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	11

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. Ақ фосфор

2.1	2.2	2.3	Барлығы	Үлесі(%)
3	3	2	8	11

Ақ фосфор — өте белсенді зат, оның молекулалық формуласы P_4, құрылымы тетраэдр түрінде болады.
Ақ фосфорды фторапатит минералын $Ca_5(PO_4)_3F$ кокс C және кремнезёммен SiO_2 бірге қыздыру арқылы алады **(1-реакция)**.

1. **1-реакцияның** теңдеуін жазыңыз.

Ақ фосфордың белгілі бір мөлшерін мыс(II) сульфатының ерітіндісіне қосқанда, қышқылдар қоспасы мен ұсақ дисперсті тұнба түзілуімен жүретін тотығу-тотықсыздану реакциясы өтеді **(2-реакция)**. Бұл кезде фосфордың массалық үлестері 0.1398 және 0.4936 болатын бинарлы жанама өнімдер түзіледі.

2. **2-реакцияның** теңдеуін жазыңыз. Фосфордың толық тотығатынын ескеріңіз.
3. Реакцияның жанама өнімдерін анықтаңыз.

№3 Есеп. Металлдық оба

3.1	3.2	3.3	Барлығы	Үлесі(%)
12	14	6	32	

Роберт Скоттың Оңтүстік полюске жасаған экспедициясының қазаға ұшырауының себептерінің бірі **«… оба»** деп аталатын процесс деп есептеледі. Отын бактары кейбір **X** металынан жасалған, ол **екі аллотропиялық модификацияда** кездеседі. Бөлме температурасында **X** металы тығыздығы 7,289 г/см^3 болатын **«ақ X»** түрінде болады. Алайда 13,2 °C-тан төмен температурада ол **«сұр X»** аллотропиялық түріне ауысады. **«Ақ X»** қаттылық пен иілімділікке ие, яғни отын бактарын жасауға жарамды типтік металл қасиеттерін көрсетеді. Ал **«сұр X»** ұнтақ тәрізді зат болып табылады, сондықтан материалдың үгітілуі салдарынан бактар бұзылған.

Төменде **X** металдың екі аллотропиялық модификациясының кристалдық құрылымдары туралы мәліметтер келтірілген:

- **«Ақ X» тетрагональды сингонияда** (**tI4**) кристалданады, элементар ұяшық параметрлері: a = 583.13 пм, c = 318.11 пм.

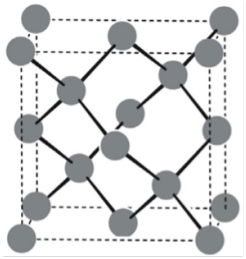


Рис. 1: Сұр X

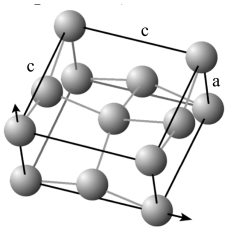


Рис. 2: Ақ X

- **«Сұр X» кубтық сингонияда** (**cF8**) кристалданады, параметрі: a = 648.96 пм.

1. **X** металын анықтаңыз және **«сұр X»-тің тығыздығын есептеңіз**.

   Массасы 5.00 г болатын **X** металын ауада жаққанда 6.35 г **A** заты түзіледі (**1-реакция**). Калий цианидін элементар күкіртпен (S_8) **8 : 1** мольдік қатынаста қыздырғанда **Б** тұзы түзіледі. Егер **1-реакцияда** алынған **A** затын **Б** тұзының эквимольдік мөлшерімен араластырып, жоғары температурада қыздырса, бірдей анионды қамтитын екі тұз — **B** және **Г**, сондай-ақ тығыздығы 1.25 г/л болатын газ қоспасы түзіледі (**2-реакция**). Қатты қалдықты суда еріткенде тек **B** заты ериді, ал **Г** заты сүзу арқылы бөлініп алынады. **Г** затын концентрлі азот қышқылында еріткенде, пайдаланылған **Г** затының массасынан 1.21 есе аз массалы **A** тұнбасы түзіледі және қоңыр түсті газ бөлінеді (**3-реакция**). **X** металы **Д** затымен **1 : 2** мольдік қатынаста, қайнап тұрған тетрахлорметанда әрекеттесіп, **E** затын түзеді (**4-реакция**). **Д** — жай зат; оның элементар ұяшығы **қырлары центрленген параллелепипед** болып табылады, параметрлері: a = 727.5 пм, b = 478.28 пм, c = 982.38 пм, ал тығыздығы 4.944 г/см^3.

2. Барлық аталған белгісіз заттарды (**A, Б, B, Г, Д, E**) анықтаңыз және барлық химиялық реакцияларды теңестірілген түрде жазыңыз.

