



آزمون مدارک برتر ایران



به ابتکار دبیرستان انرژی اتمی ایران



آزمون

المپیاد

۲۹ مهر ۱۳۹۰

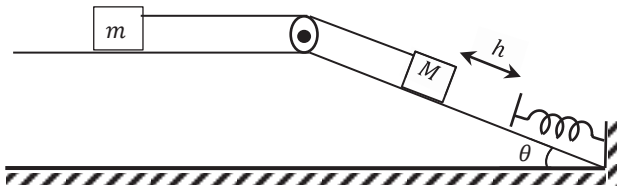
فیزیک

مدت آزمون: ۴ ساعت

تذکرات:

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

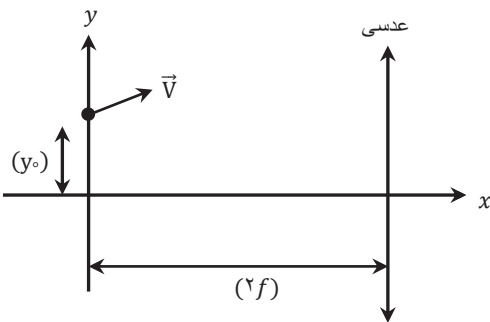
۱- مطابق شکل دو جرم m و M به وسیله طنابی بی جرم به هم متصل اند. و در زیر جسم فنر ایده آل فشرده نشده‌ای با ثابت k وجود دارد. سیستم از حالت سکون رها می‌شود. حداکثر سرعت جرم m چه قدر است؟ از همی اصطکاک‌ها صرف نظر کنید؟



$$\left[\frac{2Mg \sin \theta}{m+M} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2) \qquad \left[\frac{Mg \sin \theta}{m+M} \left(2h + \frac{Mg \sin \theta}{k} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$\left[\frac{2Mgh \sin \theta}{m+M} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4) \qquad \left[\frac{Mg \sin \theta}{m+M} \left(h + \frac{Mg \sin \theta}{k} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

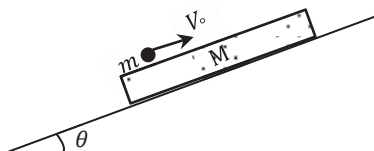
۲- ذره‌ای در فاصله $(2f)$ از یک عدسی همگرا به فاصله کانونی (f) قرار دارد. فاصله ذره با محور نوری عدسی برابر با (y_0) می‌باشد اگر این ذره با سرعت $\vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j}$ شروع به حرکت کند، سرعت حرکت تصویر ذره مطابق کدام گزینه می‌باشد؟



$$v_x \hat{i} - v_y \hat{j} \quad (2) \qquad v_x \hat{i} + v_y \hat{j} \quad (1)$$

$$v_x \hat{i} + \left(\frac{y v_x}{f} + v_y \right) \hat{j} \quad (4) \qquad v_x \hat{i} + \left(\frac{y v_x}{f} - v_y \right) \hat{j} \quad (3)$$

۳- سطح شیب‌داری با شیب (θ) را در نظر بگیرید بطوریکه تخته‌ای به جرم M را بر روی آن نگه داشته‌ایم. بین تخته و سطح شیب‌دار، اصطکاک وجود ندارد. ذره کوچکی به جرم (m) را بر روی تخته قرار داده و به آن سرعت اولیه (v_0) رو به بالا می‌دهیم. در همین لحظه تخته را نیز آزاد می‌گذاریم. بین ذره و تخته اصطکاک داریم. ذره پس از طی مسافت (d) نسبت به تخته سرعتش به $\left(\frac{v_0}{2} \right)$ می‌رسد و در این مدت تخته نسبت به سطح شیب‌دار جابه‌جا نمی‌شود. مقدار (d) برابر است با:



$$\frac{2(m+M)v_0^2}{4mg \sin \theta} \quad (2) \qquad \frac{2mv_0^2}{4Mg \sin \theta} \quad (1)$$

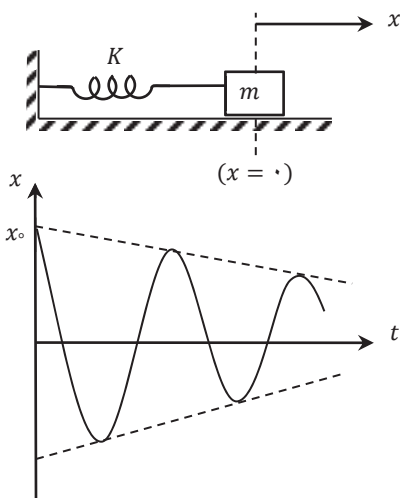
$$\frac{2mv_0^2}{4Mg \sin \theta} \quad (4) \qquad \frac{2mv_0^2}{4(m+M)g \sin \theta} \quad (3)$$

المپیاد فیزیک

۴- دو عدسی همگرا با فاصله‌های کانونی f و f' را در اختیار داریم. بطوریکه محورهای نوری آنها بر هم منطبق است. این دستگاه نوری برای ایجاد تصویری از یک جسم مورد استفاده قرار می‌گیرد. فاصله بین دو عدسی چقدر باشد تا اندازه تصویر، به فاصله جسم از عدسی‌ها وابسته نباشد؟

