Тұрақтылар

Авогадро саны, N_A	6.022×10^{23} моль$^{-1}$
Элементар заряд, e	1.602×10^{-19} Кл
Әмбебап газ тұрақтысы, R	8.314 Дж моль$^{-1}$ К$^{-1}$
Фарадей тұрақтысы, F	$96\,485$ Кл моль$^{-1}$
Планк тұрақтысы, h	6.626×10^{-34} Дж с
Кельвиндегі температура (К)	$T_{\text{К}} = T_{\circ\text{C}} + 273.15$
Ангстрем, Å	1×10^{-10} м
пико, п	1 пм $= 1 \times 10^{-12}$ м
нано, н	1 нм $= 1 \times 10^{-9}$ м
микро, мк	1 мкм $= 1 \times 10^{-6}$ 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 -

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 Есеп. Жаттығу тапсырмасы

Автор: Каиров Н.

Барлығы	Үлесі(%)
15	13

1.1 (10 ұпай)

Түсінің сипаттамасына қарап, газ **В** — Cl_2 екенін анықтауға болады (1 балл). Бұл жағдайда қышқыл **Д** — HCl (1 балл) деп те жорамалдауға болады, бұл оның газ тәрізді болуымен расталады. Осыдан **Б** затында сутек бар екені шығады.

Ауа құрамына кіретін газ **Ж** оттегі O_2 немесе азот N_2 болуы мүмкін. Екінші өнім **З** улы және **Ж**-мен бірдей тығыздыққа ие, сонымен қатар реагенттерде көміртек болғандықтан, **З** — CO (1 балл), ал **Ж** — N_2 (1 балл) деп айтуға болады. Бұл жағдайда **Б** және **Г** қосылыстарының құрамында азот болуы тиіс, сондықтан өткір иісті газ **Б** — NH_3 (1 балл), ал **Г** — металл нитриді.

Г нитридінің массасы екі реакцияда да бірдей болғандықтан, **А** және **Е** заттарының мөлшері тең деп айтуға болады. Металл **Х**-тің тотығу дәрежесі бұл қосылыстарда бірдей болғандықтан, келесі теңдеуді құра аламыз:

$$\frac{2.655\ \text{g}}{M(\mathbf{X}) + 35.45\ \text{g/mol} \cdot n} = \frac{1.118\ \text{g}}{M(\mathbf{X}) + 16\ \text{g/mol} \cdot (n/2)}$$

Бұл теңдеуді түрлендіріп, аламыз:

$$M(\mathbf{X}) = 11.9454\ \text{g/mol} \cdot n$$

(Массаларды қолданатын кез келген дұрыс құрылған теңдеу үшін 3 балл)

$n = 4$ қойсақ, $M(\mathbf{X}) = 11.9454 \cdot 4 = 47.7816$ g/mol шығады, бұл **титанға** сәйкес келеді. Жуықтағанда: 47.78 g/mol.

Осылайша:

Х = Ti (1 балл), **А** = $TiCl_4$ (1 балл), **Г** = TiN (1 балл), **Е** = TiO_2 (1 балл).

1-реакциядағы басқа тотығу дәрежелері мен басқа массалар да бұл нәтижені растай алады. Реакциялар:

$$2\,TiCl_4 + 2\,NH_3 \longrightarrow 2\,TiN + 6\,HCl + Cl_2 \quad (1.5\ \text{балл})$$

$$2\,TiO_2 + 4\,C + N_2 \longrightarrow 2\,TiN + 4\,CO \quad (1.5\ \text{балл})$$

Жалпы: 15 балл.

Барлық белгісіз заттар үшін — 1 баллдан (**А**–**З**, **Х** — барлығы 9 балл). Теңдеу мен шешім үшін — 3 балл. Реакциялар үшін — әрқайсысына 1.5 балл (барлығы 3 балл).

№2 Есеп. Ерітінді электролизі

Автор: Каиров Н.

