

Тұрақтылар

Жарық жылдамдығы	$2.998 \times 10^8 \text{ м с}^{-1}$
Авогадро саны, N_A	$6.022 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Элементар заряд, e	$1.602 \times 10^{-19} \text{ Кл}$
Электрон массасы, m_e	$9.109 \times 10^{-31} \text{ кг}$
Әмбебап газ тұрақтысы, R	$8.314 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$
Больцмана тұрақтысы, k_B	$1.381 \times 10^{-23} \text{ Дж К}^{-1}$
Фарадей тұрақтысы, F	$96485 \text{ Кл моль}^{-1}$
Планк тұрақтысы, h	$6.626 \times 10^{-34} \text{ Дж с}$
Пи саны, π	3.141 592 653 589 793
Кельвиндегі температура (К)	$T_K = T_{\text{°C}} + 273.15$
Ангстрем, Å	$1 \times 10^{-10} \text{ м}$
пико, п	$1 \text{ пм} = 1 \times 10^{-12} \text{ м}$
нано, н	$1 \text{ нм} = 1 \times 10^{-9} \text{ м}$
микро, мк	$1 \text{ мкм} = 1 \times 10^{-6} \text{ м}$

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 (2023-2024).

9-сыныпқа арналған ресми тапсырмалар жинағы.

Олимпиада ережелері:

Сізге химия пәнінен 2024 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 егіледі**.

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 кестенің бірыңғай 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 қоршау 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. Дәл солай, түсініктемесіз берілген жауап **0 ұпаймен** бағаланады (бұл тест сұрақтарына қатысты емес).

Бұл олимпиаданың шешімдері www.qazcho.kz пен daryn.kz сайттарында жарияланады.

Химия пәнінен олимпиадаға дайындық бойынша ұсыныстар www.qazolymp.kz сайтында берілген.

Теңдеулер мен заңдар

Менделеев-Клапейрон теңдеуі

$$pV = nRT$$

Энтальпия, H

$$H = U + pV$$

Энтропияның өзгерісі

$$\Delta S = \int \frac{dQ_{\text{rev}}}{T}$$

Фотонның энергиясы

$$E = \frac{hc}{\lambda} = h\nu$$

Нернст теңдеуі

$$E = E^\ominus - \frac{RT}{nF} \ln \frac{c_{\text{ред}}}{c_{\text{ок}}}$$

Аррениус теңдеуі

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ реакциясының тепе-теңдік тұрақтысы

$$K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

Толқындық саны, $\tilde{\nu}$

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

Радиусы r -ға тең сфераның көлемі

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

№1 Есеп. Ширату

Барлығы	Үлесі(%)
6	3

Массасы 260 г А (полюссыз зат) және В (қышқыл оксид) газдарынан тұратын қоспаның көлемі 112 л (қ.ж.). Егер А және В химиялық шамаларының қатынасы 3 : 2, ал молярлық массалары 1 : 1.455 болса, белгісіз газдардың химиялық формулаларын анықтаңыз. Бұл есепте барлық газдарды идеал деп санаңыз.

№2 Есеп. Белгісіз газдар

Барлығы	Үлесі(%)
14	4

А (бір молекулада 2 атом бар) және В (молекулада ковалентті полюссыз байланыс бар) газ қоспасы 1.29 г/л (қ.ж.) тығыздыққа ие. Егер қоспадағы А-ның массалық үлесі 46.713%, ал $M(A) : M(B) = 1.071$ болса, белгісіз газдарды анықтаңыз. Бұл есепте барлық газдарды идеал деп санаңыз.

№3 Есеп. Белгісіз кристаллогидраттар

3.1	3.2	3.3	Барлығы	Үлесі(%)
26	22	2	50	14

Массасы 9.81 г қызыл-қызылт А кристалдары тұрақты массаға жеткенше қыздырылды. Кристалдардың массасы бастапқыдан 67%-ға дейін азайып, түсі жасылға өзгеріп, В затын түзеді (*p-ция 1*). Алынған қатты қалдықты суда ерітті және оған күміс нитратының артық мөлшерін қосты, содан кейін салмағы 11.28 г ақшыл сары түсті В тұнбасы пайда болды (*p-ция 2*). Ерітіндіні сүзгеннен кейін оған поташ қосылды, содан кейін салмағы 3.18 г болатын Г тұнбасы және көмірқышқыл газы түзілді (*p-ция 3*). Тұнбаны ерітіндіден сүзіп алып, ашық ауада күйдірді. Үдеріс аяқталғаннан кейін массасы 2.41 г Д қатты қалдығы алынды (*p-ция 4*).

