

Преподаватель Семенова Ольга Леонидовна

Физика

Группа ТЭК 1/2

10.11.2022

Механическая энергия тела. Ее виды.

Закон сохранения механической энергии.

1. **Образовательная:** сформировать у студентов представление о механической энергии, рассмотреть виды механической энергии и закон сохранения механической энергии.

2. **Воспитательная:** воспитать логическое мышление, внимание.

3. **Развивающая:** развитие коммуникативных качеств, критического мышления, познавательной активности студентов.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: Материал лекции на тему: «Механическая энергия тела. Ее виды. Закон сохранения механической энергии» формирует такие общие компетенции:

- ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
- ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
- ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
- ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
- ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
- ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
- ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
- ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Интеграционные связи: тема взаимосвязана с предыдущими темами дисциплины «Физика»

Список литературы по теме:

1. Лабковский В.Б. 220 задач по физике с решениями: книга для учащихся 10-11кл. общеобразовательных учреждений. М., 2006.
2. Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н Сотский; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – 17 изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 2008. – 366 с.
3. Рымкевич А.П. Задачник: сборник для учащихся общеобразовательных учреждений. – М., «Дрофа» 2008.

Вопросы лекции:

- 1) Механическая энергия и работа.
- 2) Мощность.
- 3) Механическая энергия и ее виды.
- 4) Закон сохранения механической энергии.

Механическая энергия и работа:

Если на тело действует сила F и тело под действием этой силы осуществляет перемещение s в направлении действия силы, то при этом выполняется работа A , которую вычисляют по формуле:

$$A = F \cdot s,$$

где A – работа, а F – сила, направленная параллельно вектору перемещения (рис. 30.1). Формула дает правильный результат лишь при условии, что сила остается постоянной в течение всего процесса перемещения.

Таким образом, работа равняется произведению силы на величину перемещения.



В СИ работа измеряется в джоулях (Дж). Единица названа в честь английского физика Джеймса Джоуля, который впервые доказал, что теплота – это разновидность энергии. Согласно формуле (30.1) $\text{Дж} = \text{Н} \cdot \text{м}$: работа величиной в один джоуль (Дж) выполняется силой один ньютон (Н), которая перемещает тело в направлении действия силы на один метр (м).

Если на тело действует несколько сил, то работа каждой силы вычисляется отдельно. Когда сила действует в противоположном перемещению

направлении, то ее работа считается отрицательной. Такой может быть, например, работа силы трения: $A_{тр} = -F_{тр} \cdot s$.

Если сила направлена перпендикулярно перемещению, то ее работа равна нулю. Мы, например, не указали на рис. 30.1 силу реакции опоры N и силу тя-жести mg , поскольку работу эти силы не выполняют.

Пример:

Тело переместили на расстояние $s = 2$ м, двигая его равномерно в горизонтальном направлении под действием силы $F = 3$ Н. Вычислите работу силы F и силы трения $F_{тр}$.

Решение.

Работу силы F вычислим по формуле

$$A_F = F \cdot s = 3\text{ Н} \cdot 2\text{ м} = 6\text{ Дж}.$$

Дано:

$$m = 10\text{ кг}$$

$$s = 2\text{ м}$$

$$F = 3\text{ Н}$$

Поскольку тело движется равномерно, то сила F компенсирует действие силы $F_{тр}$, то есть равна ей по величине (и противоположна по направлению):

$$F_{тр} = F = 3\text{ Н}$$

Работа силы трения равна:

$$A_{тр} = -F_{тр} \cdot s = -3\text{ Н} \cdot 2\text{ м} = -6\text{ Дж}.$$

$$A_F - ?$$

$$A_{тр} - ?$$

Ответ: Работа силы F равна 6 Дж, работа силы трения равна - 6 Дж.

Работа в поле тяжести:

Если тело равномерно поднимают вверх, преодолевая силу тяжести « mg », или опускают вниз под действием силы тяжести (рис. 30.2), то работа вычисляется по той же формуле (31.1), но перемещение обозначают буквой h :

$$A = mg \cdot h. \quad (30.1)$$

При подъеме работа силы тяжести отрицательна, а работа поднимающей силы – положительна.

