

Константы

Скорость света, c	$2.998 \times 10^8 \text{ м с}^{-1}$
Число Авогадро, N_A	$6.022 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Элементарный заряд, e	$1.602 \times 10^{-19} \text{ Кл}$
Масса электрона, m_e	$9.109 \times 10^{-31} \text{ кг}$
Универсальная газовая постоянная, R	$8.314 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$
Постоянная Больцмана, k_B	$1.381 \times 10^{-23} \text{ Дж К}^{-1}$
Постоянная Фарадея, F	$96485 \text{ Кл моль}^{-1}$
Постоянная Планка, h	$6.626 \times 10^{-34} \text{ Дж с}$
Число пи, π	3.141 592 653 589 793
Температура в Кельвинах (К)	$T_K = T_{\circ C} + 273.15$
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 -

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 -



Президентская олимпиада по химии
Региональный этап (2024-2025).
Официальный комплект решений 11-класса.

Содержание

Задача №1. Разминка (10%)	3
Задача №2. Пластинки (3%)	3
Задача №3. Углеводороды (7%)	4
Задача №4. Радиоактивный распад (10%)	5

Задача №1. Разминка

Автор: Жақсылықов А.

Всего	Вес(%)
10	10

1.1 (10 баллов)

- a) $2 \text{KOH} + \text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2 \text{KAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (1 балл)
- b) $2 \text{KMnO}_4 \xrightarrow{t^\circ} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$ (1 балл)
- c) $\text{I}_2 + 5 \text{NaClO} + 2 \text{NaOH} \rightarrow 5 \text{NaCl} + 2 \text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (1 балл)
- d) $\text{Cu} + 4 \text{HNO}_3(\text{конц}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ (1 балл)
- e) $4 \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2 \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{Al}_2\text{O}_3 + 6 \text{SO}_2 + 3 \text{O}_2$ (1 балл)
- f) $\text{CuO} + 4 \text{KCN}(\text{конц}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4] + 2 \text{KOH}$ (1 балл)
- g) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8 \text{HCl}(\text{разб}) + 3 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow 2 \text{CrCl}_3 + 3 \text{CH}_3\text{CHO} + 2 \text{NaCl} + 7 \text{H}_2\text{O}$ (2 балла)
- h) $\text{FeS}_2 + 18 \text{HNO}_3(\text{конц}) \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 + 15 \text{NO}_2 + 7 \text{H}_2\text{O}$ (2 балла)

Если коэффициенты в уравнении неверны, за него дается в два раза меньше баллов, чем за полностью верное уравнение. Если в уравнении реакции есть хотя бы одно несоответствие в продуктах, за него дается 0 баллов.

Всего за задачу — 10 баллов.

Задача №2. Пластинки

Автор: Жақсылықов А.

Всего	Вес(%)
3	3

2.1 (3 балла)

Уравнение реакции:



Обозначив за x количество вступившего в реакцию цинка, можем выразить изменение массы пластинки:

$$m = m_0 - 65.38x + 63.55x$$

Таким образом, можем найти, что в реакцию вступило

$$x = \frac{15.536 \text{ г} - 15.353 \text{ г}}{65.38 \text{ г моль}^{-1} - 63.55 \text{ г моль}^{-1}} = 0.1000 \text{ моль цинка. Количество электронов, участвовавших в реакции, в два раза больше. Ответ: } 0.2000 \text{ моль или же } 1.204 \times 10^{23}.$$

2 балла за нахождение количество прореагировавшего цинка/меди. 1 балл за верное количество электронов.

Задача №3. Углеводороды

Автор: Жақсылықов А.

3.1	3.2	3.3	Всего	Вес(%)
2	2	3	7	7

3.1 (2 балла)

Используя соотношение молярных масс и количество атомов углерода в формулах углеводородов, мы можем найти количества атомов водорода. Скажем, формула А — C_5H_a , а формула Б — C_5H_b . Тогда

$$\frac{12.01 \times 5 + 1.008 \times a}{12.01 \times 5 + 1.008 \times b} = 1.0592$$
$$a = \frac{1}{1.008} \times [(12.01 \times 5 + 1.008 \times b) \times 1.0592 - 12.01 \times 5]$$

Поскольку у углеводорода с 5 атомами углерода не может быть больше 12 атомов водорода, можем подобрать значение a , подставляя разные четные значения b :

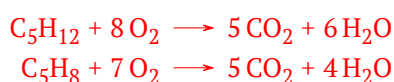
b	2	4	6	8	10	12
a	5.65	7.76	9.88	12.00	14.12	16.24

Таким образом можно понять, что А — C_5H_{12} , а Б — C_5H_8 .

