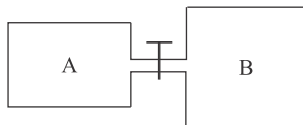


۱ در شکل روبه‌رو، ظرف A به حجم ۲ لیتر حاوی گاز اکسیژن با دمای 47°C و فشار ۴ اتمسفر است و ظرف B به حجم ۵ لیتر، کاملاً خالی است. اگر شیر رابط را باز کنیم و دمای گاز در ظرف‌ها به 7°C درجه سلسیوس برسد، فشار گاز چند اتمسفر می‌شود؟



(۱) ۵/۷

(۲) ۱/۲۵

(۳) ۱

(۴) ۲

۲ حجم جسم A، دو برابر حجم جسم B و چگالی آن $8/10$ چگالی جسم B است. اگر گرمای ویژه A، نصف گرمای ویژه B باشد و به هر دو یک اندازه گرما بدهیم، افزایش دمای جسم A، چند برابر افزایش دمای جسم B می‌شود؟

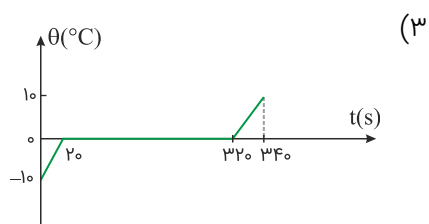
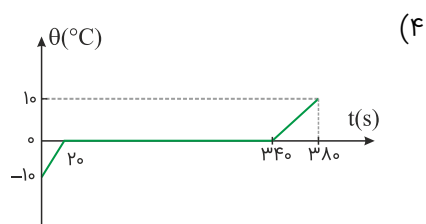
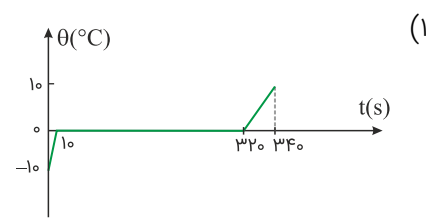
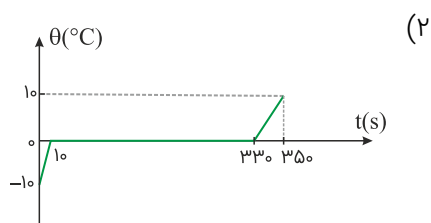
(۲) $\frac{4}{5}$

(۱) $\frac{5}{4}$

(۴) $\frac{2}{3}$

(۳) $\frac{3}{2}$

۳ به 200g یخ -10°C با آهنک ثابت 210J/s گرما می‌دهیم تا به آب 10°C تبدیل شود. کدام نمودار، تغییرات دما را برحسب زمان درست نشان می‌دهد؟ ($L_f = 336000\text{J/kg}$ و $C_{\text{یخ}} = 4200\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$ و $C_{\text{آب}} = 2$)



۴ یک شمش آلومینیم به حجم 200cm^3 و چگالی $2/7\text{g/cm}^3$ را که دمایش 100°C است، درون 540cm^3 آب 20°C می‌اندازیم، پس از برقراری تعادل حرارتی، دمای آب تقریباً به چند درجه سلسیوس می‌رسد؟ (از مبادله گرمای بین آب و ظرف صرف نظر شود، چگالی آب 1g/cm^3 و گرمای ویژه آب و آلومینیم به ترتیب $4/2\text{J/g.K}$ و $0/9\text{J/g.K}$ است)

(۲) ۳۴

(۱) ۲۸

(۴) ۵۳

(۳) ۴۶

۵ یک سر میله آلومینیومی به قطر مقطع 4 cm و طول 18 cm روی یک قالب یخ صفر درجه سلسیوس به جرم 100 g گرم قرار دارد. سر دیگر میله درون آب با دمای ثابت 100°C است. چند ثانیه به طول می‌انجامد تا یخ کاملاً ذوب شود؟ (از مبادله گرمای یخ و میله با محیط صرف‌نظر شود، $L_F = 336\text{ KJ/kg}$ و $\pi = 3$ و $k_{Al} = 240\text{ W/m.K}$)

(۱) ۲۱

(۲) ۵۲

(۳) ۲۱۰

(۴) ۵۲۰

۶ مخزنی به حجم 40 Lit حاوی مخلوطی از گازهای هیدروژن و هلیوم در دمای 127°C و فشار $2 \times 10^5\text{ Pa}$ است. اگر جرم مخلوط 8 g گرم باشد، نسبت جرم هیدروژن به جرم هلیوم کدام است؟ ($R = 8\text{ J/mol.K}$)

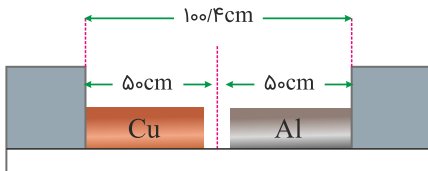
(۱) $\frac{1}{3}$

(۲) $\frac{1}{2}$

(۳) ۲

(۴) ۳

۷ دو میله مسی و آلومینیومی بین دو دیواره ثابت قرار دارند. دمای دو میله را چند کلون بالا ببریم تا دو میله به یکدیگر برسند؟ ($\alpha_{Al} = 2/3 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ و $\alpha_{ms} = 1/7 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$)



(۱) ۴۷۰

(۲) ۳۴۷

(۳) ۲۵۰

(۴) ۲۰۰

۸ یک میله فلزی استوانه‌ای شکل به طول یک متر و سطح مقطع 4 سانتی‌مترمربع را از یک طرف درون آب در حال جوش 100°C و از طرف دیگر در 30 g گرم یخ صفر درجه سلسیوس قرار می‌دهیم و پس از 60 دقیقه تمام یخ ذوب شده و به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل می‌شود. اگر $L_F = 336000\text{ J/kg}$ باشد، رسانندگی گرمایی این فلز در SI کدام است؟

(۱) ۷

(۲) ۱۴

(۳) ۷۰

(۴) ۱۴۰

۹ مساحت دریاچه‌ای 500 km^2 است. در زمستان لایه‌ای از یخ صفر درجه سلسیوس به ضخامت متوسط 10 cm سطح دریاچه را می‌پوشاند. دریاچه در بهار چند مگاژول انرژی برای ذوب یخ جذب می‌کند؟ ($L_F = 336\text{ KJ/kg}$, $\rho_{\text{یخ}} = 0.9\text{ g/cm}^3$)

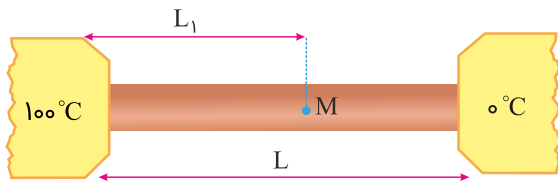
(۱) $1/512 \times 10^7$

(۲) $1/512 \times 10^{10}$

(۳) $1/512 \times 10^{13}$

(۴) $1/512 \times 10^{16}$

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



(۱) ۰/۳

(۲) ۰/۵

(۳) ۰/۷

(۴) ۰/۷۵

همزمان با افزایش حجم مقدار معینی گاز کامل، فشار آن کم می‌شود، دمای گاز چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) الزاماً افزایش می‌یابد.

(۲) الزاماً کاهش می‌یابد.

(۳) الزاماً ثابت می‌ماند.

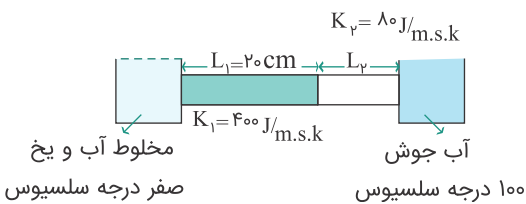
(۴) بسته به شرایط، هرکدام از موارد دیگر می‌تواند درست باشد.

به 200 g یخ 10°C ، مقداری گرما با آهنگ $1/05\text{ kJ/min}$ به مدت 12 دقیقه می‌دهیم. دمای نهایی چند درجه سلسیوس است؟ ($C_{\text{آب}} = 4200\text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$ ، $L_f = 336\text{ kJ/kg}$ ، $C_{\text{یخ}} = 2100\text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$)

(۱) صفر (۲) ۵

(۳) ۱۰ (۴) ۱۵

دو میله 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 درجه سلسیوس و از طرف دیگر مجاور آب جوش 100° درجه سلسیوس قرار دارند. اگر دمای سطح مشترک بین دو میله 25° درجه سلسیوس باشد، L_2 چند سانتی‌متر است؟



(۱) ۲۰

(۲) ۱۲

(۳) ۱۰

(۴) ۶

اگر به 100 g آب صفر درجه سلسیوس 1680 ژول گرما دهیم، حجم آب ($c_{\text{آب}} = 4200\text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$)

(۱) کاهش می‌یابد. (۲) افزایش می‌یابد.

(۳) ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد. (۴) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد.

یک گرم‌کن برقی در مدت 24 ثانیه، دمای 60 گرم مایعی را از 30° درجه سلسیوس به 50° درجه سلسیوس می‌رساند. اگر توان این گرم‌کن 300 وات باشد و گرمای ویژه مایع $1500\text{ J/kg}\cdot\text{K}$ باشد، چند درصد گرمای تولیدی به مایع رسیده است؟

(۱) ۱۶ (۲) ۲۵

(۳) ۷۵ (۴) ۸۴

۱۶ ۲۰۰ گرم آب ۲۲/۵ درجه سلسیوس را با ۱۵۰ گرم آب ۴۰ درجه سلسیوس مخلوط می‌کنیم، پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای آب به چند درجه سلسیوس می‌رسد؟

- (۱) ۲۷/۵ (۲) ۳۰
(۳) ۳۲ (۴) ۳۲/۵

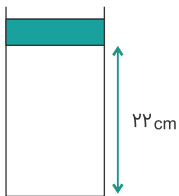
۱۷ در فشار ثابت $1/5 \times 10^5 \text{ Pa}$ ، دمای ۳ مول گاز آرمانی را چند درجه سلسیوس کاهش دهیم تا حجم آن ۴ لیتر کاهش پیدا کند؟ ($R = 8 \text{ J/mol.K}$)

- (۱) ۵۰ (۲) ۳۰
(۳) ۲۵ (۴) ۱۵

۱۸ ظرفی مسی حاوی آب جوش 100°C است و روی یک صفحه داغ قرار دارد. مساحت کف ظرف 500 cm^2 و ضخامت آن 5 mm است. اگر صفحه داغ در هر ثانیه ۲۰۰۰ ژول گرما به کف ظرف بدهد، دمای سطح بالایی صفحه داغ که در تماس با ظرف است، پس از یک ثانیه چند درجه سلسیوس است؟ ($k_{\text{مس}} = 400 \text{ J/s.m.k}$)

- (۱) ۱۰۰/۵ (۲) ۱۰۵
(۳) ۱۲۵ (۴) ۱۲۵/۵

۱۹ مطابق شکل، زیر پیستون بدون اصطکاک، گاز کاملی با دمای 57°C محبوس است. دمای گاز را به تدریج به 27°C می‌رسانیم. در این صورت پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟



- (۱) ۰/۵ (۲) ۲
(۳) ۲/۵ (۴) ۵

۲۰ جسمی به جرم 2 kg ، بدون تغییر حالت 40 kJ گرما از دست می‌دهد. اگر دمای اولیه جسم 50°C باشد، دمای ثانویه اش چند درجه سلسیوس است؟ ($c = 400 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$)

- (۱) صفر (۲) ۲۵
(۳) -۵۰ (۴) ۱۰۰

۲۱ اگر گرمای ویژه آب و یخ به ترتیب 4200 J/kg.K و 2100 J/kg.K و همچنین $L_f = 335000 \text{ J/kg}$ باشد، چند کیلوژول گرما لازم است تا ۲۰۰ گرم یخ (-5) درجه سلسیوس به آب 50 درجه سلسیوس تبدیل شود؟

- (۱) ۱۱/۳۲ (۲) ۱۱۱/۱
(۳) ۱۱۳/۲ (۴) ۱۱۱۱۰۰

۲۲ حداقل گرمایی که یک کیلوگرم یخ (-10) درجه سلسیوس را به آب تبدیل می‌کند، چند کیلوژول است؟
($L_F = 334 \text{ J/g}$, $C_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$)

- (۱) ۳۵۵
(۲) ۴۳۶
(۳) ۵۴۲
(۴) ۶۴۳

۲۳ ۸۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس را با ۸۰۰ گرم آب ۲۰ درجه سلسیوس مخلوط می‌کنیم. اگر گرما فقط بین آب و یخ مبادله شود، بعد از برقراری تعادل گرمایی چند گرم آب و با چه دمایی بر حسب سلسیوس خواهیم داشت؟ ($L_F = 336 \text{ J/g}$ و $C_{\text{آب}} = 4/2 \text{ J/g.K}$)

- (۱) ۱۰۰۰ و صفر
(۲) ۱۲۰۰ و صفر
(۳) ۲ و ۱۶۰۰
(۴) ۴ و ۱۶۰۰

۲۴ دمای گاز کاملی ۱۲۷ درجه سلسیوس است. اگر فشار آن را ۲۵ درصد افزایش دهیم و حجم آن در این فرآیند ۳۶ درصد کاهش یابد، دمای گاز چند درجه سلسیوس خواهد شد؟

- (۱) ۴۰
(۲) ۴۷
(۳) ۵۶
(۴) ۶۵

۲۵ درون یک کیلوگرم آب با دمای ۳۰ درجه سلسیوس، چند گرم یخ صفر درجه سلسیوس بیندازیم تا پس از تعادل گرمایی، آب با دمای ۲۰ درجه سلسیوس حاصل شود؟ ($L_F = 336 \text{ kJ/kg}$ و $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ تبادل گرمایی فقط بین آب و یخ انجام می‌شود)

- (۱) ۱۰۰
(۲) ۲۰۰
(۳) ۱۲۵
(۴) ۱۷۵

۲۶ لوله استوانه‌ای شکلی به طول ۴۰ cm را که هر دو طرف آن باز است تا ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر به‌طور 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 ۷۵ cmHg باشد و دما ثابت بماند، چند سانتی‌متر از جیوه در لوله باقی می‌ماند؟

- (۱) ۱۰
(۲) ۱۵
(۳) ۲۰
(۴) ۲۵

۲۷ قطعه یخی به جرم m و دمای صفر درجه سلسیوس را، درون همان جرم، آب ۹۰ درجه سلسیوس می‌اندازیم، اگر از اتلاف گرما صرف‌نظر کنیم، دمای تعادل چند درجه سلسیوس خواهد شد؟ ($L_F = 80 \times 4200 \text{ J/kg}$ و $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$)

- (۱) صفر
(۲) ۲/۵
(۳) ۵
(۴) ۱۰

۲۸ قطعه فلزی به جرم ۲/۵ کیلوگرم با دمای ۶۸ درجه سلسیوس را روی یک قطعه یخ بزرگ صفر درجه قرار می‌دهیم، اگر گرمای نهان ویژه ذوب یخ $10^5 \text{ J/kg} \times 3/4$ و گرمای ویژه فلز 380 J/kg.K باشد، چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟

- (۱) ۹۵
(۲) ۱۹۰
(۳) ۳۸۰
(۴) ۵۷۰

حجم گاز کاملی در فشار 10^5 Pa و دمای 27°C ، برابر 1 cm^3 است. تعداد مولکول‌های گاز کدام است؟ ($R = 8 \text{ J/mol.K}$) و $(N_0 = 6 \times 10^{23})$

۲۹

- (۱) $2/5 \times 10^{21}$
 (۲) $2/5 \times 10^{19}$
 (۳) $10^{23} / 24$
 (۴) $10^{23} / 24$

کدام عبارت، دربارهٔ تبخیر سطحی یک مایع، نادرست است؟

۳۰

- (۱) تبخیر سطحی مایع در هر دمایی اتفاق می‌افتد.
 (۲) با افزایش فشار هوا، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.
 (۳) با افزایش دما، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.
 (۴) با افزایش سطح آزاد مایع، تبخیر سطحی آن نیز افزایش می‌یابد.

یکای ضریب انبساط سطحی جامدها در SI کدام است؟

۳۱

- (۱) بر کلین
 (۲) بر مترمربع
 (۳) مترمربع بر کلین
 (۴) کلین بر مترمربع

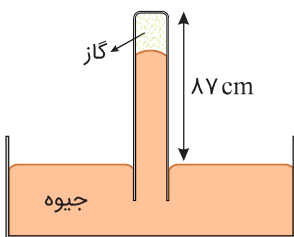
مکعبی به ضریب انبساط طولی $12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ در دمای صفر درجهٔ سلسیوس قرار دارد. اگر دمای آن به 100°C برسد، حجم مکعب چند درصد افزایش می‌یابد؟

۳۲

- (۱) $0/12$
 (۲) $0/36$
 (۳) 12
 (۴) 36

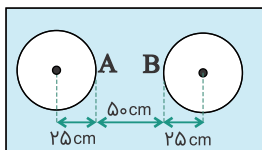
در شکل زیر، پیوسته 87 cm از لوله خارج از جیوه نگه داشته شده است. در شرایطی که فشار هوا 75 cmHg و دمای گاز 27°C است، ارتفاع ستون جیوه در لوله 72 cm است. بر اثر افزایش فشار هوا ستون جیوه بالا می‌رود. دمای گاز را به 47°C می‌رسانیم تا دوباره ستون جیوه به همان 72 cm برسد. فشار هوا چگونه تغییر کرده است؟

۳۳



- (۱) ۲ میلی‌متر جیوه کاهش یافته است.
 (۲) ۲ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.
 (۳) $0/2$ میلی‌متر جیوه کاهش یافته است.
 (۴) $0/2$ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.

در وسط یک صفحه فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن $3/6 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ است، دو دایره به شعاع‌های ۲۵ سانتی‌متر را در دمای صفر درجه سلسیوس خارج نموده‌ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر به ۲۰۰ درجه سلسیوس برسانیم، فاصله AB چند میلی‌متر می‌شود؟



۴۹۶/۴ (۱)

۴۹۸/۲ (۲)

۵۰۱/۸ (۳)

۵۰۳/۶ (۴)

یک سر میله آهنی به طول ۳۰ سانتی‌متر در یک منبع گرما به دمای 150°C و سر دیگر آن در مخلوط آب و یخ صفر درجه سلسیوس قرار دارد. در هر دقیقه 738 J گرما در میله شارش می‌کند. قطر مقطع میله چند سانتی‌متر است؟ ($k = 82 \text{ J/s.m.K}$, $\pi \simeq 3$)

۲ (۲) ۱ (۱)

۲۰ (۴) ۱۰ (۳)

یک نیروگاه هسته‌ای روزانه 10^5 m^3 آب از رودخانه می‌گیرد و 2100 گیگاژول از گرمای اتلافی خود را به این آب می‌دهد. اگر دمای آب ورودی 25°C باشد، دمای آب خروجی چند درجه سلسیوس است؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, $\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)

۲۵/۵ (۲) ۵۰ (۱)

۷۵ (۴) ۳۰ (۳)

درون استوانه‌ای ۴ لیتر گاز کامل در دمای 27°C قرار دارد. فشارسنج، فشار گاز را 4 atm نشان می‌دهد. اگر دمای گاز را به 87°C و حجم آن را به ۸ لیتر برسانیم، فشارسنج فشار گاز را چند اتمسفر نشان می‌دهد؟ (فشار هوای بیرون 1 atm است)

۲ (۲) ۱ (۱)

۴ (۴) ۳ (۳)

در محفظه‌ای به حجم $33/6$ لیتر مخلوطی از دو گاز اکسیژن و هلیم وجود دارد. فشار گاز 2×10^5 پاسکال و دمای آن 7 درجه سلسیوس است. اگر جرم گاز 54 گرم باشد، چند درصد مولکول‌های آن اکسیژن است؟ ($R = 8 \text{ J/mol.K}$, $M_{\text{He}} = 4 \text{ g/mol}$ و $M_{\text{O}_2} = 32 \text{ g/mol}$)

۶۰ (۲) ۵۰ (۱)

۳۰ (۴) ۴۰ (۳)

دمای ۳ گرم گاز هیدروژن را در فشار ثابت، از 27 درجه سلسیوس به 87 درجه سلسیوس می‌رسانیم. حجم گاز در این فرآیند، چند درصد افزایش می‌یابد؟

۲۰ (۲) ۱۵ (۱)

۳۰ (۴) ۲۵ (۳)

۴۰ ضریب انبساط طولی فلزی $10^{-5} K^{-1}$ است. اگر دمای قطعه‌ای از این فلز را 100 درجه سلسیوس افزایش دهیم، حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

- (۱) $0/1$ (۲) $0/3$
(۳) 1 (۴) 3

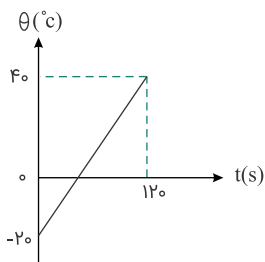
۴۱ دمای 122 درجه فارنهایت معادل با چند درجه سلسیوس و چند کلوین است؟

- (۱) 50 و 332 (۲) 50 و 323
(۳) 59 و 332 (۴) 59 و 323

۴۲ m_1 کیلوگرم آب با دمای $10^\circ C$ را با m_2 کیلوگرم آب با دمای $50^\circ C$ مخلوط می‌کنیم و دمای تعادل بدون اتلاف گرما $30^\circ C$ می‌شود. m_2 چندبرابر m_1 است؟

- (۱) 1 (۲) 2
(۳) $\frac{5}{3}$ (۴) $\frac{3}{5}$

۴۳ نمودار تغییرات دمای جسم جامدی به جرم 100 گرم، برحسب زمان مطابق شکل است. اگر گرمای ویژه جسم $400 J/kg \cdot ^\circ C$ باشد، جسم در هر ثانیه چند ژول گرما گرفته است؟

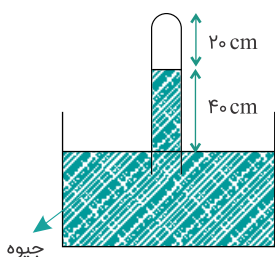


- (۱) 10
(۲) 12
(۳) 20
(۴) 24

۴۴ دمای مقداری گاز کامل را از $27^\circ C$ به $57^\circ C$ و حجم آن را از 8 لیتر به 11 لیتر می‌رسانیم. در این عمل، فشار گاز 10 سانتی‌متر جیوه کم می‌شود. فشار اولیه گاز چند سانتی‌متر جیوه بوده است؟

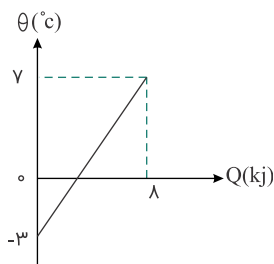
- (۱) 20 (۲) 40
(۳) 50 (۴) 100

۴۵ در ظرفی مطابق شکل زیر، 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 $76 cmHg$ بگیرید و دما ثابت است)



- (۱) 10
(۲) 30
(۳) 36
(۴) 46

نمودار تغییرات دما برحسب گرمای داده شده به جسمی به جرم 2 kg مطابق شکل زیر است. چند کیلوژول گرما لازم است تا دمای این جسم 3 کلوین افزایش یابد؟



(۱) ۶

(۲) ۴/۸

(۳) ۳

(۴) ۲/۴

به مقداری یخ با دمای صفر درجه سلسیوس گرما می‌دهیم تا تبدیل به آب 20 درجه سلسیوس شود، چند درصد گرمای داده شده صرف ذوب یخ شده است؟ ($L_f = 336 \text{ J/g}$, $C_{\text{آب}} = 4/2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$)

(۲) ۶۰

(۱) ۵۵

(۴) ۸۰

(۳) ۷۵

ضریب انبساط طولی یک حلقه فلزی برابر $2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ است. اگر دمای این حلقه را به آرامی 50 درجه سلسیوس افزایش دهیم، قطر حلقه چند درصد افزایش می‌یابد؟

(۲) ۲

(۱) ۱

(۴) ۰/۲

(۳) ۰/۱

کدام یک از فرآیندهای زیر گرماگیر هستند؟

(۲) انجماد، میعان

(۱) چگالش، تبخیر

(۴) تصعید، ذوب

(۳) ذوب، میعان

چند گرم آب 50 درجه سلسیوس را روی 450 گرم یخ صفر درجه سلسیوس بریزیم تا پس از برقراری تعادل گرمایی، 520 گرم آب صفر درجه سلسیوس در ظرف ایجاد شود؟ (اتلاف گرما ناچیز است و $L_f = 336000 \text{ J/kg}$ و $C_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$)

(۲) ۲۶۰

(۱) ۷۰

(۴) ۳۲۰

(۳) ۳۰۰

یک سر میله آهنی به طول 16 cm را به یک سر میله‌ای مسی به طول 20 cm جوش داده‌اند. سر آزاد میله آهنی را در آب جوش 100°C و سر دیگر میله مسی را در مخلوط آب و یخ با دمای صفر درجه سلسیوس قرار می‌دهند. دمای نقطه اتصال دو میله چند درجه سلسیوس است؟ (سطح مقطع هر دو میله یکسان است و سطح جانبی هر دو میله عایق‌پوش است، $K_{\text{مس}} = 400 \text{ W/m.K}$ و $K_{\text{آهن}} = 80 \text{ W/m.K}$)

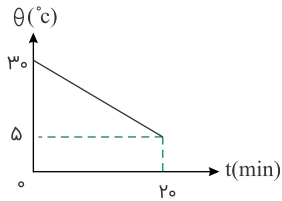
(۲) ۱۵

(۱) ۳۰

(۴) ۲۵

(۳) ۲۰

۵۲ از جسمی به جرم ۳۰۰ گرم که در یک وسیلهٔ سرمازا قرار گرفته است، با آهنگ ثابت ۳ وات گرما گرفته‌ایم. اگر نمودار تغییرات دما برحسب زمان این جسم به شکل زیر باشد، گرمای ویژهٔ این جسم چند $J/kg.K$ است؟



(۱) ۰/۴۸

(۲) ۸

(۳) ۴۰۰

(۴) ۴۸۰

۵۳ ضریب انبساط طولی آلومینیم $10^{-5} K^{-1}$ است و روی یک ورقهٔ تخت آلومینیمی، حفرهٔ دایره‌ای شکل ایجاد کرده‌ایم که مساحت آن در دمای صفر درجهٔ سلسیوس $50 cm^2$ است. اگر دمای ورقه را به آرامی به ۸۰ درجهٔ سلسیوس برسانیم، مساحت حفره چند سانتی‌مترمربع می‌شود؟

(۲) ۴۹/۹۰۸

(۱) ۴۹/۸۱۶

(۴) ۵۰/۱۸۴

(۳) ۵۰/۰۹۲

۵۴ درون ظرفی ۲۰۰ گرم یخ -۱۰ درجهٔ سلسیوس قرار دارد. حداقل چند گرم آب با دمای ۲۰ درجهٔ سلسیوس به آن اضافه کنیم تا تمام یخ ذوب شود؟ (تبادل گرما فقط بین آب و یخ انجام می‌شود و $c_{\text{یخ}} = \frac{1}{4} c_{\text{آب}} = 2/1 J/g.K$ و $L_F = 336 J/g$ است)

(۲) ۲۰۰

(۱) ۵۰

(۴) ۱۲۰۰

(۳) ۸۵۰

۵۵ اگر فشار گاز کاملی را ۲۵ درصد افزایش داده و حجم آن را ۳۶ درصد کم کنیم، دمای مطلق آن درصد می‌یابد.

(۲) ۲۰، افزایش

(۱) ۲۰، کاهش

(۴) ۲۵، افزایش

(۳) ۲۵، کاهش

۵۶ طول تیرآهنی ۱۲ متر است. اگر دمای آن از صفر درجهٔ سلسیوس به ۵۰ درجهٔ سلسیوس برسد، طول آن چند میلی‌متر افزایش می‌یابد؟ ($\alpha_{\text{آهن}} = 1/2 \times 10^{-5} (^\circ C)^{-1}$)

(۲) ۷۲

(۱) ۷/۲

(۴) $7/2 \times 10^{-2}$ (۳) $7/2 \times 10^{-1}$

۵۷ گرمای ویژهٔ آب $4200 J/kg.K$ است. چند کیلوژول گرما به یک کیلوگرم آب بدهیم تا دمای آن ۹ درجهٔ فارنهایت افزایش یابد؟

(۲) ۲۱

(۱) ۱۸/۹

(۴) ۴۲

(۳) ۳۷/۸

در شکل زیر، میله فلزی عایق‌بندی شده‌ای به طول 41 cm و سطح مقطع 5 cm^2 بین دو چشمه با دمای ثابت قرار دارد. اگر رسانندگی گرمایی میله در SI برابر با ۸۲ باشد، گرمایی که در مدت ۲۸ دقیقه منتقل می‌شود، چند گرم یخ صفر درجه سلسیوس را به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل می‌کند؟ ($L_f = 336\text{ kJ/kg}$)



(۱) ۵۰

(۲) ۱۰۰

(۳) ۱۵۰

(۴) ۲۰۰

یک حباب هوا به حجم $1/40$ سانتی‌مترمکعب از عمق دریاچه‌ای که فشار در آن محل $10^5 \times 1/8$ پاسکال و دما 7 درجه سلسیوس است، به سطح دریاچه می‌رسد که دما 27 درجه سلسیوس و فشار $10^5 \times 1/5$ پاسکال است. در این انتقال، حجم حباب چند سانتی‌مترمکعب تغییر می‌کند؟

(۱) $1/30$ (۲) $1/28$ (۳) $1/7$ (۴) $0/70$

دمای یک میله فلزی از θ_1 به θ_2 می‌رسد. اگر طول آن $1/10$ درصد افزایش یابد، چگالی آن تقریباً.....

(۱) $1/10$ درصد کاهش می‌یابد.(۲) $0/3$ درصد کاهش می‌یابد.(۳) $1/10$ درصد افزایش می‌یابد.(۴) $0/3$ درصد افزایش می‌یابد.

مقداری آب را که در فشار یک اتمسفر قرار دارد، به تدریج سرد می‌کنیم و هم‌زمان فشار محیط را افزایش می‌دهیم. در این صورت آب در دمای درجه سلسیوس منجمد می‌شود.

(۱) صفر

(۲) ۴

(۳) پایین‌تر از صفر

(۴) بین ۴ درجه و صفر

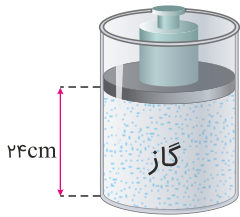
در فشار ثابت، دمای مقدار معینی گاز کامل را از صفر درجه سلسیوس به 273 درجه سلسیوس می‌رسانیم. حجم گاز در این فرآیند چندبرابر می‌شود؟

(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) $2/3$ (۴) $3/2$

در مکانی که فشار هوا 10^5 Pa است، مطابق شکل زیر مقداری گاز با دمای 7°C درجه سلسیوس 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 آنکه پیستون جابه‌جا نشود. دمای گاز را چند کلوین باید بالا ببریم؟



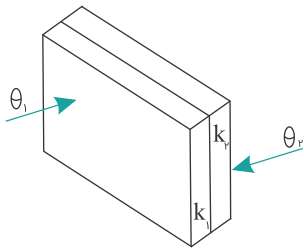
(۱) ۴۸

(۲) ۵۶

(۳) ۶۵

(۴) ۷۰

مطابق شکل زیر، دو ورقه فلزی به رسانندگی $k_1 = 400 \text{ W/m.K}$ و $k_2 = 80 \text{ W/m.K}$ و هم‌ضخامت به هم چسبیده‌اند. دمای سطح خارجی ورقه‌ها $\theta_1 = 0^\circ\text{C}$ و $\theta_2 = 90^\circ\text{C}$ است. در یک شرایط پایدار، دمای محل اتصال دو ورقه چند درجه سلسیوس است؟



(۱) ۱۰

(۲) ۱۵

(۳) ۲۵

(۴) ۳۰

ظرفی که عایق گرما است، محتوی 80 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 $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ و $c_{\text{مس}} = 380 \text{ J/kg.K}$ باشد تا برقراری تعادل گرمایی کامل، دمای آب چند کلوین افزایش می‌یابد؟

(۲) ۴۰

(۱) ۲۸/۵

(۴) ۳۰۱/۵

(۳) ۳۱۳

در ظرفی 800 گرم آب صفر درجه سلسیوس وجود دارد. یک قطعه فلز به جرم 420 گرم و دمای 84 درجه سلسیوس را درون آب می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل، دمای مجموعه چند درجه سلسیوس می‌شود؟ (اتلاف گرما ناچیز و $c_{\text{فلز}} = 400 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$ و $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$)

(۲) ۶

(۱) ۱۰

(۴) ۴

(۳) ۵

یکای رسانندگی در SI کدام است؟

(۲) $\frac{\text{ژول}}{\text{کلوین ثانیه}}$ (۱) $\frac{\text{ژول}}{\text{کلوین متر}}$ (۴) $\frac{\text{وات}}{\text{کلوین متر}}$ (۳) $\frac{\text{وات} \cdot \text{ثانیه}}{\text{متر} \cdot \text{کلوین}}$

۶۸ فشار مخزن گازی با حجم ثابت در دمای ۲۷ درجه سلسیوس برابر ۳ جو است. فشار این گاز در دمای ۱۲۷ درجه سلسیوس چند جو است؟

- (۱) ۴
(۲) ۳/۵
(۳) ۴/۵
(۴) ۵

۶۹ یک انتهای میله آلومینیومی در دمای 200°C و انتهای دیگر آن در دمای صفر درجه سلسیوس نگه داشته شده و دور میله عایق‌بندی است. اگر طول میله برابر با یک متر و قطر مقطع آن ۲cm باشد، آهنگ رسانش گرما در میله چند وات است؟
($K_{Al} = 240 \text{ J/s.m.K}$, $\pi = 3$)

- (۱) ۵۷/۶
(۲) ۱۴/۴
(۳) ۷/۲
(۴) ۴/۸

۷۰ 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 kg/m^3 و $g = 10 \text{ N/kg}$ فرض شود)

- (۱) ۱۵
(۲) ۲۰
(۳) ۲۵
(۴) ۳۰

۷۱ چند لیتر آب ۵۰ درجه سلسیوس را با چند لیتر آب ۲۰ درجه سلسیوس مخلوط کنیم تا ۶۰ لیتر آب با دمای ۴۰ درجه سلسیوس داشته باشیم؟ (اعداد را به ترتیب از راست به چپ بخوانید)

- (۱) ۴۰ و ۲۰
(۲) ۲۵ و ۳۵
(۳) ۲۰ و ۴۰
(۴) ۳۵ و ۳۵

۷۲ استوانه‌ای به حجم ۱۰۰ لیتر محتوی گاز کاملی با دمای ۲۷ درجه سلسیوس و فشار ۱۵ جو است. اگر با استفاده از پیستون حجم همان گاز را به ۸۰ لیتر و دمای آن را نیز به ۴۷ درجه سلسیوس برسانیم، فشار گاز در این حالت چند جو است؟

- (۱) ۱۵
(۲) ۱۸
(۳) ۲۰
(۴) ۲۵

۷۳ حجم گاز کاملی را نصف می‌کنیم و هم‌زمان دمای آن را از 27°C به 627°C می‌رسانیم. فشار گاز چند برابر می‌شود؟

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

۷۴ یک گرمکن با توان گرمایی ثابت، در مدت ۱۰ دقیقه، ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس را به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل می‌کند. این گرمکن همین آب را تقریباً در مدت چند دقیقه به بخار آب ۱۰۰ درجه سلسیوس تبدیل می‌کند؟
($c = 4/2 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$, $L_V = 2256 \text{ kJ/kg}$, $L_F = 334 \text{ kJ/kg}$)

- (۱) ۲۶
(۲) ۴۰
(۳) ۵۶
(۴) ۸۰

۷۵ اگر در حجم ثابت، دمای مقدار معینی گاز کامل را از 27°C به 87°C برسانیم، فشار گاز چند درصد افزایش می‌یابد؟

- (۱) ۱۰
(۲) ۲۰
(۳) ۱۲
(۴) ۱۵

۷۶ طول یک میله آهنی در دمای صفر درجه سلسیوس، یک میلی‌متر بیشتر از طول یک میله مسی در همین دما است. اگر دمای میله‌ها را به 100°C درجه سلسیوس برسانیم، طول میله مسی $5/10^5$ میلی‌متر بیشتر از طول میله آهنی خواهد شد. طول اولیه میله آهنی چند متر است؟ (ضریب انبساط طولی 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) $4/448$

۷۷ چند گرم بخار آب 100°C درجه را در 590 گرم آب 10°C درجه سلسیوس وارد کنیم تا دمای تعادل به 50°C درجه سلسیوس برسد؟ (گرمای نهان ویژه تبخیر آب 2268J/g و گرمای ویژه آب $4/2\text{J/g}^{\circ}\text{C}$ است)

- (۱) ۳۵
(۲) ۴۰
(۳) ۴۵
(۴) ۵۰

۷۸ در یک مخزن 6 لیتر هوا با فشار 4 اتمسفر موجود است. مقداری از هوای مخزن را خارج می‌کنیم و فشار آن به 2 اتمسفر می‌رسد، حجم هوای خارج شده از مخزن در فشار یک اتمسفر چند لیتر است؟ (دما ثابت و گاز کامل فرض شود)

- (۱) ۶
(۲) ۱۲
(۳) ۲۲
(۴) ۲۴

۷۹ دمای یک قرص فلزی را 250°C درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم، در نتیجه مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط خطی فلز در SI کدام است؟

- (۱) 2×10^{-5}
(۲) 4×10^{-5}
(۳) 2×10^{-6}
(۴) 4×10^{-6}

۸۰ کدام مطلب زیر درست است؟

- (۱) برای لباس‌های آتش‌نشانی پوشش براق مناسب‌تر است.
(۲) هنگامی که در یخچال را باز می‌کنید هوای سرد از بالای آن بیرون می‌آید.
(۳) در کشورهای با آب‌وهوای گرم، رنگ تیره برای نمای بیرون ساختمان‌ها مناسب‌تر است.
(۴) اگر در هوای سرد یک قطعه فلز و یک قطعه چوب خشک را لمس کنیم فلز گرم‌تر به نظر می‌رسد.

