

۱ دمای ۱۲۲ درجه فارنهایت معادل با چند درجه سلسیوس و چند کلوین است؟

- ۱ ۳۳۲ و ۵۰      ۲ ۳۲۳ و ۵۰      ۳ ۳۳۲ و ۵۹      ۴ ۳۲۳ و ۵۹

۲ «ترموکوپل» چیست؟

- ۱ وسیله‌ای برای سنجش رسانایی حرارتی اجسام است.  
 ۲ دماسنجی است که در آن تغییر دما باعث تغییر شدت جریان الکتریکی می‌شود.  
 ۳ دماسنجی است که در آن تغییر دما باعث تغییر حجم گاز یا مایع می‌شود.  
 ۴ وسیله‌ای برای ثابت نگه داشتن دمای داخل ساختمان است.

۳ در شکل روبه‌رو سه مقیاس دمایی خطی با نقطه‌های انجماد و جوش آب در شرایط متعارف نشان داده شده است. چه رابطه‌ای بین دماهای

$70^{\circ}X$	$120^{\circ}W$	$90^{\circ}Y$	نقطه جوش
$-20^{\circ}X$	$30^{\circ}W$	$0^{\circ}Y$	نقطه انجماد

$50^{\circ}W$ ،  $50^{\circ}Y$  و  $50^{\circ}X$  برقرار است؟

- ۱  $50^{\circ}X = 50^{\circ}W = 50^{\circ}Y$   
 ۲  $50^{\circ}W > 50^{\circ}Y < 50^{\circ}X$   
 ۳  $50^{\circ}X > 50^{\circ}Y > 50^{\circ}W$   
 ۴  $50^{\circ}W > 50^{\circ}Y > 50^{\circ}X$

۴ اگر دمای جسمی برحسب درجه فارنهایت ۱۰ درصد کاهش یابد، دما برحسب درجه سلسیوس  $6^{\circ}C$  تغییر می‌کند، دمای جسم در ابتدا

چند درجه فارنهایت بوده است؟

- ۱ ۱۰۸      ۲ ۱۰      ۳ ۳۲      ۴ ۷۶

۵ دماسنجی با درجه بندی خطی، دمای نقطه ذوب یخ و دمای نقطه جوش آب را در فشار یک اتمسفر به ترتیب ۴ و ۴۴ درجه نمایش می‌دهد.

هنگامی که این دماسنج، عددی دو برابر دماسنج سلسیوس نمایش می‌دهد، چه عددی را نشان می‌دهد؟

- ۱ ۲٫۵      ۲ ۵      ۳ ۷٫۵      ۴ ۱۰

۶ به ازای ۱۰ واحد تغییرات دما در یک دماسنج که به صورت خطی مدرج شده است، عدد دماسنج سلسیوس، ۱۵ درجه سلسیوس تغییر می‌کند.

اگر این دماسنج در فشار  $1\text{ atm}$ ،  $60^{\circ}C$  را برابر عدد ۲۰ نمایش دهد، در چه دمایی برحسب درجه سلسیوس در همین فشار، این دماسنج و

دماسنج سلسیوس عددی یکسان را نمایش می‌دهند؟

- ۱  $-\frac{20}{3}$       ۲  $-10$       ۳  $-20$       ۴  $-60$

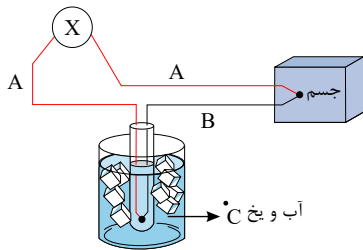
۷ فرض کنید دماسنجی نقطه انجماد یخ را  $12^{\circ}$  و نقطه جوش آب را  $252^{\circ}$  نشان دهد. اگر دمای جسمی که  $50^{\circ}C$  است توسط این دماسنج و

دماسنج فارنهایت اندازه بگیریم، بین اعداد قرائت شده توسط دو دماسنج، چند واحد عددی اختلاف ایجاد می‌شود؟

- ۱ ۱۲۷      ۲ ۱۳۲      ۳ ۱۰      ۴ ۵



۸ شکل زیر، دماسنج ترموکوپل را نشان می‌دهد. دو سیل  $B$  ..... بوده..... است.



- ۱ هم جنس - ولت
- ۲ سنج غیر هم جنس -
- ۳ ولت سنج هم جنس -
- ۴ آمپرسنج

۹ اگر دمای جسمی بر حسب کلوین، دو برابر شود، بر حسب درجه سلسیوس، کدام رابطه همواره صحیح است؟ (  $\theta_1$  دمای اولیه و  $\theta_2$  دمای نهایی جسم بر حسب درجه سلسیوس هستند،  $\theta_1 \neq 0$  و صفر کلوین،  $-273^\circ C$  است.)

- ۱  $\frac{\theta_2}{\theta_1} > 2$
- ۲  $1 < \frac{\theta_2}{\theta_1} \leq 2$
- ۳  $\frac{\theta_2}{\theta_1} \leq 1$
- ۴ هیچکدام از گزینه‌ها، همواره صحیح نیست.

۱۰ دماسنجی نقطه‌ی جوش آب خالص در فشار یک اتمسفر را  $160$  و نقطه‌ی انجماد آن را  $40$  - نشان می‌دهد. چه دمایی در این دماسنج،  $4$  برابر دما بر حسب درجه سلسیوس می‌باشد؟

- ۱  $-40$
- ۲  $-20$
- ۳  $20$
- ۴  $40$

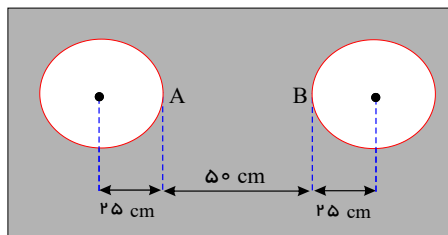
۱۱ طول یک میله‌ی آهنی در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس، یک میلی‌متر بیشتر از طول یک میله‌ی مسی در همین دما است. اگر دمای میله‌ها را به  $100$  درجه‌ی سلسیوس برسانیم، طول میله‌ی مسی  $0.5$  میلی‌متر بیشتر از طول میله‌ی آهنی خواهد شد. طول اولیه‌ی میله‌ی آهنی چند متر است؟ (ضریب انبساط طول آهن و مس در  $SI$  به ترتیب  $1.2 \times 10^{-5}$  و  $1.8 \times 10^{-5}$  است.)

- ۱  $1,102$
- ۲  $2,498$
- ۳  $2,503$
- ۴  $4,448$

۱۲ دمای یک میله‌ی مسی را  $100^\circ C$  افزایش می‌دهیم، طول آن  $0.17$  درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای یک ورقه‌ی مسی را  $100^\circ C$  افزایش دهیم، مساحت آن چند برابر می‌شود؟

- ۱  $1.0017$
- ۲  $0.0034$
- ۳  $0.3400$
- ۴  $1,0034$

۱۳ در وسط یک صفحه‌ی فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن  $3.6 \times 10^{-5} K^{-1}$  است، دو دایره به شعاع‌های  $25$  سانتیمتر را در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس خارج نموده‌ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر به  $200$  درجه‌ی سلسیوس برسانیم، فاصله‌ی  $AB$  چند میلی‌متر می‌شود؟



- ۱  $496.4$
- ۲  $498.2$
- ۳  $501.8$
- ۴  $503.6$

۱۴ دمای یک ورقه‌ی فلزی را  $250$  درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهیم، مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط حجمی آن فلز در  $SI$  کدام است؟

- ۱  $2 \times 10^{-4}$
- ۲  $2 \times 10^{-5}$
- ۳  $6 \times 10^{-4}$
- ۴  $6 \times 10^{-5}$

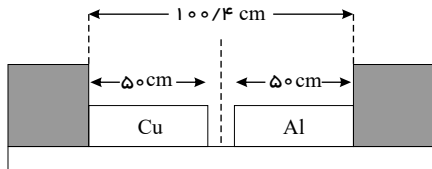
۱۵ دمای یک میله‌ی فلزی از  $\theta_1$  به  $\theta_2$  می‌رسد. اگر طول آن  $0.1$  درصد افزایش یابد، چگالی آن تقریباً.

- ۱  $0.1$  درصد کاهش می‌یابد.
- ۲  $0.3$  کاهش می‌یابد.
- ۳  $0.1$  درصد افزایش می‌یابد.
- ۴  $0.3$  درصد افزایش می‌یابد.

۱۶ در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس، مجموع طول میله‌های به هم چسبیده‌ی  $L_1$  و  $L_2$  با طول میله‌ی  $L_3$  برابر است و ضریب انبساط طولی میله‌ها به ترتیب  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$  و  $\alpha_3$  است. اگر در هر دمای بالاتر از صفر نیز این تساوی طول برقرار باشد، کدام رابطه درست است؟

$\alpha_3 = \frac{|L_1 \alpha_1 - L_2 \alpha_2|}{L_3}$  (۴)    
 $\alpha_3 = \frac{L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2}{L_3}$  (۳)    
 $\alpha_3 = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$  (۲)    
 $\alpha_3 = \alpha_1 + \alpha_2$  (۱)

۱۷ دو میله‌ی مسی و آلومینیومی بین دو دیواره‌ی ثابت قرار دارند. دمای دو میله را چند کلوین بالا ببریم تا دو میله به یکدیگر برسند؟  
 $\alpha_{\text{مس}} = 1,7 \times 10^{-5} 1/K$  و  $\alpha_{\text{Al}} = 2,3 \times 10^{-5} 1/K$



- ۱) ۴۷۰  
 ۲) ۳۴۷  
 ۳) ۲۵۰  
 ۴) ۲۰۰

۱۸ دو کره‌ی فلزی هم جنس در نظر بگیرید که شعاع‌های مساوی دارند ولی درون یکی از آنها حفره‌ای خالی وجود دارد. اگر به دو کره انرژی گرمایی مساوی بدهیم، شعاع آنها در مقایسه با هم چگونه تغییر می‌کند؟

- ۱) برای هر دو کره افزایش شعاع برابر است.  
 ۲) برای کره‌ای که حفره دارد افزایش شعاع کمتر است.  
 ۳) برای کره‌ای که حفره دارد افزایش شعاع بیشتر است.  
 ۴) بستگی به محل و شعاع حفره ممکن است افزایش شعاع کره‌ی حفره‌دار بیشتر یا کمتر از کره‌ی توپر باشد.

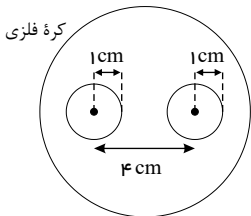
۱۹ دمای ماده‌ای را به اندازه‌ی  $\theta$  درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌دهیم و چگالی آن  $\frac{1}{6}$  در صد کاهش می‌یابد. اگر دمای میله‌ای از جنس این ماده را به اندازه‌ی  $2\theta$  افزایش دهیم، طول آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

- ۱) ۱,۲     ۲) ۰,۲     ۳) ۰,۴     ۴) ۰,۳

۲۰ داخل دو ظرف استوانه‌ای مایعی به ضریب انبساط حجمی  $\beta = 0,8 \times 10^{-3} \frac{1}{K}$  ریخته‌ایم و فشار ناشی از مایع در کف ظرف‌ها یکسان است. اگر دمای مایع در ظرف‌ها به ترتیب برابر با  $\theta_1 = 20^\circ C$  و  $\theta_2 = 70^\circ C$  باشد، نسبت ارتفاع مایع در ظرف‌ها  $(\frac{h_2}{h_1})$  برابر کدام است؟

- ۱) ۰,۹۶     ۲) ۱,۰۴     ۳) ۱۰,۴     ۴) ۹,۶

۲۱ درون یک کره‌ی فلزی به شعاع  $10\text{ cm}$ ، دو حفره‌ی کروی به شعاع  $1\text{ cm}$  مطابق شکل زیر وجود دارد. اگر دمای کره را  $100^\circ$  افزایش دهیم، فاصله‌ی مرکز دو حفره از هم چند سانتی‌متر می‌شود؟  $(\alpha_{\text{فلز}} = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C})$



- ۱) ۴     ۲) ۸     ۳) ۴,۰۰۴     ۴) ۴,۰۰۸

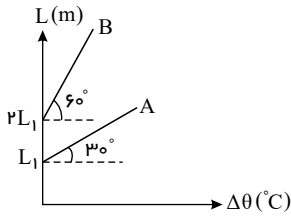
۲۲ دو نوار آلومینیومی و آهنی در اختیار داریم. طول نوار آهنی در دمای اتاق برابر  $450\text{ cm}$  است. طول نوار آلومینیومی در همین دما چند سانتی‌متر باشد تا به ازای تغییر دمای یکسان اختلاف طول دو نوار همواره ثابت بماند؟

$\alpha_{\text{آهن}} = 8 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$  و  $\alpha_{\text{آلومینیم}} = 24 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$

- ۱) ۱۵۰     ۲) ۲۰۰     ۳) ۳۰۰     ۴) ۱۲۵۰



۲۳ نمودار طول بر حسب تغییرات دما برای دو میله A و B به صورت شکل زیر است. اگر ضریب انبساط طولی میله های A و B به ترتیب برابر با  $\alpha_A$  و  $\alpha_B$  باشد، کدام است؟  $\frac{\alpha_A}{\alpha_B}$



$\frac{2}{3}$  (۲)

$\frac{1}{6}$  (۱)

۶ (۴)

$\frac{3}{2}$  (۳)

۲۴ دو میله به طول های  $L_1$  و  $L_2$  و ضریب های انبساط طولی  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$  را به هم پرچ می کنیم و میله ای به طول  $L = L_1 + L_2$  می سازیم. اگر  $\alpha$  را به عنوان ضریب انبساط طولی معادل میله ساخته شده در نظر بگیریم، کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟

$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$  (۲)

$\alpha < \alpha_1 + \alpha_2$  (۱)

(۴) باید مقادیر عددی را داشته باشیم تا بتوانیم نظر دهیم.

$\alpha > \alpha_1 + \alpha_2$  (۳)

۲۵ ضریب انبساط طولی یک میله فلزی برابر با  $1.2 \times 10^{-5} K^{-1}$  می باشد. اگر طول میله در دمای  $20^\circ C$  برابر با  $60\text{ cm}$  باشد. در چه دمایی بر حسب درجه فارنهایت،  $0.36\text{ mm}$  بر طول میله افزوده می شود؟

۱۵۸ (۴)

۱۲۲ (۳)

۷۰ (۲)

۵۰ (۱)

۲۶ چهار میله هم طول و هم جرم  $(\alpha_A = 4 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, c_A = 5\text{ kJ/kg} \cdot ^\circ C) A$

و  $(\alpha_C = 3 \times 10^{-5} \frac{1}{K}, c_C = 9000\text{ J/kg} \cdot ^\circ C) C$  ،  $(\alpha_B = 6 \times 10^{-4} \frac{1}{K}, c_B = 6000\text{ J/kg} \cdot ^\circ C) B$

در اختیار داریم. اگر به هر چهار میله مقدار یکسانی گرما بدهیم، طول کدام میله بزرگ تر خواهد شد؟  $(\alpha_D = 8 \times 10^{-4} \frac{1}{K}, c_D = 7\text{ kJ/kg} \cdot ^\circ C) D$

D (۴)

C (۳)

B (۲)

A (۱)

۲۷ چگالی جسمی در دمای  $100^\circ C$  برابر  $5 \frac{g}{\text{cm}^3}$  است. در چه دمایی بر حسب کلوین، چگالی جسم به  $4.82 \frac{g}{\text{cm}^3}$  می رسد؟

$(\alpha_{\text{جسم}} = 4 \times 10^{-5} \frac{1}{K})$

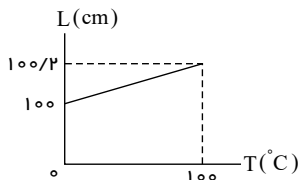
۶۷۳ (۴)

۵۷۳ (۳)

۴۰۰ (۲)

۳۰۰ (۱)

۲۸ در شکل زیر نمودار تغییرات طول یک میله فلزی بر حسب دما نشان داده شده است. در دمای  $50^\circ F$  طول میله چند سانتی متر می شود؟



$100/2$  (۲)

$100/0.2$  (۱)

$100/1$  (۴)

$100/0.2$  (۳)

۲۹ در دمای صفر درجه سلسیوس طول هر یک از نوارهای آلومینیومی و مسی  $120\text{ m}$  است. پس از رسیدن به دمای  $x$  طول نوار مسی  $7.2\text{ cm}$  از طول نوار آلومینیومی کمتر است. دمای  $x$  بر حسب درجه سلسیوس کدام است؟

$(\alpha_{Cu} = 1.7 \times 10^{-5} K^{-1}, \alpha_{Al} = 2.3 \times 10^{-5} K^{-1})$

۱۱۰ (۴)

۱۰۰ (۳)

۷۵ (۲)

۸۰ (۱)



۳۰ اگر دمای یک میله فلزی ۵۴ درجه فارنهایت افزایش یابد، طول میله ۰٫۱۵ درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط سطحی فلز در SI کدام است؟

- ۱  $5 \times 10^{-4}$  ۲  $5 \times 10^{-6}$  ۳  $10^{-5}$  ۴  $10^{-3}$

۳۱ درون ۲ kg آب  $40^\circ C$  مقداری یخ  $-5^\circ C$  می‌اندازیم. اگر این آب  $294 kJ$  گرما از دست بدهد تا سیستم به دمای تعادل برسد، جرم یخ چند گرم بوده است؟  $(L_F = 336 \frac{kJ}{kg}, C_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot K}, C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K})$

- ۱ ۴۰۰ ۲ ۶۰۰ ۳ ۸۰۰ ۴ ۱۲۰۰

۳۲ به  $200 g$  یخ  $-10^\circ C$ ، مقداری گرما با آهنگ  $1.05 \frac{kJ}{\text{min}}$  به مدت ۱۲ دقیقه می‌دهیم. دمای نهایی چند درجه سلسیوس است؟

$$(C_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot C}, L_f = 336 \frac{kJ}{kg}, C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot C})$$

- ۱ صفر ۲ ۵ ۳ ۱۰ ۴ ۱۵

۳۳ ظرفی که عایق گرما است، محتوی ۸۰ گرم آب  $11.5$  درجه سلسیوس است. یک قطعه مس به جرم  $420$  گرم و دمای  $100$  درجه سلسیوس را در آب می‌اندازیم. اگر فقط بین آب و مس تبادل گرما صورت گیرد و  $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}$  و  $c_{\text{مس}} = 380 \frac{J}{kg \cdot K}$  باشد، تا برقراری تعادل گرمایی، دمای آب چند کلون افزایش می‌یابد؟

- ۱ ۲۸٫۵ ۲ ۴۰ ۳ ۳۱۳ ۴ ۳۰۱٫۵

۳۴ درون یک کیلوگرم آب با دمای  $30$  درجه سلسیوس، چند گرم یخ صفر درجه سلسیوس بیاندازیم، تا پس از تعادل گرمایی، آب با دمای  $20$  درجه سلسیوس حاصل شود؟  $(L_F = 336 \frac{kJ}{kg}, C_{H_2O} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K})$ ، تبادل گرمایی فقط بین آب و یخ انجام می‌شود)

