



66-93-39-94  
(77.1)



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 10-11 класс

Место проведения г. Москва  
город

*дешифровка*

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников "Ломоносов"  
наименование олимпиады

по инженерным наукам  
профиль олимпиады

Крохалева Павла Игоревича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

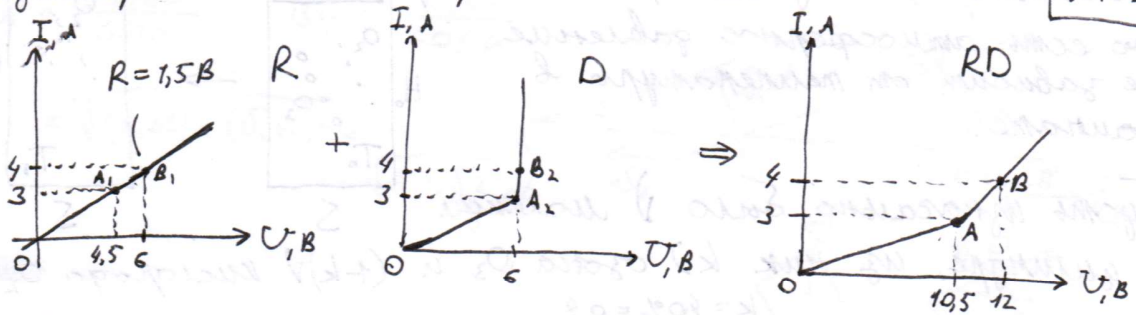
« 18 » марта 2023 года

Подпись участника

*Крох*

66-93-39-94  
(77.1)

Задача. Рассмотрим ВАХ последовательного включения резистора  $R$  и стабилитрона  $D$  ( $I_1 = I_2$ ,  $U = U_1 + U_2$ ). N1.2

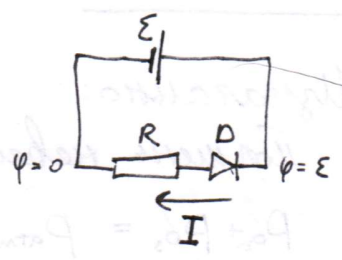


$$A_1(I=3A, U=4.5B) + A_2(I=3A; U=6B) \rightarrow A(I=3A; U=10.5B)$$

$$B_1(I=4A, U=6B) + B_2(I=4A; U=6B) \rightarrow B(I=4A; U=12B)$$

Так как ВАХ стабилитрона при  $U < 0$  неизвестен, считаем, что его ВАХ соответствует такому направлению включения:

(как в схеме).



ВАХ  $RD$  при  $U = E = 12B$  даёт  $I = 4A$ .

Тогда напряжение на стабилитроне равно  $U_D(I=4A) = 6B$

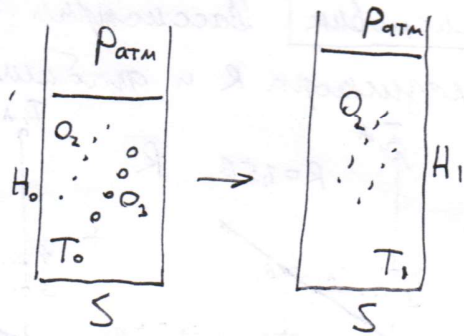
Мощность на любом элементе всегда равна  $UI$ .

$P_D = U_D I_D = 6B \cdot 4A = 24Bт$

5	75	сумма	нет
4	25		
3	0		
2	25		
1	25		
сумма	25		

Исходник №1.1

Считаем камеру не герметичной, то есть атмосферное давление не зависит от температуры в камере.



Пусть изначально было  $\nu$  молекул в цилиндре, из них  $k\nu$  озона  $O_3$  и  $(1-k)\nu$  кислорода  $O_2$   
 $k = 40\% = 0,4$

$2O_3 \rightarrow 3O_2$  При распаде озона получается втрое  
 $\nu O_3 \rightarrow 1,5\nu O_2$  в 1,5 раза больше кислорода (по кол-ву) молекул.

