

Олимпиада КФУ по физике

11 класс, 2019 год, вариант 2

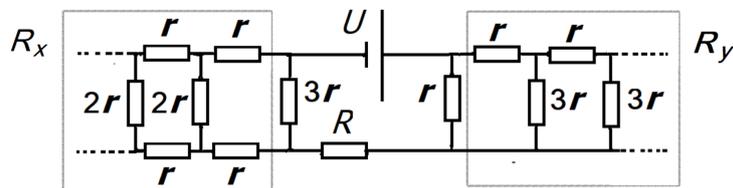
1. Снаряд разлетелся в середине большой комнаты на 3 осколка с одинаковыми массами и скоростями. Один осколок продолжил движение в том же направлении, два других разлетелись в вертикальной плоскости под углом 60° друг к другу. Осколок летевший прямо ударился в стену через время t_1 , а время между приземлением двух других осколков равно τ . Когда один из осколков коснулся потолка, скорость его была направлена горизонтально. Все удары упругие. Найти длину и высоту комнаты.

$$\frac{v}{c} = H : \tau \cdot \delta z = \tau$$

2. Баллон объемом V накачали молекулярным азотом ($M = 28$ г/моль). Затем его помещают в вакуум и делают очень маленькое отверстие (поток газа не возникает, молекулы вылетают по одной). Найдите среднюю силу которая требуется для удержания баллона на месте. Считать, что за время Δt от начала наблюдения из баллона вытекает доля газа $\eta \ll 1$ и температура поддерживается равной T .

$$\frac{dM}{dt} \sqrt{\frac{2T}{\pi M}}$$

3. Найти силу тока через сопротивление R в представленной на рисунке электрической схеме с двумя различающимися бесконечными цепочками сопротивлений.



$$\frac{U}{R} \sqrt{\frac{2}{\pi}} + \frac{U}{R} \sqrt{\frac{2}{\pi}} = \frac{U}{R}$$

4. При последовательном подключении двух одинаковых резисторов к источнику напряжения ток постепенно снижался начиная с 5 А до установившегося значения 4,5 А. Температура резисторов при этом изменилась с 20°C до 170°C . До какой температуры нагреются резисторы при параллельном подключении и каков будет установившийся ток через каждый из резисторов? Считать, что сопротивление линейно зависит от температуры.

$$\square \circ 60 \square$$

5. Звездолет может развивать скорость вплоть до скорости света в вакууме, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. Астронавты обратили внимание на то, что вид звёздного неба зависит от скорости звездолёта. В самом деле, в соответствии со специальной теорией относительности справедлив закон преобразования углов

$$\cos \alpha' = \frac{\cos \alpha - \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c} \cos \alpha}$$

где α и α' углы между направлениями скорости звездолёта v и светового потока в системах отсчёта, связанных с неподвижным наблюдателем (α) и звездолётом (α'). Что увидят астронавты при $v \rightarrow c$? Под какими углами α в неподвижной системе отсчёта будут достигать звездолёта лучи, которые астронавты будут видеть как лучи, перпендикулярные направлению полёта звездолёта при скоростях $v = 0,5c$ и $c = 0,5c\sqrt{3} \approx 0,866c$?

при $v \rightarrow c$ и $c = 0,5c\sqrt{3}$ углы равны 60° и 30° соответственно

при $v \rightarrow c$ звездное небо сожмётся в одну яркую точку перед звездолётом: