



دفترچه سؤالات مرحله اول هفدهمین دوره المپیاد فیزیک سال ۱۳۸۳

مدت آزمون (دقیقه)	تعداد سؤالات	
	مسأله‌های تشریحی	سؤالات چند گزینه‌ای
۱۸۰	۷	۳۹

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 ۳۹ سوال تستی و ۷ مسأله‌ی 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- دستگاه نشان داده شده در شکل پل تار است و برای اندازه‌گیری مقاومت مجهول R_x به کار می‌رود. سر لغزنده N را آنقدر روی سیم بدون روکش AB جابه‌جا می‌کنیم تا میکرو آمپرسنج دقیق جریان صفر را نشان دهد. در این حالت طول دو قطعه سیم AN و NB

، یعنی L_1 و L_2 را اندازه می‌گیریم و مقاومت مجهول R_x را از رابطه $R_x = \frac{L_1}{L_2} R$ حساب می‌کنیم.

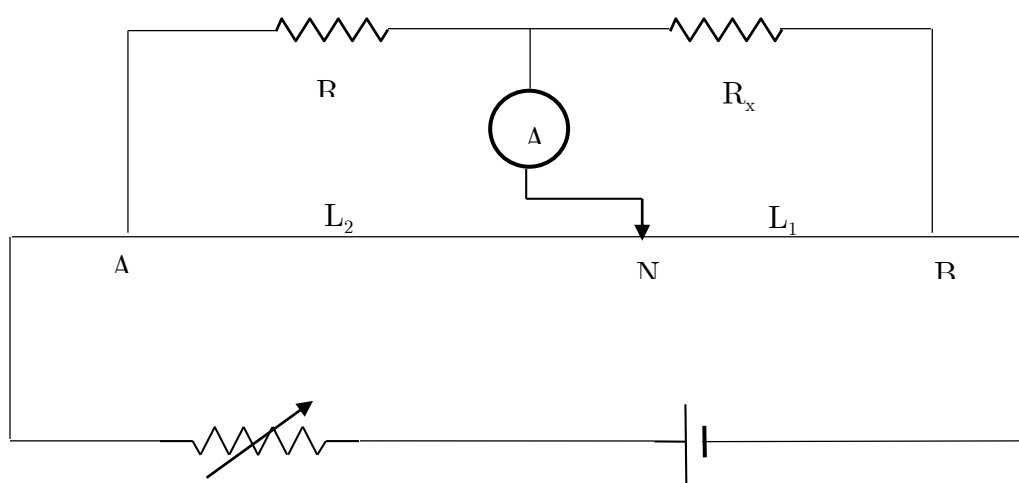
در یک مورد اندازه‌گیری R_x به وسیله پل تار، نتایج اندازه‌گیری‌های R ، L_1 و L_2 در زیر آمده است:

خطا در اندازه‌گیری R حداکثر 1Ω بوده است، و $R = 100\Omega$

خطا در اندازه‌گیری L_1 حداکثر 1cm بوده است، و $L_1 = 40\text{cm}$

خطا در اندازه‌گیری L_2 حداکثر 1cm بوده است، و $L_2 = 20\text{cm}$.

حداکثر خطای ممکن در اندازه‌گیری R_x به کدام عدد نزدیک‌تر است؟



(د) 50Ω

(ج) 20Ω

(ب) 2Ω

(الف) 1Ω

۲- پوسته استوانه‌ای شکلی از ماده‌ای یکنواخت به شعاع داخلی a و شعاع بیرونی b در اختیار داریم. دمای سطح داخلی استوانه T_a و

دمای سطح بیرونی استوانه T_b است. ($T_a > T_b$ ، و دماها ثابت‌اند). دمای پوسته در شعاع $r = \frac{a+b}{2}$ را T_r می‌نامیم. در این

صورت:

$$T_r = \frac{T_a + T_b}{2} \quad (\text{ج})$$

$$T_r < \frac{T_a + T_b}{2} \quad (\text{ب})$$

$$T_r > \frac{T_a + T_b}{2} \quad (\text{الف})$$

۳- در چند سال آینده کوچک‌ترین زاویه قابل تشخیص با تلسکوپ به یک میلی‌ثانیه خواهد رسید. هر یک درجه 3600 ثانیه است. فرض کنید چنین تلسکوپی در اختیار داریم و می‌خواهیم میله‌ای را که در دویست هزار کیلومتری ما قرار دارد و بر خط دید عمود است.

بینیم. حداقل طول میله حدوداً چقدر باشد تا بتوانیم دو سر آن را از هم تشخیص دهیم؟

(د) ده میلی‌متر

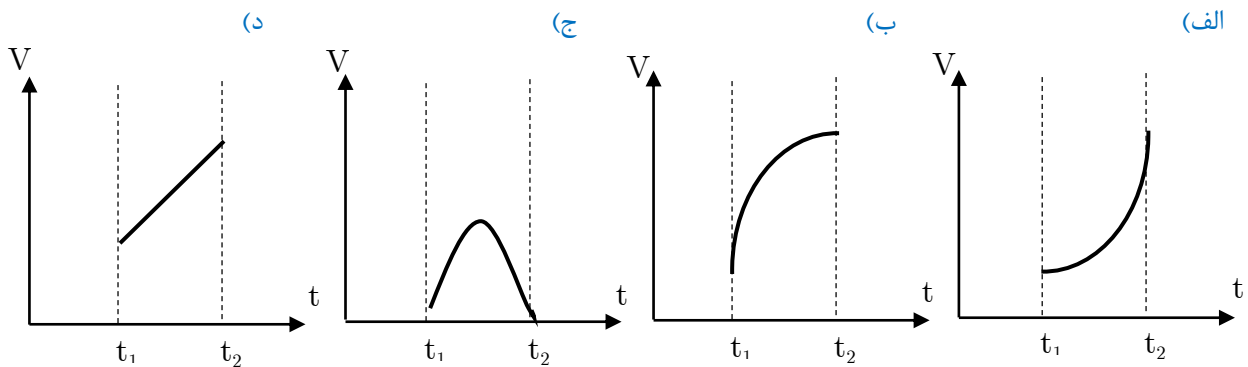
(ج) یک متر

(ب) صد متر

(الف) ده کیلومتر

۴- متحرکی بدون توقف و بدون تغییر جهت روی محور x حرکت می‌کند. حاصل ضرب جرم متحرک در سرعت آن را تکانه می‌نامیم و آن را با P نشان می‌دهیم. مکان، تکانه و انرژی جنبشی متحرک در لحظه t_1 را به ترتیب x_1 ، P_1 و K_1 می‌نامیم. مکان، تکانه، و انرژی جنبشی متحرک در لحظه t_2 را به ترتیب x_2 ، P_2 و K_2 می‌نامیم. متوسط زمانی برآیند نیروهای وارد به متحرک در فاصله زمانی t_1 تا t_2 را به صورت $\frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$ تعریف می‌کنیم. و آن را با $\overline{F_t}$ نشان می‌دهیم. متوسط مکانی برآیند نیروهای وارد به متحرک در فاصله مکانی x_1 تا x_2 را به صورت $\frac{k_2 - k_1}{x_2 - x_1}$ تعریف می‌کنیم. و آن را با $\overline{F_x}$ نشان می‌دهیم.

