

Районный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике.

в 2025/2026 учебном году в Санкт-Петербурге.

Возможные решения и критерии оценивания

8 класс 1-й вариант

1. Простая гидростатика. В высоком цилиндрическом сосуде с водой в вертикальном положении плавает пустой стеклянный стакан с внешним объемом V . Из сосуда зачерпывают воду порциями по $\frac{V}{12}$ и переливают в стакан. После 6-го переливания уровень воды в сосуде стал на h меньше, чем после 5-го переливания. Какой может быть площадь сечения сосуда?

Известно, что уровень воды в сосуде достаточно большой. Плотность воды ρ , плотность стекла $\rho_{\text{ст}}$.

Возможное решение.

Если стакан плавает, то уровень воды в сосуде после переливания остаётся постоянным. Обоснование: остается постоянной сила давления на дно сосуда, равная суммарной силе тяжести всей воды и пустого стакана: $\rho g h S = Mg + mg \Rightarrow H = \text{const} \quad (1).$

Значит после 6-го переливания стакан утонул.

Из условия плавания тел:

Объём погруженной части пустого стакана больше $\frac{6V}{12}$ и меньше $\frac{7V}{12}$

$$\text{Масса стекла } \frac{6\rho V}{12} < m < \frac{7\rho V}{12} \quad (2)$$

Пока стакан плавал, он вытеснял объём $\frac{m}{\rho}$.

Утонувший стакан будет вытеснять объём $\frac{m}{\rho_{\text{ст}}}$.

$$\text{Поэтому } hS = \frac{m}{\rho} - \frac{m}{\rho_{\text{ст}}} \text{ откуда: } S = \frac{m}{h} \cdot \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_{\text{ст}}} \right) \quad (3).$$

С учетом неравенства (2) получаем ответ:

$$\text{площадь сечения сосуда } \frac{(1 - \rho/\rho_{\text{ст}})6V}{12h} < S < \frac{(1 - \rho/\rho_{\text{ст}})7V}{12h}.$$

Критерии	Баллы
Понимание, что когда стакан плавает, уровень воды не изменяется, с обоснованием в виде рассуждения или равенства (1)	4 балла
Получение неравенства типа (2)	2 балла
Получение соотношения на изменение уровня типа равенства (3).	2 балла
Получение ответа	2 балла

2. Монета из сплава. В некотором царстве все монеты имеют объем $V = 12 \text{ см}^3$. При этом серебряная монета (плотность $\rho_1 = 10,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$) стоит 30 рублей, а золотая монета (плотность $\rho_2 = 19,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$) стоит 300 рублей. В этом царстве сделали монеты из сплава серебра и золота с массой $m = 214 \text{ г}$. Сколько должна стоять такая монета? (в стоимость монеты входит только стоимость входящих в монету металлов, но не входит, например, цена чеканки монеты и т.п.)

Возможное решение.

Из условия задачи видно, что в этом царстве цена серебра за 1 см^3 равна

$$\text{Ц}_1 = \frac{30}{12} = 2,5 \frac{\text{руб}}{\text{см}^3}, \text{ а цена золота } \text{Ц}_2 = \frac{300}{12} = 25 \frac{\text{руб}}{\text{см}^3}.$$

Пусть в монете было $x \text{ см}^3$ серебра, тогда $(12 - x) \text{ см}^3$ золота.

Полная масса монеты: $m = \rho_1 \cdot x + \rho_2 \cdot (12 - x)$ (1), или:

$$214 = 10,5x + 19,3(12 - x). \text{ Из этого уравнения } x = 2 \text{ см}^3.$$

$$\text{Стоимость монеты } \text{Ст} = \text{Ц}_1 \cdot x + \text{Ц}_2 \cdot (12 - x) \quad (2)$$

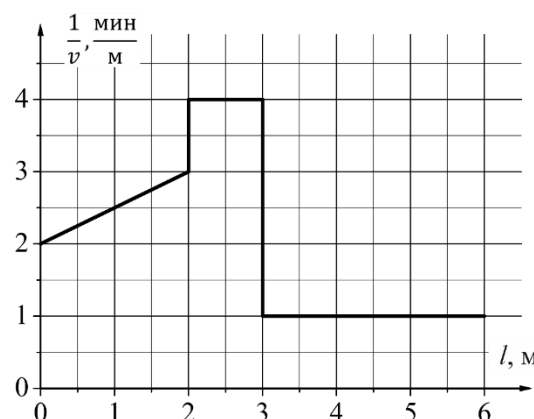
Ответ: . $\text{Ст} = 2,5 \cdot 2 + 25 \cdot (12 - 2) = 255$ (рублей).

