فصل ۹

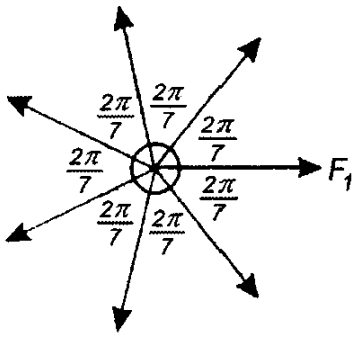
مرحلهٔ اوّل چهاردهمین المپیاد فیزیک ایران

۱.۹ سؤالات

« بخش سؤالات چند گزینه‌ای »

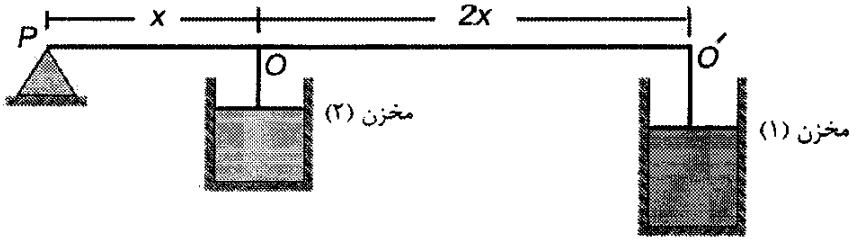
سؤال‌های ۱ تا ۳۴ چند گزینه‌ای هستند و به هر پاسخ درست امتیاز مثبت و به هر پاسخ غلط امتیاز منفی تعلق می‌گیرد. توجه داشته باشید که هر سؤال فقط یک گزینهٔ درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.
توجه: در مسائلی که احتیاج به عدد شتاب سقوط آزاد در سطح زمین (g) است.آن را مساوی $۱۰ m/s^۲$ بگیرید.

۱) مطابق شکل جسمی به جرم $۲kg$ تحت تأثیر هفت نیروی مساوی که در یک صفحه واقعند، در حالت تعادل قرار دارد. اندازهٔ هر یک از نیروها $۱۰N$ است. اگر نیروی $F_۱$ را ناگهان حذف کنیم، اندازهٔ شتاب چند متر بر مجذور ثانیه است؟



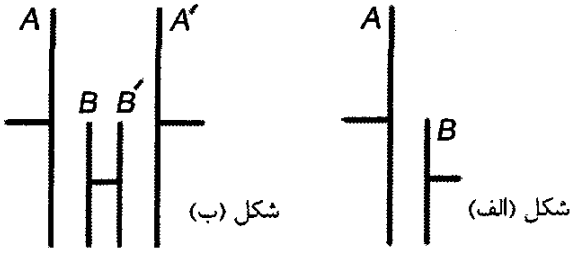
الف) $10\cos(\frac{2\pi}{7})$ ب) $10\cos(\frac{4\pi}{7})$ ج) $10\sin(\frac{4\pi}{7})$ د) صفر ه) ۵

۲) در شکل مقداری گاز کامل در دما و فشار یکسان درون مخزن‌های ۱ و ۲ در زیر پیستون‌های سبک محبوس است. میله‌ای در نقطه‌های O و O' به پیستون‌ها متصل است و می‌تواند حول تکیه‌گاه P بچرخد. اگر دمای مخزن ۱ را ۶۰ درجه اضافه کنیم دمای مخزن ۲ چقدر باید تغییر کند تا میلهٔ افقی بماند؟ از جرم میله چشم بپوشید.



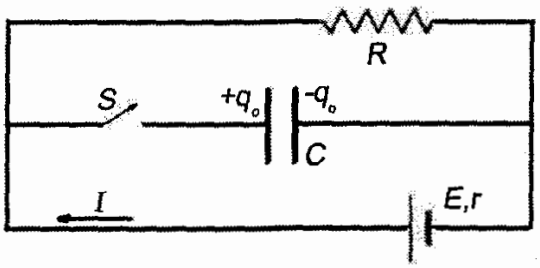
الف) ۲۰ درجه افزایش یابد. ب) ۲۰ درجه کاهش یابد.
ج) ۶۰ درجه کاهش یابد. د) ۴۰ درجه کاهش یابد.

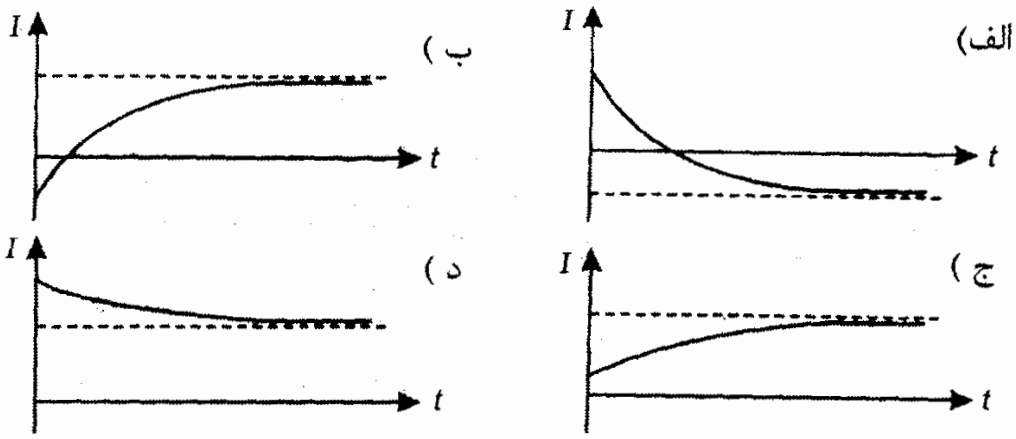
۳) دو صفحهٔ رسانای تخت A و B با مساحت‌های نامساوی، مطابق شکل «الف» قرار دارند. فاصلهٔ این دو صفحه از هم بسیار کم است. ظرفیت این خازن C است. در شکل «ب» دو تا از این خازن‌ها را با هم سری بسته‌ایم. صفحه‌های A، A'، B و B' با یکدیگر موازی هستند. فاصلهٔ صفحه‌های A و A' بسیار کم است. ظرفیت کل در شکل «ب»، C_r است. کدام گزینه درست است؟



