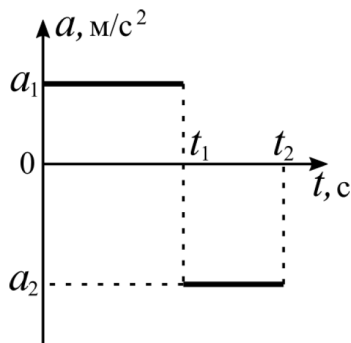


## Олимпиада «Физтех» по физике

10 класс, 2023/24 год, онлайн-этап, попытка 1

1. Материальная точка движется по прямой с нулевой начальной скоростью. График зависимости проекции ускорения от времени представлен на рисунке,  $a_1 = 2 \text{ м/с}^2$ ,  $a_2 = -5 \text{ м/с}^2$ ,  $t_1 = 2 \text{ с}$ ,  $t_2 = 3 \text{ с}$ . Найдите путь, пройденный материальной точкой от старта до момента времени  $t_2$ . Ответ приведите в метрах [м] и округлите до десятых.



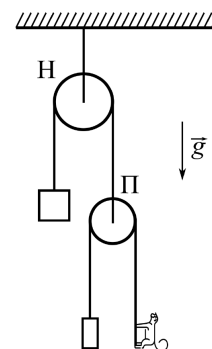
$$v \Delta t = s = a_1 t_1 + a_2 (t_2 - t_1) = 2 \cdot 2 + (-5) \cdot (3 - 2) = 4 - 5 = -1 \text{ м/с}$$

$$s = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + a_1 t_1 (t_2 - t_1) + \frac{1}{2} a_2 (t_2 - t_1)^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 + 2 \cdot (3 - 2) + \frac{1}{2} \cdot (-5) \cdot (3 - 2)^2 = 4 + 2 - 2.5 = 3.5 \text{ м}$$

2. Шарик падает с некоторой высоты на гладкую наклонную плоскость. Найдите угол, который плоскость образует с горизонтом, если после второго отражения скорость шарика образует угол  $30^\circ$  с нормалью к плоскости. Ответ приведите в градусах и округлите до целых. Соударения шарика с поверхностью абсолютно упругие. Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой. Движение шарика происходит в одной вертикальной плоскости.

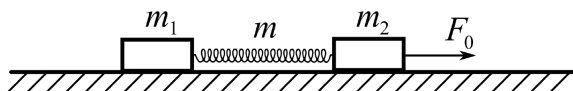
$$\alpha = 30^\circ$$

3. Через подвижный блок П перекинута легкая нерастяжимая веревка. На одном конце веревки, ухватившись за неё висит обезьяна. На другом конце веревки висит груз массой равной массе обезьяны. Подвижный блок П уравновешен грузом, прикрепленным к легкой нерастяжимой веревке, перекинутой через неподвижный блок Н (см. рис.) Вначале система покоится. Начиная с некоторого момента обезьяна движется вверх с постоянной скоростью относительно веревки. Найдите модуль перемещения подвижного блока П в лабораторной системе отсчёта к моменту времени, когда обезьяна выберет 2 м веревки. Ответ приведите в метрах [м] и округлите до десятых. Считайте, что все тела приходят в движение мгновенно и движутся по вертикали. Веревки скользят по блокам без трения.



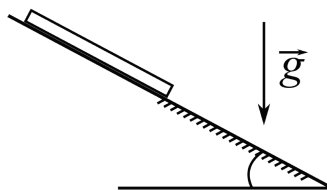
$$v \Delta t = \frac{v}{2} \Delta t = |1s|$$

4. Два бруска массами  $m_1 = 0,5$  кг и  $m_2 = 1$  кг, скреплённые пружиной массой  $m = 1$  кг и жесткостью  $50$  Н/м, движутся по гладкому горизонтальному столу. Сила  $F_0$  приложена к бруску  $m_2$  (см. рис.) и равна по модулю  $5$  Н. Найдите удлинение пружины. Ответ приведите в сантиметрах [см] с точностью до целых. Трение считайте пренебрежимо малым. В процессе движения расстояние между брусками не изменяется. Пружина при движении не провисает. Удлинение пружины по сравнению с длиной пружины мало.



