



Химия пәні бойынша
Beyond Olympiad #3
тапсырмалар жиынтығы

I тур

Кіші лига

7-9 сынып

3 желтоқсан 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 chemistry@bc-pf.org поштасына жіберуіңіз қажет. (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 chemistry@bc-pf.org поштасына жіберіңіз. Сіздің жұмысыңыз олимпиада аяқталғаннан кейін 20 минут ішінде қабылданады.

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@bc-pf.org поштасына немесе Beyond Curriculum-ның әлеуметтік желілердегі ресми парақшаларына жазуларыңызды сұраймыз.

Ұйымдастырушылар, тапсырмаларды құрастырғандар мен олимпиаданың төрешілері:

- Әлмұханов Әмір, Қарағанды қ. ХББ НЗМ оқушысы
- Бисенәли Санжар, Астана қ. ФМБ НЗМ оқушысы
- Илюсизов Ринат, Павлодар қ. дарынды балаларға арналған №8 лицей оқушысы
- Қасымалы Мадияр, NU студенті
- Қоршыбек Диас, Тараз қ. БИЛ оқушысы
- Молдағұлов Ғалымжан, the Pennsylvania State University аспиранты
- Нурланова Альмира, Ақтау қ. ХББ НЗМ оқушысы
- Нұрғалиев Санжар, NU студенті
- Рахимбаева Тамила, Павлодар қ. ХББ НЗМ оқушысы

Сәттілік тілейміз!

Бұл жинақ 5 тапсырмадан тұрады:

1-тапсырма. Сілтілер мен сілті ерітінділері	6
2-тапсырма. X элементінің ерекше қосылыстары.....	7
3-тапсырма. Титрлеу ғажаптары	8
4-тапсырма. Мырыштың еруі.....	10
5-тапсырма. Хром	16

Тапсырма нөмірі	Тапсырма үшін ең жоғарғы балл	Тапсырманың салмағы
1	10	10
2	21	14
3	14	15
4	16	13
5	24.5	18

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 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 -

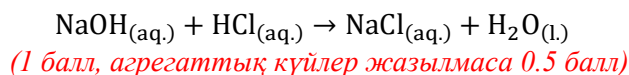
1-тапсырма. Сілтілер мен сілті ерітінділері

1.1	1.2	1.3	1.4	Барлығы	Үлесі
2	2	3	3	10	10

Химик Али өзінің зертханасында органикалық синтез жүргізбекші болды. Ол үшін оған 1.00 М натрий гидроксиді ерітіндісі қажет болды. Есептеулерде қате жіберіп, ол қажет мөлшерден 20.0 мл көбірек NaOH ерітіндісін дайындады. Сілтінің артық ерітіндісін бейтараптандыру үшін Али оған тұз қышқылының ерітіндісін қосуды шешті.

1. Тұз қышқылымен NaOH толық бейтараптандыру реакциясын жазыңыз. Бейтараптандыру өнімінің тривиальды атауын жазыңыз.

Бейтараптану реакциясы:



NaCl тривиальді атауы – ас тұзы. *(1 балл)*

2. Сілтіні толық бейтараптандыру үшін концентрациясы 0,500 М болатын тұз қышқылының қандай мөлшері қажет болады? Пайда болған тұздың концентрациясын г/мл өлшем бірлігімен есептеп көрсетіңіз. Тиісті есептеулер жасаңыз.

NaOH зат мөлшерін есептейік:

$$n(\text{NaOH}) = C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}_{(\text{aq.})})$$

$$N(\text{NaOH}) = 0.02\text{л} \cdot 1.00\text{М} = 0.0200\text{моль}$$

Бейтараптану реакциясына сәйкес, HCl зат мөлшері NaOH зат мөлшеріне тең. Қышқылдың зат мөлшері мен концентрациясына сүйене отырып, HCl ерітіндісінің көлемін табайық.

$$V(\text{HCl}_{(\text{aq.})}) = \frac{n(\text{HCl})}{C(\text{HCl})} = \frac{n(\text{NaOH})}{C(\text{HCl})}$$

$$V(\text{HCl}_{(\text{aq.})}) = \frac{0.0200\text{моль}}{0.500\text{моль л}^{-1}} = 0.0400\text{л} = 40.0\text{мл}$$

(1 балл)

NaOH және HCl ерітінділерінің көлемдерін қосып, ерітіндінің көлемін табамыз.