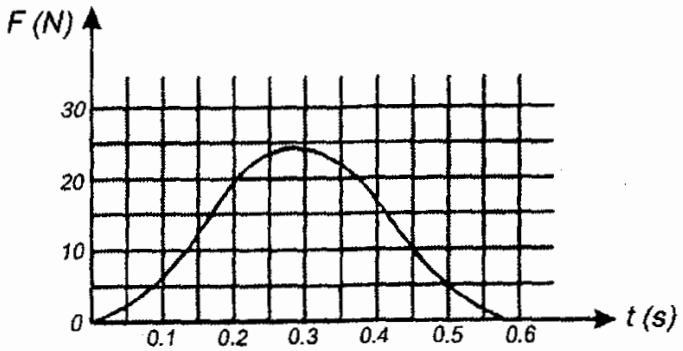
الف) $C_r = \frac{C}{2}$ ب) $C_r > \frac{C}{2}$ ج) $C_r < \frac{C}{2}$

۴) مطابق شکل، هنگامی که کلید S باز است بار خازن q_0 است. فرض کنید $CE < q_0 < \frac{C \times E}{1 + \frac{r}{R}}$. در $t = 0$ کلید را می‌بندیم. نمودار جریان I بر حسب t کدام است؟



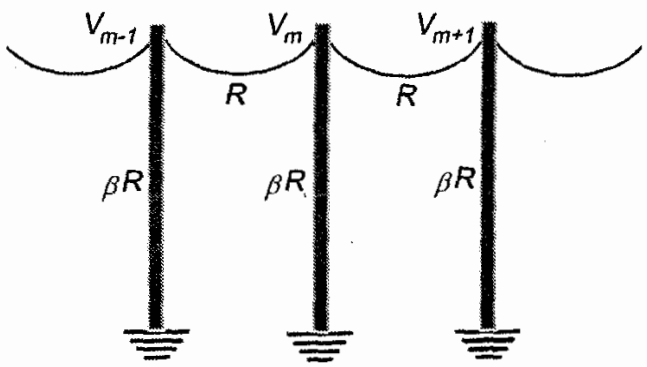


۵) توپی به جرم ۰/۵kg در راستای قائم به زمین می‌خورد. توپ با سرعت V به زمین می‌خورد و با سرعت $0/8V$ از زمین بالا می‌جهد. نمودار تغییرات نیروی سطح زمین بر توپ مطابق شکل است. توپ حداکثر تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟



الف) $0/4m$ ب) $0/8m$ ج) $1/2m$ د) $2m$

۶) مطابق شکل یک خط انتقال برق روی تعدادی پایه که فاصلهٔ آن‌ها مساوی است قرار دارد. مقاومت الکتریکی این خط، میان دو پایهٔ مجاور، R است. پایه‌ها کاملاً نارسانا نیستند و مقاومت هر کدام βR است. اختلاف پتانسیل میان زمین و محل اتصال خط با پایهٔ شمارهٔ m را V_m می‌گیریم. نسبت $\frac{V_{m+1}+V_{m-1}}{V_m}$ کدام است؟

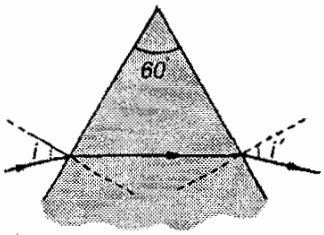


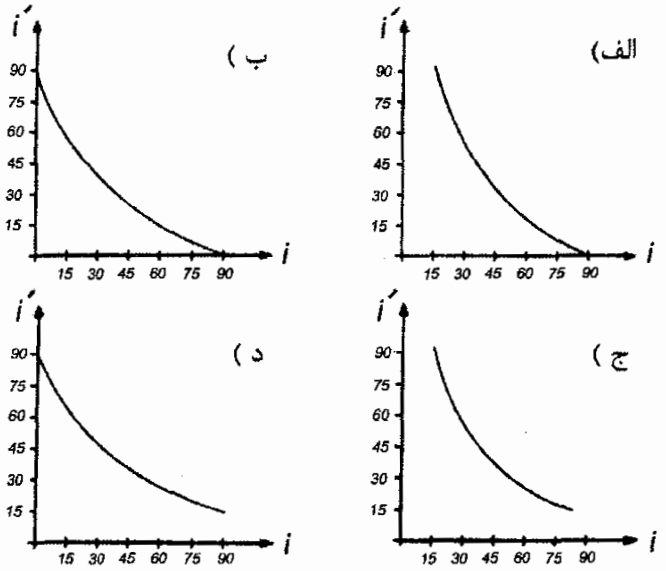
الف) $\frac{\beta}{۲+\beta}$ ب) $\frac{۱}{۲+\beta}$ ج) $۲+\frac{۱}{\beta}$ د) $\beta+\frac{۱}{۲}$

۷) شخصی به جرم $m = ۶۰\text{kg}$ روی یک باسکول ایستاده است. این شخص یک سر فنر بدون جرمی را در دست دارد که سر دیگر آن به کف باسکول بسته شده است. ثابت فنر ۱۰۰۰N/m است. اگر این شخص فنر را در راستای قائم نگه دارد و آن را طوری بکشد که طول آن ۲۰cm افزایش یابد، باسکول چند نیوتن را نشان می‌دهد؟

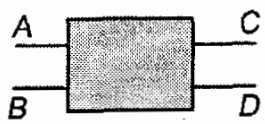
الف) ۴۰۰ ب) ۶۰۰ ج) ۸۰۰

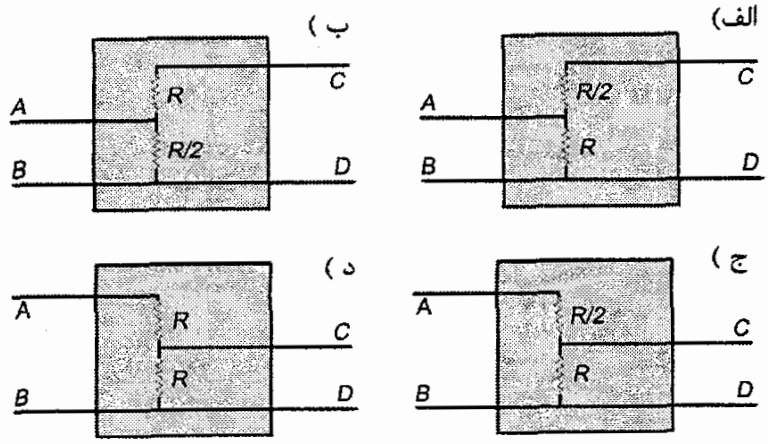
۸) ضریب شکست منشور نشان داده شده در شکل ۱/۴ است. مطابق شکل باریکهٔ نوری را با زاویهٔ تابش i به منشور می‌تابانیم. زاویهٔ خروج نور از منشور i' است. زاویهٔ i را از صفر تا ۹۰° تغییر می‌دهیم. کدام نمودار تغییرات زاویهٔ i' بر حسب i را نشان می‌دهد؟