۸۱ یک گلوله سربی به جرم 20 گرم با سرعت 400m/s به یک قطعه چوب برخورد می‌کند و درون آن متوقف می‌شود. اگر 50% انرژی جنبشی اولیه گلوله صرف گرم کردن خودش شود و گرمای ویژه سرب 125J/kg.K باشد، دمای گلوله چند کلوین افزایش می‌یابد؟

- (۱) ۳۲۰
(۲) ۵۹۳
(۳) ۶۴۰
(۴) ۹۱۳

حداقل چند گرم یخ -20°C را داخل 200 گرم آب صفر درجه سلسیوس بیندازیم تا تمام آب یخ ببندد؟
 $(L_f = 3/36 \times 10^5 \text{ J/kg}, c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg.k})$

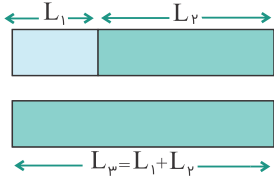
(۲) ۱۲۰۰

(۱) ۱۶۰

(۴) ۱۶۰۰

(۳) ۳۶۰

در دمای صفر درجه سلسیوس، مجموع طول میله‌های به هم چسبیده L_1 و L_2 با طول میله L_3 برابر است و ضریب انبساط طولی میله‌ها نیز به ترتیب α_1 و α_2 و α_3 است. اگر در هر دمای بالاتر از صفر نیز این تساوی طول برقرار باشد، کدام رابطه درست است؟



(۱) $\alpha_3 = \alpha_1 + \alpha_2$

(۲) $\alpha_3 = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$

(۳) $\alpha_3 = \frac{L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2}{L_3}$

(۴) $\alpha_3 = \frac{|L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2|}{L_3}$

یک تیر آهن در اثر افزایش دمای 50 درجه سلسیوس، 0.6% درصد به طولش اضافه می‌شود. ضریب انبساط طولی این تیر آهن در SI کدام است؟

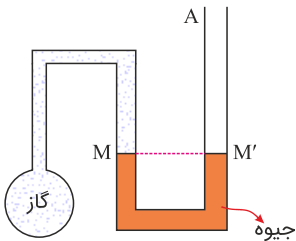
(۲) $1/6 \times 10^{-5}$

(۱) $1/2 \times 10^{-5}$

(۴) 8×10^{-5}

(۳) 6×10^{-5}

در شکل زیر دمای گاز 27 درجه سلسیوس و فشار آن 75 سانتی‌متر جیوه است. اگر دمای گاز را 30 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؟



(۱) ۲۰

(۲) ۱۵

(۳) $7/5$ (۴) $5/5$

گرمای ویژه آلومینیم بیش از ۲ برابر گرمای ویژه مس است. اگر 1 kg آلومینیم 20°C و 1 kg مس 20°C را با هم داخل مقداری آب 100°C بیندازیم، پس از برقراری تعادل:

(۱) افزایش دمای آلومینیم و مس یکسان است.

(۲) تغییر دمای مس بیشتر از آلومینیم است.

(۳) گرمایی که مس و آلومینیم می‌گیرند، یکسان است.

(۴) گرمایی که مس می‌گیرد، بیشتر از گرمایی است که آلومینیم می‌گیرد.

دو کره فلزی هم جنس A و B، اولی توپُر به شعاع ۲۰ cm و دیگری توخالی که شعاع خارجی آن ۲۰ cm و شعاع حفره داخلی ۱۰ cm است. اگر به دو کره، به یک اندازه گرما بدهیم و تغییر حجم کره A برابر ΔV_A و تغییر حجم فلز به کاررفته در کره B برابر ΔV_B باشد، نسبت $\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}$ کدام است؟

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

درون ظرفی ۴۰۰ g مخلوط آب و یخ در دمای صفر درجه سلسیوس در حالت تعادل قرار دارد. اگر فلزی به جرم ۲۰۰ g و دمای 105°C را داخل آب بیندازیم بعد از برقراری تعادل، دمای آب به 5°C می‌رسد. جرم یخ چند گرم بوده است؟
 ($c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, $c_{\text{فلز}} = 840 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, $L_f = 336 \text{ kJ/kg}$)

- (۱) ۲/۵
 (۲) ۵
 (۳) ۲۵
 (۴) ۵۰

یک کیلوگرم یخ و ۴ کیلوگرم آب در فشار یک جو در تعادل حرارتی قرار دارند. به این مجموعه ۵۴۶ کیلوژول گرما می‌دهیم. بعد از رسیدن به تعادل، دمای آب به چند درجه سلسیوس می‌رسد؟ ($L_f = 336 \text{ kJ/kg}$ (یخ), $c = 4200 \text{ J/kg.K}$)

- (۱) صفر
 (۲) ۱۰
 (۳) ۴۰
 (۴) ۱۰۰

آب در قابلمه آلومینیومی که در تماس با منبع گرما است می‌جوشد و با آهنگ ۱/۸ لیتر بر دقیقه تبخیر می‌شود. ضخامت کف قابلمه ۴/۸ mm و قطر آن ۳ cm است. دمای ته ظرف در تماس با منبع گرما چند درجه سلسیوس است؟ (دمای جوش آب 100°C است، $k_{Al} = 240 \text{ W/m.K}$, $\pi \approx 3$, $L_v = 2250 \text{ kJ/kg}$, $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$)

- (۱) ۱۰۱
 (۲) ۱۰۲
 (۳) ۱۰۴
 (۴) ۱۰۶

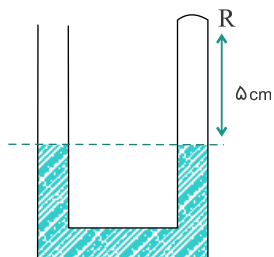
یک گلوله سربی به شعاع ۱ cm و جرم ۴۴ g در دمای 0°C قرار دارد. اگر دمای گلوله به 100°C برسد، چگالی آن چند کیلوگرم بر مترمکعب و چگونه تغییر می‌کند؟ ($\pi = 3$ و $\alpha_{\text{سرب}} = 3 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$)

- (۱) ۳۳، کاهش می‌یابد.
 (۲) ۳۳، افزایش می‌یابد.
 (۳) ۹۹، کاهش می‌یابد.
 (۴) ۹۹، افزایش می‌یابد.

مخزنی با حجم ثابت ۱۴ لیتر محتوی مخلوطی از ۶ گرم گاز هیدروژن و ۱۲ گرم گاز نیتروژن ۲۷ درجه سلسیوس است. فشار مخلوط گازها چند اتمسفر است؟ ($R = 8 \text{ J/(mol.K)}$, $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$, $M_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$, $M_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$)

- (۱) ۶
 (۲) ۸
 (۳) ۹
 (۴) ۱۲

در شکل زیر، شیر R را بسته و دمای هوای محبوس در لوله را از ۳۹ درجه سلسیوس، چند درجه افزایش بدهیم تا اختلاف ارتفاع ستون جیوه در دو لوله به ۲ سانتی‌متر برسد؟ (فشار هوای محل ۷۸ سانتی‌مترجیوه و قطر دو لوله با یکدیگر مساوی است. از انبساط جیوه و ظرف صرف‌نظر کنید)



(۱) ۷۲

(۲) ۱۰۰

(۳) ۲۱۱

(۴) ۳۸۴

طول و عرض شیشه پنجره اتاقی $۲/۵$ m و ۲ m و ضخامت آن ۵ mm است. در یک روز زمستانی، دمای وجهی از شیشه که در تماس با هوای بیرون است، -۵°C و دمای وجهی از شیشه که در تماس با هوای درون اتاق است، $+۵^{\circ}\text{C}$ است. با استفاده از یک بخاری برقی، گرمای هدر رفته از پنجره را جایگزین می‌کنیم. توان گرمایی این بخاری چند کیلووات است؟ (شیشه $k = ۰/۶$ W/m.K)

(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) ۶

(۴) ۱۰

به کمک یک پیستون، حجم مقدار معینی گاز کامل را به ۸ لیتر می‌رسانیم و در این عمل فشار گاز از $۱۰^۵$ Pa به ۲×۱۰^۵ Pa می‌رسد و دمای گاز از ۲۷ درجه سلسیوس به ۴۷ درجه سلسیوس می‌رسد. حجم اولیه گاز چند لیتر بوده است؟

(۱) ۱۰

(۲) ۱۲

(۳) ۱۵

(۴) ۲۴

دمای مقدار معینی گاز کامل ۲۷°C است. دمای آن را در فشار ثابت، چند درجه سلسیوس زیاد کنیم تا افزایش حجم آن $\frac{۱}{۳}$ حجم اولیه‌اش باشد؟

(۱) ۲۲۷

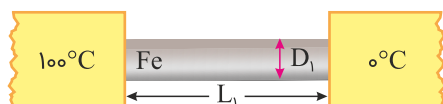
(۲) ۹۰۰

(۳) ۱۲۷

(۴) ۱۰۰

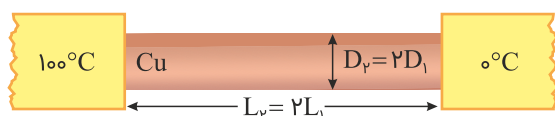
در شکل زیر، رسانندگی گرمایی میله‌های استوانه‌ای آهنی و مسی به ترتیب ۸۰ W/m.K و ۴۰۰ W/m.K است. در یک بازه زمانی معین، گرمایی که از میله مسی می‌گذرد، چندبرابر گرمایی است که از میله آهنی می‌گذرد؟ (میله‌ها عایق‌بندی شده است)

(۱) ۰/۱



(۲) ۰/۴

(۳) ۸



(۴) ۱۰

۹۸ طول میله‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس برابر ۸۰۰cm است. اگر طول آن در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به ۸۰۱cm برسد، ضریب انبساط طولی آن در SI کدام است؟

- (۱) $2/5 \times 10^{-4}$ (۲) $2/5 \times 10^{-5}$
(۳) 4×10^{-4} (۴) 4×10^{-5}

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

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

۱۰۰ دو کره فلزی هم‌جنس A و B، اولی توپیر و شعاع آن ۲۰cm است، دومی توخالی و شعاع خارجی آن ۲۰cm و شعاع حفره داخلی آن ۱۰cm است. اگر به دو کره به یک‌اندازه گرما بدهیم و تغییر دمای آنها به ترتیب $\Delta\theta_A$ و $\Delta\theta_B$ باشد، نسبت $\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A}$ کدام است؟

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

۱۰۱ در ظرفی ۲۰۰ گرم یخ -۵ درجه سلسیوس وجود دارد. حداقل چند گرم آب ۱۰۰ درجه سلسیوس در ظرف وارد کنیم تا یخی در ظرف باقی نماند؟ (فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت می‌گیرد و $L_f = 336000 \text{ J/kg}$, $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$, $c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg.K}$)

- (۱) ۵ (۲) ۱۶۰
(۳) ۱۶۵ (۴) ۲۰۰

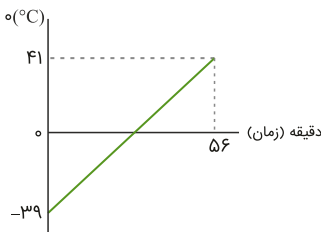
۱۰۲ به دو جسم هم‌حجم A و B گرمای مساوی داده‌ایم. اگر گرمای ویژه A دو برابر گرمای ویژه B و همچنین چگالی A دو برابر چگالی B باشد، تغییر دمای جسم A چند برابر تغییر دمای جسم B است؟

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

۱۰۳ ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس را داخل ۴۰۰ گرم آب ۳۰ درجه سلسیوس می‌اندازیم. اگر فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت گیرد، پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای آب چند درجه سلسیوس می‌شود؟ ($L_f = 336000 \text{ J/kg}$, $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$)

- (۱) صفر (۲) ۴
(۳) ۸ (۴) ۱۲

به مایعی به جرم ۵۰۰ گرم در هر دقیقه ۱۰۰ J گرما می‌دهیم. اگر نمودار تغییرات دما برحسب زمان به صورت شکل زیر باشد، گرمای ویژه مایع در SI، کدام است؟



(۱) ۱۴۰

(۲) ۱۶۰

(۳) ۲۸۰

(۴) ۳۲۰

۱۰۵ دمای یک قرص فلزی ۱۰۰ K افزایش می‌یابد. اگر شعاع اولیه آن ۱۰ cm و ضخامت اولیه آن ۴ mm باشد، تغییر حجم قرص چند سانتی‌مترمکعب است؟ ($\alpha = 5 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, $\pi \simeq 3$)

(۱) ۰/۱۲

(۲) ۰/۱۸

(۳) ۱/۲

(۴) ۱/۸

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

(۱) ۲۰

(۲) ۳۰

(۳) ۵۰

(۴) ۱۰۰

۱۰۷ حجم گاز آرمانی (کامل) در دمای 47°C برابر با ۲ لیتر و فشار آن $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ است. ابتدا در فشار ثابت دمای گاز 40°C افزایش می‌یابد و سپس در دمای ثابت حجم گاز ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. فشار نهایی گاز چند پاسکال است؟

(۱) $2/4 \times 10^5$ (۲) $2/5 \times 10^5$ (۳) 4×10^5 (۴) 8×10^5

۱۰۸ یک قطعه آلومینیم یک کیلوگرمی با دمای 90°C درجه سلسیوس و یک قطعه مس ۲ کیلوگرمی با دمای 95°C درجه سلسیوس را در یک محیط قرار می‌دهیم تا با محیط به تعادل حرارتی برسند، مقدار گرمایی که آلومینیم در این فرآیند از دست داده چندبرابر مقدار گرمایی است که مس از دست داده است؟ ($c_{\text{Cu}} = 400 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$, $c_{\text{Al}} = 900 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$)

(۱) $\frac{8}{9}$ (۲) $\frac{9}{4}$ (۳) $\frac{9}{8}$

(۴) بستگی به دمای محیط دارد.

۱۰۹ ضریب انبساط طولی میله‌ای $2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ است. اگر دمای این میله 50°C افزایش یابد، طول آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

(۱) ۰/۱

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۲۰

۸۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس را با ۸۰۰ گرم آب ۶۰ درجه سلسیوس مخلوط می‌کنیم. اگر فقط بین یخ و آب تبادل گرما صورت گیرد و $L_F = 336000 \text{ J/kg}$ و $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ باشد تا برقراری تعادل چند کیلوگرم آب صفر درجه سلسیوس ایجاد می‌شود؟

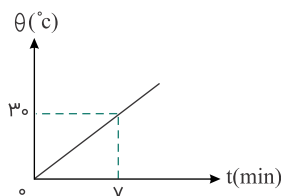
(۲) ۰/۶

(۱) ۰/۲

(۴) ۱/۴

(۳) ۱/۲

111 یک گرمکن درون ظرفی که محتوی ۲kg آب است، قرار دارد. نمودار θ (دمای آب) برحسب t (زمان) مطابق شکل زیر است. توان گرمکن چند وات است؟ ($c = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ و فرض کنید انرژی مصرفی فقط صرف گرم کردن آب شود)



(۱) ۳۰۰

(۲) ۶۰۰

(۳) ۱۲۰۰

(۴) ۳۶۰۰۰

112 دمای یک کره فلزی را ۸۰ درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم. حجم آن ۰/۰۸ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای این کره را ۶۰ درجه سلسیوس افزایش دهیم، سطح کره چند درصد افزایش می‌یابد؟

(۲) ۰/۰۸

(۱) ۰/۱۲

(۴) ۰/۰۴

(۳) ۰/۰۶

113 ۲ لیتر گاز کامل با فشار یک اتمسفر و دمای ۲۷ درجه سلسیوس زیر پیستون قرار دارد. پیستون را به عقب می‌کشیم و حجم گاز را به ۴ لیتر می‌رسانیم. اگر در این عمل دمای گاز ۱۲ درجه سلسیوس کاهش یافته باشد، فشار آن به چند اتمسفر رسیده است؟

(۲) ۰/۴۸

(۱) ۰/۲۳

(۴) ۰/۹۸

(۳) ۰/۶۳

114 گاز کاملی به حجم ۱/۵ لیتر در فشار یک اتمسفر و دمای 27°C قرار دارد. اگر فشار گاز را به ۱/۵ اتمسفر برسانیم و دمای گاز نیز ۵۰ کلوین افزایش یابد، حجم گاز چند لیتر کاهش می‌یابد؟

(۲) $\frac{1}{3}$ (۱) $\frac{1}{2}$ (۴) $\frac{1}{6}$ (۳) $\frac{1}{4}$

115 چند گرم یخ صفر درجه را درون ۶ کیلوگرم آب ۴۰ درجه سلسیوس بریزیم تا در نهایت آب با دمای ۱۰ درجه سلسیوس حاصل شود؟ (اتلاف حرارت ناچیز بوده و گرمای ویژه آب 4200 J/kg.K و گرمای نهان ذوب یخ 336 kJ/kg است)

(۲) ۱۰۰۰

(۱) ۵۰۰

(۴) ۲۰۰۰

(۳) ۱۵۰۰

۱۱۶ پس از اینکه $40/2 \text{ kJ}$ گرما از 180 g آب صفر درجه گرفته شود، چند گرم آب یخ نذده باقی می ماند؟ ($L_f = 335 \text{ kJ/kg}$)

- (۱) ۱۲۰
(۲) ۶۰
(۳) ۴۰
(۴) ۳۵

۱۱۷ گرمای Q، دمای ۳ گرم از ماده A را ۵ درجه سلسیوس و دمای ۲ گرم از ماده B را ۳ درجه سلسیوس بالا می برد. گرمای ویژه ماده A چندبرابر گرمای ویژه ماده B است؟

- (۱) ۰/۴
(۲) ۰/۵
(۳) ۱/۵
(۴) ۲/۵

۱۱۸ دو کره فلزی هم جنس در نظر بگیرید که شعاع های مساوی دارند ولی درون یکی از آن ها حفره ای خالی وجود دارد. اگر به دو کره انرژی گرمایی مساوی بدهیم، شعاع آن ها در مقایسه با هم چگونه تغییر می کند؟

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

۱۱۹ چند لیتر آب ۸۰ درجه سلسیوس را با ۴۰ لیتر آب ۱۰ درجه سلسیوس مخلوط کنیم تا به دمای تعادل تقریبی ۴۰ درجه سلسیوس برسند؟

- (۱) ۲۵
(۲) ۳۰
(۳) ۴۵
(۴) ۵۰

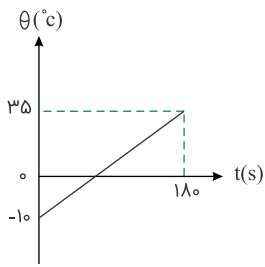
۱۲۰ در دمای صفر درجه سلسیوس حجم ظرف شیشه ای توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. وقتی دمای مجموعه را به ۸۰ درجه سلسیوس می رسانیم 12 cm^3 جیوه از ظرف خارج می شود. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه 10^{-4} K^{-1} باشد، ضریب انبساط خطی شیشه در SI چقدر است؟

- (۱) $1/2 \times 10^{-4}$
(۲) 10^{-4}
(۳) 10^{-5}
(۴) 3×10^{-5}

۱۲۱ درون ۲ kg آب 40°C مقداری یخ 5°C می اندازیم. اگر این آب 294 kJ گرما از دست بدهد تا سیستم به دمای تعادل برسد، جرم یخ چند گرم بوده است؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ ، $c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg.K}$ و $L_f = 336 \text{ kJ/kg}$)

- (۱) ۴۰۰
(۲) ۶۰۰
(۳) ۸۰۰
(۴) ۱۲۰۰

نمودار تغییرات دما بر حسب زمان جسمی مطابق شکل زیر است و در هر دقیقه 3kJ گرما به جسم داده می‌شود. جرم این جسم چند گرم است؟ ($c_{\text{جسم}} = 500\text{J/kg}^\circ\text{C}$)



(۱) ۴۰

(۲) ۷۲

(۳) ۴۰۰

(۴) ۷۲۰

برای اندازه‌گیری رسانندگی گرمایی یک میله فلزی به طول ۲۵ سانتی‌متر و سطح مقطع 7cm^2 ، یک طرف آن را در ظرف محتوی یخ و آب صفر درجه سلسیوس و طرف دیگر آن را در بخار آب 100°C درجه سلسیوس قرار می‌دهیم. اگر در مدت ۱۰ دقیقه ۲۰۰ گرم یخ ذوب شود، رسانندگی گرمایی میله چند J/s.m.K است؟ ($L_f = 336000\text{J/kg}$)

(۲) ۴۰۰

(۱) ۲۳۸

(۴) ۶۰۰

(۳) ۴۱۸

در ۱۵ لیتر گاز کامل ۲ اتمی که دمای آن 23°C درجه سلسیوس و فشار آن ۸ اتمسفر است، چه تعداد مولکول گاز وجود دارد؟ ($R = 8\text{J/mol.K}$ ، عدد آووگادرو $= 6 \times 10^{23}$ ، $1\text{atm} = 10^5\text{Pa}$)

(۲) $3/6 \times 10^{24}$ (۱) $3/6 \times 10^{22}$ (۴) $3/9 \times 10^{25}$ (۳) $3/9 \times 10^{23}$

مساحت جانبی یک مکعب فلزی 25m^2 و ضریب انبساط خطی آن 10^{-5}K^{-1} است. اگر دمای این مکعب 100°C درجه سلسیوس افزایش یابد، مساحت سطح جانبی آن تقریباً چند سانتی‌متر مربع افزایش می‌یابد؟

(۲) ۱۰

(۱) ۸

(۴) ۱۰۰

(۳) ۸۰

دو جسم، در تماس باهم به تعادل گرمایی رسیده‌اند، کدام کمیت مربوط به آن‌ها باهم برابر است؟

(۲) انرژی درونی

(۱) دما

(۴) انرژی درونی و دما

(۳) گرمای ویژه

در ظرفی ۱۰۰ گرم آب 100°C و ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه می‌ریزیم، در صورتی که ظرفیت گرمایی ظرف ناچیز باشد و از مبادله گرما با محیط صرف‌نظر شود، دمای نهایی سیستم چند درجه سلسیوس می‌شود؟ ($L_F = 336000\text{J/kg}$ و $c_{\text{آب}} = 4200\text{J/kg}^\circ\text{C}$)

(۲) ۳۰

(۱) صفر

(۴) ۱۰

(۳) ۲۰

در درون یک مکعب فلزی به ضلع 2cm حفره خالی کروی به شعاع 5cm وجود دارد. اگر در اثر افزایش دما ضلع مکعب به اندازه 0.04% میلی‌متر افزایش یابد، شعاع حفره می‌یابد.

(۲) 0.001% میلی‌متر افزایش(۱) 0.001% میلی‌متر کاهش(۴) 0.003% میلی‌متر افزایش(۳) 0.003% میلی‌متر کاهش

در شکل زیر، جرم پیستون یک کیلوگرم، جرم وزنه روی آن ۴ کیلوگرم و دمای گاز درون ظرف ۲۷ درجه سلسیوس است. اگر دمای گاز را به آرامی به ۸۷ درجه سلسیوس برسانیم، ضمن گرم شدن گاز، چند کیلوگرم وزنه به تدریج باید روی پیستون اضافه کنیم تا پیستون جابه‌جا نشود؟ (سطح قاعده پیستون 5 cm^2 ، فشار هوا 10^5 پاسکال و $g = 10 \text{ m/s}^2$ است)



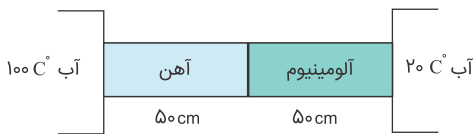
(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) ۶

(۴) ۷

در شکل زیر، دو میله به طول ۵۰ سانتی‌متر با سطح مقطع یکسان به هم متصل‌اند. در صورتی که رسانندگی آلومینیوم سه برابر رسانندگی آهن باشد، دمای محل اتصال دو میله چند درجه سلسیوس است؟



(۱) ۸۰

(۲) ۴۰

(۳) ۵۰

(۴) ۳۰

دو میله فلزی A و B در دمای 20°C به ترتیب دارای طول‌های 50 cm و 70 cm هستند. دمای دو میله را 30°C افزایش می‌دهیم. باز هم اختلاف طول آن‌ها 20 cm می‌شود. نسبت ضریب انبساط طولی میله A به ضریب انبساط طولی میله B کدام است؟

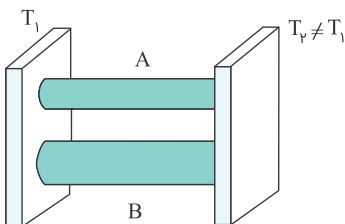
(۲) $\frac{7}{3}$

(۴) $\frac{7}{5}$

(۱) $\frac{3}{7}$

(۳) $\frac{5}{7}$

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



(۱) ۲

(۲) ۴

(۳) $\frac{1}{2}$ (۴) $\frac{1}{4}$

به یک میله آن قدر گرما می‌دهیم تا طول آن یک درصد افزایش یابد. حجم آن تقریباً چند درصد افزایش می‌یابد؟

(۲) ۱

(۴) ۳

(۱) ۰/۵

(۳) ۲

۱۳۴ قطعه‌ای مس به جرم ۲۸۲ گرم و دمای $\theta^\circ\text{C}$ را داخل ۱۰۰ گرم آب 100°C می‌اندازیم. اگر ۵ گرم آب بخار شود، θ چند درجهٔ سلسیوس است؟ ($L_V = 2256 \text{ kJ/kg}$ و $C_{\text{مس}} = 400 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$)

(۱) ۱۵۰ (۲) ۲۰۰

(۳) ۳۰۰ (۴) ۴۰۰

۱۳۵ دو کرهٔ مسی A و B با شعاع و دمای اولیهٔ مساوی در نظر بگیرید که درون کرهٔ A حفرهٔ توخالی وجود دارد. اگر دمای آن‌ها را به یک اندازه بالا ببریم کدام رابطه بین افزایش شعاع کره‌ها و همچنین گرمای گرفته‌شده توسط کره‌ها برقرار است؟

(۱) $Q_B > Q_A$ و $\Delta R_B = \Delta R_A$ (۲) $Q_B > Q_A$ و $\Delta R_B < \Delta R_A$

(۳) $Q_B < Q_A$ و $\Delta R_B > \Delta R_A$ (۴) $Q_B < Q_A$ و $\Delta R_B = \Delta R_A$

۱۳۶ ضخامت دیواری از بتون به ابعاد $5\text{m} \times 3\text{m}$ برابر 30cm است. در روزی که دمای سطح خارجی دیوار 15°C - و دمای سطح داخلی آن 25°C است، آهنگ شارش گرما از دیوار برابر 3400 J/s است. پشم‌شیشه به ضخامت تقریبی چند میلی‌متر را می‌توان به‌عنوان عایق معادل، جایگزین این دیوار کرد؟ ($k = 0.04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$)

(۱) ۰/۷ (۲) ۱

(۳) ۷ (۴) ۱۰

۱۳۷ ضریب انبساط طولی فلزی 10^{-5} K^{-1} است. دمای یک میله از آن فلز را چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم تا طول آن تقریباً به‌اندازهٔ ۰/۰۰۱ طول اولیه اضافه شود؟

(۱) ۳۰ (۲) ۴۰

(۳) ۵۰ (۴) ۶۰

۱۳۸ از یک ورق مسی، دو صفحهٔ دایره‌ای شکل به مساحت‌های S_1 و $S_2 = 2S_1$ بریده و جدا کرده‌ایم. حال اگر به اولی گرمای Q_1 و به دومی گرمای $Q_2 = 2Q_1$ را بدهیم و بر اثر این گرما، افزایش شعاع آن‌ها به ترتیب ΔR_1 و ΔR_2 باشد، $\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}$ چقدر است؟

(۱) $\sqrt{2}$ (۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

(۳) ۲ (۴) $\frac{1}{2}$

۱۳۹ دمای یک میلهٔ مسی را 100°C افزایش می‌دهیم، طول آن ۰/۱۷ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای یک ورقهٔ مسی را 100°C افزایش دهیم، مساحت آن چندبرابر می‌شود؟

(۱) ۱/۰۰۱۷ (۲) ۰/۰۰۳۴

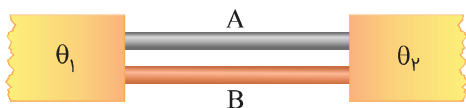
(۳) ۰/۳۴۰۰ (۴) ۱/۰۰۳۴

۱۴۰ یک لولهٔ مسی را بریده و جرم آن را نصف می‌کنیم. ظرفیت گرمایی و گرمای ویژهٔ آن به ترتیب چندبرابر می‌شوند؟

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

(۳) ۱ و $\frac{1}{2}$ (۴) ۱ و ۱

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، $\frac{2}{5}$ برابر آهنگ انتقال گرمای میله B باشد، ضریب رسانندگی میله A چند برابر ضریب رسانندگی میله B است؟



(۱) $\frac{1}{25}$

(۲) $\frac{1}{50}$

(۳) ۴

(۴) ۵

در گرماسنجی که ظرفیت گرمایی آن ناچیز است، ۵۰۰ گرم یخ با دمای 6°C وجود دارد. اگر یک گرمکن الکتریکی که توان آن ۷۵۰ وات و بازده آن ۸۰ درصد است درون یخ قرار گیرد، پس از $\frac{122}{5}$ ثانیه چند گرم یخ در گرماسنج باقی می‌ماند؟ ($L_F = 336000 \text{ J/kg}$ و $c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg.K}$)

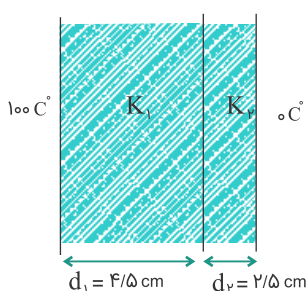
(۱) ۳۰۰

(۲) ۲۵۴

(۳) ۲۰۰

(۴) ۱۵۰

دو صفحه فلزی به ضخامت‌های $d_1 = \frac{4}{5} \text{ cm}$ و $d_2 = \frac{2}{5} \text{ cm}$ که رسانندگی گرمایی آن‌ها به ترتیب $k_1 = 90 \text{ J/s.m.K}$ و $k_2 = 200 \text{ J/s.m.K}$ است، مطابق شکل زیر به یکدیگر چسبیده‌اند و دمای یک طرف 100°C درجه سلسیوس و دمای طرف دیگر صفر درجه سلسیوس است. دمای سطح مشترک دو فلز چند درجه سلسیوس است؟



