

باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش‌پژوهان جوان

مبارزه‌ی علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌ها است.

«امام خمینی (ره)»

هیجدهمین المپیاد فیزیک کشور

مرحله‌ی اول

۲۳ بهمن ۱۳۸۳

مدت آزمون: ۴ ساعت از ۹:۰۰ تا ۱۳:۰۰ کد برگه‌ی سؤال‌ها ۴۵۶

تذکرها:

ضمن آرزوی موفقیت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به موارد زیر دقیقاً توجه فرمایید:

- ۱) کد برگه‌ی سؤال‌های شما ۴۵۶ است که لازم است خانه‌های مربوط به این ارقام را در محل مربوط در پاسخ‌نامه سیاه کنید و آن را روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد برگه‌ی سؤال‌های شما، که در بالای هر یک از صفحه‌های این کتابچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکسان باشد.
- ۲) این آزمون ۳۹ سؤال چندگزینه‌ای و ۷ مسئله‌ی کوتاه دارد و وقت آن ۴ ساعت است.
- ۳) به هر پاسخ درست امتیاز مثبت و به هر پاسخ غلط امتیاز منفی تعلق می‌گیرد. نمره‌ی مثبت و منفی هر سؤال در پرانتزی مقابل همان سؤال نوشته شده است.
- ۴) هر سؤال چندگزینه‌ای فقط یک گزینه‌ی درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.
- ۵) مشخصات خواسته شده را به طور کامل بر روی برگه‌ی پاسخ‌نامه بنویسید و خانه‌های مربوط را سیاه کنید.
- ۶) لطفاً پاسخ‌نامه‌ها را تمیز نگه دارید و آن را تا نکنید، زیرا پاسخ‌نامه‌ها با دستگاه علامت‌خوان صحیح می‌شوند.
- ۷) استفاده از ماشین‌حساب ممنوع است.
- ۸) پذیرفته‌شده‌های آزمون مرحله‌ی اول، در اردیبهشت ۱۳۸۴ در آزمون مرحله‌ی دوم شرکت خواهند کرد.

© کلیه‌ی حقوق این سؤال‌ها برای باشگاه دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.

(۱) دستگاه نشان داده شده در شکل پل تار است و برای اندازه‌گیری مقاومت مجهول R_x به کار می‌رود. سر لغزنده‌ی N را آن قدر روی سیم بدون روکش AB جابه‌جا می‌کنیم تا میکروآمپرسنج 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 رابطه‌ی $R_x = \frac{L_1}{L_2} R$ حساب می‌کنیم. در یک مورد اندازه‌گیری R_x به وسیله‌ی پُل تار، نتایج اندازه‌گیری‌های R ، L_1 و L_2 در زیر آمده است.

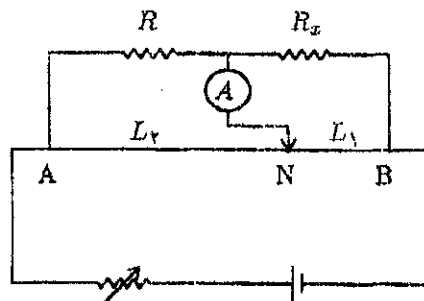
خطا در اندازه‌گیری R حداکثر 1Ω بوده است، و $R = 100 \Omega$

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

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

(+۳، -۱)

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



الف) 1Ω

ب) 2Ω

ج) 20Ω

د) 50Ω

(۲) پوسته‌ی 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 ثابت اند. دمای پوسته در شعاع $r = \frac{a+b}{2}$ را T_r می‌نامیم. در این صورت:

(+۳، -۱/۵)

الف) $T_r > \frac{T_a + T_b}{2}$

ب) $T_r < \frac{T_a + T_b}{2}$

ج) $T_r = \frac{T_a + T_b}{2}$

(۳) در چند سال آینده کوچک‌ترین زاویه‌ی قابل تشخیص با تلسکوپ‌ها به یک میلی‌ثانیه خواهد رسید. هر یک درجه 3600 ثانیه است. فرض کنید چنین تلسکوپی در اختیار داریم و می‌خواهیم میله‌ای را که در دو یست هزار کیلومتری ما قرار دارد و بر خط دید عمود است ببینیم. حداقل طول میله حدوداً چه قدر باشد تا بتوانیم دو سر آن را از هم تشخیص دهیم؟

(+۳، -۱)

الف) ده کیلومتر

ب) صد متر

ج) یک متر

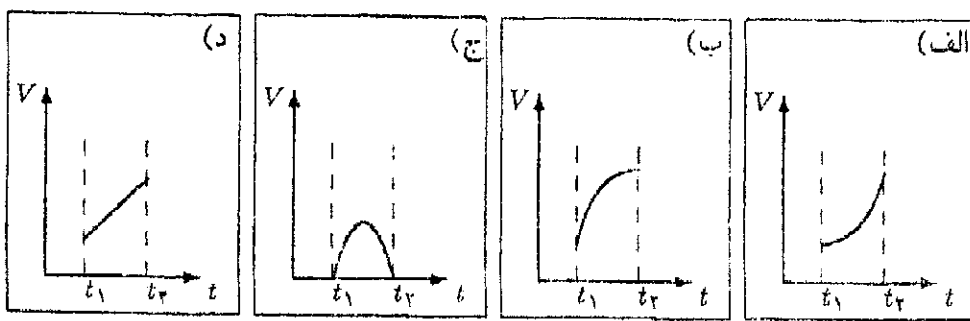
د) ده میلی‌متر

(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 لحظه‌ی t_1 را به ترتیب P_1 ، K_1 و K_1 می‌نامیم. مکان، تکانه، و انرژی جنبشی متحرک در لحظه‌ی t_2 را به ترتیب P_2 ، K_2 و K_2 می‌نامیم.

