

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 -



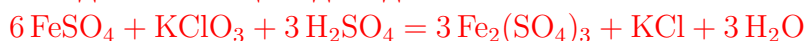
Президенттік химия олимпиадасы
Қорытынды кезең (2022-2023).
Ресми шешімдер жинағы.

Задача №1. Тотығу-тотықсыздану реакциялары

1.1 (4 балла)

Әрбір дұрыс жазылған химиялық реакция теңдеуі үшін **1 ұпайдан** беріледі. Егерде реакция теңдестірілмеген болса **0.5 ұпайдан** беріледі.

1) ClO_3^- - күшті тотығсыздырғыш, Cl^- дейін тотығады; Fe^{2+} - тотықтырғыш, Fe^{3+} дейін тотықсызданады:



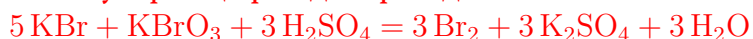
ә) ClO_3^- - күшті тотығсыздырғыш, Cl^- дейін тотығады; Fe^{2+} - тотықтырғыш, Fe^{3+} дейін тотықсызданады:



3) Фтордан басқа бүкіл галогендер секілді молекулярлық иод та диспропорциялану реакциясына ұшырайды:



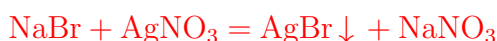
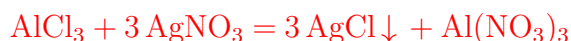
4) Бромид-ион – тотықтырғыш, бромат-ионымен тотықсызданып молекулярлық бромды түзейді:



Задача №2. Барлығына бір

2.1 (7 баллов)

Есепте аталған заттарды ажырату үшін түрлі түсті тұнба түзетін күміс нитраты ерітіндісін қолдануға болады – **(1 ұпай)**. Әрбір химиялық реакция үшін **1 ұпайдан** беріледі. Бұл жерде "плавик қышқылы күміс нитратымен әрекеттеспейді" деген жауап та қараластырылады.



AgCl – ақ тұнба, Ag_2O – қара-қоңыр тұнба, AgBr – сарылау түсті тұнба. Күміс нитраты плавик қышқылымен араластырғанда түзілетін күміс фториді суда еритіндіктен тұнба түзілмейді. Әрбір аталған химиялық өзгеріс үшін **0.25 ұпайдан** беріледі.

Задача №3. Электролиз

3.1 (1 балл)

Алдымен екі ерітіндіні араластырғаннан кейін шыққан көлемді есептейміз:

$$V = V_{\text{NaCl}} + V_{\text{CuSO}_4} = 500 \text{ мл} = 0.5 \text{ л}$$

Әрбір ионның молярлық мөлшерін есептейміз:

$$\nu(\text{CuSO}_4) = 0.1 \cdot 0.2 = 0.02 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Cu}^{2+}) = \nu(\text{SO}_4^{2-}) = \nu(\text{CuSO}_4) = 0.02 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{NaCl}) = 0.2 \cdot 0.3 = 0.06 \text{ моль} \quad \nu(\text{Na}^+) = \nu(\text{Cl}^-) = \nu(\text{NaCl}) = 0.06 \text{ моль}$$

Енді әрбір ионның молярлық концентрациясын есептейміз:

$$c_M(\text{Cu}^{2+}) = c_M(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{0.02}{0.5} = 0.04 \text{ моль л}^{-1}$$

$$c_M(\text{Na}^+) = c_M(\text{Cl}^-) = \frac{0.06}{0.5} = 0.12 \text{ моль л}^{-1}$$

Әрбір ионның концентрациясын дұрыс анықтағаны үшін **0.25 ұпай** беріледі.

Барлығы – **1 ұпай**.

3.2 (2 балла)

Электролизді ерітіндіде жалғыз катион типі қалмағанша жүргізді. Бұл жерде мыс иондарының барлығы электролизденгені анық. $I \cdot t = n \cdot F \cdot e$

$$t = \frac{n \cdot F \cdot e}{I} = \frac{0.02 \cdot 96500 \cdot 2}{1} = 3860 \text{ с} \quad (1)$$

Электролиз уақытын дұрыс анықтағаны үшін **2 ұпай** беріледі. Уақытты есептеу үшін басқада есептеу тәсілдері қараластырылады.

3.3 (2 балла)

Катодта мыстан бөлек ешбір газ бөлінбеді, ал анодта хлор газы бөлінді.