Изначально:

Поршень невесомый  $\Rightarrow P_{внутр} = P_{атм}$

$$P_{O_2} + P_{O_3} = P_{атм}$$

$$(P_{O_2} + P_{O_3}) S H_0 = (\nu_{O_2} + \nu_{O_3}) R T_0 \quad \leftarrow \text{считаем смесь идеальных газов.}$$

$$P_{атм} S H_0 = \nu R T_0$$

Потом:

$k\nu$  озона  $\rightarrow 1,5k\nu$  кислорода  
 $+ (1-k)\nu$  кислорода уже было  
 $(1 + \frac{k}{2})\nu$  кислорода стало

$$P_{O_2} = P_{атм}$$

$$P_{O_2} S H_1 = (1 + \frac{k}{2})\nu \cdot R T_1$$

$$P_{атм} S H_0 = \nu R T_0$$

$$\frac{H_1}{H_0} = (1 + \frac{k}{2}) \frac{T_1}{T_0}$$

$$H_1 = (1 + \frac{k}{2}) \frac{T_1}{T_0} \cdot H_0 = (1 + \frac{0,4}{2}) \cdot \frac{286K}{273K} \cdot 21 \text{ см} = 1,2 \cdot \frac{13 \cdot 22}{13 \cdot 21} \cdot 21 \text{ см} = 1,2 \cdot 22 \text{ см} = 26,4 \text{ см}$$

Ответ: 26,4 см. +  
(25)

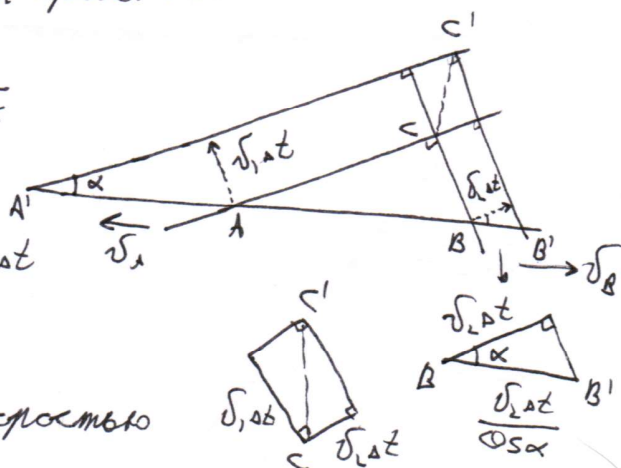


66-93-39-94  
(77.1)

3.2 | Рисование | Связь за время  $\Delta t$ :

$$AA' = \frac{v_1 \Delta t}{\sin \alpha} \quad BB' = \frac{v_2 \Delta t}{\cos \alpha}$$

$$CC' = \sqrt{(v_1 \Delta t)^2 + (v_2 \Delta t)^2} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \Delta t$$



А движется линейно со скоростью

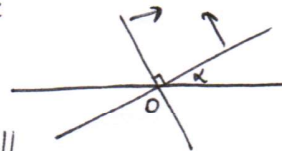
$$v_A = \frac{d(AA')}{dt} = \frac{v_1}{\sin \alpha} = \text{const}$$

$$v_B = \frac{d(BB')}{dt} = \frac{v_2}{\cos \alpha}$$

$$v_C = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

Скорость изменения гипотенузы  $u =$   
= Скорость удаления точки А от точки В =

$$= v_A + v_B = \frac{v_1}{\sin \alpha} + \frac{v_2}{\cos \alpha}$$



$$S(\tau) = \frac{1}{2} \cdot AC \sin \alpha \cdot AC \cos \alpha =$$

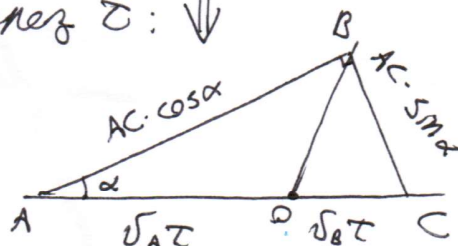
$$= \frac{1}{2} (v_A \tau + v_B \tau)^2 \sin \alpha \cos \alpha =$$

$$= \frac{\tau^2}{2} \left( \frac{v_1}{\sin \alpha} + \frac{v_2}{\cos \alpha} \right)^2 \sin \alpha \cos \alpha =$$

$$= \frac{\tau^2}{2} \left( \frac{v_1^2}{\sin^2 \alpha} + \frac{v_2^2}{\cos^2 \alpha} + \frac{2v_1 v_2}{\sin \alpha \cos \alpha} \right) \sin \alpha \cos \alpha =$$

$$= \frac{\tau^2}{2} \left( \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} v_1^2 + \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} v_2^2 + 2v_1 v_2 \right) = \frac{\tau^2}{2} \left( \frac{v_1}{\sqrt{\tan \alpha}} + v_2 \sqrt{\tan \alpha} \right)^2$$

Через  $\tau$ :



