



Тапсырмалар жинағы
Beyond Olympiad #1

Химия

I тур

9 сынып

29 маусым 2021

Олимпиада реттемесі

Олимпиаданы орындауға сізге 4 сағат беріледі. Олимпиаданың басталуы – Алматы қаласының уақыты бойынша 10:00-де, олимпиаданың аяқталуы – 14:00. Аяқтаған соң шешімдеріңізді Gradescope платформасы арқылы жіберуіңіз керек. (Жіберу бойынша нұсқаулықты төменде көруге болады)

Орындау мен рәсімдеу бойынша нұсқаулық:

Тапсырмаларды кез-келген ретпен орындай аласыз, бұл ретте келесі талаптарды ұстануыңыз қажет

- Әр тапсырманы бөлек параққа шығаруыңыз қажет
- Парақтың жоғарғы жағына тапсырманың нөмірін жазуыңыз қажет, бірақ атыңызды, тегіңізді, аты-жөніңіздің бірінші әріптерін немесе жеке сәйкестендіру мәліметтерін жазуға **ТЫЙЫМ салынады**
- Егер тапсырманың шешімі бір беттен артық орынды талап етсе, онда парақтың төменгі жағына “Нөмірі __ тапсырманың жалғасы келесі бетте” деп жазуыңыз керек. Бұл ретте келесі беттің жоғарғы жағына беттің белгілі бір тапсырманың жалғасы екендігін белгілеп кету керек
- Түсінікті, анық қолжазбаны ұстануға және артық түзетулер жасамауға кеңес береміз

Тапсырмаларды жіберу бойынша нұсқаулық:

Тапсырмаларды орындауды Алматы қаласының уақыты бойынша 14:00-ден кешікпей аяқтау қажет. Аяқтаған соң шешімдеріңіздің скандарын бір pdf-файлға біріктіруіңіз қажет. Мұндай мақсаттар үшін Google Play мен AppStore-да көптеген қосымшалар (PDF scanner, scanner app, scanbot және басқалары) бар екендігін атап өтейік. PDF-файлды Gradescope.com сайтына жүктеу керек. Курс коды: **P536BW**.

Қатысушыға жадынама:

- Кеңсе жабдықтарынан қарандаштарды, қаламдарды, өшіргішті, сызғышты қолдануға **рұқсат етіледі**.
- Калькуляторды (қарапайым, инженерлі, графикалық), периодты кестені (бесінші бетте) және ерігіштік кестесін қолдануға **рұқсат етіледі**.
- Жауаптар төрт мәнді санға дейін дөңгелектенулері **тиіс**
- Өзгелердің көмегін және интернет-дереккөздер мен оқу құралдарын қоса алғандағы қосымша әдебиетті қолдануға **қатаң тиым салынады**.

- Көшіру мен академиялық адалдықтың бұзу әрекеттері үшін бір жыл бойы ask.bc-pf.org сайтында **бан** жазасына кесілесіз.

Нәтижелер Олимпиада аяқталғаннан кейін 21 күннің ішінде жарияланады.

Олимпиаданың өткізілуі бойынша сұрақтарыңыз болған жағдайда olympiads@bc-pf.org поштасына немесе BEYOND CURRICULUM-ның әлеуметтік желілердегі ресми парақшаларына жазғаныңыз жөн.

Ұйымдастырушылар, тапсырмаларды құрастырғандар мен олимпиаданың төрешілері:

- Абдугафарова Кибриянур, GALAXY IS түлегі
- Есенгазин Азамат, NU студенті
- Көпенов Нұрлыхан, KAIST студенті
- Мельниченко Даниил, KAIST студенті
- Молдағұлов Ғалымжан, KAIST студенті
- Нұрпейісов Олжас, KAIST студенті
- Тұрсын Нұржан, PTE студент

Сәттілік тілейміз!

Бұл жинақ 5 тапсырмадан тұрады:

Тапсырма 1. Болат пен шойын	6
Задача 2. Газдық эксперимент	7
Тапсырма 3. Белгісіз металл	8
Тапсырма 4. Оптикалық изомерия мен S _N 2 реакциялары	9
Тапсырма 5. Аздап химиялық термодинамика	12

Тапсырма нөмірі	Тапсырма үшін максимум балл	Тапсырманың салмағы
1	8	12
2	14	22
3	29	22
4	15	22
5	14	22

Кестедегі ақпарат нені білдіреді?

