

باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش‌پژوهان جوان

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

«امام خمینی (ره)»

نوزدهمین المپیاد فیزیک کشور

مرحله‌ی اول

۲۸ بهمن ۱۳۸۴

مدت آزمون: ۴ ساعت از ۹:۰۰ تا ۱۳:۰۰ کد برگه‌ی سؤال‌ها ۳

تذکرها:

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

- ۱) کد برگه‌ی سؤال‌های شما ۳ است که لازم است خانه‌ی مربوط به این رقم 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 ۳۵ سؤال چندگزینه‌ای و ۱۰ مسئله‌ی کوتاه دارد و وقت آن ۴ ساعت است.
- ۳) در سؤال‌های چندگزینه‌ای 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 پر کنید.
- ۶) لطفاً پاسخ‌نامه را تمیز نگه دارید و آن را تا نکنید، زیرا پاسخ‌نامه‌ها با دستگاه علامت‌خوان تصحیح می‌شوند.
- ۷) استفاده از ماشین‌حساب ممنوع است.
- ۸) پذیرفته‌شده‌های آزمون مرحله‌ی اول، در اردیبهشت ۱۳۸۵ در آزمون مرحله‌ی دوم شرکت خواهند کرد.

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

(۱) ماه از زمین مثل یک قرص دیده می‌شود که یک هلال از آن روشن است. مرز این هلال از یک نیم‌دایره و یک نیم‌بیضی تشکیل شده است. مساحت یک بیضی برابر است با πab ، که a و b نیم‌قطرها ی بزرگ و کوچک بیضی اند. اگر زاویه‌ی خورشید-زمین-ماه (که رأس آن زمین است) θ باشد، مساحت هلال روشن چه کسری از مساحت قرص ماه است؟

(+۳, -۱)

- (الف) $\frac{\theta}{\pi}$ (ب) $\frac{1 - \cos \theta}{2}$ (ج) $\sin \theta$ (د) $\sin \frac{\theta}{4}$

(۲) یک دریاچه را در نظر بگیرید که سطح آن یخ زده است. فرض کنید دما در نقاط مختلف این دریاچه مستقل از زمان، و آب دریاچه هم ساکن است. کدام گزینه درست است؟

(+۳, -۱)

- (الف) حتماً همی دریاچه یخ زده است.
 (ب) دمای سطح بالایی یخ دریاچه حتماً صفر درجه‌ی سلسیوس است.
 (ج) کلفتی یخ دریاچه حتماً ناچیز است.
 (د) در هیچ جا ممکن نیست دمای آب دریاچه از چهار درجه‌ی سلسیوس بیش‌تر شود.

(۳) برای باد کردن لاستیک دوچرخه‌ای از یک تلمبه استفاده می‌کنیم. حجم سیلندر این تلمبه 40 cm^3 است. می‌خواهیم با این تلمبه لاستیکی را باد بزنیم. پیش از باد زدن، حجم هوای درون لاستیک ۷۵ درصد حجم نهایی هوای درون لاستیک، و فشار این هوا همان فشار هوای بیرون و برابر با یک جو است. پس از باد زدن، حجم هوای درون لاستیک 2000 cm^3 است و در این حالت مساحت محل تماس لاستیک با زمین، در اثر نیروی 350 N برابر با 60 cm^2 است. از گرم شدن هوا در اثر تلمبه زدن چشم‌پوشید. چند بار باید تلمبه بزنیم؟

(+۳, -۱)

- (الف) ۳۰ (ب) ۴۰ (ج) ۵۰ (د) ۶۰

$$h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$h = \frac{1}{2} g (t-T)^2$$

(۴) از بالای سطح زمین توپی با سرعت اولیه‌ی v_0 به بالا پرتاب می‌شود. بعد از زمان T از همان نقطه توپ دیگری بدون سرعت اولیه‌ی v_0 پرتاب می‌شود. شرط لازم و کافی برای آن که دو توپ پس از رها شدن توپ دوم، در نقطه‌ای از مسیر به هم برسند چیست؟ فرض کنید ارتفاع نقطه‌ی پرتاب توپ از سطح زمین بسیار زیاد است. g شتاب گرانش زمین است.

(+۳, -۱)

- (الف) $v_0 < gT$ (ب) $v_0 > \frac{gT}{2}$ (ج) $\frac{gT}{4} < v_0 < gT$ (د) $gT < v_0 < \sqrt{2} gT$

$$y = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 > 0$$

$$y' = -\frac{1}{2} g (t-T)^2$$

$$\frac{1}{2} g T^2 = \frac{1}{2} g (t-T)^2$$

(۵) چگالی آب را ρ_w و چگالی برف را ρ_s بگیرید. نسبت $\frac{\rho_s}{\rho_w}$ به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

(+۳, -۱)

- (الف) ۰٫۹ (ب) ۰٫۸ (ج) ۰٫۰۱ (د) ۱/۱

$$g T^2$$

$$v_0 > \frac{1}{2} g T$$

$$t < \frac{2v_0}{g}$$

- (۶) توان الکتریکی یک لامپ کم‌مصرف، یک پنجم توان الکتریکی یک لامپ معمولی است، به شرطی که توان نوری که این دو لامپ تولید می‌کنند یکسان باشد. فرض کنید در ایران همه‌ی لامپ‌ها را از نوع معمولی به نوع کم‌مصرف تغییر دهند. توانی که به این خاطر صرفه‌جویی می‌شود به کدام یک از این مقادارها نزدیک‌تر است؟

