

Всероссийская олимпиада школьников 2020 – 2021 учебный год

Школьный этап

Физика

8 класс

Продолжительность – 45 минут

Максимальный балл – 30

Задание 1. (15 баллов)

Из города **С** в город **Н** Иван Петрович ехал с постоянной скоростью 80 км/ч. На обратном пути трасса была загружена, и он ехал столько же времени, сколько затратил на путь из **С** в город **Н**, со скоростью 30 км/ч. Оставшийся участок пути оказался свободным, и Иван Петрович мчался со скоростью 100 км/ч. Определите среднюю скорость автомобиля на всем пути от **С** до **Н** и обратно.

Задание 2. (5 баллов)

Стакан наполовину заполнен кипятком. В каком случае вода остынет в большей степени:

- 1) если подождать 5 минут, а потом долить в стакан холодную воду;
- 2) если сразу долить холодную воду, а затем подождать 5 минут?

Ответ поясните.

Задание 3. (10 баллов)

Когда рыбак массой $M = 80$ кг садится в лодку, она погружается в воду на половину своего объёма. Сможет ли он перевезти в этой лодке на другой берег реки свою жену и сына, если их массы равны, соответственно, $m_1 = 60$ кг и $m_2 = 30$ кг? Объём лодки равен $V = 200$ л. Плотность воды 1000 кг/м³.

Всероссийская олимпиада школьников 2020 – 2021 учебный год
Школьный этап
Физика
9 класс

Продолжительность – 60 минут
Максимальный балл – 40

Задание 1. (15 баллов)

На прямолинейном участке пути АВ тело двигалось с постоянным ускорением. В начале пути скорость равна V_A , а в конце V_B . Найдите скорость V_C в середине пути. Сравните ее со скоростью V , которую тело имело спустя половину времени всего движения по участку АВ.

Задание 2. (5 баллов)

Стакан наполовину заполнен кипятком. В каком случае вода остынет в большей степени:

- 1) если подождать 5 минут, а потом долить в стакан холодную воду;
- 2) если сразу долить холодную воду, а затем подождать 5 минут?

Ответ поясните.

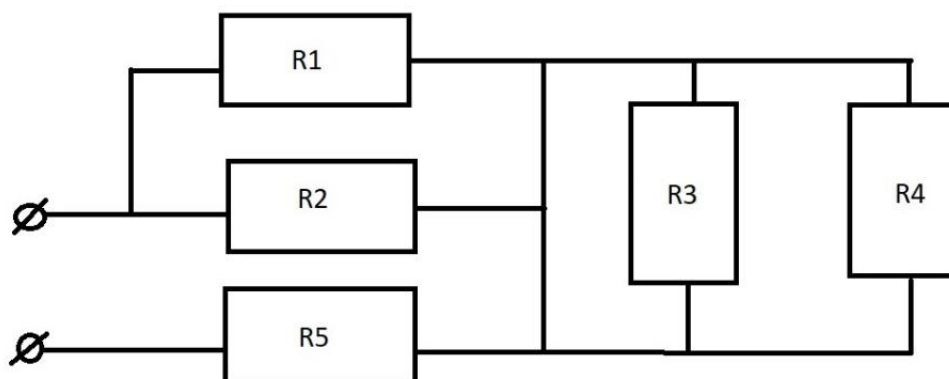
Задание 3. (10 баллов)

К потолку комнаты высотой 3 м прикреплена небольшая светящаяся лампочка. Под лампочкой стоит круглый стол высотой 1 м и радиусом 60 см. Центр лампы и центр стола лежат на одной вертикали. Определите площадь тени на полу в СИ. (площадь круга $S = \pi r^2$, $\pi = 3,14$).

Сделайте пояснительный рисунок.

Задание 4. (10 баллов)

Сопротивление резисторов: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 7 \text{ Ом}$, $R_4 = 5 \text{ Ом}$, $R_5 = 3 \text{ Ом}$. Напряжение на клеммах 10 В. Найдите мощность, выделяемую на резисторе R_5 . Ответ дайте в Вт.



