جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

دفترچه سوالات
مرحله اول
نوزدهمین دوره‌ی المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۴

تعداد سوالات		مدت آزمون (دقیقه)
سوالات چند گزینه‌ای	مسأله‌های تشریحی	
۳۵	۱۰	۱۸۰

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب ممنوع است.

تذکرات آزمون:

ضمن آرزوی موفقیت برای شما دانش‌پژوه گرامی، خواهشمند است قبل از پاسخ به سؤالات آزمون به موارد زیر توجه کنید:

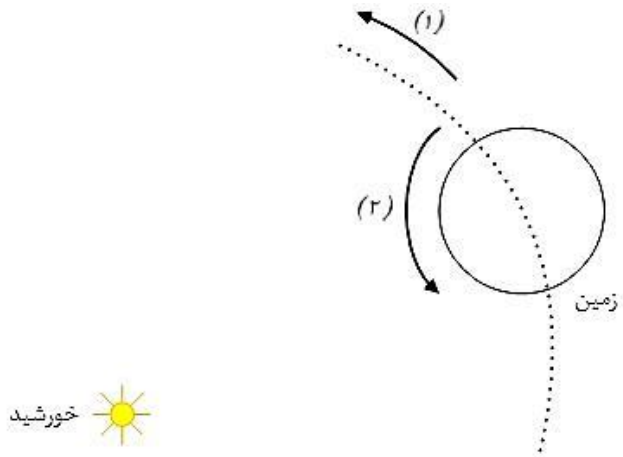
- این آزمون شامل **۳۵ سوال تشریحی** و **۱۰ سوال تشریحی** و وقت آن **۱۸۰ دقیقه** است.
- نمره‌ی هر سوال در ابتدای آن نوشته شده است.
- استفاده از ماشین‌حساب در این آزمون مجاز است.
- همراه داشتن تلفن همراه (حتی خاموش) در طول زمان آزمون مجاز **نیست**.
- فقط داوطلبانی می‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند.
- جمع‌آوری و آماده‌سازی دفترچه‌ی سوالات این آزمون توسط **کمیته‌ی علمی ماخ** انجام شده است.

www.MAAKH.ir

کلیه حقوق این سوالات برای ماخ محفوظ است.

توجه: سؤال‌های ۱تا ۳۵ چند گزینه‌ای هستند و به هر گزینه که درست علامت زده شود نمرهٔ مثبت و به گزینه‌ای که نادرست علامت زده شود، نمرهٔ منفی داده خواهد شد. هرسؤال فقط یک گزینهٔ درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.

۱- مطابق شکل پیکان شمارهٔ ۱ جهت سرعت حرکت زمین به دور خورشید را نشان می‌دهد، و پیکان شمارهٔ ۲ جهت سرعت چرخش زمین بهدور محور خود را نشان می‌دهد. فرض کنید صفحهٔ استوای زمین و صفحهٔ مدار زمین بـــه دور خورشید بر هم منطبق‌اند. شخصی روی استوا ایستاده است. در چه موقع جهت قائم آن شخص (رو به بالا) جهت حرکت زمین به دور خورشید را نشان می‌دهد؟



الف) طلوع خورشید
ب) ظهر
ج) غروب خورشید
د) نیمه شب

۲- اگر اندازهٔ بردار میدان الکتریکی در هوا از $3MV/m$ بیش‌تر بشود، هوا فرو شکسته می‌شود، یعنی موقتاً رسانا می‌شود، اگر بار q به صورت یکنواخت روی پوسته‌ای کروی پخش شود، برای محاسبهٔ اندازهٔ 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.

کلاهک فلزی یک مولد واندوگراف، با تقریب خوبی کره‌ای با شعاع ۱۰cm است. بیش‌ترین باری که می‌توان روی کلاهک قرار داد تا هنوز هوای پیرامونش فرو شکسته نشود به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟

الف) pC ب) ۳nC ج) $3\mu C$ د) ۳ mC

۳- انرژی پتانسیل الکتریکی یک کرهٔ رسانا به شعاع R و بار Q، دور از بارهای دیگر، برابر با $\frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0 R}$ است. اگر ۱۰۰۰ قطرهٔ جیوه کروی مشابه و با بار یکسان به هم بچسبند و یک قطرهٔ کروی بزرگ تشکیل دهند، نسبت انرژی الکتریکی قطرهٔ بزرگ به مجموع انرژی الکتریکی قطره‌های اولیه چقدر خوهد بود؟ در محاسبهٔ مجموع انرژی قطره‌های کوچک، فرض کنید این قطره‌ها از هم دورند.

