

## Зачет №4.

### Тема «Законы сохранения».

**Что нужно знать и уметь к зачету.**

**Понятия:** импульс тела, импульс силы, работа, мощность, КПД, энергия, замкнутая система.

**Знать:** закон сохранения импульса, закон сохранения энергии.

Следует знать, что закон превращения и сохранения энергии имеет важное значение для материалистического понимания явлений природы. Этот закон имеет две стороны: а) качественную – все в природе изменяется, происходит превращение одного вида энергии в другой; б) количественную – энергия системы тел не исчезает и не возникает, величина ее сохраняется. Важно знать, что любой материальный объект имеет следующие основные характеристики: массу, импульс и энергию.

### Примеры решения задач.

**№1.** Тело массой 0,2 кг падает с высоты 1 м с ускорением 8 м/с<sup>2</sup>. Найти изменения импульса тела.

**Решение:** При движении вниз скорость тела изменяется и изменяется импульс тела:  $\Delta(mv) = mv - mvo = m(v - vo)$ ; так как движение тела равноускоренное и проекции векторов скорости конечной и начальной по оси  $Oy$ , направленной вниз, будут положительны. Учитывая  $vo = 0$  имеем:  $\Delta(mv) = mv$ ; конечную скорость тела найдем, пользуясь уравнением перемещения:

$$S = h = v_0 t + \frac{at^2}{2}; \text{ время } t = \sqrt{\frac{2h}{a}}. \text{ Следовательно: } v = \sqrt{2ha}. \text{ В общем виде: } \Delta(mv) = m\sqrt{2ha};$$

$$\Delta mv = 0,2 \sqrt{2 \cdot 8 \cdot 1} = 0,8 \text{ кг м/с.}$$

**Ответ:** 0,8 кг м/с.

**№ 2.** Почему при выстреле ружье отбрасывается назад? Почему советуют при стрельбе покрепче прижимать ружье к плечу?

**Решение:** Вследствие отдачи. Это явление можно объяснить, пользуясь законом сохранения импульса. До выстрела и ружье, и пуля покоились и начальный импульс был равен нулю. Так как система «ружье- пуля» является замкнутой, то после выстрела импульс системы должен остаться равным нулю, то есть импульс сохраняется. Следовательно, направления движения пули и ружья должны быть противоположны. Поэтому возникает отдача. Скорость ружья при отдаче уменьшается в зависимости от массы. Для увеличения массы корпус стрелка вместе с прижатым ружьем образует одно целое. Поэтому при стрельбе советуют покрепче прижимать ружье.

**№3.** Будет ли величина полезной механической работы отлична от нуля, если подъемный кран:

1. поднимает с земли груз;
2. будет держать его некоторое время на весу в покое;
3. поднимет груз с земли и сразу отпустит на землю;
4. пронесет в горизонтальном направлении на некоторое расстояние?

**Решение:** 1) В данном случае подъемный кран совершает положительную работу  $A > 0$ , так как направления силы и перемещения совпадают.

2)  $A = 0$ , так как груз находится в состоянии покоя, то есть  $S = 0$ .

3)  $A = 0$ , так как груз возвращается в исходную точку траектории, при движении груза вверх работа крана положительна, при движении груза вниз работа совершается отрицательная, но равная по модулю.

4)  $A = 0$ , так как в горизонтальном направлении на груз не действует сила, то есть  $F = 0$ .

**№ 4.** Тело массой 20 кг свободно падает в течение 6 с. Найти работу силы тяжести.

**Решение:** Направим ось  $Oy$  вертикально вверх – против направления движения. За начало отсчета выбираем точку падения тела на поверхность земли. Высота, с которой падает тело, равна перемещению тела за этот данный промежуток времени. Движение равноускоренное, поэтому:

$$S = h_0 = \frac{gt^2}{2}, \text{ так как } vo = 0. \text{ Работа силы тяжести равна изменению потенциальной энергии тела: } A$$

$$= - (mgh - mgh_0); \text{ отсюда } A = \frac{mg^2 t^2}{2}; \text{ подставляя получаем:}$$

$$A = 20 \cdot 9,8^2 \cdot 6^2 / 2 = 3454 \text{ Дж.}$$

**Ответ:**  $A = 35 \text{ кДж.}$

**№5.** Какую работу может совершить до остановки тело массой 1000кг, движущееся со скоростью 10м/с? Какая энергия при этом возрастает?

*Решение:* Применяя теорему о кинетической энергии, имеем:  $A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -\frac{mv_0^2}{2}$ , так как  $v=0$ . Знак «минус» означает, что кинетическая энергия тела уменьшается, так как тело останавливается; направление силы трения, действующей в горизонтальной плоскости, противоположно направлению перемещения.

Работа  $A = 10^2 \cdot 10^3 / 2 = -50 \text{ кДж}$ .

*Ответ:*  $A = -50 \text{ кДж}$ . Уменьшение  $E_k$  тела приводит к увеличению внутренней энергии тела и окружающей среды, то есть механическая энергия переходит во внутреннюю энергию тела.

