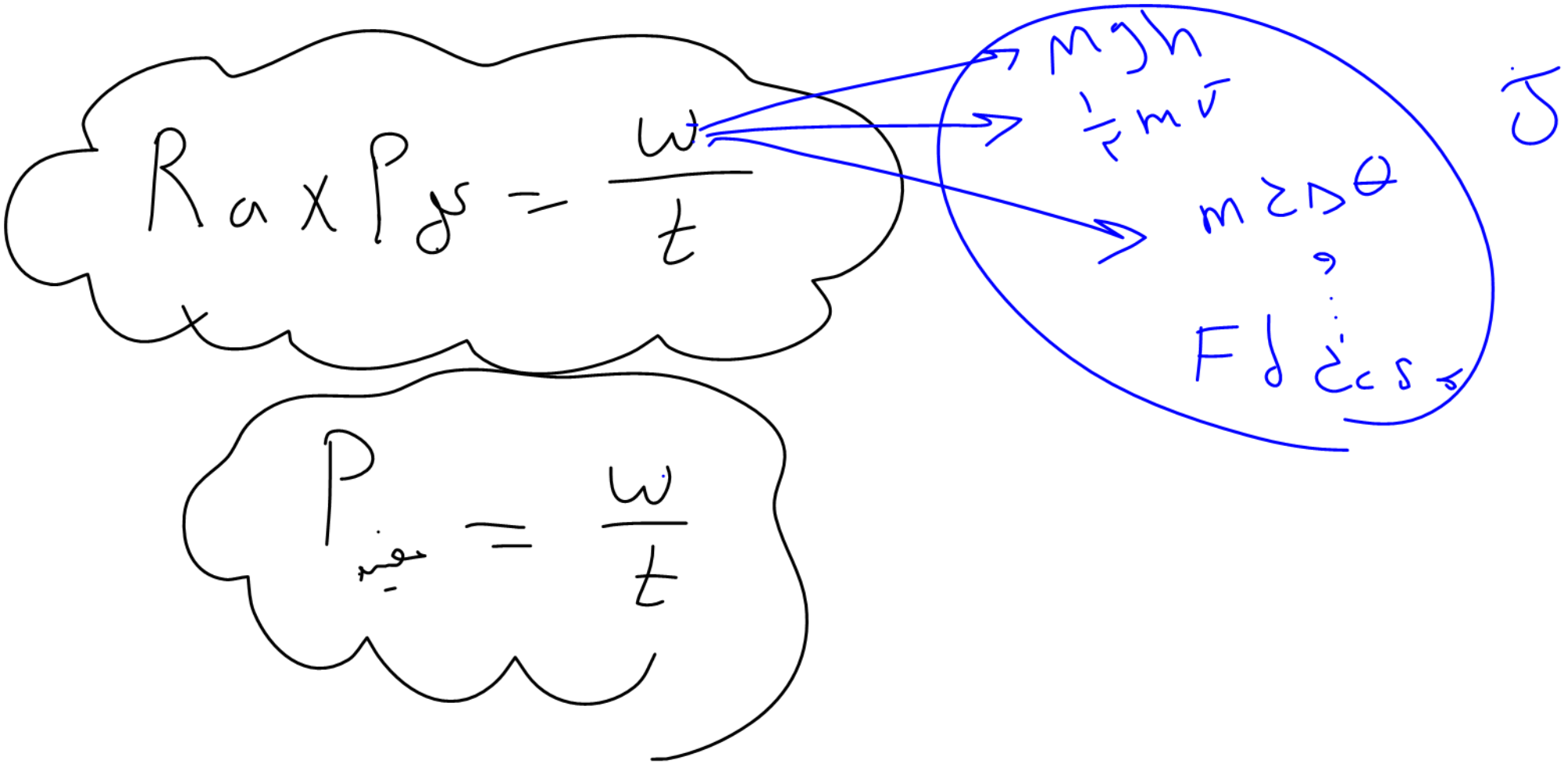
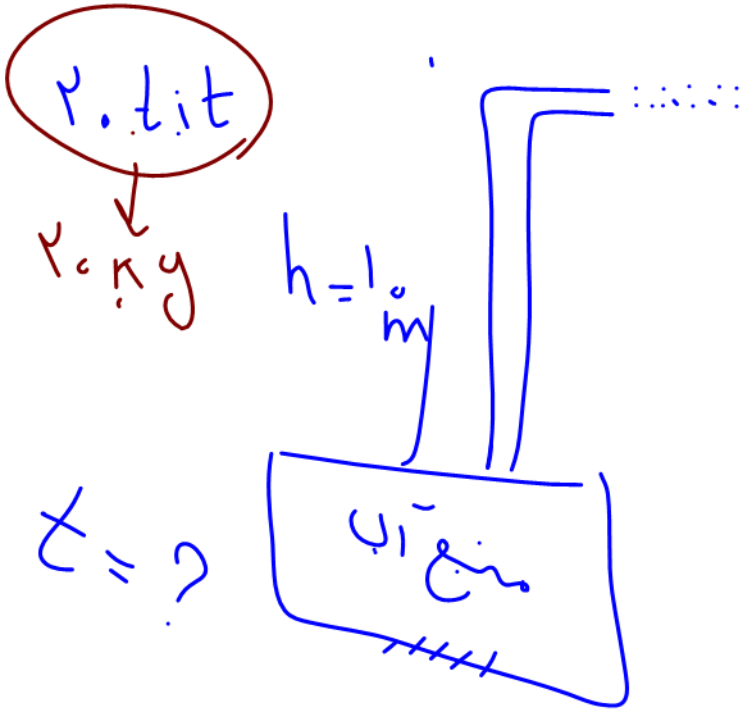

$R_{ax} P_{ar} = \frac{W}{t}$
$P_{\text{متوسط}} = \frac{W}{t}$
mgh
$\frac{1}{2} m v^2$
$mgh\theta$
؟
$F d \cos\theta$

$R_a = 80\%$

$P = 2000\ w$

$\bar{V} = 4\ m/s$



$$R_a \times P_{out} = \frac{\text{الشغل}}{t} \leftarrow mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\frac{80}{100} \times (2000) = \frac{20(10)(10) + \frac{1}{2}(20)(16)}{t}$$

$$1600 = \frac{2000 + 160}{t}$$

$$t = \frac{2160}{1600} \simeq 1.35$$

$Ra = 40\%$

توان $P = 2000$ وات

$t = 2s$

$Ra \times P = \frac{\text{انرژی تولید}}{t}$

$\frac{40}{100} \times 2000 = \frac{\text{انرژی تولید}}{2}$

$Ra \times P = \frac{\text{انرژی مصرفی}}{t}$

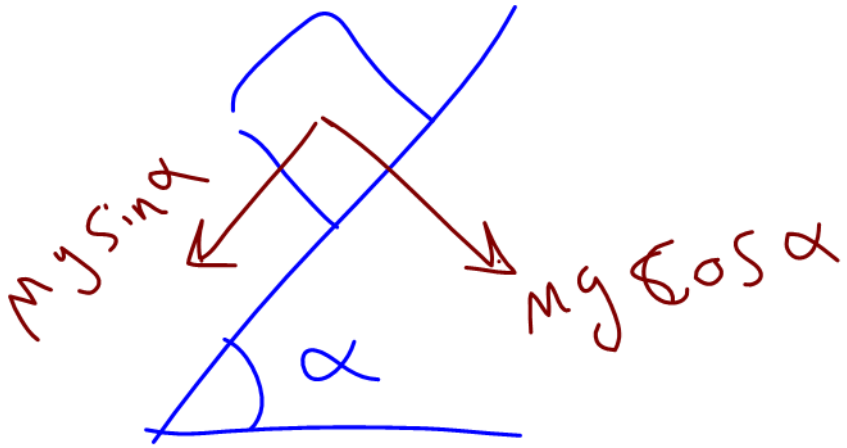
$\frac{20}{100} \times 3000 = \frac{\text{انرژی مصرفی}}{2}$

$$W = F\,\delta$$

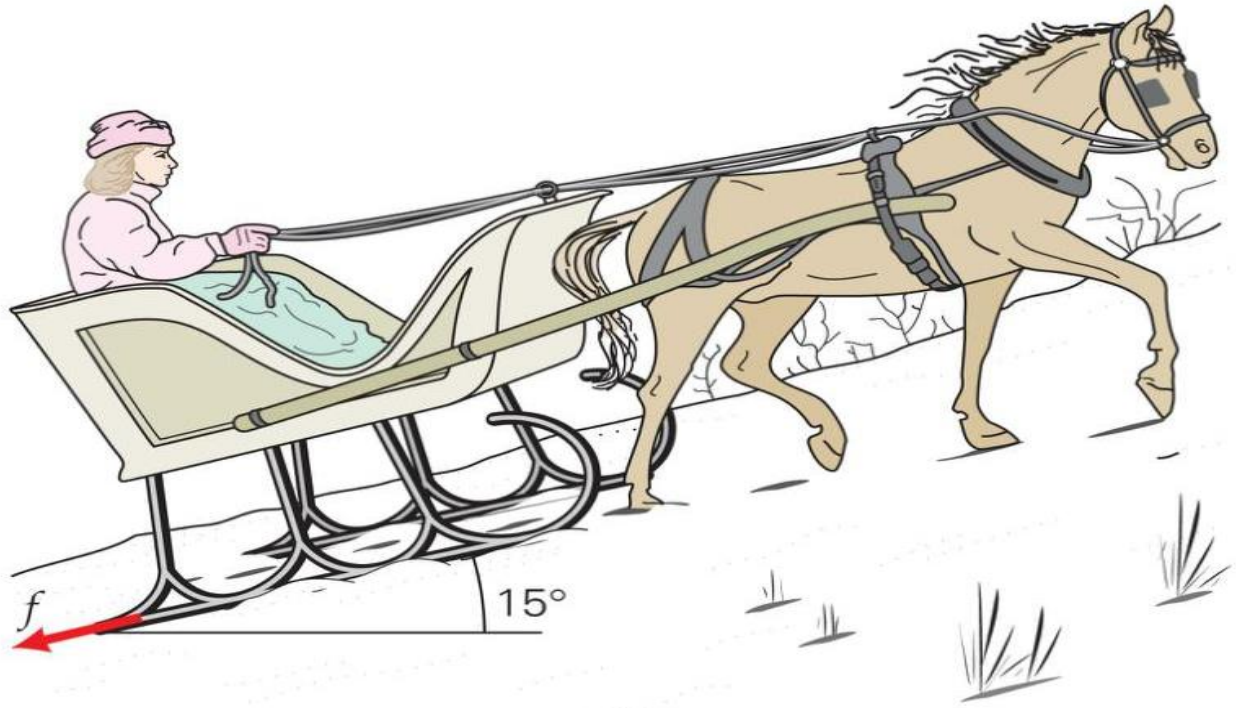
$$\bar{P} = \frac{W \to F\,\delta}{t} \to \bar{v}$$

$$\bar{V}_{av} = \frac{d}{t}$$

سرعة


mg sinα
mg cosα
α

WORK, ENERGY AND FORCE



کار و انرژی

مهندس مهدی باباخانی

سال تحصیلی ۱۴۰۲–۱۴۰۱

این مجموعه با زحمت فراوان تهیه گردیده و برای کسانی است که فیلمها و جزوات را از موسسه ما خریداری کرده‌اند و تکثیر و استفاده غیر مجاز از جزوات و فیلم ها برای سایرین شرعا و اخلاقا حرام است

جهت تهیه فیلم ها و جزوات بنده به صورت قانونی با شماره زیر تماس حاصل فرمایید

021-26401062

www.karnamehkherad.com

آموزش را با دبیران برند ایران تجربه کنید

درسنامه ۱ : انرژی و انواع آن

به توانایی انجام کار انرژی می‌گوییم. انرژی را از روی اثراتش می‌توان شناخت. انرژی می‌تواند: باعث جابجایی اجسام گردد و یا جسم در حال حرکت را ساکن کند و یا جهت حرکت چیزی را تغییر دهد.همچنین سرعت جابجایی را کاهش یا افزایش دهد همچنین ظاهر اجسام را دگرگون کند و یا حجم اجسام را تغییر دهد همچنین می‌تواند دمای جسمی را بالا یا پایین ببرد و غیره...

انرژی شکل‌های متفاوتی دارد و در همه چیز و همه‌جا وجود دارد .انرژی می‌تواند از شکلی به شکل دیگر تبدیل شود و در حین این فرایند، مقدار کل آن پایسته می‌ماند .همچنین با انجام کار می‌توانیم انرژی را از جسم یک جسم دیگر منتقل کنیم.

انواع انرژی: انرژی در یک طبقه‌بندی کلی به دو حالت جنبشی و پتانسیل تقسیم می‌شود.

انرژی جنبشی : هر چیزی که حرکت کند، انرژی دارد و انرژی مربوط به حرکت آن جسم را انرژی جنبشی می‌گوییم. همچنین هر چه جسمی تندتر حرکت کند، و هرچه جرم جسم بزرگ‌تر باشد، انرژی جنبشی مقدار بیشتری می‌شود. انرژی جنبشی از رابطه $K=\frac{1}{2}mv^2$ محاسبه می‌شود. در این رابطه m جرم جسم بر حسب کیلوگرم و v تندی برحسب متر بر ثانیه است. انرژی جنبشی کمیتی نرده ای و همواره مثبت است . این کمیت تنها به جرم و تندی جسم بستگی دارد و به جهت حرکت بستگی ندارد.

انرژی پتانسیل: انرژی پتانسیل به انرژی ذخیره شده در اجسام می‌گویند. انرژی ذخیره‌ای (پتانسیل) می‌تواند به شکل‌های متنوعی مانند گرانشی، کشسانی و الکتریکی، شیمیایی، هسته‌ای و..... باشد . انرژی پتانسیل، برخلاف انرژی جنبشی که به حرکت یک جسم وابسته است، ویژگی یک سامانه است تا ویژگی یک جسم منفرد. به عبارت دیگر، انرژی پتانسیل به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگربستگی دارد .وقتی انرژی پتانسیل یک سامانه کاهش می‌یابد، به شکل‌های دیگری از انرژی تبدیل می‌شود. ما در کتاب درسی سال دهم از بین انواع انرژی پتانسیل بیشتر به بررسی انرژی پتانسیل گرانشی خواهیم پرداخت. فرمول انرژی پتانسیل گرانشی $U=mgh$ است که در این رابطه m جرم جسم بر حسب کیلوگرم h ارتفاع برحسب متر است.

مثال: هواپیمایی به جرم دوتن در ارتفاع ۱۰۰۰متری از سطح زمین با سرعت ۷۲۰کیلومتربرساعت در حال پرواز است، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی نسبت به زمین چه قدر است؟

$$K=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}(2000)200^2$$

$$U=mgh=2000(10)(1000)$$

جمع‌بندی انرژی:

انواع انرژی

- **جنبشی**: هر جسمی که حرکت و سرعت داشته باشد انرژی جنبشی دارد. $K = \frac{1}{2}mv^2$
- **پتانسیل**
  - انرژی پتانسیل گرانشی $U = mgh$
  - انرژی پتانسیل کشسانی $U = \frac{1}{2}K\Delta x^2$
  - انرژی پتانسیل هسته ای
  - انرژی پتانسیل الکتریکی
  - انرژی پتانسیل مغناطیسی

تست: جسمی در مسیر مستقیم با سرعت V در حال حرکت است اگر سرعت این جسم ۵ متر برثانیه افزایش یابد، انرژی جنبشی آن 44 درصد افزایش می‌یابد V چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

تست: اگر تندی خودرویی $30\frac{m}{s}$ افزایش پیدا کند، انرژی جنبشی آن ۸۰۰ درصد زیاد می‌شود. تندی اولیه‌ی خودرو چند متر بر ثانیه بوده است؟

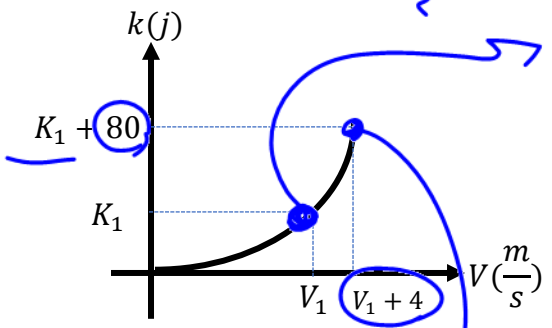
۱) ۱۵ ۲) ۲۰
۳) ۴۴/۵ ۴) ۲۵

انرژی جنبشی ۸۰۰ درصد زیاد شود یعنی ۹برابر شده است!

