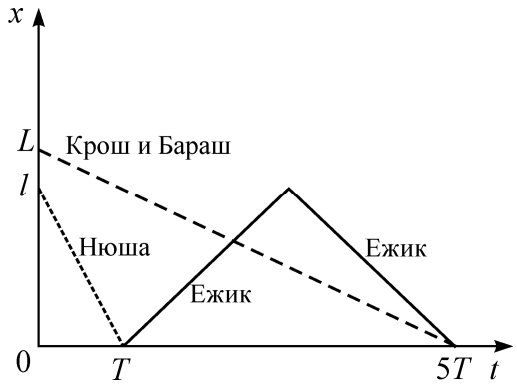
Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
2012/13 учебный год
8 класс
Типовой вариант

1. Было жаркое лето. Нюша рассматривала в импортных журналах картинки отдыха «all inclusive» с бассейнами, шезлонгами и зонтиками. Так или иначе, она уговорила друзей на открытом живописном пригорке выкопать бассейн. Но что толку от бассейна, если в нем нет воды! Крош и Бараш поставили на телегу бочку и направились к речке, а Нюша, узнав, что расстояние L от бассейна до речки в 1,25 раз больше, чем расстояние l от бассейна до ручья, схватила ведерко и побежала к ручью. Крош и Бараш наполнили из речки бочку, а Нюша зачерпнула из ручья воду в ведерко, и они одновременно в момент времени $t = 0$ направились к бассейну. Вылив ведерко в бассейн, Нюша утомилась, и ее сменил Ежик. Он передвигался к ручью медленнее Нюши. График зависимости координаты от времени для каждого из друзей показан на рисунке. Определите, во сколько раз скорость V_2 Ежика была больше скорости V_1 Кроша и Бараша.



Решение. Согласно графику все смешарики двигались равномерно. На преодоление расстояния L от речки до бассейна Крошу и Барашу, двигающимся со скоростью V_1, потребовалось время $5T$, т.е. $L = V_1 \cdot 5T$. За время $5T - T = 4T$ Ежик, двигаясь со скоростью V_2, успел преодолеть расстояние от бассейна до ручья и от ручья до бассейна, т.е. $2l = V_2 \cdot (5T - T) = V_2 \cdot 4T$. Согласно условию задачи $L = 1{,}25l$. Объединяя полученные выражения, получаем ответ: $\dfrac{V_2}{V_1} = \dfrac{2l}{4T} \cdot \dfrac{5T}{L} = \dfrac{10 \cdot l}{4 \cdot 1{,}25l} = 2$.

Ответ: в 2 раза.

2. «Но как Вы догадались, Холмс, что это принадлежит полковнику Морану?», – воскликнул удивленный Ватсон, разглядывая, как Холмс достает из сосуда с жидкостью плавающий кубик. «Элементарно, Ватсон!» – опять произнес Шерлок Холмс, подытоживая очередное запутанное дело. «Вот главная улика. Этот кубик весьма лёгок, а его ребро составляет треть фута. Вы заметили, Ватсон, на какую глубину был погружен кубик в жидкость? Нет? Это самое важное, Ватсон! Если не учитывать атмосферное давление, то можно получить очень интересный результат: сила давления жидкости на дно этого плавающего кубика в 5 раз больше, чем средняя сила давления этой жидкости на любую из его боковых стенок. Такой кубик мог быть только у одного человека – человека, вернувшегося из Индии».

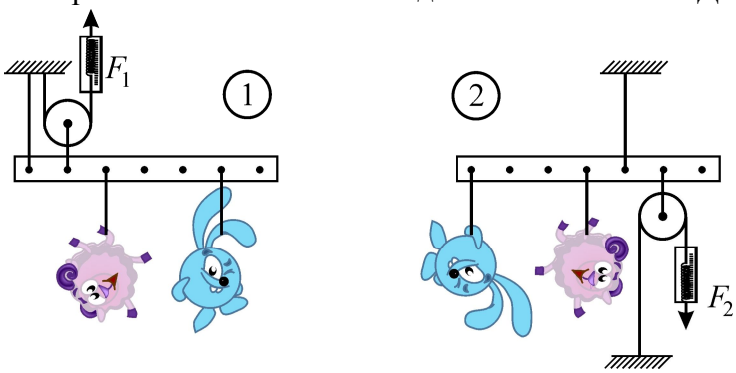
Определите, на какую глубину погружался в жидкость таинственный кубик. Ответ выразите в сантиметрах.

Для справки: 1 фут = 0,3 м.

