



§ 39.

Кинетическая энергия



Рис. 230



Рис. 231



Рис. 232

Энергия — одно из наиболее важных и сложных понятий. Причем не только в физике, но и в других науках. А что же такое кинетическая энергия?

Рассмотрим два примера. Шайба, попадая в сетку ворот (рис. 230), прогибает ее. Молот для забивания свай (рис. 231), падая на сваю, загоняет ее в землю на некоторую глубину. Чтобы сильнее прогнуть сетку или глубже забить сваю, шайба и молот должны иметь большую скорость. И шайба, и молот совершили работу. При этом скорость их движения изменилась (уменьшилась до нуля). Совершенные ими работы были разными, даже если предположить, что скорости движения были одинаковыми. Но массы молота и шайбы не равны.

Если тело способно совершить работу, то оно обладает энергией. В физике **энергию движущегося тела называют кинетической** (от греч. *kinetikos* — приводящий в движение). Кинетическая энергия обозначается буквой K (или E_k) и измеряется в СИ в тех же единицах, что и работа, т. е. в джоулях.

Большая кинетическая энергия движущихся тел — камня, автомобиля, железнодорожного состава (рис. 232), метеорита и др. — означает, во-первых, что при разгоне их до данной скорости разгоняющей силой была совершена большая работа. Во-вторых, что при их остановке тормозящей силой будет совершена такая же большая работа.

Из примеров следует, что кинетическая энергия зависит от массы тела и скорости его движения. Какой является эта зависимость?

Опыты показывают, что **кинетическая энергия прямо пропорциональна массе тела и квадрату скорости его движения:**

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

Увеличение скорости движения тела, например в 4 раза, приводит к возрастанию кинетической энергии в 16 раз. Об этом должны всегда помнить водители и пешеходы.

Обратите внимание!

■ Главные выводы

1. Кинетическая энергия выражает способность движущегося тела совершить работу.
2. Кинетическая энергия, как и работа, измеряется в джоулях.
3. Кинетическая энергия тела зависит от его массы и квадрата скорости.
4. Изменить (увеличить или уменьшить) кинетическую энергию тела можно только путем совершения работы (положительной или отрицательной).

? Контрольные вопросы

1. Всякое ли тело обладает кинетической энергией?
2. Кинетическая энергия тела $K = 2$ Дж. Что это означает?
3. Почему опасна езда с большой скоростью? К чему приводит увеличение скорости автомобиля в 2 раза?

Пример решения задачи

Груженный автомобиль массой $m = 4,0$ т начал движение из состояния покоя и развил скорость $v = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ на пути $s = 50$ м. Определите силу тяги двигателя автомобиля. Сопротивлением движению пренебречь.

Дано:

$$m = 4,0 \text{ т} = 4,0 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$v = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$s = 50 \text{ м}$$

$$F_{\text{тяги}} \text{ — ?}$$

Решение

Чтобы увеличить кинетическую энергию автомобиля, сила тяги должна была совершить работу:

$$A = K; A = \frac{mv^2}{2}.$$

Но работа $A = F_{\text{тяги}} \cdot s$. Отсюда $F_{\text{тяги}} = \frac{A}{s} = \frac{mv^2}{2s}$;

$$F_{\text{тяги}} = \frac{4,0 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 50 \text{ м}} = 4 \text{ кН}.$$

Ответ: $F_{\text{тяги}} = 4 \text{ кН}$.

