



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Электроэнергетика»

9 класс

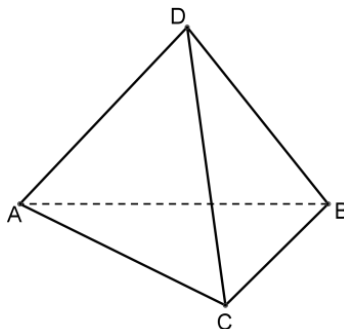
Заключительный этап

2020-2021

Задания, ответы и критерии оценивания

Задача 1 (10 баллов)

Из проволоки постоянного сечения спаян правильный тетраэдр. К двум его вершинам приложено напряжение 220 вольт, а к двум другим подключен идеальный вольтметр. Найти показания вольтметра.



Решение

Если к двум вершинам такого тетраэдра подключить напряжение, то две другие совершенно эквивалентны, а значит и потенциалы их одинаковы. Учитывая, что идеальный вольтметр не вносит изменений и показывает разность потенциалов, то ответ – ноль.

Задача 2 (20 баллов)

В ходе цикла Карно рабочее вещество получает от нагревателя количество теплоты $Q = 300$ кДж. Температуры нагревателя и холодильника равны соответственно $T_1 = 450$ К и $T_2 = 280$ К. Определить работу A , совершаемую рабочим веществом за цикл.

Решение

КПД цикла Карно $\eta = (T_1 - T_2) / T_1$

$$\eta = A / Q$$

$$A = Q \cdot ((T_1 - T_2) / T_1)$$

$$A = 113 \text{ кДж.}$$

Задача 3 (20 баллов)

В елочной гирлянде было 30 лампочек четырех цветов, соединенных последовательно: синий, красный, желтый, зеленый, синий и так далее. В гирлянде перегорели две лампочки одного цвета. Для того чтобы починить гирлянду ее разрезали на три части. При починке гирлянды, полученные отрезки соединили параллельно. Оказалось, что сопротивление всей гирлянды уменьшилось ровно в 15 раз. Найти сколько лампочек может быть в каждом из отрезков, на которые разделили гирлянду и во сколько раз увеличилась сила тока в

цепи. Сопротивление всех лампочек одинаково равно r . (Изобразить схему соединения исходной гирлянды и гирлянды после восстановления)

Решение

Сопротивление всей исходной гирлянды $30r$. Пусть после того как гирлянду разрезали в ней осталось всего 28 лампочек в отрезках из x , y и $28-x-y$ лампочек в каждом. Тогда сопротивление всей получившейся при параллельном соединении цепи можно найти из уравнения:

$$1/xr + 1/yr + 1/(28-x-y)r = 1/2r$$

Решая данное уравнение получаем, что отрезки гирлянды будут иметь длины 3, 10, 15 лампочек соответственно.

Закон Ома для исходной гирлянды $U = 30rI_0$

Для куска из 3 лампочек $U = 3rI_1$

Для куска из 10 лампочек $U = 10rI_2$

Для куска из 15 лампочек $U = 15rI_3$

Отсюда находятся соотношения для токов в исходной гирлянде и в отрезках: $I_1 = 10I_0$, $I_2 = 3I_0$, $I_3 = 2I_0$.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Сила тока в цепи увеличилась в 15 раз.

Нарисована электрическая схема - 2 балла

Записано выражение для полного сопротивления - 4 балла

Найдены количества лампочек в отрезках - 10 баллов

Во сколько раз увеличилась сила тока в цепи - 4 балла

Задача 4 (20 баллов)

Электрическая цепь состоит из двух резисторов с сопротивлениями $R_1 = 40$ Ом и $R_2 = 60$ Ом, соединенных параллельно. Сила тока через первый резистор $I_1 = 0,60$ А. Определить мощность тепловых потерь в цепи. (Изобразить схему соединения резисторов)

Решение.

Мощность, выделяемая в цепи $P = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2$,

где I_1 - ток, текущий через резистор R_1 , I_2 - ток, текущий через резистор R_2 .

При параллельном соединении напряжения на всех ветвях одинаковы $U_1 = U_2$.

Согласно закону Ома для однородного участка цепи $I_1 R_1 = I_2 R_2$.

Ток $I_2 = I_1 R_1 / R_2 = 0,4$ А. $P_1 = 14,4$ Вт, $P_2 = 9,6$ Вт

мощность тепловых потерь в цепи $P = 24$ Вт.

Задача 5 (30 баллов)

От генератора с э.д.с. $E = 110$ В требуется передать энергию на расстояние $l = 250$ м. Потребляемая мощность $P = 1$ кВт. Найти минимальное сечение S медных подводящих проводов, если потери мощности в сети не должны превышать 1%.

Решение

По условию задачи потери мощности в сети должны превышать 1%, следовательно КПД $\eta = 99\%$.

Сопротивление проводов $R = \rho 2l/S$, $R = U/I$;

$P = EI$, отсюда $I = P/E$

КПД $\eta = U/E$, откуда $U = \eta E$.

$R = \eta E^2/P$;

$\eta E^2/P = \rho 2l/S$, откуда $S = \rho 2lP / \eta E^2 = 78 \text{ мм}^2$