

9 класс

Сложное движение (15 баллов)

На экспедиционную машину было поставлено оборудование, позволяющее фиксировать скорость и направление движения. Определите, где находилась машина через полтора часа относительно начала движения (перемещение). Ответ представить в километрах.

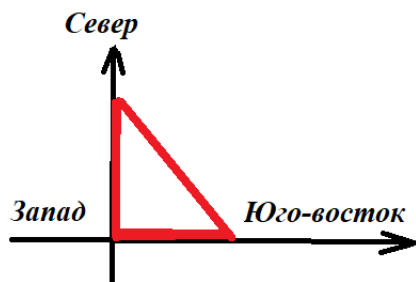
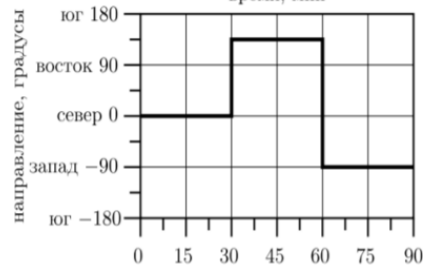
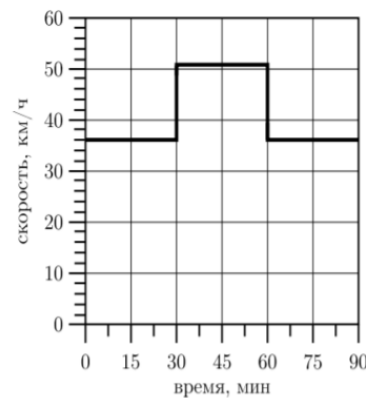
Вариант решения

Определим путь и скорость, с которой прошла машина, двигаясь на север: $36 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 0,5 \text{ ч} = 18 \text{ км}$.

Определяем по графику следующее направление и скорость: юго-восток, двигаясь со скоростью $51 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, пройденный путь: $51 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 0,5 \text{ ч} = 25,5 \text{ км}$.

Определим из графиков скорость и направление за последние полчаса движения: на запад, двигаясь со скоростью $36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$: $36 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 0,5 \text{ ч} = 18 \text{ км}$.

Замыкая треугольник расстояний, пройденных машиной, найдем: машина через полтора часа после начала движения приходит в первоначальную точку, перемещение равно нулю.



Критерии оценивания

Определено направление и путь на север	4балла
Определено направление и путь на юго-восток	4балла
Определено направление и путь на запад	4балла
Определено перемещение	3балла

Варка супа (15 баллов)

В кастрюле варится суп. Кастрюля имеет цилиндрическую форму диаметром 20 см и высотой 15 см. Суп занимает весь объем кастрюли. Его посолили, добавив 10 г поваренной соли. Соль равномерно распределилась по всему объему кастрюли. Сколько молекул соли содержится в суповой тарелке объемом 400 см^3 ? Молярная масса соли NaCl $M = 58 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$, число Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.

Вариант решения

Концентрация соли одинакова во всем объеме кастрюли $n = \frac{\rho}{m_0}$, где m_0 – масса одной молекулы, ρ – плотность соли. Плотность найдем как: $\rho = \frac{m}{V_0}$, где m – масса соли, V_0 – объем кастрюли

$V_0 = S \cdot h = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h$, тогда плотность $\rho = \frac{4mN_A}{\pi D^2 h}$. Масса одной молекулы $m_0 = \frac{M}{N_A}$. Число молекул в

суповой тарелке $N = n \cdot V = \frac{4mN_A V}{\pi D^2 h M} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 400 \cdot 10^{-6}}{3,14 \cdot 0,2^2 \cdot 0,15 \cdot 58 \cdot 10^{-3}} = 8,8 \cdot 10^{21}$.

Критерии оценивания

Записано выражение для концентрации	3балла
Определен объем кастрюли	3балла
Определена плотность	3балла
Записано выражение для числа молекул	4балла
Получен числовой ответ	2балла

Эффективный нагреватель(20 баллов)

Эффективный нагреватель

По проводу сопротивлением 100 Ом может протекать максимальный ток 10 А. Нагреватель, какой максимальной мощности можно изготовить из этого провода, если присоединить его к сети 200 В? С проволокой можно производить любые манипуляции, кроме растягивания, сплющивания и переплавки.

Вариант решения

Увеличить мощность нагревателя можно, если разрезать провод на N частей и соединить их параллельно.

