

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.
2025-26 учебный год. 11 класс. Максимальный балл – 50.**

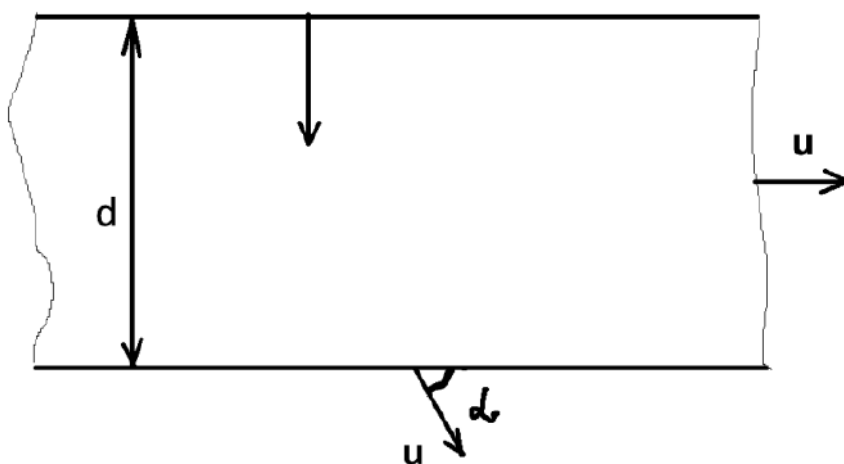
Задача №1

Тонкую ленту шириной $d = 50$ см протягивают по горизонтальной поверхности стола с постоянной скоростью $u = 1,5$ м/с. На ленту въезжает скользящая по столу монета, имеющая скорость, направленную перпендикулярно краю ленты. Монета скользит по ленте и покидает её со скоростью u (равной скорости ленты) под углом $\alpha = 60^\circ$ к краю ленты (относительно стола).

Вопрос №1: Найти скорость монеты (по модулю) относительно ленты в конце движения по ленте.

Вопрос №2: Найти начальную скорость монеты относительно стола.

Вопрос №3: Найти коэффициент трения скольжения между лентой и монетой.



Соавтор: Бабичев Сергей Анатольевич

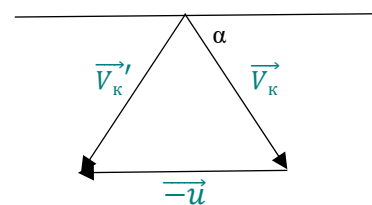
Возможное решение.

Вопрос №1:

В плоскости ленты на монету действует только сила трения скольжения, направленная против относительной скорости. Поэтому, в системе отсчета, связанной с лентой, монета будет двигаться по прямой. Перейдем в систему отсчета, связанную с лентой.

Рассмотрим треугольник конечных скоростей, где $\vec{V}_k$ – конечная скорость в системе отсчета, связанной со столом (равная по модулю u), $\vec{V}_k'$ – конечная скорость в систем отсчета, связанной с лентой.

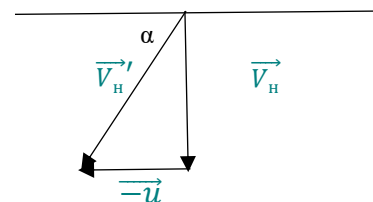
Учитывая, что угол $\alpha = 60^\circ$, получаем равносторонний треугольник, значит $\vec{V}_k'$ по модулю равна u и направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к ленте.



Вопрос №2:

Так как в системе отсчета, связанной с лентой, монета движется по прямой, то и начальная скорость монеты $\vec{V}_n'$ в системе отсчета «лента» должна быть направлена под углом α к ленте.

Рассмотрим треугольник начальных скоростей. Из него получим $tg(90^\circ - \alpha) = \frac{u}{V_H}$, откуда $V_H = \frac{u}{tg(90^\circ - \alpha)} = \frac{1,5}{tg(30^\circ)} = 2,6 \text{ м/с}$.



Вопрос №3:

Из ответа на второй вопрос можем найти начальную скорость монеты в системе отсчета «лента». $V'_H = \frac{u}{\sin(90^\circ - \alpha)} = 2u$.

Также можем определить путь, пройденный монетой по ленте $L = \frac{d}{\cos(90^\circ - \alpha)} = 0,577 \text{ м}$.

Запишем закон сохранения энергии для монеты в системе отсчета «лента».

$$\frac{mV'^2_H}{2} - \mu mgL = \frac{mV'^2_K}{2}$$

Откуда $\mu = \frac{3u^2}{2gL} = \frac{3 \cdot 1,5^2}{2 \cdot 10 \cdot 0,577} = 0,585$.