Критерии	Баллы
Получение уравнения типа уравнения (1), или системы двух уравнений, связывающих массу как сумму масс серебра и золота и объема как суммы объемов	5 баллов
Нахождение объемов (или масс) серебра и золота	2 балла
Написание уравнения типа (2)	2 балла
Получение верного ответа	1 балл

3. Путь жука. Жук перемещался по дорожке, а исследователь Незнайка строил график зависимости его скорости от пройденного пути. Однако он перепутал и делил время на перемещение, то есть фактически построил зависимость обратной скорости жука от пройденного им расстояния. Определите по графику Незнайки

а) среднюю скорость жука за весь путь;

б) минимальную среднюю скорость жука, рассчитываемую от начала незнайкиных наблюдений. Аргументируйте свой ответ.



Возможное решение.

а) Так как $dt = \frac{dl}{v}$, то время, за которое тело переместилось на расстояние, определяется как площадь фигуры под графиком $\frac{1}{v}$ от l . Величина одной клетки на графике равна $0,5 \frac{\text{мин}}{\text{м}} \cdot 0,5 \text{ м} = 0,25 \text{ мин}$. Поэтому $t_{\text{общ}} = 48 \text{ клеток} = 12 \text{ мин}$.

ответ: $v_{cp} = \frac{l}{t_{общ}} = \frac{6}{12} = 0,5 \frac{м}{мин}$.

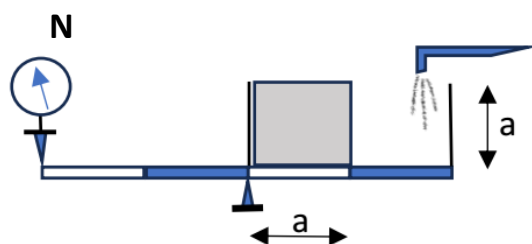
б) Первые 2 метра пути обратная мгновенная скорость монотонно возрастала, а значит сама мгновенная скорость монотонно убывала. Это означает, что и средняя скорость убывала. Средняя скорость к этому моменту времени $\frac{2 м}{5 мин} = 0,4 \frac{м}{мин}$. Это больше, чем скорость на втором участке графика $\frac{1}{4} \frac{м}{мин} = 0,25 \frac{м}{мин}$. Следовательно, к моменту, когда путь равен 3 м, средняя скорость еще уменьшится и будет равна $\frac{3 м}{9 мин} = \frac{1}{3} \frac{м}{мин}$. На третьем участке графика скорость равна $1 \frac{м}{мин}$, а это значит, что средняя скорость на нем будет расти. Таким образом, минимальная средняя скорость достигается после преодоления 3 м пути и равна $\frac{1}{3} \frac{м}{мин}$

=> Ответ: минимальная $V_{cp} = \frac{1}{t} = \frac{1}{3} \frac{м}{мин}$. В дальнейшем средняя скорость будет только расти.

Критерии	Баллы
Понимание, что площадь под графиком Незнайки есть пройденное время	3 балла
Нахождение общего времени движения	1 балл
Нахождение средней скорости движения за весь путь	1 балл
Найдена минимальная средняя скорость	2 балла
Приведена аргументация того, что минимальная средняя скорость достигается после преодоления 3 м пути	3 балла

4. Датчик силы. Однородный рычаг длиной $4a$

установлен на двух опорах и находится в равновесии (см. рисунок). К левой опоре подсоединён датчик, который показывает значение силы реакции опоры. На правую половину рычага поместили лёгкую с тонкими стенками ванночку длиной $2a$, шириной и высотой равной a . В ванночке разместили куб, стороны которого примерно равны длине a . Куб касается левой и боковых стенок ванночки, между которыми есть очень малый зазор (объемом зазора можно пренебречь). В ванночку начинают наливать воду с постоянным массовым расходом, аккуратно, чтобы куб не смещался. Вода на рычаг не попадает. Плотность кубика ρ в два раза меньше плотности воды ρ_0 .



