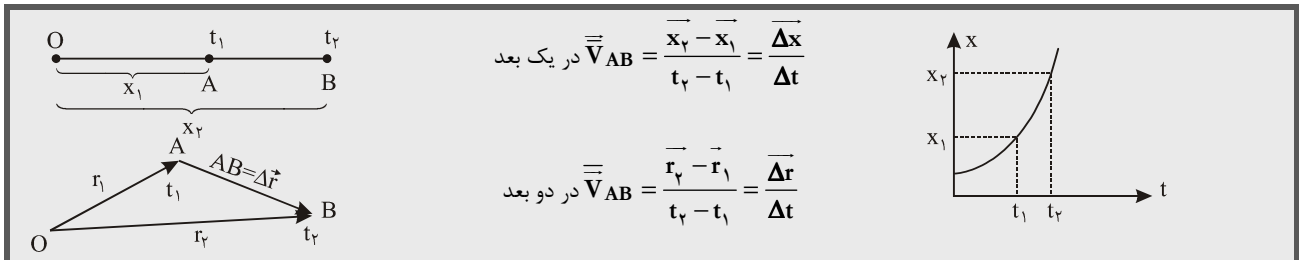


مجلسی میرزاہی  
[telegram.me/mirzaee7015](https://t.me/mirzaee7015)

## حرکت شناسی

**سرعت متوسط:** کمیتی برداری است. جابه‌جایی متحرک در واحد زمان است. سرعت متوسط بین دو لحظه‌ی  $t_1$  و  $t_2$  برابر است با:



$$\vec{V}_{AB} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

در یک بعد

$$\vec{V}_{AB} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

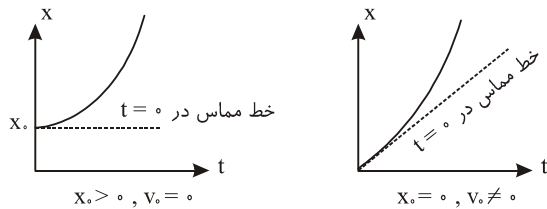
در دو بعد

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

حد لحظه‌ای

**سرعت لحظه‌ای:** حد سرعت متوسط است وقتی  $\Delta t$  به سمت صفر میل کند.

**نتیجه‌ی ۱:** بردار سرعت همواره مماس بر مسیر حرکت است. پس اگر مسیر حرکت، خط راست نباشد، حتی اگر اندازه‌ی سرعت ثابت بماند بردار سرعت تغییر می‌کند.



**نتیجه‌ی ۲:** شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در هر لحظه،

سرعت در آن لحظه می‌باشد.

بردارهای مکان یک متحرک در دو لحظه‌ی  $t_1 = 2$  و  $t_2 = 4$  به صورت  $\vec{r}_1 = 2\vec{i} + 4\vec{j}$  و  $\vec{r}_2 = \alpha\vec{i} + 3\vec{j}$  می‌باشد. اگر سرعت متوسط

متحرک بین این دو لحظه  $\vec{V} = 2\vec{i} + \beta\vec{j}$  باشد،  $\alpha$  و  $\beta$  کدام است؟

$$\vec{V} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow 2\vec{i} + \beta\vec{j} = \frac{(\alpha - 2)\vec{i} + (3 - 4)\vec{j}}{4 - 2} \Rightarrow (\alpha - 2)\vec{i} - \vec{j} = 4\vec{i} + 2\beta\vec{j} \Rightarrow \begin{cases} \alpha - 2 = 4 \rightarrow \alpha = 6 \\ 2\beta = -1 \rightarrow \beta = -\frac{1}{2} \end{cases}$$

حل:

**شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای:** تغییر بردار سرعت در واحد زمان را شتاب متوسط می‌گوییم. شتاب لحظه‌ای مشتق معادله‌ی سرعت نسبت به زمان و یا

مشتق دوم معادله‌ی حرکت نسبت به زمان می‌باشد.

$$\vec{\alpha} = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

متوسط

$$\alpha = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

لحظه‌ای

معادله حرکت متحرکی که بر روی محور  $x$ ها حرکت می‌کند در SI به صورت  $x = t^3 + 3t + 6$  می‌باشد. بدست آورید:

(۲) شتاب در  $t = 3$

(۱) شتاب متوسط در دو ثانیه اول حرکت

$$1) V = \frac{dx}{dt} = 3t^2 + 3$$

$$\vec{\alpha} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{(3 \times 2^2 + 3) - (3 \times 0^2 + 3)}{2 - 0} = 6 \frac{m}{s^2}$$

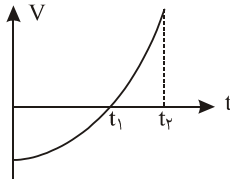
$$2) \alpha = \frac{dV}{dt} = 6t \xrightarrow{t=3} \alpha_3 = 6 \times 3 = 18 \frac{m}{s^2}$$

### نوع حرکت (تندشونده یا کندشونده)

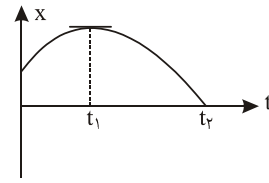
در حرکت دو بعدی	در حرکت یک بعدی
حرکت تندشونده $\Rightarrow \vec{a} \cdot \vec{V} > 0$	اگر $a$ و $V$ هم علامت باشند $\Leftarrow$ حرکت تندشونده می‌باشد.
حرکت کندشونده $\Rightarrow \vec{a} \cdot \vec{V} < 0$	اگر $a$ و $V$ هم علامت نباشند $\Leftarrow$ حرکت کندشونده می‌باشد.

**در نمودارهای سرعت - زمان:** هرگاه نمودار به محور زمان نزدیک شود، حرکت کندشونده و هرگاه دور شود حرکت تندشونده است.

**در نمودارهای مکان - زمان:** هرگاه نمودار به نقاط اکسترمم نزدیک شود، حرکت کندشونده و هرگاه از نقاط اکسترمم دور شود حرکت تندشونده است.



بین  $t = 0$  تا  $t_1$  حرکت کندشونده  
بین  $t_1$  تا  $t_2$  حرکت تندشونده



بین  $t = 0$  و  $t_1$  حرکت کندشونده  
بین  $t_1$  تا  $t_2$  حرکت تندشونده

### ▼ درباره نمودارهای مکان- زمان

- ۱- محل برخورد منحنی بر محور قائم، مکان اولیه را نشان می‌دهد.
- ۲- محل برخورد منحنی با محور افقی، نمایش لحظه‌هایی است که متحرک در مبدأ مکان حضور دارد.
- ۳- شیب خط مماس بر منحنی در هر لحظه، سرعت در آن لحظه را نشان می‌دهد.
- ۴- نقاط اکسترمم، لحظه‌های توقف می‌باشد.
- ۵- نقاط عطف لحظه‌هایی را نشان می‌دهد که جهت نیرو یا شتاب متحرک عوض می‌شود.
- ۶- قسمت‌های صعودی تابع  $V > 0$  است و متحرک در جهت مثبت حرکت می‌کند. قسمت‌های نزولی تابع  $V < 0$  می‌باشد و متحرک در جهت منفی حرکت می‌کند.

### ▼ درباره‌ی نمودارهای سرعت - زمان

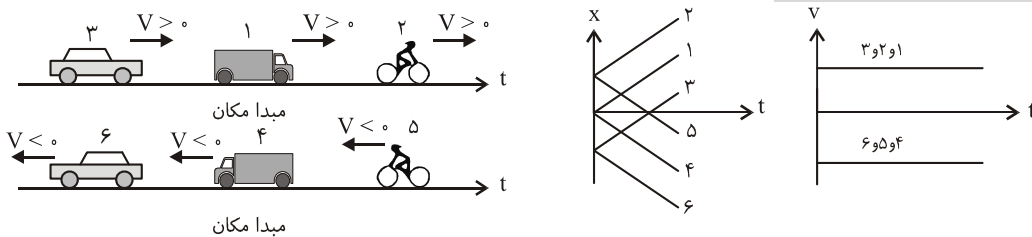
- ۱- محل برخورد منحنی بر محور قائم، سرعت اولیه را نشان می‌دهد.
  - ۲- محل برخورد منحنی با محور افقی، نمایش لحظه‌های توقف می‌باشد.
  - ۳- زمان‌هایی که نمودار بالای محور زمان است  $V > 0$  و متحرک در جهت مثبت حرکت می‌کند و قسمت‌هایی که نمودار زیر محور زمان است  $V < 0$  است و متحرک در جهت منفی حرکت می‌کند.
  - ۴- شیب خط مماس بر منحنی در هر لحظه، شتاب در آن لحظه را نشان می‌دهد.
  - ۵- مساحت زیر نمودار  $V-t$ ، جابه‌جایی را نشان می‌دهد.
- درباره نمودار شتاب - زمان:** سطح زیر نمودار شتاب- زمان برابر با تغییر سرعت متحرک می‌باشد.

**حرکت مستقیم الخط یکنواخت:** سرعت حرکت ثابت است. جابه‌جایی متناسب با زمان جابه‌جایی و سرعت می‌باشد. در این حرکت سرعت متوسط برابر با

$$x = Vt + x_0$$

سرعت لحظه‌ای است. تابع حرکت تابعی درجه ۱ نسبت به زمان به شکل مقابل می‌باشد.

### نمودارهای $x-t$ و $v-t$ در حرکت یکنواخت:



**حرکت بر روی خط راست با شتاب ثابت:** در این حرکت جابه‌جایی برابر جابه‌جایی متحرکی است که به طور یکنواخت و با سرعتی برابر معدل سرعت‌های

ابتدا و انتهای مسیر  $\left(\frac{V + V_0}{2}\right)$  حرکت می‌کند معادلات آن عبارتند از:

مستقل از زمان	مستقل از مکان	مستقل از $V$	مستقل از شتاب
$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x$	$V = at + V_0$	$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$	$\Delta x = \frac{V + V_0}{2}t$
$\Delta x = -\frac{1}{2}at^2 + V_0t$	$\bar{V} = \frac{1}{2}at + V_0$	$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t$	$\bar{V} = \frac{V + V_0}{2}$

جابه‌جایی متحرک در  $n$  ثانیه‌ی آخر حرکت و در ثانیه‌ی آخر حرکت از رابطه‌های زیر به دست می‌آید:

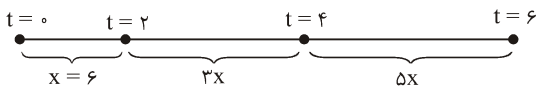
$$\Delta x = \frac{1}{2}an(2t-n) + nV_0 \xrightarrow{\text{در ثانیه‌ی آخر } n=1} \Delta x = \frac{1}{2}a(2t-1) + V_0$$

بنابراین نسبت جابه‌جایی در ثانیه‌ی  $P$  ام به جابه‌جایی در ثانیه‌ی  $K$  ام برابر خواهد بود:

$$\frac{\Delta x_p = \frac{1}{2}a(2p-1) + V_0}{\Delta x_k = \frac{1}{2}a(2k-1) + V_0} \xrightarrow{\text{اگر } V_0=0 \text{ باشد}} \frac{\Delta x_p}{\Delta x_k} = \frac{2p-1}{2k-1}$$

**قضیه:** متحرکی که بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند، در بازه‌های زمانی یکسان، مسافت‌هایی به نسبت‌های  $X$  و  $3X$  و  $5X$  و ... می‌پیماید.

متحرکی بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند و در دو ثانیه‌ی اول  $6m$  جابه‌جا می‌شود. این متحرک بین دو لحظه‌ی

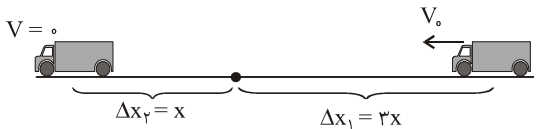


$$\Rightarrow \Delta x = 5x = 5 \times 6 = 30m$$

حل:

**قضیه:** متحرکی که با شتاب ثابت ترمز می‌کند و می‌ایستد، از لحظه‌ی توقف به قبل در بازه‌های زمانی یکسان مسافت‌هایی به نسبت‌های  $X$  و  $3X$  و  $5X$  و ... طی می‌کند.

متحرکی با شتاب ثابت ترمز می‌کند و پس از  $4$  ثانیه می‌ایستد. اگر در دو ثانیه‌ی اول  $\Delta x_1$  و در دو ثانیه‌ی آخر  $\Delta x_2$  متر جابه‌جا شود، نسبت



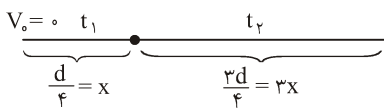
$$\Rightarrow \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = \frac{x}{3x} = \frac{1}{3}$$

چيست  $\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}$ ؟

**قضیه:** اگر متحرکی بدون سرعت اولیه و با شتاب ثابت شروع به حرکت کند، و در بازه‌های زمانی  $t$  و  $t'$  و  $t''$  و ... مسافت‌هایی به نسبت‌های  $x$  و  $3x$  و  $5x$  و ... طی کند، حتماً  $t = t' = t'' = \dots$  می‌باشد.

جسمی از حال سکون با شتاب ثابت بر مسیر مستقیم به حرکت در می‌آید و مسافت  $d$  را طی می‌کند. اگر  $\frac{d}{4}$  اول مسیر را در مدت  $t_1$  و

بقیه‌ی مسیر را در مدت  $t_2$  طی کرده باشد، نسبت  $\frac{t_2}{t_1}$  چیست؟



حل: چون بین مسافت‌های طی شده نسبت‌های  $x$  و  $3x$  برقرار است پس  $t_1 = t_2$

می‌باشد.  $\frac{t_2}{t_1} = 1$

### حرکت شتاب ثابت کندشونده:

در صورتی که جهت اولیه‌ی حرکت را مثبت در نظر بگیریم: ( $V_0 > 0$ ) و شتاب در خلاف جهت حرکت باشد ( $a < 0$ ) در ابتدا حرکت کندشونده می‌شود. در صورتی که قدرمطلق شتاب را  $a$  فرض کنیم، معادلات این حرکت به شکل زیر می‌شود:

$$x = -\frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$$

$$V = -at + V_0$$

$$V^2 - V_0^2 = -2a\Delta x$$

متحرکی که حرکت کندشونده دارد پس از مدتی (زمان توقف) و پیمودن مسافتی (طول خط ترمز) می‌ایستد.

$$t = \frac{V_0}{a} \text{ زمان توقف}$$

$$x = \frac{V_0^2}{2a} \text{ طول خط ترمز}$$

همانطوری که ملاحظه می‌شود، طول خط ترمز با مجذور سرعت اولیه متناسب است.

متحرکی با سرعت  $31 \frac{m}{s}$  در حرکت است. ترمز می‌کند و با شتاب ثابت پس از پیمودن ۸ متر متوقف می‌شود. در صورتی که این متحرک با

سرعت  $62 \frac{m}{s}$  در حرکت باشد و با همان وضع ترمز کند پس از پیمودن چه مسافتی می‌ایستد؟

۲۴(۴)

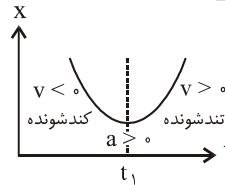
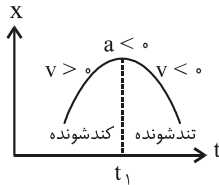
۳۲(۳)

۱۶(۲)

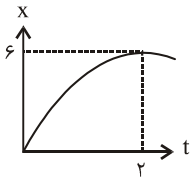
۸(۱)

حل: چون سرعت اولیه دو برابر شده طول خط ترمز چهاربرابر یعنی ۳۲ متر می‌شود.

نمودار مکان - زمان در حرکت شتاب ثابت: به صورت سهمی می‌باشند. اگر تقعر آن به سمت بالا باشد  $a > 0$  و اگر به طرف پایین باشد  $a < 0$  می‌باشد.



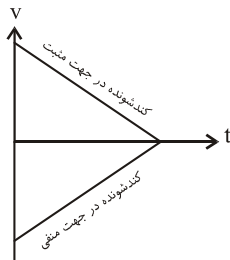
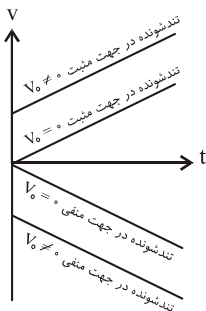
نمودار  $x-t$  یک متحرک یک سهمی به شکل مقابل است. سرعت اولیه و شتاب حرکت چیست؟



$$\Delta x = \frac{V + V_0}{2} t \Rightarrow 6 = \frac{0 + V_0}{2} \times 2 \rightarrow V_0 = 6 \frac{m}{s}$$

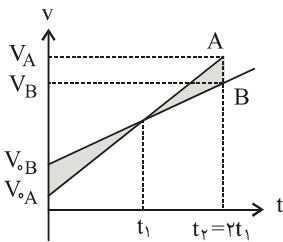
حل: در  $t=2$  سرعت صفر است.

$$a = \frac{V - V_0}{t} = \frac{0 - 6}{2} = -3 \frac{m}{s^2}$$

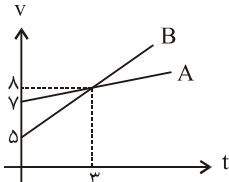


نمودار سرعت - زمان در حرکت شتاب ثابت: خطی با شیب ثابت است. اگر

نمودار از محور زمان دور شود حرکت تندشونده و اگر نزدیک شود حرکت کندشونده است. در صورتی که شیب خط مثبت باشد  $a > 0$  و اگر منفی باشد  $a < 0$  می‌باشد. اگر نمودار بالای محور زمان باشد  $V > 0$  است و متحرک در جهت مثبت حرکت می‌کند و در صورتی که نمودار زیر محور زمان باشد،  $V < 0$  است و متحرک در جهت منفی حرکت می‌کند.

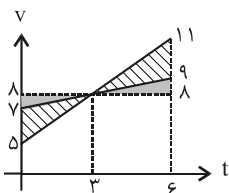


اگر نمودار  $V-t$  دو متحرکی که همزمان و از یک نقطه شروع به حرکت کرده باشند به شکل مقابل باشد، دو متحرک در لحظه  $t_1$  سرعت یکسانی دارند و در لحظه  $t_2 = 2t_1$  به هم می‌رسند. در ضمن اختلاف سرعت آن‌ها در شروع و لحظه رسیدن به هم یکی است اما اگر در ابتدا سرعت B بیش‌تر از A است در لحظه رسیدن سرعت A بیش‌تر از B می‌شود.



نمودار دو متحرک که از یک نقطه همزمان شروع به حرکت می‌کنند به شکل مقابل است. در چه لحظه‌ای

دو متحرک به هم می‌رسند و در این لحظه  $\frac{V_A}{V_B}$  چه می‌شود؟



حل: در لحظه  $t_2 = 2t_1 = 6s$  دو متحرک به هم می‌رسند. در ضمن برای آن که به هم برسند باید سطح زیر نمودار A و B با هم برابر باشد و لازمه‌ی آن این است که مثلث‌های نقطه‌چین با هم برابر و هاشورخورده‌ها نیز با هم برابر باشد.

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{11}{9}$$

پرتاب جسم در راستای قائم: برای بررسی چنین حرکتی که با شتاب ثابت g انجام می‌شود، معمولاً مبدأ مکان را زمین و جهت مثبت را رو به بالا در نظر

می‌گیریم در نتیجه معادلات آن به شکل صفحه بعد می‌شود.

**نکته ۱:** در یک نقطه از مسیر سرعت رفت قرینه‌ی سرعت برگشت می‌باشد.

**نکته ۲:** زمان‌ها در رفت و برگشت به یک نقطه برابرند.

نقطه اوج

ارتفاع اوج  $h$

مبدأ

$y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 t + H$

$V = -gt + V_0 \rightarrow t_{\text{اوج}} = \frac{V_0}{g}$

$V^2 - V_0^2 = -2g\Delta y \rightarrow h_{\text{اوج}} = \frac{V_0^2}{2g}$

\* طبق رابطه‌ی  $t = \frac{V_0}{g}$  اگر زمان رسیدن گلوله از نقطه‌ی A تا اوج را (t) در  $(g = 10)$  ضرب کنیم، سرعت گلوله در نقطه‌ی A بدست می‌آید.

نقطه اوج B

لبه‌ی بام A

ارتفاع اوج  $h$

مبدأ 0

$V_0 = 35 \frac{m}{s}$

گلوله‌ای را از پایین یک ساختمان در شرایط خلاء و در امتداد قائم با سرعت  $35 \frac{m}{s}$  به بالا پرتاب می‌کنیم. زمان دو عبور متوالی از لبه‌ی بام 6s می‌شود. ارتفاع ساختمان چند متر است؟

**حل:**

$t_{ABC} = 6s \Rightarrow t_{AB} = 3s \Rightarrow V_A = 30 \frac{m}{s}$

$V_A^2 - V_0^2 = -2g\Delta y \Rightarrow 30^2 - 35^2 = -2 \times 10 \cdot (H - 0) \Rightarrow H = 16 / 25m$

گلوله‌ای را در شرایط خلاء با سرعت  $V_0$  در امتداد قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم. این گلوله در لحظه‌های  $t_1$  و  $t_2$  پس از پرتاب از نقطه‌ی A به ارتفاع  $h$  از محل پرتاب می‌گذرد در این صورت روابط زیر برقرار است:

$h = \frac{1}{2}gt_1 t_2$        $V_0 = \frac{1}{2}g(t_1 + t_2)$        $V_A = \frac{1}{2}g(t_2 - t_1)$

**نکته:** اگر گلوله‌ای در شرایط خلاء با سرعت  $V_0$  پرتاب شود سرعت گلوله در  $h$  متری بالای افق پرتاب و در  $h$  متری پایین افق پرتاب از روابط زیر به دست می‌آید.

$V_A = \sqrt{V_0^2 - 2gh}$        $V_B = \sqrt{V_0^2 + 2gh}$

**نکته:** به کمک جدول مقابل می‌توان بسیاری از مسائل مربوط به حرکت پرتاب در امتداد قائم را حل کرد.

از بالای برجی به ارتفاع 25m گلوله‌ای را با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  در امتداد قائم به بالا پرتاب می‌کنیم. پس از چه مدت و با چه سرعتی گلوله به سطح افق می‌رسد؟

حل: مطابق شکل پس از  $t = 5s$  ثانیه و با سرعت  $30 \frac{m}{s}$  گلوله به زمین می‌رسد.

$v = 0$

$t = 1 \times v = 10$

$t = 2 \times v = 20$

$t = 3 \times v = 30$

$t = 4 \times v = 40$

$v_0 = 20 \frac{m}{s}$

$v = 30 \frac{m}{s}$

**نکته:** دو گلوله در شرایط خلاء به هر شکلی که در فضا همزمان پرتاب شوند نسبت به هم حرکتی یکنواخت دارند. برای حل مسائل مربوط به این دو گلوله فرض می‌کنیم یکی از گلوله‌ها ایستاده و دیگری با سرعت نسبی به طور یکنواخت حرکت می‌کند. (سرعت نسبی دو گلوله، تفاضل برداری دو سرعت می‌باشد اگر گلوله‌ها در یک راستا به طرف هم حرکت کنند، سرعت نسبی، جمع مقادیر دو سرعت و در صورتی که در یک جهت حرکت کنند، تفاضل مقادیر سرعت‌ها می‌باشد.

از بالا و پایین برجی هم زمان دو گلوله مطابق شکل پرتاب می‌شوند و پس از  $1/75$  ثانیه به هم می‌رسند. ارتفاع برج چند متر است؟

**حل:** فرض می‌کنیم یکی از گلوله‌ها ایستاده و دیگری با سرعت  $V = 12 + 48 = 60 \frac{m}{s}$  یکنواخت به طرف دیگری حرکت می‌کند و پس از  $t = 1/75s$  طول برج را طی می‌کند و به دومی می‌رسد. در این صورت داریم:

$x = Vt \Rightarrow h = 60 \times 1/75 = 10.5m$

**حرکت در دو بعد:** بردار مکان متحرکی که در صفحهی XOY حرکت می‌کند با بردار  $\vec{r}$  نشان داده می‌شود.

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} \xrightarrow{\substack{x=f(t) \\ y=g(t)}} \vec{r} = f(t)\vec{i} + g(t)\vec{j}$$

- اگر بردار مکان یک متحرک در یک لحظه  $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$  باشد فاصله‌ی آن در این لحظه از مبدأ برابر است با  $|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2}$
- اگر بردار مکان یک متحرک در لحظه‌ی  $t_1$  به صورت  $\vec{r}_1 = x_1\vec{i} + y_1\vec{j}$  و در لحظه‌ی  $t_2$  به صورت  $\vec{r}_2 = x_2\vec{i} + y_2\vec{j}$  باشد بردار جابه‌جایی در مدت  $\Delta t = t_2 - t_1$  برابر است:

$$\Delta \vec{r} = (x_2 - x_1)\vec{i} + (y_2 - y_1)\vec{j} = \Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j}$$

$$\vec{V} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)\vec{i} + \left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)\vec{j} = \bar{V}_x\vec{i} + \bar{V}_y\vec{j}$$

سرعت متوسط جسم در این بازه نیز از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

**جسمی در صفحه حرکت می‌کند و مکان آن در SI به صورت  $\vec{r} = 2t^2\vec{i} + (3t - 1)\vec{j}$  است. سرعت متوسط آن در بازه‌ی زمانی بین صفر تا**

**$t = 1$  چند متر بر ثانیه است؟**

$$\left. \begin{array}{l} t = 0 \Rightarrow \vec{r} = -\vec{j} \\ t = 1 \Rightarrow \vec{r} = 2\vec{i} + \vec{j} \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta \vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_0 = 2\vec{i} + 2\vec{j}$$

حل:

$$\vec{V} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{2\vec{i} + 2\vec{j}}{1} = 2\vec{i} + 2\vec{j} \Rightarrow |\vec{V}| = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{13} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \left(\frac{dx}{dt}\right)\vec{i} + \left(\frac{dy}{dt}\right)\vec{j} = V_x\vec{i} + V_y\vec{j}$$

**سرعت لحظه‌ای:** مشتق بردار مکان جسم نسبت به زمان می‌باشد.

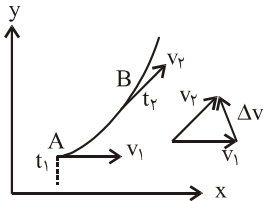
**معادله‌های یک متحرک در دو امتداد x و y به صورت  $x = 3t^2 + 5$  و  $y = 8t + 4$  می‌باشد. سرعت متحرک در  $t = 1$  چیست؟**

$$\vec{V} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} = 6t\vec{i} + 8\vec{j} \xrightarrow{t=1} \vec{V}_1 = 6\vec{i} + 8\vec{j} \Rightarrow |\vec{V}| = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

حل:

**شتاب متوسط و لحظه‌ای:** تغییر بردار سرعت در واحد زمان را شتاب متوسط می‌گوییم.

اگر متحرک در لحظه‌ی  $t_1$  در نقطه‌ی A سرعتی برابر  $\vec{V}_1$  و در لحظه‌ی  $t_2$  در نقطه‌ی B سرعتی برابر  $\vec{V}_2$  داشته باشد داریم:



$$\vec{a} = \left(\frac{\Delta V_x}{\Delta t}\right)\vec{i} + \left(\frac{\Delta V_y}{\Delta t}\right)\vec{j} = \bar{a}_x\vec{i} + \bar{a}_y\vec{j}$$

شتاب لحظه‌ای در  $t_1$ ، حد مقدار فوق است وقتی  $\Delta t$  به سمت صفر میل کند.

$$\vec{a} = \frac{dV_x}{dt}\vec{i} + \frac{dV_y}{dt}\vec{j} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j}$$

\* در حرکت با بزرگی سرعت ثابت روی دایره،  $\Delta \vec{V}$  بر  $\vec{V}$  عمود است یعنی شتاب بر سرعت عمود می‌باشد.

بردار مکان یک متحرک در SI به صورت  $\vec{r} = (2t^3 + 3t)\vec{i} + (4t^2 - t)\vec{j}$  داده شده است.

(۱) شتاب متوسط متحرک در دو ثانیه اول حرکت چیست؟ (۲) شتاب متحرک در  $t = 2$  چند متر بر مجذور ثانیه است؟

$$1) \vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} = (6t^2 + 3)\vec{i} + (8t - 1)\vec{j}$$

حل:

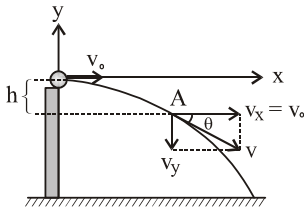
$$\vec{a} = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{\Delta t} = \frac{[(6 \times 2^2 + 3)\vec{i} + (8 \times 2 - 1)\vec{j}] - (3\vec{i} - \vec{j})}{2 - 0} = 12\vec{i} + 8\vec{j}$$

$$2) \vec{a} = \frac{dV_x}{dt}\vec{i} + \frac{dV_y}{dt}\vec{j} = \frac{d(6t^2 + 3)}{dt}\vec{i} + \frac{d(8t - 1)}{dt}\vec{j} = 12t\vec{i} + 8\vec{j}$$

$$t = 2 \Rightarrow \vec{a} = 24\vec{i} + 8\vec{j} \Rightarrow |\vec{a}| = \sqrt{24^2 + 8^2} = 8\sqrt{10} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

**حرکت پرتابی در امتداد افق:** (مخصوص رشته ریاضی). گلوله‌ای را در شرایط خلاء در امتداد افق با

سرعت  $V_0$  پرتاب می‌کنیم. حرکت گلوله در امتداد افق یکنواخت و با سرعت  $V_0$  می‌باشد حرکت گلوله در امتداد قائم با شتاب  $g$  انجام می‌شود. و سرعت اولیه‌ای ندارد.



$$\left. \begin{array}{l} \text{معادله حرکت در امتداد افق} \\ x = V_0 t \\ \text{معادله حرکت در امتداد قائم} \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{y = \frac{-g}{2V_0^2} x^2} \quad \text{معادله مسیر حرکت}$$

$$\vec{V} = \frac{dx}{dt} \vec{i} + \frac{dy}{dt} \vec{j} \Rightarrow \vec{V} = V_0 \vec{i} - g t \vec{j} \Rightarrow |\vec{V}| = \sqrt{V_0^2 + g^2 t^2} \xrightarrow{t = \frac{-y}{g}} |\vec{V}| = \sqrt{V_0^2 - 2g \Delta y}$$

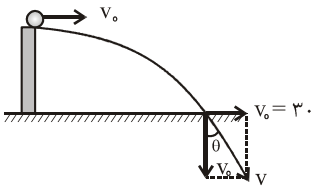
$$|\vec{V}_A| = \sqrt{V_0^2 + 2gh}$$

در هر لحظه سرعت با محور افق زاویه‌ی  $\theta$  می‌سازد که از رابطه‌های زیر به دست می‌آید.

$$\cos \theta = \frac{V_x}{V} = \frac{V_0}{V}, \quad \tan \theta = \frac{V_y}{V_x} = \frac{-gt}{V_0}$$

گلوله‌ای از بالای برجی به ارتفاع ۸۰ متر به طور افقی پرتاب می‌شود. در فاصله‌ی ۱۲۰ متر از پای برج به زمین برخورد می‌کند. در لحظه‌ی برخورد به زمین، زاویه‌ی بین سرعت گلوله و راستای قائم چند درجه است؟

حل: در لحظه‌ی برخورد گلوله به زمین  $y = -80 \text{ m}$  می‌باشد.



$$y = -\frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow -80 = -\frac{1}{2} \times 10 \times t^2 \Rightarrow \boxed{t = 4 \text{ s}}$$

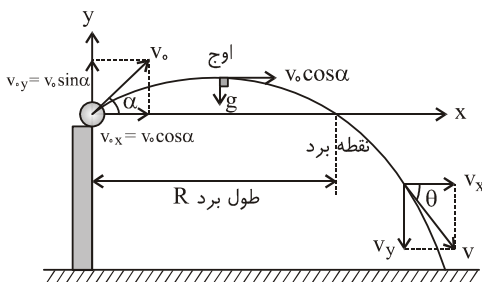
$$\text{در امتداد افق } x = V_0 t \Rightarrow 120 = V_0 \times 4 \Rightarrow \boxed{V_0 = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$\text{سرعت گلوله در لحظه‌ی برخورد به زمین } V = \sqrt{V_0^2 + 2gh} = \sqrt{30^2 + 2 \times 10 \times 80} = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\sin \theta = \frac{V_y}{V} = \frac{40}{50} = 0.8 \Rightarrow \theta = 53^\circ$$

### پرتاب گلوله تحت زاویه‌ی $\alpha$ بالای افق پرتاب:

حرکت گلوله در امتداد افق، یکنواخت و با سرعت  $V_0 \cos \theta$  و در امتداد قائم با شتاب  $g$  و با سرعت اولیه‌ی  $V_0 \sin \theta$  انجام می‌شود.



$$\text{معادله در امتداد افق} = x = V_0 \cos \alpha t$$

$$\text{معادله در امتداد قائم} = y = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \sin \alpha t$$

$$\text{معادله مسیر حرکت} = y = \frac{-g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha$$

$$V_x = \frac{dx}{dt} = V_0 \cos \alpha$$

$$V_y = \frac{dy}{dt} = -gt + V_0 \sin \alpha$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_0^2 + 2g \Delta y}$$

معادله سرعت از مشتق معادله حرکت به دست می‌آید:

$$V_{\text{اوج}} = V_0 \cos \alpha$$

در اوج ۱ = سرعت بر شتاب عمود است. ۲ = مولفه قائم سرعت صفر است. ۳ = سرعت کم‌ترین مقدار در طول مسیر را دارد.

$$\boxed{t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}} \Rightarrow \boxed{h = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}} \Rightarrow \boxed{x = \frac{V_0 \cos \alpha \cdot V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{2g}}$$



طول برد، دو برابر طول اوج است.

$$R = \frac{v_x v_y}{g} = \frac{v^2 \sin \alpha}{g}$$

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v \sin \alpha}{v \cos \alpha} = \frac{v \sin \alpha}{v \cos \alpha}$$

بین ارتفاع اوج و برد یک پرتابه رابطه روبرو برقرار است.

**نکته:** ۱- به ازاء  $\alpha = 45^\circ$  برد پرتابه به بیشینه مقدار خود می‌رسد.

۲- اگر دو گلوله تحت زوایای  $\alpha$  و  $\beta$  با سرعت‌های یکسان پرتاب شود در صورتی که  $\alpha + \beta = 90^\circ$  باشد، برد دو پرتابه برابر می‌شود.

گلوله‌ای را در شرایط خلاء به بالا پرتاب می‌کنیم. بعد از ۲ ثانیه با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  از نقطه‌ی اوج می‌گذرد.  $v$  و  $\alpha$  بدست آورید؟



$$t_{\text{اوج}} = \frac{v \sin \alpha}{g} = 2 \Rightarrow v \sin \alpha = 20 \frac{m}{s}$$

$$\tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$v \sin 45 = 20 \Rightarrow v = 20\sqrt{2} \frac{m}{s}$$

حل:

## دینامیک

$$\Delta L = \text{تغییر طول فنر (m)} \quad \left\langle \begin{array}{l} \mathbf{F} = -k \cdot \mathbf{x} \\ \text{ضریب سختی (ثابت) فنر } \frac{N}{m} \end{array} \right\rangle \leftarrow \text{نیروی فنر (N)}$$

۱- **نیروی فنر:** نیروی فنر از رابطه‌ی مقابل به دست می‌آید

اتصال متوالی (سری)	اتصال موازی
<p> <math>F = F_1 = F_2 = F_3 = \dots</math>  <math>x = x_1 + x_2 + x_3 + \dots</math>  <math>\frac{1}{k_e} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots</math>  <math>k_e = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}</math> در صورت اتصال دو فنر به طور متوالی                 </p>	<p> <math>F = F_1 + F_2 + F_3</math>  <math>x = x_1 = x_2 = x_3</math>  <math>k_e = k_1 + k_2 + k_3</math> </p> <p>اگر فنری به ثابت <math>k</math> به <math>n</math> قسمت مساوی تقسیم کنیم، ضریب سختی هر قسمت <math>k' = nk</math> می‌شود.</p>

۲- **نیروی گرانش:** دو جسم به جرم‌های  $m_1$  و  $m_2$  که فاصله‌ی مراکزشان  $r$  است نیروی جاذبه‌ای بر هم وارد می‌کنند که از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$\mathbf{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad ; \quad G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

**شدت میدان جاذبه‌ی** جرم  $m$  در فاصله‌ی  $r$  از آن، نیرویی است که به واحد جرم در آن فاصله وارد می‌شود.

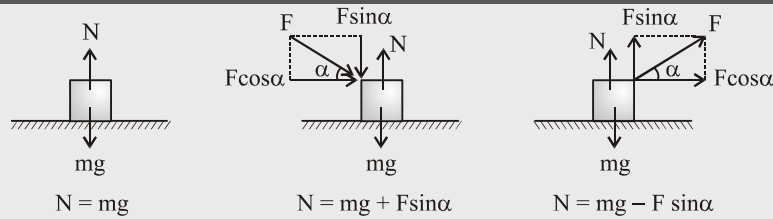
$$\frac{N}{kg} = \frac{m}{s^2} \leftarrow \mathbf{g} = G \frac{m}{r^2} \quad ; \quad G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

**نیروی وزن:** نیرویی است که از طرف کره‌ی زمین به جسم وارد می‌شود. نیروی وزن یک جسم در سطح زمین و در فاصله  $h$  از سطح زمین و همین طور شدت

میدان جاذبه در آن دو نقطه از روابط زیر بدست می‌آید.

<p> <math>W = G \frac{M_e \cdot m}{R_e^2}</math> وزن جسم در سطح زمین  <math>\Rightarrow \mathbf{W} = mg</math>  <math>\mathbf{g} = \frac{GM_e}{R_e^2}</math> شدت جاذبه در سطح زمین                 </p>	$\frac{W}{W_h} = \frac{g}{g_h} = \left( \frac{R_e + h}{R_e} \right)^2$
<p> <math>W_h = G \frac{M_e m}{(R_e + h)^2}</math> وزن جسم در <math>h</math> متری از سطح زمین  <math>\Rightarrow \mathbf{W}_h = mg_h</math>  <math>\mathbf{g}_h = \frac{GM_e}{(R_e + h)^2}</math> شدت جاذبه در <math>h</math> متری از سطح زمین                 </p>	

**نیروی عمودی سطح:** نیرویی است که از طرف سطح به طور عمود بر جسم وارد می‌شود.



**قانون اول نیوتن:** هرگاه برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد. اگر جسم ساکن است ساکن می‌ماند و اگر حرکت دارد به حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت خود ادامه می‌دهد.

**قانون دوم نیوتن:** برآیند نیروهای وارد بر جسم به آن شتابی هم راستا و هم جهت و متناسب با آن می‌دهد بطوری که شتاب با جرم جسم نسبت معکوس

دارد. شتاب جسم  $\left(\frac{m}{s}\right) \rightarrow \left[\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}\right] \leftarrow$  برآیند نیروها (N)  
 $\leftarrow$  جرم جسم (kg)

**قانون سوم نیوتن:** هر عمل یک عکس‌العمل دارد مساوی خود و در خلاف جهت آن. نیروهای عمل و عکس‌العمل به دو جسم وارد می‌شوند در نتیجه نمی‌توان برآیندی برای آن‌ها در نظر گرفت.

**تکانه:** کمیتی برداری است. حاصل ضرب جرم در سرعت جسم می‌باشد. آن را با  $\mathbf{P}$  نشان می‌دهیم.

$$\mathbf{P} = m\mathbf{V} \rightarrow \frac{m}{s} \leftarrow \text{جرم جسم (kg)}$$

- تکانه همواره بر مسیر حرکت مماس می‌باشد. تکانه هم راستا و هم جهت با سرعت است.
- نمودار  $\mathbf{P}-t$  شبیه به نمودار  $\mathbf{V}-t$  می‌باشد.

$$\bar{\mathbf{F}} = \frac{\Delta \mathbf{P}}{\Delta t}$$

• اگر تغییر تکانه‌ی جسمی در مدت  $\Delta t$ ،  $\Delta \mathbf{P}$  باشد نیروی متوسطی که در این مدت بر جسم وارد می‌شود برابر است با:

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{P}}{dt} \text{ لحظه‌ای}$$

• نیروی وارد بر جسم در هر لحظه برابر با مشتق معادله‌ی تکانه نسبت به زمان است.

• هرگاه برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد، تکانه‌ی آن ثابت می‌ماند.

• سطح زیر نمودار  $\mathbf{F}-t$  برابر با تغییر تکانه‌ی جسم است.

$$\mathbf{K} = \frac{\mathbf{P}^2}{2m}$$

• رابطه‌ی تکانه با انرژی جنبشی:

• هرگاه به دو جسم در زمان‌های مساوی نیروهای یکسانی وارد شود، تغییر تکانه‌ی آن‌ها نیز یکسان می‌شود و در صورتی که در ابتدا تکانه‌ی دو جسم برابر باشد (مثلاً دو جسم ساکن باشند) در هر لحظه، تکانه‌ی دو جسم برابر می‌شود. در این صورت می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} m_1 V_1 &= m_2 V_2 \\ m_1 x_1 &= m_2 x_2 \\ m_1 a_1 &= m_2 a_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{x_2}{x_1} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{m_1}{m_2}$$

**نیروی اصطکاک:** نیرویی است که از طرف سطح و مماس بر سطح به جسم وارد می‌شود. عکس‌العمل آن نیرویی است مماس بر سطح که از طرف جسم به

سطح وارد می‌شود. اگر جسم روی سطح بلغزد، نیروی اصطکاک را ایستایی می‌گوییم و آن را با  $\mathbf{f}_s$  نشان می‌دهیم. در این حالت نیروی اصطکاک از رابطه‌ی کلی

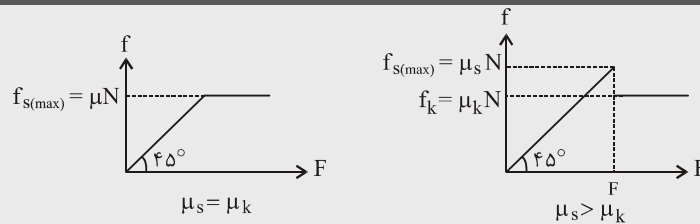
$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$  محاسبه می‌شود. وقتی جسم در آستانه‌ی لغزش قرار می‌گیرد، نیروی اصطکاک به بیش‌ترین مقدار خود می‌رسد که از رابطه  $\mathbf{f}_{s \max} = \mu_s \mathbf{N}$  به

دست می‌آید  $\mu_s$  ضریب اصطکاک ایستایی است که به جنس سطح تماس و میزان صافی و زبری آن بستگی دارد.

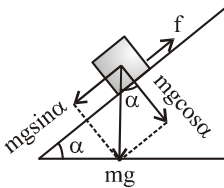
در صورتی که جسم روی سطح بلغزد، نیروی اصطکاک را «جنبشی» می‌گوییم و آن را با  $\mathbf{f}_k$  نشان می‌دهیم مقدار آن از رابطه‌ی  $\mathbf{f}_k = \mu_k \mathbf{N}$  محاسبه می‌شود.

$$\left. \begin{aligned} \text{جسم روی سطح می‌لغزد} &\rightarrow \mathbf{f}_k = \mu_k \mathbf{N} \\ \text{جسم روی سطح نمی‌لغزد} &\rightarrow 0 \leq \mathbf{f}_s \leq \mathbf{f}_{s \max} = \mu_s \mathbf{N} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \sum \mathbf{F} = m\mathbf{a} \text{ محاسبه می‌شود}$$

نمودار نیروی اصطکاک بر حسب نیروی محرک در امتداد سطح (F) به شکل زیر است.



**اصطکاک روی سطح شیب‌دار:** جسمی به جرم  $m$  را روی سطح شیب‌دار به زاویه  $\alpha$  قرار می‌دهیم نیروی اصطکاک از روابط زیر به دست می‌آید.



$$f_s = mg \sin \alpha \Leftrightarrow \mu_s > \tan \alpha$$

(۱) جسم ساکن می‌ماند.

$$f_s = \mu_s mg \cos \alpha = mg \sin \alpha \Leftrightarrow \mu_s = \tan \alpha$$

(۲) جسم در آستانه لغزش قرار می‌گیرد.

$$f_k = \mu_k mg \cos \alpha = mg \sin \alpha \Leftrightarrow \mu_k = \tan \alpha$$

(۳) جسم به طور یکنواخت به پایین سر می‌خورد.

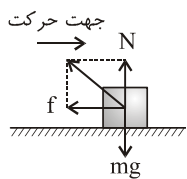
$$f_k = \mu_k mg \cos \alpha \Leftrightarrow \mu_k < \tan \alpha$$

(۴) جسم با شتاب به پایین سر می‌خورد.

**حرکت جسم روی سطح افقی بدون اعمال نیرو:** جسمی به جرم  $m$  را با سرعت  $V$  روی یک سطح افقی پرتاب می‌کنیم. شتاب حرکت جسم، زمانی که در راه است تا توقف کند و طول خط ترمز (مسافتی که طی می‌کند تا بایستد) از روابط زیر به دست می‌آید.

$$a = -\mu_k g \Rightarrow t_{\text{توقف}} = \frac{V}{\mu_k g} \Rightarrow x = \frac{V^2}{2\mu_k g}$$

• شتاب حرکت جسم روی سطح افقی بدون اعمال نیروی خارجی به جرم جسم بستگی ندارد و با ضریب اصطکاک سطح متناسب است.



**نیروی عکس‌العمل سطح (واکنش سطح):** نیرویی است که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود (R). دو مؤلفه دارد. یکی

$$R = \sqrt{f^2 + N^2}$$

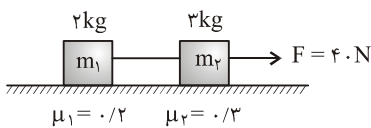
عمود بر سطح (N) و دیگری در امتداد سطح (اصطکاک f). و از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

در صورتی که جسم روی سطح در آستانه‌ی لغزش باشد و یا بلغزد نیروی واکنش سطح از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$R = \sqrt{f^2 + N^2} = N\sqrt{1 + \mu^2}$$

برای حل مسائل دینامیک پس از رسم شکل و نیروهای وارد بر جسم، نیروها را به دو مؤلفه در امتداد حرکت و عمود بر آن تجزیه می‌کنیم و مقادیر مؤلفه‌ها را به دست می‌آوریم. سپس معادله نیوتن ( $\sum F = ma$ ) در این دو امتداد را می‌نویسیم و آن‌ها را در یک دستگاه حل می‌کنیم.

**کشش نخ:** نیرویی است که به نخ پاره شده وارد می‌شود تا جسم وضع سابق خود را حفظ کند. در امتداد نخ به جسم وارد می‌شود و نوک پیکان آن به طرف بیرون جسم است. کشش نخ بدون جرم در طرفین قرقره‌ی بدون اصطکاک برابر است.



در شکل مقابل، کشش نخ را به دست آورید؟



حل:

$$\left. \begin{array}{l} \text{برای } m_1 \left\{ \begin{array}{l} \sum F_y = 0 \Rightarrow N_1 = 20, f_1 = \mu_1 N_1 = 0.2 \times 20 = 4N \\ \sum F_x = ma \Rightarrow T - 4 = 2a \quad (A) \end{array} \right. \\ \text{برای } m_2 \left\{ \begin{array}{l} \sum F_y = 0 \Rightarrow N_2 = 30, f_2 = \mu_2 N_2 = 0.3 \times 30 = 9N \\ \sum F_x = ma \Rightarrow 40 - T - 9 = 3a \quad (B) \end{array} \right. \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} T = 14/8N \\ a = 5/4 \frac{m}{s^2} \end{array}$$

اگر ۱- نیروی  $F$  در امتداد سطح باشد ۲- ضریب اصطکاک کلیه سطوح یکسان باشد ۳- اجسام در حال لغزش و یا در آستانه لغزش باشند می‌توان به کمک تناسب نیروی کشش نخ را به دست آورد.

در شکل‌های زیر نیروی کشش نخ چیست؟



	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><math>\Delta \text{kg}</math></td> <td style="width: 30%;"><math>100 \text{ N}</math></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td><math>2 \text{ kg}</math></td> <td><math>T = 40 \text{ N}</math></td> <td></td> </tr> </table>	$\Delta \text{kg}$	$100 \text{ N}$		$2 \text{ kg}$	$T = 40 \text{ N}$	
$\Delta \text{kg}$	$100 \text{ N}$						
$2 \text{ kg}$	$T = 40 \text{ N}$						
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><math>\Delta \text{kg}</math></td> <td style="width: 30%;"><math>100 \text{ N}</math></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td><math>2 \text{ kg}</math></td> <td><math>T = 32 \text{ N}</math></td> <td></td> </tr> </table>	$\Delta \text{kg}$	$100 \text{ N}$		$2 \text{ kg}$	$T = 32 \text{ N}$	
$\Delta \text{kg}$	$100 \text{ N}$						
$2 \text{ kg}$	$T = 32 \text{ N}$						

روابطی برای محاسبه حداقل  $F$  برای کشیدن وزنه‌ی زیری در شکل‌های زیر ارائه شده است:

$T = f_1 = \mu_1 m_1 g$ $F = f_1 + f_2 = \mu_1 m_1 g + \mu_2 (m_1 + m_2) g$	$T = f_1 = \mu_1 m_1 g$ $F = 2f_1 + f_2 = 2\mu_1 m_1 g + \mu_2 (m_1 + m_2) g$

### آسانسور

<p>(ب) آسانسور پایین می‌رود</p> $\sum F_y = ma \Rightarrow Mg - T = Ma$ $\vec{T} = M(\vec{g} - \vec{a})$ <p>وزن ظاهری جسمی به جرم <math>m</math> درون آسانسور نیز از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید. <math>\vec{W}' = m(\vec{g} - \vec{a})</math></p> <p>(۱) اگر آسانسور تندشونده پایین برود، <math>a &gt; 0</math> و <math>W' &lt; W</math> می‌باشد.                  (۲) اگر آسانسور یکنواخت پایین برود، <math>a = 0</math> و <math>W' = W</math> می‌باشد.                  (۳) اگر آسانسور کندشونده پایین برود، <math>a &lt; 0</math> و <math>W' &gt; W</math> می‌باشد.</p>	<p>(الف) آسانسور بالا می‌رود</p> $\sum F_y = ma \Rightarrow T - Mg = Ma$ $\vec{T} = M(\vec{g} + \vec{a})$ <p>وزن ظاهری جسمی به جرم <math>m</math> درون آسانسور نیز از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید. <math>\vec{W}' = m(\vec{g} + \vec{a})</math></p> <p>(۱) اگر آسانسور تندشونده بالا برود، <math>a &gt; 0</math> و <math>W' &gt; W</math> می‌باشد.                  (۲) اگر آسانسور یکنواخت بالا برود، <math>a = 0</math> و <math>W' = W</math> می‌باشد.                  (۳) اگر آسانسور کندشونده بالا برود، <math>a &lt; 0</math> و <math>W' &lt; W</math> می‌باشد.</p>
---	---

\* بنابراین اگر شتاب آسانسور روبه بالا باشد  $W' > W$  و اگر رو به پایین باشد  $W' < W$  می‌باشد.

**ماشین آتوود:** در صورتی که  $m_1 > m_2$  و دستگاه از حال سکون به حرکت در آید و از جرم قرقره و اصطکاک‌ها صرف‌نظر

شود شتاب، کشش نخ طرفین قرقره و بالای قرقره از روابط زیر به دست می‌آید.

$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g$	$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$	$T' = 2T$
-------------------------------------	------------------------------------	-----------

اگر در هر طرف قرقره دو یا چند جسم داشته باشیم روابط فوق صادق است. در این حالت مجموع جرم یک طرف را  $m_1$  و طرف دیگر را  $m_2$  در نظر می‌گیریم. کشش نخ بدست آمده، کشش نخ طرفین قرقره می‌باشد.

در شکل مقابل شتاب حرکت وزنه‌ها و کشش نخ طرفین قرقره چیست؟



$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g = \frac{(4+3) - (1+2)}{4+3+1+2} \times 10 = 4 \frac{m}{s^2}$	$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g = \frac{2 \times (4+3)(1+2)}{(4+3) + (1+2)} \times 10 = 42 \text{ N}$
---	---

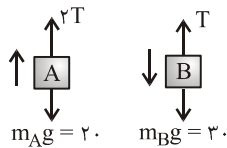
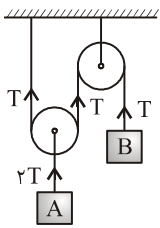
حل:

**قرقره‌های متحرک:** برای حل مسائل مربوط به قرقره‌های متحرک ابتدا جسم متصل به قرقره‌ی متحرک را به اندازه‌ی واحد جابه‌جایی می‌کنیم و جابه‌جایی اجسام

دیگر را اندازه می‌گیریم. نسبت سرعت و شتاب وزنه‌ها به نسبت جابه‌جایی آن‌ها خواهد بود.



در شکل مقابل  $m_B = 3\text{kg}$ ,  $m_A = 2\text{kg}$  می‌باشد. اگر از جرم نخ و اصطکاک‌ها صرف نظر شود، شتاب حرکت وزنه A چند متر بر مجذور ثانیه است؟



حل: در صورتی که وزنه A به اندازه واحد بالا برود و باید وزنه B، ۲ واحد جابه‌جا شود پس  $a_B = 2a_A$

$$\begin{aligned} \text{A برای } \sum F = ma &\Rightarrow 4T - 20 = 2a_A \\ \text{B برای } \sum F = ma &\Rightarrow 30 - T = 3a_B = 6a_A \end{aligned} \Rightarrow a_A = \frac{20}{7} \frac{m}{s^2}$$

**سطح شیب‌دار:** از پایین سطح شیب‌داری به زاویه  $\alpha$  جسمی به جرم  $m$  را با سرعت اولیه  $V$  به بالا پرتاب می‌کنیم جدول زیر شتاب در رفت و برگشت و همچنین زمان توقف و مسافت طی شده تا توقف در رفت را نشان می‌دهد.

شتاب در رفت:	شتاب در برگشت:
$\sum F_y = 0 \rightarrow N = mg \cos \alpha$ $f = \mu mg \cos \alpha$ $\sum F_x = ma \rightarrow -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma$ $a = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$ $t_s = \frac{V}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$ $x_s = \frac{V^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$	$\sum F_y = 0 \rightarrow N = mg \cos \alpha$ $f = \mu mg \cos \alpha$ $\sum F = ma \rightarrow mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma$ $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ <p>اندازه‌ی شتاب در رفت بیش‌تر از برگشت و زمان رفت کم‌تر از زمان برگشت می‌باشد.</p>



از پایین سطح شیب‌داری به زاویه  $45^\circ$  گلوله‌ای که ضریب اصطکاکش با سطح  $\mu = 1/4$  است را با سرعت  $12 \frac{m}{s}$  به طرف بالا پرتاب

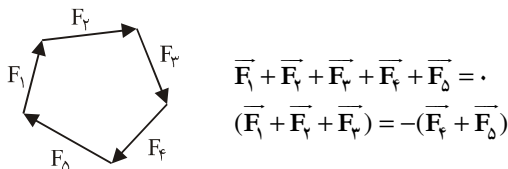
می‌کنیم گلوله چه مسافتی بر حسب متر روی سطح بالا می‌رود و با چه شتابی بر حسب  $\frac{m}{s^2}$  به پایین برمی‌گردد؟

حل:

$$x = \frac{V^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{12^2}{2 \times 10 \left( \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{1}{4} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \right)} = 3\sqrt{2}m$$

چون  $\mu = 1/4 < \tan 45 = 1$  می‌باشد پس جسم به پایین برمی‌گردد و شتاب در برگشت صفر می‌شود.

**تعداد:** جسمی در حال تعادل است که برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد. در این صورت نیروها تشکیل یک کثیرالاضلاع می‌دهند. برآیند یک دسته از نیروها قرینه‌ی برآیند دسته باقی‌مانده می‌شود.



در این صورت اگر یک دسته از نیروها حذف شود، اندازه‌ی برآیند دسته باقیمانده اندازه‌ی برابر با اندازه‌ی برآیند نیروهای حذف شده دارد.



جسمی به جرم  $2\text{kg}$  تحت اثر نیروهایی با اندازه‌های  $10\text{N}$  و  $20\text{N}$  و  $30\text{N}$  و  $40\text{N}$  در حال تعادل است. اگر نیروی  $30$  نیوتنی حذف شود جسم با چه شتابی حرکت می‌کند؟

حل: با حذف نیروی  $30$  نیوتنی، اندازه‌ی برآیند نیروهای باقیمانده  $30\text{N}$  می‌شود

$$\sum F = ma \Rightarrow 30 = 2a \rightarrow a = 15 \frac{m}{s^2}$$

\* در صورتی که به جسم در حال تعادل سه نیرو وارد شده باشد، آن سه نیرو تشکیل یک مثلث می‌دهند. در این حالت اندازه‌ی هر نیرو از جمع اندازه‌ی نیروهای دیگر کوچک‌تر یا مساوی و از تفاضل اندازه‌ی نیروهای دیگر بزرگ‌تر یا مساوی می‌باشد.

برآیند کدام دسته از نیروهای با اندازه‌های زیر می‌تواند صفر باشد؟

۸ و ۵ و ۲ (۴)

۹ و ۶ و ۵ (۳۷)

۸ و ۴ و ۳ (۲)

۷ و ۴ و ۲ (۱)

**حرکت دایره‌ای:** حرکتی است که متحرک بر مسیر دایره انجام می‌دهد.

**سرعت زاویه‌ای متوسط و لحظه‌ای:** زاویه‌ای است که متحرک در واحد زمان طی می‌کند.

$$\frac{\text{rad}}{\text{s}} \rightarrow \bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \rightarrow \text{rad/s}$$

$$\bar{\omega} = \frac{d\theta}{dt}$$

معادله‌ی زاویه‌ی پیموده شده در یک حرکت دایره‌ای به صورت  $\theta = t^3 + 2t + 1$  بدست آورید:

(۲) سرعت زاویه‌ای در  $t = 2$

(۱) سرعت زاویه‌ای متوسط در دو ثانیه‌ی اول

$$1) \bar{\omega} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{2 - 0} = \frac{(2^3 + 2 \times 2 + 1) - (1)}{2} = 6 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

حل:

$$2) \omega = \frac{d\theta}{dt} = 3t^2 + 2 \xrightarrow{t=2} \omega_2 = 3 \times 2^2 + 2 = 14 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

**حرکت دایره‌ای یکنواخت:** حرکتی است که با سرعت زاویه‌ای ثابت انجام می‌شود در این حرکت سرعت زاویه‌ای متوسط و لحظه‌ای برابرند معادله‌ی آن به صورت مقابل است.

$$\theta = \omega t + \theta_0$$

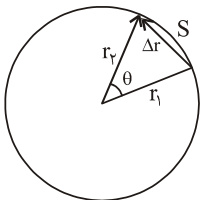
صورت مقابل است.

**دوره:** مدت زمانی است که متحرک یک دور کامل دایره را طی می‌کند (T) واحد آن ثانیه است.

**بسامد:** تعداد دورها در واحد زمان می‌باشد (f) واحد آن هرتز است.

دور ۱	ثانیه T	$f \Rightarrow f = \frac{1}{T}$	$2\pi$ رادیان	ثانیه T	$\omega \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$
-------	---------	---------------------------------	---------------	---------	---

**سرعت خطی در حرکت دایره‌ای:** در مدتی که متحرک زاویه‌ی  $\theta$  را می‌پیماید طول قوس طی شده S می‌باشد.



طول قوس

$$2\pi R$$

$$\theta \Rightarrow s = R\theta$$

طرفین رابطه را به  $\Delta t$  (زمان جابه‌جایی) تقسیم می‌کنیم. در حد وقتی  $\Delta t$  به سمت صفر میل کند طول قوس به سمت جابه‌جایی میل می‌کند.

$$|\bar{V}| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta r}{\Delta t} \right| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} R \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \Rightarrow \bar{V} = R\omega$$

**شتاب در حرکت دایره‌ای یکنواخت:** سرعت همواره مماس بر مسیر حرکت می‌باشد و در این نوع حرکت

$$\mathbf{a} = \frac{V^2}{R} = R\omega^2 = V\omega$$

راستای آن تغییر می‌کند. در نتیجه‌ی تغییر بردار سرعت، حرکت شتاب‌دار است این شتاب در امتداد شعاع و به طرف مرکز دایره می‌باشد که به آن شتاب مرکزگرا می‌گوییم.

$$\mathbf{F} = m \frac{V^2}{R} = mR\omega^2 = mV\omega$$

**نیروی مرکزگرا:** عامل دوران یک جسم روی مسیر دایره، نیرویی در امتداد شعاع و به طرف مرکز دایره است که به آن نیروی مرکزگرا می‌گوییم:

• متحرکی به جرم m که با سرعت V بر روی دایره حرکت می‌کند. طی مدتی که زاویه‌ی  $\alpha$  را طی می‌کند تغییر سرعتی برابر  $\Delta V = 2V \sin \frac{\alpha}{2}$

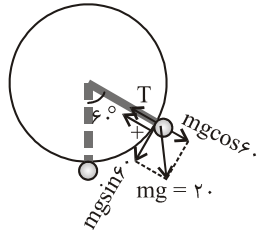
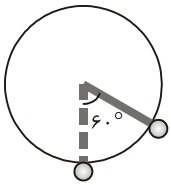
دارد و تکانه‌اش به اندازه‌ی  $\Delta P = 2P \sin \frac{\alpha}{2}$  تغییر می‌کند.

• برای حل مسئله‌ی دینامیک در حرکت دورانی پس از رسم شکل و نیروهای وارد بر جسم، نیروها را به دو مولفه در امتداد شعاع و عمود به آن تجزیه می‌کنیم. سپس جهت مثبت در امتداد شعاع را به طرف مرکز دایره در نظر می‌گیریم و برآیند نیروهای مرکزگرا را محاسبه کرده آن‌ها را برحسب

شرایط برابر  $\frac{mV^2}{R}$  یا  $mR\omega^2$  قرار می‌دهیم.



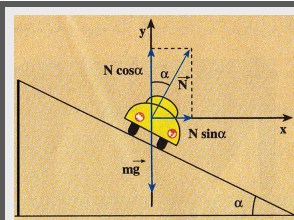
به انتهای میله‌ای به طول ۸۰ cm گلوله‌ای به جرم ۲ kg می‌بندیم و آن را حول انتهای دیگر میله در سطح قائم دوران می‌دهیم. در لحظه‌ی نشان داده شده سرعت گلوله  $\frac{m}{s}$  است. نیروی کشش میله در این لحظه چند نیوتن است؟



$$T - mg \cos 60^\circ = \frac{mV^2}{R} \Rightarrow T = mg \cos 60^\circ + \frac{mV^2}{R}$$

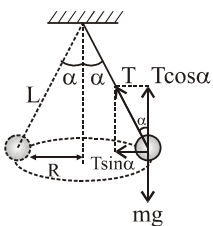
$$T = 20 \times \frac{1}{2} + \frac{2 \times 2^2}{0.8} = 20 \text{ N}$$

**شیب عرضی جاده:** حداکثر سرعت مجاز در پیچ افقی یک جاده  $V = \sqrt{\mu_s Rg}$  می‌باشد. برای افزایش این سرعت و برای دوران در جاده‌ی بدون اصطکاک در عرض به جاده شیب می‌دهیم. تا مولفه‌ی افقی نیروی وارد بر اتومبیل، تأمین کننده‌ی نیروی مرکزگرا شود.



$$\left. \begin{aligned} N \sin \alpha &= \frac{mV^2}{R} \\ N \cos \alpha &= mg \end{aligned} \right\} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{V^2}{Rg} = \frac{a}{g}$$

**آونگ مخروطی:** کشش نخ به دو مولفه یکی در امتداد قائم به مقدار  $T \cos \theta$  که با  $mg$  خنثی می‌شود و دیگری در امتداد افق به مقدار  $T \sin \alpha$  که نیروی مرکزگرا می‌باشد تجزیه می‌شود.



$$\left. \begin{aligned} T \sin \alpha &= mR\omega^2 \\ T \cos \alpha &= mg \end{aligned} \right\} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{R\omega^2}{g} = \frac{a}{g}$$

$$\tan \alpha = \frac{R\omega^2}{g} \xrightarrow{R=L \sin \alpha} \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{L \sin \alpha \omega^2}{g} \Rightarrow \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{L\omega^2}{g}$$

**ماهواره:** ماهواره فقط تحت اثر نیروی وزنش در حرکت است. حرکت ماهواره سقوط آزاد است. اجسام در ماهواره بی‌وزن هستند.

$V = \sqrt{rg}$  شتاب جاذبه در محل ماهواره (شعاع دوران ماهواره) فاصله از مرکز زمین

**سرعت ماهواره:** سرعت ماهواره از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$V = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} = R_e \sqrt{\frac{g}{r}} \Rightarrow V \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$$

سرعت ماهواره از روابط زیر نیز محاسبه می‌گردد.

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_e} r^3 \Rightarrow T^2 \propto r^3$$

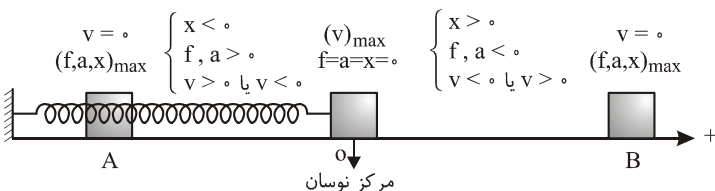
دوره‌ی حرکت ماهواره نیز از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

اگر شعاع دوران یک ماهواره چهار برابر شود، سرعت و دوره آن چند برابر می‌شود؟

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} = \sqrt{\frac{1}{4}} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2} \quad ; \quad \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3 = 4^3 = 64 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 8$$

حل:

### حرکت نوسانی



**حرکت نوسانی:** حرکتی است که یک متحرک روی یک پاره خط (AB) حول وسط آن (نقطه‌ی O) چنان انجام می‌دهد که همواره شتابی متناسب با فاصله نوسانگر از مرکز نوسان و به طرف مرکز نوسان داشته باشد.

**بعد حرکت:** به فاصله‌ی نوسانگر از مرکز نوسان بعد می‌گوییم. بیش‌ترین فاصله از مرکز نوسان دامنه می‌باشد. زمان یک رفت و برگشت کامل را دوره حرکت

$$T = \frac{1}{f}$$

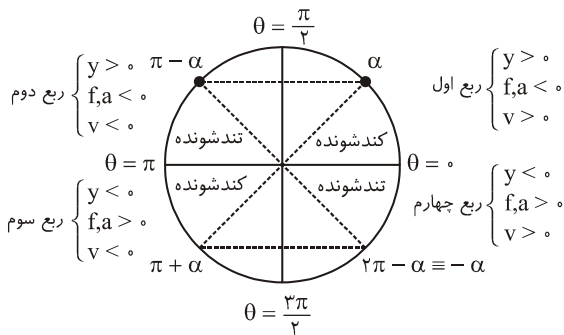
می‌نامیم. و تعداد نوسانات در واحد زمان را بسامد می‌نامیم. و داریم:

**تعریف دیگر حرکت نوسانی:** هرگاه یک متحرک روی دایره حرکت دورانی یکنواخت کند، تصویرش روی هر یک از قطرهای، یک حرکت نوسانی دارد.

**معادله‌ی حرکت نوسانی:** معادله‌ای است که در هر لحظه، فاصله‌ی نوسانگر را از مرکز نوسان نشان می‌دهد.

$$y = A \sin(\omega t + \theta) \rightarrow \text{فاز حرکت بعد بیشینه (دامنه)}$$

$$t=0 \rightarrow y = A \sin \theta \rightarrow \sin \theta = \frac{y}{A}$$



اگر متحرک فرضی روی دایره‌ی مرجع حرکت دایره‌ای یکنواخت داشته باشد. تصویرش حرکت نوسانی دارد. که اگر نوسانگر به طرف انتهای مسیر برود حرکت کندشونده و وقتی متحرک به طرف مرکز نوسان می‌رود حرکت تندشونده است.

\* اگر متحرک روی پاره‌خطی به طول  $d$  نوسان کند،  $A = \frac{d}{2}$  است.

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

رابطه‌ی سرعت زاویه‌ای - بسامد و دوره

**نوسانگری بر روی پاره‌خطی به طول ۱۰ سانتی‌متر نوسان می‌کند و در مدت ۴ ثانیه ۲۰ بار پاره‌خط را طی می‌کند. اگر در مبدأ زمان در نصف**

**بعد ماکزیمم در بعدهای منفی حرکت کندشونده داشته باشد معادله‌ی حرکت آن در SI چیست؟**

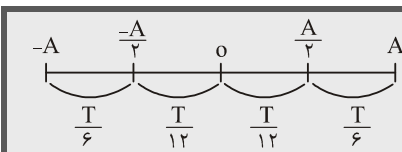
$$A = \frac{d}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

$$\text{(نوسان)} \quad 20 = 10 \text{ بار} \quad 4 \text{ ثانیه}$$

$$f = 2 / 4 \text{ Hz} \Rightarrow \omega = 2\pi f = 5\pi$$

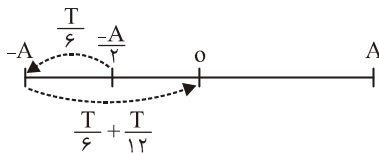
$$\sin \theta = \frac{y}{A} \rightarrow y = -\frac{1}{2} A \rightarrow \sin \theta = -\frac{1}{2} \rightarrow \text{ربع سوم} \Rightarrow \theta = \pi + \frac{\pi}{6} = \frac{7\pi}{6}$$

$$y = A \sin(\omega t + \theta) \Rightarrow y = 0.05 \sin(5\pi t + \frac{7\pi}{6})$$



\* اگر نوسانگری از مرکز نوسان حرکت کند و مسیرش را تا انتها به دو نیمه‌ی مساوی تقسیم کند،

نیمه‌ی اول را در  $\frac{T}{12}$  و نیمه‌ی دوم را در مدت  $\frac{T}{6}$  می‌پیماید.



$$t = \frac{T}{6} + \frac{T}{6} + \frac{T}{12} + \frac{T}{12} = \frac{5}{12} T = \frac{5}{12} \times 0.12 = 0.05 \text{ s}$$

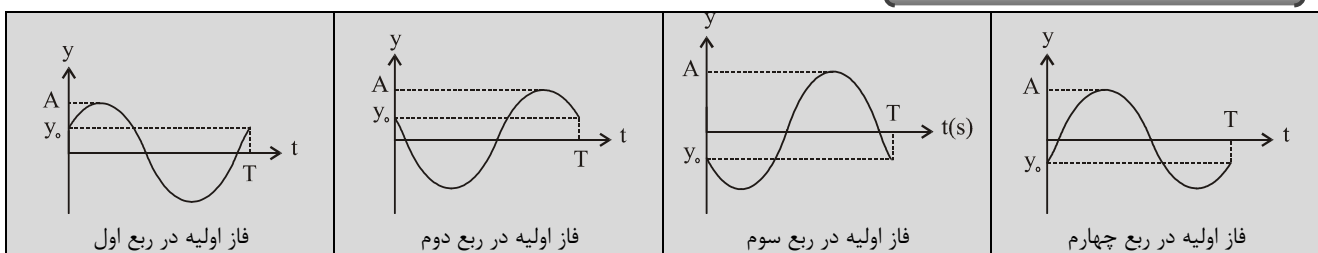
**نوسانگری با دوری  $T = 0.12 \text{ s}$  در حرکت است. در ابتدا در نصف بعد بیشینه و در**

**بعدهای منفی قرار دارد و به طرف انتهای مسیر پیش می‌رود. پس از چه مدت به مرکز نوسان**

**می‌رسد؟**

**حل:**

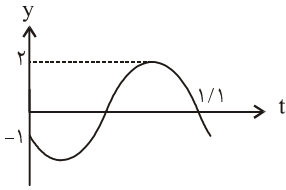
### نمودار مکان- زمان در حرکت نوسانی







نمودار مکان- زمان جسم مرتعشی به شکل مقابل است. معادله‌ی حرکت آن چیست؟



$$\sin \theta = \frac{y}{A} = -\frac{1}{2} \xrightarrow{\text{ربع سوم}} \theta = \pi + \frac{\pi}{6} = \frac{7\pi}{6}$$

حل:

$$y = 2 \sin(\omega t + \frac{7\pi}{6}) = 0$$

در لحظه‌ی  $t = 1/1$  برای دومین بار  $y = 0$  می‌شود.

$$\sin(\omega t + \frac{7\pi}{6}) = 0 \Rightarrow \omega t + \frac{7\pi}{6} = 0 \quad \text{یا} \quad \pi \quad \text{یا} \quad 2\pi \quad \text{یا} \quad 3\pi$$

مقادیر صفر و  $\pi$  قابل قبول نیستند چون  $t < 0$  می‌شود. در  $2\pi$  برای اولین بار و

$$t = 1/1 \Rightarrow 1/\omega + \frac{7\pi}{6} = 2\pi \Rightarrow \omega = \frac{5\pi}{3}$$

$3\pi$  برای دومین بار  $y = 0$  می‌شود.

$$y = A \sin(\omega t + \theta) \Rightarrow y = 2 \sin(\frac{5\pi}{3} t + \frac{7\pi}{6})$$

### سرعت - شتاب و نیرو در حرکت نوسانی

$y = A \sin(\omega t + \theta)$

$$v = \frac{dy}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \theta) \Rightarrow v_m = A\omega$$

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \sin(\omega t + \theta) \Rightarrow a_m = A\omega^2$$

$a = -\omega^2 y$   $\Rightarrow a + \omega^2 y = 0$   $\Rightarrow \frac{d^2 y}{dt^2} + \omega^2 y = 0$  (شکل دوم معادله نوسانی)

$F = ma \Rightarrow F = -m\omega^2 y$  (نیروی نوسانی)

$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{-y}{a}}$

### روابط مستقل از زمان در حرکت‌های نوسانی

روابط مستقل از زمان در حرکت‌های نوسانی	
$(\frac{y}{A})^2 + (\frac{v}{v_m})^2 = 1$	$\rightarrow v = \pm \omega \sqrt{A^2 - y^2}$
$(\frac{a}{a_m})^2 + (\frac{v}{v_m})^2 = 1$	$\rightarrow a = \pm \omega \sqrt{v_m^2 - v^2}$

معادله حرکت متحرکی در SI به صورت  $y = 0.2 \sin(10\pi t - \frac{\pi}{8})$  می‌باشد. وقتی نوسان‌گر در  $x = +1 \text{ cm}$  قرار دارد و حرکتش تندشونده است،

سرعتش چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

حل: وقتی بعد مثبت و حرکت تندشونده است، فاز اولیه در ربع دوم می‌باشد و سرعت منفی است.

$$v = -\omega \sqrt{A^2 - x^2} = \frac{A = 0.2 \text{ m} = 2 \text{ cm}}{\omega = 10\pi} \rightarrow v = -10\pi \sqrt{2^2 - 1^2} = -10\pi \sqrt{3} \frac{\text{cm}}{\text{s}} = -\sqrt{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### اختلاف فاز بین معادله حرکت - سرعت و شتاب

$$y = A \sin(\omega t + \theta)$$

در حرکت نوسانی همواره نیرو و شتاب هم فازند

$$v = A\omega \cos(\omega t + \theta) = v_m \sin(\omega t + \theta + \frac{\pi}{2})$$

و نسبت به سرعت  $\frac{\pi}{2}$  و نسبت به بعد به اندازه‌ی  $\pi$  تقدم فاز دارند.

$$a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \theta) = a_m \sin(\omega t + \theta + \pi)$$

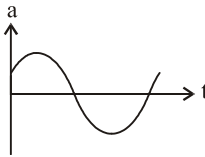
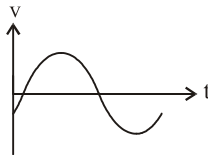
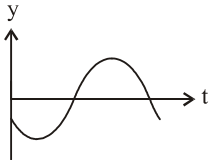
سرعت نسبت به شتاب  $\frac{\pi}{2}$  تأخیر فاز و نسبت به بعد به

$$f = ma \rightarrow f = f_m \sin(\omega t + \theta + \pi)$$

اندازه‌ی  $\frac{\pi}{2}$  تقدم فاز دارد.

با توجه به مطالب فوق. اگر فاز اولیه معادله حرکت در ربع اول باشد فاز اولیه معادله سینوسی سرعت در ربع دوم و فاز اولیه شتاب در ربع سوم است. اگر فاز اولیه معادله حرکت در ربع دوم باشد، فاز اولیه معادله سینوسی سرعت در ربع سوم و فاز اولیه شتاب در ربع چهارم است.

