

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
2018 – 2019 учебный год

8 класс

8.1. Одинаковые уровни

В U-образную трубку налили ртуть. Затем в правое колено добавили масло, в результате чего верхние уровни жидкостей в левом и правом коленах стали отличаться на $\Delta h = 13$ мм. Какой высоты столб воды надо добавить в U-образную трубку, чтобы верхние уровни жидкостей вновь стали одинаковыми? Плотность ртути $\rho_{\text{рт}} = 13,6$ г/см³, плотность масла $\rho_{\text{м}} = 900$ кг/м³, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³.

Возможное решение.

Обозначим $h_{\text{м}}$ - высота столба масла, добавленного в правое колено. Верхний уровень масла будет выше верхнего уровня ртути в левом колене, поскольку плотность ртути больше плотности масла. Давление в трубке на уровне, соответствующем нижнему уровню масла по закону Паскаля будет одинаково:

$$\rho_{\text{м}} g h_{\text{м}} = \rho_{\text{рт}} g (h_{\text{м}} - \Delta h) \quad (1)$$

Обозначим $h_{\text{в}}$ - высоту столба воды, добавленной в левое колено. Теперь уровень ртути в правом колене будет выше чем в левом, поскольку плотность масла меньше плотности воды. Давление в трубке на уровне, соответствующем нижнему уровню воды в левом колене, будет одинаково:

$$\rho_{\text{в}} g h_{\text{в}} = \rho_{\text{м}} g h_{\text{м}} + \rho_{\text{рт}} g (h_{\text{в}} - h_{\text{м}}) \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2) получим

$$h_{\text{в}} = \Delta h \frac{\rho_{\text{рт}}}{\rho_{\text{рт}} - \rho_{\text{в}}} = 14 \text{ мм}$$

Примерная разбалловка

Определено, что верхний уровень масла выше уровня ртути.....	1
Приведено выражение (1), связывающее Δh и $h_{\text{м}}$	3
Определено, что нижний уровень воды ниже нижнего уровня масла.....	1
Приведено выражение (2), связывающее высоты столбов воды и масла.....	3
Найдена высота столба воды.....	2

8.2. Стриж из Нижнего Новгорода.

Высокоскоростной «стриж» на пути из Москвы в Нижний Новгород обгоняет пассажирский поезд «нижегородец», стоящий на станции, за время $t_1 = 15$ с. На обратном пути поезда вновь встретились – на этот раз оба двигались. Машинист «стрижа» заметил, что он проехал мимо «нижегородца» теперь за время $t_2 = 10$ с. Во сколько раз скорость «стрижа» больше скорости «нижегородца»?

Возможное решение

Пусть L – длина «нижегородца», V_1 – его скорость, V_2 – скорость «стрижа». Тогда на пути из Москвы в Нижний Новгород $L = V_2 t_1$. На обратном пути $L = (V_2 + V_1) t_2$.

Приравняв записанные выражения, находим

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{t_2}{t_1 - t_2} = 2.$$

Примерная разбалловка

Записано выражение для L в первом случае.....	2
Записано выражение для L на обратном пути	4
Найдено отношение скоростей.....	4

8.3. Теплообмен.

В лаборатории в красном сосуде находилось некоторое количество теплой жидкости, а в синем сосуде – 400 г такой же жидкости при меньшей температуре. После того как в сосуд с теплой жидкостью добавили 200 г холодной, температура в нём понизилась на 4°C. Затем в этот сосуд добавили остатки холодной жидкости из синего сосуда, температура теперь понизилась всего на 2°C. Сколько жидкости оказалось в красном сосуде?

Теплоемкостью сосудов, потерями жидкости и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Возможное решение

Обозначим:

c – удельная теплоёмкость жидкости

M – масса жидкости в красном сосуде

$m = 200$ г – масса жидкости в синем сосуде

t_k – начальная температура жидкости в красном сосуде

t_c – начальная температура жидкости в синем сосуде

После добавления в красный сосуд 200 г холодной жидкости в нем установится температура t_1 :

$$cM(t_k - t_1) = cm(t_1 - t_c)$$

После добавления в красный сосуд ещё 200 г холодной жидкости из синего сосуда, установится температура t_2 :

$$c(M + m)(t_1 - t_2) = cm(t_2 - t_c)$$

Поскольку $(t_k - t_1) = 4^\circ\text{C}$, а $(t_1 - t_2) = 2^\circ\text{C}$, получим:

$$4M = m(t_k - 4 - t_c)$$

$$2(M + m) = m(t_k - 6 - t_c)$$

Вычитая из первого равенства второе найдем

$$M = 2m$$

Итого в красном сосуде окажется 800 г жидкости.

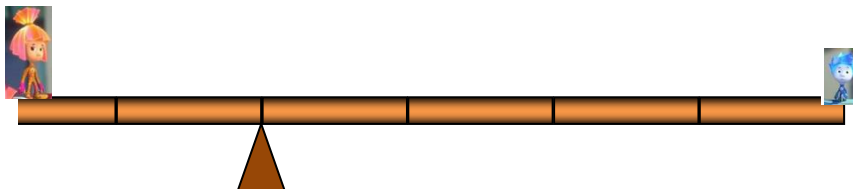
Примерная разбалловка

Записано выражение для t_1	4
Записано выражение для t_2	4
Найдена масса жидкости.....	2

8.4. Фиксики на рычаге.

Ремонтируя механизм старинных часов, Симка и Нолик оказались на рычаге длиной 6 см. Нолик опрометчиво устремился навстречу сестре. Симка знала, что вес Нолика в 3 раза меньше её собственного веса и ей удалось рассчитать, с какой скоростью она должна двинуться навстречу Нолику для поддержания равновесия.

На каком расстоянии от оси рычага фиксика встретились? Какова была масса рычага весов, если масса Нолика равна 5 г?



Возможное решение

Обозначим:

$m_0 = 5$ г – масса Нолика

m – масса рычага, $d = L/6 = 1$ см – 1/6 часть рычага

Массу рычага найдем из условия равновесия в начальном состоянии:

$$3m_0g2d = mgd + m_0g4d \quad (1)$$

Отсюда $m = 2m_0 = 10$ г.

Симка и Нолик встретятся левее оси рычага на расстоянии Z от оси:

$$(3m_0 + m_0)gZ = mgd \quad (2)$$

Отсюда $Z = d/2 = 0,5$ см.

Примерная разбалловка

Записано условие равновесия на рычаге (1)	3
Найдена масса рычага.....	2
Записано условие равновесия (2)	3
Найдено место встречи фиксиков.....	2