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{1}{2}mv_2^2}{\frac{1}{2}mv_1^2} \rightarrow 9 = \frac{(v_1 + 30)^2}{v_1^2} \qquad 3v_1 = v_1 + 30 \quad v = 15$$

تست: در شکل زیر، نمودار انرژی جنبشی جسمی به جرم ۲/۵kg بر حسب تندی آن نشان داده شده است. اندازه‌ی V_1 چند متر بر ثانیه است؟ (آزمون کانون)

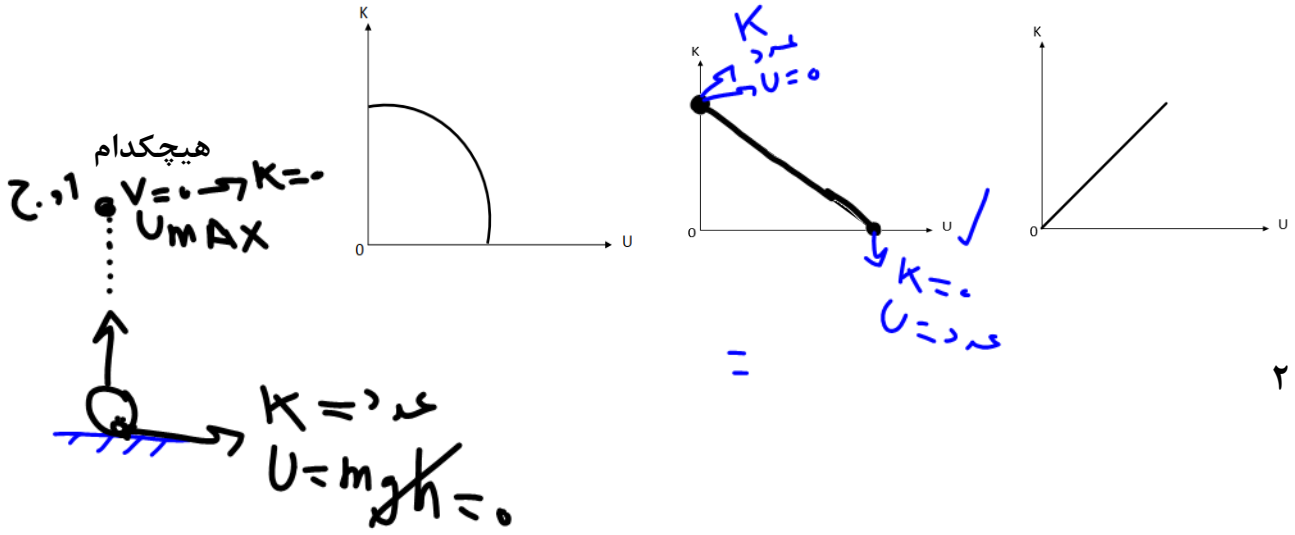
۱) ۲
۲) ۶
۳) ۱۰
۴) ۱۶



$$K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad K_1 = \frac{5}{4}v_1^2$$

$$K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 \quad K_1 + 80 = \frac{1}{2}m(v_1+4)^2 \quad \frac{5}{4}v_1^2 + 80 = \frac{1}{2}2.5(v_1+4)^2 \quad v_1 = 6$$

تست: در شرایط خلأ، گلوله‌ای را در راستای قائم با سرعت اولیه‌ی v_0 از سطح زمین به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. اگر سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض کنیم، نمودار انرژی جنبشی بر حسب انرژی پتانسیل گرانشی آن مطابق کدام گزینه زیر است؟



گزینه ۲

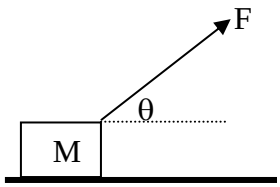
تعریف و فرمول کار

کار: مفهوم کار در فیزیک، با مفهوم آن که در زندگی روزمره توسط افراد استفاده می‌شود تفاوت دارد.

مفهوم کار در فیزیک: اگر به جسمی نیرو وارد شود و جسم در راستای آن نیرو جابه‌جا شود، آن نیرو کار انجام داده است. اگر جسم در جهت نیروی وارد بر آن جابه‌جا شود، آن نیرو باعث افزایش سرعت جسم و در نتیجه افزایش انرژی جنبشی جسم می‌شود و اگر جسم در خلاف جهت نیروی وارد بر آن جابه‌جا شود، آن نیرو باعث کاهش سرعت جسم و در نتیجه کاهش انرژی جنبشی جسم می‌شود. به‌عبارت‌دیگر نیروی وارد بر جسم هنگامی کار انجام می‌دهد که باعث تغییر انرژی جنبشی جسم می‌شود.

در فیزیک برای محاسبه کار کافیست نیروی مورد نظر را در جا بجایی و در کسینوس زاویه بین نیرو و جابه‌جایی ضرب کنیم.

طبق تعریف و شکل داریم:



$$W = FdCos\alpha$$

نکته ۲) هرگاه نیرو با جابه‌جایی زاویهٔ صفر درجه بسازد. کار نیرو حداکثر است

$$W_{max} = F.d\cos 0$$

نکته ۳) هرگاه نیرو با جابه‌جایی زاویهٔ 90° بسازد، کار انجام شده توسط آن نیرو صفر است.

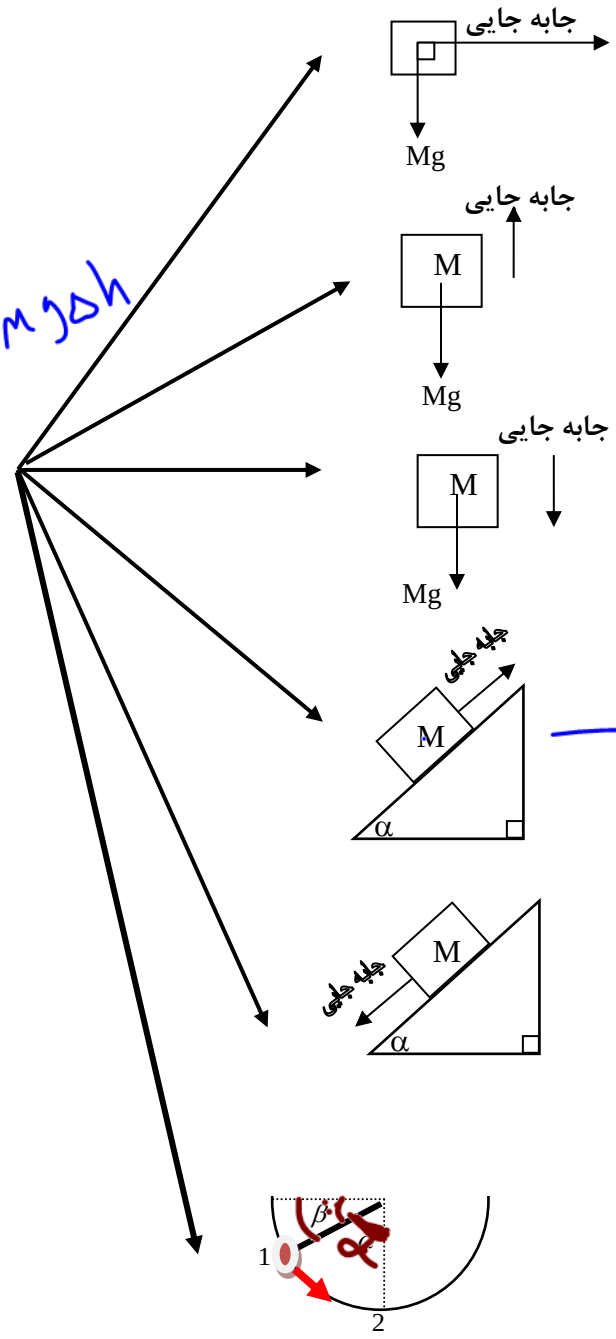
$$W = F.d.\cos 90 = 0$$

نکته ۴) نیروی f_k با جابه‌جایی زاویهٔ 180° می سازد و کار آن برابر است با :

$$W = Fd\cos 180^\circ = -f_k d$$

نکته: ما همه کارها را از همان فرمول اصلی استفاده میکنیم اما برای محاسبهٔ کار نیروی وزن در حالت‌های مختلف میتوانیم از دستورات تستی زیر برویم:

کار نیروی وزن



$w = 0$

$w = -Mgh$

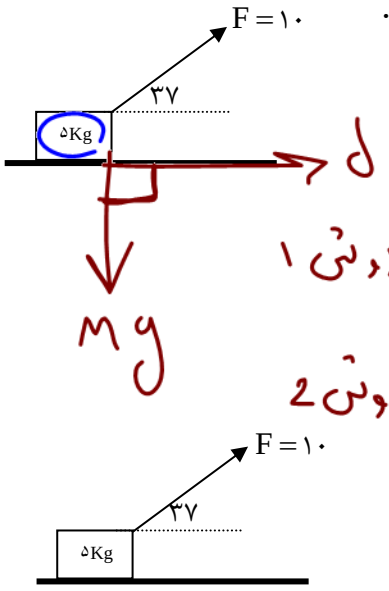
$w = +Mgh$

$w = -Mgd\sin\alpha$

$w = +Mgd\sin\alpha$

$w = \pm Mg(R - R\cos\alpha)$

تمرین: با توجه به شکل مقابل برای ۲ متر جابه‌جایی موارد زیر را محاسبه نمائید.



الف) کار نیروی وزن؟

$W_{mg} = F \times d \times \cos\alpha$

$W_{\text{وزن}} = mg \times d \times \cos\alpha$

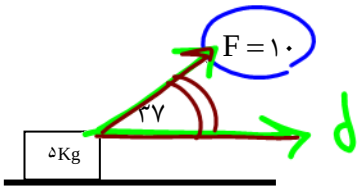
$50 \times 2 \times \cos 90^\circ = 0$

$W_{\text{وزن}} = mg \sin\alpha = 0$

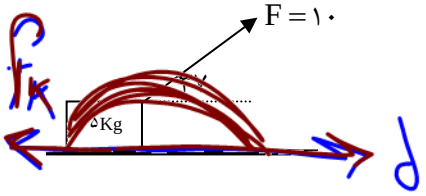
ب) کار نیروی F ؟

$W_F = F \times d \times \cos\alpha$

$W_F = 10 \times 2 \times \cos 37 = +16\,J$



ج) کار نیروی اصطکاک؟ (فرض کنید نیروی اصطکاک ۴ نیوتن باشد)



$W_{f_k} = f_k \times d \times \cos\alpha$

$W_{f_k} = 4 \times 2 \times \cos 180 = -8\,J$

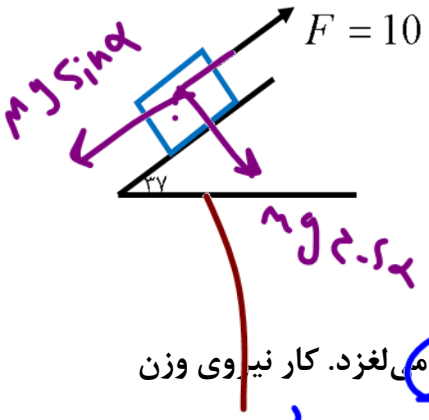
د) کار کل انجام شده؟

$W_T = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$

$W_T = 0 + 16 - 8 = +8\,J$

تست: باتوجه به شکل مقابل برای ۱۰ متر جابه‌جایی وزنه پنج کیلویی کار نیروی F و کار نیروی وزن به ترتیب از راست به چپ بر حسب ژول.....

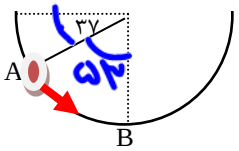
۱) ۱۰۰ و ۳۰۰- ۲) ۱۰۰- و ۳۰۰+ ۳) ۶۰ و ۳۰۰- ۴) ۱۶۰۰- و ۳۰۰



تست: جسم m به جرم ۱kg درون نیم کرهٔ صیقلی به قطر ۶۰ سانتی‌متر به پائین می‌لغزد. کار نیروی وزن جسم از A تا B چند ژول است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲} \cdot \sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۱۸

۳) ۱/۲ ۴) ۱/۸



تست: آسانسوری به جرم کلی ۴۰۰ کیلوگرم از حال سکون با شتاب ثابت $۰/۲\frac{m}{s}$ به سمت بالا به حرکت درمی آید. کار برآیند نیروهای وارد بر آن در ۵ ثانیه اول حرکت چند ژول است؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۲۰۰

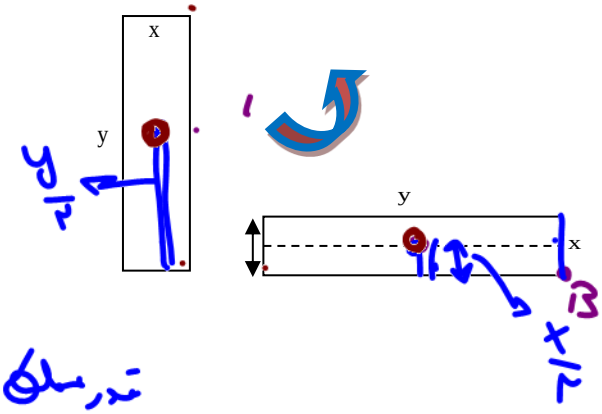
۳) ۱۰۰۰ ۴) ۱۰۰۰۰

$$w = mad \Rightarrow d = \frac{۱}{۲}at^۲ = \frac{۱}{۲}(۰/۲)(۲۵) = ۲/۵m$$

$$w = mad = ۴۰۰(۰/۲)۲/۵ = ۲۰۰$$

تست: جسمی به جرم ۸۰ کیلوگرم و قطر ۶۰ سانتی‌متر و طول ۳/۶ متر به طور افقی قرار گرفته است. بدون اینکه بلغزد آن را به‌صورت قائم درمی‌آوریم. اندازه کار وزن برابر است با:

۱) ۲۸۸۰ ژول ۲) ۱۴۴۰ ژول ۳) ۱۲۰۰ ژول ۴) ۲۴۰۰ ژول

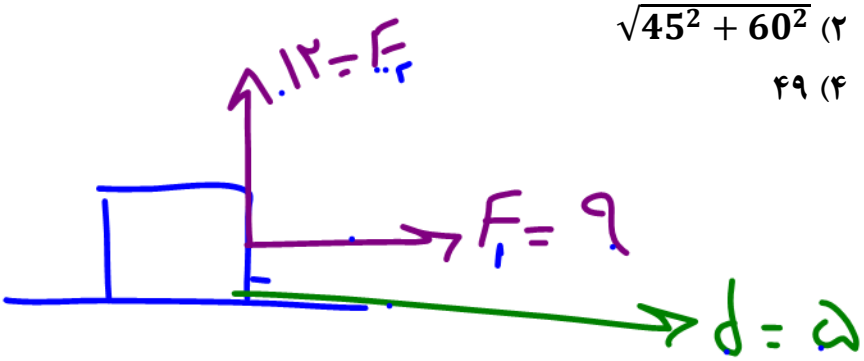


نکته:

تست: نیروی $\vec{F} = 9\vec{i} + 12\vec{j}$ نیوتن به جسمی به جرم m وارد می‌شود. اگر بردار جابه‌جایی جسم به صورت $\vec{d} = 5\vec{i}$ متر باشد، کار انجام شده توسط این نیرو در این جابه‌جایی برابر با چند ژول است؟

