مقدمه‌ی مؤلف

یکی از سخت‌ترین کارای دنیا برای من نوشتن مقدمه است!!! حالا تمام تلاشمو می‌کنم که یه چیزی سر هم کنم!

این کتاب فقط جهت جمع‌بندی مطالبی که در یک سال تحصیلی آموخته‌اید، مناسب می‌باشد و به‌هیچ‌وجه برای آموزش اولیه مناسب نیست. یعنی شما باید مطالب را خوانده باشید و فقط برای جمع‌بندی و دوره‌ی آن‌ها از این کتاب استفاده نمایید و بهترین زمان استفاده از این کتاب دو ماه قبل از کنکور است.

سعی‌شده که درس‌نامه‌های کتاب بسیار خلاصه و فشرده و کامل باشند و به همین دلیل شاید یک‌بار مطالعه‌ی درس‌نامه کافی نباشد، پس سفارش فراوان می‌کنم که درس‌نامه‌ها را چندین بار و به دقت مطالعه نمایید. طراحی درس‌نامه‌ها براساس دوره و جمع‌بندی صورت‌گرفته و سعی شده‌است که مطالب براساس ارتباط معنایی و مفهومی‌شان در کنار هم قرارگرفته و ارائه شوند. در پایان درس‌نامه‌ها چندین سؤال ساده مطرح شده‌است که جهت تثبیت بیش‌تر درس‌نامه می‌باشد.

با توجه به زمان استفاه از این کتاب (دو ماه مانده به کنکور) مطالبی که احتمال تست شدن آن‌ها در کنکور کم‌تر است، ارائه نگردیده و فقط مطالبی که به احتمال زیاد در کنکور از آن‌ها سؤال می‌آید، عنوان گردیده‌اند وگرنه طراحی کتاب جامع شامل صفحات زیادی می‌گردید که با توجه به زمان باقی‌مانده تا کنکور، مطالعه‌ی آن از حوصله و توان داوطلبان خارج است.

در پایان کتاب، سؤالات احتمالی و پر تکرار مطرح شده‌اند که در صورت تسلط بر آن‌ها تعداد زیادی از آن‌ها را عیناً در کنکورتان خواهیددید. این کتاب در کلاس‌های نکته و تست و همایش به همین صورت تدریس می‌شود.

این کتاب هرسال مورد بازبینی قرار گرفته و آخرین تغییرات کتاب‌های درسی در آن لحاظ می‌شود و هم‌چنین هر ساله تعدادی تست وتمرین‌های کتاب درسی که احتمال سؤال‌شدن در کنکور را دارد، به آن اضافه می‌شود.

در آخر از دکتر مصطفی عبدالهی‌نیا کمال تشکر را دارم که در صورت عدم همکاری ایشان این کتاب به سرانجام نمی‌رسید. هم‌چنین از تمام اعضای مجموعه‌ی نشر دریافت نیز بسیار سپاسگزارم.

«ارادتمند امیر میرحسینی»

فهرست

- فصل اول: کاربرد مشتق ۱
- فصل دوم: امواج مکانیکی ۶
- فصل سوم: آزمایش یانگ ۸
- فصل چهارم: فیزیک اتمی و ساختار هسته ۹
- فصل پنجم: الکتریسیته (خازن و مقاومت) ۱۶
- فصل ششم: مغناطیس و القا ۱۸
- فصل هفتم: نور و شکست نور ۲۱
- فصل هشتم: اندازه‌گیری و بردار ۲۸
- فصل نهم: دینامیک ۳۰
- فصل دهم: کار و انرژی ۳۱
- فصل یازدهم: فشار و ویژگی‌های ماده ۳۳
- فصل دوازدهم: گرما و قوانین گازها ۳۴
- فصل سیزدهم: فیزیک حالت جامد (مخصوص رشته‌ی ریاضی) ۳۶
- فصل چهاردهم: اثر دوپلر (مخصوص رشته‌ی ریاضی) ۴۰
- فصل پانزدهم: حرکت پرتابی (مخصوص رشته‌ی ریاضی) ۴۱
- فصل شانزدهم: ترمودینامیک (مخصوص رشته‌ی ریاضی) ۴۲
- فصل هفدهم: مثال‌ها ۴۵
- فصل هجدهم: تست‌های تکمیلی به‌همراه پاسخ تشریحی ۶۶

فصل نهم

دینامیک

قانون اول نیوتن (استاتیک) (سکون و حرکت یکنواخت): $\sum F = 0 \;:(a = 0)$

قانون دوم نیوتن (دینامیک) (حرکت شتاب‌دار): $\sum F = ma \;:(a \neq 0)$

روش حل تمامی مسائل دینامیک

قدم اول: رسم نیروها (دیاگرام آزاد) شامل نیروهای mg، N و f و T و Kx

قدم دوم: تجزیه‌ی نیروها در راستای لغزش (راستای حرکت) و عمود بر راستای حرکت.

قدم سوم: برآیندهای نیروها در راستای عمود بر حرکت برابر صفر است (چون در این راستا حرکت نداریم) و در راستای حرکت قانون اول یـا قـانون دوم را می‌نویسیم. اگر حرکت یکنواخت باشد، قانون اول و اگر شتابدار باشد، قانون دوم را خواهیم نوشت.

توجه داشته‌باشید که مبحث دینامیک (به‌جز حرکت دایره‌ای) درس‌نامه‌ی زیادی ندارد و روش حل تمامی مسائل شبیه هم می‌باشد، امـا تنوع سؤال در این مبحث آن‌چنان زیاد است که هرچه مثال حل کنید باز هم ممکن است مثال جدیدی ببینید!! حرکت دایره‌ای و تکانـه در فصل اول (کاربرد مشتق) مطرح‌شده‌است.

(لطفاً به مثال‌های ۳۴ تا ۳۸ توجه فرمایید.)

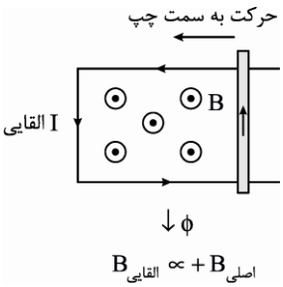
پاسخ:

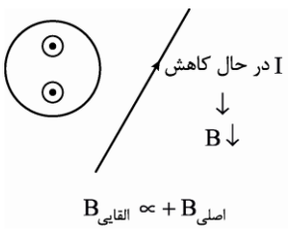
$$F_A = ۲\times۱۰^{-۷}\frac{۶\times۲}{۳\times۱۰^{-۱}}\times۱ = ۸\times۱۰^{-۶}\ N$$

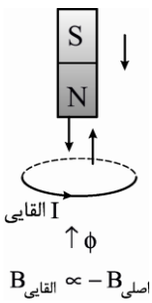
$$F_B = ۲\times۱۰^{-۷}\frac{۴\times۲}{۱۰^{-۱}}\times۱ = ۱۶\times۱۰^{-۶}\ N$$

$$F_{کل} = ۱۶\times۱۰^{-۶} - ۸\times۱۰^{-۶} = ۸\times۱۰^{-۶}\ N$$ به سمت راست

مثال ۳۲: در شکل‌های مقابل با توجه به تغییر اعمال‌شده، جهت جریان القایی را تعیین کنید.

