

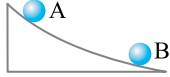
کار نیروی وزن

۱۰- شخصی به جرم 10 kg از پلکان ساختمانی به اندازه‌ی 5° متر بالا می‌رود و دوباره به محل اولیه برمی‌گردد. کار نیروی وزن این شخص

چقدر است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

- (۱) صفر (۲) 3000 J (۳) 6000 J (۴) 15000 J

۱۱- در شکل زیر جسمی روی سطح شیب‌دار از نقطه‌ی A به سمت پایین پرتاب می‌شود و به B می‌رسد. کار نیروی وزن در این جابه‌جایی چگونه است؟



(۱) اگر تندی ثابت باشد، صفر می‌شود.

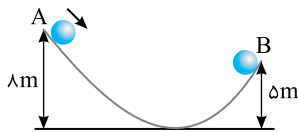
(۲) مقدار ثابتی است و به نوع حرکت بستگی ندارد.

(۳) همواره منفی است.

(۴) اگر اصطکاک ناچیز باشد، بیشینه است.

۱۲- گلوله‌ای به جرم 400 g از نقطه‌ی A به حرکت در می‌آید و به نقطه‌ی B می‌رسد. کار نیروی

وزن گلوله در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

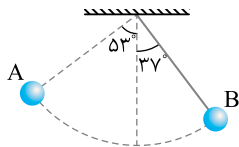


(۱) -52 (۲) 52

(۳) -12 (۴) 12

۱۳- آونگی به طول ۲ متر از نقطه‌ی A تا B حرکت می‌کند. اگر جرم گلوله‌ی آونگ 500 g گرم

باشد. کار نیروی وزن در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$



(۱) ۲ (۲) -2

(۳) ۴ (۴) -4

۱۴- نیروی $F = \Delta x$ به جسمی به جرم 2 kg اثر کرده و آن را روی محور x ها از $x = 2\text{ m}$ به $x = 5\text{ m}$ جابه‌جا می‌کند. کار این نیرو طی

این جابه‌جایی چند ژول است؟

- (۱) $22/5$ (۲) ۱۵ (۳) ۴۵ (۴) $52/5$

۱۵- شخصی به جرم 60 kg در آسانسوری که با شتاب $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ از حال سکون رو به بالا به راه می‌افتد قرار دارد. کار نیروی خالص و کار نیروی

عمودی سطح به ترتیب از راست به چپ، پس از ۵ متر جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

- (۱) 800 ، 1800 (۲) 600 ، 3600 (۳) 600 ، صفر (۴) 800 ، صفر

قضیه‌ی کار و انرژی جنبشی

۱۶- وزنه‌ی 400 g گرمی تحت تأثیر نیروی ثابت ۲ نیوتونی از حال سکون به حرکت در می‌آید. پس از چند ثانیه انرژی جنبشی این وزنه به 80 ژول می‌رسد؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۸

۱۷- دو جسم به جرم‌های ۲ و ۳ کیلوگرم، از حال سکون تحت اثر نیروهای مساوی به حرکت در می‌آیند. در لحظه‌ای که انرژی جنبشی جسم سبک‌تر ۳۶ ژول است، انرژی جنبشی جسم سنگین‌تر چند ژول است؟

- (۱) ۴۸ (۲) ۱۸ (۳) ۲۴ (۴) ۵۴

۱۸- جسمی به جرم 10 kg تحت تأثیر نیروی ثابت F، از حال سکون به حرکت در می‌آید و پس از 10 s انرژی جنبشی‌اش به 80 ژول می‌رسد. F چند نیوتون است؟

- (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۶ (۴) ۱۲

۱۹- حاصل ضرب جرم جسم و تندی آن را اندازه‌ی حرکت (تکانه) می‌نامیم و با P نشان می‌دهیم. در این صورت انرژی جنبشی جسم کدام است؟

- (۱) $\frac{P^2}{2m}$ (۲) $\frac{P^2}{m}$ (۳) $\frac{P}{m}$ (۴) $\frac{\sqrt{2}}{2} \frac{P}{m}$

۲۰- کاری که برای رساندن تندی خودرویی از صفر به $10 \frac{m}{s}$ لازم است، چند برابر کاری است که تندی آن خودرو را از $10 \frac{m}{s}$ به $20 \frac{m}{s}$ برساند؟

