

## Задание:

- Повторить теорию;
- Выполнить практическую работу;
- Оформить отчёт (должен содержать тему, цель, вариант (выбрать по списку), выполненное задание, в верхнем колонтитуле группа и фамилия студента);
- По вопросам обращаться 072-1098278 или [hvastov@rambler.ru](mailto:hvastov@rambler.ru)
- Фотоотчёт работы прислать в течении 3 дней со дня получения задания на [hvastov@rambler.ru](mailto:hvastov@rambler.ru)
- Выполненную работу предоставить по окончании дистанционного обучения.

№ п/п	ФИО студента	Вариант
1.	Бабкина Ольга Александровна	1
2.	Болычев Богдан Евгеньевич	2
3.	Жданов Сергей Александрович	3
4.	Журба Артём Андреевич	4
5.	Куликов Даниил Владимирович	5
6.	Прохорчук Андрей Александрович	6
7.	Ракитин Максим Дмитриевич	7
8.	Тищенко Виктория Витальевна	8
9.	Шукан Кристина Александровна	9
10.	Быля Алексей Дмитриевич	10
11.	Мелехов Максим Олегович	1

## Практическая работа № 2 Закон сохранения энергии

Цель работы: способствовать закреплению изученного материала, научиться применять закон сохранения энергии при решении задач.

### Основные понятия и формулы

В механике под работой понимают скалярную физическую величину, характеризующую действие силы на определённом перемещении. Численно работа равна произведению модуля силы на модуль перемещения и на косинус угла между ними:

$$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha. \text{ Единица измерения работы – Джоуль (1 Дж).}$$

Одну и ту же работу различные двигатели могут совершать за разное время. Мощность характеризует быстроту совершения работы.

Под мощностью понимают отношение работы ко времени, в течение которого она была выполнена. Единица измерения мощности - Ватт (1 Вт).

$$P = \frac{A}{t}, \text{ где } P \text{ – мощность или } P = \frac{F \cdot S}{t}, \text{ учитывая, что } v = \frac{S}{t} \text{ - скорость, то}$$

$$P = F \cdot v.$$

Физика изучает различные виды движения материи. Причём различные виды движения материи могут переходить друг в друга.

Поскольку возможен такой переход, должна существовать такая мера движения материи, которая была бы применима к любой её форме. Такой наиболее общей мерой и является энергия.

Энергия – это физическая величина, являющаяся количественной мерой движения и взаимодействия всех видов материи. Равна работе, которую может совершить тело или система тел при переходе из данного состояния на нулевой уровень.

В механике различают два вида энергии: кинетическую и потенциальную. Единица измерения энергии - Джоуль (1 Дж).

Кинетическая энергия – это энергия, которой обладает тело вследствие своего движения.

Пусть тело массой  $m$  под действием силы  $F$  за время  $t$  изменило свою скорость по модулю от  $v_1$  до  $v_2$ . Определим, какая при этом была совершена работа.

$$A=FS; \quad F=ma=\frac{m(v_2-v_1)}{t}; \quad S=v_{cp}t=\frac{t(v_2+v_1)}{2}$$

$$\text{Но работа – мера изменения энергии: } A=\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}.$$

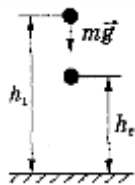
$$\text{Поэтому кинетическая энергия } E_k=\frac{mv^2}{2}.$$

Потенциальная энергия – энергия, которой обладают тела благодаря взаимному расположению вследствие взаимодействия друг с другом.

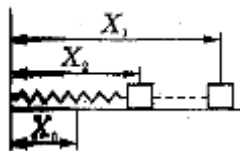
1) Потенциальная энергия тела, поднятого над Землёй.

$$A=mg(h_1-h_2)=mgh_1-mgh_2, \quad A=-(mgh_2-mgh_1), \quad E_{п}=mgh$$

Знак «минус» означает, что в результате действия силы тяжести потенциальная энергия тела в поле тяготения уменьшается.



2) Потенциальная энергия деформированной пружины.



$$A = F_{cp}(x_1-x_2), \quad F_{cp}=\frac{F_1+F_2}{2} = \frac{k(x_1+x_2)}{2}, \quad A= -\left(\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}\right).$$

$$\text{Следовательно, } E_{п}=\frac{kx^2}{2}.$$

Один вид движения материи может переходить в другой и наоборот. Само движение, как форма существования материи, - неуничтожимо. Поэтому в различных процессах должна сохраняться и её характеристика – энергия.

