فیزیک پایه دهم

فصل سوم

کار، انرژی، توان

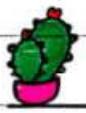
مدرس: فرزانه بابائی

✓ در علوم سال هفتم دیدید انرژی مکانیکی به دو دسته تقسیم می‌شوند 8

انرژی مکانیکی ←
- ۱- انرژی جنبشی
- ۲- انرژی پتانسیل ←
  - گرانشی ← حسی که در ارتفاع بالای سطح زمین دارد.
  - کشسانی ← فشرده یا کشیده
  - شیمیایی ← سوخت فسیلی، مواد خوراکی
  - الکتریکی ← مجموعه بار الکتریکی
  - مغناطیسی ← آهنربا

* اصل پایستگی انرژی 8 انرژی به وجود نمی‌آید، از بین هم نمی‌رود. فقط از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود و از حالتی به حالت دیگر تبدیل می‌شود.

انرژی جنبشی



✓ هر جسمی که حرکت کند، انرژی دارد و انرژی وابسته به حرکت یک جسم را انرژی حرکتی یا انرژی جنبشی می‌نامیم!

* هر چه جسم تندتر حرکت کند ← انرژی جنبشی بیشتر می‌شود.
* اگر جسم ساکن باشد ← انرژی جنبشی آن صفر است.

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

انرژی جنبشی

- کمیت نرده‌ای و همواره مثبت است. ← به جهت حرکت جسم وابسته نیست!
- با جرم متناسب است $(m \propto K)$ ← (جرم ۲ برابر شود ← انرژی جنبشی دو برابر می‌شود)
- با مجذور سرعت متناسب است. $(K \propto v^2)$ ← (تندی ۲ برابر شود ← انرژی جنبشی چهار برابر می‌شود)

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

$kg \frac{m^2}{s^2}$ ، kg ، $(\frac{m}{s})^2$

SI: ژول (J)

- برای مقایسه انرژی جنبشی ۲ جسم، با جرم‌ها و تندی‌ها مقایسه داریم (تقسیم کنید)

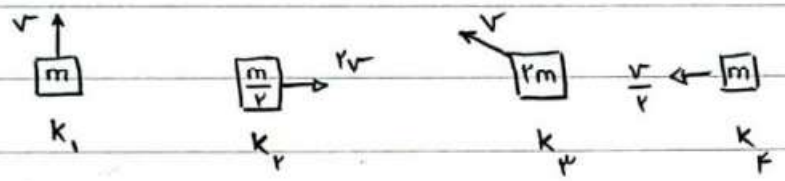
$$K = \frac{1}{2} m v^2 \longrightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$$

مثال ۱) ماهواره‌ای به جرم $200\ kg$ با تندی ثابت $2\ \frac{km}{s}$ دور زمین می‌چرخد. انرژی جنبشی ماهواره را بر حسب ژول و مگاژول بدست آورید.

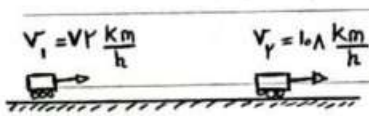
HiScol.iR

مثال ۲) گلوله‌ای به جرم ۲۰۰g دارای انرژی جنبشی ۱۶۰J است. تندی این گلوله چند متر بر ثانیه و چند km/h است؟

مثال ۳) انرژی جنبشی هریک از اجسام زیر را باهم مقایسه کنید و مقدار آن را به ترتیب از کمترین به بیشترین بنویسید.



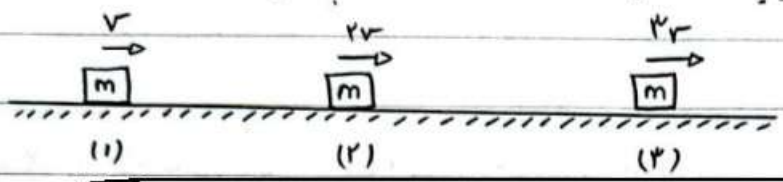
مثال ۴) جرم خودرویی و راننده‌اش 800kg است. تندی خودرو در دو نقطه از مسیری روی سطح نشان داده شده است، تغییرات انرژی جنبشی خودرو ($\Delta K = K_2 - K_1$) را بین این دو نقطه حساب کنید.



سلام مدرسه
www.HiSchool.ir

HiScol.iR

مثال ۵) مطابق شکل زیر جسمی به جرم m در حال حرکت است و تندی آن در مرحله اول از v به $2v$ و در مرحله دوم از $2v$ به $3v$ رسیده است. جسم در کدام مرحله تغییرات انرژی جنبشی آن در مرحله دوم چند برابر مرحله اول است؟



پاسخ: $\frac{\Delta K_2}{\Delta K_1} = \frac{5}{3}$

مثال ۶) تندی متحرک را اگر ۲ برابر و جرم آن را نصف کنیم در این صورت انرژی جنبشی چند برابر می‌شود؟

مثال ۷) گلوله‌ای به جرم ۱۰۰ gr و انرژی جنبشی ۲۰ J با تندی ثابت در حال حرکت است. تندی این گلوله چقدر است؟

مثال ۸) پرنده‌ای به جرم ۸۰۰ gr دارای ۴۰ J انرژی جنبشی است تندی پرنده را برحسب $\frac{m}{s}$ تعیین کنید:

پاسخ: $10\frac{m}{s}$

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

مثال ۹) اتومبیلی با تندی $5\frac{m}{s}$ حرکت می‌کند و انرژی جنبشی آن $10\ kJ$ است. جرم اتومبیل را برحسب kg تعیین کنید.

مثال ۱۰) انرژی جنبشی جسم A و جسم B یکسان است. اگر جرم A چهار برابر جرم جسم B باشد، تندی جسم A چند برابر تندی جسم B است؟

* نکته: در مسائل انرژی جنبشی اگر خواسته شود:

۱- انرژی جنبشی چقدر می‌شود؟ $K=\frac{1}{2}mv^2=?$

۲- انرژی جنبشی چقدر تغییر می‌کند؟ $\Delta K=K_2-K_1=?$

۳- انرژی جنبشی چند برابر می‌شود؟ $\frac{K_2}{K_1}=?$

۴- انرژی جنبشی چند درصد تغییر می‌کند؟ $\frac{K_2-K_1}{K_1}\times 100=?$

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

مثال ۱۱) اگر تندی اتومبیلی ٪۲۰ افزایش یابد، انرژی جنبشی آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

مثال ۱۲) جسمی در مسیر مستقیم با تندی ۳ در حال حرکت است. اگر تندی این جسم ۵ m/s افزایش یابد، انرژی جنبشی آن ٪۴۴ افزایش می‌یابد. ۳ چند m/s است؟

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

HiScol.iR

مثال ۱۳) جرم کامیون ۳ برابر جرم یک سواری و سرعت سواری ۲ برابر سرعت کامیون است. انرژی جنبشی سواری چند برابر انرژی جنبشی کامیون است؟

پاسخ $\frac{4}{3}$

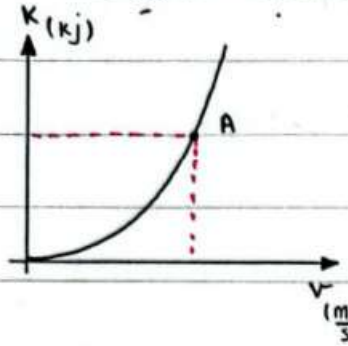
مثال ۱۴) از جرم جسمی ٪۲۰ کم می‌کنیم، برای اینکه انرژی جنبشی جسم ٪۲۵ افزایش یابد، باید تندی جسم چند درصد تغییر کند؟ (پاسخ ٪۲۵)

مثال ۱۵) تندی جسمی ٪۲۰ می‌افزایم و جرم آن را ٪۵۰ کاهش می‌دهیم. انرژی جنبشی آن چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

سلام مدرسه
www.HiScol.ir

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

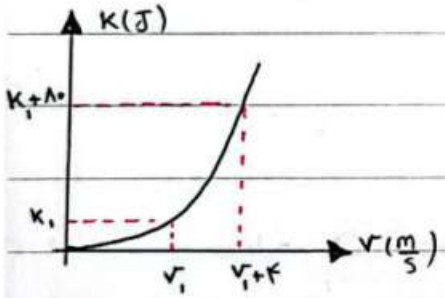
مثال ۱۶) نمودار تغییرات انرژی جنبشی جسمی به جرم ۲۰ kg، برحسب سرعت مطابق شکل زیر است:



الف) در نقطه A تندی جسم چند m/s است؟

ب) وقتی انرژی جنبشی جسم به ۳۶ kj می‌رسد، تندی آن چند $\frac{m}{s}$ است؟

مثال ۱۷) در شکل مقابل، نمودار انرژی جنبشی جسمی به جرم ۲/۵ kg برحسب تندی آن نشان داده شده است.



V_1 چند $\frac{m}{s}$ است؟

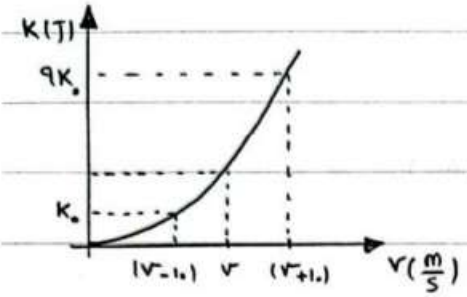
۱) ۲ ۲) ۶

۳) ۱۰ ۴) ۱۶

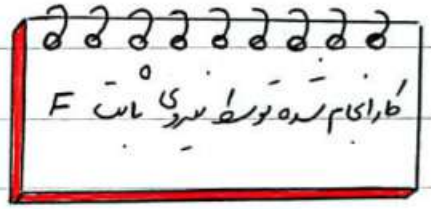
سلام مدرسه
www.HiScol.IR

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

مثال ۱۸) نمودار انرژی جنبشی برحسب تندی جسمی به جرم m مطابق شکل زیر است. m برحسب $\frac{m}{s}$ کدام است؟



۱) ۲٫۵ ۲) ۱۲
۳) ۵ ۴) ۲۰



✔ در علوم سال هفتم دیدید که مفهوم کار در فیزیک، با مفهوم آن در زندگی روزمره بسیار متفاوت است.

