

## 7 класс. II тур. Вступительная олимпиада по физике

1. Крокодил Гена и Чебурашка мастерили скворечники из одинаковых досок. У чебурашки получился маленький скворечник, на доски для которого было потрачено 80 рублей. У Гены получился скворечник, который по всем размерам в 2 раза больше, чем у Чебурашки. Сколько стоили доски скворечника Гены?

**Ответ: 320 рублей.**

*Решение:* Если размеры скворечника у Гены в 2 раза больше, то площадь — в 4 раза больше; и во столько же раз на него пойдет больше досок. Значит, их стоимость 320 рублей.

2. Тело взвешивают на пружинном динамометре. При взвешивании в пустоте динамометр показывает 12 Н. При взвешивании этого же тела в воде плотности  $1000 \text{ кг/м}^3$  динамометр показывает 7 Н. Какова плотность жидкости, при взвешивании в которой динамометр показывает 5 Н?

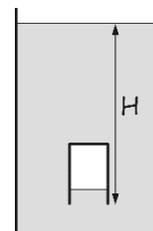
**Ответ:  $1400 \text{ (кг/м}^3\text{)}$ .**

*Решение:* В пустоте (плотностью воздуха пренебрегаем), весы показывают вес  $P_0 = mg$ . В жидкости вес уменьшается на силу Архимеда. Поэтому вес тела в воде:  $P_1 = mg - \rho_B Vg$ ; а в неизвестной жидкости  $P_2 = mg - \rho_X Vg$ . Подставляя, получим:

$$\rho_B Vg = P_0 - P_1 \quad |$$

$$\rho_X Vg = P_0 - P_2 \quad | \Rightarrow \rho_X = \rho_B (P_0 - P_2) / (P_0 - P_1) = 1000 * (12 - 5) / (12 - 7) = 1400 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

3. В высокое ведро с водой вверх дном опускают на глубину  $H = 30 \text{ см}$  пустой стакан объемом  $V_0 = 200 \text{ мл}$ . Площадь дна стакана  $S = 20 \text{ см}^2$ , объем воздуха в стакане  $V = 130 \text{ мл}$ . На сколько давление воздуха в стакане больше атмосферного?



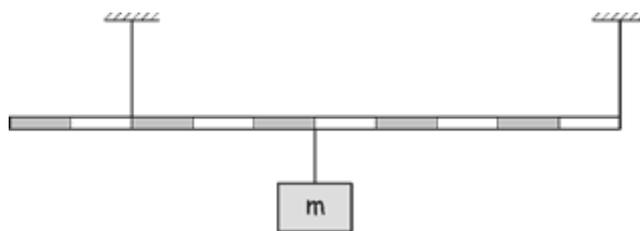
**Ответ: 2650 Па.**

*Решение:* Если площадь стакана  $S$ , а его объем  $V_0$ , то высота стакана  $h_0 = V_0/S = 200/20 = 10 \text{ см}$ . Дно стакана находится под водой на  $h_0$  выше, чем край, то есть на глубине  $H - h_0$ .

Если объем воздуха в стакане  $V$ , то граница воды и воздуха в стакане на  $h = V/S = 130/20 = 6.5 \text{ см}$  ниже, чем дно, то есть на глубине  $H - h_0 + h$  от поверхности. Давление на воздух тем самым будет больше на величину:

$$P = \rho g (H - h_0 + h) \approx 1000 * 10 * (0.3 - 0.1 + 0.065) = 2650 \text{ Па}.$$

4. На рисунке показан рычаг массой 2 кг, подвешенный горизонтально на двух нитях. К середине рычага подвешен груз массой  $m = 4 \text{ кг}$ . Определите силы натяжения нитей.



**Ответ: 37.5 Н и 22.5 Н**

*Решение:* Сумма левой силы натяжения  $F_1$  и правой силы натяжения  $F_2$  уравнивает суммарный вес груза  $mg$  и самого рычага  $m_p g$ , то есть :

$$F_1 + F_2 = mg + m_p g. \quad (1)$$

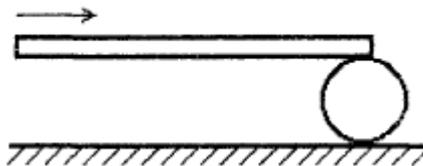
Силы тяжести рычага и груза приложены к центру рычага, а моменты сил натяжения уравновешены по правилу моментов:

$$F_1 L_1 = F_2 L_2 \text{ или } F_1 * 3 = F_2 * 5 \quad (2). \text{ (единицы измерения длин не важны, важно лишь их отношение).}$$

Из уравнений (1) и (2) получим:

$$F_1 = 5/8(mg + m_p g) \approx 5/8(40 + 20) = 37.5 \text{ Н}. \quad F_2 = 3/8(mg + m_p g) \approx 3/8(40 + 20) = 22.5 \text{ Н}.$$

5. Доска длиной 6 м правым концом лежит на цилиндре. Рабочий начинает толкать доску вперед, в направлении, показанном стрелкой. Какое расстояние пройдет рабочий к моменту, когда левый конец доски окажется на цилиндре? Считайте, что проскальзывания нет.