Тотықтырылған хлорид иондарының мөлшерін есептейік:



$$\nu(\text{Cl}_2) = \frac{It}{eF} = \frac{1 \cdot 3860}{2 \cdot 96500} = 0.02 \text{ моль} \quad (2)$$

$$\nu(\text{Cl}^-)_{\text{әрекеттесті}} = 0.02 \cdot 2 = 0.04 \text{ моль}$$

Көрсетілгендей хлорид иондары толығымен әрекеттесіп үлгермегесін, одан басқа газ бөлінбегені анық. Сонда көлем: $V(\text{Cl}_2) = 0.02 \cdot 22.4 = 0.448 \text{ л}$ Хлор газының зат мөлшерін есептегені үшін **1 ұпай**, ал көлемін есептегені үшін **1 ұпай** беріледі.

3.4 (2 балла)

Ерітінділерді араластырғаннан кейін шыққан массаны есептейміз:

$$m_{\text{алғашқы}} = 300 \cdot 1.1 + 200 \cdot 1.3 = 590 \text{ г}$$

Электролиз барысында мыс пен хлор газы түзіліп, ерітінді массасы азайды:

$$m_{\text{соңғы}} = m_{\text{алғашқы}} - m(\text{Cl}_2) - m(\text{Cu})$$

$$m_{\text{соңғы}} = 590 - 0.02 \cdot 71 - 0.02 \cdot 64 = 587.3 \text{ г}$$

Ерітіндіде мыс(II) иондары мүлдем қалмаған соң: $\omega(\text{Cu}^{2+}) = 0\%$

Электролизден кейін ерітіндіде қалған хлорид иондарының мөлшері:

$$\nu_{\text{соңғы}}(\text{Cl}^-) = 0.06 - 0.04 = 0.02 \text{ моль}$$

$$m_{\text{соңғы}}(\text{Cl}^-) = 0.02 \cdot 35.5 = 0.71 \text{ г}$$

Ерітіндіде сульфат пен натрий иондары молярлық мөлшері өзгермеді:

$$\omega(\text{Cl}^-) = \frac{0.71}{587.3} \cdot 100\% = 0.121\%$$

$$\omega(\text{Na}^+) = \frac{23 \cdot 0.06}{587.3} \cdot 100\% = 0.235\%$$

$$\omega(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{96 \cdot 0.04}{587.3} \cdot 100\% = 0.654\%$$

Соңғы ерітіндіде қалған әрбір ионның массалық үлесін есептегені үшін **0.5 ұпай** беріледі.

Задача №4. Қызықты қосылыс

4.1 (1.5 ұпай)

Егер А затын жаққанда хлорсутек бөлінсе, қосылыстың құрамында хлор атомдары бар екені белгілі, ал үшінші элемент сутек екеніне көз жеткізуге болады. Жалпы түрде жану реакциясын келесі түрде жазуға болады:



Хлорсутек зат мөлшерін есептейік:

$$\nu = \frac{0.3047}{22.4} = 0.0136 \text{ моль}$$

Кейін А затының молярлық массасын былай жазуға болады:

$$M = \frac{1}{\frac{1}{z} \cdot 0.0136} = 73.53z$$

Оған қоса көміртек тотығу дәрежесінің орташа мәнін есте сақтай отырып, келесі жазсақ болады:

$$-\frac{1}{3}x + y - z = 0$$

Егер біз белгілі массалық үлес мәнін ескерсек, келесі теңдеуді жазсақ болады:

$$\frac{12x}{M} = \frac{12x}{73.53z} = 0.4897$$

Бұл жерде біз $x = 3z$ екенін шығардық. Молекуланың нейтралды заряд теңдеуіне қойсақ:

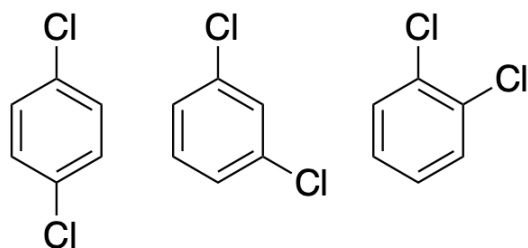
$$\begin{aligned} -\frac{1}{3} \cdot 3z + y - z &= 0 \\ -2z + y &= 0 \\ y &= 2z \end{aligned}$$

Қосылыстағы атомдар арақатынасы келесі түрде жазылады:

$C : H : Cl = x : y : z = 3z : 2z : z = 3 : 2 : 1$. Сонда жай формуласы: C_3H_2Cl . Бізге белгілі молекулярлық массаға тек келесі екі формула сәйкес келеді: C_3H_2Cl мен $C_6H_4Cl_2$. Екі қосылыстың тек біреуі ғана – дихлорбензол – электр нейтралды бола алады.

