

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП)
возрастная группа (8 класс)

ЗАДАНИЕ 1.

Расстояние от карьера до строительной площадки равно 20 км. Щебень из карьера отправляют на грузовиках каждые 10 минут. Средняя скорость машин со щебнем 40 км/час. Обрато в карьер машины возвращаются по той же дороге со средней скоростью 60 км/час. Сколькo машин со щебнем встретит водитель «порожней» машины, когда будет возвращаться со строительной площадки в карьер. Решить задачу графически, построив графики зависимости координат машин от времени.

Решение.

Построим графики координат машин со щебнем в зависимости от времени (не менее чем для семи машин, выезжающих из карьера на стройплощадку).

Для первой машины построим графики, соответствующие ее движению со стройплощадки в карьер. Первый график для случая, когда «порожняя» машина отправилась в карьер до прибытия на стройплощадку второй машины. Второ́й график для случая, когда «порожняя» машина отправилась в карьер в момент времени, когда вторая машина прибывает на строительную площадку. Третий график для случая, когда первая машина отправляется со стройплощадки в карьер, после прибытия на стройплощадку второй машины. Очевидно, что первая машина встретит вторую машину «в пути», только в первом случае. Во втором и третьем случае встреча произойдет уже на строительной площадке, а не «в пути».

В результате, если первая машина начинает движение в карьер до прибытия на строительную площадку второй машины, то «в пути» она встретит вторую, третью, четвертую, пятую и шестую груженые машины (пять машин).

Если первая машина начинает движение в карьер в момент прибытия на строительную площадку второй машины, то «в пути» она встретит третью, четвертую, пятую и шестую груженые машины (четыре машины). С седьмой машиной первая машина повстречается в карьере, а не «в пути».

Если первая машина начинает движение в карьер после прибытия на строительную площадку второй машины, то «в пути» она встретит третью, четвертую, пятую, шестую и седьмую груженые машины (опять пять машин).

Получается, что у этой задачи не один, а два ответа.

Критерии оценивания

Построены графики не менее 7 машин со щебнем	3 балла
Построены 3 графика для «порожней» машины	3 балла
Сделаны выводы по графикам	4 балла
Всего	10 баллов

ЗАДАНИЕ 2.

Ртуть находится в U-образной трубке, площадь сечения левого канала которой в три раза меньше, чем правого. Уровень ртути в узком канале расположен на расстоянии $l = 30$ см от верхнего конца трубки. Насколько поднимется уровень ртути в правом канале, если левый канал доверху залить водой? Плотность ртути $13,6$ г/см³.

Решение.

При наливании воды уровень ртути в узком канале опустится на высоту h_1 , а в широком – поднимется на высоту $h_2 = \frac{h_1}{3}$. Высота столба воды будет $l + h_1$, высота уравнивающего вес воды столба ртути будет $h_1 + h_2$. Равновесие наступит при соблюдении равенства $\rho_0(l + h_2) = \rho(h_1 + h_2)$, где ρ_0 – плотность воды, ρ – плотность ртути. Отсюда

$$h_2 = \frac{l\rho_0}{4\rho - 3\rho_0}.$$

Критерии оценивания

Определена зависимость h_2 от h_1	1 балл
Определена высота столба воды и уравнивающего его столба ртути	3 балла
Записано условие равновесия	4 балла
Определено на сколько поднимется уровень ртути	2 балла
Всего	10 баллов

ЗАДАНИЕ 3.

В сосуде, из которого быстро выкачивают воздух, находится небольшое количество воды при 0°C . За счет интенсивного испарения происходит постепенное замораживание воды. Какая часть первоначального

количества воды может быть обращена в лед таким способом. Удельная теплота парообразования воды 2,3 МДж/кг, удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг.

Решение.

В задаче рассматриваются два физических процесса: испарение воды и замерзание (кристаллизация) воды. При замерзании воды теплота выделяется, а при испарении теплота поглощается. Количество теплоты, которое выделяется при замерзании, равно количеству теплоты, которое поглощается при плавлении льда. Удельная теплота замерзания воды равна удельной теплоте плавления льда.

Удельная теплота парообразования (испарения) воды существенно больше, чем удельная теплота замерзания (кристаллизации) воды.

