



دفترچه سؤالات مرحله اول بیست و دومین دوره المپیاد فیزیک سال ۱۳۸۵

مدت آزمون (دقیقه)	تعداد سؤالات	
	مسأله‌های تشریحی	سؤالات چند گزینه‌ای
۱۸۰	۷	۳۱

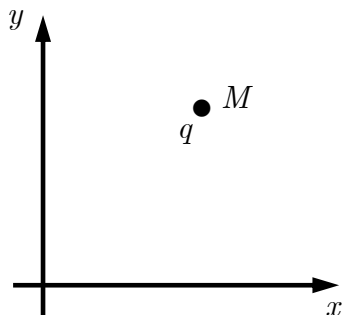
استفاده از ماشین حساب ممنوع است.

توضیحات مهم

تذکرات آزمون:

- ضمن آرزوی موفقیت برای شما دانش‌پژوه گرامی، خواهشمند است قبل از پاسخ به سؤالات آزمون به موارد زیر توجه کنید:
- این آزمون شامل ۳۱ سوال تستی و ۷ مسأله‌های تشریحی و وقت آن ۱۸۰ دقیقه است.
- نمره‌ی هر سوال در ابتدای آن نوشته شده است.
- استفاده از ماشین حساب در این آزمون مجاز است.
- همراه داشتن تلفن همراه (حتی خاموش) در طول زمان آزمون مجاز نیست.
- فقط داوطلبانی می‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند.
- جمع‌آوری و آماده‌سازی دفترچه‌ی سؤالات این آزمون توسط کمیته‌ی علمی ماخ انجام شده است.

۱- ماه بار نقطه‌ای مثبت q در نقطه M قرار دارد. تا زمانی که بار q ساکن است نیرویی به آن وارد نمی‌شود و هرگاه آن را در صفحه xy حرکت دهیم و به سمت چپ خود منحرف می‌شود. کدام گزینه در مورد میدان‌ها در نقطه M درست است؟ $(-1, +5)$



- (الف) میدان مغناطیسی عمود بر صفحه شکل و به سمت داخل است.
- (ب) میدان مغناطیسی عمود بر صفحه شکل و به سمت خارج است.
- (ج) میدان الکتریکی در جهت $+y$ است.
- (د) میدان الکتریکی در جهت $-x$ است.
- (ه) میدان مغناطیسی در جهت $-x$ است.
- (و) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی عمود برهم وجود دارند.

۲- ماه اگر A و B به ترتیب اندازه‌های بردارهای \vec{A} و \vec{B} باشند و $|\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - 2\vec{B}|$ ، زاویه بین \vec{A} و \vec{B} کدام گزینه است؟ $(-1, +4)$

- (الف) $ar \cos\left(\frac{-3B}{2A}\right)$
- (ب) $ar \cos\left(\frac{-B}{2A}\right)$
- (ج) $ar \cos\left(\frac{B}{2A}\right)$
- (د) $ar \cos\left(\frac{1}{2}\right)$
- (ه) $ar \cos\left(\frac{-A}{2B}\right)$

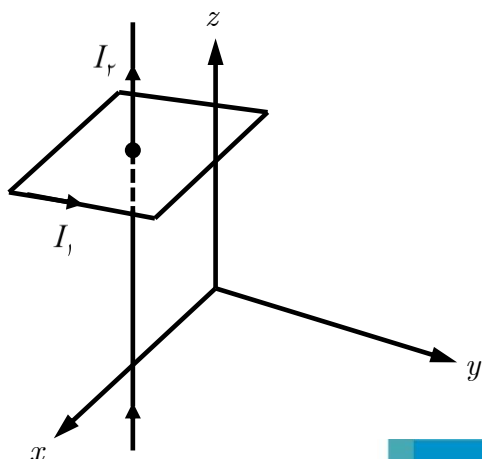
۳- ماه ذره‌ای در مسیری با معادله زیر حرکت می‌کند. طول قوسی که ذره از زمان $t = 0$ تا $t = \frac{3\pi}{3w}$ طی می‌کند، چقدر است؟ $(-1, +3)$

$$\begin{cases} x = R \cos wt - R \\ y = R \sin wt \end{cases}$$

- (الف) $R\sqrt{2}$
- (ب) $2\pi R$
- (ج) $\frac{3\pi R}{4}$
- (د) $\frac{3\pi R}{2}$

۴- ماه دو ساعت در نظر بگیرید که در آغاز عدد یکسانی را نشان می‌دهند و آهنگ کار آن‌ها هم یکی است. آهنگ کار یکی از ساعت‌ها نسبت به دیگری به طور یکنواخت کند می‌شود، به طوری که طول یک شبانه‌روز را در پایان هر سال ۲ میلی ثانیه از طول شبانه‌روز در ابتدای آن سال کمتر نشان می‌دهد. اختلاف بین اعدادی که این دو ساعت پس از یک قرن نشان می‌دهند، به کدام یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ $(-1, +3)$

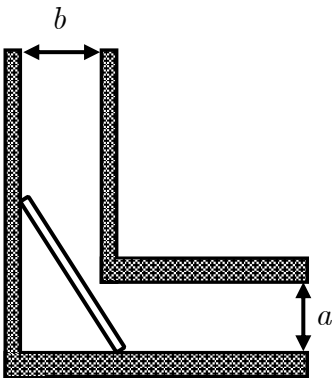
- (الف) ۱ ثانیه
- (ب) ۱ دقیقه
- (ج) ۱ ساعت
- (د) ۱ روز



۵- ماه مطابق شکل از حلقه‌ای به شکل مربع که صفحه آن موازی صفحه xy است، جریان I_1 می‌گذرد. از سیمی بسیار بلند عمود بر صفحه مربع، که از مرکز آن می‌گذرد در جهت مثبت محور z جریان I_2 عبور می‌کند. نیروی مغناطیسی کل وارد بر حلقه کدام است؟ $(-1, +3)$

- (الف) صفر
- (ب) $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}$ در صفحه حلقه
- (ج) $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}$ و در جهت مثبت محور z
- (د) $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}$ و در جهت منفی محور z