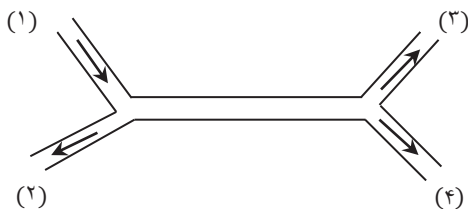
(۱) ff' (۲) $f + f'$ (۳) $\frac{ff'}{f+f'}$ (۴) $\sqrt{ff'}$

۵- جسمی به جرم (m) مطابق شکل به فنری با ضریب سختی (k) متصل است. بین جسم و سطح افقی، ضریب اصطکاک بسیار کوچک و برابر با (μ) می‌باشد. ($\mu < 1$) جسم را به اندازه (x_0) از نقطه تعادلش منحرف کرده و در مبدأ زمان ($t = 0$) آن را رها می‌کنیم. با توجه به کوچک بودن ضریب اصطکاک نمودار مکان - زمان جسم به صورت شکل نشان داده شده در می‌آید. در هر رفت و برگشت کامل، دامنه نوسان، چقدر کاهش خواهد یافت؟



(۱) $\frac{\mu mg}{k}$ (۲) $\frac{2\mu mg}{k}$
 (۳) $\frac{4\mu mg}{k}$ (۴) $\frac{\mu mg}{2k}$

۶- یک لوله افقی را در نظر بگیرید که آب در آن جریان دارد. حجم آب ورودی به لوله در واحد زمان (Q) متناسب است با اختلاف فشار در دو سر لوله. ضریب تناسب نیز به طول و مقطع لوله وابسته است. اتصال لوله‌های آبی مطابق شکل را در نظر بگیرید. فشار در ابتدای لوله‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ را به ترتیب با P_1, P_2, P_3, P_4 نشان می‌دهیم. حجم آب گذرنده از لوله‌ها در واحد زمان را به ترتیب Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 می‌نامیم. می‌خواهیم P_1 را افزایش، P_2 و P_3 را کاهش دهیم در حالی که Q_1 را ثابت نگه داشته‌ایم. کدام گزینه درست است؟



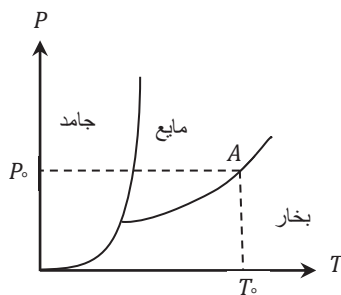
- (۱) Q_2 ثابت، و Q_3 و Q_4 افزایش و P_4 کاهش می‌یابد.
 (۲) Q_2 و Q_3 افزایش، P_4 و Q_4 کاهش می‌یابد.
 (۳) P_4, Q_2, Q_3 افزایش و Q_4 کاهش می‌یابد.

۷- یک حباب صابون با گاز نیتروژن پر شده است. به ازای چه قطری، حباب می تواند در جو شناور بماند؟ ضریب کشش سطحی محلول صابون و آب $\sigma = 45 \frac{N}{m}$ ، جرم مولی هوا $Ma = 29 \frac{g}{mol}$ و جرم مولی نیتروژن $M_N = 28 \frac{g}{mol}$ است و فشار اتمسفر $P_0 = 1.0^5 Pa$ است. از جرم حباب صرف نظر کنید. (در واقع σ نیروی وارد بر واحد طول است).

$$d \geq 10^{-1} m \quad (1) \quad d \geq 2 \times 10^{-2} m \quad (2) \quad d \geq 10^{-4} m \quad (3) \quad d \geq 2 \times 10^{-4} m \quad (4)$$

۸- در شکل زیر نمودار تعادل فازهای مختلف یک ماده ی خالص نشان داده شده است. در هر ناحیه فازی که انرژی کمتری دارد مشخص شده است. روی مرز ۲ ناحیه نیز ۲ فاز مختلف با هم در تعادلند. یعنی برای مثال اگر مخلوطی از مایع و بخار از یک ماده را در ظرفی با دمای T و فشار P قرار دهیم، چنانچه نقطه (T, P) روی منحنی تعادل باشد، نه مایع تبدیل به بخار خواهد شد و نه بخار تبدیل به مایع. فرض کنید مخلوطی از بخار و مایع یک ماده در نقطه A با هم در تعادلند. می دانیم در نزدیکی نقطه A ، منحنی تعادل با معادله $P = P_0 + \alpha(T - T_0)$ مشخص می شود. بخار مایع را طی فرایند بی دررو منبسط می کنیم. فرض کنید بخار مایع گاز کامل است و برای آن داریم: $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{3}{2}$ ، به ازای $\alpha = 0.5 \frac{atm}{K}$ ، $P_0 = 5^{atm}$ ، $T_0 = 450. K$ چه اتفاقی رخ می دهد؟

(راهنمایی: در فرآیند بی دررو گاز کامل PV^γ ثابت است که γ ، نسبت ظرفیت گرمایی در فشار ثابت به ظرفیت گرمایی در حجم ثابت است)

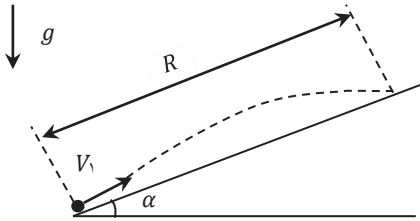


- (۱) به میزان بخار افزوده خواهد شد.
- (۲) به میزان مایع افزوده خواهد شد.
- (۳) تغییری رخ نمی دهد.
- (۴) بستگی به تعداد مول های بخار دارد.

