فصل دوم: کار، انرژی و توان

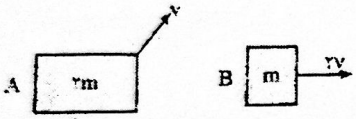
انرژی جنبشی: $K = \frac{1}{2}mV^2$ $\begin{cases} k : (J) & \text{انرژی جنبشی برحسب ژول} \\ m : (kg) & \text{جرم برحسب کیلوگرم} \\ V : \left(\frac{m}{s}\right) & \text{تندی برحسب متر بر ثانیه} \end{cases}$

نکته: اگر تندی برحسب $\frac{km}{h}$ داده شود باید بر 3/6 تقسیم کنیم تا به $\frac{m}{s}$ تبدیل شود.

نکته: برای مقایسه انرژی جنبشی دو جسم با جرم‌ها و تندی‌های متفاوت داریم: $\frac{k_2}{k_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$

نکته: انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای و همواره مثبت است. این کمیت تنها به جرم و تندی جسم بستگی دارد و به جهت حرکت جسم وابسته نیست.

مثال: انرژی جنبشی دو جسم در شکل مقابل را مقایسه کنید.



تمرین 1: در یک سرازیری اگر بر تندی یک دوچرخه‌سوار به اندازه $6\frac{m}{s}$ اضافه شود، انرژی جنبشی آن به $\frac{9}{4}$ مقدار اولیه می رسد. تندی اولیه دوچرخه سوار چند متر بر ثانیه بوده است؟

$\frac{9}{4} = \left(\frac{V_1+6}{V_1}\right)^2 \quad \frac{3}{2} = \frac{V_1+6}{V_1} \longrightarrow V_1 = 12 m/s$

تست 1. از یک قطار که با تندی $18\frac{m}{s}$ در حال حرکت است، تعدادی واگن جدا شده به طوری که از جرم قطار 19 درصد کم می شود. بر تندی قطرا چند متر ثانیه اضافه شود تا انرژی جنبشی قطار ثابت بماند؟

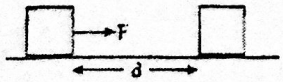
1) 2 ✓ 2) 4 3) 5 4) 6

$m_2 = m_1 - \frac{19}{100}m_1 = \frac{81}{100}m_1$

$1 = \frac{81}{100}\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{10}{9} \longrightarrow V_2 = 20 \qquad \Delta V = 2 m/s$

کار انجام شده توسط نیروی ثابت:

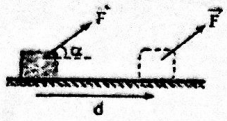
اگر به جسم نیرو اثر کند و جسم در راستای اثر نیرو جابجا شود آن نیرو کار انجام داده است. بنابراین برای انجام کار باید 1- به جسم نیرو وارد شود 2- جسم در راستای اثر نیرو جابجا شود.



$W = Fd$

کار کمیت نرده‌ای است و از جنس انرژی بوده و واحد آن در SI ژول (نیوتن متر) است.

تعریف کامل کار نیروی ثابت



اگر نیرو و جابجایی با یکدیگر زاویه بسازند کار از رابطه زیر بدست می آید:

$W = \vec{F}.\vec{d} = Fd\cos\alpha$ α : زاویه بین نیرو و جابجایی است.

تذکر 1: اگر $0 \leq \alpha < 90$ باشد، $\cos\alpha > 0$ بوده و کار مثبت است.

تذکر 2: اگر $90 < \alpha \leq 180$ باشد، $\cos\alpha < 0$ بوده و کار منفی است.

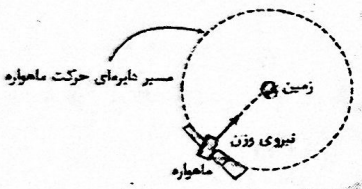
تذکر 3: اگر نیرو بر جابجایی عمود باشد $(\alpha = 90 \rightarrow \cos 90 = 0)$ کار انجام شده صفر است. مانند سطلی که در دست گرفته باشیم و به طور افقی جابجا کنیم.

$$w = Fd\cos\alpha \xrightarrow{\cos\alpha=0} W = 0$$

تعریف: هرگاه نقطه اثر نیروی ثابت یک نیوتن، در راستای نیرو یک متر جابجا شود، یک ژول کار انجام شده است.

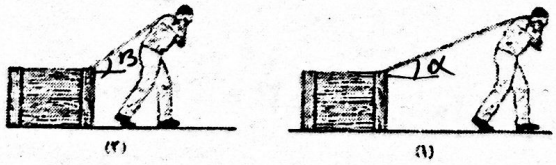
نکته مهم: کار کل یعنی جمع جبری کار حاصل از هریک نیروها برابر کار نیروی خالص است. $W_T = F_t d$

بررسی یک موضوع مهم:



در ماهواره‌ها که روی مسیر دایره‌ای به دور زمین می چرخند، نیروی وزن ماهواره که همان نیروی جاذبه بین زمین و ماهواره است در هر لحظه بر مسیر حرکت عمود است کار آن در هر جابجایی دلخواه برابر صفر است.

تمرین 2: شخصی جسمی را یکبار با طنابی بلند مطابق شکل (1) و بار دیگر با طنابی کوتاه‌تر مطابق شکل (2) روی سطحی همواره می کشد. اگر جابجایی و کار شخص بر روی جسم در دو حالت یکسان باشد، کدام مقایسه در مورد نیروی وارد شده از طرف شخص بر بسته صحیح است؟



1)درهر دو حالت یکسان است.

2)درشکل 1 بیشتر از شکل 2 است.

✓ 3)درشکل 1 کمتر از شکل 2 است.

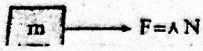
4)نمی توان اظهار نظر کرد.

$W_1 = W_2$ $\beta > \alpha \rightarrow \cos\beta < \cos\alpha$

$F_1 d\cos\alpha = F_2 d\cos\beta$

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\cos\beta}{\cos\alpha} < 1 \longrightarrow F_1 < F_2$

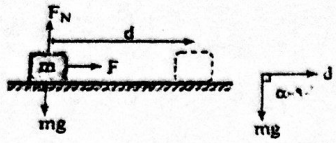
تست 2. مطابق شکل، جسمی به جرم 3 kg را با تندی ثابت $1/5\ \frac{m}{s}$ روی سطح افقی می کشیم کار نیروی اصطکاک جنبشی در مدت یک دقیقه چند ژول است؟



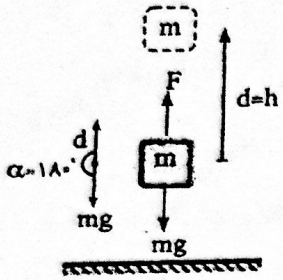
1) -360 2) -540 3) -720 ✓ 4) 720

$F - f_k = ma \rightarrow F = f_k = 8 \quad d = vt = 1/5 \times 60 = 90m$

$W_{f_k} = -f_k d = -720$



(1) اگر جسم در راستای افقی جابجا شود باتوجه به اینکه نیروی وزن بر مسیر حرکت عمود است کار انجام شده صفر است.



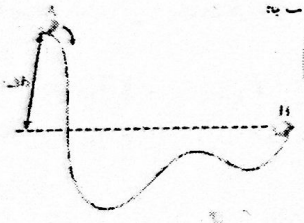
(2) اگر جسم در راستای قائم روبه بالا جابجا شود کار نیروی وزن منفی است.

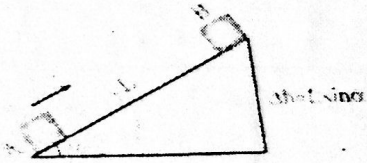
$$W_{mg} = mgh\cos 180 = -mgh$$

(3) اگر جسم در راستای قائم روبه پایین جابجا شود کار نیروی وزن مثبت است.

$$W_{mg} = mgh\cos 0 = +mgh$$

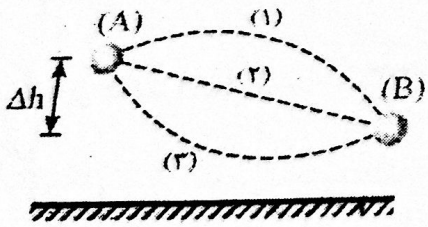
(4) اگر جسم یک حرکت کلی داشته باشد که در راستای افقی و قائم جابجا شود: جابجایی را به دو صورت افقی و قائم فرض می کنیم. در جابجایی افقی کار وزن بسته (جسم) صفر است و در جابجایی قائم اندازه کار وزن جسم برابر $|mg\Delta h|$ است که Δh میزان جابجایی قائم است. اگر جسم به سمت پایین جابجا شود $W_{mg} > 0$ و اگر به سمت بالا جابجا شود $W_{mg} < 0$ است.