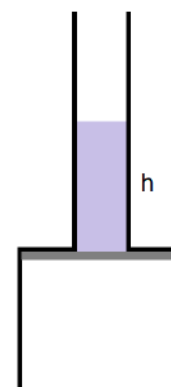
Критерии оценивания.

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Выполнен пояснительный рисунок, на рисунке изображена траектория движения монеты в системе отсчёта, связанной с лентой + треугольники скоростей в начале и в конце движения монеты на ленте.	1+1
2	Определена относительная скорость в конце движения монеты по ленте: $V'_K = 1,5 \text{ м/с}$	2
3	Определена скорость в начале движения монеты по ленте: $V_H = 3 \text{ м/с}$	1
4	Правильно записан закон сохранения энергии для монеты в системе отсчёта, связанной с лентой.	2
5	Найден путь, пройденный монетой по ленте или записано аналогичное выражение	1
6	Получен ответ: $\mu = 0,585$.	2

Задача №2

К крышке цилиндрического теплоизолированного сосуда герметично прикреплена трубка, в которую можно наливать жидкость. Площадь сечения трубки в два раза меньше площади сечения сосуда. В сосуде под легким теплонепроводящим поршнем находится идеальный одноатомный газ. Изначально поршень плотно прилегает к крышке сосуда.

В трубку начинают медленно наливать жидкость. Когда уровень жидкости в трубке достигает значения h , поршень приходит в движение (до этого жидкость не подтекала в зазор между поршнем и крышкой), жидкость больше не доливают. После установления равновесия верхняя граница жидкости опустилась на Δh . Атмосферное давление не учитывайте, потерями тепла - пренебечь.



Вопрос №1: На сколько переместился поршень?

Вопрос №2: На сколько переместился центр масс жидкости?

Вопрос №3: Определите высоту сосуда с газом.

Автор: Воронцов Александр Геннадьевич

Возможное решение.**Вопрос №1:**

Т.к. жидкости сохраняют объем, то объем $S\Delta h$ расположился в сосуде над поршнем. Значит, поршень сдвинулся на $\Delta x = S \Delta h / 2S = \Delta h / 2$.

Вопрос №2:

Положение центра масс будем отсчитывать от верха сосуда с газом. Первоначальное положение центра масс жидкости – $y_1 = h/2$, ее масса – ρSh .

После опускания жидкость массы $\rho S(h-\Delta h)$ имеет координату центра масс $(h-\Delta h)/2$ и жидкость массы $\rho 2S(\Delta x)$ имеет координату центра масс $(-\Delta x)/2$. Находим новую координату центра масс всей жидкости: $y_2 = (\rho S(h-\Delta h) \cdot (h-\Delta h)/2 + \rho 2S\Delta x \cdot (-\Delta x/2)) / (\rho Sh) = h/2 - \Delta h + \Delta h^2/(4h)$.

Изменение положения центра масс $\Delta y = -\Delta h + \Delta h^2/(4h)$ (отрицательное).

Вопрос №3:

Начальное давление газа в сосуде можно определить из равенства сил в момент начала движения поршня $2SP_0 = \rho ghS$. Откуда $P_0 = \rho gh/2$.

Конечное давление газа в сосуде находим из условия равновесия: $2SP_1 = \rho g 2S(h - \Delta h + \Delta x)$, или $P_1 = \rho g (h - \Delta h/2)$.

Запишем закон сохранения энергии для системы газ + жидкость:

$$\Delta U_{\text{газ}} + \Delta U_{\text{жидкость}} = 0.$$

$$\frac{3}{2}(P_1 V_1 - P_0 V_0) + \rho Sh \cdot g \cdot \Delta y = 0.$$

Учтем, что $V_0 = 2SH$, $V_1 = 2S(H-\Delta x)$, получаем:

$$\frac{3}{2}\left(\rho g \left(h - \frac{\Delta h}{2}\right) \cdot 2S(H-\Delta x) - \frac{\rho gh}{2} \cdot 2SH\right) = -\rho Sh \cdot g \cdot \Delta y.$$

$$\frac{3}{2}((2h - \Delta h)(H - \Delta x) - hH) = -h \Delta y.$$

$$(h - \Delta h)H = -\frac{2}{3}h\Delta y + 2h\Delta x - \Delta h\Delta x = \frac{2}{3}\left(h\Delta h - \frac{\Delta h^2}{4}\right) + h\Delta h - \frac{\Delta h^2}{2}.$$

$$(h - \Delta h)H = \frac{5}{3}h\Delta h - \frac{2}{3}\Delta h^2 = \frac{(5h - 2\Delta h)\Delta h}{3}$$

$$H = \frac{(5h - 2\Delta h)\Delta h}{3(h - \Delta h)}$$

Критерии оценивания.