а) Найдите, при каком минимальном объёме налитой воды кубик начнет всплывать.

б) Какой максимальный объём воды можно налить в ванночку?

в) Постройте качественный график зависимости силы реакции опоры, которую показывает датчик, от объёма налитой воды с указанием характерных точек на графике.

Возможное решение.

а) Из условия плавания тел:

$F_A = F_{\text{тяж}}$, $\rho_0 g V_{\text{погр}} = \rho g V_{\text{куба}}$, так как $\rho_0 = 2\rho$, то $V_{\text{погр}} = V_{\text{куба}}/2$. Куб будет плавать, наполовину погружившись в воду.

Следовательно, как только вода достигнет половины высоты кубика, кубик начнёт всплывать. Минимальный объём налитой воды должен быть равен $V_{\text{min}} = \frac{a^3}{2}$

б) Тогда максимальный объём воды, которую можно добавить в ванночку,

равен $V_{\text{max}} = \frac{3}{2}a^3$

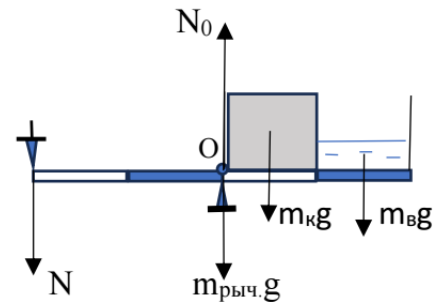
в) Запишем правило моментов относительно точки О до того, как кубик всплывёт, для системы: рычаг, сосуд с водой, кубик.

$$N \cdot 2a = \frac{1}{2}\rho_0 a^3 g \cdot \frac{1}{2}a + \rho_0 g V \cdot \frac{3}{2}a$$

$$N(V) = \frac{1}{2}\rho_0 a^3 g \cdot \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{2} \frac{V}{a^3}\right) \quad (1)$$

$$\text{При } V=0 \quad N = \frac{1}{8}\rho_0 a^3 g$$

$$\text{При } V = \frac{a^3}{2} \quad N = \frac{1}{2}\rho_0 a^3 g$$



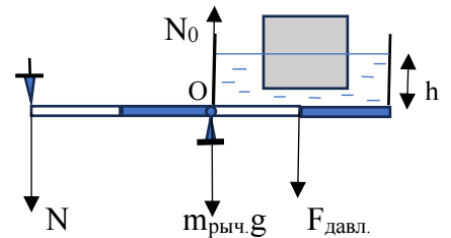
Запишем правило моментов относительно точки О, после того как кубик всплыл:

$$N \cdot 2a = F_{\text{давл}} \cdot a, \quad N = \frac{F_{\text{давл}}}{2}$$

$$F_{\text{давл}} = \rho_0 g h (2a \cdot a) = \rho_0 g \left(V + \frac{a^3}{2}\right)$$

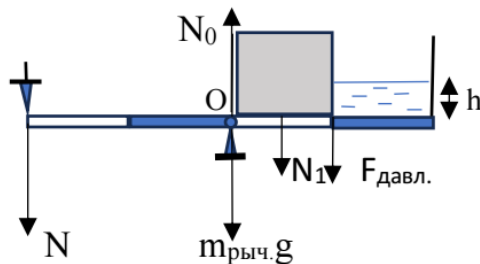
$$N(V) = \rho_0 g \frac{V}{2} + \rho_0 g \frac{a^3}{4} \quad (2)$$

$$\text{При } V_{\text{max}} = \frac{3}{2}a^3 \quad N = \rho_0 g a^3$$



Уравнение (1) можно было получить из других соображений.

Запишем правило моментов относительно точки О:

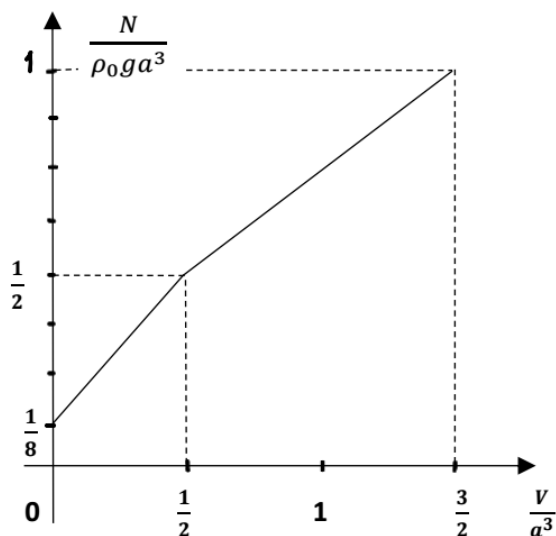


$$N \cdot 2a = N_1 \frac{a}{2} + F_{\text{давл}} \cdot a = \rho_0 a^3 g \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{V}{a^3}\right) \frac{a}{2} + 2\rho_0 g V a,$$

$$\text{где } N_1 = m_{\text{куба}} g - F_A$$

$$N = \frac{1}{2}\rho_0 a^3 g \cdot \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{2} \frac{V}{a^3}\right)$$

Искомый график:



Критерии	Баллы
Записано условие плавания кубика	1 балл
Найден минимальный объём налитой воды, при котором кубик начнёт всплывать	1 балл
Найден максимальный объём воды, который можно налить в сосуд	1 балл
Верно записано правило моментов сил	1 балл
Найдена зависимость силы реакции опоры от объёма налитой воды (1)	1 балл
Найдена сила реакции опоры, когда воды в сосуде нет	1 балл
Найдена сила реакции опоры в момент, когда кубик начнёт всплывать	1 балл
Верно записано правило моментов сил после того, как кубик всплыл	1 балл
Найдена зависимость силы реакции опоры от объёма налитой воды (2)	1 балл
Найдена сила реакции опоры в момент, когда в сосуд можно налить максимальное количество воды.	1 балл

5. Стержень катят по картону. Квадратный $L \times L$ тонкий лист картона постоянной толщины h плохо проводит тепло. Он лежал на абсолютно теплоизолированном столе и первоначально имел температуру T_0 . По нему параллельно сторонам листа прокатали подогретый металлический цилиндрический стержень массы m и длины L . Сразу после прокатывания температура вдоль одного края листа равнялась T_1 , вдоль другого T_2 ($T_2 < T_1$). Какой станет температура картона спустя долгое время, когда она выровняется во всем объеме листа? Плотность картона ρ , его удельная теплоемкость c_1 , удельная теплоемкость металла c_2 . Стержень очень хорошо проводит тепло, в любой момент можно считать его температуру одинаковой во всем объеме стержня. При этом стержень катят достаточно медленно, так, что в точке контакта температура стержня и участка поверхности картона успевает выровняться. Теплопередачу в стол и воздух не учитывайте.

Возможное решение.

Когда стержень только коснулся листа, верх картона с этого края приобрел ту же температуру, что и начальная температура стержня. Поскольку картон очень плохо проводит тепло, температура из-за теплообмена в слое картона не успела выровняться при прокатывании стержня, значит T_1 и есть начальная температура стержня при контакте, а, соответственно T_2 - конечная. Итак, стержень отдал тепло $c_2 m(T_1 - T_2)$ и столько в итоге получил картон. Записываем уравнение теплового баланса для итогового однородно нагретого состояния листа картона:

$$c_2 m(T_1 - T_2) = c_1 M(T - T_0) = c_1 \rho h L^2 (T - T_0). \quad (1)$$

Откуда получаем ответ: $T = T_0 + \frac{c_2 m(T_1 - T_2)}{c_1 \rho h L^2}$

Критерии	Баллы
Понимание, что начальная температура стержня (бóльшая) равна T_1 , и останется такой же в силу малой теплопроводности картона, а конечная – T_2 , с общим обоснованием в виде рассуждения	5 баллов
Получение массы картона $M = \rho h L^2$	1 балл
Получение соотношения теплового баланса – равенство (1).	2 балла
Получен правильный ответ	2 балла

Районный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике.

в 2025/2026 учебном году в Санкт-Петербурге.

Возможные решения и критерии оценивания

8 класс 2-й вариант

Простая гидростатика. В высоком цилиндрическом сосуде с водой в вертикальном положении плавает пустой стеклянный стакан с внешним объемом V . Из сосуда зачерпывают воду порциями по $\frac{V}{10}$ и переливают в стакан. После 5-го переливания уровень воды в сосуде стал на h меньше, чем после 4-го переливания. Какой может быть площадь сечения сосуда?

