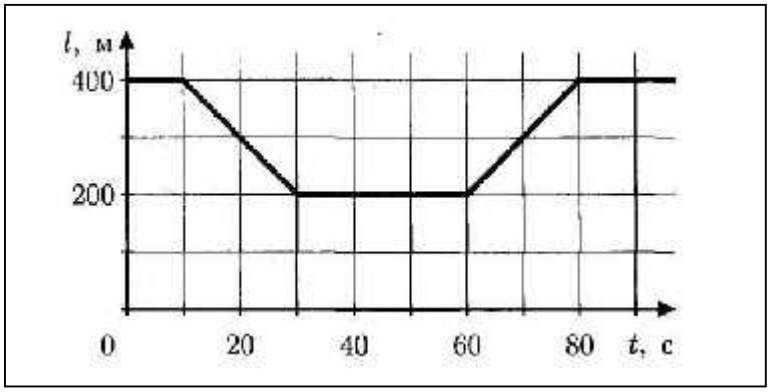
Всероссийская олимпиада школьников
II (муниципальный) этап
Физика
8 класс

Общее время выполнения работы – 2 часа 40 минут.

Задание 1

На длинном прямом шоссе автомобили движутся с постоянной скоростью V_1 всюду, за исключением моста, на котором автомобили движутся с другой постоянной скоростью V_2. На рисунке изображён график зависимости расстояния l между двумя едущими друг за другом автомобилями от времени t. Найдите скорости V_1 и V_2, а также длину моста.



Решение

Пока оба автомобиля движутся по шоссе, расстояние между ними остаётся постоянным: l_1 = 400 м, а по мосту – l_2 = 200 м. Расстояние l начинает уменьшаться, когда первый автомобиль въезжает на мост. Поэтому ясно, что второй автомобиль в этот момент (t_1 = 10 с - на графике) находится на расстоянии l_1 = 400 м от въезда на мост.

При движении первого автомобиля по мосту, расстояние между ним и вторым автомобилем, движущимся по шоссе, как видно из графика, сокращается до момента времени t_2 = 30 с на $l_1 – l_2$ = 200 м за время $t_2 – t_1$ = 20 с, то есть они сближаются со скоростью $V_2 – V_1$ = 10 м/с.

В момент t_2 = 30 с расстояние между автомобилями перестаёт меняться. Это означает, что второй въехал на мост. Таким образом, за 20 сек. второй автомобиль проехал 400 м. Отсюда V_2 = 20 м/с, а V_1 = 10 м/с.

В момент t_3 = 60 с расстояние между автомобилями начинает увеличиваться, значит, первый автомобиль съезжает с моста. Он проехал мост за 50 сек. со скоростью V_1 = 10 м/с, поэтому длина моста L = 500 м.

Максимальный балл – 80. Проведен анализ, получено решение с правильным ответом.
60 баллов. Идея решения верна. Ответ получен неверно из-за ошибок в выкладках.
До 20 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 2

В чистой воде плавает деревянный брусок, погруженный на глубину h = 2,1 см. На сколько изменится глубина погружения бруска, если в каждом литре воды растворить m = 50 г соли? Изменением объема воды при растворении соли пренебречь.

Решение

Условие плавания в чистой воде:

$$F_A = Sh\rho_1 g = mg ,$$

где S – площадь поверхности бруска;
h – глубина погружения;
m – масса бруска;
ρ_1 – плотность воды ($1 \cdot 10^3$ кг/м^3).

При растворении соли плотность рассола будет больше, чем плотность чистой воды и глубина погружения бруска уменьшится.

Условие плавания в рассоле:

$$F_A = Sh_1\rho_2 g = mg ,$$

где h_1 – глубина погружения в рассоле;
ρ_2 – плотность рассола ($1{,}05 \cdot 10^3$ кг/м^3).

$$Sh\rho_1 g = mg = Sh_1\rho_2 g$$

$$h_1 = \frac{h\rho_1}{\rho_2} = 2 \cdot 10^{-2} \text{м}$$

Следовательно, глубина погружения бруска уменьшится на 0,1 см.

Максимальный балл – 60. Получено решение с правильным ответом.
40 баллов. Идея решения верна, но допущены ошибки в выводах и расчетах.
До 20 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы

Задание 3

Группа туристов, двигаясь цепочкой по обочине дороги со скоростью 3,6 км/ч, растянулась на 200 м. Замыкающий посылает велосипедиста к руководителю группы, который находится впереди нее. Велосипедист едет со скоростью 7 м/с; выполнив поручение, он тут же возвращается к замыкающему группы с той же скоростью. За какое время велосипедист совершает путь в прямом и обратном направлениях?

Решение

Задача решается проще в системе отсчета, связанной с группой.

Скорость велосипедиста в системе отсчета, связанной с группой, при движении к руководителю группы равна $V_2 – V_1$, а при возвращении обратно равна $V_2 + V_1$. где V_1 – скорость движения группы; V_2 – скорость движения велосипедиста. Поэтому время движения велосипедиста к руководителю группы

$$t_1 = \frac{L}{V_2 - V_1} ,$$

а время возвращения велосипедиста к замыкающему

$$t_2 = \frac{L}{V_2 + V_1} .$$

где L – длина цепочки.

Общее время движения велосипедиста $t = t_1 + t_2$. Таким образом, можно записать:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{L}{V_2 - V_1} + \frac{L}{V_2 + V_1} = \frac{2LV_2}{V_2^2 - V_1^2}$$

Подставив числовые значения величин, получим

$$t = 58{,}3 \text{ с.}$$

Максимальный балл – 80. Проведен анализ, получено решение с правильным ответом.
60 баллов. Идея решения верна. Ответ получен неверно из-за ошибок в выкладках.
До 20 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 4

Масса стакана, заполненного водой, равна 260 г. Когда в этот стакан поместили камешек массой 28,8 г, и часть воды вылилась, то масса стакана, воды и камешка стала равной 276,8 г. Определите плотность вещества камня.

Решение

Задача решается проще, если объем выражать в $см^3$, массу в граммах, а плотность в $г/см^3$.
Пусть масса стакана M, масса камня m, ρ_1 – плотность воды, V_1 – объем воды в стакане, а ρ_2 – плотность камня, V_2 – объем камня, тогда:

$$M + \rho_1 V_1 = 260 \text{ г} \quad (1)$$

$$M + m + \rho_1 (V_1 - V_2) = 276.8 \text{ г} \quad (2)$$

$$M + \rho_1 V_1 - \rho_1 \frac{m}{\rho_2} = 276.8 - 28.8 = 248 \text{ г} \quad (3)$$

Вычтем из (1) выражение (3), тогда получим:

$$\rho_1 \frac{m}{\rho_2} = 12 \text{ г}$$

Так как плотность воды 1 $г/см^3$, то для плотности камня получим

$$\rho_2 = \frac{28{,}8}{12} = 2{,}4 \text{ г/см}^3$$

или в системе СИ $\rho_2 = 2400$ $кг/м^3$.

Максимальный балл – 100. Проведен анализ и получено правильное решение.
80 баллов. Идея решения верна, но допущены ошибки в расчетах.
60 баллов. Правильно описаны процессы теплопередачи.
До 20 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.