

Тұрақтылар

Авогадро саны, N_A	$6.022 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Элементар заряд, e	$1.602 \times 10^{-19} \text{ Кл}$
Әмбебап газ тұрақтысы, R	$8.314 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$
Фарадей тұрақтысы, F	$96\,485 \text{ Кл моль}^{-1}$
Планк тұрақтысы, h	$6.626 \times 10^{-34} \text{ Дж с}$
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	$1 \text{ мкм} = 1 \times 10^{-6} \text{ м}$

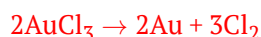
1																18	
1 H 1.008	2											13	14	15	16	17	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	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 -

№1 Есеп. Мидас тиюі

Автор: Бисенали С.

1.1	1.2	1.3	Барлығы	Үлесі(%)
2	2	5	9	12

1.1 (2 ұпай)



1.2 (2 ұпай)

Бір Au^{3+} ионын тотықсыздандыру үшін үш электрон қажет, ал бір Au^+ ионы үшін бар болғаны бір электрон жеткілікті. Сондықтан егер сізде Au^{3+} және Au^+ иондарының қоспасы болса және оны толық тотықсыздандырсаңыз, сізге *электрондар аз* кеткендей болып көрінеді, демек *ток та аз* жұмсалады, сәйкесінше берілген мөлшердегі Au алу үшін *аз жұмыс* істелгендей болады!

Осыған балама кез келген интуитивті түсіндіру дұрыс жауап болып саналады және толық балл қойылады.

1.3 (5 ұпай)

Айтайық, ерітіндіде 1 моль Au^{3+} ионы бар делік, онда оны тотықсыздандыруға 3 моль e^- электрон кетер еді. Шын мәнінде бізде x моль Au^{3+} және $1 - x$ моль Au^+ бар. Бұл қоспаны тотықсыздандыруға $3 \cdot x + 1 \cdot (1 - x) = 2x + 1$ моль e^- қажет болады (**2 балл**).

Ал 110% шығым нені білдіреді? Егер ерітіндіде Au^{3+} және Au^+ қоспасы болса, онда 1 моль таза Au алу үшін бізге $2x + 1$ моль электрон жұмсалады. Бірақ біздің бастапқы жорамал бойынша ерітіндіде тек Au^{3+} бар деп есептесек, онда біз $(2x + 1)/3$ моль таза Au алуымыз керек еді (бұл әрқашан 1-ден аз екенін байқаңыз). Сондықтан шығымды практикалық пен теориялықтың қатынасы ретінде жазамыз:

$$\eta = \frac{1}{\frac{1+2x}{3}} = 1.10 \quad (\text{2 балл})$$

Бұл теңдеуді шешсек, $x = 0.863$ шығады, демек иондардың қатынасы $0.863/(1 - 0.863) \approx 6.314$ болады (**1 балл**).

№2 Есеп. Мыс пластинкасы

Автор: Молдагул А.

2.1	2.2	2.3	Барлығы	Үлесі(%)
2	3	3	8	16

2.1 (2 ұпай)

Мыс темірге қарағанда белсенділігі төмен металл болғандықтан, оның Cu^{+2} ионына дейін тотыға алмайтынын болжауға болады. Алайда есеп мазмұны бойынша мыс бәрібір тотығады. Мұндай жағдайда мыс Fe^{+3} ионын толық қалпына келтірмейді, бірақ Fe^{+2} ионының ары қарай қалпына келуі жүрмейді деп жорамалдауға болады.





Ерітіндегі реакция (2 ұпай)



2.2 (3 ұпай)

$w(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = w(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)$ екенін пайдаланып, келесі өрнекті жазуға болады:

$$\frac{n \cdot M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)}{600 \text{ г} + n \cdot A_r(\text{Cu})} = \frac{600 \text{ г} \cdot 0.123 - 2n \cdot M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3)}{600 \text{ г} + n \cdot A_r(\text{Cu})}$$

Одан $n = 0.11$ моль (2 ұпай)

Реакция аяқталғаннан кейін мыс пластинасының массасы (1 ұпай)

$$m = 22.0 \text{ г} - 0.11 \text{ моль} \cdot A_r(\text{Cu}) = 15.0 \text{ г}$$

2.3 (3 ұпай)

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ массалық үлесі (1 ұпай)

$$w(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{0.11 \text{ моль} \cdot M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)}{600 \text{ г} + 0.11 \text{ моль} \cdot A_r(\text{Cu})} = 0.0339$$

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ массалық үлесі (1 ұпай)

$$w(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \frac{600 \text{ г} \cdot 0.123 - 2 \cdot 0.11 \text{ моль} \cdot M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3)}{600 \text{ г} + 0.11 \text{ моль} \cdot A_r(\text{Cu})} = 0.0339$$

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ массалық үлесі (1 ұпай)

$$w(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = \frac{600 \text{ г} \cdot 0.050 + 2 \cdot 0.11 \text{ моль} \cdot M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2)}{600 \text{ г} + 0.11 \text{ моль} \cdot A_r(\text{Cu})} = 0.1146$$

№3 Есеп. Сезімтал зат

Автор: Бекхожин Ж.

