

Критерии заданий
муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике
Камчатского края в 2025 – 2026 учебном году.
Максимальное количество баллов – 50 б.

Задание 1 (10 баллов)

Длинную нить с двумя одинаковыми грузами на концах перекинули через два гвоздя, прибитых на одной высоте на расстоянии 1,4 м друг от друга. Точку нити, расположенную посередине между гвоздями, начинают перемещать вниз с постоянной скоростью 0,8 м/с. На какую высоту опустилась точка О? Чему будет равна скорость грузов в тот момент, когда они поднимутся на 40 см?

Решение

Когда грузы поднялись на $\Delta h = 40$ см, длина веревки от гвоздя до точки О (которую перемещают с постоянной скоростью) увеличилась на столько же и стала равна:

$$L = 70 \text{ см} + 40 \text{ см} = 110 \text{ см}.$$

Найдем, на какую высоту h опустилась точка О. Из геометрических соображений (по теореме Пифагора):

$$h^2 = L^2 - (70 \text{ см})^2$$

$$h^2 = (110 \text{ см})^2 - (70 \text{ см})^2$$

$$h^2 = 12100 - 4900 = 7200$$

$$h = \sqrt{7200} \approx 84,85 \text{ см}$$

Теперь найдем проекцию v_1 скорости v_0 точки О на направление прямой, проходящей через гвоздь и точку О.

$$v_1 = v_0 \cdot \cos \alpha$$

Из подобия треугольников:

$$\cos \alpha = h / L = 84,85 / 110 \approx 0,77$$

Таким образом:

$$v_1 = 0,8 \text{ м/с} \cdot 0,77 \approx 0,62 \text{ м/с}$$

Эту же скорость будут иметь и грузы.

Ответ: $V_{\text{груз}} = 0,62 \text{ м/с}$.

Критерии оценивания:

Определена L - 2 б

Определена h – 2 б

Найдена формула для v – 2 б

Найден $\cos \alpha$ - 2б

Найдена v – 2 б

Задание 2 (10 баллов)

В длинной горизонтальной трубке, открытой с одного конца, столбик воздуха длиной 8 см заперт столбиком ртути длиной 16 см. Трубку приводят во вращение вокруг вертикальной оси, проходящей через ее закрытый конец. При какой угловой скорости столбик ртути сместится на 8 см? Атмосферное давление 750 мм. рт. ст., $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Решение:

При вращении трубки вокруг вертикальной оси, проходящей через закрытый конец трубки, столбик ртути сместится к открытому концу, при этом давление в запертом столбике воздуха, первоначально равное внешнему атмосферному давлению, уменьшится и станет равным $8/(8+8) \cdot P_0 = 0,5P_0$; это следует из закона Бойля-Мариотта. Разность сил давления, действующих на столбик ртути, создает центростремительное ускорение для центра масс ртути, который находится на расстоянии r от оси вращения, где $r = (8 + 8 + 8) \text{ см} = 0,24 \text{ м}$.

Используем уравнение: $(P_0 - 0,5 \cdot P_0) \cdot S = \rho_{\text{ртути}} \cdot L \cdot S \cdot \omega^2 \cdot r$, здесь L – длина столбика ртути, а S – площадь сечения. Учитывая, что атмосферное давление $P_0 = \rho_{\text{ртути}} g H$, где $H = 750 \text{ мм} = 0,75 \text{ м}$, получаем: $g H = 0,32 \omega^2 r$, отсюда $\omega = \sqrt{(g H / (0,32 r))} \approx 9,88 \text{ рад/с}$

Критерии оценивания:

Найдено уменьшение давления – 2 б

Найдено r – 2 б

Найдено уравнение $(P_0 - 0,5 \cdot P_0) \cdot S = \rho_{\text{ртути}} \cdot L \cdot S \cdot \omega^2 \cdot r$ – 2 б