الف) $10^6 W$ (ب) $10^{10} W$ (ج) $10^{12} W$ (د) $10^{18} W$

- (۷) جرم نمک موجود در اقیانوس‌های زمین به کدام یک از این مقادارها نزدیک‌تر است؟

الف) $10^{11} kg$ (ب) $10^{15} kg$ (ج) $10^{19} kg$ (د) $10^{23} kg$

- (۸) سه جسم روی یک خط راست اند و می‌توانند فقط روی همین خط حرکت کنند. اگر یکی از این جسم‌ها با سرعت v به یک جسم دیگر برخورد کند، و سرعت جسم دوم پیش از برخورد صفر باشد، پس از برخورد سرعت جسم اول αv و سرعت جسم دوم $v(1 - \alpha)$ می‌شود. داریم $0 < \alpha < 0.5$ و فرض کنید مقدار α به سرعت بستگی ندارد.

جسم اول در طرف چپ جسم دوم، و جسم دوم در طرف چپ جسم سوم است. جسم دوم و جسم سوم ساکن اند و جسم اول با سرعت v به طرف راست حرکت می‌کند. چند برخورد رخ می‌دهد؟

(+۳، -۱)

الف) حتماً یکی.

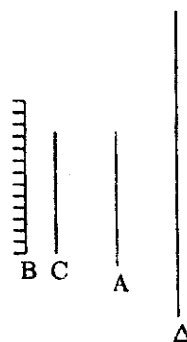
ب) حتماً دو تا.

ج) به ازای بعضی از مقادارهای α دو تا، و به ازای بعضی از مقادارهای α بیش از دو تا.

د) حتماً بیش از دو تا.

- (۹) جسم شفاف A، آینه‌ی تخت B، و مانع کدر C را در نظر بگیرید. ناظری در یکی از نقطه‌های خط Δ است. کدام گزینه درست است؟

(+۳، -۱)



الف) ناظر هر جای خط Δ که باشد تصویر همه‌ی A را می‌بیند.

ب) ناظر هر جای خط Δ که باشد تصویر هیچ نقطه‌ای از A را نمی‌بیند.

ج) بخشی از A هست، که ناظر هر جای خط Δ باشد تصویر آن را نمی‌بیند، و بخشی از A

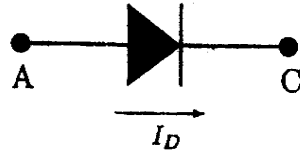
هست که ناظر هر جای خط Δ باشد تصویر آن را می‌بیند.

د) بخشی از A هست، که ناظر هر جای خط Δ باشد تصویر آن را نمی‌بیند، و جاهایی از خط

Δ هست که ناظر اگر آن جا باشد، تصویر بخشی از A را می‌بیند.

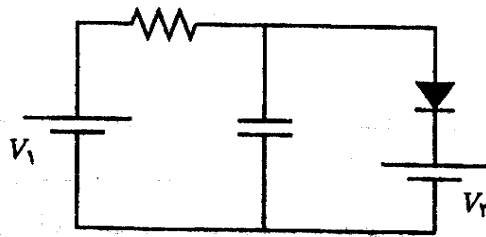
۱۰ شکل ۱ عنصری به اسم دیود را نشان می‌دهد. ویژه‌گی این عنصر آن است که یا $V_D = 0$ و $I_D \geq 0$ یا $I_D = 0$ و $V_D \leq 0$ است. در مدار شکل ۲، در زمان صفر اختلاف پتانسیل دو سر خازن (V) صفر است. همچنین، $V_1 > V_T$ است. کدام گزینه ممکن است نمودار اختلاف پتانسیل دو سر خازن بر حسب زمان باشد؟

(+۳، -۱)

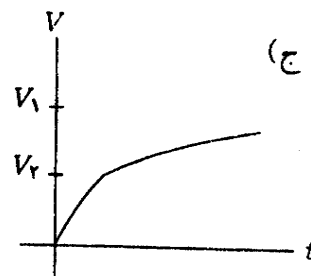
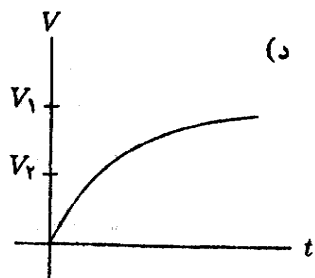
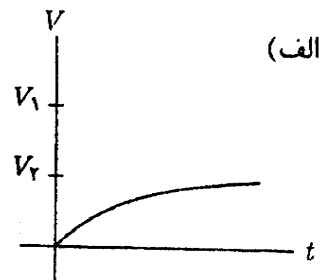
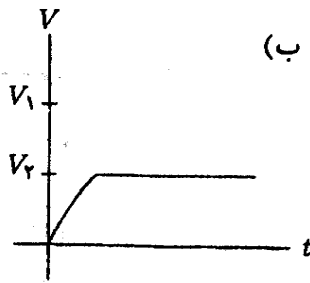


$$V_D = V_A - V_C$$

شکل ۱



شکل ۲



(۱۱) مقداری گاز کامل در یک ظرف است. جرم گاز ثابت است. در فشار ثابت، دمای این گاز کم می‌شود. گرمای داده شده به این گاز را با Q ، و تغییر انرژی درونی این گاز را با ΔU نمایش می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