۶- طول بلندترین میله‌ای که می‌توان آن را از مجرایی مانند شکل رد کرد چقدر است؟ مسئله را دوبعدی در نظر بگیرید و از ضخامت میله چشم‌پوشی کنید. $(-1, +3)$ ماگ



(ب) $\frac{1}{4}(a^{\frac{1}{2}} + b^{\frac{1}{2}})^2$

(الف) $\sqrt{a^2 + b^2}$

(د) $a + b$

(ج) $(a^{\frac{2}{3}} + b^{\frac{2}{3}})^{\frac{3}{2}}$

۷- دو خودروی A و B به ترتیب با سرعت‌های $16 m/s$ و $8 m/s$ روی یک خط راست به سمت یکدیگر در حرکت‌اند. هنگامی که فاصله دو خودرو از هم $45 m$ است خودروی A با شتاب $2 m/s^2$ و خودروی B با شتاب $4 m/s^2$ ترمز می‌کنند. چند ثانیه ماگ

پس از ترمز دو خودرو به هم می‌خورند و سرعت خودروی B در لحظه برخورد چقدر است؟ $(-1, +3)$

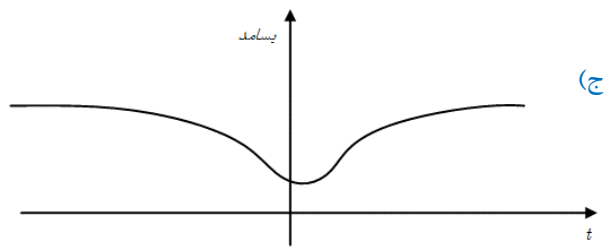
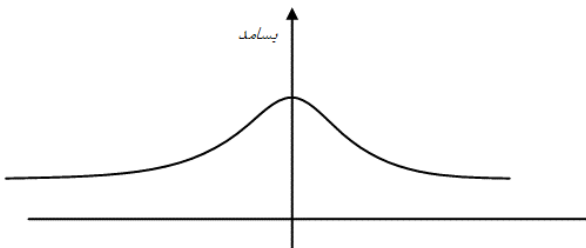
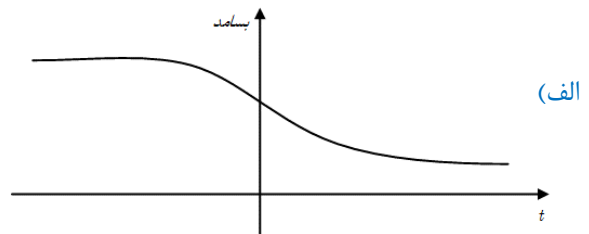
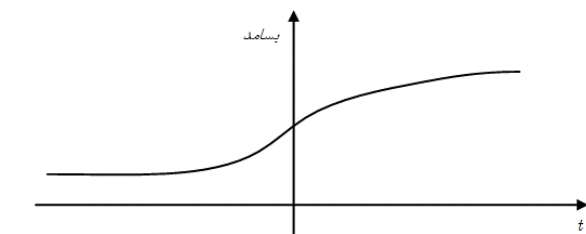
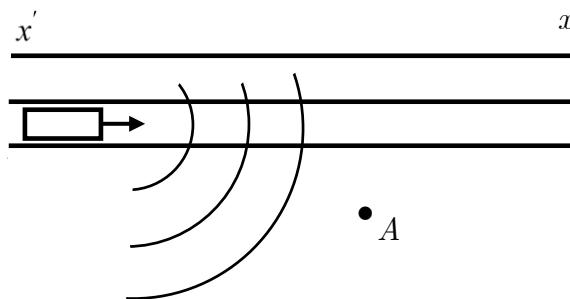
(د) $5 s$ و $12 m/s$

(ج) $3 s$ و $4 m/s$

(ب) $13/2 s$ و صفر

(الف) $2/8 s$ و صفر

۸- آمولانسی روی جاده $x'x$ ، با سرعت v (به سمت مثبت x ، یعنی از x' به سمت x) حرکت می‌کند. شخصی در نقطه A کنار جاده ایستاده‌است. آژیر آمبولانس روشن است و صدایی با بسامد ثابت تولید می‌کند. شخصی که در A ایستاده، صدای آژیر را می‌شوند اگر این شخص بسامد صدایی را که می‌شوند برحسب زمان رسم کند نموداری که به دست می‌آورد به کدام شکل نزدیک‌تر است؟ $(-1, +3)$ ماگ



۹- ماه جسم m_p به کمک فنری از جسم m_1 آویزان است و جسم m_1 را نگه داشته‌ایم. جسم m_1 را رها می‌کنیم. بلافاصله پس از رها شدن اندازه شتاب جسم‌های m_1 و m_p را به ترتیب a_1 و a_p می‌گیریم. کدام گزینه در مورد a_1 و a_p درست است؟
 شتاب گرانش است. $(-1, +3)$



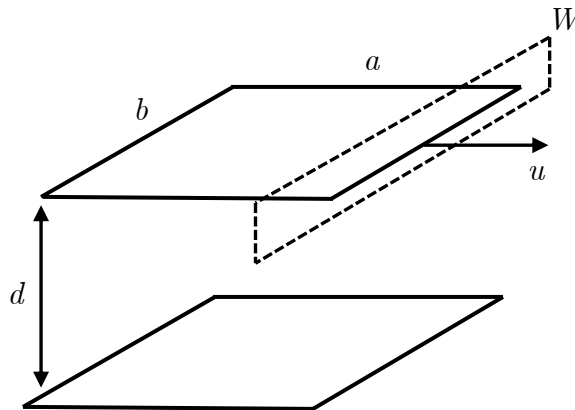
الف) $a_p = a_1 = g$

ب) $a_p = a_1 < g$

ج) $a_p = 0$ و $a_1 > g$

د) $a_p = 0$ و $a_1 < g$

۱۰- ماه خازنی از دو صفحه تخت، هریک به طول a و عرض b تشکیل شده است. فاصله بین صفحه‌ها d است. این خازن را با اختلاف پتانسیل V پر می‌کنیم. سپس این خازن را در امتداد طول a با سرعت v حرکت می‌دهیم. مطابق شکل پنجره W در مسیر یکی از صفحه‌ها قرار دارد. هنگام عبور صفحه از سطح پنجره، چه جریانی از سطح پنجره می‌گذرد؟ $(-1, +3)$