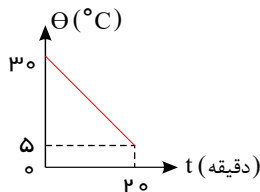
- ۱ ۱۰۰ ۲ ۲۰۰ ۳ ۱۲۵ ۴ ۱۷۵

۳۵ درون ظرفی  $400 g$  مخلوط آب و یخ در دمای صفر درجه سلسیوس در حالت تعادل قرار دارد. اگر فلزی به جرم  $200 g$  و دمای  $105^\circ C$  را داخل آب بیندازیم، بعد از برقراری تعادل، دمای آب به  $5^\circ C$  می‌رسد. جرم یخ چند گرم بوده است؟

$$(L_F = 336 \frac{kJ}{kg}, c_{\text{فلز}} = 840 \frac{J}{kg \cdot C}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot C})$$

- ۱ ۲٫۵ ۲ ۵ ۳ ۲۵ ۴ ۵۰

۳۶ از جسمی به جرم  $300$  گرم که در یک وسیله‌ی سرمازا قرار گرفته است، با آهنگ ثابت ۳ وات گرما گرفته‌ایم. اگر نمودار تغییرات دما بر حسب زمان به صورت شکل مقابل باشد، گرمای ویژه‌ی این جسم چند  $\frac{J}{kg \cdot K}$  است؟



- ۱ ۰٫۴۸ ۲ ۸ ۳ ۴۰۰ ۴ ۴۸۰

۳۷ یک شمش آلومینیوم به حجم  $200 \text{ cm}^3$  و چگالی  $2.7 \frac{g}{\text{cm}^3}$  را که دمایش  $100^\circ C$  است، درون  $540 \text{ cm}^3$  آب  $20^\circ C$  می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل حرارتی، دمای آب تقریباً به چند درجه سلسیوس می‌رسد؟ (از مبادله‌ی گرمای بین آب و ظرف صرف نظر شود).

$$(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}, c_{\text{آلومینیوم}} = 900 \frac{J}{kg \cdot K})$$

- ۱ ۲۸ ۲ ۳۴ ۳ ۴۶ ۴ ۵۳



۳۸ در ظرفی که عایق گرما است، یک قطعه یخ صفر درجه‌ی سلسیوس وجود دارد. اگر ۸۰۰ گرم آب ۵۰ درجه‌ی سلسیوس در ظرف بریزیم، پس از برقراری تعادل گرمایی، ۱۰۰ گرم یخ در ظرف باقی می‌ماند. جرم اولیه‌ی یخ چند گرم بوده است؟ (فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت می‌گیرد.  $C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kgK}$  و  $L_F = 336000 \frac{J}{kg}$ )

- ۳۰۰ (۱) ۴۰۰ (۲) ۵۰۰ (۳) ۶۰۰ (۴)

۳۹ قطعه‌ای مس به جرم ۲۸۲ گرم و دمای  $\theta^\circ C$  را داخل ۱۰۰ گرم آب  $100^\circ C$  می‌اندازیم. اگر ۵ گرم آب بخار شود،  $\theta$  چند درجه‌ی سلسیوس است؟

$$(C_{\text{مس}} = 400 \frac{J}{kg^\circ C}, L_V = 2256 \frac{kJ}{kg})$$

- ۱۵۰ (۱) ۲۰۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۴۰۰ (۴)

۴۰ در ظرفی یک قطعه یخ صفر درجه‌ی سلسیوس وجود دارد. اگر ۸۰۰ گرم آب ۲۰ درجه‌ی سلسیوس در ظرف وارد کنیم و فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت گیرد، پس از برقراری تعادل گرمایی،  $\frac{1}{3}$  جرم قطعه یخ در ظرف باقی می‌ماند. جرم اولیه‌ی قطعه یخ چند گرم بوده است؟ ( $C_{\text{آب}} = 4200 J/kg \cdot K$  و  $L_f = 336000 J/kg$ )

- ۲۰۰ (۱)  $\frac{800}{3}$  (۲) ۳۰۰ (۳) ۶۰۰ (۴)

۴۱ اگر ۹۰ درصد گرمایی را که ۸۰۰ گرم آب ۵۰ درجه‌ی سلسیوس از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود، به یک قطعه یخ صفر درجه‌ی سلسیوس بدهیم، چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟

$$(C_{\text{آب}} = 4200 J/kg \cdot K \text{ و } L_f = 336000 J/kg)$$

- ۵۰۰ (۱) ۴۵۰ (۲) ۵۰ (۳) ۴۵ (۴)

۴۲ حداقل چند گرم یخ  $20^\circ C$  را داخل ۲۰۰ گرم آب صفر درجه بیندازیم تا تمام آب یخ ببندد؟

$$(c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{J}{kg \cdot K}, L_f = 336 \times 10^3 \frac{J}{kg})$$

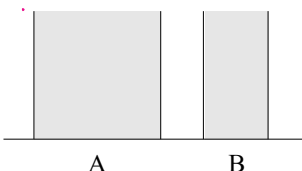
- ۱۶۰ (۱) ۳۶۰ (۲) ۱۲۰۰ (۳) ۱۶۰۰ (۴)

۴۳ یک قطعه مس به جرم ۳ kg با دمای  $11,1^\circ C$  را به داخل ظرف عایق بندی شده‌ای حاوی مخلوط به حالت تعادل رسیده‌ی آب و یخ می‌اندازیم. هنگامی که تعادل مجدد برقرار می‌شود، دمای مس، صفر درجه‌ی سلسیوس است. چند گرم یخ در این فرآیند ذوب شده است؟

$$(L_F = 333 \frac{kJ}{kg}, c_{Cu} = 400 \frac{J}{kg \cdot K})$$

- ۴ (۱) ۸ (۲) ۳۰ (۳) ۴۰ (۴)

۴۴ در شکل روبه رو دو ظرف A و B پراز آب  $20^\circ C$  هستند. کدام کمیت در مورد آب درون هر دو ظرف یکسان است؟



- انرژی درونی (۱) ظرفیت گرمایی (۲)  
نیروی وارده به کف ظرف‌ها (۳) انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها (۴)

۴۵) مخلوطی از یک کیلوگرم یخ و یک کیلوگرم آب در تعادل گرمایی قرار دارند. یک گلوله‌ی فلزی ۳۰۰ گرمی که دمای آن  $80^{\circ}C$  و گرمای ویژه‌ی آن  $420 \frac{J}{kg \cdot K}$  است، درون آن می‌اندازیم. تا رسیدن به تعادل گرمایی، چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟  
 $(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}, L_f = 336 \frac{kJ}{kg})$

- ۱۰۰ (۴)      ۵۰ (۳)      ۳۰ (۲)      ۲۰ (۱)

۴۶) حجم جسم  $A$ ، دو برابر حجم جسم  $B$  و چگالی آن  $8$ ، چگالی جسم  $B$  است. اگر گرمای ویژه‌ی  $A$ ، نصف گرمای ویژه‌ی  $B$  باشد و به هر دو یک اندازه گرما بدهیم، افزایش دمای جسم  $A$ ، چند برابر افزایش دمای جسم  $B$  می‌شود؟

- $\frac{2}{3}$  (۴)       $\frac{3}{2}$  (۳)       $\frac{4}{5}$  (۲)       $\frac{5}{4}$  (۱)

۴۷) یک لوله‌ی مسی را بریده و جرم آن را نصف می‌کنیم. ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه‌ی آن به ترتیب چند برابر می‌شوند؟

- ۱ و  $\frac{1}{2}$  (۱)       $\frac{1}{2}$  و  $\frac{1}{2}$  (۲)       $1$  و  $\frac{1}{2}$  (۳)       $1$  و  $1$  (۴)

۴۸) چند لیتر آب  $80^{\circ}C$  درجه‌ی سلسیوس را با  $40$  لیتر آب  $10^{\circ}C$  درجه‌ی سلسیوس مخلوط کنیم تا به دمای تعادل تقریبی  $40^{\circ}C$  درجه‌ی سلسیوس برسند؟

- ۲۵ (۱)      ۳۰ (۲)      ۴۵ (۳)      ۵۰ (۴)

۴۹) درون ظرفی با جرم ناچیز مقداری آب  $100^{\circ}C$  و یک قطعه یخ با دمای  $20^{\circ}C$  می‌اندازیم. پس از رسیدن به تعادل گرمایی، نصف جرم یخ ذوب شده و نصف آن ذوب نشده باقی می‌ماند. اگر جرم کل آب موجود درون ظرف پس از تعادل  $3kg$  باشد، جرم قطعه یخ اولیه چند کیلوگرم بوده است؟)  $C_{\text{یخ}} = \frac{1}{3} C_{\text{آب}}$ ،  $L_F = 80 C_{\text{آب}}$  و تمام واحدها در  $SI$  هستند).

- ۱ (۱)      ۱٫۵ (۲)      ۲ (۳)      ۳ (۴)

۵۰) درون ظرفی به ظرفیت گرمایی  $150 \frac{J}{^{\circ}C}$ ، مقداری مایع به ظرفیت گرمایی  $1050 \frac{J}{^{\circ}C}$  در دمای  $5^{\circ}C$  در تعادل گرمایی قرار دارد. قطعه فلزی به دمای  $75^{\circ}C$  را به ظرف و مایع اضافه می‌کنیم و دمای تعادل مجموعه به  $15^{\circ}C$  می‌رسد. اگر  $3000$  ژول انرژی گرمایی در این تبادل گرمایی به هوای اطراف داده شود، ظرفیت گرمایی قطعه فلز چند  $\frac{J}{^{\circ}C}$  است؟

- ۱۵۰ (۱)      ۲۵۰ (۲)      ۲۰۰ (۳)      ۱۰۰ (۴)

۵۱) دو کره‌ی فلزی هم جنس  $A$  و  $B$ ، اولی توپر به شعاع  $20cm$  و دومی توخالی که شعاع خارجی آن  $20cm$  و شعاع حفره‌ی داخلی آن  $R$  است، داریم. اگر به دو کره به یک اندازه گرما بدهیم، تغییر دمای آن‌ها  $\Delta\theta_B$  و  $\Delta\theta_A$  می‌شود. اگر  $\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{8}{7}$  باشد،  $R$  چند سانتی‌متر است؟

- ۸ (۱)      ۱۰ (۲)      ۱۲ (۳)      ۱۵ (۴)

۵۲) دو مایع  $A$  و  $B$  به ترتیب با دماهای  $25^{\circ}C$  و  $45^{\circ}C$  را با یکدیگر مخلوط می‌کنیم. اگر چگالی مایع  $A$  دو برابر چگالی مایع  $B$  و حجم مایع  $B$  نصف حجم مایع  $A$  باشد، دمای تعادل چند درجه‌ی سلسیوس می‌باشد؟)  $C_A = 1200 \frac{J}{kg \cdot K}$  و  $C_B = 1600 \frac{J}{kg \cdot K}$  و فرض کنید چگالی مایع‌ها همواره ثابت است).

- ۳۰ (۱)      ۲۸ (۲)      ۳۵ (۳)      ۴۲ (۴)

۵۳ گلوله‌ای به جرم  $m$  با سرعت افقی  $v$  به مانعی برخورد کرده و در آن متوقف می‌شود. اگر  $۸۰\%$  درصد انرژی جنبشی گلوله در لحظه برخورد، به صورت گرما به گلوله منتقل شود، دمای گلوله  $۲۰^{\circ}C$  افزایش می‌یابد.  $v$  چند متر بر ثانیه است؟  $(C_{\text{گلوله}} = ۸۰۰ \frac{J}{kg \cdot K})$

- ۲۰ (۴)      ۵۰ (۳)      ۱۰۰ (۲)      ۲۰۰ (۱)

۵۴ دو کره هم‌جنس، هم‌اندازه و هم‌دمای  $A$  و  $B$  را فرض کنید که کره  $A$  توپُر و کره  $B$  دارای حفره‌ای درون خود است، به طوری که  $m_A = ۲m_B$  می‌باشد. اگر دو کره را درون آب در حال جوش بیاندازیم، پس از برقراری تعادل گرمایی، افزایش سطح کره  $A$  چند برابر افزایش سطح کره  $B$  خواهد بود؟

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

۵۵ تبدیل بخار به مایع، جامد به بخار و مایع به بخار را به ترتیب چه می‌نامند؟

- ۱ (۱) تصعید، چگالش و تبخیر      ۲ (۲) میعان، چگالش و تصعید      ۳ (۳) تصعید، تبخیر و میعان      ۴ (۴) میعان، تصعید و تبخیر

۵۶ در گرماسنجی که ظرفیت گرمایی آن ناچیز است،  $۵۰۰$  گرم یخ با دمای  $-۶^{\circ}C$  وجود دارد. اگر یک گرم‌کن الکتریکی که توان آن  $۷۵$  وات و بازده آن  $۸۰\%$  درصد است درون یخ قرار گیرد. پس از  $۱۲۲٫۵$  ثانیه چند گرم یخ در گرماسنج باقی می‌ماند؟

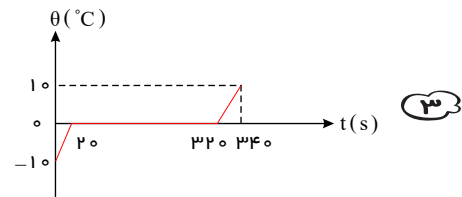
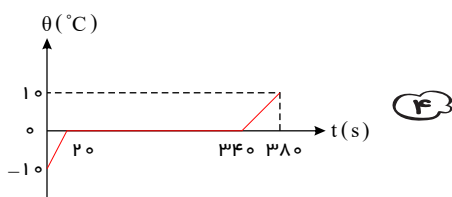
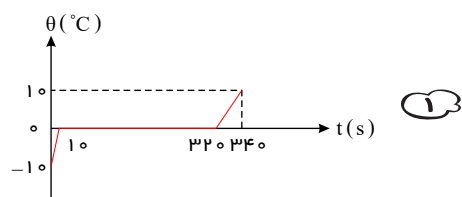
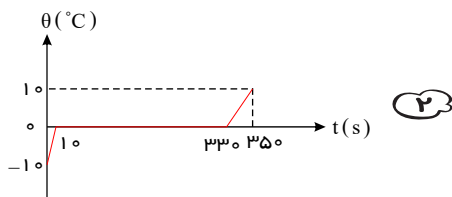
$$(C_{\text{یخ}} = ۲۱۰۰ \frac{J}{kg \cdot K}, L_f = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{kg})$$

- ۱۵۰ (۴)      ۲۰۰ (۳)      ۲۵۴ (۲)      ۳۰۰ (۱)

۵۷ به مقداری یخ با دمای صفر درجه‌ی سلسیوس گرما می‌دهیم تا تبدیل به آب  $۲۰$  درجه‌ی سلسیوس شود. چند درصد گرمای داده شده صرف ذوب یخ شده است؟  $(L_F = ۳۳۶ \frac{J}{g}, C_{\text{آب}} = ۴٫۲ \frac{J}{g \cdot C})$

- ۸۰ (۴)      ۷۵ (۳)      ۶۰ (۲)      ۵۵ (۱)

۵۸ به  $۲۰۰g$  یخ  $-۱۰^{\circ}C$  با آهنگ ثابت  $۲۱۰ J/s$  گرما می‌دهیم تا به آب  $۱۰^{\circ}C$  تبدیل شود. کدام نمودار، تغییرات دما را بر حسب زمان درست نشان می‌دهد؟  $(L_f = ۳۳۶۰۰۰ J/kg$  و  $C_{\text{آب}} = ۲ C_{\text{یخ}} = ۴۲۰۰ J/kg \cdot C)$



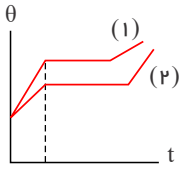
۵۹ چند گرم بخار آب  $۱۰۰$  درجه را در  $۵۹۰$  گرم آب  $۱۰$  درجه‌ی سلسیوس وارد کنیم تا دمای تعادل به  $۵۰$  درجه‌ی سلسیوس برسد؟ گرمای نهان ویژه تبخیر آب  $۲۲۶۸ J/g$  و ظرفیت گرمایی ویژه آب  $۴٫۲ J/g \cdot C$  است.

- ۵۰ (۴)      ۴۵ (۳)      ۴۰ (۲)      ۳۵ (۱)





۶۰ نمودار دما بر حسب زمان دو جسم جامد هم‌جرم که از منبع‌های گرمای یکسانی گرما می‌گیرند، مطابق شکل زیر است. در کدام گزینه مقایسه‌ی درستی بین گرمای ویژه ( $c$ ) و گرمای نهان ذوب ( $L_F$ ) آن‌ها انجام گرفته است؟



$(L_F)_1 < (L_F)_2$  و  $c_1 > c_2$  (۲)

$(L_F)_1 > (L_F)_2$  و  $c_1 > c_2$  (۱)

$(L_F)_1 < (L_F)_2$  و  $c_1 < c_2$  (۴)

$(L_F)_1 > (L_F)_2$  و  $c_1 < c_2$  (۳)

۶۱ در ظرف کوچکی  $1340g$  آب  $0^\circ$  وجود دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی مقداری از آب موجود در ظرف تبخیر شود و بقیه یخ ببندد، جرم آب یخ زده چند گرم است؟ ( $L_F = 80c_{\text{آب}}$ ،  $L_V = 590c_{\text{آب}}$  و تمام اعداد در  $SI$  هستند).

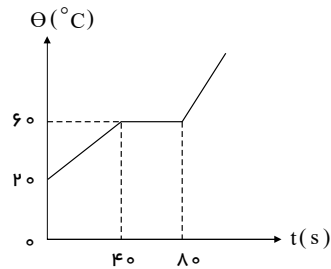
۱۶۰ (۴)

۸۰ (۳)

۵۹۰ (۲)

۱۱۸۰ (۱)

۶۲ به یک جسم جامد به جرم  $5kg$ ، توسط یک گرمکن با توان ثابت گرما می‌دهیم. منحنی تغییرات دمای این جسم با زمان در شکل زیر نشان داده شده است. گرمایی که صرف تغییر حالت کامل یک کیلوگرم از جامد به مایع در دمای ذوب می‌شود، چند برابر گرمایی است که صرف افزایش دمای یک کیلوگرم از ماده‌ی جامد به مقدار یک درجه‌ی سلسیوس می‌شود؟



۲۰ (۱)

۴۰ (۲)

۸۰ (۳)

۱۶۰ (۴)

۶۳ در ظرفی مقداری یخ صفر درجه‌ی سلسیوس و بخار آب  $100^\circ C$  می‌ریزیم، تا به تعادل دمایی برسند. اگر پس از رسیدن به تعادل دمایی، تنها آب  $40^\circ C$  در ظرف باقی بماند و تبادل حرارتی با محیط اطراف ناچیز باشد، جرم یخ چند برابر جرم بخار آب بوده است؟

$(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kgK}, L_V = 2268 \frac{kJ}{kg}, L_F = 336 \frac{kJ}{kg})$

۶٫۲۵ (۴)

۶ (۳)

۵ (۲)

۴٫۲ (۱)

۶۴ درون یک کتری برقی با توان الکتریکی مصرفی  $1000$  وات،  $600$  گرم آب با دمای  $30^\circ C$  موجود است. اگر  $84\%$  از توان الکتریکی مصرفی کتری به صورت انرژی گرمایی به آب داده شود، چند دقیقه پس از روشن کردن کتری نیمی از آب موجود در آن بخار می‌شود؟

$(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg^\circ C}, L_V = 2268 \frac{kJ}{kg})$

۱۷ (۴)

۱۵ (۳)

۱۲ (۲)

۲۱ (۱)

۶۵ یک خانه را از دیوارهای آجری به ضخامت  $30cm$  ساخته‌اند و از داخل با روکش چوبی به ضخامت  $1cm$  پوشانده شده است. اگر دمای سطح داخلی روکش (سمت داخل خانه)  $20^\circ C$  و دمای سطح خارجی دیوار  $10^\circ C$  باشد، دمای سطح مشترک چوب با آجر تقریباً چند درجه‌ی سلسیوس است؟ (رسانندگی گرمایی آجر و چوب به ترتیب  $0.6 \frac{W}{m \cdot K}$ ،  $0.8 \frac{W}{m \cdot K}$  است).

$(\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}, L_V = 2250 \frac{kJ}{kg}, \pi \simeq 3, k_{Al} = 240 \frac{W}{m \cdot K}$ ، است،  $100^\circ C$  دمای جوش آب  $100^\circ C$  است،

۱۸ (۴)

۱۴ (۳)

۱۰ (۲)

۲ (۱)

۶۶ آب در قابلمه‌ی آلومینیمی که در تماس با منبع گرما است می‌جوشد و با آهنگ  $1.8$  لیتر بر دقیقه تبخیر می‌شود. ضخامت کف قابلمه  $4.8mm$  و قطر آن  $30cm$  است. دمای ته ظرف در تماس با منبع گرما چند درجه‌ی سلسیوس است؟

$(\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}, L_V = 2250 \frac{kJ}{kg}, \pi \simeq 3, k_{Al} = 240 \frac{W}{m \cdot K}$ ، است،  $100^\circ C$  دمای جوش آب  $100^\circ C$  است،

۱۰۴ (۴)

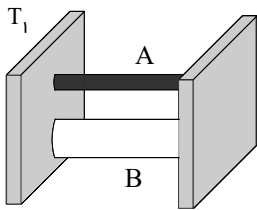
۱۰۶ (۳)

۱۰۲ (۲)

۱۰۱ (۱)



۶۷ در شکل روبه‌رو، دو میله‌ی رسانا بین دو منبع گرما قرار دارند. اگر سطح مقطع میله‌ی A،  $\frac{1}{3}$  سطح مقطع میله‌ی B و رسانندگی گرمایی میله‌ی A، ۶ برابر رسانندگی میله‌ی B باشد، آهنگ رسانش گرمایی در میله‌ی A چند برابر آهنگ رسانش گرمایی در میله‌ی B است؟



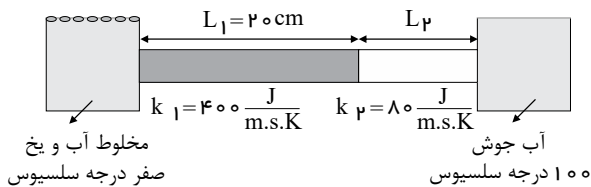
۲ (۱)

۴ (۲)

$\frac{1}{4}$  (۳)

$\frac{1}{2}$  (۴)

۶۸ دو میله‌ی فلزی استوانه‌ای به طول‌های  $L_1$  و  $L_2$  که سطح مقطع مساوی دارند، مطابق شکل زیر به یک‌دیگر چسبیده و از یک طرف مجاور ظرف محتوی مخلوط آب و یخ صفر درجه‌ی سلسیوس و از طرف دیگر مجاور آب جوش ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس قرار دارند. اگر دمای سطح مشترک بین دو میله ۲۵ درجه سلسیوس باشد،  $L_2$  چند سانتی‌متر است؟



۲۰ (۱)

۱۲ (۲)

۱۰ (۳)

۶ (۴)

۶۹ یک سر میله‌ی آلومینیومی به قطر مقطع ۴ cm و طول ۱۸ cm روی یک قالب یخ صفر درجه به جرم ۱۰۰ گرم قرار دارد. سر دیگر میله درون آب با دمای ثابت ۱۰۰°C است. چند ثانیه طول می‌کشد تا یخ کاملاً ذوب شود؟ (از مبادله‌ی گرمای یخ و میله با محیط صرف نظر شود.)

$$(k_{Al} = 240 \frac{W}{m \cdot K}, \pi = 3, L_F = 336 \frac{kJ}{kg})$$

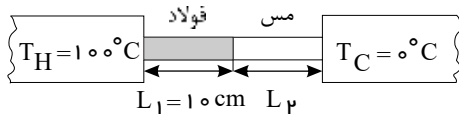
۵۲ (۴)

۲۱۰ (۳)

۵۲ (۲)

۲۱ (۱)

۷۰ دو میله‌ی فولادی و مسی به طول‌های  $L_1$  و  $L_2$  بین دو منبع حرارتی قرار دارند. اگر رسانندگی گرمایی فولاد و مس به ترتیب  $400 \frac{J}{m \cdot s \cdot K}$  و  $50 \frac{J}{m \cdot s \cdot K}$  و دمای سطح مشترک دو میله ۲۰ درجه‌ی سلسیوس باشد، طول  $L_2$  چند سانتی‌متر است؟



۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

۳۰ (۴)

۴۰ (۳)

۷۱ یک سر میله‌ی آهنی به طول ۱۶ cm را به یک سر میله‌ی مسی به طول ۲۰ cm جوش داده‌اند. سر آزاد میله‌ی آهنی را در آب جوش ۱۰۰°C و سر دیگر میله‌ی مسی را در مخلوط آب و یخ با دمای صفر درجه‌ی سلسیوس قرار می‌دهند. دمای نقطه‌ی اتصال دو میله چند درجه‌ی سلسیوس است؟ (سطح مقطع هر دو میله یکسان است و سطح جانبی هر دو میله عایق پوش است.)

$$k_{\text{آهن}} = 80 \frac{W}{m \cdot K} \text{ و } k_{\text{مس}} = 400 \frac{W}{m \cdot K}$$

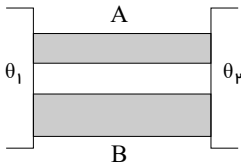
۲۵ (۴)

۲۰ (۳)

۱۵ (۲)

۳۰ (۱)

۷۲ مطابق شکل زیر، اختلاف دمای دو سر میله‌های A و B با هم برابر است و سطح مقطع میله B، ۲ برابر سطح مقطع میله A است. اگر آهنگ انتقال گرمای میله A، ۲٫۵ برابر آهنگ انتقال گرمای میله B باشد، ضریب رسانندگی میله A چند برابر ضریب رسانندگی میله B است؟



۱٫۵۰ (۲)

۱٫۲۵ (۱)

۵ (۴)

۴ (۳)

۷۳ برای اندازه‌گیری رسانندگی گرمایی یک میله‌ی فلزی به طول ۲۵ سانتی‌متر و سطح مقطع  $\sqrt{7} \text{ cm}^2$ ، یک طرف آن را در ظرف محتوی یخ و آب صفر درجه‌ی سلسیوس و طرف دیگر آن را در بخار آب ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس قرار می‌دهیم. اگر در مدت ۱۰ دقیقه ۲۰۰ گرم یخ ذوب شود، رسانندگی گرمایی میله چند  $\frac{J}{s \cdot m \cdot K}$  است؟ ( $L_f = 336000 \frac{J}{kg}$ )

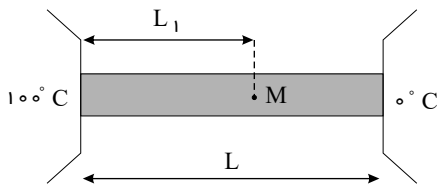
۶۰۰ (۴)

۴۱۸ (۳)

۴۰۰ (۲)

۲۳۸ (۱)

۷۴ یک میله همگن به طول L بین دو منبع با دماهای  $100^\circ\text{C}$  و صفر درجه سلسیوس قرار دارد، طول  $L_1$  چه کسری از L باشد تا دما در نقطه M از میله برابر  $30^\circ\text{C}$  (درجه سلسیوس) باشد؟ (از مبادله گرما بین سطح میله و محیط صرف نظر شده است).



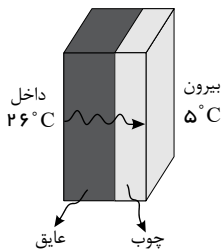
۰٫۳ (۱)

۰٫۵ (۲)

۰٫۷ (۳)

۰٫۷۵ (۴)

۷۵ دیوار خانه‌ای مطابق شکل از دو لایه، یکی چوب با ضخامت ۲cm و دیگری نوعی عایق با ضخامت ۶cm ساخته شده است. اگر مساحت دیوار  $10 \text{ m}^2$  باشد، در مدت ۵ دقیقه چند کیلوژول انرژی از داخل خانه به بیرون شارش می‌کند؟ (دمای داخل خانه  $26^\circ\text{C}$  و دمای بیرون خانه  $5^\circ\text{C}$  و ضریب رسانندگی چوب  $0.08 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  و ماده عایق  $0.04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  است.)



۱۸ (۱)

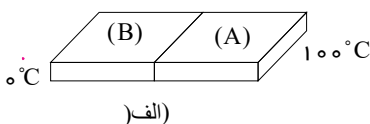
۳۶۰ (۲)

۳۶ (۳)

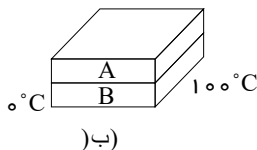
۱۸۰ (۴)

۷۶ دو میله فلزی با طول و سطح مقطع یکسان، مطابق شکل (الف) با یکدیگر در تماس اند و در حالت تعادل در مدت ۲ دقیقه  $4 \text{ kJ}$  گرما از آن‌ها عبور می‌کند. اگر دو میله را به صورت شکل (ب) و با یک عایق گرمایی بین آن‌ها بین همان اختلاف دمای قبلی قرار دهیم، در حالت تعادل طی چند ثانیه همان  $4 \text{ kJ}$  گرما از مجموعه آن‌ها عبور می‌کند؟

$$k_B = 600 \text{ W/m} \cdot \text{K} \text{ و } k_A = 200 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$



(الف)



(ب)

۱۳۵ (۴)

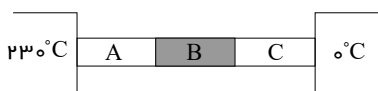
۹۰ (۳)

۴۵ (۲)

۲۲٫۵ (۱)

۷۷ مطابق شکل زیر سه میله هم طول  $A$ ،  $B$  و  $C$  با سطح مقطع یکسان بین دو منبع گرمایی قرار گرفته‌اند. اگر رسانندگی گرمایی میله‌های

$A$ ،  $B$  و  $C$  به ترتیب  $k_A$ ،  $k_B = 3k_A$  و  $k_C = \frac{5}{3}k_B$  باشد و آهنگ رسانش گرمایی در میله‌ها یکسان باشد، دمای سطح مشترک بین میله‌های  $B$



و  $C$  چند درجه سلسیوس است؟

۲۰ (۲)

۴۰ (۱)

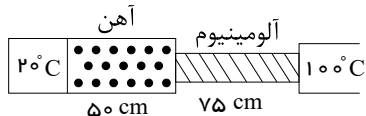
۳۰ (۴)

۱۵ (۳)

۷۸ مطابق شکل زیر، دو میله آهنی و آلومینیومی به یکدیگر وصل شده‌اند. اگر سطح مقطع میله آهنی، دو برابر سطح مقطع میله آلومینیومی

باشد، بعد از ایجاد تعادل، اختلاف دمای دو سر میله آهنی چند درجه فارنهایت است؟ (رسانندگی آلومینیوم ۳ برابر رسانندگی آهن است و اتلاف

انرژی نداریم.)



۱۰۴ (۲)

۴۰ (۱)

۷۲ (۴)

۶۰ (۳)

۷۹ چه تعداد از موارد زیر نادرست است؟

الف) همرفت در همه شاره‌ها، چه مایع و چه گاز، به وقوع می‌پیوندد.

ب) در روز، پدیده همرفت موجب نسیمی از سوی دریا به سمت ساحل می‌شود.

پ) هر چه ضریب انبساط حجمی شاره‌ها کمتر باشد، جریان همرفتی بهتر انجام می‌شود.

ت) سیستم خنک کننده موتور اتومبیل و گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون در بدن جانور خون گرم، مثال‌هایی از

همرفت واداشته هستند.

۴ (۴)

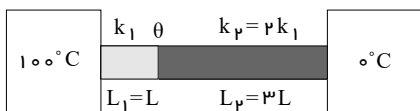
۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۸۰ در شکل زیر سطح مقطع دو میله یکسان و دمای سطح مشترک دو میله  $\theta$  است. اگر جای منبع گرم و سرد را عوض کنیم دمای سطح

مشترک دو میله  $\theta'$  خواهد شد. حاصل  $\frac{\theta'}{\theta}$  کدام است؟



$\frac{2}{3}$  (۲)

۱ (۱)

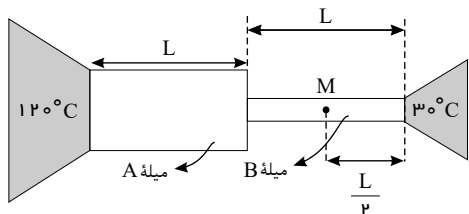
$\frac{1}{2}$  (۴)

$\frac{3}{2}$  (۳)

۸۱ در شکل زیر دو میله  $A$  و  $B$  با طول‌های یکسان بین دو منبع با دماهای  $120^\circ\text{C}$  و  $30^\circ\text{C}$  قرار دارند. اگر رسانندگی گرمایی و شعاع

مقطع میله  $A$ ، ۲ برابر رسانندگی گرمایی و شعاع مقطع میله  $B$  باشد، در حالت پایا دمای نقطه  $M$  چند درجه سلسیوس است؟ (از مبادله گرما بین

سطح میله‌ها و محیط صرف نظر شود.)



۵۲٫۵ (۲)

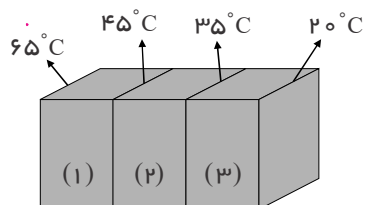
۸۰ (۱)

۷۰ (۴)

۶۰ (۳)

۸۲ مطابق شکل زیر، سه جعبه فلزی با ابعاد یکسان به یکدیگر متصل شده‌اند. اگر آهنگ رسانش گرما ثابت باشد و دماهای مشخص شده،

دمای نقطه اتصال جعبه‌ها باشد، کدام گزینه در مورد ضریب رسانندگی گرمایی آن‌ها صحیح است؟



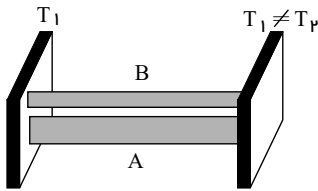
$k_1 > k_2 > k_3$  (۲)

$k_1 > k_3 > k_2$  (۱)

$k_2 > k_3 > k_1$  (۴)

$k_3 > k_1 > k_2$  (۳)

۸۳ در شکل زیر، دو میله با سطح مقطع‌های متفاوت بین دو منبع گرمای موازی هم قرار دارند. اگر آهنگ رسانش گرمایی میله A،  $\frac{1}{4}$  آهنگ رسانش گرمایی میله B و رسانندگی گرمایی میله B، ۶ برابر رسانندگی گرمایی میله A باشد، سطح مقطع میله A چند برابر سطح مقطع میله B است؟



$\frac{3}{2}$  (۲)

$\frac{2}{3}$  (۱)

$\frac{1}{6}$  (۴)

۶ (۳)

۸۴ لوله‌ی استوانه‌ای شکلی به طول  $40\text{ cm}$  را که هر دو طرف آن باز است تا ارتفاع  $30$  سانتی‌متر بطور قائم در جیوه فرو می‌بریم و سپس انگشت خود را در بالای لوله قرار داده و لوله را از جیوه بیرون می‌آوریم. اگر فشار هوا در محل  $75\text{ cmHg}$  باشد، و دما ثابت بماند، چند سانتی‌متر از جیوه در لوله باقی می‌ماند؟

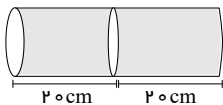
۲۰ (۴)

۲۵ (۳)

۱۵ (۲)

۱۰ (۱)

۸۵ در شکل روبه‌رو، درون یک استوانه، یک پیستون رسانای گرما و بدون اصطکاک در وسط استوانه، ثابت نگه داشته شده است. در یک طرف استوانه گاز کاملی در فشار  $2\text{ atm}$  و دمای  $27^\circ\text{ C}$  و در طرف دیگر گاز کاملی در فشار  $5\text{ atm}$  و دمای  $227^\circ\text{ C}$  وارد می‌کنیم و در همان لحظه، پیستون را رها می‌کنیم و پس از مدتی دو گاز هم‌دمای می‌شوند. تا رسیدن به حالت تعادل، پیستون نسبت به حالت اولیه چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟



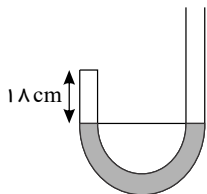
۴ (۲)

۲ (۱)

۱۰ (۴)

۵ (۳)

۸۶ در شکل زیر، جیوه در دو طرف لوله‌ی U شکل در یک سطح قرار دارد و سطح مقطع لوله  $1\text{ cm}^2$  است. از طرف باز  $21\text{ cm}^3$  لوله جیوه می‌ریزیم و ارتفاع هوا در طرف بسته به  $15\text{ cm}$  می‌رسد. فشار هوای محیط چند سانتی‌متر جیوه است؟ (دمای هوای داخل لوله ثابت فرض شود.)



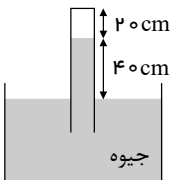
۷۴ (۲)

۷۳ (۱)

۷۶ (۴)

۷۵ (۳)

۸۷ در ظرفی مطابق شکل روبه‌رو، مقداری هوا بالای ستون جیوه در لوله وجود دارد. لوله را به آرامی چند سانتی‌متر پایین ببریم، تا ارتفاع ستون هوا نصف شود؟ (فشار هوا را  $76\text{ cmHg}$  بگیرید و دما ثابت است.)



۳۰ (۲)

۱۰ (۱)

۴۶ (۴)

۳۶ (۳)

۸۸ در شکل زیر، جرم پیستون یک کیلوگرم، جرم وزنه‌ی روی آن  $4$  کیلوگرم و دمای گاز درون ظرف  $27$  درجه‌ی سلسیوس است. اگر دمای گاز را به آرامی به  $87$  درجه‌ی سلسیوس برسانیم، ضمن گرم شدن گاز، چند کیلوگرم وزنه به تدریج باید روی پیستون اضافه کنیم تا پیستون جابه‌جا نشود؟



(سطح قاعده‌ی پیستون  $5\text{ cm}^2$ ، فشار هوا  $10^5$  پاسکال و  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  است.)

