Тема: Закон сохранения механической энергии.

Полная энергия системы складывается из ее механической энергии и внутренней энергии тел, входящих в систему. При каких условиях механическая и полная энергия системы изменяются? Остаются постоянными?

При подъеме тела возрастает его потенциальная энергия, а при увеличении скорости — кинетическая. А могут ли измениться и кинетическая, и потенциальная энергия одновременно? Рассмотрим пример. Будем поднимать со стола гирю массой m (рис. 258) с помощью прочной нити. Для механической системы «гиря + Земля» сила натяжения нити является внешней силой: $\vec{F}_н = \vec{F}_{внеш}$. При $F_н > mg$ гиря не только поднимется на высоту h, но и увеличит свою скорость от $\vec{v}_0$ до $\vec{v}$. Работа внешней силы вызовет изменение как кинетической, так и потенциальной энергии системы «гиря + Земля». Найдем связь между этими величинами. Примем за нулевой уровень поверхность стола.

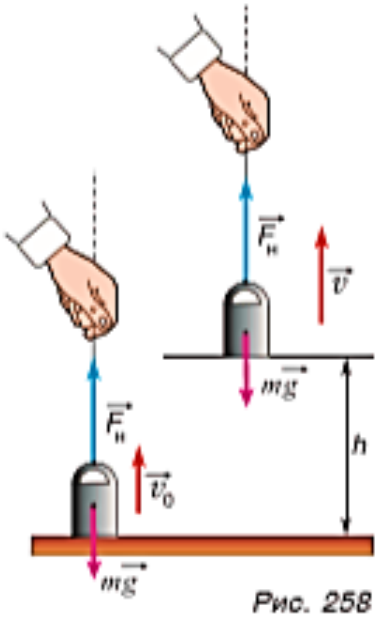


Рис. 258

По теореме об изменении кинетической энергии

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = A, \qquad (1)$$

где A — работа результирующей силы $\vec{F}_{рез} = \vec{F}_н + m\vec{g}$, равная:

$$A = (F_н - mg)h. \qquad (2)$$

Из равенств (1) и (2) следует:

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + mgh = F_н h, \qquad (3)$$

но $\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \Delta E_к$ — изменение кинетической, $mgh = \Delta E_п$ — изменение потенциальной энергии, а $F_н h = A_{внеш}$ — работа внешней силы. Значит, в нашем примере

$$\boxed{\Delta E_{мех} = A_{внеш}}, \qquad (4)$$

где $\Delta E_{мех}$ — изменение механической энергии системы. Это равенство применимо к любой механической системе, в которой действуют только силы тяжести или силы упругости. Внешними силами могут быть любые силы, например сила трения, сила сопротивления.

Изменение механической энергии системы, в которой действуют только силы тяжести или упругости, равно работе внешних сил.

Если система замкнута, т. е. на нее не действуют внешние силы, то из равенства (4) следует $\Delta E_{мех} = 0$, а, значит, $E_{мех1} = E_{мех2}$, или

$$\boxed{E_{мех} = \text{const}}. \qquad (5)$$

Механическая энергия замкнутой системы, в которой действуют только сила тяжести и силы упругости, остается постоянной (сохраняется). Это утверждение называют *законом сохранения механической энергии*.

Отметим, что сохраняются не кинетическая и потенциальная энергия по отдельности, а их сумма. В результате в замкнутой системе при уменьшении (увеличении) кинетической энергии настолько же возрастает (уменьшается) потенциальная: $\Delta E_к = -\Delta E_п$.

Обсудите, как кинетическая энергия переходит в потенциальную и обратно при движении тел, представленных на рисунке 259.

А что происходит, если система замкнута, но среди ее внутренних сил имеются силы трения и силы сопротивления? Проведем простой опыт. Придадим начальную скорость $\vec{v}_0$ деревянному бруску массой m, находящемуся на поверхности стола. Пройдя некоторое расстояние, брусок остановится из-за действия силы трения — внутренней силы системы «брусок + стол» (рис. 260). Несмотря на то что внешняя сила (сила тяжести) работу не совершала, механическая энергия этой системы уменьшилась на величину $m\frac{v_0^2}{2}$.

Из-за сил трения потери механической энергии происходят в любом реальном устройстве. Колебания тел, изображенных на рисунке 259, *б*, *в*, постепенно затухают, при выключенном двигателе теряет скорость автомобиль и т. д.

