



دفترچه سؤالات مرحله اول هفدهمین دوره المپیاد فیزیک سال ۱۳۸۶

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

استفاده از ماشین حساب ممنوع است.

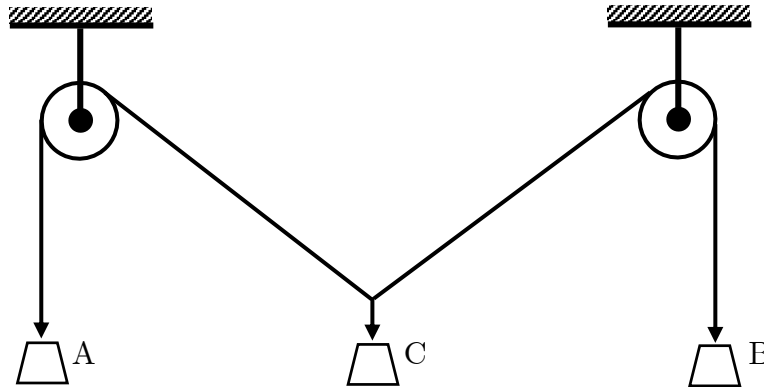
توضیحات مهم

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 و ۱۰ سوال 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.

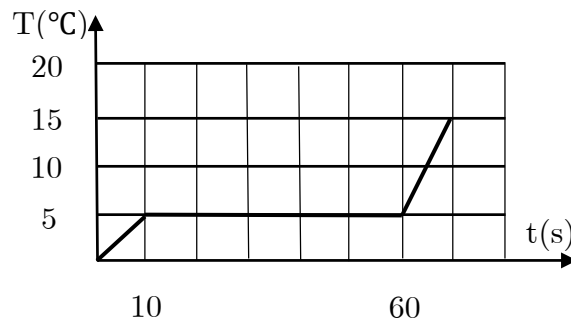
مطابق شکل، یک سیستم با دو قرقره ثابت و سه وزنه آویزان در حال تعادل است.

۱- ماگ

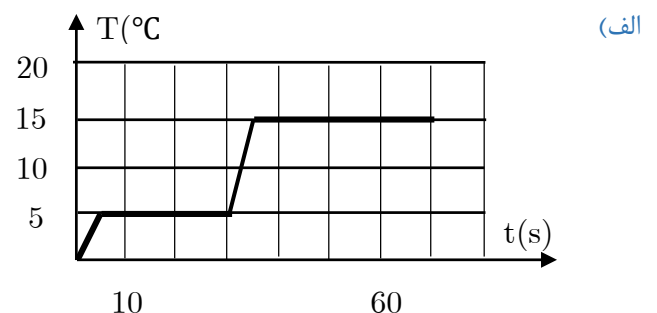
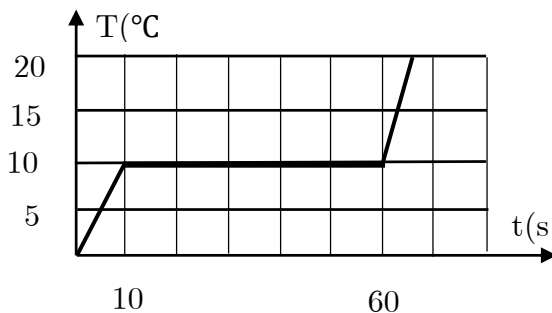


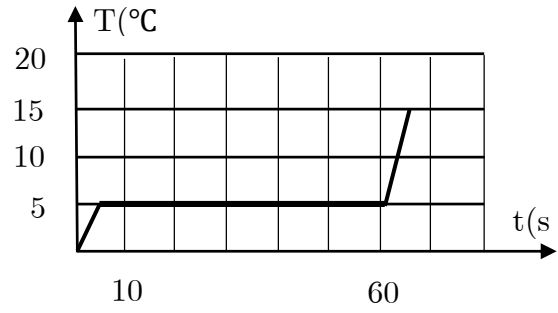
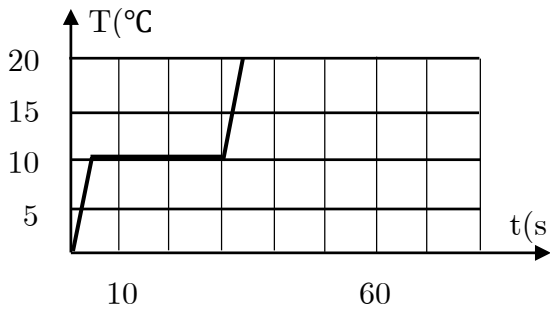
جرم دو وزنه A و B یکسان است. نخ‌ها سبک‌اند. و اصطکاک قرقره‌ها با محورشان قابل چشم‌پوشی است. اگر وزنه C را به طرف پایین بکشیم و سپس رها کنیم، چه رخ می‌دهد؟
 الف) وزنه C در همان وضعیت می‌ماند.
 ب) وزنه C شروع به حرکت به سمت بالا می‌کند.
 ج) وزنه C شروع به حرکت به سمت پایین می‌کند.

۲- ماگ به مقداری از یک ماده به جرم m با آهنگ ثابت، گرما می‌دهیم. نمودار تغییرات دمای آن T ، بر حسب زمان، t ، مطابق شکل است.

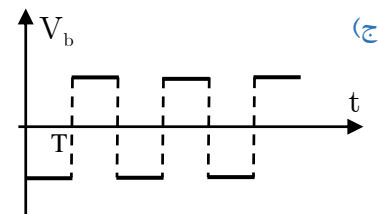
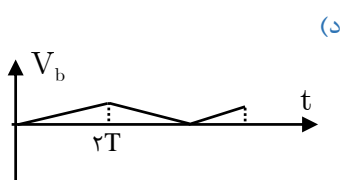
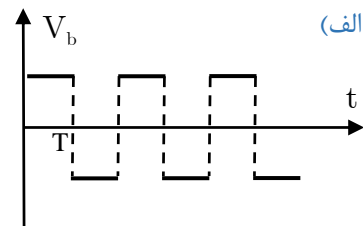
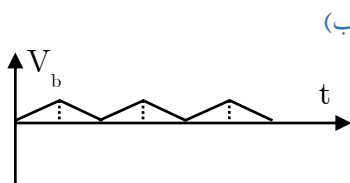
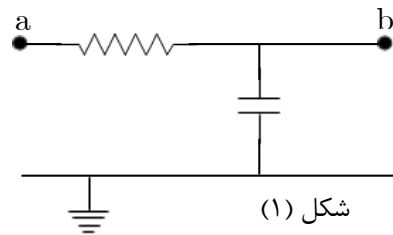
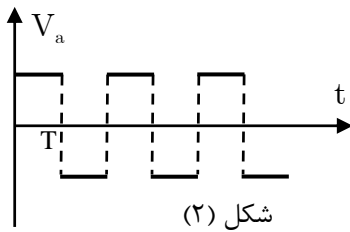


به جرم $\frac{m}{2}$ از همان ماده دمای اولیه، با همان آهنگ قبلی گرما می‌دهیم. کدام نمودار تغییرات دمای آن را بر حسب زمان نشان می‌دهد؟





۳- مدار شکل ۱ را در نظر بگیرید. فرض کنید $|V_a| \gg |V_b|$ ، یعنی بتوان از V_b در برابر V_a چشم پوشید. اگر V_a برحسب زمان مطابق شکل ۲ باشد، کدام گزینه می‌تواند باشد؟



۴- آهنگ جریان آب در یک لوله، برابر است با حجم آب گذرنده از لوله بر واحد زمان. آهنگ جریان آب در یک لوله با اختلاف فشار در دو سر لوله، ΔP ، متناسب است و با طول لوله نسبت عکس دارد. همچنین آهنگ جریان آب، تابع قطر لوله، D و گران روی، η ، است. $(\eta = 8 \times 10^{-4} \text{ N s} / \text{m}^2)$ کدام یک از کمیت‌های زیر می‌تواند نشان دهنده آهنگ جریان آب از لوله باشد؟ (واحدهای طرفین هر تساوی باید باهم مساوی باشد)

