

**Первый этап Всесибирской Открытой Олимпиады
Школьников по физике
9 ноября 2025 г.
8 класс**

1. Автобус движется по дороге, которая состоит из двух участков: с хорошим покрытием и плохим покрытием. По «хорошему» участку автобус едет со скоростью, которая превышает среднюю скорость V_c за все время движения на величину ΔV ($\Delta V > 0$). По «плохому» участку автобус едет со скоростью, которая меньше средней скорости V_c за все время движения на ту же величину ΔV ($\Delta V > 0$). Найдите отношение длины «хорошего» участка к длине «плохого» участка.

Возможное решение:

Начинаем с определения средней скорости и выделяем искомое отношение:

$$V_c = \frac{\text{Весь путь}}{\text{Всё время}} = \frac{S_x + S_{\text{п}}}{\frac{S_x}{V_c + \Delta V} + \frac{S_{\text{п}}}{V_c - \Delta V}} = \frac{(S_x + S_{\text{п}})(V_c^2 - \Delta V^2)}{S_x(V_c - \Delta V) + S_{\text{п}}(V_c + \Delta V)}$$

Откуда по пропорции имеем:

$$S_x(V_c - \Delta V)V_c + S_{\text{п}}(V_c + \Delta V)V_c = S_x(V_c^2 - \Delta V^2) + S_{\text{п}}(V_c^2 - \Delta V^2)$$

Раскроем скобки и приведем подобные слагаемые:

$$S_x \Delta V (V_c - \Delta V) = S_{\text{п}} \Delta V (V_c + \Delta V)$$

Получаем ответ:

$$\frac{S_x}{S_{\text{п}}} = \frac{V_c + \Delta V}{V_c - \Delta V}$$

Критерии:

№	Этапы решения	Соотношения	балл
1	Записано определение средней скорости	$V_c = \frac{\text{Весь путь}}{\text{Всё время}}$	1
2	Записано соотношение 1	$\frac{S_x + S_{\text{п}}}{\frac{S_x}{V_c + \Delta V} + \frac{S_{\text{п}}}{V_c - \Delta V}}$	2
3	Из п. 2 получено соотношение 2	$\frac{(S_x + S_{\text{п}})(V_c^2 - \Delta V^2)}{S_x(V_c - \Delta V) + S_{\text{п}}(V_c + \Delta V)}$	2
4	Применено правило пропорции (или алгоритм решения дробно-рационального уравнения)	$S_x(V_c - \Delta V)V_c + S_{\text{п}}(V_c + \Delta V)V_c = S_x(V_c^2 - \Delta V^2) + S_{\text{п}}(V_c^2 - \Delta V^2)$	2
5	Раскрыты скобки и приведены подобные слагаемые	$S_x \Delta V (V_c - \Delta V) = S_{\text{п}} \Delta V (V_c + \Delta V)$	2
6	Получен ответ	$\frac{S_x}{S_{\text{п}}} = \frac{V_c + \Delta V}{V_c - \Delta V}$	1

2. Очень активный мальчик и его отец пришли в аквапарк, где решили поплавать на “бегущей реке”, представляющий из себя замкнутый поток воды, движущийся со скоростью $u = 3$ м/с. Отец, взяв надувной круг, надеялся мирно плыть по течению. Сын предложил игру – если он поплывет против течения и встретит отца 6 раз за один пройденный отцом круг, то они съедят по мороженому. Когда игра началась, отец тут же оценил, что при текущей скорости сына относительно воды, успеет произойти ровно 5 встреч, и решил немного помочь, подгребая руками и начав двигаться со скоростью v_0 относительно воды. С какой скоростью грёб любящий отец, если в итоге оба довольные кушали мороженое?

Возможное решение:

Пусть v – скорость мальчика. Отец должен проходить один круг в обеих ситуациях. Мальчик же по расчетам успел бы пройти 5 кругов, но при помощи отца успел пройти 6. Запишем эти факты в виде двух равенств, введя t и t' – времена пути:

$$5ut = (v - u)t$$

$$6(u + v_0)t' = (v - u)t'$$

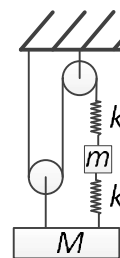
Разделив одно уравнение на другое в итоге получаем:

$$\frac{u}{(u + v_0)} = \frac{6}{5} \Rightarrow v_0 = -0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Критерии:

№	Этапы решения	Соотношения	Балл
1	Описание гипотетической ситуации	$5ut = (v - u)t$	3
2	Описание фактической ситуации	$6(u + v_0)t' = (v - u)t'$	3
3	Решение уравнений		2
4	Ответ	$v_0 = -0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	2

3. Во сколько раз растяжение верхней пружинки отличается от нижней, если известно, что система находится в равновесии. Жесткость пружинок k , масса нижнего тела – M , масса верхнего – m ($m < M$). Нить нерастяжима и невесома, блоки невесомые.



