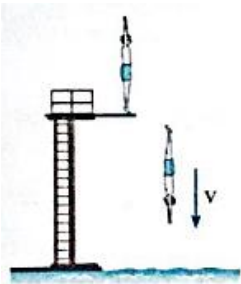


کار و انرژی پتانسیل

طبق تعریف در سامانه جسم - زمین و در یک جابه جایی، قرینه کاری که زمین روی جسم انجام می دهد، برابر تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی سامانه جسم - زمین است.

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

برای راحتی از این به بعد تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی سامانه جسم - زمین را به اختصار تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی می گوئیم.



تلس: شناگری به وزن 800N از ارتفاع 12 متری بالای سطح آب شیرجه می زند. هنگامی که این شناگر به ارتفاع 4 متری سطح آب می رسد، به ترتیب از راست به چپ کار نیروی وزن و تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی

شناگر چند ژول است؟

(۲) -6400 ، 6400

(۱) 6400 ، -6400

(۴) 9600 ، -9600

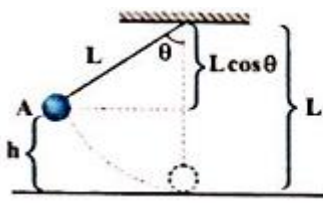
(۳) -9600 ، 9600

$\Delta U = -W_{mg}$ رو می توئیم به صورت $W_{mg} = -\Delta U$ هم بنویسیم و هر دو تا فرمول به طرف رو می زنن و یکسان اند. فکر نکنید تو یکی ΔU مثبت و تو اون یکی ΔU منفیه! یعنی در هر صورت علامت ΔU و کار نیروی وزن قرینه اند ولی اندازه هاشون یکیه.

نکته برای انرژی پتانسیل گرانشی، می توان مبدأ تعریف کرد و ارتفاع را نسبت به آن در رابطه قرار داد. بیشتر اوقات، سطح زمین مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می شود. در این صورت انرژی پتانسیل گرانشی نسبت به سطح زمین را می توان به صورت زیر به دست آورد:

$$U = mgh$$

یکی از رایج ترین سوالات مبحث کار و انرژی، سوالات مربوط به آونگ است. همان طور که در شکل زیر می بینید، در این گونه مسائل معمولاً پایین ترین موقعیت گلوله آونگ به عنوان سطح مبنا در نظر گرفته می شود و برای محاسبه ارتفاع و انرژی پتانسیل گرانشی آونگ در نقطه ای مانند A می توان به صورت زیر عمل کرد:



$$h_A = L - L \cos \theta = L(1 - \cos \theta)$$

$$U_A = mgh_A = mgL(1 - \cos \theta)$$

مطابق شکل زیر گلوله ای به جرم 100g درون نیم کره ای به شعاع 2m از نقطه A رها می شود. تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی از نقطه A تا نقطه B

چند ژول است؟ ($g = 10\text{N/kg}$, $\sin 53^\circ = 0.8$)



(۲) $1/2$

(۱) 2

(۴) $1/8$

(۳) $1/6$

۲۵
گزینه ۲

نکته مهم: همواره تغییر انرژی پتانسیل ΔU قرینه کار انجام شده است $W = -\Delta U$

و اگر انرژی ذخیره شود ΔU مثبت است پس کار منفی است و اگر انرژی آزاد شود ΔU منفی است و کار مثبت است

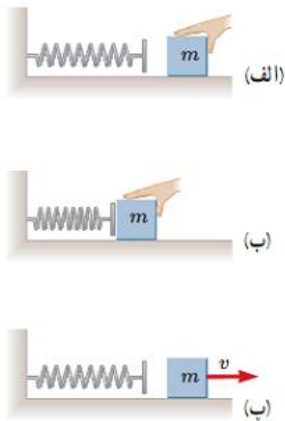
مثلا اگر جرمی به جرم ۲ کیلوگرم را ۱۰ متر بالا ببریم رابطه صفحه یک این فصل کار نیروی وزن ۲۰۰- ژول است پس تغییر انرژی یا همان $\Delta U = +200$ می باشد یا اگر فنری را فشرده کنیم تا ۱۰۰ ژول انرژی در آن ذخیره شود $\Delta U = +100$ پس کار فنر ۱۰۰- ژول است.

