

### Интернет-олимпиада по физике 3 тур. Решение задание для 7 класса.

1. Два мальчика одновременно отправились из деревни в сельский магазин, находящийся на расстоянии 8 км. Чтобы никому не было обидно, поступили они таким образом: первый мальчик поехал на велосипеде, а потом оставил его на дороге и пошел пешком, а второй сначала шел пешком, а дойдя до велосипеда, сел на него и проехал остаток пути на велосипеде. Поучилось так, что около магазина они оказались в один и тот же момент. Сколько времени потратили мальчики на дорогу, если известно, что скорость человека пешком 5 км/ч, а на велосипеде 20 км/ч?

**Решение.** Поскольку мальчики прибыли к месту назначения одновременно, то  $t_1=t_2$ . Каждый из мальчиков на каждом из отрезков пути двигался равномерно и прямолинейно. Воспользуемся этим, расписав условие одновременности прибытия мальчиков:

$$\frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2}{V_2} = \frac{S_1}{V_2} + \frac{S_2}{V_1}.$$

Из этого равенства следует, что  $S_1=S_2=S/2$ . Значит, время движения мальчиков можно рассчитать как

$$t = \frac{S(V_1 + V_2)}{2V_1V_2}, t = 1 \text{ час.}$$

**Ответ:** 1 час

**Максимальный балл: 5. Разбалловка:**

1 балл за формулу, связывающую скорость, время и путь

1 балл за условие одновременности прибытия мальчиков:  $t_1 = t_2$

1 балл за «кусочную» запись  $\frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2}{V_2} = \frac{S_1}{V_2} + \frac{S_2}{V_1}$

1 балл за вывод  $S_1=S_2=S/2$

1 балл за верный численный ответ

2. В стакане с водой плавает кубик с ребром 5 см так, что уровень воды доходит до его половины. Аккуратно наливая на воду бензин, можно заставить кубик подниматься. Сколько надо налить бензина, чтобы кубик «выплыл» из воды?

**Решение.** Во втором случае кубик погружен только в бензин, значит, глубина погружения равна искомой толщине слоя бензина. Запишем условие плавания тела:

$$F_a = mg.$$

Массу кубика можно рассчитать из условия, что она исходно наполовину погружена в воду:  $m = \rho_0 \frac{HS}{2}$ .

С другой стороны, масса кубика рассчитывается как  $m = \rho hS$ .

Таким образом, искомая высота составляет 3,125 см при плотности бензина 710 г/см<sup>3</sup>. Верным считался ответ, полученный и при других плотностях бензина, если не было допущено ошибок в рассуждениях и вычислениях.

**Ответ:** 3,125 см (при плотности 710 г/см<sup>3</sup>).

**Максимальный балл: 5. Разбалловка:**

1 балл за запись формулы Архимеда

1 балл за условие плавания кубика в воде

1 балл за условие плавания кубика в бензине

1 балл за соотношения между высотами

1 балл за верный численный ответ

3. В бочку с диаметром дна 200 см налили 126,5 л воды. Какое давление действует на стенку бочки на высоте 100 см от дна? Внешние условия нормальные, атмосферное давление  $10^5$  Па.

**Решение.** Для того чтобы понять, какое давление оказывается на стенку бочки, найдем уровень налитой жидкости. В случае, если на указанной в условии высоте есть жидкость, применим закон Паскаля, гласящий, что давление в жидкости распространяется одинаково. Тогда общее давление будет равно

$$P = P_{\text{воды}} + P_{\text{атм.}}$$

В противном случае давление будет равно атмосферному.

Используя формулы для подсчёта высоты

$$H = \frac{V}{S}, \quad \text{где } S = \frac{\pi D^2}{4},$$

$$\text{получим } H = \frac{4V}{\pi D^2}.$$

При подстановке получим 40 см. Значит, на этом уровне жидкости нет. Значит, на стенку действует только атмосферное давление. Некоторые из участников отмечали, что атмосферное давление действует и с внешней стороны стенки, компенсируя «внутреннее» давление.

**Ответ:**  $10^5$  Па.

**Максимальный балл: 5. Разбалловка:**

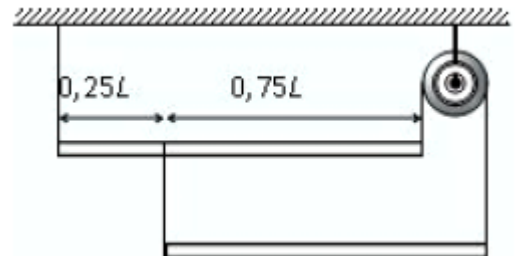
1 балл за утверждение о том, что давление жидкости распространяется во все стороны одинаково и формулу гидростатического давления