۹- چهار جسم A, B, C, D با ظرفیت گرمایی های برابر و دماهای $T_A > T_B > T_C > T_D$ در اختیار داریم. می خواهیم با ۲ روش متفاوت از این مجموعه کار بگیریم. در روش اول بین A و D ، و بین B و C جداگانه ماشین کارنو راه می اندازیم (یعنی منبع ماشین، A و منبع سرد آن D خواهد بود و همین طور برای B و C) تا همدمای شوند. سپس یک ماشین کارنو بین A, D و B, C راه می اندازیم تا جایی که هر چهار جسم همدمای شوند. دمای نهایی را \bar{T}_1 و کل کاری که با این روش بدست می آید W_1 می نامیم. در روش دوم ابتدا بین A و B یک ماشین کارنو راه می اندازیم تا همدمای شوند، سپس بین B و C ، بعد از آن بین C, D و پس از آن بین A, D و این کار را آنقدر تکرار می کنیم تا هر چهار جسم همدمای شوند. دمای نهایی در این حالت \bar{T}_2 و کار حاصل W_2 است. در این صورت:

$$W_1 < W_2, \bar{T}_1 = \bar{T}_2 \quad (1) \quad W_1 > W_2, \bar{T}_1 < \bar{T}_2 \quad (2) \quad W_1 < W_2, \bar{T}_1 > \bar{T}_2 \quad (3) \quad W_1 = W_2, \bar{T}_1 = \bar{T}_2 \quad (4)$$

۱۰- مطابق شکل، گلوله‌ای با سرعت اولیه (v_1) ، از پایین سطح شیب‌داری با شیب (α) شلیک می‌شود. پس از طی بُرد (R) در امتداد سطح شیب‌دار، گلوله با سرعت (v_2) با سطح شیب‌دار برخورد می‌کند. بیش‌ترین بُرد پرتابه در امتداد سطح شیب‌دار (R_{max}) چقدر می‌تواند باشد؟



$$(1) \frac{v_1 v_2}{g}$$

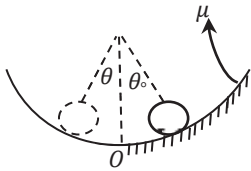
$$(2) \frac{2v_1 v_2}{g}$$

$$(3) \frac{v_1 v_2}{2g}$$

$$(4) \frac{2v_1 v_2}{g \cos \alpha}$$

$$(5) \frac{v_1 v_2}{2g \cos \alpha}$$

۱۱- در شکل، نیم‌کره‌ای که نیمی از آن اصطکاک دارد و نیمی دیگر بدون اصطکاک است مشاهده می‌شود. کره‌ای توپ‌ر و فلزی را که مرکز آن تحت زاویه‌ی θ_0 است در قسمت دارای اصطکاک نیم‌کره قرار داده و رها می‌کنیم تا شروع به غلتش کند. کره‌ی فلزی تا نقطه O فقط می‌غلتد و هیچ لغزشی ندارد و تا زاویه‌ی θ ، مرکز کره‌ی فلزی در طرف دیگر نیم‌کره که بدون اصطکاک است، بالا می‌آید، کدام گزینه رابطه‌ی بین θ و θ_0 را درست نشان می‌دهد؟



$$(1) \text{ حتماً } \theta = \theta_0$$

$$(2) \text{ حتماً } \theta < \theta_0$$

$$(3) \text{ حتماً } \theta > \theta_0$$

$$(4) \text{ حتماً } \theta \leq \theta_0$$

۱۲- زاویه‌ای که خورشید از دید ناظر زمینی دارا است (قطر زاویه‌ای خورشید) می‌توان به صورت تقریبی $\alpha = 10^{-2} \text{ rad}$ در نظر گرفت. شعاع زمین را $R_e = 6400 \text{ km}$ و شتاب ثقل بر روی زمین را $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ در نظر بگیرید. با اطلاعات فوق نسبت چگالی زمین (ρ_e) به خورشید (ρ_s) به صورت تقریبی متابق کدام گزینه است در صورتی بتوان هم خورشید و هم زمین را کاملاً کروی در نظر گرفت. (مقدار تقریبی ۱ سال زمین نیز $3 \times 10^7 \text{ s}$ می‌باشد).

$$(1) \frac{\rho_e}{\rho_s} = \frac{3}{2} \quad (2) \frac{\rho_e}{\rho_s} = 2 \quad (3) \frac{\rho_e}{\rho_s} = 3 \quad (4) \frac{\rho_e}{\rho_s} = \frac{4}{5} \quad (5) \frac{\rho_e}{\rho_s} = 6$$

۱۳- دو جسم با جرم یکسان m توسط فنری به هم وصل شده و روی سطح افقی با ضریب اصطکاک μ در حال سکون قرار دارند. فنر ابتدا طول آزاد خود را دارد. حداقل نیروی ثابت لازم وارد بر یک جسم چقدر باشد تا جسم دیگر در آستانه حرکت قرار بگیرد؟