(۱) ۲۰

(۲) ۳۰

(۳) ۵۰

(۴) ۸۰

در یک روز زمستان دمای بیرون خانه 5°C درجه سلسیوس و دمای داخل خانه 20°C درجه سلسیوس است. اگر دمای داخل خانه را افزایش داده و در 25°C درجه سلسیوس ثابت نگه داریم، آهنگ اتلاف انرژی گرمایی از طریق رسانش، چند برابر می‌شود؟

(۱) $\frac{6}{5}$

(۲) $\frac{5}{4}$

(۳) $\frac{4}{3}$

(۴) $\frac{7}{5}$

در صبح یک روز زمستانی که دمای هوای 3°C است، فشار هوای درون تایر اتومبیلی $\frac{2}{7}$ اتمسفر است. اگر این اتومبیل به منطقه‌ای برده شود که بعد از تعادل حرارتی، فشار گاز درون تایر به ۳ اتمسفر برسد، دمای این منطقه چند درجه سلسیوس است؟ (حجم تایر را ثابت بگیرید)

(۱) ۳

(۲) ۱۳

(۳) ۲۷

(۴) ۳۷

طول دو میله فلزی A و B در دمای 20°C هر یک برابر ۲ متر است. دمای دو میله را چند درجه سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آن‌ها برابر 0.8 mm شود؟ $(\alpha_A = 12 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}, \alpha_B = 20 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1})$

- (۱) ۳۰
(۲) ۵۰
(۳) ۷۰
(۴) ۹۰

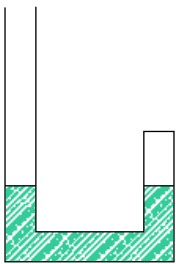
حجم مقدار معینی گاز کامل در دمای 7°C برابر با ۲ lit است. در فشار ثابت دمای گاز را چند کلوین افزایش دهیم تا حجم گاز 400 cm^3 افزایش یابد؟

- (۱) ۴۶
(۲) ۵۶
(۳) ۳۱۹
(۴) ۳۲۹

ضریب انبساط طولی یک جسم جامد تقریباً چندبرابر ضریب انبساط حجمی آن است؟

- (۱) ۳
(۲) $\frac{1}{3}$
(۳) $\frac{2}{3}$
(۴) $\frac{3}{2}$

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



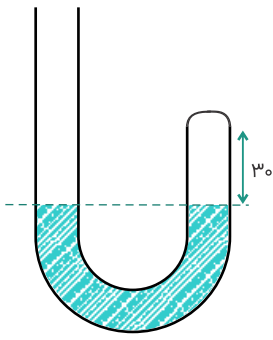
- (۱) ۳۰
(۲) ۴۰
(۳) ۴۲/۷
(۴) ۴۵/۴

در ظرفی یک قطعه یخ صفر درجه سلسیوس وجود دارد. اگر 800 g آب 20°C درجه 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 اولیه قطعه یخ چند گرم بوده است؟ $(C_{\text{آب}} = 4200\text{ J/kg.K}$ و $L_f = 336000\text{ J/kg}$)

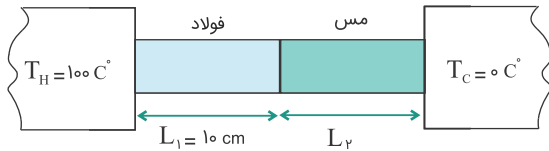
- (۱) ۲۰۰
(۲) $\frac{800}{3}$
(۳) ۳۰۰
(۴) ۶۰۰

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 شاخه 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



۱۵۲ دو میله فولادی و مسی به طول‌های L_1 و L_2 بین دو منبع حرارتی قرار دارند. اگر رسانندگی گرمایی فولاد و مس به ترتیب 50 J/m.s.K و 400 J/m.s.K و دمای سطح مشترک دو میله 20 درجه سلسیوس باشد، طول L_2 چند سانتی‌متر است؟



۱۰ (۱)

۲۰ (۲)

۳۰ (۳)

۴۰ (۴)

۱۵۳ 1 kg یخ -10°C را در فشار یک جو در 5 kg آب 20°C می‌اندازیم، پس از برقراری تعادل حرارتی، چه خواهیم داشت؟
($L_F = 336 \text{ J/g}$, $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, $c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$)

۲) 6 kg آب 0°C ۱) 6 kg یخ 0°C ۴) 6 kg آب $3/75^\circ\text{C}$ ۳) 6 kg آب $2/5^\circ\text{C}$

۱۵۴ مقداری گاز کامل را که دمای آن 27°C و فشارش یک اتمسفر است، آن قدر متراکم می‌کنیم تا حجم آن به $\frac{1}{6}$ حجم اولیه خود برسد. اگر در این حالت، فشار گاز متراکم $6/5$ اتمسفر باشد، دمای آن چند درجه سلسیوس است؟

۲) ۷۷

۱) ۱۰۴

۴) ۲۷

۳) ۵۲

۱۵۵ ظرفی حاوی 100 g یخ صفر درجه سلسیوس است. حداقل چند گرم آب 50°C باید داخل آن بریزیم تا تمام یخ ذوب شود؟
($L_F = 334000 \text{ J/kg}$ و $C_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ و از مبادله گرمای آب و یخ با محیط صرف‌نظر کنید)

۲) ۱۰۰

۱) ۸۰

۴) ۱۶۰

۳) ۱۴۰

۱۵۶ یک قطعه یخ با دمای -20 درجه سلسیوس را درون 250 گرم آب با دمای 20 درجه سلسیوس می‌اندازیم. اگر بعد از برقراری تعادل گرمایی، 50 گرم یخ ذوب‌نشده باقی مانده باشد، جرم قطعه یخ اولیه چند گرم بوده است؟
($L_F = 336 \text{ J/g}$, $c_{\text{یخ}} = 2/1 \text{ J/g}^\circ\text{K}$, $c_{\text{آب}} = 4/2 \text{ J/g.K}$ و تبادل گرما فقط بین آب و یخ بوده است)

۲) ۱۰۰

۱) ۵۰

۴) ۳۰۰

۳) ۲۵۰

۱۵۷ اگر فشار گاز کاملی را ۲۵ درصد افزایش داده و همزمان دمای مطلق آن را ۲۰ درصد کاهش دهیم، حجم گاز چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) ۳۶ درصد کاهش
(۲) ۴۰ درصد افزایش
(۳) ۶۰ درصد افزایش
(۴) ۶۴ درصد کاهش

۱۵۸ طول یک پل برابر ۲۵°C افزایش دما، $۲/۵\text{cm}$ اضافه شده است. اگر ضریب انبساط طولی پل $۱۰^{-۵}\text{K}^{-۱}$ باشد، طول اولیه پل چند متر است؟

- (۱) ۶۰
(۲) ۸۰
(۳) ۱۰۰
(۴) ۱۲۰

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

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

۱۶۰ دمای یک ورقه فلزی را ۲۵°C درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم، مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط حجمی آن فلز در SI کدام است؟

- (۱) ۲×۱۰^{-۴}
(۲) ۲×۱۰^{-۵}
(۳) ۶×۱۰^{-۴}
(۴) ۶×۱۰^{-۵}

۱۶۱ یک خانه را از دیوارهای آجری به ضخامت ۳۰cm ساخته‌اند و از داخل با روکش چوبی به ضخامت ۱cm پوشانده شده است. اگر دمای سطح داخلی روکش (سمت داخل خانه) ۲۰°C و دمای سطح خارجی دیوار ۱۰°C باشد، دمای سطح مشترک چوب با آجر تقریباً چند درجه سلسیوس است؟ (رسانندگی گرمایی آجر و چوب به ترتیب $۰/۶\text{W/m.K}$ و $۰/۰۸\text{W/m.K}$ است)

- (۱) ۲
(۲) ۱۴
(۳) ۱۰
(۴) ۱۸

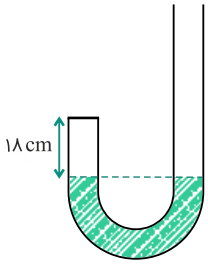
۱۶۲ ریل‌های ۱۰ متری راه‌آهنی را در یک روز زمستانی به دمای ۱۰°C به دنبال هم کار می‌گذارند. اگر دما در تابستان تا ۴۰°C بالا رود، از ابتدا (در دمای ۱۰°C) حداقل چند میلی‌متر باید فاصله بین ریل‌ها خالی بماند تا در اثر انبساط حرارتی به هم فشار نیورند؟ ($\alpha_{\text{آهن}} = ۱۲ \times ۱۰^{-۶}\text{K}^{-۱}$)

- (۱) ۳/۶۵
(۲) ۴/۸
(۳) ۵
(۴) ۶

۱۶۳ اگر ۹۰ درصد گرمایی را که ۸۰۰ گرم آب ۵۰°C درجه سلسیوس از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شود، به یک قطعه یخ صفر درجه سلسیوس بدهیم، چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟ ($L_f = ۳۳۶۰۰۰\text{J/kg}$ و $C_{\text{آب}} = ۴۲۰۰\text{J/kg.K}$)

- (۱) ۵۰۰
(۲) ۴۵۰
(۳) ۵۰
(۴) ۴۵

در شکل زیر، جیوه در دو طرف لوله U شکل در یک سطح قرار دارد و سطح مقطع لوله 1 cm^2 است. از طرف باز لوله 21 cm^3 جیوه می‌ریزیم و ارتفاع هوا در طرف بسته به 15 cm می‌رسد. فشار هوای محیط چند سانتی‌متر جیوه است؟



(۱) ۷۳

(۲) ۷۴

(۳) ۷۵

(۴) ۷۶

۱۶۵ اگر در فشار ثابت، دمای گاز کاملی را از 27°C به 42°C برسانیم، حجم گاز چند درصد افزایش می‌یابد؟

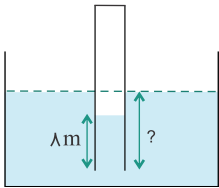
(۲) ۲۵

(۱) ۵۰

(۴) ۵

(۳) ۱۰

۱۶۶ لوله‌ای به طول $L = 24 \text{ m}$ که یک طرف آن بسته است، حاوی هوا در فشار 10^5 Pa است. این لوله را به طور قائم در یک دریاچه آب شیرین فرومی‌بریم تا وقتی که آب همانند شکل تا $\frac{1}{3}$ طول لوله بالا بیاید، لوله چند متر در آب فرورفته است؟ (دما در تمام نقاط برابر و ثابت فرض شود و $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $g = 10 \text{ N/kg}$)



(۱) ۵

(۲) ۸

(۳) ۱۳

(۴) ۲۰

۱۶۷ یک قطعه 500 گرمی از مس را که دمای آن 67°C است در ظرفی عایق حرارت که حاوی 380 گرم آب در دمای 20°C است می‌اندازیم. دمای تعادل چند درجه سلسیوس می‌شود؟ (گرمای ویژه آب و مس به ترتیب $4200 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ و $380 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ و اتلاف گرما ناچیز است)

(۲) ۲۴

(۱) ۲۳

(۴) ۲۸

(۳) ۲۵

۱۶۸ حباب هوایی که در یک عملیات غواصی در عمق 70 متری ایجاد می‌شود به طرف سطح آب حرکت می‌کند. اگر دما را ثابت فرض کنیم شعاع این حباب در سطح آب چند برابر می‌شود؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$ ، فشار هوا در سطح آب 10^5 و $\rho_{\text{آب}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$)

(۲) ۲

(۱) $\sqrt{2}$

(۴) ۴

(۳) $2\sqrt{2}$

ظرفی محتوی ۱۰۰۰ گرم آب و ۲۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس، در تعادل گرمایی است. یک قطعه فلز به گرمای ویژه $400 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ و دمای 250 درجه سلسیوس را درون ظرف می‌اندازیم، جرم فلز، حداقل چند گرم باشد تا یخی در ظرف باقی نماند؟ $L_f = 336000 \text{ J}/\text{kg}$ ، $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ و اتلاف گرما ناچیز است)

- (۱) ۳۷۵
(۲) ۶۷۲
(۳) ۸۶۰
(۴) ۹۵۰

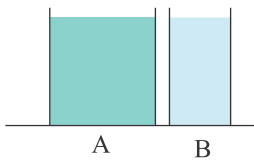
اختلاف دمای بین اتاق و هوای بیرون 20 درجه است. از پنجره این اتاق در هر دقیقه چند کیلوژول گرما از شیشه‌ای به ابعاد $1/5 \text{ m} \times 1/5 \text{ m}$ و ضخامت 5 میلی‌متر از طریق رسانش منتقل می‌شود؟ ($k = 1 \text{ J}/\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{K}$ شیشه)

- (۱) ۵۴
(۲) ۹۰
(۳) ۵۴۰
(۴) ۹۰۰

"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 نگه‌داشتن دمای داخل ساختمان است.

در شکل زیر، دو ظرف A و B پر از آب 20°C هستند. کدام کمیت، در مورد آب درون هر دو ظرف یکسان است؟



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

به دو کره فلزی توپر A و B که جرم مساوی دارند و حجم کره B، ۴ برابر حجم کره A است، گرمای مساوی می‌دهیم. اگر گرمای ویژه A نصف گرمای ویژه B و ضریب انبساط خطی A نصف ضریب انبساط خطی B باشد، تغییر حجم کره A چندبرابر تغییر حجم کره B است؟

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

چگالی گاز کاملی در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک جو برابر $1/4$ کیلوگرم بر مترمکعب است. چگالی این گاز در فشار ۲ جو و دمای 273 درجه سلسیوس چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟

- (۱) $0/35$
(۲) $0/7$
(۳) $1/4$
(۴) $2/8$

در ظرفی که عایق گرما است، یک قطعه یخ صفر درجه سلسیوس وجود دارد. اگر ۸۰۰ گرم آب ۵۰ درجه سلسیوس در ظرف بریزیم، پس از برقراری تعادل گرمایی، ۱۰۰ گرم یخ در ظرف باقی می‌ماند. جرم اولیه یخ چند گرم بوده است؟ (فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت می‌گیرد. $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ و $L_f = 336000 \text{ J/kg}$)

(۱) ۳۰۰

(۲) ۴۰۰

(۳) ۵۰۰

(۴) ۶۰۰

از ۵۰۰ گرم آب صفر درجه سلسیوس، در فشار یک اتمسفر، $100/8 \text{ kJ}$ گرما می‌گیریم. اگر گرمای نهان ذوب یخ 336 kJ/kg باشد، چند درصد آب، منجمد می‌شود؟

(۱) ۲۰

(۲) ۴۰

(۳) ۶۰

(۴) ۸۰

اگر در حجم ثابت، دمای مقدار معینی گاز کامل را از $45/5$ درجه سلسیوس به 91 درجه سلسیوس برسانیم، فشار گاز چندبرابر می‌شود؟

(۱) $\frac{4}{3}$

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) $\frac{8}{7}$

دمای گاز کاملی 27 درجه سلسیوس است. اگر دمای آن را در فشار ثابت به 87 درجه سلسیوس برسانیم، حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

(۱) ۳۵

(۲) ۳۰

(۳) ۲۵

(۴) ۲۰

گزینه ۳

گام اول

الف) ظرف A به حجم ۲ لیتر حاوی گاز اکسیژن با دمای 47°C و فشار ۴ اتمسفر $P_1 = 4\text{atm}$ ، $T_1 = 273 + 47 = 320\text{K}$ ، $V_1 = V_A = 2\text{lit}$ ،

ب) ظرف B به حجم ۵ لیتر $V_B = 5\text{lit}$ ←

ج) اگر دمای گاز در ظرفها به ۷ درجه سلسیوس برسد $T_2 = 273 + 7 = 280\text{K}$ ←

د) فشار گاز چند اتمسفر می‌شود؟ $P_2 = ?\text{atm}$ ←

گام دوم

با باز شدن شیر رابط، گاز اکسیژن تمام حجم ظرف را اشغال می‌کند. با ثابت باقی ماندن تعداد ذرات ($n_1 = n_2$) و اینکه حجم ثانویه برابر $V_2 = V_A + V_B = 2 + 5 = 7\text{lit}$ است، داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \rightarrow \frac{4 \times 2}{320} = \frac{P_2 \times 7}{280} \rightarrow P_2 = 1\text{atm}$$

گزینه ۱

گام اول

الف) حجم جسم A، دو برابر حجم جسم B است $V_A = 2V_B$ ←

ب) چگالی آن $\rho_A = \frac{1}{2}\rho_B$ ← چگالی جسم B است

ج) گرمای ویژه A، نصف گرمای ویژه B است $c_A = \frac{1}{2}c_B$ ←

د) به هر دو یک اندازه گرما بدهیم $Q_A = Q_B$ ←

هـ) افزایش دمای جسم A، چند برابر افزایش دمای جسم B می‌شود؟ $\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = ?$ ←

گام دوم

باتوجه به روابط $Q = mc\Delta\theta$ و $\rho = \frac{m}{V}$ داریم:

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

$$\xrightarrow{m=\rho V} \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{\rho_B V_B c_B}{\rho_A V_A c_A} = \frac{\rho_B \times V_B \times c_B}{\frac{1}{2}\rho_B \times 2V_B \times \frac{1}{2}c_B} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = \frac{2}{1}$$

گزینه ۴

یخ صفر \rightarrow یخ 10° -

$$Q = mc\Delta\theta = \frac{1}{2} \times 2100 \times 10 = 4200\text{J}$$

$$\frac{1\text{s} \quad 210\text{J}}{t_1 \quad 4200\text{J}} \Rightarrow t_1 = \frac{4200}{210} = 20\text{s} \Rightarrow 2 \text{ و } 1 \text{ گزینه‌های}$$

آب صفر \rightarrow یخ صفر

$$Q = mL_F = \frac{1}{2} \times 336000 = 67200\text{J}$$

$$\frac{1\text{s} \quad 210\text{J}}{t_2 \quad 67200\text{J}} \Rightarrow t_2 = \frac{67200}{210} = 320\text{s}$$

$$\Rightarrow t = t_1 + t_2 = 20 + 320 = 340\text{s} \Rightarrow 3 \text{ گزینه}$$

گام اول

الف) یک شمش آلومینیم به حجم $۲۰۰\text{cm}^۳$ و چگالی $۲/۷\text{g/cm}^۳$ را که دمایش ۱۰۰°C است. \leftarrow $\theta_1 = ۱۰۰^\circ\text{C}$ ، $\rho_{Al} = ۲/۷\text{g/cm}^۳$ ، $V_{Al} = ۲۰۰\text{cm}^۳$ (ب) $V'_W = ۵۴۰\text{cm}^۳$ ، $\theta_p = ۲۰^\circ\text{C} \leftarrow ۲۰^\circ\text{C}$ آب $۵۴۰\text{cm}^۳$ (ج) پس از برقراری تعادل حرارتی \leftarrow آب و آلومینیم هم‌دما می‌شوند ($\theta'_1 = \theta'_p = \theta_e$) (د) دمای آب تقریباً به چند درجهٔ سلسیوس می‌رسد؟ $\leftarrow \theta_p' (= \theta_e) = ?$

گام دوم

با استفاده از رابطه $m = \rho V$ و پایستگی انرژی بین آب و شمش آلومینیم دمای نهایی آن‌ها را به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} c_{Al} = ۰/۹\text{J/g}\cdot\text{K} = ۰/۹\text{J/g}\cdot^\circ\text{C} \\ c_W = ۴/۲\text{J/g}\cdot\text{K} = ۴/۲\text{J/g}\cdot^\circ\text{C} \\ \rho_W = ۱\text{g/cm}^۳ \end{cases}$$

$$\begin{aligned} Q_{Al} + Q_W = 0 &\Rightarrow m_{Al}c_{Al}\Delta\theta_{Al} + m_Wc_W\Delta\theta_W = 0 \\ \Rightarrow \rho_{Al}V_{Al}c_{Al}(\theta_e - ۱۰۰) + ۱ \times ۵۴۰ \times ۴/۲(\theta_e - ۲۰) &= 0 \\ \Rightarrow ۲/۷ \times ۲۰۰ \times ۰/۹ \times (\theta_e - ۱۰۰) + ۲۲۶۸ \times (\theta_e - ۲۰) &= 0 \\ \Rightarrow ۲۷۵۴\theta_e = (۴۸۶۰۰ + ۴۵۳۶۰) &\Rightarrow \theta_e \simeq ۳۴^\circ\text{C} \end{aligned}$$

گام اول

الف) یک سر میلهٔ آلومینیمی به قطر مقطع ۴cm و طول ۱۸cm $\leftarrow R = \frac{D}{۲} = \frac{۴}{۲} = ۲\text{cm} = ۲ \times ۱۰^{-۲}\text{m}$ و طول ۱۸cm (ب) روی یک قالب یخ صفر درجهٔ سلسیوس به جرم ۱۰۰g گرم قرار دارد.

$$\theta_1 = ۰^\circ\text{C} , m = ۱۰۰\text{g} = ۰/۱\text{kg} \leftarrow$$

ج) سر دیگر میله درون آب با دمای ثابت ۱۰۰°C است. $\leftarrow \theta_p = ۱۰۰^\circ\text{C}$ (د) چند ثانیه طول می‌کشد تا یخ کاملاً ذوب شود؟ $\leftarrow t = ?$

گام دوم

ابتدا مقدار گرمایی را که برای ذوب یخ ۱۰۰g گرمی موردنیاز است محاسبه می‌کنیم.

$$Q = mL_F \xrightarrow{L_F = ۳۳۶\text{kJ/kg}} Q = ۰/۱ \times ۳۳۶ = ۳۳/۶\text{kJ}$$

حال با استفاده از آهنگ رسانش گرمایی می‌توانیم مدت‌زمان ذوب یخ را به دست بیاوریم.

$$Q = \frac{kAt\Delta\theta}{L} \Rightarrow t = \frac{QL}{k\pi R^2\Delta\theta} \xrightarrow{k=۲۴۰\text{W/m}\cdot\text{K}} t = \frac{۳۳۶۰۰ \times ۰/۱۸}{۲۴۰ \times ۱۲ \times ۱۰^{-۴} \times ۱۰۰} = \frac{۶۰۴۸}{۲۸/۸} = ۲۱۰\text{s}$$

$$V_{H_v} + V_{He} = ۴۰ \times ۱۰^{-۳}\text{m}^۳$$

$$\frac{n_{H_v}RT_{H_v}}{P_{H_v}} + \frac{n_{He}RT_{He}}{P_{He}} = ۴۰ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow \frac{\lambda \times ۴۰}{۲ \times ۱۰^{\Delta}} (n_{H_v} + n_{He}) = ۴ \times ۱۰^{-۲}$$

$$\Rightarrow n_{H_v} + n_{He} = ۲/5\text{ mol} \Rightarrow \frac{m_{H_v}}{M_{H_v}} + \frac{m_{He}}{M_{He}} = ۲/5$$

$$\Rightarrow \frac{m_{H_v}}{۲} + \frac{m_{He}}{۴} = ۲/5 \Rightarrow ۲m_{H_v} + m_{He} = ۱۰\text{g}$$

$$\text{طبق صورت سؤال : } \left. \begin{aligned} m_{H_v} + m_{He} &= ۸\text{g} \\ ۲m_{H_v} + m_{He} &= ۱۰\text{g} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{cases} m_{H_v} = ۲\text{g} \\ m_{He} = ۶\text{g} \end{cases} \Rightarrow \frac{m_{H_v}}{m_{He}} = \frac{۲}{۶} = \frac{۱}{۳}$$

برای اینکه این دو میله به هم برسند کافی است مجموع افزایش طول آن‌ها برابر $۱۰۰/۴\text{cm} - (50 + 50)\text{cm} = ۰/۴\text{cm}$ شود:

$$\Delta L_{Cu} + \Delta L_{Al} = ۱۰۰/۴ - (50 + 50) = ۰/۴\text{cm}$$

$$\Rightarrow L_{Cu}\alpha_{Cu}\Delta\theta + L_{Al}\alpha_{Al}\Delta\theta = ۰/۴$$

$$\Rightarrow 50\Delta\theta(1/۷ \times ۱۰^{-5} + ۲/۳ \times ۱۰^{-5}) = ۰/۴ \Rightarrow \Delta\theta = ۲۰۰^\circ\text{C}$$

گام اول

(الف) یک میله فلزی استوانه‌ای شکل به طول یک متر و سطح مقطع ۴ سانتی‌متر مربع ← $L = 1\text{m}$, $A = 4\text{cm}^2 = 4 \times 10^{-4}\text{m}^2$
 (ب) میله را از یک طرف درون آب در حال جوش 100°C و از طرف دیگر در 30°C گرم یخ صفر درجه سلسیوس قرار می‌دهیم. ← $m = 0.03\text{kg}$, $\Delta\theta = 100^\circ\text{C}$
 (ج) پس از ۶۰ دقیقه تمام یخ ذوب شده و به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل می‌شود. ← $t = 60\text{min}$
 (د) رسانندگی گرمایی این فلز در SI کدام است؟ ← $k = ?$

گام دوم

با محاسبه مقدار گرمایی که سبب ذوب شدن یخ شده است و استفاده از رابطه رسانش گرمایی می‌توانیم رسانندگی گرمایی میله را به دست بیاوریم.

$$Q = mL_F \xrightarrow{L_F = 336000\text{J/kg}} Q = 0.03 \times 336000 = 100800\text{J}$$

$$Q = k \frac{A\Delta\theta t}{L} \Rightarrow 100800 = k \times \frac{4 \times 10^{-4} \times 100 \times 3600}{1} \Rightarrow k = 70\text{J/s.m.K}$$

گزینه ۲

گام اول

(الف) مساحت دریاچه‌ای 500km^2 ← $A = 500\text{km}^2$

(ب) لایه‌ای از یخ صفر درجه سلسیوس به ضخامت متوسط 10cm سطح دریاچه را پوشانده ← $h = 10\text{cm}$

گام دوم

ابتدا حجم یخ صفر درجه سلسیوس را محاسبه می‌کنیم تا با استفاده از رابطه $m = \rho V$ جرم آن به دست آید.

$$V = Ah = 5 \times 10^8 \times \frac{1}{10} = 5 \times 10^7\text{m}^3$$

$$m = \rho V \xrightarrow{\rho = 900\text{kg/m}^3} 900 = \frac{m}{5 \times 10^7} \Rightarrow m = 45 \times 10^9\text{kg}$$

حال مقدار انرژی برای ذوب یخ را به دست می‌آوریم.

$$Q = mL_F \xrightarrow{L_F = 336\text{KJ/kg}} Q = 45 \times 10^9 \times 336$$

$$= 1512 \times 10^{10}\text{kJ} = 1512 \times 10^{13}\text{J} = 1512 \times 10^7\text{MJ} = 1/512 \times 10^{10}\text{MJ}$$

گزینه ۳

تغییر دما در یک میله به صورت خطی تغییر می‌کند. بنابراین:

$$\frac{L_1}{L} = \frac{100 - \theta_M}{100 - 0} \Rightarrow \frac{L_1}{L} = \frac{100 - 30}{100} = 0.7$$

گزینه ۴

گام اول

(الف) هم‌زمان با افزایش حجم مقدار معینی گاز کامل ← $V_2 > V_1$

(ب) فشار آن کم می‌شود. ← $P_2 < P_1$

(ج) دمای گاز چگونه تغییر می‌کند؟ ← $\frac{T_2}{T_1} = ?$

گام دوم

با استفاده از قانون گاز کامل داریم:

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

همان‌طور که از رابطه بالا مشخص است، نمی‌توان نظر قطعی در مورد تغییرات دمای گاز داد، زیرا $\frac{V_2}{V_1} > 1$ و $\frac{P_2}{P_1} < 1$ است. پس دما می‌تواند افزایش، کاهش و حتی ثابت بماند. اما اگر هر دو نسبت $\frac{V_2}{V_1}$ و $\frac{P_2}{P_1}$ بزرگ‌تر (کوچک‌تر) از یک بودند می‌توانستیم بگوییم دما الزاماً افزایش (کاهش) یافته است.

در این گونه سؤالات باید مشخص کنیم برای یخ چه اتفاقی می‌افتد:

$$\text{گرمای داده شده به یخ} : Q = 1/05 \times 12 = 12/6 \text{ kJ}$$

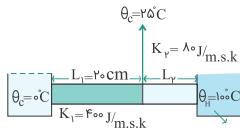
$$\text{گرمای لازم برای رسیدن یخ به صفر درجه} : Q_1 = mc\Delta T = 0/2 \times 2/1 \times 10 = 4/2 \text{ kJ}$$

$$\text{گرمای لازم برای ذوب یخ} : Q_2 = mL_F = 0/2 \times 336 = 67/2 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow Q_1 < Q < Q_1 + Q_2$$

یخ به صفر درجه می‌رسد ولی تمام یخ ذوب نمی‌شود. حالت نهایی آب و یخ صفر درجه است.

باتوجه به رابطه آهنگ رسانش گرمایی داریم:



$$H_2 = H_1 \Rightarrow k_2 \frac{A(\theta_H - \theta_e)}{L_2} = k_1 \frac{A(\theta_e - \theta_c)}{L_1}$$

$$\Rightarrow \lambda_0 \times \frac{(100 - 25)}{L_2} = 400 \times \frac{(25 - 0)}{0/2} \Rightarrow \frac{\lambda_0}{L_2} = 25$$

$$\Rightarrow L_2 = 0/12 \text{ m} = 12 \text{ cm}$$

گام اول

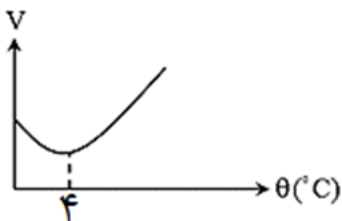
الف) ۱۰۰ گرم آب صفر درجه سلسیوس ۱۶۸۰ ژول گرما دهیم. $Q = 1680 \text{ J}$, $\theta_1 = 0^\circ \text{C}$, $m = 100 \text{ g} = 0/1 \text{ kg}$
 ب) حجم آب چه تغییری می‌کند؟ $\Delta V = ?$

گام دوم

می‌دانیم حجم آب از 0°C تا 4°C کاهش می‌یابد و پس از آن افزایش می‌یابد. ابتدا باید دمای نهایی آب را محاسبه کنیم.

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{c=4200 \text{ J/kg}^\circ \text{C}} 1680 = 0/1 \times 4200 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 4^\circ \text{C}$$

بنابراین با دادن ۱۶۸۰ ژول گرما، دمای آب از صفر درجه سانتی‌گراد تا ۴ درجه سانتی‌گراد تغییر کرده است. باتوجه به نمودار حجم- دما، حجم آب در این بازه دمایی کاهش می‌یابد.



از رابطه توان داریم $P = \frac{Q}{t}$ ، لذا

$$Q_1 = P \cdot t = 300 \times 24 \text{ (J)}$$

این در واقع گرما یا انرژی ورودی است.

از طرفی گرمایی که لازم است تا دمای ۶۰ گرم مایع با گرمای ویژه 1500 J/kg.K را از 30°C به 50°C برساند عبارت است از:

$$Q_2 = mc\Delta\theta = 0/06 \times 1500 (50 - 30) = 18000 \text{ J}$$

که گرمای مفید یا انرژی مفید داده شده به مایع است.

با استفاده از تعریف بازده داریم:

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{18000}{300 \times 24} = 0/25 \Rightarrow \text{درصد بازده} = 25\%$$

پس ۲۵٪ گرمای تولیدی به مایع رسیده است.

گام اول

(الف) ۲۰۰ گرم آب $22/5$ درجه سلسیوس $\leftarrow \theta_1 = 22/5^\circ\text{C}$, $m_1 = 200 \text{ g} = 0/2 \text{ kg}$

(ب) ۱۵۰ گرم آب 40 درجه سلسیوس $\leftarrow \theta_2 = 40^\circ\text{C}$, $m_2 = 150 \text{ g} = 0/15 \text{ kg}$

(ج) پس از برقراری تعادل دمای آب به چند درجه سلسیوس می‌رسد؟ $\leftarrow \theta'_1 = \theta'_2 = \theta_e = ?$

گام دوم

کافی است از رابطه تعادل گرمایی استفاده کنیم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$\xrightarrow{c_1=c_2} 0/2 \times (\theta_e - 22/5) = -0/15 \times (\theta_e - 40)$$

$$\Rightarrow 0/2\theta_e + 0/15\theta_e = 4/5 + 6$$

$$\Rightarrow 0/35\theta_e = 10/5 \Rightarrow \theta_e = 30^\circ\text{C}$$

$$P \Delta V = nR \Delta T$$

$$1/5 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3} = 3 \times 8 \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = 25 \text{ K}$$

گام اول

(الف) ظرفی مسی حاوی آب جوش 100°C است. $\leftarrow \theta_1 = 100^\circ\text{C}$

(ب) مساحت کف ظرف 500 cm^2 و ضخامت آن 5 mm است. $\leftarrow L = 5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$, $A = 500 \text{ cm}^2 = 500 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

(ج) اگر صفحه داغ در هر ثانیه 2000 ژول گرما به کف ظرف بدهد. $\leftarrow Q = 2000 \text{ J}$, $t = 1 \text{ s}$

(د) دمای سطح بالایی صفحه داغ که در تماس با ظرف است پس از ۱ ثانیه چند درجه سلسیوس است؟ $\leftarrow \theta_2 = ?$, $t = 1 \text{ s}$

گام دوم

از رابطه آهنگ رسانش گرمایی استفاده می‌کنیم تا تغییرات دما را به دست بیاوریم.