د) $\frac{\epsilon_0 d V u}{b}$

ج) $\frac{\epsilon_0 d V u}{a}$

ب) $\frac{\epsilon_0 b V u}{d}$

الف) $\frac{\epsilon_0 a V u}{d}$

۱۱- ماه هواپیمایی روی خط افقی در ارتفاع h با شتاب ثابت a پرواز می‌کند. این هواپیما شروع به رها کردن بسته‌هایی می‌کند. فرض کنید اولین بسته از نقطه $(x = 0, y = h)$ در زمان $t = 0$ رها شده و در آن زمان سرعت هواپیما V_0 است. در زمان T از بسته‌ها یک منحنی می‌گذرانیم. معادله این منحنی کدام است؟ در زمان T هنوز هیچ‌کدام از بسته‌ها به زمین نرسیده است. از مقاومت هوا چشم‌پوشید.
 $(-1, +3)$

ب) $x - \frac{a(h-y)}{g} - v_0 \sqrt{\frac{2(h-y)}{g}} = 0$

الف) $x + \frac{a(h-y)}{g} = v_0 t$

د) $x + \frac{a(h-y)}{g} = \frac{aT^2}{2} + v_0 T$

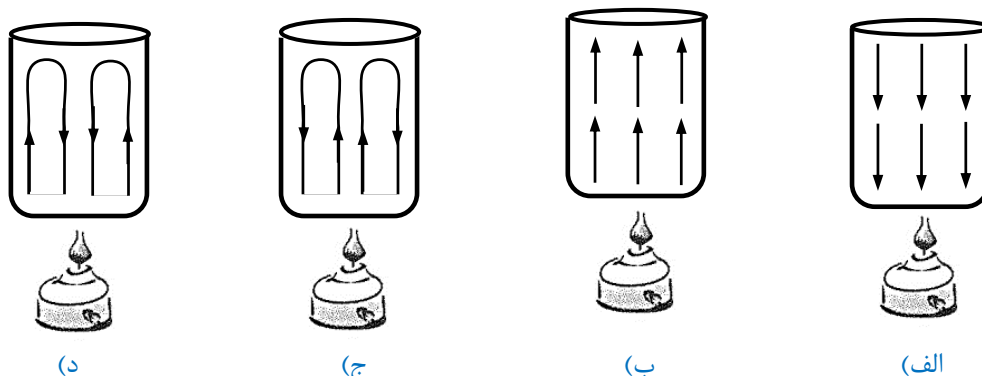
ج) $x - \frac{a(h-y)}{g} = \frac{aT^2}{2} + v_0 T$

۱۲- ماه دو بار یکسان q در فاصله 2ℓ از هم هستند. بار Q درست در وسط خط واصل دو بار قرار دارد. اگر بار Q را روی خط واصل دو بار q به اندازه $\varepsilon\ell$ جابه جا کنیم، نیرویی به اندازه F_1 به آن وارد می‌شود. اگر بار Q به اندازه $\varepsilon\ell$ در صفحه عمود منصف دو بار q منحرف شود، نیرویی به اندازه F_2 به آن وارد می‌شود. در هر دو حالت ε خیلی کوچک‌تر از ۱ است. اگر اندازه x خیلی کوچک‌تر از ۱ باشد،

برای n دلخواه داریم $(1+x)^n \approx 1+nx$ نسبت $\frac{F_1}{F_2}$ کدام است؟ (+۳, -۱)

- الف) ۱ ب) ۲ ج) $\frac{1}{2}$ د) $\frac{1}{3}$

۱۳- ماه مایع داخل یک بشر استوانه‌ای را مطابق شکل با چراغ الکلی به آرامی گرم می‌کنیم. کدام شکل می‌تواند نشان دهنده طرح جریان همرفتی در داخل مایع باشد؟ (+۳, -۱)



۱۴- ماه وجوه داخلی یک اتاق مکعب را با رنگ‌های سفید، خاکستری و سیاه رنگ کرده‌ایم وجوه یاد شده طی مدت زمانی طولانی با یکدیگر انرژی گرمایی مبادله می‌کنند. پس از این زمان دمای وجوه سفید را T_1 دمای وجوه خاکستری را T_2 و دمای وجوه سیاه را T_3 می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟ (+۳, -۱)

- الف) $T_1 = T_2 = T_3$ ب) $T_1 < T_2 < T_3$ ج) $T_1 < T_3 < T_2$ د) $T_1 < T_3 < T_2$

۱۵- ماه در مبداء زمان آسانسوری با سرعت 4 m/s رو به پایین در حرکت است و با شتاب 2 m/s^2 سرعتش کند می‌شود ۱s بعد شخصی که درون آسانسور ایستاده است، گلوله کوچکی را از ارتفاع 1 m از کف آسانسور آزادانه رها می‌کند. در لحظه برخورد گلوله به کف آسانسور، سرعت آن نسبت به کف آسانسور چند m/s است؟ (+۳, -۱)

- الف) ۲ ب) ۴ ج) $2\sqrt{5}$ د) $2\sqrt{6}$

۱۶- ماه جاندارانی هستند که مواد غذایی را از سطح پوست‌شان جذب می‌کنند. این موجودات را تقریباً به شکل کره بگیرید. فرض کنید بیشترین مقدار غذایی که چنین موجوداتی می‌توانند در واحد زمان از واحد سطح پوست‌شان جذب کنند α باشد و کمترین مقدار غذای لازم در واحد زمان برای واحد حجم این موجودات که زنده بمانند β باشد. بزرگترین موجود از این نوع شعاعش چقدر است؟ (+۳, -۱)

- الف) $\frac{3\alpha}{\beta}$ ب) $\frac{3\alpha}{4\beta}$ ج) $\frac{4\alpha}{3\beta}$ د) $\frac{\alpha}{3\beta}$

۱۷- ماه هوا داخل لوله باریکی که یک طرف آن بسته است، به وسیله ستونی از جیوه از هوای بیرون جدا شده است. وقتی لوله افقی است، طول هوای محبوس l_1 است و هنگامی که لوله را قائم نگه می‌داریم، طول هوای محبوس در زیر ستون جیوه l_2 است اگر لوله را از وضعیت قائم به اندازه 60° کج کنیم، طول هوای محبوس در زیر جیوه چقدر خواهد شد؟ از چسبندگی جیوه با لوله صرف نظر کنید.