Кестеге сүйене, Сіз әр тапсырманың өзінің меншікті салмағы бар екендігін көре аласыз. Яғни бір тапсырманың бір баллы басқа тапсырманың бір баллына эквивалентті емес. Тапсырманы құрастырушылардың балл қою жүйесі бойынша әр тапсырма үшін сіздің баллыңыз есептеледі, кейін пропорция бойынша тапсырма үшін тұжырымды баллыңыз анықталады.

Әр тапсырманың меншікті салмағы барлық төрешілермен мақұлданған.

Периодтық кесте

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 -

Тапсырма 1. Болат пен шойын

Көне кезеңдерде темір рудасынан темірді алуды игеру темір дәуірінің бастамасы атанды. Темірдің түрлі оксидтерін көмірмен тотықсыздандыру үшін әдетте 1400°C шамасындағы температура қажет, ал бұл температураны көне кезеңдерде қарапайым алаудың көмегімен алу мүмкін емес еді. Кейін адамдар ‘темірді’ алуға мүмкіндік беретін пештерді меңгерді. Әдетте ‘темір’ деп аталатын материал шын мәнісінде темірдің көміртек қосылған құймалары есептелетін болат немесе шойын болып табылады. Көміртек массасы бойынша құйманың 0.3%-нан 2.14%-ын құраса, құйманы болат деп атайды, ал көміртек 2.14%-дан жоғары болса, шойын деп атайды.

Зертханада массасы 160.4 г. Fe_2O_3 пен Fe_3O_4 темір оксидтерінің қоспасы жатыр екен. Жас химик темірдің алыну тарихын оқып шабыттанып, соған ұқсас тәжірибелерді қайталамақ болды, оған қоса алынған құйманың құрамын тексермек болды. Алдымен ол қоспаны оттегімен қаныққан ортада қыздырды (**реакция 1**), нәтижесінде масса 3.6 г-ға артты. Кейін құйманы алу үшін химик қоспаны көміртектің артық массасымен керек температураға дейін қыздырды (**реакция 2**). Алынған құйманың құрамын анықтау үшін кейіпкеріміз құйманы тұз қышқылының (HCl) артық массасына батырды (**реакция 3**). Ерімеген бөліктің массасы 1.7482 г-ды құрады.

- 1) Аталып өткен барлық үш химиялық реакцияның теңдеулерін жазыңыз.
- 2) Құйманың құрамын, түрін, оған қоса барлық реакциялар толық өткендігін ескере отырып, алынған көміртектің бастапқы массасын анықтаңыз.

[8 балл]

Тапсырма 2. Газдық эксперимент

Химик-инженер Ерасыл өнеркәсіптік мұнай-газ қондырғысының шағын үлгісін жасағысы келді. Ол ыдыс ретінде барометрмен жабдықталған көлемі 14 л үлкен термосты алды. Ішін 0°C температура мен 1 атм қысымдағы, тығыздығы 1.217 г/л болатын екі компоненттік газ қоспасымен жүктеді. 0°C температураны сақтай отырып, кейін қоспаға газтәрізді хлорсутекті аздап енгізе бастады. Бұл процесстің барысында термостың түбінде қатты зат жинала бастады, ал қысымның көрсеткіштері біртіндеп түсе бастады. Қысым минимумға жеткен кезде термостағы газдың тығыздығы 0.1786 г/л құрады. Хлорсутекті одан әрі қарай енгізгенде қатты заттың түзілуі тоқтап, қысым қайта арта бастады. Қысым бастапқы мәніне жеткен кезде, термостағы газдың тығыздығы 1.4 г/л-ге тең болды.

Газ қоспасында болған екі затты және олардың мөлшерін табыңыз? Есептегенде идеал газ заңын ($PV = \nu RT$) қолданыңыз.