Энергия не создаётся и не исчезает, а лишь передаётся от одного тела к другому или превращается из одного вида в другой в равных количествах.

$$-(E_{p2} - E_{p1}) = E_{k2} - E_{k1}, \quad E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

$$E_k + E_p = \text{const}$$

Задание 1. Ответьте на вопросы:

1. Какая энергия называется кинетической?
2. Какая энергия является мерой взаимодействия тел?
3. Может ли потенциальная энергия быть отрицательной?
4. Что понимают под полной механической работой? Всегда ли в замкнутой системе полная механическая энергия сохраняется?
5. Тело брошено вертикально вверх. Изменяется ли полная механическая энергия? Какие взаимные превращения механической энергии происходят при движении тела, если сил сопротивления не действует?

### Методические указания

При решении задач на применение закона превращения и сохранения энергии необходимо:

1. Сделать схематический чертёж. Обозначить на нём кинематические характеристики начального и конечного состояний системы.
2. Проверить систему на замкнутость. Если система тел замкнута, решение проводится по закону сохранения механической энергии. Если система тел не замкнута, то изменение механической энергии равно работе внешних сил.
3. Выбрать нулевой уровень потенциальной энергии (произвольно).
4. Выяснить, какие внешние силы действуют на тело в произвольной точке траектории.
5. Записать формулы механической энергии в начальном и конечном положениях.
6. Установить связь между начальными и конечными скоростями тел системы.
7. Подставить полученные значения энергий и работы в формулу работы и сделать числовой расчёт.

### Примеры решения задач

Задача 1. Камень брошен вертикально вверх со скоростью 16 м/с. На какой высоте кинетическая энергия камня будет равна его потенциальной энергии? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано:	Решение:
$v_0 = 16 \text{ м/с}$	Применяя закон сохранения энергии:
$h_0 = 0$	$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$
$E_{k2} = E_{p2}$	Т.к. камень брошен с земли, то $h_0 = 0$ и $E_{p1} = 0$
Найти:	$E_{k1} = E_{k2} + E_{p2}$

$$h_2 - ? \quad \left| \begin{array}{l} \frac{m\vartheta_0^2}{2} = 2E_{p2}, \quad E_{p2} = mgh_2 \\ \frac{m\vartheta_0^2}{2} = 2mgh_2 \end{array} \right.$$

Следовательно,  $h_2 = \frac{\vartheta_0^2}{4g}$

$$h_2 = \frac{16^2}{4 \cdot 10} = 6,4 \text{ м}$$

Ответ:  $h_2 = 6,4 \text{ м}$

Задача 2. Из пружинного пистолета стреляют шариком вертикально вверх. Шарик поднялся на высоту 1 м. Определить деформацию пружины перед нажатием курка, если коэффициент жёсткости пружины 400 Н/м, а масса шарика 0,01 кг. Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

<p>Дано:</p> <p><math>m=0,01 \text{ кг}</math></p> <p><math>k=400 \text{ Н/м}</math></p> <p><math>h=1 \text{ м}</math></p> <p><math>g=10 \text{ м/с}^2</math></p>	<p>Решение:</p> <p>Работа силы тяжести при перемещении шарика внутри ствола пистолета незначительна, поэтому ею в данном случае можно пренебречь. Воспользуемся законом сохранения энергии. Шарик приходит в движение за счёт энергии сжатой пружины, т.е.:</p>
---	---

<p>Найти:</p> <p><math>x - ?</math></p>	<p><math>E_p \text{ пружины} = E_{k1} \text{ шара}</math></p> $\frac{kx^2}{2} = \frac{m\vartheta^2}{2}$ <p>Но при полёте вверх кинетическая энергия шарика переходит в потенциальную энергию. Принимая, что в начальной точке свободного полёта шарика потенциальная энергия была равна нулю <math>E_{p1}=0</math>, получим:</p> $E_{k1} = E_{p2}$ $\frac{m\vartheta^2}{2} = mgh, \text{ откуда } \frac{kx^2}{2} = mgh$ $x = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$ $x = \sqrt{\frac{0,02 \cdot 10 \cdot 1}{400}} = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 2,2 \text{ см}$
---	---

Ответ:  $x=2,2 \text{ см}$

Задача 3. Мяч массой 100 г брошен вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Чему равна его потенциальная энергия в высшей точке подъёма? Сопротивлением воздуха не учитывать.

