع علم ترمودینامیک بررسی روابط بین کار و گرما و چگونگی تبدیل آن ها به یکدیگر است. قوانینی که کمیت های ماکروسکوپی را در فرآیندهای گرمایی به هم مربوط می کنند اساس علمی به نام ترمودینامیک است.

کمیت های ماکروسکوپیک:

کمیت هایی که وضعیت کلی دستگاه (سیستم) را مورد مطالعه قرار می دهند را ماکروسکوپیک گویند. مثال: فشار، حجم، دما.

کمیت های میکروسکوپیک:

کمیت هایی که وضعیت تک تک اجزای دستگاه را مورد بررسی قرار می دهند را میکروسکوپیک گویند. مثال: سرعت، شتاب، مکان و ...

نکته: کمیت های ماکروسکوپیک را می توان برحسب کمیت های میکروسکوپیک بیان نمود.

دستگاه:

نمونه معینی از یک ماده (گاز) که مورد مطالعه قرار می گیرد.

محیط:

تمامی اجسامی که پیرامون دستگاه قرار دارند و با آن در تبادل انرژی هستند محیط گویند.

متغیر ترمودینامیکی:

کمیت‌های ماکروسکوپیکی نظیر فشار و دما و حجم که در فرآیندهای ترمودینامیکی تغییر می‌نمایند را متغیر ترمودینامیکی گویند.

نکته: هرگاه فشار و دمای گاز محبوس در یک محفظه در تمام نقاط آن یکسان باشد، گوییم گاز در حال تعادل است.

حالت دستگاه:

منظور از حالت دستگاه، همان وضعیت دستگاه است که با P و V و T بیان می‌شود. در واقع همیشه با داشتن دو متغیر از موارد ذکر شده می‌توان حالت دستگاه را بیان نمود زیرا متغیر سوم قابل محاسبه است.

گاز کامل (ایده آل) (آرمانی):

گازی که بسیار رقیق باشد یعنی چگالی آن بسیار کم باشد، معادله حالت آن، ساده و مستقل از نوع گاز است. این گاز را گاز کامل گویند.

معادله حالت گاز کامل:

«معادله حالت رابطه‌ای بین متغیرهای ترمودینامیکی است» که حالت گاز را مشخص می‌کنند. اگر یک گاز کامل داشته باشیم، معادله حالت آن بسیار ساده و مستقل از نوع گاز خواهد بود و برای تمام گازهای کامل یک رابطه صدق می‌کند. این رابطه در واقع نسخه جدید قانون گازها است.

واضح است اگر در قانون گازها، دما و حجم را ثابت نگه داریم ولی گاز به مخزن اضافه شود، فشار گاز تغییر می‌کند یعنی ثابت قانون گازها به مقدار گاز (مول گاز) ارتباط دارد. یعنی $n \propto \frac{PV}{T}$ برای این که این تناسب به یک تساوی تبدیل گردد از یک ضریب استفاده می‌شود و معادله حالت گاز کامل تولید می‌گردد.

$$\frac{PV}{T} = nR \Rightarrow \boxed{PV = nRT}$$

P ← فشار گاز برحسب پاسکال

V ← حجم گاز برحسب مترمکعب

T ← دمای گاز برحسب کلوین

n ← تعداد مول گاز برحسب مول

در این رابطه R «ثابت گازها» نام دارد و برابر با $8/314 \text{ J/mol.K}$ است.

نکته: دقت کنید گازهای اکسیژن و هیدروژن و نیتروژن دواتمی بوده و گازهای آرگون و هلیوم و نئون تک اتمی هستند.

نکته بسیار مهم: در حل مسایل باید تمام واحدها در معادله حالت گاز کامل به صورت استاندارد و SI جاگذاری شود زیرا عدد ثابت گازها با واحدهای اصلی به دست آمده است. یعنی در صورت تغییر واحدها به عنوان مثال به اتمسفر باید R را عدد دیگری جاگذاری نمایید.

سوال ۱: در ظرفی یک لیتر گاز اکسیژن در دمای ۲۷ درجه سلسیوس موجود است. اگر این گاز شامل $N = 1/5 \times 10^{22}$ مولکول اکسیژن باشد، فشار آن تقریباً چند اتمسفر است؟ (جرم مولی اتم اکسیژن ۱۶ گرم بر مول است و $R = 8 J/mol.K$)

(۱) ۶۰۰۰۰ (۲) ۰/۶ (۳) ۶۰۰ (۴) ۶۰

سوال ۲: استوانه‌ای به حجم ۴۴ لیتر حاوی گاز هلیوم در فشار ۱۵۰ اتمسفر و دمای ۳۰۰ کلوین است. اگر این گاز را مایع کنیم، چند لیتر هلیوم مایع به دست می‌آید؟

($\rho_{\text{هلیوم مایع}} = 0/125 \text{ g/cm}^3$ و جرم مولی هلیوم ۴ گرم بر مول است و $R = 8 J/mol.K$)

(۱) ۸/۸ (۲) ۸۸۰۰ (۳) ۸۸ (۴) ۸۸۰

فرآیند ترمودینامیکی:

هنگامی که دستگاه از یک حالت به حالت دیگر می‌رود، می‌گوییم یک فرآیند ترمودینامیکی انجام شده است. در یک فرآیند ترمودینامیکی حداقل دو مورد از متغیرهای ترمودینامیکی تغییر خواهد نمود.

فرآیند آرمانی (ایستوار):

فرآیندی که طی آن وضعیت یک دستگاه بسیار نزدیک به حالت تعادل باشد یعنی در تمام قسمت‌های دستگاه تغییرات فشار و دما یکسان باشد را آرمانی می‌گوییم.

تبادل انرژی بین دستگاه و محیط:

تبادل انرژی در فرآیندهای ترمودینامیکی بین محیط و سیستم از دو طریق انجام می‌گردد: گرما و کار.

(۱) گرما:

گرما صورتی از انرژی است که به علت اختلاف دما بین دو جسم مبادله می شود. در فرآیندهای ترمودینامیکی انرژی ممکن است توسط گرما بین محیط و سیستم تبادل گردد. در این روش معمولاً دستگاه با یک منبع گرما در تماس است.

منظور از منبع گرما، جسمی است که در حین فرآیند، گرما بگیرد یا از دست بدهد ولی دمای آن تغییر قابل ملاحظه-ای نکند.

به عنوان مثال هوای اتاق برای شعله چوب کبریت مانند یک منبع گرماست و یا آب استخر برای یک لیوان آب جوش مانند یک منبع گرماست. همچنین هوای بیرون برای یک اتومبیل منبع گرماست.

نکته: می توان از مخلوط آب و یخ به عنوان منبع گرما استفاده نمود. زیرا تمام تمام یخ ذوب نشود یا تمام آب منجمد نشود، دمای مخلوط در صفر درجه سلسیوس باقی می ماند و تغییر نمی کند.

سوال ۳: چند مورد از موارد زیر برای یک پیستون گاز منبع گرما است؟

« مخلوط آب و یخ - آب دریاهای آزاد - شعله چوب کبریت - آب در حال جوشیدن »

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(۲) کار:

فرض کنید مقداری گاز درون سیلندری حبس شده است. اگر گاز را گرم کنیم منبسط می شود یعنی نیرویی به پیستون وارد نموده و آن را جابجا می نماید. در نتیجه کاری انجام شده و انرژی بین سیلندر و محیط اطراف مبادله خواهد شد.

در واقع در هر فرآیند ترمودینامیکی که حجم دستگاه تغییر کند، بین دستگاه و محیط کار مبادله شده است.

نکته: گرما اگر به دستگاه (سیستم) داده شود، آن را مثبت و اگر از دستگاه گرفته شود، منفی قرار می دهیم. به بیان دیگر اگر دستگاه گرما بگیرد، Q مثبت بوده و اگر دستگاه گرما از دست بدهد، Q منفی است.

نکته: اگر دستگاه منقبض شود، مانند این است که شما با نیروی خود آن را جمع نموده اید و انرژی به آن داده اید، در نتیجه اگر دستگاه منقبض شود، کار را مثبت و اگر دستگاه منبسط شود، کار را منفی در نظر می گیریم.

نکته: در مسایل و تست ها دقت نمایید که سوال از شما گرما و کار محیط را می خواهد یا گرما و کار دستگاه (سیستم). زیرا آنچه در مورد علامت گرما و کار در نکات قبل ذکر شد در واقع گرما و کار محیط (ما) است و علامت گرما و کار سیستم (دستگاه) دقیقاً قرینه است.

کج ممل یادداشت نکات:

انرژی درونی:

همان طور که از گذشته به یاد دارید، انرژی درونی ماده با مجموع انرژی های اجزای تشکیل دهنده آن ماده برابر است. در واقع با مجموع انرژی های جنبشی و پتانسیل ذره های آن ماده برابر است. چون در گاز کامل از برخورد مولکول های گاز به هم صرف نظر می شود، انرژی پتانسیل آن تغییری نداشته و انرژی درونی با انرژی جنبشی و دما متناسب است.
نکته: قابل اثبات است که انرژی درونی گازها فقط به مقدار مول آن ها و دمای آن ها بستگی دارد.

قوانین ترمودینامیک:

(۱) قانون صفرم ترمودینامیک: (بیشتر بدانید)

هرگاه دو جسم A و B هر کدام با جسم سوم C در حال تعادل گرمایی باشند، در این صورت، خود آن ها هم با یکدیگر در حال تعادل گرمایی اند.
به بیان ساده تر، پیام قانون صفرم این است: «هر جسم دارای ویژگی ای موسوم به دماست، که هر گاه دو جسم در حال تعادل گرمایی باشند، دماهای آن ها یکسان است و برعکس». یکی از کاربردهای این قانون آن است که می توان با استفاده از جسم سوم که می تواند به عنوان دما نما به کار رود، به هم دما بودن دو جسم دیگر پی برد.
قانون صفرم، که بر مبنای یک تفکر منطقی نامگذاری شده است، در دهه ی ۱۳۱۰ شمسی/۱۹۳۰ میلادی، سال ها پس از کشف و شماره گذاری قانون های اول و دوم ترمودینامیک، شناخته شده است. چون مفهوم دما، اساس این دو قانون است، قانونی که دما را به عنوان یک مفهوم معتبر معرفی می کند باید کمترین شماره (یعنی شماره صفر) را داشته باشد.

(۲) قانون اول ترمودینامیک:

اگر دستگاه در فرآیندی گرمای Q را بگیرد و کار W بر روی آن انجام شود، تغییر انرژی درونی آن برابر است با جمع جبری Q و W. یعنی:

$$\Delta U = W + Q$$

در واقع این قانون همان قانون پایستگی انرژی است که در مورد فرآیندهای ترمودینامیکی به کار می رود.

نکته: دقت کنید در فرآیندهایی که مقدار معینی گاز از یک حالت مشخص (P_1 و V_1 و T_1) به حالت دیگری (P_2 و V_2 و T_2) می رود بدون توجه به این که فرآیند چگونه رخ دهد، ΔU آن ها برابر است ولی هر فرآیند ممکن است Q و W متفاوتی داشته باشد. یعنی ΔU فقط تابع ΔT و n است و به مسیر بستگی ندارد.

نکته: دقت کنید اگر حالت اولیه و نهایی یک مقدار گاز در یک فرآیند دارای دمای یکسان باشد، $\Delta U = 0$ است و ممکن است Q یا W هر مقداری باشند. البته حتماً باید در این فرآیندها $Q = -W$ باشد.

(۳) قانون دوم ترمودینامیک:

این قانون در واقع بیان می‌کند بازده ۱۰۰ درصد وجود ندارد. در آینده این قانون را توضیح خواهیم داد.

سوال ۴: در یک فرآیند ترمودینامیکی دستگاه ۴۲۰ ژول گرما از محیط می‌گیرد و انبساط می‌یابد. اگر کاری که دستگاه روی محیط انجام می‌دهد ۱۰۰ ژول باشد، تغییر انرژی درونی دستگاه چند ژول است؟

- (۱) ۵۲۰ (۲) ۳۲۰ (۳) -۵۲۰ (۴) -۳۲۰

فرآیند هم حجم:

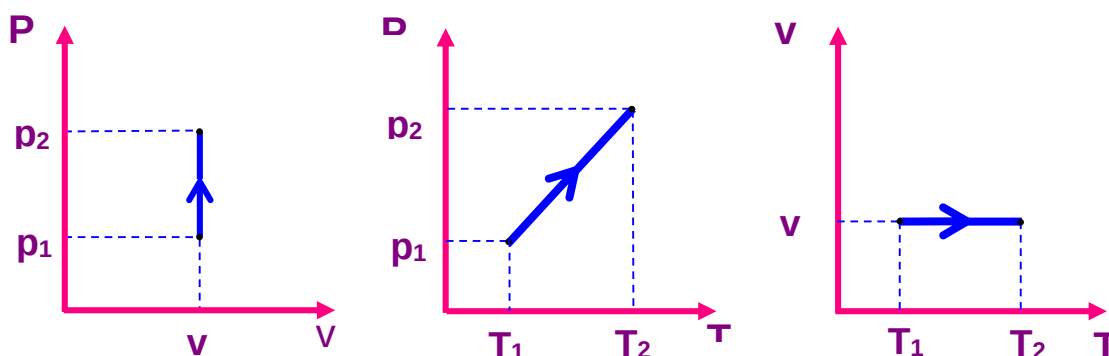
در این فرآیند، حجم دستگاه ثابت نگه داشته می‌شود. در نتیجه $W = 0$ است.

طبق قانون اول ترمودینامیک نتیجه می‌شود: $\Delta U = Q$

نکته: قانون گازها برای فرآیند هم حجم به شکل $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ استفاده خواهد شد.

نکته: رابطه $\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{\Delta P}{P_1}$ برای فرآیند هم حجم برقرار است.

نکته: نمودارهای $P-V$ و $P-T$ و $V-T$ برای فرآیندهای هم حجم به شکل زیر است:



که محل یادداشت نکات:

نکته: شیب نمودار P-T برای فرآیند هم حجم برابر $\frac{nR}{V}$ است.

نکته: امتداد نمودار P-T برای فرآیند هم حجم حتما از مبدا عبور می کند.

سوال ۵: هرگاه در حجم ثابت دمای یک گاز برحسب کلوین ۲۵ درصد کاهش یابد و فشار اولیه گاز ۱۰ اتمسفر باشد، فشار ثانویه چند اتمسفر خواهد بود؟

- (۱) ۷/۵ (۲) ۲/۵ (۳) ۱۲/۵ (۴) ۱۷/۵

سوال ۶: چند مورد از عبارات زیر نادرست است؟

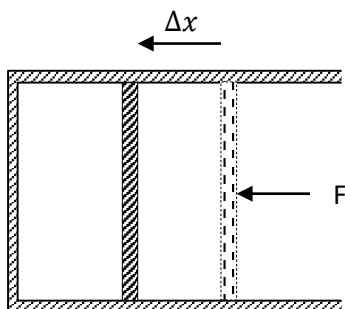
- (الف) در برخی از فرآیندهای هم حجم، کار صفر نیست.
(ب) در فرآیند هم حجم، گرمای مبادله شده صفر است.
(ج) ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت برای تمام گازهای آرمانی $8 J/mol.K$ است.
(د) در فرآیند هم حجم، تغییر انرژی درونی گاز با گرمای مبادله شده برابر است.

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

فرآیند هم فشار:

فشار گاز طی این فرآیند ثابت می ماند. مانند سیلندری که حاوی یک پیستون بدون اصطکاک است. در اثر گرما گرفتن دستگاه انبساطی رخ می دهد که در هر لحظه فشار گاز محبوس با فشار جو و فشار وزن پیستون برابر خواهد بود. در این فرآیند هم کار و هم گرما تبادل خواهد شد.
برای محاسبه کار، از آن جا که می خواهیم همواره گاز در حال تعادل باشد باید نیرویی که ما به پیستون وارد می کنیم همواره با نیرویی که گاز به پیستون وارد می کند برابر باشد تا بتوان با سرعت یکنواخت پیستون را جابجا نمود. بنابراین:

$$W = |F_L| |\Delta x| = |F_L| \left| \frac{\Delta V}{A} \right| = \left| \frac{F_L}{A} \right| |\Delta V| = |P| |\Delta V| \Rightarrow \boxed{W = -P \Delta V}$$



$W \leftarrow$ کار برحسب ژول

$P \leftarrow$ فشار گاز برحسب پاسکال

$\Delta V \leftarrow$ تغییر حجم گاز برحسب مترمکعب

نکته: می توان از رابطه $\boxed{W = -nR\Delta T}$ نیز برای کار فرآیند هم فشار بهره جست.

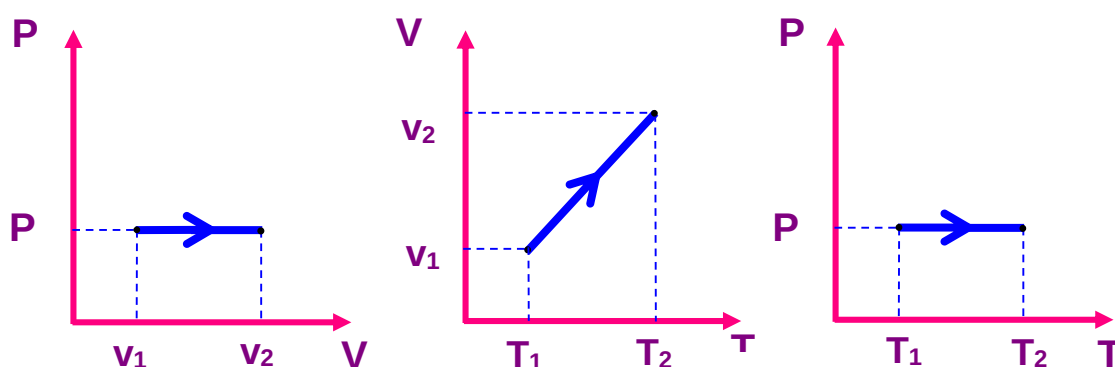
کج ممل یادداشت نکات:

نکته: دقت نمایید کاری که در اینجا اثبات شد همان کار ما یا کار محیط روی دستگاه است که باید در قانون اول ترمودینامیک جاگذاری شود. از آنجا که همواره نیروی دستگاه قرینه نیروی ماست پس کار دستگاه دقیقاً هم اندازه با کار ماست و فقط قرینه آن است.

نکته: قانون گازها برای فرآیند هم فشار به شکل $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ استفاده خواهد شد.

نکته: رابطه $\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{\Delta V}{V_1}$ برای فرآیند هم فشار برقرار است.

نکته: نمودارهای P-V و P-T و V-T برای فرآیندهای هم فشار به شکل زیر است:

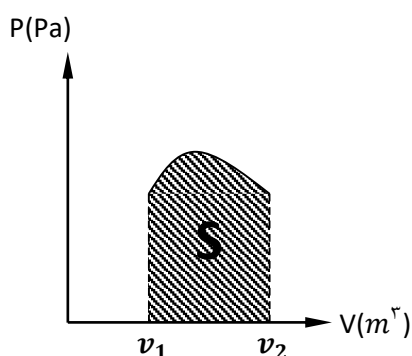


نکته: شیب نمودار V-T برای فرآیند هم فشار برابر $\frac{nR}{P}$ است.

نکته: امتداد نمودار V-T برای فرآیند هم فشار حتماً از مبدا عبور می کند.

نکته: همواره قدرمطلق کار محیط روی دستگاه برابر مساحت زیر نمودار

فرآیند در نمودار P-V است. $|W| = S$



علامت کار را نیز با توجه به جهت نمودار می توان تعیین نمود. یعنی اگر حجم کاهش یافت، علامت آن مثبت و اگر حجم افزایش یافت، علامت آن منفی است.

سوال ۷: در یک فرآیند هم فشار ۲ لیتر گاز کامل NH_3 مقدار ۲۰ ژول کار انجام داده است و دمای آن از ۳۰۰ کلوین به ۳۳۰

کلوین رسیده است. فشار گاز چند اتمسفر است؟ ($R = 8 J/mol.K$)

- (۱) ۱ (۲) ۱۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۰/۱

سوال ۸: یک لیتر گاز کامل در فشار ثابت یک اتمسفر مقداری گرما به محیط می‌دهد و حجم آن ۱۰ درصد کاهش می‌یابد. اگر

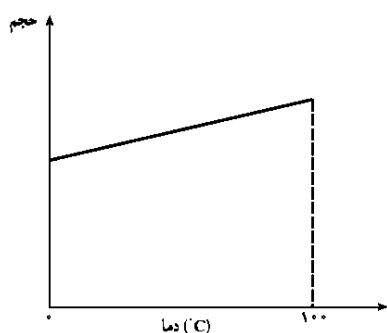
دمای اولیه گاز ۳۰۰ کلوین باشد، کار انجام شده روی آن چند ژول است؟ ($R = 8 J/mol.K$)

- (۱) ۰/۱ (۲) ۱۰ (۳) -۰/۱ (۴) -۱۰

سوال ۹: گرمای تبخیر آب در نقطه جوش $2/2 \times 10^3 J/g$ است. اگر یک گرم (یک سانتیمتر مکعب) آب بر اثر جوشیدن در

فشار ثابت یک اتمسفر به ۱۶۰۱ سانتیمتر مکعب بخار تبدیل شود، افزایش انرژی درونی آب چند ژول است؟

- (۱) ۲۳۶۰ (۲) ۲۰۴۰ (۳) ۳۸۰۰ (۴) ۶۰۰

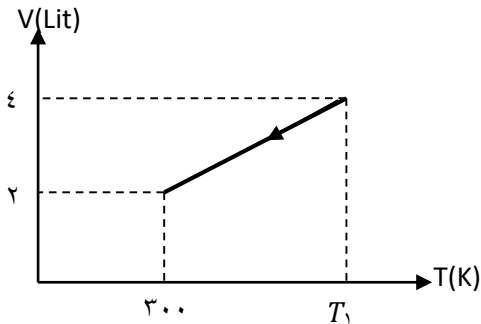


سوال ۱۰: با گرما دادن مقداری گاز طی فرآیند هم فشار نمودار $V-T$ آن مطابق

شکل شده است. اگر نمودار را امتداد دهیم تا محور دما را قطع نماید، دمای آن

نقطه چند درجه سلسیوس است؟

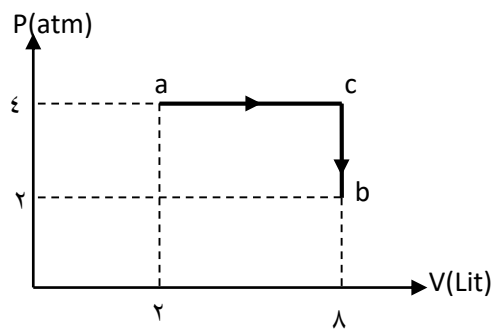
- (۱) -۱۰۰ (۲) -۲۰۰ (۳) -۲۷۳ (۴) صفر



سوال ۱۱: نمودار $V-T$ ، 0.2 مول گاز آرگون طی یک فرآیند هم فشار مطابق شکل است. کار انجام شده در این فرآیند چند ژول است؟

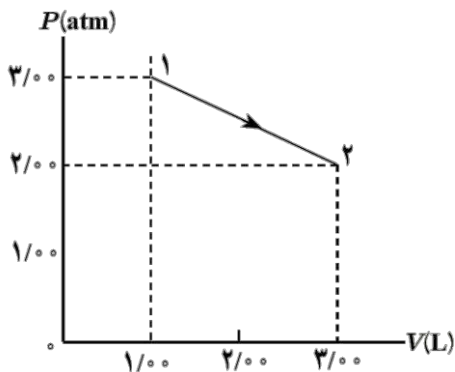
$$(R = 8 J/mol.K)$$

- (۱) ۴۸
- (۲) -۴۸
- (۳) ۴۸۰
- (۴) -۴۸۰



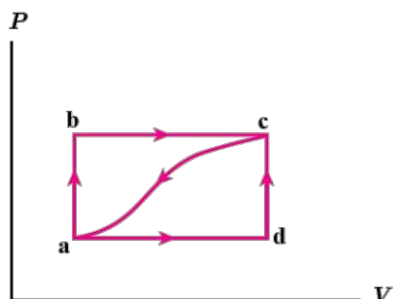
سوال ۱۲: 0.4 مول گاز اکسیژن طی دو فرآیند متوالی هم فشار و هم حجم مطابق شکل از وضعیت a به b می رود. کار انجام شده در حین تحول دستگاه از وضعیت a به b چند ژول است؟

- (۱) ۲۴۰۰
- (۲) -۲۴۰۰
- (۳) ۱۲۰۰
- (۴) -۱۲۰۰



سوال ۱۳: در نمودار مقابل، انرژی درونی در نقطه (۱) برابر $456 J$ و در نقطه (۲) برابر $912 J$ است. گرمای مبادله شده در این فرآیند چند ژول است؟

- (۱) ۹۵۶
- (۲) -۹۵۶
- (۳) ۴۴
- (۴) -۴۴



سوال ۱۴: کدام مقایسه در مورد کار و گرمای مبادله شده در مسیر abc با مسیر

adc صحیح است؟

$$W_{abc} > W_{adc} \text{ و } Q_{abc} > Q_{adc} \quad (۱)$$

$$W_{abc} < W_{adc} \text{ و } Q_{abc} > Q_{adc} \quad (۲)$$

$$W_{abc} > W_{adc} \text{ و } Q_{abc} < Q_{adc} \quad (۳)$$

$$W_{abc} < W_{adc} \text{ و } Q_{abc} < Q_{adc} \quad (۴)$$

سوال ۱۵: یک مکعب آلومینیومی توپر به ضلع ۲۰ cm از ۵۰°C تا ۱۵۰°C در فشار ثابت متعارف جو ($10^5 Pa$) گرم می شود.

تغییر انرژی درونی آن چند ژول است؟

$$(\alpha_{Al} = 20 \times 10^{-4} \text{ } 1/K \text{ در دمای اولیه و } \rho_{Al} = 3000 \text{ } kg/m^3 \text{ و } c_{Al} = 100 \text{ } J/kg \cdot ^\circ C)$$

$$۲۶۸۱۲۰ \quad (۴)$$

$$۲۳۹۵۲۰ \quad (۳)$$

$$۲۳۰۵۲۰ \quad (۲)$$

$$۲۴۰۴۸۰ \quad (۱)$$

فرآیند هم دما:

دمای گاز طی این فرآیند ثابت می ماند. مانند سیلندری که در تماس با یک منبع گرما مانند مخلوط آب و یخ در حال تعادل (صفر درجه سلسیوس) است. در این فرآیند گاز ابتدا در حال تعادل گرمایی با منبع است و وقتی آن را کمی متراکم می کنیم، دمای آن اندکی بالا می رود و از دمای منبع گرما کمی بیشتر می شود. به علت این اختلاف دما، گاز اندکی گرما از دست می دهد و دمای آن با دمای منبع یکسان می گردد.

در واقع اگر فرآیند به آرامی انجام شود، دمای سیلندر ثابت خواهد ماند.

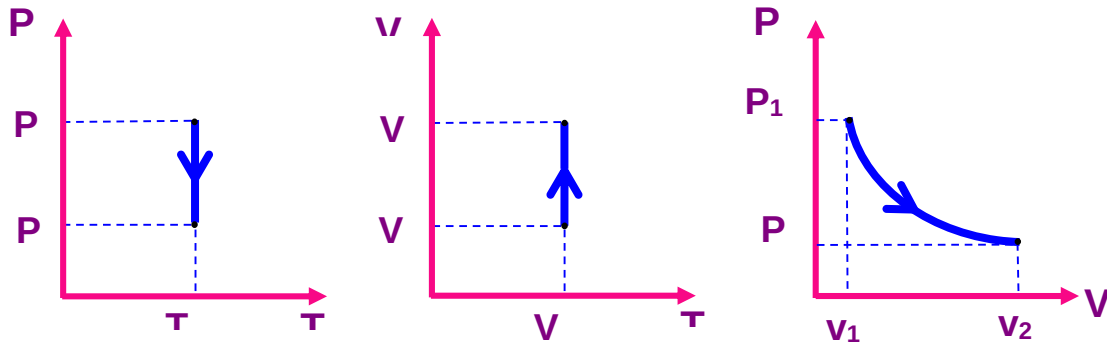
نکته: در فرآیند هم دما رابطه ای برای محاسبه گرمای مبادله شده و کار در سطح کتاب درسی در دست نیست.

نکته: نمودار فشار بر حسب حجم برای فرآیند هم دما قسمتی از منحنی هموگرافیک است و دایره یا بیضی نیست.

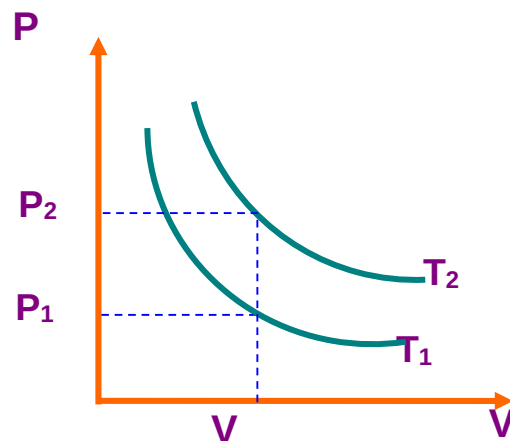
نکته: قانون گازها برای فرآیند هم دما به شکل $P_1 V_1 = P_2 V_2$ استفاده خواهد شد.

که ممل یادداشت نکات:

نکته: نمودارهای P-V و P-T و V-T برای فرآیندهای هم دما به شکل زیر است:



نکته: نمودار P-V برای چند فرآیند هم دما که دمای انجام فرآیند در آن‌ها متفاوت است به شکل زیر است:



نکته: هرچه دمای یک فرآیند هم دما بیشتر باشد، نمودار P-V آن از مبدا دورتر خواهد بود. در ضمن نمودار هیچگاه محور x یا y را قطع نمی‌کند.

نکته: در فرآیند هم دما به علت ثابت بودن دما، در صورتی که تعداد مول گاز تغییر نکند، $\Delta U = 0$ خواهد بود.

نکته: نحوه یافتن درصد تغییرات یک کمیت مانند f به صورت $\frac{\Delta f}{f_1} \times 100$ است.

سوال ۱۶: فشار ۱۰ لیتر گاز کاملی را در دمای ثابت ۲۰ درصد افزایش می‌دهیم. حجم ثانویه چند لیتر است؟

(۴) ۸

(۳) ۱۲

(۲) ۵۰

(۱) ۸/۳۳

سوال ۱۷: در دمای ثابت اگر فشار مقداری گاز کامل را ۴۰ درصد افزایش دهیم، حجم آن چند درصد و چگونه تغییر می کند؟

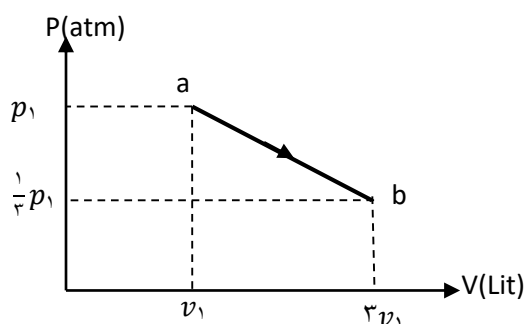
- (۱) ۷۱/۴ درصد کاهش (۲) ۷۱/۴ درصد افزایش (۳) ۲۸/۵ درصد کاهش (۴) ۲۸/۵ درصد افزایش

سوال ۱۸: در دمای ثابت حجم مقداری گاز کامل را چند درصد کاهش دهیم تا فشار آن ۶۰ درصد افزایش یابد؟

- (۱) ۶۰ (۲) ۴۰ (۳) ۳۷/۵ (۴) ۶۲/۵

سوال ۱۹: در فرآیندی مطابق شکل مقابل، انرژی درونی به چه

صورت تغییر می کند؟



- (۱) پیوسته کاهش
(۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش
(۳) بدون تغییر
(۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش

فرآیند بی دررو:

در این فرآیند دستگاه را عایق بندی می کنیم. یعنی این فرآیند هیچ مبادله گرمایی ندارد. البته ممکن است گاهی اوقات فرآیند به قدری سریع انجام شود که فرصت انتقال گرما به آن داده نشود و به این فرآیند نیز بی دررو گویند.

بیشتر بدانید: در فرآیند بی دررو علاوه بر این که معادله حالت گاز کامل صدق می کند، رابطه $PV^{c_p} = cte$ نیز صدق می کند که خارج از مباحث کتاب درسی است و از آن جهت رسم نمودارهای P-V این فرآیند استفاده می گردد.

نکته: نمودار فشار بر حسب حجم برای فرآیند بی دررو قسمتی از دایره یا بیضی نیست.

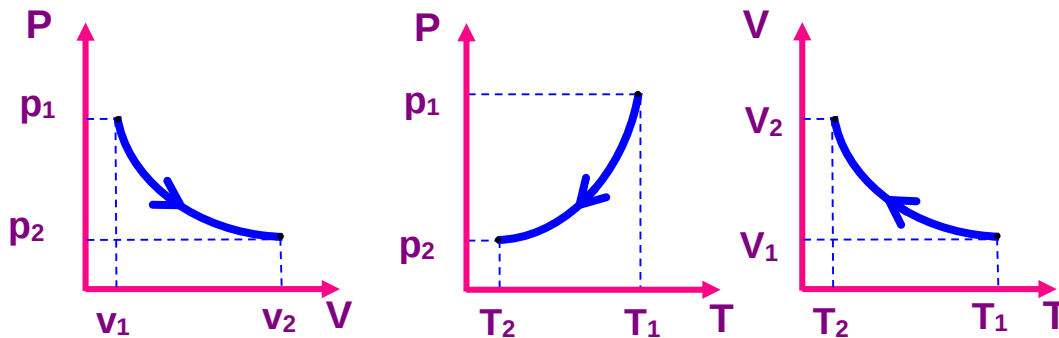
$$\Delta U = W$$

نکته: در فرآیند بی دررو $Q = 0$ است. در نتیجه می توان نوشت:

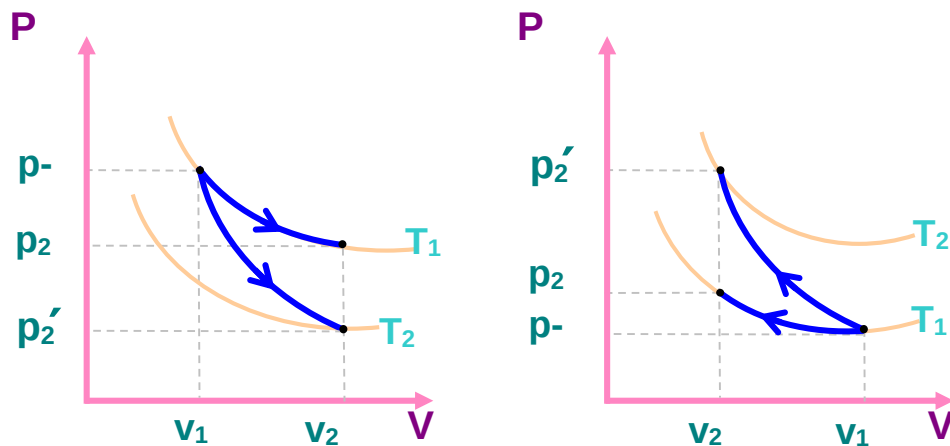
نکته: قانون گازها برای فرآیند بی دررو به شکل $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ استفاده خواهد شد.

کج ممل یادداشت نکات:

نکته: نمودارهای P-V و P-T و V-T برای فرآیندهای بی دررو مطابق شکل زیر است:



نکته: تغییر فشار بی دررو بیشتر از تغییر فشار فرآیند هم دما است. به نمودار زیر دقت کنید:



سوال ۲۰: ۵ مول از یک گاز کامل تک اتمی را از حالت اولیه با دمای ۳۰۰ کلوین یک بار به صورت بی دررو و یک بار هم به صورت هم دما تا حجم مشخصی منبسط می کنیم. در انبساط بی دررو، دمای مطلق گاز ۵ درصد کاهش می یابد. فشار نهایی گاز در

انبساط بی دررو چند برابر فشار نهایی انبساط هم دماست؟ ($R \cong 8 J/mol.K$)

۰/۸۵ (۴)

۰/۹۵ (۳)

۰/۱۵ (۲)

۰/۰۵ (۱)

سوال ۲۱: انتهای یک سرنگ حاوی هوا را مسدود و آن را وارد ظرف بزرگی از آب می کنیم. پس از مدتی پیستون سرنگ را به آرامی فشار می دهیم. هوای درون سرنگ چه فرآیندی را طی می کند؟

- (۱) هم حجم (۲) هم فشار (۳) هم دما (۴) بی دررو

سوال ۲۲: سر بادکنکی را پس از باد کردن می بندیم و درون آب استخری به صورت عمودی و به آرامی پایین می بریم. هوای درون بادکنک چه فرآیندی را طی نموده است؟

- (۱) هم حجم (۲) هم فشار (۳) هم دما (۴) بی دررو

سوال ۲۳: در سوال قبل چه تغییری در حجم بادکنک رخ می دهد؟

- (۱) کاهش می یابد (۲) افزایش می یابد. (۳) تغییر نمی کند. (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش

سوال ۲۴: سر بادکنکی را پس از باد کردن می بندیم و درون آب استخری به صورت عمودی و به سرعت پایین می بریم. هوای درون بادکنک چه فرآیندی را طی نموده است؟

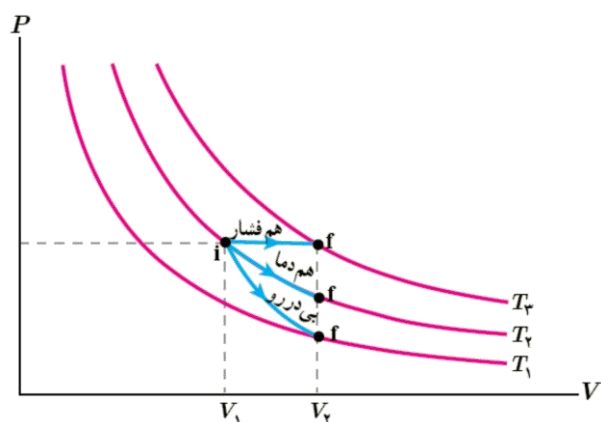
- (۱) هم حجم (۲) هم فشار (۳) هم دما (۴) بی دررو

سوال ۲۵: تراکم گاز به صورت هم دما، کار بیشتری نیاز دارد یا تراکم گاز به صورت بی دررو؟

- (۱) هم دما (۲) بی دررو (۳) برابرند (۴) به حجم اولیه بستگی دارد.

سوال ۲۶: طی یک فرآیند بی دررو، دمای دو مول از یک گاز آرمانی تک اتمی به اندازه 25°C کاهش می یابد. در این فرآیند، حجم افزایش یافته یا کاهش؟

- (۱) پیوسته کاهش (۲) پیوسته افزایش (۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش



سوال ۲۷: باتوجه به شکل مقابل که سه انبساط مختلف را

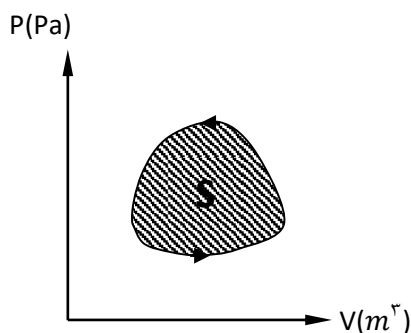
نشان می دهد، گرمای داده شده به گاز را در این فرآیندها

مقایسه کنید.

- (۱) $Q_{\text{بی دررو}} > Q_{\text{هم دما}} > Q_{\text{هم فشار}}$
 (۲) $Q_{\text{بی دررو}} < Q_{\text{هم دما}} < Q_{\text{هم فشار}}$
 (۳) $Q_{\text{بی دررو}} > Q_{\text{هم فشار}} > Q_{\text{هم دما}}$
 (۴) $Q_{\text{بی دررو}} < Q_{\text{هم فشار}} < Q_{\text{هم دما}}$

که محل یادداشت نکات:

چرخه ترمودینامیکی:



مجموعه فرآیندهایی را که دستگاه پس از طی آن‌ها به حالت اولیه خود بازگردد، چرخه نامیده می‌شود. منظور از حالت اولیه یعنی دقیقاً دما و فشار و حجم اولیه گاز. مشخصاً چون گاز به حالت اولیه خود رسیده است، در صورتی که از مقدار مول گاز کم نشده باشد، به علت صفر بودن تغییرات دمای گاز خواهیم داشت: $\Delta U = 0$

همین طور می‌توان نشان داد، در هر چرخه:

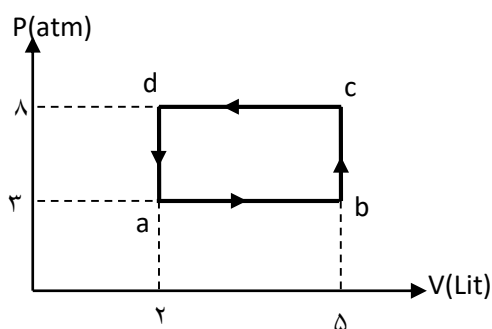
$$|W| = P - V \text{ مساحت داخل نمودار}$$

نکته: علامت کار را در چرخه از روی نمودار P-V می‌توان تعیین کرد. چرخه اگر ساعتگرد باشد کار منفی و اگر پادساعتگرد باشد کار مثبت است.

نکته: در هر چرخه گرمای کل چرخه، قرینه کار کل چرخه است. در ضمن گرمای کل چرخه با مجموع گرمای همه فرآیندها و کار کل چرخه با مجموع کار همه فرآیندها برابر است.

سوال ۲۸: گازی چرخه شکل مقابل را طی نموده است. کار انجام

شده روی گاز چند ژول است؟



(۱) ۱۵

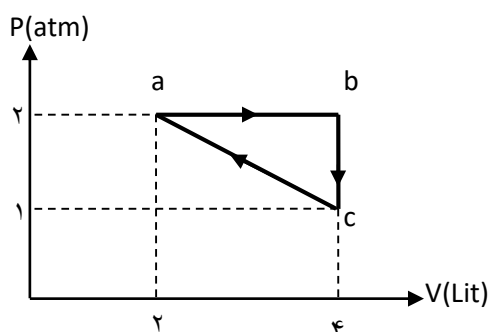
(۲) -۱۵

(۳) ۱۵۰۰

(۴) -۱۵۰۰

سوال ۲۹: در چرخه مقابل ۰/۵ مول گاز تک اتمی داریم. دمای گاز

در نقطه B چند درجه سلسیوس است؟ $(R \cong 8 J/mol.K)$



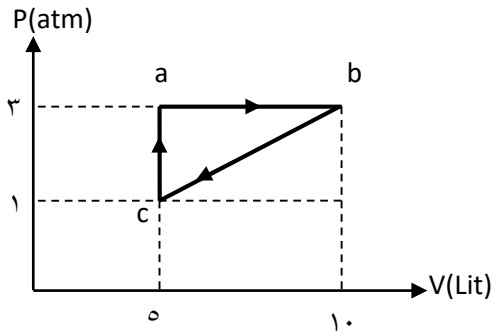
(۱) ۲۰۰

(۲) ۷۳

(۳) -۷۳

(۴) -۲۰۰

که محل یادداشت نکات:

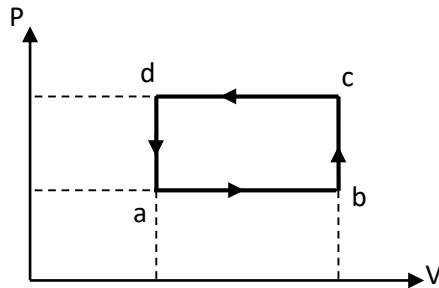


سوال ۳۰: یک مول گاز تک اتمی چرخه مقابل را طی نموده است.

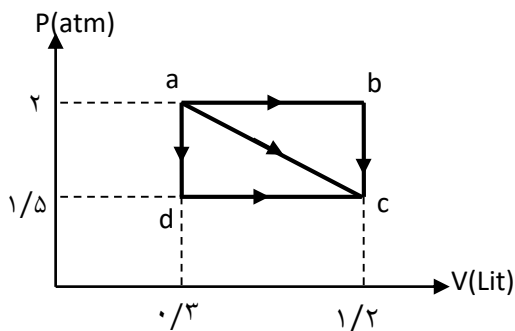
گرمایی که دستگاه دریافت نموده است چند ژول است؟

$$(R \cong 8 \text{ J/mol.K})$$

- (۱) ۵
- (۲) ۵۰
- (۳) ۵۰۰
- (۴) ۰/۵



سوال ۳۱: نمودار P-T و V-T مربوط به چرخه زیر را رسم نمایید.



سوال ۳۲: یک مول گاز تک اتمی مطابق شکل از سه مسیر

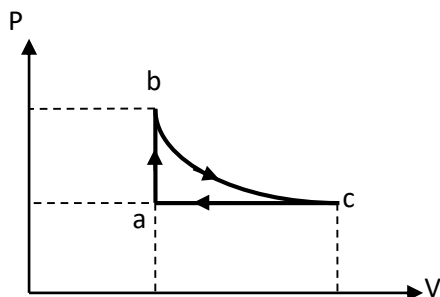
مختلف از وضعیت a به وضعیت c می‌رسد. اگر انرژی درونی

گاز در وضعیت a برابر ۹۱ ژول و در وضعیت c برابر ۱۸۲ ژول

باشد، گرمای مبادله شده در مسیر ac چند ژول است؟

$$(R \cong 8 \text{ J/mol.K})$$

- (۱) ۲۴۸/۵
- (۲) ۶۶/۵
- (۳) -۲۴۸/۵
- (۴) -۶۶/۵

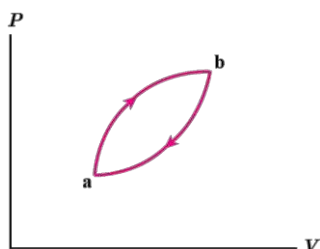


سوال ۳۳: گاز کاملی چرخه مقابل را طی نموده است. اگر دستگاه در فرآیند AB مقدار ۲۰ ژول گرما دریافت کند و در فرآیند BC هیچ گرمایی بین دستگاه و محیط مبادله نشود، در فرآیند CA چه مقدار گرما توسط دستگاه دریافت شده است؟ فرض کنید کار خالص انجام

شده در طی چرخه ۱۵۰ ژول است. ($R \cong 8 J/mol.K$)

(۱) ۱۳۰ (۲) ۱۵۰

(۳) ۲۰ (۴) صفر



سوال ۳۴: با توجه به شکل مقابل گاز در کل چرخه گرما گرفته یا از دست داده است؟

(۱) گرفته است. (۲) از دست داده است.

(۳) تبادل گرما صفر است. (۴) نمی توان گفت.

سوال ۳۵: شکل (الف) یک استوانه حاوی مقداری گاز کامل را نشان می دهد که با یک پیستون بسته شده است. استوانه را در مخلوط آب و یخ فروبرده ایم. پیستون را از وضعیت ۱ تا ۲ به سرعت پایین می بریم. پیستون را در وضعیت ۲ آنقدر نگه می داریم تا دمای گاز دوباره به صفر درجه سلسیوس برسد و سپس آن را به آهستگی به وضعیت ۱ باز می گردانیم. در شکل (ب) نمودار P-V این فرآیند رسم شده است. اگر در طی این چرخه، ۱۰۰ گرم یخ ذوب شده باشد، چند کیلوژول کار روی گاز انجام شده

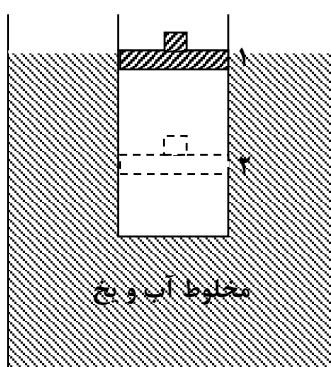
است؟ ($L_f = 334 kJ/kg$ یخ) ($R \cong 8 J/mol.K$)

(۱) ۳۳۴۰۰

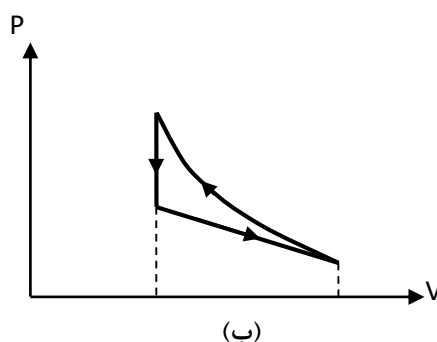
(۲) ۳۳۴۰

(۳) ۳۳۴

(۴) ۳۳/۴



(الف)



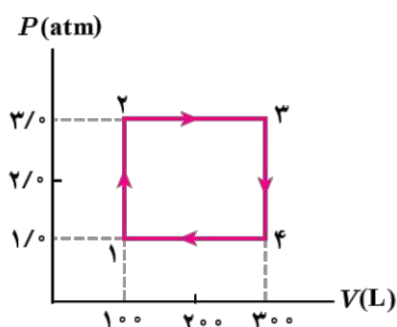
(ب)



سوال ۳۶: با توجه به نمودار مقابل، علامت W و Q را برای کل چرخه تعیین کنید.

(۱) $Q > 0$ و $W > 0$ (۲) $Q < 0$ و $W > 0$

(۳) $Q < 0$ و $W < 0$ (۴) $Q > 0$ و $W < 0$



سوال ۳۷: دمای گاز کامل دو اتمی که چرخه مقابل را طی می کند در نقطه (۱) برابر

K ۲۰۰ است. دمای نقطه (۳) چند کلوین است؟ ($R \cong 8 J/mol.K$)

(۱) ۶۰۰

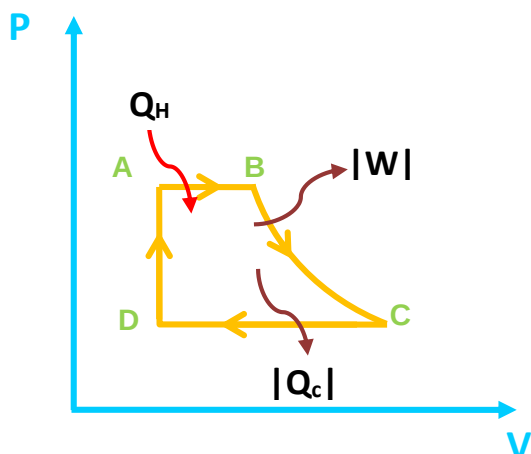
(۲) ۱۲۰۰

(۳) ۱۸۰۰

(۴) ۲۱۰۰

ماشین های گرمایی:

ماشین های گرمایی ابزارهایی هستند که به وسیله برخی فرآیندهای ترمودینامیکی، گرمای حاصل از سوخت را به کار تبدیل می کنند.



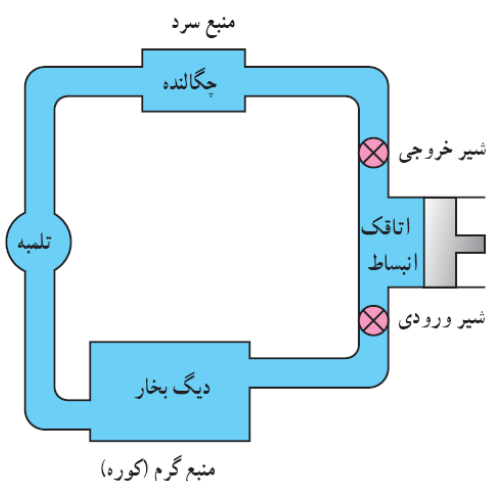
در واقع ماشین های گرمایی با ترکیب چند فرآیند، مقداری گرما از محیط دریافت می کنند و بخشی از آن را به کار تبدیل نموده و قسمتی را نیز به صورت گرما به محیط برمی گردانند. این ماشین ها وسایلی هستند که بین دو منبع با دمای مختلف کار می کنند. از آن جا که این تبدیل انرژی دائماً صورت می گیرد، طراحی ماشین ها به گونه ای است که دستگاه پس از طی چند فرآیند به حالت اولیه خود باز می گردد. در واقع ماشین گرمایی در یک چرخه معین کار می کند.

ماشین های گرمایی دو دسته اند:

که ممل یادداشت نکات:

الف) ماشین‌های برون‌سوز:

این ماشین‌ها گرمای لازم برای انجام فرآیندها را از یک منبع بیرونی مانند یک کوره دریافت می‌کنند. مثال این ماشین‌ها ماشین بخار، استرلینگ و نیوکامن است. در ماشین بخار دستگاهی که چرخه را طی می‌کند آب است.

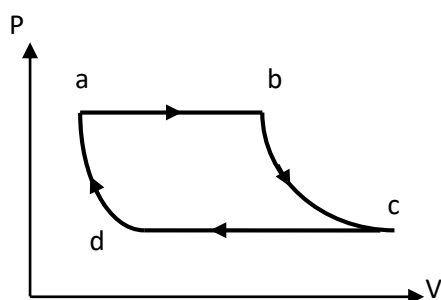


ابتدا آب درون دیگ بخار در فشار ثابت و نسبتاً زیادی در کوره به بخار تبدیل می‌شود. یعنی دما و حجم بخار تا حد معینی افزایش می‌یابد. شیر ورودی باز می‌گردد و بخار آب وارد اتاقک انبساط می‌شود. به پیستون نیرو وارد نموده و آن را وادار به حرکت می‌نماید. در نتیجه حرکت پیستون دما و فشار بخار آب کم می‌شود. چون انبساط بسیار سریع است، این فرآیند تقریباً بی‌دررو است.

طراحی ماشین به گونه‌ای است که وقتی پیستون به انتها رسید به عقب باز می‌گردد. در هنگام بازگشت، شیر ورودی بسته و شیر خروجی باز می‌شود و بخار به چگالنده که لوله‌های آب سرد

یا فن خیلی قوی آن را خنک می‌کند وارد می‌شود. در چگالنده در فشار ثابت حجم کم شده و بخار به مایع تبدیل می‌گردد. حال یک تلمبه آب مایع را به دیگ بخار باز می‌گرداند و به صورت بی‌دررو فشار آن را به فشار اولیه می‌رساند. البته تغییرات کمی در دما و حجم مایع رخ می‌دهد.

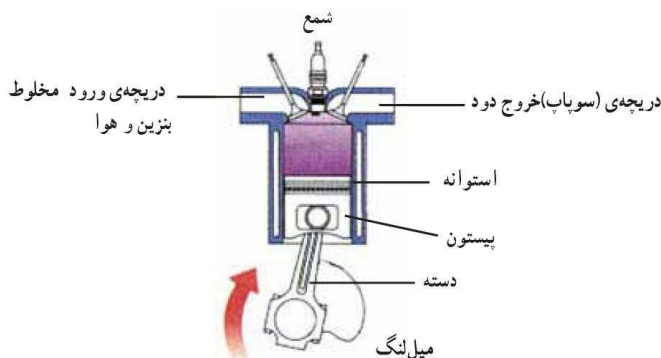
به این ترتیب یک چرخه ترمودینامیکی را طی نموده‌ایم که نمودار آن مطابق شکل زیر است:



منبع گرم و منبع سرد:

کوره را که در دمای بالاتری قرار دارد منبع گرم و چگالنده را که در دمای پایین‌تری قرار دارد منبع سرد گویند.

ب) ماشین های درون سوز:



در این ماشین ها گرمای لازم برای انجام فرآیندها از یک منبع درونی تامین می شود مانند موتورهای بنزینی و دیزلی.

مراحل کار این ماشین ها به صورت زیر است که طرح آن را در صفحه بعد مشاهده می نمایید:

الف) مکش: با پایین آمدن پیستون مخلوط بنزین و هوا از طریق دریچه ورودی وارد استوانه (سیلندر) می شود.

وقتی پیستون به پایین ترین وضعیت خود رسید دریچه بسته می شود. (هم حجم)

ب) تراکم: پیستون به سرعت بالا آمده و گاز را متراکم می کند. این فرآیند سریع بی دررو است. دما و فشار در طی این فرآیند بسیار بالا می رود.

پ) آتش گرفتن: وقتی پیستون در بالاترین وضعیت خود قرار دارد، شمع جرقه زده و مخلوط آتش می گیرد و در حجم ثابت، دما و فشار به مقدار زیادی افزایش می یابد. آتش گرفتن در داخل سیلندر است و به این علت ماشین را درون سوز گویند.

ت) انجام کار: در اثر فشار زیاد، مخلوط منبسط شده و حجم به سرعت افزایش می یابد. این فرآیند بی دررو است. پیستون پایین رفته و کاری صورت می پذیرد.

ث) تخلیه و خروج کامل گاز: در پایین ترین وضعیت پیستون، دریچه خروجی باز شده و گازها خارج می گردد. فشار تا فشار جو کاهش یافته و در حال بالا آمدن پیستون تمام گازهای موجود در پیستون خارج می شود. (هم حجم)

نمودار یک ماشین درون سوز که برخی فرض ها در مورد آن انجام پذیرفته است، در شکل مشخص است:

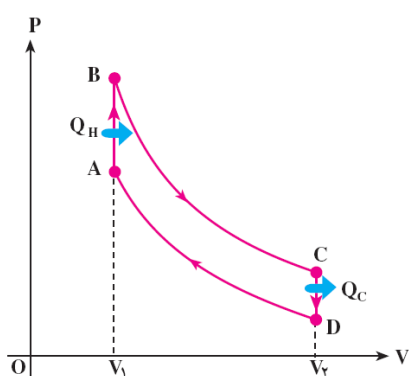
به این چرخه، چرخه اتو گویند.

فرض های موجود در چرخه اتو عبارتند از:

۱) مخلوط بنزین و هوا همواره یک گاز کامل است و اشتعالی بر اثر واکنش شیمیایی رخ نمی دهد و با گرفتن گرما از محیط به دما و فشار در پایان مرحله آتش گرفتن می رسیم.

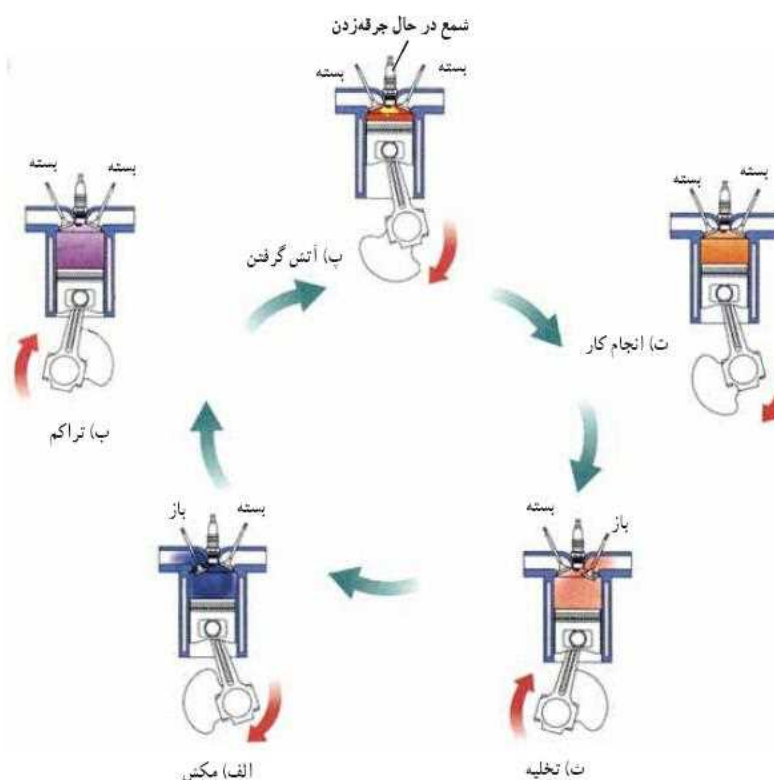
۲) تمام فرآیندها آرمانی است.