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta\theta}{L} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{QL}{kAt} \xrightarrow{k=400 \text{ J/s.m.K}} \Delta\theta = \frac{2000 \times 5 \times 10^{-3}}{400 \times 500 \times 10^{-4} \times 1} = 0/5^\circ\text{C}$$

بنابراین θ_2 برابر است با:

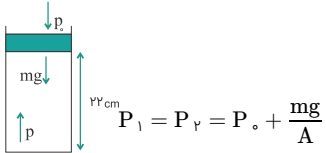
$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \xrightarrow[\theta_1=100^\circ\text{C}]{\Delta\theta=0/5^\circ\text{C}} 0/5 = \theta_2 - 100 \Rightarrow \theta_2 = 100/5^\circ\text{C}$$

گام اول

الف) گاز کاملی با دمای 57°C محبوس است. $T_1 = 57 + 273 = 330\text{K}$ ←
 ب) دمای گاز را به تدریج به 27°C می‌رسانیم. $T_2 = 27 + 273 = 300\text{K}$ ←
 ج) پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ $|h_1 - h_2| = ?$ ←

گام دوم

فشار زیر پیستون ثابت باقی می‌ماند و برابر است با:

در فشار ثابت نسبت $\frac{V}{T}$ برای گازهای کامل ثابت است؛ بنابراین برای دو حالت گاز داریم:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \frac{V_1 = Ah_1 = A \times 22}{330} = \frac{A \times 22}{330} = \frac{A \times h_2}{300} \Rightarrow h_2 = 20\text{cm}$$

پس جابه‌جایی پیستون برابر است با:

$$|h_1 - h_2| = |22 - 20| = 2\text{cm}$$

گزینه ۱

گام اول

الف) جرمی به جرم 2kg ← $m = 2\text{kg}$
 ب) بدون تغییر حالت 40kJ گرما از دست می‌دهد. $Q = -40\text{kJ}$ ←
 ج) اگر دمای اولیه جسم 50°C باشد، دمای ثانویه‌اش چند درجه سلسیوس است؟ $\theta_2 = ?$ ، $\theta_1 = 50^\circ\text{C}$

گام دوم

باتوجه به رابطه $Q = mc\Delta\theta$ ، Q را به دست می‌آوریم.

$$Q = mc\Delta\theta \quad \frac{c=400\text{J/kg}^\circ\text{C}}{\rightarrow -40 \times 10^3 = 2 \times 400 \times (\theta_2 - 50)}$$

$$\Rightarrow -50 = \theta_2 - 50 \Rightarrow \theta_2 = 0^\circ\text{C}$$

گزینه ۲

گام اول

چند کیلوژول گرما لازم است تا 200g گرم یخ (-5) درجه سلسیوس به آب 50 درجه سلسیوس تبدیل شود ← $m = 200\text{g} = 0.2\text{kg}$ ، $Q = ?$ (kJ)
 (آب $50 \rightarrow$ آب صفر \rightarrow یخ صفر \rightarrow یخ -5)

گام دوم

باتوجه به اینکه یخ، طی سه مرحله باید گرما بگیرد تا به آب 50 درجه سلسیوس تبدیل شود، داریم:

$$Q = mc_{\text{یخ}}\Delta\theta + mL_F + mc_{\text{آب}}\Delta\theta$$

$$= 0.2(2100 \times 5 + 333500 + 4200 \times 50)$$

$$= 2100 + 67000 + 42000 = 11100\text{J} = 11.1\text{kJ}$$

گام اول

یک کیلوگرم یخ -10 درجه سلسیوس را به آب تبدیل می‌کند. $\leftarrow \theta_1 = -10^\circ\text{C}$, $\theta_2 = 0^\circ\text{C}$, $m_{\text{یخ}} = 1\text{kg}$

گام دوم

برای درک مسئله، تغییر دما و تغییر حالت یخ را به صورت شماتیک زیر نمایش می‌دهیم.

آب 0 درجه $\xrightarrow{Q_1}$ یخ -10 درجه $\xrightarrow{Q_2}$

پس یخ در دو مرحله گرما می‌گیرد یک بار به یخ صفر درجه و سپس به آب صفر درجه تبدیل می‌شود، بنابراین:

$$\begin{cases} Q = Q_1 + Q_2 \\ Q_1 = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = mc\Delta\theta + mL_f \\ Q_2 = mL_f \end{cases}$$

$$Q = 1 \times 2100 \times (0 - (-10)) + 1 \times 334 \times 10^3 \\ = 21 \times 10^3 + 334 \times 10^3 = 355 \times 10^3 \text{ J} = 355 \text{ kJ}$$

راه حل اول:

دمای تعادل آب و یخ صفر درجه است $\Rightarrow \theta_e < 0 \Rightarrow \theta_e = 0$ دمای تعادل آب و یخ صفر درجه

$$m' = \frac{M m_{\text{آب}} c \theta}{L_F} = \frac{800 \times 1 \times 20}{334} = 200 \text{ g}$$

$$\text{جرم آب} = 800 + 200 = 1000 \text{ g} = 1 \text{ kg}$$

راه حل دوم:

مطابق شکل زیر مانند دو کفه ترازو ابتدا اعداد طرفین را حساب می‌کنیم تا تشخیص دهیم ادامه فرآیندها را باید در کدام کفه قرار دهیم:

کفه گرماده	کفه گرماگیر
آب 20°C \leftarrow آب صفر	آب صفر \rightarrow یخ صفر
$mc\Delta\theta$	mL_F
$800 \times 4/2 \times 20$	800×334

کفه گرماگیر سنگین‌تر است، پس همه جرم یخ نمی‌تواند ذوب شود، بنابراین دمای تعادل صفر است. حال مقداری از یخ که ذوب می‌شود (m') را محاسبه می‌کنیم:

$$m' \times 334 = 800 \times 4/2 \times 20 \Rightarrow m' = \frac{800 \times 4/2 \times 20}{334} \Rightarrow m' = 200 \text{ g}$$

جرم کل آب در انتهای فرآیند:

$$\text{جرم آب} = 800 + 200 = 1000 \text{ g} = 1 \text{ kg}$$

گام اول

الف) دمای گاز کاملی 127 درجه سلسیوس است. $\leftarrow T_1 = 127 + 273 = 400\text{K}$
 ب) اگر فشار آن را 25 درصد افزایش دهیم. $\leftarrow P_2 = P_1 + \frac{25}{100}P_1 = 1/25 P_1$
 ج) و حجم آن در این فرآیند 36 درصد کاهش یابد. $\leftarrow V_2 = V_1 - \frac{36}{100}V_1 = 0/64 V_1$
 د) دمای گاز چند درجه سلسیوس خواهد شد؟ $\leftarrow T_2 = ?$

گام دوم

با استفاده از قانون گاز کامل T_2 به دست خواهد آمد.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{400} = \frac{1/25 P_1 \times 0/64 V_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 320\text{K}$$

دمای به دست آمده برحسب کلوین است و باید آن را به سانتی‌گراد تبدیل کنیم.

$$T = \theta + 273 \Rightarrow 320 = \theta + 273 \Rightarrow \theta = 47^\circ\text{C}$$

گام اول

الف) یک کیلوگرم آب با دمای 30°C درجه سلسیوس $\leftarrow \theta_{\text{آب}} = 30^\circ\text{C}$, $m_{\text{آب}} = 1\text{kg}$

ب) چند گرم یخ صفر درجه سلسیوس $\leftarrow \theta_1 = 0^\circ\text{C}$, $m_1 = ?$

ج) پس از تعادل گرمایی آب با دمای 20°C درجه سلسیوس حاصل شود. $\leftarrow \theta_e = \theta'_{\text{آب}} = \theta'_1 = 20^\circ\text{C}$

گام دوم

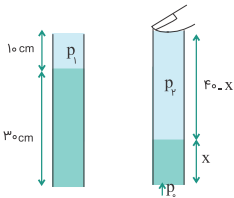
باتوجه به طرحواره زیر:

آب 30°C $\xleftarrow{Q_r}$ آب 20°C در حالت تعادل $\xrightarrow{Q_r}$ آب 0°C $\xrightarrow{Q_1}$ یخ 0°C

کافی است رابطه تعادل گرمایی را بنویسیم:

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_r + Q_w &= 0 \Rightarrow m_1 L_f + m_1 c (\theta_e - \theta_1) + m_{\text{آب}} c (\theta_e - \theta_{\text{آب}}) = 0 \\ \Rightarrow m_1 \times 336 \times 10^3 + m_1 \times 4200 \times (20 - 0) + 1 \times 4200 \times (20 - 30) &= 0 \\ \Rightarrow m_1 (336000 + 168000) = 42000 &\Rightarrow m_1 (420000) = 42000 \Rightarrow m_1 = 0/1\text{kg} = 100\text{g} \end{aligned}$$

قبل از آنکه انگشت خود را بر دهانه لوله قرار دهیم فشار هوای بالای لوله همان فشار هوا یعنی $P_1 = P_0 = 75\text{ cmHg}$ است. اما وقتی انگشت خود را بر دهانه لوله می‌گذاریم و آن را بیرون می‌آوریم ارتفاع جیوه درون لوله را x در نظر می‌گیریم.



$$P_2 + x(\text{cmHg}) = 75\text{ cmHg} \Rightarrow P_2 = 75 - x$$

اما همواره دمای هوای بالای لوله ثابت است و در دمای ثابت، حجم و فشار گاز با هم نسبت وارون دارند. حجم ابتدایی هوای بالای لوله، $10A$ است که A سطح مقطع لوله است و حجم ثانویه $(40 - x)A$ است، لذا:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 75 \times 10A = (75 - x)(40 - x)A \Rightarrow 750 = (75 - x)(40 - x)$$

حل این معادله درجه دوم راحت نیست، اما با کمی دقت در گزینه‌ها میتوان جواب درست یعنی 25 را حدس زد.

گام اول

الف) قطعه یخی به جرم m و دمای صفر درجه سلسیوس $\leftarrow m_1 = m$, $\theta_1 = 0^\circ\text{C}$

ب) درون همان جرم، آب 90°C درجه سلسیوس می‌اندازیم. $\leftarrow m_2 = m$, $\theta_2 = 90^\circ\text{C}$

ج) دمای تعادل چند درجه سلسیوس خواهد شد؟ $\leftarrow \theta_e = ?$

گام دوم

برای درک بهتر سؤال نمودار شماتیک آن را رسم کردیم. در مخلوط m_2 گرم آب $\theta^\circ\text{C}$ و m_1 گرم یخ صفر درجه سلسیوس داریم.

آب $\theta^\circ\text{C}$ درجه $\xleftarrow{Q_r}$ آب 90°C درجه $\xrightarrow{Q_r}$ آب صفر درجه سلسیوس $\xrightarrow{Q_1}$ یخ 0°C درجه

رابطه تعادل گرمایی را می‌نویسیم.

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_r + Q_w &= 0 \Rightarrow m_1 L_f + m_1 c (\theta_e - 0) + m_2 c (\theta_e - 90) = 0 \\ \Rightarrow (m_1 + m_2) c \theta_e - 90 m_2 c - m_1 L_f &= 0 \Rightarrow \theta_e = \frac{90 m_2 c - m_1 L_f}{(m_1 + m_2) c} \\ \frac{L_f = 336 \times 10^3 \text{ J/kg}}{c = 4200 \text{ J/kg.K}} \Rightarrow \theta_e &= \frac{m \times 4200 \times 90 - m \times 336000}{(m + m) \times 4200} = 5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

گام اول

الف) قطعه فلزی به جرم $۲/۵$ کیلوگرم، با دمای ۶۸ درجهٔ سلسیوس $\leftarrow \theta_1 = ۶۸^\circ\text{C}$, $m_1 = ۲/۵\text{kg}$
 ب) یک قطعه یخ بزرگ صفر درجه $\leftarrow \theta_2 = 0$
 د) چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟ $\leftarrow m_2 = ?$

گام دوم

از آنجاکه قطعهٔ یخ بزرگ است فلز تمام گرمای خود را به یخ می‌دهد تا مقداری از آن ذوب شود؛ بنابراین مخلوط آب و یخ داریم و دمای نهایی فلز و مخلوط آب و یخ صفر درجهٔ سانتی‌گراد است.

یخ ۰°C $\leftarrow Q_2$ فلز با دمای ۶۸°C در حالت تعادل با آب ۰°C $\rightarrow Q_1$ فلز ۶۸°C

اگر مقدار گرمایی که فلز از دست می‌دهد تا به تعادل برسد با Q_1 و مقدار گرمایی که یخ می‌گیرد تا به آب صفر درجه تغییر حالت دهد با Q_2 نمایش دهیم، باتوجه به رابطهٔ تعادل گرمایی داریم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow Q_1 = -Q_2 \Rightarrow m_1 c (0 - \theta_1) = -m_2 L_f$$

$$\frac{L_f = ۳/۴ \times ۱۰^۵ \text{ J/kg}}{c_{\text{فلز}} = ۳۸۰ \text{ J/kg.K}} \rightarrow ۲/۵ \times ۳۸۰ \times (0 - ۶۸)$$

$$= -m_2 \times ۳/۴ \times ۱۰^۵ \Rightarrow m_2 = ۰/۱۹ \text{ kg} \times ۱۰^۳ = ۱۹۰ \text{ g}$$

گام اول

الف) حجم گاز کامل برابر $۱ \text{ cm}^3 \leftarrow ۱۰^{-۶} \text{ m}^3$ $V = ۱ \text{ cm}^3$
 ب) در فشار $۱۰^۵ \text{ Pa} \leftarrow ۱۰^۵ \text{ Pa}$ $P = ۱۰^۵ \text{ Pa}$
 ج) دمای $۲۷^\circ\text{C} \leftarrow ۳۰۰ \text{ K}$ $T = ۲۷ + ۲۷۳ = ۳۰۰ \text{ K}$
 د) تعداد مولکول‌های گاز (تعداد ذرات) $\leftarrow N = ?$

گام دوم

ابتدا از قانون گازهای کامل، n را به دست می‌آوریم و با استفاده از آن، تعداد ذرات را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} n = \frac{PV}{RT} \\ R = ۸ \text{ J/mol.K} \end{cases} \Rightarrow n = \frac{۱۰^۵ \times ۱۰^{-۶}}{۸ \times ۳۰۰} = \frac{۱۰^{-۳}}{۲۴}$$

بنابراین تعداد ذرات برابر است با:

$$\begin{cases} n = \frac{N}{N_0} \\ N_0 = ۶ \times ۱۰^{۲۳} \end{cases} \Rightarrow \frac{۱۰^{-۳}}{۲۴} = \frac{N}{۶ \times ۱۰^{۲۳}}$$

$$\Rightarrow N = \frac{۱۰^{۲۰}}{۴} = ۲/۵ \times ۱۰^{۱۹}$$

در سطح آزاد هر مایع همواره در هر دمایی عمل تبخیر روی می‌دهد به این پدیده تبخیر سطحی می‌گویند؛ که به دما و مساحت سطح مایع و فشار و رطوبت و ناخالصی بستگی دارد. حال به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم.

گزینهٔ ۱) تبخیر سطحی مایع در هر دمایی اتفاق می‌افتد \leftarrow این گزینه صحیح است؛ تبخیر سطحی در هر دمایی اتفاق می‌افتد و با افزایش دما افزایش می‌یابد.

گزینهٔ ۲) با افزایش فشار هوا، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد \leftarrow این گزینه نادرست است زیرا با افزایش فشار هوا آهنگ تبخیر سطحی کاهش می‌یابد.

گزینهٔ ۳) با افزایش دما، آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد \leftarrow این گزینه صحیح است؛ با افزایش دما انرژی مولکول‌ها در سطح مایع افزایش یافته و با سرعت بیشتری از سطح مایع تبخیر می‌شوند.

گزینهٔ ۴) با افزایش سطح آزاد مایع، تبخیر سطحی آن نیز افزایش می‌یابد \leftarrow این گزینه صحیح است؛ با افزایش سطح آزاد مایع تعداد مولکول‌های سطحی مایع بیشتر شده و بنابراین تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.

باتوجه به رابطهٔ انبساط سطحی، یکای ۲α را به دست می‌آوریم.

$$\Delta A = ۲ \times \alpha \times A_1 \times \Delta \theta$$

کافی است یکای هر کمیت را نوشته تا یکای ضریب انبساط طولی به دست بیاید.

$$m^2 = (\alpha \text{ واحد}) \times m^2 \times K \Rightarrow (\alpha \text{ واحد}) = \frac{1}{K}$$

گام اول

- الف) مکعبی به ضریب انبساط طولی $12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ← $12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
 ب) در دمای صفر درجه سلسیوس قرار دارد ← $\theta_1 = 0^\circ \text{ C}$
 ج) اگر دمای آن به 100° C برسد ← $\theta_2 = 100^\circ \text{ C}$
 د) حجم مکعب چند درصد افزایش می‌یابد؟ ← $\frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = ?$

گام دوم

با استفاده از رابطه انبساط حجمی جامدات داریم:

$$\Delta V = V_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \alpha \Delta \theta \times 100$$

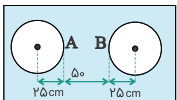
$$= 3 \times 12 \times 10^{-6} \times 100 \times 100 = 0.36\%$$

فشار گاز درون لوله $= 75 - 72 = 3 \text{ cmHg}$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{P}{3} = \frac{320}{15} \Rightarrow P_2 = 3/2 \text{ cmHg}$$

$$\Delta P = 3/2 - 3 = 0.5 \text{ cmHg} = 2 \text{ mmHg}$$

فشار هوا ۲ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.



با افزایش دمای صفحه، شعاع دایره‌ها و فاصله AB زیاد می‌شود (گزینه ۱ و ۲ غلط است).
 کافی است با استفاده از رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta$ ، فاصله ثانویه را به دست آوریم:

$$\begin{cases} \Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta \theta) \\ \Delta \theta = 200^\circ \text{ C} \\ \alpha = 3/6 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} \Rightarrow \alpha = 1/8 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} \\ L_1 = 50 \text{ cm} = 500 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\Rightarrow L_2 = 500 \times (1 + 1/8 \times 10^{-5} \times 200) = 500 \times (1.0025) = 501.25 \text{ mm}$$

گام اول

- الف) یک سر میله آهنی به طول ۳۰ سانتی‌متر در یک منبع گرما به دمای 150° C سر دیگر آن در مخلوط آب و یخ صفر درجه سلسیوس قرار دارد.
 $L = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$, $\Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 = 150 - 0 = 150^\circ \text{ C}$ ←
 ب) در هر دقیقه 738 J گرما در میله شارش می‌کند. ← $t = 60 \text{ s}$, $Q = 837 \text{ J}$
 ج) قطر مقطع میله چند سانتی‌متر است؟ ← $D = 2R = ?$

گام دوم

کافی است از رابطه رسانش گرمایی استفاده کنیم.

$$\begin{cases} Q = \frac{kAt\Delta\theta}{L} \\ A = \pi R^2 = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \end{cases} \Rightarrow Q = \frac{k\pi D^2 t \Delta\theta}{4L} \Rightarrow D^2 = \frac{4QL}{\pi k t \Delta\theta} \xrightarrow[\pi=3]{k=82 \text{ J/s.m.K}} D = \sqrt{\frac{4 \times 837 \times 0.3}{3 \times 82 \times 60 \times 150}} = \frac{2}{100} \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

از رابطه چگالی می‌توانیم جرم آب را محاسبه نماییم.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow m = 1000 \times 10^6 = 10^9 \text{ kg}$$

از طرفی:

$$Q = mc\Delta\theta = mc(\theta_r - \theta_1) \xrightarrow[Q=2100 \times 10^6 \text{ J}]{Q=2100 \text{ GJ}} 2/1 \times 10^{12} = 10^9 \times 4200(\theta_r - 25)$$

$$\theta_r = 30^\circ \text{C}$$

فشارسنج فشار پیمانه‌ای را نشان می‌دهد و فشار پیمانه‌ای اختلاف فشار داخل و فشار هوا است، بنابراین فشار گاز در ابتدا $P_1 = P + 1 = 5 \text{ atm}$ بوده است. اکنون طبق قانون گازهای کامل داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{5 \times 4}{(27 + 273)} = \frac{P_2 \times 8}{(17 + 273)}$$

$$\Rightarrow \frac{20}{300} = \frac{P_2 \times 8}{360} \Rightarrow P_2 = \frac{360 \times 20}{8 \times 300} \Rightarrow P_2 = 3 \text{ atm} \quad \text{فشار گاز داخل استوانه}$$

$$\Rightarrow \text{اختلاف فشار داخل استوانه و فشار هوا} = \text{فشاری که فشارسنج نشان می‌دهد} = 3 - 1 = 2 \text{ atm}$$

$$PV = nRT \Rightarrow 2 \times 10^5 \times 33/6 \times 10^{-3} = n \times 8 \times 280 \Rightarrow n = 3 \text{ مول}$$

فرض می‌کنیم x مول گاز هلیوم و $(3 - x)$ مول گاز اکسیژن داریم؛ بنابراین:

$$54g = x \times 4 + (3 - x) \times 32 \Rightarrow x = 1/5 \text{ مول}$$

پس مخلوط موردنظر از $1/5$ مول گاز هلیوم و $1/5$ مول گاز اکسیژن تشکیل شده است یعنی هرکدام 50% از گاز مخلوط را تشکیل می‌دهند.

گام اول

الف) دمای 3 گرم گاز هیدروژن را در فشار ثابت $\leftarrow m = 3 \text{ g} = 3 \times 10^{-3} \text{ kg}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta_1 = 27^\circ \text{C} \Rightarrow T_1 = 300 \text{ K} \\ \theta_2 = 87^\circ \text{C} \Rightarrow T_2 = 360 \text{ K} \end{array} \right. \leftarrow \text{ب) از } 27^\circ \text{C} \text{ درجه سلسیوس به } 87^\circ \text{C} \text{ درجه سلسیوس می‌رسانیم}$$

$$\text{ج) حجم گاز در این فرآیند، چند درصد افزایش می‌یابد؟} \leftarrow \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = ?$$

گام دوم

با استفاده از قانون گازها در فشار ثابت (شارل-گیوساک) درصد میزان تغییرات حجم را به دست می‌آوریم:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{300} = \frac{V_2}{360} \Rightarrow V_2 = \frac{6}{5} V_1$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{1}{5} V_1 \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{1}{5} \times 100 = 20\%$$

گام اول

الف) ضریب انبساط طولی فلزی 10^{-5} K^{-1} است. $\leftarrow \alpha = 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

ب) اگر دمای قطعه‌ای از این فلز را 100 درجه سلسیوس افزایش دهیم. $\leftarrow \Delta\theta = 100^\circ \text{C}$

$$\text{ج) حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟} \leftarrow \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = ?$$

گام دوم

با استفاده از رابطه $\Delta V = 3\alpha V_1 \Delta\theta$ داریم:

$$\Delta V = 3\alpha V_1 \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = 3 \times 10^{-5} \times 100 \times 100 = 0.3\%$$

$$F = \frac{q}{\Delta} \theta + ۳۲ \Rightarrow ۱۲۲ = \frac{q}{\Delta} \theta + ۳۲ \Rightarrow ۹۰ = \frac{q}{\Delta} \theta \Rightarrow \theta = ۵۰^{\circ}\text{C}$$

$$T = \theta + ۲۷۳ = ۵۰ + ۲۷۳ = ۳۲۳ \text{ k}$$

گام اول

- (الف) m_1 کیلوگرم آب با دمای ۱۰°C ← ۱۰°C به $\theta_1 = ۱۰^{\circ}\text{C}$
 (ب) m_2 کیلوگرم آب با دمای ۵۰°C مخلوط می‌کنیم. ← $\theta_2 = ۵۰^{\circ}\text{C}$
 (ج) دمای تعادل بدون اتلاف گرما ۳۰°C می‌شود. ← $\theta'_1 = \theta'_2 = \theta_e = ۳۰^{\circ}\text{C}$
 (د) m_2 چندبرابر m_1 است؟ ← $\frac{m_2}{m_1} = ?$

گام دوم

با استفاده از رابطه تعادل گرمایی می‌توانیم نسبت $\frac{m_2}{m_1}$ را به دست آوریم.

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$\Rightarrow m_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 (\theta_e - \theta_2) = 0$$

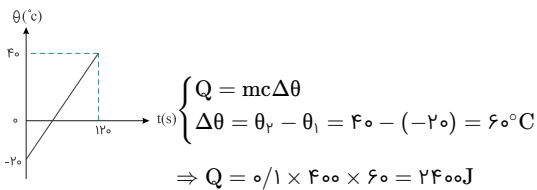
$$\Rightarrow m_1 (۳۰ - ۱۰) = -m_2 (۳۰ - ۵۰) \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = ۱$$

گام اول

- (الف) جسم جامدی به جرم ۱۰۰ گرم ← $m = ۱۰۰ \text{ g} = ۰/۱ \text{ kg}$
 (ب) گرمای ویژه جسم $۴۰۰ \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ ← $c = ۴۰۰ \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$
 (ج) جسم در هر ثانیه چند ژول گرما گرفته است؟ ← Q در هر ثانیه

گام دوم

باتوجه به نمودار در مدت زمان ۱۲۰ s دمای جسم از -۲۰ تا ۴۰ درجه تغییر کرده است بنابراین با استفاده از $Q = mc\Delta\theta$ می‌توان گرمایی را که در مدت زمان ۱۲۰ ثانیه جسم گرفته است محاسبه کرد.



جسم گرمایی برابر با ۲۴۰۰ J در مدت ۱۲۰ ثانیه گرفته است اما صورت سؤال مقدار گرمای گرفته شده در هر ثانیه را می‌خواهد؛ بنابراین:

$$Q \text{ در هر ثانیه} = \frac{Q_{\text{کل}}}{\Delta t} = \frac{۲۴۰۰}{۱۲۰} = ۲۰ \text{ J/s}$$

گام اول

- (الف) دمای مقداری گاز کامل را از ۲۷°C به ۵۷°C ← $T_2 = ۵۷ + ۲۷۳ = ۳۳۰ \text{ K}$, $T_1 = ۲۷ + ۲۷۳ = ۳۰۰ \text{ K}$
 (ب) و حجم آن را از ۸ لیتر به ۱۱ لیتر می‌رسانیم. ← $V_2 = ۱۱ \text{ lit}$, $V_1 = ۸ \text{ lit}$
 (ج) در این عمل فشار گاز ۱۰ سانتی‌متر جیوه کم می‌شود. ← $P_2 = P_1 - ۱۰$
 (د) فشار اولیه گاز چند سانتی‌متر جیوه است؟ ← $P_1 = ?$

گام دوم

کافی است از قانون گازهای کامل استفاده کنیم.

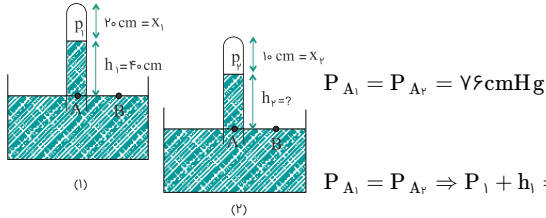
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 \times ۸}{۳۰۰} = \frac{(P_1 - ۱۰) \times ۱۱}{۳۳۰} \Rightarrow ۱۰ P_1 - ۱۰۰ = ۸ P_1 \Rightarrow P_1 = ۵ \text{ cmHg}$$

گام اول

الف) در ظرفی، مقداری هوا بالای ستون جیوه در لوله وجود دارد. $\left\{ \begin{array}{l} x_1 = 20 \text{ cm} \\ h_1 = 40 \text{ cm} \end{array} \right. \Rightarrow L = 60 \text{ cm} \leftarrow$ دارد.
 ب) لوله را به آرامی چند سانتی متر پایین ببریم تا ارتفاع ستون هوا نصف شود. $x_2 = 10 \text{ cm}$, $h_2 = ?$
 ج) فشار هوا را 76 cmHg بگیرد و دما ثابت است. $P_0 = 76 \text{ cmHg}$, $T_1 = T_2$

گام دوم

در هر دو حالت ۱ و ۲، نقطه A را در تراز افقی سطح مایع در نظر می‌گیریم که فشار آن برابر با فشار هوا است پس:



از این رابطه استفاده می‌کنیم تا ارتفاع جیوه را در حالت دوم به دست بیاوریم:

$$P_{A1} = P_{A2} \Rightarrow P_1 + h_1 = P_2 + h_2 \Rightarrow h_2 = (P_1 - P_2) + 40$$

بنابراین باید P_1 و P_2 را به دست بیاوریم.

$$P_A = 76 \text{ cmHg}$$

$$P_A = h_1 + P_1 \Rightarrow 76 = 40 + P_1 \Rightarrow P_1 = 36 \text{ cmHg}$$

اما برای محاسبه P_2 نمی‌توانیم از این روش استفاده کنیم (زیرا مقدار h_2 را نداریم). در عوض چون تعداد مول‌های هوای محبوس در انتهای لوله ثابت باقی می‌ماند و دما ثابت است داریم:

$$\begin{cases} P_1 V_1 = P_2 V_2 \\ V = \rho A x \end{cases} \Rightarrow 36(Ax_1) = P_2(Ax_2) \xrightarrow{A_1=A_2} 36 \times 20 = P_2 \times 10 \Rightarrow P_2 = 72 \text{ cmHg}$$

حال که P_1 و P_2 را به دست آوردیم h_2 برابر است با:

$$h_2 = (P_1 - P_2) + 40 \Rightarrow h_2 = (36 - 72) + 40 = 4 \text{ cm}$$

به این ترتیب، طول لوله خارج از جیوه در حالت (۱) و (۲) را به دست می‌آوریم:

$$\begin{aligned} L_{(1)} &= 20 + 40 = 60 \text{ cm} \\ L_{(2)} &= 10 + 4 = 14 \text{ cm} \end{aligned} \Rightarrow L_{(1)} - L_{(2)} = 60 - 14 = 46 \text{ cm}$$

بنابراین لوله به اندازه 46 cm درون جیوه پایین رفته است.

طبق نمودار، وقتی دمای جسم از -3°C به 7°C رسیده است، مقدار 8 kJ گرما به جسم داده شده است؛ بنابراین:

$$Q_1 = mc\Delta\theta_1 \Rightarrow \lambda = mc \times (7 - (-3)) \Rightarrow \lambda = 10mc(1)$$

حال محاسبه می‌کنیم برای 3°C افزایش دما چند کیلوژول گرما لازم است:

$$Q_2 = mc\Delta\theta_2 \Rightarrow Q_2 = mc \times 3 \Rightarrow Q_2 = 3mc \quad (2)$$

با نوشتن تناسب بین روابط (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$\frac{Q_2}{\lambda} = \frac{3mc}{10mc} \Rightarrow \frac{Q_2}{\lambda} = 0.3 \Rightarrow Q_2 = 3/10 \text{ kJ}$$

الف) به مقداری یخ با دمای صفر درجه سلسیوس گرما می‌دهیم تا تبدیل به آب ۲۰ درجه سلسیوس شود. $\theta_1 = 0^\circ\text{C}$, $\theta_2 = 20^\circ\text{C}$

ب) چند درصد گرمای داده شده صرف ذوب یخ شده است؟ $\frac{Q_1}{Q} \times 100 = ?$

آب ۲۰ درجه $\xrightarrow{Q_2}$ آب صفر درجه $\xrightarrow{Q_1}$ یخ صفر درجه

باتوجه به اینکه درصد گرمای صرف شده برای ذوب یخ خواسته شده است باید ابتدا کل گرمای صرف شده برای تبدیل یخ به آب ۲۰ درجه را محاسبه کنیم و سپس مقدار درصد گرمای تبدیل حالت یخ به مایع را بر آن تقسیم نماییم؛ بنابراین:

$$\begin{cases} Q = Q_1 + Q_2 \\ Q_1 = mL_f \\ Q_2 = mc\Delta\theta \\ L_f = 336 \text{ kJ/kg} \\ c_w = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 4/2 \text{ J/g}^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\Rightarrow Q = mL_f + mc\Delta\theta \Rightarrow Q = m \times 336 + m \times 4/2 \times (20 - 0) = m \times 420 \text{ J}$$

$$\frac{Q_1}{Q} \times 100 = \frac{m \times L_f}{m \times 420} \times 100 = \frac{336}{420} \times 100 = 80\%$$

الف) ضریب انبساط طولی $2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ است $\leftarrow \alpha = 2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

ب) دمای حلقه را ۵۰ درجه سلسیوس افزایش دهیم $\leftarrow \Delta T = 50^\circ \xrightarrow{\Delta\theta = \Delta T} \Delta T = 50 \text{ K}$

ج) قطر حلقه چند درصد افزایش می‌یابد؟ $\leftarrow \frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = ?$

باتوجه به رابطه $\Delta L = L_1 \alpha \Delta T$ می‌توان میزان افزایش درصد قطر را به دست آورد:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \frac{L_1 \alpha \Delta T}{L_1} \times 100$$

$$= \alpha \Delta T \times 100 = 2 \times 10^{-5} \times 50 \times 100 = 0/1$$

به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم.

گزینه ۱) چگالش یا میعان تبدیل بخار به مایع است که در این فرآیند گاز گرما از دست می‌دهد، اما تبخیر فرآیندی گرماگیر است.

گزینه ۲) انجماد فرآیندی گرماده است زیرا مایع گرمای خود را از دست می‌دهد تا به جامد تبدیل شود. میعان نیز واکنشی گرماده است.

گزینه ۳) ذوب واکنشی گرماگیر است، اما میعان واکنشی گرماده است.

گزینه ۴) تصعید تبدیل جامد به گاز است که فرآیندی گرماگیر است همانند ذوب که تبدیل جامد به مایع است و فرآیندی گرماگیر است.