(ه) $\frac{\Delta P D^4}{\eta L^3}$

(د) $\frac{\Delta P D^2}{\eta L}$

(ج) $\frac{\Delta P \eta D^2}{L^3}$

(ب) $\frac{\Delta P \eta}{L D^2}$

(الف) $\frac{\Delta P D^2}{\eta L}$

۵- خودروی شماره ۱ در $t = 0$ از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند و تا زمان $t = t_1$ شتابش مقدار ثابت a_1 است. پس از t_1 شتابش مقدار ثابت a_2 می‌شود. خودروی شماره ۲ در $t = 0$ از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند و شتابش مقدار ثابت a_2 است، طوری که $0 < a_1 < a_2 < a_1$ در $t = T$ سرعت لحظه‌ای دو خودرو برابر است. سرعت متوسط خودروی ۱ از $t = 0$ تا $t = T$ را \bar{v}_1 و سرعت متوسط خودروی ۲ از $t = 0$ تا $t = T$ را \bar{v}_2 می‌نامیم. کدام یک از گزینه‌ها درست است؟

(ج) $\bar{v}_1 < \bar{v}_2$

(ب) $\bar{v}_1 = \bar{v}_2$

(الف) $\bar{v}_1 > \bar{v}_2$

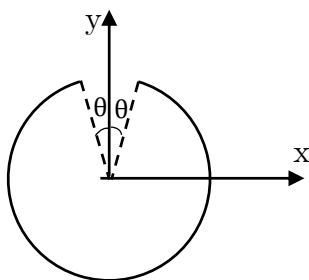
۶- یگ گاز کامل به حجم V_0 و فشار P_0 منبسط می‌شود، طوری که فشار آن (P) بر حسب حجم آن (V) به شکل $P = P_0 - \alpha(V - V_0)$ است، که α یک ثابت مثبت است. برای آنکه دمای این گاز در این فرآیند همواره کم شود، لازم است:

الف) $\alpha > \frac{P_0}{V_0}$ ب) $\alpha > \frac{2P_0}{V_0}$ ج) $\alpha < \frac{P_0}{V_0}$ د) $\alpha < \frac{2P_0}{V_0}$

۷- جسمی از انتهای یک فنر قائم آویزان است. سردیگر فنر ثابت است. جسم را طوری نگه می‌داریم که فنر نه کشیده شده باشد نه فشرده شده از این حالت جسم را رها می‌کنیم. معادله حرکت جسم به شکل $y = b + c \cos \omega t$ است. در اینجا y ارتفاع جسم از سطح زمین است و c ، b و ω ثابت‌اند. می‌دانیم شتاب لحظه‌ای هر جسمی برابر است با مشتق دوم مکان آن نسبت به زمان. اندازه شتاب گرانش زمین را g و جهت مثبت را رو به بالا بگیریم. (یعنی شتاب جسمی که سقوط آزاد می‌کند $-g$ است). شتاب این جسم در پایین‌ترین نقطه مسیرش چقدر است؟

الف) $-2g$ ب) $-g$ ج) 0 د) g ه) $2g$

۸- روی میله نازکی به شکل بخشی از دایره، بار الکتریکی مثبت، به طور یکنواخت توزیع شده است. مرکز این دایره مبدأ مختصات، و دایره در صفحه xy است میدان الکتریکی در نقطه $(x = 0, y = 0, z > 0)$ می‌شود. $\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} + E_z \vec{k}$ کدام گزینه درست است؟



الف) $E_z < 0$ و $E_y < 0$ ب) $E_z > 0$ و $E_y < 0$
 ج) $E_z < 0$ و $E_y > 0$ د) $E_z > 0$ و $E_y > 0$

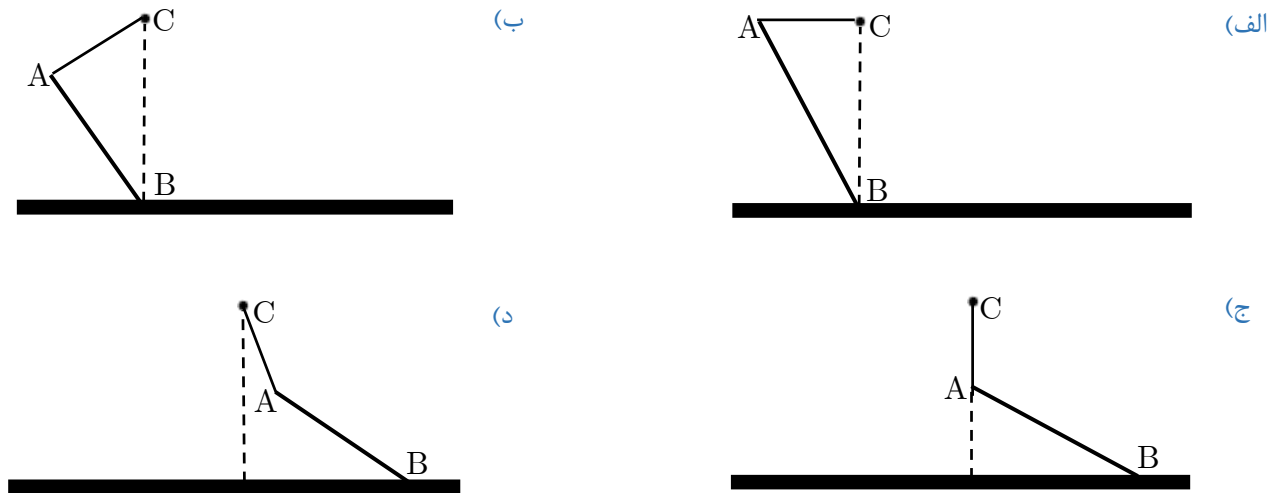
۹- ماده A را می‌شود در حلال‌های B و C حل کرد. محلول‌های A در B و A در C در هم حل نمی‌شوند. دیده می‌شود که اگر محلول A در B ، و محلول A در C را باهم مخلوط کنیم، نسبت غلظت A در B ، به غلظت A در C همیشه مقدار ثابت a خواهد شد. غلظت برابر با جرم ماده حل شده تقسیم بر حجم محلول. فرض کنید حل کردن A در هر یک از حلال‌های B و C حجم محلول را تغییر نمی‌دهد. محلولی از A در B به حجم v و غلظت X در نظر بگیرید. مقداری حلال C به حجم V اضافه می‌کنیم و مخلوط حاصل را به هم می‌زنیم. غلظت نهایی A در B مقدار X_1 می‌شود.

بار دیگر محلولی از A در B به حجم v و غلظت X را در نظر می‌گیریم. مقداری حلال C به حجم $\frac{V}{2}$ را به محلول اضافه می‌کنیم و مخلوط حاصل را به هم می‌زنیم. بعد صبر می‌کنیم تا محلول A در C جد شود. این محلول A در C را بر می‌داریم. دوباره مقداری حلال C به حجم $\frac{V}{2}$ را به محلول باقی مانده A در B اضافه می‌کنیم و مخلوط حاصل را به هم می‌زنیم. غلظت نهایی A در B در این حالت مقدار

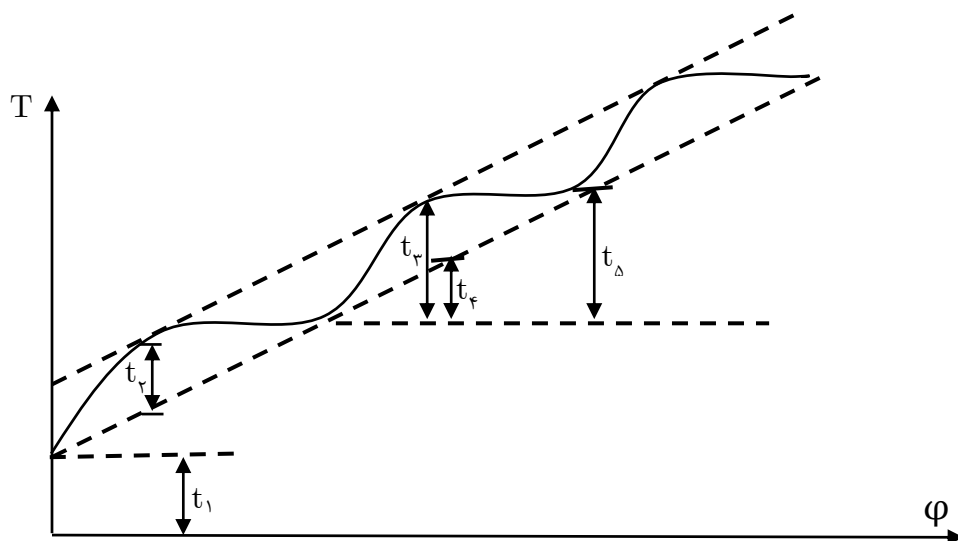
X_2 می‌شود. نسبت $\frac{X_2}{X_1}$ چقدر است؟

