

Формулы для ЕГЭ по физике «Динамика»

Динамика – часть механики, которая изучает причины движения материальной точки. Причиной движения тела является его взаимодействие с другими телами. Количественная характеристика взаимодействия тел определяется физической величиной «сила» F .

Сила является векторной величиной и имеет точку приложения. Векторная сумма всех сил, действующих на тело, называется равнодействующей силой:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_N$$

Сила трения

Одним из видов взаимодействия тел является трение. Сила трения всегда направлена в сторону, противоположную направлению движения. Сила трения всегда направлена вдоль поверхности соприкосновения.

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N,$$

где μ – коэффициент трения (можно найти в соответствующих таблицах), N – сила реакции опоры: сила, с которой опора реагирует на вес тела; одна из разновидностей сил упругости.

Взаимодействие, возникающее при соприкосновении тел, между которыми нет жидкостей или газов называют «сухое трение». Существует несколько основных видов сухого трения: скольжения, покоя и качения.

Сила трения, которая препятствует движению тел, называется **трением покоя**. Данная сила является самой большой. Чтобы сдвинуть с места тело, необходима куда большая сила, чем чтобы поддерживать его движение.

Сила **трения скольжения** возникает в тот момент, когда преодолена сила трения покоя; коэффициент трения уменьшается. Для обеспечения лучшего скольжения поверхность необходимо смочить или наполировать.

Сила **трения качения** – самая небольшая сила трения. Каждый однажды мог убедиться в этом на практике – гораздо проще передвинуть груз на колёсах, чем на сплошной опоре.

Сила тяжести

Сила тяжести – эта сила притяжения тел к Земле вблизи её поверхности:

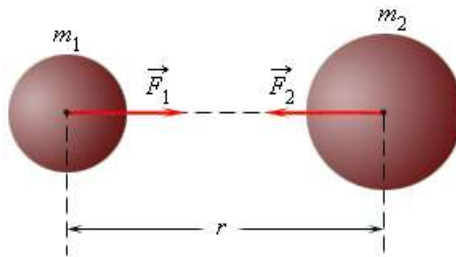
$$\vec{F}_{\text{тяж}} = m \cdot g$$

Сила тяжести направлена к центру Земли. В отсутствие других сил тело свободно падает на Землю с ускорением свободного падения $g = 9,81 \text{ м/с}^2 \approx 10 \text{ м/с}^2$.

Закон всемирного тяготения

все тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной их массам и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:

$$F = \frac{G m_1 m_2}{R^2}, \text{ где } G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$



Вес – это сила, с которой любое тело вследствие притяжения Земли действует на опору или подвес:

$$|\vec{P}| = |\vec{F}_{\text{тяж}}| = mg$$

Сила, с которой опора давит на находящееся на ней тело, называется **силой реакции опоры**:

$$|\vec{N}| = |\vec{P}| = |\vec{F}_{\text{тяж}}| = mg$$

Состояние, в котором находится материальное тело, свободно движущееся в поле тяготения Земли (или другого небесного тела) под действием только сил тяготения, называют **состоянием невесомости**.

Если опора движется вместе с телом с ускорением a , направление которого совпадает с ускорением свободного падения g , то вес тела:

$$P = N = m(g - a).$$

Если $a = g$, то $P = 0$, т. е. наступает **невесомость**.

При движении тела и опоры в направлении, противоположном направлению ускорения свободного падения, получим:

$$P = N = m(g + a).$$

В этом случае наступает **перегрузка**, и вес тела увеличивается.

Сила упругости:

Любое изменение размеров и формы тела называют **деформацией**: растяжение, сжатие, сдвиг, изгиб, кручение.

Закон Гука:

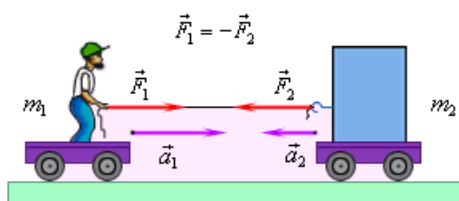
$$\vec{F}_{\text{упр}} = -k \cdot x, \text{ где } k - \text{ жёсткость тела, } x - \text{ изменение длины тела}$$

Законы Ньютона:

1. Существуют системы отсчёта, называемые инерциальными, в которых любое тело находится в состоянии покоя или движется равномерно и прямолинейно, если на него не действуют другие тела или действие этих тел скомпенсировано.

2. В инерциальных системах отсчёта ускорение, приобретаемое материальной точкой, прямо пропорционально вызывающей его силе, совпадает с ней по направлению и обратно пропорционально массе материальной точки: $\vec{F}_p = m \cdot \vec{a}$.

3. Тела действуют друг на друга с силами, равными по модулю и противоположными по направлению.



