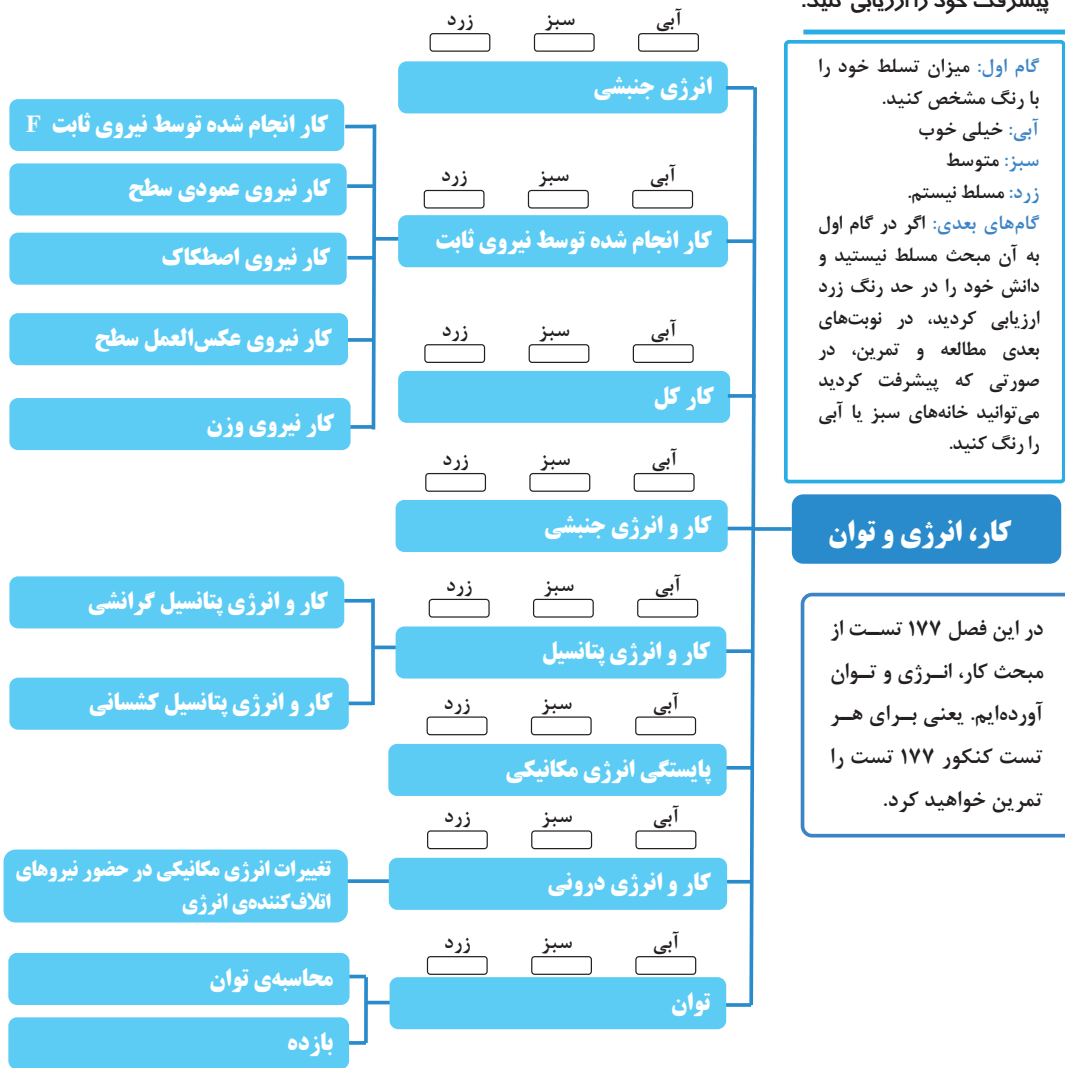




با درخت دانش، گام به گام
پیشرفت خود را ارزیابی کنید.



گام اول: میزان تسلط خود را
با رنگ مشخص کنید.
آبی: خیلی خوب
سبز: متوسط
زرد: مسلط نیستم.
گام‌های بعدی: اگر در گام اول
به آن مبحث مسلط نیستید و
دانش خود را در حد رنگ زرد
ارزیابی کردید، در نوبت‌های
بعدی مطالعه و تمرین، در
صورتی که پیشرفت کردید
می‌توانید خانه‌های سبز یا آبی
را رنگ کنید.

کار، انرژی و توان

در این فصل ۱۷۷ تست از
مبحث کار، انرژی و توان
آورده‌ایم. یعنی برای هر
تست کنکور ۱۷۷ تست را
تمرین خواهید کرد.

● انرژی جنبشی:

انرژی جنبشی جسمی به جرم m که با تندی v در حال حرکت باشد از رابطه زیر به دست می آید.

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\begin{cases} K: (\text{J}) & \text{انرژی جنبشی بر حسب ژول} \\ m: (\text{kg}) & \text{جرم بر حسب کیلوگرم} \\ v: (\frac{\text{m}}{\text{s}}) & \text{تندی بر حسب متر بر ثانیه} \end{cases}$$

◀ **نکته:** اگر تندی جسم بر حسب کیلومتر بر ساعت ($\frac{\text{km}}{\text{h}}$) داده شود برای تبدیل آن به متر بر ثانیه ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$) کافیست آن را بر $\frac{3}{6}$ تقسیم کنیم.

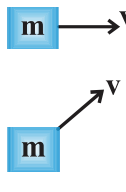
◀ **نکته:** یکای انرژی جنبشی و هر نوع دیگری از انرژی، $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$ است که به افتخار جیمز ژول، فیزیکدان انگلیسی، **ژول (J)** نامیده می شود.

◀ **نکته:** برای مقایسه انرژی جنبشی دو جسم با جرمها و تندیهای متفاوت داریم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times (\frac{v_2}{v_1})^2$$

◀ **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 زیر با هم برابرند:



$$K_1 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$K_2 = \frac{1}{2}mv^2$$

انرژی جنبشی


۱. شهاب سنگی به جرم $4 \times 10^6 \text{ kg}$ و تندی $15 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ وارد جو زمین می شود. اگر این شهاب سنگ تقریباً با همین تندی به زمین برخورد کند، انرژی جنبشی آن چند برابر انرژی آزاد شده به وسیله یک تن TNT است؟ (انرژی آزاد شده هر تن TNT برابر $4/8 \times 10^9$ ژول است).