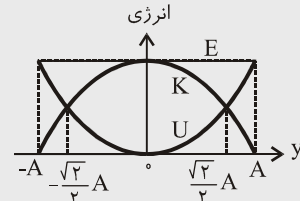
نمودار  $y-t$  یک نوسانگر به شکل مقابل است. نمودار سرعت - زمان و شتاب زمان، آن چگونه است؟



حل: چون فاز اولیه  $y-t$  در ربع سوم است، فاز اولیه سرعت و شتاب به ترتیب ربع چهارم و اول می‌باشد.

## انرژی

$$\begin{aligned} K &= \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 - y^2) \\ U &= \frac{1}{2} m \omega^2 y^2 \\ E &= K + U = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} \frac{K}{U} &= \frac{A^2 - y^2}{y^2} \\ \frac{K}{E} &= \frac{A^2 - y^2}{A^2} \\ \frac{U}{E} &= \frac{y^2}{A^2} \end{aligned}$$



انرژی مکانیکی  $E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$  با مجذور دامنه و مجذور بسامد نسبت مستقیم دارد.

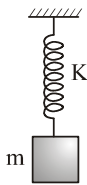
در چه فاصله‌ای از مرکز نوسان انرژی پتانسیل و جنبشی برابر است؟

$$\frac{k}{U} = 1 \Rightarrow \frac{A^2 - y^2}{y^2} = 1 \Rightarrow y^2 = \frac{1}{2} A^2 \Rightarrow y = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} A$$

حل:

در حرکت‌های نوسانی در مکان‌های  $y = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} A$  و در فازهای  $\theta = (2n-1)\frac{\pi}{4}$  انرژی پتانسیل و جنبشی برابرند.

**نوسان جرم و فنر:** دوره حرکت و بسامد زاویه‌ای از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.



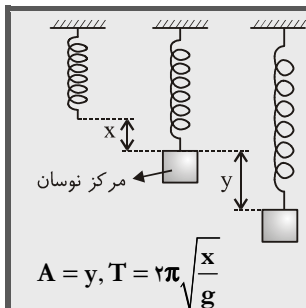
$$\begin{aligned} T &= 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \\ E &= \frac{1}{2} k A^2 \end{aligned}$$

\* دوره حرکت نوسانی جرم و فنر به دامنه، شتاب جاذبه و طول فنر بستگی ندارد. با جذر جرم نسبت مستقیم و با جذر ضریب سختی فنر نسبت عکس دارد.

\* انرژی مکانیکی مجموعه‌ی جرم و فنر از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.

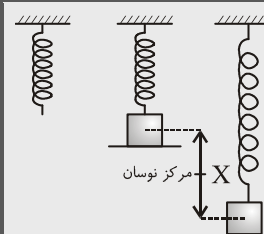
به فتری به ثابت  $k$ ، جسمی به جرم  $m$  می‌بندیم و با دامنه‌ی  $A$  به نوسان در می‌آوریم. انرژی مکانیکی آن  $E$  می‌شود اگر فنر را به دو نیمه تقسیم کنیم و به یک نیمه‌ی آن جسمی به جرم  $3m$  بیاویزیم و آن را به دامنه  $\frac{A}{2}$  به نوسان در می‌آوریم. انرژی مکانیکی آن چند می‌شود؟

حل: وقتی فتری به ثابت  $k$  به دو نیمه تقسیم می‌شود، ضریب سختی هر نیمه  $2k$  می‌شود.  $\frac{E_2}{E_1} = \frac{k_2}{k_1} \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = 2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}$



$$A = y, T = 2\pi \sqrt{\frac{x}{g}}$$

به فتری به ثابت  $k$ ، که از سقف آویزان است جسمی به جرم  $m$  می‌بندیم. فنر پس از تغییر طولی به اندازه  $X$  جسم را به تعادل در می‌آورد. جسم را به اندازه  $Y$  از وضع تعادل خارج کرده و رها می‌کنیم و جسم با دامنه و دوره زیر نوسان می‌کند



$$A = \frac{X}{2}, T = 2\pi \sqrt{\frac{X}{2g}}$$

به فتری به ثابت  $k$ ، جسمی به جرم  $m$  می‌بندیم و رها می‌کنیم تا جسم بر روی پاره‌خطی به طول  $X$  نوسان کند دامنه و دوره آن از رابطه زیر بدست می‌آید.

**آونگ ساده:** دوره‌ی یک آونگ ساده از رابطه زیر بدست می‌آید.

دوره آونگ ساده به جرم گلوله بستگی ندارد.

اگر به جرم گلوله علاوه بر نیروی وزن نیرویی در امتداد قائم وارد شود برای محاسبه‌ی دوره حرکت آونگ، شتاب ناشی از این نیرو تأثیر دارد. اگر نیرو به طرف بالا بود این شتاب را از  $g$  کم و اگر به طرف پایین بود جمع می‌کنیم.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g \pm a}}$$

نیرو به طرف پایین  
نیرو به طرف بالا

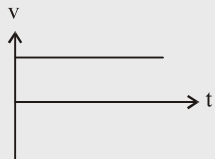
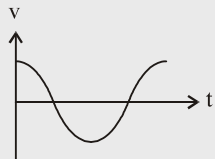
گلوله‌ی یک آونگ آهنی است و با دوره‌ی  $T = 2s$  نوسان می‌کند. طول آونگ را نصف می‌کنیم و به کمک یک آهنربا نیرویی معادل وزن گلوله در امتداد قائم به طرف پایین به آن وارد می‌کنیم. دوره‌ی آن چند ثانیه می‌شود؟

$$\frac{T'}{T} = \frac{\sqrt{\frac{L'}{L} \times \frac{g}{g + \frac{F}{m}}}}{\sqrt{\frac{L}{L} \times \frac{g}{g + \frac{mg}{m}}}} \Rightarrow \frac{T'}{2} = \sqrt{\frac{1}{2} \times \frac{g}{g + \frac{mg}{m}}} \Rightarrow T' = 1s$$

حل:

## موج‌های مکانیکی

موج با سرعت ثابت در یک محیط همگن منتشر می‌شود. و معادله‌ی انتشار آن به صورت  $x = vt$  می‌باشد. سرعت انتشار امواج مکانیکی در جامدات بیش‌تر از مایعات و در مایعات بیش‌تر از گازهاست.

<p>سرعت انتشار موج</p>  <p>به خواص محیط بستگی دارد. به خواص منبع بستگی ندارد.</p>	<p>سرعت ارتعاشات ذرات محیط</p> $V = A\omega \cos(\omega t + \theta)$ <p>به خواص منبع (<math>\theta, \omega, A</math>) بستگی دارد. مستقل از خواص محیط است.</p> 
--	--

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

**طول موج:** مسافتی که موج در یک دوره طی می‌کند طول موج نام دارد. ( $\lambda$ )

$$\mu = \frac{m}{L} \leftarrow \text{جرم واحد طول سیم (kg/m)}$$

**سرعت انتشار موج در یک سیم:** جرم واحد طول سیم را با  $\mu$  نشان می‌دهیم

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}} = \frac{1}{D} \sqrt{\frac{F}{\pi \rho}} \rightarrow \text{چگالی سیم (kg/m}^3\text{)}$$

قطر سیم (m)

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} \times \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} \quad \left( \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \sqrt{\frac{A_1}{A_2}} \right) \quad \left( \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{D_1}{D_2} \right)$$

بنابراین برای مقایسه سرعت انتشار ارتعاشات در دو سیم از روابط زیر استفاده می‌کنیم.

تاری به طول  $L$  را که  $m$  گرم جرم دارد با نیروی  $F$  بین دو نقطه می‌کشیم و آن را مرتعش می‌کنیم. اگر تار دیگری به طول  $\frac{5}{4}L$  و جرم  $8m$  را با همان نیروی کشش، مرتعش کنیم، سرعت انتشار موج در آن چند برابر سیم اول است؟

$$\mu_2 = \frac{m_2}{L_2} = \frac{8m}{\frac{5}{4}L} = (0.8) \frac{m}{L} = (0.8) \mu_1 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} \times \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} = 1 \times \sqrt{\frac{\mu_1}{0.8\mu_1}} = \frac{5}{4}$$

حل:

در رابطه‌ی  $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}}$  در صورتی که جرم سیم تغییر نکند و طول آن تغییر کند سرعت انتشار ارتعاشات با جذر طول سیم نسبت مستقیم پیدا می‌کند ولی اگر با تغییر طول سیم جرم آن هم به همان نسبت تغییر کند،  $\mu$  ثابت می‌ماند و سرعت انتشار ارتعاشات به طول سیم بستگی ندارد.

سرعت انتشار ارتعاشات در سیمی که با نیروی  $F$  کشیده می‌شود  $v$  می‌باشد. اگر سیم را از دستگاهی عبور دهیم تا طولش دو برابر شود و سیم را با همان نیرو بکشیم، سرعت انتشار ارتعاشات در سیم چند برابر می‌شود؟

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = \sqrt{2}$$

حل: چون جرم ثابت می‌ماند سرعت انتشار ارتعاشات با جذر طول نسبت مستقیم دارد.

دو سیم به طول‌های  $L$  و  $4L$  از یک کلاف سیم همگن می‌بریم و آن‌ها را با نیروی کشش یکسان می‌کشیم. سرعت انتشار ارتعاشات در سیم اول چند برابر سرعت در سیم دوم است؟ (جواب: ۱ برابر)

\* وقتی امواج یک منبع موج از یک محیط دیگری می‌شود بسامد ثابت می‌ماند در این صورت طبق رابطه‌ی

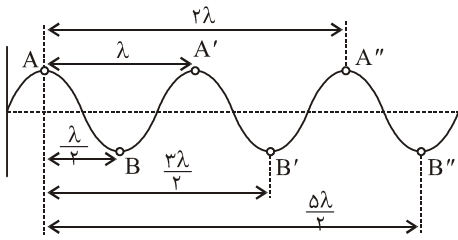
$$f_1 = f_2 \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

$\lambda = \frac{v}{f}$  طول موج به نسبت تغییرات سرعت انتشار موج تغییر می‌کند.

\* اگر دو منبع امواج خود را در یک محیط منتشر کنند، سرعت انتشار امواج برای هر دو منبع در این محیط برابر است و

$$v_1 = v_2 \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{f_2}{f_1}$$

طبق رابطه  $\lambda = \frac{v}{f}$  طول موج با فرکانس منبع نسبت عکس دارد.



**نقاط هم فاز:** نقاطی هستند که در هر لحظه بعدهای برابر دارند. فاصله‌ی آن‌ها از یکدیگر

مضرب صحیح از  $\lambda$  است، موج فاصله نقاط هم‌فاز را در مضرب صحیحی از یک دوره طی می‌کند (نقاط  $A''$ ,  $A'$ ,  $A$ ) اختلاف فاز معادله آن‌ها مضرب زوجی از  $\pi$  است.

**نقاط در فاز مقابل:** نقاطی هستند که در هر لحظه بعد قرینه‌ای دارند. فاصله آن‌ها از

یکدیگر مضرب فردی از  $\frac{\lambda}{2}$  است. موج فاصله‌ی دو نقطه‌ی در فاز مقابل را در مضرب فردی

از  $\frac{T}{2}$  طی می‌کند (نقاط  $A$  با  $B'$  یا  $B''$  یا  $B'''$ )

نقاط هم‌فاز		$d = n\lambda$		نقاط در فاز مقابل		$d = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$
		$\Delta\theta = 2n\pi$				$\Delta\theta = (2n-1)\pi$
		$t = nT$				$t = (2n-1)\frac{T}{2}$

**موج طولی:** موجی است که امتداد ارتعاشات ذرات محیط، منطبق بر امتداد انتشار موج است. امواج مکانیکی در سیالات طولی منتشر می‌شوند.

**موج عرضی:** موجی است که امتداد ارتعاشات ذرات محیط، عمود بر امتداد انتشار موج است. در سطح جدایی بین دو محیط امواج مکانیکی، عرضی منتشر

می‌شوند.

**معادله موج:** اگر معادله‌ی منبع ارتعاشات یک موج که با سرعت  $v$  و طول موج  $\lambda$  در یک محیط منتشر می‌شود به صورت  $y = A \sin(\omega t + \theta)$  باشد معادله ارتعاشات نقطه‌ای به فاصله‌ی  $x$  از منبع موج (OX در جهت انتشار موج) به شکل‌های زیر است.

$$U_y = A \sin(\omega t - kx) = A \sin(\omega t - \omega t_m) = A \sin(\omega t - \frac{\omega x}{v}) = A \sin(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda})$$

$$k = \frac{\omega}{v} = \frac{2\pi}{\lambda}$$

جهت انتشار ذرات محیط

جهت انتشار موج

$t_m$  زمان رسیدن موج از منبع به نقطه‌ی موردنظر و  $k$  عدد موج است.

$$\phi = \frac{\omega x}{v} = \omega t_m = \frac{2\pi x}{\lambda} = kx$$

بنابراین اختلاف فاز معادله حرکت ارتعاشی دو نقطه که در یک امتداد با منبع موج هستند از روابط زیر بدست می‌آید:

**معادله‌ی حرکت ارتعاشی دو نقطه از یک محیط در یک امتداد با منبع موج هستند به صورت**  $y_A = 2 \sin(10 \cdot \pi t - \frac{\pi}{8})$  و  $y_B = 2 \sin(10 \cdot \pi t - \frac{\pi}{12})$  می‌باشد. اگر امواج با سرعت  $24 \frac{m}{s}$  در محیط منتشر شوند، بدست آورید؟

(۱) حداقل فاصله این دو نقطه

(۲) فاصله این دو نقطه به شرطی که بدانیم بین این دو نقطه، سه نقطه‌ی هم فاز با A وجود دارد.

$$\text{حل: } 1) \phi = \frac{\pi}{8} - \frac{\pi}{12} = \frac{\pi}{24} \quad \phi = \frac{\omega x}{v} \Rightarrow \frac{\pi}{24} = \frac{10 \cdot \pi x}{24} \Rightarrow x = 0.1 \text{ m}$$

$$2) \lambda = \frac{v}{f} = \frac{24}{50} = 0.48 \text{ m}$$

$$x' = x + 3\lambda = 0.1 + 3 \times 0.48 = 1.54 \text{ m}$$

در این حالت به ازاء هر نقطه هم فاز با یکی از دو نقطه، به مقدار فوق  $\lambda$  اضافه می‌کنیم.

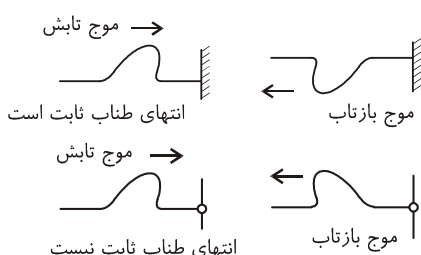
**جبهه‌ی موج:** مکان هندسی نقطه‌هایی از محیط است که در آن نقطه‌ها، تابع موج دارای فاز یکسانی است.

**بازتاب موج از انتهای ثابت:** اگر انتهای یک محیط نتواند نوسان کند، آن را مانع سخت می‌گوییم.

موج در برخورد به مانع سخت طوری برمی‌گردد که امواج در رفت به طرف مانع و برگشت از روی آن در محل مانع اختلاف فازی به اندازه‌ی  $\pi$  دارند. یعنی موج برگشتی، وارون موج رفت می‌باشد.

**بازتاب موج از انتهای آزاد:** اگر انتهای محیط بتواند آزادانه نوسان کند، آن را مانع نرم می‌گوییم.

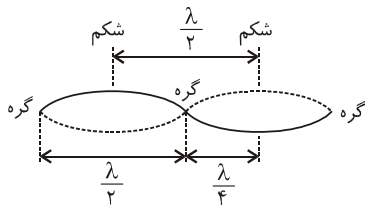
موج در برخورد به مانع نرم بدون اختلاف فاز برمی‌گردد. یعنی موج وارونه نمی‌شود.



**اصل برهم نهی موج‌ها:** هر موج در حال انتشار بدون آن که برای انتشار سایر موج‌ها مزاحمتی ایجاد کند، از آن‌ها عبور می‌کند. در نقطه‌ای که دو یا چند موج

$$\vec{U} = \vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \dots$$

با هم تلاقی می‌کنند. جابه‌جایی ذره‌ای از محیط که در آن نقطه است، برابر برآیند جابه‌جایی‌های حاصل از هر یک از موج‌هاست



**فاصله‌ی گره‌ها و شکم‌ها:** فاصله‌ی دو گره متوالی یا دو شکم متوالی  $\frac{\lambda}{2}$  و فاصله‌ی یک گره از شکم مجاورش  $\frac{\lambda}{4}$  می‌باشد.

**تعیین بسامد و طول موج:** در تارهای دو سر بسته و یک سر بسته

تارهای دو سر بسته	تارهای یک سر بسته
<p>اولین صوت (صوت اصلی)</p> $L = \frac{\lambda_1}{2}$	<p>اولین صوت (صوت اصلی)</p> $L = \frac{\lambda}{4}$
<p>دومین صوت</p> $L = \frac{2\lambda}{2}$	<p>دومین صوت</p> $L = \frac{3\lambda}{4}$
<p>سومین صوت</p> $L = \frac{3\lambda}{2}$	<p>سومین صوت</p> $L = \frac{5\lambda}{4}$
$L = n \frac{\lambda_n}{2} \xrightarrow{\lambda = \frac{v}{f}} f = \frac{nV}{2L} = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$	$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \xrightarrow{\lambda = \frac{v}{f}} f = \frac{(2n-1)V}{4L} = \frac{2n-1}{4L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$
<p>تعداد شکم‌ها = شماره صوت = شماره هماهنگ <math>n</math></p> <p>تعداد گره‌ها <math>n+1</math></p> <p>به ازاء <math>n=1</math> تار بم‌ترین صوت (صوت اصلی) را اجرا می‌کنند.</p> <p>مضارب صحیحی از بسامد صوت اصلی را هماهنگ صوت اصلی می‌گوییم</p> <p>تار مرتعش دو سر بسته هماهنگ‌های فرد و زوج صوت اصلی را اجرا می‌کنند.</p> <p>بسامد صوت اصلی <math>f_n = nf_1 \rightarrow</math> بسامد صوت <math>n</math> ام</p> <p>اگر <math>f'</math> و <math>f''</math> بسامدهای متوالی تار باشند داریم: <math>f_1 =  f' - f'' </math></p>	<p>تعداد شکم‌ها = تعداد گره‌ها = شماره صوت <math>n</math></p> <p>شماره هماهنگ <math>2n-1</math></p> <p>به ازاء <math>n=1</math> تار بم‌ترین صوت (صوت اصلی) را اجرا می‌کنند. تار مرتعش یک سر بسته فقط هماهنگ‌های فرد صوت اصلی را اجرا می‌کنند.</p> <p>بسامد صوت اصلی <math>f_n = (2n-1)f_1 \rightarrow</math> بسامد صوت <math>n</math> ام</p> <p>اگر <math>f'</math> و <math>f''</math> بسامدهای متوالی تار باشند داریم:</p> $f_1 = \frac{ f' - f'' }{2}$

**برهم نهی سازنده:** هرگاه اختلاف فاصله‌ی یک نقطه تا دو منبع مضرب صحیح از  $\lambda$  باشد، امواج رسیده از دو منبع به این نقطه، هم فازند ترکیب امواج در این

نقطه، سازنده است. دامنه ارتعاشی این نقطه برابر با جمع دامنه‌های امواج رسیده به این نقطه می‌شود. انرژی ارتعاشی این نقطه بیشینه می‌شود. در این حالت در

$$d_2 - d_1 = n\lambda$$

این نقطه شکم تولید می‌شود.

**برهم نهی ویرانگر:** هرگاه اختلاف فاصله‌ی یک نقطه از دو منبع مضرب فردی از  $\frac{\lambda}{2}$  باشد، امواج رسیده به این نقطه، در فاز مقابل‌اند. ترکیب امواج در این نقطه

ویرانگر است دامنه ارتعاشی این نقطه تفاضل دامنه دو موج رسیده می‌باشد. انرژی ارتعاشی این نقطه کم‌ترین است در این حالت در این نقطه گره ایجاد می‌شود.

$$d_2 - d_1 = (2n-1) \frac{\lambda}{2}$$

## صوت

امواجی که فرکانس آن‌ها بین  $20 \text{ Hz}$  تا  $20000 \text{ Hz}$  باشد توسط انسان شنیده می‌شود. صوتی که بسامدش کم‌تر است فروصوت و صوتی که بسامدش بیش‌تر

است فراصوت می‌گوییم. سرعت انتشار صوت در یک گاز از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \rightarrow T = C + 273$$

$$\rightarrow M = \frac{m}{n}$$

$$\gamma = \frac{C_{MP}}{C_{MV}}$$


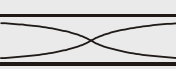



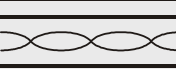
(به تعداد اتم‌های تشکیل دهنده مولکول گاز بستگی دارد)

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'} \times \frac{T}{T'} \times \frac{M'}{M}}$$

برای مقایسه سرعت انتشار صوت در دو گاز از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم.

$$v = v_0 + 0.6\theta$$

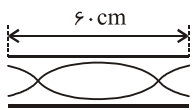
سرعت صوت در هوا، سرعت صوت در هوای صفر درجه  $\frac{m}{s}$  ۳۳۱ است. در دماهای حدود صفر از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.

لوله‌های صوتی یک سر بسته	لوله‌های صوتی دو سر باز
 $L = \frac{\lambda}{4}$ اولین صوت (صوت اصلی)	 $L = \frac{\lambda}{2}$ اولین صوت (صوت اصلی)
 $L = \frac{3\lambda}{4}$ دومین صوت	 $L = \frac{2\lambda}{2}$
 $L = \frac{5\lambda}{4}$ سومین صوت	 $L = \frac{3\lambda}{2}$
$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \xrightarrow{\lambda = \frac{v}{f}} f = \frac{(2n-1)v}{4L} = \frac{2n-1}{4L} \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ تعداد گره‌ها = تعداد شکم‌ها = شماره صوت = n شماره هماهنگ = 2n-1	$L = \frac{n\lambda}{2} \xrightarrow{\lambda = \frac{v}{f}} f = \frac{nV}{2L} = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ تعداد گره‌ها = شماره صوت = شماره هماهنگ = n تعداد شکم‌ها = n+1
اگر f' و f'' فرکانس‌های دو صوت متوالی یک لوله صوتی یک سر بسته باشد داریم: $f_1 = \frac{ f' - f'' }{2}$	اگر f' و f'' فرکانس‌های دو صوت متوالی یک لوله صوتی باز باشد داریم: $f_1 =  f' - f'' $

- در صورتی که دو منبع صوتی هم صدا باشند، بسامد آن‌ها برابر است.
- در صورتی که بسامد دو منبع صوتی برابر باشد، یکدیگر را تشدید می‌کنند.
- در لوله‌های صوتی، موج‌های ایستاده‌ی طولی و در تارهای مرتعش، موج‌های ایستاده عرضی تولید می‌شود.

### مقایسه‌ی لوله‌های صوتی باز و بسته

$$\frac{M}{\text{بسته } T} \times \frac{\gamma}{\text{بسته } \gamma} \times \sqrt{\frac{M}{\text{بسته } T}} \times \frac{2L}{\text{بسته } L} \times \frac{n}{\text{بسته } n} \times \frac{f}{\text{بسته } f} = \frac{M}{\text{بسته } T} \times \frac{\gamma}{\text{بسته } \gamma} \times \sqrt{\frac{M}{\text{بسته } T}} \times \frac{2L}{\text{بسته } L} \times \frac{n}{\text{بسته } n} \times \frac{f}{\text{بسته } f}$$



در شکل مقابل، لوله‌ی صوتی؛ صدای دیاپازونی به تشدید درآمده است. طول لوله صوتی یک انتهای بسته‌ای چند سانتی‌متر باشد؛ آن هم در همان محل به تشدید در آید و در طول آن نیز ۳ شکم تشکیل شود.

(سراسری ریاضی - ۸۹)

$$\frac{60}{\text{بسته } f} = \frac{n}{\text{بسته } 2n-1} \times \frac{2L}{\text{بسته } L} \times \frac{1}{\text{بسته } 1} = \frac{2}{2 \times 3 - 1} \times \frac{2 \times L}{60} \Rightarrow L = \text{بسته } 75 \text{ cm}$$

حل:

**شدت صوت:** مقدار انرژی صوتی است که در واحد زمان عمود بر واحد سطح عبور کند. آن را با I نشان می‌دهیم.

$$I = \frac{E}{A \cdot t} = \frac{P}{A}$$

$$I = \frac{P}{4\pi R^2} \leftarrow \text{شدت صوت گذرنده از کره‌ای به شعاع R}$$

$$I \propto \frac{A^2 f^2}{d^2} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \left( \frac{A_2}{A_1} \times \frac{f_2}{f_1} \times \frac{d_1}{d_2} \right)^2$$

$$I_2 = 10^{-6} \frac{\mu w}{m^2} = 10^{-12} \frac{w}{m^2}$$

$$I = 1 \frac{w}{m^2}$$

$$\beta = \log \frac{I}{I_0}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = \log \frac{I_2}{I_1} ; \frac{I_2}{I_1} = \left( \frac{f_2}{f_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \right)^2$$

**مقایسه‌ی شدت صوت‌ها:** شدت صوت با مجذور دامنه ارتعاش منبع و مجذور فرکانس آن نسبت مستقیم و با مجذور فاصله‌ی شنونده از منبع نسبت عکس دارد.

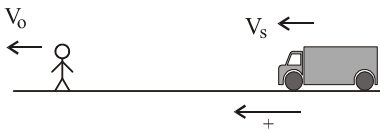
**شدت صوت آستانه‌ی شنوایی:** کم‌ترین شدت صوتی که انسان می‌تواند بشنود، آستانه‌ی شنوایی می‌باشد شدت آن برابر است با:

**شدت آستانه‌ی دردناکی:** بیشینه‌ی شدت صوتی که انسان می‌تواند بدون درد گوش بشنود، آستانه‌ی دردناکی می‌باشد. شدت آن برابر با آستانه‌ی شنوایی و دردناکی به بسامد بستگی دارند.

**تراز شدت صوت:** عبارتست از لگاریتم در پایه‌ی ده نسبت شدت صوت به صوت مینا و آن را با  $\beta$  نشان می‌دهیم.

**تراز شدت دو صوت:** برای مقایسه‌ی تراز شدت صوت‌ها از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود.

### اثر دوپلر (مخصوص رشته ریاضی):



هرگاه یک منبع و یک شنونده نسبت به هم حرکت داشته باشند. بسامدی که شنونده دریافت می‌کند با بسامد واقعی منبع صوت متفاوت است به این پدیده، «پدیده دوپلر» می‌گوییم.

$$f_o = \frac{V - V_o}{V - V_s} f_s$$

بسامد منبع →  $f_o$  ← بسامدی که شنونده دریافت می‌کند

سرعت منبع ←  $V - V_s$  ← سرعت صوت در هوا

در استفاده از این رابطه جهت مثبت از طرف منبع به طرف شنونده است.

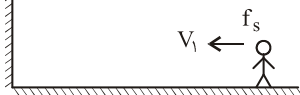
$$\lambda_o = \lambda_s = \frac{V}{f_s}$$

\* اگر منبع صوت ساکن باشد، همواره شنونده صوت دریافتی را با همان طول موج گسیل شده از منبع دریافت می‌کند.

\* اگر چشمه‌ی صوت با سرعت  $V_s$  حرکت کند طول موج در جلو و پشت منبع از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود.

$\lambda_{o1} = \frac{V - V_s}{f_s}$ <p>در جلوی چشمه صوت</p>	$\lambda_{o2} = \frac{V + V_s}{f_s}$ <p>در پشت چشمه صوت</p>	$\frac{\lambda_{o1}}{\lambda_{o2}} = \frac{f_{o2}}{f_{o1}} = \frac{V - V_s}{V + V_s}$	$f_{o1}$ = فرکانس در جلوی منبع $f_{o2}$ = فرکانس در پشت منبع
--	---	---	---

دیوار



اگر شخصی منبعی با بسامد  $f_s$  در دست داشته باشد و با سرعت  $V_1$  به طرف دیواری حرکت کند. بسامد صوت برگشتی از صخره که توسط شنونده ساکن دریافت می‌شود و همچنین بسامد صوت برگشتی که خودش شخص دریافت می‌کند از دو رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.

$$f = \frac{V}{V - V_1} f_s$$

بسامد پژواک (دریافتی توسط شنونده ساکن)

$$f = \frac{V + V_1}{V - V_1} f_s$$

بسامد پژواک (دریافتی توسط شخص)

تذکر: اگر شخص از دیوار با سرعت  $V_1$  دور شود. در فرمول‌های فوق به جای  $V_1$  بایستی  $-V_1$  قرار داد.

## موج‌های الکترومغناطیس

از دو میدان الکتریکی و مغناطیسی متناوب هم فرکانس عمود برهم تشکیل می‌شود.

- از تغییر هریک از دو میدان، دیگری به وجود می‌آید.
- امواجی عرضی و رونده می‌باشند.
- از روی موانع منعکس می‌شوند.
- برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند.
- توسط محیط‌های مادی جذب می‌شوند.
- در محیط‌های غیرفلزی، هم فازند.
- حامل انرژی هستند.
- تمامی آن‌ها در خلاء با سرعت  $C$  منتشر می‌شوند که از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = 3 \times 10^8 \frac{m}{s} \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A} \quad \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$$

**طیف امواج الکترومغناطیس:** این موج‌ها، طیف پیوسته‌ای را تشکیل می‌دهند که با وجود تفاوت بسیار در بسامد و نحوه‌ی تولید و آشکارسازی آن‌ها ماهیت و

قانون‌های حاکم بر آن‌ها یکسان است.

اشعه گاما	اشعه X	فرابنفش UV	نور مرئی	فروسرخ IR	امواج رادیویی
بنفش-نیلی-آبی-سبز-زرد-نارنجی-قرمز				ماهواره	تلویزیون
$\lambda = 10^{-12} m$	$\lambda = 10^{-11} m$	$\lambda = 10^{-8} m$	$\lambda_V = 4100 \text{ \AA}$	$\lambda_R = 6600 \text{ \AA}$	رادیو
					بی‌سیم

طول موج کوتاه‌تر - بسامد، قدرت نفوذ، انرژی بیشتر

\* رنگ نور وابسته به بسامد آن است. وقتی نور از یک محیط وارد محیط دیگر می‌شود، بسامد آن تغییر نمی‌کند ولی سرعت انتشار آن تغییر می‌کند. بنابراین

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

رنگ نور عوض نمی‌شود. طبق رابطه  $\lambda = \frac{V}{f}$ ، طول موج نور به نسبت تغییر سرعت آن، تغییر می‌کند. ضریب شکست  $n = \frac{c}{v}$  (سرعت انتشار نور)  $\frac{m}{s}$

## نحوه تولید، آشکارسازی و کاربرد طیف موج‌های الکترومغناطیسی

نام و حدود طول موج	چشمه	وسایل آشکارسازی	بعضی از ویژگی‌های خاص و کاربرد
پرتو گاما ( $\gamma$ ) $1\text{pm} = 10^{-12}\text{m}$	هسته‌ی مواد رادیواکتیو و پرتوهای کیهانی	شمارش‌گر گایگر-مولر و فیلم عکاسی	فوتون‌های با انرژی بسیار بالا و با قدرت نفوذ بسیار زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: بافت‌های سرطانی را از بین می‌برد، برای پیدا کردن ترک در فلزات، برای ضد عفونی کردن تجهیزات و وسایل
پرتوی ایکس (X) $100\text{pm} = 10^{-10}\text{m}$	لامپ پرتو X	فیلم عکاسی و صفحه‌ی فلوروسان	فوتون‌های بسیار پرانرژی و با قدرت نفوذ زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: استفاده در پرتونگاری، استفاده در مطالعه‌ی ساختار بلورها، معالجه‌ی بیماری‌های پوستی، استفاده در پرتو درمانی
فرابنفش (uv) $10\text{nm} = 10^{-8}\text{m}$	خورشید، جسم‌های خیلی داغ، جرقه‌ی الکتریکی، لامپ بخار جیوه	فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی‌ها: توسط شیشه جذب می‌شود، سبب بسیاری از واکنش‌های شیمیایی می‌شود، باخته‌های زنده را از بین می‌برد. کاربرد: لامپ‌های uv در پزشکی
نور مرئی $400\text{nm} = 4 \times 10^{-7}\text{m}$ (سبز)	خورشید، جسم‌های داغ، لیزرها	چشم، فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی‌ها: در دیدن اجسام نقش اساسی دارد، برای رشد گیاهان و عمل فتوسنتز نقش حیاتی دارد. کاربرد: در سیستم‌های مخابراتی (لیزر و تارهای نوری) مورد استفاده قرار می‌گیرد.
فروسرخ (IR) $1000\text{nm} = 10^{-6}\text{m}$	خورشید، جسم‌های گرم و داغ	فیلم‌های مخصوص عکاسی	ویژگی: هنگامی که جذب می‌شود، پوست را گرم می‌کند. کاربرد: برای گرم کردن، برای فیلم برداری و عکاسی در مه و تاریکی، عکاسی IR توسط ماهواره‌ها
رادیویی $3\text{m}$ (VHF)	اجاق‌های مایکروویو، آنتن‌های رادیویی و تلویزیونی	رادیو و تلویزیون	کاربرد: در آنتنی، رادیو، تلویزیون، مخابرات ماهواره‌ای و در رادارها برای آشکارسازی هواپیما، موشک و کشتی

**آزمایش یانگ:** دو منبع نوری تک رنگ در فاصله‌ی  $a$  از یکدیگر قرار دارند و امواجی را با طول موج  $\lambda$  در محیط منتشر می‌کنند، پرده‌ای در فاصله‌ی  $D$  از دو منبع قرار دارد و نوارهای تداخلی روی آن تشکیل می‌شود. عمود منصف  $S_1, S_2$  دو منبع را در دو نقطه‌ی  $O$  قطع می‌کنند که محل تشکیل نوار روشن مرکزی است. در آزمایش یانگ از فرمول‌های زیر استفاده می‌شود.

فاصله‌ی  $n$  امین نوار روشن از نوار روشن مرکزی (فاصله‌ی  $n+1$  نوار روشن و یا تاریک متوالی)

$$x = n \frac{\lambda D}{a}$$

فاصله‌ی  $n$  امین نوار تاریک از نوار روشن مرکزی

$$x = \frac{(2n-1) \lambda D}{2a} = (n - 0.5) \frac{\lambda D}{a}$$

اگر پهنای نوارها یکسان باشد پهنای هر نوار برابر خواهد بود با:

$$I = \frac{1}{2} \frac{\lambda D}{a}$$

اختلاف فاز امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل  $n$  امین نوار روشن

$$\Delta\phi = 2n\pi$$

اختلاف فاز امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل  $n$  امین نوار تاریک

$$\Delta\phi = (2n-1)\pi$$

اختلاف راه امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل  $n$  امین نوار روشن

$$d_2 - d_1 = n\lambda$$

اختلاف راه امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل  $n$  امین نوار تاریک

$$d_2 - d_1 = (2n-1) \frac{\lambda}{2}$$

اختلاف زمانی امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل  $n$  امین نوار روشن

$$\Delta t = nT = n \frac{\lambda}{C}$$

اختلاف زمانی امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل  $n$  امین نوار تاریک

$$\Delta t = (2n-1) \frac{T}{2} = \frac{(2n-1) \lambda}{2C}$$

## آشنایی با فیزیک اتمی و لیزر

**تابش از سطح اجسام:** از سطح همه‌ی اجسام در هر دمایی موج‌های الکترومغناطیسی گسیل می‌شود که به آن «تابش گرمایی» می‌گوییم. تابش گسیل شده از هر جسم به دمای آن و برخی از خصوصیات سطح آن بستگی دارد. و در آن همه‌ی طول موج‌ها از فروسرخ تا مرئی و فرابنفش به صورت طیف پیوسته وجود دارد.



$$a\lambda = \frac{\lambda}{\lambda} < 1$$

انرژی تابشی جذب شده با طول موج  $\lambda$

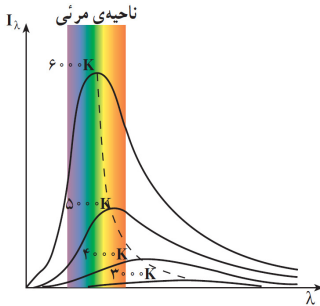
انرژی تابشی فرودی با طول موج  $\lambda$

**ضریب جذب:** از رابطه زیر بدست می آید.

**جسم سیاه:** جسمی است که ضریب جذب آن برای تمام طول موجها، ۱ باشد. هر جسم سیاهی، سیاه رنگ است ولی هر جسم سیاه رنگی جسم سیاه نیست.

**شدت تابش:** مقدار کل موجهای الکترومغناطیسی ای که در واحد زمان از واحد سطح آن جسم گسیل می شود شدت تابش نام دارد هرچه ضریب جذب جسم

بیشتر باشد، شدت تابش آن نیز بیشتر است. جسم سیاه بهترین گسیل دهنده موجهای الکترومغناطیسی و بهترین جذب کننده ای این موجهاست.



**تابندگی:** تابندگی یک جسم در طول موج  $\lambda$  برابر است با مقدار انرژی موجهای الکترومغناطیس با طول موجهای

بین  $\lambda$  و  $\lambda + \Delta\lambda$  که در واحد زمان از واحد سطح جسم گسیل می شود. آن را با  $I_\lambda$  نشان می دهیم. نمودار تابندگی بر حسب  $\lambda$  به شکل زیر است. وقتی دمای جسم بالا می رود اولاً گسترده ی طول موجهای تابشی افزایش می یابد. ثانیاً تابندگی تمامی طول موجها زیاد می شود. ثالثاً بیشینه ی منحنی یعنی طول موجی که با بیشترین تابندگی گسیل می شود به طرف طول موجهای کوتاه تر میل می کند این مطلب با معادله زیر بیان می شود.

$$\lambda_m \cdot T = C = 2.9 \times 10^{-3} \text{ m.k}$$

مقدار انرژی ای که جسم به صورت امواج الکترومغناطیسی گسیل می کند از رابطه زیر بدست می آید.

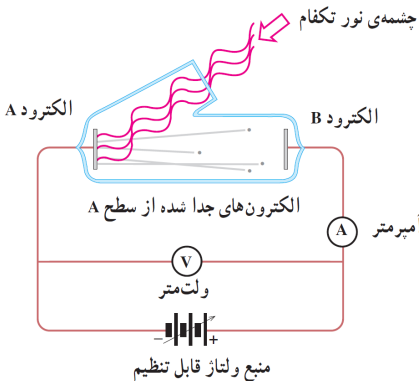
$$E = nhf = nh \frac{C}{\lambda} ; h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

**الکترون ولت:** تغییر انرژی یک الکترون است وقتی بین دو نقطه با اختلاف پتانسیل یک ولت جابه جا می شود.

**پدیده فوتوالکتریک:** کنده شدن الکترون از سطح یک فلز را پدیده فوتوالکتریک و الکترون کنده

شده را فوتوالکترن می نامیم.



- افزایش ولتاژ، نقشی در ایجاد پدیده ی فوتوالکتریک ندارد.
- مقدار ولتاژ متوقف کننده به شدت پرتو فرودی و به عبارتی به تعداد فوتون های گسیلی بستگی ندارد.
- مقدار ولتاژ متوقف کننده به بسامد نور فرودی بستگی دارد.
- ولتاژ متوقف کننده به جنس الکتروند فلز A بستگی دارد.

**تابع کار:** حداقل انرژی لازم برای کندن الکترون از سطح یک فلز را تابع کار آن فلز می گوئیم. ( $w$ .)

**بسامد قطع:** حداقل فرکانسی که فوتون بایستی داشته باشد تا بتواند الکترون را از سطح فلز جدا کند. ( $f$ .)

$$f = \frac{w}{h}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{ch}{w}$$

**طول موج قطع:** حداکثر طول موجی که فوتون بایستی داشته باشد تا بتواند الکترون را از سطح فلز جدا کند ( $\lambda$ .)

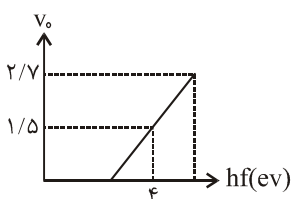
$$J \leftarrow k = hf - w \rightarrow J$$

$$k = hf - w \rightarrow \text{ev}$$

$$V = \frac{hf - w}{e} = \frac{h}{\lambda} \frac{C}{e} - \frac{w}{e}$$

انرژی جنبشی سریع ترین فوتوالکترن های گسیل شده و ولتاژ قطع از رابطه روبهرو بدست می آیند:

منحنی ولتاژ منحنی نسبت به انرژی فوتون ها بر حسب eV رسم شده است. برای چه فوتونی ولتاژ قطع ۲/۷ eV می باشد؟



$$V = \frac{hf - w}{e} \Rightarrow 1/5 = 4 - w \Rightarrow w = 2/5 \text{ eV}$$

$$V = \frac{hf - w}{e} \Rightarrow 2/7 = hf - 2/5 \Rightarrow hf = 5/2 \text{ eV}$$

حل:

## ▼ انواع طیف‌ها:

<p><b>۲- طیف خطی یا اتمی:</b> از چند خط رنگی جدا از هم تشکیل می‌شود. مولد این طیف‌ها بخار فلزات و یا گازهای ملتهب می‌باشند.</p>	<p><b>۱- طیف پیوسته:</b> طیفی است که فاصله‌ای بین طول موج‌هایی که در طیف وجود دارد نیست. و در آن مرز بین رنگ‌ها مشخص نمی‌باشد. مولد این طیف‌ها جامدهای ملتهب و مذاب فلزات می‌باشند.</p>
<p><b>۴- طیف جذبی:</b> اگر نور قبل از ورود به طیف‌نما از یک محیط واسطه‌ی ملتهب عبور کند در طیف رنگی آن خطوط تاریکی ایجاد می‌شود که به آن خطوط جذبی می‌گویند.</p>	<p><b>۳- طیف گسیلی:</b> از منبع نور مستقیماً وارد طیف نما می‌شود.</p>

\* طیف‌های گسیلی و جذبی هیچ دو عنصری مثل هم نیست.

\* طیف جذبی هر عنصر منطبق بر طیف نشری آن است.

**طیف خورشید:** یک طیف رنگی دارای خطوط جذبی می‌باشد. که این خطوط مربوط به عناصر واقع در جو خورشید می‌باشند. این خطوط را خطوط «فرانهوفر» می‌گویند.

**رابطه‌ی ریذبرگ- بالمر:** طیف اتمی هیدروژن از چهار خط رنگی تشکیل می‌شود. طول موج این خط‌ها از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$(nm) \leftarrow \lambda = 364 / 56 \frac{n^2}{n^2 - 4}, n = 3, 4, 5, 6$$

خط‌های دیگر طیف هیدروژن که در ناحیه نامرئی هستند از روابط زیر محاسبه می‌شوند.

$$\lambda = 364 / 56 \frac{n^2}{n^2 - 9}; n = 4, 5, 6 \quad \lambda = 364 / 56 \frac{n^2}{n^2 - 16}; n = 5, 6$$

نام رشته	مقدار $n'$	رابطه‌ی ریذبرگ مربوط	مقدارهای $n$	گستره‌ی طول موج
لیمان	۱	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	$n = 2, 3, 4, \dots$	فرابنفش
بالمر	۲	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	$n = 3, 4, 5, \dots$	فرابنفش و مرئی
پاشن	۳	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	$n = 4, 5, 6, \dots$	فروسرخ
براکت	۴	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	$n = 5, 6, 7, \dots$	فروسرخ
پفوند	۵	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	$n = 6, 7, 8, \dots$	فروسرخ

ریذبرگ فرمول دیگری برای محاسبه تمامی خطوط طیف هیدروژن بدست آورد. براساس این فرمول هرگاه الکترون از مدار  $n$  به  $n'$  پرش کند طول موج فوتون تابش از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n > n', R_H = 0.01(nm)^{-1}$$

\* به ازاء  $n' = n + 1$  فوتون تابشی که کم‌ترین انرژی در بین فوتون‌های آن رشته و بلندترین طول موج را دارد به دست می‌آید.

## ▼ الگوهای اتمی:

**۱- مدل تامسون:** در این مدل اتم به صورت خمیری دارای بار مثبت فرض شده که الکترون‌ها (دارای بار منفی) مثل کشمش‌های یک کیک کشمش‌ی در آن توزیع شده‌اند. این مدل قادر به توجیه آزمایش پراکندگی ذرات  $\alpha$  (آزمایش رادرفورد نیست).

**۲- مدل رادرفورد:** در این مدل، هسته‌ی اتم، کم حجم و سنگین و دارای بارالکتریکی مثبت است که الکترون‌های دارای بار منفی در فواصل بسیار دوری از آن قرار دارند. و بر روی دایره‌هایی در اطراف هسته در چرخش هستند. اشکالات این مدل ۱- عدم توجیه پایداری الکترون در اطراف آن ۲- عدم توجیه طیف اتمی عناصر

**۳- مدل بور:** بر مبنای چهار فرضیه استوار است.

۱- الکترون‌ها تنها روی مدارهای دایره‌ای با شعاع‌های معینی حرکت می‌کنند. این مدارها را مانا می‌نامیم. برای کوچک‌ترین شعاع مدار الکترون در اتم هیدروژن داریم.

$$a = \frac{h^2}{4\pi^2 m k e^2}$$

داریم.

۲- الکترون در حین حرکت روی یک مدار مانا، تابشی گسیل نمی‌کند.

۳- شعاع چرخشی الکترون در مدارهای مانا از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.

$$a_n = n^2 a, n = 2, 3, \dots$$

۴- الکترون وقتی از یک حالت مانا با انرژی  $E_{n_1}$  به حالت مانای دیگری به انرژی کم‌تر ( $E_{n_2}$ ) برود موج الکترومغناطیسی تابش می‌کند.

$$E_{n_1} - E_{n_2} = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

$$v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$$

\* سرعت الکترون با جذر شعاع دوران نسبت عکس دارد.

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{r_1}{r_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

\* انرژی الکترون با شعاع دوران نسبت عکس دارد. می‌توان نوشت:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \quad E_R = 13.6 \text{ eV}$$

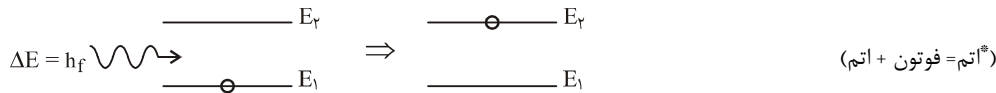
اگر انرژی الکترون در مدار پایه  $E_R$  باشد انرژی الکترون در مدار  $n$  ام برابر است با:

$$E_n = -E_R \frac{Z^2}{n^2} \quad (Z \text{ عدده اتمی عنصر مورد نظر})$$

نظریه‌ی بور برای اتم‌های که در مدار آخریشان تک الکترون دارند نیز بکار می‌رود (به شکل مقابل)

**لیزر:** از فوتون‌هایی که همگی هم جهت و هم فاز و هم انرژی‌اند تشکیل شده است. اساس لیزر بر مبنای «القا» استوار است.

**اتم برانگیخته:** برای آن که الکترونی را از حالت  $n_1$  به  $n_2 > n_1$  منتقل کنیم باید به آن انرژی‌ای برابر با اختلاف انرژی دو لایه بدهیم



**گسیل خودبه خودی:** هرگاه اتم در حالت برانگیخته باشد با گسیل یک فوتون به حالت پایه می‌رود که گسیل خودبه خودی نامیده می‌شود.

فوتون + اتم  $\rightarrow$  اتم\*

**گسیل القایی:** اگر به اتم برانگیخته یک فوتون، انرژی  $hf$  (اختلاف انرژی دو تراز اتم) بتابانیم گسیل فوتون همراه با فوتونی دیگر با بسامد فوتون تابشی می‌شود.

دو فوتون + اتم  $\rightarrow$  فوتون + اتم\*

اگر فرآیند فوق در یک محیط لیزری انجام شود، مجموعه‌ی فوتون‌ها هم فرکانس و هم امتداد به نام لیزر تشکیل می‌شود.

$$R_a = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}}$$

**بازده لیزر:** نسبت توان خروجی به توان ورودی را بازده لیزری گوئیم.

## فیزیک هسته‌ای و حالت جامد

**ابعاد اتم:** ابعاد هسته‌ی اتم در حدود  $10^{-15} \text{ m}$  و ابعاد اتم در حدود  $10^{-10} \text{ m}$  می‌باشد.

تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها (عدد جرمی)  $\leftarrow$   $\begin{matrix} A \\ X \end{matrix}$

$$N = A - Z \quad \text{تعداد نوترون‌ها}$$

نمایش اتم:

**ایزوتوپ‌ها:** هسته‌ی برخی از عناصر تعداد پروتون‌های یکسان دارند ولی تعداد نوترون‌های آن‌ها متفاوت است. به آن‌ها ایزوتوپ می‌گوئیم. خواص شیمیایی آن‌ها یکسان ولی خواص فیزیکی آن‌ها متفاوت است.

**نیروهای ربایشی هسته‌ای:** نیروهایی هستند با برد کوتاه و انرژی زیاد که باعث پایداری هسته می‌شوند.

**پایداری هسته:** هرچه تعداد نوکلئون‌های یک هسته بیش‌تر باشد، هسته بزرگ‌تر و فاصله‌ی نوکلئون‌ها بیش‌تر و هسته پایدارتر می‌شود.

**انرژی بستگی هسته:** انرژی‌ای است که هسته هنگام تشکیل از دست می‌دهد. منشأ آن اختلاف جرم هسته تشکیل شده با جرم نوکلئون‌های تشکیل دهنده

$$E = (\Delta m)C^2$$

هسته است. که برطبق رابطه‌ی زیر به انرژی تبدیل می‌شود.

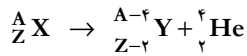
**یکای جرم اتمی:**  $\frac{1}{12}$  جرم اتم کربن ۱۲ را که طبق تعریف  $12/000000 \text{ U}$  در نظر می‌گیریم، یکای جرم اتمی می‌باشد جرم پروتون  $1/007276 \text{ U}$  و جرم نوترون  $1/008665 \text{ U}$  می‌باشد.

اگر جرم هسته‌ی تشکیل شده و جرم نوکلئون‌های تشکیل دهنده‌ی هسته را برحسب یکای اتمی به دست آورده و آن‌ها را از هم کم کنیم و عدد بدست آمده را در  $931/5$  ضرب کنیم، انرژی بستگی هسته برحسب  $\text{Mev}$  بدست می‌آید.

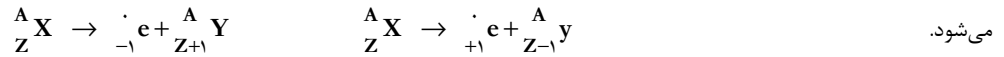
**ترازهای انرژی هسته‌ای:** اختلاف ترازهای الکترون در اتم حدود چند الکترون ولت است. درحالی که اختلاف انرژی ترازهای نوکلئون‌های هسته‌های سبک حدود  $\text{Mev}$  و در هسته‌های سنگین حدود  $\text{Kev}$  می‌باشد.

پرتوزایی:

۱- **واپاشی آلفا:** در این واپاشی هسته  ${}^A_Z X$  با گسیل یک ذره  ${}^4_2 \alpha$  متشکل از دو پروتون و دو نوترون به عنصر  ${}^{A-4}_{Z-2} Y$  تبدیل می‌شود.



۲- **واپاشی بتا:** در این واپاشی، هسته‌ی ناپایدار با گسیل الکترون یا پوزیترون (ذره‌ی دارای جرم برابر با الکترون و بار مثبت) به هسته‌ی جدیدی تبدیل



۳- **واپاشی گاما:** در این واپاشی، هیچ یک از عددهای جرمی و اتمی هسته تغییر نمی‌کند. بلکه هسته‌ای که در حالت برانگیخته است، با گسیل پرتوگاما به حالت پایه می‌رسد.

**ثابت واپاشی:** احتمال واپاشی یک هسته‌ی پرتوزا در یک ثانیه را ثابت واپاشی ( $\lambda$ ) می‌گوییم که فقط تابع نوع هسته‌ای است که واپاشیده می‌شود و عامل‌های خارجی مثل دما، یا میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تأثیری در آن ندارد.

**نیمه عمر:** زمانی که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های پرتوزای موجود در یک نمونه به نصف برسد را نیمه عمر می‌گوییم.

**انرژی هسته‌ای:** در هسته‌های اورانیوم، با اندک اختلالی درون هسته (مثل جذب یک نوترون) هسته می‌شکند و انرژی زیادی آزاد می‌شود.

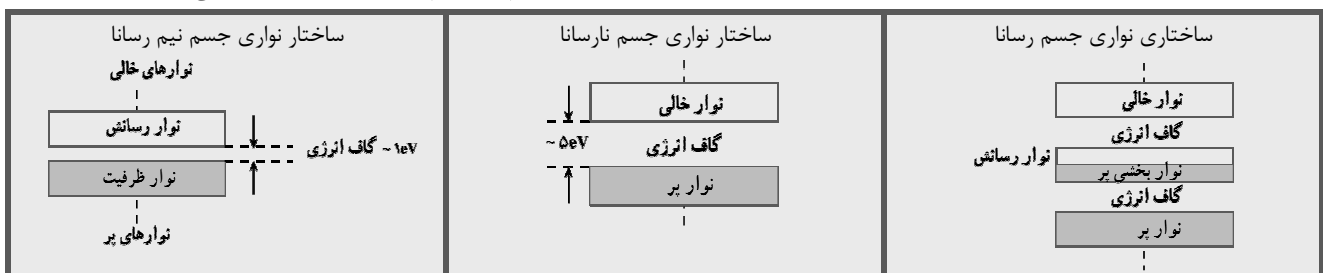
**جرم بحرانی:** جرمی است که برای آن هر شکافت به طور میانگین، شکافت دیگری را به وجود می‌آورد. **جرم زیر بحرانی** جرمی است که در آن واکنش زنجیره‌ای ادامه نمی‌یابد. **جرم فوق بحرانی** جرمی است که در آن واکنش زنجیره‌ای به صورت انفجاری رشد می‌کند.

**غنی سازی اورانیوم:** جداسازی  ${}^{235}\text{U}$  از دیگر ایزوتوپ‌های آن را غنی سازی اورانیوم می‌گوییم. غنی مناسب برای سوخت نیروگاهی حدود ۳٪ است.

### آشنایی با فیزیک حالت جامد (مخصوص رشته‌ی ریاضی)

**نظریه‌ی نواری:** در یک جسم جامد مجموعه‌ای از اتم‌ها وجود دارد که بسیار نزدیک یکدیگرند.

- ۱- ترازهای انرژی الکترون در جسم جامد (مانند مدارهای اتمی) مقدارهای انرژی ویژه‌ی خود را دارند.
- ۲- ترازهای انرژی الکترون‌ها در جسم جامد نیز همانند ترازهای اتمی، گسسته‌اند.
- ۳- هر تراز انرژی تنها توسط یک الکترون می‌تواند اشغال شود.
- ۴- ترازهای انرژی الکترون در جسم جامد تشکیل نوارهایی می‌دهند. هر نوار شامل تعداد بسیار زیادی تراز گسسته است. که از نظر مقدار انرژی به هم نزدیک هستند. ولی بین نوارهای مختلف در برخی موارد ممکن است از نظر انرژی فاصله‌ی زیادی باشد. یعنی بین بالاترین تراز انرژی در یک نوار و پایین‌ترین تراز انرژی در نوار بعدی ممکن است اختلاف انرژی زیادی وجود داشته باشد ساختار نواری اجسام رسانا، نیم رسانا و نارسانا به شکل زیر می‌باشد.

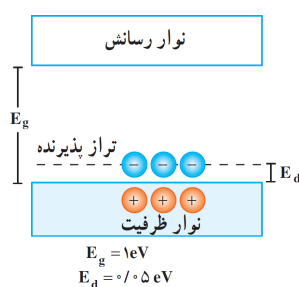
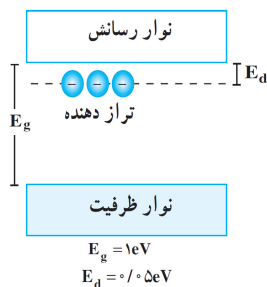


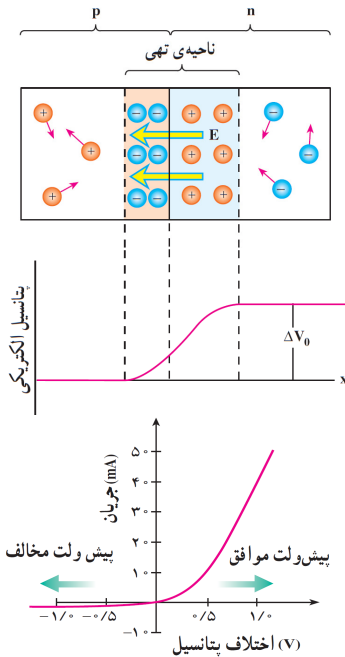
**آلایش نیم رساناها:** افزودن مقدار کمی ناخالصی به نیم رسانا را آلایش

نیم رسانا می‌نامند.

**نیم رسانای نوع n:** اگر به یک نیم رسانا یک اتم ناخالص پنج ظرفیتی وارد کنیم، ساختار نواری تغییر می‌کند. یک تراز انرژی به نام ترازدهنده که در فاصله‌ی بسیار کمی زیر نوار رسانش قرار دارد تشکیل می‌شود و الکترون اضافه روی آن قرار می‌گیرد (شکل ۱)

**نیم رسانای نوع p:** اگر به یک نیم رسانا یک اتم ناخالص سه ظرفیتی وارد کنیم، یک تراز پذیرنده در فاصله‌ی کمی، بالای نوار ظرفیت تشکیل می‌شود. بیش تر حاملان بار در این نوع نیم رسانا از نوع مثبت می‌باشند. (شکل ۲)

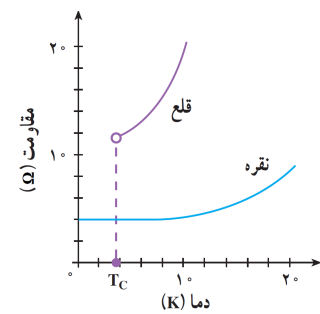




**دیود و پیوندگاه P-n:** اگر یک نیم رسانای نوع P را به یک نیم رسانای نوع n وصل کنیم، یک دیود تشکیل می‌شود. مرز مشترک آن‌ها را ناحیه‌ی پیوندگاه می‌نامیم. در ناحیه‌ی پیوندگاه حاملان بار آزاد بسیار کم است که آن را ناحیه تهی می‌نامند.

در ناحیه‌ی تهی یک میدان الکتریکی که جهت آن از n به طرف p است ایجاد می‌شود.

- در صورتی که P به پایانه مثبت و n به پایانه منفی مدار متصل شود جریان الکتریکی در دیود برقرار می‌شود در این حالت گوییم دیود دارای **پیش ولت موافق** (بایاس مستقیم) است.
- در صورتی که P به پایانه منفی و n به پایانه مثبت وصل شود، جریان الکتریکی در دیود برقرار نمی‌شود. در این حالت می‌گوییم دیود دارای **پیش ولت مخالف** (بایاس معکوس) می‌باشد.
- در این حالت می‌توان گفت جریان ضعیفی از n به p برقرار می‌شود.
- شکل مقابل منحنی تغییرات شدت جریان برحسب اختلاف پتانسیل دوسر دیود را نشان می‌دهد. این نمودار، نشان می‌دهد که دیود از قانون اهم پیروی نمی‌کند پس دیود **غیراھمی** است.



**ابر رسانا:** اگر یک رسانا را سرد کنیم، مقاومتش کم می‌شود ولی در دماهای کم کاهش مقاومت کاهش می‌یابد.

و مقاومت ثابت می‌ماند. به این مقاومت، **مقاومت باقیمانده** می‌گوییم که علت آن دو چیز است.

۱- عدم تقارن در شبکه‌ی بلورهای تشکیل دهنده‌ی جسم.

۲ وجود ناخالصی اگر قلع را سرد کنیم در دمای حدود ۴ کلوین مقاومت ویژه‌ی آن افت سریعی می‌کند.

## ترمودینامیک

### معادله‌ی حالت گاز کامل

برای گاز کامل (گازی که در آن فاصله‌ی مولکول‌ها زیاد، فشار آن کم و یا رقیق باشد) رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$PV = nRT \quad \left( \begin{array}{l} T = C^\circ + 273 \text{ دما (کلوین)} \\ \text{فشار گاز (Pa)} \end{array} \right)$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{n_1 T_1}{n_2 T_2} \quad \left( \begin{array}{l} \text{جرم گاز} \rightarrow m \\ \text{جرم مولکولی گاز} \rightarrow M \\ \text{تعداد مول} = \frac{m}{M} \\ \text{حجم گاز (m}^3\text{)} \end{array} \right)$$

$$R = 8 / 314 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}} \quad \text{ثابت عمومی گازهاست}$$

حجم ۲kg اکسیژن در صفر درجه‌ی سلسیوس و فشار ۲ جو چند لیتر است؟ (حجم ۳۲g اکسیژن را در صفر درجه‌ی سلسیوس و فشار ۱ جو

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{n_1 T_1}{n_2 T_2} \xrightarrow{n = \frac{m}{M}} \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{m_1 T_1}{m_2 T_2} \Rightarrow \frac{2 \times V_1}{1 \times 22 / 4} = \frac{2 \times (273 + 0)}{32(273 + 0)} \Rightarrow V_1 = 0.7 \text{ لیتر}$$

(۲۲/۴ لیتر در نظر بگیرید.)

### تبادل انرژی بین گاز و محیط

اگر گاز گرمایی به اندازه‌ی Q بگیرد،  $Q > 0$  است و انرژی درونی گاز به همین مقدار افزایش می‌یابد.

اگر گاز گرمایی به اندازه‌ی Q بدهد،  $Q < 0$  است و انرژی درونی گاز به همین مقدار کاهش می‌یابد.

اگر گاز کاری به اندازه‌ی W انجام دهد،  $W < 0$  است و انرژی درونی گاز به همین مقدار کاهش می‌یابد.

اگر بر روی گاز، کاری به اندازه‌ی W انجام شود،  $W > 0$  است و انرژی درونی گاز به همین مقدار افزایش می‌یابد.

$$W = -\int PdV$$

کار: سطح زیر نمودار P-V اندازه‌ی کار مبادله شده بین محیط و گاز را نشان می‌دهد.

کار انجام شده بر روی گاز در انبساط منفی، در تراکم، مثبت و در فرآیند هم حجم صفر است. کار انجام شده توسط گاز در انبساط مثبت، در تراکم منفی و در فرآیند هم حجم صفر است.

**قانون اول ترمودینامیک:** تغییر در انرژی درونی یک گاز برابر است با جمع جبری کار و گرمای مبادله شده بین گاز و محیط

$$U = \frac{3}{2} nRT \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{3}{2} nR\Delta T = \frac{3}{2} \Delta(PV) \\ \frac{5}{2} nR\Delta T = \frac{5}{2} \Delta(PV) \\ \frac{7}{2} nR\Delta T = \frac{7}{2} \Delta(PV) \end{array} \right.$$

برای گازهای تک اتمی (هلیوم، نئون، کریپتون و ...)

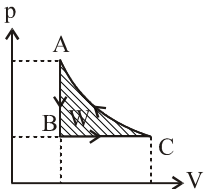
برای گازهای دو اتمی (اکسیژن، هیدروژن، ازت و ...)

برای گازهای چند اتمی ( $CO_2$ ،  $H_2S$ ،  $SO_2$  و ...)

**چرخه:** هرگاه یک گاز پس از چند فرآیند متوالی به وضع اولیه‌ی خود بازگردد، یک چرخه را طی کرده است. چون گاز به حالت اولیه می‌رسد داریم:

$$\Delta T = 0 \Rightarrow \Delta U (\text{چرخه}) = 0 \Rightarrow Q (\text{چرخه}) = -W (\text{چرخه})$$

سطح داخل چرخه برابر است با مقدار کار یا گرمای مبادله شده بین گاز و محیط اگر جهت چرخه ساعت گرد باشد، کار انجام شده بر روی گاز منفی است  $W < 0$  اگر جهت چرخه پادساعتگرد باشد، کار انجام شده بر روی گاز مثبت است  $W > 0$



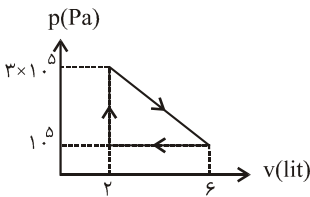
$$W_t = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} \quad ; \quad Q_t = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} \quad ; \quad W_t + Q_t = 0$$

**فرآیندهای ترمودینامیکی:** هرگاه یک گاز با مبادله‌ی کار یا گرما و یا هر دو از یک حالت به حالت دیگر برسد، یک فرآیند ترمودینامیکی را طی کرده است.

نام فرآیند	روابط ترمودینامیکی	گرمای مبادله شده	کار مبادله شده	تغییر انرژی درونی	نمودارهای ترمودینامیکی
۱ ۳	$T = \text{ثابت} \Rightarrow p = \frac{nRT}{V}$ فشار با حجم گاز نسبت عکس دارد $p_1 v_1 = p_2 v_2$	$Q = -W$ اندازه‌ی گرما برابر سطح زیر نمودار (p-v)	$W = -Q$ اندازه‌ی کار برابر با سطح زیر نمودار p-v	$\Delta U = 0$	
۲ ۴	$V = \text{ثابت} \Rightarrow P = \frac{nR}{V} T$ فشار با دمای مطلق نسبت مستقیم دارد $\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$ $\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$	$Q = nC_{MV} \Delta T$ تک اتمی $\frac{5}{2} R$ دو اتمی $\frac{7}{2} R$ چند اتمی $\frac{9}{2} R$ $Q = \frac{5}{2} nR \Delta T = \frac{5}{2} V \Delta P$ $Q = \frac{7}{2} nR \Delta T = \frac{7}{2} V \Delta P$ $Q = \frac{9}{2} nR \Delta T = \frac{9}{2} V \Delta P$	$W = 0$	$\Delta U = Q$	 $\tan \alpha = \frac{nR}{V}$ نسبت عکس دارد.
۳ فشار	$P = \text{ثابت} \Rightarrow V = \frac{nR}{P} T$ حجم گاز با دمای مطلق نسبت مستقیم دارد $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$ $\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$	$Q = nC_{MP} \Delta T$ تک اتمی $\frac{7}{2} R$ دو اتمی $\frac{5}{2} R$ چند اتمی $\frac{9}{2} R$ $Q = \frac{7}{2} nR \Delta T = -2 / \Delta W$ $Q = \frac{5}{2} nR \Delta T = -3 / \Delta W$ $Q = \frac{9}{2} nR \Delta T = -4 / \Delta W$	$W = -P \Delta V = -nR \Delta T$ برابر با سطح زیر نمودار P-V	$\Delta U = W + Q$ $\Delta U = \begin{cases} -1 / \Delta W \\ -2 / \Delta W \\ -3 / \Delta W \end{cases}$	 $\tan \alpha = \frac{nR}{P}$ شیب خط V-T با تعداد مول نسبت مستقیم و با فشار گاز نسبت عکس دارد.
۲ دررو	در این فرآیند هر سه کمیت T, P, V تغییر می‌کند	$Q = 0$	$\Delta U = W$ تک اتمی $W = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$ دو اتمی $W = \frac{5}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$ چند اتمی $W = \frac{7}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$	$\Delta U = W$	



مطابق شکل، گاز کاملی چرخه‌ای را می‌پیماید. کار انجام شده توسط گاز بر روی محیط چند ژول است؟



- (۱) ۴۰۰
- (۲) -۴۰۰
- (۳) ۸۰۰
- (۴) -۸۰۰

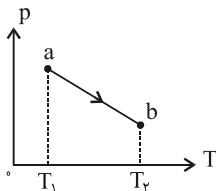
حل: چون جهت چرخه، ساعتگرد است، کار انجام شده بر روی گاز منفی و کار انجام شده توسط گاز،

مثبت است.  

$$W' = \frac{(6-2) \times 10^{-3} \times (3 \times 10^5 - 1.5 \times 10^5)}{2} = 400 \text{ J}$$
 = سطح داخل چرخه



نمودار (P-T) یک مول گاز کامل مطابق شکل مقابل است. کدام عبارت در خصوص فرآیند ab درست



(سراسری ریاضی -۸۸)

- (۱) حجم گاز افزایش یافته است.
- (۲) انرژی درونی گاز کاهش یافته است.
- (۳) گاز گرما از دست داده است.
- (۴) کار انجام شده روی گاز مثبت است.

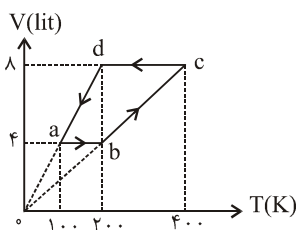


حل: طبق رابطه‌ی  $V = \frac{nRT}{P}$  چون دما افزایش و فشار کاهش یافته پس حجم گاز افزایش یافته است (گزینه‌ی (۱)) از طرفی به دلیل افزایش دما،

انرژی درونی افزایش می‌یابد (گزینه‌ی (۲) غلط) چون حجم گاز زیاد شده پس  $W < 0$  است پس  $Q > 0$  می‌باشد و گاز گرما گرفته است. (گزینه ۳ غلط)



یک مول گاز کامل تک اتمی، چرخه‌ای مطابق شکل را طی می‌کند. گاز در کل چرخه چند ژول



گرما از محیط می‌گیرد؟ (سراسری خارج از کشور ریاضی -۸۷)

$(R = 8 \text{ J / mol.K})$

- (۱) ۲۰۰
- (۲) ۴۰۰
- (۳) ۶۰۰
- (۴) ۸۰۰

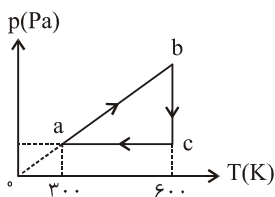
حل: فرآیندهای ab و cd هم حجم و فرآیندهای bc و da هم فشار می‌باشند.

$$Q_t = Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{cd} + Q_{da} = \frac{3}{2} nR\Delta T_{ab} + \frac{5}{2} nR\Delta T_{bc} + \frac{3}{2} nR\Delta T_{cd} + \frac{5}{2} R\Delta T_{da}$$

$$Q_t = \frac{3}{2} \times 1 \times 8 \times (200 - 100) + \frac{5}{2} \times 1 \times 8 \times (400 - 200) + \frac{3}{2} \times 1 \times 8 \times (200 - 400) + \frac{5}{2} \times 1 \times 8 \times (100 - 200) = 800 \text{ J}$$



نمودار (P-T) برای یک مول گاز کامل تک اتمی، مطابق شکل است. کار انجام شده روی گاز در



(سراسری خارج از کشور ریاضی -۸۸)

فرآیند ca چند ژول است؟  $(R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}})$

- (۱) صفر
- (۲) ۱۲۰۰
- (۳) ۲۴۰۰
- (۴) باید فشار گاز در حالت a معین باشد.

$$W = -nR\Delta T = -1 \times 8 \times (300 - 600) = 2400 \text{ J}$$

حل: فرآیند ca هم فشار است. در فرآیند هم فشار برای گاز تک اتمی داریم:



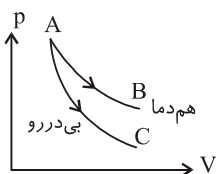
در فرآیند انبساط بی‌دررو گاز کامل:

(سراسری خارج از کشور ریاضی -۸۸)

- (۱) دمای گاز کاهش می‌یابد.
- (۲) دمای گاز ثابت می‌ماند.
- (۳) تغییر انرژی درونی گاز صفر است.
- (۴) انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد.

حل: گزینه (۱) در انبساط بی‌دررو، دمای گاز کاهش می‌یابد و در نتیجه انرژی درونی گاز کم می‌شود.

$$T_A = T_B > T_C$$



## قانون دوم ترمودینامیک

	<p><b>یخچال:</b> وسیله‌ای است که گرما از محفظه‌ی سرد می‌گیرد و به محیط گرم پس می‌دهد.</p> $Q_H = W + Q_C$ $\Rightarrow P_H = P_W + P_C$ $K = \frac{Q_C}{W} = \frac{P_C}{P_W}$		<p><b>ماشین گرمایی:</b> وسیله‌ای است که گرمای <math>Q_H</math> از منبع گرم می‌گیرد و کار انجام می‌دهد و بخشی از گرما را هدر می‌دهد (<math>Q_C</math>)</p> $Q_H = W + Q_C \quad P_H = P_W + P_C$ $P_H = \frac{Q_H}{t} \quad P_C = \frac{Q_C}{t} \quad P_W = \frac{W}{t}$
<p>قانون دوم به بیان یخچال: بدون صرف کار، انتقال گرما از منبع سرد به منبع گرم ممکن نیست. * جهت چرخه‌ی یخچال پاد ساعت‌گرد است.</p>		<p>قانون دوم به بیان ماشین گرمایی: بازده ماشین گرمایی به ۱ نمی‌رسد. * جهت چرخه ماشین گرمایی، ساعت‌گرد است.</p>	

یک ماشین گرمایی در هر چرخه  $500 \text{ J}$  گرما از منبع گرم دریافت می‌کند. اگر بازدهی ماشین ۶۰ درصد باشد، گرمای تلف شده در هر چرخه چند ژول است؟

(آزاد ریاضی/۸۷)

۲۰۰۰ (۴)

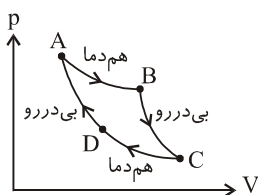
۱۵۰۰ (۳)

۳۰۰۰ (۲)

۱۸۰۰ (۱)

$$\eta = 1 - \frac{Q_C}{Q_H} \Rightarrow 0.6 = 1 - \frac{Q_C}{500} \Rightarrow Q_C = 200 \text{ J}$$

حل:



**چرخه‌ی کار نو:** از یک انبساط هم‌دما، انبساط بی‌دررو، تراکم هم‌دما و تراکم بی‌دررو تشکیل شده است. اگر یک

ماشین با چرخه‌ی کارنو کار کند بازده آن بیشینه است.

$$\eta_{\max} = 1 - \frac{T_C}{T_H} \Rightarrow \Delta\eta = -\frac{\Delta T_C}{T_H}$$

رابطه‌ی ضریب عملکرد یخچال با بازده ماشین گرمایی وقتی که یخچال به ماشین گرمایی تبدیل می‌شود.

$$\eta = \frac{1}{k+1}$$

یک ماشین که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند به اندازه‌ی  $1/26 \times 10^7$  ژول گرما از منبع گرم با دمای  $627$  درجه‌ی سلسیوس گرفته و مقداری

از آن را به منبع سرد با دمای  $27$  درجه‌ی سلسیوس می‌دهد کار انجام شده توسط ماشین و گرمایی را که به چشمه‌ی سرد داده است، به ترتیب از

راست به چپ هر کدام چند ژول است؟

(سراسری ریاضی - ۸۸)

$$|Q_C| = 6 \times 10^5, |W| = 12 \times 10^6 \quad (2)$$

$$|Q_C| = 8/4 \times 10^6, |W| = 4/2 \times 10^6 \quad (1)$$

$$|Q_C| = 12 \times 10^6, |W| = 6 \times 10^5 \quad (4)$$

$$|Q_C| = 4/2 \times 10^6, |W| = 8/4 \times 10^6 \quad (3)$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_C}{Q_H} = 1 - \frac{T_C}{T_H} \Rightarrow \frac{Q_C}{Q_H} = \frac{T_C}{T_H} \Rightarrow \frac{Q_C}{1/26 \times 10^7} = \frac{27 + 273}{627 + 273} \Rightarrow Q_C = 4/2 \times 10^6 \text{ J}$$

حل: گزینه‌ی «۳»

$$\eta = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{T_C}{T_H} \Rightarrow \frac{W}{1/26 \times 10^7} = 1 - \frac{27 + 273}{627 + 273} \Rightarrow W = 8/4 \times 10^6 \text{ J}$$

## الکتریسیته‌ی ساکن

## روش‌های باردار کردن اجسام

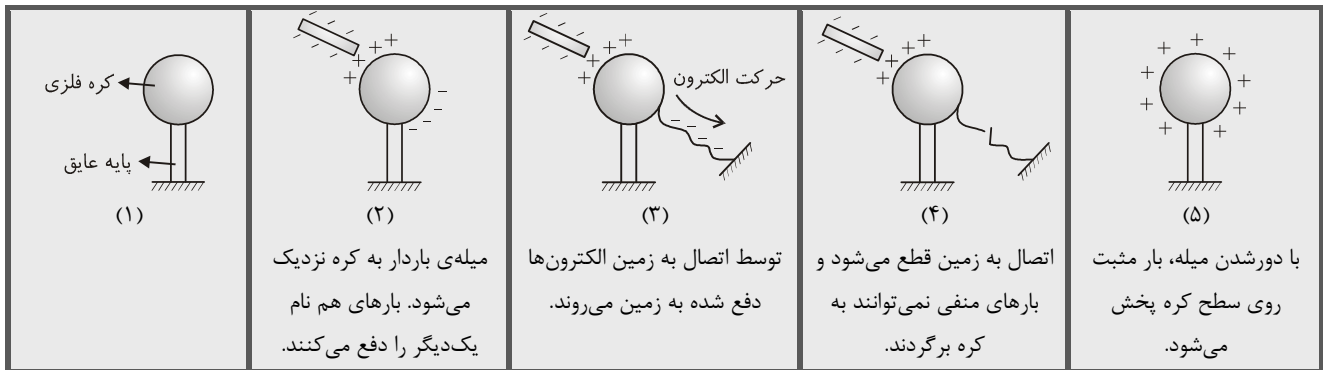
میله الکترون از دست می‌دهد و بار آن مثبت می‌شود  $\rightarrow$  بر اثر مالش  $\rightarrow$  پارچه ابریشمی + میله شیشه‌ای

۱- روش مالش

میله الکترون می‌گیرد و بار آن منفی می‌شود.  $\rightarrow$  بر اثر مالش  $\rightarrow$  پارچه پشمی + میله ابونیتی



## ۲- روش الف



**اصل بقای بار:** الکترون به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود. در شرایط معمولی پروتون جابه‌جا نمی‌شود.

