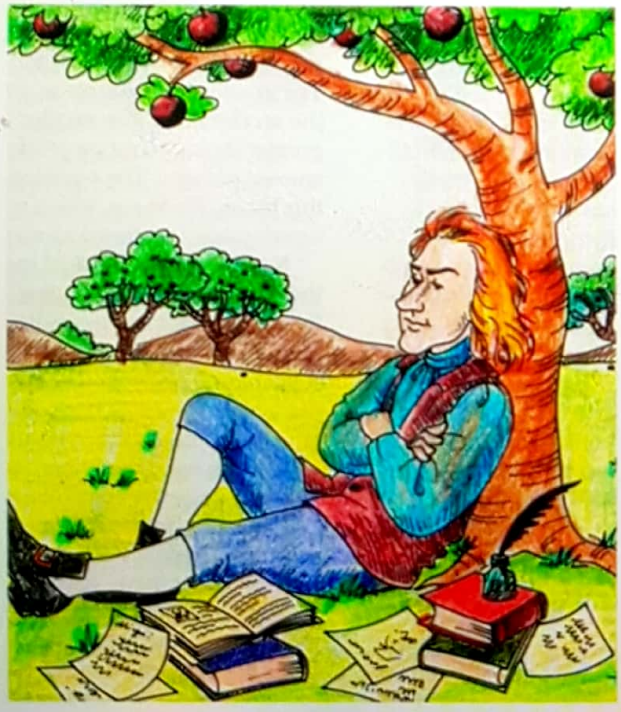
به نام آنکه فکرت آموخت

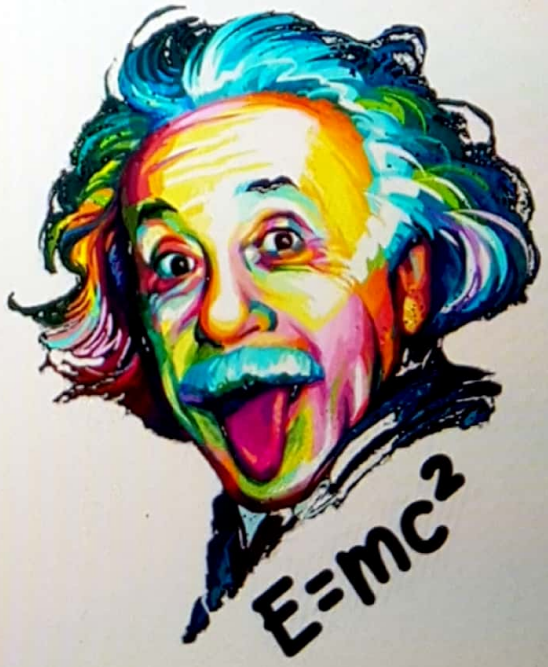
فیزیک دهم

جزوه آموزشی

فصل سوم

کار ، انرژی ، توان

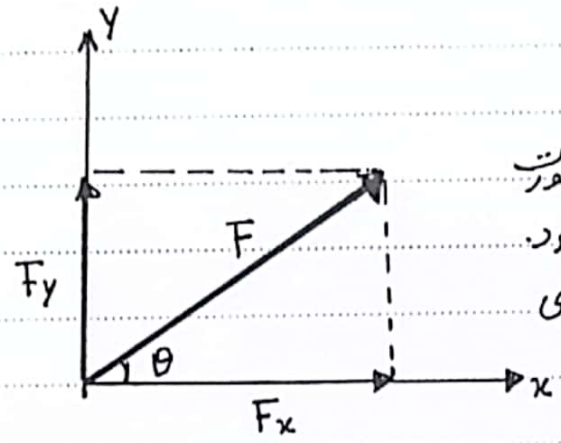




نویسنده: کیان پور
۰۹۱۹۷۳۱۹۸۸۳

Scanned with CamScanner

تجزیه نیرو



هرگاه نیرو با محور x یا y زاویه بسازد در این صورت می‌توان تصویر نیروی F را بر روی محورها رسم نمود. و براساس نسبتهای مثلثاتی اندازه تصویر را روی محور x و y محاسبه نمود.

$$\sin\theta = \frac{F_y}{F} \rightarrow F_y = F\sin\theta \qquad \sin\theta = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}}$$

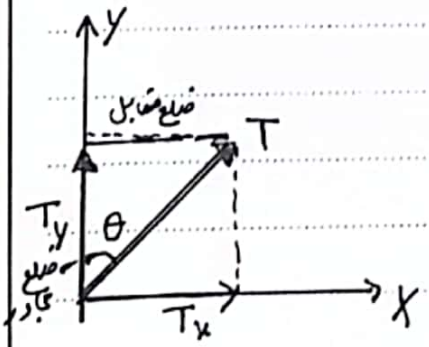
$$\cos\theta = \frac{F_x}{F} \rightarrow F_x = F\cos\theta \qquad \cos\theta = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}$$

پس نیروی F دارای دو مؤلفه به نام های F_x و F_y دارد که به هم عمود هستند و برآیند این دو مؤلفه با استفاده از قضیه فیثاغورث همان F می‌گردد.

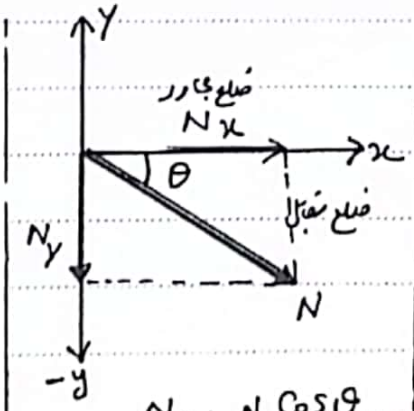
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(F\cos\theta)^2 + (F\sin\theta)^2} = \sqrt{F^2(\underbrace{\cos^2\theta + \sin^2\theta}_{1})} = F$$

نکته: با توجه به رابطه $\sin\theta$ مساوی ضلع مقابل به وتر پس همیشه در تجزیه نیرو ضلع مقابل θ را باید بر حسب $\sin\theta$ نوشته شود.

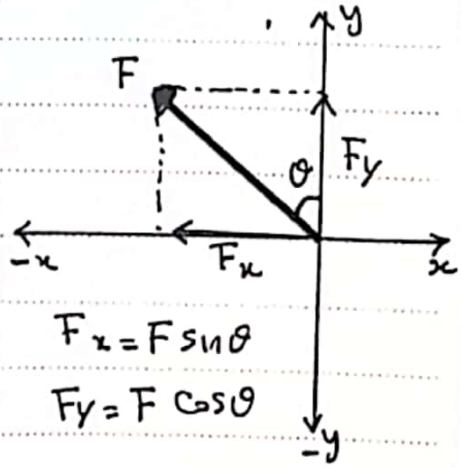
و اما $\cos\theta$ مساوی ضلع مجاور به وتر پس همیشه در تجزیه نیرو ضلع مجاور θ را باید بر حسب $\cos\theta$ گفته شود:



$$T_y = T\cos\theta$$
$$T_x = T\sin\theta$$



$$N_x = N\cos\theta$$
$$N_y = N\sin\theta$$

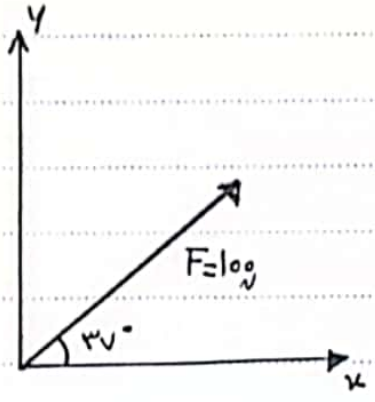


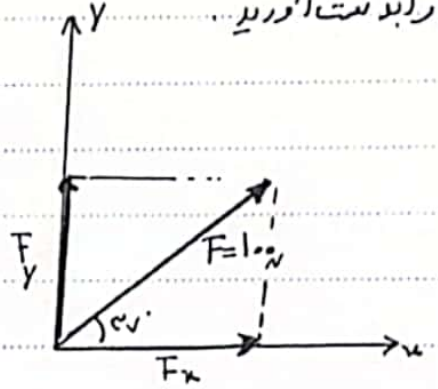
$$F_x = F\sin\theta$$
$$F_y = F\cos\theta$$

Scanned with CamScanner

مثال ۱ــــ درهریک از شکلهای زیر نیروها را بر روی محور x و y تجزیه کنید و اندازهٔ تصویر بر روی محور x و y را بدست آورید.

۱)

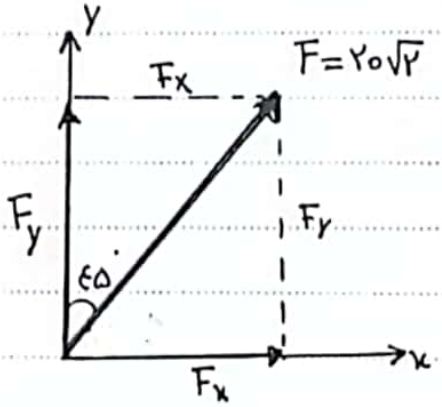




$F_x = F\cos 37 = 100 \times \frac{8}{10} = 80\ N$

$F_y = F\sin 37 = 100 \times \frac{6}{10} = 60\ N$

۲)



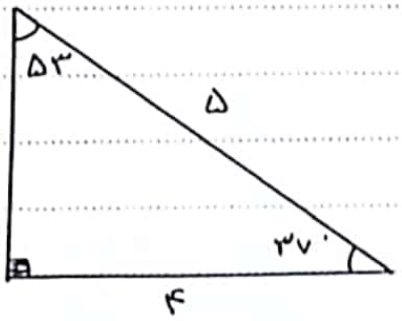
$F_x = F\sin 45° = 20\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 20\ N$

$F_y = F\cos 45 = 20\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 20\ N$

Scanned with CamScanner

نکته: مثلث طلایی

مثلث طلایی به مثلثی گفته می‌شود که از سه عدد متوالی ۳، ۴ و ۵ درست شده این مثلث قائم‌الزاویه بوده و زاویه‌های داخلی ۳۷° و ۵۳° می‌باشد.

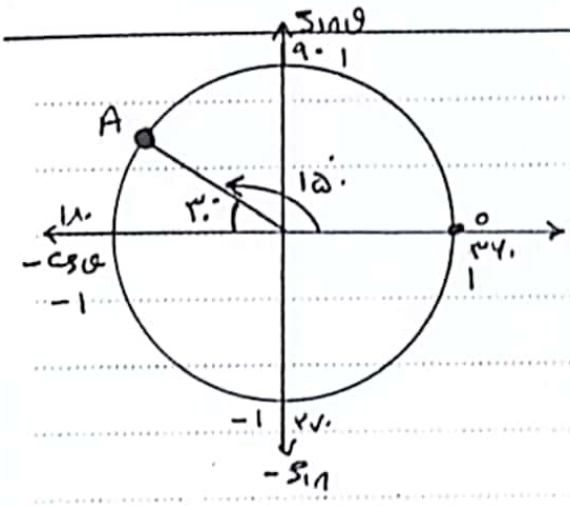


$\cos 37 = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{4}{5} = 0.8$ $\quad \sin 37 = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{3}{5} = 0.6$

$\cos 53 = \frac{3}{5} = 0.6$ $\quad \sin 53 = \frac{4}{5} = 0.8$

نکته: برای تمام مثلثهایی که به صورت $3k$، $4k$، $5k$ نوشته می‌شوند، زوایای داخلی همان ۳۷° و ۵۳° بوده و مثلث قائم‌الزاویه است.

مثلث طلایی				
$3k$	۳	۶	۹	...
$4k$	۴	۸	۱۲	
$5k$	۵	۱۰	۱۵	



نکته: در دایرهٔ مثلثاتی:

دایره‌ای به شعاع واحد که جهت حرکت بر روی دایره برخلاف عقربه‌های ساعت است، با رسم محور مختصات مشاهده می‌کنیم

$-1 \le \sin\theta \le 1$ $\quad -1 \le \cos\theta \le 1$

به محور x ها محور cos ها نیز گفته می‌شود و به محور y ها محور sin ها گفته می‌شود.

مکمل sin = باز یا منفرجه sin

مکمل cos = - باز یا منفرجه cos

$\sin 150 = \sin 30^\circ$ $\quad \cos 150 = -\cos 30^\circ$

$\sin 120 = \sin 60$ $\quad \cos 120 = -\cos 60$

$\sin 127 = \sin 53$ $\quad \cos 127 = -\cos 53^\circ$

Scanned with CamScanner

کار:

کار از جنس انرژی می باشد هنگامی که کار انجام می دهیم انرژی مصرف می کنیم، در صورتی با مصرف انرژی می توانیم کار انجام دهیم که نیروی ما یا انرژی ها صرف جابجا شدن جسم شود، اگر جسم جابجا نشود پس کار صورت نمی پذیرد.

مثلاً اگر شخصی جعبه ای را به مدت ۲۰ دقیقه در دستان خود نگه دارد و ممکن باشد با این که برای نگه داشتن جسم انرژی مصرف می کند ولی کار در صورت نمی پذیرد.

کار یک کمیت فرده ای است که به صورت یک عدد جبری نوشته می شود:

هرگاه کار برای یک نیرو مثبت نوشته شود مفهوم آن این است که نیرو در جهت جابجایی جسم بوده و با جابجایی جسم موافق است،

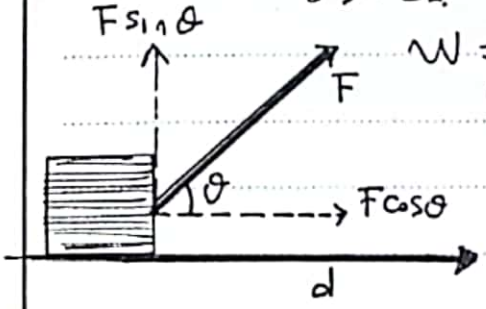
هرگاه کار یک نیرو به صورت یک عدد منفی نوشته شود، مفهوم این است که نیرو در خلاف جهت جابجایی وارد می شود و با حرکت جسم مخالفت می کند

تعریف کار: کار را حاصلضرب نیرویی که در راستای جابجایی جسم است ضربدر جابجایی جسم

$F_{\parallel} d$ هم جهت

پس در شکل بالا F و d با هم موازی یعنی در یک جهت هستند پس کار:

$$W = F d$$



اما در شکل زیر آیا تمام نیروی F صرف انجام کار روی جسم شده است؟ خیر با تجزیه نیروی F متوجه می شویم فقط $F\cos\theta$ است که در مسیر و در جهت جابجایی جسم است پس فقط $F\cos\theta$ کار انجام می دهد ولی $F\sin\theta$ عمود بر مسیر جابجایی است پس اصلاً کار انجام نمی دهد

$$W = (F\cos\theta)\, d = F d\cos\theta$$

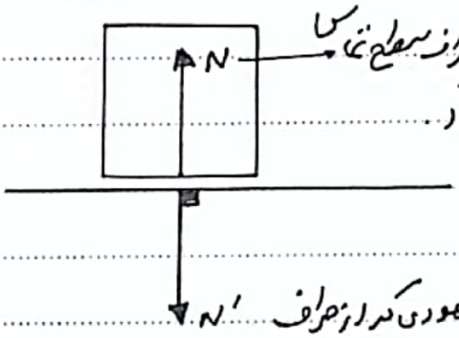
$F\sin\theta \perp d \rightarrow W = 0$ (عمود، $F\sin\theta$)

Scanned with CamScanner

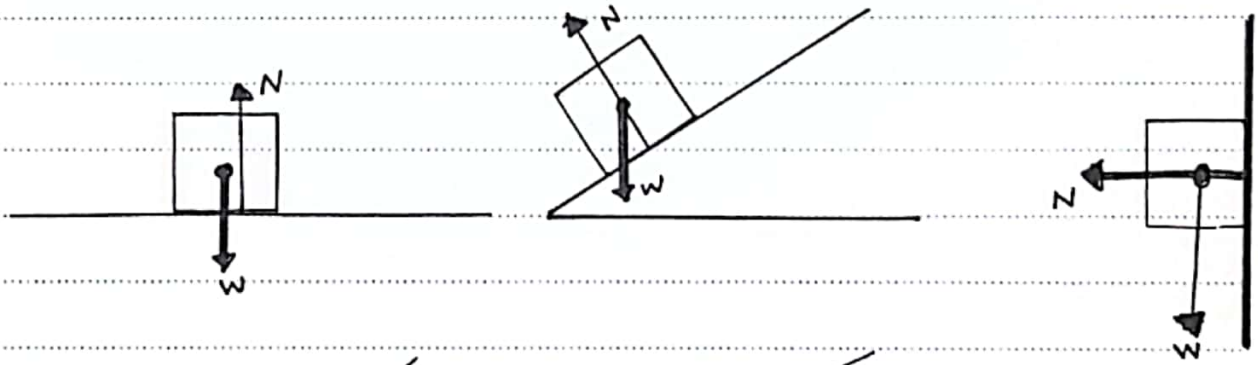
پس در رابطه‌ی $W = Fd\cos\theta$ θ زاویه‌ی بین نیرو و جابجایی است.

