**پاسخ ۵۰** الف) دما، ب) منفی، پ) افزایش، ت) کم‌تر، ث) کوچک‌تر

**پاسخ ۵۱** ۱- در مناطق ساحلی و نزدیک به رودخانه‌ها و دریاچه‌ها وجود بخار زیاد در هوا سبب می‌شود که هوای این مناطق به سرعت گرم و سرد نشود و معتدل باقی بماند.

۲- در رادیاتور موتور اتومبیل‌ها با استفاده از آب عمل خنک‌کاری را به راحتی انجام می‌دهند و آب با گرفتن گرمای زیاد، موتور را خنک می‌کند. امروزه کارخانه‌های خودروسازی در سیستم‌های خنک‌کننده‌ی خودرو، از مایع‌های خنک‌کننده‌ی ویژه‌ای استفاده می‌کنند که کار ضدیخ، ضدجوش، ضدزنگ و خنک کردن موتور را انجام می‌دهند.

**پاسخ ۵۲** گرماسنج شامل ظرفی است درپوش‌دار که به خوبی عایق‌بندی گرمایی شده است. در گرماسنج مقداری آب با جرم معین می‌ریزیم و پس از هم‌دما شدن آب و گرماسنج دمای آب را اندازه‌گیری می‌کنیم و سپس جسمی را که می‌خواهیم گرمای ویژه‌ی آن را به‌دست بیاوریم و جرم و دمای اولیه‌ی آن را داریم درون گرماسنج قرار می‌دهیم. آن‌گاه به کمک همزن آب را به هم می‌زنیم تا مجموعه سریع‌تر به دمای تعادل برسد و پس از برقراری تعادل، دمای تعادل را می‌خوانیم. حال با توجه به این‌که مجموعه در حالت تعادل است، داریم:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{جسم}} + Q_{\text{ظرف}} = 0$$

$$m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta_{\text{تعادل}} - \theta_{\text{اولیه‌ی آب}}) + m_{\text{جسم}} c_{\text{جسم}} (\theta_{\text{تعادل}} - \theta_{\text{اولیه‌ی جسم}}) + m_{\text{ظرف}} c_{\text{ظرف}} (\theta_{\text{تعادل}} - \theta_{\text{اولیه‌ی جسم}}) = 0$$

و به کمک معادله‌ی بالا می‌توان گرمای ویژه‌ی جسم را به‌دست آورد.

Scanned by CamScanner

**پاسخ ۵۳** (A) ابتدا با استفاده از رابطه‌ی محاسبه‌ی گرما، افزایش دمای قطعه‌ی آهنی را به‌دست می‌آوریم:

$$Q=+۳۰kJ=۳۰\times۱۰۰۰=۳۰۰۰۰J \ , \ m=۶\,kg \ , \ c=۵۰۰\frac{J}{kg^\circ C}$$

$$Q=mc\Delta\theta \Rightarrow ۳۰۰۰۰=۶\times۵۰۰\times\Delta\theta \Rightarrow ۳۰۰۰۰=۳۰۰۰\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta=\frac{۳۰۰۰۰}{۳۰۰۰}=+۱۰^\circ C$$

از قبل هم انتظار داشتیم که با گرما دادن به جسم دمای آن افزایش یابد. اکنون دمای ثانویه‌ی آن را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta\theta=\theta_۲-\theta_۱ \Rightarrow ۱۰=\theta_۲-۲۰ \Rightarrow \theta_۲=۱۰+۲۰=۳۰^\circ C$$

**پاسخ ۵۴** (A) چون از دماسنج گرما گرفته‌ایم، مقدار گرما و تغییر دمای آن منفی خواهند بود. با توجه به رابطه‌ی $Q=C\Delta\theta$، می‌توانیم دمای ثانویه‌ی دماسنج را به‌دست آوریم:

$$Q=C\Delta\theta=C(\theta_۲-\theta_۱) \Rightarrow -۲۴۰۰=۱۵۰\times(\theta_۲-۴۸) \Rightarrow -۱۶=\theta_۲-۴۸ \Rightarrow \theta_۲=۳۲^\circ C$$