نمودار سرعت - زمان برای چند متحرک رسم شده است. می‌دانیم که مساحت سطح زیر نمودار سرعت - زمان مساوی با جابه‌جایی متحرک است. در کدام مورد $\overline{F_t}$ در فاصله زمانی t_1 تا t_2 کوچکتر از $\overline{F_x}$ در فاصله مکانی x_1 تا x_2 است؟



۵- در یک روز تابستان ساعت طلوع و غروب خورشید در تهران به ترتیب $6:30$ و $20:00$ است. در همین روز ساعت طلوع و غروب در ۴ شهر متفاوت به ترتیب زیر است:

- * شهر ۱: $6:15$ و $19:55$
- * شهر ۲: $6:25$ و $19:50$
- * شهر ۳: $6:25$ و $20:10$
- * شهر ۴: $6:40$ و $20:05$

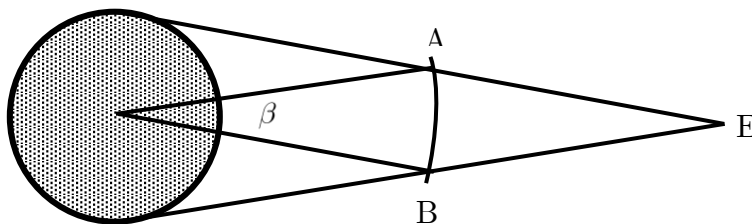
کدامیک از این شهرها ممکن است در جنوب و شرق تهران باشد؟

- الف) شهر ۱ ب) شهر ۲ ج) شهر ۳ د) شهر ۴

۶- یک ظرف دریا از آب در هوای آزاد است. ابتدا دمای آب و ظرف و هوا یکسان است. آب به تدریج تبخیر می‌شود. از تغییر دمای هوا چشم‌پوشید. زمانی که آب دارد تبخیر می‌شود، دمای آب،

- الف) از دمای هوا کمتر است ب) با دمای هوا برابر است. ج) از دمای هوا بیش‌تر است.

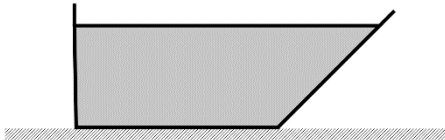
۷- اگر خطی که از زمین و سیاره ناهید می‌گذرد، خورشید را قطع کند و ناهید بین زمین و خورشید باشد، ناهید روی خورشید لکه می‌اندازد. به این پدیده نادر گذر ناهید از روی خورشید می‌گویند. مدار زمین و ناهید دور خورشید را دایره‌هایی هم‌مرکز و هم‌صفحه بگیرید. از قطر زمین و ناهید در برابر قطر خورشید و شعاع‌های مدارها چشم‌پوشید. وقتی زمین در نقطه E است. برای اینکه ناهید روی خورشید لکه انداخته باشد باید ناهید در ناحیه AB از مدارش باشد. قطر خورشید را D ، شعاع مدار زمین را R_E ، و شعاع مدار ناهید را R_V بگیرید. با توجه به اینکه D خیلی کوچک‌تر از R_E و R_V است، زاویه β چند رادیان است؟



(الف) $\frac{D}{R_E}$ (ب) $\frac{D(R_E - R_V)}{R_E R_V}$ (ج) $\frac{D}{R_V}$

(د) $\frac{D R_E}{R_V (R_E + R_V)}$ (هـ) $\frac{D}{R_E - R_V}$ (و) $\frac{D(R_E - R_V)}{(R_E + R_V)^2}$

۸- یک ظرف آب مطابق شکل را در نظر بگیرید. این ظرف را در حالت سکون روی یک میز افقی بدون اصطکاک می‌گذاریم. فرض کنید α به گونه‌ای است که این ظرف کج نمی‌شود کدام گزینه درباره حرکت این ظرف درست است؟



- (الف) ظرف حتماً به طرف راست حرکت می‌کند.
 (ب) ظرف حتماً به طرف چپ حرکت می‌کند.
 (ج) اگر α از حد معینی کم‌تر باشد، ظرف به طرف راست حرکت می‌کند. در غیر این صورت ظرف ساکن می‌ماند.
 (د) ظرف حرکت نمی‌کند.

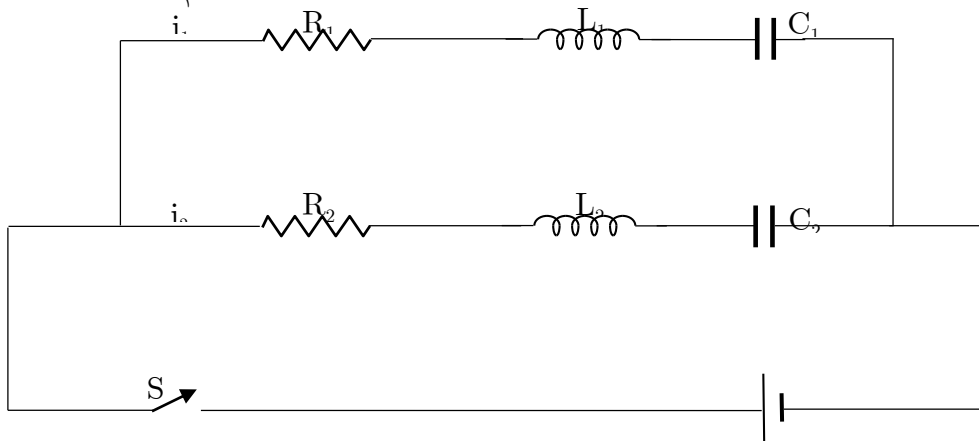
۹- صفحه مداری زمین و مریخ به دور خورشید، برهم منطبق است. مدار زمین و مریخ دایره‌ای است. زمین و مریخ در یک جهت دور خورشید می‌گردند و دوره گردش مریخ بیش از دوره گردش زمین است. فرض کنید در یک زمان، زمین روی خط واصل خورشید و مریخ، و میان آن‌هاست. پس از 78° روز، برای اولین بار این وضعیت تکرار می‌شود. دوره گردش مریخ چند روز است؟

- (الف) ۷۶۸ (ب) ۶۸۶ (ج) ۷۸۰
 (د) ۲۴۹ (هـ) ۷۳۰ (و) ۸۳۰

۱۰- اطلاعات مربوط به وضعیت زمین، مریخ، و خورشید در مسأله قبل داده شده. زمین ۱ واحد نجومی و مریخ $1/5$ واحد نجومی از خورشید فاصله دارند. ۱۹۵ روز پس از آنکه زمین (E) و مریخ (M) و خورشید (S) در یک امتداد بودند، زاویه \widehat{MES} چند درجه است؟

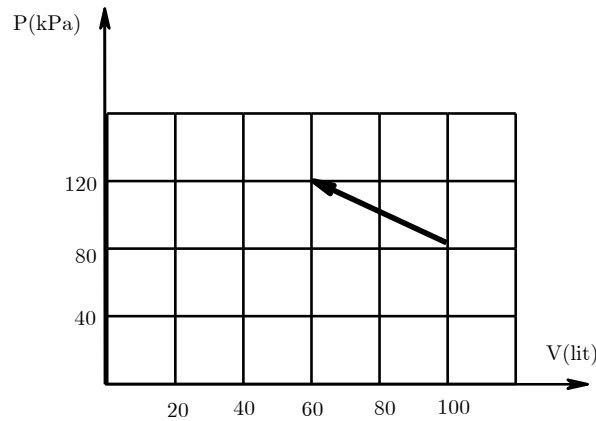
- (الف) ۹۰ (ب) ۵۶ (ج) ۳۴ (د) اطلاعات کافی نیست.

