



دفترچه سؤالات مرحله اول بیستمین دوره المپیاد فیزیک سال ۱۳۸۵

مدت آزمون (دقیقه)	تعداد سؤالات	
	مساله‌های تشریحی	سؤالات چند گزینه‌ای
۱۸۰	۱۰	۳۶

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 ۳۶ سوال تستی، ۱۰ سؤال 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 یک مدل برای تشکیل سیاره‌ای منظومه‌ی شمسی این است که این سیاره‌ها از یک قرص پیش سیاره‌ای تشکیل شده‌اند. که دور خورشید می‌گشته است. شعاع این قرص را 40° واحد نجومی (40° برابر فاصله‌ی زمین تا خورشید) و جرم آن را 50° برابر جرم زمین بگیرید. زمین کره‌ای به شعاع 6400 km و چگالی میانگین 5500 kg/m^3 است، و 50° s طول می‌کشد تا نور از خورشید به زمین برسد. چگالی سطحی (جرم بر مساحت) این قرص به کدام یک از این مقادارها نزدیک‌تر است؟
 الف) 3 kg/m^3 / ب) 30 kg/m^3 ج) 3000 kg/m^3 د) $3 \times 10^5 \text{ kg/m}^3$

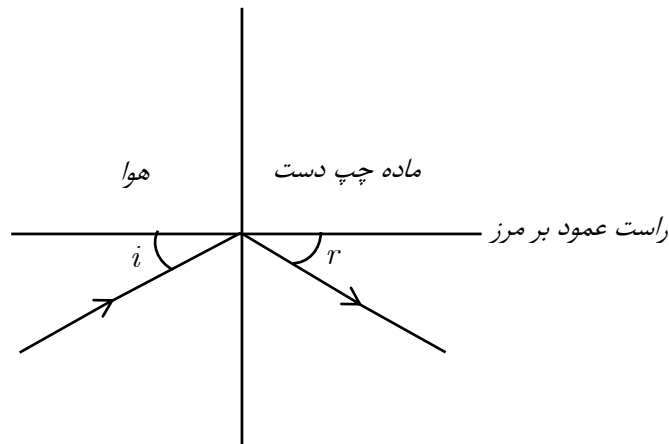
۲- ماه یک هواپیما با سرعت ثابت روی یک خط راست به طرف بالا حرکت می‌کند. این خط از نقطه‌ی O روی زمین می‌گذرد و با سطح افقی زاویه‌ی θ می‌سازد. از این هواپیما در زمان‌های T و $2T$ بسته‌هایی رها می‌شود. این بسته‌ها در فاصله‌های به ترتیب x_0 ، x_1 و x_2 از نقطه‌ی O به زمین می‌رسند. کدام گزینه درست است؟
 الف) $x_2 - x_1 < x_1 - x_0$ ب) $x_2 - x_1 = x_1 - x_0$ ج) $x_2 - x_1 > x_1 - x_0$

۳- ماه یک حباب صابون باردار را در نظر بگیرید. این حباب یک انرژی سطحی دارد متناسب با مساحت حباب، و یک انرژی الکتروستاتیک متناسب با مجذور بار و عکس شعاع حباب. وضعیت تعادل وضعیتی است که انرژی پتانسیل کل (مجموع این دو انرژی) کمینه است. شعاع حباب در حالت تعادل متناسب با Q^α است، که Q بار حباب و α یک ثابت است. α چقدر است؟
 الف) ۳ ب) $\frac{4}{3}$ ج) ۱ د) $\frac{2}{3}$

۴- ماه یک حباب صابون باردار را در نظر بگیرید. این حباب یک انرژی سطحی دارد متناسب با مساحت حباب، و یک انرژی الکتروستاتیک متناسب با مجذور بار و عکس شعاع حباب. وضعیت تعادل وضعیتی است که انرژی پتانسیل کل (مجموع این دو انرژی) کمینه است. این حباب به دو حباب یکسان تفکیک می‌شود. انرژی پتانسیل کل حباب اولیه (در حالت تعادل) را با U و مجموع انرژی پتانسیل کل دو حالت حاصل (در حالت تعادل) را با U' نشان می‌دهیم. رابطه‌ی U' با U کدام است؟
 الف) $U' = \frac{1}{2}U$ ب) $U' = 2^{-1/3}U$ ج) $U' = U$ د) $U' = 2^{1/3}U$

۵- ماه یک ماده را در فشار ثابت گرم می‌کنیم. گرمایی که این ماده می‌گیرد را با Q و تغییر انرژی درونی آن را با ΔU نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟
 الف) حتماً $Q < \Delta U$
 ب) حتماً $Q = \Delta U$
 ج) حتماً $Q > \Delta U$
 د) اگر ضریب انبساط حجمی این ماده مثبت باشد $Q < \Delta U$
 ه) اگر ضریب انبساط حجمی این ماده مثبت باشد $Q > \Delta U$

۶- موادی ساخته‌اند که به آن‌ها چپ دست می‌گویند. ویژگی این مواد این است که نور را در خلاف جهت مواد معمولی می‌شکنند.