В затын Е натрий тұзымен (натрийдің массалық үлесі 22.33%) 200 °С шамасында балқытып, олардың үстінен фтор өткізгенде, Ж күрделі заты (координациялық саны 6-ға тең) және әрі қарай қоңыр сұйықтыққа конденсацияланатын З газы (*p-ция 5*) түзіледі. Дегенмен, И газын Б затының үстінен өткізгенде, Ж затындағыдай комплекстегі координациялық санға ие К комплексі (металдың массалық үлесі 18.38%-ға тең) түзіледі (*p-ция 6*). Құрамында 6.42 г К заты бар ерітіндіні ұзақ қайнатқанда көлемі 2.24 л (қ.ж.) И газы және салмағы 3.12 г болатын Л тұнбасы түзіледі. (*p-ция 7*). М газын К затының тура сондай ерітіндісінен өткізгенде массасы 1.18 г сұр Н тұнбасы (*p-ция 8*) және екі түзілген заттан тұратын ерітінді түзіледі.

- А–Н белгісіз заттарын анықтаңыз.
- Барлық сипатталған химиялық реакцияларды жазыңыз.
- Ж және К комплекстерінің координациялық сфералары арасындағы екі айырмашылықты атаңыз.

№4 Есеп. Нитраттар

4.1	4.2	4.3	Барлығы	Үлесі(%)
8	14	5	27	10

Массасы 157.3 г екі белгісіз нитраттан тұратын қоспаны (Қоспа 1) күйдірді, содан кейін қатты қалдықтың (Қоспа 2) массасы 83.3 г-ды құрады. Қатты қалдықты сумен жуды, оның массасы 32.7 г-ға дейін азайды (Қоспа 3). Қалдықтың ерімеген бөлігін (Қоспа 3) көлемі 16 л болатын тұз қышқылының ерітіндісіне ($pH = 1$) салды және көлемі 2.24 л (қ.ж.) түзілді. Қоспа 2-ні жуғаннан кейін алынған ерітіндіге артық натрий гидроксидін қосты, одан кейін 23.6 г (Қоспа 4) тұнба түзілді. Табыңыз:

1. Бастапқы қоспадағы нитраттардың химиялық формулаларын;
2. Қоспа 1–4-тің компоненттерінің массалық үлестерін;
3. Егер жуу үшін 149.4 г суды қолданса, Қоспа 2-ні жуғаннан кейін алынған ерітіндідегі тұздардың массалық үлестерін.

№5 Есеп. Комплекстердің изомерлері

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	Барлығы	Үлесі(%)
1	3	3	1	2	10	15

Х өтпелі металын қамтитын **А** бинарлы затының **0.648 г**-ы суда ерітілді және этилендиаминнің ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$), литий карбонатының және сутегі асқын тотығының артығы қосылды. Реакция нәтижесінде сандық түрде **1.371 г В** октаэдрлік комплексі түзілді, оның құрамында масса бойынша **20.41%** азот, **21.46%** **Х** металы және **21.86%** көміртек бар, литий жоқ. **А** сияқты **Б** да күміс нитраты бар ақ тұнба береді, бірақ егер **А** және **Б** мольдерінің бірдей санын алсақ, **А** **Б**-дан екі есе көп тұнба береді. **Б** лигандтың екі түрін қамтиды, екеуі де биденттік, сондықтан ол бұранда тәріздес және екі стереоизомерлер түрінде кездеседі. **Б** тұз және азот қышқылымен әрекеттескенде, сәйкесінше, **Б** сияқты контрионға ие **В** және **Г** комплекстері түзіледі; бұл жағдайда әк суы бар тұнбаны беретін **Д** түссіз газы бөлінеді. **В**-дағы азоттың массалық үлесі **19.57%** және **Г**-да **27.34%**-ды құрайды. Лигандтардың біреуі ғана реакцияға кірді. Барлық азот атомдары **Г**-ның құрамындағы металмен байланыс түзеді. **Б** және **В** сияқты **Г** да екі оптикалық изомер түрінде кездеседі және дәл осы қосылыс изомерияның бұл түрінің бар екендігінің алғашқы дәлелі болды, өйткені кристалдану ол изомерлердің бірінде байытылған кристалдарды өздігінен түзеді. Мұндай байытылған кристалдарды тұқым ретінде пайдалану ақыр соңында **Г**-ның таза оптикалық изомерлерін алуға мүмкіндік береді.