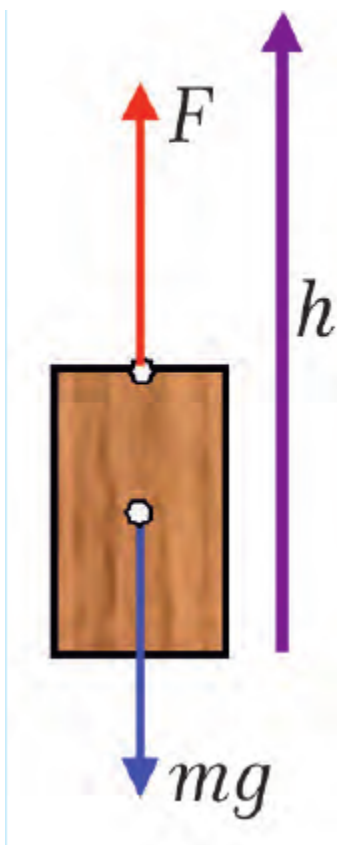


Рис. 30.2. К формуле 30.1

Пример:

Какая работа была выполнена краном, поднявшим бетонную плиту массой 400 кг на высоту 5 м? $g = 10 \text{ Н / кг}$.

Дано: **Решение.**

$m = 400 \text{ кг}$ Очевидно, что кран должен действовать на плиту вверх с силой F , не меньшей, чем mg .

$h = 2 \text{ м}$ Работу силы F , которая приложена к плите со стороны крана, вычислим по формуле:

$g = 10 \text{ Н/кг}$ $A_F = F \cdot h = mg \cdot h = 20\,000 \text{ Дж}.$

$A_{\text{тяж}} - ?$

Ответ: Кран выполнил работу 20 000 Дж (20 кДж).

График силы:

Начертим график зависимости величины силы « F » от перемещения « s » для случая, когда величина силы не изменяется, а направление силы совпадает с направлением перемещения (рис. 30.3). Легко заметить, что произведение $F \cdot s$ совпадает по численному значению с площадью прямоугольника $abcd$, то есть работа может быть вычислена как площадь фигуры на графике зависимости силы от перемещения $F(s)$.

Этот новый способ вычисления работы может пригодиться в случае, когда сила изменяется в процессе перемещения. Если мы растягиваем пружину с некоторой силой F , то величина этой силы увеличивается по мере увеличения удлинения пружины согласно закону Гука. Следовательно, вычислять работу по формуле (30.1) уже нельзя.

Начертим график силы для случая удлинения пружины (рис. 30.4). Работа численно равняется площади треугольника abc , где $ab = x$ – удлинение, а отрезок $bc = F$ – максимальная сила, которая удерживает пружину в удлиненном состоянии.