کار نیروی عمودی سطح:

همیشه جسم به سطحی که بر روی آن قرار دارد نیروی عمودی وارد می‌کند که آن را با N' نشان می‌دهیم و طبق قانون سوم نیوتن از طرف سطح هم عکس العمل آن به جسم وارد می‌شود که با N نشان می‌دهیم.



پس در حالت عادی که جسم روی سطح زمین قرار می‌گیرد به جسم دو نیرو وارد می‌شود یکی نیروی عمودی تکیه‌گاه N و دیگری نیروی وزن.



توجه نیروی عمودی تکیه‌گاه N همواره بر سطحی که جسم روی آن قرار دارد عمود است، پس وقتی جسم جابجا می‌شود روی سطح کار نیروی عمودی تکیه‌گاه صفر است.

نیروی وزن: امتداد نیروی وزن همواره بر سطح زمین است.

Scanned with CamScanner

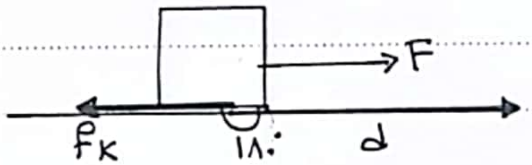
کار نیروی اصطکاک

نیروی اصطکاک نیروی تماس یا مماسی هست که از طرف سطح تماس به جسم وارد می‌شود و همواره با حرکت جسم بر روی سطح در هر جهتی مخالفت می‌کند.

نیروی اصطکاک به دو صورت: نیروی اصطکاک ایستایی (f_s) و نیروی اصطکاک جنبشی (f_k) است.

کار نیروی اصطکاک ایستایی صفر است چون جسم ساکن است.

اما کار نیروی اصطکاک جنبشی (f_k)



$$W_{f_k} = f_k d \cos 180^\circ = -f_k d$$

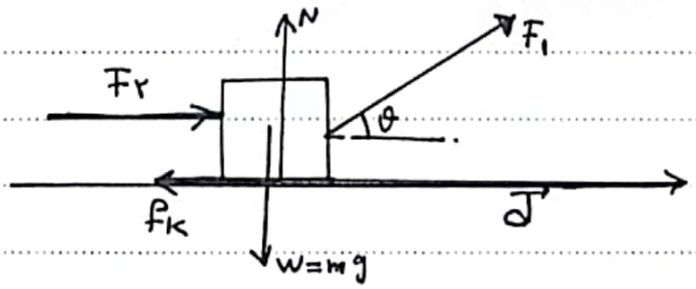
پس چون نیروی اصطکاک همواره در خلاف جهت حرکت جسم روی سطح وارد می‌شود پس همواره کار آن منفی است

$$W_{f_k} = -f_k d$$

کار برآیند نیروها یا کار کل

اگر به جای یک نیرو، چند نیرو بر جسمی وارد شوند کار انجام شده توسط هر نیرو را جداگانه محاسبه می‌کنیم و سپس با جمع جبری کار انجام شده توسط تک تک نیروها کار کل W_T را حساب می‌کنیم.

$$W_T = W_{F_1} + W_{F_2} + W_{f_k} + W_N + W_{mg}$$

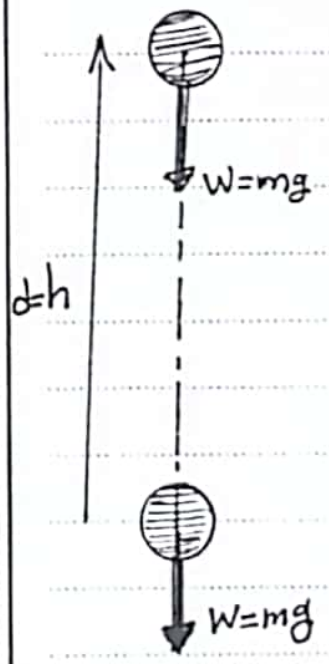


Scanned with CamScanner

کار نیروی وزن

نیروی وزن، یک نیروی پایستار است، یعنی کاری که نیروی وزن انجام می‌دهد به مسیر جسم وابسته نیست

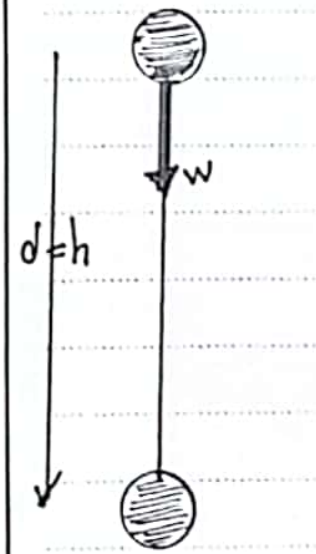
کار نیروی وزن تابع جابجایی جسم در راستای قائم است.



مطابق شکل، اگر جسم را در راستای قائم به اندازهٔ h بالا ببریم، کار نیروی وزن طبق رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$W_{mg} = (mg)\,h\cos 180^\circ = -mgh$$

هرگاه نیرو در خلاف جابجایی جسم، به جسم وارد شود کار آن نیرو منفی می‌شود.



اگر جسم در راستای قائم به اندازهٔ h رو به پائین حرکت کند در این صورت کار نیروی وزن در این جابجایی به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$W_{mg} = (mg)\,h\cos 0^\circ = +mgh$$

هرگاه نیرو در جهت جابجایی جسم، قرار گیرد در این صورت کار این نیرو مثبت می‌گردد.

Scanned with CamScanner

توجه: تا وقتی که جسم برروی سطح افق جابجا می‌شود، چون نیروی وزن عمود بر راستای جابجایی است، کار نیروی وزن صفر می‌شود.

تنها وقتی نیروی وزن کار انجام می‌دهد که جسم در راستای قائم جابجایی داشته باشد،

نکته: در جابجایی جسم از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر، بدون توجه به مسیر حرکت، فقط باید جابجایی جسم در راستای قائم یا تغییر ارتفاع را در نظر بگیریم.

یادآوری: نیروی وزن یک نیروی پایستار است، اصلاً به مسیر وابسته نیست، فقط تابع ابتدا و انتهای مسیر است.

سؤال، در چه صورت کار نیروی وزن صفر نیست؟
ج. هرگاه جسم در راستای قائم جابجایی داشته باشد، یعنی از سطح زمین دور شود یا به سطح زمین نزدیک شود، در این صورت نیروی وزن کار انجام می‌دهد.

مثال ۲ — از سطح زمین توپی به جرم ۳۰۰g را با سرعت $20\frac{m}{s}$ رو به بالا پرتاب می‌کنیم. اگر توپ پس از برخوردهای متوالی به زمین متوقف شود، کار نیروی وزن تا توقف کامل چند ژول می‌گردد؟ $g=10\frac{N}{kg}$

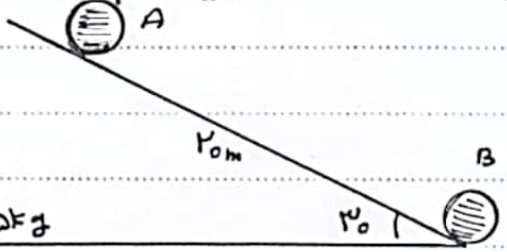
مثال ۳ — توپ پینگ پنگی به جرم ۵ گرم را از ارتفاع ۴m رها می‌کنیم توپ پس از ۸ بار رفت و برگشت متوالی متوقف شود، کار نیروی وزن تا توقف کامل چند ژول است؟ $g=10\frac{N}{kg}$

مثال ۴ — یک توپ پلاستیکی به جرم ۱۰۰ گرم را از ارتفاع 1m سطح زمین به زمین می‌کوبیم و توپ حداکثر تا ارتفاع 4m بالا می‌رود. کار نیروی وزن در این جابجایی چند ژول است؟

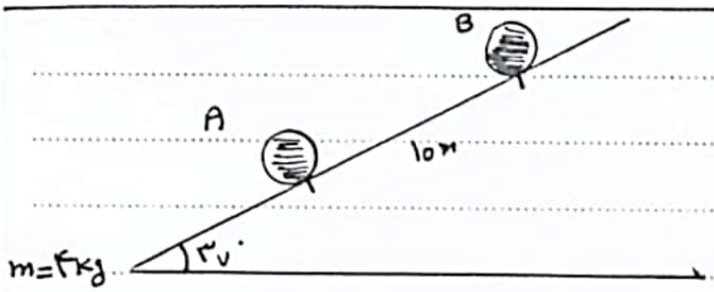
Scanned with CamScanner

مثال ۵ در هریک از شکل‌های زیر کار نیروی وزن را در جابجایی جسم از نقطهٔ A به نقطهٔ B بدست آورید.

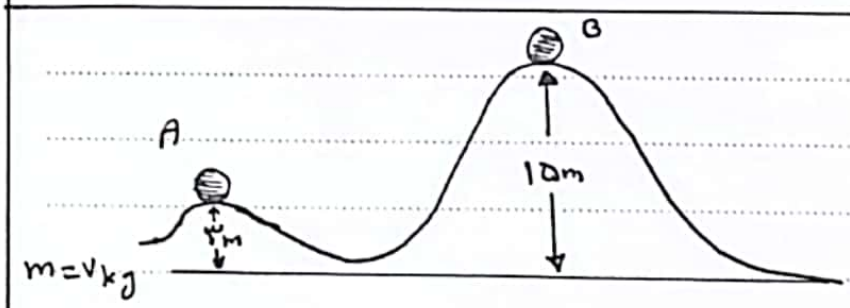
۱-



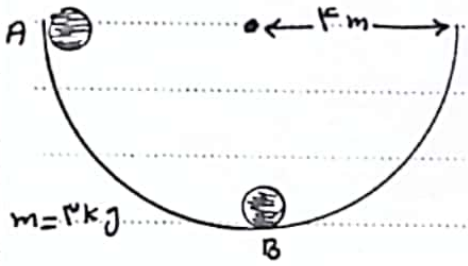
۲-



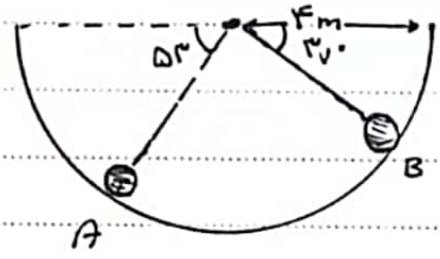
۳)



۴)

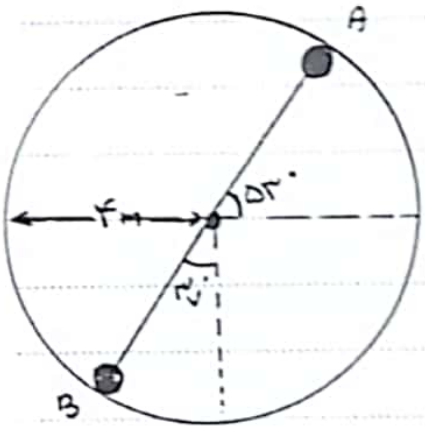


۵)



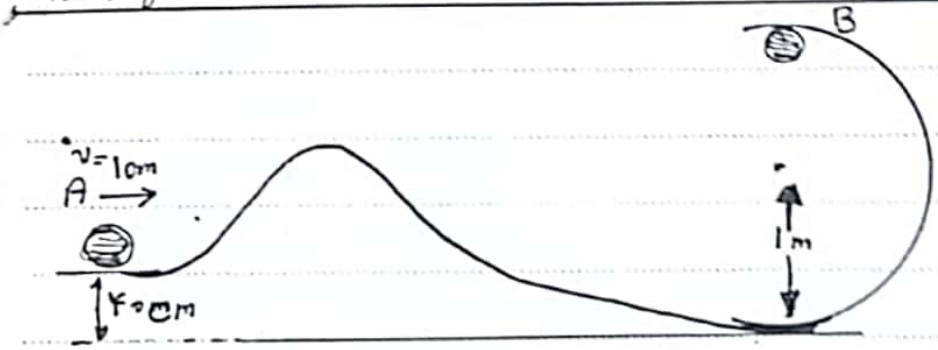
Scanned with CamScanner

۱۶.



$m = ۲kg$

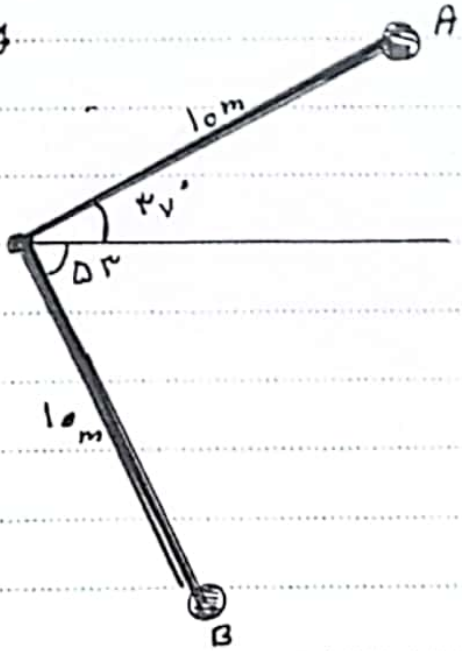
۱۷



$m = ۲kg$

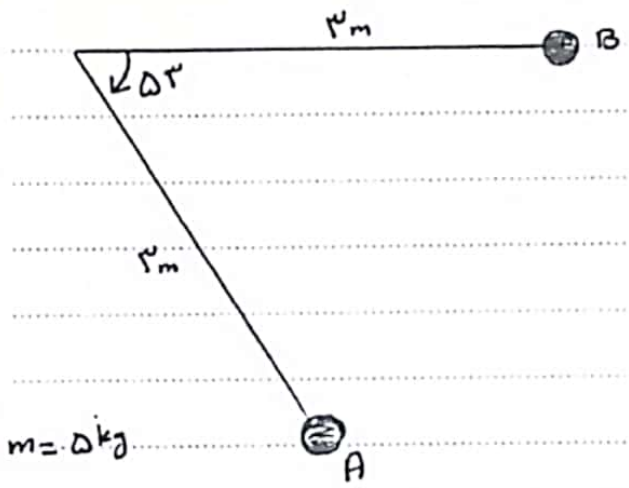
۱۸.