(جابجایی به سمت بالا) $W_{mg} = -mg\Delta h$ (جابجایی به سمت پایین) $W_{mg} = +mg\Delta h$

تذکر: کار نیروی وزن مستقل از مسیر حرکت است و تنها به جابجایی جسم در راستای قائم بستگی دارد. همچنین کار نیروی وزن به نوع حرکت جسم در شکل‌های مقابل بستگی ندارد.

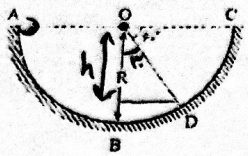


$$W_{mg_1} = W_{mg_2} = W_{mg_3} = +mg\Delta h$$

تست 3. جسمی از سطح زمین با سرعت $20\ \frac{m}{s}$ در راستای قائم روبه بالا پرتاب شده است. اگر اندازه سرعت جسم در لحظه برگشت به نقطه پرتاب $10\ \frac{m}{s}$ باشد کار نیروی وزن در این مسیر چند ژول است؟ (جرم جسم $4\ kg$ و $g = 10\ \frac{N}{kg}$)

1) -600 2) -300 3) صفر ✓ 4) 600

تمرین 4: گلوله‌ای به جرم 200 g درون نیم کره‌ای به شعاع 0/5 m می لغزد. کار نیروی وزن گلوله را در مسیرهای زیر محاسبه کنید.



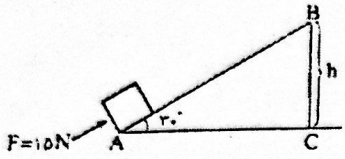
الف) A تا B　　ب) A تا C　　پ) A تا D

$W_{AB} = mgR = 0/2 \times 10 \times 0/5 = 1 J$

$W_{AC} = W_{AB} + W_{BC} = mgR - mgR = 0$

$h = R\cos 60^\circ = 0/5 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$　　$W_{AD} = mgh = 0/2 \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}}{2} J$

تمرین 5: مطابق شکل جسمی به جرم 2 kg را تا بالای سطح شیبداری می رانیم. اگر طول سطح شیبدار 5 متر و نیروی اصطکاک جنبشی 4 N باشد؛



الف) کار نیروی وزن را بدست آورید.

$\sin 30^\circ = \frac{h}{d} \rightarrow h = 2/5$

$W_g = -mgh = -2 \times 10 \times 2/5 = -50 J$

ب) کار نیروی F و اصطکاک را بدست آورید.

$W_F = Fd\cos\theta = 15 \times 5 = 75 J$

$W_{f_k} = -f_k d = -20 J$

* در محاسبه کار نیروی وزن به تغییرات ارتفاع توجه می کنیم. اما کار نیروهایی مثل F و F_k به طول مسیر پیموده شده بستگی دارند.

کار و انرژی جنبشی:

قضیه کار و انرژی: کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی آن است یعنی:

$$W_t = \Delta k = k_2 - k_1$$

نکته 1: قضیه کار و انرژی فقط برای حرکت مستقیم نیست. کار نیروی خالص در هر مسیری و برای هر شتابی (ثابت یا متغیر) برابر با تغییرات انرژی جنبشی است.

نکته 2: مجموع کار نیروها به مسیر حرکت وابسته نیست و فقط به سرعت اول و آخر مسیر بستگی دارد.

تست 4. گلوله‌ای به جرم 0/5 kg را با سرعت اولیه $20 \frac{m}{s}$ تحت زاویه α نسبت به افق پرتاب می کنیم. اگر سرعت گلوله در بالاترین نقطه مسیر $10 \frac{m}{s}$ باشد. کار برآیند نیروها از لحظه پرتاب تا بالاترین نقطه مسیر چند ژول است؟

1) 75　　2) -75 ✓　　3) 150　　4) -150

$W_t = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}(10^2 - 20^2) = -75$

* اگر کار یک نیرو مثبت باشد انرژی جنبشی افزایش یافته است: $w_t > 0 \rightarrow k_2 - k_1 > 0 \rightarrow k_2 > k_1$

* اگر کار یک نیرو منفی باشد انرژی جنبشی کاهش یافته است: $w_t < 0 \rightarrow k_2 - k_1 < 0 \rightarrow k_2 < k_1$

پرسش: آیا می توانید موردی را بیان کنید که کار نیروی اصطکاک مثبت باشد؟

وضعی نگهدارنده - مثلاً می دهیم تا جعبه همراه آن جابجا شود، جسم تمایل دارد سُر بخورد و به عقب می لغزد اما اصطکاک آن را به جلو می راند پس اصطکاک هم جهت با جابجایی

تمرین 6. جسمی به جرم 2 kg بر سطح افقی ساکن است که تحت تأثیر نیروی افقی 10 N شروع به حرکت می کند و پس از 6 m جابجایی، تندی‌اش به $4\sqrt{3}\frac{m}{s}$ می رسد. نیروی اصطکاک وارد بر جسم را بدست آورید.

رسم شکل $W_F + W_{f_k} = K_2 - K_1$ $\quad Fd - f_k d = \frac{1}{2}mV^2 - 0$

$10 \times 6 - f_k \times 6 = \frac{1}{2} \times 2 \times 48 \longrightarrow f_k = 2$

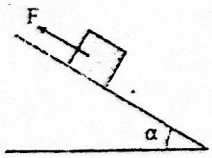
تست 5. انرژی جنبشی جسمی 20 J است. نیروی ثابت F هم‌راستا و هم‌سو با حرکت بر آن وارد می شود و پس از 10 m جابجایی انرژی جنبشی جسم به 32 J می رسد. F چند نیوتن است؟

1) 1/2 ✓ $\quad$ 2) 3/2 $\quad$ 3) 12/5 $\quad$ 4) 16

$Fd = K_2 - K_1 \quad F \times 10 = 32 - 20 \longrightarrow F = 1/2$

تست 6. در شکل روبرو نیروی F وزنه 200 N را با تندی ثابت $2\frac{m}{s}$ روی سطح شیبدار بالا می برد. اگر نیروی اصطکاک در برابر حرکت 30 N باشد. کار نیروی F در مدت 10 s چند ژول است؟ $(\sin\alpha = 0/6)$

1) 1100 $\quad$ 2) 6400 $\quad$ 3) 2400 $\quad$ 4) 3000 ✓



$d = Vt = 10 \times 2 = 20\,m$

تندی ثابت $\Delta K = 0$

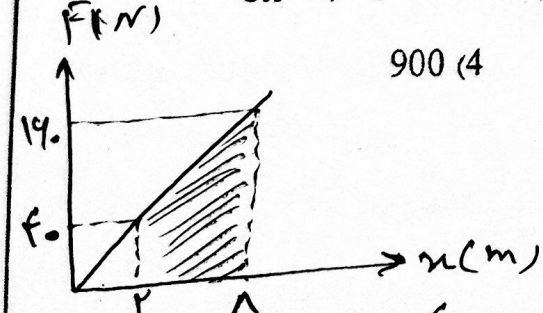
$W_{f_k} + W_{F_N} + W_g + W_F = K_2 - K_1$

$-f_k d + 0 - mgh + W_F = 0$

$-20 \times 20 - 200 \times 12 + W_F \longrightarrow W_F = 2800\,J$

تست 7. جسمی تحت تأثیر نیروی $F = 20x$ قرار گرفته و از حال سکون روی محور xها شروع به حرکت می کند. تغییر انرژی جنبشی جسم در طی جابجایی جسم از $x_1 = 2m$ تا $x_2 = 8m$ چند ژول است؟

1) 300 $\quad$ 2) 600 ✓ $\quad$ 3) 1200 $\quad$ 4) 900



نتیجه: سطح زیر نمودار F-x برابر کار نیروی F است.