3.1	3.2	Барлығы	Үлесі(%)
8	2	10	12

3.1 (8 ұпай)

Күлгін түтіндердің түзілуі және қорғасын нитратымен алтын түсті тұнбаның пайда болуынан **Б** – I_2 (1 балл), **Г** – PbI_2 (0.5 балла) екені анық. Онда **В** – катионның йодиді. Йодтың массалық үлесін қолдана отырып, **В**-дағы катион массасының барлық мүмкін мәндерін қарастырсақ: 18.04, 36.09, 54.14, 72.18, 90.23, 108.27, 126.32, 144.36 г моль⁻¹. Тек бірінші мән аммоний катионына сәйкес келеді, ал қалған массалар бинарлы газдардан түзе алатын тұрақты катиондарға сәйкес келмейді. **В** – NH_4I (2 балла), **А** – NH_3 (1 балл). Йод йодидке дейін тотықсыздандығандықтан, аммиак бинарлы **Д**-ге дейін тотығады, ол да есепте

берілгендей йодты қамтиды, әрі сутектер **В**-ға өткендіктен, **Д** тек азот пен сутектен тұрады. Сондықтан **Д** – NI_3 (**2.5** балла). Йодтың массалық үлесі бойынша, NI_3 бір молекула деп алып (аммиак процесс кезінде жоғалады), **Е** және **Ж** үшін молярлық массаларды есептейміз: 85.2 және $17.03 \text{ г моль}^{-1}$, олар тиісінше 5 және 1 аммиак молекулаларына сәйкес келеді. **Е** – $NI_3 * 5NH_3$, **Ж** – $NI_3 * NH_3$, әр затқа **0.5** балл.

3.2 (2 ұпай)



Газдың $NI_3 \cdot NH_3$ затын ыдыратқанда түзілетін өнімі түссіз және иіссіз болғандықтан, оның азот екені анық. Заттың массасы бойынша $NI_3 \cdot NH_3$ затынан

0.01214 моль

ыдырағанын анықтаймыз, ал бөлінген газдың көлемін мольдік көлемге бөліп,

0.00759 моль

азот түзілгенін табамыз. Зат мөлшерлерінің тұтас қатынасы 8 молекула $NI_3 \cdot NH_3$: 5 молекула азот болғанда шығады.



№4 Есеп. AquaLab-11 ерітіндісін талдау

Автор: Сарсенбай А.

4.1	4.2	4.3	4.4	Барлығы	Үлесі(%)
1	2	3	3	9	18

4.1 (1 ұпай)

PbI_2 тұнбасы иондық концентрациялар көбейтіндісі K_{sp} мәніне жеткен кезде түсе бастайды:

$$K_{sp} = [Pb^{2+}][I^-]^2.$$

1. Минималды концентрация $[I^-]_{min}$:

$$[I^-]_{min} = \sqrt{\frac{K_{sp}}{[Pb^{2+}]}} = \sqrt{\frac{8.5 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 10^{-4}}} = \sqrt{4.25 \cdot 10^{-5}} \approx 6.52 \cdot 10^{-3} \text{ М.}$$

2. $[I^-] = 0.050 \text{ М}$ кезіндегі қалған концентрация Pb^{2+} :

$$[Pb^{2+}] = \frac{K_{sp}}{[I^-]^2} = \frac{8.5 \cdot 10^{-9}}{(0.050)^2} = \frac{8.5 \cdot 10^{-9}}{2.5 \cdot 10^{-3}} = 3.4 \cdot 10^{-6} \text{ М.}$$

(1 ұпай)

4.2 (2 ұпай)

Алдымен күшті қышқыл толық диссоциацияланады:

$$[\text{H}^+]_{\text{HCl}} = 0.010 \text{ M.}$$

Әлсіз қышқыл – сірке қышқылы (CH_3COOH) с $K_a = 1.8 \cdot 10^{-5}$:

$$[\text{H}^+]_{\text{уксусная}} = \frac{1}{2} \left(-K_a + \sqrt{K_a^2 + 4K_a[\text{CH}_3\text{COOH}]} \right) = \sqrt{K_a[\text{CH}_3\text{COOH}]}.$$