**جسم رسانا:** دارای الکترون آزاد بی‌شمار است. بار الکتریکی روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود و با روش مالش و القا باردار می‌شوند.

**جسم نارسا:** الکترون آزاد کمی دارند، بار داده شده به آن در محل توزیع به‌طور متمرکز باقی می‌ماند و توزیع نمی‌شود و با روش مالش باردار می‌شوند.

**بار الکتریکی یک جسم:** مضرب صحیحی از بار الکتریکی یک الکترون (کولن  $e = 1/6 \times 10^{-19}$ ) می‌باشد پس کمیتی کوانتومی است.

$$Q = \pm ne$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

(-) جسم الکترون گرفته و (+) جسم الکترون از دست داده است.

$$(e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ c})$$

یک جسم که به وسیله‌ی مالش دارای بار الکتریکی شده است، چند کولن الکتريسيته می‌تواند داشته باشد.

$$(4) \text{ هر سه مقدار فوق را}$$

$$(3) 8 \times 10^{-19}$$

$$(2) 4 \times 10^{-19}$$

$$(1) 2 \times 10^{-19}$$

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{8 \times 10^{-19}}{1/6 \times 10^{-19}} = 5$$

حل: بار هر جسم مضرب صحیحی از بار یک الکترون است. پس فقط گزینه‌ی «۳» صحیح است.

**الکتروسکوپ:** الف) اگر میله‌ی بارداری را به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری تماس دهیم الکتروسکوپ باردار می‌شود و بار ورقه‌ها و کلاهک الکتروسکوپ هم

نام با بار میله می‌شود.

ب) اگر میله‌ی بارداری را به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری نزدیک کنیم، بار الکتریکی در الکتروسکوپ القا می‌شود. در این حالت بار ورقه هم نام با بار میله و بار کلاهک نا هم نام با بار میله می‌شود.

پ) اگر میله‌ی دارای بار الکتریکی هم نام با بار الکتریکی الکتروسکوپ را به کلاهک آن نزدیک کنیم، ورقه‌ها بیش‌تر از هم باز می‌شوند.

ت) اگر میله‌ی دارای بار الکتریکی نا هم‌نام با بار الکتریکی الکتروسکوپ را به کلاهک آن نزدیک کنیم، یا ورقه‌ها بسته می‌شوند و یا ابتدا بسته و سپس باز می‌شوند.

**قانون کولن:** نیرویی که دو بار نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2$  در فاصله‌ی  $r$  از یکدیگر بر هم وارد می‌کند از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{c}^2} \quad \epsilon_0 = 8/85 \times 10^{-12} \frac{\text{c}^2}{\text{N.m}^2}$$

این نیرو در امتداد خط اتصال مراکز دو بار می‌باشد. بارهای هم نام هم‌دیگر را می‌رانند و بارهای نا هم نام یک‌دیگر را می‌ربایند.

**اتصال دو کره‌ی رسانای مشابه باردار به یکدیگر:** اگر دو کره‌ی فلزی مشابه دارای بارهای  $q_1$  و  $q_2$  را توسط یک سیم فلزی به هم وصل کنیم بار هریک

$$q = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

از آن‌ها برابر خواهد شد با **میدان الکتریکی:** فضایی است که اگر در آن فضا ذره‌ی بارداری قرار گیرد به ذره نیروی الکتریکی وارد می‌شود.

$$E = \frac{F}{q} = \frac{kq}{r^2}$$

**شدت میدان الکتریکی:** در یک نقطه، نیرویی است که به واحد بار الکتریکی مثبت در آن نقطه وارد می‌شود (E).

$$\vec{F} = \vec{E}q$$

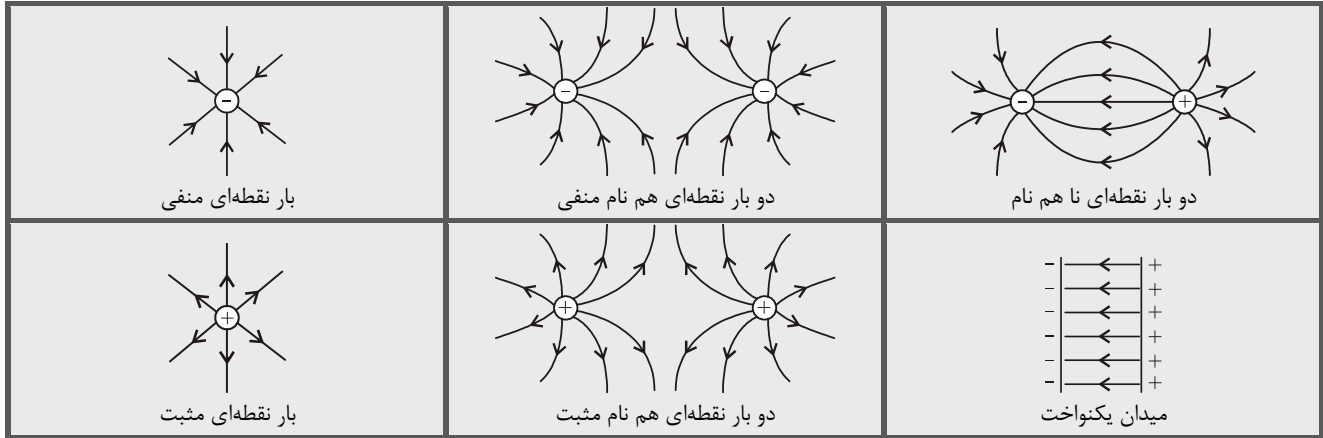
**نیروی وارد بر ذره‌ی باردار در میدان الکتریکی:** این نیرو، از رابطه مقابل محاسبه می‌شود.

به بار مثبت نیرو در جهت میدان و به بار منفی نیرو در خلاف جهت میدان وارد می‌شود.

**خطهای میدان الکتریکی:** میدان الکتریکی را در اطراف یک جسم باردار با خطهایی نشان می‌دهیم. که به آن خطهای میدان الکتریکی می‌گویند.

الف: خط‌های میدان در هر نقطه، هم جهت با نیروی وارد بر بار مثبت واقع در آن نقطه‌اند. پس از بار مثبت روبه خارج و به سوی بار منفی می‌باشند.  
 ب: خط‌های میدان در هر نقطه، جهت میدان در آن نقطه را نشان می‌دهند و میدان در هر نقطه، برداری است مماس بر خط میدان گذرنده از آن و همسو با آن.  
 پ: در هر ناحیه که میدان قوی‌تر باشد، خط‌های میدان به یکدیگر نزدیک‌تر و فشرده‌ترند.  
 ت: خط‌های میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند یعنی از هر نقطه فقط یک خط میدان می‌گذرد و در هر نقطه از فضا فقط یک میدان الکتریکی وجود دارد.

**میدان الکتریکی یکنواخت:** میدانی است که شدت آن در تمام نقاط یکسان و خطوط میدان موازی یکدیگرند.



**میدان الکتریکی صفر روی خط اتصال مراکز دو بار:** اگر دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم نام داشته باشیم روی خط اتصال مراکزشان و بین دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر نقطه‌ای وجود دارد که میدان در آن نقطه صفر می‌شود.

$$\begin{array}{c}
 \text{---} x \text{---} M \text{---} r-x \text{---} \\
 \text{---} \leftarrow \text{---} \text{---} \rightarrow \text{---} \\
 q_1 \quad \quad \quad q_2 \\
 |q_1| < |q_2|
 \end{array}
 \quad |E_1| = |E_2| \Rightarrow \frac{|q_1|}{x^2} = \frac{|q_2|}{(r-x)^2}$$

$x$  فاصله‌ی نقطه‌ی  $M$  از بار  $q_1$

اگر دو بار الکتریکی نقطه‌ای ناهم نام داشته باشیم روی خط اتصال مراکزشان و بیرون دوبرار و نزدیک به بار کوچک‌تر نقطه‌ای وجود دارد که میدان در آن نقطه صفر است.

$$\begin{array}{c}
 \text{---} r+x \text{---} \\
 \text{---} \leftarrow \text{---} \text{---} \rightarrow \text{---} \\
 M \quad q_1 \quad q_2 \\
 |q_1| < |q_2|
 \end{array}
 \quad |E_1| = |E_2| \Rightarrow \frac{|q_1|}{x^2} = \frac{|q_2|}{(r+x)^2}$$

$x$  فاصله‌ی نقطه‌ی  $M$  از بار  $q_1$

دو بار نقطه‌ای  $q_1 = 2\mu\text{C}$  و  $q_2 = -32\mu\text{C}$  در فاصله‌ی ۱۲ سانتی‌متری از یکدیگر قرار گرفته‌اند. میدان الکتریکی در چه فاصله‌ای از بار  $q_2$  صفر است؟

۱۶ (۴)

۱۲ (۳)

۹ (۲)

۶ (۱)

حل: نقطه‌ای که شدت میدان صفر است نزدیک به بار  $q_1$  در بیرون پاره خط اتصال دو بار می‌باشد.  
 (نقطه‌ی A). اندازه‌ی شدت میدان دو بار در این نقطه برابر است.

$$\begin{array}{c}
 \text{---} x \text{---} \\
 \text{---} \leftarrow \text{---} \text{---} \rightarrow \text{---} \\
 A \quad x-12 \quad 12\text{cm} \\
 q_1 = 2\mu\text{C} \quad q_2 = -32\mu\text{C}
 \end{array}
 \quad |E_1| = |E_2| \Rightarrow \frac{q_1}{(x-12)^2} = \frac{q_2}{x^2} \Rightarrow \frac{2}{(x-12)^2} = \frac{32}{x^2} \Rightarrow \frac{1}{(x-12)^2} = \frac{16}{x^2} \Rightarrow \frac{1}{x-12} = \frac{4}{x} \rightarrow x = 16\text{cm}$$

**توزیع بار الکتریکی:** الف) اجسام رسانا: بار الکتریکی فقط روی سطح خارجی اجسام رسانا توزیع می‌شود.

ب) اجسام نارسانا: بار الکتریکی روی سطح جسم نارسانا پخش نمی‌شود و در محل بارگذاری (چه داخل و چه روی سطح) به طور متمرکز باقی می‌ماند.

**چگالی سطحی بار:** مقدار بار الکتریکی موجود در واحد سطح یک جسم را چگالی سطحی بار می‌گوییم

$$\frac{C}{m^2} \leftarrow \sigma = \frac{q}{A} \xrightarrow{\text{چگالی سطحی کره‌ای به شعاع R}} \sigma = \frac{q}{4\pi R^2} \xrightarrow{\text{مقایسه چگالی سطحی دو کره رسانا}} \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{q_1}{q_2} \times \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$$

در اجسام رسانا چگالی سطحی بار در نقاط نوک تیزتر بیش‌تر از سایر نقاط روی سطح می‌باشد.

دو کره‌ی توپر با شعاع‌های مساوی از مس و دیگری پلاستیکی روی پایه‌های عایق قرار دارند. به هر دو کره مقدار مساوی بار الکتریکی هم نام می‌دهیم. چگالی سطحی بار الکتریکی در آن‌ها چگونه است؟

(۱) روی کره پلاستیکی بیش‌تر از کره فلزی است.

(۲) روی کره فلزی بیش‌تر از کره پلاستیکی است.

(۳) در تمام نقاط روی دو کره یکسان است.

(۴) در بعضی نقاط کره پلاستیکی بیش‌تر از کره فلزی است.

به دو کره‌ی رسانا به قطرهای ۴ و ۱۰ سانتی‌متر، دو مقدار مساوی بار الکتریکی می‌دهیم. نسبت چگالی سطحی بار در کره بزرگ‌تر به چگالی سطحی بار در کره کوچک‌تر چیست؟

$$(۱) \frac{۲}{۱۲۵} \quad (۲) \frac{۲}{۵} \quad (۳) \frac{۴}{۲۵} \quad (۴) \frac{۱}{۵}$$

حل: گزینه‌ی «۳»  

$$\sigma = \frac{q}{4\pi R^2} \Rightarrow \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 = \left(\frac{۴}{۱۰}\right)^2 = \frac{۴}{۲۵}$$

**انرژی پتانسیل و پتانسیل الکتریکی:** برای جابه‌جایی یک بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی با سرعت ثابت، بایستی به بار نیروی هم‌اندازه و در خلاف جهت نیرویی که از طرف میدان به آن وارد می‌شود، اعمال کرد. کار این نیرو باعث تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار می‌شود.

$W_{(کار ما)} = -W'_{(کار میدان)} = \Delta U = Eqd$  و  $d = AB \times \cos\alpha$

- پس پتانسیل الکتریکی یک نقطه برابر با مقدار انرژی واحد بار الکتریکی در آن نقطه می‌باشد.
- هرگاه در جهت خطوط میدان الکتریکی پیش برویم، پتانسیل نقاط کاهش می‌یابد.
- انرژی پتانسیل الکتریکی بار مثبت، در جابه‌جایی آن در جهت خطوط میدان، کاهش و در خلاف جهت خطوط میدان، افزایش می‌یابد.
- انرژی پتانسیل الکتریکی بار منفی، در جابه‌جایی آن، در جهت خطوط میدان، افزایش و در خلاف جهت خطوط میدان، کاهش می‌یابد.
- وقتی دو بار الکتریکی هم‌نام را به هم نزدیک کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی مجموعه افزایش و وقتی از هم دور می‌کنیم، کاهش می‌یابد.
- وقتی دو بار الکتریکی ناهم‌نام را به هم نزدیک می‌کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی مجموعه، کاهش و وقتی از هم دور می‌کنیم افزایش می‌یابد.
- اختلاف پتانسیل دو نقطه، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی است هنگامی که بین دو نقطه در میدان الکتریکی با سرعت ثابت جابه‌جا می‌شود.

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow \leftarrow \text{ولت}$$

در یک میدان الکتریکی بار  $۱\mu\text{C}$  از نقطه‌ی A به B می‌رود. اگر کار انجام شده توسط میدان  $۴\mu\text{J}$  باشد پتانسیل این بار چند ولت و چگونه تغییر کرده است؟

$$(۱) ۴\text{V، افزایش} \quad (۲) ۴\text{V، کاهش} \quad (۳) ۰/۲۵\text{V، افزایش} \quad (۴) ۰/۲۵\text{V، کاهش}$$

حل: گزینه‌ی «۲»  

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-۴ \times 10^{-6}}{۱ \times 10^{-6}} = -۴\text{V}$$

پتانسیل الکتریکی در تمام نقاط روی یک رسانا یکسان است.

عامل جریان الکتریکی بین دو نقطه، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آن دو نقطه است و همواره جریان الکتریکی از پتانسیل بیش‌تر به طرف پتانسیل کم‌تر می‌باشد. بین دو صفحه‌ی موازی به فاصله‌ی d که به ولتاژ V متصل باشد میدان یکنواختی ایجاد می‌شود که شدتش از رابطه روبه‌رو به‌دست می‌آید.

$$\frac{v}{m} \leftarrow \left[ E = \frac{V}{d} \right] \rightarrow m$$

## خازن

**۱- ظرفیت خازن:** نسبت بار ذخیره شده در خازن به اختلاف پتانسیل دو سر آن را ظرفیت خازن می‌گوییم. ظرفیت خازن به بار و یا اختلاف پتانسیل دو سر آن بستگی ندارد و تابعی از جنس عایق بین صفحه‌ها، مساحت سطح مشترک دو صفحه و فاصله‌ی آن‌ها است.

$$F \leftarrow \left[ C = \frac{q}{v} \right] \rightarrow c \quad f \leftarrow \left[ C = k\epsilon_0 \frac{A}{d} \right] \rightarrow m^2 \quad \epsilon_0 = ۸/۸۵ \times 10^{-۱۲} \frac{c^2}{N.m^2}$$

$$C = k\epsilon \frac{A}{d - e}$$

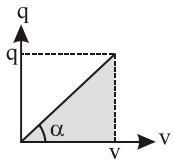
اگر در یک صفحه‌ی رسانا به ضخامت e را به موازات دو صفحه درون آن قرار دهیم ظرفیت خازن برابر خواهد شد با:

$$\frac{C'}{C} = \frac{k'}{k} \times \frac{A'}{A} \cdot \frac{d}{d'}$$

برای مقایسه‌ی ظرفیت دو خازن از رابطه مقابل استفاده می‌کنیم.

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} qv$$

اگر خازنی به ظرفیت  $C$  را به ولتاژ  $V$  وصل کنیم، بار  $q$  انرژی  $U$  در آن ذخیره می‌شود به طوری که می‌توان نوشت:



نمودار  $q-v$  خطی گذرنده از مبدأ است که شیب آن برابر ظرفیت خازن و سطح زیر نمودار برابر با انرژی ذخیره شده در آن می‌باشد.

$$U = \text{سطح زیر نمودار} \quad \text{و} \quad \tan \alpha = c$$

هرگاه دو سر یک خازن را به مولدی به ولتاژ  $V$  وصل کنیم، همواره اختلاف پتانسیل دو سر خازن برابر  $V$  و ثابت می‌ماند. در این حالت طبق رابطه‌های

$$q = CV \quad \text{و} \quad U = \frac{1}{2} CV^2$$

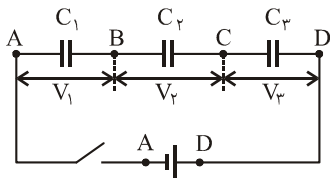
هرگاه دو سر یک خازن را به مولدی وصل و سپس قطع کنیم، در صورتی که ظرفیت خازن تغییر نکند، بار آن ثابت می‌ماند در این حالت طبق رابطه‌های

$$q = CV \quad \text{و} \quad U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

$$V \text{ ثابت} \Rightarrow \frac{U}{U'} = \frac{q}{q'} = \frac{C}{C'}$$

$$q \text{ ثابت} \Rightarrow \frac{U}{U'} = \frac{V}{V'} = \frac{C'}{C}$$

به هم بستن خازن‌ها:

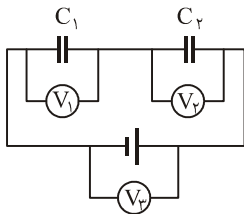


$$\begin{cases} q_t = q_1 = q_2 = q_3 \\ v = v_1 + v_2 + v_3 \\ \frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \end{cases} \Rightarrow \text{اتصال متوالی}$$

۱- اتصال سری (متوالی) در این اتصال خازن‌ها به دنبال هم طوری بسته می‌شوند که دو صفحه‌ی مجاور هم مثلاً دو خازن  $C_1$  و  $C_2$  دارای پتانسیل یکسان (نقطه  $B$ ) و صفحه‌های دیگرشان به دو نقطه با پتانسیل‌های متفاوت (نقاط  $A$  و  $C$ ) بسته شده‌اند و از نقطه‌ی با پتانسیل یکسان (نقطه  $B$ ) انشعابی نداریم.

$$C_t = \frac{C}{n}$$

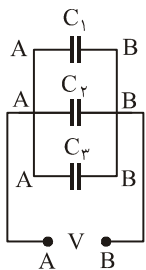
اگر  $n$  خازن مشابه که ظرفیت هر یک  $C$  است را به‌طور متوالی به هم وصل می‌کنیم ظرفیت معادل برابر خواهد بود با:



$$C_t = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad \text{و} \quad V_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} V \quad \text{و} \quad V_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V$$

اگر دو خازن به ظرفیت‌های  $C_1$  و  $C_2$  را متوالی به هم وصل کنیم، می‌توان نوشت:

۲- اتصال موازی: در این اتصال یک صفحه از هر یک از خازن‌ها به یک نقطه (مثلاً با پتانسیل  $A$ ) و صفحه‌های دیگرشان به نقطه‌ای (مثلاً با پتانسیل  $B$ ) متصل می‌باشند.

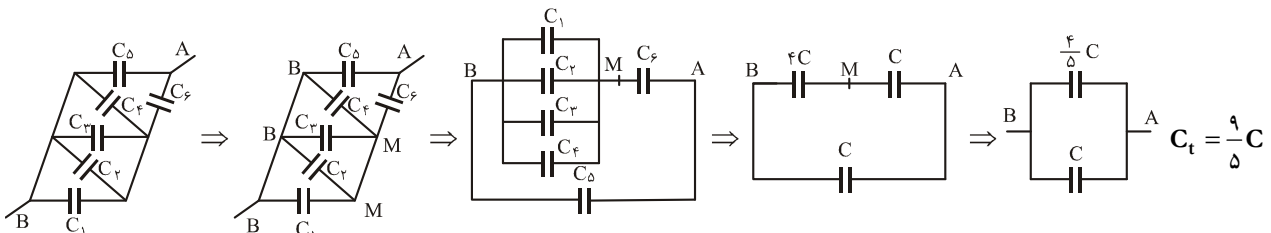


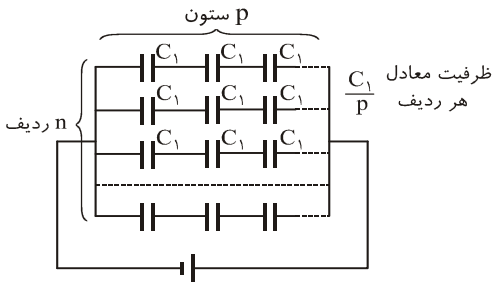
$$\begin{cases} V = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_{AB} \\ q_t = q_1 + q_2 + q_3 + \dots \\ C_t = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \end{cases} \Rightarrow \text{اتصال موازی}$$

$$C_t = nC_1$$

اگر  $n$  خازن مشابه به ظرفیت  $C_1$  را به‌طور موازی به هم وصل کنیم ظرفیت معادل آن‌ها برابر خواهد بود با:

ظرفیت معادل بین دو نقطه‌ی  $A$  و  $B$  چیست؟ (همه خازن‌ها ظرفیت یکسانی برابر  $C$  دارند.)





دو خازن بدون مولد به هر شکلی که به هم وصل شوند نوع اتصال آن‌ها موازی می‌شود. هرگاه خازن‌های مشابه با ظرفیت  $C_1$  را مطابق شکل آرایش دهیم، ظرفیت معادل کل برابر خواهد شد با:

$$\text{ظرفیت معادل کل} = n \frac{C_1}{P}$$

اتصال صفحه‌های خازن‌های پر شده به یکدیگر: خازن‌های با ظرفیت‌های  $C_1$  و  $C_2$  را به ولتاژهای  $V_1$  و  $V_2$  وصل می‌کنیم تا بارهای  $q_1$  و  $q_2$  در آن‌ها ذخیره شود پس از جدا کردن خازن‌ها از ولتاژها صفحه‌های خازن‌ها را به هم وصل می‌کنیم. ولتاژ دو سر خازن‌ها برابر می‌شود و از روابط زیر محاسبه می‌شود.

$\bar{V} = \frac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$ <p>اگر صفحه‌های هم نام را به هم وصل کنیم.</p>	$\bar{V} = \frac{ q_1 - q_2 }{C_1 + C_2} = \frac{ C_1 V_1 - C_2 V_2 }{C_1 + C_2}$ <p>اگر صفحه‌های نام‌نام را به هم وصل کنیم.</p>
---	--

### جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

$$I_{\text{متوسط}} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{t} \rightarrow e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

۱- شدت جریان متوسط: مقدار بار شارش شده در واحد زمان را شدت جریان متوسط می‌گوییم.

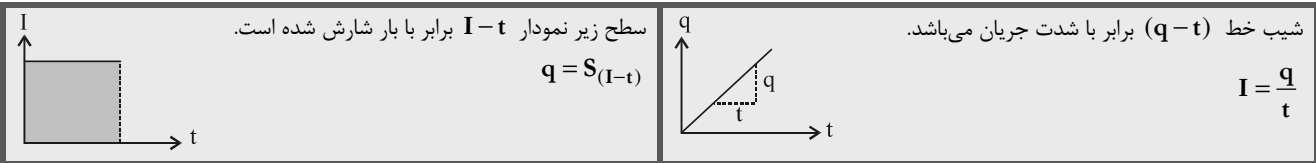
$$i = \frac{dq}{dt}$$

۲- شدت جریان لحظه‌ای: مشتق معادله‌ی بار شارش شده نسبت به زمان می‌باشد.

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = It$$

۳- جریان مستقیم: اگر شدت جریان متوسط و لحظه‌ای برابر باشند، جریان را مستقیم می‌گوییم.

در رابطه‌ی فوق اگر یکای شدت جریان آمپر و یکای زمان، ساعت باشد یکای بار، آمپر ساعت می‌شود.



در یک مدار جریان مستقیم، در مدت  $4S$  تعداد  $8 \times 10^{20}$  الکترون از قطب منفی به قطب مثبت جابه‌جا می‌شود. شدت جریان در مدار چند آمپر است؟

۳۲ (۴)

۲۰ (۳)

۱۶ (۲)

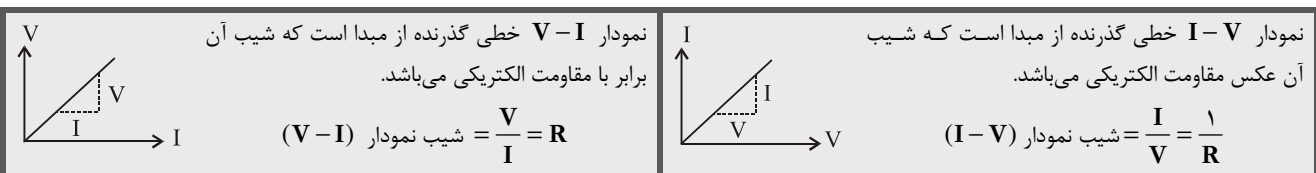
۱۲/۵ (۱)

$$I = \frac{ne}{t} = \frac{(8 \times 10^{20}) \times (1/6 \times 10^{-19})}{4} = 32A$$

حل: گزینه‌ی «۴»

**قانون اهم:** در دمای ثابت، نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به شدت جریان گذرنده از آن مقدار ثابتی است که مقاومت الکتریکی رسانا نام دارد.

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow V = IR \Rightarrow \Delta V = I \Delta R$$



نمودار شدت جریان عبوری از دو مقاومت  $A$  و  $B$  بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت  $A$  و  $B$  مطابق شکل است مقاومت  $B$  چند برابر مقاومت  $A$  است؟

۱/۵ (۴)

۱/۲ (۳)

۵ (۲)

۲ (۱)

$$I_A = I_B \Rightarrow \frac{V_A}{R_A} = \frac{V_B}{R_B} \Rightarrow \frac{10}{R_A} = \frac{20}{R_B} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{2}$$

حل: به ازای شدت جریان یکسان  $I = 2A$  ولتاژ دو سر مقاومت  $10V$  و  $20V$  است.

**مقاومت الکتریکی در دما ثابت:** مقاومت یک سیم در دمای ثابت از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$R = \rho \frac{l}{A} \xrightarrow{\text{مقایسه مقاومت الکتریکی دو سیم}} \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{A = \frac{\pi D^2}{4}} \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

مقایسه‌ی مقاومت‌های هم جنس و هم حجم و یا مقایسه‌ی مقاومت یک سیم پس از تغییر طول و سطح مقطع (بدون تغییر حجم) با حالت اول:

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4$$

یک سیم به مقاومت  $2\Omega$  را از حیدره عبور می‌دهیم تا بدون تغییر حجم طولش ۲ برابر شده مقاومتش چند اهم می‌شود؟

۸ (۴)

۴ (۳)

۲ (۲)

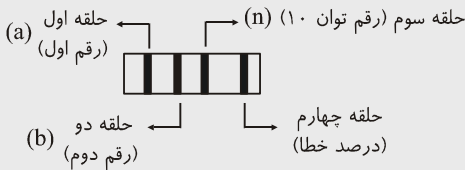
۱ (۱)

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_2}{2} = (2)^2 \Rightarrow R_2 = 8\Omega$$

حل: گزینه‌ی «۴»

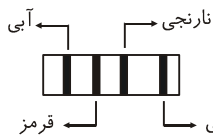
اثر دما بر مقاومت رساناهای فلزی و نیم‌رساناها بر اثر افزایش دما، مقاومت رساناها افزایش و مقاومت نیم رسانا کاهش می‌یابد اگر سیمی به مقاومت  $R_1$  به اندازه‌ی  $\Delta T$  تغییر دما داشته باشد مقاومتش  $R_2$  می‌شود به طوری که داریم:

$$R_2 = R_1(1 + \alpha \Delta T); \alpha = \text{ضریب دمایی مقاومت} \begin{cases} \alpha < 0 & \text{برای جسم نیم‌رسانا} \\ \alpha > 0 & \text{برای جسم رسانا} \end{cases} \left\{ \begin{array}{l} \Delta R = R_1 \alpha \Delta T \text{ تغییر مقاومت} \\ \frac{\Delta R}{R_1} = \alpha \Delta T \text{ درصد تغییر مقاومت} \end{array} \right.$$



$$\Rightarrow R = ab \times 10^n$$

**کد گذاری مقاومت‌ها:** در روی مقاومت‌های کربنی چهار حلقه‌ی رنگی مشاهده می‌شود. حلقه‌ها را از سمت چپ به ترتیب رقم اول و دوم و سوم نام‌گذاری می‌کنیم هر رنگ معرف عددی است. مقاومت یک سیم را به شکل مقابل می‌نویسیم.



اگر رنگ آبی معرف عدد ۶ و نارنجی عدد ۳ و قرمز عدد ۲ را نشان دهد اندازه‌ی مقاومت روبه‌رو

چند اهم است؟

۳۳ × ۱۰<sup>۶</sup> (۴)

۶۲۰۰۰ (۳)

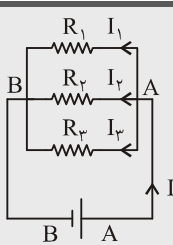
۶۲۳ (۲)

۳۲ × ۱۰<sup>۶</sup> (۱)

$$R = ab \times 10^n \xrightarrow{\substack{\text{آبی} = a = 6 \text{ و قرمز} = b = 2 \\ \text{نارنجی} = n = 3}} R = 62 \times 10^3 = 62000 \Omega$$

حل:

### اتصال مقاومت‌ها



۲- اتصال موازی: در این نوع اتصال دو سر تمامی مقاومت‌ها به دو نقطه با پتانسیل‌ها مثلاً A ولت و B ولت متصل‌اند.

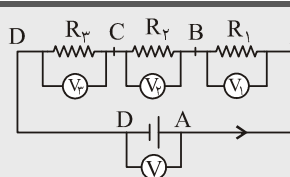
$$\begin{cases} V = V_1 = V_2 = V_3 \\ I = I_1 + I_2 + I_3 \\ \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \end{cases}$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

مقاومت معادل دو مقاومت  $R_1$  و  $R_2$  که موازی به هم بسته شده‌اند.

$$R_t = \frac{R_1}{n}$$

مقاومت معادل n مقاومت مشابه  $R_1$  که موازی به هم وصل شده‌اند.



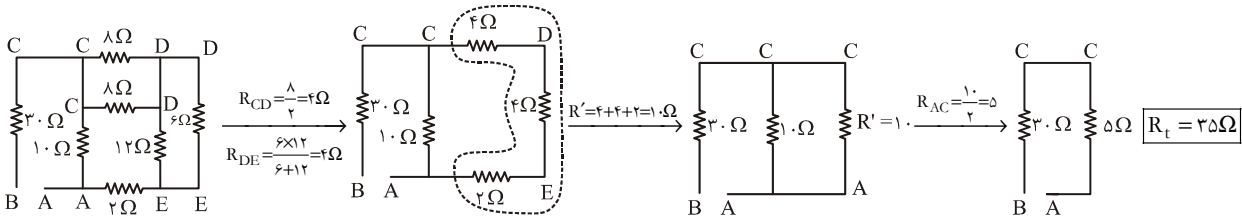
۱- اتصال متوالی: هر دو مقاومت مجاور هم (مثلاً  $R_1$  و  $R_2$ ) به یک نقطه (با پتانسیل مشخص مثلاً B) متصل هستند و دو سر دیگرشان به دو نقطه با پتانسیل‌های متفاوت (مثلاً

$$\begin{cases} I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots \\ V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots \\ R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \end{cases}$$

انشعاب نداریم. مقاومت معادل n مقاومت مشابه  $R_1$  که متوالی به هم بسته شده‌اند

$$R_t = nR_1$$

مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چیست؟



انرژی الکتریکی مصرف شده در یک مقاومت: وقتی بار  $q$  از مقاومتی عبور کند انرژی پتانسیل الکتریکی به گرما تبدیل می‌شود که مقدار آن برابر است با:

$$U = RI^2 t = \frac{V^2}{R} t = VIt = Vq = \frac{Rq^2}{t}$$

توان: انرژی مصرف شده در واحد زمان را توان الکتریکی می‌گوییم. واحد آن  $\frac{J}{s}$  یا وات است و از روابط زیر به دست می‌آید.

$$P = \frac{U}{t} = RI^2 = \frac{V^2}{R} = VI$$

اگر واحد توان بر حسب کیلووات و واحد زمان بر حسب ساعت در نظر گرفته شود واحد انرژی کیلووات ساعت می‌شود.  $1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$

**توان و ولتاژ اسمی:** مناسب‌ترین اختلاف پتانسیلی که می‌توان به دستگاه وصل کرد را ولتاژ اسمی ( $V_S$ ) می‌گوییم. توانی که دستگاه به اِزاء ولتاژ اسمی دارد را توان اسمی ( $P_S$ ) می‌نامیم. این دو عدد بر روی دستگاه نوشته می‌شود. در صورتی که دستگاه به ولتاژی بیش از  $V_S$  متصل شود، آسیب می‌بیند و در صورتی که به ولتاژی کمتر از  $V_S$  متصل شود، توان مصرفی آن از توان اسمی کمتر می‌شود.

$$P_S = \frac{V_S^2}{R} \Rightarrow \frac{P}{P_S} = \left(\frac{V}{V_S}\right)^2$$

لامپی با مشخصات ۱۲۷ و ۳۶W را به منبع ۸۷ وصل می‌کنیم. اگر مقاومت الکتریکی لامپ ثابت بماند. توانش در این حالت چند وات می‌شود؟

- ۱) ۱۶      ۲) ۱۸      ۳) ۲۰      ۴) ۲۴

حل: گزینه‌ی «۱»

$$\frac{P}{P_S} = \left(\frac{V}{V_S}\right)^2 \Rightarrow \frac{P}{36} = \left(\frac{87}{127}\right)^2 \Rightarrow P = 16W$$

**توان لامپ‌ها**

هرگاه لامپ‌هایی با توان اسمی  $P_1, P_2, \dots$  و  $P_1, P_2, \dots$  را به طور موازی به ولتاژ اسمی آن‌ها وصل کنیم، توان مصرفی هریک برابر با توان اسمی‌اش می‌شود و در این صورت توان مصرفی کل برابر است با:  $P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$

هرگاه لامپ‌هایی با توان اسمی  $P_1, P_2, \dots$  را به طور متوالی به هم وصل کنیم، اولاً توان مصرفی مجموعه از توان اسمی تک تک لامپ‌ها نیز کمتر است ثانیاً لامپی که توان اسمی کم‌تری دارد، توان مصرفی‌اش بیش‌تر از بقیه لامپ‌ها می‌شود. که از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$\frac{1}{P_t} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} + \dots$$

در صورتی که دو لامپ با توان‌های اسمی  $P_1$  و  $P_2$  را به طور متوالی به هم وصل کنیم، توان مصرفی مجموعه و توان اسمی هریک از روابط زیر به دست می‌آید.

$$P_t = \frac{P_1 P_2}{P_1 + P_2} \quad P_1' = \frac{P_2}{P_1 + P_2} P_t \quad P_2' = \frac{P_1}{P_1 + P_2} P_t$$

اگر  $n$  لامپ مشابه که توان اسمی هر یک  $P_1$  است را به طور متوالی به هم وصل کنیم توان مصرفی مجموعه  $P = \frac{P_1}{n}$  و توان مصرفی هریک  $P = \frac{P_1}{n}$  می‌شود.

دو لامپ با توان‌های  $P_1 = 120W$  و  $P_2 = 80W$  را به طور متوالی به هم وصل می‌کنیم. توان مصرفی آن‌ها به ترتیب از راست به چپ می‌شود؟

- ۱) ۸۰ و ۱۲۰      ۲) ۱۲۰ و ۸۰      ۳) ۱۹۲ و ۲۸/۸      ۴) ۲۸/۸ و ۱۹/۲

روش اول: اولاً توان مصرفی مجموعه از کوچک‌ترین توان ( $P_p = 80W$ ) نیز کم‌تر است. ثانیاً لامپی که توان اسمی بیش‌تری دارد ( $P_1$ ) توان مصرفی‌اش از دیگری کم‌تر است پس گزینه‌ی «۳» صحیح می‌باشد.

$$P_t = \frac{P_1 P_p}{P_1 + P_p} = \frac{120 \times 80}{120 + 80} = 48W \quad P'_1 = \frac{P_p}{P_1 + P_p} P_t = \frac{80}{120 + 80} \times 48 = 19/2W \quad P'_p = 48 - 19/2 = 28/8W$$

روش دوم:

۴ لامپ  $100W$  را به‌طور متوالی به برق شهر وصل می‌کنیم. توان مصرفی هریک چند وات می‌شود؟

$$400 \quad (4) \quad 6/25 \quad (3) \quad 25 \quad (2) \quad 100 \quad (1)$$

حل: در این حالت توان مصرفی مجموعه  $P = \frac{P_1}{n} = \frac{100}{4} = 25W$  و توان مصرفی هریک  $P = \frac{P_1}{n^2} = \frac{100}{4^2} = 6/25W$  می‌شود.

انتقال انرژی یک مولد نیروگاهی به وسیله‌ی کابل:

باشد اگر  $P$  توان مولد الکتریکی و  $R$  مقاومت کابل‌های انتقال انرژی و  $\mathcal{E}$  نیروی محرکه مولد باشد، شدت جریان انتقال  $I = \frac{P}{\mathcal{E}}$  و توان تلف شده در کابل‌ها

$$P' = RI^2 \quad \text{و توان مفید در محل مصرف} \quad P'' = P - P'$$

توان یک مولد الکتریکی  $150kW$  است برای انتقال انرژی به محل مصرف از کابل‌هایی با مقاومت  $30\Omega$  استفاده می‌کنیم اگر نیروی محرکه

مولد  $750V$  باشد، توان مفید در محل مصرف چند کیلووات است؟

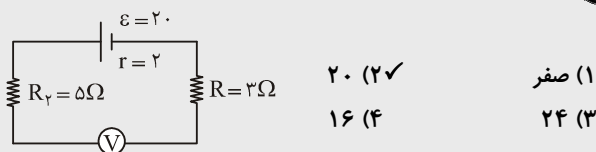
$$127/5 \quad (4) \quad 138 \quad (3) \quad 142/5 \quad (2) \quad 149/4 \quad (1)$$

حل: گزینه‌ی «۳»  
 $I = \frac{P}{\mathcal{E}} = \frac{150000}{750} = 20A$  شدت جریان انتقال

$$P' = RI^2 = 30 \times 20^2 = 12000W = 12kw \quad \Rightarrow \quad \text{توان تلف شده} \quad P'' = P - P' = 150 - 12 = 138kw \quad \text{مفید}$$

ولت‌سنج: به‌طور موازی در مدار قرار می‌گیرد و اختلاف پتانسیل را اندازه می‌گیرد مقاومتش زیاد است. مقاومت ولت‌سنج ایده‌آل بی‌نهایت است. اگر ولت‌سنج به اشتباه به‌طور متوالی در مدار قرار گیرد، شدت جریان مدار صفر می‌شود. در این صورت اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها، صفر می‌شود و ولت‌سنج، نیروی محرکه مولد را نشان می‌دهد. اگر ولت‌سنج به دو سر مولد متصل شود، نیروی محرکه مولد ( $\mathcal{E}$ ) را نشان می‌دهد.

در شکل زیر ولت‌سنج چه عددی را نشان می‌دهد؟



$$\begin{array}{ll} 20 \quad (2) & \text{صفر} \quad (1) \\ 16 \quad (4) & 24 \quad (3) \end{array}$$

آمپرسنج: به‌طور متوالی در مدار قرار می‌گیرد و شدت جریان را اندازه می‌گیرد مقاومت آمپرسنج ناچیز است. مقاومت آمپرسنج ایده‌آل صفر است حداکثر شدت جریان (مجاز) گذرنده از آن‌ها کم است. برای اندازه‌گیری شدت جریان‌های بیش از این مقدار مقاومت ناچیزی ( $R_s$ ) را به‌طور موازی به آن وصل می‌کنیم. در این صورت شدت جریان گذرنده از آن ( $I_a$ ) برابر خواهد

$$I_a = \frac{I}{1 + \frac{R_a}{R_s}} \quad \text{بود با:}$$

عقربه‌ی یک آمپرسنج به مقاومت  $18$  اهم با عبور جریان  $0/1A$

به بیش‌ترین انحراف خود می‌رسد. برای اندازه‌گیری شدت جریان  $1A$

چه مقاومتی و به چه شکلی باید به آن وصل کنیم؟

$$I_a = \frac{I}{1 + \frac{R_a}{R_s}} \Rightarrow 0/1 = \frac{1}{1 + \frac{18}{R_s}} \rightarrow R_s = 25\Omega \quad \text{موازی}$$

تبدیل آمپرسنج به ولت‌سنج: برای تبدیل آمپرسنج به ولت‌سنج یک سیم با مقاومت زیاد را به‌طور متوالی به آن وصل می‌کنیم. باید دقت کنیم که شدت

جریان مجاز گذرنده از ولت‌سنج همان شدت جریان گذرنده از آمپرسنج باشد.

مقاومت یک آمپرسنج  $40\Omega$  است و عقربه‌ی آن با عبور جریان  $0/1A$  به بیش‌ترین انحراف خود می‌رسد. برای تبدیل آن به ولت‌سنجی که

بتواند  $40V$  را اندازه بگیرد، چه مقاومتی و به چه شکلی بایستی به آن وصل کرد؟

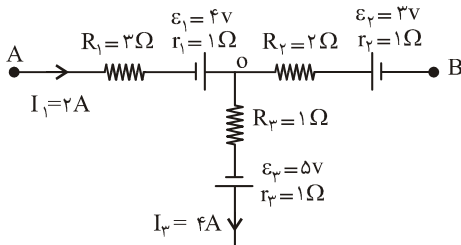
$$400\Omega \quad \text{و متوالی} \quad (1) \quad 360\Omega \quad \text{و موازی} \quad (3) \quad 400\Omega \quad \text{و موازی} \quad (2) \quad 360\Omega \quad \text{و متوالی} \quad (4)$$

حل: گزینه‌ی «۴»  
 $V = IR \Rightarrow 40 = 0/1 R \Rightarrow R = 400\Omega$  مقاومت موردنیاز ولت‌سنج

مقاومتی که بایستی به آن به‌طور متوالی وصل کنیم.  $R' = 400 - 40 = 360\Omega$



دستورالعمل: هرگاه در جهت جریان از مقاومت  $R$  عبور کنیم، ولتاژ به اندازه  $IR$  کاهش می‌یابد. در صورتی که در خلاف جهت جریان از مقاومت  $R$  عبور کنیم، ولتاژ به اندازه  $IR$  افزایش می‌یابد.  
صرف‌نظر از جهت جریان از پایانه مثبت به منفی مولد ولتاژ به اندازه  $\mathcal{E}$  (نیروی محرکه) کاهش و از پایانه منفی به مثبت مولد، ولتاژ به اندازه  $\mathcal{E}$  افزایش می‌یابد.



در مدار شکل مقابل  $V_{AB}$ ،  $(V_A - V_B)$  چند ولت است؟

حل: قانون اول کیرشهف در نقطه  $O$  را می‌نویسیم:

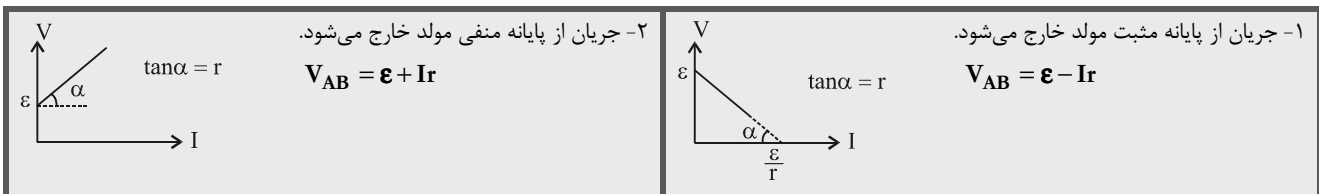
$I_1 = 2A$  به  $O$  وارد  $I_2 = 4A$  از  $O$  خارج می‌شود. پس  $I_3 = 2A$  بایستی به  $O$  وارد شود.

$$V_A - I_1 R_1 + \mathcal{E}_1 - I_1 r_1 + I_2 R_2 - \mathcal{E}_2 + I_2 r_2 = V_B$$

$$V_A - 2 \times 3 + 4 - 2 \times 1 + 2 \times 2 - 3 + 2 \times 1 = V_B \Rightarrow V_{AB} = +1V$$

**مولدها:** وسایلی هستند که انرژی لازم برای حرکت الکترون‌ها در مدار را تأمین می‌کنند. دارای نیروی محرکه  $\mathcal{E}$  و مقاومت درونی  $r$  می‌باشد.

در صورتی که جریان از پایانه منفی مولد خارج شود، مولد مثل یک مصرف‌کننده در مدار عمل می‌کند.

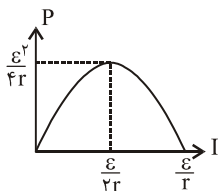


**توان مولد:** مولد توانی تولید می‌کند ( $P$ ) بخشی از آن توسط مقاومت درونی تلف می‌شود ( $P'$ ) و بقیه به صورت توان مفید توسط مقاومت مدار مصرف می‌شود.

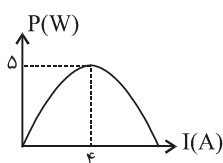
$$P' = \mathcal{E}I - rI^2 = \text{توان مصرفی مدار} = \text{توان مفید مولد}$$

$$P = \mathcal{E}I = \text{توان مولد}$$

$$P' = rI^2 = \text{توان تلف شده}$$



نمودار توان مفید مولد بر حسب شدت جریان گذرنده از آن به شکل مقابل است.



نمودار تغییرات توان مفید یک مولد بر حسب شدت جریان گذرنده از آن به شکل مقابل است. نیروی

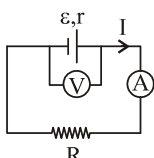
محرکه‌ی مولد و مقاومت درونی آن چیست؟

$$\begin{cases} \frac{\mathcal{E}^2}{4r} = 5 \\ \frac{\mathcal{E}}{2r} = 2.5 \end{cases} \xrightarrow{\text{تقسیم می‌کنیم}} \frac{\mathcal{E}}{2} = \frac{5}{2} \rightarrow \mathcal{E} = 2.5V \xrightarrow{\text{با قراردادن در یکی از معادلات}} r = \frac{5}{16} \Omega$$

### اتصال مقاومت‌های مشابه به یکدیگر

<p>اتصال متوالی: اگر <math>n</math> مولد مشابه <math>(\mathcal{E}, r)</math> را متوالی ببندیم معادل آن‌ها مولدی با نیروی محرکه <math>n\mathcal{E}</math> و مقاومت درونی <math>nr</math> است.</p>	<p>اتصال موازی: اگر <math>n</math> مقاومت مشابه <math>(\mathcal{E}, r)</math> را موازی وصل کنیم معادل مولدی با نیروی محرکه <math>\mathcal{E}</math> و مقاومت درونی <math>\frac{r}{n}</math> می‌باشد.</p>
--	--

مدار تک حلقه ساده



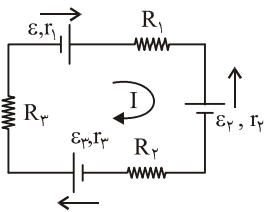
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$$

$$V_{\mathcal{E}} = V_R = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$$

رابطه مستقل از  $I$

▼ مدار تک حلقه با چند مولد

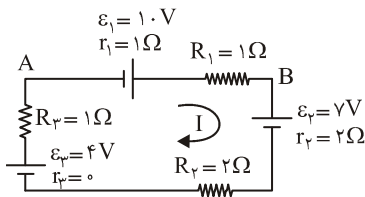
۱- تعیین شدت جریان: یک جهت دلخواه برای جریان در نظر می‌گیریم جهت نیروی محرکه مولدها را از پایانه منفی به طرف پایانه مثبت در نظر می‌گیریم سپس نیروی محرکه‌هایی که در جهت جریان هستند را با علامت مثبت و آن‌هایی که در خلاف جهت جریان هستند با علامت منفی در رابطه زیر به کار می‌بریم.



$$I = \frac{\sum \mathcal{E}}{\sum R + \sum r} \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3}{R_1 + R_2 + R_3 + r_1 + r_2 + r_3}$$

۲- تعیین اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار: ابتدا شدت جریان را به دست می‌آوریم سپس از نقطه‌ی اول به طرف دوم می‌رویم و تغییر پتانسیل هر جزء را می‌نویسیم. تا اختلاف پتانسیل محاسبه می‌شود.

در مدار شکل مقابل  $V_{AB}$  چیست؟



$$I = \frac{\mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{R_1 + R_2 + R_3 + r_1 + r_2 + r_3} = \frac{4 + 1.0 - 7}{1 + 2 + 1 + 1 + 2} = 1A$$

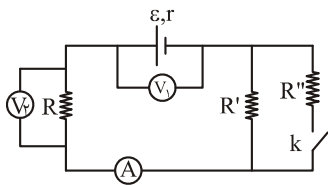
$$V_A + \mathcal{E}_1 - I r_1 - I R_1 = V_B \Rightarrow V_A + 1.0 - 1 = V_B$$

$$\Rightarrow V_A - V_B = V_{AB} = -1V$$

برحسب آن که ولت متر به دو سر کدام جزء الکتریکی متصل شده باشد مقادیری نشان می‌دهد که در جدول زیر روابط آن مشخص شده است.

<p>جریان از پایانه مثبت خارج می‌شود</p> $V = \mathcal{E} - IR$ <p>با افزایش شدت جریان V کاهش می‌یابد</p>	<p>جریان از پایانه منفی خارج می‌شود</p> $V = \mathcal{E} + Ir$ <p>با افزایش شدت جریان V افزایش می‌یابد</p>	$V = \mathcal{E}$ <p>با تغییر شدت جریان V ثابت می‌ماند</p>	$V = IR$ <p>با افزایش شدت جریان ولتاژ افزایش می‌یابد</p>
--	--	--	--

در مدار شکل مقابل با وصل کلید k اعدادی که آمپرسنج و ولت‌مترها نشان می‌دهند چه تغییری می‌کند؟



حل: با وصل کلید k،  $R''$  به طور موازی با  $R'$  در مدار قرار می‌گیرد و مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد طبق رابطه  $I = \frac{\sum \mathcal{E}}{\sum R + \sum r}$  شدت جریان افزایش می‌یابد. طبق رابطه  $V_1 = \mathcal{E} - Ir$  با افزایش I،  $V_1$  کم می‌شود و طبق رابطه  $V_2 = IR$  با افزایش I،  $V_2$  افزایش می‌یابد.

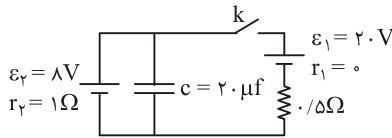
▼ اتصال مقاومت و خازن در مدار

<p>۱- خازن در مدار اصلی قرار دارد.</p> <p>شدت جریان مدار <math>I = 0</math></p> <p><math>V_{(خازن)} = \mathcal{E}</math></p> <p><math>q = C\mathcal{E}</math></p>	<p>۲- خازن با یک جزء از مدار موازی بسته می‌شود.</p> <p>در این حالت ولتاژ دو سر خازن با ولتاژ قسمتی که با آن موازی است برابر می‌باشد.</p> <p><math>V_{(خازن)} = V_{R_2} = IR_2</math></p> <p><math>q = CV</math></p>	<p>۳- خازن در شاخه‌ی اصلی نیست و با هیچ جزئی موازی نیست.</p> <p>در این حالت از شاخه خازن جریان نمی‌گذرد.</p> <p><math>I = \frac{\mathcal{E}_1}{R + r_1}</math>; <math>V_C + \mathcal{E}_2 = IR</math></p> <p>با معلوم شدن <math>V_C</math> بار و انرژی خازن محاسبه می‌شود.</p>
---	---	--



در شکل ابتدا کلید K باز است، اگر کلید بسته شود بار روی خازن ... میکروکولن

... می‌یابد.



(۱) ۸۰، کاهش (۲) ۸۰، افزایش (۳) ۱۶۰، کاهش (۴) ۱۶۰، افزایش

حل: وقتی کلید K باز است، خازن به‌طور متوالی در مدار قرار دارد و از مدار جریان عبور نمی‌کند. در این حالت ولتاژ دو سر خازن برابر با نیروی محرکه‌ی  $\mathcal{E}_v$  است.

پس از وصل کلید ولتاژ دو سر خازن برابر با ولتاژ دو سر مولد  $\mathcal{E}_v$  می‌شود.  $V_p = \mathcal{E}_v + Ir = 8 + 8 \times 1 = 16V$   $I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_v}{\Sigma R + \Sigma r} = \frac{20 - 8}{0.5 + 1} = 8A$

$$q_2 = Cv = 16 \times 20 = 320 \mu C \Rightarrow \Delta q = 320 - 160 = 160 \mu C$$

## مغناطیس

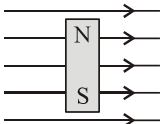
**مغناطیس:** خاصیتی از موادی مثل آهن، کبالت و نیکل است که براده‌های آهن را جذب می‌کنند. این خاصیت در دو ناحیه قوی‌تر است که به آن‌ها قطب‌های

آهن‌ریا می‌گوییم. قطب N آهن‌ریا به سمت شمال زمین و قطب S به سمت جنوب زمین قرار می‌گیرد.

**میدان مغناطیسی:** خاصیت مغناطیسی اطراف یک آهن‌ریا را با خط‌هایی نشان می‌دهیم. جهت خطوط در داخل آهن‌ریا از S به N و بیرون آن از N به S

می‌باشد.

وقتی یک آهن‌ریا یا عقربه‌ی مغناطیسی در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، طوری منحرف می‌شود که میدان در داخل آن، همسو با میدان مغناطیسی شود.



یک آهن‌ریا را مطابق شکل در میدان مغناطیسی یکنواختی رها می‌کنیم. چگونه حرکت می‌کند؟

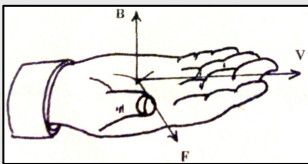
(۱) به طرف چپ می‌رود. (۲) به طرف راست می‌رود.

(۳) ۹۰° ساعتگرد می‌چرخد (۴) ۹۰° پادساعتگرد می‌چرخد

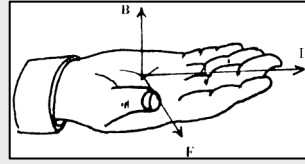
حل: گزینگی «۳». جهت میدان خارجی از چپ به راست است. از آنجایی که جهت میدان داخل آهن‌ریا از S به N می‌باشد. آهن‌ریا طوری افقی می‌ایستد که قطب S در طرف چپ و قطب N در طرف راست قرار گیرد.

### نیروی وارد بر ذره‌ی باردار متحرک و یا سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

نیروی وارد بر ذره‌ی باردار مثبت (زاویه‌ی بین  $v$  و  $B$ )  $F = qvB \sin \alpha$   
اگر عمود بر کف دست راست به طرف بیرون را جهت میدان ( $B$ ) و چهار انگشت باز شده را در جهت پرتاب در نظر بگیریم، شست جهت نیروی وارد بر ذره‌ی باردار مثبت را نشان می‌دهد. عکس این جهت نیروی وارد بر ذره‌ی با بار منفی را نشان می‌دهد.



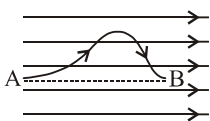
نیروی وارد بر سیم حامل جریان (زاویه‌ی بین راستای سیم و  $B$ )  $F = ILB \sin \alpha$   
 $1T = 10^4 G$  و  $1 \text{ آمپر متر} = \frac{\text{نیوتن}}{\text{یکای میدان مغناطیسی (تسلا)}}$   
اگر عمود بر کف دست راست به طرف بیرون را جهت میدان و چهار انگشت باز شده را در جهت جریان در نظر بگیریم، شست جهت نیروی وارد بر سیم را نشان می‌دهد.



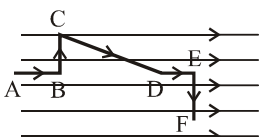
نیروی وارد بر ذره‌ی باردار، از طرف میدان مغناطیسی نیروی مرکزگرا می‌باشد و باعث حرکت ذره روی دایره‌ای می‌شود که شعاع آن از رابطه‌ی مقابل به‌دست

می‌آید.

$$R = \frac{mv}{qB \sin \alpha}$$



هرگاه سیم حامل جریانی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گیرد. در صورتی که دو نقطه‌ی دلخواه AB روی سیم در نظر بگیریم به‌طوری که AB موازی خطوط میدان مغناطیسی شود، برآیند نیروهای وارد بر سیم AB از طرف میدان صفر می‌باشد.



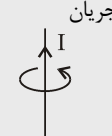
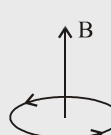
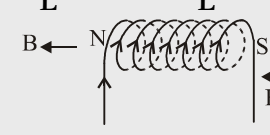
سیم ABCDEF مطابق شکل در میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت  $2T$  قرار گرفته و حامل جریان

$10A$  می‌باشد برآیند نیروهای وارد بر آن چیست؟ ( $AB = BC = DE = EF = 1m$  ,  $CD = 2m$ )

(۱) ۲۰N، درون سو (۲) ۲۰N، برون سو (۳) ۱۰N، درون سو (۴) ۱۰N، برون سو

حل: چون خط AE همسو با میدان است برآیند نیروهای وارد بر سیم ABCDE صفر است.  $F_{EF} = BIL \sin \alpha = 2 \times 10 \times 1 \times \sin 90 = 20N$

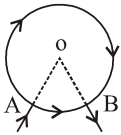
### ▼ آثار مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی

<p>خاصیت مغناطیسی اطراف سیم راست حامل جریان</p> $B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{R} = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{R}$  <p>اگر سیم را در دست راست طوری بگیریم که شست در جهت جریان باشد چهار انگشت خمیده جهت میدان را نشان می‌دهد.</p>	<p>خاصیت مغناطیسی در وسط حلقه حامل جریان</p> $B = \frac{\mu_0}{2} \frac{NI}{R} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{R}$  <p>اگر چهار انگشت خمیده دست راست در جهت جریان باشد شست جهت میدان را نشان می‌دهد.</p>	<p>خاصیت مغناطیسی در وسط سیم لوله</p> $B = \mu_0 \frac{NI}{L} = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{L}$  <p>اگر چهار انگشت دست راست در جهت جریان باشد شست جهت میدان در داخل سیم لوله را نشان می‌دهد.</p>
---	---	---

هرگاه دو سیم موازی حامل جریان‌های  $I_1$  و  $I_2$  در فاصله  $R$  از یکدیگر قرار داشته باشند نیروی که به  $L$  متر از هریک از سیم‌ها وارد می‌شود، از رابطه زیر

$$F = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2 L}{R}$$

به دست می‌آید اگر جریان سیم‌ها همسو باشد نیرو جاذبه و اگر در دو سوی مخالف باشد نیرو دافعه می‌باشد.



$$B = 10^{-7} \frac{dI}{r^2}$$

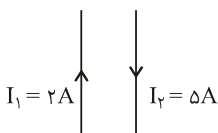
هرگاه دو نقطه دلخواه  $A$  و  $B$  را روی یک سیم دایره‌ای شکل انتخاب کنیم و جریان الکتریکی از نقطه‌ی  $A$  وارد و از  $B$  خارج شود، میدان مغناطیسی در نقطه  $O$  (مرکز دایره) صفر می‌باشد.

هرگاه از سیمی به طول  $d$ ، پیچیده مسطحی که شعاع هر حلقه‌اش  $r$  است درست کنیم و جریانی به شدت  $I$  از آن عبور دهیم شدت میدان در مرکز پیچیده از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{dI}{rL}$$

هرگاه از سیمی به طول  $d$ ، سیم لوله‌ای به طول  $L$  درست کنیم که شعاع هر حلقه‌اش  $r$  باشد و جریان  $I$  از آن عبور دهیم، شدت میدان مغناطیسی در مرکز سیم لوله از رابطه زیر به دست می‌آید.

هرگاه دو سیم موازی حامل جریان‌های همسو داشته باشیم، مکان هندسی نقاطی که شدت میدان صفر است خطی است موازی دو سیم و در صفحه‌ی آن‌ها و بین دو سیم و نزدیک به سیم حامل جریان کم‌تر. در صورتی که جریان دو سیم در دو سوی مخالف باشد این مکان بیرون دو سیم نزدیک سیم حامل جریان کم‌تر می‌شود. با توجه به این نکته که اندازه‌ی میدان دو سیم در این مکان‌ها یکسان است موقعیت مکان مشخص می‌شود.



در شکل مقابل اگر در ۱۵ سانتی‌متری از سیم حامل جریان  $I_2$  شدت میدان صفر باشد فاصله‌ی دو سیم از

یکدیگر چند سانتی‌متر است؟

۲۷ (۴)

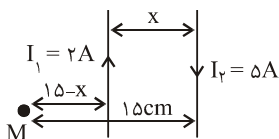
۲۱ (۳)

۸ (۲)

۹ (۱)

حل: در نقطه‌ای مثل  $M$  خارج از دو سیم نزدیک سیم حامل جریان  $I_1$ ، اندازه‌ی دو میدان برابر ولی در خلاف جهت

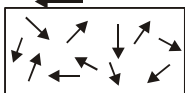
یکدیگرند و میدان صفر می‌شود.



$$B_1 = B_2 \Rightarrow 2 \times 10^{-7} \frac{I_1}{15-x} = 2 \times 10^{-7} \frac{I_2}{15} \Rightarrow \frac{2}{15-x} = \frac{5}{15} \Rightarrow x = 9 \text{ cm}$$

### ▼ خاصیت مغناطیسی مواد

۱- دو قطبی مغناطیسی: کوچک‌ترین ذره‌ی تشکیل‌دهنده‌ی یک آهن‌ربا نیز آهن‌ربا هستند که آن‌ها را دو قطبی مغناطیسی می‌نامند.



۲- مواد پارامغناطیس: در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی به‌طور نامنظم توزیع شده‌اند و در میدان‌های مغناطیسی قوی

خاصیت آهن‌ربایی به دست می‌آورند و در صورت حذف میدان این خاصیت را از دست می‌دهند مثل فلزات قلیایی، آلومینیوم اکسیژن، اکسید ازن و ...

۳- مواد فرومغناطیس: در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی در قسمت‌های جداگانه به نام حوزه‌های مغناطیسی هم

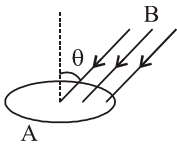


جهت می‌باشند اما سوی آن‌ها در حوزه‌های مختلف متفاوت می‌باشد. (مثل آهن - کبالت - نیکل)

۴- فرومغناطیس نرم: این مواد به آسانی در میدان مغناطیسی آهن‌ربا می‌شوند و با حذف میدان خاصیت آهن‌ربایی خود را از دست می‌دهند مثل آهن.

**۵- فرومغناطیس سخت:** این مواد در میدان مغناطیسی آهن ربا می شود ولی با حذف میدان این خاصیت را در خود حفظ می کنند مثل فولاد خاصیت مغناطیس در آهن بیشتر از فولاد است ولی در آهن موقتی در فولاد دائمی می باشد.

## القای الکترومغناطیس



**شار مغناطیسی:** شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه ی بسته به مساحت A وقتی در یک میدان مغناطیسی به شدت B قرار

می گیرد. از رابطه ی روبه رو به دست می آید. زاویه بین نیم خط عمود بر سطح با خطوط میدان  $\rightarrow \Phi = AB \cos \theta$  ← و بر (wb)

**قانون فارادی:** در اثر تغییر شار گذرنده از یک حلقه در حلقه نیروی محرکه ای القا می شود که متناسب با شدت تغییرات شار است.

$$\epsilon = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

نیروی محرکه القایی لحظه ای

$$\bar{\epsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

نیروی محرکه القایی متوسط

**قانون لنز:** سوی جریان حاصل از نیروی محرکه ی القایی به گونه ای است که با عامل به وجود آورنده اش مخالفت می کند (علامت منفی فرمول های فوق نشان از قانون لنز می باشد).

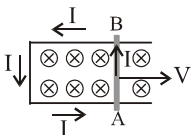
$\epsilon = -NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \theta$ <p>نیروی محرکه القایی بر اثر تغییر میدان</p>	<p>شدت جریان القایی و بار القا شده در مدار از رابطه زیر به دست می آید.</p> $\bar{I} = -\frac{N \Delta\Phi}{R \Delta t} \Rightarrow \Delta q = \frac{N \Delta\Phi}{R}$
$\epsilon = -N \frac{\Delta A}{\Delta t} B \cos \theta$ <p>نیروی محرکه القایی بر اثر تغییر مساحت حلقه</p>	$\dot{i} = -\frac{N d\Phi}{R dt} \Rightarrow dq = \frac{N d\Phi}{R}$ <p>شدت جریان لحظه ای</p>
$\epsilon = -N \frac{AB}{\Delta t} (\cos \theta_2 - \cos \theta_1)$ <p>نیروی محرکه القایی بر اثر تغییر زاویه</p>	

**حرکت سیم رسانا در میدان مغناطیسی:** هرگاه میله ی رسانایی به طول L در میدان مغناطیسی یکنواخت B با سرعت V به حرکت درآید نیروی

$$\epsilon = BVL \sin \alpha$$

زاویه ی  $\vec{V}$  و  $\vec{B}$

محرکه ای در دو سر آن القا می شود که از رابطه زیر به دست می آید.



اگر عمود بر کف دست راست به طرف بیرون را در جهت میدان، و چهار انگشت دست را در جهت حرکت بگیریم، شست جهت جریان را نشان می دهد.

**نیروی محرکه ی خود القایی:** هرگاه جریان الکتریکی گذرنده از یک سیم لوله تغییر کند، در سیم لوله تغییر شاری رخ می دهد که باعث ایجاد نیروی

محرکه ی القایی در سیم پیچ می شود که مقدارش از روابط زیر قابل محاسبه است.

$$\bar{\epsilon}_L = -L \frac{dI}{dt}$$

نیروی محرکه ی القای متوسط (ولت)

$$\epsilon = -L \frac{di}{dt}$$

نیروی محرکه ی القایی لحظه ای (ولت)

$$L = k\mu_0 \frac{N^2 A}{l}$$

بر حسب هانری

L ضریب خودالقایی سیم لوله می باشد که از رابطه ی زیر به دست می آید.

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow \Delta U = \frac{1}{2} L(I_2^2 - I_1^2)$$

**انرژی ذخیره شده در سیم لوله:** از رابطه ی زیر قابل محاسبه می باشد.

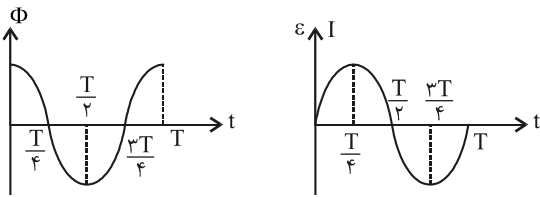
**جریان متناوب:** هرگاه سیم پیچی شامل N حلقه را در یک میدان یکنواخت به شدت B با سرعت زاویه ای  $\omega$  دوران دهیم شار گذرنده از آن و در نتیجه شدت

جریان متناوب خواهد شد که از روابط زیر به دست می آید.

$$\Phi = AB \cos \omega t \quad ; \quad \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \Phi_{\max} = AB \Rightarrow \epsilon_{\max} = N\Phi_{\max} \omega$$

$$\epsilon = NAB\omega \cos \omega t \Rightarrow \epsilon = \epsilon_{\max} \cos \omega t \Rightarrow \epsilon_{\max} = NAB\omega$$

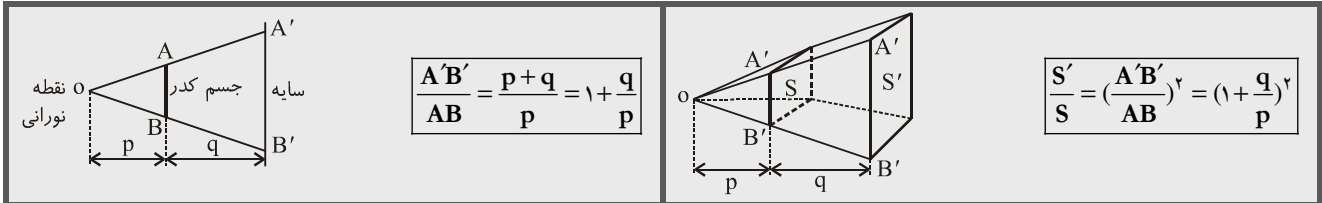
$$I = \frac{\epsilon}{R} = \frac{\epsilon_{\max}}{R} \cos \omega t \quad I_{\max} = \frac{\epsilon_{\max}}{R} = \frac{NAB\omega}{R} \Rightarrow I = I_{\max} \sin \omega t$$



در لحظه‌هایی که شار گذرنده از حلقه بیشینه است نیروی محرکه و شدت جریان القایی صفرند و در لحظه‌هایی که شار صفر می‌باشد نیروی محرکه‌ی القایی و شدت جریان القایی بیشینه مقدار خود را دارند.

## نور

از نقطه‌ی نورانی در مقابل یک جسم کدر بر روی پرده سایه و روشنایی تشکیل می‌شود.

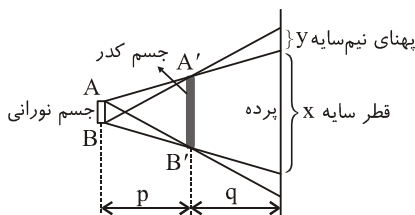


یک نقطه‌ی نورانی در مقابل جسم کدری قرار دارد و روی پرده پشت جسم، سایه تشکیل شده است اگر فاصله‌ی نقطه‌ی نورانی از جسم کدر نصف شود، اندازه‌ی طول هر ضلع سایه و اندازه‌ی مساحت آن چند برابر می‌شود؟

با نصف شدن فاصله‌ی جسم کدر از نقطه‌ی نورانی کسر  $\frac{q}{p}$  دو برابر می‌شود بنابراین  $\frac{A'B'}{AB} = 1 + \frac{q}{p}$  بزرگ می‌شود ولی کم‌تر از ۲ برابر

می‌شود بنابراین مساحت سایه نیز افزایش می‌یابد ولی کم‌تر از ۴ برابر می‌شود.

از جسم نورانی در مقابل جسم کدر بر روی پرده علاوه بر سایه، نیم سایه نیز تشکیل می‌شود.

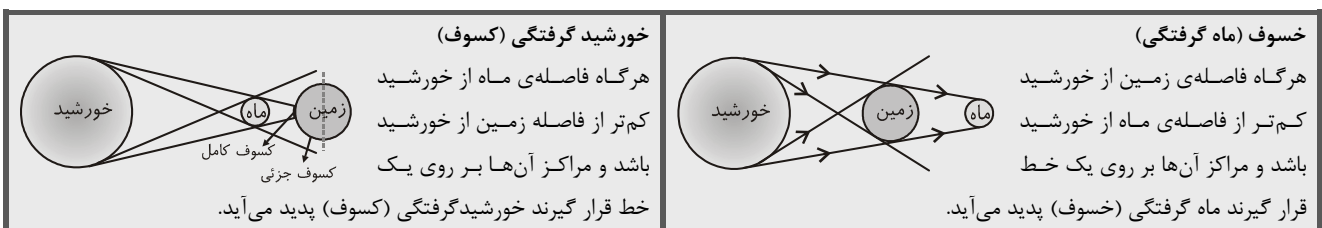
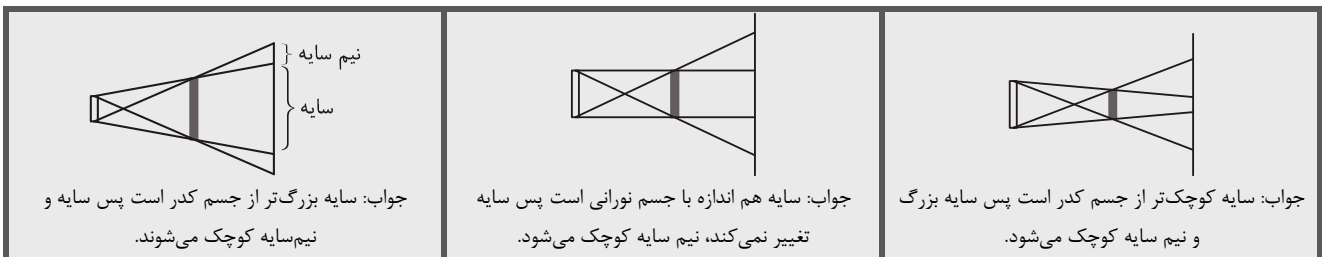


$$y = \frac{q \cdot AB}{p} \Rightarrow \text{پهنای نیم سایه به اندازه‌ی جسم کدر بستگی ندارد.}$$

$$\frac{x+y}{p+q} = \frac{A'B'}{p}$$

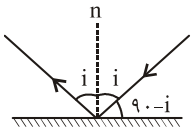
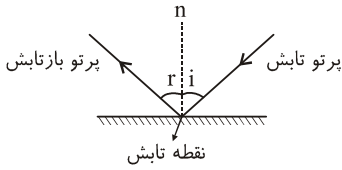
از جسم نورانی در مقابل جسم کدر بر روی پرده سایه و نیم سایه تشکیل می‌شود. اگر جسم نورانی از جسم کدر دور شود و یا پرده و جسم به یکدیگر نزدیک شوند، اولاً اندازه‌ی نیم سایه کوچک می‌شود ثانیاً اندازه‌ی سایه به سمت اندازه‌ی جسم کدر میل می‌کند و بالعکس.

در شکل‌های زیر در صورت دور شدن جسم نورانی از جسم کدر و یا نزدیک شدن پرده و جسم به یکدیگر تغییرات اندازه‌ی سایه و نیم سایه چگونه است.