**پاسخ ۵۵** (B) اگر جرم گلوله‌های آهنی را به ترتیب $m_۱$ و $m_۲$ در نظر بگیریم، با استفاده از رابطه‌ی $Q=mc\Delta\theta$ برای هر کدام معادله‌ای به‌دست می‌آوریم که گرما $(Q)$، گرمای ویژه $(c)$ و تغییر دما $(\Delta\theta)$ در آن معلوم می‌باشد و با محاسبه‌ی جرم‌های $m_۱$ و $m_۲$ می‌توانیم اختلاف جرم آن‌ها را به‌دست آوریم:

$$Q=mc\Delta\theta$$

$$m_۱: ۱۸۴=m_۱\times۴۶۰\times۴۰ \Rightarrow ۱۸۴=۱۸۴۰۰m_۱ \Rightarrow m_۱=\frac{۱۸۴}{۱۸۴۰۰}kg$$

$$m_۲: ۴۱۴=m_۲\times۴۶۰\times۴۰ \Rightarrow ۴۱۴=۱۸۴۰۰m_۲ \Rightarrow m_۲=\frac{۴۱۴}{۱۸۴۰۰}kg$$

$$m_۲-m_۱=\frac{۴۱۴}{۱۸۴۰۰}-\frac{۱۸۴}{۱۸۴۰۰}=\frac{۲۳۰}{۱۸۴۰۰}=۰/۰۱۲۵\,kg\times۱۰۰۰=۱۲/۵\,g$$

**پاسخ ۵۶** (B) گرمای داده شده به دو جسم A و B یکسان است یعنی $Q_A=Q_B$، با استفاده از رابطه‌ی محاسبه‌ی گرمای داده شده به اجسام، معادله‌ی گرمای دو جسم A و B را نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم تا بتوانیم تغییر دمای جسم B را تعیین کنیم:

$$Q=mc\Delta\theta \ , \ \frac{m_A}{m_B}=\frac{۹}{۵} \ , \ \frac{c_A}{c_B}=\frac{۲}{۳} \ , \ \Delta\theta_A=+۵^\circ C$$

$$\Rightarrow\frac{Q_A}{Q_B}=\frac{m_A}{m_B}\times\frac{c_A}{c_B}\times\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}\Rightarrow\frac{Q_A}{Q_B}=\frac{۹}{۵}\times\frac{۲}{۳}\times\frac{۵}{\Delta\theta_B}\xrightarrow{Q_A=Q_B}۱=\frac{۶}{\Delta\theta_B}\Rightarrow\Delta\theta_B=+۶^\circ C$$

**پاسخ ۵۷** (A) با توجه به نمودار سؤال درمی‌یابیم که به این جسم به اندازه‌ی $۳۹-۱۲=۲۷\,kJ$ گرما داده‌ایم تا دمای آن از $۱۰^\circ C$ به $۴۰^\circ C$ برسد. پس با استفاده از رابطه‌ی محاسبه‌ی گرما $(Q=mc\Delta\theta)$ می‌توانیم جرم جسم را به‌دست آوریم:

$$Q=۲۷\,kJ=۲۷۰۰۰\,J \qquad \theta_۱=۱۰^\circ C \ , \ \theta_۲=۴۰^\circ C$$

$$Q=mc\Delta\theta=mc(\theta_۲-\theta_۱) \Rightarrow ۲۷۰۰۰=m\times۴۵۰\times(۴۰-۱۰) \Rightarrow m=\frac{۲۷۰۰۰}{۱۳۵۰۰}=۲kg$$

**پاسخ ۵۸** (A) گرمای ویژه آب در مقایسه با گرمای ویژه‌ی خشکی زیاد است. هنگام روز و تابش خورشید آب گرمای زیادی را بدون تغییر زیاد دما می‌تواند جذب کند و در شب نیز که دما پایین می‌رود می‌تواند گرمایی را که در روز دریافت کرده است به محیط برگرداند بدون آن‌که تغییر دمای زیادی در آب رخ دهد. این پدیده سبب می‌گردد که در طول شبانه‌روز دما در مجاورت دریاها و دریاچه‌ها تغییر زیادی نکند و هوا معتدل باشد.