Известно, что уровень воды в сосуде достаточно большой. Плотность воды ρ , плотность стекла $\rho_{\text{ст}}$.

Возможное решение.

Если стакан плавает, то уровень воды в сосуде после переливания остаётся постоянным.

Обоснование: остается постоянной сила давления на дно сосуда, равная суммарной силе тяжести всей воды и пустого стакана:

$$\rho g H S = Mg + mg \Rightarrow H = \text{const} \quad (1).$$

Значит после 6-го переливания стакан утонул.

Из условия плавания тел:

Объём погруженной части пустого стакана больше $\frac{5V}{10}$ и меньше $\frac{6V}{10}$

$$\text{Масса стекла } \frac{5\rho V}{10} < m < \frac{6\rho V}{10} \quad (2)$$

Пока стакан плавал, он вытеснял объём $\frac{m}{\rho}$. Утонувший стакан будет вытеснять объём $\frac{m}{\rho_{\text{ст}}}$.

$$\text{Поэтому } hS = \frac{m}{\rho} - \frac{m}{\rho_{\text{ст}}} \text{ откуда: } S = \frac{m}{h} \cdot \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_{\text{ст}}} \right) \quad (3).$$

С учетом неравенства (2) получаем ответ:

$$\text{площадь сечения сосуда } \frac{(1 - \rho/\rho_{\text{ст}})5V}{10h} < S < \frac{(1 - \rho/\rho_{\text{ст}})6V}{10h}.$$

Критерии	Баллы
Понимание, что когда стакан плавает, уровень воды не изменяется, с обоснованием в виде рассуждения или равенства (1)	4 балла
Получение неравенства типа (2)	2 балла
Получение соотношения на изменение уровня воды типа равенства (3).	2 балла
Получение ответа	2 балла

2. Гиря из сплава. В царстве силачей расплавляются золотыми и серебряными гирями. Все гири имеют одинаковый объем $V = 6 \text{ дм}^3$. При этом серебряная гиря (плотность $\rho_1 = 10,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$) стоит 15 червонцев, а золотая гиря (плотность $\rho_2 = 19,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$) стоит 150 червонцев. В этом царстве сделали гирю из сплава серебра и золота с массой $m = 107 \text{ кг}$. Сколько должна стоить такая гиря?
(в стоимость гири входит только стоимость входящих в нее металлов, но не входит, например, стоимость выплавки такой гири и т.п.)

Возможное решение.

Из условия задачи видно, что в этом царстве цена серебра за 1 дм^3 равна

$$\text{Ц}_1 = \frac{15}{6} = 2,5 \frac{\text{черв}}{\text{дм}^3}, \text{ а цена золота } \text{Ц}_2 = \frac{150}{6} = 25 \frac{\text{черв}}{\text{дм}^3}.$$

Пусть в гире было $x \text{ дм}^3$ серебра, и тогда $(6 - x) \text{ дм}^3$ золота. Масса серебра $\rho_1 \cdot x$, а золота $\rho_2 \cdot (6 - x)$ (единицы плотности $\frac{\text{г}}{\text{см}^3} = \frac{\text{кг}}{\text{дм}^3}$).

Полная масса гири:

$$m = \rho_1 \cdot x + \rho_2 \cdot (6 - x) \quad (1), \text{ или:}$$

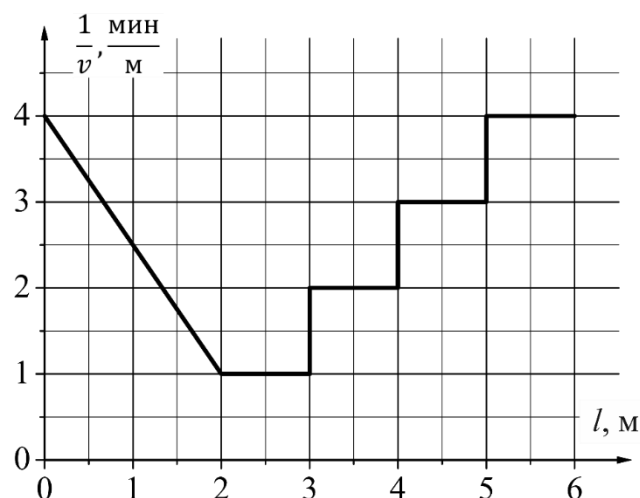
$$107 = 10,5x + 19,3(6 - x). \text{ Из этого уравнения } x = 1 \text{ дм}^3$$

$$\text{Стоимость гири } \text{Ст} = \text{Ц}_1 \cdot x + \text{Ц}_2 \cdot (6 - x) \quad (2).$$

Ответ: . Ст = $2,5 \cdot 1 + 25 \cdot (6 - 1) = 127,5$ (червонцев).

