

федеральное государственное образовательное учреждение высшего
образования «Первый Санкт-Петербургский государственный
медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства
здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России)

Олимпиада школьников по химии

Заключительный этап

ФИО участника Прорешина Регина Сергеевна

Класс 11

Регион Республика Казахстан, г. Алматы

Образовательное учреждение КГУ «Лицей № 134»

Мобильный телефон 87074044686

Электронная почта proreshina.r@gmail.com

$$1) \omega\%(C) = 32\% \quad \omega\%(N) = 101\% - (\omega\%(C) + \omega\%(H) + \omega\%(O)) = 100\% - (32\% + 6,71\% + 42,63\%) = 18,66\%$$

$$\omega\%(H) = 6,71\%$$

$$\omega\%(O) = 42,63\%$$

Формула аммиака?

Пусть наша пробирка - 100г, тогда

$$m(C) = 32г$$

$$m(H) = 6,71г$$

$$m(O) = 42,63г$$

$$m(N) = 18,66г$$

$$n(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{32г}{12г/моль} = 2,67 моль$$

$$n(H) = \frac{m(H)}{M(H)} = \frac{6,71г}{1г/моль} = 6,71 моль$$

$$n(O) = \frac{m(O)}{M(O)} = \frac{42,63г}{16г/моль} = 2,66 моль$$

$$n(N) = \frac{m(N)}{M(N)} = \frac{18,66г}{14г/моль} = 1,33 моль$$

$$n(C) : n(H) : n(O) : n(N) = 2,67 : 6,71 : 2,66 : 1,33 \quad | \text{Делим на минимальное } 1,33$$

$$2 : 5 : 2 : 1$$

Эмпирическая формула $C_2H_5O_2N$ - аминокислота (глицин)

Структурная формула: $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C}^{\text{O}} - \text{OH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$

Ответ: $C_2H_5NO_2$, $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C}^{\text{O}} - \text{OH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$

$$2) K_{a1} = 4,6 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{a2} = 2,6 \cdot 10^{-10}$$

$$pH = 2,0$$

$$pH = 7,0$$

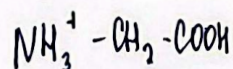
$$pI = ?$$

$$pK_{a1} = -\lg(K_{a1}) = -\lg(4,6 \cdot 10^{-3}) \approx 2,34$$

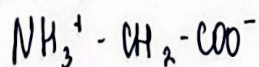
$$pK_{a2} = -\lg(K_{a2}) = -\lg(2,6 \cdot 10^{-10}) \approx 9,59$$

$$pI = \frac{pK_{a1} + pK_{a2}}{2} = \frac{2,34 + 9,59}{2} = 5,97$$

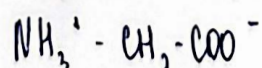
При $pH = 2,0$ (кислая среда, $pH < pK_{a1}$); преобладает катион:



При $pH = 7,0$ (между pK_{a1} и pK_{a2} , нейтральная среда), преобладает зwitter-ион:

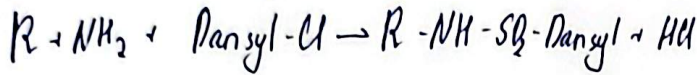


При pI - зwitter-ион:



1/8

113) В ВЭЖХ анализе важно соблюдать pH элюента, потому что амфотерность неких зарядов в зависимости от pH, что влияет на кинетику элюирования, интенсивность сигнала детектора и на удерживание на колонке. Амфотерность реагирует с первичной аминогруппой:



Образуется сульфонамидная группа $-NH-SO_2-$

4) $S = a \cdot l + b$

~~Clu~~ Clu:

$$606274 = 5664,2 \cdot C_{Clu} + 44115$$

$$C_{Clu} = \frac{(606274 - 44115)}{5664,2} \approx 99,25 \text{ нкг/мл}$$

Lys:

$$320854 = 4428,2 \cdot C_{Lys} + 29105$$

$$C_{Lys} = \frac{(320854 - 29105)}{4428,2} = 61,71 \text{ нкг/мл}$$

$$V_{пр} = 500 \text{ нкл} = 0,5 \text{ мл}$$

$$m(Cl_u) = 99,25 \text{ нкг/мл} \cdot 0,5 \text{ мл} = 49,625 \text{ нкг} = 0,0000496 \text{ г}$$

$$m(Lys) = 61,71 \text{ нкг/мл} \cdot 0,5 \text{ мл} = 30,855 \text{ нкг} = 0,0000308 \text{ г}$$

$$\omega(Cl_u) = \frac{0,0000496}{0,02} \cdot 100\% \approx 0,248\%$$

$$\omega(Lys) = \frac{0,0000308}{0,02} \cdot 100\% \approx 0,154\%$$

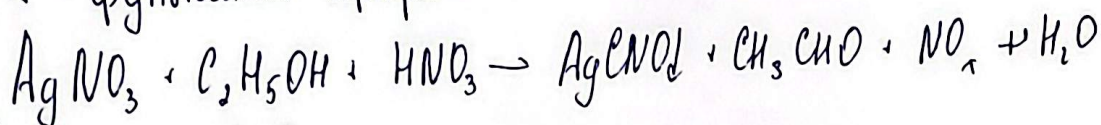
12 1) A - Ag (серебро)

B - C (углерод)

C - N (азот)

D - O (кислород)

X - функционал серебра

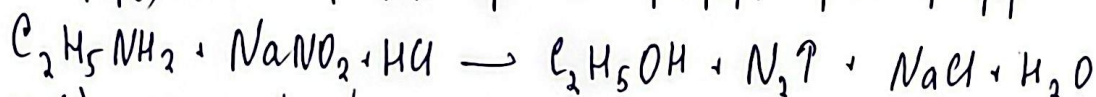


2) F, т.к. AgF растворим в воде.

Алмаз, графит, графен, карбин, фуллерен

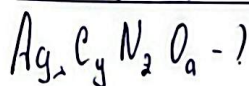
Кислород - кислород, озон (O_2 ; O_3)

Фосфор(P) белый фосфор, кристалл фосфор, черный фосфор.



3) $M(X) = 899,31 \text{ г/моль}$

$\omega(\text{Ag}) = 71,92\%$	$\omega(\text{O}) = 100\% - (\omega(\text{Ag}) + \omega(\text{C}) + \omega(\text{N})) = 100\% - (71,92\% + 8,01\% + 9,34\%) = 10,68\%$
$\omega(\text{C}) = 7,01\%$	
$\omega(\text{N}) = 9,34\%$	

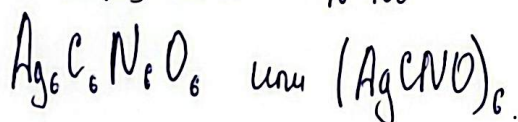


$$\omega(\text{Ag}) = \frac{A_r(\text{Ag}) \cdot x}{M(X)} \cdot 100\%$$
$$x = \frac{\omega \cdot M}{A_r \cdot 100\%} = \frac{71,92 \cdot 899,31}{108 \cdot 100} \approx 6.$$

$$y = \frac{\omega(\text{C}) \cdot M(X)}{A_r(\text{C}) \cdot 100\%} = \frac{8,01 \cdot 899,31}{12 \cdot 100} \approx 6$$

$$z = \frac{\omega(\text{N}) \cdot M(X)}{A_r(\text{N}) \cdot 100\%} = \frac{9,34 \cdot 899,31}{14 \cdot 100} \approx 6.$$

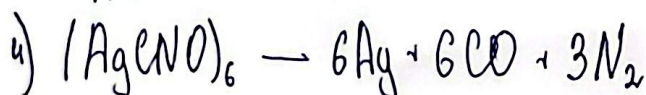
$$a = \frac{\omega(\text{O}) \cdot M(X)}{A_r(\text{O}) \cdot 100\%} = \frac{10,68 \cdot 899,31}{16 \cdot 100} \approx 6.$$



- CNO - функционал

- OCN - цианат

- NCO - изоцианат.