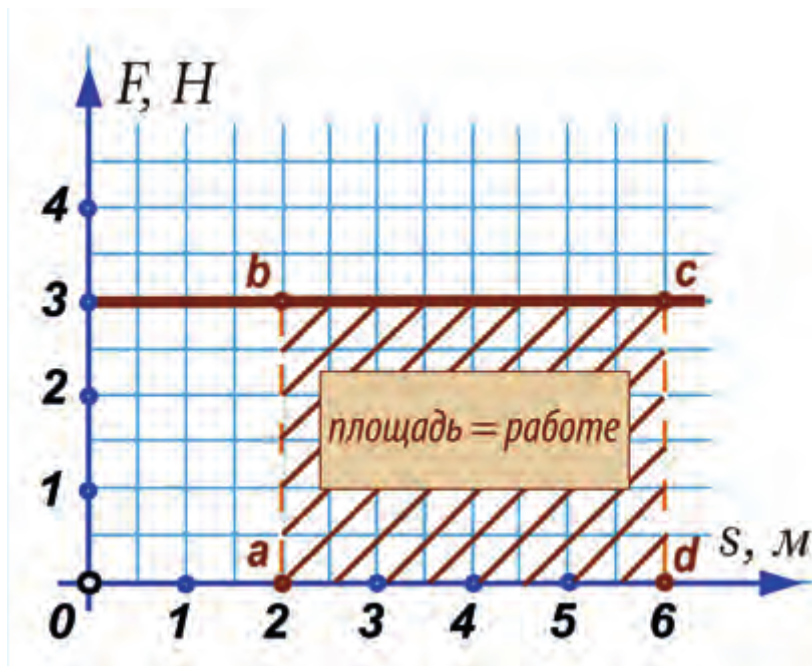


Рис. 30.3. Площадь под графиком силы численно равняется работе

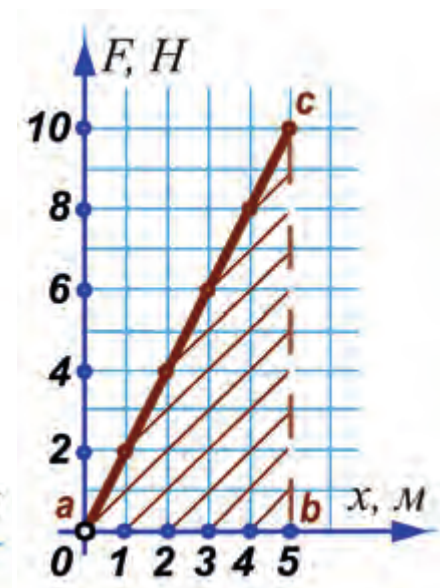


Рис. 30.4. Работа по удлинению пружины численно равняется площади треугольника abc

Таким образом, работа по удлинению пружины равняется:

$$A = \frac{1}{2} \cdot F \cdot x \quad (30.2)$$

Учитывая, что $F = k \cdot x$, формулу (31.2) можно записать и так:

$$A = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 \quad (30.3)$$

Мощность:

Скорость выполнения работы называют мощностью и обозначают буквой P . Мощность равняется отношению работы ко времени, в течение которого эта работа была выполнена:

$$P = \frac{A}{t}, \quad (30.4)$$

где A – работа, выполненная за время t .

В СИ мощность измеряется в ваттах (Вт) в честь английского ученого и инженера Джеймса Ватта, который построил первую паровую машину. Согласно (30.4) $Вт = Дж/с$: при мощности один ватт за одну секунду выполняется работа один джоуль.

На практике часто используются большие единицы мощности – киловатт (кВт) и мегаватт (МВт): $1 кВт = 1\,000\, Вт$, $1\, МВт = 1\,000\,000\, Вт$.

Если в формуле (31.4) « A » заменить на $F \cdot s$ и учесть, что $v = s / t$, то получим новую полезную формулу, которая позволяет найти мощность, зная силу и скорость:

$$P = F \cdot v \quad (30.5)$$

По формуле (30.5) можно вычислить мощность машины в данный момент времени. Более мощные машины выполняют работу быстрее. Например, мощный двигатель дает возможность автомобилю двигаться с большим ускорением, что улучшает возможности маневрирования.

По формуле (30.4) можно получить новое выражение для вычисления работы:

$$A = P \cdot t, \quad (30.6)$$

которое справедливо, если мощность машины постоянна на протяжении времени t .

Если построить график зависимости мощности от времени (при постоянной мощности), то станет очевидно, что на графике зависимости мощности от времени площадь фигуры, ограниченной графиком и осью абсцисс, равняется работе (рис. 30.5).

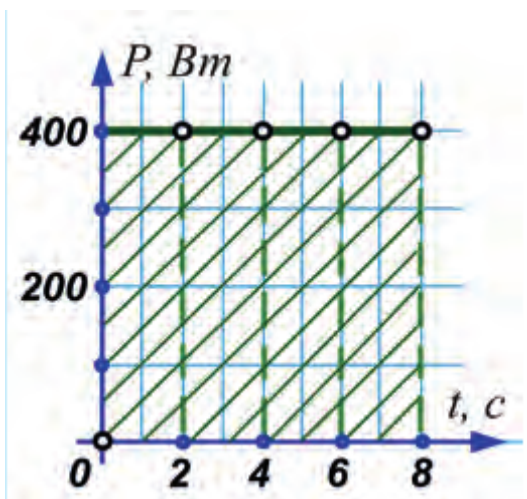


Рис. 30.5. Площадь под графиком $P(t)$ численно равняется работе

Пример:

Электросчетчик (рис. 30.6) определяет потребленную энергию в кВт·ч. Что это за физическая величина?