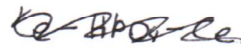
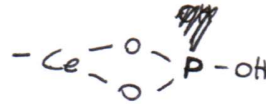
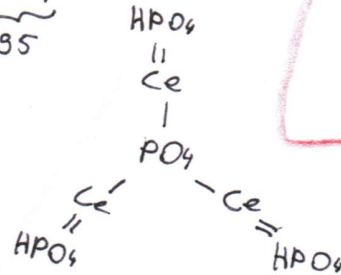
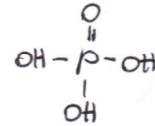
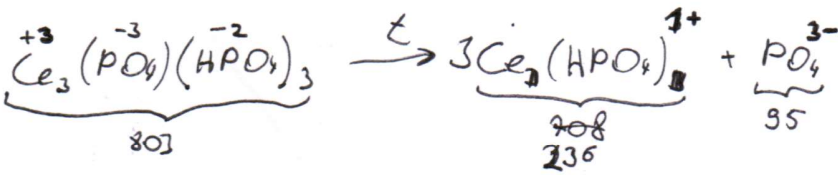
Ответ: (1, 2):  $\frac{v_1}{\sin \alpha} + \frac{v_2}{\cos \alpha}$  (+)

(3):  $\frac{\tau^2}{2} (v_1 \sqrt{\tan \alpha} + v_2 \sqrt{\tan \alpha})^2$  (+)

Германий

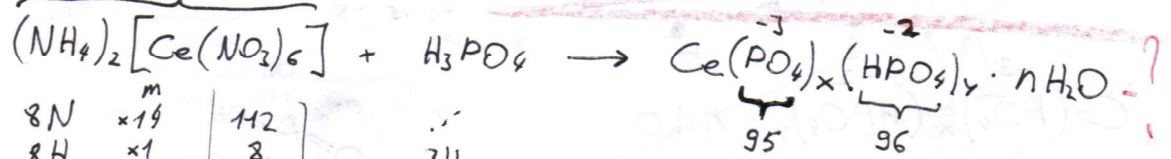
0,0014 моль/л

$$\frac{1}{0,0014} = \frac{5000}{2} = 214 \frac{2}{7} \text{ ч.моль}$$



~~8HNO<sub>3</sub>~~  
8HNO<sub>2</sub>  
8H  
16O<sub>2</sub>

Сермювик 548



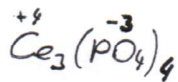
8N	x14	112	3H	
8H	x1	8	4O	
18O	x16	288	1P	x31
1Ce	x140	140		31+64

$8 \cdot 14 = 112 \mid + 8 = 120 \mid + 140 = 260$   
 $18 \cdot 16 = 288$   
 $9 \cdot 32$   
 $320 - 32$   
 $408 + 140 = 548$   
 $14 + 48 = 62$



$548 - 54,8 = 493,2$   
 $\frac{493,2}{140} = 3,52$   
 $353$

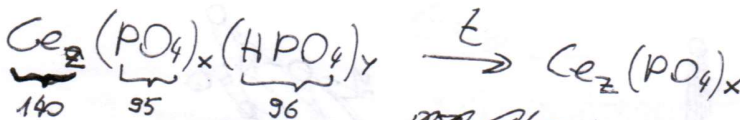
$2(-62 \cdot 2 + 96) = -28$   
 $-62 \cdot 2 - 18 + 96 = -46 = 548$



3Ce  
4P

$140 \cdot 3 + 95 \cdot 4 = 800$

$\frac{95}{800} = \frac{19}{160} = 0,117$



$\frac{96y}{140x + 95x + 96y} = 10\% = 0,1$

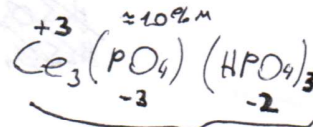
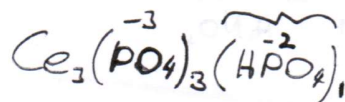
$96y = 14x \cdot 9,5x + 9,6y$

$86,4y = 142x \cdot 9,5x$

$86,4y = \frac{14 \cdot 4}{3}(x+y) + 9,5x \mid \cdot 3$

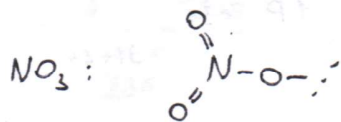
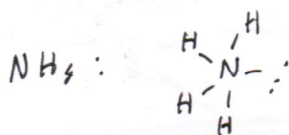
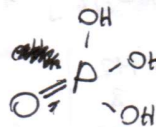
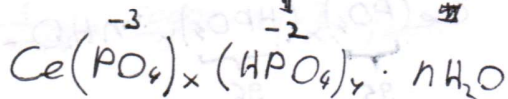
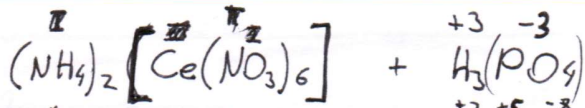
$259,2y = 56x + 56y + 28,5x$

