

Межрегиональные предметные олимпиады КФУ
профиль «Физика»
заключительный этап
2023/24 учебный год
7 класс
Разбор задач.

Пояснения к критериям оценивания.

Для получения полного балла по каждому пункту критериев в решении должен присутствовать закон, уравнение, неравенство, идея или прием, подходящий **конкретно** к данной задаче и записанный **верно**. При наличии общей формулировки или ошибки по данному пункту выставляется балл меньше максимального, включая 0 баллов. Решения далекие от авторского оцениваются вне критериев.

Задача 1. (25 б.) Туристический палаточный лагерь стоит на берегу небольшой реки. В окрестности лагеря река прямая, с медленным однородным течением. Миша пошел из лагеря за дровами выше по течению реки. Пройдя от лагеря вдоль реки 10 минут, он заметил около себя бревно, плывущее по течению. В этот же момент он взял дрова, развернулся и пошел обратно к лагерю. В лагере он положил дрова и сразу же вновь пошел против течения. Он вновь поравнялся с бревном через 18 минут после того, как видел его впервые. Через какое время после того как Миша во второй раз увидел бревно, оно проплывет мимо лагеря? Считать, что Миша все время двигался с постоянной скоростью вдоль реки, временем остановок можно пренебречь.

Возможное решение:

1 способ. Обозначим за L расстояние от лагеря до места, где бревно видели в первый раз. Первый интервал времени обозначим $t_1 = 10$ мин, второй $t_2 = 18$ мин. Скорость Миши V , скорость течения U .

Тогда

$$L = Vt_1$$

Расстояние от лагеря до второго места, где видели бревно

$$L_2 = L - Ut_2$$

Суммарное расстояние, которое прошел Миша за время t_2

$$L_2 + L = Vt_2$$

$$L - Ut_2 + L = Vt_2$$

$$2Vt_1 - Ut_2 = Vt_2$$

$$V(2t_1 - t_2) = Ut_2$$

$$\frac{V}{U} = \frac{t_2}{(2t_1 - t_2)} = 9$$

Искомое время

$$\frac{L_2}{U} = \frac{Vt_1}{U} - t_2 = 9t_1 - t_2 = 72 \text{ мин}$$

2 способ. В данном случае удобно сразу использовать численные значения времени.

На дорогу до лагеря Миша потратил на 2 минуты больше, чем от лагеря до второй встречи с бревном. Значит, за это время бревно проплыло $2/10 = 1/5$ часть пути до лагеря. Таким образом, ему понадобится еще в 4 раза больше времени, чтобы достичь лагеря.

$$t_{\text{искомое}} = 18 \text{ мин} \cdot 4 = 72 \text{ мин}$$

Критерии оценивания:

Связь скорости Миши и расстояния до первой точки, где он наблюдал бревно.	5
Связь скорости течения и расстояния до второй точки, где он наблюдал бревно.	5
Связь скорости Миши и расстояния до второй точки, где он наблюдал бревно.	5
Найдено отношение скоростей (засчитывается автоматически, если искомое время верно определено другим способом).	5

Задача 2. (25 б.)

Есть 2 вида кубиков: белые и черные. Кубики одного цвета идентичны между собой. Если соединить 3 белых и 2 черных кубика, средняя плотность получившегося тела будет равна 1000 кг/м^3 . Если соединить 3 белых и 7 черных, средняя плотность будет равна 1375 кг/м^3 . Определите плотность черных и белых кубиков, если объемы всех кубиков одинаковы.