۷ (۴)

۶ (۳)

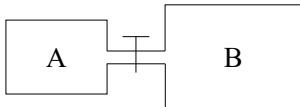
۳ (۲)

۲ (۱)

۸۹ دمای مقداری گاز کامل را از  $27^{\circ}C$  به  $57^{\circ}C$  و حجم آن را از ۸ لیتر به ۱۱ لیتر می‌رسانیم. در این عمل، فشار گاز ۱۰ سانتی متر جیوه کم می‌شود. فشار اولیه‌ی گاز چند سانتی متر جیوه بوده است؟

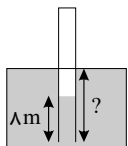
- ۱) ۲۰      ۲) ۴۰      ۳) ۵۰      ۴) ۱۰۰

۹۰ در شکل روبه‌رو، ظرف  $A$  به حجم ۲ لیتر حاوی گاز اکسیژن با دمای  $47^{\circ}C$  و فشار ۴ اتمسفر است و ظرف  $B$  به حجم ۵ لیتر، کاملاً خالی است. اگر شیر رابط را باز کنیم و دمای گاز در ظرف‌ها به  $7^{\circ}C$  سلسیوس برسد، فشار گاز چند اتمسفر می‌شود؟



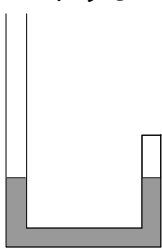
- ۱) ۰٫۷۵      ۲) ۱٫۲۵      ۳) ۱      ۴) ۲

۹۱ لوله‌ای به طول  $L = 24m$  که یک طرف آن بسته است حاوی هوا در فشار  $10^5 pa$  است. این لوله را به طور قائم در یک دریاچه‌ی آب شیرین فرو می‌بریم تا وقتی که آب همانند شکل تا  $\frac{1}{3}$  طول لوله بالا بیاید، لوله چند متر در آب فرو رفته است؟ (دما در تمام نقاط برابر و ثابت فرض شود).  $(\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3}, g = 10 \frac{m}{s^2})$



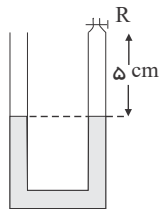
- ۱) ۸      ۲) ۵      ۳) ۱۳      ۴) ۲۰

۹۲ در شکل زیر، داخل لوله‌ی  $U$  شکلی به سطح مقطع  $1cm^2$ ، مقداری جیوه در دو طرف لوله، در یک سطح قرار دارد. ارتفاع هوای موجود در طرف بسته‌ی لوله برابر ۷۷ میلی‌متر است. چند سانتی متر مکعب جیوه درون لوله بریزیم تا ارتفاع هوای موجود در طرف بسته‌ی لوله به ۵۰ میلی‌متر برسد؟  $(\rho_{\text{جیوه}} = 13500 \frac{kg}{m^3}, g = 10 \frac{m}{s^2}, P_0 = 10^5 pa)$  و دمای هوا ثابت است.



- ۱) ۳۰      ۲) ۴۰      ۳) ۴۲٫۷      ۴) ۴۵٫۴

۹۳ در شکل زیر، شیر  $R$  را بسته و دمای هوای محبوس در لوله را از  $39^{\circ}C$  درجه‌ی سلسیوس، چند درجه افزایش بدهیم تا اختلاف ارتفاع ستون جیوه در دو لوله به ۲ سانتی‌متر برسد؟ (فشار هوای محل ۷۸ سانتی‌متر جیوه و قطر دو لوله با یکدیگر مساوی است. از انبساط جیوه و ظرف صرف‌نظر کنید).



- ۱) ۷۲      ۲) ۱۰۰      ۳) ۲۱۱      ۴) ۳۸۴

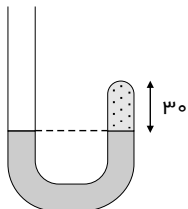
۹۴ حجم حباب‌های هوا در رسیدن از ته یک دریاچه تا سطح آب ۳ برابر می‌شود. اگر دمای آب ثابت فرض شود، عمق آب تقریباً چند متر است؟ (فشار هوا برابر با  $10^5$  پاسکال و چگالی آب  $1000 \frac{kg}{m^3}$  و  $g = 10 \frac{N}{kg}$  فرض شود).

- ۱) ۱۵      ۲) ۲۰      ۳) ۲۵      ۴) ۳۰

۹۵ در دمای ثابت، حجم گاز کاملاً ۶۰ درصد تغییر می‌کند، در نتیجه فشار آن  $15 \times 10^4 Pa$  افزایش می‌یابد. فشار اولیه‌ی گاز چند پاسکال بوده است؟

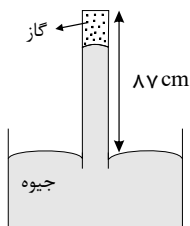
- ۱)  $10^5$       ۲)  $2 \times 10^5$       ۳)  $3,75 \times 10^4$       ۴)  $9 \times 10^4$

۹۶ در شکل زیر، در ابتدا ارتفاع جیوه در دو طرف لوله یکسان است و مقداری گاز کامل در طرف راست لوله محبوس است. اگر جیوه به شاخه‌ی سمت چپ افزوده شود به طوری که اختلاف ارتفاع جیوه در دو طرف لوله به ۳۸ سانتی‌متر برسد، ارتفاع ستون گاز چند سانتی‌متر می‌شود؟ (فشار هوا ۷۶ سانتی‌متر جیوه است و دما ثابت فرض شود).



- ۱) ۵      ۲) ۱۰      ۳) ۱۵      ۴) ۲۰

۹۷ در شکل زیر، پیوسته ۸۷ cm از لوله خارج از جیوه نگه داشته شده است. در شرایطی که فشار هوا  $75 cmHg$  و دمای گاز  $27^\circ C$  است، ارتفاع ستون جیوه در لوله ۷۲ cm است. بر اثر افزایش فشار هوا ستون جیوه بالا می‌رود، دمای گاز را به  $47^\circ C$  می‌رسانیم تا دوباره ستون جیوه به همان ۷۲ cm برسد. فشار هوا چگونه تغییر کرده است؟



- ۱) ۲ میلی‌متر جیوه کاهش یافته است.  
۲) ۲ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.  
۳) ۲ میلی‌متر جیوه کاهش یافته است.  
۴) ۲ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.

۹۸ در یک فرآیند هم‌فشار، دمای مطلق گاز ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. چگالی این گاز چند درصد کاهش می‌یابد؟

- ۱) ۲۰      ۲) ۲۵      ۳) ۷۵      ۴) ۸۰

۹۹ حجم گاز کاملاً را نصف می‌کنیم و هم‌زمان دمای آن را از  $27^\circ C$  به  $627^\circ C$  می‌رسانیم. فشار گاز چند برابر می‌شود؟

- ۱)  $\frac{2}{3}$       ۲)  $\frac{3}{2}$       ۳) ۴      ۴) ۶

۱۰۰ ۲۰ گرم گاز کامل در فشار ۴ اتمسفر در محفظه‌ای به حجم ۳۰ لیتر قرار دارد. در دمای ثابت ۱۰ گرم از گاز را خارج کرده و حجم محفظه را نیز نصف می‌کنیم، فشار آن چند اتمسفر می‌شود؟

- ۱) ۲      ۲) ۴      ۳) ۶      ۴) ۸

۱۰۱ اگر فشار گاز را ۱۰٪ در صد افزایش داده و ۶٪ آن را در صد کم کنیم، دمای مطلق آن ..... درصد می‌یابد.

- ۱) ۲۰، کاهش      ۲) ۲۰، افزایش      ۳) ۲۵، کاهش      ۴) ۲۵، افزایش

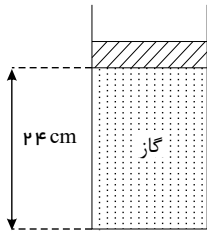
۱۰۲ اگر در اثر انبساط، حجم مقدار معینی گاز کامل ۶۰ درصد افزایش یابد، چگالی آن چند درصد کاهش می‌یابد؟

- ۱) ۳۵      ۲) ۳۷,۵      ۳) ۴۰      ۴) ۴۷,۵

۱۰۳ اگر حجم یک مول گاز در فشار یک جو و دمای صفر درجه سلسیوس ۲۲,۴ لیتر باشد، حجم ۶ گرم هیدروژن در فشار ۲ جو و دمای ۱۸۲ درجه سلسیوس چند لیتر است؟

- ۱) ۲۸      ۲) ۳۶      ۳) ۵۶      ۴) ۸۴

۱۰۴ در مکانی که فشار هوا  $1.05 \times 10^5 Pa$  است، مطابق شکل زیر مقداری گاز با دمای  $7^\circ C$  در استوانه‌ای به سطح قاعده  $10 cm^2$  زیر پیستونی به جرم  $3.6$  کیلوگرم که می‌تواند آزادانه و بدون اصطکاک حرکت کند، محبوس است. اگر وزنه‌ای به جرم  $2.4$  کیلوگرم روی پیستون اضافه کنیم، برای آن که پیستون جا به جا نشود، دمای گاز را چند کلوین باید بالا ببریم؟



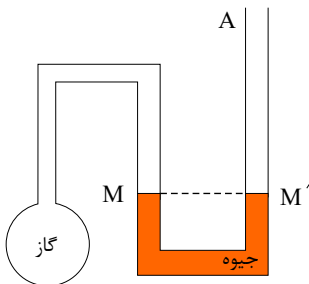
۵۶ (۲)

۴۸ (۱)

۷۰ (۴)

۶۵ (۳)

۱۰۵ در شکل زیر دمای گاز  $27^\circ C$  درجه سلسیوس و فشار آن  $75$  سانتی‌متر جیوه است. اگر دمای گاز را  $30^\circ C$  درجه سلسیوس افزایش دهیم، چند سانتی‌متر به ارتفاع جیوه در شاخه  $A$  اضافه کنیم تا سطح جیوه در شاخه سمت چپ، در سطح  $M$  باقی بماند؟



۲۰ (۱)

۱۵ (۲)

۷٫۵ (۳)

۵٫۵ (۴)



# پاسخنامه تشریحی

گزینه ۲ ۱

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow 122 = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \theta = 50^\circ C$$

$$T = \theta + 273 = 50 + 273 = 323K$$

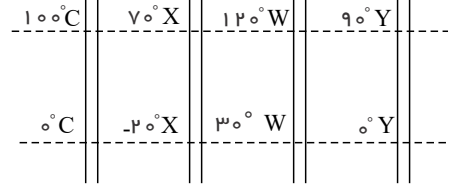
گزینه ۲ ۲

برای مقایسه دماها، هر سه دما را برحسب درجه سلسیوس می نویسیم:

$$X: \begin{matrix} 100 - 0 & 70 - (-20) \\ \theta_1 - 0 & 50 - (-20) \end{matrix} \Rightarrow \theta_1 \approx 77,78^\circ C$$

$$W: \begin{matrix} 100 - 0 & 120 - 30 \\ \theta_w - 0 & 50 - 30 \end{matrix} \Rightarrow \theta_w \approx 22,22^\circ C$$

$$Y: \begin{matrix} 100 - 0 & 90 - 0 \\ \theta_y - 0 & 50 - 0 \end{matrix} \Rightarrow \theta_y \approx 55,56^\circ C$$



بنابراین:

$$\theta_1 > \theta_y > \theta_w \Rightarrow 50^\circ X > 50^\circ Y > 50^\circ W$$

چون دما برحسب درجه فارنهایت کاهش یافته است، پس برحسب درجه سلسیوس نیز کاهش می یابد. گزینه ۱ ۴

$$F_r = F_1 - \frac{10}{100}F_1 \Rightarrow F_r = \frac{9}{10}F_1$$

$$\theta_r = (\theta_1 - 6)^\circ C$$

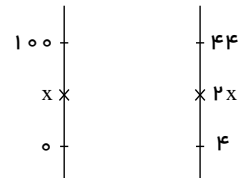
حال باتوجه به رابطه بین مقیاس فارنهایت و سلسیوس داریم:

$$\begin{cases} F_1 = \frac{9}{5}\theta_1 + 32 & (1) \\ F_r = \frac{9}{5}\theta_r + 32 & (2) \end{cases} \xrightarrow{(1),(2)} F_1 - F_r = \frac{9}{5}(\theta_1 - \theta_r)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{10}F_1 = \frac{9}{5} \times 6 \Rightarrow F_1 = 108^\circ F$$

گزینه ۲ ۵

دماسنج مجهول      دماسنج سلسیوس



خواسته سؤال، دما در دماسنج مجهول است. پس پاسخ  $2x = 5$  می باشد.

با توجه به صورت سؤال، رابطه بین دمای نشان داده شده در دماسنج معرفی شده و دماسنج سلسیوس، به صورت خطی تغییر می کند: گزینه ۲ ۶

$$x = a\theta + b$$

$$x_1 = a\theta_1 + b$$

$$x_r = a\theta_r + b$$

به ازای دو دمای متفاوت به صورت مقابل می نویسیم:

طرفین رابطه ها را از یکدیگر کم می کنیم:  $(x_r - x_1) = a(\theta_r - \theta_1)$ ، به عبارتی  $\Delta x = a\Delta\theta$ ، پس  $a = \frac{\Delta x}{\Delta\theta}$  است.

$$a = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}$$

پس  $x = \frac{2}{3}\theta + b$ ، می دانیم  $x = 20$  برابر با  $\theta = 60^\circ C$  است.

$$20 = \frac{2}{3} \times 60 + b \Rightarrow b = -20 \Rightarrow x = \frac{2}{3}\theta - 20$$

زمانی این دو دماسنج عدد یکسانی را نمایش می دهند که  $x = \theta$  باشد؛ بنابراین:

$$\theta = \frac{2}{3}\theta - 20 \Rightarrow \frac{1}{3}\theta = -20 \Rightarrow \theta = -60^\circ C$$

بنابراین: **گزینه ۳**

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 = \frac{9}{5} \times 50 + 32 = 90 + 32 = 122^\circ F$$

برای این که ببینیم دماسنج معرفی شده در صورت سوال،  $50^\circ C$  را چند درجه نشان می دهد. داریم:

$$\frac{252 - 12}{100} = \frac{252 - x}{100 - 50} \Rightarrow x = 132^\circ$$

بنابراین:

$$\text{اختلاف اعداد} = 132 - 122 = 10$$

توجه کنید که یکای  $x$  و  $F$  متفاوت است و در این سوال تنها اختلاف مقادیر عددی شان مدنظر است.

در دماسنج ترموکوپل ارائه شده در سوال، دو سیم رسانای غیر هم جنس مانند مس و کنستانتان از طرفی در دمای ذوب یخ نگه داشته شده و از طرفی در مکانی به هم متصل اند که می خواهیم دمای آن را به دست بیاوریم.

این مجموعه با سیم های مسی یا کنستانتانی (بسته به این که از چه جنس هایی سیم انتخاب کرده ایم) رابط به یک ولتسنج بسته می شود. با تغییر دمای محل مورد اندازه گیری، عددی که ولتسنج نشان می دهد تغییر می کند.

**گزینه ۴**

$$\left. \begin{array}{l} T_2 = 2T_1 \\ T = \theta + 273 \end{array} \right\} \Rightarrow \theta_2 + 273 = 2(\theta_1 + 273) \Rightarrow \theta_2 = 2\theta_1 + 273$$

$$\text{اگر: } \theta_1 > 0 \Rightarrow \theta_2 > 2\theta_1 \Rightarrow \frac{\theta_2}{\theta_1} > 2$$

$$\text{اگر: } -136,5^\circ C < \theta_1 < 0 \Rightarrow \frac{\theta_2}{\theta_1} < 0$$

$$\text{اگر: } -273^\circ C \leq \theta_1 \leq -136,5^\circ \Rightarrow 0 \leq \frac{\theta_2}{\theta_1} \leq 1$$

بنابراین  $\frac{\theta_2}{\theta_1}$  هر عددی به جز در فاصله  $(1, 2]$  می تواند باشد. پس گزینه های «۱» و «۳» همواره صحیح نیستند و گزینه «۲» نیز هیچ گاه نیست.

واضح است که دمای جسم نمی تواند از صفر کلوین کمتر باشد.

دماسنج های مختلف در یک محیط ممکن است اعداد مختلفی را نمایش دهند ولی ضریب دماسنجی ( $\gamma$ ) برای آن ها یکسان است. و با داشتن دو نقطه معلوم برای هر

دماسنج (ثابت پایینی  $A$  و ثابت بالایی  $B$ ) می توان رابطه ضریب دماسنجی را به صورت زیر نوشت:

$$\gamma_x = \frac{x - A}{B - A}$$

بنابراین داریم:

$$\gamma_x = \gamma_\theta \Rightarrow \frac{x - (-40)}{160 - (-40)} = \frac{\theta - 0}{100 - 0} \rightarrow x = 2\theta - 40$$

$$\begin{array}{l} x = 4\theta \\ \rightarrow 4\theta = 2\theta - 40 \rightarrow 2\theta = -40 \rightarrow \theta = -20^\circ C \end{array}$$

**گزینه ۳**

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta_1 = 0^\circ C \rightarrow L_{1Fe} - L_{1Cu} = 1mm \\ \theta_2 = 100^\circ C \rightarrow L_{2Cu} - L_{2Fe} = 0,5mm \end{array} \right. \Rightarrow \Delta L_{Cu} = \Delta L_{Fe} + 1,5mm$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \rightarrow L_{1Cu} \alpha_{Cu} (100 - 0) = L_{1Fe} \alpha_{Fe} (100 - 0) + 1,5$$

$$\frac{L_{1Cu} = L_{1Fe}^{-1}}{\rightarrow (L_{1Fe} - 1)(18 \times 10^{-5}) \times 10^2 = L_{1Fe} (1,2 \times 10^{-5}) \times 10^2 + 1,5}$$

$$\Rightarrow L_{1Fe} = 250,3mm = 2,503m$$

برای حل این سوال به صورت زیر عمل می کنیم: **گزینه ۴**

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \\ \frac{\Delta L}{L_1} = 0,17\% \Rightarrow \Delta L = \frac{17}{10000} L_1 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \frac{17}{10000} L_1 = L_1 \alpha \times 100 \Rightarrow \alpha = 17 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$$

$$\Delta A = A_1 \alpha \Delta \theta = A_1 \times (2 \times 17 \times 10^{-6}) \times 100 \Rightarrow \Delta A = 0,0034A_1$$

$$A_2 = A_1 + \Delta A = A_1 + 0.0034A_1 = 1.0034A_1$$

توضیح بیشتر: می‌دانیم ضریب انبساط سطحی برای اجسام دو برابر ضریب انبساط خطی است. از این گونه می‌توان نتیجه گرفت که در صورتی که در اثر مقدار معینی افزایش دما طول یک جسم  $x$  درصد افزایش یابد، درصد افزایش سطح جسمی از همان ماده تحت همان افزایش دما برابر  $2x$  است. در این سوال طول میله‌ی مسی با افزایش دمای  $100^\circ C$ ،  $0.17\%$  درصد  $0.0017$  مقدار اولیه (افزایش یافته است).