   Франкеит — құрамында бірнеше металл, соның ішінде **X** металы бар сульфидті минерал. Минералды талдау нәтижесінде келесі массалық үлестер анықталған: **X — 17.084 %**, **Pb — 49.699 %**, **S — 21.536 %**.

3. Франкеиттің химиялық формуласын анықтаңыз.

№4 Есеп. Мыс

4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	Барлығы	Үлесі(%)
3	4	5	4	4	20	

Сулы ерітінділердегі мыс(II) иондары донор-молекулалармен, әсіресе аммиакпен, кешен (комплекс) түзуге жоғары бейімділігімен сипатталады. Сулы аммиакты Cu^{2+} ерітіндісіне қосқанда $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ аквакомплексіндегі су молекулалары кезең-кезеңімен аммиак молекулаларымен алмасып, $[Cu(NH_3)_n]^{2+}$ амминді кешендері түзіледі. Олардың ішінде ең тұрақтысы — қою көк түсті тетрааммин мыс(II) кешені $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$.

Й. Бьёррумның классикалық еңбектерінен басталған мыс(II) амминді кешендерінің тұрақтылығын зерттеген эксперименттік жұмыстар аммиак концентрациясы артқан сайын тепе-теңдік айқын түрде кешенді форма жағына ығысатынын, соның нәтижесінде ерітіндідегі бос Cu^{2+} иондарының концентрациясы күрт төмендейтінін көрсетті. Осының салдарынан мысның аз еритін қосылыстарының, атап айтқанда $Cu(OH)_2$-ның тұнбаға түсу шарттары елеулі түрде өзгереді және pH пен кешен түзуші концентрациясына тәуелді болады.

1.00 л суға мыс(II) тұзын ерітіп, ерітіндідегі мыстың жалпы концентрациясын

$$C_{Cu} = 1.00 \cdot 10^{-2}\ \text{M}$$

етіп дайындады. Содан кейін ерітіндіге бастапқы концентрациясы $[NH_3]_0$ болатын сулы аммиак қосылады. Тепе-теңдік орнағаннан кейін жүйеде NH_3/NH_4^+ қышқыл-негіздік тепе-теңдігі, мыс(II) иондарының кешен түзуі және $Cu(OH)_2$ тұнбасының түсу мүмкіндігі ескеріледі. Есептің барлық бөлімдерінде тек $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ кешені түзіледі деп есептеңіз.

1. Кешен түзуші жоқ ерітінді үшін pH = 5.0 кезінде мыс(II) гидроксидінің ерігіштігін анықтаңыз, ерігіштік тек ерігіштік көбейтіндісімен анықталады деп есептеңіз.

2. Аммиактың қатысуында бос Cu^{2+} иондарының концентрациясын ерітіндідегі мыстың жалпы концентрациясы C_{Cu}-мен байланыстыратын өрнекті жазыңыз.

3. $[NH_3]_0 = 1.00$ M болғанда $Cu(OH)_2$ тұнбасының түсуі басталатын pH мәнін анықтаңыз.

4. $[NH_3]_0 = 1.00$ M және pH = 9.50 кезінде $Cu(NH_3)_4^{2+}$ кешенді формасында болатын мыстың мольдік үлесін анықтаңыз.

5. $[NH_3]_0 = 1.00$ M үшін pH 7–12 аралығында кешенденген мыстың мольдік үлесінің x pH-қа тәуелділік графигін салыңыз. Графикте $Cu(OH)_2$ тұнбасының түсуі мүмкін pH аймағын көрсетіп, алынған тәуелділіктің пішінін сапалық тұрғыдан түсіндіріңіз.

Анықтамалық деректер (25 °C)

$$K_{sp}\left(Cu(OH)_2\right) = 2.2 \cdot 10^{-20}, \qquad \beta_4\left([Cu(NH_3)_4]^{2+}\right) = 1.0 \cdot 10^{13},$$

$$K_b(NH_3) = 1.8 \cdot 10^{-5}, \qquad K_w = 1.0 \cdot 10^{-14}.$$

№5 Есеп. Заттың автокаталитикалық түрленуі

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	Барлығы	Үлесі(%)
7	5	4	4	5	25	

Химиялық кинетикада *автокаталитикалық реакциялар* ерекше қызығушылық тудырады — бұл реакцияларда өнімдердің біреуі реакцияның өзін жылдамдатып, катализатор рөлін атқарады. Мұндай реакциялар үшін жылдамдықтың уақыт бойынша сызықтық емес өзгеруі тән: бастапқы кезеңде процесс баяу жүреді, алайда өнім жиналған сайын реакция жылдамдығы арта түседі.