جرم آب را m در نظر می‌گیریم. چون در نهایت ۵۲۰ گرم آب 0°C داریم، جرم یخ ذوب شده $m - 520$ خواهد بود. گرمایی که آب از دست می‌دهد، توسط $(520 - m)$ گرم یخ جذب شده است تا آن را ذوب کند؛ بنابراین:

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{یخ ذوب شده}} = 0$$

$$\Rightarrow mc_{\text{آب}}(\theta_e - \theta_1) + (520 - m)L_f = 0$$

$$\Rightarrow m \times \frac{1}{4200} \times (0 - 50) + (520 - m) \times \frac{336000}{1000} = 0$$

$$-50m + 180(520 - m) = 0 \Rightarrow -50m + 93600 - 180m = 0$$

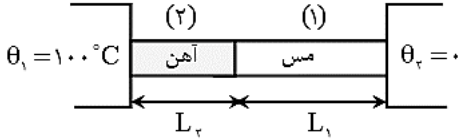
$$\Rightarrow 13m = 93600 \Rightarrow m = 7200 \text{ g}$$

گام اول

- (الف) یک سر میله آهنی به طول ۱۶cm را به یک سر میله‌ای مسی به طول ۲cm جوش داده‌اند. $L_1 = 16\text{cm}$, $L_2 = 2\text{cm}$
 (ب) سر آزاد میله آهنی را در آب جوش 100°C و سر دیگر میله مسی را در مخلوط آب و یخ با دمای صفر درجه سلسیوس قرار می‌دهند $\theta_1 = 100^\circ\text{C}$, $\theta_2 = 0^\circ\text{C}$
 (ج) دمای نقطه اتصال دو میله چند درجه سلسیوس است؟ $\theta = ?$
 (د) سطح مقطع هر دو میله یکسان است. $A_1 = A_2 = A$

گام دوم

باتوجه به اینکه آهنگ شارش گرمایی آهن و مس باهم برابرند می‌توانیم دمای نقطه اتصال را به دست بیاوریم:



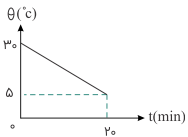
$$\frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_2}{t_2} \xrightarrow{\frac{Q = kA\Delta\theta}{L}} \frac{k_1 A_1 \Delta\theta_1}{L_1} = \frac{k_2 A_2 \Delta\theta_2}{L_2} \Rightarrow \frac{k_1(\theta - \theta_2)}{L_1} = \frac{k_2(\theta_1 - \theta)}{L_2}$$

$$\frac{k_1 = 300 \text{ W/m.K}}{k_2 = 400 \text{ W/m.K}} \times \frac{300 \times (\theta - 0)}{20} = \frac{400 \times (100 - \theta)}{16} \Rightarrow \theta = 20^\circ\text{C}$$

گام اول

- (الف) جسمی به جرم ۳۰۰ گرم $m = 300\text{g} = 0.3\text{kg}$
 (ب) با آهنگ ثابت ۳ وات گرما گرفته‌ایم. $P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{mc\Delta\theta}{\Delta t} = 3\text{W}$
 (ج) گرمای ویژه این جسم چند J/kg.K است؟ $c = ?$

گام دوم



$$\left\{ \begin{array}{l} P = \frac{mc\Delta\theta}{\Delta t} \\ \Delta t = 20 \text{ min} = 1200 \text{ s} \\ \Delta\theta = \Delta T \Rightarrow \Delta T = 30 - 5 = 25\text{K} \\ P = 3\text{W} \\ m = 0.3\text{kg} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow 3 = \frac{0.3 \times c \times 25}{1200} \Rightarrow c = 480 \text{ J/kg.K}$$

باتوجه به نمودار و رابطه توان، به راحتی C به دست می‌آید؛ بنابراین:

توجه شود که تغییرات دما برحسب سانتی‌گراد و کلوین باهم برابر است.

$$A_2 = A_1(1 + \alpha\Delta\theta)$$

$$A_2 = 50(1 + 2 \times 2/3 \times 10^{-5} \times 10) = 50 + 0.184 = 50.184 \text{ cm}^2$$

گام اول

الف) ۲۰۰ گرم یخ -۱۰ درجه سلسیوس قرار دارد. $\theta_1 = -10^\circ\text{C}$, $m_1 = 200\text{g}$
 ب) حداقل چند گرم آب با دمای ۲۰ درجه سلسیوس به آن اضافه کنیم تا تمام یخ ذوب شود؟

$$m_2 = ? , \theta_2 = 20^\circ\text{C} \leftarrow$$

گام دوم

منظور از حداقل آب، مقدار آبی است که یخ -۱۰ درجه سلسیوس را به آب صفر درجه تبدیل کند؛ بنابراین:

$$\text{آب } 20^\circ\text{C} \xleftarrow{Q_2} \text{آب صفر درجه} \xrightarrow{Q_r} \text{یخ صفر درجه} \xrightarrow{Q_1} \text{یخ } -10^\circ\text{C}$$

در نتیجه داریم:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_1 c_1 \Delta\theta + m_1 L_f + m_2 c_2 \Delta\theta = 0$$

$$\frac{L_f = 336\text{J/g}}{c_1 = \frac{1}{2} c_2 = 2/1\text{J/g.K}} \rightarrow 200 \times 2/1 \times (0 - (-10)) + 200 \times 336 + m_2 \times 4/2 \times ((0 - 20)) = 0$$

$$\Rightarrow 4200 + 67200 = m_2 \times 4/2 \times 20 \Rightarrow 71400 = m_2 \times 40 \Rightarrow m_2 = 1785\text{g}$$

گزینه ۱

گام اول

الف) اگر فشار گاز کاملی را ۲۵ درصد افزایش داده $P_2 = P_1 + \frac{25}{100} P_1 = 1/25 P_1$
 ب) حجم آن را ۳۶ درصد کم کنیم. $V_2 = V_1 - \frac{36}{100} V_1 = 0/64 V_1$
 ج) دمای مطلق آن چه تغییری می‌کند؟ $\frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100 = ? \leftarrow$

گام دوم

درصد تغییرات دما برابر است با:

$$\frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100 = \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \times 100$$

بنابراین کافی است نسبت $\frac{T_2}{T_1}$ را به دست بیاوریم. برای این منظور از قانون گازهای کامل استفاده می‌کنیم.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{1/25 P_1 \times 0/64 V_1}{T_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{16}{100}$$

پس درصد تغییرات دما برابر است با:

$$\left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{16}{100} - 1 \right) \times 100 = -84\%$$

علامت منفی نشان‌دهنده کاهش دما است.

گزینه ۱

گام اول

الف) طول تیر آهن ۱۲ متر است $L = 12\text{m}$ ب) اگر دمای آن از صفر درجه سلسیوس به ۵۰ درجه سلسیوس برسد $\theta_1 = 0, \theta_2 = 50^\circ\text{C}, \Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 50^\circ\text{C}$ ج) طول آن چند میلی‌متر افزایش می‌یابد؟ $\Delta L = ? \leftarrow$

گام دوم

با استفاده از رابطه انبساط طولی داریم:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \xrightarrow{\alpha = 1/2 \times 10^{-5} (^\circ\text{C})^{-1}} \Delta L = 12 \times 1/2 \times 10^{-5} \times 50 = 7/2 \times 10^{-3} \text{m} = 7/2 \text{mm}$$

گزینه ۲

ابتدا تغییرات دما را برحسب درجه سلسیوس حساب می‌کنیم (تغییرات دما برحسب سلسیوس و کلونین برابرند):

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta \Rightarrow 9 = \frac{9}{5} \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 5^\circ\text{C}$$

$$Q = mc\Delta\theta = 1 \times 4/2 (\text{kJ/kg.K}) \times 5^\circ\text{C} = 10\text{kJ}$$

$$\begin{cases} Q = k \frac{At\Delta\theta}{l} \\ Q = mL_F \end{cases} \Rightarrow \frac{12 \times 5 \times 10^{-2} \times 28 \times 60 \times 100}{41 \times 10^{-2}} = m \times 336 \times 10^3$$

$$m = 0.5 \text{ kg} = 50 \text{ g}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1/8 \times 10^6 \times 1/4}{280} = \frac{10^6 \times V_2}{300}$$

$$\Rightarrow V_2 = 2/7 \text{ cm}^3 \Rightarrow \Delta V = 2/7 - 1/4 = 1/3 \text{ cm}^3$$

گام اول

الف) دمای یک میله فلزی از θ_1 به θ_2 می‌رسد: $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ ب) اگر طول آن $1/10$ درصد افزایش یابد. $\frac{\Delta L}{L} \times 100 = \frac{1}{10}$ ج) چگالی آن چند درصد تغییر می‌کند. $\frac{\Delta \rho}{\rho_1} \times 100 = \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} - 1\right) \times 100 = ?$

گام دوم

با توجه به اینکه با افزایش دما، جرم میله تغییر نمی‌کند، نسبت چگالی آن در دمای θ_1 و θ_2 برابر است با:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{V_1}{V_2} \xrightarrow{m_1=m_2} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

پس کافی است $\frac{V_1}{V_2}$ را به دست بیاوریم. تغییرات انبساط حجمی میله برابر است با:

$$V_2 = V_1(1 + 3\alpha\Delta\theta)$$

سپس با استفاده از تغییرات طولی میله $\alpha\Delta\theta$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta L = L\alpha\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta L}{L} = \alpha\Delta\theta \Rightarrow \alpha\Delta\theta = 10^{-3}$$

بنابراین نسبت $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ و در نهایت درصد تغییرات چگالی برابر است با:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_1(1 + 3 \times 10^{-3})} = \frac{1}{1.003}$$

$$\frac{\Delta \rho}{\rho_1} \times 100 = \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} - 1\right) \times 100 = \left(\frac{1}{1.003} - 1\right) \times 100 = \frac{-0.003}{1.003} \times 100 = -0.3\%$$

با افزایش فشار، نقطه ذوب یخ یا انجماد آب کاهش می‌یابد و کمتر از صفر درجه می‌شود.

گام اول

الف) در فشار ثابت $P_1 = P_2$ ب) از صفر درجه سلسیوس به ۲۷۳ درجه سلسیوس می‌رسانیم. $\begin{cases} T_1 = 0 + 273 = 273 \text{ K} \\ T_2 = 273 + 273 = 546 \text{ K} \end{cases}$ ج) حجم گاز در این فرآیند چندبرابر می‌شود؟ $\frac{V_2}{V_1} = ?$

گام دوم

در فشار ثابت نسبت $\frac{V}{T}$ برای گازهای کامل ثابت است؛ بنابراین برای دو حالت گاز داریم:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{273} = \frac{V_2}{546} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 2$$

چون پیستون جابه‌جا نمی‌شود، حجم گاز ثابت است.
اگر حجم مقدار معینی از گاز کامل ثابت باشد، فشار آن با دما رابطه مستقیم دارد.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_0 + \frac{m_1 g}{A}}{T_1} = \frac{P_0 + \frac{(m_1 + m_2)g}{A}}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{14 \times 10^5 + \frac{36}{10^{-3}}}{280} = \frac{14 \times 10^5 + \frac{60}{10^{-3}}}{T_2} \Rightarrow \frac{120 \times 10^3}{280} = \frac{144 \times 10^3}{T_2} \Rightarrow T_2 = 336 \text{ K}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 336 - 280 = 56 \text{ K}$$

باتوجه به اینکه شرایط پایدار است، از رابطه $Q = \frac{kA\Delta\theta t}{L}$ استفاده کرده و دمای محل اتصال دو ورقه را به دست می‌آوریم:

$$H_1 = H_2 \Rightarrow \frac{k_1 A \Delta\theta_1}{L} = \frac{k_2 A \Delta\theta_2}{L}$$

$$\frac{\theta_1 = 0^\circ \text{C}, \theta_2 = 90^\circ \text{C}}{k_1 = 400 \text{ W/m.K}, k_2 = 80 \text{ W/m.K}} \rightarrow 400 \times (\theta - 0) = 80 \times (90 - \theta)$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = 90 - \theta \Rightarrow \theta = 15^\circ \text{C}$$

اگر ضمن مبادله گرما، تغییر حالت رخ ندهد دمای تعادل از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\theta_e = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} = \frac{80 \times 4200 \times 11/5 + 420 \times 380 \times 100}{80 \times 4200 + 420 \times 380} = 40^\circ \text{C}$$

$$\Delta\theta_{\text{آب}} = 40 - 11/5 = 28/5^\circ \text{C}$$

گرماهای مبادله‌شده بین فلز و آب را تا رسیدن به دمای تعادل θ_e مساوی قرار داده و از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\theta_e = \frac{mc\theta + m'c'\theta'}{mc + m'c'}$$

$$\theta_e = \frac{420 \times 400 \times 14 - 0}{420 \times 400 + 800 \times 4200} = 4^\circ \text{C}$$

کافی است در رابطه رسانندگی گرمایی یکای هر کمیت را بنویسیم تا یکای رسانندگی گرمایی به دست آید.

$$Q = \frac{kAt\Delta\theta}{L} \Rightarrow k = \frac{Q \times L}{A \times t \times \Delta\theta} \Rightarrow [k] = \frac{j \times m}{m^2 \times s \times k} = \frac{j}{m \times s \times k}$$

باتوجه به اینکه $1W.s = 1J$ بنا براین:

$$[k] = \frac{W \times s}{m \times s \times k} = \frac{W}{m \times k} = \frac{\text{وات}}{\text{کلین متر}}$$

گام اول

(الف) فشار مخزن گازی با حجم ثابت در دمای ۲۷ درجه سلسیوس برابر ۳ جو است. $T_1 = 27 + 273 = 300\text{K}$, $P_1 = 3\text{atm}$, $V_2 = V_1 \leftarrow$
(ب) فشار این گاز در دمای ۱۲۷ درجه سلسیوس چند جو است؟ $T_2 = 127 + 273 = 400\text{K}$, $P_2 = ? \leftarrow$

گام دوم

حجم و تعداد مول‌های داخل مخزن ثابت باقی می‌ماند.
باتوجه به اینکه در حجم ثابت نسبت $\frac{P}{T}$ برای گازهای کامل ثابت است؛ بنابراین برای دو حالت گاز داریم:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{3}{300} = \frac{P_2}{400} \Rightarrow P_2 = 4\text{atm}$$

گام اول

الف) یک انتهای میله آلومینیومی در دمای 200°C و انتهای دیگر آن در دمای صفر درجه سلسیوس $\leftarrow \Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 200 - 0 = 200$
 ب) اگر طول میله برابر با یک متر $\leftarrow L = 1\text{ m}$

ج) قطر مقطع آن 2 cm $\leftarrow A = \pi R^2 = 3 \times 10^{-4}\text{ m}^2$
 $R = \frac{D}{2} = \frac{2}{2} = 1\text{ cm} = 10^{-2}\text{ m}$

د) آهنگ رسانش گرما در میله چند وات است؟ $\leftarrow \frac{Q}{t} = ?$

گام دوم

کافی است از رابطه آهنگ رسانش گرمایی استفاده کنیم.

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta\theta}{L} \xrightarrow{k_{Al}=240\text{ W/m.K}} \frac{Q}{t} = \frac{240 \times 3 \times 10^{-4} \times 200}{1} = 14.4\text{ W}$$

گزینه ۲

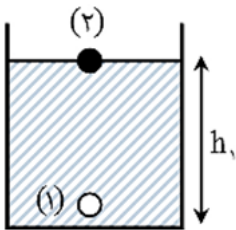
گام اول

الف) حجم حباب‌های هوا در رسیدن از ته یک دریاچه تا سطح آب ۳ برابر می‌شود. $\leftarrow \frac{V_2}{V_1} = 3$

ب) اگر دمای آب ثابت فرض شود $\leftarrow T_1 = T_2$

ج) عمق آب تقریباً چند متر است؟ $\leftarrow h_1 = ?$

گام دوم



فشار مایعات با عمق رابطه دارد و می‌توانیم از آن استفاده کنیم تا عمق دریاچه را به دست بیاوریم:

$$P_1 = P_0 + \rho gh \xrightarrow{P_2 = P_0 = 10^5\text{ Pa}} P_1 = 10^5 + 10^3 \times 10 \times h$$

پس کافی است P_1 را به دست بیاوریم. دما و تعداد مول‌های هوای داخل حباب ثابت باقی می‌ماند. در دمای ثابت، حجم و فشار گاز با هم نسبت وارون دارند:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow P_1 \times V_1 = 10^5 \times 3V_1 \Rightarrow P_1 = 3 \times 10^5\text{ Pa}$$

اکنون که P_1 به دست آمد مقدار h به راحتی قابل حاسب است.

$$P_1 = 10^5 + 10^3 \times h \Rightarrow 3 \times 10^5 = 10^5 + 10^3 h \Rightarrow 2 \times 10^5 = 10^3 h \Rightarrow h = 20\text{ m}$$

گزینه ۳

گام اول

الف) چند لیتر آب 50°C درجه سلسیوس $\leftarrow V_1 = ?$, $\theta_1 = 50^{\circ}\text{C}$

ب) چند لیتر آب 20°C درجه سلسیوس $\leftarrow V_2 = ?$, $\theta_2 = 20^{\circ}\text{C}$

ج) 60 لیتر آب با دمای 40°C سلسیوس داشته باشیم $\leftarrow V_1 + V_2 = 60\text{ lit}$, $\theta_e = 40^{\circ}\text{C}$

گام دوم

با استفاده از رابطه تعادل گرمایی و باتوجه به اینکه حجم نهایی برابر با 60 لیتر است می‌توانیم m_1 و m_2 را به دست بیاوریم.

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_2 &= 0 \Rightarrow m_1 c (\theta_e - \theta_1) + m_2 c (\theta_e - \theta_2) = 0 \\ &\Rightarrow m_1 (40 - 50) = -m_2 (40 - 20) \\ &\Rightarrow 10m_1 = 20m_2 \Rightarrow 2m_2 - m_1 = 0 \quad \text{(I)} \end{aligned}$$

از طرفی چگالی آب برابر است با 1 kg/lit بنابراین:

$$m_1 + m_2 = \rho V_1 + \rho V_2 = \rho (V_1 + V_2) = 1 \times 60 = 60\text{ kg} \quad \text{(II)}$$

باتوجه به قسمت (I) و (II) داریم:

$$\begin{cases} m_1 + m_2 = 60\text{ kg} \\ 2m_2 - m_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow m_1 = 40\text{ kg}, m_2 = 20\text{ kg}$$

گام اول

الف) استوانه‌ای به حجم ۱۰۰ لیتر حاوی گاز کاملی با دمای ۲۷ درجه سلسیوس و فشار ۱۵ جو ← $V_1 = 100 \text{ lit}$, $P_1 = 15 \text{ atm}$, $T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$
 ب) حجم همان گاز را به ۸۰ لیتر و دمای آن را نیز به ۴۷ درجه سلسیوس برسانیم، فشار گاز در این حالت چند جو است؟ ← $V_2 = 80 \text{ lit}$, $T_2 = 47 + 273 = 320 \text{ K}$, $P_2 = ?$

گام دوم

در این فرایند تعداد مول‌های گاز کامل درون استوانه ثابت باقی می‌ماند و می‌توانیم از قانون گازهای کامل استفاده کنیم.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{15 \times 100}{300} = \frac{P_2 \times 80}{320} \Rightarrow P_2 = 20 \text{ atm}$$

دمای گاز الزاماً باید برحسب کلون باشد؛ لذا:

$$\begin{cases} T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K} \\ T_2 = 627 + 273 = 900 \text{ K} \end{cases}$$

و طبق داده‌های مسئله $V_2 = \frac{1}{2} V_1$ از معادله قانون گازها داریم:

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

گام اول

الف) در مدت ۱۰ دقیقه، ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس را به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل می‌کند. ← $m = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$, $\theta_1 = 0^\circ \text{C}$, $t_1 = 10 \text{ min}$
 ب) در مدت چند دقیقه این ۱۰۰ گرم آب صفر درجه را به بخار آب ۱۰۰ درجه سلسیوس تبدیل می‌کند؟ ← $\theta_2 = 100^\circ \text{C}$, $t_2 = ?$

گام دوم

توان گرمکن ثابت است و می‌توانیم آن را باتوجه به گرمایی که به ۱۰۰ گرم یخ داده می‌شود تا تغییر فاز دهد محاسبه کرد و با به دست آوردن توان و مقدار گرمایی که لازم است آب صفر درجه به بخار آب ۱۰۰ درجه تبدیل شود، می‌توانیم مدت زمانی را که این فرآیند به طول می‌کشد محاسبه کنیم.

$$P_1 = \frac{Q_1}{t_1} \xrightarrow{Q_1 = m L_f} P_1 = \frac{m L_f}{t_1} \xrightarrow{L_f = 334 \text{ kJ/kg}} P = \frac{0.1 \times 334}{10} = 3.34 \text{ kW}$$

$$Q = mc\Delta\theta + mL_V \xrightarrow{\substack{L_V = 2256 \text{ kJ/kg} \\ c = 4.2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}}} Q = 0.1 \times 4.2 \times 100 + 0.1 \times 2256 = 267.6 \text{ kJ}$$

$$P = \frac{Q}{t} \xrightarrow{\substack{P = 3.34 \text{ kW} \\ Q = 267.6 \text{ kJ}}} 3.34 = \frac{267.6}{t} \Rightarrow t = 80 \text{ min}$$

گام اول

الف) اگر در حجم ثابت ← $V_1 = V_2$

ب) دمای مقدار معینی گاز کامل را از 27°C به 87°C برسانیم. ← $T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$, $T_2 = 87 + 273 = 360 \text{ K}$

ج) فشار گاز چند درصد افزایش می‌یابد؟ ← $\frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 = \left(\frac{P_2}{P_1} - 1\right) \times 100 = ?$

گام دوم

کافی است نسبت $\frac{P_2}{P_1}$ را به دست بیاوریم. باتوجه به اینکه جرم و حجم ثابت مانده است، داریم:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{300} = \frac{P_2}{360} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{360}{300}$$

بنابراین درصد تغییرات فشار برابر است با:

$$\frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 = \left(\frac{P_2}{P_1} - 1\right) \times 100 = \left(\frac{360}{300} - 1\right) \times 100 = 20\%$$

گام اول

الف) طول یک میله آهنی در دمای صفر درجه سلسیوس، یک میلی‌متر بیشتر از طول یک میله مسی در همین دما است ←
 $L_{Cu} = L_{Fe} - 10^{-3}$
 ب) اگر دمای میله‌ها را به ۱۰۰ درجه سلسیوس برسانیم، طول میله مسی ۰/۵ میلی‌متر بیشتر از طول میله آهنی خواهد شد ←
 $L_{Cu} = L_{Fe} + 0.5 \times 10^{-3}$

گام دوم

با استفاده از رابطه $\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta$ ، طول اولیه میله آهنی را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta L_{Cu} = L_{Cu} \alpha_{Cu} \Delta \theta = L_{Cu} \times 1/\lambda \times 10^{-5} \times 100 = 1/\lambda \times 10^{-3} L_{Cu} \quad (I)$$

$$\Delta L_{Fe} = L_{Fe} \alpha_{Fe} \Delta \theta = L_{Fe} \times 1/\nu \times 10^{-5} \times 100 = 1/\nu \times 10^{-3} L_{Fe} \quad (II)$$

$$L_{Cu} - L_{Cu} = L_{Fe} + 0.5 \times 10^{-3} - L_{Fe} + 10^{-3}$$

$$\xrightarrow{(I)} 1/\lambda \times 10^{-3} L_{Cu} = \Delta L_{Fe} + 1/\nu \times 10^{-3}$$

$$\xrightarrow{(II)} 1/\lambda \times 10^{-3} (L_{Cu} - 10^{-3}) = 1/\nu \times 10^{-3} L_{Fe} + 1/\nu \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow 0.6 L_{Cu} - 0.6 \times 10^{-3} = 0.4 L_{Fe} + 0.5$$

$$\Rightarrow 0.2 L_{Cu} = 0.6 \times 10^{-3} + 0.5 \Rightarrow L_{Cu} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

گزینه ۲

گام اول

الف: چند گرم بخار آب ۱۰۰ درجه سلسیوس ← $m_1 = ?$, $\theta_1 = 100^\circ C$
 ب) ۵۹۰ گرم آب ۱۰ درجه سلسیوس ← $m_2 = 590 \text{ g}$, $\theta_2 = 10^\circ C$
 ج) دمای تعادل به ۵۰ درجه سلسیوس برسد. ← $\theta_e = \theta'_1 = \theta'_2 = 50^\circ C$

گام دوم

مطابق فرآیند زیر داریم.

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

با استفاده از رابطه تعادل گرمایی می‌توان جرم اولیه بخار آب را محاسبه کرد؛ بنابراین:

$$\left(\begin{array}{l} c = 4.2 \text{ J/g}^\circ C \\ L_V = 2268 \text{ J/g} \end{array} \right)$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$\Rightarrow -m_1 L_V + m_1 c (\theta_e - \theta_1) + m_2 c (\theta_e - \theta_2) = 0 \Rightarrow 2478 m_1 = 99120 \Rightarrow m_1 = 40 \text{ g}$$

گزینه ۲

باتوجه به اینکه مقدار ماده ثابت است، داریم:

$$n_0 = n_1 + n_2$$

سپس با استفاده از قانون گازهای کامل ($PV = nRT$) خواهیم داشت:

$$\frac{P_0 V_0}{RT_0} = \frac{P_1 V_1}{RT_1} + \frac{P_2 V_2}{RT_2} \Rightarrow \frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

از آنجا که دما همیشه ثابت است ($T_0 = T_1 = T_2$) داریم:

$$P_0 V_0 = P_1 V_1 + P_2 V_2 \Rightarrow 4 \times 6 = 2 \times 6 + 1 V_2$$

$$V_2 = 12 \text{ lit}$$

گام اول

الف) دمای قرص فلزی را ۲۵۰ درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم $\leftarrow \Delta T = ۲۵۰\text{K}$ $\xrightarrow{\Delta\theta=\Delta T}$ $\Delta\theta = ۲۵۰^\circ\text{C}$

ب) مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد $\leftarrow \Delta A = \frac{1}{100}A_1$

ج) ضریب انبساط خطی فلز در SI کدام است؟ $\leftarrow \alpha = ?$

گام دوم

کافی است از رابطه انبساط سطحی استفاده کنیم.

$$\Delta A = A_1(\alpha\Delta T) \Rightarrow 10^{-2}A_1 = A_1(\alpha) \times ۲۵۰$$

$$\Rightarrow \alpha = ۲ \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$$

به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم.

گزینه ۱) برای لباس‌های آتش‌نشانی پوشش براق مناسب‌تر است. سطح براق سبب می‌شود گرما بازتابش کرده و مقدار جذب آن کم شود.

گزینه ۲) هنگامی که در یخچال را باز می‌کنید هوای سرد از پایین آن بیرون می‌رود زیرا مولکول‌های هوای سرد نسبت به مولکول‌های هوای گرم چگال‌تر است. و پایین‌تر از هوای گرم قرار می‌گیرند.

گزینه ۳) رنگ تیره نسبت به رنگ روشن جذب گرمای بیشتری دارد؛ بنابراین در مناطق گرم رنگ روشن برای نمای بیرون ساختمان‌ها مناسب‌تر است.

گزینه ۴) فلز نسبت به چوب ضریب رسانش گرمایی بالاتری دارد؛ بنابراین انتقال گرما از دست ما به فلز سریع‌تر از چوب است و فلز به نظر سردتر می‌رسد.

بنابراین گزینه "۱" صحیح است.

گام اول

الف) یک گلوله سربی به جرم ۲۰ گرم $\leftarrow m = ۲۰\text{g} = ۰/۰۲\text{kg}$

ب) با سرعت ۴۰۰m/s $\leftarrow v_0 = ۴۰۰\text{m/s}$

ج) درون آن متوقف می‌شود $\leftarrow v_1 = ۰\text{m/s}$

د) اگر ۵۰ درصد انرژی جنبشی اولیه گلوله صرف گرم کردن خودش شود $\leftarrow Q = +\frac{1}{2}K$

و) گرمای ویژه سرب ۱۲۵J/kg.K باشد $\leftarrow c = ۱۲۵\text{J/kg.K}$

ه) دمای گلوله چند کلوین افزایش می‌یابد؟ $\leftarrow \Delta T = ?$

گام دوم

باتوجه به $Q = \frac{1}{2}K$ کافی است روابط K و Q را در آن جایگذاری کنیم تا $\Delta\theta$ به دست بیاید.

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{2}K \\ K = \frac{1}{2}mv_0^2 \end{cases} \Rightarrow mc\Delta\theta = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mv_0^2\right)$$

$$\Rightarrow ۱۲۵ \times \Delta\theta = \frac{1}{4} \times ۱۶۰۰۰۰$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{+۴۰۰۰۰}{۱۲۵} = ۳۲۰^\circ\text{C} \xrightarrow{\Delta\theta=\Delta T} \Delta T = ۳۲۰\text{K}$$

گام اول

الف) حداقل چند گرم یخ -20°C را داخل 200 گرم آب صفر درجه سلسیوس بیندازیم؟ $\theta_{\text{یخ}} = -20^{\circ}\text{C}$, $\theta_{\text{آب}} = 0^{\circ}\text{C}$, $m_{\text{آب}} = 200\text{g}$, $m_{\text{یخ}} = ?$, $\theta_{\text{یخ}} = -20^{\circ}\text{C}$ ←
 ب) تا تمام آب یخ ببندد؟ $\theta_{\text{یخ}} = \theta_{\text{یخ}} = \theta_{\text{آب}} = 0$ ←

گام دوم

منظور از حداقل مقدار یخ، مقدار یخ -20 سانتی‌گرادی است که 200 گرم آب صفر درجه را به یخ صفر درجه تبدیل می‌کند.

آب صفر درجه $\xleftarrow{Q_2}$ یخ صفر درجه $\xrightarrow{Q_1}$ یخ -20 درجه

کافی است رابطه تعادل گرمایی را برای آب و یخ بنویسیم

$$\left(\begin{array}{l} c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg.K} \\ L_F = 3/36 \times 10^5 \text{ J/kg} \end{array} \right)$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{یخ}} + Q_{\text{آب}} = 0 &\Rightarrow m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} (\theta_e - \theta_1) - m_{\text{آب}} L_F = 0 \\ \Rightarrow m_{\text{یخ}} \times 2100 \times (0 - (-20)) - 200 \times 3/36 \times 10^5 &= 0 \\ \Rightarrow m_{\text{یخ}} = \frac{67200}{42000} = 1/6 \text{ kg} &\Rightarrow m_{\text{یخ}} = 1600 \text{ g} \end{aligned}$$

چون آب گرما از دست می‌دهد علامت $Q_{\text{آب}}$ در روابط بالا، منفی شد.

گزینه ۳

۸۳

گام اول

الف) در دمای صفر درجه سلسیوس، مجموع طول میله‌های به هم چسبیده L_1 و L_2 با طول میله L_3 برابر است ←
 $L_3 = L_2 + L_1$
 ج) اگر در هر دمای بالاتر از صفر نیز این تساوی طول برقرار باشد. ←
 $\Delta L_1 + \Delta L_2 = \Delta L_3$

گام دوم

با استفاده از رابطه تساوی ذکر شده در صورت سؤال و جایگذاری رابطه انبساط طولی در آن، داریم:

$$\begin{cases} \Delta L_1 + \Delta L_2 = \Delta L_3 \\ \Delta \theta_1 = \Delta \theta_2 = \Delta \theta_3 \end{cases} \Rightarrow L_1 \alpha_1 \Delta \theta + L_2 \alpha_2 \Delta \theta = L_3 \alpha_3 \Delta \theta \Rightarrow \alpha_3 = \frac{L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2}{L_3}$$

گزینه ۱

۸۴

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \frac{0/06}{100} L_1 = L_1 \alpha \times 50 \Rightarrow \alpha = 1/2 \times 10^{-5}$$

گزینه ۳

۸۵

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{75}{300} = \frac{P_2}{330} \Rightarrow P_2 = 1/1 \times 75 = 75 + 0/1 \times 75$$

چون سطح جیوه در شاخه سمت چپ ثابت باقی مانده است بنابراین افزایش فشار گاز همان ارتفاع اضافه شده به شاخه سمت راست است.

$$\Delta h = 0/1 \times 75 = 7/5 \text{ cmHg}$$

گام اول

الف) گرمای ویژه آلومینیم بیش از ۲ برابر گرمای ویژه مس است. $\frac{c_{Al}}{c_{Cu}} > 2$

$$\begin{cases} m_{Al} = 1 \text{ kg} \\ m_{Cu} = 1 \text{ kg} \end{cases}, \begin{cases} \theta_{Al} = 20^\circ \text{C} \\ \theta_{Cu} = 20^\circ \text{C} \\ \theta_{\text{آب}} = 100^\circ \text{C} \end{cases} \leftarrow \text{ب) اگر } 1 \text{ kg آلومینیم } 20^\circ \text{C} \text{ و } 1 \text{ kg مس } 20^\circ \text{C} \text{ را با هم داخل مقداری آب } 100^\circ \text{C} \text{ بیندازیم.}$$

ج) پس از برقراری تعادل $\theta_e = \theta'_{Al} = \theta'_{Cu} = \theta'_{\text{آب}}$

گام دوم

گزینه "۱" و "۲": وقتی اجسام در تعادل گرمایی با یکدیگر باشند دمای آنها یکسان است. چون دماهای اولیه قطعه آلومینیم و مس با هم برابر بوده و سپس با آب به دمای تعادل رسیده‌اند؛ پس افزایش دمای آنها یکسان خواهد بود. بنابراین گزینه "۱" صحیح و گزینه "۲" نادرست است.

گزینه "۳": گرمای مبادله شده بین آب و مس و آلومینیم برابر است با $Q = mc\Delta\theta$ و از آنجا که گرمای ویژه مواد مختلف، متفاوت است بنابراین گرمایی که مس و آلومینیم می‌گیرند، یکسان نیست و گزینه "۳" نادرست است.

گزینه "۴":

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_{Al}}{Q_{Cu}} = \frac{m_{Al}c_{Al}\Delta\theta_{Al}}{m_{Cu}c_{Cu}\Delta\theta_{Cu}}$$

$$\Delta\theta_{Al} = \Delta\theta_{Cu} \quad \frac{c_{Al}}{c_{Cu}} > 2 \Rightarrow \frac{Q_{Al}}{Q_{Cu}} > 2$$

بنابراین گرمایی که مس می‌گیرد کمتر از گرمایی است که آلومینیم می‌گیرد و گزینه "۴" نادرست است.