[14 балл]

Тапсырма 3. Белгісіз металл

X металлы табиғатта едәуір кең таралған болып табылады. Өздігінен элемент өте тұрақты, өйткені оның ядросы сиқырлылардың, яғни толығымен зарядталған ядро қабықшалары бар ядролардың, қатарына кіреді. **X** металлы сұйылтылған күкірт қышқылында, H_2SO_4 -те, едәуір тез ериді де, **A** затының ерітіндісі пайда болады (**реакция 1**). **A** ерітіндісінің басты мәселесі оның ауадағы тұрақсыздығы болып табылады. **A** ерітіндісі ауада тотығуға ұшырап, сұйықтықтың бетіне шығатын **B** ерітіндісінің ұсақдисперсиялы тұнбасы пайда болады (**реакция 2**). **A** ерітіндісін тотығудан сақтау үшін оған жиі аммоний сульфаты ерітіндісін, $(NH_4)_2SO_4$, қосады және өнімді кристалдай отырып, көкшіл жасыл кристалдар түріндегі химиялық титрлеудегі атақты **C** тұзын алады (**реакция 3**). **A** затының тотығуының алдын алатын тағы да бір әдіс бар. **A** затына циклопентадиенді C_5H_6 және диэтиламинді $(C_2H_5)_2NH$ қосып, нәтижесінде **D** затының өте тұрақты қызғылт-сарғыш кристалдарын алады (**реакция 4**). Бұдан бөлек, **X** металлы ерекше тотығу дәрежелерін көрсете алады. Осылайша, калий гидроксиді мен бромды KOH/Br_2 **B** затының ерітіндісіне қосқанда **E** затының қызғылт-күлгін ерітіндісі пайда болады (**реакция 5**). **E** затының ерітіндісі тек сілтілік ерітінділерде ғана тұрақты және ол өте күшті тотықтыру қасиетіне ие. Егер **E** затының ерітіндісіне күкірт қышқылын қосса, ерітіндіден **F** газы бөлінеді (**реакция 6**). Жалпы алғанда, **B** затының ерітіндісін пайдаланып әртүрлі комплекс қосылыстарды алуға болады. Осылайша, **B** ерітіндісінің ұсақ тұнбасын еріту үшін оны күкірт қышқылымен аздап қышқылдандырып (**реакция 7**), оған барий/калий оксалаты қоспасын $BaC_2O_4/K_2C_2O_4$ қосып, нәтижесінде **G** затының ашық жасыл кристалдарын алады (**реакция 8**). **G** затының кристалдарын жарық жерде қалдырса, зат сарғайып, көмірқышқыл газы бөліне отырып, **H** заты пайда болады (**реакция 9**).

1) Егер:

- Диэтиламин $(C_2H_5)_2NH$ реакцияға негіз ретінде қатысатындығы;
- H** қосылысындағы көміртектің (**C**) пен **X** металлының массалық үлестері сәйкесінше 15.48% бен 18.06% болатындығы;
- B** затының құрамында екі түрлі анион бар екендігі;
- F** газы ауаның басты компоненттерінің бірі екендігі белгілі болса,

барлық реакцияларды жазып, оған қоса барлық заттардың формулаларын анықтаңыз.

2) **D** затының структурасын салыңыз.

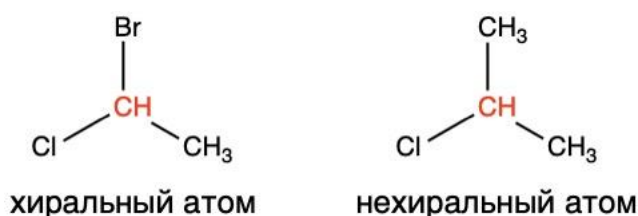
[29 балл]

Тапсырма 4. Оптикалық изомерия мен S_N2 реакциялары

Органикалық химияның алғашқы сабақтарынан бастап оқушылар изомерия ұғымымен (атомдық құрамы мен молекулалық массасы жағынан бірдей, бірақ құрылымы мен атомдарының кеңістікте орналасуы жағынан ерекшеленетін молекулалардың бар болуымен сипатталатын құбылыс) танысады.

Функционалдық топтың орналасуы изомериясымен және геометриялық изомериямен Сіз мектеп қабырғасынан таныс боларсыз, бірақ изомерияның «қорқынышты» түрлерінің бірі болып оптикалық изомерия саналады. Шын мәнісінде, оны табу және анықтау едәуір оңай.

Оптикалық изомерия тізбекте бір немесе бірнеше хиральды орталықтар (төрт түрлі орынбасарлары бар көміртек атомдары) болған жағдайда ғана пайда болады.



