

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)	$T_K = T_{\circ C} + 273.15$
Ангстрем, Å	1×10^{-10} м
пико, п	$1 \text{ пм} = 1 \times 10^{-12}$ м
нано, н	$1 \text{ нм} = 1 \times 10^{-9}$ м
микро, мк	$1 \text{ мкм} = 1 \times 10^{-6}$ 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 -



Республикалық химия олимпиадасы

Қорытынды кезең (2022-2023).

9-сыныпқа арналған ресми тапсырмалар жинағы.

Олимпиада ережелері:

Сізге химия пәнінен 2022-2023 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 жақты 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. Кесетеді көрсетілген атомдық массалардың дәл міндерін қолданыңыз.

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).** Маңызды сандар бар екені есіңізде болсын.

Тапсырмалар жинағында сандардың бөлшектік бөлігі ондық түрде **нүктемен бөлінетін түрде** берілген.

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

Бұл олимпиаданың шешімдері www.qazcho.kz сайтында жарияланады. Химия пәнінен олимпиадаға дайындық бойынша ұсыныстар www.qazolymp.kz сайтында берілген

№1 Есеп. Кристалдар мен сым

1.1	1.2	1.3	Барлығы	Үлесі(%)
2	4	4	10	6

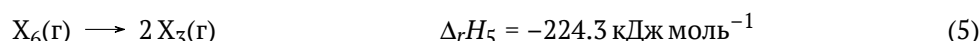
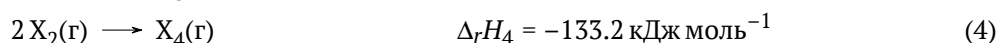
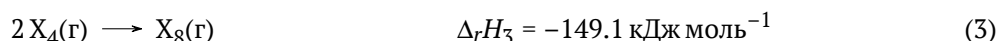
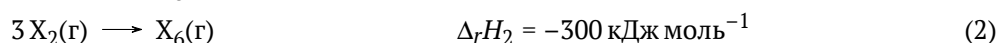
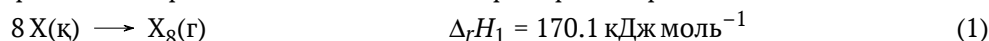
Жасөспірім химик зертхананы тексеріп жүрген кезде аты жазылмаған, көгілдір кристалдары бар банканы тауып алады. Досымыз 100 г кристалды 300 мл суда ерітіп, оған металл сымды салады. Уақыт өте, сым түсін өзгертеді және оның массасы 1.53 г-ға артады. Қызыл қан тұзын қосқанда, ерітіндіде қара көк түсті тұнба түзілді.

1. Кристалдар мен сымның формулалары қандай? Жауабыңызды түсіндіріңіз;
2. Қызыл қан тұзымен сапалық реакцияны жазыңыз;
3. Соңғы ерітіндінің құрамын (мас. %) санаңыз.

№2 Есеп. Белгісіз элемент

2.1	2.2	2.3	Барлығы	Үлесі(%)
8	4	3	15	8

Белгісіз элемент X тұрақты X–X байланысын түзетін қасиетке ие, сонымен қатар, атом саны 8 бірлікке жете алатын циклдер түзе алады! Төменде X-тің түрлі модификацияларының өзара түрлену реакциялары және оларға сәйкес энтальпия өзгерістері келтірілген:



1. Жоғарыда көрсетілген ақпаратты қолдана отырып, X(тв)-дан X₃(г) мен X₆(г)-ның түзілу энтальпия өзгерісін табыңыз.
2. X элементінің X₆ аллотропы бар, оның X–X байланысының орташа энергиясы 207.5 кДж моль⁻¹-ге тең. X₂ молекуласындағы байланыстың орташа энергиясын анықтаңыз.
3. Белгілі бір шарттарда газ қоспасы алынды, ондағы әр газдың парциалды қысымы: p(X₈) = 12.0 кПа, p(X₇) = 10.0 кПа, p(X₆) = 9.8 кПа, p(X₅) = 8.7 кПа, p(X₄) = 6.1 кПа, p(X₃) = 2.0 кПа, p(X₂) = 1.5 кПа. Берілген газ қоспасы ауа бойынша 6.621-ге тең салыстырмалы қысымға ие екені белгілі. X элементін анықтаңыз.