Всероссийская олимпиада школьников 2020 – 2021 учебный год

Школьный этап

Физика

10 класс

Продолжительность – 60 минут

Максимальный балл – 40

Задание 1. (10 баллов)

Стальной шарик свободно падает с некоторой высоты. Во сколько раз его средняя скорость на протяжении первой половины времени полета меньше, чем средняя скорость на протяжении второй половины времени полета? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Задание 2. (10 баллов)

В чашку налили раствор кофе при температуре $t_1 = 100^\circ\text{C}$ и бросили туда несколько кубиков льда, взятого при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Когда лёд растаял, температура раствора оказалась равной $t_2 = 50^\circ\text{C}$. На сколько процентов уменьшилась концентрация кофе в растворе? Теплообмен раствора кофе с окружающей средой не учитывать. Удельные теплоёмкости раствора кофе и

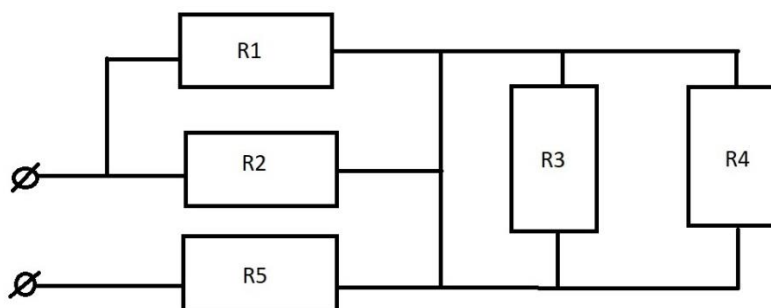
воды одинаковы и равны $c = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$, удельная теплота плавления льда

$$\lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Примечание. Под концентрацией понимается отношение массы чистого кофе ко всей массе раствора.

Задание 3. (10 баллов)

Сопротивление резисторов: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 7 \text{ Ом}$, $R_4 = 5 \text{ Ом}$, $R_5 = 3 \text{ Ом}$. Напряжение на клеммах 10 В. Найдите мощность, выделяемую на каждом резисторе. Ответ дайте в Вт.



Задание 4. (10 баллов)

При взвешивании на неравноплечих рычажных весах масса тела (по сумме масс уравновешивающих гирь) на одной чаше весов оказалась равной 2,2 кг, а на другой 3,8 кг. Найдите истинную массу тела.

Всероссийская олимпиада школьников 2020 – 2021 учебный год

Школьный этап

Физика

11 класс

Продолжительность – 60 минут

Максимальный балл – 40

Задание 1. (10 баллов)

Стальной шарик свободно падает с некоторой высоты. Во сколько раз его средняя скорость на протяжении первой половины времени полета меньше, чем средняя скорость на протяжении второй половины времени полета? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Задание 2. (15 баллов)

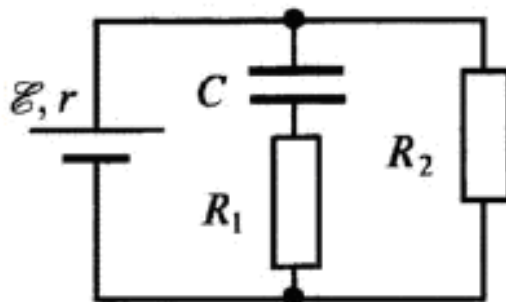
Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 400$ кПа, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объему. Конечное давление газа $p_2 = 100$ кПа. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты $Q = 1247$ Дж?

Задание 3. (5 баллов).

Электрическая цепь содержит два последовательно соединенных проводника одинаковой длины и площади поперечного сечения: один проводник железный, а другой медный. Лампа, подключенная параллельно к железному проводнику, слабо горит. Как изменится накал этой лампы если её подключить к медному проводнику? Ответ поясните.

Задание 4. (10 баллов)

Напряженность электрического поля плоского конденсатора равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, сопротивление резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



Ключи, критерии оценивания заданий
школьного этапа Всероссийской олимпиады школьников
2020-2021 учебный год
Физика 8 класс
Максимальный балл – 30

Задание 1. (15 баллов)

Из города **С** в город **Н** Иван Петрович ехал с постоянной скоростью 80 км/ч. На обратном пути трасса была загружена, и он ехал столько же времени, сколько затратил на путь из **С** в город **Н**, со скоростью 30 км/ч. Оставшийся участок пути оказался свободным, и Иван Петрович мчался со скоростью 100 км/ч. Определите среднюю скорость автомобиля на всем пути от **С** до **Н** и обратно.