(-۱, +۳)

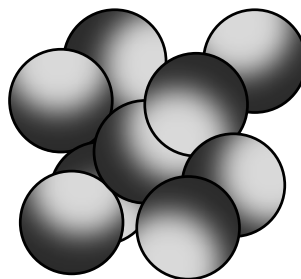
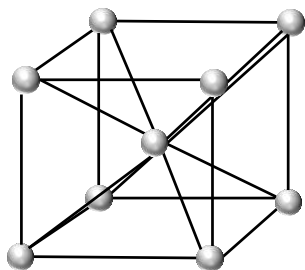
(د) $\frac{2l_1 l_2}{l_1 - l_2}$

(ج) $\frac{2l_1 l_2}{l_1 + l_2}$

(ب) $\frac{1}{2}(l_1 + l_2)$

(الف) $\frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2}$

۱۸- ماه بسیاری از جامدها ساختار منظم دارند. یکی از این ساختارها شبکه «مکعبی مرکز پر» است. در این ساختار در هر رأس مکعب و در مرکز مکعب یک اتم است. اتم‌ها را با کره‌های توپر هم‌اندازه جایگزین می‌کنیم. بیشترین کسر حجم داخل مکعب را که می‌توان با کره‌ها یا بخش‌هایی از کره پر کرد چقدر است؟ (-۱, +۳)



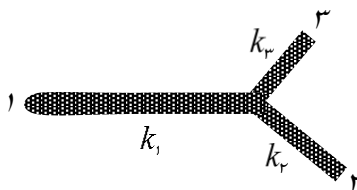
(د) $\frac{\pi}{4}$

(ج) $\frac{\pi\sqrt{3}}{8}$

(ب) $\frac{\pi\sqrt{2}}{6}$

(الف) $\frac{\pi}{6}$

۱۹- ماه سه میله به طول‌های l_1 ، l_2 و l_3 و همگی با سطح مقطع یکسان، مطابق شکل به هم وصل شده‌اند.



طول و ضریب رسانندگی گرمایی میله‌ها به ترتیب زیر است:

$$l_1 = 23\text{cm}, \quad l_2 = 6/\sqrt{5}\text{cm}, \quad l_3 = 6\text{cm},$$

$$K_1 = 92\text{W/mK}, \quad K_2 = 26\text{W/mK}, \quad K_3 = 12\text{W/mK}$$

اگر انتهای میله ۱ در دمای 100°C و انتهای میله‌های ۲ و ۳ در دمای 0°C ثابت نگه داشته شود، در حالت پایا، یعنی هنگامی که دمای هر نقطه ثابت شده، دمای نقطه اتصال سه میله چقدر است؟ میله‌ها پوشش عایق دارند و گرما فقط در طول میله‌ها منتقل می‌شود. (-۱, +۳)

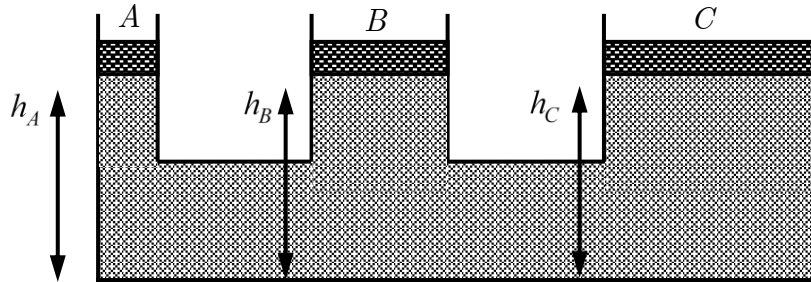
(د) 65°C

(ج) 50°C

(ب) 40°C

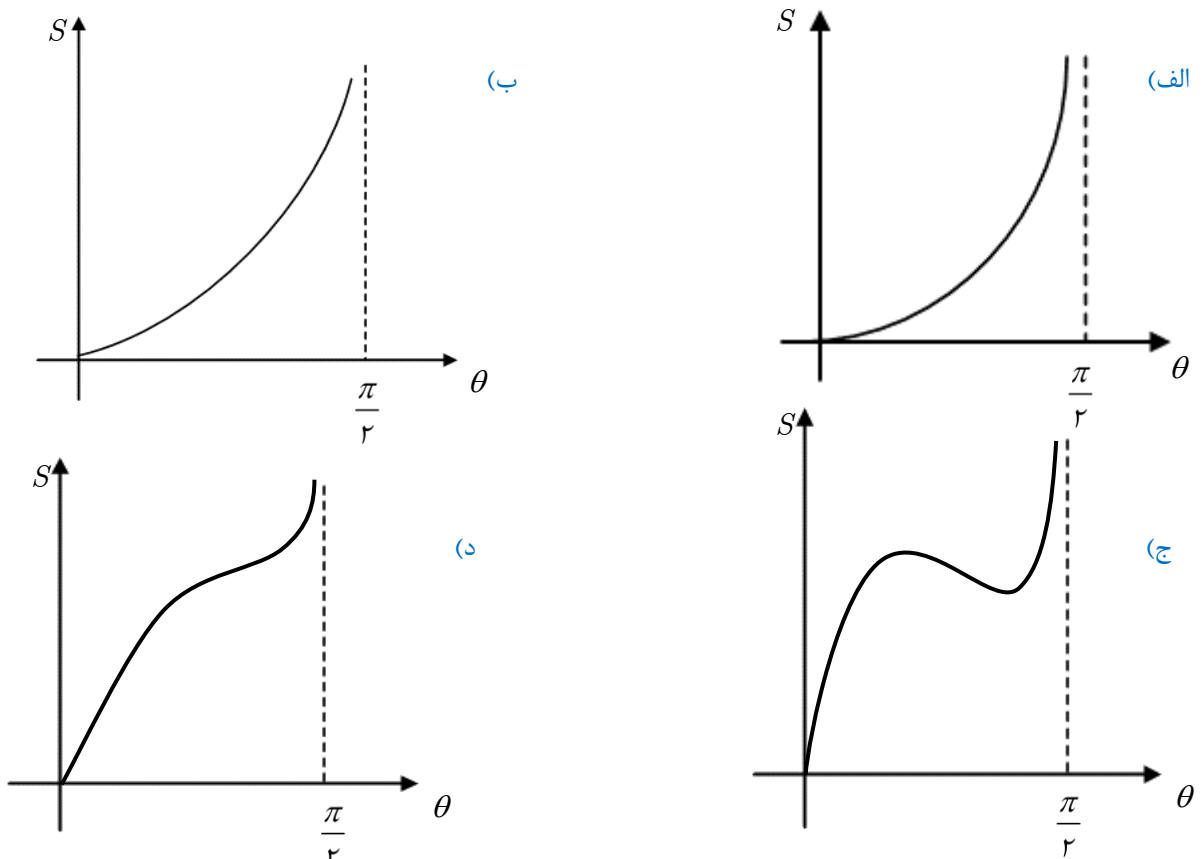
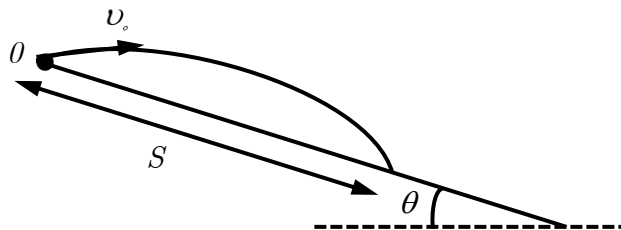
(الف) 33°C

