

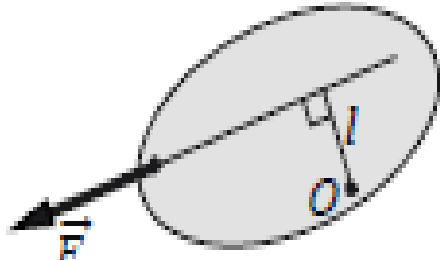
Семинар-практикум Решение заданий открытого банка ЕГЭ по теме **«Статика. Законы сохранения»**


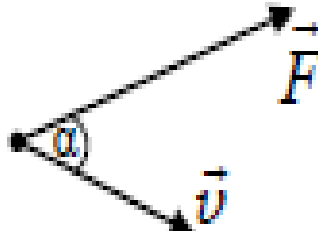
в рамках работы ПТГ «Система подготовки
учащихся к итоговой аттестации по физике»

Астапова Р.Э.

Тептеева Н.В.

Корначева Н.В.

1.3	СТАТИКА	
1.3.1	<p>Момент силы относительно оси вращения:</p> <p>$M = Fl$, где l – плечо силы \vec{F} относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно рисунку</p>	
1.3.2	<p>Условия равновесия твердого тела в ИСО:</p> $\begin{cases} M_1 + M_2 + \dots = 0 \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0 \end{cases}$	
1.3.3	Закон Паскаля	
1.3.4	Давление в жидкости, покоящейся в ИСО: $p = p_0 + \rho gh$	
1.3.5	<p>Закон Архимеда: $\vec{F}_{\text{Арх}} = -\vec{P}_{\text{вытесн.}}$</p> <p>если тело и жидкость покоятся в ИСО, то $F_{\text{Арх}} = \rho g V_{\text{вытесн.}}$</p> <p>Условие плавания тел</p>	

1.4	ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ	
1.4.1	Импульс материальной точки: $\vec{p} = m\vec{v}$	
1.4.2	Импульс системы тел: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots$	
1.4.3	Закон изменения и сохранения импульса: в ИСО $\Delta\vec{p} \equiv \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots) = \vec{F}_{1\text{внешн}} \Delta t + \vec{F}_{2\text{внешн}} \Delta t + \dots$; в ИСО $\Delta\vec{p} \equiv \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots) = 0$, если $\vec{F}_{1\text{внешн}} + \vec{F}_{2\text{внешн}} + \dots = 0$	
1.4.4	Работа силы: на малом перемещении $A = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} \cdot \cos \alpha = F_x \cdot \Delta x$	
1.4.5	Мощность силы: $P = \left. \frac{\Delta A}{\Delta t} \right _{\Delta t \rightarrow 0} = F \cdot v \cdot \cos \alpha$	

1.4.6

Кинетическая энергия материальной точки:

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}.$$

Закон изменения кинетической энергии системы материальных точек: в ИСО $\Delta E_{\text{кин}} = A_1 + A_2 + \dots$

1.4.7

Потенциальная энергия:

для потенциальных сил $A_{12} = E_{1 \text{ потенц}} - E_{2 \text{ потенц}} = -\Delta E_{\text{потенц}}$.

Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести:

$$E_{\text{потенц}} = mgh.$$

Потенциальная энергия упруго деформированного тела:

$$E_{\text{потенц}} = \frac{kx^2}{2}$$

1.4.8

Закон изменения и сохранения механической энергии:

$$E_{\text{мех}} = E_{\text{кин}} + E_{\text{потенц}},$$

в ИСО $\Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{всех непотенц. сил}}$,

в ИСО $\Delta E_{\text{мех}} = 0$, если $A_{\text{всех непотенц. сил}} = 0$

Алгоритм решения задач на применение закона сохранения импульса

- Выбрать систему отсчета.
- Выделить систему взаимодействующих тел и выяснить, какие силы для нее являются внутренними, а какие – внешними.
- Определить импульсы всех тел системы до и после взаимодействия.
- Если в целом система незамкнутая, сумма проекций сил на одну из осей равна нулю, то следует написать закон сохранения лишь в проекциях на эту ось.
- Если внешние силы пренебрежимо малы в сравнении с внутренними (как в случае удара тел), то следует написать закон сохранения суммарного импульса ($\Delta p = 0$) в векторной форме и перейти к скалярной.
- Если на тела системы действуют внешние силы и ими нельзя пренебречь, то следует написать закон изменения импульса ($\Delta p = F\Delta t$) в векторной форме и перейти к скалярной.
- Записать математически все вспомогательные условия.
- Полученную систему уравнений решить относительно искомой величины импульса.