متوسط زمانی برآیند نیروهای وارد به متحرک در فاصله‌ی زمانی t_1 تا t_2 را به صورت $\frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$ تعریف می‌کنیم و آن را با \bar{F}_x نشان می‌دهیم. متوسط مکانی برآیند نیروهای وارد به متحرک در فاصله‌ی مکانی x_1 تا x_2 را به صورت $\frac{K_2 - K_1}{x_2 - x_1}$ تعریف می‌کنیم و آن را با \bar{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 \bar{F}_x در فاصله‌ی زمانی t_1 تا t_2 کوچک‌تر از \bar{F}_x در فاصله‌ی مکانی x_1 تا x_2 است؟

(+۴/۵, -۱/۵)



(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:

(+۴/۵, -۱/۵)

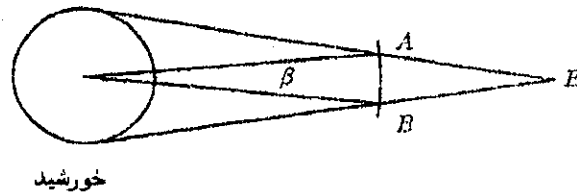
- شهر ۱ : $6:15$ و $19:55$
- شهر ۲ : $6:25$ و $19:50$
- شهر ۳ : $6:25$ و $20:10$
- شهر ۴ : $6:40$ و $20:05$

کدام یک 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 درباز 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 $(-۱, +۲)$
- 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 سیاره‌ی ناهید می‌گذرد، خورشید را قطع کند و ناهید بین زمین و خورشید باشد، ناهید روی خورشید لکه می‌اندازد. به این پدیده‌ی 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 نقطه‌ی E است، برای این که ناهید روی خورشید لکه انداخته باشد باید ناهید در ناحیه‌ی 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 این که D خیلی کوچک‌تر از R_E و R_V است، زاویه‌ی β چند رادیان است؟ $(-۱, +۵)$



- الف) $\frac{D}{R_E}$
- ب) $\frac{D(R_E - R_V)}{R_E R_V}$
- ج) $\frac{D}{R_V}$
- د) $\frac{D R_E}{R_V (R_E + R_V)}$
- ه) $\frac{D}{R_E - R_V}$
- 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 درباره‌ی حرکت این ظرف درست است؟ $(-۱, +۳)$



- 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) صفحه‌ی مدار ی 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 دوره‌ی گردش مریخ بیش از دوره‌ی گردش زمین است. فرض کنید در یک زمان، زمین روی خط واصل خورشید و مریخ، و میان آن‌ها است. پس از ۷۸۰ روز، برای اولین بار این وضعیت تکرار می‌شود. دوره‌ی گردش مریخ چند روز است؟

(+۵, -۱)

الف) ۷۶۸

ب) ۶۸۶

ج) ۷۸۰

د) ۲۴۹

ه) ۷۳۰

و) ۸۳۰

۱۰) اطلاعات مربوط به وضعیت زمین، مریخ، و خورشید در مسئله‌ی قبل داده شده. زمین ۱ واحد نجومی و مریخ ۱/۵ واحد نجومی از خورشید فاصله دارند. ۱۹۵ روز پس از آن که زمین (E) و مریخ (M) و خورشید (S) در یک امتداد بودند، زاویه‌ی \widehat{MES} چند درجه است؟

(+۳, -۱)

الف) ۹۰

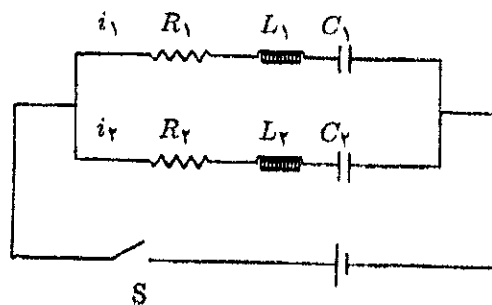
ب) ۵۶

ج) ۳۴

د) اطلاعات کافی نیست.

