



**Химия пәні бойынша**  
**Beyond Olympiad #2**  
**тапсырмалар жиынтығы**

I тур

9 сынып

26 ақпан 2022

## Олимпиаданың уақыт тәртібі

Олимпиаданы орындауға сіздерге 3 сағат беріледі. Олимпиаданың басталуы: Алматы қаласының уақыты бойынша 11:00-де, олимпиаданың аяқталуы – 14:00. Аяқтаған соң жауаптарыңызды Gradescore платформасы арқылы жіберулеріңіз керек. (Жіберу бойынша нұсқаулықты төменде көруге болады)

### Орындау мен рәсімдеу бойынша нұсқаулық:

Тапсырмаларды кез-келген ретпен орындай аласыздар, бірақ төменде көрсетілген талаптарды қатаң ұстануларыңыз қажет.

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

### Жауаптарды жіберу бойынша нұсқаулық:

Тапсырмаларды орындауды Алматы қаласының уақыты бойынша 14:00-ден кешікпей аяқтау қажет. Аяқтаған соң шешімдеріңіздің скандарын бір pdf-файлға біріктірулеріңіз қажет. Мұндай мақсаттар үшін Google Play мен AppStore-да көптеген қосымшалар (PDF scanner, scanner app, scanbot және т.б.) бар екендігін атап өтейік. Кейін PDF-файлды Gradescore.com сайтына жүктеу керек. Сіздің жұмысыңыз олимпиада аяқталғаннан кейін 20 минут ішінде қабылданады. Курс коды: **P536BW**.

### Қатысушыға жадынама:

- Кеңсе жабдықтарынан қарындаш, қалам, өшіргіш, сызғышты қолдануға **рұқсат етіледі**;
- Калькуляторды (қарапайым, инженерлі, графикалық), периодты кестені (бесінші бетте) және ерігіштік кестесін қолдануға **рұқсат етіледі**;
- Жауаптарды **төрт мәнді санға дейін дөңгелектеу** керек;
- Өзгелердің көмегін, интернет-дереккөздер, оқу құралдарын немесе қосымша әдебиетті қолдануға **қатаң тиым салынады**;

- Көшіру мен академиялық адалдықтың бұзу әрекеттері қатысушының дисквалификациялануына әкеледі, сондай-ақ Beyond Curriculum-ның барлық кейінгі олимпиадаларына қатысуына тыйым салынатын болады.

Нәтижелер Олимпиада аяқталғаннан кейін 21 күннің ішінде жарияланады.

Олимпиаданың өткізілуі бойынша сұрақтарыңыз болған жағдайда [chemistry@bcedu.kz](mailto:chemistry@bcedu.kz) немесе [olympiads@bc-pf.org](mailto:olympiads@bc-pf.org) поштасына немесе BEYOND CURRICULUM-ның әлеуметтік желілердегі ресми парақшаларына жазуларыңызды сұраймыз.

***Ұйымдастырушылар, тапсырмаларды құрастырғандар мен олимпиаданың төрешілері:***

- Әлмуханов Әмір, Қарағанды қ. ХББ НЗМ оқушысы
- Бисенәли Санжар, Астана қ. ФМБ НЗМ оқушысы
- Қасымалы Мадияр, Қарағанды қ. БИЛ оқушысы
- Мельниченко Даниил, KAIST студенті
- Молдағұлов Ғалымжан, KAIST студенті
- Мужубаев Әбілмансұр, NU студенті
- Нурланова Альмира, Павлодар қ. ХББ НЗМ оқушысы
- Тайшыбай Айдын, NU студенті
- Тұрсын Нұржан, PTE студенті
- Черданцев Владислав, MIT студенті

**Сәттілік тілейміз!**

## Бұл жинақ 5 тапсырмадан тұрады:

1-тапсырма. Қышқылдар мен негіздер (Нурланова А.).....	6
2-тапсырма. Ал бұл мүмкін бе? (Турсын Н.).....	9
3-тапсырма. Кэмпбеллдің үйіндегі улану (Молдагулов Г.).....	11
4-тапсырма. Темір шығар... (Турсын Н.) .....	Error! Bookmark not defined.
5-тапсырма. Ғажап минерал (Нурланова А.) .....	13

Тапсырма нөмірі	Тапсырма үшін ең жоғарғы балл	Тапсырманың салмағы
1	6	25
2	8	15
3	12	20
4	10	15
5	14	25

## Кестедегі ақпарат нені білдіреді?

Бұл кестеде әр тапсырманың меншікті салмағын көре аласыз. Яғни, бір тапсырманың бір баллы басқа тапсырманың бір баллына тең емес. Тапсырманы құрастырушылардың балл қою жүйесі бойынша әр тапсырма үшін сіздің баллыңыз есептелінеді, кейін пропорция бойынша тапсырма үшін тұжырымды баллыңыз анықталады.

