

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ УПРУГОСТИ ДИССОЦИАЦИИ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ

Цель работы: изучение температурной зависимости упругости диссоциации карбоната кальция и определение теплового эффекта реакции диссоциации CaCO_3 .



$$K_p = \frac{a_{\text{CaO}} \cdot a_{\text{CO}_2}}{a_{\text{CaCO}_3}} = P_{\text{CO}_2},$$

$$\left(\frac{\partial \ln K_p}{\partial T} \right)_p = \frac{d \ln(p_{\text{CO}_2})_{\text{равн}}}{dT} = \frac{\Delta H^0}{RT^2}$$





9002184

Кл. 0.25;0.5 ИЗМЕРИТЕЛЬ-РЕГУЛЯТОР

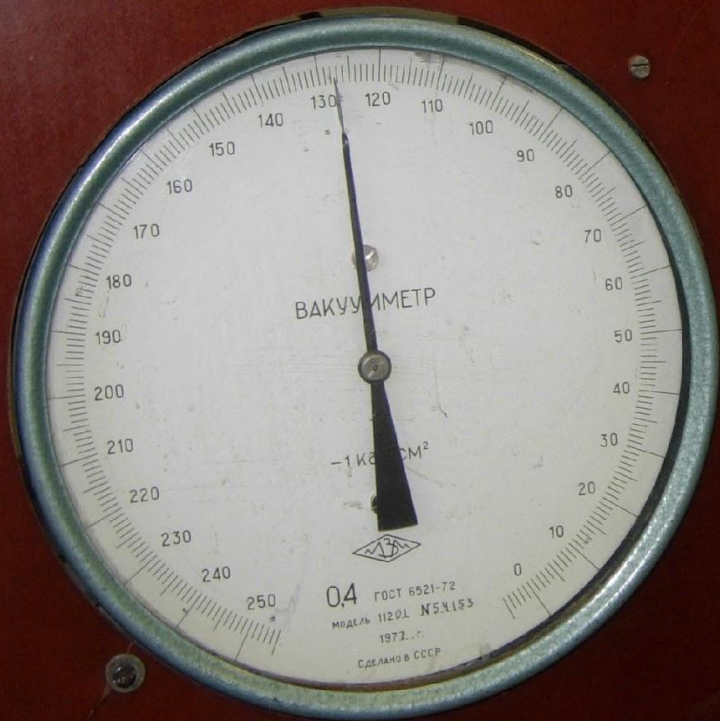
88.18 STOP ▲

6800 АН ▼

● K1 ● K2 ● RS ПРОГ.

● AL ● LBA ● РУЧ

ТРИМ 210



ПЕЧИ

220 В 220 В 220 В 220 В

220

9002184

Кл. 0.25;0.5 ИЗМЕРИТЕЛЬ-РЕГУЛЯТОР

59 СТОП

6800 АН

К1 К2 RS ПРОГ.

ТРМ 210



220 В

220

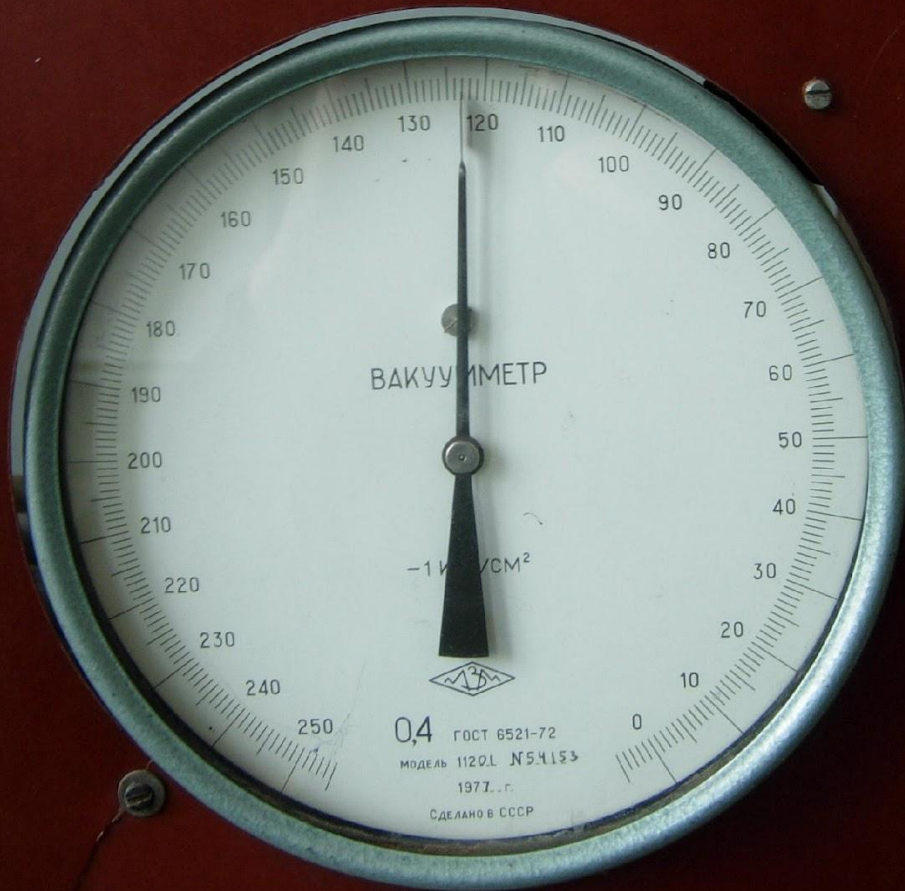
Кл. 0.25;0.5 ИЗМЕРИТЕЛЬ-РЕГУЛЯТОР

8108 STOP ↑

6800 K1 K2 RS ↓

AL LBA РУЧ ПРОГ.