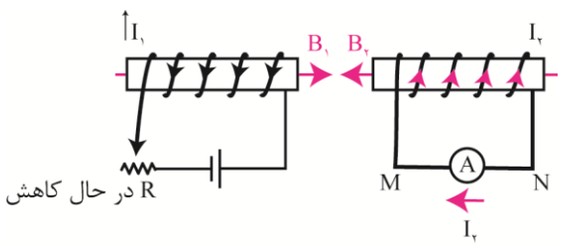




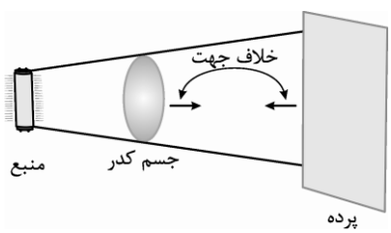


پاسخ:

با کاهش R، جریان $I_۱$ افزایش‌یافته و میدان $B_۱$ بزرگ‌تر می‌شود. در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از سیم‌پیچ سمت راست افزایش‌یافته و طبق قانون لنز، میدان مغناطیسی القایی درون آن $(B_۲)$ خلاف جهت $B_۱$ خواهدشد. در نتیجه جریان القایی $I_۲$ درون آمپرسنج از N به M است.



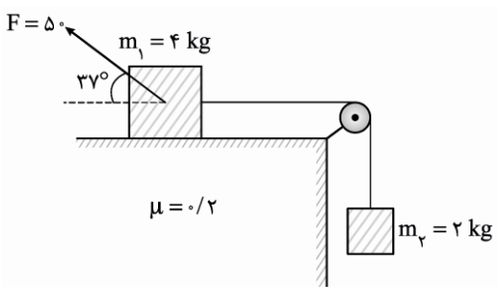
مثال ۳۳: جسم کدری که ابعادش بزرگ‌تر از منبع است، از منبع نور دور می‌شود. تغییرات پهنای سایه و نیم‌سایه را مشخص کنید.



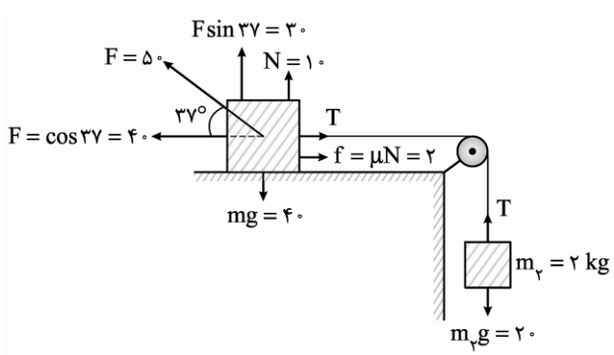
پاسخ: سایه ↓ و نیم‌سایه ↓

به‌جای حرکت جسم کدر به سمت راست، پرده را به سمت چپ (خلاف جهت) انتقال دادیم که سایه و نیم‌سایه همانند هم کوچک شوند.

مثال ۳۴: در شکل مقابل شتاب حرکت دستگاه و نیروی کشش نخ را محاسبه کنید.



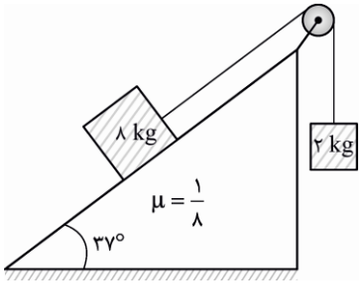
پاسخ:



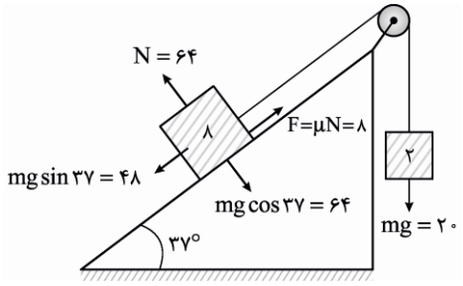
$$\sum F = \sum ma \Rightarrow ۴۰ - ۲ - ۲۰ = ۶a \Rightarrow a = ۳$$

قانون دوم برای $m_۲$: $T - ۲۰ = ۲\times۳ \Rightarrow T = ۲۶\ N$

مثال ۳۵: در شکل مقابل شتاب حرکت دستگاه و نیروی کشش نخ را به‌دست آورید.



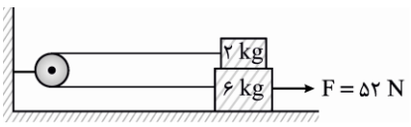
پاسخ:



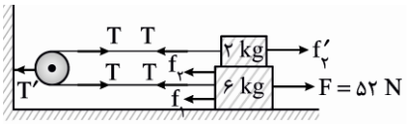
$$\sum F = \sum ma \Rightarrow ۴۸ - ۸ - ۲۰ = ۱۰a \Rightarrow a = ۲$$

۲kg قانون دوم برای جسم: $T - ۲۰ = ۲ \times ۲ \Rightarrow T = ۲۴\ N$

مثال ۳۶: در شکل مقابل ضریب اصطکاک بین تمام سطوح $\mu = ۰/۳$ است. اگر از جرم نخ و قرقره و اصطکاک بین آن‌ها چشم‌پوشی کنیم، شتاب حرکت دستگاه و نیروی کشش نخ متصل به وزنه‌ها و نیروی کشش میله‌ی متصل به قرقره را محاسبه کنید.



پاسخ: وقتی وزنه‌ی ۶ کیلوگرمی به سمت راست کشیده می‌شود از طرف سطح پایین و بالا نیروی اصطکاک مخالف حرکت ایجاد می‌شود و عکس‌العمل اصطکاک بالایی $(f_۲)$ در خلاف جهت به جسم ۲ کیلوگرمی وارد می‌شود $(f'_۲)$.



$$f_۱ = \mu N_{\text{کل}} = ۰/۳ \times ۸۰ = ۲۴$$

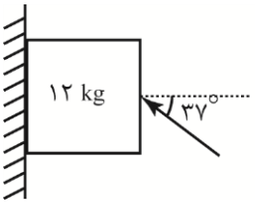
$$f_۲ = f'_۲ = \mu N_{\text{بالایی}} = ۰/۳ \times ۲۰ = ۶$$

$$\sum F_{\text{کل}} = \sum ma \Rightarrow ۵۲ - f_۱ - f_۲ - f'_۲ = ۸a \Rightarrow ۵۲ - ۲۴ - ۶ - ۶ = ۸a \Rightarrow \boxed{a = ۲}$$

قانون دوم برای جسم بالایی: $T - f'_۲ = ۲a \Rightarrow T - ۶ = ۲ \times ۲ \Rightarrow T = ۱۰\ N$

$$T' = ۲T = ۲۰\ N$$

مثال ۳۷: در شکل مقابل ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح دیوار به‌ترتیب ۰/۵ و ۰/۲ است.

