

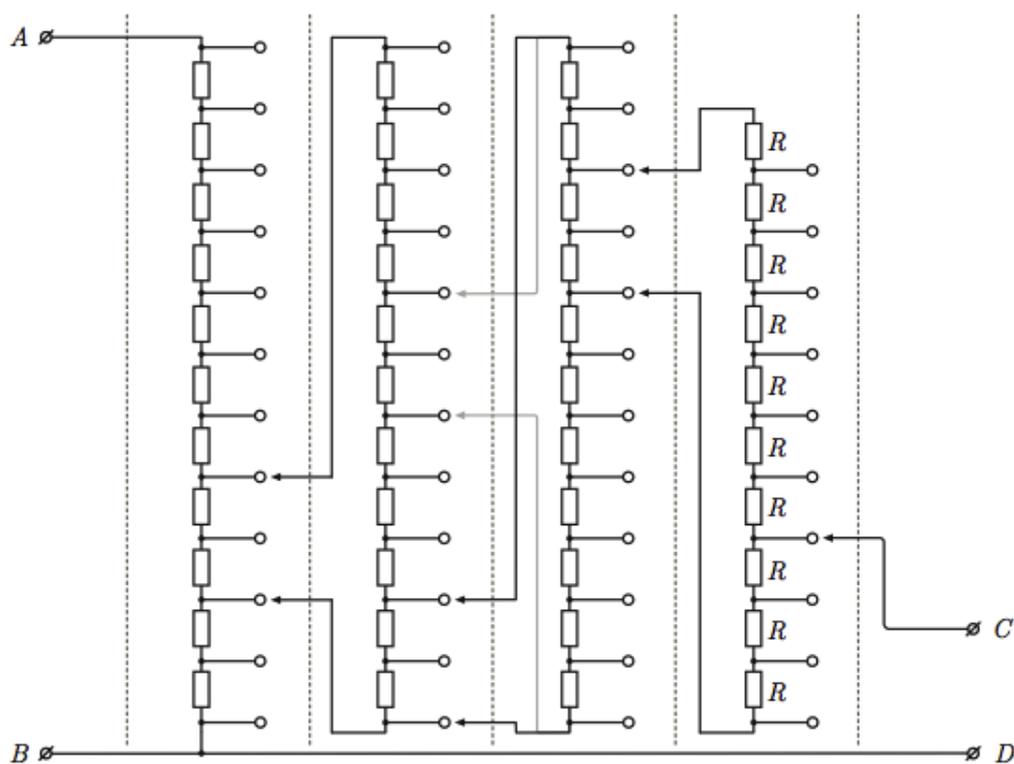
Московская олимпиада школьников по физике

9 класс, второй тур, 2019 год

ЗАДАЧА 1. Первая оценка скорости света была дана Рёмером в 1675 году. Изучая движение Ио (спутника Юпитера), он получил значение близкое к 220000 км/с. Орбита Ио расположена в плоскости орбиты Земли, поэтому спутник периодически исчезает в тени Юпитера. Интервал между двумя последовательными появлениями Ио из тени Юпитера в среднем равен 42,5 ч. Однако, согласно современным исследованиям при различных положениях Солнца, Земли и Юпитера этот интервал может отклоняться от среднего значения не более, чем на 16 с в большую или меньшую сторону. По представленным данным определите скорость света, если расстояние от Земли до Солнца составляет $1,5 \cdot 10^8$ км. Можно считать, что орбитальная скорость Юпитера вокруг Солнца намного меньше, чем у Земли.

$$c/w_{80I} \cdot (1'0 \mp 98'7)$$

ЗАДАЧА 2. На рис. изображена схема делителя напряжения Кельвина-Варлея.



Сопротивления резисторов одного столбца (столбцы показаны пунктиром) — одинаковые, в разных столбцах — разные сопротивления. Если на выводы A и B подать постоянное напряжение U_0 , то на выводах C и D напряжение будет равно $U_1 = \alpha U_0$, где значение коэффициента α ($0 < \alpha < 1$) зависит от положения контактов, обозначенных чёрными стрелками. Изменяя положение контактов, значение коэффициента α можно подобрать с точностью до одной десятичной. Между соседними контактами (во всех столбцах кроме последнего) всегда должна быть одна свободная клемма. Для положения контактов, показанного на рисунке чёрными стрелками, $\alpha = 0,2073$. Если изменить положение контактов во втором столбце так, как показано светло-серыми стрелками, коэффициент умножения станет равен $\alpha = 0,2573$. Положение

контактов в первом столбце определяет цифру в разряде десятых в значении коэффициента α , во втором — цифру в разряде сотых и так далее. Считая известным сопротивление R резисторов в последнем столбце, определите сопротивления резисторов в остальных столбцах. При каком положении контактов коэффициент α будет равен $\alpha_0 = 0,2019$?

