

**Заключительный (очный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету «физика», весна 2021 г
8 класс**

Вариант 3

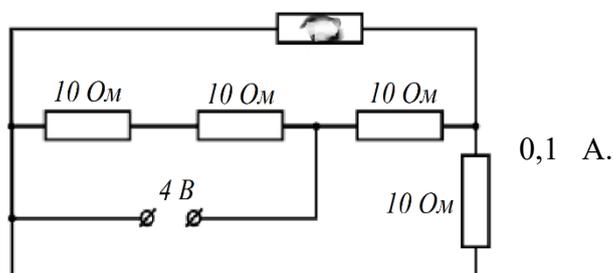
1. **(10 баллов)** Российский истребитель СУ-27 известен тем, что его двигатели экономичны и эффективны. Определите какую массу керосина использует такой самолет за полчаса полета с крейсерской скоростью 1350 км/ч, если КПД двигателей 75%, а их сила тяги при таком полете 125 кН. Удельная теплота сгорания керосина 43 МДж/кг.

2. **(15 баллов)** Для измерения прочности подводных аппаратов, их опускают в специальные цилиндрические барокамеры с водой, площадь поперечного сечения которых 5 м². Перед таким измерением ученым требуется узнать, как много жидкости вытесняет аппарат, чтобы оставить запас. Известно, что при полном погружении сила натяжения троса, за который подвешен подводный аппарат, изменилась на 1500 Н. Определите, какое расстояние нужно оставить от поверхности воды до крышки барокамеры, чтобы вода не вытекла из нее. Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1 \text{ г/см}^3$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

3. **(20 баллов)** Друзья путешествовали по дороге в лесу и вышли из него на полянку с прямым участком. Когда они уже прошли 2/9 части поляны, то услышали сигнал догоняющего их трактора. Известно, что если они пойдут обратно, то встретятся у одного края леса, а если продолжат путь прямо, то у другого. Определите, во сколько раз скорость путешественников меньше скорости трактора. Так как скорость звука много больше скорости трактора, то в условиях данной задачи можно считать, что звук распространяется мгновенно.

4. **(20 баллов)** В лаборатории ученые сталкивали между собой неизвестное вещество для определения его свойств. Навстречу друг другу запускались две одинаковые части такого вещества при определенной температуре и затем добивались их расплавления. При опыте с полным расплавлением обеих частей, скорость каждой перед соударением должна была равняться минимум 800 м/с, а чтобы только достичь температуры плавления - 720 м/с. Начальная температура вещества одинакова в обоих случаях. Определите удельную теплоту плавления исследуемого вещества. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

5. **(15 баллов)** На кружке радиотехники у ученика оказалось затерто значение одного из резисторов. Собрав схему, он замерил значение силы тока, проходящего через неизвестный резистор и получил 0,1 А. Определите величину затертого резистора.



6. **(20 баллов)** Корпус яхты изготавливают из полимерного композиционного материала, состоящего из связующего (эпоксидной смолы, соединяющей фрагменты наполнителя в единый материал) и наполнителя (рубленого стекловолокна, обеспечивающего прочность материала). Плотность композиционного материала 1500 кг/м³. Время нанесения слоя смолы составляет 45

минут, из которых 20 уходит на заправку оборудования перед работой и его очистку после работы. Объем одной заправки 40 литров. Каждая заправка расходуется на формирование только одного целого слоя материала. Площадь поверхности корпуса яхты составляет 50 м^2 , а толщина стенки 12 мм. После окончания нанесения материала следует 12-часовая сушка в печи.

Определите время формирования корпуса яхты, а также скорость расхода материала через распылитель, обеспечивающий его нанесение (в кг/с).

8 класс

3 вариант

1. (10 баллов) Российский истребитель СУ-27 известен тем, что его двигатели экономичны и эффективны. Определите какую массу керосина использует такой самолет за полчаса полета с крейсерской скоростью 1350 км/ч, если КПД двигателей 75%, а их сила тяги при таком полете 125 кН. Удельная теплота сгорания керосина 43 МДж/кг.

Возможное решение:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}}$$

$$A_{\text{п}} = F \cdot S = F \cdot V \cdot t$$

$$A_{\text{з}} = Q = q \cdot m$$

$$\eta = \frac{F \cdot V \cdot t}{q \cdot m}$$

$$m = \frac{F \cdot V \cdot t}{q \cdot \eta} = 2616 \text{ кг}$$

Ответ: 2616 кг.

