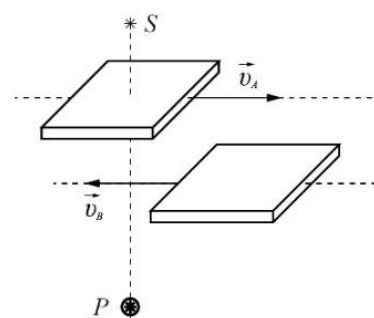


1. Подвижные препятствия 2 (Евсеев А.). Между источником сигнала и приемником перпендикулярно прямой, соединяющей их, запустили навстречу друг другу с постоянными скоростями v_A и v_B соответственно пластины A и B . Если сигнал по пути от источника к приемнику проходит через одну из пластин, приемник зажигает на дисплее желтую лампочку, если через обе – красную.



В одном из экспериментов в момент прохождения пластин мимо источника загоралась только красная лампочка.

Известно, что мимо покоящейся пластины B пластина A , двигающаяся со скоростью v_A , проходит за время $t_1 = 12$ сек, а пластина B , двигающаяся со скоростью v_B , мимо покоящейся пластины A проходит за время $t_2 = 8$ сек.

1. Какая из пластин A или B длиннее и во сколько раз?
2. В течение какого времени t на дисплее горела красная лампочка?

Возможное решение

Обозначим длины пластин l_A и l_B . Обе пластины проходят мимо источника за время t . Значит:

$$l_A = v_A t \quad l_B = v_B t$$

Откуда:

$$\frac{l_B}{l_A} = \frac{v_B}{v_A}$$

С другой стороны:

$$l_A + l_B = v_A t_1 \quad l_A + l_B = v_B t_2$$

Откуда:

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{2}{3} \quad l_B = \frac{t_1}{t_2} l_A = 1,5 l_A$$

Значит, с учетом ранее выведенного отношения по длинам, пластина B длиннее, чем пластина A в 1,5 раза. С учетом этого:

$$l_A + \frac{t_1}{t_2} l_A = v_A t_1$$

Поделив обе части на v_A , получим:

$$t + \frac{t_1}{t_2} t = t_1$$

Откуда:

$$t = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2} = 4,8 \text{ сек.}$$

Критерии оценивания

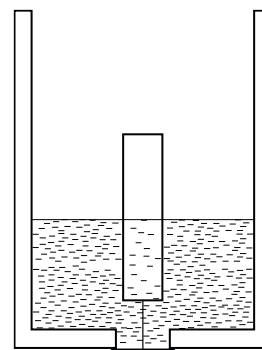
№	критерий	баллы
1.	Указано или используется при решении, что длина пластины A : $l_A = v_A t$	1
2.	Указано или используется при решении, что длина пластины B : $l_B = v_B t$	1
3.	Получено соотношение $l_A + l_B = v_A t_1$, или аналогичное верное выражение	1
4.	Получено соотношение $l_A + l_B = v_B t_2$, или аналогичное верное выражение	1
5.	Получено отношение скоростей	1
6.	Получено, что пластина B длиннее, чем пластина A в 1,5 раза	1,5
7.	Получено выражение $t + \frac{t_1}{t_2} t = t_1$ или другое верное выражение, связывающее t с t_1 и t_2	1

8.	Получено выражение для t : $t = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}$	1
9.	Получен верный численный ответ $t = 4,8$ сек	1,5
Итого:		10

Примечание для жюри

Полностью правильное решение, полученное неавторским методом, оценивается полным баллом. Недопустимо снижать оценку за «неправильное» оформление или неаккуратные записи.

2. Дырявое хранилище (Курносое В.). В цилиндрическом сосуде высотой $L = 0,7$ м и площадью дна $S_d = 100$ см² в центре дна есть круглое отверстие площадью $S_0 = 2,5$ см². Для хранения в этом сосуде воды придумали устройство-поплавок, закрывающее отверстие. Невесомая круглая пластина чуть большего размера, чем отверстие, прижата снизу ко дну сосуда, и нитью длиной $l = 5$ см привязана к пенопластовому поплавку. Поплавок длиной $l_p = 10$ см и площадью сечения $S_p = 20$ см² помещен в сосуд (см. рисунок). В сосуд, удерживая поплавок, налили воду, и поплавок оказался погруженным наполовину. После того, как поплавок отпустили, вода вытекать не стала. На сколько допустимо изменить объём воды в сосуде, чтобы она не вытекала? Плотность пенопласта $\rho_p = 200$ кг/м³, $\rho_0 =$ воды 1000 кг/м³.



Возможное решение

1. Вода действует на пластину силой давления $\vec{F}$

$$F = \rho_0 g S_0 (\ell + \ell_{пчт})$$

Где $\ell_{пчт}$ длина погруженной части поплавка, а ℓ — длина нити, S_0 — площадь отверстия в дне сосуда.