(مشابه پرسش و مسئله ۲ کتاب درسی)

۱) ۴۵۰۰۰۰ ۲) ۸۳۷۵۰ ۳) ۹۳۷۵۰ ۴) ۱۰۰۰۰۰

۲. جرم خودرویی به همراه راننده اش ۸۰۰ کیلوگرم است. مطابق شکل تندی خودرو در دو نقطه از مسیری که روی آن در حال حرکت است نشان داده شده است. تغییرات انرژی جنبشی خودرو بر حسب کیلوژول بین این دو نقطه کدام است؟

(مشابه خود را بیازمایید ۲-۲ کتاب درسی)



۱) ۴۰۰ ۲) ۴۰۰۰۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۰۰۰۰۰

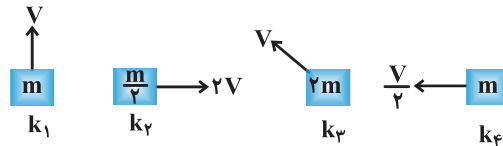
۳. نسبت انرژی جنبشی جسمی به جرم m که با تندی V در حرکت است، به انرژی جنبشی جسم دیگری که جرم آن $2m$ و تندی اش $\frac{1}{4}V$ می باشد، چقدر است؟
(سراسری تجربی ۷۹)

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ ۱ ④ ۲

۴. هرگاه انرژی جنبشی جسمی به جرم m که با تندی V در حرکت است، با انرژی جنبشی جسم دیگری به جرم $2m$ که با تندی V' در حال حرکت است برابر باشد، در این صورت $\frac{V'}{V}$ برابر است با:
(سراسری تجربی ۶۴)

- ① $\sqrt{2}$ ② $\sqrt{2}$ ③ ۱ ④ ۲

۵. در کدام گزینه مقایسه بین انرژی جنبشی جسم‌های زیر به درستی انجام گرفته است؟
(مشابه پرسش ۱-۲ کتاب درسی)



- ① $k_3 > k_2 > k_1 > k_4$
② $k_2 = k_3 > k_1 > k_4$
③ $k_1 > k_2 = k_3 > k_4$
④ $k_2 > k_3 > k_1 > k_4$

۶. انرژی جنبشی گلوله‌ای $4J$ و تندی آن $4m/s$ است. تندی آن را به چند متر بر ثانیه برسانیم تا انرژی جنبشی آن $5J$ شود؟
(سراسری تجربی ۸۴)

- ① ۵ ② ۸ ③ $2\sqrt{5}$ ④ $5\sqrt{2}$

۷. اتومبیلی که با تندی $72km/h$ در حرکت است، تقریباً چه تندی‌ای بر حسب متر بر ثانیه باید داشته باشد، تا انرژی جنبشی آن دو برابر شود؟
(سراسری تجربی ۷۲)

- ① ۲۵ ② ۲۸ ③ ۳۲ ④ ۴۰

۸. جرم جسمی $2kg$ و تندی آن در یک مسیر مستقیم V_1 است. اگر تندی آن به اندازه‌ی $8m/s$ افزایش یابد، انرژی جنبشی آن ۴ برابر می‌شود. V_1 چند متر بر ثانیه است؟
(سراسری ریاضی ۸۳)

- ① ۸ ② ۱۶ ③ ۲۴ ④ ۳۲

۹. ماهواره‌ای به جرم $20kg$ و با تندی ثابت $3 \frac{km}{s}$ مطابق شکل به دور زمین می‌چرخد. انرژی جنبشی ماهواره بر حسب مگاژول کدام است؟

(مشابه تمرین ۱-۲ کتاب درسی)



- ① ۹۰
② ۹
③ 9×10^7
④ ۴۵

۱۰. اتومبیلی با تندی $90km/h$ در حال حرکت است. تندی اتومبیل تقریباً چند متر بر ثانیه افزایش یابد، تا انرژی جنبشی آن ۲ برابر شود؟
(خارج از کشور تجربی ۹۰)

- ① ۱۰ ② ۲۵ ③ ۳۵ ④ ۵۰

۱۱. جسمی در مسیر مستقیم با تندی V در حال حرکت است. اگر تندی این جسم $5 \frac{m}{s}$ افزایش یابد، انرژی جنبشی آن ۴۴ درصد افزایش می‌یابد. V چند متر بر ثانیه است؟
(خارج از کشور تجربی ۹۳)

- ① ۵ ② ۱۰ ③ ۲۰ ④ ۲۵

۱۲. اگر تندی اتومبیلی ۲۰ درصد افزایش یابد، انرژی جنبشی آن چند درصد افزایش می‌یابد؟ (آزمون کانون - چهارم ریاضی - ۲۲ اسفند ۹۳)

- ① ۲۰ ② ۴۰ ③ ۴۴ ④ ۱۴۴

۱۳. پدری با پسرش در حال مسابقه دادن است. انرژی جنبشی پدر نصف انرژی جنبشی پسر و جرم وی، دو برابر جرم پسرش است. اگر پدر تندی‌اش را به اندازه‌ی $1 \frac{m}{s}$ افزایش دهد، انرژی جنبشی‌اش با انرژی جنبشی پسرش یکی می‌شود. تندی اولیه پدر تقریباً

چند $\frac{m}{s}$ بوده است؟
(مکمل پرسش ۱-۲ کتاب درسی)

- ① ۲ ② $2/4$ ③ $4/8$ ④ $3/6$

۱۴. گلوله‌ای به جرم ۴۲ گرم با تندی $500 \frac{m}{s}$ به تنه درختی برخورد کرده و با تندی $100 \frac{m}{s}$ از آن خارج شده است. اگر 0.1 انرژی جنبشی از دست رفته، گلوله را گرم کند، تقریباً چند کالری گرما به گلوله رسیده است؟ (هر کالری گرما برابر $4/2$ ژول است).
(آزمون کانون- سوم تجربی- ۹۱)

۱۲۰ (۴)

۵۰۴ (۳)

۲۱۱۷ (۲)

۵۰۴۰ (۱)

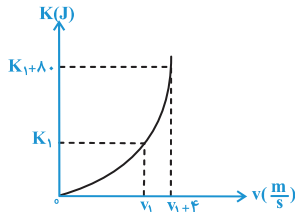
۱۵. در شکل مقابل، نمودار انرژی جنبشی جسمی به جرم $2/5$ کیلوگرم بر حسب تندی آن نشان داده شده است. 7_1 چند متر بر ثانیه است؟
(آزمون کانون- چهارم تجربی- ۲۸ فروردین ۹۴)

۲ (۱)

۶ (۲)

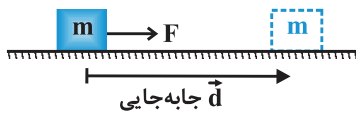
۱۰ (۳)

۱۶ (۴)



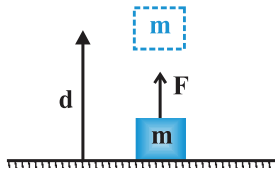
● کار انجام شده توسط نیروی ثابت F:

الف) حالتی که نیرو (F) و جابه‌جایی (d) در یک جهت باشند:



$$W_F = Fd$$

$$\begin{cases} W: & \text{کار انجام شده بر حسب ژول (J)} \\ F: & \text{اندازه‌ی نیرو بر حسب نیوتن (N)} \\ d: & \text{اندازه‌ی جابه‌جایی بر حسب متر (m)} \end{cases}$$

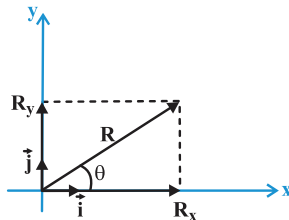


$$W_F = Fd$$

◀ نکته: کار یک کمیت نرده‌ای (عددی) است و طبق تعریف یکای آن، یک ژول، برابر است با یک نیوتن در متر $1J = 1 N.m$
ب) حالتی که نیرو (F) و جابه‌جایی (d) با هم زاویه‌ی θ می‌سازند.