بنابراین افزایش سطح یک ورقه‌ی مسی تحت همان افزایش دما برابر  $0.34\%$  (درصد)  $0.0034$  برابر مقدار اولیه (است) و می‌توان نوشت:

$$A_2 = A_1 + \Delta A = A_1 + 0.0034A_1 = 1.0034A_1$$

فاصله‌ی  $AB$  را مانند میله‌ای به طول  $500\text{mm}$  در نظر می‌گیریم، و چون  $\alpha_{\text{خطی}} = 2\alpha_{\text{سطحی}}$  است، داریم:

$$\Delta L_{AB} = L_1 \alpha_{\text{خطی}} \Delta\theta = 500 \times \left( \frac{3.6 \times 10^{-5}}{2} \right) \times 200 = 1.8\text{mm}$$

$$L'_{AB} = 500 + \Delta L_{AB} = 501.8\text{mm}$$

گزینه ۳ ۱۳

گزینه ۴ ۱۴

$$\Delta A = A_1 2\alpha \Delta\theta \Rightarrow 0.01A_1 = A_1 2\alpha \times 250 \Rightarrow \frac{1}{100} = 500\alpha$$

$$\alpha = \frac{1}{50000} = 0.2 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$$

$$\text{ضریب انبساط خطی} \quad \alpha = 2 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$$

$$\text{ضریب انبساط حجمی} \quad 3\alpha = 3 \times 2 \times 10^{-5} = 6 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$$

برای حل، ابتدا تغییر حجم میله را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow \alpha \Delta\theta = \frac{\Delta L}{L_1} = \frac{0.001}{500}$$

درصد ۰.۲

$$\Delta V = V_1 \times (3\alpha) \Delta\theta = 3V_1 \times \frac{\Delta L}{L_1} = 0.003V_1 \Rightarrow V_2 = V_1 + \Delta V = 1.003V_1 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 1.003$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1}{1.003} \approx 0.997 \Rightarrow \text{چگالی تقریباً } 0.3\% \text{ درصد کاهش می‌یابد.}$$

گزینه ۲ ۱۵

گزینه ۳ ۱۶

$$\Delta L_1 = \alpha_1 L_1 \Delta T, \quad \Delta L_2 = \alpha_2 L_2 \Delta T, \quad \Delta L_3 = \alpha_3 L_3 \Delta T$$

$$\Delta L_3 = \Delta L_1 + \Delta L_2 \Rightarrow \alpha_3 L_3 = \alpha_1 L_1 + \alpha_2 L_2 \Rightarrow \alpha_3 = \frac{L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2}{L_3}$$

گزینه ۴ ۱۷

$$\Delta l_1 + \Delta l_2 = 100.4\text{cm} - 2(50\text{cm}) = 0.4\text{cm}$$

$$\Rightarrow (l_1 \alpha \Delta\theta)_{Cu} + (l_2 \alpha \Delta\theta)_{Al} = 0.4\text{cm}$$

$$\Rightarrow (50\text{cm} \times 1.7 \times 10^{-5} \times \Delta\theta)_{Cu} + (50\text{cm} \times 2.3 \times 10^{-5} \times \Delta\theta)_{Al} = 0.4\text{cm}$$

$$\Rightarrow (185 + 115)(10^{-5} \times \Delta\theta) = 0.4\text{cm} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{0.4\text{cm}}{0.003\text{cm}} = 200^\circ C$$

$$\Delta T = \Delta\theta \Rightarrow \boxed{\Delta T = 200\text{K}}$$

گزینه ۳ ۱۸

$$Q = mc(\Delta\theta) \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc}$$

هر دو کره هم جنس‌اند بنابراین  $c$  ها برابر است.

کره‌ی تو خالی دارای جرم کمتری است بنابراین تغییرات دما برای آن بیشتر است.

$$\Delta V = V_1 \times 3\alpha \times \Delta\theta$$

با توجه به فرمول بالا تغییر حجم وابسته به تغییر دماست، بنابراین تغییر حجم کره‌ی تو خالی بیشتر است و در نتیجه افزایش شعاع برای کره‌ی تو خالی بیشتر می‌باشد.

اگر چگالی  $0.6\%$  درصد کاهش یابد می‌توان نوشت:

گزینه ۳ ۱۹

$$\Delta\rho = -\frac{0.6}{100}\rho_1 = -\frac{6}{1000}\rho_1$$

$$\Delta\rho = -\rho_1 3\alpha \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta\rho}{\rho_1} = -3\alpha \Delta T \Rightarrow -\frac{6}{1000} = -3\alpha \Delta T$$

از طرفی داریم:

$$\Rightarrow \Delta T = \theta \Rightarrow \frac{6}{1000} = 3\alpha\theta \Rightarrow \alpha\theta = \frac{2}{1000}$$

اگر  $\Delta T = 2\theta$  برای درصد افزایش طول داریم:

$$\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \frac{L_1 \alpha \Delta T}{L_1} \times 100 = \alpha \times 2\theta \times 100 = 200 \times \frac{2}{1000} = 0,4\%$$

۲۰ گزینه ۲ چون فشار مایع در کف ظرف‌ها یکسان است، می‌توان نوشت:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad (1)$$

ولی چون دمای مایع در ظرف‌ها یکسان نیست، پس چگالی آنها با هم متفاوت است. با توجه به رابطه چگالی با تغییر دما داریم:

$$\rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T} \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = 1 + \beta \Delta T \quad (2)$$

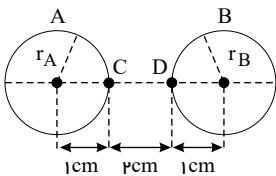
در نتیجه:

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{h_2}{h_1} = 1 + \beta \Delta \theta$$

$$\Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = 1 + 0,8 \times 10^{-3} \times 50 = 1 + 0,04 = 1,04$$

۲۱ گزینه ۴

روش اول: مطابق شکل:



$$\text{افزایش شعاع حفره A: } \Delta r_A = r_A \alpha \Delta \theta = 1 \times 2 \times 10^{-5} \times 100 = 2 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\text{افزایش شعاع حفره B: } \Delta r_B = r_B \alpha \Delta \theta = 1 \times 2 \times 10^{-5} \times 100 = 2 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\text{افزایش طول CD: } \Delta l_{CD} = l_{CD} \alpha \Delta \theta = 2 \times 2 \times 10^{-5} \times 100 = 4 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\text{فاصله مرکز دو حفره قبل از افزایش دما} = 4 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \text{فاصله مرکز دو حفره در دمای جدید} = (r_A + \Delta r_A) + (r_B + \Delta r_B) + (l_{CD} + \Delta l_{CD})$$

$$= (1 + 0,002) + (1 + 0,002) + (2 + 0,004) = 1,002 + 1,002 + 2,004 = 4,008 \text{ cm}$$

روش دوم:

اگر  $l_0$  فاصله مرکز دو حفره قبل از افزایش دما باشد:

$$\Delta l = l_0 \alpha \Delta \theta = 4 \times 2 \times 10^{-5} \times 100 = 0,008 \text{ cm} \Rightarrow \text{فاصله مرکز دو حفره در دمای جدید} = l_0 + \Delta l = 4 + 0,008$$

۲۲ گزینه ۱ برای آنکه اختلاف طول دو نوار همواره ثابت بماند باید تغییر طول دو نوار همواره برابر باشد، بنابراین:

$$\Delta L_{\text{آلومینیم}} = \Delta L_{\text{آهن}} \Rightarrow \alpha_{\text{آلومینیم}} L_1 \Delta T = \alpha_{\text{آهن}} L_1 \Delta T$$

$$\Rightarrow 24 \times 10^{-6} \times L_1_{\text{آلومینیم}} = 8 \times 10^{-6} \times 450 \Rightarrow L_1_{\text{آلومینیم}} = 150 \text{ cm}$$

۲۳ گزینه ۲ طبق رابطه  $L = L_0 + L_0 \alpha \Delta \theta$ ،  $L = L_0$  برابر با  $L_0$  و شیب نمودار برابر با  $L_0 \alpha$  است، بنابراین:

$$L_{\text{A}} = L_1 \text{ و شیب نمودار A} = L_{\text{A}} \alpha_{\text{A}} = L_1 \alpha_{\text{A}} = \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \alpha_{\text{A}} = \frac{\sqrt{3}}{3L_1} \quad (1)$$

$$L_{\text{B}} = 2L_1 \text{ و شیب نمودار B} = L_{\text{B}} \alpha_{\text{B}} = 2L_1 \alpha_{\text{B}} = \tan 60^\circ = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha_{\text{B}} = \frac{\sqrt{3}}{2L_1} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{\alpha_{\text{A}}}{\alpha_{\text{B}}} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{3L_1}}{\frac{\sqrt{3}}{2L_1}} = \frac{2}{3}$$

۲۴ گزینه ۱ اگر دمای میله را به اندازه  $\Delta T$  افزایش دهیم، داریم:

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 \Rightarrow \alpha L \Delta T = \alpha_1 L_1 \Delta T + \alpha_2 L_2 \Delta T \Rightarrow \alpha L = \alpha_1 L_1 + \alpha_2 L_2$$

از طرفی با توجه به اینکه  $L = L_1 + L_2$  است، داریم:

$$\left. \begin{aligned} L_1 < L &\Rightarrow \alpha_1 L_1 < \alpha_1 L \\ L_2 < L &\Rightarrow \alpha_2 L_2 < \alpha_2 L \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha_1 L_1 + \alpha_2 L_2 < (\alpha_1 + \alpha_2)L$$

بنابراین:

$$\alpha L < (\alpha_1 + \alpha_2)L \Rightarrow \alpha < \alpha_1 + \alpha_2$$

افزایش طول یک میله از رابطه  $\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta$  به دست می آید. داریم:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta \Rightarrow 0,36 = 1,2 \times 10^{-5} \times 600 \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{36 \times 10^{-2}}{72 \times 10^{-4}} = \frac{1}{2} \times 10^2 = 50^\circ C$$

اکنون دمای ثانویه را بر حسب درجه سلسیوس محاسبه می کنیم.

$$\Rightarrow \Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow 50 = \theta_2 = 70^\circ C$$

در گام آخر این دما را به درجه فارنهایت تبدیل می کنیم:

$$F_2 = \frac{9}{5} \theta_2 + 32 = \frac{9}{5} \times 70 + 32 = 158^\circ F$$

طول میله ای بزرگ تر خواهد شد که افزایش طول بیش تری داشته باشد.

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta \xrightarrow{\Delta \theta = \frac{Q}{mc}} \Delta L = \frac{L_0 \alpha Q}{mc} \xrightarrow{m_A = m_B = m_C = m_D, L_A = L_B = L_C = L_D} \Delta L \propto \frac{\alpha}{c}$$

نسبت  $\frac{\alpha}{c}$  را برای تمام میله ها به دست می آوریم:

$$A: \frac{\alpha_A}{c_A} = \frac{4 \times 10^{-5}}{5000} = \frac{4}{5} \times 10^{-8} (kg/J)$$

$$B: \frac{\alpha_B}{c_B} = \frac{6 \times 10^{-5}}{6000} = 10^{-8} (kg/J)$$

$$C: \frac{\alpha_C}{c_C} = \frac{3 \times 10^{-5}}{9000} = \frac{1}{3} \times 10^{-8} (kg/J)$$

$$D: \frac{\alpha_D}{c_D} = \frac{8 \times 10^{-5}}{7000} = \frac{8}{7} \times 10^{-8} (kg/J)$$

$$\Rightarrow \Delta L_D > \Delta L_B > \Delta L_A > \Delta L_C \Rightarrow L_D > L_B > L_A > L_C$$

گزینه ۴

با استفاده از رابطه تغییر چگالی با تغییرات دما، داریم:

$$\Delta \rho = -\rho_1 \beta \Delta \theta$$

$$\Rightarrow 4,82 - 5 = -5 \times 3 \times 4 \times 10^{-5} \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 300^\circ C$$

$$\Rightarrow \theta_2 - 100 = 300 \Rightarrow \theta_2 = 400^\circ C = 673K$$

ابتدا دما بر حسب درجه فارنهایت را به درجه سلسیوس تبدیل می کنیم:

$$F = \frac{9}{5} \theta + 32 \xrightarrow{F=50^\circ F} 50 = \frac{9}{5} \theta + 32 \Rightarrow \theta = 10^\circ C$$

اکنون با استفاده از رابطه  $\Delta L = \alpha L \Delta T$ ، تغییر طول میله در حالت دوم را به دست می آوریم. با توجه به شکل صورت سؤال در بازه دمایی  $0^\circ C$  تا  $100^\circ C$  تغییر طول میله برابر با  $\Delta L = 100,2 - 100 = 0,2 cm$  است. برای بازه دمایی  $0^\circ C$  تا  $10^\circ C$  چون ضریب انبساط طولی ثابت است، می توان نوشت:

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \xrightarrow{L_1 \text{ ثابت اند}} \frac{\Delta L'}{\Delta L} = \frac{\Delta T'}{\Delta T} \xrightarrow{\Delta T' = 10 - 0 = 10^\circ C, \Delta L = 0,2 cm} \frac{\Delta L'}{0,2} = \frac{10}{100} \Rightarrow \Delta L' = 0,2 cm$$

بنابراین طول میله در دمای  $10^\circ C = 50^\circ F$  برابر است با:

$$L'_2 = L_1 + \Delta L' \xrightarrow{L_1 = 100 cm, \Delta L' = 0,2 cm} L'_2 = 100 + 0,2 \Rightarrow L'_2 = 100,2 cm$$

گزینه ۳

$$\Delta L_{Cu} = \alpha_{Cu} L_{1,Cu} \Delta \theta_{Cu} \Rightarrow 120 \times 1,7 \times 10^{-5} \times x = 204 \times 10^{-5} x$$

$$\Delta L_{Al} = \alpha_{Al} L_{1,Al} \Delta \theta_{Al} \Rightarrow 120 \times 2,3 \times 10^{-5} \times x = 276 \times 10^{-5} x$$

$$\Rightarrow 72 \times 10^{-5} x = 72 \times 10^{-2} \rightarrow x = 100^\circ C \Delta L_{Al} - \Delta L_{Cu} = 7,2 \times 10^{-2} m \Rightarrow 276 \times 10^{-5} x - 204 \times 10^{-5} x = 72 \times 10^{-2}$$

۳۰ گزینه ۳ ابتدا تغییر دما را بر حسب درجه سلسیوس به دست می آوریم.

$$F = \frac{q}{\delta} \theta + 32 \Rightarrow \Delta F = \frac{q}{\delta} \Delta \theta \xrightarrow{\Delta F = 54^\circ F} \Delta \theta = \frac{54 \times 5}{9} \Rightarrow \Delta \theta = 30^\circ C$$

اکنون با استفاده از رابطه تغییر طول بر اثر تغییر دما، ضریب انبساط طولی فلز را به دست می آوریم:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \xrightarrow{\Delta L = 0,015 \times 10^{-2} L_0} 1,5 \times 10^{-2} L_0 = \alpha L_0 \times 30$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{1,5 \times 10^{-2}}{30} = 0,5 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C} \Rightarrow \text{ضریب انبساط سطحی} = 2\alpha = 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$$

۳۱ گزینه ۳ ابتدا دمای نهایی آب را به دست می آوریم.

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow -294000 = 2 \times 4200 \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = -35^\circ C$$

$$\theta - 40 = -35 \rightarrow \theta = 5^\circ C \quad \text{یعنی در نهایت آب } 5^\circ C \text{ خواهیم داشت.}$$

$$-5^\circ C \text{ یخ } \xrightarrow{m'} 0^\circ C \text{ یخ } \xrightarrow{m'} 0^\circ C \text{ آب } \xrightarrow{m'} 5^\circ C \text{ آب } \xleftarrow{m} 40^\circ C \text{ آب}$$

$$m'c_i\Delta\theta + m'L_f + m'c\Delta\theta + mc\Delta\theta = 0$$

$$\Rightarrow m' \times 2100(5) + m'(336000) + m'(4200)(5) - 294000 = 0 \Rightarrow m' = 0,8 kg = 800g$$

۳۲ گزینه ۱ در مدت ۱۲ دقیقه، گرمایی که یخ دریافت کرده را حساب می کنیم.

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow 1,05 = \frac{Q}{12} \Rightarrow Q = 12,6 kJ = 12600 J$$

باید ببینیم یخ برای اینکه کاملاً ذوب شود و به آب صفر تبدیل شود چقدر گرما لازم دارد.

$$\boxed{\text{یخ } -10^\circ C} \xrightarrow{mc\Delta\theta} \boxed{\text{یخ } 0^\circ C} \xrightarrow{mL_f} \boxed{\text{آب } 0^\circ C} \quad Q = mc\Delta\theta + mL_f$$

$$Q = 0,2 \times 2100 \times (0 - (-10)) + 0,2 \times 336000 = 4200 + 67200 = 71400 J$$

گرمایی که داده ایم از گرمای ذوب کامل یخ کمتر است پس یخ کاملاً ذوب نمی شود و مقداری باقی می ماند پس دما به صفر می رسد.

۳۳ گزینه ۱ باتوجه به اینکه در این مسئله تغییر حالت نداریم. به کمک رابطه ی زیر می توان دمای تعادل مجموعه را به دست آورد:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow |Q_{H_2O}| = |Q_{Cu}| \Rightarrow (mc\Delta\theta)_{H_2O} = (mc\Delta\theta)_{Cu}$$

$$\Rightarrow 80 \times 4200 \times (\theta_e - 11,5) = 420 \times 380 \times (100 - \theta_e) \Rightarrow \theta_e = 40^\circ C$$

دمای آب از  $11,5^\circ C$  به  $40^\circ C$  رسیده است، از طرفی می دانیم میزان افزایش دما بر حسب درجه ی سلسیوس و کلون با هم برابر است. بنابراین برای محاسبه ی تغییر دمای آب می توان نوشت:

$$\Delta\theta_{\text{آب}} = 40 - 11,5 = 28,5^\circ C \xrightarrow{\text{تغییر دما بر حسب کلون و سلسیوس برابر است}} \Delta T_{\text{آب}} = 28,5 K$$

تذکر: بسیاری از دانش آموزان پس از محاسبه ی  $\theta_e$ ، گزینه ی ۲ را انتخاب می کنند. مراقب باشید که به سادگی نمره ی منفی نگیرید.

۳۴ گزینه ۱

$$0^\circ C \text{ یخ } \xrightarrow{Q_1} 0^\circ C \text{ آب } \xrightarrow{Q_2} 20^\circ C \text{ آب } \xleftarrow{Q_3} 30^\circ C \text{ آب}$$

بنا بر اصل پایستگی انرژی داریم:

$$\sum Q = 0 \Rightarrow m_{\text{یخ}}L_f + m_{\text{آب}}c(20 - 0) + m_{\text{آب}}c(20 - 30) = 0$$

$$\Rightarrow m(336) + m \times 42 \times 20 + 1 \times 42 \times (-10) = 0$$

$$\Rightarrow 336m + 84m - 42 = 0 \Rightarrow 420m = 42 \Rightarrow m = \frac{1}{10} kg = 100g$$

۳۵ گزینه ۳ روش اول: گرمایی که فلز از دست می دهد تا دمای آن از  $105^\circ C$  به  $5^\circ C$  برسد برابر است با:

$$Q_1 = m_1c_1\Delta\theta_1 = 0,2 \times 840 \times (5 - 105) \rightarrow Q_1 = -0,2 \times 840 \times 100$$

اگر جرم یخ اولیه را  $m$  بنامیم، چون جرم مخلوط آب و یخ برابر  $400g$  بوده است. جرم آب اولیه برابر  $(m - 0,4)$  کیلوگرم بوده است.