الف) ۱ ب) $\frac{1 + \frac{V}{av}}{(1 + \frac{v}{2av})}$ ج) $\frac{1}{2}$ د) $\frac{1}{1 + \frac{v}{2av}}$ ه) ۲

۱۰- میله AB از سر A توسط نخ‌ی با جرم ناچیز به نقطه C وصل شده است. سر B میله روی سطحی با اصطکاک ناچیز قرار دارد و سیستم در حال تعادل است. با توجه به این که شرط لازم برای تعادل یک جسم صفر بودن برآیند نیروهای خارجی وارد بر آن است، کدامیک از گزینه‌های زیر شکل صحیح حالت تعادل را نشان می‌دهد؟



۱۱- یو (Io) یکی از قمرهای برجیس (مشتری) است که روی مداری دایره‌ای دور برجیس می‌گردد. زاویه میان خط واصل این قمر به مرکز برجیس با خط واصل برجیس به خورشید را φ با زمان به شکل $\varphi = \omega t$ است، که ω مقدار ثابت است. نوری که در زمان $t = \frac{\varphi}{\omega}$ از این قمر گسیل می‌شود، در زمان T به زمین می‌رسد. چون فاصله زمین از یو ثابت نیست، بستگی T به φ پیچیده‌تر از بستگی t به φ است. نمودار بستگی T به φ به شکل زیر است. مدار زمین به دور خورشید را دایره‌ای به قطر D بگیرد. از فاصله یو تا برجیس، در مقایسه با فاصله برجیس تا زمین و نیز قطر مقدار زمین به دور خورشید چشم بپوشید، و فرض کنید حرکت مداری برجیس آنقدر کند است که طی یک سال زمینی، برجیس تقریباً جابه‌جا نمی‌شود. برجیس روی صفحه شامل مدار زمین به دور خورشید است. سرعت نور، بر حسب D و پارامترهای مشخص شده در شکل کدام است؟



(ه) $\frac{D}{t_\Delta}$

(د) $\frac{D}{t_\phi}$

(ج) $\frac{D}{t_\phi}$

(ب) $\frac{D}{t_\phi}$

(الف) $\frac{D}{t_1}$

۱۲- ماه مقدار گرمای لازم برای تبخیر یک مول آب در ظرف در باز (در فشار ثابت) L است. تغییر انرژی درونی یک مول آب در این فرآیند ΔU است. در این صورت،

(ج) $\Delta U > L$

(ب) $\Delta U = L$

(الف) $\Delta U < L$

۱۳- ماه در یک مخلوط آب و الکل، نسبت جرم الکل به جرم مخلوط، کسر جرمی الکل نامیده می‌شود. نقطه جوش مخلوط آب و الکل به کسر جرمی الکل بستگی دارد. اگر کسر جرمی الکل در مخلوط از مقدار معین x کمتر باشد، با افزایش کسر جرمی الکل، نقطه جوش مخلوط کم می‌شود. ضمناً کسر جرمی الکل در بخار حاصل از مخلوط آب و الکل بیش‌تر از کسر جرمی الکل در مخلوط است. یک مخلوط آب و الکل در نظر بگیرید که کسر جرمی الکل آن کمتر از x باشد. این مخلوط را می‌جوشانیم. با گذشت زمان نقطه جوش مخلوط:

(ج) زیاد می‌شود.

(ب) ثابت می‌ماند

(الف) کم می‌شود.

۱۴- ماه روی دیواره لیوانی دو سوراخ در ارتفاع یکسان از کف لیوان ایجاد کرده‌ایم. در حالی که روی سوراخ‌ها را با انگشت گرفته‌ایم، لیوان را پر از آب می‌کنیم. لیوان را رها می‌کنیم تا مجموعه با شتاب g سقوط آزاد کند. کدام گزینه در مورد شکل خارج شدن آب از سوراخ‌ها صحیح است؟



(ب)



(الف)



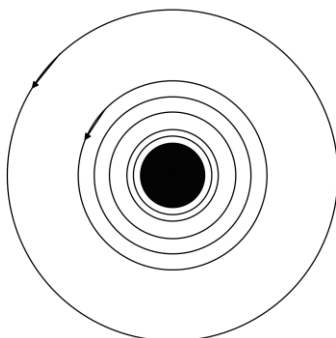
(د)



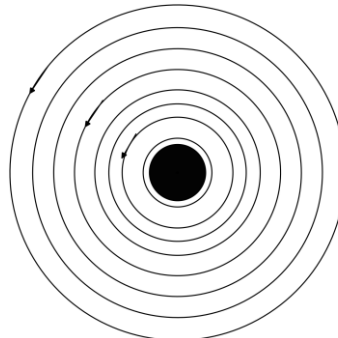
(ج)

آب بیرون نمیریزد

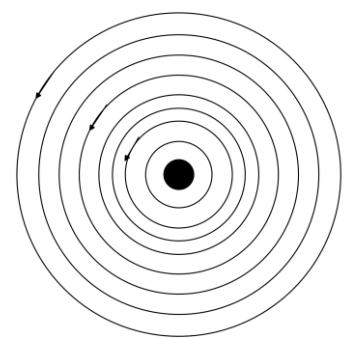
۱۵- ماه از یک سیم راست بلند جریان ثابت I می‌گذرد. سیم عمود بر صفحه کاغذ و جریان به طرف بیرون صفحه کاغذ است. خطوط میدان مغناطیسی B در کدام شکل درست نمایش داده شده است؟



(ج)

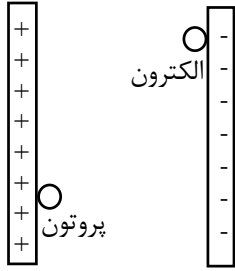


(ب)



(الف)

۱۶- ماچ توسط بارهای نشان داده شده در شکل یک میدان الکتریکی یکنواخت درست کرده‌ایم. یک الکترون و یک پروتون در این میدان الکتریکی از حالت سکون شروع به حرکت می‌کنند. کدام گزینه درباره انرژی‌های جنبشی این دو ذره وقتی که به صفحه روبه‌رو می‌رسند، درست است؟



- (الف) انرژی جنبشی پروتون بیشتر خواهد بود.
- (ب) انرژی جنبشی الکترون بیشتر خواهد بود.
- (ج) انرژی جنبشی هر دو مساوی است.
- (د) انرژی جنبشی این دو از نظر مقدار مساوی و از نظر علامت مخالف است.