۹) داخل جعبهٔ سیاه شکل یک مدار الکتریکی است. می‌خواهیم ببینیم عناصر تشخیص دهندهٔ این مدار چیست؟ اگر یک باتری با نیروی محرکهٔ E به دو سر AB وصل کنیم. اختلاف پتانسیل دو سر CD برابر $\frac{E}{۲}$ می‌شود. اگر همان باتری را به CD وصل کنیم. اختلاف پتانسیل AB برابر E می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند عناصر داخل جعبهٔ سیاه باشد؟

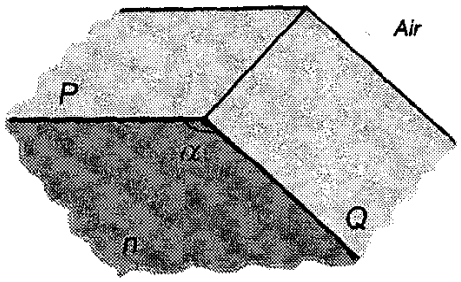




۱۰) جسمی در $t = ۰$ از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. اگر در طول حرکت توان کل داده شده به جسم ثابت باشد، سرعت جسم:

الف) متناسب با زمان است. ب) متناسب باجذر زمان است.
ج) ثابت است. د) متناسب با مربع زمان است.

۱۱) دو نیم صحفهٔ P و Q مطابق شکل ۱، با یکدیگر زاویهٔ α می‌سازند. ناحیهٔ میان این دو نیم صفحه با مادهٔ شفافی به ضریب شکست $n > ۱$ پر شده است. یک باریکهٔ نور از بیرون مادهٔ شفاف به نیم صفحهٔ P می‌تابد. صفحهٔ تابش بر نیم صفحه‌های P و Q عمود است. زاویهٔ α در چه رابطه‌ای صدق کند تا به ازای هیچ مقداری از زاویهٔ تابش، باریکهٔ از نیم‌صفحهٔ Q خارج نشود؟ بیرون مادهٔ شفاف هوا است.



الف) $\sin\alpha \geq \frac{۱}{n}$ ب) $\sin\frac{\alpha}{۲} \geq \frac{۱}{n}$ ج) $\cos\frac{\alpha}{۲} \geq \frac{۱}{n}$ د) $-\cos\alpha \geq \frac{۱}{n}$

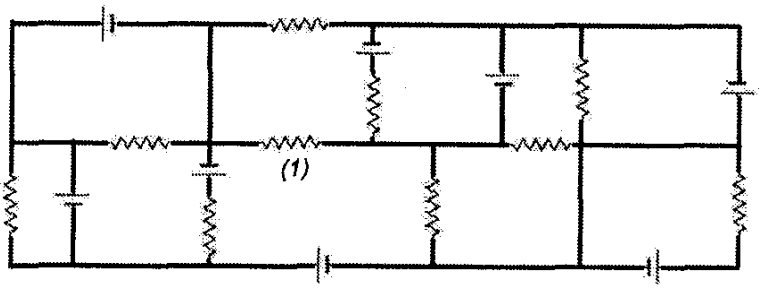
۱۲) انرژی بستگی هستهٔ ${}^{A}_{Z}X_{N}$ از رابطهٔ $B = [ZM_P + Nm_a - m_X]C^۲$ به دست می‌آید. m_n, m_p به ترتیب جرم پروتون و نوترون، m_x جرم هسته، C سرعت نور، و B انرژی بستگی هسته است. انرژی بستگی برای $A > ۱۰۰$ تقریباً به صورت $B = (a + bA)A$ است، که در آن $h = -۰/۰۰۸\text{MeV}, a = ۹/۶\text{MeV}$ است. فرض کنید هسته‌ای با جرمی A واپاشی کند و به یک هسته با عدد جرمی $(A - ۴)$ و یک هستهٔ α با عدد جرمی ۴ تبدیل شود. حداقل عدد جرمی A چقدر باشد تا این فرآیند انجام پذیر باشد؟ انرژی بستگی ذرهٔ α برابر ۲۵ MeV است.

الف) ۱۹۰ ب) ۲۱۱ ج) ۲۳۵ د) ۲۳۸

۱۳) انرژی ذره‌ای که مقید است در فاصله‌ای به طول a حرکت کند. گسسته است. انرژی تراز n ام این ذره $F_n = \frac{n^۲h^۲}{۸a^۲m}$ است. $h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴}\text{js}$ ثابت پلانک، m جرم ذره، و n یک عدد طبیعی است. فرض کنید الکترونی مقید است در فاصله‌ای به طول $a = ۱۰^{-۱۰}\text{m}$ حرکت کند. اگر بخواهیم با تاباندن یک فوتون، این الکترون را از تراز $n = ۱$ به تراز $n = ۳$ برانگیخته کنیم، بسامد این فوتون چقدر باید باشد؟ جرم الکترون $۹/۱ \times ۱۰^{-۳۱}\text{kg}$ است.

الف) $۸/۲\times۱۰^{۱۶}Hz$ ب) $۷/۳\times۱۰^{۱۶}Hz$ ج) $۳/۶\times۱۰^{۱۶}Hz$ د) $۹/۱\times۱۰^{۱۶}Hz$

۱۴) در مدار شکل، همهٔ مقاومت‌ها برابر با R است. نیروی محرکهٔ همهٔ باتری‌ها E و مقاومت درونی آن‌ها صفر است. چه جریانی از مقاومتی که با شمارهٔ ۱ نشان داده شده است می‌گذرد؟



الف) ۰ ب) $\frac{E}{R}$ ج) $\frac{۲E}{R}$ د) $\frac{۳E}{R}$

۱۵) یک آینه در $t = ۰$ از نقطهٔ O می‌گذرد و با سرعت ثابت V به طرف راست حرکت می‌کند. یک ساعت در نقطهٔ O است. وقتی این ساعت $t = T$ را نشان می‌دهد، یک تپ نور از نقطهٔ O گسیل می‌شود. این تپ به آینه می‌خورد و از آن باز می‌تابد و به نقطهٔ O برمی‌گردد. وقتی تپ به نقطهٔ O می‌رسد ساعت $t = T'$ را نشان می‌دهد. سرعت نور C است. رابطهٔ T' با T چیست؟

