

Заключительная олимпиада

1. С вершины гладкой полусферы, находящейся на гладком горизонтальном столе, соскальзывает без начальной скорости небольшое тело. На какой высоте тело оторвется от полусферы, если их массы одинаковы?

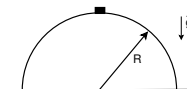


Рис. 1: Сфера

2. В точке О на краю ступеньки бесконечной лестницы со ступеньками равной ширины и высоты лежит очень маленький шарик. Шарiku сообщают большую горизонтальную скорость v_0 . Найти, через какое время шарик испытает n -й удар о лестницу. Удары считать абсолютно упругими, трением пренебречь.

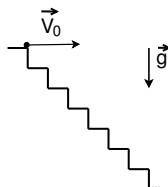


Рис. 2: Лестница

3. Найдите теплоемкость системы, состоящей из перекрытого поршнем сосуда с одноатомным газом (параметры газа P_0, V_0, T_0). Поршень удерживается пружиной. Слева от поршня вакуум. Если газ откачать, поршень соприкоснется с правой стенкой сосуда, а пружины будет не деформирована. Теплоемкостями сосуда, поршня и пружины пренебречь.

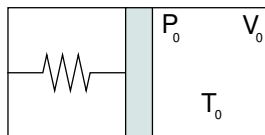


Рис. 3: Поршень

4. На вход схемы, содержащей сильно разреженную газоразрядную лампу, подаются периодические прямоугольные сигналы с напряжением $U_0 = 100$ В и длительностью $\tau = 1$ мс, период $T = 1$ с. Определите время t , через которое лампа впервые загорится. Определите также и установившееся напряжение на конденсаторе. ВАХ газоразрядной лампы изображен на обороте, напряжением открытия (зажигания) считать $V_0 = 50$ В. Параметры схемы: $R = 1$ кОм, $C = 1$ мФ. Когда напряжение источника равно 0, считать, что источник разрывает цепь.

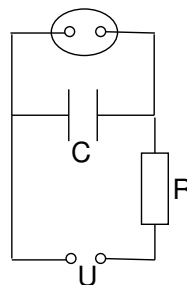


Рис. 4: Схема

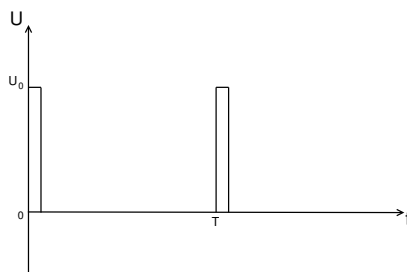


Рис. 5: Сигнал

5. Облако электронов, прошедшее разность потенциалов $V = 100$ В, приближается к клистрону, состоящему из двух пар сеток. Напряжение на первой паре меняется по закону $U_1(t)$, указанному на рисунке,

на второй - по закону $U_2(t) = U_0 \sin(\omega t + \varphi)$. На каком расстоянии L от первой сетки необходимо расположить вторую и какую фазу φ выбрать, чтобы облако электронов передало клистрону наибольшую энергию. Какова при этом эта энергия? Расстояние между сетками $d = 1$ см, период $T = 2\pi/\omega = 1$ мкс, напряжение $U_0 = 1$ В. Продольный размер облака $H = 2$ м, площадь поперечного сечения $S = 1$ мм², концентрация электронов в облаке $n = 10^{12}$ м⁻³. Центр облака проходит через первую сетку в момент времени $t = 0$ с. Взаимодействием электронов друг с другом пренебречь.

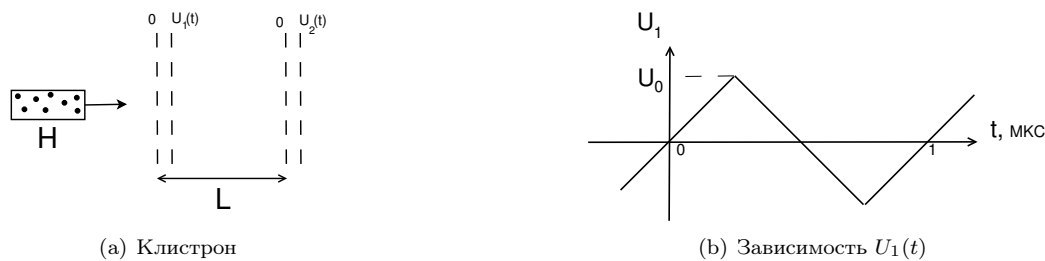


Рис. 6:

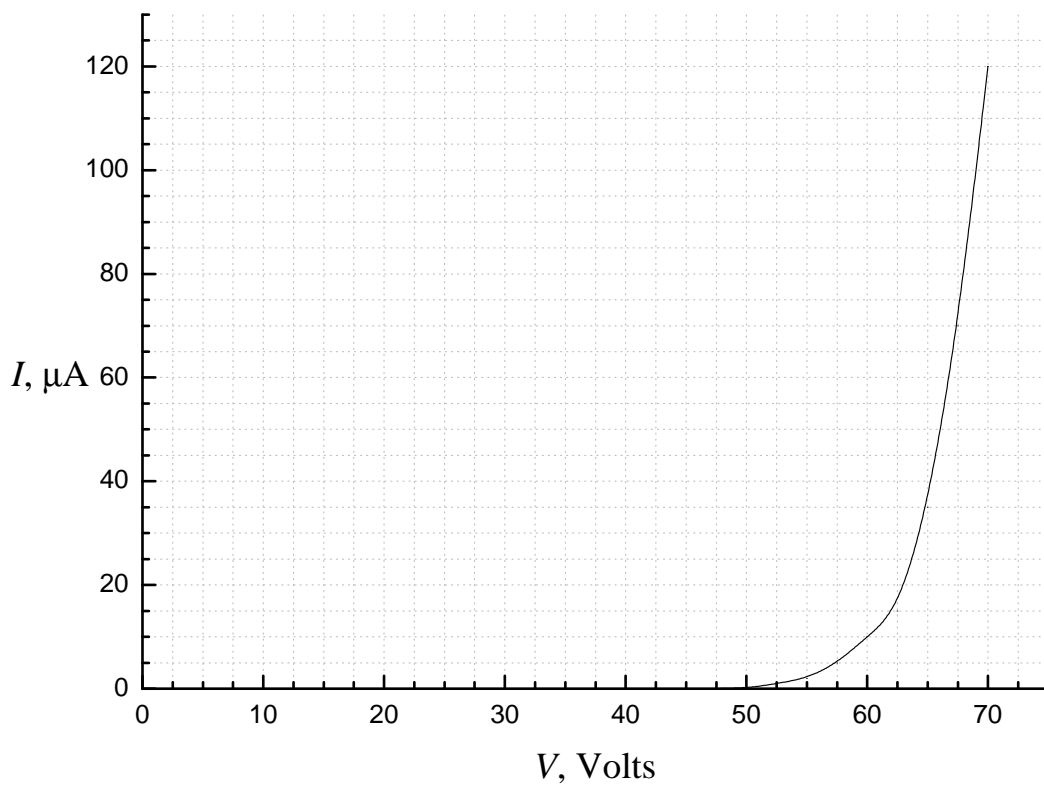


Рис. 7: ВАХ лампы