**قوانین بازتاب نور:**

- ۱- شعاع تابش و بازتابش و خط عمود بر سطح در یک صفحه قرار دارند.
- ۲- زوایای تابش و بازتابش برابرند ( $i = r$ )



اگر زوایای که پرتو تابش با پرتو بازتابش می‌سازد، چهار برابر زاویه‌ای باشد که پرتو تابش با سطح آینه می‌سازد، زوایای تابش چند درجه است؟

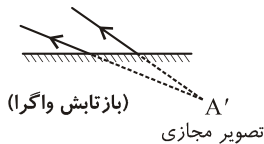
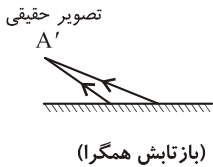
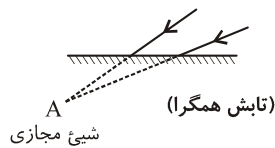
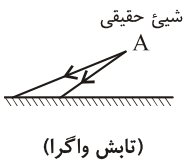
- ۱)  $54^\circ$
- ۲)  $60^\circ$
- ۳)  $30^\circ$
- ۴)  $45^\circ$

$2i = 4(90 - i) \Rightarrow i = 60^\circ$

حل:

**شی‌ها و تصویرهای حقیقی و مجازی**

**شیء حقیقی:** شیئی است که نورهای واگرا تابش می‌کند. (تمام شی‌های اطراف ما حقیقی‌اند).  
**شیء مجازی:** هرگاه پرتوهای همگرا قبل از رسیدن به هم توسط یک دستگاه (مثلاً آینه) قطع شوند، امتدادشان هم‌دیگر را در نقطه‌ای به نام شیء مجازی قطع می‌کنند.



**تصویر حقیقی:** از برخورد پرتوهای تابش (و نه امتداد آن‌ها) تشکیل می‌شود.

- ۱- بر روی پرده تشکیل می‌شوند.
- ۲- بدون پرده دیده نمی‌شوند.

**تصویر مجازی:** از برخورد امتدادهای پرتوهای بازتابش تشکیل می‌شوند.

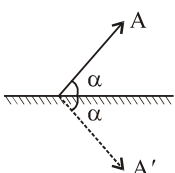
- ۱- بر روی پرده تشکیل نمی‌شوند.
- ۲- بدون پرده دیده می‌شوند.

در آینه‌ی تخت از شیء حقیقی، تصویر مجازی و از شیء مجازی، تصویر حقیقی به دست می‌آید و همواره فاصله‌های جسم و تصویر از آینه برابر است.

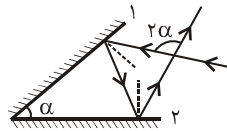
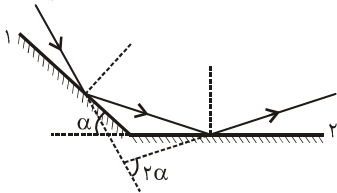
**قوانین آینه‌های تخت**

	<p>۱- اگر پرتو تابش به آینه به اندازه‌ی <math>\alpha</math> در یک جهت دوران کند، پرتو بازتابش به اندازه‌ی <math>\alpha</math> در خلاف جهت آن دوران می‌کند.</p>
	<p>۲- اگر آینه به اندازه‌ی <math>\alpha</math> در یک جهت دوران کند، پرتو بازتابش به اندازه‌ی <math>2\alpha</math> در همان جهت دوران می‌کند.</p>
	<p>۳- اگر جسم به اندازه‌ی <math>x</math> نسبت به آینه حرکت کند، تصویرش به اندازه‌ی <math>x</math> در خلاف جهت حرکت جسم جابه‌جا می‌شود و اگر جسم با سرعت <math>V</math> حرکت کند، تصویرش با سرعت <math>V</math> در خلاف جهت حرکت جسم حرکت می‌کند.</p>
	<p>۴- اگر آینه به اندازه <math>x</math> جابه‌جا شود، تصویر به اندازه‌ی <math>2x</math> در همان جهت جابه‌جا می‌شود و اگر آینه با سرعت <math>V</math> حرکت کند، تصویرش با سرعت <math>2V</math> در همان جهت حرکت می‌کند.</p>

زاویه‌ای که یک جسم یا آینه‌ی تخت سازد برابر با زاویه‌ای است که تصویرش با آینه می‌سازد.



$\Rightarrow$  زاویه بین جسم و تصویر در آینه تخت  $= 2\alpha$



هرگاه زاویه‌ی حاده بین دو آینه‌ی متقاطع  $\alpha$  باشد، زاویه‌ی بین پرتو تابش به اولی و بازتابش آن از دومی  $2\alpha$  می‌شود.

**میدان دید آینه‌های تخت:** فضای جلو آینه است که تمام نقاط واقع در آن فضا را شخص می‌تواند در آینه رویت کند. برای به‌دست آوردن آن کافیست از تصویر چشم در آینه به دو لبه‌ی آینه خطوطی وصل کنیم و ادامه دهیم.

$$\Delta_{OAB} \sim \Delta_{OA'B'} \Rightarrow \frac{A'B'}{AB} = \frac{D+2d}{d} \Rightarrow \frac{S'}{S} = \left(\frac{A'B'}{AB}\right)^2 = \left(\frac{D+2d}{d}\right)^2$$

شخصی به فاصله‌ی ۵۰cm از یک آینه‌ی تخت به مساحت  $100 \text{ Cm}^2$  ایستاده است. این شخص چه مساحتی (برحسب سانتی‌مترمربع) از دیوار پشت سرش و به فاصله‌ی ۲ متری از خودش را می‌تواند ببیند؟

۳۶۰۰ (۴)

۱۶۰۰ (۳)

۶۰۰ (۲)

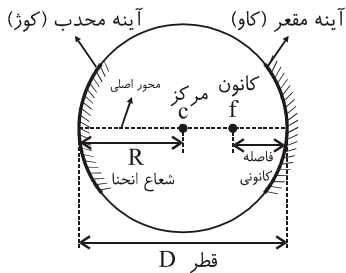
۲۰۰ (۱)

$$\frac{S'}{S} = \left(\frac{D+2d}{d}\right)^2 \Rightarrow \frac{S'}{100} = \left(\frac{200+2 \times 50}{50}\right)^2 \Rightarrow S' = 3600 \text{ Cm}^2$$

حل: گزینه‌ی «۴»

شخصی که طول قامتش  $L$  و فاصله‌ی چشمانش از نوک سرش  $d$  است برای دیدن کامل قامت خود احتیاج به آینه‌ی تختی به طول  $\frac{L}{2}$  دارد به طوری که آینه طوری در امتداد قائم به دیوار نصب شود که فاصله‌ی لبه پایینی آن تا کف اتاق  $\frac{L-d}{2}$  باشد.

▼ آینه‌های کروی



$$D = 2R = 4f$$

قسمت‌هایی از یک کره تو خالی هستند. در صورتی که داخل آن را صیقلی و از بیرون آن مورد استفاده قرار گیرد آینه را محدب (کوژ) و اگر بیرون آن را صیقلی و از داخل آن استفاده شود آینه را کاو (مقعر) می‌نامیم.

▼ نحوه‌ی تابش یک پرتو از سطح آینه مقعر و محدب

<p>نوری که به مرکز آینه می‌تابد بازتابش آن روی خودش بر می‌گردد.</p>	<p>نوری که موازی محور به آینه می‌تابد بازتابش آن از کانون می‌گذرد.</p>
<p>تابشی که به رأس آینه می‌تابد با همان زاویه بر می‌گردد.</p>	<p>تابشی که موازی محور باشد امتداد بازتابش آن از کانون می‌گذرد.</p>



تشکیل تصویر در آینه‌های مقعر و محدب

<p>جسم بین <math>f</math> و <math>c</math>: تصویر حقیقی، وارونه، بزرگتر از جسم خارج از <math>c</math></p>	<p>جسم روی <math>c</math>: تصویر حقیقی، وارونه، هم اندازه جسم روی <math>c</math></p>	<p>جسم خارج از <math>c</math>: تصویر حقیقی وارونه کوچکتر از جسم بین <math>f</math> و <math>c</math></p>
<p>همواره از یک شیء حقیقی در مقابل آینه محدب، تصویری مجازی، مستقیم و کوچکتر از جسم در فاصله کانونی عدسی تشکیل می‌شود.</p>	<p>جسم در فاصله کانونی، تصویر، مجازی، مستقیم، بزرگتر از جسم در پشت آینه</p>	<p>جسم روی کانون، تصویر در بی‌نهایت</p>

فرمول‌های آینه‌های گروی

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} \Rightarrow f = \frac{pq}{p+q} \Rightarrow q = \frac{pf}{p-f} \quad M = \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} = \frac{f}{p-f} = \frac{f}{a} = \frac{a'}{f} \Rightarrow aa' = f^2$$

$P$ : فاصله جسم از آینه،  $q$  فاصله تصویر تا آینه،  $a$  فاصله جسم تا کانون و  $a'$  فاصله تصویر تا کانون و  $f$  فاصله کانون می‌باشد در استفاده از فرمول‌های فوق حقیقی مثبت است. تمام کمیت‌های فوق را با علامت در روابط قرار می‌دهیم.

$M > 0$ تصویر وارونه	آینه مقعر $f > 0$	جسم حقیقی $P > 0$	تصویر حقیقی $q > 0$
$M < 0$ تصویر مستقیم	آینه محدب $f < 0$	شیئی مجازی $P < 0$	تصویر مجازی $q < 0$

در آینه‌ها فاصله‌ی شیء از تصویرش  $|p - q|$  (با حفظ علامت) می‌باشد.

یک شیء در مقابل یک آینه قرار دارد. تصویری مجازی به اندازه‌ی سه برابر شیء و در ۴۰ سانتی‌متر از شیء تشکیل می‌شود. نوع آینه و فاصله‌ی کانونی آن چیست؟  
چون اندازه‌ی تصویر مجازی به‌دست آمده بزرگتر از اندازه‌ی شیء است نوع آینه مقعر می‌باشد.

علامت مثبت نشان می‌دهد که آینه مقعر است.  $M = \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} \Rightarrow q = -3p$

علامت مثبت نشان می‌دهد که آینه مقعر است.  $f = \frac{pq}{p+q} = \frac{10(-30)}{10+(-30)} = +15\text{cm}$

اگر فاصله‌ی یک جسم از آینه،  $n$  برابر فاصله‌ی کانونی باشد بزرگ‌نمایی در آینه‌ها از روابط زیر به‌دست می‌آید.

$P = nf$ $M = \frac{1}{n-1}$ آینه مقعر	$P = nf$ $M = \frac{-1}{n+1}$ آینه محدب
---	--

شیء را در مقابل یک آینه‌ی مقعر قرار می‌دهیم. تصویری حقیقی به طول  $\frac{1}{3}$  شیء تشکیل می‌شود. جسم را ۴۲ سانتی‌متر جابه‌جا می‌کنیم. طول تصویر مجازی به‌دست آمده ۲ برابر طول شیء می‌شود. فاصله‌ی کانونی آینه چند سانتی‌متر است.

حل:  $M_1 = \frac{1}{3} = \frac{1}{n-1} \Rightarrow n = 4 \Rightarrow p_1 = nf = 4f$   
 $M_2 = -2 = \frac{1}{n-1} \Rightarrow n = \frac{1}{2} \Rightarrow p_2 = nf = \frac{1}{2}f$   
 $\Rightarrow \Delta P = 4f - \frac{1}{2}f = 42 \Rightarrow f = 12\text{cm}$   
 در آینه‌ها همواره تصویر در خلاف جهت حرکت جسم، حرکت می‌کند.

سرعت حرکت تصویر با طول تصویر متناسب است. یعنی وقتی طول تصویر کوچکتر از طول جسم می‌باشد، سرعت حرکت تصویر کم‌تر از سرعت حرکت جسم می‌باشد. وقتی طول تصویر بزرگ‌تر از طول جسم است سرعت حرکت تصویر بیش‌تر از سرعت حرکت جسم می‌باشد. در هنگام جابه‌جایی جسم اگر طول تصویر در حال بزرگ‌شدن باشد، سرعت تصویر نیز در حال بزرگ‌شدن است و حرکت تصویر تند شونده می‌باشد در هنگام جابه‌جایی جسم، اگر طول تصویر در حال کوچک‌شدن باشد، سرعت تصویر نیز در حال کم شدن می‌باشد و حرکت تصویر کند شونده می‌شود.

**شکست نور:** نور هنگام عبور از سطح جدایی دو محیط شفاف می‌شکند و پرتو شکست نسبت به پرتو تابش انحراف پیدا می‌کند به این پدیده شکست نور می‌گوییم.

$$n = \frac{c}{v}$$

**ضریب شکست:** نسبت سرعت نور در خلأ به سرعت نور در یک محیط را ضریب شکست آن محیط می‌گوییم (n).

سرعت نور در یک محیط با ضریب شکست آن محیط نسبت عکس دارد.

	<p>اگر نور از محیط غلیظ وارد محیط رقیق شود می‌شکند و از خط عمود دور می‌شود.</p> <p>زاویه انحراف <math>D = r - i</math></p> $n_1 \sin i = n_2 \sin r$		<p>اگر نور از محیط رقیق وارد محیط غلیظ شود می‌شکند و به خط عمود نزدیک می‌شود.</p> <p>زاویه انحراف <math>D = i - r</math></p> $n_1 \sin i = n_2 \sin r$
--	--	--	--

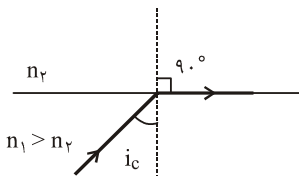
ضریب شکست نسبی: نسبت ضریب شکست محیط (۱) به ضریب شکست محیط (۲) را ضریب شکست نسبی محیط (۱) نسبت به محیط (۲) می‌نامیم.

$$n_{1/2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

ضریب شکست شیشه نسبت به آب  $\frac{9}{8}$  و ضریب شکست الماس نسبت به شیشه  $\frac{8}{5}$  می‌باشد. نسبت سرعت نور در آب بر سرعت نور در الماس چیست؟

$$\frac{n_{G/W}}{n_{D/G}} = \frac{n_G}{n_D} = \frac{9}{5} \Rightarrow \frac{n_G}{n_W} \cdot \frac{n_D}{n_G} = \frac{n_D}{n_W} = \frac{9}{8} \times \frac{8}{5} = \frac{9}{5} \Rightarrow \frac{v_W}{v_D} = \frac{n_D}{n_W} = \frac{9}{5}$$

الماس چیست؟



**زاویه حد:** زاویه تابش از محیط غلیظی است که زاویه شکست آن  $90^\circ$  است. اگر نور تحت زوایای بزرگ‌تر از زاویه حد از محیط غلیظ بتابد، از محیط غلیظ خارج نمی‌شود و انعکاس کلی روی می‌دهد.

$$n_1 \sin i_c = n_2 \sin 90^\circ \Rightarrow \sin i_c = \frac{1}{n_{1/2}}$$

**شکست‌های متوالی:** برای سطوح جداکننده‌ی زیر می‌توان نوشت:

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 = n_3 \sin i_3 = \dots$$

اگر محیط طرفین سطوح یکسان باشد ( $n_1 = n_4$ ) نور خروجی موازی با نور ورودی خواهد بود ( $i_1 = i_4$ )

**عمق ظاهری و عمق واقعی:** هرگاه بخواهیم از یک محیط شینی واقع در محیط دیگری را ببینیم، آن شی را در محل واقعی خود نمی‌بینیم، فاصله شینی تا

سطح جدایی دو محیط را عمق واقعی (h) و فاصله‌ی تصویرش از این سطح را عمق ظاهری ( $h'$ ) می‌نامیم.

	$h' = \frac{h}{n_{1/2}}$ $n_{1/2} = \frac{n_1}{n_2}$	
--	--	--

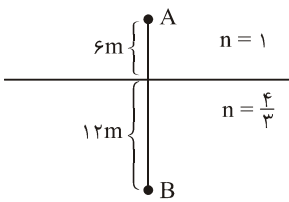


در شکل مقابل شخص A، شی B را در چه فاصله‌ای از خود می‌بیند؟

حل: شخص A فاصله‌ی ۶ متر را همان ۶ متر می‌بیند چون خودش در آن محیط قرار دارد عمق ظاهری B (فاصله‌ی تصویر تا سطح جدایی دو محیط) را به دست می‌آوریم دقت کنید محیطی که B

در آن قرار دارد محیط اول می‌باشد.  $AB' = 6 + 9 = 15m$

$$h' = \frac{h}{\frac{n_2}{n_1}} = \frac{12}{\frac{4}{3}} = 9m$$



▼ نحوه‌ی خروج پرتوهای معین از عدسی‌های همگرا و واگرا

<p>همگرا</p> <p>پرتو نوری که موازی محور می‌تابد پس از شکست از کانون می‌گردد</p>	<p>همگرا</p> <p>پرتو نوری که به مرکز نوری می‌تابد بدون انحراف خارج می‌شود.</p>	<p>همگرا</p> <p>پرتو نوری که از کانون عبور می‌کند پس از شکست موازی محور خارج می‌شود.</p>
<p>واگرا</p> <p>پرتو نوری که موازی محور می‌تابد پس از شکست امتدادش از کانون می‌گذرد.</p>	<p>واگرا</p> <p>پرتو نوری که به مرکز نوری می‌تابد بدون انحراف خارج می‌شود.</p>	<p>واگرا</p> <p>پرتو نوری که امتدادش از کانون می‌گذرد پس از شکست موازی محور خارج می‌شود.</p>

توان (همگرایی) عدسی: عکس فاصله‌ی کانونی (برحسب متر) را  $D > 0 \Rightarrow$  عدسی همگرا  $D < 0 \Rightarrow$  عدسی واگرا

توان عدسی (برحسب دیوپتر) می‌نامند.

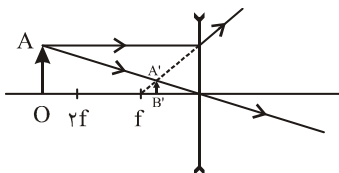
$$D = \frac{1}{f} \rightarrow m$$

▼ تصویر در عدسی‌های همگرا

<p>(۳) جسم بین <math>f, 2f</math></p> <p>تصویر حقیقی، وارونه، خارج از <math>2f</math>، بزرگ‌تر از جسم</p>	<p>(۲) <math>p = 2f</math></p> <p>تصویر حقیقی، وارونه، روی <math>2f</math>، هم اندازه با جسم</p>	<p>(۱) <math>p &gt; 2f</math></p> <p>تصویر حقیقی، وارونه بین <math>f</math> و <math>2f</math> کوچک‌تر از جسم</p>
<p>(۶) جسم در بی‌نهایت</p> <p>تصویر حقیقی، وارونه - کوچک‌تر از جسم روی کانون</p>	<p>(۵) <math>p &lt; f</math></p> <p>تصویر مجازی، مستقیم، بزرگ‌تر، در طرف جسم</p>	<p>(۴) جسم روی <math>f</math></p> <p>تصویر در بی‌نهایت</p>

تصویر در عدسی واگرا: همواره تصویر یک شیئی حقیقی در «عدسی واگرا» مجازی، مستقیم، کوچک‌تر و در

فاصله کانونی عدسی تشکیل می‌شود.



فرمول عدسی‌ها:  $M = \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} = \frac{f}{p-f}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} \Rightarrow f = \frac{pq}{p+q}, \quad q = \frac{pf}{p-f}$$

در روابط فوق حقیقی مثبت است.

فاصله‌ی جسم از تصویرش در عدسی‌ها  $|p+q|$  (با حفظ علامت) می‌باشد.

اگر فاصله‌ی جسمی از عدسی،  $n$  برابر فاصله‌ی کانونی باشد ( $p=nf$ ) بزرگ‌نمایی از روابط زیر به دست می‌آید.

$$M = \frac{1}{n-1} \text{ عدسی همگرا (محدب)}$$

$$M = \frac{-1}{n+1} \text{ عدسی واگرا (مقعر)}$$

در عدسی‌ها همواره جهت حرکت تصویر هم جهت با حرکت جسم می‌باشد. سرعت و شتاب تصویر همانند آن چه در مورد آینه‌ها گفته شد می‌باشد.

کم‌ترین فاصله‌ی بین جسم و تصویر حقیقی‌اش در عدسی‌های همگرا،  $d=4f$  می‌باشد و این در حالتی است که جسم در فاصله‌ی  $2f$  از عدسی قرار داشته باشد. در این حالت تصویر نیز در فاصله‌ی  $2f$  از عدسی قرار می‌گیرد و بزرگ‌نمایی برابر ۱ می‌باشد. با جابه‌جایی جسم این فاصله بیش‌تر از  $4f$  می‌شود ( $d > 4f$ ) و بزرگ‌نمایی کم‌تر یا بیش‌تر از یک می‌شود.

یک عدسی همگرا از جسم  $A$  بر روی پرده‌ای که در فاصله‌ی  $L$  از آن قرار دارد در دو موضع به فاصله‌ی  $\Delta$  از یکدیگر، دوبار تصویر واضحی بر روی پرده تشکیل می‌دهد. در این صورت بزرگ‌نمایی در دو حالت عکس یکدیگرند و داریم:

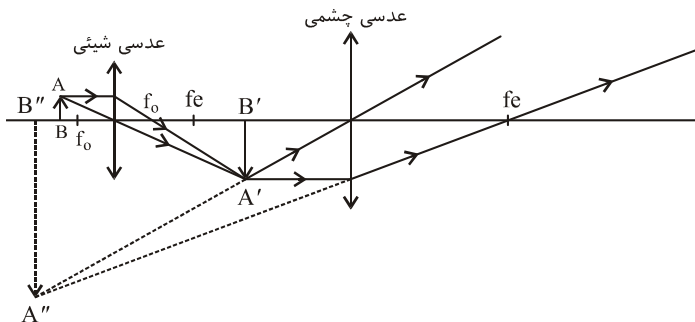
$$L = p_1 + q_1 = p_2 + q_2$$

$$\Delta = |p_1 - q_1| = |p_2 - q_2|$$

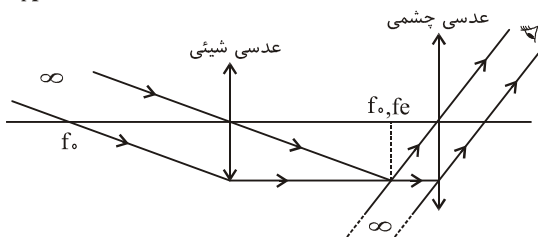
$$M_1 M_2 = 1$$

فاصله‌ی جسمی از پرده  $120\text{Cm}$  است. یک عدسی همگرا در دو موضع به فاصله‌ی  $40\text{Cm}$  از یکدیگر دو بار تصویر واضحی از جسم بر روی پرده تشکیل می‌دهد. فاصله‌ی کانونی چند سانتی‌متر است؟

$$L = p + q = 120 \quad \left| \begin{array}{l} p = 80 \\ q = 40 \end{array} \right. \Rightarrow f = \frac{pq}{p+q} = \frac{80 \times 40}{80 + 40} = \frac{80}{3} \text{ Cm}$$



**میکروسکوپ:** از دو عدسی همگرا اولی شیئی دارای فاصله‌ی کانونی کم (همگرایی زیاد) دومی چشمی دارای فاصله‌ی کانونی زیاد (همگرایی کم) تشکیل شده که محور آن‌ها بر هم منطبق است. از یک شیئی که خارج از فاصله‌ی کانونی عدسی شیئی قرار دارد، تصویری حقیقی و وارونه در فاصله‌ی کانونی عدسی چشمی تشکیل می‌شود. در نتیجه تصویر نهایی نسبت به شیئی اولیه وارونه و مجازی است.



**تلسکوپ:** (دوربین نجومی) از دو عدسی همگرا تشکیل شده، یکی شیئی که دارای فاصله‌ی کانونی زیاد (همگرایی کم) و دیگری چشمی دارای فاصله‌ی کانونی کم (همگرایی زیاد). محورها و کانون‌های دو عدسی بر هم منطبق می‌باشد. در نتیجه طول لوله تلسکوپ (فاصله دو عدسی از یکدیگر) برابر است با:

$$L = f_o + f_e$$

## اندازه‌گیری و بردار

**نمادگذاری:** در نمادگذاری علمی، هر مقدار را به صورت حاصل ضرب عددی بین ۱ و ۱۰ و توان صحیحی از ۱۰ می‌نویسیم. به‌طور مثال عدد  $112000$  را به

صورت  $1.12 \times 10^5$  و عدد  $0.067$  را به صورت  $6.7 \times 10^{-2}$  می‌نویسیم.

**دقت اندازه‌گیری:** کم‌ترین مقداری که یک وسیله می‌تواند اندازه بگیرد، دقت اندازه‌گیری آن وسیله است.

با خط‌کش مخصوص که فاصله‌های آن  $1/5\text{Cm}$  است، طول یک کتاب را اندازه‌گیری نموده‌ایم. کدام گزینه نتیجه‌ی معتبری برای این اندازه‌گیری می‌باشد؟

۳۰Cm (۴)

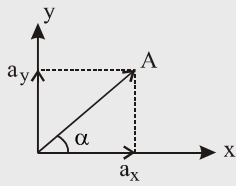
۲۰Cm (۳)

۱۹Cm (۲)

۲۰/۵Cm (۱)

حل: بایستی اندازه معتبر مضرب درستی از  $1/5$  سانتی‌متر باشد.

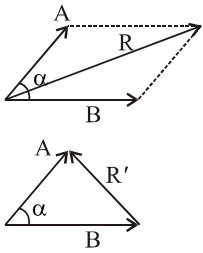
نمایش بردار بر حسب  $\hat{i}$  و  $\hat{j}$



$$a_x = a \cos \alpha \quad a_y = a \sin \alpha \quad \Rightarrow \quad \vec{A} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} \quad ; \quad |a| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

$$\tan \alpha = \frac{a_y}{a_x} \quad \Rightarrow \quad \alpha \text{ زاویه‌ی بردار با محور } x \text{ ها}$$

برآیند بردارها و تفاضل بردارها



$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} \Rightarrow |\vec{R}| = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha} \xrightarrow{a=b} |\vec{R}| = 2a \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$\vec{R}' = \vec{A} - \vec{B} \Rightarrow |\vec{R}'| = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha} \xrightarrow{a=b} |\vec{R}'| = 2a \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$\begin{aligned} \vec{A} &= a_x \hat{i} + a_y \hat{j} \\ \vec{B} &= b_x \hat{i} + b_y \hat{j} \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} \vec{A} + \vec{B} &= (a_x + b_x) \hat{i} + (a_y + b_y) \hat{j} \\ \vec{A} - \vec{B} &= (a_x - b_x) \hat{i} + (a_y - b_y) \hat{j} \end{aligned}$$

$$\vec{AB} = (b_x - a_x) \hat{i} + (b_y - a_y) \hat{j}$$

اگر  $\vec{A} \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix}$  و  $\vec{B} \begin{pmatrix} b_x \\ b_y \end{pmatrix}$  مختصات ابتدا و انتهای بردار  $\vec{AB}$  باشد. داریم:

$$\frac{a_x}{b_x} = \frac{a_y}{b_y}$$

شرط آن که دو بردار  $\vec{A} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$  و  $\vec{B} = b_x \hat{i} + b_y \hat{j}$  با هم موازی باشند آن است که:

$$a_x b_x + a_y b_y = 0$$

شرط آن که دو بردار  $\vec{A} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$  و  $\vec{B} = b_x \hat{i} + b_y \hat{j}$  بر هم عمود باشند آن است که:

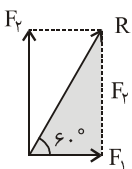
ضرب داخلی دو بردار  $\vec{A} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$  و  $\vec{B} = b_x \hat{i} + b_y \hat{j}$  از روابط زیر به دست می‌آید.

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = ab \cos \alpha \Rightarrow \vec{A} \cdot \vec{B} = a_x b_x + a_y b_y \Rightarrow \cos \alpha = \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{a \cdot b} \quad \text{زاویه‌ی بین دو بردار}$$

زاویه برآیند دو بردار  $\vec{A} = 4\hat{i} + 3\hat{j}$  و  $\vec{B} = \alpha\hat{i} + 3\hat{j}$  با محور  $x$  ها  $37^\circ$  می‌باشد  $\frac{\alpha}{\beta}$  کدام است؟

- (۱)  $\frac{3}{2}$       (۲)  $\frac{3}{2}$       (۳)  $\frac{3}{4}$       (۴)  $\frac{4}{3}$

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = (4 + \alpha) \hat{i} + (3 + 3) \hat{j} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{R_y}{R_x} \Rightarrow \tan 37^\circ = \frac{3 + \beta}{4 + \alpha} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{\alpha}{\beta} = \frac{4}{3}$$



برآیند دو نیروی عمود برهم با نیروی کوچک‌تر زاویه‌ی  $60^\circ$  می‌سازد. اگر اندازه‌ی نیروی کوچک‌تر ۱۰ نیوتن

باشد، اندازه‌ی نیروی بزرگ‌تر بر حسب نیوتن به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

- (۱) ۱۵      (۲) ۱۴      (۳) ۱۲      (۴) ۱۸
- $$\tan 60^\circ = \frac{F_y}{F_x} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{F_y}{10} \rightarrow F_y = 10\sqrt{3} \cong 17N$$

شرط آن که برآیند بردارهای صفر باشد آن است که آن‌ها تشکیل یک چند ضلعی بسته بدهند. (در صورتی که برآیند سه بردار صفر شود، سه بردار تشکیل یک مثلث می‌دهند در هر مثلث اندازه‌ی هر ضلع از جمع اندازه‌ی دو ضلع دیگر، کوچک‌تر و از تفاضل اندازه‌ی دو ضلع دیگر بزرگ‌تر می‌باشد.)

برآیند کدام دسته از نیروهای زیر صفر می‌باشد؟

- (۱) ۱ و ۳ و ۵      (۲) ۲ و ۴ و ۷      (۳) ۵ و ۷ و ۱۱      (۴) ۶ و ۸ و ۱۵

## کار و انرژی

کار نیروی ثابت  $F$  در جابه‌جایی جسم به اندازه  $d$ ، حاصل ضرب نیروی  $F$  در تصویر جابه‌جایی در امتداد نیرو می‌باشد.

$$j \leftarrow \boxed{W = F \cdot d \cdot \cos \alpha} \begin{cases} 0 \leq \alpha < 90^\circ \rightarrow W > 0 \Rightarrow & \text{کار نیروی محرک} \\ \alpha = 90^\circ \rightarrow W = 0 \Rightarrow & \text{کار نیروی عمودی سطحی یا نیروهای مرکز گرا} \\ 90^\circ < \alpha \leq 180^\circ \rightarrow W < 0 \Rightarrow & \text{کار نیروهای مقاوم (مثل اصطکاک و مقاومت هوا)} \end{cases}$$

**کار در سه حالت صفر است:**

(۱)  $F = 0 \Rightarrow$  اگر جسم ساکن باشد و یا یکنواخت حرکت کند، کار برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است.

(۲)  $d = 0 \Rightarrow$  در جابه‌جایی اجسام نوسان کننده در ضرب‌های صحیحی از یک دوره کار نیروی نوسانی صفر می‌شود.

(۳)  $\alpha = 90^\circ \Rightarrow$  کار نیروهای عمود بر سطح و یا کار نیروهای مرکز گرا صفر می‌باشد.

$$\boxed{W_{mg} = \pm mgh}$$

$\oplus \leftarrow$  جسم پایین می‌رود

$\ominus \leftarrow$  جسم بالا می‌رود

**کار نیروی وزن:** هرگاه جسمی به جرم  $m$  به اندازه  $h$  در امتداد قائم جابه‌جا شود

کار نیروی وزن برابر است با:

$$\boxed{\Delta U = -mgh}$$

**قضیه انرژی پتانسیل گرانشی:** کار نیروی وزن، قرینه‌ی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم می‌باشد.

$$\boxed{W_{mg} = -\Delta U}$$

$\Delta U > 0 \Rightarrow$  جسم بالا برود

$\Delta U < 0 \Rightarrow$  جسم پایین برود

$$\boxed{K = \frac{1}{2} mV^2} \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2$$

**انرژی جنبشی:** انرژی جسمی به جرم  $m$  که سرعتی برابر  $V$  دارد از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\boxed{K = \frac{p^2}{2m}} \xrightarrow{\text{اگر تکانه دو جسم برابر باشد}} \frac{k_2}{k_1} = \frac{m_1}{m_2}$$

**رابطه‌ی انرژی جنبشی با تکانه:**

**قضیه کار و انرژی:** کار برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر است با تغییر در انرژی جنبشی است.

$$\boxed{W = F \cdot x = \frac{1}{2} mV^2 - \frac{1}{2} mV_0^2} \Rightarrow \text{سطح زیر نمودار } F - X \text{ برابر است با تغییر در انرژی جنبشی}$$

$$\boxed{U_e = \frac{1}{2} kx^2}$$

**انرژی پتانسیل کشسانی فنر:** وقتی فنری به ثابت  $K$  به اندازه‌ی  $X$  تغییر طول می‌دهد، انرژی پتانسیل کشسانی نهفته در آن از رابطه

زیر محاسبه می‌شود.

$$\boxed{E = U + K}$$

**انرژی مکانیکی:** مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی جسم انرژی مکانیکی آن می‌باشد.

**نیروهای پایستار:** نیروهایی هستند که انجام کارشان به مسیر حرکت بستگی ندارد. وقتی نیروهای پایستار کار انجام می‌دهند انرژی مکانیکی دستگاه تغییر

نمی‌کند و می‌توان نوشت:

$$\boxed{U_2 + K_2 = U_1 + K_1}$$

**نیروهای ناپایستار:** نیروهایی هستند که انجام کارشان به مسیر حرکت بستگی دارد مثل نیروی اصطکاک و مقاومت هوا. وقتی نیروهای ناپایستار کار انجام

می‌دهند، انرژی مکانیکی دستگاه تغییر می‌کند در این حالت کار نیروهای ناپایستار از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\boxed{W_f = (U_2 + K_2) - (U_1 + K_1)} \leftarrow \text{کار نیروی ناپایستار}$$

$$\boxed{P = \frac{W}{t}} \leftarrow \text{وات}$$

**توان:** کار انجام شده در واحد زمان را توان گوئیم ( $P$ )

$$\boxed{P = F \cdot V} \rightarrow \frac{m}{s}$$

↓  
N

اگر اتومبیلی با سرعت  $V$  در حرکت باشد و نیروی موتورش  $F$  باشد، توان موتور برابر است با:

$$\boxed{Ra = \frac{W_{\text{مفید}}}{W_{\text{کل}}} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}}$$

**بازده:** نسبت کار مفید به کل کار یا توان مفید به توان کل را بازده می‌گوئیم.

## ویژگی‌های ماده

**چگالی:** جرم واحد حجم یک جسم را چگالی آن جسم می‌گوییم.

$$\frac{g}{cm^3} \leftarrow \rho = \frac{m}{v} \rightarrow \frac{kg}{m^3} \quad ; \quad \frac{kg}{m^3} \leftarrow \rho = \frac{m}{v} \rightarrow \frac{kg}{m^3} \Rightarrow \frac{g}{cm^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

**چگالی آلیاژ یا مخلوط:** اگر اجسامی به جرم‌های  $m_1$  و  $m_2$  و حجم آن‌ها  $v_1$  و  $v_2$  ... می‌باشد را با هم آلیاژ کنیم، در صورتی که از تغییر حجم

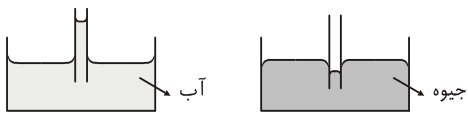
$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{v_1 + v_2 + \dots} \xrightarrow{\text{در صورتی که تغییر حجم داشته باشیم}} \rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{v(\text{نهایی})}$$

صرف‌نظر کنیم چگالی آلیاژ از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

**نیروی چسبندگی:** بین مولکول‌های مایع یک نیروی ربایشی وجود دارد که نیروی چسبندگی نامیده می‌شود. این نیرو مولکول‌های مایع را در قطره متصل

به هم نگه می‌دارد.

**کشش سطحی:** مولکول‌های سیال، با نیروی چسبندگی، یک‌دیگر را می‌ربایند و باعث می‌شوند که سطح سیال مانند یک توری یا پوسته‌ی کشیده رفتار کند.



**خاصیت موئینگی و نیروی موئینگی:** مطابق شکل، نیروی چسبندگی سطحی، اثری بر روی

لوله‌های باریک فرورفته در سیال دارد. آب (سیال تر) از لوله‌ها بالا می‌رود و سطح آن فرو رفته می‌شود در صورتی که جیوه (سیال خشک) در لوله پایین می‌رود و سطح آن برآمده می‌شود. نیروی موئینگی برابر وزن سیالی است که از لوله بالا می‌رود.

$$F = \rho A h g$$

نیروی موئینگی ←  
چگالی سیال ←  
ارتفاع سیال در لوله از سطح آزاد سیال ←  
سطح مقطع سیال ←

هر چه سطح مقطع لوله بیش تر باشد، ارتفاع سیال در لوله کم تر می‌شود. این نیرو به مقدار لوله‌ای که در داخل سیال فرورفته بستگی ندارد.

### فشار

$$Pa \rightarrow P = \frac{|Fn|}{A} \rightarrow N \rightarrow m^2$$

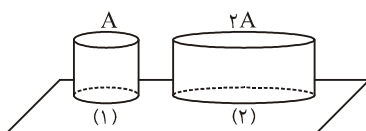
**فشار:** اندازه‌ی نیرویی است که به‌طور عمود بر واحد سطح وارد می‌شود کمیته نرده‌ای است.

$$P = \frac{mg}{A} \Rightarrow P = \frac{\rho v g}{A} = \frac{\rho A h g}{A} \Rightarrow P = \rho g h \quad (1)$$

**فشار نیروی وزن:** استوانه یا منشور و یا مکعب مستطیل همگنی را روی سطح مقطع آن

قرار می‌دهیم. فشار وزن از رابطه‌های روبه‌رو به دست می‌آید.

از رابطه‌ی (۱) پیداست که در صورت ثابت ماندن  $F_n$  فشار با سطح مقطع نسبت عکس دارد. مثلاً اسکی باز وقتی کفش اسکی به پا می‌کند با ثابت ماندن وزن فشار کاهش می‌یابد از رابطه‌ی (۲) پیداست که فشار به سطح مقطع بستگی ندارد یعنی برای اجسام فوق که با افزایش سطح مقطع به همان نسبت وزن آن‌ها افزایش می‌یابد با تغییر سطح مقطع فشار وزن ثابت می‌ماند.



۴ (۴)

۲ (۳)

 $\frac{1}{2}$  (۲)

۱ (۱)

در شکل‌های مقابل دو استوانه‌ی هم جنس دارای ارتفاع‌های یکسان که سطح مقطع

اولی  $A$  و دومی  $2A$  می‌باشد داریم. نسبت فشار وزن اولی روی تکیه گاه به فشار وزن دومی بر

روی تکیه گاه چیست؟

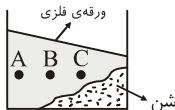
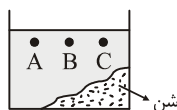
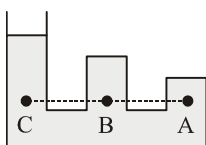
**فشار در سیالات:** فشار وزن یک سیال و فشار کل در نقطه‌ای به عمق  $h$  از سطح آزاد یک سیال از رابطه‌های زیر به دست می‌آید.

$$\text{فشار وزن سیال} \rightarrow P = \rho g h$$

$$P = P_0 + \rho g h \leftarrow \text{فشار کل}$$

فشار اتمسفر

نتیجه: در یک سطح افقی درون یک سیال، فشار در تمام نقاط یکسان می‌باشد.



در شکل‌های زیر  $P_A = P_B = P_C$  می‌باشد.

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

تبدیل فشار یک سیال به چگالی  $\rho$  در عمق  $h$  به فشار سیال دیگر

چه ارتفاعی از آب بر حسب متر، فشاری برابر ۱۵۰ میلی‌متر جیوه دارد؟  $(\rho_w = 1 \frac{g}{cm^3}, \rho_{Hg} = 13/6 \frac{g}{cm^3})$

۰/۱۵ (۱)      ۱/۵ (۲)      ۸/۰۲ (۳)      ۲/۰۴ (۴)

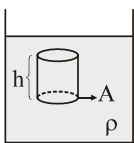
$$\rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_w h_w \Rightarrow 13/6 \times 0/15 = 1 \times h_w \Rightarrow h_w = 1/5$$

$$P = \rho g h$$

برای تبدیل فشار ستونی از یک سیال بر حسب پاسکال از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم.

$$P = \rho g h = 13600 \times 10 \times 0/2 = 27200 \text{ Pa}$$

فشار ۲۰ سانتی‌متر جیوه معادل چند پاسکال است؟  $(\rho_{Hg} = 13/6 \frac{g}{cm^3})$



**نیروی ارشمیدس:** اگر استوانه‌ای به مساحت قاعده‌ی  $A$  و ارتفاع  $h$  درون سیالی به چگالی  $\rho$  (مطابق شکل) قرار گیرد از طرف

$$F = \rho A h g$$

سیال نیرویی به طرف بالا به آن وارد می‌شود که از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

مساحت کف ظرف  $\rightarrow F = P \cdot A$  ← نیروی وارد بر کف ظرف  
فشار خود مایع

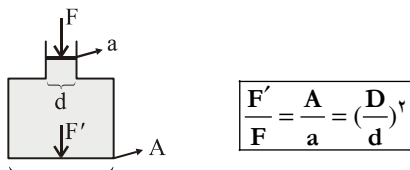
**نیروی وارد بر کف ظرف و جدار جانبی و افقی از طرف مایع:**

ارتفاع مایع  $\rightarrow F = \frac{1}{2} \rho g A h^2$  ← نیروی وارد بر جداره (N)

$$P_a \leftarrow P = P_o - \rho g h$$

چگالی متوسط هوا      فشار در سطح زمین

**فشار هوا:** فشار هوا در ارتفاع  $h$  از سطح زمین از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.



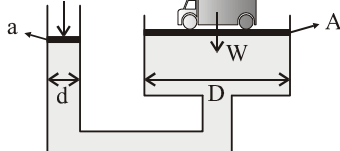
$$\frac{F'}{F} = \frac{A}{a} = \left(\frac{D}{d}\right)^2$$

**قانون پاسکال:** فشار وارد بر یک نقطه از سیال، عیناً به تمام نقاط سیال منتقل می‌شود.

اگر نیروی  $F$  به پیستونی به مساحت  $a$  و قطر  $d$  وارد شود نیرویی در کف ظرف به مساحت  $A$  و قطر  $D$  وارد می‌شود که از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

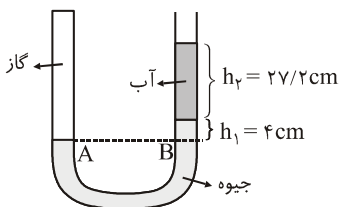
**بالابر هیدرولیکی:** از دو ظرف مرتبط با مساحت‌های  $A$  و  $a$  و قطرهای  $D$  و  $d$  تشکیل شده  $h$  و  $H$  به

ترتیب جابه‌جایی پیستون‌های کوچک و بزرگ می‌باشد.



$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{W}{F} = \frac{A}{a} = \left(\frac{D}{d}\right)^2 = \frac{h}{H}$$

برای حل مسائل مربوط به لوله‌های U شکل فشار دو نقطه‌ای را مساوی قرار می‌دهیم که (۱) در یک سیال و در طرفین لوله باشند. (۲) در یک سطح افقی باشند (۳) یکی از آن نقاط روی مرز مشترک دو سیال باشد.



در شکل مقابل فشار گاز چند سانتی‌متر جیوه است؟  $P_o = 74 \text{ CmHg}$

$$(\rho_{Hg} = 13/6 \frac{g}{cm^3})$$

۶۶ (۲)

۶۸ (۱)

۸۰ (۴)

۷۶ (۳)

فشارها را بر حسب سانتی‌متر جیوه محاسبه می‌کنیم  $\Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_{\text{جیوه}} + P_{\text{آب}} + P_o$  ،  $P_A = P_B$  ،  $P_A = P_{\text{گاز}}$

$$P_{Hg} h_{Hg} = \rho_w h_w \Rightarrow 13/6 \times h = 1 \times 27/2 \Rightarrow h = 2 \text{ CmHg}$$

$$P_{\text{گاز}} = P_{\text{جیوه}} + P_{\text{آب}} + P_o = 2 + 2 + 74 = 80 \text{ CmHg}$$



### گرما و قانون گازها

**دماسنج‌ها:** وسایلی برای اندازه‌گیری دمای اجسام می‌باشند برای مدرج کردن دماسنج‌ها از ثابت‌های فیزیکی استفاده می‌کنیم. رابطه‌ی دماسنج سانتی‌گراد با هر دماسنج دیگری به شکل زیر می‌باشد.

$\theta_1$  و  $\theta_2$  درجه‌ی دماسنج سلسیوس در دمای مشخص و  $x_1$  و  $x_2$  درجه‌ی دماسنج مجهول در همان دماها می‌باشد.

$$\frac{\theta - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

$\theta$  درجه‌ی دماسنج سلسیوس و  $x$  درجه‌ی دماسنج مجهول در همان دما می‌باشد.

**دماسنجی ساخته‌ایم که نقطه‌ی ذوب یخ را ۲۰ و دمای جوش آب را ۱۸۰ نشان می‌دهد. این دماسنج، دمای آب ۴۰°C را چه عددی نشان می‌دهد؟**

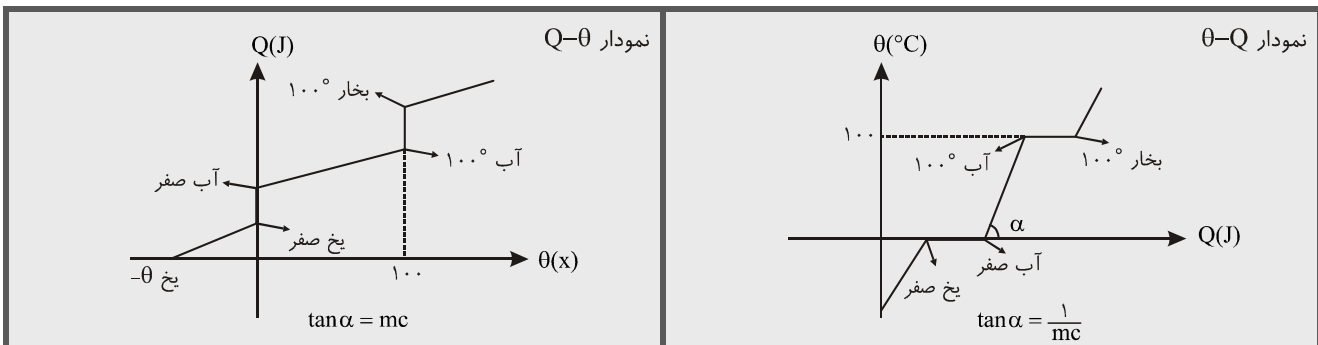
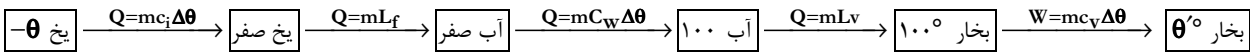
$$\frac{40 - 0}{100 - 0} = \frac{x - 20}{180 - 20} \Rightarrow \boxed{x = 84^\circ}$$

**ظرفیت گرمایی (ارزش آبی) (mc):** مقدار گرمایی است که به جسم می‌دهیم تا بدون تغییر حالت یک درجه دمایش افزایش یابد.  $(\frac{J}{k})$

**ظرفیت گرمای ویژه (c):** مقدار گرمایی است که به واحد جرم یک جسم می‌دهیم تا بدون تغییر حالت یک درجه دمایش افزایش یابد.  $(\frac{J}{kg.k})$

**گرمای نهان ویژه ذوب (Lf):** مقدار گرمایی است که واحد جرم یک جسم در حال ذوب می‌گیرد تا مذاب شود.  $(\frac{J}{kg})$

**گرمای نهان ویژه تبخیر (Lv):** مقدار گرمایی است که واحد جرم یک جسم در حال بخارشدن می‌گیرد تا کاملاً بخار شود.  $(\frac{J}{kg})$



شرط انتقال حرارت بین دو جسم اختلاف دما بین آن دو جسم می‌باشد و همواره گرما از جسم با دمای بالا به طرف جسم با دمای پایین شارش می‌شود.

وقتی دو جسم با دماهای متفاوت مجاور هم قرار می‌گیرند بین آن‌ها تبادل گرمایی تا جایی صورت می‌گیرد که دو جسم به یک دما به نام دمای تعادل برسند. برای محاسبه‌ی دمای تعادل در یک طرف تساوی اندازه‌ی گرمایی که اجسام گرم می‌دهند و در طرف دوم اندازه گرمایی که اجسام سرد می‌گیرند را قرار می‌دهیم.

دمای تعادل همواره بین بالاترین و پایین‌ترین دمای اجسام مجاور هم قرار دارد. در محاسبه دقت کنید که در رابطه  $Q = mc\Delta\theta$  همواره  $\Delta\theta$  را مثبت قرار دهید.

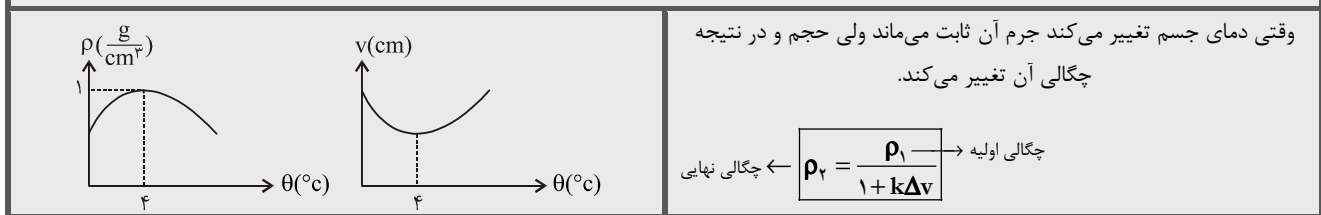
**تبخیر سطحی:** این پدیده در هر دمایی رخ می‌دهد. هرچه دمای مایع بیشتر و سطح فشار وارد بر سطح مایع کم‌تر باشد سرعت تبخیر سطحی بیشتر می‌شود.

**انبساط:** اجسام به غیر از آب بین صفر تا ۴°C و پلاستیک‌ها بر اثر افزایش دما منبسط می‌شوند و فاصله‌ی تمامی مولکول‌ها زیاد می‌شود. برحسب شکل اولیه اجسام، انبساط می‌تواند طولی، سطحی و یا حجمی باشد.

انبساط طولی	انبساط سطحی	انبساط حجمی
تغییر طول $\Delta L = L_1 \alpha \Delta \theta$	تغییر مساحت $\Delta A = A_1 \beta \Delta \theta$	تغییر حجم $\Delta V = V_1 K \Delta \theta$
طول نهایی $L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta \theta)$	مساحت نهایی $A_2 = A_1 (1 + \beta \Delta \theta)$	حجم نهایی $V_2 = V_1 (1 + K \Delta \theta)$
درصد تغییر طول $\frac{\Delta L}{L_1} = \alpha \Delta \theta$	درصد تغییر مساحت $\frac{\Delta A}{A_1} = \beta \Delta \theta$	درصد تغییر حجم $\frac{\Delta V}{V_1} = K \Delta \theta$
$\alpha$ ضریب انبساط طولی	$\beta$ ضریب انبساط سطحی	$K$ ضریب انبساط حجمی

$$K = \frac{3}{2} \beta = 3\alpha$$

نمودارهای تغییر حجم و چگالی آب بر حسب دمای سانتیگراد



### روشن‌های انتقال حرارت

**۱- هدایت:** در این نوع انتقال حرارت ماده منتقل نمی‌شود و مولکول‌ها سر جای خود نوسان می‌کنند اگر جسمی به طول  $L$  و سطح مقطع  $A$  بین دو منبع گرم و سرد با اختلاف دمای  $\Delta T$  قرار گیرد در مدت  $t$  ثانیه گرمایی که توسط این ماده بین دو منبع شارش می‌شود برابر است با:

$$Q = \frac{KA t \Delta T}{L}$$

$K$  ضریب رسانش گرمایی (به جنس جسم بستگی دارد یکای آن  $\frac{J}{M.S.K}$  یا  $\frac{W}{m.k}$ )

**۲- همرفت:** در این نوع انتقال حرارت، گرما، همواره با ماده جابه‌جا می‌شود (مثل جابه‌جا شدن گرما همراه با هوای داغ در اطراف یک بخاری)

**۳- تابش:** بین دو جسم با اختلاف دما انرژی گرمایی به شکل موج الکترومغناطیس تابش می‌شود در این نوع انتقال حرارت نیاز به محیط مادی نداریم.

### گازها

<p>رابطه عمومی گازها:</p> $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$	<p>اگر حجم گاز ثابت بماند <math>\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{\Delta P}{P_1} = \frac{\Delta T}{T_1}</math></p> <p>اگر فشار گاز ثابت بماند <math>\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1}</math></p> <p>اگر دما ثابت بماند <math>P_1 V_1 = P_2 V_2</math></p>	<p>رابطه تغییرات چگالی بر اثر تغییر دما</p> $\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$ <p>در فرآیند هم حجم چگالی گاز ثابت می‌ماند.</p>
---	---	---

آزمون (۱) مشابه سراسری - ریاضی ۸۹

۱. برآیند سه نیروی  $F_1 = 16N$  و  $F_2 = 14N$  و  $F_3 = 6N$  برابر صفر است. زاویه‌ی بین دو نیروی  $F_1$  و  $F_2$  چند رادیان است؟

- (۱)  $\frac{\pi}{6}$  (۲)  $\frac{\pi}{3}$  (۳)  $\frac{2\pi}{3}$  (۴)  $\frac{5\pi}{6}$

۲. متحرکی با شتاب ثابت مسیر AB به مسافت ۸۰ متر را در مدت ۴ ثانیه می‌پیماید. سرعتش در لحظه‌ی رسیدن به نقطه‌ی B،  $40 \frac{m}{s}$  می‌باشد.

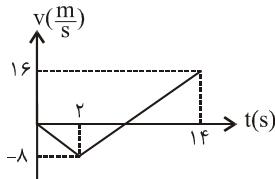
شتاب حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟

- (۱) ۶ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴) ۱۲

۳. متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل مقابل است متحرک در ۱۴

ثانیه‌ی اول چند ثانیه در خلاف جهت محور x حرکت کرده است؟

- (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۲



۴. گلوله‌ای در شرایط خلاء از ارتفاع h رها می‌شود و در لحظه‌ای که به ارتفاع ۷۰ متر از زمین می‌رسد، سرعتش  $25 \frac{m}{s}$  است. این گلوله چند ثانیه

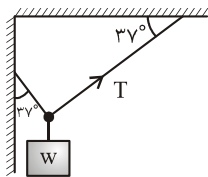
پس از رها شدن به زمین می‌رسد؟

- (۱)  $3/5$  (۲) ۴ (۳)  $4/5$  (۴) ۵

۵. گلوله‌ای از بالای برجی به ارتفاع ۲۰ متر بطور افقی پرتاب می‌شود و در فاصله‌ی ۱۵ متر از پای برج به زمین برخورد می‌کند. در لحظه‌ی برخورد

به زمین، زاویه‌ی بین سرعت گلوله و راستای قائم چند درجه است؟

- (۱) ۳۰ (۲) ۳۷ (۳) ۵۳ (۴) ۶۰



۶. در شکل مقابل جرم نخ‌ها ناچیز است. اگر  $T = 12N$  باشد چند نیوتن است؟  $(\sin 37^\circ = 0.6)$

- (۱) ۱۶ (۲) ۲۰ (۳) ۲۴ (۴) ۲۸

۷. جسمی به جرم  $2/5$  کیلوگرم تحت اثر سه نیروی  $\vec{F}_1 = -7\vec{i} + 6\vec{j}$  و  $\vec{F}_2 = -11\vec{i} + 13/5\vec{j}$  و  $\vec{F}_3$  قرار گرفته و شتاب  $\vec{a} = -4\vec{i} + 3\vec{j}$  را پیدا کرده

است. اندازه‌ی نیروی  $F_3$  کدام است؟ (همه اندازه‌ها در SI هستند.)

- (۱)  $4\sqrt{13}$  (۲) ۱۰ (۳) ۱۴ (۴) ۲۴

۸. به جسمی به جرم  $2kg$  که روی یک سطح افقی که ضریب اصطکاکش با جسم  $\mu = 0.2$  است نیرویی در امتداد سطح به مقدار  $30N$  وارد

می‌کنیم. جسم در جهت نیرو حرکت می‌کند. این نیرو را حداکثر چند نیوتن کاهش دهیم تا سرعت جسم کم نشود؟

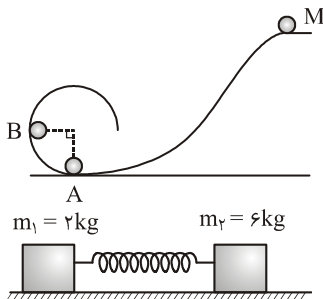
- (۱) ۴ (۲) ۲۶ (۳) ۱۲ (۴) ۱۶

۹. گلوله‌ای کوچکی از نقطه‌ی M رها می‌شود و پس از طی مسیر بدون اصطکاک وارد یک سطح کروی

صیقلی می‌شود. اختلاف نیروی مرکز گرای وارد به گلوله در دو نقطه‌ی A و B چند برابر وزن گلوله

می‌باشد؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۶ (۴) ۴



۱۰. دو جسم به جرم‌های  $m_1 = 2kg$  و  $m_2 = 6kg$  را توسط یک فنر به هم می‌بندیم و آن‌ها را از هم

دور کنیم و روی یک سطح صیقلی قرار داده و رها می‌کنیم. در حین حرکت وزنه‌ها، انرژی جنبشی اولی

چند برابر دومی است؟

- (۱)  $\frac{1}{3}$  (۲) ۳ (۳)  $\frac{1}{9}$  (۴) ۹

۱۱.  $1/5 kg$  یخ  $10^\circ C$  را در فشار یک جو در  $0.75kg$  آب  $10^\circ C$  می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل چه خواهیم داشت؟

( $C = 2100 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$  یخ و  $C = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$  آب و  $L_f = 336 \frac{J}{g}$ )

- (۱)  $9kg$  یخ  $0^\circ C$  (۲)  $9kg$  آب  $0^\circ C$  (۳)  $9kg$  آب  $2/5^\circ C$  (۴)  $0.75kg$  آب صفر درجه

۱۲. در یک ظرف آلومینیومی که مساحت کف آن  $400 \text{ cm}^2$  و ضخامتش  $5 \text{ mm}$  است آب می‌جوشد و در هر دقیقه  $0.2$  لیتر آن تبخیر می‌شود.

دمای ته ظرف در تماس با منبع گرم چند درجه‌ی سلیسیوس است؟  $K_A = 240 \frac{\text{W}}{\text{m.k}}$ ,  $L_V = 2250 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$ ,  $\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  (آب)

۳۰۰ (۱) ۳۵۰ (۲) ۴۰۰ (۳) ۴۹۰ (۴)

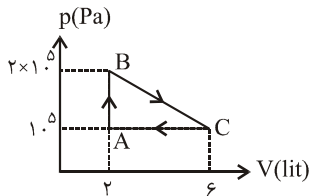
۱۳. ☆ یک ماشین حرارتی بین دریای مدیترانه (با دمای  $27^\circ \text{C}$ ) و اقیانوس منجمد شمالی (با دمای  $-3^\circ \text{C}$ ) کار می‌کند. حداکثر بازده این ماشین چند درصد است؟

۵ (۱) ۷ (۲) ۱۰ (۳) ۲۰ (۴)

۱۴. ☆ گاز کامل تک اتمی چرخه‌ای مانند شکل روبه‌رو را طی می‌کند. در مسیر ABC چند ژول گرما گرفته است؟

۸۰۰ (۱) ۱۰۰۰ (۲)

۱۲۰۰ (۳) ۱۴۰۰ (۴)



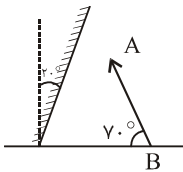
۱۵. ☆ یک گاز کامل دو اتمی طی یک فرآیند هم فشار  $700 \text{ J}$  گرما از محیط می‌گیرد. تغییر در انرژی درونی آن چند ژول است؟

۳۰۰ (۱) ۵۰۰ (۲) ۱۲۰۰ (۳) ۸۵۰ (۴)

۱۶. در شکل مقابل آینه را چند درجه و در چه جهتی دوران دهیم تا راستای تصویر AB بر امتداد عمود شود؟

۲۰° ساعتگرد (۱) ۵° ساعتگرد (۲)

۲۰° پادساعتگرد (۳) ۵° پادساعتگرد (۴)



۱۷. از جسمی که مقابل یک آینه‌ی کره‌ی قرار دارد تصویری حقیقی به طول  $\frac{1}{3}$  جسم تشکیل می‌شود. جسم را  $14$  سانتی‌متر جابه‌جا می‌کنیم. طول

تصویری مجازی بدست آمده  $2$  برابر طول جسم می‌شود. فاصله‌ی کانونی آینه چند سانتی‌متر است؟

۲ (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۲ (۴)

۱۸. ناظری از بالای یک مایع به طور عمود به شی‌ای که در عمق  $30$  سانتی‌متری مایع قرار دارد، نگاه می‌کند و آن را در فاصله‌ی  $40$  سانتی‌متری

خود می‌بیند. اگر فاصله چشم ناظر از سطح مایع  $20$  سانتی‌متر باشد ضریب شکست مایع چیست؟

۱/۵ (۱) ۱/۷ (۲) ۲ (۳) ۲/۵ (۴)

۱۹. از یک شیء که در مقابل یک عدسی قرار دارد. تصویری مستقیم به طول دو برابر جسم و در فاصله‌ی  $60$  سانتی‌متری جسم دیده می‌شود. توان

عدسی چند دیوپتر است؟

۵/۶ (۱) ۶/۷ (۲) ۲/۵ (۳) ۳ (۴)

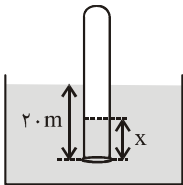
۲۰. در عمق  $10$  متری مایعی به چگالی  $\rho = 2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  فشار کل چند اتمسفر است؟

۱/۵ (۱) ۲ (۲) ۲/۵ (۳) ۳ (۴)

۲۱. لوله‌ای استوانه‌ای شکل به طول  $30 \text{ m}$  را از یک طرف بسته و محتوی هوا در فشار  $10^5 \text{ Pa}$  است. این لوله را به طور

قائم در یک دریاچه فرو می‌کنیم تا  $20$  متر درون آب فرو رود. چه طولی از لوله فاقد هوا می‌شود؟

۸ (۱) ۱۰ (۲) ۱۳ (۳) ۱۵ (۴)



۲۲. دو کره‌ی A و B اولی توپر و دومی توخالی دارای جرم و شعاع خارجی یکسان هستند. اگر شعاع داخلی کره‌ی توخالی نصف شعاع خارجی آن

باشد. نسبت چگالی A به B چیست؟

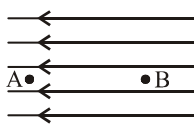
۷/۸ (۱) ۷/۵ (۲) ۴/۵ (۳) ۲/۳ (۴)

۲۳. دو بار الکتریکی  $q_1 = 1 \mu\text{C}$  و  $q_2$  در فاصله‌ی  $r$  نیروی  $F$  برهم وارد می‌کنند. در صورتی که  $20\%$  از بار  $q_1$  را برداریم و به بار  $q_2$  اضافه کنیم،

نیروی که در همان فاصله دوبار به یکدیگر وارد می‌کنند  $\frac{3}{4} F$  می‌شود.  $q_2$  چند میکروکولن است؟

۲ (۱) ۱۶/۷ (۲) ۸/۷ (۳) ۳/۴ (۴)

۲۴. وقتی بار  $q = -2\mu\text{C}$  از A به B می‌رود، انرژی جنبشی‌اش  $0.2\text{J}$  افزایش می‌یابد اگر شدت میدان الکتریکی



باشد.  $V_{AB}$  چند ولت و فاصله AB چند متر است؟

(۴)  $100\text{V}$  و  $0.05\text{m}$

(۳)  $100\text{V}$  و  $0.05\text{m}$

(۲)  $10^4\text{V}$  و  $0.5$  متر

(۱)  $10^4\text{V}$  و  $0.5$  متر

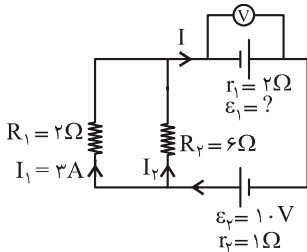
۲۵. در مدار شکل مقابل ولت‌سنج چه عددی را نشان می‌دهد؟

(۲) ۱۲

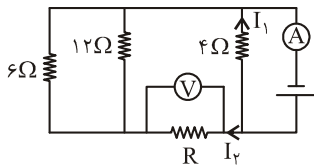
(۱) صفر

(۴) بایستی  $\mathcal{E}_1$  معلوم باشد.

(۳) ۸



۲۶. در مدار شکل مقابل ولت‌سنج عدد  $16\text{V}$  و آمپرسنج عدد  $1.0\text{A}$  را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟



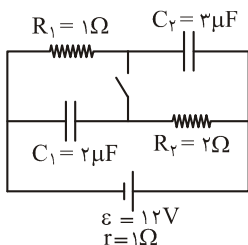
(۴) ۴

(۳)  $\frac{8}{3}$

(۲)  $\frac{16}{3}$

(۱) ۱

۲۷. در شکل مقابل وقتی کلید K باز است بار خازن  $C_1$  برابر q و وقتی بسته می‌شود  $q'$  است. نسبت  $\frac{q'}{q}$  چیست؟



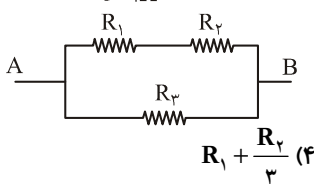
(۲)  $\frac{2}{3}$

(۱) ۱

(۴)  $\frac{1}{2}$

(۳)  $\frac{1}{4}$

۲۸. در شکل مقابل  $R_3$  چقدر باشد تا مقاومت معادل بین دو نقطه A, B  $\frac{1}{3}$  مقاومت  $R_3$  باشد؟



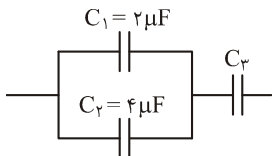
(۴)  $R_1 + \frac{R_2}{3}$

(۳)  $\frac{R_1 + R_2}{3}$

(۲)  $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

(۱)  $R_1 + R_2$

۲۹. در مدار شکل مقابل اگر انرژی ذخیره شده در  $C_1$  برابر انرژی ذخیره شده در  $C_2$  باشد، چند میکروفاراد است؟



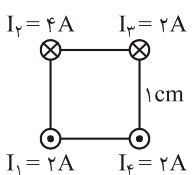
(۲) ۱۲

(۱) ۹

(۴) ۳۶

(۳) ۱۸

۳۰. در شکل چهارسیم موازی که بر صفحه شکل عمودند را ببینید. به هر کیلومتر از سیم حامل جریان  $I_4$  چند نیوتن نیرو وارد می‌شود؟



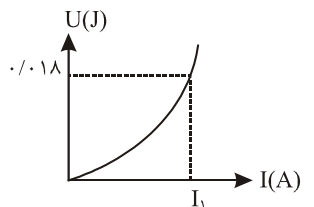
(۴)  $0.16\sqrt{2}$

(۳)  $0.16$

(۲)  $0.08\sqrt{2}$

(۱)  $0.08$

۳۱. شکل مقابل نمودار انرژی سیملوله‌ای به ضریب خودالقایی  $0.04\text{H}$  را نشان می‌دهد.  $I_1$  چند آمپر است؟



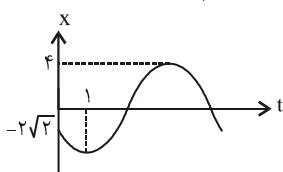
(۲) ۲

(۱) ۱

(۴) ۴

(۳) ۳

۳۲. نمودار مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده مطابق شکل روبه‌رو است. در کدام لحظه انرژی جنبشی نوسانگر از انرژی پتانسیل آن بیش‌تر است؟

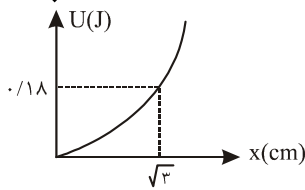


(۲) ۲

(۱) ۱

(۴) ۴

(۳) ۳



۳۳. نمودار انرژی پتانسیل یک نوسانگر بر حسب فاصله از مرکز نوسان به شکل مقابل است. اگر دامنه حرکت نوسانی ۲ cm باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟

- (۱) ۰/۲  
(۲) ۰/۲۴  
(۳) ۰/۳  
(۴) ۰/۳۶

۳۴. معادله‌ی هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $y = A \sin(20\pi t + \frac{\pi}{6})$  می‌باشد. در فاصله‌ی بین  $t = 0$  تا  $t = \frac{1}{60}$  چند بار انرژی جنبشی نوسانگر به بیشینه مقدار خود می‌رسد؟

- (۱) ۱  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۴

۳۵. قطر مقطع سیمی به طول ۸۰ cm و چگالی  $\frac{8}{3} \frac{g}{cm^3}$  که با نیروی  $F = 480 N$  کشیده می‌شود، ۱ میلی‌متر است. موج چند میلی ثانیه طول می‌کشد تا طول سیم را طی کند؟

- (۱) ۱  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۴

۳۶. تابع موج عرضی که در یک بعد منتشر می‌شود در SI به صورت  $U_x = 0.4 \sin(10\pi t - 8\pi y)$  است. شتاب ذره‌ای که در فاصله‌ی  $y = \frac{1}{3} m$  می‌باشد در  $t = 0.1$  چند متر به مجذور ثانیه است؟ ( $\pi^2 = 10$ )

- (۱)  $2000\sqrt{3}$   
(۲)  $-2000$   
(۳)  $2000$   
(۴)  $-2000\sqrt{3}$

۳۷. صوت سوم لوله‌ی صوتی بازی به طول ۶۰ cm همدار با دومین صوت یک لوله صوتی بسته می‌باشد. اگر گاز داخل دو لوله شرایط یکسانی داشته باشد، طول لوله بسته چند سانتی‌متر است؟

- (۱) ۳۰  
(۲) ۴۵  
(۳) ۶۰  
(۴) ۹۰

۳۸ ☆. شخصی یک منبع صوتی به فرکانس ۶۰۰ Hz در دست دارد و با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  به طرف یک صخره حرکت می‌کند. این شخص صوت بازتاب را با چه فرکانسی دریافت می‌کند؟ (سرعت صوت در هوا  $320 \frac{m}{s}$  است).

- (۱) ۶۰۰  
(۲) ۶۴۰  
(۳) ۶۸۰  
(۴) ۷۲۰

۳۹. نوری از هوا به شیشه می‌تابد. بخشی از آن وارد شیشه می‌شود و بخشی بازتابیده می‌شود. کدام کمیت برای نور بازتابیده و شکست یافته یکسان است؟

- (۱) طول موج  
(۲) شدت نور  
(۳) سرعت انتشار  
(۴) بسامد

۴۰. در آزمایش یانگ از نوری به طول موج  $0.5 \mu m$  استفاده شده است. اختلاف فاز امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل سومین نوار تاریک چند رادیان است؟

- (۱)  $2\pi$   
(۲)  $3\pi$   
(۳)  $4\pi$   
(۴)  $5\pi$

۴۱. در آزمایش فوتوالکتریک، نور تک رنگی بر فلزی که تابع کار آن ۶ eV می‌باشد می‌تابد. اگر ثابت پلانک  $4 \times 10^{-15} eVs$  باشد و ولتاژ توقف ۶V باشد. طول موج چند نانومتر است؟

- (۱) ۱۰۰  
(۲) ۱۵۰  
(۳) ۲۰۰  
(۴) ۲۵۰

۴۲. در اتم هیدروژن الکترون از حالتی با انرژی بستگی ۱/۵ eV به حالتی با انرژی بستگی ۱۳/۵ eV می‌رود. فوتون گسیل شده در کدام سری و کدام ناحیه از امواج الکترومغناطیس است؟

- (۱) لیمان - مرئی  
(۲) لیمان - فرابنفش  
(۳) بالمر - مرئی  
(۴) پاشن - فروسرخ

۴۳. توان خروجی لیزر با طول ۳۲۰ nm برابر ۶ μw است. تعداد فوتون‌های گسیلی آن در یک ثانیه چیست؟ ( $h = 6.4 \times 10^{-34} J.s$ )

- (۱)  $10^{13}$   
(۲)  $5 \times 10^{12}$   
(۳)  $10^{12}$   
(۴)  $5 \times 10^{11}$

۴۴. در یک واکنش هسته‌ای ۸ میلی‌گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. انرژی تولید شده چند ژول است؟

- (۱)  $2/4 \times 10^{11}$   
(۲)  $8 \times 10^{11}$   
(۳)  $2/4 \times 10^{13}$   
(۴)  $7/2 \times 10^{11}$

۴۵. اگر جرم هسته دوتریوم  $3/34 \times 10^{-27} kg$  باشد انرژی بستگی آن چند ژول است؟ ( $M_p = 1/67 \times 10^{-27} kg, M_n = 1/68 \times 10^{-27} kg$ )

- (۱)  $9 \times 10^{-11}$   
(۲)  $9 \times 10^{-13}$   
(۳)  $9 \times 10^{-5}$   
(۴)  $9 \times 10^{-8}$

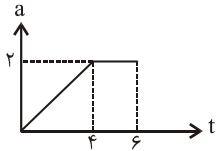
## آزمون (۲) خارج از کشور - ریاضی ۸۷

۱. معادله‌ی مکان متحرکی که در صفحه حرکت می‌کند در SI به صورت  $\vec{r} = (4t^2 + 1)\vec{i} + (6t - 1)\vec{j}$  در لحظه‌ای که بزرگی سرعت متحرک  $10 \frac{m}{s}$

است، متحرک در چه فاصله‌ای از مبدأ مکان قرار دارد؟

- (۱)  $2/5\sqrt{2}$  (۲) ۵ (۳)  $5\sqrt{2}$  (۴) ۱۰

۲. متحرکی با سرعت  $7 \frac{m}{s}$  در خلاف جهت محور xها روی این محور شروع به حرکت می‌کند و نمودار شتاب - زمان آن به شکل مقابل است.



حرکت این متحرک در ۶ ثانیه اول حرکت چگونه است؟

- (۱) پیوسته کندشونده (۲) پیوسته تندشونده  
(۳) تندشونده و سپس کندشونده (۴) کندشونده و سپس تندشونده

۳. سنگی از بالای پل روی رودخانه‌ای رها می‌شود. ۲ ثانیه‌ی بعد از آن از همان نقطه گلوله‌ای با سرعت  $30 \frac{m}{s}$  به طوقائیم به پایین پرتاب می‌شود.

