

## Заключительный этап Всесибирской олимпиады, 2014-2015

### Физика, 7 класс

Возможные решения с баллами.

Максимальный балл за задачу – 10.

1) В маленьком аквариуме, имеющем вид куба с ребром 20 см, плавают две рыбки одного вида. Они различаются тем, что все геометрические размеры одной из рыбок в два раза больше, чем у другой. Когда большую рыбку вытащили сачком, уровень воды в аквариуме уменьшился на 2 мм. Определите по этим данным массу маленькой рыбки.

*Решение.* Объем воды, вытесняемый большой рыбкой, равен  $0.2 \cdot 20 \cdot 20 = 80 \text{ см}^3$  (+2 балла). Значит, объем маленькой рыбки равен  $10 \text{ см}^3$ , так как объем пропорционален произведению характерных размеров в трех измерениях (+3).

Так как рыба плавает, то ее средняя плотность практически равна плотности воды,  $1000 \text{ кг/м}^3$  (+3). Таким образом, масса маленькой рыбки составляет 10 г (+2 балла).

2) Имеется три разные пружины с коэффициентами жесткости  $k$ ,  $3k$  и  $6k$ . Их в некотором порядке скрепили концами одну за другой. Свободные концы этой «составной» пружины сместили вправо: один конец – на 12 см, а другой – на 3 см. Насколько изменилась длина пружины со значением коэффициента жесткости  $3k$ ?

*Решение.* Описанное в условии смещение концов пружин эквивалентно растяжению или сжатию составной пружины на  $\Delta L = 9 \text{ см}$  (+2 балла).

Если рассчитать эффективный коэффициент жесткости составной пружины  $(1/k_{\text{eff}}) = 1/k + 1/3k + 1/6k$ , который не зависит от порядка расположения пружин (+1), то получим значение  $k_{\text{eff}} = 2k/3$  (+2 балла).

Значит, сила натяжения (упругости) пружин составляет  $F = \Delta L \cdot k_{\text{eff}} = \Delta L \cdot 2k/3$  (+2 балла).

Изменение длины пружины с коэффициентом жесткости  $3k$  не зависит от положения пружины и направления действия сил натяжения (+1) и составит  $\Delta L_1 = F/3k = 2 \cdot \Delta L/9 = 2 \text{ см}$  (+2 балла).

3) Две машины одновременно выехали из пункта А в пункт Б. У одной машины скорость была на 20% больше, и через полчаса от момента старта этой машине до пункта Б оставалось в 1.5 раза меньше, чем другой. На сколько минут позже, чем первая, в пункт Б приехала вторая машина? Скорости машин считать постоянными.

*Решение.* Обозначим за  $L$  расстояние между А и Б вдоль дороги,  $V_1$  – скорость быстрой машины,  $V_2$  – более медленной,  $\tau = 30$  мин. Тогда  $V_1/V_2=1.2$ , а искомое значение времени задержки второй машины равно  $L/V_2 - L/V_1$  (+1 балл).

Из условия задачи следует, что верно соотношение

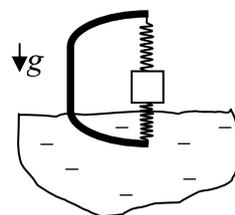
$$\frac{L - V_1\tau}{L - V_2\tau} = \frac{2}{3} \quad (+3 \text{ балла})$$

Отсюда получаем, что  $\frac{L}{V_2} = 3\tau \frac{V_1}{V_2} - 2\tau$  (+1 балл), а  $\frac{L}{V_1} = 3\tau - 2\tau \frac{V_2}{V_1}$  (+1 балл), т.е.

$$\frac{L}{V_2} - \frac{L}{V_1} = \left(3\tau \frac{V_1}{V_2} - 2\tau\right) - \left(3\tau - 2\tau \frac{V_2}{V_1}\right) = \tau \left(3 \frac{V_1}{V_2} + 2 \frac{V_2}{V_1} - 5\right) \quad (+2 \text{ балла})$$

Подставляя численные значения, получаем  $\frac{L}{V_2} - \frac{L}{V_1} = \frac{8}{30} \tau = 8$  минут (+2 балла)

4) С помощью С-образной скобы между двумя одинаковыми вертикальными пружинами зажат кубик с длиной ребра  $a=10$  см (см. рис.). Сохраняя вертикальность пружин, скобу опускают в широкий сосуд с водой. Оказалось, что, считая от момента касания кубиком воды до его полного погружения в воду, сама скоба переместилась на  $h=15$  см по вертикали. Найдите коэффициент  $k$  жесткости одной пружины. Считать вес 1 кг равным 10 Н, собственным объемом пружин пренебречь.



*Решение.* Согласно условию задачи, при погружении кубика его смещение относительно скобы составило  $\Delta X = h - a = 15 - 10 = 5$  см (+2 балла). На столько же изменила свою деформацию и каждая из пружин: одна увеличила, а другая уменьшила (+2 балла).

Это означает, что равнодействующая сил упругости, действующих на погруженный кубик, изменилась на  $2k\Delta X$  (+2 балла). Отличием между не погруженным и погруженным в воду кубиком является то, что в последнем случае на него действует выталкивающая сила (+1 балл), равная весу  $a^3 = 10^3$  см<sup>3</sup> воды, т.е., с хорошей точностью,  $F = 10$  Н (+2 балла).

Таким образом,  $F = 2k\Delta X$  (+2 балла), т.е.  $k = F/(2\Delta X) = 10/0.1 = 100$  Н/м (+2 балла).