یک ماده‌ی چپ دست در نظر بگیرید با این ویژگی که برای باریکه‌ای که از هوا وارد آن می‌شود. $i = r$ ، یک لایه از این ماده با کلفتی D در نظر بگیرید. یک نقطه‌ی نورانی به فاصله‌ی L از این لایه است. دو طرف این لایه هواست. این لایه از این نقطه یک تصویر می‌سازد، یعنی باریکه‌هایی که از طرف دیگر این لایه (نسبت به نقطه‌ی نورانی) بیرون می‌روند، یا خودشان یا امتدادشان از یک نقطه می‌گذرند. کدام گزینه درست است؟

- (الف) این تصویر همیشه حقیقی است و فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی $2D$ است.
 (ب) این تصویر همیشه حقیقی است و فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی $2L$ است.
 (ج) این تصویر همیشه مجازی است و فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی $2D$ است.
 (د) این تصویر همیشه مجازی است و فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی $2L$ است.
 (ه) این تصویر مجازی است اگر $D < L$ ، و حقیقی است اگر $D > L$ ، و به هر حال فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی $2D$ است.
 (و) این تصویر مجازی است اگر $D < L$ و حقیقی است اگر $D > L$ ، و به هر حال فاصله‌اش از نقطه‌ی نورانی $2L$ است.

۷- نیروی اصطکاک وارد بر یک خودرو Av^α است، که A یک ثابت است که به اندازه و شکل خودرو بستگی دارد v سرعت خودرو است، و α هم یک ثابت دیگر است. بیشینه‌ی توان این خودرو P است. خودروهایی را در نظر بگیرید که α و P برایشان یکسان است، اما A برایشان متفاوت است. بیشینه‌ی سرعت ثابت این خودروها با A^β متناسب است. β چقدر است؟

- (الف) $-(\alpha + 1)$ (ب) $-\alpha$ (ج) $-\frac{1}{\alpha}$ (د) $-\frac{1}{\alpha + 1}$

۸- یک جسم به جرم m روی یک خط راست حرکت می‌کند. نیروی اصطکاک وارد بر این جسم $-(m\alpha v)$ است، که v سرعت جسم و α یک ثابت است. سرعت جسم در زمان صفر را با v_i و سرعت جسم در زمان t را با v_f نمایش می‌دهیم. برای t های کوچک، یک تقریب خوب برای بررسی حرکت این جسم آن است که شتاب آن را ثابت و برابر میانگین شتاب در زمان صفر و در زمان t بگیریم. با این تقریب، کدام گزینه درست است؟

- (الف) $v_f = v_i(1 - \alpha t)$ (ب) $v_f = v_i \frac{1}{1 + \alpha t}$ (ج) $v_f = v_f \frac{1 - (\alpha t / 2)}{1 + (\alpha t / 2)}$ (د) $v_f = v_i \sqrt{1 - 2\alpha t}$
 (ه) $v_f = v_i \frac{1}{\sqrt{1 + 2\alpha t}}$

۹- ماف یک چشمه‌ی صوت که نسبت به هوا ساکن است، صوتی با بسامد f_s می‌گسیلد. یک جسم با سرعت ثابت به طرف این چشمه حرکت می‌کند و صوت حاصل از چشمه را باز می‌تاباند. در محل چشمه هم یک بازتابنده‌ی دیگر هست که صوت بازتابیده را دوباره به جسم بازمی‌تاباند. این صوت پس از n بار رفتن و n بار برگشتن، در محل چشمه با آشکارگری که نسبت به هوا ساکن است آشکار می‌شود. بسامد دریافت شده در آشکارگر f_o است. نسبت سرعت جسم به سرعت صوت α است. نسبت (f_o / f_s) است؟

- الف) $(1 + \alpha)^n$ ب) $(1 - \alpha)^{-n}$ ج) $1 + n\alpha$
 د) $(1 - n\alpha)^{-1}$ ه) $(1 + \alpha)^n (1 - \alpha)^{-n}$ و) $(1 + n\alpha)(1 - n\alpha)^{-1}$

۱۰- ماف در حرکت اجسام درون شارها، در وضعیت خاصی \vec{v} (بردار سرعت) برابر است با $\alpha \vec{F}$ ، که \vec{F} بردار نیرو و α یک ثابت است. فرض کنید این وضعیت برقرار است و \vec{F} در هر نقطه در راستای بردار مکان آن نقطه (نسبت به یک مبدأ ثابت) است. کدام گزینه درست است؟

- الف) حرکت این جسم حتماً روی یک خط راست است. این خط ممکن است از مبدأ بگذرد یا نگذرد.
 ب) حرکت این جسم حتماً روی یک خط راست است که از مبدأ می‌گذرد.
 ج) حرکت این جسم حتماً روی یک دایره به مرکز مبدأ است.
 د) هم حرکت دایره‌ای و هم حرکت روی خط راست برای این جسم ممکن‌اند.

۱۱- ماف یک پرتابه از روی دامنه‌ی یک تپه پرتاب می‌شود. تپه را مثل یک مخروط بگیرید. و فرض کنید صفحه‌ی شامل بردار سرعت اولیه‌ی پرتاب و آن، مولد مخروط که از نقطه‌ی پرتاب می‌گذرد، قائم است. فاصله‌ی نقطه‌ی پرتاب تا پای تپه را بسیار بزرگ‌تر از $\frac{v^2}{g \cos^2 \alpha}$ بگیرید، که v سرعت اولیه‌ی پرتاب، g شتاب گرانش، و α زاویه‌ی یال تپه (مولد مخروط) با افق است. کدام گزینه درست است؟

- الف) این پرتابه با تپه برخورد نخواهد کرد.
 ب) شرایط اولیه‌ی هست که این پرتابه با تپه برخورد خواهد کرد، و شرایط اولیه‌ی هست که این پرتابه با تپه برخورد نخواهد کرد.
 ج) این پرتابه حتماً با تپه برخورد خواهد کرد.