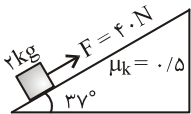
آن دو در یک لحظه به سطح آب می‌رسند. ارتفاع پل از سطح آب چند متر است؟

- (۱) ۶۰ (۲) ۷۰ (۳) ۸۰ (۴) ۹۰

۴. گلوله‌ای را در شرایط خلأ به بالا پرتاب می‌کنیم. پس از  $1/5$  ثانیه گلوله با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  از اوج عبور می‌کند. سرعت اولیه‌ی گلوله چند متر بر

ثانیه می‌باشد؟

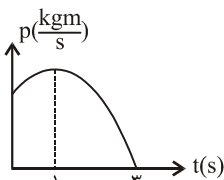
- (۱) ۲۰ (۲) ۲۵ (۳) ۳۰ (۴) ۳۵



۵. در شکل مقابل جسم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از ۲ ثانیه نیروی F حذف می‌شود کل مسافتی که

جسم از لحظه‌ی شروع تا لحظه‌ی ایستادن طی می‌کند چند متر است؟

- (۱) ۲۰ (۲) ۴۰ (۳) ۲۵ (۴) ۴۵



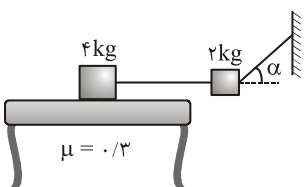
۶. نمودار تکانه - زمان یک متحرک به شکل مقابل است. نوع حرکت متحرک در سه ثانیه‌ی اول حرکت چیست؟

- (۱) همواره تندشونده (۲) همواره کندشونده  
(۳) ابتدا تند شونده و سپس کندشونده (۴) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده

۷. موتورسواری با سرعت  $10 \frac{m}{s}$  پیچ افقی جاده‌ای به شعاع ۲۰ متر را دور می‌زند اگر جرم موتور و موتورسوار  $100 \text{ kg}$  باشد، نیرویی که از طرف جاده

به آن وارد می‌شود چند نیوتن است؟

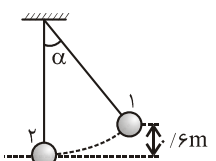
- (۱) ۲۵۰ (۲) ۵۰۰ (۳) ۱۰۰۰ (۴)  $500\sqrt{5}$



۸. در شکل مقابل جسم ۴ کیلوگرمی در آستانه لغزش روی سطح می‌باشد. اگر در یک لحظه نخ اتصال آن

پاره شود در همین لحظه وزنه‌ی ۲ kg با چه شتابی حرکت می‌کند؟

- (۱) بایستی  $\alpha$  معلوم باشد (۲) ۶  
(۳) ۳ (۴)  $1/5$



۹. آونگی به طول  $1/6$  متر در حال نوسان است. سرعت آن در وضع ۱،  $2 \frac{m}{s}$  می‌باشد. گلوله با چه سرعتی

برحسب متر بر ثانیه از وضع (۲) می‌گذرد؟

- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳)  $3/5$  (۴)  $4/5$

۱۰. ضخامت شیشه‌های پنجره‌ی یک ساختمان ۳ میلی‌متر است. در صورتی که ضخامت شیشه‌ها را ۵ میلی‌متر انتخاب کنیم چند درصد در مصرف

انرژی صرفه‌جویی کرده‌ایم؟

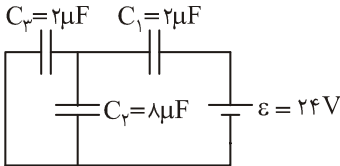
- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۲۵ (۴) ۳۰





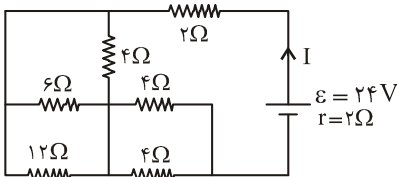
۲۳. دو بار الکتریکی  $q_1$  و  $q_2$  در فاصله  $r$  از یکدیگر نیروی  $F$  بر هم وارد می کنند. اگر یکی از بارها را دو برابر و فاصله دو بار از یکدیگر را سه برابر کنیم نیرویی که این دو بار برهم وارد می کند چند  $F$  می شود؟

- (۱)  $\frac{2}{3}$  (۲)  $\frac{2}{9}$  (۳) ۶ (۴)  $\frac{9}{2}$



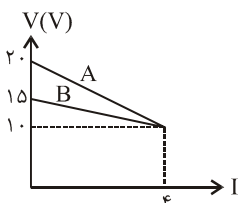
۲۴. در مدار شکل مقابل انرژی ذخیره شده در خازن  $C_3$  چند میکروژول است؟

- (۱) ۳۲ (۲) ۶۴ (۳) ۱۶ (۴) ۴۸



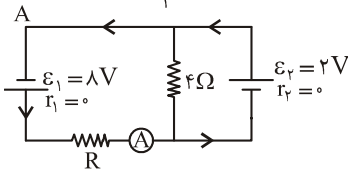
۲۵. در مدار شکل مقابل  $I$  چند آمپر است؟

- (۱) ۱ (۲) ۱/۵ (۳) ۲ (۴) ۳



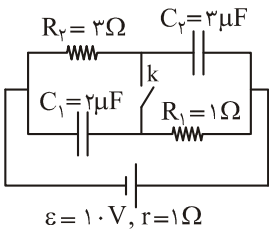
۲۶. نمودار تغییر ولتاژ دو سر مولدهای  $A$  و  $B$  بر حسب شدت جریان گذرنده از آنها مطابق شکل مقابل است. اگر دو مولد را به طور متوالی به مقاومت  $1/25 \Omega$  وصل کنیم. چه جریانی از آن عبور می کند؟

- (۱) ۵ (۲) ۷ (۳) ۱۰ (۴) ۱۴



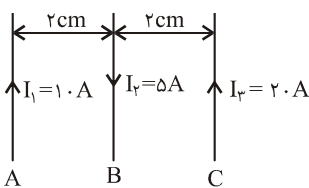
۲۷. در مدار شکل مقابل آمپرسنج  $3A$  را نشان می دهد.  $R$  چند اهم است؟

- (۱)  $\frac{4}{3}$  (۲) ۵ (۳) ۱۰ (۴)  $\frac{10}{3}$



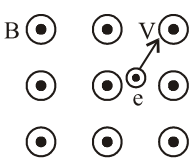
۲۸. در مدار شکل مقابل ابتدا کلید  $k$  باز است. در صورتی که کلید بسته شود، اختلاف پتانسیل دو سر  $C_1$  چند ولت تغییر می کند؟

- (۱) ۵ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) ۳



۲۹. در شکل مقابل نیروی وارد بر هر کیلومتر از سیم  $C$  چند نیوتن و در چه جهتی است؟

- (۱) ۲N، چپ (۲) ۲N، راست (۳) ۱N، چپ (۴) صفر



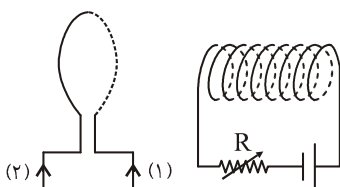
۳۰. در شکل روبه رو الکترونی با سرعت  $V$  در مسیری عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت برون سوئی در حرکت است. در این لحظه کدام شکل قسمتی از مسیر حرکت الکترون را نشان می دهد؟

این لحظه کدام شکل قسمتی از مسیر حرکت الکترون را نشان می دهد؟

- (۱) (۲) (۳) (۴)

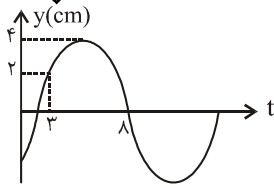
۳۱. حلقه ای به مساحت  $400$  سانتی متر مربع عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. در مدت  $0.1/0$  ثانیه میدان تغییر جهت می دهد و اندازه اش از  $0.4T$  به  $0.1T$  می رسد. نیروی محرکه ای القایی متوسط در این مدت چند ولت است؟

- (۱)  $0.1/2$  (۲)  $0.2/$  (۳)  $1/2$  (۴) ۲



۳۲. در مدار روبه رو، مقاومت رتوستا در حال کاهش می باشد. جهت جریان القایی در حلقه در جهت ... است و نیروی محرکه ای القایی در سیملوله در ... نیروی محرکه ای مولد عمل می کند؟

- (۱) جهت (۲) جهت (۳) خلاف جهت (۴) خلاف جهت

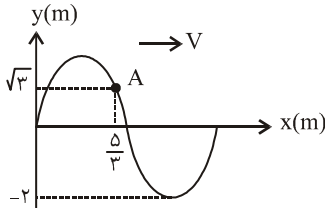


۳۳. نمودار مکان- زمان یک نوسانگر مطابق شکل مقابل است. بعد اولیه‌ی نوسانگر چند سانتی‌متر است؟

- (۱) -۲  
(۲)  $-2\sqrt{3}$   
(۳) -۱  
(۴)  $-2\sqrt{2}$

۳۴. دامنه‌ی نوسانگر وزنه - فنری، ۲ cm می‌باشد، اگر جرم وزنه ۴۰ g و ثابت فنر  $\frac{256}{m}$  N باشد. شتاب نوسانگر در انتهای مسیر چند واحد SI است؟

- (۱) ۶۲  
(۲) ۱۲۸  
(۳)  $128\sqrt{2}$   
(۴) ۲۵۶



۳۵. نقش یک موج عرضی که با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  در جهت محور x ها در یک طناب منتشر می‌شود در یک لحظه مطابق شکل است. ذره‌ی A در هر ثانیه چند نوسان می‌کند؟

- (۱) ۴  
(۲) ۲۰  
(۳) ۲  
(۴) ۴۰

۳۶. موجی با بسامد ۲۰۰ Hz و طول موج ۲ m، در چند ثانیه فاصله ۳۰۰ متر را می‌پیماید؟

- (۱) ۸  
(۲) ۶  
(۳)  $\frac{3}{4}$   
(۴) ۳

۳۷. در طول طنابی به طول ۳۵ سانتی‌متر موج ایستاده تشکیل شده است. یک سر طناب ثابت و سر دیگر آن آزاد می‌باشد. اگر در طول طناب ۴ گره تشکیل شده باشد و سرعت انتشار امواج عرضی  $200 \frac{m}{s}$  باشد، بسامد موج حاصل چند هرتز است؟

- (۱) ۲۵۰  
(۲) ۱۰۰۰  
(۳) ۸۰۰  
(۴) ۱۲۰۰

۳۸. تراز شدت یک صوت از ۲۰ دسی‌بل به ۲۶ دسی‌بل می‌رسد. شدت صوت چند برابر شده است؟  $(\log 2 = 0.3)$

- (۱)  $2\sqrt{2}$   
(۲) ۴  
(۳)  $4\sqrt{2}$   
(۴) ۸

۳۹. ☆ یک منبع صوت با سرعت V در حرکت است. اگر بسامد صوتی که شنونده‌ی ساکن در عقب منبع دریافت می‌کند  $\frac{V}{9}$  بسامد صوتی باشد که شنونده‌ی ساکن جلوی منبع دریافت می‌کند، V چند متر بر ثانیه است؟ (سرعت صوت در هوا  $320 \frac{m}{s}$  و هر دو شنونده در راستای حرکت منبع قرار دارند.)

- (۱) ۲۰  
(۲) ۳۰  
(۳) ۴۰  
(۴) ۵۰

۴۰. قدرت نفوذ و طول موج اشعه‌ی x نسبت به قدرت نفوذ و طول موج اشعه فرابنفش به ترتیب چگونه است؟

- (۱) کم‌تر - بلندتر  
(۲) بیش‌تر - بلندتر  
(۳) کم‌تر - کوتاه‌تر  
(۴) بیش‌تر - کوتاه‌تر

۴۱. آزمایش ینگ را با نور زرد انجام داده‌ایم و نوارهای تداخلی را بر روی پرده‌ای موازی با سطح شکاف‌ها تشکیل داده‌ایم. برای آن که عرض نوارها را افزایش دهیم می‌توانیم:

- (۱) پهنای شکاف‌ها را کم کنیم.  
(۲) از نور آبی به جای زرد استفاده کنیم.  
(۳) فاصله پرده از شکاف‌ها را کم کنیم.  
(۴) فاصله‌ی دو شکاف را کم کنیم.

۴۲. در پدیده فوتوالکتریک، اگر ولتاژ قطع ۵V باشد، بیش‌ترین سرعت فوتوالکترون‌ها هنگام خروج از کاتد چند  $\frac{m}{s}$  است؟ (بار الکترون  $1.6 \times 10^{-19} C$  و جرم آن  $9 \times 10^{-31} g$  است.)

- (۱)  $\frac{3}{4} \times 10^6$   
(۲)  $\frac{3}{4} \times 10^5$   
(۳)  $\frac{4}{3} \times 10^6$   
(۴)  $\frac{4}{3} \times 10^5$

۴۳. اگر الکترون در اتم هیدروژن روی تراز  $n = 3$  باشد، کوتاه‌ترین طول موجی که تابش می‌کند چند آنکستروم است؟  $(E_R = 13.6 eV)$

- (۱) ۸۰  
(۲) ۱۰۰  
(۳) ۱۲۰  
(۴) ۱۵۰

۴۴. ☆ اگر به نیم‌رسانایی از جنس سیلیسیوم یک اتم ناخالص آرسینک وارد کنیم، الکترون روی تراز ... قرار می‌گیرد که این تراز در فاصله‌ی کمی از ... قرار دارند.

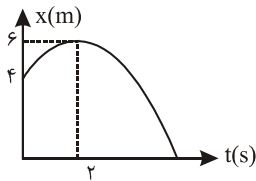
- (۱) دهنده - نوار رسانش  
(۲) دهنده - نوار ظرفیت  
(۳) گیرنده - نوار رسانش  
(۴) گیرنده - نوار ظرفیت

۴۵. نیم عمر یک عنصر رادیواکتیو ۲ روز است. ۶ روز قبل چند برابر اتم‌های آن نسبت به حالا فعال بوده‌اند؟

- (۱) ۶  
(۲) ۸  
(۳) ۱۰  
(۴) ۱۲

## آزمون (۳)

۱. نمودار  $(x-t)$  متحرکی که بر روی محور  $x$  حرکت می‌کند به شکل مقابل است. اندازه‌ی سرعت متحرک در



لحظه‌ی عبور از مبدأ مکان چند متر بر ثانیه است؟

- ۲(۱)  $2\sqrt{3}$  (۲)  
۳(۳)  $3\sqrt{2}$  (۴)

۲. یک بالن با سرعت  $V$  به سمت پایین سقوط می‌کند. در لحظه‌ای که در ارتفاع  $h$  قرار دارد، گلوله‌ای در شرایط خلأ با سرعت  $3V$  نسبت به بالن در امتداد قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود. اگر گلوله و بالن پس از  $2S$  از لحظه‌ی پرتاب با هم به زمین برسند، ارتفاع  $h$  چند متر است؟

- ۵(۱)  $10(2)$   $15(3)$   $20(4)$

۳. بردار مکان جسمی در SI به صورت  $\vec{r} = (-\frac{3}{4}t^2 - 2)\vec{i} + 2t^2\vec{j}$  می‌باشد. در چه فاصله‌ای از مبدأ بزرگی سرعت  $10 \frac{m}{s}$  می‌شود؟

- ۴(۱)  $4\sqrt{2}$  (۲)  $8(2)$   $8\sqrt{2}$  (۳)  $16(4)$

۴. گلوله‌ای را در شرایط خلأ با سرعت اولیه‌ی  $\vec{V}_0 = 2\vec{i} + 6\vec{j}$  پرتاب می‌کنیم. برد آن چند متر از اوج آن بیش‌تر است؟

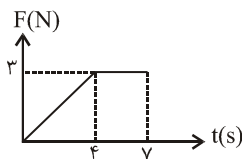
- ۱(۱)  $2(2)$   $3(3)$   $4(4)$

۵. وزن جسمی در سطح زمین  $540 N$  است. در صورتی که شدت میدان جاذبه در سطح زمین  $10 \frac{N}{kg}$  باشد، وزن جسم در ارتفاع

$h = 2R$  (شعاع زمین) از سطح زمین چند نیوتن است؟

- ۶۰(۱)  $170(2)$   $135(3)$   $540(4)$

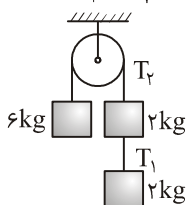
۶. سرعت اولیه‌ی جسمی به جرم  $2 kg$ ،  $4 \frac{m}{s}$  و نمودار نیرو-زمان آن به شکل مقابل است. سرعت جسم در



$t = 2$  چند متر بر ثانیه است؟

- ۶(۱)  $8(2)$   $9/5(3)$   $11/5(4)$

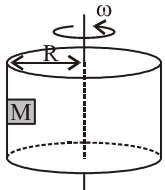
۷. در شکل مقابل جرم قرقره و نخ و اصطکاک ناچیز است. کشش  $T_1$  و  $T_2$  چند نیوتن است؟



- ۲۴ و ۲۴(۱)  $24$  و  $48(2)$   
 $48$  و  $48(4)$

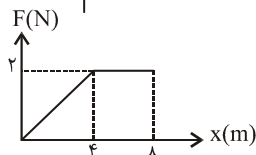
۸. یک استوانه‌ی توخالی حول محور قائمش با سرعت زاویه‌ی  $\omega$  دوران می‌کند. جسمی که ضریب اصطکاکش با دیواره‌ی

استوانه  $\mu$  است به دیواره‌ی تکیه دارد. حداقل  $\omega$  چه باشد تا جسم سر نخورد؟



- (۱)  $\omega = \sqrt{\frac{\mu R}{g}}$  (۲)  $\omega = \sqrt{\frac{g}{\mu R}}$  (۳)  $\omega = \sqrt{\mu R g}$  (۴)  $\omega = \sqrt{\frac{\mu g}{R}}$

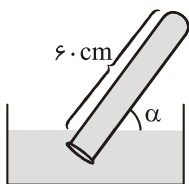
۹. نمودار  $F-x$  جسمی به جرم  $2 kg$  که با سرعت اولیه‌ی  $2 \frac{m}{s}$  در حرکت است به شکل مقابل می‌باشد. سرعت



جسم در  $x = 8m$  چند متر بر ثانیه است؟

- ۳(۱)  $4(2)$   $5(3)$   $6(4)$

۱۰. حداکثر فشار قابل تحمل ته لوله،  $28 cmHg$  می‌باشد. حداقل  $\alpha$  چه باشد تا لوله نشکند؟ ( $P_0 = 76 cmHg$ )



- ۳۰(۱)  $37(2)$   $60(3)$   $53(4)$

۱۱. یک گرماسنج با ظرفیت گرمایی  $150 \frac{J}{^\circ C}$  محتوی  $0.5 kg$  آب  $8^\circ C$  می‌باشد. یک قطعه فلز با دمای  $110^\circ C$  در گرماسنج وارد می‌کنیم.

دمای تعادل  $10^\circ C$  می‌شود. ظرفیت گرمایی قطعه‌ی فلز چند ژول بر درجه سانتی‌گراد است؟ ( $C_w = 4200 \frac{J}{kg^\circ C}$ )

- ۳۹(۱)  $45(2)$   $54(3)$   $100(4)$

۱۲. طول میله‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس برابر ۸۰۰ cm است. اگر طول آن در دمای  $50^\circ\text{C}$  به  $801\text{ cm}$  برسد، ضریب انبساط حجمی آن چیست؟

(۱)  $7/5 \times 10^{-4}$  (۲)  $7/5 \times 10^{-3}$  (۳)  $1/2 \times 10^{-3}$  (۴)  $1/2 \times 10^{-4}$

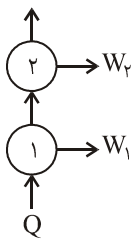
۱۳. می‌خواهیم مخزن فولادی به حجم ۲۰ لیتر را از هوای  $27^\circ\text{C}$  تا فشار ۵ atm پر کنیم. برای این کار تلمبه می‌زنیم. هر بار،  $\frac{1}{4}$  لیتر هوای  $3^\circ\text{C}$  در فشار اتمسفر را وارد مخزن می‌کنیم. چند بار بایستی تلمبه بزنیم؟

(۱) ۱۸۰ (۲) ۱۲۰ (۳) ۲۱۰ (۴) ۲۴۰

۱۴. فشار گاز کاملی طبق رابطه  $P = 300 \cdot T$  تغییر می‌کند. وقتی دمای گاز از  $200\text{ K}$  به  $300\text{ K}$  می‌رسد، چقدر کار بر روی گاز انجام می‌شود؟

(۱) ۳۰۰ J (۲) ۱۵۰ J (۳) ۷۵۰ J (۴) صفر

۱۵. در دستگاه مقابل بازده ماشین (۱) برابر ۴۰٪ و بازده ماشین (۲) برابر ۵۰٪ است. نسبت  $\frac{W_1}{W_2}$  چیست؟



(۱)  $\frac{3}{4}$  (۲)  $\frac{3}{2}$

(۳)  $\frac{2}{3}$  (۴)  $\frac{4}{3}$

۱۶. برای آن که تصویر شخص ساکنی در آینه‌ی تخت با سرعت  $\frac{m}{5}$  به طرف او نزدیک شود، آینه را با چه سرعتی نسبت به شخص بایستی حرکت دهیم؟

(۱)  $1 \frac{m}{s}$  و به طرف شخص (۲)  $0/5 \frac{m}{s}$  و از شخص دور کنیم (۳)  $0/25 \frac{m}{s}$  و به طرف شخص (۴)  $0/25 \frac{m}{s}$  از شخص دور کنیم

۱۷. از شی‌ای که در مقابل یک آینه قرار دارد، تصویری مستقیم و به اندازه‌ی سه برابر شیء و در ۴۰ سانتی‌متری از شیء دیده می‌شود. نوع آینه و شعاع انحنای آن چیست؟

(۱) مقعر و ۱۵ cm (۲) مقعر و ۳۰ cm (۳) محدب و ۱۵ cm (۴) محدب و ۳۰ cm

۱۸. پرتوی از هوا به محیط شفاف می‌تابد و با زاویه‌ی  $30^\circ$  شکست می‌یابد و زاویه‌ی انحراف نور  $\frac{1}{3}$  زاویه‌ی تابش نور باشد، ضریب شکست آن محیط شفاف برابر است با:

(۱)  $\sqrt{2}$  (۲) ۲ (۳)  $\sqrt{3}$  (۴)  $2\sqrt{2}$

۱۹. جسمی را در مقابل یک عدسی قرار می‌دهیم. طول تصویر حقیقی  $\frac{1}{3}$  طول جسم می‌شود. جسم را ۲۰ سانتی‌متر جابه‌جا می‌کنیم. طول تصویر مجازی به دست آمده ۳ برابر طول جسم می‌شود. فاصله‌ی کانونی عدسی چند سانتی‌متر است؟

(۱) ۶ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴) ۱۲

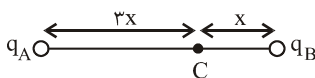
۲۰. یک سر میله‌ای به طول  $0/5$  متر و سطح مقطع  $20\text{ cm}^2$  که ضریب رسانش گرمایی  $400 \frac{W}{m \cdot K}$  دارد را درون آب  $20^\circ$  و سر دیگرش را به یک اجاق می‌چسبانیم. اگر شارش گرمایی توسط میله  $400 \frac{J}{s}$  باشد، دمای اجاق چند درجه سانتی‌گراد است؟

(۱)  $270^\circ\text{C}$  (۲) ۲۵۲۰ (۳) ۴۵ (۴) ۴۵۰

۲۱. به انتهای دو نخ دو گلوله مشابه که جرم هریک ۴۰ g است می‌آویزیم و به آن‌ها بارهای  $q_1 = 4\mu\text{C}$  و  $q_2 = 1\mu\text{C}$  می‌دهیم در حالت تعادل، فاصله‌ی گلوله‌ها از یکدیگر ۳۰ cm می‌شود. زاویه‌ای که نخ‌ها با امتداد قائم می‌سازند چند درجه است؟

(۱) صفر (۲) ۳۰ (۳) ۴۵ (۴) ۶۰

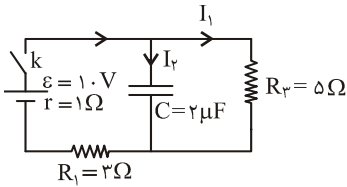
۲۲. در شکل مقابل، شدت میدان در نقطه‌ی C برابر E می‌باشد اگر بار  $q_A$  خنثی شود جهت میدان در نقطه‌ی C عوض شده و اندازه‌اش ۲ برابر می‌شود. نسبت  $\frac{q_A}{q_B}$  چیست؟



(۱)  $\frac{27}{2}$  (۲)  $-\frac{27}{2}$  (۳)  $\frac{27}{4}$  (۴)  $-\frac{27}{4}$

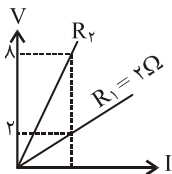
۲۳. دو کره‌ی فلزی مشابه روی پایه‌های عایق قرار دارند و دارای بارالکتریکی هستند. اندازه‌ی نیرویی که دو کره در فاصله‌ی  $d$  از هم وارد می‌کنند  $F$  می‌باشد. آن‌ها را به هم تماس می‌دهیم و سپس در فاصله‌ی قبلی قرار می‌دهیم. اندازه‌ی نیرویی که برهم وارد می‌کنند  $F'$  می‌شود. کدام گزینه صحیح است؟

- (۱)  $F > F'$  (۲)  $F = F'$  (۳)  $F < F'$  (۴) بسته به شرایط هر سه ممکن است



۲۴. در مدار شکل مقابل کلید  $k$  قطع و خازن بدون بار است. درست در لحظه‌ی وصل کلید شدت جریان‌های  $I_1$  و  $I_2$  چند آمپر است؟

- (۱)  $I_1 = I_2 = \frac{1}{9} A$  (۲)  $I_2 = 0, I_1 = \frac{1}{9} A$   
 (۳)  $I_2 = 2/5 A, I_1 = 0$  (۴)  $I_2 = I_1 = 0$

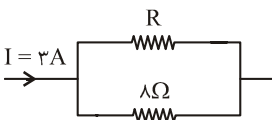


۲۵. نمودار  $V-I$  برای دو مقاومت  $R_2, R_1 = 2 \Omega$  در یک دستگاه رسم شده است  $R_1$  چند اهم است؟

- (۱)  $5/0$  (۲)  $2/2$   
 (۳)  $4/3$  (۴)  $8/4$

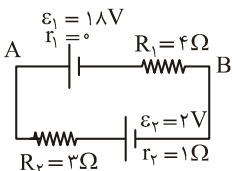
۲۶. در مدار شکل مقابل اگر در مقاومت  $8 \Omega$  در هر ثانیه  $32$  ژول گرما تولید شود،  $R$  چند اهم است؟

- (۱)  $4$  (۲)  $8$   
 (۳)  $16$  (۴)  $24$



۲۷. در مدار شکل مقابل، انرژی پتانسیل بار  $q = -2 \mu C$  هنگام عبور از نقطه‌ی  $A$  تا  $B$  چند میکروژول تغییر می‌کند؟

- (۱)  $-16$  (۲)  $16$   
 (۳)  $20$  (۴)  $-20$



۲۸. ذره‌ای به جرم  $2 \times 10^{-8} kg$  دارای بار  $3 \mu C$  در میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی  $5 T$  وارد می‌شود اگر راستای حرکت، عمود بر راستای میدان باشد، نیروی وارد بر ذره،  $6 \times 10^{-5}$  نیوتن می‌شود. انرژی جنبشی ذره چند میکروژول است؟

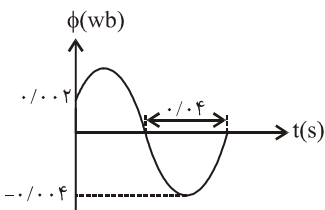
- (۱) صفر (۲)  $0.8$   
 (۳)  $16$  (۴)  $0.16$

۲۹. از یک سیم به طول  $d$ ، پیچ‌های مسطحی که شعاع هر حلقه‌اش  $5 cm$  است درست می‌کنیم و از آن جریان به شدت  $100 A$  می‌گذرانیم. اگر شدت میدان مغناطیسی ایجادشده در مرکز پیچه  $0.8 T$  باشد،  $d$  چند متر است؟

- (۱)  $10$  (۲)  $20$   
 (۳)  $40$  (۴)  $80$

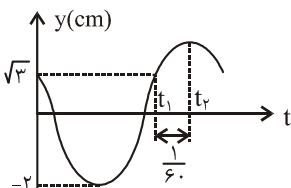
۳۰. پیچه‌ای دارای  $50$  حلقه است و شارمغناطیسی گذرنده از هر حلقه‌اش  $0.4$  وبر می‌باشد. اگر شار در مدت  $\Delta t$  به صفر برسد و مقاومت پیچه  $5 \Omega$  باشد، چند کولن الکتریسیته‌ی القایی در این مدت در مدار شارش پیدا می‌کند؟

- (۱)  $0.2$  (۲)  $0.4$   
 (۳)  $2$  (۴)  $4$



۳۱. پیچه‌ای  $200$  حلقه و مقاومت  $4 \pi$  اهم می‌باشد نمودار شارگذرنده از آن به شکل مقابل می‌باشد. شدت جریان القایی در لحظه‌ی  $t = \frac{1}{5} s$  چند آمپر است؟

- (۱)  $13\sqrt{3}$  (۲)  $625\sqrt{3}$   
 (۳)  $130$  (۴)  $625$



۳۲. نمودار مکان - زمان نوسان‌گری مطابق شکل است. دوره‌ی حرکت آن چند ثانیه می‌باشد؟

- (۱)  $0.1$  (۲)  $0.2$   
 (۳)  $5$  (۴)  $10$

۳۳. معادله‌ی مکان - زمان نوسان‌گری به جرم  $200 g$  در SI به صورت  $y = 0.02 \sin(2\pi t + \frac{\pi}{6})$  است. پس از چندثانیه از لحظه‌ی  $t = 0$  برای اولین بار انرژی جنبشی نوسان‌گر برابر  $0.8$  میلی ژول می‌شود؟ ( $\pi^2 = 10$ )

- (۱)  $\frac{1}{8}$  (۲)  $\frac{1}{12}$   
 (۳)  $\frac{1}{24}$  (۴)  $\frac{1}{48}$

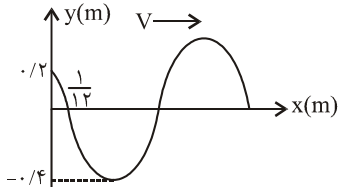
۳۴. معادله‌ی حرکت آونگ ساده‌ای در نوسانات کم دامنه و در SI به شکل  $\pi^2 x = 0 + \frac{d^2 x}{dt^2}$  است. اگر  $g = \pi^2 = 10$  فرض شود. طول آونگ چند متر است؟

- (۱) ۰/۵ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴)  $\sqrt{10}$

۳۵. مساحت مقطع یک سیم  $2 \times 10^{-6} \text{ m}^2$  و چگالی آن  $\frac{g}{\text{cm}^3}$  است. اگر این سیم با نیروی ۱۶ نیوتن کشیده شود، سرعت انتشار امواج عرضی در آن چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۲۰۰

۳۶. نقش موجی در لحظه‌ی  $t = 0$  در یک طناب همگن مطابق شکل زیر است. اگر بسامد موج ۲۰ Hz باشد،



باشد، سرعت انتشار موج چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۴۰ (۴) ۸۰

۳۷. در طو تار مرتعش دو سر بسته‌ای ۲ گره به فاصله‌ی ۲۰ cm از یکدیگر تشکیل شده است. اگر سرعت انتشار ارتعاشات در طول سیم  $1200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد،

بسامد صوت سوم این تار چند هرتز است؟

- (۱) ۳۰۰۰ (۲) ۴۵۰۰ (۳) ۶۰۰۰ (۴) ۹۰۰۰

۳۸. منبع صوتی با بسامد ۶۰۰ Hz ساکن است. شنونده‌ای با سرعت  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  به طرف آن در حرکت می‌باشد. طول موج دریافتی توسط شنونده چند

متر است؟ (سرعت انتشار صوت  $300 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است.)

- (۱) ۰/۵ (۲)  $\frac{8}{15}$  (۳)  $\frac{7}{15}$  (۴) ۲

۳۹. اگر ضریب شکست شیشه نسبت به آب  $\frac{9}{8}$  و ضریب شکست الماس نسبت به شیشه  $\frac{8}{5}$  باشد اگر سرعت نور در آب  $2/25 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد سرعت نور در الماس چند متر بر ثانیه است؟

- (۱)  $1/25 \times 10^8$  (۲)  $2/5 \times 10^8$  (۳)  $7/5 \times 10^8$  (۴)  $3 \times 10^8$

۴۰. آزمایش یانگ را یک بار با نوری با طول موج  $\lambda_1$  و بار دیگر در همان شرایط با نوری با طول موج  $\lambda_2$  انجام دادیم. اگر چهارمین نوار روشن در

آزمایش اول در محل تشکیل پنجمین نوار تاریک در آزمایش دوم تشکیل می‌شود  $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$  چیست؟

- (۱)  $\frac{8}{9}$  (۲)  $\frac{9}{8}$  (۳)  $\frac{4}{5}$  (۴)  $\frac{5}{4}$

۴۱. از سطح کره‌ای به شعاع ۵۰ cm در هر دقیقه  $1/8 \text{ J}$  انرژی الکترومغناطیسی گسیل می‌شود. شدت تابش در SI کدام است؟ ( $\pi = 3$ )

- (۱) ۰/۰۱ (۲) ۰/۱ (۳) ۱ (۴) ۵

۴۲. ولتاژ قطع دو فلز متفاوت A و B یکسان است. باید نتیجه بگیریم:

- (۱) شدت نور تابیده شده به آن‌ها یکسان است. (۲) بسامد نور تابیده بر آن‌ها یکسان است.  
(۳) بسامد نور تابیده به آن‌ها مختلف است. (۴) آن‌ها در یک گروه جدول مندلیف قرار دارند.

۴۳. نور طلای مذاب قبل از ورود به طیف نما از بخار جیوه عبور می‌کند چگونه طیفی ایجاد می‌شود؟

- (۱) گسیلی پیوسته (۲) گسیلی خطی (۳) طیف رنگی دارای خطوط جذبی (۴) طیفی ایجاد نمی‌شود

۴۴. انرژی بستگی  ${}^4_2\text{He}$  چند مگا الکترون ولت است؟ (جرم اتمی  ${}^4_2\text{He}$  برابر  $4/002603 \text{ U}$  و جرم پروتون و نوترون به ترتیب  $1/007276 \text{ U}$  و

$1/008665 \text{ U}$  می‌باشد؟

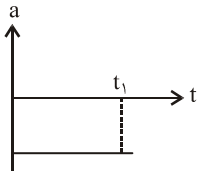
- (۱) ۲۷/۲۷ (۲) ۲۲/۱۱ (۳) ۳۲/۰۷ (۴) ۲۰/۲۱

۴۵. در کدام نیمه رساناها هم حفره و هم الکترون در رسانایی شرکت دارد.

- (۱) در همه نوع نیمه‌رسانا (۲) در ذاتی (۳) در نوع P (۴) در نوع n

## آزمون (۴) سراسری خارج از کشور ۸۶

۱. نمودار شتاب - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند به صورت شکل مقابل است. حرکت این



متحرک در بازه‌ی زمانی بین صفر تا  $t_1$  چگونه است؟

(۱) تندشونده (۲) کندشونده

(۳) ابتدا کند و سپس تندشونده (۴) بسته به سرعت اولیه هر سه ممکن است

۲. گلوله‌ای را از ارتفاع ۴۵۰ متری در شرایط خلأ رها می‌کنیم. گلوله این مسیر را در سه بازه‌ی زمانی یکسان طی می‌کند مسافت‌های طی شده در این سه بازه عبارتند از:

(۱) ۴۰، ۱۶۰ و ۲۵۰ (۲) ۱۵۰، ۱۵۰ و ۱۵۰ (۳) ۵۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ (۴) ۶۰، ۱۵۰ و ۲۴۰

۳. معادله‌های سرعت متحرکی در دو امتداد  $x$ ،  $y$  به صورت  $V_x = 4t + 5$ ،  $V_y = \frac{3}{2}t^2 - 6t + 1$  می‌باشد. کم‌ترین مقدار شتاب متحرک در چه

لحظه‌ای است و چند متر بر مجذور ثانیه است؟

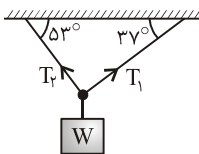
(۱)  $a = 4, t = 1s$  (۲)  $a = 4, t = 2s$  (۳)  $a = 3\sqrt{2}, t = 1s$  (۴)  $a = 5, t = 3s$

۴. پرتابه‌ای با سرعت  $V$  تحت زاویه‌ی  $\alpha$  نسبت به افق از سطح زمین روبه بالا پرتاب می‌شود. اگر بردار موقعیت آن‌ها در هنگامی که به اوج می‌رسد، زاویه‌ی  $\theta$  با افق بسازد،  $tg\theta$  از چه رابطه‌ای بدست می‌آید؟

(۱)  $tg\theta = \frac{1}{2}tg\alpha$  (۲)  $tg\theta = tg\alpha$  (۳)  $tg\theta = \frac{1}{3}tg\alpha$  (۴)  $tg\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}tg\alpha$

۵. اگر شتاب حرکت یک آسانسور به طرف بالا باشد، کشش کابل آسانسور نسبت به وزن آسانسور:

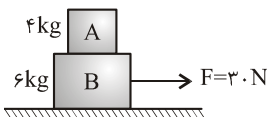
(۱) بیش‌تر است (۲) کم‌تر است (۳) برابر است (۴) بسته به جهت حرکت هر سه ممکن است



۶. در شکل مقابل نسبت  $\frac{T_2}{T_1}$  چیست؟

(۱)  $\frac{3}{4}$  (۲)  $\frac{4}{3}$  (۳)  $\frac{3}{5}$  (۴)  $\frac{4}{5}$

۷. در شکل روبه رو دو جسم با شتاب یکسان بر روی سطح افقی که ضریب اصطکاکش با  $B$ ،  $\mu = 0.2$  می‌باشد در حرکت هستند. برآیند نیروهای



وارد از طرف جسم  $B$  به  $A$  چند نیوتن است؟

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۸

۸. یک صفحه‌ی دوار در هر دقیقه ۳۰ دور می‌چرخد، اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین صفحه و یک سکه  $0.4$  باشد، حداکثر فاصله‌ای که سکه از

محور دوران می‌تواند روی صفحه قرارگیرد و نلغزد، چند متر است؟ ( $\pi = 10$ )

(۱)  $0.2$  (۲)  $0.4$  (۳)  $0.5$  (۴) ۱

۹. جسمی به جرم  $4\text{ kg}$  را از پایین سطح شیب‌داری که با افق زاویه  $37^\circ$  می‌سازد، با سرعت  $10 \frac{m}{s}$  مماس بر سطح روبه بالا پرتاب می‌کنیم جسم

$4\text{ m}$  روی سطح بالا می‌رود و سپس به نقطه‌ی پرتاب برمی‌گردد. کار نیروی اصطکاک در مسیر رفت و برگشت چند ژول است؟

(۱) صفر (۲)  $-1.4$  (۳)  $-136$  (۴)  $-20.8$

۱۰. ظرفی محتوی یخ صفر درجه است.  $200\text{ g}$  آب  $60^\circ$  روی آن می‌ریزیم. تمام یخ ذوب می‌شود و دمای مجموعه به صفر می‌رسد. جرم یخ اولیه

چند گرم بوده است؟ ( $L_f = 334000 \frac{J}{\text{kg}}$ ,  $C = 4200 \frac{J}{\text{kg}\cdot K}$ )

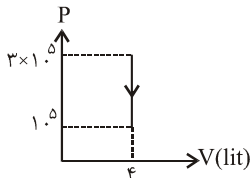
(۱) ۱۰ (۲) ۱۵ (۳) ۲۰ (۴) ۲۵

۱۱. دو میله آهنی و مسی که مساحت سطح مقطع آن‌ها یکسان است را به هم جوش داده‌ایم. سر آزاد میله آهنی را در آب جوش  $100^\circ\text{C}$  و سر دیگر میله مسی را در مخلوط آب و یخ قرار می‌دهیم. مجموع طول دو میله  $54\text{cm}$  و سطح جانبی دو میله عایق پوش شده است. اگر دمای

نقطه‌ی اتصال دو میله  $20^\circ\text{C}$  باشد، طول میله مسی چند سانتی‌متر است؟ (  $k = 400 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$  مس و  $k = 80 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$  آهن )

۲۰ (۴)                      ۲۴ (۳)                      ۳۰ (۲)                      ۴۳/۷۵ (۱)

۱۲. نمودار P-V یک گاز دو اتمی مطابق شکل است. در این فرآیند، انرژی درونی گاز ... یافته است.

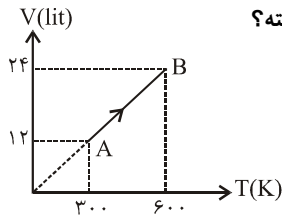


۱)  $1200\text{J}$ ، افزایش  
۲)  $2000\text{J}$ ، افزایش  
۳)  $2000\text{J}$ ، کاهش  
۴)  $1200\text{J}$ ، کاهش

۱۳. در یک فرآیند هم فشار، دو لیتر گاز کامل تک اتمی، مقداری گرما از دست می‌دهد و در فشار ۲ اتمسفر حجم آن ۴۰ درصد کاهش می‌یابد کار انجام شده، بر روی گاز چند ژول است؟

۱۶۰ (۱)                       $-160$  (۲)                      ۳۲۰ (۳)                       $-320$  (۴)

۱۴. نمودار V-T نیم مول گاز کامل دو اتمی مطابق شکل است. در این فرآیند انرژی درونی گاز چند ژول افزایش یافته؟



۲۰۰۰ (۱)                      ۳۰۰۰ (۲)                      ۱۸۰۰ (۳)                      ۴۲۰۰ (۴)

۱۵. زاویه‌ی بین پرتو تابش و بازتابش در یک آینه تخت ۵ برابر زاویه‌ی بین پرتو تابش با سطح آینه است. زاویه‌ی تابش چند درجه است؟

۳۶ (۱)                      ۵۴ (۲)                      ۶۴ (۳)                      ۶۸ (۴)

۱۶. تصویر یک ساعت عقربه‌دار در آینه‌ی تخت وضعیت ۷ و ۱۰ دقیقه را نشان می‌دهد. اگر به طور مستقیم به خود ساعت نگاه کنیم ساعت چند است؟

۵:۰۴ (۱)                      ۴:۰۱ (۲)                      ۵:۰۱ (۳)                      ۴:۰۲ (۴)

۱۷. اگر از درون آب به یک لامپ واقع در بیرون آب نگاه کنیم، لامپ را ... می‌بینیم.

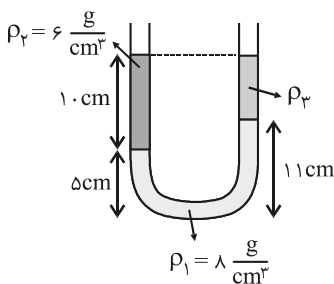
۱) نزدیک‌تر - بزرگ‌تر                      ۲) نزدیک‌تر - کوچک‌تر                      ۳) دورتر - بزرگ‌تر                      ۴) دورتر - کوچک‌تر

۱۸. جسمی به طول  $12\text{cm}$  عمود بر محور اصلی عدسی واگرایی به فاصله‌ی کانونی F قرار دارد. جسم را در فاصله‌ی ۲F تا F جابه‌جا می‌کنیم. در این جابه‌جایی طول تصویر ... سانتی‌متر ... می‌یابد.

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

۱۹. سطح داخلی یک لوله شیشه‌ای با قطر کوچک را به روغن آغشته می‌کنیم و آن را به طور عمود وارد ظرف پر از آب می‌کنیم. آب در داخل لوله ... از سطح آزاد مایع قرار می‌گیرد و تقعر سطح آن به طرف ... می‌شود.

۱) بالاتر - بالا                      ۲) بالاتر - پایین                      ۳) پایین‌تر - بالا                      ۴) پایین‌تر - پایین



۲۰. در شکل مقابل  $\rho_3$  چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

۲ (۱)                      ۲/۵ (۲)                      ۳ (۳)                      ۴ (۴)

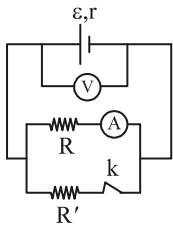
۲۱. کدام دسته از کمیت‌ها، نرده‌ای هستند؟

۱) مسافت طی شده - شدت جریان - گرما  
۲) توان - جابه‌جایی - زمان  
۳) سرعت متوسط - زمان - جرم  
۴) حجم - چگالی - شدت میدان

۲۲. اگر بار منفی را در جهت خطوط میدان جابه‌جا کنیم انرژی پتانسیل آن ... و به نقطه‌ی می‌رسیم که نسبت به نقاط قبلی پتانسیل ... دارند.

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



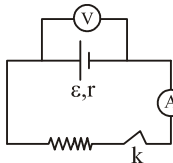


۲۳. در مدار شکل مقابل ابتدا کلید k باز است. با وصل کلید مقادیری که ولتسنج و آمپرسنج نشان می‌دهد به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) کم - کم  
(۲) کم - زیاد  
(۳) زیاد - زیاد  
(۴) زیاد - کم

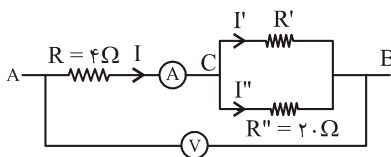
۲۴. روی لامپی اعداد ۲۲۰V و ۲۰۰W نوشته شده است. اگر آن را به مدت ۱۵ دقیقه به برق ۱۱۰V وصل کنیم. انرژی الکتریکی مصرف شده چند کیلوژول می‌شود؟

- (۱) ۴۵ (۲) ۵۰ (۳) ۹۰ (۴) ۱۰۰



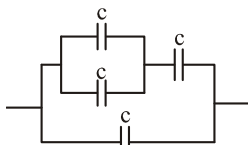
۲۵. در مدار شکل مقابل افت پتانسیل مدار ۲۰٪ نیروی محرکه‌ی مولد است. در صورتی که مقاومت درونی مولد  $1/5 \Omega$  و جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد ۱ A باشد. با قطع کلید ولتسنج چه عددی نشان می‌دهد؟

- (۱) ۶ (۲) ۷/۵ (۳) ۸/۵ (۴) ۸



۲۶. در شکل مقابل ولتسنج ۱۰V و آمپرسنج ۱A را نشان می‌دهد جریان گذرنده از مقاومت ۱۲۰ اهمی چند آمپر است؟

- (۱) ۰/۱ (۲) ۰/۲ (۳) ۰/۳ (۴) ۰/۵



۲۷. در شکل مقابل خازن‌ها مشابه و ظرفیت کل  $5 \mu F$  می‌باشد. ظرفیت هر خازن چند میکروفاراد است؟

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

۲۸. ظرفیت یک خازن  $6/5 \mu F$  می‌باشد وقتی بار الکتریکی ۱۰٪ افزایش می‌یابد انرژی آن  $2/7 J$  زیاد می‌شود. بار اولیه‌ی خازن چند میکروکولن است؟

- (۱) ۶/۵ (۲) ۲۶ (۳) ۳۲/۵ (۴) ۱۳

۲۹. اگر تعداد حلقه‌های یک سیم لوله ۲ برابر شود، شارمغناطیسی گذرنده از آن ... و انرژی ذخیره شده در آن ... می‌شود؟

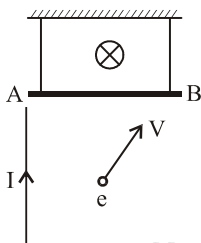
- (۱) ۴ برابر، ۲ برابر (۲) ۲ برابر - ۴ برابر (۳) ۴ برابر - ۴ برابر (۴) ۲ برابر - ۲ برابر

۳۰. طول سیمولوی بدون هسته‌ای ۵۰cm و شعاع حلقه‌های آن ۱۰cm است. وقتی شدت جریان گذرنده از آن در مدت ۰/۰۱ ثانیه بطور یکنواخت از ۲۰A به صفر می‌رسد، نیروی محرکه‌ی ۱۰V در آن القا می‌شود. تعداد حلقه‌های سیمولوه چندتاست؟ ( $\pi^2 = 10$ )

- (۱) ۲۵ (۲) ۲۵۰ (۳) ۳۰ (۴) ۳۰۰

۳۱. مطابق شکل سیم راست توسط دو نخ به سقف متصل شده و در میدانی به بزرگی  $B = 0/1 T$  درون سو قرار دارد اگر جرم سیم ۲۰g و طول آن ۱ متر و جریانی ۱A از A به طرف B برقرار باشد. کشش هر یک از نخ‌ها چند نیوتن است؟

- (۱) ۰/۱ (۲) ۰/۰۵ (۳) ۰/۲ (۴) ۰/۴



۳۲. مطابق شکل مجاور یک سیم حامل جریان الکترونی پرتاب می‌شود. کدام گزینه نیروی وارد بر آن را نشان می‌دهد؟

- (۱) (۲) (۳) (۴)

۳۳. نوسانگر جرم و فنری روی سطح افقی بر روی خطی به طول ۱۰cm نوسان می‌کند. اگر جرم آن ۲kg و ضریب سختی فنر  $k = 800 \frac{N}{m}$  باشد.

سرعت نوسانگر در ۳ سانتی‌متری مرکز نوسان چندمتر بر ثانیه است؟

- (۱) ۰/۱ (۲) ۰/۲ (۳) ۰/۴ (۴) ۰/۸

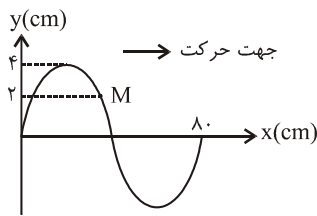
۳۴. معادله یک نوسانگر به صورت  $y = A \sin(20\pi t + \frac{\pi}{6})$  می‌باشد پس از چه مدت از شروع حرکت برای دومین بار انرژی پتانسیل و جنبشی

نوسانگر برابر می‌شود؟

- (۱)  $\frac{1}{240}$  (۲)  $\frac{7}{240}$  (۳)  $\frac{3}{240}$  (۴)  $\frac{1}{120}$

۳۵. معادله‌ی موجی به شکل  $U = A \sin(100\pi t - 20\pi x)$  (در SI) می‌باشد. اگر فاصله‌ی دو نقطه در راستای انتشار موج ... متر باشد آن دو نقطه در فاز مقابل یکدیگرند.

- (۱) ۰/۰۵ (۲) ۰/۱۵ (۳) ۰/۲۵ (۴) هر سه



۳۶. شکل مقابل نقش موجی را در یک طناب  $t = 0$  نشان می‌دهد در بازه زمانی صفر تا  $\frac{1}{75}$  ثانیه حرکت

ذره چگونه است؟ (سرعت انتشار موج در طناب  $20 \frac{m}{s}$  است)

- (۱) کندشونده (۲) تندشونده  
(۳) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده (۴) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده

۳۷. معادله نوسان نقطه‌های A و B از یک محیط انتشار موج در SI به صورت  $U_A = 0.01 \sin 2\pi(20t - 0.4x)$  و  $U_B = 0.01 \sin 2\pi(20t - 0.8x)$  است. فاصله دو نقطه‌ی A و B چیست در صورتی که بدانیم بین دو نقطه، سه نقطه هم فاز با A وجود دارد؟ (موج با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  در محیط

منتشر می‌شود)

- (۱) ۳/۳ (۲) ۶/۶ (۳) ۱/۱ (۴) ۲۴/۴

۳۸. اگر تراز شدت صوتی ۲۴ db باشد، شدت آن چند وات بر مترمربع است؟ ( $\log 2 = 0.3$ )

- (۱)  $6/4 \times 10^{-11}$  (۲)  $1/28 \times 10^{-11}$  (۳)  $2/56 \times 10^{-11}$  (۴)  $6/4 \times 10^{-11}$

۳۹. بسامد صوتی اصلی لوله بسته‌ای ۶۸۰ Hz است. آن را طوری به ارتعاش درمی‌آوریم که سه گره تشکیل شود اگر ناظری با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  به این

منبع ساکن نزدیک شود؟ بسامد چند هرتز را می‌شنود؟ (سرعت صوت در هوا  $340 \frac{m}{s}$  است)

- (۱) ۳۴۰ (۲) ۳۴۰ (۳) ۳۲۰ (۴) ۱۹۲۰

۴۰. آزمایش ینگ را با دو نور به طول موج‌های  $\lambda_1$  و  $\lambda_2$  انجام می‌دهیم. اگر سومین نوار روشن در آزمایش اول در محل تشکیل چهارمین نوار

تاریک در آزمایش دوم تشکیل شود.  $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$  چیست؟

- (۱)  $\frac{2}{3}$  (۲)  $\frac{3}{2}$  (۳)  $\frac{4}{3}$  (۴)  $\frac{3}{4}$

۴۱. نوری از هوا وارد آب به ضریب شکست  $\frac{4}{3}$  می‌شود. دوره و طول موج آن به ترتیب چند برابر می‌شود؟

- (۱)  $1$  و  $\frac{3}{4}$  (۲)  $1$  و  $\frac{3}{4}$  (۳)  $\frac{3}{4}$  و  $\frac{3}{4}$  (۴)  $\frac{4}{3}$  و  $\frac{4}{3}$

۴۲. در برلیوم سه بار یونیزه شده الکترون از مدار  $n = 3$  به  $n = 1$  می‌رود. طول موج گسیل شده چند نانومتر است و در چه ناحیه‌ای است؟

- (۱) ۶۷۵، مرئی (۲) ۳۳۷/۵، فرابنفش (۳) ۱۶۸/۷۵، فرابنفش (۴) ۸۴/۳۷۵، فرابنفش

۴۳. تابع کار یک فلز در آزمایش فوتوالکتریک ۴ eV می‌باشد. طول موج نور فرودی چند نانومتر باشد تا ولتاژ قطع ۸V شود ( $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eVs}$ )

- (۱) ۵۰۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۲۰۰ (۴) ۱۰۰

۴۴. جرم پروتون و نوترون  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ،  $1.68 \times 10^{-27} \text{ kg}$  و جرم دو تریوم  $3 \text{ D}$  برابر  $3/34 \times 10^{-27} \text{ kg}$  است. انرژی بستگی دو تریوم چند

Mev است؟

- (۱) ۵/۶ (۲) ۰/۰۱ (۳) ۱/۵ (۴) ۴/۵

۴۵. ناکاملی یک فلز عبارتست از:

- (۱) عدم تکمیل پیوندهای شیمیایی اتم‌های فلز  
(۲) خالی ماندن برخی از ترازها در نوار ظرفیت  
(۳) خالی ماندن برخی از ترازها در نوار رسانش  
(۴) بی‌نظمی اتم‌ها هنگامی که در نزدیک صفر مطلق از ارتعاش باز می‌مانند

## آزمون (۵) - مشابه سراسری - ریاضی ۸۸

۱. سنگی را از لبه‌ی بالای ساختمانی به ارتفاع ۸۰ متر، در شرایط خلأ در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. سنگ پس از ۸ ثانیه به زمین

برخورد می‌کند. سرعت سنگ هنگام برخورد به زمین چند متر بر ثانیه است؟ ( $g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$ )

۳۰ (۱) ۴۰ (۲) ۵۰ (۳) ۶۰ (۴)

۲. معادله‌ی سرعت- زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند در SI به صورت  $V = -4t + 8$  است. بزرگی جابه‌جایی متحرک در دو ثانیه سوم چند متر است؟

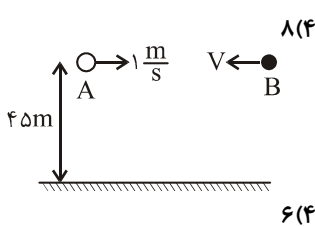
۲۰ (۱) ۲۴ (۲) ۲۲ (۳) ۲۶ (۴)

۳. دو گلوله‌ی A و B در صفحه‌ی xoy قرار دارند و مکان آن‌ها در SI به صورت  $\begin{cases} x_B = 2t \\ y_B = 16 \end{cases}$  و  $\begin{cases} x_A = t^2 - 8 \\ y_A = 4t \end{cases}$  است. دو ثانیه قبل از برخورد

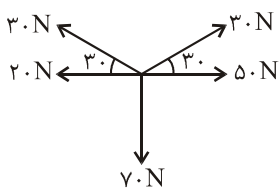
فاصله‌ی دو گلوله چند متر است؟

۴ (۱)  $۸\sqrt{2}$  (۲)  $۴\sqrt{2}$  (۳) ۸ (۴)

۴. در شکل مقابل از ارتفاع ۴۵ متری سطح زمین هم زمان دو گلوله را از نقاط A و B در خلاف جهت هم در راستای افق پرتاب می‌کنیم. اگر فاصله AB برابر ۱۲ متر باشد. سرعت V چند متر بر ثانیه باشد تا دو گلوله با هم به یک نقطه از زمین برسند؟



۳ (۱) ۴ (۲) ۵ (۳) ۶ (۴)



۵. در شکل روبه‌رو برآیند نیروها چند نیوتن است؟

۳۰ (۱) ۴۰ (۲) ۵۰ (۳) ۶۰ (۴)

۶. جسمی به جرم m را با سرعت  $30 \frac{m}{s}$  در راستای قائم به بالا پرتاب می‌کنیم سرعت جسم در نیمه راه رو به بالا چند متر بر ثانیه است؟

۱۵ (۱)  $۱۵\sqrt{2}$  (۲) ۲۰ (۳)  $۲۰\sqrt{2}$  (۴)

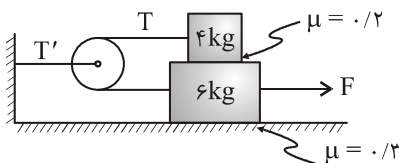
۷. اگر شعاع دوران یک ماهواره ۳ برابر شود، سرعت و دوره‌ی حرکت آن چند برابر می‌شود؟

$3\sqrt{3}$  و  $\frac{\sqrt{3}}{3}$  (۱)  $3\sqrt{3}$  و  $\frac{1}{3}$  (۲)  $3$  و  $\frac{1}{3}$  (۳)  $\frac{1}{3}$  و  $\frac{\sqrt{3}}{3}$  (۴)

۸. زاویه‌ی سطح شیب‌داری با سطح افق قابل تغییر است. جسمی به وزن  $30N$  را روی سطح قرار می‌دهیم، در حالت اول زاویه‌ی سطح  $30^\circ$  است جسم با سرعت ثابت رو به پایین می‌لغزد. در حالت دوم این زاویه را به  $45^\circ$  افزایش می‌دهیم. نیرویی که در دو حالت از طرف سطح به جسم وارد می‌شود چند نیوتن است؟

۱۵ (۱)  $۱۵\sqrt{2}$ ,  $۱۵\sqrt{3}$  (۲)  $۵\sqrt{6}$ ,  $۱۵\sqrt{3}$  (۳)  $۳۰$  و  $۳۰\sqrt{4}$  (۴)

۹. در شکل مقابل وزنه‌ها به طور یکنواخت در حرکت می‌باشند. کشش نخ  $T'$  چند نیوتن است؟



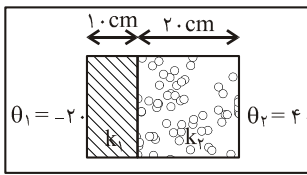
۸ (۱) ۱۶ (۲) ۳۰ (۳) ۶۰ (۴)

۱۰. معادله‌ی حرکت متحرکی به جرم  $10g$  در SI به صورت  $x = \frac{0.2}{\pi} \sin(50\pi t + \frac{2\pi}{3})$  می‌باشد. انرژی جنبشی متحرک در  $t = \frac{1}{4}$  چند ژول است؟

۰/۱۲۵ (۱) ۰/۲۵ (۲)  $\frac{1}{40}$  (۳)  $\frac{1}{80}$  (۴)

۱۱. حداقل چند کیلوگرم یخ  $-40^\circ C$  را داخل  $400g$  آب صفر درجه بیندازیم تا تمام آب یخ بندد؟  $L_f = 3/36 \times 10^5 \frac{J}{kg}$ ,  $C = 2100 \frac{J}{kg \cdot K}$

۰/۸ (۱) ۱ (۲) ۱/۲ (۳) ۱/۶ (۴)



۱۲. بین دو منبع با دماهای  $\theta_1 = -20^\circ\text{C}$  و  $\theta_2 = 40^\circ\text{C}$  دو جسم به ضخامت‌های  $1.0\text{ cm}$  و  $2.0\text{ cm}$  مطابق

$$k_2 = 0.08 \frac{\text{W}}{\text{m.k}} \text{ و } k_1 = 0.06 \frac{\text{W}}{\text{m.k}}$$

شکل قرار دارند. اگر رسانندگی گرمایی دو قطعه به ترتیب باشد. دمای سطح مشترک دو قطعه چند درجه سانتی‌گراد است؟

- (۱)  $-16/25$  (۲)  $27/3$  (۳)  $4$  (۴)  $-8/5$

۱۳. در کدام فرآیند ترمودینامیکی، تغییر انرژی درونی گاز کامل با گرمای مبادله شده گاز با محیط برابر است؟

- (۱) فرآیند هم‌دما (۲) فرآیند بی‌دررو (۳) فرآیند هم‌حجم (۴) فرآیند هم‌فشار

۱۴. یک ماشین گرمایی که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند گرمایی معادل  $600\text{ kJ}$  از منبع گرم با دمای  $327^\circ\text{C}$  گرفته و مقداری از آن را به منبع سرد

با دمای  $27^\circ\text{C}$  می‌دهد. کار انجام شده توسط ماشین و گرمای وارد شده به چشمه سرد چند کیلو ژول است؟

- (۱)  $300$  و  $300$  (۲)  $400$  و  $200$  (۳)  $400$  و  $200$  (۴)  $500$  و  $100$

۱۵. یک ماشین گرمایی در هر چرخه  $4000\text{ J}$  گرما از منبع گرم دریافت می‌کند. اگر بازده ماشین  $60\%$  درصد باشد گرمای تلف شده در هر چرخه

چند ژول است؟

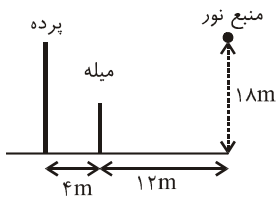
- (۱)  $2400$  (۲)  $1600$  (۳)  $1800$  (۴)  $2000$

۱۶. یک آینه‌ی کاو به شعاع انحنای  $12\text{ cm}$  از جسمی که مقابل آن قرار دارد، تصویری وارونه با بزرگ‌نمایی  $3$  تشکیل داده است. جسم را چند

سانتی‌متر به آینه نزدیک کنیم تا طول تصویر جدید نیز  $3$  برابر طول جسم شود؟

- (۱)  $4$  (۲)  $6$  (۳)  $8$  (۴)  $10$

۱۷. در شکل مقابل، یک منبع نقطه‌ای نور در فاصله‌ی  $18$  متری از سطح زمین قرار دارد. میله‌ای به طول  $6$  متر در



فاصله‌ی  $12$  متری از منبع نور و در فاصله‌ی  $4$  متری از یک پرده به صورت عمودی قرار دارد. طول سایه‌ی

میله روی پرده چند متر است؟

- (۱)  $2$  (۲)  $6$  (۳)  $4$  (۴)  $8$

۱۸. در شکل مقابل پرتو از چه وجهی تحت چه زاویه‌ای از منشور خارج می‌شود؟

- (۱)  $30^\circ$  از وجه AC (۲)  $60^\circ$  از وجه AC

- (۳)  $60^\circ$  از وجه BC (۴)  $30^\circ$  از وجه BC

۱۹. شی‌ای در فاصله‌ی  $24$  سانتی‌متری یک عدسی و اگر با فاصله‌ی کانونی  $8$  سانتی‌متر قرار دارد. فاصله‌ی شیء تا تصویر چند سانتی‌متر است؟

- (۱)  $18$  (۲)  $20$  (۳)  $24$  (۴)  $30$

۲۰. چند کیلو ژول گرما لازم است تا  $10$  کیلوگرم بخر  $10^\circ\text{C}$  به آب  $40^\circ\text{C}$  تبدیل شود؟  $(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.k}}$ ،  $C_{\text{بخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg.k}}$ )

$$(L_f = 334 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}})$$

- (۱)  $410$  (۲)  $192/34$  (۳)  $397$  (۴)  $5230$

۲۱. فشار ستونی از آب به ارتفاع  $68$  سانتی‌متر معادل فشار چند سانتی‌متر جیوه است؟  $(\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  و  $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ )

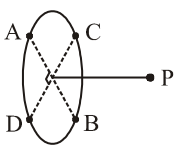
- (۱)  $5$  (۲)  $7/2$  (۳)  $10$  (۴)  $14/4$

۲۲. طول هر ضلع مکعبی  $10\text{ cm}$  و جرم آن  $7/5\text{ kg}$  است. اگر چگالی فلزی که مکعب با آن ساخته شده  $8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  باشد حجم حفره‌ی داخل آن

چند سانتی‌متر مکعب است؟

- (۱)  $500$  (۲)  $50$  (۳)  $62/5$  (۴)  $937/5$

۲۳. دو قطر عمود برهم AB و CD از یک دایره عمودی را در نظر گرفته و چهاربارالکتریکی مشابه  $q = 2\mu\text{C}$  در نقاط A و B و C و D قرار می‌دهیم. اگر شعاع دایره ۳ سانتی‌متر باشد، اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از این بارها در نقطه‌ی P در چهارسانی‌متری از مرکز دایره روی خط عمود بر دایره چند  $\frac{N}{C}$  است؟



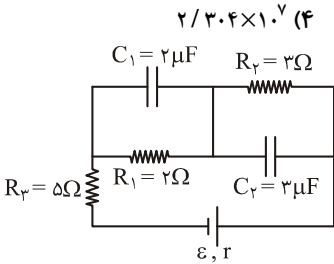
(۴)  $2/304 \times 10^{-7}$

(۳)  $1/152 \times 10^{-7}$

(۲)  $7/2 \times 10^{-6}$

(۱)  $3/6 \times 10^{-6}$

۲۴. در مدار شکل مقابل نسبت انرژی ذخیره شده در  $C_1$  به انرژی ذخیره شده در  $C_2$  چیست؟



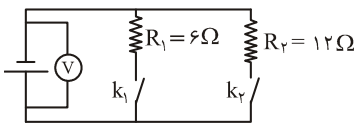
(۲)  $\frac{2}{3}$

(۱)  $\frac{4}{9}$

(۴)  $\frac{3}{2}$

(۳)  $\frac{8}{27}$

۲۵. در مدار شکل مقابل وقتی  $K_1$  بسته و  $K_2$  باز می‌شود، ولت‌متر ۲۴ ولت را نشان می‌دهد. در صورتی که  $K_1$  و  $K_2$  بسته شوند، ولت‌متر چه عددی نشان می‌دهد؟



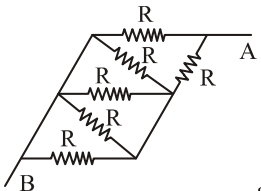
(۲) ۱۴/۴

(۱) ۹/۶

(۴) ۱۶

(۳) ۲۶

۲۶. در مدار شکل مقابل مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B،  $5\Omega$  اهم می‌باشد. R چند اهم است؟



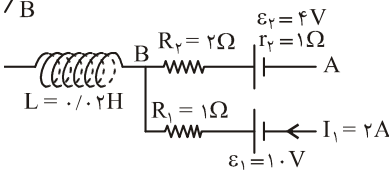
(۲) ۷

(۱) ۵

(۴) ۱۱

(۳) ۹

۲۷. در مدار شکل مقابل اگر انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله  $0.09\text{J}$  باشد،  $V_{AB}$  چند ولت است؟



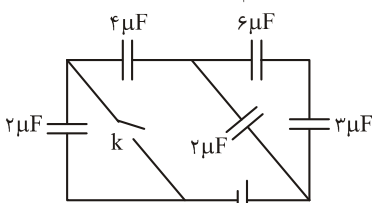
(۲) -۱

(۱) ۱

(۴) ۲

(۳) -۲

۲۸. در مدار شکل مقابل کلید k باز است. وقتی آن را ببندیم انرژی ذخیره شده در خازن ۴ میکروفارادی چند برابر می‌شود؟



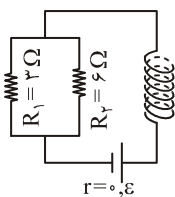
(۲) ۲

(۱) ۱

(۴) ۴

(۳) ۳

۲۹. در مدار شکل مقابل تعداد حلقه‌های سیم‌لوله ۱۰۰۰ و طول آن ۱۲ سانتی‌متر است. اگر میدان مغناطیسی در داخل



(۴) ۱۲

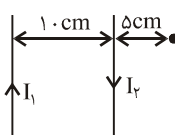
سیم‌لوله  $0.3\text{T}$  باشد. توان مصرفی مقاومت  $R_1$  چند وات است؟  $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}})$

(۳) ۱۰

(۲) ۸

(۱) ۶

۳۰. در شکل مقابل میدان مغناطیسی در نقطه‌ی M درون سو باشد نسبت  $\frac{I_2}{I_1}$  چیست؟



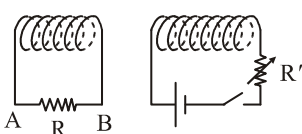
(۴) بزرگ‌تر از ۳

(۳) کوچک‌تر از ۳

(۲) بزرگ‌تر از  $\frac{1}{3}$

(۱) کوچک‌تر از  $\frac{1}{3}$

۳۱. در شکل مقابل در کدام حالت جریان القایی در مقاومت  $R'$  از A به B خواهد بود؟



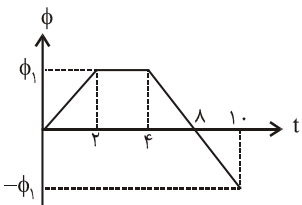
(۱) با بسته بودن کلید دو سیم‌پیچ را از هم دور کنیم

(۲) با بسته بودن کلید مقاومت  $R'$  را زیاد کنیم

(۳) هنگام وصل کلید

(۴) هنگام قطع کلید

۳۲. نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه مطابق شکل مقابل است. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی



القایی در ۶ ثانیه آخر چند برابر اندازه نیروی محرکه‌ی القایی در ۴ ثانیه اول می‌باشد؟

(۲) ۲

(۱) ۱

(۴) ۴

(۳) ۳

۳۳. معادله‌ی سرعت - زمان نوسانگر در SI به صورت  $V = \frac{1}{6} \pi \cos(20\pi t - \frac{\pi}{6})$  در بازه‌ی زمانی  $t = 0$  تا  $t = \frac{1}{6}$  چند ثانیه حرکت نوسانگر تندشونده است؟

- (۱)  $\frac{1}{16}$  (۲)  $\frac{1}{10}$  (۳)  $\frac{1}{12}$  (۴)  $\frac{1}{8}$

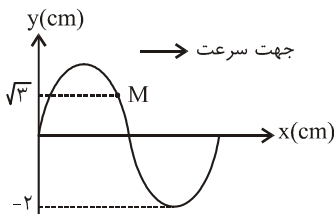
۳۴. معادله‌ی نیرو - مکان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت  $F = -8\pi^2 y$  است. اگر جرم نوسانگر ۲۰۰ گرم باشد این نوسانگر در هر دقیقه چند نوسان انجام می‌دهد؟

- (۱) ۱۵۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۲۵۰ (۴) ۳۰۰

۳۵. تابع موجی به صورت  $U_y = A \sin(\omega t + kx)$  است. این موج ... است و در جهت ... محور ... در حال انتشار است؟

- (۱) عرض - منفی - x (۲) عرض - مثبت - x (۳) طولی - مثبت - y (۴) طولی - منفی - y

۳۶. شکل مقابل نقش موجی با بسامد ۴۰ Hz را در لحظه‌ی  $t = 0$  نشان می‌دهد. بزرگی شتاب توسط



ذره‌ی M در بازه‌ی (۰ تا  $\frac{1}{12}$  ثانیه) چند  $\frac{m}{s^2}$  است؟

- (۱)  $24/4 \pi$  (۲)  $14/4 \pi$  (۳)  $9/6 \pi$  (۴)  $28/8 \pi$

۳۷. یک موج، سرعت  $500 \frac{m}{s}$  در یک سیم منتشر می‌شود. اگر مساحت سطح مقطع سیم  $2 \times 10^{-6}$  مترمربع و چگالی سیم  $3/2 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$  باشد

نیروی کشش سیم چند نیوتن است؟

- (۱) ۸۰۰ (۲) ۱۶۰۰ (۳) ۲۴۰۰ (۴) ۴۸۰۰

۳۸. در طول یک لوله صوتی بسته سه گره تشکیل شده است. اگر فاصله هر دو گره متوالی ۲۰ سانتی‌متر باشد. طول لوله چند متر است؟

- (۱) ۰/۲ (۲) ۰/۲۵ (۳) ۰/۴ (۴) ۰/۵

۳۹. سرعت صوت در گاز هیدروژن  $27^\circ C$  چند برابر سرعت صوت در گاز اکسیژن  $327^\circ C$  می‌باشد؟

- (۱)  $2\sqrt{2}$  (۲) ۴ (۳)  $\frac{\sqrt{2}}{4}$  (۴)  $4\sqrt{2}$

۴۰. جرقه الکتریکی چشمه‌ی تولید کدام یک از پرتوهای زیر می‌باشد؟

- (۱) فرابنفش (۲) مرئی (۳) فروسرخ (۴) رادیوئی

۴۱. در آزمایش یانگ از نوری با طول موج  $0/6$  میکرون استفاده شده. اختلاف زمانی امواج رسیده از دو منبع به محل تشکیل سومین نوار تاریک چند ثانیه است؟

- (۱)  $10^{-14}$  (۲)  $5 \times 10^{-15}$  (۳)  $6 \times 10^{-15}$  (۴)  $4/5 \times 10^{-15}$

۴۲. کدام یک از موارد زیر، گسیل خودبه خودی را نشان می‌دهد؟

- (۱) ۲ فوتون + اتم  $\Rightarrow$  فوتون + \*اتم  
(۲) فوتون + اتم  $\Rightarrow$  \*اتم  
(۳) \*اتم  $\Rightarrow$  فوتون + اتم  
(۴) فوتون + اتم  $\Rightarrow$  ۲ فوتون + \*اتم

۴۳. در اتم برلیوم سه بار یونیزه بلندترین طول موج مربوط به رشته‌ی بالمر تقریباً چند نانومتر است؟ ( $E_R = 13/6 eV, h = 4 \times 10^{-15} eVs$ )

- (۱) ۴۰ (۲) ۳۰ (۳) ۲۰ (۴) ۱۰

۴۴. در هسته‌ی اتم عناصر طبیعی، تعداد پروتون‌های هسته را با Z و تعداد نوترون‌های آن را با N نشان می‌دهیم. اگر از سبک‌ترین اتم‌ها به سمت

سنگین‌ترین آن‌ها برویم. نسبت  $\frac{Z}{N}$  چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) کاهش می‌یابد (۲) افزایش می‌یابد  
(۳) ثابت می‌ماند (۴) با نظم یعنی کم و زیاد می‌شود

۴۵. هرچه مجموع جرم نوترون‌ها و پروتون‌های یک هسته‌ی اتم از جرم آن هسته بیشتر باشد، انرژی بستگی هسته ... است و آن هسته ... است.

- (۱) بیشتر تر - پایدارتر (۲) کم تر - پایدارتر (۳) کم تر - ناپایدارتر (۴) بیش تر - ناپایدارتر

## آزمون (۶)

۱. برآیند سه بردار  $\vec{A} = 3\vec{i}$ ,  $\vec{B} = -\frac{7}{2}\vec{i} + \frac{5\sqrt{3}}{2}\vec{j}$ ,  $\vec{C} = \frac{11}{2}\vec{i} - \frac{5\sqrt{3}}{2}\vec{j}$  کدام است؟

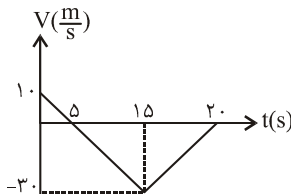
$$3\vec{i} + \sqrt{3}\vec{j} \quad (۴)$$

$$\sqrt{3}\vec{j} \quad (۳)$$

$$5\vec{i} - \sqrt{3}\vec{j} \quad (۲)$$

$$5\vec{i} \quad (۱)$$

۲. نمودار سرعت - زمان متحرکی در مسیر مستقیم مطابق شکل مقابل است. سرعت متوسط آن در مدت



۲۰ ثانیه چند متر بر ثانیه است؟

$$-15 \quad (۲)$$

$$-10 \quad (۱)$$

$$-25 \quad (۴)$$

$$-20 \quad (۳)$$

۳. در یک مسیر مستقیم اتومبیلی با سرعت  $30 \frac{m}{s}$  در حرکت است. از ۵۴ متر جلوتر اتومبیل دیگری با شتاب ثابت،  $3 \frac{m}{s^2}$  از حال سکون در همان

جهت به راه می‌افتد. در این حرکت اتومبیل‌ها دوبار از هم سبقت می‌گیرند. فاصله‌ی زمانی این دو سبقت چند ثانیه است؟

$$10 \quad (۴)$$

$$16 \quad (۳)$$

$$18 \quad (۲)$$

$$12 \quad (۱)$$

۴. دو گلوله به فاصله‌ی زمانی ۲ ثانیه از نقطه‌ای به ارتفاع h در شرایط خلأ رها می‌شوند. اگر بیش‌ترین فاصله‌ی بین آن‌ها در طول حرکت به ۶۰ متر

برسد، ارتفاع h چند متر است؟

$$120 \quad (۴)$$

$$100 \quad (۳)$$

$$90 \quad (۲)$$

$$80 \quad (۱)$$

۵. اگر برد و ارتفاع اوج پرتابه‌ای که از سطح زمین پرتاب شد، به ترتیب ۴۸ و ۹ متر باشد زاویه‌ی پرتاب آن نسبت به افق چند درجه است؟

$$53 \quad (۴)$$

$$60 \quad (۳)$$

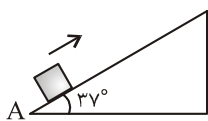
$$37 \quad (۲)$$

$$30 \quad (۱)$$

۶. در شکل مقابل جسم را از نقطه‌ی A مماس بر سطح شیب‌دار رو به بالا پرتاب می‌کنیم. جسم به نقطه‌ای رسیده و

برمی‌گردد. اگر اندازه‌ی شتاب موقع رفت ۲ برابر اندازه‌ی شتاب در برگشت باشد، ضریب اصطکاک جنبشی سطح

کدام است؟



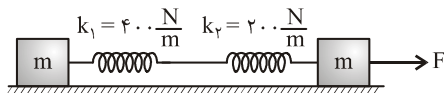
$$0.25 \quad (۴)$$

$$\frac{5}{8} \quad (۳)$$

$$\frac{3}{8} \quad (۲)$$

$$0.5 \quad (۱)$$

۷. اگر در شکل مقابل افزایش طول فنر  $k_1$  برابر ۸cm باشد نیروی F چند نیوتن است؟



$$32 \quad (۲)$$

$$24 \quad (۱)$$

$$48 \quad (۴)$$

$$64 \quad (۳)$$

۸. جسمی به جرم ۴kg سرعتی معادل  $V_1$  دارد. اگر سرعتش در یک مسیر مستقیم به اندازه‌ی  $6 \frac{m}{s}$  افزایش یابد انرژی جنبشی آن ۴ برابر می‌شود.