۱۱- در مدار نشان داده شده در شکل، قبل از لحظه $t = 0$ می‌بندیم. بلافاصله پس از بستن کلید، $\frac{i_1}{i_2}$ برابر است با:



- (الف) $\frac{R_2}{R_1}$ (ب) $\frac{C_2}{C_1}$ (ج) $\frac{L_2}{L_1}$ (د) $\frac{R_2 + \sqrt{L_2 / C_2}}{R_1 + \sqrt{L_1 / C_1}}$

۱۲- در نمودار زیر مسیر فرایندی که برای یک گاز کامل رخ داده، رسم شده است. در چه حجمی دمای گاز بیشینه شده است؟



- الف) ۶۰ lit ب) ۷۰ lit ج) ۸۰ lit د) ۹۰ lit ه) ۱۰۰ lit

۱۳- جسمی از یک فنر عمودی آویزان است و حول نقطه تعادلش نوسان می‌کند. هنگامی که جسم به بالاترین نقطه حرکتش می‌رسد، تکه‌ای از آن بدون تأثیر گذاشتن بر بقیه جسم، از آن جدا می‌شود. اندازه شتاب کل جسم درست، پیش از لحظه جدا شدن را a_1 و اندازه شتاب باقیمانده جسم درست بعد از لحظه جدا شدن را a_2 می‌نامیم. در این صورت:

- الف) حتماً $a_1 > a_2$
 ب) حتماً $a_1 < a_2$
 ج) حتماً $a_1 = a_2$
 د) حالت‌هایی است که $a_1 > a_2$ حالت‌هایی است که $a_1 < a_2$ ، و حالت‌هایی هست که $a_1 = a_2$

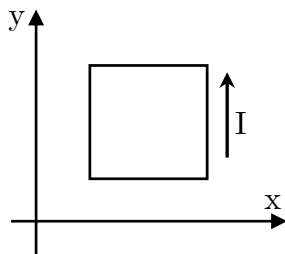
۱۴- در ته سطحی به مساحت مقطع A سوراخی به مساحت a است. آب با آهنگ حجمی ثابت c وارد سطل می‌شود. سرعت خروج آب از این سوراخ از رابطه $v = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$ به دست می‌آید که در آن ΔP فشار کف ظرف منهای فشار هوای بیرون (P_0) ، ρ چگالی آب، g شتاب گرانش است. بعد از مدتی ارتفاع آب در سطل ثابت می‌ماند. این ارتفاع ثابت چقدر است؟

- الف) $\frac{c^2}{2gA^2}$ ب) $\frac{c^2}{2ga^2}$ ج) $\frac{c^2\rho - P_0}{g\rho A^2}$ د) $\frac{c^2\rho - P_0}{2g\rho a^2}$

۱۵- بازده یک نیروگاه تولید برق ۳۰ درصد است. اگر بازده خطوط انتقال ۶۰ درصد باشد بازده کل سیستم برق‌رسانی چند درصد است؟

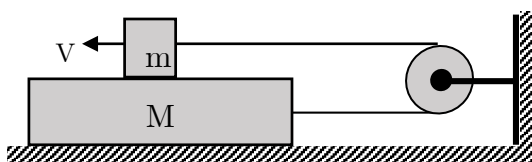
- الف) ۹۰ ب) ۳۵ ج) ۴۵ د) ۱۸

۱۶- مطابق شکل، از یک قاب مربع شکل در صفحه xy ، جریان I می‌گذرد. طول ضلع مربع L است. قاب در یک میدان مغناطیسی است که فقط مؤلفه z آن غیر صفر است. این مؤلفه برابر است با $B_0(1+ax)$ ، که B_0 و a ثابت‌اند. مؤلفه x ، نیروی مغناطیسی وارد بر این قاب را با F_x و مؤلفه y این نیرو را با F_y نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟



- (الف) $F_x = F_y = 0$ (ب) $F_x = B_0 a L^2 I$ و $F_y = 0$ (ج) $F_x = 2 B_0 L I$ ، $F_y = 0$
 (د) $F_x = 0$ و $F_y = 2 B_0 L I$ (ه) $F_x = 0$ و $F_y = B_0 a L^2 I$ (و) $F_x = F_y = B_0 a L^2 I$

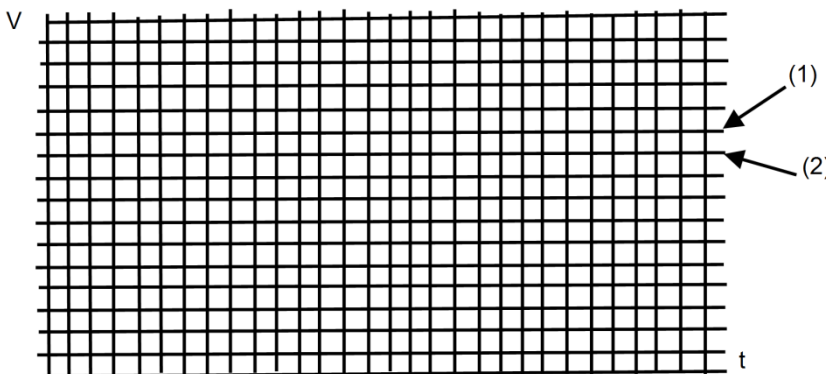
۱۷- مطابق شکل جسمی به جرم m را روی جسم دیگری به جرم M ($M > m$) می‌کشیم. هنگامی که سرعت m برابر v شد، آن را رها می‌کنیم. اندازه شتاب m ، درست پس از رها شدن، چقدر خواهد شد؟ ضریب اصطکاک بین جسم‌ها μ است. (اصطکاک بین M و زمین، جرم نخ، جرم قرقره، و اصطکاک نخ و قرقره ناچیز است)