گام اول

الف) دو کره فلزی هم جنس A و B $\rho_A = \rho_B, c_A = c_B$

ب) اولی توپر به شعاع 20 cm $R_A = 20 \text{ cm}$

ج) دیگری توخالی که شعاع خارجی آن 20 cm و شعاع حفره داخلی 10 cm $R_B = 20 \text{ cm}, r_B = 10 \text{ cm}$

د) گر به دو کره، به یک اندازه گرما بدهیم $Q_A = Q_B$

ه) تغییر حجم کره A برابر ΔV_A و تغییر حجم فلز به کاررفته در کره B برابر ΔV_B است، نسبت $\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}$ کدام است؟ $\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} < 1$

گام دوم

باتوجه به رابطه انبساط حجمی در کره توپر و کره توخالی و همچنین رابطه گرما خواهیم داشت:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta T_A = m_B c_B \Delta T_B \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{\Delta T_B}{\Delta T_A} \quad (*)$$

نسبت حجم واقعی دو کره را نوشته تا نسبت جرم‌ها و نهایتاً نسبت تغییرات دما به دست آید:

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{\frac{4}{3}\pi(R_B^3 - r_B^3)}{\frac{4}{3}\pi R_A^3} = \frac{(20)^3 - (10)^3}{(20)^3} = \frac{V}{\lambda}$$

$$m = \rho V \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{\rho_A V_A}{\rho_B V_B} = \frac{\lambda}{V} \quad * \rightarrow \frac{\Delta T_B}{\Delta T_A} = \frac{\lambda}{V}$$

اکنون نسبت تغییرات حجمی کره‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\Delta V = V \lambda \beta \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A \beta \Delta T_A}{V_B \beta \Delta T_B} = \frac{V_A}{V_B} \times \frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} = \frac{\lambda}{V} \times \frac{V}{\lambda} = 1$$

گرمایی که فلز از دست می‌دهد، برابر است با مقدار گرمای گرفته شده توسط آب و یخ؛ گرمای گرفته شده ابتدا یخ را ذوب و سپس مجموع جرم آب و جرم یخ ذوب شده را به دمای 5°C می‌رساند؛ بنابراین داریم:

$$\begin{cases} m_{\text{یخ}} L_f + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta = m_{\text{فلز}} c_{\text{فلز}} \Delta\theta \\ m_{\text{یخ}} = 400 \text{ g} = 0.4 \text{ kg}, m_{\text{فلز}} = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg} \\ c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ \text{C}, c_{\text{فلز}} = 840 \text{ J/kg}^\circ \text{C} \\ L_f = 336000 \text{ J/kg} \end{cases}$$

$$\Rightarrow m_{\text{یخ}} \times 336000 + 0.4 \times 4200 \times (5 - 0) = 0.2 \times 840 \times 100$$

$$\Rightarrow 400 m_{\text{یخ}} + 10 = 20 \Rightarrow m_{\text{یخ}} = 0.25 \text{ kg} = 250 \text{ g}$$

گام اول

(الف) یک کیلوگرم یخ و ۴ کیلوگرم آب در فشار یک جو در تعادل حرارتی قرار دارند. چون آب و یخ در تعادل گرمایی هستند، دمای مجموعه در ابتدا صفر است.

$$m_{\text{یخ}} = 1 \text{ kg}, m_{\text{آب}} = 4 \text{ kg}, \theta_1 = 0 \leftarrow$$

(ب) به این مجموعه ۵۴۶ کیلوژول گرما می‌دهیم. $Q = +546 \text{ kJ} \leftarrow$

(ج) بعد از رسیدن به تعادل، دمای آب به چند درجهٔ سلسیوس می‌رسد؟ $\theta_2 = ? \leftarrow$

گام دوم

گرما داده شده ابتدا یخ را ذوب می‌کند، پس گرمای مورد نیاز برای ذوب کامل یک کیلوگرم یخ صفر درجه را محاسبه می‌کنیم.

$$Q_f = m_{\text{یخ}} L_f \xrightarrow{L_f = 336 \text{ kJ/kg}} Q_f = 1 \times 336 = 336 \text{ kJ}$$

چون گرمای داده شده از این مقدار بیشتر است پس باقی‌ماندهٔ آن صرف گرم کردن ۵ (= ۱ + ۴) کیلوگرم آب صفر درجه خواهد شد.

$$Q = 546 - 336 = 210 \text{ kJ} = 210 \times 10^3 \text{ J}$$

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{m=1+4=5 \text{ kg}}, 210 \times 10^3 = 5 \times 4200 \times (\theta_2 - \theta_1) \Rightarrow \theta_2 = 10^\circ \text{C}$$

گزینه ۲

۹۰

گام اول

(الف) با آهنگ ۰/۱۸ لیتر بر دقیقه تبخیر می‌شود. \leftarrow در یک دقیقه ۰/۱۸ لیتر آب تبخیر می‌شود. ($t = 60 \text{ s}$, $V = 0/18 \text{ lit}$)

(ب) ضخامت کف قابلمه $L = 4/\lambda \text{ mm} \leftarrow 4/\lambda \text{ mm}$

(ج) قطر آن ۳۰ cm است. $R = \frac{D}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ cm} = 15 \times 10^{-2} \text{ m} \leftarrow$

(د) دمای ته ظرف در تماس با منبع گرما چند درجهٔ سلسیوس است؟ $\theta = ? \leftarrow$

گام دوم

منظور از جوشیدن آب، تغییر حالت آن از مایع به بخار است. مقدار گرمای لازم برای تبخیر ۰/۱۸ لیتر آب برابر است با:

$$\begin{cases} Q = mL_v \\ m = \rho V \end{cases} \Rightarrow Q = \rho V L_v \xrightarrow{\rho = 1 \text{ g/lit}, L_v = 2250 \text{ kJ/kg}} Q = 1 \times (0/18) \times 2250 = 405 \text{ kJ} = 405 \times 10^3 \text{ J}$$

حال کافی است از رابطهٔ رسانش گرمایی استفاده کنیم تا تغییرات دمای کف ظرف را به دست بیاوریم.

$$Q = \frac{kA\Delta\theta}{L} \xrightarrow{A = \pi R^2} Q = \frac{k\pi R^2 t \Delta\theta}{L} \xrightarrow{k_{\text{AL}} = 240 \text{ W/m.K}, \pi = 3} 405 \times 10^3 = \frac{240 \times 3 \times (15 \times 10^{-2})^2 \times 60 \times \Delta\theta}{4/\lambda \times 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{405 \times 4/\lambda}{240 \times 3 \times 225 \times 10^{-4} \times 60} = 2^\circ \text{C}$$

بنابراین اختلاف دمای دو طرف کف ظرف برابر است با 2°C دمای طرف داخلی آن که در تعادل با آب است برابر با 100°C است پس:

$$\Delta\theta = 2^\circ \text{C} \Rightarrow \theta_2 - \theta_1 = 2 \xrightarrow{\theta_1 = 100^\circ \text{C}} \theta_2 - 100 = 2 \Rightarrow \theta_2 = 102^\circ \text{C}$$

گزینه ۳

۹۱

$$\Delta T = \Delta\theta \Rightarrow \Delta T = 100 \text{ K}$$

$$\rho = \rho_0 (1 - \beta \Delta T) \Rightarrow \rho - \rho_0 = -\rho_0 \beta \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta\rho = -\frac{m}{V} \beta \Delta T = -\frac{44 \times 10^{-3}}{\frac{4}{3} \times 3 \times (10^{-2})^3} \times 3 \times 3 \times 10^{-5} \times 100$$

$$\Delta\rho = -99 \text{ kg/m}^3$$

بنابراین چگالی به اندازهٔ ۹۹ کیلوگرم بر مترمکعب کاهش می‌یابد.

گام اول

الف) مخزنی با حجم ثابت ۱۴ لیتر ← $V = 14 \text{ lit} = 14 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
 ب) محتوی مخلوطی از ۶ گرم گاز هیدروژن و ۱۲ گرم گاز نیتروژن ۲۷ درجه سلسیوس است ← $T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$
 ج) فشار مخلوط گازها چند اتمسفر است؟ ← $P = ?$

گام دوم

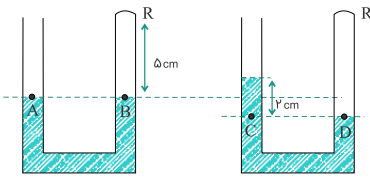
کافی است از رابطه $P V = n R T$ و $n = \frac{m}{M}$ استفاده کنیم تا فشار مخلوط گازها را به دست آوریم:

$$P V = n_{\text{H}_2} R T \Rightarrow P V = \left(\frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} + \frac{m_{\text{N}_2}}{M_{\text{N}_2}} \right) R T$$

$$\frac{M_{\text{H}_2} = 2 \text{ g/mol}, R = 8.314 \text{ J/(mol.K)}}{M_{\text{N}_2} = 28 \text{ g/mol}} \rightarrow P \times 14 \times 10^{-3} = \left(\frac{6}{2} + \frac{12}{28} \right) \times 8.314 \times 300$$

$$\Rightarrow P = \frac{6 \times 8.314 \times 300}{14 \times 10^{-3}} = 1.2 \times 10^6 \text{ Pa} = 12 \text{ atm}$$

گزینه ۱



$$P_A = P_B \xrightarrow{P_A = P_B} P_B = P_0 = \lambda \text{ cmHg} \quad (*)$$

$$P_C = P_D \Rightarrow P_0 + P_{\text{اختلاف ستون}} = P_D \xrightarrow{P_0 = \lambda \text{ cmHg}, P_{\text{اختلاف ستون}} = 2 \text{ cmHg}} \lambda + 2 = P_D$$

$$\Rightarrow P_D = \lambda \text{ cmHg} \quad (**)$$

باتوجه به نقاط هم سطح در این لوله ها داریم:

حالا باتوجه به اینکه گاز در لوله سمت راست محبوس مانده طبق رابطه زیر خواهیم داشت:

$$\frac{P_B V_B}{T_B} = \frac{P_D V_D}{T_D} \xrightarrow{(*), (**), V = Ah} \frac{\lambda \times A \times \omega}{312} = \frac{\lambda \times A \times \omega}{T_D}$$

$$\Rightarrow T_D = 312 \text{ K} \Rightarrow \Delta T = T_D - T_B = 312 - 312 = 0 \text{ K}$$

$$\Delta T = \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 0^\circ \text{C}$$

گزینه ۳

$$P = \frac{Q}{t} = K \frac{A \Delta \theta}{L}$$

$$P = \frac{6}{10} = \frac{2/\omega \times 2 \times 10}{\omega \times 10^{-3}} = 6000 \text{ W} = 6 \text{ kW}$$

گزینه ۳

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{10^6 V_1}{27 + 273} = \frac{2 \times 10^6 \times \lambda}{47 + 273} \Rightarrow V_1 = 15 \text{ Liter}$$

گام اول

(الف) دمای مقدار معینی گاز کامل ۲۷°C است. $\leftarrow T_1 = ۲۷ + ۲۷۳ = ۳۰۰\text{K}$
 (ب) دمای آن را در فشار ثابت، چند درجهٔ سلسیوس زیاد کنیم $\leftarrow \Delta T_2 - T_1 = ?$ ، $P_1 = P_2$
 (ج) تا افزایش حجم آن $\frac{1}{3}$ حجم اولیه‌اش باشد $\leftarrow V_2 = V_1 + \frac{1}{3}V_1 = \frac{4}{3}V_1$

گام دوم

در فشار ثابت نسبت $\frac{V}{T}$ برای گازهای کامل ثابت است؛ بنابراین برای دو حالت گاز داریم:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{300} = \frac{\frac{4}{3}V_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 400\text{K}$$

بنابراین تغییرات دمایی برابر است با:

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 400 - 300 = 100\text{K} \xrightarrow{\Delta\theta = \Delta T} \Delta\theta = 100^{\circ}\text{C}$$

گزینه ۴

رابطهٔ $H = k \frac{A(T_H - T_L)}{L}$ را به صورت نسبتی می‌نویسیم:

$$\frac{H_{Cu}}{H_{Fe}} = \frac{K_{Cu}}{K_{Fe}} \times \frac{A_{Cu}}{A_{Fe}} \times \frac{L_{Fe}}{L_{Cu}} \times \frac{(T_H - T_L)_{Cu}}{(T_H - T_L)_{Fe}}$$

$$\frac{\frac{A_{Cu}}{A_{Fe}} = \left(\frac{D_{Cu}}{D_{Fe}}\right)^2}{\frac{H_{Cu}}{H_{Fe}}} = \frac{300}{100} \times \left(\frac{2}{1}\right)^2 \times \frac{1}{2} \times \frac{100}{100} \Rightarrow \frac{H_{Cu}}{H_{Fe}} = 10$$

گزینه ۲

گام اول

(الف) طول میله‌ای در دمای صفر درجهٔ سلسیوس برابر ۸۰۰cm است. $\leftarrow L_1 = ۸۰۰\text{cm} = ۸\text{m}$ ، $\theta_1 = 0^{\circ}\text{C}$
 (ب) اگر طول آن در دمای ۵۰ درجهٔ سلسیوس به ۸۰۱cm برسد. $\leftarrow L_2 = ۸۰۱\text{cm} = ۸/۰۱\text{m}$ ، $\theta_2 = ۵۰^{\circ}\text{C}$
 (ج) ضریب انبساط طولی آن در SI کدام است؟ $\leftarrow \alpha = ?$

گام دوم

از رابطهٔ انبساط طولی استفاده می‌کنیم.

$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta\theta) \Rightarrow ۸/۰۱ = ۸ (1 + \alpha \times (۵۰ - ۰)) \Rightarrow \alpha = ۲/۵ \times 10^{-۵} (1/^{\circ}\text{C})$$

گزینه ۱

گام اول

در دمای ثابت، حجم گاز کاملی ۶۰ درصد تغییر می‌کند، در نتیجه فشار آن $۱۵ \times 10^5 \text{Pa}$ افزایش می‌یابد \leftarrow باتوجه به اینکه فشار افزایش یافته، پس حجم کاهش می‌یابد و داریم:

$$V_2 = 0/4 V_1 , P_2 = P_1 + 15 \times 10^5$$

گام دوم

با استفاده از قانون گازهای کامل در دمای ثابت (قانون بویل - ماریوت)، فشار اولیهٔ گاز را محاسبه می‌کنیم:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_1 \times V_1 = (P_1 + 15 \times 10^5) \times 0/4 V_1$$

$$\Rightarrow P_1 = 0/4 P_1 + 6 \times 10^5 \Rightarrow 0/6 P_1 = 6 \times 10^5 \Rightarrow P_1 = 10^6 \text{Pa}$$

گام اول

الف) دو کره فلزی هم جنس A و B، اولی توپر و شعاع آن

$$r_A = 20 \text{ cm}, c_A = c_B, \rho_A = \rho_B \leftarrow 20 \text{ cm}$$

ب) دومی توخالی و شعاع خارجی آن 20 cm و شعاع حفره داخلی آن:

$$R_B = 20 \text{ cm}, r_B = 10 \text{ cm} \leftarrow 10 \text{ cm}$$

$$Q_A = Q_B, \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = ? \leftarrow \text{کدام است؟} \quad \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} \text{ نسبت } \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} \text{ یک اندازه گرما دهیم، نسبت}$$

گام دوم

با استفاده از روابط $Q = mc\Delta\theta$ و $\rho = \frac{m}{V}$ داریم:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B \Rightarrow \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{m_A}{m_B} \quad (I)$$

$$\text{از طرفی: } \rho_A = \rho_B \Rightarrow \frac{m_A}{V_A} = \frac{m_B}{V_B}$$

$$\Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{\frac{4}{3}\pi r_A^3}{\frac{4}{3}\pi R_B^3 - \frac{4}{3}\pi r_B^3}$$

$$\xrightarrow{(I)} \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{20^3}{20^3 - 10^3} = \frac{8000}{7000} = \frac{8}{7}$$

گزینه ۳

۱۰۱

گام اول

الف) در ظرفی 200 گرم یخ -5 درجه سلسیوس وجود دارد $\leftarrow \theta_{\text{یخ}} = -5^\circ\text{C}$ ، $m_{\text{یخ}} = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}$ ب) حداقل چند گرم آب 100 درجه سلسیوس در ظرف وارد کنیم؟ $\leftarrow m_{\text{آب}} = 100^\circ\text{C}$ ، $\theta_{\text{آب}} = 100^\circ\text{C}$ ج) تا یخی در ظرف باقی نماند؟ \leftarrow تمام یخ باید ذوب شود و دمای تعادل، صفر درجه سلسیوس خواهد بود.

گام دوم

باتوجه به اینکه دمای تعادل، صفر درجه است داریم:

$$\text{آب } 100^\circ\text{C} \xrightarrow{\Delta\theta_r = -100^\circ\text{C}} \text{آب صفر} \xrightarrow{\theta_r = 0} \text{یخ صفر} \xrightarrow{\Delta\theta_1 = 5^\circ\text{C}} \text{یخ } -5^\circ\text{C}$$

بنابراین:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta_1 + m_{\text{آب}} L_F + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_2 = 0$$

$$\frac{L_F = 336000 \text{ J/kg}}{c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg.K}, c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}} \Rightarrow 0.2 \times 2100 \times 5 + 0.2 \times 336000 + m_{\text{آب}} \times 4200 \times (-100) = 0$$

$$\Rightarrow 1 + 32 - 200 m_{\text{آب}} = 0 \Rightarrow m_{\text{آب}} = \frac{33}{200} \text{ kg} = 0.165 \text{ kg} = 165 \text{ g}$$

گزینه ۱

۱۰۲

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow 1 = \frac{\rho_A V_A}{\rho_B V_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{2 \times 1}{1 \times 1} \times 2 \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{1}{4}$$

گزینه ۳

۱۰۳

باتوجه به اینکه در صورت سؤال ذکر شده است که دمای آب چند درجه سلسیوس می شود؛ بنابراین یخ به طور کامل ذوب می شود.

پس کافی است مقدار گرمایی که یخ می خواهد تا ذوب شود را به دست آوریم و با گرمای آب مقایسه کنیم.

$$\begin{cases} Q_{\text{ذوب}} = m_{\text{یخ}} L_F = 0.1 \times 336000 = 33600 \text{ J} \\ Q_{\text{آب}} = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta = 0.4 \times 4200 \times 30 = 50400 \text{ J} \end{cases} \Rightarrow Q_{\text{آب}} > Q_{\text{یخ}}$$

پس دمای تعادل بیشتر از صفر خواهد بود:

$$\text{آب } 30^\circ\text{C} \xleftarrow{Q_r} \text{آب } \theta_e \xrightarrow{Q_r} \text{آب } 0 \xrightarrow{Q_i} \text{یخ } 0$$

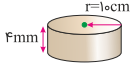
$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow 33600 + 0.1 \times 4200 \times \theta_e + 0.4 \times 4200 \times (\theta_e - 30) = 0$$

$$\Rightarrow 4200\theta_e + 1680\theta_e = 1680 \times 30 - 33600 \Rightarrow \theta_e = 8^\circ\text{C}$$

ابتدا با یک تناسب ساده متوجه می‌شویم که در هر دقیقه افزایش دمای مایع چقدر می‌شود:

$$\frac{۵۶ \text{ دقیقه}}{۱ \text{ دقیقه}} = \frac{۸۰^\circ\text{C}}{\Delta\theta} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{۸۰}{۵۶} = \frac{۱۰}{۷}$$

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow ۱۰۰ = ۰/۵ \times c \times \frac{۱۰}{۷} \Rightarrow c = ۱۴۰ \text{ J/kg.K}$$



$$\text{حجم قرص: } V_1 = A \cdot h = \pi r^2 \cdot h \Rightarrow V_1 = \pi (10)^2 \times ۴ \times 10^{-1} = ۱۲۰ \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = V_1 (\alpha \Delta T) = ۱۲۰ \times \pi \times ۵ \times 10^{-5} \times ۱۰۰ \Rightarrow \Delta V = ۱/۸ \text{ cm}^3$$

در ابتدا مخلوط آب و یخ در تعادل اند و دمای تعادل ۰°C است.

طبق صورت سؤال و نیز باتوجه به گزینه‌ها، نتیجه می‌شود در این فرآیند تمام یخ ذوب نشده است؛ لذا در نهایت دمای آب و یخ و گلوله که هر سه به تعادل رسیده‌اند همچنان صفر است. به این ترتیب دمای گلوله از ۸۰°C به ۰°C می‌رسد و گرمایی که گلوله از دست می‌دهد صرف ذوب مقداری از یخ می‌شود:

$$Q_{\text{ذوب}} = Q_{\text{یخ}} \Rightarrow m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta = m_{\text{یخ}} L_F$$

$$\Rightarrow ۰/۳ \times ۴۲۰ \times ۸۰ = m_{\text{یخ}} \times ۳۳۶۰۰۰ \Rightarrow m_{\text{یخ}} = ۰/۰۳ \text{ kg} = ۳۰ \text{ g}$$

گام اول: ابتدا حجم ثانویه گاز را در تغییر اول به دست می‌آوریم.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2 T_2}{V_1 T_1} = \frac{V_2}{273 + 47} = \frac{V_2}{273 + 47 + 40} \Rightarrow V_2 = 2/25 \text{ L}$$

گام دوم: برای تغییر دوم نیز رابطه بالا را می‌نویسیم:

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3} \Rightarrow 2 \times 10^5 \times V_2 = P_3 \times 0/8 V_2 \Rightarrow P_3 = 2/5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

توجه کنید: می‌توانستیم بدون محاسبه V_2 نیز بین حالت دوم و سوم رابطه را بنویسیم:

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3} \xrightarrow{T_2=T_3, P_2=P_3} 2 \times 10^5 V_2 = P_3 \times 0/8 V_2$$

$$\Rightarrow P_3 = 2/5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

گام اول

(الف) یک قطعه آلومینیم یک کیلوگرمی با دمای ۹۰°C درجه سلسیوس $m_{Al} = 1 \text{ kg}$ ، $\theta_1 = 90^\circ\text{C}$

(ب) یک قطعه مس ۲ کیلوگرمی با دمای ۹۵°C درجه سلسیوس $m_{Cu} = 2 \text{ kg}$ ، $\theta_2 = 95^\circ\text{C}$

(ج) هر ۲ قطعه را در یک محیط قرار می‌دهیم تا به تعادل حرارتی برسند. $\theta'_1 = \theta'_2 = \theta_e$

(د) مقدار گرمایی که آلومینیم در این فرآیند از دست داده چندبرابر مقدار گرمایی است که مس از دست داده است؟ $\frac{Q_{Al}}{Q_{Cu}} = ?$

گام دوم

کافی است رابطه $Q = mc\Delta\theta$ را برای هر قطعه نوشته و برهم تقسیم کنیم؛ بنابراین:

$$Q_{Al} = m_{Al} c_{Al} \Delta\theta_{Al} \xrightarrow{c_{Al}=900 \text{ J/kg}^\circ\text{C}} Q_{Al} = 1 \times 900 \times (\theta_e - 90)$$

$$Q_{Cu} = m_{Cu} c_{Cu} \Delta\theta_{Cu} \xrightarrow{c_{Cu}=400 \text{ J/kg}^\circ\text{C}} Q_{Cu} = 2 \times 400 \times (\theta_e - 95)$$

حالا مقدار $\frac{Q_{Al}}{Q_{Cu}}$ را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{Q_{Al}}{Q_{Cu}} = \frac{1 \times 900 \times (\theta_e - 90)}{2 \times 400 \times (\theta_e - 95)}$$

از آنجا که دمای تعادل نهایی آلومینیم و مس (که همان دمای محیط است) مشخص نیست، نمی‌توان میزان گرمای از دست داده دو جسم را بررسی کرد بنابراین مقدار $\frac{Q_{Al}}{Q_{Cu}}$ به دمای محیط بستگی دارد.

گام اول

الف) ضریب انبساط طولی میله‌ای $\alpha = 2 \times 10^{-5} \text{K}^{-1} \leftarrow 2 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$
 ب) اگر دمای این میله 50°C افزایش یابد. $\Delta\theta = \Delta T \xrightarrow{\Delta\theta = \Delta T} \Delta T = 50\text{K}$
 ج) طول آن چند درصد افزایش پیدا می‌کند. $\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = ?$

گام دوم

ابتدا از رابطه انبساط طولی ΔL را به دست می‌آوریم و سپس نسبت $\frac{\Delta L}{L_1} \times 100$ را محاسبه می‌کنیم.

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T = L_1 \times 2 \times 10^{-5} \times 50 = 10^{-3} L_1$$

$$\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \frac{10^{-3} L_1}{L_1} \times 100 = 0.1\%$$

گزینه ۴

گام اول

الف) 800g گرم یخ صفر درجه سلسیوس $\theta_1 = 0^\circ\text{C}$, $m_1 = 800\text{g}$
 ب) 800g گرم آب 60°C درجه سلسیوس $\theta_2 = 60^\circ\text{C}$, $m_2 = 800\text{g}$

گام دوم

ابتدا باید محاسبه کنیم که مقدار گرمایی که آب 60°C از دست می‌دهد تا به دمای 0°C برسد، باعث ذوب شدن چه مقدار یخ 0°C می‌شود؛ بنابراین:

$$|Q_{\text{آب}}| = |Q_{\text{یخ}}| \Rightarrow |m_2 c_2 \Delta\theta_2| = |m_1 L_f|$$

$$\Rightarrow |0.8 \times 4200 \times (60 - 0)| = |m \times 336000| \Rightarrow m = 0.6\text{kg} = 600\text{g}$$

بنابراین 600g از 800g یخ ذوب می‌شود و در مجموع 1400g آب صفر درجه داریم.

$$\text{کل آب} = 800 + 600 = 1400\text{g} = 1.4\text{kg}$$

گزینه ۲

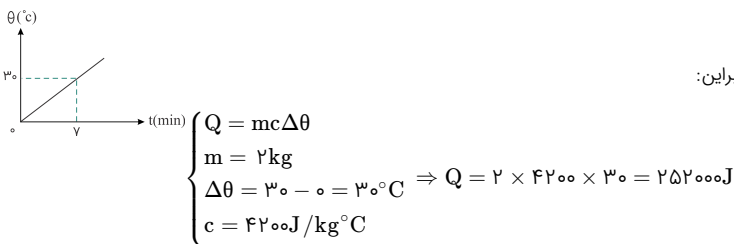
گام اول

الف) یک گرمکن درون ظرفی که محتوی 2kg آب است قرار دارد. $m = 2\text{kg}$

ج) توان گرمکن چند وات است؟ $P = \frac{Q}{t} = ?$

گام دوم

کافی است مقدار گرمایی را که آب در مدت 7 دقیقه گرفته است محاسبه کنیم و با استفاده از رابطه $P = \frac{Q}{t}$ توان گرمکن را محاسبه کنیم.



باتوجه به نمودار مشخص است که در مدت زمان 7 دقیقه دمای آب 30°C افزایش پیدا می‌کند بنابراین:

توان گرمکن برابر است با:

$$\begin{cases} P = \frac{Q}{t} \\ Q = 252000 \\ t = 7\text{min} = 7 \times 60\text{s} = 420\text{s} \end{cases} \Rightarrow P = \frac{252000}{420} = 600\text{W}$$

$$\frac{\lambda}{100} = \beta \Delta\theta \times 100$$

$$\beta = \gamma \alpha = \frac{1}{3} \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$\frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \gamma \alpha \Delta\theta \times 100$$

$$= 2 \times \frac{1}{3} \times 10^{-5} \times 60 \times 100 = 4 \times 10^{-2} = 0.04$$

گام اول

الف) ۲ لیتر گاز کامل با فشار یک اتمسفر و دمای ۲۷ درجه سلسیوس $V_1 = 2 \text{ lit}$, $P_1 = 1 \text{ atm}$, $T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$ ←

ب) حجم گاز را به ۴ لیتر می‌رسانیم. $V_2 = 4 \text{ lit}$ ←

ج) اگر در این عمل دمای گاز ۱۲ درجه سلسیوس کاهش یافته باشد. $\Delta\theta = 12^\circ \text{C} \xrightarrow{\Delta\theta = \Delta T} \Delta T = 12 \text{ K}$ ←

د) فشار آن به چند اتمسفر رسیده است؟ $P_2 = ?$ ←

گام دوم

تغییرات دما برابر ۱۲ سانتی‌گراد بوده است؛ بنابراین دمای نهایی برابر است با:

$$\Delta T = 12 \text{ K} \Rightarrow 12 = 300 - T_2 \Rightarrow T_2 = 288 \text{ K}$$

باتوجه به اینکه تعداد مول‌های گاز کامل ثابت باقی می‌ماند می‌توانیم با استفاده از قانون گازهای کامل فشار نهایی را به دست آوریم.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 2}{300} = \frac{P_2 \times 4}{288} \Rightarrow P_2 = \frac{144}{300} = 0.48 \text{ atm}$$

گام اول

الف) گاز کاملی به حجم ۱/۵ لیتر در فشار یک اتمسفر و دمای ۲۷°C قرار دارد $V_1 = 1/5 \text{ lit}$, $P_1 = 1 \text{ atm}$, $T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$ ←

ب) اگر فشار گاز را به ۱/۵ اتمسفر برسانیم و دمای گاز نیز ۵۰ کلوین افزایش یابد، حجم گاز چند لیتر کاهش می‌یابد؟ $P_2 = 1/5 \text{ atm}$, $T_2 = 50 + T_1 = 350$, $V_1 - V_2 = ?$ ←

گام دوم

کافی است از قانون گازهای کامل استفاده کنیم.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times 1/5}{300} = \frac{1/5 \times V_2}{350} \Rightarrow V_2 = \frac{7}{6} \text{ lit}$$

$$V_1 - V_2 = 1/5 - \frac{7}{6} = \frac{3}{5} - \frac{7}{6} = \frac{1}{30} \text{ lit}$$

گام اول

الف) چند گرم یخ صفر درجه $m_1 = ?$, $\theta_1 = 0^\circ \text{C}$ ←

ب) ۶ کیلوگرم آب ۴۰ درجه سلسیوس $m_2 = 6 \text{ kg}$, $\theta_2 = 40^\circ \text{C}$ ←

ج) در نهایت آب با دمای ۱۰ درجه سلسیوس حاصل شود. $\theta_e = 10^\circ \text{C}$ ←

گام دوم

برای درک راحت‌تر مسئله تغییر حالت و تغییر دمای یخ و آب را به صورت شماتیک زیر نمایش می‌دهیم.

$$\text{آب } 40^\circ \text{C} \xleftarrow{m_2 c \Delta\theta_2} \text{تعداد و ایجاد آب } 10^\circ \text{C} \xrightarrow{m_1 c \Delta\theta_1} \text{آب } 0^\circ \xrightarrow{m_1 L_f} \text{یخ } 0^\circ \text{C}$$

اگر تغییرات دمایی تبدیل یخ به آب Q_1 را با Q_2 و تبدیل آب 40°C به آب 10° را با Q_3 نشان دهیم با نوشتن رابطه تعادل گرمایی m_1 به راحتی به دست می‌آید؛ بنابراین:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_1 L_f + m_1 c \Delta\theta_1 + m_2 c \Delta\theta_2 = 0$$

$$\frac{L_f = 336 \text{ J/g}}{c = 4200 \text{ J/kg}} \rightarrow m_1 336000 + m_1 4200(10 - 0) + 6 \times 4200(10 - 40) = 0$$

$$\Rightarrow m_1 = 2 \text{ kg} \times 1000 = 2000 \text{ g}$$

گام اول

(الف) پس از اینکه $40/2 \text{ kJ}$ گرما از 180 گرم آب صفر درجه گرفته شود $\leftarrow Q = 40/2 \text{ kJ}$, $m = 180 \text{ g}$, $\theta = 0^\circ \text{C}$
 (ب) چند گرم آب یخ نذده باقی می ماند؟ \leftarrow $180 - m$ یخ نذده

گام دوم

m_1 گرم یخ صفر درجه $\xrightarrow{Q=40/2 \text{ kJ}}$ 180 گرم آب صفر درجه

ابتدا باید ببینیم که با $40/2 \text{ kJ}$ انرژی چه مقدار آب صفر درجه را می توان به یخ صفر درجه تبدیل کرد و سپس آن را از مقدار اولیه آب داخل ظرف کم کنیم تا آب باقی مانده به دست آید؛ بنابراین کافی است از رابطه $Q = -mL_f$ استفاده کنیم:

$$Q = -mL_f \xrightarrow{L_f=335 \text{ kJ/kg}} -40/2 = -m \times 335 \Rightarrow m = \frac{40/2}{335} = 0/12 \text{ kg} = 120 \text{ g}$$

پس می توانیم 120 گرم یخ صفر درجه داشته باشیم.

$$\begin{cases} m_{\text{آب}} = 180 - m_{\text{یخ نذده}} \\ m_{\text{یخ نذده}} = 120 \text{ g} \end{cases} \Rightarrow m_{\text{آب}} = 180 - 120 = 60 \text{ g}$$

60 گرم آب یخ نذده باقی می ماند.

گزینه ۱

گام اول

(الف) گرمای Q ، دمای 3 گرم از ماده A را 5 درجه سلسیوس و دمای 2 گرم از ماده B را 3 درجه سلسیوس بالا می برد.

$$\Rightarrow \begin{cases} Q_A = Q, m_A = 3 \text{ g} = 3 \times 10^{-3} \text{ kg}, \Delta\theta_A = 5^\circ \text{C} \\ Q_B = Q, m_B = 2 \text{ g} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg}, \Delta\theta_B = 3^\circ \text{C} \end{cases}$$

(ب) گرمای ویژه ماده A چند برابر گرمای ویژه ماده B است؟ $\leftarrow \frac{c_A}{c_B} = ?$

گام دوم

با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ داریم:

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

$$\Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{2}{3} \times \frac{3}{5} = \frac{2}{5} = 0/4$$

گزینه ۳

گام اول

(الف) دو کره فلزی هم جنس در نظر بگیرید که شعاع های مساوی دارند. $\leftarrow \alpha_1 = \alpha_2$, $L_1 = L_2$, $c_1 = c_2$

(ب) درون یکی از آن ها حفره ای خالی وجود دارد. $\leftarrow m_1 > m_2$

(ج) اگر به دو کره انرژی گرمایی مساوی بدهیم، شعاع آن ها در مقایسه با هم چگونه تغییر می کند؟ $\leftarrow \frac{\Delta L_1}{\Delta L_2} = ?$, $Q_1 = Q_2$

گام دوم

کره توپر را جسم (۱) و کره توخالی را جسم (۲) در نظر می گیریم. باتوجه به اینکه به دو کره هم جنس و هم شعاع گرمای یکسانی داده شده، برای مقایسه افزایش شعاع دو کره از رابطه انبساط طولی استفاده می کنیم.

$$\Delta L = \alpha L \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta L_1}{\Delta L_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2} = \frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2}$$

پس کافی است نسبت $\frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2}$ را به دست بیاوریم.