$m = ۲kg$

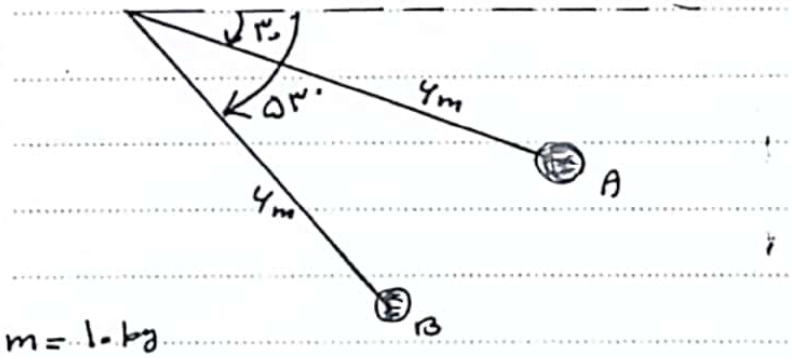


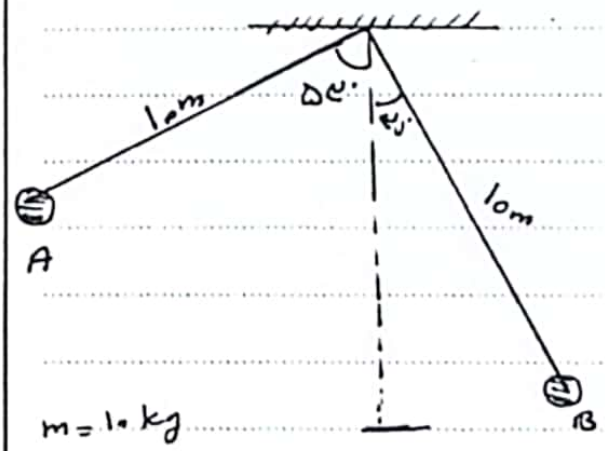
Scanned with CamScanner

۹



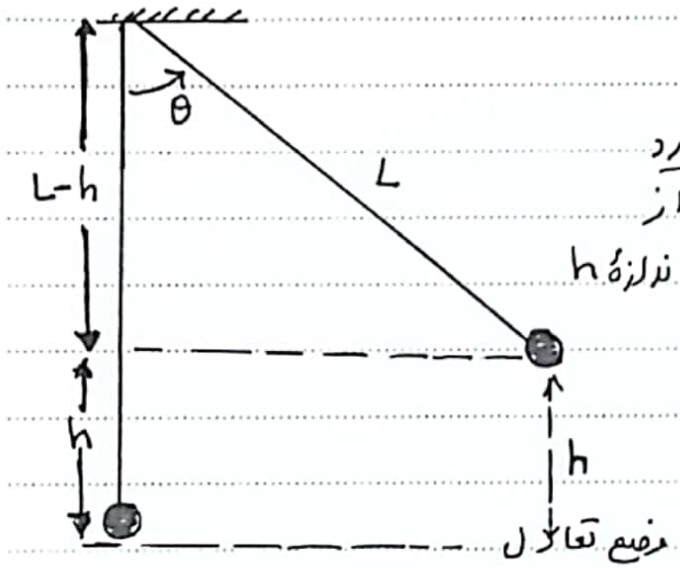
۱۰





Scanned with CamScanner

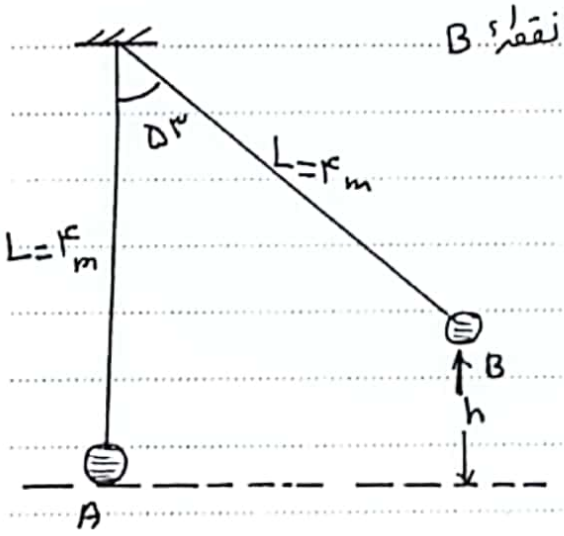
انحراف آونگ از راستای قائم:



آونگ هنگامیکه در حالت تعادل قرار می‌گیرد به صورت عمود بر سطح افق بوده اگر آونگ را از راستای قائم منحرف کنیم در این صورت به اندازهٔ h از سطح افق یا وضع تعادل فاصله می‌گیرد:

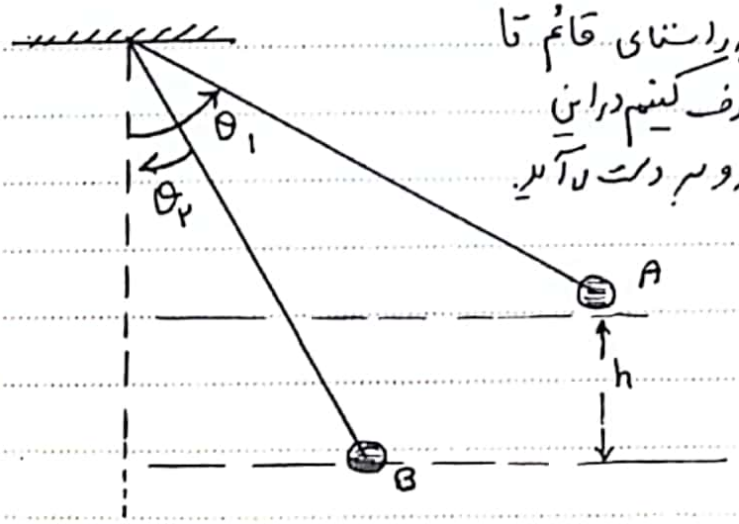
$$\cos\theta = \frac{L-h}{L} \rightarrow h = L(1-\cos\theta)$$

مثال ۶ در شکل مقابل آونگ را از نقطهٔ A تا نقطهٔ B جابجا می‌کنیم کار نیروی وزن چند ژول است؟



$$h = L(1-\cos 53) = 4(1-\frac{4}{10}) = 1.6\,m$$

اگر آونگ را از زاویهٔ θ_1 نسبت به راستای قائم تا زاویهٔ θ_2 نسبت به راستای قائم منحرف کنیم در این صورت تغییر ارتفاع از رابطهٔ روبرو به دست می‌آید.



$$h = L\left|\cos\theta_2 - \cos\theta_1\right|$$

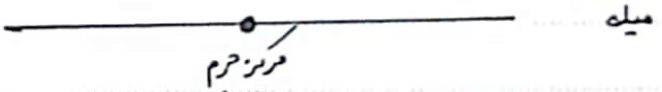
Scanned with CamScanner

حداقل کار لازم برای جابجایی جسم در راستای قائم

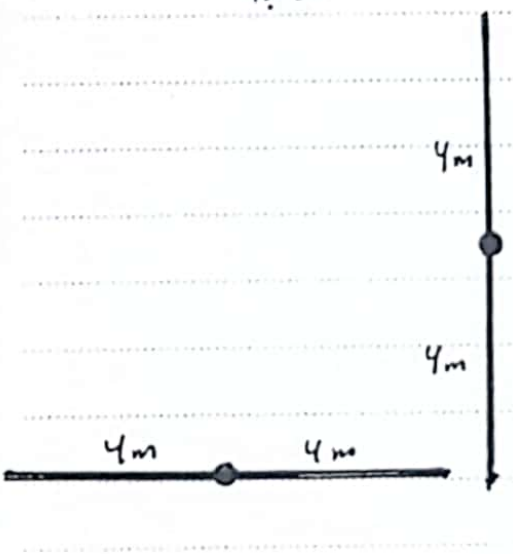
حداقل کار لازم برای جابجایی جسم در راستای قائم، غلبه بر نیروی وزن جسم است، یعنی نیرویی در خلاف جهت وزن به جسم وارد کنیم تا جسم با سرعت ثابت در راستای قائم رو به بالا یا رو به پائین حرکت کند.

$$F_{min} = W = mg$$

برای راحتی محاسبه، ابتدا مرکز جرم جسم را مشخص نموده و به جای بررسی جسم همانند، جرم جسم را بررسی می‌کنیم.



مثال ۷ ــــ یک تیرآهن به طول ۱۲m و جرم ۲۰۰kg بر روی سطح افقی قرار دارد، حداقل کار لازم برای آنکه تیرآهن را به حالت قائم درآوریم چند ژول است؟



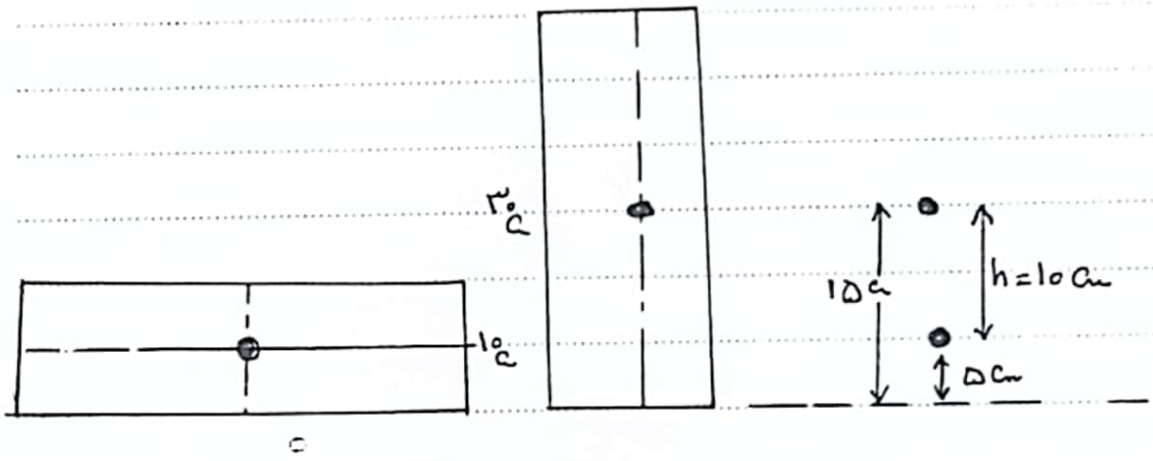
$$F_{min} = mg$$

$$W_{min} = mgh = 200 \times 10 \times 6 = 12000\,J$$

مثال ۸ ــــ یک تیرآهن به طول 10m و جرم 100kg بر روی سطح افقی قرار دارد، حداقل کار لازم برای آنکه تیرآهن با سطح افق زاویه ۵۳ درجه سازد چند ژول است؟

Scanned with CamScanner

مثال ۹ یک آجر به ابعاد $۳۰\,cm \times ۱۵\,cm \times ۱۰\,cm$ به جرم $۲\,kg$ روی بزرگترین وجه خود قرار دارد، حداقل کار لازم برای آنکه آجر را روی کوچکترین وجه خود قرار دهیم چند ژول است؟



$$F_{min} = mg \rightarrow W_{min} = mgh = ۲ \times ۱۰ \times \frac{۱}{۱۰} = ۲\,J$$

مثال ۱۰ ۲۵ عدد آجر به جرم هر قطعه $۲\,kg$ با ابعاد $۲۰\,cm \times ۱۰\,cm \times ۵\,cm$ روی بزرگترین وجه خود روی زمین قرار دارد، حداقل کار لازم برای آنکه آجرها را روی بزرگترین وجه، بر روی هم بچینیم چند ژول است؟

Scanned with CamScanner

انرژی جنبشی

انرژی که در یک جسم صرفاً به علت متحرک بودن وجود دارد، انرژی جنبشی می‌گوییم.

رابطه‌ی انرژی جنبشی به صورت: $K = \frac{1}{2}mv^2$ است.

در این رابطه m جرم برحسب kg و v تندی برحسب $\frac{m}{s}$، K انرژی جنبشی برحسب (J) است.

انرژی جنبشی به چه عواملی بستگی دارد؟

۱- انرژی جنبشی با جرم جسم رابطه‌ی مستقیم دارد $K \propto m$

۲- انرژی جنبشی با مجذور سرعت رابطه‌ی مستقیم دارد $K \propto v^2$

پس نسبت انرژی جنبشی به صورت: $\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times (\frac{v_2}{v_1})^2$ است.

مفهوم درصد

$m_2 = m_1 \rightarrow m_2 = \frac{100}{100} m_1$

اگر جرم جسم را ۲۰ درصد افزایش دهیم: $m_2 = \frac{120}{100} m_1 = 1{,}2 m_1$

اگر جرم را ۱۷ درصد افزایش دهیم: $m_2 = \frac{117}{100} m_1 = 1{,}17 m_1$

اگر $v_2 = 1{,}375 v_1$ باشد آنگاه سرعت $\frac{375}{1000} \times 100 = 37{,}5$ پس تندی ۳۷٫۵ درصد افزایش یافته است.

اگر جرم را ۲۰ درصد کاهش دهیم: $m_2 = \frac{80}{100} m_1 = 0{,}8 m_1$

اگر جرم را ۲۷ درصد کاهش دهیم: $m_2 = \frac{73}{100} m_1 = 0{,}73 m_1$

اگر $m_2 = 0{,}36 m_1$ یا $m_2 = 36\% m_1$ مفهوم آن این است که جرم ۶۴٪ کاهش یافته است.

Scanned with CamScanner

مثال ۱۱ یک توپ تنیس به جرم ۵ گرم را با سرعت ۸ m/s پرتاب می‌کنیم. انرژی جنبشی توپ چند ژول می‌گردد؟

مثال ۱۲ پرنده‌ای با سرعت ۳۵ m/s در حرکت است، اگر انرژی جنبشی پرنده ۴۵ J باشد، جرم پرنده چند kg است؟

مثال ۱۳ اگر تندی متحرکی به اندازه‌ی ۵ m/s افزایش یابد، افزایش انرژی جنبشی آن، $\frac{5}{4}$ انرژی جنبشی اولیه‌اش می‌شود، تندی اولیه‌ی متحرک چند $\frac{m}{s}$ بوده است؟

۱) ۶/۲۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

مثال ۱۴ انرژی جنبشی جسمی 10^4 J است، اگر سرعت جسم ۲۰٪ افزایش یابد انرژی جنبشی آن چند ژول می‌گردد؟

مثال ۱۵ اتومبیلی با تندی $72 \frac{km}{h}$ در حال حرکت است، تندی حرکت این اتومبیل تقریباً چند $\frac{m}{s}$ باشد تا انرژی جنبشی آن دو برابر مقدار اولیه‌اش شود؟

۱) ۲۵ ۲) ۲۸ ۳) ۳۲ ۴) ۴۰

Scanned with CamScanner

مثال ۱۶ چنان چه انرژی جنبشی جسمی بدون تغییر جرم آن، ۴۴ درصد افزایش یابد، تندی آن چند درصد و چگونه تغییر خواهد کرد؟

۱) ۲۰ درصد، کاهش ۲) ۴۴ درصد افزایش ۳) ۲۰ درصد افزایش ۴) ۴۴ درصد کاهش

مثال ۱۷ اگر جرم جسمی را ۲۰ درصد افزایش دهیم، برای آنکه انرژی جنبشی جسم ۱۲ درصد افزایش یابد، سرعت جسم باید چند درصد تغییر کند؟

مثال ۱۸ اگر از جرم جسمی ۱۰ درصد کم کرده و سرعت آن را ۱۰ درصد اضافه کنیم انرژی جنبشی آن تقریباً چند درصد تغییر می‌کند؟

۱) ۸ ۲) ۹ ۳) ۱۰ ۴) ۱۱

مثال ۱۹ گلوله‌ای با سرعت ۱۰۰ m/s به تنهٔ درختی برخورد کرده و با سرعت ۶۰ m/s از طرف دیگر خارج می‌شود، چند درصد، انرژی جنبشی گلوله کاهش می‌یابد؟