اندازه‌ی حرکت آن قبل از افزایش سرعت چند واحد SI بوده است؟

$$32 \quad (۴)$$

$$24 \quad (۳)$$

$$12 \quad (۲)$$

$$6 \quad (۱)$$

۹. جرم گلوله‌ی A، سه برابر جرم گلوله‌ی B است و هر دو روی مسیر دایره‌ای با سرعت برابر می‌چرخند. شتاب مرکزگرای گلوله‌ی A چند برابر

شتاب مرکزگرای گلوله‌ی B است؟

$$9 \quad (۴)$$

$$1 \quad (۳)$$

$$\frac{1}{3} \quad (۲)$$

$$3 \quad (۱)$$

۱۰. در شکل مقابل نیروی ثابت F در راستای قائم به یک جسم ۳ کیلوگرمی وارد می‌شود. اندازه‌ی کار این نیرو در ثانیه‌های متوالی یک بازه‌ی زمانی

معین ...



(۲) کاهش می‌یابد

(۱) افزایش می‌یابد

(۴) بسته به شرایط هر سه ممکن است درست باشد

(۳) کاهش و سپس افزایش

۱۱. یک قطعه‌ی ۲۰۰ گرمی از مس با دمای  $81^\circ C$  را در ظرف عایقی که حاوی ۴۰۰g آب با دمای  $15^\circ C$  است می‌اندازیم. اگر گرمای ویژه‌ی

مس و آب به ترتیب  $400 \frac{J}{kg \cdot K}$ ,  $4200 \frac{J}{kg \cdot K}$  دمای تعادل چند سلسیوس می‌شود؟

$$28 \quad (۴)$$

$$23 \quad (۳)$$

$$20 \quad (۲)$$

$$18 \quad (۱)$$

۱۲. طول میله‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس برابر ۵۰۰ cm است. اگر طول آن در دمای  $40^\circ\text{C}$  به  $50.1\text{ cm}$  برسد، ضریب انبساط طولی آن در SI کدام است؟

- (۱)  $5 \times 10^{-4}$  (۲)  $5 \times 10^{-5}$  (۳)  $4 \times 10^{-4}$  (۴)  $4 \times 10^{-5}$

۱۳. استوانه‌ای به حجم ۱۵۰ لیتر محتوی گاز کاملی با دمای  $27^\circ\text{C}$  و فشار ۱۰ جو می‌باشد. اگر با استفاده از پیستون حجم همان گاز را به  $120$  لیتر و دمای آن را نیز به  $47^\circ\text{C}$  برسانیم. فشار گاز در این حالت چند جو می‌شود؟

- (۱) ۱۵ (۲)  $\frac{80}{3}$  (۳)  $\frac{40}{3}$  (۴) ۱۸

۱۴. در یک آینه‌ی تخت زاویه‌ای که بین پرتو تابش و پرتو بازتابش ایجاد می‌شود، ۵ برابر زاویه‌ای است که پرتو تابش با آینه می‌سازد. در این حالت زاویه‌ی تابش چند درجه است؟

- (۱)  $67/5$  (۲) ۶۰ (۳) ۵۳ (۴) ۷۵

۱۵. جسمی به طول  $L_1$  در فاصله‌ی  $d_1$  از یک آینه‌ی محدب قرار دارد. تصویر آن به طول  $L_2$  در فاصله‌ی  $d_2$  از آینه تشکیل می‌شود. در این مورد از نظر اندازه کدام رابطه درست است؟

(۱)  $d_2 < d_1, L_2 < L_1$  (۲)  $d_2 < d_1, L_2 > L_1$

(۳)  $d_2 > d_1, L_2 > L_1$  (۴) بسته به اندازه‌ی  $d_1$  هر کدام ممکن است.

۱۶. می‌خواهیم تصویر یک جسم در یک آینه‌ی کاو (مقعر) کوچک‌تر از خود جسم شود. برای این منظور کدام رابطه باید بین فاصله‌ی جسم تا آینه (P) و فاصله‌ی کانونی آینه (f) برقرار می‌باشد؟

- (۱)  $P > 2f$  (۲)  $P < f$  (۳)  $P < 2f$  (۴)  $2f > P > f$

۱۷. فاصله‌ی یک شیء از عدسی واگرای، ۵ برابر فاصله‌ی کانونی عدسی است. در این صورت طول شیء چند برابر طول تصویر است؟

- (۱) ۴ (۲) ۵ (۳) ۶ (۴) ۷

۱۸. فشارسنجی را درون سیالی به چگالی  $\rho = 2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  به تدریج پایین می‌بریم. در ازای هر یک سانتی‌متر که پایین می‌رود، تقریباً چند پاسکال بر آن چه که نشان می‌دهد، اضافه می‌شود؟

- (۱)  $0.02$  (۲)  $0.2$  (۳) ۲۰ (۴) ۲۰۰

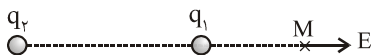
۱۹. سطح مقطع یک لوله‌ی موئین  $0.4\text{ mm}^2$  می‌باشد. آن را در آب قرار می‌دهیم. آب تا ارتفاع  $40\text{ m}$  از آن بالا می‌رود. نیروی موئینگی چند نیوتن است؟

- (۱) ۱۶ (۲)  $0.16$  (۳)  $0.4$  (۴)  $0.64$

۲۰. حجم جسم A، چهار برابر حجم جسم B و جرم آن، ۱۰ برابر جرم جسم B است. چگالی جسم A چند برابر چگالی جسم B می‌باشد؟

- (۱)  $\frac{2}{3}$  (۲)  $\frac{3}{2}$  (۳)  $\frac{4}{9}$  (۴)  $\frac{9}{4}$

۲۱. میدان الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی  $q_1, q_2$  در نقطه‌ی M روی خط واصل بارها مطابق شکل مقابل است. نوع بار الکتریکی آن‌ها به ترتیب کدام است؟



- (۱) مثبت - منفی (۲) منفی - مثبت

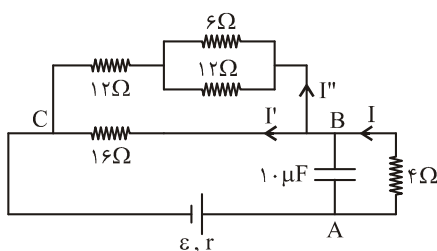
(۳) مثبت - مثبت (۴) بسته به شرایط هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

۲۲. اگر در شکل مقابل بار الکتریکی ذخیره شده در خازن  $120\text{ }\mu\text{C}$  باشد، شدت جریانی که

از مقاومت ۶ اهمی می‌گذرد چند آمپر است؟

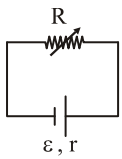
- (۱)  $0.5$  (۲) ۱

- (۳)  $\frac{2}{3}$  (۴)  $\frac{3}{2}$





۲۳. در شکل مقابل نسبت  $\frac{R}{r}$  چه باشد تا توان مفید مدار بیشینه شود؟



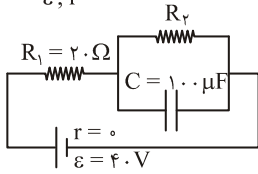
(۴) بی نهایت

$\frac{1}{2}$  (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۴. اگر در مدار شکل مقابل  $R_p$  را از صفر تا بی نهایت افزایش می دهیم، انرژی خازن C چگونه تغییر می کند؟



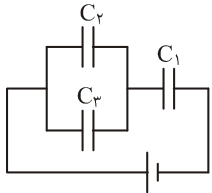
(۲) از ۰.۲ J تا ۰.۴ J

(۱) از صفر تا ۰.۸ J

(۴) از ۰.۳ J تا صفر

(۳) از صفر تا ۰.۱۶ J

۲۵. سه خازن با ظرفیت های  $C_1 = 2\mu F$ ,  $C_2 = 4\mu F$  و  $C_3 = 6\mu F$  مطابق شکل بسته شده اند. بار الکتریکی  $C_p$  چند میکروکولن است؟



۱۲ (۲)

۸ (۱)

۲۰ (۴)

۱۶ (۳)

۲۶. ضریب خودالقایی القاگری ۲۰ میلی هانری است. اگر انرژی ذخیره شده در آن ۰.۴ ژول باشد، شدت جریان داخل آن چند آمپر است؟

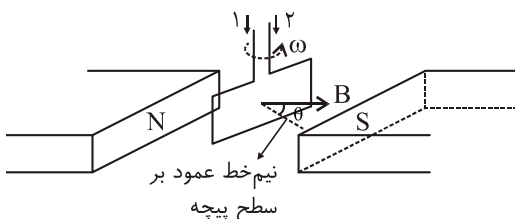
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۷. شکل مقابل پیچهای را نشان می دهد که با بسامد زاویه ای  $\omega$  در جهت نشان داده شده می چرخد. جریان القایی مدار در کدام جهت بوده و اندازه ی نیروی محرکه ی القایی در لحظه ی نشان داده شده در شکل در چه حالتی است؟



۱، کاهش (۲)

۱، افزایش (۱)

۲، کاهش (۴)

۲، افزایش (۳)

۲۸. در یک سیم لوله اگر با ثابت ماندن همه ی عوامل، فقط شدت جریان عبوری از آن را ۲ برابر کنیم میدان مغناطیسی ایجاد شده در داخل آن، چند برابر می شود؟

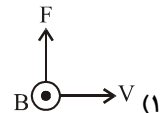
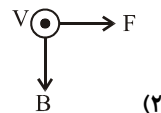
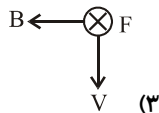
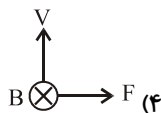
۱۶ (۴)

۸ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

۲۹. یک الکترون با سرعت  $\vec{v}$  عمود بر یک میدان مغناطیسی  $\vec{B}$  حرکت می کند و به آن نیروی F وارد می شود کدام شکل وضعیت این سه بردار را درست نشان می دهد؟



(۴)

(۳)

(۲)

(۱)

۳۰. در لحظه ای که انرژی پتانسیل یک نوسان گر ۴ برابر انرژی جنبشی آن است، سرعت نوسان گر  $\frac{m}{s}$  می باشد. بیشینه سرعت این نوسان گر چند متر بر ثانیه است؟

$4\sqrt{5}$  (۴)

$\sqrt{5}$  (۳)

$\frac{\sqrt{5}}{2}$  (۲)

$2\sqrt{5}$  (۱)

۳۱. به انتهای یک فنر به جرم ناچیز وزنه ی ۱ کیلوگرمی می آویزیم و آن را در راستای قائم با دامنه ی کم به نوسان درمی آوریم. اگر ثابت فنر  $\frac{N}{m}$  ۴۰ باشد، وزنه در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می دهد؟ ( $\pi^2 = 10$ )

۱۲۰ (۴)

۶۰ (۳)

۳۰ (۲)

۲۰ (۱)

۳۲. دوره ی آونگ ساده ی ۲ ثانیه است. کاهش طول آونگ چه کسری از طول اولیه ی آونگ شود تا دوره ی آن ۱ ثانیه شود؟

$\frac{2}{5}$  (۴)

$\frac{1}{2}$  (۳)

$\frac{3}{4}$  (۲)

$\frac{1}{4}$  (۱)

۳۳. معادله ی موجی در SI به صورت  $U_y = A \sin(\omega t - 10\pi x)$  است. این موج فاصله ی ۳۰ سانتی متر را در ۰.۳ ثانیه می پیماید. این موج در هر دقیقه چند نوسان انجام می دهد؟

۳۰۰۰ (۴)

۱۵۰۰ (۳)

۱۲۰۰ (۲)

۶۰۰ (۱)

۳۴. امواج حاصل از یک منبع ارتعاشی که بسامد آن  $40 \text{ Hz}$  است با سرعت  $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  در یک بعد منتشر می‌شود. نزدیک‌ترین فاصله‌ی بین دو نقطه که در فاز مقابل‌اند چند متر است؟

- ۰/۱ (۱)      ۰/۰۵ (۲)      ۰/۲ (۳)      ۰/۴ (۴)

۳۵. سرعت صوت در گازهیدروژن با دمای  $27^\circ\text{C}$ ،  $2\sqrt{2}$  برابر سرعت صوت در گاز اکسیژن  $\theta$  چند درجه سانتی‌گراد است.  $\theta$  چند درجه سانتی‌گراد می‌باشد؟

- ۳۲۷ (۱)      ۶۰۰ (۲)      ۵۰۰ (۳)      ۲۷ (۴)

۳۶. شنونده‌ای در یک فضای باز به صدای رادیو گوش می‌دهد. اگر فاصله‌ی او تا رادیو ۵ برابر شود، تراز شدت صوت چند دسی‌بل کاهش می‌یابد؟

- ۲۱ (۱)      ۷ (۲)      ۱۴ (۳)      ۳۰ (۴)

۳۷. کدام مورد از نظر فیزیکی درست نیست؟

(۱) وقتی نور از آب وارد هوا می‌شود سرعت آن افزایش می‌یابد.

(۲) در عبور نور از یک محیط به محیط دیگر، با افزایش سرعت نور، بسامد آن نیز افزایش می‌یابد.

(۳) در عبور نور از یک محیط به محیط دیگر، اگر سرعت نور افزایش یابد، طول موج آن نیز افزایش می‌یابد.

(۴) در بازتابش نور از سطح خمیده، زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی بازتابش باهم برابرند.

۳۸. در آزمایش یانگ اگر فاصله‌ی پنجمین نوار تاریک از نوار روشن مرکزی برابر  $4/5$  میلی‌متر باشد عرض هر نوار تاریک یا روشن چند میلی‌متر است؟

- $\frac{1}{2}$  (۱)       $\frac{1}{4}$  (۲)       $\frac{2}{3}$  (۳)       $\frac{3}{4}$  (۴)

۳۹. در یک دمای معین و در مقایسه با اجسام دیگر جسم سیاه ... گسیلنده و ... جذب‌کننده‌ی موج‌های الکترومغناطیسی است؟

- (۱) بهترین - بهترین      (۲) بدترین - بدترین      (۳) بدترین - بدترین      (۴) بدترین - بهترین

۴۰. اگر در اتم هیدروژن انرژی الکترون در مدار اول ( $E_1$ ) برابر  $13/6$  - الکترون ولت باشد، انرژی الکترون در مدار سوم ( $E_3$ ) برابر چند الکترون ولت خواهد شد؟

- ۰/۸۵ (۱)      -۴/۵ (۲)      -۳/۴ (۳)      -۱/۵۱ (۴)

۴۱. یک عنصر رادیواکتیو چه ذراتی را باید تابش کند تا بدون تغییر عدد اتمی عددجرمی آن ۸ واحد کم شود؟

(۱) دو ذره  $\alpha$  و ۴ ذره  $\beta$

(۲) دو ذره  $\alpha$  و دو ذره  $\beta$

(۳) دو ذره  $\alpha$  و یک ذره  $\beta$

(۴) یک ذره  $\alpha$  و ۲ ذره  $\beta$

۴۲. چند درصد از هسته‌های یک عنصر رادیواکتیو بعد از مدتی معادل ۴ برابر نیم عمر، تجزیه نشده باقی می‌ماند؟

- ۶/۲۵ (۱)      ۱۲/۵ (۲)      ۳/۱۲۵ (۳)      ۲۵ (۴)

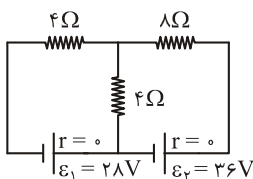
۴۳. ☆ اگر  $R$  ثابت گازها برحسب  $\frac{\text{J}}{\text{mol.k}}$  باشد، مقدار گرمایی که در فشار ثابت باید به یک مول از گاز تک اتمی بدهیم تا دمای آن ۱ کلوین بالا بی‌برد، برابر کدام است؟

- $\frac{1}{2} R$  (۱)       $\frac{3}{2} R$  (۲)       $\frac{5}{2} R$  (۳)       $\frac{7}{2} R$  (۴)

۴۴. در مدار شکل مقابل شدت جریان الکتریکی در مقاومت ۸ اهمی چند آمپر است؟

- ۷/۶ (۱)      ۶/۲ (۲)

- ۵ (۳)      ۶ (۴)



۴۵. ☆ یک خنک‌کننده در هر ساعت  $3 \times 10^6 \text{ J}$  گرما از اتاق گرفته و در همان مدت  $3/9 \times 10^6 \text{ J}$  گرما به فضای بیرون می‌دهد. توان این خنک‌کننده چند کیلووات است؟

- ۰/۲ (۱)      ۰/۲۵ (۲)      ۲ (۳)      ۲/۵ (۴)

## آزمون (۷)

۱. یک منبع گسترده‌ی نور از جسم کدری که به موازات آن قرار دارد، سایه و نیم‌سایه‌ای بر روی پرده تشکیل داده است. اگر اندازه‌ی جسم کدر را سه برابر کنیم. پهنای نیم سایه چند برابر می‌شود؟

- (۱) سه برابر  
(۲) بیش‌تر از سه برابر و کم‌تر از ۹ برابر  
(۳) ۹ برابر  
(۴) تغییر نمی‌کند.

۲. پرتو نوری از هوا به جسمی می‌تابد، بخشی از آن می‌شکند و وارد جسم می‌شود و بخش دیگر بازتاب می‌شود اگر پرتو شکست عمود بر پرتو بازتابش باشد و ضریب شکست جسم  $n = \sqrt{3}$  باشد، زاویه‌ی شکست چند درجه است؟

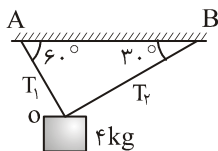
- (۱)  $30^\circ$   
(۲)  $37^\circ$   
(۳)  $45^\circ$   
(۴)  $60^\circ$

۳. درون ظرفی تا ارتفاع ۳۰ cm از مایعی ریخته‌ایم. وقتی به طور قائم از بالا به کف ظرف نگاه می‌کنیم. کف ظرف را ۶ cm بالاتر می‌بینیم. از همان مایع به ارتفاع مایع چند سانتی‌متر بیافزاییم تا وقتی به طور قائم به کف ظرف نگاه کنیم آن را در ۳۰ سانتی‌متری از سطح مایع ببینیم؟

- (۱)  $1/2$   
(۲) ۶  
(۳)  $7/5$   
(۴) ۱۲

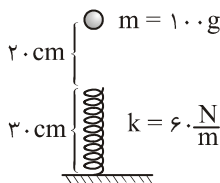
۴. در یک عدسی، حداکثر فاصله‌ی تصویر تا عدسی ۴۰ cm است. اگر جسمی در فاصله‌ی ۱۰ cm از این عدسی قرار گیرد، بزرگ‌نمایی خطی تصویر آن چه می‌شود؟

- (۱)  $1/4$   
(۲)  $3/4$   
(۳)  $1/5$   
(۴)  $4/5$



۵. در شکل مقابل اگر نخ OA بریده شود، درست در لحظه‌ی قطع نخ وزنه با چه شتابی حرکت می‌کند؟

- (۱)  $5\sqrt{3}$   
(۲) ۵  
(۳)  $2\sqrt{3}$   
(۴) ۲



۶. در شکل مقابل، گلوله رها می‌شود. در چه فاصله‌ای از زمین سرعت گلوله به بیش‌ترین مقدار خود می‌رسد؟

- (۱) ۳۰ cm  
(۲)  $85/3$  cm  
(۳) ۲۰ cm  
(۴) ۱۸ cm

۷. سطح مقطع یک لوله‌ی موئین  $4 \text{ mm}^2$  می‌باشد. آن را در آب قرار می‌دهیم. آب تا ارتفاع ۴۰ متر از آن بالا می‌رود. نیروی موئینگی چند نیوتن است؟

- (۱)  $0.04$   
(۲) ۱۶  
(۳)  $0.16$   
(۴)  $0.64$

۸. فشار در بالا و پایین یک کوه به ترتیب  $1.0^5 \text{ Pa}$  و  $8/5 \times 10^4 \text{ Pa}$  می‌باشد. اگر چگالی متوسط هوا  $1/2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  باشد. ارتفاع کوه چند متر است؟

- (۱) ۱۲۰۰  
(۲) ۱۲۵۰  
(۳) ۱۵۰۰  
(۴) ۳۰۰۰

۹. یک گرماسنج با ظرفیت گرمایی  $150 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$  محتوی  $0.5 \text{ kg}$  آب  $8^\circ\text{C}$  است. یک قطعه فلز بادمای  $110^\circ\text{C}$  را در آن وارد می‌کنیم دمای تعادل

$10^\circ\text{C}$  می‌شود. ظرفیت گرمایی قطعه فلز چند  $\frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$  است؟

- (۱) ۴۵  
(۲) ۳۹  
(۳) ۵۴  
(۴) ۱۰۰

۱۰. حجم یک قطعه آهن در دمای  $30^\circ\text{C}$  برابر  $100 \text{ cm}^3$  است. اگر دمای آن را به  $80^\circ\text{C}$  برسانیم، افزایش حجم آن برحسب سانتی‌متر مکعب به

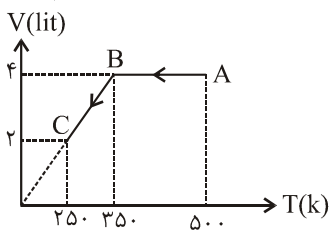
کدام گزینه نزدیک‌تر خواهد بود؟ ( $\alpha = 7/8 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ )

- (۱)  $0.4$   
(۲)  $0.7$   
(۳)  $1.2$   
(۴)  $1.9$

۱۱. می‌خواهیم مخزن فولادی به حجم ۲۵ لیتر را از هوای  $27^\circ\text{C}$  تا فشار ۶ atm پر کنیم. برای این کار تلمبه می‌زنیم. در هر بار  $1/4$  لیتر هوای  $3^\circ\text{C}$ -

در فشار یک اتمسفر را وارد مخزن می‌کنیم. چندبار بایستی تلمبه بزنیم؟

- (۱) ۹۰  
(۲) ۱۸۰  
(۳) ۱۳۵  
(۴) ۲۷۰



۱۲. در شکل مقابل تغییرات حجم ۱ مول از یک گاز تک اتمی برحسب دمای مطلق رسم شده است.

گرمایی که گاز در فرآیند ABC از محیط می‌گیرد چند ژول است؟

- (۱) ۳۴۰۰  
(۲) ۲۴۰۰  
(۳) ۳۸۰۰  
(۴) ۱۹۰۰

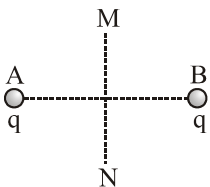
۱۳. یک یخچال در مدت ۲۰ دقیقه ۲ kg آب ۲۰ °C را به یخ ۱۰ °C تبدیل می‌کند. ضریب عملکرد آن  $k = 4$  می‌باشد توان موتور یخچال چند

وات است؟

- (۱) ۱۸۳/۷۵  
(۲) ۱۴۷۰  
(۳) ۷۳۵  
(۴) ۳۶۷/۵

۱۴. دو بار نقطه‌ای q در دو نقطه‌ای A و B قرار دارند. روی عمود منصف AB از نقطه‌ی M به N می‌رویم اندازه میدان

الکتریکی چه تغییری می‌کند؟



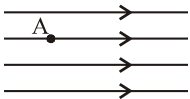
(۱) کاهش می‌یابد

(۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

(۳) افزایش، کاهش، افزایش، کاهش می‌یابد.

۱۵. مطابق شکل ذره‌ای با بار  $1 \mu\text{C}$  و جرم ۸ میلی‌گرم را با سرعت  $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  در جهت خطوط میدان پرتاب می‌کنیم. سرعت ذره در لحظه‌ی عبور از

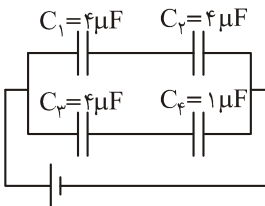
نقطه‌ای که ولتاژ آن ۱۶ ولت کم‌تر از ولتاژ A می‌باشد چند  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  می‌شود؟



- (۱) ۱  
(۲)  $\sqrt{3}$   
(۳) ۲  
(۴)  $2\sqrt{3}$

۱۶. در شکل مقابل اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $C_1$  می‌باشد. اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $C_3$  چند

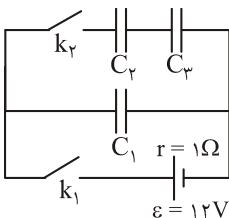
ولت است؟



- (۱) ۲۰  
(۲) ۴۰  
(۳) ۵۰  
(۴) ۱۰۰

۱۷. در شکل مقابل، ظرفیت هر خازن  $20 \mu\text{F}$  است. اگر کلید  $k_1$  را باز و  $k_2$  را ببندیم. چند ژول انرژی در خازن

$C_3$  ذخیره می‌شود. (خازن‌های  $C_1$  و  $C_2$  در ابتدا بدون بار هستند)



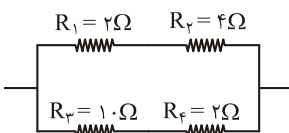
- (۱)  $1/6 \times 10^{-4}$   
(۲)  $1/6 \times 10^{-4}$   
(۳)  $3/2 \times 10^{-4}$   
(۴)  $3/2 \times 10^{-4}$

۱۸. ضریب دمایی مقاومت فلزی  $\alpha = \frac{1}{25} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  می‌باشد. در چه دمایی مقاومت الکتریکی آن، دو برابر مقاومت الکتریکی آن در دمای صفر درجه

سانتی‌گراد است؟

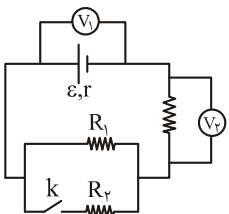
- (۱)  $500 \text{ } ^\circ\text{C}$   
(۲)  $250 \text{ } ^\circ\text{C}$   
(۳)  $250 \text{ } ^\circ\text{C}$   
(۴)  $273 \text{ } ^\circ\text{C}$

۱۹. چهار مقاومت مطابق شکل، به دو سر مولدی وصل شده‌اند. در کدام مقاومت، گرما بیش‌تر تولید می‌شود؟

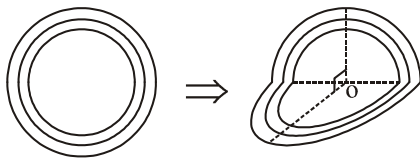


- (۱)  $R_1$   
(۲)  $R_2$   
(۳)  $R_3$   
(۴)  $R_4$

۲۰. در مدار شکل مقابل با وصل کلید k اعداد که ولت‌سنج‌های  $V_1$  و  $V_2$  نشان می‌دهند چه تغییری می‌کند؟

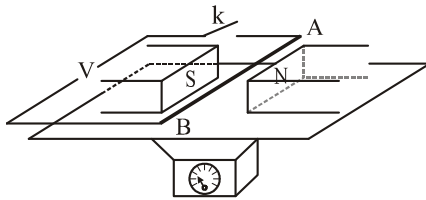


- (۱) کم - کم  
(۲) زیاد - زیاد  
(۳) کم - زیاد  
(۴) زیاد - زیاد



۲۱. مطابق شکل مقابل، پیچهای دارای ۵۰ حلقه می‌باشد. آن را از وسط تا می‌کنیم تا دو نیمه‌ای آن برهم عمود شوند. اگر جریان  $20A$  از پیچه عبور کند و شعاع حلقه‌های پیچه  $4\pi\text{cm}$  باشد اندازه‌ی میدان مغناطیسی در نقطه‌ی O چند گوس می‌شود؟

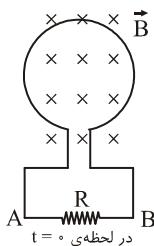
۲(۴)

 $\sqrt{2}$  (۳) $\frac{1}{2}$  (۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$  (۱)

۲۲. در شکل زیر سیم افقی AB در میدان مغناطیسی یکنواخت بین دو قطب معلق می‌باشد. و قبل از وصل کلید k ترازو عدد  $10N$  را نشان می‌دهد. پس از وصل کلید k، جریان  $20A$  از سیم می‌گذرد و ترازو عدد  $8N$  را نشان می‌دهد. اگر طول سیم  $10\text{cm}$  باشد، اندازه‌ی میدان چند تسلا و جهت جریان در سیم چیست؟

A به B و از ۱T (۴)

B به A و از ۱T (۳)

A به B و از  $0.1T$  (۲)B به A و از  $0.1T$  (۱)

۲۳. مطابق شکل مقابل حلقه‌ی فلزی عمود بر خطوط میدان مغناطیسی‌ای متغیر قرار دارد. اگر معادله‌ی شار مغناطیسی که از حلقه می‌گذرد در SI به صورت  $\Phi = t^2 - 9$  باشد در لحظه‌ی  $t = 3$  بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی چند ولت و جهت جریان القایی در مقاومت R چگونه است؟

B به A و از  $6V$  (۲)A به B و از  $6V$  (۱)B به A و از  $9V$  (۴)A به B و از  $9V$  (۳)

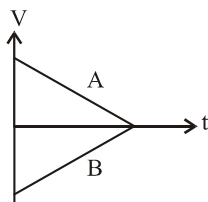
۲۴. از سیم‌لوله‌ای، جریانی به معادله‌ی  $i = 2t^2 + 4t$  (در SI) می‌گذرد. اگر ضریب خودالقایی سیم‌لوله  $0.2H$  باشد اندازه‌ی نیروی محرکه القایی در  $t = 1$  چند ولت است؟

۱/۲ (۴)

۱/۶ (۳)

۰/۲ (۲)

۰/۱ (۱)



۲۵. نمودار  $V-t$  دو متحرک A و B مطابق شکل مقابل رسم شده است. نوع حرکت آن‌ها چگونه است؟

A کندشونده در جهت منفی و B کندشونده در جهت مثبت (۱)

A کندشونده در جهت مثبت و B کندشونده در جهت منفی (۲)

A و B هر دو کندشونده در جهت منفی (۳)

A و B تندشونده در جهت مثبت (۴)

۲۶. دو جسم در شرایط خلأ از ارتفاع  $h$  با سرعت  $30 \frac{m}{s}$  یکی روبه بالا و دیگری رو به پایین پرتاب می‌شوند. اگر زمان رسیدن به زمین برای یکی

دو برابر دیگری باشد.  $h$  چند متر است؟

۳۶۰ (۴)

۲۷۰ (۳)

۱۸۰ (۲)

۹۰ (۱)

۲۷. بردار مکان ذره‌ای در SI به صورت  $\vec{r} = (3t^2 + 5)\vec{i} + (t^3 - 4t^2 + 2)\vec{j}$  است. در لحظه‌ای که مؤلفه‌ی قائم شتاب صفر است، مولفه افقی سرعت چند متر بر ثانیه است؟

۸ (۴)

 $\frac{8}{3}$  (۳)

۱۳ (۲)

 $\frac{4}{3}$  (۱)

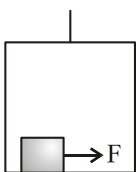
۲۸. در شکل مقابل آسانسور ساکن و جسم A توسط نیروی F با سرعت ثابتی در کف آسانسور کشیده می‌شود. اگر آسانسور

(۱) بازهم با سرعت ثابت خواهد بود.

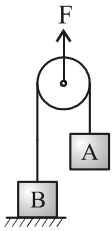
(۲) تندشونده خواهد بود.

(۴) معلومات داده شده کافی نیست

(۳) کندشونده خواهد بود



۲۹. در شکل روبه‌رو  $m_A = 1\text{kg}$  و  $m_B = 4\text{kg}$  و وزن قرقره  $4\text{N}$  می‌باشد. حداقل  $F$  چند نیوتن باشد تا جسم  $B$  در آستانه‌ی جدا شدن از سطح زمین باشد؟



- (۱)  $90\text{N}$   
(۲)  $140\text{N}$   
(۳)  $138\text{N}$   
(۴)  $96\text{N}$

۳۰. دو جسم به جرم‌های  $4\text{kg}$  و  $6\text{kg}$  به فتری به ثابت  $200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  بسته شده‌اند. و درحالی که فنر طول عادی خود را دارد بر سطح افقی که ضریب اصطکاکش با دو جسم  $\mu_s = 0/2$  می‌باشد قرار دارند. حداکثر دو جرم را چند سانتی‌متر می‌توان از این حالت به هم نزدیک کرد تا وقتی مجموعه را رها کنیم دو جسم باهم ساکن بمانند؟

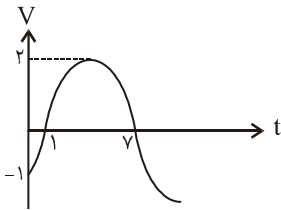


- (۱)  $4$   
(۲)  $6$   
(۳)  $10$   
(۴)  $12$

۳۱. تابع مکان زاویه‌ای - زمان جسمی که بر روی مسیر دایره‌ای به شعاع  $8\text{m}$  حرکت می‌کند در SI به صورت  $\theta = (t^2 + 1) \frac{\pi}{3}$  است در بازه‌ی

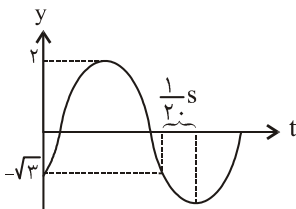
زمانی بین صفر تا  $t = 2\text{s}$  سرعت متوسط خطی این جسم چندمتر بر ثانیه است؟

- (۱)  $4$   
(۲)  $2\sqrt{3}$   
(۳)  $4\sqrt{3}$   
(۴)  $2$



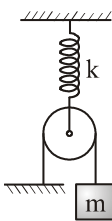
۳۲. نمودار سرعت - زمان نوسانگر مطابق شکل زیر است. فاز اولیه حرکت نوسانگر چند رادیان است؟

- (۱)  $\frac{11\pi}{6}$   
(۲)  $\frac{5\pi}{12}$   
(۳)  $\frac{4\pi}{3}$   
(۴)  $\frac{7\pi}{6}$



۳۳. نمودار مکان - زمان نوسانگر مطابق شکل مقابل است دوره حرکت چند ثانیه است؟

- (۱)  $2/4$   
(۲)  $1/2$   
(۳)  $0/3$   
(۴)  $0/6$



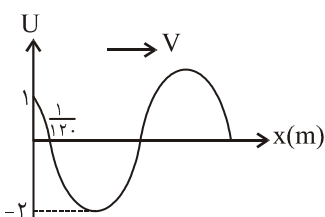
۳۴. در شکل مقابل دوره‌ی حرکت ارتعاشی جسم  $m$  چیست؟ (از جرم قرقره و نخ و اصطکاک‌ها صرف‌نظر شود)

- (۱)  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$   
(۲)  $T = \pi\sqrt{\frac{m}{k}}$   
(۳)  $T = 4\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$   
(۴)  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$

۳۵. دو نقطه‌ی  $A$  و  $B$  واقع بر یک ریسمان که در طول آن موج عرضی، بسامد  $110\text{Hz}$  ایجاد شده قرار دارند اگر نقطه‌ی  $B$  سومین نقطه‌ی در فاز

مقابل با نقطه‌ی  $A$  بوده و سرعت انتشار موج عرضی در طول ریسمان  $50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد، فاصله‌ی دو نقطه از یکدیگر چند متر است؟

- (۱)  $1$   
(۲)  $1/25$   
(۳)  $1/5$   
(۴)  $2$



۳۶. نقش موجی در لحظه‌ی  $t = 0$  در یک طناب همگن مطابق شکل زیر است. اگر بسامد موج  $20\text{Hz}$  باشد،

سرعت انتشار موج چند متر بر ثانیه است؟

- (۱)  $1$   
(۲)  $2$   
(۳)  $10$   
(۴)  $20$

۳۷. در تار مرتعشی که یک سر آن باز است، ۲ گره به فاصله ۱۰ سانتی متر از یکدیگر تشکیل شده است. اگر سرعت انتشار ارتعاشات در طول

آن  $800 \frac{m}{s}$  باشد، بسامد هماهنگ سوم تارچند هرتز است؟

- ۳۰۰۰ (۱)      ۴۰۰۰ (۲)      ۶۰۰۰ (۳)      ۸۰۰۰ (۴)

۳۸. در طول لوله صوتی بسته‌ای ۲ گره به فاصله ۲۰ cm از یکدیگر تشکیل شده است. اگر بسامد صوت لوله ۸۲۰ Hz باشد دمای هوای درون لوله

چند درجه سانتی گراد است؟

- ۵ (۱)      -۱۰ (۲)      ۵ (۳)      ۱۰ (۴)

۳۹. ☆ بسامد صوتی که یک چشمه گسیل می‌کند ۳۰۰ Hz است. اگر این چشمه با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  روی یک خط راست حرکت کند، اختلاف طول موج

دریافتی در جلوی منبع و عقب منبع چند سانتی متر است؟

- $\frac{1}{120}$  (۱)       $\frac{1}{60}$  (۲)

- $\frac{1}{240}$  (۳)      (۴) بستگی به سرعت انتشار صورت در محیط دارد.

۴۰. اگر معادله‌ی میدان مغناطیسی برای موج‌های الکترومغناطیسی به صورت  $\vec{B} = B_m \sin(\pi \times 10^{16} t - \frac{\pi}{6} \times 10^8 x) \vec{j}$  باشد، میدان الکتریکی کدام

گزینه است؟

$$E = E_m \sin(\pi \times 10^{16} t - \frac{\pi}{3} \times 10^8 y) \vec{k} \quad (۲) \quad E = -E_m \sin(\pi \times 10^{16} t - \frac{\pi}{3} \times 10^8 x) \vec{k} \quad (۱)$$

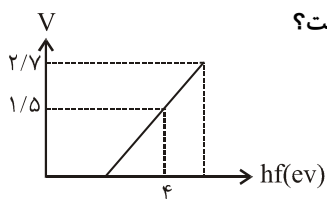
$$E = E_m \sin(\pi \times 10^{16} t - \frac{\pi}{3} \times 10^8 z) \vec{i} \quad (۴) \quad E = E_m \sin(\frac{\pi}{3} \times 10^8 t + \pi \times 10^{16} z) \vec{i} \quad (۳)$$

۴۱. آزمایش یانگ را یک بار در هوا و بار دوم در محیطی شفاف به ضریب شکست n انجام داده‌ایم. اگر سومین نوار روشن در آزمایش اول در محل

تشکیل و پنجمین نوار تاریک در آزمایش دوم تشکیل شده باشد، ضریب شکست محیط چیست؟

- ۱ (۱)       $\frac{1}{5}$  (۲)       $\frac{5}{3}$  (۳)       $\frac{1}{25}$  (۴)

۴۲. منحنی ولتاژ قطع نسبت به انرژی فوتون‌ها برحسب eV رسم شده است. برای چه فوتونی ولتاژ قطع ۲/۷V است؟



- $\frac{4}{2}$  (۱)       $\frac{5}{2}$  (۲)

- $\frac{6}{3}$  (۳)       $\frac{4}{5}$  (۴)

۴۳. یک الکترون در مدار  $n = 5$  قرار دارد. الکترون ابتدا به مدار  $n = 2$  و سپس  $n = 1$  پرش می‌کند. کدام خط از کدام رشته تابش می‌شود؟

- (۱) چهارم بالمر و چهارم لیمان      (۲) سوم بالمر و اول لیمان      (۳) سوم بالمر و چهارم لیمان      (۴) پنجم بالمر و دوم لیمان

۴۴. انرژی بستگی  ${}^4_2\text{He}$  چند Mev است؟ جرم اتمی  ${}^4_2\text{He}$  برابر  $4.002603 \text{ U}$  و جرم پرتون و نوترون به ترتیب  $1.007276 \text{ U}$  و

$1.008665 \text{ U}$  می‌باشد؟

- ۲۷/۲۷ (۱)      ۲۲/۱۱ (۲)      ۳۲/۰۷ (۳)      ۲۰/۲۱ (۴)

۴۵. ☆ در کدام نیم رساناها بیش تر حاملان بار، الکترون‌ها هستند؟

- n (۱)      P (۲)

- (۳) ذاتی      (۴) در همه نوع نیم‌رساناها، سهم الکترون و حفره یکسان است.

## آزمون (۸)

۱. اتومبیلی از حال سکون با شتاب ثابت  $a_1$  در مسیر مستقیم شروع به حرکت می‌کند. بعد از مدتی، ادامه مسیر را در همان جهت با شتاب ثابت  $a_2$  طی می‌کند تا بایستد. اگر مسافت طی شده در مرحله اول، ۳ برابر مسافت طی شده در مرحله دوم باشد، زمان حرکت در قسمت دوم چند برابر زمان کل حرکت می‌باشد؟

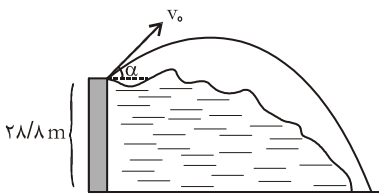
۴ (۱)	۳ (۲)	$\frac{1}{4}$ (۳)	$\frac{1}{3}$ (۴)
-------	-------	-------------------	-------------------

۲. گلوله‌ای را در شرایط خلأ از ارتفاع ۱۲۵ متری بالای سطح زمین بدون سرعت اولیه رها می‌کنیم. چند ثانیه بعد، گلوله‌ی B را از همان ارتفاع رها کنیم تا حداکثر فاصله‌ی آن‌ها از یکدیگر به ۴۵ متر برسد؟

۱ (۱)	۲ (۲)	$\sqrt{2}$ (۳)	۳ (۴)
-------	-------	----------------	-------

۳. متحرکی در صفحه حرکت می‌کند و معادله‌ی مکان آن در SI به صورت  $\vec{r} = (t^3 - 3t^2 + 4t)\vec{i} + (2t^2 - 8t)\vec{j}$  است. در لحظه‌ای که مولفه‌ی قائم سرعت صفر است، مؤلفه‌ی افقی شتاب چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۳ (۱)	۶ (۲)	۸ (۳)	۱۲ (۴)
-------	-------	-------	--------



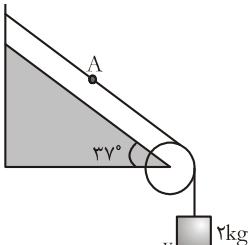
۴. مطابق شکل گلوله‌ای را در شرایط خلأ با سرعت اولیه  $18 \frac{m}{s}$  تحت زاویه‌ی  $\alpha$  نسبت به افق

از ارتفاع  $28/8m$  از سطح زمین روبه بالا پرتاب می‌کنیم گلوله با چه سرعتی بر حسب متر بر ثانیه به زمین برخورد می‌کند؟

۴۰ (۱)	۲۰ (۲)
۲۵ (۳)	۳۰ (۴)

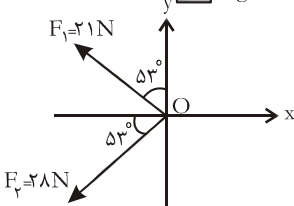
۵. جسمی به جرم  $2kg$  تحت اثر دو نیروی  $\vec{F}_1 = 9\vec{i} - 12\vec{j}$  و  $\vec{F}_2$  با سرعت ثابت  $\vec{V} = 3\vec{i} + 2\vec{j}$  حرکت می‌کند. اندازه‌ی نیروی  $\vec{F}_2$  کدام است؟

۱۵ (۱)	۱۸ (۲)	$10\sqrt{2}$ (۳)	$\sqrt{14}$ (۴)
--------	--------	------------------	-----------------



۶. در شکل مقابل، کشش نخ در نقطه‌ی A چند نیوتن است؟ (جرم نخ و اصطکاک ناچیز است)

۲۰ (۱)	۱۶ (۲)
۱۲ (۳)	۴ (۴)

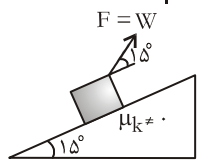


۷. در شکل مقابل دو نیروی  $F_1$  و  $F_2$  در صفحه‌ی xoy بر نقطه‌ی O اثر می‌کنند نیروی  $\vec{F}_3$  در جهت مناسب بر نقطه‌ی O اثر می‌کند تا برآیند سه نیرو صفر شود. اندازه‌ی نیروی  $\vec{F}_3$  چند نیوتن است؟

$21\sqrt{2}$ (۱)	۳۵ (۲)
$28\sqrt{2}$ (۳)	۴۹ (۴)

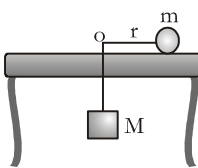
۸. به جسمی به وزن w نیروی F مطابق شکل وارد می‌شود. جسم با سرعت ثابت به طرف پایین حرکت می‌کند. اندازه‌ی نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند چقدر است؟

$\sqrt{3}F$ (۱)	$\sqrt{2}F$ (۲)	صفر (۳)	F (۴)
-----------------	-----------------	---------	-------



۹. از سوراخ وسط میزی نخ‌ی رد شده و به دو انتهای نخ دو وزنه به جرم‌های M و m متصل شده است. مطابق شکل m را حول سوراخ O بر روی دایره‌ای به شعاع r بر روی میز بدون اصطکاک با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  چنان دوران می‌دهیم که وزنه‌ی M بالا یا پایین نرود. r چیست؟

$\frac{\omega^2}{g}$ (۱)	$\frac{g}{\omega^2}$ (۲)	$\frac{mg}{M\omega^2}$ (۳)	$\frac{Mg}{m\omega^2}$ (۴)
--------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------



۱۰. جسم A به جرم m از ارتفاع h از سطح زمین و جسم B به جرم m از ارتفاع 3h از سطح زمین رها می‌شوند. انرژی جنبشی جسم B هنگام رسیدن به زمین چند برابر انرژی جنبشی جسم A هنگام رسیدن به زمین می‌باشد؟

$\frac{2}{3}$ (۱)	$\frac{3}{2}$ (۲)	$\frac{9}{4}$ (۳)	$\frac{4}{9}$ (۴)
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------



۱۱.  $m_1$  کیلوگرم آب با دمای  $5^\circ\text{C}$  را با  $m_2$  کیلوگرم آب با دمای  $45^\circ\text{C}$  مخلوط کرده‌ایم اگر دمای تعادل آب  $30^\circ\text{C}$  شود نسبت  $\frac{m_1}{m_2}$  چیست؟

- (۱)  $\frac{5}{2}$  (۲)  $\frac{2}{5}$  (۳)  $\frac{3}{5}$  (۴)  $\frac{5}{3}$

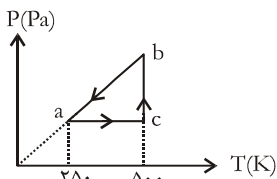
۱۲. در دمای صفر درجه‌ی سانتی‌گراد، مساحت دو صفحه مربع شکل  $A_1$  و  $A_2$  و مساحت مربع سوم،  $A_3 = 2A_1 + A_2$  است. اگر در دمای بالاتر از صفر نیز بین مساحت مربع‌ها همان رابطه برقرار باشد در صورتی که ضریب انبساط طولی مربع‌ها  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  باشد کدام رابطه برقرار باشد؟

- (۱)  $\alpha_3 = 2\alpha_1 + \alpha_2$  (۲)  $3A_3\alpha_3 = 2A_1\alpha_1 + A_2\alpha_2$  (۳)  $\alpha_3 = \alpha_1 + \alpha_2$  (۴)  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$

۱۳. در فرآیند تراکم بی‌در روی گاز کامل:

- (۱) دمای گاز افزایش می‌یابد. (۲) دمای گاز ثابت می‌ماند.  
(۳) تغییر انرژی درونی گاز صفر است. (۴) انرژی درونی درونی کاهش می‌یابد.

۱۴. نمودار (P-T) برای یک مول گاز کامل دو اتمی، مطابق شکل است. کار انجام شده روی گاز در فرآیند ac چند ژول است؟



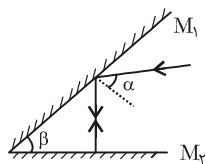
- (۱) صفر (۲)  $-2000$  (۳)  $-3000$  (۴) باید فشار گاز در حالت a معلوم باشد

۱۵. دمای چشمه‌ی سرد یک ماشین گرمایی کارنو،  $27^\circ\text{C}$  و بازده آن ۴۰ درصد است. اگر با ثابت ماندن دمای چشمه‌ی گرم، بازده ماشین به ۵۰ درصد برسد دمای چشمه‌ی سرد چند درجه کاهش یافته است؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۲۷ (۳) ۳۰ (۴) ۴۱

۱۶. در جلوی یک آینه کاو، جسم در کدام محدوده جابه‌جا شود تا فاصله‌اش از تصویر وارونه‌ی خود پیوسته افزایش یابد؟

- (۱) از کانون تا مرکز (۲) از سطح آینه تا کانون (۳) از فاصله‌ی دور تا کانون (۴) از مرکز آینه تا فاصله‌ی دور



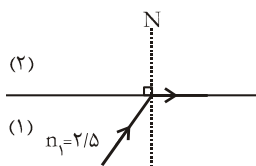
۱۷. در شکل مقابل اگر  $\alpha = 60^\circ$  باشد،  $\beta$  چند درجه است؟

- (۱)  $30^\circ$  (۲)  $45^\circ$  (۳)  $60^\circ$  (۴)  $75^\circ$

۱۸. فاصله‌ی یک شیء از یک پرده ۸۰ سانتی‌متر است. یک عدسی همگرا در دو وضعیت به فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر از جسم دو بار تصویر واضحی بر روی پرده تشکیل می‌دهد. همگرایی عدسی چند دیوپتر است؟

- (۱) ۱۴ (۲)  $18/75$  (۳)  $16/3$  (۴)  $7/3$

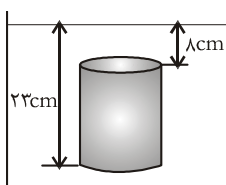
۱۹. در شکل مقابل، پرتو نور در ورود از محیط (۱) به محیط (۲) منحرف می‌شود. سرعت نور در محیط (۲) چند متر بر ثانیه است؟



- (۱)  $2/5 \times 10^8$  (۲)  $6/25 \times 10^8$  (۳)  $1/25 \times 10^8$  (۴)  $1/5 \times 10^8$

۲۰. یک لوله‌ی استوانه‌ای شکل به قطر ۵cm تا ارتفاع ۴۰cm از جیوه پر شده است نیرویی که از طرف جیوه برته لوله وارد می‌شود تقریباً چند نیوتن است؟ ( $\rho = 13/6 \frac{g}{cm^3}, \pi = 3$ )

- (۱) ۴۵۰ (۲) ۳۵۰ (۳) ۳۰۰ (۴) ۴۰۰



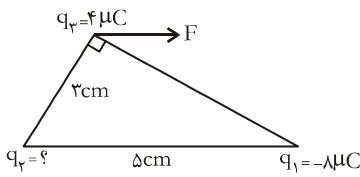
۲۱. استوانه‌ای توپر که سطح قاعده‌ی آن  $20 \text{ cm}^2$  است را مطابق شکل درون سیالی به چگالی  $\rho = 2 \frac{g}{cm^3}$  کرده‌ایم. برآیند نیروهای وارد بر استوانه از طرف سیال چند نیوتن است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۱۰ (۴) ۲۰

۲۲. در مخلوطی از آب و یخ، مقداری یخ ذوب می‌شود و حجم مخلوط  $10 \text{ cm}^3$  کاهش می‌یابد جرم یخ ذوب شده چند گرم است؟

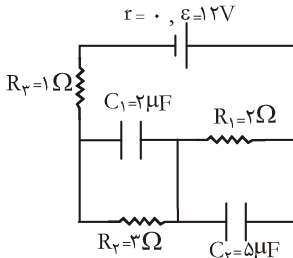
- (۱) ۹۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۹ (۴) ۱۰

۲۳. سه بار نقطه‌ای مطابق شکل ثابت شده‌اند برآیند نیروهایی که  $q_1$  و  $q_2$  به  $q_3$  وارد می‌کنند موازی با قاعده‌ی مثلث است. بار  $q_3$  چند میکروکولن است؟



- (۱)  $\frac{27}{8}$   
(۲)  $\frac{9}{4}$   
(۳) ۶  
(۴) ۸

۲۴. در مدار شکل مقابل مجموع انرژی ذخیره شده در خازن‌ها چند میکروژول است؟



- (۱) ۳۸  
(۲) ۵۷  
(۳) ۷۶  
(۴) ۱۱۴

۲۵. تعداد خانه‌های یک شهر، یک میلیون است. اگر در هر شب، یک لامپ ۱۰۰ وات به مدت ۵ ساعت خاموش شود، در یک ماه، چند میلیارد تومان در مصرف برق صرفه‌جویی می‌شود؟ (بهای هر کیلووات ساعت برق ۴۰ تومان است.)

- (۱) ۰/۶  
(۲) ۱/۲  
(۳) ۶۰  
(۴) ۱۲۰

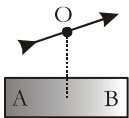
۲۶. چهارمقاومت ۸، ۱۰، ۱۶، ۴۰ اهمی طوری به هم وصل شده‌اند که مقاومت معادل آن‌ها ۵ اهم است اگر دو سر مجموعه را به منبع برقی وصل کنیم و از مقاومت ۱۶ اهمی جریان ۵A کند، از مقاومت ۴۰ اهمی جریان چند آمپر عبور می‌کند؟

- (۱) ۱  
(۲) ۲/۵  
(۳) ۲  
(۴) ۵

۲۷. ۳ خازن مشابه را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طور موازی می‌بندیم و در هر بار مجموعه را به ولتاژ V متصل می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در حالت موازی چند برابر انرژی ذخیره شده در حالت متوالی می‌باشد؟

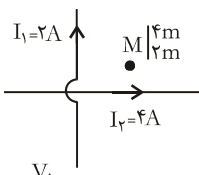
- (۱) ۳  
(۲)  $\frac{1}{3}$   
(۳) ۹  
(۴)  $\frac{1}{9}$

۲۸. در شکل مقابل عقربه‌ی مغناطیسی را در نقطه‌ی O واقع بر عمودمنصف آهنربای AB قرار داده‌ایم. قطب‌های A و B به ترتیب کدام قطب می‌باشند؟



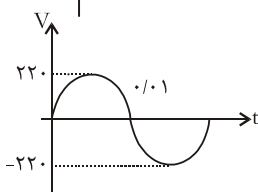
- (۱) N-N  
(۲) S و N  
(۳) S و S  
(۴) N و S

۲۹. در شکل روبه‌رو دو سیم مستقیم و بلند حامل جریان‌های  $I_1$  و  $I_2$  هستند و نقطه‌ی M در صفحه‌ی دو سیم قرار دارد. میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم در نقطه‌ی M در کدام جهت و چند تسلا است؟



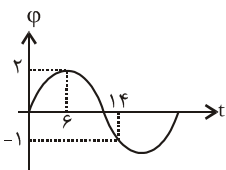
- (۱)  $\otimes, 3 \times 10^{-7}$   
(۲)  $\odot, 3 \times 10^{-7}$   
(۳)  $\odot, 5 \times 10^{-7}$   
(۴)  $\otimes, 5 \times 10^{-7}$

۳۰. نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مقاومت ۱۰ اهمی برحسب زمان به شکل مقابل است معادله‌ی شدت جریان در SI کدام است؟



- (۱)  $i = 22 \cos 100\pi t$   
(۲)  $i = 22 \sin 100\pi t$   
(۳)  $i = 10 \sin 100\pi t$   
(۴)  $i = 10 \sin 50\pi t$

۳۱. نمودار تغییرات شارمغناطیسی عبوری از یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل است. بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه در بازه‌ی زمانی ۶ تا ۱۴ ثانیه چند ولت است؟



- (۱)  $\frac{5}{8}$   
(۲)  $\frac{3}{8}$   
(۳)  $\frac{1}{4}$   
(۴) ۳

۳۲. در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسان‌گر ۳ برابر انرژی پتانسیل آن است، سرعت نوسان‌گر  $4 \frac{m}{s}$  می‌باشد. بیشینه‌ی سرعت نوسانگر چند  $\frac{m}{s}$  است؟

- (۱) ۶  
(۲) ۸  
(۳)  $4\sqrt{3}$   
(۴)  $\frac{8\sqrt{3}}{3}$

۳۳. به انتهای فنری به جرم ناچیز و ضریب سختی  $\frac{N}{m}$  ۴۰۰ جسمی به جرم  $1 \text{ kg}$  آویخته‌ایم و در راستای قائم به نوسان در آورده‌ایم. وزنه در هر دقیقه چند نوسان انجام می‌دهد؟ ( $\pi = 3$ )

۱۰۰ (۱) ۲۰۰ (۲) ۱۵۰ (۳) ۳۰۰ (۴)

۳۴. دوره‌ی آونگ ساده‌ی ۲ ثانیه است، چه کسری از طول اولیه از طولش کم کنیم تا دوره‌ی آن ۱ ثانیه شود؟

(۱)  $\frac{1}{4}$  (۲)  $\frac{3}{4}$  (۳)  $\frac{1}{2}$  (۴)  $\frac{1}{3}$

۳۵. موجی که معادله‌ی آن در SI به صورت  $U_y = A \sin(\omega t - 10\pi x)$  است فاصله ۱۰ سانتی‌متر را در  $0.4$  ثانیه طی می‌کند این موج در هر دقیقه چند نوسان می‌کند؟

۷۵ (۱) ۲۵۰ (۲) ۷۵۰ (۳) ۱۰۰۰ (۴)

۳۶. امواج حاصل از یک منبع ارتعاشی که بسامد آن ۴۰ هرتز است با سرعت  $\frac{m}{s}$  ۸ در یک بعد منتشر می‌شود. نزدیک‌ترین فاصله‌ی بین دو نقطه که در فاز مقابل‌اند چند متر است؟

۰/۲۵ (۱) ۰/۵ (۲) ۰/۷۵ (۳) ۰/۱ (۴)

۳۷. سرعت صوت در گاز هیدروژن  $27^\circ\text{C}$ ،  $2\sqrt{2}$  برابر سرعت صوت در گاز اکسیژن  $\theta^\circ\text{C}$  می‌باشد.  $\theta$  چند درجه است؟

۶۰۰ (۱) ۵۴۲ (۲) ۳۲۷ (۳) ۲۳۴ (۴)

۳۸. شنونده‌ای در یک فضای باز به صدای رادیو گوش می‌دهد. اگر فاصله‌ی او تا رادیو ۲۰ برابر شود تراز شدت صوت چند دسی‌بل کاهش می‌یابد؟

۱۷ (۱) ۱۳ (۲) ۲۶ (۳) ۳۰ (۴)

۳۹. کدام مورد از نظر فیزیکی درست نیست؟

(۱) وقتی نور از آب وارد هوا می‌شود سرعتش زیاد می‌شود.

(۲) در بازتابش نور از سطح خمیده، زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی بازتابش باهم برابرند.

(۳) وقتی نور از هوا وارد آب می‌شود بسامد آن افزایش می‌یابد.

(۴) وقتی نور در عبور از سطح جدایی دو محیط سرعتش زیاد شود طول موج آن نیز زیاد می‌شود.

۴۰. در آزمایش یانگ اگر فاصله‌ی سومین نوار تاریک از هفتمین نوار روشن واقع در یک طرف نوار مرکزی ۹ میلی‌متر باشد، عرض هر نوار چند میلی‌متر است؟

۱ (۱) ۱/۵ (۲) ۲ (۳) ۲/۵ (۴)

۴۱. دو فنجان چای اولی پر رنگ و دومی کم رنگ در یک دما و در یک محل وجود دارند. پس از مدتی ...

(۱) چای لیوان اول خنک‌تر می‌شود (۲) چای لیوان دوم خنک‌تر می‌شود

(۳) چای هر دو لیوان یک دما خواهند داشت (۴) اظهار نظر نمی‌توان کرد.

۴۲. اگر الکترون از مدار اول هیدروژن به مدار دوم برود، سرعتش چند برابر می‌شود؟

۲ (۱) ۴ (۲)  $\frac{1}{2}$  (۳)  $\frac{1}{4}$  (۴)

۴۳. عنصر  $X$   $\frac{A}{Z}$  چه ذراتی تابش کند تا به عنصر  $Y$   $\frac{A-8}{Z+1}$  تبدیل شود؟

(۱) دو  $\alpha$  و چهار  $\beta$  (۲) چهار  $\alpha$  و چهار  $\beta$  (۳) دو  $\alpha$  و پنج  $\beta$  (۴) دو  $\alpha$  و دو  $\beta$

۴۴. چند درصد از هسته‌های یک عنصر راديواکتیو بعد از ۲ نیمه عمر تجزیه نشده باقی می‌ماند؟

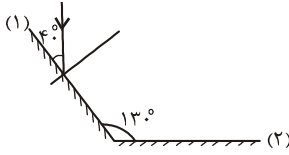
۵۰ (۱) ۷۵ (۲) ۲۵ (۳) ۳۷/۵ (۴)

۴۵. یک خنک‌کننده در هر ساعت  $1/2 \times 10^7$  ژول گرما از اتاق می‌گیرد در همان مدت  $1/56 \times 10^7$  ژول گرما به فضای بیرون می‌دهد. توان این خنک‌کننده چند کیلووات است؟

۰/۸ (۱) ۱ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴)

## آزمون (۹)

۱. در شکل مقابل زاویه‌ی بین پرتو تابش روی آینه‌ی اول و بازتابش آن از آینه‌ی دوم چند درجه است؟

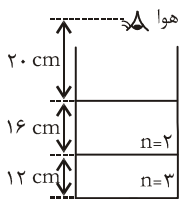


- (۱) ۱۰۰  
(۲) ۹۰  
(۳) ۸۰  
(۴) ۷۰

۲. یک آینه‌ی کروی از جسم کوچکی که روی محورهاصلی آن قرار دارد، تصویری مجازی تشکیل داده که طولش کوچک‌تر از طول جسم است اگر فاصله‌ی جسم از کانون آینه، سه برابر شعاع آینه باشد، نوع آینه و بزرگ‌نمایی آن چیست؟

- (۱)  $\frac{1}{5}$ ، کاو  
(۲)  $\frac{1}{7}$ ، کوژ  
(۳)  $\frac{1}{5}$ ، کوژ  
(۴)  $\frac{1}{7}$ ، کاو

۳. در شکل یک سکه ته استکانی به ضریب شکست  $n = 3$  قرار داده‌ایم و روی آن دو مایع شفاف به ضریب شکست ۳ و ۲ ریخته‌ایم در این حالت تصویر سکه را در چند سانتی‌متری خود می‌بینیم؟



- (۱) ۲۸  
(۲) ۳۲  
(۳) ۳۱/۲  
(۴) ۴۸

۴. یک عدسی همگرا از شمعی به طول ۴ سانتی‌متر، تصویری به طول ۱۲ سانتی‌متر بر روی پرده تشکیل داده است. اگر جسم را به محل پرده منتقل کنیم، طول تصویر جدید چندسانتی‌متر خواهد شد؟

- (۱) ۴  
(۲) ۸  
(۳) ۱۲  
(۴) ۲۴

۵. کدام یک از اعداد زیر با استفاده از شیوه‌ی نمادگذاری علمی، درست نوشته شده است؟

- (۱)  $3/05 \times 10^2$   
(۲)  $41/2 \times 10^{-2}$   
(۳)  $0/213 \times 10^3$   
(۴) ۵۲۱

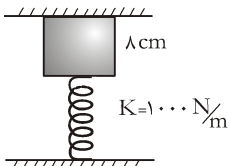
۶. جسمی به جرم ۴ kg تحت اثر سه نیروی  $\vec{F}_1 = -14\vec{j}$  و  $\vec{F}_2 = 6\vec{i} + 3\vec{j}$  و  $\vec{F}_3 = 3\vec{j}$  از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. کار برآیند نیروها در ۲ ثانیه‌ی اول چند ژول است؟

- (۱) ۱۲/۵  
(۲) ۳۷/۵  
(۳) ۲۵  
(۴) ۵۰

۷. یک پشه می‌تواند روی آب شناور شود زیرا:

- (۱) حجم پشه کم است  
(۲) جرم پشه کم است  
(۳) چگالی پشه کم‌تر از چگالی آب است  
(۴) در سطح آب کشش سطحی وجود دارد

۸. مطابق شکل، مکعبی به ضلع ۸ سانتی‌متر که ۱۸ N وزن دارد توسط فنری به سقف فشرده شده است. اگر فنر نسبت به طول طبیعی‌اش ۵ cm فشرده شده باشد فشاری که مکعب به سقف وارد می‌کند چند کیلو پاسکال است؟



- (۱) ۵  
(۲) ۹/۰۶  
(۳) ۲۱/۲۵  
(۴) ۱۰/۱۲

۹. چند گرم بخار آب  $100^\circ\text{C}$  را در  $1180\text{ g}$  آب  $10^\circ\text{C}$  وارد کنیم تا دمای تعادل برابر  $50^\circ\text{C}$  شود؟  $(C_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}, L_V = 2268 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$

- (۱) ۵۰  
(۲) ۸۰  
(۳) ۱۰۰  
(۴) ۱۲۰

۱۰. طول یک میله‌ی مسی در دماهای  $\theta_1$  و  $900^\circ\text{C}$  به ترتیب  $1/6\text{ m}$ ،  $1/6102\text{ m}$  است. اگر ضریب انبساط طولی مس برابر  $17 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  باشد،

$\theta_1$  چند درجه سلسیوس است؟

- (۱) ۳۷۵  
(۲) ۵۲۵  
(۳) ۳۲۰  
(۴) ۵۵۰

۱۱. مقدار معینی از یک گاز درون یک مکعب محبوس است اگر هر یک از ابعاد مکعب را دو برابر و دمای مطلق گاز را ۴ برابر کنیم نیرویی که همان مقدار گاز بر هر وجه مکعب وارد می‌کند چند برابر می‌شود؟

- (۱)  $\frac{1}{2}$   
(۲) ۱  
(۳) ۲  
(۴) ۴

۱۲. مقدار معینی از یک گاز کامل در طی یک فرآیند بی‌دررویی انبساطی از یک حالت به حالت دیگر می‌رود. در این صورت:

- (۱) دمای گاز افزایش می‌یابد  
(۲) دمای گاز کاهش می‌یابد  
(۳) گاز در تماس با یک چشمه‌ی گرم بوده  
(۴) بین گاز و محیط تبادل انرژی صورت نگرفته

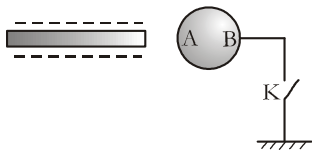
۱۳. یخچالی در یک مدت معین، ۳ برابر کاری که دریافت می‌کند، گرما به محیط اطراف می‌دهد. اگر در یک مدت معین موتور این یخچال [۴۰۰] کار انجام دهد، چند ژول گرما از مواد داخل آن گرفته است؟

۱۶۰۰ (۴)

۸۰۰ (۳)

۶۰۰ (۲)

۴۰۰ (۱)



۱۴. در شکل مقابل ابتدا کلید k بسته است. اگر کلید k را باز کنیم و سپس میله را از کره‌ی رسانا دور کنیم بار قسمت A... و بار قسمت B... می‌شود.

(۲) منفی - مثبت

(۱) منفی - منفی

(۴) صفر - مثبت

(۳) مثبت - مثبت

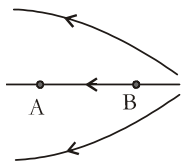
۱۵. شکل مقابل خطوط میدان الکتریکی را در قسمتی از فضا نشان می‌دهد بین شدت میدان در نقاط A و B و پتانسیل این نقاط کدام رابطه برقرار است؟

(۲)  $V_A < V_B, E_A < E_B$

(۱)  $V_A > V_B, E_A < E_B$

(۴)  $V_A < V_B, E_A > E_B$

(۳)  $V_A > V_B, E_A > E_B$



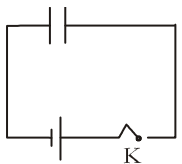
۱۶. در مدار شکل مقابل اگر کلید k را باز کنیم و سپس صفحه‌های خازن‌ها را به هم نزدیک کنیم. اختلاف پتانسیل دو سر خازن... و انرژی ذخیره شده در آن... می‌یابد.

(۲) افزایش - افزایش

(۱) کاهش - کاهش

(۴) افزایش - کاهش

(۳) کاهش - افزایش



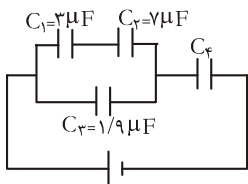
۱۷. در مدار شکل مقابل انرژی ذخیره شده در خازن  $C_1$  برابر [۲۹۴] است. بار ذخیره شده در خازن  $C_2$  چند میکروکولن است؟

(۲) ۷۰

(۱) ۶۰

(۴) ۹۰

(۳) ۸۰



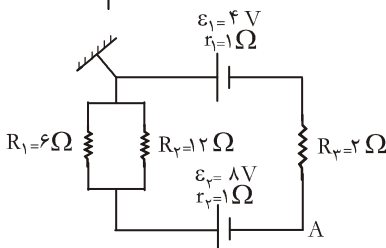
۱۸. در مدار شکل مقابل پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟

(۱) -۵/۵

(۲) ۵/۵

(۳) -۲/۵

(۴) ۲/۵



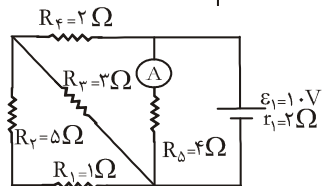
۱۹. در مدار شکل مقابل آمپرسنج ایده‌آل چه عددی را نشان می‌دهد؟

(۲) ۲/۵

(۱) ۱/۲۵

(۴) ۵

(۳) ۳/۷۵



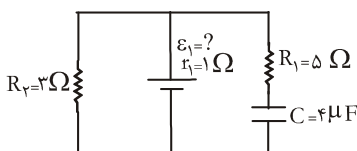
۲۰. در مدار شکل مقابل اگر بار ذخیره شده در خازن  $30 \mu C$  باشد. نیروی محرکه‌ی مولد چند ولت است؟

(۲) ۱۰

(۱) ۸

(۴) ۱۶

(۳) ۱۲



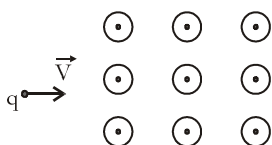
۲۱. مطابق شکل ذره‌ای با بار +q با سرعت  $2 \times 10^4 \frac{m}{s}$  به صورت افقی وارد فضایی می‌شود که در آن دو میدان الکتریکی و مغناطیسی عمود برهم وجود دارد. اگر شدت میدان مغناطیسی ۸T باشد بزرگی میدان الکتریکی در SI و جهت آن چه باشد تا ذره بدون انحراف به مسیر خود ادامه دهد؟

(۴)  $8 \times 10^5, \leftarrow$

(۳)  $8 \times 10^5, \rightarrow$

(۲)  $1/6 \times 10^5, \downarrow$

(۱)  $1/6 \times 10^5, \uparrow$



۲۲. در شکل مقابل از دو سیم راست عمود بر صفحه جریانه‌های  $I_1$  و  $I_2$  می‌گذرد. اگر روی عمودمنصف پاره‌خط اتصال دو سیم از فاصله‌ی دور تا نقطه‌ی O حرکت کنیم، برآیند میدان‌های مغناطیسی حاصل از دو سیم چگونه تغییر می‌کند؟

(۲) پیوسته کاهش می‌یابد.

(۱) پیوسته افزایش می‌یابد.

(۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

(۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.



۲۳. میله‌ی رسانا به طول ۱ متر با سرعت  $4 \frac{m}{s}$  به طور عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت حرکت می‌کند. اگر نیروی محرکه‌ی القا شده در دو سر

سیم برابر  $0.87$  باشد بزرگی میدان مغناطیسی چند گوس است؟

- ۲۰۰ (۱)      ۲۰۰۰ (۲)      ۵۰۰ (۳)      ۵۰۰۰ (۴)

۲۴. پیچهای شامل ۲۰۰ حلقه که مقاومت کل آن  $100\sqrt{3}\Omega$  است در یک میدان مغناطیسی قرار دارد و معادله‌ی شارگذرنده از آن در SI به

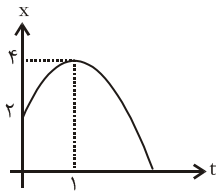
صورت  $\Phi = 0.02 \cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$  می‌باشد. در لحظه‌ی  $t = 0$  جریان القا‌ی در این پیچه چند آمپر است؟

- $\pi\sqrt{3}$  (۱)       $\pi$  (۲)       $2\pi$  (۳)       $\frac{2\pi}{\sqrt{3}}$  (۴)

۲۵. نمودار مکان - زمان متحرکی یک سهمی به شکل مقابل می‌باشد. این متحرک در ثانیه‌ی چهارم چند برابر

ثانیه‌ی دوم جابه جا می‌شود؟

- ۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)



۲۶. گلوله‌ای را در شرایط خلأ رها می‌کنیم. اگر در لحظه‌ی برخورد به زمین سرعت گلوله  $41 \frac{m}{s}$  باشد دو ثانیه قبل از برخورد به زمین گلوله در چه

ارتفاعی از سطح زمین بوده است؟

- ۳۰ (۱)      ۴۸ (۲)      ۶۲ (۳)      ۷۶ (۴)

۲۷. بردار مکان یک متحرک در SI به صورت  $\vec{r} = t\vec{i} + (t^2 - 4t)\vec{j}$  داده شده است. مختصات نقطه‌ای که در آن سرعت برشتاب عمود است چیست؟

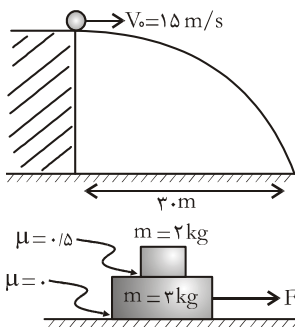
- (۴, ۰) (۱)      (۳, -۳) (۲)      (۱, -۳) (۳)      (۲, -۴) (۴)

۲۸. مطابق شکل گلوله‌ای را با سرعت  $V_0 = 15 \frac{m}{s}$  به طور افقی پرتاب می‌کنیم و در فاصله‌ی ۳۰ متری از پای

نقطه‌ی پرتاب به زمین می‌رسد. سرعت متوسط گلوله تا لحظه‌ی رسیدن به زمین چند متر بر ثانیه است؟

- $5\sqrt{3}$  (۱)       $10\sqrt{3}$  (۲)

- ۲۵ (۳)      ۳۵ (۴)



۲۹. در شکل، حداکثر F چند نیوتن باشد تا دو جسم روی هم نلغزند؟

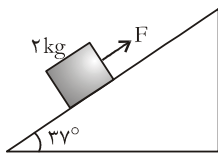
- ۱۵ (۱)      ۲۰ (۲)

- ۲۵ (۳)      ۳۰ (۴)

۳۰. در شکل مقابل حداقل و حداکثر F برای آن که جسم روی سطح شیب‌دار نلغزد به ترتیب  $20\text{ N}$  و  $32\text{ N}$

می‌باشد. ضریب اصطکاک سطح با جسم چیست؟

- $\frac{3}{5}$  (۱)       $\frac{1}{2}$  (۲)       $\frac{1}{4}$  (۳)       $\frac{3}{8}$  (۴)

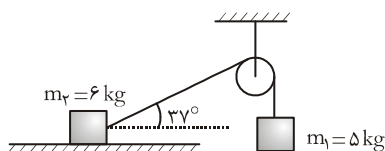


۳۱. اگر از جرم نخ و قرقره و اصطکاک بین آن‌ها صرف‌نظر کنیم نیروی واکنش سطح چند نیوتن

است؟ (جسم ساکن است)

- ۳۰ (۱)      ۴۰ (۲)

- ۵۰ (۳)      ۶۰ (۴)



۳۲. گلوله‌ای را به جرم  $200\text{ g}$  به نخ سبکی به طول ۸۰ سانتی‌متر می‌بندیم و آن را حول انتهای دیگر نخ در سطح قائم دوران می‌دهیم اگر سرعت

گلوله در بالاترین نقطه  $4 \frac{m}{s}$  باشد بیشینه‌ی نیروی کشش نخ چند نیوتن است؟

- ۶ (۱)      ۱۴ (۲)      ۲ (۳)      ۱۲ (۴)

۳۳. نوسانگر با دوره‌ی T و دامنه‌ی A نوسان می‌کند. بیشینه‌ی سرعت متوسط آن وقتی به اندازه‌ی A جابه جا می‌شود چیست؟

- $\frac{6A}{T}$  (۱)       $\frac{8A}{T}$  (۲)       $\frac{4A}{T}$  (۳)       $\frac{12A}{T}$  (۴)

۳۴. معادله‌ی یک نوسانگر در SI به صورت  $y = 0.02 \sin(100\pi t + \frac{\pi}{6})$  می‌باشد. پس از چه مدت از شروع نوسان برای دومین بار سرعتش به بیشینه مقدار خود می‌رسد؟

- (۱)  $\frac{11}{600}$  (۲)  $\frac{1}{120}$  (۳)  $\frac{1}{300}$  (۴)  $\frac{1}{75}$

۳۵. یک جسم به جرم  $m$  را به فنر قائمی به ضریب سختی  $k$  که از سقف آویزان است می‌بندیم و آن را با دامنه‌ی  $A$  به نوسان درمی‌آوریم. انرژی مکانیکی جسم  $E$  می‌شود. اگر جسمی به جرم  $3m$  را به فنری به ضریب سختی  $3k$  متصل کنیم و آن را با دامنه‌ی  $\frac{A}{2}$  به نوسان درآوریم انرژی مکانیکی آن چند  $E$  می‌شود؟

- (۱) ۳ (۲)  $\frac{3}{2}$  (۳)  $\frac{3}{4}$  (۴) ۶

۳۶. معادله‌ی یک موج در SI به صورت  $U = 10^{-2} \sin(100\pi(t - \frac{x}{4}))$  می‌باشد. فاصله‌ی دو نقطه‌ی متوالی که در فاز مقابل یکدیگرند چند متر است؟

- (۱)  $0.08$  (۲)  $0.04$  (۳)  $0.02$  (۴)  $0.01$

۳۷. اگر دمای مطلق هوای درون یک لوله صوتی باز را  $25\%$  کاهش دهیم و طول لوله را  $2$  برابر کنیم، بسامد صوت اصلی لوله چند برابر می‌شود؟

- (۱)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  (۲)  $\frac{\sqrt{3}}{4}$  (۳)  $\frac{1}{2}$  (۴) ۲

۳۸. توان یک منبع صوتی  $P = 8\pi \times 10^{-3} w$  می‌باشد. در صورت صرف نظر از اتلاف انرژی تراز شدت صوت در فاصله‌ی  $10$  متری چشمه‌ی صوت چند دسی‌بل است؟ ( $\log 2 = 0.3$ )

- (۱) ۴۳ (۲) ۱۳ (۳) ۷۳ (۴) ۹۳

۳۹. شخصی با سرعت ثابت از منبع صوتی دور می‌شود. در این حالت بسامد صوتی که شخص دریافت می‌کند ... از بسامد واقعی منبع است و با دور شدن شخص از منبع شدت صوت دریافتی ... می‌شود.