۱۱) در مدار نشان داده شده در شکل، قبل از لحظه‌ی $t = 0$ خازن‌ها خالی و جریان‌های i_1 و i_2 صفر هستند. کلید S را در لحظه‌ی $t = 0$ می‌بندیم. بلافاصله پس از بستن کلید، $\frac{i_1}{i_2}$ برابر است با

(+۳, -۱)



الف) $\frac{R_2}{R_1}$

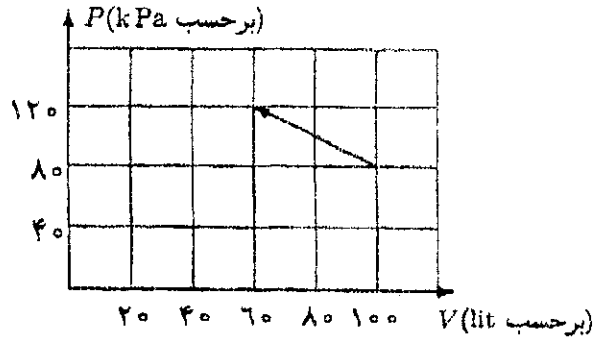
ب) $\frac{C_2}{C_1}$

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؟

(۱-، ۴+)



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 نقطه‌ی تعادلش نوسان می‌کند. هنگامی که جسم به بالاترین نقطه‌ی حرکتش می‌رسد، تکه‌ای از آن بدون تاثیر گذاشتن بر بقیه‌ی جسم، از آن جدا می‌شود. اندازه‌ی شتاب کل جسم درست پیش از لحظه‌ی جدا شدن را a_1 و اندازه‌ی شتاب باقیمانده‌ی جسم درست بعد از لحظه‌ی جدا شدن را a_2 می‌نامیم. در این صورت:

(۱-، ۳+)

الف) حتماً $a_1 > a_2$

ب) حتماً $a_1 < a_2$

ج) حتماً $a_1 = a_2$

د) حالت‌هایی هست که $a_1 > a_2$ ، حالت‌هایی هست که $a_1 < a_2$ و حالت‌هایی هست که

$a_1 = a_2$

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

(۱-، ۳+)

الف) $\frac{c^2}{2gA^2}$

ب) $\frac{c^2}{2ga^2}$

ج) $\frac{c^2\rho - P_0}{g\rho A^2}$

د) $\frac{c^2\rho - P_0}{g\rho a^2}$

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

(+۳, -۱)

الف) ۹۰

ب) ۳۰

ج) ۴۵

د) ۱۸

۱۶) مطابق شکل، از یک قاب مربع‌شکل در صفحه‌ی xy جریانی I می‌گذرد. طول ضلع مربع L است. قاب در یک میدان مغناطیسی است که فقط مؤلفه‌ی z آن غیرصفر است. این مؤلفه برابر است با $B_0(1 + ax)$ که B_0 و a ثابت اند. مؤلفه‌ی x نیروی مغناطیسی وارد بر این قاب را با F_x ، و مؤلفه‌ی y این نیرو را با F_y نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

(+۵, -۱)

الف) $F_x = F_y = 0$

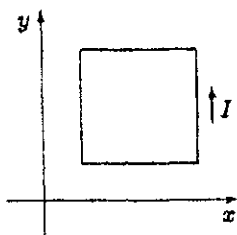
ب) $F_x = B_0 a L^2 I, F_y = 0$

ج) $F_x = 2 B_0 L I, F_y = 0$

د) $F_x = 0, F_y = 2 B_0 L I$

ه) $F_x = 0, F_y = B_0 a L^2 I$

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_0 شد، آن را رها می‌کنیم. اندازه‌ی شتاب m درست پس از رها شدن، چه قدر خواهد شد؟ ضریب اصطکاک بین جسم‌ها μ است. اصطکاک بین M و زمین، جرم نخ، جرم قرقره، و اصطکاک نخ و قرقره ناچیز است.

(+۴/۵, -۱/۵)

الف) $\frac{2 \mu m g}{M + m}$

ب) μg

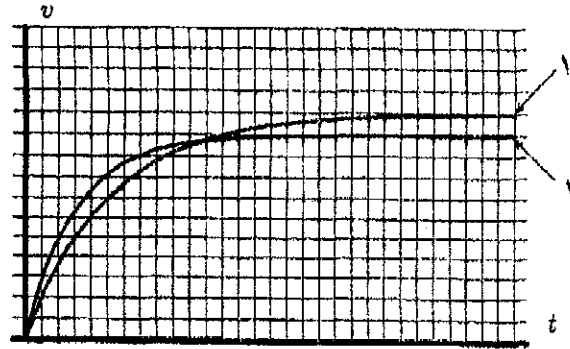
ج) ۰

د) $\frac{\mu m g}{M + m}$



(۱۸) به جسمی که با سرعت کوچک v درون مایعی حرکت می‌کند، نیروی مقاومی برابر با $k v$ 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 صرف نظر 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؟

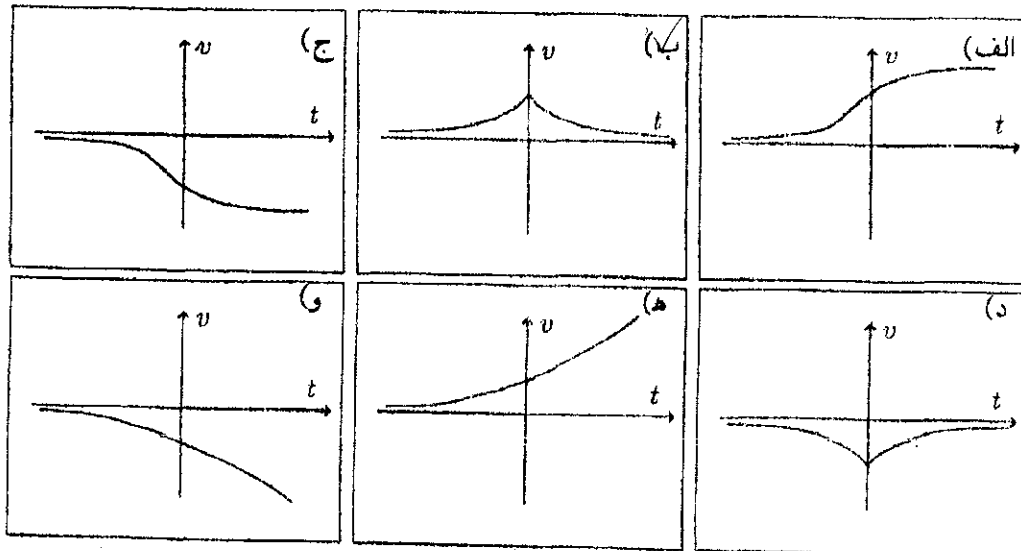
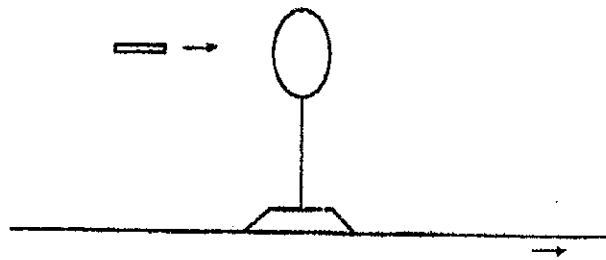
(+۴/۵, -۱/۵)



- الف) ۱
- ب) ۳
- ج) ۵
- د) ۷

(۱۹) 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.

(+۵, -۱)



(۲۰) یک مدل قدیمی برای منبع انرژی ستاره‌ها این بود که ستاره‌ها به تدریج منقبض می‌شوند و انرژی گرانشی آن‌ها کم می‌شود. این انرژی کم‌شده، به شکل تابش منتشر می‌شود. انرژی گرانشی یک کره‌ی همگن به جرم M و شعاع R برابر است با $\frac{-3GM^2}{5R}$ ، که $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ثابت گرانش است. فرض کنید قرار بود خورشید 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 آن تا کنون را ثابت بگیرید. فعلاً توان خورشید $4 \times 10^{26} \text{ W}$ است. براساس این مدل، سن خورشید به کدام یک از این عددها نزدیک‌تر است؟ جرم خورشید $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ ، و شعاع فعلی خورشید $7 \times 10^5 \text{ km}$ است.

(+۳، -۱)

الف) 10^1 s ب) 10^{12} s ج) 10^{15} s د) 10^{18} s

(۲۱) به مقداری گاز کامل در فشار ثابت P گرمای Q می‌دهیم. گرمای ویژه‌ی مولی این گاز در فشار ثابت C_{MP} ، گرمای ویژه‌ی مولی این گاز در حجم ثابت C_{MV} ، و ثابت عمومی گازها R است. تغییر حجم این گاز طی این فرآیند چه قدر است؟

(+۳، -۱)

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

(۲۲) یک قرص یک‌نواخت باردار شده را در نظر بگیرید که در صفحه‌ی xy است. مرکز قرص مبدأ 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 در باره‌ی E_z (مؤلفه‌ی x میدان الکتریکی حاصل از این قرص در این نقطه) درست است؟

(+۳، -۱)

الف) حتماً E_z منفی است.ب) حتماً E_z صفر است.ج) حتماً E_z مثبت است.د) x هایی هست که E_z مثبت است، و x هایی هم هست که E_z منفی است.

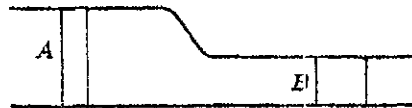
(۲۳) یک قرص به قطر D در فاصله‌ی L از یک عدسی هم‌گرا است. محور عدسی بر این قرص عمود است و از مرکز آن می‌گذرد. فاصله‌ی کانونی عدسی f است. D و f بسیار کوچک‌تر از L اند. نسبت $\alpha = \frac{D}{L}$ را اندازه‌ی زاویه‌ای این قرص می‌نامیم. اندازه‌ی تصویر این قرص در عدسی تقریباً چه قدر است؟

(+۳, -۱)

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

(۲۴) 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 درباره‌ی 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.)

(+۳, -۱)



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

x	۰	۲ m	۵ m
t	$t_0 = 0$	$t_1 = 1 \text{ s}$	$t_2 = 3 \text{ s}$

(+۵, -۱)

کدام گزینه درست است؟

الف) شتاب جسم در هر زمان بین t_0 و t_2 حتماً مثبت است.