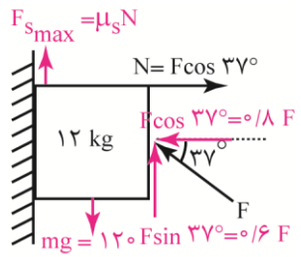


الف) حداقل نیروی F برای تعادل جسم چند نیوتن است؟

ب) حداکثر نیروی F برای تعادل جسم چند نیوتن است؟

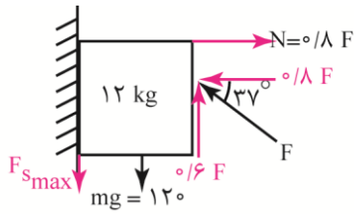
پ) اگر $F = ۵۰۰\ N$ باشد، چه وضعیتی پیش می‌آید؟

پاسخ: **الف)** حداقل نیروی F زمانی است که جسم در آستانه‌ی افتادن قرار گیرد. پس اصطکاک ایستایی، بیشینه و رو به بالا است.



$$f_{s_{max}} + ۰/۶F = mg$$

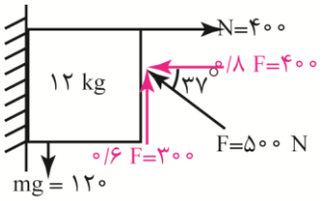
$$۰/۵ \times ۰/۸F + ۰/۶F = ۱۲۰ \Rightarrow F_{min} = ۱۲۰\ N$$



ب) حداکثر نیروی F زمانی است که جسم در آستانه‌ی بالارفتن قرار گیرد. پس اصطکاک ایستایی، بیشینه و رو به پایین است.

$$f_{s_{max}} + mg = ۰/۶F \Rightarrow ۰/۵ \times ۰/۸F + ۱۲۰ = ۰/۶F$$
$$۰/۲F = ۱۲۰ \Rightarrow F_{max} = ۶۰۰N$$

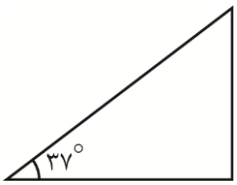
پ) اگر $F_{min} \le F \le F_{max}$ باشد، جسم ساکن می‌ماند. در این‌صورت اصطکاک ایستایی ممکن است بیشینه نباشد. در این قسمت فرض می‌کنیم مقدار F_{min} و F_{max} را نمی‌دانیم و سؤال را حل می‌کنیم. با توجه به این‌که مؤلفه‌ی قائم F برابر ۳۰۰ نیوتن و رو به بالا ، و mg برابر $۱۲۰N$ و رو به پایین‌است و جسم احتمالاً بالا می‌رود. در این‌صورت مقدار $f_{s_{max}}$ را محاسبه می‌کنیم. $f_{s_{max}} = \mu_s N = ۰/۵ \times ۴۰۰ = ۲۰۰$.



چون f_s رو به پایین است، مجموع $f_{s_{max}}$ و mg از عامل حرکت (۳۰۰ نیوتن) بیش‌تر است و جسم بالا نمی‌رود. پس جسم ساکن مانده (زیرا mg از ۳۰۰ نیوتن کم‌تر است) و در این وضعیت f_s برابر تفاضل mg و ۳۰۰ نیوتن، یعنی ۱۸۰ نیوتن و رو به پایین است.

$$\sum F = ۰ \Rightarrow f_s + mg = ۳۰۰ \Rightarrow f_s = ۱۸۰N$$

مثال ۳۸: در شکل مقابل جسم با سرعت $۴\ \frac{m}{s}$ از پایین سطح شیب‌دار به ضریب اصطکاک جنبشی $۰/۲۵$ رو به بالا پرتاب‌شده و پس از مدتی متوقف‌شده و برمی‌گردد.

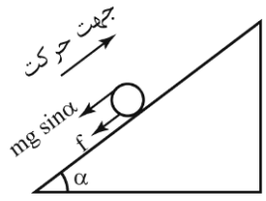


الف) این جسم چند ثانیه بالا می‌رود؟

ب) این جسم حداکثر چند متر روی سطح شیب‌دار بالا می‌رود؟

پ) این جسم چند ثانیه پایین می‌آید؟

ت) سرعت جسم هنگام برگشتن به پایین سطح شیب‌دار چند $\frac{m}{s}$ است؟



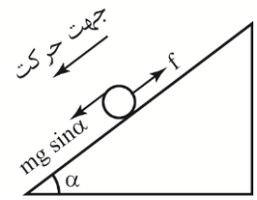
پاسخ: الف) ابتدا با استفاده از برآیند نیروها، شتاب بالارفتن جسم را به‌دست‌می‌آوریم:

$$۰ - mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma \Rightarrow a = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$$
$$a = -۱۰(۰/۶ + ۰/۲۵ \times ۰/۸) = -۸$$
$$V = at + V_۰ \xrightarrow{V=۰} ۰ = -۸t + ۴ \Rightarrow t = ۰/۵\ s$$

ب) با استفاده از رابطه‌ی مستقل از زمان می‌توان جابه‌جایی جسم تا لحظه‌ی توقف را به‌دست‌آورد.

$$V^۲ - V_۰^۲ = ۲a\Delta x \xrightarrow{V=۰} ۰ - ۱۶ = ۲(-۸)\Delta x \Rightarrow \Delta x = ۱\ m$$

پ) باید شتاب جسم در مسیر برگشت را به‌دست‌آورده و با توجه به این‌که حرکت برگشت گلوله از حال سکون شروع‌شده و فاصله‌ی نقطه‌ی برگشت تا زمین را در قسمت قبل مشخص نمودیم، از رابطه‌ی مکان- زمان استفاده می‌کنیم.



$$mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma \Rightarrow a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$$
$$a = ۱۰(۰/۶ \times ۰/۲۵ \times ۰/۸) = ۴$$
$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + V_۰t \xrightarrow{V_۰=۰} ۱ = \frac{۱}{۲} \times ۴t^۲ \Rightarrow t = \frac{\sqrt{۲}}{۲} \simeq ۰/۷\ s$$