۱) ۶۰ ۲) $\sqrt{45^2 + 60^2}$

۳) ۴۵ ۴) ۴۹



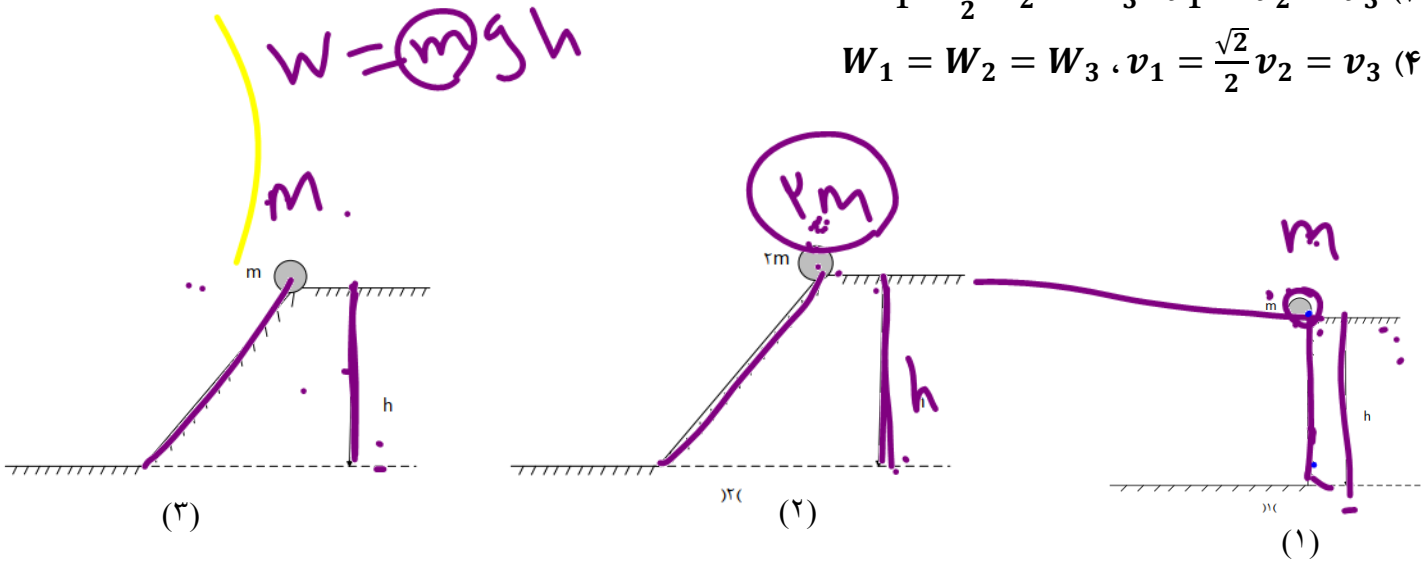
تست: مطابق شکل زیر، سه جسم از حالت سکون و ارتفاع **h** نسبت به سطح زمین رها می‌شوند. کدام گزینه تندی آن‌ها در سطح زمین (**v**) و کار نیروی وزن روی آن‌ها تا رسیدن به سطح زمین (**W**) را به درستی نشان می‌دهد؟ (از اثر مقاومت و اصطکاک صرف‌نظر کنید.)

۱) $W_1 = W_2 = W_3 \, ، \, v_1 = v_2 = v_3$

۲) $W_1 = \frac{1}{2}W_2 = W_3 \, ، \, v_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}v_2 = v_3$

۳) $W_1 = \frac{1}{2}W_2 = W_3 \, ، \, v_1 = v_2 = v_3$

۴) $W_1 = W_2 = W_3 \, ، \, v_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}v_2 = v_3$



(۳) (۲) (۱)

چون اصطکاک نداریم،سرعت ها باهم برابر میشه(یعنی گرینه ۱ یا ۳ درسته) از طرفی تنها کاری که اینجا انجام میشه mgh وزن هست و چون h ها یکسان هستند پس فقط به جرم ها باید نگاه کنیم که گزینه ۳ درست است

نکته و یاداوری:

انرژی

- جنبشی $\rightarrow \quad K=\frac{1}{2}mv^2$ یا $k=\frac{p^2}{2m}$
- پتانسیل گرانشی $u=mgh$
- پتانسیل کشسانی $=u_e=\frac{1}{2}kx^2$
- مکانیکی $E=u+k+u_e$

قبلا گفتیم که انرژی پتانسیل، انرژی ذخیره شده در یک جسم است. مثلاً اگر سنگی را از محل اولیه خود کمی بالاتر ببریم، نسبت به محل اولیه خود مقداری انرژی در خود ذخیره می‌کند که با رها کردن آن، این انرژی آزاد می‌شود. یا تصور کنید فنری را با زور فشرده کرده‌ایم، در اثر این کار مقداری انرژی در آن ذخیره شده است، که با رها کردن فنر این انرژی می‌تواند آزاد گردد. در هر دو مثال، به این انرژی ذخیره شده در اجسام، انرژی پتانسیل گفته می‌شود..

نکته: هنگامی که اجسام رو به پایین حرکت می‌کند h کاهش می‌یابد، نیروی وزن جسم کار مثبت انجام می‌دهد و انرژی پتانسیل گرانشی کاهش می‌یابد $\Delta U<0$ (W کار وزن مثبت و ΔU منفی است)

هنگامی که جسمی رو به بالا حرکت می‌کند و از زمین دور می‌شود، h افزایش می‌یابد .در این صورت کار انجام شده توسط نیروی وزن جسم منفی است و انرژی پتانسیل گرانشی آن افزایشمی یابد $\Delta U>0$ (W کار وزن منفی و ΔU مثبت است)

جسم به بالا حرکت کند:
- $\Delta U=+mgh$
- $W=-mgh$

جسم به پایین حرکت کند:
- $\Delta U=-mgh$
- $W=+mgh$

تست : در سال ۲۰۱۶ بهداد سلیمی قهرمان وزنه‌برداری ایران، با بالابردن وزنه ۲۱۶ کیلوگرمی در حرکت یک‌ضرب رکورد جهانی این حرکت تا آن سال را از آن خود نمود. اگر بهداد این وزنه را مجموعاً ۲ متر و ۵۰ سانتیمتر از سطح اولیه‌اش بالا برده باشد، تغییر انرژی پتانسیل گرانشی (ΔU) نسبت به محل اولیه‌اش و کار انجام شده (W) به ترتیب از راست به چپ کدام گزینه است؟ ($g = ۱۰$)

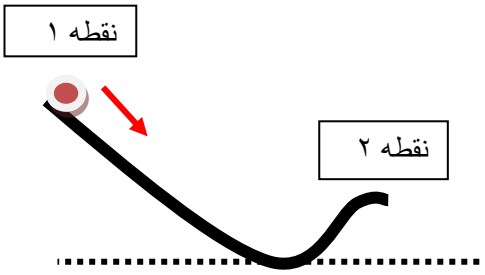
۱) ۵۴۰۰+ و ۵۴۰۰+
۲) ۵۴۰۰− و ۵۴۰۰+
۳) ۵۴۰۰− و ۵۴۰۰−
۴) ۵۴۰۰+ و ۵۴۰۰−

درسنامه ۵ : قانون پایستگی انرژی

در شکل روبرو جسمی را در حال حرکت به‌طرف زمین نشان می‌دهد فرض کنید مقاومت هوا و اصطکاک در برابر حرکت جسم ناچیز باشد و تنها نیروی وزن به آن وارد می‌شود هنگامی‌که گلوله از نقطه ۱ به نقطه ۲ می‌رود انرژی جنبشی جسم از K_1 به K_2 و انرژی پتانسیل آن از U_1 به U_2 تغییر می‌کند در اینصورت اگر مجموع انرژی جنبشی و پتانیل را در نقطه ۱ محاسبه کنیم، متوجه میشویم که با مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل در نقطه ۲ برابرست. مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی جسم در نقطه های مختلف مسیر حرکت با هم برابر است. مجموع انرژی های پتانسیل و جنبشی هر جسم را انرژی مکانیکی آن می‌نامیم و با E نشان می‌دهیم. $(E = K + U)$ به این ترتیب:

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

که به آن قانون پایستگی انرژی می‌گوییم.



نکته ۱ : در تست‌ها و مسائل قانون پایستگی انرژی را در سه مدل به ما می‌دهند

حالت اول: در سؤال اصطکاک را ناچیز و صفر در نظر می‌گیرند: که از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$U_1 + K_1 + U_{e1} = U_2 + K_2 + U_{e2}$$

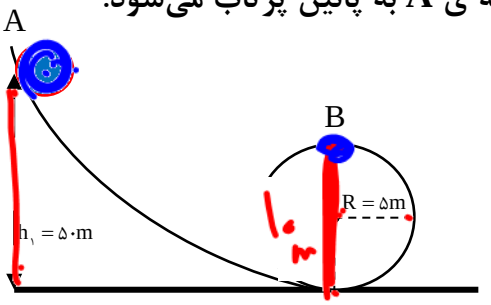
حالت دوم: در سؤال می‌گویند Xدرصد انرژی در اثر اصطکاک تلف شده که از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\frac{۱۰۰ - x}{۱۰۰}(u_۱ + k_۱ + ue_۱) = u_۲ + k_۲ + ue_۲$$

حالت سوم: در سؤال می‌گویند X ژول انرژی در اثر اصطکاک تلف شده که از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$u_۱ + k_۱ + ue_۱ - x = u_۲ + k_۲ + ue_۲$$

تمرین: مطابق شکل گلوله‌ای به جرم ۲kg با سرعت ۲۰ متر برثانیه از نقطه ی A به پائین پرتاب می‌شود. سرعت گلوله را در نقطه ی B در هر یک از حالت‌های زیر محاسبه کنید:



ب) فرض کنید ۳۰ درصد از انرژی در طول مسیر تلف شده باشد.

ج) فرض کنید ۳۰ ژول انرژی در طول مسیر تلف شده باشد.

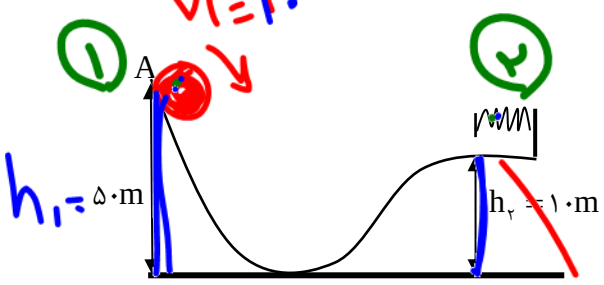
پایستگی انرژی

- اصطکاک نداشته باشیم: $U_1 + K_1 + U_{e1} = U_2 + K_2 + U_{e2}$
- X درصد انرژی در اثر اصطکاک تلف شود: $\frac{۱۰۰ - x}{۱۰۰}(u_۱ + k_۱ + ue_۱) = u_۲ + k_۲ + ue_۲$
- X ژول انرژی در اثر اصطکاک تلف شود: $u_۱ + k_۱ + ue_۱ - x = u_۲ + k_۲ + ue_۲$

تست: مطابق شکل گلوله‌ای به جرم ۲kg با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه از نقطه ی A رو به پائین پرتاب می‌شود. اگر ۲۰ درصد از انرژی اولیه در اثر اصطکاک تلف شود حداکثر انرژی ذخیره شده در فنر چند ژول می‌شود؟

۱) ۶۸۰ ✓ ۲) ۲۰۰

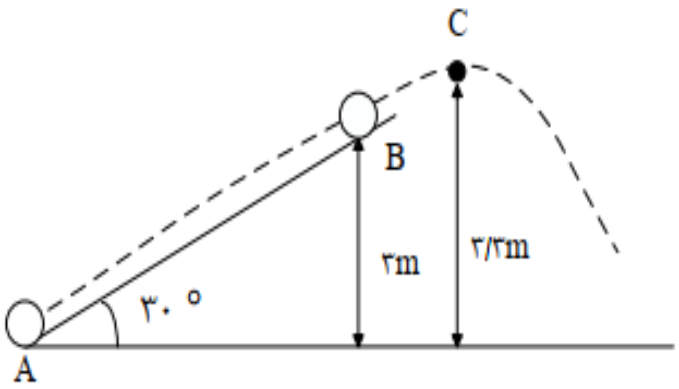
۳) ۷۳۰ ۴) ۷۵۰



تست: مطابق شکل زیر، جسمی به جرم ۲kg از نقطه‌ی A در پایین سطح شیب‌دار، با تندی اولیه‌ی $12\frac{m}{s}$ در امتداد سطح شیب‌دار پرتاب شده و در نقطه‌ی B از سطح جدا می‌شود. اگر نیروی اصطکاک بین جسم و سطح شیب‌دار ثابت و برابر ۵N باشد، تندی جسم در نقطه‌ی C چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$) و مقاومت هوا ناچیز است.) (آزمون کانون)

۱) صفر ۲) ۲

۳) ۴ ۴) $4\sqrt{3}$



قانون پایستگی انرژی رو یکبار بین B و A و یکبار دیگه بین C و B مینویسیم

$$E_A - f_k d = E_B$$

$$\left(0 + \frac{1}{2}mv_1^2\right) - 5(6) = E_B \quad E_B = 114$$

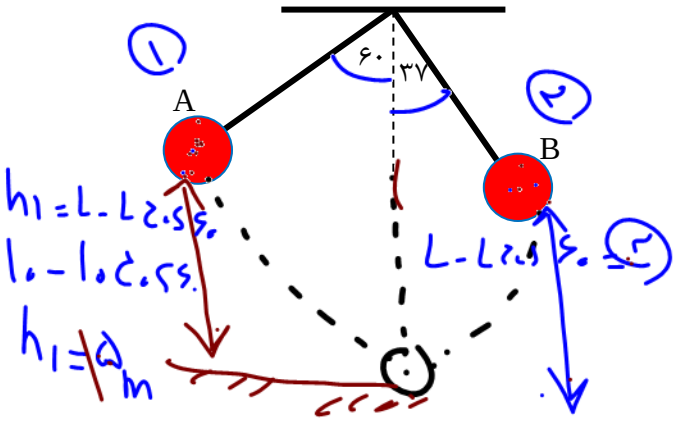
$$E_B = E_C \quad 114 = 2(10)3.3 + \frac{1}{2}mv_C^2 \quad v_C^2 = 114 - 66 \quad v_C = 4\sqrt{3}$$

تست: مطابق شکل گلوله‌ای به جرم ۲kg به انتهای نخ سبکی به طول ۱۰ متر متصل است. آن را با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه از نقطه ی A به پائین پرتاب می‌کنیم به ترتیب از راست به چپ، سرعت گلوله در نقطه ی B چند متر بر ثانیه و اندازه کار وزن تقریبا چند ژول می‌شود؟

(فرض کنید ۲۰ ژول انرژی در اثر مقاومت هوا تلف شده باشد).

۱) ۲۷ – ۶۰ ۲) ۲۱ – ۵۰

۳) ۲۱ – ۶۰ ۴) ۲۰ – ۵۰



$U_1 + K_1 - 20 = U_2 + K_2$

$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 - 20 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$

$2(10)(5) + \frac{1}{2}(2)(400) - 20 = 2(10)(2) + \frac{1}{2}(2)v_2^2$

$100 + 400 - 20 = 40 + v_2^2$

$v^2 = 440 \Rightarrow v = \sqrt{440} = 21$

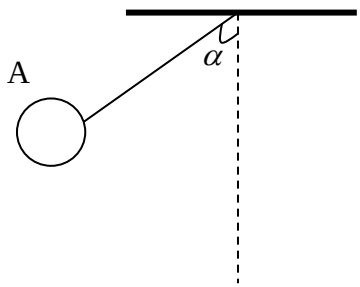
$W_{وزن} = mgh = +2 \times 10 \times 2$

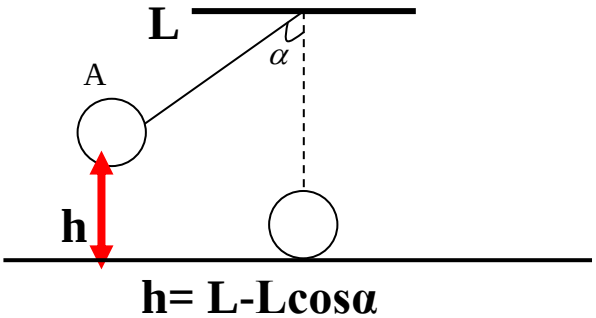
$+ = \varepsilon_0$

نکته: اگر در سؤالات پایستگی انرژی آونگ به ما دادند، کافی است پایین‌ترین نقطه شکل را به‌عنوان زمین در نظر گرفته و از همان فرمول‌های صفحه قبل استفاده کنیم، فقط اگر خواستید ارتفاع آونگ تا زمین (سطح پتانسیل) را محاسبه کنید از

$h = L - L\cos\alpha$ استفاده کنید.