۲۰- در ظرفی مانند شکل زیر مایع تراکم‌ناپذیری قرار دارد. پیستون‌های A ، B و C می‌توانند بدون اصطکاک در لوله‌های مربوط حرکت کنند. در ابتدا ارتفاع مایع از کف ظرف در هر سه لوله برابر است؛ $h_A = h_B = h_C = h_0$ حال وزنه‌های یکسان را m را روی هر یک از پیستون‌ها می‌گذاریم. بعد از برقراری تعادل کدام گزینه درست است؟ $(-1, +3)$



- الف) $h_A = h_B = h_C = h_0$ ب) $h_A = h_B = h_C < h_0$ ج) $h_A < h_B < h_C$ د) $h_A > h_B > h_C$

۲۱- سطح شیب‌دار طولی در نقطه O لولایی دارد که توسط آن می‌توان شیب سطح را تغییر داد. از نقطه O گلوله‌ای را با سرعت اولیه افقی v_0 پرتاب می‌کنیم. گلوله در فاصله S از نقطه O به سطح برخورد می‌کند. S با تغییر شیب سطح، تغییر می‌کند. کدام گزینه می‌تواند نمودار S بر حسب θ باشد؟ $(-1, +3)$



۲۲- سطح آینه‌ای با افق زاویه θ می‌سازد. در زمان $t = 0$ گلوله‌ای با سرعت اولیه v_0 و با زاویه φ نسبت به سطح آینه پرتاب می‌شود. مسیر حرکت در صفحه عمود بر نقاط آینه و سطح افق است. در چه زمانی، فاصله گلوله از تصویرش در آینه، بیشترین مقدار است؟

(۱-، ۳+)

(د) $\frac{v_0 \sin(2\varphi)}{g \cos(\varphi + \theta)}$

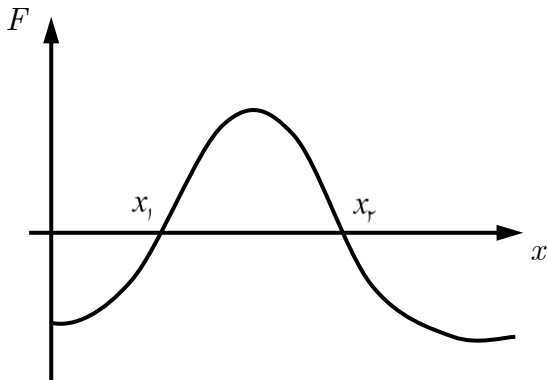
(ج) $\frac{v_0 \sin \varphi}{g \cos(2\theta)}$

(ب) $\frac{v_0 \sin \varphi}{g \cos \theta}$

(الف) $\frac{v_0 \sin \varphi + \theta}{g \cos \theta}$

۲۳- اگر نیروی وارد بر ذره صفر باشد، می‌گوییم ذره در حال تعادل است. فرض کنید ذره ساکنی در حال تعادل است. در این حالت ذره را کمی از نقطه تعادل جابه‌جا می‌کنیم. اگر جسم به نقطه تعادل برگردد. این نقطه را نقطه تعادل پایدار می‌گوییم؛ و اگر جسم پس از جابجایی کوچک از نقطه تعادل دور شود، به آن نقطه تعادل ناپایدار می‌گوییم. نیروی وارد به ذره‌ای برحسب x به صورت شکل روبرو است.

کدام گزینه در مورد دو نقطه x_1 و x_2 می‌تواند درست باشد؟ (۱-، ۳+)



(الف) در هر دو نقطه تعادل پایدار است.

(ب) در هر دو نقطه تعادل ناپایدار است.

(ج) تعادل در x_1 پایدار، و در x_2 ناپایدار است.