الف) ۱ ب) ۱۰ ج) ۱۰۰ د) ۱۰۰۰

۴- توان الکتریکی یک لامپ کم‌مصرف، یک پنجم توان الکتریکی یک لامپ معمولی است، به شرطی که توان نوری که این دو لامپ تولید می‌کند یکسان باشد. فرض کنید در ایران همهٔ لامپ‌ها را از نوع معمولی به نوع کم مصرف تغییر دهند. توانی که به این خاطر صرفه‌جویی می‌شود به کدام یک از این مقدارها نزدیک‌تر است؟

الف) $10^6 w$ ب) $10^{10} w$ ج) $10^{14} w$ د) $10^{18} w$

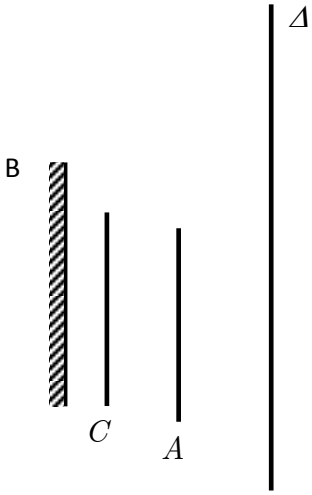
۵- ماخ جرم نمک موجود در اقیانوس‌های زمین به کدام یک از این مقدارها نزدیک‌تر است؟

الف) $۱۰^{۱۱} kg$ ب) $۱۰^{۱۵} kg$ ج) $۱۰^{۱۹} kg$ د) $۱۰^{۲۳} kg$

۶- ماخ سه جسم روی یک خط راست‌اند و می‌توانند فقط روی همین خط حرکت کنند. اگر یکی از این جسم‌ها با سرعت ν به یک جسم دیگر برخورد کند، و سرعت جسم دوم پیش از برخورد صفر باشد، پس از برخورد سرعت جسم اول $\alpha\nu$ و سرعت جسم دوم $(۱-\alpha)\nu$ می‌شود. داریم $۰ < \alpha < ۰/۵$ و فرض کنید مقدار α به سرعت بستگی ندارد.
جسم اول در طرف چپ جسم دوم، وجسم دوم در طرف چپ جسم سوم است. جسم دوم و جسم سوم ساکن‌اند و جسم اول با سرعت ν به طرف راست حرکت می‌کند. چند برخورد رخ می‌دهد؟

الف) حتماً یکی.
ب) حتماً دوتا.
ج) به ازای بعضی از مقدارهای α دوتا، و به ازای بعضی ازمقدارهای α بیش از دوتا.
د) حتماً بیش از دوتا.

۷- ماخ جسم شفاف A، آینهٔ تخت B ، و مانع کدر C را در نظر بگیرید. ناظری در یکی از نقطه‌های خط Δ است. کدام گزینه درست است؟



الف) ناظر هرجای خط Δ که باشد تصویر همهٔ A را می‌بیند.
ب) ناظر هرجای خط Δ که باشد تصویر هیچ نقطه‌ای از A را نمی‌بیند.
ج) بخشی از A هست، که ناظر هرجای خط Δ باشد تصویر آن را نمی‌بیند و بخشی از A هست که ناظر هرجای خط Δ باشد تصویر آن را می‌بیند.
د) بخشی از A هست، که ناظر هرجای خط Δ باشد تصویر آن را نمی‌بیند و جاهایی از Δ هست که ناظر اگر آن‌جا باشد، تصویر بخشی از A را می‌بیند.

۸- ماخ ماه از زمین مثل یک قرص دیده می‌شود که یک هلال از آن روشن است. مرز این هلال از یک نیم‌دایره و یک نیم بیضی تشکیل شده است. مساحت یک بیضی برابر است با πab، که a و b نیم قطرهای بزرگ و کوچک بیضی‌اند. اگر زاویهٔ خورشید ـ زمین ـ ماه (که رأس آن زمین است) θ باشد، مساحت هلال روشن چه کسری از مساحت قرص ماه است؟

الف) $\frac{\theta}{\pi}$ ب) $\frac{۱-\cos\theta}{۲}$ ج) $\sin\theta$ د) $\sin\frac{\theta}{۲}$

۹- ماخ 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؟

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

۱۰- ماخ برای باد کردن لاستیک دوچرخه‌ای از یک تلمبه استفاده می‌کنیم. حجم سلیندر این تلمبه $۴۰cm^۳$ است. می‌خواهیم با این تلمبه لاستیکی را باد بزنیم. پیش از باد زدن، حجم هوای درون لاستیک ۷۵ درصد حجم نهایی درون لاستیک، و فشار این هوا همان فشار هوای بیرون و برابر با یک جو است. پس از باد زدن، حجم هوای درون لاستیک $۲۰۰۰cm^۳$ است و در این حالت مساحت محل تماس لاستیک با زمین، در اثر نیروی $۳۵۰N$ برابر با $۶۰cm^۲$ است. از گرم شدن هوا در اثر تلمبه زدن چشم بپوشید. چند بار باید تلمبه بزنیم؟

الف) ۳۰ ب) ۴۰ ج) ۵۰ د) ۶۰

۱۱- ماخ از بالای سطح زمین توپی با سرعت اولیهٔ $\nu_۰$ به بالا پرتاب می‌شود. بعد از زمان T از همان نقطه توپ دیگری بدون سرعت اولیه رها 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 نقطهٔ پرتاب توپ از سطح زمین بسیار زیراد است. g شتاب گرانش زمین است.