№3 Есеп. Сұр жартылай өткізгіш

3.1	3.2	3.3	Барлығы	Үлесі(%)
4	3	3	10	10

Тоңазытқыштар жұмыс жасау үшін жартылай өткізгіштер қажет, мысалы, X элементі. Ауада қыздырғанда X қатты, ақ түсті А оксидін береді, ондағы X-тің массалық үлесі 71.16%-ды құрайды. Ары қарай тотығу қиындықпен өтеді және тек А мен сутегі асқынтотығы ғана X-тің массалық үлесі 54.47% болатын Б қышқылын береді. Кейінгі суды ыдырату X-тің массалық үлесі 62.20% болып табылатын В оксидін береді.

1. X, А, Б, В-ны анықтап, X-тің ауа компоненттерімен реакция теңдеулерін жазыңыз. Ол үшін келесі ой көмек болады: жартылай өткізгіштер периодты кестенің қай жерінде орналасқан?

Топ бойынша жоғары тұрған аналогына қарағанда, Б қышқылы күшті қышқыл ғана емес, бірақ сонымен қатар, күшті тотықтырғыш болып табылады. Осылайша, ыстық Б жұмсақ, сары М металын ерітеді, 0.445 г М-ді еріту үшін 0.983 г Б қажет. Реакцияның өнімдері М металлының катиондары мен Б қышқылының аниондарынан түзілген тұз, сонымен қатар, су мен Б-дағыдай элементтерден тұратын және құрамындағы X массалық үлесі 61.23%-ге тең Г қышқылы болып табылады. Г қышқылы және А оксиді X-тің бірдей тотығу дәрежесін қамтиды, термодинамикалық тұрғыда тұрақтырақ және өндірісте топ бойынша бір период жоғары тұрған элемент үшін А-ның аналогы болып табылатын Д улы түссіз газының әрекетімен дәл Г-нің сулы ерітіндісінен таза X элементін алады.

2. В, Г, Д-ны анықтаңыз және В мен М және Г мен Д-нің әрекеттесуінің реакция теңдеулерін жазыңыз.

А органикалық химияда алкендер мен карбонильді қосылыстардың функционализациясында қолданылады. Осылайша, А мен ацетилбензолдың реакциясы құрамындағы оттегінің массалық үлесі 23.86% болатын Е-ні береді, ал пропенмен реакциясы рКа 16 болатын бір қышқыл протонды қамтитын Ж-ны береді. Ж-дағы оттегінің массалық үлесі 27.57%-ге тең.

3. Көміртекті қаңқа ешқандай өзгеріске ұшырамағанын, яғни ешбір көміртек-көміртек байланыстары жойылмағанын немесе түзілмегенін, ескере отырып, Е мен Ж-ның құрылымдарын анықтаңыз. Е мен Ж Х элементін қамтымайды.

№4 Есеп. Электролиз

4.1	4.2	Барлығы	Үлесі(%)
7	5	12	10

Ретімен қойылған үш электролизерге ерітінділер салынды: зат мөлшерлері бірдей натрий ацетаты, калий сульфиті және барий хлориді. Содан соң, бірінші ерітіндідегі гидроксид-иондардың концентрациясының көбеюінің аяқталуына дейін 30 минут бойы 54 А ток жүргізілді. Электролиз нәтижесінде алынған ерітінділер араластырылып, ал газдар гидроксид натрийінің арттырылған ерітіндісі арқылы өткізіліп, ашық ауада қалдырылды.

1. Бөлінген газдардың жиынтық көлемін (қ.ж.) және алынған тұнбаның массасын анықтаңыз;
2. Сілтілік ерітіндіден газ қоспасын өткізіп, оның ауада тотығуынан кейінгі зат құрамын анықтау тәсілін сипаттаңыз.

№5 Есеп. Ескі тиын

5.1	Барлығы	Үлесі(%)
8	8	10

Жасөсірім химик Диас әжесіне қоймадағы заттарды реттестіруге көмектеспек болады. Шаң қораптарды реттеп жүріп, жасөсірім химик сарғыш ақ түстес өте қызық тиынға тап болады. Әжесінен рұқсат сұрап, Диас тиынның құрамын зерттеуге кірісті.