الف) $T' = T\frac{C+V}{C-V}$ ب) $T' = T\sqrt{\frac{C+V}{C-V}}$ ج) $T' - T$

د) $T' = T\sqrt{\frac{C-V}{C+V}}$ ه) $T' = T\frac{C-V}{C+V}$

۱۶) مدار سیارهٔ X بیضی‌یی است که در شکل نشان داده شده است. فاصلهٔ سیاره از ستارهٔ مرکزی (S) در نقطهٔ P کمترین مقدار است. در نقطهٔ A نور ستاره در قطب شمال سیاره، از هر وقت دیگری به خط عمود بر سطح سیاره نزدیک‌تر است. هنگامی که که قطب شمال سیاره بیشترین توان ناشی را از ستاره دریافت می‌کند. این سیاره کجا است؟

الف) در نقطهٔ A
ب) بین A و P (در ناحیهٔ a)
ج) در نقطهٔ P
د) بین P و B (در ناحیهٔ b)
ه) در نقطهٔ B

۱۷) فشار هوا در سطح زمین $P_۰$، در ارتفاع $h_۱$ از سطح زمین $P_۱$، و در ته چاهی که عمق آن $h_۲$ است. $P_۲$ است. اگر دما زیاد شود و $P_۰$ ثابت بماند:

الف) $P_۱$ و $P_۲$ هر دو کم می‌شوند. ب) $P_۱$ کم می‌شود و $P_۲$ زیاد می‌شود.
ج) $P_۱$ زیاد می‌شود و $P_۲$ کم می‌شود. د) $P_۱$ و $P_۲$ هر دو زیاد می‌شوند.

۱۸) یک جسم کوچک در فاصلهٔ ۹۰cm از یک عدسی همگرا و روی محور آن است. فاصلهٔ کانونی عدسی ۳۰cm است. یک آینهٔ تخت کوچک در فاصلهٔ ۳۰cm از عدسی و در طرف دیگر روی محور آن است. زاویهٔ محور عدسی با خط عمود بر آینه ۴۵° است. تصویر نهایی جسم:

الف) کوچکتر از جسم و حقیقی است. ب) کوچکتر از جسم و مجازی است.
ج) بزرگتر از جسم و حقیقی است. د) بزرگتر از جسم و مجازی است.

۱۹) فتوسنتز در برگ گیاه انجام می‌شود و برگ بیشتر گیاهان سبز است. با توجه به این، کدام گزینه درست است؟

الف) برگ گیاهان نسبت به نور سبز شفاف است.

ب) کمترین مقدار فتوسنتز در نور سبز ایجاد می‌شود.

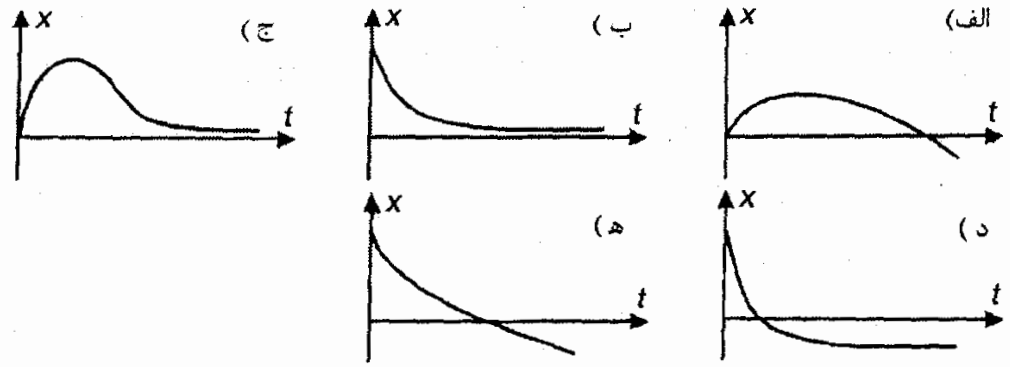
ج) ضریب شکست برگ برای نور سبز از ضریب شکست برگ برای نورهای مرئی دیگر بیشتر است.

د) اگر به برگ گیاه نور آبی و نور قرمز (باهم) بتابانیم، برگ سفید دیده می‌شود.

۲۰) با روش‌های فعلی ساخت دیسک سخت کامپیوتر (*Hard Disk*) به نظر می‌رسد برای این که فاصلهٔ بین دو نقطهٔ متمایز حافظه (بیت) از ۱۰۰ nm کمتر شود مشکلات جدی وجود دارد. فرض کنید در دیسک‌های سخت فعلی، در مربعی که طول ضلع آن ۱۰ cm است، 10^{10} بیت وجود دارد. بنابر قاعدهٔ مور (*Moore*)، که در ۳۰ سال گذشته تقریباً درست بوده است، تعداد بیت‌ها بر واحد سطح هر ۱/۵ سال دو برابر شده است. با فرض این که این قاعده همچنان درست بماند، حدوداً چند سال طول می‌کشد تا فاصلهٔ بیت‌های مجاور به حد ۱۰۰nm برسد؟

الف) ۳ سال ب) ۱۰ سال ج) ۳۰ سال د) ۱۰۰ سال

۲۱) سرعت جریان یک رود v_1 است، رود به طرف شرق جریان دارد. روی این رود یک قایق با سرعت ثابت v_2 نسبت به آب به طرف شرق حرکت می‌کند. در $t = 0$ یک تکه چوب از قایق با سرعت v_3 به طرف شرق، نسبت به قایق، در رود پرتاب می‌شود. جهت مثبت را رو به شرق می‌گیریم. نمودار مکان این تکه چوب نسبت به قایق (x) بر حسب زمان کدام است؟