TRM210



ВАРИАНТЫ

t, C	P_{CO2}, атм	2	3	4
600	0,004	0,003	0,004	0,053
640	0,010	0,008	0,011	0,059
680	0,026	0,021	0,028	0,073
720	0,061	0,050	0,067	0,106
760	0,135	0,110	0,147	0,173
800	0,280	0,229	0,306	0,305
840	0,551	0,450	0,601	0,551
880	1,029	0,842	1,123	0,986

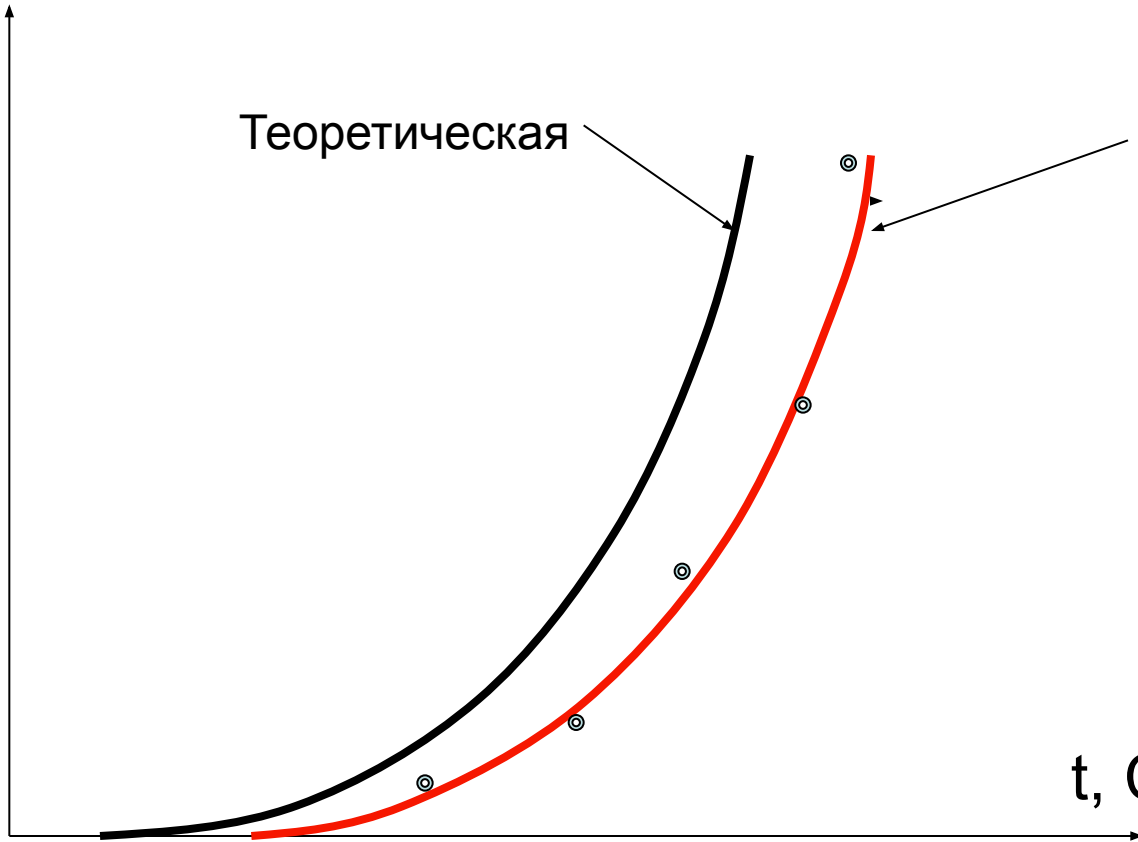
P_{CO_2}

P_{CO_2}

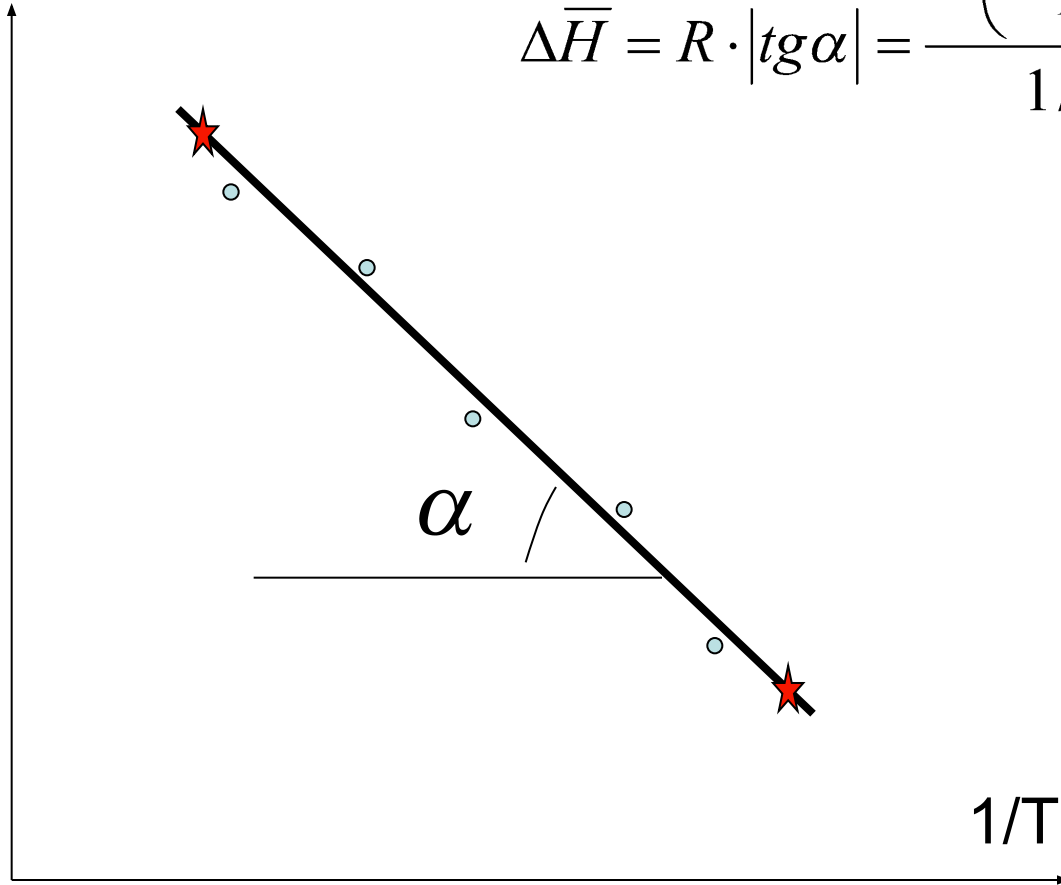
Теоретическая

Экспериментальная

t, C



Ln K



1/T

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется упругостью диссоциации карбоната?
2. Докажите, используя правило фаз Гиббса, что упругость диссоциации CaCO_3 есть однозначная функция температуры?
3. Что произойдет с термодинамической системой, если произвольно изменять большее число параметров, чем позволяет правило фаз Гиббса?
4. Как температура влияет на упругость диссоциации?
5. Как определить направление процесса диссоциации карбоната, зная температуру и фактическое давление CO_2 в системе?
6. Как дисперсность твердых фаз влияет на упругость диссоциации?
7. В чем состоит суть статического метода определения упругости диссоциации?

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ РАСТВОРЕНИЯ СОЛИ В ВОДЕ

Цель работы: определение интегральной теплоты растворения нескольких солей с одинаковым катионом или анионом, что позволяет выяснить влияние природы второго иона на величину ΔH .

Теплоты растворения некоторых солей в воде при 25° С

Соль	KI	NH ₄ Cl	KCl	NaCl
ΔH, кДж/моль	20,59	15,23	17,55	4,25

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

Расчет интегральной теплоты растворения производят по формуле

$$\Delta H = K \cdot \Delta t \cdot \frac{M}{m} \quad (\text{Дж/моль})$$

где: K – постоянная калориметра (Дж/град°С),
 Δt – изменение температуры при растворении (град),
 M – молекулярный вес соли,
 m – навеска соли (г).

Постоянную калориметра определяют опытным путем по теплоте растворения "указанной" соли ΔH и величине Δt.

$$K = \frac{m \cdot \Delta H^0}{M \cdot \Delta t} \quad (\text{Дж/град}^\circ\text{С})$$

Изменение температуры при растворении рассчитывают из соотношения:

$$\Delta t = \alpha \cdot \Delta H$$

в котором α – температурный коэффициент термодагика.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Символ элемента: Rb (37)
 Порядковый номер: 37
 Название элемента: Рубидий
 Малая буква элемента: rb