ت) با توجه به معلوم‌بودن زمان و شتاب حرکت برگشت از رابطه‌ی $V = at + V_۰$ استفاده می‌کنیم.

$$V = at + V_۰ \Rightarrow V = ۴ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} + ۰ = ۲\sqrt{۲}\ \frac{m}{s}$$

در ضمن می‌توان رابطه‌ی مستقل از زمان را یک‌بار برای بالارفتن و یک‌بار برای پایین‌آمدن بنویسیم و از تقسیم آن‌ها، سرعت برخورد به زمین

فصل دوازدهم

گرما و قوانین گازها

انواع روابط گرما

- **جرمی (تمام حالات ماده)**
  - **غیرنهان (تغییر دما):** $Q = mc\Delta\theta$
  - **نهان (دما ثابت)** (تغییر حالت)
    - ذوب (انجماد): $Q_F = mL_f$
    - تبخیر (میعان): $Q_V = mL_V$
- **مولی (فقط گازها)** $Q = nC_M\Delta T$ (ویژه‌ی رشته‌ی ریاضی)
  - هم‌حجم $Q_V = nC_{mV}\Delta T$
  - هم‌فشار $Q_P = nC_{MP}\Delta T$

محاسبه‌ی دمای تعادل

گرمایی که جسم گرم می‌دهد = گرمایی که جسم سرد می‌گیرد. $|Q_1| = |Q_2|$

کافی است مراحل مبادله‌ی گرما در هر سمت را بنویسیم و با هم برابر قراردهیم.

انبساط جامدات

- **طولی**
  $L_2 = L_1(1+\alpha\Delta\theta)$
  $\Delta L = L_1\alpha\Delta\theta$
- **سطحی**
  $A_2 = A_1(1+2\alpha\Delta\theta)$
  $\Delta A = A_1(2\alpha)\Delta\theta$
- **حجمی**
  $V_2 = V_1(1+3\alpha\Delta\theta)$
  $\Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta$

با افزایش دمای یک جسم حفره‌دار، ابعاد کلی خودش و حفره‌اش افزایش می‌یابد.

رسانش گرمایی

$$Q=\frac{KAt\Delta\theta}{L}$$

K: ضریب رسانش $\left(\frac{W}{m°C}\right)$ A: سطح مقطع (m^2) t: زمان (S) $\Delta\theta$: اختلاف دما °C یا K

L: طول (ضخامت) m

قانون گازهای کامل:

$$\frac{PV}{T}=nR=\text{ثابت}$$

P: ضریب رسانش (pa) V: حجم (m^3) T: دمای مطلق (K) R: ثابت گازها $\left(\frac{J}{mol.K}\right)$

n: تعداد مول (mol)

مقایسه‌ی گازها در ۲ حالت

- **یک گاز (جرم و جنس (مول) یکسان):** $\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}$
- **دو گاز (جرم و جنس (مول) متفاوت):** $\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}$

انتقال گرما

- **رسانش:** $Q=\frac{KAt\Delta\theta}{L}$
- **همرفتی:** مخصوص سیالات (مایع و گاز)
  - گرم (سبک) بالا می‌رود.
  - سرد (سنگین) پایین می‌رود.
- **تابش:** از خلأ هم عبور می‌کند، سرعت انتقال زیاد

در دمای اتاق، اجسام رسانای گرما همواره سردتر به‌نظر می‌رسند، زیرا گرمای بدن را جذب می‌کنند.

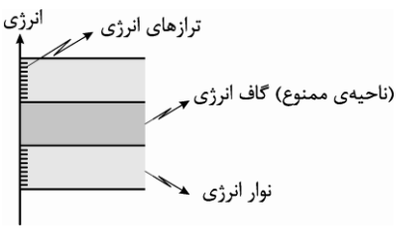
به مثال‌های ۴۷ تا ۵۱ توجه فرمایید.

فصل سیزدهم

فیزیک حالت جامد

(مخصوص رشته‌ی ریاضی)

ساختار نواری



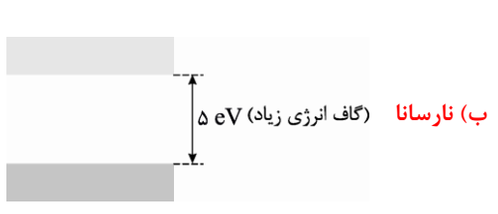
هر الکترون توسط مجموعه‌ای از هسته‌ها جذب می‌شود. الکترون‌های زیادی وجوددارند که از نظر انرژی بسیار شبیهند و تشکیل یک نوار انرژی را می‌دهند. هر نوار از تعداد بی‌شماری تراز انرژی تشکیل شده که هر کدام توسط یک الکترون پر می‌شوند و بین نوارهای مختلف اختلاف انرژی زیادی وجوددارد که در این فاصله هیچ تراز الکترونی وجودندارد و به آن ناحیه‌ی ممنوع یا گاف انرژی می‌گویند.

الکترون‌ها به‌ترتیب ترازهای نوارها را از کم‌ترین تا بیش‌ترین انرژی پر می‌کنند و در نهایت نوار آخر یا کاملاً پر یا نیمه‌پر است.
وقتی الکترون از میدان الکتریکی یا منبع گرمایی انرژی مناسب بگیرد از یک تراز به تراز بالاتر گذار پیدا می‌کند.

انواع گذار

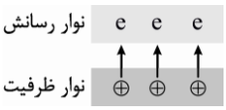
- **درون‌نواری** ← فقط در نوار نیمه‌پر (نیاز به انرژی کم) رسانا
- **برون نواری** ← نیاز به انرژی زیاد دارد و معمولاً توسط میدان الکتریکی تأمین نمی‌شود. (نارسانا)

مدل نواری اجسام



نوار نیمه‌پر ندارد و به علت گاف انرژی زیاد گذار نداشته و رسانش ندارد.

پ) نیم‌رسانای ذاتی



در حالت پایه نوار نیمه‌پر ندارد ولی با توجه به گاف انرژی کم می‌تواند به‌راحتی برانگیخته‌شده و گذار برون‌نواری انجام دهد و برخی الکترون‌های نوار ظرفیت به نوار رسانش می‌روند و حفره‌ها در محل نوار ظرفیت باقی می‌مانند. (خاصیت رسانش)

تعداد الکترون‌های نوار رسانش و حفرات نوار ظرفیت در نیم‌رسانای ذاتی برابر است.