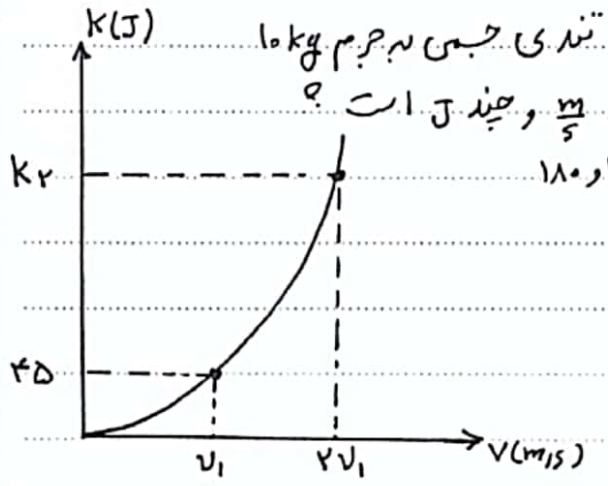
۱) ٪۶۴ ۲) ٪۳۶ ۳) ٪۶۰ ۴) ٪۴۰

مثال ۲۰ انرژی جنبشی دوچرخه سواری 10^4 J است، اگر او به سرعت خود ۵ m/s بیافزاید انرژی جنبشی او به 9×10^4 J می‌رسد، سرعت اولیهٔ دوچرخه سوار چند m/s است؟

Scanned with CamScanner

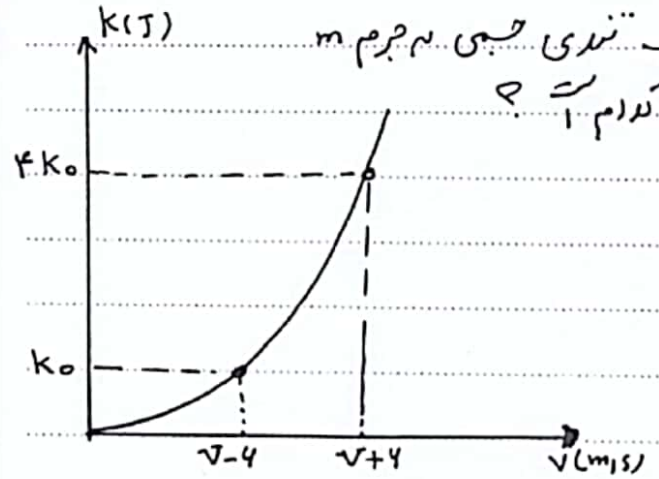
مثال ۲۱ نمودار انرژی جنبشی برحسب تندی جسمی به جرم ۱۰kg مطابق شکل روبرو است، v_1 و K_2 به ترتیب چند $\frac{m}{s}$ و چند J است؟

۱) ۹ و ۹۰ ۲) ۹ و ۱۸۰ ۳) ۳ و ۹۰ ۴) ۳ و ۱۸۰



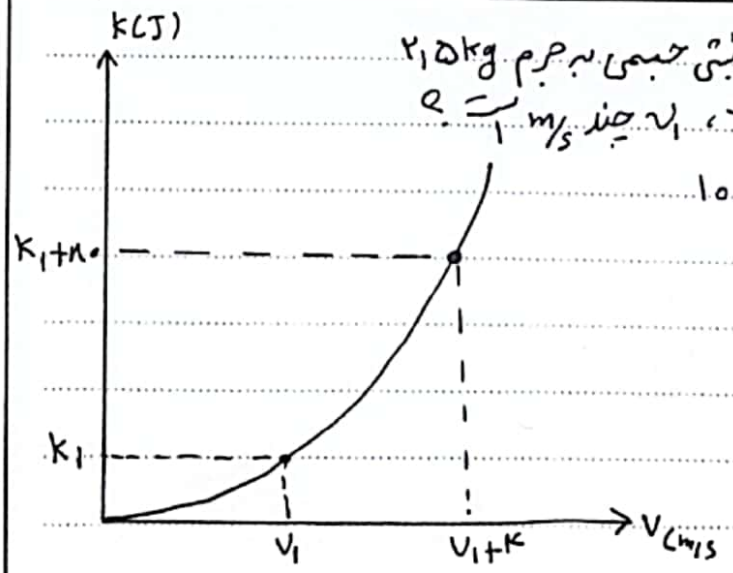
مثال ۲۲ نمودار انرژی جنبشی، برحسب تندی جسمی به جرم m مطابق شکل مقابل است، v برحسب $\frac{m}{s}$ کدام است؟

۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۹
۴) ۱۸



مثال ۲۳ در شکل روبرو، انرژی جنبشی جسمی به جرم ۲/۵kg برحسب تندی آن نشان داده شده است، v_1 چند $\frac{m}{s}$ است؟

۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۶ ۴) ۱۰



Scanned with CamScanner

مثال ۲۴ جرم جسم A، ۴ برابر جرم جسم B و تندی آن $\frac{1}{4}$ برابر تندی جسم B است، اگر تندی جسم B، $10\ m/s$ کاهش یابد، انرژی جنبشی دو جسم یکسان می‌شود. تندی اولیهٔ جسم B چند $\frac{m}{s}$ بوده است؟

مثال ۲۵ اگر جرم جسم B را با m و تندی آن را با v نشان دهیم، در صورتی که جرم جسم A، $\frac{1}{4}$ جرم جسم B و تندی آن ۳ برابر تندی B باشد، تندی جسم A چقدر تغییر کند تا انرژی جنبشی دو جسم A و B برابر شود؟

به اندازهٔ ۱) v افزایش ۲) v کاهش ۳) $2v$ افزایش ۴) $2v$ کاهش

Scanned with CamScanner

مثال ۲۶ خودرویی در یک جاده‌ی افقی از حال سکون شروع به حرکت کرده و با مصرف مقدار معینی سوخت تندی خودرا به $10\frac{m}{s}$ می‌رساند، اگر از این لحظه به بعد دوباره همان مقدار سوخت را مصرف کند تندی‌اش چقدر خواهد شد؟

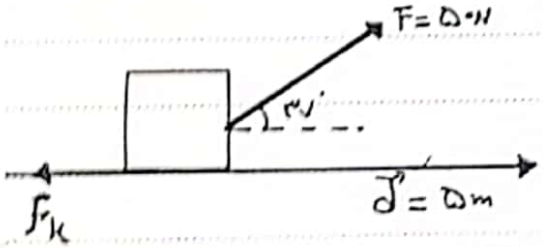
۱) ۱۰ ۲) $10\sqrt{2}$ ۳) $20\sqrt{2}$ ۴) ۲۰

مثال ۲۷ متحرکی به جرم m بر روی یک مسیر افقی با تندی ثابت v در حال حرکت است، اگر تندی این متحرک $18\frac{km}{h}$ کاهش یابد، انرژی جنبشی آن ۶۴ درصد کم‌تر از حالتی است که تندی آن $18\frac{km}{h}$ افزایش یابد، تندی اولیه‌ی این متحرک چند $\frac{m}{s}$ است؟

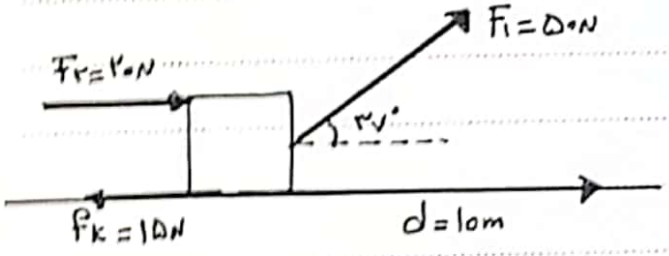
۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۷۲ ۴) ۸۰

Scanned with CamScanner

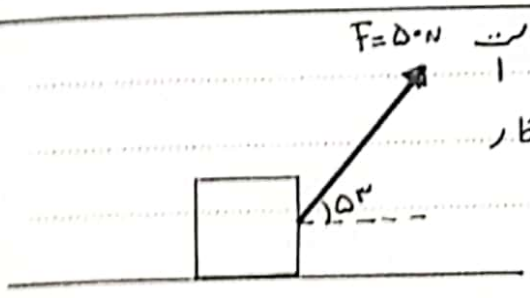
مثال ۲۸ در شکل مقابل جسم تحت تأثیر نیروی F به اندازهٔ ۵m روی سطح افقی جابجا می‌شود، اگر اندازهٔ نیروی اصطکاک ۲۰ درصد وزن جسم باشد، کار نیروی F و کار نیروی اصطکاک را برحسب ژول محاسبه کنید. $m = 5kg$



مثال ۲۹ مطابق شکل مقابل جعبه‌ای روی سطحی افقی ۱۰m جابجا می‌شود. کار برآیند نیروهای وارد بر جسم چند ژول است؟



مثال ۳۰ در شکل زیر نیروی اصطکاک ۱۶N است.

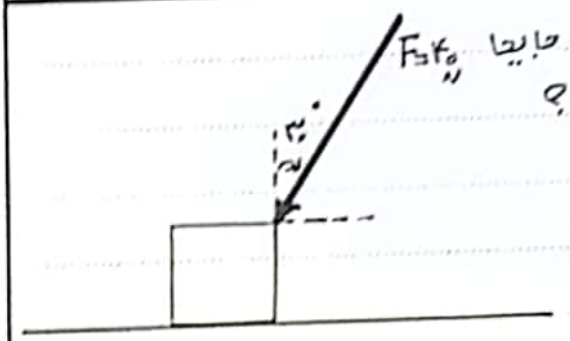


الف) پس از چند متر جابجایی روی سطح افقی کار نیروی F به 60J می‌رسد؟

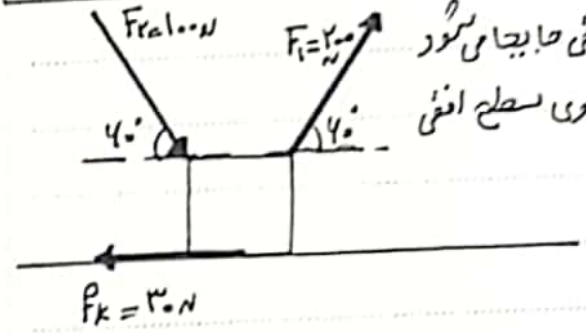
ب) کار برآیند نیروها در این جابجایی چند ژول است؟

Scanned with CamScanner

مثال ۳۱ در شکل زیر اگر جسم در هر ثانیه ۲m جابجا شود، کار این نیرو در مدت ۱۰s برابر چند ژول است؟



مثال ۳۲ مطابق شکل زیر، جسم روی سطح افقی جابجا می‌شود کار انجام شده روی جسم هنگامی که به اندازهٔ ۵m روی سطح افقی جابجا می‌شود چند ژول است؟



قضیهٔ کار- انرژی جنبشی

وقتی به جسمی نیروی F وارد می‌شود، اگر جسم ساکن بماند پس نیرو کار به انجام کار نیست، پس کار نیرو صفر می‌گردد.
اگر نیروی F بتواند جسم را به حرکت درآورد پس تندی جسم تغییر می‌کند در این صورت کاری که نیروی F انجام داده باعث تغییر انرژی جنبشی می‌شود.

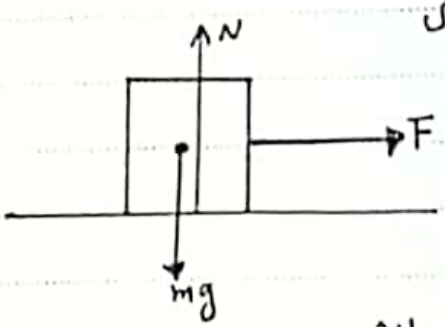
قضیهٔ کار- انرژی جنبشی

کار برآیند نیروهای وارد بر جسم، با تغییرات انرژی جنبشی که در جسم ایجاد می‌شود برابر است.

$$W_T = \Delta K = K_2 - K_1$$

بررسی حالتهای متفاوت مسائل قضیه کار- انرژی جنبشی

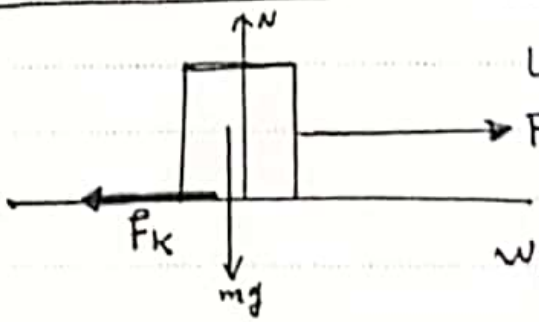
۱- اگر جسمی را بر روی سطح افقی بدون اصطکاک با نیروی F بکشیم:



$$W_T = K_2 - K_1 \rightarrow W_F + W_N + W_{mg} = K_2 - K_1$$

$$W_F = K_2 - K_1$$

۲- اگر جسم را با نیروی F بر روی سطح افقی با نیروی اصطکاک f_k بکشیم:



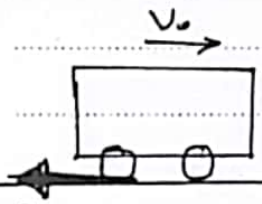
$$W_T = K_2 - K_1$$

$$W_F + W_{f_k} + W_N + W_{mg} = K_2 - K_1$$

$$W_F + W_{f_k} = K_2 - K_1$$

Scanned with CamScanner

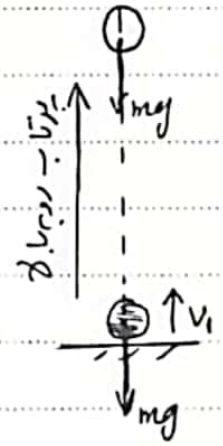
۳- اگر جسمی را روی سطح افقی پرتاب کنیم یا ماشین در حال حرکت را خاموش کنیم تا در اثر نیروی اصطکاک پس از طی مسافتی متوقف شود.



نوع: کار نیروی عمودی سطح N و W_{mg} بر روی سطح افقی صفر است پس من از نوشتن آن چشم پوشی می‌کنم ولی شما در امتحان باید بنویسید.

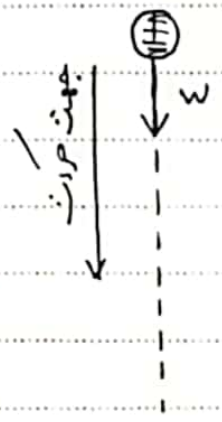
$$W_T = K_2 - K_1$$
$$W_{F_K} = K_2 - K_1$$
$$-F_K d = K_2 - K_1$$

۴- اگر جسمی را در راستای قائم در شرایط خلاء رو به بالا پرتاب کنیم، تنها نیروی وارد بر جسم همان نیروی وزن آن است.



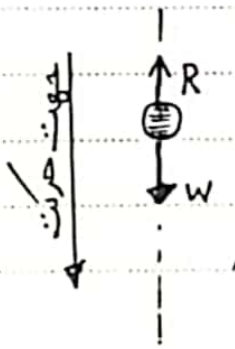
$$W_T = K_2 - K_1 \rightarrow W_{mg} = K_2 - K_1$$
$$-mgh = K_2 - K_1$$

۵- اگر جسم را در شرایط خلاء از یک بلندی رها کنیم یا پرتاب کنیم و جسم روبه پائین حرکت کند. مجدداً تنها نیروی وارد بر جسم، نیروی وزن آن است پس تنها نیروی وزن روی جسم کار انجام می‌دهد و باعث تغییر انرژی جنبشی می‌شود.



$$W_T = K_2 - K_1$$
$$W_{mg} = K_2 - K_1 \rightarrow +mgh = K_2 - K_1$$

۶- اگر جسم را از یک بلندی با وجود مقاومت هوا رها یا پرتاب کنیم، در این صورت علاوه بر نیروی وزن، نیروی مقاومت هوا نیز بر روی جسم کار انجام می‌دهد.