۳) مرحله تخلیه گاز رخ نمی دهد و گاز در استوانه باقی می ماند و صرفاً مقداری گرما به محیط می دهد.



نکته: گاهی اوقات نسبت بین حجم‌هایی که چرخه اتو کار می‌کند را نسبت تراکم (۲) گویند. هر چه این نسبت را بالا ببریم بازده بیشتر می‌شود.

نکته: نمودار P-V چرخه ماشین گرمایی همواره ساعتگرد است و علامت کار چرخه همواره منفی است. البته بعضی فرآیندها دارای کار مثبت و بعضی دارای کار منفی هستند.

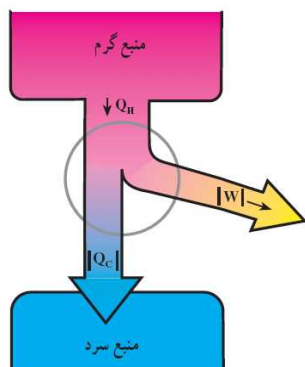


بازده ماشین گرمایی (η):

بازده ماشین گرمایی برابر است با نسبت قدر مطلق کار انجام شده به گرمایی که دستگاه از محیط می‌گیرد. زیرا در واقع کل انرژی که به ماشین داده می‌شود از منبع گرم گرفته شده و آنچه که برای ما مفید است کاری است که ماشین انجام می‌دهد.

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H}$$

نکته: می‌توان بازده را از روابط $\eta = 1 - \frac{|Q_C|}{Q_H} = \frac{|W|}{|W| + |Q_C|}$ نیز به دست آورد.



نکته: پایستگی انرژی یا قانون اول ترمودینامیک برای ماشین گرمایی به صورت $|W| + |Q_C| = Q_H$ است.

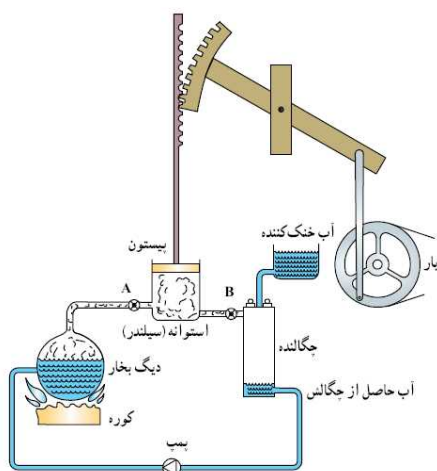
قانون دوم ترمودینامیک (به بیان ماشین گرمایی):

ممکن نیست دستگاه چرخه‌ای را بپیماید و در طی آن مقداری گرما را از منبع گرم جذب و تمام آن را به کار تبدیل کند. نتیجه این قانون آن است که ماشین گرمایی هرگز بازده ۱۰۰ درصد ندارد. نتیجه دیگر این است که هیچگاه Q_C صفر نمی‌شود.

سوال ۳۸: یک ماشین گرمایی در هر چرخه ۴ کیلوژول گرما از منبع گرم دریافت می‌کند و ۲/۴ کیلوژول گرما به منبع سرد می‌دهد. بازده این ماشین چند است؟

- (۱) ۰/۶ (۲) ۰/۴ (۳) ۶۰ (۴) ۴۰

سوال ۳۹: با توجه به شکل مقابل که به ماشین وات ارتباط دارد، در کدام قسمت، گرما از منبع دمابالا به دستگاه داده می‌شود؟



- (۱) سیلندر
(۲) دیگ بخار
(۳) چگالنده
(۴) پمپ

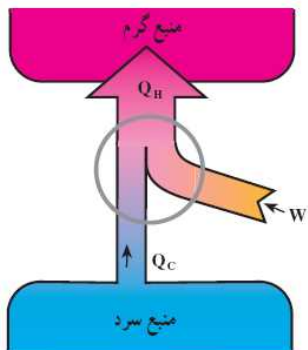
سوال ۴۰: در کدام مراحل از کارکردن موتور درون‌سوز بنزینی، گاز فرآیندی بی‌دررو را طی می‌کند؟

- (۱) مکش (۲) تراکم (۳) آتش گرفتن (۴) تخلیه گاز

سوال ۴۱: یک ماشین گرمایی ۱۰۰ ژول گرما از منبع دمابالا گرفته و ۶۰ ژول گرما به پایین منتقل می‌کند. اگر هر چرخه ۵/۰ ثانیه طول بکشد، توان خروجی آن چند وات است؟

- (۱) ۴۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۲۰ (۴) ۱۶۰

یخچال:



یخچال وسیله‌ای است که با استفاده از کار، گرما را از یک منبع سردی می‌گیرد و به منبع گرمی تحویل می‌دهد. در یخچال نیز مانند ماشین‌های گرمایی یک چرخه ترمودینامیکی طی می‌شود.

در یخچال خانگی، انرژی الکتریکی به وسیله کمپرسور سبب انجام کار شده و گرما از هوا و مواد داخل یخچال گرفته شده و به هوای بیرون از یخچال انتقال می‌یابد. نحوه عملکرد یخچال‌ها عکس ماشین گرمایی است.

نکته: نمودار P-V چرخه یخچال همواره پادساعتگرد است و کار چرخه آن مثبت است. البته بعضی فرآیندها دارای کار مثبت و بعضی دارای کار منفی هستند.

نکته: پایستگی انرژی یا قانون اول ترمودینامیک برای ماشین گرمایی به صورت $W + Q_C = |Q_H|$ است.

قانون دوم ترمودینامیک (به بیان یخچالی):

گرما به طور خود به خود از جسم سرد به جسم گرم منتقل نمی‌شود. نتیجه این است که هیچگاه W صفر نمی‌شود. اگر قانون دوم به بیان یخچالی نقض شود، قانون دوم به بیان ماشین گرمایی هم نقض خواهد شد.

سوال ۴۲: تعیین کنید چند مورد از قسمت‌های زیر در مورد قانون دوم ترمودینامیک است؟

(الف) از بررسی ماشین‌های گرمایی به دست آمده است.

(ب) اگر این قانون بر پدیده‌های طبیعت حاکم نبود، مشکل انرژی بشر حل می‌شد.

(ج) بیان دیگری از قانون پایستگی انرژی است.

(د) به طور کمی با رابطه $\Delta U = W + Q$ بیان می‌شود.

(ه) گرما به خودی خود از جسم سرد به جسم گرم منتقل نمی‌شود.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۱

سوال ۴۳: تعیین کنید چند مورد از قسمت‌های زیر در مورد یخچال است؟

(الف) بازده آن از رابطه $\eta = \frac{|W|}{Q_H}$ به دست می‌آید.

(ب) نوعی ماشین گرمایی است که در جهت وارون کار می‌کند.

(ج) مقداری کار از محیط می‌گیرد.

(و) قانون اول ترمودینامیک برای آن به صورت $|W| = Q_H - |Q_L|$ بیان می‌شود.

(ز) قانون اول ترمودینامیک برای آن به صورت $W = |Q_H| - Q_L$ بیان می‌شود.

(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۲ (۴) ۱

که محل یادداشت نکات:

کلید:

۱ (۳۳)	۲ (۱)
۱ (۳۴)	۱ (۲)
۴ (۳۵)	۳ (۳)
۲ (۳۶)	۲ (۴)
۳ (۳۷)	۱ (۵)
۲ (۳۸)	۲ (۶)
۲ (۳۹)	۱ (۷)
۲ (۴۰)	۲ (۸)
۲ (۴۱)	۲ (۹)
۳ (۴۲)	۳ (۱۰)
۱ (۴۳)	۴ (۱۱)
	۲ (۱۲)
	۱ (۱۳)
	۲ (۱۴)
	۳ (۱۵)
	۱ (۱۶)
	۳ (۱۷)
	۳ (۱۸)
	۲ (۱۹)
	۳ (۲۰)
	۳ (۲۱)
	۳ (۲۲)
	۱ (۲۳)
	۴ (۲۴)
	۲ (۲۵)
	۲ (۲۶)
	۱ (۲۷)
	۳ (۲۸)
	۳ (۲۹)
	۳ (۳۰)
	(۳۱)
	۱ (۳۲)

که ممل یادداشت نکات:



NOTES

الکتریسته ساکن

فصل اول - فیزیک ۲

میدان الکتریکی

نیروی الکتریکی

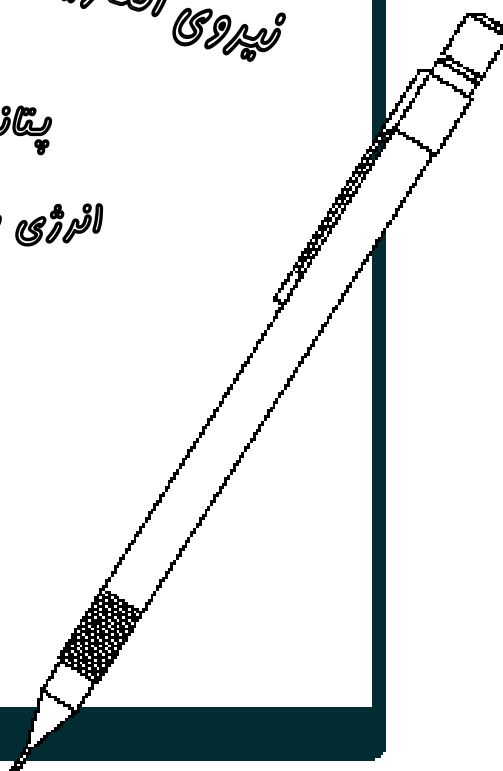
پتانسیل الکتریکی

انرژی پتانسیل الکتریکی

فازن

غروشکست

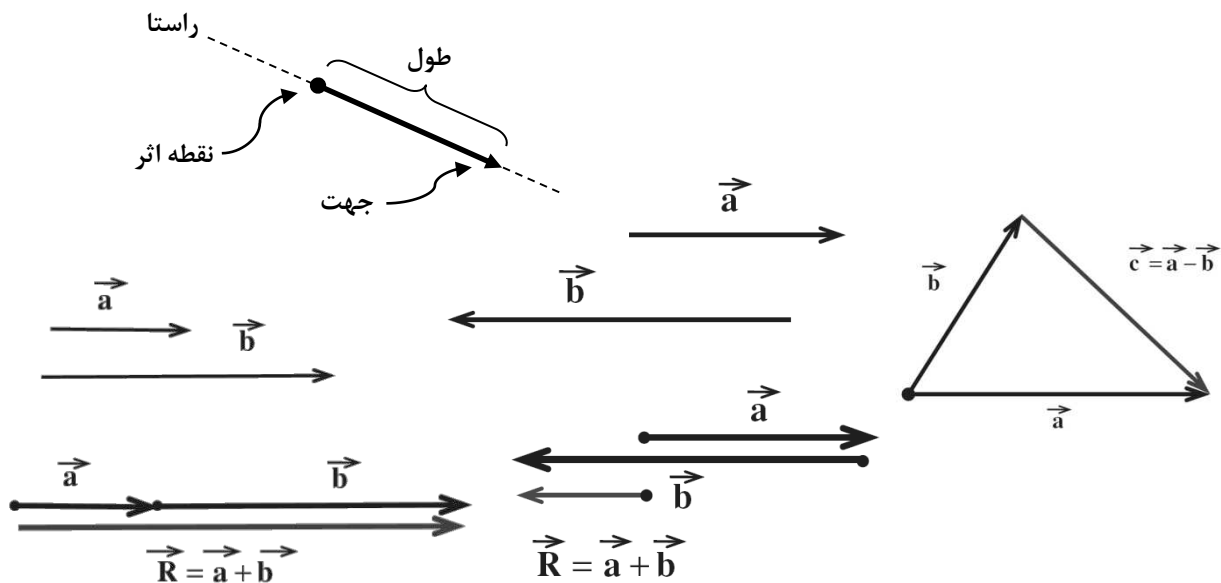
تهیه و تنظیم: هادی ابومرزه



بردار:

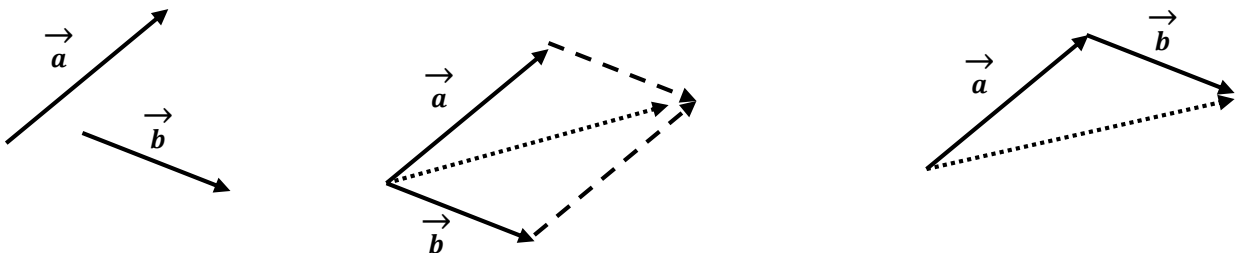
بردار پاره خطی جهت دار است که دارای طول (اندازه)، راستا، جهت (سو) و نقطه اثر است.

جمع و تفریق بردارها در صورتی که هم راستا (هم جهت یا خلاف جهت هم) باشند بسیار ساده است. به شکل های زیر توجه کنید:



تفریق دو بردار در واقع جمع نمودن با قرینه یک بردار است.

اگر بردارها هم راستا نباشند به روش مثلثی یا متوازی الاضلاع می توان آن ها را جمع و تفریق نمود. به شکل های زیر توجه نمایید.



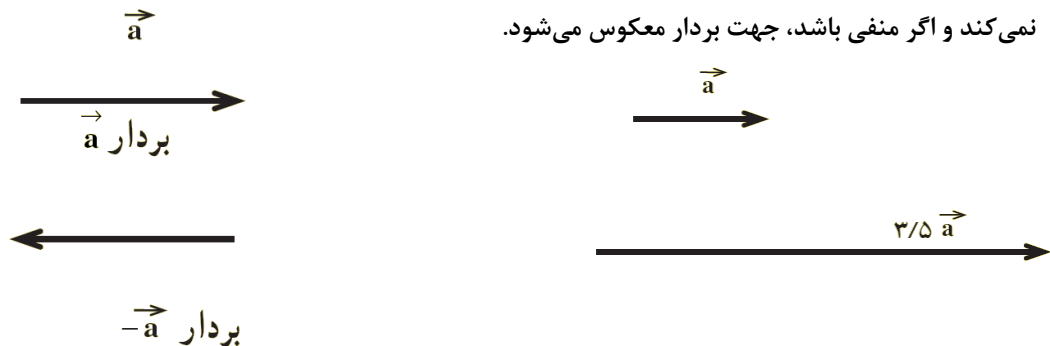
نکته: به جمع بردارها، برآیند بردارها نیز می گویند.

نکته: برای یافتن اندازه جمع بردارها در صورتی که بردارهای اولیه برهم عمود باشند، می توان از قضیه فیثاغورث کمک گرفت.

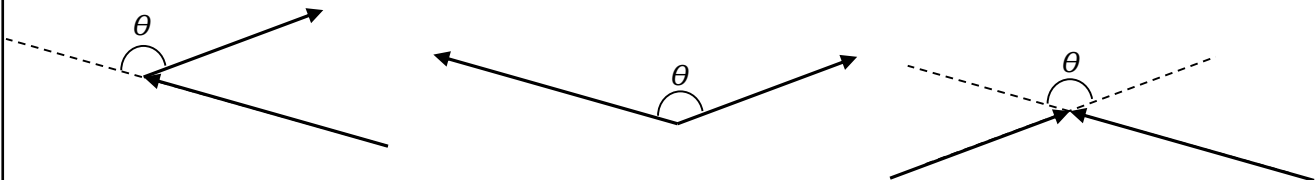
نکته: دو بردار غیر هم جنس را نمی توان با هم جمع نمود. به عنوان مثال، بردار جابجایی را با بردار سرعت نمی توان جمع نمود.

ضرب عدد در بردار:

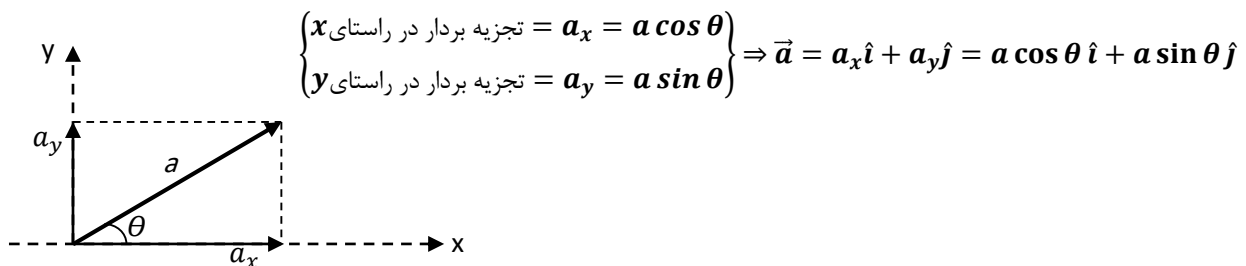
هرگاه عددی را در برداری ضرب کنیم طول برابر به اندازه آن عدد، چند برابر می گردد. اگر عدد مثبت باشد، جهت بردار تغییر نمی کند و اگر منفی باشد، جهت بردار معکوس می شود.



نکته: برای یافتن زاویه بین دو بردار باید ابتدای آن ها را از یک نقطه رسم نمود. در شکل های زیر زاویه بین دو بردار θ است.



تجزیه بردار: به کمک مثلثات و با توجه به نکته اخیر می توان یک بردار را در دستگاه مختصات تجزیه نمود. به تجزیه بردار زیر که دارای طول a است، توجه نمایید.



که محل یادداشت نکات:

نکته: اگر چند بردار برحسب بردارهای $\hat{i}$ و $\hat{j}$ داشته باشیم، به راحتی می توان آن ها را جمع و تفریق نمود.

$$\begin{cases} \vec{A} = x_1 \hat{i} + y_1 \hat{j} \\ \vec{B} = x_2 \hat{i} + y_2 \hat{j} \end{cases} \implies \boxed{\vec{A} + \vec{B} = (x_1 + x_2) \hat{i} + (y_1 + y_2) \hat{j}}$$

مثال:

$$\vec{A} = 5\hat{i} + 3\hat{j} \quad \vec{B} = 2\hat{i} - 4\hat{j} \quad \vec{A} + \vec{B} = 7\hat{i} - \hat{j}$$

نکته: اگر بردار $\vec{A}$ به صورت $\vec{A} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$ باشد، اندازه (طول) آن و زاویه بردار با محور x که در واقع نشان دهنده جهت

$$\boxed{|\vec{A}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}}$$

$$\boxed{\tan \theta = \frac{a_y}{a_x}}$$

بردار است از روابط روبرو به دست می آید:

قانون کسینوس ها در حالت جمع: اگر دو بردار با اندازه های a و b داشته باشیم که زاویه بین آن ها α باشد، اندازه برآیند آن ها را می توان از رابطه زیر که به قانون کسینوس ها معروف است به دست آورد:

$$\boxed{|\vec{R}| = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha}}$$

نکته: اگر دو بردار با طول برابر a داشته باشیم که زاویه بین آن ها α باشد، ثابت می شود برآیند آن ها از رابطه زیر محاسبه

$$\boxed{|\vec{R}| = 2a \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

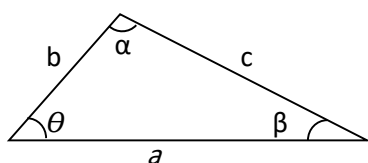
می گردد:

نکته: اگر دو بردار با طول برابر a داشته باشیم که زاویه بین آن ها 120° درجه باشد، برآیند آن ها همان a است.

نکته: اگر دو بردار با طول برابر a داشته باشیم که زاویه بین آن ها 90° درجه باشد، برآیند آن ها $a\sqrt{2}$ است.

نکته: اگر دو بردار عمود بر هم داشته باشیم، برآیند آن ها $\sqrt{a^2 + b^2}$ است.

قانون سینوسها: در مثلث مقابل این قانون را مشاهده می کنید که می توان به جای طول اضلاع از طول بردار استفاده نمود.



$$\boxed{\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \theta}}$$

بار الکتریکی:

هرگاه دو جسم با جنس‌های مختلف را به هم مالش دهیم در آن‌ها خاصیتی به وجود می‌آید که می‌توانند یکدیگر یا مواد کوچک دیگر را بربایند. این خاصیت را بار الکتریکی می‌نامند و به سادگی می‌توان دریافت که دو نوع بار الکتریکی در طبیعت وجود دارد.

منشا بار الکتریکی، در ساختار اتم تشکیل دهنده اجسام نهفته است. می‌دانیم اتم از ذراتی با بار مثبت به نام پروتون و ذراتی با بار منفی به نام الکترون و نیز ذراتی خنثی به نام نوترون تشکیل شده است. در حالت عادی اتم از نظر الکتریکی خنثی است یعنی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های آن با هم برابر است. اگر این توازن به هم بخورد اتم باردار خواهد شد.

نکته: عامل باردار شدن اجسام تغییر تعداد الکترون آن است زیرا پروتون‌ها در هسته قرار داشته و تغییر مکان نمی‌دهند.

نکته: بار الکتریکی یک کمیت نرده ای است.

به بار یک الکترون بار پایه (e) گویند چون کمترین بار الکتریکی موجود در طبیعت است و برابر است با 1.6×10^{-19} کولن. بار الکتریکی یک کمیت کوانتایی است.

برای محاسبه بار الکتریکی بر حسب کولن می‌توان به علت کوانتایی بودن آن از رابطه مقابل استفاده نمود:

$$q = \pm ne$$

در این رابطه n تعداد الکترون به دست آمده یا از دست رفته است که عضو مجموعه اعداد طبیعی است.

نکته: دقت کنید حتماً n باید عدد طبیعی باشد.

سوال ۱: کدام گزینه می‌تواند بار الکتریکی یک جسم باشد؟

(د) هر سه مورد

(ج) 8×10^{19}

(ب) $2/2 \times 10^{19}$

(الف) 4×10^{19}

قانون پایستگی بار الکتریکی:

بار الکتریکی به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود، بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌گردد.

کج ممل یادداشت نکات:

روش‌های باردار کردن اجسام (Charging Methods):

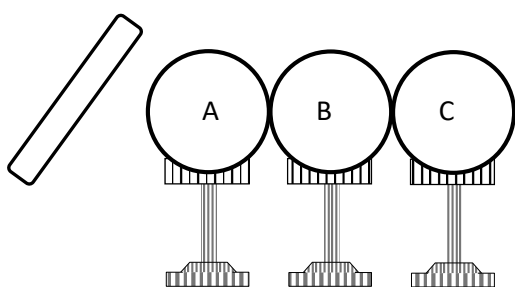
(۱) مالش: در این روش دو جسم با جنس‌های مختلف به یکدیگر مالش داده می‌شوند. طی این فرآیند الکترون‌ها از یک جسم وارد جسم دیگر می‌شوند و جسمی که الکترون از دست داده دارای بار مثبت و دیگری دارای بار منفی خواهد شد. دقت کنید اگر دو جسم خنثی باشند، مجموع بار الکتریکی آن‌ها قبل و بعد از مالش صفر خواهد بود. این روش در اجسام نارسانا کاربرد دارد زیرا در آن‌ها بار در نقطه مالش داده شده تجمع می‌کند و اثرات آن قابل حس نمودن است ولی در رسانا بار در سطح آن پخش شده و نمی‌توان آن را به صورت ملموس احساس نمود. مثال: شانه زدن مو، جرقه زدن لباس

*حتماً از دوران قدیم به یاد دارید مالش میله شیشه‌ای با پارچه پشمی سبب ایجاد بار مثبت در میله می‌شد و مالش میله پلاستیکی (ابونیتی) با پارچه پشمی سبب ایجاد بار منفی در میله می‌شد.

(۲) القا (مجاورت) (Induction): این روش که مخصوص اجسام رساناست بدون تماس با رسانا در آن بار الکتریکی ایجاد می‌گردد.

(۳) تماس (Contaction): در این روش دو جسم به یکدیگر تماس داده می‌شوند و بار از یکی به دیگری منتقل می‌شود. دقت نمایید همیشه بار از جسمی که اندازه بار الکتریکی آن بیشتر است به دیگری منتقل نمی‌شود. بار از جسمی با پتانسیل الکتریکی بیشتر به جسمی با پتانسیل الکتریکی کمتر منتقل می‌گردد که در آینده در مورد پتانسیل الکتریکی بحث خواهیم نمود. این روش معمولاً برای رساناها کاربرد دارد.

نکته: با روش القا بی‌نهایت جسم را می‌توان باردار کرد ولی با روش تماس محدودیت داریم.



سوال ۲: سه گلوله فلزی با پایه عایق مطابق شکل در اختیار داریم و یک میله شیشه‌ای که با پارچه پشمی مالش داده‌ایم. در هر حالت زیر بگویید بار گلوله‌ها چه خواهد بود؟

الف) در حضور میله، گلوله B را از وسط جدا کنیم.

ب) در حضور میله، اول C و بعد B را جدا کنیم.

(ج) در حضور میله، جسم C را لحظه‌ای به زمین تماس داده سپس B را ابتدا جدا کنیم.

(د) در حضور میله جسم B را لحظه‌ای به زمین تماس داده و آن را جدا نماییم.

(ه) در حضور میله، A را لحظه‌ای به زمین تماس داده و ابتدا B را جدا کنیم.

(و) در حضور میله، A را لحظه‌ای به زمین تماس داده و ابتدا میله را دور کنیم و در نهایت B را از وسط جدا کنیم.

(ز) در حضور میله، A را به زمین تماس داده و ابتدا میله را دور کنیم و در نهایت B را از وسط جدا کنیم.

اجسام از نظر هدایت الکتریکی:

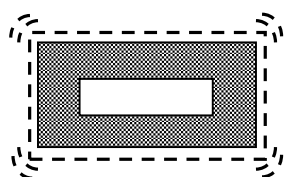
۱) رسانا (هادی) (Conductor): اجسامی که بار الکتریکی را از خود عبور می‌دهند یعنی بار الکتریکی در آن‌ها شارش (جریان) می‌یابد و خود به دو دسته رساناهای فلزی مانند مس، آهن، طلا و رساناهای غیرفلزی مانند گرافیت (کربن) تقسیم می‌شوند. علت این که فلزات رسانای خوبی هستند این است که دارای دریایی از الکترون آزاد هستند که به راحتی درون آن‌ها شارش می‌کنند.

۲) نارسانا (عایق) (insulator)(nonconductor): اجسامی که بار الکتریکی را از خود عبور نمی‌دهند و در آن‌ها بار شارش نمی‌کند. مانند چوب، شیشه، آب خالص، هوای خشک و ...

نکته: دقت کنید اجسام نارسانا نیز بار خیلی ناچیزی را می‌توانند عبور دهند و این تقسیم بندی به صورت نسبی است. در ضمن در برخی شرایط الکتریسیته را عبور می‌دهند به آن فروشکست گویند.

۳) نیم رسانا (Semiconductor): اجسامی که در شرایط خاصی مقدار کمی از الکترون‌هایشان در رسانش الکتریکی شرکت می‌کنند. مانند سیلیسیوم و ژرمانیوم که در ساخت ترانزیستور و مدارات مجتمع (IC) به کار می‌روند.

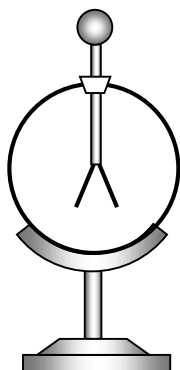
نکته: بار الکتریکی در سطح خارجی جسم رسانا توزیع می‌گردد زیرا به علت دافعه، بارها تمایل به بیشترین فاصله از یکدیگر را دارند. اولین بار فارادی با آزمایش لیوان خود (به وسیله الکتروسکوپ) این قضیه را متوجه شد. اما در مورد نارساناها بار در محل خود باقی می‌ماند.



نکته: بار الکتریکی در نقاط نوک تیز و گوشه دار، بیشتر تجمع می‌کند که علت آن به پتانسیل الکتریکی مرتبط است.

نکته: زمین را مرجع بار الکتریکی گویند یعنی هم به راحتی الکترون می‌دهد و هم به راحتی الکترون می‌گیرد و این به علت وجود سطح بسیار وسیع آن است که تعدادی الکترون تأثیری در پتانسیل الکتریکی آن ندارد.

الکتروسکوپ (برق‌نما) (Electroscope):



وسیله‌ای جهت تشخیص مقدار و نوع بار الکتریکی است. این وسیله تشکیل شده است از یک کلاهک رسانا، یک میله رسانا، دو ورقه نازک فلزی و یک محفظه شیشه‌ای. اگر یک جسم باردار را به کلاهک الکتروسکوپ بارداری نزدیک کنیم در صورتی که انحراف ورقه‌ها بیشتر شود یعنی بار آن همنام الکتروسکوپ است و در صورت کاهش انحراف یعنی باری ناهمنام دارد.

الکتروسکوپ بدون بار سه وظیفه انجام می‌دهد:

۱) تشخیص باردار بودن جسم: با نزدیک شدن جسم به کلاهک، اگر تیغه‌ها انحراف پیدا کنند، جسم باردار است.

۲) مقایسه اندازه بار اجسام: هر جسمی که تیغه‌ها را بیشتر منحرف کند، بار بیشتری دارد.

۳) رسانا یا نارسانا بودن جسم: جسم مورد نظر را به کلاهک چسبانده، یک جسم باردار برداشته و آن را بدون این که به کلاهک تماس یابد به جسم خود می‌چسبانیم. سپس هر دو جسم را دور می‌کنیم. اگر تیغه‌ها از حالت عادی منحرف شده باشند یعنی جسم ما رسانا بوده است.

الکتروسکوپ باردار چهار وظیفه انجام می‌دهد:

۱) تشخیص باردار بودن جسم: با نزدیک شدن جسم به کلاهک، اگر تیغه‌ها نسبت به حالت قبل انحراف پیدا کنند، جسم باردار است.

۲) مقایسه اندازه بار اجسام: هر جسمی که تیغه‌ها را نسبت به قبل بیشتر منحرف کند، بار بیشتری دارد.

که محل یادداشت نکات:

۳) رسانا یا نارسانا بودن جسم: جسم مورد نظر را به کلاهک چسبانده و طرف دیگر آن را به زمین وصل می‌کنیم. اگر تیغه‌ها کاملاً بسته شدند یعنی جسم رساناست.

۴) تشخیص نوع بار اجسام: با نزدیک نمودن جسم به آرامی به کلاهک، اگر تیغه‌ها بیشتر باز شدند، جسم همنام الکتروسکوپ و اگر بسته‌تر شدند ناهمنام است.

قانون بنیادی الکترواستاتیک (Constitutional Law):

بارهای همنام یکدیگر را می‌رانند و بارهای ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند.

سوال ۳: اگر جسم بارداری را به یک آونگ رسانا نزدیک کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟

سوال ۴: اگر جسم بارداری را به یک آونگ نارسانا نزدیک کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟

سوال ۵: گلوله فلزی با بار مثبت از نخ آویزان شده است. کره فلزی خنثی که دارای دسته نارسانا است به گلوله نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که گلوله می‌شود. وقتی تماس حاصل شد کره را جدا می‌کنیم و دوباره آن را به آرامی به گلوله نزدیک می‌کنیم و ملاحظه می‌شود که گلوله می‌شود.

(۱) جذب - دفع (۲) دفع - جذب (۳) دفع - دفع (۴) جذب - جذب

سوال ۶: میله دارای بار منفی را به یک کره فلزی خنثی که روی پایه عایقی قرار دارد نزدیک می‌کنیم. در همین حالت کره فلزی را به یک سیم به زمین وصل می‌کنیم

(۱) بارهای منفی از زمین به کره منتقل می‌شوند و بار کره منفی می‌شود.

(۲) بارهای منفی از کره فلزی به زمین می‌روند و بار کره مثبت می‌شود.

(۳) بارهای مثبت از زمین به سمت کره کشیده شده و بار کره مثبت می‌شود.

(۴) بارهای مثبت از کره به زمین می‌روند و بار کره منفی می‌شود.

سوال ۷: دو میله پلاستیکی و شیشه‌ای را که به ترتیب با پارچه پشمی و پارچه ابریشمی مالش داده شده‌اند و به اندازه یکسان بار دارند، مطابق شکل به دو کره A و C که خنثی هستند نزدیک کرده و در همین حالت کره C را از کره A جدا کرده و سپس میله‌های باردار را از کره‌ها دور می‌کنیم. اگر کره B را که در ابتدا خنثی است ابتدا با کره A و سپس با کره C تماس دهیم، بار کره B در نهایت چقدر می‌شود؟ (سه کره A و B و C فلزی و مشابه هستند و بر روی پایه‌های عایق قرار دارند.)



(۱) $-0.5Q$

(۲) $-0.25Q$

(۳) $+0.25Q$

(۴) $+0.5Q$

سوال ۸: سه جسم A و B و C را دو به دو به هم نزدیک می‌کنیم. وقتی A و B به یکدیگر نزدیک می‌شوند، همدیگر را جذب می‌کنند. اگر B و C را به هم نزدیک کنیم، یکدیگر را دفع می‌کنند. کدام گزینه می‌تواند صحیح باشد؟
 (۱) A و C بار همنام و هم اندازه دارند.
 (۲) A و B و C بار غیر همنام دارند.
 (۳) B بدون بار و C باردار است.
 (۴) A بدون بار و B باردار است.

سوال ۹: دو کره فلزی مشابه A و B به ترتیب بارهای الکتریکی $3 \times 10^{-6}C$ و $5 \times 10^{-6}C$ دارند و روی پایه‌ها عایقی هستند. اگر این دو کره را با سیم رسانایی به هم متصل کنیم چه تعداد الکترون و از کدام کره به دیگری منتقل می‌شود؟
 (۱) $2/5 \times 10^{14}$ و از A به B
 (۲) $2/5 \times 10^{14}$ و از B به A
 (۳) $1/16 \times 10^{14}$ و از A به B
 (۴) $1/16 \times 10^{14}$ و از B به A

سوال ۱۰: اگر به جسم رسانایی که بار 16×10^{-6} کولن دارد 10^{15} الکترون بدهیم، بار نهایی جسم چند کولن خواهد شد؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19}C$)

(۱) $1/44 \times 10^{-4}$ (۲) $-1/44 \times 10^{-4}$ (۳) $-1/6 \times 10^{-5}$ (۴) صفر

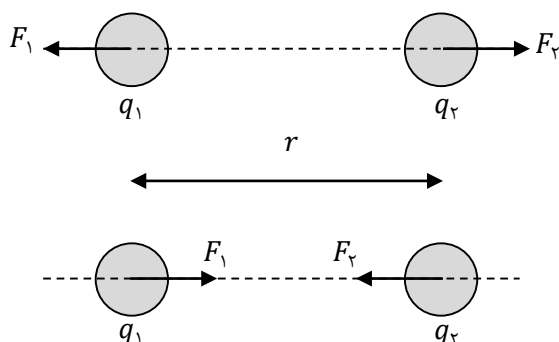
قانون کولن (Coulomb's Law):

شارل کولن دانشمندی فرانسوی بود که با انجام آزمایشات ساده‌ای توانست رابطه نیروی الکتریکی را بیابد.

«نیروی الکتریکی ربایشی یا رانشی بین دو ذره باردار q_1 و q_2 که در فاصله r از یکدیگر قرار دارند، با حاصلضرب بار دو ذره نسبت مستقیم و با مجذور فاصله دو ذره از یکدیگر نسبت وارون دارد.»

منظور از فاصله دو ذره، فاصله مرکز دو ذره از هم است و این نیرو در راستای خط‌المرکزین دو ذره وارد می‌گردد.

$$\left. \begin{aligned} F &\propto |q_1||q_2| \\ F &\propto \frac{1}{r^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F \propto \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow \boxed{F = \frac{K|q_1||q_2|}{r^2}}$$



$F \leftarrow$ نیروی الکتریکی برحسب نیوتن
 $|q_1|$ و $|q_2| \leftarrow$ اندازه بار ذرات برحسب کولن
 $r \leftarrow$ فاصله بین ذرات برحسب متر
 $K \leftarrow$ ثابت کولن

نکته: در شکل‌های مقابل طبق قانون سوم نیوتن، $F_1 = F_2 = F$ می‌باشد.

K ثابت کولن نام دارد که خود از روی ثابت‌های دیگری

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cong 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

طبق رابطه مقابل به دست می‌آید:

ثابت ϵ_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلا نام دارد که برابر است با 8.85×10^{-12} و این ثابت برای محیط‌های غیر از خلا متفاوت است. در واقع رابطه اصلی برای K به صورت $\frac{1}{4\pi\epsilon}$ است که در آن $\epsilon = k\epsilon_0$ است و به آن ضریب گذردهی الکتریکی محیط گویند که ضریب k موجود در رابطه آن به نام ضریب دی‌الکتریک شناخته می‌گردد که در بحث خازن‌ها به آن خواهیم پرداخت. ضریب دی‌الکتریک برای خلا برابر یک است و برای سایر محیط‌ها بیشتر از یک است. بنابراین ثابت کولن برای سایر محیط‌ها از عدد 9×10^9 کمتر خواهد بود.

نکته: شرط برقراری قانون کولن این است که بارها نقطه‌ای و ساکن باشند. منظور از بار نقطه‌ای این است که ابعاد بار نسبت به فواصل موجود بسیار کم باشد.

نکته: در قانون کولن علامت بارها را در فرمول قرار نمی دهیم و فقط اندازه بارها وارد می شود.

نکته: نمودار نیروی الکتریکی بین دو بار برحسب فاصله بین آن ها نزولی و منحنی است.

نکته: واحد ϵ_0 برابر C^2/Nm^2 است.

نکته: اگر دو بار که اندازه یکی n برابر دیگری است در فاصله r از هم به یکدیگر نیروی F وارد کنند، اندازه بار کوچکتر از

$$q = \sqrt{\frac{Fr^2}{nK}}$$

رابطه مقابل به دست می آید:

نکته: در تست ها می توان بارها را به صورت میکرو کولن و فاصله را به صورت سانتی متر قرار داد و از رابطه $F = \frac{90|q||q'|}{r^2}$ کمک گرفت.

سوال ۱۱: دو بار q_1 و q_2 همنام در فاصله ۳ سانتیمتری از هم به یکدیگر نیروی ۴۰ نیوتن وارد می کنند. اگر مجموع اندازه دو بار برابر ۵ میکروکولن باشد، تفریق دو بار چند میکروکولن است؟

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۲)

۵ (۱)

نکته: اگر دو کره با بار q_1 و q_2 و شعاع های r_1 و r_2 به یکدیگر تماس داده شوند، بار نهایی کره به شعاع r_1 از رابطه

$$\frac{q_2 + q_1}{r_2 + r_1} r_1 \quad \text{و} \quad \frac{q_2 + q_1}{r_2 + r_1} r_2 \quad \text{به دست می آید.}$$

نکته: اگر دو کره یکسان از لحاظ شکل ظاهری با بار q_1 و q_2 به یکدیگر تماس داده شوند، بار نهایی هر یک از آن ها از رابطه

$$\frac{q_2 + q_1}{2} \quad \text{به دست می آید.}$$

سوال ۱۲: دو کره مشابه دارای بارهای الکتریکی $+20$ و -8 میکروکولن در فاصله 30 سانتیمتر از هم واقعند. اگر آن‌ها را با هم تماس داده و در همان فاصله قرار دهیم، چه نیرویی بر حسب نیوتن به هم وارد می‌کنند؟

۱۹۶ (۴)

۱۹/۶ (۳)

۳۶ (۲)

۳/۶ (۱)

ریاضی ابزاری برای فیزیک (معادله درجه دوم با مجموع و حاصلضرب ریشه‌ها):

اگر دو ریشه معادله درجه دومی x_1 و x_2 باشد و ما حاصلضرب و مجموع ریشه‌ها را داشته باشیم می‌توانیم معادله درجه دوم

$$\left. \begin{array}{l} S = x_1 + x_2 \\ P = x_1 x_2 \end{array} \right\} \Rightarrow x^2 - Sx + P = 0$$

را به صورت زیر تشکیل و حل نماییم:

سوال ۱۳: دو گلوله کوچک مشابه فلزی در فاصله 12 سانتیمتر از هم واقعند و با نیروی 10 نیوتن یکدیگر را دفع می‌کنند. وقتی آن‌ها را با هم تماس می‌دهیم و در فاصله 15 سانتیمتری هم قرار می‌گیرند، باز هم با نیروی 10 نیوتن یکدیگر را می‌رانند. اندازه بار کوچکتر گلوله‌ها قبل از اتصال چند میکروکولن است؟

۱ (۴)

۴ (۳)

۸ (۲)

۲ (۱)

سوال ۱۴: دو ذره به جرم‌های m_1 و $m_2 = 4m_1$ و بارهای q_1 و $q_2 = 5q_1$ به فاصله 12 سانتیمتر از هم قرار دارند. اگر این ذرات فقط تحت تاثیر نیروی الکتریکی یکدیگر شتاب بگیرند، نسبت شتاب اولی به دومی را بیابید.

۰/۵ (۴)

۲ (۳)

۰/۲۵ (۲)

۴ (۱)

نکته: یک بار نقطه‌ای Q را به دو قسمت که اندازه آن‌ها را نمی‌دانیم (به عنوان مثال q و $Q-q$) تقسیم می‌کنیم. اگر q نصف Q باشد نیروی بین آن‌ها بیشترین مقدار ممکن شود.

نکته: اگر دوبار q_1 و q_2 در فاصله r از هم نیروی F را به یکدیگر وارد کنند و دو بار q'_1 و q'_2 در فاصله r' از هم نیروی F'

را به یکدیگر وارد کنند، نسبت نیروها از رابطه مقابل قابل محاسبه است:

$$\frac{F}{F'} = \frac{|q_1|}{|q'_1|} \times \frac{|q_2|}{|q'_2|} \times \left(\frac{r'}{r}\right)^2$$

سوال ۱۵: دو بار نقطه‌ای مشابه q در فاصله d از هم قرار دارند و نیروی F را به یکدیگر وارد می‌کنند. چند درصد از یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم تا نیروی الکتریکی بین آن‌ها $\frac{F}{2}$ شود؟

- (۱) ۳۰٪ (۲) ۵۰٪ (۳) ۷۰٪ (۴) ۹۶٪

سوال ۱۶: دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله ۸۰ سانتیمتر از هم نیروی ۴ نیوتن به هم وارد می‌کنند. چند سانتیمتر به فاصله آن‌ها بیفزاییم تا بزرگی نیروی بین آن‌ها یک نیوتن شود؟

- (۱) ۱۶۰ (۲) ۸۰ (۳) ۳۲۰ (۴) ۲۴۰

سوال ۱۷: دو کره فلزی یکسان دارای بارهای $q_1 + 2q$ و $q_2 - 3q$ هستند و به هم نیروی F را وارد می‌کنند. اگر آن‌ها را با هم تماس داده و در همان فاصله قبلی قرار دهیم، به هم نیروی F' وارد می‌کنند. نسبت F به F' را بیابید.

- (۱) ۲۴ (۲) ۲۰ (۳) ۹۶ (۵) ۱

نکته: اگر بیش از دو بار الکتریکی داشته باشیم و بخواهیم برآیند نیروی آن‌ها را بیابیم، از آن‌جا که نیرو کمیتی برداری است، ابتدا نیروی بین هر دو بار الکتریکی را یافته و در نهایت نیروها را با هم جمع برداری می‌کنیم. (اصل برهم نهی نیروهای

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$

الکتریکی) یعنی:

که محل یادداشت نکات:

نکته: در حالت کلی محل قرار گرفتن بار سوم روی خط واصل دو بار q_1 و q_2 که در فاصله r از هم واقعند جهت برقراری تعادل به شرح زیر است: (x فاصله از بار کوچکتر (از لحاظ اندازه) q_1 می باشد).

$$(1) \quad \text{دو بار } q_1 \text{ و } q_2 \text{ همنام باشند: بین دو بار و نزدیک به بار کوچکتر (از لحاظ اندازه)} \quad \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(r-x)^2}$$

$$(2) \quad \text{دو بار } q_1 \text{ و } q_2 \text{ ناهمنام باشند: خارج از دو بار و نزدیک به بار کوچکتر (از لحاظ اندازه)} \quad \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(r+x)^2}$$

نکته: در نکته قبل اگر بار بزرگتر m برابر بار کوچکتر باشد روابط به شکل زیر تغییر می کنند:

$$(1) \quad \text{دو بار } q_1 \text{ و } q_2 \text{ همنام باشند:} \quad x = \frac{r}{\sqrt{m}+1}$$

$$(2) \quad \text{دو بار } q_1 \text{ و } q_2 \text{ ناهمنام باشند:} \quad x = \frac{r}{\sqrt{m}-1}$$

نکته: برای یافتن محل قرارگیری بار سوم روی خط واصل دو بار تا به تعادل برسند، می توان از روش $\sqrt{q} x$ نیز استفاده کرد.

سوال ۱۸: دو بار $+12$ و $+3$ میکروکولن در فاصله 60 سانتیمتر از هم واقعند. بار سوم مثبت را در چند سانتیمتری بار $+3$ میکروکولنی قرار دهیم تا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر گردد؟

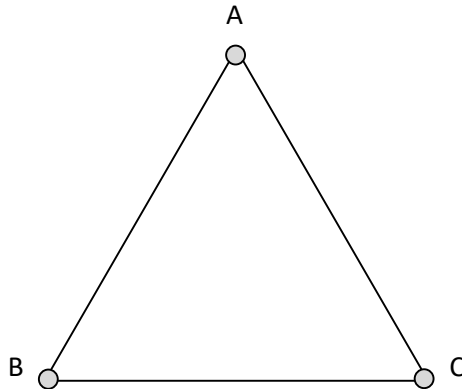
- (۱) ۲۰ (۲) ۴۰ (۳) ۶۰ (۴) ۱۰

سوال ۱۹: دو بار -4 و $+9$ میکروکولنی در فاصله 10 سانتیمتری قرار دارند. بار سوم را باید در فاصله چند سانتیمتری بار 9 میکروکولنی قرار دهیم تا در حال تعادل باقی بماند؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰

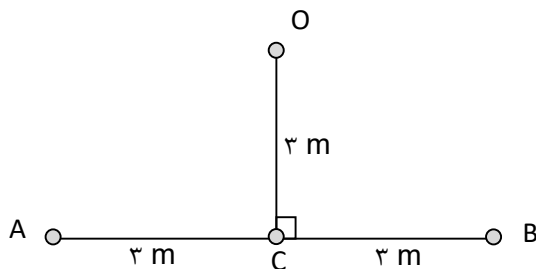
سوال ۲۰: در شکل زیر سه بار با اندازه یکسان $+1/0$ میکروکولن روی رئوس مثلث متساوی الاضلاعی به ضلع 10 سانتیمتر واقعند.

بار C منفی و بقیه مثبتند. برآیند نیروی وارد بر بار A چند نیوتن است؟

(۱) 0.009 (۲) 0.018 (۳) 0.027 (۴) 0.036

سوال ۲۱: در شکل زیر دو بار A و B هم اندازه و برابر $+2/0$ میکروکولن و بار C برابر $-5/0$ میکروکولن است. بار $+2$ میکروکولن

را در نقطه O قرار می‌دهیم. اگر $\frac{1}{4} \cong \sqrt{2}$ باشد مقدار نیروی خالص وارد بر بار نقطه O چند میکرونیوتن است؟

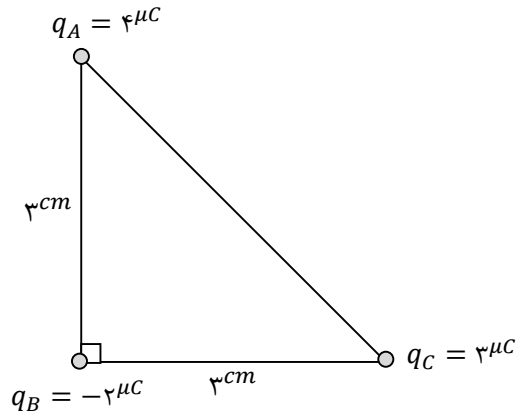


(۱) ۸۶

(۲) ۷۲

(۳) ۶۸

(۴) ۵۴

سوال ۲۲: نیروی وارد بر بار q_B چند نیوتن است؟

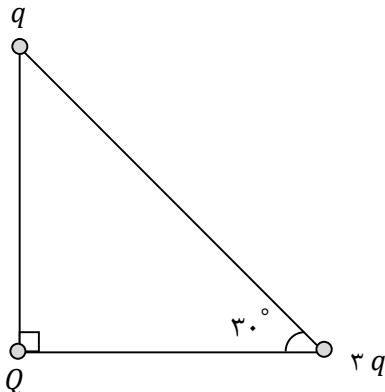
(۱) ۶۰

(۲) ۸۰

(۳) ۱۰۰

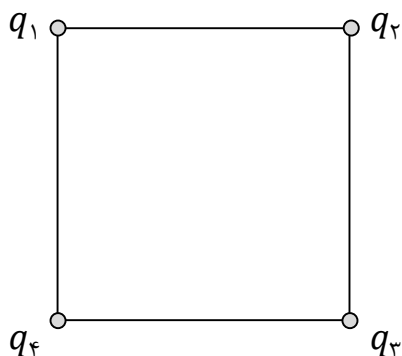
(۴) ۲۰

نکته: در سوالات پارامتری، بهتر است نیروها را به صورت نسبتی محاسبه نمود یا از عددگذاری کمک گرفت.

سوال ۲۳: در شکل مقابل اگر نیروی وارد بر بار Q از طرف بار q برابر با F باشد، برآیند نیروهای وارد بر Q چند برابر F است؟

(۱) ۲

(۲) ۰/۵

(۳) $\sqrt{2}$ (۴) $2\sqrt{2}$ سوال ۲۴: چهار بار در چهار راس مربعی به ضلع a قرار دارند. اگر بارهای q_2 و q_4 هم اندازه و هر دو منفی و دارای اندازه Q باشند، نوع و اندازه بار q_1 را طوری تعیین کنید تا بار مثبت q_3 در حال تعادل باشد.(۱) $2\sqrt{2}Q$ (۲) $\sqrt{2}Q$ (۳) Q (۴) $2Q$

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۲۵: دو گلوله مشابه فلزی با جرم‌های یکسان از دو نخ با طول یکسان از یک نقطه آویزان شده‌اند. میله بارداری را به یکی از گلوله‌ها تماس داده و در نتیجه آن‌ها از یکدیگر دور می‌شوند. امتداد نخ‌ها با هم زاویه ۶۰ درجه می‌سازد. نیروی الکتریکی وارد بر هر گلوله چند برابر وزن آن خواهد بود؟

(۱) ۰/۵

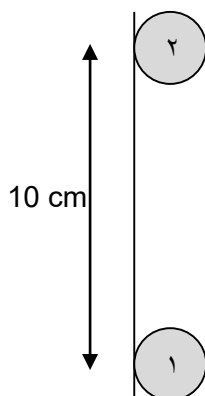
(۲) ۲

(۳) ۱

(۴) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

نکته: در آونگ الکتریکی $\tan \theta = \frac{F}{mg}$ و $T = \sqrt{F^2 + (mg)^2}$ است که θ زاویه نخ با خط عمود است.

سوال ۲۶: مطابق شکل دو گلوله درون شیشه بدون اصطکاکی در حال تعادلند. اگر جرم گلوله ۲ برابر ۹۰ گرم باشد و بار گلوله ۱ برابر ۴ میکروکولن باشد، اندازه بار گلوله ۲ چند میکروکولن است؟



(۱) ۴

(۲) ۲

(۳) ۰/۵

(۴) ۰/۲۵

سوال ۲۷: دو بار همنام q و q' در فاصله r به هم نیروی F وارد می‌کنند. اگر q برابر ۸ میکروکولن باشد و ۲۵٪ آن را برداشته به q' اضافه کنیم، بدون تغییر فاصله، نیروی بین آن‌ها ۵۰٪ زیاد می‌شود. مقدار اولیه q' چند میکروکولن است؟

(۴) ۴

(۳) ۳

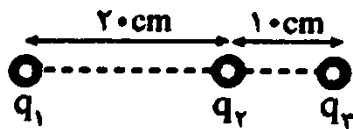
(۲) ۲

(۱) ۱

سوال ۲۸: دو بار الکتریکی همنام با جرم‌های مختلف در حال دور شدن از هم هستند. تنها نیروی وارد بر آن‌ها، نیروی دافعه الکتریکی بین آن‌هاست. به تدریج با دور شدن بارها از هم، نسبت اندازه شتاب‌های دو بار و اندازه شتاب هر بار

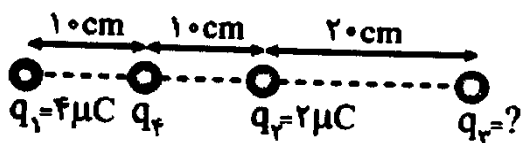
- (۱) ثابت می‌ماند - کاهش می‌یابد. (۲) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.
(۳) کاهش می‌یابد - ثابت می‌ماند. (۴) ثابت می‌ماند - ثابت می‌ماند.

سوال ۲۹: در شکل مقابل برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر بار برابر صفر است. $\frac{q_3}{q_2}$ کدام است؟



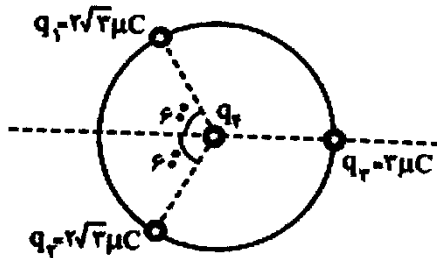
- (۱) -۴
(۲) +۴
(۳) -۲/۲۵
(۴) +۲/۲۵

سوال ۳۰: در شکل مقابل برآیند نیروهای وارد بر بار q_4 برابر صفر است. بار q_3 چند میکرو کولن است؟



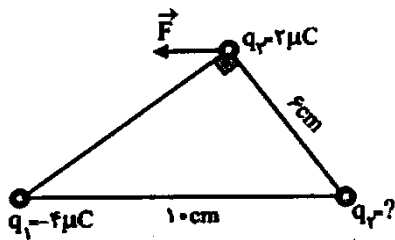
- (۱) ۱۸
(۲) ۸
(۳) -۸
(۴) -۱۸

سوال ۳۱: در شکل مقابل بارها روی محیط دایره به شعاع ۱۰ سانتی متر ثابت نگه داشته شده‌اند. بار چهارم نیز در مرکز دایره ثابت است. برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 برابر ۸/۱ نیوتن است. همه بارها مثبت هستند. q_4 چند میکروکولن است؟



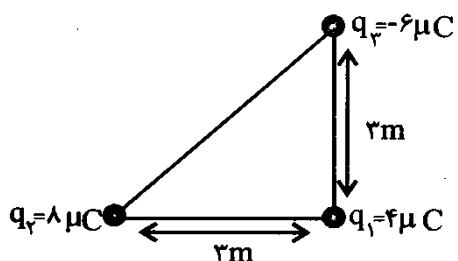
- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۱۰
(۴) ۲۰

سوال ۳۲: در شکل مقابل بارها ثابت بوده و نیروی F موازی با قاعده مثلث است. بار q_2 چند میکروکولن است؟



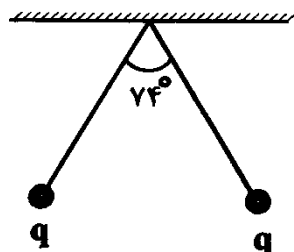
- (۱) ۳
(۲) ۴
(۳) ۲/۲۵
(۴) ۲۷/۱۶

سوال ۳۳: در شکل مقابل بارها ثابت شده‌اند. اندازه نیروی وارد بر بار موجود در راس قائمه مثلث چند نیوتن است؟



- (۱) 4×10^{-2}
(۲) 8×10^{-2}
(۳) $3/2 \times 10^{-2}$
(۴) 5×10^{-2}

سوال ۳۴: در شکل مقابل آونگ‌ها و دارای بار یکسان q و جرم یکسان ۳۰ گرم هستند و در حال تعادل قرار دارند. اگر طول آونگ‌ها ۵ سانتی‌متر باشد، اندازه q چند میکروکولن است؟ شتاب جاذبه را ۱۰ متر بر مجذور ثانیه فرض کنید.



(۱) ۱/۵

(۲) ۰/۳

(۳) ۱۵

(۴) ۳۰۰

میدان الکتریکی:

بار الکتریکی در فضای اطراف خود خاصیتی ایجاد می‌کند که به آن میدان الکتریکی گویند. اگر بار نقطه‌ای دیگری در این میدان قرار گیرد به آن نیروی الکتریکی وارد می‌شود. چون نیروی الکتریکی بدون تماس به اجسام وارد می‌گردد، در واقع می‌توان میدان را واسطه اعمال نیرو به اجسام دانست.

میدان الکتریکی همانند میدان گرانشی (جاذبه) است. اگر هیچ جسمی در نزدیکی زمین نباشد باز هم خاصیت جاذبه وجود دارد و ما این خاصیت را تا جسم دیگری در آن قرار نگیرد و این خاصیت تبدیل به نیرو نشود، نمی‌توانیم درک کنیم. در واقع برای میدان گرانشی یا همان شتاب جاذبه می‌توانیم فرض کنیم همان نیرویی است که به جسم یک کیلوگرمی در هر نقطه‌ای وارد می‌گردد. برای میدان الکتریکی نیز می‌توان چنین فرضی نمود.

تعریف کمی میدان الکتریکی:

نیروی وارد بر یکای بار الکتریکی مثبت را در هر نقطه، میدان الکتریکی در آن نقطه می‌نامند.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

طبق این تعریف می‌توان گفت:

در این رابطه E میدان الکتریکی برحسب نیوتن بر کولن و F نیروی الکتریکی وارد بر بار آزمون برحسب نیوتن و q بار آزمون (بار ۱+ کولن) برحسب کولن است.

نکته: میدان الکتریکی کمیتی برداری است.

کجه ممل یادداشت نکات:

نکته: اگر یک بار مثبت در میدان الکتریکی قرار گیرد، نیرویی هم جهت میدان به آن وارد می شود و لی اگر بار منفی در میدان قرار گیرد، نیرویی خلاف جهت میدان به آن وارد می گردد و اندازه این نیرو در هر دو حالت از رابطه $F = qE$ به دست می آید. دقت کنید در این رابطه q اندازه بار الکتریکی است.

میدان الکتریکی یک ذره باردار:

با توجه به قانون کولن و تعریف میدان می توان اندازه میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار به بار q در فاصله r از آن را یافت:

$$\left. \begin{aligned} F &= \frac{K|q||q_0|}{r^2} \\ E &= \frac{F}{|q_0|} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \boxed{E = \frac{K|q|}{r^2}}$$


دقت نمایید در این رابطه r برحسب متر و q اندازه بار الکتریکی برحسب کولن است.

نکته: می توان برای میدان ناشی از یک بار از رابطه $E = \frac{9 \times 10^7 |q|}{r^2}$ استفاده کرد و بار را برحسب میکروکولن و فاصله را برحسب سانتی متر قرار داد.

