$\frac{m_A}{m_B}=\frac{۳}{۴}$ $\Delta\theta_A=۴۰^\circ C$ $\Delta\theta_B=?$ $\frac{Q_۲}{Q_۱}=\frac{m_۲}{m_۱}\times\frac{c_۲}{c_۱}\times\frac{\Delta\theta_۲}{\Delta\theta_۱}\Rightarrow ۱=\frac{۳}{۴}\times\frac{۳}{۵}\times\frac{۴۰}{\Delta\theta_B}\Rightarrow \Delta\theta_B=۱۸^\circ C$

$\frac{c_A}{c_B}=\frac{۳}{۵}$

مثال ۶۹ – اگر نسبت جرم جسم **A** به جرم جسم **B** برابر $\frac{۳}{۴}$ و نسبت گرمای ویژه ی جسم **A** به جرم جسم **B** برابر $\frac{۳}{۵}$ باشد و به آنها گرمای مساوی بدهیم . تا بدون تغییر حالت دمای جسم **A** ، ۴۰ درجه ی سلسیوس افزایش یابد . افزایش دمای جسم **B** چند درجه ی سلسیوس خواهد بود؟(سنجش جامع تجربی و ریاضی ۹۳)

$\frac{Q_A}{Q_B}=۱$

۱) ۱۸ ✓ ۲) ۲۰ ۳) ۳۲ ۴) ۴۰

جواب : گزینه ی ۱ صحیح است.

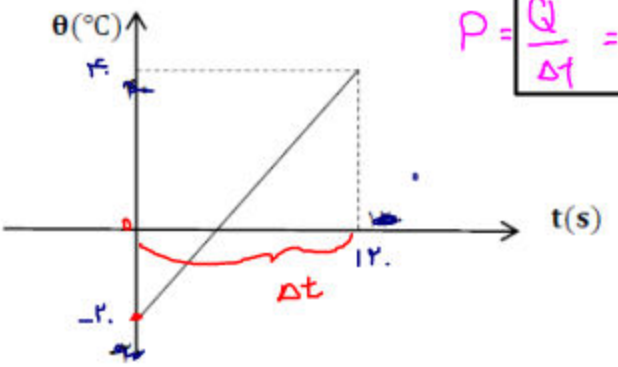
$$\frac{Q_A}{Q_B}=\frac{m_A}{m_B}\times\frac{c_A}{c_B}\times\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}\rightarrow ۱=\frac{۳}{۴}\times\frac{۳}{۵}\times\frac{۴۰}{\Delta\theta_B}\rightarrow\frac{۴۰}{\Delta\theta_B}=\frac{۲۰}{۹}\rightarrow\frac{۲}{\Delta\theta_B}=\frac{۱}{۹}\rightarrow\Delta\theta_B=۱۸^\circ C$$

مثال ۷۱ – نمودار تغییرات دمای جسمی به جرم ۱۰۰ گرم بر حسب زمان مطابق شکل است . اگر گرمای ویژه ی جسم $۴۰۰\ \frac{j}{kg.^\circ C}$ باشد ، جسم در هر ثانیه چند ژول گرما گرفته است؟(سنجش جامع ۹۷)

$m=۱۰۰\ g=۰.۱\ kg$ $c=۴۰۰\ \frac{J}{kg^\circ C}$ $\Delta t=۱۵$ $Q=?$

$P=\frac{Q}{\Delta t}=\frac{mc\Delta\theta}{\Delta t}$

$\frac{Q}{۱}=\frac{(\frac{۱}{۱۰})\times۴۰۰\times۶۰}{۱۲۰}=۲۰\ J$



۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۲۰ ۴) ۲۴

جواب : گزینه ی ۳ صحیح است.

جسم در هر ثانیه چند ژول گرفته است؟یعنی همان توان

$$P=\frac{Q}{t}=\frac{mc\Delta\theta}{t}=\frac{۰.۱\times۴۰۰\times(۴۰-(-۲۰))}{۱۲۰}=\frac{۴۰\times۶۰}{۱۲۰}=۲۰W$$

مثال ۷۰– چند درصد از جرم یک جسم کم کنیم تا در اثر مقدار گرمای معین دمای آن در مقایسه با حالت اول ۲۵ درصد افزایش یابد؟

$\Delta\theta_۲=۱.۲۵\Delta\theta_۱$ $Q_۲=Q_۱$ $m_۲c_۲\Delta\theta_۲=m_۱c_۱\Delta\theta_۱\Rightarrow\frac{m_۲}{m_۱}=\frac{\Delta\theta_۱}{\Delta\theta_۲}\Rightarrow\frac{m_۲}{m_۱}=\frac{۱}{۱.۲۵}$