 Относительная атомная масса: 85,468

РАСЧЕТ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ РАСТВОРЕНИЯ НЕКОТОРЫХ СОЛЕЙ В ВОДЕ ПРИ 25° С

Соль	KI	NH ₄ Cl	KCl	NaCl
ΔH, кДж/моль	20,59	15,23	17,55	4,25



KBr $\rho=2,93 \text{ г/см}^3$
 KJ $\rho=2,059 \text{ г/см}^3$
 KCl $\rho=1,984 \text{ г/см}^3$
 AN=4,25 к/Дж/моль

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ.

1. Приготовить насыщенный раствор на 200 или 300 мл воды (по заданию преподавателя) при известной концентрации соли, равной 0,2 М.
2. Налить в стакан 3 – 200 или 300 мл воды (по заданию преподавателя) и поместить его в калориметр 1.
3. Установить термометры 4 и вставить термобу "Сеть", регулировать высоту вращения магнитной мешалки 2.
4. В течение 1 – 2 минут выжидать, пока температура установится и поделится средним для всех опытов.
5. В течение 1 – 2 минут выжидать, пока температура термометра 6 для чистой воды, через баллоны – минут, пока результаты в таблицу.
6. Далее на палочке – сухой минуте следует засыпать соль и пропустить, фиксируя показания термометра. После внесения соли производится 6 – 8 шагов, засыпая через 15 секунд (по заданию преподавателя), в остальные – через 30 секунд, начиная на 10 – 12 минут после внесения соли.
7. Выключить термобу "Сеть" по окончании работы.
8. По полученным данным построить графики $T = f(t)$ и определить величину Q , вычислив ее для расчета теплоты растворения.



1 – КАЛОРИМЕТР; 2 – МАГНИТНАЯ МЕШАЛКА;
 3 – СТЕКЛЯНЫЙ СТАКАН; 4 – ТЕРМОКАЛОРИМЕТР;
 5 – ВОЗДУХА; 6 – УСТАНОВКА СИГНАЛА;
 7 – ЦИФРОВОЙ ПОТЕНЦИОМЕТР.

УСТАНОВКА СИГНАЛА

ЦИФРОВОЙ ПОТЕНЦИОМЕТР Ц4311.1

0.93°С/В

Цифровой вольтметр с диапазоном измерения от 0 до 200 мВ, 1 В, 10 В, 100 В, 1000 В. Погрешность измерения: ±0,1%.

ВКЛЮЧЕНО / ВЫКЛЮЧЕНО

Интегральные теплоты растворения некоторых солей в воде при 25°С

Соль	KJ	кДж/моль	KCl	кДж/моль
AN, соль	20,59	15,23	17,58	4,25

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

Расчет интегральной теплоты растворения производится по формуле:

$$Q = K \cdot \Delta T \cdot m$$

где: K – коэффициент пропорциональности (Дж/град);
 ΔT – изменение температуры при растворении (град);
 m – масса растворенной соли (г).

Показания калориметра определяют по формуле:

$$Q = C \cdot \Delta T$$

где: C – теплоемкость калориметра (Дж/град);
 ΔT – изменение температуры при растворении (град).