الف) $\nu_۰ < gT$

ب) $\nu_۰ > \frac{gT}{۲}$

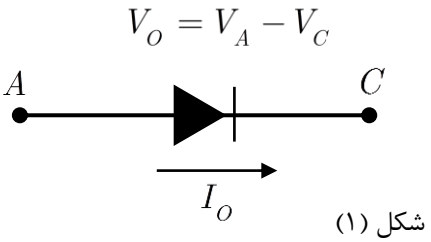
ج) $\frac{gT}{۲} < \nu_۰ < gT$

د) $gT < \nu_۰ < \sqrt{۲}gT$

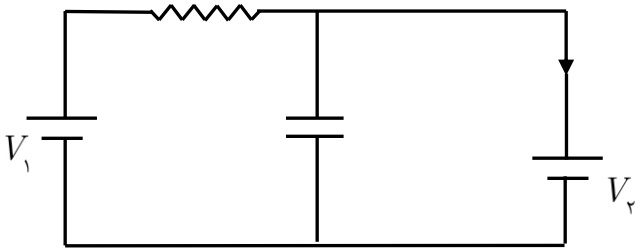
۱۲- ماخ چگالی آب را ρ_w و چگالی برف را ρ_s بگیرید. نسبت $\frac{\rho_s}{\rho_w}$ به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

الف) ۰/۹ ب) ۰/۱ ج) ۰/۰۱ د) ۱/۱

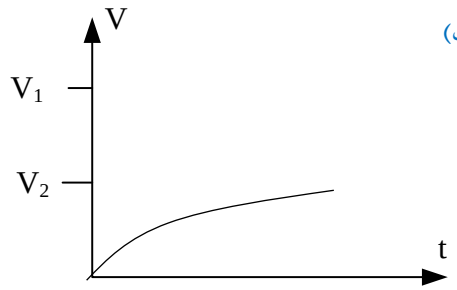
۱۳- ماخ شکل «۱» عنصری به اسم دیود را نشان می‌دهد. ویژگی این عنصر آن است که یا $V_D = ۰$ و $I_D \geq ۰$، یا $I_D = ۰$ و $V_D \leq ۰$ است. در مدار شکل «۲»، در زمان صفر اختلاف پتانسیل دو سر خازن (V) صفر است. هم‌چنین، $V_۱ > V_۲$ است. کدام گزینه ممکن است نمودار اختلاف پتانسیل دو سر خازن برحسب زمان باشد؟

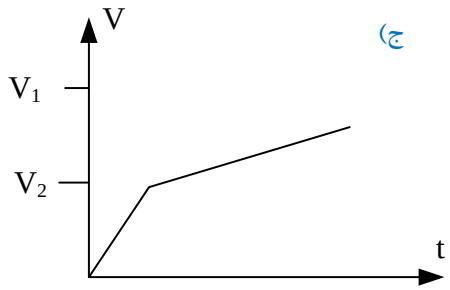


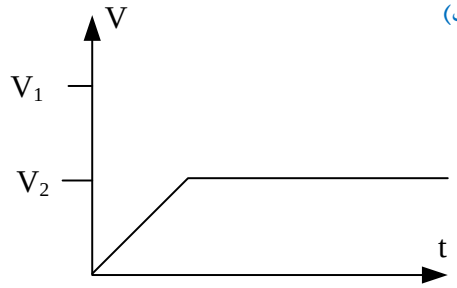
شکل (۱)

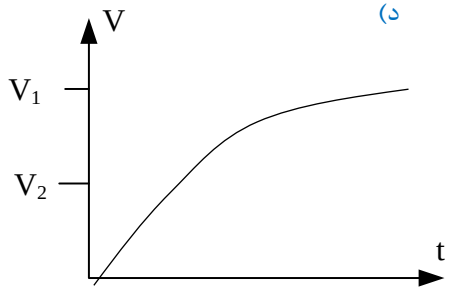


شکل (۲)

الف)


ج)


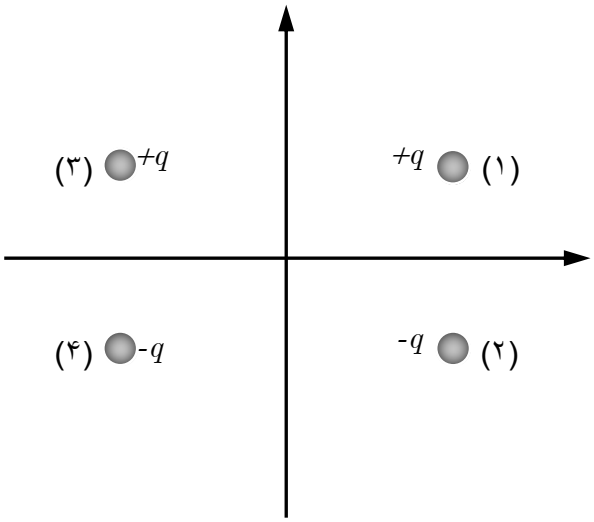
ب)


د)


۱۴- ماخ 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؟

الف) $Q < \Delta U < 0$
ب) $Q < 0 < \Delta U$
ج) $0 < Q < \Delta U$
د) $0 < \Delta U < Q$
هـ) $\Delta U < 0 < Q$
و) $\Delta U < Q < 0$

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



الف) $F_y = 0, F_x > 0$
ب) $F_y = 0, F_x < 0$
ج) $F_y \neq 0, F_x > 0$
د) $F_y \neq 0, F_x < 0$

۱۶- ماخ یک جسم روی یک سطح افقی است (و به آن نچسبیده است). سطح افقی در راستای قائم حرکت می‌کند و معادلهٔ حرکت آن $y = A\cos\omega t$ است، که y ارتفاع و t زمان است. و A و ω ثابت‌اند. 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؟

الف) $\frac{g}{\omega\sqrt{b^2+\omega^2}}$
ب) $\frac{g}{\omega^2}$
ج) $\frac{g}{\omega(b+\omega)}$
د) $\frac{g}{\omega b}$

۱۷- ماخ یک قطره در زمان صفر از نقطهٔ A شروع به سقوط آزاد می‌کند. یک قطرهٔ دیگر در زمان Δt از همان نقطهٔ A شروع به سقوط آزاد می‌کند. مشتق زمانی فاصلهٔ این دو قطره از هم در زمان t چیست؟ (g شتاب گرانش زمین است.)

