

ЗАОЧНЫЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ КУРСЫ

ФИЗИКА

РАБОТА И ЭНЕРГИЯ

МОСКВА

Методические рекомендации по изучению темы "Работа и энергия" предназначены для слушателей заочных подготовительных курсов.

Составитель - А.Я. Симонов.

Научно-методический совет: Д.С. Бакаев.
А.А. Бесчинская
А.А. Пинский
А.Я. Симонов



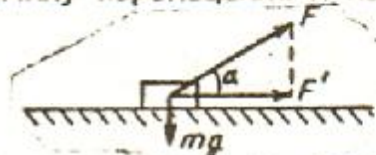
Научно-педагогическое объединение "Перспектива"

РАБОТА И ЭНЕРГИЯ.

I. Работа и мощность.

В механике работа постоянной силы при прямолинейном движении измеряется произведением силы на величину перемещения и на косинус угла между ними:

$$A = F S \cos \alpha$$



В простейшем случае, когда направления силы и перемещения совпадают, $\cos \alpha = 1$, и работа измеряется произведением силы на перемещение тела:

$$A = FS$$

В некоторых случаях приходится рассчитывать работу, совершаемую переменной по величине силой (например, при растяжении или сжатии пружины). Если значение силы меняется с изменением перемещения по закону прямопропорциональной (линейной) зависимости, то работу такой силы можно рассчитывать по той же формуле:

$$A = F_{cp} S \cos \alpha,$$

где F_{cp} — среднее арифметическое значение переменной силы на данном перемещении.

Работу, совершаемую действующей на тело силой, принято считать положительной, а работу, совершаемую против действия силы — отрицательной.

МОЩНОСТЬЮ называется физическая величина, измеряемая работой, совершенной в единицу времени:

$$N = \frac{A}{t}$$

Мощность может быть выражена через силу и скорость движения:

$$N = \frac{A}{t} = \frac{FS \cos \alpha}{t} = F V \cos \alpha$$

Если движение происходит по направлению действия силы, то

$$N = FV$$

Мощность, как и работа, величина скалярная.

Единицы измерения:

работа и энергия — СИ — [Н·м] = [Дж]

мощность — СИ — [Дж/с] = [Вт].

2. Энергия. Закон сохранения и превращения механической энергии.

ЭНЕРГИЯ – это физическая величина, характеризующая способность тела или системы тел совершать работу. При изменении состояния тела или системы тел их энергия меняется. Работа, совершаемая телом, или системой тел при этом, является мерой изменения их энергии:

$$E = E_2 - E_1 = A$$

Запас энергии тела (системы тел) определяется наибольшей величиной работы, которую может совершить тело (система тел). Отсюда видно, что энергия измеряется в тех же единицах, что и работа.

Энергия может быть разных видов: механическая, внутренняя, электрическая и т.д. В механике рассматривается механическая энергия – потенциальная и кинетическая.

ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИЕЙ (энергией положения) называется энергия, определяемая взаимным положением взаимодействующих тел или частей одного и того же тела.

КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИЕЙ (энергией движения) называется энергия, которой обладает тело вследствие своего движения.

Кинетическая энергия тела массой m , движущегося со скоростью V :

$$E^{(к)} = \frac{mV^2}{2}$$

Потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью Земли на высоту h :

$$E = mgh.$$

При этом потенциальная энергия тела определена относительно уровня поверхности Земли. Относительно другого уровня высота h исходного положения тела, а вместе с тем и его потенциальная энергия, будут другими. Поэтому в каждом конкретном случае нужно заранее условиться, от какого уровня отсчитывается потенциальная энергия. Выбрать этот уровень можно совершенно произвольно, так как во всех физических явлениях бывает важнее не сама потенциальная энергия, а ее изменения, которыми определяется совершаемая работа.

Изменения же потенциальной энергии будут, очевидно, одинаковыми при любом выборе начального уровня. Следует только помнить, что условно выбранный начальный уровень отсчета потенциальной энергии в процессе решения одной и той же задачи менять нельзя, то есть отсчитывать потенциальную энергию тела (или тел) в различных положениях от разных уровней нельзя.

Потенциальная энергия упруго деформированного тела определяется работой, которую может совершить тело, возвращаясь в исходное недеформированное состояние. Рассмотрим случай упруго растянутой (сжатой) пружины. Пусть, например, растянутая пружина закреплена одним концом, а второй конец, перемещаясь, совершает работу. Первоначальное растяжение пружины (абсолютную деформацию) обозначим буквой x . Тогда первоначальная упругая сила по закону Гука определится как $F = kx$, где k - коэффициент упругости пружины. По мере сокращения пружины эта сила равномерно убывает до нуля. Следовательно, нам нужно рассчитать работу переменной силы на длине перемещения x . Поскольку сила изменяется линейно с изменением x , то

$$A = F_{cp} \cdot x = \frac{kx+0}{2} \cdot x = \frac{1}{2} kx^2$$

Таким образом, потенциальная энергия упруго растянутой (сжатой) пружины

$$E^{(n)} = \frac{1}{2} kx^2$$

Полной механической энергией тела (системы тел) называется сумма кинетической и потенциальной энергий этого тела (системы тел). При изменении состояния тела его полная механическая энергия, как правило, изменяется. В частности, при наличии сил трения сумма кинетической и потенциальной энергий движущегося тела может уменьшаться. За счет этой утери энергии и совершается работа против сил трения (исключая силы трения покоя, работа которых равна нулю, так как точка их приложения неподвижна):

$$\Delta E = E_2 - E_1 = A_{тр} = F_{тр}S$$

Если силы трения отсутствуют (или ими можно пренебречь), то есть $F_{тр}=0$, то и $\Delta E = E_2 - E_1 = 0$ и, следовательно $E_2 = E_1 = \text{const}$

Полная механическая энергия (то есть сумма кинетической и потенциальной энергий тела или системы тел) остается неизменной. В этом и заключается закон сохранения механической энер-

гии.

В процессе изменения состояния тел при сохранении их полной механической энергии могут происходить превращения кинетической энергии в потенциальную и обратно. Утверждение возможности таких превращений составляет вторую часть закона сохранения и превращения механической энергии, который является частным случаем одного из важнейших законов природы - закона сохранения и превращения энергии всех видов.

Рассмотрим падение тела с высоты H .



состояние 1. $E^{(n)} = mgh = 0, E^{(k)} = \frac{mv^2}{2}, E^{(n)} + E^{(k)} = 0 + \frac{m}{2} (\sqrt{2gH})^2 = \underline{mgH}.$

состояние 2. $E^{(n)} = mgH, E^{(k)} = 0, E^{(n)} + E^{(k)} = \underline{mgH}.$

состояние 3. $E^{(n)} = mg(H-h), E^{(k)} = \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} (\sqrt{2gh})^2 = \underline{mgh},$

$$E^{(n)} + E^{(k)} = mg(H-h) + mgh = \underline{mgH}.$$

В любой точке траектории падающего тела арифметическая сумма $E_k + E_n$ постоянна.