(قلم چی جامع تجربی ۹۴)

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

$m_۲=۱.۲۵\ m_۲\Rightarrow m_۱=\frac{۴}{۵}m_۲\Rightarrow m_۲=\frac{۵}{۴}m_۱=۱.۲۵\ m_۱$ ۲۰٪ کاهش یافته

جواب : گزینه ی ۲ صحیح است.

$$Q=mc\Delta\theta\xrightarrow[\text{ثابت }c]{\text{ثابت }Q}\frac{Q_A}{Q_B}=\frac{m_A}{m_B}\times\frac{c_A}{c_B}\times\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}\rightarrow ۱=\frac{m_A}{m_B}\times۱\times\frac{\Delta\theta_A}{\frac{۵}{۴}\Delta\theta_A}\rightarrow\frac{m_A}{m_B}=\frac{۵}{۴}\rightarrow\frac{m_B}{m_A}=\frac{۴}{۵}=۰.۸\rightarrow ۲۰\text{ درصد کاهش}$$

دقت داشته باشید که هر ۱۰ درصد معادل ۰.۱ است و به ازای افزایش این مقدار به عدد یک اضافه شده و به ازای کاهش این مقدار از عدد یک کم خواهد شد.

مثال ۷۲– از جسمی به جرم ۳۰۰ گرم که در یک وسیله ی سرمازا قرار گرفته است , با آهنگ ثابت ۳ وات گرما گرفته ایم . اگر نمودار تغییرات دما بر حسب زمان این جسم به شکل مقابل باشد . گرمای ویژه ی جسم چند $\frac{j}{kg.^\circ C}$ است؟(سراسری تجربی ۹۰ خارج از کشور)

۱) ۰.۴۸ ۲) ۸ ۳) ۴۰۰ ۴) ۴۸۰

$P = \left|\frac{Q}{\Delta t}\right| = \left|\frac{mc\Delta\theta}{\Delta t}\right|$

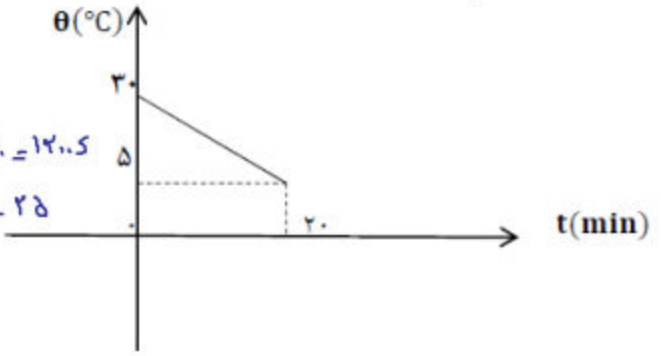
$m = ۳۰۰g = ۰.۳kg$

$P = ۳w$

$\Delta t = ۲۰min = ۲۰ \times ۶۰ = ۱۲۰۰s$

$\Delta\theta = (۵ - ۳۰) = -۲۵$

$C = ?\ \frac{j}{kg.^\circ C}$



$۳ = \left|\frac{\frac{۱}{۲} \times C \times (-۲۵)}{۱۲۰۰}\right| \Rightarrow ۱۲۰۰ = \frac{۲۵}{۲}C$

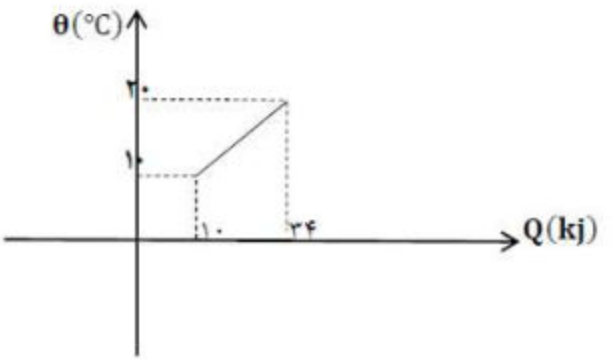
$C = \frac{۲۴۰۰}{۵} = ۴۸۰\ \frac{j}{kg.^\circ C}$

جواب : گزینه ی ۴ صحیح است.

$$P = \frac{Q}{t} \rightarrow ۳ = \frac{Q}{۲۰ \times ۶۰ = ۱۲۰۰} \rightarrow Q = ۳۶۰۰j = mc\Delta\theta \rightarrow ۳۶۰۰ = ۰.۳c(۳۰ - ۵) \rightarrow c = \frac{۳۶۰۰}{۷.۵} = \frac{۳۰۰۰ + ۳۰۰ + ۳۰۰}{۷.۵}$$
$$= ۴۰۰ + ۴۰ + ۴۰ = ۴۸۰\ \frac{j}{kg.^\circ C}$$

مثال ۷۳– نمودار تغییرات دمای ۱۰ کیلوگرم از یک ماده بر حسب گرمای داده شده به آن مطابق شکل است . گرمای ویژه ی جسم چند $\frac{Kj}{kg.^\circ C}$ است؟(سنجش جامع ۹۶)

۱) ۰.۱۷ ۲) ۰.۲۴ ۳) ۰.۳۴ ۴) ۲.۴



جواب : گزینه ی ۲ صحیح است.