$$V_{\text{общ.}} = V(\text{NaOH}_{(\text{aq.})}) + V(\text{HCl}_{(\text{aq.})})$$

$$V_{\text{общ.}} = 20.0\text{мл} + 40.0\text{мл} = 60.0\text{мл}$$

NaCl зат мөлшері NaOH зат мөлшеріне тең. NaCl концентрациясын есептейік:

$$C(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{V_{\text{общ.}}} = \frac{n(\text{NaCl}) \cdot Mr(\text{NaCl})}{V_{\text{общ.}}} = \frac{n(\text{NaOH}) \cdot Mr(\text{NaCl})}{V_{\text{общ.}}}$$

$$C(\text{NaCl}) = \frac{0.0200 \text{ моль} \cdot 58.5 \text{ г/моль}}{60.0 \text{ мл}} = 0.0195 \text{ г/мл}$$

(1 балл)

Сілтілерді кейбір металдардың сумен әрекеттесуі арқылы алуға болады. Осы әдісті қолдана отырып, Али X металл сілтісінің ерітіндісін дайындаймын деп шешті. Ол 0,200 мл тазартылған суға 0.500 г X металл қосқанда бұлт-тәрізді (мутный) тұнба мен 0.280 л (қ.ж.) белгісіз газдың бөлінуін байқады.

3. X металлды анықтаңыз. Сілтінің түзілу реакциясын жазыңыз. Жауаптарды есептеулермен растаңыз. Неліктен ерітіндіде тұнба пайда болды?

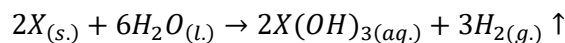
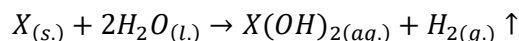
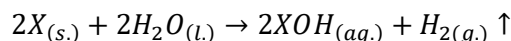
Реакцияның сипаттамасына сүйене отырып, белгісіз газ – сутегі деп тұжырымдауға болады.

Сутектің зат мөлшерін санайық:

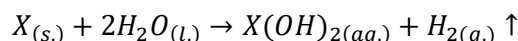
$$n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{0.28 \text{ л}}{22.4 \text{ л/моль}} = 0.0125 \text{ моль}$$

Металл ионының X зарядына байланысты бірнеше реакциялар болуы мүмкін:



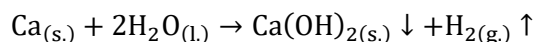
Тек екінші реакцияда ғана X атомдық массасы мен X негізінің суда аз еритіндігі белгілі металға сәйкес келеді. Оны есептеулер арқылы растауға болады



$$\text{Ar}(\text{X}) = \frac{m(\text{X})}{n(\text{X})} = \frac{m(\text{X})}{n(\text{H}_2)}$$

$$\text{Ar}(\text{X}) = \frac{0.500 \text{ г}}{0.0125 \text{ моль}} = 40 \text{ г/моль} \approx \text{Ar}(\text{Ca})$$

Металл X – Ca. (1 балл)



(1 балл, агрегаттық күйлер мен белгілер (↓↑) жазылмаса 0.5 балл)

Бұлт тәрізді тұнба кальций гидроксидінің судағы төмен ерігіштігіне байланысты пайда болды. (1 балл)

4. Ерітіндіні сүзгеннен кейін, Али сілтінің таза ерітіндісі мен 0.475 г тұнбаны бөліп алды. Зертханада осындай ерітіндіні қолданудың бір мысалын келтіріңіз. Дистилденген судың тығыздығы $\rho = 1 \text{ г/мл}$ болса, сүзілген ерітіндінің массасын анықтаңыз. Сүзілген ерітіндідегі сілтінің массалық үлесі қандай? Жауаптарды есептеулермен растаңыз.

Кальций гидроксидінің фильтрленген ерітіндісін CO_2 анықтау үшін қолдануға болады. (1 балл)

Фильтрленген ерітіндінің массасын кальций мен судың массаларын қосып, одан сутегі мен $\text{Ca}(\text{OH})_2$ тұнбасы массаларын алып тастап табуға болады.

$$M_{\text{еріт.}} = m(\text{Ca}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2) - m(\text{тұнба})$$

$$m_{\text{еріт.}} = m(\text{Ca}) + V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho - n(\text{H}_2) \cdot M_r(\text{H}_2) - m(\text{тұнба})$$

$$m_{\text{еріт.}} = 0.500\text{г} + 200\text{мл} \cdot 1\text{г/мл} - 0.0125\text{моль} \cdot 2\text{г/моль} - 0.475\text{г} = 200\text{г}$$

(1 балл)

Негіздің массасынан тұнбаның массасын алып тастасак, еріген негіздің массасын таба аламыз:

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq.})}) = m(\text{Ca}(\text{OH})_2) - m(\text{тұнба})$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq.})}) = n(\text{Ca}(\text{OH})_2) \cdot M_r(\text{Ca}(\text{OH})_2) - m(\text{тұнба})$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq.})}) = n(\text{H}_2) \cdot M_r(\text{Ca}(\text{OH})_2) - m(\text{тұнба})$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq.})}) = 0.0125\text{моль} \cdot 74\text{г/моль} - 0.475\text{г} = 0.450\text{г}$$

Кальций гидроксидінің массалық үлесін есептейік:

$$\omega(\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq.})}) = \frac{m(\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq.})})}{m_{\text{еріт.}}} \cdot 100\%$$

$$\omega(\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq.})}) = \frac{0.450\text{г}}{200\text{г}} \cdot 100\% = 0.225\%$$

(1 балл)

2-тапсырма. X элементінің ерекше қосылыстары

2.1	2.2	2.3	2.4	Жалпы	Үлесі
1	15	2	3	21	14

Алғаш рет 19 ғасырда алынған **X** элементі ғаламдағы ең көп таралған элемент **A**-мен ерекше қосылыстарымен танымал. Бұл ерекше қосылыстарда электрондар саны, химиялық байланыстар саны арқылы есептеп күтілген электрондар санынан азырақ, сондықтан бұл қосындыларды электрон-жетіспеуші деп атайды. Бұл қосылыстардың ең қарапайымы – **B** қосылысы. Бұл қосылыстың құрамында 6 **A** атомы бар.

1. Льюис теориясы бойынша **X** пен **A** элементтерінен құралған қосылыстар қандай қасиеттерді көрсетеді: негізгі немесе қышқыл? Жауабыңызды түсіндіріңіз.

Льюис қышқылы мен негізінің анықтамаларын еске түсірейік.
 Льюис қышқылы – электрон жұбын қабылдауға қабілетті қосылыс.
 Льюис негізі – электрон жұбының доноры бола алатын қосылыс.
 Электрон тапшылығы бұл қосылыстарды Льюис қышқылдарына айналдыратыны анық. (1 балл)

X элементі бөлме температурасында химиялық инертті және тек **M** галогенімен әрекеттеседі. Бұл реакция барысында 1г **X**-тен оның 6,28 г-дық **B** галогениді алынады. **B** қосылысы гидролизке түссе екі **C** және **D** қышқылдары бөлінеді. **X**-тің **C** қосылысындағы массалық үлесі 17.48% құрайды. **C** қосылысының құрамында **M** жоқ екені де белгілі. **D** қосылысы, керісінше, құрамында **M** бар және оның массалық үлесі 86.56% тең. **C** қосылысын **B**-ның сумен әрекеттесуі арқылы да алуға болады, ал **D**-ні **C** мен **M**-нің сутекті қосылысы (водородное соединение **M**) реакциясынан алуға болады.

2. **A, B, B, M, C, D** және **X** элементін анықтаңыз. Аталған реакциялардың теңдеулерін жазыңыз.

Өлемдегі ең көп таралған элемент – сутегі екені бәріне мәлім.
A – H
X элементі бөлме температурасында тек бір галогенмен әрекеттесе алады, сәйкесінше бұл галоген 17 топтың ең белсендісі.
M – F₂
X элементін туралы есептің басында айтылған деректер арқылы болжам жасап, табуға болады. Бірақ егер олар жеткіліксіз болса, онда сіз есептеулермен де белгісіз элементті таба аласыз:

$$X + \frac{n}{2}F_2 = XF_n$$

m(X) = 1г, m(XF_n) = 6.28 г

$$n(X) = n(XF_n) = \frac{1}{Ar(X)} = \frac{6.28}{Ar(X) + n * Ar(F)}$$

Ar(X) = M деп алайық

$$\frac{1}{M} = \frac{6.28}{M + 19n}$$

$$M + 19n = 6.28M$$

$$5.28M = 19n$$

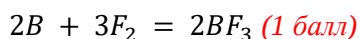
$$M = 3.598n$$

Кесте құрайық:

n	Атомдық масса	Сәйкес келеді ме?
1	3.598	Жоқ
2	7.197	Жоқ
3	10.800	Ия, Бор
4	14.393	Жоқ

Сол себепті, **X** – **B**

X элементі мен **M** галогені арасындағы реакция:



B – BF_3



Екі қышқыл – H_3BO_3 , HBF_4 . **C** қышқылының құрамында **M** жоқ болғандықтан, **C** – H_3BO_3 , ал **D** HBF_4 .

Массалық үлестер арқылы тексерейік:

$$w(B)_C = \frac{10.81}{10.81 + 3 + 48} = 17.48\%$$

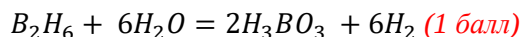
$$w(F)_D = \frac{19 * 4}{19 * 4 + 10.81 + 1} = 86.56\%$$

Барлық деректер сәйкес келді.