(+۵, -۱)

الف) $Q < \Delta U < 0$

ب) $Q < 0 < \Delta U$

ج) $0 < Q < \Delta U$

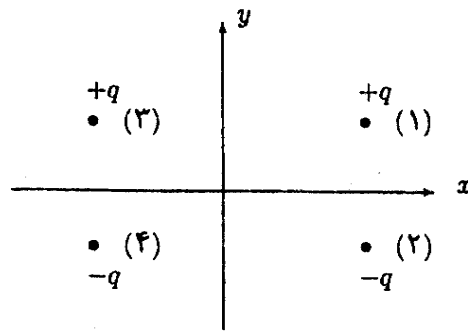
د) $0 < \Delta U < Q$

ه) $\Delta U < 0 < Q$

و) $\Delta U < Q < 0$

(۱۲) چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل در نظر بگیرید. مجموع نیروهای وارد بر دو بار ۱ و ۲ را با $\vec{F} = F_x \hat{i} + F_y \hat{j}$ نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

(+۳, -۱)



الف) $F_y = 0$ و $F_x > 0$

ب) $F_y = 0$ و $F_x < 0$

ج) $F_y \neq 0$ و $F_x > 0$

د) $F_y \neq 0$ و $F_x < 0$

(۱۳) یک جسم روی یک سطح افقی است (و به آن نچسبیده است). سطح افقی در راستای قائم حرکت می‌کند و معادله‌ی حرکت آن $y = A \cos \omega t$ است، که y ارتفاع و t زمان است، و A و ω ثابت اند. نیروی مقاومت هوا وارد بر این جسم $-mb \frac{dy}{dt}$ است، که m جرم جسم و b مقداری ثابت است. شتاب گرانش g است. A حداکثر چه قدر باشد تا جسم از سطح جدا نشود؟

(+۳, -۱)

الف) $\frac{g}{\omega \sqrt{b^2 + \omega^2}}$

ب) $\frac{g}{\omega^2}$

ج) $\frac{g}{\omega(b + \omega)}$

د) $\frac{g}{\omega b}$

(۱۴) یک قطره در زمان صفر از نقطه‌ی A شروع به سقوط آزاد می‌کند. یک قطره‌ی دیگر در زمان Δt از همان نقطه‌ی A شروع به سقوط آزاد می‌کند. مشتق زمانی فاصله‌ی این دو قطره از هم در زمان t چیست؟ (g شتاب گرانش زمین است.)

(+۳, -۱)

الف) gt

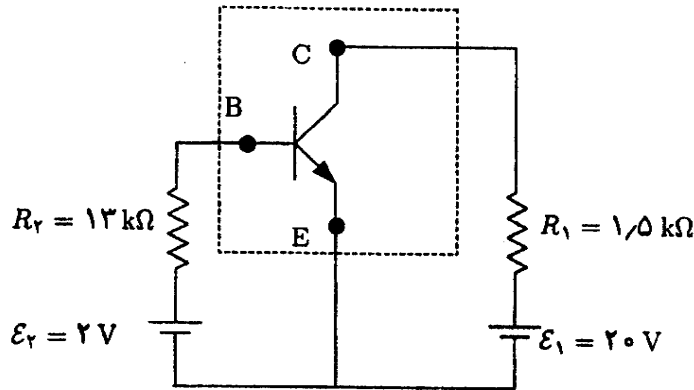
ب) $g \frac{t + \Delta t}{2}$

ج) $g \Delta t$

د) $g \frac{\Delta t^2}{t}$

(۱۵) در مدار نشان داده شده در شکل، عنصری که داخل خط چین قرار دارد یک ترانزیستور است. توان الکتریکی مصرفی این ترانزیستور چه قدر است؟

(+۳, -۱)



الف) ۴۰ mW

ب) ۵۰ mW

ج) ۶۰ mW

د) ۷۰ mW

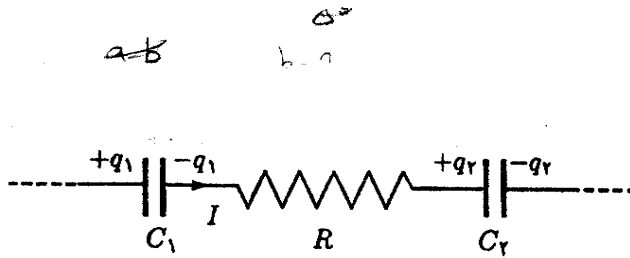
$$V_B - V_E = ۰,۷ V$$

$$V_C - V_E = ۵ V$$

(۱۶) بخشی از یک مدار در شکل دیده می‌شود. مقدار متوسط I در یک فاصله‌ی زمانی Δt برابر است

(+۳, -۱)