◀ یادآوری از تجزیه‌ی بردار:

اگر R_x و R_y مؤلفه‌های بردار \vec{R} روی محورهای x و y و \vec{i} و \vec{j} بردارهای یکه باشند، آن‌گاه داریم:



$$\vec{R} = R_x \vec{i} + R_y \vec{j}$$

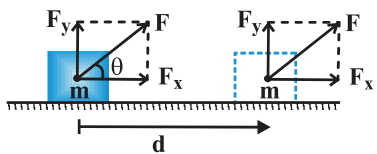
از طرفی با توجه به روابطی که برای نسبت‌های مثلثی داریم، می‌توان نوشت:

$$\cos \theta = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{R_x}{R} \Rightarrow R_x = R \cos \theta$$

$$\sin \theta = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{R_y}{R} \Rightarrow R_y = R \sin \theta$$

بدین ترتیب بردار \vec{R} بر حسب مؤلفه‌های آن و بردارهای یکه \vec{i} و \vec{j} به صورت زیر است:

$$\vec{R} = R \cos \theta \vec{i} + R \sin \theta \vec{j}$$



مؤلفه عمودی نیرو $(F_y = F \sin \theta)$ بر جابه‌جایی عمود است و کار روی جسم انجام نمی‌دهد بنابراین کار انجام شده روی جسم تنها ناشی از مؤلفه‌ای از نیرو است که با جابه‌جایی موازی است $(F \cos \theta)$ بنابراین کاری که نیروی ثابت \vec{F} به‌ازای جابه‌جایی \vec{d} روی جسم انجام می‌دهد از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$W_F = F \cos \theta d$$

◀ **نکته:** اگر نیرو بر راستای جابه‌جایی جسم عمود باشد $(\theta = 90^\circ \Rightarrow \cos \theta = 0)$ ، کار انجام شده توسط نیرو برابر صفر است.

$$W = Fd \cos \theta \xrightarrow{\theta=90^\circ, \cos \theta=0} W = 0$$

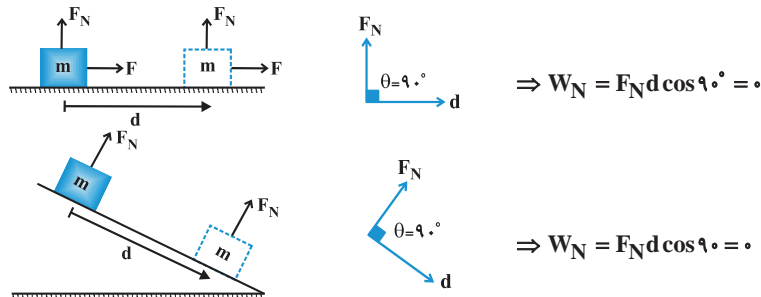
◀ **نکته:** اگر $0^\circ < \theta < 90^\circ$ باشد، $\cos \theta > 0$ و کار انجام شده توسط نیرو مثبت است.

◀ **نکته:** اگر $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$ باشد، $\cos \theta < 0$ و کار انجام شده توسط نیرو منفی است.

در زیر به بررسی کار برخی از نیروهای ثابت خاص می‌پردازیم:

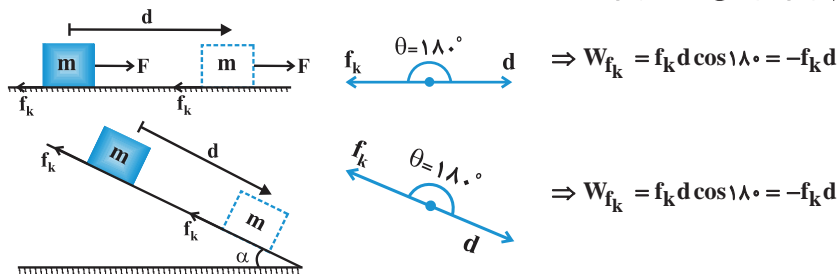
• کار نیروی عمودی سطح (W_{F_N}) :

هنگامی که یک جسم روی سطح افقی و یا یک سطح شیب‌دار حرکت می‌کند با توجه به این‌که نیروی عکس‌العمل عمودی سطح (F_N) بر سطح عمود است می‌توان گفت زاویه بین این نیرو و جابه‌جایی $\theta = 90^\circ$ بوده و بنابراین کار آن صفر است.



• کار نیروی اصطکاک (W_{f_k}) :

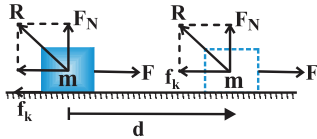
هنگامی که یک جسم روی یک سطح افقی و یا یک سطح شیب‌دار دارای اصطکاک حرکت می‌کند همواره نیروی اصطکاک در خلاف جهت حرکت جسم بر آن وارد می‌شود بنابراین:



◀ **نکته:** معمولاً کاری که نیروی اصطکاک انجام می‌دهد به صورت گرما تولید می‌شود و مقدار این گرما برابر قدرمطلق کار نیروی اصطکاک است.

• کار نیروی عکس‌العمل سطح (W_R) :

مطابق شکل نیروی عکس‌العمل سطح (R) دارای دو مؤلفه‌ی F_N و f_k است، بنابراین داریم:



$$W_R = W_{F_N} + W_{f_k}$$

$$\begin{cases} W_{F_N} = 0 \\ W_{f_k} = -f_k d \end{cases} \Rightarrow W_R = -f_k d$$

بنابراین کار نیروی عکس‌العمل سطح همواره با کار نیروی اصطکاک برابر است.

تذکره: این رابطه برای سطح شیب‌دار نیز صادق است. یعنی داریم:

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

کارانجام شده توسط نیروی ثابت

(آزاد ریاضی ۸۴ خارج از کشور)

۱۶. کار چه نوع کمیتی است و یکای آن در SI کدام است؟

① نرده‌ای - N.m

② برداری - N.m

③ نرده‌ای - $\frac{N}{m}$

④ برداری - $\frac{N}{m}$

۱۷. یک قایق به جرم 500 kg روی یک دریاچه بدون اصطکاک ساکن است. در لحظه‌ای که بادی ناگهانی با نیروی ثابت \vec{F} به قایق

ثابتی به بزرگی $40 \frac{m}{s}$ می‌دهد، این قایق در جهت نیرو به اندازه‌ی 8 m جابه‌جا می‌شود. کار انجام شده توسط نیروی \vec{F} چند

(مسئله ۱۳ کتاب درسی)

ژول است؟

① ۱۶۰۰۰۰

② ۱۶۰۰۰

③ ۱۶۰۰۰۰

④ ۱۶۰۰

۱۸. برای کشیدن جعبه‌ای روی سطح افقی 40 نیوتن نیرو لازم است. کار لازم برای 80 سانتی‌متر جابه‌جایی جسم چند ژول است؟

(سراسری ریاضی ۷۴)

① ۵۰

② ۳۲

③ ۵۰۰

④ ۳۲۰

۱۹. جسمی بر روی یک سطح افقی تحت اثر نیروی F با تندی ثابت 4 m/s حرکت می‌کند. اگر نیروی اصطکاک جنبشی 200 N

باشد، کار نیروی F در هر دقیقه، چند کیلو ژول است؟

(سراسری تجربی ۷۱)

① ۰/۸

② ۴۸

③ ۳

④ ۴۸۰

۲۰. در شکل مقابل نیروی ثابت F در راستای قائم به یک جسم 2 کیلوگرمی وارد می‌شود. اندازه‌ی (قدر مطلق) کار این نیرو در

ثانیه‌های متوالی یک بازه‌ی زمانی معین ...

(سراسری ریاضی ۸۳)

① افزایش می‌یابد.

② کاهش می‌یابد.

③ ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.

④ بسته به شرایط، هر کدام ممکن است درست باشد.