اثر دما بر مقاومت الکتریکی:

- **رسانا:** $T \uparrow \leftarrow$ جنبش مولکولی $\uparrow \leftarrow$ برخورد الکترون‌ها با اتم‌ها $\uparrow \leftarrow$ مقاومت $\uparrow \leftarrow \alpha^{+}$
- **نیم‌رسانا:** $T \uparrow \leftarrow$ الکترون‌های نوار رسانش و حفرات نوار ظرفیت $\uparrow \leftarrow$ مقاومت $\downarrow \leftarrow \alpha^{-}$

(الکترون‌های نوار رسانش و حفرات نوار ظرفیت: حاملین بار)

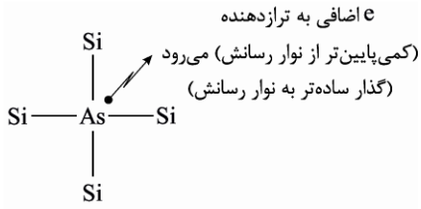
$$R_{۲} = R_{۱}(۱ + \alpha\Delta\theta)$$

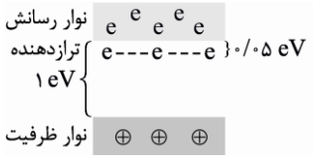
آلایش نیم‌رسانا

افزایش تعداد حاملین بار به‌صورت مصنوعی با واردکردن مقداری ناخالصی به‌صورت جزئی که باعث افزایش خاصیت رسانش می‌شود. (تولید نیم‌رسانای غیرذاتی)

- نیم‌رسانای n (negative):

- حفره‌ی ظرفیت < e رسانش (عامل اصلی رسانش)
- نیم‌رسانای ذاتی (Si یا Ge) + اتم ناخالصی‌دهنده (اتمی با یک e ظرفیت بیش‌تر) ← n
  گروه IV_a گروه V_a (مثل آرسنیک As)

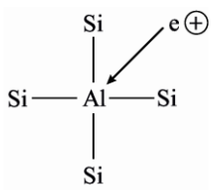




الکترون‌های ترازدهنده با جذب انرژی کم به نوار رسانش می‌روند. بدین‌ترتیب تعداد الکترون‌های نوار رسانش از حفرات نوار ظرفیت بیش‌ترند.

- نیم‌رسانای p (positive):

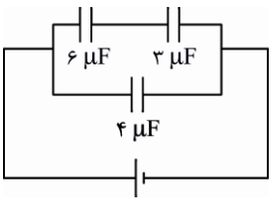
- e رسانش > حفره‌ی ظرفیت (عامل اصلی رسانش)
- نیم‌رسانای ذاتی (Si یا Ge) + اتم ناخالصی‌پذیرنده (اتمی با یک e ظرفیت کم‌تر) ← p
  گروه IV_a گروه III_a مثل آلومینیوم Al



- e از نوار ظرفیت Si به Al داده می‌شود تا Al پایدار شود.
- e در تراز پذیرنده (کمی‌بالاتر از نوار ظرفیت)

تست‌های تکمیلی

۱- انرژی ذخیره‌شده در مجموعه‌ی خازن‌ها $12\mu j$ است. انرژی ذخیره‌شده در خازن ۴ میکروفـارادی چنـد میکـروژول است؟



۱) ۴ ۲) ۶
۳) ۸ ۴) ۱۲

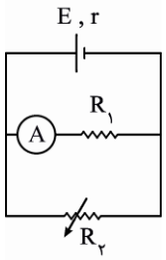
۲- حجم ۴ گرم اکسیژن در صفر درجه‌ی سلسیوس و فشار ۲ جو چند لیتر است؟ (حجم ۳۲ گرم اکسیژن را در صفر درجه‌ی سانتی‌گراد و فشار یک جو ۲۲/۴ لیتر درنظر بگیرید.)

۱) ۱/۴ ۲) ۲/۸ ۳) ۵/۶ ۴) ۰/۷

۳- جسمی را از سطح یک آینه تا فاصله‌ی دور جابه‌جا می‌کنیم. بیش‌ترین فاصله‌ی تصویر آن از آینه $30\ cm$ می‌شود. نوع آینـه و فاصـله‌ی کـانونی آن برحسب cm کدام است؟

۱) کوژ- ۳۰ ۲) کوژ- ۱۵ ۳) کاو- ۳۰ ۴) کاو- ۱۵

۴- در مدار شکل زیر مقاومت متغیر R_2 را کاهش می‌دهیم. مقاومت معادل کل مدار و جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد. بـه‌ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

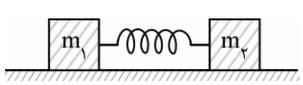


۱) افزایش- کاهش
۲) افزایش- افزایش
۳) کاهش- افزایش
۴) کاهش- کاهش

۵- برایند نیروهای وارد بر یک جسم متحرک، در یک مدت معین صفر است. الزاماً در آن مدت:

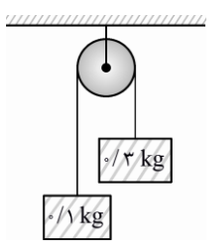
۱) اندازه‌ی حرکت صفر است. ۲) انرژی پتانسیل صفر می‌ماند. ۳) انرژی مکانیکی ثابت می‌ماند. ۴) اندازه‌ی حرکت ثابت می‌ماند.

۶- دو وزنه‌ی m_1 و m_2 روی سطح افقی بدون اصطکاک قراردارند و فنر میـان آن‌هـا $10\ cm$ فشـرده شده‌اسـت. هنگامی که آن‌ها را رها می‌کنیم و فنر طول عادی خود را پیدا می‌کند؛ مجمـوع انـرژی جنبشـی وزنـه‌ها $6\ J$ می‌شود. ثابت فنر چند $\frac{N}{m}$ است؟



۱) ۹۶۰ ۲) ۱۲۰۰ ۳) ۱۸۰۰ ۴) ۲۰۰۰

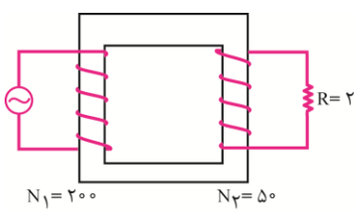
۷- در شکل زیر، دستگاه از حال سکون به حرکت درمی‌آید. پس از $40\ cm$ جابه‌جایی، سرعت هر وزنه چنـد $\frac{m}{s}$ خواهدشـد؟ (از تمامی اصطکاک‌ها صرف‌نظر می‌کنیم.)