۱۷- ماچ شخصی ساعت ۶ صبح با خودرو از تهران عازم اصفهان می‌شود و ساعت ۱۰:۴۰ صبح همان روز به اصفهان می‌رسد. این شخص ساعت ۸ صبح روز بعد با خودرو از اصفهان به تهران برمی‌گردد و ساعت ۲ بعدازظهر همان روز به تهران می‌رسد. یک نقطه دلخواه از مسیر را در نظر بگیرید. این نقطه را A می‌نامیم. هنگامی که این شخص در مسیر رفت به نقطه A می‌رسد ساعت او عدد T_1 را نشان می‌دهد. در برگشت از اصفهان، هنگام رسیدن به نقطه A ساعت وی عدد T_2 را نشان می‌دهد. کدام گزینه درست است؟

- (الف) حتماً نقطه‌ای از مسیر وجود دارد طوری که $T_1 = T_2$
- (ب) هیچ نقطه‌ای از مسیر وجود ندارد طوری که $T_1 = T_2$
- (ج) ممکن است نقطه‌ای از مسیر وجود داشته باشد و ممکن است وجود نداشته باشد. طوری که $T_1 = T_2$

۱۸- ماچ بیشینه توان نیروگاه شهید رجایی $2000 MW$ است. فرض کنید بخواهیم همین توان را با شکافت هسته‌ای اورانیوم تهیه کنیم. اورانیوم طبیعی در ایزوتوپ ^{235}U با عدد جرمی ۲۳۵، و ^{238}U با عدد جرمی ۲۳۸ دارد. ^{235}U شکافت‌پذیر است و در اثر شکافت هر اتم ^{235}U مقدار $3 \times 10^{-11} J$ انرژی تولید می‌شود. این ایزوتوپ ۷٪ درصد اورانیوم طبیعی را تشکیل می‌دهد. جرم اورانیوم طبیعی لازم برای تولید $2000 MW$ توان طی یک سال، به کدام مقدار زیر نزدیک‌تر است؟

- (الف) $10^5 kg$
- (ب) $10^3 kg$
- (ج) $10 kg$
- (د) $10^{-1} kg$
- (ه) $10^{-3} kg$

۱۹- ماچ در تهران حدود ۲ میلیون خودرو هست. هنگام تاریکی هوا خودروها چراغ‌های خود را با توان متوسط $100 W$ روشن می‌کنند. در موتور این خودروها با سوزاندن هر لیتر مواد سوختنی مقدار $4 \times 10^7 J$ انرژی تولید می‌شود. بازده موتور خودروها حدود ۲۰ درصد است. اگر هر خودرو روزانه ۱ ساعت چراغ خود را روشن کند، افزایش مصرف روزانه مواد سوختی خودروهای تهران به علت روشن کردن چراغ‌ها، حدوداً چند لیتر است؟

- (الف) 10^5
- (ب) 10^4
- (ج) 10^3
- (د) 10^2

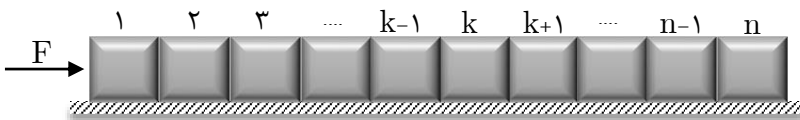
۲۰- ماچ مطابق شکل، n جسم با جرم‌های یکسان m روی سطحی افقی قرار دارند. به جسم ۱ نیروی افقی ثابت F وارد می‌شود و سیستم با شتاب شروع به حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک جسم i ام با سطح μ_i است. نیروی وارد از طرف جسم k ام به جسم $k+1$ ام چقدر است؟

$$F_k = \frac{1}{n} [(n-k)F - mg (\sum_{i=1}^k n\mu_i - \sum_{i=1}^n k\mu_i)] \quad \text{(الف)}$$

$$F_k = \frac{1}{n} [(n-k)F - mg (\sum_{i=1}^n n\mu_i - \sum_{i=1}^k k\mu_i)] \quad \text{(ب)}$$

$$F_k = \frac{1}{n} [(n-k)F - mg \sum_{i=1}^n \mu_i] \quad \text{(ج)}$$

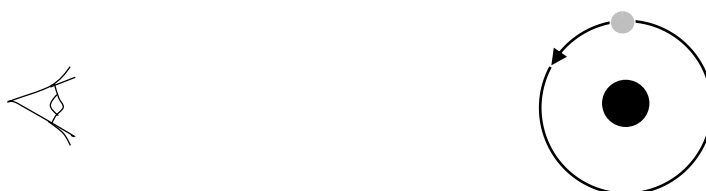
$$F_k = \frac{1}{n} [(n-k)F - mg \sum_{i=1}^k \mu_i] \quad \text{(د)}$$



۲۱- ماه یک مکعب مسی را درون مقداری آب، که از آن گرم‌تر است. می‌اندازیم. جرم مکعب و آب مساوی و انرژی هدر رفته ناچیز است. کدام گزینه درست است؟

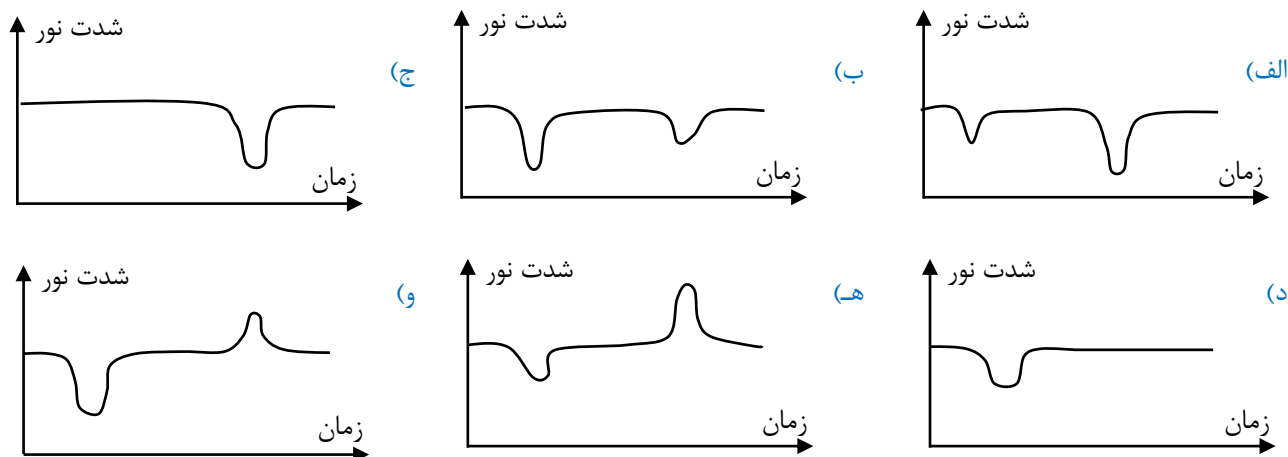
- (الف) قدر مطلق تغییر انرژی درونی مس و آب برابر، و قدر مطلق تغییر دمای آن‌ها هم برابر است.
 (ب) قدر مطلق تغییر انرژی درونی مس و آب نابرابر، و قدر مطلق تغییر دمای آن‌ها برابر است.
 (ج) قدر مطلق تغییر انرژی درونی مس و آب برابر، و قدر مطلق تغییر دمای آن‌ها نابرابر است.
 (د) قدر مطلق تغییر انرژی درونی مس و آب نابرابر، و قدر مطلق تغییر دمای آن‌ها هم نابرابر است.

۲۲- ماه مطلق شکل ستاره کوچکی به دور ستاره بزرگی می‌گردد. فرض کنید ستاره بزرگ سردتر، و ستاره کوچک گرم‌تر است. انرژی نورانی بر واحد زمان بر واحد سطح شدت نور نامیده می‌شود. اجسام گرم‌تر شدت نور بیشتری دارند. ضمناً فرض کنید زمین در صفحه مداری باشد. شدت نوری را که از این مجموعه به زمین می‌رسد در یک دوره تناوب اندازه می‌گیریم و نمودار آن را می‌کشیم. شروع این دو ستاره



دوره تناوب را حالتی بگیرید که در شکل نشان داده شده است.

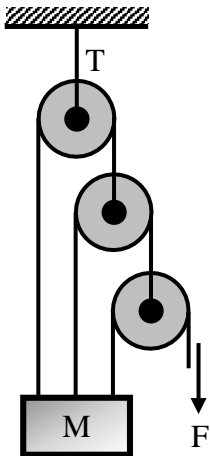
(فاصله این دو ستاره از هم را خیلی کوچک‌تر از فاصله آن‌ها از زمین بگیرید)
 کدام یک از نمودارهای زیر می‌تواند شدت نور مجموعه در این دوره تناوب باشد؟



۲۳- ماه یک قالب یخ صفر درجه را به مقداری آب ۲۵ درجه اضافه می‌کنیم. دمای آب ۵ درجه کاهش می‌یابد. اگر یک قالب یخ دیگر درست مشابه قبلی، به همان ظرف آب اضافه کنیم، دما چند درجه دیگر کاهش می‌یابد؟ (از تبادل گرمای یخ و آب با محیط چشم‌پوشید)

(الف) ۵ درجه دیگر کاهش می‌یابد.
 (ب) دیگر کاهش نمی‌یابد.
 (ج) بیشتر از ۵ درجه کاهش می‌یابد.
 (د) کمتر از ۵ درجه کاهش می‌یابد.