Решение: Согласно формуле (30.6), это – работа. Выразим кВт·ч в Дж:
 $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 1000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 3\,600\,000 \text{ Дж}.$

Ответ: 1 кВт·ч. равен работе 3 600 000 Дж, або 3,6 МДж.

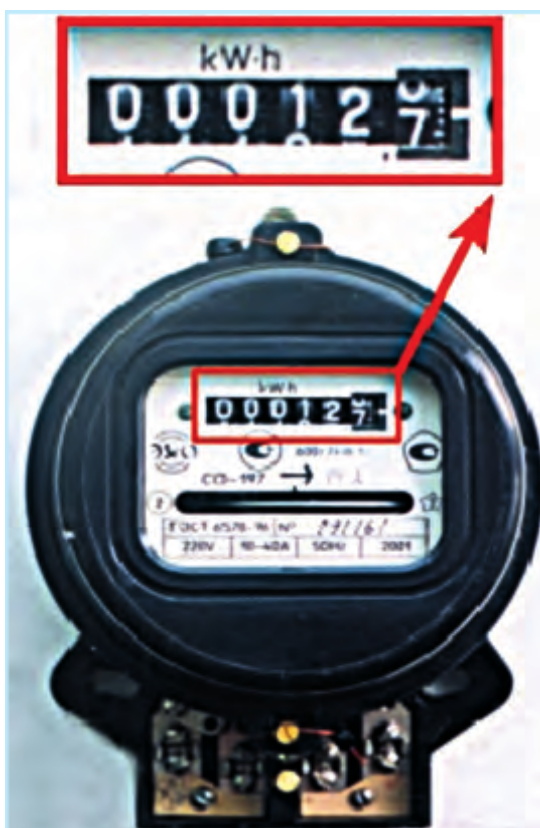


Рис. 30.6. Электросчетчик

Итоги:

- Механическая работа равняется произведению силы на величину перемещения: $A = F \cdot s$.
- Когда сила действует в противоположном перемещению направлении, то ее работа считается отрицательной.
- Если сила направлена перпендикулярно к перемещению, то ее работа равняется нулю.
- Мощность равняется отношению работы ко времени, в течении которого эта работа была выполнена: $P = A / t$.
- Работа переменной силы может быть вычислена по площади под графиком $F(s)$.

Механическая энергия и ее виды

Понятие энергии – одно из важнейших не только в физике. От количества выработанной энергии и способа ее получения зависит качество нашей жизни. Вспомним такие выражения, как тепловая энергия, энергетический кризис, оплата электроэнергии, энергичный человек, объединенные энергетические системы.

Мы привыкли, что энергия – это определенный ресурс, позволяющий улучшить быт. Производство и распределение энергии всесторонне касается жизни человека. Поэтому надо знать, как она производится, передается и хранится. Вот некоторые свойства энергии:

1. Тело может иметь, получать и отдавать энергию.
2. Существует множество видов энергии (механическая, тепловая, электрическая...), и она может переходить из одного вида в другой.
3. При определенных условиях энергия может сохраняться.

Механическая энергия

Если тело может выполнить работу, то оно имеет энергию. Чтобы иметь энергию, нет необходимости выполнять работу, достаточно иметь такую возможность.

Величина энергии равняется максимальной работе, которую тело при определенных обстоятельствах может выполнить. Как и работа, энергия из-меряется в Дж.

Есть два вида механической энергии: потенциальная и кинетическая. Обозначим энергию буквой E . Нижний индекс (значок) в выражениях для энергии около буквы E будет означать: «К» – кинетическая, «Р» – потенциальная.

Кинетическая энергия

Кинетическая энергия (ЕК) – это энергия движущихся тел («кинема» по-гречески означает «движение»). Это может быть энергия ветра, потока воды, вращательная энергия массивного маховика. Вычислить кинетическую энергию можно по формуле:

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}, \quad (31.1)$$

где « m » – масса тела, а « v » – его скорость.



Рис. 31.1. Использование энергии ветра



Рис. 31.2. Колесо автомобиля имеет две кинетических энергии – вращательную и поступательную

Тело, которое участвует одновременно в двух движениях – поступательном и вращательном – имеет две кинетических энергии, как, например, колесо автомобиля (рис. 31.2). Поступательное движение центра колеса происходит со скоростью автомобиля, а вращательная скорость увеличивается от нуля (центр) до скорости автомобиля (на уровне протектора шин). Возможно, вы видели в фильмах, как продолжают вертеться колеса у перевернувшегося автомобиля – поступательной энергии уже нет, а вращательная еще есть.

