

I этап (очный) Всесибирской олимпиады по физике (18 ноября 2018 г.)

Задачи 8 класса

Возможные решения (максимум 10 баллов за задачу)

1. На автомобильных гонках две машины, №1 и №2, вырвались вперед. Когда машине №2 до финиша оставалось 63 км, она отставала от машины №1 на 2 км. Через 20 минут она догнала машину №1 и еще через 10 минут финишировала. Через какое время после этого финишировала машина №1, если скорости движения машин оставались постоянными?

Решение: Из условия следует, что, начиная с момента, описанного в условии, каждые 10 минут машина №2 проезжала на 1 км больше, чем машина №1 (+1 балл). Значит, в момент финиша машины №2 машина №1 отставала на 1 км (+1 балл). За полчаса машина №1 проехала $63 - 2 - 1 = 60$ км (+3 балла), т.е. ее скорость равна 120 км/час (+ 2 балла). Следовательно, машина №1 финиширует через 30 секунд после машины №2 (+3 балла).

2. Школьник с помощью динамометра взвешивает сплошной кубик из металлического сплава. Первый раз, когда кубик был целиком на воздухе, динамометр показал 1 Н. Когда кубик был полностью погружен в жидкость, то этот динамометр показал 0.9 Н. Каковы будут показания динамометра, если школьник будет взвешивать погруженный в ту же жидкость кубик прежнего размера, но сделанный из сплава с плотностью на 20% больше?

Решение: Обозначим показания динамометра при взвешивании первого (меньшего) кубика как $P_1 = 1$ Н, показания динамометра при взвешивании того же кубика, погруженного в жидкость $P_2 = 0.9$ Н. Величина выталкивающей силы, действующей на первый кубик со стороны жидкости, равна $P_1 - P_2 = 0.1$ Н (+ 2 балла). Объем нового кубика прежний, но вес на 20% больше, т.е. 1.2 Н (+ 2 балла). Куб будет полностью погружаться в жидкость, и при погружении выталкивающая сила будет прежней, так как объем не изменился (+3 балла). Показания динамометра в рассматриваемой ситуации с новым кубиком будут равны $1.2 \cdot P_1 - (P_1 - P_2) = 1.1$ Н (+ 3 балла).

Заметим, что количество значащих цифр в данных задачи не более 2-х. Следовательно, учет или неучет наличия воздуха на ответ не влияет и при проверке не оценивается.

3. Города А, Б, В и Г расположены на одной дороге в указанном порядке. Два друга на машинах одновременно выезжают из г. А и из г. Г навстречу друг другу. Если бы они договорились встретиться в г. Б, то первый ждал бы второго $T_1 = 2$ часа, а если – в г. В, то первый опоздал бы на $T_2 = 1$ час. Каково расстояние между городами Б и В, если скорости машин постоянны и равны $V = 80$ км/час?

Решение: Обозначим переменную L искомое расстояние между городами Б и В, L_{AB} - расстояние между городами А и Б, L_{BG} - расстояние между городами В и Г.

Для случая, когда первый друг ждет 2 часа, верно соотношение $(L_{AB}/V) + T_1 = (L_{BG} + L)/V$ (+2 балла)

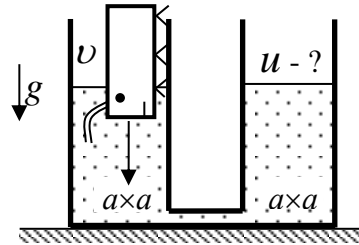
Для второго случая верно соотношение $(L+L_{AB})/V = L_{BG}/V + T_2$ (+2 балла)

Вычитая одно уравнение из другого, получаем $V \cdot T_1 - L = L - V \cdot T_2$ (+3 балла за уравнение, в которое входят заданные в условии величины и из которого может быть получен ответ).

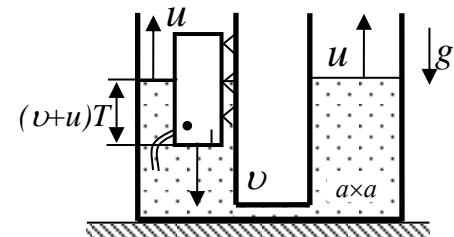
Т.е. $L = V \cdot (T_1 + T_2) / 2 = 120$ км (+ 3 балла)

Аналогично может быть получено решение при задании моментов $T_B = L_{AB}/V$ и $T_B = L_{BG}/V$, в которые приезжают соответствующие машины из пунктов А и Г, или их разности.