محاسبه ارتفاع h در آونگ‌ها





$h = L - L\cos\alpha$

درسنامه ۵ رابطهٔ کار و انرژی جنبشی

بین کار کل انجام شده روی یک جسم و تغییر انرژی جنبشی آن رابطه‌ای وجود دارد که به آن رابطهٔ کار و انرژی می‌گوییم: همواره کار کل انجام شده روی یک جسم با تغییرات انرژی جنبشی آن برابر است.

$$W_{\text{کل}} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

تست: چتربازی از ارتفاع ۸۰۰ متری و از حال سکون رها می‌شود. جرم چترباز و چترش مجموعاً ۸۰ کیلوگرم است. وی با سرعت ۵ متر بر ثانیه به زمین می‌رسد، کار نیروی مقاومت هوا در مسیر سقوط چند کیلوژول است؟

۱) −۶۳۹ ۲) −۶۲۵ ۳) −۶۴۱ ۴) +۶۴۱

تست: اتومبیلی به جرم ۱۲۰۰ کیلوگرم با سرعت ۷۲ کیلومتر بر ساعت در حال حرکت است که ناگهان عابری را در فاصلهٔ ۱۵۰ متری از خود قرار دارد را می‌بیند. اگر راننده بلافاصله ترمز کند، درصورتی‌که نیروی اصطکاک بین جاده با لاستیک ۲۴۰۰ نیوتن باشد، کدام گزینه صحیح است؟

۱) اتومبیل ۵۰ متر مانده به عابر متوقف می‌شود.

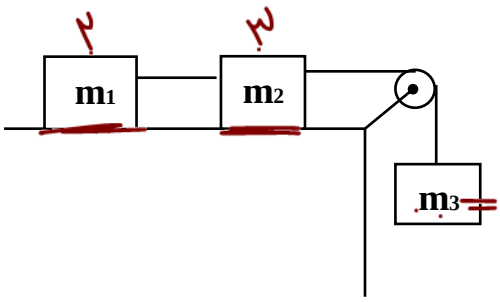
۲) اتومبیل ۲۰ متر مانده به عابر متوقف می‌شود.

۳) اتومبیل جلوی پای عابر متوقف می‌شود.

۴) اتومبیل با عابر برخورد می‌کند.

تست VIP: در شکل زیر وزنه ۳ از حال سکون رها می‌شود و هنگامی که ۹۰ سانتیمتر پایین می‌آید مجموع انرژی جنبشی دو وزنه ی ۲ و ۱ روی سطح افقی به ۲۲/۵ ژول میرسد. در این صورت جرم وزنه ۳ چند کیلوگرم است؟ (از کلیه اصطکاک‌ها و جرم نخ صرف‌نظر کنید) (جرم وزنه شماره یک ۲کیلوگرم و جرم وزنه شماره دو ۳کیلوگرم است)

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۱۰ ۴) ۸



$R_a = \frac{\text{مفید}}{\text{کل}} \times 100$

درسنامه ۸ راندمان و توان

بازده: در هر دستگاه فقط بخشی از انرژی ورودی به انرژی موردنظر ما تبدیل می‌شود و بخشی نیز تلف می‌شود. بنابراین تنها بخشی از انرژی ورودی قابل استفاده است، که به آن انرژی خروجی یا کار مفید می‌گویند.

نسبت انرژی خروجی (مفید) به انرژی ورودی (کل) را بازده می‌نامیم. معمولاً بازده هر دستگاه (وسیله یا سامانه) را برحسب درصد بیان می‌کنند.

$$\text{بازده بر حسب درصد} = \frac{\text{انرژی خروجی (مفید)}}{\text{انرژی ورودی (کل)}} \times 100$$

همچنین نسبت توان خروجی (مفید) به توان ورودی (کل)(مصرفی) را هم بازده می‌نامیم.

$$\text{بازده} = \frac{\text{توان خروجی [مفید]}}{\text{توان(ورودی)[(مصرفی)(کل)]}} \times 100$$

مثلاً فرض کنید یک لامپ برقی با مصرف ۲۰۰ ژول انرژی برق فقط ۱۶۰ ژول نور تولید نماید و ۴۰ ژول از انرژی را به‌صورت گرما تلف کند، در اینصورت می‌گوییم بازده آن برابرست با:

$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی خروجی [مفید]}}{\text{انرژی ورودی)[(مصرفی)(کل)]} } \times 100 \rightarrow \text{بازده} = \frac{160}{200} \times 100 \rightarrow \text{بازده} = 80 \text{ درصد}$$

توان متوسط: به مقدار کار انجام شده در واحد زمان، توان متوسط گفته می‌شود.

$$P_{\text{توان متوسط}} = \frac{W_{\text{کار}}}{t_{\text{زمان}}}$$

واحد اندازه‌گیری توان (وات) است.

مثلاً اگر ماشینی در ۲ ثانیه مقدار ۴۰۰۰ ژول کار انجام بدهد توان متوسط آن برابر می‌شود با:

$$P_{\text{توان متوسط}} = \frac{W_{\text{کار}}}{t_{\text{زمان}}} = \frac{4000}{2} = 2000 \text{ وات}$$

نکات تکمیلی:

$$P_{\text{مفید}} = \frac{E_{\text{مفید}}}{t}$$

$$R_a \times P_{\text{کل(مصرفی)ورودی}} = \frac{E_{\text{مفید (خروجی)}}}{t}$$

$$R_{a'} \times P_{\text{کل}} = \frac{E_{\text{تلف}}}{t}$$

دو مثال شبیه به هم: دو سؤال زیر را هم‌زمان و به‌موازات هم بررسی کنیم:

مثال ۱: توان کل یک لامپ ۲۰۰۰ وات و بازدهی آن ۸۰ درصد است. در هر ۱۰ ثانیه چند ژول نور تولید می‌شود؟

$$R_a \times P = \frac{\text{انرژی}}{\text{زمان } t} \rightarrow \frac{80}{100} \times 2000 = \frac{\text{انرژی}}{10} \rightarrow \text{انرژی نور} = 16000j$$

مثال۲: توان کل یک لامپ ۲۰۰۰ وات و بازدهی آن ۸۰ درصد است. در هر ۱۰ ثانیه چند ژول گرما تولید می‌شود؟

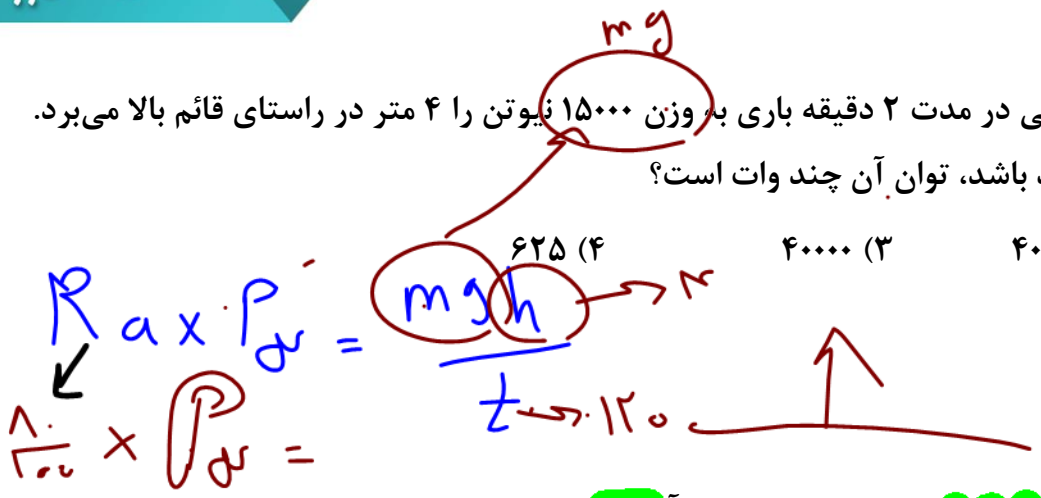
$$R_{a\text{متمم}} \times P = \frac{\text{انرژی}}{\text{زمان } t} \rightarrow \frac{20}{100} \times 2000 = \frac{\text{انرژی}}{10} \rightarrow \text{انرژی گرما} = 4000j$$

نکته مهم: چرا در مثال اول هنگام جای‌گذاری، راندمان را ۸۰ درصد ولی در مثال دوم ۲۰ درصد نوشتیم؟

پاسخ: اگر در سؤال کار و وظیفه اصلی یک وسیله را پرسیدند باید خود راندمان را در فرمول بنویسیم، ولی اگر کار فرعی (تلفات) را پرسیدند، باید متمم راندمان را جای‌گذاری کنیم (یعنی راندمان را از ۱۰۰ کم کنیم سپس جای‌گذاری کنیم) در مثال ۱ چون وظیفه یک لامپ تولید نور است بنابراین ما خود راندمان را نوشتیم (۸۰ درصد). ولی در مثال ۲ چون گرما (تلفات و کار فرعی) را پرسیدند ما متمم راندمان (یعنی ۲۰ درصد) را جای‌گذاری کردیم.

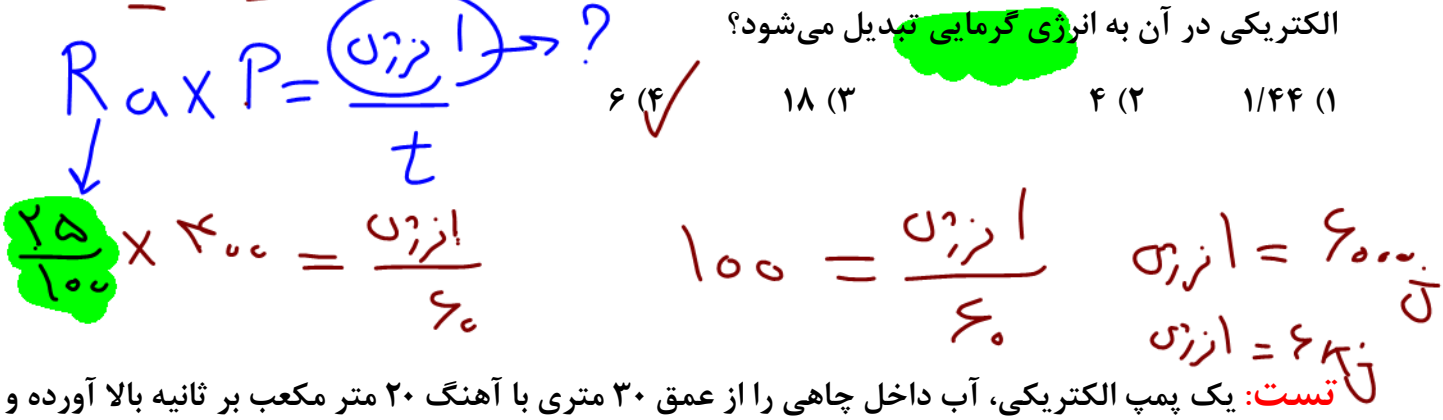
تست: یک موتور الکتریکی در مدت ۲ دقیقه باری به وزن ۱۵۰۰۰ نیوتن را ۴ متر در راستای قائم بالا می‌برد. اگر بازدهی موتور ۸۰ درصد باشد، توان آن چند وات است؟

۱) ۶۲۵۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۴۰۰۰۰ ۴) ۶۲۵



تست: توان کل یک موتور الکتریکی ۴۰۰ وات و بازدهی آن ۷۵ درصد است. در هر دقیقه چند کیلوژول انرژی الکتریکی در آن به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود؟

۱) ۱/۴۴ ۲) ۴ ۳) ۱۸ ۴) ۶



تست: یک پمپ الکتریکی، آب داخل چاهی را از عمق ۳۰ متری با آهنگ ۲۰ متر مکعب بر ثانیه بالا آورده و با سرعت $10\frac{m}{s}$ به بیرون پرتاب می کند. اگر توان مصرفی(کل) این پمپ $14MW$ باشد، بازده پمپ کدام است؟ (جرم هر متر مکعب برابر با $۱۰۰۰kg$ و $g = 10\frac{N}{kg}$ است.)

۱) ۴۰٪ ۲) ۵۰٪ ۳) ۶۰٪ ۴) ۷۰٪

$$W = \frac{1}{2}mV^2 + mgh$$

در هر ثانیه 20 متر مکعب آب خارج می شود، پس جرم آب خارج شده در هر ثانیه برابر $20 \times 10^3 kg$ است.

$$W = \frac{1}{2}(20 \times 10^3) \times 10^2 + (20 \times 10^3) \times 10 \times 30 = 7 \times 10^6 J$$

این کار در یک ثانیه انجام می شود و توان مفید پمپ برابر است با:

$$P_{\text{مفید}} = \frac{W_{\text{مفید}}}{\Delta t} = \frac{7 \times 10^6 J}{1s} = 7 \times 10^6 W$$

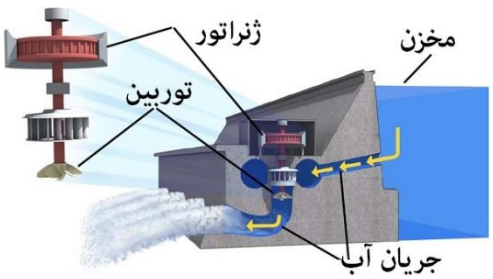
در نهایت بازده را محاسبه می کنیم:

$$R = \frac{E_{\text{مفید}}}{E_{\text{ورودی}}} \times 100 = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100 = \frac{7 \times 10^6 W}{14 \times 10^6 W} \times 100 = \%50$$

تست: تحت تأثیر نیروی ثابت F از حال سکون به حرکت درمی آید و پس از مدت t به سرعت v می رسد. توان متوسطی که در این مدت جسم دریافت می‌کند برابر است با:

۱) $\frac{1}{2}FV$ ۲) FV ۳) $\frac{FV}{2t}$ ۴) $\frac{FV}{t}$

تست: در شکل زیر، آب ذخیره شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی، از ارتفاع ۸۰ متری روی پره های توربینی می ریزد. اگر ۶۰ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی حاصل از چرخش توربین تبدیل شود، در هر دقیقه باید چند متر مکعب آب روی توربین بریزد تا توان الکتریکی خروجی مولد نیروگاه به ۲۰۰MW برسد؟ ($\rho_{آب} = 1\frac{g}{cm^3}$ و $g = 10\frac{N}{kg}$)



۱) ۲۵۰۰ ۲) ۵۰۰۰ ۳) 25×10^3 ۴) 5×10^4

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در هر دقیقه انرژی الکتریکی تولید شده برابر است با:

$$P_{خروجی} = \frac{U_E}{t} \rightarrow 200 \times 10^6 = \frac{U_E}{60} \rightarrow U_E = 12 \times 10^9 J$$

با توجه به این که ۶۰ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل می شود، می توان نوشت:

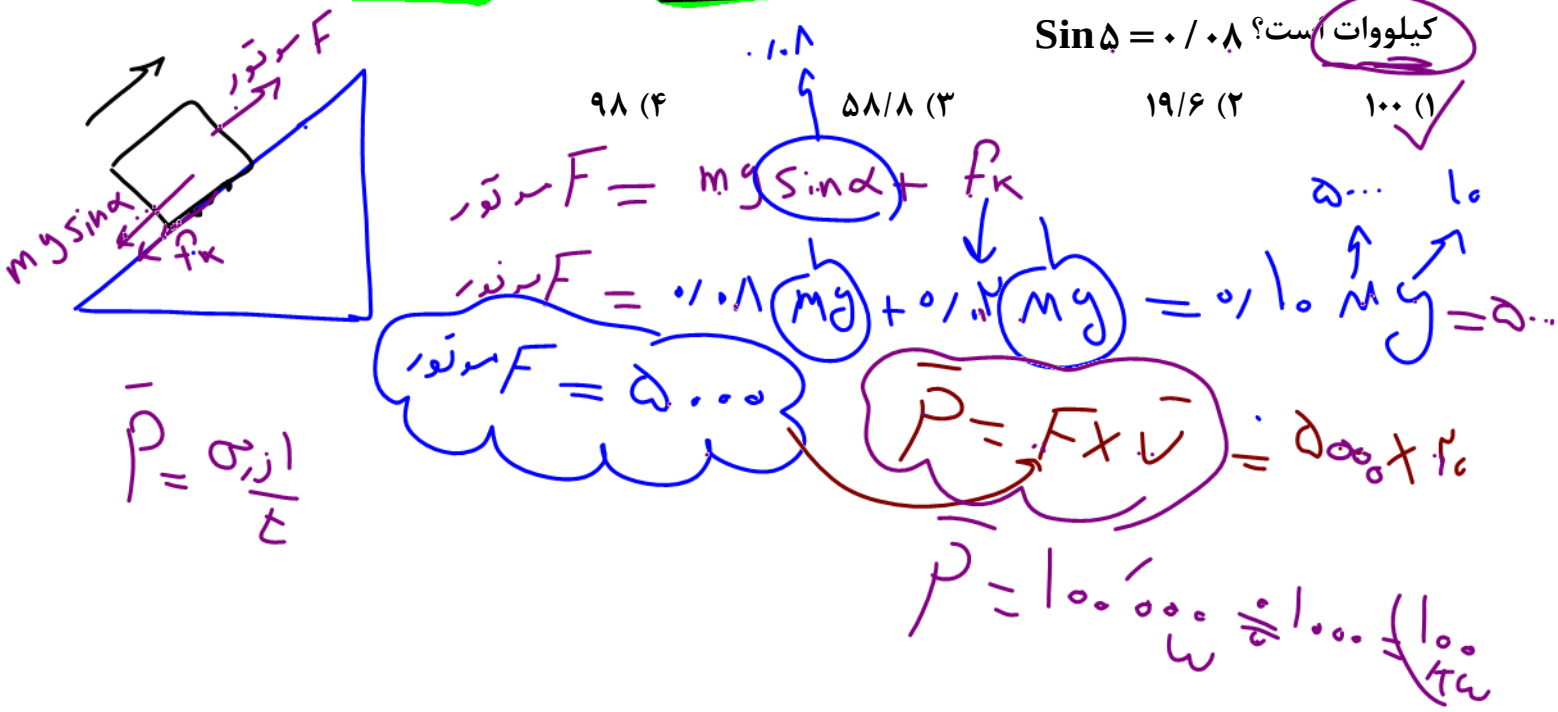
$$\frac{60}{100} W_{mg} = U_E \rightarrow \frac{3}{5} \times mgh = 12 \times 10^9 \rightarrow \frac{3}{5} \times m \times 10 \times 80 = 12 \times 10^9$$

$$\rightarrow m = \frac{12 \times 10^9}{6 \times 80} = 25 \times 10^6 kg$$

تست VIP:

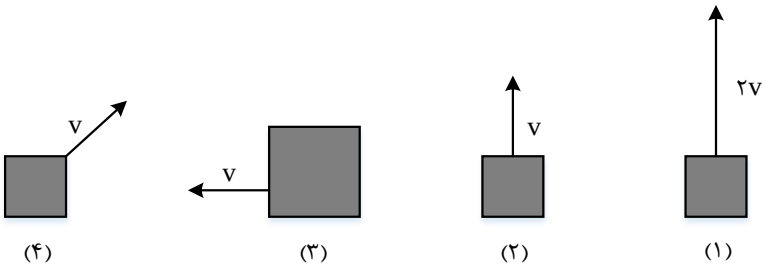
کامیونی به جرم ۵۰۰۰ کیلوگرم از جاده شیب‌داری که با افق زاویه ۵ درجه می‌سازد با تندی ۷۲ کیلومتر بر ساعت بالا می‌رود اگر مجموع اصطکاک‌ها ۰/۰۲ نیروی وزن کامیون باشد توان متوسط موتور کامیون چند کیلووات است؟ $\sin 5 = 0/08$

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۹/۶ ۳) ۵۸/۸ ۴) ۹۸



Home work

۱- کدام گزینه مقایسه ی درستی از انرژی جنبشی چهار جسم نشان داده شده در شکل است؟(جرم همه وزنه ها یکسان است به جز وزنه ۳ که دوبرابر جرم وزنه یک است)



1) $K_1 = K_2 = K_3 = K_4$

۲) $K_1 > K_3 > K_2 > K_4$

۳) $K_3 > K_1 > K_2 > K_4$

۴) $K_1 > K_3 > K_2 = K_4$

۲- اگر انرژی جنبشی خودرویی با جرم ثابت که با تندی $54\frac{km}{h}$ در حال حرکت بوده است، $\frac{4}{9}$ برابر شود، تندی آن .....

۱) $۲۴\frac{km}{h}$ می شود

۲) $۳۶\frac{km}{h}$ کاهش می یابد

۳) $\frac{20}{3}\frac{m}{s}$ می شود

۴) $5\frac{m}{s}$ کاهش می یابد

۳- انرژی جنبشی جسمی ۱۰ ژول است. اگر $2\frac{m}{s}$ به سرعت جسم افزوده شود، انرژی جنبشی آن به ۴۰ ژول می رسد. سرعت اولیه جسم چند متر بر ثانیه بوده است؟

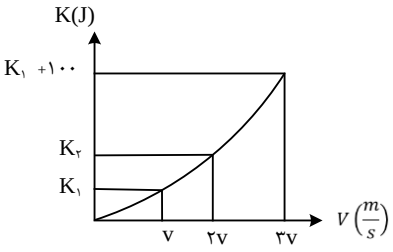
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۶

۴- جسمی به جرم m و با سرعت V در حال حرکت است. ۱۹ درصد از جرم آن کم می شود. تقریبا چند درصد سرعتش را زیاد کنیم تا انرژی جنبشی آن تغییر نکند؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۱ ۳) ۱۲ ۴) ۱۵

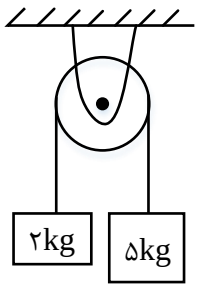
۵- نمودار انرژی جنبشی - سرعت جسمی مطابق شکل زیر است. K_2 چند ژول است؟

۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۵۰



۶- در شکل زیر، وزنه ۵ کیلوگرمی از حال سکون رها می شود و ۱۰cm پایین می آید، مجموع تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی دو جسم در این حرکت، چقدر است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

۱) +7J ۲) -7J ۳) +3J ۴) -3J



۷- نیروی $\vec{F} = (30N)\vec{i} + (40N)\vec{j}$ به جسمی به جرم $5kg$ وارد می شود و آن را روی سطح افقی به اندازه ی $\overrightarrow{\Delta x} = (6m)\vec{i}$ جابه جا می کند. کار نیروی $\vec{F}$ در این جابه جایی چند ژول است؟

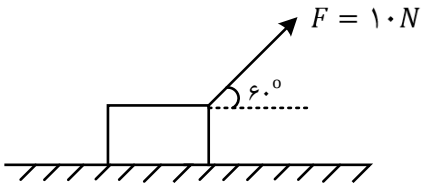
۱) ۱۸۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۲۰

۸- شخصی در طبقه ی سوم ساختمان، سوار آسانسور می شود و به طبقه دهم می رود. جرم شخص ۷۰kg است و یک کوله پشتی به جرم ۵kg بر دوش دارد. آسانسور بین طبقات پنجم تا هفتم مسافت ۶m را در مدت ۲ ثانیه با سرعت ثابت طی می کند. در این ۲ ثانیه کار نیرویی که آسانسور به شخص وارد می کند، چند ژول است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

۱) صفر ۲) ۳۹۰۰ ۳) ۴۲۰۰ ۴) ۴۵۰۰

۹) در شکل داده شده اگر نیروی وارد بر جسم $F = 10N$ باشد و جسم ۶ متر جابه جا شود، کار نیروی ثابت F چند ژول است؟

۱) ۱۵ ۲) $15\sqrt{3}$ ۳) ۳۰ ۴) $30\sqrt{3}$

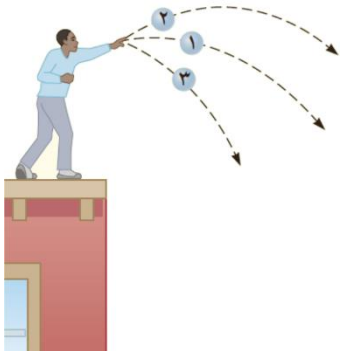


۱۰- جسمی به جرم ۱۵ کیلوگرم را روی سطح شیب داری که با افق زاویه ی ۳۰ درجه می سازد با سرعت ثابت به اندازه ی ۸ متر به طرف بالا می بریم. اگر نیروی اصطکاک ناچیز باشد، کار انجام شده چند ژول است؟ $(g = 10\ N/kg)$

۱) ۶۰۰ ۲) $600\sqrt{3}$ ۳) ۳۰۰ ۴) $۳۰۰\sqrt{3}$

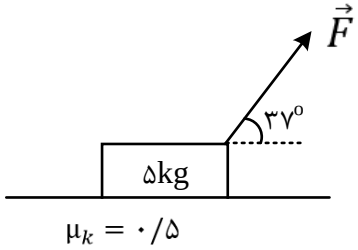
۱۱- مطابق شکل زیر، سه توپ مشابه از بالای ساختمانی، از یک نقطه با سرعت یکسان پرتاب می شوند. اگر کار نیروی وزن روی سه توپ از لحظه ی پرتاب تا رسیدن به زمین W_1 ,W_2 و W_3 باشد، کدام رابطه درست است؟ (مشابه کتاب درسی)

۱) $W_1 = W_2 = W_3$ ۲) $W_2 > W_1 > W_3$ ۳) $W_3 < W_2 < W_1$ ۴) $W_2 = W_3 > W_1$



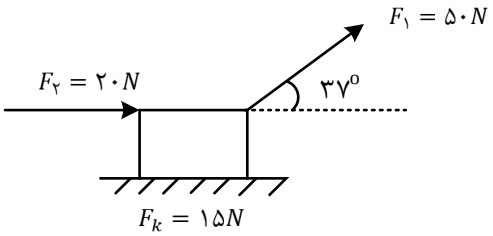
۱۲- در شکل روبه رو، نیروی $\vec{F}$ با بزرگی ۵۰ نیوتون به جسم وارد می شود و آن را روی سطح افقی ۵ متر جابه جا می کند،;کار برآیند نیروها چند ژول است؟ $\sin 37° = 0/6\ ,\ g = 10\frac{m}{s^2}$

۱) ۷۵ ۲) ۱۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰



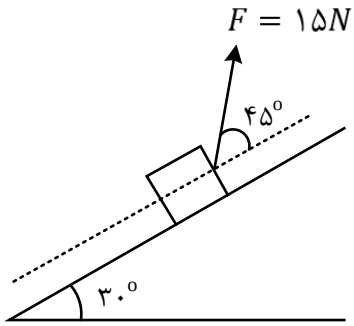
۱۳- مطابق شکل جعبه ای روی سطح هموار و افقی به اندازه ۱۰m جابه جا می شود. با توجه به نیروهای وارد شده بر جسم، نسبت کار نیروی اصطکاک به کار کل انجام شده کدام است؟ $(Cos\ 37° = 0/8)$

۱) -۱ ۲) $-\frac{1}{3}$ ۳) -۳ ۴) $-\frac{11}{3}$



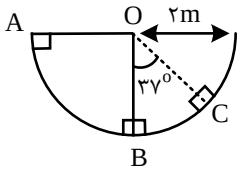
۱۴- جسمی را از پایین سطح شیبداری(روی زمین) مطابق شکل با نیروی F = ۱۵N بالا می بریم. در بازه زمانی که جسم به ارتفاع ۲ متری از سطح افقی می رسد، کار نیروی F چند ژول است؟

۱) $15\sqrt{2}$ ۲) $30\sqrt{2}$ ۳) $15\sqrt{3}$ ۴) $30\sqrt{3}$



۱۵- جسم کوچکی به جرم ۲kg با تندی اولیه $5\frac{m}{s}$ و از نقطه ی A درون نیم کره ای به شعاع $R = ۲m$ به سمت پایین می لغزد. کار نیروی گرانش وارد بر جسم، وقتی جسم کمان BC را طی می کند، چند ژول است؟ $\sin 37° = 0/6\ ,g = 10\frac{m}{s^2}$

۱) -۶ ۲) -۸ ۳) -۲۵ ۴) -۳۲



۱۶- چتربازی به جرم کل ۱۰۰kg از بالونی در ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح زمین با سرعتی به بزرگی $1/5\ \frac{m}{s}$ به بیرون بالون می پرد. اگر او با سرعتی به بزرگی $4/5\ \frac{m}{s}$ به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چترباز در طول مسیر سقوط چند کیلوژول است؟

۱) -۹۰۰ ۲) -۵۰۰/۹ ۳) -۵۰۰ ۴) -۴۹۹/۱

۱۷- گلوله ای به جرم ۴۰g با سرعت افقی که بزرگی آن $300\ \frac{m}{s}$ است، به دیواری برخورد می کند و پس از طی مسافت 20cm داخل دیوار توقف می کند. کار نیرویی که دیوار به گلوله وارد می کند چند ژول است؟

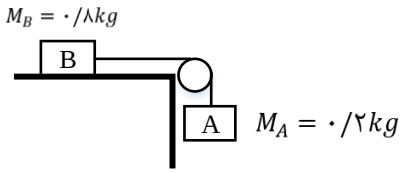
۱) -۱۸ ۲) -۱۸۰۰ ۳) -۶ ۴) -۶۰۰

۱۸- ماشینی با سرعت ثابت $72\ \frac{km}{h}$ و جرم $1000kg$ در حرکت است. ناگهان ترمز کرده و بعد از طی مسافت $40m$ متوقف می شود. اگر در طول ترمز کردن، نیروی موتور ماشین برابر صفر باشد، بزرگی نیروی اصطکاک لاستیک ها با جاده که مقدار ثابتی است، چند نیوتون است؟

۱) ۱۰۰۰۰ ۲) ۵۰۰۰ ۳) ۲۰۰۰۰ ۴) ۴۰۰۰۰

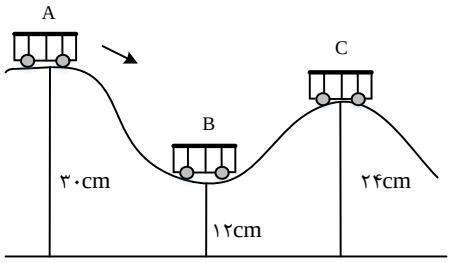
۱۹- در شکل مقابل وزنه A به جرم ۰/۲ کیلوگرم را آزاد می گذاریم تا بدون سرعت اولیه شروع به حرکت کند، انرژی جنبشی دستگاه پس از ۲ متر سقوط وزنه A به فرض ناچیز بودن جرم نخ و اصطکاک چند ژول است؟

۱) ۰/۸ ۲) ۳/۲ ۳) ۴ ۴) ۸

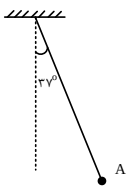


۲۰- در شکل روبه رو اصطکاک ناچیز است و ارابه بدون سرعت اولیه از حالت A رها می شود. نسبت سرعت ارابه در حالت B به سرعت آن در حالت C کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) $\sqrt{3}$



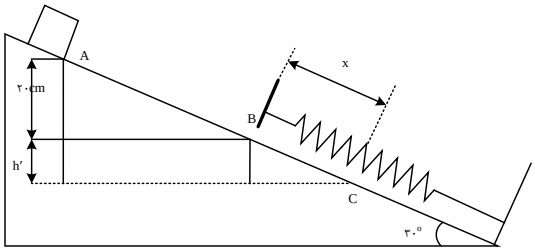
۲۱- مطابق شکل زیر، آونگی به طول ۱/۲۵ متر، با سرعت V از وضعیت نشان داده شده (نقطه ی A) عبور می کند، کم ترین مقدار V چند متر بر ثانیه باشد، تا ریسمان بتواند به وضعیت افقی برسد؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود، $\sin 37 = 0/6\ ,\ g = 10\ \frac{m}{s^2}$)



۱) ۲ ۲) $2\sqrt{5}$ ۳) $\sqrt{5}$ ۴) ۴

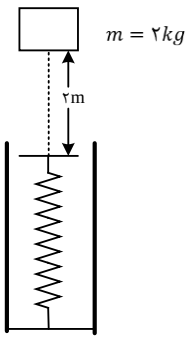
۲۲- جسمی به جرم ۲ کیلوگرم روی سطح شیبدار با اصطکاک ناچیز به سمت پایین می لغزد و با سرعت $2\frac{m}{s}$ از نقطه A عبور کرده و در نقطه ی B به فنر برخورد می کند. اگر حداکثر فشردگی فنر x و بیشینه ی انرژی ذخیره شده در فنر ۱۰ ژول باشد، x چند سانتی متر است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰



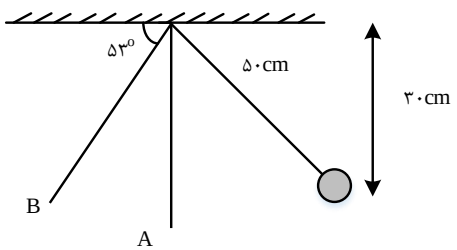
۲۳- مطابق شکل مقابل، وزنه ای به جرم ۲ کیلوگرم را با سرعت اولیه ی $2\frac{m}{s}$ از ۲ متری بالای یک فنر قائم، به سمت فنر پرتاب می کنیم. اگر از جرم فنر و مقاومت هوا صرف نظر کنیم و بیشینه ای انرژی ذخیره شده در فنر $46J$ باشد، بیشینه تراکم طول فنر چند سانتی متر است؟

۱) ۱/۳ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰



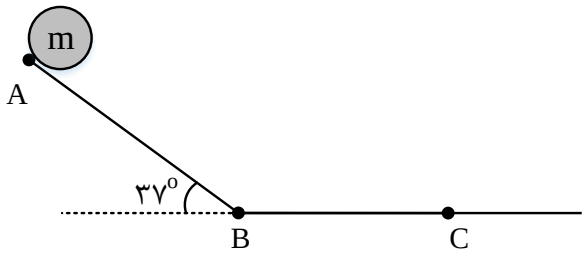
۲۴- آونگی به طول ۵۰cm را به یک سمت منحرف کرده تا فاصله اش از سقف ۳۰cm شود. اگر آونگ را از این وضعیت رها کنیم، سرعتش هنگام عبور از وضعیت A چند متر بر ثانیه بیش تر از سرعتش هنگام عبور از وضعیت B است؟ ($\sin 53 = 0/8, \sqrt{2} = 1/4, g = 10\frac{m}{s^2}$ و مقاومت هوا ناچیز است.)