Найдено итоговое соотношение – 2 б

Найден численный ответ – 2 б

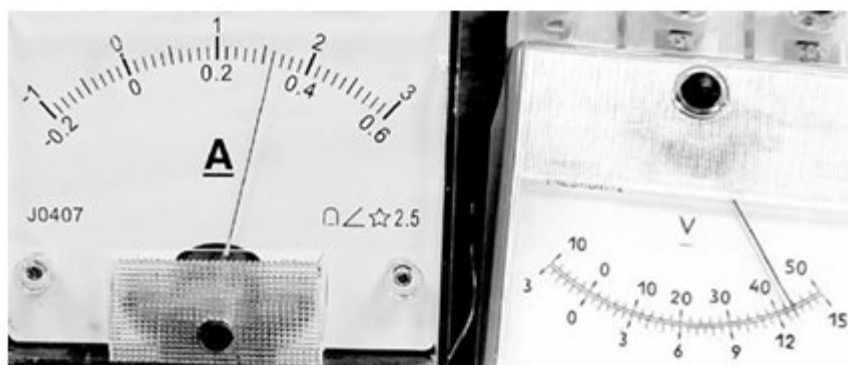
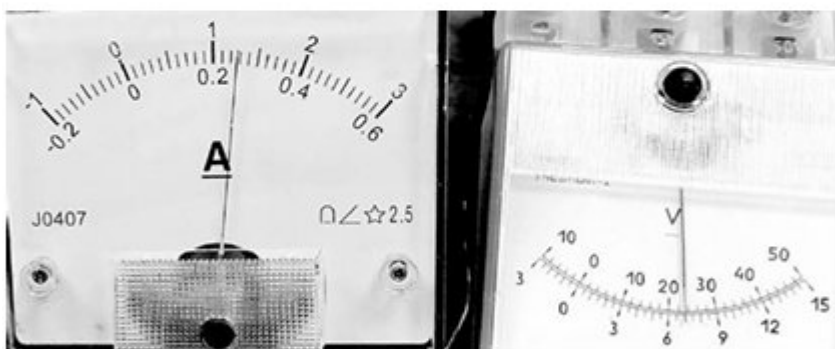
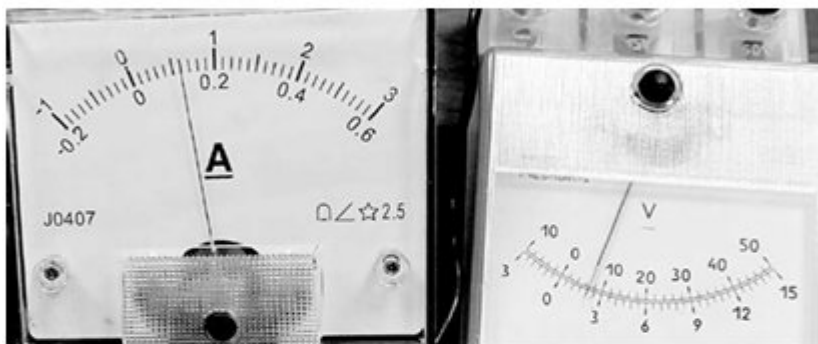
Задание 3 (10 баллов)

Одиннадцатиклассник Свет Лучиков нашёл в кладовке большую электрическую лампу и решил исследовать зависимость силы тока в лампе от приложенного к ней напряжения. Для этого он раздобыл амперметр, вольтметр, регулируемый источник напряжения и соединительные провода. Фотография его установки представлена на верхнем рисунке листа 2. Затем он составил таблицу и, постепенно увеличивая напряжение на источнике, стал записывать показания приборов в таблицу, забыв о погрешности. Иногда он ещё делал фотографии приборов (они также приведены на листе 2). Когда измерения уже были окончены, бабушкина позвала внука обедать. Но она не позвала кошку Бусю. Поэтому, когда Свет Лучиков ушёл, Буся немного поскребла когтями по тетрадке с записями. В результате таблица приняла следующий вид:

U, В	0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	11,0	
I, А	0		0,16			0,24				0,32

С помощью сохранившихся фотографий и вольтамперной характеристики (график зависимости силы тока от напряжения) восстановите записи Света Лучикова. Для

более точного построения графика можете воспользоваться координатной бумагой на «Листе для построения графика».