با



الف) $\frac{\Delta q_1}{\Delta t}$

ب) $\frac{-\Delta q_2}{\Delta t}$

ج) $\frac{\Delta q_1 - \Delta q_2}{\Delta t}$

د) $\frac{\Delta q_1 + \Delta q_2}{\Delta t}$

$-(q_1 - q_2)$

$a = -\Delta q_1$

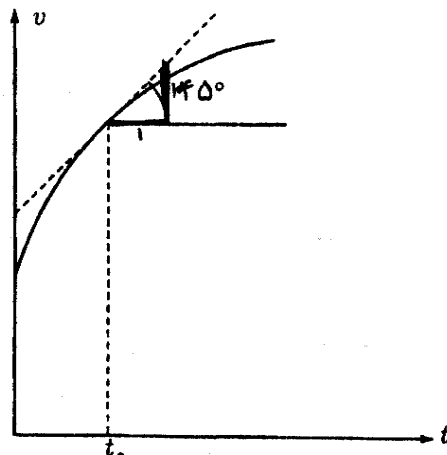
$b = \Delta q_2$

(۱۷) نمودار سرعت - زمان برای متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند رسم شده است. هر ۱ cm

روی محور v را معادل ۱۰ m/s، و هر ۱ cm روی محور t را معادل ۱ s گرفته ایم. شتاب متحرک

در لحظه‌ی $t = t_0$ چه قدر است؟

(+۳, -۱)



الف) $۰,۱ \text{ m/s}^2$

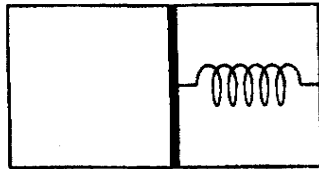
ب) ۱ m/s^2

ج) ۱۰ m/s^2

د) ۱۰۰ m/s^2

۱۸) یک ظرف مطابق شکل با یک پیستون نفوذناپذیر به دو قسمت تقسیم شده است. در طرف چپ مقداری گاز است. بین دیواره‌ی راست ظرف و پیستون هم یک فنر هست. دیواره‌های بیرونی ظرف صلب و نارسانای گرما یند. پیستون با دیواره‌ی ظرف اصطکاک دارد. فنر از حالت فشرده رها می‌شود تا مجموعه به تعادل برسد. طی این فرآیند، انرژی پتانسیل فنر از U_1 به U_2 می‌رسد و روی گاز کار W انجام می‌شود. کدام گزینه درست است؟

(+۲, -۱)



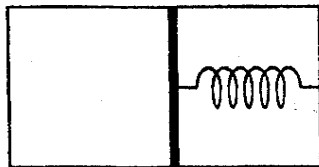
الف) $W < U_1 - U_2$

ب) $W = U_1 - U_2$

ج) $W > U_1 - U_2$

۱۹) یک ظرف مطابق شکل با یک پیستون نفوذناپذیر به دو قسمت تقسیم شده است. در طرف چپ مقداری گاز کامل است. بین دیواره‌ی راست ظرف و پیستون هم یک فنر هست. دیواره‌های بیرونی ظرف صلب و نارسانای گرما یند. دو فرآیند در نظر می‌گیریم. در فرآیند اول پیستون و فنر را از یک وضعیت اولیه رها می‌کنیم تا مجموعه به حالت تعادل برسد. طی این فرآیند، تغییر دمای گاز (دمای نهایی منهای دمای اولیه) ΔT_1 است. در فرآیند دوم، پیستون و فنر را از همان وضعیت اولیه رها می‌کنیم، اما طی فرآیند فنر در می‌رود (آزاد می‌شود). تغییر دمای گاز طی این فرآیند ΔT_2 است. کدام گزینه درست است؟

(+۲, -۱)



الف) $\Delta T_2 > \Delta T_1$

ب) $\Delta T_2 = \Delta T_1$

ج) $\Delta T_2 < \Delta T_1$

۲۰) یک گاری و یک جعبه روی آن، روی یک سطح افقی ساکن اند. در زمان صفر گاری به حرکت در می‌آید و از زمان صفر تا زمان T با سرعت ثابت حرکت می‌کند. در زمان T گاری ساکن می‌شود و از آن پس ساکن می‌ماند. جعبه‌ی روی گاری در زمان t متوقف می‌شود. فرض کنید فقط گاری و زمین به جعبه نیرو وارد می‌کنند و جعبه از گاری بیرون نمی‌افتد. کدام گزینه درست است؟

(+۲, -۱)

الف) $t > 2T$

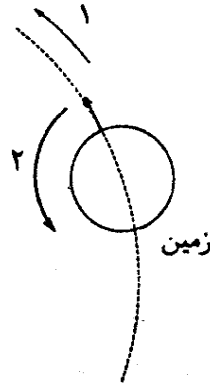
ب) $t = 2T$

ج) $t < 2T$

د) مواردی هست که $t = 2T$ ، و مواردی هست که $t < 2T$

(۲۱) مطابق شکل پیکان شماره‌ی ۱ جهت سرعت حرکت زمین به دور خورشید را نشان می‌دهد، و پیکان شماره‌ی ۲ جهت سرعت چرخش زمین به دور محور خود را نشان می‌دهد. فرض کنید صفحه‌ی استوای زمین و صفحه‌ی مدار زمین به دور خورشید بر هم منطبق اند. شخصی روی استوا ایستاده است. در چه موقع جهت قائم آن شخص (رو به بالا) جهت حرکت زمین به دور خورشید را نشان می‌دهد؟

(۱-، ۳+)



(الف) طلوع خورشید

(ب) ظهر

(ج) غروب خورشید

(د) نیمه شب

خورشید ●

(۲۲) اگر اندازه‌ی بردار میدان الکتریکی در هوا از 2 MV/m بیش‌تر شود، هوا فروشکسته می‌شود، یعنی موقتاً رسانا می‌شود. اگر بار q به صورت یکنواخت روی پوسته‌ای کروی پخش شود، برای محاسبه‌ی اندازه‌ی بردار میدان الکتریکی در نقاط بیرون از پوسته می‌توان کل بار پخش شده روی پوسته را به صورت یک بار نقطه‌ای در مرکز پوسته در نظر گرفت.

