Тұрақтылар

Авогадро саны, N_A	6.022×10^{23} моль$^{-1}$
Элементар заряд, e	1.602×10^{-19} Кл
Әмбебап газ тұрақтысы, R	8.314 Дж моль$^{-1}$ К$^{-1}$
Фарадей тұрақтысы, F	$96\,485$ Кл моль$^{-1}$
Планк тұрақтысы, h	6.626×10^{-34} Дж с
Кельвиндегі температура (К)	$T_{\text{К}} = T_{\circ\text{C}} + 273.15$
Ангстрем, Å	1×10^{-10} м
пико, п	1 пм $= 1 \times 10^{-12}$ м
нано, н	1 нм $= 1 \times 10^{-9}$ м
микро, мк	1 мкм $= 1 \times 10^{-6}$ м

1																	18
1 H 1.008	2											13	14	15	16	17	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

Олимпиада ережелері:

Сізге химия пәнінен 2025-2026 жылғы республикалық олимпиаданың есептер жинағы берілді. Төмендегі нұсқаулар мен ережелердің барлығын **мұқият** оқып шығыңыз. Олимпиада тапсырмаларын орындау үшін сізде **5 астрономиялық сағат (300 минут)** беріледі. Сіздің жалпы нәтижеңіз - тапсырмалардың ұпай санын ескере отырып, әрбір тапсырма бойынша ұпайлар сомасы болып табылады.

Сіз шимайпарақта есептерді шеше аласыз, бірақ барлық шешімдерді жауап парақтарына көшіруді ұмытпаңыз. **Арнайы белгіленген жолақтардың ішіне жазған шешімдер ғана тексеріледі**. Шимайпарақтар **тексерілмейді**. Шешімдерді жауап парақтарына көшіру үшін сізге **қосымша уақыт берілмейтінін** ескеріңіз.

Сізге графикалық немесе инженерлік калькуляторды пайдалануға **рұқсат етіледі**.

Сізге кез келген анықтамалық материалдарды, оқулықтарды немесе жазбаларды пайдалануға **тыйым салынады**.

Сізге ішкі жадты немесе интернеттен жүктеп алынған мәтіндік, графикалық және аудио пішімінде ақпаратты сақтауға қабілетті кез келген байланыс құрылғыларын, смартфондарды, смарт сағаттарды немесе кез келген басқа гаджеттерді пайдалануға **тыйым салынады**.

Осы тапсырмалар жинағына кірмейтін кез келген материалдарды, соның ішінде периодтық кесте мен ерігіштік кестесін **пайдалануға рұқсат етілмейді**. **Мұқаба бетінде** периодтық жүйенің нұсқасы беріледі.

Кезең соңына дейін олимпиаданың басқа қатысушыларымен сөйлесуге **рұқсат етілмейді**. Ешбір материалдарды, соның ішінде кеңсе керек-жарақтарын өзара алмаспаңыз. Кез келген ақпаратты жеткізу үшін ымдау тілін қолданбаңыз.

Осы ережелердің кез келгенін бұзғаныңыз үшін сіздің жұмысыңыз **автоматты түрде 0 ұпаймен** бағаланады және бақылаушылар сізді аудиториядан шығаруға құқылы.

Жауап парақтарыңызға шешімдерді **анық** әрі **түсінікті** етіп жазыңыз. Қорытынды жауаптарды қарындашпен дөңгелектеу ұсынылады. **Өлшем бірліктерін көрсетуді ұмытпаңыз (өлшем бірліктері жазылмаған жауап есептелмейді)**. Арифметикалық амалдарда сандық мәліметтерді қолдану ережелерін сақтаңыз. Басқаша айтқанда, маңызды сандар бар екені есіңізде болсын.

Сәйкес есептерді бермей шешімнің соңғы нәтижесін ғана көрсетсеңіз, онда жауап дұрыс болса да **0** ұпай аласыз.

№1 Есеп. Шарттар шынымен толық па?

Барлығы	Үлесі(%)
14	9

1-газ қоспасын, азот пен сутектен тұратын, жоғары қысымда қыздырды, нәтижесінде **2-газ қоспасы** түзілді. **3-газ қоспасын**, сутек пен хлордан тұратын, ультракүлгін сәулемен сәулелендірді, нәтижесінде **4-газ қоспасы** түзілді. **2- және 4-газ қоспалары** араластырылды. Реакция барысында массасы 10.7 г болатын ақ түсті кристалдар және көлемі бастапқы **1-газ қоспасының** көлемінен 3 есе кем **1-газ қоспасы** түзілді.