- (الف) $\frac{2\mu mg}{M+m}$ (ب) μg (ج) 0 (د) $\frac{\mu mg}{M+m}$

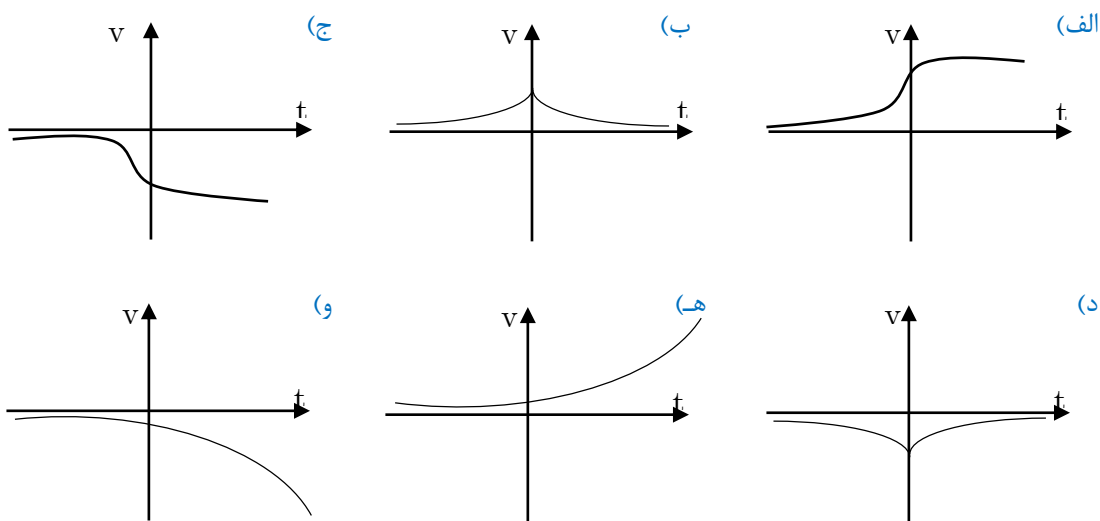
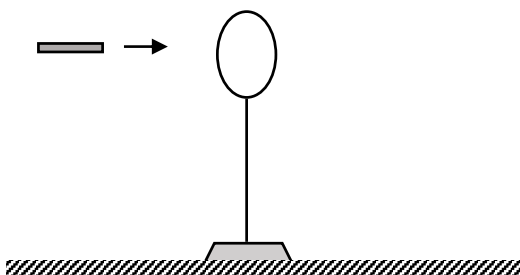
۱۸- به جسمی که با سرعت کوچک v درون مایعی حرکت می‌کند، نیروی مقاومی برابر با kv و در جهت عکس حرکت آن وارد می‌شود. ضریب k به اندازه و شکل جسم و نوع مایع بستگی دارد.

دو جسم ۱ و ۲ با جرم‌های m_1 و m_2 را درون مایعی می‌گذاریم و با نیروهای ثابت F_1 و F_2 می‌کشیم. (از نیروی وزن صرف‌نظر کنید) ضریب k برای این دو جسم به ترتیب k_1 و k_2 است. این دو جسم از حالت سکون شروع به حرکت می‌کنند و نمودار سرعت - زمان آنها به شکل زیر است. اگر $\frac{m_2}{m_1} = 2$ باشد، $\frac{k_2}{k_1}$ چقدر است؟



- (الف) ۱
 (ب) ۳
 (ج) ۵
 (د) ۷

۱۹- ماگ حلقه رسانایی مطابق شکل روی پایه‌ای قرار دارد. این پایه روی ریل بدون اصطکاکی قرار دارد. آهن‌ربای کوچکی با سرعت ثابت از سمت چپ به راست حرکت می‌کند و از وسط حلقه عبور می‌کند. نمودار سرعت - زمان حلقه شبیه کدام یک از نمودارهای زیر است؟ جهت مثبت سرعت حلقه را از چپ به راست بگیرید.



۲۰- ماگ یک مدل قدیمی برای منبع انرژی ستاره‌ها این بود که ستاره‌ها به تدریج منقبض می‌شوند و انرژی گرانشی آن‌ها کم می‌شود. این انرژی کم شده، به شکل تابش منتشر می‌شود. انرژی گرانشی یک کره همگن به جرم M و شعاع R برابر است با $\frac{-3GM^2}{5R}$ ، انرژی را به این طریق تأمین کند، و فرض کنید شعاع خورشید در ابتدای پیدایش آن بسیار بزرگ بوده ($R \rightarrow \infty$) و توان خورشید از ابتدای پیدایش تا کنون را ثابت بگیرید. فعلاً توان خورشید $4 \times 10^{26} W$ است. بر اساس این مدل، سن خورشید به کدام یک از این عددها نزدیک‌تر است؟
جرم خورشید $2 \times 10^{30} kg$ و شعاع فعلی خورشید $7 \times 10^8 km$ است.

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

۲۱- ماگ به مقداری گاز کامل در فشار ثابت P گرمای Q می‌دهیم. گرمای ویژه مولی این گاز در فشار ثابت C_{MP} ، گرمای ویژه مولی این گاز در حجم ثابت C_{MV} و ثابت عمومی گازها R است. تغییر حجم این گاز طی این فرآیند چقدر است؟

- (الف) $\frac{RQ}{PC_{MP}}$ (ب) $\frac{RQ}{PC_{MV}}$ (ج) $\frac{Q}{P}$ (د) $\frac{RQ}{P(R + C_{MP})}$

۲۲- ماه \rightarrow یک قرص یکنواخت باردار شده را در نظر بگیرید. که در صفحه xy است. مرکز قرص مبدا مختصات، و بار قرص مثبت است. نقطه‌ای با مختصات (x, y, z) را در نظر بگیرید، که $z > 0$ ، $x > 0$ و $y = 0$ است. کدام گزینه درباره E_x (مؤلفه x میدان الکتریکی حاصل از این قرص در این نقطه) درست است؟

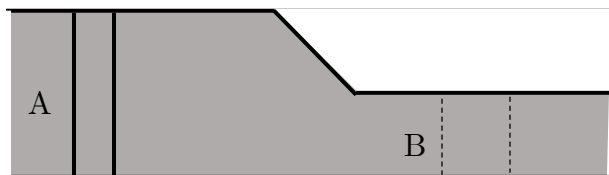
- (الف) حتماً E_x منفی است. (ب) حتماً E_x صفر است.
 (ج) حتماً E_x مثبت است. (د) x هایی هست که E_x مثبت است. و x هایی هم هست که E_x منفی است.

۲۳- ماه \rightarrow یک قرص به قطر D در فاصله L از یک عدسی هم‌گرا است. محور عدسی بر این قرص عمود است و از مرکز آن می‌گذرد. فاصله کانونی عدسی f است. D و f بسیار کوچک‌تر از L اند. نسبت $\alpha = \frac{D}{L}$ را اندازه زاویه‌ای این قرص می‌نامیم. اندازه تصویر این

قرص در عدسی تقریباً چقدر است؟

- (الف) $\frac{D^2 \alpha}{f}$ (ب) $D \alpha$ (ج) $f \alpha$ (د) $\frac{f^2 \alpha}{D}$

۲۴- ماه \rightarrow در لوله‌ای افقی مطابق شکل، آب از چپ به راست حرکت می‌کند. در جاهای دور از تنگ‌شدگی لوله، سرعت آب را یکنواخت و مستقل از زمان بگیرید. کدام گزینه درباره P_A و P_B (فشار آب در نقطه‌های A و B) درست است؟ (راهنمایی: خط‌های عمودی مرز بخشی از آب در یک زمان را نشان می‌دهند. خط‌چین‌های عمودی مرزهای همان بخش آب در یک زمان بعدتر را نشان می‌دهند)



