Муниципальный этап
всероссийской олимпиады школьников по физике
2021-2022 учебный год

**Критерии оценивания**

**8 класс**

**Задача 1. «Велопробег восьмиклассников» (10 баллов).** Между поселками Солнечный и Речной вдоль шоссе проложили велодорожку. Петя живет в поселке Солнечный, а Вася в поселке Речной. Друзья решили устроить велопробег и договорились стартовать ровно в 8.00 часов каждый из своего поселка навстречу друг другу. Проезжая километровые столбы, они иногда отмечали время. Петя часть пути проехал с небольшой скоростью, а потом увеличил скорость. Вася же начал велогонку с большой скоростью, но быстро устал и поехал медленнее. На всех участках своего пути ребята двигались равномерно. Графики движения Пети и Васи представлены в таблицах.

Таблица 1. График движения Пети

| Километровый столб | Поселок Солнечный 88 | 90 | 92 | 94 | 98 | 101 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Показание часов (час:мин:сек) | 08:00:00 | 08:10:00 | 08:20:00 | 08:30:00 | 08:46:00 | 08:58:00 |
| Километровый столб | 103 | Поселок Речной | | | | |
| Показание часов (час:мин:сек) | 09:06:00 | 09:08:00 | | | | |

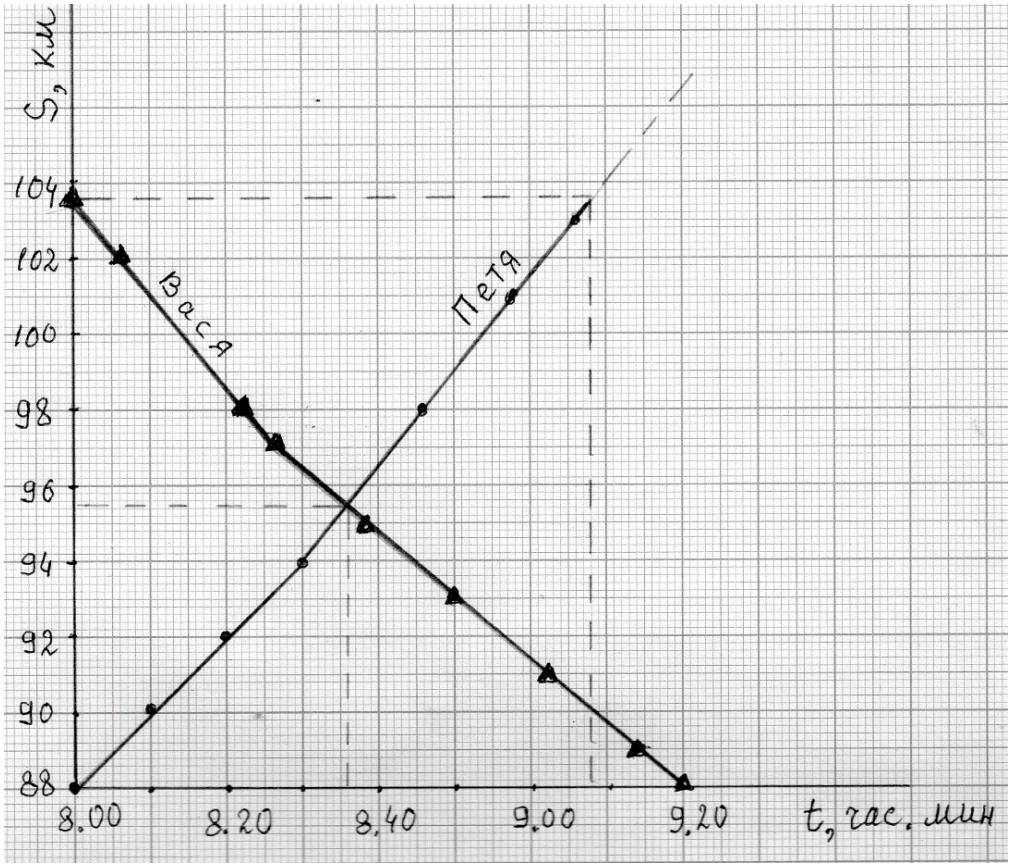
Таблица 2. График движения Васи

| Километровый столб | Поселок Речной | 102 | 98 | 97 | 95 | 91 | 89 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Показание часов (час:мин:сек) | 08:00:00 | 08:06:00 | 08:22:00 | 08:26:00 | 08:38:00 | 09:02:00 | 09:14:00 |
| Километровый столб | Поселок Солнечный | | | | | | |
| Показание часов (час:мин:сек) | 09:20:00 | | | | | | |