گرمایی که یخ صفر درجه دریافت کرده تا ابتدا ذوب شود و سپس به دمای  $5^\circ C$  برسد برابر است با:

$$Q_2 = mL_f + mc\Delta\theta \rightarrow Q_2 = m \times 336 \times 10^3 + m \times 4200 \times 5 = m \times 357 \times 10^3$$

و گرمایی که آب  $0^\circ C$  دریافت کرده تا به دمای  $5^\circ C$  برسد:

$$Q_p = (0,4 - m) \times 4200 \times 5$$

کافی است مجموع گرماها را برابر صفر قرار دهیم:

$$Q_1 + Q_p + Q_r = 0$$

$$(-0,2 \times 840 \times 100) + (m \times 3360 \times 10^3) + [(0,4 - m) \times 4200 \times 5] = 0 \rightarrow m = 0,255 \text{ kg} = 255 \text{ g}$$

روش دوم: اگر جرم یخ صفر درجه در مخلوط را  $m$  و جرم آب صفر درجه در مخلوط را  $m'$  فرض کنیم، می توان گفت: ابتدا  $m$  ذوب و به آب صفر تبدیل شده و سپس دمای  $(m + m')$  که برابر  $400$  گرم است به آب  $5^\circ C$  می رسد. یعنی:

$$mL_F + (m + m')c\Delta\theta = (mc\Delta\theta)_{\text{یخ}}$$

$$m \times 3360000 + 400 \times 4200 \times (5 - 0) = 200 \times 840 \times (105 - 5)$$

$$m \times 80 + 20000 = 20 \times 2(100) \rightarrow m = 250 \text{ g}$$

با توجه به نمودار، در طی  $20$  دقیقه، دمای جسم از  $30^\circ C$  به  $5^\circ C$  رسیده و میزان گرمای از دست داده توسط جسم برابر است با:

$$|Q| = |mc(\theta_f - \theta_i)| = |0,3 \times c \times (5 - 30)| = 7,5c \quad (1)$$

این گرما در مدت  $20$  دقیقه و با توان  $3$  وات از جسم گرفته شده و مقدار آن برابر است با:

$$Q = Pt = 3 \times 20 \times 60 \quad (2)$$

و با توجه به روابط (1) و (2) داریم:

$$7,5c = 3 \times 20 \times 60 \Rightarrow c = 480 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

گزینه ۲ ۳۶

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \begin{cases} m_1 = \rho_1 \cdot V_1 = 2,7 \times 200 = 540 \text{ g} \\ m_p = \rho_p \cdot V_p = 1 \times 540 = 540 \text{ g} \end{cases}$$

$$\sum_{m_1=m_p} Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_p = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_p c_p (\theta - \theta_p) = 0$$

$$\rightarrow 0,9(\theta - 100) = -4,2(\theta - 20)$$

$$0,9\theta - 90 = -4,2\theta + 84 \Rightarrow 5,1\theta = 174 \Rightarrow \theta = \frac{174}{5,1} \simeq 34^\circ C$$

چون پس از تبادل گرمایی  $100$  گرم یخ ذوب نشده باقی می ماند، پس دمای تعادل برابر صفر درجه سلسیوس است. اگر جرم یخ را  $m_1$  و جرم آب را  $m_p$  در نظر بگیریم، با نوشتن شرط تعادل دمایی داریم:

گزینه ۴ ۳۸

$$Q_1 \quad Q_p$$

یخ  $0^\circ C \rightarrow$  آب  $0^\circ C \leftarrow 50^\circ C$  آب

$$\text{شرط تعادل دمایی: } \sum Q = 0 \rightarrow Q_1 + Q_p = 0 \rightarrow (m_1 - 100)L_F + m_p C \Delta\theta = 0$$

$$(m_1 - 100) \times 3360000 = 800 \times 4200 \times 50 \rightarrow (m_1 - 100) = 500 \text{ g} \rightarrow m_1 = 600 \text{ g}$$

گزینه ۲ ۳۹

$$Q_1 = Q_p$$

گرمای گرفته شده آب جوش = گرمای از دست رفته یخ

$$\Rightarrow mc\Delta\theta = m'L_V \Rightarrow \frac{282}{100} \times 400 \times \Delta\theta = \frac{5}{100} \times 2256000 \Rightarrow \Delta\theta = 100$$

$$\Rightarrow \theta_p - 100 = 100 \Rightarrow \theta_p = 200$$

چون در نهایت یخ صفر درجه هم باقی مانده بنابراین دمای تعادل صفر درجه سلسیوس خواهد بود. گرمایی که آب  $20^\circ C$  هنگام تبدیل به آب صفر درجه از دست می دهد سبب ذوب  $\frac{2}{3}$  جرم قطعه یخ صفر درجه خواهد شد. بنابراین:

گزینه ۳ ۴۰

$$0,8 \times 4200 \times 20 = \frac{2}{3} m \times 3360000 \Rightarrow 0,8 \times 21 \times 2 = 112m \Rightarrow m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g}$$

گزینه ۲ ۴۱

$$Q = \frac{9}{10} (mC_{\text{آب}} \Delta\theta) = \frac{9}{10} \times \frac{1}{10} \times 4200 \times 50 = 151200 \text{ J}$$

$$151200 \text{ J} = mL_F = m \times 3360000 \rightarrow m = \frac{151200}{3360000} = 0,45 \text{ kg} = 450 \text{ g}$$

۴۵۰g یخ صفر را می تواند ذوب کند.

۴۲ گزینه ۴

(جرم آب یخ بسته  $m'$ ) (آب صفر درجه  $\leftarrow$  یخ صفر درجه  $\rightarrow$  یخ  $-20^\circ$ )

مقدار گرمایی که یخ  $20^\circ C$  می گیرد. برابر است با مقدار گرمایی که آب صفر درجه سانتی گراد می دهد.

$$Q_1 = Q_2$$

$$m' L_f = mc\Delta\theta \Rightarrow 200 \times 336 \times 10^\circ = m \times 2100 \times 20 \Rightarrow m = 1600g$$

۴۳ گزینه ۴

گرمای گرفته شده توسط یخ = گرمای داده شده توسط مس

$$m_{Cu} c \Delta\theta = m L_f \Rightarrow 3 \times 400 \times (11,1) = m' \times 333000 \Rightarrow m' = \frac{4}{100} kg = 40g$$

انرژی جنبشی متوسط مولکولهای یک مایع فقط به دمای مایع بستگی دارد. ۴۴ گزینه ۴

چون ابتدا آب و یخ در تعادل گرمایی قرار دارند. دمای تعادل مخلوط  $0^\circ C$  است و باید دقت کنیم گرمایی که فلز از دست می دهد در مرحله اول باعث ذوب یخ می شود. ۴۵ گزینه ۲

$$Q_{\text{فلز}} = Q_{\text{یخ ذوب شده}} \Rightarrow m_{\text{فلز}} C_{\text{فلز}} \Delta\theta = m' L_f$$

$$\Rightarrow 0,3 \times 420 \times (80 - 0) = m' \times 336000 \Rightarrow m' = 0,3kg = 300g$$

ابتدا با استفاده از رابطه ی چگالی نسبت جرم دو جسم را به دست می آوریم: ۴۶ گزینه ۱

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{V_A}{V_B} = \frac{0,8\rho_B}{\rho_B} \times \frac{2V_B}{V_B} = 1,6 \Rightarrow m_A = 1,6m_B$$

حال باتوجه به فرض مسئله که گرمای داده شده به هر دو جسم یکسان است و مطابق رابطه ی  $Q = mc\Delta\theta$  داریم:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B \Rightarrow 1,6m_B \times \frac{1}{2} c_B \times \Delta\theta_A = m_B c_B \times \Delta\theta_B$$

$$\Rightarrow 0,8\Delta\theta_A = \Delta\theta_B \Rightarrow \Delta\theta_A = \frac{10}{8} \Delta\theta_B \Rightarrow \Delta\theta_A = \frac{5}{4} \Delta\theta_B$$

۴۷ گزینه ۱

گرمای ویژه ( $c$ ) یک جسم جزء ویژگی های ماده ی سازنده ی جسم است و با تغییر جرم یا دما عوض نمی شود. اما ظرفیت گرمایی ( $A = mc$ ) یک جسم به جرم و جنس ماده ی سازنده ی جسم بستگی دارد. پس با نصف شدن جرم لوله ی مسی ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه ی آن به ترتیب  $(1, \frac{1}{2})$  برابر می شود. ۴۸ گزینه ۲

$$m_1 c \Delta\theta = m_2 c \Delta\theta' \xrightarrow{\rho = \frac{m}{V}} \rho V_1 \Delta\theta = \rho V_2 \Delta\theta' \Rightarrow V_1 \times 40 = 40 \times 30 \Rightarrow V_1 = 30 Lit$$

در تعادل گرمایی مخلوط آب و یخ چون پس از تعادل، مقداری یخ ذوب نشده باقی می ماند، پس دمای تعادل برابر صفر درجه سلسیوس است. از طرفی ابتدا کل یخ  $20^\circ C$  به دمای صفر درجه ی سلسیوس می رسد و سپس نصف جرم آن ذوب می شود پس اگر جرم اولیه ی یخ را  $m$  و جرم یخ ذوب شده را  $m_1$  و جرم آب اولیه را  $m_2$  بنامیم. داریم:

$$-20^\circ C_{\text{یخ}} \xrightarrow{Q_1} 0^\circ C_{\text{یخ}} \xrightarrow{Q_2} 0^\circ C_{\text{آب}} \xrightarrow{Q_3} 100^\circ C_{\text{آب}}$$

$$\Sigma Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow mc_{\text{یخ}} \Delta\theta + m_1 L_f + m_2 c_{\text{آب}} \Delta\theta = 0$$

$$\Rightarrow 2m_1 \times \frac{1}{2} c_{\text{آب}} \times (0 - (-20)) + m_1 \times 80 c_{\text{آب}} + m_2 c_{\text{آب}} \times (0 - 100) = 0 \Rightarrow m_1 = m_2$$

$$\text{جرم آب پس از تعادل} = m_1 + m_2 = 3kg \xrightarrow{m_1 = m_2} m_1 = m_2 = 1,5kg$$

$$\text{جرم قطعه یخ اولیه} : m = 2m_1 = 3kg$$

۵۰ گزینه ۲ اگر ظرفیت گرمایی ظرف، مایع و قطعه فلز به ترتیب  $A_1, A_2, A_3$  باشد و  $\theta_e, \theta_1, \theta_2$  به ترتیب دمای مایع (و ظرف)، قطعه فلز و دمای تعادل نهایی باشد و  $Q$  گرمای داده شده به هوای اطراف باشد، می توان نوشت:

$$\begin{aligned} \overbrace{m_1 c_1}^{A_1} (\theta_e - \theta_1) + \overbrace{m_2 c_2}^{A_2} (\theta_e - \theta_2) + \overbrace{m_3 c_3}^{A_3} (\theta_e - \theta_3) &= -Q \Rightarrow (A_1 + A_2) (\theta_e - \theta_1) + A_3 (\theta_e - \theta_3) = -Q \\ \Rightarrow (150 + 1050) (15 - 5) + A_3 (15 - 75) &= -3000 \Rightarrow A_3 = 250 \frac{J}{^\circ C} \end{aligned}$$

۵۱ گزینه ۲ اگر جنس دو کره یکسان باشد، ظرفیت گرمایی ویژه ی دو کره یکسان است؛ پس از آن جایی که به هر دو، گرمای یکسان داده ایم، می توان نوشت:



$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B \xrightarrow{c_A=c_B} \frac{m_A}{m_B} = \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{\lambda}{\gamma}$$

$$m = \rho V \xrightarrow{\rho_A=\rho_B} \frac{V_A}{V_B} = \frac{m_A}{m_B} = \frac{\lambda}{\gamma} \xrightarrow{V=\frac{4}{3}\pi R^3} \frac{\frac{4}{3}\pi \times 20^3}{\frac{4}{3}\pi(20^3 - R^3)} = \frac{\lambda}{\gamma}$$

$$\Rightarrow \gamma \times 8000 = \lambda \times (8000 - R^3) \Rightarrow R = 10 \text{ cm}$$

گزینه ۱ ۵۲

با استفاده از رابطه  $Q = mc\Delta\theta$  و همچنین  $\rho = \frac{m}{V}$  می توان نوشت:

$$Q_A + Q_B = 0 \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} \rho_A V_A c_A (\theta_{\text{تعادل}} - \theta_A) + \rho_B V_B c_B (\theta_{\text{تعادل}} - \theta_B) = 0$$

$$\Rightarrow 2\rho_B \times 2V_B \times 1200(\theta_{\text{تعادل}} - 25) + \rho_B V_B \times 1600(\theta_{\text{تعادل}} - 45) = 0 \Rightarrow 4\theta_{\text{تعادل}} - 120 = 0 \Rightarrow \theta_{\text{تعادل}} = 30^\circ \text{C}$$

۸۰ درصد از انرژی جنبشی گلوله در لحظه برخورد، به صورت گرما به گلوله منتقل شده و باعث بالا رفتن دمای آن می شود. داریم:

$$Q = \frac{\lambda}{100} K \Rightarrow mc_{\text{گلوله}} \Delta\theta = \frac{4}{5} \times \frac{1}{2} mv^2 \Rightarrow 800 \times 20 = \frac{2}{5} v^2 \Rightarrow v = 200 \frac{m}{s}$$

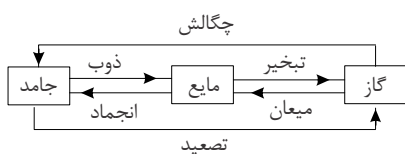
۵۴ گزینه ۴ هنگامی که دو کره درون آب در حال جوش می اندازیم، با توجه به این که دو کره در ابتدا دارای دمای یکسانی هستند، بعد از ایجاد تعادل گرمایی، تغییرات دمای هر دو کره یکسان خواهد بود.

$$\Delta\theta_A = \Delta\theta_B$$

حال با توجه به رابطه انبساط سطحی، داریم:

$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta A_A}{\Delta A_B} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{A_{1A}}{A_{1B}} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = 1 \times 1 \times 1 \Rightarrow \frac{\Delta A_A}{\Delta A_B} = 1$$

۵۵ گزینه ۴ گذارهای فازی بین جامد، مایع و گاز به صورت زیر است:



۵۶ گزینه ۱ ابتدا نمودار تحلیلی بررسی وضعیت یخ ( $-6^\circ \text{C}$ ) موجود در گرماسنج را می نویسیم:

$$\text{آب } 0^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_1} m' \text{ یخ } 0^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_2} m \text{ یخ } -6^\circ \text{C}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = mc_{\text{یخ}} \Delta\theta + m' L_f \quad (1)$$

باتوجه به آن که مقدار گرمایی که توسط یخ جذب می شود ( $Q$ ) با مقدار گرمای تولیدی توسط گرمکن در مدت ۱۲۲٫۵ ثانیه برابر است، داریم:

$$R_a = \frac{P_{\text{مقدار}}}{P_0} \times 100 \Rightarrow R_a = \frac{Q}{P_{\text{جک}} \times t} \times 100 \Rightarrow \frac{80}{100} = \frac{Q}{750 \times 122.5} \Rightarrow Q = 73500 \text{ J}$$

$$(1) \xrightarrow{\substack{73500=35C_{\text{یخ}} \\ L_f=160C_{\text{یخ}}}} 35C_{\text{یخ}} = 0.5 \times C_{\text{یخ}}(0 - (-6)) + m' \times 160C_{\text{یخ}} \Rightarrow m' = 0.2 \text{ kg} = 200 \text{ g}$$

$$\text{جرم یخ باقی مانده در گرماسنج} = m - m' = 500 - 200 = 300 \text{ g}$$

۵۷ گزینه ۴ مراحل تغییر یخ صفر درجه ی سلسیوس به آب  $20^\circ \text{C}$  درجه ی سلسیوس و رابطه مربوط برای هر تغییر به شرح زیر است:

$$0^\circ \text{C} \text{ یخ} \xrightarrow{Q_1 = mL_F} 0^\circ \text{C} \text{ آب} \xrightarrow{Q_2 = mc\Delta\theta} 20^\circ \text{C}$$

$$\begin{cases} Q_1 = mL_F = 336m \\ Q_2 = mc\Delta\theta = m \times 4.2 \times 20 = 84m \end{cases} \Rightarrow \frac{336m}{336m + 84m} = \frac{336}{336 + \frac{1}{4}336} = \frac{4}{5} = 80\%$$

گزینه ۴ ۵۸

$$-10^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_1} \text{یخ صفر} : Q_1 = m_{\text{یخ}} C\Delta\theta = \frac{2}{10} \times 2100 \times 10$$

$$\rightarrow Q_1 = 42000 J \rightarrow \text{زمان} \Delta t_1 = \frac{42000 J}{210 \frac{J}{s}} = 200 s : (2), (1) \text{ رد گزینه‌های}$$

$$Q_2 \text{ یخ صفر} \rightarrow \text{آب صفر} : Q_2 = mL_f = \frac{2}{10} \times 336000 = 67200 J$$

$$\text{از } t = 0 \text{ تا پایان تغییر حالت } \rightarrow \Delta t_2 = \frac{67200}{210} = 320 s$$

یخ صفر به آب صفر مجموعاً:  $200 + 320 = 520 s$  در گزینه (4) مشاهده می‌شود.

گزینه ۲ ۵۹

$$100^\circ C \text{ بخار آب} \xrightarrow{Q_1} 100^\circ C \text{ آب} \xrightarrow{Q_2} 50^\circ C \text{ آب} \xleftarrow{Q_3} 10^\circ C \text{ آب}$$

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 \Rightarrow \overbrace{ML_V + MC(\Delta\theta)}_{100^\circ C \text{ بخار آب}} + \overbrace{mc(\Delta\theta)}_{100^\circ C \text{ آب}} = mc(\Delta\theta)_3$$

$$M \times 2268 + M \times 4.2(100 - 50) = 590 \times 4.2(50 - 10)$$

$$4.2M + 50M = 590 \times 40 \Rightarrow 540M = 590 \times 40 \Rightarrow M = 40 g$$

مطابق نمودار ابتدا هر دو جسم گرما می‌گیرند و دمای آن‌ها بالا می‌رود تا به نقطه ذوب برسند. بنابراین چون منبع گرما یکسان و مدت زمانی که طول می‌کشد تا دو جسم به نقطه ذوب برسند یکسان است، داریم:

گزینه ۴ ۶۰

$$P_1 t_1 = P_2 t_2 \Rightarrow Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_1 c_1 \Delta\theta_1 = m_2 c_2 \Delta\theta_2 \xrightarrow{m_1 = m_2} c_1 < c_2$$

در قسمت افقی نمودار که در آن دما ثابت است، جسم جامد در حال ذوب شدن است. از طرفی جسم (۱) طی مدت زمان کمتری ذوب شده است، بنابراین:

$$t'_1 < t'_2 \Rightarrow P t'_1 < P t'_2 \Rightarrow Q'_1 < Q'_2$$

$$\Rightarrow m_1(L_F)_1 < m_2(L_F)_2 \xrightarrow{m_1 = m_2} (L_F)_1 < (L_F)_2$$

مقدار گرمایی که صرف تبخیر قسمتی از آب می‌شود. از بقیه آب گرفته می‌شود و صرف انجماد آن می‌گردد. اگر فرض کنیم از  $m$  گرم آب اولیه، مقدار  $m_1$  گرم آن یخ ببندد و مقدار  $m_2$  گرم آن تبخیر شود. داریم:

گزینه ۱ ۶۱

$$Q_1 = m_1 L_F$$

$$Q_2 = m_2 L_V = (m - m_1) L_V$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow -m_1 L_F + (m - m_1) L_V = 0 \Rightarrow m_1 = \frac{L_V}{L_F + L_V} m = \frac{590 c_{\text{آب}}}{80 c_{\text{آب}} + 590 c_{\text{آب}}} \times 1340$$

$$\Rightarrow m_1 = \frac{59}{67} \times (20 \times 67) \Rightarrow m_1 = 1180 g$$

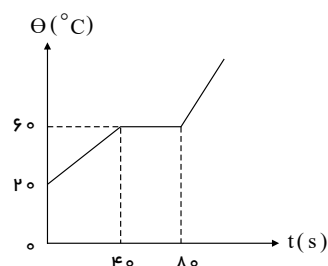
ابتدا با استفاده از نمودار گرمای نهان ذوب جسم را بر حسب گرمای ویژه آن به دست می‌آوریم:

گزینه ۲ ۶۲

$$P_1 = \frac{Q_1}{\Delta t_1} = \frac{mc\Delta\theta}{\Delta t_1} = \frac{5 \times c(60 - 20)}{40 - 0} = 5c$$

$$P_2 = \frac{Q_2}{\Delta t_2} = \frac{mL_F}{\Delta t_2} = \frac{5L_F}{80 - 40} = \frac{L_F}{8}$$

$$P_1 = P_2 \Rightarrow 5c = \frac{L_F}{8} \Rightarrow L_F = 40c$$



اکنون نسبت گرمایی که صرف تغییر حالت یک کیلوگرم از جسم جامد به مایع می‌شود به گرمایی که صرف افزایش دمای یک کیلوگرم از همان جسم به مقدار یک درجه‌ی سلسیوس می‌شود، برابر با:

$$\frac{Q'_2}{Q'_1} = \frac{mL_F}{mc\Delta\theta} \xrightarrow{\Delta\theta = 1^\circ C} \frac{Q'_2}{Q'_1} = \frac{L_F}{c} = 40$$

فرض کنیم  $m'$  کیلوگرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس  $m$  کیلوگرم بخار آب  $100^\circ C$  در ظرف ریخته‌ایم. در این حالت مقدار گرمایی که بخار آب از دست

گزینه ۲ ۶۳

می دهد، برابر مقدار گرمایی است که یخ می گیرد تا به دمای تعادل برسند. بنابراین داریم:

$$\text{بخار آب } 100^\circ\text{C} \xleftarrow{Q_p} \text{آب } 100^\circ\text{C} \xleftarrow{Q_f} \text{آب } 30^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_v} \text{آب } 0^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_1} \text{یخ } 0^\circ\text{C}$$

$$\Sigma Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_v - Q_p - Q_f = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_v = Q_p + Q_f \Rightarrow$$

$$m' L_F + m' c \Delta\theta = m L_V + m c \Delta\theta \Rightarrow m' = \frac{m(L_V + c\Delta\theta)}{L_F + c\Delta\theta} = \frac{m(2268 + 4,2 \times 60)}{336 + 4,2 \times 40} = 5m$$

$$\Rightarrow m' = 5m$$

بنابراین جرم یخ اولیه پنج برابر جرم بخار آب اولیه است.