- (۱) μmg (۲) $\frac{2}{3} \mu mg$ (۳) $2 \mu mg$ (۴) $3 \mu mg$

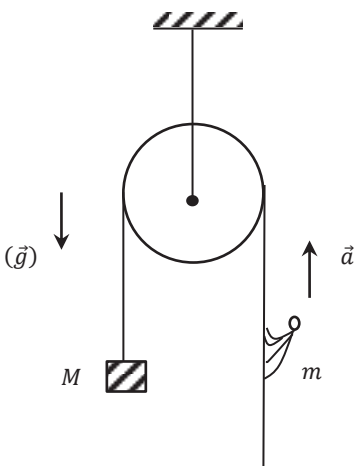
۱۴- گلوله کروی به شعاع (R) را در نظر بگیرید. که در هوای ساکن با سرعت (V) و در حال حرکت است. مولکول‌های هوا را بصورت ذراتی بسیار ریز در نظر بگیرید که با سطح گلوله برخوردی کشسان داشته و نیروی خالص (F) را به گلوله وارد می‌کنند. نیروی (F) رابطه تناسبی زیر را با شعاع گلوله (R) و سرعت گلوله (V) داراست:

$$F \sim (R^\alpha)(V^\beta)$$

مقادیر (α) و (β) مطابق کدام گزینه خواهد بود؟

- (۱) $\alpha = 1$ و $\beta = 1$ (۲) $\alpha = 2$ و $\beta = 1$
 (۳) $\alpha = 2$ و $\beta = 2$ (۴) $\alpha = -1$ و $\beta = 2$

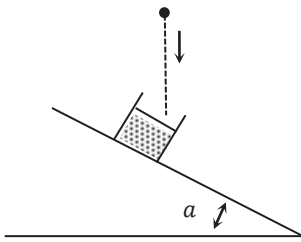
۱۵- مطابق شکل، جسمی به جرم (M) به انتهای طناب سبکی که از روی قرقره ثابتی گذشته است، بسته شده است. شخصی به جرم (m) در سر دیگر طناب در حال بالارفتن از آن است. بطوریکه با شتاب ثابت (a) در حال بالارفتن از طناب است. اگر از جرم طناب و قرقره و اصطکاک میان آن‌ها صرف نظر کنیم، شتاب (M) مطابق کدام گزینه است؟



- (۱) $\left(\frac{m}{M}\right) a$
 (۲) $\left(\frac{m}{M}\right) (g + a)$
 (۳) $g - \left(\frac{m}{M}\right) (g + a)$
 (۴) $g - \left(\frac{m}{M}\right) (a)$

المپیاد فیزیک

۱۶- جعبه‌ای حاوی شن را روی سطح شیب‌داری قرار داده‌ایم. ضریب اصطکاک بین جعبه و سطح برابر است با؛ یعنی $\mu = \tan \alpha$ جسمی به طور قائم به داخل جعبه سقوط کرده و همان جا باقی می‌ماند. پس از برخورد جسم خواهیم داشت؛



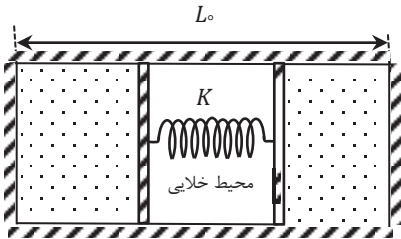
(۱) جعبه با سرعت ثابت شروع به پایین آمدن از سطح شیب‌دار می‌کند.

(۲) جعبه با شتاب ثابت از سطح شیب‌دار پایین می‌آید.

(۳) جعبه در همان حالت سکون باقی می‌ماند.

(۴) بسته به جرم گلوله، ارتفاع رها کردن آن و اندازه ضریب اصطکاک، هر سه حالت فوق امکان‌پذیر است.

۱۷- یک محفظه‌ی استوانه‌ای شکل، دارای دو پیستون به وزن W می‌باشد و پیستون‌ها می‌توانند بدون اصطکاک دورن آن جابه‌جا شوند. بین هر پیستون و دیواره‌ی استوانه n مول گاز کامل یکسان در دمای T قرار دارد. طول آزاد فنر با طول استوانه و برابر L_0 می‌باشد. اگر محفظه را به طور قائم بر روی زمین قرار دهیم، انرژی پتانسیل کشسانی فنر چند درصد تغییر خواهد کرد؟ ثابت عمومی گازها را R بگیرد.



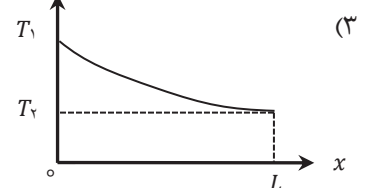
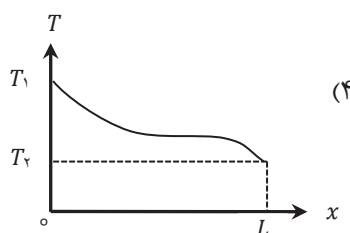
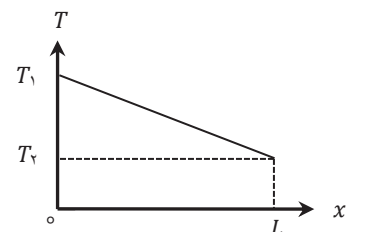
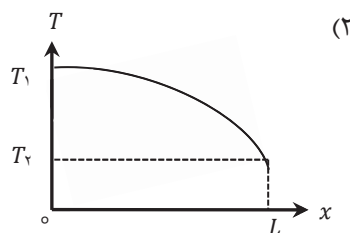
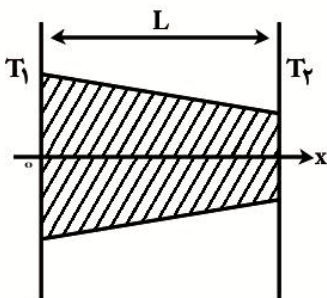
$$\sqrt{1 + \frac{W^2}{2nRkT}} - 1 \quad (۲)$$