- (۱) بیش‌تر - افزایش (۲) بیش‌تر - کاهش (۳) کم‌تر - افزایش (۴) کم‌تر - کاهش

۴۰. کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) تغییر میدان الکتریکی ایجاد میدان مغناطیسی می‌کند. (۲) امواج الکترومغناطیسی در خلأ منتشر می‌شوند. (۳) امواج الکترومغناطیسی در محیط‌های غیر فلزی هم‌فازند. (۴) امواج الکترومغناطیسی حامل بار الکتریکی‌اند.

۴۱. آزمایش ینگ را با نوری با طول موج  $6000 \text{ \AA}$  انجام داده‌ایم. فاصله‌ی سومین نوار روشن از چهارمین نوار تاریک واقع در طرفین نوار مرکزی  $13$  میلی‌متر شده است. اگر آزمایش را با نوری با طول موج  $4800 \text{ \AA}$  انجام دهیم پهنای هر نوار چند میلی‌متر می‌شود؟

- (۱)  $0.8$  (۲)  $0.4$  (۳)  $0.6$  (۴) ۱

۴۲. در آزمایش فوتوالکتریک، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترانها هنگام جداسدن از فلز  $8\text{eV}$  است. اگر طول موج نور فرودی  $\frac{1}{3}$  طول موج قطع باشد، تابع کار فلز چند الکترون ولت است؟

- (۱) ۲ (۲)  $2/5$  (۳) ۳ (۴) ۴

۴۳. به یک جسم در هر ثانیه  $150 \text{ J}$  انرژی تابشی با طول موج معین برخورد می‌کند. اگر  $20\%$  انرژی را از خود عبور دهد و  $20 \text{ J}$  از آن را بازتاب کند. ضریب جذب چقدر است؟

- (۱)  $\frac{2}{5}$  (۲)  $\frac{2}{3}$  (۳)  $\frac{3}{5}$  (۴)  $\frac{1}{3}$

۴۴. در یک جسم جامد در دمای نزدیک صفر مطلق، نوار رسانش دارای الکترون است. این جامد ... است.

- (۱) رسانا (۲) نیم رسانای ذاتی (۳) نارسانا (۴) نیمه رسانای آلایند

۴۵. در واپاشی هسته‌ی یک عنصر پرتوزا دو ذره‌ی آلفا و یک پوزیترون گسیل می‌شود. در این واکنش عدد جرمی و عدد اتمی این عنصر به ترتیب از راست به چپ چند واحد کاهش می‌یابد؟

- (۱) ۵ و ۸ (۲) ۳ و ۸ (۳) ۵ و ۷ (۴) ۳ و ۷

## آزمون (۱۰)

۱. جسمی را از یک وسیله‌ی نوری در جهتی دور می‌کنیم، تصویر مستقیم آن در همان جهت از وسیله، دور و کوچک‌تر می‌شود، آن وسیله کدام است؟  
 (۱) آینه کاو (۲) آینه کوژ (۳) عدسی هم‌گرا (۴) عدسی واگرا
۲. جسمی در فاصله‌ی ۴cm از مرکز یک آینه کروی قرار دارد و تصویری بزرگ‌تر و وارونه از آن تشکیل می‌شود، اگر فاصله‌ی تصویر از مرکز آینه ۱۲cm باشد شعاع آینه چند سانتی‌متر است؟

(۱) ۸ (۲) ۱۲ (۳) ۲۴ (۴) ۴۸

مایع شفاف	$n_2 = \frac{9}{10}$
تیغه	$n_3 = 2$
روغن	$n_1 = \frac{3}{2}$

۳. درون ظرفی مطابق شکل مقداری روغن که روی آن تیغه‌ای با ضریب شکست ۲ و روی تیغه، مایعی شفاف به ضریب شکست  $\frac{9}{10}$  وجود دارد. حداقل زاویه تابش نور در داخل چه قدر باشد تا پرتو وارد محیط سوم (مایع شفاف) نشود؟

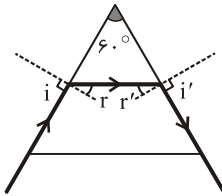
(۱)  $30^\circ$  (۲)  $37^\circ$

(۳)  $45^\circ$  (۴)  $60^\circ$

۴. با توجه به شکل روبه‌رو، زاویه‌ی حد منشور کدام است؟

(۱)  $30^\circ$  (۲)  $42^\circ$

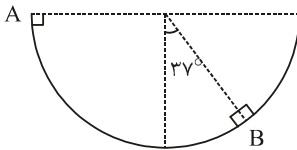
(۳)  $60^\circ$  (۴)  $90^\circ$



۵. در شکل مقابل جسم m از نقطه‌ی A درون نیمکره شروع به حرکت می‌کند و در نقطه‌ی B سرعت آن برابر صفر می‌شود. چند درصد انرژی اولیه‌ی جسم، صرف غلبه بر نیروی اصطکاک شده است؟

(۱) ۴۰ (۲) ۶۰

(۳) ۸۰ (۴) ۲۰



۶. در شکل روبه‌رو، سطح مقطع لوله‌ها ۱۰ و ۴۰ سانتی‌متر مربع و چگالی مایع  $\frac{2gr}{cm^3}$  می‌باشد، نیرویی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند ..... و نیرویی که ظرف به تکیه‌گاه خود وارد می‌کند برابر ..... است (از جرم مخزن‌ها صرف‌نظر کنید)

(۱) ۲۰N و ۴۴N (۲) ۲۰N و ۸۰N

(۳) ۴۴N و ۸۰N (۴) ۴۴N و ۴۴N

۷. در یک ظرف استوانه‌ای مقداری آب به جرم m و جیوه به جرم ۸m ریخته شده است. جمع ارتفاعات این دو مایع ۲۷cm است. فشار ناشی از

دو مایع در کف معادل چند سانتی‌متر از مایعی به چگالی  $\frac{3}{4} \frac{gr}{cm^3}$  می‌باشد؟ ( $\rho_{\text{جیوه}} = \frac{13}{6} \frac{gr}{cm^3}$  و  $\rho_{\text{آب}} = \frac{gr}{cm^3}$ )

(۱) ۲۷ (۲) ۴۵ (۳) ۵۴ (۴) ۱۵۳

۸. m گرم بخار آب  $100^\circ\text{C}$  را در ۶m گرم آب  $46^\circ\text{C}$  وارد می‌کنیم. پس از تعادل گرمایی ۶۰ گرم بخار باقی می‌ماند، m چند گرم است؟

$$C_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \text{ و } L_v = 540 \frac{\text{cal}}{\text{gr}}$$

(۱) ۱۱۶ (۲) ۱۲۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۱۷۰

۹. ۲۰۰ gr آب  $60^\circ\text{C}$  را با ۵۰ gr آب  $100^\circ\text{C}$  مجاور هم قرار می‌دهیم بعد از رسیدن به تعادل گرمایی؛ (از تبادل گرما با محیط صرف‌نظر

$$\text{کنید ( } L_v = 2/3 \times 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \text{ و } C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \text{ )}$$

(۱) تمام آب بخار می‌شود و دمای تعادل بیش‌تر از  $100^\circ\text{C}$  خواهد شد.

(۲) بخشی از آب به بخار تبدیل می‌شود و دمای تعادل  $100^\circ\text{C}$  خواهد شد.

(۳) بخشی از بخار به آب تبدیل می‌شود و دمای تعادل  $100^\circ\text{C}$  خواهد شد.

(۴) تمام بخار به آب تبدیل می‌شود و دمای تعادل کمتر از  $100^\circ\text{C}$  خواهد شد.



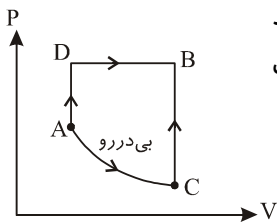
☆ ۱۰. تغییرات انرژی درونی، برای یک مول گاز کامل تک اتمی در فرآیند هم فشار برحسب گرمای مبادله شده کدام است؟

- (۱)  $0.6Q$       (۲)  $\frac{5}{9}Q$       (۳)  $\frac{7}{9}Q$       (۴)  $-\frac{5}{3}Q$

☆ ۱۱. ۵ مول گاز کامل ۲ اتمی از مسیر ACB از حالت A به B می‌روند در این تحول گاز ۱۰۰ ژول کار روی محیط انجام می‌دهد. اگر همین گاز در مسیر ADB از حالت A به B برود در این فرآیند گاز روی محیط ۲۰۰ ژول

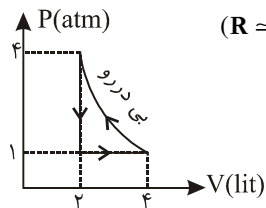
کار انجام می‌دهد و ۱۰۰۰ ژول گرما می‌گیرد اختلاف دمای نقاط B و C چند کلونین است؟  $(R = 8 \frac{J}{mol.k})$

- (۱) ۷      (۲) ۹  
(۳) ۱۱      (۴) ۱۳



☆ ۱۲. چرخه‌ی روبه‌رو، برای یک مول گاز کامل تک اتمی رسم شده است. ضریب عملکرد این یخچال کدام است؟  $(R = 8)$

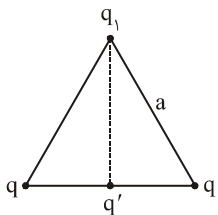
- (۱)  $1/25$       (۲)  $2/25$       (۳)  $1/8$       (۴) ۴



☆ ۱۳. دو بار نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2$  در فاصله‌ی  $r$  از یکدیگر نیروی  $F$  بر هم وارد می‌کنند. فاصله‌ی مراکز دو کره با بارهای  $q_1$  و  $q_2$  برابر  $r$  می‌باشد نیرویی که دو کره بر هم وارد می‌کنند نسبت به  $F$  کدام است؟

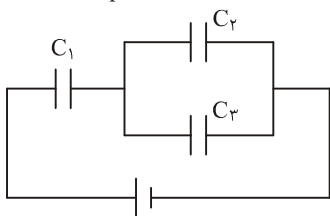
- (۱) برابر  $F$       (۲) کوچکتر از  $F$       (۳) بزرگ‌تر از  $F$       (۴) هر سه ممکن است

☆ ۱۴. در شکل روبه‌رو بار  $q_1$  مثبت و در حال تعادل است نسبت  $\frac{q'}{q}$  کدام است؟ (مثلث روبه‌رو متساوی‌الاضلاع است و از وزن بار ۱ صرف‌نظر کنید)



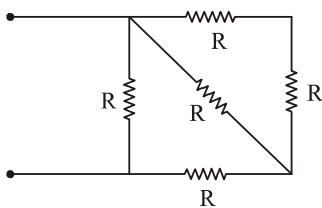
- (۱)  $-\frac{3\sqrt{3}}{4}$       (۲)  $\frac{3\sqrt{3}}{4}$       (۳)  $-\frac{\sqrt{3}}{2}$       (۴)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$

☆ ۱۵. سه خازن با ظرفیت‌های  $C_1$  و  $C_2$  و  $C_3$  که  $C_3 = C_2 = \frac{1}{3}C_1$  می‌باشد مطابق شکل در مدار قرار گرفته‌اند. اگر ولتاژ مجاز، دو سر هر خازن حداکثر ۶۰ ولت باشد ولتاژ دو سر مجموعه حداکثر چند ولت می‌تواند باشد؟



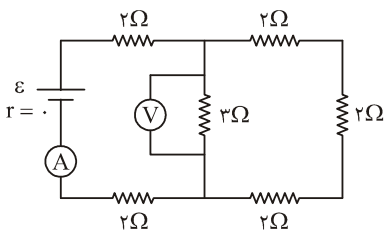
- (۱) ۶۰      (۲) ۷۲  
(۳) ۱۰۰      (۴) ۱۸۰

☆ ۱۶. حداکثر توان قابل تحمل هر یک از مقاومت‌های یکسان در شکل روبه‌رو ۱۰۰W است. حداکثر توانی را که می‌توان در این مدار مصرف کرد تا هیچ یک از مقاومت‌ها آسیب نبینند، چه قدر است؟



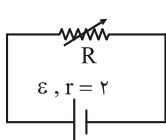
- (۱) ۱۲۰      (۲) ۱۶۰  
(۳) ۲۰۰      (۴) ۲۲۰

☆ ۱۷. در مدار شکل مقابل، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد برابر ۱۲V است، در این صورت نیروی محرکه مولد  $\mathcal{E}$ ، چند ولت است؟



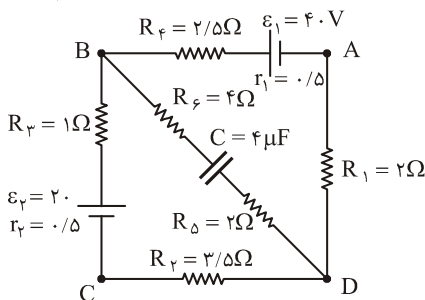
- (۱) ۱۲      (۲) ۲۴  
(۳) ۳۶      (۴) ۴۸

☆ ۱۸. در مدار شکل روبه‌رو، اندازه مقاومت  $R$  را از ۳ اهم به ۱ اهم می‌رسانیم در حین این تغییر توان مفید مولد ..... می‌یابد و افت پتانسیل در مقاومت  $R$  ..... می‌شود.



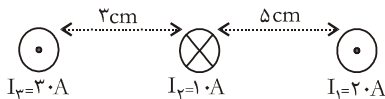
- (۱) کاهش، افزایش      (۲) افزایش، کاهش  
(۳) ابتدا کاهش سپس افزایش، افزایش      (۴) ابتدا افزایش سپس کاهش، کاهش

۱۹. با توجه به مدار روبه‌رو، بار ذخیره شده در خازن  $4\mu F$  چند میکروژول است؟



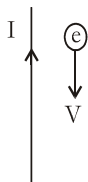
- (۱) ۹۰۰  
(۲) ۱۸۰۰  
(۳) ۲۷۰۰  
(۴) ۳۶۰۰

۲۰. در شکل روبه‌رو سه سیم راست و بلند حامل جریان‌های  $I_1 = 3A$  و  $I_2 = 1A$  و  $I_3 = 2A$  در جهت‌های نشان داده شده به صورت موازی، عمود بر صفحه می‌باشند اندازه نیروی الکترومغناطیسی وارد بر  $25cm$  از طول سیم دوم و جهت آن کدام است؟



- (۱)  $3 \times 10^{-4} N$  و به راست  
(۲)  $0.8 \times 10^{-4} N$  و به چپ  
(۳)  $18 \times 10^{-4} N$  و به راست  
(۴)  $3 \times 10^{-4} N$  و به چپ

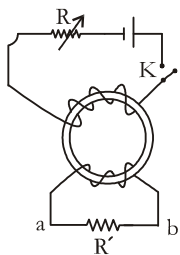
۲۱. الکترونی با سرعت  $V$ ، به صورت موازی یک سیم و در خلاف جهت جریان آن حرکت می‌کند، مقدار  $V$  جهت میدان الکتریکی



- (۱)  $\vec{E} \rightarrow, \frac{E}{B}$   
(۲)  $\vec{E} \leftarrow, \frac{E}{B}$   
(۳)  $\vec{E} \rightarrow, \frac{B}{E}$   
(۴)  $\vec{E} \leftarrow, \frac{B}{E}$

در اطراف این سیم، برای اینکه الکترون از مسیر خود منحرف نشود، کدام است؟

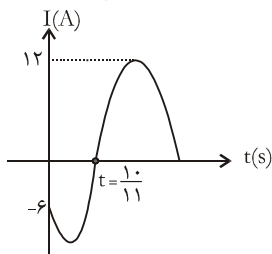
۲۲. در شکل روبه‌رو، در لحظه‌ی وصل کلید  $K$  و هنگام افزایش مقاومت  $R$  در هنگامی که کلید وصل است، جهت جریان



- (۱) در هر دو حالت از  $b$  به  $a$  می‌باشد  
(۲) ابتدا از  $b$  به  $a$ ، سپس از  $a$  به  $b$  می‌باشد  
(۳) ابتدا از  $a$  به  $b$ ، سپس از  $b$  به  $a$  می‌باشد  
(۴) در هر دو حالت از  $a$  به  $b$  می‌باشد

القایی در مقاومت  $R'$  به ترتیب از راست به چپ چگونه خواهد بود؟

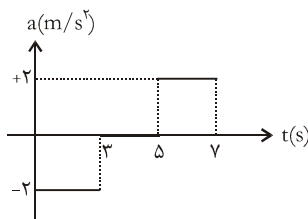
۲۳. نمودار، جریان القایی در یک سیم پیچ به شکل روبه‌رو است در کدام لحظه برای دومین بار شار



عبوری از آن بیشینه می‌شود؟

- (۱)  $0.25s$   
(۲)  $0.5s$   
(۳)  $0.75s$   
(۴)  $1/11s$

۲۴. نمودار شتاب- زمان متحرکی که با سرعت اولیه‌ی  $4 \frac{m}{s}$  در مسیر مستقیم حرکت می‌کند



مطابق روبه‌روست. متحرک در ۷ ثانیه اول حرکت چند ثانیه کندشونده است؟

- (۱) ۱  
(۲) ۳  
(۳) ۴  
(۴) ۵

۲۵. تابع مسیر حرکت ذره‌ای در صفحه‌ی  $xOy$  به صورت  $y = 2x^2$  می‌باشد، اگر بزرگی سرعت در مکان  $x = 1m$  برابر  $2\sqrt{17} \frac{m}{s}$  باشد بردار

سرعت در این مکان کدام خواهد بود؟

- (۱)  $\vec{i} + 4\vec{j}$   
(۲)  $2\vec{i} + 8\vec{j}$   
(۳)  $2\vec{i} + 4\vec{j}$   
(۴)  $\vec{i} + 8\vec{j}$

۲۶. در شرایط خلاء، گلوله‌ای از ارتفاع  $h$  با سرعت  $30 \frac{m}{s}$  در راستای قائم به پایین پرتاب می‌شود و هم‌زمان، گلوله‌ی دیگری از زمین با سرعت

$70 \frac{m}{s}$  به بالا پرتاب می‌شود. اگر گلوله‌ها با سرعت‌های برابر و در خلاف جهت به هم برسند. گلوله‌ای که از ارتفاع  $h$  پرتاب شده، در ۲ ثانیه

آخر حرکتش چند متر را می‌پیماید؟

- (۱) ۸۰  
(۲) ۱۰۰  
(۳) ۱۲۰  
(۴) ۱۴۰

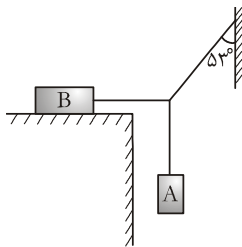
۲۷. گلوله‌ای را در شرایط خلاء از سطح زمین با سرعت اولیه  $V_0$  تحت زاویه‌ی  $\theta_1$  نسبت به افق رو به بالا پرتاب می‌کنیم زاویه پرتاب را  $16^\circ$  با افق کاهش می‌دهیم، برد گلوله تغییر نمی‌کند اگر در این عمل سرعت اولیه‌ی پرتاب ثابت مانده باشد ارتفاع اوج گلوله چند برابر می‌شود؟

- (۱)  $\frac{3}{4}$  (۲)  $\frac{4}{3}$  (۳)  $\frac{16}{9}$  (۴)  $\frac{9}{16}$

۲۸. در شکل روبه‌رو  $m_A = \frac{1}{4}m_B$  می‌باشد حداقل ضریب اصطکاک بین جسم B با سطح افقی برای آنکه

مجموعه در حال تعادل باشد کدام است؟

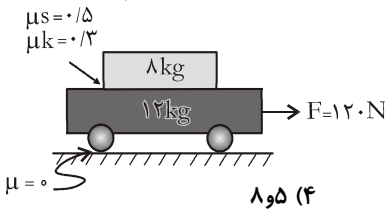
- (۱)  $\frac{1}{4}$  (۲)  $\frac{1}{3}$  (۳)  $\frac{2}{3}$  (۴)  $\frac{3}{4}$



۲۹. مطابق شکل، جسمی به جرم  $8\text{kg}$  را روی یک ارابه به جرم  $12\text{kg}$  قرار می‌دهیم ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و ارابه  $0/5$  و  $0/3$  و بین ارابه و زمین صفر است. شتاب

حرکت جسم و ارابه در SI به ترتیب از راست به چپ کدامند؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

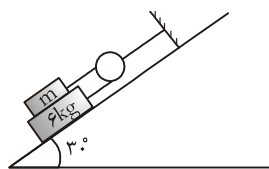
- (۱)  $5/3$  (۲)  $5/5$  (۳)  $8/3$  (۴)  $8/5$



۳۰. در شکل مقابل ضریب اصطکاک در کلیه‌ی سطوح برابر  $\frac{1}{10\sqrt{3}}$  و جرم نخ و قرقره و اصطکاک در محور قرقره ناچیز می‌باشد. اگر مجموعه‌ی وزنه‌ها از حال سکون شروع به حرکت کنند و پس از  $4$

ثانیه سرعت آن‌ها به  $\frac{7\text{m}}{\text{s}}$  برسد، جرم  $m$  چه قدر خواهد بود؟

- (۱)  $1\text{kg}$  (۲)  $2\text{kg}$  (۳)  $3\text{kg}$  (۴)  $4\text{kg}$



۳۱. متحرکی با سرعت ثابت  $30$  متر بر ثانیه، محیط یک دایره به شعاع  $20$  متر را طی می‌کند. سرعت متوسط متحرک در مدت  $1$  ثانیه چند متر بر ثانیه است؟ (فرض کنید  $\pi = 3$ )

- (۱)  $15$  (۲)  $15\sqrt{2}$  (۳)  $20$  (۴)  $20\sqrt{2}$

۳۲. گلوله‌ی کوچکی به جرم  $100\text{g}$  را به انتهای نخ‌ی بسته و حول انتهای دیگر نخ آن را در سطح قائم دوران می‌دهیم، اگر کمترین شتاب مرکزگرا برابر  $\frac{20\text{m}}{\text{s}^2}$  باشد. بیش‌ترین نیروی کشش نخ برحسب نیوتون کدام است؟

- (۱)  $3$  (۲)  $5$  (۳)  $6$  (۴)  $7$

۳۳. جسمی به جرم  $4\text{kg}$  توسط فنری به ضریب  $\frac{400\text{N}}{\text{m}}$  آویزان شده است. بعد از تعادل وزنه و فنر، آن را  $15$  سانتی‌متر از وضع تعادل منحرف نموده و آن را رها می‌نماییم. چند ثانیه طول می‌کشد تا جسم از نقطه‌ای در  $12$  سانتی‌متری پایین وضع تعادل به  $9$  سانتی‌متری بالای وضع تعادل برسد؟

- (۱)  $\frac{\pi}{10}$  (۲)  $\frac{\pi}{5}$  (۳)  $\frac{3\pi}{20}$  (۴)  $\frac{\pi}{20}$

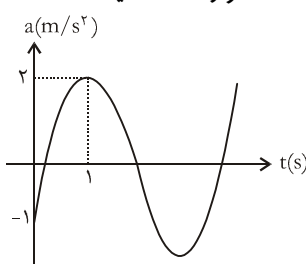
۳۴. معادله‌ی سرعت- زمان نوسانگری در SI به صورت  $V = 50 \cdot \pi \cos(5 \cdot \pi t + \frac{7\pi}{6})$  می‌باشد. در بازه‌ی زمانی  $0$  تا  $\frac{2}{100}$  ثانیه، مسافت پیموده شده توسط نوسانگر ..... و مدت زمانی که نوسانگر حرکتش کندشونده می‌باشد ..... است.

- (۱)  $10$  متر و  $0/02$  ثانیه (۲)  $20$  متر و  $0/02$  ثانیه (۳)  $10$  متر و  $0/01$  ثانیه (۴)  $20$  متر و  $0/01$  ثانیه

۳۵. نمودار شتاب- زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است در فاصله‌ی زمانی بین  $t_1 = 0$  تا  $t_2 = 2\text{s}$

چند مرتبه انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر برابر خواهند شد؟

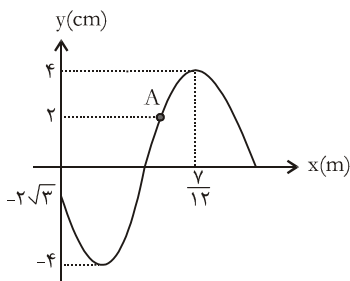
- (۱)  $1$  مرتبه (۲)  $2$  مرتبه (۳)  $3$  مرتبه (۴)  $4$  مرتبه



۳۶. یک موج عرضی با بسامد ۵۰۰ هرتز در یک راستا منتشر می‌شود و فاصله‌ی دو نقطه معین از این موج  $\frac{5\lambda}{4}$  می‌باشد بسامد را چند هرتز افزایش

دهیم تا همان دو نقطه نسبت به یکدیگر هم‌فاز شوند؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۵۰۰ (۴) هر سه ممکن است



۳۷. شکل مقابل نقش یک موج عرضی را که با سرعت  $10 \frac{m}{s}$  در جهت محور x منتشر می‌شود در

لحظه‌ی  $t = 0$  نشان می‌دهد در بازه‌ی زمانی  $0 \leq t \leq 0.5$ ، اندازه‌ی سرعت متوسط ذره‌ی A،

چند  $\frac{cm}{s}$  است؟

- (۱) صفر (۲) ۲۰- (۳) ۴۰ (۴) ۸۰-

۳۸. کدام گزینه، در مورد لوله‌های صوتی صحیح می‌باشد؟

- (۱) با افزایش دمای گاز لوله طول موج کاهش می‌یابد.  
 (۲) با افزایش شماره هماهنگ‌ها، فاصله بین دو شکم کاهش می‌یابد.  
 (۳) با نصف کردن طول یک لوله صوتی، فاصله بین دو گره افزایش می‌یابد.  
 (۴) با قرار دادن یک گاز سبک‌تر در لوله صوتی، طول موج افزایش می‌یابد.

۳۹. ☆ اتومبیلی، آژیرکشان با سرعت  $0.1$  سرعت صوت از شنونده‌ای که با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  به دنبال آن است، دور شده و به دیوار قائمی نزدیک

می‌شود. طول موج صدایی که شنونده از اتومبیل دریافت می‌کند چند برابر طول موجی است که از دیوار دریافت می‌کند؟

- (۱) ۱ (۲)  $\frac{9}{11}$  (۳)  $\frac{11}{9}$  (۴)  $\frac{121}{81}$

۴۰. اگر میدان الکتریکی برای یک موج الکترومغناطیس به صورت  $\vec{E} = E_{max} \sin(\omega t - kx) \vec{j}$  باشد. میدان مغناطیسی آن کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟

- (۱)  $\vec{B} = B_{max} (\omega t - ky) \vec{i}$  (۲)  $\vec{B} = B_{max} \sin(\omega t - kx) \vec{j}$   
 (۳)  $\vec{B} = B_{max} \sin(\omega t - ky) \vec{j}$  (۴)  $\vec{B} = B_{max} \sin(\omega t - kx) \vec{k}$

۴۱. اگر آزمایش ینگ را به جای هوا در محیطی به ضریب شکست  $\frac{6}{5}$  انجام دهیم برای آن که فاصله‌ی نوارهای تاریک متوالی تغییر نکند، می‌توانیم

- (۱) از نوری با بسامد بیش‌تر استفاده کنیم  
 (۲) پرده را از شکاف‌ها دور کنیم  
 (۳) فاصله شکاف‌ها را زیاد کنیم  
 (۴) شدت نور را کم کنیم

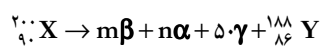
۴۲. وقتی نوری با طول موج  $\lambda_1 = 50 \text{ nm}$  به یک سطح می‌تابد، فوتوالکترون‌هایی از آن خارج می‌شوند که ولتاژ متوقف‌کننده‌ی آن‌ها  $V_1 = 0.28 \text{ V}$  است. اکنون فرض کنید نوری با طول موج  $\lambda_2 = 20 \text{ nm}$  به سطح بتابد. ولتاژ متوقف‌کننده  $V_2$  چند ولت است؟  
 ( $hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{s}$ )

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۴۳. اگر در اتم هیدروژن، الکترون از مدار  $n = 4$  به مدار  $n = 2$  پرش کند، فوتون گسیلی آن مربوط به رشته ..... و در طیف امواج ..... می‌باشد.

- (۱) بالمر، فرابنفش (۲) لیمان، فرابنفش (۳) براکت، فرورسرخ (۴) بالمر، مرئی

۴۴. در واکنش هسته‌ای روبه‌رو تعداد ذرات  $\alpha$  و  $\beta$  الکترون‌زا را تعیین کنید.



- (۱) ۳، ۲ (۲) ۲، ۳ (۳) ۲، ۲ (۴) ۳، ۳

۴۵. اگر از مقداری ماده‌ی رادیواکتیو پس از گذشت زمان  $t$ ، مقدار  $128$  گرم آن به صورت فعال باقی مانده باشد و همچنین اگر پس از گذشت  $4.3/5t$  گرم از آن به صورت فعال باقی مانده باشد. جرم فعال اولیه‌ی ماده‌ی رادیواکتیو کدام است؟

- (۱)  $384 \text{ gr}$  (۲)  $128 \text{ gr}$  (۳)  $512 \text{ gr}$  (۴)  $256 \text{ gr}$

$$(-\vec{v}_i + \vec{e}_j) + (-1\vec{i} + 13/\delta\vec{j}) + \vec{F}_p = 2/\delta(-4\vec{i} + 3\vec{j})$$

$$\vec{F}_p - 18\vec{i} + 19/\delta\vec{j} = -10\vec{i} + 7/\delta\vec{j}$$

$$\vec{F}_p = 8\vec{i} - 12\vec{j} \quad |\vec{F}_p| = \sqrt{8^2 + 12^2} = 4\sqrt{13}\text{N}$$

۸. گزینه (۲) در ابتدا سرعت و شتاب مثبت و حرکت تندشونده است وقتی سرعت جسم کم و حرکت کندشونده می شود که علامت شتاب منفی شود که لازم است در این لحظه شتاب صفر شود. در این حالت برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر می شود  
 $F - f = 0 \Rightarrow F = f = \mu mg = 0.2 \times 20 = 4\text{N}$  یعنی:  
 پس حداکثر مقدار کاهش نیرو  $26\text{N} - 4 = 22\text{N}$  می باشد.

۹. گزینه (۲) نیروی مرکزگرا از رابطه  $F = m \frac{v^2}{R}$  بدست می آید:

$$\Delta F = \frac{m}{R}(v_A^2 - v_B^2) \Rightarrow \Delta F = \frac{m}{R} \times 2Rg = 2mg$$

$$v_B^2 = v_A^2 - 2gR$$

۱۰. گزینه (۲) چون نیروهای یکسان به دو جسم وارد می شود. با

توجه به این که تکانه ی اولیه ی آنها صفر است در هر لحظه تکانه ی آنها با هم برابر است و طبق رابطه  $k = \frac{p^2}{2m}$ ، نسبت

انرژی جنبشی آنها با نسبت جرم آنها رابطه عکس دارد.

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{6}{2} = 3$$

۱۱. گزینه (۴) گرمایی که یخ می گیرد تا به صفر درجه برسد  $(Q_1)$  و گرمایی که آب می دهد تا به صفر درجه برسد  $(Q_2)$  را محاسبه می کنیم.

$$Q_1 = mc\Delta\theta = 1/5 \times 2100 \times 10 = 31500\text{J}$$

$$Q_2 = mc\Delta\theta = 0.75 \times 4200 \times 20 = 31500\text{J}$$

همانطوری که ملاحظه می شود مقادیر  $Q_1$  و  $Q_2$  برابرند یعنی در نهایت  $1/5\text{kg}$  یخ صفر درجه و  $0.75\text{kg}$  آب صفر درجه خواهیم داشت.

۱۲. گزینه (۴) گرما از طریق هدایت از طرف آلومینیومی به آب می رسد و آن را تبخیر می کند. مقدار گرما در هر دقیقه برابر است با:

$$Q = mL_V = 0.2 \times 2250 = 450\text{kJ}$$

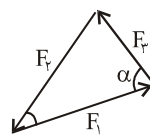
$$Q = \frac{kA\Delta T}{L}$$

$$\Rightarrow 450 \times 10^3 = \frac{24 \times (40 \times 10^{-6}) \times 60 \times (\theta - 10)}{5 \times 10^{-3}}$$

$$\theta = 490/625^\circ\text{C}$$

۱۳. گزینه (۳)  $\eta = 1 - \frac{T_C}{T_F} = 1 - \frac{273 - 3}{273 + 27} = 0.1 = 10\%$

## آزمون (۱)



۱. گزینه (۳) قرینه ی برآیند  $F_1$  و  $F_2$  است پس اندازه ی  $F_2$  با اندازه ی برآیند  $F_1$  و  $F_2$  برابر است.

$$f_2 = \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + 2f_1f_2 \cos \alpha}$$

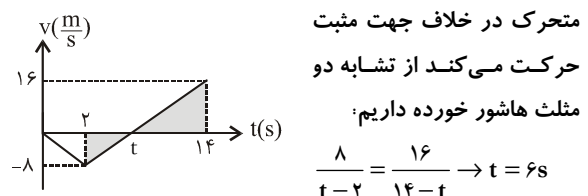
$$14 = \sqrt{16^2 + 6^2 + 2 \times 6 \times 16 \times \cos \alpha}$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = -\frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{2\pi}{3}$$

۲. گزینه (۳) رابطه مستقل از  $V$ .  $\Delta x = -\frac{1}{2}at^2 + Vt$

$$80 = -\frac{1}{2}a \times 4^2 + 40 \times 4 \rightarrow a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۳. گزینه (۲) زمان هایی که نمودار زیر محور زمان است  $V < 0$  و



۴. گزینه (۳) مبدأ را محل پرتاب و جهت مثبت را رو به پایین در نظر می گیریم.

$$V_0 = 0$$

$$h - y = V^2 - V_0^2 = 2g(h - y_0)$$

$$25^2 - 0 = 2 \times 10 \times (h - y_0)$$

$$\Rightarrow h = 10.1/25\text{m}$$

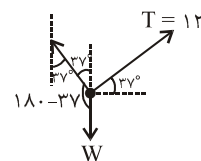
$$y = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 10.1/25 = \frac{1}{2} \times 10 \times t^2 \rightarrow t = 4/5\text{s}$$

۵. گزینه (۲) در امتداد قائم رابطه مستقل از زمان را می نویسیم تا سرعت قائم در لحظه برخورد به زمین را بدست آوریم:

$$V_y^2 - V_{y0}^2 = 2gh \Rightarrow V_y^2 = 2 \times 10 \times 20 \rightarrow V_y = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\tan \theta = \frac{V_x}{V_y} = \frac{15}{20} = \frac{3}{4} \Rightarrow \theta = 37^\circ \rightarrow V = V_x = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۶. گزینه (۲)  $\frac{T = 12}{\sin(180 - 37)} = \frac{w}{\sin 90}$   
 $\Rightarrow w = 20\text{N}$



۷. گزینه (۱)  $\Sigma F = ma$

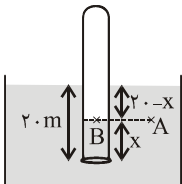
$$|p + q| = 60 \rightarrow |p - 2p| = 60 \rightarrow p = 60, q = -120$$

$$f = \frac{pq}{p+q} = \frac{60(-120)}{60-120} = +120 \text{ cm} = 1/2 \text{ m}$$

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{1/2} = \frac{5}{6} \delta$$

$$P = P_0 + \rho gh = 1.0^5 + 2000 \times 10 \times 10 \quad \text{۲۰. گزینه (۴)}$$

$$= 3 \times 10^5 \text{ Pa} = 3 \text{ atm}$$



$$P_A = P_B$$

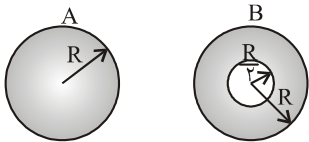
$$P_0 + \rho gh = P_0 + \rho g(20 - x)$$

با فرض آن که دمای هوای درون لوله تغییر

نمی کند می توان نوشت:

$$P_A V_A = P_B V_B \Rightarrow P_0 L_A = P_0 L_B$$

$$1.0^5 \times 30 = [1.0^5 + 1000 \times 10 \times (20 - x)] (30 - x) \Rightarrow x = 13 \text{ cm}$$



۲۲. گزینه (۱)

$$V_A = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$V_B = \frac{4}{3} \pi R^3 - \frac{4}{3} \pi \left(\frac{R}{2}\right)^3$$

$$= \frac{4}{3} \pi \left(R^3 - \frac{R^3}{8}\right) = \frac{4}{3} \pi \times \frac{7}{8} R^3 \Rightarrow V_B = \frac{7}{8} V_A$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{V_B}{V_A} = \frac{7}{8}$$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{k \times 10 \times q_2}{r^2} \quad \text{۲۳. گزینه (۲)}$$

در صورتی که ۲۰٪ از بار  $q_1$  برداریم و به  $q_2$  اضافه

کنیم نیرویی که برهم وارد می کنند برابر خواهد بود با:

$$F' = \frac{k \times 8 \times (q_2 + 2)}{r^2} = \frac{3}{2} F = \frac{3}{2} \times \frac{k \times 10 \times q_2}{r^2}$$

$$q_2 = \frac{16}{7} \mu\text{C}$$

۲۴. گزینه (۱) انرژی پتانسیل به اندازه ۰/۰۲ کاهش می یابد.

$$V_{AB} = \frac{\Delta u}{q}$$

$$V_{AB} = \frac{-0/02}{-2 \times 10^{-6}} = 10000 \text{ V}$$

$$V = Ed \Rightarrow 10000 = 20000 \times d \rightarrow d = 0/5 \text{ m}$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow 3 \times 2 = I_2 \times 6 \rightarrow I_2 = 1 \text{ A} \quad \text{۲۵. گزینه (۱)}$$

$$I = I_1 + I_2 = 3 + 1 = 4 \text{ A}$$

جمع جبری پتانسیل ها در حلقه سمت راست صفر است.

۱۴. گزینه (۳) در هر چرخه اندازه ی گرمای مبادله شده با اندازه ی

کار مبادله شده بین گاز و محیط برابر است. چون چرخه ساعتگرد

است  $Q > 0$  و  $W < 0$  می باشد و مقدار آن برابر با سطح داخل

چرخه است.

$$Q = \frac{1.0^5 \times 4 \times 10^{-3}}{2} = 200 \text{ J} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA}$$

$$Q_{CA} = \frac{5}{2} n R \Delta T = \frac{5}{2} P \Delta V =$$

$$\frac{5}{2} \times 10^5 \times (-4 \times 10^{-3}) = -1000 \text{ J}$$

$$Q_{AB} + Q_{BC} = 1000 + 200 = 1200 \text{ J}$$

۱۵. گزینه (۲)

$$Q = \frac{\gamma}{\gamma - 1} n R \Delta T \quad \Rightarrow \Delta U = \frac{5}{\gamma} Q = \frac{5}{\gamma} \times 700 = 500 \text{ J}$$

$$\Delta U = \frac{5}{\gamma} n R \Delta T$$

۱۶. گزینه (۲) تصویر و جسم نسبت به آینه تقارن دارند. اگر تصویر

بر جسم عمود شود بایستی زاویه ی هر یک با آینه  $45^\circ$  شود. در

این صورت بایستی آینه با افق زاویه ی برابر

$65^\circ = 45^\circ + 20^\circ$  بسازد. این زاویه در حال حاضر

$70^\circ = 20^\circ + 50^\circ$  است پس بایستی آینه  $5^\circ = 70^\circ - 65^\circ$  در جهت

عقبه های ساعت بچرخد.

۱۷. گزینه (۲) چون تصویر بدست آمده در مرحله ی اول حقیقی

می باشد نوع آینه، مقعر است. بزرگ نمایی در آینه ی مقعر از

رابطه ی  $M = \frac{1}{n-1}$  بدست می آید. (فاصله ی جسم از

$$M_1 = \frac{1}{n-1} = \frac{1}{3} \rightarrow n = 4 \rightarrow P_1 = 4f \quad \text{آینه } p = nf \text{ است}$$

$$M_2 = \frac{1}{n-1} = -2 \rightarrow n = \frac{1}{2} \rightarrow P_2 = \frac{1}{2} f$$

$$\Delta P = 4f - \frac{1}{2} f = 3/2 f = 12 \rightarrow f = 4 \text{ cm}$$

۱۸. گزینه (۱) عمق ظاهری برابر است.  $40 - 20 = 20 \text{ cm}$

$$h' = \frac{h}{n} \Rightarrow 20 = \frac{30}{n} \rightarrow n = 1/5$$

۱۹. گزینه (۱) چون طول تصویر مجازی بزرگ تر از طول جسم است

نوع عدسی محدب می باشد. در عدسی ها فاصله ی جسم از تصویر

$|p + q|$  (با حفظ علامت) می باشد.

$$\frac{q}{p} = \frac{A'B'}{AB} = 2 \rightarrow q = -2p$$

چون خازن‌های  $C_{1,2}$  و  $C_3$  متوالی به هم متصل هستند طبق رابطه‌ی  $U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$  انرژی ذخیره شده در آن‌ها به نسبت عکس ظرفیت آن‌ها است.

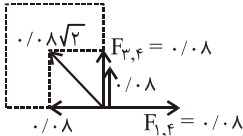
$$\frac{U_{1,2}}{U_3} = \frac{C_3}{C_{1,2}} \Rightarrow \frac{3U_3}{U_3} = \frac{C_3}{6} \rightarrow C_3 = 18 \mu F$$

$$F_{r,f} = F_{1,f} = \frac{KI_1 I_f}{d} L = \quad \text{۳۰. گزینه (۳)}$$

$$\frac{2 \times 10^{-7} \times 2 \times 2}{10^{-2}} \times 10^3 = 0.08 \text{ N}$$

$$I_f \text{ از } I_r \text{ فاصله } d' = \sqrt{2} \text{ cm} = \sqrt{2} \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$F_{r,f} = \frac{KI_1 I_f}{d'} L = \frac{2 \times 10^{-7} \times 4 \times 2}{\sqrt{2} \times 10^{-2}} \times 10^3 = \frac{8\sqrt{2}}{100} \text{ N}$$



پس از رسم نیروها،  $F_{r,f}$  را به دو مولفه در امتدادهای افقی و قائم تجزیه می‌کنیم. مولفه‌ی افقی نیروها یکدیگر را خنثی می‌کنند و دو مولفه‌ی قائم برابر است با:

$$F = 2 \times 0.08 = 0.16 \text{ N}$$

۳۱. گزینه (۳)

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \rightarrow 0.18 = \frac{1}{2} \times 0.04 I^2 \rightarrow I = 3 \text{ A}$$

۳۲. گزینه (۳) در یک حرکت نوسانی وقتی نوسانگر در

$$\phi = (2n-1) \frac{\pi}{4} \text{ قرار دارد یعنی فاز حرکت } y = \pm \frac{\sqrt{2}}{4} A$$

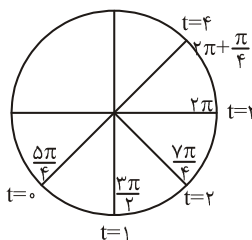
است  $U = k$  می‌باشد و در موقعیت‌های

$$-\frac{\sqrt{2}}{4} A < y < \frac{\sqrt{2}}{4} A \text{ است. } k > U,$$

$$\sin \phi = \frac{x}{A} = -\frac{\sqrt{2}}{4} \rightarrow \phi = \frac{5\pi}{4}$$

نوسانگر در  $t=1$  به انتهای مسیر می‌رسد و فاز حرکت  $\frac{\pi}{4}$

تغییر می‌کند و  $\phi = \frac{3\pi}{4}$  می‌شود. طبق شکل در لحظه‌های



$$U = k \quad t = 4, t = 2, t = 0$$

است و در لحظه‌ی  $t = 3$  انرژی

جنبشی به بیشینه مقدار خود

می‌رسد.

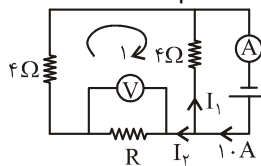
۳۳. گزینه (۲)

$$\frac{U}{E} = \frac{x^2}{A^2} \Rightarrow \frac{0.18}{E} = \frac{(\sqrt{3})^2}{4} \Rightarrow E = 0.24 \text{ J}$$

$$\mathcal{E}_r - Ir_r - I_r R_r + V = 0$$

$$10 - 4 \times 1 - 1 \times 6 + V = 0 \rightarrow V = 0$$

۲۶. گزینه (۲) مدار را به شکل زیر ساده می‌کنیم.



در حلقه سمت چپ:

$$-16 - 4I_r + 4I_1 = 0 \rightarrow I_1 - I_r = 4 \text{ (A)}$$

در گره‌ی  $\circ$  جمع جبری جریان‌ها صفر است.

$$I_1 + I_r = 10 \text{ (B)}$$

از حل دو معادله‌ی  $I_r = 3 \text{ A}$ ,  $I_1 = 7 \text{ A}$  می‌شود.

$$V = I_r R \Rightarrow 16 = 3R \rightarrow R = \frac{16}{3} \Omega$$

۲۷. گزینه (۳) وقتی کلید باز است مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  به طور

متوالی به خازن‌های  $C_1$  و  $C_2$  متصل‌اند و چون جریان از مقاومت‌ها عبور نمی‌کند اختلاف پتانسیل دوسرشان صفر است و اختلاف پتانسیل  $C_1$  با نیروی محرکه‌ی مولد برابر است.

$$q = CV = 12 \times 2 = 24 \mu C$$

وقتی کلید بسته می‌شود اختلاف پتانسیل دو سر خازن  $C_1$  با دو سر مقاومت  $R_1$  برابر می‌شود. شدت جریان مدار برابر است با:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r} = \frac{12}{1 + 2 + 1} = 3 \text{ A}$$

$$V_1 = IR_1 = 3 \times 1 = 3 \text{ V}; q' = CV_1 = 2 \times 3 = 6 \mu C$$

$$\frac{q'}{q} = \frac{6}{24} = \frac{1}{4}$$

۲۸. گزینه (۱)

$$R_{1,2} = R_1 + R_2$$

$$R_{AB} = \frac{R_2(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_2}$$

$$R_{AB} = \frac{1}{2} R_2 \Rightarrow \frac{R_2(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_2} = \frac{1}{2} R_2 \Rightarrow$$

$$2R_1 + 2R_2 = R_1 + R_2 + R_2 \Rightarrow R_2 = R_1 + R_2$$

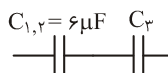
۲۹. گزینه (۳) چون خازن‌های  $C_1$ ,  $C_2$  به طور موازی به هم متصل

شده‌اند. طبق رابطه‌ی  $U = \frac{1}{2} CV^2$  نسبت انرژی ذخیره شده در

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \text{ آن‌ها به نسبت ظرفیت آن‌ها می‌باشد.}$$

$$U_2 = 2U_1 = 2U_3 \Rightarrow U_{1,2} = U_1 + U_2 = 3U_3$$

مدار را به شکل زیر ساده می‌کنیم.



$$E = mC^2 = (\underbrace{8 \times 10^{-3}}_{\text{kg}} \times \underbrace{10^{-3}}_{\text{kg}}) (3 \times 10^8)^2 \quad \text{۴۴. گزینه (۴)}$$

$$= 7/2 \times 10^{11} \text{ J}$$

۴۵. گزینه (۲)

$$\Delta m = (1/67 \times 10^{27} + 1/68 \times 10^{27} - 3/34 \times 10^{27}) = 10^{-29} \text{ kg}$$

$$E = \Delta m C^2 = 10^{-29} \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{-13} \text{ J}$$

## آزمون (۲)

$$\vec{V} = \frac{d\vec{V}}{dt} = 8t\vec{i} + 6\vec{j} \quad \text{۱. گزینه (۳)}$$

$$|\vec{V}| = \sqrt{(8t)^2 + 6^2} = 10 \Rightarrow t = 1 \text{ s}$$

در لحظه  $t = 1$  سرعت جسم  $10 \frac{m}{s}$  می‌شود. برای محاسبه فاصله جسم در این لحظه از مبدأ، در معادله مکان  $t = 1$  را قرار می‌دهیم.

$$\vec{r} = (4 \times 1^2 + 1)\vec{i} + (6 \times 1 - 1)\vec{j} = 5\vec{i} + 5\vec{j}$$

$$|\vec{r}| = \sqrt{5^2 + 5^2} = 5\sqrt{2} \text{ m}$$

۲. گزینه (۴) سطح زیر نمودار  $a - t$  برابر تغییر سرعت می‌باشد.

$$V_f - V_i = \frac{2+6}{2} \times 2 - \frac{V_i = -7}{1} \rightarrow V_f = 1 \frac{m}{s}$$

چون شتاب همواره مثبت و سرعت در ابتدا منفی و سپس مثبت شده پس حاصل ضرب  $a\vec{V}$  در ابتدا منفی و سپس مثبت می‌باشد یعنی در ابتدا حرکت کندشونده و سپس تندشونده است.

۳. گزینه (۳) اگر زمان حرکت سنگ را  $t$  در نظر بگیریم. زمان حرکت گلوله ۲ ثانیه کم‌تر یعنی  $t - 2$  می‌شود. مبدأ را محل پرتاب و جهت مثبت را رو به پایین در نظر می‌گیریم و معادله‌ی

$$\text{آنها را می‌نویسیم. } y = \frac{1}{2}gt^2 + V_i t = \frac{1}{2} \times 10 \cdot t^2 = 5t^2$$

$$y = \frac{1}{2}gt^{t'} + V_i t' = \frac{1}{2} \times 10 \cdot (t-2)^2 + 30 \cdot (t-2)$$

از حل دو معادله‌ی فوق  $y = h = 80 \text{ m}$  بدست می‌آید.

۴. گزینه (۲) چون در اوج گلوله سرعت دارد پس تحت زاویه‌ی  $\alpha$  نسبت به افق پرتاب شده است.

$$t = \frac{V \sin \alpha}{g} = 1/5 \Rightarrow V \sin \alpha = 15 \quad \left| \begin{array}{l} \text{تقسیم} \\ \hline \rightarrow \text{tg} \alpha = \frac{3}{4} \end{array} \right.$$

$$\text{سرعت اوج} = V \cos \alpha = 20$$

$$\alpha = 37^\circ, V_i = 25 \frac{m}{s}$$

۵. گزینه (۲) شتاب قبل از حذف  $F$ 

$$F - mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma \Rightarrow$$

۳۴. گزینه (۳) انرژی جنبشی نوسانگر در مرکز نوسان به بیشینه

$$y = A \sin(20\pi t + \frac{\pi}{6}) = 0 \quad \text{مقدار خود می‌رسد.}$$

$$\Rightarrow \sin(20\pi t + \frac{\pi}{6}) = 0 \Rightarrow 20\pi t + \frac{\pi}{6} = n\pi \rightarrow t = \frac{6n-1}{1200}$$

$$t = \frac{6n-1}{1200} \leq \frac{1}{60} \Rightarrow n \leq 3/5 \Rightarrow n = 3$$

$$V = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} = \frac{2}{10^{-3}} \sqrt{\frac{480}{4000 \times 3}} = 40 \frac{m}{s} \quad \text{۳۵. گزینه (۲)}$$

$$x = Vt \Rightarrow 0.8 = 40 \cdot t \rightarrow t = 2 \times 10^{-3} \text{ s} = 2 \text{ ms}$$

۳۶. گزینه (۴) بعدنوسان ذره‌ای که در  $y = \frac{1}{3}$  متری از منبع قرار دارد را در  $t = 0.1$  بدست می‌آوریم:

$$x = 0.4 \sin(10\pi \times 0.1 - \frac{8\pi}{3}) = 0.2\sqrt{3} \Rightarrow$$

$$a = -\omega^2 x = -10000 \cdot \pi^2 \times 0.2\sqrt{3} = -20000\sqrt{3} \frac{m}{s^2}$$

۳۷. گزینه (۱)

$$\frac{f_{\text{باز}}}{f_{\text{بسته}}} = \frac{n_{\text{باز}}}{(2n-1)_{\text{بسته}}} \times \frac{2L_{\text{بسته}}}{L_{\text{باز}}} \Rightarrow$$

$$1 = \frac{3}{2 \times 2 - 1} \times \frac{2L_{\text{بسته}}}{60} \rightarrow L_{\text{بسته}} = 30 \text{ cm}$$

$$f' = \frac{V + V_1}{V - V_1} f_s = \frac{320 + 20}{320 - 20} \times 600 = 680 \text{ Hz} \quad \text{۳۸. گزینه (۳)}$$

۳۹. گزینه (۴) چون محیط شیشه و هوا متفاوت است، سرعت و طول موج نور در این دو محیط متفاوت می‌باشد. در ضمن تعداد فوتون‌های نور بازتابش و شکست یافته برابر نیست در نتیجه شدت از آنها نیز متفاوت است.

$$\Delta \phi = (2n-1)\pi = (2 \times 3 - 1) = 5\pi \quad \text{۴۰. گزینه (۴)}$$

$$V_i = \frac{h \frac{c}{\lambda} - w}{e} \Rightarrow 6 = 4 \times 10^{-15} \times \frac{3 \times 10^8}{\lambda} - 6 \quad \text{۴۱. گزینه (۱)}$$

$$\lambda = 10^{-7} \text{ m} = 100 \text{ nm}$$

$$E_{n'} = -\frac{E_R}{n'^2} \Rightarrow 1/5 = \frac{13/5}{n'^2} \rightarrow n' = 3 \quad \text{۴۲. گزینه (۲)}$$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow 13/5 = \frac{13/5}{n^2} \rightarrow n = 1$$

خط دوم رشته لیمان تابش می‌شود که فرابنفش است.

$$P = \frac{E}{t} \rightarrow E = P \cdot t = nh \frac{c}{\lambda} \quad \text{۴۳. گزینه (۱)}$$

$$n = \frac{P \cdot t \cdot \lambda}{hc} = \frac{6 \times 10^{-6} \times 1 \times 320 \times 10^{-9}}{6/4 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} = 10^{13}$$



۱۰. گزینۀ (۳) گرمایی که از طریق شیشه‌ها به بیرون می‌رود از

$$\text{رابطه‌ی } Q = \frac{KA\Delta T}{L} \text{ محاسبه می‌شود.}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{3}{4} \Rightarrow Q_2 = \frac{3}{4} Q_1$$

$$\frac{\Delta Q}{Q_1} = \frac{\frac{3}{4} Q_1 - Q_1}{Q_1} = -\frac{1}{4} = -\%25$$

۱۱. گزینۀ (۴) یخ صفر  $\rightarrow$  آب صفر  $\rightarrow$  آب ۲۰

مجموع کل گرمای داده شده  $(Q_1 + Q_2)$  مقدار  $Q_1$  صرف تغییر دمای آب شده است.

$$Q_1 = mC\Delta\theta = m \times 1 \times 20 = 20m$$

$$Q_2 = mL_f = m \times 80 = 80m$$

$$\frac{Q_1}{Q_1 + Q_2} = \frac{20m}{20m + 80m} = 0.2 = \%20$$

$$P_2 = P_1 + \frac{20}{100} P_1 = 1.2 P_1 \quad \text{۱۲. گزینۀ (۱)}$$

$$V_2 = V_1 - \frac{40}{100} V_1 = 0.6 V_1$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} T_1 = \frac{1.2 P_1 \times 0.6 V_1}{P_1 V_1} T_1$$

$$T_2 = 0.72 T_1 \rightarrow \frac{\Delta T}{T_1} = -0.28 \quad \text{یعنی دما } \%28 \text{ کاهش یافته}$$

۱۳. گزینۀ (۳)

$$\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H} = 1 - \frac{273 + 27}{273 + 227} = 0.4$$

$$\eta = \frac{W}{Q_H} \Rightarrow 0.4 = \frac{A}{Q_H} \Rightarrow Q_H = 2000 \text{ J}$$

$$PV = nRT \Rightarrow P \times \frac{m}{\rho} = \frac{m}{M} RT \Rightarrow \quad \text{۱۴. گزینۀ (۴)}$$

$$\rho = \frac{P.M}{RT} = \frac{2 \times 10^5 \times (0.32)}{8 \times (273 + 27)} = \frac{8 \text{ kg}}{3 \text{ m}^3} = \frac{8 \text{ g}}{3 \text{ lit}}$$

۱۵. گزینۀ (۲) فرآیندهای ab و cd هم‌فشار و فرآیندهای bc و ad هم حجم می‌باشد.

$$Q = Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{cd} + Q_{da}$$

$$Q = \frac{\nu}{2} nR\Delta T_{ab} + \frac{\nu}{2} nR\Delta T_{bc} +$$

$$\frac{\nu}{2} nR\Delta T_{cb} + \frac{\nu}{2} nR\Delta T_{da}$$

$$Q = \frac{\nu}{2} \times 1 \times 8 \times (300 - 200) + \frac{\nu}{2} \times 1 \times 8 \times (500 - 300) +$$

$$\frac{\nu}{2} \times 1 \times 8 \times (300 - 500) + \frac{\nu}{2} \times 1 \times 8 \times (200 - 300) = -800 \text{ J}$$

$$40 - 2 \times 10 \times 0.6 - 0.5 \times 2 \times 10 \times 0.8 = 2a \Rightarrow a = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 = 20 \text{ m} \quad \text{جابه‌جایی در قسمت اول}$$

$$V = a_1 t + V_1 = 10 \times 2 = 20 \frac{m}{s} \quad \text{سرعت در لحظه‌ی حذف F}$$

$$\Delta x_2 = \frac{V_1^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} \quad \text{طول خط‌ترمز پس از حذف F}$$

$$\Delta x_2 = \frac{20^2}{2 \times 10 \times (0.6 + 0.5 \times 0.8)} = 20 \text{ m} \quad \text{جابه‌جایی قسمت دوم}$$

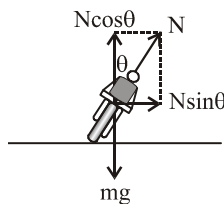
$$\Delta x_{\text{کل}} = 20 + 20 = 40 \text{ m}$$

۱۶. گزینۀ (۳) نمودار P-t شبیه به نمودار V-t می‌باشد چون نمودار

ابتدا از محور زمان دور و سپس نزدیک شده نوع حرکت ابتدا تندشونده و سپس کندشونده می‌باشد.

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N \cos \theta = mg = 1000 \text{ (A)} \quad \text{۱۷. گزینۀ (۴)}$$

از طرفی  $N \sin \theta$  نیروی مرکزگرا می‌باشد.



$$N \sin \theta = \frac{mV^2}{R} = \frac{100 \times 10^2}{20} = 500 \text{ N (B)}$$

دو رابطه‌ی A و B را به توان ۲ می‌رسانیم و با هم جمع می‌کنیم.

$$N^2 \sin^2 \theta = 500^2 \quad \Rightarrow N^2 \sin^2 \theta + N^2 \cos^2 \theta$$

$$N^2 \cos^2 \theta = 1000^2$$

$$= 1000^2 + 500^2$$

$$N^2 (\sin^2 \theta + \cos^2 \theta) = (500 \times 2)^2 + 500^2 = 500^2 (4 + 1)$$

$$N^2 = 500^2 \times 5 \Rightarrow N = 500 \sqrt{5} \text{ N}$$

۱۸. گزینۀ (۲) جسم ۲ کیلویی تحت اثر سه نیروی وزن و کشش

نخ‌های افقی و شیب‌دار ساکن مانده. اندازه‌ی نیروی کشش نخ

افقی با اندازه‌ی برآیند دو نیروی دیگر برابر است. با حذف نیروی

کشش نخ افقی، جسم تحت اثر برآیند دو نیروی دیگر (که با T

برابر است) حرکت می‌کند. پس ابتدا T را محاسبه می‌کنیم.

$$T = f = \mu mg = 0.3 \times 4 \times 10 = 12 \text{ N}$$

$$\Sigma F = ma \Rightarrow 12 = 2a \Rightarrow a = 6 \frac{m}{s^2}$$

۱۹. گزینۀ (۲) در h متری پایین افق پرتاب (وضع (۱)) سرعت جسم

از رابطه‌ی  $V = \sqrt{V_1^2 + 2gh}$  محاسبه می‌شود.

$$V = \sqrt{V_1^2 + 2gh} = \sqrt{2^2 + 2 \times 10 \times 0.6} = 4 \frac{m}{s}$$

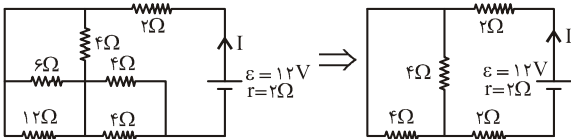
۲۳. گزینه (۲) 
$$\frac{2}{9} \leftarrow F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow \frac{2}{9}$$

۲۴. گزینه (۳) دو خازن  $C_2$  و  $C_3$  موازیند و ظرفیت معادل آن‌ها  $C_{2,3} = 1 \mu F$  است. خازن معادل آن‌ها با  $C_1$  متوالی بسته شده است.

$$V_3 = V_{2,3} = \frac{C_1}{C_1 + C_{2,3}} V_{\text{کل}} = \frac{2}{12} \times 24 = 4V$$

$$U = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} \times 2 / 4^2 = 16 \mu J$$

۲۵. گزینه (۲) مدار را به شکل زیر ساده می‌کنیم.



دو مقاومت ۴ اهمی موازیند پس مقاومت معادل کل مدار برابر است با:

$$R = \frac{4}{2} + 2 + 2 = 6 \Omega$$

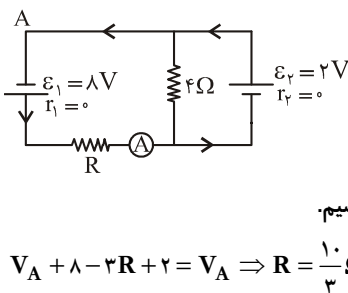
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{12}{6+2} = 1.5A$$

۲۶. گزینه (۲) شیب نمودار  $V-I$  برابر با مقاومت درونی مولد می‌باشد.

$$r_A = \frac{20-10}{4} = 2.5 \Omega, r_B = \frac{15-10}{4} = 1.25 \Omega$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{r_1 + r_2 + R} = \frac{20+15}{2.5+1.25+11.25} = 7A$$

۲۷. گزینه (۴) روی محیط مدار از نقطه‌ی ساعتگرد حرکت می‌کنیم و تغییر پتانسیل هر جزء را می‌نویسیم.



$$V_A + 8 - 2R + 2 = V_A \Rightarrow R = \frac{10}{3} \Omega$$

۲۸. گزینه (۳) در حالتی که کلید  $k$  باز است مقاومت  $R_1$  و  $R_2$  بترتیب با  $C_1$  و  $C_2$  متوالی بوده و وجودشان در مدار بی‌تأثیر است. (چون از مدار جریان نمی‌گذرد) در این صورت ولتاژ دو سر  $C_1$  برابر  $\mathcal{E} = 10V$  می‌باشد. با وصل کلید، جریان از مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  می‌گذرد و  $C_1$  با  $R_2$  موازی می‌شود و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها برابر می‌شود.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{10}{3+1+1} = 2A$$

$$V = IR = 2 \times 3 = 6V \Rightarrow \Delta V = 10 - 6 = 4V$$

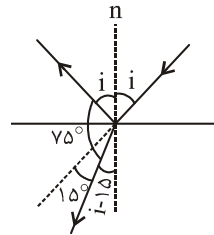
۲۹. گزینه (۴)

۱۶. گزینه (۱) چون  $A$  روی  $2f$  است تصویرش نیز به فاصله‌ی  $2f$  از عدسی تشکیل می‌شود. فاصله  $B$  از عدسی  $15$  سانتی‌متر است پس فاصله‌ی تصویرش تا عدسی برابر است با:

$$q = \frac{pf}{p-f} = \frac{15 \times 10}{15-10} = 30 \text{ cm}$$

$$A'B' = 30 - 20 = 10 \text{ cm}$$

۱۷. گزینه (۳) مجموع زوایای نیم‌صفحه  $180^\circ$  می‌باشد.



$$i + 75 + (i - 15) = 180 \rightarrow i = 60^\circ$$

$$r = 60 - 15 = 45^\circ$$

$$\sin i = n \sin r \rightarrow \sin 60 = n \times \sin 45$$

$$\rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = n \times \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow n = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{6}}{2}$$

۱۸. گزینه (۱) 
$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} = \frac{10}{5} = 2 \Rightarrow q = 2p$$

$$|q - p| = 60 \Rightarrow 2p - p = 60$$

$$\rightarrow p = 60$$

۱۹. گزینه (۲) اگر زاویه‌ی حاده دو آینه متقاطع  $\alpha$  باشد، پرتو نور به اندازه‌ی  $2\alpha$  منحرف می‌شود.

$$D = 2\alpha = 2 \times 50 = 100^\circ$$

۲۰. گزینه (۴) 
$$R_2 V_2$$

$$R_1 O V_1$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow (P + \rho gh) V_1 = P_2 V_2$$

$$(1.0^5 + 1000 \times 10 \times 70) \times \frac{4}{3} \pi R_1^3 = 1.0^5 \times \frac{4}{3} \pi R_2^3$$

$$8 \times 10^5 \times R_1^3 = \frac{1}{2} \times 10^5 \times R_2^3 = R_2^3 = 16 R_1^3$$

$$\Rightarrow R_2 = \sqrt[3]{16} R_1 \Rightarrow R_2 = 2 \sqrt[3]{2} R_1$$

۲۱. گزینه (۳) طبق قانون پاسکال فشار در زیر دو پیستون برابر است.

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{F}{a} = \frac{w}{A} \Rightarrow F = \frac{a}{A} w$$

۲۲. گزینه (۳) 
$$\frac{V_{AL}}{V_{cu}} = 2^3 = 8, \frac{m_{AL}}{m_{cu}} = 2/4$$

چگالی از رابطه‌ی  $\rho = \frac{m}{V}$  محاسبه می‌شود.

$$\frac{\rho_{AL}}{\rho_{cu}} = \frac{m_{AL}}{m_{cu}} \times \frac{V_{cu}}{V_{AL}} = 2/4 \times \frac{1}{8} = 0.3$$

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{20}{5} = 4 \text{ Hz}$$

$$V = \lambda f = 2 \times 20 = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{۳۶. گزینه (۳)}$$

$$x = Vt \Rightarrow 30 = 40 \cdot t \Rightarrow t = \frac{3}{4} \text{ s}$$

$$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow 35 = \frac{(2 \times 4 - 1) \lambda}{4} \quad \text{۳۷. گزینه (۲)}$$

$$\Rightarrow \lambda = 20 \text{ cm}$$

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{20}{0.2} = 100 \text{ Hz}$$

$$\beta_r - \beta_l = 10 \cdot \log \frac{I_r}{I_l} = 26 - 20 \Rightarrow \quad \text{۳۸. گزینه (۲)}$$

$$\log \frac{I_r}{I_l} = 0.6 = 2 \log 2 = \log 4 \Rightarrow \frac{I_r}{I_l} = 4$$

$$\frac{f_{\text{عقب}}}{f_{\text{جلو}}} = \frac{V - V_s}{V + V_s} \Rightarrow \frac{v}{9} = \frac{320 - V_s}{320 + V_s} \quad \text{۳۹. گزینه (۳)}$$

$$\Rightarrow V_s = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۴۰. گزینه (۴) طول موج اشعه x کوتاه‌تر از طول موج اشعه ی فرابنفش می‌باشد. از طرفی هرچه طول موج کوتاه‌تر شود، انرژی و قدرت نفوذ اشعه بیشتر می‌شود.

$$\text{۴۱. گزینه (۴) عرض نوارها از رابطه } I = \frac{\lambda D}{2a} \text{ محاسبه می‌شود}$$

که با پهنای شکاف رابطه‌ای ندارد. با کاهش فاصله پرده از شکاف‌ها و یا به کاربردن نور آبی که طول موج کوتاه‌تر از طول موج نور زرد دارد، پهنای نوارها کم می‌شود ولی با کاهش فاصله ی دو شکاف (a) پهنای نوارها افزایش می‌یابد.

$$k = hf - w = h \frac{C}{\lambda} - w \quad \text{۴۲. گزینه (۲)}$$

$$6 = 4 \times 10^{-15} \times \frac{3 \times 10^8}{\lambda} - 6 \Rightarrow \lambda = 10^{-7} \text{ m} = 100 \text{ nm}$$

۴۳. گزینه (۲) برای گسیل فوتون با کوتاه‌ترین طول موج (بیش‌ترین انرژی) بایستی به مدار  $n=1$  پرش کند.

$$E_r - E_l = h \frac{C}{\lambda} \Rightarrow \frac{-E_r}{9} + \frac{E_r}{1} = h \frac{C}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{9hC}{\Delta E_r} = \frac{9 \times 4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{8 \times 13/5} = 10^{-7} \text{ m} = 100 \text{ nm}$$

۴۴. گزینه (۱)

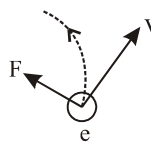
۴۵. گزینه (۱) ۶ روز مدت سه نیمه عمر است.

$$6 \text{ m} \leftarrow 4 \text{ m} \leftarrow 2 \text{ m} \leftarrow \text{m}$$

$$F_{AC} = \frac{KI_r I_r}{d} L = \frac{2 \times 10^{-7} \times 10 \times 20}{4 \times 10^{-2}} \times 10^3 = 1 \text{ N} \text{ چپ}$$

$$F_{BC} = \frac{KI_r I_r}{d} L = \frac{2 \times 10^{-7} \times 5 \times 20}{2 \times 10^{-2}} \times 10^3 = 1 \text{ N} \text{ راست}$$

نیروی که A به C وارد می‌کند ربایشی ولی نیرویی B به C وارد می‌کند رانشی است و برآیند آنها صفر می‌باشد.



۳۰. گزینه (۲) اگر عمود بر کف دست راست و به طرف بیرون صفحه جهت میدان و چهارانگشت در جهت پرتاب باشد، شست جهت نیروی وارد بر بار مثبت و خلاف جهت آن، نیروی وارد بر بار منفی می‌باشد. پس حرکت ذره یک حرکت دورانی و مسیر نقطه چین مسیر حرکتش می‌باشد.

۳۱. گزینه (۱)

$$e = -A \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \alpha = -(400 \times 10^{-4}) \times \frac{(0.01 - 0.04)}{0.01} \times 1$$

$$\Rightarrow e = 0.12 \text{ V}$$

۳۲. گزینه (۱) اگر چهارانگشت دست راست را در جهت جریان قرار دهیم، شست جهت میدان را که از چپ به راست است نشان می‌دهد. با کاهش مقاومت، شدت جریان و در نتیجه میدان، کاهش می‌یابد. حلقه‌ی سمت چپ در این میدان قرار دارد و با کاهش میدان شار گذرنده، از آن کم می‌شود. در حلقه جریان در جهت (۱) شکل می‌گیرد تا میدان حاصل از آن میدان قبلی را افزایش دهد تا مانع از کاهش شار گذرنده شود.

$$y = A \sin(\omega t + \theta) \quad \text{۳۳. گزینه (۲)}$$

$$\left. \begin{array}{l} t = 3 \\ y = 2 \end{array} \right\} \Rightarrow 2 = 4 \sin(3\omega + \theta) \quad \left\{ \begin{array}{l} 3\omega + \theta = \frac{\pi}{6} \\ 8\omega + \theta = \pi \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} t = 8 \\ y = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow 0 = 4 \sin(8\omega + \theta)$$

از حل دستگاه فوق  $\theta = -\frac{\pi}{3}$  بدست می‌آید.

$$y = A \sin \theta = 4 \sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) = 4\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = -2\sqrt{3} \text{ cm}$$

۳۴. گزینه (۲) شتاب نوسانگر در انتهای مسیر همان شتاب بیشینه می‌باشد.

$$a = A\omega^2 = A\left(\sqrt{\frac{k}{m}}\right)^2 = A \frac{k}{m} = 0.2 \times \frac{256}{0.04} = 128 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\sin \theta_A = \frac{y}{A} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \theta_A = \frac{2\pi}{3} \text{ یا } \frac{\pi}{3} \quad \text{۳۵. گزینه (۱)}$$

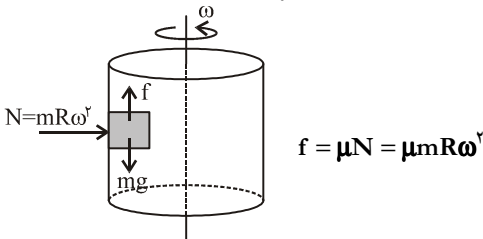
$$\frac{2\pi}{3} \quad \lambda$$

$$\frac{2\pi}{3} \quad \frac{5}{3} \Rightarrow \lambda = 5 \text{ m}$$

$$T_2 = \frac{2mm'}{m+m'}g = \frac{2 \times 6 \times (2+2)}{6+(2+2)} \times 10 = 48N \quad \text{۷. گزینه (۳)}$$

$$2kg \quad T_2 = 48N \\ 2 \quad T_1 = 24N$$

۸. گزینه (۲) نیروی عمودسطح، نیرویی مرکزگرا است پس مقدارش  $N = mR\omega^2$  می‌باشد. حداقل  $\omega$ ، جسم را در آستانه‌ی لغزش قرار می‌دهد و در این حالت داریم:



$$\sum F_y = 0 \Rightarrow f = \mu m R \omega^2 = m \quad \text{شرط آن که سر نخورد:}$$

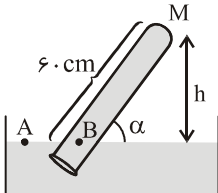
$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{\mu R}}$$

۹. گزینه (۲) سطح زیر نمودار F-x برابر با تغییر در انرژی جنبشی

$$F \cdot x = \frac{1}{2} m (V^2 - V_0^2) \quad \text{جسم است.}$$

$$\Rightarrow \frac{4+8}{2} \times 2 = \frac{1}{2} \times 2 (V^2 - 2^2) \Rightarrow V = 4 \frac{m}{s}$$

$$P_A = P_B \Rightarrow P = P_M + h \quad \text{۱۰. گزینه (۴)}$$



$$76 = P_M + 6 \cdot \sin \alpha \xrightarrow{P_M=28} 76 = 28 + 6 \cdot \sin \alpha \\ \Rightarrow \sin \alpha = 0.8 \Rightarrow \alpha = 53^\circ$$

۱۱. گزینه (۲) اندازه‌ی گرمایی که گرماسنج و آب می‌دهند با اندازه‌ی گرمایی که فلز می‌گیرد برابر است.