⇐ کار انجام شده توسط نیروی ثابت F را در ۲ حالت زیر بررسی می‌کنیم:

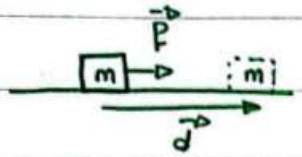
الف) حالتی که نیرو ($\vec{F}$) و جابه‌جایی ($\vec{d}$) هم‌جهت باشند. (در سال هفتم این‌گونه بود) (حالت خاص)

ب) حالتی که نیرو ($\vec{F}$) و جابه‌جایی ($\vec{d}$) با هم زاویه θ می‌سازند. (این حالت، حالت کلی بررسی نیرو است)

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

الف) حالتی که نیروی $\vec{F}$ و جابه‌جایی (d) هم‌جهت باشند (حالت خاص)



$$W = F\,d$$

(اندازه جابه‌جایی) — اندازه نیروی وارد بر جسم

* تعریف کار: اگر نیروی به جسمی وارد شود و آن را در جهت نیرو به اندازه d جابه‌جا کند مقدار کار این نیرو برابر است با

$$W_F = F \cdot d$$

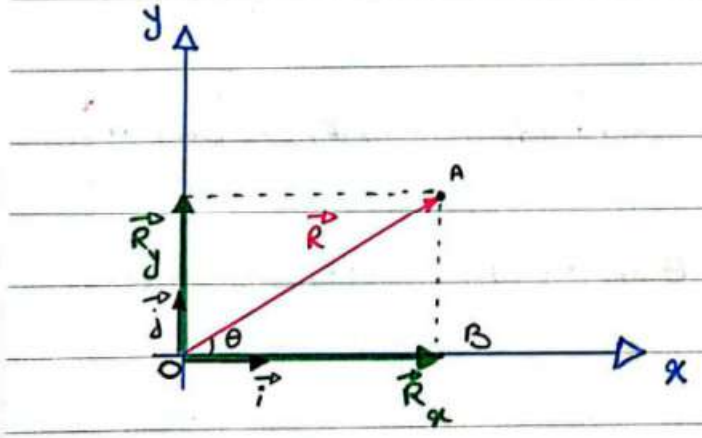
J ← F (N) → m

* کار:
۱. کمیت برداری (مقدار ـ اسکالر) است.
۲. یکای SI کار: ژول (J) ← $1\,J = 1\,N\cdot m$ (یک ژول، یک نیوتون در متر است!)
۳. $W_F = F\cdot d$ ← ۲ شرط
۱- نیرو ثابت، وارد شده بر جسم یا جابه‌جایی آن هم‌جهت باشد.
۲- جسم را مانند یک ذره فرض کرده‌ایم (مدل سازی)
۴. یکای کار برحسب یکاهای اصلی:

یکای کار = یکای نیرو × یکای جابه‌جایی $= kg\,\frac{m}{s^2} \times m = kg\,\frac{m^2}{s^2}$

* ب) حالتی که نیروی $\vec{F}$ و جابه‌جایی (d) با هم زاویه θ می‌سازند * (حالت کلی)

یادآوری از کنکور بردارها



سلام مدرسه
www.HiScol.IR

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

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

✓ تصویر بردار R روی محور x و مولفه R روی محور x و R_x

✓ تصویر بردار R روی محور y و مولفه R روی محور y و R_y

در مثلث قائم الزاویه $\overset{\Delta}{OAB}$ داریم (نوابع مثلثاتی)

$$\sin\theta = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{AB}{OA} = \frac{R_y}{R} \longrightarrow R_y = R\sin\theta \quad (1)$$

$$\cos\theta = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{OB}{OA} = \frac{R_x}{R} \longrightarrow R_x = R\cos\theta \quad (2)$$

$$\vec{R} = R_x\vec{i} + R_y\vec{j} \xrightarrow{1,2} \vec{R} = R\cos\theta\,\vec{i} + R\sin\theta\,\vec{j}$$

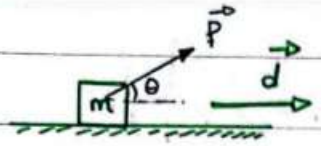
اندازه بردار R : $|R| = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{R^2\cos^2\theta + R^2\sin^2\theta}$

θ	$\sin\theta$	$\cos\theta$
۰	۰	۱
۳۰	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}/2$
۴۵	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
۶۰	$\sqrt{3}/2$	$1/2$
۹۰	۱	۰
۱۸۰	۰	-۱

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

اگر جسمی را با نیروی $\vec{F}$ بکشم، خواهم داشت:

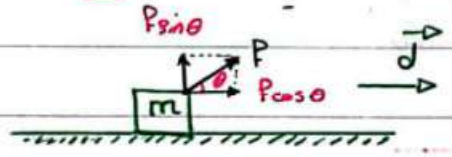


$$\vec{F} = F\cos\theta\,\vec{i} + F\sin\theta\,\vec{j} \longrightarrow \begin{cases} F_x = F\cos\theta & \text{مولفه افقی} \\ F_y = F\sin\theta & \text{مولفه عمودی} \\ F = |\vec{F}| = \sqrt{F^2\cos^2\theta + F^2\sin^2\theta} \end{cases}$$

✓ اگر نیرویی بر جسمی وارد شود که در راستای جابه‌جایی آن نباشد، نیرو به ۲ مولفه تقسیم می‌شود: یکی عمود بر جسم و دیگری موازی با حرکت جسم. ← آن بخشی از نیرو کار انجام می‌دهد که در جهت جابه‌جایی جسم باشد.

(یعنی مولفه افقی نیرو) ← همان طور که می‌دانیم اگر نیرو و جابه‌جایی هم راستا باشند کار انجام می‌دهد.

* که در جهت جابه‌جایی جسم باشد و کار انجام شده روی جسم تنها ناشی از مولفه‌ای از نیرو است که در راستای



جابه‌جایی است. ($F\cos\theta$) *

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

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

- نیرویی که موجب حرکت می‌شود.
- زاویه بین نیرو و جابه‌جایی
- جابه‌جایی در راستای نیرو

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

♡ بررسی چند حالت خاص :

۱- if $\theta = 0^\circ$: $W = F\cos\theta\, d = F.d$

۲- if $\theta = 180^\circ$: $W = F\cos 180^\circ\, d = -Fd$

۳- if $\theta = 90^\circ$: $W = F\cos 90^\circ\, d = Fd(0) = 0$ کار صفر است.

۴- if $0 \leq \theta < 90 \rightarrow \cos\theta > 0$: $W > 0$ کار مثبت است.

۵- if $90 < \theta \leq 180 \rightarrow \cos\theta < 0$: $W < 0$ کار منفی است.

♡ در حالت‌هایی کار انجام نمی‌شود ($W = 0$):

۱- نیرو به جسم وارد نشود. ($F = 0$)

۲- جابه‌جایی آسان شنید. ($d = 0$)

۳- نیرو بر جابه‌جایی عمود باشد. ($\theta = 90$)

← اگر جسمی با سرعت ثابت حرکت کند، نیروی خالص وارد بر آن صفر است.

♡ کار چه نیروهایی منفی است ؟

- کار نیروی مقاومت هوا
- کار نیروی اصطکاک
- کار نیروی شاره

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

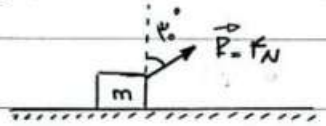
مثال ۱۹) نیروی $100N$ که با سطح افق زاویه $60°$ درجه می‌سازد، جسمی را به اندازه $20m$ در سطح افق جابه‌جا می‌کند.

کار انجام شده چقدر است؟ $(\cos 60° = 0/5)$

مثال ۲۰) برای کشیدن جعبه‌ای روی سطح افق $40N$ نیرو موازی سطح لازم است. کار لازم برای $80cm$ جابه‌جایی جسم چند ژول است؟

۱) ۳۲ ۲) ۵۰ ۳) ۳۲۰ ۴) ۵۰۰

مثال ۲۱) در شکل مقابل، نیروی $F=4N$ وزنه M را روی سطح افق در هر ثانیه، $2m$ جابه‌جا می‌کند. کار این نیرو

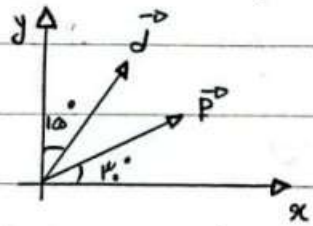


در مدت $10s$ برابر چند ژول است؟

۱) ۴ ۲) $4\sqrt{3}$

۳) ۴۰ ۴) $40\sqrt{3}$

مثال ۲۲) مطابق شکل، در صفحه xOy، نیروی ثابت $F=10N$ به جسمی اثر می‌کند و آن را به اندازه $d=20m$ جابه‌جا می‌کند. کار نیروی F طی این جابه‌جایی چند ژول است؟



۱) ۲۰۰ ۲) $100\sqrt{2}$

۳) ۱۰۰ ۴) $100\sqrt{3}$

سلام مدرسه
www.MrSalam.ir

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

مثال ۲۳) جسمی به جرم ۵kg به اندازه ۲m روی سطح افقی جابه‌جا می‌شود. اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت ۱۰N باشد، کار نیروی اصطکاک برحسب ژول برابر است با
۱) -۲۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۰ ۴) -۱۰

♡ ♡ ♡ ♡ ♡ ♡ ♡ ♡ ♡ ♡ ♡ ♡ ♡

نکته ۸ فرض کنید نیروی $\vec{F} = F_x\vec{i} + F_y\vec{j}$ در جابه‌جایی $\vec{d} = d_x\vec{i} + d_y\vec{j}$ برجسم اثر کند، در این صورت F_x با d_x و همچنین F_y با d_y هم راستا خواهند شد. پس می‌توانیم بگوییم کاری که F در این جابه‌جایی انجام داده است، برابر است با

$$W_F = W_{F_x} + W_{F_y} = F_x d_x + F_y d_y$$

مثال ۲۴) کار نیروی $\vec{F} = 2\vec{i} + 2\sqrt{2}\vec{j}$ در جابه‌جایی $\vec{d} = 5\sqrt{2}\vec{i} - 8\vec{j}$، چند ژول است؟

مثال ۲۵) نیروی $\vec{F} = (30N)\vec{i} + (40N)\vec{j}$ به جسمی به جرم ۵kg وارد می‌شود و آن را روی سطح افقی به اندازه $\Delta\vec{x} = 6m\,\vec{i}$ جابه‌جا می‌کند. کار نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی چند ژول است؟ (سراسری تجربی ۹۸)
۱) ۱۸۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۲۰

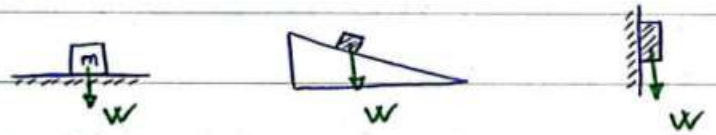
سلام مدرسه
www.HiSchool.ir

مثال ۲۶) نیروی $\vec{F}=8\vec{i}-6\vec{j}$ جسمی را ۲ m در جهت محور x ها جابه‌جا کرده است. کار نیروی F، چند ژول است؟

* بررسی چند نیروی خاص:

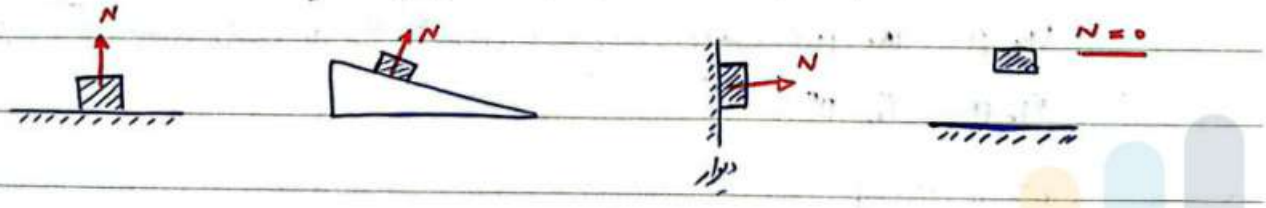
۱- نیروی محرک: نیروی که باعث حرکت یا جسم می‌شود ← تمام نیروهایی که در جهت حرکت جسم هستند محرک‌اند.
و تمام نیروهایی که در خلاف جهت حرکتند، مقاوم هستند.