Возможное решение:

Пусть S – расстояние от города **С** до города **Н**,

тогда время, затраченное из **С** в город **Н** $t_1 = S/80$,

тогда время, которое ехал Иван Петрович со скоростью 30 км/ч тоже $t_1 = S/80$.

Расстояние, которое ехал Иван Петрович со скоростью 30 км/ч

$S_1 = t_1 \cdot 30 = 30S/80 = 3S/8$, расстояние, которое ехал Иван Петрович со скоростью 100 км/ч $S_2 = S - S_1 = S - 3S/8 = 5S/8$.

Время, которое ехал Иван Петрович со скоростью 100 км/ч $t_2 = 5S/800 = S/160$,

общее время туда и обратно $t = t_1 + t_1 + t_2 = S/80 + S/80 + S/160 = 5S/160 = S/32$,

тогда средняя скорость на всем пути от **С** до **Н** и обратно $V = 2S/t = 64$ км/ч.

Критерии	Баллы
1. время, затраченное из С в город Н $t_1 = S/80$	1
2. расстояние, которое ехал Иван Петрович со скоростью 30 км/ч $S_1 = 3S/8$	2
3. расстояние, которое ехал Иван Петрович со скоростью 100 км/ч $S_2 = 5S/8$	3
4. время, которое ехал Иван Петрович со скоростью 100 км/ч $t_2 = S/160$	3
5. общее время туда и обратно $t = S/32$	3
6. средняя скорость на всем пути от С до Н и обратно $V = 2 S/t = 64$ км/ч	3

В случае арифметической ошибки минус 1 балл.

Задание 2. (5 баллов) стакан наполовину заполнен кипятком. В каком случае вода остынет в большей степени:

- 1) если подождать 5 минут, а потом долить в стакан холодную воду;
- 2) если сразу долить холодную воду, а затем подождать 5 минут?

Возможное решение.

Ответ: в первом случае вода остынет в большей степени.

Объяснение: скорость охлаждения уменьшается с уменьшением разности температур нагретого тела и окружающего воздуха. Поэтому если сразу влить в горячую воду холодную, дальнейшее остывание будет проходить медленнее.

Критерии	Баллы
1. Сформулирован правильный ответ.	2
2. Дано пояснение с указанием зависимости скорости остывания от температуры.	3

Задание 3. (10 баллов) Когда рыбак массой $M = 80$ кг садится в лодку, она погружается в воду на половину своего объёма. Сможет ли он перевезти в этой лодке на другой берег реки свою жену и сына, если их массы равны, соответственно, $m_1 = 60$ кг и $m_2 = 30$ кг? Объём лодки равен $V = 200$ л. Плотность воды 1000 кг/м³.

Возможное решение:

Условие, при котором лодка не утонет: F Архимеда больше или равна F тяжести. Когда рыбак садится в лодку $\rho g (\frac{1}{2} V) = (M + m_3) g$, где m_3 – масса лодки. Тогда масса лодки $m_3 = \rho (\frac{1}{2} V) - M$, $m_3 = 20$ кг.

Когда в лодку сядут жена и сын F тяжести $= (M + m_1 + m_2 + m_3) g = 1900\text{Н}$,
 F Архимеда $= \rho g V = 1000$ кг/м³ * 10Н/кг * $0,2$ м³ = 2000Н .

Так как $2000\text{Н} > 1900\text{Н}$, то **рыбак сможет перевести в этой лодке жену и сына.**

Критерии	Баллы
1. Записано условие, при котором лодка не утонет	1
2. Записано выражение для момента, когда рыбак садится в лодку $\rho g (\frac{1}{2} V) = (M + m_3) g$	2
3. Вычислена масса лодки	1
4. Вычислена сила тяжести, когда в лодку сядут жена и сын	2
5. Вычислена F Архимеда $= \rho g V = 1000$ кг/м ³ * 10Н/кг * $0,2$ м ³ = 2000Н ,	2
6. Сделан вывод т.к. $2000\text{Н} > 1900\text{Н}$, то рыбак сможет перевести в этой лодке жену и сына	2

В случае арифметической ошибки минус 1 балл, в случае неправильного перевода физических величин в СИ минус 1 балл.