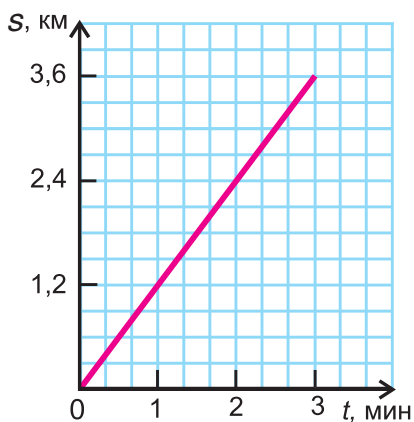


Рис. 233

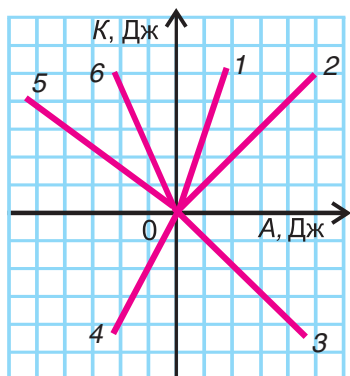


Рис. 234

Упражнение 20

1. Какой кинетической энергией обладает голубь массой $m = 300$ г, летящий со скоростью $v = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$?

2. На рисунке 233 представлен график движения автомобиля. Используя этот график, определите кинетическую энергию движущегося автомобиля, если его масса $m = 1,0$ т.

3. Во сколько раз отличаются кинетические энергии пули массой $m_1 = 10$ г, летящей со скоростью $v_1 = 500 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, и молотка массой $m_2 = 0,60$ кг, имеющего в момент удара о гвоздь скорость $v_2 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$?

4. Какую кинетическую энергию приобретают санки, разгоняемые из состояния покоя силой $F = 30$ Н на пути $s = 5,0$ м? Нужно ли для решения знать массу санок? Почему?

5. Определите массу пули, обладающей кинетической энергией $K = 800$ Дж при скорости движения $v = 400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

6. При разгоне автомобиля массой $m = 2,0$ т из состояния покоя до скорости $v = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ сила тяги совершила работу $A = 480$ кДж. Какую работу совершила за это время сила трения?

 7. Какой из представленных на рисунке 234 графиков правильно показывает зависимость кинетической энергии K тела от работы A по разгону тела из состояния покоя?

 8. Почему кинетическая энергия разгоняемого транспортного средства не может достичь бесконечно большого значения? Может ли значение кинетической энергии быть отрицательным?

 9. Картонный ящик массой $m = 0,40$ кг, падая с высоты $h = 10$ м, достиг скорости $v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите среднее значение силы сопротивления воздуха. Коэффициент g примите равным $10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.



§ 40.

Потенциальная энергия

При разгоне любого тела (санок, автомобиля и др.) у него возникает способность совершить механическую работу — у движущегося тела появляется кинетическая энергия. А если тело неподвижно? Обладает ли оно способностью совершить работу?

Проведем два опыта. В первом поднимем и укрепим на нити над ящиком с песком гирю (рис. 235, а). Во втором между упором и шариком поместим предварительно сжатую и связанную нитью пружину (рис. 235, б). Оба тела (гири и пружина) неподвижны ($v = 0$) и не обладают кинетической энергией. Но и у гири, и у пружины есть возможность совершить работу. Для этого достаточно в обоих случаях пережечь нить. В физике говорят, что тела (поднятая гиря, взаимодействующая с Землей, и сжатая пружина) **обладают потенциальной энергией** (от лат. *potentia* — скрытая способность). Потенциальную энергию в СИ измеряют в тех же единицах, что и работу, — в джоулях.

Важно понимать, что потенциальная энергия не появляется сама по себе. В этих опытах гиря была поднята над столом, пружина была сжата какой-то силой. Значит, чтобы тело запасло потенциальную энергию, необходимо совершить работу. Чем сильнее будет сжата пружина, чем выше будет поднято тело, тем больше у них будет запас потенциальной энергии. Тела, представленные на рисунке 236, уже обладают потенциальной энергией. У трамплина она вызвана прогибом (деформацией) доски, у мышеловки — закручиванием пружины, у лука — изменением расположения древка и тетивы. Из этих и других примеров следует, что **потенциальная энергия — это энергия, обусловленная взаимным расположением взаимодействующих**