Исчезает ли при этом механическая энергия бесследно? При движении бруска по столу происходило нагревание бруска и стола. Только оно было мало́, а потому незаметно. При торможении поезда, автомобиля нагреваются тормозные устройства. Под действием сил сопротивления воздуха раскаляются метеориты. При трении друг о друга нагреваются и даже могут плавиться куски льда.

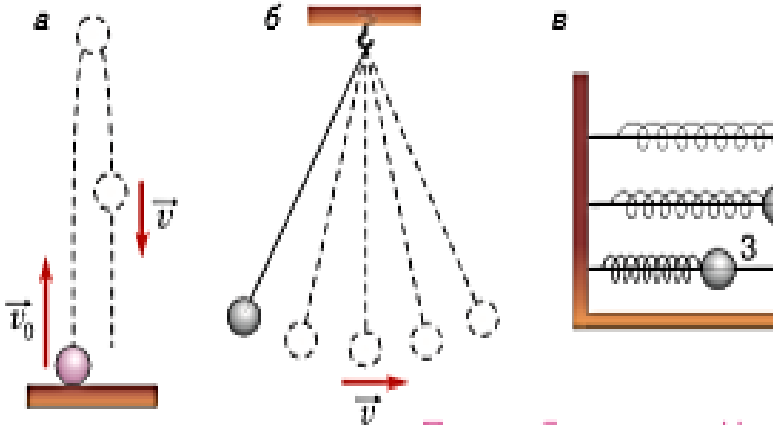


Рис. 259

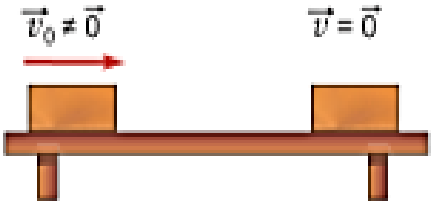


Рис. 260

Нагревание происходит и при неупругих деформациях. Согните и разогните несколько раз подряд металлическую проволоку. Вы почувствуете, что в месте сгиба она нагрелась.

Что общего у всех этих явлений? То, что *действие сил трения и сопротивления приводит к увеличению внутренней энергии тел*. Хаотическое тепловое движение атомов и молекул становится более быстрым — растет внутренняя кинетическая энергия. Может увеличиться и внутренняя потенциальная энергия (например, при плавлении тел).

Весь накопленный опыт и специально проведенные эксперименты показывают, что в любой замкнутой системе уменьшение механической энергии в точности равно увеличению внутренней, а их сумма (т. е. полная энергия) остается постоянной:

$$E_{\text{полн}} = \text{const}. \qquad (6)$$

Полная энергия замкнутой системы сохраняется.

Так формулируется один из важнейших законов природы — *закон сохранения энергии*.

Закон сохранения энергии не знает исключений. Он выполняется для всех физических, химических, биологических и других явлений. Этот закон используется в самых различных областях науки и техники, служит научной основой важнейшей области производства — энергетики.

Добыча энергоносителей (нефти, газа, угля), использование различных источников энергии (воды, ветра, солнечного излучения и т. д.), передача энергии на большие расстояния, борьба с потерями энергии (энергосбережение) являются важнейшими задачами всего мирового сообщества.

Пример решения задач.

Пакет с цементом массой $m = 20$ кг поднимают вертикально вверх, прикладывая постоянную силу, модуль которой $F = 0{,}24$ кН. Определите кинетическую энергию пакета в момент, когда он окажется на высоте $h = 2{,}0$ м от начального положения. Начальная скорость пакета равна нулю. Сопротивлением воздуха пренебречь; модуль ускорения свободного падения принять $g = 10\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Дано:

$m = 20$ кг

$F = 0{,}24$ кН $= 240$ Н

$h = 2{,}0$ м

$g = 10\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$E_{к2}$ — ?