۲۱. در شکل داده شده، نیروی $F = 6 \text{ N}$ تحت زاویه‌ی 60° به جسم وارد می‌شود، کار نیروی F در 10 متر جابه‌جایی چند ژول است؟

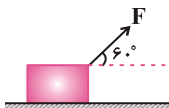
(آزاد تجربی غیرپزشکی ۹۰)

① $30\sqrt{3}$

② ۶۰

③ $60\sqrt{3}$

④ ۳۰



۲۲. در شکل زیر، نیروی $F = 4 \text{ N}$ وزنه‌ی M را روی سطح افقی در هر ثانیه 2 متر جابه‌جا می‌کند، کار این نیرو در مدت 10 ثانیه

(آزاد ریاضی بعدازظهر ۸۲)

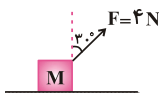
برابر چند ژول است؟

① ۴

② $4\sqrt{3}$

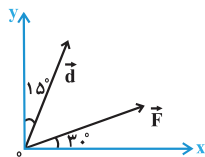
③ ۴۰

④ $40\sqrt{3}$



۲۳. مطابق شکل زیر، در صفحه‌ی xOy ، نیروی ثابت $F = 10\text{N}$ به جسمی اثر می‌کند و آنرا به‌اندازه‌ی $d = 20\text{m}$ جابه‌جا می‌کند.

(آزمون کانون - دوم دبیرستان - ۲۱ بهمن ۹۰)



کار نیروی F طی این جابه‌جایی چند ژول است؟

- ① ۲۰۰
② $100\sqrt{2}$
③ ۱۰۰
④ $100\sqrt{3}$

۲۴. بر جسم ساکنی تنها دو نیروی عمود بر هم $F_1 = 4\text{N}$ و $F_2 = 2\text{N}$ وارد می‌شود. پس از 10 متر جابه‌جایی جسم، کار نیروی F_1

(آزمون کانون - دوم دبیرستان - ۲۵ بهمن ۹۲)

چند برابر کار نیروی F_2 است؟

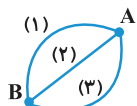
- ① ۲
② ۳
③ ۴
④ ۶

۲۵. جسمی به جرم 3kg روی سطح افقی بر حالت سکون قرار دارد. نیروی ثابت $\vec{F} = 15\vec{i} + 20\vec{j}$ (در SI) بر جسم وارد می‌شود و جسم بر روی محور x ، 10 متر جابه‌جا می‌شود. کار نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول است؟ (سراسری ریاضی ۹۳ خارج از کشور)

- ① ۲۵۰
② ۲۰۰
③ ۱۵۰
④ ۹۰

۲۶. اگر جسمی به جرم M تحت اثر نیروی ثابت \vec{F} از نقطه‌ی A تا B در مسیرهای شکل روبه‌رو جابه‌جا شود، کار انجام شده

(آزاد تجربی - ۷۵)



- ① در مسیر (۲) کم‌ترین مقدار را دارد.
② در مسیر (۱) کم‌ترین مقدار را دارد.
③ در هر سه مسیر یکسان است.
④ در مسیر (۳) کم‌ترین مقدار را دارد.

۲۷. جسمی به جرم 500g ، روی یک سطح افقی به‌وسیله‌ی نیروی F که تحت زاویه‌ی 37° درجه بر جسم اثر می‌کند، به‌اندازه‌ی 10

متر با تندی ثابت تغییر مکان می‌دهد. کار انجام شده توسط نیروی عمودی سطح چند ژول است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

(سراسری ریاضی ۷۴ با اندکی تغییر)

- ① $1/25$
② $2/5$
③ $12/5$
④ صفر

۲۸. جسمی به جرم 5 کیلوگرم به‌اندازه‌ی 2 متر روی سطح افقی جابه‌جا می‌شود. اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت 10 نیوتون

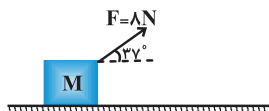
باشد، کار نیروی اصطکاک بر حسب ژول برابر است با: ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) (سراسری تجربی ۷۴ با اندکی تغییر)

- ① -20
② 20
③ 10
④ -10

۲۹. در شکل روبه‌رو وزنه‌ی M با تندی ثابت روی سطح افقی جابه‌جا می‌شود، کار نیروی اصطکاک در هر متر جابه‌جایی چند ژول

(آزاد پزشکی ۸۱)

است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)



- ① $-6/4$
② $-4/8$
③ $6/4$
④ $4/8$

۳۰. صندوقی به جرم 50kg با تندی ثابت $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ توسط یک نیروی افقی روی کف اتاق کشیده می‌شود. اگر نیروی اصطکاک در مقابل

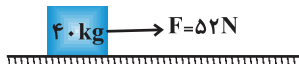
حرکت 200 نیوتن باشد، مقدار گرمایی که در هر متر جابه‌جایی جسم در اثر اصطکاک تولید می‌شود چند ژول است؟

(مکمل مثال ۲-۲ کتاب درسی) ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) (فرض می‌کنیم کار نیروی اصطکاک تماماً به گرما تبدیل می‌شود.)

- ① ۲۰
② ۲۰۰
③ ۱۰
④ ۱۰۰

۳۱. در مجموعه مقابل، بسته از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. اگر نیروی اصطکاک در طول مسیر برابر ۱۲ N باشد، کار انجام

شده توسط نیروی عکس‌العمل سطح در طول ۱۵ متر جابه‌جایی جسم چند ژول است؟ (سراسری ریاضی ۸۱ خارج از کشور با اندکی تغییر)



- ① ۱۲۰ ② -۱۲۰
③ -۱۸۰ ④ صفر

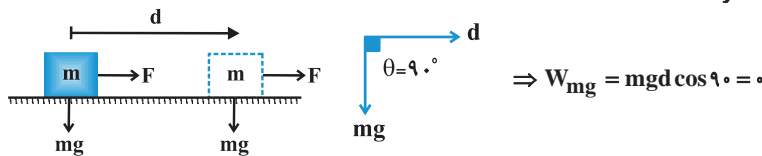
۳۲. جسمی به وزن W از بالای سطح شیب‌داری به طول L که با افق زاویه‌ی θ می‌سازد به پایین می‌لغزد. اگر سطح بدون اصطکاک

باشد، کار نیروی عکس‌العمل سطح شیب‌دار در این جابه‌جایی برابر با کدام یک از مقادیر زیر خواهد بود؟ (مکمل مثال ۲-۵ کتاب درسی)

- ① صفر ② $W.L$ ③ $W.L \sin \theta$ ④ $W.L \cos \theta$

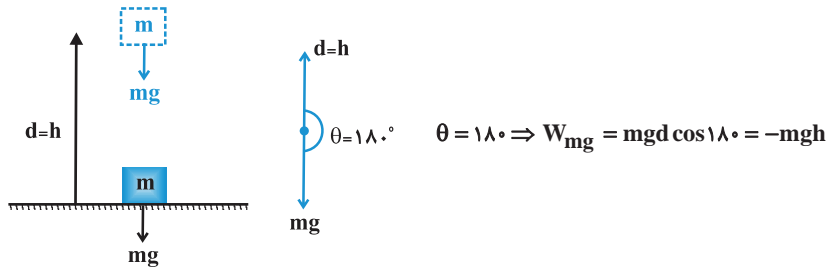
● کار نیروی وزن (W_{mg}):

الف) جسم در راستای افقی جابه‌جا شود:

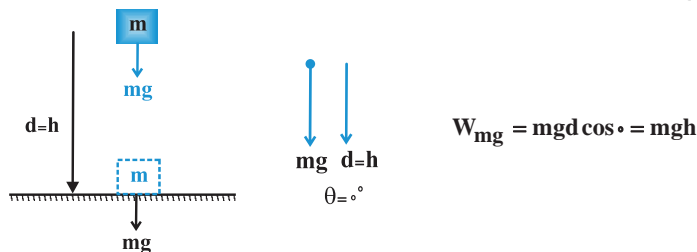


ب) جسم در راستای قائم جابه‌جا شود:

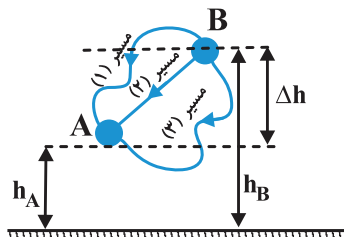
- جسم در راستای قائم به‌طرف بالا حرکت کند.



