

КАМА Challenge 2019

Базовые задачи

1. Из шланга, лежащего на земле, бьёт под углом 45° к горизонту вода с начальной скоростью 10 м/с. Площадь сечения отверстия шланга 5 см². Оцените массу струи, находящейся в воздухе. (2 балла)

2. Невесомая пружина жёсткостью $k = 10$ Н/м и длиной $L = 7.5$ см подвешена на штативе за верхний конец в вертикальном положении. Нижний конец пружины перекрыт невесомой горизонтальной пластинкой, жёстко прикреплённой к пружине. С высоты $H = 2.5$ см, отсчитываемой от верхнего края пружины, падает без начальной скорости пластилиновый шарик массой $m = 25$ г. Он пролетает сквозь витки пружины, ударяется о пластинку и прилипает к ней. Какую максимальную скорость v_{\max} будет иметь шарик при своём дальнейшем движении вниз? Сопротивление воздуха не учитывать, размером шарика пренебречь. (2 балла)

3. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изобары 1-2, изохоры 2-3 и адиабаты 3-1. Найти КПД этого цикла, если объем на изобаре изменяется в 8 раз. Рабочее вещество – идеальный одноатомный газ. *Указание:* В адиабатическом процессе температура T и объем газа V связаны уравнением $T^3V^2 = \text{const}$. (2 балла)

4. На рис. 1 изображена схема электрической цепи, состоящей из идеального источника постоянного напряжения U_0 , резисторов с одинаковым сопротивлением R , идеального вольтметра и идеального амперметра. Показания вольтметра $U_V = 16$ В, амперметра $I_A = 24$ мА. Определите напряжение источника U_0 и сопротивление R резисторов. (2 балла)

5. Собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 30$ см и диаметром $D = 60$ мм вставлена в круглое отверстие листа фанеры. Точечный источник света находится на главной оптической оси линзы на расстоянии $a = 55$ см от линзы. На экране, расположенном перпендикулярно главной оптической оси, получено резкое изображение этого источника. При неподвижных линзе и экране источник передвигают на $x = 15$ см вдоль главной оптической оси по направлению к линзе. Найдите диаметр светлого пятна на экране. (2 балла)

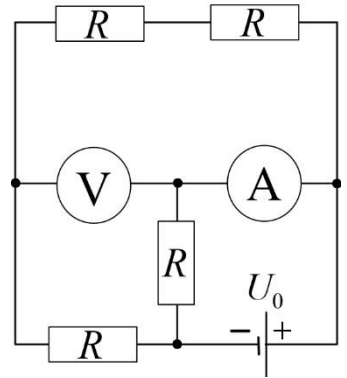


Рис. 1

КАМА Challenge 2019

Задачи повышенной сложности

6. Первоначально в системе, изображённой на рис. 1 а, напряжение на конденсаторе ёмкостью C_1 равно $U_0 = 30$ В, ключ K разомкнут, а конденсатор C_2 не заряжен. Сопротивление резистора $R = 10$ Ом, зависимость силы тока через диод от напряжения на нём изображена на рис. 1 б. Ключ замыкают. При каких ёмкостях конденсаторов напряжение на C_1 может уменьшиться вдвое? Считая, что $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 3$ мкФ определить, какая тепловая мощность будет выделяться на диоде в этот момент, и какое количество теплоты суммарно выделится в системе к моменту установления равновесия. (4 балла)

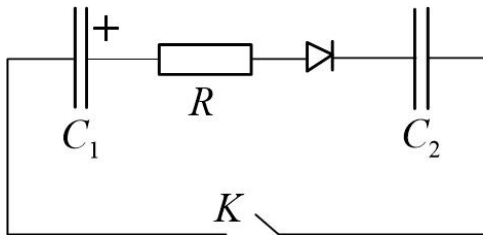


Рис. 1 а

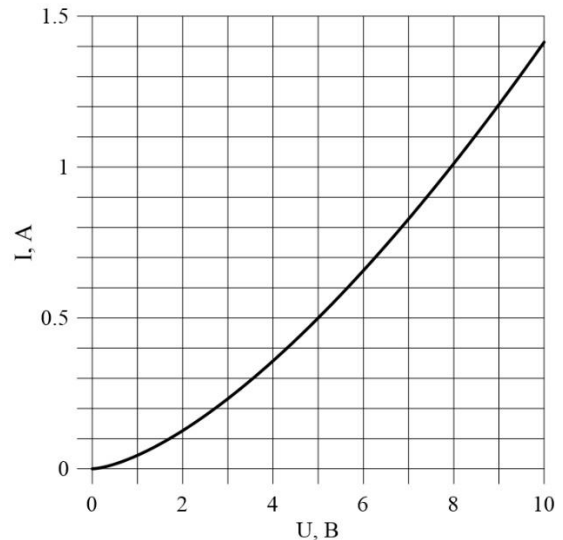


Рис. 1 б

7. Из точки А на поверхности углового разреза (рис. 2) с начальной скоростью 5 м/с бросают маленький шарик. Шарик после однократного абсолютно упругого соударения со стенкой разреза возвращается обратно в точку А. Под каким углом к нормали n был брошен шарик? Угол α при основании разреза 45° , $OA = 1.75$ м. *Указание:* при решении можно использовать приближённые формулы справедливые при $\varepsilon \ll 1$. (4 балла)

$$\sin \varepsilon \approx \varepsilon, \quad \operatorname{tg} \varepsilon \approx \varepsilon, \quad \cos \varepsilon \approx 1, \quad \sqrt{1 \pm \varepsilon} \approx 1 \pm \frac{\varepsilon}{2}, \quad \frac{1}{1 \pm \varepsilon} \approx 1 \mp \varepsilon$$