Алдымен, жасөсірім химик тиынды зертханалық таразысына тартты, ол 9.485 г-ды көрсетті. Химияда терең білімі бар Диас тиынның құймадан жасалғанын, тіпті қай құймадан жасалғанын білді. Ол үшін жас химик тиынды царь арағымен өңдеді (құйманың массасы бойынша негізгі компонентін ерітуге басқа қышқылдардың шамалары жете қоймайтынын Диас білді), соның нәтижесінде, ашық сары түсті ерітінді түзілді, ал түбінде массасы 1.664 г қатты тұнба қалды, оны Диас фильтрлеп, аммиакты ерітіндінің артықтығымен өңдеді. Нәтижесінде, химиялық стақанның түбінде 1.000 г жылтыр және қатты қалдық қалды. Кейін жас химик Диас фильтратқа оралды. Буландыру мен кейінгі мұқият қыздырудан соң, ол 12.319 г сары ұнтақ алды. Құйма құрамына кіретін металдарды дәлелдей отырып атаңыз. Тиынның массалық құрамын санаңыз, ондық бөлгіштен кейінгі 3 белгіге дейінгі дәлдікпен жазыңыз. Ескі тиынның құрамындағы құйманың тривиал атауын жазыңыз.

№6 Есеп. Белгісіз қосылыстар мен комплекстер

6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	Барлығы	Үлесі(%)
8	4	2	4	3	31	12

А қатты заты В тұзының күшті ерітіндісімен ауа үрлеп тұрған кезде әрекеттескенде 25.18% азоттан, 5.44% сутегіден, 21.57% оттегіден, 15.93% хлордан тұратын В түзіледі. В қышқылдармен әрекеттескенде кейбір комплекстерді алудың ыңғайлы көзі болып табылады: осылайша, мысалы, тұз қышқылымен әрекеттескенде ол Г құрамының мүмкін екі изомерінің бірін түзеді. В және Г-ның орталық атомдарының координация сандары бірдей, ал ішкі сферадағы лигандтарының сандары 1 санға ерекше. В тұзы 4 элементтен тұрады және қыздырғанда қатты қалдықсыз, ауа бойынша тығыздығы 0.828-ге тең газ қоспасына ыдырайды. Газ қоспасын барит суына өткізгенде қышқылдарда еритін ақ тұнба тұнады.

1. **А, В, В** және **Г**-ны анықтаңыз; егер 0.100 г **А** ерітіндісі күміс нитратымен суда әрекеттескенде NH_3 ерітіндісінде еритін ақ тұнба түзілетіні белгілі болса, **В** және **Г**-ның синтездерінің реакция теңдеулерін жазыңыз.
2. **В** және **Г**-ның күміс нитратымен реакция теңдеулерін жазыңыз. Олардың құрамындағы комплекс бөлшектер лиганд алмасу реакцияларына кинетикалық инертті екенін ескеріңіз.
3. **Г** тұзының катионының геометриясын көрсетіп, құрылымдық формуласын бейнелеңіз. Осы тәсілмен алынатын изомерді ғана бейнелеу қажет екенін ескерңіз!

Д комплекс қосылысы **Д** қосылысының құрамындағы металлды кейбір биомолекулалармен байланыстыру моделін жасауда кейбір жұмыстар барысында қолданылған. **Д** нейтрал комплекстің (яғни **Д**-дағы комплекс бөлшек зарядталмаған) кристаллогидраты болып табылады. Ол **В** мен **Г**-дағы сол металлды және дәл сол тотығу дәрежесін қамтиды, және **В**-дағыдай көпдентатты лигандтарды, сонымен қатар, сол мөлшерде қамтиды. Одан бөлек, **Д** $\text{H}_x\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ қатарынан шыққан полифосфор қышқылмен ішінара депротондалған бидентатты лигандын қамтиды.