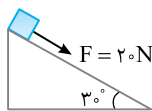
- (۱) $\frac{1}{4}$ (۲) ۱ (۳) $\frac{1}{3}$ (۴) $\frac{1}{2}$

۲۱- جسمی به جرم m روی یک سطح افقی با نیروی افقی و ثابت با تندی ثابتی به اندازه 20 متر جابه‌جا می‌شود. اگر نیروی اصطکاک $\frac{1}{4}$ وزن جسم باشد و کار نیروی ثابت $80 J$ گردد، جرم m چند کیلوگرم است؟

- (۱) ۱ (۲) $1/2$ (۳) $1/6$ (۴) $\frac{5}{8}$

۲۲- جسمی به جرم m از حال سکون با نیروی ثابت و قائم F در شرایط خلأ رو به بالا شروع به حرکت می‌کند و پس از جابه‌جایی h تندی‌اش به v می‌رسد. کار نیروی خالص وارد بر جسم کدام است؟

- (۱) $mgh + \frac{1}{2}mv^2$ (۲) mgh (۳) $\frac{1}{2}mv^2$ (۴) Fh



۲۳- از بالای یک سطح شیب‌دار به طول 10 متر، جسمی به جرم 5 کیلوگرم از حالت سکون با نیروی F به سمت پایین حرکت می‌کند. اگر تندی در پایین سطح به $10 \frac{m}{s}$ برسد، کار نیروی اصطکاک در این حرکت چند ژول است؟

- (۱) 450 (۲) 200 (۳) -200 (۴) -450

۲۴- دو نیروی $F_1 = 40 N$ و F_2 هم‌زمان بر جسمی اثر کرده و آن‌را از حال سکون روی خط راست به حرکت درمی‌آورند، پس از 8 متر جابه‌جایی انرژی جنبشی آن به 400 ژول می‌رسد. F_2 کدام گزینه می‌تواند باشد؟

- (۱) $10 N$ ، هم‌جهت F_1 (۲) $90 N$ ، در خلاف جهت F_1 (۳) $30 N$ ، عمود بر F_1 (۴) هر سه حالت امکان دارد.

۲۵- کدام گزینه همواره درست است؟

- (۱) کار نیروی اصطکاک منفی است. (۲) کار نیروی خالص با تغییرات انرژی جنبشی برابر است.
(۳) کار نیروی اصطکاک برابر کاهش انرژی مکانیکی است. (۴) کار نیروی کشسانی فنر مثبت است.

۲۶- تویی با تندی v به‌طور افقی به دیواری برخورد کرده و با همان تندی برمی‌گردد، در این صورت کار نیروی خالص است.

- (۱) مثبت (۲) منفی (۳) صفر (۴) هر سه گزینه درست هستند.

۲۷- جسمی با تندی $10 \frac{m}{s}$ در جهت مثبت محور x ها حرکت می‌کند و انرژی جنبشی آن $200 J$ است. پس از مدتی تندی این جسم تغییر کرده و در جهت منفی محور x ها به $10 \frac{m}{s}$ می‌رسد کار نیروی خالص وارد بر جسم در این مدت چند ژول است؟

- (۱) صفر (۲) 10 (۳) 20 (۴) -20

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

- (۱) 1200 (۲) 400 (۳) 800 (۴) 1600

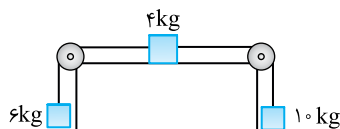
۲۹- جسمی به جرم $4 kg$ از ارتفاع 20 متری رها شده است و با تندی $15 \frac{m}{s}$ به سطح زمین می‌رسد. کار نیروی مقاومت هوا در این حرکت

برحسب ژول کدام است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

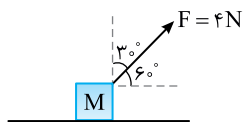
- (۱) -450 (۲) -350 (۳) 350 (۴) 450

۳۰- در شکل روبه‌رو با صرف نظر کردن از کلیه اصطکاک‌ها، اگر دستگاه از حال سکون شروع

به حرکت کند، پس از چند سانتی‌متر جابه‌جایی، تندی هر وزنه به $3 \frac{m}{s}$ می‌رسد؟



- (۱) 250 (۲) 225 (۳) 150 (۴) 125



۸- گزینه‌ی ۳ (A) تندی $2 \frac{m}{s}$ است، پس جابه‌جایی انجام شده در مدت $10s$ برابر

$$x = vt = 20m$$

است با:

$$W = Fd \cos \theta = 4 \times 20 \times \cos 60^\circ = 40J$$

۹- گزینه‌ی ۳ (C) چون تندی ثابت است، نیروی اصطکاک هم‌اندازه با نیروی F است.