نکته: اگر بار q در فاصله r میدان E را تولید کند و بار q' در فاصله r' میدان E' را تولید کند، نسبت میدان ها از رابطه زیر قابل

$$\frac{E}{E'} = \frac{|q|}{|q'|} \times \left(\frac{r'}{r}\right)^2$$

محاسبه است:

سوال ۳۵: اندازه بار ذره ای را نصف و فاصله تا آن را نیز نصف می کنیم. بزرگی میدان آن چند برابر می شود؟

۴ (۴)

۰/۵ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

نکته: نمودار میدان الکتریکی بین دو بار برحسب فاصله بین آن ها نزولی و منحنی است.

سوال ۳۶: بزرگی میدان ناشی از یک بار نقطه‌ای ۲ میکروکولن در نقطه‌ای برابر ۱۸۰۰۰ نیوتن برکولن است. اگر به اندازه ۵۰ سانتیمتر به این بار نزدیک شویم، میدان چند نیوتن بر کولن تغییر می‌کند؟

۱۸۰۰۰ (۴)

۳۶۰۰۰ (۳)

۵۴۰۰۰ (۲)

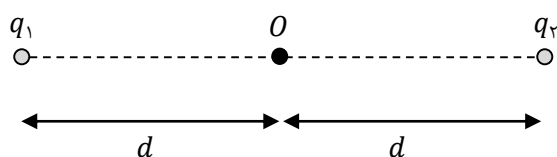
۷۲۰۰۰ (۱)

نکته: اگر بیش از یک بار الکتریکی داشته باشیم و بخواهیم برآیند میدان آن‌ها را در نقطه‌ای بیابیم، از آن‌جا که میدان کمیتی برداری است، ابتدا میدان هر بار الکتریکی را در آن نقطه یافته و در نهایت میدان‌ها را با هم جمع برداری می‌کنیم. در واقع

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots \Rightarrow \frac{\vec{F}}{q} = \frac{\vec{F}_1}{q} + \frac{\vec{F}_2}{q} + \dots \Rightarrow \vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$$

داریم:

سوال ۳۷: در شکل زیر اندازه میدان در نقطه O برابر E است و جهت آن به سمت چپ می‌باشد. با حذف بار q_1 میدان در نقطه O برابر $E/5$ و به سمت راست خواهد شد. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



(۱) ۳

(۲) -۳

(۳) ۱/۵

(۴) -۱/۵

نکته: فاصله بین دو نقطه در صفحه مختصات از رابطه $\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$ به دست می‌آید.

سوال ۳۸: یک بار نقطه‌ای ۵ میکروکولنی در مختصات معادل $x = 20\text{cm}$ و $y = 40\text{cm}$ قرار دارد. بزرگی میدان در نقطه‌ای به مختصات $x = 1\text{m}$ و $y = 1\text{m}$ چند نیوتن بر کولن است؟

۲۲۵۰۰ (۴)

۲۵۰۰۰ (۳)

۵۰۰۰ (۲)

۴۵۰۰۰ (۱)

دوقطبی الکتریکی:

دوبار الکتریکی مساوی و ناهمنام که در فاصله معینی از هم قرار دارند را دو قطبی الکتریکی گویند.

نکته: میدان ناشی از یک دو قطبی با اندازه بارهای q که در فاصله a از هم قرار دارند روی عمود منصف آن به فاصله x از وسط خط فاصل دو بار از رابطه $\frac{2Kqa}{(a^2+x^2)^{3/2}}$ به دست می آید.

سوال ۳۹: وقتی روی عمود منصف یک دوقطبی الکتریکی از بی نهایت دور به وسط آن ها نزدیک شویم، اندازه میدان چگونه تغییر می کند؟

نکته: در مورد میدان الکتریکی رسانا این نکات را مد نظر داشته باشید:

- (۱) در داخل یک رسانای باردار، میدان الکتریکی صفر است.
 - (۲) میدان الکتریکی در کلیه نقاط بر سطح رسانای باردار عمود است، زیرا اگر عمود نباشد، مولفه ای در راستای سطح داشته و بارها را باید حرکت دهد، درحالی که بارها ساکن هستند.
 - (۳) میدان الکتریکی در نزدیکی سطح رسانا با چگالی بار (بار در واحد سطح) (بار تقسیم بر مساحت) آن متناسب است.
- سوال ۴۰: دو بار q و $q'=4q$ در فاصله r از هم قرار دارند. میدان الکتریکی ناشی از دو بار در فاصله a از بار q برابر صفر است. اگر فاصله دو بار از هم دو برابر شود، میدان الکتریکی بر آیند در فاصله b از بار q' برابر صفر می شود. B چند برابر a است؟

۴ (۴)

۲ (۳)

۱/۵ (۲)

۱/۳۳ (۱)

سوال ۴۱: بارهای $+4$ و -8 میکروکولن روی محور x و در مکان های $x=6$ و $x=12$ قرار دارند. بار چند میکروکولنی باید در مکان $x=18$ قرار داد تا میدان الکتریکی در مبدا محور x برابر صفر شود؟

۵۴ (۴)

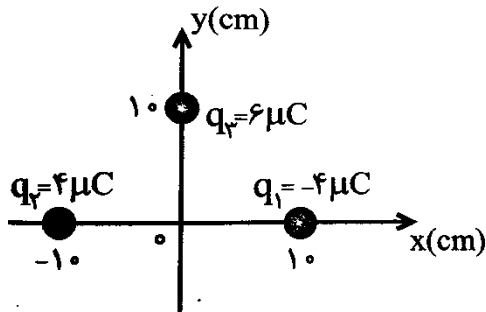
۱۸ (۳)

-۱۸ (۲)

-۵۴ (۱)

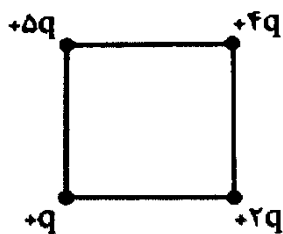
کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۴۲: در شکل مقابل بردار میدان الکتریکی در مبدا مختصات کدام است؟



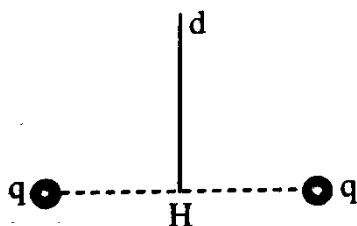
- (۱) $9 \times 10^6 \vec{j}$
- (۲) $5/4 \times 10^6 \vec{j}$
- (۳) $(7/2\vec{i} - 5/4\vec{j}) \times 10^6$
- (۴) $(5/4\vec{i} - 7/2\vec{j}) \times 10^6$

سوال ۴۳: میدان الکتریکی حاصل از بار q در مرکز مربع مقابل E است. اندازه میدان الکتریکی از بارهای شکل در مرکز آن چند E است؟



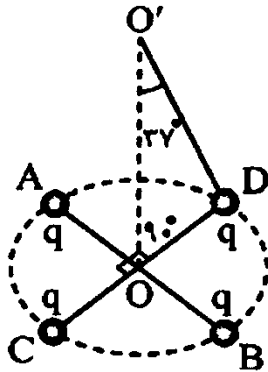
- (۱) $\sqrt{2}$
- (۲) $2\sqrt{3}$
- (۳) $1/5\sqrt{2}$
- (۴) $3\sqrt{2}$

سوال ۴۴: در شکل مقابل، بارها همنام و هم‌اندازه هستند. وقتی روی خط d که عمودمنصف پاره خط واصل دو بار است از فاصله خیلی دور به نقطه H می‌رسیم، تغییرات میدان الکتریکی چگونه است؟



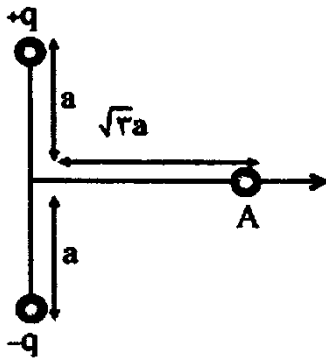
- (۱) پیوسته کاهش
- (۲) پیوسته افزایش
- (۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش
- (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش

سوال ۴۵: در شکل مقابل چهار بار مشابه روی محیط دایره افقی و در محل قطبهای عمود برهم قرار دارند. نقطه O' دقیقاً بالای نقطه O قرار دارد و میدان هر بار در آن 5×10^4 نیوتن بر کولن است. میدان بر آیند در نقطه O' چند نیوتن بر کولن است؟



- (۱) 8×10^4
 (۲) $6/4 \times 10^4$
 (۳) 3×10^5
 (۴) $1/6 \times 10^5$

سوال ۴۶: میدان الکتریکی دوقطبی در نقطه A کدام است؟



- (۱) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2}$
 (۲) $\frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2}$
 (۳) $\frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2}$
 (۴) $\frac{1}{16\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2}$

خطوط میدان الکتریکی:

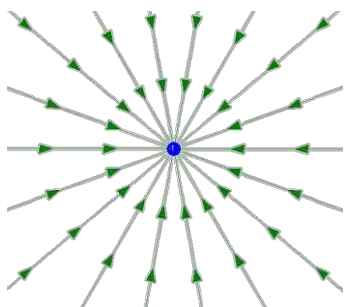
برای تجسم بهتر میدان در اطراف یک جسم باردار، میدان الکتریکی را با خطوطی نشان می‌دهیم که به آن‌ها خطوط میدان الکتریکی گویند و این خطوط اولین بار توسط مایکل فارادی ابداع گردید و او آن‌ها را خطوط نیرو می‌نامید، هرچند ما دیگر برای این خطوط ارزش زیادی قائل نیستیم ولی یکی از بهترین روش‌های تجسم میدان الکتریکی در فضا هستند.

برای رسم خطوط میدان، یک بار $+1$ کولن را در نقاط مختلف در نظر گرفته و بردارهای نیروی وارد بر آن را رسم می‌کنند. از پیوستن این بردارها به یکدیگر، خطوط میدان ایجاد می‌گردد.

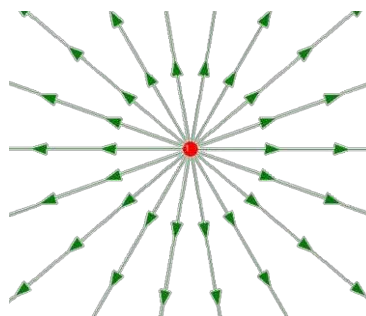
ویژگی‌های خطوط میدان الکتریکی :

- (۱) خطوط میدان در هر نقطه هم جهت با نیروی وارد بر بار مثبت واقع در آن نقطه است. در نتیجه جهت این خطوط برای بارهای مثبت به سمت خارج و برای بارهای منفی به سمت داخل بار است.
- (۲) خط میدان در هر نقطه، جهت میدان را در آن نقطه نشان می‌دهد و میدان در هر نقطه، برداری است مماس بر خط میدانی که از آن نقطه می‌گذرد و با آن هم جهت است.
- (۳) در هر ناحیه که میدان قوی‌تر باشد، خط‌های میدان به یکدیگر نزدیک‌تر و فشرده‌ترند.
- (۴) خط‌های میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند، یعنی از هر نقطه فقط یک خط میدان می‌گذرد. به بیان دیگر در هر نقطه فضا فقط یک میدان الکتریکی وجود دارد و آن نیز میدان الکتریکی برآیند است.
- (۵) در هنگام توصیف یک میدان الکتریکی توسط چند خط، می‌توانیم هر تعداد خط دیگر که بخواهیم بین این خطوط اضافه کنیم. زیرا در ناحیه‌ای که خطی رسم نشده است نیز میدان الکتریکی وجود دارد.
- (۶) خطوط میدان بر سطح رسانای باردار عمود رسم می‌شوند.
- (۷) در داخل یک رسانا خطوط میدان رسم نمی‌گردد.
- (۸) در میدان الکتریکی یکنواخت، تراکم خطوط میدان در تمام نقاط فضا یکسان است. لذا این خطوط مستقیم و موازی و با فواصل یکسان از هم رسم می‌گردند.

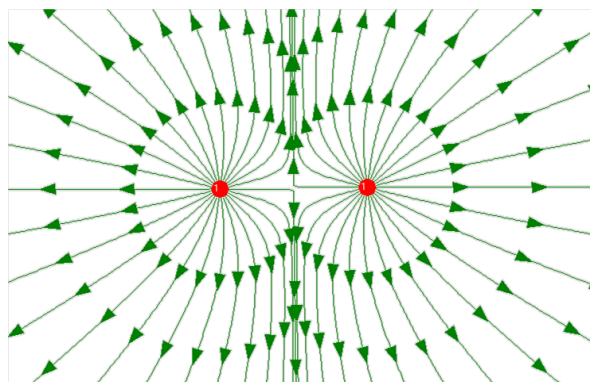
در اشکال زیر خطوط میدان الکتریکی رسم شده برای برخی از بارها را می‌بینید:



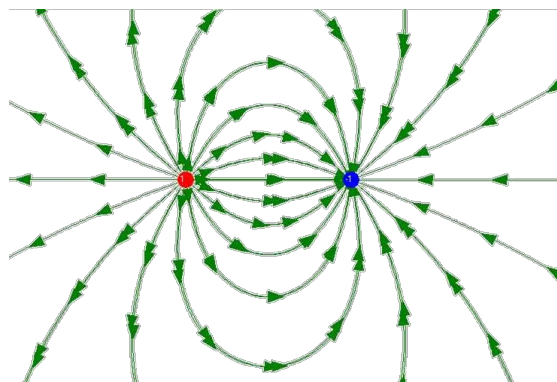
(ب) خطوط میدان یک بار منفی منفرد



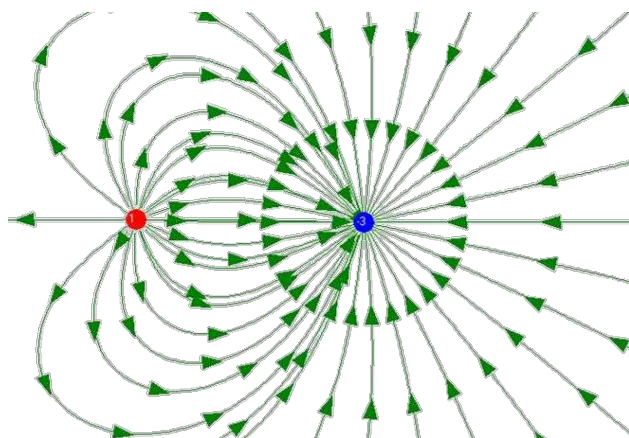
(الف) خطوط میدان یک بار مثبت منفرد



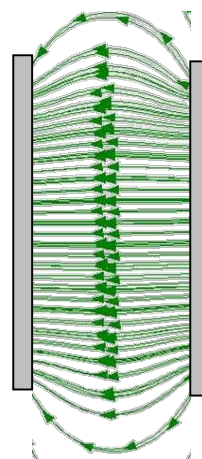
(د) خطوط میدان دو بار هم اندازه همنام



(ج) خطوط میدان دو بار هم اندازه ناهمنام



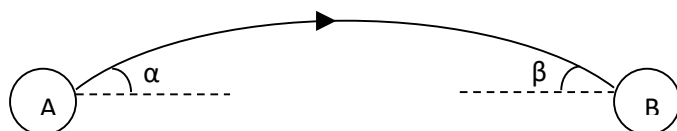
(و) خطوط میدان دو بار ناهمنام غیر هم اندازه



(هـ) خطوط میدان دو صفحه موازی با بارهای ناهمنام

نکته: در شکل خطوط میدان، هرچه در محل یک بار خطوط میدان فشرده تر و در واقع شکل نوک تیزتر باشد، آن بار اندازه بزرگتری دارد.

سوال ۴۷: در شکل زیر اگر اندازه بار A بزرگتر از اندازه بار B باشد، زاویه‌های نشان داده شده در شکل را مقایسه نمایید و نوع بار A و B را تعیین کنید.



سوال ۴۸: در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی 50000 نیوتن بر کولن که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره بارداری به جرم 2 گرم معلق و به حال سکون است. اگر شتاب گرانش 10 متر بر مجذور ثانیه باشد، بار ذره چند میکروکولن است؟

(۱) -0.4

(۲) $+0.4$

(۳) -0.2

(۴) $+0.2$

سوال ۴۹: ذره‌ای به جرم 300 گرم و بار 2 میکروکولن را در میدان یکنواختی به بزرگی 2 مگانیوتن بر کولن رها می‌کنیم. پس از 0.3 ثانیه، سرعت ذره چند متر بر ثانیه است؟ (از وزن آن صرف نظر کنید)

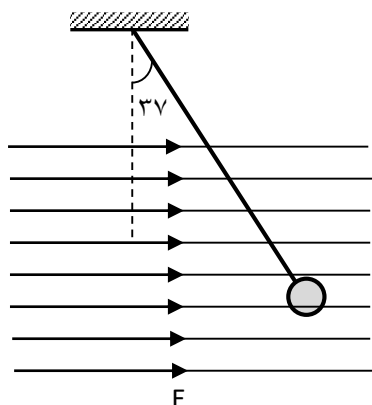
(۴) ۴

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

سوال ۵۰: در شکل زیر جرم نخ ناچیز و جرم ذره 10 گرم است. اگر اندازه میدان 10000 نیوتن بر کولن باشد، بار ذره چند میکروکولن است؟ ذره در حال تعادل است.



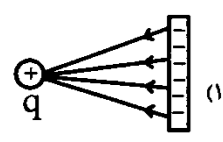
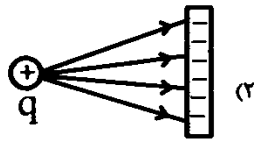
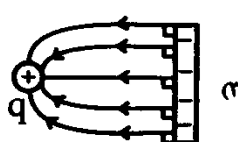
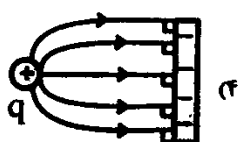
(۱) $-7/5$

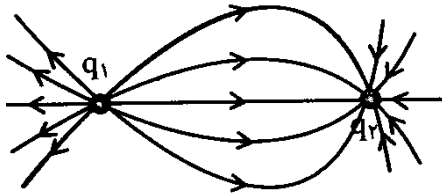
(۲) $+7/5$

(۳) $+4$

(۴) -4

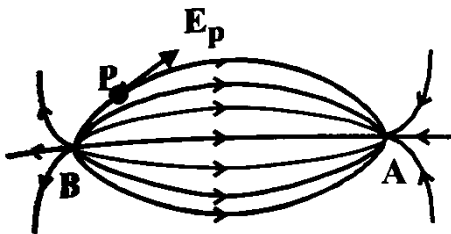
سوال ۵۱: در اشکال زیر یک بار نقطه‌ای در کنار یک صفحه باردار قرار دارد. کدام شکل خطوط میدان را درست نشان داده است؟





سوال ۵۲: کدام گزینه با توجه به شکل مقابل صحیح است؟

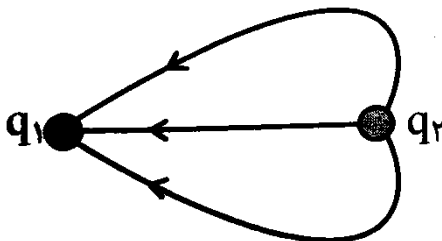
- (۱) بارهای q_1 و q_2 همنام و هم اندازه هستند.
- (۲) بارهای q_1 و q_2 همنام و غیر هم اندازه هستند.
- (۳) در حرکت از نزدیک بار q_1 تا نزدیک بار q_2 بزرگی میدان الکتریکی برآیند ناشی از دو بار ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود.
- (۴) اگر یک الکترون را از نزدیک بار q_1 تا نزدیک بار q_2 جابه‌جا کنیم، اندازه نیروی کولنی وارد بر آن ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.



سوال ۵۳: در شکل مقابل بار الکتریکی موجود در نقاط A و B به ترتیب از

راست به چپ از چه نوع است؟

- (۱) مثبت - منفی
- (۲) مثبت - مثبت
- (۳) منفی - مثبت
- (۴) منفی - منفی

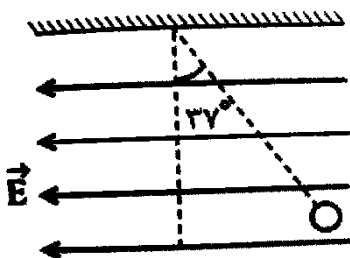


سوال ۵۴: با توجه به شکل مقابل کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) q_1 مثبت و q_2 منفی است و $|q_1| > |q_2|$
- (۲) q_1 منفی و q_2 مثبت است و $|q_1| > |q_2|$
- (۳) q_1 مثبت و q_2 منفی است و $|q_1| < |q_2|$
- (۴) q_1 منفی و q_2 مثبت است و $|q_1| < |q_2|$

سوال ۵۵: مطابق شکل گلوله ای به جرم ۱۲ گرم توسط نخ سبکی آویزان و در میدانی به بزرگی ۲۰۰۰۰ نیوتن بر کولن در حال

تعادل قرار دارد. بار گلوله چند میکروکولن است؟



- (۱) ۸
- (۲) ۴/۵
- (۳) -۸
- (۴) -۴/۵

۵۶- دو بار نقطه‌ای مشابه در فاصله معینی قرار گرفته‌اند. اگر ۲۰٪ یکی را برداشته و به دیگری بیافزاییم، نیروی بین بارها.....
 (۱) ۴٪ کم می شود. (۲) ۹۰٪ کم می شود. (۳) ۸۰٪ کم می شود. (۴) ۲۰٪ زیاد می شود.

۱

۵۷- دو گلوله ی کوچک نارسانا دارای بارهای 10^{-6} و -10^{-6} کولن در دو انتهای فنر با ثابت 100 N/m روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار داده شده اند. در این شرایط طول فنر 10 cm است. طول عادی فنر چند سانتی متر است؟ (فنر نارسانا است.)

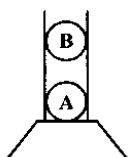
۸/۲ (۴)

۹/۱ (۳)

۱۱/۸ (۲)

۱۰/۹ (۱)

۵۸- در شکل مقابل، دو گلوله کاملاً مشابه باردار به وزن 4×10^{-3} و بار $10 \mu\text{C}$ در یک استوانه قائم در حال تعادل قرار دارند. اگر سطح تماس بین گلوله A و سطح افقی برابر 1 cm^2 باشد، فشار وارد از طرف این گلوله بر سطح افقی چند پاسکال است؟



۴۰ (۱)

۸۰ (۲)

۰/۴ (۳)

۰/۸ (۴)

۵۹- روی دو کره ی رسانا، دو بار الکتریکی هم اندازه و هم علامت Q توزیع شده است. مرکز این دو کره در فاصله ی d از یکدیگر واقع شده اند. نیروی الکتریکی که دو کره به هم وارد می کنند

(۲) کوچکتر از $k \frac{Q^2}{d^2}$ است.(۱) برابر $k \frac{Q^2}{d^2}$ است.

(۴) نمی توان اظهار نظر کرد.

(۳) بزرگتر از $k \frac{Q^2}{d^2}$ است.

کج ممل یادداشت نکات:

۶۰- بار نقطه ای q_1 به بار نقطه ای $q_2 = 2\mu\text{C}$ که به فاصله $0/2$ متر از آن قرار دارد، نیروی 225N وارد می کند. معین کنید میدان الکتریکی در غیاب بار q_2 در محل این بار چقدر است؟

$112/5 \times 10^6 \text{ N/C}$ (۲)

$450 \times 10^{-6} \text{ N/C}$ (۱)

(۴) باید اندازه بار q_1 معلوم باشد.

$112/5 \text{ N/C}$ (۳)

۶۱- در نقطه ای از میدان الکتریکی بر بار الکتریکی $q = -2\mu\text{C}$ ، نیروی $\vec{F} = 2\sqrt{2}\vec{i} - 2\sqrt{7}\vec{j}$ وارد می شود. بزرگی میدان الکتریکی در این نقطه چند $\frac{\text{N}}{\text{C}}$ است؟

$\sqrt{5} \times 10^6$ (۴)

5×10^6 (۳)

$\sqrt{14} \times 10^6$ (۲)

3×10^6 (۱)

۶۲- اگر اختلاف حاصل از میدان الکتریکی بار نقطه ای q در فاصله های ۲ و ۳ متری آن، 5 N/C باشد، بزرگی میدان الکتریکی در فاصله ۱۰ متری از این بار چند نیوتن بر کولن است؟

$0/36$ (۴)

$3/6$ (۳)

۳۶ (۲)

۳۶۰ (۱)

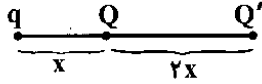
۶۳- می خواهیم میدان الکتریکی یک صفحه ی رسانای بزرگ با بار مثبت را در نقطه ای بسیار نزدیک به آن اندازه بگیریم. برای این کار بار آزمون $+q_0$ را به نقطه مورد نظر آورده و نیروی F_0 وارد بر آن را اندازه می گیریم. در این صورت $\frac{F_0}{q_0}$ میدان الکتریکی E در آن نقطه در غیاب بار q_0 است.

(۴) نمی توان اظهار نظر نمود.

(۳) مساوی با

(۲) بزرگ تر از

(۱) کوچک تر از



۶۴- در شکل مقابل، بار q در حال تعادل است. نسبت $\frac{Q'}{Q}$ کدام است؟

- (۱) ۹
(۲) -۹
(۳) ۳
(۴) -۳

۶۵- بارهای نقطه ای q_1 و q_2 روی محور x به ترتیب در $x_1 = +a$ و $x_2 = -2a$ ثابت شده اند. اگر بار $+Q$ در مکان $x_3 = +2a$ در تعادل بماند، کدام رابطه بین q_1 و q_2 برقرار است؟

- (۱) $q_2 = -16q_1$ (۲) $q_2 = 16q_1$ (۳) $q_2 = 4q_1$ (۴) $q_2 = -4q_1$

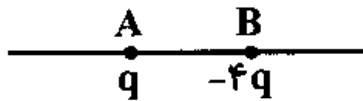
۶۶- دو بار الکتریکی همنام q_1 و q_2 در فاصله 50cm از هم قرار دارند و نیروی $0/9$ نیوتن بر هم وارد می کنند. اگر برآیند شدت میدان های الکتریکی در فاصله 20 سانتی متری یکی از بارها صفر باشد، اندازه دو بار الکتریکی به ترتیب از راست به چپ چند میکروکولن است؟

- (۱) $7/5$ ، $10/3$ (۲) $10/3$ ، $7/5$ (۳) $15\sqrt{2}/2$ ، $5\sqrt{2}/3$ (۴) $5\sqrt{2}/3$ ، $15\sqrt{2}/2$

۶۷- دو بار با علامت مخالف q_1 و q_2 ($q_2 > q_1$) در فاصله d از همدیگر قرار دارند و میدان حاصل از دو بار در نقطه c صفر است. اگر بار q_2 (بار بزرگتر) از q_1 دور شود، نقطه c نسبت به بار q_1

- (۱) نزدیک می شود. (۲) دور می شود.
(۳) ثابت می ماند. (۴) بسته به بار q_1 و q_2 هر سه گزینه صحیح است.

۶۸- دو بار الکتریکی q و $-4q$ مطابق شکل، در نقاط A و B قرار دارند. اگر از محل بار q به سمت چپ حرکت کنیم، این جابه جایی

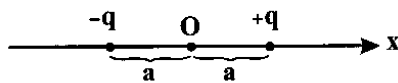


(۱) همواره در جهت میدان الکتریکی است.

(۲) همواره در خلاف میدان الکتریکی است.

(۳) ابتدا در جهت میدان الکتریکی و سپس در خلاف میدان است.

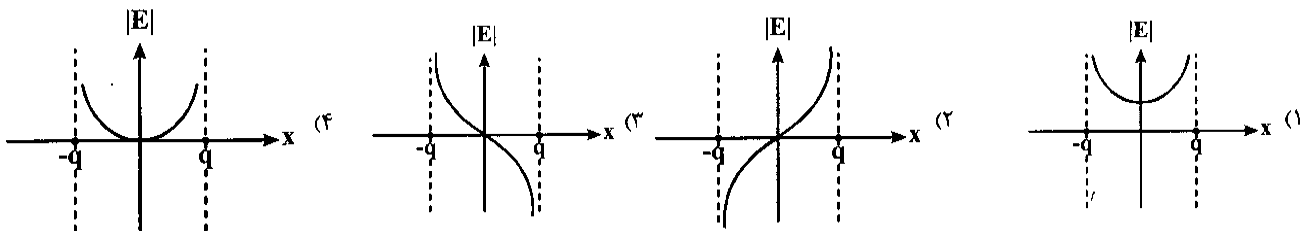
(۴) ابتدا در خلاف میدان الکتریکی و سپس در جهت میدان است.



۶۹- یک دو قطبی بر محور x ها مطابق شکل، منطبق گشته است و مبدأ مختصات

بر مرکز دو قطبی واقع است. نمودار تغییرات میدان بر حسب فاصله از مرکز دو

قطبی کدام است؟



۷۰- دو بار نقطه ای $+q$ و $+4q$ در فاصله d از هم قرار دارند. بار $-q'$ در نقطه ای روی خط واصل دو بار قرار داده می شود تا هر سه بار در حالت تعادل قرار گیرند. در این صورت اندازه بار $-q'$ کدام است؟

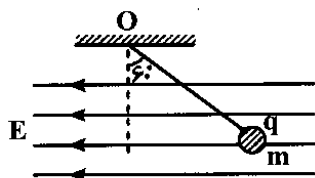
$\frac{1}{9}q$ (۴)

$\frac{1}{3}q$ (۳)

$\frac{2}{3}q$ (۲)

$\frac{4}{9}q$ (۱)

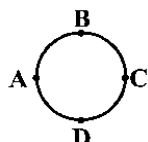
۷۱- در شکل زیر، گلوله کوچکی به جرم $\sqrt{3}g$ به وسیله نخ‌ی از نقطه O آویزان و در میدان الکتریکی یکنواخت به شدت $E = 5 \times 10^3 \text{ N/C}$ در حال تعادل است. نوع بار و مقدار بار گلوله (q) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ ($\tan 60^\circ = \sqrt{3}$)

(۱) منفی - $0/6 \mu\text{C}$ (۲) مثبت - $0/6 \mu\text{C}$ (۳) منفی - $6 \mu\text{C}$ (۴) مثبت - $6 \mu\text{C}$

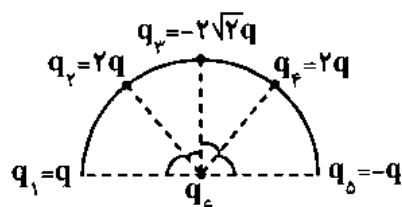
۷۲- دو گلوله ی مشابه به جرم های ۲۰۰ گرم به وسیله دو نخ هم طول به نقطه ای آویخته شده اند. میله ی بارداری را به یکی از این گلوله ها تماس می دهیم. در نتیجه گلوله ها از یکدیگر دور شده و امتداد نخ ها با یکدیگر زاویه 60° می سازند. مقدار نیروی کشش نخ در حالت تعادل گلوله ها چند نیوتن است؟

 $4\sqrt{3}$ (۴) $2\sqrt{3}$ (۳) $\frac{4\sqrt{3}}{3}$ (۲) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ (۱)

۷۳- در شکل مقابل، چهار بار هم اندازه که مقدار هر یک 4×10^{-6} کولن است، در فاصله های مساوی روی محیط یک دایره به شعاع ۲۰cm قرار دارند. برآیند نیروهای وارد بر بار واقع در نقطه D تقریباً چند نیوتن است؟

 $1/6$ (۲) $0/9$ (۱) $3/4$ (۴) $2/5$ (۳)

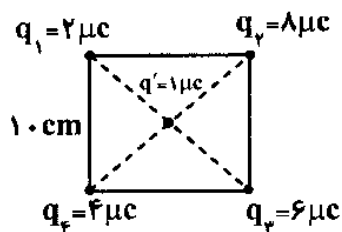
۷۴- با توجه به شکل رو به رو ۵ بار نقطه ای در فاصله های مساوی روی محیط نیم دایره ای به شعاع R واقع شده اند. اگر نیرویی که بار q_1 بر q_6 واقع در مرکز نیم دایره وارد می کند، برابر F باشد، برآیند نیروهای وارد بر q_6 کدام است؟

 $\sqrt{2}F$ (۲)

(۱) صفر

 $4\sqrt{2}F$ (۴) $2F$ (۳)

کج ممل یادداشت نکات:

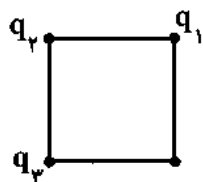
۷۵- در شکل زیر، برآیند نیروهای وارد بر بار q' در مرکز مربع چند نیوتن است؟

(۱) $7/2\sqrt{2}$

(۲) $7/2$

(۳) $3/6\sqrt{2}$

(۴) $1/8\sqrt{2}$

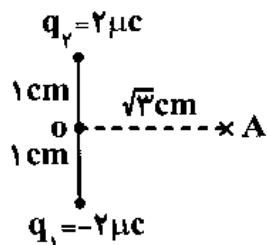
۷۶- سه بار نقطه ای q_1 و q_2 و q_3 مطابق شکل زیر، در سه رأس مربع واقع اند. اگر $q_1 = q_2 = \frac{q_3}{2}$ باشد، نیرویی که بار q_3 بر q_1 وارد می کند، چند برابر نیرویی است که q_2 بر q_1 وارد می کند؟

(۱) ۱

(۲) $\frac{1}{2}$

(۳) $\frac{1}{4}$

(۴) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۷۷- در شکل مقابل، اندازه ی میدان الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه A

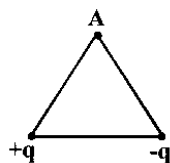
(۲) $9 \times 10^7 \text{ N/C}$

(۱) $4/5 \times 10^7 \text{ N/C}$

(۴) $9 \times 10^5 \text{ N/C}$

(۳) $4/5 \times 10^5 \text{ N/C}$

۷۸- در شکل مقابل اندازه میدان الکتریکی برآیند دو بار نقطه ای در رأس A از مثلث متساوی الاضلاع برابر E می باشد، اگر

بار $+q$ به $-q$ تبدیل شود، اندازه میدان در رأس A چند برابر E می شود؟

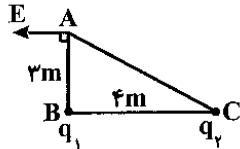
(۲) ۱

(۱) $\sqrt{3}$

(۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

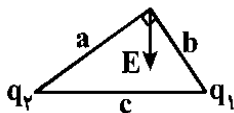
(۳) ۲

۷۹- در شکل مقابل، میدان الکتریکی برآیند حاصل از دو بار نقطه ای q_1 و q_2 ، در رأس A مثلث قائم الزاویه به موازات ضلع BC می باشد. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



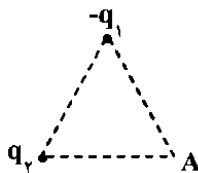
- (۱) $\frac{3}{5}$
 (۲) $\frac{9}{25}$
 (۳) $-\frac{25}{9}$
 (۴) $-\frac{27}{125}$

۸۰- q_1 و q_2 در دو رأس یک مثلث قائم الزاویه قرار دارند و میدان حاصل از دو بار در رأس سوم به شکل زیر است. نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ چه مقدار است؟



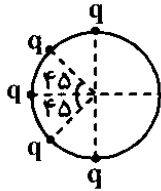
- (۱) $\frac{a}{b}$
 (۲) $\frac{a^2}{b^2}$
 (۳) $\frac{b}{a}$
 (۴) $\frac{b^2}{a^2}$

۸۱- دو بار الکتریکی نقطه ای $q_2 = -q_1$ در دو رأس مثلث متساوی الاضلاعی که طول هر ضلع آن 3 cm است، ثابت شده‌اند. اگر بردار برآیند میدان الکتریکی بارها در رأس سوم مثلث در SI برابر $\vec{E} = (2/5 \hat{i} + 2/5\sqrt{3} \hat{j}) \times 10^7$ باشد، اندازه هر بار الکتریکی چند میکروکولن است؟ ($\cos 60 = \frac{1}{2}$)



- (۱) ۵
 (۲) $2/5$
 (۳) ۶
 (۴) ۳

۸۲- پنج بار الکتریکی هم اندازه q مطابق شکل، بر روی محیط دایره ای واقعند. اگر اندازه میدان حاصل از بار q در مرکز دایره برابر E باشد، اندازه میدان در مرکز دایره چند E می باشد؟



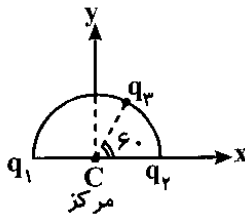
$$(\sqrt{2} + 1)E \quad (1)$$

$$(\sqrt{2} - 1)E \quad (2)$$

$$\sqrt{2}E \quad (3)$$

$$2\sqrt{2}E \quad (4)$$

۸۳- در شکل زیر، سه بار الکتریکی $q_1 = q_2 = q_3 = 9\mu C$ روی محیط نیم دایره ای به شعاع 3 cm ثابت شده اند. میدان الکتریکی در مرکز دایره در SI کدام است؟



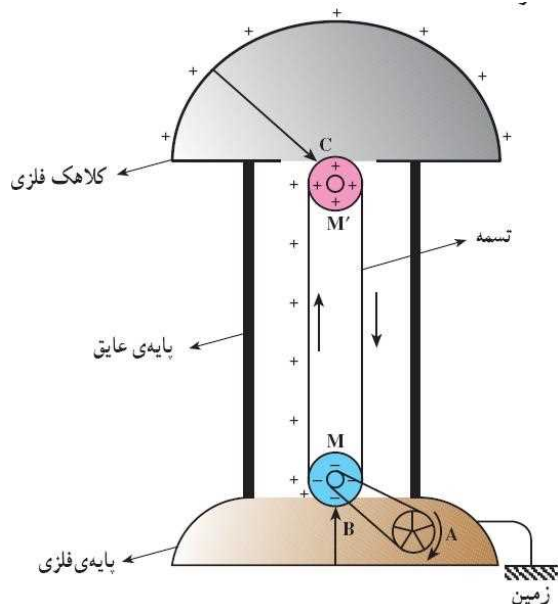
$$\vec{E} = (45\vec{i} + 45\sqrt{3}\vec{j}) \times 10^4 \quad (1)$$

$$\vec{E} = (-45\vec{i} - 45\sqrt{3}\vec{j}) \times 10^4 \quad (2)$$

$$\vec{E} = (-225\vec{i} - 45\sqrt{3}\vec{j}) \times 10^4 \quad (3)$$

$$\vec{E} = (45\vec{i} + 45\vec{j}) \times 10^4 \quad (4)$$

مولد وان دوگراف (اختیاری):



مولد وان دوگراف دستگاهی است که بار الکتریکی روی کلاهک فلزی آن انباشته می‌شود. اگر یک جسم رسانا با کلاهک این دستگاه تماس پیدا کند، دارای بار الکتریکی می‌شود.

در نمونه ساده مولد وان دوگراف، غلتک M توسط موتور A می‌چرخد و تسمه روی دو غلطک چرخانده می‌شود. غلتک M از جنس پلی‌تن و M' از جنس پرسپکس می‌باشد. شانه فلزی B به پایه فلزی متصل است. در اثر مالش تسمه با غلتک‌ها، غلتک M بار منفی و غلتک M' بار مثبت پیدا می‌کند. غلتک M که بار منفی دارد در شانه فلزی B که به زمین اتصال دارد بار مثبت القا می‌کند. بار مثبت توسط شانه B روی سطح بیرونی تسمه قرار داده می‌شود. این بارهای مثبت توسط تسمه که عایق است به کمک شانه فلزی C به کلاهک منتقل شده و به سطح خارجی کلاهک می‌روند. به این ترتیب بار الکتریکی مثبت روی سطح خارجی کلاهک انباشته می‌شود.

سوال ۸۴: اگر جای غلتک‌های M و M' عوض شود، چه می‌شود؟

چگالی سطحی بار (σ):

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

بار الکتریکی موجود در واحد سطح جسم را چگالی سطحی بار نامند که از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$q \leftarrow$ بار الکتریکی بر حسب کولن

$A \leftarrow$ مساحت جسم بر حسب مترمربع

نکته: برای محاسبه چگالی سطحی بار یک کره رسانا از رابطه $\sigma = \frac{q}{4\pi r^2}$ استفاده می‌کنیم.

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

نکته: برای مقایسه چگالی بار سطحی دو کره رسانا می‌توان از رابطه مقابل کمک گرفت:

که محل یادداشت نکات:

سوال ۸۵: ۲۷ قطره روغن یکسان با چگالی سطحی بار σ را با هم ترکیب می کنیم تا قطره بزرگتری حاصل شود. با فرض کروی بودن تمام قطرات، چگالی سطحی بار قطره جدید چند برابر یک قطره کوچک است؟

۲۷ (۴)

۹ (۳)

۳ (۲)

۱ (۱)

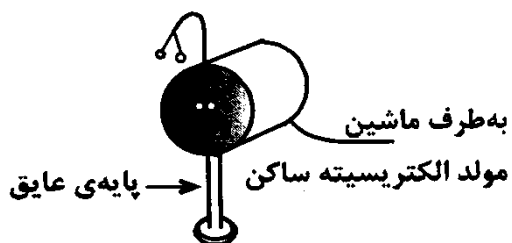
نکته: اندازه میدان الکتریکی در نزدیکی سطح رسانا از رابطه $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ قابل محاسبه است که σ چگالی سطحی بار رسانا و ϵ_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلا است.

سوال ۸۶: کدام گزینه در مورد رسانای باردار نادرست است؟

- (۱) بار در سطح خارجی پخش می شود.
 (۲) بردار میدان الکتریکی بر سطح آن عمود است.
 (۳) پتانسیل در نقاط نوک تیز بیشتر است.
 (۴) میدان الکتریکی درون آن صفر است.

سوال ۸۷: یک کره رسانا را داخل میدان الکتریکی یکنواخت قرار می دهیم. در حالت تعادل الکترواستاتیکی شدت میدان الکتریکی در داخل کره

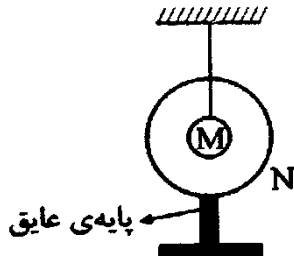
- (۱) صفر است.
 (۲) بیشتر از میدان الکتریکی در فضای بیرون کره است.
 (۳) با میدان الکتریکی در فضای بیرون کره برابر است.
 (۴) کمی ضعیف تر از میدان الکتریکی در فضای بیرون کره است.



سوال ۸۸: در آزمایش مقابل چهار گلوله فلز با نخ های رسانا به داخل و خارج استوانه فلزی وصل شده اند. آزمایش نشان می دهد که

- (۱) اجسام رسانا و نارسانای الکتریسیته چگونه عمل می کنند؟
 (۲) بارهای غیرهمنام یکدیگر را جذب می کنند.
 (۳) بارهای همنام یکدیگر را دفع می کنند.
 (۴) در اجسام رسانا بار الکتریکی در سطح خارجی آن ها پخش می شود.

سوال ۸۹: در شکل مقابل داخل پوسته فلزی کروی N با بار -2 میکروکولن کره رسانای M با بار $+8$ میکروکولن قرار دارد که توسط نخ عایقی به هم و به سقف متصلند. اگر کره را به پوسته تماس دهیم، بار کره و بار پوسته به ترتیب از راست به چپ بر حسب میکروکولن کدام خواهد شد؟



(۱) $+3$ و $+3$

(۲) $+8$ و -2

(۳) صفر و $+8$

(۴) صفر و $+6$

سوال ۹۰: به دو کره مشابه که یکی رسانا و دیگری نارساناست به یک اندازه بار الکتریکی می‌دهیم. کره‌ها در ابتدا بدون بار هستند. کدام گزینه صحیح است؟

(۱) چگالی سطحی در تمام قسمت‌های دو کره یکسان است.

(۲) چگالی سطحی در تمام قسمت‌های کره نارسانا بیشتر است.

(۳) چگالی سطحی در تمام قسمت‌های کره رسانا بیشتر است.

(۴) چگالی سطحی در بعضی قسمت‌های کره نارسانا بیشتر است.

سوال ۹۱: دو کره رسانا به شعاع a و $2a$ به ترتیب دارای چگالی سطحی بار x و $2x$ و بار مثبت هستند. چند درصد از بار کره بزرگتر را به کره کوچکتر منتقل کنیم تا نسبت بار کره‌ها برابر نسبت شعاع آن‌ها شود؟

(۴) ۷۵

(۳) ۵۰

(۲) ۲۵

(۱) ۱۵

۹۲- کره ی رسانای خنثی را به الکتروسکوپ باردار نزدیک می نماییم، فاصله ی ورقه ها

- (۱) کم می شود. (۲) زیاد می شود.
(۳) تغییر نمی کند. (۴) بستگی به علامت بار الکتروسکوپ دارد.

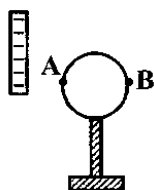
۹۳- ذره بارداری به طرف صفحه ی رسانایی شلیک می شود. با نزدیک شدن ذره باردار به صفحه کدام گزینه صحیح می باشد؟

- (۱) اندازه نیروی وارد بر ذره باردار افزایش می یابد. (۲) اندازه سرعت ذره باردار کاهش می یابد.
(۳) اندازه نیروی وارد بر ذره باردار کاهش می یابد. (۴) سرعت ذره باردار تغییر نمی کند.

۹۴- اگر یک میله ی شیشه ای را با پارچه ی ابرشیمی مالش دهیم و به کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار نزدیک کنیم، کلاهک الکتروسکوپ بار الکتریکی و ورقه ها بار الکتریکی پیدا می کنند.

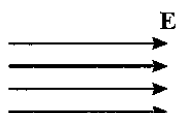
- (۱) مثبت - منفی (۲) منفی - مثبت (۳) مثبت - مثبت (۴) منفی - منفی

۹۵- در شکل مقابل، کره رساناست و در حالتی که میله ای با بار منفی در مجاور آن است، یک مرتبه نقطه A را به زمین وصل کرده و یک مرتبه هم نقطه B را به زمین وصل می کنیم و در هر حالت میله را دور می کنیم. کره در حالت اول بار و در حالت دوم بار می یابد.

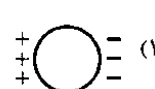
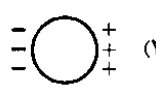
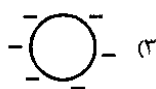


- (۱) مثبت - مثبت
(۲) مثبت - منفی
(۳) منفی - منفی
(۴) منفی - مثبت

۹۶- یک کره ی فلزی بدون بار را در میدان الکتریکی یکنواخت شکل زیر، قرار می دهیم. کدام گزینه بار الکتریکی که در سطح کره القا می شود را درست نشان می دهد؟

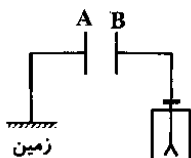


(۴) در سطح کره بار القا نمی شود



کمال میل یادداشت نکات:

۹۷- مطابق شکل، دو صفحه ی موازی فلزی A و B را به گونه ای قرار می دهیم که صفحه ی A به زمین و صفحه ی B به کلاهک یک الکتروسکوپ باردار وصل شود. با قرار دادن یک صفحه ی شیشه ای بین این دو صفحه ی رسانا، انحراف ورقه های الکتروسکوپ چگونه تغییر می کند؟



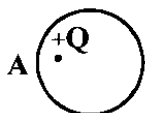
(۱) تغییر نمی کند.

(۲) زیاد می شود.

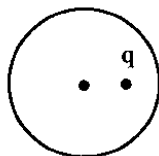
(۳) کاهش می یابد.

(۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابد.

۹۸- مطابق شکل، بار الکتریکی نقطه ای $+Q$ را داخل یک کره ی رسانای تو خالی قرار می دهیم. اگر چگالی سطحی بار الکتریکی در قسمت های داخلی و خارجی سمت چپ کره را با σ_1 و σ_2 نشان دهیم، کدام رابطه صحیح است؟

(۱) $\sigma_1 = \sigma_2 \neq 0$ (۲) $\sigma_1 > \sigma_2$ (۳) $\sigma_1 < \sigma_2$ (۴) $\sigma_1 = 0$ و $\sigma_2 = 0$

۹۹- مطابق شکل، بار نقطه ای q درون یک پوسته کروی رسانای بدون بار قرار دارد. از طرف کره بر بار q :



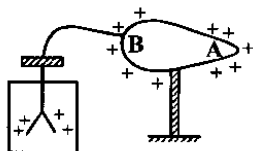
(۱) نیرویی وارد نمی شود.

(۲) نیرویی در راستای شعاع و به سمت مرکز وارد می شود.

(۳) نیرویی در راستای شعاع و به سمت خارج وارد می شود.

(۴) نیرویی در راستای عمود بر شعاع وارد می شود.

۱۰۰- کلاهک الکتروسکوپی را مطابق شکل، به یک رسانای باردار متصل کرده ایم. سیم اتصال را بر روی سطح رسانای باردار از A تا B جابه جا می کنیم. فاصله ورقه های الکتروسکوپ



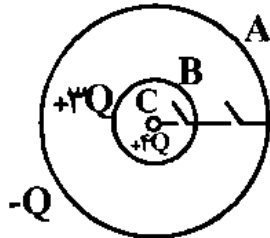
(۱) ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابد.

(۲) کاهش می یابد.

(۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد.

(۴) تغییر نمی کند.

۱۰۱- پوسته های کروی فلزی A و B و کره ی فلزی C را مطابق شکل در نظر بگیرید و بار الکتریکی کره ها به ترتیب $Q_A = -Q$ و $Q_B = 3Q$ و $Q_C = 4Q$ است. با بستن کلیدهای K_1 و K_2 کره ها به هم وصل می شوند. کدام گزینه درست است؟



$$Q_C = 2Q, Q_B = 0, Q_A = +4Q \quad (۱)$$

$$Q_C = Q_B = 0, Q_A = +6Q \quad (۲)$$

$$Q_C = Q_B = Q_A = +2Q \quad (۳)$$

$$Q_C = +Q, Q_B = +2Q, Q_A = +3Q \quad (۴)$$

۱۰۲- چگالی سطحی بار الکتریکی کره رسانایی $10^4 \mu C/m^2$ است. اگر بدون تغییر مقدار بار الکتریکی، شعاع کره رسانا دو برابر شود، چگالی سطحی بار الکتریکی آن چند $\mu C/m^2$ خواهد بود؟

$$4 \times 10^4 \quad (۴)$$

$$2 \times 10^4 \quad (۳)$$

$$5 \times 10^3 \quad (۲)$$

$$2/5 \times 10^3 \quad (۱)$$

۱۰۳- هشت قطره ی کوچک از یک مایع روغنی و رسانا که شعاع هر کدام برابر R و بار الکتریکی هر یک برابر q است، در فضا معلق هستند. این قطره ها با یکدیگر ترکیب می شوند و تشکیل یک قطره می دهند، چگالی سطحی بار این قطر چند برابر چگالی سطحی بار یکی از قطره های روغن است (قطره های روغن کروی هستند)؟

$$\frac{1}{8} \quad (۴)$$

$$۸ \quad (۳)$$

$$\frac{1}{2} \quad (۲)$$

$$۲ \quad (۱)$$

۱۰۴- اگر چگالی سطحی هر یک از صفحات یک خازن پر شده σ باشد، اندازه شدت میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحه های خازن کدام است؟

$$\frac{\epsilon_0}{\sigma} \quad (۴)$$

$$\frac{\epsilon_0}{\sigma^2} \quad (۳)$$

$$\frac{\sigma^2}{\epsilon_0} \quad (۲)$$

$$\frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad (۱)$$

انرژی پتانسیل الکتریکی (U):

مقدار کاری که یک نیروی خارجی (ما) انجام می‌دهد تا باری را از مبدا پتانسیل تا نقطه دلخواهی درون میدان الکتریکی با سرعت ثابت جابجا کند، به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در بار ذخیره می‌شود.

دقت کنید نیروی گرانشی با نیروی الکتریکی شباهت زیادی دارد و به همین طریق میدان الکتریکی با میدان گرانشی (شتاب جاذبه) شباهت زیادی دارد. به همین ترتیب انرژی پتانسیل گرانشی شباهت زیادی با انرژی پتانسیل الکتریکی دارد. همان‌گونه که وقتی جسمی در میدان گرانشی زمین رها می‌شود، انرژی پتانسیل آن کم شده و انرژی جنبشی پیدا می‌کند، در میدان الکتریکی نیز اگر باری رها شود و سرعت پیدا کند، انرژی جنبشی آن افزایش و در نتیجه انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد.

در میدان گرانشی، تغییر انرژی پتانسیل برابر است با کار ما جهت جابجایی جسم با سرعت ثابت و همین‌طور برابر است با منفی کار نیروی وزن.

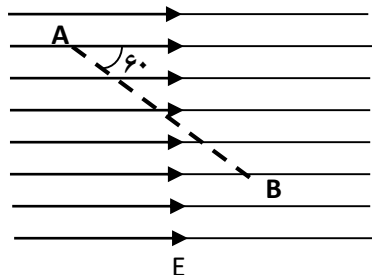
به همین ترتیب، در میدان الکتریکی، تغییر انرژی پتانسیل برابر است با کار ما جهت جابجایی بار با سرعت ثابت و همین‌طور برابر است با منفی کار نیروی الکتریکی حاصل از میدان الکتریکی.

نکته: هرگاه بار الکتریکی رها شود تا در جهت دلخواه خود در میدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد و انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد.

$$\Delta U = -Eqd \cos \alpha = -W_{\text{میدان}} = W_{\text{خارجی}}$$

دقت کنید در این رابطه q با علامت آن جایگذاری شده و α زاویه بین میدان و جابجایی است.

سوال ۱۰۵: در شکل زیر بار ۴- میکروکولن در میدان یکنواختی به بزرگی یک مگا نیوتن بر کولن از A به B می‌رود. کار نیروی الکتریکی و نیز تغییر انرژی پتانسیل به ترتیب چند ژول است؟ ($AB=50 \text{ cm}$)



(۱) ۱ و -۱

(۲) -۱ و ۱

(۳) ۲ و -۱

(۴) -۲ و ۱

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۱۰۶: یک بار به اندازه ۵ میکروکولن را روی عمود منصف یک دو قطبی که اندازه بارهای آن یکسان و یک میکروکولن است، به اندازه ۱۰ سانتی متر جابجا می کنیم. تغییر انرژی پتانسیل را بیابید.

پتانسیل الکتریکی (V):

همان طور که میدان برابر می شد با نیروی الکتریکی واحد بار الکتریکی برای پتانسیل هم تعریف زیر را داریم:

« اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه برابر است با تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی مثبت، وقتی یکای بار از نقطه اول تا نقطه دوم جابجا شود.»

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

یعنی:

$q \leftarrow$ بار الکتریکی بر حسب کولن

$V \leftarrow$ پتانسیل الکتریکی بر حسب ولت

$U \leftarrow$ انرژی پتانسیل الکتریکی بر حسب ژول

نکته: واحد پتانسیل الکتریکی، ژول بر کولن است که به افتخار کارهای علمی الساندرو ولتا (۱۷۴۵-۱۸۲۷) استاد فیزیک تجربی نام ولت بر واحد آن گذاشته شده است.

نکته: پتانسیل الکتریکی به علت آن که از روی کمیت های اسکالر به دست آمده، خود نیز یک کمیت نرده ای است.

نکته: در این رابطه q همراه با علامت آن جایگذاری می شود در صورتی که در روابط قانون کولن و میدان الکتریکی فقط اندازه آن قرار داده می شد. علت این امر مثبت و منفی بودن ΔU می باشد.

نکته: اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه، عامل شارش بار الکتریکی بین آن دو نقطه است و تا زمانی که پتانسیل دو نقطه برابر شود، شارش بار ادامه دارد.

همان طور که از گذشته به یاد دارید، ما یک مبدا برای انرژی پتانسیل گرانشی انتخاب می کردیم تا به هر نقطه ای که جسم حضور دارد بتوان انرژی پتانسیل نسبت داد. در الکتریسیته نیز ما معمولاً بی نهایت را مبدا انتخاب می کنیم (مبدا به انتخاب شما بستگی دارد) و منظور از انرژی پتانسیل بار در یک نقطه کاری است که باید انجام دهیم تا آن را از بی نهایت به آن نقطه

$$V = \frac{U}{q}$$

برسانیم. به همین ترتیب می توان به هر نقطه یک پتانسیل الکتریکی نسبت داد. یعنی:

نکته: گاهی اوقات نیز زمین را مبدا پتانسیل فرض می‌نمایند و در سوالاتی که قسمتی از مدار را به زمین وصل نموده‌اند، به معنی این است که پتانسیل آن نقطه را صفر فرض نمایید.

نکته: بار الکتریکی در سطح رسانا پخش می‌شود و ساکن می‌ماند، بنابراین چون بار ساکن شده و شارشی ندارد یعنی اختلاف پتانسیلی بین نقاط مختلف در سطح رسانا وجود ندارد و تمام نقاط سطح رسانا، هم پتانسیل هستند.

نکته: طبق آنچه تاکنون گفتیم در مورد حرکت بارها در میدان الکتریکی می‌توان دو نتیجه زیر را گرفت:

(۱) بار مثبت اگر در میدان الکتریکی رها شود از نقطه‌ای با پتانسیل بیشتر به نقطه‌ای با پتانسیل کمتر می‌رود و در این حین انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد.

(۲) بار منفی اگر در میدان الکتریکی رها شود از نقطه‌ای با پتانسیل کمتر به نقطه‌ای با پتانسیل بیشتر می‌رود و در این حین انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد.

در واقع در حرکت آزادانه بارها، انرژی پتانسیل همواره کاهش می‌یابد ولی پتانسیل بسته به نوع بار ممکن است کاهش یا افزایش یابد.

نکته: هر چه به بارهای مثبت نزدیک شویم، پتانسیل افزایش یافته و هر چه به بارهای منفی نزدیک شویم، پتانسیل کاهش می‌یابد.

$$\Delta V = V_{\text{ثانویه}} - V_{\text{اولیه}} = -Ed \cos \alpha$$

سوال ۱۰۷: در یک میدان الکتریکی بار $+2$ میکروکولن از نقطه A به B جابجا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل در نقاط A و B به ترتیب $4 \times 10^{-5} \text{ J}$ و $5 \times 10^{-5} \text{ J}$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نقاط A و B چند ولت است؟ ($V_B - V_A$)

- (۱) ۱۰ (۲) -۱۰ (۳) ۴۵ (۴) -۴۵

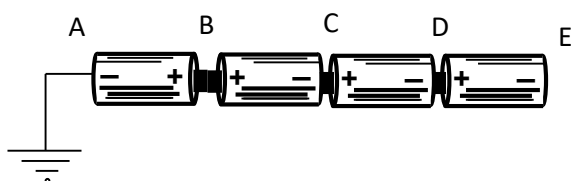
سوال ۱۰۸: هنگام جابجایی بار $+4$ کولن از A به B مقدار $1/6$ کیلوژول انرژی آزاد می‌گردد. اگر پتانسیل B برابر 800 ولت باشد، پتانسیل نقطه A چند ولت است؟

- (۱) ۴۰۰ (۲) ۱۲۰۰ (۳) -۴۰۰ (۴) -۱۲۰۰

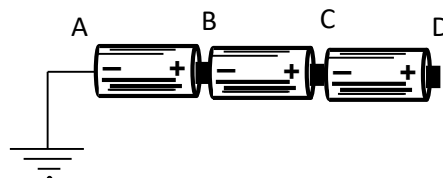
سوال ۱۰۹: در یک میدان الکتریکی یک بار 10^{-18} کولن از نقطه A با پتانسیل 50 ولت به B می‌رود. کار انجام شده توسط میدان در این جابجایی 2×10^{-16} ژول است. پتانسیل نقطه B چند ولت است؟

(۴) -250 (۳) -150 (۲) 150 (۱) 250

سوال ۱۱۰: در شکل زیر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو قطب هر باتری 3 ولت است. پتانسیل نقاط A و B و C و D و E را در هر شکل بیابید.