4. Имеется два сообщающихся цилиндрических сосуда с некоторым количеством жидкости. Сечение каждого сосуда имеет вид квадрата $a \times a$. В левый сосуд начал заползать большой жук, который имеет вид параллелепипеда с поперечным сечением $a \times (a/2)$. Жук перемещался вниз по стенке с небольшой постоянной скоростью v . Какова при этом скорость движения уровня воды в правом сосуде?



Решение: При медленном движении жука уровни жидкости в сообщающихся сосудах успеют выровняться (+1 балл), то есть в обоих сосудах поднимаются с одной скоростью (+1 балл), которую обозначим u .

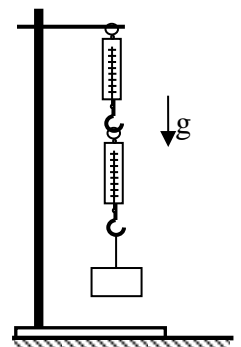


Пусть от того момента, как жук коснулся жидкости, прошло время T . За это время жук сдвинулся по стенке на $T \cdot v$, т.е. он погрузился в жидкость на глубину $T \cdot (v+u)$ (+2 балла), так как уровень воды одновременно поднялся на $T \cdot u$. Это эквивалентно тому, что объем всей жидкости в сосудах увеличили на величину $(a \times a/2) \cdot T \cdot (v+u)$ (+2 балла). Этот объем равномерно распределен по обоим сосудам (+1 балл), поэтому за время T в правом сосуде высота уровня жидкости поднимется на $T \cdot (v+u) / 4$. Значит, величина скорости подъема удовлетворяет уравнению $u \cdot T = T \cdot (v+u) / 4$ (+2 балла), и искомая величина скорости равна $u = v/3$ (+2 балла).

Аналогичное решение получается, если ввести длину жука и рассчитать время, за которое весь жук погрузится в жидкость. Еще один вариант решения –мысленное разделение сосудов на 4-е сосуда с сечениями $(a \times a/2)$ и опускании поршня-жука в одном из них.

Если предлагается «решение», в котором фактически предполагается, что жидкость поднимается *только* в правом сосуде, то, при отсутствии других ошибок, ставится 3 балла.

5. У школьника есть два разных динамометра, которые имеют длину шкалы, равную 1 дм. Один рассчитан на максимальную силу 2 Н, а другой – на 5 Н. Школьник зацепил динамометры друг за друга и повесил их на штатив. К нижнему динамометру он прикрепил груз (см. рис.). Через некоторое время на груз села большая оса, и установившееся положение груза стало ниже на 3.5 мм. Как по этим данным школьнику определить вес осы? Считать, что ни одна из пружин не растянута на максимально допустимую длину.



Решение: Обозначим искомый вес осы как P_0 , максимальное показание динамометра №1 – $P_{M1}=2$ Н, динамометра №2 – $P_{M2}= 5$ Н, длину шкалы – $L=1$ дм= 10 см, данное в условии дополнительное смещение груза $X=3.5$ мм= 0.35 см. Для определенности предположим, что динамометр №1 – нижний.

После того как оса села на груз, изменились силы, действующие на каждый из динамометров (+1 балл). Сила, действовавшая на нижний динамометр со стороны груза, увеличилась на P_0 (+1 балл). Поэтому пружина нижнего динамометра дополнительно растянулась на величину $X_1=P_0 \cdot L/P_{M1}$ (+1 балл). Сила, которая действует на верхний динамометр со стороны нижнего, также увеличилась на P_0 (+1 балл). Дополнительное растяжение пружины верхнего динамометра будет равно значению $X_2=P_0 \cdot L/P_{M2}$ (+1 балл).

Известное из условия смещение груза равно сумме дополнительных деформаций пружин, $X=X_1+X_2$ (+ 1 балл). $X= P_0 \cdot L/P_{M2}+ P_0 \cdot L/P_{M1}= P_0 \cdot L(1/P_{M1}+1/P_{M2})$ (+ 1 балл). Отсюда также видно, что смещение груза от порядка следования динамометров не зависит. Таким образом, т.е. $P_0=X \cdot P_{M1} \cdot P_{M2}/(L \cdot (P_{M1}+P_{M2}))$ (+1 балл)

Численное значение P_0 составляет $=0.05$ Н (+ 2 балла).

Если проведено корректное решения только для конкретного размещения динамометров и на указано, что ответ от этого не зависит, то всего ставится 9 баллов.

Если в качестве ответа приводится масса осы, а не вес, то всего ставится 8 баллов.

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!

Желаем успеха!