Константы

Число Авогадро, N_A	6.022×10^{23} моль$^{-1}$
Элементарный заряд, e	1.602×10^{-19} Кл
Универсальная газовая постоянная, R	8.314 Дж моль$^{-1}$ К$^{-1}$
Постоянная Фарадея, F	$96\,485$ Кл моль$^{-1}$
Постоянная Планка, h	6.626×10^{-34} Дж с
Температура в Кельвинах (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 -

Задача №1. Прикосновение Мидаса

1.1	1.2	1.3	Всего	Вес(%)
2	2	5	9	12

После уроков химии школьный учитель оставил вам раствор $AuCl_3$. Вы решили провести электролиз этого раствора, чтобы добыть золото! В конце эксперимента, вы решили посчитать выход реакции по току, и вот вы получаете значение 110%. ”У меня золотые руки, - думаете вы, но возвращается ваш учитель и говорит, что дело не в вас, а в ионах Au^+!

1. Напишите уравнения электролиза $AuCl_3$
2. Каким образом содержание Au^+ ”увеличивает”выход? Расчеты не нужны, дайте интуитивное обоснование.
3. Какое соотношение ионов Au^+ и Au^{3+} было в изначальном растворе, если выход по току 110%?

Задача №2. Медная пластинка

2.1	2.2	2.3	Всего	Вес(%)
2	3	3	8	16

Медную пластинку массой 22.0 г поместили в раствор массой 600 г с массовой долей нитрата железа(III) 12.3% и нитрата железа(II) 5.0%. После некоторого выдерживания пластинки в растворе ее вынули. В результате массовая доля нитрата железа(III) оказалась равной массовой доле соли меди(II). *Подсказка:* медь менее активный металл чем железо.

1. Напишите протекающую реакцию в растворе.
2. Определите массу пластинки после окончания реакции (когда ее вынули из раствора).
3. Определите массовую долю солей в растворе.

Задача №3. Чувствительное вещество

3.1	3.2	Всего	Вес(%)
8	2	10	12

Если бесцветный, хорошо растворяющийся в воде бинарный газ с резким запахом **А** сжижить и медленно добавлять к нему неметалл **Б**, образуется соль **В**, дающая золотистый осадок **Г** с раствором нитрата свинца, при этом **Г** содержит **Б**, а массовая доля **Б** в **В** составляет **87.55%**. Помимо **В**, образуется бинарное **Д**, дающее нестабильный аддукт с **А** - **Е**. При достижении комнатной температуры **Е** теряет часть молекул **А** давая стабильный аддукт **Ж**. (аддукт рассматривайте как два типа молекул связанных нековалентно) Других продуктов не образуется; массовая доля **Б** в **Е** составляет **79.33%**, а в **Ж** - **92.46%**. **Ж** очень чувствительно и при нагревании или механическом воздействии разлагается с выделением фиолетовых паров которые быстро оседают и конденсируются, соли **В** и другого бесцветного газа без запаха. Объем газообразных продуктов при разложении 5 г **Ж** составил 0.17 л.

1. Определите все неизвестные вещества
2. Запишите уравнения образования **В** и **Д** из **А** и **Б**, а также уравнение разложения **Ж**

Задача №4. Анализ раствора AquaLab-11

4.1	4.2	4.3	4.4	Всего	Вес(%)
1	2	3	3	9	18

В лабораторию поступил раствор AquaLab-11, содержащий смесь слабых кислот, сильных электролитов и ионов, образующих малорастворимые осадки. Для анализа использовали следующие эксперименты:

Данные константы:

$$K_{sp}(PbI_2) = 8.5 \cdot 10^{-9}, \qquad K_a(CH_3COOH) = 1.8 \cdot 10^{-5},$$

Стандартные потенциалы восстановления (25 °C):

$$E^\circ(Ag^+/Ag) = +0.80\ \text{В}, \qquad E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0.34\ \text{В}.$$

1. В растворе присутствуют ионы Pb^{2+} и I^-.
   (a) Определите концентрацию $[I^-]$, при которой начнёт выпадать осадок PbI_2, если $[Pb^{2+}] = 2 \cdot 10^{-4}$ М.
   (b) Если в раствор добавить KI до концентрации 0.050 М, вычислите остаточную концентрацию $[Pb^{2+}]$.
2. В растворе содержится:
   - 0.010 М HCl (сильная кислота),
   - 0.020 М CH_3COOH ($K_a = 1.8 \cdot 10^{-5}$).

   Найдите итоговый pH смеси.
3. Собран гальванический элемент:

   $$Ag^+(0.010\ \text{М}) \mid Ag \parallel Cu^{2+}(1\ \text{М}) \mid Cu.$$

   Рассчитайте ЭДС при 25 °C с использованием уравнения Нернста. Укажите полярности электродов.
4. При электролизе водного раствора $CuSO_4$ с инертными электродами пропускали ток $I = 2$ А в течение $t = 40$ мин.
   (a) Определите, что выделится на катоде и аноде.
   (b) Рассчитайте массу выделившегося вещества на каждом электроде.

Задача №5. Диаграмма Латимера

Всего	Вес(%)
10	12

Ниже приведены стандартные потенциалы для восстановительных полуреакций оксоанионов серы.

$$2SO_3^{2-} + 2H_2O + 2e^- -> S_2O_4^{2-} + 4OH^-, E_0 = -1.4\ \text{В}$$
$$2SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e^- -> S_2O_3^{2-} + 6OH^-, E_0 = -0.58\ \text{В}$$
$$SO_4^{2-} + H_2O + 2e^- -> SO_3^{2-} + 2OH^-, E_0 = -0.9\ \text{В}$$
$$SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e^- -> S + 6OH^-, E_0 = -0.66\text{В}$$
$$2SO_4^{2-} + 2H_2O + 2e^- -> S_2O_6^{2-} + 4OH^-, E_0 = -0.244\ \text{В}$$
$$S_2O_8^{2-} + 2e^- -> 2SO_4^{2-}, E_0 = 2.01\ \text{В}$$

1. Используя эти значения, заполните диаграмму Латимера при pOH 0, записав уравнение каждой полуреакции и ее потенциал. Учтите что в полуреакциях могут принимать участие только гидроксид-ионы и вода помимо соединений серы

$$S_2O_8^{2-} -> S_2O_6^{2-} -> S_2O_4^{2-} -> S_2O_3^{2-} -> S$$