۱۲- ماف دو پرتابه‌ی ۱ و ۲ با سرعت اولیه‌ی v_1 و v_2 از یک نقطه از سطح زمین پرتاب می‌شوند. سرعت‌های اولیه‌ی این دو پرتابه با هم موازی‌اند. نقطه‌ی اوج این دو پرتابه را H_1 و H_2 می‌نامیم. محل تقاطع خطی که از نقطه‌ی پرتاب می‌گذرد و با سرعت اولیه موازی است با خط‌های قائمی که از H_1 و H_2 می‌گذرند را H'_1 و H'_2 می‌نامیم. طول خط‌های $H_1 H'_1$ و $H_2 H'_2$ را با L_1 و L_2 نمایش می‌دهیم. نسبت $\frac{L_1}{L_2}$ کدام است؟

- الف) $\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$ ب) $\frac{v_2}{v_1}$ ج) ۱
 د) $\frac{v_1}{v_2}$ ه) $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2$



۱۳- یک جسم به یک فنر بسته شده و یک نیروی اصطکاک متناسب با سرعت هم به آن وارد می‌شود. علاوه بر این یک نیروی F سینوسی با بسامد f هم به آن وارد می‌شود. تحت اثر این نیروها این جسم یک حرکت نوسانی با بسامد f دارد. توان میانگینی که نیروی F به این جسم می‌دهد با a^α متناسب است: که a دامنه‌ی نوسان و α یک ثابت است. α چقدر است؟

(الف) ۲ (ب) ۱ (ج) صفر (د) -۱ (ه) -۲

۱۴- یک جسم به جرم m روی یک سطح افقی است. این جسم از طریق یک ریسمان به یک دیوار متصل است. به این ریسمان در نقطه‌ی A یک نیروی قائم F روبه بالا وارد می‌شود. بخشی از ریسمان که بین A و دیوار است افقی است، و بخشی دیگر که بین A و جسم است با راستای قائم زاویه‌ی θ می‌سازد. از سطح افقی به جسم یک نیروی عمود بر سطح وارد می‌شود، که آن را با N نشان می‌دهیم. فرض کنید جسم روی سطح می‌ماند. شتاب گرانش g است. N چقدر است؟

(الف) $mg - F \cos^2 \theta$ (ب) $mg - F \cos \theta$ (ج) $mg - F$ (د) $mg - \frac{F}{\cos \theta}$ (ه) $mg - \frac{F}{\cos^2 \theta}$

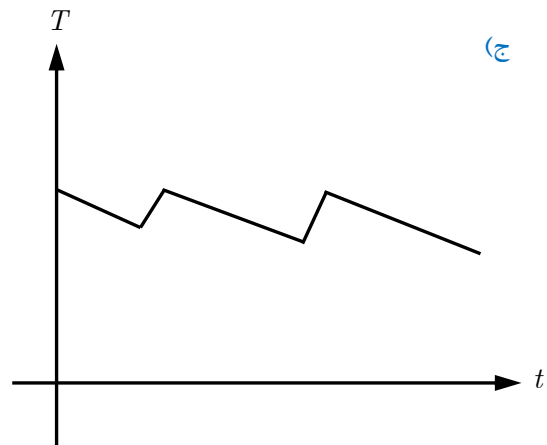
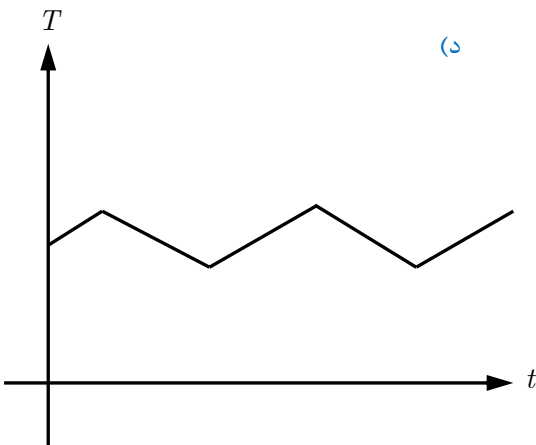
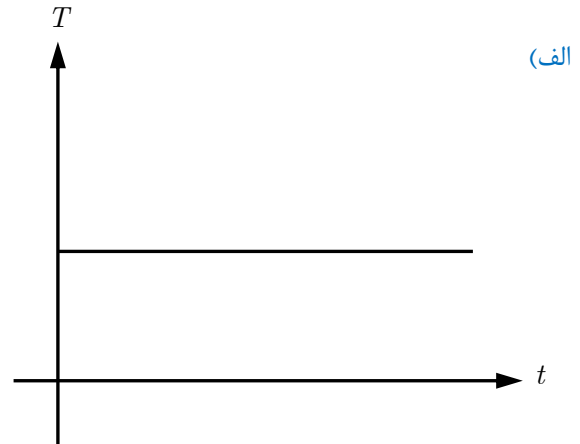
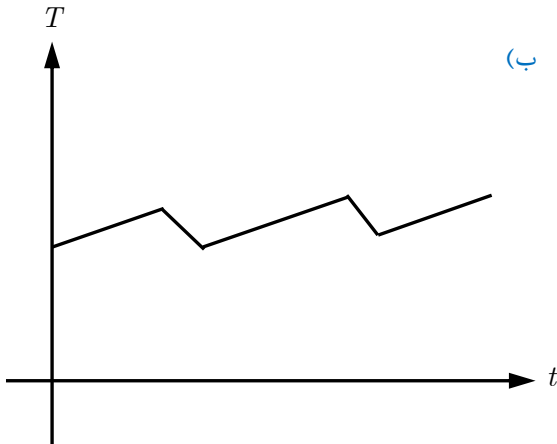
۱۵- روی لبه‌های یک چرخ N لکه‌ی مشابه با فاصله‌ی برابر با هم هست. این چرخ با بسامد ثابت f می‌چرخد. یک چراغ این چرخ را روشن می‌کند و فقط وقتی چراغ روشن است می‌شود این چرخ و لکه‌های آن را دید. این چراغ روشن و خاموش می‌شود و هر دو بار مدت بسیار کوتاهی روشن می‌ماند. بسامد این روشن و خاموش شدن F است. کسی که به این چرخ نگاه می‌کند به نظرش می‌رسد چرخ با بسامد f' می‌چرخد. f' براساس زاویه‌ی ظاهری چرخش چرخ بین دو بار روشن شدن متوالی چرخ ($\Delta\theta$) محاسبه می‌شود. $\Delta\theta$ چنان است که اگر چرخ را از حالت اولیه به اندازه‌ی $\Delta\theta$ بچرخانیم، لکه‌ها بر لکه‌های چرخ در حالت بعدی منطبق می‌شوند. البته این کار با زاویه‌های چرخش مختلفی ممکن است. منظور آن زاویه‌ای است که قدر مطلق آن از همه کوچک‌تر است. $\Delta\theta$ منفی هم می‌تواند باشد. با فرض $\frac{2}{3}Nf < F < 2Nf$ ، مقدارهای f'_1 (کمینه‌ی f') و f'_2 (بیشینه‌ی f') کدام است؟