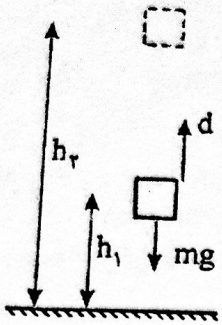
$W = -\left(\frac{160 + 40}{2}\right) \times 6 = 600\,J$

راه دوم $\quad \bar{F} = \frac{F_1 + F_2}{2}$

$W = K_2 - K_1 = 600$

$W = \bar{F} \times \Delta x$

انرژی پتانسیل گرانشی



جسمی به جرم m را از ارتفاع h_1 به ارتفاع h_2 از سطح زمین به سمت بالا می بریم. کار نیروی وزن را در این جابجایی حساب می کنیم.

$$w_{\text{وزن}} = mg(h_2 - h_1)\cos 180 = -(mgh_2 - mgh_1)$$

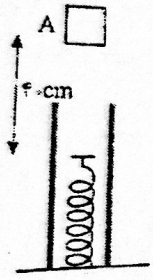
$$w_{\text{وزن}} = -\Delta u_{\text{گرانشی}}$$

نتیجه: کار نیروی وزن برابر منفی تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی است.

انرژی پتانسیل کشسانی:

کار نیروی فنر برابر منفی تغییرات انرژی پتانسیل کشسانی است. $w_{\text{فنر}} = -\Delta u_{\text{کشسانی}}$

تمرین 7: مطابق شکل جسمی به جرم 800 g از نقطه A رها می شود و پس از برخورد به فنر آن را حداکثر به اندازه 20 cm فشرده می کند. با صرفنظر از اتلاف انرژی؛



الف) بیشینه انرژی پتانسیل کشسانی فنر چند ژول است؟

ب) در لحظه‌ای که فنر به اندازه 10 cm فشرده می شود تندی وزنه $2\frac{m}{s}$ می رسد در این حالت انرژی پتانسیل کشسانی چند ژول است؟

$W_e + W_g = \Delta K = 0$ $\quad W_e = -mgh = -0.8 \times 10 \times 0.6 = -4.8$

$\Delta U_e = -W_e = 4.8$

ب) $W_e + mgh = \frac{1}{2}mv^2$ $\quad W_e + 0.8 \times 10 \times 0.5 = -\frac{1}{2} \times 0.8 \times 2^2 \rightarrow W_e = -2.4$

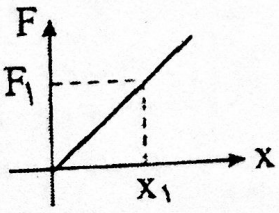
$\Delta U_e = 2.4\,J$

انرژی پتانسیل کشسانی فنر: در صورتی که یک فنر با سختی k را به اندازه x فشرده کنیم یا آن را بکشیم در این صورت انرژی صرف شده به صورت انرژی کشسانی در فنر ذخیره می شود که مقدار آن برابر با:

$$\bar{F} = \frac{F_0 + F_1}{2} = \frac{k(0) + kx}{2} = \frac{1}{2}kx$$

$$W = \bar{F}\Delta x \cos 0 = \frac{1}{2}kx \times x = \frac{1}{2}kx^2 \rightarrow \boxed{u_e = \frac{1}{2}kx^2}$$

نکته: می توان انرژی پتانسیل کشسانی را از سطح زیر نمودار $F_e - x$ بدست آورید.



$$u = s = \frac{F_1 x_1}{2} = \frac{1}{2}kx_1^2$$

نکته: انرژی ذخیره شده در فنر به صورت‌های زیر نیزقابل محاسبه است.

$P = FV$ 31 حواسم

تذکر: در فیزیک، سریع انجام گرفتن کار برحسب توان توصیف می شود، بنابراین توان یک ماشین معیاری برای توصیف کندتر یا سریع‌تر انجام گرفتن یک کار است.

نکته: اگر یک متحرک با تندی ثابت V در یک مسیر مستقیم حرکت کند، توان نیروی ثابت F که بر این متحرک وارد می شود برابر است با:

$$\begin{cases} W = Fd\cos\theta \\ d = Vt \end{cases} \Rightarrow P = \frac{W}{t} = \frac{FVt\cos\theta}{t} \Rightarrow P = FV\cos\theta$$

که θ زاویه بین نیروی F و جهت حرکت متحرک است.

- **بازده:**

هر سامانه‌ای فقط بخشی از انرژی ورودی (انرژی مصرفی سامانه) را به انرژی موردنظر ما تبدیل می کند. بنابراین تنها بخشی از انرژی ورودی قابل استفاده است که به آن انرژی خروجی یا کار مفید گفته می شود، نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی را بازده می نامیم.

$$\text{بازده برحسب درصد} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times 100$$

تذکر: معمولاً بازده هر سامانه را برحسب درصد بیان می کنند که همواره عددی کوچکتر از 100 است.

نکته: بازده را به صورت نسبت توان مفید به کل کار یا توان ورودی نیز تعریف می کنند.

$$\text{بازده برحسب درصد} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100$$

تست های انرژی جنبشی

60- انرژی جنبشی گلوله‌ای 4J و سرعت آن $4\ \frac{m}{s}$ است. سرعت آن را به چند $\frac{m}{s}$ برسانیم تا انرژی جنبشی آن 5J شود؟ (سراسری تجربی 84)

1) 5 2) 10 3) $5\sqrt{2}$ 4) $2\sqrt{5}$ ✓

$\frac{K_2}{5} = \frac{5}{4} = \left(\frac{V_2}{4}\right)^2$ $V_2 = 4 \times \frac{\sqrt{5}}{2} = 2\sqrt{5}$

61- راننده کامیونی با حذف مقداری بار، 25 درصد جرم کل کامیون را کم کرده و 20 درصد بر سرعت حرکت آن افزوده است، با این عمل انرژی جنبشی کامیون ... درصد ... می یابد. (تجربی 84 خارج)

1) 5، کاهش 2) 5، افزایش 3) 8، کاهش 4) 8، افزایش ✓

$\frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{3}{4}m_1}{m_1} \times \left(\frac{1/2V_1}{V_1}\right)^2 = \frac{3}{4} \times 1/44 = 1/08$

۴۵- به جسمی به جرم ۵kg که روی یک سطح افقی بدون اصطکاک ساکن است نیروی افقی F=۲N وارد می‌شود کار این نیرو در ثانیه دوم چند ژول است؟ a=F/m=۲/۵=۰/۴ خارج ۹۷ تجربی

۰/۶۱۱ ۱/۲ ۱/۸ ۲/۴

$\Delta x = \frac{1}{2}a(2t-1) = \frac{1}{2}(0.4)(2\times2-1) = 0.6$

$W = Fd = 2\times0.6 = 1.2$

62- جسمی در مسیر مستقیم با سرعت V در حال حرکت است. اگر سرعت این جسم $5\ \frac{m}{s}$ افزایش یابد، انرژی جنبشی آن 44 درصد افزایش می یابد. V چند متر بر ثانیه است؟ (تجربی 93 خارج)

5 (1 10 (2 20 (3 25 (4 ✓

$1.44 = \left(\frac{V+5}{V}\right)^2 \rightarrow 1.2 = \frac{V+5}{V} \rightarrow 0.2V = 5 \rightarrow V = 25$

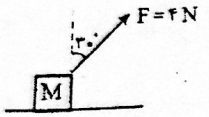
63- اگر سرعت متحرکی به جرم m به اندازه $5\ \frac{m}{s}$ افزایش پیدا کند، افزایش انرژی جنبشی آن $\frac{5}{4}$ انرژی جنبشی اولیه می شود. سرعت اولیه متحرک چند $\frac{m}{s}$ بوده است؟ (سراسری تجربی 95)

6/25 (1 10 (2 ✓ 15 (3 20 (4

$\frac{9}{4} = \left(\frac{V_1+5}{V_1}\right)^2 \quad \frac{V_1+5}{V_1} = \frac{3}{2} \quad V_1 + 5 = \frac{3}{2}V_1 \rightarrow V_1 = 10$

- **کار نیروی ثابت**

64- در شکل روبرو نیروی 4 نیوتونی بسته را روی سطح افقی با سرعت ثابت $2\ \frac{m}{s}$ جابجا می کند. کار این نیرو، در 10 ثانیه دوم حرکت برابر چند ژول است؟