۱) ۲ ۲) ۱
۳) ۰/۲ ۴) ۰/۱

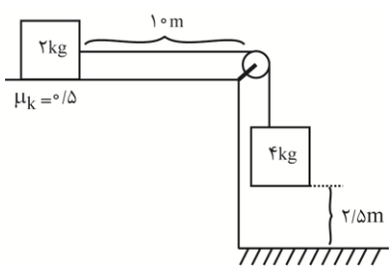
۴۳۷- دو سیم‌پیچ لوله با طول‌های یکسان ۲۰ cm و سطح مقطع یکسان $۱۰\ cm^۲$ به‌صورت هم‌محور مقابل یکدیگر قرار دارند و در شرایط آرمانی تمام شار آن‌ها از درون هم عبور می‌کند. اگر تعداد دور سیم‌پیچ اول ۱۰۰ و تعداد دور سیم‌پیچ دوم ۲۰۰ عدد باشد، با تغییر شدت جریان عبوری از سیم‌پیچ اول، ضریب القای متقابل این مجموعه چند هانری است؟ $\left(\mu_۰ = ۱۲\times۱۰^{-۷}\ \frac{Tm}{A}\right)$

۱) ۶×۱۰^{-۷} ۲) ۶×۱۰^{-۵} ۳) ۱۲×۱۰^{-۵} ۴) ۱۲×۱۰^{-۷}



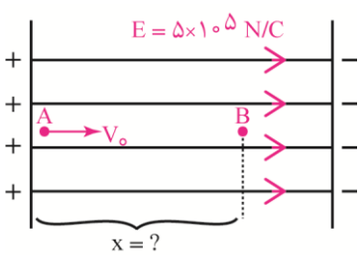
۴۳۸- اگر توان مصرفی در مقاومت ۲ اهمی برابر ۸ وات باشد، ولتاژ در سیم‌پیچ اولیه چند ولت است؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۶
۳) ۱۲ ۴) ۸



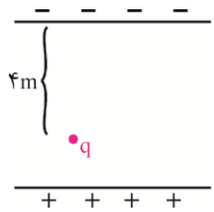
۴۳۹- در شکل مقابل دستگاه از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. وزنه‌ی ۲ کیلوگرمی پس از چند ثانیه متوقف می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ۱/۵
۳) ۲ ۴) ۲/۵



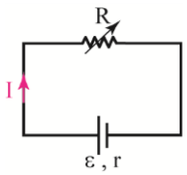
۴۴۰- در میدان الکتریکی یکنواخت نشان‌داده‌شده در شکل، الکترونی از نقطه‌ی A با سرعت اولیه‌ی $۴\times۱۰^{۷}\ \frac{m}{s}$ در جهت میدان پرتاب می‌شود و سرانجام در نقطه‌ی B متوقف می‌شود. فاصله‌ی نقاط A و B چند سانتی‌متر است؟ (جرم الکترون $۱۰^{-۳۰}$ کیلوگرم و بار آن $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$ کولن است.)

۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴



۴۴۱- مطابق شکل، یک غبار که دارای بار الکتریکی $۱۰^{-۱۵}\ C$ و جرم $۱۰^{-۸}$ است، در میدان الکتریکی یکنواخت $۱/۲\times۱۰^{۵}\ \frac{N}{C}$ بین دو صفحه‌ی افقی قرار دارد. اگر غبار در ابتدا ساکن و فاصله‌اش تا صفحه‌ی بالایی ۴ cm باشد، در چه مدتی به صفحه‌ی بالایی می‌رسد؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴



۴۴۲- در مدار شکل مقابل اگر جریان الکتریکی عبوری از ۴ آمپر به ۱۰ آمپر افزایش یابد، توان خروجی باتری از ۳۲ وات به ۲۰ وات کاهش می‌یابد. نیروی محرکه‌ی الکتریکی و مقاومت داخلی منبع به‌ترتیب از راست به چپ چند واحد SI است؟

۱) ۱،۲۴ ۲) ۲،۲۴ ۳) ۱،۲۴ ۴) ۱،۱۲

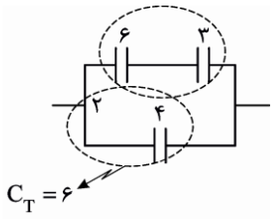
۴۴۳- در یک چاله‌ی کوچک ۸۰۰ گرم آب صفر درجه‌ی سلسیوس قرار دارد. اگر بر اثر تبخیر سطحی قسمتی از آن تبخیر شود و بقیه به یخ صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود، جرم آب یخ‌زده چند گرم است؟ $\left(L_V = ۲۲۴۰۰۰۰\ \frac{J}{Kg}\ \text{و}\ L_f = ۳۲۰۰۰۰\ \frac{J}{Kg}\right)$

۱) ۱۰۰ ۲) ۳۰۰
۳) ۴۰۰ ۴) ۷۰۰

پاسخ تشریحی تست‌های تکمیلی

۱- پاسخ گزینه‌ی ۳

روش اول:

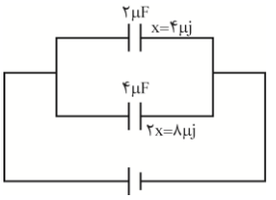


$C_T = ۶\ \mu F$

$U_T = \frac{۱}{۲}C_T V_T^۲ \Rightarrow ۱۲ = \frac{۱}{۲}(۶)(V_T)^۲ \Rightarrow V_T = ۲\ V$

انرژی ذخیره‌شده در خازن ۴ میکروفارادی: $U_۱ = \frac{۱}{۲}(۴)(۲)^۲ = ۸\ \mu J$

ولتاژ خازن ۴ میکروفارادی با ولتاژ کل (۲ ولت) برابر است. **(اگه گفتی چرا؟!)**



روش دوم: در شاخه‌ی بالا ظرفیت معادل برابر ۲ میکروفاراد می‌باشد و این خازن ۲ میکروفارادی با خازن ۴ میکروفارادی شاخه‌ی پایین موازی است و با توجه به این‌که ظرفیت معادل خازن‌های موازی به‌صورت جمع به دست می‌آید و طبق نکته‌ی صفحه‌ی ۱۹ درسنامه، تمام کمیت‌ها (به‌جز کمیتی که ثابت است) با C نسبت مستقیم دارد. یعنی انرژی کل (۱۲ میکروژول) به نسبت مستقیم بین خازن‌های $۲\mu F$ و $۴\mu F$ تقسیم می‌شود. بنابراین خازن ۲ میکروفارادی سهم کم‌تری دارد و خازن دیگر سهمش ۲ برابر است.

$x + ۲x = ۱۲ \Rightarrow x = ۴\ \mu j$

۲- پاسخ گزینه‌ی ۱

$\frac{PV}{nT} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}$

برای دو گاز، $\frac{PV}{nT}$ مقدار ثابتی است.