Пример №1

Сравните кинетические энергии: а) легкового автомобиля массой 1 500 кг, который движется со скоростью 72 км/ч; б) снаряда массой 3 кг, летящего со скоростью 500 м/с.

Решение:

а) Скорость автомобиля $72 \text{ км/год} = 20 \text{ м/с}$. Кинетическая

энергия автомобиля:
или 300 кДж .

$$E_{K1} = \frac{1500 \text{ кг} \cdot 400 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2} = 300\,000 \text{ Дж},$$

Объясним, как получили Дж: $\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2 = (\text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2) \cdot \text{м} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}$.

б) Кинетическая энергия снаряда:

$$E_{K2} = \frac{3 \text{ кг} \cdot 250\,000 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2} = 337\,000 \text{ Дж} (375 \text{ кДж}).$$

Замечание. Обратите внимание, что масса снаряда в 500 раз меньше массы автомобиля, в то время как его скорость больше лишь в 25 раз. Одна-ко кинетическая энергия снаряда оказалась больше, поскольку

выражение $\frac{m \cdot v^2}{2}$ зависит от скорости в квадрате, в то время как масса входит в формулу в первой степени.

Кинетическую энергию ветра используют очень давно. В наше время модернизированные ветряные мельницы вырабатывают значительное количество электричества (рис. 31.3). Электротранспорт преобразует часть своей энергии движения в электрическую энергию, когда уменьшает скорость перед остановкой.

Потенциальная энергия

Потенциальная энергия тела (E_p) – это энергия возможности (от англ. potential – потенциал, возможность). Такую энергию имеют неподвижные тела вследствие взаимодействия и взаимного расположения.



Рис. 31.3. Кинетическую энергию ветра ветросиловые установки преобразуют в электрическую энергию

Потенциальная энергия тяжести. Рассмотрим неподвижное тело массой m , которое находится на высоте h (рис. 31.4). На это тело действует сила тяжести mg , и если дать телу возможность упасть, то эта сила выполнит работу $A = mgh$. Поскольку запас энергии равняется наибольшей работе, которую тело может выполнить при дан-ных условиях, то энергия тела, находящегося на некоторой высоте над землей, составляет:

$$E_p = mgh \quad (31.2)$$

Тело, находясь на некоторой высоте « h », имеет энергию уже только потому, что оно притягивается Землей и может упасть. Тело, лежащее на полу, не имеет потенциальной энергии относительно пола, хотя на него действует сила тяжести. Заметим, что начало отсчета высоты « h » может быть разным, поэтому о потенциальной энергии тяжести можно говорить лишь по отношению к выбранному начальному (нулевому) уровню.

Если тело находится ниже нулевого уровня, например, в яме, то его потенциальная энергия отрицательна. Это значит, что за счет этой энергии тело не может выполнить работу при перемещении на нулевой уровень. Более того, чтобы поднять тело на этот уровень, придется кому-то выполнять положительную работу, которая по величине равняется потенциальной энергии тела.

Потенциальную энергию люди также используют издавна. Вспомните водяные мельницы или старинные часы с гирями. Когда строят гидроэлектростанцию (ГЭС), то реку перекрывают плотиной, чтобы поднять уровень воды (рис. 31.5). Падая вниз, вода вращает турбины генераторов и

выполняет работу. Чем выше плотина и чем больше воды несет река, тем больше электроэнергии производит ГЭС.