8. Идеальный одноатомный газ выступает в качестве рабочего тела в тепловой машине с КПД 0.33, работающей по циклу (рис. 3). На участках 2-3, 4-1 газ не обменивается теплом с внешней средой. Давления в точках 1 и 3 равны, а объёмы отличаются втрое. Температура в точке 4 втрое меньше чем в точке 1. Во сколько раз температура газа в точке 2 больше чем в точке 1? (4 балла)

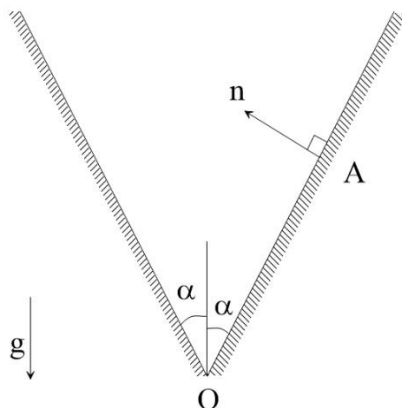


Рис. 2

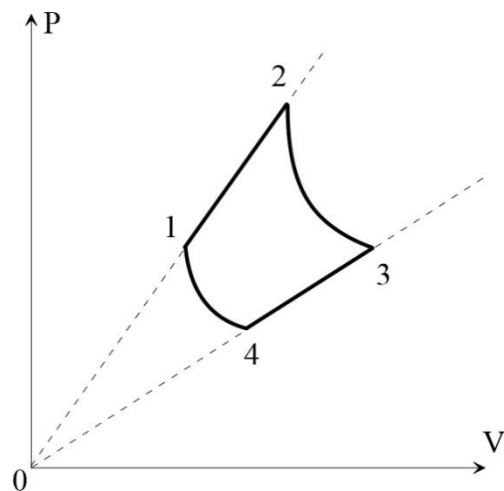


Рис. 3

9. Во сколько раз изменится сопротивление участка АВ (рис. 4) после замыкания обоих ключей?
 Указание: точки соединения проводников (узлы) указаны жирными точками. (4 балла)

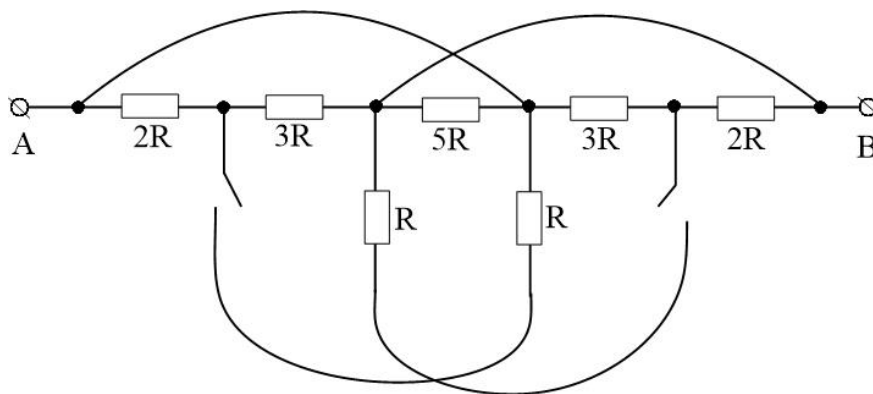


Рис. 4

10. Аэростат с нерастяжимой оболочкой, заполненный водородом при давлении $2 \cdot 10^5$ Па, поднимается на максимальную высоту 14 км. На какую максимальную высоту поднимется аэростат, если наполнить его водородом при давлении $9.3 \cdot 10^5$ Па? Молярная масса воздуха в 14.5 раз больше молярной массы водорода. Зависимость атмосферного давления от высоты представлена на рис. 5. Изменением температуры с высотой пренебречь. (4 балла)

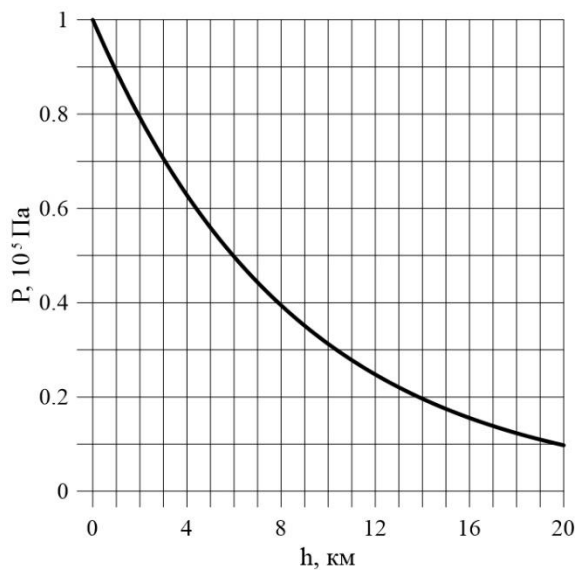


Рис. 5