Есептейміз:

$$[\text{H}^+]_{\text{сірке}} = \sqrt{1.8 \cdot 10^{-5} \cdot 0.020} = \sqrt{3.6 \cdot 10^{-7}} = 6.0 \cdot 10^{-4} \text{ M.}$$

Жалпы сутек иондарының концентрациясы:

$$[\text{H}^+]_{\text{общ}} = 0.010 + 6.0 \cdot 10^{-4} = 0.0106 \text{ M.}$$

pH:

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10} 0.0106 = 1.98.$$

(2 ұпай)

4.3 (3 ұпай)

Алдымен анод пен катодты анықтаймыз. Потенциалы жоғарысы — катод, төмені — анод:

$$E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\circ = +0.80 \text{ V} \quad (\text{катод}), \quad E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^\circ = +0.34 \text{ V} \quad (\text{анод})$$

Нернст теңдеуін қолданамыз:

$$E_{\text{cell}} = E_{\text{катод}}^\circ - E_{\text{анод}}^\circ + \frac{0.059}{n} \log \frac{[\text{оксидант}]}{[\text{редуктант}]}.$$

Реакция:



Концентрациялап:

$$[\text{Ag}^+] = 0.010 \text{ M}, \quad [\text{Cu}^{2+}] = 1 \text{ M.}$$

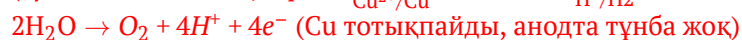
Нернст:

$$E_{\text{cell}} = 0.80 - 0.34 + \frac{0.059}{2} \log_{10} \frac{1}{0.010^2} = 0.46 + 0.0295 \log_{10} 10^4 = 0.46 + 0.0295 \cdot 4 = 0.46 + 0.118 = 0.578 \text{ V.}$$

Полярлықтар: Cu — анод, Ag — катод. **(3 ұпай)**

4.4 (3 ұпай)

Сулы ерітінді, инертті электродтар. Мүмкін реакциялар: - Катод: $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu(s)}$ (сутекпен ығысады, бірақ $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^\circ = 0.34 \text{ V} > E_{\text{H}^+/\text{H}_2}^\circ = 0 \text{ V}$ ☒ Cu түзіледі) - Анод:



Ток мөлшері:

$$Q = I \cdot t = 2 \text{ A} \cdot 40 \text{ мин} \cdot 60 \text{ с/мин} = 4800 \text{ Кл.}$$

Катод, Cu^{2+} :

$$n(\text{Cu}) = \frac{Q}{2F} = \frac{4800}{2 \cdot 96485} = 0.0249 \text{ моль.}$$

$$m(\text{Cu}) = n \cdot M = 0.0249 \cdot 63.546 = 1.58 \text{ г.}$$

Анод, оттек:

$$n(\text{O}_2) = \frac{Q}{4F} = \frac{4800}{4 \cdot 96485} = 0.0124 \text{ моль.}$$

$$m(\text{O}_2) = n \cdot M = 0.0124 \cdot 32.00 = 0.40 \text{ г.}$$

(3 ұпай)

№5 Есеп. Латимер диаграммасы

Автор: Бекхожин Ж.

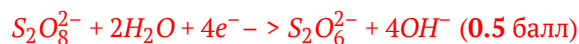
Барлығы	Үлесі(%)
10	12

5.1 (10 ұпай)

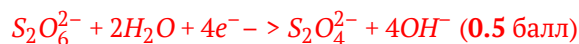
Реакция потенциалдарының және Гиббстың еркін энергия өзгерістерінің байланысын, сондай-ақ еркін энергия өзгерістерінің аддитивтілігін ескере отырып, екі бірінен кейінгі реакциялар үшін:

$$-nFE = \Delta G = \Delta G_1 + \Delta G_2 = -n_1FE_1 - n_2FE_2$$

$$E = (n_1 \cdot E_1 + n_2E_2) \div n$$



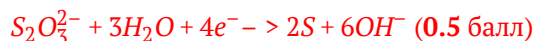
$$E = (2 \cdot 2.01 + 2 \cdot (-0.244)) \div 4 = 0.883\text{В} \text{ (1.5 балл)}$$



$$E = (2 \cdot (-(-0.244)) + 4 \cdot (-0.9) + 2 \cdot (-1.4)) \div 4 = -1.478\text{В} \text{ (2.5 балл)}$$



$$E = (2 \cdot (-(-1.4) + 4 \cdot (-0.58)) \div 2 = 0.24\text{В} \text{ (2 балл)}$$



$$E = (4 \cdot (-(-0.58)) + 8 \cdot (-0.66)) \div 4 = -0.74\text{В} \text{ (2 балл)}$$