



**Республикалық химия олимпиадасы**

*Қорытынды кезең (2021-2022 жж.). Практикалық тур.  
10-сыныптың ресми тапсырмалар жинағы*

## Олимпиада ережелері:

Сізге химия пәнінен 2022 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.** 3-бетте 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.

Бұл олимпиаданың шешімдері [www.qazcho.kz](http://www.qazcho.kz) сайтында жарияланады.

Химия пәнінен олимпиадаға дайындық бойынша ұсыныстар [www.kazolymp.kz](http://www.kazolymp.kz) сайтында берілген.

**Республикалық химия олимпиадасының қорытынды кезеңі 2021-2022 жж.  
Практикалық кезеңнің тапсырмалар. 10-сынып**

1																	18
1 H 1.008	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 -

## 1-тапсырма.

Пункт	1.1	1.2	1.3	Жалпы	Үлесі (%)
Макс.	3	3	9	15	15

10 нөмірленген сынауықта бейорганикалық тұздар, негіздер және қышқылдар бар. Осы сайттың көмегімен сіз заттарды анықтауға болатын эксперименттер нәтижелерін біле аласыз. Кез келген реакция былай жүреді: : сіз таңдаған «1» затқа «2» зат қосылады және бақылаулар бірдей көлемдегі заттар өзара қосылған кезде хабарланады. Егер «2» «артық зат» құсбелгісі қойылса, екінші зат артық мөлшерде қосылады. Катиондар ретінде сутегі, аммоний, натрий, күміс, кальций, магний, мырыш, барий, қорғасын, мыс (II), марганец (II), темір (II), темір (III), хром (II), хром (III) және алюминий иондары болуы мүмкін. Аниондар ретінде гидроксид-, нитрат-, хлорид-, бромид-, йодид-, карбонат-, сульфид-, сульфит-, сульфат-, метасиликат-, гидрофосфат-, хромат- және бихромат- иондары болуы мүмкін.

1. Практикалық матрицаны **сызыңыз** (ол үшін мына белгілерді қолданыңыз: тұнба түзілу -  $\downarrow_{\text{түсі}}$ , тұнбаның еруі және еритін комплекстердің түзілуі  $\text{еритін}\downarrow$ , газды бөлінуі  $\uparrow$ ).
2. Теориялық матрицаны **сызыңыз** (практикалық матрицада келтірілген белгілерді қолданыңыз).
3. Әрбір сынауықтағы қосылыстардың формулаларын **жазыңыз**.

## 2-тапсырма. Бөліп ал да, билей бер

2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	Жалпы	Үлесі (%)
1	2	2	2	1.5	3.5	1	13	15

«Бөліп алда, билей бер» принципі - мемлекеттік басқаруда қолданылатын принцип. Дегенмен, бөлу принциптері тек әлеуметтік-экономикалық жағдайда ғана емес, химияда да қолданылады. Өнеркәсіпте де, зертханада да қолданылатын заттарды бөлудің кең таралған әдістерінің бірі бұл мәселеде талқыланатын сұйық экстракция болып табылады.

Сұйық экстракция кезінде еріген зат бір фазадан екінші фазаға өтеді (көбіне судан органикалық фазаға немесе керісінше). Экстракцияның сандық сипаттамасы үшін бөлу константасы  $K_{ex}$  пайдаланылады (сіз  $K_D$  белгілеуін жиі көруге болады, бірақ бұл тапсырманың шеңберінде біз оны басқа тұрақтылармен шатастырмау үшін  $K_{ex}$  деп белгілейміз), ол бір фазадағы экстракцияланатын заттың басқа фазадағы концентрациясына қатынасына тең.

Мысалы,  $K_{ex} = \frac{[A]_{org}}{[A]_{aq}}$  теңдеуі  $A_{(aq)} \rightleftharpoons A_{(org)}$  тепе-теңдігі үшін орындалады, мұнда  $aq =$  aqueous = су қабаты және  $org =$  organic = органикалық қабат.

Егер  $A$  заты сулы және/немесе органикалық фазада бірнеше формада (мысалы, комплекс немесе димер түрінде) берілсе, онда экстракцияның сандық сипаттамасы үшін жалпы мөлшерге тең болатын  $D$  таралу коэффициенті қолданылады. Ол бір фазадағы экстракцияланатын заттың барлық түрлерінің басқа фазадағы бірдей мәнге дейін концентрациясына тең:

$$D = \frac{C(NA_{org})}{C(NA_{aq})} \quad (1)$$

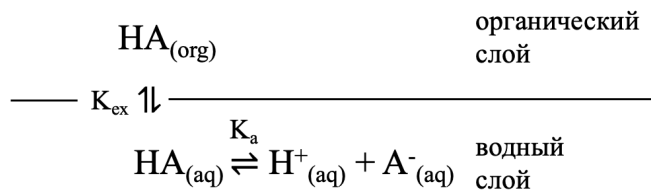
Экстракцияның тағы бір көрсеткіші – ол экстракция дәрежесі  $R$ . Ол органикалық фазаға (барлық формада) экстракцияланған заттың жалпы бастапқы мөлшерінен (сонымен бірге барлық формада) мольдік үлесі (%) болып табылады:

$$R = \frac{n_{org}}{n_0} = \frac{D}{D + \frac{V_{aq}}{V_{org}}} \quad (2)$$

Ескерту: бұл тапсырманы шешу үшін жоғарыдағы шартта көрсетілген белгілерді орындаңыз.