Ключи, критерии оценивания заданий
школьного этапа Всероссийской олимпиады школьников
2020-2021 учебный год
Физика 9 класс
Максимальный балл – 40

Задание 1. (15 баллов) На прямолинейном участке пути АВ тело двигалось с постоянным ускорением. В начале пути скорость равна V_A , а в конце V_B . Найдите скорость V_C в середине пути. Сравните ее со скоростью V , которую тело имело спустя половину времени всего движения по участку АВ.

Возможное решение:

Пусть S – расстояние АВ

тогда ускорение $a = (V_B^2 - V_A^2) / 2S$,

расстояние АС – $S/2$, тогда $S/2 = (V_C^2 - V_A^2) / 2a$,

откуда $V_C^2 = (V_B^2 + V_A^2) / 2$ или $V_C = \sqrt{(V_B^2 + V_A^2) / 2}$

пусть t – время движения АВ, $t = (V_B - V_A) / a$,

тогда $V = V_A + a * t/2 = V_A + (V_B - V_A) / 2 = (V_B + V_A) / 2$

при сравнении получаем $V_C > V$

Критерии	Баллы
1. записано выражение для ускорения	3
2. определена скорость V_C	3
3. время движения расстояния АВ	3
4. определена скорость V	3
5. сравнение скорости V_C и V	3

В случае арифметической ошибки минус 1 балл.

Задание 2. (5 баллов) Стакан наполовину заполнен кипятком. В каком случае вода остынет в большей степени:

- 1) если подождать 5 минут, а потом долить в стакан холодную воду;
- 2) если сразу долить холодную воду, а затем подождать 5 минут?

Ответ поясните.

Возможное решение:

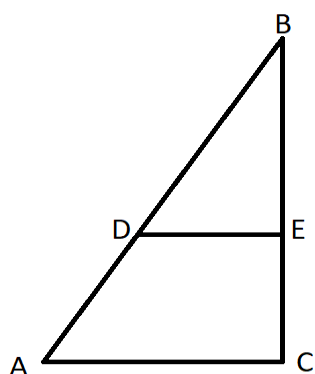
Ответ: в первом случае вода остынет в большей степени.

Объяснение: скорость охлаждения уменьшается с уменьшением разности температур нагретого тела и окружающего воздуха. Поэтому если сразу влить в горячую воду холодную, дальнейшее остывание будет проходить медленнее.

Критерии	Баллы
1. Сформулирован правильный ответ	2
2. Дано пояснение с указанием зависимости скорости остывания от температуры	3

Задание 3. (10 баллов)

К потолку комнаты высотой 3 м прикреплена небольшая светящаяся лампочка. Под лампочкой стоит круглый стол высотой 1 м и радиусом 60 см. Центр лампы и центр стола лежат на одной вертикали. Определите площадь тени на полу в СИ. (площадь круга $S = \pi r^2$, $\pi = 3,14$). Сделать пояснительный рисунок.

**Возможное решение:**

$$BC = 3 \text{ м}$$

$$EC = 1 \text{ м}$$

$$DE = 0,6 \text{ м}$$

Треугольники BED и BCA подобны (по двум углам).

Из подобия получаем соотношение

$$BC/BE = AC/DE$$

$$AC = BC \times DE/BE.$$

$$BE = BC - EC, BE = 2 \text{ м.}$$

$$AC = 0,9 \text{ м.}$$

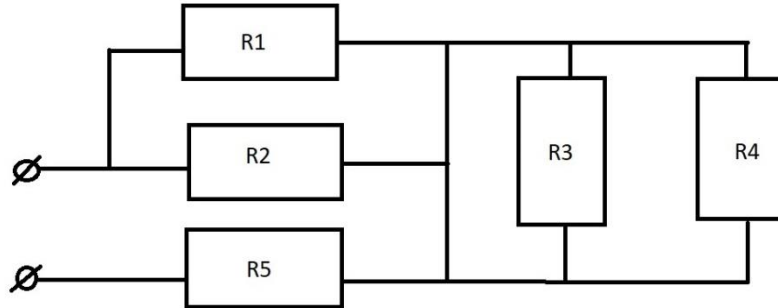
$$S = \pi \times AC^2 = 3,14 \times 0,9^2 = 2,54 \text{ м}^2$$

$$\text{Ответ: } S = 2,54 \text{ м}^2$$

Критерии	Баллы
1. Сделан пояснительный чертеж	2
2. Указано подобие треугольников	2
3. Выведено соотношение подобия	2
4. Рассчитан радиус тени	2
5. Рассчитана площадь тени	2

