

## Физика 10 класс

Дистанционные уроки на неделю с 6 по 10 апреля 2020, 2 часа в неделю

Учитель физики информатики Гаджиагаев Тагир Гаджиагаевич

Учебник Мякишев, Буховцев Физика 10 класс

**Внимание! Ответы на вопросы и задания оформлять письменно в рабочих тетрадях.  
Работы будут проверены**

1 занятие

Глава 6, § 45 Работа силы, стр 119-122, см рис далее

Задание : Прочитать параграф, ответить на вопросы в конце параграфа,

2 занятие

§ 46 Мощность , стр 122-123

Задание : Прочитать параграф, ответить на вопросы в конце параграфа

## Глава 6 ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Энергия — самая важная сохраняющаяся величина не только в механике, но и в физике вообще. Понять, что такое энергия, нелегко. Но энергия тесно связана с работой. Мы начнем с изучения работы силы. Эта величина более проста и наглядна.

### § 45 РАБОТА СИЛЫ

Все наши ежедневные действия сводятся к тому, что мы с помощью мышц либо приводим в движение окружающие тела и поддерживаем это движение, либо же останавливаем движущиеся тела.

Этими телами являются орудия труда (молоток, ручка, пила), в играх — мячи, шайбы, шахматные фигуры. На производстве и в сельском хозяйстве люди также приводят в движение орудия труда. Правда, в настоящее время роль рабочего все больше и больше сводится к управлению механизмами. Но в любой машине можно обнаружить подобие простых орудий ручного труда. В швейной машинке имеется игла, резец токарного станка подобен рубанку, ковш экскаватора заменяет лопату.

**Двигатели.** Применение машин во много раз увеличивает производительность труда благодаря использованию в них двигателей.

Назначение любого двигателя состоит в том, чтобы приводить тела в движение и поддерживать это движение, несмотря на торможение как обычным трением, так и «рабочим» сопротивлением (резец должен не просто сколь-

зять по металлу, а, врезаясь в него, снимать стружку; плуг должен взрыхлять землю и т. д.). При этом на движущееся тело должна действовать со стороны двигателя сила, точка приложения которой перемещается вместе с телом.

**Обиходное представление о работе.** Когда человек (или какой-либо двигатель) действует с определенной силой на движущееся тело, то мы говорим, что он совершает работу формирования одного из важнейших понятий механики — понятия работы силы.

Работа совершается в природе всегда, когда на какое-либо движущееся тело действует сила (или несколько сил) со стороны другого тела (или других тел). Так, сила тяготения совершает работу при падении каплей дождя или камня с обрыва. Одновременно совершают работу и силы трения, действующие на падающие капли или камень со стороны воздуха. Совершает работу и сила упругости, когда, например, распрямляется согнутое ветром дерево.

**Определение работы.** Второй закон Ньютона в форме  $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$  позволяет определить, как меняется скорость тела  $\vec{v}$  по модулю и направлению, если на него в течение времени  $\Delta t$  действует сила  $\vec{F}$ .

Во многих случаях важно уметь вычислять изменение скорости по модулю, если при перемещении тела на отрезок  $\Delta \vec{r}$  на него действует сила  $\vec{F}$ . Воздействия на тела сил, приводящих к изменению модуля их скорости, характеризуются величиной, зависящей как от сил, так и от перемещений тел. Эту величину в механике и называют *работой силы*.

Сила, перпендикулярная скорости (а следовательно, и перемещению  $\Delta \vec{r}$ ), изменяет скорость только по направлению, но не по модулю. (При равномерном движении по окружности ускорение, а следовательно, и сила перпендикулярны скорости.)

Изменение скорости по модулю возможно лишь в том случае, когда проекция силы на направление перемещения тела  $F_x$  отлична от нуля. Именно эта проекция определяет действие силы, изменяющей скорость тела по модулю. Она совершает работу. Поэтому работу можно рассматривать как произведение проекции  $F_x$  на модуль перемещения  $|\Delta \vec{r}|$  (рис. 105):

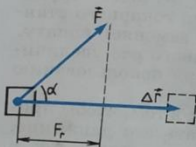


Рис. 105

$$A = F_x |\Delta \vec{r}|. \quad (6.1)$$

Если угол между силой и перемещением обозначить через  $\alpha$ , то  $F_x = F \cos \alpha$ . Следовательно, работа равна:

$$A = F |\Delta \vec{r}| \cos \alpha. \quad (6.2)$$

**Работа силы равна произведению модулей силы и перемещения и косинуса угла между ними.**

Формула (6.1) справедлива в том случае, когда сила постоянна и перемещение тела происходит вдоль прямой. Малые отрезки траектории всегда можно считать прямолинейными и силу на малом отрезке постоянной.

Работа в отличие от силы и перемещения является не векторной, а скалярной величиной. Она может быть положительной, отрицательной или равной нулю. Бессмысленно было бы говорить, что работа, совершаемая трактором, имеет какое-то направление в пространстве.

Знак работы определяется знаком косинуса угла между силой и перемещением. Если  $\alpha < 90^\circ$ , то  $A > 0$ , так как косинус острых углов положительны. При  $\alpha > 90^\circ$  работа отрицательна, так как косинус тупых углов отрицателен. При  $\alpha = 90^\circ$  (сила перпендикулярна перемещению) работа не совершается. Так, сила тяжести не совершает работу при перемещении тела по горизонтальной плоскости. При движении спутника по круговой орбите сила тяготения также не совершает работу.