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow (۳۴ - ۱۰) = ۱۰c(۲۰ - ۱۰) \rightarrow c = \frac{۲۴}{۱۰۰} = ۰.۲۴\ \frac{Kj}{kg.^\circ C}$$

مثال ۷۷ – یک گرمکن با توان الکتریکی یک کیلووات دمای ۴۰۰ گرم آب ۲۰ °C را پس از چند ثانیه به ۷۰°C می رساند؟($c = ۴۲۰۰ \frac{j}{kg.°C}$)

(سنجش جامع ۹۷)

۱) ۸۴۰ ۲) ۴۲۰ ۳) ۸۴ ۴) ۴۲

جواب : گزینه ی ۳ صحیح است.

$$P = \frac{Q}{t} \rightarrow ۱۰۰۰ = \frac{mc\Delta\theta}{t} \rightarrow ۱۰۰۰ = \frac{۰.۴ \times ۴۲۰۰ \times (۷۰ - ۲۰)}{t} \rightarrow t = \frac{۸۴۰۰۰}{۱۰۰۰} = ۸۴s$$

مثال ۷۸ – یک اجاق الکتریکی با توان گرمایی ثابت دمای یک کیلوگرم آب را در ۱۰ دقیقه ، به اندازه ی ۳۰ °C بالا می برد. اگر این اجاق دمای ۳ کیلوگرم روغن را در مدت ۱۵ دقیقه همان اندازه بالا ببرد ، نسبت گرمای ویژه ی روغن به گرمای ویژه ی آب کدام است؟(سنجش جامع ۹۶)

۱) $\frac{۱}{۶}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$

جواب : گزینه ی ۳ صحیح است.

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{mc\Delta\theta}{t} \xrightarrow{\text{توان گرمایی ثابت}} \frac{mc\Delta\theta}{t}_{\text{آب}} = \frac{mc\Delta\theta}{t}_{\text{روغن}} \rightarrow \frac{۱ \times c_{\text{آب}}}{۱۰} = \frac{۳ \times c_{\text{روغن}}}{۱۵} \rightarrow \frac{c_{\text{روغن}}}{c_{\text{آب}}} = \frac{۱۵}{۳۰} = \frac{۱}{۲}$$

مثال ۸۰– یک گلوله ی سربی به جرم ۲۰ گرم با سرعت ۴۰۰ متر بر ثانیه به یک قطعه چوب برخورد می کند و درون آن متوقف می شود . اگر ۵۰ درصد انرژی جنبشی گلوله صرف گرم کردن خودش شود و گرمای ویژه ی سرب ۱۲۵ ژول بر کیلوگرم کلوین باشد ، دمای گلوله چند کلوین افزایش می یابد؟(سراسری تجربی ۹۱)

۱) ۳۲۰ ۲) ۵۹۳ ۳) ۶۴ ۴) ۹۱۳

جواب : گزینه ی ۱ صحیح است.

$$\frac{۱}{۲}K = mc\Delta\theta \rightarrow \frac{۱}{۴}mv^۲ = mc\Delta\theta \rightarrow v^۲ = ۴c\Delta\theta \rightarrow ۴۰۰^۲ = ۴ \times ۱۲۵\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{۱۶۰۰۰۰}{۵۰۰} = ۳۲۰°C$$

مثال ۸۴– به اندازه ی Q به جسمی گرما می دهیم و دمای آن را از $\theta_۱$ به $\theta_۲ = ۳\theta_۱$ می رسانیم . چند Q گرما به جسم بدهیم تا دمای جسم بدون تغییر حالت از $\theta_۲$ به $۴\theta_۲$ برسد؟(سنجش جامع تجربی و ریاضی ۹۳)

۱) ۶ ۲) ۴.۵ ۳) ۳ ۴) ۲

جواب : گزینه ی ۲ صحیح است.