4 (1 $4\sqrt{3}$ (2 40 (3 ✓ $40\sqrt{3}$ (4

$x = Vt = 20\ m$

$W = Fd\cos\theta = 4\times20\times\cos60 = 40$

65- جسمی به جرم 3 kg روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد. نیروی ثابت $\vec{F} = 15\vec{i} + 20\vec{j}$ (در SI) به جسم وارد می شود و جسم بر روی محور x، 10 متر جابجا می شود، کار نیروی F در این جابجایی چند ژول است؟ (سراسری ریاضی 93 خارج)

250 (1 200 (2 150 (3 ✓ 90 (4

66- با نیروی افقی 12 N جسمی به جرم 6 kg را بر سطح افقی، با تندی ثابت $1/5\ \frac{m}{s}$ می کشیم. پس از 4s کار نیروی واکنش سطح چند ژول می شود؟

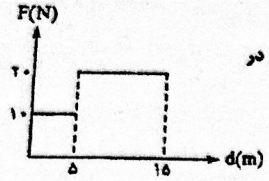
1) صفر 72 (2 -72 (3 ✓ -36 (4

$F - f_k = 0 \rightarrow f_k = F = 12\ N \quad x = Vt = 6\ m$

$W_{f_k} = -f_k d = -12\times6 = -72\ J$

نیروی واکنش سطح دو مولفه دارد چون F_N به جابجایی عمود است کار آن صفر است

67- شکل روبرو نمودار تغییرات نیروی وارد بر جسمی را برحسب جابجایی آن نشان می دهد. کاری که نیروی F در 15 m جابجایی انجام می دهد چند ژول است؟ (نیروی F هم جهت با جابجایی است).



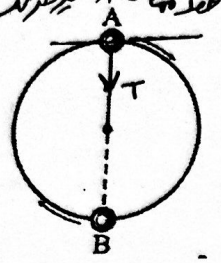
1) 225 2) 250 ✓ 3) 300 4) 350

$W_1 = 10 \times 5 = 50$

$W_2 = 20 \times 10 = 200$

$W_t = 250\,J$

68- گلوله‌ای به جرم 1 kg را به نخی به طول 0/5 m می بندیم و مانند شکل آن را در سطح قائم می چرخانیم. کار نیروی کشش نخ از A تا B چند ژول است؟



1) 5 2) 20 3) 10 4) صفر ✓

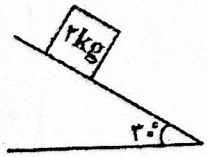
$W = T d \cos 90 = 0$

69- کار نیروی $\vec{F} = 2\vec{i} - 2\sqrt{2}\vec{j}$، برای جابجایی $\vec{d} = 5\sqrt{2}\vec{i} - 5\vec{j}$ چند ژول است؟

1) صفر 2) $10\sqrt{2}$ 3) $20\sqrt{2}$ ✓ 4) 20

$W_F = W_{Fx} + W_{Fy} = F_x d_x + F_y d_y = 2 \times 5\sqrt{2} + (-2\sqrt{2} \times (-5)) = 20\sqrt{2}$

70- در سطح شیبدار مقابل، بسته با سرعت ثابت $2\frac{m}{s}$ بر روی سطح شیبدار به سمت پایین در حال حرکت است. کار نیروی عکس‌العمل سطح در هر ثانیه برابر چند ژول است؟ (سراسری ریاضی 83 خارج)



1) 10 2) -10 3) -20 ✓ 4) 20

$W_R = W_{f_k} + W_N$

$W_{f_k} = -W_g$

71- جسمی به جرم 2 kg روی سطح شیبداری که با سطح افقی زاویه 30° می سازد به طور آزاد با سرعت ثابت لغزیده و به اندازه 2 m جابجا می شود. کار نیروی اصطکاک در این جابجایی در SI کدام است؟ (سراسری ریاضی 94)

$h = 1\,m$

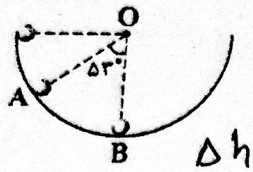
1) $-20\sqrt{3}$ 2) -20 ✓ 3) -10 4) $-10\sqrt{3}$

$W_g + W_{f_k} = \Delta K = 0$

$W_{f_k} = -W_g = -mgh = -2 \times 10 \times 1 = -20\,J$

- **محاسبه کار نیروی وزن:**

72- جسم m به جرم 100 g درون نیمکره صیقلی به قطر 60 cm به پایین می لغزد. کار نیروی وزن جسم در جابجایی از A تا B چند ژول است؟ $(\sin 37 = 0/6)$ (تجربی 78)



1) 0/12 ✓ 2) 0/18 3) 1/2 4) 1/8

$\Delta h = R - R\cos\theta = ۰/۳ - ۰/۳ \times ۰/۶ = ۰/۱۲$

$W_g = mg\Delta h = ۰/۱ \times ۱۰ \times ۰/۱۲ = ۰/۱۲ J$

73- شخصی درون یک آسانسور قرار دارد، وزنه‌ای به جرم 2 kg را کف دستش نگه داشته است و آسانسور با شتاب $3\ \frac{m}{s^2}$ و حرکت تندشونده تا ارتفاع h بالا می رود. کار نیروی گرانشی برابر W و کاری که دست روی وزنه انجام می دهد W' است نسبت $\frac{W'}{W}$ کدام است؟ (سنجش 91)

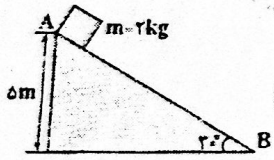
1) صفر 2) 0/7 3) 1 4) 1/3 ✓

$W_g = -mgh = -۱۰mh$

$F = m(g+a) = ۱۳m \quad W' = ۱۳mh$

$\frac{W'}{W} = ۱/۳$

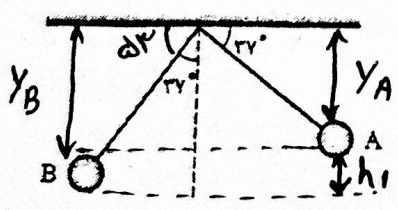
74- اگر در سطح شیبدار روبرو اندازه نیروی اصطکاک برابر یک دهم نیروی وزن جسم باشد و جسم از نقطه A به B برسد، کار نیروی جاذبه روی جسم در این جابجایی چند ژول است؟



1) 40 2) 50 3) 60 4) 100 ✓

$W_g = ۲ \times ۱۰ \times ۵ = ۱۰۰$

75- آونگی به طول 1 m و جرم وزنه 0/5 kg از نقطه A رها می شود و در طرف مقابل تا نقطه B می رود. کار نیروی وزن در جابجایی از A تا B چند ژول است؟



1) 1 ✓ 2) -1 3) 2 4) -2

$\sin 37 = \frac{y_A}{OA} \rightarrow y_A = ۰/۶$

$\sin 53 = \frac{y_B}{OA} \rightarrow y_B = ۰/۸$

$h_1 = ۰/۸ - ۰/۶ = ۰/۲$

$h_2 = ۰$

$W_{mg} = -\Delta U = -mg\Delta h = -۰/۵ \times ۱۰ (۰ - ۰/۲) = ۱J$

یا $W_{mg} = +mg\Delta h$

- قضیه کار و انرژی:

76- جسمی با سرعت $10\frac{m}{s}$ در جهت مثبت محور x حرکت می کند و انرژی جنبشی آن 100 J است. پس از مدتی سرعت این جسم تغییر کرده و در جهت منفی محور x به $20\frac{m}{s}$ می رسد. کار برآیند نیروهای وارد بر جسم در این مدت چند ژول است؟ (تجربی 80)

1) -500 2) -300 3) 300 ✓ 4) 500

77- گلوله‌ای به جرم 100 g با سرعت $20\frac{m}{s}$ به یک دیوار برخورد می کند و با 10 cm فرو رفتن در آن متوقف می شود. متوسط نیرویی که دیوار بر گلوله وارد می کند چند نیوتن است؟