۲۴- ماگ چشم‌پوشی کنید. جرم M در شکل در حالت تعادل آویزان است. کشش نخ بالایی، T ، چقدر است؟ از جرم قرقره‌ها، نخ‌ها، و نیز اصطکاک چشم‌پوشی کنید.



الف) F

ب) $\frac{8}{7}F$

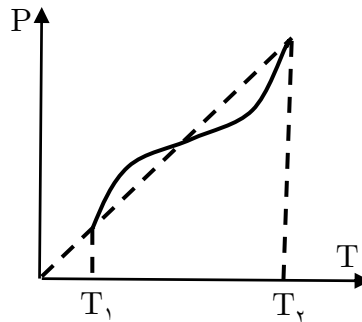
ج) $\frac{4}{3}F$

د) $4F$

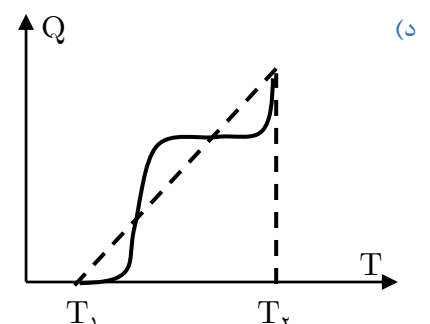
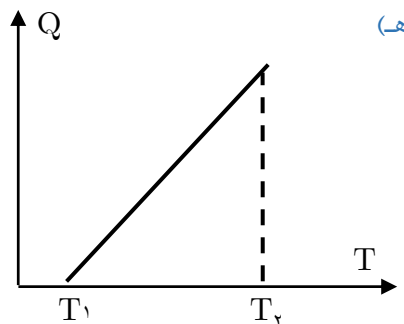
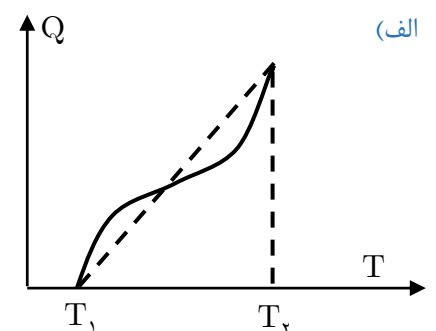
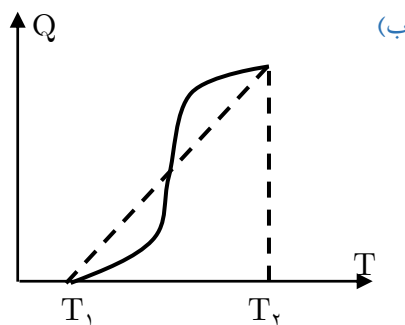
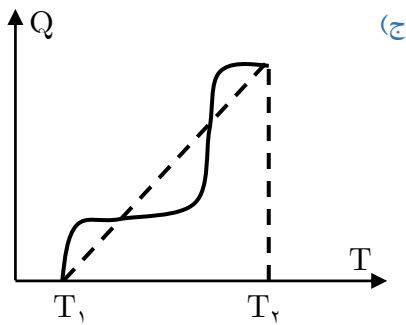
ه) $7F$

و) $8F$

۲۵- ماگ دمای گاز کاملی طی فرآیندی از T_1 تا T_2 افزایش می‌یابد. نمودار فشار، P ، برحسب دما، T در این فرآیند مطابق شکل زیر است.



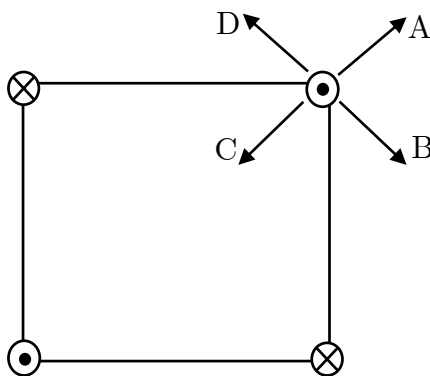
نمودار گرمای داده شده به گاز، Q برحسب T شبیه کدام یک از نمودارهای زیر است؟



۲۶- ماه چگالی سیاره‌های X و Y یکی است و شعاع سیاره X نصف شعاع سیاره Y است. نسبت بزرگی شتاب گرانشی در سطح سیاره X به بزرگی شتاب گرانشی در سطح سیاره Y برابر است با:

- الف) ۴ (ب) ۱ (ج) $\sqrt{2}$ (د) $\frac{1}{2}$

۲۷- ماه مطابق شکل، ۴ سیم راست، و بلند و موازی از چهار رأس یک مربع عبور می‌کنند. سیم‌ها بر صفحه مربع عموداند. از هر سیم جریان I ، در جهت نشان داده شده در شکل می‌گذرد نیروی وارد بر سیم بالا و سمت راست در جهت کدام بردار است؟



- الف) A (ب) B (ج) C (د) D

۲۸- ماه دو جسم یکسان با جرم $1kg$ به فنری بسته شده و روی میز بدون اصطکاکی قرار داده شده‌اند. معادله سرعت - زمان این جسم به صورت زیر است.

$$v_1 = 1 + 2 \cos\left(\frac{t}{\pi}\right)$$

$$v_2 = 1 - 2 \cos\left(\frac{t}{\pi}\right)$$

در این رابطه‌ها سرعت بر حسب m/s ، و زمان بر حسب s است. اگر در $t = 0$ انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر صفر باشد، حداکثر انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر چقدر است؟

- الف) $5J$ (ب) $4J$ (ج) صفر (د) $-4J$ (ه) $-5J$

۲۹- ماه ظرفی استوانه‌ای با ارتفاع h از مایعی به چگالی ρ پر شده است. محور این استوانه قائم است. درون این ظرف هیچ هوایی وجود ندارد و ظرف کاملاً در بسته است. فشار محیط P_0 و شتاب گرانشی g است. فشار در کف این ظرف چقدر است؟ (فشار در همه جای مایع مثبت است)

- الف) حتماً ρgh است. (ب) حتماً P_0 است. (ج) حتماً $P_0 + \rho gh$ است. (د) حتماً از ρgh بیشتر است.

۳۰- ماه در تقویم جلالی در صورتی که لحظه تحویل سال بعد از ساعت ۱۲ ظهر به افق مرجع باشد آن روز را آخر اسفند و در صورتی که بیش از ۱۲ ظهر باشد آن روز را روز اول فروردین به حساب می‌آورند. لحظه تحویل سال در سال ۱۴۰۲ هجری شمسی اندکی پس از نیمه شب است. از آغاز سال ۱۴۰۲ هجری شمسی تا پایان سال ۱۸۰۱ هجری شمسی، مجموعاً چند سال کیبسه خواهیم داشت؟ در سال‌های کیبسه، ماه اسفند ۳۰ روز به حساب می‌آید. (یک سال حدوداً ۳۶۵ روز و ۵ ساعت و ۴۸ دقیقه است)

- الف) ۹۵ (ب) ۹۷ (ج) ۱۰۰ (د) ۱۰۳ (ه) ۱۰۵

۳۱- مایه هنگامی که باریکه نوری با زاویه تابش i از هوا به سطح مایعی به ضریب شکست n می‌خورد، با زاویه شکست r وارد مایع می‌شود. به طوری که $n \sin r = \sin i$. مقطع باریکه نور، در جهت عمود بر انتشار، مستطیلی با ابعاد $a \times b$ است. این باریکه از هوا به سطح مایعی به ضریب شکست n می‌تابد، به طوری که یکی از اضلاع مقطع با سطح مایع موازی است. این باریکه با زاویه تابش i به سطح مایع می‌تابد. مساحت مقطع باریکه در مایع کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