۲- نیروی وزن W: نیروی گرانشی که زمین به جسم وارد می‌کند. ← جهت نیروی وزن همیشه به سمت مرکز زمین است.



جهت نیروی وزن بستگی به طور قرارگرفتن جسم روی سطح جسم دیگر ندارد.

۳- نیروی عمودی تکیه‌گاه N: نیروی ناشی که از طرف تکیه‌گاه بر جسم اثر می‌کند ← جهت نیروی عمودی تکیه‌گاه بستگی به طور قرارگرفتن جسم روی سطح جسم دیگر دارد.



سلام مدرسه
www.HiScol.IR

۴ - نیروی اصطکاک : نیروی که در سطح تماس دو جسم ، که با حرکت جسم نسبت به جسم دیگر مخالفت می‌کند به آن

نیروی اصطکاک می‌گوییم . ← نیروی اصطکاک در خلاف جهت حرکت نسبی اثر می‌کند و { عمود بر نیروی نام N / موازی با سطح

- نیروی اصطکاک ایستایی : به اصطکاک جسم در حال سکون می‌گویند .
- نیروی اصطکاک جنبشی : به اصطکاک جسم در حال حرکت می‌گویند .

♡ بررسی کار چند نیروی خاص :

۱- کار نیروی محرک (نیروی موتور) :

$$W_F = Fd$$

۲- کار نیروی وزن :
- جابه‌جایی افقی : $W_{mg} = 0\ J$
- جابه‌جایی قائم :
  - به سمت بالا : $W_{mg} = -mgh$
  - به سمت پایین : $W_{mg} = mgh$

۳- کار نیروی عمودی تکیه‌گاه :
- در جابه‌جایی افقی : $W_N = 0$
- در جابه‌جایی قائم (آسانسور) :
  - به سمت بالا : $W_N = F_N d$
  - به سمت پایین : $W_N = -F_N d$

۴- کار نیروی اصطکاک :
- ایستایی : $W_{f_s} = 0$
- جنبشی : $W_{f_k} = -f_k d$

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

مثال ۲۷) جسمی به جرم ۱۰kg توسط نیروی F از روی سطح زمین به اندازه ۵m بالا برده می‌شود. کار نیروی وزن در این جابه‌جایی چقدر است؟

$W_{mg} = -۵۰۰J$

مثال ۲۸) جسمی به جرم ۵kg به اندازه ۲m روی سطح افقی جابه‌جا می‌شود. اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت ۱۰N باشد، کار نیروی اصطکاک را به دست آورید.

$W_{F_k} = -۲۰J$

مثال ۲۹) وزنه‌برداری وزنه‌ای به جرم ۲۰kg را به طور یکنواخت ۱٫۵m بالای سر خود می‌برد. کاری که این وزنه‌بردار روی وزنه انجام می‌دهد چقدر است؟

$W_F = ۱۹۶J$

HiScol.iR

مثال ۴۰ شخصی چمدانی به جرم ۵kg را یک متر در امتداد افق و سپس یک متر در امتداد قائم حمل می‌کند. کاری که این شخص در مجموع بر روی چمدان انجام می‌دهد چند ژول است؟

$W_P = 50\,J$

W_t کارکل

اگر به جسمی چند نیرو وارد شود از ۲ روش می‌توان کار کل را محاسبه کرد:

روش اول: کار انجام شده توسط هریک از نیروها را محاسبه می‌کنیم و با جمع جبری کار انجام شده توسط هریک از نیروها کار کل را محاسبه می‌کنیم.

روش دوم: برایند نیروهای وارد بر جسم را در هریک از مولفه‌ها حساب می‌کنیم و برای محاسبه کار کل از نیروی خالص که در امتداد بردار جابه‌جایی است، استفاده می‌کنیم.

* حل مثال ۳-۴ کتاب

۳-۵

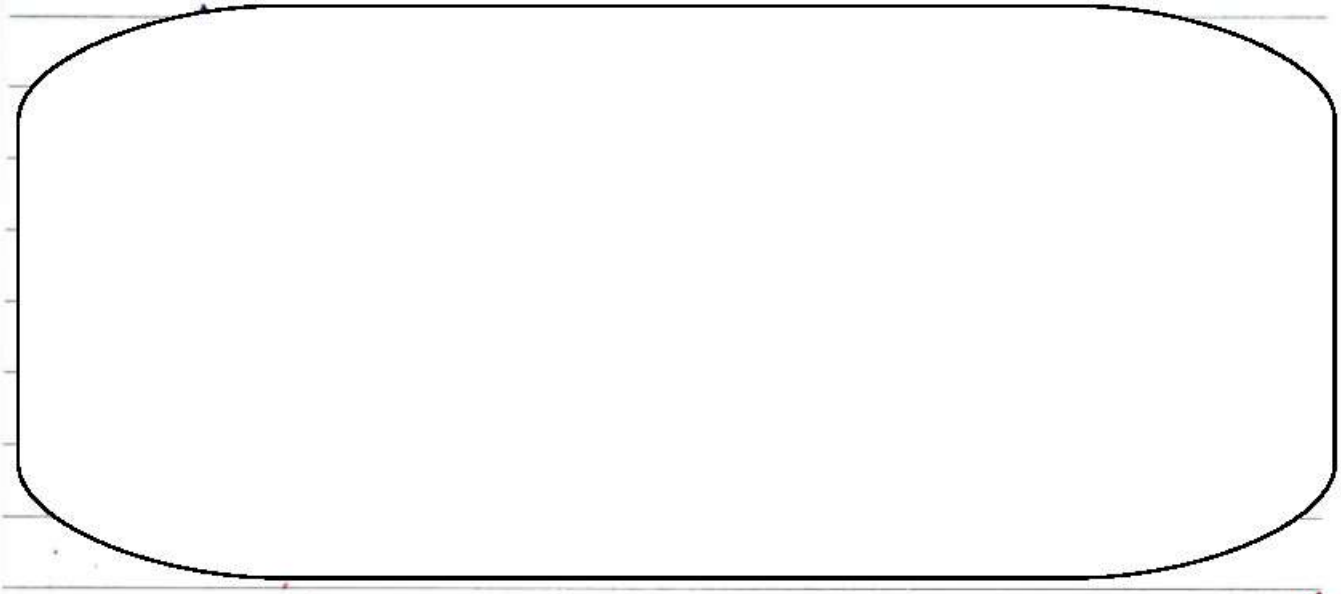
۳-۵ دیروز

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

مثال ۳۱) جسمی به جرم ۲۴kg با نیروی $P=۳۰۰N$ به ارتفاع ۵m قطع زمین برده می‌شود. $(g=۱۰\frac{m}{s^۲})$

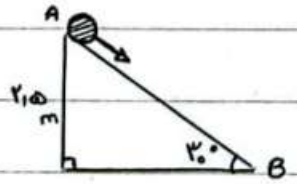
الف) کار نیروی وزن ب) کار نیروی F ج) کار برآیند نیروها در این جابه‌جایی را حساب کنید.



نکته: 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!

نکته: نیروهایی که عمود بر جابه‌جایی هستند همیشه در محاسبه کار کل وارد شده برجسم W_t کاهنده‌اند!

مثال ۳۲) جسمی به جرم ۸kg از بالای سطح شیبداری مطابق شکل به طرف پایین می‌لغزد.



الف) کار نیروی گرانش چند ژول است؟

ب) اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت ۸N باشد، کار نیروی اصطکاک از A تا B چند ژول است؟

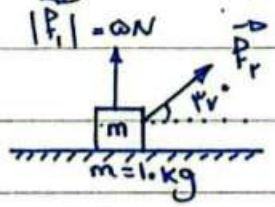
سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

مثال ۳۳) مطابق شکل زیر، نیروی ۲۰N با زاویه ۳۰° به جسمی به جرم 4kg وارد می‌شود. اگر بزرگی نیروی اصطکاک بین جسم و سطح ۱۲N باشد، مسافت کار نیروی F به کار نیروی اصطکاک بعد از طی جابه‌جایی 10m، کدام است؟

۱) $\frac{2\sqrt{3}}{5}$ ۲) $-\frac{5\sqrt{3}}{6}$ ۳) $-\frac{2\sqrt{3}}{5}$ ۴) $\frac{5\sqrt{3}}{6}$

مثال ۳۴) مطابق شکل زیر به جسمی که روی سطح افقی قرار دارد ۲ نیروی F_1 و F_2 وارد می‌شود اگر نیروی اصطکاک جسم با سطح افقی 10N و پس از 5m جابه‌جایی افقی، کل کار نیروها بر جسم معادل 110J باشد، بزرگی نیروی F_2 چند نیوتن است؟ ($\cos 37^\circ = 0.8$)



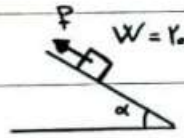
پاسخ: $F_2 = 4.0N$

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

زاویه	37°	53°
sin	۰/۶	۰/۸
cos	۰/۸	۰/۶

مثال ۳۵) در شکل زیر، نیروی F وزنه ۲۰۰N را با سرعت ثابت $2\frac{m}{s}$ روی سطح شیبدار بالا می‌برد. اگر نیروی اصطکاک



در مقابل حرکت جسم ۲۵N باشد کار نیروی F در مدت ۱۰s چند ژول است؟

۱) ۱۲۰۰ ۲) ۶۴۰۰ ۳) ۲۴۰۰ ۴) ۳۵۰۰۰

سلام مدرسه
www.HiSchool.ir

HiScol.iR

مثال ۳۶) مطابق شکل زیر، متحرکی تحت تاثیر نیروی $\vec{F} = 20\vec{i} + 30\vec{j}$ (در SI) روی سطح افقی شروع به حرکت می‌کند. اگر اندازه نیروی اصطکاک وارد بر متحرک برابر با ۸ N باشد، کار کل انجام شده روی جسم طی ۱۵m جابه‌جایی روی محور x ها برابر با چند ژول است؟

۱) ۳۰۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۱۸۰ ۴) ۱۵۰

کار و انرژی جنبشی

اگر جسمی در حال حرکت (در حال جابه‌جایی) باشد و نیروی خالصی بر آن وارد شود (آن نیرو می‌تواند روی جسم کار انجام دهد یا نه) آن نیرو می‌تواند انرژی جنبشی جسم را تغییر دهد:

۱) اگر کار انجام شده مثبت باشد (نیروی وارد شده بر جسم در جهت جابه‌جایی باشد) یعنی انرژی جنبشی جسم افزایش یافته!

۲) اگر کار منفی باشد (نیروی وارد شده بر جسم در خلاف جهت جابه‌جایی باشد) انرژی جنبشی جسم کاهش یافته!