2. Если уровень воды в сосуде понизить, то сила Архимеда уменьшится, натяжение нити уменьшится, и вода начнет вытекать. В критическом состоянии можем записать условие равновесия пластины:

$$F = F_A - mg \quad \text{или}$$

$$\rho_0 g S_0 (\ell + \ell_{пчт}) = \rho_0 g S_p \ell_{пчт} - \rho_p g S_p \ell_p \quad \text{откуда}$$

$$\ell_{пчт} = \frac{\rho_0 S_0 \ell + \rho_p S_p \ell_p}{\rho_0 (S_p - S_0)}$$

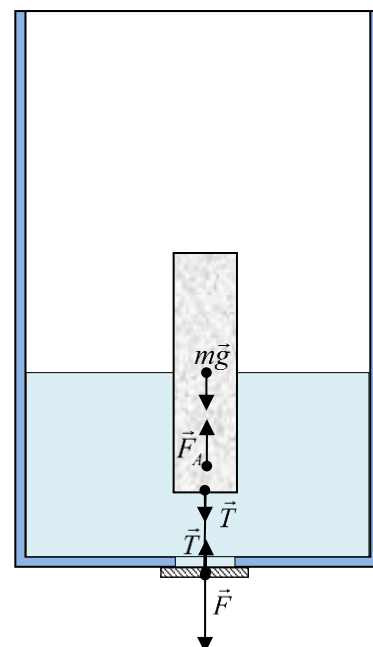
Подставляя числовые значения, получим $\ell_{пчт} = 3$ см

3. Допустимая убыль объема воды:

$$\Delta V_{уб} = (S_d - S_p) \left(\frac{\ell_p}{2} - \ell_{пчт} \right)$$

4. Подставляя числовые значения, получим

$$\Delta V_{уб} = 160 \text{ см}^3.$$



5. Однако, если воду доливать в сосуд, то сила Архимеда перестанет расти после полного погружения поплавка, а сила давления продолжит расти. При некотором значении h воды в сосуде, она начнет вытекать.

Новое условие равновесия можем записать:

$$F_2 = F_A - mg$$

$$\rho_0 g S_0 h = (\rho_0 - \rho_{\text{п}}) g S_{\text{п}} \ell_{\text{п}}$$

Откуда найдем h .

$$h = \frac{(\rho_0 - \rho_{\text{п}}) S_{\text{п}} \ell_{\text{п}}}{\rho_0 S_0}$$

Подставляя числовые значения, получим $h = 64 \text{ см}$

6. Найдем допустимый объем для доливания воды:

$$\Delta V_{\text{MAX}} = (S_{\text{д}} - S_{\text{п}}) \frac{\ell_{\text{п}}}{2} + S_{\text{д}} \left(h - \frac{\ell_{\text{п}}}{2} - \ell \right)$$

7. Подставляя числовые значения, получим $\Delta V_{\text{MAX}} = 5800 \text{ см}^3$.

В итоге: объем воды можно или уменьшить на $\Delta V_{\text{уб}} = 160 \text{ см}^3$.

Или увеличить на:

$$\Delta V_{\text{MAX}} = 5800 \text{ см}^3.$$

Критерии оценивания

№	критерий	баллы
1	Сделан рисунок с изображенными силами, действующими на поплавок и на пластину. Если указаны не все необходимые силы, то не оценивать.	1
2	Записано выражение для силы давления на пластину со стороны воды в виде формулы, или в ином виде.	1
3	Записано условие равновесия поплавка для случая уменьшения объема воды в виде формулы, или в ином виде	2
4	Записано выражение для нахождения объема воды, допустимого для выливания. В виде формулы, или в ином виде.	1
5	Получен правильный численный ответ для уменьшения объема воды. (160 см ³)	1
6	Записано условие равновесия поплавка для случая увеличения объема воды в виде формулы, или в ином виде	2
7	Записано выражение для нахождения объема воды, допустимого для увеличения объема. В виде формулы, или в ином виде.	1
8	Получен правильный численный ответ для увеличения объема воды. (5800 см ³)	1
	Итого:	10

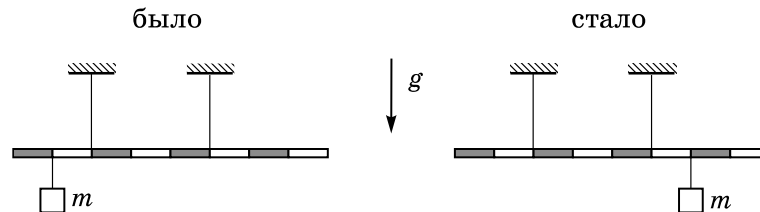
Примечание для жюри

Полностью правильное решение, полученное неавторским методом, оценивается полным баллом.

Недопустимо снижать оценку за «неправильное» оформление или неаккуратные записи.

3. Перенос массы (Вергунов А.). Небольшой груз, подвешенный к однородной доске, перенесли слева направо (как показано на рисунке). При этом сила натяжения одной из нитей увеличилась на $\Delta T = 15$ Н.