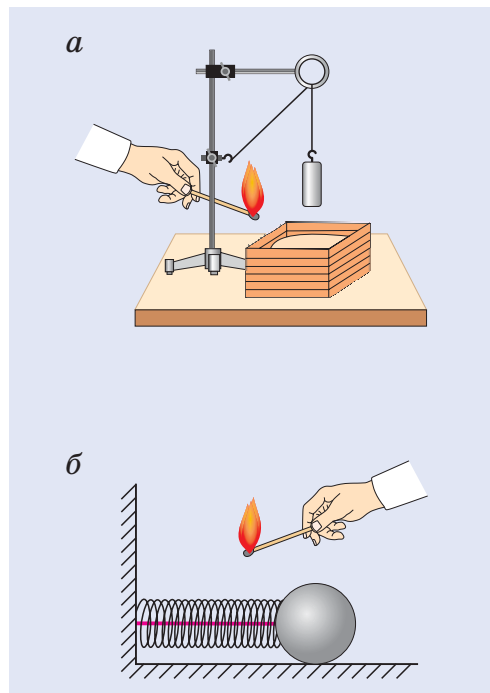


Рис. 235



Рис. 236



Рис. 237

тел или частей тела (гири и Земли, стрелы и тетивы, звеньев пружины). Обозначается потенциальная энергия буквой Π (или $E_{\text{п}}$).

Именно благодаря потенциальной энергии сжатой (закрученной) пружины работают механические часы, реле времени микроволновых печей, движутся некоторые детские игрушки. Потенциальная энергия поднятой с помощью плотины воды (рис. 237) заставляет работать гидроэлектростанции.

■ Главные выводы

1. Неподвижные взаимодействующие тела (система тел) могут обладать способностью совершать механическую работу, а значит, потенциальной энергией.
2. Значение потенциальной энергии зависит от взаимного расположения взаимодействующих тел (частей тела).
3. Потенциальная энергия изменяется только при совершении работы.

? Контрольные вопросы

1. Что характеризует потенциальная энергия?
2. В каких единицах в СИ измеряется потенциальная энергия? Почему?
3. Как изменить потенциальную энергию тела (системы тел)?
4. Как понимать фразу: «Потенциальная энергия сжатой пружины $\Pi = 2 \text{ Дж}$ »?
5. Какими видами энергии обладает мяч, который:
 - а) катится по горизонтальной поверхности земли;
 - б) застрял в ветвях дерева;
 - в) пролетает над волейбольной сеткой?



§ 41.

Расчет потенциальной энергии

Кинетическая энергия тела, зависящая от его массы и скорости, выражается формулой $K = \frac{mv^2}{2}$. Данная формула справедлива и для планеты Земля, мчащейся со скоростью $v = 30 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ по орбите вокруг Солнца, и для невидимого нашему глазу атома. Существует ли единая формула для расчета потенциальной энергии?

Рассмотрим отдельно два случая: **потенциальную энергию притяжения поднятого над поверхностью земли тела** и **потенциальную энергию деформированного тела**.

В первом случае формулу для расчета потенциальной энергии легко вывести. Если тело массой m поднято относительно поверхности земли на высоту h (рис. 238), то при его падении сила тяжести $F_T = gm$ может совершить работу:

$$A_T = F_T h = gmh.$$

Это и есть потенциальная энергия поднятого тела:

$$\Pi = gmh.$$

Значение потенциальной энергии **относительно**. Так, относительно пола потенциальная энергия светильника (рис. 239) массой $m = 1,0$ кг, центр тяжести которого расположен на высоте h_1 от пола, равна:

$$\Pi_1 = gmh_1 = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1,0 \text{ кг} \cdot 2,0 \text{ м} \approx 20 \text{ Дж}.$$

Относительно потолка ($h_3 = -0,50$ м) она равна:

$$\Pi_2 = gmh_3 = -9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1,0 \text{ кг} \cdot 0,50 \text{ м} \approx -5,0 \text{ Дж}.$$