Показание вольтметра при растворении рассчитывается по формуле:

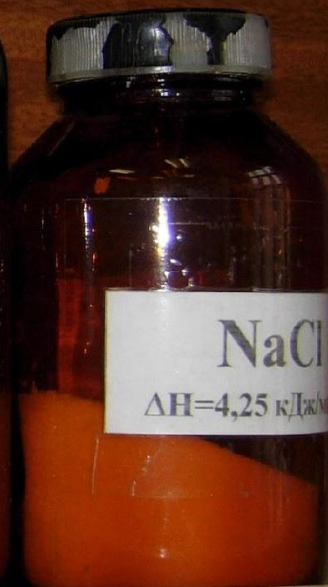
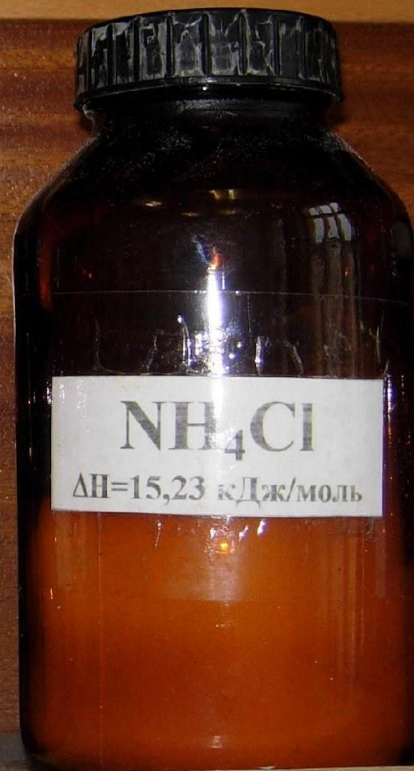
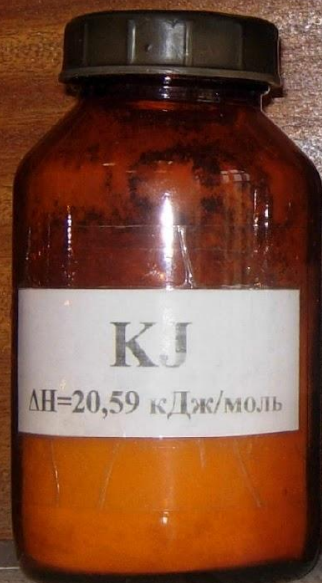
$$Q = E \cdot I \cdot t$$

где: E – ЭДС источника тока (В);
 I – сила тока (А);
 t – время (с).