$$W_{\text{فنر}} = -100 \Rightarrow \Delta U = +100 \Rightarrow \text{فنر فشرده و } 100 \text{ انرژی در آن ذخیره می شود}$$

نکته مهم: کار نیروی فنر هنگام فشرده شدن منفی است. (دقت کنید کار فنر هنگام باز شدن لزوما مثبت نیست در فیزیک ۱۱۲م کامل توضیح داده می شود)

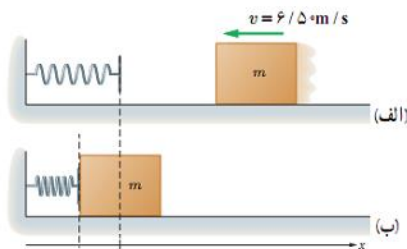
$$W_{\text{وزن}} = -(U_2 - U_1) = -\Delta U \quad (۶-۲)$$

مثال مفهومی ۲-۱۰



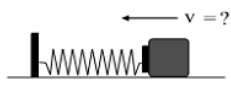
دریافت خود را از شکل رو به رو با توجه به مفاهیمی که تا اینجا با آن آشنا شدید، بیان کنید. فرض کنید جسم روی سطحی افقی و بدون اصطکاک حرکت می کند.
پاسخ: شکل الف فنری را در حال تعادل نشان می دهد که نه فشرده و نه کشیده شده است و انرژی پتانسیل کشسانی سامانه جسم - فنر صفر است. در شکل ب، جسمی به جرم m فنر را فشرده می کند. با توجه به فشرده گی فنر، انرژی پتانسیل کشسانی در سامانه جسم - فنر ذخیره شده است. وقتی جسم رها می شود، مطابق شکل پ نیرویی که فنر به جسم وارد می کند روی جسم کار انجام می دهد، انرژی پتانسیل کشسانی سامانه فنر-جسم کاسته و انرژی جنبشی جسم افزوده می شود.

مثال ۲-۱۱



جسمی به جرم 420 g مطابق شکل رو به رو با تندی $6/50 \text{ m/s}$ به فنری برخورد کرده و آن را فشرده می کند.
 الف) انرژی جنبشی جسم در موقعیت شکل الف چقدر است؟
 ب) اگر بیشترین انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در سامانه جسم-فنر $5/60 \text{ J}$ باشد، کار نیروی فنر چقدر است؟
 پ) با استفاده از قضیه کار-انرژی جنبشی، کار نیروی اصطکاک را وقتی جسم از موقعیت شکل (الف) به موقعیت شکل (ب) می رود حساب کنید.

۷- جسمی به جرم 200 g ، مطابق شکل روی سطح افقی با فنری برخورد کرده و آن را فشرده می کند. اگر بیشترین انرژی ذخیره شده در فنر 6 J و اندازه کار نیروی اصطکاک در این مسیر $2/1 \text{ J}$ باشد، تندی جسم هنگام برخورد به فنر، چند $\frac{m}{s}$ بوده است؟
 گزینه ۲-۱۳۹۶



- ۷ (۲)
- ۹ (۱)
- ۳ (۴)
- ۶ (۳)

از مفهوم جمله زیر کدام نتیجه‌گیری حاصل می‌شود؟

«وقتی شخصی از تخته پرش به درون استخر پر از آب شیرجه می‌زند، انرژی پتانسیل سامانه شخص - زمین به تدریج به انرژی جنبشی شخص تبدیل می‌شود.»

(۱) انرژی پتانسیل به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی دارد.

(۲) وقتی انرژی پتانسیل یک سامانه کاهش می‌یابد، به شکل‌های دیگری از انرژی تبدیل می‌شود.

(۳) انرژی پتانسیل به ویژگی یک جسم منفرد بستگی دارد.