B – **A**(H) және **X**(B) элементтерінен тұратын қосылыс. **B** құрамында 6 **A** атомы бар болғандықтан,

B – B_2H_6

C-ні **B** мен судың әрекеттесуі арқылы алуға болады:



D-ні **C** мен **M**-нің сутекті қосылысы арасындағы реакция арқылы алуға болады:



A – **H** (1 балл) (**A** – H_2 деп жазғандарға 0.5балл. **A** қосылыс емес, элемент болуы керек)

B – B_2H_6 (2 балла)

B – BF_3 (2 балла)

C – H_3BO_3 (2 балла)

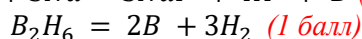
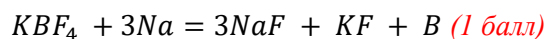
D – HBF_4 (2 балла)

X – **B** (1 балл)

M – F_2 (1 балл)

X-ті алудың көптеген жолдары бар. Олардың бірі – **D** қышқылының калий тұзы мен натрийдің әрекеттесуі. Бірақ таза **X** элементін алудың ең жақсы жолы-**B** қосылыстың пиролизі.

3. Реакция теңдеулерін жазыңыз. Таза **X** не үшін пайдаланылуы мүмкін?



Таза бор жартылай өткізгіш материалдарды жасау үшін қолданылады. Бұдан басқа дұрыс жауаптар да қабылданады (1 балл)

Құрамында **X** бар қосылыстар органикалық синтезде кеңінен қолданылады. Ең танымал реагенттердің бірі – **E** реагенті. Бұл реагент А элементінің массалық үлесі 10,58% тең болатын, 3 элементтен тұратын, иондық құрылым.

4. **E** реагентінің формуласын анықтаңыз. Реагент ацетонмен әрекеттескенде қандай өнім түзіледі?

E – NaBH_4 екені анық. *(1 балл)*

Массалық үлестер арқылы тексерейік:

$$w(H)_E = \frac{4}{10.80 + 4 + 23} = 10.58\%$$

NaBH_4 тотықсыздандырғыш қасиеттерімен танымал. Бұл реагент ацетонды(кетон) пропанол-2(спирт) дейін тотықсыздандырады. *(1 балл)*

3-тапсырма. Титрлеу ғажаптары

3.1	3.2	3.3	3.4	Барлығы	Үлесі
4	1	2	7	14	15

Титрлеудің бірнеше түрі бар. Бұл тапсырмада сіз қышқыл-негіз титрлеуімен таныса аласыз. Аты айтып тұрғандай, аналит (концентрациясы белгісіз реагент) және титранттар (концентрациясы белгілі реагент) ретінде күшті де, әлсіз де қышқылдар мен негіздер алынады. Күшті сілтіні күшті қышқылмен немесе күшті қышқылды күшті сілтімен титрлеу күрделі емес. Сондықтан бұл тапсырмада біз титрлеудің қызықты жағдайын қарастырамыз: әлсіз негіз – аналит, күшті қышқыл-титрант.

Титрлеудің бірнеше шартты фазалары бар:

Біріншісі – титрлеу басталғанға дейінгі ерітінді фазасы.

Екіншісі – титрлеу басталғаннан кейінгі, бірақ эквиваленттік нүктеге дейінгі ерітінді фазасы.

Үшіншісі-эквиваленттік нүктедегі ерітінді фазасы.

Төртінші – эквиваленттік нүктеден кейінгі ерітінді фазасы.

Титрлеу процесінде ерітіндідегі иондардың үлесі өзгергендіктен, сәйкесінше ерітіндінің pH өзгереді.

1. Титрлеудің барлық төрт «фазасында» ерітіндінің құрамындағы негізгі иондарды анықтаңыз. Әр фаза үшін жауабыңызды дәлелдеңіз.

Бірінші фаза – OH^- . Ерітіндідегі әлсіз негіз осы иондарға диссоциацияланатын болады.
Екінші фаза – OH^- . Титрлену эквиваленттік нүктеден әлі өтпегендіктен қосылған H^+ саны аз, яғни ол барлық OH^- -ты бейтараптандыра алмайды. Сәйкесінше гидроксид анион ерітіндіде болуы керек. Тұз қышқылын қосылғандықтан, хлорид анионы да ерітіндіде болады.
Үшінші фаза – H^+ . Эквиваленттік нүкте, яғни қышқыл негізді толығымен бейтараптандырды. Алайда, біз қолданған негіз – әлсіз, ал қышқыл күшті болғандықтан, H^+ концентрациясы OH^- концентрациясынан көбірек.
Төртінші фаза – H^+ . Біз көбірек қышқыл қосамыз, сәйкесінше иондық құрамы үшінші фазадан ерекшеленбейді.
Әрбір дұрыс жауап үшін 1 балл. Түсіндірусіз немесе тиісті реакцияларсыз жауапқа 0.25 балл беріледі.

Бірнегізді күшті қышқылдың концентрациясы $2.5 \cdot 10^{-3}\text{M}$, ал аналит, яғни бірнегізді негіз ерітіндісінің көлемі 50 мл деп есептейік. Аналит ерітіндісіне индикатор қосылды. Индикатордың түсін өзгерту үшін 20 мл титрант қажет болды.

2. Аналит ерітіндісінің концентрациясын анықтаңыз.

Титрлеуде көбінді бірнегізді қышқылдар мен негіздер қолданылатындықтан,

$$\begin{aligned}n_{\text{қышқыл}} &= n_{\text{негіз}} \\v_1 \cdot c_1 &= v_2 \cdot c_2 \\2.5 \cdot 10^{-3} \cdot 0.02 &= 0.05 \cdot c_2 \\c_2 &= 1.0 \cdot 10^{-3}\end{aligned}$$

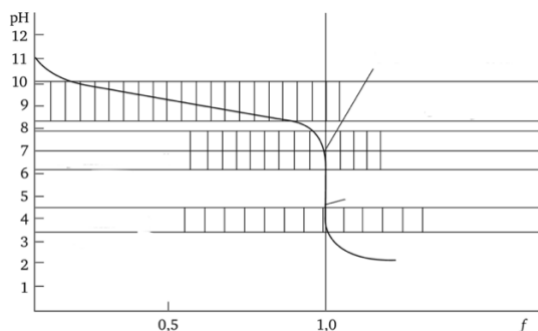
(1 балл)

Төменде ерітіндінің pH-ның титрант көлеміне тәуелділігінің бірнеше графигі берілген.

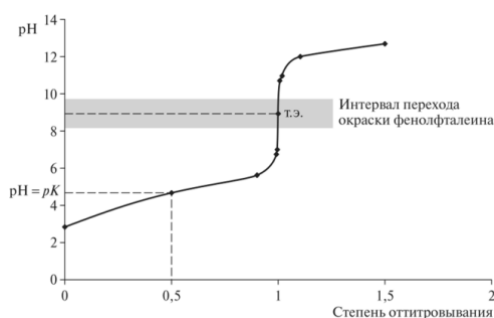
3. Графиктердің қайсысы әлсіз негізді күшті қышқылмен титрлеуге сәйкес келетінін анықтаңыз. Өз таңдауыңызды түсіндіріңіз.



a) линия нейтральности – бейтараптық сызығы



b)



c) интервал перехода окраски фенолфталеина – фенолфталеин түсінің ауысу аралығы

Жауап-б) графигі.

Бастапқыда ерітіндіде негіз болды, сондықтан С кестесі бірден келмейтіндігі түсінікті. Негіз әлсіз, сондықтан бастапқы рН күшті негіздердің рН-нан төмен болуы керек. Сондай-ақ, негіздің әлсіз диссоциациялануына байланысты бастапқы фазадан эквиваленттік нүктеге дейін бірқалыпты азайып, содан кейін күшті қышқылдың арқасында бірден түсіп кетуі керек. А графигінде титрлеудің басынан эквиваленттік нүктеге бірден ауысқандықтан, А графигі күшті қышқылмен титрленген күшті негізге арналған.

Дұрыс жауап пен түсіндіргені үшін – 2 ұпай. Түсіндірусіз жауап бағаланбайды.

4. Төмендегі кестеде келтірілген мәліметтерге сүйене отырып, ерітіндінің рН мәнін анықтаңыз. Қышқылдың концентрациясын $2.5 \cdot 10^{-3} \text{M}$, бастапқы ерітіндінің көлемін 1 л деп алыңыз. Көлем өзгермейді деп санаңыз. K_b мәнін $1 \cdot 10^{-6.15}$ деп қабылдаңыз.

Қосылған қышқыл мөлшері V, мл	Ерітінді рН
0.0	
15.0	
30.0	
45.0	

400.0	
420.0	

V қосылған қышқыл (мл) = 0 мл:

Бұл бірінші фазаға сәйкес келеді.