در ضمن نیروی واکنش سطح دارای دو مؤلفه است؛ یکی F_N و دیگری f_k . چون F_N بر جابه‌جایی عمود است کار آن صفر است و فقط باید کار f_k را به دست آوریم:

$$F - f_k = 0 \Rightarrow f_k = F = 12N$$

$$x = vt = 1/5 \times 4 = 6m$$

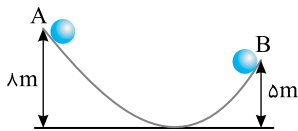
$$W_{f_k} = -f_k d = -12 \times 6 = -72J$$

۱۰- گزینه‌ی ۱ (A) هنگام بالا رفتن، کار نیروی وزن $W_g = -mgh$ و هنگام پایین آمدن کار نیروی وزن $W_g = mgh$ می‌شود. کار

نیروی وزن در تمام مسیر $W_g = -mgh + mgh = 0$ خواهد بود.

۱۱- گزینه‌ی ۲ (A) کار وزن در جابه‌جایی رو به بالا $-mgh$ و در جابه‌جایی رو به پایین mgh است و چگونگی حرکت یا شکل مسیر

در آن بی‌تأثیر است.



۱۲- گزینه‌ی ۴ (A) کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد و به اختلاف ارتفاع نقطه‌ی

انتهایی از نقطه‌ی ابتدایی بستگی دارد. تغییرات ارتفاع $8 - 5 = 3m$ است.

$$W_g = mgh \Rightarrow W = \frac{4}{10} \times 10 \times 3 = 12J$$

۱۳- گزینه‌ی ۱ (B) کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد و به اختلاف ارتفاع نقطه‌ی

انتهای از نقطه‌ی ابتدا بستگی دارد. ابتدا تغییرات ارتفاع را به دست می‌آوریم:

$$h = l \cos 37^\circ - l \cos 53^\circ = 2 \times \frac{4}{10} - 2 \times \frac{6}{10} = 0.4m$$

اکنون کار نیروی وزن را حساب می‌کنیم:

$$W_g = mgh \Rightarrow W_g = 0.4 \times 10 \times \frac{4}{10} = 2J$$

۱۴- گزینه‌ی ۴ (D) چون تابع F بر حسب x ثابت نبوده و یک تابع خطی است، باید میانگین F را به دست آوریم:

$$\bar{F} = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{5 \times 2 + 5 \times 5}{2} = 17.5N$$

$$W = \bar{F} \Delta x \cos 0^\circ = 17.5 \times 3 = 52.5J$$



۱۵- گزینه‌ی ۲ (B) ابتدا نیروی خالص را به دست می‌آوریم:

$$F_{\text{کل}} = ma \Rightarrow F_{\text{کل}} = 60 \times 2 = 120N$$

کار نیروی خالص برابر خواهد شد با:

$$W_{F_{\text{کل}}} = F_{\text{کل}} d \cos 0^\circ = 120 \times 5 = 600J$$

برای محاسبه‌ی نیروی عمودی سطح از قانون دوم نیوتون کمک می‌گیریم:

$$F_N - mg = ma \Rightarrow F_N - 600 = 60 \times 2 \Rightarrow F_N = 720N$$

بنابراین کار نیروی عمودی سطح برابر است با:

$$W_{F_N} = F_N d \cos 0^\circ = 720 \times 5 = 3600J$$

۱۶- گزینه‌ی ۲ (B)

$$\begin{cases} \frac{1}{2}mv^2 = 80 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 0.4 v^2 = 80 \Rightarrow v = 20 \frac{m}{s} \xrightarrow{a = \frac{v-v_0}{t}} \Delta = \frac{v_0}{t} \Rightarrow 20 = \Delta t \Rightarrow t = 4s \\ F = ma \Rightarrow 2 = 0.4a \Rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2} \end{cases}$$