Определите: 1) расстояние между поселками, 2) скорости движения Пети и Васи на различных участках, 3) в какое время они встретились, 4) на каком расстоянии от поселка Солнечный произошла встреча. 5) Постройте графики их движения (лучше это делать на мм-бумаге).

**Решение.**

*Графический способ*. Используя таблицу или построив графики движения, можно найти расстояние между поселками: $S = 103.5 - 88 = 15.5$ км. Скорости можно найти из таблиц или графиков: $v_{П1} = 1/5$ км/мин $= 12$ км/ч ; $v_{П2} = 1/4$ км/мин $= 15$ км/ч ; $v_{В1} = 1/4$ км/мин $= 15$ км/ч ; $v_{В2} = 1/6$ км/мин $= 10$ км/ч. Время встречи по графику приблизительно $8{:}35$; расстояние от поселка Солнечный до места встречи приблизительно 7.4 км.




**Критерии оценивания (10 баллов).**

1) Расстояние между поселками – 2 балл.
2) Скорости движения Пети и Васи – 2 балла.
3) Время встречи – 2 балл.
4) Расстояние до места встречи от поселка Солнечный – 2 балл.
5) Построены графики движения – 2 балла.

**Задача 2. «Таяние льда» (10 баллов).** Коля решил ускорить процесс таяния кусочка льда, для этого он положили его в сосуд с отверстием у дна. Сосуд Коля поставил в раковину и открыл кран, направив небольшую струю воды на лед. Температура льда $T_0 = 0$ °C, температура воды $T_1 = 20$ °C. Расход воды из крана $q = 1$ г/с. Найти расход воды, вытекающей из сосуда, если ее температура $T = 3$ °C. Теплообменом с окружающим воздухом и с сосудом можно пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c = 4.2$ Дж/(г · °C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 340$ Дж/г. За счет наличия отверстия у дна сосуда вода в нем не накапливается.

**Решение.**

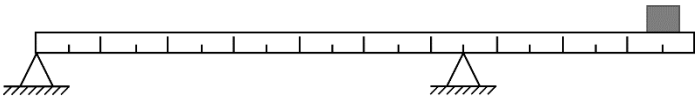
За время $\Delta t$ в сосуд втекает $\Delta m = q\Delta t$ воды. Она плавит лед и нагревает образовавшуюся воду. Втекающая вода отдает количество тепла $Q_1 = cq\Delta t(T_1 - T)$. При плавлении льда и нагревании образовавшейся воды поглощается количество теплоты $Q_2 = \lambda\Delta m_1 + c\Delta m_1(T - T_0)$. Таким образом, масса растаявшего льда: $\Delta m_1 = \frac{cq\Delta t(T_1 - T)}{\lambda + c(T - T_0)}$. Из сосуда за время $\Delta t$ вытекает вода, которая втекла из крана, и вода, образовавшаяся из растаявшего льда. Расход вытекающей воды:

$$q_1 = \frac{\Delta m + \Delta m_1}{\Delta t} = q \cdot \left(1 + \frac{T_1 - T}{T - T_0 + \frac{\lambda}{c}}\right) \approx 1.2 \text{ г/с}.$$

**Критерии оценивания (10 баллов).**

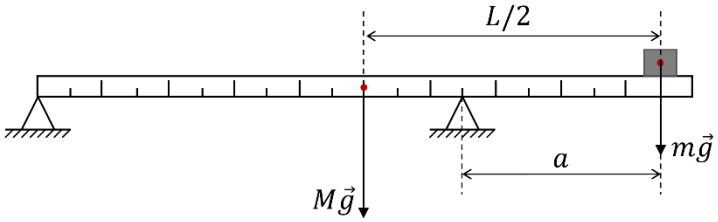
1) Записано выражение для отданного количества теплоты – 3 балла.
2) Записано выражение для поглощенного количества теплоты – 2 балла.
3) Составлено уравнение теплового баланса и найдена масса растаявшего льда – 2 балла.
4) Получен выражение для расхода вытекающей воды – 2 балла.
5) Получено числовое значение расхода вытекающей воды – 1 балл.