$$\sqrt{1 - \frac{2W^2}{nRkT}} \quad (۱)$$

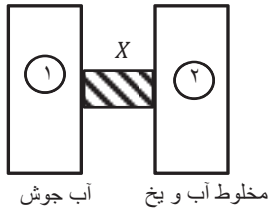
$$\frac{W^2}{2nRkT} \quad (۴)$$

$$\sqrt{\frac{nRkT}{nRkT - 2W^2}} \quad (۳)$$

۱۸- میله‌ای مخروطی شکل بین دو منبع گرمایی با دمای T_1 و T_2 قرار دارد و دور آن عایق‌بندی شده است ($T_1 > T_2$) کدام یک از نمودارهای زیر، تغییرات دمایی را بر روی این میله (محور x) را درست نشان می‌دهد؟



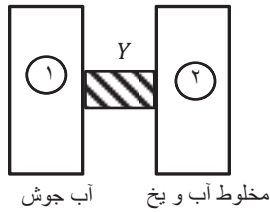
۱۹- دو محفظه داریم که در اولی آب جوش با دمای ثابت ($\theta_1 = 100^\circ\text{C}$) و در دومی مخلوط آب و یخ داریم.



(آزمایش ۱)

آزمایش اول: با میله‌ی ساخته شده از فلز X را به هم وصل می‌کنیم.

یخ درون محفظه‌ی (۱) در مدت ۲۰ دقیقه ذوب می‌شود.



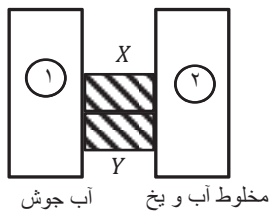
(آزمایش ۲)

آزمایش دوم: در این حالت، یک قالب یخ مشابه با قالب یخ آزمایش اول

درون ظرف دوم قرار دارد. با میله‌ی ساخته شده از فلز Y (که از نظر ابعاد

مشابه میله X است) دو محفظه را به هم وصل می‌کنیم. یخ موجود در

محفظه‌ی (۲) در مدت ۶۰ دقیقه ذوب می‌شود.



(آزمایش ۳)

آزمایش سوم: دو میله را به‌طور هم‌زمان بین دو محفظه قرار می‌دهیم و

با همان قالب یخ اولیه، آزمایش را تکرار کنیم. چند دقیقه طول می‌کشد

تا قالب یخ ذوب شود؟ (از اتلاف گرما و مدت زمانی که صرف افزایش دمای

خود میله‌ها می‌شود و هم‌چنین گرمایی که صرف افزایش دمای خود میله‌ها می‌شود، صرف نظر کنید.)

۱۵ (۴)

۱۲ (۳)

۷/۵ (۲)

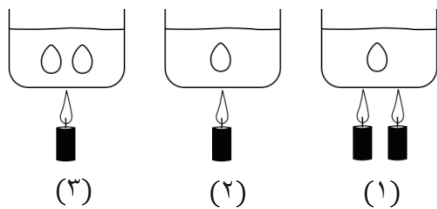
۵ (۱)

۲۰- در داخل سه ظرف مشابه، مقدارهای یکسانی آب خالص در حال جوش وجود دارد. در ظرف اول و دوم، یک تخم‌مرغ و در

ظرف سوم، دو تخم‌مرغ می‌اندازیم. به محض انداختن تخم‌مرغ‌ها، آب ظرف‌ها از جوشش می‌افتد. تمام تخم‌مرغ‌ها از درون

یخچال با دمای داخلی صفر درجه خارج شده بودند. مدت زمانی را که طول می‌کشد تا آب ظرف‌های ۱ و ۲ و ۳ دوباره به جوش

آید، t_1 و t_2 و t_3 نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟



$$t_1 = t_2 < t_3 \quad (۱)$$

$$t_1 < t_2 < t_3 \quad (۲)$$

$$t_1 = t_2 = t_3 \quad (۳)$$

$$t_1 < t_2 = t_3 \quad (۴)$$

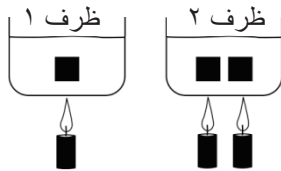
المپیاد فیزیک

۲۱- در داخل دو ظرف مشابه، مقدار یکسانی آب خالص در حال جوش وجود دارد. در ظرف اول، یک قالب یخ کوچک و در ظرف دوم، دو قالب یخ کوچک می‌اندازیم. هر سه قالب یکسان و دمایی برابر صفر درجه داشتند. به محض انداختن قالب‌های یخ، به سرعت ذوب می‌شوند و آب ظرف از جوشش می‌افتد. مدت زمانی که طول می‌کشد تا آب ظرف ۱ و ۲ دوباره به جوش افتند، به ترتیب با t_1 و t_2 نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ (از اتلاف انرژی صرف نظر کنید)

$$t_1 > t_2 \quad (۱)$$

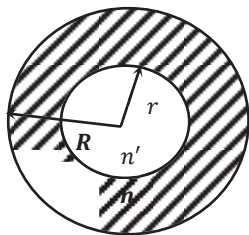
$$t_1 < t_2 \quad (۲)$$

$$t_1 = t_2 \quad (۳)$$



(۴) بدون داشتن جرم قابل آب و قالب‌های یخ، نمی‌توان درستی هیچ کدام از گزینه‌های قبل را تأیید کرد.