Критерии	Баллы
Получение уравнения типа уравнения (1), или системы двух уравнений, связывающих массу как сумму масс серебра и золота и объема как суммы объемов	5 баллов
Нахождение объемов (или масс) серебра и золота	2 балла
Написание уравнения типа (2)	2 балла
Получение верного ответа	1 балл

3. Путь жука. Жук перемещался по дорожке, а исследователь Незнайка строил график зависимости его скорости от пройденного пути. Однако он перепутал и делил время на перемещение, то есть фактически построил зависимость обратной скорости жука от пройденного им расстояния. Определите по графику Незнайки
а) среднюю скорость жука за весь путь;
б) максимальную среднюю скорость жука, рассчитываемую от начала незнайкиных наблюдений. Аргументируйте свой ответ.



Возможное решение.

а) Так как $dt = \frac{dl}{v}$ то время, за которое тело переместилось на расстояние, определяется как площадь под графиком $\frac{1}{v}$ от l . Величина одной клетки на графике равна $0,5 \frac{\text{мин}}{\text{м}} \cdot 0,5 \text{ м} = 0,25 \text{ мин}$. Поэтому $t_{\text{общ}} = 60 \text{ клеток} = 15 \text{ мин}$. Поэтому

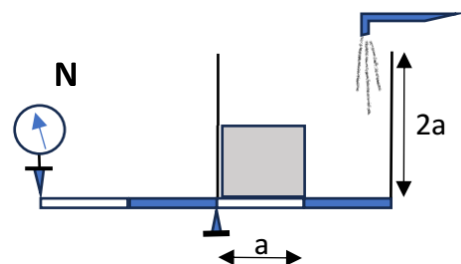
ответ: $v_{\text{ср}} = \frac{l}{t_{\text{общ}}} = \frac{6}{15} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$.

б) Первые 2 метра пути обратная мгновенная скорость монотонно убывала, а значит сама мгновенная скорость монотонно возрастала. Это означает, что и средняя скорость возрастала. Средняя скорость к этому моменту времени $\frac{2 \text{ м}}{5 \text{ мин}} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$. Это меньше, чем скорость на втором участке графика $1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$. Следовательно, к моменту, когда путь равен 3 м, средняя скорость еще увеличится и будет равна $\frac{3 \text{ м}}{6 \text{ мин}} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$. На третьем участке графика скорость равна $\frac{4 \text{ м}}{8 \text{ мин}} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$. Следовательно, на третьем участке графика скорость оставалась постоянной и равной $0,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$. На последующих участках графика скорость будет не больше $\frac{1}{3} \frac{\text{м}}{\text{мин}}$, а это значит, что средняя скорость на них будет убывать. Таким образом, максимальная средняя скорость равна $0,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$. Она достигается после преодоления 3 м пути и остается таковой вплоть до преодоления 4 м пути.

=> Ответ: максимальная $v_{\text{ср}} = \frac{l}{t} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \frac{\text{м}}{\text{мин}}$. В дальнейшем средняя скорость будет убывать.

Критерии	Баллы
Понимание, что площадь под графиком Незнайки есть пройденное время	3 балла
Нахождение общего времени движения	1 балл
Нахождение средней скорости движения за весь путь	1 балл
Найдена максимальная средняя скорость	2 балла
Приведена аргументация того, что максимальная средняя скорость достигается после преодоления 3 м пути и остается таковой вплоть до преодоления 4 м пути	3 балла

4. Датчик силы. Однородный рычаг длиной $4a$ установлен на двух опорах и находится в равновесии (см. рисунок). К левой опоре подсоединён датчик, который показывает значение силы реакции опоры (N). На правую половину рычага поместили лёгкую с тонкими стенками ванночку длиной $2a$, шириной a и высотой равной $2a$. В ванночке разместили куб, стороны которого примерно равны длине a . Куб касается левой и боковых стенок ванночки, между которыми есть очень



малый зазор (объемом зазора можно пренебречь). В ванночку начинают наливать воду с постоянным массовым расходом, аккуратно, чтобы куб не смещался. Вода на рычаг не попадает. Плотность кубика ρ в два раза меньше плотности воды ρ_0 .