Задание 4. (10 баллов)

Сопротивление резисторов: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 7 \text{ Ом}$, $R_4 = 5 \text{ Ом}$, $R_5 = 3 \text{ Ом}$. Напряжение на клеммах 10 В . Найти мощность, выделяемую на резисторе R_5 . Ответ дать в Вт.



Возможное решение:

Через резистор R_3 и R_4 ток идти не будет, т.к. они соединены параллельно с проводом сопротивлением которого можно пренебречь. Тогда проводники R_1 и R_2 соединены параллельно друг с другом и последовательно с R_5 .

Мощность находим по формуле $P_5 = I^2 R_5$.

Сила тока в резисторе R_5 равна силе тока на всем участке цепи $I_{\text{общ}} = U/R_{\text{общ}}$.

$$I_{\text{общ}} = I_{12} = I_5.$$

$$R_{\text{общ}} = R_{12} + R_5.$$

Поскольку $R_1 = R_2$, то $R_{12} = R_1 / 2 = 2 \text{ Ом}$.

$$R_{\text{общ}} = 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} = 5 \text{ Ом}.$$

Тогда $I = 10 \text{ В} / 5 \text{ Ом} = 2 \text{ А}$.

$$P_5 = 2^2 \cdot 3 \text{ Ом} = 12 \text{ Вт}.$$

Критерии	Баллы
1. Указано что через R_3 и R_4 ток идти не будет и почему	3
2. Рассчитано сопротивление R_{12}	1
3. Рассчитано сопротивление $R_{\text{общ}}$	1
4. Записан закон Ома и рассчитана общая сила тока в цепи.	2
5. Записано распределение токов в цепи.	1
6. Записана формула мощности и определено её значение.	2

Ключи, критерии оценивания заданий
школьного этапа Всероссийской олимпиады школьников
2020-2021 учебный год
Физика 10 класс
Максимальный балл – 40

Задание 1. (10 баллов)

Стальной шарик свободно падает с некоторой высоты. Во сколько раз его средняя скорость на протяжении первой половины времени полета меньше, чем средняя скорость на протяжении второй половины времени полета? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Возможное решение.

Пусть t – время первой и второй половины полёта.

Т.к. шарик свободно падает, сопротивлением воздуха пренебрегаем, то его ускорение равно g .

Тогда путь l_1 , пройденный шариком на протяжении первой половины времени полёта равен: $l_1 = gt^2 / 2$

Средняя скорость на протяжении первой половины времени полёта V_{cp1} равна:

$$V_{cp1} = l_1 / t = gt / 2$$

Длина пути l_2 , пройденная шариком на протяжении второй половины времени полёта, равна разности всего пути l пути l_1

$$l_2 = g(2t)^2 / 2 - gt^2 / 2 = 3gt^2 / 2$$

Тогда средняя скорость на протяжении второй половины времени полёта V_{cp2} равна: $V_{cp2} = l_2 / t = 3gt / 2$

Найдём, во сколько раз средняя скорость на протяжении первой половины времени полёта меньше, чем средняя скорость на протяжении второй половины времени полёта

$$V_{cp2} / V_{cp1} = 3$$

т.е. в 3 раза меньше.