Возможное решение:

Обозначим за w количество белых кубиков, за b – черных. Массу и объем обозначим m и V с соответствующим индексом. По определению плотности

$$\rho = \frac{wm_w + bm_b}{V(w + b)} = \frac{w}{w + b} \rho_w + \frac{b}{w + b} \rho_b$$

Запишем такие уравнения для двух случаев

$$1000 \text{ кг/м}^3 = \frac{3}{5} \rho_w + \frac{2}{5} \rho_b$$

$$1375 \text{ кг/м}^3 = \frac{3}{10} \rho_w + \frac{7}{10} \rho_b$$

Умножим второе уравнение на 2 и вычтем из него первое

$$1750 \text{ кг/м}^3 = \frac{7 - 2}{5} \rho_b = \rho_b$$

$$\rho_w = \frac{5}{3} (1000 - 700) = 500 \text{ кг/м}^3$$

Критерии оценивания:

Записана формула средней плотности (5 б.).	5
Корректно записана формула средней плотности с учетом конкретики задачи (7 баллов за одно сочетание, 5 баллов за следующее).	12
Найдена плотность белых кубиков.	4
Найдена плотность черных кубиков.	4

Задача 3. (25 б.)

Если подвесить груз массой 2 кг на первую пружину, то она удлинится на $2x$. Если подвесить на вторую пружину груз массой 6 кг, то она удлинится на $3x$. Если пружины соединить одним из концов (последовательно) и подвесить на них груз массой m , то суммарное удлинение сцепленных пружин будет равно $6x$. Найдите массу m . Массой пружин можно пренебречь, пружины идеальные. x считать неизвестной величиной.

Возможное решение:

Жесткости первой и второй пружины выражаем по закону Гука

$$k_1 = \frac{m_1 g}{2x}$$

$$k_2 = \frac{m_2 g}{3x}$$

При последовательном соединении каждую пружину растягивает сила mg

$$6x = \frac{mg}{k_1} + \frac{mg}{k_2}$$

$$6x = \frac{2mx}{m_1} + \frac{3mx}{m_2}$$

$$6 = m \left(\frac{2}{m_1} + \frac{3}{m_2} \right)$$

Искомая масса

$$m = \frac{6}{\left(\frac{2}{m_1} + \frac{3}{m_2}\right)} = \frac{6 \text{ кг}}{\left(\frac{2}{2} + \frac{3}{6}\right)} = 4 \text{ кг}$$

Критерии оценивания:

Выражены жесткости пружин через удлинения и силы тяжести для одиночных пружин. 4 балла за первую пружину, 3 балла за вторую.	7
Идея о том, что соединённые пружины растягивает одинаковая сила.	8
Выражено суммарное удлинение соединенных пружин.	5
Найдена искомая масса.	5

Задача 4. (25 б.)

Однородный брусок имеет форму прямоугольного параллелепипеда и весит 90 Н. Если размещать его на идеальной гладкой горизонтальной поверхности тремя различными гранями, то они будут оказывать на нее равномерное давление соответственно 1000 Па, 150 Па и 600 Па. Найдите объем бруска.

Возможное решение:

Пусть стороны параллелепипеда a, b, c .

Давление для различных положений бруска будет определяться весом F бруска и площадью опоры.

$$p_1 = \frac{F}{ab} = 1000 \text{ Па};$$

$$p_2 = \frac{F}{ac} = 150 \text{ Па};$$

$$p_3 = \frac{F}{bc} = 600 \text{ Па};$$

Перемножим три уравнения выше. Учитывая, что объем $V = abc$.

$$p_1 p_2 p_3 = \frac{F^3}{(abc)^2} = \frac{F^3}{V^2};$$

Окончательно, объем можно найти:

$$V = \sqrt{\frac{F^3}{p_1 p_2 p_3}} = \sqrt{\frac{90^3}{1000 \cdot 150 \cdot 600}} = 0,09 \text{ м}^3 = 90 \text{ л.}$$

Критерии оценивания:

Записаны давления через площади боковых поверхностей. 3 балла за любую из граней или общую формулу и по 2 балла за остальные две.	7
Площади граней выражены через стороны. По 2 балла за каждую из граней.	6
Объем (или квадрат объема) выражен через силу и давление любым способом.	8
Найден верный численный ответ.	4