

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

Вариант 4

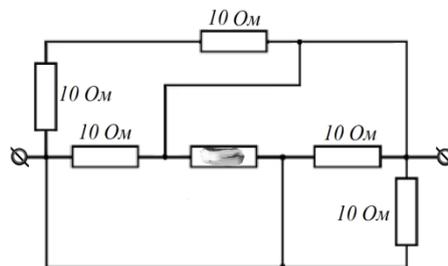
1. **(10 баллов)** Студент МГТУ разработал проект гражданского самолета, отличающегося высоким КПД двигателей. Определите силу тяги разработанного самолета, если за 45 минут полета со скоростью 850 км/ч его двигатели с КПД 75% израсходовали 2550 кг керосина. Удельная теплота сгорания керосина 43 МДж/кг.

2. **(15 баллов)** Для измерения герметичности устройства, его опускают в специальные цилиндрические камеры с маслом, так как оно обладает большим коэффициентом текучести, чем вода. Известно, что уровень масла при полном погружении в него устройства поднимется на 4 см, а сила натяжения троса, за который подвешено устройство, изменилась на 180 Н. Определите площадь поперечного сечения цилиндрической камеры. Плотность масла $\rho_{\text{в}} = 0,8 \text{ г/см}^3$. 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 $\frac{4}{9}$ 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 трактора больше скорости путешественников. 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 с одинаковой скоростью две равные части такого вещества при определенной температуре и затем добивались их расплавления. При опыте с достижением температуры плавления, скорость каждой части вещества должна равняться 810 м/с. Определите, какой минимальной скоростью должна обладать каждая часть вещества в эксперименте с их полным расплавлением, если удельная теплота плавления такого вещества $\lambda = 76950 \text{ Дж/кг}$. Начальная температура одинакова в обоих случаях. 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 затертый резистор и получил значение 0,1 А. Определите величину неизвестного резистора, если цепь подключена в сеть с напряжением 1 В.



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 . После окончания нанесения материала следует 12-часовая сушка в печи. Полное время изготовления яхты составляет 24 часа.

Определите толщину стенки получившейся яхты, а также скорость расхода материала через распылитель, обеспечивающий его нанесение (в л/с).

8 класс**4 вариант**

1. (10 баллов) Студент МГТУ разработал проект гражданского самолета, отличающегося высоким КПД двигателей. Определите силу тяги разработанного самолета, если за 45 минут полета со скоростью 850 км/ч его двигатели с КПД 75% израсходовали 2550 кг керосина. Удельная теплота сгорания керосина 43 МДж/кг.

Возможное решение:

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

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

$$A_{\text{з}} = Q = q \cdot m$$

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

$$F = \frac{\eta \cdot q \cdot m}{V \cdot t} = 129000\text{Н}$$

Ответ: 129 кН.

| 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 герметичности устройства, его опускают в специальные цилиндрические камеры с маслом, так как оно обладает большим коэффициентом текучести, чем вода. Известно, что уровень масла при полном погружении в него устройства поднимется на 4 см, а сила натяжения троса, за который подвешено устройство, изменилась на 180 Н. Определите площадь поперечного сечения цилиндрической камеры. Плотность масла $\rho_{\text{в}} = 0,8 \text{ г/см}^3$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Возможное решение:

$$\Delta F = F_a$$

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

$$S = \frac{\Delta F}{\rho \cdot g \cdot h} = 0,5625 \text{ м}^2$$

Ответ: $0,5625 \text{ м}^2$.

| 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 $\frac{4}{9}$ 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 трактора больше скорости путешественников. Так как скорость звука много больше скорости трактора, то в условиях данной задачи можно считать, что звук распространяется мгновенно.

Возможное решение:

$\frac{4}{9}L$ - путь, который прошли друзья до гудка. $\frac{5}{9}L$ - осталось пройти друзьям до конца тропинки.

