I Этап Всесибирской олимпиады-2015. Физика
Возможные решения с баллами. Максимальный балл за задачу – 10.

8 КЛАСС

1) Где-то в море произошло землетрясение. Волны от него дошли до двух наблюдательных станций в разных местах на берегу моря в 17 ч 45 м и 19 ч 15 м (по московскому времени), соответственно. В какой момент времени произошло землетрясение, если расстояние между этими станциями, равно 828 км, а скорость волн на воде была равна 20 м/с? Считать, что обе станции и эпицентр находились на одной прямой. Влиянием морских течений пренебречь.

Решение. Волна от эпицентра до второй станции шла на 1.5 часа дольше, чем волна до первой станции (+1 балл). Это значит, что вторая волна прошла на 72*1.5=108 км больше, т.е. от эпицентра до второй станции на 108 км дальше (+2). Так как между станциями 828 км, то до первой расстояние равно (828-108)/2= 360 км, а до второй 828-360 = 468 км (за определение расстояния до эпицентра хоть какой-нибудь станции +2 балла). Это означает, что волна до первой станции дошла за 360/72=5 ч, а до второй – за 6.5 ч (+2). Таким образом, землетрясение случилось в 12 часов 45 минут по московскому времени (+3 балла)

2) Машина на пути из города А до города Б имела разную скорость: вначале треть от всего времени движения – скорость 3V, потом на половине оставшегося пути – 2V, а на остатке пути – V. Во сколько раз средняя скорость на всем пути больше, чем V?

Решение. Если длина всего пути равна L, а полное время движение T, то средняя скорость будет равна Vср=L/T (+1 балл). По условию вторые два участка имеют в сумме длину $L-3V\cdot T/3$ (+1), т.е. каждый из них имеет длину $(L-V\cdot T)/2$ (+2), а преодолены они всего за 2T/3 (+1).

Таким образом, получаем уравнение: $\frac{2T}{3}=\frac{L-VT}{2\cdot 2V}+\frac{L-VT}{2\cdot V}$ (+2).

Решая его, получаем, что 17VT=9L, т.е. Vср=L/T=17V/9 или Vср/V=17/9 (+3).

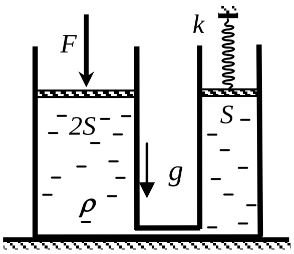
3) С потолка свисает легкая резинка до середины высоты комнаты. К концу резинки привязывают небольшой груз, который опускается практически до пола и находится там в равновесии. Затем к середине резинки прикрепляют еще один груз, и расстояние между грузами в равновесии становится равным четверти высоты комнаты. Найти отношение масс второго и первого грузов. Считать, что резинка подчиняется закону Гука.

Решение. Первый груз растягивает резинку на половину высоты комнаты (+1 балл). После такого растяжения на середине высоты комнаты находится точка – середина резинки (+1), которая была на расстоянии четверти высоты комнаты от потолка (+1). Так как после подвешивания второго груза расстояние между грузами равно четверти высоты комнаты, то нижняя часть резинки оказывается нерастянутой, и она не действует ни на второй (+3), ни на первый груз, который теперь просто лежит на полу. Таким образом, второй груз растягивает вдвое более короткую, т.е. вдвое более жесткую (+3) резинку на расстояние, также равное половине высоты комнаты, т.е. второй груз вдвое тяжелее, чем первый, т.е. искомое отношение равно 2 (+2).

4) Имеется 4 одинаковых сосуда. Два из них пустые, а два других полностью заполнены водой – один горячей (температура T_1=80 ^oC), а другой – холодной (температура T_2=20 ^oC). Масса воды в полном сосуде равна M=1 кг. Всю холодную воду разливают по двум пустым сосудам, и в них же выливают и всю горячую так, что ничего не пролилось. После этого значения температур воды в сосудах стали равны 70 ^oC и 28 ^oC градусов. Какое количество тепла Q было передано при переливаниях воды в окружающую среду? Считать, что плотность воды слабо зависит от температуры, а собственной теплоемкостью сосудов можно пренебречь. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·град).

Решение: Пусть после разливания холодной воды масса воды в одном, ранее пустом сосуде равна M1, а в другом - M2. Это значит, в частности, что полная масса воды в одном сосуде равна M=M1+M2. Тогда, для того, чтобы заполнить эти сосуды до верха, надо долить в них воды массой M2 и M1, соответственно (+3), так как объемы всех сосудов одинаковы, плотность считается постоянной, а вся вода остается в сосудах.
Обозначим через Q количество энергии, переданной в окружающую среду.
Тогда уравнение теплового баланса при смешивании жидкостей в обоих сосудах имеет вид:
(M1+M2)CT1+(M1+M2)CT2= (M1+M2)C(T1-10)+(M1+M2)C(T2+8)+Q, (+4 балла)
Здесь изменения температур более горячей и более холодной порций воды до и после переливаний указана в градусах.
Преобразуя, получаем, Q=(M1+M2)C(10-8)=8400 Дж (+3 балла)

5) Имеется два сообщающихся цилиндрических сосуда. В них залита жидкость плотности ρ. Сосуды сверху плотно закрывают легкими поршнями с площадями 2*S* и *S*, как показано на рисунке. Поршень справа прикреплен к пружине жесткости *k*, верхний конец которой закреплен (см. рисунок). Вначале поршни находятся на одной высоте, а пружина не деформирована.
Затем к левому поршню прикладывают вертикальную силу, величина которой медленно возрастает до значения F. Какой станет деформация пружины? Внешним давлением пренебречь.



Решение. Обозначим за X искомую величину деформации правой пружины, которая равна смещению правого поршня вверх (+1 балл). Вследствие сохранения объема жидкости (+1 балл) при таком смещении правого поршня левый поршень должен быть смещен вниз на X/2 (+1 балл). Так как правый поршень очень легкий, из-за пружины, действующей на него, давление непосредственно под этим поршнем будет равно *kX/S* (+1). Под левым поршнем, который находится на 3X/2 ниже (+1), давление будет равно *kX/S*+ρg·3X/2 (+2 балла).
Сила F, действующая сверху вниз на левый, тоже очень легкий поршень, должна быть равна силе давления, действующей на него снизу вверх: F= 2S·(*kX/S*+ρg·3X/2) (+1).
Решая получившееся уравнение, получаем $X = \frac{F}{2k + 3\rho g S}$ (+2).