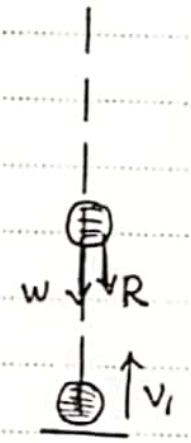


$$W_T = K_2 - K_1$$
$$W_R + W_W = K_2 - K_1$$
$$W_R + mgh = K_2 - K_1$$

W نیروی وزن، R نیروی مقاومت هوا

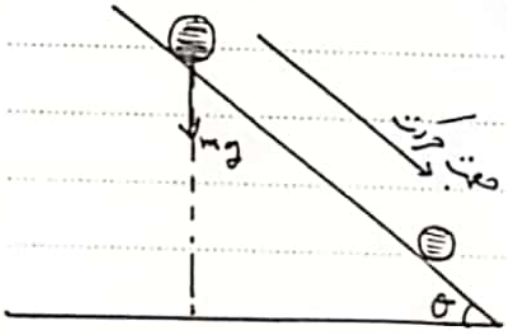
Scanned with CamScanner

۷ــ اگر جسم را با حضور مقاومت هوا از سطح زمین رو به بالا پرتاب کنیم، در این صورت نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا از حرکت جسم رو به بالا ممانعت می‌کنند،



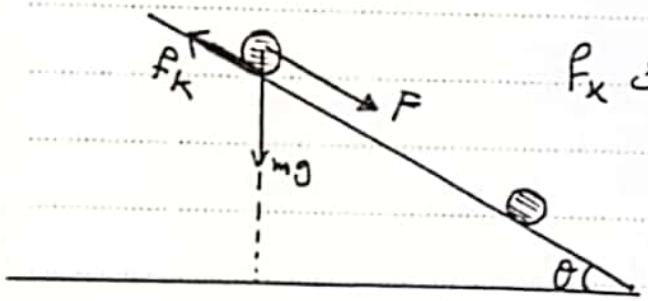
$$W_T = K_2 - K_1$$
$$W_{mg} + W_R = K_2 - K_1 \rightarrow -mgh + W_R = K_2 - K_1$$

۸ــ اگر جسم از روی سطح شیبدار رو به پائین بلغزد سطح بدون اصطکاک



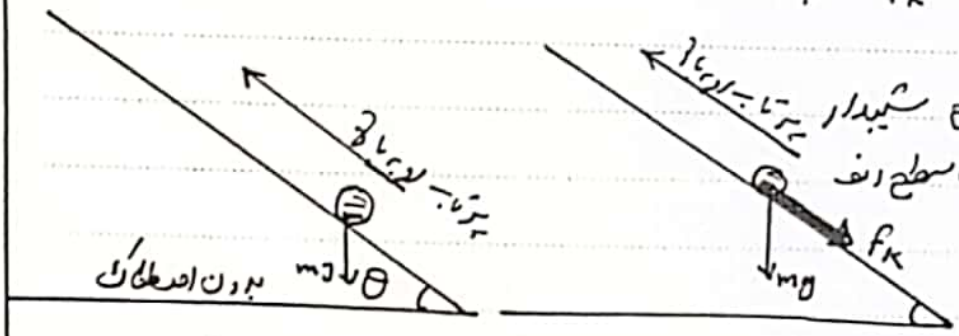
$$W_T = K_2 - K_1 \rightarrow W_{mg} = K_2 - K_1$$
$$+mgh = K_2 - K_1$$

۹ــ اگر جسم با حضور نیروی F و نیروی اصطکاک f_k روی سطح شیبدار به پائین حرکت کند.



$$W_T = K_2 - K_1$$
$$W_F + W_{f_k} + W_{mg} = K_2 - K_1$$

۱۰ــ اگر جسم را بر روی سطح شیبدار پرتاب کنیم، سطح الف بدون اصطکاک ب) با اصطکاک

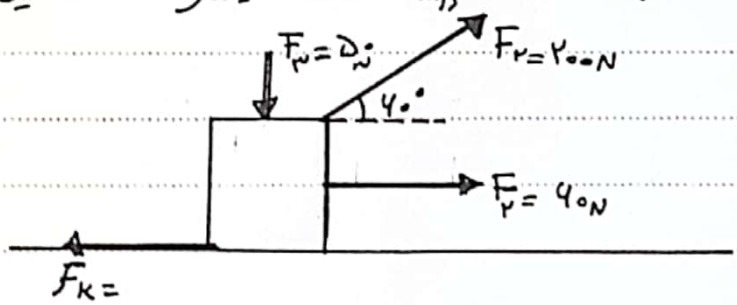


الف)
$$W_T = K_2 - K_1$$
$$W_{mg} = K_2 - K_1$$
$$-mgh = K_2 - K_1$$

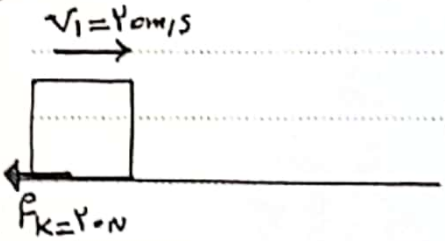
ب)
$$W_T = K_2 - K_1$$
$$W_{mg} + W_{f_k} = K_2 - K_1$$

Scanned with CamScanner

مثال ۴۳ مطابق شکل جسمی به جرم 1.2kg تحت تأثیر نیروهایی که به آن وارد می‌شود بعد از 6m جابجایی سرعت آن از $20\frac{m}{s}$ به $40\frac{m}{s}$ می‌رسد، نیروی اصطکاک بین جسم و سطح چند نیوتن است؟

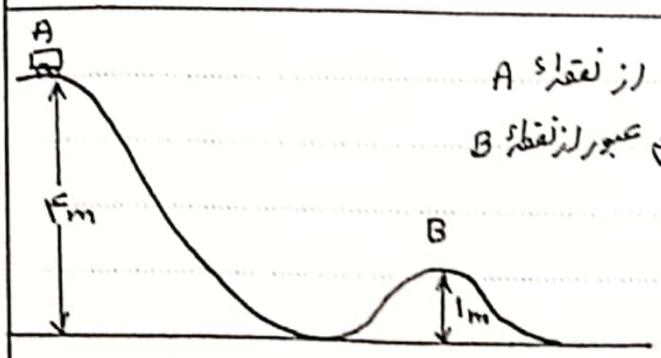


مثال ۴۴ جسمی به جرم 2kg را با سرعت $20\frac{m}{s}$ بر روی سطح افقی پرتاب می‌کنیم اگر نیروی اصطکاک سطح 20N باشد، جسم پس از طی چه مسافتی سرعتش به $10\frac{m}{s}$ می‌رسد؟



مثال ۴۵ اتومبیلی به جرم 1000kg با سرعت $108\frac{km}{h}$ در یک جاده‌ی افقی در حال حرکت است، اگر ناگهان ماشین خاموش شود، در صورتی که نیروی اصطکاک چرخ‌های ماشین با سطح 3000N باشد ماشین پس از طی چه مسافتی متوقف می‌شود؟

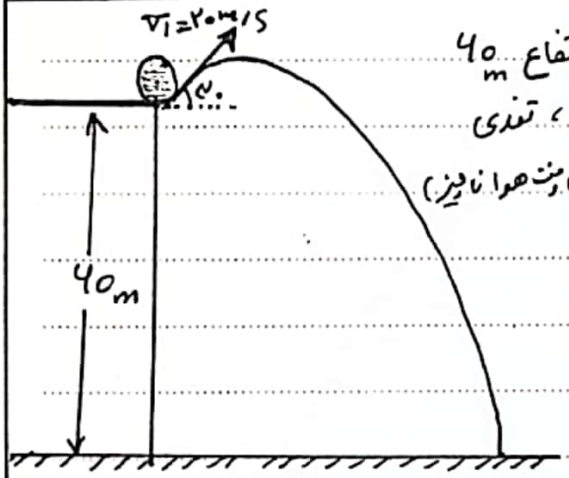
مثال ۴۶ مطابق شکل، اراوه‌ای به جرم m از نقطه‌ی A با تندی $2\frac{m}{s}$ می‌گذرد، تندی حرکت آن هنگام عبور از نقطه‌ی B چند $\frac{m}{s}$ است. (اصطکاک ناچیز)



۱) ۴ ۲) ۸

۳) $4\sqrt{2}$ ۴) شکل به جرم دارد.

Scanned with CamScanner



مثال ۴۷ مطابق شکل، از بالای یک بلندی به ارتفاع $40 m$ گلوله‌ای به جرم $200 g$ را با تندی $20 m/s$ پرتاب می‌کنیم، تندی این گلوله در هنگام برخورد به زمین چند m/s است؟ (مقاومت هوا ناچیز)

۱) $30 m/s$

۲) $40 m/s$

۳) $50 m/s$

۴) $60 m/s$

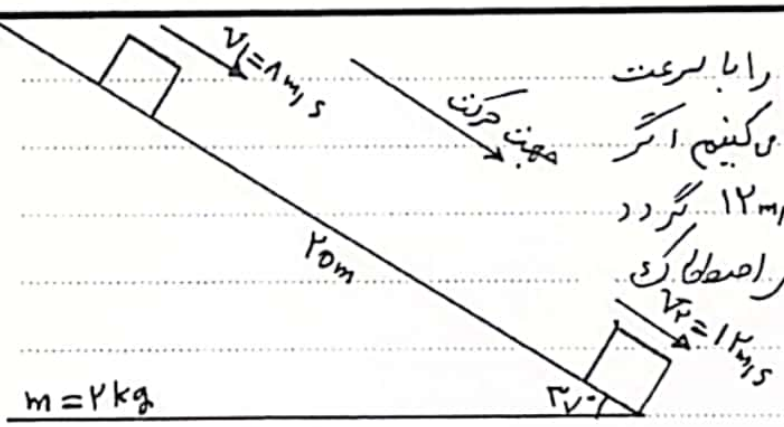
نکته، هنگامیکه مقاومت هوا ناچیز است پس تنها نیروی وارد بر جسم نیروی وزن است و می‌دانیم نیروی وزن یک نیروی پایستار است اصلاً به مسیر بستگی ندارد. یعنی در مثال بالا گلوله را به طور عمودی رو به بالا پرتاب کنیم یا به صورت افقی پرتاب کنیم یا عمود رو به پائین پرتاب کنیم، سرعت برخورد گلوله به زمین در تمام حالتها با هم برابر است.

مثال ۴۸ گلوله‌ای به جرم $200 g$ را با سرعت $40 m/s$ رو به بالا پرتاب می‌کنیم، اگر از مقاومت هوا ناچیز باشد جسم تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟

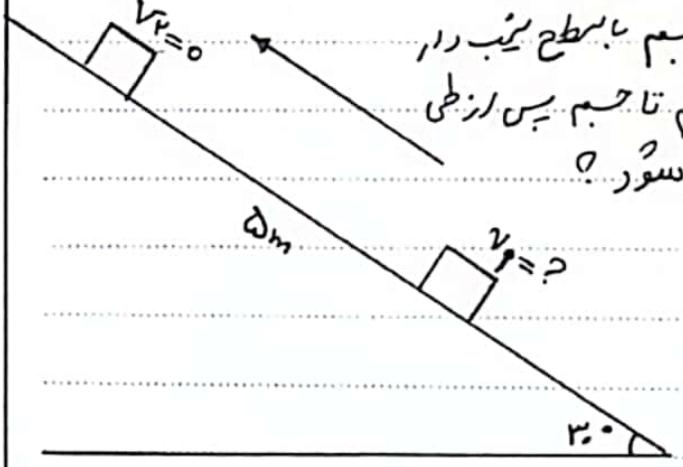
مثال ۴۹ گلوله‌ای به جرم 100 گرم را با سرعت $60 m/s$ رو به بالا پرتاب می‌کنیم، اگر گلوله تا ارتفاع 100 متر بالا رود نیروی مقاومت هوا چند نیوتن است؟

Scanned with CamScanner

مثال ۴۰ در شکل روبرو، جسم را با سرعت $8\ m/s$ روی سطح شیب دار پرتاب می‌کنیم اگر سرعت جسم پس از طی $25m$ مساوی $12\ m/s$ گردد کار نیروی اصطکاک چند ژول است؟ نیروی اصطکاک چند N است؟



مثال ۴۱ در شکل مقابل، نیروی اصطکاک جسم با سطح شیب دار ۵N است، جسم را با چه سرعتی رو به بالا پرتاب کنیم تا جسم پس از طی مسافت $5m$ روی سطح شیب دار متوقف شود؟



Scanned with CamScanner

مثال ۴۲ گلوله‌ای به جرم ۲kg را با سرعت $30\frac{m}{s}$ رو به پائین پرتاب می‌کنیم. اگر سرعت گلوله پس از طی مسافت ۸۰m به $40\frac{m}{s}$ می‌رسد، نیروی مقاومت هوا چند نیوتن است؟

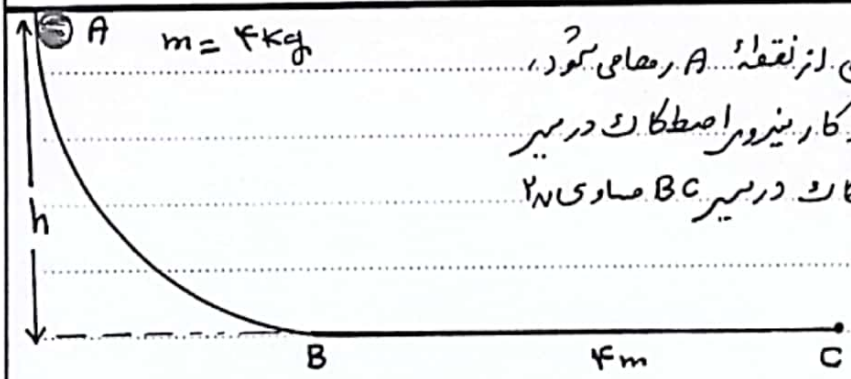
مثال ۴۳ گلوله‌ای به جرم ۲kg را با سرعت $40\frac{m}{s}$ از سطح زمین رو به بالا پرتاب می‌کنیم، اگر گلوله با سرعت $20\frac{m}{s}$ به زمین برخورد کند، گلوله تا چه ارتفاعی بالا می‌رود یا بیشترین ارتفاعی که گلوله در هنگام پرتاب بالا می‌رود چند متر است؟

نکته: اگر مقاومت هوا ناچیز باشد گلوله را با هر سرعتی رو به بالا پرتاب کنیم با همان سرعت به زمین برمی‌گردد، ولی اگر در مسیر مقاومت هوا وجود داشته باشد قسمتی از انرژی جسم صرف غلبه بر مقاومت هوا می‌شود، و گلوله با سرعت کمتری به زمین برخورد می‌کند.