3/8

$$124) \Delta H_{298}^{\circ} = -300 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta S_{298}^{\circ} = 250 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К} = 0,25 \text{ кДж/моль}\cdot\text{К}$$

$$t = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T = 298 \text{ K}$$

$$\Delta G^{\circ} = ?$$

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ}$$

$$\Delta G_{298}^{\circ} = -300 - 298 \cdot 0,25 = -374,5 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta G^{\circ} < 0 :$$

реакция самопроизвольная

$$\Delta G = -RT \ln K$$

$$\ln K = - \frac{-374500}{8,314 \cdot 298}$$

$$\ln K = 151$$

$$K = e^{151}$$

4/8

13,1) X - метанол (CH_3OH)

Y - угарный газ (CO)

Пусть металл - Ni, тогда $2 \text{Ni}(\text{CO})_4$

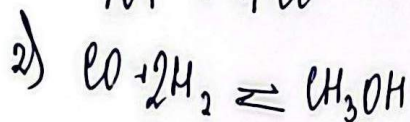
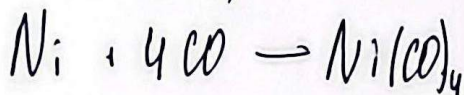
Правило 18 e

$$\text{Ni} (10e) \cdot 4 \text{CO} (8e) = 18e - \text{совпадает}$$

$$\omega\%(\text{Ni}) = \frac{A_r(\text{Ni})}{M_r(\text{Ni}(\text{CO})_4)} \cdot 100\% = \frac{58,69}{58,69 + 4 \cdot (12,01 + 16,00)} \cdot 100\% \approx 34,4\% \approx 34,5\%$$

Значит металл - Ni

2 - $\text{Ni}(\text{CO})_4$



$$\Delta H_{298}^\circ = \Delta H_{298}^\circ(\text{CH}_3\text{OH}) - (\Delta H_{298}^\circ(\text{CO}) + 2 \cdot \Delta H_{298}^\circ(\text{H}_2)) =$$
$$= -201,00 - (-110,53 + 2 \cdot 0) = -90,47 \text{ (кДж/моль)}$$

$$\Delta S_{298}^\circ = S_{298}^\circ(\text{CH}_3\text{OH}) - (S_{298}^\circ(\text{CO}) + 2 \cdot S_{298}^\circ(\text{H}_2)) =$$
$$= 239,76 - (197,55 + 2 \cdot 130,52) = -218,83 \text{ (Дж/моль} \cdot \text{K)} = -0,21883 \text{ (кДж/моль} \cdot \text{K)}$$

$$\Delta G_{298}^\circ = \Delta H_{298}^\circ - T \Delta S_{298}^\circ = -90,47 - 298 \cdot (-0,21883) = -25,3 \text{ (кДж/моль)}$$

т.к. $\Delta H < 0$, то при увеличении температуры равновесие сместится влево,
в сторону исходных веществ.

5/8

146.

$$\begin{aligned}
 13) \quad \Delta \ell_p &= 44,13 - (29,14 + 2 \cdot 28,83) = -42,67 \text{ (Дж/моль} \cdot \text{К)} = -0,04267 \text{ (кДж/моль} \cdot \text{К)} \\
 \Delta H_{400}^0 &= \Delta H_{298}^0 + \Delta \ell_p (400 - 298) = -90,47 + (-0,04267)(400 - 298) \\
 &= -94,8 \text{ (кДж/моль)} \\
 \Delta S_{400}^0 &= \Delta S_{298}^0 + \Delta \ell_p \ln \frac{400}{298} = -2,18,83 + (-42,67) \ln \frac{400}{298} \\
 &= -231,3 \text{ (Дж/моль} \cdot \text{К)} = -0,2313 \text{ (кДж/моль} \cdot \text{К)} \\
 \Delta G_{400}^0 &= \Delta H_{400}^0 - T \Delta S_{400}^0 = -94,8 - 400 \cdot (-0,2313) = \\
 &= -2,3 \text{ кДж/моль}
 \end{aligned}$$