Выполнение	Балл
Участник не приступал к заданию или выполнил его с самого начала неверно	0
Верно записана формула КПД	2
Верно найдена затраченная работа	2
Верно найдена полезная работа	2
Верно получена итоговая формула	2
Верно получен численный ответ	2
Всего баллов	10

2. (15 баллов) Для измерения прочности подводных аппаратов, их опускают в специальные цилиндрические барокамеры с водой, площадь поперечного сечения которых 5 м^2 . Перед таким измерением ученым требуется узнать, как много жидкости вытесняет аппарат, чтобы оставить запас. Известно, что при полном погружении сила натяжения троса, за который подвешен подводный аппарат, изменилась на 1500 Н . Определите, какое расстояние нужно оставить от поверхности воды до крышки барокамеры, чтобы вода не вытекла из нее. Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1 \text{ г/см}^3$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Возможное решение:

$$\Delta F = F_a$$

$$\Delta F = \rho \cdot g \cdot V = \rho \cdot g \cdot h \cdot S$$

$$h = \frac{\Delta F}{\rho \cdot g \cdot S} = 0,03 \text{ м}$$

Ответ: 3 см.

Выполнение	Балл
Участник не приступал к заданию или выполнил его с самого начала неверно.	0
Верно найдено, что изменение силы натяжения равно силе Архимеда	8
Верно написана формула силы Архимеда	2
Получена итоговая формула	2
Верно получен числовой ответ	3
Всего баллов	15

3. (20 баллов) Друзья путешествовали по дороге в лесу и вышли из него на полянку с прямым участком. Когда они уже прошли $\frac{2}{9}$ части поляны, то услышали сигнал догоняющего их трактора. Известно, что если они пойдут обратно, то встретятся у одного края леса, а если продолжат путь прямо, то у другого. Определите, во сколько раз скорость путешественников меньше скорости трактора. Так как скорость звука много больше скорости трактора, то в условиях данной задачи можно считать, что звук распространяется мгновенно.

Возможное решение:

$\frac{2}{9}L$ - путь, который прошли друзья до гудка. $\frac{7}{9}L$ - осталось пройти друзьям до конца тропинки.

S - осталось проехать трактору до начала тропинки

Рассмотрим два случая:

1) Когда встреча произойдет в начале тропинки:

$$\frac{2}{9}L = t_1 \cdot V_{\text{п}}$$

$$S = V_{\text{т}} \cdot t_1 = V_{\text{т}} \cdot \frac{2L}{9V_{\text{п}}}$$

$$\frac{9S}{2L} = \frac{V_{\text{т}}}{V_{\text{п}}} \quad (1)$$

2) Когда встреча произойдет в конце тропинки:

$$\frac{7}{9}L = t_2 \cdot V_{\text{п}}$$

$$S + L = V_{\text{т}} \cdot t_2 = V_{\text{т}} \cdot \frac{7L}{9V_{\text{п}}}$$

$$\frac{9(S+L)}{7L} = \frac{V_{\text{т}}}{V_{\text{п}}} \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1) и (2) Получим:

$$\frac{V_{\text{т}}}{V_{\text{п}}} = 1,8$$

Ответ: $\frac{V_{\text{т}}}{V_{\text{п}}} = 1,8$ раз.

Выполнение	Балл
Участник не приступал к заданию или выполнил его с самого начала неверно.	0
Правильно применена формула для скорости тела.	5
Верно записаны два условия встречи	10
Получен численный ответ	5
Всего баллов	20

4. (20 баллов) В лаборатории ученые сталкивали между собой неизвестное вещество для определения его свойств. Навстречу друг другу запускались две одинаковые части такого вещества при определенной температуре и затем добивались их расплавления. При опыте с полным расплавлением обеих частей, скорость каждой перед соударением должна была равняться минимум 800 м/с, а чтобы только достичь температуры плавления - 720 м/с. Начальная температура вещества одинакова в обоих случаях. Определите удельную теплоту плавления исследуемого вещества. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Возможное решение:

Рассмотрим два случая:

1) Когда тела расплавились:

$$\frac{2mV_1^2}{2} = 2cm_{\Delta}t + 2\lambda m$$

$$V_1^2 = 2c_{\Delta}t + 2\lambda \quad (1)$$

2) Когда тела нагрелись до температуры плавления:

$$\frac{2mV_2^2}{2} = 2cm_{\Delta}t$$

$$V_2^2 = 2c_{\Delta}t \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1) и (2) получим:

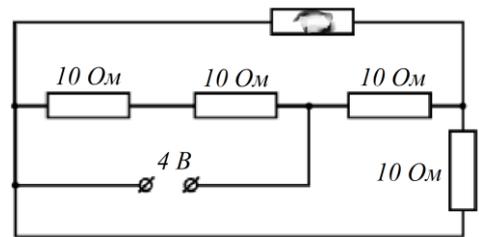
$$V_1^2 = V_2^2 + 2\lambda$$

$$\lambda = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2} = 60800 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