2 балла за верно определенные молекулярные формулы. 1 балл если А и Б перепутаны местами.

3.2 (2 балла)

Уравнения реакций:



Используя данные из условия задачи, можем определить количество каждого углеводорода в смеси. Обозначим количество C_5H_{12} за x , а количество C_5H_8 — y .

$$\begin{cases} 22.4 \cdot 5 \cdot (x + y) = 73.36 \\ 18.016 \cdot (6x + 4y) = 55.67 \end{cases} \implies \begin{cases} x = 0.235 \\ y = 0.420 \end{cases}$$

Таким образом, количественное соотношение А к Б равно $\frac{0.235 \text{ моль}}{0.420 \text{ моль}} = 0.560$. (Если А и Б были перепутаны в предыдущем пункте, засчитывать только то соотношение, которое соответствует обозначению ученика из п. 1.)

2 балла за нахождение количественного соотношения А к Б (или Б к А, 1.79).

3.3 (3 балла)



По 1 баллу за каждую структуру. Принимаются и другие структуры, которые соответствуют требованию из условия задачи. Формулы не обязательно должны быть скелетными. Если две или более структур имеют одинаковый набор функциональных групп, все они засчитываются как одна.

Если в п. 1 Б обозначено как C_5H_{12} , засчитывать любые изомеры, но за каждый изомер будет выдаваться только 0.5 балла вместо 1.

Всего — 3 балла за пункт.

Задача №4. Радиоактивный распад

Автор: Жақсылықов А.

4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	Всего	Вес(%)
2	2	2	2	2	10	10

4.1 (2 балла)



2 балла за верное уравнение. 1 балл, если не указан антинейтрино.

4.2 (2 балла)

Изначальное количество атомов углерода-14:

$$N_0 = \frac{0.5730 \text{ г}}{14.00 \text{ г моль}^{-1}} \times 6.022 \times 10^{23} = 2.465 \times 10^{22}$$

Количество атомов спустя 8850 лет:

$$N = 2.465 \times 10^{22} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{8850/5700} = 8.402 \times 10^{21}$$

1 балл за N_0 . 1 балл за N . -0.5 балла если для нахождения N_0 была использована молярная масса углерода, $12.01 \text{ г моль}^{-1}$, или любое другое значение помимо $14.00 \text{ г моль}^{-1}$.

4.3 (2 балла)

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/\tau} = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$
$$\ln \left(\left(\frac{1}{2}\right)^{t/\tau} \right) = -\lambda t$$
$$\frac{t}{\tau} \cdot (-\ln 2) = -\lambda t$$
$$\lambda = \frac{\ln 2}{\tau}$$

Таким образом, $\lambda = \frac{\ln 2}{5700 \text{ лет}} = 1.216 \times 10^{-4} \text{ год}^{-1}$.

2 балла за верное значение λ .

4.4 (2 балла)

$$\frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{t/\tau}$$
$$\ln \frac{m}{m_0} = -\frac{t}{\tau} \cdot \ln 2$$
$$t = -\frac{\tau}{\ln 2} \ln \frac{m}{m_0}$$
$$t = -\frac{5700 \text{ лет}}{\ln 2} \ln \frac{0.013 \text{ мкг}}{2.5 \text{ мкг}} = 43\,247 \text{ лет} \approx 43\,000 \text{ лет}$$

2 балла за нахождение возраста кости.

4.5 (2 балла)

Раз масса уменьшилась на 23%, $m = 0.77m_0$.

$$\frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{t/\tau}$$
$$\ln \frac{m}{m_0} = -\frac{t}{\tau} \cdot \ln 2$$
$$\tau = -\frac{1}{t \ln 2} \ln \frac{m}{m_0}$$
$$\tau = -\frac{1}{43247 \text{ лет} \times \ln 2} \times \ln 0.77 = 8.72 \times 10^{-6} \text{ лет} \approx 4.6 \text{ мин}$$

Если использовалось значение $t = 63\,000 \text{ лет}$, $\tau = 5.99 \times 10^{-6} \text{ лет} \approx 3.2 \text{ мин}$.

2 балла за верное значение периода полураспада.