بنابراین:
- جابه‌جایی و نیرو هم‌جهت ← $W_t > 0$ ← $K \uparrow$
- جابه‌جایی و نیرو خلاف جهت ← $W_t < 0$ ← $K \downarrow$

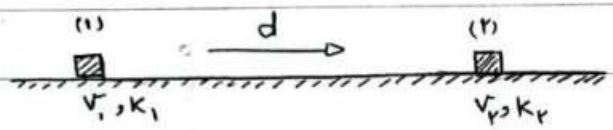
سلام مدرسه
www.HiScol.IR

دیدیم که در کار انجام شده و تغییر انرژی جنبشی رابطه‌ای وجود دارد که به قضیه کار و انرژی معروف است:

قضیه کار و انرژی: کار کل انجام شده روی یک جسم برابر است با تغییر انرژی جنبشی آن جسم.

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

قضیه کار و انرژی علاوه بر حرکت جسم روی خط مستقیم، برای حرکت جسم روی مسیر خمیده نیز معتبر است.



اگر جسم انرژی داده باشد ← $W_t > 0 \longleftrightarrow K_2 > K_1$ (انرژی جنبشی افزایش یافته) $\longleftrightarrow v_2 > v_1$

$W_t = 0 \longleftrightarrow K_2 = K_1 \longleftrightarrow v_2 = v_1$

اگر جسم انرژی از دست داده باشد ← $W_t < 0 \longleftrightarrow K_2 < K_1 \longleftrightarrow v_2 < v_1$

با توجه به قضیه کار و انرژی داریم: $W_t = \Delta K = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

مثال ۳۷) نیروی خنثی به جسم $10\,kg$ که با سرعت $4\,\frac{m}{s}$ از F به $6\,\frac{m}{s}$ می‌رسد، کار این نیرو چند ژول است؟

مثال ۳۸) ماشینی به جرم ۵۰۰gr با تندی $25\frac{m}{s}$ در حال حرکت است و با دیدن مانعی ترمز کرده و تندی آن به $5\frac{m}{s}$ می‌رسد. اگر ۱۰۲ از انرژی جنبشی از دست رفته صرف نرم شدن لاستیک‌های ماشین شود، تقریبا چند ژول گرما به لاستیک‌ها رسیده است؟

مثال ۳۹) جسمی به جرم ۴۰gr را از ارتفاع ۸۰m سطح زمین رها می‌کنیم و با تندی $20\frac{m}{s}$ به زمین می‌رسد. کار برآیند نیروهای وارد بر آن در طول مسیر چند ژول است؟

مثال ۴۰) توپ تنیسی به جرم ۵۰۰gr از فاصله ۲۰m با تندی $20\frac{m}{s}$ به طرف دروازه شوت می‌شود، توپ با تندی $10\frac{m}{s}$ به دست‌های دروازه‌بان برخورد می‌کند، کار کل انجام شده روی توپ چند ژول است؟

مثال ۴۱) اگر کار کل نیروهای وارد بر جسمی به جرم ۲kg، برابر ۲۱J و تندی جسم در ابتدا برابر $2\frac{m}{s}$ باشد، پس از انجام این کار بر روی جسم تندی آن به چند $\frac{m}{s}$ می‌رسد؟

سلام مدرسه
www.HiScol.ir

HiScol.iR

مثال ۴۲) جسمی به جرم $8kg$ با تندی $10\frac{m}{s}$ روی خط راست حرکت می‌کند. چه نیروی برحسب N و در کدام جهت باید در راستای حرکت آن وارد شود تا پس از طی مسافت $8m$، انرژی جنبشی آن به $1200J$ برسد؟

۱) ۱۰۰ و در جهت حرکت ۲) ۵۰ و در جهت حرکت ۳) ۵۰ و در خلاف جهت حرکت

۴) ۱۰۰ و در خلاف جهت حرکت

مثال ۴۳) اتومبیلی به جرم $1200kg$ با تندی $108\frac{km}{h}$ در حرکت است. اگر راننده ترمز کند، اتومبیل پس از طی مسافت $20m$ می‌ایستد، کار نیروی اصطکاک چند ژول است؟

مثال ۴۴) گلوله‌ای به جرم $24gr$ با تندی $800\frac{m}{s}$ به صورت افقی وارد تنه درختی می‌شود. اگر گلوله به اندازه $12cm$ در تنه درخت فرو رود و متوقف شود، کار نیروی که تنه به آن وارد می‌کند چقدر است؟

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

مثال ۴۵) جسمی به جرم ۲kg، از ارتفاع ۱۰m سطح زمین رها می‌شود و با تندی ۱۲ m/s به زمین می‌رسد. در این حرکت کار نیروی مقاومت هوا چند ژول است؟

مثال ۴۶) صندوقی به جرم ۵۰kg با تندی ثابت ۱m/s توسط یک نیروی افقی روی کف اتاق کشیده می‌شود. اگر نیروی اصطکاک در مقابل حرکت ۲۰۰N باشد، مقدار کاری که در هر متر جابه‌جایی جسم در اثر اصطکاک تولید می‌شود چند ژول است؟ کار نیروی F چقدر است؟

HiScol.iR

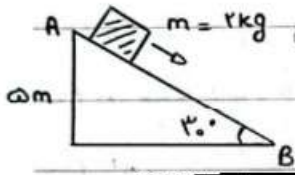
مثال ۴۷) اتومبیلی به جرم یک تنی با تندی ۳۶ $\frac{km}{h}$ در حرکت است. ناگهان راننده با دیدن مانعی که در ۱۵m او واقع شده، ترمز می‌کند. اگر نیروی اصطکاک بین جاده و چرخ ۵۰۰۰ N باشد، الف) آیا اتومبیل به مانع برخورد می‌کند؟ ب) کار نیروی اصطکاک؟

مثال ۴۸) قطره بارانی به جرم ۰/۱۸ gr از ابری در ارتفاع ۲km رها شده و پس از حرکت با سرعت ثابت ۱۰۰ $\frac{m}{s}$ به زمین می‌رسد. الف) کار چند نیروهای وارد بر قطره باران را حساب کنید. ب) کار نیروی وزن ج) کار نیروی مقاومت هوا

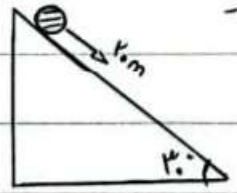
سلام مدرسه
www.HiSchool.ir

مثال ۴۹) گلوله تفنگی به جرم $20gr$ با سرعت $300\frac{m}{s}$ به تنه درختی برخورد می‌کند و با سرعت $100\frac{m}{s}$ از طرف دیگر آن خارج می‌شود، کار نیروی درخت وارد بر گلوله چقدر است؟

مثال ۵۰) در شکل مقابل، وزنه $2kg$ از حال سکون به حرکت درمی‌آید. اگر اصطکاک ناچیز باشد، انرژی جنبشی وزنه در لحظه رسیدن به انتهای خط چقدر است؟



مثال ۵۱) گلوله‌ای به جرم $2kg$ مطابق شکل با تندی $2\frac{m}{s}$ مماس بر سطح به طرف پایین پرتاب شده و پس از $20m$ جابه‌جایی تندی آن به $6\frac{m}{s}$ می‌رسد، مطلوب است: الف) کار کل نیروهای وارد بر جسم (قضیه کار و انرژی)

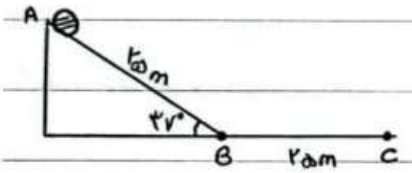


ب) کار نیروی وزن

ج) کار نیروی اصطکاک

HiScol.iR

مثال ۲۸) (اضافه) در شکل زیر جسم کوچکی به جرم 1kg از نقطه A روی سطح رها شده و پس از طی مسیر در نقطه C متوقف می‌شود. اگر نیروی اصطکاک جسم روی کل سطح نیز برابر نصف وزن جسم باشد، مطلوب است:



الف) اندازه وزنه در نقطه B؟

ب) کار نیروی اصطکاک در کل مسیر؟

پ) اندازه نیروی اصطکاک در مسیر BC چند N؟

HiScol.iR

انرژی پتانسیل

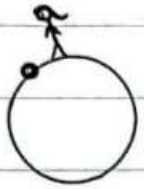
- انرژی پتانسیل یک انرژی ذخیره‌ای است و انواع مختلفی دارد:
  - گرانشی ← وابسته به فصل من خوانیم!
  - الکتریکی
  - کشسانی
  - شیمیایی
  - مغناطیسی

- انرژی جنبشی ← مربوط به حرکت یک جسم و برابر جرم ضرب در است.
  - شکل به جرم و تندی حرکت دارد.

- انرژی پتانسیل ← به معنی انرژی ذخیره شده در سامانه (دستگاه یا سیستم) است.
  - وقتی دو یا چند جسم به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند به دلیل موقعیت مکانی‌شان در سامانه، انرژی پتانسیل دارند (انرژی پتانسیل ویژگی یک سامانه است.) ← انرژی پتانسیل
  - به مکان اجسام نسبت به یکدیگر بستگی دارد.
  - وقتی انرژی پتانسیل یک سامانه تغییر می‌کند به شکل‌های دیگر انرژی تبدیل می‌شود.
  - انرژی پتانسیل کمیتی نسبی و مقایسه‌ای است و برای آن باید یک مبدا در نظر گرفت.

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

تعریف سامانه: هر سامانه می‌تواند دست کم از دو یا چند جسم تشکیل شده باشد، یا سامانه مجموعه چند جسم، که برآیند نیروهای آن‌ها کنار هم باعث ذخیره شدن انرژی می‌شود. مثال زیر توجه کنید:



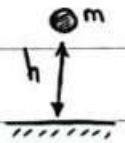
A) سامانه زمین و انسان و سامانه توپ و زمین

B) سامانه فنر و جسم و رها سازی و فشرده کردن فنر

C) سامانه بارهای الکتریکی

انرژی پتانسیل گرانشی

* انرژی پتانسیل گرانشی سامانه متشکل از زمین و جسمی به جرم m که در ارتفاع h، از سطح زمین قرار دارد برابر است با:



$$U = mgh$$

ارتفاع از سطح زمین

انرژی پتانسیل گرانشی سامانه زمین و جسم — J — Kg — m/s^2 — m

مثال ۵۳) انرژی پتانسیل گرانشی سامانه زمین و جسمی به جرم ۲kg که از سطح زمین ۱۰m فاصله دارد چقدر است؟

سلام مدرسه

HiScol.iR

نکته: h یا h، ارتفاع از سطح زمین در نظر گرفته می‌شود، بنابراین برای هر جسمی روی سطح زمین $h=0$ ⟵ $U=mgh=0$ خواهد بود.