Импульс тела

Импульс тела – векторная физическая величина, которая определяет механическое движение.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Импульс измеряется в СИ: кг · м/с

Импульс силы:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_2 - p_1}{\Delta t} = \frac{mv_2 - mv_1}{\Delta t}$$

Закон сохранения импульса

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

где m_1 и m_2 – массы взаимодействующих сил,

v_1 и v_2 – скорости тел до столкновения,

v_1' и v_2' – скорости тел после столкновения.

Работа. Мощность

Работа, совершаемая силой, равна произведению этой силы на перемещение, вызываемое этой силой.

$$A = F \cdot s$$

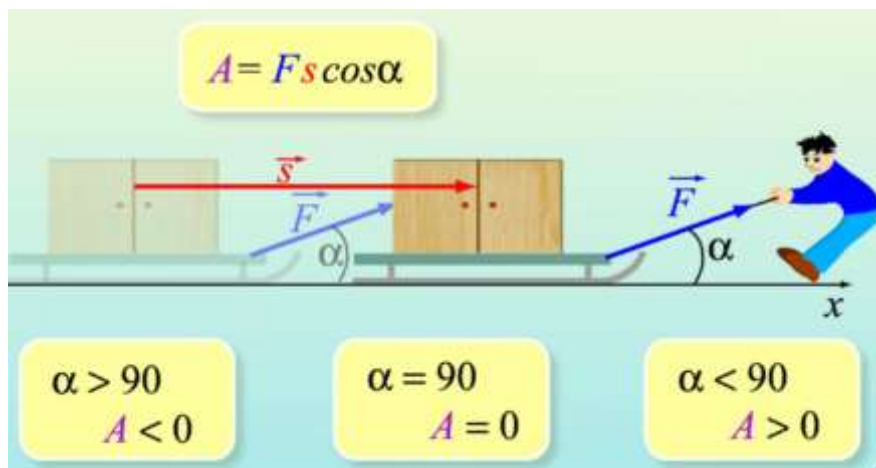
A – механическая работа, Дж

F – действующая на тело сила, Н

s – перемещение тела под действием силы F, м

Работа – физическая величина, равна произведению модуля вектора силы на модуль вектора перемещения и на косинус угла между этими векторами.

$$A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$



Так, над любым телом, которое падает с некоторой высоты, сила тяжести совершает работу. Для того, чтобы поднять тело на некоторую высоту, следует совершить работу против сил тяжести. Когда машина выключает двигатель, она рано или поздно остановится благодаря работе силы трения и т.д.

Работа силы:

Работа силы тяжести: $A = mgh$

Работа силы упругости: $A = \frac{kx^2}{2}$

Работа силы трения: $A = -F_{\text{тр}} \cdot s$

Мощность

Мощность - скалярная физическая величина, характеризующая работу в единицу времени.

$$P = \frac{A}{\Delta t}$$

P – мощность, Вт

A – работа, Дж

Δt – время, в течение которого совершалась работа, с

1 л.с.=736 Вт

Мгновенная мощность - скалярная физическая величина, равная произведению проекции силы, действующей на тело, и скорости в направлении его перемещения.

$$P = Fv$$

Коэффициент полезного действия (КПД) – это отношение полезной работы или мощности к выполненной:

$$\text{КПД} = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{затраченная}}} \cdot 100\%$$

$$\text{КПД} = \frac{P_{\text{полезная}}}{P_{\text{затраченная}}} \cdot 100\%$$

Энергия

Если тело способно совершать работу, то говорят, что оно обладает **энергией**.

Энергия: кинетическая и потенциальная

Кинетическая энергия - энергия, которой обладает движущееся тело.

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

E_k - кинетическая энергия тела, Дж

m – масса тела, кг

v – скорость тела, м/с

Теорема о кинетической энергии

Изменение кинетической энергии материальной точки при ее перемещении равно работе, совершенной силой, действующей на точку при этом перемещении

$$A = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}$$

Потенциальная энергия - энергия взаимодействия двух тел или частей тела

Потенциальная энергия тела, поднятого над землёй

$$E_p = mgh$$

E_p – потенциальная энергия, Дж

m – масса тела, кг

g – ускорение свободного падения

h - высота над нулевым уровнем

Потенциальная энергия упругого тела

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

E_p – потенциальная энергия, Дж

k – жесткость тела, Дж/м²

x – удлинение или сжатие тела

Теорема о потенциальной энергии

Работа силы тяжести или силы упругости численно равна изменению потенциальной энергии тела, взятому с противоположным знаком.

$$A = mgh_1 - mgh_2$$

Полная механическая энергия

$$E = E_k + E_p$$

Закон сохранения механической энергии

Сумма кинетической и потенциальной энергии тел, составляющих замкнутую систему и взаимодействующих между собой силами тяготения и силами упругости, остается неизменной.

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$