- (الف) حتماً $P_A > P_B$
 (ب) حتماً $P_A < P_B$
 (ج) اگر از اصطکاک لوله با آب چشم‌پوشیم، $P_A = P_B$ ؛ در غیر این صورت $P_A > P_B$
 (د) حتماً $P_A = P_B$

۲۵- ماه \rightarrow یک جسم روی محور x حرکت می‌کند. این جدول مکان این جسم (x) در چند زمان (t) را نشان می‌دهد.

x	0	$2m$	$5m$
t	$t_0 = 0$	$t_1 = 1s$	$t_2 = 3s$

- کدام گزینه درست است؟
 (الف) شتاب جسم در هر زمان بین t_0 و t_1 حتماً مثبت است.
 (ب) شتاب جسم در هر زمان بین t_1 و t_2 حتماً منفی است.
 (ج) شتاب جسم در هر زمان بین t_0 و t_1 ، حتماً از شتاب جسم در هر زمان بین t_1 و t_2 بیش‌تر است.
 (د) شتاب جسم در هر زمان بین t_0 و t_1 ، حتماً از شتاب جسم در هر زمان بین t_1 و t_2 کم‌تر است.
 (ه) بین t_0 و t_1 شتاب جسم اگر ثابت باشد مثبت است. اما ممکن است شتاب جسم ثابت نباشد.

و) بین t_1 و t_2 ، شتاب جسم اگر ثابت باشد منفی است. اما ممکن است شتاب جسم ثابت نباشد.

۲۶- ماگ دیده می‌شود با افزودن یک ماده جامد در دمای C° به مقداری یخ در همان دما، یخ ذوب می‌شود و دمای مجموعه کمتر می‌شود. کدام گزینه درست است؟

الف) حل شدن آن ماده جامد در آب، حتماً گرمازا است.

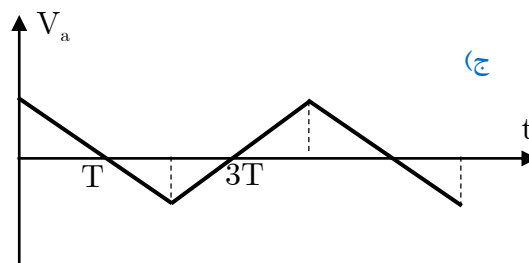
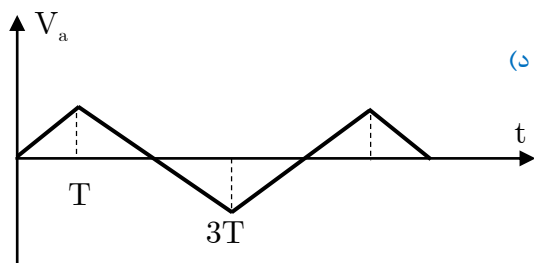
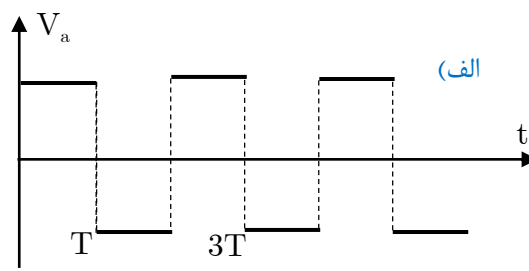
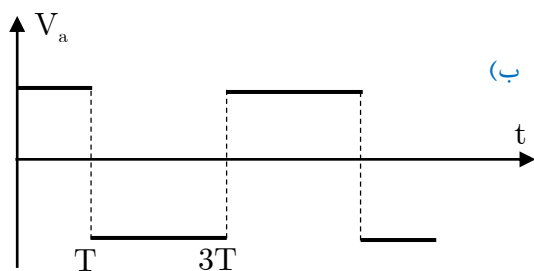
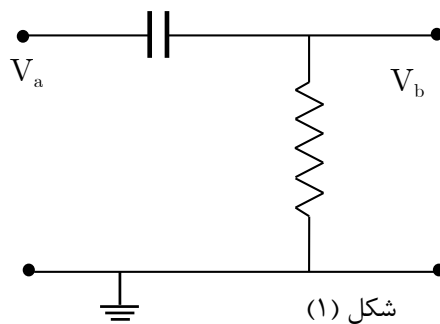
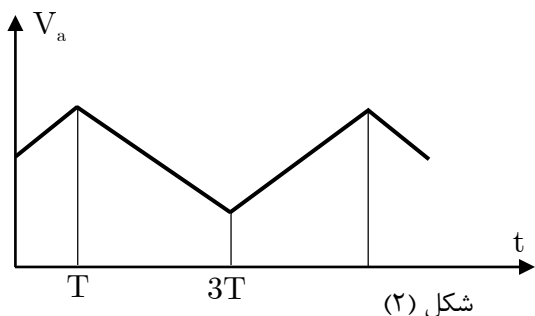
ب) حل شدن آن ماده جامد در آب، حتماً گرماگیر است.

ج) حل شدن آن ماده جامد در آب، در دمای C° حتماً گرمازا است، اما ممکن است در دماهای دیگر گرماگیر باشد.

د) حل شدن آن ماده جامد در آب، در دمای C° حتماً گرماگیر است، اما ممکن است در دماهای دیگر گرمازا باشد.

ه) از این اطلاعات معلوم نمی‌شود که حل شدن آن ماده جامد در آب گرماگیر یا گرمازا است. ممکن است که حل شدن آن ماده جامد در آب گرمازا باشد، و یا حل شدن آن ماده جامد در آب گرماگیر باشد.

۲۷- 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 بر حسب زمان مطابق شکل ۲ باشد، کدام گزینه می‌تواند باشد؟



۲۸- سطح یک استخر کم عمق یخ بسته است. فرض کنید عمق آب و کلفتی یخ چنان کم است، که انتقال گرما عمدتاً از سطح بالایی یخ و کف استخر انجام شود. کلفتی لایه یخ δ ، و کلفتی لایه آب زیر یخ Δ است. دمای هوای بالای استخر $C^\circ -\theta$ و دمای کف استخر C° است. رسانندگی گرمایی یخ و آب را به ترتیب k و K بگیرید. $\frac{\delta}{\Delta}$ چقدر باشد تا δ و Δ ثابت بمانند؟

- الف) $\frac{4K}{\theta k}$ ب) $\frac{\theta K}{4k}$ ج) $\frac{4K}{\theta k}$ د) $\frac{\theta k}{4K}$

۲۹- یک مکعب به جرم M روی یک سطح افقی است. یک جسم به جرم m روی این مکعب است. ضریب اصطکاک بین مکعب و سطح افقی μ_1 ، و ضریب اصطکاک بین دو اجسم μ_2 است. مکعب و جسم ساکن اند. با اعمال یک نیروی افقی به جسم بالایی، این جسم شروع به حرکت می کند. کدام گزینه درست است؟

- الف) اگر $\mu_1 < \mu_2$ باشد، مکعب حتماً حرکت می کند.
 ب) اگر $\mu_1 < \mu_2$ باشد، مکعب حتماً حرکت می کند.
 ج) اگر $\mu_1 < \mu_2$ باشد، و m از حد معینی بیش تر باشد، مکعب حرکت می کند. اگر m از آن حد بیشتر نباشد، مکعب حرکت نمی کند.
 د) اگر $\mu_1 < \mu_2$ باشد، و m از حد معینی کمتر باشد، مکعب حرکت می کند. اگر m از آن حد کمتر نباشد، مکعب حرکت نمی کند.