۱) ۰/۶ ۲) ۰/۴ ۳) ۲/۶ ۴) ۱/۴



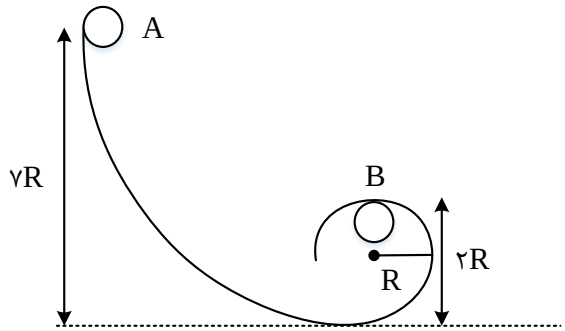
۲۵- در شکل زیر، جسمی به جرم $m = ۲\ kg$ از نقطه ی A رها می شود و پس از طی مسیر بدون اصطکاک AB، وارد سطح افقی شده و در نقطه ی C متوقف می گردد. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح افقی BC برابر و $AB = 4m$ باشد، طول BC چند متر است؟

۱) ۳/۶ ۲) ۴/۸ ۳) ۷/۲ ۴) ۹/۶



۲۶- مطابق شکل زیر، جسمی به جرم ۲kg از نقطه ی A رها می شود و پس از مدتی و با طی مسیر دارای اصطکاکی از نقطه ی B می گذرد. اگر ۱۰ درصد انرژی جسم در طی مسیر تلف شود، انرژی جنبشی جسم در نقطه ی B چند برابر انرژی پتانسیل جسم در همان نقطه است؟ ($R = ۲۰\ cm$ و فاصله ی گلوله در نقطه ی B تا زمین ۲R است.)

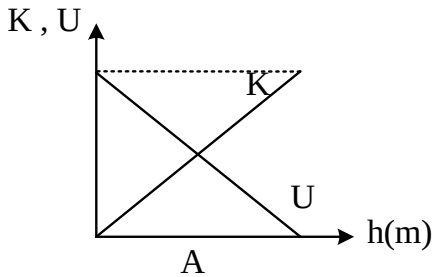
۱) ۲/۱۵ ۲) ۳/۵ ۳) ۶/۳ ۴) ۷



۲۷- جسمی را در شرایط خط از ارتفاع ۱۶۰m بالای سطح زمین رها می کنیم. اگر نمودارهای انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی جسم مطابق با شکل زیر باشد، سرعت جسم هنگام عبور از نقطه ی A چند متر بر ثانیه است؟

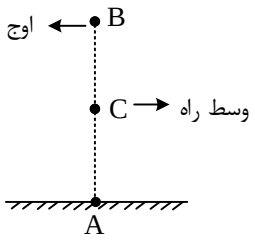
$(g = 10\frac{m}{s^2})$

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) $40\sqrt{30}$ ۴) ۸۰



۲۸- جسمی به صورت عمودی از سطح زمین با سرعت $20\frac{m}{s}$ به سمت بالا پرتاب می شود. در میانه یا وسط راه، اندازه ی سرعت جسم چند متر بر ثانیه است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر کنید و $g = 10\frac{m}{s^2}$)

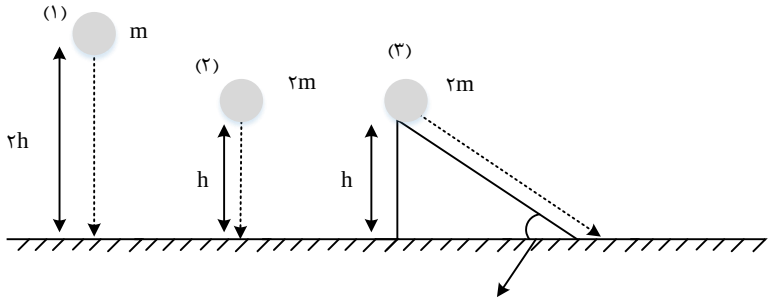
۱) $5\sqrt{2}$ ۲) $10\sqrt{2}$ ۳) ۵ ۴) ۱۰



۲۹- سه گلوله را مطابق شکل رها می کنیم تا به زمین برسند. کدام گزینه سرعت گلوله ها را هنگام رسیدن به سطح زمین به درستی مقایسه کرده است؟ (مقاومت هوا ناچیز است.)

۱) $V_1 = V_2 > V_3$ ۲) $V_1 > V_2 > V_3$

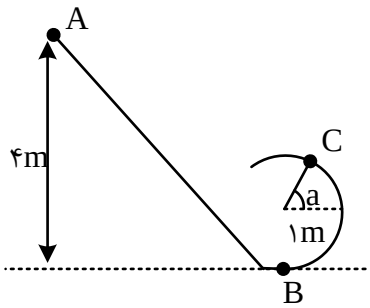
۳) $V_2 > V_3 > V_1$ ۴) $V_1 < V_2$ و در مورد V_3 نمی توان اظهارنظر کرد.



سطح دارای اصطحکاک است

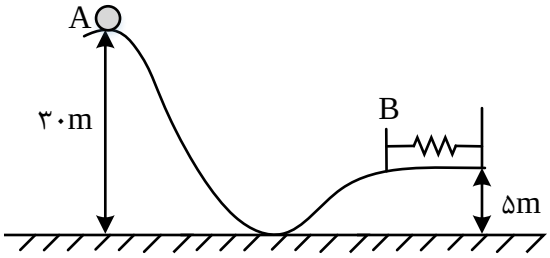
۳۰- در شکل زیر، جسمی به شکل کره که شعاع آن ناچیز است و جرم آن ۲kg می باشد، از نقطه ی A رهاشده و به سمت پایین می لغزد و وارد مسیری دایره ای می شود. اگر تا نقطه ی B، ۱۰ درصد انرژی اولیه آن به انرژی درونی مسیر و جسم تبدیل شود و از نقطه ی B تا نقطه ی C بزرگی نیروی اصطکاک ثابتی که سطح به جسم وارد می کند، برابر ۲N باشد، سرعت در نقطه C چند متر بر ثانیه است؟ ($\sqrt{3} = 1/7\ ,a = \frac{\pi}{3}\ ,g = 10\frac{m}{s^2}\ \pi = 3$)

۱) $\sqrt{28}$ ۲) $\sqrt{30}$ ۳) $\sqrt{47}$ ۴) ۷



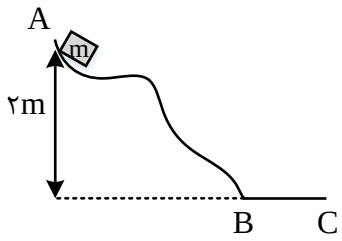
۳۱- مطابق شکل، جسمی به جرم ۲kg از نقطه ی A بدون تندی اولیه رها می شود و در نقطه ی B فنری را به طور کامل فشرده می سازد. اگر در مسیر AB، ۳۰ درصد انرژی مکانیکی اولیه ی جسم تلف شود، حداکثر انرژی ذخیره شده در فنر چند ژول است؟ (مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را زمین در نظر بگیرید و $g = 10\frac{N}{kg}$)

۱) ۴۲ ۲) ۴۲۰ ۳) ۳۲ ۴) ۳۲۰



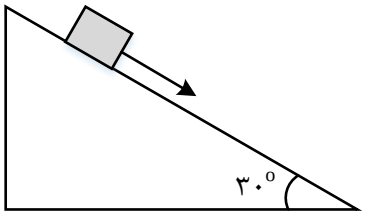
۳۲- جسم $m = 4kg$ از نقطه ی A بدون سرعت اولیه به پایین لغزیده و پس از طی مسیر افقی $BC = 2m$، در نقطه ی C متوقف شده است. اصطکاک در مسیر AB ناچیز است. نیروی اصطکاک در طول BC چند نیوتون است؟

۱) ۸۰ ۲) ۶۰ ۳) ۴۰ ۴) ۲۰



۳۳- در شکل زیر جسمی به جرم 2kg شروع به لغزیدن به سمت پایین می کند. اگر سرعت جسم پس از $14m$ جابه جایی روی سطح به $7\frac{m}{s}$ برسد، چند ژول انرژی مکانیکی به انرژی درونی تبدیل شده است؟ ($sin30 = \frac{1}{2}$ $g = 10\frac{N}{kg}$)

۱) ۸۱ ۲) ۹۱ ۳) ۹۳ ۴) ۹۵



۳۴- توان مصرفی یک موتور الکتریکی ۶۰۰ وات و بازده آن ۵۰ درصد است، در مدت ۴ ثانیه چند کیلو گرم آب را با این ماشین می توان ۱۰ متر بالا برد؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

۱) ۳ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۴

۳۵- توان یک تلمبه ی برقی ۴ کیلووات و بازده آن ٪۸۰ است. این تلمبه در هر دقیقه ۱۶۰۰ کیلو گرم آب را از عمق ۲ متری زمین تا ارتفاع چند متری سطح زمین بالا می برد؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$)

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۱۱ ۴) ۹

۳۶- یک پمپ الکتریکی، آب داخل چاهی را از عمق ۳۰ متری با آهنگ ۴۰ متر مکعب بر ثانیه بالا آورده و با سرعت $10\frac{m}{s}$ به بیرون پرتاب می کند. اگر توان مصرفی این پمپ $۲۸MW$ باشد، بازده پمپ کدام است؟ (جرم هر متر مکعب برابر با $۱۰۰۰kg$ و $g = 10\frac{N}{kg}$ است.)

۱) ٪۴۰ ۲) ٪۵۰ ۳) ٪۶۰ ۴) ٪۷۰

۳۷- ارتفاع یک سد ۲۰۰ متر است. توان الکتریکی مفید توربینی که در پایین این سد قرار دارد برابر با ۲۰۰MW است. اگر ۸۰ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، و با این فرض که کل اتلاف انرژی داخل توربین رخ می دهد، در هر ثانیه چند متر مکعب آب باید روی پره های توربین ریخته می شود؟ (جرم هر متر مکعب آب را ۱۰۰۰kg در نظر بگیرید. $g = 10\frac{N}{kg}$ و $\rho_{آب} = 1000\frac{kg}{m^3}$)

۱) ۲۵۰ ۲) ۲۷۰ ۳) ۱۲۵ ۴) ۱۳۵

۳۸- آسانسوری به جرم ۱۰۰۰kg، از حال سکون، ۵ شخص ۸۰ کیلوگرمی را در مدت 20s، 40m بالا برده و در طبقه ی ۱۳ متوقف می شود. توان متوسط آسانسور چند کیلو وات است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

۱) ۲۸ ۲) ۲ ۳) ۲۰ ۴) ۲۹

۳۹- پمپ آبی با توان ورودی ثابت ۱۰kw، در هر ثانیه ۲۵ لیتر آب به چگالی $1000\frac{kg}{m^3}$ را از ته چاه ی به عمق ۳۰ متر بالا می کشد و با تندی $60\frac{m}{s}$ به بیرون پمپاژ می کند بازده این پمپ چند درصد است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$)

۱) ۵۸ ۲) ۶۵/۵ ۳) ۷۵ ۴) ۷۹/۵

۴۰- اتومبیلی به جرم ۱۴۹۲kg هنگام سبقت گرفتن از یک کامیون در مدت 5s، در مسیر مستقیم سرعتش را از $72\frac{km}{h}$ به $108\frac{km}{h}$ می رساند. توان متوسط این خودرو چند اسب بخار است؟ (فرض کنیم ۲۰ درصد از توان این خودرو تلف می شود)

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۱۲۵ ۴) ۱۸۰

۴۱- گزینه ی صحیح کدام است؟

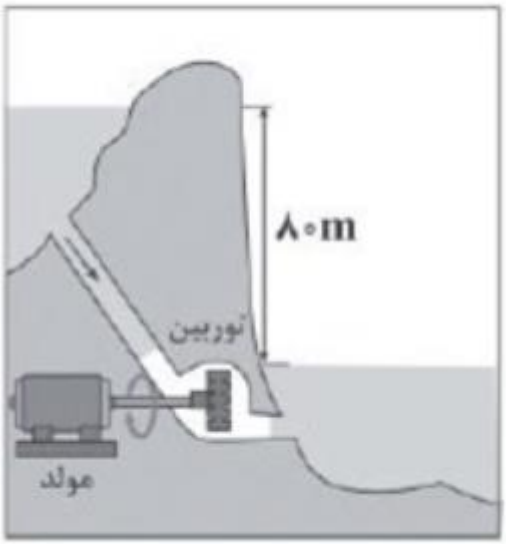
۱) هرچه توان ماشینی کم تر باشد، دارای انرژی کمتری است.

۲) هر چه بازده ماشین بیشتر باشد کار را سریع تر انجام می دهد.

۳) توان ماشین A وقتی از B بیشتر است که الزاما در زمان کمتری کار انجام داده باشد.

۴) هر چه کار معینی در زمان بیشتری انجام شود، مقدار توان کم تر است.