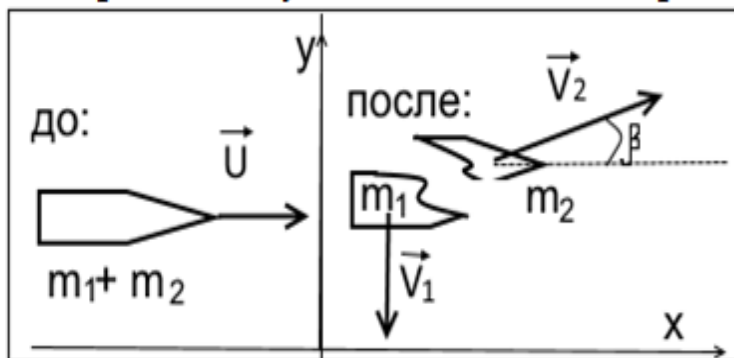
Пример: Снаряд, летящий с некоторой скоростью, разрывается на два осколка. Первый осколок летит под углом 90° к первоначальному направлению со скоростью 50 м/с , а второй – под углом 30° со скоростью 100 м/с . Найдите отношение массы первого осколка к массе второго осколка

Дано:
 $\alpha = 90^\circ$
 $v_1 = 50 \text{ м/с}$
 $\beta = 30^\circ$
 $v_2 = 100 \text{ м/с}$

$\frac{m_1}{m_2} = ?$

Решение:

Изобразим ситуацию до и после взрыва, указав массы и скорости тел:



По закону сохранения импульса: $(m_1 + m_2)\vec{u} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$

спроецируем на выбранные оси x и y :

$$\begin{cases} (m_1 + m_2)u = m_2 v_2 \cos \beta \\ 0 = m_2 v_2 \sin \beta - m_1 v_1 \end{cases}$$

из проекции на ось y найдём отношение масс: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2 \sin \beta}{v_1} = \frac{100 \text{ м/с} \cdot 0,5}{50 \text{ м/с}} = 1$

Ответ: 1

Алгоритм решения задач с применением закона сохранения и изменения энергии

- Выберите два состояния, в которых целесообразно сравнить энергию. Как правило, это начальное и конечное состояние.
- Выберите нулевой уровень потенциальной энергии.
- Выполните чертеж с изображением всех тел, их скоростей, высот в начальный момент и в конечный момент движения.
- Учтите действие непотенциальных сил, к которым относится сила трения или сила сопротивления. Данные силы совершают отрицательную работу и уменьшают полную механическую энергию системы.
- Записать полную механическую энергию в каждом выбранном состоянии.
- Использовать дополнительные формулы: законы динамики, сохранения импульса и т.п.

Пример: Самолет массой 2 т движется в горизонтальном направлении со скоростью 50 м/с. Находясь на высоте 420 м, он переходит на снижение при выключенном двигателе и достигает дорожки аэродрома, имея скорость 30 м/с. Определите работу сил сопротивления воздуха во время планирующего полета.

Дано:

$$v_1 = 50 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 30 \text{ м/с}$$

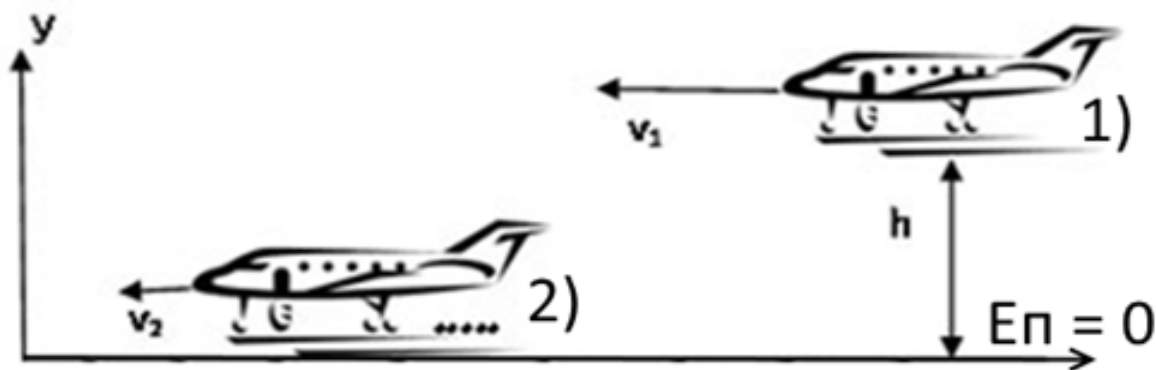
$$M = 2000 \text{ кг}$$

$$h = 420 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$A_{\text{сопр}} = ?$