Scanned by CamScanner

© **پاسخ ۷۱** گلوله در نقطه‌ی (۱) سرعت و انرژی جنبشی ندارد و مجموعه دارای انرژی‌های پتانسیل گرانشی و کشسانی است پس انرژی اولیه‌ی آن برابر است با:

$$E_1 = U_{1g} + U_{1e} = mgh_1 + U_{1e} = ۰/۵ \times ۱۰ \times ۵ + ۵۱۰ = ۵۳۵\ J$$

هنگام گذر گلوله از نقطه‌ی (۲)، انرژی پتانسیل کشسانی صفر است و چون گلوله به حداکثر ارتفاع خود رسیده سرعت و انرژی جنبشی آن نیز صفر است، پس انرژی ثانویه‌ی گلوله تنها با انرژی پتانسیل گرانشی آن برابر است. یعنی:

$$E_2 = U_{2g} = mgh_2 = ۰/۵ \times ۱۰ \times ۷ = ۳۵\ J$$

مقدار انرژی تلف شده بین نقاط (۱) و (۲) را به‌دست می‌آوریم و $\frac{۳}{۵}$ آن را به عنوان گرما در رابطه‌ی $Q = mc\Delta\theta$ قرار می‌دهیم و از آن‌جا گرمای ویژه‌ی گلوله را محاسبه می‌کنیم:

$$W = E_1 - E_2 = ۵۳۵ - ۳۵ = ۵۰۰\ J$$

$$Q = \frac{۳}{۵} \times W = \frac{۳}{۵} \times ۵۰۰ = ۳۰۰\ J$$

$$Q = mc\Delta\theta = mc(\theta_2 - \theta_1) \Rightarrow ۳۰۰ = ۰/۵ \times c \times (۱۹ - ۱۷) \Rightarrow ۳۰۰ = ۰/۵ \times c \times ۲ \Rightarrow c = ۳۰۰ \frac{J}{kg^\circ C}$$

Scanned by CamScanner

⑧ پاسخ ۷۲ با توجه به اعداد نوشته شده روی نمودار می‌توان انرژی مفید داده شده به قطعه فولاد به صورت گرما را از رابطه‌ی $Q=mc\Delta\theta$ و کل انرژی را از رابطه‌ی توان $(P=\frac{E}{t})$ به‌دست آورد:

$$m=۴۰۰g=۰/۴\ kg\ ,\ \theta_۱=-۱۰^\circ C\ ,\ \theta_۲=۵۰^\circ C\ ,\ t=۴۰\ min$$

$$Q=mc\Delta\theta=mc(\theta_۲-\theta_۱)=۰/۴\times۵۰۰\times(۵۰-(-۱۰))=۱۲۰۰۰J=E_{out}$$

$$P=\frac{E}{t}\Rightarrow ۵۰۰=\frac{E}{۴۰}\Rightarrow E=۵۰۰\times۴۰=۲۰۰۰۰J=E_{in}$$

اکنون بازده را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{بازده}=\frac{E_{out}}{E_{in}}\times۱۰۰=\frac{۱۲۰۰۰}{۲۰۰۰۰}\times۱۰۰=۶۰٪$$