- جسم در راستای قائم به سمت پایین حرکت کند.



◀ نکته: کار نیروی وزن مستقل از مسیر حرکت است و فقط به اختلاف ارتفاع (Δh) دو نقطه‌ای که بین آن‌ها جابه‌جا می‌شود بستگی دارد.



$$\begin{cases} (W_{mg})_1 = (W_{mg})_2 = (W_{mg})_3 = mg\Delta h \\ \Delta h = h_B - h_A \end{cases}$$

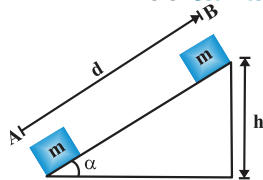
تذکره: در نکته‌ی بالا اگر جسم از A به B جابه‌جا شود، آن‌گاه داریم:

$$(W_{mg})_1 = (W_{mg})_2 = (W_{mg})_3 = -mg\Delta h$$

نکته: کار لازم برای غلبه بر نیروی وزن (W') برابر قدر مطلق کار نیروی وزن W_{mg} است

$$W' = |W_{mg}|$$

نکته: هرگاه جسمی از نقطه‌ی A تا B روی سطح شیب‌دار مطابق شکل جابه‌جا شود کار نیروی وزن برابر است با:



$$\begin{cases} W_{mg} = -mgh \Rightarrow W_{mg} = -mgd \sin \alpha \\ \sin \alpha = \frac{h}{d} \end{cases}$$

تذکره: اگر جسم از نقطه‌ی B تا نقطه‌ی A جابه‌جا شود، داریم:

$$W_{mg} = +mgd \sin \alpha$$

کار نیروی وزن

۳۳. نخ‌ی را به یک وزنه‌ی یک کیلوگرمی بسته و آن را با نیروی کشش ۴ نیوتون روی سطح افقی به اندازه‌ی یک متر جابه‌جا می‌کنیم.

(سراسری تجربی ۷۷)

کار نیروی وزن در این جابه‌جایی چند ژول است؟

- ① صفر ② ۴ ③ ۹/۸ ④ ۱۹/۶

۳۴. جسمی به وزن ۸ نیوتن از بالای سطح شیب‌دار بدون اصطکاک‌کی که با افق زاویه‌ی ۳۰ درجه می‌سازد، به طرف پایین سطح می‌لغزد.

(سراسری تجربی ۶۶)

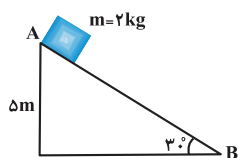
اگر ارتفاع سقوط جسم ۲/۵ متر باشد، کار نیروی وزن بر روی جسم چند ژول است؟

- ① ۱۰ ② ۲۰ ③ ۴۰ ④ ۵۰

۳۵. اگر در سطح شیب‌دار مطابق شکل، اندازه‌ی نیروی اصطکاک برابر ۱/۱۰ وزن جسم باشد و جسم از نقطه‌ی A (ارتفاع ۵ متر) به

نقطه‌ی B برسد، کار نیروی گرانش (جاذبه) زمین روی جسم در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

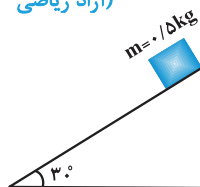
(سراسری تجربی ۷۷)



- ① ۴۰ ② ۵۰ ③ ۶۰ ④ ۱۰۰

۳۶. وزنه‌ای به جرم ۵/۱۰ kg روی سطح شیب‌دار شکل مقابل به اندازه‌ی ۶۰ سانتی‌متر به پایین می‌لغزد، کار نیروی گرانش (جاذبه) زمین در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

(آزاد ریاضی ۸۰)



- ① ۱۵ ② ۱/۵ ③ ۳ ④ ۳۰

۳۷. اتومبیلی به جرم یک تن روی سطح شیب‌داری به شیب ۵ درصد ($\sin \alpha = 0.05$) با تندی ثابت ۱۰ m/s بالا می‌رود. کار نیروی

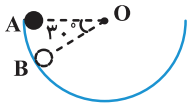
(آزاد تجربی ۷۳)

گرانش زمین در مدت یک دقیقه چند کیلوژول است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- ① -۳۰۰ ② -۶۰۰ ③ ۵۰۰ ④ ۶۰۰

۳۸. وزنه‌ای به جرم m درون نیمکره‌ای به شعاع R از نقطه‌ی B می‌لغزد. کار نیروی وزن در این تغییر مکان برابر است با:

(سراسری ریاضی ۶۳)



① صفر

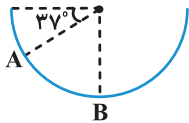
② $\frac{1}{2}mgR$

③ $\frac{\sqrt{3}}{2}mgR$

④ $\frac{1}{4}mgR$

۳۹. جسم m به جرم $100g$ درون نیم‌کره صیقلی به قطر 60 سانتی‌متر به پایین می‌لغزد. کار نیروی وزن جسم از A تا B چند ژول

(سراسری تجربی ۷۸)



است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$)

① 0.12

② 0.18

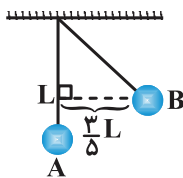
③ $1/2$

④ $1/8$

۴۰. مطابق شکل زیر، گلوله‌ای به جرم 3 kg از انتهای یک نخ سبک به طول 2 متر آویزان است. اگر آونگ را از حالت عمودی A به

نقطه‌ی B برسانیم، کار نیروی وزن گلوله در این جابه‌جایی چند ژول می‌شود؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

(آزمون کانون - چهارم ریاضی - ۲۲ اسفند ۹۳)



① 12

② -12

③ 36

④ -36

۴۱. شخصی چمدانی به جرم 5 کیلوگرم را یک متر در امتداد افق و سپس یک متر در امتداد قائم حمل می‌کند. کاری که این شخص

(سراسری تجربی ۶۳)

در غلبه بر وزن چمدان انجام می‌دهد تقریباً برابر است با:

① 5 ژول

② 10 ژول

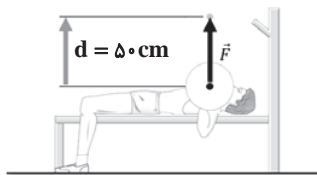
③ 50 ژول

④ 100 ژول

۴۲. ورزشکاری وزنه‌ای به جرم 40 kg را به‌طور یکنواخت، 50 cm بالای سر خود می‌برد (مطابق شکل). کاری که این ورزشکار روی

وزنه انجام می‌دهد چند ژول است؟ (اندازه‌ی شتاب گرانشی زمین را $9/8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ در نظر بگیرید.)

