

ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ
ВАРИАНТ 27881 для 8-го класса

1. Оцените максимально возможную толщину ледника, который может образоваться в Антарктиде, используя известные Вам физические законы и явления.

Решение.

Ледник будет таять у основания.

При плавлении льда у основания ледника его высота уменьшается на ΔH .

Уменьшение потенциальной энергии равно количеству теплоты, необходимой для плавления $\lambda \Delta m = \rho r S \Delta H$, где ρ -плотность льда, S - площадь ледника, λ - удельная теплота плавления льда. Для ледника высотой H получаем:

$$\lambda \Delta m = \Delta m g H .$$

Таким образом,

$$H = \frac{\lambda}{g} .$$

2. Глобус окружен проволочным каркасом из трех одинаковых колец, выполненных из тонкой однородной проволоки, причем диаметр колец равен диаметру глобуса. Два кольца расположены в меридиональных плоскостях под углом 90° друг к другу, а третье – в экваториальной плоскости. В местах пересечения кольца спаяны друг с другом. Источник постоянного напряжения подключен к северному и южному полюсам. Во сколько раз изменится тепловая мощность, выделяемая каркасом, если его изготовить из четырех таких же колец так, что одно образует экватор, а три других расположены в меридиональных плоскостях под углом 60° друг к другу?

Решение: Обозначим электрическое сопротивление четверти кольца через R . Представим электрическую схему каждого каркаса в виде соединений одинаковых резисторов сопротивлением R . Очевидно, что в силу симметрии полученной электрической схемы потенциалы всех точек экватора одинаковы, поэтому через экваториальные резисторы ток не идет. (1)

Суммарное сопротивление каркасов в обоих случаях определяется последовательным соединением двух одинаковых «полушарий» - северного и южного. (2)

Эквивалентное сопротивление каждого полушария определяется параллельным соединением меридиональных ветвей: в первом случае таких ветвей 4, а во втором случае таких ветвей 6.

$$\text{Поэтому } R_{\text{экв1}} = \frac{R}{4}, \quad R_{\text{экв2}} = \frac{R}{6} \quad (3)$$

В результате полное сопротивление каркасов, подключенных к источнику за полюса, составляет $R_1 = 2R_{\text{экв1}} = \frac{R}{2}$ $R_2 = 2R_{\text{экв2}} = \frac{R}{3}$ (4)

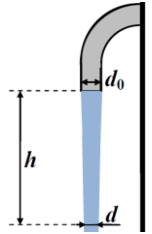
Тепловая мощность выделяемая каркасами при подключении их к источнику постоянного напряжения, выражается формулой $P_{\text{тепл}} = \frac{U^2}{R_{\text{каркаса}}}$, т.е. она обратно пропорциональна суммарному сопротивлению каркаса. (5)

$$\text{Поэтому } P_{\text{тепл1}} = \frac{2U^2}{R} \quad \text{и} \quad P_{\text{тепл2}} = \frac{3U^2}{R} \quad (6)$$

Следовательно, тепловая мощность увеличится в полтора раза (7)

Ответ: увеличится в 1,5 раза.

3. Вода вытекает вертикальной струёй из крана, внутренний диаметр выходного отверстия которого равен d_0 . Если подставить под струю банку объемом V , то она наполнится за время τ . Если открыть кран, увеличив поток воды, то диаметр струи в сечении, расположенном ниже отверстия крана на h , станет равен d . Во сколько раз быстрее при новом напоре воды наполнится та же банка?



Решение:

Площадь выходного сечения крана $S_0 = \frac{\pi d_0^2}{4}$. Скорость вытекания воды из крана можно найти из соотношения $v_0 = \frac{V}{S_0 \tau} = \frac{4V}{\pi d_0^2 \tau}$, где V – объем банки.

При увеличении потока воды скорость истечения воды из крана увеличится до значения v'_0 . Обозначив скорость потока воды в расположенном ниже сечении как v' , запишем уравнение неразрывности струи в виде $v'_0 S_0 = v' S'$ или $v'_0 d_0^2 = v' d^2$, откуда $v' = v'_0 \left(\frac{d_0}{d}\right)^2$ Воспользуемся законом сохранения энергии:

$$\left(v'_0 \left(\frac{d_0}{d}\right)^2\right)^2 = v_0'^2 + 2gh. \text{ Тогда}$$

$$\text{Отсюда } v_0'^2 \left(\left(\frac{d_0}{d}\right)^4 - 1\right) = 2gh. \text{ Тогда } v_0'^2 = \frac{2ghd^4}{d_0^4 - d^4} \text{ и } v'_0 = d'^2 \sqrt{\frac{2gh'}{d_0^4 - d'^4}}.$$

$$\text{Новое время наполнения банки находим как } \tau' = \frac{V}{S_0 v'_0} = \frac{4V}{\pi d_0^2 d^2} \sqrt{\frac{d_0^4 - d^4}{2gh}}.$$