ب) شتاب جسم در هر زمان بین t_0 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.

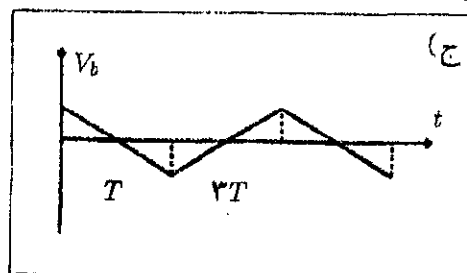
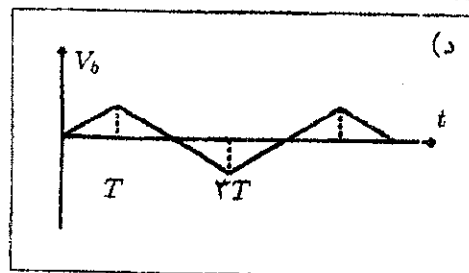
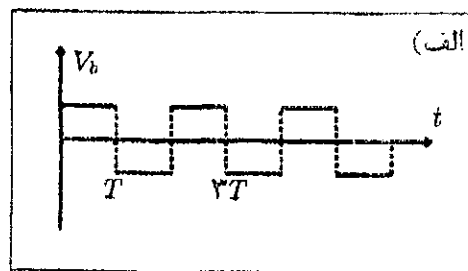
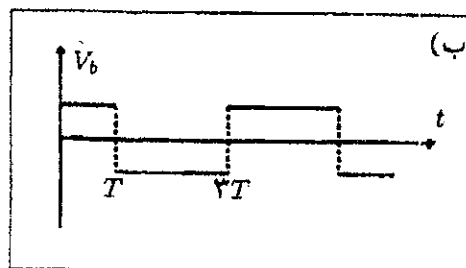
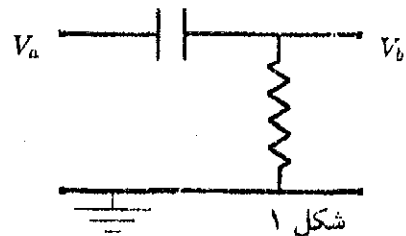
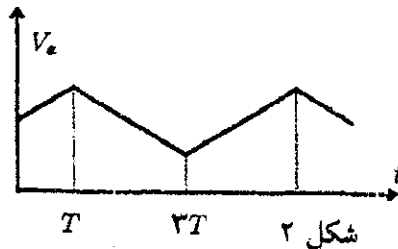
د) شتاب جسم در هر زمان بین t_0 و t_1 حتماً از شتاب جسم در هر زمان بین t_1 و t_2 کم‌تر است.

ه) بین t_0 و t_2 شتاب جسم اگر ثابت باشد مثبت است. اما ممکن است شتاب جسم ثابت نباشد.

و) بین t_0 و t_2 شتاب جسم اگر ثابت باشد منفی است. اما ممکن است شتاب جسم ثابت نباشد.

- (۲۶) دیده می‌شود با افزودن یک ماده‌ی جامد در دمای 0°C به مقداری یخ در همان دما، یخ ذوب می‌شود و دمای مجموعه کمتر می‌شود. کدام گزینه درست است؟
- (الف) حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب، حتماً گرمازا است.
- (ب) حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب، حتماً گرماگیر است.
- (ج) حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب، در دمای 0°C حتماً گرمازا است، اما ممکن است در دماهای دیگر گرماگیر باشد.
- (د) حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب، در دمای 0°C حتماً گرماگیر است، اما ممکن است در دماهای دیگر گرمازا باشد.
- (ه) از این اطلاعات معلوم نمی‌شود که حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب گرماگیر یا گرمازا است. ممکن است که حل شدن آن ماده‌ی جامد در آب گرمازا باشد، و یا حل شدن آن ماده‌ی 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، V_b بر حسب زمان 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 می‌شود. کلفتی لایه‌ی یخ δ و کلفتی لایه‌ی آب زیر یخ Δ است. دمای هوای بالای استخر $-\theta$ °C، و دمای کف استخر 4 °C است. رسانندگی گرمایی یخ و آب را به ترتیب k و K بگیرید. $\frac{\delta}{\Delta}$ چه قدر باشد تا δ و Δ ثابت بمانند؟

(+۳, -۱)

- 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 جسم μ_2 است. مکعب و جسم ساکن اند. با اعمال یک نیروی افقی به جسم بالایی، این جسم شروع به حرکت می‌کند. کدام گزینه درست است؟

(+۴, ۵, -۱, ۵)

- الف) مکعب در هیچ حالتی حرکت نمی‌کند.
 ب) اگر $\mu_2 < \mu_1$ باشد، مکعب حتماً حرکت می‌کند.
 ج) اگر $\mu_2 < \mu_1$ باشد، و m از حد معینی بیش‌تر باشد، مکعب حرکت می‌کند. اگر m از آن حد بیش‌تر نباشد، مکعب حرکت نمی‌کند.
 د) اگر $\mu_2 < \mu_1$ باشد، و m از حد معینی کم‌تر باشد، مکعب حرکت می‌کند. اگر m از آن حد کم‌تر نباشد، مکعب حرکت نمی‌کند.