(ج) $ab \sqrt{\frac{1 - \sin^2 i}{n^2 - \sin^2 i}}$

(ب) $ab \sqrt{\frac{1 - n^2 \sin^2 i}{1 - \sin^2 i}}$

(الف) $\frac{ab}{n} \sqrt{\frac{n^2 - \sin^2 i}{1 - \sin^2 i}}$

(و) abn

(ه) $\frac{ab}{n}$

(د) $\frac{ab}{n^2} \times \frac{n^2 - \sin^2 i}{1 - \sin^2 i}$

۳۲- تعداد موهای سر یک جوان معمولی به کدام عدد نزدیک است؟

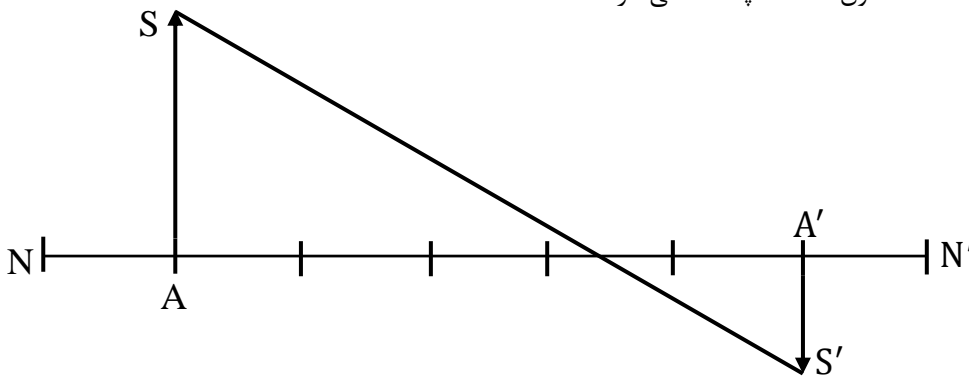
(د) 10^{12}

(ج) 10^9

(ب) 10^6

(الف) 10^3

۳۳- نقطه S' تصویر S است. NN' محور اپتیکی یک آینه است. فاصله A و A' ، 5cm فاصله S' از محور اپتیکی 1cm ، و فاصله S تا محور اپتیکی 2cm است. فاصله کانون تا A' چند سانتی‌متر است؟



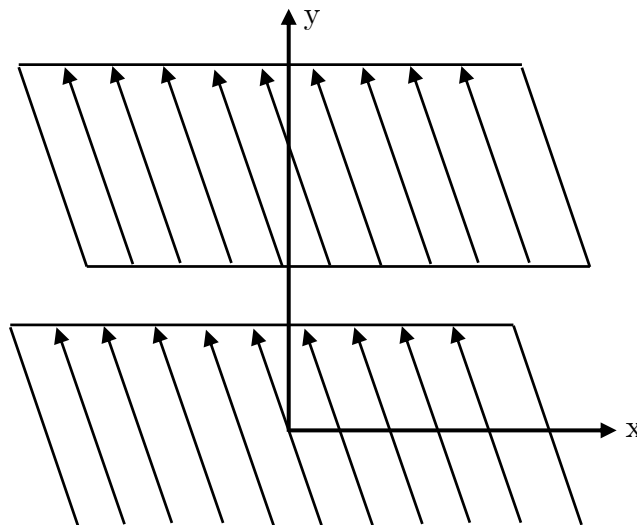
(الف) $\frac{5}{3}$

(ب) $\frac{3}{5}$

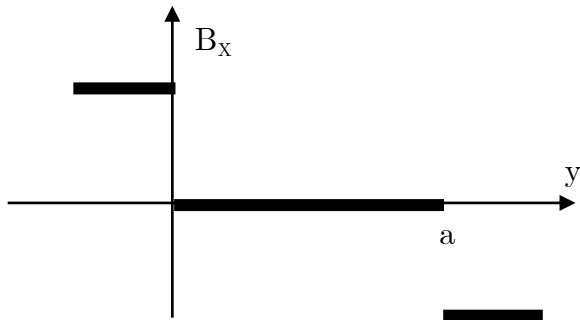
(ج) $\frac{2}{5}$

(د) $\frac{5}{2}$

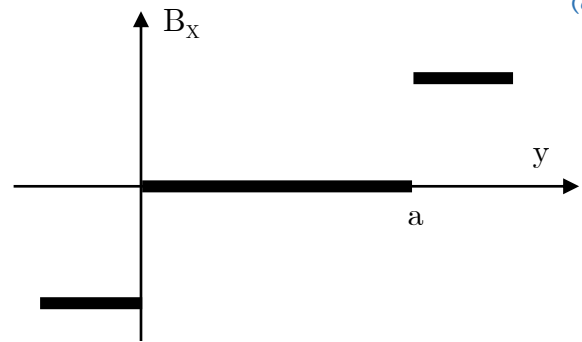
۳۴- از دو صفحه بسیار بزرگ رسانا جریان الکتریکی یکسان و ثابتی می‌گذرد. چگالی جریان در هر دو صفحه یکنواخت است، یعنی هر صفحه را می‌توان به صورت تعداد زیادی سیم راست بلند که در کنار هم قرار گرفته‌اند در نظر گرفت که از همه آنها جریان یکسانی می‌گذرد.



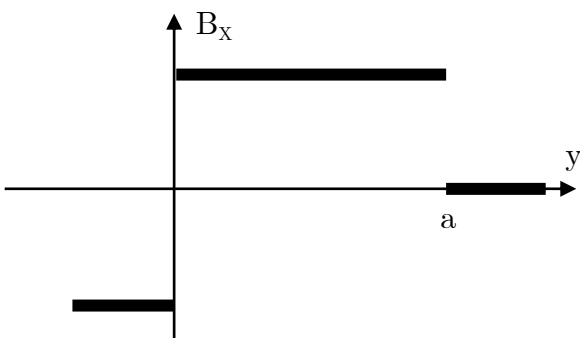
دو صفحه، با یکدیگر موازی هستند و فاصله‌شان a است. مؤلفه میدان مغناطیسی در راستای x (B_x) بر حسب y شبیه کدام یک از شکل‌های زیر است؟



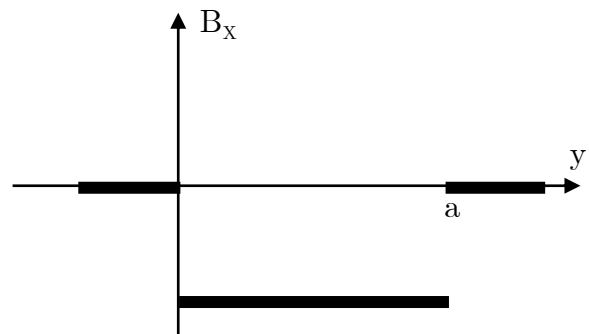
(ب)



(الف)



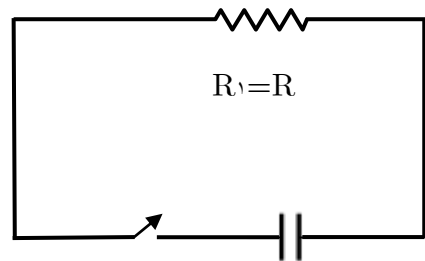
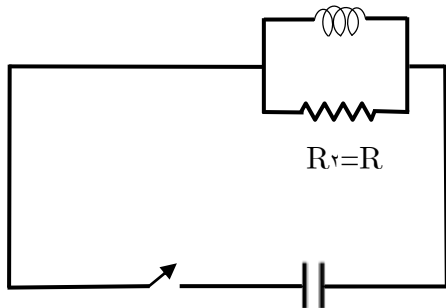
(د)



(ج)

- ۳۵- ماه یک آینه تخت گرد به موازات دیوار است. نور تولید شده از یک چشمه نقطه‌ای که روی دیوار است، روی آینه می‌افتد و یک لکه نورانی روی دیوار ایجاد می‌کند. اگر آینه با سرعت v به سمت دیوار حرکت کند، کدام گزینه درست است؟
- (الف) سرعت مرکز لکه روی دیوار v است و مساحت لکه افزایش می‌یابد.
 - (ب) سرعت مرکز لکه روی دیوار v است و مساحت لکه هم تغییر نمی‌کند.
 - (ج) مرکز لکه روی دیوار ثابت است و مساحت لکه هم تغییر نمی‌کند.
 - (د) مرکز لکه روی دیوار ثابت است و مساحت لکه افزایش می‌یابد.