1. Әрбір газ қоспасындағы (**1, 2, 3 және 4-қоспалар**) газдардың көлемдік үлестерін анықтаңыз.

№2 Есеп. Қарап отырсаң, мұнда кинетиканың қандай қатысы бар?

2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	Барлығы	Үлесі(%)
1.5	1	0.5	0.5	2.5	7	13	13

COVID-19 пандемиясы эпидемияларды және олардың салдарын модельдеуге ғалымдардың қызығушылығын арттырды. Бұл есепте сіз зерттеуші рөлін қабылдап, X вирусының эпидемиясын модельдеуді жүргізесіз. Қызығы, сізге қажет болатынның барлығы — химиялық кинетика бойынша білім.

Егер кинетиканы сәл ұмытып қалсаңыз, төмендегі сұрақтар оны еске түсіруге көмектеседі.

1. Кезектес түрленулер сұлбасы үшін $A \to B \to C$, сәйкесінше жылдамдық тұрақтылары k_1 және k_2 болғанда, реакцияға қатысушылардың әрқайсысының түзілуі мен жұмсалу жылдамдықтарының өрнектерін жазыңыз.

2. B заты үшін квазистационарлық жуықтауды қолданып, оның концентрациясын өрнектеңіз.

SIR (Susceptible–Infectious–Removed) моделі — эпидемияны модельдеудің классикалық және ең қарапайым әдістерінің бірі. Таңқаларлығы, оның идеялары кинетика идеяларына өте ұқсас. Бұған өзіңіз көз жеткізіңіз!

3. Біздің модельдегі бірінші «реакция» — жұқтыру процесі. Жұқтырған адам (I әрпімен белгілеңіз) мен сау адамның (S әрпімен белгілеңіз) өзара әрекеттесу процесін жазыңыз.

4. Жазылып кету (сауығу) реакциясын да жазыңыз (сауығып шыққандарды R әрпімен белгілейміз). Ауру өлімге әкелмейді, ал жазылып кеткендер өмір бойғы иммунитетке ие болады деп есептейік.

5. Кинетикалық сұлбаны және реакцияға қатысушылардың әрқайсысының түзілуі мен жұмсалу жылдамдықтарының өрнектерін жазыңыз. Жұқтырудың жылдамдық тұрақтысын β, ал сауығудың жылдамдық тұрақтысын γ деп алыңыз. Бұл тұрақтылардың өлшем бірліктері қандай? Уақыт аралығын күнмен есептеңіз.

6. N қаласында 10^5 адам тұрады. Олардың 10-ы X вирусын жұқтырған. Популяцияның 10%-ын жұқтыру үшін қажет уақытты есептеңіз (қажетті жорамалдарды жасаңыз). $\beta = 3 \cdot 10^{-5}$, ал $\gamma = 0.2$ деп алыңыз.

№3 Есеп. Газдар және магний

3.1	3.2	3.3	Барлығы	Үлесі(%)
6	8	4	18	12

Төрт жабық ыдысқа Z, Z1, Z2, Z3 газдарының әрқайсысынан бір-бірден алып, магнийдің белгілі мөлшердегі навескалары орналастырылды. Әр ыдыстағы барлық заттар толық әрекеттесті. Ыдыстарда тек қатты өнімдер түзілді. Бұл өнімдер біріктіріліп, артық мөлшердегі сұйытылған тұз қышқылы бар бесінші ыдысқа көшірілді, нәтижесінде 6,72 л (қ.ж.) «шіріген жұмыртқа» иісі бар өткір жағымсыз **Б** газы бөлінді.

Z — жай зат, стандартты жағдайларда әдетте қатты күйде болады, алайда тәжірибе жағдайында ыдысқа аса қыздырылған бу (газ) түрінде енгізілген.

Z1, Z2, Z3 — Z элементінің фтормен түзетін бинарлы қосылыстары.

Z1 – Z2 – Z3 қатарында Z элементінің массалық үлесі артады.

Газдар көлемдік қатынаста алынған:

$$Z : Z1 : Z2 : Z3 = 1 : 1 : 2 : 2.$$

Магнийдің Z1 – Z3 газдарымен әрекеттесуі кезінде магний сульфидімен қатар әрдайым магний фториді MgF_2 түзіледі.

1. Барлық газдарды анықтаңыз және B газының қайсысын жай зат Z-ке қосқанда, магниймен әрекеттесу кезінде Z1 – Z3 қосылыстарымен магний әрекеттескендегідей дәл сол қатты өнімдерді алуға болатынын көрсетіңіз.