Критерии	Баллы
1. Записано выражение пути l_1 , пройденного шариком на протяжении первой половины времени полёта	2
2. Записано выражение средней скорости на протяжении первой половины времени полёта V_{cp1}	2
3. Записано выражение пути l_2 , пройденного шариком на протяжении второй половины времени полёта	2
4. Записано выражение средней скорости на протяжении второй половины времени полёта V_{cp2}	2
5. Вычисление, во сколько раз средняя скорость на протяжении первой половины времени полёта меньше, чем средняя скорость на протяжении второй половины времени полёта	2

Задание 2. (10 баллов)

В чашку налили раствор кофе при температуре $t_1 = 100^\circ\text{C}$ и бросили туда несколько кубиков льда, взятого при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Когда лёд растаял, температура раствора оказалась равной $t_2 = 50^\circ\text{C}$. На сколько процентов уменьшилась концентрация кофе в растворе? Теплообмен раствора кофе с окружающей средой не учитывать. Удельные теплоёмкости раствора кофе и воды одинаковы и равны $c = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$, удельная теплота плавления льда $\lambda =$

$$\lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Примечание. Под концентрацией понимается отношение массы чистого кофе ко всей массе раствора.

Возможное решение

Пусть

n_1 - начальная концентрация кофе в растворе,

n_2 - конечная концентрация кофе в растворе,

M - масса раствора,

m - масса льда.

Тогда масса чистого кофе в растворе равна $Mn_1 = (M + m)n_2$

Значит,
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{M}{M + m} = \frac{1}{1 + \frac{m}{M}}$$

Раствор кофе отдаёт количество теплоты $Q_1 = cM(t_1 - t_2)$

Лёд получает количество теплоты $Q_2 = \lambda m + cm(t_2 - t_0)$

Т.к. теплообмен раствора кофе с окружающей средой не учитывается, то

$$Q_1 = Q_2$$

$$cM(t_1 - t_2) = \lambda m + cm(t_2 - t_0)$$

$$\text{Тогда } m/M = (c(t_1 - t_2))/(\lambda + c(t_2 - t_0))$$

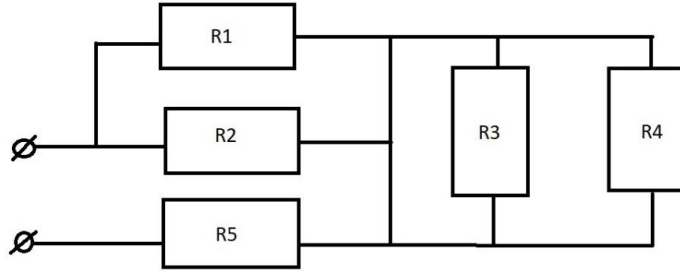
$$\text{Отношение концентраций кофе } n_1/n_2 = 1/(1 + (c(t_1 - t_2))/(\lambda + c(t_2 - t_0))) = 0,72$$

Следовательно, концентрация кофе в растворе уменьшится на $1 - 0,72 = 0,28$ или 28%

Критерии	Баллы
Выражения для нахождения массы чистого кофе в растворе	2
Формула количества теплоты, отданного кофе при остывании	1
Формула количества теплоты, полученного льдом	2
Уравнение теплового баланса	1
Нахождение $\frac{n_2}{n_1}$	3
Нахождение уменьшения концентрации кофе	1

Задание 3. (10 баллов)

Сопротивление резисторов: $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 7 \text{ Ом}$, $R_4 = 5 \text{ Ом}$, $R_5 = 3 \text{ Ом}$. Напряжение на клеммах 10 В . Найдите мощность, выделяемую на каждом резисторе. Ответ дайте в Вт.



Возможное решение:

Через резистор R_3 и R_4 ток идти не будет, т.к. они соединены параллельно с проводом сопротивлением которого можно пренебречь. Следовательно, мощность на них равна 0. Тогда проводники R_1 и R_2 соединены параллельно друг с другом и последовательно с R_5 .

Мощность находим по формуле $P = I^2 R$.

$$I_{\text{общ}} = I_{12} = I_5.$$

По закону Ома для участка цепи $I_{\text{общ}} = U/R_{\text{общ}}$.

$$R_{\text{общ}} = R_{12} + R_5.$$

Поскольку $R_1 = R_2$, то $R_{12} = R_1 / 2 = 2 \text{ Ом}$.

$$R_{\text{общ}} = 2 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} = 5 \text{ Ом}.$$

Тогда $I_{\text{общ}} = 10 \text{ В} / 5 \text{ Ом} = 2 \text{ А}$.