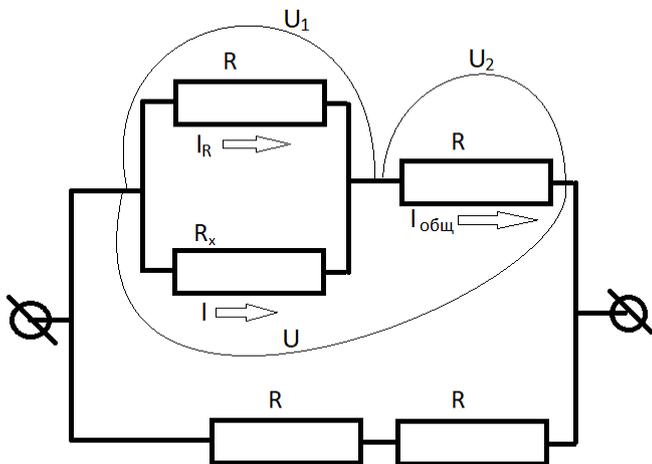
Ответ: $\lambda = 60800 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

Выполнение	Балл
Участник не приступал к заданию или выполнил его с самого начала неверно.	0
Записан закон сохранения энергии для первого случая	6
Записан закон сохранения энергии для второго случая	6
Получена итоговая формула	4
Получен численный ответ	4
Всего баллов	20

5. (15 баллов) На кружке радиотехники у ученика оказалось затерто значение одного из резисторов. Собрав схему, он измерил значение силы тока, проходящего через неизвестный резистор и получил 0,1 А. Определите величину затертого резистора.



Возможное решение:



Нарисуем эквивалентную схему.

$$I_{\text{общ}} = I + I_R$$

$$U = U_1 + U_2$$

$$U = R \cdot I_R + R \cdot I_{\text{общ}} = R \cdot (I_{\text{общ}} - I) + R \cdot I_{\text{общ}}$$

$$I_{\text{общ}} = \frac{U + R \cdot I}{2 \cdot R} \quad (1)$$

Теперь выразим через неизвестный:

$$U = R_x \cdot I + R \cdot I_{\text{общ}} \quad (2)$$

Решим систему уравнений (1) и (2) и найдем искомое сопротивление:

$$R_x = \frac{U - R \cdot I}{2 \cdot I} = 150 \text{ м}$$

Ответ: 15 Ом.

Выполнение	Балл
Участник не приступал к заданию или выполнил его с самого начала неверно.	0
Правильно используется закон Ома для однородного участка цепи	2
Верно записаны правила параллельного соединения проводников	4
Верно записаны правила последовательного соединения проводников	4
Получена итоговая формула	3
Получен численный ответ	2
Всего баллов	15

6. (20 баллов) Корпус яхты изготавливают из полимерного композиционного материала, состоящего из связующего (эпоксидной смолы, соединяющей фрагменты наполнителя в единый материал) и наполнителя (рубленого стекловолокна, обеспечивающего прочность материала). Плотность композиционного материала 1500 кг/м^3 . Время нанесения слоя смолы составляет 45 минут, из которых 20 уходит на заправку оборудования перед работой и его очистку после работы. Объем одной заправки 40 литров. Каждая заправка расходуется на формирование только одного целого слоя материала. Площадь поверхности корпуса яхты составляет 50 м^2 , а толщина стенки 12 мм. После окончания нанесения материала следует 12-часовая сушка в печи.

Определите время формирования корпуса яхты, а также скорость расхода материала через распылитель, обеспечивающий его нанесение (в кг/с).

Решение:

1) Одной заправки распылителя достаточно для нанесения одного полного слоя определенной толщины. Объем материала слоя равен произведению площади поверхности на толщину слоя

$$V_{\text{слоя}} = S \cdot h$$

Откуда можно определить толщину слоя и, соответственно, количество слоев n

$$h = \frac{V_{\text{слоя}}}{S} = 0,0008 \text{ м}$$

$$n = \frac{H}{h} = 15$$

Полное (рабочее) время формирования (включая время подготовительных операций до и после работы) равно, очевидно

$$T = t \cdot n + t_{\text{сушки}} = 23,25 \text{ ч}$$

2) Рабочее время, в ходе которого осуществляется расходование подготовленного материала

$$t_{\text{раб}} = t - t_{\text{подг}} = 45 - 20 = 25 \text{ мин}$$

$$t_{\text{раб}} = 1500 \text{ с}$$

Заправляемая масса материала

$$M = V \cdot \rho = 60 \text{ кг}$$

Тогда скорость расхода материала

$$m = M/t = 0,04 \text{ кг/с}$$

Ответ: Время формирования корпуса 23,25 часа, скорость расхода материала 0,04 кг/с.