S - осталось проехать трактору до начала тропинки

Рассмотрим два случая:

1) Когда встреча произойдет в начале тропинки:

$$\frac{4}{9}L = t_1 \cdot V_{\text{т}}$$

$$S = V_{\text{т}} \cdot t_1 = V_{\text{т}} \cdot \frac{4L}{9V_{\text{п}}}$$

$$\frac{9S}{4L} = \frac{V_{\text{т}}}{V_{\text{п}}} \quad (1)$$

2) Когда встреча произойдет в конце тропинки:

$$\frac{5}{9}L = t_2 \cdot V_{\text{т}}$$

$$S + L = V_{\text{т}} \cdot t_2 = V_{\text{т}} \cdot \frac{5L}{9V_{\text{п}}}$$

$$\frac{9(S+L)}{5L} = \frac{V_{\text{т}}}{V_{\text{п}}} \quad (2)$$

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

$$\frac{V_{\text{т}}}{V_{\text{п}}} = 9$$

Ответ: $\frac{V_{\text{т}}}{V_{\text{п}}} = 9$ 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 с одинаковой скоростью две равные части такого вещества при определенной температуре и затем добивались их расплавления. При опыте с достижением температуры плавления, скорость каждой части вещества должна равняться 810 м/с. Определите, какой минимальной скоростью должна обладать каждая часть вещества в эксперименте с их полным расплавлением, если удельная теплота плавления такого вещества $\lambda = 76950$ Дж/кг. Начальная температура одинакова в обоих случаях. 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:

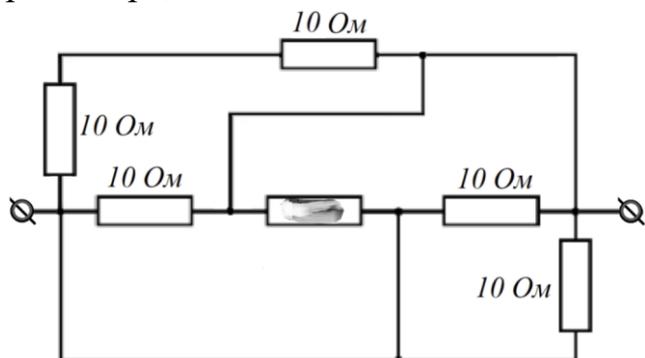
$$V_1^2 = V_2^2 + 2\lambda$$

$$V_1 = \sqrt{\square}$$

Ответ: $V_1 = 900$ м/с.

| 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 замерил значение силы тока, проходящего через затертый резистор и получил значение 0,1 А. Определите величину неизвестного резистора, если цепь подключена в сеть с напряжением 1 В.



Возможное решение:

На схеме потенциалы на концах резистора равны потенциалам на источнике питания, а значит он подключен параллельно остальной схеме. Это означает, что нам достаточно рассмотреть только его.

$$R_x = \frac{U}{I} = 100\text{м}$$

Ответ: 10 Ом.

| Выполнение | Балл |
|---|-----------|
| Участник не приступал к заданию или выполнил его с самого начала неверно. | 0 |
| Верно найдено, что напряжение на неизвестном резисторе равно напряжению всей цепи | 10 |
| Правильно использован закон Ома для однородного участка цепи | 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 . После окончания нанесения материала следует 12-часовая сушка в печи. Полное время изготовления яхты составляет 24 часа.

Определите толщину стенки получившейся яхты, а также скорость расхода материала через распылитель, обеспечивающий его нанесение (в л/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

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

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

$$T = t \cdot n + t_{\text{сушки}}$$

Тогда количество слоев $n = \frac{T - t_{\text{сушки}}}{t} = 16$, а толщина стенки $H = nh = 12,8 \text{ мм}$

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

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

$$t_{\text{раб}} = 1500 \text{ с}$$

Объемный расход материала равен

$$v = V/t = 0,027 \text{ л/с}$$

Ответ: Толщина стенки получившейся яхты $H = 12,8 \text{ мм}$, скорость расхода материала $0,027 \text{ л/с}$