Т.к. $R_1 = R_2$, то $I_1 = I_2 = I_{\text{общ}} / 2 = 1 \text{ А}$.

$$P_1 = I_1^2 R_1 = 1 \text{ А}^2 \cdot 4 \text{ Ом} = 4 \text{ Вт}.$$

$$P_2 = I_2^2 R_2 = 1 \text{ А}^2 \cdot 4 \text{ Ом} = 4 \text{ Вт}.$$

$$P_5 = I_5^2 R_5 = 2 \text{ А}^2 \cdot 3 \text{ Ом} = 12 \text{ Вт}.$$

Ответ: $P_1 = P_2 = 4 \text{ Вт}$, $P_3 = P_4 = 0 \text{ Вт}$, $P_5 = 12 \text{ Вт}$.

Критерии	Баллы
1. Указано что через R_3 и R_4 ток идти не будет и почему.	2
2. Рассчитано сопротивление R_{12}	1
3. Рассчитано сопротивление $R_{\text{общ}}$	1
4. Записан закон Ома и рассчитана общая сила тока в цепи.	1
5. Рассчитана сила тока через сопротивления R_1 и R_2 .	1
6. Записана формула мощности .	1
7. Рассчитаны мощности P_1 и P_2	1
8. Рассчитаны мощности P_3 и P_4	1

Задание 4. (10 баллов)

При взвешивании на неравноплечих рычажных весах масса тела (по сумме масс уравнивающих гирь) на одной чаше весов оказалась равной 2,2 кг, а на другой 3,8 кг. Найти истинную массу тела.

Возможное решение:

Пусть x – левое плечо, y – правое плечо,
условие равновесия $M_1 = M_2$ или $F_1 l_1 = F_2 l_2$,
тогда в первом случае $mgx = m_1gy$,
во втором случае $m_2gx = mgy$,
тогда $m^2 = m_1 m_2$, $m = 2,9$ кг

Критерии	Баллы
1. Записано условие равновесия в общем виде или описано словами	1
2. Записано условие равновесия в первом и во втором случае	5
3. Определена истинная масса тела	4

Ключи, критерии оценивания заданий
школьного этапа Всероссийской олимпиады школьников
2020-2021 учебный год
Физика 11 класс
Максимальный балл – 40

Задание 1. (10 баллов)

Стальной шарик свободно падает с некоторой высоты. Во сколько раз его средняя скорость на протяжении первой половины времени полета меньше, чем средняя скорость на протяжении второй половины времени полета? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Возможное решение.

Пусть t – время первой и второй половины полёта.

Т.к. шарик свободно падает, сопротивлением воздуха пренебрегаем, то его ускорение равно g .

Тогда путь l_1 , пройденный шариком на протяжении первой половины времени полёта равен

$$l_1 = gt^2/2$$

Средняя скорость на протяжении первой половины времени полёта V_{cp1} равна

$$V_{cp1} = l_1/t = gt/2$$

Длина пути l_2 , пройденная шариком на протяжении второй половины времени полёта, равна разности всего пути l пути l_1

$$l_2 = g(2t)^2/2 - gt^2/2 = 3gt^2/2$$

Тогда средняя скорость на протяжении второй половины времени полёта V_{cp2} равна

$$V_{cp2} = l_2/t = 3gt/2$$

Найдём, во сколько раз средняя скорость на протяжении первой половины времени полёта меньше, чем средняя скорость на протяжении второй половины времени полёта

$V_{cp2}/V_{cp1} = 3$ т.е. в 3 раза меньше.

Критерии	Баллы
1. Записано выражение пути l_1 , пройденного шариком на протяжении первой половины времени полёта	2
2. Записано выражение средней скорости на протяжении первой половины времени полёта V_{cp1}	2
3. Записано выражение пути l_2 , пройденного шариком на протяжении второй половины времени полёта	2
4. Записано выражение средней скорости на протяжении второй половины времени полёта V_{cp2}	2
5. Вычисление, во сколько раз средняя скорость на протяжении первой половины времени полёта меньше, чем средняя скорость на протяжении второй половины времени полёта	2

Задание 2. (15 баллов)

Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600\text{К}$ и давлении $p_1 = 400\text{кПа}$, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объему. Конечное давление газа $p_2 = 100\text{кПа}$. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты $Q = 1247\text{ Дж}$.