Барлығы	Үлесі(%)
10	14

2.1 (10 ұпай)

1. Заряд және электрондар мөлшері (3 балл)

Уақыт:

$$t = 268\ \text{ч} = 268 \cdot 3600\ \text{с} = 964800\ \text{с}.$$

Заряд:

$$Q = It = 10 \cdot 964800 = 9648000\ \text{Кл}.$$

Электрондар мөлшері:

$$n(e^-) = \frac{Q}{F} \approx \frac{9648000}{96485} \approx 100\ \text{моль}.$$

2. Судың электролизінің стехиометриясы (2 балл)

Сілтілік ерітіндіде электролиз кезінде іс жүзінде су ыдырайды:

$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2.$$

2 моль суды ыдырату үшін 4 моль электрон қажет, яғни 1 моль электронға 0.5 моль су ыдырайды:

$$n(H_2O, \text{разлож}) = 0.5 \cdot n(e^-) = 0.5 \cdot 100 = 50\ \text{моль}.$$

Ыдыраған судың массасы:

$$m(H_2O, \text{разлож}) = 50 \cdot 18 = 900\ \text{г}.$$

3. Электролизге дейінгі және кейінгі ерітіндінің массасы (2 балл)

Бастапқы ерітіндінің массасын m_0 деп алайық. Электролиз процесінде ерітіндіден 900 г су газдар (сутек пен оттек) түрінде бөлініп шығады, ал NaOH массасы өзгермейді.

Шарт бойынша электролиз аяқталғаннан кейін:

$$m_{\text{кон}} = 100\ \text{г}.$$

Онда:

$$m_0 - 900 = 100 \quad \Rightarrow \quad m_0 = 1000\ \text{г}.$$

4. NaOH массасы және оның үлесі (3 балл)

Соңғы ерітіндіде (100 г, 24%-дық) NaOH массасы:

$$m(\text{NaOH}) = 0.24 \cdot 100 = 24\ \text{г}.$$

NaOH реакция барысында жұмсалмайтындықтан, оның бастапқы массасы да осыған тең:

$$m_0(\text{NaOH}) = 24\ \text{г}.$$

Сонда бастапқы массалық үлесі:

$$w_0(\text{NaOH}) = \frac{24}{1000} = 0.024 = 2.4\%.$$

Жауап: ерітіндінің бастапқы концентрациясы массасы бойынша ≈ 2,4%. (барлығы 10 б)

№3 Есеп. Сезімтал зат

Автор: Бекхожин Ж.

3.1	3.2	Барлығы	Үлесі(%)
8	2	10	14

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 тотықсызданғандықтан, 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 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)

$$4NH_3 + 3I_2 -> 3NH_4I + NI_3 \text{ (0.5 балла)}$$

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.

$$8NI_3 * NH_3 -> 5N_2 + 6NH_4I + 9I_2 \text{ (1.5 балла)}$$

№4 Есеп. AquaLab-10 ерітіндісін талдау

Автор: Сарсенбай А.

4.1	4.2	4.3	4.4	Барлығы	Үлесі(%)
2	2	3	3	10	16

4.1 (2 ұпай)

Егер иондардың концентрацияларының көбейтіндісі ерігіштік константасынан аспаса, онда CaF_2 тұнбаға түспейді:

$$K_{sp} = [Ca^{2+}][F^-]^2.$$

Максималды концентрацияны табамыз $[F^-]_{max}$:

$$[F^-]_{max} = \sqrt{\frac{K_{sp}}{[Ca^{2+}]}} = \sqrt{\frac{3.5 \cdot 10^{-11}}{0.010}} = \sqrt{3.5 \cdot 10^{-9}} \approx 5.92 \cdot 10^{-5} \text{ M}.$$

(2 ұпай)

4.2 (2 ұпай)

Ең алдымен HCl мен NaOH зат мөлшерлерін табамыз:

$$n(\mathrm{HCl}) = 0.050\ \text{л} \cdot 0.020\ \text{М} = 1.0 \cdot 10^{-3}\ \text{моль},$$

$$n(\mathrm{NaOH}) = 0.025\ \text{л} \cdot 0.040\ \text{М} = 1.0 \cdot 10^{-3}\ \text{моль}.$$

HCl және NaOH зат мөлшерлері бірдей, олар бір бірімен толығымен бейтараптанады:

$$n(\mathrm{H^+}) - n(\mathrm{OH^-}) = 0.$$

Онда, қоспада тек бейтарап ерітінді, және

$$\mathrm{pH} = 7.00.$$

(2 ұпай)

4.3 (3 ұпай)