مثال ۴۴ از بلندی به ارتفاع h گلوله‌ای به جرم ۲kg را رها می‌کنیم، اگر به ازای هر متر سقوط در هوا ۵J انرژی گلوله تلف شود و گلوله با سرعت $30\frac{m}{s}$ به زمین برخورد کند، h چند متر است؟

Scanned with CamScanner

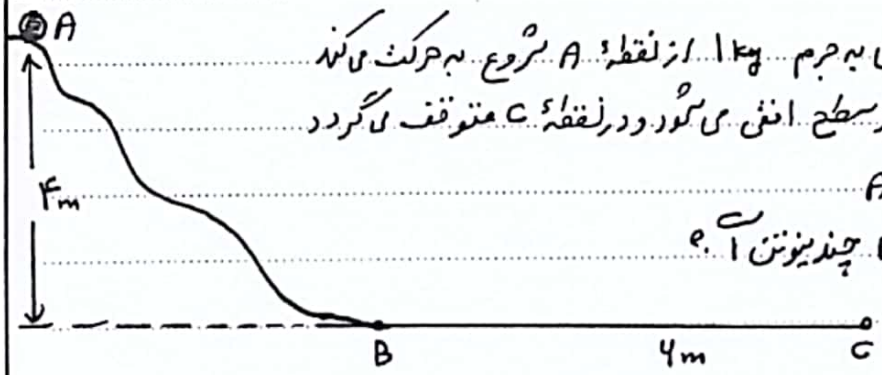
مثال ۴۵ در شکل روبرو جسم از نقطهٔ A رها می‌شود، و در نقطهٔ C متوقف می‌گردد. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر AB مساوی ۲ ژول و نیروی اصطکاک در مسیر BC مساوی ۲N باشد، ارتفاع h چند m است؟



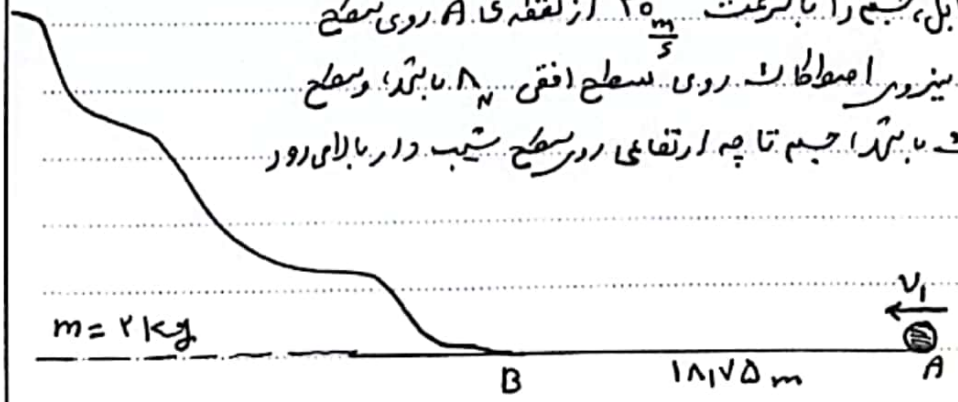
مثال ۴۶ مطابق شکل، جسمی به جرم ۱kg از نقطهٔ A شروع به حرکت می‌کند و در نقطهٔ B با سرعت $6\frac{m}{s}$ وارد سطح افقی می‌شود و در نقطهٔ C متوقف می‌گردد.

الف) کار نیروی اصطکاک در مسیر AB

ب) نیروی اصطکاک در مسیر BC چند نیوتن است؟

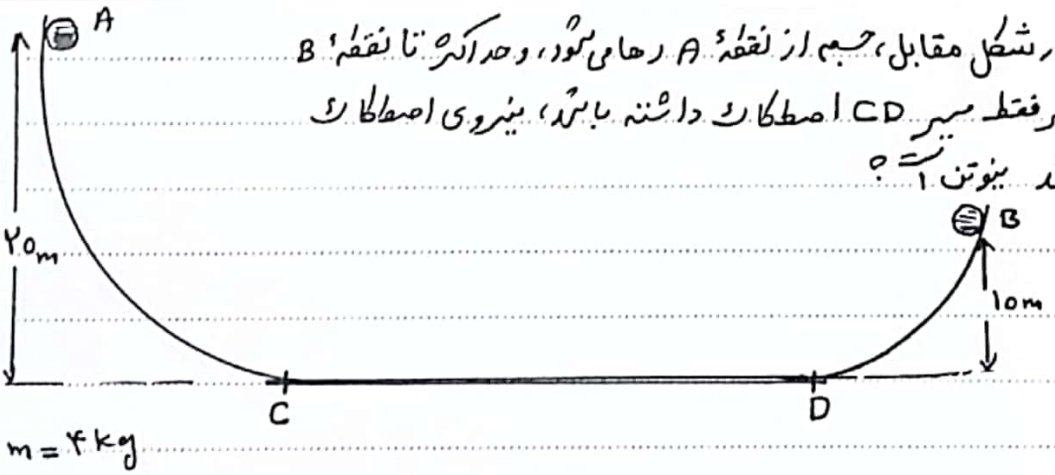


مثال ۴۷ در شکل مقابل، جسم را با سرعت $20\frac{m}{s}$ از نقطهٔ A روی سطح افقی پرتاب می‌کنیم. اگر نیروی اصطکاک روی سطح افقی ۸N باشد، و سطح شیب‌دار بدون اصطکاک باشد، جسم تا چه ارتفاعی روی سطح شیب‌دار بالا می‌رود



Scanned with CamScanner

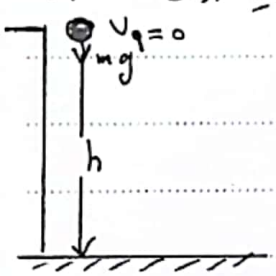
مثال ۴۹ در شکل مقابل، جسم از نقطهٔ A رها می‌شود، و حداکثر تا نقطهٔ B بالا می‌رود، اگر فقط مسیر CD اصطکاک داشته باشد، نیروی اصطکاک در مسیر AD چند نیوتن است؟



Scanned with CamScanner

نکته

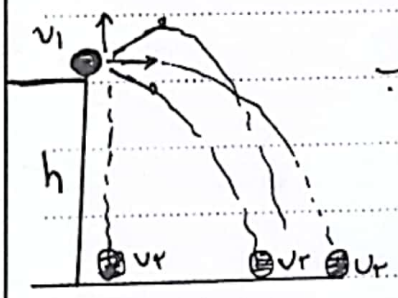
هنگامی که گلوله‌ای را از یک بلندی رها می‌کنیم و گلوله به اندازه‌ی h پایین می‌آید در این صورت سرعت گلوله را می‌توان به طور مستقیم از رابطه‌ی زیر محاسبه نمود. (مقاومت هوا ناچیز)



$$W_{mg} = K_2 - K_1 \rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v^2 = 2gh$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

حال اگر گلوله را در شرایط خلاء از یک بلندی در هر جهت دلخواه پرتاب کنیم سرعت گلوله هنگامی که به اندازه‌ی h به زیر نقطه‌ی پرتاب می‌رسد از رابطه‌ی



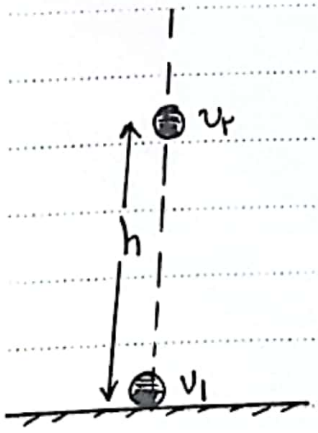
$$W_T = K_2 - K_1$$

$$W_{mg} = K_2 - K_1 \rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$2gh = v_2^2 - v_1^2 \qquad v_2^2 = v_1^2 + 2gh$$

$$v_2^2 = v_1^2 + 2gh$$

حال اگر جسم را از سطح زمین با سرعت v_1 در شرایط خلاء رو به بالا پرتاب کنیم سرعت گلوله هنگامی که به ارتفاع h می‌رسد از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

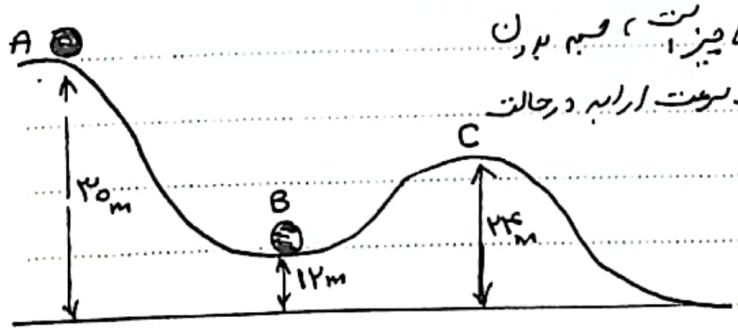


$$W_{mg} = K_2 - K_1$$

$$-mgh = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \rightarrow -2gh = v_2^2 - v_1^2$$

$$v_2^2 = v_1^2 - 2gh \qquad v_2 = \sqrt{v_1^2 - 2gh}$$

مثال ۵۰ در شکل مقابل، اصطکاک ناچیز است، جسم به جرم ۱۵ کیلوگرم سرعت اولیه از نقطه‌ی A رها می‌شود نسبت سرعت آن در حالت B به سرعت آن در حالت C کدام است؟



۱) ۲

۲) ۳

۳) $\sqrt{2}$

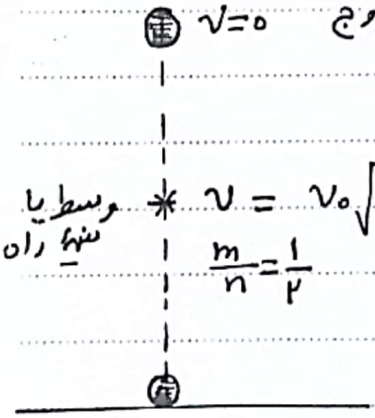
۴) $\sqrt{3}$

Scanned with CamScanner

نکته:

اگر گلوله‌ای را در شرایط خلا، از سطح زمین با سرعت تندی v_0 رو به بالا پرتاب کنیم سرعت یا تندی گلوله را در $\frac{m}{n}$ مسیر می‌توان از رابطه‌ی $v = v_0\sqrt{1-\frac{m}{n}}$ محاسبه نمود:

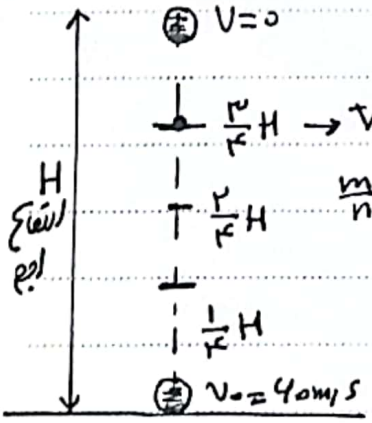
مثال ۱۵ گلوله‌ای را با سرعت یا تندی $v_0 = 40\,m/s$ از سطح زمین در شرایط خلا، رو به بالا پرتاب می‌کنیم سرعت گلوله را در نیمه‌ی راه و در $\frac{3}{4}$ ارتفاع اوج نسبت به زمین محاسبه کنید.



$$v = v_0\sqrt{1-\frac{m}{n}} = 40\sqrt{1-\frac{1}{2}} = 40\sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{40}{\sqrt{2}}\times\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 30\sqrt{2}$$

$$\frac{m}{n} = \frac{1}{2}$$

ارتفاع اوج: بیشترین فاصله‌ی جسم از نقطه‌ی پرتاب را ارتفاع اوج می‌گوئیم که سرعت یا تندی جسم در آن نقطه برابر لحظه‌ای صفر می‌شود.



$$\frac{3}{4}H \rightarrow v = v_0\sqrt{1-\frac{m}{n}} = 40\sqrt{1-\frac{3}{4}} = 40\sqrt{\frac{1}{4}} = 40\times\frac{1}{2} = 30\,m/s$$

$$\frac{m}{n} = \frac{3}{4}$$

توجه اگر گلوله را از یک بلندی به ارتفاع H نیز رها کنیم می‌توانیم از رابطه‌ی بالا استفاده کنیم.

Scanned with CamScanner

انرژی پتانسیل:

هنگامی که فنر فشرده شده ای رها می شود، نیروی کشانی فنر کار انجام می دهد یا سنگی که در ارتفاع h از سطح زمین قرار دارد رها شود، در اثر سقوط نیروی وزن کار انجام می دهد یا وقتی دو بار الکتریکی هم نام را به هم نزدیک نموده سپس رها کنیم، نیروی رانشی کار انجام می دهد

نیروی گرانشی، نیروی کشانی و نیروی رانشی از جمله نیروهایی هستند که هنگام، انرژی پتانسیل می یابند هنگامی که جسم را از وضع تعادل آن خارج کنیم این نیروها با انجام کار می خواهند جسم را به وضع تعادل خود بازگردانند،

مثلاً جسمی بر روی سطح زمین قرار دارد جسم را از سطح زمین دور کنیم با آزاد کردن جسم بلافاصله جسم به طرف زمین حرکت می کند،

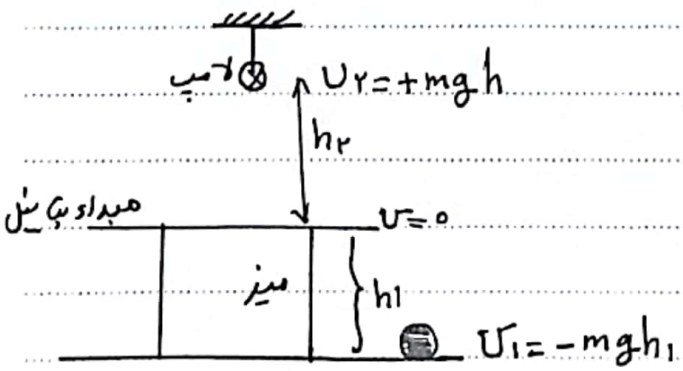
انرژی پتانسیل گرانشی، انرژی که در یک جسم صرفاً به علت ارتفاع از سطح زمین ذخیره می شود انرژی پتانسیل گرانشی می گوییم.

در بررسی انرژی پتانسیل گرانشی، ابتدا یک سطح را مبداء انرژی پتانسیل گرانشی انتخاب می کنیم و انرژی پتانسیل گرانشی اجسام در آن نقطه صفر فرض می شود،

رابطه انرژی پتانسیل گرانشی به صورت: $U_g = mgh$ می باشد

در این رابطه m جرم برحسب kg و g شتاب گرانش برحسب $\frac{N}{kg}$ یا $\frac{m}{s^2}$

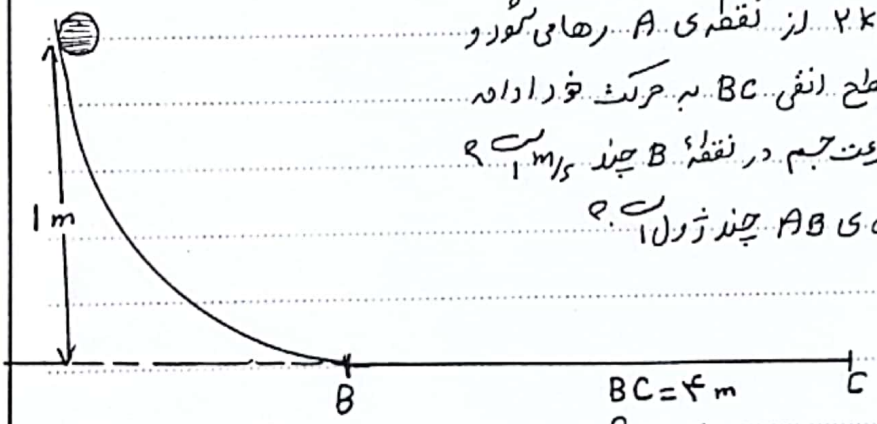
و h ارتفاع برحسب متر در این صورت U انرژی پتانسیل گرانشی برحسب واحد J در SI محاسبه می شود.



