

Олимпиада «Шаг в будущее» по физике

Отборочный этап, 10–11 классы, 2023 год, вариант 2

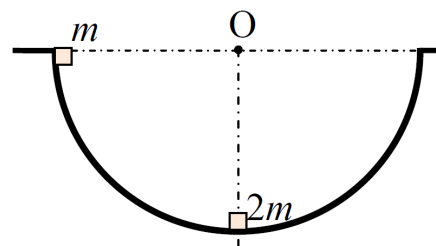
1. Колесо подняли на высоту $H = 500$ м, раскрутили до угловой скорости $\omega = 15,7$ рад/с и затем отпустили без толчка. Сколько оборотов сделает колесо за время падения? Считать, что радиус колеса $R \ll H$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ округлите до целых.

$$N = \frac{62}{\pi} \sqrt{\frac{gH}{\omega^2}} = N$$

2. В одном из фантастических рассказов описывалась планета, имеющая, такой же радиус $R = 6400$ км, как и Земля. Однако, в отличие от Земли, ускорение свободного падения на полюсе этой планеты было равно $g = 2,5$ м/с², а на экваторе все тела вообще оказывались невесомыми. За какое время эта планета совершает один полный оборот вокруг собственной оси? Ответ дайте в минутах (мин), округлив его до целых.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} = T$$

3. На краю полусферической выемки диаметром $D = 90$ см удерживается маленький кубик (см. рисунок). Кубик отпускают без начальной скорости. В нижней точке выемки кубик сталкивается с другим таким же по размеру, но вдвое большей массы кубиком, и прилипает к нему. На какую максимальную высоту относительно точки столкновения поднимутся эти кубики? Трением пренебречь. Ответ дайте в сантиметрах (см), округлив его до целых.

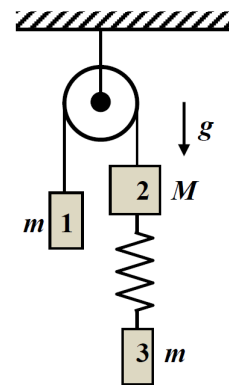


$$h = \frac{81}{D} = h$$

4. Девочка с мячом в руках находилась на вершине горки, наклоненной под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту. Девочка уронила мяч (начальная скорость мяча равна нулю), и он ударился о поверхность горки, отскочил от нее, затем снова ударился, и т. д. Все удары мяча по поверхности горки абсолютно упругие. Время между вторым и третьим ударами мяча равно $t = 1$ с. С какой высоты упал мяч? Высоту считать от точки броска до точки удара о горку. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ дайте в сантиметрах (см), округлив его до целых.

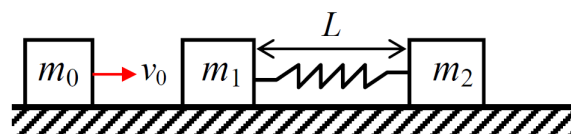
$$h = \frac{8}{g t^2} = h$$

5. Механическая конструкция состоит из неподвижного блока, на который с помощью невесомой и нерастяжимой нити и пружины подвешены три груза, как показано на рисунке. Грузы 1 и 3 имеют одинаковую массу m , масса M груза 2 может отличаться от массы m . Вначале груз 2 движется с ускорением $a = 2,5 \text{ м/с}^2$, при этом длина пружины остается неизменной. Внезапно нить, соединяющая грузы 1 и 2, обрывается. Каким станет ускорение груза 2 сразу после обрыва нити? Массой пружины пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Ответ дайте в м/с^2 , округлив его до десятых.