Решение

После восстановления сведений по фотографиям приборов таблица принимает вид

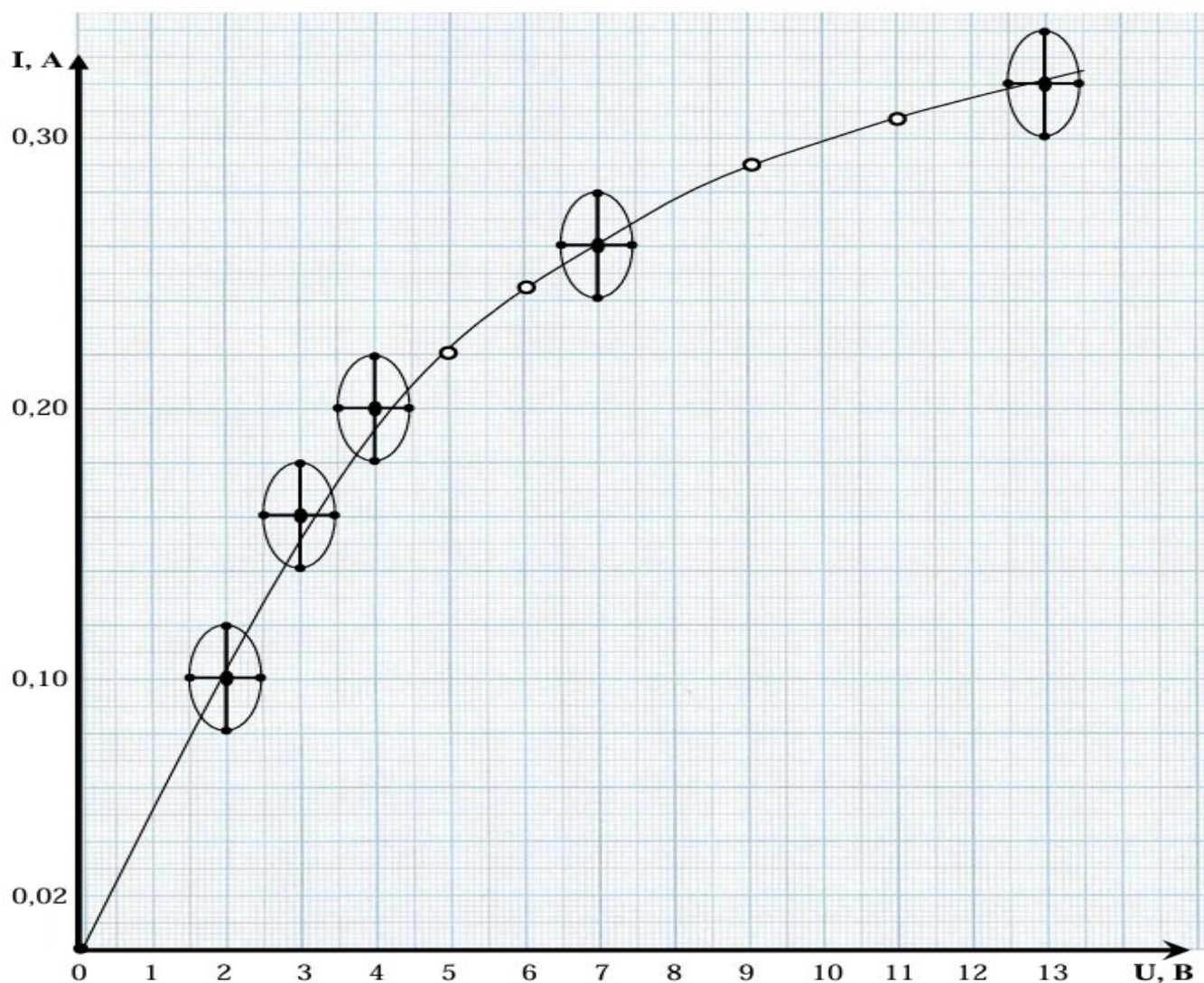
U, В	0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	11,0	13,0
I, А	0	0,12	0,16	0,20			0,26			0,32

Остальные сведения можно найти по вольт-амперной характеристике

Масштаб по оси абсцисс (оси U) удобно принять, чтобы одно большое деление соответствовало 1 В, одно малое – 0,1 В.

Масштаб по оси ординат (оси I) позволяет принять одно большое деление равным 0,02 А

Отмечаем экспериментальные точки. От каждой точки влево вправо вверх и вниз откладываем отрезки, соответствующие погрешности измерения напряжения (0,5 В – 0,5 клетки и 0,2 А – 1 клетка). Вокруг получившихся крестов проводим эллипсы, которые ограничивают на графике область допустимых положений истинных значений силы тока и напряжения.



Анализ графика показывает, что через эти области нельзя провести прямую, следовательно, зависимость имеет нелинейный характер. Проводим плавную линию, проходящую наиболее близко к каждой экспериментальной точке. Эта интерполирующая линия иллюстрирует взаимосвязь силы тока и напряжения в этом процессе. Получилась вольтамперная характеристика. Один из вариантов интерполирующей линии представлен на рисунке. На интерполирующей линии отмечаем точки с координатами напряжений из таблицы и по этим точкам находим соответствующие им значения силы тока. На основании полученных результатов восстанавливаем таблицу Лучикова. Значения силы тока и напряжения, полученные по графику интерполирующей линии, округляем в соответствии с допустимыми погрешностями измерения этих величин

U, В	0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	11,0	13,0
I, А	0	0,12	0,16	0,20	0,22	0,24	0,26	0,29	0,31	0,32

Критерии оценивания:

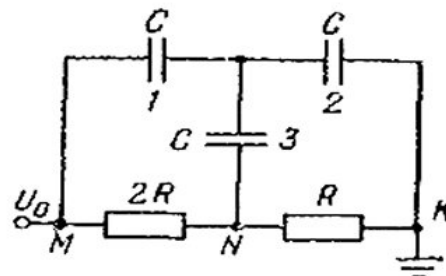
Восстановлена первая часть таблицы – 2 б

Построен график – 4 б

Определены все оставшиеся точки – 4 б (по 1 баллу за каждую точку)

Задание 4 (10 баллов)

Конденсаторы, емкости которых равны C , и резисторы, имеющие сопротивления R и $2R$ включены в цепь, как показано на рис. Найти заряд на заземленной обкладке конденсатора. Напряжение U_0 известно.