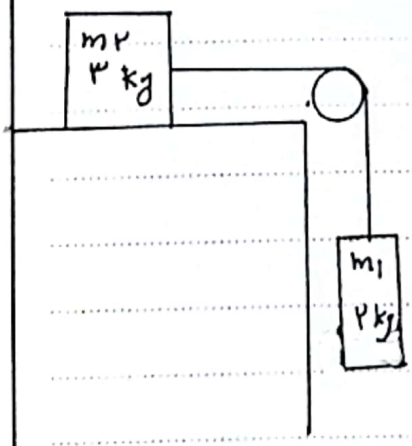
۳۶

مثال ۵۲ جسمی به جرم ۲kg روی سطح شیبداری که با افق زاویهٔ ۳۰ درجه می سازد با تندی ثابت رو به پایین می لغزد. اگر در این حرکت جسم به اندازهٔ ۲m جابجا شود کار نیروی اصطکاک چند ژول است؟

مثال ۵۳ جسمی به جرم ۲kg از نقطهٔ A رها می شود و پس از پیمودن مسیر AB روی سطح افقی BC به حرکت خود ادامه می دهد و در نقطهٔ C می ایستد. سرعت جسم در نقطهٔ B چند m/s است؟ کار نیروی اصطکاک در مسیر خمیده ی AB چند ژول است؟



مثال ۵۴ در شکل مقابل، مجموعه از حال سکون شروع به حرکت می کند. اگر نیروی اصطکاک سطح افقی با جسم f_k=۶N باشد، پس از طی چه مسافتی انرژی جنبشی دو جسم به ۷J می رسد؟



Scanned with CamScanner

انرژی مکانیکی

به مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل یک جسم، انرژی مکانیکی می‌گوئیم.

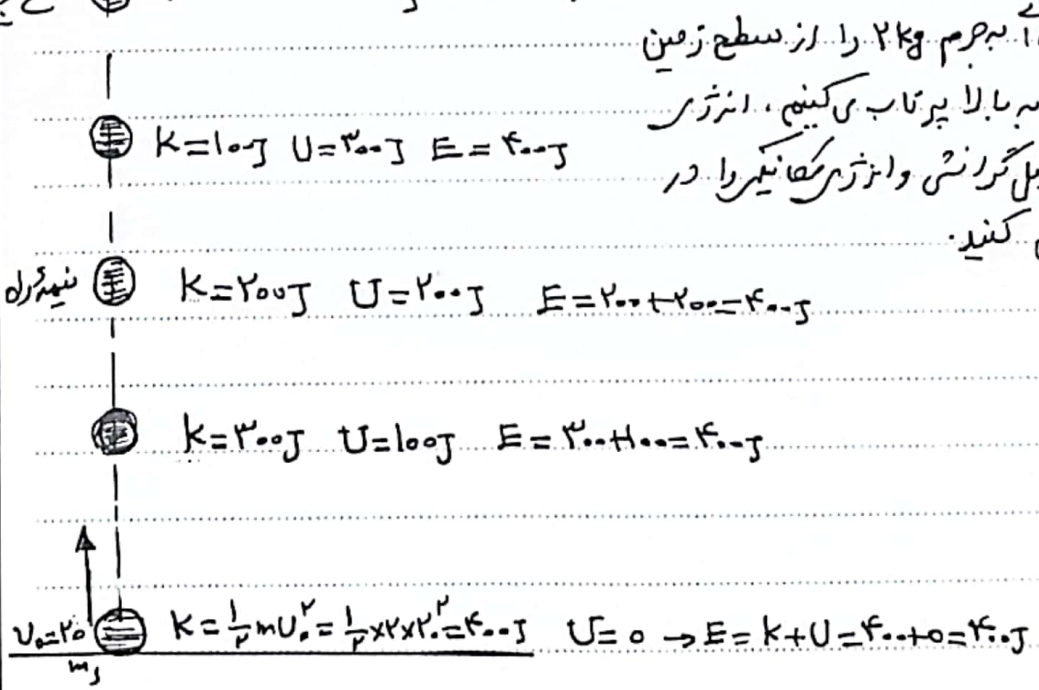
انرژی مکانیکی را با E نشان می‌دهیم که واحد آن را J می‌نامیم که در SI: $kg\frac{m^2}{s^2}$ می‌باشد.

$$E = K + U$$

نوجه: هرگاه تمام نیروهای وارد بر جسم پایستار باشد، انرژی مکانیکی ثابت است.

پس هرگاه در مسیر حرکت جسم، مقاومت هوا یا اصطکاک ناچیز باشد، در این صورت انرژی مکانیکی، در تمام نقاط مسیر با جسم برابر است، و در طول مسیر از نوعی به نوعی، دیگر تبدیل می‌شود.

مثال ۵۵ گلوله‌ای به جرم 2kg را از سطح زمین با سرعت $20\frac{m}{s}$ رو به بالا پرتاب می‌کنیم، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی مکانیکی را در طول مسیر بررسی کنید.



در مثال بالا مشاهده می‌کنیم، با بالا رفتن جسم، انرژی جنبشی جسم کاهش و انرژی پتانسیل گرانشی افزایش می‌یابد.

در پایین ⇒ $E = K_{max}$

در بالا ⇒ $E = U_{max}$ در بالا $U = K$ در پایین

در طول مسیر ⇒ $E = K + U$

Scanned with CamScanner

اگر انرژی مکانیکی را در نقطهٔ شروع حرکت با E_1 و در نقطهٔ پایان حرکت را با E_2 نشان دهیم با چشم پوشی از اصطکاک و مقاومت هوا، «انرژی مکانیکی ثابت» و $E_2 = E_1$ است.

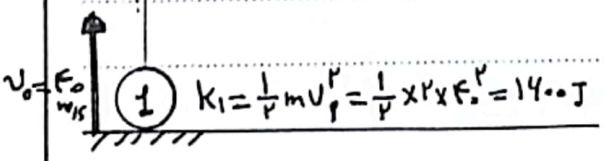
نکته: تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی در طول مسیر با قرینهٔ تغییرات انرژی جنبشی برابر است. (اصطکاک و مقاومت هوا ناچیز)

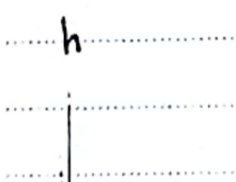
$$E_1 = K_1 + U_1$$
$$E_2 = K_2 + U_2$$
$$E_1 = E_2$$
$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$
$$\underbrace{K_2 - K_1}_{\Delta K} + \underbrace{U_2 - U_1}_{\Delta U} = 0 \rightarrow \Delta K + \Delta U = 0$$

و در پایان $\Delta K = -\Delta U$ می‌گردد.

مثلاً اگر در طول مسیر انرژی جنبشی در اثر بالا رفتن ۲۰۰J کاهش یابد این انرژی از بین نرفته و دقیقاً انرژی پتانسیل گرانشی به دلیل افزایش ارتفاع جسم ۲۰۰J افزایش می‌یابد.

مثال ۵۶ گلوله‌ای به جرم 2kg را با سرعت $40\ m/s$ رو به بالا پرتاب می‌کنیم (اگر مقاومت هوا ناچیز باشد)، گلوله تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟



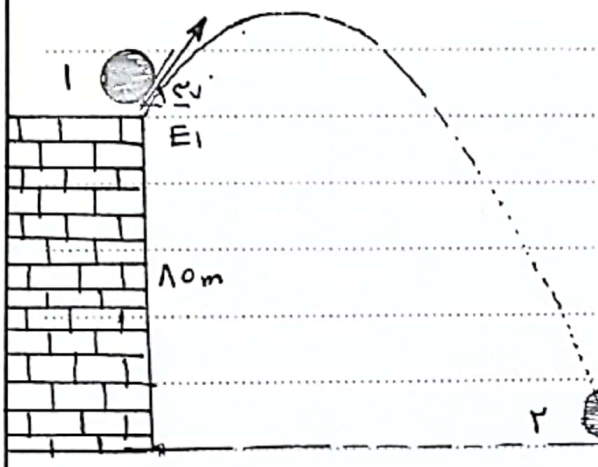


$$E_2 = E_1 \Rightarrow mgh = 1600 \rightarrow 2\times 10\times h \rightarrow h = 80\ m$$

می‌توانستیم از نکته‌ی $U = K$ در بالاترین نقطه نیز استفاده کنیم.

Scanned with CamScanner

مثال ۵۷ در شکل مقابل از لبه‌ی پشت‌بامی به ارتفاع ۸۰ m گلوله‌ای را تحت زاویه‌ی ۳۷° با سرعت ۳۰ m/s پرتاب می‌کنیم، گلوله با چه سرعتی به زمین برخورد می‌کند؟ $m=2kg$



① $K_1=\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}\times 2\times 30^2=900\,J$

$U_2=mgh=2\times 10\times 80=1600$

$E_1=K_1+U_1=900+1600=2500\,J$

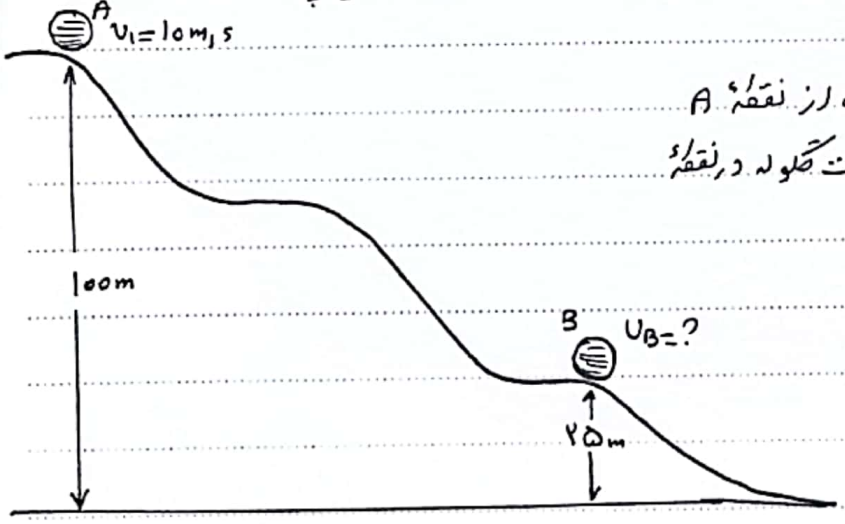
② $E_2=K_2+U_2=K_2$

$U_2=0$

$E_2=E_1 \rightarrow K_2=2500 \rightarrow \frac{1}{2}\times 2\times v_2^2=2500 \rightarrow v_2=\sqrt{2500}=50\,m/s$

توجه - توجه: اگر از مقاومت هوا چشم‌پوشی شود، اصلاً نحوه‌ی پرتاب جسم از بلندی و مسیر حرکت تا پیش از برخورد گلوله به زمین تفاوتی ندارد. چه گلوله را عمودی به طرف زمین پرتاب کنیم چه با زاویه چه به صورت افقی اصلاً مهم نیست.

مثال ۵۸ در شکل مقابل گلوله از نقطه‌ی A با سرعت $10\,m/s$ پرتاب می‌شود، سرعت گلوله در نقطه‌ی B چند $\frac{m}{s}$ است؟



Scanned with CamScanner

مثال ۵۹ جسمی را در شرایط خلا از یک بلندی به ارتفاع ۱۸۰ متر رها می‌کنیم، در چه ارتفاعی از سطح زمین، انرژی جنبشی آن دو برابر انرژی پتانسیل آن خواهد شد؟

مثال ۶۰ گلوله‌ای به جرم ۲kg را با سرعت ۶۰ متر بر ثانیه رو به بالا پرتاب می‌کنیم، سرعت گلوله را در بیشترین راه $\frac{3}{4}$ و $\frac{8}{9}$ ارتفاع اوج محاسبه کنید.

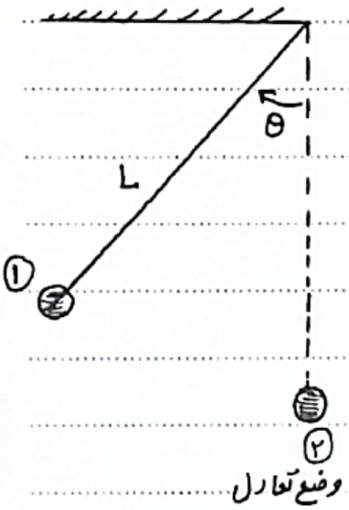
مثال ۶۱ گلوله‌ای را در شرایط خلا، از ارتفاع ۲۰ متر از سطح زمین رها می‌کنیم، در چه ارتفاعی از سطح زمین گلوله دارای سرعت ۱۵ متر بر ثانیه می‌شود؟

مثال ۶۲ گلوله‌ای به جرم ۲kg را در راستای قائم از سطح زمین با سرعت ۷۰ رو به بالا پرتاب می‌کنیم در لحظه‌ای که سرعت گلوله به $\frac{70}{5}$ یا $\frac{1}{5}$ سرعت اولیه می‌رسد نسبت $\frac{U}{E}$ را بدست آورید.

Scanned with CamScanner

نکته آونگ:

در ابتدا فصل گفتیم اگر آونگ را به اندازهٔ زاویهٔ θ از وضع تعادل نسبت به راستای قائم منحرف کنیم در این صورت ارتفاع آونگ نسبت به وضع تعادل از رابطهٔ $h = L(1-\cos\theta)$ بدست می‌آید.



اگر آونگی را به اندازهٔ زاویهٔ θ از وضع تعادل خارج نموده سپس رها کنیم، هنگامی که آونگ از وضع تعادل می‌گذرد سرعت آن از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.

$$E_1 = K_1 + U_1 = mgh = mgL(1-\cos\theta)$$

$$E_2 = K_2 + U_2 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_2 = E_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = mgL(1-\cos\theta)$$

$$v^2 = 2gL(1-\cos\theta) \Rightarrow v = \sqrt{2gL(1-\cos\theta)}$$

یادآوری: بچه‌ها هنگامی که گلوله‌ای را از ارتفاع h رها می‌کردیم سرعت آن در لحظهٔ رسیدن به زمین مساوی $v = \sqrt{2gh}$ می‌گردید در این رابطه به جای h مقدار $L(1-\cos\theta)$ قرار گرفته است.

نکته: اگر آونگی را از زاویهٔ θ_1 نسبت به راستای قائم رها کنید و بخواهید در زاویهٔ θ_2 سرعت را محاسبه کنید از رابطه‌ی زیر استفاده کنید.

$$v = \sqrt{2gL|\cos\theta_2 - \cos\theta_1|}$$

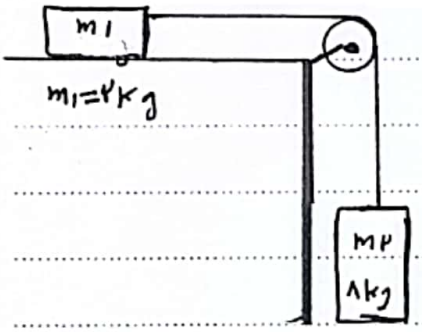
مثال ۲۴ آونگی به طول $1.5\,m$ را به اندازهٔ 53° از وضع تعادل خارج می‌نماییم، پس رها کرده، سرعت آونگ را هنگام عبور از زاویهٔ 37° نسبت به راستای قائم بدست آورید.

