

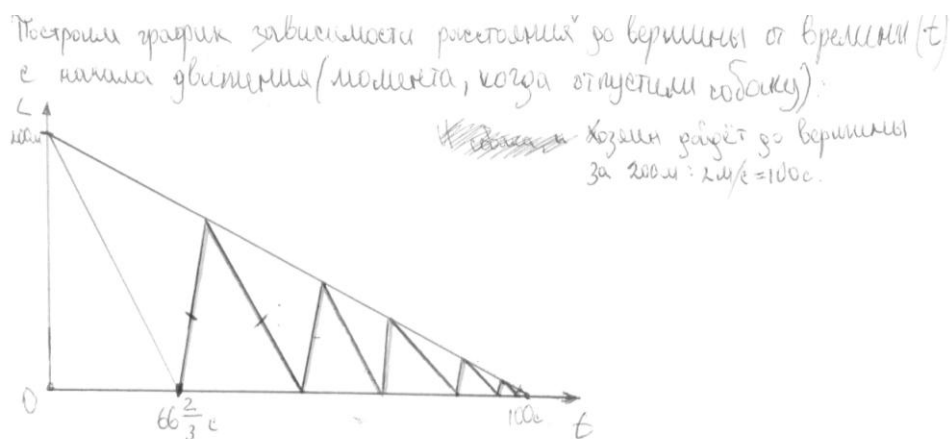
Олимпиада школьников по физике Центра "Вега"
2023 г., II этап (2 часа)

7 класс (всего 40 баллов)

Задача №1.

Хозяин с собакой идет в гору со скоростью 2 м/с. Когда до вершины горы остается 200 м, он отпускает собаку, и она бежит между ним и вершиной горы. Вверх она бежит со скоростью 3 м/с, а вниз - со скоростью 5 м/с. Какой путь пробежит эта веселая собака, пока хозяин дойдет до вершины горы? (10 баллов)

Ответ: $S \approx 325$ м.



Из графика видно, что расстояние, которое бежит собака вниз, равно расстоянию, которое она бежит вверх. Можно сказать, что суммарного ~~равно~~ ^{путь} равно суммарного ~~равно~~ ^{путь} пути. Тогда найдём среднюю скорость на "цветной" пути:

$$V_{\text{ф}} = \frac{S_{\uparrow} + S_{\downarrow}}{t_{\uparrow} + t_{\downarrow}} = \frac{2S}{\frac{S}{5 \text{ м/с}} + \frac{S}{3 \text{ м/с}}} = \frac{2S}{\frac{3S + 5S}{15 \text{ м/с}}} = \frac{2S \cdot 15 \text{ м/с}}{8S} = \frac{15 \text{ м/с}}{4} = 3,75 \text{ м/с}$$

Тогда до "цветного" пути собака бежала координату вершины, и бежала она $\frac{200 \text{ м}}{3 \text{ м/с}} = 66 \frac{2}{3} \text{ с}$. Значит весь "цветной" путь она пробежала за оставшиеся $100 \text{ с} - 66 \frac{2}{3} \text{ с} = 33 \frac{1}{3} \text{ с}$. Тогда "цветной" путь $S_{\text{ц}} = 33 \frac{1}{3} \text{ с} \cdot V_{\text{ф}} = 33 \frac{1}{3} \text{ с} \cdot 3,75 \text{ м/с} = 123,75 \text{ м} + \frac{1}{3} \cdot 3,75 \text{ м} = 123,75 \text{ м} + 1,25 \text{ м} = 125 \text{ м}$. Плюс расстояние, которое она пробежала до "цветного" пути и весь её путь составил $S_{\text{соб}} = S_{\text{ц}} + 200 \text{ м} = 325 \text{ м}$.

