با ایران توشه
یک قدم جلوتر
باش!

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت



ایران توشه، مرجع دانلود فایل های کمک آموزشی دانش آموزان و کنکوری ها

همه چیز
برای موفقیت
تو!

- دانلود رایگان آزمون های آزمایشی قلمچی، خیلی سبز، گاج و ...
- دانلود رایگان گام به گام تمامی دروس
- دانلود رایگان نمونه سوالات امتحانی (نوبت اول و دوم) و امتحانات نهایی
- دانلود رایگان جزوه های کمک آموزشی و شب امتحانی

کافیست هر فایلی که نیاز دارید را در گوگل به این صورت جستجو کنید:

فایل مورد نیاز + ایران توشه

مثال:

دانلود گام به گام دوازدهم تجربی ایران توشه



irantooshe.ir

t.me/irantooshe

گام به گام فیزیک ۱ دهم تجربی
فصل سوم

عنوان فصل: کار، انرژی و توان

از صفحه‌ی ۵۳ تا صفحه‌ی ۸۲ کتاب

در این فایل پاسخ فعالیت‌ها، کارهای کلاسی، تمرین‌ها و پرسش‌های فصل کار، انرژی و توان آمده است.
مباحث فصل: انرژی جنبشی، کار نیروی ثابت، کار و انرژی جنبشی، کار و انرژی پتانسیل، پایستگی انرژی مکانیکی، کار و انرژی درونی، توان

تهیه‌شده در ایران‌توشه، توشه‌ای برای موفقیت

irantooshe.ir

فهرست پرسش‌ها

۱ صفحه ۵۴ · تمرین — انرژی جنبشی ماهواره ۵

۲ صفحه ۵۴ · تمرین — تغییر انرژی جنبشی خودرو ۵

۳ صفحه ۵۵ · پرسش — مقایسه‌ی انرژی جنبشی اجسام ۵

۴ صفحه ۵۷ · تمرین — کار ورزشکار هنگام بالا بردن وزنه ۶

۵ صفحه ۵۹ · تمرین — کار ورزشکار هنگام پایین آوردن وزنه ۶

۶ صفحه ۵۹ · پرسش — کشیدن جعبه با طناب بلند و کوتاه ۷

۷ صفحه ۶۰ · تمرین — کار کل روی سورتمه ۷

۸ صفحه ۶۳ · تمرین — بالا بردن جعبه با نیروی ثابت ۷

۹ صفحه ۶۳ · تمرین — تندی خودروی الکتریکی ۸

۱۰ صفحه ۶۳ · تمرین — دو قایق روی یخ ۸

۱۱ صفحه ۶۴ · تمرین — نسبت کار کل در دو مرحله ۹

۱۲ صفحه ۶۶ · تمرین — کار وزن هنگام بالا رفتن جسم ۹

۱۳ صفحه ۶۸ · تمرین — انرژی هواپیمای مسافربری ۹

۱۴ صفحه ۶۸ · تمرین — پرش موتورسوار ۱۰

۱۵ صفحه ۶۹ · پرسش — تندی جسم در چهار مسیر بدون اصطکاک ۱۰

۱۶ صفحه ۷۰ · تمرین — تندی توپ بسکتبال با مبدأ دیگر ۱۱

۱۷ صفحه ۷۰ · تمرین — ارتفاع صخره ۱۱

۱۸ صفحه ۷۱ · پرسش — انرژی جنبشی توپ گرفته‌شده ۱۱

۱۹ صفحه ۷۳ · تمرین — تندی توپ با اتلاف انرژی ۱۲

۲۰ صفحه ۷۴ · تمرین — توان موتور جت ۱۲

۲۱ صفحه ۷۶ · تمرین — نیروگاه برق آبی ۱۲

۲۲ صفحه ۷۶ · فعالیت — مصرف گازوئیل برای یک لامپ رشته‌ای ۱۳

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۳ صفحه ۷۶ · فعالیت — توان متوسط مفید هنگام دویدن از پله ۱۴

۲۴ صفحه ۷۸ · مسئله — انرژی جنبشی شهاب‌سنگ و هواپیما ۱۴

۲۵ صفحه ۷۸ · مسئله — شهاب‌سنگ آریزونا ۱۴

۲۶ صفحه ۷۸ · مسئله — کار برای رسیدن به تندی v ۱۵

۲۷ صفحه ۷۸ · مسئله — تندی توپ بیسبال ۱۵

۲۸ صفحه ۷۸ · مسئله — کار کل منفی ۱۵

۲۹ صفحه ۷۸ · مسئله — کار لازم برای تندی 3v ۱۶

۳۰ صفحه ۷۹ · مسئله — کار نیروی دست روی سطل ۱۶

۳۱ صفحه ۷۹ · مسئله — کار شخص روی گلوله‌ی برفی ۱۶

۳۲ صفحه ۷۹ · مسئله — انرژی جنبشی ماهواره ۱۷

۳۳ صفحه ۷۹ · مسئله — منفی بودن انرژی جنبشی و پتانسیل ۱۷

۳۴ صفحه ۷۹ · مسئله — دو شخص هم‌جرم در ساختمان ۱۷

۳۵ صفحه ۸۰ · مسئله — برخاستن هواپیما ۱۸

۳۶ صفحه ۸۰ · مسئله — سقوط از سه مسیر بدون اصطکاک ۱۹

۳۷ صفحه ۸۰ · مسئله — تندی بسته‌ی رهاشده از هواپیما ۱۹

۳۸ صفحه ۸۰ · مسئله — پرش موتورسوار از سکو ۱۹

۳۹ صفحه ۸۱ · مسئله — سه توپ پرتاب‌شده از ساختمان ۲۰

۴۰ صفحه ۸۱ · مسئله — لغزش جسم روی مسیر بدون اصطکاک ۲۰

۴۱ صفحه ۸۱ · مسئله — گلوله‌ی تفنگ و مقاومت هوا ۲۰

۴۲ صفحه ۸۱ · مسئله — گلوله‌ی آویزان در کلاس ۲۱

۴۳ صفحه ۸۱ · مسئله — توان مفید بالابر ۲۱

۴۴ صفحه ۸۱ · مسئله — توان مفید هنگام بالا رفتن از پله ۲۲

۴۵ صفحه ۸۱ · مسئله — پمپ‌های انتقال نفت ۲۲

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱ صفحه ۵۴ تمرین

ماهواره‌ای به جرم 220 kg، با تندی ثابت 2.5 km/s دور زمین می‌چرخد. انرژی جنبشی ماهواره را برحسب ژول و مگاژول حساب کنید.

داده‌ها: $m = 220\ kg$ و $v = 2.5\ km/s = 2500\ m/s$

$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 220 \times (2500)^2 \approx 6.9 \times 10^8\ J$

هر مگاژول برابر $10^6\ J$ است؛ پس $K \approx 6.9 \times 10^2\ MJ$ (دقیق‌تر $687.5\ MJ$).