۳۰- در یک نیروگاه آبی، انرژی الکتریکی از سقوط آب تأمین می شود. فرض کنید آب به اندازه m 100 سقوط می کند و 50% انرژی آن به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. توان الکتریکی تولید شده هم $5 \times 10^6 W$ است. حجم آب سقوط کرده بر واحد زمان چقدر است؟

- الف) $1^3 m^3 / s$ ب) $10^3 m^3 / s$ ج) $10^6 m^3 / s$ د) $10^9 m^3 / s$

۳۱- ک باریکه نور که از محیط ۱ وارد محیط ۲ می شود، می شکند. پرتوی تابیده، پرتوی شکست، و خط عمود بر مرز مشترک دو محیط در محل برخورد، روی یک صفحه قرار دارند. اگر زاویه تابش α و زاویه شکست، β ، خیلی کوچک باشد. $\frac{\alpha}{\beta} = n$ در این جا n ضریب شکست محیط ۲ نسبت به محیط ۱ است. ضریب شکست محیط ۱ نسبت به محیط ۲ هم $\frac{1}{n}$ است.

یک باریکه نور از هوا به یک تئیه شیشه‌ای (با سطوح موازی) می خورد، و از طرف دیگر تیغه بیرون می رود. کلفتی تیغه δ ، و ضریب شکست شیشه نسبت به هوا n است. زاویه باریکه در هوا با عمود بر تیغه α است، که α بسیار کوچک است. باریکه‌ای که از تیغه بیرون می رود، با باریکه اول موازی است. اما نسبت به آن جابه‌جا شده است. یعنی فاصله خط‌های متناظر با این باریکه‌ها از هم D است. D چقدر است؟

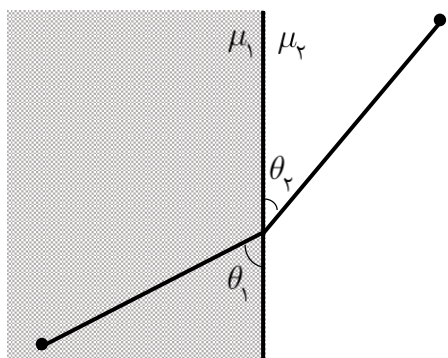
- الف) $\frac{(n-1)\alpha\delta}{n}$ ب) $(n-1)\alpha\delta$ ج) $(n-1)^2\alpha\delta$ د) $\sqrt{\frac{n-1}{n}}\alpha\delta$

۳۲- فرض کنید سرعت حرکت قطارهای مترو، جز در زمان شتاب گرفتن، به طور معمول m/s 10 است. در صورت نیاز به جبران تأخیر، قطار می تواند با سرعت حداکثر m/s 12 حرکت کند. شتاب سرعت گرفتن و ترمز کردن قطار همواره m/s^2 1 است.

فاصله همه ایستگاه‌ها با هم برابر است و در شرایط عادی خروج از ایستگاه اول تا ورود به ایستگاه دوم 100 ثانیه طول می کشد. اگر قطار در یک ایستگاه 30 ثانیه بیشتر توقف کند، حداقل چند ایستگاه بعد می تواند به برنامه زمان بندی شده باز گردد؟

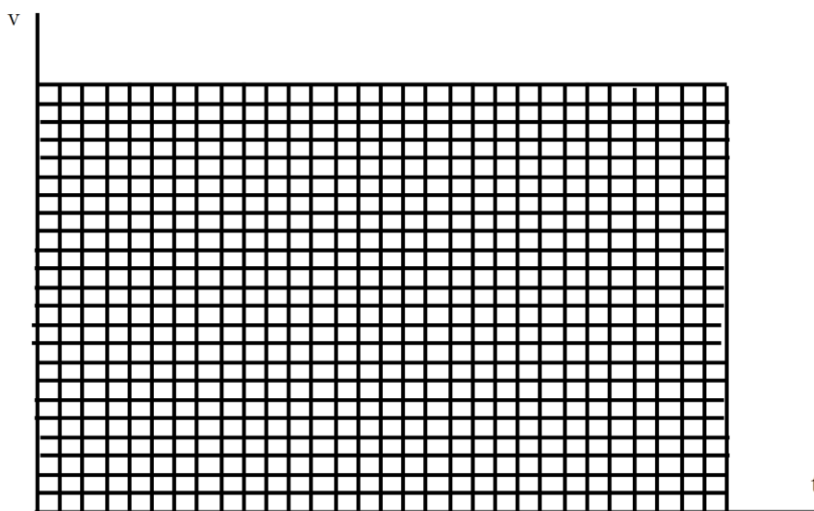
- الف) ۱ ب) ۲ ج) ۳ د) ۴

۳۳- ماه در یک سطح افقی دو ناحیه با مرز مستقیمی از هم جدا شده‌اند. می‌خواهیم جسمی را روی این سطح با سرعت ناچیز از نقطه P در ناحیه اول به نقطه Q در ناحیه دوم بکشیم. ضریب اصطکاک دو ناحیه به ترتیب μ_1 و μ_2 است. مسیری را پیدا کنید که کمترین انرژی صرف شود. در این حالت چه رابطه‌ای بین θ_1 و θ_2 برقرار است؟



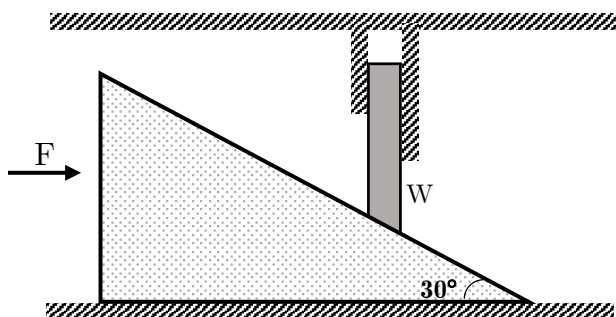
- الف) $\mu_1 \cos \theta_1 = \mu_2 \cos \theta_2$
- ب) $\mu_1 \sin \theta_1 = \mu_2 \sin \theta_2$
- ج) $\mu_1 \sin \theta_1 = \mu_2 \sin \theta_2$
- د) $\mu_1 \cos \theta_2 = \mu_2 \cos \theta_1$

۳۴- ماه یک توپ فلزی به جرم 4 kg در جو سقوط می‌کند. منحنی سرعت آن بر حسب زمان به صورت شکل است. در $t = t_0$ نیروی اصطکاک هوا وارد بر توپ چقدر است؟