$203,2y = 84,5x$

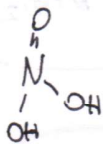
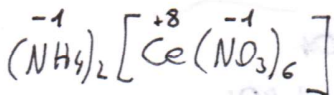
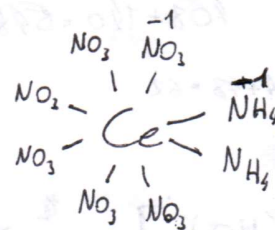




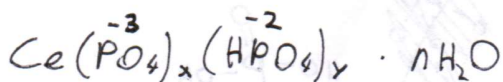
Черновик



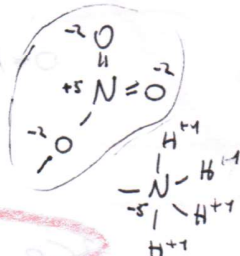
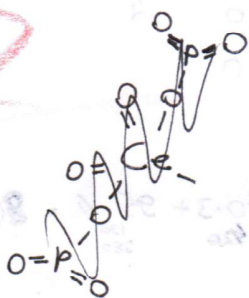
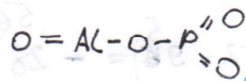
$H_2NO_2$  - азотистая  
 $H_2NO_3$  - азотная



AlPO<sub>4</sub>

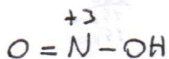


Al<sup>+3</sup> P<sup>+5</sup> O<sup>-2</sup>

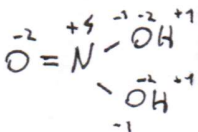


Al<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

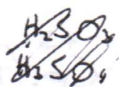
H<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>



HNO<sub>2</sub>



H<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>



Al<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

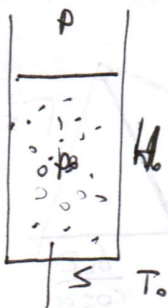
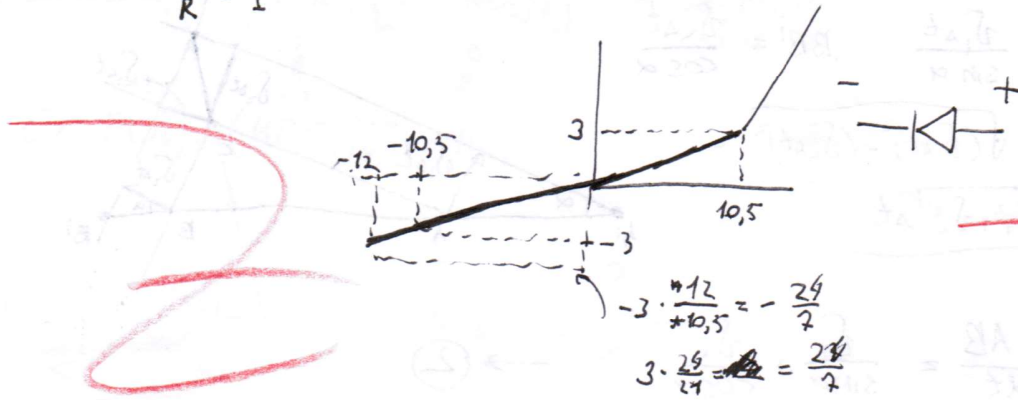




Сергей

$$\frac{U}{R} = I$$

$$U = IR = 3A \cdot 1,5\Omega = 4,5B$$



60% O<sub>2</sub> / по кол-ву } V  
40% O<sub>3</sub>

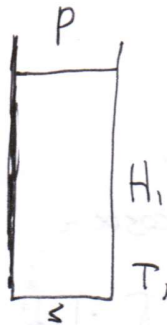
$$p_{O_2} S H_0 = \nu_{O_2} R T_0$$

$$p_{O_3} S H_0 = \nu_{O_3} R T_0$$

$$p_{O_2} + p_{O_3} = p$$

$$\nu_{O_2} = (1-k)V$$

$$\nu_{O_3} = kV \quad k=0,4$$



$$(1+\frac{k}{2})\nu_{O_2}$$

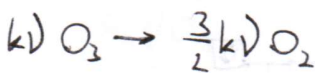
$$p S H_1 = (1+\frac{k}{2})\nu R T_1$$

$$p S H_0 = \nu R T_0$$

$$\frac{H_1}{H_0} = (1+\frac{k}{2}) \frac{T_1}{T_0} = 1,2 \cdot \frac{286}{273}$$

$$H_1 = 1,2 \cdot \frac{286}{273} \cdot 21 \text{ см} = 1,2 \cdot \frac{13 \cdot 22}{13 \cdot 21} \cdot 21 = 26,4 \text{ см}$$