$\xrightarrow{T \text{ ثابت است.}} \frac{P_۱V_۱}{n_۱} = \frac{P_۲V_۲}{n_۲} \Rightarrow \frac{P_۱V_۱}{\frac{m_۱}{M_۱}} = \frac{P_۲V_۲}{\frac{m_۲}{M_۲}} \Rightarrow \frac{P_۱V_۱}{m_۱} = \frac{P_۲V_۲}{m_۲} \Rightarrow \frac{۱\times ۲۲/۴}{۳۲} = \frac{۲\times V_۲}{۴} \Rightarrow V_۲ = ۱/۴\ lit$

در این سؤال گاز مطرح‌شده (۴ گرم اکسیژن) را با ۳۲ گرم اکسیژن مقایسه می‌کنیم. چون جرم آن‌ها متفاوت است. (مول متفاوت)، مقدار $\frac{PV}{nT}$ آن‌ها را برابر قرارمی‌دهیم.

۳- پاسخ گزینه‌ی ۱

محل تشکیل تصویر در آینه‌ی محدب بین f و آینه است. پس دورترین فاصله‌ی تصویر از آینه‌ی محدب برابر فاصله‌ی کانونی این آینه است. یعنی: $f = ۳۰\ cm$

نتیجه‌ی اخلاقی!: هرگاه ضمن جابه‌جایی جسم، تصویر از یک نقطه‌ی خاص دورتر نرفت، نوع آینه یا عدسی واگرا و آن نقطه‌ی خاص کانون است.

۴- پاسخ گزینه‌ی ۴

اگر چند مقاومت با هم سری و یا موازی باشند و یکی از آن‌ها را کاهش‌دهیم معادل نیز کاهش می‌یابد و برعکس. (این نکته در مورد خازن‌ها نیز صادق است.)

$R_۲ \downarrow \Rightarrow R_{\text{معادل}} \downarrow$

$R_{\text{معادل}} \neq \text{ثابت} \Rightarrow R_{\text{معادل}} \propto V_{\text{کل}} \propto \frac{۱}{I}$

$R_۲ \downarrow \Rightarrow R_{\text{معادل}} \downarrow \Rightarrow V_{\text{کل}} \downarrow \text{ و } V_{R_۱} \downarrow$

$R = \text{ثابت} \Rightarrow V \propto I$

$V_{R_۱} \downarrow \xrightarrow{R_۱ = \text{ثابت}} I_{R_۱} \downarrow$

بچه‌ها! در این مدار $R_۲$ و $R_{\text{کل}}$ کاهش یافته‌اند. پس جریان مدار افزایش می‌یابد. به دنبال افزایش جریان، افت پتانسیل (Ir) افزایش یافته و ولتاژ کل کاهش می‌یابد. $(V = \varepsilon - Ir)$. چون ولتاژ کل با ولتاژ $R_۱$ برابر است، طبق رابطه‌ی $V = IR$ و با توجه به ثابت‌بودن $R_۱$، مقدار $I_۱$ نیز همانند $V_۱$ کاهش می‌یابد.

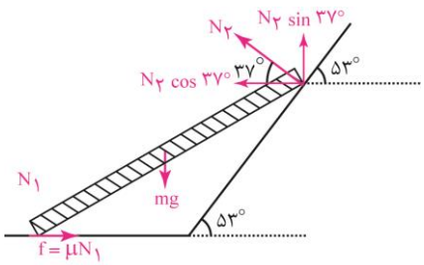
۵- پاسخ گزینه‌ی ۴

وقتی برایند نیروهای وارد بر جسمی صفر است، جسم یا در حال تعادل است $(V = ۰)$ و یا در حال حرکت یکنواخت (ثابت $= V$). در هر صورت $\Delta V = ۰$ و در نتیجه $\Delta P = ۰$ خواهدبود.

بهتره سایر گزینه‌ها رو بررسی کنیم:

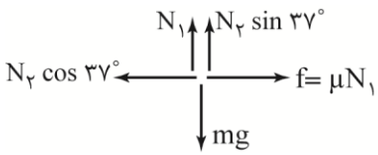
- گزینه‌ی ۱، وقتی برآیند نیروها صفر است، الزاماً جسم ساکن نمی‌ماند تا اندازه‌ی حرکتش صفر باشد. (ممکن است با سرعت ثابت حرکت کند.)
- گزینه‌ی ۲، **یه گزینه‌ی کاملاً بی‌ربط!** مثلاً اگر جسمی در ارتفاع معینی نگه‌داشته‌شود (برآیند نیروها صفر)، انرژی مکانیکی صفر نیست.
- گزینه‌ی ۳، انرژی مکانیکی الزاماً ثابت نمی‌ماند. مثلاً اگر جسمی در حال حرکت در راستای قائم با سرعت ثابت باشد، برآیند نیروهایش صفر است و انرژی مکانیکی تغییر می‌کند.

۴۳۶- پاسخ گزینه‌ی ۱ تمام نیروها را از یک نقطه رسم می‌کنیم و برآیند آن‌ها صفر است.



$$N_۲\cos ۳۷ = f \Rightarrow ۰/۸N_۲ = ۰/۴N_۱ \Rightarrow N_۱ = ۲N_۲$$

$$N_۱ + N_۲\sin ۳۷ = mg \Rightarrow ۲N_۲ + ۰/۶N_۲ = \frac{۲۶۰}{۱۰۰۰}\times ۱۰ \Rightarrow ۲/۶N_۲ = ۲/۶ \Rightarrow N_۲ = ۱$$



۴۳۷- پاسخ گزینه‌ی ۳ ضریب القای متقابل دو سیم‌پیچ به ضریب خودالقایی $L_۱$ و $L_۲$ از رابطه‌ی $M = \sqrt{L_۱L_۲}$ به‌دست‌می‌آید.

$$M = \sqrt{L_۱L_۲} = \sqrt{\frac{\mu_۰N_۱^۲A}{L}\times\frac{\mu_۰N_۲^۲A}{L}} = \frac{\mu_۰A}{L}\sqrt{N_۱^۲\times N_۲^۲} = \frac{\mu_۰A}{L}\times N_۱N_۲$$

$$M = \frac{۱۲\times ۱۰^{-۷}\times ۱۰\times ۱۰^{-۴}}{۲\times ۱۰^{-۱}}\times ۱۰۰\times ۲۰۰ = ۱۲\times ۱۰^{-۵}H$$

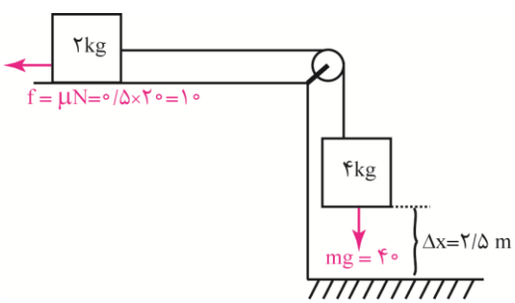
۴۳۸- پاسخ گزینه‌ی ۲ ابتدا ولتاژ دو سر مقاومت R را به‌دست‌می‌آوریم:

$$P = \frac{V^۲}{R} \Rightarrow ۸ = \frac{V^۲}{۲} \Rightarrow V = ۴$$

در یک مبدّل رابطه‌ی بین اختلاف پتانسیل و تعداد دور به‌صورت زیر است:

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{N_۲}{N_۱} \Rightarrow \frac{۴}{V_۱} = \frac{۵۰}{۲۰۰} \Rightarrow V_۱ = ۱۶$$

۴۳۹- پاسخ گزینه‌ی ۱ ابتدا شتاب حرکت دستگاه را به‌دست‌می‌آوریم.