الف) gt ب) $g\frac{t+\Delta t}{۲}$ ج) $g\Delta t$ د) $g\frac{\Delta t^{۲}}{t}$

۱۸- ماخ بنابر قانون کپلر، مدار زمین به دور خورشید بیضی است، و خورشید در یکی از دو کانون این بیضی است. بنابر قانون دوم کپلر، سرعت حرکت زمین در مدارش طوری است که پاره‌خط خورشید ـ زمین در زمان‌های مساوی مساحت‌های مساوی جارو می‌کند. در مدار زمین به دور خورشید، چهار نقطهٔ خاص هست: اعتدال بهاری، انقلاب تابستانی، اعتدال پاییزی، انقلاب زمستانی (همهٔ این فصول، فصول نیم‌کرهٔ شمالی است). اعتدال بهاری، مرکز خورشید، و اعتدال پاییزی بر یک خطاند. انقلاب تابستانی، مرکز خورشید، و انقلاب زمستانی هم بر یک خطاند؛ و این دو خط بر هم عموداند. در مدار زمین، نقطه‌ای هست موسوم به حضیض که در آن‌جا فاصلهٔ زمین از خورشید کم‌ترین مقدار ممکن است. زمین در یک لحظهٔ خاص، یعنی در یک روز خاص از سال در این حضیض است. این روز

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.

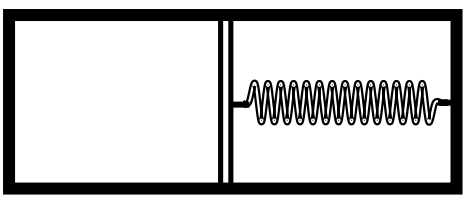
۱۹- ماخ زمین و مریخ هر دو به دور خورشید می‌گردند. فرض کنید مدار هرد و دایره باشد. فاصلهٔ زمین تا خورشید را یک واحد نجومی $(۱\ AU)$ می‌نامند. فاصلهٔ مریخ از خورشید تقریباً ۱/۵ AU است. نور خورشید به مریخ می‌تابد و از آن باز می‌تابد. این بازتاب است که ما از روی زمین می‌بینیم. انرژی گذرنده از واحد سطح دهانهٔ 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 چه‌قدر است؟

الف) ۱ ب) ۲/۵ ج) ۰/۵ د) ۲۵

۲۰- ماخ در یک بزرگ‌راه شرقی ـ غربی، خودرویی با سرعت ۱۲۰km/h به طرف شرق در حرکت است. رانندهٔ این خودرو، کامیون‌هایی را که در طرف دیگر بزرگ‌راه، به سوی غرب می‌روند می‌شمارد، و می‌بیند که هر ۱۰ دقیقه ۷۰ کامیون از کنار او می‌گذرند. کسی کنار جاده ایستاده است و همین کامیون‌ها را نگاه می‌کند و می‌شمرد. این شخص می‌بیند که سرعت کامیون‌ها ۹۰km/h است و می‌بیند که در هر ساعت N کامیون از کنارش می‌گذرند. N برابر است با:

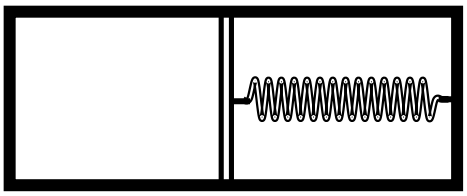
الف) ۱۴۰ ب) ۱۸۰ ج) ۳۶۰ د) ۴۲۰

۲۱- ماخ یک ظرف مطابق شکل با یک پیستون نفوذناپذیر به دو قسمت تقسیم شده است. در طرف چپ مقداری گاز است. بین دیوارهٔ راست ظرف و پیستون هم یک فنر است. دیواره‌های بیرونی طرف صلب و نارسانای گرمایند. پیستون با دیواره ظرف اصطکاک دارد. فنر ازحالت فشرده رها می‌شود تا مجموعه به تعادل برسد. طی این فرایند، انرژی پتانسیل فنر از $U_۱$ به $U_۲$ می‌رسد و روی گاز کار W انجام می‌شود. کدام گزینه درست است؟



الف) $W < U_۱ - U_۲$
ب) $W = U_۱ - U_۲$
ج) $W > U_۱ - U_۲$

۲۲- ماخ یک ظرف مطابق شکل با یک پیستون نفوذناپذیر به دو قسمت تقسیم شده است. در طرف چپ مقداری گاز کامل است. بین دیوارهٔ راست ظرف و پیستون هم یک فنر هست. دیواره‌های بیرونی ظرف صلب و رسانای گرمایند. دو فرایند در نظر می‌گیریم. در فرایند اول پیستون و فنر را از یک وضعیت اولیه رها می‌کنیم تا مجموعه به حالت تعادل برسد. طی این فرایند، تغییر دمای گاز (دمای نهایی منهای دمای اولیه) ΔT_1 است. در فرایند دوم، پیستون و فنر را از همان وضعیت اولیه رها می‌کنیم، اما طی فرایند فنر در می‌رود (آزاد می‌شود). تغییر دمای گاز طی این فرایند ΔT_2است. کدام گزینه درست است؟