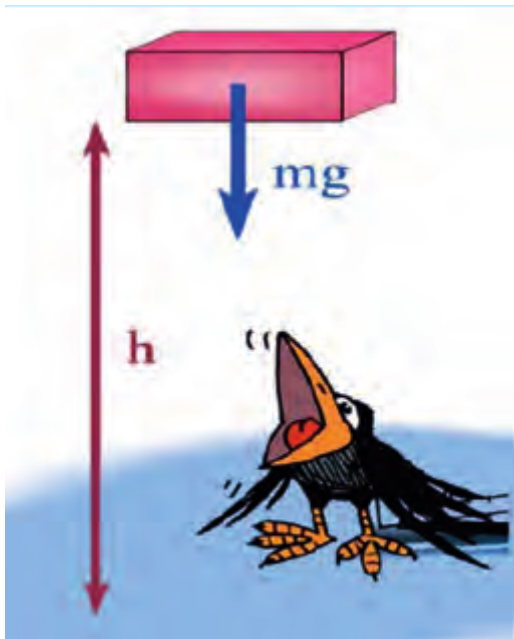


Рис. 31.4. Потенциальную энергию тяжести тело имеет уже потому, что притягивается Землей и находится на определенной высоте
Пример №2



Рис. 31.5. Энергия поднятой плотиной воды

Какова масса тела, поднятого на высоту 20 м, если его потенциальная энергия составляет 300 кДж?

Решение. Очевидно, что речь идет о потенциальной энергии тяжести, поэтому $E_p = mgh$.

Отсюда $m = E_p / (gh) = 300\,000 \text{ Дж} / (10 \text{ Н/кг} \cdot 20 \text{ м}) = 1500 \text{ кг}$.

Ответ: масса тела равна 1 500 кг или 1,5 т.

Замечание. 300 кДж – это кинетическая энергия автомобиля из примера 30.1. Интересно, что если бы автомобиль на каком-либо трамплине подпрыгнул вертикально вверх, а его кинетическая энергия полностью перешла в потенциальную, то он смог бы подняться на высоту 20 м.

Потенциальная энергия упруго деформированного тела

Если удлинение пружины жесткости «k» составляет «x», то она может

выполнить работу $A = \frac{1}{2} \cdot F \cdot x$ (або $A = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$) при условии, что пружине будет дана возможность вернуться в недеформированное состояние. Следовательно, потенциальная энергия деформированной пружины составляет:

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot F \cdot x \quad \text{или} \quad E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2, \quad (31.3)$$

где «F» – сила, которая удерживает пружину в удлиненном на «x» состоянии. Накручивая пружину механических часов, мы сообщаем ей запас потенциальной энергии, которая затем будет затрачена на приведение в движение механизма и стрелок. Часы остановятся после того, как пружина опять распрямится и истратит свою энергию.

Полная механическая энергия

Тело может одновременно иметь несколько видов механической энергии: как потенциальной, так и кинетической. Полная механическая энергия «E» тела равняется сумме поступательной и вращательной кинетических энергий, а также потенциальных энергий упругой деформации и тяжести:

$$E = E_{\text{Кпост.}} + E_{\text{Квращ.}} + E_{\text{Ртяж.}} + E_{\text{Рупруг.}} \quad (31.4)$$

Пример №3

Самолет массой 30 т летит на высоте 10 000 м со скоростью 720 км/ч. Вычислите его полную механическую энергию ($g=10\text{Н/кг}$).

Решение.

Дано: Самолет имеет поступательную кинетическую энергию и потенциальную энергию тяготения. Следовательно, полная механическая энергия составляет:

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2} + mgh,$$

$g = 10 \text{ Н/кг}$ Преобразуем скорость самолета в единицы СИ:
 $720 \text{ км/ч} = 200 \text{ м/с}$.

$E = ?$

$$E = \frac{30\,000 \text{ кг} \cdot (200 \text{ м/с})^2}{2} + 30\,000 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 10\,000 \text{ м} =$$

$$= 600\,000\,000 \text{ Дж} + 3\,000\,000\,000 \text{ Дж} = 3\,600 \text{ МДж}$$

Ответ: полная механическая энергия самолета равна 3600 МДж.

Итоги:

- Энергия характеризует возможность тела выполнить работу. Величина энергии равняется наибольшей работе, которую тело может выполнить при данных условиях.
- Есть два вида механической энергии – кинетическая (энергия движущихся тел) и потенциальная (энергия возможности).

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

- Кинетическая энергия вычисляется по формуле:
- Потенциальная энергия тяготения вычисляется по формуле $E_p = mgh$;

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot F \cdot x \text{ або } E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$

- упругой деформации –
Полная механическая энергия тела «Е» равняется сумме кинетических и потенциальных энергий тела.