2. Төрт ыдыстың барлығына салынған магнийдің жалпы массасын есептеңіз.

3. Аталған барлық реакциялардың теңдеулерін жазыңыз (барлығы 8 теңдеу).

№4 Есеп. Кристалл өсіру

4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	Барлығы	Үлесі(%)
3	4	2	5	9	4	27	12

Бірде химия пәнінің мұғалімі сабақ үшін мыс купоросының $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$ кристалын өсіруді шешті. Электр плитасында ол көлемі 250 мл болатын ашық, дөңгелек стаканда 50 °C температурада қаныққан $CuSO_4$ ерітіндісінің 200 г мөлшерін дайындады **(1-ерітінді)**.

1. **1-ерітіндіні** дайындау үшін қажет мыс(II) сульфаты мен судың массаларын анықтаңыз. 50 °C температурадағы $CuSO_4$ ерігіштігі: 33.5 г $CuSO_4$ 100 г суға
2. Ерітінді 25 °C температураға дейін салқындағаннан кейін тұнбаға түскен мыс купоросының массасын анықтаңыз. 25 °C температурадағы $CuSO_4$ ерігіштігі: 23 г $CuSO_4$ 100 г суға
3. Тұнбаланудан кейін алынған **2-ерітіндідегі** мыс(II) сульфаты мен судың массаларын анықтаңыз.

Екі тәуліктен кейін **2-ерітіндідегі** судың буланууы нәтижесінде кристалл массасы артты. Ашық атмосфераға буланып кеткен судың көлемін анықтау үшін келесі формуланы қолданыңыз:

$$V = 9 \cdot 10^{-3}\ \text{см кПа}^{-1}\ \text{ч}^{-1} \cdot S \cdot (1 - a) \cdot p^0 \cdot t,$$

мұнда a — бөлмедегі ауаның ылғалдылығы (0.6), p^0 — таза судың үстіндегі қаныққан будың қысымы, $p^0(25\ ^\circ\text{C}) = 3.166$ кПа, t — булану уақыты (сағатпен), S — радиусы 35 мм болатын стакандағы судың бетінің ауданы.

4. Екі тәуліктен кейінгі кристалл массасын анықтаңыз.

Кейін химия мұғалімі басқа әдісті қолданып көрді: жаңадан дайындалған **2-ерітіндіні** көлемі 100 л, температурасы 25 °C болатын, толығымен аргонмен толтырылған құрғақ боксқа орналастырды. Бұл әдісте белгілі бір уақыт өткен соң ерітінді мен құрғақ бокс арасында тепе-теңдік орнайды: ерітіндінің үстіндегі су буының қысымы

$$p = p^0 \cdot \chi,$$

мұнда χ — ерітіндідегі барлық бөлшектердің ішіндегі судың мольдік үлесі (ерітіндіде $CuSO_4$ диссоциацияланатынын ескеріңіз). Бу идеал газ деп алынып, оған $pV = nRT$ теңдеуі қолданылады.

5. Тепе-теңдік орнағаннан кейінгі кристалл массасын анықтаңыз.

Химия сабағына мұғалім 50 °C температурада тағы екі бастапқы ерітінді дайындады. Біріншісіне күкірт қышқылының ерітіндісін қосқанда мыс купоросы тұнбаға түсті. Екіншісіне тұз қышқылының ерітіндісін қосқанда тұнба түзілуі байқалмады.

6. Ерітінділердің мұндай мінез-құлқының себептерін түсіндіріңіз. Кеңес: ерігіштік көбейтіндісін ескеріңіз

$$K_{sp} = [Cu^{2+}][SO_4^{2-}].$$

№5 Есеп. Әлемдегі ең күшті қышқыл

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	Барлығы	Үлесі(%)
1	4	4	3	4	17	12

Гелий гидриді ионы (**HeH**$^+$) ерте Ғаламда түзілген алғашқы молекула деп саналады және белгілі қышқыл қосылыстардың ішіндегі ең күштілерінің бірі болып табылады. Ол алғаш рет 1925 жылы сутек иондарын сиретілген сутек пен гелий қоспасына енгізу кезінде жанама түрде анықталған. Астрофизикада **HeH**$^+$ ионы жұлдызаралық ортаны зерттеу барысында алынған спектроскопиялық деректер негізінде расталды.