۴۲- در شکل زیر، آب ذخیره شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی، از ارتفاع ۸۰ متری روی پره های توربینی می ریزد. اگر ۶۰ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی حاصل از چرخش توربین تبدیل شود، در هر دقیقه باید چند متر مکعب آب روی توربین بریزد تا توان الکتریکی خروجی مولد نیروگاه به ۲۰۰MW برسد؟ ($g =$ و $\rho_{آب} = 1\frac{g}{cm^3}$ $10\frac{N}{kg}$)



۱) ۲۵۰۰

۲) ۵۰۰۰

۳) 25×10^3

۴) 5×10^4

Answers of Home work

۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

انرژی جنبشی نرده ای (اسکالر) است و تنها به جرم و تندی بستگی دارد.

$$\begin{cases} K_1 = \frac{1}{2}m \times (2V)^2 = \frac{1}{2} \times m \times 4V^2 = 2mV^2 \\ K_2 = \frac{1}{2}mV^2 \\ K_3 = \frac{1}{2} \times 2m \times V^2 = mV^2 \\ K_4 = \frac{1}{2}mV^2 \end{cases} \rightarrow K_1 > K_3 > K_2 = K_4$$

۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$54\frac{km}{h} = 54\frac{km}{h} \times \frac{10^3 m}{1km} \times \frac{1h}{3600s} = 15\frac{m}{s}$$

$$K = \frac{1}{2}mV \rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{4}{9} = \left(\frac{V_2}{54}\right)^2 \rightarrow \frac{V_2}{54} = \frac{2}{3} \rightarrow V_2 = 36\frac{km}{h} = 10\frac{m}{s}$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 10 - 15 = -5\frac{m}{s}$$

۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است

$$K_1 = 10J \qquad \frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{1}{2}mV_2^2}{\frac{1}{2}mV_1^2} \rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \rightarrow$$

$$K_2 = 40J$$

$$V_2 = V_1 + 2 \quad \frac{40}{10} = \left(\frac{V_1 + 2}{V_1}\right)^2 \rightarrow 4 = \left(\frac{V_1 + 2}{V_1}\right)^2 \xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} 2 = \frac{V_1 + 2}{V_1} \rightarrow$$

$$2V_1 = V_1 + 2 \rightarrow 2V_1 - V_1 = 2 \rightarrow V_1 = 2\frac{m}{s}$$

راه حل دیگر:

$$1)\ K_2 = 4K_1 \xrightarrow{\text{ثابت}\ \frac{1}{2} \times m} V_2 = 2V_1$$

$$2)\ V_2 = V_1 + 2$$

نکته ی درسی: با توجه به رابطه ی $K=\frac{1}{2}mV^2$ و ثابت بودن جرم، تغییرات سرعت و انرژی جنبشی به هم وابسته اند به طوریکه:

ثابت m: $V_2=nV_1 \rightarrow K_2=n^2K_1$

$K_2=nK_1 \rightarrow V_2=\sqrt{n}V_1$

۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

روش اول: از فرمول حساب می کنیم $K=\frac{1}{2}mV^2$ حل می کنیم. ابتدا جرم و بعد سرعت ثانویه را برای این که $K = K'$ باشد حساب می کنیم:

$$\begin{cases} K=\frac{1}{2}mV^2 \\ K'=\frac{1}{2}m'V'^2 \\ m'=m-\frac{19}{100}m=\frac{81}{100}m \\ V'=? \end{cases}$$

از برابر $K = K'$ داریم:

$$K = K' \rightarrow K=\frac{1}{2}mV^2=\frac{1}{2}m'V'^2 \rightarrow mV^2=\frac{81}{100}mV'^2$$

$$\rightarrow \frac{V'^2}{V^2}=\frac{100}{81} \rightarrow \frac{V'}{V}=\frac{10}{9} \rightarrow V'=\frac{10}{9}V$$

حال ΔV را تعیین می کنیم:

$$\Delta V=V'-V=\frac{10}{9}V-V=\frac{1}{9}V$$

$$\rightarrow \text{درصد تغییرات}=\frac{\Delta V}{V}\times 100=\frac{100}{9}=11\%$$

پس باید ۱۱ درصد سرعت آن را زیاد کنیم:

روش دوم: از رابطه $\frac{\Delta V}{V}=(\sqrt{\frac{m}{m'}}-1)$ هم می توان مسئله را حل کرد.

$$\frac{\Delta V}{V}=\left(\sqrt{\frac{m}{\frac{81}{100}m}}-1\right)\times 100=\left(\sqrt{\frac{100}{81}}-1\right)\times 100=\frac{1}{9}\times 100$$

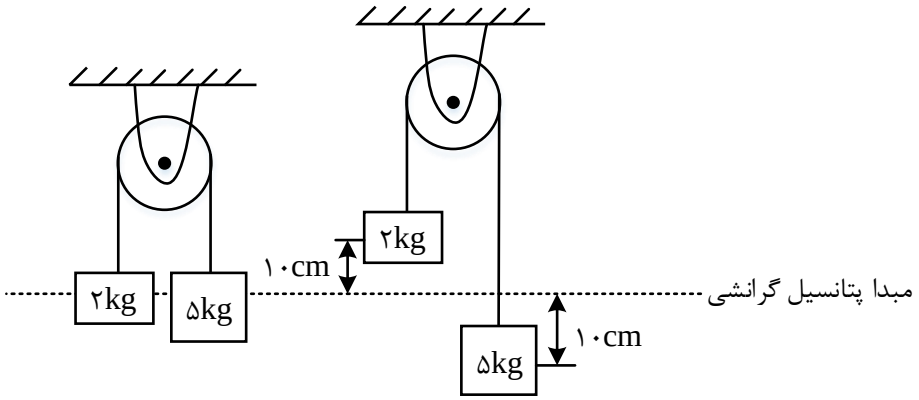
$$\rightarrow \frac{\Delta V}{V}=\%11 \rightarrow \text{تقریبا 11 درصد} \rightarrow \text{گزینه(2) صحیح است}$$

۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل می توان نوشت:

$$\begin{cases} K = \frac{1}{2}mV^2 \\ K_1 + 100 = \frac{1}{2}m \times (3V^2) = \frac{9}{2}mV^2 \end{cases} \rightarrow 100 = \frac{9}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV^2 = 4mV^2 \rightarrow mV^2 = 25$$

$$K_2 = \frac{1}{2}m \times (2V)^2 = 2mV^2 = 2 \times 25 = 50J$$

۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$m_1 = 5kg: \Delta U_1 = m_1 g \Delta h_1 = 50 \times \frac{-10}{100} = -5J$$

$$m_2 = 2kg: \Delta U_2 = m_2 g \Delta h_2 = 20 \times \frac{+10}{100} = +2J$$

$$\Delta U_{\text{کل}} = \Delta U_1 + \Delta U_2 = -5 + 2 = -3J$$

۷ -گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق تعریف کار: حاصل ضرب نیرو در راستای جابه جائی

$$W = F_x d_x = 30 \times 6 = 180J$$

۸- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. دقت کنید در حرکت آسانسور بین طبقات پنجم تا هفتم، سرعت ثابت است و شتاب صفر می شود.

$$\sum F = ma \rightarrow N - (m_1 + m_2)g = ma \xrightarrow{\text{ثابت } V \,,a=0} N = (m_1 + m_2)g \rightarrow N = 750N$$

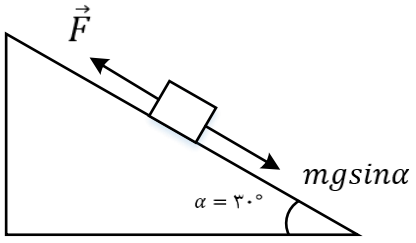
از طرفی با استفاده از رابطهی کار می توان کار نیروی کف آسانسور بر شخص را به دست آورد.

$$W = F.d.cos\theta \xrightarrow{\theta=0 \,,d=6m} W = 750 \times 6 \times 1 = 4500J$$

۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$W = Fddcos\theta = 10 \times 6 \times \frac{1}{2} = 30J$$

۱۰) گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.



چون سرعت ثابته : $F = Mgsin \propto$

$$W = F.dCos\,\theta = mg\,Sin\,a.d \times 1 = 15 \times 10 \times \frac{1}{2} \times 8 = 600J$$

۱۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. کار نیروی وزن برابر منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی است که صرفا به ارتفاع اولیه جسم تا سطح زمین بستگی دارد. بنابر این کار برای هر سه برابر می باشد.

۱۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بزرگی برآیند نیروهای وارد بر جسم را حساب می کنیم. برآیند نیروها در راستای افقی است. پس:

$$F_{\text{برایند}} = FCos37 - f_k == 50 \times 0/8 - \mu_k\, N$$

$$N = mg - Fsin\alpha = (50 - 50 \times 0/6)N = 20N \rightarrow F_{\text{برایند}} = 50 \times 0/8 - 0/5(20) = 40 - 10 = 30$$

$$\rightarrow F_{\text{برایند}} = 30N$$

$$\text{کار برایند نیروها} = F_{\text{برایند}} \times d = (30 \times 5)J = 150J$$

۱۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه $W = Fdcos\alpha$، کار نیروی اصطکاک و کار کل را محاسبه می کنیم:

$$W_t = (F_1Cos37 + F_2Cos0 + f_kCos180)d = (40 + 20 - 15) \times 10 = 450J$$

$$W_{fk} = f_k\, dCos180 = 15 \times 10 \times (-1) = -150J$$

$$\frac{W_{fx}}{W_t} = \frac{-150}{450} = -\frac{1}{3}$$

۱۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. جسم روی سطح به اندازه $4m$ جابه جا می شود و کار نیروی F خواهد شد.

$$W_F = FdCos\theta \rightarrow W_F = 15 \times 4 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 30\sqrt{2}J$$

۱۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. جسم در مسیر BC به اندازه $R - RCos37$ بالا رفته است و اگر این ارتفاع را h بنامیم، خواهیم داشت:

$$h = R - RCos37 = (2 - 2 \times 0/8)m = 0/4m$$

$$W = -mgh = (-2 \times 10 \times 0/4)J = -8J$$

۱۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$W_T = \Delta K \rightarrow W_{mg} + W_{FD} = \frac{1}{2}m(V_2^2 - V_1^2) \rightarrow (100 \times 10 \times 500) + W_{FD}$$

$$= \frac{1}{2} \times 100((4/5)^2 - (1/5)^2) \rightarrow W_{FD} = -499/1kj$$

۱۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. کار نیروی گلوله اندازه انرژی جنبشی گلوله است.

کار نیرویی که گلوله به دیوار وارد می کند $W_T = \Delta k \rightarrow W = \frac{1}{2} \times \frac{4}{100}(90000) = 1800$

دیوار به گلوله: $W = -1800J$

۱۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از قضیهی کار - انرژی و فرمول کار برای نیروی اصطکاک، می توان مسئله را حل کرد.
ابتدا کار f_k را حساب می کنیم:

$$W_{fk} = f_k d Cos180 = -f_k d \rightarrow W_{fk} = -40f_k \quad (1)$$

حال از قضیه ی کار - انرژی داریم:

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2 = 0 - \frac{1}{2} \times 1000 \times 20^2 = -200000J$$

حال می نویسیم: $W_N + W_{mg} + W_{fk} + W_F = -200000 \quad (2)$

از روابط ۱ و ۲ داریم:

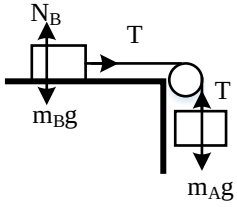
$$0 + 0 + (-40_k) + 0 = -200000 \rightarrow f_k = \frac{200000}{40} = 5000N$$

$$\rightarrow f_k = 5000N$$

حال می نویسیم: از روابط ۱ و ۲ داریم:

نکته: W_F به این دلیل صفر است که نیروی موتور ماشین هنگام ترمز برابر صفر است.

۱۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جابه جایی هر دو جسم $d = ۲m$ است. تنها نیرویی که روی جسم B کار انجام می دهد، نیروی کشش نخ است، بنابراین طبق قضیه کار و انرژی داریم:



$$W_B = W_T = T.d = \Delta K_B = K_B - 0$$

بر روی جسم A دو نیرو کار انجام می دهند، در نتیجه:

$$W_A = W_T + W_{mAg} = -T.d + m_A gd = \Delta K_A = K_A - 0$$

$$\begin{cases} T.d = K_B \\ -T.d + m_A gd = K_A \end{cases} \rightarrow K_A + K_B = m_A gd = 0/2 \times 10 \times 2 \rightarrow K_A + K_B = 4J$$

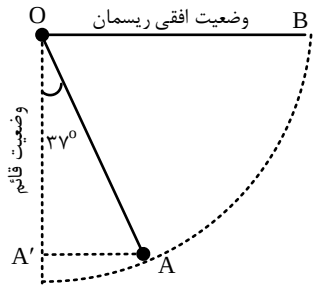
۲۰- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به این که اصطکاک وجود ندارد، انرژی مکانیکی پایسته می ماند.

$$E_A = E_B \rightarrow mgh_A + 0 = mgh_B + \frac{1}{2}mV_B^2 \rightarrow 300 = 120 + \frac{1}{2}V_B^2 \rightarrow V_B^2 = 360$$

$$E_C = E_A \rightarrow mgh_C + \frac{1}{2}mV_C^2 = mgh_A + 0 \rightarrow 240 + \frac{1}{2}V_C^2 = 300 \rightarrow V_C^2 = 120$$

$$\rightarrow \left(\frac{V_B}{V_C}\right)^2 = 3 \rightarrow \frac{V_B}{V_C} = \sqrt{3}$$

۲۱- گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. وقتی گلوله کمترین مقدار سرعت را در نقطه ی A دارد که هنگام رسیدن به نقطه ی B ، سرعتش صفر باشد، با انتخاب نقطه ی A به عنوان سطح مبدأ (جایی که انرژی گرانشی گلوله در آن صفر است) داریم:



$$h_B = OA' \ , \ Cos37 = \frac{OA'}{OA}$$

$$\rightarrow OA' = h_B = OACos37 = (1/25)(0/8) = 1m$$

$$E_A = E_B \rightarrow K_A = U_{gB} \rightarrow \frac{1}{2}mV^2 = mgh_b \rightarrow V^2 = 2gh_b$$

$$\rightarrow V^2 = 2 \times 10 \times 1 = 20 \rightarrow V = \sqrt{20} = 2\sqrt{5}\frac{m}{s}$$

۲۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون پایستگی انرژی مکانیکی بین دو نقطه A و C و با گرفتن نقطه C به عنوان سطح پتانسیل گرانشی داریم:

$$E_A = E_C \rightarrow U_{g,A} + K_A = U_{g,C} + K_C + U_{e,C} \rightarrow mgh_A + \frac{1}{2}mV_A^2 = mgh_C + K_C + 10$$

$$\rightarrow h_C = 0 \ , \qquad K_C = 0$$

$$2 \times 10 \times h_A + \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 = 10 \rightarrow h_A = 0/3m = 30cm \rightarrow h' = 30 - 20 = 10cm$$

$$\rightarrow x = 2h' = 20cm$$

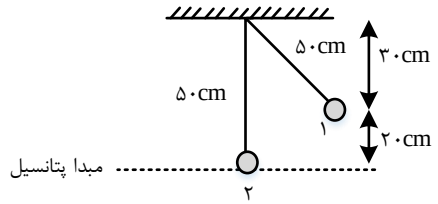
۲۳- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\text{کشسانی } U \text{ مقاومت هوا صرف نظر} \rightarrow E_1 = E_2 \rightarrow K_1 + U_1 = U$$

$$\frac{1}{2} \times 2 \times (2)^2 + 2 \times 10 \times (2 + L) = 46$$

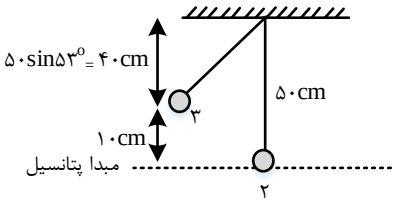
$$4 + 40 + 20L = 46 \rightarrow L = \frac{1}{10}m = 10cm$$

۲۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گام اول: سرعت گلوله در وضعیت A را محاسبه می کنیم.



$$E_1 = E_2 \rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

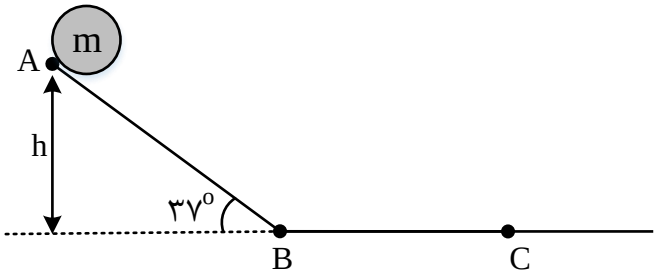
$$\xrightarrow{K_1=0 \ , \ U_2=0 \text{ رها شده است}} U_1 = K_2$$



$$mgh_1 = \frac{1}{2}mV_2^2 \xrightarrow{g=10\frac{m}{s^2}, h_1=0/2m} 10 \times 0/2 = \frac{1}{2} \times V_2^2 \rightarrow V_2^2 = 4 \rightarrow V_2 = 2\frac{m}{s}$$

$$\frac{1}{2}mV_2^2 = mgh_3 + \frac{1}{2}mV_3^2 \qquad V_3^2 = 2 \quad V_3^2 = 1.4 \qquad 2 - 1.4 = 0.6$$

۲۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک پایستگی انرژی مکانیکی، انرژی جنبشی جسم را در نقطه ی B حساب می کنیم:



$$Sin37 = \frac{h}{AB} \rightarrow 0/6 = \frac{h}{4} \rightarrow h = 2/4m$$

$$E_A = E_B \rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B$$

$$\rightarrow K_B = U_A = mgh = 2 \times 10 \times 2/4 = 48J$$

در مسیر افقی BC اصطکاک وجود دارد، بنابراین می توان نوشت:

$$E_C = E_B = W_{fk} \rightarrow K_C + U_C - K_B - U_B = -f_k \times d \rightarrow 48 = \mu_k \times F_N \times d$$

$$\xrightarrow{F_N = mg} 48 = \frac{1}{4} \times 20 \times BC \rightarrow BC = 9/6m$$

دقت کنید: ۱) در سطح افقی BC به عنوان مبدأ انرژی پتانسی گرانشی $U_B = U_A = 0$ است.