- ۳۶- ماه در دو مدار زیر خازن‌ها و مقاومت‌ها یکسان‌اند، بار اولیه دو خازن برابر است، سیم لوله بدون مقاومت است، و پیش از بستن کلیدها، جریان گذرنده از هر مقاومت صفر است. کلیدها را می‌بندیم. بعد از گذشت زمان طولانی نسبت انرژی تلف شده در مقاومت R_1 به انرژی تلف شده در مقاومت R_2 چقدر است؟



(ج) $\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{L^2}{R^2 C^2}}}$

(ب) $\sqrt{1 + \frac{L^2}{R^2 C^2}}$

(الف) $\frac{1}{1 + \frac{L^2}{R^2 C^2}}$

(ه) ۱

(د) $1 + \frac{L^2}{R^2 C^2}$

«بخش مسائل پاسخ کوتاه»

۱- مقداری از یک مایع در یک استوانه مدرج است. در دمای T ریال سطح بالایی مایع کنار علامت 100 cm^3 است. دمای مجموعه را 10° K زیاد می‌کنیم. سطح بالایی مایع در کنار علامت 101 cm^3 قرار می‌گیرد. ضریب انبساط طولی ماده سازنده استوانه مدرج k^{-1} است.

ضریب انبساط حجمی مایع $\beta \times 10^{-5} k^{-1}$ است. β چقدر است؟

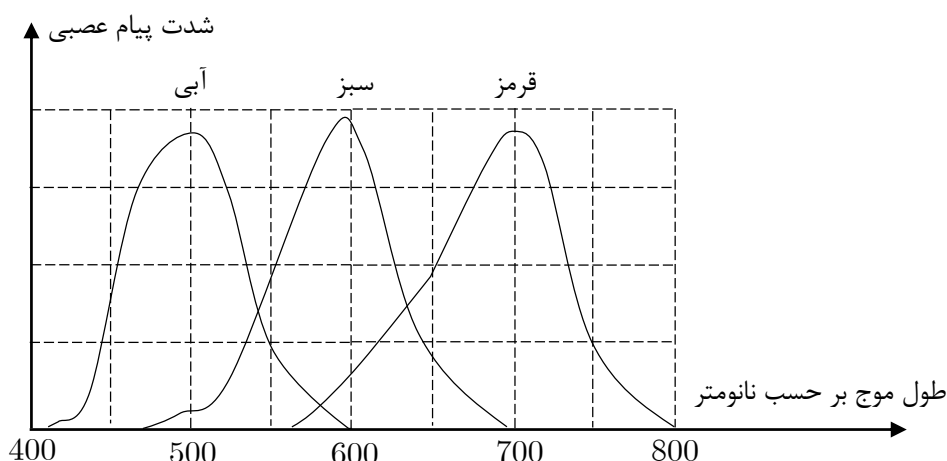
۲- یک هواپیما ساعت ۸ صبح به وقت محلی تورنتو عازم بلگراد، که در شرق آن واقع است، می‌شود. این هواپیما در همان روز، ساعت ۲۲ و ۳۵ دقیقه به وقت محلی بلگراد وارد آن شهر می‌شود. عرض جغرافیایی هر دو شهر 45° درجه شمالی است. هواپیما مسیر میان دو شهر را روی مداری که از این دو شهر می‌گذرد با سرعت متوسط 900 km/h نسبت به زمین می‌پیماید. طول جغرافیایی تورنتو 75° درجه غربی است. طول جغرافیایی شهر بلگراد چند درجه شرقی است؟ شعاع کره زمین را 6400 km بگیرید.

۳- جدول زیر حد چاقی مفرط برای چند قد مختلف را نشان می‌دهد.

قد بر حسب cm	۱۶۰	۱۶۵	۱۹۰
حد چاقی مفرط بر حسب kg	۹۶	۱۰۴	۱۴۴

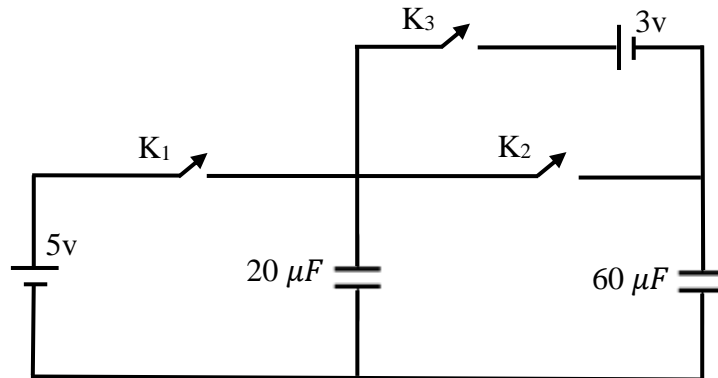
حد چاقی مفرط کسی که قدش 178 cm است، چند کیلوگرم از 100 kg بیشتر است؟

۴- رنگ‌های مختلف نور سفید را می‌توان با مشخصه‌های به نام طول موج مشخص کرد. چشم انسان سه نوع سلول حساس به رنگ‌های قرمز، سبز، و آبی دارد. شکل زیر شدت پیام عصبی هر یک از سلول‌ها به مغز را بر حسب طول موج نشان می‌دهد. در صورتی که شدت پیام عصبی سلول قرمز دو برابر سلول سبز باشد، رنگی که می‌بینیم نوعی زرد مایل به نارنجی است. نوری با طول موج x به چشم می‌تابانیم و

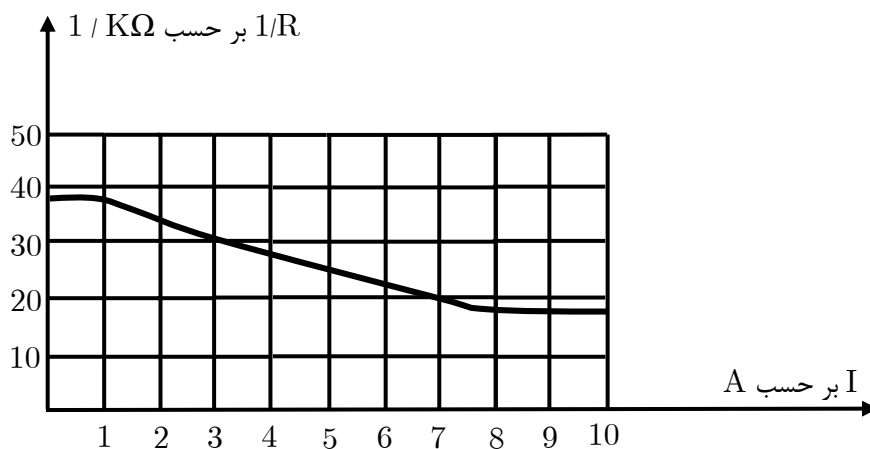


چشم همان رنگ زرد مایل به نارنجی را مشاهده می‌کند. x چند ده نانومتر است؟

۵- در مدار شکل، ابتدا هردو خازن بی‌باراند. و همه کلیدها قطع‌اند. کلید k_1 و k_2 را وصل می‌کنیم تا خازن‌ها پر شوند. پس از پر شدن خازن‌ها، k_1 و k_2 را قطع و سپس K_3 را وصل می‌کنیم. مقدار باری که پس از این در مدار جاری می‌شود چند میکرو کولن است؟