سوال) اما آیا این به این معنی است اگر زیر زمین سوراخ یا چاهی باشد و توپی روی سطح زمین قرار داشته باشد، آنگاه توپ به درون سوراخ نمی‌رود؟ چرا؟

انرژی پتانسیل گرانشی توپ نسبت به سطح زمین صفر است! ما می‌توانیم انرژی پتانسیل جسم‌ها نسبت به کف کلاس را صفر بگیریم (بالاتر از حیاط مدرسه چند طبقه بالاتر است.) به عنوان مثال توپی روی میز معلم قرار دارد؛ انرژی پتانسیل توپ نسبت به میز معلم صفر است. حال اگر

۱- نسبت به کف کلاس که در طبقه دوم قرار دارد بسنجیم؛ $h=0.75\,m$

۲- نسبت به کف کلاس طبقه اول؛ $h=3\,m+0.75\,m$ (ارتفاع از طبقه اول)

۳- نسبت به حیاط مدرسه؛ $h=3.75\,m+$ ارتفاع ۳ پله از حیاط

می‌بینیم ارتفاع h، متفاوت خواهد بود و باید بدانیم انرژی پتانسیل گرانشی را نسبت به کدام سطح محاسبه می‌کنیم.

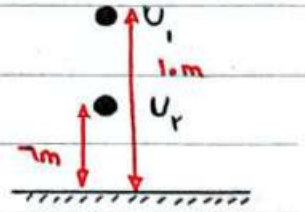
⟵ انرژی پتانسیل گرانشی هم یک کمیت نسبی است.

⟵ معمولا انرژی پتانسیل گرانشی نسبت به سطح زمین صفر در نظر گرفته می‌شود و اینه مهم است

تغییر انرژی پتانسیل گرانشی است! نه انرژی پتانسیل گرانشی در یک نقطه!

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

مثال ۵۴) وزنه‌ای از ارتفاع ۱۰m از سطح زمین به ارتفاع ۶m از سطح زمین می‌رسد. انرژی پتانسیل آن چقدر تغییر می‌کند؟ ($m = 2kg$)

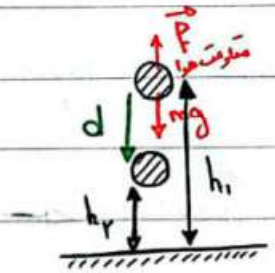


- کار نیروی وزن در این جابه‌جایی چقدر است؟

- چه رابطه‌ای بین ΔU و W_{mg} وجود دارد؟

* رابطه کار و انرژی پتانسیل گرانشی:

فرض کنید جسم در حال سقوط به طرف زمین (از ارتفاع h) است.



کار نیروی وزن در این جابه‌جایی برابر است با:

$$W_{mg} = mg\cos\theta d = mg\cos 0^\circ d = mgd = mg(h_1 - h_2) =$$

$$= -mg(h_2 - h_1) = -(U_2 - U_1) = -\Delta U$$

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

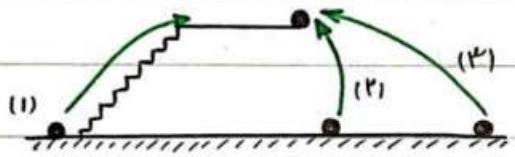
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی
دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران

$$W_{mg} = -\Delta U$$

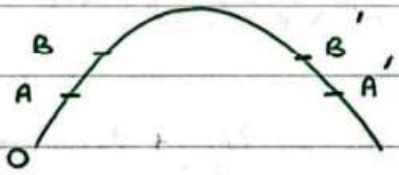
* وقتی جسم رو به بالا حرکت می‌کند ← کار نیروی وزن منفی است ولی انرژی پتانسیل گرانشی جسم زیاد می‌شود. $(\Delta U > 0)$

وقتی جسم رو به پایین حرکت می‌کند ← کار نیروی وزن مثبت است ولی انرژی پتانسیل گرانشی جسم کم می‌شود. $(\Delta U < 0)$

♡ کار نیروی وزن W_{mg} ← به مسیر حرکت بستگی ندارد و به جرم جسم و تغییر ارتفاع از سطح زمین بستگی دارد.



$$W_{mg}\ (\text{مسیر ۱}) = W_{mg}\ (\text{مسیر ۲}) = W_{mg}\ (\text{مسیر ۳})$$



$$W_{mg}\ (\text{از } A \text{ به } O) = W_{mg}\ (\text{از } O \text{ به } A')$$

نکته ۸ کار نیروی وزن در مسیرهای بسته صفر است!

$$h_1 = h_2 \rightarrow U_2 = U_1 \rightarrow W_{mg} = 0$$

نکته ۸ کار نیروی وزن در مسیر بسته صفر است!

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

مثال ۵۵) جسمی به جرم ۱۰kg، از سطح زمین تا بالای یک تپه به ارتفاع ۲۰m از سطح زمین، بالا برده شده است.

کار نیروی وزن در این جابه‌جایی چند ژول است؟

پاسخ: $W_{mg} = -2\times10^{3}\,J$

مثال ۵۶) چتربازی از ارتفاع ۸۰۰m از حال سکون رها می‌شود. جرم چترباز به همراه چترش ۸۰kg است.

اگر او با تندی $5\frac{m}{s}$ به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا در مسیر سقوط چند kJ است؟

مثال ۵۷) جسمی دارای انرژی جنبشی ۱۰۰J است. اگر بر این جسم نیروی خالص در جهت جابه‌جایی وارد شود،

طی ۵m جابه‌جایی انتقالی، تندی آن ٪۲۰ افزایش می‌یابد. در این صورت اندازهٔ نیروی خالص چند N است؟

سلام مدرسه
www.HiScol.ir

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

مثال ۵۸) شخصی طبقه اول تا طبقه سوم ساختمان را یک بار با تندی ۷ و بار دیگر با تندی $\frac{7}{2}$ بالا می‌رود.

نسبت تغییر انرژی پتانسیل گرانشی این شخص در حالت اول به حالت دوم چقدر است؟

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

پاسخ تشریحی:

مثال ۵۹) داس آموزی گلوله‌ی برفی به جرم ۱۰۰gr را از زمین برداشته و تا ارتفاع ۱۲۵m بالا می‌برد و با سرعت $12\frac{m}{s}$ پرتاب می‌کند. این داس آموز چند ژول کار روی گلوله برفی انجام داده است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$

سلام مدرسه
www.HiSchool.ir

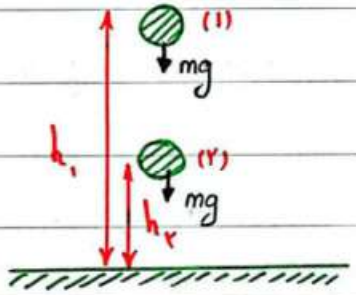
HiScol.iR

اصل پایستگی انرژی مکانیکی

* انرژی مکانیکی E به مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل هرجسم، انرژی مکانیکی آن گفته می‌شود و با نماد E نشان می‌دهیم.

$$E = U + K$$

پایستگی انرژی مکانیکی: وقتی گلوله‌ای از ارتفاع h_1 به طرف زمین سقوط می‌کند.



(با فرض نادیده گرفتن مقاومت هوا) وقتی توپ از موقعیت (۱) به موقعیت (۲) می‌رسد.

کار نیروی وزن را محاسبه کنید:

$$W_{mg} = -\Delta U = -(U_2 - U_1)$$

کار کل انجام شده روی توپ را نیز محاسبه کنید: (چون فقط نیروی وزن به توپ وارد می‌شود، پس کار کل با کار نیروی وزن برابر است.)

$$\left.\begin{aligned} W_t &= W_{mg} \\ W_t &= K_2 - K_1 \\ W_{mg} &= -(U_2 - U_1) \end{aligned}\right\} \rightarrow K_2 - K_1 = -(U_2 - U_1) \quad (I)$$

$$\text{(I)} \rightarrow K_2 - K_1 = -U_2 + U_1 \quad (II)$$

$$\text{(II)} \rightarrow \boxed{K_2 + U_2 = K_1 + U_1}$$

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

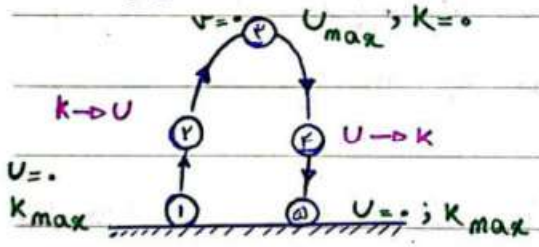
← با توجه به رابطه $K_2+U_2=K_1+U_1$ می‌توان گفت: مجموع انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی جسم در نقطه‌های مختلف مسیر حرکت با هم برابر است.

$$\left.\begin{array}{l} E=U+K \\ U_1+K_1=U_2+K_2 \end{array}\right\} \rightarrow \boxed{E_1=E_2}$$

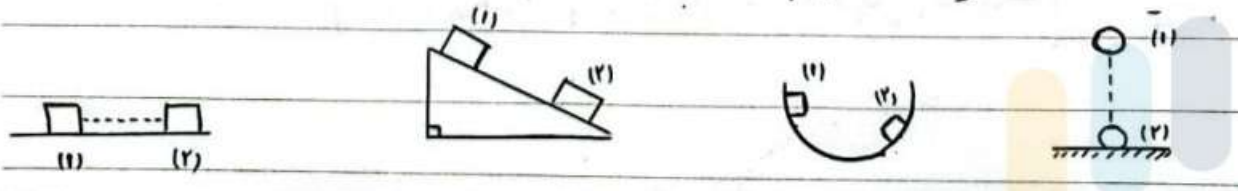
* اصل پایستگی انرژی مکانیکی

* اصل پایستگی انرژی مکانیکی: با نادیده گرفتن نیروهای مقاوم (اصطکاک و مقاومت هوا) انرژی مکانیکی یک جسم در طول مسیر همواره مقداری ثابت است: $E_1=E_2$

* اگر نیروهایی مانند اصطکاک و مقاومت هوا نادیده گرفته شود ← انرژی مکانیکی یک جسم در تمام نقاط مسیر حرکتش ثابت است. ← می‌توان گفت به همان اندازه که انرژی جنبشی آن [افزایش / کاهش] می‌یابد، انرژی پتانسیل آن [کاهش / افزایش] پیدا می‌کند.



* پایستگی انرژی مکانیکی به جرم جسم، زاویه پرتاب، شکل مسیر حرکت و نوع حرکت جسم بستگی ندارد.

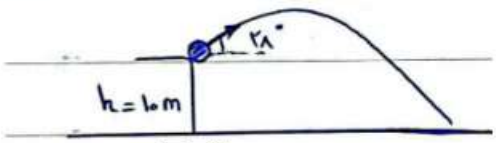


سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

مثال ۶۰) جسمی به جرم $1kg$ از ارتفاع $5m$ سطح زمین با تندی $3\frac{m}{s}$ عبور می‌کند. انرژی مکانیکی جسم را در این نقطه محاسبه کنید.