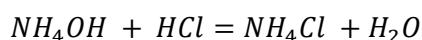
$$K_A = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{x^2}{1.0 * 10^{-3} - x} = 1 * 10^{-6.15}$$

$$[OH^-] = 2.63 * 10^{-5}$$

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{2.63 * 10^{-5}} = 3.80 * 10^{-10}$$

$$pH = 9.42$$

Қышқылды қосқаннан кейін:



$$n_{\text{қосылған қышқыл}} = 2.5 * 10^{-3} * V$$

$$n(NH_4OH) = 10^{-3} - 2.5 * 10^{-3} * V$$

Бұл ерітіндіде әлсіз негіз бен оның тұзы болғандықтан, буферлық ерітінді болып саналады. Буфер жүйесін шығару үшін Гендерсон-Гассельбах теңдеуін қолдануымыз қажет. Көлем өзгергенімен, жаңа концентрацияны есептеу керек емес. Себебі $\log \frac{[NH_4^+]}{[NH_4OH]} = \log \frac{n(NH_4^+) * V}{n(NH_4OH) * V}$. Соңғы өрнекте көлемдер қысқарғандықтан, концентрацияның орнына зат мөлшерін қолдана беруге болады.

$$K_B = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]} = 1 * 10^{-6.15}$$

$$pK_B = pOH + \log \frac{[NH_4^+]}{[NH_4OH]}$$

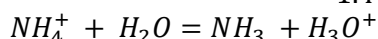
400 мл қоссақ,

$$n_{\text{қышқыл}} = n(NH_4OH)$$

Түгел NH_4OH NH_4Cl -ке өткеннен кейін, сол NH_4Cl NH_4^+ және Cl^- иондарына ыдырайды.

NH_4^+ мынадай реакцияға түсе алады:

$$c(NH_4Cl) = c(NH_4^+) = \frac{10^{-3}}{1.4}$$



$$K = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{[NH_3][H_3O^+][OH^-]}{[NH_4^+][OH^-]} = \frac{[NH_3]}{[NH_4^+][OH^-]} * [H_3O^+][OH^-]$$

$$K = \frac{K_w}{K_B} = 10^{-7.85} = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{x^2}{7.143 * 10^{-4} - x}$$

$$x = 3.17 * 10^{-6}$$

$$pH = 5.50$$

420 мл болса

$$n_{\text{қышқыл}} > n(NH_4OH)$$

Күшті қышқылдың артық мөлшері құйылғандықтан NH_4^+ -тен бөлінетін H^+ санамауымызға болады.

$$n_{\text{қышқыл}} = 1.05 * 10^{-3} - 10^{-3} = 5 * 10^{-5}$$

$$V = 1.420 \text{ л}$$

$$c = \frac{n_{\text{кислоты}}}{V} = 3.52 * 10^{-5}$$

$$pH = 4.45$$

V қосылған қышқыл (мл)	Ерітінді pH-ы
0.0	9.42
15.0	9.26
30.0	8.94
45.0	8.75
400.0	5.50
420.0	4.45

Кестеге 7 балл.

$V = 0.00$ мл-дегі pH – 1 балл

$V = 15.0$ мл-дегі pH – 1 балл

$V = 30.0$ мл-дегі pH – 1 балл

$V = 45.00$ мл-дегі pH – 1 балл

$V = 400.0$ мл-дегі pH – 1.5 балл

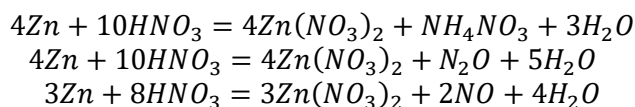
$V = 420.0$ мл-дегі pH – 1.5 балл

4-тапсырма. Мырыштың еруі

4.1	4.2	4.3	4.4	Жалпы	Үлесі
3	3	2	8	16	13

Химия сабақтарында біз әрқашан реакциялар жанама процестерсіз өтеді деп ойладық. Шындығында, әрине, бәрі оңай емес.

- Мырыш металын сұйылтылған азот қышқылында еріткенде әртүрлі өнімдер түзуге болады. Азот қышқылы NH_4NO_3 , N_2O , NO өнімдеріне дейін тотықсыздану реакцияларын жазыңыз.



Әр реакция үшін 1 баллдан, барлығы 3 балл

- Әр реакцияның энтальпиясын есептеңіз.