گزینه ۴ ۶۴

$$\text{آب } 30^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_1} \text{آب } 100^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_v} \text{بخار آب } 100^\circ\text{C}$$

$$Q = Q_1 + Q_v = mc\Delta\theta + m' L_V$$

$$\frac{84}{100} P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = 0,84 \times p \times t \Rightarrow mc\Delta\theta + m' L_V = 0,84 \times P \times t \Rightarrow$$

$$0,6 \times 4,2 \times 70 + 0,3 \times 2268 = 0,84 \times 1 \times t \Rightarrow t = \frac{0,6(294 + 1134)}{0,84} = 1020s = 17 \text{ min}$$

گزینه ۳ ۶۵

گرمای عبوری از دیوار آجری و روکش چوبی برابر است، پس:

$$|Q_{\text{چوب}}| = |Q_{\text{آجر}}| \Rightarrow \frac{kAt \cdot \Delta\theta}{L} = \frac{k'A't'\Delta\theta'}{L'}, (A = A', t = t')$$

$$\frac{0,6 \times (\theta + 10)}{30} = \frac{0,08 \times (20 - \theta)}{1} \Rightarrow \theta = 14^\circ\text{C}$$

گزینه ۲ ۶۶

چگالی آب  $\frac{g}{cm^3}$  ۱ است، پس هر یک لیتر از آن جرمی برابر یک کیلوگرم دارد، یعنی در هر دقیقه ۱۸ آب تبخیر می شود، پس داریم:

$$A = \pi \frac{D^2}{4} = \pi \frac{(30 \times 10^{-2})^2}{4} = \frac{9\pi}{4} \times 10^{-2} m^2$$

$$Q = mL_V = 0,18 \times 2260 = 405 kJ = 405000 J$$

$$Q = k \frac{At\Delta\theta}{L} \Rightarrow 405000 = 240 \times \frac{\frac{9\pi}{4} \times 10^{-2} \times 60 \times \Delta\theta}{4,8 \times 10^{-2}}$$

$$\Rightarrow 405000 = 240 \times \frac{\frac{9 \times 3}{4} \times 60 \times 10^{-2} \Delta\theta}{4,8 \times 10^{-2}} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{405000 \times 48 \times 10^{-4}}{240 \times \frac{27}{4} \times 6 \times 10^{-1}} = 2^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \theta - \theta_0 \Rightarrow 2 = \theta - 100 \Rightarrow \theta = 102^\circ\text{C}$$

گزینه ۱ ۶۷ آهنگ رسانش گرمایی در میله از رابطه  $\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta T}{L}$  به دست می آید. با نوشتن فرم مقایسه ای این رابطه برای دو میله  $A$  و  $B$  داریم:

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta T}{L} \xrightarrow{\Delta T_A = \Delta T_B} \xrightarrow{L_A = L_B} \frac{(Q/t)_A}{(Q/t)_B} = \frac{k_A}{k_B} \times \frac{A_A}{A_B} = \frac{6k_B}{k_B} \times \frac{\frac{1}{3}A_B}{A_B} = 6 \times \frac{1}{3} = 2$$

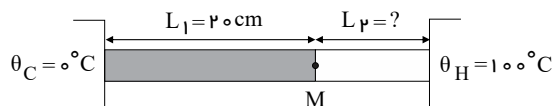
$$\rightarrow (Q/t)_A = 2(Q/t)_B$$

گزینه ۲ ۶۸ اگر دمای نقطه  $M$  را با  $\theta_M = 25^\circ\text{C}$  نشان دهیم. باتوجه به رابطه آهنگ رسانش گرمایی  $H = \frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta T}{L}$  خواهیم داشت:

$$H_v = H_1 \rightarrow k_v \frac{A(\theta_H - \theta_M)}{L_v} = k_1 \frac{A(\theta_M - \theta_C)}{L_1}$$

$$\Rightarrow 80 \frac{100 - 25}{L_v} = 400 \frac{25 - 0}{20}$$

$$\Rightarrow \frac{80 \times 75}{L_v} = \frac{400 \times 25}{20} \Rightarrow L_v = 12 cm$$



$$A = \pi r^2 = \pi (2 \times 10^{-2})^2 = 12 \times 10^{-4} m^2$$

گرمایی که یخ می گیرد تا ذوب شود، از طریق رسانش در میله ی آلومینیومی به آن منتقل می شود.

$$Q = mL_F = \frac{100}{1000} \times 336 = 33,6 kJ = 33600 J$$

$$Q = k \frac{A \Delta \theta}{L} \Rightarrow 33600 = 240 \times \frac{12 \times 10^{-4} t \times 100}{\frac{18}{100}}$$

$$\Rightarrow 33600 = 240 \times 12 \times \frac{10^{-4} \times 100 \times 100 t}{18} \Rightarrow t = 210 s$$

آهنگ عبور گرما از فلزاتی که پشت سر هم وصل شده اند برابر است  $(\frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_2}{t_2})$

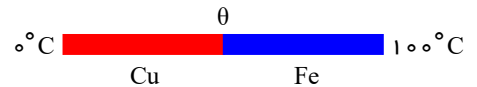
$$\frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_2}{t_2} \Rightarrow \frac{K_1 A_1 (\Delta \theta)_1}{L_1} = \frac{K_2 A_2 (\Delta \theta)_2}{L_2}$$

$$\frac{50 \times A(100 - 20)}{10} = \frac{400 \times A(20 - 0)}{L_2} \Rightarrow \frac{50 \times 80}{10} = \frac{400 \times 20}{L_2} \Rightarrow L_2 = 20 cm$$

گزینه ۳ ۷۱ آهنگ شارش گرما در هر دو میله یکسان است:

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta\theta}{L} k_{Fe} \frac{\Delta\theta_{Fe}}{L_{Fe}} = k_{Cu} \frac{\Delta\theta_{Cu}}{L_{Cu}}$$

$$\Rightarrow 80 \times \frac{100 - \theta}{16} = 400 \times \frac{\theta - 0}{20} \Rightarrow \theta = 20^\circ C$$



گزینه ۴ ۷۲ با توجه به رابطه آهنگ رسانش گرمایی داریم:

$$H = \frac{kA}{L} \Delta T \Rightarrow k = \frac{HL}{A\Delta T} \Rightarrow \frac{k_A}{k_B} = \frac{H_A}{H_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \times \frac{\Delta T_B}{\Delta T_A}$$

$$\Rightarrow \frac{k_A}{k_B} = 2,5 \times 1 \times 2 \times 1 = 5$$

گزینه ۲ ۷۳ چون مقدار گرمایی که یخ می گیرد تا ذوب شود با مقدار گرمایی که به سبب رسانندگی گرمایی از میله عبور می کند، برابر است، می توان نوشت:

(گرمایی که یخ می گیرد تا ذوب شود) = Q (رسانندگی گرمایی)

$$\frac{KA\Delta\theta}{L} = mL_f \Rightarrow \frac{K \times 7 \times 10^{-4} \times 10 \times 60 \times (100 - 0)}{25 \times 10^{-2}} = 0,2 \times 336000$$

$$\Rightarrow K = \frac{336 \times 50}{42} = 400 \frac{J}{s \cdot m \cdot K}$$

آهنگ رسانش گرما ثابت است.

$$H_1 = H_2 \Rightarrow \frac{KA\Delta\theta}{L_1} = \frac{KA\Delta\theta}{L} \Rightarrow \frac{100 - 30}{L_1} = \frac{100 - 0}{L} \Rightarrow \frac{L_1}{L} = 0,7$$

در طول L دما 100°C کاهش می یابد. بنابراین پس از 0,7L دما 70°C کاهش یافته به 30°C می رسد.

گزینه ۳ ۷۵ آهنگ شارش گرما از عایق و چوب یکسان است، اگر دمای محل اتصال آن دو را  $\theta$  فرض کنیم، داریم:

$$H_{عایق} = H_{چوب} \Rightarrow k_{عایق} \frac{A(\theta_{داخل} - \theta)}{L_{عایق}} = k_{چوب} \frac{A(\theta - \theta_{بیرون})}{L_{چوب}}$$

$$0,04 \times \frac{(26 - \theta)}{6} = 0,08 \times \frac{(\theta - 5)}{2} \Rightarrow \theta = 8^\circ C$$

$\theta$  دمای سطح مشترک دو لایه است. حالا می توان گرمای شارش یافته در مدت 5 دقیقه را حساب کرد:

$$Q_1 = Q_{چوب} = Q_{عایق} = H_{عایق} \times t = k_{عایق} \frac{A(\theta_{داخل} - \theta)}{L_{عایق}} = 0,04 \times \frac{10 \times 300 \times 18}{0,06} = 36000 J = 36 kJ$$

گزینه ۱ ۷۶ آهنگ رسانش گرمایی در دو میله در شکل (الف) یکسان است. بنابراین:

$$H_A = H_B \Rightarrow k_A \frac{A_A(T_H - T_C)_A}{L_A} = k_B \frac{A_B(T_H - T_C)_B}{L_B}$$

$$\frac{A_A = A_B}{L_A = L_B} \rightarrow 200 \times (100 - \theta) = 600(\theta - 0) \Rightarrow \theta = 25^\circ C$$

از طرفی:

$$H_A = \frac{Q_A}{t} \Rightarrow k_A \frac{A_A(T_H - T_C)_A}{L_A} = \frac{Q_A}{t}$$

$$\Rightarrow 200 \times \frac{A \times (100 - 25)}{L} = \frac{4 \times 10^3}{2 \times 60} \Rightarrow \frac{A}{L} = \frac{1}{450} m$$

در شکل (ب) داریم:

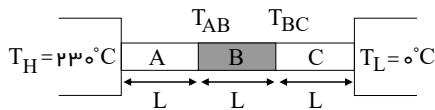
$$Q'_A + Q'_B = 4 \times 10^3 \Rightarrow H'_A t' + H'_B t' = 4 \times 10^3$$

$$\Rightarrow [k_A \frac{A_A(T_H - T_C)_A}{L_A} + k_B \frac{A_B(T_H - T_C)_B}{L_B}] \times t' = 4 \times 10^3$$

$$\Rightarrow [200 \times (100 - 0) + 600 \times (100 - 0)] \times \frac{1}{450} t' = 4 \times 10^3 \Rightarrow t' = 22,5s$$

چون آهنگ شارش گرما در میله‌ها یکسان است برای دو میله A و B می‌توان نوشت:

گزینه ۴ ۷۷



$$H = \frac{kA\Delta T}{L} \rightarrow H_A = H_B \rightarrow \frac{k_A A (T_H - T_{AB})}{L_A} = \frac{k_B A (T_{AB} - T_{BC})}{L_B}$$

$$\frac{L_A = L_B = L}{k_B = 3k_A, T_H = 230^\circ C} \rightarrow \frac{k_A (230 - T_{AB})}{L} = \frac{3k_A (T_{AB} - T_{BC})}{L} \Rightarrow 230 - T_{AB} = 3T_{AB} - 3T_{BC} \Rightarrow 4T_{AB} - 3T_{BC} = 230 \quad (1)$$

و برای دو میله B و C می‌توان نوشت:

$$H_B = H_C \Rightarrow \frac{k_B A (T_{AB} - T_{BC})}{L} = \frac{k_C A (T_{BC} - T_L)}{L} \xrightarrow{\substack{k_C = \frac{5}{3} k_B \\ T_L = 0^\circ C}} k_B (T_{AB} - T_{BC}) = \frac{5}{3} k_B (T_{BC} - 0)$$

$$\Rightarrow 3T_{AB} - 3T_{BC} = 5T_{BC} \Rightarrow 3T_{AB} = 8T_{BC} \Rightarrow T_{AB} = \frac{8}{3} T_{BC} \quad (2)$$

با استفاده از رابطه‌های (1) و (2) داریم:

$$\xrightarrow{(1),(2)} 4 \times \frac{8}{3} T_{BC} - 3T_{BC} = 230 \Rightarrow \frac{23}{3} T_{BC} = 230 \Rightarrow T_{BC} = 30^\circ C$$

۷۸ گزینه ۴ آهنگ رسانش گرمایی در دو میله با هم برابر است. برای بررسی مسئله آهن را با اندیس ۱) و آلومینیم را با اندیس ۲) در نظر می‌گیریم:

برای محاسبه دمای نقطه اتصال داریم:

$$H = k \frac{A(T_H - T_L)}{L}$$

$$H_1 = H_2 \rightarrow \frac{k_1 A_1 (\theta - 20)}{L_1} = \frac{k_2 A_2 (100 - \theta)}{L_2}$$

$$\rightarrow \frac{1 \times 2A_2 \times (\theta - 20)}{50} = \frac{3 \times A_2 \times (100 - \theta)}{75} \rightarrow \frac{2(\theta - 20)}{2} = \frac{3(100 - \theta)}{3} \rightarrow \theta = 60^\circ C$$

اکنون اختلاف دمای دو سر میله آهنی را محاسبه کرده، داریم:

$$\Delta\theta_1 = 60 - 20 = 40^\circ C$$

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta \rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \times 40 \rightarrow \Delta F = 72^\circ F$$

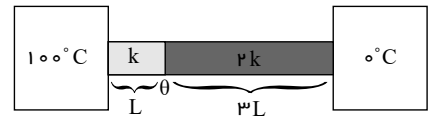
۷۹ گزینه ۱ فقط مورد ب، نادرست است.

در پدیده همرفت قسمت‌های گرم شاره رو به بالا و قسمت‌های سرد شاره رو به پایین حرکت می‌کنند و این فرآیند ناشی از کاهش چگالی شاره بر اثر افزایش دما است. بنابراین هر چه ضریب انبساط حجمی شاره‌ها بزرگتر باشد، افزایش حجم بر اثر افزایش دمای یکسان، بیشتر و کاهش چگالی بیشتر می‌شود و جریان‌های همرفتی به سهولت بیشتری ظاهر می‌شوند.

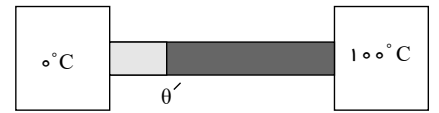
۸۰ گزینه ۲ می‌دانیم وقتی دو میله پشت سرهم (سری) متصل شوند، آهنگش رسانش گرمایی یکسان دارند پس برای هر دو حالت داریم:  $H_1 = H_2$

حالت اول:

$$\frac{kA(100 - \theta)}{L} = \frac{2kA(\theta - 0)}{3L} \rightarrow 100 - \theta = \frac{2}{3}\theta \Rightarrow \boxed{60^\circ C}$$



$$\frac{kA(0 - \theta')}{L} = \frac{2kA(\theta' - 100)}{3L} \rightarrow \Delta\theta' = 200 \Rightarrow \boxed{\theta' = 40^\circ C}$$



حالت دوم:

جواب تست برابر است با  $\frac{\theta'}{\theta} = \frac{40}{60} = \frac{2}{3}$

۸۱ گزینه ۴ دمای محل اتصال دو میله را  $\theta_c$  می‌نامیم. باتوجه به رابطه رسانش گرمایی داریم:

$$k_A A_A \frac{\Delta\theta_A}{L_A} = k_B A_B \frac{\Delta\theta_B}{L_B}$$

$$\frac{k_A = 2k_B, \Delta\theta_B = (\theta_c - 30)^\circ C, L_A = L_B}{A = \pi R^2, R_A = 2R_B, \Delta\theta_A = (120 - \theta_c)^\circ C} \rightarrow 2k_B \times 4 \times \pi \times R_B^2 \times \frac{120 - \theta_c}{L} = k_B \times \pi \times R_B^2 \times \frac{\theta_c - 30}{L}$$

$$\Rightarrow 8(120 - \theta_c) = \theta_c - 30 \Rightarrow \theta_c = \frac{120 \times 8 + 30}{9} = 110^\circ C$$

اکنون با نوشتن مجدد رابطه رسانش گرمایی برای میله B داریم:

$$k_B A_B \frac{\Delta\theta'_B}{L'_B} = k_B A_B \frac{\Delta\theta''_B}{L''_B}$$

$$\frac{L'_B = L''_B = \frac{L}{2}, \theta_c = 110^\circ C}{\Delta\theta'_B = \theta_c - \theta_M, \Delta\theta''_B = \theta_M - 30^\circ C} \rightarrow 110 - \theta_M = \theta_M - 30 \Rightarrow \theta_M = \frac{110 + 30}{2} = 70^\circ C$$

۸۲ گزینه ۴ آهنگ رسانش گرما در هر سه جسم برابر است، در نتیجه داریم:

$$H_1 = H_2 = H_3 \Rightarrow k_1 \frac{A_1(T_H - T_L)_1}{L_1} = k_2 \frac{A_2(T_H - T_L)_2}{L_2} = k_3 \frac{A_3(T_H - T_L)_3}{L_3}$$

$$\frac{A_1 = A_2 = A_3}{L_1 = L_2 = L_3} \rightarrow k_1(65 - 45) = k_2(45 - 35) = k_3(35 - 20)$$

$$\Rightarrow 4k_1 = 2k_2 = 3k_3 \Rightarrow k_2 > k_3 > k_1$$

۸۳ گزینه ۲ بر اساس رابطه  $H = \frac{kA\Delta\theta}{L}$  آهنگ رسانش داریم:

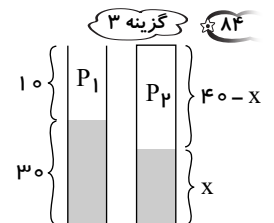
$$\frac{H_A}{H_B} = \frac{k_A}{k_B} \times \frac{A_A}{A_B} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \xrightarrow{\text{یکسان } \Delta\theta, L} \frac{H_A}{H_B} = \frac{k_A}{k_B} \times \frac{A_A}{A_B}$$

$$\rightarrow \frac{1}{4} = \frac{1}{6} \times \frac{A_A}{A_B} \rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{3}{2}$$

$$P_1 = P_2, \quad P_2 = (P_0 - x), \quad V_1 = A \times 10, \quad V_2 = A \times (40 - x)$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 75 \times 10 = (75 - x)(40 - x)$$

$$\Rightarrow 750 = 3000 + x^2 - 115x \Rightarrow x = 25 \text{ cm}$$



۸۵ گزینه ۲ در لحظه‌ی اول حجم دو گاز برابر است، بنابراین داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{V_1 = V_2} \frac{2}{n_1 \times 300} = \frac{5}{n_2 \times 500} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{3}{2} \quad (1)$$

در حالت تعادل نهایی، دما و فشار هر دو گاز یکسان است، داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{P_1 = P_2, T_1 = T_2} \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1} \xrightarrow{(1)} \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{2}$$

از طرفی مجموع دو گاز ثابت است و چون سطح مقطع نیز ثابت است می توان گفت:

$$\frac{x_2}{x_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{2}$$

$$\begin{cases} \frac{x_2}{x_1} = \frac{3}{2} \\ x_1 + x_2 = 40 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_2 = 24 \text{ cm} \\ x_1 = 16 \text{ cm} \end{cases}$$

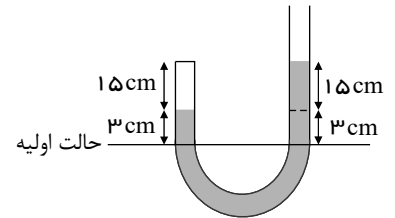
و داریم: در نتیجه پیستون باید 4 cm جابجا شود.