Әр тапсырманың меншікті салмағы төрешілердің әрбір мүшесімен 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 -

## 1-тапсырма. Қышқылдар мен негіздер (Нурланова А.)

1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	Барлығы	Жалпыдан %-ы
3	2	5	8	3	21	

1. Қышқылдар мен негіздер теориясы XVII ғасырда дами бастады. Осы уақытқа дейін осы қосылыстардың бірнеше теориялары мен тұжырымдамалары ұсынылды. Қазір химиктер Льюис теориясы бойынша қышқылдың кеңейтілген тұжырымдамасын қолданады. Қышқылдың диссоциациялану дәрежесіне байланысты оның күші анықталады. Санат бойынша қышқылдарды екіге бөлу қабылданған: күшті және әлсіз.

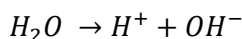
а. Концентрациясы  $6.00 \times 10^{-8}$  М болатын  $HCl$  ертіндісінің рН мәнін есептеңіз. Электр бейтараптық теңдеуін қолданыңыз.

$HCl$  – күшті қышқыл, сондықтан оның толығымен диссоциацияға ұшырайтындығын ескеру қажет.



$$c(HCl)_{\text{бастапқы}} = c(Cl^-) = 6.00 \times 10^{-8} \text{ М (0.5 балл)}$$

Қышқылдың концентрациясы аз, сондықтан судың автопротолизін де ескеру қажет. (0.5 балл)



$$[H^+] = [OH^-] + [Cl^-] \text{ (0.5 балл)}$$

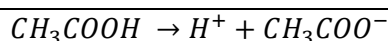
$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]}$$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[H^+]} + [Cl^-]$$

$$[H^+]^2 = K_w + [Cl^-] \times [H^+] \text{ (0.5 балл)}$$

Бұл квадраттық теңдеуді шеше отырып, келесі жауапты аламыз:  $[H^+] = 1.34 \times 10^{-7}$ , осыған сәйкес рН = 6.87 (1 балл)

б. Концентрациясы  $1.00 \times 10^{-2}$  М  $CH_3COOH$  ертіндісінің рН мәнін есептеңіз. Қышқыл диссоциация тұрақтысы =  $1.74 \times 10^{-5}$ .



Бұрын болған:  $1.00 \times 10^{-2}$     0\*    0

Қазір болды:  $1.00 \times 10^{-2} - x$      $x$      $x$

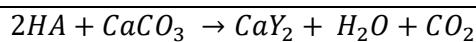
$$K = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{x^2}{1 \times 10^{-2} - x} = 1.74 \times 10^{-5}$$

$$x^2 + 1.74 \times 10^{-5}x - 1.74 \times 10^{-7} = 0 \text{ (1 балл)}$$

Квадраттық теңдеуді шешіп, келесідей жауапқа келеміз:  $x = 4.09 \times 10^{-4}$ , рН = 3.39 (1 балл)

2. Фармацевтика біздің өміріміздегі ең маңызды және қажетті салалардың бірі. Бұл аналитикалық химиямен өте тығыз байланысты, өйткені заттың тіпті артық 1 граммы адамның халі мен жағдайын күрт өзгерте алады.

- а. Парасат есімді пациентке асқазан сөлінің қышқылдығын азайтуға, яғни рН-ын арттыруға, арналған антацидті дәріні қабылдасын деп айтты. Мұндай дәрінің құрамында натрий бикарбонаты, алюминий гидроксиді, магний гидроксиді, кальций карбонаты және т.б. қосылыстар кіреді. Алайда бұл есепті шығару үшін дәріде аталған қосылыстардан тек кальций карбонаты (массалық үлесі 75.0%) бар екенін ескеріңіз. Егер асқазан сөлін көлемі 250.0 мл болатын рН=0.560 күшті бірнегізді НА қышқылының судағы ерітіндісі ретінде алсақ, онда асқазан сөлінің рН-ын 1.50 – 2.00 арасындағы қолайлы мәнге дейін арттыру үшін антацидтің бір уақытта қандай ең аз және ең көп массасын Парасат қабылдауы тиіс? Дәрінің қабылдау мөлшерінің жоғарғы және төменгі шектеулерін анықтаңыз. Ерітіндінің көлемі өзгермеуін ескеріңіз.



Қышқыл күшті, сондықтан:

$$c(HA) = c(H^+) = 10^{-0.56} = 0.275$$

$$n(HA) = 0.275 \times 0.25 = 0.0688 \text{ моль (0.5 балл)}$$

Төменгі шектеу үшін:

$$[H^+] = 10^{-1.5} = [HA]_{\text{қалғаны}} = 0.0316$$

$$n(HA)_{\text{қалды}} = 7.90 \times 10^{-3} \text{ (0.5 балл)}$$

$$n(HA)_{\text{реакцияға түскені}} = n(HA)_{\text{бастапқы}} - n(HA)_{\text{қалғаны}} = 0.0609 \text{ моль (0.5 балл)}$$

$$n(CaCO_3) = n(HA)_{\text{реакцияға түскені}} / 2 = 0.0305 \text{ моль}$$

$$m(CaCO_3) = 0.0305 \times 100 = 3.05 \text{ грамм}$$

$$m(\text{дәрі}) = \frac{m(CaCO_3)}{\omega(CaCO_3)} = 4.07 \text{ грамм (1 балл)}$$

Жоғарғы шектеу үшін:

$$[H^+] = 10^{-2.0} = [HA]_{\text{қалғаны}} = 0.0100$$

$$n(HA)_{\text{қалды}} = 2.50 \times 10^{-3} \text{ (0.5 балл)}$$

$$n(HA)_{\text{реакцияға түскені}} = n(HA)_{\text{бастапқы}} - n(HA)_{\text{қалғаны}} = 0.0663 \text{ моль (0.5 балл)}$$

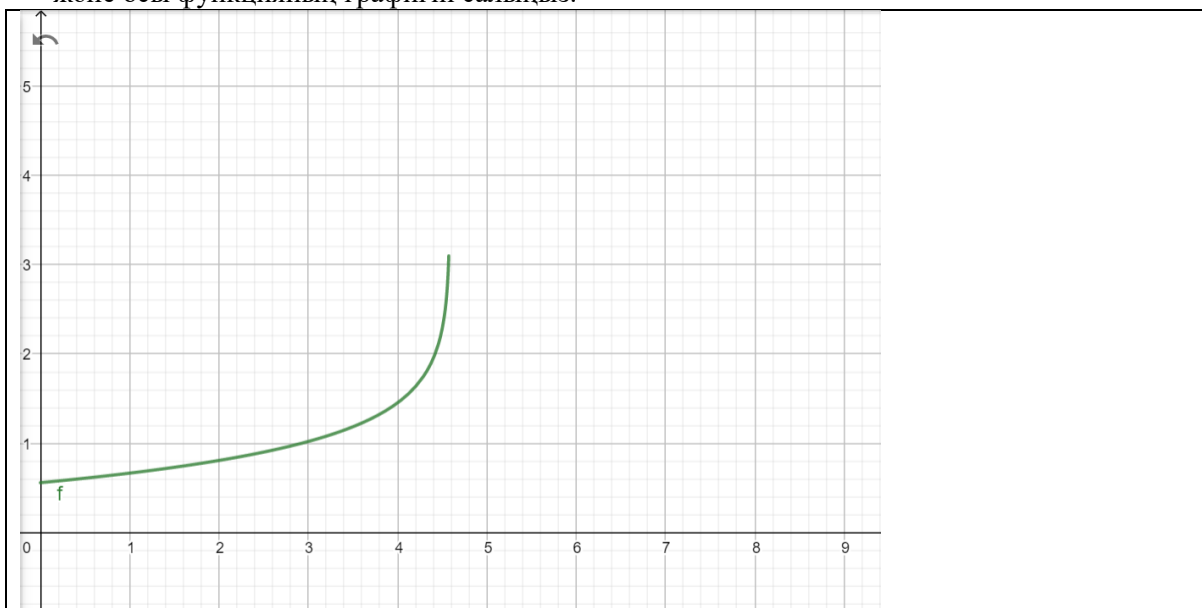
$$n(CaCO_3) = n(HA)_{\text{реакцияға түскені}} / 2 = 0.0332 \text{ моль}$$

$$m(CaCO_3) = 0.0332 \times 100 = 3.32 \text{ грамм}$$

$$m(\text{дәрі}) = \frac{m(CaCO_3)}{\omega(CaCO_3)} = 4.43 \text{ грамм (1 балл)}$$

Төменгі шектеу 4.07 грамм, жоғарғы шектеу 4.43 грамм. (0.5 балл)

- б. Ерітіндінің рН мәнін есептеуге мүмкіндік тудыратын дәрінің массасына тәуелді функциясын шығарыңыз және осы функцияның графигін салыңыз.



Мында абсцисса – масса(грамм), ордината – рН.

Осьтердің әрбіреуін белгілеуі үшін 0,5 балл. График – 3 балл. Графикте кем дегенде 2 нүкте белгіленуі тиіс (2 балл), логарифмдік функцияның графигі (1 балл). Барлығы: 4 балл

Функцияның шығарылуы:

$$pH = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}[HA]$$

$$n(CaCO_3) = \frac{m_{\text{дәрі}} \times \omega(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} \quad (1 \text{ балл})$$

$$n(HA)_{\text{реакцияға түскені}} = 2n(CaCO_3)$$

$$n(HA)_{\text{қалды}} = n(HA)_{\text{бастапқы}} - n(HA)_{\text{реакцияға түскені}}$$

$$n(HA)_{\text{қалды}} = 0.0688 - 2 \times \frac{m_{\text{дәрі}} \times \omega(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} \quad (1 \text{ балл})$$

$$[HA] = \frac{n(HA)_{\text{қалды}}}{V}$$

Шешімі:  $pH = -\log_{10} \left[ \frac{0.0688 - 2 \times \frac{m_{\text{дәрі}} \times \omega(CaCO_3)}{M(CaCO_3)}}{0.25} \right] \quad (1 \text{ балл})$

Міндетті шарт:  $x \geq 0$ . (1 балл)

График қышқыл мөлшері артық болған жағдайлар үшін жарамды\*.

Дәрілердің қанға ену қабілеті олардың тиімділігіне қатты әсер етеді. Ең танымал дәрілердің бірі болып саналатын ацетилсалицил қышқылы (аспирин) жағдайын қарастырайық.  $pK_a = 3.52$

Асқазан (pH = 1.50)      Мембрана      Қан (pH = 7.50)



с. Мембранадан тек бейтарап молекулалар өтуі мүмкін деп қабылдаңыз. Сондай-ақ, асқазан мен қандағы диссоциацияланбаған HA формасының концентрациясы тең деп қабылдаңыз. Қандағы аспиридің барлық түрлерінің концентрациясының асқазандағы концентрацияға қатынасын табыңыз.

$$K = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]}$$

$$\frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{K}{[H^+]} \quad (0.5 \text{ балл})$$

$$[A^-] + [HA] = c(HA)_{\text{tot}} \quad (0.5 \text{ балл})$$

Қанда:

$$pH = 7.50, pK_a = 3.52, \text{ осыған сәйкес } \frac{[A^-]}{[HA]} = 9.55 \times 10^3 \quad (0.5 \text{ балл})$$

$$[A^-] + [HA] = c(HA)_{\text{tot}} = 9551[HA]$$

Асқазанда:

$$pH = 1.50, pK_a = 3.52, \text{ осыған сәйкес } \frac{[A^-]}{[HA]} = 9.55 \times 10^{-3} \quad (0.5 \text{ балл})$$

$$[A^-] + [HA] = c(HA)_{\text{tot}} = 1.00955[HA] \approx 1.01[HA]$$

Қанда аспиридің барлық түрлерінің жалпы мөлшері асқазанға қарағанда

$$\frac{9551}{1.00955} = 9460 \text{ есе көбірек. } \quad (1 \text{ балл})$$



## 2-тапсырма. Ал бұл мүмкін бе? (Тұрсын Н.)

2.1	2.2	2.3	2.4	Жалпы	Жалпыдан %-ы
2	2	5	5	14	

Гомогендік реакция:  $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$

1. Су газының 1300 К температурадағы реакциясы үшін Гиббс реакциясының энергиясын  $\Delta G$  есептеңіз және берілген сұрақтарға жауап беріңіз: реакция өздігінен жүреді ме? Реакция өздігінен жүруі мүмкін бе?

Берілген температурадағы реакцияның энтальпиясы: 42500 Дж/моль

Реакцияның энтропиясы: 30.8 Дж/моль\*К

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 42500 - 1300 * 30.8 = 2460 \text{ Дж/моль} = 2.46 \text{ кДж/моль}$$

(1 балл)

Гиббс энергиясы теріс, ол өздігінен жүретін реакцияның шарттарына сәйкес келеді (1 балл)

2. 1300 К температурадағы реакцияның тепе-теңдік константасын есептеңіз

$$\Delta G = -RT \ln K_p = -8.314 * 1300 * \ln K_p = 2460 \text{ Дж/моль}$$
$$K_p = 0,796$$

(2 балла)

3. Құрамында (көлемі бойынша): 10%  $\text{H}_2$ ; 45%  $\text{CO}$  және 45%  $\text{H}_2\text{O}$  бар газдар қоспасы 1300 К дейін қыздады. Су мен газдың тепе-теңдігін орнатқаннан кейін қоспаның құрамы қандай?

$$K_p = \frac{\chi(\text{CO}) * \chi(\text{H}_2\text{O})}{\chi(\text{CO}_2) * \chi(\text{H}_2)} = \frac{(0.45-x)(0.45-x)}{x(0.1+x)} = 0.796$$

(теңдеу үшін 2 балл)

$$x = 0.216$$

(1 балл)

Соңғы құрамы: 21,6%  $\text{CO}_2$ ; 31,6%  $\text{H}_2$ ; 23,4%  $\text{CO}$ ; 23,4%  $\text{H}_2\text{O}$  (әрбіреуі үшін 0,5 балл)

4. Тепе-теңдік қалай өзгереді, егер:

Температураны арттырса?

Қоспадағы су мөлшерін төмендетсе? Ал арттырса ше?

Қоспадағы көмірқышқыл газының мөлшерін төмендетсе? Ал арттырса ше?

Егер

- температураны арттырса, тепе-теңдік оңға қарай ығысады;
- су мөлшерін төмендетсе, тепе-теңдік солға ығысады;
- су мөлшерін арттырса, тепе-теңдік оңға қарай ығысады;
- көмірқышқыл газының мөлшерін төмендетсе, тепе-теңдік солға ығысады;
- көмірқышқыл газының мөлшерін арттырса, тепе-теңдік оңға ығысады.

(Әрбір түсіндірме үшін 1 балл)

### 3-тапсырма. Шерлок Холмс хикаялары (Молдағұлов Ғ.)

3.1	3.2	3.3	Барлығы	Жалпыдан %-ы
8	2	2	12	

Детектив ретіндегі жиырма үш жылдық мансабында Шерлок Холмс күдіктілерді өздерінің "химиялық" іздері бойынша іздеумен бірнеше рет айналысқан. Осындай істердің бірінде танымал кәсіпкер Д. Кэмпбеллдің үйінде Шерлок Холмс қоңыр дақтар бар кашемир шарфы және 18.6 г иісі бар жартылай бос бөтелкеге тап болды. Шерлок Холмс қылмыскер бұл газды шарфқа сіңдіріп, Кэмпбелл мырзаны тұншықтырғанын түсінді. Холмс бірден өзінің досы химикке шарфтың қандай затқа батырылғанын білу үшін досының көмегіне жүгінді. Белгісіз заттың жартысын отқа жағу кезінде 26.4 г көмірқышқыл газы, 6.3 г су буы және 1.4 г азот газы шықты (*реакция 1*). Қалған жартысы толық буланған кезде температурасы 227 °С және қысымы 138.5 кПа болған жағдайда 3.0 литрлік көлемге ие газ болды. Осы газды толығымен гидрлеу үшін температурасы 227 °С және қысымы 166.2 кПа 7.5 л сутек қажет болды (*реакция 2*). Химиялық талдау кезінде химик заттың формуласын анықтап, сол формулаға сәйкес төрт изомердің структураларын ұсынды.

1. Химик Холмсқа қандай изомерлі заттарды ұсынғанын анықтаңыз. Шешімін көрсетіңіз. Жоғарыда келтірілген фактілердің құрылымдық ерекшеліктерді анықтауға қалай көмектескенін қысқаша түсіндіріңіз.
2. Тапсырмада көрсетілген химиялық реакцияларды жазыңыз.
3. Осы химиялық анализден кейін біздің сүйікті тергеушіміз қандай әрекеттерді іске асыра алатындығын қысқаша түсіндіріңіз.

#### Шешімі:

1.  
Жану өнімдерінің мөлшерлеріне сүйінсек, белгісіз зат органикалық қосылыс болып табылады.

$$\nu(CO_2) = \frac{26.4 \text{ г}}{44.01 \text{ г/моль}} = 0.6 \text{ моль}$$

$$\nu(H_2O) = \frac{6.3 \text{ г}}{18.02 \text{ г/моль}} = 0.35 \text{ моль}$$

$$\nu(N_2) = \frac{1.4 \text{ г}}{28.02 \text{ г/моль}} = 0.05 \text{ моль}$$

$$\nu(C) : \nu(H) : \nu(N) = \nu(CO_2) : 2\nu(H_2O) : 2\nu(N_2) = 0.6 : (2 \cdot 0.35) : (2 \cdot 0.05) = 6 : 7 : 1 \text{ (1 балл)}$$

Заттың құрамында оттег болуы мүмкін және жоғарыда келтірілген есептеулерге сүйене отырып, оның химиялық формуласын  $C_aH_bO_cN_d$  ретінде жаза аламыз.

$$\nu(\text{белгісіз зат}) = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{138.5 \text{ кПа} \cdot 3.0 \text{ л}}{8.314 \text{ кПа} \cdot \text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} \cdot 500 \text{ К}} = 0.1 \text{ моль}$$

$$M_w = \frac{(18.6 \text{ г})/2}{0.1 \text{ моль}} = 93 \text{ г/моль (1 балл)}$$

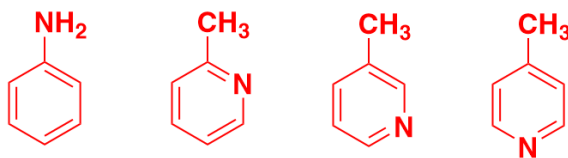
Осылайша есептеген молекулярлық масса  $C_6H_7N$  формуласына сәйкес келеді және мұндағы с индексі нөлге тең болады. (1 балл)

Гидрлеу үшін қажет сутек мөлшеріне сүйене отырып, реакция коэффициенттерін таба аламыз:

$$v(H_2) = \frac{166.2 \text{ кПа} \cdot 7.5 \text{ л}}{8.314 \text{ кПа} \cdot \text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} \cdot 500 \text{ К}} = 0.3 \text{ моль}$$

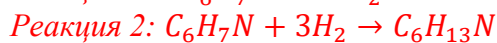
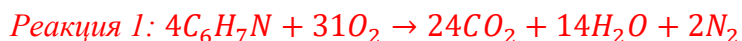
$$v(C_6H_7N):v(H_2) = 0.1 : 0.3 = 1 : 3$$

$C_6H_7N$  қанықпау дәрежесі төртке тең, бірақ гидрлеу үшін тек үш сутек молекуласы қажет. Бұл факт құрылымда цикл және үш қанықпаған байланыс бар деген қорытындыға әкеледі. Бұл сипаттамаға төрт изомер сәйкес келеді:



*Құрылымдық ерекшеліктерді анықтау үшін 1 балл. Әрбір изомер үшін 1 балдан  
Осы тармақ үшін барлығы 8 балл.*

2.



*Әрбір реакция үшін 1 балл. Осы тармақ үшін барлығы 2 балл*

3. Жоғарыда келтірілген изомерлердің ішінде анилин – өнеркәсіптік маңызы бар зат болып табылады. Өнеркәсіптен басқа анилиннің күнделікті қолданысы болмағандықтан, Шерлок Холмс анилинді үлкен көлемде өндіретін немесе қолданатын химиялық кәсіпорындарға баруы мүмкін.

*Осы тармақта ақылға қонымды жауаптардың балама нұсқалары да қабылданады.*

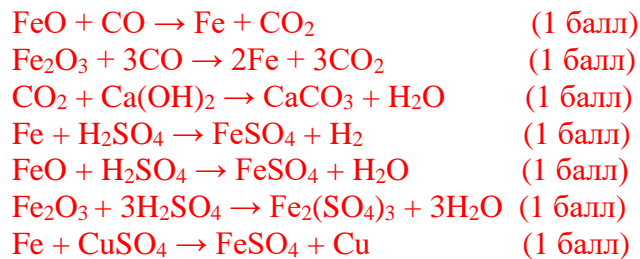
*Осы тармақ үшін барлығы 2 балл.*

## 4-тапсырма. Темір рудасы (Тұрсын Н.)

4.1	4.2	4.3	4.4	Жалпы	Жалпыдан %-ы
7	6	5	2	20	

Темір II және III оксидтерінің қоспасынан тұратын салмағы 1 кг темір рудасын көміртек монооксидінің артық мөлшерімен қыздырды. Алынған таза темірді балқытып темір құймакесегін (орысша «железный слиток») жасады. Реакцияның газ өнімдерінің қоспасын әк суынан өткізгенде, 1510.42 г тұнба пайда болды. Содан кейін темір құймакесегін мыс сульфатының ерітіндісіне (массасылық үлесі 30%) орналастырды. Нәтижесінде құймакесектің массасы 40 г-ға өсті, ал ерітіндідегі тұздардың массалық үлесі тең болып шықты. Бастапқы қоспаның 1 кг мөлшерін еріту үшін тығыздығы 1.03 г/мл болатын 1437.1 мл концентрлі күкірт қышқылы қажет болды.

4.1 Жоғарыда аталған барлық реакцияларды жазыңыз.



4.2 Қоспадағы бастапқы заттардың массасын есептеңіз.

$$\begin{aligned} n(\text{Fe}_2\text{O}_3) &= x \text{ моль} & n(\text{FeO}) &= y \text{ моль} \\ m(\text{қоспа}) &= 1000 \text{ г} = 160x + 72y \\ n(\text{CO}_2) &= n(\text{CaCO}_3) = \frac{1510,42 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 15,1042 \text{ моль} = 3x + y \quad (\text{дұрыс теңдеу үшін } 3 \text{ балл}) \end{aligned}$$

Осы қос теңдеуді шеше отырып, біз келесі жауаптарды аламыз:

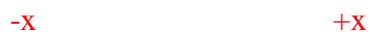
$$\begin{aligned} x &= 1,56 \text{ моль} && (1 \text{ балл}) \\ y &= 10,4165 \text{ моль} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m(\text{Fe}_2\text{O}_3) &= 1,56 \cdot (56 \cdot 2 + 48) = 250 \text{ г} \\ m(\text{FeO}) &= 10,4165 \cdot (56 + 16) = 750 \text{ г} \end{aligned}$$

(әрбір масса үшін 1 баллдан)

Дөңгелектенбеген мәндер үшін балл алынбайды

4.3 Мыс сульфаты ерітіндісінің массасын анықтаңыз



$$\Delta m_{\text{пластинка}} = 40 \text{ г} = -56x + 64x = 8x \quad x = 5 \text{ моль реакцияға түсті} \quad (1 \text{ балл})$$

Ерітіндінің массалық үлесін белгілейік: мыс сульфаты ерітіндісінің массасын "a" деп аламыз

$$\frac{5 \cdot (56 + 32 + 64)}{a - 40} = \frac{0.3a - 800}{a - 40} \quad (3 \text{ балл})$$

Жоғарыда берілген теңдеуді шеше отырып, біз  $a = 5200 \text{ г}$ , яғни мыс сульфаты ерітіндісінің массасын  $5200 \text{ г}$  екенін таптық. (1 балл)

4.4 Құймакесектің мыс сульфатымен реакцияға түскен үлесі (пайызбен) қанша?