(ب)



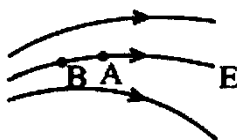
(الف)

نکته: اگر دو صفحه باردار موازی به فاصله d از هم قرار داشته باشند که میدان یکنواخت E بین صفحات آنها ایجاد شده است، اختلاف پتانسیل بین این دو صفحه (V) از رابطه $V = Ed$ به دست می‌آید.

نکته: پتانسیل الکتریکی در اطراف یک بار نقطه‌ای از رابطه $V = \frac{kq}{r}$ به دست می‌آید که در اینجا نیز باید برای q علامت آن را نیز لحاظ کرد. (این رابطه با انتگرالگیری به دست می‌آید که از بحث ما خارج است) در ضمن اگر مجموعه‌ای از بارها داشته باشیم، پتانسیل یک نقطه برابر است با جمع جبری پتانسیل حاصل از تک تک بارها زیرا پتانسیل کمیت نرده‌ای است نه یک کمیت برداری.

نکته: پتانسیل الکتریکی در سطح یک کره رسانا به شعاع R و بار Q نیز از رابطه $V = \frac{kQ}{R}$ به دست می‌آید.

سوال ۱۱۱: در شکل مقابل بار آزمون مثبت را از A به B حرکت می‌دهیم. انرژی پتانسیل آن چگونه تغییر می‌کند؟



(۱) افزایش می‌یابد.

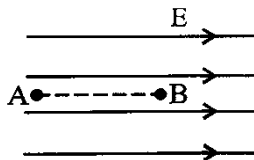
(۲) کاهش می‌یابد.

(۳) ثابت می‌ماند.

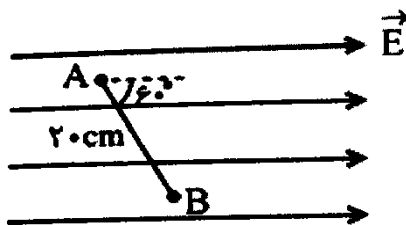
(۴) پیوسته صفر باقی می‌ماند.

که محل یادداشت نکات:

سوال ۱۱۲: در شکل مقابل میدان الکتریکی 0.1 مگانیوتن بر کولن است و ذره‌ای با بار $5-$ میکروکولن در نقطه B رها می‌شود. با صرف نظر از گرانش و نیروهای مقاوم، وقتی به A می‌رسد، انرژی جنبشی آن چند ژول است؟ فاصله A تا B را 20 سانتی‌متر فرض کنید.

(۱) 0.1 (۲) 0.5 (۳) 0.01 (۴) 0.05

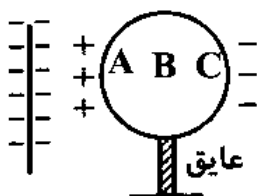
سوال ۱۱۳: در شکل مقابل میدان الکتریکی 1000 نیوتن بر کولن و فاصله AB برابر 20 سانتی‌متر است. $V_A - V_B$ چند ولت است؟

(۱) 100 (۲) $100\sqrt{3}$ (۳) -100 (۴) $-100\sqrt{3}$

۱۱۴- ذره‌ای به جرم 0.01 گرم با بار q در فضای بین دو صفحه افقی رسانای باردار معلق و در حال سکون است. اگر فاصله دو صفحه از هم یک سانتی‌متر و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه 500 ولت و جهت میدان عمودی به طرف بالا باشد، اندازه و نوع بار q (بر حسب میکروکولن) کدام است؟

(۱) مثبت، 2×10^{-1} (۲) مثبت، 2×10^{-3} (۳) منفی، 2×10^{-1} (۴) منفی، 2×10^{-3}

۱۱۵- میله ی بارداری مطابق شکل، در نزدیکی کره ی رسانای بارداری قرار گرفته است. کدام گزینه در مورد پتانسیل نقاط A



و B و C درست است؟

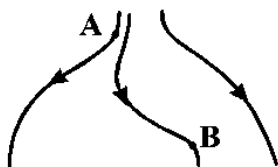
(۱) $V_A = V_B = V_C$

(۲) $V_A > V_B > V_C$

(۳) $V_A = V_C > V_B$

(۴) $V_A < V_B < V_C$

۱۱۶- با توجه به شکل، کدام گزینه درباره ی پتانسیل الکتریکی و اندازه ی میدان الکتریکی در نقاط A و B درست است؟



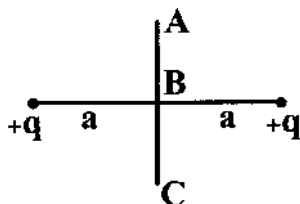
(۱) $E_A = E_B$ ، $V_A > V_B$

(۲) $E_A > E_B$ ، $V_A > V_B$

(۳) $E_B > E_A$ ، $V_B > V_A$

(۴) $E_A = E_B$ ، $V_B > V_A$

۱۱۷- دو بار الکتریکی $+q$ و $+q$ به فاصله $2a$ از یکدیگر قرار دارند. اگر بر روی عمود منصف خط واصل دو بار از A تا C حرکت کنیم،



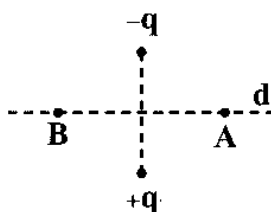
(۱) پتانسیل الکتریکی همواره کاهش می یابد.

(۲) پتانسیل الکتریکی همواره افزایش می یابد.

(۳) پتانسیل الکتریکی ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد.

(۴) پتانسیل الکتریکی ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابد.

۱۱۸- در شکل مقابل، روی عمود منصف خط واصل دو بار $+q$ و $-q$ از A تا B جابه جا می شویم. در این صورت پتانسیل



الکتریکی نقاط چگونه تغییر می کند؟

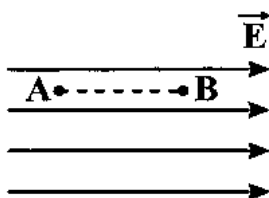
(۱) افزایش و سپس کاهش

(۲) کاهش و سپس افزایش

(۳) ثابت می ماند.

(۴) همواره افزایش می یابد.

۱۱۹- بار الکتریکی q - را در یک میدان الکتریکی یکنواخت، مطابق شکل زیر، از نقطه A تا نقطه B جابه جا می کنیم.



انرژی پتانسیل بار الکتریکی و نیروی وارد بر بار

(۱) ثابت می ماند - نیز ثابت می ماند.

(۲) کاهش می یابد - نیز کاهش می یابد.

(۳) افزایش می یابد - ثابت می ماند.

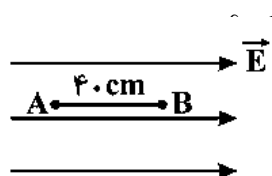
(۴) ثابت می ماند - افزایش می یابد.

۱۲۰- اختلاف پتانسیل الکتریکی بین پایانه های یک باتری ۲۴ ولت است. اگر بار الکتریکی (-1) میکرو کولنی از پایانه مثبت

تا پایانه منفی جابه جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن به اندازه ژول می یابد.

(۱) ۲۴- کاهش (۲) $2/4 \times 10^{-5}$ - افزایش (۳) $2/4 \times 10^{-5}$ - کاهش (۴) ۲۴- افزایش

۱۲۱- بار الکتریکی $q = +2\mu\text{C}$ را مطابق شکل به موازات میدان الکتریکی یکنواختی از نقطه A تا B جابه جا می کنیم. اگر



شدت میدان الکتریکی $E = 5 \times 10^5 \text{ N/C}$ باشد، انرژی پتانسیل آن چند ژول تغییر می

(۱) ۵/۰ - افزایش (۲) ۴/۰ - کاهش

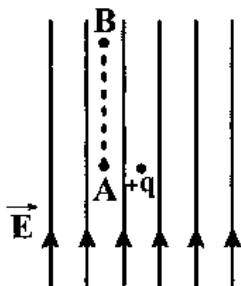
(۳) ۲/۰ - افزایش (۴) ۸/۰ - کاهش

۱۲۲- بار الکتریکی $q = -2\mu\text{C}$ از نقطه A با پتانسیل -40V به نقطه B با پتانسیل 10 ولت جابه جا می شود. در این صورت :

(۱) انرژی پتانسیل آن 10^{-4} ژول افزایش می یابد. (۲) انرژی پتانسیل آن 10^{-4} ژول کاهش می یابد.

(۳) انرژی پتانسیل آن 100 ژول افزایش می یابد. (۴) انرژی پتانسیل آن 100 ژول کاهش می یابد.

۱۲۳- در شکل زیر، ذره ای به جرم $1/6 \times 10^{-12}$ گرم و بار الکتریکی $1/6 \times 10^{-19}$ کولن در میدان الکتریکی یکنواخت رها شده و در جهت میدان با شتاب 1 m/s^2 حرکت می کند. اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B چند ولت است؟
($g = 10 \text{ m/s}^2$ و $AB = 1 \text{ cm}$)



(۱) ۵۵۰

(۲) ۱۱۰۰

(۳) ۲۲۰

(۴) ۱۰۰۰

۱۲۴- دو صفحه ی رسانای موازی به فاصله ۵ cm به اختلاف پتانسیل ۱۰۰ ولت متصل می باشند. اگر ذره ای به جرم $2 \times 10^{-10} \text{ kg}$ که دارای بار $2 \mu\text{C}$ می باشد، از یک صفحه از حال سکون به طرف صفحه ی مقابل به حرکت درآید، سرعت آن در لحظه ی رسیدن به صفحه ی مقابل چند متر بر ثانیه است؟

(۴) $1000\sqrt{2}$ (۳) $100\sqrt{2}$

(۲) ۲۰۰۰

(۱) ۲۰۰

۱۲۵- بار نقطه ای $+q$ با سرعت $\vec{V}$ در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ حرکت داده می شود. اگر زاویه بین دو بردار $\vec{E}$ و $\vec{V}$ در حدود $90^\circ < \theta < 180^\circ$ باشد، گزینه صحیح کدام است؟

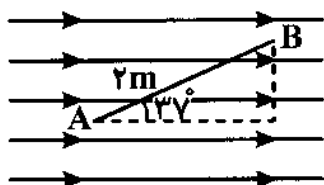
(۲) کاری که انجام می دهیم منفی است.

(۱) کار انجام شده توسط میدان مثبت است.

(۴) انرژی پتانسیل الکتریکی بار افزایش می یابد.

(۳) انرژی پتانسیل الکتریکی بار کاهش می یابد.

۱۲۶- در شکل زیر، بار $+q$ از نقطه A به B جابه جا شده است. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه A و B ($V_A - V_B$) چند ولت است؟



$$\vec{E} = 2 \times 10^6 \text{ N/C}$$

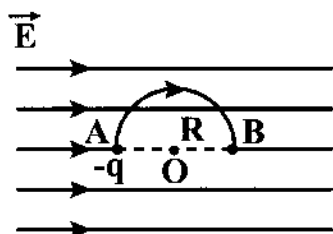
$$AB = 2 \text{ m}$$

$$\sin 37^\circ = 0.6$$

(۱) $-3/2 \times 10^6$ (۲) $3/2 \times 10^6$ (۳) -4×10^6 (۴) 4×10^6

۱۲۷- مطابق شکل، بار q - بر مسیر نیم دایره به شعاع R از A تا B جابه جا می شود. کار انجام شده توسط میدان الکتریکی

یکنواخت $\vec{E}$ در این جابه جایی کدام است؟



(۱) qE

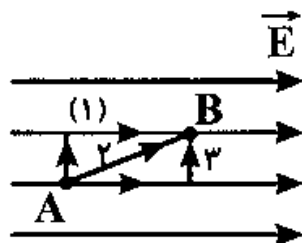
(۲) $2RqE$

(۳) $-RqE$

(۴) $-2RqE$

۱۲۸- در شکل مقابل، بار الکتریکی منفی را از نقطه A از سه مسیر (۱)، (۲) و (۳) به نقطه B منتقل می کنیم. انرژی پتانسیل

بار در هر سه مسیر می یابد و تغییر انرژی پتانسیل بار در



(۱) کاهش - در هر سه مسیر یکسان است.

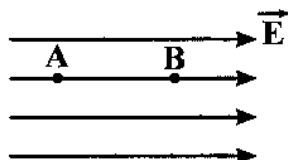
(۲) کاهش - در مسیر (۱) بیشتر از مسیرهای دیگر است.

(۳) افزایش - در هر سه مسیر یکسان است.

(۴) افزایش - در مسیر (۱) بیشتر از مسیرهای دیگر است.

۱۲۹- در شکل مقابل، بار الکتریکی $+q$ را یکبار با سرعت ثابت و بار دیگر با شتاب ثابت از نقطه A به نقطه B می بریم. تغییر

انرژی پتانسیل الکتریکی بار



(۱) در حالت اول بیشتر از حالت دوم است.

(۲) در حالت اول برابر حالت دوم است.

(۳) در حالت اول کمتر از حالت دوم است.

(۴) به شتاب یا سرعت بار بستگی دارد.

۱۳۰- در شکل مقابل، بار q_1 و q_2 هر دو مثبت اند. اگر q_2 را به q_1 نزدیک کنیم، نیروی وارد بر q_2 و انرژی پتانسیل

بارها می یابد.



(۲) افزایش - کاهش

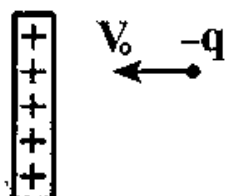
(۱) افزایش - افزایش

(۴) کاهش - افزایش

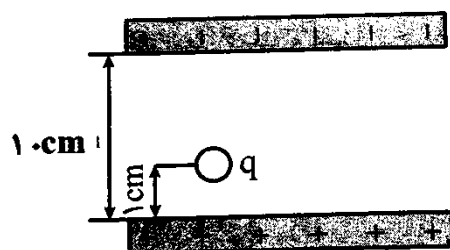
(۳) کاهش - کاهش

کج ممل یادداشت نکات:

۱۳۱- در شکل مقابل، بار $(-q)$ را در مقابل صفحه باردار با سرعت V_0 به طرف صفحه پرتاب می کنیم. با نزدیک شدن ذره باردار به صفحه
 (۱) انرژی جنبشی ذره کاهش می یابد.
 (۲) انرژی مکانیکی ذره کاهش می یابد.
 (۳) انرژی جنبشی ذره و انرژی پتانسیل الکتریکی آن هر دو افزایش می یابند.
 (۴) انرژی جنبشی ذره افزایش و انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می یابد.



۱۳۲- در شکل مقابل یک ذره با بار $2 \times 10^{-15} C$ و جرم $4 \times 10^{-8} g$ در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $2/4 \times 10^5 N/C$ بین دو صفحه افقی قرار دارد. اگر این ذره از حال سکون از این نقطه به طرف صفحه بالایی شروع به حرکت کند، پس از چند ثانیه به صفحه بالایی می رسد؟ (نیاز به اطلاعات دوازدهم)



(۱) ۹

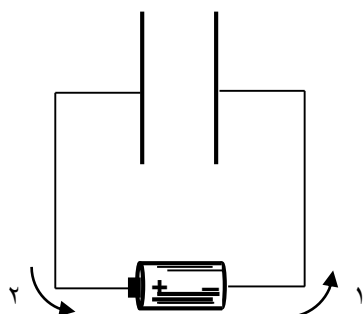
(۲) ۳

(۳) ۰/۹

(۴) ۰/۳

خازن:

خازن یک قطعه الکتریکی است که می تواند بار الکتریکی و انرژی در خود ذخیره کند و هر زمان که لازم باشد آن را در مدار تخلیه کند. هر خازن از دو رسانا که به هم اتصال ندارند، تشکیل می شود.



ساده ترین خازن از دو صفحه رسانای موازی تشکیل شده که به آن خازن تخت یا مسطح گویند.

اگر دو صفحه فلزی مطابق شکل به دو سر باتری متصل شوند، چون هیچ باری روی صفحات وجود نداشته، پتانسیل آن ها صفر بوده است. حال که به باتری وصل شده، پتانسیل هر صفحه با پتانسیل قطبی از باتری که به آن متصل است، برابر می گردد و در این حین الکترون ها در مسیر ۱ از باتری به صفحه رسانا می روند. زیرا بار منفی از پتانسیل

که محل یادداشت نکات:

کمتر (قطب منفی) به پتانسیل بیشتر (صفر) می‌رود. در ضمن این اتفاق در مسیر ۲ نیز می‌افتد و الکترون‌ها از صفحه رسانا به باتری می‌روند یعنی از پتانسیل کمتر (صفر) به بیشتر (قطب مثبت). در نتیجه در نهایت صفحه متصل به قطب منفی باتری دارای بار منفی و صفحه متصل به قطب مثبت باتری دارای بار مثبت خواهد بود و میدان یکنواختی بین آن‌ها ایجاد می‌گردد. پس از توقف انتقال بارها که پتانسیل صفحات رسانا با قطب‌های باتری یکسان شده است، می‌گویند خازن شارژ یا پر شده است. وقتی می‌گویند خازن دارای بار q است یعنی یکی از صفحات آن دارای بار $+q$ و یکی دیگر دارای بار $-q$ است. در حین پر شدن خازن، باتری انرژی مصرف می‌کند که در واقع صرف جابجا نمودن الکترون‌ها می‌گردد، این انرژی به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در خازن ذخیره شده و می‌توان آن را در آینده مورد استفاده قرار داد.

ظرفیت خازن (C):

پس از انجام آزمایشات زیادی که روی خازن انجام شد دانشمندان به این نتیجه رسیدند که اگر خازن را تغییر ندهیم هر چقدر اختلاف پتانسیل دو سر آن (باتری) را تغییر دهیم، بار ذخیره شده در خازن نیز به همان نسبت تغییر می‌کند. نام این نسبت را ظرفیت خازن نهادند.

بنابراین ظرفیت خازن برابر است با نسبت بار ذخیره شده در خازن به اختلاف پتانسیل بین دو صفحه آن یا به عبارت بهتر:

$$C = \frac{q}{V}$$

q ← اندازه بار الکتریکی یک صفحه بر حسب کولن

V ← اندازه اختلاف پتانسیل الکتریکی بر حسب ولت

C ظرفیت خازن است که به پاس خدمات مایکل فارادی دانشمند انگلیسی، واحد آن را فاراد (F) می‌نامند.

نکته بسیار مهم: تغییر بار یا اختلاف پتانسیل هیچ تاثیری بر ظرفیت خازن ندارد و ظرفیت خازن به عوامل ظاهری خازن بستگی دارد.

نکته: شیب نمودار بار خازن بر حسب ولتاژ دو سر آن، ظرفیت خازن را نشان می‌دهد.

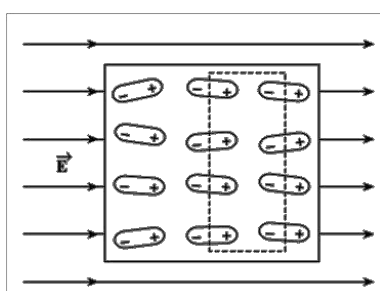
عوامل موثر بر ظرفیت خازن تخت عبارتند از:

- (۱) مساحت صفحات مشترک خازن که در مقابل هم قرار دارند. (A)
- (۲) فاصله دو صفحه از یکدیگر (d)
- (۳) ماده نارسنایی که مابین صفحات خازن را پر کرده باشد. (دی‌الکتریک) (K)

که محل یادداشت نکات:

دی الکتریک و تاثیر آن بر ظرفیت خازن:

دی الکتریک در واقع همان نارسانا است. می دانیم اتمها دارای هسته ای با بار مثبت و ابری از الکترون با بار منفی به دور خود هستند. وقتی اتم در یک میدان الکتریکی قرار می گیرد، هسته به یک سمت و ابر الکترونی به سمت دیگر کشیده خواهد شد. در این حالت، اتم از شکل تقریباً کروی خارج شده و به حالت تقریباً تخم مرغی شکل تبدیل می گردد و در اصطلاح قطبیده می شود.



همین اتمهای قطبیده سبب می شوند که در سمت صفحه مثبت خازن، بار منفی و در سمت صفحه منفی خازن، بار مثبت ظاهر گردد. در نتیجه پتانسیل الکتریکی صفحات خازن تغییر می نماید؛ اما صفحات خازن می خواهند به علت اتصال به باتری، با قطبهای باتری هم پتانسیل باشند لذا مقداری بار از سوی باتری به صفحات شارش می کند و در نتیجه پتانسیل صفحات ثابت مانده ولی بار صفحات تغییر می کند و در کل میدان داخل خازن ثابت می ماند.

$$C = \frac{K\epsilon \cdot A}{d}$$

در نهایت ظرفیت خازن که به عوامل ظاهری بستگی داشت از رابطه مقابل قابل محاسبه است:

K ← ثابت دی الکتریک بدون واحد

ϵ ← ضریب گذردهی الکتریکی خلا بر حسب مجذور کولن بر نیوتن متر مربع

A ← مساحت مشترک صفحات خازن بر حسب مترمربع

d ← فاصله صفحات خازن بر حسب متر

نکته: ثابت دی الکتریک به جنس آن بستگی دارد.

فروشکست:

می دانیم با افزایش ولتاژ دو سر خازن، بار آن افزایش یافته و میدان داخل آن زیاد می شود. اگر این میدان بیش از حد زیاد شود، سبب می گردد دی الکتریک بین دو صفحه به صورت موقت رسانا شده و در نتیجه با ایجاد جرقه بین دو صفحه، خازن تخلیه می گردد.

این پدیده را فروشکست دی الکتریک می نامند.

پدیده فروشکست باعث تغییر ماهیت یا سوراخ شدن دی الکتریک جامد و سوختن خازن می گردد.

نکات مهم در حل مسائل و تست‌ها:

(۱) اگر یک خازن را به باتری وصل کنیم، پس از پر شدن آن، هیچ جریانی در مدار وجود نخواهد داشت و گویی خازن مانند کلیدی است که مدار را پس از مدت کوتاهی قطع می‌کند. اما در لحظه اول مانند سیمی است که جریان در مدار به راحتی ایجاد می‌گردد.

(۲) اگر یک خازن به باتری متصل باشد و عوامل ساختاری آن را تغییر دهیم، همواره ولتاژ دو سر آن ثابت خواهد بود.

(۳) اگر یک خازن به باتری متصل باشد و عوامل ساختاری آن را تغییر دهیم، بار صفحات آن ممکن است تغییر نماید.

(۴) اگر یک خازن را شارژ نموده و از باتری جدا کنیم و عوامل ساختاری آن را تغییر دهیم، همواره بار روی صفحات آن ثابت خواهد بود.

(۵) اگر یک خازن را شارژ نموده و از باتری جدا کنیم و عوامل ساختاری آن را تغییر دهیم، اختلاف پتانسیل دو سر آن ممکن است تغییر نماید.

(۶) کمترین ثابت دی‌الکتریک مخصوص خلا است که یک می‌باشد و بقیه مواد دارای ثابتی بزرگتر از یک هستند.

(۷) با تغییر بار یا ولتاژ خازن، ظرفیت آن تغییر نخواهد نمود.

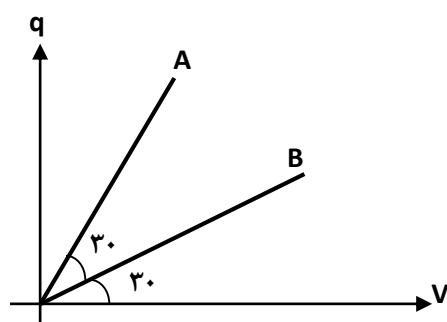
(۸) برای مقایسه ظرفیت خازن‌ها در دو حالت (وقتی خواص ظاهری را تغییر دهیم) می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2}$$

(۹) میدان مابین صفحات خازن مقدار ثابتی دارد (یکنواخت) که برابر است با $E = \frac{V}{d}$

نکته: میدان خازن را از رابطه $E = \frac{q}{K\epsilon_0 A} = \frac{\sigma}{K\epsilon_0}$ نیز می‌توان به دست آورد.

سوال ۱۳۳: با توجه به نمودار مقابل، نسبت $\frac{C_A}{C_B}$ کدام است؟



(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) $\sqrt{3}$

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۱۳۴: فاصله بین صفحات خازنی که دی الکتریک ندارد را نصف کرده و داخل آن دی الکتریکی به ضریب ۳ می گذاریم. ظرفیت خازن چند برابر می شود؟

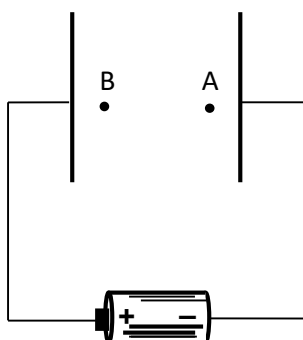
۳ (۴)

۲ (۳)

۶ (۲)

۱/۵ (۱)

سوال ۱۳۵: پتانسیل الکتریکی و اندازه میدان الکتریکی دو نقطه A و B را مقایسه کنید.



انرژی خازن:

در گذشته آموختیم که دو بار در کنار هم دارای انرژی پتانسیل الکتریکی هستند. در خازن نیز چون بارهای زیادی روی صفحات خازن در نزدیکی هم قرار دارند، در اصطلاح گفته می شود، خازن دارای انرژی ذخیره شده است.

در واقع انرژی که باتری یا مولد صرف شارژ نمودن خازن کرده است، به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در آن ذخیره شده است که هر وقت این خازن را در مدار دیگری قرار دهیم، می تواند این انرژی را تخلیه و سبب به کار افتادن یک مصرف کننده مانند لامپ گردد.

انرژی ذخیره در خازن از روابط زیر قابل محاسبه است:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \quad \text{یا} \quad U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \quad \text{یا} \quad U = \frac{1}{2} qV$$

U ← انرژی ذخیره شده در خازن بر حسب ژول

C ← ظرفیت خازن بر حسب فاراد

q ← بار صفحات خازن بر حسب کولن

V ← اختلاف پتانسیل دوسر خازن بر حسب ولت

نکته: در مسائل و تست ها سعی نمایید از رابطه ای استفاده کنید که یکی از پارامترهای آن ثابت باشد.

کج ممل یادداشت نکات:

نکته: در تست‌های نسبتی خازن حتماً مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید:

$$(1) \quad C = \frac{K\varepsilon \cdot A}{d} \quad \text{یافتن تغییرات ظرفیت از روی رابطه}$$

(2) توجه به اتصال باتری به خازن یا جدا بودن آن (q یا V ثابت است).

$$(3) \quad C = \frac{q}{V} \quad \text{یافتن تغییرات q یا V از روی رابطه}$$

$$(4) \quad E = \frac{V}{d} \quad \text{یا تغییرات انرژی از روی رابطه } U = \frac{1}{2} qV \quad \text{(دقت کنید کسر } \frac{1}{2} \text{ در}$$

تغییرات انرژی تأثیری ندارد)

سوال ۱۳۶: اگر خازنی را به یک باتری متصل نماییم و ظرفیت خازن را n برابر کنیم، ولتاژ و بار ذخیره شده و انرژی ذخیره شده در آن هریک چند برابر خواهد شد؟

سوال ۱۳۷: اگر خازنی را شارژ نموده و از باتری جدا کنیم و ظرفیت خازن را n برابر کنیم، ولتاژ و بار ذخیره شده و انرژی ذخیره شده در آن هریک چند برابر خواهد شد؟

نکته: هرگاه دو سر یک خازن را در مدار به هم وصل کنیم، به علت این که اختلاف پتانسیل بین صفحات آن صفر است، هیچ باری روی آن ذخیره نشده و در واقع خازن از مدار حذف می‌گردد.

سوال ۱۳۸: مساحت سطح مشترک صفحات خازن تختی ۶۰۰ سانتی‌متر مربع و دی الکتریک آن هوا است. اگر ۱/۲ میکروکولن بار در آن ذخیره شده باشد، اندازه میدان الکتریکی بین دو صفحه خازن چند ولت بر متر است؟ ($\varepsilon_0 = 8 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$)

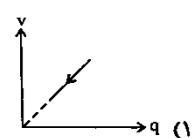
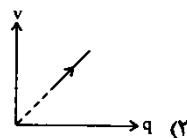
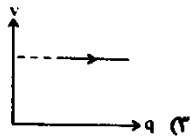
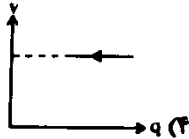
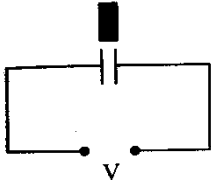
$$2/5 \times 10^9 \quad (4)$$

$$2/5 \times 10^{12} \quad (3)$$

$$2/5 \times 10^2 \quad (2)$$

$$2/5 \times 10^6 \quad (1)$$

سوال ۱۳۹: در شکل مقابل یک دی الکتریک را بین صفحات خازن وارد می کنیم. نمودار تغییرات ولتاژ دو سر خازن بر حسب بار ذخیره شده در آن کدام است؟



سوال ۱۴۰: خازنی را پس از پر شدن از باتری جدا نموده و دو صفحه را از هم دور می کنیم. ظرفیت خازن و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه آن به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می کنند؟

- (۱) افزایش - افزایش (۲) کاهش - کاهش (۳) افزایش - کاهش (۴) کاهش - افزایش

سوال ۱۴۱: ولتاژ بین دو صفحه خازن تختی را از ۴۸ ولت به ۳۲ ولت کاهش می دهیم. با این کار ۱۲ میکروکولن از بار ذخیره شده در آن کم می شود. ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟

- (۱) ۱ (۲) ۰/۷۵ (۳) ۱/۲۵ (۴) ۰/۸

سوال ۱۴۲: انرژی ذخیره شده در خازنی به اختلاف پتانسیل یک کیلوولت برابر $10^{-6} kWh$ است. ظرفیت این خازن چند میکروفاراد است؟

- (۱) ۳/۶ (۲) ۷/۲ (۳) ۳۶ (۴) ۷۲

سوال ۱۴۳: با تخلیه قسمتی از بار یک خازن پر شده، اختلاف پتانسیل دو سر آن ۸۰٪ کاهش می‌یابد. انرژی آن چند درصد کاهش می‌یابد؟

- (۱) ۴۰ (۲) ۶۴ (۳) ۸۰ (۴) ۹۶

سوال ۱۴۴: ظرفیت خازنی ۲۲ میکرو فاراد است. اگر بار آن ۲۰٪ افزایش یابد انرژی آن ۱۶ میکروژول افزایش می‌یابد. بار اولیه آن چند میکروکولن است؟

- (۱) ۲۰ (۲) ۴۰ (۳) ۰/۰۲ (۴) ۰/۰۴

سوال ۱۴۵: دو سر خازن بدون دی‌الکتریکی به باتری وصل است و انرژی ذخیره شده آن u است. اگر هنگام وصل باتری، فاصله صفحات را n برابر کنیم انرژی ذخیره شده آن u' می‌شود ولی اگر خازن اولیه را از باتری جدا و سپس فاصله صفحات را n برابر کنیم انرژی ذخیره شده آن u'' می‌شود. نسبت u'' به u' چقدر است؟

- (۱) $\frac{1}{n}$ (۲) n (۳) $\frac{1}{n^2}$ (۴) n^2

۱۴۶- هر یک از صفحه های خازن تختی، به شکل مربع به ضلع ۱۰ میلی متر است. بین صفحات خازن که فاصله آن ها از یکدیگر ۵ میلی متر است، با دی الکتریکی با ثابت دی الکتریک ۵ پر شده است. ظرفیت این خازن چند پیکو فاراد است؟
 $(\epsilon_0 \approx 9 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2)$

- ۹۰۰ (۱) ۹۰ (۲) 9×10^{-11} (۳) ۰/۹ (۴)

۱۴۷- فاصله صفحه های موازی یک خازن ۳ میلی متر است. اگر این فاصله را ۱ میلی متر افزایش دهیم، ظرفیت خازن ۲۰ PF کاهش می یابد. ظرفیت خازن در ابتدا چند پیکو فاراد بوده است؟

- ۲۰ (۱) ۴۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۶۰ (۴)

۱۴۸- صفحه های خازن تختی با دی الکتریک هوا، دایره ای شکل است. اگر فاصله دو صفحه را دو برابر و به جای صفحه های آن از صفحه هایی با شعاع دو برابر استفاده کنیم، ظرفیت خازن چند برابر می شود؟

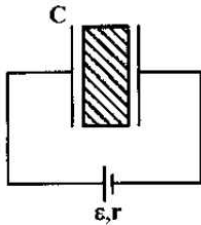
- ۱ (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴)

۱۴۹- اختلاف پتانسیل بین دو صفحه ی یک خازن تخت را از ۱۵۷ به ۲۰۷ می رسانیم. اگر در این عمل $5 \mu\text{C}$ به بار ذخیره شده در خازن افزوده شود، ظرفیت آن چند میکرو فاراد است؟

- ۱ (۱) $\frac{15}{14}$ (۲) ۵ (۳) ۳ (۴)

۱۵۰- در شکل زیر خازنی که بین صفحه های آن دی الکتریک قرار دارد به دو سر قطب های یک باتری متصل است. جهت

میدان الکتریکی حاصل از اثر قطبیده شدن مولکول های دی الکتریک در کدام جهت است؟



(۱) چپ به راست

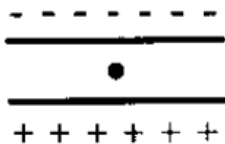
(۲) راست به چپ

(۳) بالا به پایین

(۴) پایین به بالا

۱۵۱- در شکل داده شده، اختلاف پتانسیل دو صفحه $100 \mu C$ است، در میان

دو صفحه ساکن است. اگر ولتاژ دو صفحه $200V$ شود، ذره چه شتابی می گیرد؟



(۱) $a = 1$

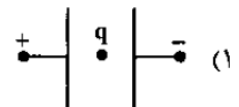
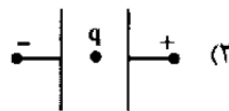
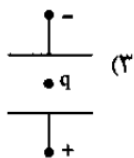
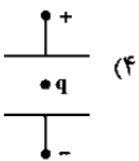
(۲) $a = 10$

(۳) $a = 10^2$

(۴) $a = 10^{-2}$

۱۵۲- در کدام یک از شکل های زیر، بار الکتریکی مثبت q به جرم m می تواند در یک میدان الکتریکی یکنواخت به شدت E

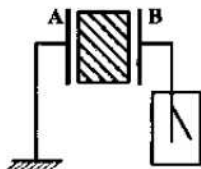
به حال سکون (تعادل) باقی بماند؟



۱۵۳- دو صفحه ی فلزی A و B مطابق شکل زیر، موازی هم قرار دارند. صفحه ی A را به زمین و صفحه ی B را به یک

الکتروسکوپ وصل کرده و ورقه های الکتروسکوپ بار هستند. اگر یک صفحه ی شیشه ای بدون بار را بین صفحه ها وارد

کنیم، انحراف ورقه های الکتروسکوپ



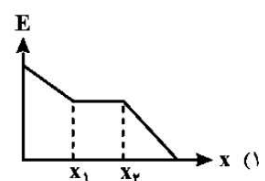
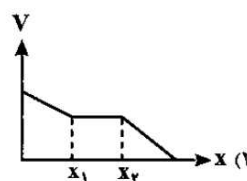
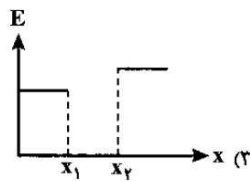
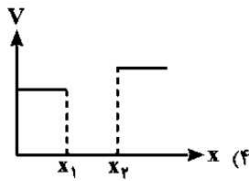
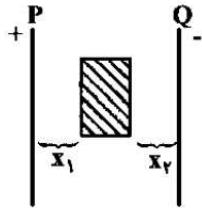
(۱) کم می شود.

(۲) ابتدا زیاد و سپس کم می شود.

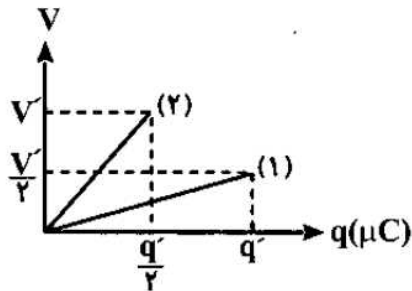
(۳) زیاد می شود.

(۴) تغییر نمی کند.

۱۵۴- در شکل روبه رو P و Q صفحه های یک خازن متصل به باتری هستند. قطعه فلزی S را بدون اتصال با صفحه ها، وسط آنها وارد می کنیم. اگر E شدت میدان الکتریکی و V اختلاف پتانسیل الکتریکی و X فاصله از صفحه ی P باشد، کدام یک از گزینه های زیر درست است؟



۱۵۵- در شکل زیر، نمودار (V-q) مربوط به دو خازن C1 و C2 را تا شارژ کامل ملاحظه می کنید، کدام گزینه رابطه ی صحیح بین انرژی ذخیره شده در این دو خازن را نشان می دهد؟



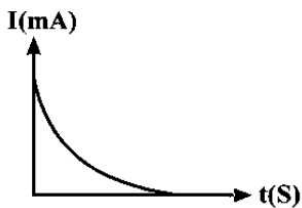
$$U_1 = \frac{U_2}{4} \quad (1)$$

$$U_1 = 2 U_2 \quad (2)$$

$$U_1 = U_2 \quad (3)$$

$$U_1 = \frac{U_2}{2} \quad (4)$$

۱۵۶- نمودار جریان - زمان برای خازنی به ظرفیت 20 μF هنگام پر شدن خازن به صورت زیر است. اگر مساحت زیر نمودار برابر ۲ باشد، انرژی ذخیره شده در خازن چند ژول است؟



$$10 \quad (1)$$

$$40 \quad (2)$$

$$0/1 \quad (3)$$

$$100 \quad (4)$$

۱۵۷- یک خازن خالی به ظرفیت C را به یک باتری وصل می کنیم. پس از پر شدن خازن 12 μC بار روی آن جمع می شود و باتری 24 μJ کار انجام می دهد. کدام گزینه درست است؟

$$C = 3 \mu F \quad (2)$$

$$C > 3 \mu F \quad (1)$$

$$(4) \text{ بسته به شرایط هر سه گزینه صحیح است.}$$

$$C < 3 \mu F \quad (3)$$

۱۵۸- خازن مسطحی به ظرفیت $1 \mu F$ را به کمک اختلاف پتانسیل $200V$ پر کرده و سپس آن را از منبع پتانسیل قطع می کنیم. حال یکی از صفحه ها را به موازات صفحه دیگر جابه جا می کنیم تا نصف مساحت صفحه ها مقابل یکدیگر قرار گیرند. انرژی خازن چه تغییری می کند؟

(۱) 20 میلی ژول بیشتر می شود. (۲) 20 میلی ژول کمتر می شود.

(۳) 40 میلی ژول بیشتر می شود. (۴) هیچ تغییری نمی کند.

۱۵۹- اگر $10 \mu C$ بار از یک صفحه ی خازن به صفحه ی دیگر آن منتقل کنیم، انرژی الکتریکی ذخیره شده در آن دو برابر می گردد. بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحه های این خازن تقریباً چقدر بوده است؟

(۱) 100 (۲) 100 (۳) $2/5$ (۴) 25

۱۶۰- ظرفیت خازنی 12 میکرو فاراد و بار الکتریکی آن q است. $8 J$ انرژی باید مصرف کنیم تا $3 mC$ بار الکتریکی را از صفحه ی منفی جدا کرده و به صفحه ی مثبت منتقل کنیم. q چند کولن است؟

(۱) $3/05 \times 10^{-2}$ (۲) $4/05 \times 10^{-2}$ (۳) $3/05 \times 10^{-3}$ (۴) $4/05 \times 10^{-3}$

۱۶۱- بین دو صفحه ی یک خازن که فاصله آن ها از یکدیگر برابر d می باشد، هوا قرار دارد. عایقی به ضریب دی الکتریک 4 و ضخامت $\frac{d}{2}$ بین این دو صفحه قرار می دهیم. ظرفیت الکتریکی خازن چند برابر می گردد؟

(۱) $1/2$ (۲) 2 (۳) 8 (۴) $1/6$

۱۶۲- خازن تختی با دی الکتریک هوا را پس از باردار شدن از باتری جدا کرده و دی الکتریکی به ثابت ۲ را وارد فضای صفحاتش می نماییم. شدت میدان در فاصله ی بین صفحات چه تغییری خواهد کرد؟

(۱) نصف می شود. (۲) دو برابر می شود.

(۳) چهار برابر می شود. (۴) تغییر نمی کند.

۱۶۳- خازن تختی را پس از پر شدن از مولد جدا می کنیم و فاصله ی بین صفحه های خازن را کم می کنیم. در این صورت، ظرفیت خازن و انرژی خازن می یابد.

(۱) افزایش - کاهش (۲) کاهش - نیز کاهش (۳) افزایش - نیز افزایش (۴) کاهش - افزایش

۱۶۴- خازن تختی به مولد وصل است. اگر در این حالت فاصله ی دو صفحه اش را سه برابر کرده و سپس آن را از مولد جدا کنیم و پس از آن بین دو صفحه را با عایق به ضریب دی الکتریک ۲ پر کنیم، انرژی خازن چند برابر حالت اول خواهد شد؟

(۱) ۶ (۲) $\frac{1}{6}$ (۳) $\frac{2}{3}$ (۴) $\frac{3}{2}$

۱۶۵- خازن مسطحی به اختلاف پتانسیل V وصل و انرژی ذخیره شده در آن U است. اگر فاصله ی دو صفحه را نصف کنیم و این عمل را یکبار وقتی خازن به مولد وصل است و بار دیگر زمانی که از مولد جدا است انجام دهیم، نسبت انرژی در حالت اول به دوم چه مقدار است؟

(۱) ۱ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) ۴ (۴) $\frac{1}{4}$

کلید تست‌ها:

۱ (۸۲)	۴ (۵۵)	۱ (۲۸)	۴ (۱)
۲ (۸۳)	۱ (۵۶)	۳ (۲۹)	(۲)
(۸۴)	۱ (۵۷)	۱ (۳۰)	(۳)
۲ (۸۵)	۲ (۵۸)	۱ (۳۱)	(۴)
۳ (۸۶)	۲ (۵۹)	۴ (۳۲)	۱ (۵)
۱ (۸۷)	۲ (۶۰)	۱ (۳۳)	۲ (۶)
۴ (۸۸)	۱ (۶۱)	۲ (۳۴)	۴ (۷)
۴ (۸۹)	۴ (۶۲)	۲ (۳۵)	۴ (۸)
۴ (۹۰)	۱ (۶۳)	۲ (۳۶)	۴ (۹)
۲ (۹۱)	۲ (۶۴)	۲ (۳۷)	۲ (۱۰)
۱ (۹۲)	۱ (۶۵)	۱ (۳۸)	۳ (۱۱)
۱ (۹۳)	۲ و ۱ (۶۶)	(۳۹)	۱ (۱۲)
۲ (۹۴)	۲ (۶۷)	۴ (۴۰)	۱ (۱۳)
۱ (۹۵)	۳ (۶۸)	۲ (۴۱)	۱ (۱۴)
۲ (۹۶)	۱ (۶۹)	۳ (۴۲)	۳ (۱۵)
۳ (۹۷)	۱ (۷۰)	۴ (۴۳)	۲ (۱۶)
۲ (۹۸)	۳ (۷۱)	۴ (۴۴)	۱ (۱۷)
۳ (۹۹)	۲ (۷۲)	۴ (۴۵)	۱ (۱۸)
۴ (۱۰۰)	۴ (۷۳)	۴ (۴۶)	۳ (۱۹)
۲ (۱۰۱)	۳ (۷۴)	(۴۷)	۱ (۲۰)
۱ (۱۰۲)	۱ (۷۵)	۱ (۴۸)	۲ (۲۱)
۱ (۱۰۳)	۱ (۷۶)	۴ (۴۹)	۳ (۲۲)
۱ (۱۰۴)	۱ (۷۷)	۲ (۵۰)	۳ (۲۳)
۲ (۱۰۵)	۱ (۷۸)	۴ (۵۱)	۱ (۲۴)
(۱۰۶)	۴ (۷۹)	۳ (۵۲)	۴ (۲۵)
	۱ (۸۰)	۳ (۵۳)	۴ (۲۶)
	۱ (۸۱)	۲ (۵۴)	۲ (۲۷)

که ممل یادداشت نکات:

۳ (۱۶۵)	(۱۳۶)	۳ (۱۰۷)
	(۱۳۷)	۲ (۱۰۸)
	۱ (۱۳۸)	۱ (۱۰۹)
	۳ (۱۳۹)	(۱۱۰)
	۴ (۱۴۰)	۱ (۱۱۱)
	۲ (۱۴۱)	۱ (۱۱۲)
	۲ (۱۴۲)	۱ (۱۱۳)
	۴ (۱۴۳)	۲ (۱۱۴)
	۲ (۱۴۴)	۱ (۱۱۵)
	۳ (۱۴۵)	۲ (۱۱۶)
	۴ (۱۴۶)	۳ (۱۱۷)
	۳ (۱۴۷)	۳ (۱۱۸)
	۳ (۱۴۸)	۳ (۱۱۹)
	۱ (۱۴۹)	۲ (۱۲۰)
	۲ (۱۵۰)	۲ (۱۲۱)
	۲ (۱۵۱)	۲ (۱۲۲)
	۳ (۱۵۲)	۲ (۱۲۳)
	۱ (۱۵۳)	۴ (۱۲۴)
	۲ (۱۵۴)	۴ (۱۲۵)
	۳ (۱۵۵)	۲ (۱۲۶)
	۳ (۱۵۶)	۲ (۱۲۷)
	۱ (۱۵۷)	۳ (۱۲۸)
	۱ (۱۵۸)	۲ (۱۲۹)
	۴ (۱۵۹)	۱ (۱۳۰)
	۱ (۱۶۰)	۴ (۱۳۱)
	۳ (۱۶۱)	۴ (۱۳۲)
	۱ (۱۶۲)	۳ (۱۳۳)
	۱ (۱۶۳)	۲ (۱۳۴)
	۲ (۱۶۴)	(۱۳۵)



NOTES

جریان الکتریکی و مدار

فصل دوم - فیزیک ۲

مقاومت الکتریکی

جریان الکتریکی

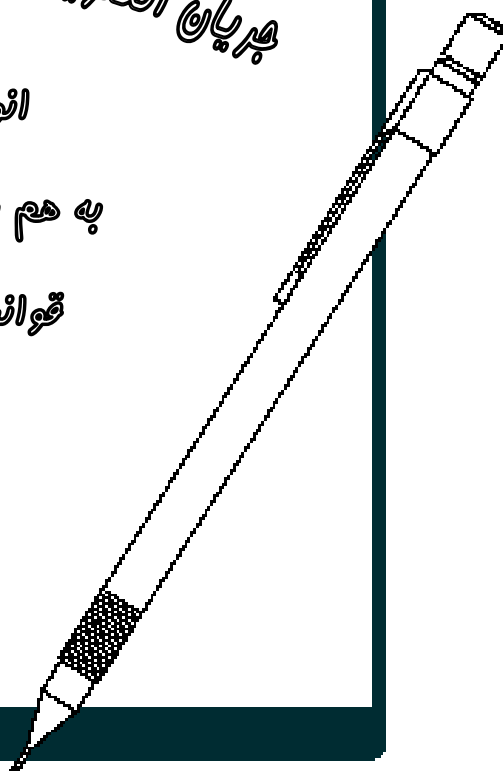
انواع مقاومت

به هم بستن مقاومت ها

قوانین گره و حلقه

توان

تهیه و تنظیم: استاد ابو حمزه



جریان الکتریکی:

رساناهای فلزی حاوی تعداد زیادی الکترون های آزاد هستند، مثلاً در هر سانتی متر مکعب در حدود 8×10^{22} الکترون آزاد وجود دارد. این الکترون ها گازی را تشکیل می دهند که تمامی حجم فلز را پر می کند (یعنی این الکترون ها را می توان به صورت یک گاز الکترونی تجسم کرد) البته در رسانایی که از لحاظ الکتریکی خنثی است، بار منفی الکترون های آزاد دقیقاً با بار مثبت یون هایی که شبکه ی بلوری فلز را می سازند متوازن می شود. جریان در این رسانای فلزی صرفاً روان شدن گاز الکترونی است، در حالی که یون ها ساکن باقی می مانند. روان شدن گاز الکترون ها در سیم فلزی شبیه جاری شدن آب در آبراهه ای با شیب ملایم است در چنین آبراهه ای نیروی گرانی وارد بر آب مؤلفه ای در امتداد آبراهه دارد؛ این مؤلفه آب را در امتداد آبراهه به پیش می راند. اما، آب شتاب نمی گیرد؛ اصطکاک بین آب و دیواره های آبراهه در خلاف جهت حرکت عمل می کند، و آب، با سرعت ثابت حرکت می کند زیرا اصطکاک دقیقاً با مؤلفه ی نیروی گرانی در جهت حرکت برابر است.

به همین ترتیب، میدان الکتریکی گاز الکترون ها را در امتداد سیم می راند. اما، گاز الکترون ها شتاب نمی گیرد؛ اصطکاک بین این گاز

و شبکه ی بلور سیم با حرکت مخالفت می کند، و گاز با سرعت ثابتی به حرکت خود ادامه می دهد زیرا اصطکاک دقیقاً با رانش میدان الکتریکی متوازن می شود. وجه تشابه میان حرکت آب و حرکت گاز الکترونی به حرکت هر یک از مولکول های آب و هر یک از الکترون ها تعمیم می یابد.

هر چند که سرعت آب در آبراهه معمولاً کم و در حدود چند متر در ثانیه است، اما مولکول های آب سرعت نسبتاً زیادی دارند؛ سرعت حرکت گرمایی کاتوره ای مولکول های آب در دمای متعارف، نوعاً حدود 600 m/s است. اما، چون این حرکت گرمایی از زیگزاگ های کاتوره ای سریعی تشکیل می شود که همان قدر احتمال دارد مولکول را به عقب ببرد که به پیش براند، این سرعت زیاد در حرکت کلی آب در آبراهه سهم چندانی ندارد.

به همین ترتیب، گاز الکترونی با سرعت نسبتاً کم، در حدود 10^{-2} متر بر ثانیه در طول سیم حرکت می کند، اما، تک تک الکترون ها سرعت بسیار بیشتری دارند؛ سرعت حرکت کاتوره ای الکترون ها در فلز نوعاً در حدود 10^6 متر بر ثانیه است. (این سرعت بسیار زیاد ناشی از آثار کوانتوم مکانیکی است، که در اینجا نمی توان پیرامون آن بحث کرد). بدین سان، حرکت خالص الکترون از زیگزاگ های سریعی تشکیل می شود که یک حرکت سوقی بسیار کندتر در امتداد سیم آن نهاده می شود.

اصطکاک بین گاز الکترونی و سیم ناشی از برخوردهای میان الکترون ها و یون های شبکه ی بلور سیم است. الکترونی که در سیم مسی حرکت می کند در هر ثانیه حدود 10^{14} بار با یون ها برخورد می کند. هر برخورد الکترون را اندکی کند و آن را از جهت حرکت اولیه اش منحرف می کند. به جهت آثار مختل کننده ی این برخوردها، الکترون هرگز از میدان الکتریکی که

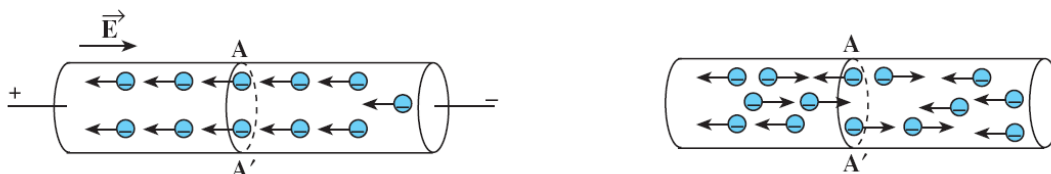
کج ممل یادداشت نکات:

می خواهد به آن شتاب بدهد، سرعت زیادی کسب نمی کند. این برخوردها انرژی جنبشی را که الکترون از میدان الکتریکی گرفته است، هدر می دهد. این انرژی جنبشی تلف شده ی الکترون ها به شکل انرژی پتانسیل جنبشی کاتوره ای یون ها در شبکه ی بلور، یعنی، به شکل انرژی گرمایی یا گرما باقی می ماند. در مواردی، گرمای تولید شده در سیم چندان زیاد است که آن را ملتهب می کند. نور درخشان لامپ روشنایی نیز به این ترتیب ایجاد می شود؛ نور قرمز تیره سیم پیچ های اجاق برقی نیز به همین علت پدید می آید.

سرعت متوسط، یا سرعت سوق، که الکترون در میدان الکتریکی به آن می رسد، با شدت میدان الکتریکی متناسب است. اگر میدان الکتریکی قوی باشد، الکترون بین هر برخورد و برخورد بعدی سرعت بیشتری می گیرد و بنابراین به سرعت متوسط بیشتری می رسد. جریان الکتریکی در سیم با سرعت متوسط الکترون ها و در نتیجه با میدان الکتریکی، متناسب است.

اگر دو سر یک سیم رسانا را به یک باتری وصل کنیم در نتیجه ایجاد اختلاف پتانسیل در دو سر سیم، میدان الکتریکی درون سیم ایجاد شده و باعث حرکت الکترون های آزاد درون سیم می گردد. بنابراین الکترون ها حرکت کاتوره ای خود را قدری تغییر می دهند و با سرعتی موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان به حرکت در می آیند که معمولاً سرعت سوق از یک میلیمتر در ثانیه کمتر است.

نکته: با اینکه سرعت سوق الکترون ها بسیار کم است، با اتصال کلید خانه بلافاصله لامپ روشن می شود، زیرا حرکت تمام الکترون ها در میدان به صورت هم زمان است. (فعالیت کتاب درسی)



جریان الکتریکی متوسط:

« اگر بار خالص Δq در بازه زمانی Δt از مقطعی از رسانا عبور کند، نسبت $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ را جریان الکتریکی متوسط گویند. » یعنی:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Δq ← بار عبوری از مقطع سیم بر حسب کولن

Δt ← زمان بر حسب ثانیه

$\bar{I}$ ← جریان الکتریکی متوسط بر حسب آمپر

که محل یادداشت نکات:

اگر زمان عبور بار از مقطع سیم خیلی کوچک در نظر گرفته شود، جریان الکتریکی لحظه‌ای به دست می‌آید که در واقع مشتق

$$I = \frac{dq}{dt}$$

بار عبوری بر حسب زمان است. یعنی:

نکته: شیب نمودار بار عبوری از رسانا بر حسب زمان، برابر جریان است.

نکته: مساحت زیر نمودار جریان بر حسب زمان، برابر بار خالص عبوری از رساناست.

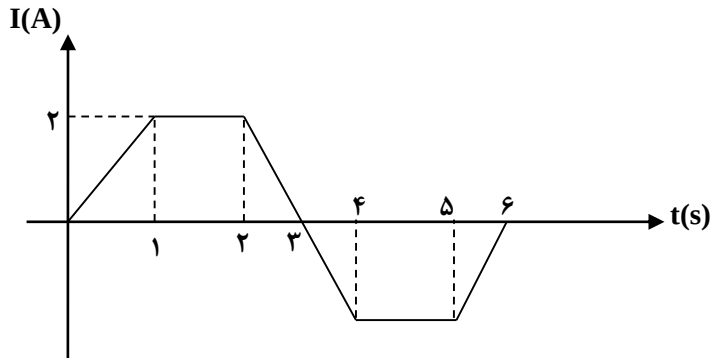
نکته: جهت واقعی جریان در جهت حرکت الکترون‌ها است ولی به علت یک اشتباه تاریخی، جهت قراردادی جریان خلاف حرکت الکترون‌ها و یا در جهت حرکت پروتون‌ها فرض می‌شود. البته ما می‌انیم که پروتون‌ها حرکت نمی‌کنند.

نکته: باتری خودروها با آمپرساعت (Ah) و باتری گوشی‌های همراه با میلی آمپر ساعت (mAh) مشخص می‌شود. هرچه آمپر ساعت یک باتری بیشتر باشد حداکثر باری که باتری می‌تواند از مدار عبور دهد تا به طور ایمن تخلیه شود، بیشتر است. یک آمپرساعت معادل ۳۶۰۰ کولن و یکایی برای بار الکتریکی است.

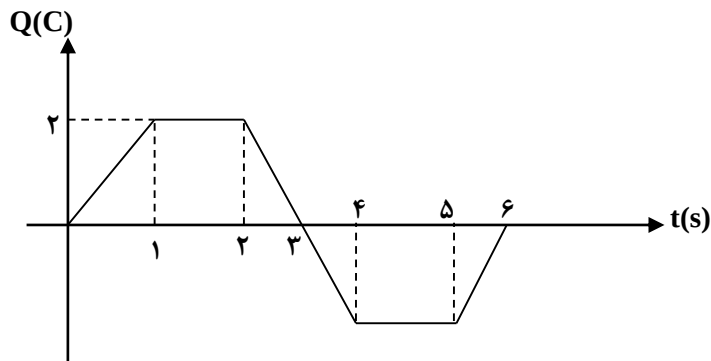
سوال ۱: الف) باتری استاندارد خودرویی ۵۰ Ah است. اگر این باتری جریان متوسط ۵ آمپر را فراهم سازد، چقدر طول می‌کشد تا خالی شود؟ ب) روی یک باتری قلمی مقدار ۱۰۰۰ mAh نوشته شده است. اگر این باتری جریان متوسط $100\mu A$ را فراهم کند، چه مدت طول می‌کشد تا خالی شود؟ (کتاب درسی)

سوال ۲: ولتاژ باتری یک ماشین حساب ۳ ولت است. هنگام روشن بودن آن جریان ۰/۱ آمپر از آن عبور می‌کند. اگر ماشین حساب یک ساعت روشن باشد، چه مقدار بار از مدار عبور می‌کند و چه مقدار انرژی از باتری کاسته می‌شود؟

سوال ۳: مقدار بار عبوری از رسانایی که نمودار جریان بر حسب زمان آن را در شکل مشاهده می کنید، در سه ثانیه اول و شش ثانیه اول بیابید.



سوال ۴: مقدار شدت جریان عبوری از رسانایی که نمودار بار بر حسب زمان آن را در شکل مشاهده می کنید، در ثانیه اول و در ثانیه سوم را بیابید.



