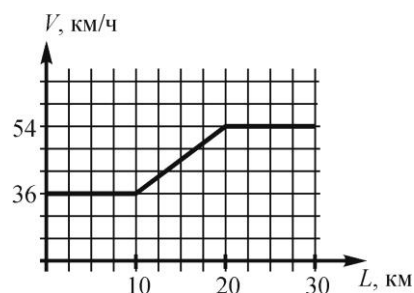


Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике
8 класс

(время выполнения – 3 часа, максимальное число баллов - 40)

Задача 1. (10 баллов) Колонна грузовиков движется по шоссе с максимальной скоростью, допустимой на данном участке шоссе. График зависимости скорости автомобиля от его расположения на трассе показан на рисунке. При движении со скоростью $V_1 = 36$ км/ч расстояние между автомобилями было равно $l_1 = 100$ м. На каком расстоянии друг от друга движутся грузовики, когда их скорость станет равной $V_2 = 54$ км/ч? Собственные размеры грузовиков не учитывать.



Решение.

Обозначим промежуток времени, который разделял выезжающие машины через τ , очевидно, что

$$\tau = l_1 / V_1.$$

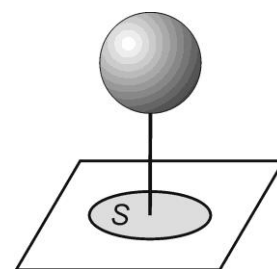
Так как машины едут по маршруту, пользуясь одним и тем же графиком движения, время, за которое грузовики преодолевают весь маршрут одинаково, и в конечный пункт они прибывают с интервалом времени τ . Так как скорость у них при этом V_2 , то расстояние между ними

$$l_2 = l_1 \frac{V_2}{V_1} = 150 \text{ м.}$$

Примерные критерии оценивания:

1. Найден интервал времени между машинами на первом участке – 3 балла.
2. Указано, что время прохождения маршрута одинаково и интервал прибытия тот же – 4 балла.
3. Найден интервал между машинами – 3 балла.

Задача 2. (10 баллов) Легкий метеорологический зонд объема $V = 64$ м³ наполнен гелием плотностью $\rho_{\text{He}} = 0,178$ кг/м³. Чтобы удержать зонд, его прикрепляют невесомым тросом к легкой пластине, которая плотно прилегает к неподвижной горизонтальной поверхности. Найдите минимальную площадь S такой пластины. Плотность воздуха $\rho_B = 1,293$ кг/м³, атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па, постоянная $g = 9,8$ Н/кг.



Решение.

Зонд будет удерживаться, пока сила атмосферного давления $p_0 S$, действующая на пластины, вместе с весом гелия $\rho_{\text{He}} g V$ превосходит Архимедову силу $\rho_B g V$, тянущую вверх, то есть когда

$$S p_0 > (\rho_B - \rho_{\text{He}}) g V,$$

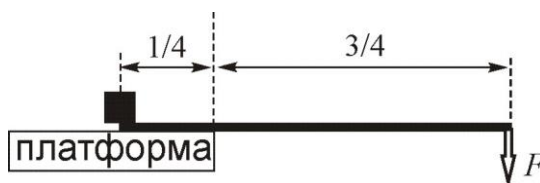
отсюда минимальная площадь

$$S = \frac{(\rho_B - \rho_{He})gV}{P_0} = 70 \text{ см}^2.$$

Примерные критерии оценивания:

1. Указано, что на пластину действуют три силы – 2 балла.
2. Найдена сила атмосферного давления – 2 балла.
3. Найден вес зонда – 2 балла.
4. Найдена Архимедова сила – 2 балла.
5. Записано условие подъема зонда – 1 балл.
6. Найдена площадь – 1 балл.

Задача 3. (10 баллов) На платформе расположен куб. Под него подсунули плоский лом, который выступает за край платформы на три четверти своей длины. Масса лома m . К противоположному концу лома приложили силу F , направленную вниз и куб приподнялся. Найти массу лома той же длины, который приподнимал бы куб только за счет собственного веса. Постоянную g считать известной.