№	Критерий	Кол-во баллов
Вопрос №1		
1	Записан закон сохранения объема, найдено $\Delta x = \Delta h / 2$	1
Вопрос №2		
2	Первоначальное положение центра масс жидкости $y_1 = h/2$	1
3	Конечное положение центра масс жидкости $y_2 = h/2 - \Delta h + \Delta h^2/(4h)$	2
4	Изменение положения центра масс $\Delta y = -\Delta h + \Delta h^2/(4h)$ Балл ставится если правильно определен $ \Delta y $, то есть знак не учитывается	1
Вопрос №3		
5	Найдено начальное давление в сосуде $P_0 = \rho gh/2$	1
6	Найдено конечное давление в сосуде $P_1 = \rho g (h - \Delta h/2)$	1
7	Правильно записан закон сохранения энергии $\frac{3}{2}(P_1 V_1 - P_0 V_0) + \rho Sh g \Delta y = 0$	1
8	Правильный ответ $H = \frac{(5h - 2\Delta h)\Delta h}{3(h - \Delta h)}$	2

Задача №3

На вершине легкого закрепленного гладкого непроводящего шара радиуса $R = 0,5$ м с диэлектрической проницаемостью ϵ находится небольшой заряженный кубик с зарядом $+q$. Если в центре шара размещен точечный заряд величиной Q , то при соскальзывании без начальной скорости кубик отрывается от шара, пройдя четверть окружности.

Вопрос №1: Определите знак точечного заряда Q .

Вопрос №2: Определите массу кубика.

Вопрос №3: На какой высоте кубик оторвется от шара, если изменить знак заряда тела на противоположный?

Вопрос №4: На какой высоте от основания сферы произойдет отрыв, если массу тела увеличить в 4 раза, а знак заряда Q будет как в первом вопросе?

Автор: Смирнов Андрей Александрович

Возможное решение.

Вопрос №1:

При соскальзывании кубика с шара его скорость постоянно увеличивается. Для движения по окружности кубик должен обладать центростремительным ускорением, которое по мере увеличения скорости так же возрастает. Это ускорение создается радиальной проекцией силы тяжести и силой Кулона. Когда кубик пройдет четверть дуги окружности радиальная проекция силы тяжести обратится в ноль, значит сила Кулона должна быть направлена к центру шара, следовательно, заряд Q должен быть отрицательным.

Вопрос №2:

ИСО, связанная с Землей

2 закон Ньютона для любой точки: $m\vec{g} + \vec{F}_{\text{кул}} + \vec{N} = m\vec{a}$

Условие отрыва: $N=0$

2 закон Ньютона для точки отрыва, спустя четверть окружности, в проекции на радиальную ось: $F_{\text{кул}} = ma_n$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$$

Система «тело-шар-Земля» консервативна, т.к. $A_N=0$, $A_{\text{кул}}=0$, т.к. скорость всюду перпендикулярна радиусу, а эти силы направлены вдоль радиуса, деформациями, трением и сопротивлением воздуха пренебрегаем, запишем закон сохранения энергии (нулевой уровень потенциальной энергии выберем на уровне основания шара):

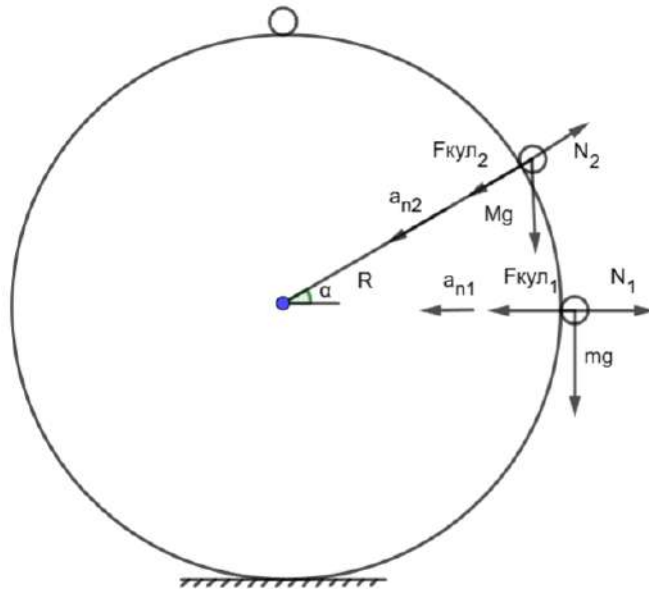
$$mg \cdot 2R = m \frac{v^2}{2} + mgR$$

Отсюда

$$m = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{gR^2}$$

Вопрос №3:

Если изменить знак заряда тела, притяжение сменится отталкиванием, но сила кулоновского взаимодействия $F_{\text{кул}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{R^2}$ больше силы тяжести $mg = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{R^2}$, значит тело оторвется сразу в высшей точке.