۱۷- گزینه‌ی ۳ (C) قانون دوم نیوتون را برای دو جسم می‌نویسیم. نیروهای وارد بر دو جسم و مدت اثر آن‌ها یکسان است.

$$F_1 = F_2 \Rightarrow m_1 a_1 = m_2 a_2 \Rightarrow m_1 \frac{v_1 - 0}{t} = m_2 \frac{v_2 - 0}{t} \Rightarrow m_1 v_1 = m_2 v_2 \Rightarrow 2v_1 = 3v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{3}{2}v_2$$

$$K_1 = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 \Rightarrow 36 = \frac{1}{2} \times 2v_1^2 \Rightarrow v_1 = 6 \frac{m}{s} \xrightarrow{v_1 = \frac{3}{2}v_2} 6 = \frac{3}{2}v_2 \Rightarrow v_2 = 4 \frac{m}{s}$$

$$K_2 = \frac{1}{2}m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 4^2 = 24J$$

۱۸- گزینه‌ی ۱ (A) به کمک رابطه‌ی انرژی جنبشی، تندی را حساب می‌کنیم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 80 = \frac{1}{2} \times 10 \times v^2 \Rightarrow v = 4 \frac{m}{s}$$

اکنون شتاب را به دست می‌آوریم:

$$a = \frac{v-v_0}{t} \Rightarrow 4 = a \times 10 + 0 \Rightarrow a = 0.4 \frac{m}{s^2}$$

به کمک قانون دوم نیوتون، نیرو برابر خواهد شد با:

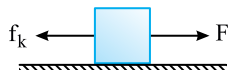
$$F = ma \Rightarrow F = 4N$$

۱۹- گزینه‌ی ۱ (B) کمیت اندازه‌ی حرکت (تکانه) که برابر است با $P = mv$ ، اهمیت بسزایی در بخش‌های مختلف فیزیک دارد اما در کتاب مطرح نشده است. به علت مطرح شدن این کمیت در سال‌های بعد، در این جا آن را به طور سطحی بررسی می‌کنیم.

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{\times \frac{m}{m}} K = \frac{m^2 v^2}{2m} \xrightarrow{m^2 v^2 = P^2} K = \frac{P^2}{2m}$$

۲۰- گزینه‌ی ۳ (B) طبق قضیه‌ی کار و انرژی جنبشی داریم:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{\frac{1}{2}m(10)^2 - 0}{\frac{1}{2}m(20)^2 - \frac{1}{2}m(10)^2} = \frac{1}{3}$$



۲۱- گزینه‌ی ۳ (A) چون تندی ثابت است، انرژی جنبشی تغییر نمی‌کند. پس اگر قضیه‌ی کار و انرژی را بنویسیم خواهیم داشت:

$$W_t = K_2 - K_1 \Rightarrow W_F + W_{f_k} = K_2 - K_1 \Rightarrow 80 - f_k d = 0 \Rightarrow 80 = \frac{1}{4} \times mg \times 20 \Rightarrow m = 1/6 kg$$

۲۲- گزینه‌ی ۳ (A) با توجه به قضیه‌ی کار و انرژی، کار نیروی خالص برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است.

$$W_{F_{\text{کل}}} = \Delta K \Rightarrow W_{F_{\text{کل}}} = \frac{1}{2}mv^2$$

۲۳- گزینه‌ی ۳ (B) نیروهای وارد بر جسم عبارتند از F ، W ، F_N و f_k . حال قضیه‌ی کار و انرژی را می‌نویسیم:

$$W_{F_N} + W_g + W_F + W_{f_k} = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

نیروی F_N عمود بر جابه‌جایی است، بنابراین کار آن صفر است. کار نیروی وزن نیز فقط به تغییرات ارتفاع بستگی دارد.

$$h = 10 \sin 30^\circ = 5m$$

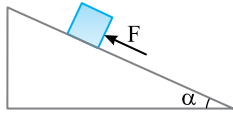
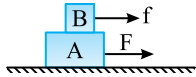
$$mgh + Fd + W_{f_k} = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 5 \times 10 \times 5 + 20 \times 10 + W_{f_k} = \frac{1}{2} \times 5 \times 100 \Rightarrow W_{f_k} = -200J$$

۲۴- گزینه‌ی ۴ (B) می‌دانیم که جسم ساکن در جهت نیروی خالص جابه‌جا می‌شود، بنابراین نیروی خالص با جابه‌جایی زاویه‌ی صفر می‌سازد.

$$W_t = K_f - K_i \Rightarrow F \times 8 = 400 \Rightarrow F = 50 \text{ N}$$

(F) نیروی خالص است: $(\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2)$

اگر دقت کنیم می‌بینیم که در هر سه گزینه‌ی (۱)، (۲) و (۳)، نیروی خالص ۵۰ N است.