Сулы ерітіндідегі A затының B затына автокаталитикалық түрленуін келесі реакция сипаттайды:

$$A + B \xrightarrow{k_1} 2B.$$

Бастапқы уақыт мезетінде заттардың концентрациялары $[A]_0 = 0{,}150$ M және $[B]_0 = 0{,}0040$ M. Реакция барысында ерітіндінің көлемі тұрақты болып қалады, жанама процестер жоқ деп есептеледі. **1.** Әсер етуші массалар заңын және реагенттер концентрациялары арасындағы байланысты пайдаланып, B затының концентрациясын уақытпен байланыстыратын кинетикалық теңдеуді шығарыңыз. *1-тармақты орындамаған қатысушыларға әрі қарай келесі кинетикалық*

теңдеуді қолдануға рұқсат етіледі:

$$\ln\left(\frac{[B]}{C-[B]}\cdot\frac{C-[B]_0}{[B]_0}\right)=k_1Ct,\qquad C=[A]_0+[B]_0.$$

Реакция басталғаннан кейін 12,0 мин өткен соң 25°C температурада *B* затының концентрациясы 0,0180 М-ге, ал 45°C температурада 0,0400 М-ге тең болды.

2. 25°C және 45°C температураларында реакцияның жылдамдық константалары k_1-ді анықтаңыз.

3. Алынған жылдамдық константаларының мәндерін пайдаланып, осы реакцияның активация энергиясын E_a анықтаңыз.

Осы реакция 25°C температурада, бастапқы концентрациялар $[A]_0$ = 0,100 М және $[B]_0$ = 0,0120 М болған жағдайда да жүргізіледі. Бұл шарттарда процестің жылдамдығын *A* затының жартылай ыдырау кезеңі арқылы сипаттау ыңғайлы.

4. *A* затының жартылай ыдырау кезеңін анықтаңыз.

5. Егер келесі жағдайларда *A* затының жартылай ыдырау кезеңі қалай өзгеретінін анықтаңыз:

- *B* затының бастапқы концентрациясын 2 есе арттырса;
- температураны 10°C-қа жоғарылатса (активация энергиясы тұрақты деп есептеңіз);
- реагенттердің концентрацияларының қатынасын сақтай отырып, ерітіндіні 2 есе сұйылтса.

Жауаптарды 4-тармақта табылған мәнге қатысты көбейткіштер түрінде көрсетіңіз.

4–5-тармақтарға арналған нұсқау: автокаталитикалық реакция үшін *A* затының жартылай ыдырау кезеңі келесі формуламен өрнектеледі:

$$t_{1/2}=\frac{1}{k_1C}\ln\left(\frac{[B]_{1/2}[A]_0}{[B]_0[A]_{1/2}}\right),$$

мұндағы $C=[A]_0+[B]_0$, $[A]_{1/2}=[A]_0/2$, $[B]_{1/2}=C-[A]_{1/2}$.

№6 Есеп. Аллилдік жүйелердегі механизмдер бәсекелестігі

6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	Барлығы	Үлесі(%)
18	3	3	3	2	3	32	

Органикалық синтез зертханасында нуклеофильді орынбасу мен элиминирлеу реакцияларының бәсекелестігін зерттеу үшін модельдік қосылыстар ретінде аллильді галогенидтердің реакциялық қабілеті қарастырылады. Аллилдік субстраттар органикалық синтезде және биохимияда кеңінен қолданылады, себебі олардың реакциялары нуклеофилдің табиғатына, еріткішке және реакция жүргізу шарттарына өте сезімтал.

Екіншілік аллилбромидті қарастырайық:

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

Қосылыс әртүрлі реагенттердің әсеріне төменде көрсетілген шарттарда 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
VI. NaI / Acetone, 25 °C

1. Әрбір тәжірибе үшін (I–VI) келесілерді анықтаңыз:
   - реакцияның негізгі механизмі (SN1, SN2, SN2′, E1 немесе E2);
   - негізгі органикалық өнімнің құрылымы.
2. IV тәжірибе үшін субстраттың электрондық құрылымы мен реакция жүргізу шарттарын ескере отырып, механизмді таңдауды негіздеңіз.
3. I және II тәжірибелерде әртүрлі алкендердің түзілуімен жүретін элиминирлеу мүмкін.
   - Әрбір жағдайда басым түрде түзілетін алкенді көрсетіңіз;
   - өнімдердің құрамындағы айырмашылықтың себебін түсіндіріңіз.
4. III тәжірибені талдаңыз:
   - қосылатын реагенттің рөлін көрсетіңіз;
   - реакция барысында түзілетін аралық бөлшектердің табиғатын сипаттаңыз.
5. Қай жағдайларда ең термодинамикалық тұрақты өнім түзілетінін көрсетіп, жауабыңызды негіздеңіз.
6. VI тәжірибені қарастырып, келесілерді анықтаңыз:
   - қандай орынбасу механизмі (SN1 немесе SN2) басым болады және неге;
   - өнімнің оптикалық изомерлерінің түзілуін күтуге бола ма;
   - еріткіштің реакция жылдамдығына әсері.