Дано:                    | СИ:                    |                    Решение:

$m=100 \text{ г}$ $v_0=20 \text{ м/с}$ $h_0=0$ $v = 0$	0,1 кг	Согласно закону сохранения энергии: $E_{к1} + E_{р1} = E_{к2} + E_{р2}$ Но на поверхности Земли $h_0=0 \rightarrow E_{р1}=0$ В верхней точке подъёма $v = 0 \rightarrow E_{к2}=0$ Получим: $E_{к1} = E_{р2}$ $\frac{mv_0^2}{2} = E_{р2}$ $E_{р2} = \frac{0,1 \cdot 20^2}{2} = 20 \text{ Дж}$
Найти: $E_{р2}=?$		Ответ: $E_{р2} = 20 \text{ Дж}$

Задание 2. Решите количественные задачи

Задача 1. Пружину игрушечного пистолета сжимают на длину  $x$  и совершают выстрел в горизонтальном направлении; при этом шарик массой  $m$  вылетает со скоростью  $v$ . Жёсткость пружины пистолета равна  $k$ . Определите значение величины, обозначенной «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$x$ , см	?	3	4	5	?	4	5	3	?	5
$m$ , г	5	?	6	5	4	?	5	4	6	?
$v$ , м/с	5	6	?	4	6	4	?	6	4	5
$k$ , Н/м	150	200	250	?	200	250	150	?	250	150

Задача 2. Камень массой  $m$  брошен вертикально вверх. Начальная скорость камня  $v_0$ , начальная кинетическая энергия  $E_0$ . На высоте  $h$  скорость камня  $v$ . Определите значения величин, обозначенных «?». Сопротивление воздуха не учитывайте, ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m$ , кг	?	0,3	0,4	?	0,25	0,3	?	0,2	0,2	?
$v_0$ , м/с	12	?	?	?	8	10	15	?	?	?
$E_0$ , Дж	14,4	15	45	16,4	?	?	22,5	40	30	12,4
$h$ , м	6	4	?	8	3	?	?	10	?	12
$v$ , м/с	?	?	10	2	?	3	6	?	2	3

Задача 3. Шайба массой  $m$  соскальзывает с наклонной плоскости высотой  $h$  и имеет у основания плоскости скорость  $v$ . Количество теплоты, выделившееся при этом за счёт трения, равно  $Q$ . Определите значение величины, обозначенной «?». Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m$ , кг	0,16	?	0,2	0,16	0,18	?	0,16	0,18	0,2	?
$h$ , см	?	50	60	70	?	60	70	50	?	70
$v$ , м/с	3,2	2,3	2	?	2,4	2,5	2,3	?	2,6	2,6

Q, Дж	0,3	0,4	?	0,6	0,4	0,5	?	0,7	0,5	0,6
-------	-----	-----	---	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----

Задача 4. Тело падает вертикально вниз. На высоте  $h_1$  оно имеет скорость  $V_1$ , а на высоте  $h_2$  - скорость  $V_2$ . Масса тела равна  $m$ . Сила сопротивления воздуха совершает работу  $A_c$ . Определите значение величины, обозначенной «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$h_1$ , м	?	5,5	7	4	3,5	4,5	7	5	10	9
$m$ , кг	2	?	2	3	10	5	5	3	10	?
$v_1$ , м/с	0	2	?	5	4	2,5	5	4	?	0
$h_2$ , м	1,5	1	3	?	1,5	2	4,5	?	8	0
$v_2$ , м/с	2	4	5	5	?	3,5	?	8	6	3
$A_c$ , Дж	26	146	64	60	100	?	65	18	145	171

Задача 5. Небольшая тележка массой  $m$  с маленькими колёсами скатывается с горки высотой  $h$  и на горизонтальном участке сталкивается с неподвижной тележкой массой  $M$ . После столкновения тележки движутся вместе со скоростью  $v$ . Определите значение величины, обозначенной «?». Сопротивление не учитывайте, ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m$ , кг	2	2,5	1,5	?	2,5	1,5	2	?	1,5	2
$h$ , м	1	1,5	?	2,5	1,5	2	?	1,5	2	2,5
$M$ , кг	3	?	3,5	4	3,5	?	4	3	4	?
$v$ , м/с	?	2,3	1,6	3	?	1,9	2,1	2,7	?	2,4