۲۲- یک لوله‌ی آزمایشگاهی با ضریب شکست n در اختیار داریم. شعاع داخلی آن و شعاع خارجی آن R است. این لوله را با یک مایع به ضریب شکست $n' (n' < n)$ پر می‌کنیم. شعاع داخلی لوله حداقل چه قدر باشد تا پرتویی که به لوله‌ی شیشه‌ای برخورد می‌کند، وارد مایع شود؟



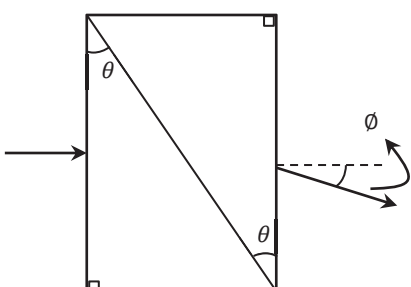
$$\frac{1}{n} \quad (۲) \quad \frac{n'}{n^2} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{n'} \quad (۴) \quad \frac{n^2}{n'} \quad (۳)$$

۲۳- ضریب سختی یک فنر، (r) تابعی از شعاع سیمی که فنر از آن ساخته شده است، (R) شعاع دورهای مارپیچ فنر و (n) تعداد دورهای فنر و یک ضریب ثابت G (ضریب صلبیت) که وابسته به جنس سیم فنر است و واحد آن $\frac{N}{m^2}$ است، کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند نشان‌دهنده‌ی ضریب سختی یک فنر باشد؟

$$\frac{Gr^2}{4nR^2} \quad (۴) \quad \frac{GnR^2}{4r^2} \quad (۳) \quad \frac{Gr}{4nR^2} \quad (۲) \quad \frac{Gnr}{4R^2} \quad (۱)$$

۲۴- دو منشور از نظر هندسی کاملاً مشابه هستند، مطابق شکل به هم چسبانده شده‌اند. ضریب شکست این دو منشور به میزان اندکی با هم اختلاف دارند و زاویه‌ی θ (زاویه رأس منشور) بسیار کوچک است. وقتی یک پرتوی لیزر در راستای افقی به منشور اول وارد می‌شود، پرتو خروجی از منشور دوم نسبت به راستای پرتوی ورودی، زاویه‌ی انحراف کوچکی به اندازه‌ی (ϕ) پیدا می‌کند. اختلاف ضرایب شکست دو منشور کدام است؟



$$\frac{\theta}{\sqrt{\theta^2 - \phi^2}} \quad (۴) \quad \frac{\sqrt{\theta^2 - \phi^2}}{\theta} \quad (۳) \quad \frac{\theta}{\phi} \quad (۲) \quad \frac{\phi}{\theta} \quad (۱)$$

۲۵- دو کره‌ی فلزی کاملاً یکسان از نظر وزن و شکل و اندازه‌ی ظاهری داریم. اما یکی از آن‌ها همگن و توپر است و دیگری ناهمگن است و نصف حجمش با چوب پر شده است. روکش کره‌ی ناهمگن نیز فلزی است. ضریب انبساط گرمایی و گرمای ویژه هر دو کره یکسان است. از روی ظاهر این کره‌ها نمی‌توان پی‌برد که کدام توپر و داخل کدام یک چوبی است. بنابراین، چهار آزمایش برای فهمیدن این مطلب ترتیب می‌دهیم. با استفاده از آزمایش مطرح شده در کدام گزینه می‌توان فهمید که کدام کره توپر و داخل کدام کره چوبی است؟

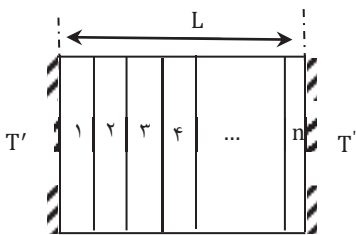
(۱) هر دو کره را از ارتفاع یکسانی رها می‌کنیم، زمان رسیدن به زمین را برای هر یک اندازه می‌گیریم.

(۲) هر دو کره را بر روی آب شناور کرده و مقدار حجمی که از هر یک از کره‌ها درون آب قرار می‌گیرد. اندازه می‌گیریم. (کره‌ها در آب فرو نمی‌روند)

(۳) دمای هر دو کره را به مقدار یکسانی بالا می‌بریم و سپس افزایش شعاع هر کره را اندازه می‌گیریم.

(۴) از هیچ‌کدام از آزمایش‌های بالا نمی‌توان فهمید کدام کره توپر و داخل کدام یک چوب است.