Решение:



Запишем закон сохранения энергии:

$$Mgh + \frac{Mv_1^2}{2} - A_{\text{сопр}} = 0 + \frac{Mv_2^2}{2}$$

выразим

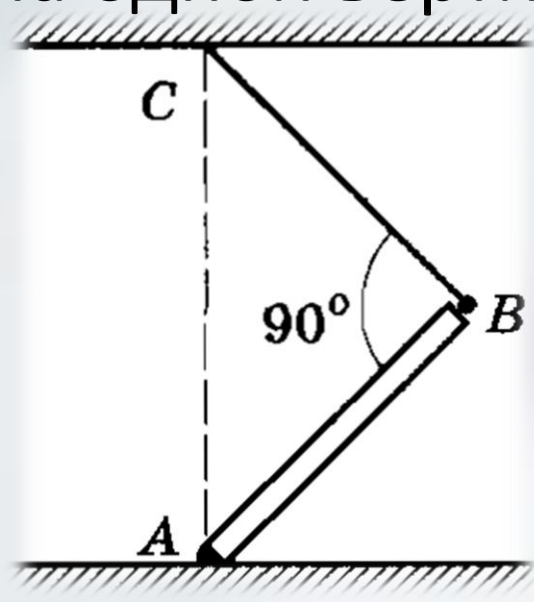
$$A_{\text{сопр}} = Mgh + \frac{Mv_1^2}{2} - \frac{Mv_2^2}{2}$$

$$A_{\text{сопр}} = 2000 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 420 \text{ м} + \frac{2000 \text{ кг} \cdot (50^2 - 30^2)}{2} = 1 \cdot 10^7 \text{ Дж}$$

Ответ: 10 МДж

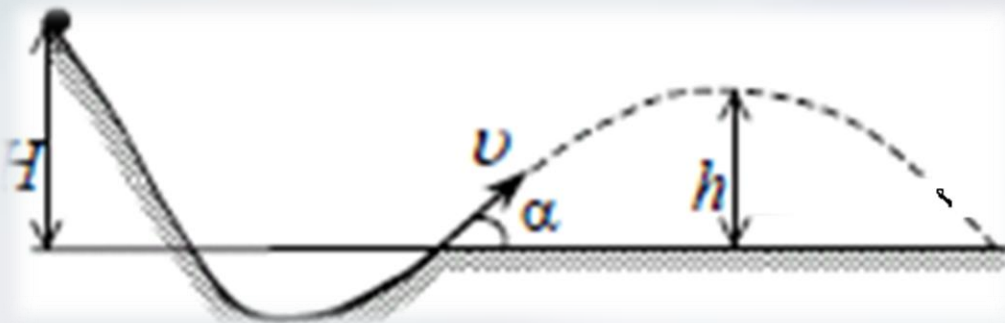
«Стержень на нити»

Каким должен быть коэффициент трения однородного стержня о пол, чтобы он был в равновесии в положении, показанном на рисунке. Стержень удерживается нитью, длина которой равна длине стержня. Угол между нитью и стержнем прямой. Точка A и C расположены на одной вертикали.



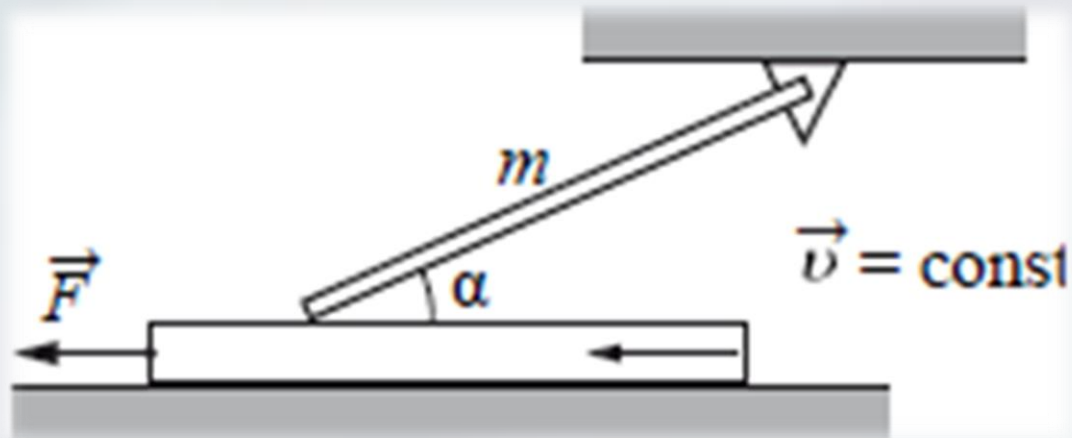
«Летающий велосипедист»