1) 800 2) 400 3) 200 ✓ 4) 100

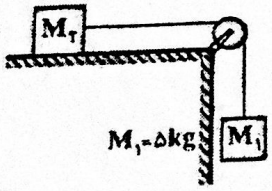
78- جسمی به جرم 4 kg از ارتفاع 20 متری رها می شود و با تندی $15\frac{m}{s}$ به سطح زمین می رسد. کار نیروی مقاومت هوا در این حرکت برحسب ژول کدام است؟

1) -450 2) -350 ✓ 3) 350 4) 450

79- نیروی افقی 100 N جسمی به جرم 50 kg را روی یک سطح افقی از حال سکون به حرکت در می آورد. اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت 50 N باشد کار نیروی خالص وارد بر جسم در مدت 8 s چند ژول است؟

1) 1200 2) 400 3) 800 4) 1600 ✓

80- در شکل روبرو، جرم نخ و قرقره و اصطکاک ناچیز است. دستگاه از حال سکون به حرکت در می آید و پس از 0/8 m جابجایی انرژی جنبشی وزنه m_1 به 10 J می رسد. جرم وزنه m_2 چند کیلوگرم است؟



1) 5 2) 10 3) 15 ✓ 4) 20

81

گلوله‌ای از ارتفاع h رها می‌شود. این گلوله با سرعت V از ارتفاع ۹ متری زمین عبور می‌کند و با سرعت $\frac{۳}{۴}V$ به زمین می‌رسد. h چند متر است؟ (از مقاومت هوا صرف‌نظر شود و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

۱) ۱۶٫۲ ✓ ۲) ۱۸ ۳) ۲۲٫۴ ۴) ۳۶

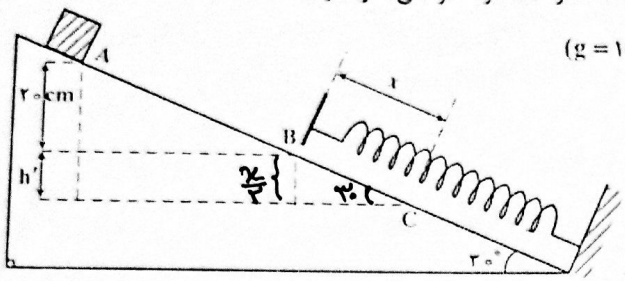
$\frac{۹}{۴}V^۲ - V^۲ = ۲gx۹ \rightarrow V = ۱۲$

$۱۲^۲ - ۰ = ۲x۱۰x\Delta y_۱ \rightarrow \Delta y_۱ = ۷٫۲m$

$h = ۷٫۲ + ۹ = ۱۶٫۲m$

84

جسمی به جرم ۲ کیلوگرم روی سطح شیبدار با اصطکاک ناچیز به سمت پایین می‌لغزد و با سرعت $۲\frac{m}{s}$ از نقطهٔ A عبور کرده و در نقطهٔ B به فنر برخورد می‌کند. اگر حداکثر فشردگی فنر x و بیشینهٔ انرژی ذخیره شده در فنر ۱۰ ژول باشد، x چند سانتی‌متر است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۱) ۱۰ $E_C = E_A$

۲) ۲۰ ✓

۳) ۳۰ $U_e = mgh + \frac{۱}{۲}mV^۲$

۴) ۴۰

$h = h' + ۰٫۲ = \frac{x}{۲} + ۰٫۲$

$۱۰ = ۲۰(۰٫۲ + \frac{x}{۲}) + \frac{۱}{۲} x ۲x۴$

$x = ۰٫۲m = ۲۰cm$

95

- گلوله‌ای به جرم ۲۰۰g از ارتفاع h رها می‌شود. اگر کل کار انجام شده روی گلوله در ثانیهٔ آخر حرکت برابر ۷۰J باشد، h چند متر است؟ (از مقاومت هوا صرف‌نظر شود و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

۱) ۳۵ ۲) ۴۵ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰ ✓

) ۵m

) ۱۵m $W_{mg} = +mgh$

) ۲۵m $۷۰ = ۰٫۲x۱۰xh \rightarrow h = ۳۵m$

) ۴۵m

105

یک پمپ آب در هر ساعت ۲۵۲ تن آب را تا ارتفاع ۱۲ متر بالا می‌کشد. اگر بازده پمپ ۸۰ درصد باشد، توان پمپ چند کیلووات است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

۱) ۷٫۵ ۲) ۸ ۳) ۸٫۴ ۴) ۱۰٫۵ ✓

$P_{out} = \frac{mgh}{t} = \frac{۲۵۲x۱۰^۳x۱۰x۱۲}{۳۶۰۰} = ۸۴۰۰$

$Ra = \frac{P_{out}}{P_{in}} x۱۰۰ \qquad ۸۰ = \frac{۸۴۰۰۰}{P_{in}} \rightarrow P_{in} = ۱۰٫۵kW$

81- در شکل دستگاه از حال سکون شروع به حرکت می کند. پس از این که هریک از وزنه‌ها به اندازه cm 40 جابجا شده‌اند، انرژی جنبشی دستگاه چند ژول می شود؟ $(m_1 = 4\,kg, m_2 = 3\,kg)$ (سنجش 92)

1) 4 ✓ 2) 8 3) 16 4) 12

$W_t = \Delta K$

$W_{m_1 g} + W_{m_2 g} = K - K_0$

$m_1 g h - m_2 g h = K \quad (4-3)\times 10 \times 0/4 = K \quad K = 4$

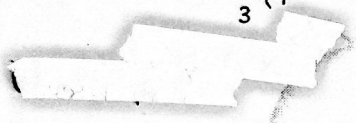
82- در راستای قائم جسمی به جرم m را از نقطه A به نقطه B می بریم و کار نیروی جاذبه در این جابجایی 20J- است. اگر انرژی پتانسیل گرانشی جسم در نقطه B برابر 30 J باشد، انرژی پتانسیل آن در نقطه A چند ژول است؟

1) 10- 2) 10 ✓ 3) 50 4) 70

$\Delta U = -W_{mg} \rightarrow 30 - U_A = +20 \rightarrow U_A = 10$

83- شخصی با طناب سبکی، جسمی به جرم m را با شتاب ثابت $\frac{g}{4}$ از حال سکون از سطح زمین بالا می برد. هنگامی که جسم به ارتفاع h می رسد کاری که شخص انجام داده است، چند برابر انرژی پتانسیل گرانشی جسم در آن ارتفاع است؟ (ریاضی 76)

1) $\frac{3}{2}$ 2) $\frac{5}{4}$ 3) $\frac{4}{5}$ 4) $\frac{4}{3}$



$F - mg = ma \xrightarrow{a = g/4} F = \frac{5}{4} mg$

$W_F = F h \cos\alpha = \frac{5}{4} mgh$

$\frac{W_F}{U_A} = \frac{5}{4} \frac{mgh}{mgh} = 5/4$

84- طول عادی فنری 35 cm است. با اعمال نیرویی به انتهای فنر طول آن به 40 cm می رسد. اگر انرژی پتانسیل کشسانی فنر 0/5 J باشد، ثابت فنر چند $\frac{N}{m}$ است؟

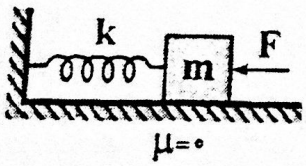
1) 400 ✓ 2) 480 3) 500 4) 580

$U = \frac{1}{2} K \Delta x^2$

$0/5 = \frac{1}{2} K \times 0/05^2 \rightarrow K = 400$

85- در شکل زیر نیروی F را به تدریج افزایش داده‌ایم و مقدار آن را از صفر به P می رسانیم. در این عمل فنر به اندازه Δ نسبت به وضعیت عادی تغییر طول می دهد، کار نیروی F برابر:((ریاضی80خارج)

1) $\frac{1}{2} k\Delta$ 2) $k\Delta$ 3) $\frac{1}{2} P\Delta$ ✓ 4) $P\Delta$

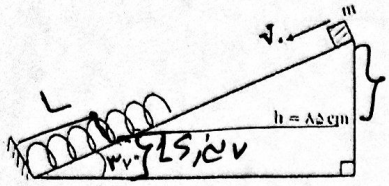


$\bar{F} = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{0 + P}{2} = \frac{P}{2}$