Если на тело действует несколько сил, то проекция результирующей силы на перемещение равна сумме проекций отдельных сил:

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots$$

Поэтому для работы результирующей силы получаем

$$A = F_{1x} |\Delta \vec{r}| + F_{2x} |\Delta \vec{r}| + \dots = A_1 + A_2 + \dots \quad (6.3)$$

Итак, если на тело действует несколько сил, то полная работа (сумма работ всех сил) равна работе результирующей силы.

Совершенную силой работу можно представить графически, если изобразить на рисунке зависимость проекции силы от координаты тела при его движении по прямой.

Пусть тело движется вдоль оси  $Ox$  (рис. 106), тогда

$$F \cos \alpha = F_x, \quad |\Delta \vec{r}| = \Delta x.$$

Для работы силы получаем

$$A = F |\Delta \vec{r}| \cos \alpha = F_x \Delta x.$$

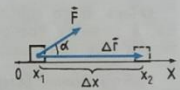


Рис. 106

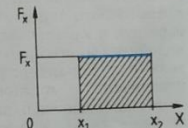


Рис. 107



Очевидно, что площадь прямоугольника, заштрихованного на рисунке 107, численно равна работе при перемещении тела из точки с координатой  $x_1$  в точку с координатой  $x_2$  помощью основной формулы (6.2). Если при перемещении тела на единицу длины на него действует сила, модуль которой равен единице, и направление совпадает с направлением перемещения ( $\alpha=0$ ), то и работа будет равна единице. В Международной системе единиц (СИ) работа измеряется в джоулях (обозначается Дж):

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Итак, джоуль — это работа, совершаемая силой 1 Н на перемещении 1 м, если направления силы и перемещения совпадают.

Часто используют кратную единицу работы — килоджоуль:

$$1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж}.$$

Приведено определение работы силы  $\vec{F}$  при перемещении тела на  $\Delta\vec{r}$ , составляющем угол  $\alpha$  с направлением силы:  $A = F|\Delta\vec{r}| \cdot \cos \alpha$ .

- ?
1. Дайте определение работы в механике.
  2. Может ли совершать работу сила трения покоя?
  3. Приведите пример, когда сила трения скольжения совершает положительную работу.
  4. Как определяется единица работы?

## § 46 МОЩНОСТЬ

Очень часто важно знать не только работу, но и время, в течение которого она произведена. Поэтому надо ввести еще одну величину — мощность.

Работа может быть совершена как за большой промежуток времени, так и за очень малый. На практике, однако, далеко не безразлично, быстро или медленно может быть произведена работа. Временем, в течение которого совершается работа, определяют производительность любого двигателя. Очень большую работу может совершить и крошечный электромоторчик, но для этого понадобится много времени. Поэтому наряду с работой вводят величину, характеризующую быстроту, с которой она производится, — мощность.

Мощностью называют отношение работы  $A$  к интервалу времени  $\Delta t$ , за который эта работа совершена:

$$N = \frac{A}{\Delta t}. \quad (6.4)$$

Иными словами, мощность численно равна работе, совершенной в единицу времени.

Подставляя вместо работы  $A$  ее выражение (6.2), получим

$$N = F \frac{|\Delta\vec{r}|}{\Delta t} \cos \alpha = Fv \cos \alpha. \quad (6.5)$$

Таким образом, мощность равна произведению модуля вектора силы на модуль вектора скорости и на косинус угла между направлениями этих векторов.

В СИ мощность выражается в ваттах (Вт). Мощность равна 1 Вт, если работа 1 Дж совершается за 1 с. Наряду с ваттом используются более крупные (кратные) единицы мощности:

$$\begin{aligned} 1 \text{ гВт (гектоватт)} &= 100 \text{ Вт}, \\ 1 \text{ кВт (киловатт)} &= 1000 \text{ Вт}, \\ 1 \text{ МВт (мегаватт)} &= 1\,000\,000 \text{ Вт}. \end{aligned}$$

Мощность можно повысить как за счет увеличения действующих сил, так и за счет увеличения скорости движения.

## § 47 ЭНЕРГИЯ

Если система тел может совершить работу, то мы говорим, что она обладает энергией.

Для совершения работы необходимо, чтобы на движущееся тело все время действовала та или иная сила. Тепловые двигатели обеспечивают действие силы до тех пор, пока не кончается топливо, а электродвигатель — до тех пор, пока к нему подводится ток. Однако эти двигатели представляют собой сложные системы и в механике не изучаются.

Рассмотрим простые системы движущихся тел, взаимодействующих между собой посредством сил тяготения и способных в той или иной мере деформироваться. (Пружина или резиновый шнур деформируются значительно, а камень, дерево, металл — столь мало, что их деформации обычно можно пренебречь.) Будем считать, что никакими химическими превращениями тел не происходит и что в системе нет заряженных тел и электрических токов.

Тогда легко обнаружить, что поднятые над землей грузы, а также устройства, имеющие сжатые пружины, способны действовать на движущееся тело и совершать работу лишь в течение определенного промежутка времени. Рано или поздно пружина распрямится, а груз опустится на землю и силы перестанут совершать работу.