برای به دست آوردن $\frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2}$ باید از نسبت $\frac{Q_1}{Q_2}$ استفاده کنیم.

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{m_1 c_1 \Delta\theta_1}{m_2 c_2 \Delta\theta_2} \Rightarrow 1 = \frac{m_1 \Delta\theta_1}{m_2 \Delta\theta_2} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}$$

چون $m_1 > m_2$ بنابراین $\Delta\theta_2 > \Delta\theta_1$. حال رابطه $\frac{\Delta L_1}{\Delta L_2}$ قابل محاسبه خواهد بود؛ بنابراین برای کره ای که حفره دارد افزایش شعاع بیشتر است.

$$\frac{\Delta L_1}{\Delta L_2} = \frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2} \Rightarrow \Delta L_1 < \Delta L_2$$

گام اول

(الف) چند لیتر آب ۸۰ درجه سلسیوس ← $\theta_1 = 80^\circ\text{C}$, $V_1 = ?$
 (ب) ۴۰ لیتر آب ۱۰ درجه سلسیوس ← $\theta_2 = 10^\circ\text{C}$, $V_2 = 40 \text{ lit}$
 (ج) دمای تعادل تقریبی ۴۰ درجه سلسیوس ← $\theta_e = \theta'_1 = \theta'_2 = 40^\circ\text{C}$

گام دوم

با استفاده از رابطه $m = \rho V$ و پایستگی انرژی بین آب ۱۰ درجه‌ای و ۸۰ درجه سلسیوس می‌توانیم V_1 را به دست بیاوریم.

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c (\theta_e - \theta_1) + m_2 c (\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$\xrightarrow{m=\rho V} \rho V_1 \times (40 - 80) + \rho V_2 \times (40 - 10) = 0$$

$$\Rightarrow V_1 \times -40 = -40 \times 30 \Rightarrow V_1 = 30 \text{ lit}$$

گزینه ۳

۱۲۰

گام اول

(الف) در دمای صفر درجه سلسیوس حجم ظرف شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. ← $V_1 = 1 \text{ lit} = 10^3 \text{ cm}^3$, $\theta_1 = 0^\circ\text{C}$
 (ب) وقتی دمای مجموعه را به ۸۰ درجه سلسیوس می‌رسانیم. ← $\theta_2 = 80^\circ\text{C}$
 (ج) 12 cm^3 جیوه از ظرف خارج می‌شود. ← شیشه $\Delta V = 12 \text{ cm}^3$
 (د) اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $1/\lambda \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ باشد. ← $\beta = 1/\lambda \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
 (و) ضریب انبساط خطی شیشه در SI چقدر است؟ ← $\alpha = ?$

گام دوم

دمای اولیه و همچنین دمای نهایی ظرف و جیوه باهم برابر هستند. ولی افزایش حجم ظرف و جیوه درون آن یکسان نیست و ظرف شیشه‌ای کمتر منبسط شده است به همین دلیل جیوه از ظرف بیرون ریخته است؛ و اختلاف انبساط حجم جیوه و ظرف برابر حجم مایع خارج شده از ظرف است که برابر است با:

$$\Delta V_{\text{ظرف}} - \Delta V_{\text{جیوه}} = 12 \text{ cm}^3$$

پس کافی است ΔV ظرف و جیوه ΔV را به دست بیاوریم.

$$\Delta V_{\text{جیوه}} = \beta V_1 \Delta \theta = 1/\lambda \times 10^{-5} \times 1000 \times (80 - 0) = 14/4 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = 3\alpha V_1 \Delta \theta = 3\alpha \times 1000 \times (80 - 0) = 24 \times 10^4 \alpha \text{ cm}^3$$

مقادیر به دست آمده را جایگذاری می‌کنیم.

$$12 \text{ cm}^3 = \Delta V_{\text{جیوه}} - \Delta V_{\text{ظرف}} \Rightarrow 12 = 14/4 - 24 \times 10^4 \alpha \Rightarrow \alpha = 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

گزینه ۳

۱۲۱

ابتدا باید دمای تعادل را به دست آوریم. آب 40°C برای اینکه به آب 0°C تبدیل شود، مقدار گرمای $Q_W = m_W c_W \Delta \theta$ را از دست می‌دهد؛ بنابراین با مقایسه مقدار گرمای 294 kJ که در صورت سؤال ذکر شده با Q_W می‌توان فهمید دمای تعادل در کدام حالت است:

$$\begin{cases} Q_W = m_W c_W \Delta \theta \\ m_W = 2 \text{ kg} \\ c_W = 4200 \text{ J/kg} \cdot \text{K} \\ \Delta \theta = 0 - 40 = -40^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\Rightarrow Q_W = 2 \times 4200 \times -40 = -336000 \text{ J} = -336 \text{ kJ} \Rightarrow |Q_W| = 336 \text{ kJ} > 294 \text{ kJ}$$

بنابراین آب 40°C ، 294 kJ گرما از دست می‌دهد و به آب با دمای θ می‌رسد. داریم:

$$\text{آب } 40^\circ\text{C} \xrightarrow{Q=294 \text{ kJ}} \theta \text{ آب } \xrightarrow{Q'_i} \text{آب صفر } \xrightarrow{Q''_i} \text{یخ صفر } \xrightarrow{Q_i} \text{یخ } 0^\circ\text{C}$$

$$Q = m_W c_W \Delta \theta = 294000$$

$$\Rightarrow 2 \times 4200 \times (\theta - 40) = -294000 \text{ (گرما از دست داده)}$$

$$\Rightarrow \theta - 40 = -35 \Rightarrow \theta = 5^\circ\text{C}$$

$$Q_i + Q'_i + Q''_i = Q \Rightarrow m_i c_i \Delta \theta + m_i L_f + m_i c_W \Delta \theta = 294000 \xrightarrow{c_i=2100 \text{ J/kg}\cdot\text{K}, L_f=336000 \text{ J/kg}}$$

$$[m_i \times 2100 \times (0 - (-5))] + (m_i \times 336000) + [m_i \times 4200 \times (5 - 0)] = 294000$$

$$\Rightarrow (m_i \times 21 \times 5) + (m_i \times 3360) + (m_i \times 42 \times 5) = 2940$$

$$\Rightarrow m_i = 0/8 \text{ kg} = 800 \text{ g}$$

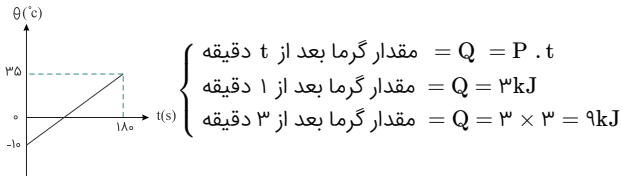
گام اول

الف) در هر دقیقه ۳kJ گرما به جسم داده می‌شود. $\leftarrow 3\text{kJ} = \text{در مدت یک دقیقه } Q = P \cdot t = \frac{Q}{t} = 3\text{kJ/min}$ آهنگ زمانی انتقال گرما به جسم
 ب) جرم این جسم چند گرم است؟ $\leftarrow m = ?\text{g}$

گام دوم

نمودار تغییرات دمایی را در مدت زمان ۱۸۰ ثانیه به ما داده است؛ بنابراین باید بسنجیم که در این مدت چه مقدار گرما به جسم داده شده است و سپس با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ ، جرم جسم را به دست بیاوریم.

مقدار گرمای داده‌شده به جسم بعد از ۱۸۰ ثانیه برابر است با:



درنهایت جرم برابر است با:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = mc\Delta\theta \\ Q = 9\text{kJ} = 9 \times 10^3 \text{J} \\ c = 500 \text{J/kg}^\circ\text{C} \\ \Delta\theta = 35^\circ\text{C} - (-10) = 45^\circ\text{C} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow 9 \times 10^3 = m \times 500 \times 45 \Rightarrow m = 0.4 \text{kg} = 400\text{g}$$

گام اول

الف) میله فلزی به طول ۲۵ سانتی‌متر $\leftarrow L = 25 \text{cm} = 0.25 \text{m}$

ب) سطح مقطع 7cm^2 است $\leftarrow A = 7 \text{cm}^2 = 7 \times 10^{-4} \text{m}^2$

ج) یک‌طرف آن را در ظرف محتوی یخ و آب صفر درجه سلسیوس و طرف دیگر آن را در بخار آب 100°C درجه سلسیوس قرار می‌دهیم $\leftarrow \Delta\theta = 100^\circ\text{C}$

د) اگر در مدت ۱۰ دقیقه ۲۰۰ گرم یخ ذوب شود $\leftarrow m = 0.2 \text{kg}$ ، $t = 600 \text{s}$

هـ) رسانندگی گرمایی میله چند J/s.m.k است؟ $\leftarrow K = ?$

گام دوم

با استفاده از رابطه زیر رسانندگی گرمایی میله را محاسبه می‌کنیم:

$$Q = K \frac{At\Delta\theta}{L} \Rightarrow mL_F = K \frac{At\Delta\theta}{L}$$

$$\Rightarrow 0.2 \times 336000 = K \times \frac{7 \times 10^{-4} \times 600 \times 100}{0.25 \times 10^{-2}}$$

$$\Rightarrow K = 400 \text{J/s.m.k}$$

گام اول

الف) در ۱۵ لیتر گاز کامل دواتمی $\leftarrow V = 15 \text{lit} = 15 \times 10^{-3} \text{m}^3$

ب) با دمای (-23) درجه سلسیوس $\leftarrow T = 273 - 23 = 250 \text{K}$

ج) فشار ۸ اتمسفر $\leftarrow P = 8 \text{atm} = 8 \times 10^5 \text{Pa}$

د) چه تعداد مولکول گاز وجود دارد؟ $\leftarrow N = ?$

گام دوم

با استفاده از قانون گازهای کامل تعداد مول گاز را به دست می‌آوریم تا بتوانیم تعداد مولکول‌های گاز را محاسبه کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} PV = nRT \\ R = 8 \text{J/mol.K} \end{array} \right.$$

$$\rightarrow 8 \times 10^5 \times 15 \times 10^{-3} = n \times 8 \times 250 \rightarrow n = 6$$

$$n = \frac{N}{N_0} \xrightarrow{N_0 = 6 \times 10^{23}} N = 6 \times 6 \times 10^{23} = 36 \times 10^{23}$$

گام اول

(الف) مساحت جانبی یک مکعب فلزی ۰/۲۵ مترمربع است. $\leftarrow A_s = 0.25 \text{ m}^2$
 (ب) ضریب انبساط خطی آن $2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ است. $\leftarrow \alpha = 2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
 (ج) اگر دمای این مکعب ۱۰۰ درجه سلسیوس افزایش یابد. $\leftarrow \Delta\theta = 100^\circ \text{C}$
 (د) مساحت سطح جانبی آن چند سانتی‌متر مربع افزایش می‌یابد؟ $\leftarrow \Delta A = ?$

گام دوم

کافی است از رابطه انبساط سطحی استفاده کنیم.

$$\Delta A = A_s(\alpha \Delta\theta) \Rightarrow \Delta A = 0.25(2 \times 10^{-5} \times 100) = 10^{-3} \text{ m}^2 = 10 \text{ cm}^2$$

گزینه ۱

۱۲۶

به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم.

گزینه ۱) عاملی که سبب انتقال گرما می‌شود دما است؛ وقتی دو جسم در تعادل گرمایی هستند بین آن‌ها گرمایی انتقال پیدا نمی‌کند و در واقع هم‌دما می‌باشند، پس گزینه ۱ صحیح است.
 گزینه ۲) انرژی درونی ($Q = mc\Delta\theta$) با حاصلضرب جرم و ظرفیت گرمایی وابسته است که مقدار آن برای دو جسم می‌تواند متفاوت باشد؛ بنابراین انرژی درونی دو جسم نیز می‌تواند متفاوت باشد.
 گزینه ۳) مقدار گرمای ویژه برای مواد مختلف، متفاوت است.
 گزینه ۴) همان‌طور که در گزینه ۲ گفته شد دو جسم می‌توانند انرژی درونی متفاوتی داشته باشند.

گزینه ۴

۱۲۷

گام اول

(الف) ۱۰۰ گرم آب 100°C $\leftarrow \theta_1 = 100^\circ \text{C}$, $m_1 = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$
 (ب) ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه $\leftarrow \theta_2 = 0^\circ \text{C}$, $m_2 = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$
 (ج) دمای نهایی سیستم چند درجه سلسیوس می‌شود؟ $\leftarrow \theta_e = ?$

گام دوم

آب 100°C $\xleftarrow{Q_2}$ آب $\theta_e^\circ \text{C}$ در حالت تعادل $\xrightarrow{Q_1}$ آب 0°C $\xrightarrow{Q_3}$ یخ 0°C

کافی است از رابطه تعادل گرمایی استفاده کنیم.

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_2 L_f + m_2 c(\theta_e - 0) + m_1 c(\theta_e - 100) = 0$$

$$\xrightarrow{c_1=c_2=4200 \text{ J/kg.K}} 0.1 \times 336000 + 0.1 \times 4200 \times (\theta_e - 0) + 0.1 \times 4200 \times (\theta_e - 100) \Rightarrow \theta_e = 10^\circ \text{C}$$

گزینه ۲

۱۲۸

گام اول

(الف) یک مکعب فلزی به ضلع 20 cm $\leftarrow L_1 = 20 \text{ cm} = 200 \text{ mm}$
 (ب) حفره خالی کروی به شعاع 5 cm وجود دارد $\leftarrow R = 5 \text{ cm} = 50 \text{ mm}$
 (ج) اگر در اثر افزایش دما ضلع مکعب به اندازه 0.04 میلی‌متر افزایش یابد. $\leftarrow \Delta L = 0.04 \text{ mm}$
 (د) شعاع حفره چه تغییری می‌کند؟ $\leftarrow \Delta R = ?$

گام دوم

متناسب با افزایش حجم مکعب، حجم کره نیز افزایش پیدا می‌کند؛ بنابراین ضریب انبساط طولی برای مکعب و کره یکسان است؛ و باتوجه به اینکه تغییرات دما برای هر دو انبساط طولی یکسان است، پس کافی است مقدار $\alpha \Delta\theta$ را از تغییر اندازه مکعب به دست بیاوریم و در نهایت تغییرات شعاع را محاسبه کنیم:

$$\Delta L = L_1 \times \alpha \Delta\theta \Rightarrow 4 \times 10^{-3} = 200 \times \alpha \Delta\theta \Rightarrow \alpha \Delta\theta = 2 \times 10^{-5}$$

$$\Delta R = R_1 \alpha \Delta\theta = 50 \times 2 \times 10^{-5} = 10^{-3} \text{ mm}$$

باتوجه به اینکه پیستون جابه‌جا نمی‌شود، پس حجم گاز درون محفظه ثابت است.

در حجم ثابت، فشار مقدار معینی گاز با دمای مطلق گاز نسبت مستقیم دارد: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

$m_{\text{پیستون}} = 1 \text{ kg}$, $m_{\text{وزنه}} = 4 \text{ kg}$

$P_0 = 10^5 \text{ Pa}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$

$T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$

$T_2 = 17 + 273 = 290 \text{ K}$

$A = 5 \text{ cm}^2 = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_0 + \frac{(m_{\text{پیستون}} + m_{\text{وزنه}})g}{A}}{T_1} = \frac{P_0 + \frac{(m_{\text{پیستون}} + m_{\text{وزنه}} + m)g}{A}}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{10^5 + \frac{(1+4) \times 10}{5 \times 10^{-4}}}{300} = \frac{10^5 + \frac{(1+4+m) \times 10}{5 \times 10^{-4}}}{290}$$

$$\Rightarrow \frac{2 \times 10^5}{5} = \frac{10^5 + 2 \times 10^4 \times (\omega + m)}{6}$$

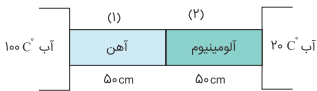
$$\Rightarrow 24 = 10 + 10 + 2m \Rightarrow 2m = 4 \Rightarrow m = 2 \text{ kg}$$

گام اول

(الف) دو میله به طول 50 cm با سطح مقطع یکسان به هم متصل هستند. $L_{Al} = L_{Fe} = 50 \text{ cm}$, $A_{Al} = A_{Fe}$
 (ب) در صورتی که رسانندگی آلومینیم سه برابر رسانندگی آهن باشد. $\frac{k_{Al}}{k_{Fe}} = 3$
 (ج) دمای محل اتصال دو میله چند درجه سلسیوس است؟ $\theta = ?$

گام دوم

آهنگ رسانش گرمایی برای آلومینیم و آهن یکسان است، بنابراین:



$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta\theta}{L} \Rightarrow \left(\frac{Q_1}{t_1}\right)_{Al} = \left(\frac{Q_2}{t_2}\right)_{Fe} \Rightarrow \frac{k_{Al}A_{Al}\Delta\theta_{Al}}{L_{Al}} = \frac{k_{Fe}A_{Fe}\Delta\theta_{Fe}}{L_{Fe}}$$

$$\Rightarrow k_{Al}\Delta\theta_{Al} = k_{Fe}\Delta\theta_{Fe} \Rightarrow k_{Al} \times (\theta - 100) = 3k_{Al}(20 - \theta) \Rightarrow \theta = 40^\circ \text{C}$$

وقتی به میله‌ای گرما داده می‌شود طول آن افزایش می‌یابد و طول جدید آن از رابطه $l_2 = l_1(1 + \alpha\Delta\theta)$ به دست می‌آید.
 میزان تغییر طول دو میله به گونه‌ای است که بعد از انبساط نیز اختلاف طول دو میله ۲۰ سانتی‌متر است.

$$l_{1B} - l_{1A} = 20 \Rightarrow l_{1B}(1 + \alpha_B\Delta\theta) - l_{1A}(1 + \alpha_A\Delta\theta) = 20$$

$$70(1 + \alpha_B \times 30) - 50(1 + \alpha_A \times 30) = 20$$

$$70 + 70\alpha_B \times 30 - 50 + 50\alpha_A \times 30 = 20$$

$$70\alpha_B \times 30 = 50\alpha_A \times 30 \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{70}{50} = \frac{7}{5}$$

راه حل دوم:

هنگامی که اختلاف طول دو میله در پایان انبساط نیز همانند ابتدا باقی می‌ماند؛ این یعنی تغییر طول آن‌ها مشابه یکدیگر است:

$$l_B \alpha_B \Delta\theta_B = l_A \alpha_A \Delta\theta_A$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{l_A}{l_B} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{70}{50} = \frac{7}{5}$$

گام اول

الف) سطح مقطع میله A، $\frac{1}{3}$ سطح مقطع میله B است $\leftarrow A_A = \frac{1}{3} A_B$
 ب) رسانندگی گرمایی میله A، شش برابر رسانندگی میله B است $\leftarrow k_A = 6k_B$

ج) آهنگ رسانش گرمایی در میله A چندبرابر آهنگ رسانش گرمایی در میله B است؟ $\leftarrow \frac{Q_A}{t} = \frac{Q_B}{t} = ?$

گام دوم

با استفاده از رابطه $Q = \frac{kAt\Delta\theta}{L}$ ، نسبت موردنظر را محاسبه می‌کنیم؛
 دقت شود که طول و تغییرات دمای هر دو میله یکسان است.

$$\begin{cases} Q_A = \frac{k_A A_A t \Delta\theta}{L} \\ Q_B = \frac{k_B A_B t \Delta\theta}{L} \end{cases} \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{6k_B \times \frac{1}{3} A_B \frac{\Delta\theta}{L}}{k_B \times A_B \times \frac{\Delta\theta}{L}} = 2$$

گام اول

الف) طول آن یک درصد افزایش یابد. $\leftarrow \frac{\Delta L}{L} \times 100 = 1$
 ب) حجم آن تقریباً چند درصد افزایش می‌یابد. $\leftarrow \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = ?$

گام دوم

باتوجه به رابطه تغییرات حجم $\Delta V = 3\alpha V_1 \Delta\theta$ ، درصد تغییرات حجم برابر است با:

$$\frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{3\alpha V_1 \Delta\theta}{V_1} \times 100 = 300\alpha \Delta\theta$$

حال کافی است $\alpha \Delta\theta$ را با استفاده از انبساط طولی میله به دست آوریم و در رابطه بالا جایگذاری کنیم:

$$\Delta L = L\alpha\Delta\theta \xrightarrow{\frac{\Delta L = 0.01L}{L}} \alpha\Delta\theta = 0.01$$

$$\frac{\Delta V}{V} \times 100 = 300\alpha\Delta\theta = 300 \times 0.01 = 3\%$$

آب 100°C با گرفتن گرما از مس شروع به بخار شدن می‌کند؛ بنابراین:

$$Q_V = Q_{\text{ch}} \Rightarrow mL_V = MC\Delta\theta \Rightarrow 5 \times 2256 = 282 \times 0.4\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 100^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta = \theta_V - \theta_1 \Rightarrow -100 = 100 - \theta_1 \Rightarrow \theta_1 = 200^\circ\text{C}$$

تذکر: چون مس گرما از دست داده است و دمایش کاهش پیدا کرده، تغییرات دمای آن را با علامت منفی در نظر می‌گیریم.

گام اول

الف) دو کره مسی A و B با شعاع و دمای اولیه مساوی در نظر بگیرد. $\leftarrow \alpha_A = \alpha_B, c_A = c_B, R_A = R_B, \theta_A = \theta_B$
 ب) درون کره A حفره توخالی وجود دارد. $\leftarrow m_A < m_B$
 ج) اگر دمای آن‌ها را به یک‌اندازه بالا ببریم $\leftarrow \Delta\theta_A = \Delta\theta_B$

د) کدام رابطه بین افزایش شعاع کره‌ها و همچنین گرمای گرفته‌شده توسط کره‌ها برقرار است؟ $\leftarrow \frac{\Delta R_A}{\Delta R_B} = ?, \frac{Q_A}{Q_B} = ?$

گام دوم

برای مقایسه افزایش شعاع دو کره از رابطه انبساط طولی استفاده می‌کنیم؛ بنابراین:

$$\Delta R = \alpha R \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta R_A}{\Delta R_B} = \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times \frac{R_A}{R_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = 1 \Rightarrow \Delta R_A = \Delta R_B$$

برای مقایسه گرمای گرفته‌شده از رابطه انرژی گرمایی استفاده می‌کنیم.

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{m_A}{m_B}$$

چون $m_A < m_B$ است؛ بنابراین $Q_A < Q_B$ می‌شود.

گام اول

الف) ضخامت دیواری از بتن به ابعاد $۳\text{m} \times ۵\text{m}$ برابر ۳۰cm است.

$$A = ۳ \times ۵ = ۱۵\text{m}^2, L = ۳۰\text{cm} = ۰/۳\text{m} \leftarrow$$

ب) در روزی که دمای سطح خارجی دیوار -۱۵°C و دمای سطح داخلی آن ۲۵°C است. $\Delta\theta = \theta_v - \theta_1 \xrightarrow[\theta_v=۲۵^\circ\text{C}]{\theta_1=-۱۵^\circ\text{C}} \Delta\theta = ۲۵ - (-۱۵) = ۴۰^\circ\text{C} \leftarrow$

ج) آهنگ شارش گرما از دیوار برابر ۳۴۰۰J/s است. $\frac{Q}{t} = ۳۴۰۰\text{J/s} \leftarrow$

گام دوم

کافی است از رابطه آهنگ رسانش گرمایی استفاده کنیم.

$$\frac{Q}{t} = k \frac{A \Delta\theta}{L} \xrightarrow{k=۰/۰۴\text{W/m}^\circ\text{C}} ۳۴۰۰ = ۰/۰۴ \times \frac{۱۵ \times ۴۰}{L} \Rightarrow L \simeq ۰/۰۷\text{m} = ۷\text{mm}$$

گام اول

الف) ضریب انبساط طولی فلزی $۲/۵ \times ۱۰^{-۵}\text{k}^{-1}$ است. $\alpha = ۲/۵ \times ۱۰^{-۵}\text{k}^{-1} \leftarrow$

ب) دمای یک میله از آن فلز را چند درجه سلسیوس افزایش دهیم. $\Delta\theta = ? \leftarrow$

ج) طول آن تقریباً به اندازه $۰/۰۰۱$ طول اولیه اضافه شود. $\Delta L = ۰/۰۰۱L_1 \leftarrow$

گام دوم

کافی است از رابطه انبساط طولی استفاده کنیم.

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow ۰/۰۰۱L_1 = L_1 \times ۲/۵ \times ۱۰^{-۵} \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = ۴۰^\circ\text{C}$$

نسبت تغییرات شعاع دو صفحه:

$$\Delta R = R \alpha \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta R_r}{\Delta R_1} = \frac{R_r \alpha_r \Delta\theta_r}{R_1 \alpha_1 \Delta\theta_1} \xrightarrow{\alpha_r = \alpha_1} \frac{\Delta R_r}{\Delta R_1} = \frac{R_r}{R_1} \times \frac{\Delta\theta_r}{\Delta\theta_1} \quad (1)$$

پس باید نسبت شعاع و تغییرات دمای آن‌ها را به دست آوریم.

باتوجه به مساحت صفحات، نسبت شعاع دو دایره برابر است با:

$$S_r = ۲S_1 \Rightarrow \pi R_r^2 = ۲\pi R_1^2 \Rightarrow R_r^2 = ۲R_1^2 \Rightarrow R_r = \sqrt{۲}R_1 \quad (۲)$$

باتوجه به داده‌های مسئله از نسبت انرژی گرمایی $\frac{Q_r}{Q_1} = ۲$ استفاده می‌کنیم و نسبت $\frac{\Delta\theta_r}{\Delta\theta_1}$ را می‌یابیم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{Q_r}{Q_1} = \frac{m_r c_r \Delta\theta_r}{m_1 c_1 \Delta\theta_1} \xrightarrow{c_r = c_1} ۲ \Rightarrow \frac{m_r \Delta\theta_r}{m_1 \Delta\theta_1} = ۲$$

هر دو صفحه از یک ورق مسی جدا شده‌اند و سطح S_r دو برابر S_1 است پس می‌توانیم بگوییم جرم m_r دو برابر m_1 است؛ بنابراین:

$$\frac{m_r \Delta\theta_r}{m_1 \Delta\theta_1} = ۲ \Rightarrow ۲ \times \frac{\Delta\theta_r}{\Delta\theta_1} = ۲ \Rightarrow \frac{\Delta\theta_r}{\Delta\theta_1} = ۱ \quad (۳)$$

حال از جایگذاری روابط (۲) و (۳) در رابطه (۱) داریم:

$$\frac{\Delta R_r}{\Delta R_1} = \frac{R_r}{R_1} \times \frac{\Delta\theta_r}{\Delta\theta_1} = \frac{\sqrt{۲}R_1}{R_1} \times ۱ = \sqrt{۲}$$

گام اول

الف) دمای یک میله مسی را 100°C افزایش می‌دهیم. $\Delta\theta = 100^{\circ}\text{C}$
 ب) طول آن $0/17$ درصد افزایش می‌یابد. $\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = 0/17 \Rightarrow \alpha\Delta\theta = 17 \times 10^{-6}$
 ج) اگر دمای یک ورقه مسی را 100°C افزایش دهیم مساحت آن چندبرابر می‌شود؟ $\frac{A_2}{A_1} = ?$

گام دوم

رابطه انبساط سطحی را برای ورقه مسی می‌نویسیم.

$$A_2 = A_1(1 + 2\alpha\Delta\theta) \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = 1 + 2\alpha\Delta\theta$$

بنابراین کافی است $\alpha\Delta\theta$ را محاسبه کنیم که برای این کار از رابطه انبساط طولی میله که در صورت مسئله قید شده است کمک می‌گیریم.

$$\frac{\Delta L_1}{L_1} \times 100 = 0/17 \xrightarrow{\Delta L = L_1\alpha\Delta\theta} \frac{L_1\alpha\Delta\theta}{L_1} \times 100 = 0/17 \Rightarrow \alpha\Delta\theta = 17 \times 10^{-6}$$

$$\frac{A_2}{A_1} = 1 + 2\alpha\Delta\theta = 1 + 2 \times 17 \times 10^{-6} = 1 + 34 \times 10^{-6} = 1/0034$$

گزینه ۱

گرمای ویژه به جنس ماده بستگی دارد اما به جرم آن بستگی ندارد و با C نشان داده می‌شود؛ لذا با تغییر جرم گرمای ویژه ثابت می‌ماند.
 ظرفیت گرمایی برابر است با حاصل ضرب گرمای ویژه در جرم ماده (mc)، بنابراین اگر جرم نصف شود ظرفیت گرمایی نیز نصف می‌شود.

گزینه ۴

$$A_B = 2A_A, \quad L_A = L_B, \quad \Delta\theta_A = \Delta\theta_B$$

$$\left(\frac{Q}{t}\right)_A = 2/\omega\left(\frac{Q}{t}\right)_B \Rightarrow \frac{K_A A_A \Delta\theta_A}{L_A} = 2/\omega \frac{K_B A_B \Delta\theta_B}{L_B}$$

$$\Rightarrow K_A = \omega K_B$$

گزینه ۱

گرمن الکتریکی با تولید گرما باعث ذوب یخ شده است، پس مقدار گرمای تولیدی به وسیله گرمن الکتریکی را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{توان مفید: } P_{\nu} = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = P_{\nu} \cdot t \quad (1)$$

$$\text{توان مفید: } P_{\nu} = \text{بازده} \times P_1 = \frac{\lambda_0}{100} \times 750 = 600 \text{ W} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} Q = 600 \times 122/\omega = 73500 \text{ J} \quad \text{گرمای تولیدشده توسط گرمن الکتریکی}$$

گرمای که گرمن الکتریکی تولید می‌کند باعث می‌شود دمای یخ از -6°C به صفر رسیده و نیز قسمتی از یخ ذوب شود.

$$Q = Q_1 + Q_2 \Rightarrow 73500 = mc\Delta\theta + \underset{\text{جرم یخ ذوب شده}}{m'} L_F \Rightarrow 73500 = 0/\omega \times 2100 \times (0 - (-6)) + m' \times 336000$$

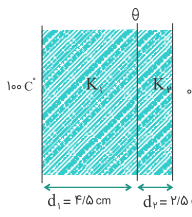
$$\Rightarrow 73500 - 6300 = m' \times 336000 \Rightarrow m' = \frac{67200}{336000} = 0/2 \text{ kg} = 200 \text{ g}$$

بنابراین:

$$\text{جرم یخ باقی مانده: } 500 - 200 = 300 \text{ g}$$

گزینه ۱

باتوجه به اینکه آهنگ شارش گرما در سطح مشترک دو فلز باهم برابر است، داریم:



$$k_1 = 90 \text{ J/s.m.K}$$

$$k_2 = 200 \text{ J/s.m.K}$$

$$\frac{Q_1}{t} = \frac{Q_2}{t} \Rightarrow \frac{k_1 A_1 \Delta\theta_1}{d_1} = \frac{k_2 A_2 \Delta\theta_2}{d_2}$$

$$A_1 = A_2 \Rightarrow \frac{90 \times (100 - \theta)}{4/\omega} = \frac{200 \times (\theta - 0)}{2/\omega}$$

$$\Rightarrow 100 - \theta = 4\theta \Rightarrow \theta = 20^{\circ}\text{C}$$

گام اول

الف) دمای بیرون خانه ۵- درجه سلسیوس و دمای خانه ۲۰ درجه سلسیوس ← $\Delta\theta = 20 - (-5) = 25^\circ\text{C}$
 ب) اگر دمای داخل خانه را افزایش داده و در ۲۵ درجه سلسیوس ثابت نگه داریم ← $\Delta\theta' = 25 - (-5) = 30^\circ\text{C}$
 ج) آهنگ اتلاف انرژی گرمایی از طریق رسانش، چندبرابر می‌شود؟ ← $\frac{Q'}{Q} = ?$

گام دوم

باتوجه به رابطه $\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta\theta}{L}$ داریم:

$$\frac{\frac{Q'}{t}}{\frac{Q}{t}} = \frac{\frac{kA\Delta\theta'}{L}}{\frac{kA\Delta\theta}{L}} = \frac{\Delta\theta'}{\Delta\theta} = \frac{30}{25} = \frac{6}{5}$$

گزینه ۳

گام اول

الف) دمای هوا -3°C است. ← $T_1 = -3 + 273 = 270\text{K}$
 ب) فشار هوای درون تاینر اتومبیل ۲/۷ اتمسفر ← $P_1 = 2/7\text{atm}$
 ج) فشار گاز درون تاینر به ۳ اتمسفر برسد ← $P_2 = 3\text{atm}$
 د) دمای این منطقه چند درجه سلسیوس است. ← $T_2 = ?$
 و) حجم تاینر را ثابت بگیرید. ← $V_1 = V_2$

گام دوم

حجم و جرم گاز داخل لاستیک ثابت مانده است، پس باتوجه به اینکه در حجم و جرم ثابت، نسبت $\frac{P}{T}$ برای گازهای کامل ثابت است؛ بنابراین برای دو حالت گاز داریم:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2/7}{270} = \frac{3}{T_2} \Rightarrow T_2 = 300\text{K}$$

دمای به دست آمده برحسب کلونین است و باید آن را به سانتی‌گراد تبدیل کنیم.

$$T = \theta + 273 \Rightarrow 300 = \theta + 273 \Rightarrow \theta = 27^\circ\text{C}$$

گزینه ۲

میزان انبساط طولی جامدات از رابطه $\Delta l = l_0 \alpha \Delta\theta$ به دست می‌آید:

$$\Delta l_B - \Delta l_A = \lambda \times 10^{-6}$$

$$l_1 \alpha_B \Delta\theta - l_1 \alpha_A \Delta\theta = \lambda \times 10^{-6} \Rightarrow 2 \times 20 \times 10^{-6} \Delta\theta - 2 \times 12 \times 10^{-6} \Delta\theta = \lambda \times 10^{-6}$$

$$16 \times 10^{-6} \Delta\theta = \lambda \times 10^{-6} \Rightarrow \Delta\theta = 50^\circ\text{C}$$

گزینه ۲

در فشار ثابت نسبت $\frac{V}{T}$ برای گازهای کامل ثابت است؛ بنابراین برای دو حالت گاز داریم:

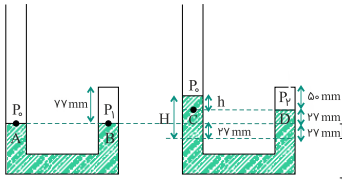
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1} \Rightarrow \frac{0/4}{2} = \frac{\Delta T}{280} \Rightarrow \Delta T = 56$$

گزینه ۲

ضریب انبساط طولی α و ضریب انبساط حجمی برابر 3α است؛ بنابراین:

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\alpha}{3\alpha} = \frac{1}{3}$$



با استفاده از رابطه فشار در لوله‌هایی که یک نوع مایع در آن وجود دارد (نقاط هم‌فشار) داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 = P_1 \Rightarrow P_1 = 10^{\Delta} P_0 = \frac{10^{\Delta}}{1350} \approx 74 \text{ cmHg}$$

$$P_C = P_D \Rightarrow P_0 + P_h = P_2$$

از طرفی دما ثابت است: $P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 74 \times A(Y/Y) = P_2 \times A(\Delta) \Rightarrow P_2 = \frac{74 \times Y/Y}{\Delta}$

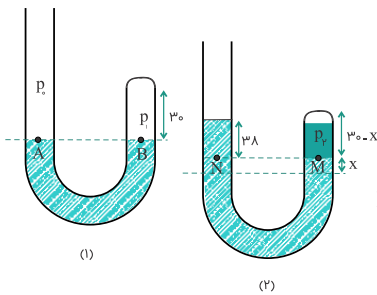
$$P_h = P_2 - P_0 \Rightarrow h = \frac{74 \times Y/Y}{\Delta} - 74 = 39/96 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm}$$

$$H = h + 2 \times 2/Y = 40 + \Delta/4 = 45/4 \text{ cm}$$

$$\frac{2}{3} m_{\text{بخار}} L_F = |m_{\text{آب}} \Delta \theta|$$

$$\Rightarrow \frac{2}{3} \times m_{\text{بخار}} \times (\lambda_0 \times 4200) = |0/\lambda \times 4200 \times (0 - 20)|$$

$$\Rightarrow \frac{2}{3} m_{\text{بخار}} \times \lambda_0 = 16 \Rightarrow m_{\text{بخار}} = 0/3 \text{ kg} = 300 \text{ g}$$



شکل (۱): $P_A = P_B \Rightarrow P_1 = P_0$

شکل (۲): $P_M = P_N \Rightarrow P_2 = P_0 + 38$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_0 \times 30 \times A = (P_0 + 38)(30 - x)A$$

$$\xrightarrow{P_0 = 76 \text{ cmHg}} 76 \times 30 = 114(30 - x) \Rightarrow x = 10 \text{ cm}$$

در دمای ثابت، حجم و فشار گاز کامل با هم نسبت وارون دارند:

در نتیجه ارتفاع ستون گاز برابر $30 - 10 = 20 \text{ cm}$ است.