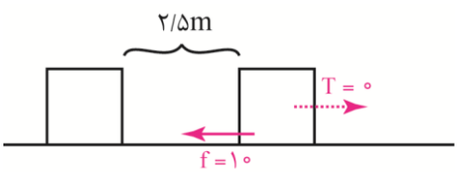


$$mg - f = \sum ma \Rightarrow ۴۰ - ۱۰ = ۶a \Rightarrow a = ۵\ \frac{m}{s^۲}$$

زمان رسیدن گلوله‌ی ۴ کیلوگرمی به زمین:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + \cancel{V_۰}t \Rightarrow ۲/۵ = \frac{۱}{۲}\times ۵t^۲ \Rightarrow t = ۱$$

وزنه‌ی ۴ کیلوگرمی ۱ ثانیه پس از شروع حرکت دستگاه به زمین برخورد می‌کند. اگه فکر کنی وزنه‌ی ۲ کیلوگرمی هم پس از ثانیه متوقف می‌شود (چون بعد از برخورد وزنه‌ی ۴ کیلویی به زمین دیگه کشیده نمی‌شه). اشتباه بزرگی مرتکب شدی!!! آخه تو این مدت سرعت پیدا کرده و از این به بعد با همین سرعت اولیه و با وجود نیروی اصطکاک مقداری روی سطح می‌لغزه تا بایسته. دقت کنین بعد از توقف وزنه‌ی ۴ کیلوگرمی نخ شل‌شده و کشش اون صفر می‌شه. سرعت وزنه‌ی ۲ کیلوگرمی در انتهای ثانیه‌ی اول همان سرعت اولیه‌ی حرکت دوم است.



$$V = at + V_۰ = ۵\times ۱ + ۰ = ۵\ \frac{m}{s}$$

$$T - f = ma \Rightarrow ۰ - ۱۰ = ۲a \Rightarrow a = -۵$$

$$V = at + V_۰ \Rightarrow ۰ = -۵t + ۵ \Rightarrow t = ۱$$

این جسم ۱ s پس از برخورد جسم ۴ کیلوگرمی به زمین می‌ایستد. بنابراین کل زمان حرکتش ۲ ثانیه است.

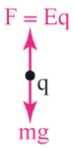
۴۴۰- پاسخ گزینه‌ی ۱ بر طبق قضیه‌ی کار و انرژی برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر تغییرات انرژی جنبشی است. تنها نیرویی که به‌طور مؤثر به الکترون وارد می‌شود، نیروی ناشی از میدان الکتریکی است.

$$W_E = \Delta K$$

$$Eqd\cos\alpha = \frac{۱}{۲}m(V^۲ - V_۰^۲) \Rightarrow ۵\times ۱۰^۵\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}\times d\times -۱ = \frac{۱}{۲}\times ۱۰^{-۳۰}(۰ - ۱۶\times ۱۰^{۱۴})$$

$$-۸\times ۱۰^{-۱۴}d = -۸\times ۱۰^{-۱۶} \Rightarrow d = ۱۰^{-۲} \qquad m = ۱cm$$

۴۴۱- پاسخ گزینه‌ی ۲ ابتدا مقدار شتاب حرکت ذره را به‌دست‌می‌آوریم:



$$\sum F = ma \Rightarrow Eq - mg = ma \Rightarrow ۱/۲\times۱۰^{۵}\times۱۰^{-۱۵} - ۱۰^{-۸}\times۱۰^{-۳} = ۱۰^{-۸}\times۱۰^{-۳}a$$

$$۰/۲\times۱۰^{-۱۰} = ۱۰^{-۱۱}a \Rightarrow a = ۲\,\frac{m}{s^{۲}}$$

برای محاسبه‌ی زمان با توجه به ثابت‌بودن شتاب و معلوم‌بودن جابه‌جایی و سرعت اولیه از رابطه‌ی مکان- زمان استفاده می‌کنیم.

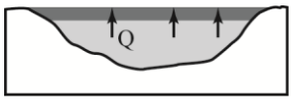
$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^{۲} + V_{۰}t \Rightarrow ۴\times۱۰^{-۲} = \frac{۱}{۲}\times۲t^{۲} \Rightarrow t = ۰/۲\ s$$

۴۴۲- پاسخ گزینه‌ی ۴

$$P = \varepsilon I - rI^{۲} \Rightarrow \begin{cases} ۳۲ = \varepsilon\times۴ - ۱۶r \\ ۲۰ = \varepsilon\times۱۰ - ۱۰۰r \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon - ۴r = ۸ \\ \varepsilon - ۱۰r = ۲ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r = ۱\ \Omega \\ \varepsilon = ۱۲\ V \end{cases}$$

۴۴۳- پاسخ گزینه‌ی ۴ لایه‌ای از سطح آب از لایه‌ی زیرین گرما گرفته و بخار می‌شود و لایه‌ی پایین سرد می‌گردد. چون در ابتدا آب صفر درجه‌ی سلسیوس است، لایه‌ی پایینی پس از دادن گرما یخ می‌زند و لایه‌ی بالایی به بخار تبدیل می‌شود. توجه کنید تبخیر سطحی در هر دمایی رخ می‌دهد و نیازی نیست ابتدا مایع به نقطه‌ی جوش برسد. یعنی فقط مبادله‌ی گرمای نهان تبخیر صورت می‌گیرد. گرمایی که لایه‌ی بالایی می‌گیرد. = گرمایی که لایه‌ی پایینی می‌دهد

$$Q_{۱} = Q_{۲}$$



$$m_{۱}Lf = m_{۲}LV \Rightarrow m_{۱}\times۳۲۰۰۰۰ = m_{۲}\times۲۲۴۰۰۰۰ \Rightarrow m_{۱} = ۷m_{۲}$$

$$m_{۱} + m_{۲} = ۸۰۰ \Rightarrow ۷m_{۲} + m_{۲} = ۸۰۰ \Rightarrow m_{۲} = ۱۰۰ \text{ و } m_{۱} = ۷۰۰$$