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow Q \propto \Delta\theta$$

$$\frac{Q}{?} = \frac{۳\theta_۱ - \theta_۱ = ۲\theta_۱}{۴\theta_۲ - \theta_۲ = ۳\theta_۲ = ۳(۳\theta_۱) = ۹\theta_۱} \rightarrow ? = \frac{۹}{۲}Q = ۴.۵Q$$

مثال ۸۶ – یک گرمکن برقی در مدت ۲۴ ثانیه دمای ۶۰ گرم مایعی را از ۳۰ درجه ی سلسیوس به ۵۰ درجه ی سلسیوس می رساند . اگر توان این گرمکن ۳۰۰ وات باشد و گرمای ویژه ی مایع $۱۵۰۰\frac{j}{kg.K}$ باشد ، چند درصد گرمای تولیدی به مایع فوق رسیده است؟

(سراسری ریاضی ۹۳ خارج از کشور)

۱) ۱۶ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۸۴

جواب : گزینه ی ۲ صحیح است.

$$Q_{کل} = P.t = ۳۰۰ \times ۲۴ = ۷۲۰۰j$$

گرمایی که به مایع می رشد صرف بالا بردن دمای جسم می شود و از رابطه ی زیر قابل محاسبه است . . .

$$Q_{مفید} = mc\Delta\theta = ۰.۰۶ \times ۱۵۰۰ \times ۲۰ = ۱۸۰۰j$$

$$\text{بازده گرمکن} = \frac{Q_{مفید}}{Q_{کل}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۸۰۰}{۷۲۰۰} \times ۱۰۰ = \frac{۱}{۴} \times ۱۰۰ = ۲۵٪$$

مثال ۹۳ – یک نیروگاه هسته ای روزانه $۱۰^۵ m^۳$ آب از رودخانه می گیرد و ۲۱۰۰ گیگاژول از گرمای اتلافی خود را به این آب می دهد . اگر دمای آب ورودی ۲۵°C باشد ، دمای آب خروجی چند درجه ی سلسیوس است؟ ($\rho = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$ ، $c = ۴۲۰۰\frac{j}{kg.°C}$)

(سراسری ریاضی ۹۰ خارج از کشور)

۱) ۵۰ ۲) ۲۵.۵ ۳) ۳۰ ۴) ۷۵

جواب : گزینه ی ۳ صحیح است.

$$Q = mc\Delta\theta = \rho vc\Delta\theta \rightarrow ۲۱۰۰ \times ۱۰^۹ = ۱۰۰۰ \times ۱۰^۵ \times ۴۲۰۰ \times \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{۲۱ \times ۱۰^{۱۱}}{۴۲ \times ۱۰^{۱۰}} = ۵ = \theta_{خروجی} - \theta_{ورودی} \rightarrow ۵$$
$$= \theta_{خروجی} - ۲۵ \rightarrow \theta_{خروجی} = ۳۰°C$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{C_2}{C_1} \times \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}$$

رابطه‌ای مقایسه‌ای گرما

Q_2: گرمایی که جسم دوم می‌گیرد

Q_1: گرمایی که جسم اول می‌گیرد

m_2: جرم جسم (۲)

m_1: جرم جسم (۱)

C_2: ظرفیت گرمایی ویژه جسم (۲)

C_1: " " " " (۱)

$\Delta\theta_2$: افزایش دمای جسم (۲)

$\Delta\theta_1$: " " " (۱)

توان گرمایی (P)

تعریف: مقدار انرژی گرمایی که جسم می‌گیرد به مدت زمان معین را توان گرمایی آن جسم گرماده می‌گویند.

$$P = \frac{Q}{\Delta t}$$

- Q: گرمایی که جسم می‌گیرد (J)
- Δt: مدت زمان روشن بودن گرمکن (s)
- P: توان گرمایی گرمکن
- $W = \frac{J}{s}$

یکا یا واحد توان گرمایی $\frac{J}{s}$ یا وات (W) می‌باشد

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = P\Delta T$$

$$Q = mc\Delta\theta$$

ارطرفی اگر تغییر حالت ماده نداشته باشیم

$$\Rightarrow \boxed{P\Delta t = mc\Delta\theta}$$

به شرطی که همه‌ی گرمای گرمکن صرف بالا رفتن دمای جسم شود

اگر درصدی از گرمای گرمکن صرف بالا رفتن دمای جسم شد

$$\boxed{\frac{Ra}{100}(P\Delta t) = mc\Delta\theta}$$

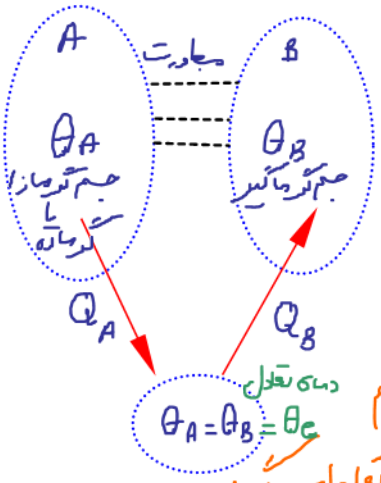
اگر در مسئله گفته شد گرمکنی در مدت زمان 15 ثانیه همان Q برابر است