۲ صفحه ۵۴ تمرین

جرم خودرویی به همراه راننده‌اش 840 kg است (شکل زیر). تندی خودرو در دو نقطه از مسیرش روی شکل داده شده است: $v_1 = 18.0\ m/s$ و $v_2 = 25.0\ m/s$. تغییرات انرژی جنبشی خودرو ($\Delta K = K_2 - K_1$) را بین این دو نقطه حساب کنید.

$K_1 = \frac{1}{2}(840)(18.0)^2 = 1.36 \times 10^5\ J$

$K_2 = \frac{1}{2}(840)(25.0)^2 = 2.63 \times 10^5\ J$

$\Delta K = K_2 - K_1 = 126420\ J \approx 1.26 \times 10^5\ J$

علامت مثبت یعنی انرژی جنبشی خودرو افزایش یافته است.

این فایل توسط سایت ایران‌توشه تهیه شده است.

irantooshe.ir

۳ صفحه ۵۵ پرسش

انرژی جنبشی هر یک از اجسام زیر را با هم مقایسه کنید و مقدار آن را به ترتیب از کمترین تا بیشترین بنویسید.

انرژی جنبشی از رابطه‌ی $K = \frac{1}{2}mv^2$ به دست می‌آید؛ یعنی با جرم متناسب و با مربع تندی متناسب است. دو برابر شدن جرم، K را 2 برابر و دو برابر شدن تندی، K را 4 برابر می‌کند. اگر $K_0 = \frac{1}{2}mv^2$ را انرژی جنبشی جسمی به جرم m و تندی v بگیریم:

جسم	جرم	تندی	انرژی جنبشی
K_1	m	v	K_0
K_2	m	2v	$4K_0$
K_3	2m	v	$2K_0$
K_4	2m	2v	$8K_0$
K_5	m	v	K_0

ترتیب از کمترین به بیشترین: $K_1 = K_5 < K_3 < K_2 < K_4$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۴ صفحه ۵۷ تمرین

ورزشکاری وزنه‌ای به جرم 65 kg را به طور یکنواخت، 45.0 cm بالای سر خود می‌برد (شکل روبه‌رو). کاری که این ورزشکار روی وزنه انجام داده است را محاسبه کنید. اندازه‌ی شتاب گرانش زمین را g = 9.8 N/kg بگیرید.

چون وزنه با تندی ثابت بالا می‌رود، نیروی ورزشکار با وزن وزنه برابر و هم‌جهت با جابه‌جایی است:

$$F = mg = 65 \times 9.8 = 637\ N$$

$$W = Fd = 637 \times 0.45 \approx 2.9 \times 10^2\ J$$

۵ صفحه ۵۹ تمرین

تمرین 3ـ3 را دوباره ببینید. کار انجام شده توسط ورزشکار را روی وزنه برای حالتی حساب کنید که ورزشکار با وارد کردن همان نیروی F، وزنه را به آرامی پایین می‌آورد (شکل روبه‌رو). توضیح دهید که در این دو حالت، چه تفاوتی بین کار انجام شده توسط ورزشکار وجود دارد.

نیروی ورزشکار همچنان رو به بالا و برابر $F = mg = 637\ N$ است، ولی جابه‌جایی رو به پایین است (زاویه‌ی بین نیرو و جابه‌جایی 180° و $\cos 180^\circ = -1$).

$$W = Fd \cos 180^\circ = -(637)(0.45) \approx -2.9 \times 10^2\ J$$

تفاوت: اندازه‌ی کار در هر دو حالت یکسان است، اما در بالا بردن وزنه کار ورزشکار مثبت است (ورزشکار به وزنه انرژی می‌دهد و انرژی پتانسیل گرانشی آن افزایش می‌یابد) و در پایین آوردن، کار او منفی است (ورزشکار از وزنه انرژی می‌گیرد و انرژی پتانسیل گرانشی وزنه کاهش می‌یابد).

۶ صفحه ۵۹ پرسش

شخصی جسمی را یک بار با طنابی بلند (شکل الف) و بار دیگر با طنابی کوتاه‌تر (شکل ب) روی سطحی هموار می‌کشد. اگر جابه‌جایی و کاری که این شخص در هر دو بار روی جعبه انجام می‌دهد یکسان باشد، توضیح دهید در کدام حالت، شخص نیروی بزرگ‌تری وارد کرده است. اصطکاک را در هر دو حالت، ناچیز فرض کنید.

کار نیرو از رابطه‌ی $W = F\,d\cos\theta$ به دست می‌آید که θ زاویه‌ی نیرو با جابه‌جایی (افق) است. چون W و d در دو حالت یکسان‌اند، باید $F\cos\theta$ در هر دو حالت برابر باشد.

با طناب کوتاه‌تر (شکل ب)، زاویه‌ی طناب با افق بزرگ‌تر است، پس $\cos\theta$ کوچک‌تر می‌شود و برای ثابت ماندن $F\cos\theta$ باید F بزرگ‌تر باشد.

بنابراین در حالت (ب) (طناب کوتاه‌تر) شخص نیروی بزرگ‌تری وارد کرده است؛ زیرا بخش بیشتری از نیرو به صورت مؤلفه‌ی قائم است که کاری انجام نمی‌دهد.

۷ صفحه ۶۰ تمرین

کشاورزی توسط تراکتور، سورتمه‌ای پر از قطعه‌های چوب برش داده شده برای کارخانه را روی سطح افقی و در مسیر مستقیم به اندازه‌ی $200\ m$ جابه‌جا می‌کند (شکل زیر). وزن کل سورتمه و بار آن $15000\ N$ است. تراکتور نیروی ثابت $F = 5500\ N$ را در زاویه‌ی $\theta = 45^\circ$ بالای افق به سورتمه وارد می‌کند. نیروی اصطکاک جنبشی $f_k = 3500\ N$ است که برخلاف جهت حرکت به سورتمه وارد می‌شود. کار کل انجام شده روی سورتمه را محاسبه کنید.

- کار نیروی تراکتور: $W_1 = (F\cos 45^\circ)d = (5500)(0.707)(200) \approx 7.78 \times 10^5\ J$
- کار نیروی اصطکاک (زاویه‌ی 180°): $W_2 = -f_k\,d = -(3500)(200) = -7.0 \times 10^5\ J$
- کار نیروی وزن و نیروی عمودی تکیه‌گاه: صفر (بر جابه‌جایی عمودند).

$$W_t = W_1 + W_2 = 7.78 \times 10^5 - 7.0 \times 10^5 \approx 7.8 \times 10^4\ J$$

۸ صفحه ۶۳ تمرین

شکل روبه‌رو شخصی را نشان می‌دهد که با وارد کردن نیروی ثابت $150\ N$، جعبه‌ای به جرم $10\ kg$ را از حال سکون در امتداد قائم جابه‌جا می‌کند.