Вопрос №4:

Если массу увеличить в 4 раза, то

$$4m = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{gR^2}$$

Проекция 2 закона Ньютона на радиальную ось:

$$4mg \cdot \sin \alpha + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{R^2} = 4m \frac{v_1^2}{R}$$

$$\frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{gR^2} g \cdot \sin \alpha + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{R^2} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{gR^2} \frac{v_1^2}{R}$$

$$\sin \alpha + \frac{1}{2} = \frac{v_1^2}{gR}$$

Система «тело-шар-Земля» консервативна, т.к. $A_N=0$, $A_{кул}=0$, т.к. скорость всюду перпендикулярна радиусу, и эти силы направлены вдоль радиуса, деформациями, трением и сопротивлением воздуха пренебрегаем, запишем закон сохранения энергии (нулевой уровень потенциальной энергии выберем на уровне основания шара):

$$4mg \cdot 2R = 4m \frac{v_1^2}{2} + 4mgH_1$$

$$\frac{v_1^2}{g} = 4R - 2H_1$$

Из геометрических соображений: $\sin \alpha_1 = \frac{H_1 - R}{R}$

В итоге получим

$$\frac{H_1 - R}{R} + \frac{1}{2} = \frac{4R - 2H_1}{R}$$

$$2H_1 - 2R + R = 8R - 4H_1$$

$$6H_1 = 9R$$

Тогда $H_1 = \frac{3}{2}R = 0,75$ м относительно основания сферы.

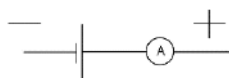
Критерии оценивания.

№	Критерий	Кол-во баллов
Вопрос №1		
1	Указано, что заряд Q – отрицательный + данное утверждение обосновано	0,5 + 1,5
Вопрос №2		
2	Верно указано условие отрыва $N=0$	0,5
3	Верно записан 2 закон Ньютона для точки отрыва, спустя четверть окружности	1
4	Верно записан закон сохранения энергии для точки отрыва, спустя четверть окружности, для выбранной системы тел и нулевого уровня потенциальной энергии	1
5	Верно выражена масса тела $m = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{gR^2}$	1
Вопрос №3		
6	Проведен анализ ситуации отрыва при смене знака заряда, получено, что отрыв произойдет на вершине	1
Вопрос №4		
7	Верно записан 2 закон Ньютона	1
8	Верно записан ЗСИ	1
9	Получен верный ответ. Формула $H_1 = \frac{3}{2}R$ + число 0,75 м	1,0+0,5

Примечание: Если учащийся вычисляет поле вблизи кубика как $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{Q}{R^2}$, то все решение оценивается по критериям так же, как если бы в его формулах не было ϵ , из набранных баллов вычисляется один.

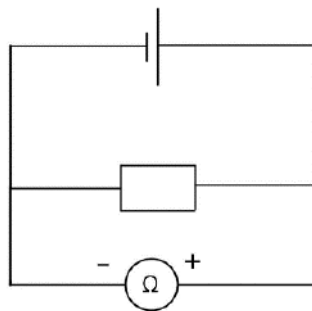
Задача №4

Омметр – это прибор для измерения сопротивления. Он представляет из себя источник напряжения $U_0 = 1.2$ В внутреннего сопротивления $r = 3$ Ом и подключенный последовательно к нему амперметр пренебрежительно малого сопротивления:



Омметр измеряет ток, протекающий через подключенную к нему внешнюю цепь и, предполагая, что подключенная цепь может быть эквивалентно заменена одним резистором, рассчитывает его сопротивление по следующей формуле: $R_{\text{измеренное}} = \frac{U_0}{I_{\text{амперметра}}} - r$ (в том числе показывает знак). Омметр подключают к цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора и источника.

Сопротивление резистора $R = 6$ Ом, внутренне сопротивление источника r (равно внутреннему сопротивлению источника в омметре).