(الف) $f'_1 = f, f'_2 = f$ (ب) $f'_1 = 0, f'_2 = f$ (ج) $f'_1 = -f, f'_2 = f$ (د) $f'_1 = -f, f'_2 = \frac{f}{3}$ (ه) $f'_1 = -\frac{f}{3}, f'_2 = \frac{f}{3}$ (و) $f'_1 = -\frac{f}{2}, f'_2 = \frac{f}{2}$

۱۶- یک آدم به جرم M به یک طناب وصل است. طناب از روی قرقره‌ی ثابتی گذشته و به یک وزنه به جرم m وصل است. این آدم نقطه‌ای از طناب بین قرقره و وزنه را با نیروی T به طور قائم به طرف پایین می‌کشد. شتاب گرانش g است. T چقدر باشد تا آدم با شتاب a بالا برود؟

(الف) $\frac{M(a+g) + m(a-g)}{2}$ (ب) $M(a+g) + m(a-g)$ (ج) $M(a+g)$ (د) $(M+m)(a+g)$ (ه) $\frac{(M+m)(a+g)}{2}$

۱۷- ماگ در یک ظرف تمیز با دیوارهای صاف، آب به طور یکنواخت نمی‌جوشد. پدیده‌ای که دیده می‌شود این است که اگر ظرف را به طور یکنواخت گرم کنیم، به مدت کوتاهی حباب‌های بزرگی از بخار تولید می‌شوند، بعد ظرف مدتی از جوشش می‌افتد. سپس دوباره حباب‌های بزرگی تولید می‌شوند و این روند ادامه می‌یابد. نمودار T (دمای آب چنین ظرفی) بر حسب t (زمان) کدام است؟



۱۸- ماگ با بررسی دقیق دو تراز انرژی یک اتم، معلوم می‌شود یکی از این ترازها از m تراز نزدیک به هم و دیگری از n تراز نزدیک به هم تشکیل شده. تعداد گذارهای ممکن بین همه‌ی این ترازها که طی آن‌ها نور گسیل می‌شود کدام است؟

(الف) mn (ب) $m + n$ (ج) $m + n - 1$ (د) $\frac{(m+n)(m+n-1)}{2}$

۱۹- ماگ یک متحرک با سرعت ثابت روی یک خط راست حرکت می‌کند. این متحرک با فاصله‌های زمانی ثابت T علامت‌های صوتی می‌فرستد. یک ناظر ساکن این علامت‌ها را می‌گیرد. علامت $n + 1$ به اندازه‌ی T_n بعد از علامت n دریافت می‌شود. فاصله‌ی متحرک با ناظر ابتدا کم و بعد زیاد می‌شود. کدام گزینه درست است؟

- (الف) T_n ثابت است.
 (ب) T_n بر حسب n صعودی است.
 (ج) T_n بر حسب n نزولی است.
 (د) T_n بر حسب n ابتدا صعودی و بعد نزولی است.
 (ه) T_n بر حسب n ابتدا نزولی و بعد صعودی است.



۲۰- ماہ یک باریکه‌ی نور عمود بر یک تیغه‌ی نازک می‌تابد. وقتی باریکه به سطح جلویی تیغه می‌رسد، بخشی از آن باز می‌تابد و بخشی از آن وارد تیغه می‌شود. باریکه‌ای که وارد تیغه شده هم به سطح پشتی تیغه می‌رسد، بخشی از آن باز می‌تابد و بخشی وارد هوا می‌شود. توان موج‌های بازتابیده از این دو وجه را یکسان بگیرید و از بازتابش‌های بعدی چشم‌پوشید. مشاهده می‌شود وقتی کلفتی این تیغه به صفر می‌گراید، نسبت توان بازتابنده از تیغه به توان فرودی بر آن به صفر می‌گراید. اختلاف فاز باریکه‌ی بازتابیده نسبت به باریکه‌ی فرودی در سطح‌های بازتابنده را به ترتیب با ϕ_1 و ϕ_2 و تفاضل آن‌ها را با ϕ نمایش می‌دهیم. فرض کنید باریکه‌ای که وارد تیغه می‌شود، نسبت به باریکه‌ی فرودی در سطح بازتابنده اختلاف فاز ندارد. مقدار ϕ کدام است؟