الف) کار انجام شده توسط شخص و کار انجام شده توسط نیروی وزن را روی جعبه تا ارتفاع $1.5\ m$ به طور جداگانه حساب کنید.

ب) کار کل انجام شده روی جعبه تا ارتفاع $1.5\ m$ چقدر است؟

پ) با استفاده از قضیه‌ی کار ـ انرژی جنبشی، تندی نهایی جعبه را در ارتفاع 1.5 m حساب کنید.

الف) نیروی دست رو به بالا و هم‌جهت با جابه‌جایی است و نیروی وزن رو به پایین:

$W_{دست} = Fd = (150)(1.5) = 225\ J$

$W_{وزن} = -mgd = -(10)(9.8)(1.5) = -147\ J$

ب) $W_t = 225 + (-147) = 78\ J$

پ) $v_2 = \sqrt{15.6} \approx 3.9\ m/s \Rightarrow 78 = \frac{1}{2}(10)v_2^2 \Rightarrow W_t = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - 0$

۹ صفحه ۶۳ تمرین

جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده‌اش 840 kg است. وقتی این خودرو از موقعیت A به موقعیت B می‌رود، کار کل انجام شده روی خودرو 73500 J است. اگر تندی خودرو در موقعیت A برابر 54.0 km/h باشد، تندی آن در موقعیت B چند متر بر ثانیه است؟

$v_A = 54.0\ km/h = 15.0\ m/s$

$K_A = \frac{1}{2}(840)(15.0)^2 = 94500\ J$

$K_B = 94500 + 73500 = 168000\ J \Rightarrow W_t = K_B - K_A$

$v_B = 20\ m/s \Rightarrow v_B^2 = 400 \Rightarrow \frac{1}{2}(840)v_B^2 = 168000$

۱۰ صفحه ۶۳ تمرین

دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح یخ‌زده، دارای جرم‌های m و 2m، روی دریاچه‌ی افقی و بدون اصطکاکی قرار دارند و نیروی ثابت و یکسان F با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود (شکل روبه‌رو). هر دو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و پس از جابه‌جایی d، از خط پایان می‌گذرند. انرژی جنبشی و تندی قایق‌ها را درست پس از عبور از خط پایان، با هم مقایسه کنید.

نیروی خالص هر دو قایق همان F است و جابه‌جایی هر دو d است؛ پس کار کل روی هر دو یکسان و برابر $W_t = Fd$ است. چون هر دو از حال سکون شروع کرده‌اند، طبق قضیه‌ی کار ـ انرژی جنبشی:

$K_2 = W_t = Fd$؛ یعنی انرژی جنبشی دو قایق پس از عبور از خط پایان برابر است.

اما $K = \frac{1}{2}mv^2$؛ چون K برابر است، قایق سبک‌تر (جرم m) تندتر است:

$v_1 = \sqrt{2}\, v_2 \approx 1.41\, v_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}(2m)v_2^2$

انرژی جنبشی دو قایق یکسان است، ولی تندی قایق سبک‌تر $\sqrt{2}$ برابر تندی قایق سنگین‌تر است.

۱۱ صفحه ۶۴ تمرین

برای آنکه تندی خودرویی از حال سکون در نقطه‌ی A به v در نقطه‌ی B برسد، باید کار کل W_1t روی آن انجام شود. همچنین برای آنکه تندی خودرو از v در نقطه‌ی B به 2v در نقطه‌ی C برسد، باید کار کل W_2t روی آن انجام شود (شکل زیر). نسبت W_1t / W_2t چقدر است؟

$$W_1t = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$W_2t = \frac{1}{2}m(2v)^2 - \frac{1}{2}mv^2 = 2mv^2 - \frac{1}{2}mv^2 = (3/2)mv^2$$

$$W_1t / W_2t = (\frac{1}{2}mv^2) / (1.5mv^2) = 1/3$$

۱۲ صفحه ۶۶ تمرین

برای جسمی به جرم m که رو به بالا حرکت می‌کند و از سطح زمین دور می‌شود نشان دهید کار نیروی وزن، همچنان از رابطه‌ی 3ـ6 به دست می‌آید. فرض کنید که جسم به اندازه‌ی کافی نزدیک به سطح زمین بماند به گونه‌ای که وزن آن ثابت باشد.

فرض کنید جسم از ارتفاع h_1 به ارتفاع h_2 (با $h_2 > h_1$) برود؛ پس اندازه‌ی جابه‌جایی $d = h_2 - h_1$ و رو به بالاست. نیروی وزن رو به پایین است، یعنی زاویه‌ی آن با جابه‌جایی 180° است:

$$W_وزن = (mg \cos 180^\circ)d = -mg(h_2 - h_1) = -(mgh_2 - mgh_1)$$

با $U = mgh$ داریم: $W_وزن = -(U_2 - U_1) = -\Delta U$ که همان رابطه‌ی 3ـ6 است. (کار منفی است و انرژی پتانسیل گرانشی افزایش می‌یابد.)

۱۳ صفحه ۶۸ تمرین

انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) یک هواپیمای مسافربری به جرم 7.50×10^4 kg که با تندی 864 km/h در ارتفاع 9.60×10^3 m حرکت می‌کند چقدر است؟ مقدار این انرژی‌ها را با هم مقایسه کنید.

$$v = 864 \text{ km/h} = 240 \text{ m/s}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(7.50 \times 10^4)(240)^2 \approx 2.16 \times 10^9 \text{ J}$$

$$U = mgh = (7.50 \times 10^4)(9.8)(9.60 \times 10^3) \approx 7.06 \times 10^9 \text{ J}$$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

مقایسه: $U / K \approx 3.3$؛ یعنی انرژی پتانسیل گرانشی هواپیما حدود 3.3 برابر انرژی جنبشی آن است.

۱۴ صفحه ۶۸ تمرین

جرم موتورسواری با موتورش 150 kg است. این موتورسوار، پرشی مطابق شکل روبه‌رو انجام می‌دهد ($h_1 = 90\ m$ و $h_2 = 50\ m$).

الف) انرژی پتانسیل گرانشی موتورسوار را روی هر یک از تپه‌ها حساب کنید ($g = 9.8\ m/s^2$).

ب) کار نیروی وزن موتورسوار به همراه موتورش را در این جابه‌جایی به دست آورید.

الف) $U_1 = mgh_1 = (150)(9.8)(90) = 1.3 \times 10^5\ J$ (دقیقاً 132300 J)

$U_2 = mgh_2 = (150)(9.8)(50) = 7.4 \times 10^4\ J$ (دقیقاً 73500 J)

ب) موتورسوار از تپه‌ی بلندتر (h_1) به تپه‌ی پایین‌تر (h_2) می‌رود:

$W_{وزن} = -(U_2 - U_1) = -(73500 - 132300) = +58800\ J \approx 5.9 \times 10^4\ J$

کار نیروی وزن مثبت است، زیرا ارتفاع موتورسوار کاهش یافته است.

۱۵ صفحه ۶۹ پرسش

شکل روبه‌رو، چهار وضعیت متفاوت را برای حرکت جسمی نشان می‌دهد. در وضعیت الف، جسم از حال سکون سقوط می‌کند و در سه وضعیت دیگر جسم از حال سکون روی مسیری بدون اصطکاک و رو به پایین حرکت می‌کند. تندی جسم را در نقطه‌ی B برای هر چهار وضعیت با هم مقایسه کنید.

در هر چهار وضعیت تنها نیروی وزن کار انجام می‌دهد؛ پس انرژی مکانیکی پایسته است. جسم از حال سکون ($K_1 = 0$) و از یک ارتفاع یکسان h شروع می‌کند:

$v_B = \sqrt{2gh} \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv_B^2$

این مقدار به جرم و شکل مسیر بستگی ندارد، بنابراین تندی جسم در نقطه‌ی B در هر چهار وضعیت یکسان است.

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۶ صفحه ۷۰ تمرین

در مثال 3ـ11، مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را در ارتفاع h_1 بگیرید و بر این اساس تندی توپ را هنگام رسیدن به دهانه‌ی سبد حساب کنید.

داده‌ها (مثال 3ـ11): $v_1 = 7.0\ m/s$، $h_1 = 2.0\ m$ و $h_2 = 3.0\ m$. با مبدأ در ارتفاع h_1: $U_1 = 0$ و $h_2' = 3.0 - 2.0 = 1.0\ m$.

$$\frac{1}{2}(7.0)^2 + 0 = \frac{1}{2}v_2^2 + (9.8)(1.0) \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

$$v_2 \approx 5.4\ m/s \Rightarrow v_2^2 = 29.4 \Rightarrow 24.5 = \frac{1}{2}v_2^2 + 9.8$$

همان پاسخ مثال 3ـ11 به دست آمد؛ پس انتخاب مبدأ در نتیجه تأثیری ندارد.

۱۷ صفحه ۷۰ تمرین

توپی مطابق شکل از سطح زمین با تندی $v_1 = 40\ m/s$ به طرف صخره‌ای پرتاب می‌شود. اگر توپ با تندی $v_2 = 25\ m/s$ به بالای صخره برخورد کند، ارتفاع h_2 را به دست آورید. مقاومت هوا را هنگام حرکت توپ نادیده بگیرید.

مبدأ انرژی پتانسیل را سطح زمین می‌گیریم ($h_1 = 0$). انرژی مکانیکی پایسته است:

$$h_2 = (v_1^2 - v_2^2) / 2g \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

$$h_2 = (1600 - 625) / (2 \times 9.8) = 975 / 19.6 \approx 50\ m$$

۱۸ صفحه ۷۱ پرسش

شخصی توپ در حال حرکتی را با دست خود می‌گیرد (شکل روبه‌رو). پس از توقف توپ، انرژی جنبشی آن کجا رفته است؟

هنگام گرفتن توپ، نیروی دست به توپ کار منفی انجام می‌دهد و انرژی جنبشی توپ را کم می‌کند. این انرژی از بین نرفته است، بلکه به انرژی درونی توپ و دست (و مقدار کمی انرژی صوتی) تبدیل می‌شود؛ به همین دلیل توپ و دست کمی گرم می‌شوند.

این فایل توسط سایت ایران‌توشه تهیه شده است.

irantooshe.ir

۱۹ صفحه ۷۳ تمرین

توپی به جرم 0.45 kg با تندی $v_1 = 8.0\ m/s$ از نقطه‌ی A می‌گذرد (شکل روبه‌رو). نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک در سطح تماس توپ با زمین، 20 درصد انرژی جنبشی اولیه‌ی توپ را تا رسیدن به نقطه‌ی B تلف می‌کنند. تندی توپ را در این نقطه به دست آورید.

فرض می‌کنیم توپ روی سطحی افقی حرکت می‌کند (دو نقطه هم‌ارتفاع‌اند)، پس تغییر انرژی پتانسیل صفر است.

$$K_1 = \frac{1}{2}(0.45)(8.0)^2 = 14.4\ J$$

$$K_2 = 0.80\ K_1 = 11.52\ J$$

$$v_2 = \sqrt{51.2} \approx 7.2\ m/s \Rightarrow \frac{1}{2}(0.45)v_2^2 = 11.52$$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۲۰ صفحه ۷۴ تمرین

هر یک از دو موتور جت یک هواپیمای مسافربری، پیشرانه‌ای (نیروی جلوبر هواپیما) برابر $2.0 \times 10^5\ N$ ایجاد می‌کند. اگر هواپیما در هر دقیقه 15 km در امتداد این نیرو حرکت کند، توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما چند اسب بخار است؟

$$W = Fd = (2.0 \times 10^5)(15 \times 10^3) = 3.0 \times 10^9\ J$$

$$P_{av} = W / \Delta t = 3.0 \times 10^9 / 60 = 5.0 \times 10^7\ W$$

$$P_{av} = 5.0 \times 10^7 / 746 \approx 6.7 \times 10^4\ hp$$

۲۱ صفحه ۷۶ تمرین

آب ذخیره شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی، از مسیری مطابق شکل روی پره‌های توربینی می‌ریزد و آن را می‌چرخاند. با چرخش توربین، مولد می‌چرخد و انرژی الکتریکی تولید می‌شود (شکل روبه‌رو). اگر 85 درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر ثانیه چند متر مکعب آب باید روی توربین بریزد تا توان الکتریکی خروجی مولد نیروگاه به 200 MW برسد؟ جرم هر متر مکعب آب را 1000 kg در نظر بگیرید. (ارتفاع ریزش آب 90.0 m است.)

توان ورودی لازم (توان کار نیروی گرانش):

$$P_{in} = P_{out} / 0.85 = 200\ MW / 0.85 \approx 2.35 \times 10^8\ W$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

در هر ثانیه جرم m از ارتفاع h می‌ریزد: $P_{in} = mgh / \Delta t$

$m / \Delta t = 2.35 \times 10^8 / (9.8 \times 90.0) \approx 2.67 \times 10^5\ kg/s$

$V / \Delta t = (m/\Delta t) / \rho = 2.67 \times 10^5 / 1000 \approx 2.7 \times 10^2\ m^3/s$

در هر ثانیه حدود 267 مترمکعب آب باید روی توربین بریزد.

---

۲۲ صفحه ۷۶ فعالیت

شکل زیر طرح‌واره‌ای از درصد انرژی مفید و انرژی تلف شده در یک نیروگاه سوخت فسیلی یا هسته‌ای را از آغاز تا مصرف در یک لامپ رشته‌ای نشان می‌دهد (بازده نیروگاه 35%، خطوط انتقال 90% و لامپ رشته‌ای 5%).