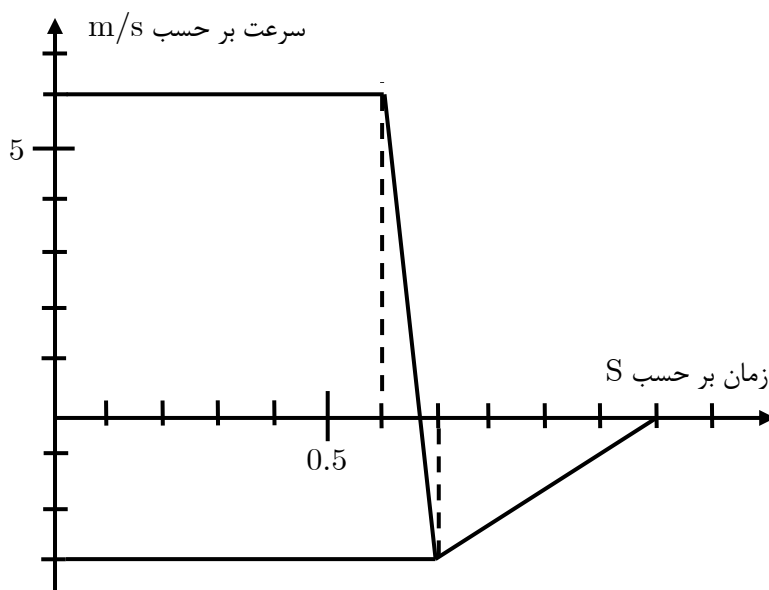
۶- مقاومت بیشتر رساناها بر اثر گرم شدن رسانا زیاد می‌شود. اگر دمای محیط ثابت باشد، دمای رسانا تابع جریان گذرنده از آن است. به این ترتیب، مقاومت رسانا تابع جریان گذرنده از آن است. عنصر گرم کننده یک اتو چنان است که توان مصرفی آن به ازای ولتاژ $200W$ برابر $1000W$ است. مقاومت این عنصر گرم کننده را با R و جریان گذرنده از آن را با I نشان می‌دهیم. نمودار $\frac{1}{R}$ بر حسب I مطابق شکل است. اگر این اتو به ولتاژ $100V$ وصل شود، توان گرمایی آن چند درصد مقدار $1000W$ می‌شود؟



۷- در محاسبه انرژی پتانسیل گرانشی یک توده همگن به شکل استوانه، می‌توان همه جرم آن را در مرکز هندسی استوانه در نظر گرفت. در یک ظرف استوانه‌ای به سطح مقطع 250 cm^2 تا ارتفاع 50 cm آب ریخته‌ایم. یک استوانه فلزی به سطح مقطع 50 cm^2 و ارتفاع 10 cm بالای آب قرار دارد؛ طوری که سطح قاعده زیرین آن بر سطح آب مماس است. استوانه را در آب رها می‌کنیم. هنگامی که استوانه به طور قائم به ته ظرف می‌نشیند، کاهش انرژی پتانسیل مجموعه آب و استوانه چند ژول است؟ چگالی فلز را 8000 kg/m^3 و چگالی آب را 1000 kg/m^3 و g را 10 m/s^2 بگیرید.

۸- یک توپ کوچک نرم به جرم 2 kg / از ارتفاع h رها می‌شود. و پس از برخورد با یک سطح افقی به طرف بالا برمی‌گردد. قسمتی از نمودار سرعت - زمان آن در شکل نشان داده شده است. نیروی متوسطی که هنگام برخورد با سطح افقی از طرف سطح به توپ

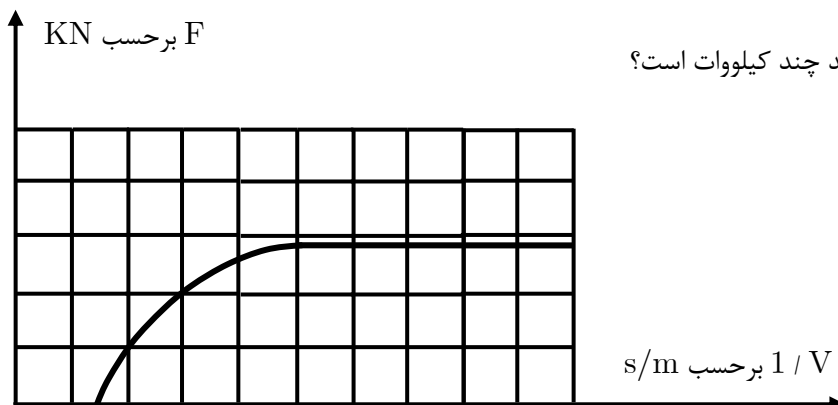
وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



۹- خودرویی پشت چراغ قرمز ایستاده است. در $t = 0$ چراغ سبز می‌شود و خودرو با شتاب ثابت 1 m/s^2 راه می‌افتد. خودرو به مدت T با همین شتاب حرکت می‌کند، و پس از آن با سرعت ثابت به راه خودش ادامه می‌دهد. فاصله چهارراه بعدی تا این چراغ 450 m است. چراغ چهارراه بعدی در $t = 50 \text{ s}$ سبز می‌شود. بیشینه T برای اینکه وقتی خودرو به چهارراه بعدی می‌رسد، چراغ سبز باشد چند ثانیه است؟

۱۰- یک نور نقاله، باری را جابه‌جا می‌کند. نیرویی که نوار به بار وارد می‌کند (در راستای خود نوار) F است. سرعت بار v است. نمودار F بر حسب $\frac{1}{v}$ به شکل زیر است.

بیشینه توانی که این نوار نقاله می‌تواند به بار تحویل دهد چند کیلووات است؟



«کلید سؤالات»

- | | | | | | |
|----|---------------|----|---------------|----|---------------|
| ۱ | و ه د ج ب الف | ۲۱ | و ه د ب الف | ۴۱ | و ه د ج ب الف |
| ۲ | و ه د ج ب الف | ۲۲ | و ه د ج ب الف | ۴۲ | و ه د ج ب الف |
| ۳ | و ه د ج ب الف | ۲۳ | و ه د ج ب الف | ۴۳ | و ه د ج ب الف |
| ۴ | و ه د ج ب الف | ۲۴ | و ه د ج ب الف | ۴۴ | و ه د ج ب الف |
| ۵ | و ه د ج ب الف | ۲۵ | و ه د ج ب الف | ۴۵ | و ه د ج ب الف |
| ۶ | و ه د ج ب الف | ۲۶ | و ه د ج ب الف | ۴۶ | و ه د ج ب الف |
| ۷ | و ه د ج ب الف | ۲۷ | و ه د ج ب الف | ۴۷ | و ه د ج ب الف |
| ۸ | و ه د ج ب الف | ۲۸ | و ه د ج ب الف | ۴۸ | و ه د ج ب الف |
| ۹ | و ه د ج ب الف | ۲۹ | و ه د ج ب الف | ۴۹ | و ه د ج ب الف |
| ۱۰ | و ه د ج ب الف | ۳۰ | و ه د ج ب الف | ۵۰ | و ه د ج ب الف |
| ۱۱ | و ه د ج ب الف | ۳۱ | و ه د ج ب الف | ۵۱ | و ه د ج ب الف |
| ۱۲ | و ه د ج ب الف | ۳۲ | و ه د ج ب الف | ۵۲ | و ه د ج ب الف |
| ۱۳ | و ه د ج ب الف | ۳۳ | و ه د ج ب الف | ۵۳ | و ه د ج ب الف |
| ۱۴ | و ه د ج ب الف | ۳۴ | و ه د ج ب الف | ۵۴ | و ه د ج ب الف |
| ۱۵ | و ه د ج ب الف | ۳۵ | و ه د ج ب الف | ۵۵ | و ه د ج ب الف |
| ۱۶ | و ه د ج ب الف | ۳۶ | و ه د ج ب الف | ۵۶ | و ه د ج ب الف |
| ۱۷ | و ه د ج ب الف | ۳۷ | و ه د ج ب الف | ۵۷ | و ه د ج ب الف |
| ۱۸ | و ه د ج ب الف | ۳۸ | و ه د ج ب الف | ۵۸ | و ه د ج ب الف |
| ۱۹ | و ه د ج ب الف | ۳۹ | و ه د ج ب الف | ۵۹ | و ه د ج ب الف |
| ۲۰ | و ه د ج ب الف | ۴۰ | و ه د ج ب الف | ۶۰ | و ه د ج ب الف |