1. n хиральды көміртек атомдары бар молекула үшін изомерлер санын анықтайтын жалпы формуланы шығарыңыз. Хиральды орталықтардың санын біле отырып, осы формуланың көмегімен сіз ең максималды ықтимал изомер санын таба алуыңыз қажет. **[1 балл]**



Шарап қышқылының молекуласында екі хиральды орталық бар.

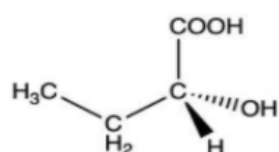
1. Шарап қышқылының молекуласындағы хиральды орталықтарды қоршаңыз. **[1 балл]**
2. (1) тармағындағы формула дұрыс шығарылған жағдайда, ол шарап қышқылына көтеріңкі нәтижені береді. Себебін түсіндіріңіз. **[1 балл]**

Кеңістікте оптикалық изомерлер қалың және пунктир байланыстардың көмегімен бейнеленеді. Қалың байланыс байланыстың бақылаушыға қарай бағыттталып тұрғандығын көрсетеді, ал пунктир байланыс – бақылаушыдан ары.

1. Шарап қышқылының барлық изомерлерін кескіндеңіз. [3 балл]

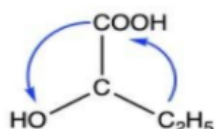
Жазуда оптикалық изомерлерді айыра тану үшін жалпы жұрт қабылдаған салыстырмалы конфигурация бар. Ол келесі жолмен анықталады:

- Үлкендігі жағынан ең кіші орынбасар кеңістікте бақылаушы үшін хиральды көміртектің артында тұратындай орналасады.
- Мұндай шолу бұрышынан бақылаушы тек қалған 3 үлкендігі бойынша орналасқан орынбасарларды көреді. Егер орынбасарлардың үлкендігі сағат тілінің бағыты бойынша артса, изомер R салыстырмалы конфигурациясына иеленеді. Кері жағдайда S конфигурацияға иеленеді.



Үлкендік келесі қатарда кемиді:
-OH > -COOH > -C₂H₅ > -H

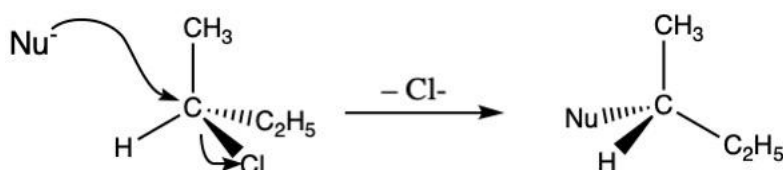
Ең кіші орынбасарды өзінен сыртқа қарай айналдырудың нәтижесінде бақылаушы келесі көріністі көреді:



Үлкендік сағат тіліне қарсы артуда. Демек, алдымызда S конфигурация

1. Шарап қышқылының әрбір изомерінің әрбір хиральды орталығының конфигурациясын анықтаңыз. [3 балл]

S_N2 секілді реакцияларда оптикалық конфигурацияның инверсиясы орын алады, өйткені нуклеофил көміртекке кететін топқа қарсы жақтан шабуыл жасайды.

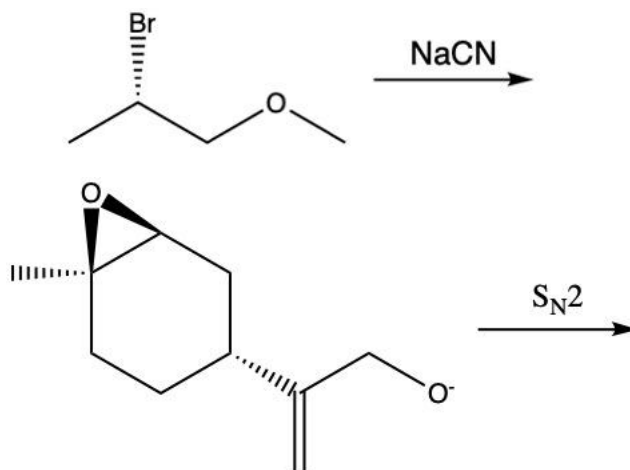


2. Келесі реакциялардың өнімдерін анықтаңыз. Егер орынбасарлардың үлкендігі келесі жолмен анықталатын болса, реагент пен өнімдегі хиральды орталықтардың конфигурациясын анықтаңыз:

- Хиральды орталыққа жалғанған атомы ең үлкен молярлы массаға ие орынбасар ең үлкен болып табылады

- Егер бірінші деңгейде екі бірдей атомды байқасақ, онда атомдарды екінші деңгейде салыстырамыз (орынбасардағы хиральды орталықтан санағанда екінші атом)
- Егер қос байланысты көрсек, оны бір атомға қосылатын екі байланыс ретінде санаймыз. Мысалы, $-C=O$ екі $-C-O$ ретінде қарастырылады

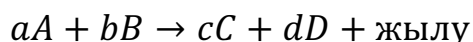
[6 балл]



[15 балл]

Тапсырма 5. Аздап химиялық термодинамика

Кез-келген химиялық реакция жылудың бөлінуі немесе жұтылуымен жүреді. Әлдебір реакция үшін:



Гиббс еркін энергиясын келесі теңдеу арқылы анықтауға болады:

$$\Delta_r G = \Delta_r H - T\Delta_r S$$

Бұл теңдеудің физикалық мәні жүйеге берілген жылудың біршама мөлшері ($\Delta_r H = -\text{жылу}$) қоршаған ортаға жылу ($T\Delta_r S$) түрінде сөйіледі, ал қалған бөлігі тікелей химиялық өзгеріске жұмсалып, пайдалы энергия ($\Delta_r G$) болып табылады.

Химиялық тепе-теңдік тұрғысынан Гиббс энергиясы ($\Delta_r G$) реакциядағы тепе-теңдік қай жаққа қарай (өнімдердің пайда болу жағына қарай немесе реагенттер жаққа) ығысатындығын сандық түрде көрсете алады. Жоғарыда аталып өткен химиялық өзгеріс үшін тепе-теңдік константасын (K_p) есептеу мына формула арқылы жүргізіледі:

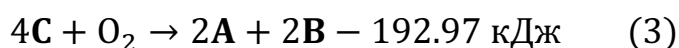
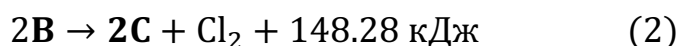
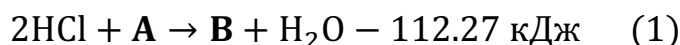
$$K_p = \frac{p(C)^c \cdot p(D)^d}{p(A)^a \cdot p(B)^b}$$

ал Гиббс энергиясы мен тепе-теңдік константасы арасындағы байланысты келесі түрде жазуға болады:

$$\Delta_r G = -R \cdot T \cdot \ln(K_p)$$

мұндағы R – 8.314 Дж·моль⁻¹·К⁻¹-ге тең универсал газ тұрақтысы, ал T – кельвиндегі температура.

625°C-та жүретін әлдебір каталитикалық үдерісті үш реакция теңдеуімен сипаттауға болады:



A, **B**, **C** – бинарлы заттар, ал **C** салмақ бойынша 64.19 % металдан тұрады.

1. Металл қосылыстарымен катализденетін жалпы реакцияның теңдеуін жазыңыз.

2. **A-C** қосылыстарының құрамын анықтаңыз. Жауабыңызды есептеумен дәлелдеңіз.
3. 1 сұрақта анықталған реакцияның энтальпиясын (ΔH) жоғарыдағы үш реакция теңдеулерінің жылулары арқылы есептеңіз.
4. Катализденетін реакциядағы ең маңызды өнімнің өнеркәсіпте және зертханада алу тәсілдерін ұсыныңыз (бір мысалдан келтіріңіз).
5. 1 атм. қысым мен 625°C температурадағы реакторға бастапқы заттардың стехиометриялық қоспасын салды, өнімнің шығыны $2/3$ болды. Эксперимент жағдайындағы катализденетін реакцияның тепе-теңдік константасын (K_p) табыңыз.
6. Жүйенің қысымы мен температурасы сәйкесінше 1 атм мен 625°C . Барлық компоненттер газ фазасында болған жағдайдағы реакцияның Гиббс энергиясын (ΔG) және энтропиясын (ΔS) есептеңіз.

[14 баллов]