**№6.** На какую высоту за минуту может поднять 400м<sup>3</sup> воды насос. Развивающий полезную мощность 2·10<sup>3</sup>кВт?

*Решение:* Мощность можно определить по формуле:  $N = \frac{A}{t}$ , насос совершает работу  $A = mgh$ ,

отсюда:  $h = \frac{Nt}{mg}$ . Массу поднятой воды определим по формуле:  $m = V \cdot \rho$ ; окончательно:  $h = \frac{Nt}{Vg\rho}$ ;

подставляя получаем:  $h = 30 \text{ м}$ .

*Ответ:*  $h = 30 \text{ м}$ .

**№ 7.** Поезд массой 1200т движется по горизонтальному пути с постоянной скоростью 54 км/ч. Определить коэффициент сопротивления движению, если тепловоз развивает полезную тяговую мощность 882кВт.

*Решение:* На поезд действуют четыре силы: сила тяжести  $mg$ , сила реакции опоры  $N$ , Сила тяги  $F_{тяги}$ , сила  $F_{тр}$ . Так как поезд движется с постоянной скоростью, то есть равномерно, поэтому по модулю  $mg = N$ ,  $F_{тяги} = F_{тр}$ .

По определению:  $F_{тр} = \mu mg$ . Мощность тепловоза:  $N = \mu mgv$ , отсюда  $\mu = N/mgv = 0,0049$ .

**№ 8.** Подъемный кран поднимает груз массой 5т на высоту 15м. За какое время поднимается тот груз, если мощность двигателя крана 10кВт и коэффициент полезного действия крана 0,8?

*Решение:* По определению:  $KПД = \frac{A_n}{A_z}$ ; полезная работа совершается краном при подъеме груза:  $A_n = mgh$ . Затраченная работа определяется мощностью двигателя крана:  $A_z = Nt$ ;  $KПД = \frac{mgh}{Nt}$ , отсюда:  $t = \frac{mgh}{N \cdot KПД}$ ; или  $KПД = \eta$ , то  $t = \frac{mgh}{N \cdot \eta} = 94 \text{ с}$ .

*Ответ:*  $t = 94 \text{ с}$ .

**№9.** Импульс тела равен 8 кг м/с, а кинетическая энергия 16Дж. Найти массу и скорость тела.

*Решение:* Кинетическая энергия тела:  $E_k = \frac{mv^2}{2} = mv \frac{v}{2} = p \frac{v}{2}$ . Определим скорость тела:

$\frac{v}{2} = \frac{E_k}{mv}$ ; отсюда:  $v = \frac{2E_k}{mv} = 2 \cdot 16 / 8 = 4 \text{ м/с}$ . Масса тела:  $m = mv/v = 8/4 = 2 \text{ кг}$ .

*Ответ:*  $v = 4 \text{ м/с}$ ;  $m = 2 \text{ кг}$ .

**№10.** Как изменится энергия тела при упругих деформациях?

*Решение:* При упругих деформациях изменится взаимное расположение частиц, составляющих тело, появляется сила упругости, восстанавливающая первоначальную форму тела. Следовательно, энергия тела увеличивается.

### Решите задачи.

**№1.** Снаряд массой 100кг, летящий горизонтально вдоль железнодорожного пути со скоростью 500м/с, попадает в вагон с песком массой 10т и застревает в нем. Найти скорость вагона, если он двигался со скоростью 36 км/ч навстречу снаряду.

*Ответ:*  $v = -5 \text{ м/с}$ .

**№2.** Почему пуля, вылетевшая из ружья, не разбивает оконное стекло на осколки, а образует в нем круглое отверстие?

**№3.** Определить мощность тепловоза, зная, что при скорости 43,2 км/ч сила тяги равна 105 кН.

*Ответ:*  $N = 1260 \text{ кВт}$ .

**№4.** Подъемный кран, мощность которого 2кВт, поднимает груз со скоростью 0,25 м/с. Какой максимальный груз он может поднять при данной скорости, если КПД двигателя 0,8?

*Ответ:*  $m=640$  кг.

**№5.** Если автомобиль въезжает на гору при неизменной мощности двигателя, то он уменьшает скорость движения. Почему?

**№6.** Полезная мощность насоса 10кВт. Какой объем воды может поднять этот насос с глубины 18м в течение 1 часа? ( Плотность воды 1000кг/м<sup>3</sup>).

*Ответ:*  $V=200$ м<sup>3</sup>.

**№7.** Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину с жесткостью 40кН/м на 0,5см?

*Ответ:* 0,5 Дж.

**№8.** Масса самосвала в 18 раз больше массы легкового автомобиля. А скорость самосвала в 6 раз меньше скорости легкового автомобиля. Сравнить импульсы и кинетические энергии этих автомобилей.

*Ответ:* Импульс самосвала в 3 раза больше, а энергия – в 2 раза меньше.

Учебник Физика-10кл, Г. Я. Мякишев, М., «Просвещение», 2008;