(۴) گزینه‌های (۱) و (۲)

چند مورد از موارد زیر درست است؟

(آ) انرژی جنبشی به حرکت یک جسم وابسته است.

(ب) انرژی پتانسیل ویژگی یک سامانه (دستگاه یا سیستم) است.

(پ) انرژی پتانسیل ویژگی یک جسم منفرد است.

(ت) انرژی پتانسیل به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی دارد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۱ (۲)

۲ (۱)

نخی را به یک وزنه یک کیلوگرمی بسته و آن را با نیروی کشش 24N روی سطح افقی به اندازه 4 متر جابه‌جا می‌کنیم. تغییرات انرژی

پتانسیل گرانشی در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ($g = 10\text{N/kg}$)

۱۹/۶ (۴)

۹/۸ (۳)

۴ (۲)

صفر (۱)

توپ والیبال به جرم 400 گرم از ارتفاع 20 متری زمین بدون تندی اولیه رها شده و بعد از برخورد با زمین تا ارتفاع 14 متری سطح زمین بالا

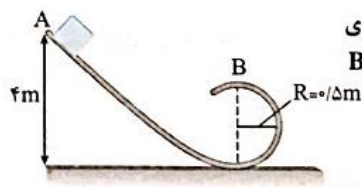
می‌آید. تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی توپ در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ($g = 10\text{N/kg}$)

-۲۴ (۴)

۲۴ (۳)

-۳۰ (۲)

+۳۰ (۱)



در شکل مقابل جسمی به جرم 0.5kg را از نقطه A رها می‌کنیم تا در یک سطح قائم مسیر دایره‌ای

را طی کرده و به نقطه B برسد، تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم در این جابه‌جایی از A تا B

چند ژول است؟ ($g = 10\text{N/kg}$)

-۲۵ (۲)

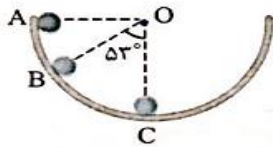
-۱۵ (۱)

-۴۰ (۴)

-۲۵ (۳)

ویدیوهای آموزشی ریاضی و نمونه سوال های امتحانی و کنکور

Instagram/aparat/telegram: physicasani : ۴ | مهندس خارکن فیزیک ۱۱۰



مطابق شکل جسمی به جرم ۲۰۰ گرم درون نیم‌کره صیقلی به قطر ۶۰cm از نقطه A به پایین می‌لغزد.

تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم از B تا C چند ژول است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$, $g = 10 \text{ N/kg}$)

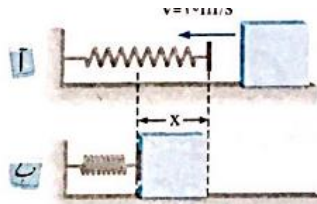
- (۱) -۰/۲۴
(۲) -۰/۱۸
(۳) -۱/۲
(۴) -۱/۸



مطابق شکل جسمی مقابل یک فنر فشرده قرار دارد. پس از رها شدن جسم، انرژی پتانسیل کشسانی

فنر ۲۸J کاهش می‌یابد. با صرف‌نظر از اصطکاک، کار نیروی فنر در این جابه‌جایی چقدر است؟

- (۱) +۲۸J
(۲) -۲۸J
(۳) ۲۸J کم‌تر از
(۴) بیش‌تر از ۲۸J



جسمی به جرم ۲kg روی سطح افقی دارای اصطکاک با تندی ۱۰m/s مطابق شکل به فنری برخورد

کرده و آن را کاملاً فشرده می‌سازد و بیش‌ترین انرژی پتانسیل کشسانی فنر ۸۰J می‌شود. کار نیروی

فنر و کار نیروی اصطکاک به ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟

- (۱) ۲۰، ۸۰
(۲) -۲۰، -۸۰
(۳) ۲۰، -۸۰
(۴) -۲۰، ۸۰

فنری را نسبت به حالت عادی به اندازه x می‌کشیم. در این جابه‌جایی کار نیروی فنر W_1 است. سپس فنر کشیده‌شده را دوباره به اندازه x