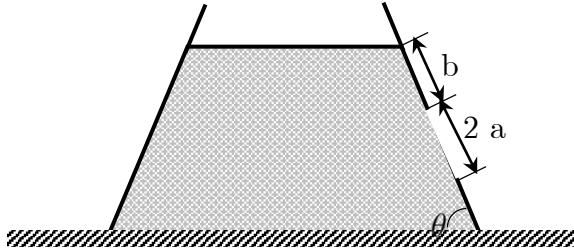
- الف) 1 N
- ب) 2 N
- ج) 3 N
- د) 4 N

۳۵- ماه مطابق شکل وزنه‌ای به وزن W داخل غلافی قرار دارد و امکان جابه‌جایی افقی ندارد. انتهای این وزنه روی سطح شیب‌داری قرار دارد. زاویه این سطح شیب‌دار 30° درجه است. اصطکاک سطح شیب‌دار با سطح زیرینش و نیز اصطکاک وزنه با غلاف و سطح شیب‌دار قابل چشم‌پوشی است. نیروی F به صورت افقی به سطح شیب‌دار وارد می‌شود. $\frac{F}{W}$ چقدر باشد تا سطح شیب‌دار ثابت بماند؟



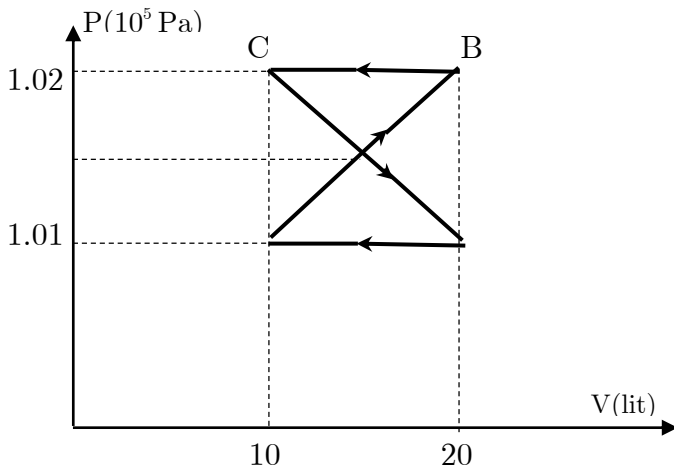
- الف) ۲
- ب) $\sqrt{3}$
- ج) ۱
- د) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- ه) $\frac{1}{2}$

۳۶- ماه روی دیواره ظرفی مطابق شکل سوراخی دایره‌ای شکل به شعاع a ایجاد می‌کنیم. این دیواره تخت و عمود بر صفحه کاغذ است. ظرف را از آب پر می‌کنیم. برای آنکه آب از سوراخ بیرون نریزد جسمی را روی آن قرار می‌دهیم. آب چاه نیرویی به جسم وارد می‌کند؟ شتاب گرانش را g ، چگالی آب را ρ ، و فشار هوا را P_0 بگیرید.



- الف) $\pi a^2 [P_0 + \rho g (a + b) \sin \theta]$
- ب) $\pi a^2 [P_0 + \rho g (a + b) \sin \theta \cos \theta]$
- ج) $\pi a^2 [P_0 + \rho g b \sin \theta]$
- د) $\pi a^2 [P_0 + \rho g a \sin \theta \cos \theta]$

۳۷- ماه گاز کاملی فرآیندی به شکل زیر و در مسیر $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ طی می‌کند. کل گرمایی که در این فرآیند به این گاز داده می‌شود چقدر است؟



- الف) 2 J
- ب) 10 J
- ج) صفر
- د) 10 J
- ه) 20 J

۳۸- ماه تعداد کل خودروهای ایران حدوداً ۴ میلیون است. تنظیم موتورها و تبدیل خودروها به خودروهای جدیدتر باعث صرفه‌جویی حدوداً ۵ لیتر بنزین در هر ۱۰۰ کیلومتر می‌شود. فرض کنید هر خودرو به طور متوسط هر ماه ۱۵۰۰ کیلومتر حرکت کند. بعضی از تحلیلگران معتقدند که قیمت واقعی بنزین ۲۳۰ تومان است و تفاوت آن با قیمت فروش (۸۰ تومان) به صورت یارانه توسط دولت پرداخت می‌شود. تنظیم موتورها و تبدیل خودروها باعث چه مقدار صرفه‌جویی سالانه برای دولت می‌شود؟

- الف) ۵ میلیارد تومان
- ب) ۵۰ میلیارد تومان
- ج) ۵۰۰ میلیارد تومان
- د) ۵۰۰۰ میلیارد تومان

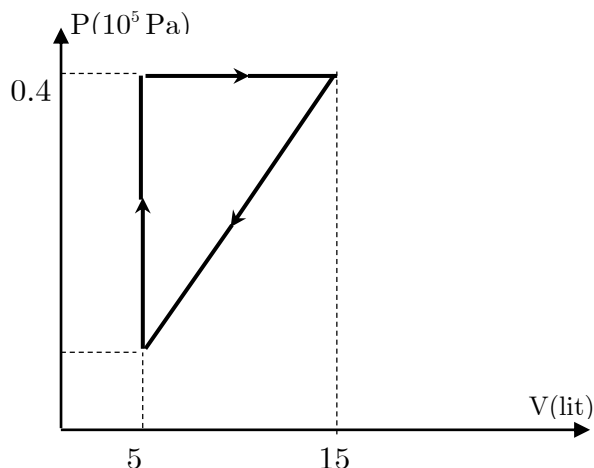
۳۹- ماه حجم هوایی که یک انسان در طول عمر خود تنفس می‌کند، به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

- الف) 10^2 لیتر
- ب) 10^6 لیتر
- ج) 10^9 لیتر
- د) 10^{12} لیتر

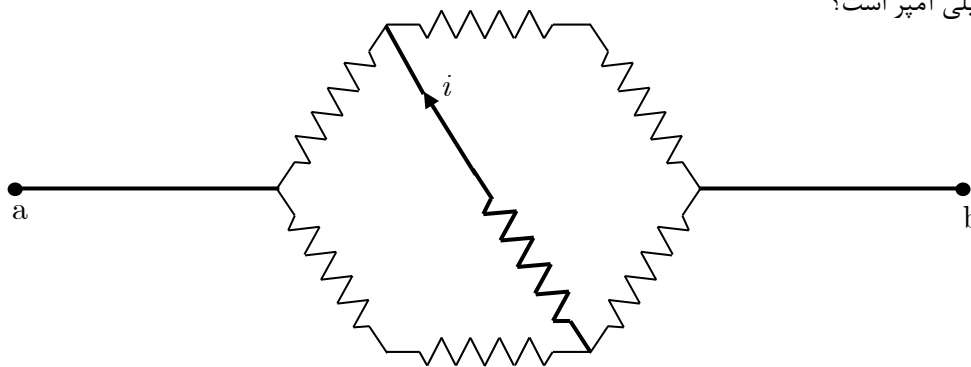
«بخش مسائل پاسخ کوتاه»

۱- یک ارتفاع سنج براساس سنجش فشار هوا کار می‌کند. به این معنی که این وسیله در واقع فشار هوا را می‌سنجد، اما درجه بندی آن چنان است. که به جای فشار (P)، ارتفاع (h) نوشته شده، که h ارتفاعی از سطح دریا است که فشار در آن ارتفاع P است. این ارتفاع سنج با این فرض که دمای جو زمین $^{\circ}\text{C}$ است مدرج شده است. این ارتفاع سنج، ارتفاع یک برج در کنار دریا را 5° متر نشان می‌دهد. دمای هوا در محل برج 3°C است. ارتفاع واقعی برج چند متر است؟