4. Егер элементар ұяшығының көлемі 624.71 \AA^3 -ге тең кристалдық тор түзсе, **Д**-ның формуласын анықтаңыз, $\rho(\text{Д}) = 2.123 \text{ г см}^{-3}$, әр ұяшық **Д**-ның 2 формулалық бірлігін қамтиды.
5. **Д**-дағы бидентатты лиганд 7 немесе одан артық атомнан тұратын цикл түзбейтіндей координацияланатыны белгілі. **Д** комплексінің құрылымдық формуласын бейнелеңіз (гидрат суын ескермеңіз).

№7 Есеп. Борн-Фаянс-Габер циклі

7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	Барлығы	Үлесі(%)
1	1	3	2	4	6	2	1	20	14

Борн-Габер циклі — Гесс заңы арқылы кристалдық тордың энтальпиясын тәжірибе жүзінде анықтау тәсілі. Негізінде, бұл циклге Казимир Фаянс атты ғалым да өз үлесін қосқан. Сол себептен, біреулер бұл тәсілді Борн-Фаянс-Габер циклі деп атауды жөн көреді.

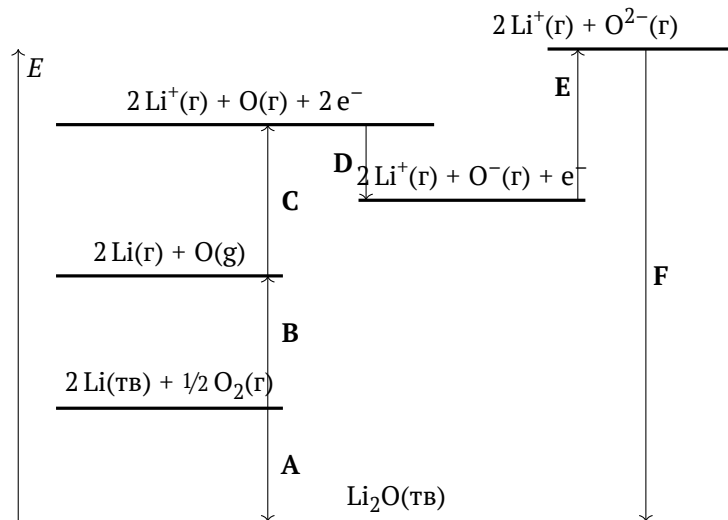


Рис. 1: Литий оксиді үшін Борн-Фаянс-Габер циклі (масштаб сақталмаған)

Бұрын иондар бір-біріне Кулон өзара әрекеттесуінің арқасында тартылатын деп, яғни иондардың тартылыс күші иондар арасындағы арақашықтықтың квадратына кері пропорционал деп болжанған. Бірақ иондардың араарсындағы тебіліс күші ионаралық арақашықтықтың он дәрежесіне кері пропорционал болды. Неміс ғалымы Макс Борн бұны электрон мен ядро арасындағы тебіліс күштерімен түсіндіре алды, бірақ Фриц Габер бұл теорияға күмәнмен қарады. Фриц Габердің аргументі Макс Борнға дәлелді болып көрінгені сонша, Борн өз теориясына деген сенімін жоғалтып, ары қарай зерттеулер жасау мен оларды жариялауды қойып кетті. Бірақ Казимир Фаянс иондық қосылыстардың еру энтальпияларымен дәлірек өлшемдер жасайды және олар Борнның теориясын қолдайды. Дәл осы Борнның зерттеулерді жалғастыруына себепші болды және содан кейін оның теориясы қабылданды.

Бұл есепте біз Борн-Фаянс-Габер циклін қарастыратын боламыз. Суретте литий оксидінің Борн-Фаянс-Габер циклі келтірілген

1. F кезеңі литий оксидінің кристалдық торының энтальпиясына сәйкес келеді. Атомдану, иондану, электронға жақындық және тиісті қосылыстардың түзілу энтальпиялары арқалы А-Е кезеңдері үшін энтальпия өзгерісін, ΔH_{A-E} , жазыңыз.