Решение. Пусть глубина погружения кубика h. Сила гидростатического давления на глубине h равна $p = \rho g h + p_{\text{À}}$, где ρ – плотность жидкости, p_{A} – атмосферное давление. Так как атмосферное давление не учитывается, то сила давления на дно плавающего кубика будет равна $F_h = p \cdot S = p \cdot a^2 = \rho g h \cdot a^2$, а средняя сила давления на любую из боковых стенок плавающего кубика, дно которого погружено на глубину h, равна $F_{\text{ñð}} = \dfrac{F_0 + F_h}{2} = \dfrac{0 + F_h}{2} = \dfrac{F_h}{2} = \dfrac{\rho g h}{2} \cdot h \cdot a$. Согласно условию задачи $\dfrac{F_h}{F_{\text{ñð}}} = 5$, т.е. $\dfrac{\rho g h \cdot a^2}{\dfrac{\rho g h}{2} \cdot h \cdot a} = \dfrac{2a}{h} = 5$, или $h = \dfrac{2a}{5} = \dfrac{2 \cdot 0{,}1}{5} = 0{,}04$ м = 4 см.

Ответ: 4 см.

3. Узнав прелесть экспериментальной физики, Нюша стала совершенствоваться в этой области. Больше всего ей понравилась тема «Простые механизмы» – ведь они ПРОСТЫЕ! Для своих экспериментов она выбрала: 1) легкий блок, в оси которого отсутствовало трение; 2) легкую рейку, имеющую отверстия, находящиеся на одинаковом расстоянии друг от друга; 3) динамометр (уж больно он был похож на весы!); 4) легкую, нерастяжимую веревку; 5) жесткий стержень для подвешивания рейки к потолку; 6) Бараша и Кроша.



Она наслаждалась, уравновешивая рейку посредством перемещения точек подвеса Кроша, Бараша, опоры и динамометра. Схема ее двух экспериментов представлена на рисунках 1 и 2.

Учитывая, что все смешарики весят одинаково (их вес равен $P = 1$ Н), определите разность показаний динамометра ΔF.

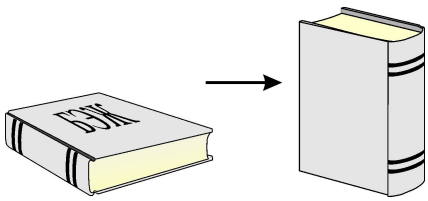
Решение. Обе системы, используемые Нюшей, находятся в равновесии. Сила, действующая на рейку со стороны нити подвижного блока, для первого и второго случаев равна, соответственно, $2F_1$ и $2F_2$. Запишем уравнение моментов относительно оси, проходящей через точку подвеса, для каждой из систем:

1) $P \cdot 2l + P \cdot 5l = 2F_1 \cdot l$; 2) $P \cdot 4l + P = 2F_2 \cdot l$.

Выражая из этих уравнений силы F_1 и F_2, получаем искомую величину: $\Delta F = F_1 - F_2 = 3{,}5P - 2{,}5P = P = 1$ Н.

Ответ: 1Н.

4. Чтобы повысить надои молока любимой коровы Мурки, кот Матроскин отправился в простоквашинскую библиотеку. Там перед ним положили на большой библиотечный стол все книги Большой Энциклопедии по Животноводству (БЭЖ). Перед уходом аккуратный кот Матроскин все книги, разложенные на большом столе, поставил вертикально «корешок к корешку», прислонив их к стене. Вечером он вернулся домой весьма утомленный. «Тоже мне труженик! Книжки перекладывал, да буквы складывал!», – подшучивал Шарик. «Что от тебя ждать-то, «грамотей»! Даже если бы я ни одного слова не прочитал, а только книги поставил, то я совершил бы работу в 60 Дж!». Сколько книг поставил вертикально кот Матроскин, если известно, что все книги БЭЖ одинаковы, масса каждой книги равна 2 кг, а размеры равны $a = 30$ см (высота), $b = 20$ см (ширина), $c = 6$ см (толщина).



Решение. Книги после чтения лежали на столе, т.е. их центр тяжести находился на высоте $\frac{c}{2}$ над уровнем стола. Когда книги были поставлены к стене, их центр тяжести стал находиться на высоте $\frac{a}{2}$ над уровнем стола. Таким образом, работа, которую совершил кот, равна $A = Mg\frac{a-c}{2} \cdot N$, где N – число книг. Отсюда находим $N = \frac{2A}{Mg(a-c)} = \frac{2 \cdot 60}{2 \cdot 10 \cdot (0{,}3 - 0{,}06)} = 25$.

Ответ: 25 книг.