سوال ۵: دو کره رسانای یکسان، یکی دارای بار $+6$ میکروکولن و دیگری دارای بار -2 میکروکولن را با سیمی به هم متصل می کنیم. در مدت 0.1 ثانیه بار دو کره به حالت تعادل می رسد. جریان الکتریکی متوسط عبوری از سیم چند آمپر است؟

$$4 \times 10^{-5} \text{ (۴)}$$

$$0.4 \text{ (۳)}$$

$$40 \text{ (۲)}$$

$$4 \text{ (۱)}$$

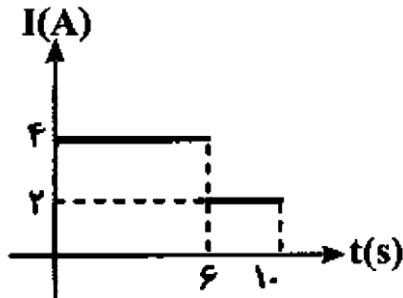
سوال ۶: رابطه بار عبوری از یک رسانا بر حسب زمان در SI به صورت $q = t^2 + 5t$ است. شدت جریان متوسط عبوری از رسانا از $t=2s$ تا $t=10s$ چند آمپر است؟

$$29 \text{ (۴)}$$

$$21 \text{ (۳)}$$

$$17 \text{ (۲)}$$

$$15 \text{ (۱)}$$



سوال ۷: باتوجه به نمودار مقابل در مدت ۱۰ ثانیه چه تعداد الکترون از هر مقطع

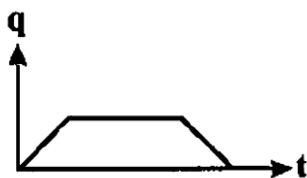
سیم عبور می کند؟

(۱) 2×10^{19}

(۲) 2×20

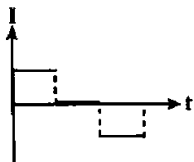
(۳) 2×10^{18}

(۴) $0/2 \times 10^{18}$

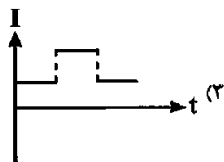


سوال ۸: باتوجه به نمودار مقابل، نمودار جریان گذرنده از رسانا بر حسب زمان مطابق کدام

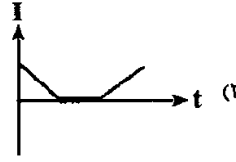
گزینه است؟



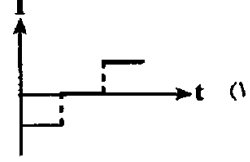
(۴)



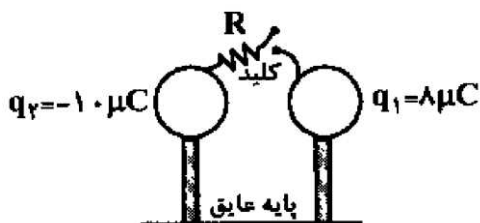
(۳)



(۲)



(۱)



سوال ۹: دو کره رسانای مشابه مطابق شکل توسط کلیدی به هم وصل

می شوند و در مدت ۰/۰۰۱ ثانیه دو کره هم پتانسیل می شوند. شدت

جریان متوسط عبوری در این مدت زمان چند آمپر است؟

(۲) ۹۰۰۰

(۱) ۱۸۰۰۰

(۴) ۰/۰۰۹

(۳) ۰/۰۱۸

قانون اهم و مقاومت الکتریکی رسانا:

بنابر قانون اهم، جریان الکتریکی با اختلاف پتانسیل بین دو سر رسانا متناسب است. نسبت این تناسب را R (مقاومت الکتریکی رسانا) می نامند که اگر رسانا تغییر نکند، ثابت می ماند. یعنی:

$$R = \frac{V}{I}$$

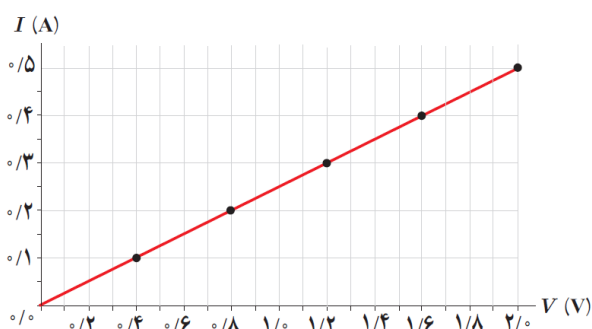
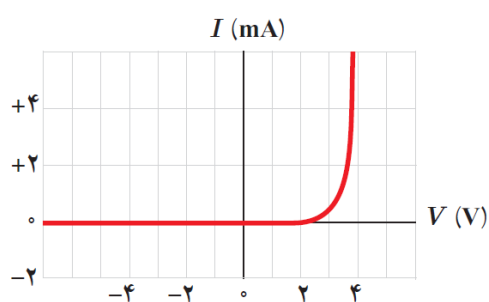
V ← اختلاف پتانسیل دوسر رسانا بر حسب ولت

I ← شدت جریان الکتریکی بر حسب آمپر

R ← مقاومت الکتریکی رسانا بر حسب اهم

اما قانون اهم برای رساناهایی با هر شکل اختیاری، صادق است. قانون اهم برای رساناهای فلزی و نیز برای بسیاری از رساناهای نافلزی (مثلاً کربن) که در آن ها الکترون ها عامل جریان الکتریکی هستند، صادق است. این قانون برای پلازما و الکترولیت ها، که در آن ها حاملان بار جریان الکترون ها و یون ها هستند نیز صدق می کند. اما باید به خاطر داشته باشیم که قانون اهم، به رغم کاربردهای گسترده اش، یکی از قانون های کلی طبیعت (مانند قانون پایستگی انرژی) به شمار نمی آید. در بسیاری از مواد وقتی جریان الکتریکی بزرگ باشد، قانون اهم نقض می شود و در مواد ناهمگن، مانند مواد لایه لایه ای که در قطعه های نیم رسانا به کار می روند، حتی وقتی جریان کوچک است، قانون اهم برقرار نیست.

نمودارهای صفحه بعد تفاوت رسانایی که از قانون اهم پیروی می کند (سمت راست) با رسانایی که از آن پیروی نمی کند (سمت چپ) مانند دیود نورگسیل (LED) را نشان می دهد.



سوال ۱۰: اگر اختلاف پتانسیل دو سر رسانایی را در دمای ثابت دو برابر کنیم، مقاومت آن چند برابر می شود؟

۴ (۴)

۰/۵ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

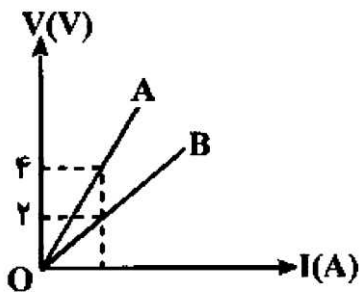
سوال ۱۱: اگر به دو سر یک مقاومت ۵۰ اهمی اختلاف پتانسیل ۱۲۰ ولت وصل کنیم، در مدت ۲۰ ثانیه چند کولن بار از مقطع رسانا شارش می‌کند؟

۲۴ (۴)

۴۸ (۳)

۱/۲ (۲)

۲/۴ (۱)



سوال ۱۲: باتوجه به نمودار مقابل مقاومت رسانای A چند برابر B است؟

۲ (۱)

۴ (۲)

۰/۵ (۳)

۰/۲۵ (۴)

عوامل موثر بر مقاومت رسانای فلزی:

با آزمایشات ساده‌ای می‌توان به این نتیجه رسید که مقاومت الکتریکی رسانا در دمای ثابت اگر سطح مقطع رسانا در طول آن

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

ثابت باشد از رابطه مقابل به دست می‌آید:

L ← طول رسانا برحسب متر

A ← سطح مقطع رسانا برحسب مترمربع

R ← مقاومت الکتریکی رسانا برحسب اهم

ρ ← مقاومت ویژه رسانا برحسب اهم متر

نکته: مقاومت ویژه رسانا برای رساناهایی که از قانون اهم پیروی می‌کنند فقط به جنس رسانا و دما بستگی دارد.

وقتی دمای یک رسانای فلزی افزایش می‌یابد، ارتعاشات اتم‌ها نیز افزایش یافته و موجب افزایش برخورد الکترون‌های آزاد با شبکه اتمی رسانای فلزی می‌گردد و در نتیجه مقاومت رسانا افزایش می‌یابد.

کج ممل یادداشت نکات:

* روابط و فرمول‌های تغییرات مقاومت با دما مختص دانش آموزان رشته ریاضی فیزیک است.

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha\Delta T)$$

مقاومت ویژه با دما تقریباً به صورت خطی تغییر می‌نماید؛ یعنی:

ρ ← مقاومت ویژه ثانویه رسانا برحسب اهم متر

ρ_0 ← مقاومت ویژه اولیه رسانا برحسب اهم متر

ΔT ← تغییرات دمای رسانا برحسب سانتیگراد یا کلوین

α ← ضریب دمایی مقاومت ویژه رسانا

نکته: واحد ضریب دمایی مقاومت ویژه رسانا $1/K$ یا $1/^\circ C$ است.

نکته: ضریب دمایی مقاومت ویژه برای نیمرساناها «منفی» است.

از آن‌جا که تغییرات L و A در مورد مقاومت‌ها تقریباً باهم برابر است طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta T)$$

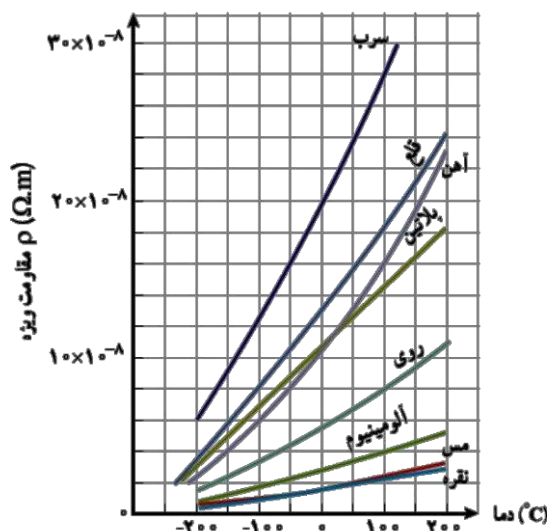
مقاومت رسانا با دما به صورت مقابل است:

نکته: برای دقت در محاسبات، دما و اعداد مقاومت‌ها باید صعودی در روابط قرار گیرد. در غیر این صورت عدد به دست آمده

کمی با عدد واقعی تفاوت دارد. همچنین دمای اولیه باید یکسان قرار داده شود.

نکته: درصد تغییرات کمیت f به صورت $100 \times \frac{\Delta f}{f_1}$ محاسبه می‌گردد.

نکته: تست‌های مربوط به روابط خطی با تناسب هم قابل حل هستند.



کج ممل یادداشت نکات:

نکته: در برخی مواد مانند جیوه و قلع، با کاهش دما مقاومت ویژه در دمای خاصی خاصی ناگهان به صفر افت پیدا می کند و در دماهای پایین تر صفر می ماند. این پدیده را ابررسانایی گویند.

سوال ۱۳: سیمی به طول $1/1 \text{ m}$ و سطح مقطع $10^{-6} \text{ m}^2 \times 3/1$ است. مقاومت ویژه سیم در دمای $T_0 = 320^\circ \text{C}$ برابر با $10^{-5} \Omega \cdot \text{m} \times 6/8$ است و ضریب دمایی مقاومت ویژه آن $10^{-3} \text{ K}^{-1} \times 2/0$ است. مقاومت سیم در دمای 420°C چقدر است؟

سوال ۱۴: فرض کنید در دمای $20/0^\circ \text{C}$ مقاومت پلاتین یک دماسنج مقاومتی 164Ω باشد. وقتی این دماسنج در محلول خاصی قرار گیرد مقاومت آن 187Ω می شود. دمای این محلول چقدر است؟
(مقدار دقیق α برای پلاتین برابر $10^{-3} \text{ K}^{-1} \times 3/92$ است)

سوال ۱۵: سیم کشی منازل معمولاً با سیم های مسی نمره ۱۲ (قطر $0/808 \text{ mm}$ یا معادل $10^{-3} \times 2/05$ متر) صورت می گیرد. مقاومت 100 m از این سیم ها در دمای اتاق چقدر است؟ (کتاب درسی)

سوال ۱۶: دو سیم هم جنس A و B که طول و قطر مقطع سیم A دو برابر طول و قطر مقطع سیم B است را به ترتیب به اختلاف پتانسیل های یکسانی وصل می کنیم. شدت جریان عبوری از A چند برابر B است؟

۸ (۴)

۱ (۳)

۲ (۲)

۰/۵ (۱)

سوال ۱۷: دو رسانا با طول یکسان از یک ماه ساخته شده‌اند. رسانای A سیمی به قطر ۱ mm و رسانای B لوله استوانه‌ای به قطر داخلی ۱ mm و قطر خارجی ۲ mm است. مقاومت A چند برابر B است؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

سوال ۱۸: کابل برقی به طول ۲۰۰ کیلومتر و مقاومت ۱۰ اهم حامل جریان ۳۰۰ آمپر است. اختلاف پتانسیل دو نقطه از این کابل به فاصله ۲۰۰ متر چند ولت است؟

- ۳ (۱) ۲ (۲) ۲۰ (۳) ۱۰ (۴)

سوال ۱۹: یک سیم رسانا را به ۵ قسمت مساوی تقسیم کرده و آن‌ها را در کنار هم قرار داده و می‌تابانیم تا به شکل یک سیم واحد در آید. مقاومت الکتریکی سیم چند برابر می‌شود؟

- ۱ (۱) ۲/۵ (۲) ۰/۰۴ (۳) ۲۵ (۴)

سوال ۲۰: جرم یک سیم مسی ۴ برابر سیم مسی دیگری است. اگر قطر سیم اول نصف قطر سیم دوم باشد، مقاومت آن چند برابر دومی است؟

- ۶۴ (۱) ۱۶ (۲) ۸ (۳) ۴ (۴)

سوال ۲۱: مقاومت سیمی در دمای 25°C برابر ۱۸ اهم و در دمای 55°C برابر ۲۰ اهم است. در چه دمایی مقاومت سیم ۲۱ اهم خواهد شد؟

- (۱) ۶۰ (۲) ۶۵ (۳) ۷۰ (۴) ۷۵

سوال ۲۲: سیمی به طول ۱۲ متر را چند درجه سلسیوس گرم کنیم تا با صرف نظر از تغییر طول آن ۲۵٪ به مقاومت آن افزوده شود؟ $(\alpha = 4 \times 10^{-3} \frac{1}{K})$

- (۱) ۶۲/۵ (۲) ۰/۰۱۶ (۳) ۱۲/۴ (۴) ۵۰

انواع مقاومت:

در استانداردهای مهندسی، سیم ها را برحسب قطر و مساحت مقطع آنها نمره بندی می کنند و اندازه مقاومت های الکتریکی را با حلقه هایی رنگی کد گذاری می نمایند.

انواع اصلی مقاومت ها بر دو نوع اند:

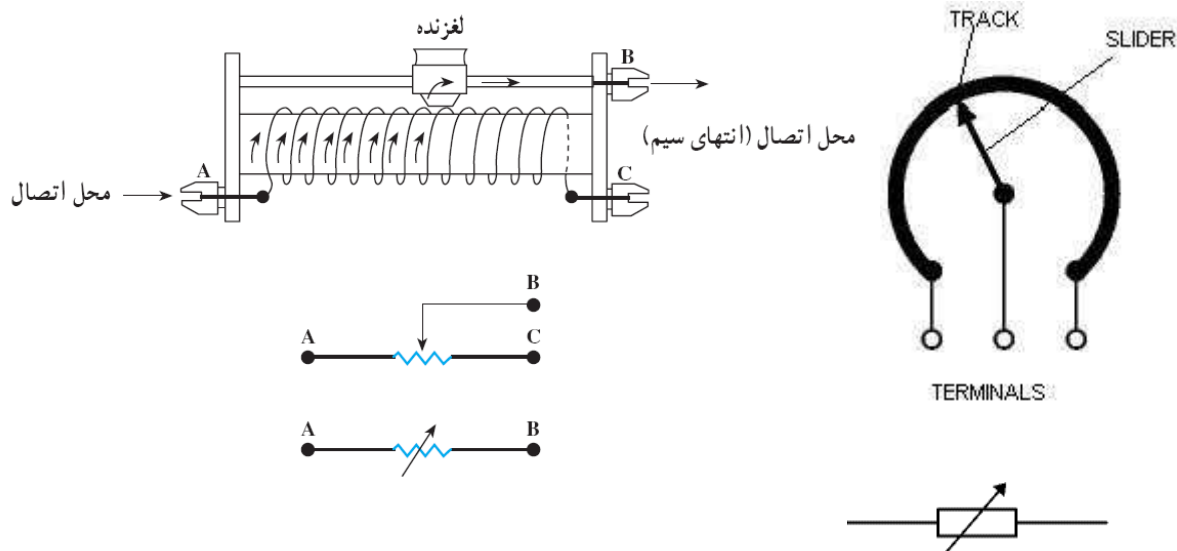
الف) مقاومت های پیچه ای که شامل پیچه ای از یک سیم نازک هستند که معمولاً جنس آنها آلیاژهایی مانند نیکروم یا آلیاژ مس نیکل منگنز است. این پیچه ها عموماً به دور هسته ای از جنس سرامیک، پلاستیک یا شیشه پیچیده شده اند و در غلافی از جنس سرامیک قرار گرفته اند.

با وجود اینکه این مقاومت ها قدیمی ترین نوع مقاومت ها است، امروزه همچنان تولید می شوند؛ زیرا می توانند برای حصول مقاومت های پایین بسیار دقیق و همچنین توان های بالا ساخته شوند.

یکی از انواع مشهور این نوع از مقاومت ها، «رئوستا» نام دارد که در مدارهای الکترونیکی «پتانسیومتر» نامیده می شود. این نوع مقاومت ها، متغیر هستند. یک رئوستا از سیمی با مقاومت ویژه نسبتاً زیاد ساخته شده است. این سیم روی استوانه ای نارسا پیچیده شده و با استفاده از دکمه ای لغزنده که روی ریلی در بالای استوانه قرار دارد و انتهای آن با سیم در تماس است می تواند قسمت دلخواهی از سیم را در مسیر جریان قرار دهد و بنابراین مقدار مقاومت را تغییر دهد و به این ترتیب

کج ممل یادداشت نکات:

جریان را در مدار تنظیم و کنترل کند. شکل صفحه بعد طرح‌هایی از یک رُوستا و نماد رُوستا (یا پتانسیومتر) در مدار الکتریکی را نشان می‌دهند.

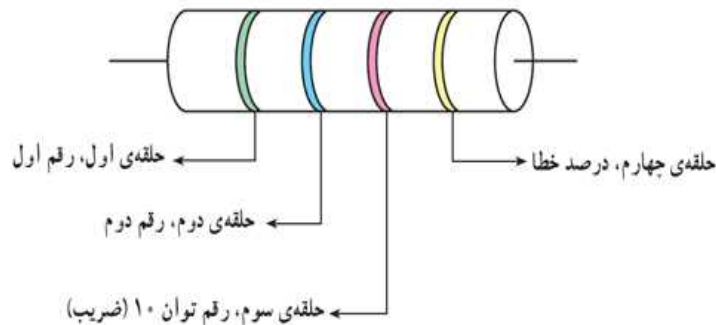


(ویژه دانش آموزان رشته ریاضی فیزیک) ب) مقاومت‌های ترکیبی که معمولاً از کربن، برخی نیم‌رساناها، و یا فیلم‌های نازک فلزی ساخته شده‌اند که در داخل پوششی پلاستیکی قرار گرفته‌اند. کارخانه‌های سازنده، مقاومت‌های ترکیبی را در اندازه‌های خاص استاندارد تولید می‌کنند.

مقدار این مقاومت‌ها یا روی آنها نوشته می‌شود، یا عمدتاً به صورت کدی رنگی نشان داده می‌شود که با ۳ یا ۴ حلقه رنگی روی آنها مشخص شده است. هر رنگ معرف عددی است که در جدول زیر داده شده است. دو حلقه اول به ترتیب رقم اول و رقم دوم مقاومت را نشان می‌دهند. رقم حلقه سوم ضربی است به صورت 10^n که در ستون سوم جدول مشخص شده است. حلقه چهارم یک حلقه طلایی یا نقره‌ای است که «تِلرانس» نامیده می‌شود و مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت را برحسب درصد مشخص می‌کند. نبود نوار چهارم به معنای آن است که تلرانس ۲۰ درصد است.

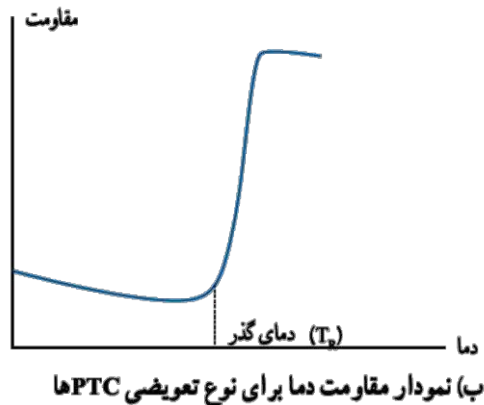
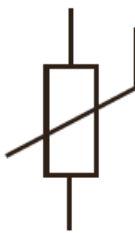
رنگ	عدد	رنگ	عدد	رنگ	عدد	رنگ	تلرانس
سیاه	۰	زرد	۴	خاکستری	۸	طلایی	۵٪
قهوه‌ای	۱	سبز	۵	سفید	۹	نقره‌ای	۱۰٪
قرمز	۲	آبی	۶			بی‌رنگ	۲۰٪
نارنجی	۳	بنفش	۷				

برای خواندن حلقه های رنگی مقاومت را طوری به دست می گیریم که حلقه تفرانس در سمت راست قرار گیرد و بقیه حلقه ها را از سمت چپ به راست می خوانیم. مشخصه مهم دیگر یک مقاومت، بیشینه توان الکتریکی است که مقاومت می تواند بدون آنکه بسوزد تحمل کند.



مقاومت های خاص: (ویژه دانش آموزان رشته ریاضی فیزیک)

(۱) ترمیستور (مقاومت حساس به دما): ترمیستورها دو نوع هستند. NTC ها که ضریب دمایی منفی دارند و PTC ها که خود دو نوع هستند. نوع اول (سیلیستور)، ضریب دمایی مثبت دارد. نوع دوم (تعویضی) تا نقطه گذار ضریب دمایی منفی دارد و ناگهان پس از دمای گذار، ضریب دمایی مثبت زیادی دارد.



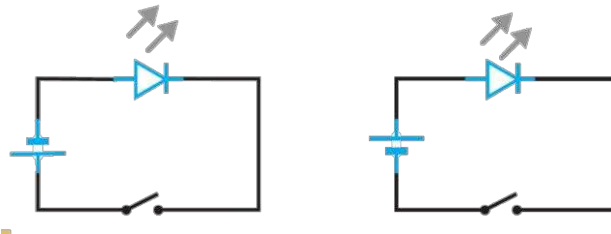
۲) مقاومت نوری (LDR): این مقاومت با افزایش نور با کاهش مقاومت مواجه می‌شود. آن‌ها را برحسب روشنایی با یکای LUX می‌سنجند.



۳) دیود (یکسو کننده): جریان را از یکسو عبور می‌دهد و از سوی دیگر جریان نمی‌تواند عبور کند. یعنی در یک جهت مقاومت آن صفر و در جهت دیگر بسیار زیاد است. یک نمونه آن LED (دیود نور گسیل) است.



سوال ۲۳: در کدام شکل با بستن کلید، LED روشن می‌شود؟



افت پتانسیل:

می‌دانیم جریان الکتریکی همان حرکت بارهای مثبت است و چون بارهای مثبت از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر می‌روند، بنابراین اگر در یک مداری در جهت جریان حرکت کنیم قاعدتاً باید پتانسیل کاهش یابد. در شکل زیر طبق قانون اهم می‌دانیم اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت برابر است با RI و از طرفی چون جریان در جهت کاهش پتانسیل است پس می‌توانیم بنویسیم:

$$V_{BA} = V_A - V_B = RI \quad \text{یا} \quad V_A - RI = V_B$$



نکته: وقتی از پایانه منفی باتری به پایانه مثبت باتری برویم بدون توجه به این که جهت جریان در چه سمتی باشد با افزایش پتانسیل روبرو می‌شویم زیرا باتری خود تولیدکننده پتانسیل است. این افزایش پتانسیل دقیقاً به اندازه ولتاژ باتری در حالت ایده‌آل است.

کج ممل یادداشت نکات:

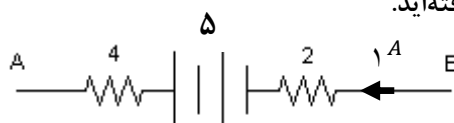
یافتن اختلاف پتانسیل بین دو نقطه در مدار:

با استفاده از مطالب بالا می توان نکات زیر را استخراج نمود:

- ۱- اگر در جهت جریان از مقاومت عبور کنیم به اندازه RI از پتانسیل کم می شود. (مصرف انرژی)
- ۲- اگر در خلاف جهت جریان از مقاومت عبور کنیم به اندازه RI به پتانسیل افزوده می شود.
- ۳- اگر از سمت پایانه مثبت از باتری عبور کنیم به اندازه ولتاژ باتری از پتانسیل کم می شود. (پله)
- ۴- اگر از سمت پایانه منفی از باتری عبور کنیم به اندازه ولتاژ باتری به پتانسیل افزوده می شود. (پله)

نکته: در نکات ۱ و ۲ مقدار R اندازه مقاومتی است که از آن عبور می کنیم و مقدار I اندازه جریان گذرنده از همان مقاومت است.

نکته: در برخی سوالات از ما به جای اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از مدار می خواهند که پتانسیل یک نقطه را تعیین کنیم. در این مسائل قسمتی از مدار را به زمین وصل می کنند. شما این نقطه (زمین) را پتانسیل صفر فرض می کنید و با حساب کردن اختلاف پتانسیل بین این نقطه و نقطه دلخواه در واقع پتانسیل آن نقطه را یافته اید.



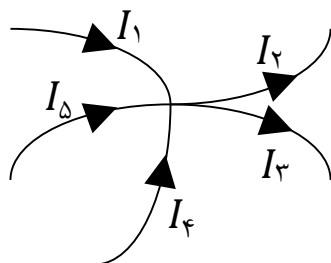
مثال: در شکل رو به رو اختلاف پتانسیل بین A و B را بیابید.

$$V_B - R_1 I + V - R_2 I = V_A \Rightarrow V_B - 2 \times 1 + 5 - 4 \times 1 = V_A \Rightarrow V_B - 1 = V_A \Rightarrow V_B - V_A = 1$$

$$V_A + R_1 I - V + R_2 I = V_B \Rightarrow V_A + 2 \times 1 - 5 + 4 \times 1 = V_B \Rightarrow V_A + 1 = V_B \Rightarrow V_B - V_A = 1$$

قوانین کیرشهف (Kirochhoff's Laws):

۱- قانون جریان ها (KCL) (Kirchhoff's Current Law):



مجموع جریان هایی که به یک گره (محل اتصال دو یا چند سیم در مدار) وارد می شوند با مجموع جریان هایی که از همان گره خارج می شوند برابر است.

$$I_1 + I_2 + I_4 = I_3$$

طبق اصل پایستگی بار الکتریکی کاملاً واضح است که مقدار باری که در یک ثانیه به گره وارد می شود (جریان های ورودی) با مقدار باری که در یک ثانیه از گره خارج می شود (جریان های خروجی) برابر است.

نکته: تعمیم قانون گر: این قانون نه تنها در مورد یک گر بلکه در مورد تکه مجهولی از مدار صادق است، یعنی شما اگر قسمتی از مدار را داخل جعبه‌ای قرار دهید و ندانید که درون آن جعبه چه قطعاتی وجود دارد، می‌توانید بگویید که مجموع جریان‌های وارد شده به این جعبه با مجموع جریان‌های خارج شده از جعبه برابر است. (البته اگر منبع تولید جریانی وجود نداشته باشد که در سطح دروس دبیرستان از وجود چنین منبعی صرف نظر می‌گردد)

این قانون به قانون گر نیز معروف است.

۲- قانون ولتاژها (KVL) (Kirchhoff's Voltage Law):

مجموع اختلاف پتانسیل‌های اجزای یک حلقه (مسیری که با حرکت روی آن بتوانیم به نقطه اول برگردیم) در مدار برابر صفر است.

به وضوح مشخص است که اگر از یک نقطه در یک حلقه شروع کنیم و افت پتانسیل‌ها را بنویسیم و به نقطه اول برسیم، جمع جبری این مقادیر صفر است.

نکته: شرط استفاده از این قانون فقط و فقط این است که یک مسیر بسته در مدار را انتخاب کنیم، لزومی ندارد در داخل حلقه‌ای که برای این قانون به کار می‌بریم سیم‌های دیگری وجود نداشته باشد و یا انشعابی از آن گرفته نشده باشد.

این قانون به قانون حلقه نیز معروف است.

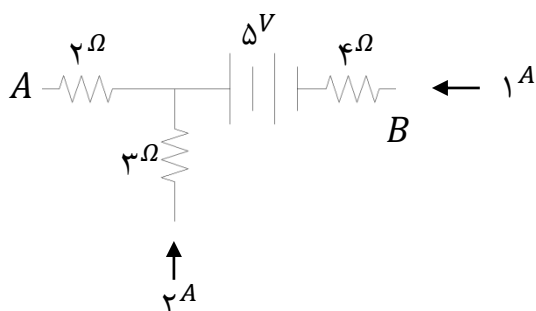
نحوه استفاده از قوانین کیرشهف: (بیشتر بدانید)

- ۱- در هر شاخه (یک سیم) جهت دلخواهی برای جریان آن شاخه انتخاب می‌کنیم.
 - ۲- معمولاً به تعداد شاخه‌ها مجهول وجود دارد (خود این مجهول‌ها معمولاً جریان‌ها هستند) که برای یافتن آن‌ها بهتر است کوچکترین حلقه‌های ممکن را انتخاب و قانون حلقه را نوشته و تعداد معادلات دیگری را که نیاز داریم به وسیله قانون گر بنویسیم.
 - ۳- پس از حل معادلات اگر مقدار جریان‌ها عددی منفی به دست آمد به معنی این است که جهت اولیه که برای آن انتخاب کرده بودید اشتباه بوده است ولی از لحاظ مقدار به جواب درستی رسیده‌اید.
- نکته: شما در مدارهایی که بیش از یک حلقه دارند، می‌توانید معادلات زیادی بنویسید که حتی از تعداد مجهولات شما بیشتر است اما بدانید که بسیاری از این معادلات تکرار معادلات دیگر هستند و یا اگر طرفین چند معادله دیگر را جمع کنید به یکی از معادلات می‌رسید.

نکته: منظور از V_{BA} در سوالات، $V_A - V_B$ است.

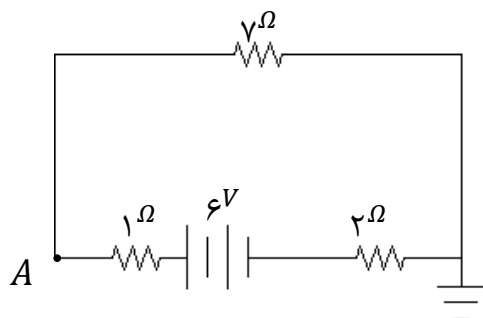
نکته: در مدارهای تک حلقه‌ای می‌توان از رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{r+R}$ برای محاسبه جریان کمک گرفت.

کج ممل یادداشت نکات:

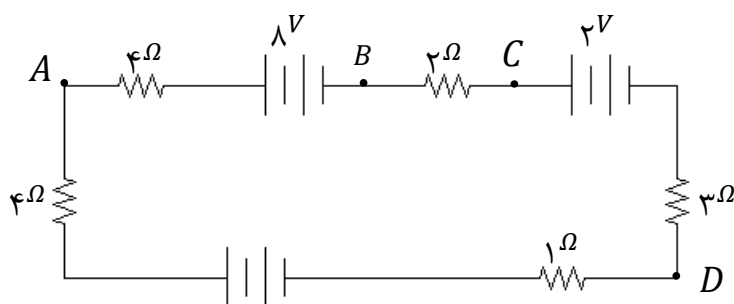
سوال ۲۴: در شکل زیر $V_A - V_B$ را بیابید.

- (۱) ۵
(۲) -۵
(۳) ۱۰
(۴) -۱۰

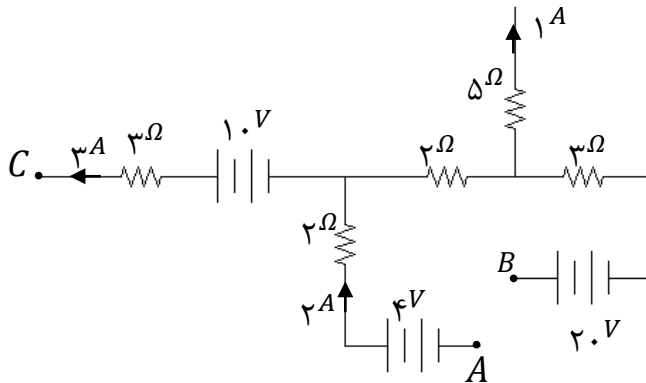
سوال ۲۵: در مدار شکل زیر پتانسیل نقطه A چند ولت است؟



- (۱) ۴/۲
(۲) -۴/۲
(۳) ۰/۴
(۴) -۰/۴

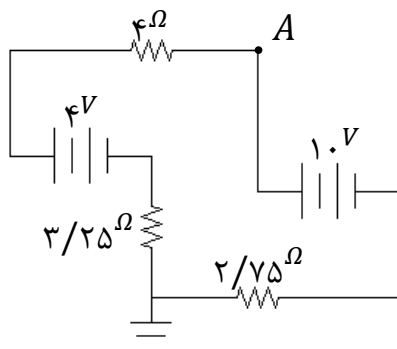
سوال ۲۶: در مدار زیر اگر $V_{AB} = 4V$ باشد، V_{CD} چند ولت است؟

- (۱) ۷
(۲) -۷
(۳) ۱۱
(۴) -۱۱

سوال ۲۷: در شکل زیر $V_A - V_B$ چقدر است؟

سوال ۲۸: در شکل سوال قبل موارد زیر را بیابید: الف) اختلاف پتانسیل بین A و C. ب) اختلاف پتانسیل بین B و C.

سوال ۲۹: در مدار زیر پتانسیل نقطه A را بیابید.



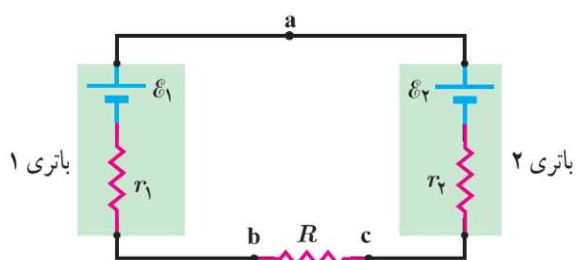
مولد (باتری):

شما تاکنون از باتری در مدارهای خود استفاده نموده‌اید و باتری را یک منبع ولتاژ فرض می‌کردید. از این پس ولتاژ تولید شده در باتری را با « $\mathcal{E}$ » نمایش داده و آن را نیروی محرکه مولد یا باتری می‌نامیم.

که ممل یادداشت نکات:

در ضمن شما خوب می دانید که خود باتری نیز به صورت ایده آل بدون مقاومت است و در واقعیت دارای یک مقاومت درونی است. از این پس در مدارها ما مولد (باتری) را با دو مولفه، یکی نیروی محرکه ($\mathcal{E}$) و دیگری مقاومت درونی (r) نمایش خواهیم داد. کاملاً واضح است که به علت وجود مقاومت درونی در باتری یک افت پتانسیل در داخل باتری اتفاق می افتد که از رابطه $\mathcal{E} - rI$ قابل محاسبه است.

نکته: اختلاف پتانسیل بین دو سر باتری واقعی اگر باتری همسوی جریان باشد، برابر با $\mathcal{E} - rI$ است و اگر باتری با جریان همسو نباشد، $\mathcal{E} - rI$ است.



نکته: تفاوت باتری نو و فرسوده در مقدار مقاومت درونی آن است. هر چه باتری فرسوده تر باشد مقاومت درونی آن بیشتر است.

نکته: نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب جریان در مدار تک حلقه به صورت خط راستی با عرض از مبدا $\mathcal{E}$ و شیب $-r$ است.

آمپرسنج و ولت سنج:

شما در سال های گذشته نیز با این دو دستگاه آشنا شده اید. آمپرسنج وسیله ای برای اندازه گیری جریان است که در حالت ایده آل فرض می کنیم مقاومت آن ناچیز است و آن را به صورت سری در مدار قرار می دهیم. اگر در سواالی مقاومت درونی آمپرسنج را داده بودند فرض می کنیم یک آمپرسنج ایده آل همراه با یک مقاومت سری داریم.

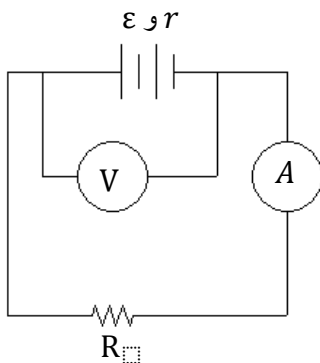
ولت سنج وسیله ای برای اندازه گیری اختلاف پتانسیل در مدار است که در حالت ایده آل فرض می کنیم مقاومت آن بی نهایت است و آن را به صورت موازی در مدار قرار می دهیم. اگر در سواالی مقاومت درونی ولت سنج را داده بودند فرض می کنیم یک ولت سنج ایده آل همراه با یک مقاومت موازی داریم.

نکته: اگر در یک مدار ولت سنج ایده آلی به صورت سری قرار گیرد، از شاخه آن هیچ جریانی عبور نکرده و می توان آن شاخه را نادیده گرفت و اگر فقط با یک باتری سری باشد، نیرومحرکه باتری را نشان می دهد.

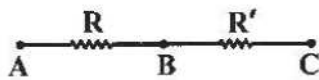
نکته: اگر در یک مدار آمپر سنج ایده آلی به صورت موازی قرار گیرد، از شاخه موازی با آن هیچ جریانی عبور نکرده و می توان آن شاخه را حذف کرد و اگر فقط با یک مولد موازی شود، مقدار $\frac{\mathcal{E}}{r}$ را نشان می دهد.

نکته: اگر به دنبال یافتن افزایش و کاهش توان یا جریان و ولتاژ در مداری بودیم، در شاخه ها سری معمولاً تغییرات جریان و در شاخه های موازی معمولاً تغییرات ولتاژ را بررسی می کنیم.

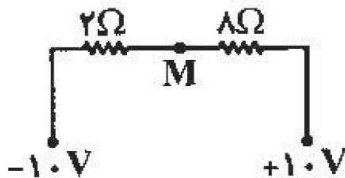
سوال ۲۷: در شکل روبرو اگر مقاومت را افزایش دهیم چه اتفاقی می افتد؟



سوال ۲۸: شکل زیر قسمتی از یک مدار را نشان می دهد. اگر پتانسیل الکتریکی نقاط A و B و C به ترتیب ۱۰۰- و ۶۰- و ۴۰- ولت باشد، جهت جریان و نسبت R به R' کدام است؟



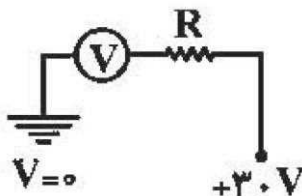
- (۱) از A به C و ۵/۰
(۲) از A به C و ۲
(۳) از C به A و ۵/۰
(۴) از C به A و ۲



سوال ۲۹: در شکل مقابل پتانسیل الکتریکی نقطه M چند ولت است؟

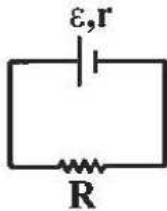
- (۱) ۴
(۲) ۶
(۳) -۴
(۴) -۶

سوال ۳۰: در شکل مقابل اگر ولت سنج ۲۰ ولت را نشان دهد و مقاومت درونی آن ۱۰۰۰ اهم باشد، مقدار R چند اهم است؟



- (۱) ۲۰۰۰
(۲) ۵۰۰
(۳) ۱۰۰
(۴) صفر

سوال ۳۱: در مدار شکل زیر اگر افت پتانسیل مولد ۲۰٪ نیروی محرکه آن باشد، R چند برابر مقاومت درونی مولد است؟



(۱) ۴

(۲) ۵

(۳) ۰/۲۵

(۴) ۲

سوال ۳۲: کدام گزینه صحیح نیست؟

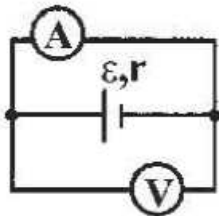
(۱) در یک مدار، افت پتانسیل مولد با مقاومت داخلی آن متناسب است.

(۲) با افزایش جریان عبوری از مدار، افت پتانسیل در هر جزء مدار افزایش می‌یابد.

(۳) با افزایش مقاومت مدار، ولتاژ دو سر مولد افزایش می‌یابد.

(۴) با افزایش جریان مدار، ولتاژ دو سر مولد افزایش می‌یابد.

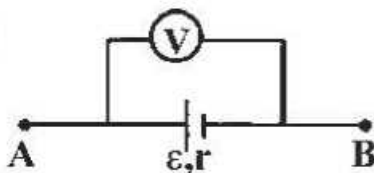
سوال ۳۳: اعدادی که ولت سنج و آمپرسنج در مدار شکل زیر نشان می‌دهند به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (هر دو ایده آل هستند).

(۱) $\mathcal{E}$ و صفر(۲) $\mathcal{E}$ و $\frac{\mathcal{E}}{r}$

(۳) صفر و صفر

(۴) صفر و $\frac{\mathcal{E}}{r}$

سوال ۳۴: در شکل زیر اگر جریان ۵/۰ آمپر از پایانه منفی مولد خارج شود، ولت سنج ۱۳ ولت و اگر جریان یک آمپر از پایانه مثبت آن خارج شود، ولت سنج، ۱۰ ولت را نشان می‌دهد. نیرو محرکه مولد چند ولت است؟



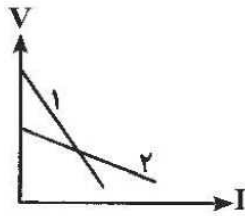
(۱) ۱۳

(۲) ۱۲

(۳) ۱۰

(۴) ۲

کج ممل یادداشت نکات:



سوال ۳۵: نمودار مربوط به دو باتری در شکل نشان داده شده است. کدام گزینه صحیح است؟

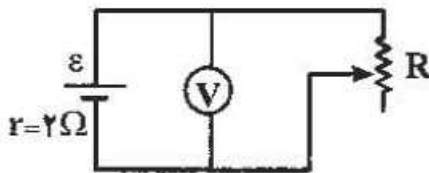
(۱) $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ و $r_1 > r_2$

(۲) $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ و $r_1 < r_2$

(۳) $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$ و $r_1 > r_2$

(۴) $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$ و $r_1 < r_2$

سوال ۳۶: در شکل زیر مقاومت رئوس را از ۸ اهم به ۳ اهم کاهش می دهیم. عدد ولت سنج ایده آل چند برابر می شود؟

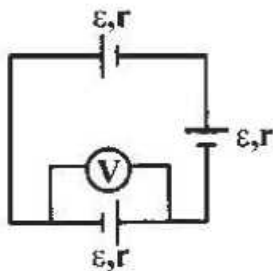


(۱) ۰/۴

(۲) ۰/۷۵

(۳) ۱/۳۳

(۴) ۲/۵



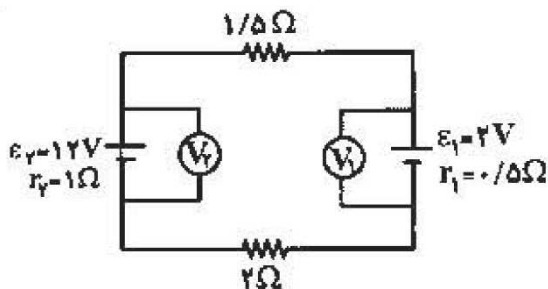
سوال ۳۷: در شکل زیر ولت سنج چه عددی را نشان می دهد؟

(۱) صفر

(۲) ε

(۳) 2ε

(۴) $\frac{\varepsilon}{2}$



سوال ۳۸: در شکل زیر اندازه $\frac{V_1}{V_2}$ کدام است؟

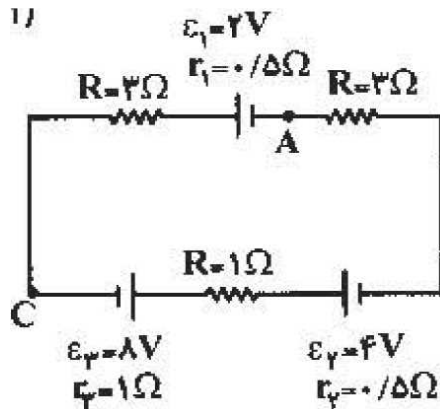
(۱) ۰/۱

(۲) ۰/۲

(۳) ۰/۳

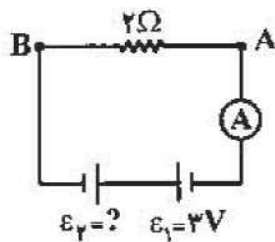
(۴) ۰/۴

۱۱

سوال ۳۹: در مدار زیر $V_A - V_C$ چند ولت است؟

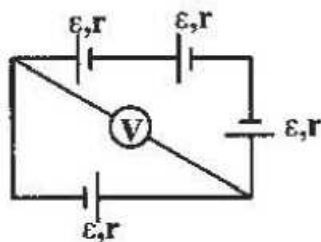
- (۱) 0.33
 (۲) -0.33
 (۳) 2
 (۴) -2

سوال ۴۰: در شکل زیر مولدها آرمانی بوده و پتانسیل نقطه A بیشتر از B است. اگر آمپرسنج ایده آل یک آمپر را نشان دهد

 $\mathcal{E}_2$ چند ولت است؟

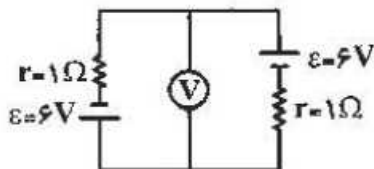
- (۱) 1
 (۲) 5
 (۳) 5 یا 1
 (۴) 6

سوال ۴۱: در شکل مقابل ولت سنج ایده آل چه مقداری را نشان می دهد؟



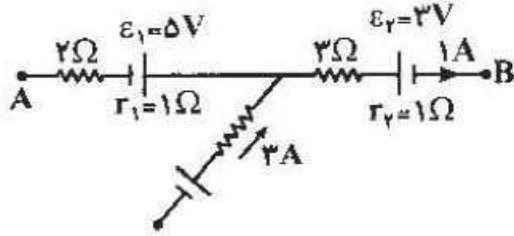
- (۱) صفر
 (۲) $\mathcal{E}$
 (۳) $1/5\mathcal{E}$
 (۴) $0/5\mathcal{E}$

سوال ۴۲: در مدار مقابل ولت سنج ایده آل چند ولت را نشان می دهد؟



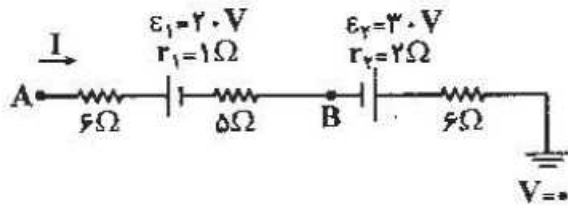
- (۱) صفر
 (۲) 3
 (۳) 6
 (۴) 12

که محل یادداشت نکات:

سوال ۴۳: در مدار مقابل $V_A - V_B$ چند ولت است؟

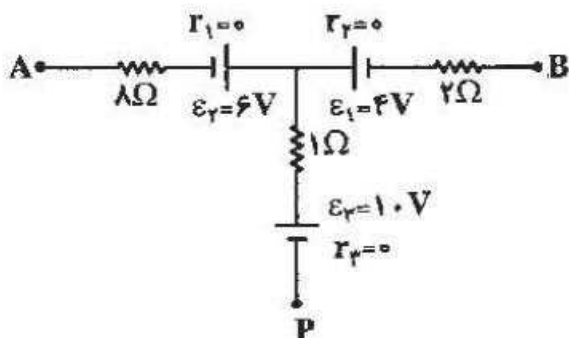
- (۱) ۴
(۲) -۴
(۳) ۱۱
(۴) -۱۱

سوال ۴۴: در شکل مقابل اگر پتانسیل نقطه A برابر ۲۰ ولت باشد پتانسیل نقطه B چند ولت است؟



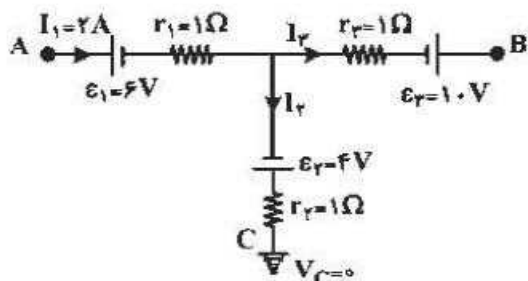
- (۱) -۲۶
(۲) ۶
(۳) -۱۸
(۴) -۱۲

سوال ۴۵: در شکل زیر $V_A - V_B = 12V$ و $V_A - V_P = 16/5V$ است. اندازه و جهت جریانی که از مقاومت ۲ اهمی عبور می کند، کدام است؟



- (۱) ۱/۵ آمپر به سمت چپ
(۲) ۱/۵ آمپر به سمت راست
(۳) ۱ آمپر به سمت چپ
(۴) ۱ آمپر به سمت راست

سوال ۴۶: در شکل زیر اگر پتانسیل نقطه A برابر ۵ ولت باشد پتانسیل نقطه B چند ولت است؟



(۱) ۶

(۲) ۵

(۳) -۶

(۴) -۵

انرژی الکتریکی مصرف شده در مقاومت:

در هنگام حرکت الکترون‌ها در داخل رسانا (جریان الکتریکی)، الکترون‌ها با اتم‌های رسانا برخورد نموده و دمای رسانا (و همچنین مقاومت آن) افزایش می‌یابد و به علت اختلاف دمای محیط با دمای رسانا مقداری از انرژی به صورت گرما هدر می‌رود. اگر بار q از رسانا (مقاومت R) عبور کند از روابط فصل قبل به یاد داریم:

$$U = q \Delta V$$

با استفاده از روابط قانون اهم ($\Delta V = RI$) و تعریف جریان الکتریکی ($q = It$) داریم:

$$U = (It)(RI) \Rightarrow \boxed{U = RI^2 t}$$

واحدها: $U \rightarrow J$ $R \rightarrow \Omega$ $I \rightarrow A$ $t \rightarrow s$

به این انرژی، انرژی مصرفی مقاومت یا انرژی تلف شده یا انرژی گرمایی مقاومت نیز گویند و همچنین به قانون ژول نیز معروف است.

نکته: گاهی اوقات انرژی الکتریکی مصرفی را با واحد کیلووات ساعت بیان می‌کنند که معمولاً در کنتورهای برق مصرفی به کار می‌رود و علت استفاده از آن نیز کوچک بودن واحد ژول می‌باشد. یک کیلووات ساعت برابر 36×10^5 ژول است.

توان مصرف شده در مقاومت:

حتماً در گذشته با تعریف توان آشنا شده‌اید. با این تعریف و رابطه بالا به فرمول توان مصرفی یا توان تلف شده یا توان گرمایی

$$P = \frac{U}{t} \Rightarrow P = \frac{RI^2 t}{t} \Rightarrow \boxed{P = RI^2} \quad \text{می‌رسیم:}$$

$$\boxed{P = VI} \quad \boxed{P = \frac{V^2}{R}} \quad \text{نکته: با جایگذاری قانون اهم در رابطه بالا روابط زیر هم نتیجه می‌شود:}$$

$$P \rightarrow W \quad R \rightarrow \Omega \quad I \rightarrow A \quad V \rightarrow V \quad \text{واحدها:}$$

ولتاژ اسمی: مناسب‌ترین ولتاژی که یک وسیله را می‌توان به آن وصل کرد ولتاژ اسمی (ولتاژ نامی) گویند.

نکته: ولتاژ اسمی حداکثر ولتاژی است که می‌توان به دو سر وسیله اعمال کرد تا نسوزد.

توان اسمی: اگر یک وسیله به ولتاژ اسمی خود وصل شود، به توان مصرفی آن توان اسمی (توان نامی) گویند.

نکته: توان اسمی حداکثر توانی است که می‌توان از وسیله گرفت تا آسیبی نبیند.

نکته: روی وسایل الکتریکی معمولاً دو عدد یکی با واحد V و دیگری با واحد W نوشته می‌شود که به اولی ولتاژ اسمی و به دومی توان اسمی گویند.

نکته: در برخی مسائل باید ولتاژی را که به مجموعه‌ای از مقاومت‌های یکسان اعمال می‌شود طوری تعیین نمایید که هیچ مقاومتی نسوزد، برای این کار کفایت مقاومتی را در نظر بگیرید که جریان بیشتری از آن می‌گذرد یا ولتاژ بیشتری به دو سر آن اعمال می‌شود. اگر توان محاسبه شده برای آن مقاومت از توان اسمی آن بیشتر نباشد، پس حتماً بقیه مقاومت‌ها هم نمی‌سوزند.

سوال ۴۷: بر روی یک لامپ اعداد 220 V و 100 W نوشته شده است. اگر لامپ را به برق 110 V وصل کنیم توان آن چقدر می‌شود؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۲۵ (۳) ۲۰۰ (۴) ۴۰۰

نکته: نور یک لامپ با توان مصرفی آن رابطه مستقیم دارد.

که ممل یادداشت نکات:

می توان موارد زیر را در رابطه با باتری موافق جریان بیان نمود:

$$\left. \begin{aligned} \text{توان کل تولیدی در مولد} &= \mathcal{E}I \\ \text{توان اتلافی در مولد} &= rI^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{توان مفید مولد} = \mathcal{E}I - rI^2$$

در مورد باتری مخالف جریان $\mathcal{E}I + rI^2 = \text{توان خروجی مولد}$ است.

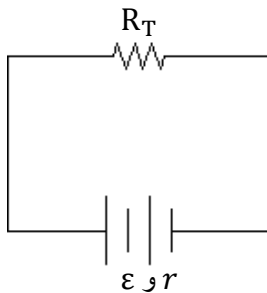
نکته: توان مفید مولد برابر است با توان اتلافی مقاومت های مدار. زیرا هرچه انرژی در مولد تولید می شود در مقاومت ها مصرف می گردد.

نکته: بازده مولد برابر است با نسبت توان خروجی به توان تولیدی مولد.

نکته: مولد الکتریکی، انرژی الکتریکی تولید می کند ولی الکتریسیته تولید نمی کند.

نکته: مساحت زیر نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولد بر حسب جریان عبوری از آن برابر توان مفید مولد است.

سوال ۴۸: بسیار مهم: در مدار روبرو مطلوبست:



الف) به ازای چه مقداری از جریان توان خروجی مولد ماکزیمم می شود؟

ب) این مقدار ماکزیمم از توان را بیابید.

ج) چه رابطه ای بین R_T و r برقرار باشد تا توان ماکزیمم خروجی را در مولد داشته باشیم؟

د) نمودار توان خروجی باتری بر حسب جریان را رسم نمایید.

سوال ۵۰: مقاومت الکتریکی یک لامپ رشته‌ای را هنگامی که خاموش است با اهم سنج اندازه می‌گیریم. هنگام روشن بودن نیز جریان و ولتاژ آن را با کمک آمپرسنج و ولت سنج اندازه می‌گیریم و با قانون اهم، مقاومت آن را محاسبه می‌کنیم. چرا این دو مقدار متفاوت خواهد بود؟

سوال ۵۱: اگر لامپ رشته‌ای را با لامپ LED که همان مقدار نور تولید می‌کند، جایگزین کنیم مقدار مصرف انرژی آن‌ها متفاوت است. به عنوان مثال اگر هر دو به باتری یکسانی متصل شوند، لامپ رشته‌ای در مدت ۳ ساعت و لامپ LED در مدت ۳۰ ساعت، باتری را خالی می‌کند. علت چیست؟

به هم بستن مقاومت‌ها:

گاهی اوقات در مدارهای الکتریکی برای دست یافتن به مقاومتی که ظرفیت آن مد نظر ماست مجبور به اتصال چند مقاومت به یکدیگر می‌شویم تا مقاومت مورد نظر را تامین کنیم. یا حتی می‌توان یک مقاومت را در یک مدار، جایگزین چند مقاومت نمود. به چنین مقاومتی، مقاومت معادل گوییم.

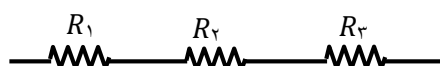
مقاومت معادل، مقاومتی است که دارای همان جریان و اختلاف پتانسیل کل اعمال شده به دوسر مجموعه مقاومت هاست.

مقاومت‌ها به دو حالت به هم متصل می‌شوند:

۱- سری یا متوالی: اگر دو مقاومت داشته باشیم که توسط یک سیم با هم ارتباط داشته باشند و هیچ انشعابی از این

سیم خارج نگردد، این دو مقاومت را سری یا متوالی گوییم.

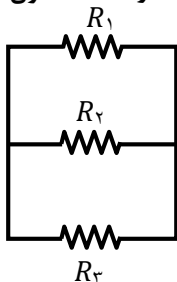
در مقاومت‌های سری، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت معادل برابر است با مجموع اختلاف پتانسیل‌های تک تک مقاومت‌ها (کمیت نرده‌ای). جریان عبوری از مقاومت معادل و جریان عبوری از هر مقاومت با هم برابرند (پایستگی بار). در کل روابط زیر بر آن‌ها حاکم است:



$$\begin{cases} V_T = V_1 + V_2 + \dots \\ I_T = I_1 = I_2 = \dots \\ R_T = R_1 + R_2 + \dots \end{cases}$$

که ممل یادداشت نکات:

۲- موازی: دو مقاومتی را که یک سر مقاومت ها مستقیماً به یکدیگر و سر دیگر آنها نیز مستقیماً به هم وصل شده است و اختلاف پتانسیل یکسان V به دوسر این مقاومت ها اعمال شده است، موازی گویند. در مقاومت های موازی، اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت با دیگری و نیز با مقاومت معادل برابر است (کمیت نرده ای). جریان عبوری از مقاومت معادل برابر است با مجموع جریان های عبوری از تک تک مقاومت ها (قانون پایستگی بار). در کل روابط زیر بر آنها حاکم است:



$$\begin{cases} V_T = V_1 = V_2 = \dots \\ I_T = I_1 + I_2 + \dots \\ \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \end{cases}$$

نکات مهم در حل مسائل و تست ها:

الف) مقاومت های موازی:

- (۱) مقاومت معادل دو مقاومت موازی از رابطه $R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ به دست می آید.
- (۲) اگر n مقاومت به ظرفیت R را به هم به صورت موازی ببندیم، مقاومت معادل از رابطه $R_T = \frac{R}{n}$ به دست می آید.
- (۳) مقاومت معادل از مقاومت تک تک مقاومت ها کمتر خواهد بود.
- (۴) مقاومت معادل دو مقاومت ۶ و ۳ اهمی برابر ۲ اهم و مقاومت معادل سه مقاومت ۶ و ۳ و ۲ اهمی برابر یک اهم خواهد بود. این قاعده برای مضارب این اعداد هم صادق است.

$$(۵) \text{ نسبت جزء به جزء: } \frac{U_1}{U_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$(۶) \text{ نسبت جزء به کل: } \frac{U_1}{U_T} = \frac{P_1}{P_T} = \frac{I_1}{I_T} = \frac{R_T}{R_1}$$

ب) مقاومت های سری:

- (۱) اگر n مقاومت به ظرفیت R را به هم به صورت سری ببندیم، مقاومت معادل از رابطه $R_T = nR$ به دست می آید.
- (۲) مقاومت معادل از مقاومت تک تک مقاومت ها بزرگتر خواهد بود.

$$(۳) \text{ نسبت جزء به جزء: } \frac{U_1}{U_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$(۴) \text{ نسبت جزء به کل: } \frac{U_1}{U_T} = \frac{P_1}{P_T} = \frac{V_1}{V_T} = \frac{R_1}{R_T}$$

که محل یادداشت نکات:

نکته: هرگاه دو سر یک مقاومت را در مدار به هم وصل کنیم، به علت این که اختلاف پتانسیل دو سر آن صفر است، هیچ جریانی از آن عبور نکرده و در واقع مقاومت از مدار حذف می گردد.