Ответ: 325 м

(3)

(Решение Колегановой Екатерины)

№1

Рассмотрим 1 ход собаки от хозяина и к хозяину

Пусть хозяин находился на расстоянии ℓ от вершины горы. Собака пробежит до вершины горы за $\frac{\ell}{3}$ с. За это время хозяин пройдет $\frac{2\ell}{3}$ м и между хоз. и соб. будет $\frac{\ell}{3}$ м. Их скорость сближения $2+5=7$ м/с и встретятся они через

$\frac{\ell}{21}$ с. Собака бежала в гору $\frac{\ell}{3}$ с. и с горы $\frac{\ell}{21}$ с, значит

вверх она бежит 7 раз больше времени, чем вниз. Т.к. соб. всегда между хоз. и верш. горы, то в конце она будет с хозяином на вершине горы. Значит она будет в конце цикла, циклов будет целое число и собака будет в 7 раз дольше бежать в гору, чем с нее.

Пусть с горы она бежала t с. Тогда в гору бежала $7t$ с. В сумме она бежала $8t$ с. За это время хоз. дошел до вершины горы, т.е. $8t = \frac{200}{2} = 100$ с. $\Rightarrow t = 12,5$ с. Значит

в гору собака прошла $7 \cdot 12,5 \cdot 5 \text{ м/с} = 262,5 \text{ м}$, а с горы $12,5 \cdot 5 \text{ м/с} = 62,5 \text{ м}$. В сумме 325 м .

Гасанов Арсений Андреевич

Критерии оценивания задачи:

	Мак - 10 баллов
Выполнен рисунок (или график) ситуации	1 балл
Приведен способ решения задачи	4 балла
Получен приблизительно правильный ответ	5 баллов

Задача №2.

Кусок льда массой M плавает в воде. После того, как к нему снизу прикрепили кусочек алюминия массой $m = 10$ г, он остался на плаву, полностью погрузившись в воду. Определите массу льда.

Плотности воды, льда и алюминия считать равными $\rho_v = 1 \text{ г/см}^3$, $\rho_l = 0,9 \text{ г/см}^3$ и $\rho_{ал.} = 2,7 \text{ г/см}^3$ соответственно. (10 баллов)

● **Решение.** Условие плавания льда с кусочком алюминия можно записать так:

$$F_{\text{тяж}} = (m + M)g = F_{\text{арх}} = \rho_{\text{в}} g \cdot \left(\frac{M}{\rho_{\text{л}}} + \frac{m}{\rho_{\text{ал}}} \right) \bullet$$

Из полученных соотношений для массы льда получаем

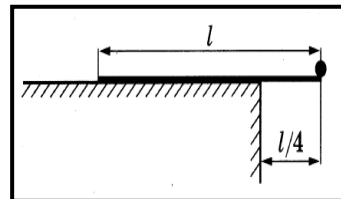
$$M = \frac{1 - \rho_{\text{в}} / \rho_{\text{ал}}}{\rho_{\text{в}} / \rho_{\text{л}} - 1} m \approx 56,7 \text{ г.}$$

Критерии оценивания задачи:

	Мах - 10 баллов
Выполнен рисунок равновесия заданных тел	2 балла
Записана формула для расчета силы тяжести льда с кусочком алюминия	1 балл
Записана формула для расчета силы Архимеда, действующая на лед и кусочек алюминия	2 балла
Записано условия равновесия льда с кусочком алюминия (сила тяжести равна силе Архимеда)	2 балла
Проведены верные преобразования для получения конечного ответа	3 балла

Задача №3.

Деревянная линейка длиной $l = 90$ см выдвинута за край стола на $1/4$ часть своей длины. При этом она не опрокидывается, если на ее правом конце лежит груз массой не более 100 г (см. рисунок). Далее линейку выдвинули вправо за край стола на $1/3$ часть своей длины. Груз какой максимальной массы можно положить на правый конец линейки в этом случае, чтобы она не перевернулась? (Массу линейки обозначьте самостоятельно).



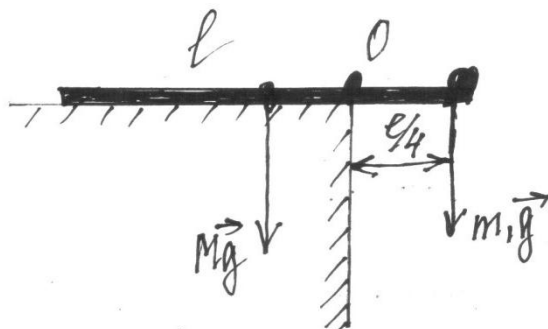
(10 баллов)

Возможное решение

1. Пусть M — масса линейки, m — масса груза. При максимальной массе груза, который неподвижен относительно линейки, сила реакции стола действует на линейку только по краю стола.