См. конспект

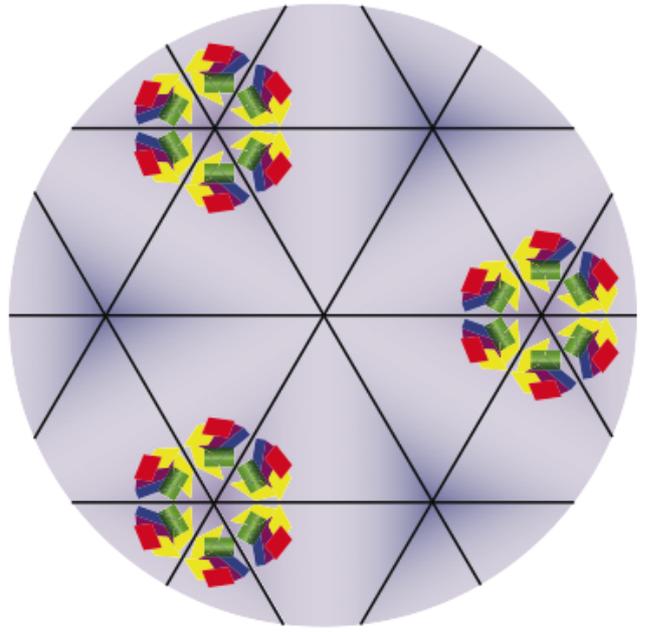
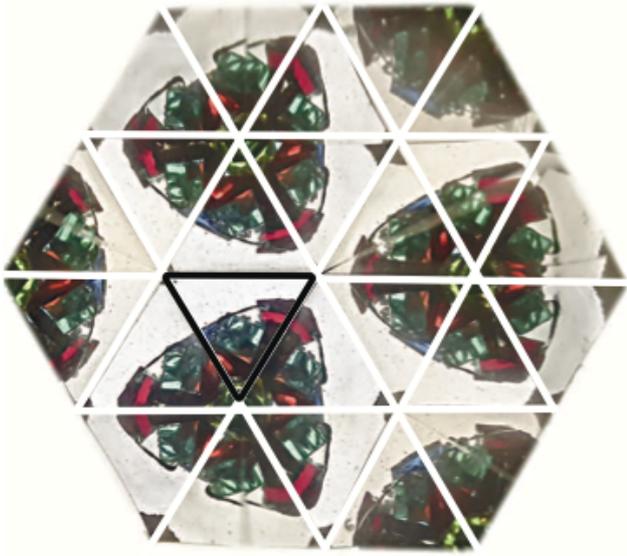
ЗАДАЧА 3. Стальной шарик ($m = 110$ г, $R = 1,5$ см, $c = 500$ Дж/(кг · °С)), нагретый до температуры $T_1 = 500$ °С, лежит на теплоизолирующей подставке в прозрачном сосуде, который заполняют дистиллированной водой ($m_0 = 0,4$ кг, $T_0 = 20$ °С), так что шарик оказывается примерно в середине столба воды. Наблюдается интересное явление. Вокруг шарика очень быстро образуется тонкая паровая плёнка, после этого некоторое время толщина плёнки остаётся постоянной, равной $d = 0,5$ мм, образование пузырьков пара (как при кипении) не наблюдается, теплообмен между водой и шариком происходит через плёнку. В момент, когда температура шарика уменьшается до $T_2 = 250$ °С, плёнка «срывается» — и в жидкости вблизи шарика начинается бурное кипение, которое продолжается до тех пор, пока температура шарика не уменьшится до $T_k = 100$ °С. Можно считать, что в процессах образования плёнки и пузырькового кипения всё количество теплоты, отданное шариком, идёт на испарение воды, но треть пара во всплывающих пузырьках (образовавшихся при кипении) конденсируется. Теплообменом с окружающей средой и теплоизолирующей подставкой, а также нагревом пара можно пренебречь. Определите температуру воды к моменту окончания теплообмена между шариком и водой. Удельная теплоёмкость и теплота испарения воды равны $c_0 = 4200$ Дж/Дж/(кг · °С) и $L = 2,2 \cdot 10^6$ Дж/кг. Средняя плотность пара равна $\rho \approx 0,6$ кг/м³. Объём шара радиусом R определяется по формуле $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.

С.173

ЗАДАЧА 4. Три плоских зеркала внутри трубки калейдоскопа образуют призму с равносторонним треугольником в сечении, перпендикулярном оси трубки. Через маленькое отверстие в заглушке, закрывающей торец трубки, можно наблюдать цветные стёклышки, находящиеся на другом торце, а также множественные отражения этих стёклышек в зеркалах (рис. сбоку). На левом рисунке внизу вы видите фрагмент фотографии картины, наблюдаемой в калейдоскопе. При фотографировании объектив фронтальной камеры смартфона был прижат к глазку калейдоскопа. Белые линии, совпадающие с плоскостями зеркал или параллельные им, проведены позднее в графическом редакторе. Известно, что внутри чёрного треугольника видны непосредственно цветные стёклышки, которые можно назвать предметом. Внутри остальных треугольников — их изображения в зеркалах (изображения предмета).



Какое максимальное количество отражений от зеркал калейдоскопа испытывают лучи, формирующие изображения на левом рисунке? Рисунок справа имитирует картину, наблюдаемую в калейдоскопе. Чему равно максимальное количество отражений в этом случае? Обратите внимание, что положение предмета на правом рисунке неизвестно.



5 отражений; 7 отражений

Ответ к задаче 2

Сопротивление резисторов предпоследнего столбца $R_1 = 5R$, сопротивление резисторов во втором столбце $R_2 = 25R$, сопротивление резисторов в первом столбце равно $R_3 = 125R$. Чтобы получить $\alpha_0 = 0,2019$, следует контакты в предпоследнем столбце сместить вниз на 6 клемм, а контакт в последнем столбце сместить вверх на 5 клемм относительно положения, обозначенного на рисунке чёрными стрелками. Контакты в первом и втором столбце остаются на своих местах.