۲۶- بین دو منبع گرمایی، n بلوک که مساحت مقطع آن‌ها با مساحت مقطع دیواره‌های منابع گرمایی برابر است، قرار داده‌ایم. ضریب رسانش گرمایی این n بلوک، به ترتیب برابر با k_1 تا k_n است و ضخامت نهایی این بلوک‌ها با هم برابر است. فرض کنید تعادل گرمایی برقرار است. می‌خواهیم این n بلوک را برداریم و یک بلوک به ضخامت L و مساحت مقطع دیواره‌های منابع گرمایی بجای بلوک‌های قبلی قرار دهیم به طوری که آهنگ انتقال گرما بین دو منبع گرمایی تغییر نکند. ضریب رسانش گرمایی بلوک معادل مطابق کدام است؟



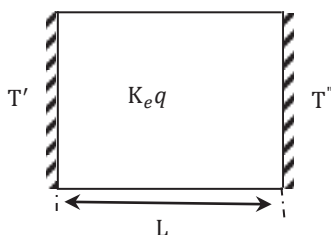
$$(T' > T'')$$

$$\sum_1^n (k_i) \quad (۱)$$

$$\frac{\sum_1^n k_i}{n} \quad (۲)$$

$$\sum_1^n \frac{1}{k_i} \quad (۳)$$

$$\frac{n}{\sum_1^n \frac{1}{k_i}} \quad (۴)$$

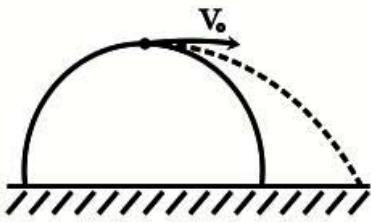


۲۷- ذره‌ای در بالاترین نقطه نیمکره ثابتی به شعاع (R) قرار دارد. به ذره سرعت اولیه افقی (V_0) می‌دهیم. حداقل مقدار (V_0) چقدر باشد تا ذره هیچ تماسی با نیمکره نداشته باشد؟

$$V_0 \geq \sqrt{gR} \quad (1)$$

$$V_0 \geq \sqrt{2gR} \quad (2)$$

$$V_0 \geq \sqrt{\frac{gR}{2}} \quad (3)$$



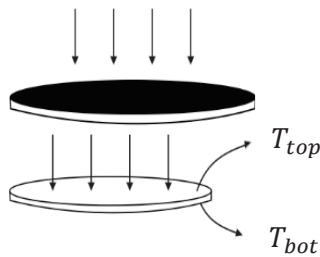
۲۸- یک قرص فلزی به ضخامت δ در هوا معلق است. پرتوهای موازی نور خورشید، به صورت عمودی بر سطح بالایی قرص می‌تابد. در حالتی که دمای نقاط مختلف قرص برحسب زمان مقدار ثابتی شده است. دمای سطح بالایی قرص 360 K و دمای سطح پایینی آن 340 K است. دمای هوا، مقدار ثابت 300 K است. اگر قرصی را که شعاعش برابر شعاع این قرص و ضخامتش دو برابر این قرص می‌باشد (2δ) به جای این قرص قرار دهیم. دمای سطح بالا و پایینی آن به ترتیب چند کلوین است؟ (فرض کنید تنها از طریق همرفت گرما بین قرص و هوا منتقل می‌شود)

$$333 \text{ و } 367 \quad (1)$$

$$336 \text{ و } 374 \quad (2)$$

$$320 \text{ و } 380 \quad (3)$$

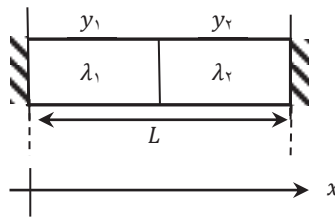
$$320 \text{ و } 360 \quad (4)$$



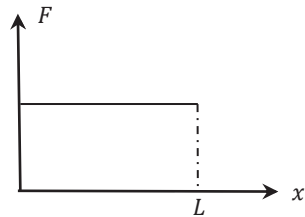
۲۹- هر جسمی را می توان مانند فنری در نظر گرفت که طول آن تحت کشش و فشار عوض می شود. اگر به دو سر میله ای به طول L_0 و سطح مقطع A نیروی F را وارد کنیم، طول آن به اندازه ΔL تغییر می کند. به نسبت $\frac{F}{A}$ "تنش" گفته می شود. طبق قانون هوک، اگر تغییر طول نسبی $\left(\frac{\Delta L}{L_0}\right)$ بیش از اندازه بزرگ نباشد، نسبت تنش به تغییر طول نسبی برابر مقداری ثابت است که به آن "مدول یانگ" میله گفته و با Y نمایش داده می شود.

$$Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta L}{L_0}}$$

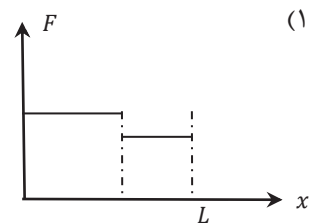
دو استوانه فلزی هم مقطع و هم طول با ضریب انبساط گرمایی λ_1 و λ_2 مدول یانگ های Y_1 و Y_2 مطابق شکل به هم چسبانده ایم و دو سر مجموعه را بین دو دیوار صلب قرار داده ایم. در این حال، هیچ کشش و یا فشاری درون هیچ کدام از استوانه ها وجود ندارد.



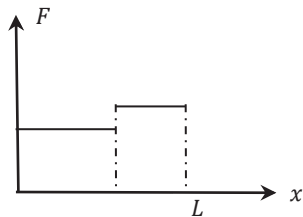
اگر دمای دو استوانه را به اندازه $\Delta\theta$ افزایش دهیم. نمودار نیروی به وجود آمده در هر سطح مقطع فرضی (عمود بر محورهای دو استوانه) بر حسب x کدام است؟ ($\lambda_1 > \lambda_2$ و $Y_1 > Y_2$ است.)