- الف) صفر ب) $\frac{\pi}{4}$ ج) $\frac{\pi}{2}$ د) $\frac{3\pi}{4}$ ه) π

۲۱- ماہ زمین در گذشته‌ی دور داغ‌تر از حالا بوده است. یک جسم به دمای T با توان $\sigma T^4 S$ انرژی از دست می‌دهد، که S مساحت سطح بیرونی جسم و σ یک ثابت است. در یک تقریب، می‌شود σ را $6 \times 10^{-8} W / m^2 K^4$ گرفت. فرض کنید زمین از بیرون انرژی نمی‌گرفته، دمای آن یکنواخت بوده و فقط از طریق سطح بیرونی‌اش انرژی از دست می‌داده. آهنگ از دست دادن انرژی متغیر است. اما می‌شود نشان داد اگر دمای اولیه (T_i) بسیار بزرگ‌تر از دمای نهایی (T_f) باشد، میانگین توان $3\sigma T_i T_f^3 S$ است. شعاع زمین $6400 km$ و چگالی میانگین زمین $5500 kg / m^3$ است. گرمای ویژه‌ی زمین را $1000 J / kgK$ بگیرید. با این فرض‌ها، چه مدتی لازم است تا یک زمین بسیار داغ به دمای $400 K$ برسد؟

- الف) $10^9 s$ ب) $10^{12} s$ ج) $10^{15} s$ د) $10^{18} s$

۲۲- ماہ حرکت یک نوار نقاله به این شکل است که نوار به مدت T_1 ساکن است، به مدت T_2 با سرعت v حرکت می‌کند، و این روند تکرار می‌شود. نوار افقی است. روی این نوار یک جسم هست که تنها نیروی افقی‌ای که به آن وارد می‌شود نیروی اصطکاک با نوار است. جسم و نقاله از حالت سکون شروع به حرکت می‌کنند. دیده می‌شود پس از زمانی طولانی، سرعت این جسم نسبت به زمین یک تابع دوره‌ای از زمان می‌شود، و در این وضعیت این سرعت هرگز صفر نمی‌شود بیشینه‌ی این سرعت را V می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟

- الف) $T_2 \leq T_1, V < v$ ب) $T_2 \geq T_1, V < v$
ج) $T_2 \leq T_1, V = v$ د) $T_2 \geq T_1, V = v$

۲۳- ماہ رابطه‌ی فاصله کانونی یک عدسی (f) با ضریب شکست ماده‌ی سازنده‌ی آن (n) به شکل $f = \frac{A}{n-1}$ است، که A یک ثابت است که به شکل عدسی بستگی دارد. یک جسم در فاصله‌ی D از این عدسی است و با سرعت v حرکت می‌کند. (به عدسی نزدیک یا از آن دور می‌شود) می‌توان با تغییر دادن ضریب شکست، جای تصویر را ثابت نگه داشت. قدر مطلق مشتق زمانی ضریب شکست، نمی‌تواند از مقدار N بیشتر شود. بیشینه‌ی سرعت جسم برای اینکه بشود تصویر آن را ثابت نگه داشت چقدر است؟

- الف) DN ب) AN ج) $\frac{D^2}{A} N$ د) $\frac{A^2}{D} N$

۲۴- ماہ یک جسم به یک فنر بسته شده و یک حرکت سینوسی با بسامد زاویه‌ی ω دارد. در یک لحظه جابه‌جایی این جسم از نقطه‌ی تعادل x و سرعت آن v است. دامنه‌ی حرکت این جسم کدام است؟

- الف) $x + (v / \omega)$ ب) $|x| + |v / \omega|$ ج) $|x + (v / \omega)|$
د) $\sqrt{x^2 + (v / \omega)^2}$ ه) $\sqrt{|xv / \omega|}$

۲۵- ماه در یک پیوندگاه pn دو ناحیه درست می‌شود که در یک چگالی بار منفی و در دیگری چگالی بار مثبت است. مجموع بار کل این دو ناحیه صفر است. فرض کنید کلفتی هریک از این دو ناحیه Δ ، و قدر مطلق چگالی بار در هریک با این دو ناحیه هم ثابت و برابر ρ است. به خاطر این بارها، دو سر این دو ناحیه اختلاف پتانسیل V درست می‌شود. با فرض این که V ثابت است، Δ با ρ^α متناسب است، که α ثابت است. a چقدر است؟

- (الف) ۲- (ب) ۱- (ج) $-\frac{1}{2}$ (د) $\frac{1}{2}$
 (ه) ۱ (و) ۲

۲۶- ماه وقتی می‌خواهیم سیمی را با قیچی ببریم، می‌بینیم سیم اول روی تیغه‌های قیچی سر می‌خورد و وقتی زاویه‌ی بین تیغه‌های قیچی θ می‌شود متوقف می‌شود. از گرانش صرف نظر کنید. ضریب اصطکاک ایستایی بین تیغه و سیم چقدر است؟

- (الف) $\tan \theta$ (ب) $\cot \theta$ (ج) $\tan \frac{\theta}{2}$ (د) $\cot \frac{\theta}{2}$

۲۷- ماه یک ذره‌ی باردار در یک میدان مغناطیسی حرکت می‌کند. میدان مغناطیسی تقریباً در راستای محور z است و B_z (مؤلفه‌ی z میدان مغناطیسی) به کندی یا z تغییر می‌کند. سرعت ذره در راستای z کوچک است و مسیر حرکت ذره تقریباً یک دایره در صفحه‌ای عمود بر محور z است. مرکز و شعاع دایره به کندی تغییر می‌کند، چنان‌که شار مغناطیسی گذرنده از دایره ثابت می‌ماند. اندازه‌ی تصویر سرعت این ذره بر صفحه‌ی عمود بر محور z ، با $|B_z|^\alpha$ متناسب است، که α ثابت است. α چقدر است؟