Scanned by CamScanner

**پاسخ ۸۱** Ⓐ با توجه به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$Q_1+Q_2=0\Rightarrow m_1c_1(\theta_e-\theta_1)+m_2c_2(\theta_e-\theta_2)=0\Rightarrow 0/5\times 500(\theta_e-80)+1\times 4200(\theta_e-0)=0\Rightarrow 2/5\theta_e-200+4200\theta_e=0$$

$$\Rightarrow \theta_e=\frac{200}{44/5}=4/49^\circ C$$

**پاسخ ۸۲** Ⓐ با توجه به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$Q_{Al}+Q_{Cu}+Q_A=0$$

دقت کنید که دمای ظرف آلومینیمی و دمای الکل $10^\circ C$ است:

$$m_{Al}c_{Al}(\theta_e-\theta_{Al})+m_{Cu}c_{Cu}(\theta_e-\theta_{Cu})+m_Ac_A(\theta_e-\theta_A)=0$$

$$0/01\times 900(\theta_e-10)+0/25\times 400(\theta_e-100)+0/12\times 2400(\theta_e-10)=0\Rightarrow \theta_e=\frac{12970}{397}=32/7^\circ C$$

**پاسخ ۸۳** Ⓐ با توجه به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$Q_{\text{فلز}}+Q_{\text{آب}}=0\Rightarrow m_{\text{فلز}}c_{\text{فلز}}(\theta_e-\theta_{\text{فلز}})+m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}(\theta_e-\theta_{\text{آب}})=0\Rightarrow 0/5\times c_{\text{فلز}}(21-100)+0/2\times 4200(21-15)=0$$

$$\Rightarrow 39/5c=5040\Rightarrow c=\frac{5040}{39/5}=128\ \frac{J}{kg^\circ C}$$

Scanned by CamScanner

**پاسخ ۸۴** رابطه‌ی دمای تعادل را می‌نویسیم:

$$\theta=\frac{m_1c_1\theta_1+m_2c_2\theta_2+\cdots}{m_1c_1+m_2c_2+\cdots}\Rightarrow ۳۰=\frac{mc\times۱۰+۲m\times c\times\theta}{mc+۲mc}\Rightarrow ۹۰=۱۰+۲\theta\Rightarrow\theta=۴۰^\circ C$$

**پاسخ ۸۵** رابطه‌ی پایستگی انرژی گرمایی را می‌نویسیم:

$$Q_1+Q_2+Q_3=۰\Rightarrow m_1c_1(\theta-\theta_1)+m_2c_2(\theta-\theta_2)+m_3c_3(\theta-\theta_3)=۰$$

$$\Rightarrow ۰/۳\times۴۰۰(۲۵-۲۰)+۰/۸\times۴۲۰۰(۲۵-۲۰)+۰/۲\times c(۲۵-۱۰۰)=۰$$

در ابتدا ظرف محتوی آب، در تعادل با آب بوده و دمای هر دو یکسان و برابر $۲۰^\circ C$ بوده است.

$$۶۰۰+۱۶۸۰۰-۱۵c=۰\Rightarrow c=۱۱۶۰\frac{J}{kg^\circ C}$$

**پاسخ ۸۶** مجموع گرمایی که گرماسنج و آب دریافت کرده‌اند تا دمای آن‌ها به طور هم‌زمان از $۱۰^\circ C$ به $۱۴^\circ C$ برسد، برابر $۴kJ=۴۰۰۰J$ است. گرمای دریافت شده توسط گرماسنج را از رابطه‌ی $Q=C\Delta\theta$ و گرمای دریافت شده توسط آب را از رابطه‌ی $Q=mc\Delta\theta$ به‌دست می‌آوریم:

آب $Q_1=mc\Delta\theta=mc(\theta_2-\theta_1)=۰/۲\times۴۲۰۰\times(۱۴-۱۰)=۳۳۶۰J$

گرماسنج $Q_2=C\Delta\theta=C(\theta_2-\theta_1)=C\times(۱۴-۱۰)=۴C\ J$

کل $Q=Q_1+Q_2\Rightarrow ۴۰۰۰=۳۳۶۰+۴C\Rightarrow C=\frac{۶۴۰}{۴}=۱۶۰\frac{J}{^\circ C}$