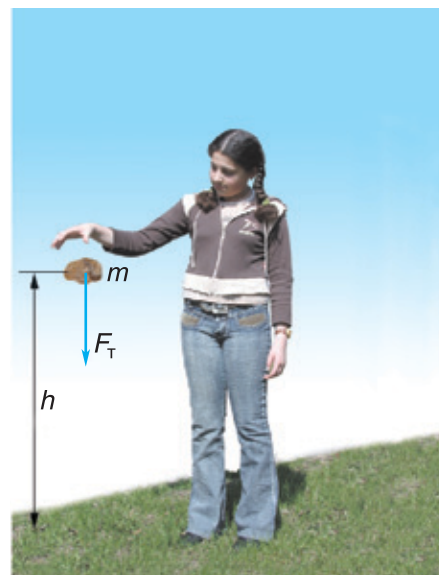


Рис. 238

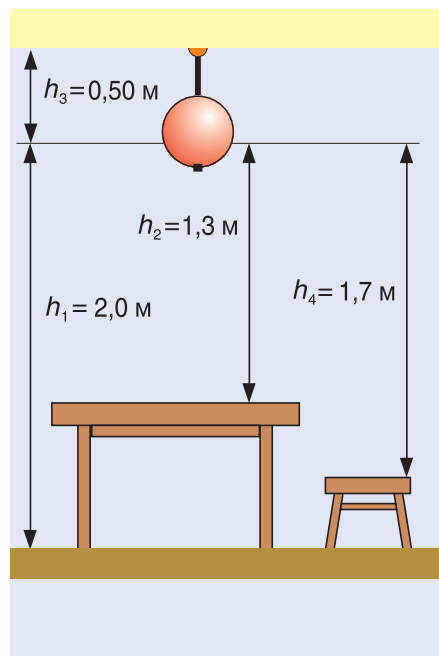
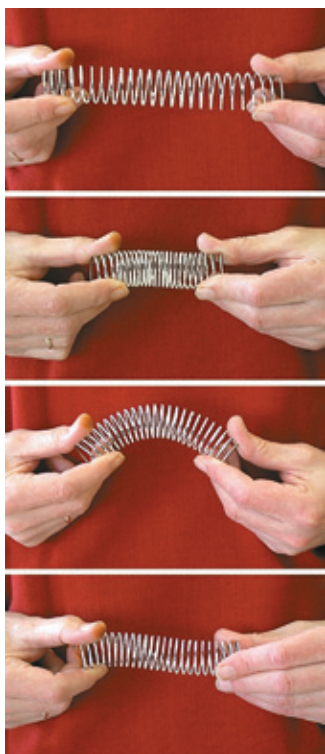


Рис. 239



Поэтому, приводя значение потенциальной энергии, необходимо указывать уровень, относительно которого она задана, — **нулевой уровень потенциальной энергии** (это может быть, к примеру, поверхность пола, потолка, стола и т. д.).

Гораздо сложнее дело обстоит с расчетом потенциальной энергии деформированного тела. Мы можем растянуть или сжать пружину, изогнуть или закрутить ее (рис. 240). Потенциальная энергия у пружины будет в каждом из этих случаев. И чем больше упругая деформация, тем больше потенциальная энергия пружины. В данном примере расчет потенциальной энергии придется вести по различным формулам. Более детально с этим вы познакомитесь в 9-м классе.

Рис. 240

■ Главные выводы

1. Потенциальная энергия притяжения тела к Земле зависит от массы тела и высоты его подъема над нулевым уровнем энергии.
2. Значение потенциальной энергии тела зависит от выбора нулевого уровня энергии.
3. Потенциальная энергия деформированного тела зависит от величины деформации.

? Контрольные вопросы

1. От чего зависит значение потенциальной энергии тела, находящегося в поле тяготения Земли, и деформированного тела?
2. Что такое нулевой уровень потенциальной энергии?
3. Может ли потенциальная энергия тела быть одновременно равной нулю и отличной от нуля?
4. Равны ли потенциальные энергии поднятого на одинаковую высоту тела на Земле и на Луне?
5. Чему равна потенциальная энергия изображенного на рисунке 239 светильника относительно сиденья табурета? Относительно поверхности стола?