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 \Rightarrow m_1 c_1 \Delta\theta_1 + m_2 c_2 \Delta\theta_2 = m_3 c_3 \Delta\theta_3 \\ 150 \times (10-8) + 0.5 \times 4200 \times (10-8) = \\ m_3 C_3 \times (110-10) \Rightarrow m_3 C_3 = 45 \frac{J}{^\circ C}$$

$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta\theta) \Rightarrow 80.1 = 80 \cdot (1 + 5 \cdot \alpha) \quad \text{۱۲. گزینه (۲)}$$

$$\alpha = 2/5 \times 10^{-5} \left( \frac{1}{^\circ C} \right)$$

$$\Rightarrow \text{ضریب انبساط حجمی} = 3\alpha = 7/5 \times 10^{-5} \left( \frac{1}{^\circ C} \right)$$

۱۳. گزینه (۱) اگر تعداد مول‌های هوایی که در هر بار تلمبه وارد مخزن می‌کنیم را با  $n_1$  و تعداد مول‌های هوایی که در نهایت در

### آزمون (۳)

۱. گزینه (۲) ابتدا در دو ثانیه‌ی اول معادله‌ی مستقل از شتاب را می‌نویسیم:

$$\Delta x = \frac{V+V_0}{2} t \Rightarrow 6-4 = \frac{0+V_0}{2} \times 2 \Rightarrow V_0 = 2 \frac{m}{s}$$

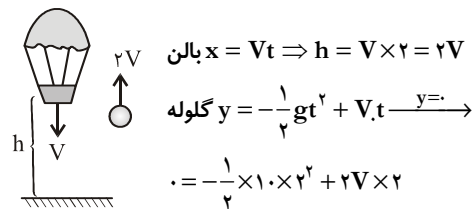
$$a = \frac{V-V_0}{t} = \frac{0-2}{2} = -1 \frac{m}{s^2}$$

حال رابطه‌ی مستقل از زمان را از ابتدا تا موقعی که از مبدأ مکان می‌گذرد را می‌نویسیم.

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow V^2 - 2^2 = 2(-1)(0-4)$$

$$\Rightarrow V = \pm 2\sqrt{3} \frac{m}{s}$$

۲. گزینه (۲) گلوله نسبت به ناظر ساکن با سرعت  $3V - V = 2V$  به بالا پرتاب شده است.



از حل دو معادله‌ی فوق  $h = 10m$  و  $V = 5 \frac{m}{s}$  می‌باشد.

$$\vec{V} = (-3t)\vec{i} + 4t\vec{j} \quad \text{۳. گزینه (۳)}$$

$$|\vec{V}| = \sqrt{(-3t)^2 + 16t^2} = 10 \Rightarrow 5t = 10 \Rightarrow t = 2$$

$$t = 2 \Rightarrow \vec{r} = \left( -\frac{3}{2} \times 2^2 - 2 \right) \vec{i} + 2 \times 2^2 \vec{j} = -8\vec{i} + 8\vec{j}$$

$$\Rightarrow |\vec{r}| = 8\sqrt{2}m$$

$$R = \frac{2V_x V_y}{g} = \frac{2 \times 4 \times 6}{10} = 4/5m \quad \text{۴. گزینه (۳)}$$

$$h = \frac{V_{oy}^2}{2g} = \frac{6^2}{2 \times 10} = 1.8m$$

$$R - h = 4/5 - 1.8 = 3m$$

$$\frac{w_i}{w_h} = \left( \frac{R+h}{R} \right)^2 \quad \text{۵. گزینه (۱)}$$

$$\Rightarrow \frac{540}{w_h} = \left( \frac{R+2R}{R} \right)^2 = 9 \Rightarrow w_h = 60N$$

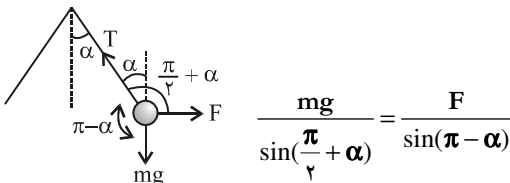
۶. گزینه (۲) سطح زیر نمودار F-t برابر با تغییر در اندازه‌ی حرکت می‌باشد.

$$F \cdot t = m(V - V_0) \Rightarrow \frac{7+3}{2} \times 3 = 2(V - 4)$$

$$\Rightarrow V = 11/5 \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow 4000 = \frac{400 \times (20 \times 10^{-4})(\theta - 20)}{0.5} \Rightarrow \theta = 2520^\circ \text{C}$$

۲۱. گزینه (۳)

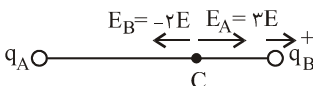


$$\Rightarrow F = \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha} = mg \tan \alpha$$

$$\frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{0.3^2} = 0.4 \times 10 \times \tan \alpha$$

$$\Rightarrow \tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

۲۲. گزینه (۱) شدت میدان  $q_B$  و  $q_A$  در نقطه C را با  $E_A$  و  $E_B$  نشان می‌دهیم.



$$\begin{cases} E_A + E_B = E \\ E_B = -2E \end{cases} \rightarrow E_A = 3E$$

با توجه به شکل چون هردو بار  $q_B$  و  $q_A$  بار آزمون واقع در نقطه C رادفع کرده‌اند هم‌نامند.

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{k \frac{q_A}{x^2}}{k \frac{q_B}{x^2}} = \frac{3E}{2E} \rightarrow \frac{q_A}{q_B} = +\frac{27}{2}$$

۲۳. گزینه (۴) اگر دو کره دارای بارهای هم اندازه و هم نام باشد،

پس از اتصال بار آنها تغییر نکرده و در نتیجه  $F' = F$  می‌شود.

در صورتی که بار دو کره هم نام باشد ولی اندازه‌های آنها

متفاوت باشد. پس از اتصال بار روی کره‌ها برابر می‌شود و در

این صورت  $F' > F$  می‌شود (نیروی بین بارها با حاصل ضرب آنها

متناسب است و در این حالت حاصل ضرب بارها نسبت به حال

قبل افزایش می‌یابد.

اگر بار دو کره ناهم‌نام باشد. می‌تواند پس از اتصال حاصل ضرب

بارها نسبت به حالت اول کم‌تر شود (فرض کنید بار دو کره در

ابتدا هم اندازه و ناهم‌نام باشد) در این حالت  $F' < F$  می‌شود.

۲۴. گزینه (۳) درست در لحظه وصل کلید مقاومت خازن بدون

بار در مقابل عبور جریان الکتریکی صفر می‌باشد و جریان  $I_1$

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{10}{3+1} = 2/5 \text{ A} \quad \text{صفر می‌شود.}$$

۲۵. گزینه (۱)

$$\Rightarrow 2 \times 2 = 8R_1 \rightarrow R_1 = 0.5 \Omega$$

۲۶. گزینه (۳)

مخزن قرار می‌گیرد را با  $n_1$  نشان دهیم. تعداد دفعات که بایستی تلمبه بزنیم برابر است با:

$$x = \frac{n_2}{n_1} \frac{PV}{RT} \rightarrow x = \frac{P_2 V_2 T_1}{P_1 V_1 T_2} = \frac{5 \times 20 \times (273-3)}{1 \times \frac{1}{2} \times (273+27)} = 180$$

۱۴. گزینه (۴) چون فشار متناسب با دمای مطلق تغییر می‌کند، گاز فرآیند هم حجمی را طی می‌کند و در نتیجه کاری انجام نمی‌شود.

$$\eta_1 = \frac{w_1}{Q} = 0.4 \rightarrow w_1 = 0.4Q \quad \text{گزینه (۴)}$$

$$Q_{c1} = Q_{H_1} = Q - 0.4Q = 0.6Q$$

$$\eta_2 = \frac{w_2}{Q_{H_2}} \Rightarrow 0.5 = \frac{w_2}{0.6Q} \rightarrow w_2 = 0.3Q$$

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{0.4Q}{0.3Q} = \frac{4}{3}$$

۱۶. گزینه (۳) هرگاه آینه با سرعت  $V$  حرکت کند، تصویر با سرعت  $2V$  در جهت حرکت آینه حرکت می‌کند.

۱۷. گزینه (۲) چون تصویر مستقیم می‌باشد مجازی است و در آینه‌ها فاصله‌ی شیء تا تصویر  $|p-q|$  (با حفظ علامت) می‌باشد.

$$\begin{cases} q = -3p \\ |p-q| = 40 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p = 10 \text{ cm} \\ q = -30 \text{ cm} \end{cases}$$

$$R = 2f = \frac{2pq}{p+q} = \frac{2 \times 10 \times (-30)}{10-30} = +30 \text{ cm}$$

چون  $R > 0$  است آینه مقعر می‌باشد.

$$D = i - r = \frac{1}{3}i \rightarrow r = \frac{2}{3}i = 30^\circ \rightarrow i = 45^\circ \quad \text{گزینه (۱)}$$

$$\sin i = n \sin r \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = n \times \frac{1}{2} \rightarrow n = \sqrt{2}$$

۱۹. گزینه (۱) چون تصویر جسم حقیقی است پس عدسی همگرا می‌باشد. اگر فاصله‌ی جسمی از عدسی همگرا  $p = nf$  باشد،

$$\text{بزرگ‌نمایی از رابطه‌ی } M = \frac{1}{n-1} \text{ بدست می‌آید.}$$

$$M_1 = \frac{1}{n-1} = \frac{1}{3} \rightarrow n = 4 \rightarrow P_1 = 4f$$

$$M_2 = \frac{1}{n-1} = -3 \rightarrow n = \frac{2}{3} \rightarrow P = \frac{2}{3}f$$

$$\Delta P = 4f - \frac{2}{3}f = 20 \rightarrow f = 6 \text{ cm}$$

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA\Delta\theta}{L} \quad \text{گزینه (۲)}$$

$$k = \frac{1}{2} mV^2$$

$$\Rightarrow 0.18 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 0.4^2 \pi^2 \cos^2(2\pi t + \frac{\pi}{6})$$

$$\cos^2(2\pi t + \frac{\pi}{6}) = \frac{1}{2} \Rightarrow \cos(2\pi t + \frac{\pi}{6}) = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} = \cos \frac{\pi}{4}$$

$$2\pi t + \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{4} \rightarrow t = \frac{1}{24} \text{ s}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0 \Rightarrow \omega^2 = \pi^2 \Rightarrow \omega = \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad (۲) \text{ گزینۀ ۳۴}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi} = 2 \text{ s}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2 \Rightarrow 1 = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow 1 = \frac{\pi^2}{g} \cdot l \rightarrow l = 1 \text{ m}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}} = \sqrt{\frac{16}{3200 \times 20 \times 10^{-6}}} = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (۲) \text{ گزینۀ ۳۵}$$

۳۶. گزینۀ (۲) مدت زمانی که طول می‌کشد تا نوسانگری از نصف

بعد ماکزیمم به مرکز نوسان برسد  $\frac{T}{12}$  می‌باشد. در این مدت

موج  $\frac{1}{12}$  متر را پیموده است.

$$x = Vt \rightarrow \frac{1}{12} = V \times \frac{T}{12} \Rightarrow \lambda = VT = 1 \text{ m} \text{ طول موج}$$

$$V = \lambda f = 1 \times 20 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$l = \frac{\lambda}{2} = 20 \text{ cm} \quad (۴) \text{ گزینۀ ۳۷}$$

$$f = \frac{nV}{\lambda} = \frac{3 \times 1200}{2 \times 0.2} = 9000 \text{ Hz}$$

۳۸. گزینۀ (۱) چون منبع صوت ساکن است، طول موج ظاهری و طول

موج واقعی برابرند.

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{300}{600} = 0.5 \text{ m}$$

$$\frac{n_G}{n_W} \times \frac{n_D}{n_G} = \frac{9}{8} \times \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{n_D}{n_W} = \frac{9}{5} \quad (۱) \text{ گزینۀ ۳۹}$$

$$\frac{V_D}{V_W} = \frac{n_W}{n_D} = \frac{9}{5} \Rightarrow \frac{V_D}{2/25 \times 10^6} = \frac{5}{9} \Rightarrow$$

$$V_D = 1/25 \times 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$x_1 = x_2 \Rightarrow 4 \frac{\lambda_1 D}{a} = 4/5 \frac{\lambda_2 D}{a} \quad (۱) \text{ گزینۀ ۴۰}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{4}{4/5} = \frac{5}{4}$$

بنابراین جریان گذرنده از مقاومت  $R$  برابر  $(1A - 2) = 3A$  خواهد بود. ولتاژ دو سر مقاومت‌ها یکسان است پس:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$8 \times 2 = R \times 1 \rightarrow R = 16 \Omega$$

۲۷. گزینۀ (۳) چون  $\epsilon_1 > \epsilon_2$  است جریان در حلقه پادساعتگرد

$$I = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\sum R + \sum r} = \frac{18 - 2}{4 + 3 + 1} = 2 \text{ A} \text{ می‌باشد.}$$

$$V_B - IR_1 + \epsilon_1 = V_A \Rightarrow V_B - V_A = 2 \times 4 - 18 = -10 \text{ V}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta U = \Delta V \cdot q = -10 \cdot (-2) = +20 \mu\text{J}$$

$$F = qVB \sin \alpha \quad (۳) \text{ گزینۀ ۲۸}$$

$$6 \times 10^{-5} = 10^{-6} \times V \times 5 \times 1 \Rightarrow V = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$k = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-8} \times 4^2 = 0.16 \times 10^{-6} \text{ J} = 0.16 \mu\text{J}$$

$$2\pi r \quad 1 \quad (۲) \text{ گزینۀ ۲۹}$$

$$d \quad n = \frac{d}{2\pi r} = \frac{d}{2 \times 0.05\pi} = \frac{10d}{\pi}$$

$$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r} \Rightarrow$$

$$\frac{10d}{\pi} \times 10^{-7} \times \frac{\pi}{0.05} \Rightarrow d = 20 \text{ m}$$

$$\Delta q = N \frac{\Delta \phi}{R} = 50 \times \frac{0.04}{5} = 0.4 \text{ کولن} \quad (۲) \text{ گزینۀ ۳۰}$$

$$\sin \theta = \frac{\phi}{\phi_{\max}} = \frac{0.002}{0.004} = \frac{1}{2} \rightarrow \theta = \frac{\pi}{6} \quad (۴) \text{ گزینۀ ۳۱}$$

$$\frac{T}{2} = 0.04 \rightarrow T = 0.08 \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 25\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\phi = \phi_m \sin(\omega t + \theta) = 0.004 \sin(25\pi t + \frac{\pi}{6})$$

$$I = -\frac{N}{R} \frac{d\phi}{dt} = -\frac{200}{2\pi} \times 25\pi \cos(25\pi t + \frac{\pi}{6})$$

$$t = \frac{1}{50} \rightarrow i = -125 \cdot \cos(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6}) = 625 \text{ A}$$

$$\sin \theta_1 = \frac{y_1}{A} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \theta_1 = \frac{\pi}{3} \quad (۲) \text{ گزینۀ ۳۲}$$

$$\sin \theta_2 = \frac{y_2}{A} = 1 \rightarrow \theta_2 = \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow \Delta \theta = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6}$$

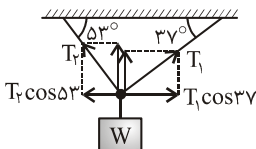
$$\Delta \theta = \omega \Delta t \Rightarrow \Delta \theta = \frac{2\pi}{T} \cdot t \rightarrow \frac{\pi}{6} = \frac{2\pi}{T} \times \frac{1}{6} \rightarrow T = 0.2$$

$$V = \frac{dy}{dt} = 0.04\pi \cos(2\pi t + \frac{\pi}{6}) \quad (۳) \text{ گزینۀ ۳۳}$$

$$\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{V_y \sin^2 \alpha}{V_y \sin \alpha \cos \alpha} = \frac{\sin^2 \alpha}{\sin \alpha \cos \alpha} = \frac{1}{2} \tan \alpha$$

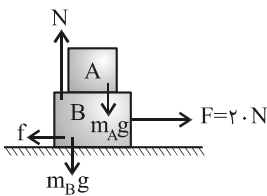
۵. گزینه (۱) اگر آسانسور کندشونده رو به بالا حرکت کند و یا کندشونده رو به پایین برود، شتاب حرکت به طرف بالاست و در هر دو حالت کشش کابل بیش تر از وزن آسانسور می باشد.

۶. گزینه (۲) در این حالت بایستی برآیند نیروها در دو امتداد x و y صفر باشد.



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow T_1 \cos 37 - T_2 \cos 53 = 0$$

$$\Rightarrow T_1 \times 0.8 = T_2 \times 0.6 \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{0.6}{0.8} = \frac{3}{4}$$



۷. گزینه (۳)

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N = m_A g + m_B g = 100 \text{ N}$$

$$f = \mu N = 100 \times 0.2 = 20 \text{ N}$$

$$\sum F_x = \sum ma \Rightarrow F - f = (m_A + m_B) a$$

$$30 - 20 = (4 + 6) a \Rightarrow a = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

طبق قانون دوم نیوتن برآیند نیروهای وارد بر جسم A از رابطه  $F = ma$  محاسبه می شود.

$$F = ma = 4 \times 1 = 4 \text{ N}$$

۸. گزینه (۲) دور ۳۰ ثانیه

$$f = \frac{1}{T} \text{ Hz} \Rightarrow \omega = 2\pi f = \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

نیروی اصطکاک عامل دوران است. موقعی که سکه در دورترین فاصله است در آستانه لغزش قرار می گیرد و در این حالت  $f = \mu mg$  می باشد.

$$f = \mu mg = mR\omega^2 \Rightarrow 0.4 \times 10 = R \times \pi^2 \Rightarrow R = 0.4 \text{ m}$$

۹. گزینه (۴) طول خط قرمز به شکل زیر محاسبه می شود.

$$x = \frac{V_y^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} \Rightarrow 4 = \frac{10^2}{2 \times 10 \times (0.6 + 0.8\mu)}$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{13}{16}$$

کار نیروی اصطکاک در رفت و برگشت.

$$I = \frac{E}{tA} = \frac{E}{t \times 4\pi R^2} = \frac{1/8}{60 \times 4 \times 3 \times (0.5)^2} = 0.01 \text{ (A)}$$

۴۲. گزینه (۳) چون دو فلز متفاوت می باشند w برای آن ها متفاوت

$$V = \frac{hf - w}{c}$$

است در نتیجه بسامد نورتابشی طبق رابطه متفاوت است.

۴۳. گزینه (۳) طیف نور فلز مذاب پیوسته است ولی در اثر عبور از یک محیط واسطه ی ملتهب خطوط تاریکی در طیف ایجاد می شود. که در واقع همان خطوطی است که بخارجیوه گسیل می کند.

۴۴. گزینه (۱) هسته هلیم از دو پرتون و دو نوترون تشکیل شده است.

$$(2M_p + 2M_n - M) \times 931/5$$

$$= (2 \times 1.00727 + 2 \times 1.008665 - 4.002603) \times 931/5$$

$$= 27.27 \text{ Mev}$$

۴۵. گزینه (۱)

### آزمون (۴)

۱. گزینه (۴) در صورتی که  $av > 0$  باشد حرکت تندشونده و در صورتی که  $av < 0$  باشد، حرکت کندشونده است. بنابراین اگر  $v < 0$  باشد حرکت تندشونده و در صورتی که  $v > 0$  باشد ابتدا حرکت کندشونده می باشد. با توجه به اینکه سطح زیر نمودار a-t برابر با تغییر سرعت می شود در حالت اخیر می تواند سرعت نهایی جسم منفی شود و حرکت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده باشد.

۲. گزینه (۳) اگر متحرکی بدون سرعت اولیه با شتاب ثابت حرکت کند مسافت هایی که در بازه های زمانی یکسان طی می کند به نسبت های  $x, 3x, 5x, \dots$  می باشد پس:

$$x + 3x + 5x = 450 \rightarrow x = 50 \text{ m}$$

$$50, 150, 250$$

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} = (3t - 6) \vec{i} + 4 \vec{j} \quad \text{گزینه (۲)}$$

کم ترین مقدار شتاب وقتی است که  $a_x = 0$  می شود.

$$a_x = 3t - 6 = 0 \rightarrow t = 2$$

$$t = 2 \rightarrow \vec{a} = 4 \vec{j} \Rightarrow |\vec{a}| = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۴. گزینه (۱) مختصات اوج به صورت زیر است.

$$\begin{cases} x = \frac{R}{2} = \frac{V_y^2 \sin^2 \alpha}{2g} \\ y = h = \frac{V_y^2 \sin^2 \alpha}{2g} \end{cases}$$

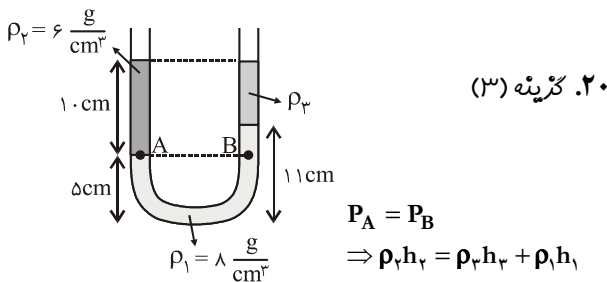
$$|M_p| = \frac{f}{p+f} = \frac{f}{2f+f} = \frac{1}{3} \rightarrow A'B' = \frac{1}{3} AB = 4 \text{ cm}$$

در حالت دوم خواهیم داشت:

$$|M_p| = \frac{f}{p+f} = \frac{f}{f+f} = \frac{1}{2} \rightarrow A'B' = \frac{1}{2} AB = 6 \text{ cm}$$

پس طول تصویر ۲ سانتی متر افزایش یافته

۱۹. گزینه (۴) در این حالت نیروی چسبندگی مولکول‌های آب با جداره کم‌تر از نیروی کشش بین مولکول‌ها می‌شود و سیال برای این جداره یک سیال خشک به حساب می‌آید.



$$6 \times 10 = \rho_p \times (10 + 5 - 11) + \lambda \times (11 - 5) \Rightarrow \rho_p = 3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

۲۱. گزینه (۱) کمیت‌های شدت جریان مسافت طی شده، گرما، توان، زمان، جرم، حجم، چگالی نرده‌ای و کمیت‌های جابه‌جایی سرعت متوسط، شدت میدان، نیرو، شتاب، برداری می‌باشند.

۲۲. گزینه (۳) در جهت خطوط میدان که حرکت می‌کنیم پتانسیل نقاط کاهش می‌یابند. اگر بار منفی در جهت میدان حرکت کند، انرژی پتانسیل آن افزایش و در صورتی که خلاف جهت میدان حرکت کند، کاهش می‌یابد.

۲۳. گزینه (۱) با وصل کلید مقاومت کل مدار کم می‌شود و شدت جریان افزایش می‌یابد. طبق رابطه  $V = \mathcal{E} - Ir$ ، با افزایش شدت جریان، ولتاژ کم می‌شود. از طرفی ولت‌سنج علاوه بر اختلاف پتانسیل دو سر مولد، ولتاژ دو سر مقاومت‌ها را نیز نشان می‌دهد و طبق رابطه  $V = IR$  با کاهش ولتاژ، شدت جریان گذرنده از مقاومت کم می‌شود.

۲۴. گزینه (۱) وقتی لامپ به ولتاژی کم‌تر از ولتاژ اسمی وصل شود، توان مصرفی آن کاهش می‌یابد. ابتدا توان مصرفی را با استفاده از

$$\text{رابطه } P = \frac{V^2}{R} \text{ محاسبه می‌کنیم.}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{P_2}{200} = \left(\frac{110}{220}\right)^2 \rightarrow P_2 = 50 \text{ وات}$$

$$Q = P.t = 50 \times (15 \times 60) = 45000 \text{ J} = 45 \text{ kJ}$$

۲۵. گزینه (۲) افت پتانسیل  $Ir$  می‌باشد.

$$Ir = \frac{20}{100} \mathcal{E} \Rightarrow 1 \times 1/5 = 0/2 \mathcal{E} \rightarrow \mathcal{E} = 7/5 \text{ V}$$

$$-2f.L = -2\mu mg \cos \alpha.L = -2 \times \frac{13}{16} \times 40 \times 0/8 \times 4$$

$$\Rightarrow w = -208 \text{ J}$$

۱۰. گزینه (۲) جمع جبری گرمای مبادله شده بین یخ و آب صفر می‌باشد.

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_1 L_f + m_2 c \Delta \theta = 0 \Rightarrow$$

$$m_1 \times 334000 = 0/2 \times 4200 \times 60 \Rightarrow m_1 = 0/15 \text{ kg} = 15 \text{ g}$$

۱۱. گزینه (۲) مقدار گرمایی که از طریق میله‌ها شارش می‌شود باهم برابر است.

$$Q_{\text{Fe}} = Q_{\text{Cu}} \Rightarrow \frac{K_{\text{Fe}} A t \Delta T_{\text{Fe}}}{L_{\text{Fe}}} = \frac{K_{\text{Cu}} A t \Delta T_{\text{Cu}}}{L_{\text{Cu}}}$$

$$\frac{80 \times (100 - 20)}{L_{\text{Fe}}} = \frac{400 \times (20 - 0)}{L_{\text{Cu}}} \rightarrow L_{\text{Fe}} = \frac{4}{5} L_{\text{Cu}}$$

$$L_{\text{Fe}} + L_{\text{Cu}} = 54 \Rightarrow \frac{4}{5} L_{\text{Cu}} + L_{\text{Cu}} = 54$$

$$\rightarrow L_{\text{Cu}} = 30 \text{ cm}$$

۱۲. گزینه (۳) نمودار مربوط به فرآیند هم حجم می‌باشد.

$$\Delta U = Q = \frac{5}{2} n R \Delta T = \frac{5}{2} V \Delta P$$

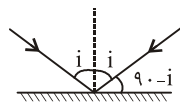
$$\Delta U = \frac{5}{2} \times (4 \times 10^{-3}) \times (10^5 - 3 \times 10^5) = -2000 \text{ J}$$

$$V_2 = V_1 - \frac{40}{100} V_1 = 0/6 V_1 = 1/2 \text{ لیتر} \quad (۱) \text{ گزینه } ۱۳$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 1/2 - 2 = -0/8 \text{ لیتر}$$

$$W = -P \Delta V = -2 \times 10^5 \times (-0/8) \times 10^{-3} = 160 \text{ J}$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} n R \Delta T = \frac{5}{2} \times \frac{1}{2} \times 8 \times (600 - 300) = 3000 \text{ J} \quad (۲) \text{ گزینه } ۱۴$$



۱۵. گزینه (۳)

$$2i = 90 - i \Rightarrow i = 60^\circ$$



۱۶. گزینه (۱) تصویرها نسبت به محور قائم قرینه‌اند.

۱۷. گزینه (۴) در این حالت عمق ظاهری بیش‌تر از عمق واقعی می‌شود.

$$h' = \frac{h}{n} = \frac{n_2}{n_1} h, n_2 > n_1$$

و چون تصویر دورتر قرار می‌گیرد، کوچک‌تر به نظر می‌رسد.

۱۸. گزینه (۱) وقتی جسم در فاصله  $2f$  قرار دارد بزرگ‌نمایی آن و طول تصویرش برابر است با:



۳۲. گزینه (۲) میدان سیم در طرف راست درون سو می‌باشد حال اگر عمود بر کف دست راست و به طرف بیرون را در جهت میدان و چهارانگشت در جهت پرتاب باشد، شست جهت نیروی وارد بر بار مثبت و جهت مخالف آن، جهت نیروی وارد بر بار منفی را نشان می‌دهد.

۳۳. گزینه (۴) وقتی بر روی پاره خط ۱۰ cm نوسان می‌کند A = ۵ cm است.

$$V = \omega \sqrt{A^2 - x^2} = \sqrt{\frac{k}{m}} \sqrt{A^2 - x^2}$$

$$V = \sqrt{\frac{100}{2}} \sqrt{5^2 - 3^2} = 80 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۳۴. گزینه (۲) وقتی فاز حرکت نوسانی مضرب فردی از  $\frac{\pi}{4}$  می‌شود انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگر برابر می‌شود.

انتخاب ما برای اولین بار،  $\frac{3\pi}{4}$  است. یا  $\frac{3\pi}{4}$  یا  $\frac{\pi}{4}$  یا  $2\pi t + \frac{\pi}{6}$

$$2\pi t + \frac{\pi}{6} = \frac{3\pi}{4} \Rightarrow 2\pi t = \frac{3\pi}{4} - \frac{\pi}{6} = \frac{7\pi}{12} \Rightarrow t = \frac{7}{24} \text{ s}$$

۳۵. گزینه (۱) اختلاف فازی معادله‌ی حرکت ارتعاشی دو نقطه‌ی در فاز مقابل برابر  $\pi$  می‌باشد.  $2\pi x = \pi \rightarrow x = \frac{1}{2} \text{ m} = 0.5 \text{ m}$

۳۶. گزینه (۴) نقطه‌ی M در نصف بعد ماکزیمم در بعدهای مثبت است و با حرکت موج به طرف راست به سمت بالا پیش می‌رود.

$$\sin \theta = \frac{y}{A} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \rightarrow \theta = \frac{\pi}{6}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{20}{0.8} = 25 \text{ Hz}$$

فاز نقطه M پس از  $\frac{1}{75}$  ثانیه برابر است با:

$$\theta = \omega t + \theta_0 = 2\pi f t + \theta_0 = 2\pi \times 25 \times \frac{1}{75} + \frac{\pi}{6} = \frac{5\pi}{6}$$

یعنی فاز حرکت ابتدا در ربع اول بوده (حرکت نوسانگر کندشونده) و سپس به ربع دوم رسیده است (حرکت تندشونده)

۳۷. گزینه (۱)

$$U_A = 0.1 \sin(4\pi t - 0.8\pi)$$

$$U_B = 0.1 \sin(4\pi t - 0.2\pi)$$

$$\Delta\theta = 0.8\pi - 0.2\pi = 0.6\pi$$

اختلاف فاز آن‌ها

چون بین دو نقطه، سه نقطه هم فاز با A وجود دارد به مقدار فوق به ازاء هر نقطه  $2\pi$  اضافه می‌کنیم.

$$\Delta\theta = 6\pi + 0.6\pi = 6.6\pi$$

$$\Delta\theta = \frac{\omega x}{v} \Rightarrow 6.6\pi = \frac{4\pi x}{2} \Rightarrow x = 3.3 \text{ m}$$

۳۸. گزینه (۳)

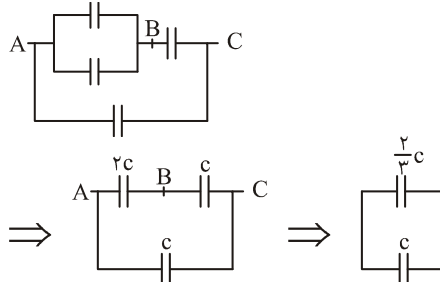
وقتی کلید قطع می‌شود، ولت‌متر  $V = \mathcal{E} - Ir$  را درحالتی نشان می‌دهد که  $I = 0$  است یعنی نیروی محرکه را نشان می‌دهد.

۲۶. گزینه (۳)

$$V = V_{AB} = V_{AC} + V_{BC} = IR + I'R'$$

$$10 = 1 \times 4 + I' \times 20 \rightarrow I' = 0.3 \text{ A}$$

۲۷. گزینه (۲) به شکل زیر مدار را ساده می‌کنیم.



$$C_t = \frac{2}{3}C + C = \frac{5}{3}C = 5 \Rightarrow C = 3 \mu\text{F}$$

۲۸. گزینه (۴)

$$U_1 = \frac{1}{2} \frac{q_1^2}{C}, U_2 = \frac{1}{2} \frac{(1/1)q_1^2}{C}$$

$$U_2 - U_1 = \frac{1}{2C} (1/21 - 1) q_1^2$$

$$\Rightarrow 2/73 = \frac{1}{2 \times 6/5} \times 0.21 q_1^2 \Rightarrow q_1 = 13 \mu\text{C}$$

۲۹. گزینه (۳) طبق روابط  $\Phi = LI, U = \frac{1}{2} LI^2$  شار گذرنده و

انرژی ذخیره شده در سیم لوله با ضریب خودالقایی نسبت مستقیم دارد و طبق رابطه‌ی  $L = \mu_0 \frac{N^2 A}{L}$  ضریب خودالقایی با مجذور تعداد حلقه‌ها متناسب است. با دو برابر شدن تعداد حلقه‌ها، ضریب خودالقایی و در نتیجه انرژی و شار گذرنده از سیم لوله ۴ برابر می‌شود.

۳۰. گزینه (۲)

$$\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow 10 = -L \times \frac{(0 - 20)}{0.1}$$

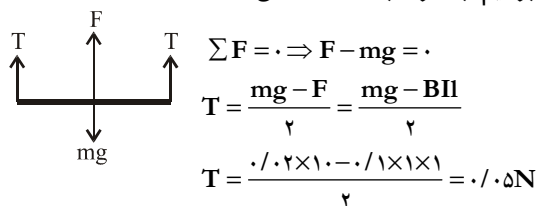
$$\Rightarrow L = 0.05 \text{ H}$$

$$L = \mu_0 \frac{N^2 A}{L} \Rightarrow 0.05 = \frac{4\pi \times 10^{-7} N^2 \times \pi \times (0.1)^2}{0.5}$$

$$\Rightarrow N = 250$$

۳۱. گزینه (۲) اگر عمود بر کف دست راست و به طرف بیرون جهت

میدان و چهارانگشت در جهت جریان باشد، شست جهت نیروی وارد بر سیم (به طرف بالا) را نشان می‌دهد.



## آزمون (۵)

$$\Delta y = -\frac{1}{2}at^2 + Vt \quad ۱. \text{ کزیننه (۳)}$$

$$-۸۰ = -\frac{1}{2}(-۱۰) \times \lambda^2 + ۸V \rightarrow V = -۵. \frac{m}{s}$$

علامت منفی نشان می‌دهد که جهت سرعت روبه پایین است.

$$\text{مبدأ زمین و جهت مثبت رو به بالا} : y = -\frac{1}{2}gt^2 + Vt + y_0$$

$$۰ = -\frac{1}{2} \times ۱۰ \times \lambda^2 + V \times \lambda + ۸۰ \rightarrow V = ۳. \frac{m}{s}$$

$$V^2 - V_0^2 = -2g\Delta y$$

$$\Rightarrow V^2 - ۳.0^2 = -2 \times ۱۰ \times (-۸۰) \Rightarrow V = ۵. \frac{m}{s}$$

$$V = -ft + \lambda = at + V_0 \Rightarrow \quad ۲. \text{ کزیننه (۲)}$$

$$a = -f \frac{m}{s^2}, V_0 = \lambda \frac{m}{s}$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0 = -2t^2 + \lambda t + x_0$$

دو ثانیه‌ی سوم زمان بین  $t = ۴$  تا  $t = ۶$  است.

$$t = ۴ \rightarrow x_f = -2(4)^2 + \lambda(4) + x_0 = x_0$$

$$t = ۶ \rightarrow x_f = -2(6)^2 + \lambda(6) + x_0$$

$$|\Delta x| = ۲۴m$$

$$y_A = y_B \Rightarrow 4t = 16 \rightarrow t = 4 \quad ۳. \text{ کزیننه (۲)}$$

$$x_A = x_B \Rightarrow t^2 - 8 = 2t \rightarrow t = 4$$

لحظه‌ی برخورد  $t = ۴$  است دو ثانیه‌ی قبل از برخورد ( $t = ۲$ ) مختصات مکان دو متحرک عبارتست از:

$$A \begin{cases} ۲^2 - ۸ = -۴ \\ ۴ \times ۲ = ۸ \end{cases} \quad B \begin{cases} ۲ \times ۲ = ۴ \\ ۱۶ \end{cases}$$

$$AB = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} = \sqrt{۸^2 + ۸^2} = ۸\sqrt{2}$$

$$۴. \text{ کزیننه (۱)}$$

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 = -۴۵ \rightarrow t = ۳s \quad \text{زمان برخورد اولیه}$$

$$x = ۳V_0 = ۳ \times ۱ = ۳m \quad \text{کل جابه‌جایی h, g, d در امتداد افق}$$

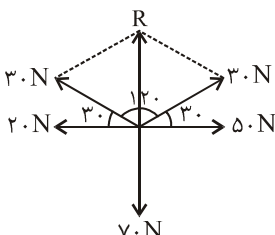
$$x = ۱۲ - ۳ = ۹m \quad \text{کل جابه‌جایی دومی در امتداد افق}$$

$$x = Vt \Rightarrow ۹ = V \times ۳ \rightarrow V = ۳ \frac{m}{s}$$

$$۵. \text{ کزیننه (۳)}$$

برآیند دو نیروی ۳۰ نیوتنی

$$R = 2F \cos \frac{\alpha}{2} = 2 \times 30 \times \cos \frac{120}{2} = 30N$$



$$db = 10 \log \frac{I}{I_0} = 24 \rightarrow \log \frac{I}{I_0} = 2/4 = 0.5 \rightarrow I = 10^{0.5} I_0 = 3.16 I_0$$

$$\lambda \log 2 = \log 2^{\lambda}$$

$$\frac{I}{I_0} = 2^{\lambda} = 256 \rightarrow I = 256 I_0 = 2/56 \times 10^{-10} \frac{W}{m^2}$$

۳۹. کزیننه (۳) در لوله‌های بسته، صوت سوم، هماهنگ پنجم صوت اصلی می‌باشد.

$$f_5 = 5f_1 = 5 \times 680 = 3400 \text{ Hz}$$

$$\frac{f}{V - V_0} = \frac{f_s}{V - V_s} \Rightarrow f = \frac{(3400 - 20) \times 3400}{340} = 3200 \text{ Hz}$$

۴۰. کزیننه (۱) فاصله سومین نوار روشن از نوار مرکزی در آزمایش اول با فاصله‌ی پنجمین نوار تاریک از نوار مرکزی در آزمایش دوم بایستی برابر باشد.

$$x_1 = x_2 \Rightarrow \frac{3\lambda_1 D}{a} = (5 - 0/5) \frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{2}{3}$$

۴۱. کزیننه (۲) دوره آن ثابت می‌ماند و طبق رابطه‌ی  $\lambda = VT$  طول موج به نسبت سرعت و یا به نسبت عکس ضریب شکست تغییر می‌کند.

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{Z^2 E_R}{1^2} - \frac{Z^2 E_R}{3^2} = \frac{hc}{\lambda} \quad ۴۲. \text{ کزیننه (۴)}$$

$$\frac{1}{9} \times Z^2 E_R = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{9hc}{\lambda Z^2} = 84 / 375 \text{ nm}$$

$$V = \frac{hc}{\lambda} - w, \quad ۴۳. \text{ کزیننه (۴)}$$

$$\lambda = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{\lambda} - 4 \Rightarrow \lambda = 10^{-7} \text{ m} = 100 \text{ nm}$$

۴۴. کزیننه (۱) انرژی بستگی هسته مربوط به اختلاف جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده هسته با جرم هسته تشکیل شده می‌باشد که طبق رابطه  $E = \Delta mc^2$  به انرژی تبدیل می‌شود.

$$\Delta m = [(1/68 + 1/67) - 2/35] \times 10^{-27} = 1.0 \times 10^{-29} \text{ kg}$$

$$E = \Delta mc^2 = 1.0 \times 10^{-29} \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$E = 9 \times 10^{-13} \div 1.6 \times 10^{-19} = 5.625 \times 10^6 \text{ eV} = 5.625 \text{ MeV}$$

$$۴۵. \text{ کزیننه (۴)}$$

$$m_1 c_1 \Delta \theta = m_w L_f$$

$$\Rightarrow m \times 2100 \times 40 = 0.4 \times 3 / 36 \times 10^5 \Rightarrow m = 1 / 6 \text{ kg}$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow \frac{k_1 A t \Delta \theta_1}{L_1} = \frac{k_2 A t \Delta \theta_2}{L_2} \quad (۱۲) \text{ گزینه (۳)}$$

$$\frac{0.06(\theta + 20)}{10} = \frac{0.08(40 - \theta)}{20} \Rightarrow \theta = 4$$

۱۳. گزینه (۳) در فرآیند هم حجم  $\Delta u = Q, w = 0$  می باشد.

$$\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H} = 1 - \frac{Q_C}{Q_H} \Rightarrow \frac{T_C}{T_H} = \frac{Q_C}{Q_H} \quad (۱۴) \text{ گزینه (۱)}$$

$$\frac{273 + 27}{273 + 327} = \frac{Q_C}{600} \rightarrow Q_C = 300 \text{ KJ}$$

$$w = Q_H - Q_C = 600 - 300 = 300 \text{ KJ}$$

۱۵. گزینه (۲)

$$\eta = \frac{w}{Q_H} \Rightarrow 0.6 = \frac{w}{4000} \Rightarrow w = 2400 \text{ J}$$

$$Q_C = Q_H - w = 4000 - 2400 = 1600 \text{ J}$$

$$f = \frac{R}{\lambda} = \frac{12}{2} = 6 \text{ cm} \quad (۱۶) \text{ گزینه (۱)}$$

در حالت اول تصویر حقیقی و در حالت دوم مجازی می باشد. اگر فاصله ی جسم از آینه  $n\lambda$  باشد بزرگ نمایی  $M = \frac{1}{n-1}$  می شود. در صورتی که تصویر حقیقی باشد  $M > 0$  و در حالتی که تصویری مجازی است  $M < 0$  است.

$$M_1 = \frac{1}{n-1} = 3 \rightarrow n-1 = \frac{1}{3} \rightarrow$$

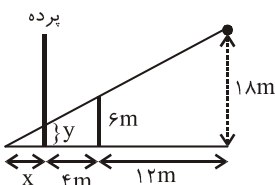
$$n = \frac{4}{3} \rightarrow P_1 = \frac{4}{3} f = 8 \text{ cm}$$

$$M_2 = \frac{1}{n-1} = -3 \rightarrow n-1 = \frac{-1}{3} \rightarrow$$

$$n = \frac{2}{3} \rightarrow P_2 = \frac{2}{3} f = 4 \text{ cm}$$

$$\Delta P = 8 - 4 = 4 \text{ cm}$$

۱۷. گزینه (۱) سه مثلث تشکیل شده مشابه هستند. نسبت تشابه را می نویسیم.



$$\frac{y}{x} = \frac{6}{x+4} = \frac{18}{x+4+12} \Rightarrow x = 2, y = 2$$

$$\sin i_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \rightarrow i_c = 35^\circ \quad (۲) \text{ گزینه (۲)}$$

$$\sum F_x = 50 - 20 = 30 \text{ N} \Rightarrow \sum F = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 70 - 30 = 40 \text{ N}$$

$$h = \frac{V^2}{2g} = \frac{30^2}{2 \times 10} = 45 \text{ m} \quad (۲) \text{ گزینه (۲)}$$

$$h' = \frac{h}{2} = \frac{45}{2} = 22.5$$

فاصله نیمه ی مسیر از محل پرتاب  $= 22.5$

$$V^2 - V_0^2 = -2gh' \rightarrow V^2 - 30^2 = -2 \times 10 \times 22.5 / 5$$

$$V = 15\sqrt{2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۷. گزینه (۱) سرعت ماهواره با جذر شعاع دوران نسبت عکس دارد. مجذور دوری دوران ماهواره با مکعب شعاع دوران نسبت مستقیم دارد.

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} = \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3 = 3^3 = 27 \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 3\sqrt{3}$$

۸. گزینه (۳) در حالت اول برآیند نیروهای وارد به جسم صفر

است (حرکت یکنواخت است) پس از طرف سطح نیرویی به اندازه ی وزن جسم ( $30 \text{ N}$ ) به جسم وارد می شود و از طرفی

$$\mu = \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} \quad \text{داریم:}$$

$$f = \mu mg \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3} \times 30 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 5\sqrt{6} \text{ N} \quad \text{در حالت دوم:}$$

$$N = mg \cos \alpha = 30 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 15\sqrt{2}$$

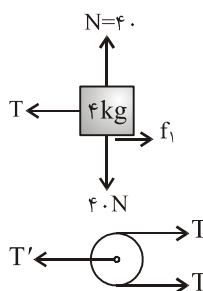
$$R = \sqrt{f^2 + N^2} = \sqrt{150 + 450} = 10\sqrt{6} \text{ N}$$

۹. گزینه (۲)

$$N = 40 \text{ N}$$

$$f_1 = \mu_1 mg = 0.2 \times 40 = 8 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow T = f_1 = 8 \text{ N}$$



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow T' = 2T = 16 \text{ N}$$

$$V = \frac{dx}{dt} = \frac{0.2}{\pi} \times 50 \cdot \pi \cos\left(50 \cdot \pi t + \frac{2\pi}{3}\right) \quad (۴) \text{ گزینه (۴)}$$

$$t = \frac{1}{2} \rightarrow V = \cos(25\pi + \frac{2\pi}{3}) = \frac{1}{2}$$

$$K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{80} \text{ J}$$

۱۱. گزینه (۴) گرمایی که آب می دهد تا یخ بزند = گرمایی که یخ می گیرد تا به صفر درجه برسد.

$$E_t = 2E' = 2/3.04 \times 1.7 \frac{N}{c}$$

۲۴. گزینه (۳) جریان الکتریکی از مقاومت‌ها عبور می‌کند ولتاژ دو سر خازن‌های  $C_1$  و  $C_2$  به ترتیب با ولتاژ دو سر مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  برابر است اگر جریان گذرنده از مقاومت‌ها،  $I$  باشد ولتاژ دو سر  $R_1$  و  $R_2$  به ترتیب  $3I$  و  $2I$  می‌باشد.

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{C_1}{C_2} \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 = \frac{2}{3} \times \left(\frac{2I}{3I}\right)^2 = \frac{8}{27}$$

۲۵. گزینه (۲) چون شدت جریان در هر مرحله مجهول است از رابطه‌ی مستقل از شدت جریان  $V = \frac{\epsilon R}{R+r}$  استفاده می‌کنیم.

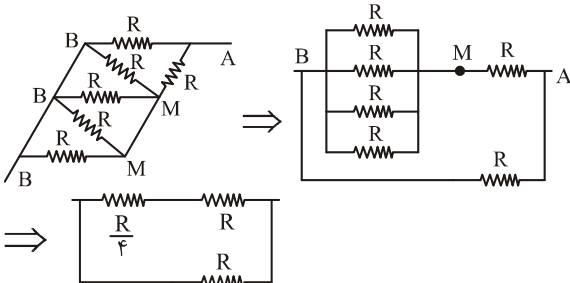
$$\begin{aligned} \frac{\epsilon \times 12}{12+r} &= 24 \quad \text{حذف } R_1 \text{ حذف } k_1 \text{ باز و } k_2 \text{ بسته} \\ \frac{\epsilon \times 6}{6+r} &= 18 \quad \text{حذف } R_2 \text{ حذف } k_1 \text{ بسته و } k_2 \text{ باز} \end{aligned} \rightarrow$$

پس از تقسیم کردن و ساده کردن  $r = 6 \Omega$   $\epsilon = 36V$  در صورتی که هر دو کلید بسته شوند دو مقاومت به طور موازی به مولد متصل می‌شوند.

$$R_{1,2} = \frac{6 \times 12}{6+12} = 4 \Omega$$

$$V = \frac{\epsilon R}{R+r} = \frac{36 \times 4}{4+6} = 14.4V$$

۲۶. گزینه (۳) مدار را به شکل زیر ساده می‌کنیم.



$$R_t = \frac{\left(R + \frac{R}{4}\right) \times R}{\left(R + \frac{R}{4}\right) + R} = \frac{5}{9} R = 5 \Rightarrow R = 9 \Omega$$

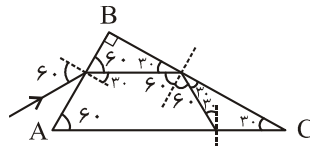
$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow 0.9 = \frac{1}{2} \times 0.2 I^2 \rightarrow I = 3A \quad \text{گزینه (۲)}$$

بنابراین جریان در شاخه‌ی بالا  $1A$  و از طرف  $A$  به طرف  $B$  می‌باشد.

$$V_A + \epsilon_2 - I_2 r_2 - I_2 R_2 = V_B$$

$$V_A + 4 - 1 \times 1 - 1 \times 2 = V_B \rightarrow V_{AB} = -1V$$

۲۸. گزینه (۴) مدار به شکل زیر ساده می‌شود.



$$AB \text{ وجه } n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

$$\rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \sin r \rightarrow \sin r = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 30^\circ$$

زاویه‌ی تابش روی وجه  $BC$   $60^\circ$  است چون این زاویه، از زاویه‌ی حد بزرگ‌تر است. انعکاس کلی روی می‌دهد. و پرتو بازتابش تحت زاویه‌ی  $30^\circ$  به وجه  $AC$  می‌تابد برای این وجه

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \sqrt{3} \times \frac{1}{2} = 1 \times \sin r \rightarrow r = 60^\circ \quad \text{داریم:}$$

$$q = \frac{pf}{p-f} = \frac{24(-8)}{24-(-8)} = -6cm \quad \text{گزینه (۱)}$$

در عدسی‌ها، فاصله‌ی جسم از تصویرش  $|p+q|$  (با حفظ علامت) می‌باشد.

$$L = |p+q| = |24-6| = 18cm$$

۲۰. گزینه (۴)

$$\text{آب } 40^\circ \rightarrow \text{آب صفر} \rightarrow \text{یخ صفر} \rightarrow \text{یخ } 10^\circ$$

$$Q_t = mc_i \Delta\theta_i + mL_f + mC_w \Delta\theta_f$$

$$Q_t = 10 \times 2100 \times 10 + 10 \times 334000 + 10 \times 4200 \times 40$$

$$Q_t = 5/23 \times 10^6 J = 5230 kJ$$

$$P_w = P_{Hg} \quad \text{گزینه (۱)}$$

$$\rho_w g h_w = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow 1 \times 68 = 13/6 h$$

$$\rightarrow h = 5cm$$

$$V = 10^3 = 1000 cm^3 \quad \text{گزینه (۳)}$$

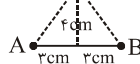
حجم ماده تشکیل دهنده جسم

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{7500}{8} = 937.5 cm^3$$

$$\text{حجم حفره} = 1000 - 937.5 = 62.5 cm^3$$

$$\text{گزینه (۴) طبق قضیه‌ی فیثاغورث فاصله‌ی } p$$

از هریک از بارها،  $5$  سانتی‌متر است. و شدت میدان هریک در نقطه‌ی  $P$  برابر است با:



$$E = \frac{kq}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} = 7.2 \times 10^6 \frac{N}{c}$$

$$E' = 2E \cos \frac{\alpha}{2} = 2E \cos \alpha$$

$$E' = 2 \times 7.2 \times 10^6 \times \frac{4}{5} = 11.52 \times 10^6 \frac{N}{c}$$

میدان دوبار  $C$  و  $D$  نیز برابر مقدار فوق می‌شود بنابراین میدان کل برابر است با:

جریان در سیم‌لوله راست در حال افزایش و در نتیجه شارگذرنده از حلقه‌های سیم‌لوله‌های چپ و راست در حال افزایش می‌باشد جریان از A به B در سیم‌لوله برقرار می‌شود تا با افزایش شار مقابله کند.

۳۲. گزینه (۲) طبق رابطه  $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  نیروی محرکه‌ی القایی با شیب خط  $\Phi - t$  متناسب است.

$$\frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}'} = \frac{|-\Phi_1 - (\Phi_1)|}{\Phi_1 - 0} = 2$$

۳۳. گزینه (۳) معادله‌ی حرکت به صورت  $x = A \sin(2\pi t - \frac{\pi}{6})$

می‌باشد. فاز اولیه‌ی حرکت  $-\frac{\pi}{6}$  و فاز در لحظه‌ی  $t = \frac{1}{6}$  برابر

$$\phi = 2\pi \times \frac{1}{6} - \frac{\pi}{6} = \frac{19\pi}{6} = 2\pi + \frac{\pi}{6}$$

است.

با توجه به دایره و این که متحرک در ربع‌های دوم و چهارم حرکت تندشونده دارد

در فازهای  $(\frac{\pi}{6} - \pi)$  و  $(\frac{5\pi}{6} - \pi)$  و  $(\frac{3\pi}{2} تا \frac{5\pi}{2})$  حرکت تندشونده است.

$$t = \frac{T}{12} + 3 \times \frac{T}{4} = \frac{5T}{6}$$

$$20\pi = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = 0.1 \rightarrow t = \frac{5}{6} \times 0.1 = \frac{1}{12}$$

۳۴. گزینه (۲)  $F = -8\pi^2 y = -m\omega^2 y = -0.2\omega^2 y$

$$\Rightarrow \omega^2 = 40\pi^2 \Rightarrow \omega = 20\pi = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = 0.1s$$

s	نوسان
0.1	۱
60	n = 600

۳۵. گزینه (۱) تابع موج داده شده موجی را نشان می‌دهد که در جهت منفی محور x منتشر می‌شود و ارتعاشات ذرات محیط در امتداد محور y می‌باشد بنابراین موج عرضی است.

$$U_y = A \sin(\omega t + kx) \rightarrow \text{راستای انتشار}$$

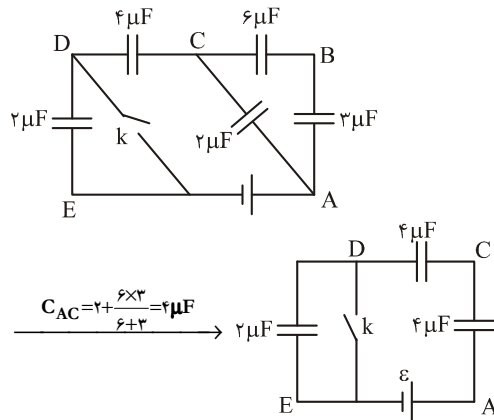
راستای ارتعاشات ذرات محیط جهت منفی

$$\sin \theta = \frac{y_0}{A} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \theta = \frac{\pi}{3}$$

گزینه (۴) ۳۶

$$\omega = 2\pi f = 8\pi \frac{\text{rad}}{s}$$

$$V = A\omega \cos(\omega t + \theta) = 0.02 \times 8\pi \cos(8\pi t + \frac{\pi}{3})$$



وقتی کلید باز است، خازن‌ها متوالی‌اند و انرژی ذخیره شده در خازن ۴ میکروفارادی برابر است.

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \Rightarrow C_t = 1$$

$$q_t = C_t \mathcal{E} = \mathcal{E} \Rightarrow U_1 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{\mathcal{E}^2}{4} = \frac{\mathcal{E}^2}{8}$$

وقتی کلید بسته می‌شود خازن ۲ میکروفارادی حذف می‌شود. در این صورت ولتاژ دو سر خازن ۴ میکروفارادی  $\frac{\mathcal{E}}{2}$  می‌شود و انرژی آن

$$U_2 = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times \left(\frac{\mathcal{E}}{2}\right)^2 = \frac{\mathcal{E}^2}{2}$$

برابر خواهد بود با:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\mathcal{E}^2}{2} \div \frac{\mathcal{E}^2}{8} = 4$$

$$B = \mu \frac{NI}{L} = 10^{-7} \times 12 \times 10^3 \times \frac{1000}{0.12} \quad \text{گزینه (۴) ۲۹}$$

$$\Rightarrow I = 3A$$

$$V_1 = V_2 \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow 3 I_1 = 6 I_2$$

$$\Rightarrow I_1 = 2 I_2$$

$$I_1 + I_2 = I = 3 \Rightarrow 2 I_2 + I_2 = 3 \rightarrow I_2 = 1A, I_1 = 2A$$

$$P = R_1 I_1^2 = 3 \times 2^2 = 12w$$

۳۰. گزینه (۱) میدان‌های ناشی از عبور جریان‌های  $I_1$  و  $I_2$  در نقطه‌ی M به ترتیب درون سو و برون سو می‌باشد. چون برآیند آن‌ها، درون سو شده است پس  $B_1 > B_2$  می‌باشد.

$$B_1 > B_2 \Rightarrow \frac{k I_1}{d_1} > \frac{k I_2}{d_2} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} < \frac{d_2}{d_1} = \frac{5}{15} = \frac{1}{3}$$

۳۱. گزینه (۳) وقتی کلید بسته است میدان در سیم‌لوله سمت چپ

به طرف چپ می‌باشد. با دور کردن سیم‌لوله‌ها از یکدیگر و یا

افزایش مقاومت  $R'$  این میدان ضعیف می‌شود جریان از B به A

برقرار می‌شود تا این میدان را تقویت کند در هنگام وصل کلید

$$= \left(3 - \frac{v}{2} + \frac{11}{2}\right)\vec{i} + \left(\frac{5\sqrt{3}}{2} - \frac{5\sqrt{3}}{2}\right)\vec{j} = 5\vec{i}$$

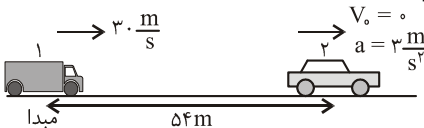
۲. گزینه (۱) سطح زیر نمودار  $V-t$  برابر با جابه‌جایی است.

$$\Delta x = \frac{1 \times 5}{2} + \frac{(20-5) \times (-30)}{2} = -20 \text{ m}$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-20}{20} = -1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۳. گزینه (۳) معادله‌ی حرکت را برای دو متحرک می‌نویسیم وقتی

دو متحرک به هم می‌رسند  $x_1 = x_2$  می‌شود.



$$x_1 = Vt + x_0 \rightarrow x_1 = 3t$$

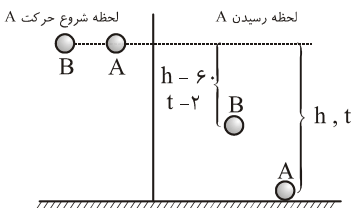
$$x_2 = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0 = \frac{3}{2}t^2 + 54$$

$$x_1 = x_2 \Rightarrow \frac{3}{2}t^2 + 54 = 3t \rightarrow t_1 = 18, t_2 = 2$$

$$t_1 - t_2 = 18 - 2 = 16 \text{ s}$$

۴. گزینه (۱) مبدأ را محل پرتاب و جهت مثبت را رو به پایین در نظر

می‌گیریم.



$$y_A = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$y_B = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h - 6 = \frac{1}{2}g(t-2)^2$$

از حل دو رابطه‌ی فوق داریم  $h = 8 \text{ m}, t = 4 \text{ s}$

۵. گزینه (۲) بین برد و اوج یک پرتابه رابطه‌ی زیر برقرار است.

$$\text{tg} \alpha = \frac{4h}{R} \Rightarrow \text{tg} \alpha = \frac{4 \times 9}{48} = \frac{3}{4} \Rightarrow \alpha = 37^\circ$$

۶. گزینه (۴)  $a = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$  اندازه‌شتاب دررفت

$$a' = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a = 2a' \Rightarrow g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$= 2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$\sin \alpha + \mu \cos \alpha = 2 \sin \alpha - 2\mu \cos \alpha \rightarrow$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{3 \cos \alpha} = \frac{1}{3} \text{tg} \alpha$$

$$\mu = \frac{1}{3} \times \text{tg} 37^\circ = \frac{1}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{1}{4}$$

۷. گزینه (۳) نیروی دو فنر باهم برابر است.

$$t = 0 \rightarrow V_1 = 0 / \lambda \pi \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = \frac{1}{12} \rightarrow V = -1 / 6 \omega \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$|a| = \left| \frac{V - V_1}{t} \right| = \left| \frac{-1 / 6 \pi - 0 / \lambda \pi}{1 / 12} \right| = 28 / \lambda \pi \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow 500 = \sqrt{\frac{F}{3200 \times 2 \times 10^{-6}}} \quad \text{گزینه (۲)}$$

$$\Rightarrow F = 160 \text{ N}$$

$$\frac{\lambda}{2} = 20 \rightarrow \lambda = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m} \quad \text{گزینه (۴)}$$

$$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} = (2 \times 3 - 1) \times \frac{0.4}{4} = 0.5 \text{ m}$$

$$V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \quad \text{گزینه (۱)}$$

هر دو گاز دو اتمی هستند و  $\gamma$  برای هر دو یکسان است.

$$\frac{V_{H_2}}{V_{O_2}} = \sqrt{\frac{T_{H_2}}{T_{O_2}} \times \frac{M_{O_2}}{M_{H_2}}} = \sqrt{\frac{273 + 27}{273 + 327} \times \frac{32}{2}} = 2\sqrt{2}$$

گزینه (۱)

$$\Delta t = (2n-1) \frac{T}{2} = \frac{2n-1}{2} \frac{\lambda}{c} \quad \text{گزینه (۲)}$$

$$\Delta t = \frac{(2 \times 3 - 1)}{2} \times \frac{6 \times 10^{-7}}{3 \times 10^8} = 5 \times 10^{-15} \text{ s}$$

۴۲. گزینه (۱) بلندترین طول موج وقتی تابش می‌شود که الکترون از

مدار ۳ به ۲ پرش کند.

$$E_3 - E_2 = h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \left| \frac{Z^2 E_R}{3^2} - \frac{Z^2 E_R}{2^2} \right| = h \frac{c}{\lambda}$$

$$4^2 \times 13.6 \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\lambda = 39 / 7 \times 10^{-9} \text{ m} = 39 / 7 \text{ nm}$$

۴۳. گزینه (۲) گزینه‌ی «۱» گسیل القایی و گزینه‌ی «۳» برانگیخته

شدن اتم می‌باشد.

گزینه (۱)

گزینه (۱)

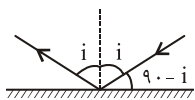
## آزمون (۶)

$$\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = \quad \text{گزینه (۱)}$$

$$3\vec{i} + \left(-\frac{v}{2}\vec{i} + \frac{5\sqrt{3}}{2}\vec{j}\right) + \left(\frac{11}{2}\vec{i} - \frac{5\sqrt{3}}{2}\vec{j}\right)$$

در استفاده از فرمول فوق لازم نیست  $P$  یا  $V$  به یک سیستم واحد تبدیل شوند کفایت فشار و یا حجم در طرفین رابطه از یک واحد باشند. اما حتماً دما بایستی بر حسب کلون باشد.

$$\frac{10 \times 150}{273 + 27} = \frac{P_2 \times 120}{273 + 27} \Rightarrow P_2 = \frac{40}{3}$$



۱۴. گزینه (۱)

$$2i = 6 \times (90 - i) \Rightarrow i = 67.5^\circ$$

۱۵. گزینه (۱) در آینه محدب همواره از جسم حقیقی، تصویری مجازی و کوچک تر در فاصله کمی نسبت به فاصله جسم تا آینه تشکیل می شود.

۱۶. گزینه (۱) اگر فاصله جسم حقیقی از آینه مقعر بزرگ تر از  $2f$  باشد، تصویری حقیقی و کوچک تر از جسم در آینه تشکیل می شود.

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{1}{\Delta f} - \frac{1}{q} \quad ۱۷. \text{گزینه (۳)}$$

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{\Delta f} + \frac{1}{f} = \frac{6}{\Delta f} \rightarrow q = \frac{5}{6} \Delta f$$

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p} = \frac{5}{6} \frac{\Delta f}{\Delta f} = \frac{1}{6} \rightarrow AB = 6A'B'$$

$$\text{راه دوم: } M_{\text{اگر}} = \frac{1}{n+1} = \frac{1}{5+1} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{1}{6} \rightarrow AB = 6A'B'$$

$$\Delta P = \rho g \Delta h \quad \Delta h = 0.1 \text{ m} \quad ۱۸. \text{گزینه (۴)}$$

$$\rho = 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$2000 \times 10 \times (0.1) = 2000$$

۱۹. گزینه (۲) نیروی موئینگی از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$F = \rho g A h = 1000 \times 10 \times (0.4 \times 10^{-6}) \times 40 = 0.16 \text{ N}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \cdot \frac{V_B}{V_A} = 6 \times \frac{1}{4} = \frac{3}{2} \quad ۲۰. \text{گزینه (۲)}$$

۲۱. گزینه (۴) در صورتی که  $q_2 < 0$  و  $q_1 > 0$  باشد اگر در نقطه

$E_2 > E_1 \cdot M$  باشد میدان برآیند به طرف راست می شود.

در صورتی که  $q_2 > 0$  و  $q_1 < 0$  باشد اگر در نقطه  $E_2 > E_1 \cdot M$  باشد میدان برآیند به طرف راست می شود.

در صورتی که هر دو بار مثبت باشند نیز میدان در نقطه  $M$  به طرف راست می باشد.

$$q = CV \Rightarrow 120 = 10 \cdot V \rightarrow V_{AB} = 12 \text{ V} \quad ۲۲. \text{گزینه (۲)}$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{4} = 3 \text{ A}$$

$$F_1 = k_1 x_1 = 400 \times 0.08 = 32 \text{ N}$$

$$\frac{2m}{m} \frac{F}{F_1} = 32 \Rightarrow F = 64 \text{ N}$$

۸. گزینه (۱) انرژی جنبشی از رابطه  $k = \frac{1}{2} m V^2$  به دست می آید.

$$k_1 = \frac{1}{2} m_1 V_1^2 = \frac{1}{2} \times 4 V_1^2 = 2 V_1^2$$

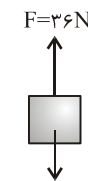
$$k_2 = \frac{1}{2} m V_2^2 = \frac{1}{2} \times 4 (V_1 + 6)^2 = 2 (V_1 + 6)^2$$

$$k_2 = 4 k_1 \Rightarrow 2 (V_1 + 6)^2 = 4 \times 2 V_1^2 \Rightarrow$$

$$V_1 + 6 = 2 V_1 \Rightarrow V_1 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۹. گزینه (۳) شتاب مرکز گرا از رابطه  $a = \frac{V^2}{R}$  به دست می آید

که به جرم بستگی ندارد. از آنجایی که سرعت و شعاع دوران برای هر دو یکسان است شتاب آن ها با هم برابر می باشد.



۱۰. گزینه (۴) چون نیروی  $F$  از نیروی وزن بیش تر

است، شتاب حرکت به طرف بالا می باشد. اگر

سرعت اولیه به طرف بالا باشد، حرکت جسم

تندشونده می شود و در ثانیه های متوالی، مسافت-

هایی که طی می کند افزایش می یابد و کار نیز زیاد  $mg = 30 \text{ N}$

می شود. اگر سرعت اولیه رو به پایین باشد تا توقف جسم حرکت

کندشونده می شود و در بازه های زمانی یکسان جابه جایی رفته به

رفته کم شده، کار انجام شده نیز کاهش می یابد (در صورتی که

سرعت اولیه رو به پایین باشد تا توقف جسم، حرکت کندشونده و

سیس تندشونده می شود و گزینه ی «۳» صحیح می شود.

۱۱. گزینه (۱) جمع جبری گرماهای مبادله شده بایستی صفر باشد

دمای تعادل را  $\theta$  در نظریه می گیریم.

$$m_{\text{Cu}} C_{\text{Cu}} \Delta \theta_{\text{Cu}} + m_{\text{W}} C_{\text{W}} \Delta \theta_{\text{W}} = 0$$

$$200 \times 400 \cdot (\theta - 81) + 400 \times 420 \cdot (\theta - 15) = 0$$

$$\theta = 18^\circ \text{C}$$

(جرم برای هر دو عنصر را بر حسب گرم در فرمول قرار داده ایم و

در این شرایط نیازی به تبدیل واحد نداریم)

$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta \theta) \quad ۱۲. \text{گزینه (۲)}$$

$$50.1 = 50 \cdot (1 + \alpha \times 40) \Rightarrow 50.1 = 50 + 2000 \alpha$$

$$\alpha = \frac{1}{2000} = \frac{5}{10000} = 5 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ \text{C}}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad ۱۳. \text{گزینه (۳)}$$

$$\frac{U}{k} = 4 \rightarrow \frac{y^2}{A^2 - y^2} = 4 \rightarrow 4A^2 = 5y^2 \quad \text{۳۰. گزینه (۴)}$$

$$\left(\frac{y}{A}\right)^2 = \frac{4}{5}$$

$$\left(\frac{V}{V_m}\right)^2 + \left(\frac{y}{A}\right)^2 = 1 \rightarrow \left(\frac{4}{V_m}\right)^2 + \frac{4}{5} = 1$$

$$\rightarrow V_m = 4\sqrt{5} \frac{m}{s}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{40}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{4 \times \pi^2}} = 1s \quad \text{۳۱. گزینه (۳)}$$

نوسان ثانیه

۱ ۱

$$60 \quad n = 60$$

۳۲. گزینه (۲) دوره‌ی آونگ نسبت مستقیم دارد.

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \Rightarrow \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{1}{4}$$

$$L_2 = \frac{1}{4}L_1 \Rightarrow \Delta L = L_2 - L_1 = -\frac{3}{4}L_1$$

$$V = \frac{x}{t} = \frac{0.3}{0.3} = 1.0 \frac{m}{s} \quad \text{۳۳. گزینه (۴) سرعت انتشار موج}$$

$$K = \frac{\omega}{V} \Rightarrow 1.0\pi = \frac{\omega}{1.0} \rightarrow \omega = 1.0\pi \frac{rad}{s}$$

$$\omega = 2\pi f = 1.0\pi \rightarrow f = 0.5 Hz$$

نوسان ثانیه

۱ ۵۰

$$60 \quad n = 3000 \quad \text{تعداد نوسانات در هر دقیقه}$$

۳۴. گزینه (۱) اختلاف فاز بین دو نقطه متوالی که در فاز مقابل هم

قرار دارند برابر  $\pi$  می‌باشد.

$$\phi = \frac{\omega x}{V} = \frac{2\pi f x}{V} \Rightarrow \pi = \frac{2\pi \times 40 \times x}{1} \rightarrow x = 0.1 m$$

$$V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \quad \gamma = 1.4 \rightarrow \text{چون هر دو گاز اتمی اند} \quad \text{۳۵. گزینه (۴)}$$

$$\frac{V_{A_2}}{V_{O_2}} = \sqrt{\frac{T_{H_2}}{T_{O_2}} \times \frac{M_{O_2}}{M_{H_2}}}$$

$$2\sqrt{2} = \sqrt{\frac{273 + 27}{273 + \theta} \times \frac{32}{2}} \Rightarrow \theta = 27^\circ C$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} = 10 \log \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = 10 \log \left(\frac{1}{5}\right)^2 \quad \text{۳۶. گزینه (۳)}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log 5^{-2} = -20 \log 5 = -14 db$$

۳۷. گزینه (۲) در عبور نوار از یک محیط به محیط دیگر، بسامد و

دوره آن تغییر نمی‌کند. طول موج به نسبت تغییرات سرعت تغییر

می‌کند.

$$\text{مقاومت شاخه بالا} = 12 + \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 16 \Omega$$

چون مقاومت در دو سر انشعاب BC برابر است پس  $I' = I'' = 1/5 A$  دو مقاومت  $12 \Omega, 6 \Omega$  موازیند و جمع جریان گذرنده از آنها  $1/5 A$  است. چون مقاومت  $6 \Omega$  نصف مقاومت  $12 \Omega$  است پس جریان گذرنده از آن ۲ برابر جریان گذرنده از مقاومت  $12 \Omega$  اهم است. یعنی جریان  $A$  از مقاومت  $6 \Omega$  اهمی می‌گذرد.

۲۳. گزینه (۱) شرط آن که توان مفید به بیشینه مقدار خود برسد آن است که  $r = R$  باشد.

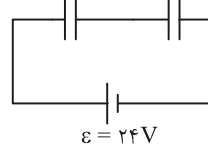
۲۴. گزینه (۱) اگر  $R_p = 0$  باشد دو سر خازن، اتصال کوتاه می‌شود و انرژی در آن ذخیره نمی‌شود. ( $U = 0$ )

در صورتی که  $R_p = \infty$  شود، از مدار جریان عبور نمی‌کند و اختلاف پتانسیل دو سر  $R_1$  صفر شده در نتیجه ولتاژ دو سر خازن و مولد برابر می‌شود.

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 40^2 = 80000 \mu J = 0.08 J$$

۲۵. گزینه (۳) مدار به شکل مقابل ساده می‌کنیم.

$$C_{2,3} = 10 \mu F \quad C_1 = 2 \mu F$$



$$V_2 = V_{2,3} = \frac{C_1}{C_{2,3} + C_1} \varepsilon = \frac{2}{2+10} \times 24 = 4V$$

$$q_2 = C_2 V_2 = 4 \times 4 = 16 \mu C$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow 0.04 = \frac{1}{2} \times (20 \times 10^{-3}) I^2 \quad \text{۲۶. گزینه (۲)}$$

$$I = 2A$$

۲۷. گزینه (۴) با چرخش بیچه،  $\theta$  کاهش می‌یابد و شار گذرنده از بیچه افزایش می‌یابد. جریان در جهت (۲) شکل می‌گیرد تا میدان حلقه در سوی مخالف میدان خارجی قرار بگیرد تا با افزایش شار مقابله کند. از طرفی وقتی شار در حال بیشینه شدن است نیروی محرکه در حال صفر شدن می‌باشد.

$$\text{۲۸. گزینه (۱) طبق رابطه ی } B = \mu_0 \frac{NI}{L} \text{ با دو برابر شدن } I, \text{ شدت}$$

میدان نیز دو برابر می‌شود.

۲۹. گزینه (۴) اگر عمود بر کف دست راست و به طرف بیرون جهت

میدان، و چهار انگشت جهت پرتاب را نشان دهد، شست جهت

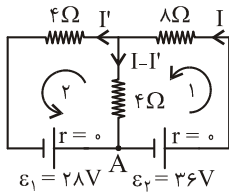
نیروی وارد بر بار مثبت و جهت مخالف جهت نیروی وارد بر بار

منفی را نشان می‌دهد.



۴۳. گزینه (۳) مقدار گرمایی که به یک مول از یک گاز در فشار ثابت باید به گازی بدهیم تا دمای آن ۱ کلوین بالا برود ظرفیت گرمایی مولی گاز در فشار ثابت است که برای گازهای تک اتمی برابر  $\frac{5}{2}R$  می باشد.

۴۴. گزینه (۳)



$$\begin{cases} \text{در حلقه ۱} & V_A + 36 - 8I - 4(I - I') = V_A \\ \text{در حلقه ۲} & V_A + 4(I - I') - 4I' + 28 = V_A \end{cases}$$

از حل دو رابطه  $I = 5A$  به دست می آید.

$$w = Q_H - Q_C = 3/9 \times 10^6 - 3 \times 10^6 = 9 \times 10^5 \text{ J} \quad (۲) \quad ۴۵.$$

$$P = \frac{w}{t} = \frac{9 \times 10^5}{3600} = 250 \text{ W} = 0.25 \text{ kW}$$

۳۸. گزینه (۱) فاصله  $n$  امین نوار تاریک از نوار مرکزی برابر است

$$x = (n - 0.5) \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow 4/5 = (5 - 0.5) \frac{\lambda D}{a} \quad \text{با:}$$

$$\frac{\lambda D}{a} = 1 \text{ mm}$$

اما عرض هر نوار نصف مقدار فوق می باشد.

۳۹. گزینه (۱)

۴۰. گزینه (۴) انرژی الکترون در مدار  $n$ م از رابطه‌ی

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \quad \text{بدست می آید.}$$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow E_3 = -\frac{13/6}{3^2} = -1/51 \text{ eV}$$

$$\frac{A}{Z} X \rightarrow \frac{A-8}{Z} Y + m \frac{4}{2} \alpha + n \frac{1}{-1} \beta \quad (۱) \quad ۴۱$$

ابتدا اعداد جرمی را تراز می کنیم.

$$A = (A - 8) + 4m + n \times 0 \Rightarrow m = 2$$

سپس اعداد اتمی

$$Z = Z + 2m + n(-1) \Rightarrow n = 2m = 4$$

$$m \rightarrow \frac{m}{2} \rightarrow \frac{m}{4} \rightarrow \frac{m}{8} \rightarrow \frac{m}{16} \quad (۴) \quad ۴۲$$

$\frac{1}{16}$  جرم فعال اولیه پس از ۴ نیمه عمر فعال باقی می ماند.

$$\frac{1}{16} = 1/25$$