(۳۰) در یک نیروگاه آبی، انرژی الکتریکی از سقوط آب تأمین می‌شود. فرض کنید آب به اندازه‌ی 100 m سقوط می‌کند و 50% انرژی آن به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. توان الکتریکی تولید شده هم 5×10^8 W است. حجم آب سقوط کرده بر واحد زمان چه قدر است؟

(+۳, -۱)

- الف) $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ب) $10^2 \text{ m}^3/\text{s}$ ج) $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ د) $10^9 \text{ m}^3/\text{s}$

(۳۱) یک باریکه‌ی نور که از محیط ۱ وارد محیط ۲ می‌شود، می‌شکند. پرتوی تابیده، پرتوی شکست، و خط عمود بر مرز مشترک دو محیط در محل برخورد، روی یک صفحه قرار دارند. اگر زاویه‌ی تابش، α ، و زاویه‌ی 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 باریکه‌ی نور از هوا به یک تیغه‌ی شیشه‌ای (با سطوح موازی) می‌خورد، و از طرف دیگر تیغه بیرون می‌رود. کلفتی تیغه δ ، و ضریب شکست شیشه نسبت به هوا n است. زاویه‌ی باریکه در هوا با عمود بر تیغه α است، که α بسیار کوچک است. باریکه‌ای که از تیغه بیرون می‌رود، با باریکه‌ی اول موازی است اما نسبت به آن جابج شده است، یعنی فاصله‌ی خط‌های متناظر با این باریکه‌ها از هم D است. D چه قدر است؟

(+۳, -۱)

- 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 10 m/s است. در صورت نیاز به جبران تأخیر، قطار می‌تواند با سرعت حداکثر 12 m/s حرکت کند. شتاب سرعت گرفتن و ترمز کردن قطار همواره 1 m/s^2 است. فاصله‌ی همه‌ی ایستگاه‌ها با هم برابر است و در شرایط عادی خروج از ایستگاه اول تا ورود به ایستگاه دوم 100 ثانیه طول می‌کشد. اگر قطار در یک ایستگاه 30 ثانیه بیشتر توقف کند، حداقل بچند ایستگاه بعد می‌تواند به برنامه‌ی زمان‌بندی شده بازگردد؟

(+۴/۵, -۱/۵)

الف) ۱

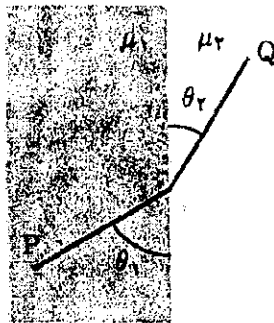
ب) ۲

ج) ۳

د) ۴

۳۳) در یک سطح افقی دو ناحیه با مرز مستقیمی از هم جدا شده‌اند. می‌خواهیم جسمی را روی این سطح با سرعت ناچیز از نقطه‌ی P در ناحیه‌ی اول به نقطه‌ی Q در ناحیه‌ی 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؟

(+۳, -۱)



الف) $\mu_1 \cos \theta_1 = \mu_2 \cos \theta_2$

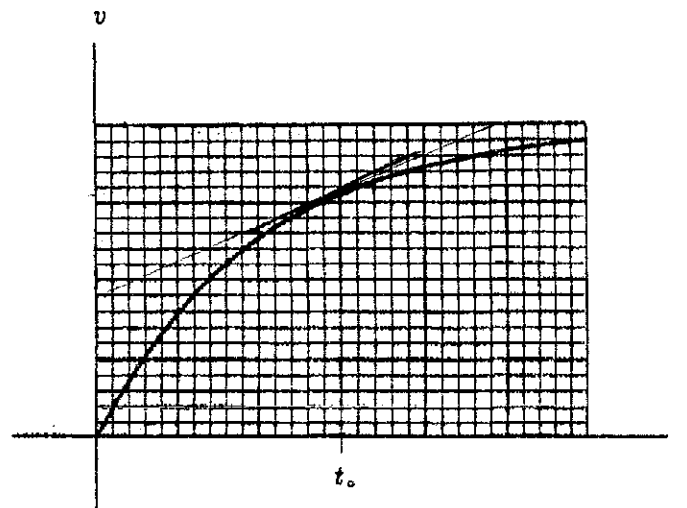
ب) $\mu_1 \sin \theta_1 = \mu_2 \sin \theta_2$

ج) $\mu_1 \sin \theta_1 = \mu_2 \sin \theta_2$

د) $\mu_1 \cos \theta_1 = \mu_2 \cos \theta_2$

۳۴) یک توپ فلزی به جرم 0.4 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 چه قدر است؟

(+۴/۵, -۱/۵)