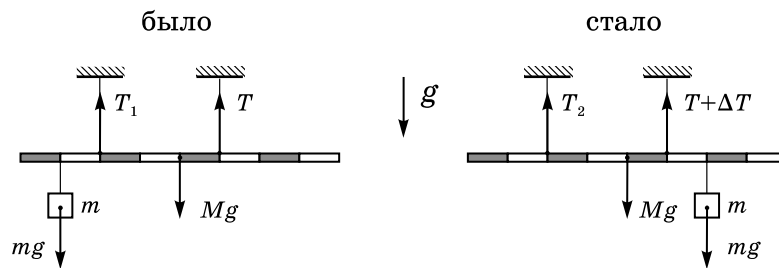
1. Сила натяжения какой из нитей увеличилась?
2. Определите массу грузика m .
3. При какой массе M доски все нити будут оставаться натянутыми независимо от места крепления груза массой m ?



Нити считайте невесомыми и нерастяжимыми, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все необходимые расстояния можете взять из рисунка.

Возможное решение

При переносе грузика слева направо увеличится сила натяжения правой нити. Расставим силы, действующие на систему в обоих случаях:



Чтобы исключить из уравнений силу натяжения левой нити, запишем правило моментов относительно точки крепления левой нити для обоих случаев. Для первого:

$$T3l + mgl = Mg2l.$$

Для второго:

$$(T + \Delta T)3l = Mg2l + mg4l.$$

Сократим l и вычтем из второго уравнения первое:

$$3\Delta T - mg = 4mg;$$

$$m = 3\Delta T / (5g) = 0,9 \text{ кг}.$$

Если подвесить груз на левый край доски может провиснуть правая нить. Запишем правило моментов относительно точки крепления левой нити, предположив, что правая нить провисла:

$$mg2l = Mg2l;$$

$$M = m.$$

То есть правая нить не будет провисать при массе доски $M > m$.

Если подвесить груз на правый край доски, то может провиснуть левая нить. Запишем правило моментов относительно правой нити, предположив, что левая нить провисла:

$$Mgl = mg3L;$$

$$M = 3m.$$

То есть левая нить не будет провисать при массе доски $M > 3m$. Тогда при $M > 2,7$ кг никакая нить не будет провисать.

Всероссийская олимпиада школьников по физике
Муниципальный этап. 29.11.2024 г.
8 класс

Критерии оценивания

№	Критерий	Балл
1	В решении указано, что увеличится сила натяжения правой нити	1
2	На рисунке правильно расставлены силы, действующие на систему в первом случае	1
3	На рисунке правильно расставлены силы, действующие на систему во втором случае	1
4	Правильно записано правило моментов для сил, действующих на доску в первом случае	1
5	Правильно записано правило моментов для сил, действующих на доску во втором случае	1
6	Получен правильный ответ для m	2
7	Рассмотрен случай провисания правой нити и найдена критическая масса доски M	1
8	Рассмотрен случай провисания левой нити и найдена критическая масса доски M	1
9	Правильно определена масса доски при которой никакая нить не будет провисать ($M > 2,7$ кг)	1
Итого:		10

Примечание для жюри

Полностью правильное решение, полученное неавторским методом, оценивается полным баллом. Недопустимо снижать оценку за «неправильное» оформление или неаккуратные записи.

4. Холодный чай (Вергунов А.). Калориметр объёмом $V_0 = 200$ мл наполовину заполнен водой температурой $t = 90$ °С. В калориметр добавляют колотый лёд температурой $t_{\text{л}} = 0$ °С. Какой минимальной температуры содержимого калориметра можно добиться при условии, что никакая жидкость из него не выливалась. Удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг °С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг, плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³. Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Возможное решение

При добавлении льда и последующем его таянии уровень жидкости в сосуде не будет изменяться. Так как по условию вода (в том числе талая) из сосуда не выливалась, то максимальный объём талой воды $V = 100$ мл, тогда максимальная масса добавленного льда $m_{\text{л}} = \rho V = 0,1$ кг. Количество теплоты, необходимое для плавления такой массы льда: $Q_1 = \lambda m_{\text{л}} = 330000 \cdot 0,1 = 33$ кДж. Количество теплоты, необходимое для охлаждения до нуля градусов горячей воды: $Q_2 = c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} 0,5 V_0 (t - t_{\text{л}}) = 37,8$ кДж. Следовательно, талая вода нагреется до некоторой температуры $t_{\text{к}}$, с учётом этого составим уравнение теплового баланса:

$$c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} 0,5 V_0 (t - t_{\text{к}}) = \lambda m_{\text{л}} + c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} 0,5 V_0 (t_{\text{к}} - t_{\text{л}});$$
$$t_{\text{к}} \approx 5,7 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Всероссийская олимпиада школьников по физике
Муниципальный этап. 29.11.2024 г.
8 класс

Критерии оценивания

№	Критерий	Балл
1	В решении указано что при таянии льда уровень жидкости остаётся постоянным	1
2	Верно найдена максимальная масса добавленного льда	1
3	Проведён анализ или сделано предположение о конечном состоянии содержимого сосуда	2
4	Использована формула количества теплоты при плавлении льда	1
5	Использована формула для расчёта количества теплоты при изменении температуры	1
6	Составлено правильное уравнение теплового баланса	2
7	Верно найдена конечная температура	2
Итого:		10

Примечание для жюри

Полностью правильное решение, полученное неавторским методом, оценивается полным баллом.
Недопустимо снижать оценку за «неправильное» оформление или неаккуратные записи.