Вопрос №1:

Определите показания омметра в цепи (с учетом знака), если напряжение на источнике $\varepsilon = 0.9 \text{ В}$.

Вопрос №2:

Каким должно быть напряжение ε на источнике, чтобы омметр показал нулевое сопротивление? Полярность подключения источника можно менять, в случае изменения полярности укажите ответ со знаком «-».

Вопрос №3:

Каким должно быть напряжение ε на источнике, чтобы омметр показал отрицательное сопротивление? Полярность подключения источника можно менять, в случае изменения полярности укажите ответ со знаком «-».

Вопрос №4:

Каким должно быть напряжение ε на источнике, чтобы омметр показал бесконечно большое (с любым знаком) сопротивление? Полярность подключения источника можно менять, в случае изменения полярности укажите ответ со знаком «-».

Автор: Мешалкин Александр Владимирович

Возможное решение.

Вопрос №1:

Запишем второй закон Кирхгофа для двух контуров:

$$\begin{cases} \varepsilon = I_1 r + (I_1 + I_2) R \\ U_0 = I_2 r + (I_1 + I_2) R \end{cases}$$

Здесь I_1 – ток через источник, I_2 – ток через омметр. Оба тока направляем направо. Решая эту систему уравнений, получаем I_2 :

$$I_2 = \frac{U_0(r + R) - \varepsilon R}{r(r + 2R)}$$

Тогда показания омметра:

$$R_{\text{изм}} = \frac{U_0}{I_2} - r = \frac{(U_0 + \varepsilon) R r}{U_0(r + R) - \varepsilon R} = +7 \text{ Ом.}$$

Вопрос №2:

Из получившейся формулы для $R_{\text{изм}} = 0$ получаем, что $\varepsilon = -U_0 = -1.2 \text{ В}$.

Вопрос №3:

Решим неравенство $R_{\text{изм}} < 0$. Числитель будет отрицательным при $\varepsilon < -U_0$, знаменатель будет положительным при $\varepsilon < \frac{U_0(R+r)}{R}$. Чтобы дробь была отрицательной необходимо, чтобы числитель и знаменатель имели разные знаки. Получаем $\varepsilon < -U_0$ или $\varepsilon > \frac{U_0(R+r)}{R}$, то есть ε должен быть меньше -1,2 В или больше +1.8 В.

Вопрос №4:

Чтобы омметр показывал бесконечное сопротивление, знаменатель выражения должен быть равен нулю. Тогда получаем $\varepsilon = \frac{r+R}{R} U_0 = 1.8 \text{ В}$.

Критерии оценивания.

№	Критерий	Кол-во баллов
Вопрос №1		
1	Записана система уравнений, связывающая токи и напряжения, достаточная для решения задачи	2
2	Выражено и вычислено сопротивление $R_{\text{изм}} = \frac{(U_0+\varepsilon)Rr}{U_0(r+R)-\varepsilon R} = +7 \text{ Ом}$.	1+1
Вопрос №2		
4	Получено правильное значение $\varepsilon = -1.2 \text{ В}$. При отсутствии знака или явного указания способа подключения источника – половина баллов	2
Вопрос №3		
5	Найдена половина диапазона и вычислено значение границы $\varepsilon < -U_0$, то есть ε должен быть меньше -1,2 В	1+0,5
6	Найдена вторая половина диапазона и вычислено значение границы $\varepsilon > \frac{U_0(R+r)}{R}$, то есть ε должен быть больше +1.8 В. При отсутствии знака или явного указания способа подключения источника – половина баллов	1+0,5
Вопрос №4		
7	Получено и вычислено $\varepsilon = \frac{r+R}{R} U_0 = +1.8 \text{ В}$. При отсутствии знака или явного указания способа подключения источника – половина баллов	0,5+0,5

Задача №5

Неоновая лампа обладает следующими свойствами:

- при увеличении на ней напряжения с нуля до значения напряжения зажигания $U_{\text{вкл}}$ лампа не горит и не пропускает ток;
- при достижении $U_{\text{вкл}}$ лампа загорается и пропускает ток, при этом ее сопротивление можно считать постоянным;
- при уменьшении напряжения на горячей лампе до величины $U_{\text{выкл}}$ ($U_{\text{выкл}} < U_{\text{вкл}}$) она гаснет и вновь перестанет пропускать ток.