Решение

Через конденсаторы постоянный ток не идет. Потенциалы в точках схемы M, N и K определяются падением напряжения на сопротивлениях и будут равны:

$$U_M = U_0 \quad U_N = U_0/3 \quad U_K = 0 \quad C_1 = C_2 = C_3 = C$$

Сумма зарядов трех внутренних пластин конденсаторов, соединенных с точкой L, равна нулю:

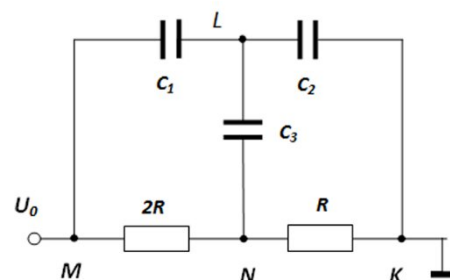
$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

Пусть разность потенциалов на конденсаторе C_2 равна U_2 . Тогда

$$C(U_0 - U_2) = q_1 \quad CU_2 = q_2 \quad C(U_2 - U_0/3) = q_3$$

$$\text{отсюда } C(U_0 - U_2) + q_2 + C(U_2 - U_0/3) = 0$$

$$q_2 = -2/3 CU_0$$



Критерии оценивания:

Определены напряжения на точках М, N, К - 3 б (по 1 баллу за точку)

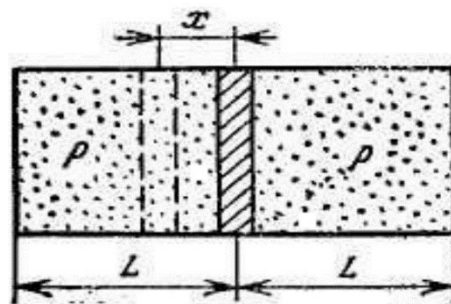
Определена сумма зарядов – 2 б

Определены заряды q_1, q_2, q_3 - 3 б

Найдено итоговое значение q_2 - 2 б

Задание 5 (10 баллов)

Посередине закрытой с торцов трубы длины $2L$ и сечения S находится поршень. Слева и справа от поршня находятся разные газы при одинаковом давлении p . На какое расстояние сместится поршень, если он становится проницаемым для одного из газов? Сила трения поршня о трубу равна F . Температуру газа считать постоянной.



Решение

Газ просачивается сквозь поршень, пока его давление (концентрация молекул) по обе стороны поршня не станет одинаковым.

$$p_1 = nkT$$

Тогда суммарная сила давления на поршень этого газа равна нулю и ее можно не учитывать при сравнении сил, действующих на поршень. Тем самым задача свелась к совсем простой: с одной стороны, на поршень действует сила трения F , с другой – сила давления второго газа, который не может просачиваться сквозь поршень. Отсюда следует, что если силы трения не будет, то поршень будет прижат к стенке сосуда, а оба газа будут находиться по другую сторону поршня.

1) Если $pS \leq F$, то поршень не сдвинется и $x = 0$

2) Пусть поршень сместился на x см. рис.1, тогда второй газ будет находиться в отрезке трубы длиной $L + x$. Так как процесс изотермический, то $pL = p_2(L + x)$, где p - исходное давление газа, а p_2 - установившееся давление второго газа.

Условие равновесия поршня дает $F - p_2S = 0$, откуда

$$x = L(pS/F - 1) \quad (1)$$

Из формулы видно, что при $pS = 2F$ выражение в скобке равно 1 и $x = L$

Таким образом, при большом исходном давлении, если $pS \geq 2F$, получим $x = L$, то есть поршень будет прижат к стенке сосуда, а оба газа будут находиться по другую сторону поршня.

При промежуточных значениях p справедливо выражение (1)

Критерии оценивания:

Определены силы действующие на поршень – 2 б

Определено условие, при котором поршень не сдвинется – 2 б

Определено условие равновесия поршня – 3 б

Найдено x – 1 б

Определено условие, при котором газы будут по одну сторону поршня – 2 б