Обозначим массу испарившейся воды m_1 , массу льда m_2 , массу капли воды до испарения и замерзания m . Тогда $m_1 + m_2 = m$.

Обозначим удельную теплоту парообразования λ_1 , а удельную теплоту плавления льда λ_2 . Удельная теплота кристаллизации воды (превращения воды в лед) равна удельной теплоте плавления льда.

Обозначим количество теплоты, которое поглощается при испарении воды, Q_1 , а количество теплоты, которое выделяется при замерзании воды, Q_2 . Так как $Q_1 = Q_2$, то $\lambda_1 m_1 = \lambda_2 m_2$. Следовательно, $m_2 = \lambda_1 m_1 / \lambda_2$, где $m_1 = m - m_2$. В результате, $m_2/m = 0,87$.

Получается, что при испарении 13% массы жидкой воды, 87% ее массы превратится в лед.

Критерии оценивания

Определены процессы, рассматриваемые в задаче	3 балла
Описано количество теплоты для каждого процесса	3 балла
Описано равенство выделяемого и поглощаемого тепла	3 балла
Найдено соотношение масс	1 балла
Всего	10 баллов

ЗАДАНИЕ 4.

Одинаковое ли время потребуется для преодоления расстояния в 1 км на катере туда и обратно по реке (скорость течения реки $v_1 = 2$ км/час) и по озеру (в стоячей воде), если скорость катера относительно воды в обоих случаях $v_2 = 8$ км/час? Решить задачу аналитически (используя формулы) и графически (построив графики зависимости положения катера относительно

берега от времени). Определить, какова будет длина пути, пройденного катером относительно воды в реке.

Решение.

Рассмотрим движение катера по течению. Его скорость относительно берега будет равна 10 км/ч. В результате, расстояние 1 км катер преодолеет за 6 минут. Рассмотрим движение катера против течения. Его скорость относительно берега будет равна 6 км/ч. В результате, расстояние 1 км катер преодолеет за 10 минут. Следовательно, на весь путь туда и обратно катер затратит 16 минут.

Рассмотрим движение катера в стоячей воде. Его скорость равна 8 км/ч. В результате, расстояние туда и обратно (2 км) катер преодолеет за 15 минут. Следовательно, катер, который плывал по озеру, вернется на 1 минуту раньше, чем катер, который плывал по реке.

Чтобы решить задачу графически, необходимо построить и сравнить два графика. По оси абсцисс откладываем время движения катеров (в минутах), по оси ординат – их положение (в километрах) относительно места старта. Масштаб вдоль оси времени: 1 см – 1 минута. Масштаб вдоль оси расстояний: 1 см – 0,1 км.

Если за начало отсчета времени выбрать момент старта катеров, то оба графика будут начинаться «от нуля». Оба графика – это прямые линии, следовательно, для построения графика «туда» достаточно рассчитать координаты одной точки. Для катера, который движется по реке, можно выбрать момент времени 3 мин. Этому моменту времени будет соответствовать расстояние 0,5 км. Соединив начало координат с этой точкой, получим график зависимости расстояния от времени для первого катера. Обязательно учесть, что график не может быть выше горизонтальной линии, которая соответствует расстоянию 1 км. Для катера, который движется по неподвижной воде, можно выбрать момент времени 4 мин. Этому моменту времени будет соответствовать расстояние 0,8 км. Соединив начало координат с этой точкой, получим график зависимости расстояния от времени для второго катера. По графикам видно, что второй катер пока отстает от первого на 1,5 мин. Построение графиков, которые соответствуют пути «обратно» аналогично построению графиков «туда». Но теперь уже второй катер не только «догонит» первый, но и опередит его при возвращении к месту старта на одну минуту.

Скорость катера относительно воды в реке равна 8 км/ч. На движение «туда и обратно» катер затратил 16 минут. Следовательно, относительно

воды он преодолел расстояние 2,1 км. Это на 100 м больше расстояния, которое преодолел второй катер, плывающий по озеру.

Критерии оценивания

Аналитически определено время движения катера по течению и против течения реки, и время движения катера по озеру. Найдена разница	4 балла
Графически определено время движения катера по течению и против течения реки, и время движения катера по озеру. Найдена разница	4 балла
Определено какова будет длина пути, пройденного катером относительно воды в реке.	2 балла
Всего	10 баллов