کلاhek فلزی یک مولد وان دوگراف، با تقریب خوبی کره‌ای با شعاع 10 cm است. بیش‌ترین باری که می‌توان روی کلاhek قرار داد تا هنوز هوای پیرامونش فروشکسته نشود به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟

(۱-، ۳+)

(الف) 3 pC

(ب) 3 nC

(ج) $3 \text{ } \mu\text{C}$

(د) 3 mC

(۲۳) انرژی پتانسیل الکتریکی یک کره‌ی رسانا به شعاع R و بار Q ، دور از بارهای دیگر، برابر با $\frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 R}$ است. اگر 1000 قطره‌ی جیوه کروی مشابه و با بار یکسان به هم بچسبند و یک قطره‌ی کروی بزرگ تشکیل دهند، نسبت انرژی الکتریکی قطره‌ی بزرگ به مجموع انرژی الکتریکی قطره‌های اولیه چقدر خواهد بود؟ در محاسبه‌ی مجموع انرژی قطره‌های کوچک، فرض کنید این قطره‌ها از هم دور اند.

(۱-، ۳+)

(الف) ۱

(ب) ۱۰

(ج) ۱۰۰

(د) ۱۰۰۰

(۲۴) بنا بر قانون اول کپلر، مدار زمین به دور خورشید بیضی است، و خورشید در یکی از دو کانون این بیضی است. بنا بر قانون دوم کپلر، سرعت حرکت زمین در مدارش طوری است که پاره‌خط خورشید - زمین در زمان‌های مساوی مساحت‌های مساوی جارو می‌کند. در مدار زمین به دور خورشید، چهار نقطه‌ی خاص هست: اعتدال بهاری، انقلاب تابستانی، اعتدال پاییزی، انقلاب زمستانی (همه‌ی این فصول، فصول نیم‌کره‌ی شمالی است). اعتدال بهاری، مرکز خورشید، و اعتدال پاییزی بر یک خط اند؛ انقلاب تابستانی، مرکز خورشید، و انقلاب زمستانی هم بر یک خط اند؛ و این دو خط بر هم عمود اند. در مدار زمین، نقطه‌ای هست موسوم به حضیض که در آن جا فاصله‌ی زمین از خورشید کم‌ترین مقدار ممکن است. زمین در یک لحظه‌ی خاص، یعنی در یک روز خاص از سال در این حضیض است. این روز

(+۳, -۱)

الف) روزی بین ۱۶ اردیبهشت و ۱۵ مرداد است.

ب) روزی بین ۱۶ مرداد و ۱۵ آبان است.

ج) روزی بین ۱۶ آبان و ۱۵ بهمن است.

د) روزی بین ۱۶ بهمن تا ۱۵ اردیبهشت سال بعد است.

(۲۵) زمین و مریخ هر دو به دور خورشید می‌گردند. فرض کنید مدار هر دو دایره باشد. فاصله‌ی زمین تا خورشید را یک واحد نجومی (۱ AU) می‌نامند. فاصله‌ی مریخ از خورشید تقریباً $1/5$ AU است. نور خورشید به مریخ می‌تابد و از آن باز می‌تابد. این بازتاب است که ما از روی زمین می‌بینیم. انرژی گذرنده از واحد سطح دهانه‌ی یک تلسکوپ (عمود بر جهت نور حاصل از مریخ) بر واحد زمان را درخشانی می‌نامیم. نسبت درخشانی مریخ در حداقل فاصله با زمین، به درخشانی آن در حداکثر فاصله با زمین چه قدر است؟

(+۳, -۱)

الف) ۱ ب) $2/5$ ج) $5/0$ د) ۲۵

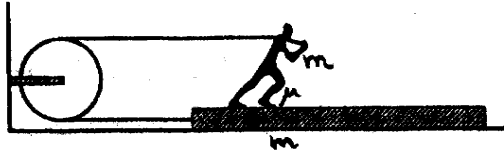
(۲۶) در یک بزرگ‌راه شرقی - غربی، خودرویی با سرعت 120 km/h به طرف شرق در حرکت است. راننده‌ی این خودرو، کامیون‌هایی را که در طرف دیگر بزرگ‌راه، به سوی غرب می‌روند می‌شمارد، و می‌بیند که هر 10 دقیقه 70 کامیون از کنار او می‌گذرند. کسی کنار جاده ایستاده است و همین کامیون‌ها را نگاه می‌کند و می‌شمرد. این شخص می‌بیند که سرعت کامیون‌ها 90 km/h است، و می‌بیند که در هر ساعت N کامیون از کنارش می‌گذرند. N برابر است با

(+۳, -۱)

الف) ۱۴۰ ب) ۱۸۰ ج) ۳۶۰ د) ۴۲۰

۲۷) فردی به جرم m روی جسمی به جرم m ایستاده است. اصطکاک بین جسم و زمین را ناچیز بگیرید. ضریب اصطکاک بین پای این فرد و جسم μ است. فرض کنید همواره حداقل یکی از پاهای او روی جسم است. او حداکثر با چه شتابی نسبت به زمین می‌تواند حرکت کند؟ (g شتاب گرانش زمین است).