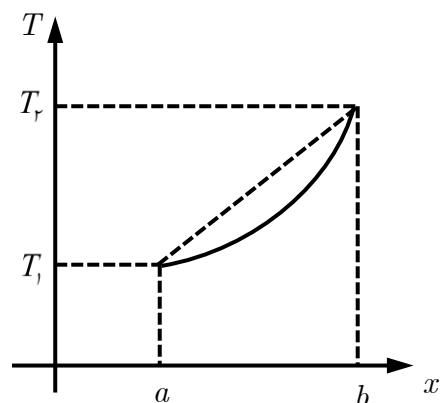
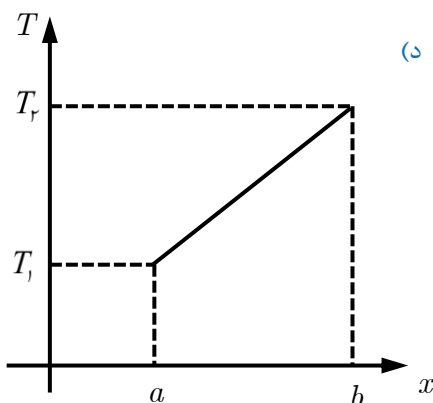
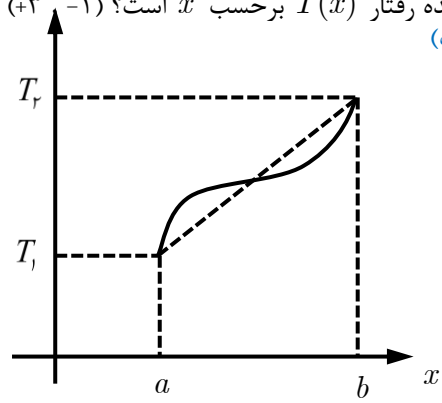
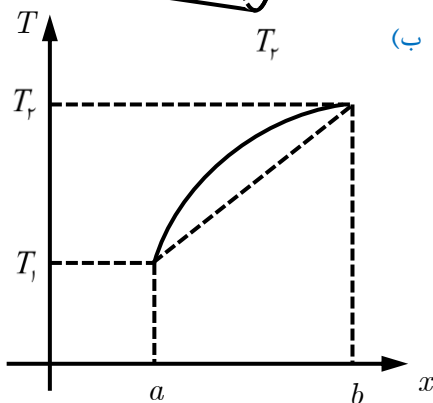
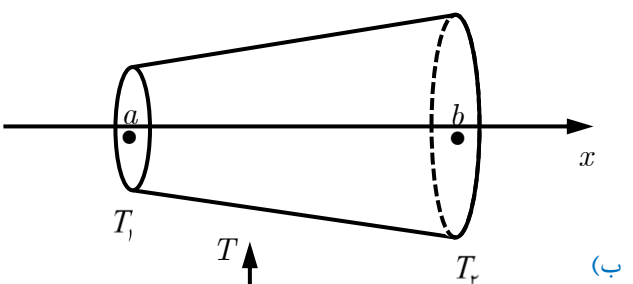
(د) تعادل در x_1 ناپایدار، و در x_2 پایدار است.

۲۴- یک مخروط ناقص، که زاویه رأس آن کوچک است، راسنای گرما است. مطابق شکل قاعده این جسم را در دماهای ثابت T_1 و T_2 که

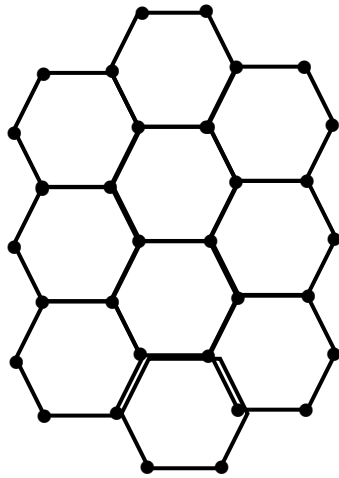
$T_2 > T_1$ است، قرار می‌دهیم تا گرما در طول آن شارش یابد،

طوری که $T(a) = T_1$ و $T(b) = T_2$ است. سطح جانبی مخروط عایق پوش شده، طوری که از آن گرما هدر نمی‌رود. در حالت پایا دمای نقطه x روی محور جسم را $T(x)$ می‌نامیم. کدام منحنی

نشان دهنده رفتار $T(x)$ برحسب x است؟ (۱-، ۳+)



۲۵- گرافیت، شکلی از کربن است که اتم‌های آن روی لایه‌هایی قرار دارند. هر لایه روی یک صفحه تخت است و لایه‌ها با هم موازی‌اند. هر لایه مطابق شکل از سلول‌هایی تشکیل شده که هر سلول یک شش ضلعی منتظم است. روی رأس‌های هر سلول یک اتم قرار دارد.



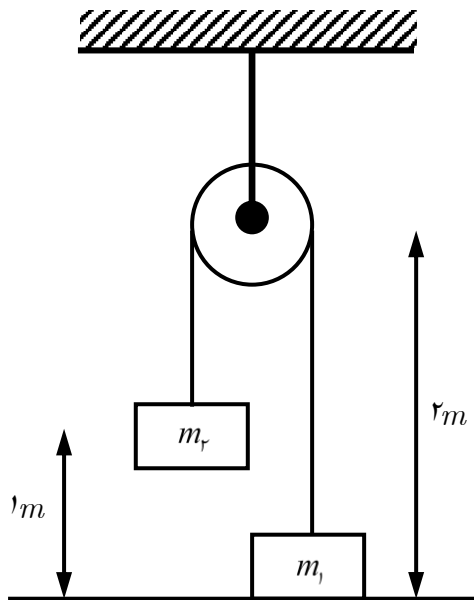
اگر اتم‌های یک سلول روی یک لایه را به اتم‌های سلولی که در لایه مجاور درست زیر یا بالای آن است به هم وصل کنیم، یک منشور مایل به دست می‌آید فرض کنید یک حجم مشخص از گرافیت n اتم داشته باشد. این n اتم در k منشور قرار دارند. نسبت $\frac{n}{k}$ چیست؟ (۱-، ۳+)

- الف) ۱
- ب) ۲
- ج) ۳
- د) ۴

۲۶- در مسئله قبل فرض کنید طول ضلع قاعده منشورها (شش ضلعی‌های منتظم) برابر d و فاصله بین هر دو لایه مجاور تقریباً $2d$ باشد. اگر چگالی گرافیت 3 g/cm^3 باشد، مقدار d تقریباً چند نانومتر است؟ (۱-، ۳+)

- الف) 14 nm
- ب) 9 nm
- ج) 7 nm
- د) 22 nm

۲۷- دو وزنه کوچک به جرم‌های $m_1 = 2 \text{ kg}$ و $m_2 = 3 \text{ kg}$ به دو سر نخ‌ی بسته شده‌اند. و نخ از بالای قرقره بدون اصطکاکی (مطابق شکل) عبور داده شده است. هنگامی که وزنه m_1 روی زمین است نخ کاملاً کشیده و وزنه m_2 را در ارتفاع 1 m نگه می‌داریم. وزنه m_2 را رها می‌کنیم. وزنه m_1 تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟ (۱-، ۳+)