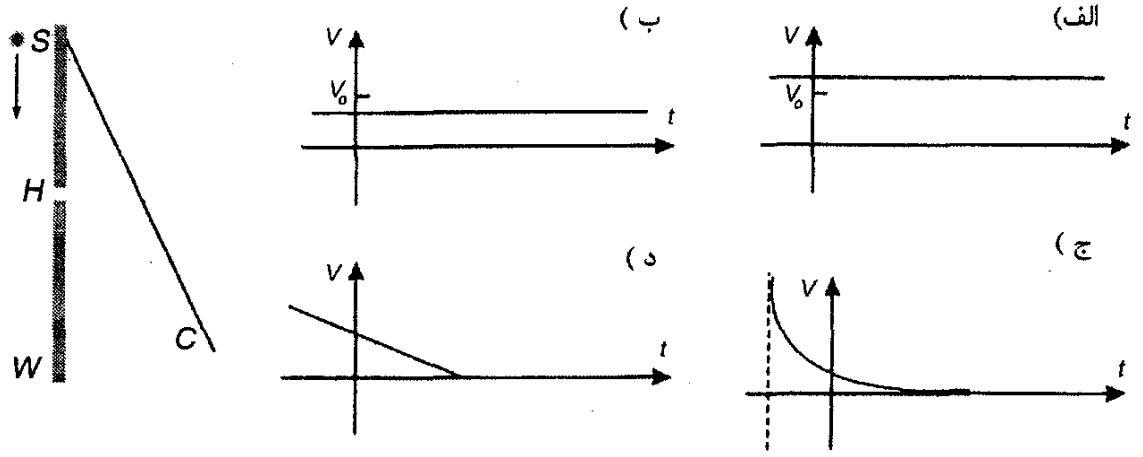


۲۲) یک مکعب چوبی به ضلع ۱m روی آب شناور است. ارتفاع بخش بیرون از آب مکعب ۲۰cm است. فشار جو را $10^5 Pa$ بگیرید. نیرویی که آب بر این مکعب وارد می‌کند چقدر است؟

الف) $8000N$ ب) $108000N$ ج) $20800N$ د) $440800N$

۲۳) پردهٔ C، مطابق شکل پشت دیوار W قرار دارد. روزنهٔ کوچک H در دیوار W است. چشمهٔ کوچک S با سرعت ثابت v_0 به موازات دیوار به طرف پایین حرکت می‌کند و در لحظهٔ $t = 0$ درست روبه‌روی H است (طوری که SH بر دیوار عمود است.) نور چشمهٔ

S لکهٔ کوچکی روی پردهٔ C درست می‌کند. نمودار سرعت این لکه روی پرده چگونه است؟



۲۴) ذرهٔ ۱ با سرعت v به طرف راست حرکت می‌کند و با ذرهٔ مشابه دیگری، (ذرهٔ ۲) برخورد می‌کند. ذرهٔ ۲ ساکن است. از دید یک دستگاه مختصات دیگر، ذرهٔ ۱ با سرعت v' به طرف راست و ذرهٔ ۲ با سرعت $-v'$ حرکت می‌کنند. پس از برخورد، سرعت ذرهٔ ۱ در این دستگاه مختصات $-\frac{v}{۲}$ و سرعت ذرهٔ ۲ در همین دستگاه مختصات $\frac{v}{۲}$ می‌شود. سرعت ذرهٔ ۱ پس از برخورد از دید دستگاه مختصات اول چقدر است؟
(راهنمایی: فرض کنید سرعت یک ذره در یک دستگاه مختصات v باشد. فرض کنید دستگاه مختصات دیگری با سرعت V نسبت به دستگاه مختصات اول حرکت کند. در این صورت سرعت ذره نسبت به دستگاه مختصات دوم $v' = v - V$ می‌شود.)

الف) ۰ ب) $\frac{v}{۴}$ ج) $\frac{v}{۳}$ د) $\frac{v}{۲}$ ه) $\frac{-v}{۴}$

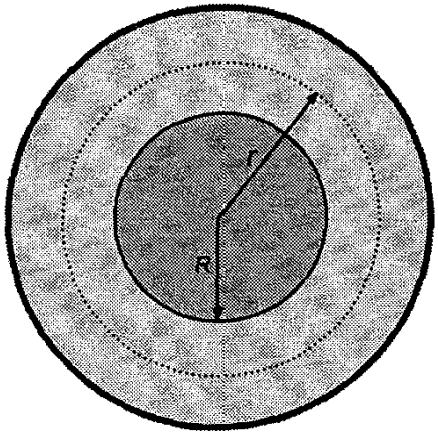
۲۵) شدت تابش خورشید (توان بر واحد سطح و عمود بر جهت تابش) در بالای جو زمین $۱/۴\mathrm{kW/m^۲}$ است. جرم خورشید $۲ \times ۱۰^{۳۰}\mathrm{kg}$ است. نور فاصلهٔ خورشید تا زمین را در ۸ دقیقه و ۲۰ ثانیه می‌پیماید. فرض کنید عمر خورشید $۱۰^{۱۰}$ سال است و شدت تابش خورشید در این مدت را ثابت بگیرید. در طول عمر خورشید چه کسری از جرم خورشید به انرژی تبدیل می‌شود؟

الف) $۱۰^{-۱}$ ب) $۱۰^{-۳}$ ج) $۱۰^{-۵}$ د) $۱۰^{-۷}$

۲۶) طول جغرافیایی چابهار تقریباً ۶۱° شرقی، و طول جغرافیایی تبریز تقریباً ۴۶° شرقی است. عرض جغرافیایی چابهار تقریباً ۲۵° شمالی، و عرض جغرافیایی تبریز تقریباً ۳۸° شمالی است. در یک روز زمستانی، خورشید در چابهار ساعت ۵ به وقت تهران غروب می‌کند. همان روز، خورشید در تبریز کی غروب می‌کند؟