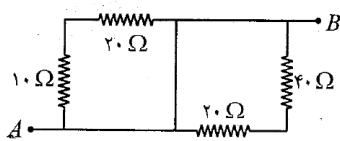
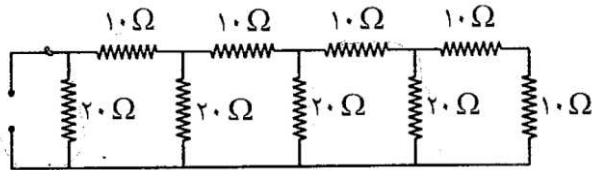
نکته: اگر تشخیص سری و موازی در مدار سخت بود از روش نقطه گذاری (هم پتانسیل) کمک می گیریم:

- (۱) دو سر باتری یا ابتدا و انتهای مدار را A و B قرار می دهیم.
- (۲) تمام گره ها (محل اتصال سیم ها) نامگذاری می شود. (یک سیم خم شده یا شکسته نیازی به نامگذاری ندارد).
- (۳) اگر بین هر دو گره، حداقل یک سیم خالی یافتیم، آن ها را هم نام قرار می دهیم.
- (۴) در شکلی جدید، نقاط A و B را ابتدا و انتها و سایر نقاط را بین آن ها قرار داده و مقاومت ها را تک تک رسم می کنیم.

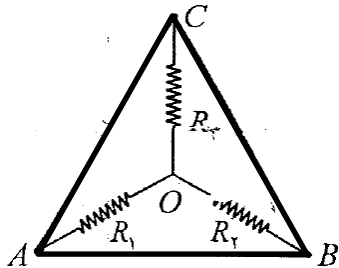
نکته: اگر در یک مدار مقاومت متغیری را افزایش دهیم، حتماً مقاومت معادل نیز افزایش می یابد و برعکس.

نکته: اگر در یک مدار مقاومتی را با یک کلید به مدار بیفزاییم، اگر آن مقاومت سری اضافه شود، مقاومت معادل افزایش یافته و اگر موازی اضافه شود، مقاومت معادل کاهش می یابد.

سوال ۵۳: در مدارهای زیر مقاومت معادل را بیابید.



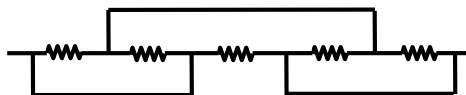
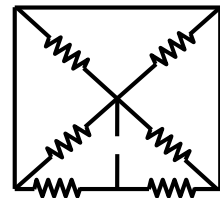
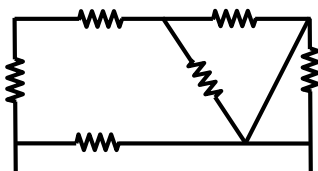
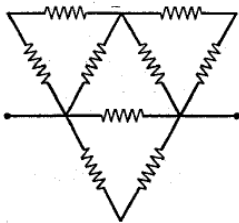
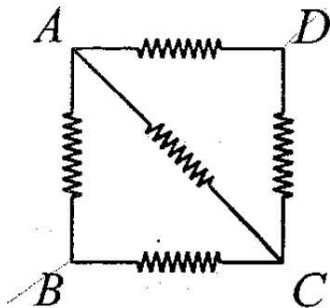
یکبار بین A و B و یکبار بین A و O بیابید.



که ممل یادداشت نکات:

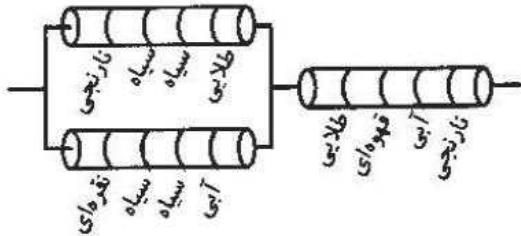
سوال ۵۴: در مدارهای زیر هر یک از مقاومت‌ها برابر R است. مقاومت معادل را بیابید.

یکبار بین A و B ، یکبار بین A و C



که ممل یادداشت نکات:

سوال ۵۵: مقاومت معادل شکل زیر چند اهم است؟ (سیاه = ۰ و نارنجی = ۳ و آبی = ۶ و قهوه‌ای = ۱) (ویژه رشته ریاضی)



(۱) ۳۶۰

(۲) ۳۸۰

(۳) ۳۰۰

(۴) ۴۰۰

سوال ۵۶: دو مقاومت یکی ۱۰۰ اهم با ضریب دمایی α_1 و دیگری ۳۰۰ اهم با ضریب دمایی α_2 را به صورت متوالی به هم بسته‌ایم و بر اثر تغییر دما، مقاومت معادل، ثابت می‌ماند. نسبت $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ کدام است؟ (ویژه رشته ریاضی)

(۴) $-\frac{1}{3}$

(۳) $\frac{1}{3}$

(۲) -۳

(۱) ۳

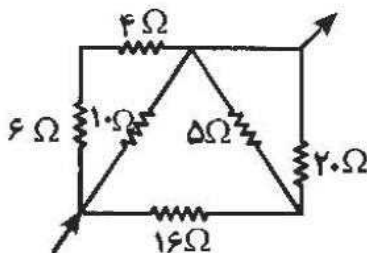
سوال ۵۷: دو مقاومت با ضریب دمایی α و α' در دمای صفر درجه سلسیوس دارای مقاومت R_0 و R'_0 هستند. اگر آن‌ها را به صورت متوالی ببندیم، ضریب دمایی مقاومت معادل آن‌ها خواهد شد؟ (ویژه رشته ریاضی)

(۴) $\frac{R_0\alpha' + R'_0\alpha}{R_0 + R'_0}$

(۳) $\frac{R\alpha + R'\alpha'}{R_0 + R'_0}$

(۲) $\alpha + \alpha'$

(۱) $\frac{\alpha + \alpha'}{2}$



سوال ۵۸: مقاومت معادل شکل زیر چند اهم است؟

(۱) ۵/۷۶

(۲) ۴

(۳) ۲۵

(۴) $\frac{84}{9}$

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۵۹: سیمی به مقاومت ۳۶ اهم را به صورت حلقه دایره‌ای در آورده و جریان از دو نقطه مطابق شکل، وارد و خارج می‌شود. مقاومت معادل آن چند اهم است؟



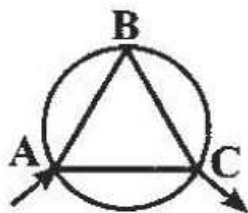
(۱) ۶

(۲) ۱۸

(۳) ۵

(۴) ۱۰

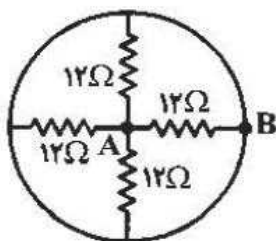
سوال ۶۰: مقاومت معادل شکل زیر در صورتی که مقاومت کل سیم به صورت دایره و مقاومت کل سیم به شکل مثلث متساوی-الاضلاع هر دو یک اهم باشد، چند اهم است؟



(۱) ۱

(۲) $\frac{1}{3}$ (۳) $\frac{1}{6}$ (۴) $\frac{1}{9}$

سوال ۶۱: در شکل مقابل مقاومت معادل بین A و B چند اهم است؟

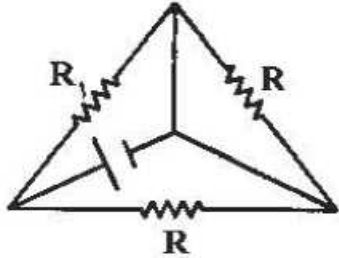


(۱) ۴۸

(۲) ۱۲

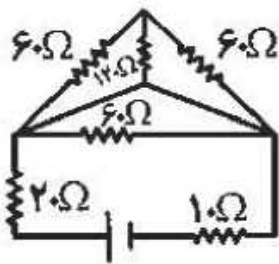
(۳) ۱۵

(۴) ۳

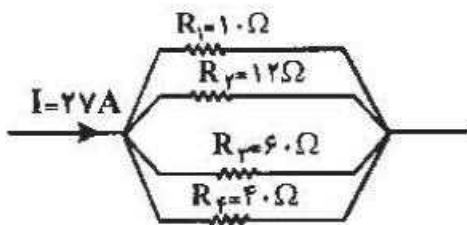
سوال ۶۲: مقاومت معادل شکل چند برابر R است؟

- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) 0.5
(۴) 0.33

سوال ۶۳: مقاومت معادل مدار مقابل چند اهم است؟

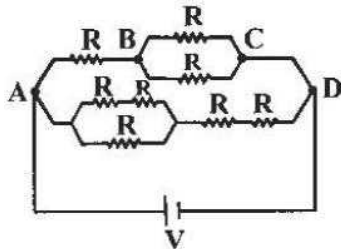


- (۱) ۵۰
(۲) ۹۰
(۳) ۳۰
(۴) ۵۴

سوال ۶۴: در شکل زیر به ترتیب از مقاومت های R_1 و R_2 و R_3 و R_4 از راست به چپ چه جریانی عبور می کند؟

- (۱) ۱۲ و ۱۰ و ۳ و ۲
(۲) ۲ و ۱۰ و ۳ و ۲
(۳) ۳ و ۱۰ و ۳ و ۲
(۴) ۲ و ۱۰ و ۳ و ۲

سوال ۶۵: در شکل زیر اگر اختلاف پتانسیل A و B برابر ۱۰ ولت باشد، اختلاف پتانسیل باتری چند ولت است؟



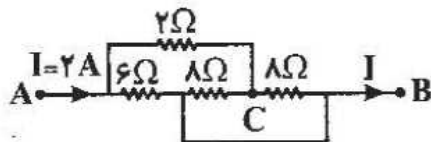
(۱) ۱۰

(۲) ۲۰

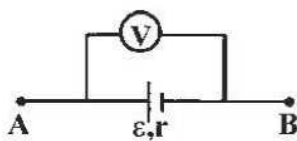
(۳) ۳۰

(۴) ۱۵

سوال ۶۶: با توجه به شکل مقابل کدام گزینه صحیح است؟

(۱) $V_{AC} = 2V$ (۲) $V_{AC} = 4V$ (۳) $V_{AB} = 12V$ (۴) $V_{AB} = 20V$

سوال ۶۷: در شکل زیر اگر جریان ۰/۵ آمپر از پایانه منفی مولد خارج شود، ولت سنج ۱۳ ولت و اگر جریان یک آمپر از پایانه مثبت مولد خارج شود، ولت سنج ۱۰ ولت را نشان می‌دهد. نیروی محرکه مولد چند ولت است؟



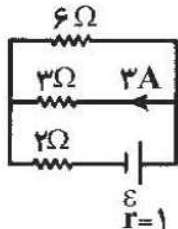
(۱) ۱۳

(۲) ۱۲

(۳) ۱۰

(۴) ۲

سوال ۶۸: در مدار زیر افت پتانسیل در مولد چند ولت است؟



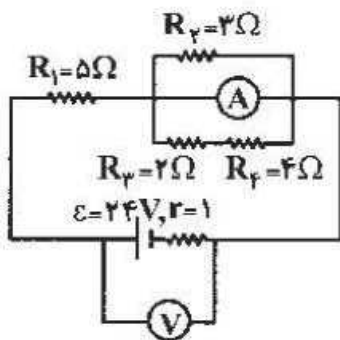
(۱) ۱/۵

(۲) ۳

(۳) ۴/۵

(۴) ۲

سوال ۶۹: در مدار زیر آمپرسنج و ولت سنج ایده آل به ترتیب از راست به چپ چند آمپر و چند ولت را نشان می‌دهند؟



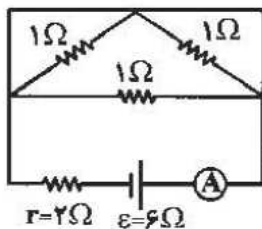
(۱) ۲۴ و ۴

(۲) ۲۰ و ۴

(۳) ۲۴ و ۳

(۴) ۲۱ و ۳

سوال ۷۰: در شکل مقابل آمپرسنج ایده آل چند آمپر را نشان می‌دهد؟



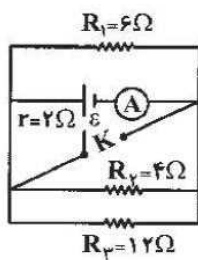
(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

سوال ۷۱: در مدار زیر اگر کلید باز باشد، آمپرسنج ۲ آمپر را نشان می‌دهد. اگر کلید بسته شود چند آمپر را نشان می‌دهد؟



(۱) ۱

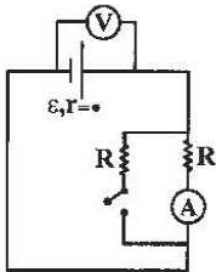
(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

کج ممل یادداشت نکات:

سوال ۷۲: در مدار زیر با بستن کلید، آمپرسنج و ولت سنج ایده آل به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می کنند؟



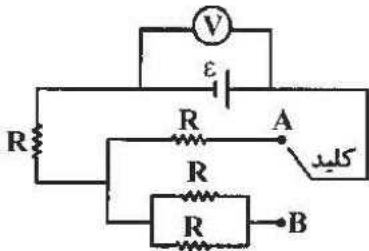
(۱) کاهش و افزایش

(۲) افزایش و کاهش

(۳) کاهش و ثابت

(۴) ثابت و ثابت

سوال ۷۳: در مدار زیر اگر مقاومت درونی مولد برابر R باشد، با تغییر وضعیت کلید از A به B مقداری که ولت سنج نشان

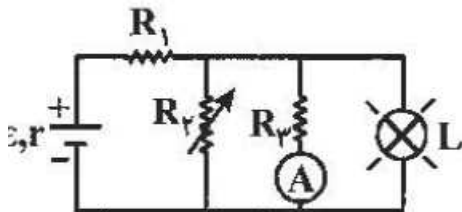


می دهد چند برابر می شود؟

(۱) $\frac{9}{10}$ (۲) $\frac{3}{4}$ (۳) $\frac{10}{9}$ (۴) $\frac{4}{3}$

سوال ۷۴: در مدار مقابل اگر مقاومت متغیر را افزایش دهیم، نور لامپ

..... یافته و عدد آمپرسنج ایده آل می یابد.



(۱) افزایش و کاهش

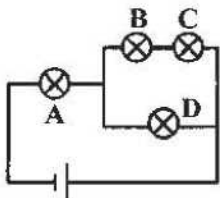
(۲) کاهش و افزایش

(۳) افزایش و افزایش

(۴) کاهش و کاهش

سوال ۷۵: در مدار مقابل لامپ های رشته ای یکسانند. کدام لامپ بیشترین نور را دارد و کدام لامپ را بشکنیم، بقیه لامپ ها

روشن می مانند؟ (به ترتیب از راست به چپ)



(۱) A و A

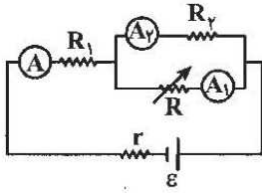
(۲) C و A

(۳) D و A

(۴) C و D

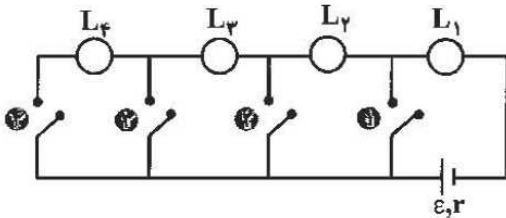
که محل یادداشت نکات:

سوال ۷۶: در مدار مقابل اگر رئوستا را افزایش دهیم، اعداد آمپرسنج‌ها چگونه تغییر می‌کنند؟



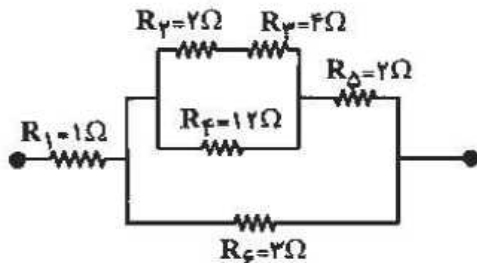
- (۱) بیشتر A و بیشتر A_1 و بیشتر A_2
- (۲) بیشتر A و کمتر A_1 و کمتر A_2
- (۳) کمتر A و کمتر A_1 و کمتر A_2
- (۴) کمتر A و کمتر A_1 و کمتر A_2

سوال ۷۷: در مدار زیر لامپ‌ها مشابه‌اند. با بستن پی در پی کلیدها به ترتیب از راست به چپ، روشنایی لامپ‌ها چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) همه کم می‌شوند
- (۲) همه زیاد می‌شوند
- (۳) هیچ یک تغییر نمی‌کنند
- (۴) فقط یک لامپ روشن می‌شود

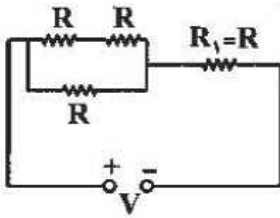
سوال ۷۸: در شکل مقابل توان مصرفی کدام مقاومت بیشتر است؟



- (۱) R_1
- (۲) R_2
- (۳) R_3
- (۴) R_6

سوال ۷۹: دو مقاومت موازی ۱۲ و ۶ اهم را به صورت سری به مقاومت ۲ اهم وصل نموده و مجموعه را به اختلاف پتانسیل ۳۶ ولت وصل می‌کنیم. توان مقاومت ۶ اهمی چند وات است؟

- (۱) ۱۲۰
- (۲) ۴۸
- (۳) ۷۲
- (۴) ۹۶



سوال ۷۹: توان مصرفی کل در مدار زیر ۸۰ وات است. توان مصرفی R_1 چند وات است؟

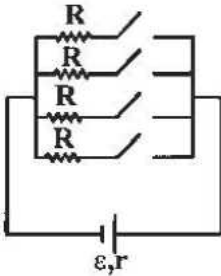
(۱) ۲۴

(۲) ۱۶

(۳) ۴۸

(۴) ۳۶

سوال ۸۰: در مدار زیر با بستن کلیدها یکی پس از دیگری، توان تولیدی مولد و توان مصرفی هر مقاومت به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می کند؟



(۱) کاهش و افزایش

(۲) افزایش و کاهش

(۳) افزایش و افزایش

(۴) کاهش و کاهش

سوال ۸۱: یک لامپ با ولتاژ و توان اسمی ۲۰ ولت و ۲۰ وات و دیگری ۴۰ ولت و ۴۰ وات را به صورت متوالی بسته و مجموعه را به اختلاف پتانسیل ۳۰ ولت وصل می کنیم. توان مصرفی مجموعه چند وات است؟

(۴) ۱۲

(۳) ۱۵

(۲) ۱۸

(۱) ۶۰

سوال ۸۲: اگر دو لامپ A و B را جداگانه به ولتاژ ۲۲۰ ولت وصل کنیم، روشنایی A بیشتر از B است. اگر آن‌ها را سری به هم بسته و مجموعه را به ولتاژ ۲۲۰ ولت وصل کنیم.....

(۲) روشنایی B بیشتر از A است.

(۱) روشنایی A بیشتر از B است.

(۴) نمی توان تعیین کرد کدام روشنایی بیشتری دارد.

(۳) روشنایی لامپ‌ها یکسان است.

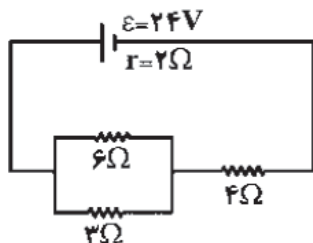
سوال ۸۳: چند لامپ با ولتاژ و توان اسمی ۱۰۰ ولت و ۵۰ وات را به صورت موازی به هم بیندیم تا وقتی به باتری با نیروی محرکه ۱۲۰ ولت و مقاومت درونی ۱۰ اهم وصل می‌شوند، با شدت کامل روشن شوند؟

(۴) ۶

(۳) ۴

(۲) ۳

(۱) ۲



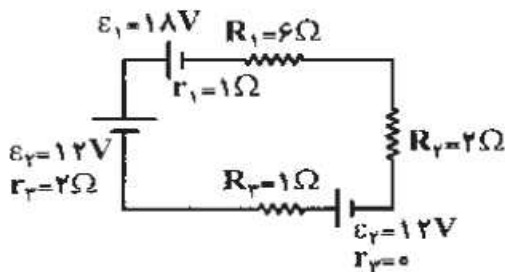
سوال ۸۴: در شکل مقابل بازده مولد چند است؟

(۱) ۰/۲۵

(۲) ۰/۵

(۳) ۰/۷۵

(۴) ۰/۶۶



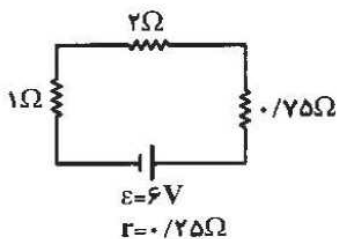
سوال ۸۵: در مدار مقابل توان تولیدی $\mathcal{E}_3$ چند وات است؟

(۱) ۱۲

(۲) ۹

(۳) ۶

(۴) ۱۸



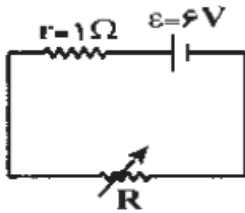
سوال ۸۶: در مدار مقابل انرژی تولیدی مولد در یک دقیقه چند ژول است؟

(۱) ۹

(۲) ۴۵

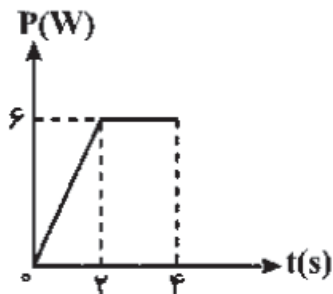
(۳) ۴۵۰

(۴) ۵۴۰

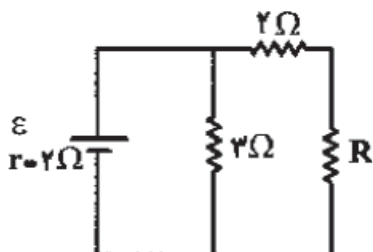
سوال ۸۷: در مدار مقابل بیشترین توان مصرفی مقاومت R چند وات است؟

- (۱) ۶
(۲) ۹
(۳) ۳۶
(۴) ۴۲

سوال ۸۸: نمودار توان مصرفی بر حسب زمان یک سیم مطابق شکل است. در مدت ۴ ثانیه چند ژول گرما در سیم ایجاد می‌گردد؟

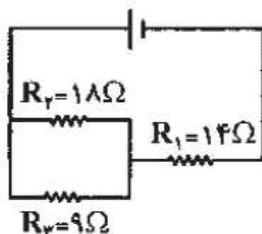


- (۱) ۹
(۲) ۱۸
(۳) ۶
(۴) ۱۲

سوال ۸۹: در مدار مقابل R چند اهم باشد تا توان مفید مولد بیشینه باشد؟

- (۱) صفر
(۲) بی‌نهایت
(۳) ۱
(۴) ۴

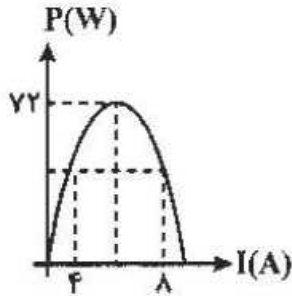
سوال ۹۰: نیرو محرکه یک مولد ۱۲ ولت و بیشینه توان مفیدی که به یک مدار می‌تواند بدهد، ۹ وات است. باتری را در مدار زیر به کار برده‌ایم. در این مدار، توان مفید مولد چند وات است؟



- (۱) ۵
(۲) ۷/۲
(۳) ۷/۵
(۴) ۹

کج ممل یادداشت نکات:

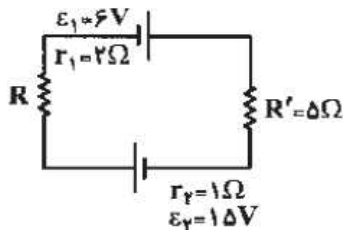
سوال ۹۱: با توجه به نمودار توان مفید مولد بر حسب جریان عبوری از آن که مطابق شکل است، نیرو محرکه مولد چند ولت است؟



- (۱) ۶
(۲) ۱۲
(۳) ۲۴
(۴) ۳۶

سوال ۹۲: وقتی جریانی از یک مولد عبور می کند بازده آن ۸۰٪ است. اگر جریان عبوری از همین مولد یک آمپر افزایش یابد، بازده ۱۰٪ کاهش می یابد. جریان اولیه چند آمپر بوده است؟

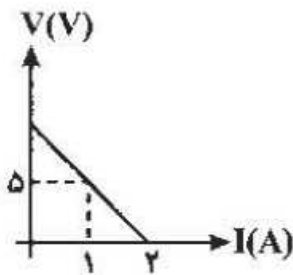
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۰/۵ (۴) $\frac{2}{7}$



سوال ۹۳: در مدار مقابل R چند اهم باشد تا توان خروجی $\mathcal{E}_1$ بیشینه باشد؟

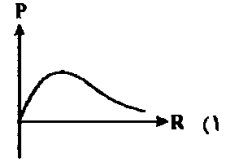
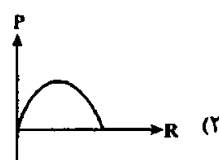
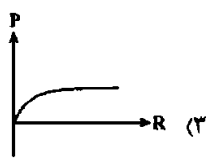
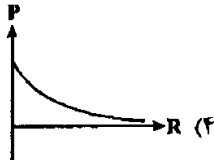
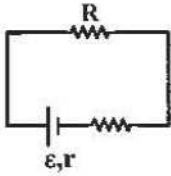
- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۶ (۴) ۸

سوال ۹۴: نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولد بر حسب جریان عبوری از آن مطابق شکل است. زمانی که جریان عبوری یک آمپر است، توان تلف شده در مولد چند وات است؟

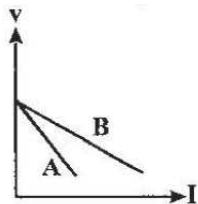


- (۱) ۲/۵ (۲) ۵ (۳) ۱۰ (۴) ۲۰

سوال ۹۵: در مدار مقابل نمودار توان مفید مولد بر حسب R کدام است؟



سوال ۹۶: نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب جریان عبوری از مولد به صورت زیر است. در مورد توان مفید مولدها چه می توان گفت؟



(۱) A بیشتر از B

(۲) B بیشتر از A

(۳) هر دو برابرند

(۴) نمی توان اظهار نظر کرد.

سوال ۹۷: یک مقاومت ۴۵ اهمی می تواند حداکثر توان ۰/۲ وات را بدون آسیب به گرما تبدیل کند. حداقل چند عدد از این مقاومت ها را باید به طور سری به هم بست تا در صورت اتصال مجموعه به ولتاژ ۹ ولت هیچ کدام آسیب نبینند؟

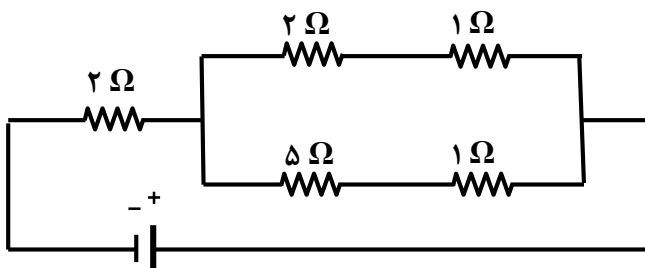
(۴) ۹

(۳) ۷

(۲) ۵

(۱) ۳

سوال ۹۸: در شکل زیر باتری ایده آل ۱۲ ولت است. توان تلف شده در کل مدار و توان تلف شده در مقاومت ۵ اهم به ترتیب از راست به چپ چند وات است؟



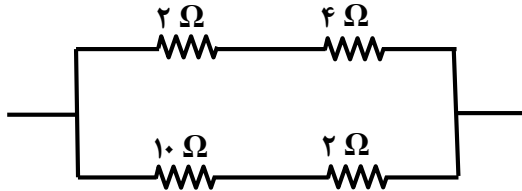
(۱) ۳۶ و ۵

(۲) ۳۶ و ۲۰

(۳) ۶۴ و ۵

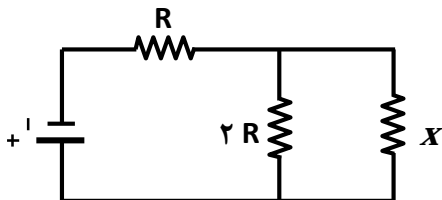
(۴) ۶۴ و ۲۰

سوال ۹۹: در شکل زیر در کدام مقاومت گرمای بیشتری تولید می شود؟



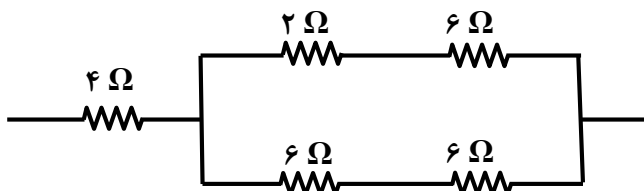
- (۱) ۴
(۲) ۲ بالایی
(۳) ۱۰
(۴) ۲ پایینی

سوال ۱۰۰: در شکل زیر توان تلف شده در مقاومت X با مقاومت ۲R برابر است. مقاومت X چند برابر مقاومت R است؟



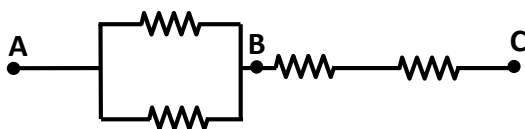
- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۳
(۴) ۴

سوال ۱۰۱: در شکل زیر توان مقاومت ۲ اهم برابر ۱۸ وات است. توان مقاومت ۴ اهم چقدر است؟



- (۱) ۱۲۰
(۲) ۱۰۰
(۳) ۲۲۰
(۴) ۱۸

سوال ۱۰۲: در شکل زیر همه مقاومت ها R هستند. نسبت توان مصرفی در قسمت AB به توان مصرفی در قسمت BC چقدر است؟



- (۱) ۱
(۲) ۰/۵
(۳) ۰/۲۵
(۴) ۴

نکته: دو مقاومت را اگر موازی به هم ببندیم نسبت به سری توان گرمایی مصرفی بیشترین حالت ممکن است البته با فرض

$$\text{یکسان بودن مولد. } (P = \frac{V^2}{R})$$

که محل یادداشت نکات:

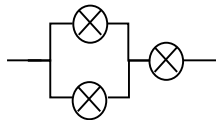
سوال ۱۰۳: یک مقاومت ۱۰۰ اهمی را به مقاومتی مجهول بسته‌ایم. نسبت توان گرمایی مصرفی در حالت سری به حالت موازی برابر $\frac{3}{16}$ است. مقدار مقاومت مجهول چند اهم است؟

(۱) ۳۰۰ (۲) $\frac{33}{3}$ (۳) ۲۰۰ (۴) گزینه ۱ و ۲ صحیح است.

سوال ۱۰۴: ۳ مقاومت مشابه به صورت موازی به هم متصلند. یکی از آن‌ها را باز نموده و به صورت سری با بقیه مجموعه قرار می‌دهیم. نسبت توان مصرفی در حالت اول به حالت دوم چند است؟

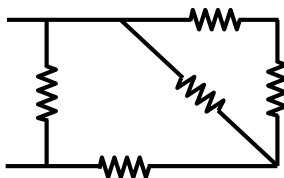
(۱) $\frac{4}{5}$ (۲) ۲ (۳) $\frac{2}{9}$ (۴) $\frac{5}{9}$

سوال ۱۰۵: در شکل زیر لامپ‌ها همه یکسان و ۱۰۰ وات هستند. حداکثر توان مصرفی مجموعه چقدر باشد تا هیچ لامپی نسوزد؟



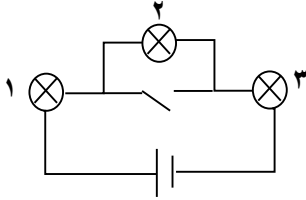
(۱) ۱۵۰
(۲) ۲۰۰
(۳) ۱۲۵
(۴) ۱۷۵

سوال ۱۰۶: توان اسمی مقاومت‌های شکل زیر ۱۲۰ وات است. حداکثر توانی را که می‌توان در این مجموعه مصرف کرد تا هیچ مقاومتی نسوزد چقدر است؟

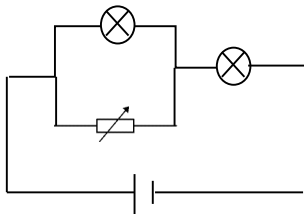


(۱) ۱۹۲
(۲) ۷۵
(۳) ۲۴۰
(۴) ۱۵۰

سوال ۱۰۷: در شکل زیر با بسته شدن کلید نور لامپ‌ها چه تغییری می‌کند؟



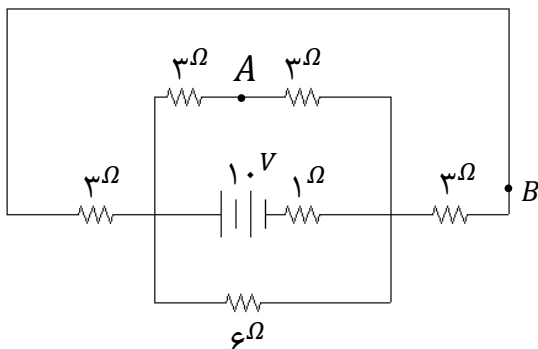
سوال ۱۰۸: در شکل زیر ولتاژ باتری مقدار ثابتی است. اگر به تدریج مقدار مقاومت رئوستا را افزایش دهیم نور لامپ‌ها چه تغییری می‌کند؟



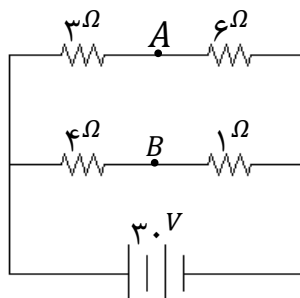
سوال ۱۰۹: دو لامپ با توان اسمی ۶۰ و ۱۰۰ وات را یکبار به طور سری به برق شهر وصل می‌کنیم. بار دوم به صورت موازی به برق شهر وصل می‌کنیم. در هر حالت نور کدامیک بیشتر است؟

- (۱) بار اول لامپ ۱۰۰ وات و بار دوم لامپ ۶۰ وات
 (۲) بار اول لامپ ۶۰ وات و بار دوم لامپ ۱۰۰ وات
 (۳) بار اول لامپ ۱۰۰ وات و بار دوم لامپ ۱۰۰ وات
 (۴) بار اول لامپ ۶۰ وات و بار دوم لامپ ۶۰ وات

سوال ۱۱۰: در شکل زیر $V_A - V_B$ را بیابید.



- (۱) ۵
 (۲) ۱۰
 (۳) ۲۰
 (۴) صفر

سوال ۱۱۱: در شکل زیر $V_A - V_B$ را بیابید.

- (۱) ۷
 (۲) ۱۴
 (۳) ۲۱
 (۴) هیچکدام

کلید تست‌ها:

			(۱)
۲ (۱۱۰)	۲ (۸۳)	(۵۸) نیست	(۲)
۴ (۱۱۱)	۳ (۸۴)	$\frac{R_0\alpha + R'_{0}\alpha'}{R_0 + R'_{0}}$	(۳)
۴ (۱۱۲)	۳ (۸۵)	۲ (۵۹)	(۴)
	۳ (۸۶)	۳ (۶۰)	(۵)
	۴ (۸۷)	۴ (۶۱)	۴ (۶)
	۲ (۸۸)	۴ (۶۲)	۲ (۷)
	۲ (۸۹)	۳ (۶۳)	۲ (۸)
	۴ (۹۰)	۳ (۶۴)	۴ (۹)
	۱ (۹۱)	۳ (۶۵)	۴ (۱۰)
	۳ (۹۲)	۴ (۶۶)	۱ (۱۱)
	۲ (۹۳)	۱ (۶۷)	۳ (۱۲)
	۳ (۹۴)	۲ (۶۸)	۱ (۱۳)
	۲ (۹۵)	۳ (۶۹)	(۱۴)
	۱ (۹۶)	۲ (۷۰)	(۱۵)
	۲ (۹۷)	۳ (۷۱)	(۱۶)
	۱ (۹۸)	۴ (۷۲)	۲ (۱۷)
	۱ (۹۹)	۴ (۷۳)	۳ (۱۸)
	۱ (۱۰۰)	۳ (۷۴)	۱ (۱۹)
	۲ (۱۰۱)	۳ (۷۵)	۴ (۲۰)
	۲ (۱۰۲)	۳ (۷۶)	۳ (۲۱)
	۳ (۱۰۳)	۳ (۷۷)	۴ (۲۲)
	۴ (۱۰۴)	۴ (۷۸)	۱ (۲۳)
	۱ (۱۰۵)	۴ (۷۹)	(۲۴)
	۱ (۱۰۶)	۴ (۸۰)	(۲۵)
	۱ (۱۰۷)	۲ (۸۱)	۲ (۲۶)
	(۱۰۸)	۳ (۸۲)	۱ (۲۷)
	(۱۰۹)		(۲۸)
			۴ (۲۹)
			۲ (۵۷)

که ممل یادداشت نکات:



NOTES

مغناطیس و القای مغناطیسی

فصل سوم و چهارم - فیزیک ۲

انواع مواد مغناطیسی

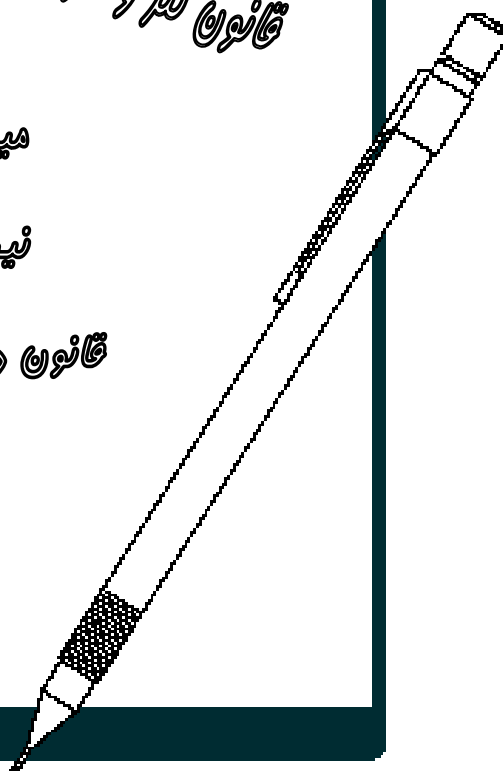
قانون لند و فارادی

میدان مغناطیسی

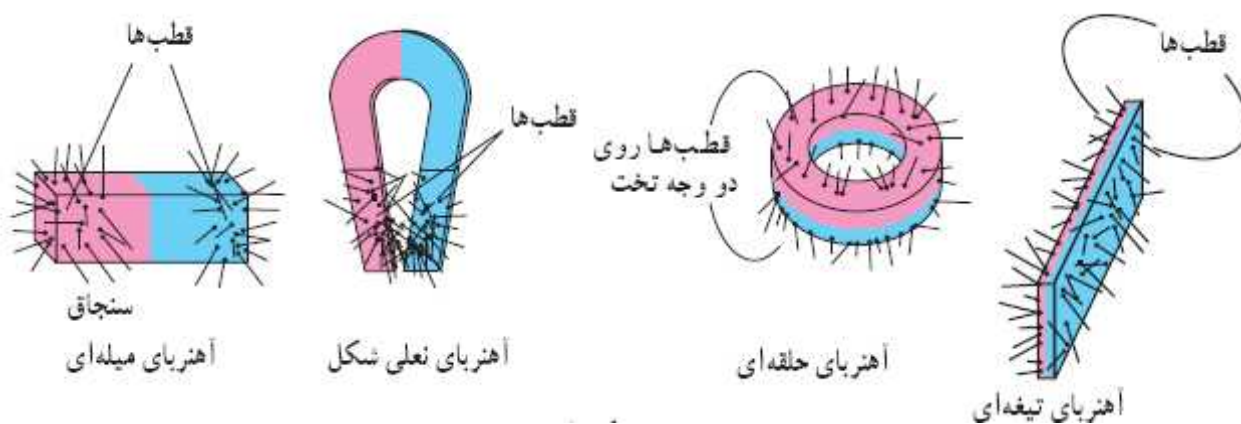
نیروی مغناطیسی

قانون دست راست RHR

تهیه و تنظیم: آقای ابومحمزه



آهنربا: جسمی است که مواد آهنی یا شبیه آن را (فولاد، نیکل، کبالت و آلیاژهای آن‌ها) به خود جذب می‌کند. آهنربای طبیعی ماده‌ای است معدنی (کانی) با فرمول شیمیایی Fe_3O_4 که به آن اکسید آهن یا ماگنتیت می‌گویند. **قطب آهنربا:** مکانی از آهنربا را که در آن خاصیت مغناطیسی (نیروی جاذبه مغناطیسی) بیشتر و قوی‌تر از سایر نقاط است قطب آهنربا گویند. در آهنربای میله‌ای قطب‌ها در دو سر آهنربا واقعند و در آهنربای حلقه‌ای یا تیغه‌ای قطب‌ها در دو وجه آهنربا قرار دارند.



نکته: به چند نکته زیر در مورد آهنربا و قطب‌های آن توجه نمایید:

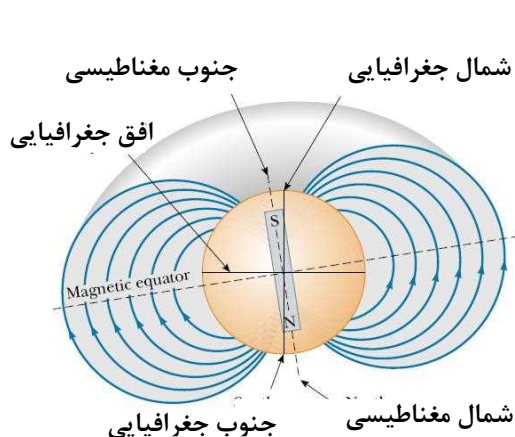
- الف: هر آهنربا دارای حداقل و حداکثر دو قطب است.
- ب: در وسط هر آهنربا یک ناحیه خنثی (بدون خاصیت مغناطیسی) وجود دارد.
- ج: قطب‌های آهنربا را با نام‌های N و S مشخص می‌کنند و مانند بارهای الکتریکی، قطب‌های هم‌نام یکدیگر را دفع و قطب‌های ناهم‌نام یکدیگر را جذب می‌کنند. (دقت کنید ما تاکنون از بار مغناطیسی نامی نبرده‌ایم زیرا وجود چنین پدیده‌ای هنوز اثبات نشده است).



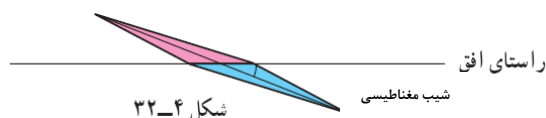
د: نحوه تشخیص قطب‌های آهنربا به دو طریق امکان پذیر است:

- ۱- استفاده از آهنربای دیگری که قطب‌های آن را می‌دانیم.
- ۲- استفاده از نخ مطابق شکل روبرو:

که مثل یادداشت نکات:



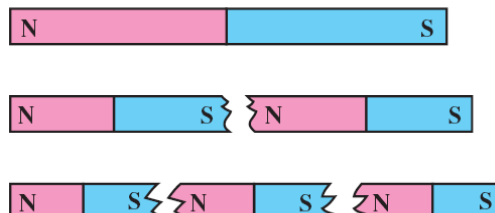
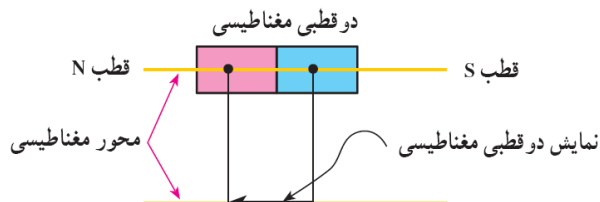
خاصیت مغناطیسی کره زمین: کره زمین به خاطر هسته فلزی خود که عمدتاً از آهن و نیکل تشکیل شده است دارای خاصیت مغناطیسی است. برای توجیه بسیاری از پدیده‌ها می‌توان کره زمین را یک آهنربای فرضی بزرگ در نظر گرفت که قطب N آن در جنوب و قطب S آن در شمال کره زمین قرار دارد. همین موضوع سبب چرخش آهنربای آویزان شده از یک نخ می‌گردد و همین موضوع اساس کار قطب‌نما است. زاویه‌ای که راستای شمال جنوب جغرافیا با راستای میدان مغناطیسی زمین می‌سازد، زاویه انحراف گویند که در طول سالیان مختلف در حال تغییر است و زاویه میدان مغناطیسی در سطح زمین با راستای افق را شیب مغناطیسی گویند.



قطب‌نما (عقربه مغناطیسی): یک تیغه آهنربایی سبک و کوچک است که تحت تاثیر خاصیت مغناطیسی کره زمین همواره در راستای شمال به جنوب می‌ایستد و جهت جغرافیایی زمین را نشان می‌دهد.

نکته: در هنگام کار با قطب‌نما باید به دور از آهنربا و مواد آهنی و یا دارای خاصیت مغناطیسی و دور از جریان الکتریکی باشیم. در غیر این صورت جهت را اشتباه خواهیم یافت.

دوقطبی مغناطیسی: اگر یک آهنربا را به دو قسمت تقسیم کنیم (بشکنیم) هر کدام از آن‌ها به نوبه‌ی خود یک آهنرباست و هر چه این تکه‌ها را کوچکتر کنیم باز تکه‌های جدید (حتی در ابعاد کوچک در حد اتم و مولکول) خود آهنربا هستند و دارای قطب‌های N و S مجزا هستند. به کوچک‌ترین ذره‌های تشکیل دهنده یک آهنربا در حد اتم و مولکول که بتوان قطب N و S آن‌ها را تفکیک نمود دوقطبی مغناطیسی گویند. برای نشان دادن دوقطبی مغناطیسی از یک فلش (→) که از قطب S به N است استفاده می‌گردد.



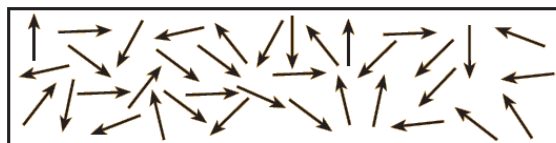
مواد مغناطیسی: موادی را که مولکول‌ها یا اتم‌های آن‌ها خاصیت مغناطیسی دارند گویند. آهن، نیکل، کبالت و آلیاژهای آن‌ها مواد مغناطیسی هستند. اما موادی مانند مس، برنج، شیشه و چوب مواد غیرمغناطیسی هستند. مواد مغناطیسی به دو دسته زیر تقسیم می‌گردند:

الف: مواد پارامغناطیس: موادی که در آن‌ها دوقطبی‌های مغناطیسی به طور نامنظم پخش شده‌اند و وضعیت پایداری دارند. اگر این مواد در میدان مغناطیسی قوی قرار گیرند، اندکی از دوقطبی‌ها در جهت میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند و ماده کمی از خود خاصیت مغناطیسی نشان می‌دهد. مثال: اورانیم، پلاتین، آلومینیوم، سدیم، اکسیژن، اکسید نیتروژن و ...

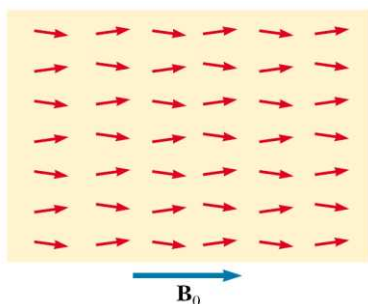
ب: مواد فرو مغناطیس: در این مواد دوقطبی‌های مغناطیسی در نواحی کوچکی در ماده هم‌جهت هستند که به هر ناحیه یک حوزه مغناطیسی گویند. جهت میدان مغناطیسی در حوزه‌ها ممکن است به گونه‌ای باشد که ماده در کل خاصیت مغناطیسی از خود نشان ندهد. اگر این مواد در میدان مغناطیسی قرار گیرند دوقطبی‌های هم‌جهت با میدان بیشتر می‌شوند و مرز بین دوقطبی‌ها در ماده جابه‌جا می‌شود. این مواد به دو دسته زیر تقسیم می‌گردند:

(۱) **ماده فرومغناطیس نرم:** ماده‌ای که در حضور میدان مغناطیسی زود آهنربا شده و با قطع میدان مغناطیسی زود خاصیت خود را از دست می‌دهد. مثال: آهن، نیکل و کبالت که بیشتر در ساخت آهنربای الکتریکی (غیردائم) به کار می‌روند.

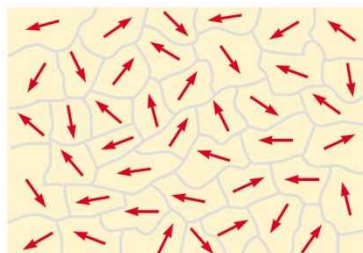
(۲) **ماده فرومغناطیس سخت:** ماده‌ای که در حضور میدان مغناطیسی به سختی و با میدان قوی، آهنربا شده و با قطع میدان مغناطیسی نیز به سختی خاصیت خود را از دست می‌دهد و برای مدت طولانی آهنربا می‌ماند. مثال: فولاد (آلیاژ آهن که دارای ۲ درصد کربن است) و آلیاژهای نیکل و کبالت.



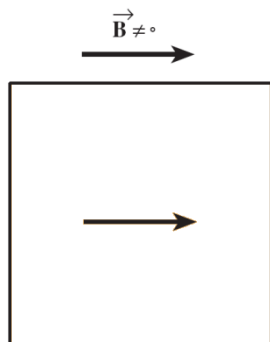
ماده فرومغناطیس در حضور میدان
مغناطیسی خارجی



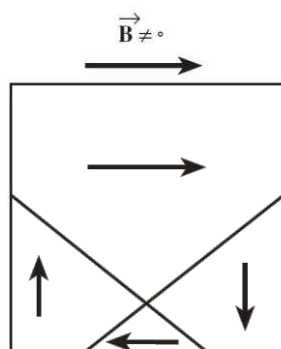
ماده فرومغناطیس در غیاب میدان
مغناطیسی خارجی



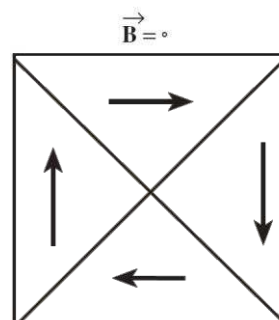
ماده فرومغناطیس در حضور
میدان مغناطیسی خارجی قوی



ماده فرومغناطیس در حضور
میدان مغناطیسی خارجی ضعیف



ماده فرومغناطیس در غیاب
میدان مغناطیسی خارجی



پ) مواد دیامغناطیس: اتم‌های آن‌ها دوقطبی ذاتی ندارند ولی میدان‌های خیلی قوی سبب القا و جهت گیری دوقطبی
های آنان در برعکس میدان است. مثال: مس، نقره، سرب، بیسموت و ...



القای خاصیت مغناطیسی: به وجود آمدن خاصیت مغناطیسی در یک جسم به علت وجود یک میدان
مغناطیسی در اطراف آن را گویند. علت جذب آهن توسط آهنربا همین مطلب می‌باشد.



سوال ۱: چگونه می توان یک آهنربای میله ای و یک قطعه آهن را که کاملاً شبیه به یکدیگرند تشخیص داد؟ فرض کنید هیچ وسیله دیگری نداریم.

سوال ۲: شباهت و تفاوت بین القای مغناطیسی با القای الکتریکی چیست؟

سوال ۳: یک تکه آهن و یک تکه فولاد را که شبیه هم هستند به قطب N یک آهنربا چسبانده و به براده های آهن نزدیک می کنیم. چه اتفاقی می افتد؟ چرا؟ اگر پس از چند دقیقه آهنربا را از آهن و فولاد جدا کنیم چه اتفاقی می افتد؟ چرا؟

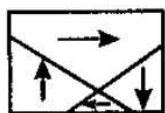
سوال ۴: کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) هر اتم یا مولکول به صورت یک آهنربا دارای دو قطب می باشد که آن را دو قطبی مغناطیسی می نامند.
- (۲) خطی که دو قطب یک دو قطبی مغناطیسی را به هم وصل می کند محور مغناطیسی دو قطبی نامیده می شود.
- (۳) هر دو قطبی مغناطیسی به صورت یک بردار که جهت آن از S به N است، نشان داده می شود.
- (۴) در اثر افزایش دمای یک ماده مغناطیسی خاصیت مغناطیسی آن افزایش می یابد.

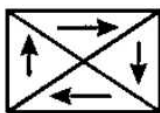
سوال ۵: در کدام یک از شکل های زیر خاصیت آهنربایی ماده ی فرومغناطیس بیشینه است؟



(پ)



(ب)



(الف)

(۱) ب

(۲) پ

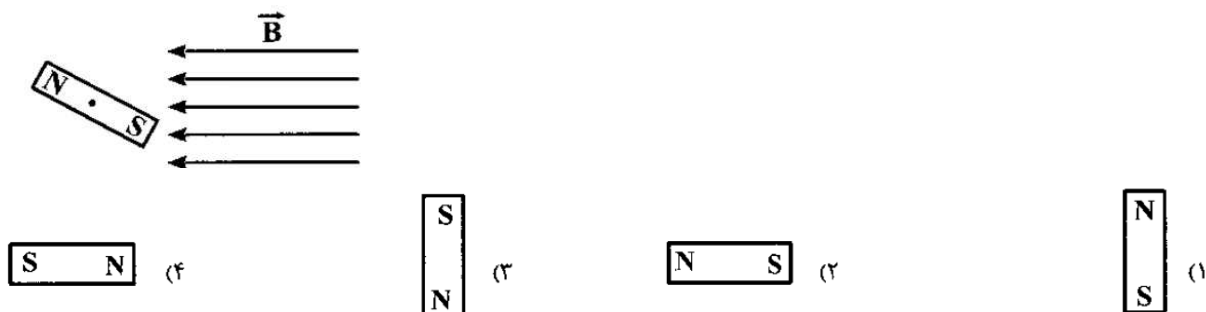
(۳) الف

(۴) ب و پ

سوال ۶: کدام دسته از مواد زیر همگی فرومغناطیس هستند؟

- (۱) آهن و فولاد و مس (۲) مس و برنج و طلا (۳) آهن و نیکل و کبالت (۴) نقره و طلا و پلاتین

سوال ۷: با توجه به شکل و جهت میدان مغناطیسی محیط، آهنربا پس از تعادل چگونه می ایستد؟

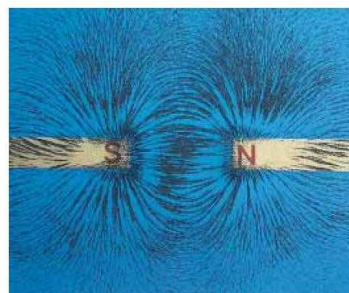
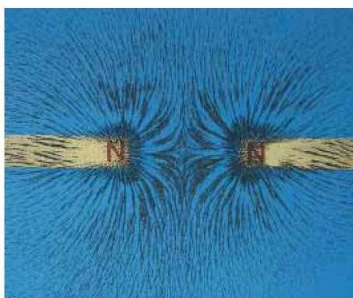
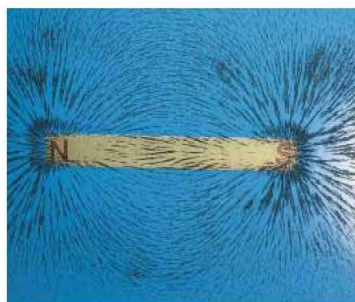


سوال ۸: کدام یک از موارد زیر با قرارگیری در میدان مغناطیسی، خاصیت مغناطیسی زیادی از خود نشان نمی دهند؟

- (۱) آهن (۲) آلومینیم (۳) نیکل (۴) کبالت

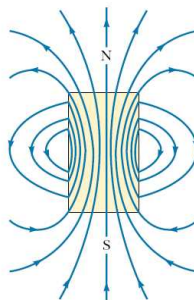
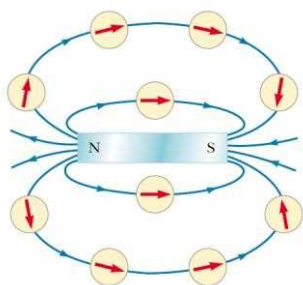
میدان مغناطیسی: محدوده‌ای در فضا که در آن خاصیت مغناطیسی وجود دارد. مانند آهنربا که در اطراف آن خاصیت مغناطیسی وجود دارد و اگر در هر نقطه‌ای در اطراف آن یک عقربه مغناطیسی قرار دهیم در جهت این میدان قرار می‌گیرد. این میدان با براده‌های آهن قابل رؤیت است. میدان مغناطیسی کمیتی برداری است و واحد آن تسلا (T) است. البته از واحدهای دیگری مانند گاوس (G) نیز برای آن استفاده می‌گردد.

همان‌طور که در الکتریسیته میدان الکتریکی و خطوط میدان را شناخته‌اید، در مغناطیس هم علاوه بر میدان مغناطیسی، خطوط میدان مغناطیسی وجود دارد. راستای این خطوط در راستای عقربه مغناطیسی است و جهت آن‌ها از S به N عقربه مغناطیسی می‌باشد.