Возможное решение:

Согласно первому началу термодинамики $Q = A + \Delta U$,

при этом, если газ отдает тепло, то $Q < 0$,

изменение внутренней энергии одноатомного идеального газа $\Delta U = 3/2 \nu R \Delta T$, согласно условию $T_1/T_2 = V_2/V_1$,

из уравнения Менделеева – Клапейрона $p_1 V_1 = \nu R T_1$, $p_2 V_2 = \nu R T_2$,

$p_1 V_1 / p_2 V_2 = \nu R T_1 / \nu R T_2$, $p_1 T_2 / p_2 T_1 = \nu R T_1 / \nu R T_2$ тогда $p_1 / p_2 = T_1^2 / T_2^2$

$T_2 = 300\text{ К}$,

$A = Q - \Delta U = -1247\text{ Дж} - 3/2 * 1\text{ моль} * 8,31\text{ Дж}/(\text{моль К}) * (300\text{ К} - 600\text{ К}) = 2,5\text{ кДж}$

Критерии	Баллы
1. Записано первое начало термодинамики	1
2. Указано, что $Q < 0$	1
3. Изменение внутренней энергии одноатомного идеального газа $\Delta U = 3/2 \nu R \Delta T$	1
4. Записано условие, что $T_1/T_2 = V_2/V_1$,	2
5. Получена формула и вычислено значение $T_2 = 300\text{ К}$	5
6. Вычислена работа	5

Задание 3. (5 баллов). Электрическая цепь содержит два последовательно соединенных проводника одинаковой длины и площади поперечного сечения: один проводник железный, а другой медный. Лампа, подключенная параллельно к железному проводнику, слабо горит. Как изменится накал этой лампы если её подключить к медному проводнику? Ответ поясните.

Ответ: накал лампы уменьшится.

Объяснение: при последовательном соединении проводников напряжение больше на концах проводника, имеющего большее сопротивление. Поскольку удельное сопротивление железа больше, чем удельное сопротивление меди, то сопротивление железного проводника больше, чем медного, и напряжение на нем тоже больше. При параллельном соединении лампочки с проводником напряжение на ней будет равно напряжению на проводнике. Следовательно,

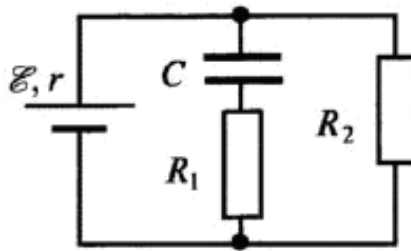
напряжение на лампе при подключении к медному проводнику будет меньше, чем при подключении к железному. Поскольку мощность лампочки рассчитывается по формуле $P = U^2/R$, можно сделать вывод, что накал лампы при подключении к медному проводнику уменьшится.

(верным считается объяснение через распределение токов при параллельном подключении)

Критерии	Баллы
1. Сформулирован правильный ответ.	2
2. Дано пояснение с указанием зависимости сопротивления от материала проводника и мощности лампочки от напряжения (силы тока)	3

Задание 4. (10 баллов)

Напряженность электрического поля плоского конденсатора равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС $\varepsilon = 30$ В, сопротивление резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



Возможное решение:

Электрический ток через последовательно включенные R_1 и C не идет, поэтому напряжения на конденсаторе и резисторе одинаковы и равны $U = IR_2$, $U = Ed$, где E – напряженность поля в конденсаторе, тогда $d = IR_2 / E$

Согласно закону Ома $I = \varepsilon / (R_2 + r)$

$$d = \varepsilon R_2 / (E(R_2 + r)) = 1 \text{ мм}$$

Критерии	Баллы
1. записано, что электрический ток через последовательно включенные R_1 и C не идет	3
2. записано, что напряжения на конденсаторе и резисторе одинаковы и равны $U = IR_2$, $U = Ed$	3
3. записано, что согласно закону Ома $I = \varepsilon / (R_2 + r)$	2
4. записано выражение для d и вычислено значение	2

В случае арифметической ошибки минус 1 балл, в случае неправильного перевода физических величин в СИ минус 1 балл.