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Вис Magneto Stern MMS-3000

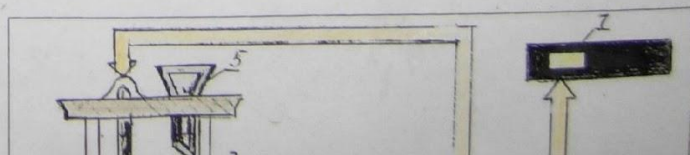


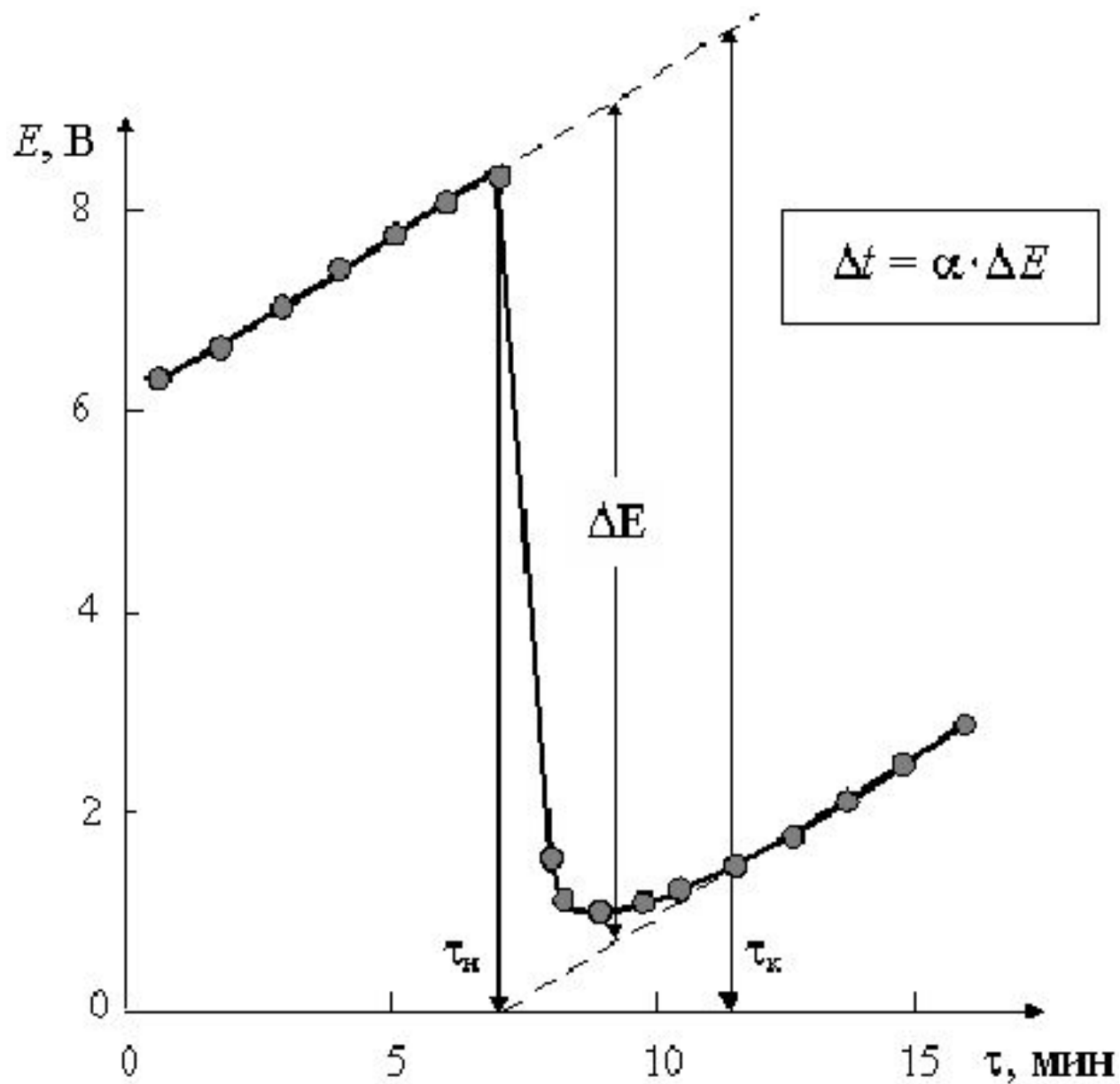


ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ.

1. Приготовить навески солей в расчете на 200 или 300 мл воды (по заданию преподавателя) при конечной концентрации соли, равной 0,2 М.
2. Налить в стакан 3 – 200 или 300 мл воды (по заданию преподавателя) и поставить его в калориметр 1.
3. Установить термодатчик 4 и, включив тумблер "Сеть"

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА





t, МИН	KJ	KCl	NaCl
1	0,64	0,54	0,33
2	0,68	0,57	0,35
3	0,72	0,61	0,37
4	0,75	0,65	0,39
5	0,79	0,69	0,41
5,5	0,46	0,44	0,31
6	0,37	0,38	0,28
6,5	0,32	0,31	0,29
7	0,3	0,28	0,3
7,5	0,33	0,29	0,32
8	0,38	0,32	0,35
9	0,44	0,37	0,39
10	0,49	0,42	0,43
11	0,55	0,51	0,47
12	0,62	0,58	0,52

t, МИН	ТермоЭДС, В			
	KJ	KCl	NaCl	NH ₄ Cl
1	0,64	0,54	0,33	0,73
2	0,68	0,57	0,35	0,76
3	0,72	0,61	0,37	0,79
4	0,75	0,65	0,39	0,81
5	0,79	0,69	0,41	0,84
5,5	0,46	0,44	0,31	0,86
6	0,37	0,35	0,28	0,87
6,5	0,32	0,3	0,29	0,68
7	0,3	0,28	0,3	0,57
7,5	0,33	0,29	0,32	0,54
8	0,38	0,32	0,35	0,53
9	0,44	0,38	0,39	0,57
10	0,49	0,44	0,43	0,62
11	0,55	0,51	0,47	0,68
12	0,62	0,58	0,52	0,73

- **Вопросы для самоконтроля**
- Что называют интегральной и дифференциальной теплотами растворения?
- Как связана прочность кристаллической решетки соли и теплота ее растворения?
- Какое влияние оказывает природа катиона или аниона на теплоту растворения соли?
- Известно, что при растворении двух солей с общим катионом для соли с более слабым анионом теплота растворения выше. Что можно сказать о влиянии природы аниона на соотношение теплот плавления этих солей и смешения их с водой?
- В чем суть калориметрического определения теплоты растворения? Как определить величину, необходимую для расчета теплоты?

Лабораторная работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРЦИАЛЬНО-МОЛЯРНЫХ ОБЪЕМОМ КОМПОНЕНТОВ БИНАРНОГО РАСТВОРА

Цель работы: изучить зависимость парциально-молярных объемов компонентов раствора "вода - этиловый спирт" от химического состава.

$$V_m = x_1 \cdot \bar{V}_1 + x_2 \cdot \bar{V}_2$$

$$V_m = \frac{M_{cp}}{\rho} = \frac{M_1 \cdot x_1 + M_2 \cdot x_2}{\rho},$$

$$\rho = \rho_B + (\rho_{H_2O} - \rho_B) \frac{P_B - P}{P_B - P_{H_2O}} = \rho_{H_2O} \cdot \frac{P_B - P}{P_B - P_{H_2O}} + \rho_B \cdot \frac{P - P_{H_2O}}{P_B - P_{H_2O}}.$$