Такую лампу подключают в схему, изображенную на Рис. 1. В начальный момент времени ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен. Ключ замыкают и одновременно с этим начинают снимать зависимость напряжения на конденсаторе от времени. Известны следующие параметры элементов: ЭДС идеального источника $\varepsilon = 110 \text{ В}$, емкость конденсатора $C = 0,1 \text{ мкФ}$, сопротивление резистора $R = 10^6 \text{ Ом}$, сопротивление горячей лампы считать много меньшим R . Цена деления шкалы вольтметра - 0,1 В. Результаты измерений приведены в таблице 1.

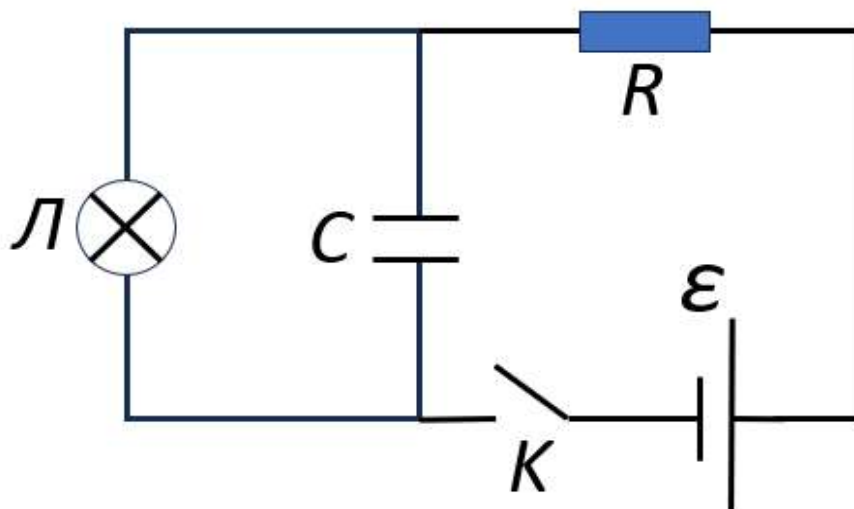


Рисунок 1.

Таблица 1.

$t, \text{мс}$	0	20,0	40,0	60,0	80,0	100,0	120,0	130,0
$U_C, \text{В}$	0	19,9	36,3	49,6	60,6	69,5	76,9	80
$t, \text{мс}$	130,2	130,4	130,6	130,8	131,0	131,2	131,4	151,0
$U_C, \text{В}$	65,5	53,6	43,9	35,9	29,4	24,1	19,7	36,1

Вопрос №1: Постройте график зависимости $U_C(t)$. Определите значения $U_{\text{вкл}}$ и $U_{\text{выкл}}$. Оцените погрешность $U_{\text{вкл}}$ и $U_{\text{выкл}}$. При необходимости вы можете разные части зависимости построить на различных графиках с разными масштабами.

Вопрос №2: Укажите для двух временных интервалов Δt_1 (с 40 мс по 100 мс) и Δt_2 (с 130,2 мс по 131,0 мс) что происходит в цепи (горит ли лампа, заряжается или разряжается конденсатор).