الف) یک نیروگاه سوخت فسیلی را در نظر بگیرید که با مصرف گازوئیل، انرژی الکتریکی تولید می‌کند. با سوختن هر لیتر گازوئیل حدود 35 مگاژول انرژی گرمایی تولید می‌شود. برای اینکه یک لامپ رشته‌ای 100 واتی در طول یک ماه به مدت 180 ساعت (به طور میانگین هر شبانه‌روز 6 ساعت) روشن بماند، چقدر گازوئیل باید در نیروگاه مصرف شود؟

ب) با توجه به نتیجه‌ی قسمت الف، درک خود از هشدار معروف «لامپ اضافی خاموش!» را بیان کنید.

پ) اگر در سراسر ایران، هر خانه در طول یک ماه، معادل انرژی الکتریکی مصرف شده در قسمت الف، صرفه‌جویی کند، مقدار گازوئیل صرفه‌جویی شده را محاسبه کنید.

الف) انرژی الکتریکی مصرفی لامپ:

$E = Pt = 100\ W \times (180 \times 3600\ s) = 6.48 \times 10^7\ J = 64.8\ MJ$

بازده کل از نیروگاه تا خانه: $0.35 \times 0.90 = 0.315$؛ پس انرژی گرمایی لازم از سوختن گازوئیل:

$E_{206} \approx 0.315 / 64.8$ سوخت = MJ

206 حجم گازوئیل = $MJ / (35\ MJ/L) \approx 5.9\ L$

ب) روشن ماندن فقط یک لامپ 100 واتی اضافی در طول یک ماه، حدود 6 لیتر گازوئیل در نیروگاه مصرف می‌کند و تنها 5 درصد انرژی لامپ به نور تبدیل می‌شود. وقتی این مقدار در میلیون‌ها خانه تکرار شود، هدر رفتن سوخت و آلودگی هوا بسیار زیاد است؛ پس خاموش کردن لامپ اضافی کار کوچکی نیست و صرفه‌جویی قابل‌توجهی دارد.

پ) تعداد خانوارهای ایران را حدود 25 میلیون در نظر می‌گیریم:

$5.9\ L \times 2.5 \times 10^7 \approx 1.5 \times 10^8\ L$

یعنی در هر ماه حدود 150 میلیون لیتر گازوئیل صرفه‌جویی می‌شود.

۲۳ صفحه ۷۶ **فعالیت**

مدت زمانی که طول می‌کشد تا با دویدن به بالای یک راه‌پله برسید را اندازه بگیرید. توان متوسط مفید خودتان را در این فعالیت برحسب وات و اسب بخار بیان کنید.

روش: ارتفاع قائم راه‌پله (h) را با متر اندازه می‌گیریم (تعداد پله‌ها × ارتفاع هر پله)، با کرونومتر زمان بالا رفتن (t) را می‌سنجیم و از رابطه‌ی $P = mgh / t$ توان را حساب می‌کنیم.

نمونه با داده‌ی فرضی: $m = 60\ kg$، $h = 3.5\ m$ و $t = 4.5\ s$

$$W = mgh = 60 \times 9.8 \times 3.5 = 2058\ J$$

$$P = W / t = 2058 / 4.5 \approx 4.6 \times 10^{2}\ W \approx 0.61\ hp$$

۲۴ صفحه ۷۸ **مسئله**

تقریباً بیشتر شهاب‌سنگ‌هایی که وارد جو زمین می‌شوند، به دلیل اصطکاک زیاد با ذرات تشکیل‌دهنده‌ی جو، به دمای بالایی می‌رسند و می‌سوزند. شکل زیر شهاب‌سنگی به جرم $1.4 \times 10^{5}\ kg$ را نشان می‌دهد که با تندی $4.0\ km/s$ وارد جو زمین شده است. انرژی جنبشی این شهاب‌سنگ را به دست آورید. این انرژی را با انرژی جنبشی یک هواپیمای مسافربری به جرم $7.2 \times 10^{4}\ kg$ که با تندی $250\ m/s$ در حرکت است مقایسه کنید.

شهاب‌سنگ: $v = 4.0\ km/s = 4.0 \times 10^{3}\ m/s$

$$K_1 = \tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}(1.4 \times 10^{5})(4.0 \times 10^{3})^2 \approx 1.1 \times 10^{12}\ J$$

هواپیما: $K_2 = \tfrac{1}{2}(7.2 \times 10^{4})(250)^2 \approx 2.3 \times 10^{9}\ J$

$K_1 / K_2 \approx 5 \times 10^{2}$؛ انرژی جنبشی شهاب‌سنگ حدود 500 برابر انرژی جنبشی هواپیمای مسافربری است.

۲۵ صفحه ۷۸ **مسئله**

حدود 50000 سال پیش شهاب‌سنگی در نزدیک آریزونای آمریکا به زمین برخورد کرده و چاله‌ای بزرگ از خود به جای گذاشته است (شکل زیر). با اندازه‌گیری‌های جدید (2005 میلادی) برآورد شده است که جرم این شهاب‌سنگ حدود $1.40 \times 10^{8}\ kg$ بوده و با تندی $12.0\ km/s$ به زمین برخورد کرده است. انرژی جنبشی این شهاب‌سنگ هنگام برخورد به زمین چقدر بوده است؟ (خوب است بدانید انرژی آزاد شده توسط هر تن TNT تقریباً برابر $4.2 \times 10^{9}\ J$ است.)

$$v = 12.0\ km/s = 1.20 \times 10^{4}\ m/s$$

$$K = \tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}(1.40 \times 10^{8})(1.20 \times 10^{4})^2 \approx 1.0 \times 10^{16}\ J$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

معادل TNT: $1.0 \times 10^{16} / 4.2 \times 10^{9} \approx 2.4 \times 10^{6}$ تن؛ یعنی انرژی برخورد، معادل انفجار حدود 2.4 میلیون تن TNT بوده است.

۲۶ صفحه ۷۸ مسئله

در شکل‌های (الف) و (ب) جرم ارابه‌ها یکسان است. برای اینکه تندی ارابه‌ها از صفر به مقدار معین v برسد، کار انجام شده در هر دو حالت را با هم مقایسه کنید.

طبق قضیه‌ی کار ـ انرژی جنبشی، کار کل انجام شده روی هر ارابه برابر تغییر انرژی جنبشی آن است:

$$W_t = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = \frac{1}{2}mv^2$$

چون جرم و تندی نهایی در هر دو حالت یکسان‌اند، کار کل انجام شده در هر دو حالت برابر است (مستقل از اینکه نیرو چگونه وارد شود). تفاوت دو حالت فقط در نیروی لازم یا مسافت طی‌شده است.

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۲۷ صفحه ۷۸ مسئله

ورزشکاری سعی می‌کند توپ بیسبالی به جرم 150 g را با بیشترین تندی ممکن پرتاب کند. به این منظور، ورزشکار نیرویی به بزرگی F = 75.0 N تا لحظه‌ی پرتاب توپ و در امتداد جابه‌جایی (d = 1.5 m) بر آن وارد می‌کند (شکل زیر). با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، تندی توپ هنگام جدا شدن از دست ورزشکار چقدر است؟

$$W_t = Fd = (75.0)(1.5) = 112.5\ J$$

توپ از حال سکون شروع می‌کند: $W_t = \frac{1}{2}mv^2 - 0$

$$v \approx 39\ m/s \Rightarrow v^2 = 1500 \Rightarrow 112.5 = \frac{1}{2}(0.150)v^2$$

۲۸ صفحه ۷۸ مسئله

آیا کار کل انجام شده بر یک جسم در یک جابه‌جایی می‌تواند منفی باشد؟ توضیح دهید.

بله. طبق قضیه‌ی کار ـ انرژی جنبشی $W_t = K_2 - K_1$. اگر نیروی خالص برخلاف جهت جابه‌جایی بر جسم وارد شود، کار کل منفی است و انرژی جنبشی جسم کاهش می‌یابد (جسم کندتر می‌شود)؛ مانند خودرویی که ترمز می‌کند.

۲۹ صفحه ۷۸ مسئله

برای آنکه نیروی خالصی بتواند تندی جسم را از صفر به v برساند باید مقدار کار W را روی آن انجام دهد. اگر قرار باشد تندی این جسم از صفر به 3v برسد کاری که روی جسم باید انجام شود چند برابر W است؟

$W = \frac{1}{2}mv^2$ و برای تندی 3v:

$W' = \frac{1}{2}m(3v)^2 = 9 \times \frac{1}{2}mv^2 = 9W$

کار لازم 9 برابر W است.

۳۰ صفحه ۷۹ مسئله

اگر مطابق شکل زیر سطلی را در دست نگه دارید، آیا نیروی دست شما هنگامی که با تندی ثابت در مسیر افقی قدم می‌زنید روی سطل کاری انجام می‌دهد؟ اگر تندی حرکت شما در طول مسیر کم و زیاد شود چطور؟ پاسخ خود را در هر مورد توضیح دهید. از مقاومت هوا در مقابل حرکت سطل، چشم‌پوشی کنید.

تندی ثابت: نیروی دست رو به بالا (برابر وزن سطل) و بر جابه‌جایی افقی عمود است ($\cos 90^\circ = 0$)؛ پس کاری روی سطل انجام نمی‌دهد. کار کل هم صفر است، زیرا انرژی جنبشی سطل تغییر نمی‌کند.

تندی متغیر: برای تغییر تندی سطل باید نیروی خالص افقی بر آن وارد شود که فقط از دست می‌آید (مؤلفه‌ی افقی نیروی دست). هنگام تندتر شدن، این مؤلفه با جابه‌جایی هم‌جهت است و دست کار مثبت انجام می‌دهد؛ هنگام کندتر شدن، برخلاف جابه‌جایی است و کار دست منفی است. (مؤلفه‌ی قائم نیروی دست همچنان کاری انجام نمی‌دهد.) اگر تندی سطل در ابتدا و انتهای مسیر برابر باشد، کار کل دست در کل مسیر صفر است.

۳۱ صفحه ۷۹ مسئله

شخصی گلوله‌ای برفی به جرم 150 g را از روی زمین برمی‌دارد و تا ارتفاع 180 cm از سطح زمین بالا می‌برد و سپس در همان ارتفاع آن را با تندی 12 m/s پرتاب می‌کند. کار انجام شده توسط شخص روی گلوله‌ی برف چقدر است؟

کار کل شخص برابر مجموع تغییر انرژی پتانسیل و تغییر انرژی جنبشی گلوله است (گلوله ابتدا ساکن است و مقاومت هوا نادیده گرفته می‌شود):

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

$W = (0.150)(9.8)(1.8) + \frac{1}{2}(0.150)(12)^2 = 2.6 + 10.8 \approx 13\ J$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۳۲ صفحه ۷۹ مسئله

ماهواره‌ها در مدارهای معین و با تندی ثابتی دور زمین می‌چرخند. حرکت یک ماهواره به دور زمین شکل (الف) را می‌توان مطابق شکل (ب) مدل‌سازی کرد. همان‌طور که دیده می‌شود نیروی خالصی (نیروی وزن) همواره بر ماهواره وارد می‌شود. چگونه امکان دارد با وجود وارد شدن این نیرو به ماهواره، انرژی جنبشی آن ثابت بماند؟

در مدار دایره‌ای، نیروی وزن (گرانش) همواره به سمت مرکز زمین است و بر جابه‌جایی لحظه‌ای ماهواره، که مماس بر مدار است، عمود است. پس کار نیروی وزن $W = Fd\cos 90^\circ = 0$ است.

طبق قضیه‌ی کار ـ انرژی جنبشی $W_t = \Delta K = 0$؛ بنابراین انرژی جنبشی و تندی ماهواره ثابت می‌ماند (فقط جهت سرعت تغییر می‌کند).

۳۳ صفحه ۷۹ مسئله

آیا انرژی جنبشی یک جسم می‌تواند منفی باشد؟ انرژی پتانسیل گرانشی یک سامانه چطور؟ توضیح دهید.

انرژی جنبشی $K = \frac{1}{2}mv^2$ منفی نمی‌شود؛ زیرا m مثبت و v^2 همواره نامنفی است.

انرژی پتانسیل گرانشی $U = mgh$ می‌تواند منفی باشد؛ زیرا h نسبت به مبدأ دلخواهی که انتخاب می‌کنیم سنجیده می‌شود. اگر جسم پایین‌تر از مبدأ $(h = 0)$ قرار گیرد، h و در نتیجه U منفی است. آنچه اهمیت فیزیکی دارد تغییر انرژی پتانسیل (ΔU) است که به انتخاب مبدأ بستگی ندارد.

۳۴ صفحه ۷۹ مسئله

دو شخص هم‌جرم A و B به طبقه‌ی سوم ساختمانی می‌روند. شخص A با آسانسور و شخص B به آرامی از پله‌های ساختمان بالا می‌روند. گزاره‌های درست را با ذکر دلیل مشخص کنید.

الف) در طبقه‌ی سوم، انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A از شخص B کمتر است، زیرا آرام‌تر بالا رفته است.

ب) در طبقه‌ی سوم، انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A کمتر از شخص B است، زیرا برای رسیدن به طبقه‌ی سوم ساختمان مسافت کمتری پیموده است.

پ) کار نیروی وزن برای هر دو شخص در طول مسیر یکسان است.

ت) انرژی پتانسیل گرانشی هر دو شخص در طبقه‌ی سوم ساختمان یکسان است.