دیگر می‌کشیم. در حالت دوم کار نیروی فنر W_2 است. $\frac{W_2}{W_1}$ کدام است؟

۴ (۴)

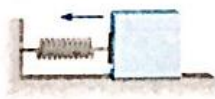
۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

ویدیوهای آموزشی ریاضی و نمونه سوال های امتحانی و کنکور

۵ مهندس خارکن فیزیک ۱۱۰ : Instagram/aparat/telegram: physicasani



$20\sqrt{3}$ (۴)

۲۰ (۳)

۱۰ (۲)

$10\sqrt{3}$ (۱)

مطابق شکل جسمی به جرم ۴kg در مسیری افقی با سرعت ۷۱ به فنری برخورد کرده و آن را کاملاً فشرده می‌سازد. اگر در این جابه‌جایی مقدار کار نیروی اصطکاک ۱۰۰ ژول باشد و کار نیروی فنر ۷۰۰J- باشد، ۷۱ چند متر بر ثانیه است؟

دو فنر متشابه A و B را انتخاب می‌کنیم. طول A را به اندازه x افزایش و طول B را به اندازه ۲x کاهش می‌دهیم. اگر به ترتیب در A و B انرژی پتانسیل کشسانی U_A و U_B ذخیره شود، کدام گزینه درست است؟

$\frac{U_A}{U_B} = -\frac{1}{4}$ (۴)

$\frac{U_A}{U_B} = -\frac{1}{2}$ (۳)

$\frac{U_A}{U_B} = \frac{1}{4}$ (۲)

$\frac{U_A}{U_B} = \frac{1}{2}$ (۱)

طول عادی فنری ۳۵cm است. با اعمال نیرویی به انتهای فنر، طول آن به ۴۰cm می‌رسد. اگر پس از کشیده شدن انرژی پتانسیل کشسانی فنر ۵/۵۰J شود، ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟

۵۸۰ (۴)

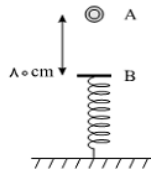
۵۰۰ (۳)

۴۸۰ (۲)

۴۰۰ (۱)

۱۳- جسمی به جرم ۵kg را از نقطه A به فاصله ۸۰ سانتی‌متری فنری که به طور قائم روی سطح دیوار قرار دارد رها می‌کنیم. جسم در نقطه B به فنر خورده و آن را حداکثر ۲۰cm می‌فشارد. بیشینه انرژی پتانسیل فنر و تندی برخورد جسم به فنر کدام است؟

گزیده ۲- ۱۳۹۷



$4 \frac{m}{s}$ و ۴۰J (۲)

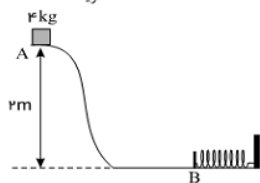
$\sqrt{20} \frac{m}{s}$ و ۴۰J (۴)

$4 \frac{m}{s}$ و ۵۰J (۱)

$\sqrt{20} \frac{m}{s}$ و ۵۰J (۳)

۱۵- جسمی به جرم 4 kg مطابق شکل از نقطه A به ارتفاع 2 m با تندی $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ روی سطح پرتاب می‌شود و پس از پایین آمدن از سطح شیب‌دار، در نقطه B به فنر برخورد کرده و آن را می‌فشارد. اگر بیشینه انرژی پتانسیل فنر به 220 J برسد، کار نیروی اصطکاک در کل مسیر چند ژول است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

گزینه ۲- ۱۳۹۷



(۲) -۸۰

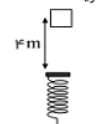
(۱) -۶۰

(۴) -۲۲۰

(۳) -۲۰۰

۱۶- مطابق شکل، جسمی به جرم 1 kg از ارتفاع 4 متری بالای فنر رها می‌شود و پس از برخورد به فنر، آن را حداکثر 20 cm فشرده می‌کند. کار نیروی فنر در این جابه‌جایی چند ژول است؟