1. **HeH**$^+$ ионымен изоэлектронды болатын молекула немесе ионды анықтаңыз.
2. **HeH**$^+$ ионының жуықталған молекулалық-орбитальдық (МО) диаграммасын құрып, осы иондағы **байланыс ретін** анықтаңыз.

   Қышқылдардың күшін сандық түрде сипаттау үшін pK_a шамасы қолданылады (pK_a = -log(K_a)), мұнда мәні неғұрлым кіші болса, қышқыл соғұрлым күшті болады. Сізге келесі термодинамикалық деректер берілген:

$$\mathbf{HeH^+(г) \rightarrow H^+(г) + He(г)} \qquad \Delta H_1 = \mathbf{+178\ кДж/моль}$$

$$\mathbf{HeH^+(г) \rightarrow HeH^+(ерiт.)} \qquad \Delta H_2 = \mathbf{-973\ кДж/моль}$$

$$\mathbf{H^+(г) \rightarrow H^+(ерiт.)} \qquad \Delta H_3 = \mathbf{-1530\ кДж/моль}$$

$$\mathbf{He(ерiт.) \rightarrow He(г)} \qquad \Delta H_4 = \mathbf{-19\ кДж/моль}$$

S(H$^+$(ерiт.)) = **0 Дж/моль*К**, **S(He(ерiт.))** = **126 Дж/моль*К**, **S(HeH$^+$(ерiт.))** = **128 Дж/моль*К**

3. Берілген деректерді пайдаланып, 298 К температурада су ортасындағы **HeH**$^+$ ионының pK_a мәнін анықтаңыз.

   1925 жылғы тәжірибелерде гелий гидриді ионымен қатар тек сутек атомдарынан тұратын тағы екі ион — **X** және **Y** түзілген. **X** ионы **протонның молекулалық сутекпен** әрекеттесуі нәтижесінде түзіледі. **Y** ионы **X** ионының молекулалық сутекпен әрекеттесуі кезінде түзіледі, бұл кезде қосымша түрде сутек атомы пайда болады.

4. Сипатталған химиялық реакциялардың теңдеулерін жазыңыз.
5. **X** және **Y** иондары үшін молекулалық-орбитальдық диаграммаларды құрыңыз.

Кеңес: **Y** молекуласы үшбұрышты геометрияға ие, және оның МО-диаграммасындағы орбитальдардың біреуі байланыс түзбейтін (несвязывающая) болып табылады.

№6 Есеп. Аллильді жүйелердегі механизмдердің бәсекелестігі

6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	Барлығы	Үлесі(%)
15	3	3	3	2	26	12

Органикалық синтез зертханасында нуклеофильді орынбасу мен элиминирлену механизмдерінің бәсекелестігін зерттеу үшін модельдік қосылыстар ретінде аллильді галогенидтердің реакциялық қабілеттілігі қарастырылады. Аллильді субстраттар органикалық синтез бен биохимияда кеңінен қолданылады, себебі олардың реакциялары нуклеофилдің табиғатына, еріткішке және реакция жағдайларына өте сезімтал.

Екіншілік аллилбромидті қарастырайық:

$$CH_2{=}CH{-}CH(CH_3){-}CH_2Br$$

Қосылыс төменде көрсетілген жағдайларда әртүрлі реагенттердің әсеріне ұшыратылды:

I. $NaOEt$ / $EtOH$, 25 °C
II. $t{-}BuOK$ / $t{-}BuOH$, 25 °C
III. $AgNO_3$ / $EtOH$
IV. $NaCN$ / $DMSO$
V. H_2O, 80 °C

1. Әрбір тәжірибе үшін (I–V) анықтаңыз:
   - реакцияның негізгі механизмін (SN1, SN2, SN2′, E1 немесе E2);
   - негізгі органикалық өнімнің құрылымын.
2. IV тәжірибе үшін субстраттың электрондық құрылымы мен реакция жүргізу жағдайларын ескере отырып, реакция механизмін таңдауды негіздеңіз.
3. I және II тәжірибелерде әртүрлі алкендердің түзілуімен элиминирлену реакциясы жүруі мүмкін.
   - Әрбір жағдайда басым түрде қандай алкен түзілетінін көрсетіңіз;
   - өнімдер құрамындағы айырмашылықты түсіндіріңіз.
4. III тәжірибені талдаңыз:
   - қосылатын реагенттің рөлін көрсетіңіз;
   - реакция барысында түзілетін аралық бөлшектердің табиғатын сипаттаңыз.
5. Қандай жағдайларда ең термодинамикалық тұрақты өнім түзілетінін көрсетіп, жауабыңызды негіздеңіз.