а) Найдите, при каком минимальном объеме налитой воды кубик начнет всплывать.

б) Какой максимальный объем воды можно налить в ванночку?

в) Постройте качественный график зависимости силы реакции опоры, которую показывает датчик, от объема налитой воды с указанием характерных точек на графике.

Возможное решение.

а) Из условия плавания тел:

$F_A = F_{\text{тяж}}$, $\rho_0 g V_{\text{погр}} = \rho g V_{\text{куба}}$, так как $\rho_0 = 2\rho$, то $V_{\text{погр}} = V_{\text{куба}}/2$. Куб будет плавать, наполовину погрузившись в воду.

Следовательно, как только вода достигнет половины высоты кубика, кубик начнет всплывать. Минимальный объем налитой воды должен быть равен $V_{\min} = \frac{a^3}{2}$

б) Тогда максимальный объем воды, которую можно добавить в ванночку,

равен $V_{\max} = \frac{7}{2} a^3$

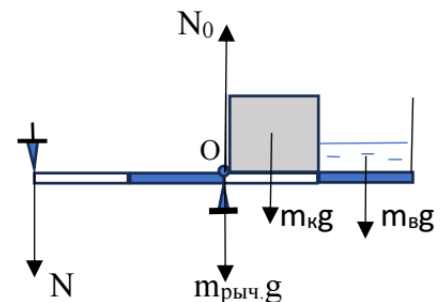
в) Запишем правило моментов относительно точки О до того, как кубик всплывёт, для системы: рычаг, сосуд с водой, кубик.

$$N \cdot 2a = \frac{1}{2} \rho_0 a^3 g \cdot \frac{1}{2} a + \rho_0 g V \cdot \frac{3}{2} a$$

$$N(V) = \frac{1}{2} \rho_0 a^3 g \cdot \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{2} \frac{V}{a^3} \right) \quad (1)$$

$$\text{При } V=0 \quad N = \frac{1}{8} \rho_0 a^3 g$$

$$\text{При } V = \frac{a^3}{2} \quad N = \frac{1}{2} \rho_0 a^3 g$$



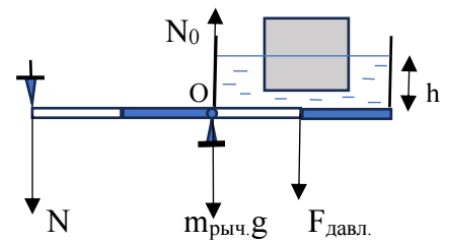
Запишем правило моментов относительно точки О, после того как кубик всплыл:

$$N \cdot 2a = F_{\text{давл.}} \cdot a, \quad N = \frac{F_{\text{давл.}}}{2}$$

$$F_{\text{давл.}} = \rho_0 g h (2a \cdot a) = \rho_0 g \left(V + \frac{a^3}{2} \right)$$

$$N(V) = \rho_0 g \frac{V}{2} + \rho_0 g \frac{a^3}{4} \quad (2)$$

$$\text{При } V_{\max} = \frac{7}{2} a^3 \quad N = 2 \rho_0 g a^3$$



Уравнение (1) можно было получить из других соображений.