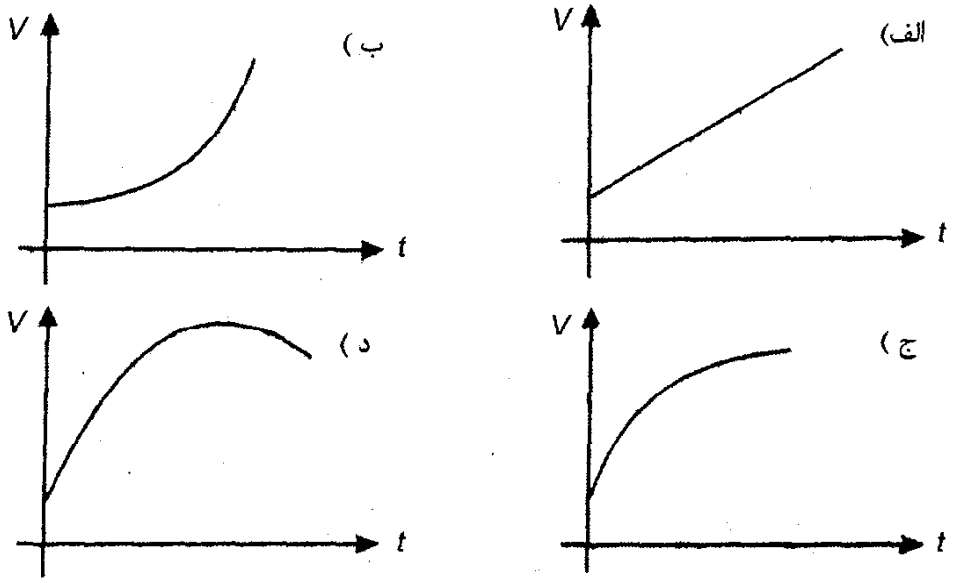
الف) ساعت ۶ به وقت تهران
ب) پیش از ساعت ۶ به وقت تهران
ج) پس از ساعت ۶ به وقت تهران

۲۷) مطابق شکل، فرض کنید یک سیاره از دو بخش تشکیل شده است: یک هستهٔ کروی به شعاع R و یک لایهٔ کروی بیرونی، چگالی در هر یک از این دو بخش ثابت است. چگالی در هسته بیش از چگالی در لایهٔ بیرونی است. چگالی متوسط سیاره (جرم کل آن تقسیم بر حجم کل آن) ρ_0 و چگالی در لایهٔ بیرونی ρ_1 است. شتاب سقوط آزاد در نقطه‌ای به فاصلهٔ r از مرکز سیاره $g = \frac{GM(r)}{r^2}$ است، که در آن G ثابت گرانش و $M(r)$ جرمی است که در کره‌ای به مرکز سیاره و شعاع r موجود است. چه رابطه‌ای بین ρ_1 و ρ_0 باشد تا با پایین رفتن از سطح سیاره مثلاً فرو رفتن در یک چاه، g زیاد شود.(یعنی $\frac{dg}{dr}$ در سطح این سیاره منفی باشد)؟



الف) $\rho_1 < \rho_0$ ب) $\rho_1 < \frac{2}{3}\rho_0$ ج) $\rho_1 < \frac{1}{2}\rho_0$ د) $\rho_1 < \frac{1}{3}\rho_0$

۲۸) فرض کنید بیشینهٔ توان مفید یک ماشین (P) در سرعت‌های کم فقط تابع سرعت آن (v) است. فرض کنید این بستگی به شکل $P = \alpha v^2$ است، که α مقدار ثابتی است. این ماشین با سرعت اولیهٔ v_1 از شیبی با زاویهٔ شیب ثابت بالا می‌رود. ماشین با توان بیشینه بالا می‌رود. نمودار سرعت بر حسب زمان (t) برای این ماشین کدام است؟

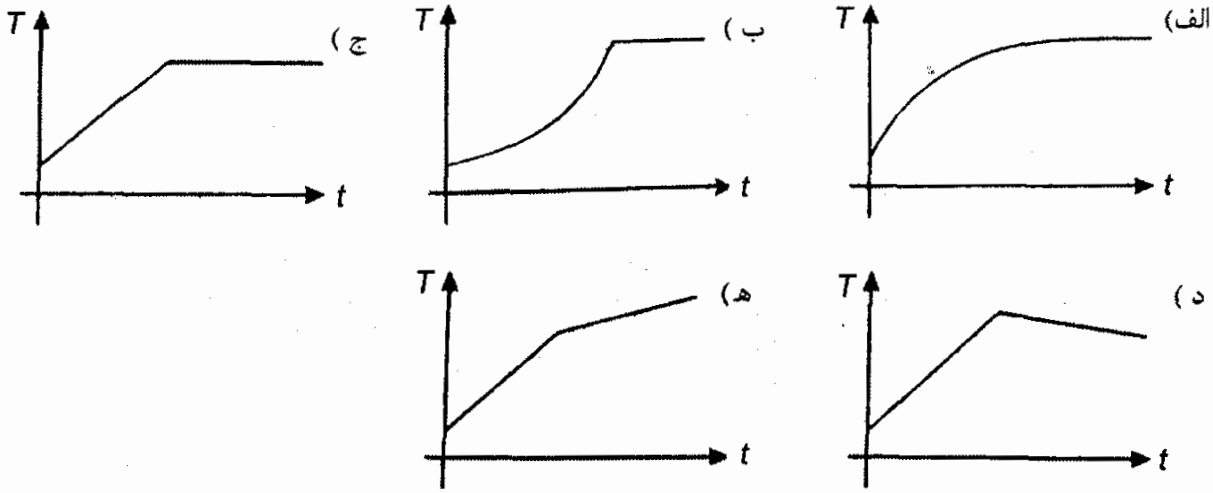


۲۹) یک دو قطبی الکتریکی عبارت است از یک بار مثبت (q) و یک بار منفی $(-q)$ که به فاصلهٔ کوچکی از هم قرار دارند. این دو قطبی را، مطابق شکل، روی محور x می‌گذاریم. در فضا میدان الکتریکی وجود دارد که روی محور x به شکل $\vec{E} = E\,\vec{i}$ است. E یک تابع

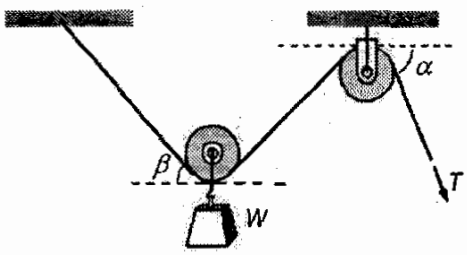
صعودی از x است. حرکت دوقطبی چگونه است؟

الف) حتماً در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند.
ب) حتماً در جهت منفی محور x حرکت می‌کند.
ج) اگر E در محل دو قطبی مثبت باشد در جهت مثبت محور x، و اگر E در آن جا منفی باشد در جهت منفی محور x حرکت می‌کند.
د) اگر E در محل دو قطبی مثبت باشد در جهت منفی محور x، و اگر E در آن جا منفی باشد در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند.
هـ) از محور x خارج می‌شود.