Возможное решение:

Запишем 2 З.Н. для M и m , считая, что верхняя пружинка удлинилась на x_1 , а нижняя на x_2 :

$$Mg = T_1 + kx_2$$

$$mg = kx_1 - kx_2$$

$$T_1 = 2T; kx_1 = T$$

Решая систему уравнений получим:

$$\frac{M + m}{M - 2m} = \frac{x_1}{x_2}$$

Критерии:

№	Этапы решения	Соотношения	Балл
1	2 З.Н. для М	$Mg = T_1 + kx_2$	3
2	2 З.Н. для m	$mg = kx_1 - kx_2$	3
3	Связь натяжений с Fупр	$T_1 = 2T; kx_1 = T$	2
4	Ответ	$\frac{M + m}{M - 2m} = \frac{x_1}{x_2}$	2

4. В цилиндрическом стакане находится вода, а сверху – масло. Они не смешиваются. Когда в стакан бросили кубики льда, то они скрылись под поверхностью масла, а уровень масла поднялся на $H = 4$ см. Затем уровень масла стал медленно опускаться и, опустившись на $h = 3,3$ мм, перестал меняться. Найдите отношение плотности льда к плотности воды, если температура в комнате 20°C .

Возможное решение:

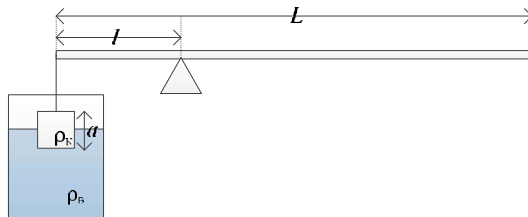
Скрывшийся под поверхностью масла лёд объёма V вытеснит вверх такой же объём масла. Отсюда $SH = V$, где S сечение стакана. Весь лёд растает, так как температура 20°C выше температуры таяния льда. Объём образовавшийся при таянии воды $V_o = \rho V / \rho_o$. Выразим этот объём, через исходный объём и понижение уровня $V_o = V - Sh$; $H - h = \rho H / \rho_o$ и $\rho / \rho_o = (H - h) / H \approx 0,917$

Критерии:

№	Этапы решения	Соотношения	Балл
1	Равенство объёма льда вытесненному объёму масла		1
2	Нахождение объёма льда по подъёму уровня	$SH = V$	1
3	Указание, что весь лёд растаял		1
4	Объём образовавшейся при таянии воды	$V_o = \rho V / \rho_o = \rho SH / \rho_o$	2
5	Нахождение этого объёма по изменению уровня	$V_o = V - Sh = S(H - h)$	2
6	Получение соотношения	$H - h = \rho H / \rho_o$ или аналог	1
7	Нахождение отношения плотностей	$\rho / \rho_o = (H - h) / H \approx 0,917$	2

Комментарий: При ответе $\rho / \rho_o = 0,91 - 0,92$ оценка не снижается, при выходе за пределы за последний пункт максимум 1 балл.

5. Дана массивная однородная балка длины L и массы M . Расположим упор на расстоянии l от левого края. К левому краю привяжем кубик со стороной a и плотность ρ_k . Кубик погрузим в воду плотности ρ_v . Найдите минимальную и максимальную вертикальную силу можно приложить к правому краю балки, чтобы система оставалась в равновесии



Возможное решение:

Запишем 2-е условие равновесия (сумма моментов равна нулю):

$$F(L - l) + \left(\frac{L}{2} - l\right)Mg - Tl = 0,$$

Где $T = mg - F_{\text{арх}} = \rho_k g a^3 - \rho_v g a^2 h$

Обратим внимание, что максимальное и минимальное значение силы F определяется силой T , которая в свою очередь зависит от глубины погружения кубика в воду.

Сила T может принимать различные значения при разных соотношениях между плотностями кубика и воды.

Случай (1): $\rho_k > \rho_v$

В этом случае Максимальное значение силы T будет, когда оно не погружено в жидкость вообще ($h = 0$). Тогда $T = \rho_k g a^3$

Минимальное же значение будет при $h = a$; $T = \rho_k g a^3 - \rho_v g a^3$

Случай (2): $\rho_k < \rho_v$

Максимальное значение не поменяется $T = \rho_k g a^3$

Минимальное же значение будет определяться моментом, когда сила тяжести кубика сравняется с силой Архимеда. Иначе говоря, $T = 0$

Теперь вернемся к формуле для выражения F :

$$F = \frac{Tl - Mg\left(\frac{L}{2} - l\right)}{L - l}$$

Обращаем внимание, что может быть такое соотношение между плотностями и массой стержня, при которой сила становится нулевой.

Критерии:

К	Этапы решения	Соотношение	Балл
1	2-е условие равновесия	$F(L-l) + \left(\frac{L}{2} - l\right)Mg - Tl = 0$	1
2	Выражена сила натяжения	$T = mg - F_{\text{арх}} = \rho_{\text{к}}ga^3 - \rho_{\text{ж}}ga^2h$	1
3	Указано наличие двух случаев	$\rho_{\text{к}} > \rho_{\text{ж}}; \rho_{\text{к}} < \rho_{\text{ж}}$	1
4	Найдены максимальное и минимальное значение Т для случая (1)	$T_{\min} = \rho_{\text{к}}ga^3 - \rho_{\text{ж}}ga^3$ $T_{\max} = \rho_{\text{к}}ga^3$	1 1
5	Максимум и минимум Т для случая (2)	$T_{\max} = \rho_{\text{к}}ga^3$ $T_{\min} = 0$	1 1
6	Выражена сила F через силу Т	$F = \frac{Tl - Mg\left(\frac{L}{2} - l\right)}{L - l}$	2
7	Указано, что возможен случай с F = 0		1