$$x = \left( \frac{(m_1 + m)g}{k} - l \right) \frac{m_1 + m + m_2}{m_1 + m + m_2} = 4 \text{ см}$$

5. Однородную доску длиной  $1$  м кладут на гладкую часть наклонной поверхности, угол наклона к горизонту которой равен  $20$  градусов. Доска начинает соскальзывать вниз с нулевой начальной скоростью. Сразу после начала движения доска попадает на шероховатую поверхность. Коэффициент трения скольжения доски по шероховатой поверхности  $0,3$ . Найдите модуль скорости доски относительно наклонной поверхности, когда  $80$  процентов длины доски окажется на шероховатой поверхности. Ответ приведите в [см/с] и округлите до десятых. Доска движется поступательно. Ускорение свободного падения  $10$  м/с<sup>2</sup>.



$$v = \sqrt{2g \sin \alpha (L - \mu L \cos \alpha)} = 1 \text{ м/с}$$

6. Груз подвешен на легкой нити к потолку. К этому грузу на легкой нити подвешен другой груз объемом в  $3$  раза большим. Груз большего объема погружен полностью в воду. Плотность материала грузов в  $2$  раза больше плотности воды. Найдите отношение силы натяжения верхней нити к силе натяжения нижней нити. Ответ приведите, округлив до сотых.

$$\frac{T_1}{T_2} = 1 + \frac{\rho_A}{\rho_B} \left( 1 - \frac{\rho_B}{\rho} \right) = 1,2$$

7. Спортсмен — метатель молота — раскручивает с постоянным угловым ускорением спортивный снаряд по окружности радиуса  $R = 1,2$  м. Через  $6$  оборотов молот освобождается и летит под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту, горизонтальная дальность полета снаряда  $60$  м. С каким угловым ускорением проводилось раскручивание? Ответ приведите в [рад/с<sup>2</sup>] и округлите до десятых. Ускорение свободного падения  $10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха и высоту точки старта считайте пренебрежимо малыми. Начальная скорость молота нулевая.

$$\omega = \sqrt{\frac{v^2}{R}} = 10 \text{ рад/с}$$

8. В стеклянной бутылке газированной воды содержатся только вода и 5 г углекислого газа, часть которого растворена в воде. Давление в бутылке составляет  $5 \cdot 10^5$  Па. Объём газа в бутылке 0,1 л, температура бутылки и её содержимого  $5^\circ\text{C}$ . Найдите массу углекислого газа, растворенного в воде. Ответ приведите в граммах и округлите до целых. Молярная масса углекислого газа 44 г/моль, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль · К). Давление паров воды не учитывайте. Считайте газ в бутылке идеальным.

$$m = \frac{pV}{R(T + t)} - m_0 = m$$

9. Вес шайбы, лежащей на горизонтальной поверхности, равен 10 Н. На этой же горизонтальной поверхности закреплена гладкая полусфера радиуса  $R$  см. Эту шайбу кладут на полусферу и отпускают. Шайба скользит по поверхности полусферы с нулевой начальной скоростью. Затем шайба отрывается от полусферы и падает на горизонтальную поверхность. За время свободного падения перемещение шайбы по вертикали равно  $0,2 \cdot R$ . С какой по величине силой шайба действует на полусферу в момент старта? Ответ приведите в [Н] и округлите до десятых.

$$N = mg \cos \alpha = mg \cos \alpha = \frac{mg}{\sqrt{1 + 4h^2/R^2}} = 0,8 \text{ Н}$$

10. Снаряд массой 10 кг летит со скоростью 500 м/с и разрывается на два осколка с равными массами. Один осколок полетел со скоростью 600 м/с, перпендикулярной скорости снаряда до разрыва. Найдите количество энергии, выделившейся при взрыве. Ответ приведите в мегаджоулях [МДж], округлив до десятых.

$$E = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} (m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2) = 0,5 \text{ МДж}$$