2 балла за нахождение высоты

1 балл за учет атмосферного давления

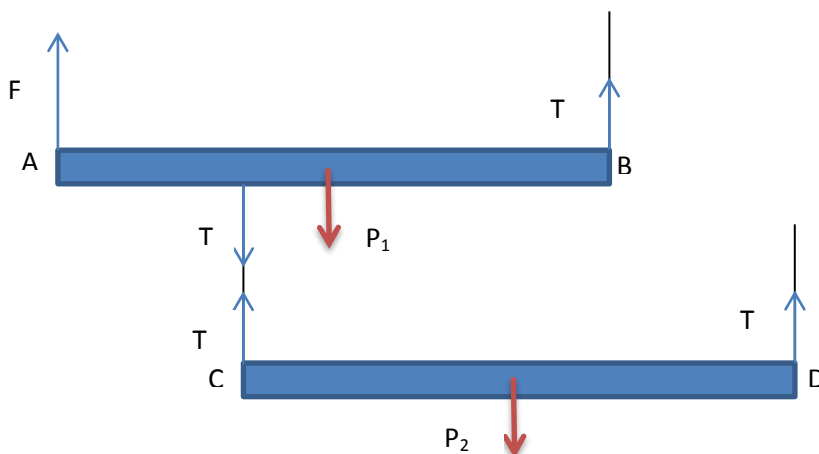
1 балл за верный численный ответ

4. На рисунке представлена сложная система. Нити-подвесы невесомы и нерастяжимы, блок закреплен, стержни массивны и однородны. Вес верхнего стержня 30 Н. Найдите вес нижнего стержня, используя данные с рисунка. Размерами и массой блока пренебречь.



**Решение.** Для того чтобы верно решить задачу посчитаем все нити невесомыми и нерастяжимыми, а блок невесомым и с отсутствием сил трения.

В качестве решения приведём то, что получилось у одного из участников Интернет-олимпиады. Изобразим на рисунке все силы, действующие на систему с рычагом:



Рассмотрим условие равновесия нижнего стержня CD использованием правила моментов. Пусть центром вращения стержня будет точка C. Значит, будет три момента сил – силы  $P_2$ , приложенная к центру тяжести стержня, расположенному на расстоянии  $0,5L$  и сила натяжения нити  $T$  на расстоянии  $L$ . Стержень будет в равновесии, если моменты этих сил  $M_1$  и  $M_2$  будут равны. Так как сила  $P_2$  может вращать стержень по часовой стрелке, а сила  $T$  против часовой стрелки:  $M_1 = M_2$  или  $P_2 \cdot 0,5L = T \cdot L$ . Отсюда  $P_2 = 2T$ .

Аналогично рассмотрим верхний стержень AB. Центром вращения будет точка A.

Запишем условие равновесия для него:  $T \cdot 0,25L + P_1 \cdot 0,5L - T \cdot L = 0$

Отсюда получим  $T(L - 0,25L) = P_1 \cdot 0,5L$   $T = 2/3P_1$ .

Подставляя это в уравнение равновесия второго стержня получим

$$P_2 = P_1 \cdot \frac{4}{3} = 40 \text{ Н.}$$

**Ответ:** 40 Н

**Максимальный балл: 5. Разбалловка:**

1 балл за утверждение, что все нити невесомыми и нерастяжимыми, а блок невесомым и с отсутствием сил трения

1 балл за рисунок с расстановкой сил

1 балл за обоснование и использование правила моментов

1 балл за определение точек, относительно которой считаем моменты

1 балл за верный численный ответ.

5. Посчитайте, какое минимальное количество рабочих нужно для того, чтобы с помощью «секретного» механизма поднять груз массой  $M = 1200$  кг при условии: если рабочие вытягивают трос длины  $H = 1$  м, то груз поднимается на расстояние  $h = 0,25$  м. Средняя масса одного рабочего  $m = 60$  кг.

**Решение.** Эту задачу можно решать разными способами. Однако сомнение вызывает метод решения задачи с помощью «золотого правила механики» для классического рычага без всяких на то комментариев. В условии не сказано, что «секретный» механизм – непременно блок или рычаг, и в том месте задачу стоило пояснить.

Воспользуемся методом малых перемещений и скажем, что полная работа всех сил реакций в системе при малых отклонениях от положения равновесия равна нулю.

Будем считать трос нерастяжимым и невесомым. Тогда работа силы натяжения троса, (причем  $T = Fm$  груза) равна работе, которую совершают рабочие. Тогда

$$Mgh = FH, \text{ где } F = Nmg,$$

откуда  $N = \frac{M \cdot h}{m \cdot H}, N = 5$ .

**Ответ: 5 человек.**

**Максимальный балл: 5. Разбалловка:**

1 балл за верный выбор метода решения

1 балл за обоснование метода решения

1 балл за формулу в общем виде

2 балл за верный численный ответ

**Итого за работу: 25 баллов**