(مشابه تمرین ۲-۳ کتاب درسی)



① 200

② 200

③ -196

④ 196

۴۳. شکل روبه‌رو شخصی را در حال هل‌دادن یک گاری حمل بار روی سطحی هموار و بدون اصطکاک با نیرویی به بزرگی $F = 66 \text{ N}$

نشان می‌دهد. اگر گاری $m = 18/4$ در جهت نیرو جابه‌جا شود، کاری که شخص روی گاری انجام می‌دهد چند ژول است؟

(مشابه تمرین ۲-۴ کتاب درسی)



① $1214/4$

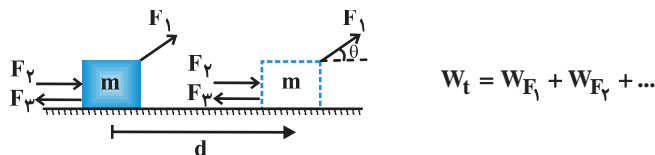
② $121/44$

③ $1312/2$

④ $131/22$

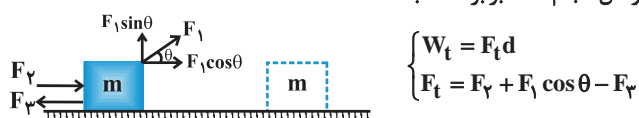
● کار کل (W_t):

اگر به جای یک نیرو، چند نیرو به یک جسم وارد شود، برای محاسبه کار کل به یکی از دو روش زیر می‌توان عمل کرد:
(۱) کار انجام شده توسط هر نیرو به‌طور جداگانه محاسبه شود در نهایت کار کل (W_t) برابر جمع جبری کار انجام شده توسط تک‌تک نیروهاست.



◀ تذکره: جمع جبری به این معناست که ممکن است کار برخی نیروها منفی شود و برای محاسبه کار کل، علامت منفی کار باید در جمع کردن در نظر گرفته شود.

(۲) ابتدا نیروهایی که در امتداد جابه‌جایی بر جسم وارد می‌شوند شناسایی شوند. سپس اندازه‌ی نیروی خالص (F_t) موازی با بردار جابه‌جایی وارد بر جسم تعیین شود و در نهایت کار کل انجام شده برابر است با:



◀ تذکره: نیروهایی که عمود بر جابه‌جایی هستند سهمی در محاسبه کار کل وارد شده بر جسم (W_t) نخواهند داشت.

● کار و انرژی جنبشی:

قضیه‌ی کار-انرژی جنبشی: همواره کار کل انجام شده روی یک جسم (W_t) با تغییرات انرژی جنبشی آن (ΔK) برابر است.
 $W_t = \Delta K = K_2 - K_1$

◀ نکته: هنگامی که $W_t > 0$ است، انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد ($k_2 > k_1$) بنابراین تندی جسم در پایان جابه‌جایی بیش‌تر از تندی آن در ابتدای حرکت است ($V_2 > V_1$)

◀ نکته: هنگامی که $W_t < 0$ است، انرژی جنبشی جسم کاهش می‌یابد ($k_2 < k_1$) بنابراین تندی جسم در انتهای جابه‌جایی کم‌تر از تندی آن در آغاز حرکت است. ($V_2 < V_1$)

◀ نکته: هنگامی که $W_t = 0$ است، انرژی جنبشی جسم در آغاز و پایان جابه‌جایی یکسان است ($k_2 = k_1$) بنابراین تندی جسم در این دو نقطه یکسان است. ($V_2 = V_1$)

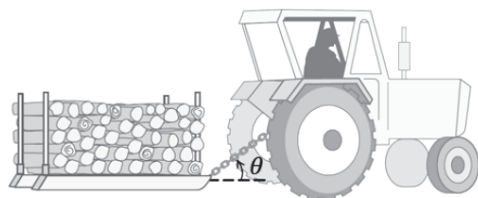
◀ تذکره: قضیه‌ی کار-انرژی جنبشی نه تنها برای حرکت یک جسم روی مسیر مستقیم معتبر است بلکه اگر جسم روی مسیر خمیده‌ای نیز حرکت کند می‌توان از آن استفاده کرد.

◀ تذکره: قضیه‌ی کار-انرژی جنبشی، قانون جدیدی در فیزیک نیست بلکه صرفاً کار ($W = Fd \cos \theta$) و انرژی جنبشی ($k = \frac{1}{2} m V^2$) را به هم مرتبط می‌سازد و به سادگی می‌توان آن را از قانون دوم نیوتون به‌دست آورد.

کار کل

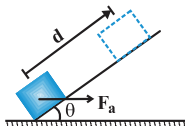
۴۴. کشاورزی توسط تراکتور، سورت‌های پر از هیزم را در راستای یک زمین هموار به‌اندازه‌ی ۲۳۵ m جابه‌جا می‌کند (شکل زیر) وزن کل سورت‌ها و بار آن $mg = 1/47 \times 10^3 \text{ N}$ است. تراکتور نیروی ثابت $F_1 = 4\sqrt{2} \times 10^3 \text{ N}$ را در زاویه‌ی $\theta = 45^\circ$ بالای افق به سورت‌ها وارد می‌کند. نیروی اصطکاک جنبشی $f_k = 3/4 \times 10^3 \text{ N}$ است که بر خلاف جهت حرکت به سورت‌ها وارد می‌شود.

(مشابه تمرین ۲-۶ کتاب درسی) کار کل انجام شده روی سورت‌ها کدام است؟ ($\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$)



- ① ۱۴۱۰۰۰ J
- ② ۹۴۰۰۰۰
- ③ -۱۴۱۰۰۰ J
- ④ -۹۴۰۰۰۰

۴۵. نیروی افقی $F_a = 20 \text{ N}$ بر جسمی به جرم 3 kg که روی یک سطح شیبدار بدون اصطکاک به زاویه $\theta = 30^\circ$ قرار گرفته، وارد می‌شود. اگر جسم به اندازه $d = 0.5 \text{ m}$ جابه‌جا شود. در طول این جابه‌جایی، کار خالص انجام شده روی جسم چند ژول است؟
($\cos 30^\circ = 0.8$ و $\sin 30^\circ = 0.5$ ، $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$) (مکمل مثال ۲-۵ کتاب درسی)



- ۱) ۸
۲) ۰/۵
۳) -۸
۴) -۰/۵

قضیه کار- انرژی جنبشی بدون حضور اصطکاک

۴۶. تندی جسمی به جرم 8 kg تحت تأثیر نیروی F از 4 m/s به 6 m/s می‌رسد، کار این نیرو چند ژول است؟
(سراسری ریاضی ۷۳ و ۶۵)

- ۱) ۱۶
۲) ۳۲
۳) ۴۰
۴) ۸۰

۴۷. توپ فوتبالی به جرم 0.5 kg از طریق یک ضربه ایستگاهی با تندی $12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به سمت دروازه، شوت می‌شود. اگر توپ با تندی $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به تیرک دروازه برخورد کند، کار کل انجام شده روی توپ چند ژول است؟
(مطابق با مثال ۲-۶ کتاب درسی)

- ۱) -۱۱
۲) ۱۱
۳) -۲۲
۴) ۲۲

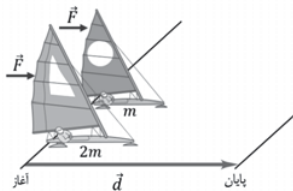
۴۸. اگر کار کل نیروهای وارد بر جسمی به جرم 2 kg برابر 21 J و تندی جسم در ابتدا برابر $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ باشد، پس از انجام این کار بر روی جسم، تندی آن به چند متر بر ثانیه می‌رسد؟
(آزاد ریاضی بعد از ظهر ۸۲)