مثال ۶۱) در شکل زیر، از ارتفاع $10m$ بالای سطح زمین، توپی به جرم $0.5kg$، با تندی $10\frac{m}{s}$ تحت زاویه 28° نسبت به افق به سمت بالا پرتاب می‌شود. تندی توپ را در ارتفاع $5.2m$ بالای سطح زمین محاسبه کنید (مقاومت هوا ناچیز)

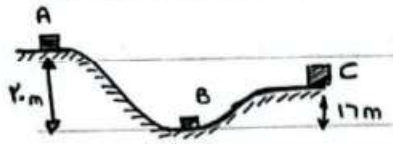


مثال ۶۲) جسمی به جرم $4kg$ را از سطح زمین با تندی $20\frac{m}{s}$ در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم. انرژی مکانیکی جسم پس از $2s$ چند ژول است؟ $g=10\frac{N}{kg}$

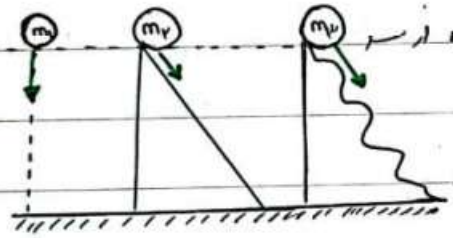
سلام مدرسه
www.HiScol.ir

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

مثال ۶۳) در شکل روبه‌رو یک وانت تندرس نشان داده شده است. اگر وانت در A از حال سکون شروع به حرکت کند تندی آن در B و C چقدر است؟ از اصطکاک تقار با ریل صرف نظر کنید.



مثال ۶۴) مطابق شکل، سه توپ با جرم‌های متفاوت $m_1 < m_2 < m_3$ از سر سیر متفاوت ولی از ارتفاع یکسان رها می‌شوند. در صورتی که اتلافی ندارم:



الف) تندی توپ‌ها در لحظه رسیدن به زمین با هم مقایسه کنید.

ب) تندی توپ‌ها در لحظه رسیدن به زمین در حالتی که جرم توپ‌ها برابر باشد.

سلام مدرسه
www.HiSchool.ir

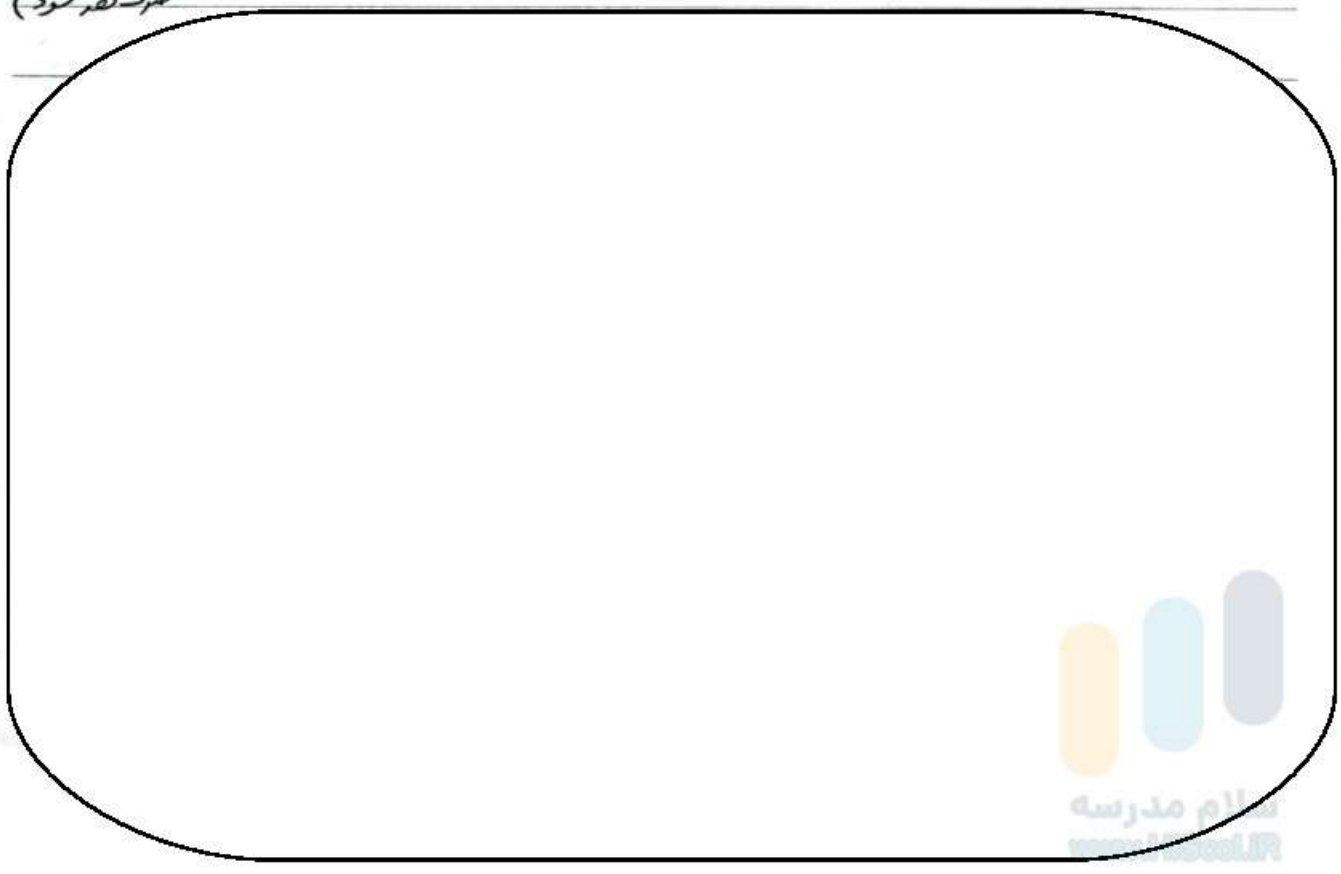
دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

مثال ۶۵) نمودار انرژی پتانسیل گرانشی سامانه جسم و زمین را بر حسب ارتفاع جسم از سطح زمین رسم کنید.

تیپ این نمودار معرف چه کمیتی است؟

مثال ۶۶) توپی را از سقف آویزان می‌کنیم و شخصی آن را از وضعیت تعادل خارج کرده و در برابر توپ بینی خود گرفته است. الف) چرا وقتی این شخص توپ را رها می‌کند، در هنگام برگشت به او برخورد نمی‌کند.

ب) اگر این شخص هنگام رهاکردن توپ، آن را هل دهد، در هنگام برگشت چه اتفاقی خواهد افتاد؟ (از اصطکاک صرف‌نظر شود)



سلام مدرسه
www.HiScol.IR

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

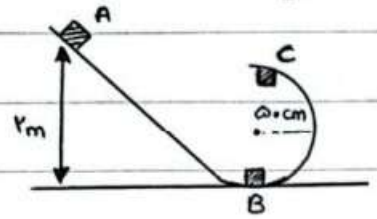
مثال ۶۷) هواپیمایی که در ارتفاع ۲۰۰ m با تندی ۲۸۸ $\frac{km}{h}$ به طور افقی پرواز می‌کند، مطابق شکل، بسته‌ای را رها می‌سازد.

با چشم پوشی از مقاومت هوا، تندی بسته هنگام رسیدن به زمین چند $\frac{m}{s}$ است؟

مثال ۶۸) از نقطه‌ای به ارتفاع ۴۰ m در شرایط خلا، گلوله‌ای به جرم ۱ kg با سرعت ۷۰ به سمت پایین پرتاب می‌شود، گلوله دیگری به جرم ۳ kg و بدون سرعت اولیه از همان نقطه سقوط کند، هردو گلوله با انرژی جنبشی یکسان به سطح زمین می‌رسند، v چند متر بر ثانیه است؟ چون ۲ جسم با انرژی جنبشی یکسان به زمین می‌رسند $E_{k_1} = E_{k_2}$ (اولیه)

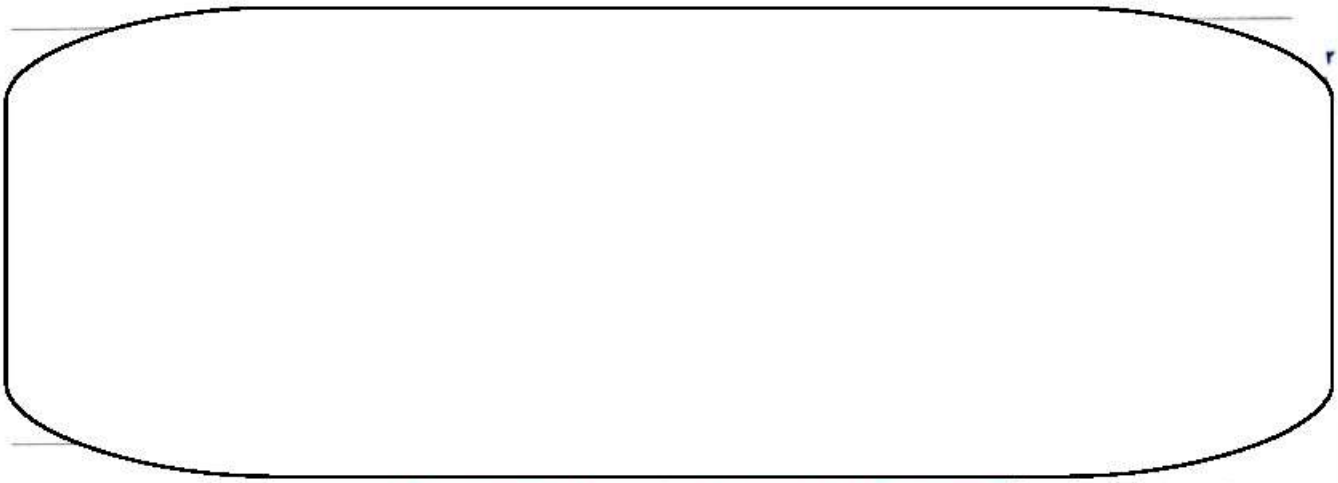
سلام مدرسه
www.HiScol.IR

مثال ۶۹) مطابق شکل روبه‌رو، جسمی به جرم ۸۰۰gr از نقطه A با تندی V_1 پایین می‌آید. اگر تندی جسم در نقطه‌ی B برابر $V_B = 7 m/s$ باشد و (سطوح بدون اصطکاک)

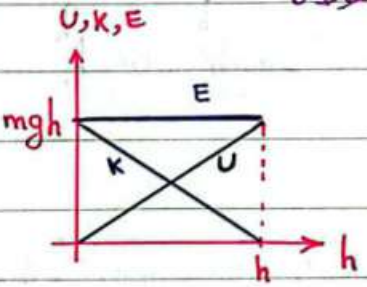


الف) مقدار تندی اولیه V_1 را بیابید.

ب) اگر جسم در مسیر دایره‌ای شکل به حرکت خود ادامه دهد، کار نیروی وزن در مسیر BC را بیابید.