$W_F = \bar{F} \Delta x \cos\alpha = \bar{F}\Delta = \frac{P\Delta}{2}$

دشوار

83- در شکل زیر وزنه ای به جرم m با سرعت اولیه $V_0=4m/s$ مماس با سطح بدون اصطکاک رو به پایین پرتاب می شود. اگر بیشترین انرژی پتانسیل کشسانی فنر در این برخورد 1/8 انرژی جنبشی اولیه وزنه باشد حداقل طول فنر به چند cm میرسد؟($g=10m/s^2$, $\sin37=0/6$) (ریاضی97)



35(4 ✓ 30(3 25(2 20(1

$U_{فنر}=K_0+U_0$

$\frac{1}{8}K_0=K_0+mgh$

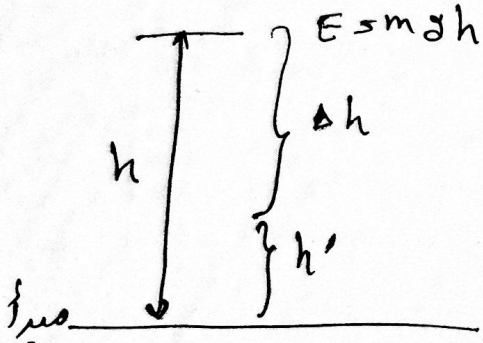
$\frac{1}{8}\times\frac{1}{2}\times m\times 16=m\times 10\times\frac{(85-L\sin37)}{100}$

$64=85-76L \rightarrow L=\frac{21}{76}=20cm$

L طول عادی فنر و حداقل فشرده است.

85- -گلوله ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع hرها می شود و پس از طی ارتفاع Δh، انرژی جنبشی آن با $\frac{1}{4}$ انرژی پتانسیل گرانشی آن برابر می شود. $\frac{\Delta h}{h}$ چقدر است؟ (مبدا پتاسیل سطح زمین است و مقاومت هوا ناچیز است).

ریاضی 97خارج



$E=mgh$

$\frac{4}{5}$(4 $\frac{3}{4}$(3 $\frac{1}{4}$(2 $\frac{1}{5}$(1 ✓

$E'=K'+U'=\frac{1}{4}U'+U'=\frac{5}{4}U'=\frac{5}{4}mgh'$

$mgh=\frac{5}{4}mgh' \rightarrow h'=\frac{4}{5}h$

$\frac{\Delta h}{h}=\frac{h-\frac{4}{5}h}{h}=\frac{1}{5}$

105-گلوله ای به جرم 200g با سرعت اولیه 30m/s در راستای قائم رو به بالا پرتاب می شود. مقاومت هوا باعث می شود 10J از انرژی گلوله تا رسیدن به اوج تلف شود. اگرمقاومت هوا وجود نمی داشت گلوله چند متر بالاتر می رفت؟ $g=10m/s^2$ تجربی97

$E_1=\frac{1}{2}mV^2=\frac{1}{2}\times 0/2\times 900=90$ 20(4 15(3 10(2 ~~15~~(1

$E_2=E_1-10=80J$

$E_2=mgh$

$80=0/2\times 10\times h \rightarrow h=40$

$h'=\frac{30^2}{20}=45m$

$\Delta h=5m$

پایستگی انرژی مکانیکی:

86- وزنه‌ای به جرم 500 g تحت زاویه 37° نسبت به افق از سطح زمین پرتاب می شود. اگر سرعت اولیه پرتاب $10\frac{m}{s}$ باشد، انرژی مکانیکی وزنه در بالاترین نقطه از مسیر چند ژول است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$ و $\cos 37 = 0/8$ و مقاومت هوا ناچیز است) (ریاضی 85 خارج)

1) 16 2) 25 ✓ 3) 32 4) 50

$E_2 = E_1 = K_1 = \frac{1}{2}mV_1^2 = \frac{1}{2} \times 0/5 \times 10^2 = 25$

87- گلوله‌ای در شرایط خلأ از سطح زمین با سرعت اولیه $30\frac{m}{s}$ در امتداد قائم روبه بالا پرتاب می شود. در چند متری سطح زمین انرژی جنبشی گلوله نصف انرژی پتانسیل گرانشی است؟ (تجربی 89)

1) 15 2) 20 3) 30 ✓ 4) 35

$K_1 = U_2 + \frac{1}{2}U_2 \qquad \frac{1}{2}mV_1^2 = \frac{3}{2}mgh$

$h = 30$

88- گلوله‌ای از ارتفاع 20 متری سطح زمین با سرعت اولیه $4\frac{m}{s}$ در راستای قائم رو به پایین پرتاب می شود. انرژی جنبشی این گلوله بعد از 4 m پایین آمدن، چند برابر می شود؟ (مقاومت هوا ناچیز) (تجربی 92 خارج)

1) 3 2) 4 3) 5 4) 6 ✓

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

$V_2^2 - V_1^2 = +2g\Delta y \longrightarrow V_2^2 - 4^2 = 2 \times 10 \times 4 \qquad V_2 = \sqrt{96}$

$\frac{K_2}{K_0} = \frac{V_2^2}{V_0^2} = \left(\frac{\sqrt{96}}{4}\right)^2 = \frac{96}{16} = 6$

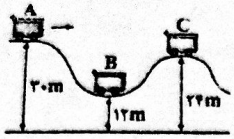
* از پایستگی انرژی نیز سرعت گلوله در نقطه A به دست می آید

89- جسم A به جرم m از ارتفاع 10 m زمین و جسم B به جرم 2 m از ارتفاع 20 متری زمین رها می شوند انرژی جنبشی جسم B در لحظه رسیدن به زمین چند برابر انرژی جنبشی جسم A در لحظه رسیدن به زمین است؟ (از مقاومت هوا صرفنظر شود) (ریاضی 88 خارج)

1) 1 2) 2 3) 4 ✓ 4) $\frac{1}{4}$

$\frac{K_B}{K_A} = \frac{U_B}{U_A} = \left(\frac{2m}{m}\right) \times \left(\frac{20}{10}\right) = 4$

90- در شکل زیر، اصطکاک ناچیز است و ارابه بدون سرعت اولیه از A رها می شود نسبت سرعت ارابه در حالت B به سرعت آن در حالت C کدام است؟ (ریاضی 91)

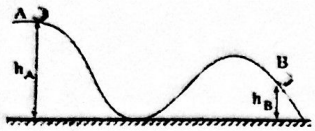


1) 2 2) 3 3) $\sqrt{2}$ 4) $\sqrt{3}$ ✓

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

$\begin{cases} V_B = \sqrt{2g \times 18} \\ V_C = \sqrt{2g \times 6} \end{cases}$ $\frac{V_B}{V_C} = \sqrt{3}$

91- جسمی به جرم 200 g مطابق شکل از A رها می شود و با سرعت $4\ \frac{m}{s}$ از B عبور می کند انرژی پتانسیل گرانشی جسم در B چند ژول کمتر از انرژی پتانسیل آن در A است؟ (سطح بدون اصطکاک) (سنجش 88)

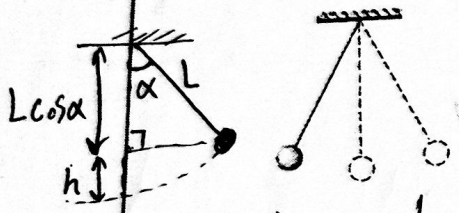


1) 0/4 2) 1/6 ✓ 3) 4 4) h_A و h_B باید معلوم باشد.