الف) $\Delta T_2 > \Delta T_1$

ب) $\Delta T_2 = \Delta T_1$

ج) $\Delta T_2 < \Delta T_1$

۲۳- ماخ یک گاری و یک جعبه روی آن، روی یک سطح افقی ساکن‌اند. 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. جعبهٔ 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؟

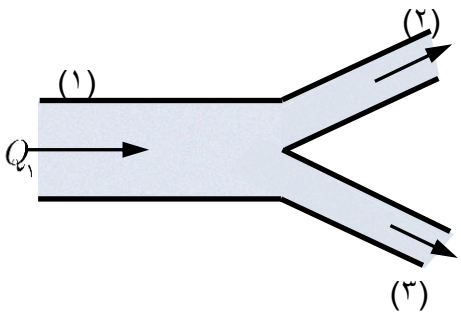
الف) $t > 2T$

ب) $t = 2T$

ج) $t < 2T$

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

۲۴- ماخ جریان گذرنده از یک لولهٔ افقی آب (حجم آب گذرنده بر واحد زمان) متناسب با اختلاف فشار دو سر لوله است. ضریب تناسب به طول و مقطع لوله بستگی دارد. یک سه راهی افقی را در نظر بگیرید. فشار در سرهای ۱، ۲ و ۳ را به ترتیب با P_1، P_2 و P_3 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 و Q_3 نشان می‌دهیم. فرض کنید P_3 کم شود و P_1 و P_2 تغییر نکنند. کدام گزینه درست است؟



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.

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

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

۲۵- ماخ یک رانندهٔ تاکسی مسافرها را در نقطه A سوار و در نقطهٔ B پیاده می‌کند. راننده در نقطهٔ A صبر می‌کند تا n مسافر برای تاکسی پیدا شود و آن‌ها را به نقطهٔ B ببرد. زمان لازم برای پیدا شدن هر مسافر t است. پس از این که n مسافـــــر سوار تاکسی شدند، تاکسی حرکت می‌کند و به نقطهٔ B می‌رود. زمان لازم برای رفتن از A به B برابر با T است. کرایه‌ای که از هر مسافر دریافت می‌شود I، و هزینهٔ 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 دربارهٔ رابطهٔ b با n درست است؟

الف) b برحسب n صعودی است اگر $n \le n_0$، و نزولی است اگر $n \ge n_0$.

ب) b برحسب n نزولی است اگر $n \le n_0$، و صعودی است اگر $n \ge n_0$.

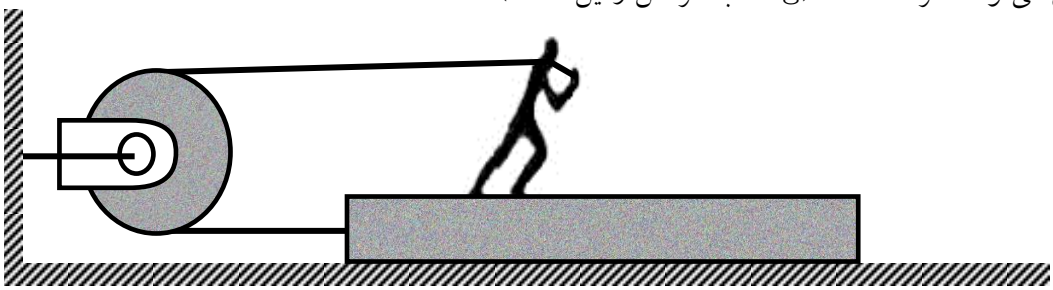
ج) b برحسب n همواره نزولی است.

د) b برحسب n همواره صعودی است.

۲۶- ماخ فرض کنید تمام سطح زمین را با لامپ‌های ۱۰۰ ولتی بپوشانیم. توان تولیدی خورشید چند برابر توان تولیدی ناشی از لامپ‌های چیده شده روی سطح زمین است؟ فرض کنید شعاع زمین $۶\times۱۰^{۶}m$ ، زمان رسیدن نور خورشید به زمین s ۵۰۰، و توان دریافت شده از خورشید بر واحد سطح روی زمین $۱۰^{۳}w/m^{۲}$ باشد.

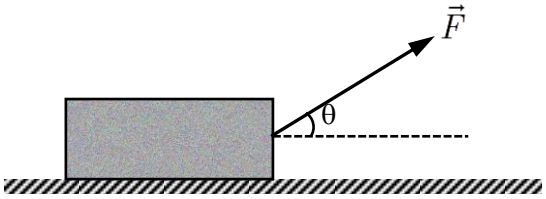
الف) $۱۰^{۴}$ ب) $۱۰^{۷}$ ج) $۱۰^{۱۰}$ د) $۱۰^{۱۳}$

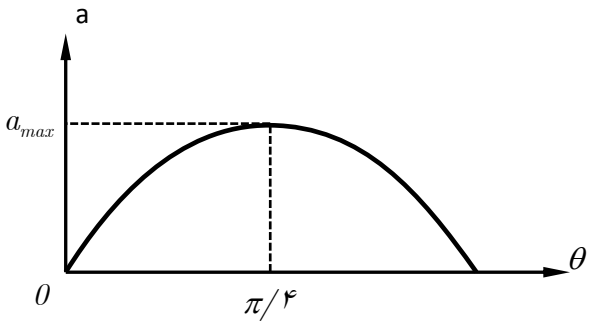
۲۷- ماخ فردی به جرم m روی جسمی به جرم m ایستاده است. اصطکاک بین جسم و زمین را ناچیز بگیرید. ضریب اصطکاک بین پای این فرد و جسم μ است. فرض کنید همواره حداقل یکی از پاهای او روی جسم است. او حداکثر با چه شتابی نسبت به زمین می‌تواند حرکت کند؟ (g شتاب گرانش زمین است.)