Новое время наполнения банки больше прежнего в x раз, где

$$x = \frac{4V}{\pi \tau (d_0 d)^2} \sqrt{\frac{d_0^4 - d^4}{2gh}}$$

$$\text{Ответ: время наполнения банки больше в } x = \frac{4V}{\pi \tau (d_0 d)^2} \sqrt{\frac{d_0^4 - d^4}{2gh}} \text{ раз.}$$

4. Чебурашка и крокодил Гена отправились в космическое путешествие на Луну. Гена быстро заснул, а Чебурашка то и дело смотрел в иллюминатор. Через несколько часов полета он заметил, что Земля всё ещё близко: её видимый размер вдвое превышал видимый размер Луны. Чебурашка не выдержал и пошёл спать следом за Геной. Но когда он проснулся и опять посмотрел в иллюминатор, ситуация изменилась радикально: размер Луны вдвое превышал размер Земли! Радостным криком «Мы у цели!» Чебурашка разбудил спящего Гену. Гена изучил показания бортовых приборов и выяснил, что пока Чебурашка спал, они пролетели 86000 км. На каком расстоянии от Луны был корабль, когда Чебурашка проснулся? Считайте, что кажущийся размер планеты обратно пропорционален расстоянию до неё, а радиус Земли в 3,7 раза больше радиуса Луны.

Решение

Обозначим x_1 – расстояние до Земли перед уходом Чебурашки спать, x_2 – искомое расстояние до Луны, когда Чебурашка проснулся, $x=86$ тыс. км.

Пусть кажущийся радиус планеты радиуса R на расстоянии r равен $\frac{\alpha R}{r}$, где α – некоторая константа. Тогда

$$\begin{cases} \frac{\alpha \cdot 3,7R_L}{x_1} = 2 \cdot \frac{\alpha R_L}{x + x_2} \\ \frac{\alpha \cdot 3,7R_L}{x_1 + x} \cdot 2 = \frac{\alpha R_L}{x_2} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 3,7x + 3,7x_2 = 2x_1 \\ 7,4x_2 = x_1 + x \end{cases}$$

$$x_1 = 7,4x_2 - x$$

$$3,7x + 3,7x_2 = 14,8x_2 - 2x$$

$$11,1x_2 = 5,7x$$

$$x_2 = \frac{5,7x}{11,1} = 0,5x = 0,5 \cdot 86 = 43 \text{ тыс. км}$$

5. Электрик взял четыре одинаковых стрелочных двухполярных вольтметра и соединил между собой по одной клемме от каждого вольтметра. К точке соединения вольтметров между собой ничего не подключено. Другие клеммы вольтметров он подключил к четырём случайным точкам в силовом распределительном шкафу. Показания трех вольтметров соответственно равны $U_1 = 120$ В, $U_2 = 180$ В и $U_3 = 220$ В. Какое напряжение показал четвёртый вольтметр?

Замечание. У двухполярного вольтметра ноль находится посередине шкалы и стрелка может отклоняться как влево, так и вправо.

Решение

Известно, что сумма токов через узел всегда равна нулю (1-е правило Кирхгофа). Таким образом, станем записывать токи, втекающие в узел со знаком плюс, а вытекающие из узла – со знаком минус, учитывая при этом, что одновременно должны присутствовать, как втекающие, так и вытекающие токи.

Например, это условие можно записать так: $I_1 + I_2 + I_3 - I_4 = 0$. (1)

Все вольтметры имеют одинаковое сопротивление R_V . Отклонение стрелки пропорционально силе тока, текущей через вольтметр Поэтому

$$U = IR_V. \quad (2)$$

Тогда $U_1 + U_2 + U_3 - U_4 = 0$ (3)

Знаки слагаемых в уравнениях (1) и (3) могут быть различными, но обязательно должны присутствовать положительные и отрицательные слагаемые. Всего возможно 12 вариантов уравнения (3), из которых только 4 дают различные ответы:

$120+180+220-U_4=0$	$U_4 = 520$ В	
$120+180-220+U_4=0$	$U_4 = -80$ В	(4)
$120-180+220+U_4=0$	$U_4 = -160$ В	
$-120+180+220+U_4=0$	$U_4 = -280$ В	
$120+180-220-U_4=0$	$U_4 = -80$ В	
$120-180-220+U_4=0$	$U_4 = 280$ В	
$-120-180+220+U_4=0$	$U_4 = 80$ В	
$120-180-220-U_4=0$	$U_4 = -280$ В	
$-120-180-220+U_4=0$	$U_4 = 520$ В	
$-120+180+220-U_4=0$	$U_4 = 280$ В	
$-120+180-220-U_4=0$	$U_4 = 160$ В	
$-120-180+220-U_4=0$	$U_4 = 80$ В	

Из всех возможных комбинаций выберем 4 варианта неповторяющихся значений. Таким образом, вольтметр может показывать 4 различных значения напряжения: 80 В, 160 В, 280 В, 520 В.

Ответ: 280 В, 160 В, 80 В, 520 В.