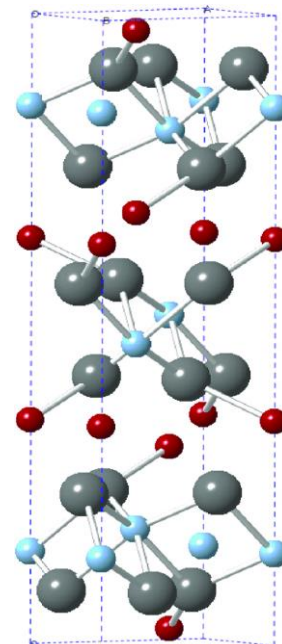
$$m(\text{құймакесек}) = m(\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ алынған Fe}) + m(\text{FeO алынған Fe}) = (1,56 \cdot 2 + 10,4165) \cdot 56 = 758,044 \text{ г} \quad (1 \text{ балл})$$

5 моль темір реакцияға түскендіктен, реакцияға түскен үлесті есептейміз::

$$\omega(\text{Fe реакцияға түскені}) = \frac{5 \cdot 56}{758,044} \cdot 100\% = 36,937\% \quad (1 \text{ балл})$$

## 5-тапсырма. Ғажап минерал (Нурланова А.)

1.1	1.2	2.1	Барлығы	Жалпыдан %
8	1	15	24	



Алғаш Ресейдегі Оңтүстік Оралда табылған белгісіз **Z** минералы **X** ауыспалы металының және оның туындыларының (оксидтерінің, галогенидтерінің және т.б.) өндірісінде маңызды шикізат болып табылады.

- Минералдың құрамындағы элементтердің бірі (**Y**) бізге бұрыннан белгілі және тарихтың белгілі бір дәуіріне сай аталған металл. Бұл металдың тұздары отты ашық сары түске бояйды.
- Минерал құрамына оттегі кіреді. Оттектің массалық үлесі 31.64%-ды құрайды.

Минералдың кристалдық ұяшығының құрылымы оң жақта келтірілген. Сұр атомдар – O, көк атомдар – X, қызыл атомдар – Y.

**1.1. X және Y металдарын, сонымен қатар Z минералының формуласын анықтаңыз. Есептеулеріңізді көрсетіңіз.**

Сипаттамасы бойынша **Y** металлы темір екендігі анық. (1 балл)

Минералдың кристалдық торын зерделей келе, минералдың жалпы формуласын қорытып шығарайық. Бір кристалдық тордағы оттектің атомдарының саны – 18 (1 балл), темір атомдарының саны =  $8 \times \frac{1}{4} + 4 = 6$  (1.5 балл), X атомдарының саны =  $8 \times \frac{1}{4} + 4 = 6$  (1.5 балл).

Минералдың брутто-формуласы –  $XFeO_3$  (0.5 балл).

Кейін:

$$\omega(O) = \frac{15.999 \times 3}{55.845 + A_r(X) + 15.999 \times 3} = 31.64\%$$

Бұдан  $A_r(X) = 47.855$ , сәйкесінше **X = Ti**. (1.5 балл)

Белгісіз минералдың формуласы –  $FeTiO_3$ . (1 балл)

Тапсырманы кристалдық торды қолданбай-ақ шығарған жағдайда да, толық балл беріледі.

Максимум **8 балл**.

**1.2. Суретте көрсетілген минералдың бір кристалдық ұяшығында қанша формулалық бірлік бар?**

Бір кристалдық ұяшығында оттектен атомдарының саны – 18, темір атомдарының саны – 6, титан атомдарының саны – 6.  $Ti_6Fe_6O_{18} = (TiFeO_3)_6$ .

Кристалдық ұяшығында 6 формулалық бірлік бар. (1 балл)

2. **Z** минералын 110-120°C градуста концентрлі күкірт қышқылында еріткенде ақ **A** ( $w_X = 29.93\%$ ) заты және **Y** металының сульфаты түзіледі (**1-ші реакция**). Егер **A**-ны каустикалық содамен өндесе, массасының 49.04% оттектен тұратын **B** қосылысы түзіледі (**2-ші реакция**). **B** затын қыздыру барысында **C** заты (**X** затының оксиді) түзіледі (**3-ші реакция**). **B**-ның сутек пероксиді мен судың қосылу реакциясы құрамында пероксоанионы бар ерекше **D** кристаллогидратты түзеді (**4-ші реакция**). Бұл реакциядағы стехиометриялық коэффициенттерді 1:1:1-ге тең. **X** металлының **D**-дағы массалық үлесі = 31.93%.

- 2.1. **A – D** жасырын заттарының формулаларын анықтаңыз, сонымен қатар 1 – 4 реакцияларының теңдеулерін жазыңыз. Есептеулеріңізді көрсетіңіз.