Q مقدار گرمایی که به محیط می‌دهد بدانید توان آن گرمکن $P=Q$

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P = Q$$

تعادل گرمایی:

هرگاه دو جسم با دماهای متفاوت در مجاورت یکدیگر قرار گیرند آن دو جسم با هم گرما مبادله می‌کنند به طوری که پس از مبادله‌ی گرما، دمای هر دو جسم یکسان شود، آنگاه می‌گوییم آن دو جسم به تعادل گرمایی رسیده‌اند و دمای یکسان پس از تعادل را دمای تعادل می‌گویند.



$\theta_A > \theta_B$

$Q_A = Q_B$

Q_A: گرمای داده شده — Q_B: گرمای گرفته شده

شرط تعادل گرمایی (قانون صفرم ترمودینامیک)

$$Q_A + Q_B + \cdots = 0$$

$$Q_A + Q_B = 0 \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A + m_B c_B \Delta\theta_B = 0$$

$Q = mc\Delta\theta$

$$m_A c_A(\theta_e - \theta_A) + m_B c_B(\theta_e - \theta_B) = 0 \quad \checkmark$$

جسم گرمادهنده $\theta_B < \theta_e < \theta_A$ جسم گرم‌گیرنده

$(\theta_e - \theta_A) < 0$ ← جسم گرمادهنده − دمای تعادل

$$-m_A c_A(\theta_A - \theta_e) + m_B c_B(\theta_e - \theta_B) = 0$$

$(\theta_e - \theta_B) > 0$ ← جسم گرم‌گیرنده − دمای تعادل

$$\underbrace{m_A c_A(\theta_A - \theta_e)}_{\text{گرمای از دست رفته توسط جسم گرمادهنده}} = \underbrace{m_B c_B(\theta_e - \theta_B)}_{\text{گرمای گرفته توسط جسم گرم‌گیرنده}}$$

دمای تعادل وقتی تغییر حالت نداشته باشیم

(1) برای دو یا چند جسم متفاوت

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + \cdots}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + \cdots}$$

(2) اگر دو جسم هم جنس باشند

$$\theta_e = \frac{m_1\theta_1 + m_2\theta_2 + \cdots}{m_1 + m_2 + \cdots}$$

(3) دو جسم هم جنس برحسب حجم

$$\theta_e = \frac{V_1\theta_1 + V_2\theta_2 + \cdots}{V_1 + V_2 + \cdots}$$

(4) اگر دو جسم با جنس متفاوت ولی هم حجم باشند

$$\theta_e = \frac{c_1\theta_1 + c_2\theta_2 + \cdots}{c_1 + c_2 + \cdots}$$

(5) اگر دو جسم هم جنس باشند و هم هم حجم یا هم جرم باشند

$$\theta_e = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \cdots + \theta_N}{N}$$

س ۱۱ صفحه ۱۵۹

ظرف ① گرماده: $\theta_1 = 12^\circ C$, $C_1 = ?\ j/g^\circ C$, $\theta_e = 2^\circ C$

آب ② گرماگیر: $\theta_2 = 0^\circ C$, $m_2 = 50\ g$, $C_2 = 4200\ j/kg^\circ C$

روش اول:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow \overbrace{m_1 C_1}^{C_1}(\theta_e - \theta_1) + m_2 C_2 (\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$C_1 (2 - 12) + \frac{50}{1000} \times 4200 \times (2 - 0) = 0$$

$$C_1 (-10) + 420 = 0 \Rightarrow 10C = 420 \rightarrow C = 42\ j/g^\circ C$$

$$\overbrace{m_1 C_1}^{C}(\theta_1 - \theta_e) = m_2 C_2 (\theta_e - \theta_2)$$

$$C_1 (12 - 2) = \frac{50}{1000} \times 4200 (\theta_e - 0)$$

$$10 C_1 = 420 \rightarrow C_1 = 42\ j/g^\circ C$$

$$\theta_e = \frac{C\theta_1 + m_2 C_2 \theta_2}{m_1 C_1 + m_2 C_2} = \frac{C \times 12 + \frac{50}{1000} \times 4200 \times 0}{C + \frac{50}{1000} \times 4200} = 2$$