حالت اول: وقتی ارتفاع در دو طرف لوله U شکل یکسان است فشار گاز مخزن با فشار هوای محیط برابر است. **گزینه ۳** **۸۶**

$$P_{1G} = P_0$$

در حالت دوم اختلاف ارتفاع جیوه برابر با 15 cm است.

$$P_{2G} = P_0 + 15$$



چون دما ثابت است با توجه به قانون گازها داریم:

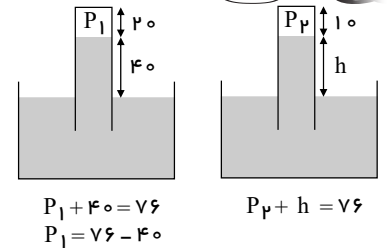
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_1 A h_1 = P_2 A h_2 \Rightarrow P_0 \times 18 = (P_0 + 15) \times 15 \Rightarrow P_0 = 75 \text{ cmHg}$$

گاز محبوس شده در بالای لوله یک گاز کامل است و با جابجا کردن لوله، فشار این گاز محبوس طی یک فرآیند هم دما تغییر می کند و داریم: **گزینه ۴** **۸۷**

فرآیند هم دما  $T_1 = T_2$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\Rightarrow (76 - 40) 20 A = P_2 (10 A) \Rightarrow P_2 = 72 \text{ cmHg}$$



مقداری که جیوه بالاتر از سطح آزاد قرار خواهد گرفت  $h = 76 - 72 = 4 \text{ cm}$

$$\Delta L = 60 - (4 + 10) = 46 \text{ cm}$$

**گزینه ۱** **۸۸**

چون قرار است پیستون جابه جا نشود نتیجه می گیریم حجم ثابت است.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{V_1=V_2} \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\begin{cases} P_1 = P_0 + \frac{m_1 g}{A}, & T_1 = \theta_1 + 273 = 300 \\ P_2 = P_0 + \frac{m_2 g}{A}, & T_2 = \theta_2 + 273 = 360 \end{cases}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_0 + \frac{m_1 g}{A}}{300} = \frac{P_0 + \frac{m_2 g}{A}}{360} \Rightarrow \frac{10^5 + \frac{(4+1) \times 10}{5 \times 10^{-4}}}{300} = \frac{10^5 + \frac{(m_2+1) \times 10}{5 \times 10^{-4}}}{360} \Rightarrow m_2 = 6 \text{ kg}$$

$$\Delta m = m_2 - m_1 = 6 \text{ kg} - 4 \text{ kg} = 2 \text{ kg}$$

با توجه به قانون گازها می توان نوشت: **گزینه ۳** **۸۹**

$$T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}, T_2 = 57 + 273 = 330 \text{ K}$$

$$V_1 = 8 \text{ Lit}, V_2 = 11 \text{ Lit}, P_2 = P_1 - 10$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 \times 8}{300} = \frac{(P_1 - 10) \times 11}{330} \Rightarrow P_1 = 50 \text{ cmHg}$$

وقتی شیر رابط را باز می کنیم، گاز اکسیژن تمام حجم دو مخزن را اشغال می کند و حجمش برابر  $7 + 5 = 12$  لیتر می شود. **گزینه ۳** **۹۰**

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{4 \times 2}{47 + 273} = \frac{P_2 \times 7}{7 + 273} \Rightarrow P_2 = 1 \text{ atm}$$

**گزینه ۳** **۹۱**

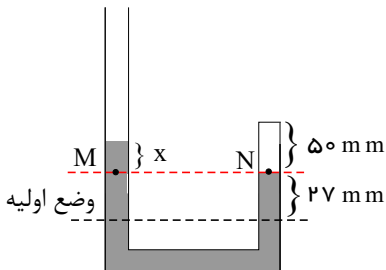
گاز کامل محبوس شده در لوله طی یک فرآیند هم دما تغییر حجم و فشار دارد و طبق روابط قانون گازها داریم:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 10^5 \times 24A = P_2 \times 16A \Rightarrow P_2 = \frac{10^5 \times 24}{16} \Rightarrow P_2 = 1.5 \times 10^5 Pa$$

$$P_2 = \rho gh + P_0 \Rightarrow 1.5 \times 10^5 = 1000 \times 10 \times h + 10^5$$

$$h = 5m \Rightarrow 1 + 5 = 13m \text{ مقداری که لوله در آب فرو رفته}$$

گاز محبوس شده در طرف لوله در حالت اول فشاری برابر فشار هوا ( $P_0$ ) دارد و با اضافه شدن جیوه و کاهش حجم آن را یک گاز کامل در نظر می‌گیریم و داریم:



$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{\text{دما ثابت}} P_0 \times (Ah_1) = P_2 (Ah_2)$$

$$\Rightarrow 10^5 \times 24 = P_2 \times 50 \Rightarrow P_2 = \frac{24}{50} \times 10^5 Pa$$

در وضعیت جدید فشار نقاط هم تراز  $M$  و  $N$  برابر است، پس داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{Hg} gx + P_0 = P_2 \Rightarrow 13500 \times 10 \times x + 10^5 = \frac{24}{50} \times 10^5$$

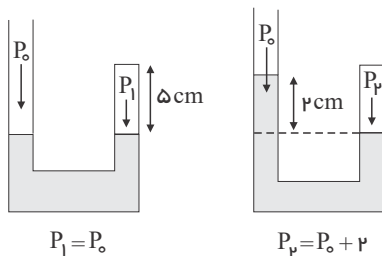
$$\Rightarrow 1.35 \times 10^5 x = 1.54 \times 10^5 - 10^5 \Rightarrow 1.35x = 0.54 \Rightarrow x = 0.4m = 40cm$$

بنابراین ارتفاع جیوه اضافه شده برابر است با:

$$h_{\text{جس}} = 2 \times 27 + x = 54 + 40 = 94cm$$

گزینه ۱

با استفاده از قانون گازهای کامل می‌توان نوشت:



$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{\begin{matrix} V_1 = Ah_1 \\ P_1 = P_0 = 78cmHg \\ P_2 = P_0 + 2 = 80cmHg \\ V_2 = Ah_2 \end{matrix}} \frac{P_1 Ah_1}{T_1} = \frac{P_2 Ah_2}{T_2} \Rightarrow \frac{78 \times 5A}{312} = \frac{80 \times 6A}{T_2} \Rightarrow T_2 = 448K$$

$$\Delta T = 448 - 312 = 136K$$

چون دما ثابت است می‌توان نوشت:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow (P_0 + \rho gh)V_1 = P_0 \times 3V_1$$

$$\Rightarrow 2P_0 = \rho gh \Rightarrow 2 \times 10^5 = 1000 \times 10 \times h \Rightarrow h = 20m$$

گزینه ۱

در دمای ثابت، فشار با حجم رابطه‌ی عکس دارد و چون فشار گاز افزایش یافته حتماً حجم گاز ۶۰ درصد کم شده پس:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{T_1 = T_2} P_1 V_1 = P_2 V_2$$

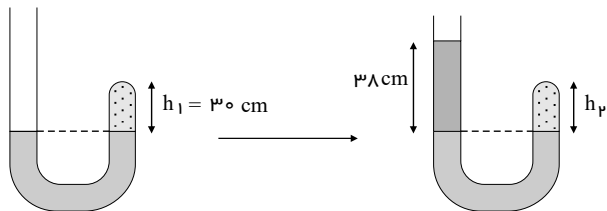
$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \xrightarrow{\begin{matrix} V_2 = V_1 - \frac{6}{10} V_1 = 0.4V_1 \\ P_2 = P_1 + 15 \times 10^4 \end{matrix}} P_1 V_1 = (P_1 + 15 \times 10^4) \times 0.4V_1$$

$$\Rightarrow P_1 = 10^5 Pa$$

باتوجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن، مطابق شکل‌های زیر داریم:

گزینه ۴





$$P_{1\text{گاز}} = P_0 = 76\text{cmHg} \quad P_{2\text{گاز}} = P_0 + P_{\text{سویچ}} = 76 + 38 = 114\text{cmHg}$$

با استفاده از قانون گازها در حالتی که دما ثابت است می توان نوشت:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_1 A h_1 = P_2 A h_2 \Rightarrow P_1 h_1 = P_2 h_2 \Rightarrow 76 \times 30 = 114 \times h_2 \Rightarrow h_2 = 20\text{cm}$$

۹۷ گزینه ۲ ابتدا فشار هوای درون لوله را در وضعیت اول بررسی می کنیم:

$$P_0 = P_1 + 72\text{cmHg} \Rightarrow 75\text{cmHg} = P_1 + 72\text{cmHg} \Rightarrow P_1 = 3\text{cmHg}$$

اکنون بنابر قانون گازها داریم: (توجه کنیم که چون سطح مقطع لوله ثابت و ارتفاع گاز نیز ثابت است  $(15\text{cm} - 72\text{cm} = 15\text{cm})$  پس حجم گاز ثابت مانده است.)

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{3\text{cmHg}}{300} = \frac{P_2}{320} \Rightarrow P_2 = 32\text{cmHg}$$

اکنون با بررسی هوای درون لوله در حالت دوم داریم:

$$P'_0 = P_2 + 72\text{cm} \Rightarrow P'_0 = 32 + 72 = 104\text{cmHg}$$

یعنی فشار هوا  $104\text{cmHg}$  یا  $2\text{mmHg}$  افزایش یافته است.

۹۸ گزینه ۱ برای پاسخ گویی به این سؤال به موارد زیر توجه کنید:

۱) در یک فرایند هم فشار (فشار ثابت است)، برای مقدار معینی گاز کامل داریم:

$$\text{قانون عمومی گازها: } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{P=cte} \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

۲) در این مسأله دمای گاز ۲۵ درصد افزایش یافته است و داریم:

$$T_2 = T_1 + 0.25T_1 = 1.25T_1 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 1.25$$

۳) برای مقایسه چگالی گاز در دو حالت، از رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  کمک می گیریم. دقت کنید که در طول فرآیند گازی از مخزن خارج نشده و جرم گاز ( $m$ ) ثابت می ماند.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{V_1}{V_2} = 1 \times \frac{1}{1.25} = 0.8 \Rightarrow \rho_2 = 0.8\rho_1 = \frac{80}{100}\rho_1 \Rightarrow \text{یعنی چگالی گاز } 20\% \text{ کاهش می یابد.}$$

روش دوم:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{T_1}{T_2} \xrightarrow{P_1=P_2} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{T_1}{1.25T_1} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{4}{5}$$

$$\Rightarrow \rho_2 = \frac{4}{5}\rho_1 \Rightarrow \Delta\rho = -\frac{1}{5}\rho_1$$

$$\frac{\Delta\rho}{\rho_1} = -\frac{1}{5} = -0.2 \xrightarrow{\times 100} -20\% \text{ چگالی گاز } 20\% \text{ کاهش می یابد.}$$

۹۹ گزینه ۴ باتوجه به رابطه ی قانون گازهای کامل و اطلاعات سؤال، می توان نوشت:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{300} = \frac{P_2 \times (\frac{1}{2}V_1)}{900} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 6$$

۱۰۰ گزینه ۲ جرم گاز از ۲۰ گرم به ۱۰ گرم رسیده است و نصف شده است پس تعداد مول هم نصف می شود.

$$\frac{1}{2} \quad \frac{1}{2}$$

$$\uparrow \quad \uparrow$$

$$n = M$$

$$V_2 = \frac{1}{2}V_1 = 15\text{lit} \text{ حجم گاز نصف شده پس:}$$

بنابراین می توان برای گاز تناسب زیر را نوشت:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{4 \times 30}{n_1 T_1} = \frac{P_2 \times 15}{\frac{1}{2}n_1 T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{4 \times 30}{30} = 4\text{atm}$$

۱۰۱ گزینه ۱

$$P_2 = P_1 + 0.25P_1 = 1.25P_1$$

$$V_r = V_1 - 0,36V_1 = 0,64V_1$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_r V_r}{T_r} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{1,25 P_1 \times 0,64 V_1}{T_r}$$

$$\Rightarrow T_r = 1,25 \times \frac{64}{100} T_1 = \frac{5}{4} \times \frac{64}{100} T_1 = \frac{80}{100} T_1$$

$$\text{درصد تغییرات دمای مطلق} = \frac{\Delta T}{T_1} \times 100 = \frac{0,8T_1 - T_1}{T_1} \times 100 = -20\%$$

یعنی دمای مطلق گاز ۲۰ درصد کاهش یافته است.

گزینه ۲

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ و } \rho' = \frac{m}{1,6V} \Rightarrow \rho' = \frac{5m}{8V} = \frac{5}{8}\rho \Rightarrow \Delta\rho = -\frac{3}{8}\rho$$

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} \times 100 = -\frac{3}{8} \times 100 = -37,5\%$$

طبق قانون گازها می توان نوشت: گزینه ۳

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_r V_r}{n_r T_r} \Rightarrow \frac{1 \times 22,4}{1 \times 273} = \frac{2 \times V_r}{3 \times (273 + 182)} \Rightarrow (n = \frac{m}{M} = \frac{6}{2} = 3 \text{ mol})$$

$$\frac{22,4}{273} = \frac{2V_r}{3 \times 455} \Rightarrow V_r = \frac{5 \times 22,4}{3} = 56 \text{ lit}$$

فرآیند هم حجم است. گزینه ۲

$$PV = nRT \rightarrow V = \frac{nRT}{P} \xrightarrow[\text{تعداد مول هم ثابت}]{\text{حجم ثابت است}} \frac{T}{P} = \text{ثابت}$$

$$\rightarrow \frac{T_r}{P_r} = \frac{T_1}{P_1} \rightarrow T_r = \left(\frac{P_r}{P_1}\right)(T_1) = \left(\frac{\frac{m_r g}{A} + P_0}{\frac{m_1 g}{A} + P_0}\right)(273 + 7)$$

$$\rightarrow \begin{cases} T_r = \left(\frac{\frac{60}{10^{-2}} + 0,84 \times 10^5}{\frac{36}{10^{-2}} + 0,84 \times 10^5}\right)(280) = \left(\frac{144 \times 10^3}{120 \times 10^3}\right) \times 280 = 336 \text{ K} \\ A = 10 \text{ cm}^2 = 10 \times 10^{-4} = 10^{-3} \text{ m}^2 \end{cases}$$

$$\Delta T = 336 - 280 = 56 \text{ K}$$

گزینه ۵

$$\text{قانون گازهای کامل: } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_r V_r}{T_r} \xrightarrow{V_1=V_r} \frac{75}{300} = \frac{(75+x)}{330} \Rightarrow x = 7,5 \text{ cm}$$

# پاسخنامه کلیدی

۱ ۲  
۲ ۲  
۳ ۳  
۴ ۱  
۵ ۲  
۶ ۴  
۷ ۳  
۸ ۲  
۹ ۴  
۱۰ ۲  
۱۱ ۳  
۱۲ ۴  
۱۳ ۳  
۱۴ ۴  
۱۵ ۲  
۱۶ ۳  
۱۷ ۴  
۱۸ ۳  
۱۹ ۳  
۲۰ ۲  
۲۱ ۴

۲۲ ۱  
۲۳ ۲  
۲۴ ۱  
۲۵ ۴  
۲۶ ۴  
۲۷ ۴  
۲۸ ۳  
۲۹ ۳  
۳۰ ۳  
۳۱ ۳  
۳۲ ۱  
۳۳ ۱  
۳۴ ۱  
۳۵ ۳  
۳۶ ۴  
۳۷ ۲  
۳۸ ۴  
۳۹ ۲  
۴۰ ۳  
۴۱ ۲  
۴۲ ۴

۴۳ ۴  
۴۴ ۴  
۴۵ ۲  
۴۶ ۱  
۴۷ ۱  
۴۸ ۲  
۴۹ ۴  
۵۰ ۲  
۵۱ ۲  
۵۲ ۱  
۵۳ ۱  
۵۴ ۴  
۵۵ ۴  
۵۶ ۱  
۵۷ ۴  
۵۸ ۴  
۵۹ ۲  
۶۰ ۴  
۶۱ ۱  
۶۲ ۲  
۶۳ ۲

۶۴ ۴  
۶۵ ۳  
۶۶ ۲  
۶۷ ۱  
۶۸ ۲  
۶۹ ۳  
۷۰ ۲  
۷۱ ۳  
۷۲ ۴  
۷۳ ۲  
۷۴ ۳  
۷۵ ۳  
۷۶ ۱  
۷۷ ۴  
۷۸ ۴  
۷۹ ۱  
۸۰ ۲  
۸۱ ۴  
۸۲ ۴  
۸۳ ۲  
۸۴ ۳

۸۵ ۲  
۸۶ ۳  
۸۷ ۴  
۸۸ ۱  
۸۹ ۳  
۹۰ ۳  
۹۱ ۳  
۹۲ ۴  
۹۳ ۱  
۹۴ ۲  
۹۵ ۱  
۹۶ ۴  
۹۷ ۲  
۹۸ ۱  
۹۹ ۴  
۱۰۰ ۲  
۱۰۱ ۱  
۱۰۲ ۲  
۱۰۳ ۳  
۱۰۴ ۲  
۱۰۵ ۳