$$\rho = \rho_{H_2O} \cdot \frac{P_B - P}{P_B - P_{H_2O}}$$



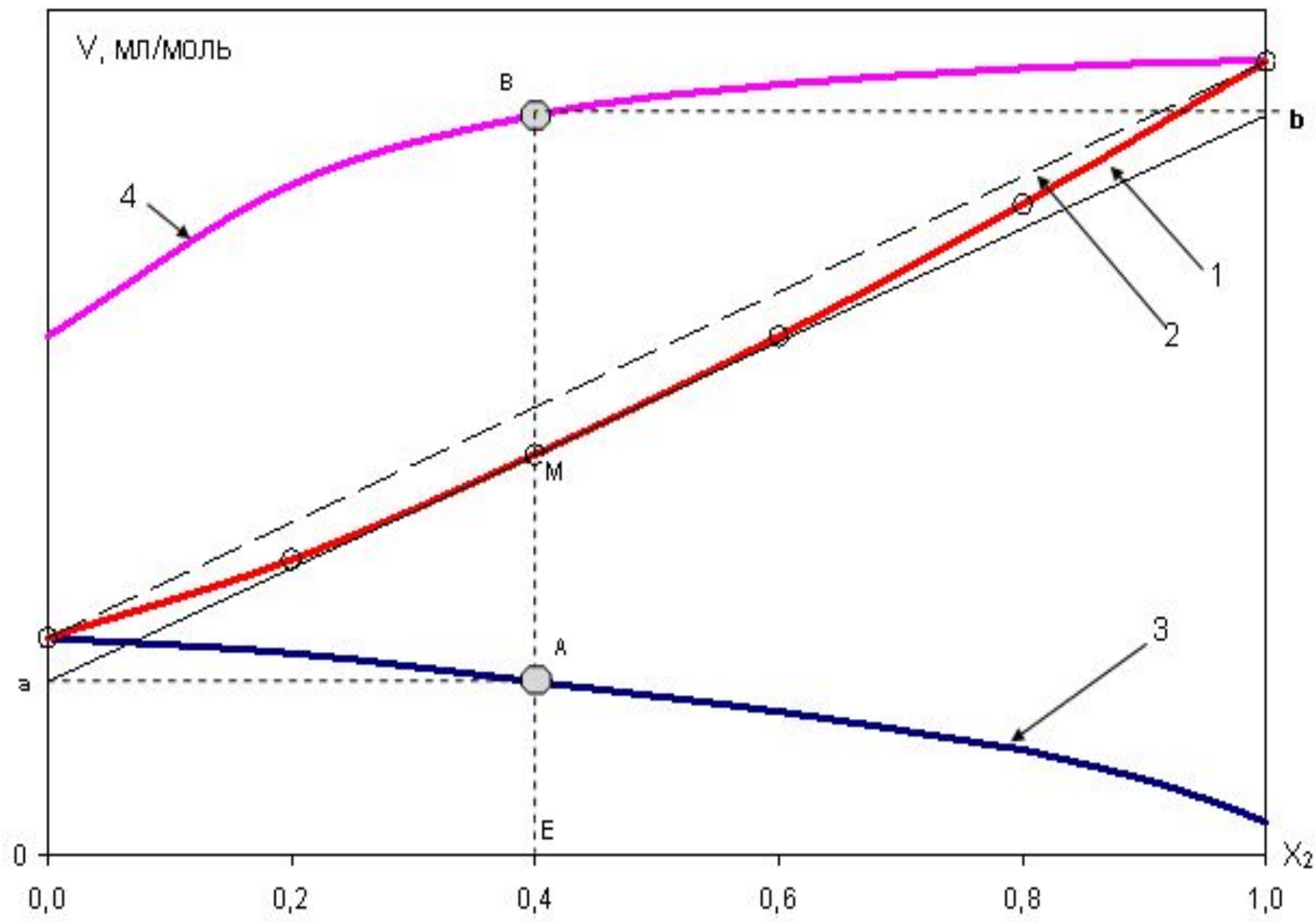
300932

mg 200 100 50

220



mg



ВАРИАНТ 1	
Х спирта	Р, г
воздух	22,1
0	19,6
0,2	19,608
0,4	19,668
0,6	19,752
0,8	19,9248
1	20,125

ВАРИАНТ 3	
Х спирта	Р, г
воздух	10
0	9
0,2	9,036
0,4	9,062
0,6	9,115
0,8	9,168
1	9,212

ВАРИАНТ 2	
Х спирта	Р, г
воздух	25,4
0	22,2
0,2	22,253
0,4	22,345
0,6	22,452
0,8	22,653
1	22,855

ВАРИАНТ 4	
Х спирта	Р, г
воздух	15
0	13
0,2	13,004
0,4	13,078
0,6	13,162
0,8	13,295
1	13,415

- **Вопросы для самоконтроля**
- 1. Что называют парциально-молярной величиной любого свойства компонента в растворе; поясните физический смысл величины ?
- 2. Запишите уравнение Гиббса-Дюгема и поясните физический смысл входящих в него величин.
- 3. Каким методом в работе определяют парциально-молярный объем компонентов?
- 4. Выше или ниже аддитивной прямой, характерной для идеальных растворов, пойдет зависимость молярного объема раствора, если смешение чистых жидких компонентов 1 и 2 происходит с выделением большого количества тепла?

Лабораторная работа № 8

ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ РЕАГИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Цель работы: исследование влияния температуры и концентраций реагирующих веществ на скорость гомогенной химической реакции





Температура = 25 С	
t	С
минут	моль/л
1	0,038
2	0,037
3	0,036
5	0,034
10	0,030
15	0,026
20	0,024
25	0,021
30	0,020
35	0,018
40	0,017
50	0,015
60	0,013
70	0,012

Температура = 45 С	
t	С
минут	моль/л
1	0,036
2	0,033
3	0,030
5	0,026
10	0,019
15	0,015
20	0,012
25	0,011
30	0,009
35	0,008
40	0,007
50	0,006
60	0,005
70	0,004

Лабораторная работа № 11

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РАСТВОРОВ И АДСОРБЦИИ ПОВЕРХНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Цель работы: исследование влияния добавок поверхностно-активного вещества на поверхностное натяжение бинарного раствора

$$\Gamma_i = (n_i^{\overline{\omega}} - n_i^V) / \overline{\omega},$$

$$\Gamma_i = - \frac{a_i \cdot (1 - X_i)}{RT} \frac{d\sigma}{da_i},$$

$$\Gamma_i = - \frac{C_i}{RT} \frac{d\sigma}{dC_i},$$

$$\sigma = \frac{P_{max} \cdot r_{\text{кап}}}{2}$$

$$r_{\text{кап}} = \frac{2\sigma'}{P'_{max}}$$

$$\sigma_x = \frac{P_{max}}{2} \frac{2\sigma'}{P'_{max}} = \sigma' \frac{P_{max}}{P'_{max}}$$



С спирта, Моль/л	L, мм
0	155
0,01	117
0,02	97
0,03	86
0,04	78
0,05	72
0,06	67
0,07	63
0,08	59
0,09	56
0,1	53

- **В выводах необходимо отразить следующее:**
- 1. Зависимость поверхностного натяжения раствора от его состава;
- 2. Зависимость адсорбции растворенного вещества от состава раствора.

- **Контрольные вопросы**
- В результате чего возникает поверхностное натяжение?
- Какие вещества называют поверхностно-активными?
- Что такое адсорбция?
- В чем заключается сущность метода максимального давления в газовом пузырьке?