4)

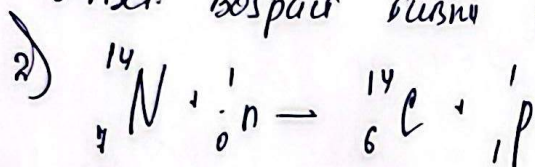
Вещество	Начало	Разновесие
CO	2	2 - x
H ₂	4	4 - x
CH ₃ OH	0	x

$$K_p = \frac{x}{(2-x)(4-x)}$$

6/8

$$\begin{array}{l}
 14) \quad {}^1_6\text{C} \rightarrow {}^1_7\text{N} + e^- + \bar{\nu}_e \\
 \frac{N}{N_0} = 12,5\% \quad \left| \quad \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}} \right. \\
 T_{1/2} = 5730 \text{ лет} \quad \left| \quad 12,5\% = \frac{12,5}{100} = \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^3 \right. \\
 \hline
 t = ? \quad \left| \quad \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{5730}} \right. \\
 3 = \frac{t}{5730} \\
 t = 17190 \text{ (лет.)}
 \end{array}$$

Ответ: возраст кости 17190 лет.



${}^1_7\text{N}$ бомбардируется нейтроном

3) $T_{1/2}({}^1_6\text{C}) = 5730 \text{ лет.}$, вычислить возраст около 66 или лет назад.

Примерно через 8-10 $T_{1/2}$ (50000-60000) изотоп почти

полностью распадется и его кон-цо будет невозможно измерить.

$$4) \quad T_{1/2}({}^{40}_{19}\text{K}) = 1,25 \cdot 10^9 \text{ лет}$$

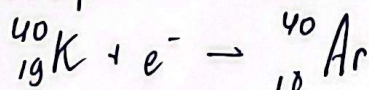
Доп ${}^{40}_{19}\text{K} = 99,9\%$

Доп ${}^{40}_{18}\text{Ar} = 9,5\%$

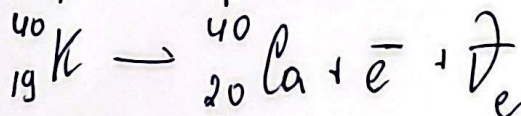
Электронный захват 89%

Электронный распад 11%

Электронный захват



Электронный распад



$$k_{\text{E}} = 0,89k, \quad \frac{k_{\text{E}}}{k} = 0,89$$

$$\frac{N_{\text{Ar}}}{N_{\text{K0}}} = \frac{k_{\text{E}}}{k} (1 - e^{-kt})$$

$$\frac{9,5\%}{99,9\%} = 0,89 (1 - e^{-kt})$$

7/8

14

$$0,0951 = 0,89 (1 - e^{-kt})$$

$$1 - e^{-kt} = 0,1069$$

$$e^{-kt} = 0,8931$$

$$-kt = \ln(0,8931)$$

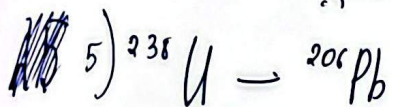
$$-kt = -0,1131$$

$$kt = 0,1131$$

$$k = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{1,25 \cdot 10^9} = 5,54 \cdot 10^{-10} (\text{год}^{-1})$$

$$t = \frac{0,1131}{5,54 \cdot 10^{-10}} \approx 2,042 \cdot 10^8 (\text{лет}).$$

Ответ: количество лет $2,042 \cdot 10^8$ лет назад (≈ 200 млн лет назад)



8/8