Кезең	A	B	C	D	E
Энтальпия өзгерісі, кДж/моль	-597.9	567.8	1039.0	-141.0	798.0

2. Жоғарыдағы кестені қолдана отырып, Li_2O үшін кристалдық тордың энергиясын анықтаңыз. Осыған ұқсас циклдерді Na_2O және K_2O үшін де салуға болады. (барлық өлшем бірліктер кДж/моль-де)

$\Delta H_a(Na)$	$\Delta H_{ион}(Na)$	$\Delta H_{ТҮЗ}(Na_2O)$	$\Delta H_a(K)$	$\Delta H_{ион}(K)$	$\Delta H_{ТҮЗ}(K_2O)$	$D(O=O)$
107.5	495.2	-414.2	89.0	418.2	-361.5	498.4

3. Натрий мен калий үшін деректерді қолдана отырып, Na_2O мен K_2O кристалдық торларының энтальпиясын санаңыз.
4. Топ бойымен төменге қарай сілтілік металдардың оксидтерінің кристалдық торларының энтальпияларында қандай заңдылықты байқауға болады? Осы металдардың термохимиялық қасиеттеріндегі заңдылықтарды түсіндіріңіз (2 қасиеттен кем емес) және олардың кристалдық тордың энтальпиясының жалпы өзгерісіне қалай әсер ететінің көрсетіңіз.
5. Бұл осы металдардың негізгі жану өніміне қалай әсер ететінің түсіндіріңіз. Li, Na және K-ге жану реакциясын келтіріңіз.

$\Delta H_{тор}(KBF_4)$	$\Delta H_{тор}(KF)$	$\Delta H_f(KBF_4(к))$	$\Delta H_f(KF(к))$	$\Delta H_f(BF_3(г))$
-633.7	-808	-1889	-567.3	-1136

Кристалдық тордың энтальпиясынан бөлек, Борн-Фаянс-Габер циклі өзге де үдерістердің жылу эффекттерінен санау үшін қолданыла алады. Осылайша, 1919 жылы ол хлор ионының электронға жақындық энергиясын табу үшін қолданылған болатын.

6. Борн-Фаянс-Габер цикліне ұқсас циклді бейнелеп, жоғарыдағы кестедегі ақпаратты қолдана отырып (барлық мәндер кДж/моль-де берілген), бор трифторидінің, BF_3 , фторид-ионына жақындығының энтальпиясын есептеңіз. (ΔH_f — қосылыстың түзілу энтальпиясы.)

Кристалдық тордың энергиясы Борн-Ланде теңдеуі арқылы теориялық түрде есептеліне алады:

$$U = \frac{N_a M z^+ z^- e^2}{4\pi\epsilon_0 (r^+ + r^-)} \cdot \left(1 - \frac{1}{n}\right), \quad \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.988 \times 10^9 \text{ Н м}^2 \text{ Кл}^{-2}$$

Мұндағы, N_a — Авогадро тұрақтысы, M — Маделунг тұрақтысы, e — элементар заряд (1.6×10^{-19} Кл), n — Борн экспонентасы, z^+ , z^- , r^+ , r^- — ядролардың заряды және катион мен анионның радиустары, сәйкесінше. Для оксидов лития, натрия и калия постоянная Маделунга равна 2.51939, а экспонента Борна равна 6, 7 и 8, соответственно. Радиусы ионов Li^+ , Na^+ , K^+ и O^{2-} равны 0.59 Å, 0.99 Å, 1.37 Å и 1.42 Å, соответственно ($1 \text{ Å} = 1 \times 10^{-10} \text{ м}$).

Литий, натрий және калийдің оксидтері үшін Маделунг тұрақтысы 2.51939-ға тең, ал Борн экспонентасы, сәйкесінше, 6, 7 және 8-ге тең. Li^+ , Na^+ , K^+ және O^{2-} иондарының радиусы, сәйкесінше, 0.59 Å, 0.99 Å, 1.37 Å и 1.42 Å-ке тең ($1 \text{ Å} = 1 \times 10^{-10} \text{ м}$).

7. Оксидтердің әрбірі үшін кристалдық тордың энергиясын есептеңіз. Алынған мәндерді сәйкес торлардың энтальпияларымен салыстырыңыз.
8. CdI_2 үшін кристалдық тордың теория жүзінде есептелген энергиясы — -1986 кДж/моль, бұл -2435 кДж/моль-ге тең тәжірибелік мәннен қатты өзгеше. Бұл айырмашылықты немен түсіндіруге болады?