۲۵- گزینه‌ی ۲ (C) در مورد گزینه‌ی (۱) باید بگوییم که در لغزش دو وزنه روی هم، کار نیروی اصطکاک می‌تواند مثبت باشد زیرا مثلاً برای جسم B نیروی اصطکاک و جابه‌جایی هم‌سو هستند، بنابراین گزینه‌ی (۱) همواره درست نیست. گزینه‌ی (۲) همواره درست است زیرا بیان قضیه‌ی کار و انرژی است.

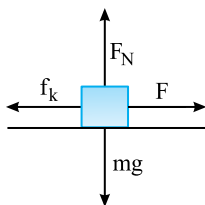
در مورد گزینه‌ی (۳) باید گفت که اگر نیروهای دیگر مثل نیروی کشش طناب یا نیروی موتور بر جسمی وارد شود، کاهش انرژی مکانیکی دیگر برابر با کار نیروی اصطکاک نیست. مثلاً در شکل مقابل جسمی از بالای سطح شیب‌دار با تندی ثابت به پایین می‌لغزد. دائماً از ارتفاع آن کم شده و انرژی مکانیکی‌اش کاسته می‌گردد و این کاهش برابر کار نیروی اصطکاک و همچنین کار نیروی F است. در مورد گزینه‌ی (۴) نیز باید بگوییم که کار نیروی کشسانی فنر می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

۲۶- گزینه‌ی ۳ (B) طبق قضیه‌ی کار و انرژی داریم:

$$W_{F_{\text{خالص}}} = \Delta K \xrightarrow{\Delta K = 0} W_{F_{\text{خالص}}} = 0$$

۲۷- گزینه‌ی ۱ (A) قضیه‌ی کار و انرژی را می‌نویسیم:

$$W_t = K_f - K_i \Rightarrow W_t = \frac{1}{2} \times m (10)^2 - \frac{1}{2} \times m (10)^2 = 0$$



۲۸- گزینه‌ی ۴ (A) ابتدا به کمک قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت را به دست می‌آوریم:

$$F - f_k = ma \Rightarrow 100 - 50 = 50a \Rightarrow a = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

اکنون تندی جسم را پس از ۸ s حساب می‌کنیم:

$$a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow v = at + v_0 \Rightarrow v = 1 \times 8 + 0 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

با توجه به قضیه‌ی کار و انرژی، کار نیروی خالص برابر تغییرات انرژی جنبشی جسم است:

$$W_t = K_f - K_i = \frac{1}{2} \times 50 \times 8^2 - 0 = 1600 \text{ J}$$

۲۹- گزینه‌ی ۲ (A) نیروهایی که در این مسیر بر جسم اثر می‌گذارند عبارتند از وزن و مقاومت هوا. قضیه‌ی کار و انرژی جنبشی را می‌نویسیم:

$$W_t = W_g + W_R \Rightarrow W_t = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mv_0^2$$

$$mgh + W_R = \frac{1}{2} mv^2 - 0 \Rightarrow 4 \times 10 \times 20 + W_R = \frac{1}{2} \times 4 \times 15^2 \Rightarrow W_R = -350 \text{ J}$$

۳۰- گزینه‌ی ۲ (B) سه جسم را یک دستگاه در نظر می‌گیریم. از قضیه‌ی کار و انرژی استفاده می‌کنیم:

$$W_{g_1} + W_{g_2} = K_f - K_i$$

$$\Rightarrow m_1 gx - m_2 gx = \frac{1}{2} (m_1 + m_2 + m_3) v^2 - 0$$

$$\Rightarrow (100 - 60)x = \frac{20}{2} \times 9 \Rightarrow x = \frac{9}{4} \text{ m} = 2/25 \text{ m} = 225 \text{ cm}$$