گام اول

الف) اگر رسانندگی گرمایی فولاد و مس به ترتیب 500 J/m.s.K و 400 J/m.s.K باشد. ←

ب) دمای مشترک دو میله 20°C درجه سلسیوس باشد. ← $A_1 = A_2$, $\theta = 20^\circ \text{C}$

ج) طول L_2 چند سانتی‌متر است؟ ← $L_2 = ?$

گام دوم



$$\left(\frac{Q}{t}\right)_1 = \left(\frac{Q}{t}\right)_2 \xrightarrow{\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta\theta}{L}} \frac{k_1 A_1 \Delta\theta_1}{L_1} = \frac{k_2 A_2 \Delta\theta_2}{L_2} \Rightarrow \frac{500 \times (100 - 20)}{L_1} = \frac{400 \times (20 - 0)}{L_2} \Rightarrow L_2 = 20 \text{ cm}$$

گام اول

الف) 1kg یخ 10°C را در فشار یک جو $\leftarrow \theta_1 = -10^\circ\text{C}$, $m_1 = 1\text{kg}$
 ب) 5kg آب 20°C می‌اندازیم. $\leftarrow \theta_2 = 20^\circ\text{C}$, $m_2 = 5\text{kg}$

گام دوم

آب 20°C $\xrightarrow{Q_2}$ تعادل $\xrightarrow{Q_1}$ آب صفر درجه $\xrightarrow{Q_2}$ یخ صفر درجه $\xrightarrow{Q_1}$ یخ 10°C - درجه

کافی است رابطه تعادل گرمایی را بنویسیم.

$$\begin{pmatrix} c_{\text{یخ}} = 2100\text{J/kgK} \\ c_{\text{آب}} = 4200\text{J/kg}^\circ\text{C} \\ L_f = 336\text{J/g} = 336 \times 10^3\text{J/kg} \end{pmatrix}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0 \Rightarrow m_1 c_{\text{یخ}} (0 - (-10)) + m_1 L_f + m_1 c_{\text{آب}} (\theta_e - 0) + m_2 c_{\text{آب}} (\theta_e - 20) = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c_{\text{یخ}} (0 - (-10)) + m_1 L_f + m_1 c_{\text{آب}} (\theta_e - 0) + m_2 c_{\text{آب}} (\theta_e - 20) = 0$$

$$\Rightarrow 1 \times 2100 \times 10 + 1 \times 336 \times 10^3 + 1 \times 4200 \times \theta_e + 5 \times 4200 (\theta_e - 20) = 0$$

$$21000 + 336000 + 6 \times 4200 \times \theta_e = 420000 \Rightarrow \theta_e = \frac{63000}{6 \times 4200} = 2/5^\circ\text{C}$$

بنابراین 6kg آب با دمای $2/5^\circ\text{C}$ داریم.

گزینه ۳

۱۵۴

گام اول

الف) مقداری گاز کامل را که دمای آن 27°C و فشارش یک اتمسفر است آنقدر متراکم می‌کنیم تا حجم آن به $1/6$ حجم اولیه خود برسد
 $\leftarrow V_2 = 1/6 V_1$, $T_1 = 27 + 273 = 300\text{K}$, $P_1 = 1\text{atm}$

ب) اگر در این حالت فشار گاز متراکم $6/5$ اتمسفر باشد، دمای آن چند درجه سلسیوس است؟ $\leftarrow \theta_2 = ?^\circ\text{C}$, $P_2 = 6/5\text{atm}$

گام دوم

در این فرایند تعداد مول‌های گاز کامل ثابت باقی می‌ماند و می‌توانیم از قانون گازهای کامل استفاده کنیم.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times V_1}{300} = \frac{6/5 \times 1/6 V_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 325\text{K}$$

دمای به دست آمده برحسب کلوین است و باید آن را به سانتی‌گراد تبدیل کنیم.

$$T = \theta + 273 \Rightarrow 325 = \theta + 273 \Rightarrow \theta = 52^\circ\text{C}$$

گزینه ۴

۱۵۵

گام اول

الف) ظرفی حاوی 100g گرم یخ صفر درجه سلسیوس است $\leftarrow \theta_1 = 0^\circ\text{C}$, $m_{\text{یخ}} = 100\text{g}$

ب) حداقل چند گرم آب 50°C باید داخل آن بریزیم. $\leftarrow \theta_2 = 50^\circ\text{C}$, $m_{\text{آب}} = ?$

ج) تا تمام یخ ذوب شود. $\leftarrow \theta_e = \theta'_2 = \theta_e = 0^\circ\text{C}$

گام دوم

از رابطه تعادل گرمایی استفاده می‌کنیم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_{\text{یخ}} L_f + m_{\text{آب}} c \Delta\theta = 0$$

$$\frac{L_f = 336000\text{J/kg}}{c_w = 4200\text{J/kg.K}} \times 0/1 \times 336000 = -m_{\text{آب}} \times 4200 \times (0 - 50)$$

$$\Rightarrow m_{\text{آب}} = \frac{0/1 \times 336000}{4200 \times 50} = 0/159\text{kg} \approx 160\text{g}$$

گام اول

$$\left\{ \begin{array}{l} m_1 = 250g \\ \theta_1 = 20^\circ C \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} m_2 = ? \\ \theta_2 = -20^\circ C \end{array} \right\} \leftarrow \text{درجه سلسیوس می‌اندازیم}$$

(ب) بعد از برقراری تعادل $\theta'_1 = \theta'_2 = \theta_e \leftarrow$ (ج) ۵۰ گرم یخ ذوب نشده باقی مانده است. \leftarrow چون در ابتدا آب با دادن گرما به یخ، کل یخ را به یخ صفر درجه تبدیل می‌کند و سپس جرم m' از آن را ذوب می‌کند، دمای تعادل برابر صفر می‌شود: $\theta_e = 0^\circ C$ (د) جرم یخ اولیه چند گرم بوده است؟ \leftarrow اگر یخ ذوب شده را m' در نظر بگیریم و ۵۰ گرم یخ صفر درجه داشته باشیم آنگاه:

$$M = m' + 50 = ?$$

گام دوم

بتوجه به پایستگی انرژی ابتدا مقدار یخ ذوب شده را به دست می‌آوریم بنابراین:

$$\left(\begin{array}{l} c_1 = 4/2 J/g.K \\ c_2 = 2/1 J/g.K \\ L_f = 336 J/g \end{array} \right)$$

$$\begin{aligned} \sum Q = 0 &\Rightarrow m_1 c_1 \Delta\theta_{\text{آب}} + (m' + 50) c_2 \Delta\theta_{\text{یخ}} + m' L_f = 0 \\ &\Rightarrow 250 \times 4/2 \times (-20) + (m' + 50) \times 2/1 \times 20 + m' \times 336 = 0 \\ &\Rightarrow 9m' = 4500 \Rightarrow m' = 500g \end{aligned}$$

بنابراین جرم کل یخ برابر است با:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_2 = m' + 50 \\ m' = 500g \end{array} \right\} \Rightarrow m_2 = 50 + 500 = 1000g$$

گزینه ۱

گام اول

(الف) اگر فشار گاز کاملی را ۲۵ درصد افزایش داده $P_2 = P_1 + \frac{25}{100} P_1 = 1/25 P_1 \leftarrow$ (ب) دمای مطلق آن ۲۰ درصد کاهش دهیم. $T_2 = T_1 - \frac{20}{100} T_1 = 0/8 T_1 \leftarrow$ (پ) حجم گاز چگونه تغییر می‌کند؟ $\leftarrow \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100 = ?$

گام دوم

درصد تغییرات حجم برابر است با:

$$\frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100 = \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) \times 100$$

بنابراین کافی است نسبت $\frac{V_2}{V_1}$ را به دست بیاوریم. برای این منظور از قانون گازهای کامل استفاده می‌کنیم.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{1/25 P_1 \times V_2}{0/8 T_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{80}{125}$$

$$\left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{80}{125} - 1 \right) \times 100 = -36\%$$

علامت منفی نشان می‌دهد که حجم گاز ۳۶ درصد کاهش یافته است.

گزینه ۲

گام اول

(الف) طول یک پل برابر $25^\circ C$ افزایش دما، $2/5 cm$ اضافه شده $\leftarrow \Delta L = 2/5 cm = 2/5 \times 10^{-2} m$ (ب) اگر ضریب انبساط طولی پل $1/25 \times 10^{-5} k^{-1}$ باشد $\leftarrow \alpha = 1/25 \times 10^{-5} k^{-1}$ (ج) طول اولیه پل چند متر است؟ $L_1 = ? \leftarrow$

گام دوم

کافی است از رابطه انبساط طولی استفاده کنیم.

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow 2/5 \times 10^{-2} = L_1 \times 1/25 \times 10^{-5} \times 25 \Rightarrow L_1 = 80m$$

تبدیل بخار به مایع ← میعان
تبدیل جامد به بخار ← تصعید
تبدیل مایع به بخار ← تبخیر

گام اول

الف) دمای یک ورقه فلزی را ۲۵۰ درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم. $\Delta\theta = ۲۵۰^\circ\text{C}$
ب) مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد. $\frac{\Delta A}{A} \times ۱۰۰ = ۱$
ج) ضریب انبساطی حجمی آن فلز در SI کدام است؟ $\beta = ۳\alpha = ?$

گام دوم

برای محاسبه ضریب انبساط حجمی این فلز یعنی $\beta (= ۳\alpha)$ ابتدا از رابطه انبساط سطحی، α را محاسبه می‌کنیم.

$$\Delta A = ۲\alpha A \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta A}{A} = ۲\alpha \Delta\theta \Rightarrow ۰/۰۱ = ۲\alpha \times ۲۵۰ \Rightarrow \alpha = ۲ \times ۱۰^{-۵} \text{K}^{-۱}$$

بنابراین β برابر است با:

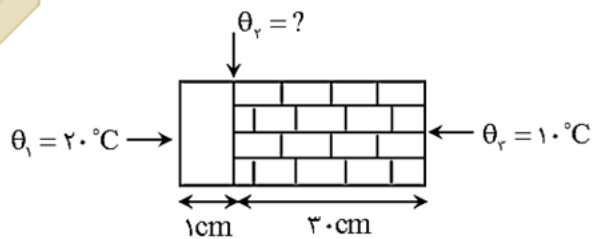
$$\beta = ۳\alpha = ۳ \times ۲ \times ۱۰^{-۵} = ۶ \times ۱۰^{-۵} \text{K}^{-۱}$$

گام اول

الف) دیوارهای آجری به ضخامت ۳۰cm ← $L_1 = ۳۰\text{cm}$
ب) از داخل با روکش چوبی به ضخامت ۱cm ← $L_2 = ۱\text{cm}$
ج) اگر دمای سطح داخل روکش (سمت داخل خانه) ۲۰°C و دمای سطح خارجی دیوار -۱۰°C باشد. $\theta_1 = ۲۰^\circ\text{C}$, $\theta_3 = -۱۰^\circ\text{C}$
د) دمای سطح مشترک چوب با آجر تقریباً چند درجه سلسیوس است؟ $\theta_2 = ?$

گام دوم

اگر اتلاف انرژی ناچیز باشد و گرمای داخل خانه فقط از طریق دیواره چوبی و آجری به بیرون منتقل شود الزاماً آهنگ رسانش گرمایی آن‌ها باهم برابرند بنابراین:



$$\begin{cases} Q_{\text{آجری}} = Q_{\text{چوبی}} \\ t_1 = t_2 \\ A_1 = A_2 \\ k_1 = 0/6 \text{ W/m.K} \\ k_2 = 0/08 \text{ W/m.K} \end{cases} \Rightarrow \frac{k_1 A_1 \Delta\theta_1}{L_1} = \frac{k_2 A_2 \Delta\theta_2}{L_2}$$

$$\Rightarrow \frac{0/6(-10 - \theta_2)}{0/3} = \frac{0/08(\theta_2 - 20)}{0/01} \Rightarrow 2(-10 - \theta_2) = 8(\theta_2 - 20) \Rightarrow 10\theta_2 = 140$$

توجه شود که سطح انتقال دیوارها باهم برابر هستند ($A_1 = A_2$).

گام اول

الف) ریل‌های ۱۰ متری راه آهنی ← $L_1 = ۱۰\text{m}$
ب) در یک روز زمستانی به دمای -۱۰°C ← $\theta_1 = -۱۰^\circ\text{C}$
ج) اگر دما در تابستان تا ۴۰°C بالا رود. $\theta_2 = ۴۰^\circ\text{C}$
د) حداقل چند میلی‌متر باید فاصله بین ریل‌ها خالی بماند تا در اثر انبساط حرارتی به هم فشار نیآورد. $\Delta L = ?$

گام دوم

برای محاسبه فاصله بین ریل‌ها از رابطه انبساط طولی استفاده می‌کنیم؛ بنابراین:

$$\Delta L = \alpha_1 L \Delta\theta \xrightarrow{\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}} \Delta L = 12 \times 10^{-6} \times 10 \times (40 - (-10)) = 6 \times 10^{-3} = 6 \text{mm}$$

$$\frac{q_0}{100}(mc\Delta\theta) = m'L_F \Rightarrow \frac{q}{10}(e/\lambda \times f/\nu \times \omega_0) = m' \times 336$$

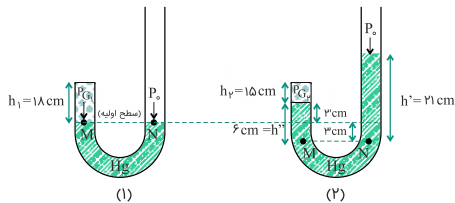
$$\Rightarrow m' = \frac{f \times f/\nu \times q}{336} = 0/45 \text{ kg} = 450 \text{ g}$$

دقت: برای ساده شدن محاسبات

$$C = 4200 \text{ J/kg.K} = 4/2 \text{ kJ/kg.K}$$

$$L_F = 336000 \text{ J/kg} = 336 \text{ kJ/kg}$$

در حالت اول (قبل از اضافه کردن جیوه) دو نقطه M و N بر روی سطح جیوه و هم‌ارتفاع هستند؛ بنابراین فشار یکسانی دارند.



$$\begin{cases} P_M = P_N \\ P_N = P_0 \end{cases} \Rightarrow P_M = P_{G_1} = P_0$$

فشار در نقطه N برابر با فشار هوا است؛ بنابراین:

در نتیجه در حالت اول فشار هوای محبوس برابر فشار هوای محیط است.

در حالت دوم که 21 cm^3 جیوه در لوله سمت راست می‌ریزیم، ابتدا باید محاسبه کنیم که این حجم جیوه چه مقدار ارتفاع جیوه را در لوله سمت راست بالا خواهد برد:

$$\begin{cases} h = \frac{V}{A} \\ A = 1 \text{ cm}^2 \\ V = 21 \text{ cm}^3 \end{cases} \Rightarrow h = \frac{21}{1} = 21 \text{ cm}$$

در نتیجه ارتفاع ستون جیوه به اندازه ۲۱ سانتی‌متر در دهانه سمت راست اضافه می‌شود. باتوجه به اینکه جیوه در سمت چپ لوله ۳ سانتی‌متر بالا رفته، در دهانه سمت راست نیز نقطه N به اندازه ۳ سانتی‌متر پایین‌تر می‌رود.

حال باتوجه به شکل (۲) و باتوجه به اینکه دما ثابت است و در دمای ثابت حاصل ضرب فشار و حجم گاز مقداری ثابت است، داریم:

$$(2) \text{ در حالت } P_{G_2} + \rho gh'' = P_0 + \rho gh' \Rightarrow P_{G_2} + 6 = P_0 + 21 \Rightarrow P_{G_2} = P_0 + 15$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \xrightarrow{V=Ah} P_1 \times A_1 h_1 = P_2 A_2 h_2 \xrightarrow{A_1=A_2} P_0 \times 18 = (P_0 + 15) \times 15 \Rightarrow P_0 = 75 \text{ cmHg}$$

دمای گاز باید به کلونین تبدیل شود.

$$T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = 42 + 273 = 315 \text{ K}$$

در فشار ثابت نسبت $\frac{V}{T}$ برای گازهای کامل ثابت است؛ بنابراین برای دو حالت گاز داریم:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{300} = \frac{V_2}{315} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{315}{300} = 1/05$$

$$V_2 = 1/05 V_1 \Rightarrow \Delta V = 0/05 V_1 \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = 5\%$$

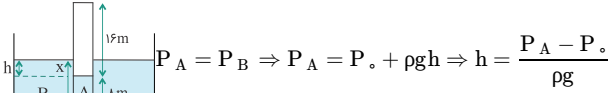
یعنی حجم ۵ درصد افزایش می‌یابد.

گام اول

- (الف) لوله‌ای به طول $L = ۲۴\text{m}$ ← $L = ۲۴\text{m}$
 (ب) حاوی هوا در فشار ۱۰°Pa ← ۱۰°Pa
 (ج) لوله چند متر در آب فرو رفته است؟ ← $x = h + \lambda$
 (د) دما در تمام نقاط برابر و ثابت فرض شود. ← $T_{\nu} = T_1$

گام دوم

نقطه A در سطح جدایی مایع و هوا و نقطه B را در تراز افقی A در نظر می‌گیریم. $P_A = P_B$. از این رابطه استفاده می‌کنیم تا h را به دست بیاوریم.



پس کافی است P_A را به دست بیاوریم، P_A فشار در نقطه A است بعد از فرو بردن لوله در آب، باتوجه به ثابت ماندن تعداد مول‌های گاز محبوس در انتهای لوله و ثابت بودن دما، فشار در حالت دوم (P_A) را به دست بیاوریم. در دمای ثابت، حجم و فشار گاز با هم نسبت وارون دارند:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \xrightarrow{L_1=24-\lambda=16\text{m}} P_1 A L_1 = P_2 A L_2$$

$$\Rightarrow P_1 L_1 = P_2 L_2 \Rightarrow 10^{\circ} \times 24 = P_2 \times 16 \Rightarrow P_2 = P_A = 1/5 \times 10^{\circ}\text{Pa}$$

بنابراین h برابر است با:

$$h = \frac{P_A - P_0}{\rho g} \xrightarrow{\rho=1000\text{kg/m}^3, g=10\text{N/kg}} h = \frac{1/5 \times 10^{\circ} - 10^{\circ}}{1000 \times 10} = \frac{10}{2} = 5\text{m}$$

با به دست آمدن اندازه h می‌توانیم مقدار طول لوله را که در آب فرو رفته است محاسبه کنیم:

$$x = h + \lambda = 5 + \lambda = 13\text{m}$$

گام اول

- (الف) یک قطعه ۵۰۰ گرمی از مس که دمای آن ۶۷°C است. ← $\theta_{Cu} = ۶۷^{\circ}\text{C}$, $m_{Cu} = 500\text{g} = 0/5\text{kg}$
 (ب) ظرفی عایق حرارت که حاوی ۳۸۰ گرم آب در دمای ۲۰°C است.

$$m_W = 380\text{g} = 0/38\text{kg} , \theta_W = 20^{\circ}\text{C} \leftarrow$$

- (ج) دمای تعادل چند درجه سلسیوس می‌شود؟ ← $\theta_e = ?$

گام دوم

کافی است از رابطه تعادل گرمایی استفاده کنیم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \rightarrow m_{Cu} C_{Cu} (\theta_e - 67) + m_W C_W (\theta_e - 20) = 0$$

$$\xrightarrow{\substack{c_W = 4200\text{J/kg}^{\circ}\text{C} \\ c_{Cu} = 380\text{J/kg}^{\circ}\text{C}}} 0/5 \times 380 \times (\theta_e - 67) = -0/38 \times 4200 \times (\theta_e - 20) \Rightarrow \theta_e = 25^{\circ}\text{C}$$

گام اول

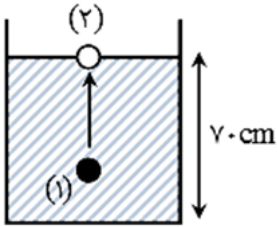
الف) در عمق ۷ متری ایجاد می‌شود. $h = 7 \text{ m}$

ب) دما را ثابت فرض می‌کنیم. $T_1 = T_2$

ج) شعاع این حباب در سطح آب چند برابر می‌شود؟ $\frac{R_2}{R_1} = ?$

گام دوم

تعداد مول‌های داخل حباب ثابت باقی می‌ماند و می‌توانیم از قانون گازهای کامل استفاده کنیم.



در دمای ثابت، حجم و فشار گاز با هم نسبت وارون دارند:

$$\begin{cases} P_1 V_1 = P_2 V_2 \\ V = \frac{4}{3} \pi R^3 \end{cases} \Rightarrow P_1 R_1^3 = P_2 R_2^3 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

پس کافی است P_1 را به دست بیاوریم.

$$P_1 = P_0 + \rho g h \xrightarrow{\substack{P_0 = P_{atm} = 10^5 \text{ Pa} \\ \rho = 1000 \text{ kg/m}^3}} P_1 = 10^5 + 1000 \times 10 \times 7 = 1.7 \times 10^6 \text{ Pa}$$

بنابراین نسبت $\frac{R_2}{R_1}$ برابر است با:

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{1.7 \times 10^6}{10^5} \right)^{\frac{1}{3}} = 2$$

برای اینکه یخ صفر درجه در ظرف باقی نماند، باید حداقل مقدار فلز مورد نیاز که گرمای خود را به یخ می‌دهد تا تمام یخ ذوب شود، حساب کنیم، بنابراین خواهیم داشت:

$$\begin{cases} m_{\text{یخ}} = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg} \\ L_F = 336000 \text{ J/kg} \\ c_{\text{فلز}} = 400 \text{ J/(kg.K)} \\ \Delta V_{\text{فلز}} = 250^\circ \text{C} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} m_{\text{یخ}} L_F &= m_{\text{فلز}} c_{\text{فلز}} \Delta \theta_{\text{فلز}} \\ \Rightarrow 0.2 \times 336000 &= m_{\text{فلز}} \times 400 \times 250 \\ \Rightarrow m_{\text{فلز}} &= 0.672 \text{ kg} = 672 \text{ g} \end{aligned}$$

گام اول

الف) اختلاف دمای بین اتاق و هوای بیرون ۲۰ درجه است. $\Delta \theta = 20^\circ \text{C}$

ب) در هر دقیقه چند کیلوژول گرما از شیشه به ابعاد $1/5 \text{ m} \times 1/5 \text{ m}$ و ضخامت ۵ میلی‌متر از طریق رسانش منتقل می‌شود. $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$, $A = 1/5 \times 1/5 \text{ m}^2$, $L = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$, $Q = ? \text{ kJ}$

گام دوم

کافی است از رابطه گرما تلف شده از طریق رسانش استفاده کنیم.

$$Q = \frac{kAt\Delta\theta}{L} \Rightarrow Q = \frac{1 \times 1/5 \times 1/5 \times 60 \times 20}{5 \times 10^{-3}} = 540 \times 10^3 \text{ J} = 540 \text{ kJ}$$

ترموکوپل دماسنجی است که برای اندازه‌گیری دماهای بالا تا حدود ۱۵۰۰ درجه سانتی‌گراد مناسب است و نسبت به اختلاف دمای بسیار کوچک تا حدود 0.01°C حساس است که به کمک ۲ سیم فلزی غیر هم جنس ساخته می‌شود که یکی از اتصال‌ها در دمایی ثابت است و اتصال دیگر به جسمی که دمای آن مورد نظر است تماس داده می‌شود.

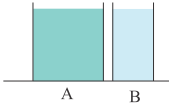
حال به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم.

گزینه "۱" ترموکوپل برای اندازه‌گیری دمای اجسام است نه میزان رسانایی آن‌ها.

گزینه "۲" اختلاف دمای ۲ اتصال باعث ایجاد جریانی در مدار می‌شود که آمپرسنج آن را نشان می‌دهد بنابراین صحیح است.

گزینه "۳" در ترموکوپل تغییر دما باعث ایجاد جریانی در مدار می‌شود نه تغییر حجم.

گزینه "۴" ترموکوپل دما را ثابت نمی‌کند، بلکه تغییرات دما را محاسبه می‌کند.



به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

تغییرات و کار هر دو برابر صفر است پس:

گزینه "۱"

$$\begin{cases} \text{انرژی درونی} = Q = mc\Delta\theta \\ m_A > m_B \\ c_A = c_B \\ \Delta\theta_A = \Delta\theta_B \end{cases} \Rightarrow m_A c \Delta\theta > m_B c \Delta\theta \Rightarrow Q_A > Q_B$$

گزینه "۲"

$$\begin{cases} \text{ظرفیت گرمایی} = mc \\ c_1 = c_2 \end{cases} \Rightarrow m_A c > m_B c$$

گزینه "۳" نیروی وارده بر کف طرف‌ها

$$F = W = mg \Rightarrow m_A g > m_B g$$

گزینه "۴" انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها

$$\theta_A = \theta_B \Rightarrow \text{انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها در ظرف A} = \text{انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها در ظرف B}$$

بنابراین گزینه "۴" صحیح است.

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

$$\Rightarrow \frac{1}{\rho} c_B \Delta\theta_A = c_B \Delta\theta_B \Rightarrow \frac{1}{\rho} \Delta\theta_A = \Delta\theta_B$$

$$\begin{cases} \Delta V = V (\rho \alpha) \Delta\theta \\ V_B = \rho V_A \\ \alpha_A = \frac{1}{\rho} \alpha_B \\ \frac{1}{\rho} \Delta\theta_A = \Delta\theta_B \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A (\rho \alpha_A) \Delta\theta_A}{V_B (\rho \alpha_B) \Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A \rho (\frac{1}{\rho} \alpha_B) \Delta\theta_A}{(\rho V_A) \rho \alpha_B (\frac{1}{\rho} \Delta\theta_A)} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{1}{\rho}$$

گام اول

الف) چگالی گاز کاملی در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک جو برابر ۱/۴ کیلوگرم بر مترمکعب است. ← $P_1 = 1 \text{ atm}$, $T_1 = 0 + 273 = 273 \text{ K}$, $\rho_1 = 1/4 \text{ kg/m}^3$
 ب) چگالی این گاز در فشار ۲ جو و دمای ۲۷۳ درجه سلسیوس چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟ ← $\rho_2 = ?$, $T_2 = 273 + 273 = 546 \text{ K}$, $P_2 = 2 \text{ atm}$

گام دوم

در این فرآیند ممکن است چگالی و حجم تغییر کند، اما مقدار جرم گاز ثابت باقی می‌ماند پس:

$$\frac{m_1}{m_2} = 1 \xrightarrow{m=\rho V} \Rightarrow \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2 V_2} = 1 \Rightarrow \frac{1/4 \times V_1}{\rho_2 \times V_2} = 1 \Rightarrow \rho_2 = 1/4 \times \frac{V_1}{V_2}$$

پس کافی است نسبت $\frac{V_1}{V_2}$ را به دست بیاوریم. باتوجه به ثابت بودن تعداد مول‌های گاز در این فرآیند از قانون گازهای کامل استفاده می‌کنیم.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \times V_1}{273} = \frac{2 \times V_2}{546} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 1$$

بنابراین ρ_2 برابر است با:

$$\rho_2 = 1/4 \times \frac{V_1}{V_2} = 1/4 \text{ kg/m}^3$$

گزینه ۴

۱۷۵

گام اول

الف) یک قطعه یخ صفر درجه سلسیوس وجود دارد $\theta_{\text{یخ}} = 0^\circ \text{C}$
 ب) ۸۰۰ گرم آب ۵۰ درجه سلسیوس ← $\theta_{\text{آب}} = 50^\circ \text{C}$, $m_{\text{آب}} = 0/8 \text{ kg}$
 ج) پس از برقراری تعادل گرمایی، ۱۰۰ گرم یخ در ظرف باقی می‌ماند ← پس دمای تعادل باید صفر درجه سانتی‌گراد باشد که در آن مقداری آب صفر درجه و ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه قرار دارد،
 $m_{\text{یخ}} = 0/1 \text{ kg}$
 د) جرم اولیه یخ چند گرم بوده است؟ ← $m_{\text{یخ}} = ? \text{ g}$

گام دوم

باتوجه به اینکه دمای تعادل را داریم، از رابطه زیر استفاده کرد و مقدار یخی را که ذوب شده است، به دست می‌آوریم:

$$Q_f = Q_{\text{آب}} = 0 \Rightarrow m_1 L_f + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \times \Delta\theta = 0 \\ \Rightarrow m_1 \times 336000 + 0/8 \times 4200 \times (0 - 50) = 0 \\ \Rightarrow m_1 \times 0/5 \text{ kg} = 500 \text{ g}$$

برای محاسبه جرم اولیه یخ، کافی است مقدار یخ ذوب شده را با یخ باقی‌مانده جمع کنیم:

$$m_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ}} + m_{\text{ذوب}} = 100 + 500 = 600 \text{ g}$$

گزینه ۳

۱۷۶

گام اول

الف) ۵۰۰ گرم آب صفر درجه سلسیوس ← $\theta_2 = 0^\circ \text{C}$, $m_2 = 500 \text{ g} = 0/5 \text{ kg}$
 ب) $Q = 100/8 \text{ kJ}$ گرما می‌گیریم. ← $Q = 100/8 \text{ kJ}$
 ج) گرمای نهان ذوب یخ 336 kJ/kg ← $L_f = 336 \text{ kJ/kg}$
 د) چند درصد آب، منجمد می‌شود؟ ← $100 = ? \times \frac{\text{منجمد شده}}{m_{\text{کل}}}$

گام دوم

فرض می‌کنیم در اثر گرفتن گرما، m_1 گرم از آب به یخ تبدیل شده است؛ بنابراین:

$$Q = m_1 L_f \Rightarrow 100/8 = m_1 \times 336 \Rightarrow m_1 = 0/3 \text{ kg}$$

درصد تبدیل آب به یخ برابر می‌شود با:

$$\frac{m_1}{m_{\text{کل}}} \times 100 = \frac{0/3}{0/5} \times 100 = 60\%$$

گام اول

الف) اگر در حجم ثابت $V_1 = V_2$

$$\begin{cases} T_1 = 45/5 + 273 = 318/5 K \\ T_2 = 91 + 273 = 364 K \end{cases} \leftarrow \text{ب) تغییر دما از } 45/5 \text{ درجه سلسیوس به } 91 \text{ درجه سلسیوس}$$

ج) فشار گاز چندبرابر می‌شود؟ $\frac{P_2}{P_1} = ?$

گام دوم

باتوجه به اینکه جرم و حجم گاز ثابت مانده است:

$$\frac{P}{T} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{364}{318/5} = \frac{8}{3}$$

گام اول

الف) دمای گاز کاملی ۲۷ درجه سلسیوس است. $T_1 = 27 + 273 = 300 K$ ب) اگر دمای آن را در فشار ثابت به ۸۷ درجه سلسیوس برسانیم. $P_1 = P_2, T_2 = 87 + 273 = 360 K$ ج) حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟ $\frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100 = \left(\frac{V_2}{V_1} - 1\right) \times 100 = ?$

گام دوم

کافی است نسبت $\frac{V_2}{V_1}$ را به دست بیاوریم.در فشار ثابت نسبت $\frac{V}{T}$ برای گازهای کامل ثابت است؛ بنابراین برای دو حالت گاز داریم:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{300} = \frac{V_2}{360} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 1/2$$

بنابراین درصد افزایش حجم برابر است با:

$$\left(\frac{V_2}{V_1} - 1\right) \times 100 = (1/2 - 1) \times 100 = 0/2 \times 100 = 20\%$$