مقدار کاهش انرژی پتانسیل برابر مقدار افزایش انرژی جنبشی است

$|\Delta U| = |\Delta K| = \frac{1}{2} m V_B^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}2 \times 4^2 = 1{,}6\ J$

92- آونگی به طول 1/6 m در حال نوسان است. وقتی گلوله آونگ از پایین‌ترین نقطه مسیر می گذرد، سرعتش $4\ \frac{m}{s}$ است. زاویه راستای نخ با خط قائم وقتی گلوله به بالاترین نقطه مسیر می رسد چند درجه است؟ (ریاضی 87 خارج)

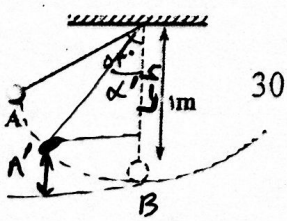


1) 45 2) 30 3) 60 ✓ 4) 90

$\frac{1}{2} m V_A^2 = mgh \rightarrow h = 0{,}8\ m$

$L = L\cos\alpha + h \quad 1{,}6 = 1{,}6\cos\alpha + 0{,}8 \quad \cos\alpha = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha = 60°$

93- گلوله آونگ از نقطه A رها می شود و باسرعت V از پایین‌ترین نقطه مسیر می گذرد. هنگامی که سرعت گلوله به $\frac{\sqrt{2}}{2} V$ می رسد، زاویه نخ با راستای قائم چند درجه است؟ (از مقاومت هوا صرفنظر شود $g = 10$، $\cos 53 = 0/6$) (ریاضی 93)



1) 60 2) 45 3) 37 ✓ 4) 30

$mg\Delta h = \frac{1}{2} m V_B^2 \quad V_B = \sqrt{2g\Delta h}$

$V_B = \sqrt{2gL(1-\cos\alpha)} = \sqrt{2 \times 10 \times 1 (1 - \cos 60°)} = 2\sqrt{5}\ m/s$

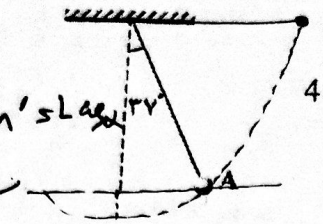
$V_{A'} = \sqrt{\frac{2}{5}} V_B = \sqrt{\frac{2}{5}} \times 2\sqrt{5} = 2$

$K_{A'} + U_{A'} = K_B \quad \frac{1}{2} \times 2^2 + 10 \times h = \frac{1}{2} \times (2\sqrt{5})^2 \rightarrow h = 1/5$

$\cos\alpha' = \frac{L-h}{L} = \frac{1-1/5}{1} = 4/5 = 0/8$

کمترین سرعت A را بقدر لازم تا بیشترین سرعت در A صفر باشد

94- مطابق شکل آونگی به طول 1/25 متر با سرعت V از وضعیت نشان داده (نقطه A) عبور می کند. کمترین مقدار V چند $\frac{m}{s}$ باشد تا ریسمان بتواند به وضعیت افقی برسد؟ (از مقاومت هوا صرفنظر شود $\sin 37 = 0/6$) (تجربی 93)



1) 2 ✓ 2) $2\sqrt{5}$ 3) $\sqrt{5}$ 4) 4

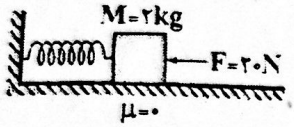
$h' = L\cos\alpha$

سطح پتانسیل مبنا $U=0$

$K_A + U_A = K_{A'} + U_{A'} \quad \frac{1}{2}mV_A^2 = mgh'$

$V_A = \sqrt{2gh'} = \sqrt{2gL\cos\alpha} = \sqrt{2\times10\times1/25\times0/8} = 2\sqrt{2}$

95- در شکل نشان داده شده، فنر به اندازه 5 cm فشرده شده و وزنه روی سطح افقی بدون اصطکاک در حال سکون است. اگر در یک لحظه نیروی F حذف شود بیشترین سرعت وزنه چقدر است؟ (تجربی 80)

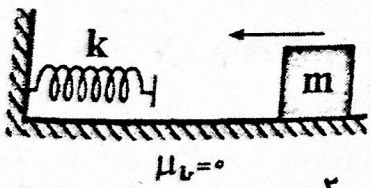


1) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ✓ 2) $\frac{1}{2}$ 3) $\sqrt{2}$ 4) 2

$F = Kx \rightarrow 20 = K\times0/05 \rightarrow K = 400\ N/m$

$\frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}Kx^2 \quad 2V^2 = 400(0/05)^2 \quad V = \sqrt{2}/2$

96- بسته‌ای با سرعت $20\ \frac{m}{s}$ به فنری با جرم ناچیز برخورد کرده و آن را حداکثر x سانتیمتر فشرده می کند زمانی که فنر نیمی از فشردگی حداکثر خود را دارد سرعت بسته به چند $\frac{m}{s}$ می رسد؟ (تجربی 83 خارج)



1) 10 2) $10\sqrt{3}$ ✓ 3) 5 4) $5\sqrt{3}$

$\frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{2}mV^2$

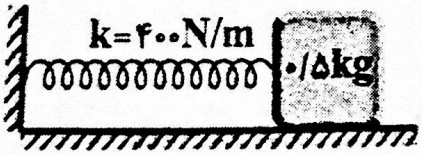
$\frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}Kx'^2 + \frac{1}{2}mV'^2 \xrightarrow{x'=x/2} \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{4}(\frac{1}{2}mV^2) + \frac{1}{2}mV'^2$

$3/4V^2 = V'^2 \quad V' = \sqrt{3/4}\times20 = 10\sqrt{3}$

$K = \frac{1}{4}(K+K')$

$3/4K = K'$

97- در شکل سطح بدون اصطکاک و طول عادی فنر 30 cm و جرم آن ناچیز است. وزنه را به فنر تکیه داده و فشار می دهیم تا طول فنر به 20 cm برسد. اگر در این حالت بدون سرعت اولیه وزنه را رها کنیم، بیشترین سرعت وزنه تا لحظه جدا شدن از فنر چند $\frac{m}{s}$ است؟ (تجربی 94)



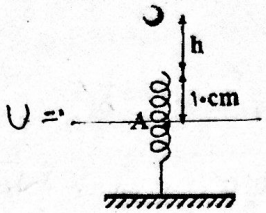
1) $2\sqrt{2}$ ✓ 2) 2 3) 4 4) $4\sqrt{2}$

$\frac{1}{2}K(\Delta x)^2 = \frac{1}{2}mV^2$

$\frac{1}{2}\times400\times(0/1)^2 = \frac{1}{2}\times0/5\times V^2 \rightarrow V^2 = 8 \rightarrow V = 2\sqrt{2}\ m/s$

98- گلوله‌ای به جرم 200g از ارتفاع h بالای یک فنر قائم که ثابت آن $440\ \frac{N}{m}$ است، رها می شود و پس از برخورد به فنر و فشرده کردن آن، تا نقطه A پایین می آید. اگر گلوله از ارتفاع 2h از بالای فنر رها شود، سرعتش در همان نقطه A چند $\frac{m}{s}$ خواهد شد؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$ از اتلاف انرژی صرفنظر شود.) (ریاضی 94)

1) $2\sqrt{2}$ 2) $2\sqrt{5}$ ✓ 3) 2 4) 20



$mg(h+x) = \frac{1}{2}kx^2$

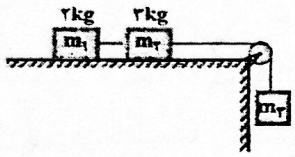
$2\times10(h+0.1) = \frac{1}{2}\times440\times0.1^2 \rightarrow h = 1m$

$mg(2h+x) = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 \rightarrow v = 2\sqrt{5}$

راه دوم: اگر گلوله را h متر بالاتر از اولیه ببریم، انرژی مکانیکی آن به اندازه mgh افزایش می‌یابد که این افزایش انرژی، در نهایت تبدیل به انرژی جنبشی در (۲) می‌شود

$mgh = \frac{1}{2}mv_2^2 \rightarrow v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\times10\times1} = 2\sqrt{5}$

99- در شکل مقابل وزنه m_3 از حال سکون رها می شود. اگر تا لحظه ای که وزنه m_3، 90cm پایین می آید مجموع انرژی جنبشی دو وزنه m_1 و m_2 روی سطح افقی به 22/5 J برسد m_3 چند کیلوگرم است؟ ($g=10m/s^2$ و کلیه اصطکاک ها و جرم نخ و قرقره ناچیز است.) (تجربی 95)



1) 4 2) 5 ✓ 3) 8 4) 10

$K_1 + K_2 = 22/5$

$\frac{1}{2}\times2v^2 + \frac{1}{2}\times5v^2 = 22/5 \rightarrow v^2 = 9 \rightarrow v = 3$

$|\Delta U| = |\Delta K| \rightarrow m_3 g\Delta h = \frac{1}{2}(m_1+m_2+m_3)v^2 - 0$