Электродтардағы реакциялар:

$$\text{Анод (тотығу): } \mathrm{Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-}, \quad \text{Катод (тотықсыздану): } \mathrm{Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu}.$$

ЭДС:

$$E_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{катод}} - E^\circ_{\text{анод}} = 0.34 - (-0.76) = 1.10\ \text{В}.$$

Полярьлықтары: Zn — анод (электрондар береді), Cu — катод (электрондар қабылдайды). **(3 ұпай)**

4.4 (3 ұпай)

Катодтағы реакция:

$$\mathrm{Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg}.$$

Ток мөлшері:

$$Q = I \cdot t = 10\ \text{А} \cdot 30\ \text{мин} \cdot 60\ \text{с/мин} = 10 \cdot 1800 = 18000\ \text{С}.$$

Фарадей заңы бойынша:

$$n(\mathrm{Mg}) = \frac{Q}{2F} = \frac{18000}{2 \cdot 96485} = 0.0932\ \text{моль}.$$

Магний массасы:

$$m(\mathrm{Mg}) = n \cdot M = 0.0932 \cdot 24.305 \approx 2.26\ \text{г}.$$

(3 ұпай)

№5 Есеп. Коллигативті эффекттер

5.1	5.2	Барлығы	Үлесі(%)
8	5	13	13

5.1 (13 ұпай)

2.1

Хлордың массалық үлесі бойынша А затын анықтау.

Хлордың массалық үлесі:

$$w(\mathrm{Cl}) = \frac{M_{\mathrm{Cl}}}{M_{\text{тұз}}} \cdot 100\% = 60.65\%.$$

Cl молярлық массасы: $M_{\mathrm{Cl}} = 35.45$ г/моль.

$$M_r = \frac{35.45}{0.6065} \approx 58.45 \text{ г/моль}.$$

$$58.45 - 35.45 = 23 \text{ г/моль (Na)}.$$

А заты — NaCl.

Қату температурасының төмендеуін есептеу.

А затының зат мөлшері:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2.12 \text{ г}}{58.45 \text{ г/моль}} \approx 0.0363 \text{ моль}.$$

Ерітіндінің моляльдылығы:

$$m = \frac{n}{M_{\text{еріткіш}}} = \frac{0.0363}{2 \text{ кг}} \approx 0.01815 \text{ моль/кг}.$$

NaCl үшін Вант-Гофф коэффициенті: $i = 2$.

Қату температурасының төмендеуі:

$$\Delta T_f = i \cdot K_f \cdot m = 2 \cdot 1.86 \cdot 0.01815 \approx 0.0675\ ^\circ\mathrm{C}.$$

Жауап: А заты — NaCl (3 б), $\Delta T_f \approx 0.0675\ ^\circ$C (5 б).

2.2

Сахарозаның массасы $m_{\text{сахароза}} = 229.33$ г, еріткіштің массасы $M_{\text{су}} = 2.5$ кг, қайнау температурасының жоғарылауы $\Delta T_b = 0.137\ ^\circ$C.

Сахарозаның зат мөлшерін есептеу.

Сахарозаның молярлық массасы: $M_{\text{сахароза}} \approx 342$ г/моль.

$$n = \frac{m_{\text{сахароза}}}{M_{\text{сахароза}}} = \frac{229.33 \text{ г}}{342.3 \text{ г/моль}} \approx 0.67 \text{ моль}.$$

Ерітіндінің моляльдылығы.

$$m = \frac{n}{M_{\text{еріткіш}}} = \frac{0.67 \text{ моль}}{2.5 \text{ кг}} \approx 0.268 \text{ моль/кг}.$$

Судың эбуллиоскопиялық тұрақтысын есептеу.

Қайнау температурасының жоғарылау формуласы:

$$\Delta T_b = i \cdot K_b \cdot m.$$

Сахароза үшін $i = 1$ (бейэлектролит), сондықтан:

$$K_b = \frac{\Delta T_b}{i \cdot m} = \frac{0.137}{1 \cdot 0.268} \approx 0.511\ ^\circ\text{C·кг/моль}.$$

Жауап: ерітіндінің моляльдылығы $m \approx 0.268$ моль/кг (2 б); судың эбуллиоскопиялық тұрақтысы $K_b \approx 0.511\ ^\circ$C·кг/моль (3 б).