(+۳, -۱)



الف) μg

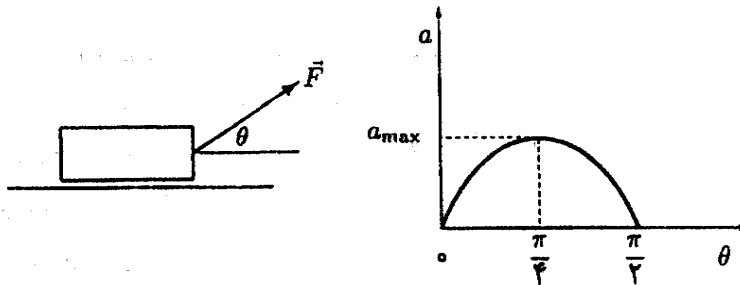
ب) $2\mu g$

ج) $3\mu g$

د) $4\mu g$

۲۸) شکل، جعبه‌ای را نشان می‌دهد که با نیروی \vec{F} روی سطح افقی اصطکاک‌داری کشیده می‌شود. اندازه‌ی \vec{F} را ثابت نگه می‌داریم ولی جهت آن را تغییر می‌دهیم. شتاب جعبه تغییر می‌کند. نمودار شتاب جعبه بر حسب θ رسم شده است. a_{max} چه قدر است؟ (g شتاب گرانش زمین است).

(+۳, -۱)



الف) g

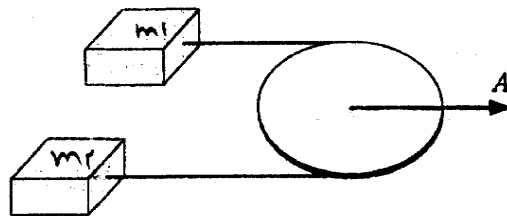
ب) $\sqrt{2}g$

ج) $(\sqrt{2} - 1)g$

د) $(\sqrt{2} + 1)g$

۲۹) دو جرم m_1 و m_2 ($m_2 > m_1$) مطابق شکل توسط نخ‌ی که از روی قرقره‌ای گذشته است به هم وصل شده‌اند. مطابق شکل قرقره و جرم‌ها روی یک سطح افقی هستند و مرکز قرقره با شتاب A کشیده می‌شود. شتاب m_1 نسبت به زمین a_1 و شتاب m_2 نسبت به زمین a_2 می‌شود. از اصطکاک بین جرم‌ها و زمین، بین نخ و قرقره و هم‌چنین جرم نخ چشم‌پوشی کنید. کدام گزینه راجع به شتاب جرم‌ها درست است؟

(+۳, -۱)



الف) $a_1 > A > a_2$

ب) $a_1 < A < a_2$

ج) $a_1 = A = a_2$

د) $a_1 > a_2 > A$

۳۰) مقدار انرژی‌ای که بر واحد زمان سر‌ظهر از طرف خورشید به واحد سطح در تهران می‌رسد در تابستان و زمستان فرق دارد. نسبت این دو مقدار تقریباً چه قدر است؟

(+۳, -۱)

د) ۵

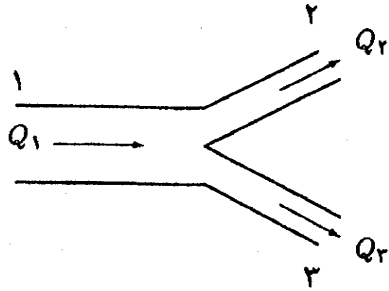
ج) ۴

ب) ۳

الف) ۲

(۳۱) جریان گذرنده از یک لوله‌ی افقی آب (حجم آب گذرنده بر واحد زمان) متناسب با اختلاف فشار دو سر لوله است. ضریب تناسب به طول و مقطع لوله بسته‌گی دارد. یک سه‌راهی افقی را در نظر بگیرید. فشار در سرهای ۱، ۲، و ۳ را به ترتیب با P_1, P_2, P_3 و نشان می‌دهیم. آب از سر ۱ وارد و از سرهای ۲ و ۳ خارج می‌شود. جریان سرهای ۱، ۲، و ۳ را به ترتیب با Q_1, Q_2, Q_3 و Q_3 نشان می‌دهیم. فرض کنید P_3 کم شود و P_1 و P_2 تغییر نکنند. کدام گزینه درست است؟ (+۵, -۱)

$$P_1 V_1 A_1 = P_2 V_2 A_2$$



(الف) Q_1 و Q_2 و Q_3 زیاد می‌شوند.

(ب) Q_1 و Q_2 زیاد می‌شوند و Q_3 کم می‌شود.

(ج) Q_1 و Q_3 زیاد می‌شوند و Q_2 کم می‌شود.

(د) Q_1 و Q_2 و Q_3 کم می‌شوند.