$m_3 \times10\times0.9 = \frac{1}{2}(2+5+m_3)3^2 \rightarrow m_3 = 5$

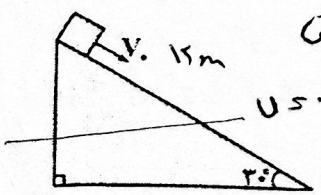
- تغییر انرژی مکانیکی در اثر نیروهای تلف کننده:

$2m_3 = m_3 + 5$

100- جسمی به جرم 2 kg مطابق شکل با سرعت اولیه $5\ \frac{m}{s}$ مماس بر سطح روبه پایین پرتاب می کنیم. اگر سرعت جسم پس از 12 m جابجایی روی سطح به $8\ \frac{m}{s}$ برسد، کار نیروی اصطکاک چند ژول است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$) (ریاضی 85- تجربی 92)

راه دوم ساده‌تر - بدون انرژی

1) -42 2) -45 3) -63 4) -81



$W_{f_k} + W_{mg} = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

$\Delta h = d\sin30 = 12\times\frac{1}{2} = 6m$

$W_{f_k} + 2\times10\times6 = \frac{1}{2}\times2(8^2 - 5^2) \rightarrow W_{f_k} = 39 - 120 = -81J$

راه دوم

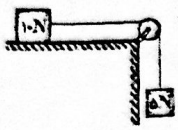
$W_{f_k} = E_2 - E_1$

$W_{f_k} = K_2 - (K_1 + U_1) = 8^2 - (5^2 + 2\times10\times6) = -81$

101- جسمی به جرم 2 kg را از پایین سطح شیبداری که با افق زاویه 30 می سازد با سرعت اولیه $5\frac{m}{s}$ مماس با سطح روبه بالا پرتاب می کنیم. جسم روی سطح به اندازه 2 m بالا می رود و سپس به نقطه پرتاب برمی گردد. کار نیروی اصطکاک در این مسیر رفت و برگشت چند ژول است؟(ریاضی86خارج)

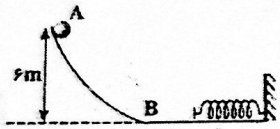
1) صفر 2) -5 3) -10 4) -20

102- در شکل مقابل سیستم از حال سکون رها می شود و بعد از 2 m جابجایی مجموع انرژی جنبشی وزنه‌ها به 8 J می رسد. ضریب اصطکاک سطح افقی چقدر است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$ و جرم نخ و قرقره و اصطکاک آنها ناچیز است) (ریاضی 85 خارج)



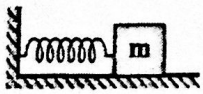
1) 0/1 2) 0/2 3) 0/3 4) 0/4

103- گلوله‌ای به جرم 200 g از نقطه A رها می شود و پس از برخورد به فنری در سطح افقی آن را متراکم می کند. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر AB برابر 2J- باشد و سطح افقی بدون اصطکاک باشد. حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی فنر چند ژول خواهد شد؟ (تجربی 86)



1) 1 2) 8 3) 10 4) 12

104- جسمی به جرم یک کیلوگرم را به فنری با ضریب سختی $500\frac{N}{m}$ متصل کرده و فنر را در سطح افقی به اندازه 10 cm فشرده می کنیم و از آن نقطه بدون سرعت اولیه جسم را رها می کنیم سرعت جسم در لحظه عبور از نقطه‌ای که فنر طول عادی خود را دارد چند $\frac{m}{s}$ است؟ ($\mu_k = 0/5 \ , g = 10$) (ریاضی 87)



1) 2 2) 6 3) $2\sqrt{2}$ 4) $2\sqrt{6}$

۱۰۶- گنوه ۱ ریاضی ۲۰۰۹

• محاسبه توان:

10- اتومبیلی به جرم 900 kg در یک جاده افقی روی خط راست از حال سکون شروع به حرکت می کند و پس از 10 s سرعت آن به $72\frac{km}{h}$ می رسد. توان متوسط اتومبیل چند kw است؟ (نیروی مقاوم در مقابل حرکت اتومبیل را نادیده بگیرید) (ریاضی 81)

1) 9 2) 18 ✓ 3) 30 4) 36

$W_F = \frac{1}{2}900(20^2-0) = 180000$

$\bar{P} = \frac{180000}{10} = 18KW$

راه دوم $v = at+v_0 \rightarrow 20 = 2a$

$F = ma = 1800$

$P = F\bar{v} = 1800 \times 10 = 18000$

10- پمپ یک ماشین آتش‌نشانی در دقیقه 75 kg آب را با سرعت $20\frac{m}{s}$ از دهانه لوله به خارج می فرستد. توان مفید پمپ برحسب kw برابر با:

1) 0/25 ✓ 2) 1/5 3) 2/5 4) 3

$W = \frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2) = \frac{1}{2}\times 75\times 20^2 = 15000J$

توان پمپ $P = W/t = \frac{15000}{60} = 250 = 0/25KW$

10- اتومبیلی به جرم 900kg در یک جاده افقی روی خط راست از حال سکون شروع به حرکت می کند و پس از 10s تندی آن به 72km/h می رسد. توان متوسط آن چند کیلو وات است؟(نیروی مقاوم ناچیز است)

1) 9 2) 18 3) 30 4) 36 (ریاضی 81)

نگرانیم

۱۰۸- آسانسوری با تندی ثابت 5نفر مسافر را در 2 دقیقه تا ارتفاع 30m بالا می برد. اگر جرم متوسط هر مسافر 70kg باشد و جرم آسانسور 1050kg باشد توان متوسط موتور آسانسور چند کیلووات است؟

1) 0/875 2) 3/5 3) 420 4) 2/8

$m = 5\times 70 + 1050 = 1400$

$P = \frac{1400\times 10\times 30}{2\times 60} = 3500 = 3/5$

109-کامیونی به جرم 2 تن با تندی ثابت 20m/s در یک جاده افقی در حرکت است. اگر توان مصرفی کامیون بر علیه نیروهای مقاوم 12kw باشد کل نیروهای مقاوم در برابر حرکت کامیون چند نیوتن است؟

1) 120 2) 240 3) 480 4) 600 ✓

$P = FV \quad 12000 = F \times 20 \rightarrow F = 600\,N$

چون سرعت ثابت نیروی مقاوم برابر ۶۰۰N است

- بازده:

110- توان مصرفی یک موتور الکتریکی 400 w و بازده آن 75٪ است. در هر دقیقه چند کیلوژول انرژی الکتریکی در آن به انرژی گرمایی تبدیل می شود؟ (ریاضی 73)

1) 1/44 2) 4 3) 4/32 4) 6 ✓

$Ra = \frac{P_{مفید}}{P_{ورودی}} \times 100 \quad \frac{75}{100} = \frac{P_{مفید}}{400} \quad P_{مفید} = 300\,W$

$P_{تلفشده} = 400 - 300 = 100 \quad P_{تلفشده} = \frac{E_{تلفشده}}{t} \quad E_{تلفشده} = 100 \times 60 = 6\,KJ$

111- توان یک تلمبه برقی 2 kw و بازده آن 95٪ است. این تلمبه در هر دقیقه چند کیلوگرم آب را از عمق 9/5 m بالا می آورد؟ (تجربی 73)

1) $1/2 \times 10^4$ 2) $1/2 \times 10^3$ ✓ 3) 200 4) 20

$\frac{95}{100} = \frac{P_{مفید}}{2000} \rightarrow P_{مفید} = 1900\,W$

$1900 = \frac{m \times 10 \times 9/5}{60} \rightarrow m = 1200\,kg$

112- یک ماشین برای بالا بردن یک جسم 2 kg از سطح زمین به ارتفاع معین 100 J انرژی مصرف کرده است. اگر جسم از این ارتفاع در شرایط خلأ سقوط کند و سرعت آن هنگام رسیدن به زمین $4\sqrt{5}\frac{m}{s}$ باشد، بازده ماشین کدام است؟ (ریاضی 76)

1) 0/7 2) 0/75 3) 0/8 ✓ 4) 0/85

$W_{مفید} = \Delta K$ کار مفید انجام شده برروی جسم برابر انرژی جنبشی آن هنگام رسیدن به زمین است

$Ra = \frac{W_{مفید}}{W_{کل}} \times 100 = \frac{80}{100} \times 100 = 80\% = \%80$