**Задача 3. «Равновесие» (10 баллов).** Линейка массой $M = 60$ г и длиной $L = 30$ см лежит на двух опорах (см. рис.). На свободный конец линейки помещают груз $m$. При каком максимальном значении массы этого груза возможно равновесие в представленной системе? Расстояние от ближайшей опоры до груза $a = 5$ см.



**Решение.**

Предельное условие равновесия будет соответствовать ситуации, когда линейка перестает давить на левую опору. Силы, действующие на линейку с грузом в таком случаи показаны на рисунке.



Как можно видеть, условием равновесия линейки будет равенство моментов по отношению к правой опоре: $mga = Mg \cdot \left(\frac{L}{2} - a\right)$. Откуда получаем максимальное значение для массы груза $m$: $m = M \cdot \frac{L-2a}{2a} = 120$ г. Таким образом, масса груза $m$ должна удовлетворять условию: $m \leq 120$ г.

**Критерии оценивания (10 баллов).**

1) Указано условие предельного равновесия – отсутствие силы давления на крайнюю левую опору – 1 балл.
2) Выполнен рисунок для предельного случая с указание действующих в системе сил и их плечами – 3 балла.
3) Записано условие равновесия линейки в предельном случае через равенство моментов сил – 3 балла.
4) Получено выражение для максимальной массы груза – 2 балла.
5) Получено условие, которому должна удовлетворят масса груза – 1 балл.

**Задача 4. «Погружение льдины» (10 баллов).** В воде плавает льдина с площадью поперечного сечения $S = 5$ м$^2$ и толщиной $H = 0.5$ м. Какую работу надо совершить, чтобы полностью погрузить льдину в воду? Плотность льда $900$ кг/м$^3$. Плотность воды $1000$ кг/м$^3$.

**Решение.**

Определим сначала, на сколько необходимо погрузить льдину. Высота $h_0$ выступающей над водой части льдины определяется из условия равновесия: $F_\text{А} = mg$. Сила Архимеда: $F_\text{А} = \rho_1 gS \cdot (H - h_0)$; масса льдины: $m = \rho_2 gSH$; $\rho_1$ и $\rho_2$ – плотность воды и льда соответственно. В итоге получаем $h_0 = H \cdot (\rho_1 - \rho_2)/\rho_1$.

В начальный момент силы $F_\text{А}$ и $mg$ уравновешивают друг друга. По мере уменьшения высоты $h$ выступающей над водой части льдины от $h_0$ до 0 необходимо прикладывать сверху вниз все большую силу $F$. Ее значение меняется линейно от 0 до максимального значения $F_{max} = gSH \cdot (\rho_1 - \rho_2)$. При этом работу $A$, совершаемую при погружении, льдины можно определить по среднему значению силы $F$: $F_\text{ср} = F_{max}/2 = gSH(\rho_1 - \rho_2)/2$. Работа, соответствующая средней силе $F_\text{ср}$:

$$\text{А} = F_\text{ср} \cdot h_0 = gSH \cdot \frac{(\rho_1 - \rho_1)}{2} \cdot \frac{H(\rho_1 - \rho_2)}{\rho_1} = gSH^2 \cdot \frac{(\rho_1 - \rho_1)^2}{2\rho_1} = 62.5 \text{ Дж.}$$

**Критерии оценивания (10 баллов).**

1) Определены равновесная (минимальная), максимальная и средняя сила Архимеда – 3 балла.
2) Определена работа через среднюю силу и высоту выступающей части льдины – 3 балла.
3) Определена высота выступающей части льдины – 1 балл.
4) Выведена формула для работы – 2 балла.
5) Получено числовое значение для работы – 1 балл.