1. Сипатталған сапалық реакцияларға сүйене отырып, **А**-дағы бейметалдың қай топқа жататынын және **Д**-ның формуласын анықтаңыз.
2. **Б**-ның құрамында қандай лигандтар бар екенін анықтаңыз. Массалық үлестерді пайдаланып, комплекстегі әрбір лигандтың нақты санын анықтаңыз. **Б** ішіндегі металдың молярлық массасын есептеп, оның қандай металл екенін анықтаңыз. **А**-дағы бейметалды және **Б**-ның толық құрылымын анықтаңыз.
3. **Б**-дан қалған лиганд металдың айналасындағы салыстырмалы бағытпен бірдей болатынын біле отырып, **В** және **Г** оптикалық изомерлерінің бірінің құрылымдық формулаларын келтіріңіз (контрион бірдей екенін есте сақтаңыз). 1 моль **В** күміс нитратымен түзетін тұнба мөлшері 1 моль **Б**-мен салыстырғанда қанша есе артатынын болжаңыз.
4. **Г**-ның екі оптикалық изомерін бейнелеңіз.

Егер синтезді **А**-ны, аммиактың артығын қолдана отырып жүргізіп, оттегіні ерітінді арқылы өткізсе, құрамында масса бойынша **43.75%** азот және **36.81%** **Х** металлы бар **Д** қоңыр катионы түзіледі; оның құрамында екі металл атомы бар. Пероксокүкірт қышқылымен әрі қарай тотығу тура сондай құрылымды кешенді түзетін көпірлі лигандтың тотығуына әкеледі, бірақ көпірлі лигандтың радикалға айналуы есебінен оның заряды 1 бірлікке артық, ал бұл **Ж** жасыл түсті катионды береді.

5. Қолданылатын реагенттерді ескере отырып, тотықтырғышты, тотықсыздандырғышты және көпірлі лиганд үшін қай компонент ең дұрыс келетінін анықтаңыз. Массалық үлестерді пайдаланып, **Д** және **Ж** құрылымдарын анықтаңыз.

№6 Есеп. Коллигативті қасиеттер

6.1	6.2	6.3	Барлығы	Үлесі(%)
5	2	3	10	12

883.0 мл суға тығыздығы 1.810 г/мл-ді құрайтын **37.00** мл күкірт қышқылының ерітіндісін қосты; алынған ерітінді судың қайнау температурасынан (1.000 атм қысымда 100.0 °C) 4.4 °C-ге жоғары температурада қайнайды. Дәл сондай тығыздығы 1.810 г/мл ерітіндінің **117** мл-і арқылы **250** г күкірт ангидридін өткізсе, алдымен барлық су әрекеттесіп күкірт қышқылын түзеді, ал содан кейін күкірт қышқылы әрекеттесіп пирокүкірт қышқылын ($H_2S_2O_7$) түзеді; мұндай ерітіндіні олеум деп атайды, оның құрамында күкірт пен пирокүкірт қышқылының сусыз қоспасы бар. Осы тұста күкірт ангидридін барлығы реакцияға түспеген, ал егер тығыздығы 2.000 г/мл⁻¹ алынған олеумның **37.00** мл-ін **883.0** мл суға құйса, бұл ерітіндінің қайнау температурасы судың қайнау т.-нан 6.050 °C-ге жоғары болады. Егер **900.0** мл суға осы олеумның **10.00** мл-ін және кальций карбонатының эквивалент мөлшерін бейтараптандыру үшін қосып, сосын еріткіштің массасын дәл **1.000** кг-ға жеткізсек, алынған ерітінді судың қайнау т.-нан 0.7000 °C-ге жоғарыда қайнайды.