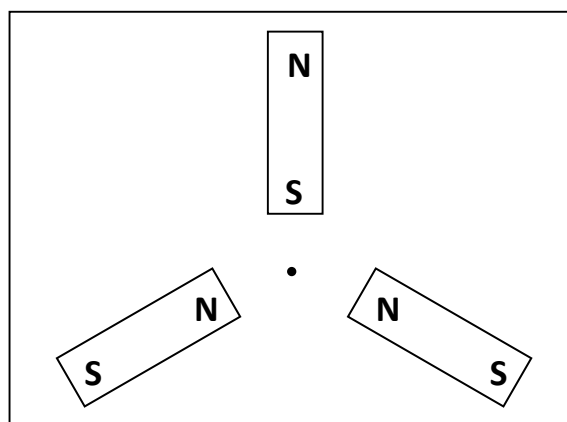
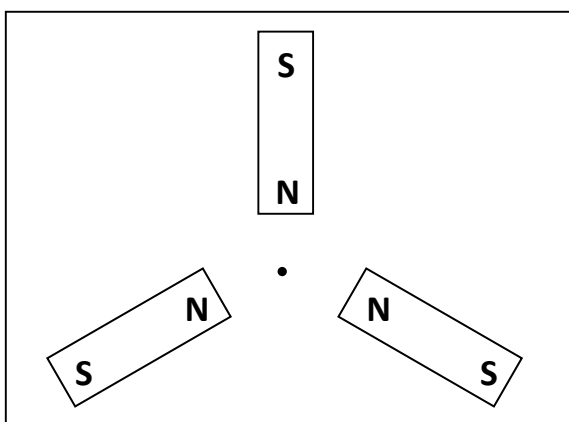
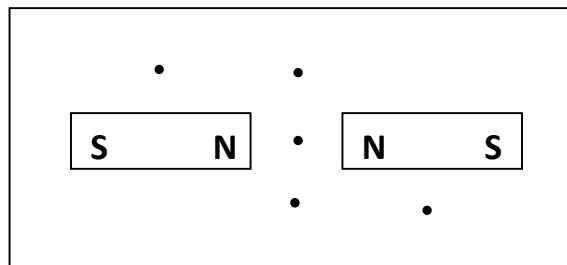
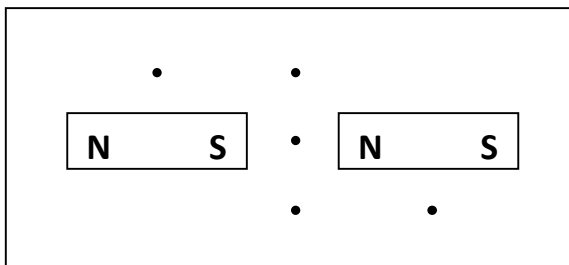
نکته: به این نکات در مورد خطوط میدان مغناطیسی دقت نمایید:

- ۱- خطوط میدان مغناطیسی برخلاف میدان الکتریکی حلقه‌های بسته‌ای را تشکیل می‌دهند.
- ۲- این خطوط هم در درون و هم در بیرون ماده مغناطیسی (مانند آهنربا) وجود دارند. که در بیرون از قطب N به S است و در درون از قطب S به N است.
- ۳- در هر نقطه از فضا تراکم خطوط بیشتر باشد، میدان قویتر است.
- ۴- خطوط هیچ‌گاه یکدیگر را قطع نمی‌کنند.
- ۵- میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خطوط میدان است و هم جهت با خطوط است.



نکته: جهت رسم بردار میدان مغناطیسی آهنرباها می‌توان فرض کنید (البته فرض ما در علم فیزیک قابل قبول نیست ولی در تست‌ها جواب می‌دهد) قطب N مانند بار + و قطب S مانند بار - است و بردار میدان الکتریکی را بیابید که هم جهت میدان مغناطیسی است.

سوال ۹: در شکل های زیر جهت عقربه مغناطیسی را در نقاط داده شده رسم نمایید. (آهنرباها را یکسان فرض کنید).



میدان مغناطیسی یکنواخت: میدانی که در تمام نقاط آن اندازه (بزرگی) و جهت و راستای میدان مغناطیسی یکسان

باشد که به راه های زیر می توان آن را ایجاد نمود:

الف: آهنربای نعلی شکل

ب: بین قطب های ناهمنام دو آهنربای یکسان

ج: سیملوله ای که طولش نسبت به دهانه اش زیاد است.

روش های تولید میدان مغناطیسی:

۱- آهنربا:

با این روش به خوبی آشنا هستید.

۲- حرکت بار الکتریکی (جریان الکتریکی):

که محل یادداشت نکات:

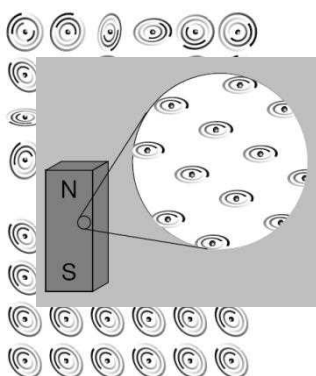
در سال ۱۸۱۹ میلادی یک فیزیکدان دانمارکی به نام اورستد کشف کرد که در اطراف سیم حامل جریان الکتریکی عقربه مغناطیسی منحرف می‌گردد و از آن پس یکی از روش‌های تولید میدان مغناطیسی استفاده از جریان الکتریکی بوده و هست. این کشف او سرآغاز پیدایش علم جدیدی به نام «الکترومغناطیس» بود که بین الکتریسیته و مغناطیس رابطه برقرار می‌نمود.

این روش را به دسته‌های زیر می‌توان تقسیم کرد:

الف: سیم راست حامل جریان

ب: حلقه یا پیچه مسطح حامل جریان

ج: سیم‌لوله حامل جریان



نکته: همانطور که اورستد کشف نمود، حرکت بار الکتریکی عامل ایجاد میدان مغناطیسی است و این علت اصلی وجود خاصیت مغناطیسی در مواد (مانند آهنربا) می‌باشد. زیرا هر ماده از اتم‌هایی تشکیل شده که در این اتم‌ها الکترون‌ها در حال چرخش به دور هسته‌اند. این چرخش یک میدان الکتریکی تولید می‌کند که در قسمت پیچه مسطح بیشتر با آن آشنا خواهید شد. به همین ترتیب خاصیت مغناطیسی مواد پارامغناطیس و فرومغناطیس توجیه پذیر است.

الف: سیم راست حامل جریان: (فرمول‌های این قسمت جهت دانش افزایی است.)

اندازه میدان مغناطیسی در فاصله r از یک سیم راست که جریان I از آن عبور می‌کند از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$B = \frac{\mu \cdot I}{2 \pi r}$$

در این رابطه μ_0 تراوایی مغناطیسی خلاء نام دارد.

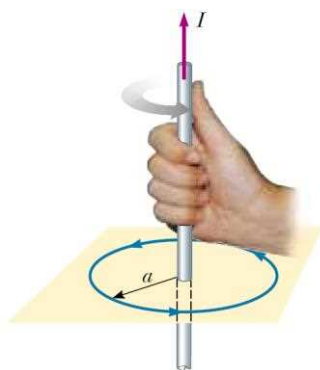
$$\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ (Tm/A)}$$

$$B \rightarrow T$$

$$I \rightarrow A$$

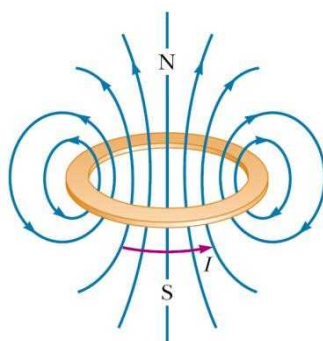
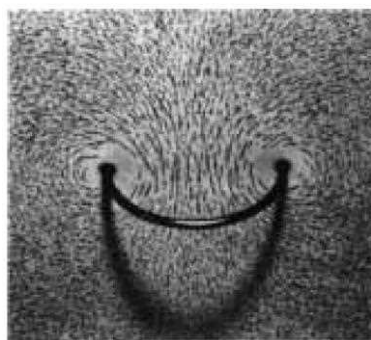
$$r \rightarrow m: \text{واحدها}$$

نکته: می‌توانید با جایگذاری μ_0 در رابطه بالا، این رابطه را به صورت $B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{r}$ حفظ نمایید.



خطوط میدان یک سیم راست در اطراف آن به صورت دوایر متحدالمرکزی است که مرکز آن‌ها خود سیم است و هر دایره در صفحه‌ای عمود بر راستای سیم قرار دارد. جهت این خطوط با قاعده دست راست (RHR) تعیین می‌گردد. به این صورت که اگر شصت دست راست را در جهت جریان قرار دهیم، جهت بسته شدن انگشتان، جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

ب: حلقه یا پیچه مسطح حامل جریان (Coil):



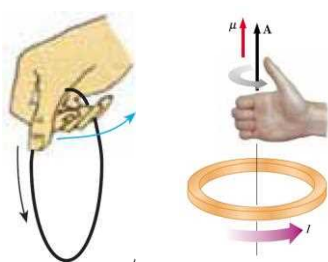
پیچه مسطح از چند دور سیم نازک به شکل حلقه تشکیل شده است که به هم فشرده شده‌اند و حلقه‌ای مسطح را به وجود آورده‌اند. میدان مغناطیسی حاصل از آن در داخل قویتر از خارج آن است. اندازه میدان مغناطیسی در مرکز پیچه-ای به شعاع r که دارای N دور حلقه بوده و جریان I از آن می‌گذرد از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$B = \frac{\mu \cdot NI}{2r}$$

$B \rightarrow T$

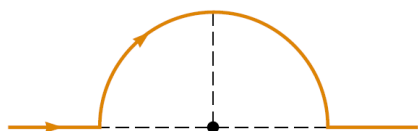
$I \rightarrow A$

واحد‌ها: $r \rightarrow m$



جهت میدان مغناطیسی نیز از قاعده دست راست تعیین می‌گردد. (می‌توان به صورت میکروسکوپی هر قسمت از پیچه را یک سیم راست فرض کرد.)

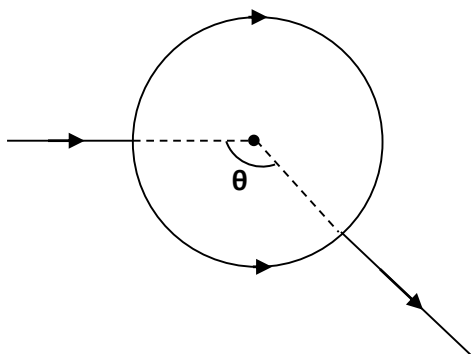
نکته: می‌توان به جای پیچه یک آهنربا فرض نمود که قطب N و S آن را طوری اختیار کنیم که خطوط میدان آن مانند پیچه باشد. (مطابق شکل بالا)



نکته مهم: اگر حلقه کامل نباشد می‌توان به جای N در فرمول کسری از حلقه را قرار داد که جریان از آن عبور می‌کند. به عنوان مثال در شکل روبرو

برای یافتن میدان مغناطیسی در مرکز نیم دایره باید به جای N عدد $\frac{N}{2}$ را قرار داد زیرا تعداد دور حلقه ، نیم دور می باشد.

نکته: اگر در حلقه ای جریان از یک سمت وارد و از سمت دیگر خارج گردد، با فرض یکنواخت بودن سیم پیچه، میدان مغناطیسی در مرکز آن همواره صفر است و هیچ ارتباطی به محل ورود و خروج جریان ندارد.



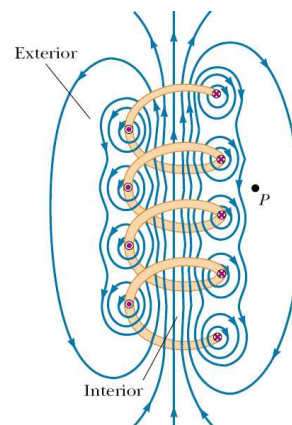
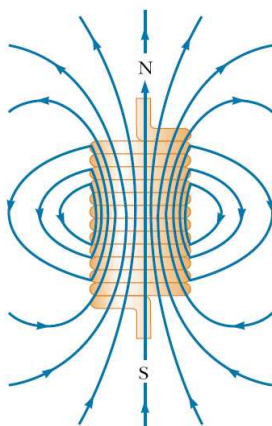
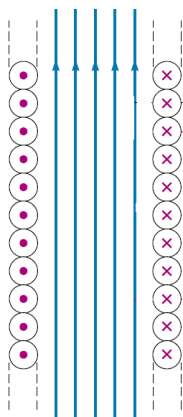
نکته: اگر سیمی به طول L را به صورت حلقه هایی به شعاع R در بیاوریم، تعداد دورهای این پیچه از رابطه $N = \frac{L}{2\pi R}$ محاسبه می گردد.

ج: سیملوله حامل جریان (Solenoid):

سیملوله از چند دور سیم تشکیل شده است که مانند فنر لوله شده است. میدان مغناطیسی در داخل سیملوله قویتر از خارج آن است. اگر طول سیملوله نسبت به دهانه آن زیاد باشد، میدان در داخل و مرکز سیملوله تقریباً ثابت است (یعنی خطوط میدان آن در آن جا هم فاصله و موازی اند).

نکته: می توان به جای سیملوله یک آهنربا فرض نمود که قطب N و S آن را طوری اختیار کنیم که خطوط میدان آن مانند سیملوله باشد.

نکته: گاهی برای تقویت میدان مغناطیسی داخل سیملوله از یک هسته فلزی در داخل آن استفاده می‌شود. با این کار دوقطبی‌های مغناطیسی هسته، در جهت میدان داخلی سیملوله قرار می‌گیرند و می‌توانند گاهی تا چند هزار برابر میدان مغناطیسی داخل سیملوله را افزایش دهند.



اندازه میدان مغناطیسی یکنواخت (تقریباً) روی محور سیملوله‌ای به طول L که دارای N حلقه است و جریان I از آن عبور می‌کند و دارای هسته‌ای به ضریب k در داخل خود می‌باشد از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$B = \frac{\mu \cdot kNI}{L}$$

$$B \rightarrow T$$

$$I \rightarrow A$$

$$r \rightarrow m$$

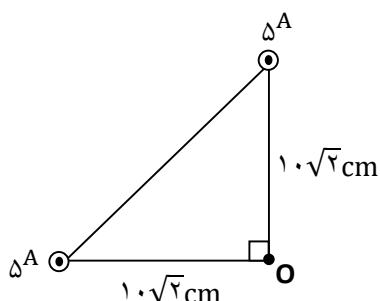
واحدها:

نکته: گاهی کسر $\frac{N}{L}$ را «تعداد دور در واحد طول» می‌نامند و با n نمایش می‌دهند و از رابطه زیر برای محاسبه میدان

$$B = \mu_0 knI$$

مغناطیسی سیملوله استفاده می‌کنند:

K ضریب تراوایی نسبی مغناطیسی هسته است که به جنس و شکل هسته بستگی دارد. برای خلا $k=1$ می‌باشد.



سوال ۱۰: در شکل زیر جهت میدان مغناطیسی را در نقطه O بیابید.

که محل یادداشت نکات:

نکته: اگر جریان گذرنده از دو سیم موازی همسو باشد، میدان مغناطیسی بین دو سیم صفر خواهد شد و اگر جریان گذرنده از دو سیم موازی غیرهمسو باشد، میدان در خارج دو سیم صفر خواهد شد.

سوال ۱۱: سیمی به طول $\frac{31}{4}$ سانتیمتر را به صورت حلقه‌ای دایره‌ای در آورده و از آن جریان $\frac{5}{4}$ آمپر را عبور می‌دهیم. بزرگی میدان در مرکز حلقه چند میکروتسلا است؟

- (۱) π (۲) 2π (۳) 3π (۴) 4π

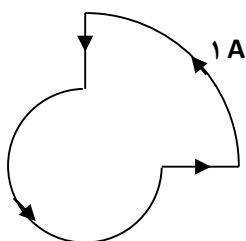
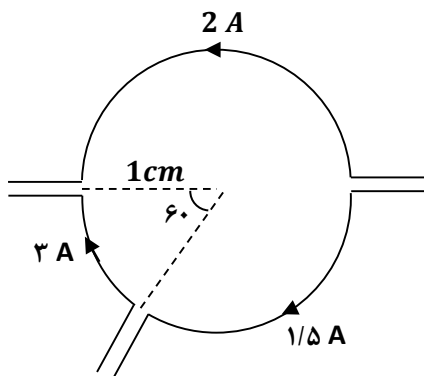
سوال ۱۲: سیم راستی که حامل جریان 250 آمپر است را به صورت یک سیم پیچ مسطح که قطر هر حلقه‌اش 5 سانتیمتر است در می‌آوریم. اگر طول اولیه آن $\frac{62}{8}$ سانتیمتر باشد، شدت میدان مغناطیسی در مرکز پیچه چند میلی تسلا است؟

- (۱) 8π (۲) 4π (۳) 2π (۴) π

سوال ۱۳: طول سیم A سه برابر طول سیم B می‌باشد. این دو سیم را به صورت پیچه‌های مسطح با قطر یکسان در آورده و از آن‌ها جریان‌های مساوی عبور می‌دهیم. نسبت شدت میدان مغناطیسی در مرکز پیچه A به B چیست؟

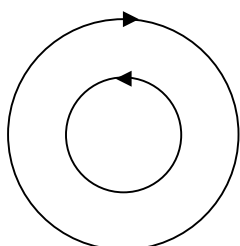
- (۱) 3 (۲) 9 (۳) $\frac{9}{33}$ (۴) 1

سوال ۱۴: در اشکال زیر میدان مغناطیسی را در مرکز بیابید.



$$r_1 = 1 \text{ cm}$$

$$r_2 = 2 \text{ cm}$$



$$r_1 = 1 \text{ cm}$$

$$r_2 = 2 \text{ cm}$$

$$I_1 = I_2 = 5 \text{ A}$$

سوال ۱۵: یک سیم مسی به طول یک کیلومتر را به صورت سیملوله‌ای به طول یک متر و شعاع ۲۰ سانتیمتر در آورده‌ایم. اگر جریان ۵ آمپر از این سیم عبور داده شود، میدان مغناطیسی در محور سیملوله چند میلی تسلا است؟ (سیملوله را فشرده فرض کنید)

۷ (۴)

۵ (۳)

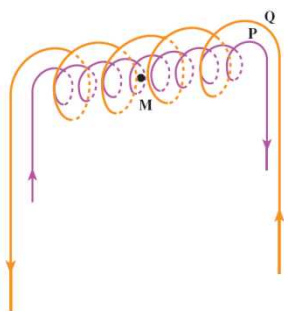
۳ (۲)

۱ (۱)

که محل یادداشت نکات:

سوال ۱۶: دو سیملوله P و Q هم محور و دارای طول برابرند. تعداد دور P برابر ۲۰۰ و تعداد دور Q برابر ۳۰۰ است. اگر جریان

یک آمپر از Q عبور کند، از P جریان چند آمپر عبور کند تا میدان مغناطیسی در نقطه M روی محور دو سیملوله صفر شود؟

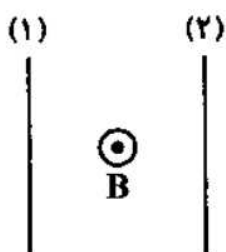


(۱) ۰/۵

(۲) ۱/۵

(۳) ۲

(۴) ۰/۶۶



سوال ۱۷: از دو سیم موازی مطابق شکل، جریان های یکسانی می گذرد. اگر در نقطه ای وسط این

دو سیم میدان مغناطیسی برون سو باشد، سوی جریان در سیم های (۱) و (۲) به ترتیب از راست

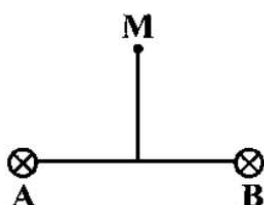
به چپ کدام است؟

(۱) بالا، پایین

(۲) بالا، بالا

(۳) پایین، بالا

(۴) پایین، پایین



سوال ۱۸: از دو سیم راست A و B که مطابق شکل عمود بر صفحه کاغذ هستند، شدت جریان

های یکسان درون سو عبور می کند. جهت میدان مغناطیسی حاصل در نقطه M واقع در صفحه

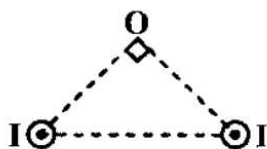
کاغذ و روی عمود منصف AB کدام است؟

(۱) به سمت راست (۲) به سمت چپ

(۳) به سمت بالا (۴) برابر صفر است.

سوال ۱۹: در شکل مقابل، سیم های (۱) و (۲) حامل جریان های الکتریکی I و برون سو هستند. اگر اندازه میدان مغناطیسی

یکی از سیم ها در نقطه O برابر B باشد، اندازه میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم در نقطه O چند B است؟



(۱) صفر (۲) $\sqrt{2}B$

(۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}B$ (۴) $2B$



سوال ۲۰: روی یک حلقه رسانا بار الکتریکی منفی به طور یکنواخت توزیع شده است. حلقه را مطابق شکل

دور یکی از قطره‌های آن بسیار سریع به دوران در می آوریم، در این صورت در مرکز حلقه

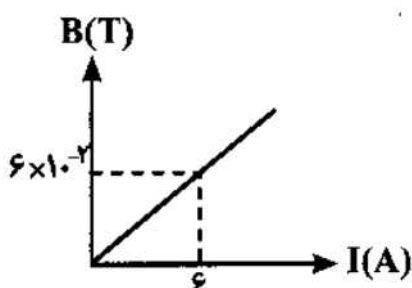
(۱) میدان مغناطیسی عمود بر سطح حلقه به وجود می آید.

(۲) میدان مغناطیسی به وجود نمی آید.

(۳) میدان مغناطیسی در امتداد محور دوران و رو به پایین به وجود می آید.

(۴) میدان مغناطیسی در امتداد محور دوران و رو به بالا به وجود می آید.

سوال ۲۱: نمودار مقابل مربوط به یک پیچه ی دو حلقه ای است. شعاع این پیچه مسطح چند متر است؟



(۱) $1/256 \times 10^{-5}$

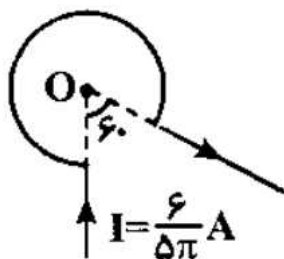
(۲) $6/28 \times 10^{-5}$

(۳) $12/56 \times 10^{-5}$

(۴) $62/8 \times 10^{-5}$

۳۵- در شکل مقابل، شعاع حلقه ۲ سانتی متر و شدت جریان آن برابر $\frac{6}{5\pi}$ آمپر است. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز حلقه

چند تسلا و جهت آن در چه سویی است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot m/A$)



(۱) 10^{-5} ، درون سو

(۲) 10^{-7} ، درون سو

(۳) 10^{-5} ، برون سو

(۴) 10^{-7} ، برون سو

سوال ۳۶: دو حلقه هم اندازه و هم مرکز طوری قرار دارند که صفحات آن ها بر هم عمود هستند و از هر یک جریانی به شدت

$I = 100 A$ می گذرد. اندازه میدان مغناطیسی بر آیند در مرکز حلقه ها چند گوس می باشد؟ (شعاع حلقه ها $10cm$ و

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot m/A$ و $\pi = 3$ باشد.)

(۱) ۱۲

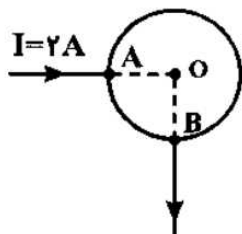
(۲) $3\sqrt{2}$

(۳) ۶

(۴) $6\sqrt{2}$

که محل یادداشت نکات:

سوال ۳۷: مطابق شکل، سیمی را به صورت یک حلقه به شعاع 10cm در آورده و آن را از دو نقطه A و B در یک مدار با



جریان الکتریکی 2 A قرار می دهیم. میدان مغناطیسی در مرکز حلقه چند تسلا است؟

(۱) $\frac{3\pi}{4} \times 10^{-6}$

(۲) $\frac{3\pi}{2} \times 10^{-6}$

(۳) صفر

(۴) $\frac{3\sqrt{2}\pi}{4} \times 10^{-6}$

سوال ۳۸: سیمی به طول 120cm را به صورت پیچه ای به شعاع 5cm در آورده و جریان 5 A را از آن عبور داده ایم. اندازه

میدان مغناطیسی در مرکز پیچه کدام است؟ ($\pi \approx 3$)

(۴) 12×10^{-6}

(۳) 24×10^{-6}

(۲) $1/2 \times 10^{-6}$

(۱) $2/4 \times 10^{-4}$

سوال ۳۹: سیمی به طول $12/56$ متر را به صورت سیم لوله ای که طول آن 10cm و شعاع هر حلقه آن 2cm است در

آورده و از آن شدت جریان الکتریکی $\frac{2}{\pi}$ آمپر عبور می دهیم. بزرگی میدان مغناطیسی در وسط سیم لوله چند تسلا خواهد

بود؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$)

(۴) 4×10^{-4}

(۳) 4×10^{-6}

(۲) 8×10^{-4}

(۱) 8×10^{-6}

سوال ۴۰: سیمی به طول L را به صورت یک حلقه دایره ای در می آوریم. شدت میدان مغناطیسی در مرکز این حلقه B است.

اگر این سیم را به صورت دو حلقه دایره ای مشابه در آوریم، شدت میدان مغناطیسی چند برابر حالت قبل می شود؟

(۴) ۴

(۳) $\frac{1}{4}$

(۲) $\frac{1}{2}$

(۱) ۲

سوال ۴۱: حلقه ای با جریان I در مرکز خودش میدان B تولید می کند. حلقه را باز کرده و به صورت پیچه مسطحی با ۴ دور می پیچیم. اگر جریان تغییر نکند، میدان در مرکز پیچه کدام است؟

۱۶B (۴)

8B (۳)

2B (۲)

4B (۱)

سوال ۴۲: سیمی به طول L را به صورت حلقه هایی به شعاع 2cm در آورده و جریانی به شدت 10A از آن عبور می دهیم. در این حالت شدت میدان مغناطیسی در مرکز حلقه ها B می باشد. اگر همان سیم را به صورت حلقه هایی به شعاع 5cm در آورده و جریانی به شدت 5A از آن عبور دهیم، شدت میدان در مرکز حلقه ها چند B خواهد بود؟

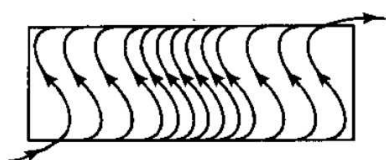
$$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A})$$

$\frac{1}{25}$ (۴)

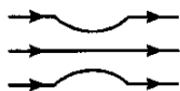
$\frac{1}{2}$ (۳)

$\frac{1}{5}$ (۲)

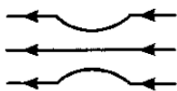
$\frac{2}{25}$ (۱)



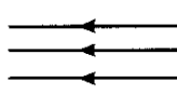
سوال ۴۳: مطابق شکل، تعداد دورهای یک سیم لوله در طول آن یکنواخت نیست و در وسط آن بیشتر از دو طرف آن است. کدام گزینه میدان مغناطیسی در داخل سیم لوله را درست نشان می دهد؟



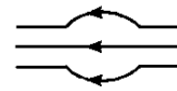
(۴)



(۳)



(۲)



(۱)

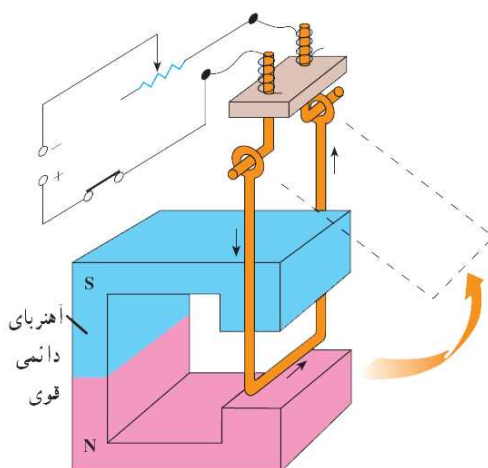
نیروهای مغناطیسی:

(۱) نیروی وارد بر سیم حامل جریان

(۲) نیروی وارد بر بار متحرک

نیروی وارد بر سیم حامل جریان:

اورستد پس از کشف میدان‌های مغناطیسی طی آزمایشی مشابه آنچه در شکل زیر می‌بینید دریافت که میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان نیرو وارد می‌کند. پس از آزمایش‌های متعدد عوامل موثر بر نیروی وارده بر سیم حامل جریان را به صورت زیر بیان نمود:



(۱) اندازه میدان مغناطیسی (B)

(۲) شدت جریان عبوری از سیم (I)

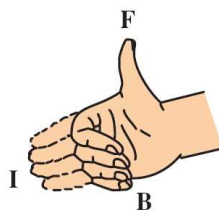
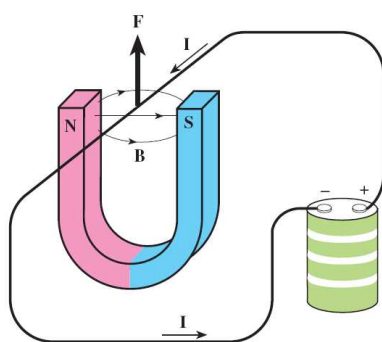
(۳) طول سیم واقع شده در میدان مغناطیسی (L)

(۴) سینوس زاویه بین امتداد سیم و خطوط میدان (α)

در نهایت اورستد رابطه زیر را برای محاسبه اندازه نیروی وارد بر سیم حامل جریان ارائه نمود:

$$F = L I B \sin \alpha$$

واحدها: $F \rightarrow N$ $L \rightarrow m$ $I \rightarrow A$ $B \rightarrow T$



برای یافتن جهت نیروی وارد بر سیم نیز کفایت از قاعده دست راست استفاده کنید. به این صورت که انگشتان دست راست خود را در جهت جریان نگهداشته و به سمت میدان خم کنید. جهت شصت شما جهت نیروی وارد بر سیم را نمایش می‌دهد.

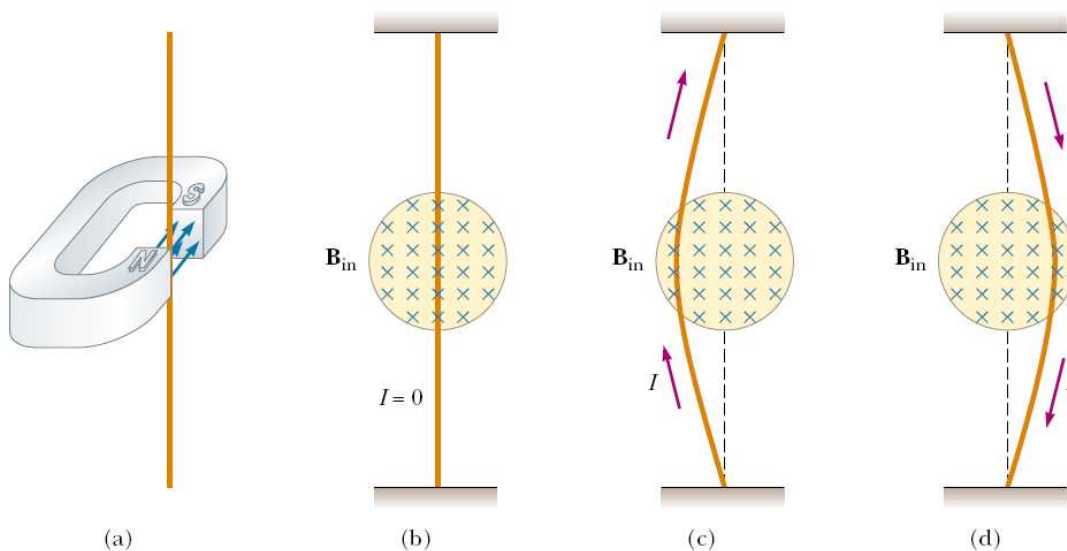
نکته: اندازه نیروی وارد بر سیم تحت زاویه‌ی ۹۰ درجه ماکزیمم و تحت زاویه‌ی صفر درجه مینیمم یا صفر می‌شود.

تعریف یک تسلا: یک تسلا بزرگی میدان مغناطیسی است که در آن بر یک متر از سیمی که حامل جریان الکتریکی به شدت یک آمپر است و در راستای عمود بر میدان قرار دارد، نیرویی به بزرگی یک نیوتن وارد می‌شود.

نکته: می‌توان نیروی وارد بر سیم را به صورت $\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}$ تعریف نمود که جهت L همان جهت I است.

نکته: می‌توان در تست‌ها نیروی وارد بر سیم را از ضرب جریان در میدان و در طول عمود بر راستای میدان یافت.

نکته: در اکثر مسائل از تاثیر میدان مغناطیسی زمین صرف نظر می‌شود زیرا این میدان بسیار ضعیف و در حدود 0.3 گاوس است و در مقایسه با میدان مغناطیسی یک آهنربای میله‌ای کوچک که 0.1 تسلا است قابل اغماض می‌باشد.



سوال ۴۴: سیمی به طول ۲ متر در میدان مغناطیسی یکنواخت ۴۰ گاوسی قرار دارد. اگر جریان ۵ آمپر از سیم عبور کند، بیشترین نیروی وارد بر سیم چند نیوتن است؟

۴۰ (۴)

۲۰ (۳)

۰/۰۴ (۲)

۰/۰۲ (۱)

سوال ۴۵: سیمی عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B} = 4\hat{i} + 3\hat{j}$ قرار دارد. اگر جریان ۲۰ آمپر از آن عبور کند، نیروی وارد بر ۴ دسی متر از سیم چند نیوتن است؟

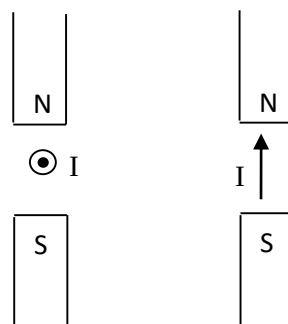
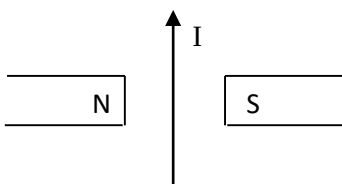
۰/۰۴ (۴)

۰/۴ (۳)

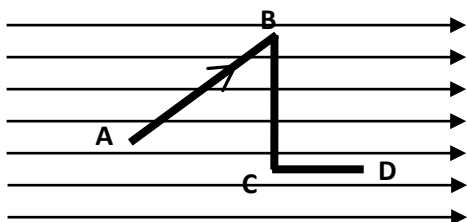
۴۰ (۲)

۴۰۰ (۱)

سوال ۴۶: در شکل‌های زیر جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان را بیابید.



سوال ۴۷: در شکل زیر از سیم ABCD جریان ۲ آمپر عبور می‌کند. اگر بزرگی میدان مغناطیسی ۴ تسلا باشد، برآیند نیروهای وارد بر کل سیم چند نیوتن است؟ $AB = 20\text{ cm}$ و $BC = 15\text{ cm}$ و $CD = 10\text{ cm}$ و زاویه بین AB و BC برابر با ۶۰ درجه است.



۰/۱ (۱)

۰/۴ (۲)

۲ (۳)

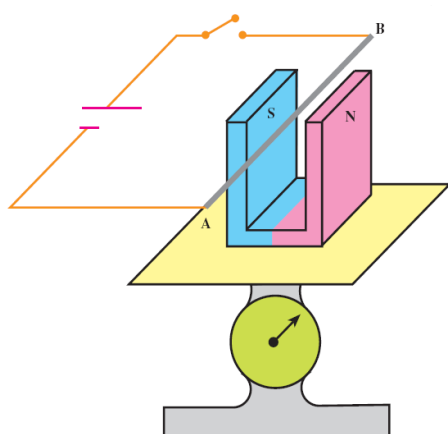
صفر (۴)

سوال ۴۸: میدان مغناطیسی $\vec{B} = 4\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$ در فضا وجود دارد. اگر جریان ۲ آمپر از سیم عبور کند و بردار طول سیم موجود در میدان مغناطیسی $\vec{L} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$ باشد. اندازه نیروی وارد بر آن چند نیوتن است؟

- (۱) $4\sqrt{6}$ (۲) $2\sqrt{6}$ (۳) $\sqrt{6}$ (۴) هیچ کدام

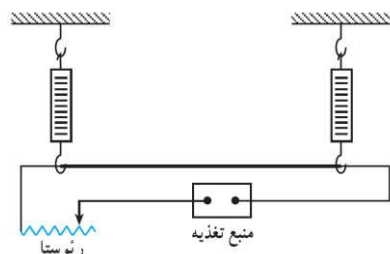
سوال ۴۹: سیم قائمی در میدان مغناطیسی زمین قرار دارد. جریان از پایین به بالا از این سیم عبور می کند. جهت نیروی وارد بر سیم چگونه است؟

- (۱) شرق به غرب (۲) غرب به شرق (۳) شمال به جنوب (۴) صفر است.



سوال ۵۰: در شکل روبرو با بستن کلید چه تغییری در ترازو ایجاد می شود؟

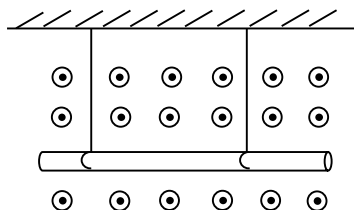
- (۱) عدد بیشتری را نشان می دهد.
(۲) عدد کمتری را نشان می دهد.
(۳) تغییری نمی کند.
(۴) نمی توان تعیین نمود.



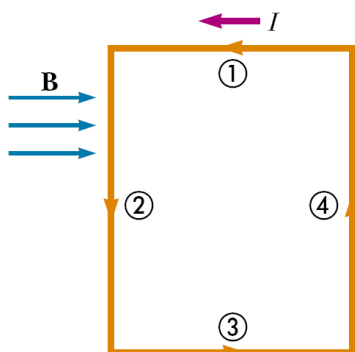
سوال ۵۱: مطابق شکل سیم حامل جریان ۱۶ آمپر در راستای غرب به شرق قرار دارد. اگر جرم سیم را ۸ گرم و طول بین دو نیروسنج را ۲۰ متر و اندازه میدان مغناطیسی زمین را ۰/۰۵ میلی تسلا فرض کنیم. مقداری که هر یک از نیروسنج ها نشان می دهند، چند نیوتن است؟ از جرم و تاثیر میدان مغناطیسی بر بقیه مدار که مابین دو نیروسنج نیستند صرف نظر نمایید.

- (۱) ۰/۰۳۲ (۲) ۰/۰۶۲ (۳) ۰/۰۴۸ (۴) ۰/۰۹۶

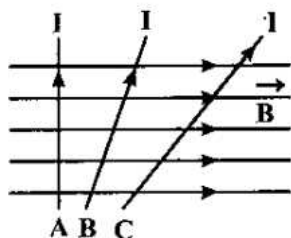
سوال ۵۲: در شکل زیر چگالی سیم ρ و سطح مقطع آن A و اندازه میدان مغناطیسی B است. اندازه و جهت جریان عبوری از سیم را طوری بیابید که نیروی کشش نخ‌ها صفر باشد.



سوال ۵۳: در شکل زیر به نظر شما برای حلقه حامل جریان چه اتفاقی می‌افتد؟



سوال ۵۴: نیروی وارد بر کدام یک از سیم‌های زیر که همگی حامل جریان‌های مساوی بوده و در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار گرفته‌اند بیشینه است؟



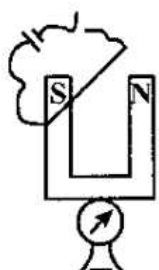
A (۱)

B (۲)

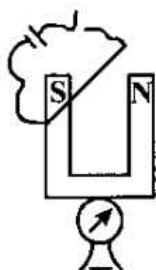
C (۳)

(۴) نیروی وارد بر هر سه سیم یکسان است.

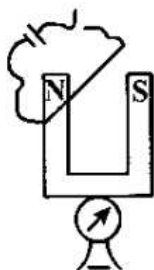
سوال ۵۵: در کدام یک از شکل‌های زیر با بسته شدن کلید، عددی که نیروسنج نشان می‌دهد، کم می‌شود؟



شکل (۱)



شکل (۲)



شکل (۳)

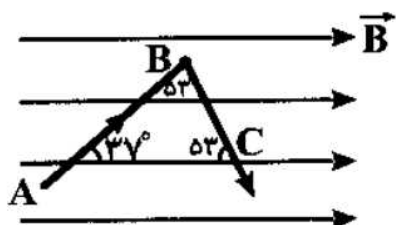
(۱) شکل ۱

(۲) شکل ۲

(۳) شکل ۳

(۴) شکل‌های ۱ و ۲

که محل یادداشت نکات:



$$\sin 37^\circ = 0.6$$

$$\sin 53^\circ = 0.8$$

سوال ۵۶: مطابق شکل، قطعه سیم ABC حامل جریان $I = 2A$ است و در میدان مغناطیسی یکنواخت $B = 0.4T$ قرار دارد. اگر $AB = 4cm$ و $BC = 3cm$ باشد، بزرگی و جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر قطعه سیم کدام است؟

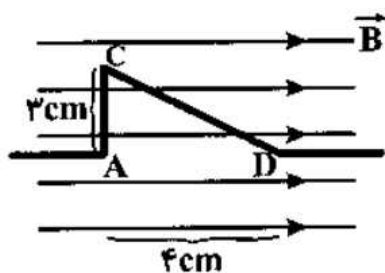
(۱) $3/84 \times 10^{-2}N$ و عمود بر صفحه ی کاغذ و به طرف داخل صفحه

(۲) $3/84 \times 10^{-2}N$ و عمود بر صفحه ی کاغذ و به طرف بیرون صفحه

(۳) $3/84 \times 10^{-2}N$ به طرف راست

(۴) صفر

سوال ۵۷: با توجه به شکل، سیم حامل جریان ACD در میدان مغناطیسی یکنواخت B قرار دارد. اندازه نیروی وارد بر قطعه سیم AC چند برابر اندازه نیروی وارد بر قطعه سیم CD است؟



$$\frac{3}{5} \quad (۱)$$

$$\frac{5}{3} \quad (۲)$$

$$۱ \quad (۳)$$

$$۴ \quad (۴)$$

نیروی وارد بر بار متحرک:

می دانیم جریان چیزی جز حرکت بار الکتریکی نیست. بنابراین می توان نیروی وارد بر بار الکتریکی را به این روش به دست آورد:

$$F = LIB \sin \alpha \Rightarrow F = L \frac{q}{t} B \sin \alpha \Rightarrow F = \frac{L}{t} qB \sin \alpha \Rightarrow F = VqB \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\boxed{F = |q|VB \sin \alpha} \Rightarrow \boxed{\vec{F} = q\vec{V} \times \vec{B}}$$

$$B \rightarrow T$$

$$V \rightarrow m/s$$

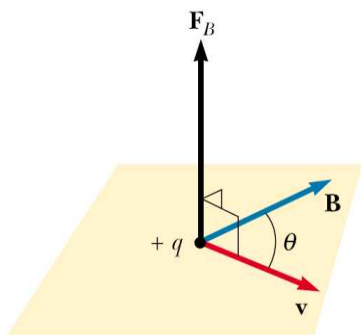
$$q \rightarrow C$$

$$F \rightarrow N$$

واحدها:

که مثل یادداشت نکات:

بنابراین عوامل موثر بر نیروی وارد بر بار الکتریکی در یک میدان مغناطیسی عبارتند از:



(۱) اندازه بار الکتریکی

(۲) سرعت حرکت بار

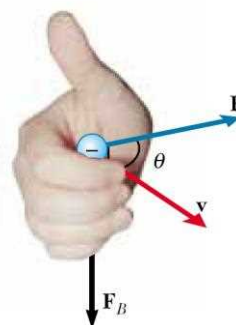
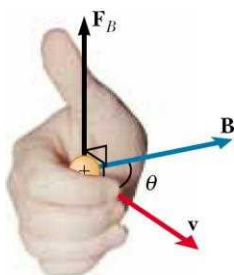
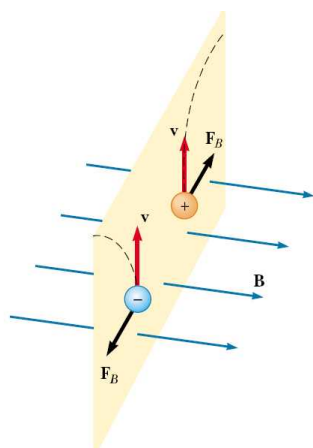
(۳) اندازه میدان مغناطیسی

(۴) سینوس زاویه بین راستای میدان مغناطیسی و راستای حرکت بار.

جهت نیروی وارد بر بار متحرک با قاعده دست راست به دست می آید.

نکته: بار متحرک در جهت نیروی وارده از طرف میدان منحرف می شود.

نکته: همان طور که به یاد دارید همیشه جهت جریان را جهت حرکت بارهای مثبت فرض می نمودید. بنابراین در این جا نیز با قاعده دست راست، جهت نیروی وارد بر بار مثبت به دست می آید و جهت نیروی وارد بر بار منفی عکس این جهت است و یا می توانید با دست چپ جهت آن را بیابید.



نکته: کار نیروی مغناطیسی وارد بر بار همواره صفر است. چرا؟

نکته: نیروی مغناطیسی وارد بر بار هیچ گاه نمی تواند سرعت حرکت بار و در نتیجه انرژی جنبشی آن را تغییر دهد. چرا؟

نکته: (۱) اشعه α و هسته اتمها و پروتون دارای بار مثبت هستند.

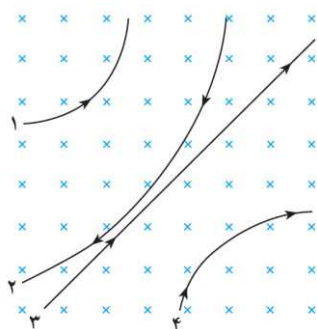
(۲) اشعه β و پرتو کاتدیک و الکترون دارای بار منفی هستند.

(۳) نوترون و امواج الکترومغناطیس (اشعه γ و اشعه x و ...) فاقد بار الکتریکی هستند.

نکته: برای یافتن اندازه نیروی وارد بر بار می توان اندازه بار را در میدان و در مولفه سرعت در راستای میدان ضرب نمود.

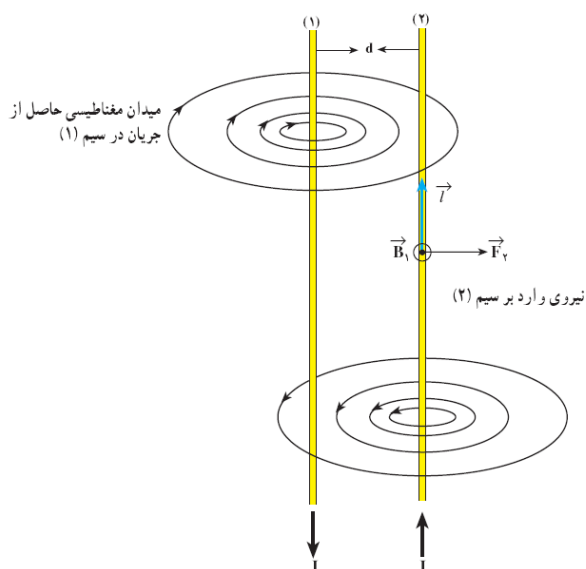
کامل یادداشت نکات:

نکته: نیروی وارد بر بار همواره به سمت مرکز انحنای آن است.

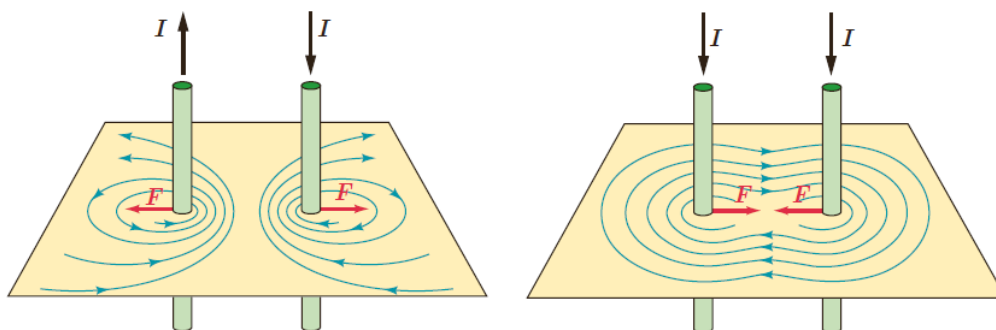


سوال ۵۸: مسیر حرکت چهار ذره در میدان مغناطیسی درون سو مطابق شکل روبروست. نوع بار هر یک را تعیین کنید.

نیروی بین دو سیم موازی: (رابطه جهت افزادن دانش است.)

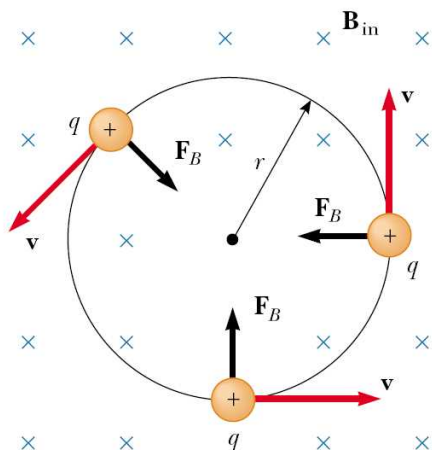


اگر دو سیم در فاصله r از یکدیگر دارای جریان های I_1 و I_2 باشند، نیروی وارد بر هر یک از سیم ها از رابطه $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi r}$ به دست آمده و اگر جهت جریان ها همسو باشد، نیرو جاذبه و اگر غیرهمسو باشد، نیروی دافعه است.



که مثل یادداشت نکات:

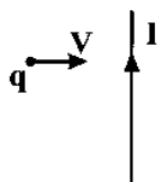
نکته: شعاع دوران و دوره تناوب چرخش یک بار q به جرم m که عمود بر میدان مغناطیسی B با سرعت v پرتاب شده است از رابطه زیر قابل محاسبه است:



$$F = qvB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$

$$v = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v} \Rightarrow T = \frac{2\pi m}{qB}$$

سوال ۶۰: بار مثبت مطابق شکل، به طرف سیم در حرکت است. جهت نیروی وارد بر آن کدام است؟



(۱) $\uparrow$

(۲) $\rightarrow$

(۴) $\leftarrow$

(۳) $\downarrow$

سوال ۶۱: الکترونی در ناحیه ای از فضا که میدان های الکتریکی و مغناطیسی وجود دارد، حرکت می کند. کدام یک از میدان ها می تواند انرژی جنبشی ذره را تغییر دهد؟

(۲) میدان الکتریکی

(۱) میدان مغناطیسی

(۴) به جهت حرکت الکترون بستگی دارد.

(۳) هر دو میدان

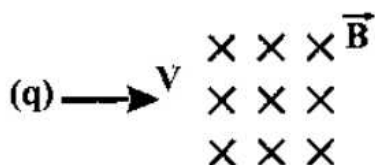
سوال ۶۲: اگر بار q با سرعت $\vec{v}$ مطابق شکل وارد بر میدان $\vec{B}$ شود، انرژی جنبشی آن چگونه تغییر می کند؟

(۱) زیاد می شود.

(۲) کم می شود.

(۳) تغییر نمی کند.

(۴) اگر بار مثبت باشد زیاد و اگر منفی باشد کم می شود.

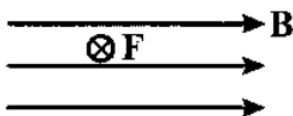


که محل یادداشت نکات:

سوال ۶۳: یک الکترون و یک پروتون با سرعت یکسان به طور عمود وارد میدان مغناطیسی یکنواخت می شوند. در این صورت اندازه نیروی وارد بر پروتون نیروی وارد بر الکترون بوده و شتاب حاصل از این نیرو برای پروتون از شتاب الکترون خواهد بود.

- (۱) بیشتر از - بیشتر (۲) یکسان با - بیشتر (۳) یکسان با - کمتر (۴) بیشتر از - کمتر

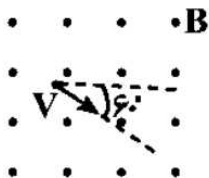
سوال ۶۴: در شکل مقابل، یک ذره باردار با بار مثبت را در میدان مغناطیسی B که روی صفحه و به طرف راست است پرتاب می کنیم. اگر نیرویی که از میدان مغناطیسی بر بار وارد می شود درون سو باشد، جهت سرعت ذره در کدام گزینه درست نشان داده شده است؟



- (۱) ↑ (۲) ↗

- (۳) ↖ (۴) هر سه گزینه ۱ و ۲ و ۳ می تواند صحیح باشد.

سوال ۶۵: در شکل مقابل، بار $q = 4mc$ را با سرعت 10^4 m/s در میدان مغناطیسی برون سو به شدت 0.1 T پرتاب می کنیم. اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر بار چند نیوتن است؟



- (۱) $2\sqrt{3}$

- (۲) $2\sqrt{3} \times 10^3$

- (۳) ۴

- (۴) 4×10^{-3}

سوال ۶۶: میدان مغناطیسی یکنواخت $3G$ موازی سطح کاغذ و به طرف راست وجود دارد. پروتونی با بار الکتریکی $+e$ با سرعت $5 \times 10^6 \text{ m/s}$ در راستای عمود بر سطح کاغذ به طرف داخل پرتاب می گردد. شتاب حرکت و جهت انحراف پروتون کدام است؟ ($m_p \approx 1/6 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

- (۱) $1/5 \times 10^{11} \text{ m/s}^2$ به سمت بالا

- (۲) $1/5 \times 10^{11} \text{ m/s}^2$ به سمت پایین

- (۳) $1/5 \times 10^5 \text{ m/s}^2$ به سمت بالا

- (۴) $1/5 \times 10^5 \text{ m/s}^2$ به سمت پایین

سوال ۶۷: ذره ای به جرم $2/5$ گرم و بار الکتریکی -25 میکروکولن با سرعت اولیه ی 100 m/s به طور افقی به سمت غرب شلیک می شود. جهت و کمترین مقدار $\vec{B}$ در SI برای ثابت ماندن بردار سرعت ذره کدام است؟

(۱) 10^{-2} ، به سوی شمال

(۲) 10 ، به سوی شمال

(۳) 10^{-2} ، به سوی جنوب

(۴) 10 ، به سوی جنوب

سوال ۶۸: ذره ای باردار به جرم 3 میلی گرم به موازات سطح زمین از سمت مشرق به طرف مغرب با سرعت $3 \times 10^4 \text{ m/s}$ در حال حرکت است. برای اینکه جهت حرکت ذره تغییر نکند، بار آن باید چند میکروکولن باشد؟ (میدان مغناطیسی زمین $0/5$ گاوس، $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ و $g = 10 \text{ N/kg}$)

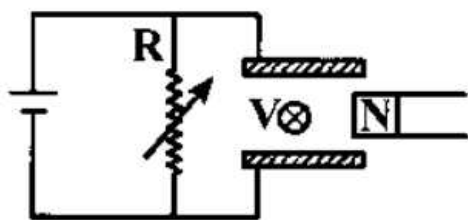
(۱) 20

(۲) -20

(۳) 200

(۴) -200

سوال ۶۹: یک دسته الکترون با سرعت $2 \times 10^5 \text{ m/s}$ عمود بر صفحه شکل و به طرف داخل میان دو صفحه تخت و موازی که به دو سر مدار الکتریکی متصل است، پرتاب می شود. مقاومت الکتریکی مدار را طوری انتخاب می کنیم که الکترون ها بدون انحراف از میان دو صفحه خازن عبور کنند. اگر میدان مغناطیسی آهنربا در بین دو صفحه خازن $0/4 \text{ T}$ و فاصله دو صفحه 2 cm باشد، اختلاف پتانسیل دو سر مدار چند ولت است؟



(۱) 1600

(۲) 800

(۳) 400

(۴) 200

سوال ۷۰: شتاب دهنده ای به یک پروتون انرژی $1/5 \text{ MeV}$ داده و آن را عمود بر میدان مغناطیسی $3/2$ تسلا پرتاب می کند. نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی به پروتون وارد می شود چند نیوتن است؟ (هر eV انرژی برابر $1/6 \times 10^{-19}$ ژول و جرم پروتون برابر $1/67 \times 10^{-27}$ کیلوگرم است.)

(۴) $8/8 \times 10^{-15}$

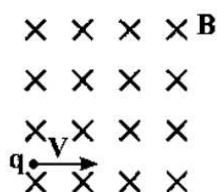
(۳) $2/3 \times 10^{-14}$

(۲) $8/8 \times 10^{-12}$

(۱) $2/3 \times 10^{-11}$

کج محل یادداشت نکات:

سوال ۷۱: در شکل مقابل، بار q با سرعت V عمود بر میدان مغناطیسی درون سوی B پرتاب می شود. اگر جرم بار m باشد،



مسیر حرکت بار در میدان چگونه خواهد بود؟

(۱) خط راست در امتداد سرعت اولیه و با سرعت V

(۲) خط راست در امتداد سرعت اولیه ولی با حرکت کند شونده

(۳) دایره ای به شعاع $\frac{mV}{qB}$

(۴) دایره ای به شعاع $\frac{qV^2}{m}$

سوال ۷۲: یک ذره باردار به جرم $6/4 \times 10^{-27} kg$ و بار $3/2 \times 10^{-19} C$ از حالت سکون در میدان الکتریکی یک شتاب

دهنده واندوگراف به اختلاف ۱۰ کیلوولت شتاب می گیرد. سپس این ذره به طور عمودی وارد میدان مغناطیسی ۰/۲ تسلا

می گردد و تحت اثر نیروی مغناطیسی، روی مسیر دایره ای به شعاع R می چرخد. R تقریباً چند سانتی متر است؟

(۱) ۱۰

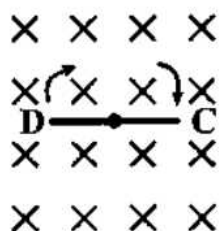
(۲) ۱

(۳) ۵۰

(۴) ۵

سوال ۷۳: در شکل مقابل، میله DC رساناست و عمود بر میدان مغناطیسی B قرار دارد. اگر میله در جهت ساعتگرد بچرخد،

بار الکتریکی نقاط C و D به ترتیب چیست؟

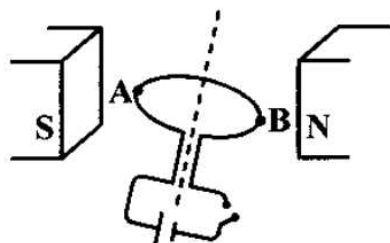


(۱) منفی - منفی

(۲) منفی - مثبت

(۳) مثبت - منفی

(۴) مثبت - مثبت



سوال ۷۴: در شکل مقابل، اگر کلید S را ببندیم

(۱) حلقه ساکن می ماند.

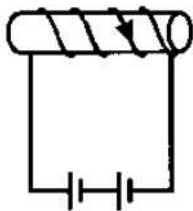
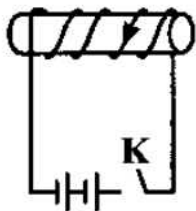
(۲) حلقه شروع به دوران می کند و A بالا و B پایین می رود.

(۳) حلقه شروع به دوران می کند و A پایین و B بالا می رود.

(۴) بسته به شرایط هر یک از سه حالت ۱، ۲ و ۳ می تواند صحیح باشد.

کدام ممل یادداشت نکات:

سوال ۷۵: در شکل مقابل، هسته های داخل سیم پیچ ها آهن خالص هستند. اگر کلید K را ببندیم، نیروی وارد بر هسته ها نسبت به وقتی که کلید باز است
 (۱) تغییر نمی کند.
 (۲) کاهش می یابد.
 (۳) افزایش می یابد.
 (۴) در لحظه اتصال افزایش و سپس کاهش می یابد.



سوال ۷۶: با برقراری اختلاف پتانسیل بین A و B یکبار جریان را از A به B و سپس از B به A برقرار می کنیم. فنر در این دو حالت
 (۱) متراکم می شود - متراکم می شود
 (۲) باز می شود - باز می شود
 (۳) متراکم می شود - باز می شود
 (۴) باز می شود - متراکم می شود



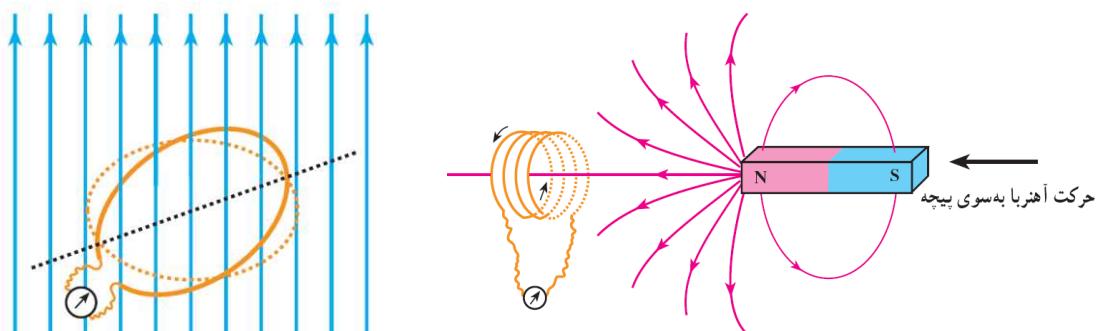
آزمایشات فارادی: در سال ۱۸۳۱ دانشمندی انگلیسی به نام مایکل فارادی و دانشمندی امریکایی به نام جوزف هانری با انجام آزمایشاتی مشابه شکل زیر دریافتند که همان طور که عبور جریان قابلیت ایجاد میدان مغناطیسی را دارد، با تغییر میدان مغناطیسی می توان در یک حلقه یا مسیر بسته، جریان (نیروی محرکه) تولید نمود.