Лабораторная работа № 10

ИЗУЧЕНИЕ ФОРМАЛЬНО-КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РЕАКЦИИ ГОРЕНИЯ УГЛЕРОДА В АТМОСФЕРЕ ВОЗДУХА

Цель работы: исследование зависимости скорости гетерогенного процесса от температуры, выявление лимитирующих стадий процесса.

$$v = \frac{P_{O_2}}{\frac{\delta}{D} + \frac{1}{\kappa}}$$

$$v = v_{\text{хим.реакции}} = A \cdot \exp(-E / RT)$$

$$v = v_{\text{диф}} = D\omega \frac{C - C_{\omega}}{\delta} = BT^{1.7} \frac{\omega}{\delta}$$



0 1 2 3 4 5 6
0 1 2 3 4 5 6
0 1 2 3 4 5 6

0 1 2 3 4 5 6
0 1 2 3 4 5 6
0 1 2 3 4 5 6

Marca

Marca

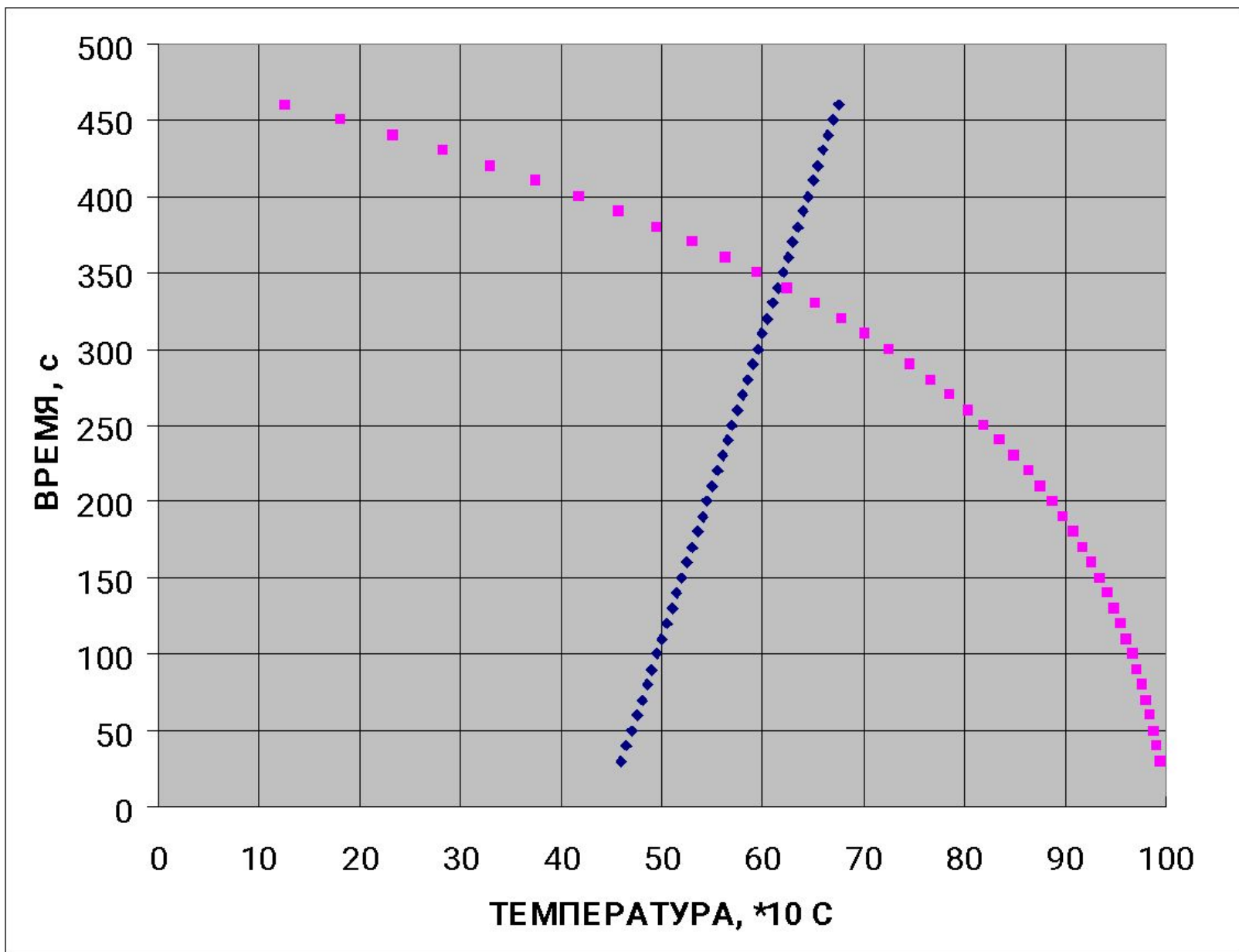
1/2
1/10
250 F
1000 P
1000 P

4
EXTINGUIDOR
DE INCENDIOS
DE USO DOMESTICO
1000 P

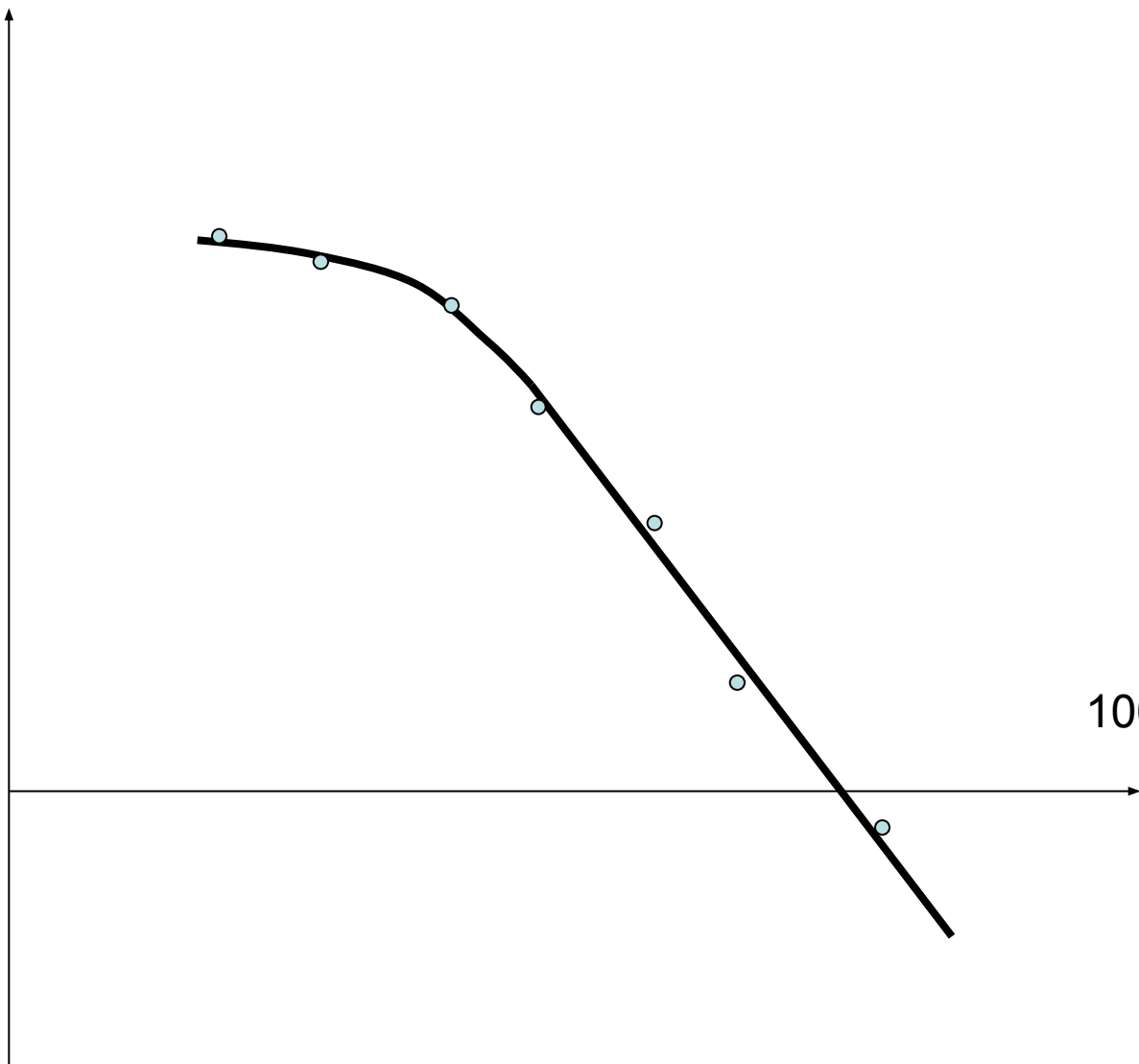


Время,с	Темпер,С	Убыль массы, мг
30	460	0,3
40	465	0,6
50	470	0,9
60	475	1,3
70	480	1,6
80	485	2,1
90	490	2,5
100	495	3,0
110	500	3,6
120	505	4,2
130	510	4,8
140	515	5,5
150	520	6,2
160	525	7,0
170	530	7,9
180	535	8,8
190	540	9,9
200	545	10,9
210	550	12,1
220	555	13,4
230	560	14,7
240	565	16,2
250	570	17,7

260	575	19,4
270	580	21,1
280	585	23,0
290	590	25,0
300	595	27,2
310	600	29,5
320	605	31,9
330	610	34,6
340	615	37,3
350	620	40,3
360	625	43,4
370	630	46,7
380	635	50,3
390	640	54,0
400	645	58,0
410	650	62,2
420	655	66,7
430	660	71,4
440	665	76,3
450	670	81,6
460	675	87,2



$\ln V$



$1000/T$

В выводах необходимо отразить следующее:

1. Зависимость скорости процесса от температуры;
2. Влияние повышения температуры на режим процесса;
3. Определение температурных интервалов, в пределах которых процесс протекает в диффузионном и кинетическом режимах;