Анықтамалық ақпарат:

Вещество	H_2O	HNO_3	$Zn(NO_3)_2$	NH_4NO_3	N_2O	NO
$\Delta H_f(kJ)$	-285.83	-207	-568.6	-365.56	82.05	90.25

Реакцияның стандартты энтальпиясын әр өнімнің түзілу энтальпиясын қосып, сол саннан реагент түзілу энтальпиясының қосындысын алып тастау арқылы табуға болады.

$$\Delta H_{reaction} = \sum \Delta H_{products} - \sum \Delta H_{reagents}$$

$$\Delta H_{NH_4NO_3} = 4 * (-568.6) + (-365.56) + 3(-285.83) - (10 * (-207)) = -1427.45 \frac{kJ}{mol}$$

$$\Delta H_{N_2O} = 4 * (-568.6) + 82.05 + 5(-285.83) - (10 * (-207)) = -1551.5 \frac{kJ}{mol}$$

$$\Delta H_{NO} = 3 * (-568.6) + 2 * 90.25 + 4(-285.83) - (8 * (-207)) = -1012.62 \frac{kJ}{mol}$$

Әрбір дұрыс есептеу үшін 1 баллдан, барлығы 3 балл

Бірде, жас химик бұл реакцияны өзі жүргіземін деп шешім қабылдады. Ол 65.4 г мырышты өлшеп, оны толығымен ерітіп жіберді. Шығарылған газды жинап, оның көлемі 4.48 литрге тең екенін анықтады. Калориметр көмегімен барлығы 366.3 кДж жылу бөлінгенін есептеді. Эксперименттің нәтижесі химикті қатты таң қалдырды.

- Жас химикті не таң қалдырды деп ойлайсыз?

Жас химик эксперименттік деректер жоғарыда аталған энтальпия мәндерінің ешқайсысына сәйкес келмейтінін байқады.

1 моль мырыш үшін 366.3 кДж, ал 3 және 4 моль үшін сәйкесінше 1099 кДж и 1465 кДж.

Тәжірибелік мәліметтердің практикалық мәліметтермен сәйкес келмеуі туралы идея – 1 балл, негіздеме – 1 балл.

4. Жас химикке реакция кезінде пайда болған өнімдерді табуға көмектесіңіз.

Барлық үш реакция бір уақытта жүрді делік. X, y, z – мырыштың әрбір реакциядағы зат мөлшері. Теңдеулерден келесі жүйені құруға болады.

$$\begin{aligned} (1) \quad & x + y + z = 1 \\ (2) \quad & x * \frac{1427.45}{4} + y * \frac{1551.5}{4} + z * \frac{1013.62}{3} = 366.3 \\ (3) \quad & \frac{1}{4}y + \frac{2}{3}z = 0.2 \end{aligned}$$

Екінші теңдеуде біз энтальпияны 1 моль Zn үшін санау керек болғандықтан 4-ке және 3-ке (реакциялардағы индекстер) бөлеміз.

Бірінші теңдеуді құрастыру үшін 1 балл, екінші және үшінші теңдеулер үшін 2 балл. Егер қатысушы коэффициенттер туралы ұмытып кетсе, онда әр теңдеу үшін 0,5 балл.

$x = 0.451$, $y = 0.398$, $z = 0.151$ деп шығады.

Жүйені дұрыс шешкені үшін 2 балл.

Бұл дегеніміз, барлық үш реакция бір уақытта жүрді. Дегенмен, 1 және 2 реакциялар айтарлықтай көбірек жүрді.

Барлық үш реакция жүрді деген қорытынды үшін 1 балл

5-тапсырма. Хром

5.1	5.2	Барлығы	Үлесі
17.5	7	24.5	18

Cr^{3+} L лигандамен тұрақты кешендер түзе алады.

1. Құрамында 0.03 М хром(III) нитраты және 1М L бар ерітіндідегі барлық бөлшектердің тепе-теңдік күйіндегі концентрациясын есептеңіз.

Анықтамалық ақпарат: $\beta_1 = 103, \beta_2 = 209, \beta_3 = 1.01 \cdot 10^3, \beta_4 = 7.08 \cdot 10^3, \beta_5 = 3.06 \cdot 10^5, \beta_6 = 8.9 \cdot 10^6$

Cr^{3+} мольдік үлесінің өрнегін жазайық:

$$\alpha_{Cr^{3+}} = \frac{Cr^{3+}}{Cr^{3+} + CrL^{3+} + CrL_2^{3+} + CrL_3^{3+} + CrL_4^{3+} + CrL_5^{3+} + CrL_6^{3+}}$$

Енді, комплекстердің концентрациясын Cr^{3+}, β_n мен L арқылы өрнектейік:

$$Cr^{3+} + nL = CrL_n^{3+}$$

$$\beta_n = \frac{[CrL_n^{3+}]}{[Cr^{3+}] * [L]^n}$$

Ары қарай,

$$\alpha_{Cr^{3+}} = \frac{[Cr^{3+}]}{[Cr^{3+}] + \beta_1[Cr^{3+}][L] + \beta_2[Cr^{3+}][L]^2 + \beta_3[Cr^{3+}][L]^3 + \beta_4[Cr^{3+}][L]^4 + \beta_5[Cr^{3+}][L]^5 + \beta_6[Cr^{3+}][L]^6}$$