- ۱) ۴
۲) ۵
۳) ۳
۴) ۷

۴۹. به جسمی به جرم 2 kg که با تندی V_0 بر مسیر مستقیم در حرکت است، نیروی ثابت 4 N هم‌جهت با V_0 وارد می‌شود. اگر پس از طی مسافت 24 m انرژی جنبشی جسم به 132 J ژول برسد، V_0 چند متر بر ثانیه است؟
(آزاد ریاضی ۷۵)

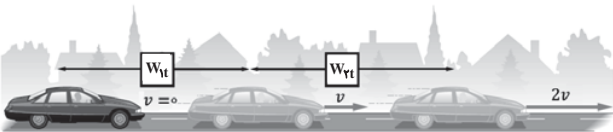
- ۱) ۳
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۱۲

۵۰. دو قایق مخصوص حرکت روی سطوح یخ‌زده مطابق شکل، دارای جرم‌های m و $4m$ و بادبان‌های مشابه‌اند. قایق‌ها روی دریاچه‌ای افقی و بدون اصطکاک قرار دارند و نیروی ثابت و یکسان \vec{F} با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود. هر دو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و از خط پایان به فاصله d می‌گذرند. نسبت تندی قایق ۲ به تندی قایق ۱ درست پس از عبور از خط پایان کدام است؟
(مشابه تمرین ۲-۷ کتاب درسی)



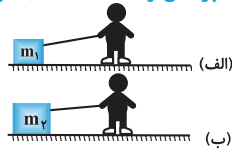
- ۱) $\sqrt{2}$
۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
۳) ۲
۴) $\frac{1}{2}$

۵۱. برای آن‌که تندی خودرویی از حال سکون به v برسد، باید کار کل W_{1t} روی آن انجام شود. همچنین برای آن‌که تندی خودرو از v به $2v$ برسد، باید کار کل W_{2t} روی آن انجام شود (شکل زیر). نسبت $\frac{W_{1t}}{W_{2t}}$ چقدر است؟ (مشابه پرسش ۲-۳ کتاب درسی)



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

۵۲. شکل‌های الف و ب دو جسم به جرم‌های $m_1 = m$ و $m_2 = 2m$ را نشان می‌دهند که بر روی یک سطح افقی بدون اصطکاک در حالت سکون قرار گرفته‌اند اگر کار انجام شده در هر دو حالت یکسان باشد، تندی نهایی این دو جسم در کدام گزینه به درستی مقایسه شده است؟



① $V_1 > V_2$

② $V_2 > V_1$

③ $V_1 = V_2$

④ هر سه حالت می‌توان اتفاق بیافتد.

۵۳. جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده‌اش 800 kg است. وقتی این خودرو از موقعیت A به موقعیت B می‌رود، کار کل انجام شده روی خودرو $6/391 \times 10^7 \text{ J}$ است. اگر تندی خودرو در موقعیت A برابر $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ باشد، تندی آن در موقعیت B چند متر بر ثانیه است؟

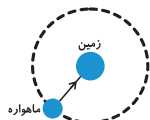
① ۴۰۰

② ۳۰۰

③ ۲۰۰

④ ۱۰۰

۵۴. ماهواره‌ها در مدارهای معین و با تندی ثابت به دور زمین می‌چرخند. شکل زیر حرکت ماهواره را به دور زمین مدل‌سازی کرده است. کدام گزینه نادرست است؟



① تغییرات انرژی جنبشی ماهواره در طول حرکت آن صفر است.

② کار کل انجام شده روی ماهواره در طول حرکت آن صفر است.

③ نیروی جاذبه‌ی گرانشی که از طرف زمین به ماهواره وارد می‌شود معادل وزن ماهواره است.

④ نیروی جاذبه‌ی گرانشی که از طرف زمین به ماهواره وارد می‌شود روی آن کار انجام می‌دهد.

۵۵. شخصی به جرم 75 kg ، چمدانی به جرم 10 kg را از روی زمین برداشته و در داخل صندوق عقب اتومبیل خود قرار می‌دهد. اگر ارتفاع کف صندوق عقب از سطح زمین 1 m باشد، کدام گزینه نادرست است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

(مشابه با پرسش و مسئله ۴ پایان کتاب درسی)

① کار نیروی وزن در این جابه‌جایی -100 J است.

② کاری که شخص برای غلبه بر نیروی وزن انجام می‌دهد برابر 100 J است.

③ انرژی جنبشی چمدان در این جابه‌جایی تغییر نمی‌کند.

④ انرژی جنبشی چمدان در این جابه‌جایی 100 J تغییر کرده است.

۵۶. انرژی جنبشی جسمی 20 J است، نیروی ثابت F هم‌راستا و هم‌سو با حرکت بر آن وارد می‌شود و پس از 10 m متر جابه‌جایی انرژی جنبشی جسم به 32 J زول می‌رسد. F چند نیوتون است؟

(آزاد ریاضی ۷۴)

① ۱۶

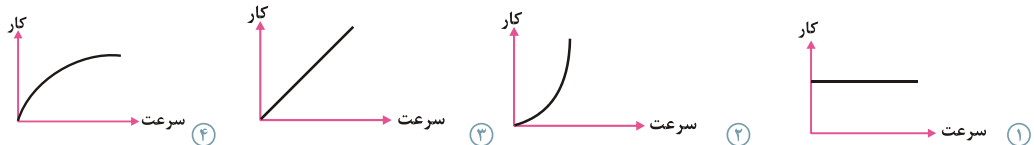
② ۱۲/۵

③ ۳/۲

④ ۱/۲

۵۷. جسمی از حال سکون تحت‌تأثیر نیرویی که اندازه و جهت آن ثابت است به حرکت درمی‌آید. اگر این نیرو در تمام طول مسیر بر جسم اثر کند و نیروی مقاومی در مقابل حرکت وجود نداشته باشد، کدام نمودار تغییرات کار نیرو را برحسب تندی جسم درست نشان می‌دهد؟

(سراسری ریاضی ۶۷)



۵۸. جسمی با تندی 10 m/s در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند و انرژی جنبشی آن 100 J است. پس از مدتی تندی این جسم تغییر کرده و در جهت منفی محور x به 20 m/s می‌رسد. کار کل انجام شده بر این جسم در این مدت چند ژول است؟

(سراسری تجربی ۸۰)

① ۵۰۰

② ۳۰۰

③ -۳۰۰

④ -۵۰۰

۵۹. جسمی به جرم 8 kg با تندی $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ روی خط راست حرکت می‌کند. چه نیرویی بر حسب نیوتون و در کدام جهت باید در

- راستای حرکت به آن وارد شود، تا پس از طی مسافت 8 متر انرژی جنبشی آن به 1200 ژول برسد؟ (سراسری تجربی ۷۲)
- ① 100 و در جهت حرکت
② 50 و در جهت حرکت
③ 50 و در خلاف جهت حرکت
④ 100 و در خلاف جهت حرکت

۶۰. دو نیروی $F_1 = 20 \text{ N}$ و F_2 تماماً بر جسمی اثر می‌کنند و آن را از حال سکون بر مسیر مستقیم به حرکت درمی‌آورند، پس از طی مسافت 8 متر انرژی جنبشی جسم به 120 ژول می‌رسد، F_2 چند نیوتون و در چه جهتی است؟ (آزاد پزشکی ۷۶)

- ① 5 نیوتون و هم‌جهت با F_1
② 40 نیوتون و در خلاف جهت F_1
③ 5 نیوتون و در خلاف جهت F_1
④ 40 نیوتون و هم‌جهت با F_1