Механической системой (от греческого слова **συστήμα** — *составление; целое, состоящее из частей*) называется группа взаимодействующих тел, рассматриваемых в данном случае.

Силы взаимодействия тел рассматриваемой системы называются **внутренними**. Силы, действующие на тела рассматриваемой системы со стороны тел, не входящих в нее, называют **внешними**.

Система называется **замкнутой**, если тела, ее образующие, взаимодействуют только между собой. В замкнутой системе внешние силы отсутствуют. Систему можно считать замкнутой, если внешними силами можно пренебречь.

Закон сохранения 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 гирию массой m (рис. 258) с помощью прочной нити. Для механической системы «гирия + Земля» сила натяжения нити является

внешней силой: $\vec{F}_n = \vec{F}_{\text{внеш}}$. При $F_n > mg$ 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. По теореме об изменении кинетической энергии

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

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

$$A = (F_n - mg)h. \quad (2)$$

Из равенств (1) и (2) следует:

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

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

$$\Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{внеш}}, \quad (4)$$

где $\Delta E_{\text{мех}}$ — 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 $\Delta E_{\text{мех}} = 0$, а, значит, $E_{\text{мех}1} = E_{\text{мех}2}$, или

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

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: $\Delta E_{\text{к}} = -\Delta E_{\text{п}}$.

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 мало, а потому незаметно. При торможении поезда, автомобиля нагреваются тормозные устройства. Под действием сил сопротивления воздуха раскаляются метеориты. При трении друг о друга нагреваются и далее могут плавиться куски льда.

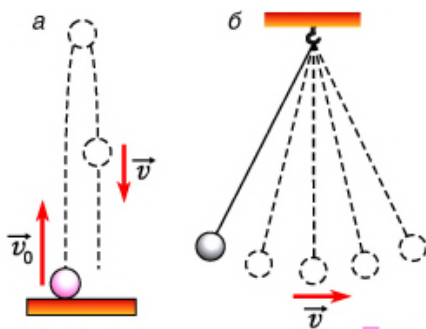


Рис. 259



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 со 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:

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

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.

Главные выводы:

1. Изменение механической энергии системы, в которой действуют силы тяжести и упругости, равно работе внешних сил.
2. Полная энергия замкнутой системы сохраняется всегда, а ее механическая энергия сохраняется только при отсутствии сил трения и сопротивления.
3. Закон сохранения энергии выполняется для всех явлений природы.

Закон сохранения энергии в механических процессах. Механическая энергия разделяется на два вида: потенциальную ($E_{\text{п}} = mgh$ - если тело

поднято на определенную высоту над Землей, $E_{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}$ если тело упруго

деформировано) и кинетическую $E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$. И потенциальная, и кинетическая энергии изменяются только в результате такого взаимодействия тел, при котором силы, действующие на тела, выполняют работу, отличающуюся от нуля.

Рассмотрим теперь вопрос об изменении энергии при взаимодействии тел, образующих замкнутую систему. Если несколько тел взаимодействуют между собой лишь силами тяготения и силами упругости и никакие внешние силы не действуют, то при любых взаимодействиях сумма кинетической и потенциальной энергий тел остается постоянной. Это утверждение называют законом сохранения энергии в механических процессах.

Сумму кинетической и потенциальной энергий тел называют полной механической энергией ($E = E_{\text{п}} + E_{\text{к}}$). Поэтому закон сохранения энергии можно сформулировать следующим образом: **полная механическая энергия замкнутой системы тел, взаимодействующих силами притяжения и упругости, остается постоянной: $E = \text{const}$.**

Основное содержание закона сохранения энергии заключается не только в установлении факта сохранения полной механической энергии, но и в установлении возможности взаимных превращений кинетической и потенциальной энергий.

Закон сохранения полной механической энергии в процессах при участии сил упругости и гравитационных сил является одним из основных законов механики. Знание данного закона упрощает решение многих задач, имеющих практическое значение. Например, для получения электроэнергии широко используют энергию рек. С этой целью строят плотины, перегораживают реки. Под действием сил притяжения вода из водохранилища по плотине движется вниз ускоренно и приобретает определенную кинетическую энергию. При столкновении потока воды с лопатками гидравлической турбины происходит превращение кинетической энергии поступательного движения воды в кинетическую энергию вращательного движения роторов турбины, а потом с помощью электрического генератора - в электрическую энергию.

