

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А. И. ГЕРЦЕНА»**

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ 1 И 2 КУРСОВ**

12 мая 2023 г.

Задача №1

Образцы *D*-арабинозы ($C_5H_{10}O_5$; $M = 150,1$ г/моль) и α -*D*-глюкозы ($C_6H_{12}O_6$; $M = 180,2$ г/моль) сожгли полностью в отдельных опытах в одном и том же микрокалориметре. 0,088 г *D*-арабинозы подняли температуру на 0,761 К, а 0,102 г глюкозы – на 0,881 К. Энтальпия образования α -*D*-глюкозы равна -1274 кДж/моль. Каковы энтальпии: а) образования; б) сгорания *D*-арабинозы?

Справочные данные: $\Delta H_f^\circ(CO_2) = -393,5$ кДж/моль; $\Delta H_f^\circ(H_2O_{(ж)}) = -285,8$ кДж/моль.

(10 баллов).

Задача №2

Мышьяковистая кислота $As(OH)_3$ обладает амфотерными свойствами: в ее водном растворе одновременно присутствуют ионы $As(OH)_2O^-$ и $As(OH)_2^+$. Константы кислотности и основности мышьяковистой кислоты равны $K_a = 6 \cdot 10^{-10}$ и $K_b = 10^{-14}$ соответственно. Вычислите рН раствора этой кислоты, в котором концентрации ионов одинаковы, т.е. изоэлектрическую точку.

(10 баллов)

Задача №3

В таблице сопоставлены структурные данные для трёх пар координационных соединений – с правильным октаэдрическим окружением лигандами центрального иона-комплексообразователя и с тетрагональным искажением его октаэдрического окружения (« O_h » и « D_{4h} » – обозначения групп симметрии, «асас» – ацетилацетонат, «а» – аксиальные позиции в октаэдре, «е» – экваториальные позиции).

правильный октаэдр, O_h	тетрагонально искажённый октаэдр, D_{4h}
$Co(acac)_3$, $d(Co-O) = 1.89 \text{ \AA}$	$Mn(acac)_3$, $d(Mn-O_a) = 2.07 \text{ \AA}$, $d(Mn-O_e) = 1.96 \text{ \AA}$
$(NH_4)_3[Co(NO_2)_6]$, $d(Co-N) = 2.10 \text{ \AA}$	$Na_2Pb[Cu(NO_2)_6]$, $d(Cu-N_a) = 2.06 \text{ \AA}$, $d(Cu-N_e) = 2.16 \text{ \AA}$
$[Mn(H_2O)_6](NO_3)_2$, $d(Mn-O) = 2.18 \text{ \AA}$	$(NH_4)_2[Cu(H_2O)_6](SO_4)_2$, $d(Cu-O_a) = 2.22 \text{ \AA}$, $d(Cu-O_e) = 2.02 \text{ \AA}$

Рассмотрите строение комплексных ионов с позиций теории кристаллического поля. Предложите объяснение наличию и отсутствию искажений.

(15 баллов)

Задача №4

Определите скорость реакции температурной денатурации гемоцианина при 37° С (г/год), если концентрация гемоцианина в крови осьминога 100 г/л, а объём крови 2 л. Реакция температурной денатурации гемоцианина в растворе относится к реакциям первого порядка и выявлено, что при увеличении температуры от 57 до 62 °С скорость денатурации возрастает в 8 раз, при этом период полупревращения $\tau_{1/2}$ * гемоцианина при денатурации составляет 38,5 минут при 57 °С и 287 секунд при 62 °С.

*Для реакций первого порядка $\tau_{1/2} = \ln 2/k$.

(15 баллов)

Задача №5

Для получения KMnO_4 в электролизер периодического действия заливают $1,5 \text{ м}^3$ раствора следующего состава: $180 \text{ г/л K}_2\text{MnO}_4$; 23 г/л KMnO_4 ; 150 г/л KOH . Электролиз ведут при силе тока 1300 А и среднем напряжении на ванне $3,1 \text{ В}$. После 48 ч электролиза раствор содержит: $16 \text{ г/л K}_2\text{MnO}_4$; 46 г/л KMnO_4 и некоторое количество KOH . Основная масса образовавшегося перманганата калия кристаллизуется и выпадает на дно ванны.

А) Напишите реакцию суммарного электрохимического процесса (2 балла).

Рассчитайте (без учета изменения объема раствора):

Б) выход по веществу (2 балла);

В) выход по току для KMnO_4 (3 балла);

Г) массу выпавшего в ванне KMnO_4 (2 балла);

Д) конечную концентрацию (г/л) щелочи в растворе (3 балла);

Е) расход электроэнергии (кВт) на получение 1 кг KMnO_4 (3 балла).

(15 баллов)

Задача №6

Для оценки биохимических процессов в опухолях методом позитронно-электронной томографии используются пептиды, меченные изотопом ^{18}F . В радиохимической лаборатории в $10 \text{ ч. } 52 \text{ м.}$ закончили синтез меченного пептида массой $0,8 \text{ г}$. В $11 \text{ ч. } 13 \text{ м.}$ пациенту ввели 350 мг пептида. К моменту ввода в дозе пептида содержалось $5,7 \cdot 10^9$ радиоактивных ядер. За время исследования распалось $8,79 \cdot 10^8$ ядер. Определите продолжительность исследования (мин.) и число ядер в исходном пептиде к моменту окончания синтеза.

$$T_{1/2}(^{18}\text{F}) = 109,77 \text{ минут.}$$

(15 баллов)