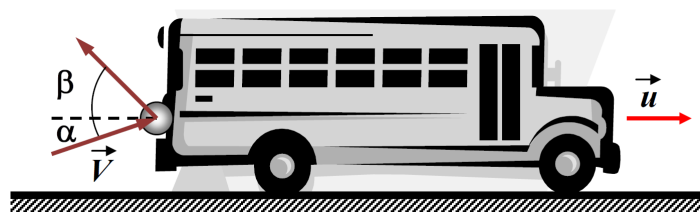
$$\frac{v}{m} \cdot \frac{1}{g} \approx b + (v - b) \frac{v}{g} = \tau v$$

6. Два бруска массами $m_1 = 0,6 \text{ кг}$ и $m_2 = 1,2 \text{ кг}$, соединенные легкой недеформированной пружиной длины $L = 31 \text{ см}$, покоятся на гладкой горизонтальной поверхности (см. рисунок). Жесткость пружины $k = 250 \text{ Н/м}$. На брусок массой m_1 налетает со скоростью $v_0 = 2 \text{ м/с}$ брусок массой m_0 и упруго сталкивается с ним. После столкновения брусок m_0 отскакивает в противоположную сторону со скоростью $v_1 = 0,5 \text{ м/с}$. Масса m_0 неизвестна. Чему равно максимальное расстояние между брусками m_1 и m_2 в процессе их дальнейшего движения? Ответ дайте в сантиметрах (см), округлив его до целых.



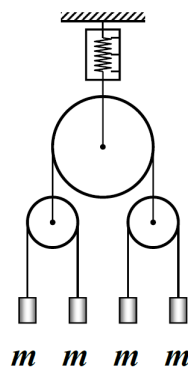
$$m_0 \cdot L \cdot \frac{v_1}{v_0} = \frac{v_1(v_1 + v_0)}{v_0(v_1 - v_0)} \cdot L \cdot (v_0 - 0) = \text{const}$$

7. Мальчик бросил мяч в заднюю вертикальную стенку отъезжающего автобуса. В момент удара угол, под которым мяч подлетает к стенке, составляет $\alpha = 15^\circ$ с нормалью к стенке, а угол, под которым он отлетает от стенки, $\beta = 45^\circ$ с нормалью (см. рисунок). Скорость мяча в момент удара о стенку $V = 15 \text{ м/с}$. Чему равна скорость автобуса u в момент удара? Считать время удара очень малым, а сам удар абсолютно упругим. Значения скорости мяча V и углов α и β даны в неподвижной системе отсчета, связанной с землей. Векторы скоростей мяча до и после удара, а также вектор скорости автобуса лежат в вертикальной плоскости. Ответ дайте в метрах в секунду (м/с), округлив его до десятых.



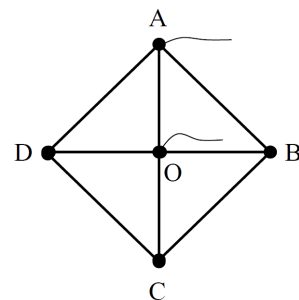
$$\frac{v}{m} \cdot \frac{1}{g} = \frac{g \cdot \beta \cdot \tau}{(v \cdot \sin \alpha - \beta \cdot \tau \cdot v \cdot \cos \alpha) \cdot L} = n$$

8. Механическая конструкция, состоящая из трех блоков и четырех грузов, подвешена к динамометру, как показано на рисунке. Массы грузов равны $m = 22$ г. Блоки невесомы, нити невесомы и нерастяжимы, трение отсутствует. На один из грузов села бабочка, в результате показания динамометра изменились на $\Delta F = 0,08$ Н. Чему равна масса бабочки? Показания динамометра снимают, когда колебания пружины прекращаются. Массой пружины динамометра пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ дайте в граммах (г), округлив его до целых.



$$\Delta F = \frac{\Delta F}{\Delta F} = 0,08 \text{ Н}$$

9. Проволочный каркас, изображенный на рисунке, имеет форму квадрата $ABCD$ с половинками диагоналей квадрата AO , BO , CO и DO . На клеммы A и O полученной электрической цепи подается постоянное напряжение. В результате на участке AO выделяется электрическая мощность $P_{AO} = 10$ Вт. Какая мощность при этом выделяется на участке цепи AB ? Известно, что все участки цепи изготовлены из медной проволоки с одинаковой площадью сечения. Ответ дайте в ваттах (Вт), округлив его до целых.



$$P_{AB} = P_{AO} = 3 \text{ Вт}$$