Механическая энергия не сохраняется, если между телами действует сила трения. Автомобиль, движущийся по горизонтальному участку дороги, после выключения двигателя проходит определенный путь и под действием сил трения останавливается. При торможении автомобиля происходит нагревание тормозных колодок, шин автомобиля, асфальта. В результате действия сил трения кинетическая энергия автомобиля не исчезла, а превратилась во внутреннюю энергию теплового движения молекул. Следовательно, при любых физических взаимодействиях энергия не возникает, а только превращается из одного вида в другой. Этот экспериментально установленный факт называют законом сохранения и превращения энергии. Источники энергии на Земле большие и разнообразные. В давние времена люди знали только один источник энергии - силу мышц и силу домашних животных. Энергия возобновлялась за счет потребления еды.

Энергия окружающего космического пространства аккумулируется Солнцем в виде энергии атомных ядер, химических элементов, электромагнитных и гравитационных полей. Солнце, в свою очередь, обеспечивает Землю энергией в виде энергии ветра и волн, приливов и отливов, в форме геомагнетизма, разного вида излучений, энергии мышц животного мира.

Геофизическая энергия высвобождается в виде природных стихийных явлений, обмена веществ в живых организмах, полезной работы по перемещению тел, изменения их структуры, качества, передачи информации, запаса энергии в разного рода аккумуляторах, в упругой деформации пружин, мембран.

Любые виды энергии, превращаясь друг в друга с помощью механического движения, химических реакций и электромагнитных излучений, в конце концов, переходят в тепло и рассеиваются в окружающем пространстве. Это явление проявляется в виде взрывных процессов, горения, гниения, плавления, испарения, деформации, радиоактивного распада.

Происходит кругооборот энергии в природе, который характеризуется не только хаотичностью, но и обратным ей процессом - упорядочиванием структуры, которые наглядно прослеживаются, в первую очередь, в звездообразовании, трансформации и возникновении новых электромагнитных и гравитационных полей, и они опять несут свою энергию новым «солнечным системам».

Закон сохранения механической энергии сформулировал немецкий ученый Готфрид Лейбниц. Потом немецкий ученый Юлиус Майер, английский физик Джеймс Джоуль и немецкий ученый Генрих Гельмгольц экспериментально открыли законы сохранения энергии в немеханических явлениях.

Закон сохранения импульса

Покой и движение тела относительны, скорость движения зависит от выбора системы отсчета. Согласно второму закону Ньютона, независимо от того, находится ли тело в покое или движется равномерно и прямолинейно, изменение его скорости движения может происходить только под действием силы, то есть в результате взаимодействия с другими телами.

Есть физическая величина, которая одинаково изменяется у всех тел под действием одинаковых сил. Она определяется произведением массы тела и его скорости и называется импульсом тела. Импульс тела - величина векторная, со направленная со скоростью движения тела. Импульс тела является количественной характеристикой поступательного движения тел. Экспериментальные исследования взаимодействия разных тел - от планет и звезд до атомов и электронов, элементарных частиц - показали, что в любой

системе взаимодействующих между собой тел **геометрическая сумма импульсов этих тел остается постоянной:** $\sum \vec{p} = \text{const.}$

Систему тел, невзаимодействующих с другими телами, не входящими в эту систему, называют замкнутой. Таким образом, в замкнутой системе геометрическая сумма импульсов тел остается постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой. Этот фундаментальный закон природы называют законом сохранения импульса.

Необходимым условием применения закона сохранения импульса к системе взаимодействующих тел является использование инерциальной системы отсчета. На законе сохранения импульса основывается реактивное движение, его используют при расчете направленных взрывов, например, при прокладке тоннелей в горах. Полеты в космос стали возможными благодаря использованию многоступенчатых ракет.

Домашнее задание

Ответить на вопросы:

- 1) **Что такое работа? Формула.**
- 2) **Что такое мощность? Формула.**
- 3) **Что такое кинетическая энергия?**
- 4) **Что называют потенциальной энергией?**
- 5) **Сформулируйте закон сохранения механической энергии.**

Ответы присылать на электронную почту: teacher-m2022@yandex.ru