گزینه ۲- ۱۳۹۷



(۲) ۲۴

(۱) ۸۰

(۴) -۴۲

(۳) -۴۰

۱۷- مطابق شکل، جسمی به جرم 2 kg از ارتفاع h رها می‌شود. اگر طی مسیر، 20 J از انرژی آن تلف شود و بیشترین انرژی پتانسیل کشسانی فنر 180 J باشد، ارتفاع h چند متر است؟

گزینه ۲- ۱۳۹۷



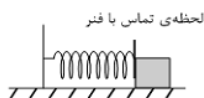
(۲) ۷

(۱) ۳/۵

(۴) ۱۵

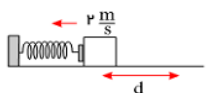
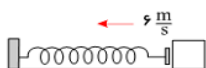
(۳) ۱۰

۱۸- مطابق شکل، جسمی به جرم ۲kg با تندی $v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به فنری برخورد می‌کند. از لحظه برخورد جسم با فنر تا زمانی که تندی جسم به v_2 می‌رسد، اندازه کار نیروی اصطکاک 15J و اندازه کار نیروی فنر 60J می‌شود. v_2 چند متر بر ثانیه است؟
گزینه ۲- ۱۳۹۷



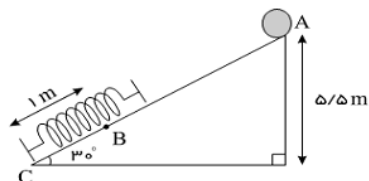
- ۳ (۱)
۷ (۳)
۵ (۲)
۹ (۴)

۲۰- مطابق شکل، جسمی به جرم ۲kg که روی مسیر افقی دارای اصطکاک در حرکت است، با تندی $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به فنری برخورد می‌کند. پس از طی مسافت d ، در لحظه‌ای که تندی جسم $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ می‌شود، انرژی پتانسیل کشسانی فنر 30J است. اگر نیروی اصطکاک 8N باشد، مسافت d چند سانتی‌متر خواهد بود؟
گزینه ۲- ۱۳۹۶



- ۱۰ (۱)
۲۰ (۳)
۱۵ (۲)
۲۵ (۴)

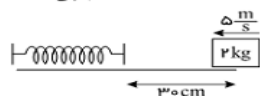
۲۲- جسمی به جرم ۲kg را مطابق شکل زیر، از نقطه A بالای سطح شیب‌داری رها می‌کنیم. اگر در حرکت جسم از نقطه A تا نقطه B کار نیروی اصطکاک روی جسم برابر با 16J - و انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در سامانه جسم-فنر در نقطه B برابر با 20J باشد، تندی جسم در نقطه B چند متر بر ثانیه است؟ (جرم فنر ناچیز و $g = 10\text{N/kg}$ است).
قلم چی- ۱۳۹۸



- ۱ (۱)
۴ (۲)
۸ (۳)
۱۲ (۴)

۲۴- در شکل زیر اندازه نیروی اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح افقی ثابت و برابر 10 N است. جسم با تندی اولیه $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ از فاصله 30 سانتی متری فنر به سمت آن پرتاب می شود. اگر حداکثر انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر 20 J باشد، فنر حداکثر چند سانتی متر فشرده می شود؟

قلم چی - ۱۳۹۷



۱۰ (۲)

۵۰ (۱)

۲۰ (۴)

۴۰ (۳)

۱۱ دو شخص هم جرم A و B به طبقه سوم ساختمانی می روند. شخص A با آسانسور (آسانسور) و شخص B به آرامی از پله های ساختمان بالا می روند. گزاره های درست را با ذکر دلیل مشخص کنید.

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

ب) انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A کمتر از شخص B است، زیرا برای رسیدن به طبقه 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 طبقه سوم ساختمان یکسان است.

ویدیوهای آموزشی ریاضی و نمونه سوال های امتحانی و کنکور

۹ مهندس خارکن فیزیک ۱۱۰ م : Instagram/aparat/telegram: physicasani