الف) μg ب) $۲\mu g$ ج) $۳\mu g$ د) $٤\mu g$

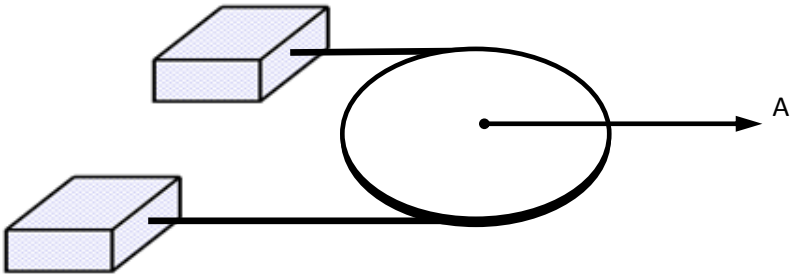
۲۸- ماخ شکل، جعبه‌ای را نشان می‌دهد که با نیروی $\vec{F}$ روی سطح افقی اصطکاک داری کشیده می‌شود. اندازهٔ $\vec{F}$ را ثابت نگه می‌داریم ولی جهت آن را تغییر می‌دهیم. شتاب جعبه تغییر می‌کند. نمودار شتاب جعبه برحسب θ رسم شده است. a_{max} چه‌قدر است؟ (g شتاب گرانش زمین است.)





الف) g ب) $\sqrt{۲}g$ ج) $(\sqrt{۲}-۱)g$ د) $(\sqrt{۲}+۱)g$

۲۹- ماخ دو جرم $m_۱$ و $m_۲$ $(m_۲ > m_۱)$ مطابق شکل توسط نخی که از روی قرقره‌ای گذشته است به هم وصل شده‌اند. مطابق شکل قرقره وجرم‌ها روی یک سطح افقی هستند و مرکز قرقره با شتاب A کشیده می‌شود. شتاب $m_۱$ نسبت به زمین $a_۱$ و شتاب $m_۲$ نسبت به زمین $a_۲$ 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؟



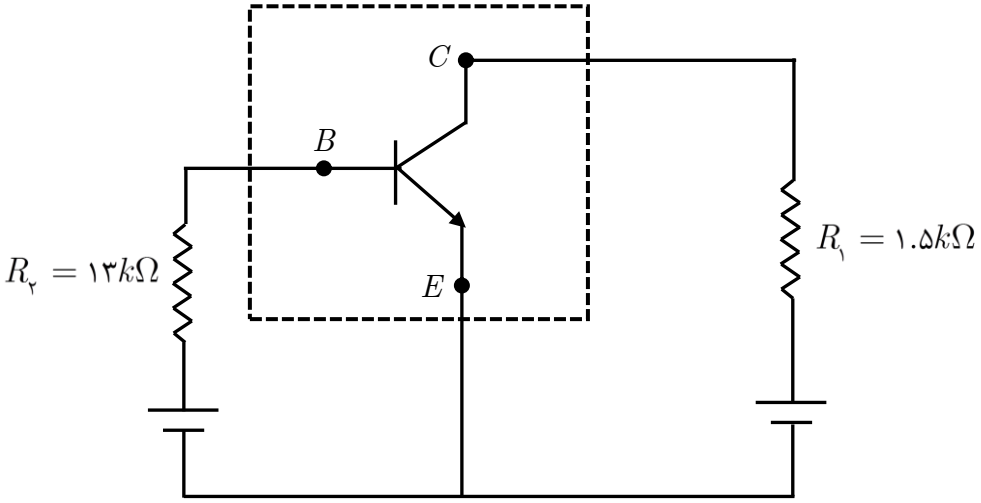
الف) $a_۱ > A > a_۲$

ب) $a_۱ < A < a_۲$

ج) $a_۱ = A = a_۲$

د) $a_۱ > a_۲ > A$

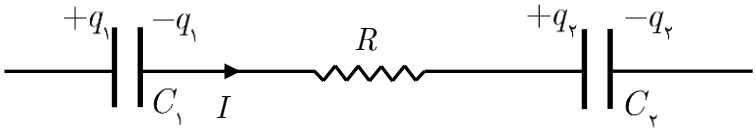
۳۰- مقدار انرژی‌ای که بر و احد زمان سرظهر از طرف خورشید به واحد سطح در تهران می‌رسد در تابستان و زمستان فرق دارد. نسبت این دو مقدار تقریباً چه‌قدر است؟



$$V_B - V_A = ۰/۷v$$
$$V_C - V_E = ۵v$$

الف) ۲ ب) ۳ ج) ٤ د) ۵

۳۱- در مدار نشان داده شده در شکل، عنصری که داخل خط‌چین قراردارد یک ترانزیستور است. توان الکتریکی مصرفی این ترانزیستور چه‌قدر است؟