(ه) Q_1 و Q_2 کم می‌شوند و Q_3 زیاد می‌شود.

(و) Q_1 و Q_2 کم می‌شوند و Q_3 زیاد می‌شود.

(۳۲) یک راننده‌ی تاکسی مسافرها را در نقطه‌ی A سوار و در نقطه‌ی B پیاده می‌کند. راننده در نقطه‌ی A صبر می‌کند تا n مسافر برای تاکسی پیدا شود و آن‌ها را به نقطه‌ی B ببرد. زمان لازم برای پیدا شدن هر مسافر t است. پس از این که n مسافر سوار تاکسی شدند، تاکسی حرکت می‌کند و به نقطه‌ی B می‌رود. زمان لازم برای رفتن از A به B برابر با T است. کرایه‌ای که از هر مسافر دریافت می‌شود I و هزینه‌ی هر سفر (سوخت، استهلاک، ...) C است. درآمد خالص برابر است با مجموع کرایه‌ها منهای هزینه. درآمد خالص بر زمان برابر است با درآمد خالص تقسیم بر زمان لازم برای کسب آن. درآمد خالص بر زمان را با b نشان می‌دهیم. کدام گزینه درباره‌ی رابطه‌ی b با n درست است؟ (+۳, -۱)

(الف) b بر حسب n صعودی است اگر $n \leq n_0$ و نزولی است اگر $n \geq n_0$.

(ب) b بر حسب n نزولی است اگر $n \leq n_0$ و صعودی است اگر $n \geq n_0$.

$$I(n t + T) - (n T + C) t$$

$$T I - C t$$

(ج) b بر حسب n همواره نزولی است.

(د) b بر حسب n همواره صعودی است.

(۳۳) فرض کنید تمام سطح زمین را با لامپ‌های ۱۰۰ واتی بپوشانیم. توان تولیدی خورشید چند برابر توان تولیدی ناشی از لامپ‌های چیده شده روی سطح زمین است؟ فرض کنید شعاع زمین 6×10^6 m، زمان رسیدن نور خورشید به زمین 500 s، و توان دریافت شده از خورشید بر واحد سطح روی زمین 10^2 W/m² باشد.

(+۳, -۱)

(الف) 10^4

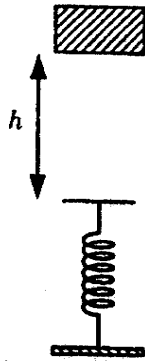
(ب) 10^7

(ج) 10^{10}

(د) 10^{13}

(۳۴) جسمی به جرم m از ارتفاع h بر روی فنر سبکی با ثابت k رها می‌شود. (و شتاب گرانش زمین است.) پیشینه‌ی سرعت جسم در طول مسیر هنگامی است که

(+۳, -۱)



الف) جسم به فنر برخورد می‌کند.

ب) فنر به اندازه‌ی $\frac{mg}{k}$ فشرده شده است.

ج) فنر به اندازه‌ی $\frac{2mg}{k}$ فشرده شده است.

د) فنر به اندازه‌ی $\sqrt{\frac{2mgh}{k}}$ فشرده شده است.

(۳۵) چگالی سطحی بار روی صفحه‌ی مثبت خازن مسطحی 10^{-2} C/m^2 است، و ثابت

دی‌الکتریک بین دو صفحه‌ی خازن ۵ است. اندازه‌ی بردار میدان الکتریکی ناشی از منظم شدن

(+۳, -۱)

مولکول‌های قطبی دی‌الکتریک در فضای بین دو صفحه به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟

الف) 10 V/m

ب) 100 V/m

ج) 1 kV/m

د) 10 kV/m

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 در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون 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 به نزدیک‌ترین عدد صحیح 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) عرض جغرافیایی دابلین، پایتخت ایرلند جنوبی، 53° شمالی است. یک خیابان شرقی - غربی به عرض 21 m در این شهر در نظر بگیرید. در ضلع شمالی این خیابان ساختمان A قرار دارد که پنجره‌ای در ارتفاع 25 m از سطح زمین دارد. در ضلع جنوبی این خیابان، و مقابل ساختمان A، ساختمان B به ارتفاع h در حال ساخت است. حد اقل h چند متر باشد تا در ظهر هیچ روزی از سال آفتاب به پنجره‌ی ساختمان A نتابد؟

(۱۰ نمره)

(۲) چگالی بتون $\rho = 2500\text{ kg/m}^3$ است و بیش‌ترین فشاری که می‌تواند تحمل کند تا خرد نشود $5 \times 10^7\text{ N/m}^2$ است. بلندترین استوانه‌ی قائمی که از بتون می‌توان ساخت چند کیلومتر است؟

(۱۰ نمره)

(۳) دو فنر جرم‌دار یکسان داریم. طول کشیده نشده‌ی هر یک از آن‌ها 12 cm است. وقتی یکی از فنرها را از نقطه‌ی ثابتی می‌آویزیم، طولش 15 cm می‌شود. اگر دو فنر را به هم وصل کنیم و سپس از نقطه‌ی ثابتی بیاویزیم، طول فنر مرکب حاصل چند سانتی‌متر است؟ راه‌نمایی: کشیدگی یک فنر جرم‌دار آویزان به جرم m ، برابر است با کشیدگی یک فنر بی‌جرم آویزان که به انتهای آن جسمی به جرم $m/2$ بسته باشند.