$[Cr^{3+}]$ жақшаның сыртына шығарайық:

$$\alpha_{Cr^{3+}} = \frac{[Cr^{3+}]}{[Cr^{3+}](1 + \beta_1[L] + \beta_2[L]^2 + \beta_3[L]^3 + \beta_4[L]^4 + \beta_5[L]^5 + \beta_6[L]^6)}$$

$[Cr^{3+}]$ қысқартып, β_n мен L мәндерін қояйық:

$$\alpha_{Cr^{3+}} = \frac{1}{1 + \beta_1[L] + \beta_2[L]^2 + \beta_3[L]^3 + \beta_4[L]^4 + \beta_5[L]^5 + \beta_6[L]^6} = 1.085 \cdot 10^{-7}$$

$$c_{Cr^{3+}} = c_{total} * \alpha_{Cr^{3+}} = 1.085 \cdot 10^{-7} \cdot 0.03 = 3.255 \cdot 10^{-9} \text{M};$$

Дәл солай басқа иондардың концентрациясын санаймыз:

$$\alpha_{CrL^{3+}} = \frac{\beta_1[L]}{1 + \beta_1[L] + \beta_2[L]^2 + \beta_3[L]^3 + \beta_4[L]^4 + \beta_5[L]^5 + \beta_6[L]^6} = 1.118 \cdot 10^{-5}$$

$$c_{CrL^{3+}} = 1.1178 \cdot 10^{-5} \cdot 0.03 = 3.534 \cdot 10^{-7} \text{M};$$

$$c_{CrL_2^{3+}} = 2.268 \cdot 10^{-5} \cdot 0.03 = 6.804 \cdot 10^{-7} \text{M};$$

$$c_{CrL_3^{3+}} = 1.096 \cdot 10^{-4} \cdot 0.03 = 3.288 \cdot 10^{-6} \text{M};$$

$$c_{CrL_4^{3+}} = 7.6836 \cdot 10^{-4} \cdot 0.03 = 2.305 \cdot 10^{-5} \text{M};$$

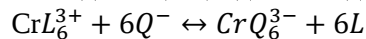
$$c_{CrL_5^{3+}} = 0.0332 \cdot 0.03 = 9.960 \cdot 10^{-4} \text{M};$$

$$c_{CrL_6^{3+}} = 0.96588 \cdot 0.03 = 0.02898 \text{M}$$

Әрбір заттың мольдің үлесін табу үшін 1.5 баллдан, әрбір заттың тепе-теңдік концентрациясын табу үшін 1 баллдан беріледі (барлығы 17.5 балл)

2. Құрамында $0.1 \text{ M } CrL_6^{3+}$ мен $1.5 \text{ M } L$ бар ерітіндіге Q^- иондарын қосты. Тепе-теңдік орнатылғаннан кейін Q^- концентрациясы $4.7 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ – ға тең болып шықты. CrL_6^{3+} концентрациясының өзгеруін табыңыз. ($\beta_{CrQ_6^{3-}} = 1.29 \cdot 10^7$)

Лиганданы қосқанда төмендегідей реакция орын алады:



Реакцияның тепе теңдік константасы:

$$K = \frac{[CrQ_6^{3-}][L]^6}{[CrL_6^{3+}][Q^-]^6}$$

Әрбір кешен үшін тұрақтылық константасына сәйкес өрнектер:

$$\beta_{CrL_6^{3+}} = 8.9 \cdot 10^6 = \frac{[CrL_6^{3+}]}{[Cr^{3+}][L]^6}$$

$$\beta_{CrQ_6^{3-}} = 1.29 \cdot 10^7 = \frac{[CrQ_6^{3-}]}{[Cr^{3+}][Q^-]^6}$$

Константаны тұрақтылық константалары арқылы есептей аламыз:

$$K = \frac{\beta_{CrQ_6^{3-}}}{\beta_{CrL_6^{3+}}} = \frac{1.29 \cdot 10^7}{8.9 \cdot 10^6} = 1.45$$

Тепе-теңдік орнағаннан кейін ерітіндідегі барлық заттардың концентрациясы:

$$[L] = 1.5 \text{ M}, [CrL_6^{3+}] = 0.1 - x, [CrQ_6^{3-}] = x, [Q] = 4.7 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

Енді x -ті таба аламыз:

$$1.45 = \frac{x \cdot 1.5^6}{(0.1 - x) \cdot (4.7 \cdot 10^{-2})^6}$$

$$x = 1.372 \cdot 10^{-10} \text{ M}$$

x – өте кішкентай сан, сондықтан бастапқы комплекстің концентрациясы өзгермегенін түсінуге болады. (7 балл)