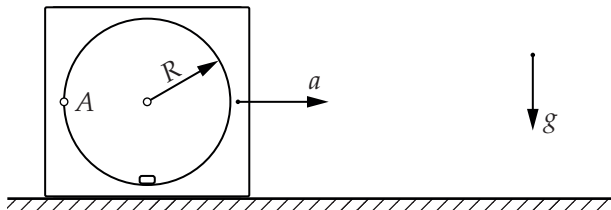


1-й отборочный тур

1. Шайба в полости и ускорение (3 балла)

На горизонтальной протяжённой плоскости находится брусок, в котором сделана шарообразная полость радиусом $R = 0,2$ м (см. рисунок, представленный ниже). В нижней точке полости лежит маленькая шайба массой $m = 0,1$ кг. Изначально система покоится. В некоторый момент брусок начинает двигаться горизонтально с ускорением a под действием внешней силы. Шайба при этом тоже приходит в движение. Трение в системе отсутствует. Ускорение свободного падения g считайте равным 10 м/с².



а) (1 балл) При каком минимальном значении a_{\min} ускорения бруска шайба в процессе движения достигнет точки A ? Ответ дайте в м/с², округлите до целого.

б) (2 балла) Пусть ускорение бруска равно $a = g\sqrt{3}$. Определите силу, с которой шайба действует на брусок, когда она проходит точку A , лежащую на горизонтальном диаметре полости. Ответ дайте в ньютонах, округлите до целого.

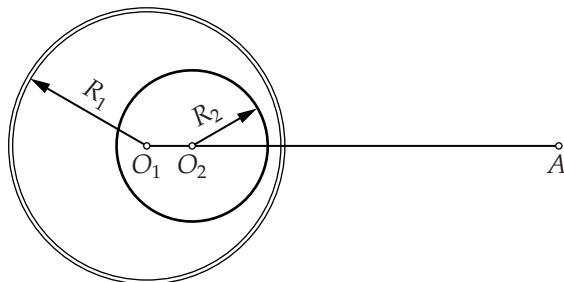
2. Треугольный цикл (2 балла)

Рабочим телом тепловой машины является идеальный двухатомный газ. Машина работает по циклу, состоящему из трёх процессов: нагревания при постоянном объёме, изобарного расширения и процесса, в котором давление изменяется пропорционально объёму. КПД этого цикла равен $\frac{100\%}{31}$. Определите отношение максимальной температуры газа в цикле к минимальной. Ответ округлите до целого.

3. Потенциалы (6 баллов)

Внутри сферической проводящей оболочки радиусом $R_1 = 30$ см с центром в точке O_1 располагается металлический шарик радиусом

$R_2 = 18$ см. Центр шарика находится в точке O_2 , так что точка O_1 оказывается лежащей внутри шарика, как показано на рисунке.

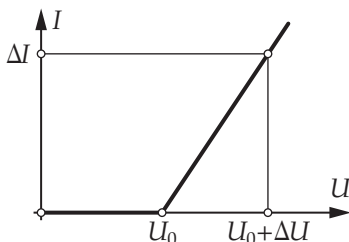
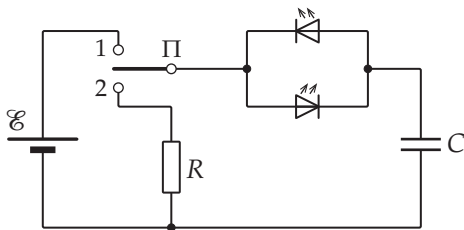


Заряды оболочки и шарика равны $q_1 = 1$ нКл и $q_2 = 2$ нКл соответственно, разность потенциалов шарика и оболочки равна $U = 45$ В. Потенциал бесконечно удалённых точек равен нулю. Значение комбинации постоянных $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ можно считать равным $9 \cdot 10^9$ (В · м)/Кл. Ответы на вопросы задачи дайте в вольтах, округлите до целого.

- (2 балла) Чему равен потенциал точки A , лежащей на расстоянии $3R_1$ от центра сферической оболочки O_1 ?
- (2 балла) Определите потенциал точки O_2 .
- (2 балла) Найдите потенциал поля зарядов оболочки в точке O_2 .

4. Конденсатор и светодиоды (6 баллов)

В цепи, схема которой изображена на рисунке слева, конденсатор изначально не заряжен, обозначенные на схеме параметры считаются известными, переключатель Π находится в среднем положении. Вольт-амперная характеристика светодиода изображена на рисунке справа, при этом $U_0 = \frac{\mathcal{E}}{5} = 1$ В, $\Delta U = \Delta IR$, $R = 10$ Ом.



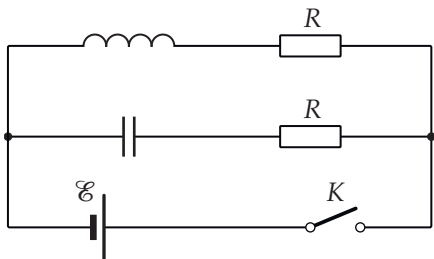
Переключатель перекидывают на короткое время τ ($\tau \ll RC$) в положение 1, а затем мгновенно на такое же время в положение 2. Эти две операции повторяют без остановки снова и снова.

а) (4 балла) Определите среднее напряжение на конденсаторе спустя длительное время после начала процесса. Ответ дайте в вольтах, округлите до целого.

б) (2 балла) Чему равна средняя мощность, выделяющаяся на светодиодах через большое время после начала процесса? Ответ дайте в Вт, округлите до десятых.

5. Неизвестные параметры (4 балла)

В цепи, схема которой представлена на рисунке, конденсатор изначально не заряжен, ключ разомкнут, внутреннее сопротивление батареи равно нулю. ЭДС батареи и сопротивление резистора равны $\mathcal{E} = 5$ В и $R = 5$ Ом соответственно. Ключ замыкают и ждут установления стационарного режима. При этом на резисторе, присоединённом к конденсатору, выделяется количество теплоты $Q_1 = 25$ мкДж. После того как напряжение на конденсаторе и ток через катушку установятся, ключ размыкают, и за большое время после этого на резисторе, присоединённом к конденсатору, выделяется количество теплоты $Q_2 = 25$ мкДж.



а) (2 балла) Найдите ёмкость конденсатора. Ответ дайте в мкФ, округлите до целого.

б) (2 балла) Чему равна индуктивность катушки? Ответ дайте в мкГн, округлите до целого.

6. Расстояние до зеркала (2 балла)

За линзой с оптической силой 5 дптр на расстоянии x от неё располагается плоское зеркало. Плоскости зеркала и линзы параллельны. На оптический центр линзы под малым углом к оптической оси падает луч света. Он проходит через линзу, отражается от зеркала и вторично проходит через линзу. Определите расстояние x от зеркала до линзы в двух случаях:

а) (1 балл) выходящий из системы луч распространяется параллельно главной оптической оси;

б) (1 балл) выходящий из системы луч распространяется параллельно падающему.

Ответы дайте в см, округлите до целых.