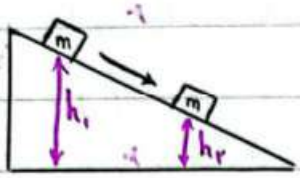
♡ نمودار تغییرات انرژی جنبشی، پتانسیل گرانشی و مکانیکی یک جسم در حال سقوط آزاد



سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

کار و انرژی درونی



در شکل مقابل، جسم m با وجود اصطکاک از بالای سطح شیبدار پایین آمده است. می‌خواهیم کار نیروی اصطکاک را در این جابه‌جایی محاسبه کنیم:

$$W_t = W_{mg} + W_{\text{اصطکاک}}$$

$$W_{\text{اصطکاک}} = W_t - W_{mg}$$

قضیه کار و انرژی جنبشی: $W_t = \Delta K$

داریم: $W_{mg} = -\Delta U$

$$\rightarrow W_{\text{اصطکاک}} = W_{P_k} = W_t - W_{mg} = \Delta K - (-\Delta U) =$$

$$= (K_2 - K_1) + (U_2 - U_1) = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1)$$

$$= E_2 - E_1$$

$$\boxed{W_{P_k} = \Delta E}$$

⇐ از این مثال نتیجه می‌گیریم کار نیروی اصطکاک (و نیروی مقاومت هوا) برابر است با تغییر انرژی مکانیکی جسم.

⇐ کار نیروی اصطکاک باعث می‌شود تا مقداری از انرژی مکانیکی جسم به انرژی درونی تبدیل شود.

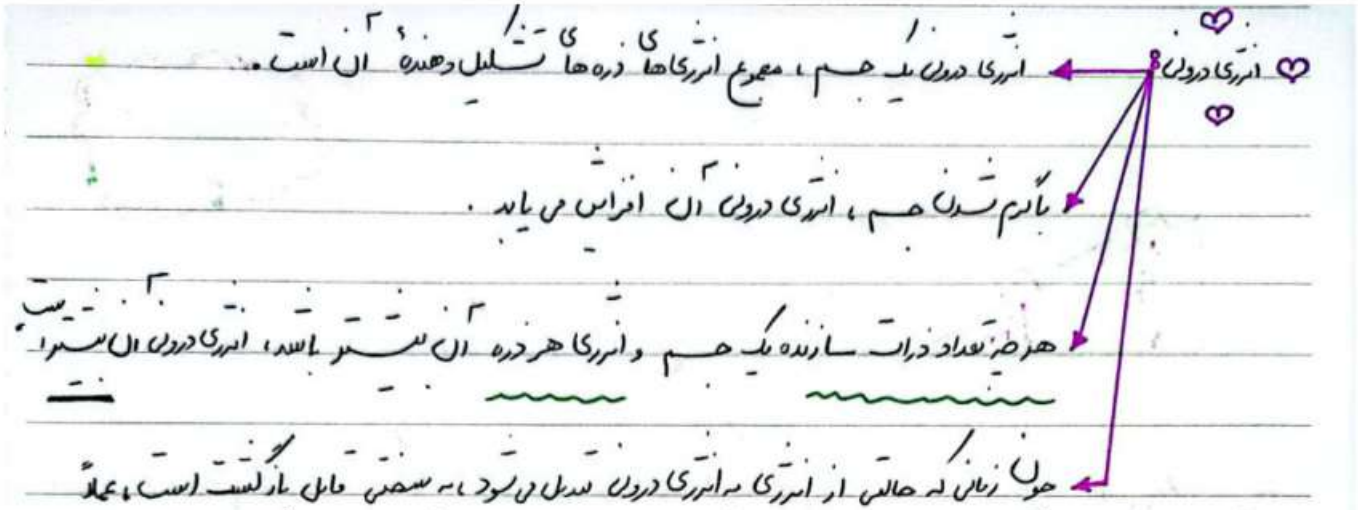
وقتی ۲ جسم روی هم اصطکاک پیدا می‌کنند، گرم می‌شوند ⇐ این یعنی انرژی درونی آن‌ها افزایش یافته است ⇐ که باعث می‌شود انرژی مکانیکی جسم و محیط اطراف آن افزایش یابد.

$$W_P = \Delta E \rightarrow \Delta E < 0 \rightarrow E_2 < E_1$$

$W_P < 0$ کار نیروی اتلاف

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR



نمی‌توان دوباره مورد استفاده قرار داد ← اصطلاحاً می‌گوییم انرژی تلف شده است.

$W_{\text{نیروی اتلافی}} = W_f = E_2 - E_1$

- سامانه منزوی 8 سامانه‌ای که نه از محیط اطراف انرژی می‌گیرد و نه به محیط اطراف انرژی می‌دهد.

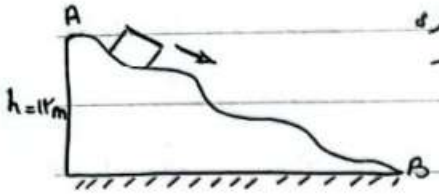
قانون پایستگی انرژی 8 در یک سامانه منزوی، مجموع کل انرژی‌ها پایسته است. انرژی از بین نمی‌رود و هم وجود می‌آید، بلکه از صورتی به صورت دیگر تبدیل می‌شود. (یا از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود)

مثال ۷۰) سنگی که جرم آن، به همراه سرنشین آن $80\,kg$ است. از بالای تپه‌ای به ارتفاع $100\,m$ از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. اگر تندی سنگ در پایین تپه $30\,m/s$ شود چه مقدار انرژی بر اثر اصطکاک به انرژی درونی تبدیل می‌شود؟ $(g = 10\,N/kg)$

سلام مدرسه
www.HiScol.ir

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

مثال ۷۱) در شکل زیر، جسمی به جرم ۱٫۵kg از نقطه A با تندی $10\frac{m}{s}$ شروع به حرکت کرده و با تندی $10\frac{m}{s}$ به نقطه B در پایین صفحه می‌رسد. کار نیروی اصطکاک سطح روی جسم را محاسبه کنید.



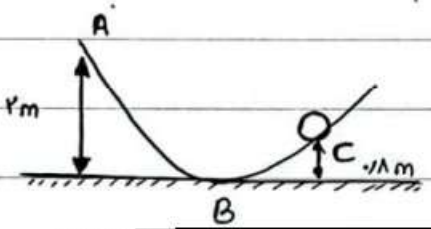
مثال ۷۲) توپی به جرم ۵۰۰gr را با تندی $6\frac{m}{s}$ در راستای قائم در هوا به سمت بالا پرتاب می‌کنیم. توپ با تندی $4\frac{m}{s}$ به نقطه پرتاب خود برمی‌گردد. انرژی مکانیکی آن چقدر و چگونه تغییر کرده است؟

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی
دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران

مثال ۷۳) گلوله‌ای به جرم ۵۰gr از دهانهٔ تفنگی با تندی ۱ km/s خارج می‌شود و با تندی ۰/۴ $\frac{km}{s}$ به زمین برخورد می‌کند. در مدت حرکت گلوله کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟ (ارتفاع شلیک گلوله را ۱/۵m در نظر بگیرید.)

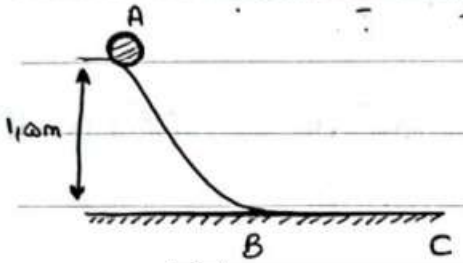
مثال ۷۴) جسمی به جرم ۴۰۰gr، مسیر ABC را طی می‌کند. اگر تندی جسم در نقطهٔ A برابر ۱m/s و اتلاف انرژی در طول مسیر ABC برابر ۱۵J باشد، انرژی جنبشی جسم در نقطهٔ C چقدر خواهد بود؟



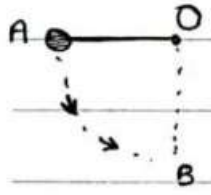
سلام مدرسه
www.HiSchool.ir

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی

مثال ۷۵) جسمی به جرم ۲kg بدون تندی اولیه از نقطه A به پایین رها شده و پس از طی مسیر افقی BC = ۴m در نقطه C متوقف می‌شود. اگر سطح AB بدون اصطکاک باشد نیروی اصطکاک در مسیر BC چقدر است؟



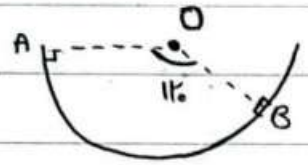
مثال ۷۶) جرم گلوله اولی ۲۰۰gr و طول اویز ۵۰cm است. اگر گلوله از نقطه A رها شود، تندی گلوله در نقطه B (پایین‌ترین نقطه از مسیر گلوله) چه قدر است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر کنید)



پاسخ: $V = 10\ m/s$

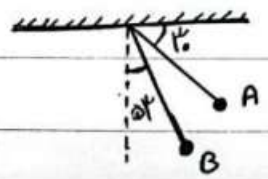
سلام مدرسه
www.HiScol.ir

اضافه
مثال ۷۷) در شکل زیر جسمی با سرعت اولیه $3\frac{m}{s}$ از لبه نیم کره‌ای به شعاع $36\,cm$ مماس بر سطح به سمت پایین پرتاب می‌شود. اگر انرژی جنبشی جسم در نقاط A و B برابر $2J$ باشد، چند ژول انرژی در فاصله AB تلف شده است؟ ($\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$)



۱) $0.18\sqrt{3}$ ۲) ۰ ۳) $80\sqrt{3}$ ۴) 0.18

اضافه
مثال ۷۸) مطابق شکل گلوله‌ای به جرم $2kg$ در جایی از A تا B حرکت می‌کند. اگر طناب به طول $1m$ باشد، کار نیروی وزن در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$ ، $\cos 53^\circ = 0.6$)

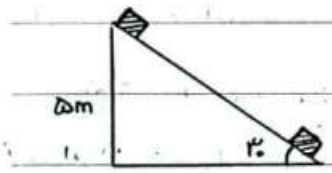


سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

مثال ۷۹) مطابق شکل، جسمی به جرم ۲kg با تندی ۶ m/s روی سطح شیبدار به طرف پایین ترمک می‌شود

اگر ۳۶ انرژی در این حالت تلف شود، جسم با چه تندی به پایین سطح شیبدار می‌رسد؟

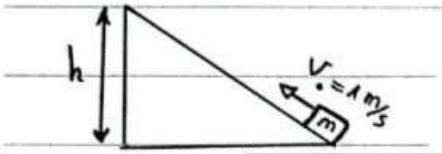


پیام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

اضافی

مثال ۸۰) مطابق شکل زیر، جسمی به جرم m را با تندی $8\frac{m}{s}$ از پای سطح شیب‌دار به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. جسم با انتهای سطح شیب‌دار بالا می‌رود و سپس برمی‌گردد و با تندی $4\frac{m}{s}$ از نقطه پرتاب عبور می‌کند. ارتفاع h چند متر است؟



مثال ۸۱) توپ والیبال را با تندی اولیه $V_1 = 20\ m/s$ به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. اگر هنگام رسیدن توپ به بالاترین نقطه (ارتفاع اوج) 10 انرژی جنبشی اولیه تلف شود، توپ پس از جدا شدن از دست، حداکثر تا چه ارتفاع برحسب متر بالا می‌رود؟

سلام مدرسه
www.HiScol.iR

توان

* از مهم‌ترین ویژگی‌های ماشین‌های ساده و پیچیده، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا کار معینی انجام دهد.