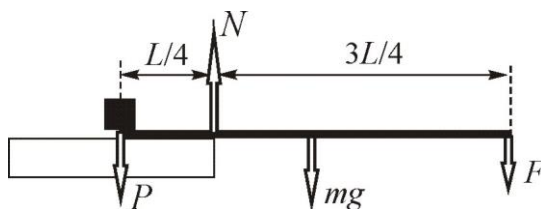


Решение.

На лом действуют: сила реакции края платформы N , вес куба P , сила тяжести mg и сила F . Чтобы лом не вращался относительно края платформы, моменты сил, вращающих лом в разные стороны, должны уравновеситься:

$$M_1 = M_2 + M_3,$$

где M_1 - вращательный момент, создаваемый весом куба, а M_2 и M_3 - моменты, создаваемые весом лома и силой F соответственно. Сила N не вращает лом (ее плечо равно нулю).



Обозначим длину лома L . Плечо силы F относительно края платформы тогда равно $3L/4$; для силы mg (приложенной к середине лома) плечо составляет $L/4$. Поэтому

$$M_2 = \frac{mgL}{4}, M_3 = \frac{3FL}{4}.$$

Для лома массы m условие равенства моментов имеет вид

$$M_1 = \frac{mgL}{4} + \frac{3FL}{4}.$$

Для второго лома с неизвестной массой m' условие равенства моментов примет вид

$$M_1 = \frac{m'gL}{4}.$$

Приравнивая правые части последних двух уравнений

$$\frac{mgL}{4} + \frac{3FL}{4} = \frac{m'gL}{4},$$

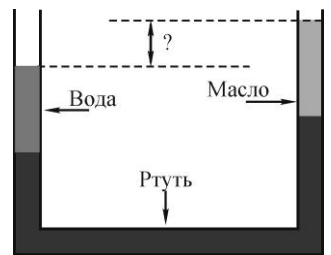
получаем искомую массу лома

$$m' = m + \frac{3F}{g}.$$

Примерные критерии оценивания:

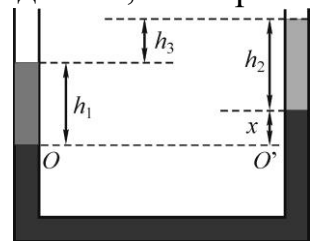
1. Показан рисунок, с действующими на систему силами – 2 балла.
2. Записано условие равновесия системы в первом случае - 3 балла.
3. Записано условие равновесия во втором случае – 3 балла.
4. Получен ответ – 2 балла.

Задача 4. (10 баллов) В U-образную трубку налили ртуть. Затем в левое колено долили воду, а в правое – масло. Высота столбика воды составляет $h_1 = 0,9$ м, высота столбика масла - $h_1 = 1$ м. Найдите разность уровней жидкости в коленах трубки. Постоянная $g = 10$ Н/кг. Плотность ртути равна $\rho_1 = 13,6$ г/см³, плотность воды $\rho_2 = 1$ г/см³, плотность масла $\rho_3 = 0,85$ г/см³.



Решение. Рассмотрим рисунок. Отметим, что применить напрямую закон сообщающихся сосудов здесь не получится, так как жидкости, которыми заполнена трубка, различны.

Рассмотрим уровень OO' , на котором начинается столбик воды в левом колене. Жидкость ниже OO' однородна и находится в равновесии, значит, давления на уровне OO' в левом и правом коленах трубки равны.



Давление в правом колене на этом уровне складывается из давления столбика масла высотой h_2 и столбика ртути высотой x . Давление в левом колене на этом уровне обеспечивается столбиком воды высотой h_1 , т.е.

$$\rho_2gh_1 = \rho_3gh_2 + \rho_1gx \Rightarrow x = \frac{\rho_2h_1 - \rho_3h_2}{\rho_1} = 3 \text{ мм.}$$

Далее из очевидных соображений $h_1 + h_3 = h_2 + x$, то есть $h_3 = h_2 + x - h_1 = 10,3$ см.

Примерные критерии оценивания

- 1) Выделен и исключен равновесный уровень ртути - 2 балла.
- 2) Записано условие гидростатического равновесия - 3 балла.
- 3) Найдена высота x - 2 балла.
- 4) Найдена высота h_3 - 3 балла.