الف) 1 N

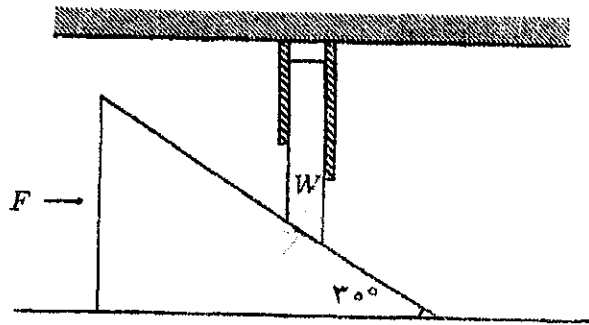
ب) 2 N

ج) 3 N

د) 4 N

(۳۵) مطابق شکل وزنه‌ای به وزن W داخل غلافی قرار دارد و امکان جابجایی افقی ندارد. انتهای این وزنه روی سطح شیب‌داری قرار دارد. زاویه‌ی این سطح شیب‌دار ۳۰° 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. چه قدر باشد تا سطح شیب‌دار ثابت بماند؟

(+۴, -۱)



الف) ۲

ب) $\sqrt{3}$

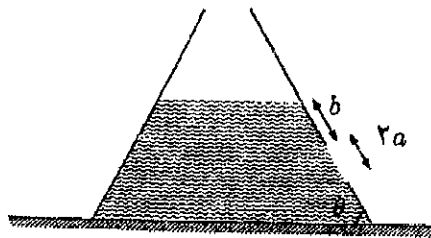
ج) ۱

د) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

ه) $\frac{1}{2}$

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

(+۳, -۱)



الف) $\pi a^2 [P_0 + \rho g (a + b) \sin \theta]$

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

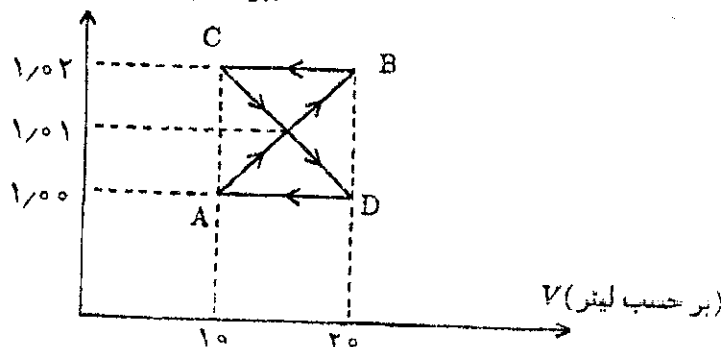
ج) $\pi a^2 [P_0 + \rho g b \sin \theta]$

د) $\pi a^2 [P_0 + \rho g a \sin \theta \cos \theta]$

(۳۷) 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 چه قدر است؟

(+۴, -۱)

(بر حسب P و V)



الف) $-20 J$

ب) $-10 J$

ج) صفر

د) $10 J$

ه) $20 J$

۳۸) 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 معتقد اند 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؟

(۱-، ۳+)

الف) ۵ میلیارد تومان

ب) ۵۰ میلیارد تومان

ج) ۵۰۰ میلیارد تومان

د) ۵۰۰۰ میلیارد تومان

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

(۱-، ۳+)

الف) ۱۰^۴ لیتر

ب) ۱۰^۶ لیتر

ج) ۱۰^۹ لیتر

د) ۱۰^{۱۲} لیتر

مسئله‌های کوتاه

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

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد درستون یکان، و رقم دهگان درستون دهگان علامت زده شود.

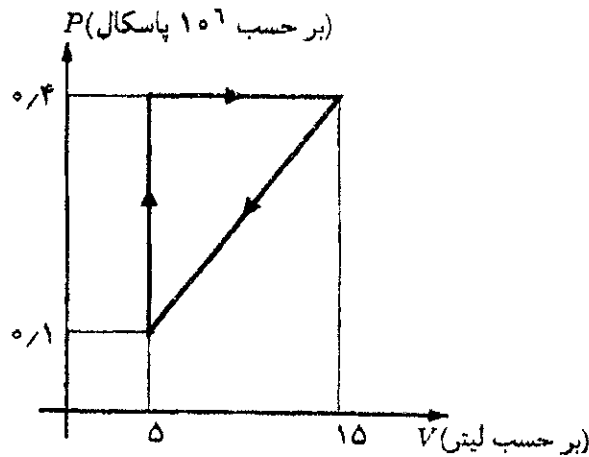
مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد $267 \mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

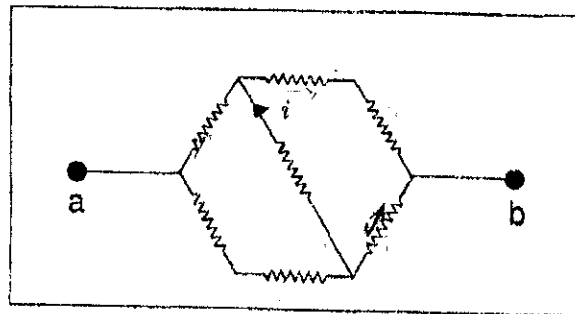
یکان دهگان	
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