- الف) $1/5 \text{ m}$
- ب) $1/2 \text{ m}$
- ج) $1/5 \text{ m}$
- د) $1/7 \text{ m}$

۲۸- بار و جرم الکترون، ضریب k در قانون کولن و ضریب G در قانون گرانش در واحدهای SI به صورت زیر است:

$$e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}, \quad m = 9/1 \times 10^{-31} \text{ kg},$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9/0 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}, \quad G = 6/7 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$$

نسبت نیروی الکتریکی به نیروی گرانشی دو الکترون به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (۱-، ۳+)

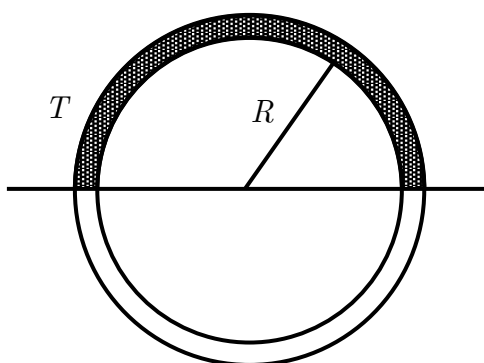
- الف) 10^{45}
- ب) 10^{42}
- ج) 10^{39}
- د) 10^{36}

۲۹- وقتی میله‌ای به طول L و سطح مقطع A تحت فشار $\frac{F}{A}$ قرار می‌گیرد، طولش به اندازه ΔL تغییر می‌کند، به طوری که

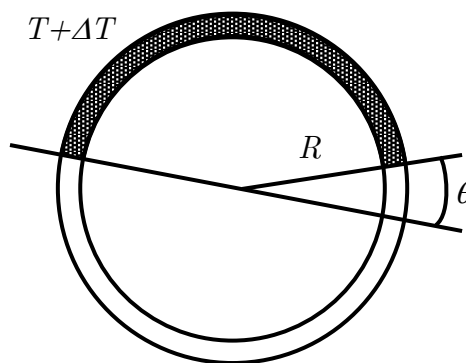
در اینجا E ضریب ثابتی است که به جنس میله بستگی دارد و مدول یانگ نامیده می‌شود. دو میله از دو جنس مختلف ولی با طول یکسان و سطح مقطع یکسان مطابق شکل به صورت دو نیم‌دایره به شعاع R به هم متصل شده‌اند و داخل یک تکیه‌گاه سخت در محیطی با دمای T قرار دارند. در این دما فشار بر میله‌ها صفر است. دمای محیط را به اندازه ΔT بالا می‌بریم. فرض کنید تکیه‌گاه همچنان میله‌ها را به صورت دایره‌ای به شعاع R نگه می‌دارد. اگر مدول یانگ و ضریب انبساط طولی میله‌ها (E, α) و $(2E, \alpha)$ باشد، زاویه θ چقدر است؟ ΔT را کوچک بگیرید.

راهنمایی: اگر $|x|$ و $|y|$ خیلی کوچک‌تر از ۱ باشد و α و β دو عدد دلخواه باشند: $(-1, +3)$

$$(1+x)^\alpha (1+y)^\beta \simeq 1 + \alpha x + \beta y$$



(د) $2\pi\alpha\Delta T$



(ب) $\pi\alpha\Delta T$

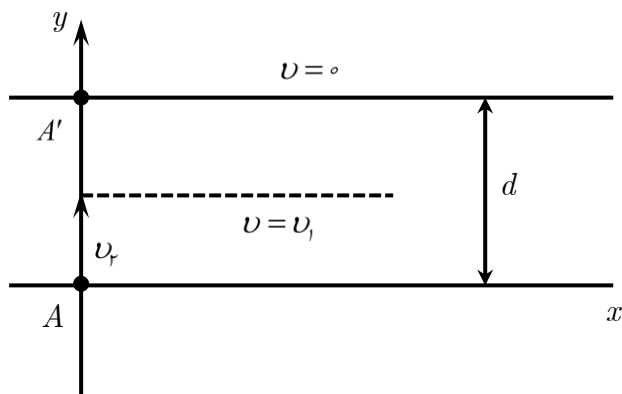
(ج) $\frac{5\pi}{3}\alpha\Delta T$

(الف) $\frac{T}{3}\alpha\Delta T$

۳۰- در رودخانه‌ای به عرض d آب در امتداد محور x جریان دارد. سرعت آب در عرض رودخانه ثابت نیست. در وسط رودخانه سرعت v_1 است و به طور یکنواخت کاهش می‌یابد و در کناره‌ها به صفر می‌رسد. قایقرانی از نقطه A با سرعت ثابت v_2 (نسبت به آب) در

امتداد محور y حرکت می‌کند، طوری که اگر ساکن بود به نقطه A' می‌رسید. معین کنید به دلیل حرکت آب، قایقران در چه فاصله‌ای از

نقطه A' به ساحل مقابل می‌رسد؟ $(-1, +5)$



(ب) $\frac{v_2}{2v_1}d$

(الف) $\frac{v_2}{v_1}d$

(د) $\frac{v_1}{2v_2}d$

(ج) $\frac{v_1}{v_2}d$

(و) $\frac{v_1}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}d$

(ه) $\frac{v_2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}d$

۳۱- جسمی به جرم m روی یک سطح افقی ساکن است و با نیروی F آن را می‌کشیم. ضریب اصطکاک بین سطح افقی و جسم μ_s است. کمترین اندازه نیرویی که جسم را در آستانه حرکت قرار می‌دهد. چقدر است؟ شتاب گرانش را g بگیرید. $(-1, +3)$

(د) $\frac{mg}{\sqrt{1 + \mu_s^2}}$

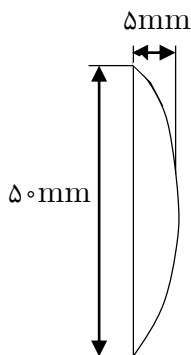
(ج) $\frac{\mu_s mg}{\sqrt{1 + \mu_s^2}}$

(ب) $\mu_s mg$

(الف) $\frac{\mu_s mg}{1 + \mu_s}$

«مسائل پاسخ کوتاه»