- (الف) ۱- (ب) $-\frac{1}{2}$ (ج) صفر (د) $\frac{1}{2}$
 (ه) ۱

۲۸- ماه یک ذره‌ی باردار در یک میدان مغناطیسی حرکت می‌کند. میدان مغناطیسی تقریباً در راستای محور z است و B_z (مؤلفه‌ی z میدان مغناطیسی) به کندی با z تغییر می‌کند. سرعت ذره در راستای z کوچک است و مسیر حرکت ذره تقریباً یک دایره در صفحه‌ای عمود بر محور z است. مرکز و شعاع دایره به کندی تغییر می‌کند، چنان‌که شار مغناطیسی گذرنده از دایره ثابت می‌ماند. اندازه‌ی تصویر سرعت این ذره بر محور z را با $|v_z|$ نشان می‌دهیم. وقتی ذره به جاهایی می‌رود که اندازه‌ی B_z بزرگ می‌شود،

- (الف) $|v_z|$ کم می‌شود.
 (ب) $|v_z|$ تغییر نمی‌کند.
 (ج) $|v_z|$ زیاد می‌شود.
 (د) مواردی هست که $|v_z|$ کم می‌شود، و مواردی هست که $|v_z|$ زیاد می‌شود.

۲۹- ماه می‌دانیم برای همه‌ی مواد گرمای ویژه در فشار ثابت از گرمای ویژه در حجم ثابت بزرگ‌تر است. یک ماده را در نظر بگیرید. که ضریب انبساط حجمی آن در فشار ثابت منفی است. دمای این ماده را در فشار ثابت از T_1 به T_2 افزایش می‌دهیم. بعد دمای همین ماده را در حجم ثابت از T_1 به T_2 برمی‌گردانیم. تغییر کل انرژی درونی این ماده را با ΔU نمایش می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

- (الف) $\Delta U < 0$ (ب) $\Delta U = 0$
 (ج) $\Delta U > 0$ (د) مواردی هست که $\Delta U < 0$ و مواردی هست که $\Delta U > 0$

۳۰- از مبدأ مختصات گلوله‌هایی با سرعت اولیه‌ی یکسان v_0 ، با زاویه‌های مختلف α و همگی در صفحه‌ی xy ، به بالا پرتاب می‌کنیم. گرانش در جهت $-y$ ، و اندازه‌ی شتاب گرانش g است. تعریف می‌کنیم $a = \frac{v^2}{4g}$ مختصات نقاط اوج این گلوله‌ها در کدام یک از

این معادله‌ها صدق می‌کند؟

(الف) $\frac{x^2}{4a^2} + \frac{y^2}{a^2} = 1$ (ب) $\frac{x^2}{4a^2} + \frac{(y-a)^2}{a^2} = 1$

(ج) $\frac{x^2}{2a^2} + \frac{(y-a)^2}{a^2} = 1$ (د) $\frac{(x-a)^2}{4a^2} + \frac{y^2}{a^2} = 1$

۳۱- استوانه‌ای به ارتفاع h و شعاع R از یک ماده‌ی جامد در نظر بگیرید. اگر دو قاعده‌ی این استوانه را بکشیم یا فشار دهیم، هم ارتفاع استوانه و هم شعاع آن تغییر می‌کند. تغییر ارتفاع را Δh و تغییر شعاع قاعده را ΔR می‌نامیم. هر کدام از این‌ها، بسته به این که جسم کش بیاید یا کوچک بشود مثبت یا منفی‌اند. برای تغییرهای کوچک نسبت پواسن (ν) را این‌طور تعریف می‌کنیم.

$$\nu = \frac{-h\Delta R}{R\Delta h}$$

برای نوعی شیشه نسبت پواسن 0.23 است. اگر یک استوانه‌ی شیشه‌ای از این نوع را آنقدر بکشیم که ارتفاعش $1 + \lambda$ برابر شود. حجمش $1 + k$ برابر می‌شود. اگر λ عدد بسیار کوچکی باشد کدام گزینه درست است؟

راهنمایی: اگر x و y کوچک باشند، به تقریب داریم: $(1+x)^n(1+y)^m \simeq 1 + nx + my$

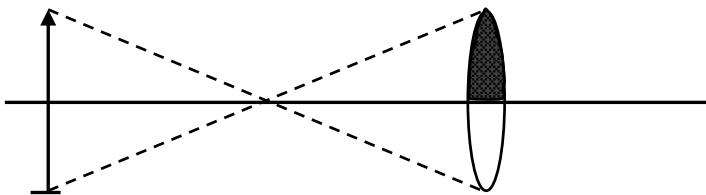
(الف) $k = 2\lambda$ (ب) $k = 3\lambda$ (ج) $k = 0.54\lambda$ (د)

$k = 1/64\lambda$

۳۲- یک جسم روی یک دایره حرکت می‌کند، اندازه‌ی نیروی وارد بر جسم را با F ، و جهت آن را با n نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

- (الف) همیشه F ثابت و n به طرف مرکز دایره است.
 (ب) همیشه F ثابت است، اما مواردی هست که n به طرف مرکز دایره نیست.
 (ج) همیشه n به طرف مرکز دایره است، اما مواردی هست که F ثابت نیست.
 (د) مواردی هست که F ثابت نیست و مواردی هست که n به طرف مرکز دایره نیست.

۳۳- نیمه‌ی بالایی یک عدسی را سیاه می‌کنیم. تصویر چگونه می‌شود؟



- (الف) تنها تصویر بخش بالایی جسم تشکیل می‌شود.
 (ب) تنها تصویر بخش پایینی جسم تشکیل می‌شود.
 (ج) تصویر عوض نمی‌شود.
 (د) شکل تصویر عوض نمی‌شود، ولی تصویر کم نور می‌شود.