(۱) یک ارتفاع سنج بر اساس سنجش فشار هوا کار می‌کند. به این معنی که این وسیله در واقع فشار هوا را می‌سنجد، اما درجه‌بندی 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 ۰°C است مدرج شده است. این ارتفاع سنج، ارتفاع یک برج در کنار دریا را ۵۰ متر نشان می‌دهد. دمای هوا در محل برج ۳۰°C است. ارتفاع واقعی برج چند متر است؟ (۸ نمره)

(۲) در یک ماشین گرمایی مبادله‌ی کار و گرما فقط از طریق مقداری گاز کامل تک‌اتمی انجام می‌شود. شکل زیر چرخه‌ی این ماشین است. بازده‌ی این ماشین چند درصد است؟ (۸ نمره)

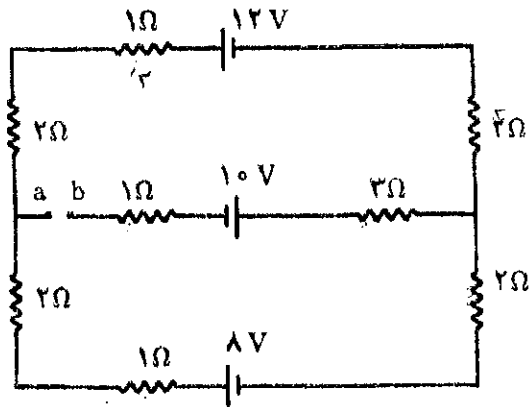


(۳) در شکل زیر تمام مقاومت‌ها مشابه و هر کدام برابر با $۱\text{ k}\Omega$ هستند. اختلاف پتانسیل ۲۲۰ V را به دو سر a و b اعمال می‌کنیم. جریان i چند میلی‌آمپر است؟ (۸ نمره)



(۸ نمره)

(۴) اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی a و b در مدار شکل زیر چند ولت است؟

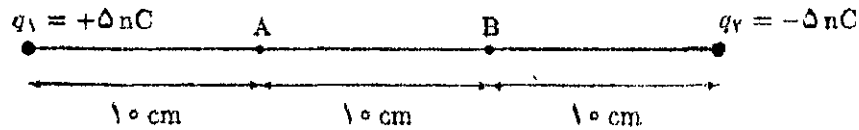


(۵) پتانسیل الکتریکی در یک نقطه به فاصله‌ی r از بار نقطه‌ای q برابر است با $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$.

در شکل زیر دو بار الکتریکی $q_1 = +5 \text{ nC}$ و $q_2 = -5 \text{ nC}$ در فاصله‌ی ۳۰ cm از هم ثابت شده‌اند. یک ذره با جرم ۹۰ mg و بار الکتریکی $+1 \text{ nC}$ از حالت سکون روی خط راست از نقطه‌ی A به سمت نقطه‌ی B شروع به حرکت می‌کند. سرعت این ذره در نقطه‌ی B چند

(۸ نمره)

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 ماده‌ی غیر فرار (مثلاً نمک) در آب، فشار بخار اشباع آب کم می‌شود. اگر محلول رقیق باشد، رابطه‌ی 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 ماده‌ی حل شده و غلظت آن بستگی دارد. برای دماهای نزدیک به ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس، رابطه‌ی P_0 با دما به شکل $P_0 = A[1 + \beta(T - T_0)]$ است، که A یک جَو (اتمسفر)، T_0 نقطه‌ی جوش آب خالص در فشار یک جَو، و $\beta = 0.037 \text{ K}^{-1}$ است.

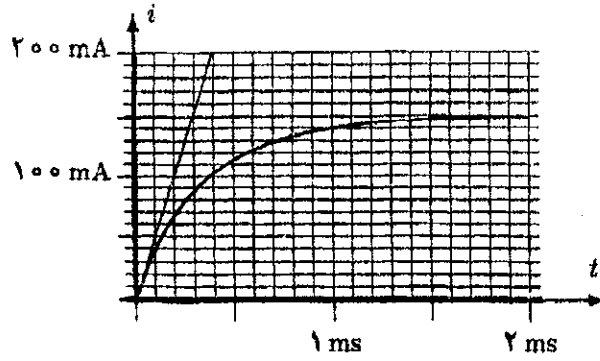
برای یک محلول نمک در آب، $\alpha = 0.9800$ است. در فشار یک جَو، نقطه‌ی جوش این

(۸ نمره)

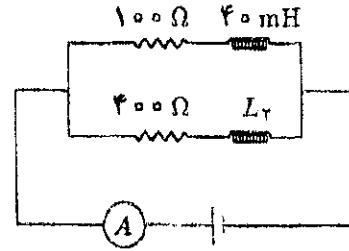
محلول چند سانتی‌کلوین از T_0 بیش‌تر است؟

(۷) در مدار شکل ۱ در زمان $t = 0$ جریان گذرنده از هر دو القاگر صفر است. نمودار جریان گذرنده از آمپر متر، و نیز مماس بر نمودار در زمان $t = 0$ ، در شکل ۲ کشیده شده است. L_2 چند میلی‌هائری است؟

(۸ نمره)



شکل ۲



شکل ۱