انرژی پتانسیل گرانشی فقط به جرم و ارتفاع بستگی دارد ($U = mgh$) و کار نیروی وزن برابر $-\Delta U$ است؛ به مسیر و زمان بستگی ندارد.

- الف) نادرست؛ سرعت بالا رفتن در U تأثیری ندارد.
- ب) نادرست؛ U به ارتفاع بستگی دارد نه مسافت پیموده‌شده.
- پ) درست؛ جرم و تغییر ارتفاع هر دو یکسان است، پس $W_{وزن} = -mg\Delta h$ برای هر دو یکی است.
- ت) درست؛ هر دو هم‌جرم‌اند و در یک ارتفاع قرار دارند.

گزاره‌های (پ) و (ت) درست‌اند.

۳۵ صفحه ۸۰ **مسئله**

شکل زیر هواپیمایی به جرم 7.2×10^4 kg را نشان می‌دهد که از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از 2050 m جابه‌جایی در امتداد باند هواپیما، به تندی برخاستن $v_2 = 70$ m/s می‌رسد.

الف) کار کل نیروهای وارد بر هواپیما را در این جابه‌جایی حساب کنید.

ب) یک دقیقه پس از برخاستن، هواپیما تا ارتفاع 560 m از سطح زمین اوج می‌گیرد و تندی آن به 140 m/s می‌رسد. در این مدت، کار نیروی وزن چقدر است؟

پ) به جز نیروی وزن، چه نیروهای دیگری بر هواپیما اثر می‌کند (با این نیروها در علوم سال ششم آشنا شدید)؟ کار کدام یک از این نیروها مثبت و کار کدام یک از آنها منفی است؟

الف) $W_t = \Delta K = \frac{1}{2}(7.2 \times 10^4)(70)^2 - 0 \approx 1.8 \times 10^8$ J

ب) $W_{وزن} = -mgh = -(7.2 \times 10^4)(9.8)(560) \approx -3.95 \times 10^8$ J $\approx -4.0 \times 10^8$ J

پ) نیروهای دیگر:

- نیروی پیشران (جلوبر) موتورها: هم‌جهت با حرکت است، کار مثبت.
- نیروی مقاومت هوا: برخلاف حرکت است، کار منفی.
- نیروی اصطکاک چرخ‌ها با باند (هنگام حرکت روی زمین): برخلاف حرکت است، کار منفی.
- نیروی عمودی تکیه‌گاه (باند) و نیروی برا (بالابر هوا): عمود بر راستای حرکت‌اند و تقریباً کار صفر انجام می‌دهند.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۳۶ صفحه ۸۰ مسئله

در سه شکل زیر اجسامی از حالت سکون و ارتفاع h نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آنها وارد نمی‌شود (جرم اجسام به ترتیب m، 2m و m است). در کدام حالت، جسم:

الف) بیشترین تندی را هنگام رسیدن به سطح افقی دارد؟

ب) تا هنگام رسیدن به پایین مسیر، بیشترین مقدار کار نیروی وزن روی آن انجام شده است؟

الف) انرژی مکانیکی پایسته است: $mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{(2gh)}$. این مقدار به جرم و شکل مسیر بستگی ندارد؛ پس تندی در هر سه حالت یکسان است و هیچ حالتی تندی بیشتری ندارد.

ب) $W_{وزن} = mgh$ و h در هر سه حالت یکسان است؛ پس هرچه جرم بزرگ‌تر باشد کار بیشتر است. بیشترین کار در حالتی انجام می‌شود که جرم جسم 2m است ($W = 2mgh$).

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۳۷ صفحه ۸۰ مسئله

در شکل زیر هواپیمایی که در ارتفاع 300 m از سطح زمین و با تندی 50 m/s پرواز می‌کند، بسته‌ای را برای کمک به آسیب‌دیدگان زلزله رها می‌کند. تندی بسته هنگام برخورد به زمین چقدر است؟ از تأثیر مقاومت هوا روی حرکت بسته چشم‌پوشی کنید.

انرژی مکانیکی پایسته است (مبدأ پتانسیل: سطح زمین):

$$v_2 = \sqrt{(v_1^2 + 2gh)} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{(50^2 + 2 \times 9.8 \times 300)} = \sqrt{8380} \approx 92\ m/s$$

۳۸ صفحه ۸۰ مسئله

موتورسواری از انتهای سکویی مطابق شکل زیر، پرشی را با تندی 35.0 m/s انجام می‌دهد. اگر تندی موتورسوار در بالاترین نقطه‌ی مسیرش به 32.0 m/s برسد، ارتفاع h را پیدا کنید. اصطکاک و مقاومت هوا را در طول مسیر حرکت موتورسوار نادیده بگیرید.

h ارتفاع بالاترین نقطه از نقطه‌ی پرش است. با پایستگی انرژی مکانیکی:

$$h = (v_1^2 - v_2^2) / 2g \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh$$

$$h = (35.0^2 - 32.0^2) / (2 \times 9.8) = (1225 - 1024) / 19.6 \approx 10\ m$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۳۹ صفحه ۸۱ مسئله

سه توپ مشابه، از بالای ساختمانی با تندی یکسانی پرتاب می‌شوند (شکل زیر). توپ (1) در امتداد افق، توپ (2) با زاویه‌ای بالاتر از امتداد افق و توپ (3) با زاویه‌ای پایین‌تر از امتداد افق پرتاب می‌شود. با نادیده گرفتن مقاومت هوا، انرژی جنبشی توپ‌ها را هنگام برخورد با سطح زمین، با یکدیگر مقایسه کنید.

فقط نیروی وزن کار می‌کند و انرژی مکانیکی پایسته است. برای هر توپ با جرم m، تندی اولیه‌ی v_0 و ارتفاع h:

$$K = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh$$

این مقدار برای سه توپ یکسان است (به زاویه‌ی پرتاب بستگی ندارد). پس انرژی جنبشی سه توپ هنگام برخورد با زمین برابر است: $K_1 = K_2 = K_3$.

۴۰ صفحه ۸۱ مسئله

جسمی به جرم $m = 12\ kg$ در نقطه‌ی A از حالت سکون رها می‌شود و در مسیری بدون اصطکاک سر می‌خورد (شکل زیر). تعیین کنید:

الف) تندی جسم را در نقطه‌ی B.

ب) کار نیروی گرانشی را در حرکت جسم از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی C.

با توجه به شکل، ارتفاع نقطه‌ی A را $5.0\ m$، نقطه‌ی B را $2.0\ m$ و نقطه‌ی C را $3.2\ m$ از سطح مبنا می‌گیریم.