4. Способ определения и величину энергии активации химической реакции.

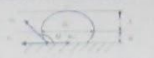
Контрольные вопросы:

1. Из каких этапов состоит процесс горения углерода в атмосфере воздуха?
2. Как влияет температура на скорость процесса, идущего в различных режимах?
3. Каким образом процесс горения можно переводить из одного режима в другой?
4. Как можно увеличить скорость реакции, протекающей в кинетическом (диффузионном) режиме?



FIGURE 1. A SIMPLE WAVELENGTH MEASUREMENT
APPARATUS USING A LASER SOURCE.

THEORY: The wavelength of a laser beam can be determined by measuring the distance between two consecutive maxima or minima in a double-slit interference pattern. The distance between the slits is denoted by d , the distance to the screen by L , and the distance from the central maximum to the n th order maximum by y_n . The path difference between the two slits is given by $d \sin \theta$, where θ is the angle of diffraction. For small angles, $\sin \theta \approx \tan \theta = y_n / L$. The path difference is also equal to $n\lambda$, where λ is the wavelength of the light. Therefore, the wavelength can be calculated as $\lambda = d y_n / n L$.



For this experiment, the distance between the slits is $d = 0.5 \text{ mm}$, the distance to the screen is $L = 1.5 \text{ m}$, and the distance from the central maximum to the 5th order maximum is $y_5 = 0.025 \text{ m}$. The wavelength of the laser beam is therefore $\lambda = \frac{0.5 \times 10^{-3} \times 0.025}{5 \times 1.5} = 1.67 \times 10^{-7} \text{ m} = 167 \text{ nm}$.

301221

301221