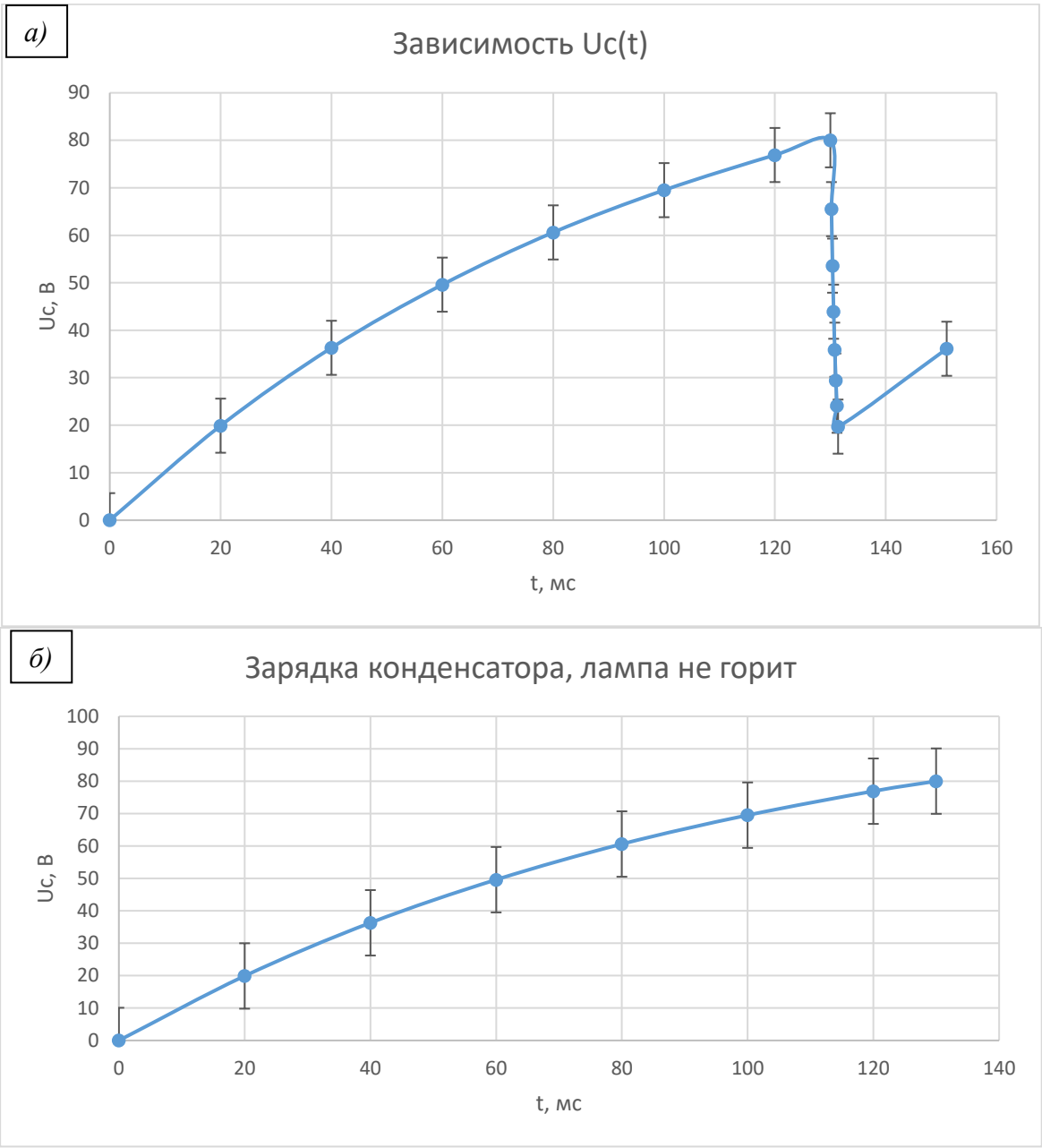
Вопрос №3: определите среднюю мощность, потребляемую лампой в течение длительного периода времени.

Автор: Чукавин Андрей Игоревич

Возможное решение.

Вопрос №1: График зависимости $U_C(t)$ представлен на Рис.2а. Возможно (желательно) представление графика для двух разных частей зависимости на различных графиках с разными масштабами (Рис.2б,в). Изначально конденсатор не заряжен, поэтому лампочка не загорается. Процесс его зарядки через резистор R занимает некоторое время, в течение которого напряжение на конденсаторе увеличивается. При достижении на конденсаторе напряжения зажигания $U_{\text{вкл}}$ лампа вспыхивает. Через нее начинается разрядка конденсатора, которая происходит много быстрее зарядки из-за низкого сопротивления горячей лампы (об этом сказано в условии задачи: «сопротивление горячей лампы r много меньше R »). Процесс разрядки прерывается в момент, когда лампа гаснет при напряжении $U_{\text{выкл}}$. Далее цикл

повторяется, стартуя с напряжения $U_{\text{выкл}}$. Таким образом, в схеме реализуется периодический процесс.