2. Запишем уравнение моментов для первого случая относительно оси вращения, проходящей через край стола перпендикулярно плоскости рисунка:

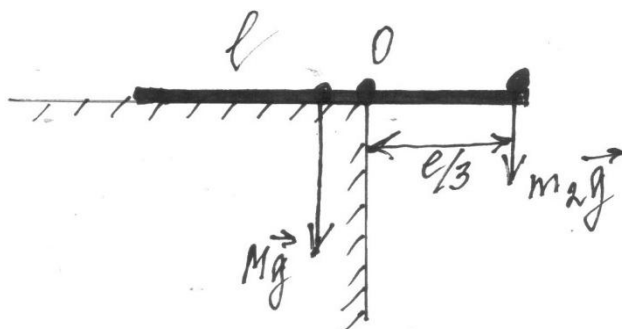
$$Mg(l/4) = m_1 g(l/4). \quad (1)$$



3. Уравнение моментов для второго случая относительно оси вращения, проходящей через край стола перпендикулярно плоскости рисунка:

$$Mgl/6 = m_2gl/3, \quad (2)$$

где m_2 — искомая масса второго груза.



4. Решая уравнения (1) и (2), получим:

$$m_2 = \frac{m_1}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ кг} = 50 \text{ г.}$$

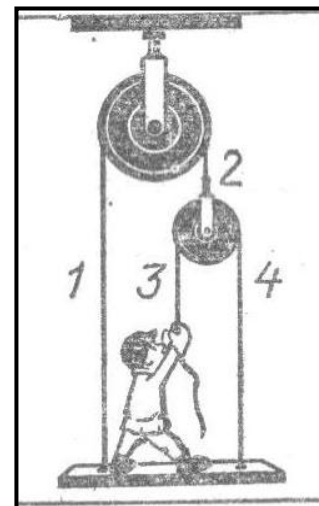
Ответ: $m_2 = 50 \text{ г.}$

Критерии оценивания задачи:

	Мах - 10 баллов
Выполнен рисунок с расстановкой сил для обеих ситуаций	3 балла
Правильно записаны уравнения моментов для обеих ситуаций	2+2 балла
Проведены верные преобразования для получения конечного ответа	3 балла

Задача № 4.

С какой силой человек должен тянуть веревку, чтобы удержать платформу, на которой он стоит, если его масса 80 кг, а масса платформы 20 кг? С какой силой давит человек на платформу? Какую максимальную массу должна иметь платформа, чтобы человек смог еще ее удержать? (См. рисунок) Ускорение свободного падения брать равным $\approx 10 \text{ м/с}^2$. **(10 баллов)**



Возможное решение:

1. Общий вес человека и платформы равен: $P_{\text{общ.}} = 100 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \approx 1000 \text{ Н}$. Этот вес распределяется на 4 веревки.

Натяжения в 1 и 2 веревках распределяются поровну. Сила натяжения на каждой из них равна 500 Н.

Силы натяжения на 3 и 4 веревках тоже равны между собой и равны: $500 \text{ Н}/2 = 250 \text{ Н}$.

А это и есть сила, с которой человек должен тянуть веревку: **$F = 250 \text{ Н}$** .

2. Сила давления на платформу равна разности между весом человека и силой натяжения веревки: $800 \text{ Н} - 250 \text{ Н} = 550 \text{ Н}$.

3. Максимальная масса платформы равна утроенной массе человека :
 $80 \text{ кг} \cdot 3 = 240 \text{ кг}$.

Критерии оценивания задачи:

	Max - 10 баллов
Определен общий вес человека и платформы	1 балл
Определены силы натяжения на 1 и 2 веревках	2 балла
Определены силы натяжения на 3 и 4 веревках	2 балла
Определена сила, с которой человек должен тянуть веревку	1 балл
Определена сила давления на платформу	2 балла
Определена максимальная масса платформы	2 балла