**Ответ: 12 м.**

*Решение:* Верхний край цилиндра при качении без проскальзывания движется в 2 раза быстрее, чем центр цилиндра, поэтому доска движется в 2 раза быстрее цилиндра. Когда цилиндр прокатится расстояние  $x$ , доска (и рабочий, её держащий) пройдут путь  $2x$ ; при этом доска относительно цилиндра пройдет путь, равный своей длине  $L$ . Поэтому  $2x - x = L$ , и отсюда  $x = L$ , а рабочий пройдет путь  $2L=12\text{ м}$ .

6. Груз подвесили при помощи системы из блоков, показанной на рисунке. Свободный конец перемещают влево со скоростью  $v = 1 \text{ м/с}$ . С какой скоростью поднимается груз?

**Ответ: 4 м/с.**

*Решение 1 (кинематическое).* Когда верхний блок сместится влево на расстояние  $x$ , верхняя и нижняя часть огибающей его веревки удлинится относительно исходного положения на расстояние  $x$  (рис.1). Поэтому, чтобы скомпенсировать это удлинение, нижний конец этой веревки должен сместиться влево на  $2x$ .

Значит, если 1-й блок имеет скорость  $v$ , нижний конец веревки (и привязанный к ней 2-й блок) имеют скорость в 2 раза больше, то есть  $2v$ . Аналогично, если 2-й блок имеет скорость  $2v$ , конец огибающей его веревки и привязанный к нему груз имеют в 2 раза большую скорость:  $4v$ .

*Решение 2 (динамическое).* Если груз натягивает веревку с силой  $F$ , то нижний подвижный блок (если он невесомый) нужно тянуть с силой  $2F$ , а верхний блок – с силой  $4F$  (рис. 2). Значит, наша система проигрывает в силе в 4 раза, а значит по золотому правилу механики выигрывает в перемещении в 4 раза. Поэтому скорость груза будет в 4 раза больше, то есть  $4v$ .

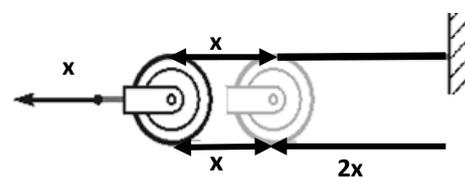


Рисунок 1

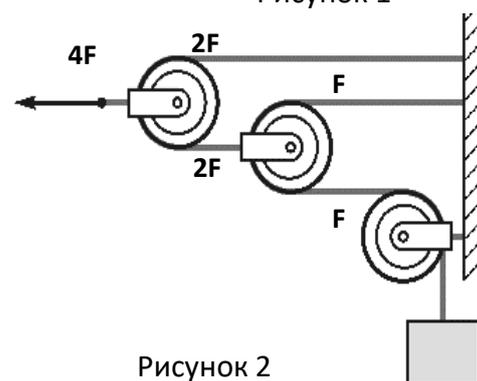


Рисунок 2

7. Отчего, спускаясь на лодке по реке, плывут посередине реки, а поднимаясь, стараются держаться берега?

*Решение:* Из-за трения скорость течения воды в реке вблизи дна практически равна нулю. В центре реки глубина больше, чем вблизи берега, поэтому в центре трение о дно и берега меньше тормозит течение. То есть скорость течения у берега самая маленькая, а в центре реки – самая большая. (На самом деле, самая большая скорость течения в самом глубоком месте реки). Когда плывут по течению (вода течет сверху вниз, поэтому по течению означает «спускаться по реке»), река «помогает» плыть. И потому стараются плыть в месте самого большого попутного течения, то есть в центре реки. Когда двигаются против течения («поднимаются по реке») вода идет навстречу движению, и стараются двигаться в месте наименьшего течения. То есть как можно ближе к берегу. (Чтобы только не мешали отмели, трава и ветви деревьев: впрочем, ветви могут и помогать, если за них иногда хвататься (когда встречное течение сильное и лодку может сносить)).