هر چه موتور قوی‌تر باشد ← مدت زمانی که طول می‌کشد تا کار معینی را انجام دهد کوتاه‌تر می‌شود.

به عنوان مثال اگر ماشین، موتور قوی داشته باشد ← راحت‌تر و سریع‌تر از جاده کوهستانی بالا می‌رود.

اگر موتور ماشین ضعیف باشد ← برای بالا رفتن از جاده کوهستانی زمان طولانی‌تری لازم است.

یا اگر موتور بالابر آسانسور قوی باشد ← کابین آسانسور راحت‌تر و سریع‌تر بالا می‌رود ... چند مورد دیگر مثال بزنید!

بنابراین در اغلب مواردی که در آن مدت زمان می‌توان کار معینی انجام داد، مورد نیاز است!

* توان:

✓ در فیزیک، اهمیت انجام کار را کمیت توان توصیف می‌کند: $\bar{P} = \frac{W}{\Delta t}$ توان متوسط

✓ توان کمیت نرده‌ای است.

✓ $\bar{P} = P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$ (J / s) یکای SI برای W است (یکاهای رایج MW و KW)

1W = 1 وات

✓ یک وات: یک ژول بر ثانیه است! ($1W = 1 J/s$)

✓ یکای دیگر توان ← اسب بخار (hp) توسط وات برای اولین بار معرفی شد: $1hp = 746W$

✓ معیاری برای کندتر و سریع‌تر انجام گرفتن یک کار است.

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

مثال ۸۲) شخصی با نیروی افقی ۴۰N، جسمی را بر روی سطح افقی در مدت ۴s، ۱۰m جابجا کرده است. توان شخص چند kW است؟

مثال ۸۳) اتومبیلی به جرم ۹۰۰kg در یک جاده افقی روی خط راست از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از ۱۰s تندی آن به $72 \frac{km}{h}$ می‌رسد. توان متوسط اتومبیل چند kW است؟ (نیروهای مقاوم را نادیده بگیرید.)

مثال ۸۴) شخصی به جرم ۷۸٫۵kg، در مدت زمان ۸۴۵، از تعداد ۵۰ پله بالا می‌رود. توان متوسط صعود او چند W است؟ (ارتفاع هر پله = ۲۸٫۵cm)

سلام مدرسه
www.HiSchool.ir

HiScol.iR

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران

مثال ۸۶) اتومبیلی به جرم ۱٫۵ ton از حال سکون پاشاب ۵ ثانیه به حرکت درمی‌آید و بعد از ۱ دقیقه، تندی آن به ۷۲ $\frac{km}{h}$ می‌رسد، توان اتومبیل در این مدت چند W است؟

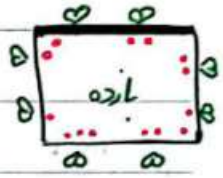
مثال ۸۷) جرثقیلی می‌تواند در مدت ۵s، باری به جرم ۱۰۰ kg را با سرعت ثابت در راستای قائم، ۵m بالا ببرد. توان متوسط آن را برحسب W محاسبه کنید.

مثال ۸۸) پله‌برقی می‌تواند در هر دقیقه یک تانکر ۲۰۰ lit آب را با تندی ثابت از ارتفاع ۱۲m بالا ببرد. توان متوسط پله‌برقی چقدر است؟

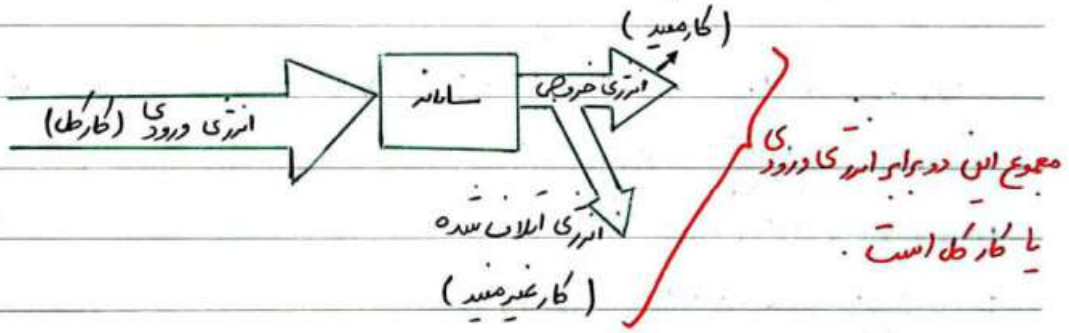
مثال ۸۹) جسمی به جرم ۲۰ kg با تندی ثابت ۲ m/s توسط یک بالابر ۴۰m بالا برده می‌شود، توان متوسط این بالابر چقدر است؟

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

مثال ۹۰) از موتوری با توان ۳۸۰ W، برای بالابردن باری، با تندی ثابت $10\ \frac{cm}{s}$ استفاده می‌شود. جرم باری که حمل می‌شود چقدر است؟



در هر سامانه تنها بخشی از انرژی ورودی (انرژی مصرفی سامانه) به انرژی مورد نظر ما تبدیل می‌شود.



مجموع این دو برابر انرژی ورودی یا کار کل است.

انرژی اتلافی (غیرمفید) + انرژی خروجی (مفید) = انرژی ورودی (کل) ← اصل پایستگی انرژی

✓ تنها بخشی از انرژی ورودی قابل استفاده است که ما آن انرژی خروجی یا کار مفید می‌گوییم.

بازده ← نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی را بازده می‌نامیم و برحسب درصد بیان می‌کنند.

* بازده همواره عددی کوچکتر از ۱۰۰ است.

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

HiScol.iR

$$\text{بازده بر حسب درصد} = \frac{\text{انرژی خروجی (مفید)}}{\text{انرژی ورودی (کل)}} \times 100 \quad \text{یا} \quad R\% = \frac{\bar{P}_{\text{خروجی مفید}}}{\bar{P}_{\text{ورودی}}} \times 100$$

هرچه بازده یک سامانه بیشتر باشد، کارایی یا راندمان آن سامانه بیشتر است.

مثال ۹۱) موتور آبی در یک زمین کشاورزی مقداری آب را با آهنگ $0.6 \frac{m^3}{s}$ از عمق ۱۰ متری بالا می‌آورد. اگر بازده موتور ۰/۸ باشد، با صرف نظر از انرژی جنبشی آب هنگام ورود به زمین، توان الکتریکی مصرفی موتور را حساب کنید. (هر متر مکعب آن، $10^3 kg$ جرم دارد.)

مثال ۹۲) توان موتور جرثقیل یک کشتی است. این جرثقیل وزنه ۵۰kg را در مدت ۲۵s از ارتفاع ۵m از سطح زمین بالا می‌برد. بازده موتور این جرثقیل چند درصد است؟

سلام مدرسه
www.hiscol.ir

مثال ۹۳) بالابری در هر دقیقه ضمنون 40kg را با تندی ثابت از روی سطح زمین تا ارتفاع 15m بالای ساختمان منتقل می‌کند. اگر بازده بالابر 60٪ باشد، توان ورودی و خروجی آن را حساب کنید.

مثال ۹۴) یک آسانسور، در مدت 5min تا ارتفاع 60m بالا می‌رود. جرم آسانسور و بار داخل آن 500kg و توان مصرفی 2KW است. بازده آن آسانسور چند درصد است؟

مثال ۹۵) تلمبه‌ای در هر دقیقه 30lit آب را با تندی ثابت از چاهی به عمق 10m، تا ارتفاع 5m بالای دهانه چاه بالا می‌فرستد. اگر بازده تلمبه 40٪ باشد، توان ورودی و خروجی آن را حساب کنید.

سلام مدرسه
www.HiScol.ir

HiScol.iR

مثال ۹۶) از آبشاری در هر دقیقه $2m^3$ آب از ارتفاع 8m فرو می‌ریزد. این آبشار مولد الکتریکی توخالی را به کار می‌اندازد. اگر بازده دستگاه ۸۰٪ باشد، توان مولد را بدست آورید.

مثال ۹۷) ارتفاع یک سد 100m است. توان الکتریکی مولدی که در پایین این سد قرار دارد، تقریبا برابر با 200MW است. اگر ۸۰ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر ثانیه چند m^3 آب باید روی پره‌های توربین بریزد؟ (جرم هر مترمکعب آب، $10^3 kg$ در نظر بگیرید.)

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

مثال ۹۸) تندی اتومبیلی به جرم ۱۲۰۰kg در مدت ۱۰s از $18\frac{km}{h}$ به $90\frac{km}{h}$ می‌رسد. اگر نیروی مقاوم

در برابر حرکت اتومبیل ناچیز باشد، توان متوسط موتور اتومبیل چند اسب بخار است؟

(هر اسب بخار را معادل ۷۵۰W در نظر بگیرید.)

*مثال ۹۹) یک لیتر آب با توان کل ۱۷۵۰W در هر دقیقه آب را از سطح زمین از حال سکون به ارتفاع

۵۰m برده و با تندی $20\frac{m}{s}$ به سمت بیرون پرتاب می‌کند، بازده این لیتر چند درصد است؟ (از نیروی اتلاف صرف‌نظر

کنید.) (در هر دقیقه، ۱۲۰kg آب جابه‌جا می‌کند)

سلام مدرسه
www.HiSchool.ir

مثال ۱۰۰) یک بالابر وزنه‌ای به جرم ۲۵kg را با تندی ثابت $۲۰\frac{m}{s}$ بالا می‌برد. اگر نیروی اصطکاک در برابر حرکت جسم ۵۰N باشد، توان موتور بالابر چند W است؟

جمع‌بندی فصل ۳

انرژی جنبشی ← $K=\frac{1}{2}mv^2$

کار ← $W=Fd\cos\theta$

قضیه کار و انرژی جنبشی ← $W_t=W_F+W_N+W_{mg}+W_{f_k}$ $W_t=K_2-K_1$

کار و انرژی پتانسیل ← $W=-\Delta U$

انرژی پتانسیل در یک نقطه نسبت به سطح پتانسیل ← $U=mgh$

انرژی مکانیکی ← $E=K+U$

پایستگی انرژی مکانیکی ← $E_1=E_2$

کار نیروهای مقاوم ← $W_{f_k}=E_2-E_1$

توان متوسط ← $\bar{P}=\frac{W}{\Delta t}$
- جابه‌جایی در راستای افقی ← $\bar{P}=\frac{K_2-K_1}{\Delta t}$
- جابه‌جایی در راستای قائم ← $\bar{P}=\frac{mgh}{\Delta t}$

بازده دستگاه برحسب درصد ← $Ra=\frac{P_{خروجی\,مفید}}{P_{ورودی}}\times 100$ یا $Ra=\frac{W_{مفید}}{W_{کل}}\times 100$

سلام مدرسه
www.HiScol.IR

دبیرستان نمونه دولتی مکتب الاحرار منطقه ۱۰ شهر تهران
جزوه فیزیک پایه دهم – رشته ریاضی و تجربی