(۱۰ نمره)

(۴) یک گیرنده روی محور x و به فاصله‌ی x از مبدأ است. دو فرستنده، یکی در مبدأ و دیگری روی محور y و به فاصله‌ی 50 km از مبدأ، هم‌زمان دو علامت رادیویی می‌فرستند و گیرنده این دو علامت را به فاصله‌ی زمانی 10^{-4} s از هم دریافت می‌کند. سرعت انتشار امواج رادیویی را $3 \times 10^8\text{ km/s}$ بگیرید. x چند کیلومتر است؟

(۱۰ نمره)

(۵) یک شکارچی و شکارش ساکن اند. شکارچی از زمان صفر با شتاب ثابت 10 m/s^2 دنبال شکار حرکت می‌کند. شکار 2 s بعد شروع به فرار می‌کند و با شتاب ثابت 15 m/s^2 حرکت می‌کند. شکار و شکارچی هر دو روی یک خط راست حرکت می‌کنند. فاصله‌ی اولیه‌ی شکار و شکارچی از هم دست بالا چند متر باشد تا شکارچی به شکار برسد؟

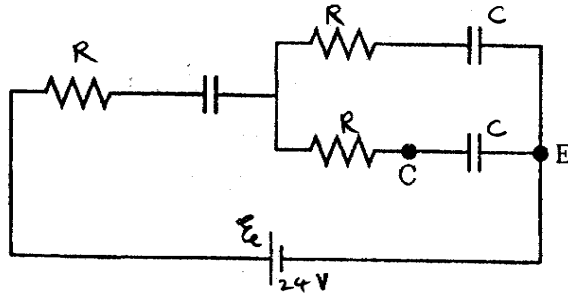
(۱۰ نمره)

(۶) هر چه قطر عدسی شیئی تلسکوپی بزرگ‌تر باشد، آن تلسکوپ بهتر می‌تواند اجسام دور را از هم تفکیک کند. اگر قطر عدسی شیئی یک تلسکوپ D باشد، حد تفکیک آن، یعنی کوچک‌ترین زاویه‌ای که با آن می‌توان تشخیص داد برابر است با $\theta = 5 \times 10^{-7}/D$ ، که در این جا زاویه‌ی θ بر حسب رادیان و D بر حسب متر است. فاصله‌ی دو جسم آسمانی از هم 10^{-6} برابر فاصله‌ی آن‌ها از زمین است. قطر عدسی شیئی تلسکوپ حد اقل چند سانتی‌متر باشد تا بتوان این دو جسم را از هم تشخیص داد؟

(۱۰ نمره)

(۷) در مدار شکل، اختلاف پتانسیل دو سر باتری ۲۴ V، ظرفیت هر خازن $47 \mu F$ ، و مقدار هر مقاومت 22Ω است. در زمان صفر $V_C - V_E = 18 V$ است و دو خازن دیگری بی‌بار اند. پس از گذشتن زمان زیاد، $V_C - V_E$ چند ولت می‌شود؟

(۱۰ نمره)



(۸) یکی از دو سطح خارجی یک عدسی گوژ بخشی از یک صفحه، و سطح دیگر بخشی از یک کره به شعاع R است. ضریب شکست این عدسی n است. فاصله‌ی کانونی این عدسی (f) از این رابطه به دست می‌آید.

$$\frac{1}{f} = \frac{n-1}{R}$$

R و n تابع دما هستند:

$$R(T) = R(T_0)[1 + \lambda(T - T_0)], \quad n(T) = n(T_0) - 2\lambda(T - T_0)[n(T_0) - 1]$$

که T دما و λ ضریب انبساط طولی عدسی است. در دمای $T_0 = 0^\circ C$ ، $n = 1.1$ و $R = 10 \text{ cm}$ است. ضمناً $\lambda = 2 \times 10^{-6}/^\circ C$ است. فاصله‌ی کانونی این عدسی از دمای

(۱۰ نمره) $T_0 = 0^\circ C$ تا دمای $T = 11^\circ C$ به اندازه‌ی Δf تغییر می‌کند. Δf چند میکرومتر است؟
راه‌نمایی: اگر α و β کوچک باشند، آن‌گاه $(1 + \alpha)^r (1 + \beta)^s \approx 1 + r\alpha + s\beta$

(۹) یک خنک‌کننده با یک ترموستات روشن و خاموش می‌شود. اگر ترموستات مدار را وصل کرده باشد، وقتی دما از T_1 کم‌تر شود مدار قطع می‌شود. اگر ترموستات مدار را قطع کرده باشد، وقتی دما از T_2 بیش‌تر شود مدار وصل می‌شود. T_1 از T_2 بزرگ‌تر است. تغییرات دمای محیطی که این ترموستات در آن است

$$T = T_1 + a \cos \omega t$$

۹

است، که T دما و t زمان است. داریم

$$T_1 = 7.00^\circ C \quad T_2 = 8.00^\circ C \quad a = 2.00^\circ C \quad \omega = 2.00 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$$

(۱۰ نمره)

چند درصد از زمان، مدار خنک‌کننده وصل است؟

۱۰) در مدار نشان داده شده در شکل، پتانسیل نقطه‌ی P چند ولت است؟ (۱۰ نمره)