1. Бастапқы ерітіндідегі күкірт қышқылының массалық үлесін және алынған олеумдегі күкірт пен пирокүкірт қышқылының массалық үлесін есептеңіз. Сондай-ақ күкірт ангидридіден өткізгеннен кейінгі ерітіндінің соңғы массасын және әрекеттескен күкірт ангидридіннің үлесін есептеңіз, егер судың тығыздығы 1.000 г/мл⁻¹, ал судың эбулиоскопиялық тұрақтысы 2.146 °C кг моль⁻¹ болса. Бұл жағдайда күкірт қышқылы протондар мен сульфаттарға толығымен диссоциацияланады.
2. Барлық алынған кальций сульфаты иондарға диссоциацияланса, қайнау температурасының айырмашылығын есептеңіз. Қайнау температураларының тәжірибелік айырмашылығын біле отырып, кальций сульфатының иондарға диссоциациялану дәрежесін Ca^{2+} ион концентрациясының кальцийдің жалпы концентрациясына қатынасы ретінде есептеңіз; сипатталған жағдайларда кальций сульфаты толығымен ериді және қатты күйде кездеспейді, тек $CaSO_4$ иондық жұбын құрайды (оны бір молекула ретінде қарастырыңыз).
3. Күкірт қышқылының массалық үлесі 10, 30, 50, 70 немесе 90%-ға тең олеум алу үшін жоғарыда алынған олеумның **10.00** граммына күкірт ангидридін немесе суды қаншалықты көбірек қосу керектігін есептеңіз.

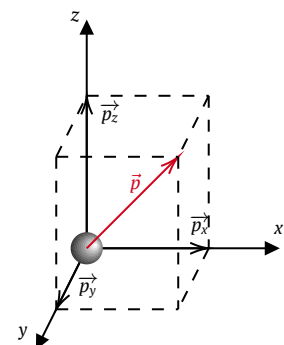
№7 Есеп. Термодинамикадағы теңдік

7.1	7.2	7.3	7.4	Барлығы	Үлесі(%)
6	14	16	5	41	12

Тепе-теңдік теоремасы термодинамикадағы негізгі теоремалардың бірі болып табылады. Бұл теорема T температурасында молекуланың бағыттарының бірінде қозғалыстың әрбір түрі оның ішкі энергиясы, U -ға, $\frac{1}{2}kT$ мөлшерінде үлес қосатынын айтады. Молекулалық қозғалыстың ең маңызды түрлері — *трансляция, айналу және тербеліс*.

Трансляция — молекуланың орын ауыстыруы. Кез келген еркін газ молекуласы кез келген бағытта қозғала алады және оның импульс векторы, p , оң жақтағы суретте көрсетілгендей, үш құрамдас векторға бөлінуі мүмкін. Яғни молекуланың кез келген бағыттағы қозғалысы x , y және z өзара перпендикуляр үш бағыт бойынша қозғалыстың әртүрлі үлестерінен тұрады.

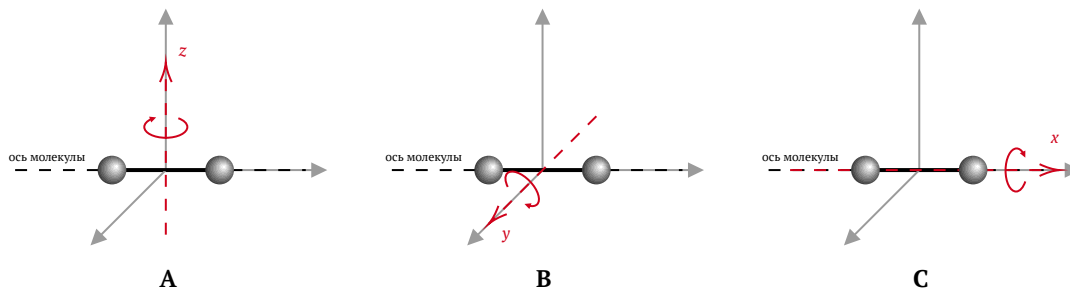
Трансляция кезінде молекуланың белгілі бір өлшемде қозғалу мүмкіндігі осы молекуланың трансляциялық **еркіндік дәрежесі**, f_T болып табылады. Осылайша, N түрлі өлшемдерде қозғалатын молекула N трансляциялық еркіндік дәрежесіне ие және тепе-теңдік теоремасына сәйкес осы өлшемдердің әрқайсысында қозғалыс бұл молекуланың ішкі энергиясыны $\frac{1}{2}kT$ мөлшерінде үлес қосады, мұндағы $k = \frac{R}{N_A}$.