Решение

Система «пакет + Земля» не является замкнутой. На пакет действует внешняя сила $\vec{F}$. Работа этой силы равна изменению механической энергии пакета при его движении из точки 1 в точку 2 (рис. 261):

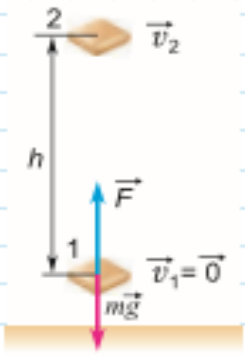


Рис. 261

$$A_{\text{внеш}} = \Delta E_{\text{мех}}.$$

По условию задачи: $A_{\text{внеш}} = Fh$; $\Delta E_{\text{мех}} = \Delta E_к + \Delta E_п$, $\Delta E_к = E_{к2}$, $\Delta E_п = mgh$. Тогда из равенства $A_{\text{внеш}} = \Delta E_{\text{мех}}$ получим $Fh = E_{к2} + mgh$, откуда $E_{к2} = (F - mg)h$; $E_{к2} = (240\ \text{Н} - 200\ \text{Н}) \cdot 2{,}0\ \text{м} = 80\ \text{Дж}$.

Ответ: $E_{к2} = 80$ Дж.

Домашнее задание: прочитать тему в учебнике параграф 43, выписать основные понятия по теме, данные и здесь и в учебнике.

Решить задачи по учебнику упражнение 29.

12.05.2020.

Тема Решение задач.

1. Легковой автомобиль массой $m = 800$ кг движется со скоростью, модуль которой $v = 20\ \frac{м}{с}$. Определите кинетическую энергию автомобиля.

2. Кинетическая энергия мяча массой $m = 0{,}50$ кг в момент бросания вертикально вверх $E_к = 20$ Дж. Определите модуль скорости движения мяча в этот момент. На какую максимальную высоту поднимется мяч, если сопротивление воздуха пренебрежимо мало? Здесь и в последующих задачах $g = 10\ \frac{м}{с^2}$.

3. Автобус массой $m = 12$ т трогается с места и движется с постоянным ускорением, модуль которого $a = 0{,}50\ \frac{м}{с^2}$. Определите кинетическую энергию автобуса через время $t = 10$ с от начала его движения.

4. На рисунке 262 представлен график зависимости кинетической энергии движущегося по столу шарика от модуля его скорости. Чему равна масса шарика? Определите работу, которую совершила результирующая всех сил, приложенных к шарику, для его разгона от скорости, модуль которой $v_1 = 0{,}4\ \frac{м}{с}$, до скорости, модуль которой $v_2 = 0{,}8\ \frac{м}{с}$.

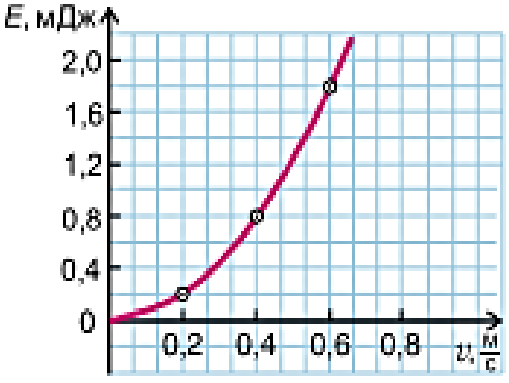
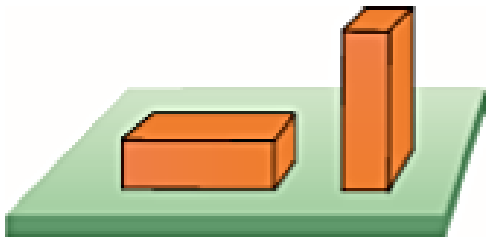


Рис. 262

5. На сколько изменится потенциальная энергия бруска, если его перевести из горизонтального положения в вертикальное (рис. 263)? Масса бруска $m = 8{,}0$ кг, а его размеры $a \times b \times c = 40 \times 25 \times 10$ см.


Рис. 263

6. Гиря висит на легком резиновом шнуре жесткостью $k = 40\ \frac{Н}{м}$. Определите потенциальную энергию резинового шнура, который под действием гири удлинился на $\Delta l_1 = 5{,}0$ см. Какую работу должна совершить внешняя сила, чтобы растянуть шнур еще на $\Delta l_2 = 3{,}0$ см?

7. К нижнему концу легкой недеформированной пружины прикрепили груз массой $m = 500$ г и отпустили. Жесткость пружины $k = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Определите модуль максимальной скорости движения груза. Сопротивлением движению груза пренебречь.

8. На легкой нерастяжимой нити подвешен железный шарик. Нить с шариком отклоняют от вертикали на некоторый угол α (рис. 264) и отпускают. Определите угол α, если при прохождении шариком положения равновесия сила натяжения нити будет в $k = 4$ раза больше минимальной. Сопротивлением движению шарика пренебречь.