۳۰) یک کتری آب را روی اجاق می‌گذاریم. شعلهٔ اجاق تقریباً ثابت است. با فرض این که مقدار آبی که قبل از جوشیدن آب تبخیر می‌شود ناچیز باشد، کدام یک از این نمودارها به نمودار دمای آب (T) بر حسب زمان (t) نزدیک‌تر است؟



۳۱) در شکل قرقره‌ها سبک‌اند و اتلاف اصطکاکی‌شان ناچیز است. مجموعه در میدان گرانشی زمین است. نیروی کشش T چنان است که دستگاه در حال تعادل باشد. رابطهٔ T با دو زاویهٔ α و β چگونه است؟



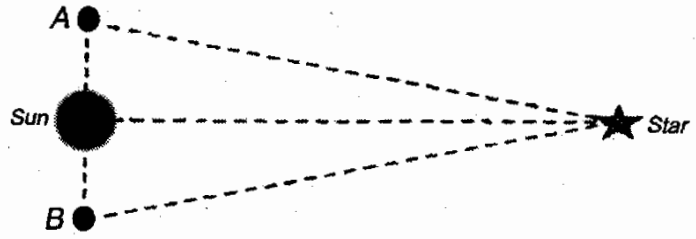
الف) T نسبت به β نزولی است و به α بستگی ندارد.
ب) T نسبت به β و α هر دو صعودی است.
ج) T نسبت به β صعودی و نسبت به α نزولی است.
د) T نسبت به β نزولی و نسبت به α صعودی است.
هـ) T نسبت به β صعودی است و به α بستگی ندارد.
و) T نسبت به β و α، هر دو نزولی است.

۳۲) به فنری با ثابت کشسانی $۲۰۰\frac{N}{m}$ یک وزنهٔ یک کیلوگرمی آویزان می‌کنیم و آن را به نوسان وا می‌داریم. مبدأ محور قائم (y) را نقطهٔ تعادل وزنه می‌گیریم. معادلهٔ حرکت وزنه

در واحدهای SI، $y = ۰/۰۸\sin(\omega t + \frac{\pi}{۴})$ است. انرژی پتانسیل کشسانی فنر در بالاترین نقطه از مسیر حرکت وزنه، نسبت به حالت کشیده نشدهٔ فنر چند میلی‌ژول است؟

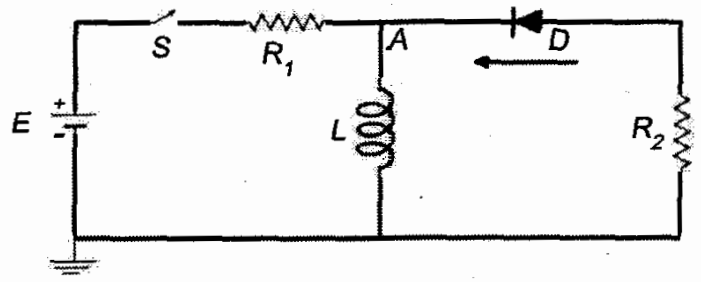
الف) ۶۴۰ ب) ۹۰ ج) ۲۵۰ د) ۳۲۰

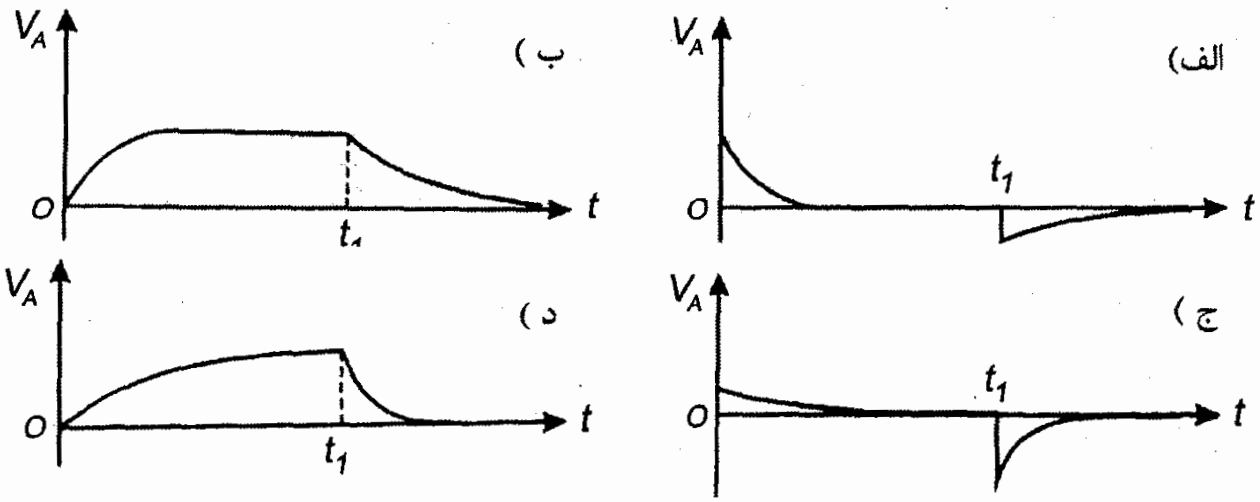
۳۳) اخترشناسان برای اندازه‌گیری فاصلهٔ ستاره‌ای تا زمین با دوربین نجومی دو بار آن را به فاصلهٔ ۶ ماه، از زمین رصد می‌کنند. در دو رصد یک ستاره، محور دوربین ۰/۰۵ ثانیهٔ قوسی می‌چرخد. زمین در زمان‌های رصد ستاره، در نقطه‌های A و B است. فرض کنید خطی که خورشید را به ستاره وصل می‌کند، بر خط AB عمود است. فاصلهٔ ستاره تا زمین تقریباً چند برابر فاصلهٔ زمین تا خورشید است؟
(هر درجه ۳۶۰۰ ثانیهٔ قوسی است.)