**پاسخ ۸۷** منظور از ظرفیت گرمایی گرماسنج، کمیت mc است که آن‌را با C نشان می‌دهیم:

$$Q_1+Q_2+Q_3+Q_4=۰$$

$$\Rightarrow \underbrace{m_1c_1}_{C}(\theta-\theta_1)+m_2c_2(\theta-\theta_2)+m_3c_3(\theta-\theta_3)+m_4c_4(\theta-\theta_4)=۰$$

$$\Rightarrow ۸(۳۰-۲۰)+۰/۰۸\times c(۳۰-۲۰)+۰/۵\times۴۲۰۰(۳۰-۲۰)+۰/۱\times۴۲۰۰(۳۰-۸۲)=۰$$

$$\Rightarrow ۸۰+۰/۸c+۲۱۰۰۰-۲۱۸۴۰=۰\Rightarrow c=۹۵۰\frac{J}{kg^\circ C}$$

**پاسخ ۸۸** همه‌ی موادی که در این مبادله‌ی گرمایی شرکت می‌کنند، یک جنس هستند. بنابراین: $c_1=c_2=c_3$ و می‌توانیم صورت ومخرج را بر c تقسیم کنیم:

$$\theta_e=\frac{m_1c_1\theta_1+m_2c_2\theta_2+m_3c_3\theta_3}{m_1c_1+m_2c_2+m_3c_3}\Rightarrow\theta_e=\frac{m\theta+۲m\times۲\theta+۳m\times۵\theta}{۶m}\Rightarrow\theta_e=\frac{۲۰\theta}{۶}=\frac{۱۰}{۳}\theta$$

**پاسخ ۸۹** قانون پایستگی انرژی گرمایی را می‌نویسیم. دقت کنید که می‌توانیم همه‌ی جرم‌ها را بر حسب گرم بنویسیم که در این‌صورت پاسخ نیز بر حسب گرم خواهد بود.

$$m_1c_1\Delta\theta_1+m_2c_2\Delta\theta_2+m_3c_3\Delta\theta_3=۰$$

$$\Rightarrow ۵۰\times۴۰۰\times(۲۵-۲۰)+m_2\times۴۲۰۰\times(۲۵-۲۰)+۳۰\times۹۰۰(۲۵-۸۰)=۰\Rightarrow ۱۰۰۰۰۰+۲۱۰۰۰m_2-۱۴۸۵۰۰۰=۰\Rightarrow m_2=۶۵/۹۵g$$

**پاسخ ۹۰** رابطه‌ی دمای تعادل را یک‌بار بین A و B و بار دیگر بین B و C می‌نویسیم:

$$A\ و\ B:\ ۲۵=\frac{mc_A\times۳۰+۲mc_B\times۲۰}{mc_A+۲mc_B}\Rightarrow ۱۰c_B=۵c_A\Rightarrow c_A=۲c_B$$

$$B\ و\ C:\ ۱۵=\frac{۲mc_B\times۲۰+۳mc_C\times۱۰}{۲mc_B+۳mc_C}\Rightarrow ۲c_B=۳c_C\Rightarrow c_C=\frac{۲}{۳}c_B$$

اکنون رابطه‌ی دمای تعادل را برای A و C نوشته و مقدار $c_A$ و $c_C$ را برحسب $c_B$ در آن جای‌گذاری می‌کنیم:

$$A\ ,\ C:\ \theta=\frac{m\times۳۰c_A+۳m\times۱۰\times c_C}{mc_A+۳mc_C}\Rightarrow\theta=\frac{۳۰(۲c_B)+۳۰\times\frac{۲}{۳}c_B}{۲c_B+۳\times\frac{۲}{۳}c_B}=۲۰^\circ C$$

Scanned by CamScanner