۳۴- نسبت مقدار بارش سالانه‌ی باران در زمین به آب اقیانوس‌ها به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟

(د) ۱

(ج) 10^{-4}


(ب) 10^{-8}

(الف) 10^{-12}

۳۵-  یک صفحه عمود بر محور x است و از $x = d$ می‌گذرد. تعدادی آینه‌ی کوچک تخت این صفحه را قطع می‌کنند. این آینه‌ها چنان‌اند که اگر یک باریکه‌ی موازی با محور x به آن‌ها برخورد بازتابش باریکه از مبدأ می‌گذرد. آینه‌ای را در نظر بگیرید که فاصله‌اش از محور x برابر r است. زاویه‌ی راستای عمود بر این آینه با محور x را θ می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟

$$\tan \theta = \frac{r}{d} \quad \text{الف) (ب)}$$

$$\sin \theta = \frac{r}{d} \quad \text{ج) (د)}$$

۳۶-  یک جسم روی یک سطح افقی ساکن است. محورهای x ، y و z را عمود بر هم می‌گیریم، چنان که محور z قائم است. این جسم با سطح اصطکاک دارد. یک نیروی غیرصفر به اندازه‌ی F_1 در راستای محور x ، به جسم وارد می‌شود و دیده می‌شود جسم روی سطح ساکن می‌ماند. وقتی علاوه بر این نیرو یک نیرو با اندازه‌ی F_2 در راستای محور y هم به جسم وارد می‌شود، جسم به حرکت درمی‌آید. در این صورت:

الف) حرکت جسم در راستای محور y است.

ب) حرکت جسم در راستای محور x است.

ج) حرکت جسم نه در راستای محور x است و نه در راستای محور y

د) مواردی هست که حرکت جسم در راستای محور x است، مواردی هست که حرکت جسم در راستای محور y است، و مواردی هست که

حرکت جسم نه در راستای محور x است و نه در راستای محور y

«مسئله‌های کوتاه»

۱- ماه یک بطری پلاستیکی خالی را گرم می‌کنیم تا دمای هوای درون آن $90^\circ C$ شود. در این حالت در بطری را می‌بندیم. بیشینه‌ی اختلاف فشار دو سوی دیواره‌ی این بطری برای اینکه به آن صدمه نخورد $0/2$ فشار آن محیط است. بطری را سرد می‌کنیم. کمینه‌ی دمای بطری برای اینکه به آن صدمه نخورد چند درجه سلسیوس است؟

۲- ماه رابطه‌ی مقاومت یک رسانا با دما $R = R_0[1 + \beta(T - T_0)]$ است، که R مقاومت و T دما است، و β و T_0 و R_0 ثابت‌اند. این رابطه به شرطی درست است که $|\beta(T - T_0)|$ بسیار کوچک‌تر از یک باشد. رابطه‌ی دمای این رسانا با توان الکتریکی‌ای که در آن تلف می‌شود. هم $(T - T_0) = \alpha P$ است، که P توان و α یک ثابت است. این هم به شرطی درست است که αP بسیار کوچک‌تر از T_0 باشد، با فرض اینکه هر دوی این رابطه‌ها برقرار باشند، مقدار $(\frac{R}{R_0} - 1)$ به ازای $\alpha = 100 K/W$ ، $\beta = 10^{-4} / K$ ، $R_0 = 22 \Omega$ و $I = 0/02 A$ چقدر است؟ I جریان گذرنده از مقاومت است.

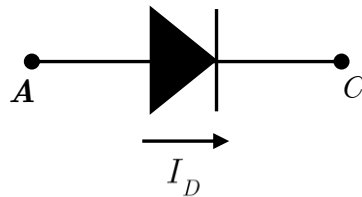
راهنمایی: اگر x و y بسیار کوچک‌تر از یک باشند، $(1+x)^a(1+x)^b \simeq 1+ax+by$

۳- ماه یک وزنه درون یک شاره سقوط می‌کند. چگالی شاره بسیار کمتر از چگالی وزنه است، چنانکه نیروی وارد بر وزنه ناشی از فقط وزن آن و اصطکاک با شاره است. در اثر اصطکاک شاره، سرعت این وزنه به یک مقدار ثابت (سرعت حد) می‌رسد. فرض کنید به خاطر این اصطکاک فقط وزنه گرم می‌شود. گرمای ویژه‌ی وزنه را $200 J/kg K$ ، جرم آن را $2 kg$ ، شتاب گرانش را $10 m/s^2$ ، و سرعت حد را $7 m/s$ بگیرد. مشتق دمای این وزنه نسبت به زمان چند میلی کلین بر ثانیه است؟