9. Шары массами $m_1 = 6{,}0$ кг, $m_2 = 2{,}0$ кг двигались по одной прямой навстречу друг другу со скоростями, модули которых: $v_1 = 4{,}0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $v_2 = 3{,}0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. В результате соударения скорость второго шара изменила свое направление на противоположное, а ее модуль остался прежним. Определите направление и модуль скорости первого шара после удара. Найдите изменение внутренней энергии системы, произошедшее в результате удара. Определите среднюю силу удара, считая, что его длительность $\Delta t = 0{,}02$ с.

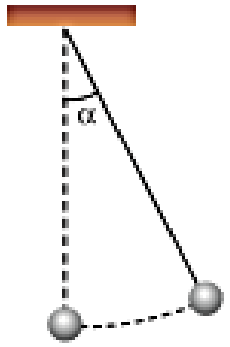


Рис. 264

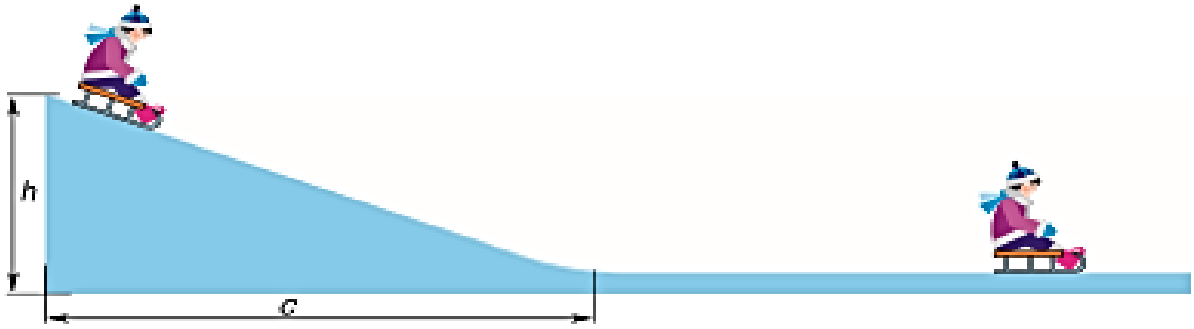


Рис. 265

10. С вершины снежной горки высотой $h = 4{,}0$ м и длиной основания $c = 10{,}0$ м (рис. 265) на санках съезжает ребенок. Съехав с горки, санки продолжают движение по горизонтальному участку и останавливаются. Коэффициент трения полозьев санок о снег $\mu = 0{,}12$. Определите длину горизонтального участка движения.

11. Автомобиль массой $m = 5{,}0$ т, движущийся по горизонтальному участку дороги, тормозит на пути $s = 60$ м. Какую работу совершила сила трения, если коэффициент трения скольжения $\mu = 0{,}50$? На сколько изменилась кинетическая энергия автомобиля?

12. В сказке Г. Х. Андерсена Дюймовочка плыла на листе кувшинки по течению реки. Как изменялись кинетическая и потенциальная энергия Дюймовочки?

13. Молот для забивания свай упал на стальную сваю с высоты $h = 5{,}0$ м. Масса молота $m = 600$ кг. Определите кинетическую энергию молота в момент удара по свае. Чему равнялась средняя сила сопротивления грунта, если свая погрузилась в грунт на глубину $l = 20$ см?

Ответы к некоторым задачам для самооценки.

3. Ек = 0,15 МДж.

4. m = 10 г; А = 2,4 мДж.

5. ΔЕп = 12 Дж.

6. Еп = 50 мДж; А = 18 мДж.

7. vмакс м с = 1,1 .

8. α = 60°.

9. - v1 2,0 ; м с ΔЕвнутр = 36 Дж; □F□ = 600 Н.

10. l = 23 м.

11. Атр = ΔЕк = −1,5 МДж.

13. Ек = 30 кДж; Fср = 150 кН.

P.s. Здравствуйте, ребята. Я вам дала темы и задания на следующую неделю пораньше, чтобы вы могли закончить темы и начали писать ответы на билеты по физике. (Не уставайте, не спешите, чтоб ваш мозг мог отдохнуть).

Все решения по темам скидывайте в гр 7 б физика (билеты не надо)

Не забудьте указать Фамилии и имена.

Жду ваших решений. Удачи.