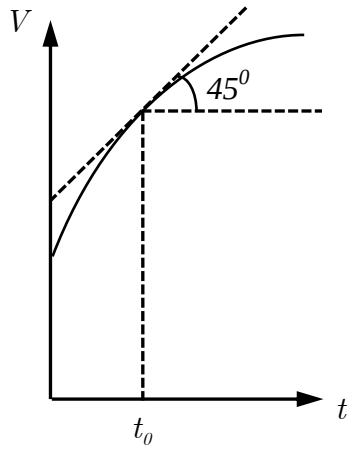


الف) ٤۰mW ب) ۵۰mW ج) ٦۰mW د) ۷۰mW

۳۲- بخشی از یک مدار در شکل دیده می‌شود. مقدار متوسط I در یک فاصلهٔ زمانی Δt برابر است با:

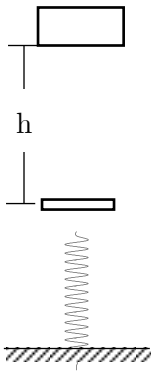
الف) $\frac{\Delta q_۱}{\Delta t}$ ب) $\frac{-\Delta q_۲}{\Delta t}$ ج) $\frac{\Delta q_۱ - \Delta q_۲}{\Delta t}$ د) $\frac{\Delta q_۱ + \Delta q_۲}{\Delta t}$

۳۳- نمودار سرعت ـ زمان برای متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند رسم شده است. هر ۱ cm روی محور V را معادل ۱۰m/s، و هر ۱cm روی محور t را معادل ۱s گرفته‌ایم. شتاب متحرک در لحظهٔ $t = t_۰$ چه‌قدر است؟



الف) $۰/۱m/s^۲$
ب) $۱m/s^۲$
ج) $۱۰m/s^۲$
د) $۱۰۰m/s^۲$

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



الف) جسم به فنر برخورد می‌کند.

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

ج) فنر به اندازهٔ $\frac{۲mg}{k}$ فشرده شده است.

د) فنر به اندازهٔ $\sqrt{\frac{۲mgh}{k}}$ فشرده شده است.

۳۵- ماخ چگالی سطحی بار روی صفحهٔ مثبت خازن مسطحی $۱۰^{-۷} C/m^۲$ است، و ثابت دی الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن ۵ است. اندازهٔ بردار میدان الکتریکی ناشی از منظم شدن مولکول‌های قطبی دی‌الکتریک در فضای بین دو صفحه به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟

الف) $۱۰\ v/m$ ب) $۱۰۰\ v/m$ ج) $۱\ kv/m$ د) $۱۰\ kv/m$

«بخش مسائل پاسخ کوتاه»

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه، توضیح زیر را به دقت بخوانید:
در این مسأله‌ها باید پاسخ را بر حسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه، و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید.
مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶ / ۷\mu F$ را به دست آورده باشید. آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید.
توجه: پاسخ نادرست در این بخش نمرهٔ منفی ندارد.

۱- ماخ عرض جغرافیایی دابلن، پایتخت ایرلند جنوبی، ۵۳° شمالی است. یک خیابان شرقی ـ غربی به عرض $۲۱\mathrm{m}$ در این شهر در نظر بگیرید. در ضلع شمالی این خیابان ساختمان A قرار دارد که پنجره‌ای در ارتفاع $۲۵\mathrm{m}$ از سطح زمین دارد. در ضلع جنوبی این خیابان، و مقابل ساختمانA، ساختمان B به ارتفاع h در حالت ساخت است. حداقل h چند متر باشد تا در ظهر هیچ روزی از سال آفتاب به پنجرهٔ ساختمان A نتابد؟

۲- ماخ چگالی بتون $\rho = ۲۵۰۰ kg / m^۳$ است و بیش‌ترین فشاری که می‌تواند تحمل کند تا خرد نشود $۵\times ۱۰^۷ N / m^۲$ است. بلندترین استوانهٔ قائمی که از بتون می‌توان ساخت چند کیلومتر است؟

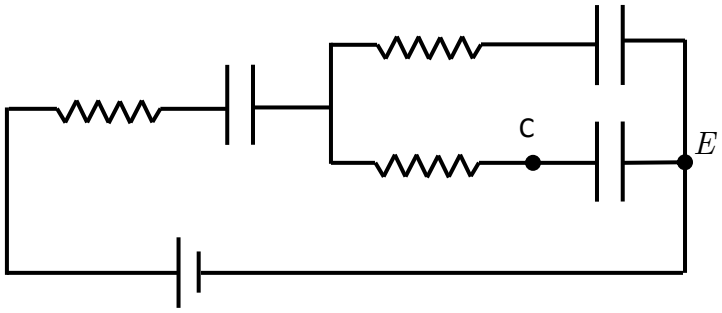
۳- ماخ دو فنر جرم‌دار یکسان داریم. طول کشیده نشدهٔ هر یک از آن‌ها $۱۲\mathrm{cm}$ است. وقتی یکی از فنرها را از نقطهٔ ثابت می‌آویزیم، طولش $۱۵\mathrm{cm}$ می‌شود. اگر دو نفر را به هم وصل کنیم و سپس از نقطهٔ ثابتی بیاویزیم، طول فنر مرکب حاصل از چند سانتی‌متر است؟
(راهنمایی: کشیدگی یک فنر جرم‌دار آویزان به جرم m، برابر است با کشیدگی یک فنر بی‌جرم آویزان که به انتهای آن جسمی به جرم $\mathrm{m}/۲$ بسته باشند.)