الف) $v_B = \sqrt{2g(h_A - h_B)} \Rightarrow mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$

$$v_B = \sqrt{2 \times 9.8 \times (5.0 - 2.0)} = \sqrt{58.8} \approx 7.7\ m/s$$

ب) $W = mg(h_A - h_C) = (12)(9.8)(5.0 - 3.2) \approx 2.1 \times 10^2\ J$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۴۱ صفحه ۸۱ مسئله

گلوله‌ای به جرم $50\ g$ از دهانه‌ی تفنگی با تندی $1.5\ km/s$ و ارتفاع $1.6\ m$ از سطح زمین شلیک می‌شود. اگر گلوله با تندی $0.45\ km/s$ به زمین برخورد کند،

الف) در مدت حرکت گلوله کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟

ب) مقدار به دست آمده در قسمت (الف) را با کار نیروی وزن مقایسه کنید. از این مقایسه چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

الف) مبدأ پتانسیل را سطح زمین می‌گیریم. $m = 0.050\ kg$، $v_1 = 1500\ m/s$، $v_2 = 450\ m/s$:

$E_1 = ½(0.050)(1500)^2 + (0.050)(9.8)(1.6) \approx 5.63 \times 10^4$ J

$E_2 = ½(0.050)(450)^2 \approx 5.06 \times 10^3$ J

$W_f = E_2 - E_1 \approx -5.1 \times 10^4$ J

ب) کار نیروی وزن: $W_{وزن} = mgh = (0.050)(9.8)(1.6) \approx 0.78$ J. قدر مطلق کار مقاومت هوا حدود 65000 برابر کار نیروی وزن است.

نتیجه: در این حرکت کار نیروی وزن در برابر کار نیروی مقاومت هوا ناچیز است و تندی گلوله تقریباً به‌طور کامل تحت تأثیر مقاومت هواست؛ پس در چنین حالتی نمی‌توان از مقاومت هوا چشم‌پوشی کرد.

۴۲ صفحه ۸۱ مسئله

شکل زیر گلوله‌ای را نشان می‌دهد که از سقف کلاسی آویزان شده و دانش‌آموزی آن را از وضعیت تعادل خارج کرده و در برابر نوک بینی خود گرفته است.

الف) وقتی دانش‌آموز گلوله را رها می‌کند هنگام برگشت به او برخورد نمی‌کند. چرا؟ (این تجربه‌ی ساده ولی هیجان‌انگیز را در صورت امکان در کلاستان انجام دهید.)

ب) اگر دانش‌آموز هنگام رها کردن گلوله، آن را هل دهد، هنگام برگشت آن، چه اتفاقی می‌افتد؟

الف) گلوله از حال سکون و از ارتفاع h رها می‌شود. نیروی وزن کار می‌کند و نیروی کشش نخ همواره بر حرکت عمود است و کاری نمی‌کند؛ پس انرژی مکانیکی پایسته است (با صرف‌نظر از مقاومت هوا). گلوله در هنگام برگشت به ارتفاع اولیه می‌رسد (و به دلیل اتلاف انرژی در عمل کمی پایین‌تر از آن می‌ایستد) و هیچ‌گاه بالاتر از نوک بینی نمی‌رود، پس به دانش‌آموز برخورد نمی‌کند.

ب) با هل دادن، به گلوله انرژی جنبشی اولیه داده می‌شود؛ پس انرژی مکانیکی آن در لحظه‌ی رها شدن بیشتر از حالت قبل است. هنگام برگشت، گلوله از ارتفاع اولیه بالاتر می‌رود و به صورت دانش‌آموز می‌خورد.

۴۳ صفحه ۸۱ مسئله

بالابری با تندی ثابت، باری به جرم 650 kg را در مدت 3.0 دقیقه تا ارتفاع 75 m بالا می‌برد. اگر جرم بالابر 320 kg باشد، توان متوسط مفید موتور آن چند وات و چند اسب بخار است؟

موتور مجموع جرم بار و بالابر را بالا می‌برد: $m = 650 + 320 = 970$ kg؛ $\Delta t = 3.0 \text{ min} = 180$ s. چون تندی ثابت است، کار موتور برابر افزایش انرژی پتانسیل است:

$W = mgh = (970)(9.8)(75) \approx 7.1 \times 10^5$ J

$P_{av} = W / \Delta t = 7.13 \times 10^5 / 180 \approx 4.0 \times 10^3$ W

$P_{av} = 3961 / 746 \approx 5.3\ hp$

۴۴ صفحه ۸۱ مسئله

شخصی به جرم 72 kg، در مدت زمان 90 s از تعداد 50 پله بالا می‌رود. توان متوسط مفید او چند وات است؟ ارتفاع هر پله را 30 cm فرض کنید.

ارتفاع کل: $h = 50 \times 0.30 = 15\ m$

$W = mgh = (72)(9.8)(15) = 10584\ J$

$P_{av} = W / \Delta t = 10584 / 90 \approx 1.2 \times 10^{2}\ W$

۴۵ صفحه ۸۱ مسئله

سالانه نزدیک به 125 میلیارد لیتر مواد و فراورده‌های نفتی از طریق حدود 14000 km خطوط لوله در نقاط مختلف کشور توزیع می‌شود. این خطوط در طول مسیر خود از مراکز انتقال متعددی می‌گذرند تا توان لازم را برای ادامه‌ی راه به دست آورند. شکل زیر یکی از این مراکز را نشان می‌دهد که در ارتفاع 2050 m از سطح دریای آزاد قرار دارد. در این مرکز، در هر ثانیه $1.00\ m^3$ مواد نفتی از طریق لوله‌ای با قطر 32.0 اینچ (81.2 cm) توسط دو دستگاه پمپ (تلمبه) تا ارتفاع 2700 m از سطح دریای آزاد فرستاده می‌شود. اگر بازده هر یک از پمپ‌های این مرکز حدود 28 درصد باشد، توان ورودی هر یک از آنها برحسب مگاوات (MW) و اسب بخار (hp) چقدر است؟ (چگالی مواد نفتی را $860\ kg/m^3$ بگیرید.)

جرم نفت منتقل‌شده در هر ثانیه: $m = \rho V = 860 \times 1.00 = 860\ kg$ و تغییر ارتفاع $\Delta h = 2700 - 2050 = 650$ m. قطر لوله ثابت است، پس تندی نفت تغییر نمی‌کند و انرژی جنبشی آن ثابت می‌ماند.

توان مفید هر دو پمپ: $P_{\text{مفید}} = mg\Delta h / \Delta t = (860)(9.8)(650) / 1 \approx 5.48 \times 10^{6}\ W$

توان مفید هر پمپ: $5.48 / 2 \approx 2.74\ MW$

توان ورودی هر پمپ: $P_{in} = P_{out} / 0.28 = 2.74 / 0.28 \approx 9.8\ MW$

$P_{in} = 9.78 \times 10^{6} / 746 \approx 1.3 \times 10^{4}\ hp$

این فایل توسط سایت ایران‌توشه تهیه شده است.

irantooshe.ir