۶۱. دو نیروی عمود بر هم با اندازه‌های مساوی جسمی به جرم 4 کیلوگرم را از حال سکون به حرکت درمی‌آورند. اگر پس از 16 متر جابه‌جایی انرژی جنبشی جسم به 32 ژول برسد، اندازه‌ی هر یک از نیروها چند نیوتون است؟ (آزاد تجربی ۷۷)

- ① $\sqrt{2}$
② 1
③ 2
④ $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۶۲. اتومبیلی به جرم 2 تن در یک جاده‌ی شیب‌دار که با سطح افق زاویه‌ی 30° درجه می‌سازد، رو به بالا در حرکت است. اگر تندی اتومبیل در مدت 20 ثانیه از $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به $12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ برسد، کار کل انجام شده بر روی اتومبیل در این بازه‌ی زمانی چند کیلوژول است؟

(خارج از کشور تجربی ۸۷)

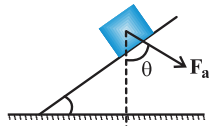
- ① 140
② 148
③ 210
④ 218

۶۳. جسمی به جرم 20 کیلوگرم را بر روی سطح شیب‌داری که اصطکاک آن ناچیز است و زاویه‌ی آن با سطح افق 30° درجه می‌باشد با تندی ثابت به اندازه‌ی 5 متر به طرف بالا می‌بریم. کار انجام شده چند ژول است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$ (آزاد ریاضی ۸۷)

- ① 500
② $500\sqrt{3}$
③ 50
④ $50\sqrt{3}$

۶۴. نیروی ثابت F_a به یک جعبه به جرم 5 kg تحت زاویه‌ی $\theta = 37^\circ$ مطابق شکل وارد می‌شود. اگر جعبه تحت این نیرو و با تندی ثابت بر روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاک تا ارتفاع عمودی 1 m جابه‌جا شود، کار انجام شده توسط F_a چند ژول است؟

(مکمل تمرین ۲-۹ کتاب درسی) $(\sin 53^\circ = 0.8, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$



- ① 40
② -40
③ -50
④ 50

۶۵. شکل روبه‌رو شخصی را نشان می‌دهد که با وارد کردن نیروی ثابت 52 N ، جعبه‌ای به جرم 4 kg را از حال سکون تا ارتفاع 150 cm در امتداد قائم جابه‌جا می‌کند. تندی نهایی جعبه کدام است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$ (مشابه تمرین ۲-۹ کتاب درسی)

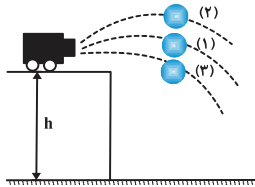


- ① $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
② $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
③ $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
④ $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

۶۶. وزنه‌ای به جرم m را با تندی ثابت تا ارتفاع h بالا می‌بریم، کار انجام شده بر روی جسم در این جابه‌جایی کدام است؟ (سراسری تجربی ۷۶)

- ① $-mgh$
② صفر
③ mgh
④ $2mgh$

۶۷. مطابق شکل سه گلوله مشابه از بالای ساختمان به ارتفاع h با تندی یکسان توسط یک توپ شلیک می‌شوند. گلوله‌ی اول (۱) در امتداد افقی، گلوله دوم (۲) با زاویه‌ای بالاتر از افق و گلوله سوم (۳) با زاویه‌ای زیر امتداد افق. اگر تندی گلوله اول، دوم و سوم در هنگام برخورد به زمین به ترتیب V_1 ، V_2 و V_3 باشد کدام گزینه صحیح است؟ (مشابه پرسش و مسئله ۸ پایان فصل کتاب درسی)



① $V_3 > V_1 > V_2$

② $V_2 > V_1 > V_3$

③ $V_1 > V_3 > V_2$

④ $V_1 = V_2 = V_3$

۶۸. جسمی به جرم 20 گرم از ارتفاع 80 متری سطح زمین بدون تندی اولیه سقوط می‌کند و با تندی 30 متر بر ثانیه به زمین می‌رسد. کار برآیند نیروهای وارد بر آن در طول مسیر چند ژول است؟ (آزاد تجربی ۷۵)

④ ۴۸

③ ۴/۸

② ۱۶

① ۹

۶۹. گلوله‌ای از ارتفاع 20 متری سطح زمین، با تندی اولیه‌ی $4 \frac{m}{s}$ در راستای قائم رو به پایین پرتاب می‌شود. انرژی جنبشی این گلوله بعد از 4 متر پایین آمدن چند برابر می‌شود؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$ و از مقاومت هوا صرف نظر شود). (خارج از کشور تجربی ۹۲)

④ ۶

③ ۵

② ۴

① ۳

قضیه کار-انرژی جنبشی در حوض نیروی اصطکاک

۷۰. جسمی به جرم 500 g از بالای ساختمان به ارتفاع 20 m از سطح زمین، با تندی $20 \frac{m}{s}$ پرتاب می‌شود. اگر جسم با تندی $10 \frac{m}{s}$ به زمین برخورد کند در طول حرکت جسم، کار نیروی مقاومت هوا چند ژول است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$) (مشابه پرسش و مسئله ۹ پایان فصل کتاب درسی)

④ ۱۷۵

③ -۱۷۵

② ۱۵۰

① -۱۵۰

۷۱. چتربازی که مجموع جرم او و چترش 140 kg است، از ارتفاع 600 متری سطح زمین با تندی ثابت سقوط می‌کند. کار نیروی مقاومت هوا بر روی چتر و شخص از لحظه‌ی سقوط تا لحظه‌ای که به سطح زمین می‌رسد، چند کیلوژول می‌باشد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$) (آزمون کانون- چهارم تجربی- ۲۲ اسفند ۹۳)

④ -۸۴۰

③ ۸۴۰

② -۶۴۰

① ۶۴۰

۷۲. چتربازی از ارتفاع 800 متری از حال سکون رها می‌شود. جرم چترباز به همراه چترش 80 kg است. اگر او با تندی $5 \frac{m}{s}$ به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا در مسیر سقوط چند کیلوژول است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$) (آزمون کانون- چهارم تجربی- ۲۲ اسفند ۹۴)



① -۶۳۹

② -۶۲۵

③ -۶۷۵

④ -۶۸۵

۷۳. جسمی به جرم 20 کیلوگرم از ارتفاع 15 متری سطح زمین بدون تندی اولیه رها می‌شود و با تندی $15 \frac{m}{s}$ به زمین می‌رسد. اندازه کار نیروی مقاوم (مقاومت هوا) در مقابل حرکت جسم چند ژول است؟ (آزاد ریاضی ۸۲ و ۷۷)

④ ۲۲/۵

③ ۱۲

② ۱۸

① ۷/۵

۷۴. توپی به جرم 200 گرم را با تندی 10 متر بر ثانیه در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. تندی توپ موقع رسیدن به نقطه پرتاب 9 متر بر ثانیه است. چند ژول گرما به محیط و توپ داده شده است؟ (سراسری تجربی ۶۹)

④ ۱۹۰۰

③ ۳۸

② ۱۹

① ۱/۹

۷۵. راننده اتومبیلی به جرم 2 تن با ترمز اتومبیل موفق می‌شود تندی آن را در طی مسافت 20 m از 25 m/s به 15 m/s برساند، کار برآیند نیروهای وارد بر اتومبیل در این مدت چند ژول است؟ (سراسری تجربی ۷۲)

④ 4×10^5

③ 6×10^6

② -4×10^5

① -6×10^6