При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова максимально возможная высота полёта гонщика?



«Горизонтальная доска и стержень»

Однородный тонкий стержень массой $m = 1$ кг одним концом шарнирно прикреплен к потолку, а другим концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя с ней угол $\alpha = 30^\circ$. Под действием горизонтальной силы F доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите F если коэффициент трения стержня по доске $\mu = 0,2$. Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебречь.



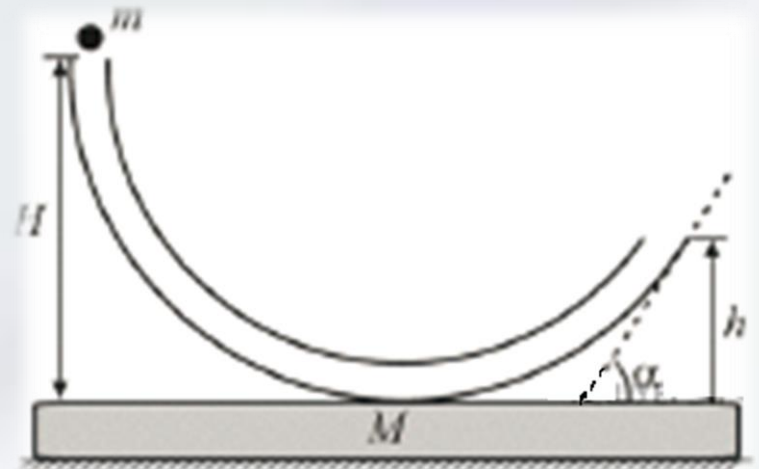
«Вертикальное вращение маятника»

Маятник состоит из маленького груза массой $M = 200$ г, висящего на лёгкой нерастяжимой нити длиной $L = 100$ см. Он висит в состоянии покоя в вертикальном положении. В груз ударяется и прилипает к нему небольшое тело массой $m = 100$ г, летевшее в горизонтальном направлении. В результате возникает вращение маятника в вертикальной плоскости вокруг его точки подвеса, причём груз маятника всё время движется по окружности, делая полный оборот. Какова могла быть скорость тела до удара?

«Шарик по трубке»

На гладком горизонтальном столе покоится брусок с прикреплённой к нему гладкой изогнутой в вертикальной плоскости тонкой жёсткой трубкой (см. рисунок). Общая масса бруска с трубкой равна $M = 0,8$ кг. В верхний конец вертикальной части трубки, находящийся на высоте $H = 70$ см над бруском, опускают без начальной скорости маленький шарик массой $m = 50$ г.

Другой конец трубки наклонён к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$ и находится на высоте $h = 20$ см над бруском. Найдите модуль скорости, с которой будет двигаться брусок после того, как шарик вылетит из трубки.



«Абсолютно упругий удар»

Горизонтальная поверхность разделена на две части: гладкую и шероховатую. На границе этих частей находится небольшой кубик. Со стороны гладкой части на него налетает по горизонтали шар массой $M = 200$ г, движущийся со скоростью $v_0 = 3$ м/с. Определите массу кубика m , если он остановился после абсолютно упругого центрального соударения с шаром на расстоянии $L = 1$ м от места столкновения. Коэффициент трения кубика о поверхность $\mu = 0,3$.

«Игрушечная пушка»

Из игрушечной пушки массой $0,28$ кг, скользящей по гладкой горизонтальной поверхности, выстрелили шариком массой 20 г, в результате чего пушка остановилась, а шарик упал на расстоянии $1,8$ м от пушки. Найти скорость пушки перед выстрелом и среднюю силу давления пушки на горизонтальную поверхность во время выстрела, длившегося 50 мс. Ствол пушки наклонён к горизонту под углом 45° . Сопротивлением воздуха пренебречь.