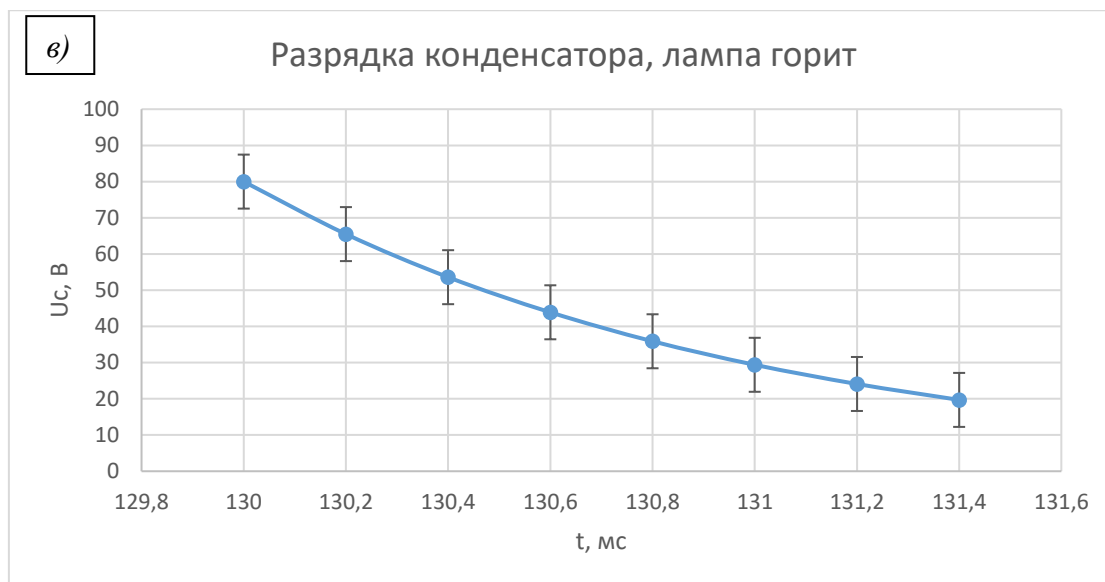


Рисунок 2.

Таким образом, определяем по графику: $U_{\text{вкл}} = 80 \div 82$ В, $U_{\text{выкл}} = 19,0 \div 19,7$ В, с учётом не слишком частых замеров мы не можем гарантировать, что максимум и минимум напряжения достигались в моменты замеров.

Вопрос №2: в промежуток времени Δt_1 : лампа не горит, конденсатор заряжается; в промежуток времени Δt_2 : лампа горит, конденсатор разряжается. Объяснение в вопросе №1.

Вопрос №3: как уже говорилось выше, в цепи происходит периодический процесс. Один его период τ равен, например, промежутку времени между двумя последовательно наступившими моментами достижения напряжения на конденсаторе значения $U_{\text{выкл}} = 19,7$ В. Однако очевидно, что мощность потребляется лампой только в ту часть периода τ' , когда лампа горит, а конденсатор С разряжается. К началу промежутка времени τ' в конденсаторе запасена энергия $W_0 = (C U_{\text{вкл}}^2)/2$, а к его концу остается энергия $W = (C U_{\text{выкл}}^2)/2$. Тогда энергию, потребленную лампой за τ' , можно выразить как:

$$Q = W_0 - W = \frac{C U_{\text{вкл}}^2}{2} - \frac{C U_{\text{выкл}}^2}{2} = \frac{C}{2} (U_{\text{вкл}}^2 - U_{\text{выкл}}^2)$$

Среднюю мощность $\bar{P}$ за большой промежуток времени можно выразить как:

$$\bar{P} = \frac{Q}{\tau} = \frac{C}{2\tau} (U_{\text{вкл}}^2 - U_{\text{выкл}}^2) \quad (1)$$

где τ – период периодического процесса, происходящего в цепи, можно определить из графика. Так, промежуток времени от 20 мс до 131,4 мс можно считать равным τ .

Получим численное значение средней мощности $\bar{P}$:

$$\bar{P} = \frac{10^{-7} \Phi}{2 \cdot (131,4 - 20) \cdot 10^{-3} \text{ с}} ((80 \text{ В})^2 - (20 \text{ В})^2) \approx 2,69 \text{ мВт}$$

Критерии оценивания.

№	Критерий	Кол-во баллов
Вопрос №1		
1	Построен график зависимости $U_C(t)$.	2
2	Значение $U_{\text{вкл}}$ лежит в интервале $[80; 82]$ В	1
3	Значение $U_{\text{выкл}}$ лежит в интервале $[19,0; 19,7]$ В	1

4	Оценка погрешности $U_{\text{вкл}}$ и $U_{\text{выкл}}$ как половины цены деления шкалы вольтметра $\pm 0,05$ В или целой цены деления $\pm 0,1$ В ИЛИ учет того, что замер мог производиться н в момент достижения максимума и минимума, поэтому погрешности составляют несколько десятых вольт	0,5 ИЛИ 1,0
Вопрос №2		
5	Определено, что в промежуток времени Δt_1 : лампа не горит, конденсатор заряжается	0,5+0,5
6	Определено, что в промежуток времени Δt_2 : лампа горит, конденсатор разряжается	0,5+0,5
Вопрос №3		
7	Учтено, что энергия выделяется на лампе только часть периода и верно определен период 131-132 мс	0,5+0,5
8	Получена формула для определения средней мощности $\bar{P}$ за большой промежуток времени (выведена формула (1) или аналогичная)	1
9	Численное значение средней мощности $\bar{P}$ лежит в интервале: $[2,49; 2,89]$ мВт	1