1. $T = 300$ K температурасында үш өлшемді кеңістікте еркін аргон атомының трансляциялық энергиясын (Дж-де) есептеңіз. Трансляциялық энергияның бар

үлесі аргон атомының қозғалысының кинетикалық энергиясына айналады деп есептеп, оның сол температурадағы жылдамдығын есептеңіз. Берілген өрнектерге сүйене отырып, парақта берілген жауаптардан дұрыс тұжырымдарды таңдаңыз.

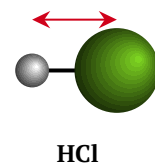
Молекулалық қозғалыстың келесі түрі — айналу. **Айналу** — барлық нүктелері концентрлік шеңберлерде қозғалатын нысанның қозғалысы. Кез келген айналатын объектінің **айналу осі**, осы шеңберлердің центрлері арқылы өтетін түзуі, болады. Сутегі молекуласын (H_2) координаталар ба-сына орналастырып, оның үш өзара перпендикуляр осьтерінің айналасында айналуының мүмкін нұсқаларын қарастырайық:



Молекуланың N өзара перпендикуляр айналу осьтерінің бірінің айналасында айналу мүмкіндігі айнарудың **еркіндік дәрежесі**, f_R , болып табылады. Мұндай молекула N айналу еркіндік дәрежесіне ие болады, олардың әрқайсысы теорема бойынша молекуланың ішкі энергиясына $\frac{1}{2}kT$ үлес қосады. Дегенмен, сызықтық молекулалардың өзіндік **молекула осі** (барлық атомдардың центрлері арқылы өтетін түзу сызық) болады, ол бойынша айналу ешқандай еркіндік дәрежесін әкелмейді (C сурет). Осылайша, сутегі молекуласы **A** және **B** айналуларына сәйкес **екі** айналу еркіндік дәрежесіне ие болуы тиіс.

2. Жауап парағындағы әрбір газ молекуласы үшін кеңістіктік құрылымды сызыңыз және айналу еркіндік дәрежелерінің саны f_R -ды жазыңыз. Сондай-ақ, $T = 300$ К-дегі молекулалардың әрқайсысының айналу энергиясы E_R -ді (J-де) есептеп, жауаптарыңызды жауап парағындағы сәйкес ұяшықтарға жазыңыз.

Тербеліс — молекулалардағы қозғалыстың ең күрделі түрі. Молекулалар өздігінше тербелмейді, олардағы атомдар арасындағы байланыстар тербеледі. Мысалы, HCl хлорсутегі молекуласында тек бір ғана байланыс бар, ол тек керілу-сығылу түрінде тербеле алады (оң жақтағы сурет). Белгілі бір молекула үшін мүмкін болатын тербелістің әрбір түрі f_V тербелістік еркіндік дәрежесін береді, олардың әрқайсысы молекуланың ішкі энергиясына $\frac{1}{2}kT$ үлес қосады. Үш атомнан көп молекулалар үшін тербеліс түрлерінің санын графикалық түрде анықтау мүмкін емес, сондықтан олар келесі формула бойынша есептеледі:



$$f_V = 3N - f_T - f_R$$

мұндағы f_V , f_T және f_R — молекуланың тербелістік, трансляциялық және айналу еркіндік дәрежелерінің саны, ал N — молекуладағы атомдар саны.

3. Жауап парағында берілген молекулалар үшін тербелістік еркіндік дәрежелерінің санын есептеңіз. $T = 300$ К-де осы молекулалар үшін қозғалыстың әрбір түрінің энергиясын және олардың жалпы ішкі энергиясы, U -ды есептеңіз. Бұл молекулалардың ішкі энергиясы трансляция, айналу және тербеліс үлестерінен тұрады деп санаңыз.
4. Газ молекулаларының тербеліс энергиясы жеткілікті жоғары температурада ғана (> 500 К) маңызды болатыны белгілі. Бөлме температурасында ($T = 298$ К) екі бірдей ыдыстың әрқайсысында көмірқышқыл газы мен азот (I) оксиді бар. Берілген температурада осы газдардың қайсысының мольдік жылу сыйымдылығы жоғары болады? Газдардың ішкі энергиясы тек молекулалардың трансляциясымен, айналуымен және тербелісімен анықталады деп санаңыз.