$FeTiO_3 + H_2SO_4 \rightarrow A + FeSO_4 + H_2O$

$w_{Ti} = 29.93\% = \frac{Ar(Ti) \times n}{M(A)}$ , мұндағы  $n$  – молекуладағы титан атомдарының саны. Сәйкесінше  $M(A) = \frac{Ar(Ti) \times n}{0.2993} = 159.93n \frac{г}{моль}$ . Реакцияға қарағанда, **A** затында титан мен сульфат ионы  $SO_4^{2-}$  болуы мүмкін. **A** формуласын  $Ti_nX_y(SO_4)_m$  ретінде жазайық, мұндағы **X** – белгісіз анион.  $n=1$  деп болжайық:

Онда  $M(A) = 159.93$  г/моль. Кейін бізге белгілі аниондар мен катиондардың массаларын алып тастаймыз.  $M(SO_4^{2-}) = 96.056$  г/моль. Бұл заттың құрамында сульфат анионның максимум мөлшері – 1.  $M_{қал} = 159.93 - 47.867 - 96.056 = 16.007$ , бұл оттектің массасына сәйкес келеді.

Қосылыстың жалпы заряды бойынша дұрыстыққа тексереміз:  $Ti^{4+} O^{2-} SO_4^{2-}$ . Бәрі сәйкес келеді, формуланы қорытып шығара аламыз. **A** қосылысының формуласы -  $TiOSO_4$ .

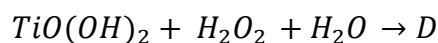


Бұл реакция титанил сульфаты ( $TiO^{2+}$ ) мен натрий гидроксиді арасындағы алмасу реакциясы.  $TiO(OH)_2$  титанил гидроксиді түзілетіні анық.

Сонымен қатар, берілген оттектің массалық үлесін қолдана отырып та, **B** қосылысын табуға болды.

$w_O = 49.04\% = \frac{Ar(O) \times m}{M(B)}$ , мұндағы  $m$  – молекуладағы оттектен атомдарының саны.

Сәйкесінше  $M(B) = \frac{Ar(O) \times m}{0.4904} = 32.62m \frac{г}{моль}$ .  $m \neq 1$  екендігі анық, себебі 32.62г молярлы массалы қосылыстың құрамында 47.867г атомдық массалы титан атомы бола алмайды. Тура осылай,  $m \neq 2$ ,  $65.24 \frac{г}{моль}$  молярлы массалы қосылыс титан мен екі атом оттектен тұра алмайды.  $m = 3$  болғанда **B**-ның молярлы массасы 97.87-ні құрайды. Үш атом оттектен пен титан атомының массасын алып тастаймыз:  $97.87 - 47.867 - 48 = 2$ , ал бұл екі сутек атомына сәйкес келеді. **B** қосылысының формуласы –  $TiO(OH)_2$ . Сипаттамасы бойынша **C** – **X** металлының оксиді, сәйкесінше  $TiO_2$ .





$w_{Ti} = 31.93\% = \frac{Ar(Ti) \times l}{M(A)}$ , мұндағы  $l$  – молекуладағы титан атомының саны.

Реагенттердің коэффициенттері 1:1:1, сондықтан D-ның құрамында бір атом титан ғана бар. Сәйкесінше  $M(D) = \frac{Ar(Ti) \times l}{0.3193} = 149.91 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ . Титан мен пероксоанионның массаларын алып тастаймыз:  $149.91 - 47.867 - 32 = 70$ . Реагенттердің коэффициенттерін білу қанша және қандай элементтер қалғанын білуге көмектеседі. 6 сутек атомдары, 4 оттегі атомы қалады (жалпы 6, -2 пероксоанионға), бұл қосылыс құрамында болатын 3 молекула су мен бір оттекке сәйкес келеді. D қосылысының формуласы мынадай:

$TiO(O)_2 \cdot 3 H_2O$ .

A –  $TiOSO_4$  (2 балл)\*

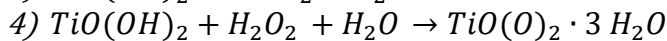
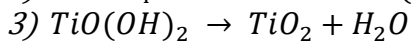
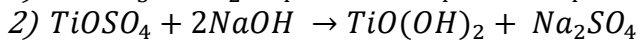
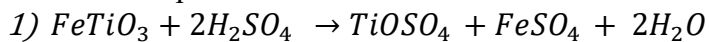
B –  $TiO(OH)_2$  (2 балл)\*

C –  $TiO_2$  (1 балл)

D –  $TiO(O)_2 \cdot 3 H_2O$  (2 балл)\*

\* - Егер сәйкес есептеулер келтірілмесе, заттың анықталу логикасы түсіндірілмесе, әр зат үшін 0.5 баллдан.

Реакциялар:



Әрбір коэффициенттері бар дұрыс реакция үшін – 2 балл.  
Коэффициенттердегі қателіктер бойынша реакция үшін -1 балл. Осы тармақ үшін максимум 15 балл.