А затының формуласын тапқаны үшін **1.5 ұпай**

4.2 (1.5 ұпай)



Әрбір изомер үшін **0.5 ұпай**.
Барлығы **1.5 ұпай**.

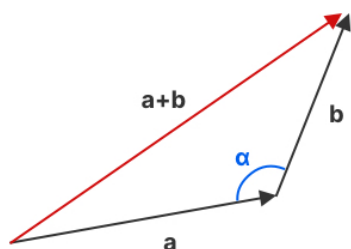
4.3 (1 ұпай)



Әр диполь момент үшін **0.5 ұпай**.
Барлығы **1 ұпай**.

4.4 (3 ұпай)

Векторларды қосу үшін косинус теоремасын қолданайық.



Косинус теоремасы бойынша:

$$|\vec{a} + \vec{b}| = \sqrt{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 - 2 \cdot |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos \alpha}$$

1,2-дихлорбензолдың 3 пен 6 атомдарда орналасқан C–H байланысының диполь моменттері өзара 180° бұрыш жасаған соң $\vec{0}$ болып қосылады. Ал 1 мен 2 атомдарда орналасқан C–Cl байланысының диполь моменттерін қосқан кезде:

$$\begin{aligned} |\vec{v}_{12}| &= \sqrt{|\vec{v}_{Cl}|^2 + |\vec{v}_{Cl}|^2 - 2 \cdot |\vec{v}_{Cl}| \cdot |\vec{v}_{Cl}| \cdot \cos 120^\circ} \\ &= \sqrt{2 \cdot |\vec{v}_{Cl}|^2 (1 - \cos 120^\circ)} = \sqrt{3} |\vec{v}_{Cl}| \approx 1.732 |\vec{v}_{Cl}| \end{aligned}$$

4 пен 5 атомдарда орналасқан C–H байланыстардың диполь моментін қосқан кезде:

$$\begin{aligned} |\vec{v}_{45}| &= \sqrt{|\vec{v}_H|^2 + |\vec{v}_H|^2 - 2 \cdot |\vec{v}_H|^2 \cdot |\vec{v}_H|^2 \cdot \cos 120^\circ} \\ &= \sqrt{2 \cdot |\vec{v}_H|^2 (1 - \cos 120^\circ)} = \sqrt{3} |\vec{v}_H| \approx 1.732 |\vec{v}_H| \end{aligned}$$

Бұл екі диполь момент бірдей бағытталған соң, екеуін қоса салсақ болады:

$$|\vec{v}_{1,2 \text{ изомер}}| = |\vec{v}_{12}| + |\vec{v}_{45}| \approx 1.732(|\vec{v}_{Cl}| + |\vec{v}_H|)$$

1,3-дихлорбензолдың 2 мен 5 атомдарда орналасқан C–H байланыстардың диполь моменттері бір бірін жояды. Ал 1 мен 3 атомдарда орналасқан C–Cl байланыстары келесі диполь моментін құрайды:

$$|\vec{v}_{13}| = \sqrt{2 \cdot |\vec{v}_{Cl}|^2 (1 - \cos 60^\circ)} = |\vec{v}_{Cl}|$$

4 пен 6 атомдарда орналасқан C–H байланыстары келесі диполь моментін құрайды:

$$|\vec{v}_{46}| = \sqrt{2 \cdot |\vec{v}_H|^2 (1 - \cos 60^\circ)} = |\vec{v}_H|$$

Бұл екі диполь момент бірдей бағытталған соң, екеуін қоса салсақ болады:

4.4 (жалғасы)

$$|\vec{v}_{1,3 \text{ изомер}}| = |\vec{v}_{13}| + |\vec{v}_{46}| = |\vec{v}_{Cl}| + |\vec{v}_H|$$

1,4-дихлорбензолдың 1 мен 4, 2 мен 5, 3 пен 6 жұптарының химиялық байланыс диполь моменттерінің мәндері бір және бірдей бағытталған соң, олар бірін-бірі жояды. Сонда 1,4-дихлорбензолдың жалпы диполь моменті нөлге тең болады.

$$|\vec{v}_{1,4 \text{ изомер}}| = 0$$

Әр диполь моментін шығарғаны үшін **1 ұпай**. Барлығы **2 ұпай**.