با انجام آزمایشات متعدد عوامل ایجاد نیروی محرکه به صورت زیر تعیین گردید:

الف) تغییر اندازه میدان مغناطیسی

ب) تغییر مساحت حلقه

ج) تغییر راستای قرارگیری حلقه در میدان مغناطیسی (تغییر راستای میدان مغناطیسی)

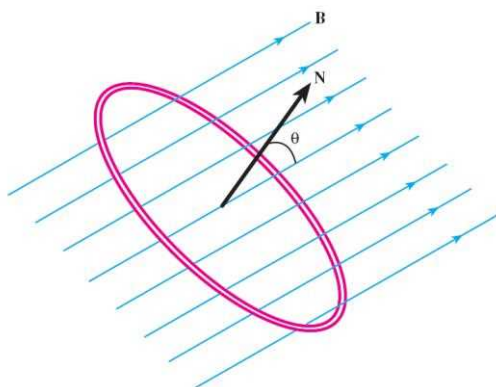


شار مغناطیسی: برای بیان ساده تر روابط کمیتی نردهای می توان تعریف نمود به نام شار مغناطیسی. در واقع این کمیت بیان تعداد خطوط میدان مغناطیسی گذرنده از یک حلقه (سطح) می باشد.

$$\Phi = BA \cos \theta = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

واحدها: $B \rightarrow T$ $\Phi \rightarrow wb$ $A \rightarrow m^2$

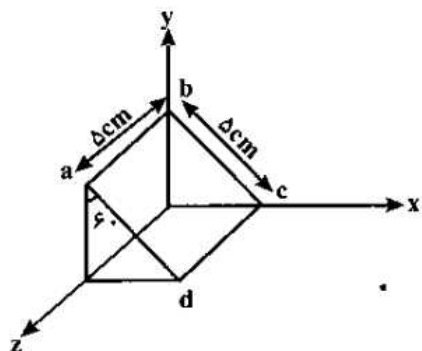
یکی از واحدهای قدیمی شار مغناطیسی ماکسول است.



نکته: برای یافتن شار مغناطیسی می توان از زاویه سطح پیچه با میدان کمک گرفت و از رابطه $\Phi = BA \sin \alpha$ آن را محاسبه نمود.

نکته: جهت بردار سطح به سمتی فرض می شود که زاویه آن با بردار میدان مغناطیسی کوچکتر است اما اگر حلقه بچرخد این بردار نیز همراه آن خواهد چرخید.

سوال ۷۷: در شکل رو به رو، میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0.4 T$ ، هم جهت با محور x وجود دارد. شار مغناطیسی گذرنده از سطح $abcd$ چند میلی وبر است؟



(۱) $2/5\sqrt{3}$

(۲) $0/5$

(۳) $25\sqrt{3}$

(۴) ۵

سوال ۷۸: یک جسم رسانای مربع شکل را در میدان مغناطیسی یکنواخت طوری قرار می دهیم که سطح آن با خط های میدان زاویه 60° بسازد. اگر قاب را بچرخانیم تا خط عمود بر قاب با میدان زاویه صفر درجه بسازد، شار مغناطیسی عبوری از آن چند برابر می شود؟

(۴) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

(۳) $\sqrt{3}$

(۲) $\frac{1}{2}$

(۱) ۲

سوال ۷۹: با افزایش زاویه بین نیم خط عمود بر سطح پیچه رسانا و میدان مغناطیسی محیط، از صفر تا 180° درجه، اندازه شار گذرنده از پیچه چگونه تغییر می کند؟

(۲) فقط افزایش می یابد.

(۱) فقط کاهش می یابد.

(۴) ابتدا کاهش یافته و سپس افزایش می یابد.

(۳) ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می یابد.

سوال ۸۰: زاویه بین سطح حلقه و میدان مغناطیسی محیط را از 60° درجه به 30° درجه می رسانیم. تغییر شار مغناطیسی گذرنده از حلقه کدام است؟

(۴) $\frac{\sqrt{3}-1}{2} AB$

(۳) $\frac{1-\sqrt{3}}{2} AB$

(۲) $\frac{1}{2} AB$

(۱) $\frac{\sqrt{3}}{2} AB$

کامل ملل یادداشت نکات:

سوال ۸۱: یک پیچه با مساحت 100cm^2 که دارای ۱۰۰ دور حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی به شدت $0/1\text{ T}$ قرار دارد. شار مغناطیسی که از پیچه می گذرد، چند وبر است؟

- (۱) 10^{-3} (۲) 10^{-2} (۳) 10^{-1} (۴) 10

قوانین القای الکترومغناطیسی:

الف) قانون فارادی: نیروی محرکه تولید شده در یک پیچه به صورت زیر به دست می آید:

$$|\mathcal{E}| = N \frac{d\phi}{dt}$$

N: تعداد حلقه پیچه

نکته: رابطه فوق را می توان به صورت متوسط نیز بیان کرد:

$$|\bar{\mathcal{E}}| = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

نکته: از قانون فارادی به راحتی جریان الکتریکی القایی قابل محاسبه است:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{N}{R} \times \frac{d\phi}{dt}$$

ب) قانون لنز: جهت جریان القایی در پیچه توسط این قانون تعیین می گردد. به این صورت که جریان القایی می خواهد با تغییر شار مخالفت کند. یعنی اگر شار گذرنده از پیچه در حال افزایش باشد، جریان القایی به گونه ای خواهد بود که میدان حاصل از جریان القایی میدان کل را کم کند و در نتیجه جلوی افزایش شار را بگیرد.

نکته: اگر شار مغناطیسی افزایش یابد، میدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی در خلاف جهت میدان مغناطیسی اصلی خواهد بود.

نکته: اگر شار مغناطیسی کاهش یابد، میدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی در جهت میدان مغناطیسی اصلی خواهد بود.

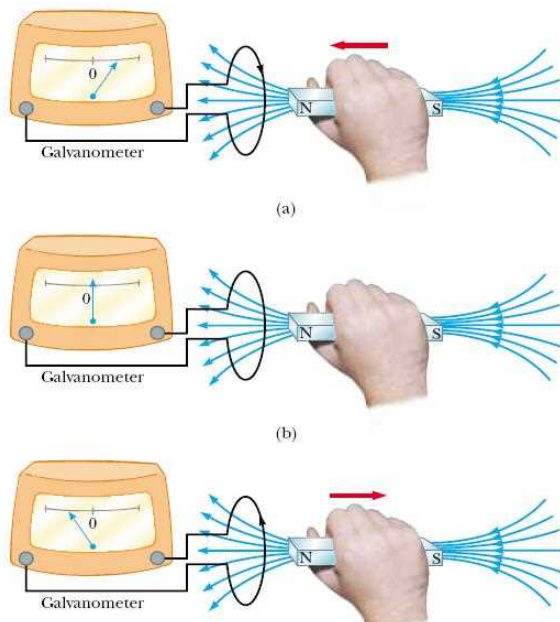
نکته: در صورت تغییر یکی از پارامترهای میدان یا مساحت یا زاویه می توان از رابطه های زیر برای محاسبه نیروی محرکه

کمک گرفت: $|\bar{\mathcal{E}}| = N \frac{\Delta A}{\Delta t} B \cos \theta$ $|\bar{\mathcal{E}}| = N \frac{\Delta B}{\Delta t} A \cos \theta$ $|\bar{\mathcal{E}}| = N \frac{BA(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)}{\Delta t}$

نکته مهم: در واقع اصل قانون فارادی به صورت روبروست:

$$|\mathcal{E}| = \left| -N \frac{d\phi}{dt} \right|$$

که مثل یادداشت نکات:



نکته: در آزمایش فارادی اگر آهنربا را ثابت نگه داریم و حلقه را به آن نزدیک یا دور کنیم، بازهم جریان القایی به وجود خواهد آمد.

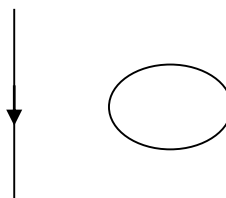
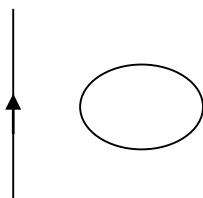
نکته: اگر در آزمایش فارادی آهنربا و سیم پیچ در مقابل هم ثابت نگه داشته شوند و یک میله آهنی را وارد سیم پیچ کنیم بازهم جریان القایی به وجود خواهد آمد.

نکته: قرینه شیب نمودار شار بر حسب زمان، نیرو محرکه را نشان می دهد.

نکته: سطح زیر نمودار نیرومحرکه بر حسب زمان، تغییرات شار را نشان می دهد.

نکته: برای یافتن بار خالص عبوری از مدار هنگام ایجاد جریان القایی می توان از رابطه $q = \frac{-N}{R} \Delta\phi$ استفاده نمود.

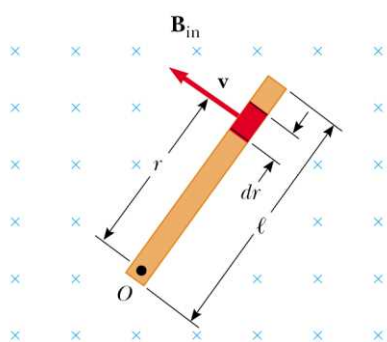
سوال ۸۲: در شکل های زیر با افزایش و کاهش جریان سیم راست، جهت جریان القایی در حلقه چگونه خواهد بود؟



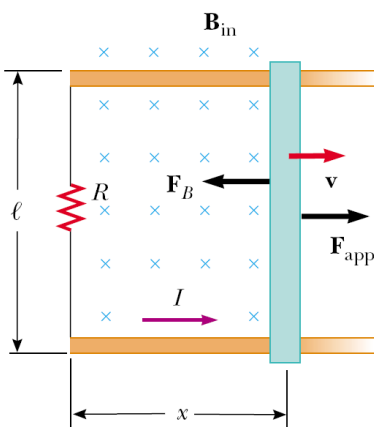
که محل یادداشت نکات:

سوال ۸۳: در شکل‌های بالا اگر جریان سیم راست تغییر نکند، ولی حلقه از سیم راست دور شود، آیا جریان القایی باز هم تولید می‌شود؟ اگر می‌شود در کدام جهت؟

سوال ۸۴: یک قطعه آهن و یک قطعه آهنربای مشابه را هم زمان درون لوله‌های مشابه مسی قائم رها می‌کنیم. سرعت خروج کدامیک کمتر است؟ زمان خروج کدامیک کمتر است؟



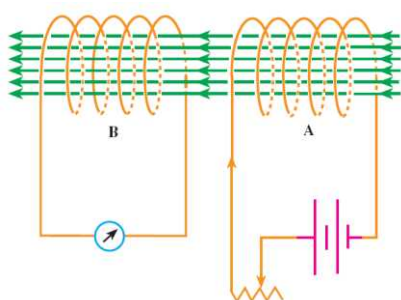
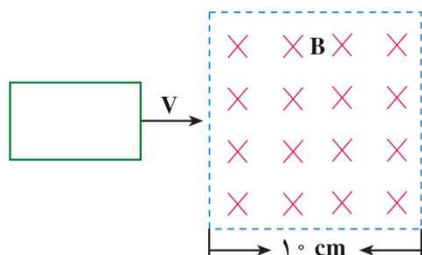
سوال ۸۵: اگر مطابق شکل روبرو میله آهنی را حول نقطه O در میدان مغناطیسی دوران دهیم، چه اتفاقی خواهد افتاد؟



نکته: اگر مطابق شکل روبرو میله‌ای به طول l روی دو میله ثابت قرار گیرد که به مقاومت R متصلند و در میدان مغناطیسی ثابت B قرار دارند، در صورت حرکت میله با سرعت v به سمت راست، اندازه نیروی محرکه القایی $\mathcal{E} = Bvl$ است و در صورت صرف نظر کردن از مقاومت میله‌ها، اندازه جریان القایی $I = \frac{Bvl}{R}$ و نیرویی که به میله متحرک وارد می‌شود $F = \frac{B^2 v l^2}{R}$ است.

سوال ۸۶: یک آهنربای میله‌ای به طور قائم در نزدیکی سطح زمین رها می‌شود و روی خاک نرمی فرود می‌آید. اگر در مسیر سقوط آن یک حلقه قرار دهیم و آهنربا از داخل حلقه عبور کند، فرورفتگی آن در زمین نسبت به قبل چه تغییر می‌کند؟ چرا؟

سوال ۸۷: حلقه فلزی مستطیلی شکل به ابعاد ۳ و ۵ سانتیمتر مطابق شکل با سرعت ثابت ۲ متر بر ثانیه وارد میدان یکنواخت ۰/۰۲ تسلا شده و از جهت دیگر خارج می شود. نمودار تغییر شار بر حسب زمان و نمودار نیروی محرکه القایی بر حسب زمان را رسم نمایید.



نکته: در شکل روبرو با تغییر جریان در مدار سیملوله A، در مدار سیملوله B جریان القایی تولید می شود.

سوال ۸۸: پیچه ای مسطح با مساحت $0/4 \text{ m}^2$ شامل ۱۰۰ دور، طوری در میدان مغناطیسی قرار گرفته که سطح آن با خطهای میدان زاویه 30° می سازد. اگر آهنگ تغییر اندازه مغناطیسی ۰/۲ تسلا بر ثانیه باشد، نیروی محرکه القایی متوسط تولید شده در پیچه چند ولت می شود؟

۴) $0/04\sqrt{3}$

۳) $0/04$

۲) ۴

۱) $4\sqrt{3}$

سوال ۸۹: اگر شار مغناطیسی عبوری از حلقه ای مطابق رابطه $\varphi = (t^3 + 2t^2 - 1) \times 10^{-3}$ (در SI) تغییر کند، بزرگی محرکه القایی در حلقه در لحظه $t = 1s$ چند ولت است؟

- (۱) 7×10^{-3} (۲) 2×10^{-2} (۳) 1×10^{-3} (۴) 1×10^{-2}

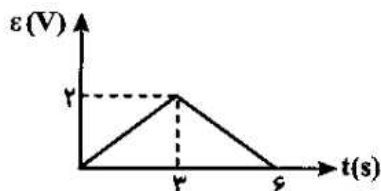
سوال ۹۰: از یک پیچه به مساحت $100cm^2$ که شامل ۲۰۰ دور سیم است، میدان مغناطیسی ای به صورت عمود بر سطح آن (در SI) با رابطه $B = 0/4t + 1$ تغییر می کند. بزرگی نیروی محرکه القایی ایجاد شده در پیچه چند ولت است؟

- (۱) ۰/۸ (۲) ۰/۴ (۳) ۰/۰۰۸ (۴) ۰/۰۰۴

سوال ۹۱: یک حلقه به مساحت $100cm^2$ عمود بر یک میدان مغناطیسی به بزرگی ۰/۲ تسلا قرار دارد. اگر حلقه را حول محوری سطح پیچه در مدت ۲ میلی ثانیه به اندازه ۱۸۰ درجه بچرخانیم، نیروی محرکه القایی متوسط تولید شده در حلقه چند ولت می شود؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۰/۲ (۴) ۰/۴

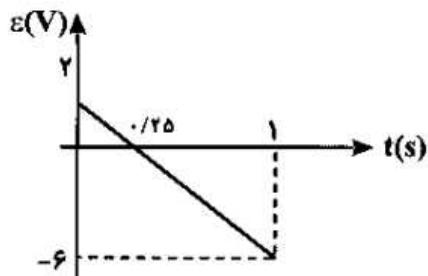
سوال ۹۲: نمودار نیروی محرکه القایی بر حسب زمان حلقه ای مطابق شکل، رسم شده است. بزرگی تغییر شار مغناطیسی درون این حلقه در بازه زمانی صفر تا ۶ ثانیه چند وبر است؟



- (۱) ۳
(۲) ۶
(۳) ۱/۵
(۴) ۱۲

کج محل یادداشت نکات:

سوال ۹۳: اگر نمودار تغییرات نیروی محرکه ای تولید شده در یک حلقه رسانا به صورت زیر باشد، اندازه تغییرات شار گذرنده از حلقه در مدت یک ثانیه چند وبر خواهد بود؟



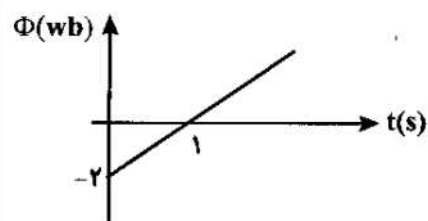
(۱) 2/5

(۲) ۲

(۳) ۱

(۴) 1/5

سوال ۹۴: نمودار تغییرات شار مغناطیسی که از یک حلقه می گذرد بر حسب زمان مطابق شکل مقابل است. اندازه نیروی محرکه در لحظه $t = 3s$ چند برابر اندازه نیروی محرکه در لحظه $t = 2s$ است؟

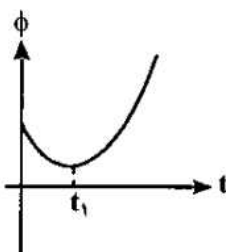


(۱) ۱

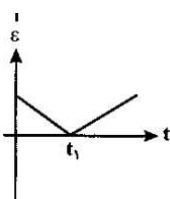
(۲) 3/2

(۳) ۲

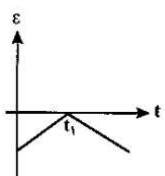
(۴) 5/2



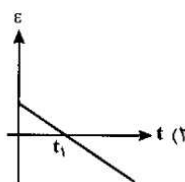
سوال ۹۵: اگر نمودار تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از یک پیچه ی بسته بر حسب زمان به صورت سهمی مقابل باشد، کدام یک از نمودار های زیر، نمودار نیروی محرکه تولید شده در پیچه بر حسب زمان خواهد بود؟



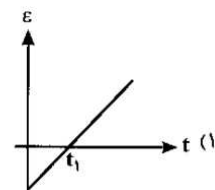
(۴)



(۳)



(۲)



(۱)

سوال ۹۶: در چه مدت زمانی مقدار میدان مغناطیسی عمود بر یک حلقه به مساحت ۸ سانتی متر مربع از $0/5 +$ تسلا به $0/3 -$ تسلا برسانیم تا نیروی محرکه القایی متوسط حاصل برابر $0/01$ ولت باشد؟

(۴) ۸۸ میکرو ثانیه

(۳) ۸۰ میکرو ثانیه

(۲) ۶۴ میلی ثانیه

(۱) ۳۲ میلی ثانیه

کامل یادداشت نکات:

سوال ۹۷: معادله شار مغناطیسی که از درون سیم پیچی شامل ۱۰ حلقه می گذرد، به صورت $\varphi = t^2 + 5$ (در SI) می باشد. اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در سه ثانیه اول بر حسب ولت کدام است؟

- (۱) ۳ (۲) ۴۰ (۳) ۳۰ (۴) ۶۰

سوال ۹۸: بر اثر جریان القایی حاصل از تغییرات مغناطیسی یک مدار بسته به مقاومت R بار q از مدار عبور می کند. تغییر شار مغناطیسی مدار کدام گزینه است؟

- (۱) $\frac{R}{q}$ (۲) Rq (۳) $\frac{q}{R}$ (۴) Rq^2

سوال ۹۹: در مداری به مقاومت 2Ω شار مغناطیسی از $2/5 \text{ Wb}$ به $8/5 \text{ Wb}$ رسیده است. چند کولن بار در اثر این تغییر شار در مدار به جریان افتاده است؟

- (۱) ۹ (۲) ۱۲ (۳) ۶ (۴) ۳

سوال ۱۰۰: از یک پیچه شامل ۱۰۰ دور به مساحت 100 cm^2 و مقاومت ۲۰ اهم، میدان مغناطیسی عمود بر سطح پیچه می - گذرد. اگر میدان با معادله $B = 4t - t^2$ تغییر کند، جریان القایی در لحظه $t = 1 \text{ s}$ در پیچه چند آمپر است؟

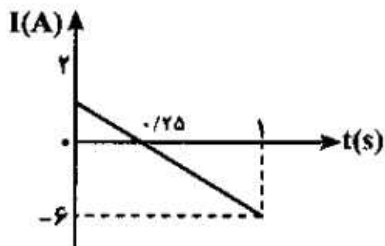
- (۱) ۲ (۲) ۱ (۳) ۰/۲ (۴) ۰/۱

سوال ۱۰۱: پیچه ای به مقاومت ۶۰۰ اهم، از ۱۰۰ حلقه به قطر 6 cm تشکیل شده است. این پیچه بین دو قطب یک آهنربا چنان قرار گرفته است که شار مغناطیسی گذرنده از سطح آن بیشینه است. اگر پیچه را از میدان مغناطیسی خارج کنیم، بار الکتریکی 10^{-4} کولن در مدار متصل به پیچه شارش می کند. میدان مغناطیسی بین دو قطب آهنربا چند گوس است؟

- (۱) ۰/۲۱۲ (۲) ۲۱/۲ (۳) ۲۱۲ (۴) ۲۱۲۰

کامل میل یادداشت نکات:

سوال ۱۰۲: اگر نمودار شدت جریان القایی لحظه ای تولید شده در یک حلقه ی رسانا به صورت زیر باشد، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه ی رسانا در لحظه $t = 1s$ چند وبر می باشد؟ (در صورتی که مقاومت حلقه رسانا $R = 0.5 \Omega$ و شار عبوری از حلقه در لحظه ی صفر برابر صفر باشد).



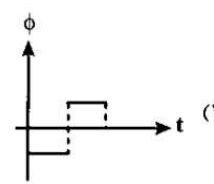
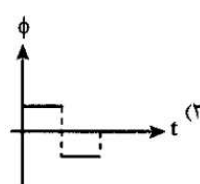
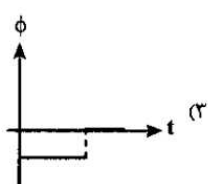
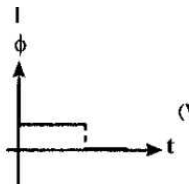
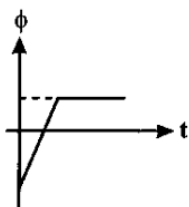
(۱) -0.5

(۲) صفر

(۳) ۱

(۴) $+1.5$

سوال ۱۰۳: نمودار تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از مداری به صورت زیر است. کدام یک از نمودارهای زیر، تغییرات شدت جریان القاء شده در این مدار را درست نشان می دهد؟ (مقاومت مدار ثابت و مخالف صفر می باشد).



سوال ۱۰۴: در شکل مقابل، جریان الکتریکی I از حلقه (۱) در چه جهتی و چگونه تغییر کند تا جریان القایی در حلقه (۲) به صورت پادساعتگرد باشد؟



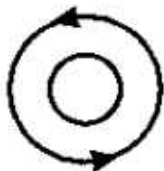
(۱) ساعتگرد - در حال کاهش

(۲) پادساعتگرد - در حال افزایش

(۳) پادساعتگرد - در حال کاهش

(۴) گزینه ۱ و ۲

سوال ۱۰۵: در شکل مقابل، جریان حلقه بزرگ تر رو به کاهش گذاشته، صفر می شود و پس از آن در جهت خلاف شروع به افزایش می کند. جهت جریان القایی در حلقه کوچک تر چگونه است؟



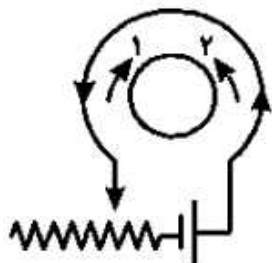
(۱) ابتدا ساعتگرد و سپس پادساعتگرد

(۲) ابتدا پادساعتگرد و سپس ساعتگرد

(۳) دائماً پادساعتگرد

(۴) دائماً ساعتگرد

سوال ۱۰۶: در شکل مقابل، ابتدا مقاومت رئوستا را زیاد و سپس کم می کنیم. جهت جریان القایی در حلقه دوم (حلقه داخلی) به ترتیب با کدام یک از دو جهت مشخص شده مطابقت دارد؟



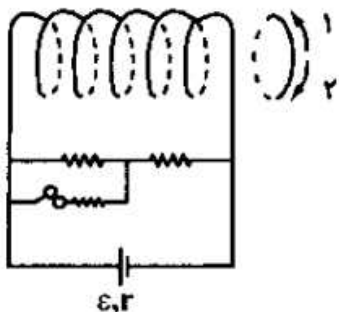
(۱) ۱، ۱

(۲) ۲، ۱

(۳) ۱، ۲

(۴) ۲، ۲

سوال ۱۰۷: در مدار شکل مقابل، از سیم پیچ و مقاومت جریانی الکتریکی عبور می کند. وقتی کلید بسته می شود، در حلقه ای که مقابل سیم پیچ قرار دارد، چه اتفاقی رخ می دهد؟



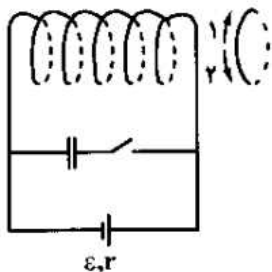
(۱) جریان الکتریکی القایی فقط در جهت (۱) ایجاد می شود.

(۲) جریان الکتریکی القایی فقط در جهت (۲) ایجاد می شود.

(۳) جریان الکتریکی القایی ابتدا در جهت (۱) سپس در جهت (۲) ایجاد می شود.

(۴) جریان الکتریکی القایی ابتدا در جهت (۲) سپس در جهت (۱) ایجاد می شود.

سوال ۱۰۸: در مدار شکل مقابل، خازن در ابتدا خالی است. کلید را می بندیم، بلافاصله پس از بستن کلید، در حلقه ای که مقابل سیم پیچ قرار دارد چه اتفاقی رخ می دهد؟



(۱) جریان الکتریکی القایی فقط در جهت (۱) ایجاد می شود.

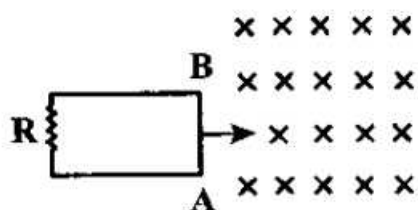
(۲) جریان الکتریکی القایی فقط در جهت (۲) ایجاد می شود.

(۳) جریان الکتریکی القایی ابتدا در جهت (۱) سپس در جهت (۲) ایجاد می شود.

(۴) جریان الکتریکی القایی ابتدا در جهت (۲) سپس در جهت (۱) ایجاد می شود.

کلمه محل یادداشت نکات:

سوال ۱۰۹: پیچه ای مطابق شکل، وارد میدان مغناطیسی درونسویی شده و پس از عبور از آن از میدان خارج می شود. جهت جریان القایی به هنگام ورود و خروج پیچه از میدان مغناطیسی در مقاومت R به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



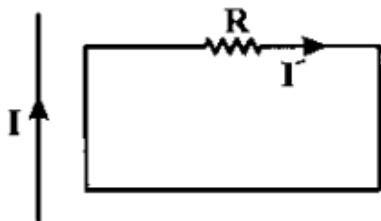
(۱) از A به B - از A به B

(۲) از A به B - از B به A

(۳) از B به A - از A به B

(۴) از B به A - از B به A

سوال ۱۱۰: در شکل روبه رو، برای آنکه در مقاومت R جریان (I') برقرار شود، شدت جریان عبوری از سیم (I) چگونه تغییر می کند؟



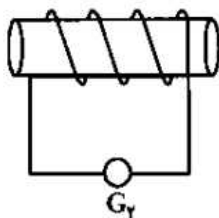
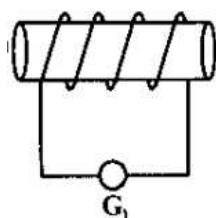
(۱) افزایش می یابد.

(۲) کاهش می یابد.

(۳) ثابت می ماند.

(۴) به طور متناوب تغییر می کند.

سوال ۱۱۱: با توجه به جهت حرکت آهنربای NS در شکل مقابل، جهت جریان در گالوانومترهای G_1 و G_2 به ترتیب در کدام گزینه می باشد؟



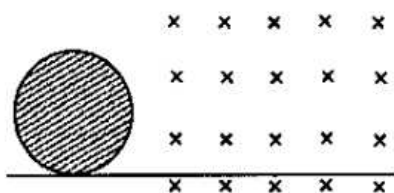
(۲) $\leftarrow, \leftarrow$

(۱) $\rightarrow, \rightarrow$

(۴) $\rightarrow, \leftarrow$

(۳) $\leftarrow, \rightarrow$

سوال ۱۱۲: یک قرص مسی روی سطح افقی مطابق شکل، از چپ به راست می غلتد. در ضمن این حرکت، از دهانه یک آهنربا که میدان مغناطیسی آن به سمت داخل صفحه ی شکل است رد می شود. به هنگام عبور از میان دهانه ی آهنربا



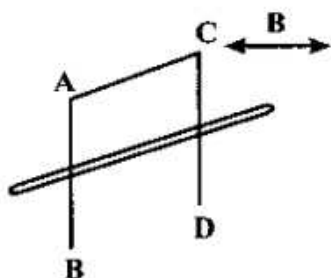
(۱) سرعت آن افزایش می یابد.

(۲) سرعت آن کم می شود.

(۳) سرعت آن ثابت است.

(۴) سرعت آن ابتدا کم و سپس زیاد می شود.

سوال ۱۱۳: میله رسانای D روی سیم رسانای U شکل مقابل می تواند بدون اصطکاک بلغزد. یک میدان مغناطیسی مطابق شکل، یکبار به طرف راست و بار دیگر به طرف چپ بر مدار اعمال می کنیم. شتاب سقوط میله در حالت اول و در حالت دوم می باشد.



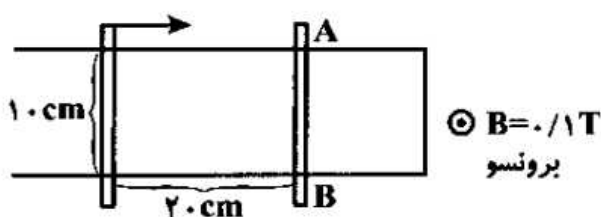
(۱) بیشتر از g - بیشتر از g

(۲) کمتر از g - بیشتر از g

(۳) برابر g - برابر g

(۴) کمتر از g - کمتر از g

سوال ۱۱۴: در مدار شکل زیر، میله AB به اندازه 20 سانتی متر جابه جا می شود. اگر میدان ثابت $0/1$ تسلا عمود بر سطح اعمال شود و مقاومت مدار 20 اهم باشد، مقدار بار عبوری در جابه جایی فوق چند میکروکولن است؟ (فقط سیم AB مقاومت دارد)



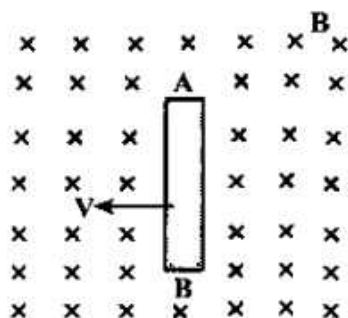
(۱) 40

(۲) 100

(۳) 200

(۴) 250

سوال ۱۱۵: مطابق شکل، میله ی رسانای AB به طول 20 سانتی متر را با سرعت 5 متر بر ثانیه عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت و درونسو به شدت $0/1$ تسلا به طرف چپ حرکت می دهیم. نیروی محرکه القایی در دو سر میله ولت و قسمت A و قسمت B می شود.



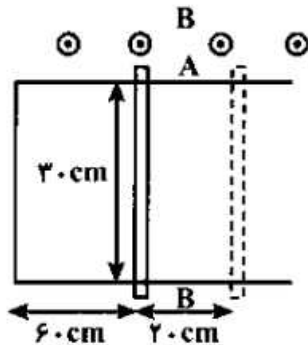
(۱) 10^{-1} ، مثبت، منفی

(۲) 10^{-1} ، منفی، مثبت

(۳) 10^{-2} ، منفی، خنثی

(۴) میله یک مدار بسته نیست و نیروی محرکه القایی آن صفر است.

سوال ۱۱۶: مطابق شکل، یک قطعه سیم مدار ناقصی را کامل کرده است. این قطعه سیم را در مدت $0/1$ ثانیه به اندازه 20cm به طور یکنواخت به طرف راست می کشیم. اگر میدان مغناطیسی $1/5$ تسلا عمود بر سطح کاغذ و به طرف بیرون باشد، نیروی محرکه القا شده در دو سر مدار چند ولت است؟



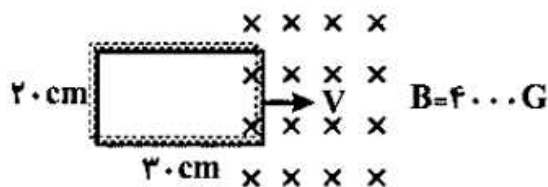
(۱) 0/9

(۲) 0/09

(۳) 1/8

(۴) 0/18

سوال ۱۱۷: سیمی به مقاومت الکتریکی 30 اهم و طول 40 متر را به صورت یک پیچه ی مستطیلی به اضلاع 20×30 سانتی-متر در آورده و آن را مطابق شکل، با سرعت 15 m/s وارد یک میدان مغناطیسی درونسو 4000 گاوسی می کنیم. شدت جریان الکتریکی القا شده در هنگام ورود پیچه به میدان مغناطیسی چند آمپر است؟



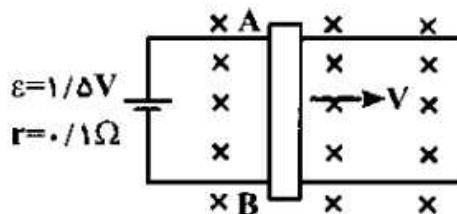
(۱) 1/6

(۲) 0/16

(۳) ۴

(۴) 0/4

سوال ۱۱۸: در شکل زیر، میله فلزی AB به طول 50cm با سرعت 2 m/s در میدان مغناطیسی درونسو $0/4$ تسلا به طرف راست کشیده می شود. اگر مقاومت میله $0/9\text{ اهم}$ و مقاومت سیم های رابط ناچیز باشد، شدت جریان الکتریکی مدار چند آمپر خواهد بود؟



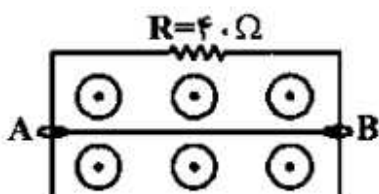
(۱) 1/5

(۲) 0/4

(۳) 1/9

(۴) 1/1

سوال ۱۱۹: سیم بدون مقاومت الکتریکی AB به طول ۱ متر و جرم ۲۰ گرم در روی یک جفت سیم قائم که مطابق شکل به مقاومت ۴۰ اهمی متصل شده اند، می لغزد. از اصطکاک سیم ها صرف نظر می گردد. اگر سیم را از حالت سکون رها کنیم، بیشینه ی سرعت سقوط میله در میدان مغناطیسی یکنواخت برونسو و $0.80 T$ چند متر بر ثانیه است؟



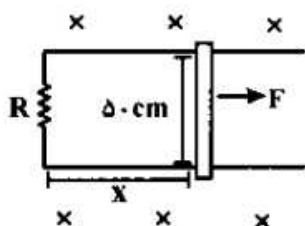
(۱) 12/5

(۲) 0/25

(۳) 0/125

(۴) ۲۵

سوال ۱۲۰: مطابق شکل، یک میله فلزی با یک مدار ناقص تماس دارد و مدار را کامل می کند. سطح مدار بر میدان مغناطیسی درونسو 0.15 تسلا عمود است. اگر مقاومت کل مدار ۳ اهم باشد، چه نیرویی بر حسب نیوتن لازم است تا میله با سرعت $2 m/s$ به طرف راست کشیده شود؟



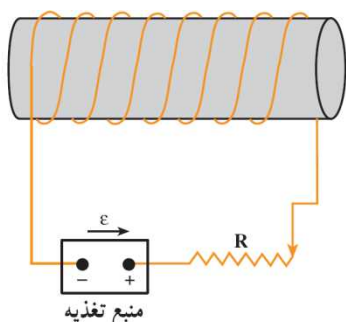
(۱) $5/25 \times 10^{-2}$

(۲) $3/75 \times 10^{-3}$

(۳) $1/15 \times 10^{-1}$

(۴) $2/5 \times 10^{-4}$

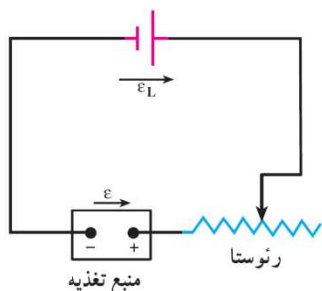
خودالقآوری:



فرض کنید مداری مطابق شکل روبرو داریم وقتی رنوستا را کم و زیاد کنیم اندازه جریان گذرنده از سیملوله تغییر یافته و در نتیجه اندازه میدان مغناطیسی گذرنده از سطح مقطع آن تغییر می کند و در نتیجه شار مغناطیسی گذرنده از سطح مقطع سیملوله تغییر می کند. طبق قانون فارادی تغییر شار سبب ایجاد نیروی محرکه القایی و جریان القایی می گردد. به این پدیده که تغییر جریان در یک مدار سبب ایجاد نیروی محرکه القایی در همان مدار می گردد، خودالقآوری گویند.

که مثل یادداشت نکات:

نکته: در خودالقایی هیچ عامل تغییر شار خارجی وجود ندارد و عامل تغییر شار، داخلی است.



نکته: به سیملوله، القاگر نیز می‌گویند.

بنابراین اگر جریان را افزایش دهیم در واقع سیملوله می‌خواهد جریان را کاهش دهد و جریان القایی و یا نیروی محرکه القایی در جهت عکس جریان خواهد بود. در واقع سیملوله مانند یک باتری عمل می‌کند که مانند شکل روبرو قرار گرفته باشد.

نیروی محرکه خودالقایی:

$$\left. \begin{aligned} B &= \frac{\mu \cdot kNI}{l} \\ \Phi &= BA \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \Phi &= \frac{\mu \cdot kNA}{l} I \\ \varepsilon &= -N \frac{d\Phi}{dt} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \varepsilon = -\left(\frac{\mu \cdot kN^2 A}{l}\right) \frac{dI}{dt}$$

در عبارت بالا اعداد داخل پرانتز همگی بستگی به شکل ظاهری و ساختار سیملوله دارند که آن را با L نمایش داده و آن را

$$L = \frac{\mu \cdot kN^2 A}{l}$$

$$\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$$

ضریب القایی می‌نامند و واحد آن هانری (H) می‌باشد. یعنی:

تعریف یک هانری: یک هانری، ضریب القایی سیملوله‌ای است که هرگاه جریانی که از آن عبور می‌کند با آهنگ یک آمپر بر ثانیه تغییر کند، نیروی محرکه‌ای برابر یک ولت در آن القا شود.

انرژی ذخیره شده در سیملوله: از آنجا که تغییر جریان در سیملوله سبب ایجاد نیروی محرکه القایی می‌گردد، این سوال پیش می‌آید که در هر مداری که باتری (نیروی محرکه) وجود دارد یک انرژی تولید می‌گردد. لذا نیروی محرکه القایی نیز باید انرژی تولید کند و یا انرژی به مدار بدهد. این انرژی کجاست و از کجا می‌آید؟ پاسخ اینجاست که در لحظه‌ای که کلید وصل می‌شود، جریان از صفر شروع به افزایش می‌کند. در این لحظه که القاگر می‌خواهد با افزایش جریان مقابله کند مقداری از این انرژی را در خود ذخیره می‌کند و به اصطلاح می‌گویند این انرژی در فضای سیملوله و یا میدان آن ذخیره شده است که داریم:

$$dU = \Delta V dq \Rightarrow dU = \Delta V I dt \Rightarrow dU = \left(L \frac{dI}{dt} \right) I dt \Rightarrow dU = LI dI \Rightarrow$$

$$U = \int_0^I LI dI \Rightarrow U = \frac{1}{2} LI^2$$

واحدها: $U \rightarrow J \quad L \rightarrow H \quad I \rightarrow A$

رابطه بالا انرژی ذخیره شده در سیملوله را در لحظه‌ای که جریان I از آن عبور می‌کند، بیان می‌نماید.

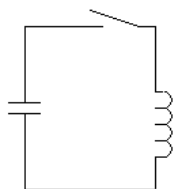
تمام مطالب بیان شده در مورد خودالقآوری نه تنها برای سیملوله بلکه برای پیچ هم صادق است.

نکته: رابطه‌ی انرژی ذخیره شده در سیملوله بر حسب ویژگی‌های ساختاری آن (بر حسب حجم داخلی سیملوله و میدان داخل

آن) به صورت $U = \frac{1}{2} \frac{B^2 V}{\mu}$ است.

سوال ۱۲۱: در شکل زیر خازن دارای بار ۲ میلی کولن است. اگر کلید وصل شود، حداکثر جریان سیملوله چند آمپر می‌شود؟

(راهنمایی: از قانون بقای انرژی کمک بگیرید) ($L=1H, C=1F$)



(۱) 0.02

(۲) 0.001

(۳) 2

(۴) 1

نکته: سیملوله در ابتدای وصل شدن کلید مانند یک مقاومت بینهایت عمل نموده و گویی مدار را قطع نموده است. اما پس

از مدتی مانند یک سیم بدون مقاومت عمل نموده و گویی از مدار حذف می‌شود.

نکته: سیملوله برعکس خازن عمل می‌کند.

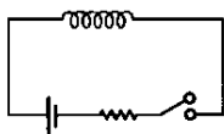
که مثل یادداشت نکات:

سوال ۱۲۲: دو سیم لوله با سطح مقطع یکسان بر روی دو هسته ی مشابه پیچیده شده اند، به گونه ای که تعداد حلقه های اولی دو برابر دومی و طول اولی نصف دومی است. ضریب القاوری اولی چند برابر دیگری است؟

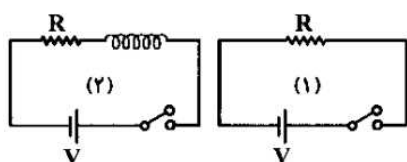
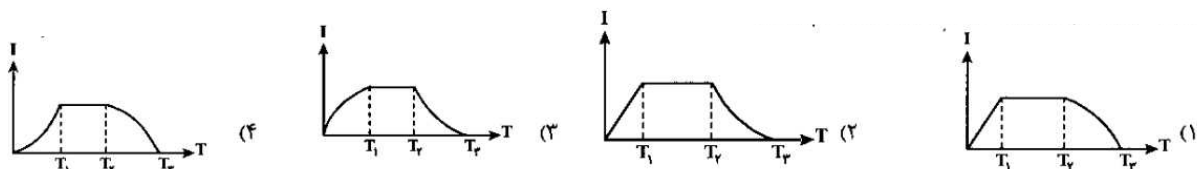
- (۱) ۸ (۲) ۴ (۳) ۲ (۴) ۱

سوال ۱۲۳: سیم لوله ای شامل ۲۰۰۰ حلقه است. مساحت هر حلقه 50cm^2 و طول سیم لوله 50cm و تراوایی نسبی مغناطیسی هسته آن برابر ۵ می باشد. ضریب القاوری سیم لوله چند میلی هانری است؟ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$, $\pi \approx 3$

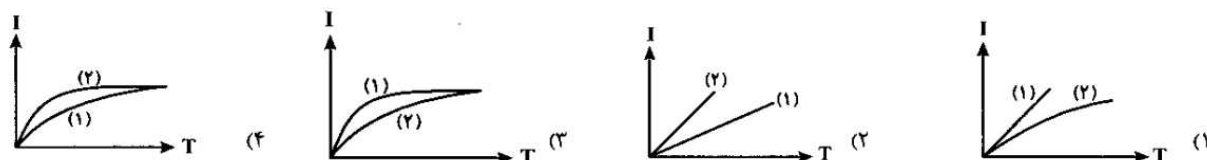
- (۱) ۵ (۲) ۵۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۲۴۰



سوال ۱۲۴: سیم لوله ای مطابق شکل، در مدار می باشد. نمودار جریان بر حسب زمان به هنگام وصل کلید - بسته بودن کلید - باز کردن کلید کدام است؟

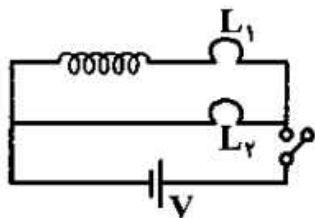


سوال ۱۲۵: در شکل مقابل، مقاومت اهمی سیم لوله ناچیز است. کدام گزینه تغییرات جریان الکتریکی بر حسب زمان را در مدار های (۱) و (۲) هنگام بستن کلید، درست نشان می دهد؟



که محل یادداشت نکات:

سوال ۱۲۶: در شکل مقابل، لامپ های L_1 و L_2 مشابه و مقاومت اهمی سیم لوله ناچیز است. اگر کلید را ببندیم
و سپس دوباره کلید را باز کنیم،



- (۱) هر دو لامپ با هم روشن می شوند - هر دو لامپ با هم خاموش می شوند.
- (۲) ابتدا لامپ L_1 ، سپس L_2 روشن می شود - ابتدا L_1 ، سپس L_2 خاموش می شود.
- (۳) ابتدا L_2 ، سپس L_1 روشن می شود - ابتدا L_2 ، سپس L_1 خاموش می شود.
- (۴) ابتدا لامپ L_2 ، سپس L_1 روشن می شود - ابتدا L_1 ، سپس L_2 خاموش می شود.

سوال ۱۲۷: طول یک سیملوله ۳۰ سانتی متر و مساحت سطح مقطع آن 5cm^2 است. اگر با عبور جریانی به شدت ۲۰ آمپر انرژی ذخیره شده در آن $0/1$ ژول باشد، این سیملوله تقریباً از چند حلقه تشکیل شده است؟

$$(\pi \approx 3, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A})$$

۱۰۰ (۴)

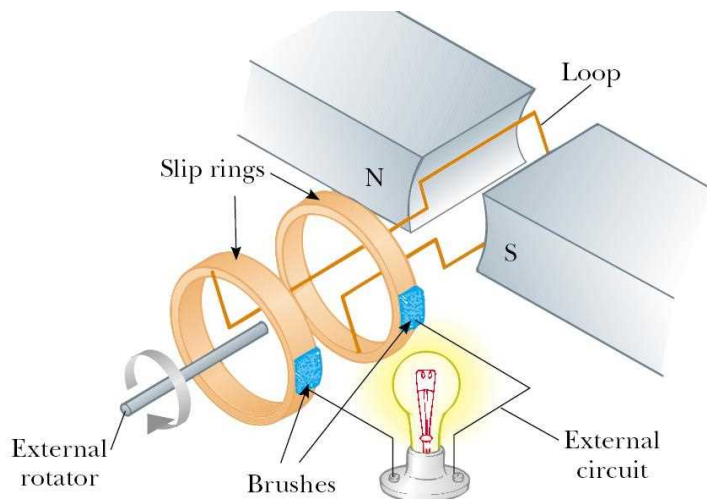
۲۵۰ (۳)

۵۰۰ (۲)

۱۰۰۰ (۱)

جریان متناوب:

می‌دانیم یکی از راه‌های تغییر شار تغییر زاویه بین میدان مغناطیسی و سطح مقطع پیچه است. اگر عامل خارجی با سرعت زاویه‌ای ثابتی سطح مقطع پیچه را بچرخاند داریم:



$$\Phi = BA \cos \theta = BA \cos(\omega t) \Rightarrow \varepsilon = NBA\omega \sin(\omega t) \Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_{max} \sin(\omega t)$$

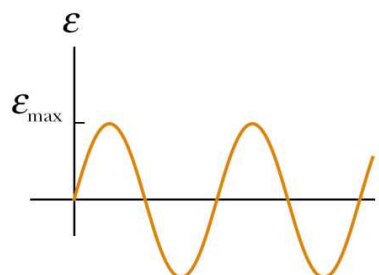
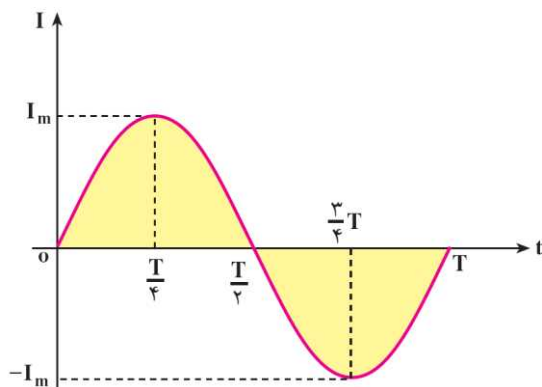
$$I = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow I = \frac{NBA\omega}{R} \sin(\omega t) \Rightarrow I = I_{max} \sin(\omega t)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

به ω بسامد زاویه‌ای گویند و دوره تناوب از رابطه روبرو به دست می‌آید:

$$f = \frac{1}{T}$$

در ضمن فرکانس یا بسامد نیز از رابطه روبرو به دست می‌آید:



نمودار استاندارد نیروی محرکه القایی و جریان القایی بر حسب زمان به صورت سینوسی است:

نکته: نمودار استاندارد کیفی شار بر حسب زمان به صورت کسینوسی است.

نکته: در یک دوره تناوب تعداد الکترون خالص گذرنده از یک مقطع سیم صفر است.

سوال ۱۲۸: در یک میدان مغناطیسی یکنواخت، نیروی محرکه القایی در یک پیچه به صورت $\varepsilon = 200 \sin(10\pi t)$ می باشد.

اگر مقاومت آن ۵ اهم باشد، مطلوبست:

الف) دوره تناوب و بسامد.

ب) بیشترین مقدار نیروی محرکه و بیشترین مقدار جریان القایی.

ج) اولین بار شار مغناطیسی در چه زمانی به بیشترین مقدار خود می رسد و در این زمان مقدار نیروی محرکه و جریان القایی چقدر است؟

د) اولین بار چه زمانی نیروی محرکه القایی به بیشترین مقدار خود می رسد و در این لحظه شار چقدر است؟

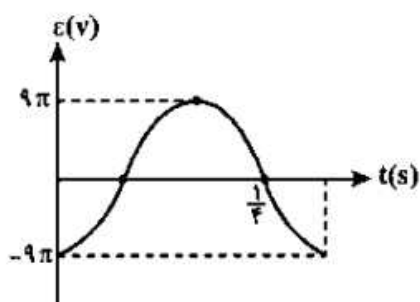
سوال ۱۲۹: قاب مستطیل شکلی با ابعاد ۲۵ و ۴۰ سانتیمتر از ۲۵۰ حلقه تشکیل شده است و در میدان مغناطیسی ۲۰ گاوس با سرعت ۲۴۰۰ دور بر دقیقه حول محور خود که عمود بر میدان مغناطیسی است می‌چرخد. مطلوبست معادله نیرو محرکه بر حسب زمان.

سوال ۱۳۰: از سیم پیچی جریانی متناوب به معادله $I = 0.4 \sin(200\pi t)$ می‌گذرد. الف) معادله انرژی ذخیره شده در آن را بر حسب زمان بیان کنید. ب) ضریب القاوری آن چقدر باشد تا بیشترین مقدار انرژی ذخیره در آن $3/2$ ژول باشد؟

سوال ۱۳۱: حلقه‌ای به مساحت ۲۰۰ سانتیمتر مربع در میدانی به صورت $B = 25 \sin(100t)$ طوری قرار گرفته است که سطح آن عمود بر میدان است. ماکزیم نیروی محرکه القایی در حلقه چند ولت است؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱ (۴) ۰/۵

سوال ۱۳۲: شکل زیر، نمودار تغییرات نیروی محرکه ی القا شده در یک پیچه ی ۱۰۰ دوری را بر حسب زمان نشان می‌دهد. بیشینه ی شار مغناطیسی که از هر حلقه ی پیچه می‌گذرد، چند وبر است؟



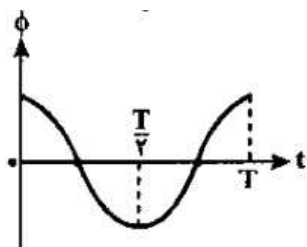
(۱) 15×10^{-3}

(۲) 2×10^{-3}

(۳) 25×10^{-3}

(۴) 1×10^{-3}

سوال ۱۳۳: نمودار تغییرات شار مغناطیسی در یک پیچه به صورت مقابل است. در کدام لحظه نیروی محرکه ی القایی در آن بیشترین مقدار است؟



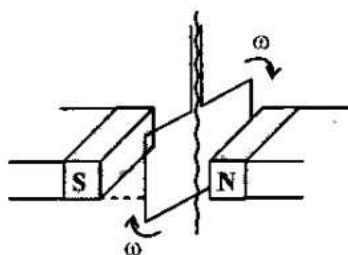
(۱) $\frac{T}{2}, 0$

(۲) $T, \frac{T}{2}$

(۳) $\frac{3T}{4}, \frac{T}{4}$

(۴) در تمام لحظات نیروی محرکه ثابت است.

سوال ۱۳۴: شکل زیر، سیم پیچی را نشان می دهد که در میان دو قطب یک آهنربا با سرعت زاویه ای ثابت در جهت مشخص شده می چرخد. در لحظه ی نشان داده شده، شدت جریان الکتریکی القایی



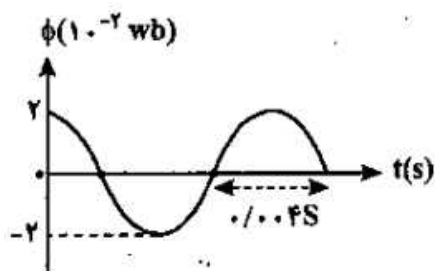
(۱) در حال زیاد شدن است.

(۲) در حال کم شدن است.

(۳) بیشینه است.

(۴) در حال تغییر جهت دادن است.

سوال ۱۳۵: نمودار تغییرات شار مغناطیسی بر حسب زمان در یک پیچه که ۱۰۰ حلقه دارد، مطابق شکل زیر است. در لحظه ای که شار مغناطیسی ۰/۰۱ وبر است، نیروی محرکه القایی چند ولت خواهد بود؟



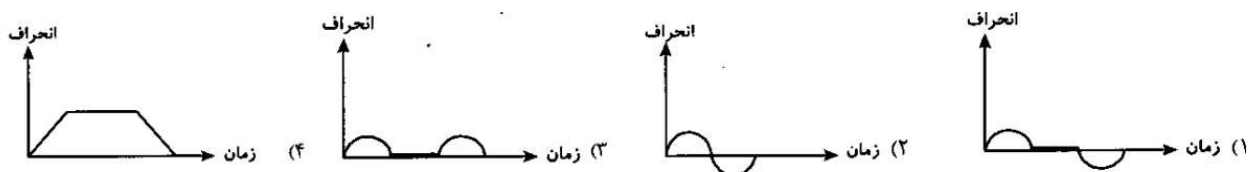
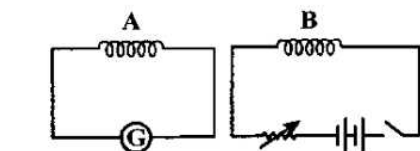
(۱) $250\sqrt{3}\pi$

(۲) 250π

(۳) $500\pi\sqrt{3}$

(۴) $\frac{250\pi\sqrt{3}}{2}$

سوال ۱۳۶: در شکل زیر، سیم پیچ A به یک گالوانومتر و سیم پیچ B که مقابل آن است به یک رئوستا، یک مولد و یک کلید قطع و وصل متصل است. وقتی کلید را برای چند لحظه بسته و سپس باز می کنیم، کدام یک از نمودارها بهتر از همه انحراف عقربه ی گالوانومتر را نشان می دهد؟



مبدل‌ها:

تبدیل ولتاژ ac آسان تر از dc است. برای این کار از مبدل استفاده می شود. در مسافت های طولانی انتقال برق با ولتاژ بالا و

جریان کم صورت می گیرد. برای مبدل آرمانی داریم: $\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$

کلید تست‌ها:

۴(۱۱۸)	۱ (۹۰)	۲ (۶۱)	(۳۱)	(۱)
۱(۱۱۹)	۱ (۹۱)	۳ (۶۲)	(۳۲)	(۲)
۲(۱۲۰)	۲ (۹۲)	۳ (۶۳)	(۳۳)	(۳)
۱(۱۲۱)	۲ (۹۳)	۴ (۶۴)	(۳۴)	۴ (۴)
۱ (۱۲۲)	۱ (۹۴)	۳ (۶۵)	۱(۳۵)	۲ (۵)
۴ (۱۲۳)	۲ (۹۵)	۲ (۶۶)	۴ (۳۶)	۳ (۶)
۳ (۱۲۴)	۲ (۹۶)	۲ (۶۷)	۳ (۳۷)	۲ (۷)
۳ (۱۲۵)	۳ (۹۷)	۲ (۶۸)	۱(۳۸)	۲ (۸)
۳ (۱۲۶)	۲ (۹۸)	۱ (۶۹)	۲ (۳۹)	(۹)
۲ (۱۲۷)	۴ (۹۹)	۲ (۷۰)	۴ (۴۰)	(۱۰) شمال
(۱۲۸)	۴ (۱۰۰)	۳ (۷۱)	۴ (۴۱)	شرقی
(۱۲۹)	۴ (۱۰۱)	۱ (۷۲)	۱ (۴۲)	۲ (۱۱)
(۱۳۰)	۳ (۱۰۲)	۴ (۷۳)	۲ (۴۳)	۳ (۱۲)
۱(۱۳۱)	۳ (۱۰۳)	۲ (۷۴)	۲ (۴۴)	۱ (۱۳)
۱ (۱۳۲)	۴ (۱۰۴)	۳ (۷۵)	۲ (۴۵)	(۱۴)
۳ (۱۳۳)	۳ (۱۰۵)	۱ (۷۶)	(۴۶)	۳ (۱۵)
۱ (۱۳۴)	۳ (۱۰۶)	۲ (۷۷)	۲ (۴۷)	۲ (۱۶)
۱ (۱۳۵)	۲ (۱۰۷)	۴ (۷۸)	۲ (۴۸)	۳ (۱۷)
۱ (۱۳۶)	۴ (۱۰۸)	۴ (۷۹)	۱ (۴۹)	۱ (۱۸)
	۲ (۱۰۹)	۳ (۸۰)	۲ (۵۰)	۲ (۱۹)
	۲ (۱۱۰)	۳ (۸۱)	۱ (۵۱)	۴و۳ (۲۰)
	۱ (۱۱۱)	(۸۲)	(۵۲)	۳ (۲۱)
	۲ (۱۱۲)	(۸۳)	(۵۳)	(۲۲)
	۴(۱۱۳)	(۸۴)	۴ (۵۴)	(۲۳)
	۲(۱۱۴)	(۸۵)	۲ (۵۵)	(۲۴)
	۲(۱۱۵)	(۸۶)	۴ (۵۶)	(۲۵)
	۱(۱۱۶)	(۸۷)	۳ (۵۷)	(۲۶)
	۱(۱۱۷)	۲(۸۸)	(۵۸)	(۲۷)
		۱(۸۹)	(۵۹)	(۲۸)
			۳ (۶۰)	(۲۹)
				(۳۰)