۴- ماخ یک گیرنده روی محور x و به فاصلهٔ x از مبدأ است. دو فرستنده، یکی در مبدأ و دیگری روی محور y و به فاصلهٔ $۵۰\mathrm{km}$ از مبدأ، هم‌زمان دو علامت رادیویی می‌فرستند و گیرنده این دو علامت را به فاصله زمانی $۱۰^{-۴} s$ از هم دریافت می‌کند. سرعت انتشار امواج رادیویی را $۳\times ۱۰^۵ km / s$ بگیرید. x چند کیلومتر است؟

۵- ماخ یک شکارچی و شکارش ساکن‌اند. شکارچی از زمان صفر با شتاب ثابت $۱۰ m / s^۲$ دنبال شکار حرکت می‌کند. شکار ۲ ثانیه بعد شروع به فرار می‌کند و با شتاب ثابت $۱۵ m / s^۲$ حرکت می‌کند. شکار و شکارچی هر دو روی یک خط راست حرکت می‌کنند. فاصلهٔ اولیهٔ شکار و شکارچی از هم دست بالا متر باشد تا شکارچی به شکار برسد؟

۶- ماخ 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 زاویه‌این که با آن می‌توان تشخیص داد برابر است با $\theta = ۵\times ۱۰^{-۷} / D$، که در این‌جا زاویهٔ θ برحسب رادیان و D برحسب متر است. فاصلهٔ دوجسم آسمانی از هم $۱۰^{-۶}$ برابر فاصلهٔ آن‌ها از زمین است. قطر عدسی شیئی تلسکوپ حداقل چند سانتی‌متر باشد تا بتوان این دو جسم را از هم تشخیص داد؟

۷- ماخ در مدار شکل، اختلاف پتانسیل دو سر باتری ۲۴v، ظرفیت هر خازن $۴۷\mu F$، و مقدار هر مقاومت ۲۲Ω است. در زمان صفر $V_C - V_E = ۱۸\ V$ است و دو خازن دیگر بی‌باراند. پس از گذشتن زمان یاد، $V_C - V_E$ چند ولت می‌شود؟



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

$$\frac{۱}{f} = \frac{n-۱}{R}$$

R و n تابع دما هستند:

$$R(T) = R(T_۰)[۱ + \lambda(T - T_۰)]$$
$$n(T) = n(T_۰) - ۳\lambda(T - T_۰)[n(T_۰) - ۱]$$

که T دما و λ ضریب انبساط طولی عدسی است. در دمای $T_۰ = ۰^\circ C$، $n = ۱/۱$ و $R = ۱۰\ cm$ است. ضمناً $\lambda = ۲\times۱۰^{-۶}\ /^\circ C$است. فاصلهٔ کانونی این عدسی از دمای $T_۰ = ۰^\circ C$ تا دمای $T = ۱۱^\circ C$ به اندازهٔ Δf تغییر می‌کند. Δfچند میکرومتر است؟

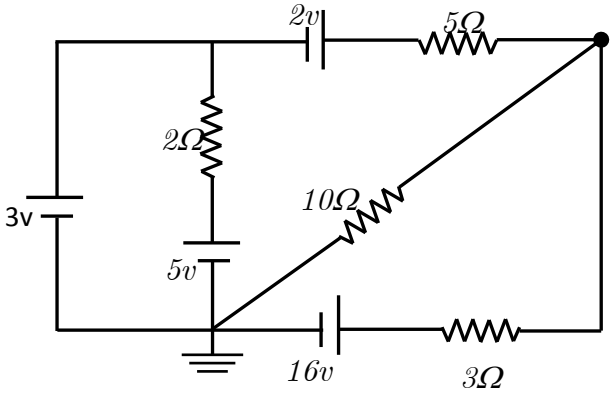
راهنمایی: اگر αو βکوچک باشند، آن‌گاه: $(۱+\alpha)^r(۱+\beta)^s \simeq ۱ + r\alpha + s\beta$

۹- ماخ یک خنک کننده با یک ترموستات روشن و خاموش می‌شود. اگر ترموستات مدار را وصل کرده باشد، وقتی دما از $T_۱$ کم‌تر شود مدار قطع می‌شود. اگر ترموستات مدار را قطع کرده باشد، وقتی دما از $T_۲$ بیش‌تر شود مدار وصل می‌شود. $T_۲$ از $T_۱$ بزرگ‌تر است. تغییرات دمای محیطی که این ترموستات در آن $T = T_۱ + a\cos\omega t$ است، که T و t زمان است. داریم:

$$T_۱ = ۷/۰۰^\circ C \qquad T_۲ = ۸/۰۰^\circ C$$
$$a = ۲/۰۰^\circ C \qquad \omega = ۲/۰۰\times۱۰^{-۳}s^{-۱}$$

چند درصد از زمان، مدار خنک کننده وصل است؟

۱۰- ماخ در مدار نشان داده شده در شکل، پتانسیل نقطهٔ P چند ولت است؟



«کلید سؤالات»

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