Найдем минимальное сопротивление куска провода, при котором через него будет течь ток 10 А:

$$R_0 = \frac{U}{I} = \frac{200}{10} = 20 \text{ Ом.}$$

Определим, на сколько частей можно разрезать провод:

$$N = \frac{R}{R_0} = \frac{100}{20} = 5.$$

Общее сопротивление при параллельном соединении N одинаковых проводников:

$$R_{об} = \frac{R_0}{N} = \frac{20}{5} = 4 \text{ Ом.}$$

Мощность нагревателя:

$$P = \frac{U^2}{R_{об}} = \frac{200^2}{4} = 10000 \text{ Вт} = 10 \text{ кВт.}$$

Критерии оценивания

Предложен способ увеличения мощности нагревателя	5 баллов
Найдено минимальное сопротивление куска провода	3 балла
Определено на сколько частей можно разрезать провод	5 баллов
Определено общее сопротивление нагревателя	3 балла
Определена мощность нагревателя	4 балла

Озеро Тус (25 баллов)

Отдыхая летом на озере Тус, Петя задался вопросом: «Как определить, сколько грамм соли растворено в 1 литре озерной воды?». Используя подручные средства (линейку, камушек, кусок изолянта и пробегающий рядом ручей), Петя примотал камень к линейке куском изолянта так, чтобы линейка плавала вертикально. В воде озера линейка погрузилась на 17,5 см, в воде из ручья на 20 см. Сколько грамм соли в 1 литре озерной воды? Воду в ручье можно считать пресной плотностью $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Изменением объема жидкости при растворении в ней соли пренебречь.

Вариант решения

На линейку, погруженную в жидкость, действует сила Архимеда. Так как камень в обоих случаях погружен полностью, то сила Архимеда, действующая на камень, сократится (не учитываем).

Условие плавания тел в первом случае (озеро): $mg = \rho_{оз} \cdot g \cdot S \cdot l_1$.

Во втором случае (ручей): $mg = \rho_p \cdot g \cdot S \cdot l_2$.

$$\rho_p \cdot g \cdot S \cdot l_2 = \rho_{оз} \cdot g \cdot S \cdot l_1, \rho_p \cdot l_2 = \rho_{оз} \cdot l_1.$$

$$\rho_{оз} = \frac{\rho_p \cdot l_2}{l_1} = \frac{1000 \cdot 0,2}{0,175} = 1143 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

В общем случае: $m = \rho \cdot V$, для нахождения массы воды из озера и ручья:

$$m_{оз} = \rho_{оз} \cdot V, \quad m_p = \rho_p \cdot V.$$

В обоих случаях объем воды одинаковый, тогда, приравнявая объемы, получим:

$$\frac{\rho_p}{m_p} = \frac{\rho_{оз}}{m_{оз}},$$

$$m_{оз} = \frac{\rho_{оз} \cdot m_p}{\rho_p}.$$

Массу соли находим как разницу между массами соленой (озерной) и пресной воды:

$$m_c = m_{оз} - m_p = 143 \text{ г}.$$

Критерии оценивания

Записано условие плавания тел для озера	7 баллов
Записано условие плавания тел для ручья	7 баллов
Произведен расчет массы 1 литра воды из озера и из ручья	6 баллов
Произведен расчет массы соли	5 баллов

На первобытной кухне (25 баллов)

Первобытные люди кипятили воду, бросая в нее раскаленные на костре камни. Сколько одинаковых камней массой 600 грамм нужно использовать, чтобы нагреть 30 литров воды до температуры кипения, если камень в костре можно раскалить до 700°C. Испарением воды и теплообменом с окружающей средой пренебречь. Начальная температура воды 15°C. Удельная теплоемкость воды $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, удельная теплоемкость камня $570 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, плотность воды $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Вариант решения

Приведем необходимые величины в СИ:

$$V_{в} = 30 \text{ л} = \frac{30}{1000} \text{ м}^3.$$

Количество теплоты, необходимое для нагревания воды:

$$Q_{в} = c_{в} \cdot m_{в} (t_{к} - t_{н}).$$

$$\text{Массу воды вычислим: } m = \rho_{в} \cdot V_{в} = 1000 \cdot \frac{30}{1000} = 30 \text{ кг}.$$

Найдем количество теплоты, необходимое для нагрева воды:

$$Q_{в} = 4200 \cdot 30 (100 - 15) = 4200 \cdot 30 \cdot 85 = 1071 \cdot 10^4 \text{ Дж}.$$

Для того, чтобы вода нагрелась, камни должны отдать ей такое же количество теплоты при остывании, т.е.:

$$Q_{в} = Q_{к}$$

$$Q_{к} = c_{к} \cdot m_{к} (t_{н} - t_{к}) \cdot N, \text{ где } N - \text{ количество камней.}$$

$$\text{Тогда } N = \frac{Q_{в}}{c_{к} \cdot m_{к} (t_{н} - t_{к})} = \frac{1071 \cdot 10^4}{570 \cdot 0,6 \cdot 600} = 52,2 \rightarrow 53 \text{ камнями нужно бросить в воду.}$$

Критерии оценивания

Определено количество теплоты для нагревания воды	7 баллов
Определена масса воды	5 баллов
Записано условие теплового баланса	8 баллов
Определено количество камней	5 баллов