۱- ماه در فیلم حرکت یک اتومبیل می‌بینیم در حالی که اتومبیل به سرعت به جلو می‌رود، به نظر می‌رسد که چرخ‌های آن در هر ثانیه یک دور به عقب می‌روند! این فیلم با دوربینی گرفته شده که هر ثانیه n عکس می‌گیرد. فرض کنید سرعت اتومبیل $36 m/s$ و محیط چرخ آن $1/8 m$ باشد. بیشترین مقدار n چیست؟

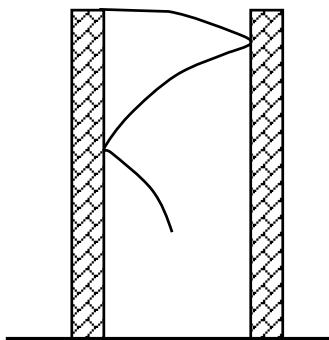


۲- ماه یک عدسی مانند شکل در نظر بگیرید که یک سطح آن تخت و به شکل دایره، و سطح دیگر آن کروی باشد. قطر سطح دایره‌ای بخش تخت 5 mm و ضخامت عدسی در وسط 5 mm است. ضریب شکست عدسی $n = 1/6$ است. موج تختی عمود بر وجه تخت عدسی به آن می‌تابد. زمان عبور جبهه موج از وسط عدسی چند پیکوثانیه بیشتر از زمان عبور از لبه عدسی در طول به اندازه 5 mm است؟
($1\text{ ps} = 10^{-12}\text{ s}$ و سرعت نور در خلاء $3 \times 10^8\text{ m/s}$ است)

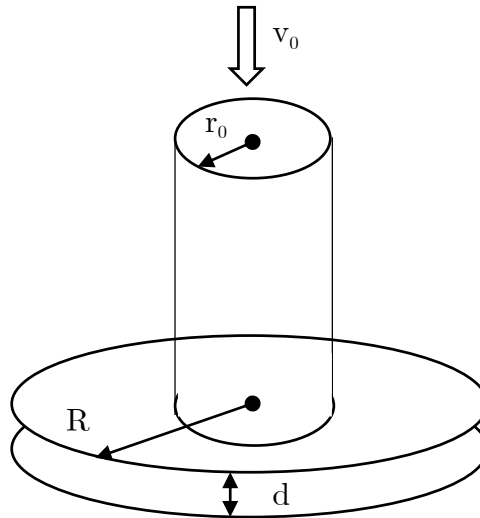
۳- ماه در مسئله قبل جبهه موج تخت پس از عدسی به شکل قسمتی از سطح یک کره در می‌آید. با توجه به اطلاعات مسئله قبل شعاع جبهه موج بلافاصله پس از عدسی تقریباً چند سانتی‌متر است؟

۴- ماه چشم انسان می‌تواند دو جسم را از هم تفکیک کند به شرطی که زاویه بین پرتوهایی که از آن دو جسم به چشم می‌رسند از یک حدی بزرگ‌تر باشد. این حد به طول موج نور و قطر مردمک چشم ما بستگی دارد. اگر طول موج λ و قطر مردمک چشم ما D باشد این حد برحسب رادیان تقریباً $\frac{\lambda}{D}$ است. طول موج نور چراغ‌های جلوی اتومبیلی 550 nm و فاصله بین چراغ‌ها 2 m است. حداکثر فاصله‌ای که یک شخص می‌تواند از اتومبیل داشته باشد تا دو چراغ را از هم تشخیص بدهد. تقریباً چند کیلومتر است؟ قطر مردمک چشم را 3 mm بگیرید.

۵- ماه دو ساختمان به ارتفاع 20 m در فاصله 2 m از هم هستند. تویی از بالای یکی از ساختمان‌ها با سرعت اولیه افقی 2 m/s پرتاب می‌شود. مطابق شکل این توپ حین پایین آمدن به طور مکرر به دیوار ساختمان برخورد می‌کند. فرض کنید برخورد توپ با دیواره‌ها کشسان باشد. در برخورد کشسان توپ با دیوار مؤلفه سرعت در راستای دیوار ثابت می‌ماند و مؤلفه سرعت عمود بر دیوار برعکس می‌شود. توپ قبل از برخورد با زمین چند برخورد با دیوارها دارد؟ ($g = 9.8\text{ m/s}^2$ است)



۶- دو قرص دایره شکل هم محور به شعاع $R = 30\text{ cm}$ به فاصله $d = 2\text{ cm}$ در نظر بگیرید. که افقی هستند. از وسط قرص بالایی یک دایره به شعاع $r_0 = 2\text{ cm}$ و هم مرکز با قرص بریده ایم. یک لوله به شعاع r_0 به طور قائم به قرص بالایی و روی دایره خالی شده جوش داده ایم. آب با سرعت $v_0 = 5\text{ m/s}$ از بالای لوله وارد آن شده و میان دو قرص می رود. فرض کنید سرعت آب ورودی چنان است که فضای میان دو قرص را پر کرده و آب از اطراف آن بیرون می ریزد. سرعت آب میان دو قرص و در شعاع $r = 10\text{ cm}$ چند سانتی متر بر ثانیه است؟



۷- اجسام گرم با توان $P = \sigma AT^4$ تابش می کنند که در اینجا A مساحت سطح جسم، σ یک ثابت و T دمای جسم است. در لامپ های التهابی، سیمی از جنس تنگستن بر اثر عبور جریان الکتریکی گرم می شود و از سطح جانبی آن تابش می کند. این سیم را می توان استوانه ای به طول L و قطر قاعده d در نظر گرفت. L و d باید چنان باشند که وقتی به دو سر سیم تنگستن اختلاف پتانسیل E اعمال شود، با توان P تابش کند. به علاوه، سعی بر آن است که دمای این سیم تنگستن برای همه لامپ ها، در هنگام کار، مقدار مشخص T_0 باشد. در این دمای T_0 مقاومت ویژه تنگستن ρ_0 است.

دو لامپ با توان های $P_1 = 10\text{ W}$ و $P_2 = 80\text{ W}$ که هر دو برای کار در اختلاف پتانسیل $E = 12\text{ V}$ طراحی شده اند در نظر بگیرید.

جرم سیم لامپ ۱ را با m_1 و جرم سیم ۲ را با m_2 نشان می دهیم. نسبت $\frac{m_2}{m_1}$ چند است؟