1. (1) өрнегі арқылы (2) өрнекті математикалық жолмен қалай табуға болатынын көрсетіңіз.

Сұйық экстракция әдісі сулы фазадан карбон қышқылдарын бөліп алу үшін қолданылады. Бұл жағдайда сулы қабаттағы карбон қышқылдары диссоциацияға ұшырайды. Бұл процестің жалпы схемасын келесідей сипаттауға болады:



*органический слой – «органикалық қабат», водный слой – «сулы қабат».*

2. Осы жүйеде D таралу коэффициентін есептейтін өрнекті шығарыңыз. Жауапты  $K_{\text{ex}}$ ,  $K_a$  және  $[\text{H}^+]$  арқылы өрнектеңіз. Сулы фазаның рН мәні буферлік ерітіндімен тұрақты түрде сақталады деп есептеңіз.

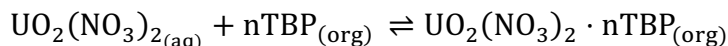
50 мл әлсіз қышқылдың НА сулы ерітіндісі 100 мл органикалық еріткішпен экстракцияланды. Қышқылдың диссоциация константасы  $3 \cdot 10^{-5}$ -ке тең,

Константа диссоциации кислоты равна  $3 \cdot 10^{-5}$ , а осы экстракцияның таралу константасы  $1.5 \cdot 10^3$ .

3. Берілген экстракция дәрежесі кемінде 99,9% болуы үшін су қабатында сақталуы керек рН мәнін есептеңіз.
4. Алдыңғы пункттегідей жағдайда, мыналар экстракция дәрежесіне қалай әсер етеді (өсуі / төмендеуі / өзгермеуі):
- НА қышқылының сулы ерітіндісін сұйылту
  - органикалық фазаның бірдей көлемін пайдалану
  - НА қышқылының сулы ерітіндісіне аз мөлшерде  $\text{HClO}_4$  қосу
  - НА қышқылының сулы ерітіндісіне аз мөлшерде  $\text{NaOH}$  қосу?

Жауаптарыңызды қысқаша түсіндіріңіз.

Сұйық экстракцияның тағы бір маңызды қолданыс аясы - ядролық отынды қайта өңдеуде уранилді экстракциялау. Бұл технологиялық процесте уран (көбінесе оксидтер түрінде) азот қышқылында еріту арқылы уранил ионына айналады, одан әрі трибутилфосфат (ТВР) қосылған керосинді қолдану арқылы экстракцияланады. Трибутилфосфат уранил ионының органикалық фазаға өтуіне көмектесетін лиганд ретінде қызмет етеді. Жалпы алғанда бұл процестің теңдеуін келесідей сипаттауға болады:



Су қабатындағы трибутилфосфат  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{TBP}$  бар уранил комплексі органикалық қабатқа іс жүзінде сандық экстракцияланатындықтан, оның сулы фазадағы концентрациясы шамалы және сулы ортадағы уранның фазасы  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_{2(\text{aq})}$ .

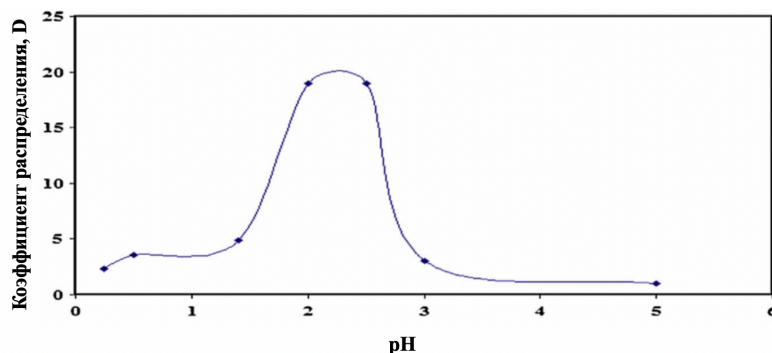
5. Берілген экстракция үшін бөлу коэффициентін D сәйкес бөлшектердің концентрациялары арқылы өрнектеңіз. Жоғарыда аталған реакцияның тепе-теңдік константасының  $K_{\text{ex}}$ , сонымен қатар  $\log_{10} D$ -дің  $K_{\text{ex}}$ ,  $n$  және  $[\text{TBP}]_o$  (органикалық қабаттағы ТВР тепе-теңдік концентрациясы) тәуелділігінің өрнегін жазыңыз.

Бір уранил ионымен байланысатын  $n$  – ТВР молекулаларының санын анықтау үшін – керосиннің бірдей көлемімен бірдей бастапқы уранил ерітіндісімен бірдей көлемдегі (бірақ ТВР концентрациясы әртүрлі) экстракциялар сериясы жүргізілді. Әрбір экстракцияның соңында органикалық қабаттағы ТВР концентрациясы, сондай-ақ уранилді экстракциялау дәрежесі өлшенді. Эксперименттік деректер төмендегі кестелерде көрсетілген.

Эксперимент нөмірі	Экстракциядан кейінгі $[ТВР]_o$	Бөліп алу дәрежесі, R
1	0.190	40.0%
2	0.329	67.5%
3	0.580	86.9%
4	0.822	93.2%
5	1.12	96.3%

6. Кестені қолдана отырып,  $n$  мәнін табыңыз.

Төменде уранил экстракциясының  $D$  таралу коэффициентінің сулы фазаның қышқылдығына тәуелділігі берілген.



7. Таралу коэффициенті  $D$  не себепті  $pH \approx 2.5$  -тен кейін төмендей бастайтынын түсіндіріңіз.