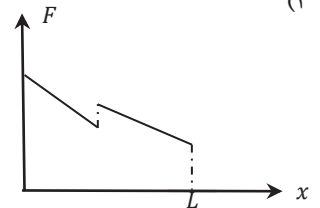
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

مسأله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را بر حسب واحدهای موردنظر (مثلاً میلی آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید.

توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید که ظرفیت خازنی بر حسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد $26/7 \mu F$ را به دست آورده باشید.

ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

هر مسئله ۱۰ نمره دارد. پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی دارد.

دهگان	یکان
○	○
①	①
●	②
③	③
④	④
⑤	⑤
⑥	⑥
⑦	●
⑧	⑧
⑨	⑨

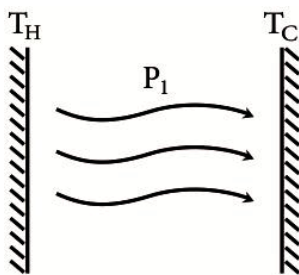
۶۱- فاصله‌ی ایستگاه‌های ابتدایی و انتهایی برای اتوبوس‌های برقی، ۶ کیلومتر است. هر ۵ دقیقه یک اتوبوس از ایستگاه مبدأ حرکت می‌کند و با سرعت ثابت ۱۸ کیلومتر بر ساعت مسیر بین ایستگاه‌ها را طی می‌کند. مسافری که سوار بر یکی از اتوبوس‌ها مسیر بین دو ایستگاه را طی می‌کند، در طول مسیرش چند اتوبوس خواهد دید؟

۶۲- در اجسام سیاه، توان تابشی (P) در واحد سطح جسم با دمای جسم بر حسب کلونین (T) رابطه تناسبی زیر را داراست:

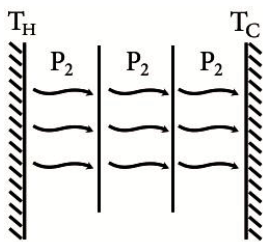
$$P \sim T^4$$

دو دیواره موازی و بسار بزرگ که یکی دارای دمای بسیار بالا (T_H) و دیگری دارای دمای بسیار پایین (T_C) می‌باشد را در نظر بگیرید. آهنگ عبوری گرما (توان تابشی) در این حالت برابر (P_1) است. حال برای آنکه آهنگ عبوری را کاهش دهیم ۲ حفاظ گرمایی که می‌توان آن‌ها را به عنوان جسم سیاه در نظر گرفت، مطابق شکل بطور موازی با دیواره‌ها قرار می‌دهیم.

پس از رسیدن به دمای پایدار، توان عبوری گرما در فضای بین دیواره‌ها برابر با (P_2) خواهد شد.



نسبت $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$ چقدر است؟



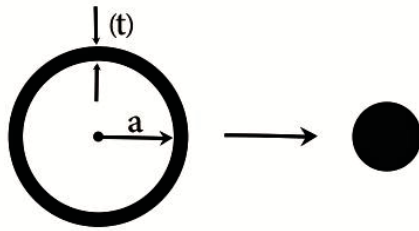
۶۳- (n_1) مول از یک گاز ایده‌آل آن تک اتمی و (n_2) مول از یک گاز ایده‌آل دو اتمی گاز ایده‌آل دیگری تشکیل شده است که از رابطه زیر تبعیت می‌کند.

$$(P)(V)^x = \text{ثابت} \quad \left(x = \frac{11}{\gamma}\right)$$

(P) و (V) به ترتیب فشار و حجم گاز جدید است. نسبت تعداد مول گازهای تک اتمی و دو اتمی $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$ چقدر است؟

۶۴- یک حباب صابون دارای شعاع داخلی ($a = 10 \text{ cm}$) و ضخامت ($t = 3/3 \times 10^{-6} \text{ cm}$) می باشد.

این حباب تا پتانسیل 10^6 شارژ می شود. حباب می ترکد تا بصورت یک قطره کروی توپر در آید، با این فرض که بار موجود در حباب بر روی سطح خارجی آن پخش می شود. پتانسیل این قطره بر حسب، "کیلو ولت" چقدر خواهد شد؟



۶۵- دو کهکشان مشابه را در نظر بگیرید. هر کدام از این کهکشانها به شکل مکعبی به ضلع 10^4 سال نوری هستند و حدود 10^{11} ستاره‌ی هم اندازه خورشید دارند. قطر خورشید تقریباً 10^9 متر است و این ستاره‌ها تقریباً یکنواخت و تصادفی در کهکشانها پخش شده‌اند. اگر این دو کهکشان از رو به رو با هم برخورد کنند و از داخل هم رد شوند، تعداد برخوردهایی که بین ستاره‌های دو کهکشان رخ می دهد، حدوداً 10^k است. چقدر (k) است؟ (از اثرات گرانش صرف نظر کنید)

۶۶- توپیی به جرم $m = 0.1 \text{ kg}$ و در راستای قائم با یک صفحه افقی برخورد می کند. سرعت توپ قبل از برخورد با سطح برابر با (v) و بلافاصله پس از برخورد برابر ($\frac{v}{3}$) می باشد. نمودار نیروی وارد بر توپ (N) بر حسب زمان بصورت زیر است. (لحظه شروع تماس توپ با سطح به عنوان مبدأ زمان ($t = 0$) در نظر گرفته شده است). پس از برخورد، توپ حداکثر تا چه ارتفاعی بالا خواهد رفت؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