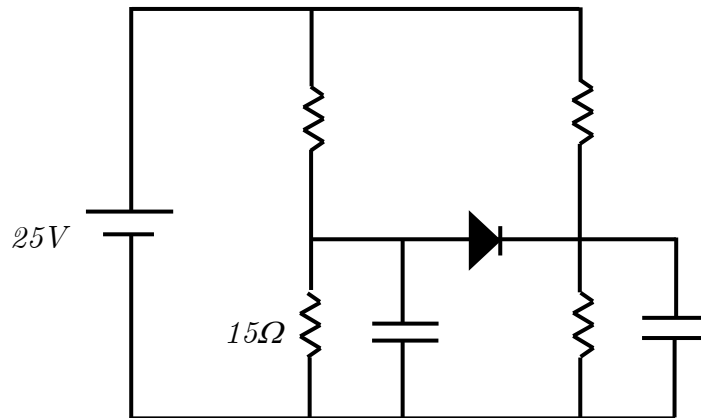
۴- ماه یک عنصر الکترونیکی این ویژگی را دارد که یا در حالت قطع است یا در حالت وصل. اگر این عنصر در حالت قطع باشد، جریانی از آن نمی‌گذرد. اگر این عنصر در حالت قطع باشد و اختلاف پتانسیل دو سرش بخواهد از مقدار V_p بیش‌تر شود، عنصر به حالت وصل می‌رود. در حالت وصل، اختلاف پتانسیل دو سر این عنصر V_1 است و جریانی که از آن می‌گذرد از سر با پتانسیل بیش‌تر به سر با پتانسیل کم‌تر است (مثل مقاومت‌ها) اگر این عنصر در حالت وصل باشد و جریان آن بخواهد تغییر علامت بدهد، عنصر به حالت قطع می‌رود. دو سر این عنصر هیچ فرقی باهم ندارند. یک منبع ولتاژ سینوسی با دامنه‌ی V_0 را با این عنصر و یک مقاومت سری می‌کنیم. به ازای $V_0 = 308V$ ، $V_1 = 154V$ و $V_p = 220V$ در چند درصد زمان این عنصر وصل است

۵- ماه در نقطه‌ی A در سطح زمین انفجاری رخ می‌دهد و موج این انفجار در نقطه‌ی B در سطح زمین آشکار می‌شود. این موج از دو راه به نقطه‌ی B می‌رسد. راه اول مسیر مستقیم از A تا B است، که در آن سرعت موج v_1 است. زمان رسیدن موج از این طریق T_1 است. راه دوم مسیر $ACDB$ است، که سرعت موج در پاره‌های AC و DB برابر v_1 و در پاره‌خط CD برابر v_p است. زمان رسیدن موج از این طریق T_p است. $ABCL$ یک دوزنقه‌ی متساوی‌الساقین است که $AB \parallel CD$ و زاویه‌های $\angle BAC$ و $\angle DBA$ برابر α اند. بین v_1 و v_p این رابطه هست که $v_1 = v_p \cos \alpha$ طول قاعده‌ی AB برابر l و ارتفاع دوزنقه d است. به ازای $T_p = 60 s$ ، $T_1 = 48 s$ ، $\sin \alpha = 0/8$ و $l = 120 km$ ، مقدار d چند کیلومتر است؟

۶- شکل ۱ عنصری به اسم دیود را نشان می‌دهد. ویژگی این عنصر آن است که یا V_D صفر است و I_D نامنفی، یا I_D صفر است و V_D نامثبت.

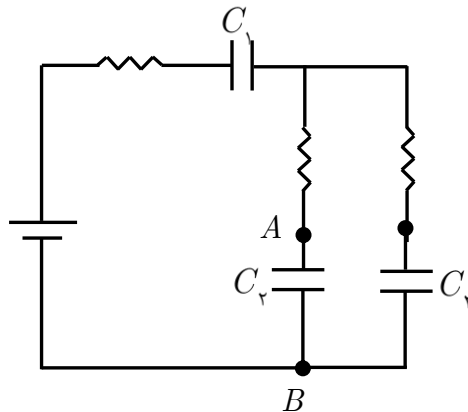


در مدار شکل ۲، مقدار هر یک از مقاومت‌ها جز مقاومتی که مقدارش در شکل آمده $10\ \Omega$ ، و ظرفیت هر یک از خازن‌ها $23\ \mu F$ است. پس از گذشتن زمانی طولانی، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $15\ \Omega$ چند ولت است؟



۷- خورشید کره‌ای به قطر $10^6 \times 4 / 1\ km$ است. فاصله‌ی زمین تا خورشید $10^8 \times 5 / 1\ km$ است. یک عدسی همگرا با فاصله‌ی کانونی $4\ cm$ تصویری از خورشید ساخته است. با یک فیلم عکاسی به ابعاد $(24\ mm) \times (24\ mm)$ در محل کانون این عدسی، از خورشید عکس می‌گیریم. عکس را روی یک کاغذ چاپ می‌کنیم. چنان که تصویر کل فیلم روی این کاغذ $(15\ cm) \times (15\ cm)$ می‌شود. قطر تصویر خورشید روی این کاغذ چند میلی‌متر است؟

۸- در مدار شکل مقدار همگی مقاومت‌ها $33\ \Omega$ ، ظرفیت C_1 برابر $10\ \mu F$ ، ظرفیت C_2 و C_3 برابر $20\ \mu F$ ، و ولتاژ باتری $5V$ است. در زمان صفر C_1 و C_3 بی‌بارند. و بار C_2 برابر $10\ \mu C$ است، چنان که ولتاژ A بیش از ولتاژ B است. پس از گذشتن زمانی طولانی، بار C_3 چند میکروکولن است؟



۹- اگر ستاره‌ای درست در بالای سر (امتداد قائم) باشد، به علت حرکت زمین به دور خورشید این ستاره درست در راستای قائم دیده نمی‌شود، بلکه در جهتی دیده می‌شود که با راستای قائم زاویه‌ی θ می‌سازد. هر درجه 3600 ثانیه‌ی قوس است. θ چند ثانیه‌ی قوس است؟

۱۰- برای جسمی، نمودار عکس سرعت $(\frac{1}{v})$ بر حسب مکان مطابق شکل است. در زمان صفر، جسم در $x = 0$ است. پس از چند ثانیه جسم به $x = 10\text{ m}$ می‌رسد؟

$\frac{1}{v}$ بر حسب (sm^{-1})