22  
44



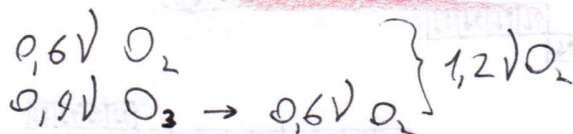
$$p S H_0 = \nu R T_0$$

21 63

$$273 = 21 \cdot 13$$

$$286 = 13 \cdot 22$$

$$\frac{26}{26}$$



Профиль «Инженерные науки». 18 марта 2023 года, 10 — 11 классы.

✓ Задача 1.2.

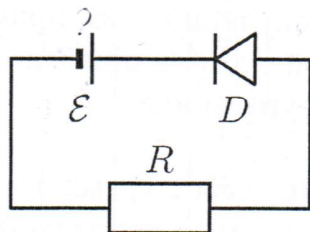


Рисунок 1

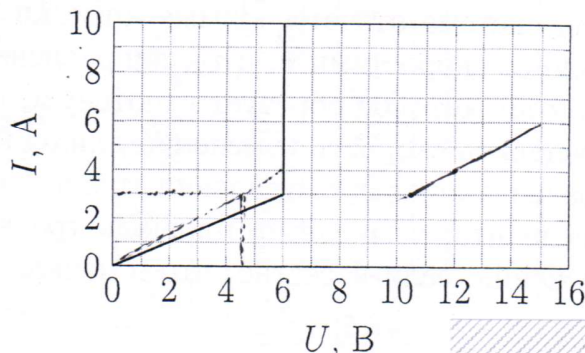


Рисунок 2

66-93-39-94  
(77.1)

В электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке 1, включены резистор сопротивлением  $R = 1,5$  Ом, идеальная батарейка с ЭДС  $\mathcal{E} = 12$  В и нелинейный элемент — стабилитрон — вольт-амперная характеристика которого показана на рисунке 2. Какая мощность будет выделяться в стабилитроне в установившемся режиме?

✓ Задача 1.1. В комнате на столе стоит вертикальный цилиндр с теплопроводящими стенками. Он закрыт тонким невесомым горизонтальным поршнем, который может скользить без трения. В цилиндре находится газовая смесь молекулярного кислорода с озоном ( $O_3$ ), причем озон составляет  $n = 40\%$  от общего количества вещества. Температура в комнате равна  $T_0 = 273$  К, расстояние от дна цилиндра до поршня равно  $H_0 = 21$  см.

На каком расстоянии от дна цилиндра окажется поршень после того, как весь озон за достаточно большое время самопроизвольно превратится в молекулярный кислород, а окружающий воздух в комнате прогреется от печи до температуры  $T = 286$  К?

3:4  
Задача 2.1. Фосфат церия получали взаимодействием  $(NH_4)_2[Ce(NO_3)_6]$  и  $H_3PO_4$ . За счет наличия  $HPO_4^{2-}$  групп продукт  $(Ce(P_3O_4)_x(H_2PO_4)_y \cdot nH_2O)$  обладает катионообменными свойствами. Данные титрования говорят о наличии в структуре вещества кислых протонов, способных к ионному обмену. По данным элементного анализа соотношение атомов церия к атомам фосфора для образца фосфата церия составило 1:1,33. Его ионообменная емкость составила 1,4 ммоль/г. По данным термогравиметрии потеря массы протекает в две стадии. На первой из них при нагревании до  $300$  °С она составляет 10%.

Учитывая протекание в ходе синтеза окислительно-восстановительных процессов укажите химический состав продукта, объясните почему он обладает ионообменной емкостью и что происходит в процессе нагревания фосфата церия на первой и на второй стадиях.

$$\frac{1}{0,014} = \frac{500}{2} = 71 \frac{3}{2} \text{ г/ммоль}$$

0,014 ммоль/г

демонстрация