

Олимпиада «Шаг в будущее» по физике

Отборочный этап, 10–11 классы, 2023 год, вариант 1

1. На дистанции $s = 3$ км одновременно стартуют два спортсмена. Спортсмен №1 пробегает первую половину дистанции со средней скоростью $v_1 = 4$ м/с, а вторую половину дистанции со средней скоростью $v_2 = 6$ м/с. Спортсмен №2 за первую половину времени, затраченного на преодоление всей дистанции, имеет среднюю скорость $u_1 = 6$ м/с, а за вторую половину времени среднюю скорость $u_2 = 4$ м/с. Какое расстояние придется еще пробежать отстающему спортсмену до конца дистанции, когда победитель достигнет финиша? Ответ дайте в метрах, округлив его до целых.

$$\square \text{ } 150 = 120 = 30$$

2. Два груза массами m_1 и m_2 связаны невесомой нерастяжимой нитью и находятся на горизонтальной поверхности. Коэффициенты трения между каждым грузом и поверхностью одинаковы. Если к грузу массой m_1 приложить горизонтально направленную силу F_1 (см. первый рисунок), то нить разорвется, когда $F_1 \geq 10$ Н. Если же горизонтально направленную силу F_2 приложить к грузу массой m_2 (см. второй рисунок), то нить разорвется, когда $F_2 \geq 2,5$ Н. Чему равно отношение масс грузов m_1/m_2 ? Ответ округлите до десятых.



$$\square \text{ } 4.0 = \frac{2.5}{10} = \frac{m_2}{m_1}$$

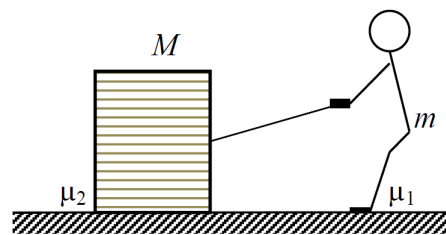
3. Тело бросают вертикально вверх с поверхности Земли. Спустя время $t_1 = 0,5$ с, тело достигает половины максимальной высоты. При этом за интервал времени $[0, t_1]$ модуль изменения импульса тела равен $|\Delta p| = 2$ кг · м/с. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Чему равна масса тела? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ дайте в килограммах (кг), округлив его до десятых.

$$\square \text{ } 0.4 = \frac{1.6}{4} = m$$

4. Маленький шарик падает с высоты $h = 500$ м без начальной скорости на горизонтальную плоскость и отскакивает от нее. При каждом ударе о плоскость шарик теряет 19% своей энергии. Какое максимальное время двигался шарик? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ дайте в секундах (с), округлив его до целых.

$$\square \text{ } 190 = \frac{1.1^{10} - 1}{1.1 - 1} \cdot \frac{5}{10} \sqrt{2} = t_{\max}$$

5. С какой минимальной силой юноша массой $m = 51$ кг должен тянуть за веревку, привязанную к ящику массой $M = 129$ кг, чтобы сдвинуть его с места (см. рисунок)? Ящик при этом не переворачивается, а юноша не движется. Коэффициенты трения между ногами юноши и поверхностью $\mu_1 = 0,2$, а между ящиком и поверхностью $\mu_2 = 0,1$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Веревка невесомая, нерастяжимая и прочная. Ответ дайте в ньютонах (Н), округлив его до целых.

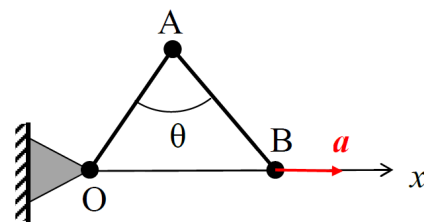


$$N_{\text{min}} = 415 \text{ Н}$$

6. Снегоход разгоняется на прямой заснеженной трассе из состояния покоя. При разгоне мощность мотора снегохода растет в зависимости от времени t по закону $N = \alpha t$, где $\alpha = 0,7$ кВт/с. Масса снегохода с сидящим на нем человеком $m = 350$ кг. Коэффициент трения о снег $\mu = 0,1$. Какую скорость приобретает снегоход через $t = 15$ с после начала движения? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ дайте в метрах в секунду (м/с), округлив его до целых.

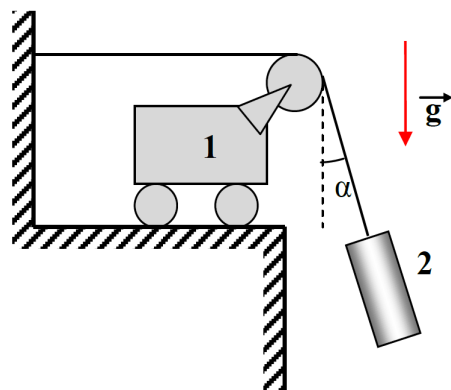
$$v = a \cdot t = 15 \text{ м/с}$$

7. К концам двух одинаковых тонких стержней длиной $L = 30$ см каждый, прикрепили небольшие шарниры O , A и B , при этом шарнир A соединяет оба стержня (см. рисунок). Шарнир O закреплен, а шарнир B двигают вдоль оси Ox с постоянным ускорением $a = 1,8$ м/с². В начальный момент шарниры O и B совпадают, начальная скорость шарнира B равна нулю. В процессе движения стержни остаются всегда в одной плоскости. Чему равна скорость шарнира A в момент, когда стержни OA и AB образуют угол $\theta = 60^\circ$? Ответ дайте в метрах в секунду (м/с), округлив его до десятых.



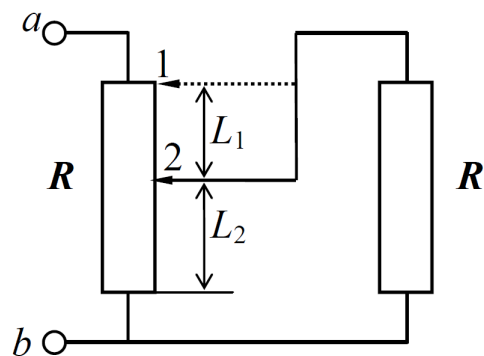
$$v_A = a \cdot \frac{L}{\sin \theta} = 1,8 \text{ м/с}$$

8. В механической конструкции, изображенной на рисунке, тележка 1 с прикрепленным к ней блоком может скользить без трения по горизонтальной поверхности неподвижного стола. В начальный момент тележка 1 и груз 2 неподвижны. Затем груз 2 отклоняют от вертикали на угол $\alpha = \arcsin(1/8)$ и отпускают. С каким ускорением относительно стола движется груз 2, если угол α , образуемый нитью с вертикалью, не меняется в процессе движения? Значения масс тележки и груза не известны. Нить невесома и нерастяжима. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ дайте в м/с², округлив его до десятых.



$$a = \frac{g}{8} = 1,25 \text{ м/с}^2$$

9. Для регулирования напряжения на нагрузке собирают схему, изображенную на рисунке. Сопротивление нагрузки и максимальное сопротивление реостата одинаковы и равны R . Вначале на клеммы ab схемы подается напряжение U , при этом движок реостата находится в положении 1. Затем на клеммы ab подают напряжение $2U$, а движок реостата смещают в положение 2 так, чтобы напряжение на нагрузке осталось прежним. Определите, каким будет при этом отношение длин L_2/L_1 , на которые делит движок обмотку реостата. Сопротивлением источника и проводов, соединяющих элементы цепи, пренебречь. Ответ округлите до десятых.



$$L_2/L_1 \approx \frac{2}{1+\sqrt{2}} = \frac{17}{27}$$