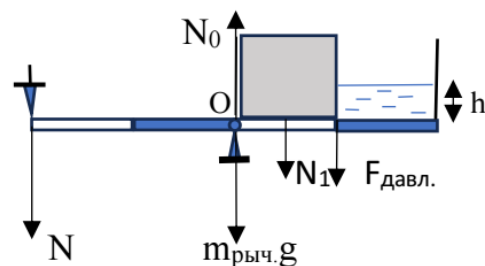
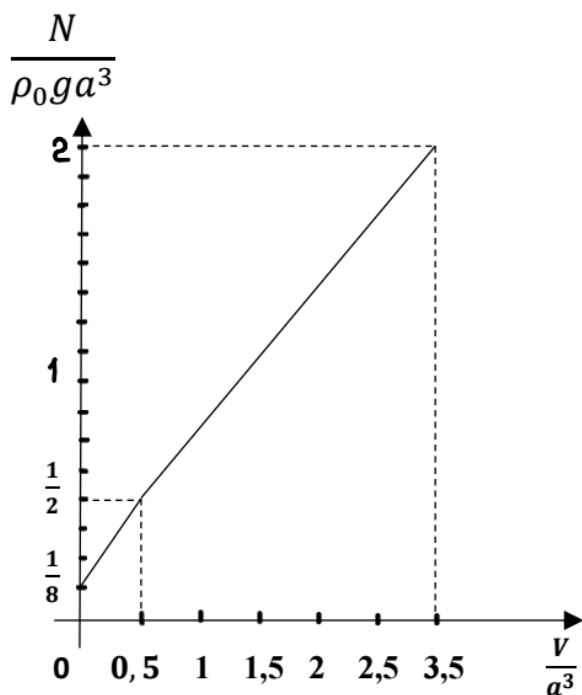
Запишем правило моментов относительно точки О:

$$N \cdot 2a = N_1 \frac{a}{2} + F_{\text{давл.}} a = \rho_0 a^3 g \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{V}{a^3} \right) \frac{a}{2} + 2\rho_0 g V a,$$

где $N_1 = m_{\text{куба}} g - F_A$

$$N = \frac{1}{2} \rho_0 a^3 g \cdot \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{2} \frac{V}{a^3} \right)$$

Искомый график:



Критерии	Баллы
Записано условие плавания кубика	1 балл
Найден минимальный объём налитой воды, при котором кубик начнёт всплывать	1 балл
Найден максимальный объём воды, который можно налить в сосуд	1 балл
Верно записано правило моментов сил	1 балл
Найдена зависимость силы реакции опоры от объёма налитой воды (1)	1 балл
Найдена сила реакции опоры, когда воды в сосуде нет	1 балл
Найдена сила реакции опоры в момент, когда кубик начнёт всплывать	1 балл
Верно записано правило моментов сил после того, как кубик всплыл	1 балл
Найдена зависимость силы реакции опоры от объёма налитой воды (2)	1 балл
Найдена сила реакции опоры в момент, когда в сосуд можно налить максимальное количество воды.	1 балл

5. Стержень катят по картону. Квадратный $L \times L$ тонкий лист картона постоянной толщины h плохо проводит тепло. Он лежал на абсолютно теплоизолированном столе и первоначально имел температуру T_0 . По нему параллельно сторонам листа прокатали подогретый металлический цилиндрический стержень массы m и длины L . Сразу после прокатывания температура вдоль одного края листа равнялась T_1 , вдоль другого T_2 . Спустя долгое время температура картона выровнялась во всем объеме листа и стала равной T . Найдите плотность картона. Его удельная теплоемкость c_1 , удельная теплоемкость металла c_2 . Стержень очень хорошо проводит тепло, в любой момент можно считать его температуру одинаковой во всем объеме стержня. При этом стержень катят достаточно медленно, так, что в точке контакта температура стержня и участка поверхности картона успевает выровняться. Теплопередачу в стол и воздух не учитывайте.

Возможное решение.

Решение: когда стержень только коснулся листа, верх картона с этого края приобрел ту же температуру, что и начальная температура стержня. Поскольку картон очень плохо проводит тепло, температура из-за теплообмена в слое картона не успела выровняться при прокатывании стержня, значит T_1 и есть начальная температура стержня при контакте, а, соответственно T_2 - конечная. Итак, стержень отдал тепло $c_2 m (T_1 - T_2)$ и столько в итоге получил картон. Запишем уравнение теплового баланса для итогового однородно нагретого состояния листа картона:

$$c_2 m (T_1 - T_2) = c_1 M (T - T_0) = c_1 \rho h L^2 (T - T_0).$$

Откуда получаем ответ: $\rho = \frac{c_2 m (T_1 - T_2)}{c_1 h L^2 (T - T_0)}$

Критерии	Баллы
Понимание, что начальная температура стержня (бóльшая) равна T_1 , и останется такой же в силу малой теплопроводности картона, а конечная – T_2 , с общим обоснованием в виде рассуждения	5 баллов
Получение массы картона $M = \rho h L^2$	1 балл
Получение соотношения теплового баланса – равенство (1).	2 балла
Получен правильный ответ	2 балла