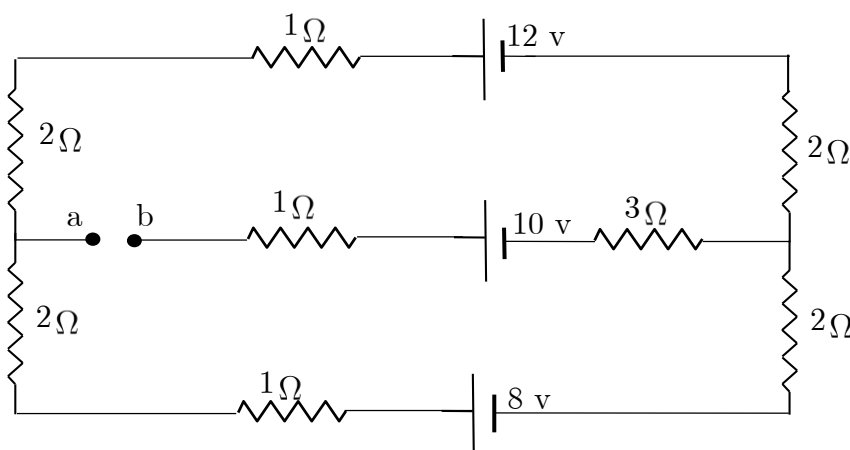
۲- در یک ماشین گرمایی مبادله کار و گرما فقط از طریق مقداری گاز کامل تک اتمی انجام می‌شود. شکل زیر چرخه این ماشین است. بازده این ماشین چند درصد است؟



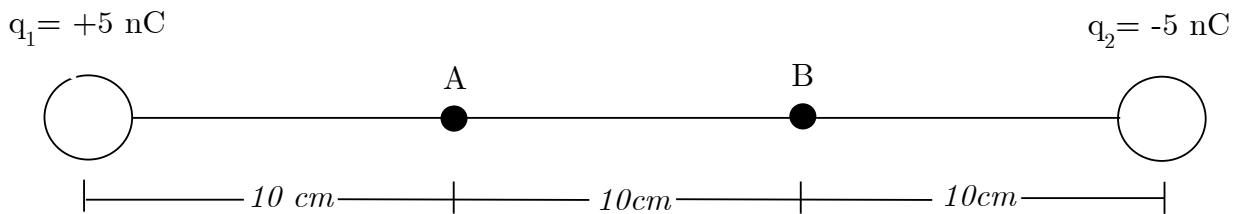
۳- در شکل زیر تمام مقاومت‌ها مشابه و هر کدام برابر با $1\text{k}\Omega$ هستند. اختلاف پتانسیل 220V را به دو سر a و b اعمال می‌کنیم. جریان I چند میلی آمپر است؟



۴- اختلاف پتانسیل دو نقطه a و b در مدار شکل زیر چند ولت است؟



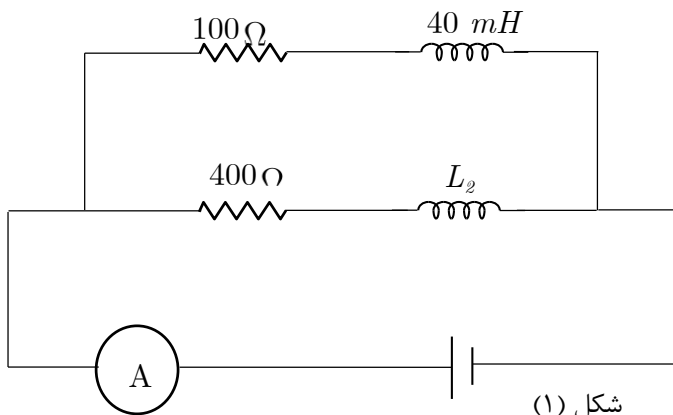
۵- پتانسیل الکتریکی در یک نقطه به فاصله r از بار نقطه‌ای q برابر است با $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$ در شکل زیر دو بار الکتریکی $q_1 = +5 \text{ nC}$ و $q_2 = -5 \text{ nC}$ در فاصله 30 cm از هم ثابت شده‌اند. یک ذره با جرم 90 mg و بار الکتریکی $+1 \text{ nC}$ از حالت سکون روی خط راست از نقطه A به سمت نقطه B شروع به حرکت می‌کند. سرعت این ذره در نقطه B چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟



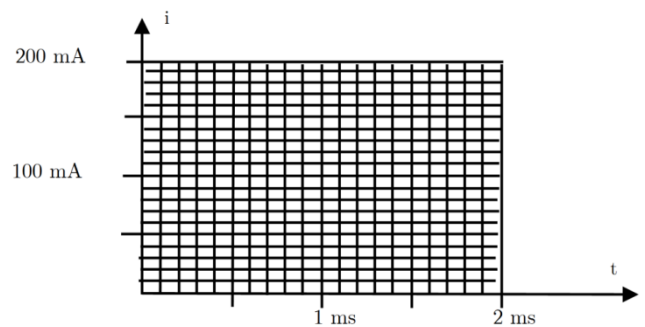
۶- اگر در یک ظرف دربسته مقداری مایع بریزیم. بخشی از مایع تبخیر می‌شود. وقتی فشار بخار این مایع به حد معینی برسد، مقدار مایع و بخار ثابت می‌ماند. به این فشار، فشار بخار اشباع آن مایع می‌گویند. فشار بخار اشباع به جنس مایع و دما بستگی دارد. جوشیدن هر مایع در دمایی انجام می‌شود که فشار بخار اشباع مایع در آن دما با فشار محیط بالای آن برابر شود. با حل شدن یک ماده غیر فرار (مثلاً نمک) در آب، فشار بخار اشباع آب کم می‌شود. اگر محلول رقیق باشد، رابطه فشار بخار اشباع آب برای محلول (P) با فشار بخار اشباع آب خالص (P_0) به شکل $P = \alpha P_0$ است، که α ثابتی است که به جنس ماده حل شده و غلظت آن بستگی دارد. برای دماهای نزدیک به 100° درجه سلسیوس، رابطه P_0 با دما به شکل $P_0 = A[1 + \beta(T - T_0)]$ است، که A یک جو (اتمسفر)، T_0 نقطه جوش آب خالص در فشار یک جو و $\beta = 0.37 \text{ K}^{-1}$ است.

برای یک محلول نمک در آب، $\alpha = 0.9800$ است. در فشار یک جو، نقطه جوش این محلول چند سانتی‌گراد کلین از T_0 بیش‌تر است؟

۷- در مدار شکل (۱) در زمان $t = 0$ جریان گذرنده از هر دو القاگر صفر است. نمودار جریان گذرنده از آمپرترا، و نیز مماس بر نمودار در زمان $t = 0$ ، در شکل (۲) کشیده شده است. L_1 چند میلی‌هنری است؟



شکل (۱)



شکل (۲)

«کلید سوالات»

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