الف) $۱۰^{۵}$ برابر ب) $۱۰^{۷}$ برابر ج) $۱۰^{۹}$ برابر د) $۱۰^{۱۱}$ برابر

۳۴) در شکل، $R_۲ = ۳R_۱$ و باتری با نیروی محرکهٔ E و بدون مقاومت داخلی است. قطعهٔ سیاه رنگی که نشان داده شده، دیود است، که فقط اجازهٔ عبور جریان از راست به چپ (در جهت فلش مشخص شده) را می‌دهد. دیود وقتی جریان از آن می‌گذرد شبیه یک مقاومت صفر اهم است. در $t = ۰$ کلید S را می‌بندیم و مدت زیادی صبر می‌کنیم. در زمان $t_۱$ کلید را باز می‌کنیم. کدام شکل نمودار پتانسیل نقطهٔ A بر حسب زمان است؟

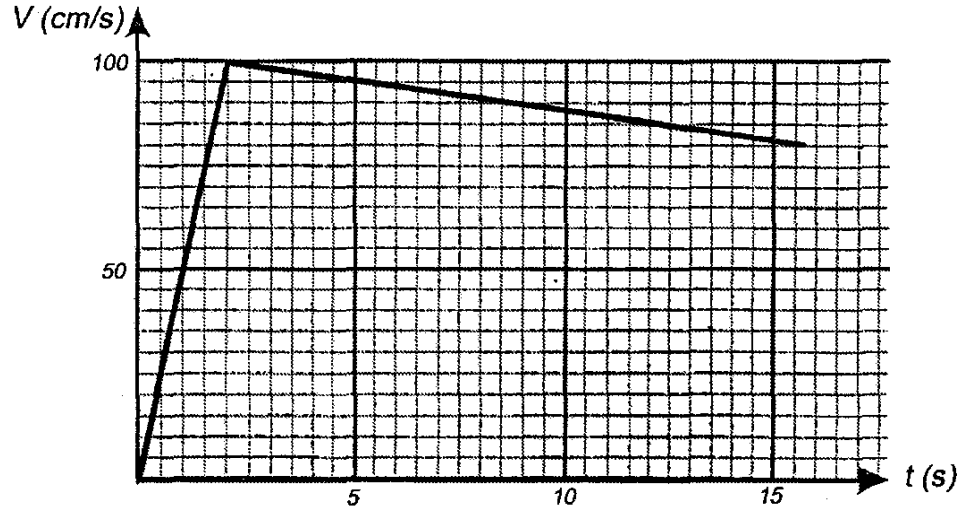




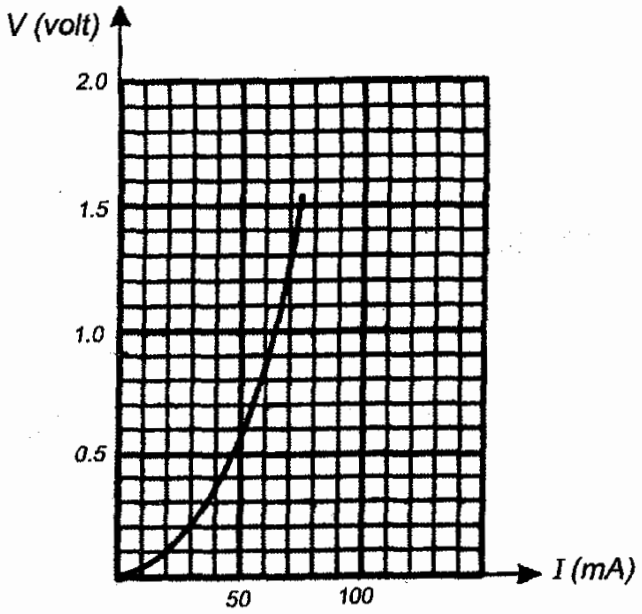
«بخش مسائل پاسخ کوتاه»

پیش از شروع به حل مسأله‌های کوتاه، توضیح زیر را به دقت بخوانید:
در مسأله‌های شمارهٔ ۱ تا ۴ باید پاسخ را بر حسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی متر، متر، کیلوگرم، میکروفاراد، و غیره) که در صورت مسأله خواسته شده است، با دو رقم به دست آورید.
مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی بر حسب میکروفاراد را به آورده باشید، آن را گرد کنید و به ۲۷ میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد ۲۶/۷ میکروفاراد تبدیل کنید.
توجه: پاسخ نادرست در این بخش نمرهٔ منفی ندارد.

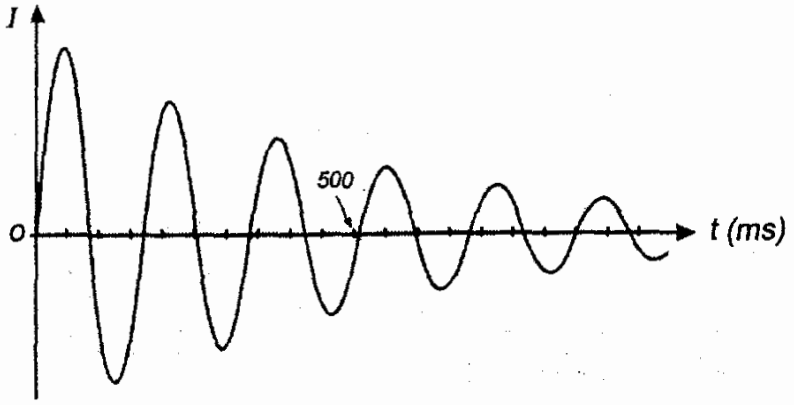
۱) نمودار سرعت – زمان یک شناگر مطابق شکل است. سرعت متوسط در بازهٔ زمانی صفر تا t را $\overline{v}(t)$ می‌نامیم. بیشینهٔ $\overline{v}(t)$ برای این شناگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟



۲) یک مقاومت غیرخطی عنصری است که ولتاژ دو سر آن به جریانی که از آن می‌گذرد بستگی دارد. اما این بستگی به شکل قانون اهم نیست. نمودار ولتاژ دو سر یک مقاومت غیرخطی بر حسب جریان مطابق شکل است. این مقاومت را به دو سر یک باتری می‌بندیم که نیروی محرکهٔ آن V ۱/۵، و مقاومت درونی آن Ω ۱۰ است. نسبت گرمای تلف شده در مقاومت غیرخطی به مجموع گرماهای تلف شده در مقاومت غیرخطی و باتری را بازده می‌نامیم. این بازده چند درصد است؟



۳) نمودار جریانی که از یک مدار می‌گذرد بر حسب زمان مطابق شکل است. فاصلهٔ بین دو زمان متوالی که جریان صفر می‌شود چند میلی‌ثانیه است؟ جواب با دقت میلی‌ثانیه مورد نظر است. یعنی اگر جواب درست مثلاً $37ms$ باشد، جواب‌های $36ms$ و $38ms$ هم نادرست به حساب خواهند آمد.



۴) جریانی که از مقاومت ۵۰Ω در شکل می‌گذرد چند میلی‌آمپر است؟ مقاومت داخلی باتری‌ها را ناچیز فرض کنید.