Scanned with CamScanner

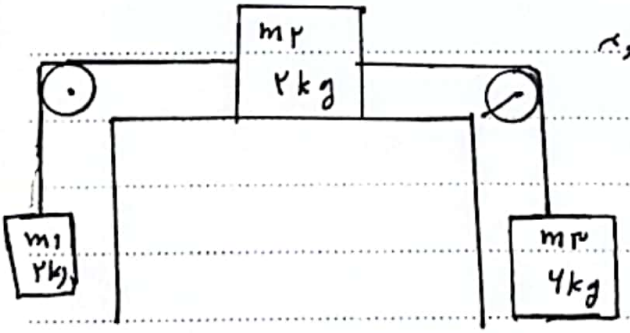
مثال ۴۴ در شکل مقابل اگر آونگ را با سرعت اولیهٔ $2m/s$ پرتاب کنیم گلوله تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟ $m=2kg$

زاویهٔ نخ با راستای قائم چند درجه می‌شود؟

مثال ۴۵ در شکل مقابل، اصطکاک ناچیز و مجموعه از حال سکون شروع به حرکت می‌کند، پس از $4m$ جابجایی سرعت مجموعه چند m/s می‌گردد؟

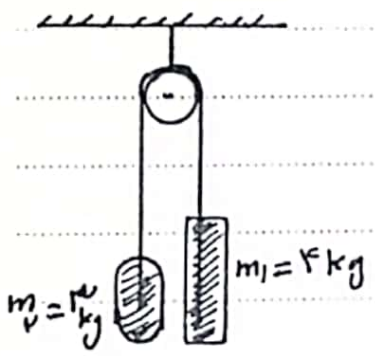


مثال ۴۶ در شکل مقابل مجموعه از حال سکون شروع به حرکت کرده پس از $2m$ جابجایی سرعت مجموعه چند $\frac{m}{s}$ می‌گردد؟



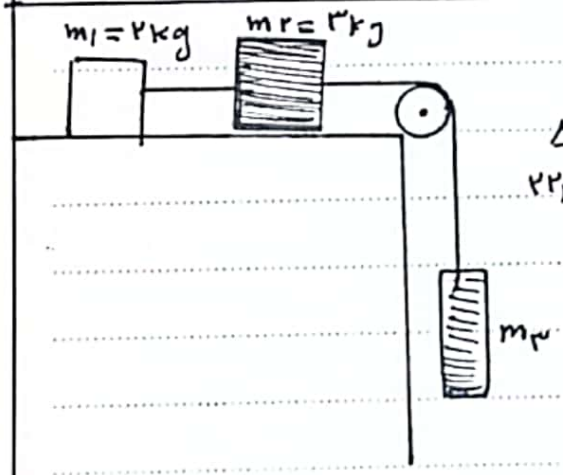
Scanned with CamScanner

مثال ۶۷ در شکل روبرو، دستگاه از حال سکون شروع به حرکت می‌کند، پس از این که هریک از وزنه‌ها به اندازهٔ ۴۰cm جابجا شده‌اند، انرژی جنبشی دستگاه چند ژول می‌شود؟



۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۲

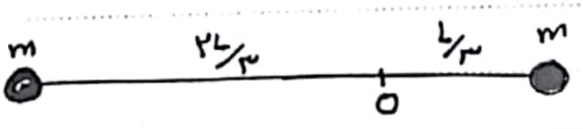
مثال ۶۸ در شکل مقابل وزنهٔ m_3 از حال سکون رها می‌شود اگر تا لحظه‌ای که وزنهٔ m_3، ۹۰cm پایین می‌آید مجموع انرژی جنبشی دو وزنهٔ m_1 و m_2 روی سطح افقی به ۲۲٫۵J برسد m_3 چند kg است؟ $g = 10 \frac{m}{s^2}$



۱) ۰٫۴ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰

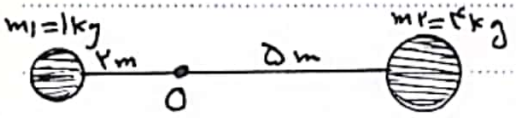
مثال ۶۹ به دو سر میلهٔ سبکی، دو گلوله، هریک به جرم m متصل است مطابق شکل زیر، میله می‌تواند حول نقطهٔ O، در سطح قائم بچرخد، میله را از وضع افقی رها می‌کنیم، لحظه‌ای که به وضع قائم در می‌آید، مجموع انرژی جنبشی گلوله‌ها چه قدر است؟ (اصطکاک ناچیز)

۱) $\frac{1}{3}mgL$
۲) $\frac{1}{2}mgL$
۳) $\frac{1}{2}mgL$
۴) $\frac{3}{2}mgL$



Scanned with CamScanner

مثال ۷۵ مجموعه در حال سکون قرار دارد، اگر مجموعه آزاد شود، سرعت مجموعه را هنگامی که ۹۰ درجه می‌چرخد، چند $\frac{m}{s}$ است؟



۱) ۱۲

۲) $6\sqrt{2}$

۳) $2\sqrt{6}$

۴) $7\sqrt{2}$

Scanned with CamScanner

انرژی درونی

انرژی درونی یک جسم، مجموع انرژی ذره های تشکیل دهنده ی آن است.

* معمولاً با گرم شدن جسم، یا در اثر مقاومت هوا و اصطکاک، انرژی درونی جسم بالا می رود.
* هرچه تعداد ذرات سازنده ی یک جسم بیشتر باشد، انرژی درونی آن نیز بیشتر می گردد.

بررسی تغییرات انرژی مکانیکی، در اثر نیروهای تلف کننده ی انرژی

اگر در مسیر حرکت جسم نیروهای ناپایستار یا نیروهایی اتلافی مانند اصطکاک و مقاومت هوا به جسم وارد شوند، رفته رفته انرژی مکانیکی جسم کاهش می یابد، پس انرژی مکانیکی نهایی همواره کوچکتر از انرژی مکانیکی اولیه می گردد. $E_2 < E_1$

اختلاف انرژی E_1 و E_2 صرف غلبه بر کار نیروی مقاومت هوا یا اصطکاک می گردد.

$E_2 - E_1 = W_{f_k}$ کار نیروی اصطکاک

$E_2 - E_1 = W_R \rightarrow$ کار مقاومت هوا

$$E_2 - E_1 = W_{f_k}$$

$$K_2 + U_2 - K_1 - U_1 = W_{f_k} \rightarrow K_2 - K_1 + U_2 - U_1 = W_{f_k}$$

$$\Delta K + \Delta U = W_{f_k} \quad \text{یا} \quad \Delta K + \Delta U = W_R$$

Scanned with CamScanner

مثال ۷۱ـ گلوله‌ای به جرم $m=5kg$ از ارتفاع $h=15_m$ رها می‌شود، و با سرعت $8\frac{m}{s}$ به زمین برخورد می‌کند، کار نیروی مقاومت هوا در طول مسیر چند ژول بوده است؟

ج) ۳۴۰-

مثال ۷۲ـ گلوله‌ای به جرم ۳۰۰ گرم را از سطح زمین با سرعت اولیه $20\frac{m}{s}$ رو به بالا پرتاب می‌کنیم و گلوله تا ارتفاع 15_m بالا می‌رود. کار نیروی مقاومت هوا از سطح زمین تا نقطه اوج چند ژول است؟

ج) ۱۵-J

مثال ۷۳ـ گلوله‌ای به جرم ۵۰۰ گرم از ارتفاع 5_m رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع 3_m بالا می‌رود، کار نیروی مقاومت هوا در طول مسیر چند ژول است؟

ج) ۱۰-J

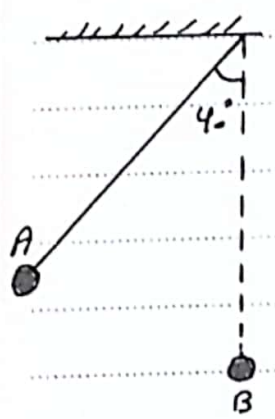
مثال ۷۴ـ کاهش انرژی پتانسیل جسمی بر اثر سقوط از ارتفاع 20_m مساوی ۱۰۰J و افزایش انرژی جنبشی آن ۶۰J است، متوسط نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت چند نیوتن است؟

Scanned with CamScanner

مثال ۷۵ گلوله‌ای به جرم ۴۰g با سرعت افقی که بزرگی آن $300\ m/s$ است به دیواری برخورد می‌کند و پس از طی مسافت ۲۰cm داخل دیوار متوقف می‌شود. کار نیروی که دیوار به گلوله وارد می‌کند چند ژول است؟

۱) ۱۸− ۲) ۱۸۰۰− ۳) ۷− ۴) ۶۰۰−

مثال ۷۶ در شکل زیر، وزنه‌ای به جرم 4kg توسط ریسمانی سبک به طول 1/5 m به سقف متصل شده است، اگر وزنه را از نقطهٔ A رها کنیم، اندازهٔ کار نیروی مقاومت هوا در طول مسیر AB برابر 18J می‌شود، تندی وزنه در نقطهٔ B چند m/s است؟



۱) ۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

مثال ۷۷ جسمی به جرم 2kg را از پایین سطح شیب‌داری که با افق زاویهٔ 30° می‌سازد با سرعت اولیهٔ $5\ m/s$ مماس با سطح رو به بالا پرتاب می‌کنیم، جسم روی سطح به اندازهٔ 2m بالا می‌رود، سپس به نقطهٔ پرتاب برمی‌گردد، کار نیروی اصطکاک در این مسیر رفت و برگشت چند ژول است؟ ($g = 10\ m/s^2$)

۱) ۰ ۲) ۵− ۳) ۱۰− ۴) ۲۰−

Scanned with CamScanner

توان

آهنگ انجام کار یا صرف انرژی را توان می‌گوئیم

توان متوسط از رابطه‌ی $\bar{P} = \frac{W}{t} \rightarrow (\frac{J}{s})$

واحد توان $\frac{J}{s}$ که وات (W) می‌نامیم.

هرچه توان یک دستگاه بالاتر باشد، سرعت انجام کار آن بیشتر است و در یک زمان معین کار بیشتری انجام می‌دهد و انرژی بیشتری صرف می‌کند.

توجه: اسب بخار (hp) یکای عرفی اندازه‌گیری توان است که معمولاً برای توان خودروها از آن استفاده می‌شود. یک اسب بخار $۷۴۶ W$ است.

نکته: در رابطه‌ی توان $P = \frac{W}{t}$، W به صورت کار مفید در نظر گرفته می‌شود پس توان نیز به صورت مفید تعریف می‌شود.

راندمان یا بازده

همواره بخشی از انرژی به علت اصطکاک، تلف یا صرف حرکت اجزای دستگاه می‌شود. به همین دلیل در عمل هیچگاه کار یا انرژی خروجی با انرژی ورودی مساوی نمی‌گردد.

پس بازده یا راندمان را کسری از انرژی ورودی که به انرژی مفید تبدیل می‌شود می‌شناسیم

$$\text{بازده} = \frac{\text{کار مفید}}{\text{کل کار}} \times 100 \quad \text{یا} \quad Rad = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times 100 \qquad Rad = \frac{\text{توان مفید}}{\text{کل توان}} \times 100$$

Scanned with CamScanner

نکته، در جابجایی جسم در راستای قائم، کار صفید یا حداقل کار لازم برای جابجایی جسم علیه نیروی وزن است پس $W = mgh$

توان متوسط دستگاه در جابجایی در راستای قائم به صورت: $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$

مثال ۷۸ توان یک موتور الکتریکی ۳kW و بازده آن ۸۰ درصد است. در مدت ۲۰s این پمپ باری به جرم ۳۰kg را به طور یکنواخت چند m بالا می برد؟

مثال ۷۹ توسط یک موتور با توان متوسط ۱kW و بازده ۸۰ درصد بار ۱۰۰kg را در چند ثانیه می توان به ارتفاع ۱۰m از سطح زمین برد؟

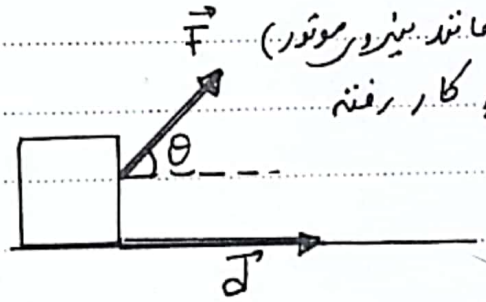
مثال ۸۰ توان یک پمپ آب ۳kW، در هر دقیقه ۶۰۰kg آب از چاهی به عمق ۱۰m به مخزنی به ارتفاع ۱۵m منتقل می کند، بازده پمپ چند درصد است؟

مثال ۸۱ جسمی به جرم ۵kg در اثر نیروی ثابت F روی خط راست، از حال سکون شروع به حرکت می کند، اگر در مدت ۱۰s سرعت جسم به ۱۰m/s برسد توان متوسط برآیند نیروهای وارد بر آن چند نیوتن است؟

Scanned with CamScanner

مثال ۸۲ـ اتومبیلی با توان ۵kw با شتاب ثابتی سرعتش را از $10\frac{m}{s}$ به ۷ می رساند، اگر نیروی موتور ۲۰۰N باشد، اندازهٔ ۷ چند $\frac{m}{s}$ است؟

نکته ـ چنانچه در حرکت بر روی خط راست، توسط نیروی F (مانند نیروی موتور) جسم با سرعت ثابت جابجا شود در این صورت توان به کار رفته به صورت زیر محاسبه می‌شود.



$$W_F = F d \cos\theta \xrightarrow{d=vt} W_F = F(vt)\cos\theta$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fvt\cos\theta}{t} \rightarrow P = Fv\cos\theta$$

مثال ۸۳ـ یک بالابر وزنهٔ ۵۰۰ کیلوگرمی را با سرعت $10\frac{m}{s}$ بالا می برد. توان موتور بالابر چند وات است؟

مثال ۸۴ـ یک بالابر وزنهٔ به جرم 50kg را با سرعت $10\frac{m}{s}$ بالا می برد، اگر نیروی اصطکاک مقاوم در برابر حرکت جسم 100N باشد، توان موتور بالابر چند وات است؟

مثال ۸۵ـ اتومبیلی به جرم یک تن در جاده‌ای افقی با سرعت ثابت $90\frac{km}{h}$ در حال حرکت است. در صورتی که اندازه‌ی نیروهای اصطکاک، معادل $\frac{1}{50}$ وزن اتومبیل باشد، توان موتور اتومبیل چند kw است؟

Scanned with CamScanner

مثال ۸۶ پمپ یک ماشین آتش نشانی در هر دقیقه ۷۵kJ آب را با تندی ۲۰ m/s از دهانه‌ی لوله‌ای به خارج می‌فرستد، توان مفید پمپ برحسب kW را بدست آورید.

مثال ۸۷ یک پمپ الکتریکی، آب داخل چاهی به عمق ۲۰m را با آهنگ $2\frac{m^3}{s}$ به بالا آورده و با سرعت $10\frac{m}{s}$ به بیرون پرتاب می‌کند، اگر بازده‌ی پمپ ۴۰ درصد باشد توان مصرفی آن چند kW است؟ $\rho_{آب}=1\frac{g}{cm^3}$ $g=10\frac{N}{kg}$

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۱۲۵۰

مثال ۸۸ یک ماشین برای بالابردن یک جسم ۲kg از سطح زمین به ارتفاع معین ۱۰۰J انرژی مصرف کرده است، اگر جسم از این ارتفاع در شرایط خلا سقوط کند و تندی آن هنگام رسیدن به زمین $4\sqrt{5}\ m/s$ باشد، بازده کدام است؟

۱) ۰٫۷ ۲) ۰٫۷۵ ۳) ۰٫۸ ۴) ۰٫۸۵

Scanned with CamScanner

مثال ۸۹ یک اتومبیل به جرم ۲۰۰kg روی سطح شیب داری به زاویهٔ شیب ۳۰° با تندی ثابت ۱۰m/s بالا می‌رود، اگر $\frac{1}{5}$ نیروی موتور صرف غلبه بر اصطکاک شود، توان موتور چند اسب است؟ $g=10m/s^2$

۱) ۱۲٫۵ ۲) ۱۲۵ ۳) ۲۵ ۴) ۲۵۰

مثال ۹۰ ارتفاع یک سد برابر ۱۰۰m است، توان الکتریکی توربینی که در پایین سد قرار دارد ۲۰۰MW می‌شود اگر ۸۰ درصد کار نیروی وزن به انرژی الکتریکی تبدیل شود. در هر ثانیه چند m^3 آب باید روی پره‌های توربین بریزد؟

۱) $2/5\times10^2$ ۲) $2/5\times10^6$ ۳) 4×10^3 ۴) 4×10^6

Scanned with CamScanner