۲) در لحظه ای که تندی متحرک صفر است، $K_A = K_C 0$ می باشد.

۲۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$E_B = E_A - \%10E_A = \%90E_A \rightarrow U_B + K_B = 0/9(U_A + K_A)$$

$$\begin{cases} mgh_B + K_B = 0/9(mgh_A) \rightarrow K_B = (0/9h_A - h_B)mg \\ U_B = mgh_B \end{cases}$$

$$\frac{K_B}{U_B} = \frac{mg(0/9 \times 7 \times 0/2 - 2 \times 0/2)}{mg \times 2 \times 0/2} = 2/15$$

۲۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در نقطه A انرژی جنبشی و پتانسیل گرانشی جسم با هم برابر و نصف انرژی مکانیکی است. از پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_2 = E_1$$

$$U_2 + K_2 = U_1 + K_1$$

$$K_2 = U_1 \qquad \frac{1}{2}mV_A^2 = mgh$$

$$\rightarrow V_A = \sqrt{gh} = \sqrt{10 \times 160} = 40\frac{m}{s}$$

۲۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا از پایستگی انرژی مکانیکی می توان ثابت کرد که حداکثر ارتفاع جسم از سطح زمین (ارتفاع اوج) از رابطه ی $V^2 = 2gh$ به دست می آید.

$$V^2 = 2gh \rightarrow 400 = 20h \rightarrow h = 20m$$

پس میانه راه در ارتفاع $۱۰m$ قرار دارد، یعنی $h_C = ۱۰m$ ، پس با توجه به رابطه ی پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_C = E_A \rightarrow \frac{1}{2}mV_C^2 + mgh_C = \frac{1}{2}mV_A^2$$

$$\rightarrow V_C^2 = V_A^2 - 2gh_C \text{ یا } V_C^2 - V_A^2 = -2gh_C$$

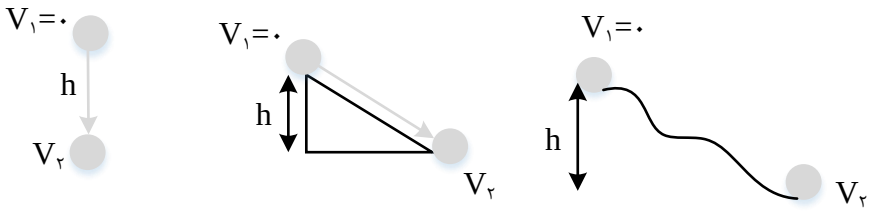
$$V_C^2 - 400 = -20 \times 10 \rightarrow V_C^2 = 200 \rightarrow V_C = 10\sqrt{2}\frac{m}{s}$$

نکته: در حرکت عمودی با شتاب جاذبه ی زمین برای محاسبه ی سرعت نهایی از رابطه ی $V_2^2 - V_1^2 = 2gh$ که h فاصله ی بین دو نقطه است، می توان استفاده کرد.

۲۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

نکته: وقتی جسمی از نقطه ای رها شود و به سمت پایین حرکت کند، سرعت جسم افزایش می یابد. اگر اتلاف انرژی (اصطکاک و مقاومت هوا) ناچیز باشد، بعد از جابه جایی عمودی به اندازه ی h خواهیم داشت:

(سعی کنید این رابطه را به کمک نوشتن معادله ی $E_1 = E_2$ به دست آورید.)



طبق این رابطه سرعت جسم بعد از جابه جایی، به جرم جسم بستگی ندارد.

حل سؤال: چون گلوله ی ۱ از ارتفاع ۲h رها شده است، پس طبق رابطه ی نکته ی فوق، سرعتش هنگام رسیدن به زمین بیش تر از سرعت گلوله ی ۲ هنگام رسیدن به سطح زمین است. یعنی $V_1 > V_2$. همچنین گلوله ی ۲ و ۳ از یک ارتفاع رها شده اند. بنابراین در غیاب اصطکاک هنگام رسیدن به زمین سرعت برابری خواهند داشت. اما چون گلوله ی ۳ روی سطح با اصطکاک حرکت می کند، بخشی از انرژی گلوله به گرم تبدیل می شود و گلوله با سرعت کمتری نسبت به گلوله ی ۲ به زمین می رسد. بنابر این $V_2 > 3$ خواهیم داشت:

$$V_1 > V_2 > V_3$$

۳۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا انرژی اولیه ی جسم در نقطه ی A را می نویسیم:

$$E_A = mgh_A = 2 \times 10 \times 4 = 80J$$

که ۱۰ درصد آن را اگر کم کنیم، انرژی جسم در نقطه ی B حاصل می شود.

$$E_B = E_A - \frac{1}{10}E_A = 80 - 8 = 72J \; E_B = 72J \;\; (1)$$

حال از نقطه B تا C، چون نیروی اصطکاک ثابتی برابر $2N$ داریم، پس در طول مسیر نیز بر اثر اصطکاک، انرژی ای هدر می رود که برابر کار نیروی اصطکاک در طول مسیر منحنی B تا C است. ابتدا طول مسیر B تا C را حساب می کنیم:

$$\text{طول } \widehat{BC} = \frac{\pi}{2}R + \frac{\pi}{3}R = \frac{5\pi}{6}R = 2/5R = 2/5m$$

$$W_{fk} = f_k|\widehat{BC}|Cos180 = -2 \times 2/5R = -5J$$

بنابراین از نقطه ی B تا C، ۵J از انرژی جسم کم می شود، بنابراین در نقطه ی C داریم:

$$E_C = E_B - 5 = 72 - 5 = 67J \rightarrow E_C = 67j$$

اما در نقطه ی C، هم ارتفاع داریم و هم سرعت، پس:

$$E_C = mgh_C + \frac{1}{2}mV_C^2 = 2 \times 10 \times (1 + Rsin60) + \frac{1}{2} \times 2 \times V_C^2$$

$$E_C = 20\left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) + V_C^2 \rightarrow 37 + V_C^2 = 67 \rightarrow V_C^2 = 30$$

$$V_C = \sqrt{30}\frac{m}{s}$$

۳۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. کل انرژی مکانیکی جسم در نقطه ی A ، انرژی پتانسیل گرانشی است:

$$E_A = U_{\text{گرانشی}} = mgh = 2 \times 10 \times 30 = 600J$$

گرانش انرژی تلف شده در مسیر برابر است با:

$$|W_t| = \frac{30}{100} \times 600 = 180J$$

$$\rightarrow E_B = E_A - |W_f| = 600 - 180 = 420J$$

دقت کنید که نقطه ی B از مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی بالاتر است و جسم در این نقطه مقداری انرژی پتانسیل گرانشی دارد، پس

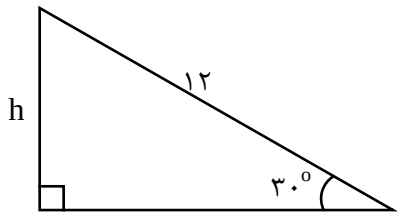
$$E_B = U_{\text{گرانشی}} + U_{\text{کشسانی}} \rightarrow 420 = mgh + U_{\text{کشسانی}} \rightarrow U_{\text{کشسانی}} = 420 - (2 \times 10 \times 5) = 320J$$

۳۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جسم در ابتدا و انتهای حرکت ساکن است و طبق قضیه کار و انرژی کل کار انجام شده روی آن صفر است و تنها نیروی وزن در مسیر AB و اصطکاک در مسیر BC کار انجام می دهند:

$$\rightarrow (W_{mg})_{AB} + (W_t)_{BC} = 0 \rightarrow +mgh - fd = 0 \rightarrow mgh = fd$$

$$\rightarrow 4 \times 10 \times 2 = f \times 2 \rightarrow f = 40N$$

۳۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$sin30 = \frac{h}{d} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{h}{14} \rightarrow h = 7m$$

کار نیروی اصطکاک باعث تبدیل انرژی مکانیکی به انرژی درونی شده است:

$$W_f = \Delta E = \Delta K + \Delta U = \left(\frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2\right) + (mgh_2 - mgh_1)$$

$$\rightarrow W_f = \left(\frac{1}{2} \times 2 \times (7)^2 - 0\right) + (0 - 2 \times 10 \times 7) = -91J$$

بنابر این ۹۱ ژول از انرژی مکانیکی به انرژی درونی تبدیل شده است.

۳۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$P = \frac{W}{\Delta t} \rightarrow \text{کل کار } W = P\Delta t = 60 \times 4 = 2400J$$

بازده موتور ۵۰ درصد است و نصف این کار به کار مفید تبدیل می شود و کار مفید صرف دادن انرژی پتانسیل گرانشی به آب می شود.

$$\rightarrow U = \frac{1}{2}W \rightarrow mgh = \frac{1}{2}W \rightarrow m \times 10 \times 10 = \frac{1}{2} \times 2400 \rightarrow m = 12kg$$

۳۵- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از رابطه ی بازده توان خروجی را به دست آورده و سپس مقدار ارتفاع را با توجه به رابطهی توان خروجی محاسبه می کنیم

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \rightarrow \frac{80}{100} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{4 \times 10^3} \rightarrow P_{\text{خروجی}} = 3200W$$

توان خروجی، توانی است که با آن در مدت زمان مشخص، کار مورد نظر انجام می شود.

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{mgh}{t} \rightarrow 3200 = \frac{1600 \times 10 \times h}{60} \rightarrow h = \frac{120}{10} = 12m$$

با توجه به این که آب از عمق ۲ متری زمین بالا می آید، بنابراین ارتفاع آب از سطح زمین ۱۰ متر خواهد بود.

۳۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. کاری که پمپ انجام می دهد برابر با تغییر انرژی مکانیکی آب است:

$$W = \Delta E = \Delta K + \Delta U = \frac{1}{2}mV^2 + mgh$$

در هر ثانیه ۴۰ متر مکعب آب خارج می شود، پس جرم آب خارج شده در هر ثانیه برابر $40 \times 10^3 kg$ است.

$$W = \frac{1}{2}(40 \times 10^3) \times 10^2 + (40 \times 10^3) \times 10 \times 30 = 2 \times 10^6 + 12 \times 10^6 = 14 \times 10^6 J$$

این کار در یک ثانیه انجام می شود و توان مفید پمپ برابر است با:

$$P_{\text{مفید}} = \frac{W_{\text{مفید}}}{\Delta t} = \frac{14 \times 10^6 J}{1s} = 14 \times 10^6 W$$

در نهایت بازده را محاسبه می کنیم:

$$R = \frac{E_{\text{مفید}}}{E_{\text{ورودی}}} \times 100 = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100 = \frac{14 \times 10^6 W}{28 \times 10^6 W} \times 100 = \%50$$

۳۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا انرژی الکتریکی تولید شده در مدت ۱ ثانیه را حساب می کنیم:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{E_{\text{خروجی}}}{t} \rightarrow 200 \times 10^6 = \frac{E_{\text{خروجی}}}{1} \rightarrow E_{\text{خروجی}} = 2 \times 10^8 J$$

از فرمول بازده، کار نیروی گرانش را محاسبه می کنیم

$$R = \frac{E_{\text{خروجی}}}{E_{\text{ورودی}}} \times 100 = \frac{W_{\text{خروجی}}}{W_{\text{ورودی}}} \times 100 \rightarrow 80 = \frac{2 \times 10^8}{W_{\text{ورودی}}} \times 100 \rightarrow W_{\text{ورودی}} = 2/5 \times 10^8 J$$

حال جرم آبی که در هر ثانیه بر پره ها فرود می آید را محاسبه می کنیم

$$W_{\text{ورودی}} = mgh \rightarrow 2/5 \times 10^8 = m \times 10 \times 200 \rightarrow m = 1/25 \times 10^5 kg$$

حجم آب برابر است با:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} \rightarrow V = \frac{1/25 \times 10^5}{1000} \rightarrow 1/25 \times 10^2 = 125m^3$$

۳۸- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. باید از قضیه ی کار - انرژی ابتدا کار نیروی آسانسور را تعیین کنیم. چون در ابتدا و انتهای حرکت، سرعت برابر صفر است پس $\Delta K = 0$. بنابر این $W_t = 0$ می شود. اما چون تنها نیروهای کابل آسانسور و نیروی وزن در حرکت آسانسور دخیل هستند، پس

$$W_{mg} + W_{Fa} = 0 \rightarrow W_{Fa} = -W_{mg} \ (1)$$

حال W_{mg} را در حرکت آسانسور به سمت بالا تعیین می کنیم

چون جهت mg و حرکت عکس هم هستند پس

$$\theta = 180$$

$$W_{mg} = mgdCos180 \rightarrow W_{mg} = (1000 + 5 \times 80) \times 10 \times 40 \times (-1) = -1400 \times 400$$

$$= -560000J$$

بنابراین از رابطه ی ۱ داریم:

$$W_{Fa} = -W_{mg} = 560000J$$

حالا از رابطه $\bar{P} = \frac{W_{Fa}}{t}$ داریم:

$$\bar{P} = \frac{560000}{20} = 28000W = 28KW$$

۳۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا جرم آبی که توسط پمپ جابه جا می شود به دست می آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 1000 = \frac{m}{25 \times 10^{-3}} \rightarrow m = 25kg$$

با توجه به قضیه ی کار و انرژی جنبشی و نیروهای وارد بر آب در این جابه جایی می توان نوشت:

$$W_t = W_{\text{پمپ}} + W_{\text{وزن}} = K_2 - K_1 \rightarrow W_{\text{پمپ}} - \Delta U_{\text{گرانشی}} = \frac{1}{2}mV^2$$

$$\rightarrow W_{\text{پمپ}} = mgh + \frac{1}{2}mV_2^2 = 25 \times 10 \times 30 + \frac{1}{2} \times 25 \times 6^2 = 7950J$$

اکنون توان متوسط خروجی پمپ را محاسبه می کنیم

$$\bar{P}_{\text{خروجی}} = \frac{W_{\text{پمپ}}}{\Delta t} = \frac{7950}{1} = 7950W = 7/950kW$$

پس بازده به این ترتیب قابل محاسبه است.

$$\text{بازده بر حسب درصد} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100 = \frac{7/950kW}{10kW} \times 100 = \%79/5$$

۴۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$k_2 - k_1 = W_F \rightarrow \frac{1}{2} \times 1492 \times (900 - 400) = 746(500)J$$

$$P = 100hp \text{ برحسب اسب بخار} \quad P = \frac{746(500)}{5} = 74600W \rightarrow \text{ برحسب وات}$$

اگر اتلافی وجود نداشت توان لازم برای انجام این تغییر سرعت ۱۰۰ اسب بخار بود. ولی در حالی که ۲۰ درصد از توان تلف می شود باید توان بیشتری صرف این کار شود یعنی:

$$0/8P = 100 \rightarrow P = 125hp$$

۴۱- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه توان $P = \frac{W}{\Delta t}$.

۴۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در هر دقیقه انرژی الکتریکی تولید شده برابر است با:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{U_E}{t} \rightarrow 200 \times 10^6 = \frac{U_E}{60} \rightarrow U_E = 12 \times 10^9 J$$

با توجه به این که ۶۰ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل می شود، می توان نوشت:

$$\frac{60}{100} W_{mg} = U_E \rightarrow \frac{3}{5} \times mgh = 12 \times 10^9 \rightarrow \frac{3}{5} \times m \times 10 \times 80 = 12 \times 10^9$$

$$\rightarrow m = \frac{12 \times 10^9}{6 \times 80} = 25 \times 10^6 kg$$

بنابراین در هر دقیقه، حجم آب ریخته شده روی توربین برابر است با:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{25 \times 10^6}{1000} = 25000m^3$$