

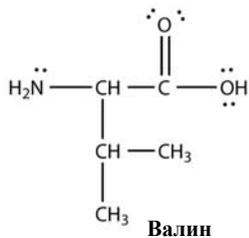
Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2013/2014 уч.г.
10 класс

1. Чугун - это сплав элемента **A** с элементом **B**, в котором содержание элемента **B** равно по крайней мере 2,14%. Если содержание элемента **B** ниже приведенного значения и кроме элемента **A** в сплаве содержится по крайней мере 10,5% элемента **C**, то такой сплав называется нержавеющей сталью. Наличие элемента **C** придает изумруду его зеленую окраску, а рубину – красную. Элемент **A** в большинстве организмов является комплексообразующим элементом, с помощью которого связывают вещество **X**; соответствующий белок носит название гемоглобин. У некоторых организмов, наиболее известным представителем которых является осминог, белком, транспортирующим вещество **X**, является гемоцианин и соответствующим комплексообразующим элементом – элемент **D**. Элемент **D** образует с элементом **E** сплав, который называют бронзой. Если к элементу **D** прибавить элемент **F** (5 - 45%), то получим латунь. Сплав элементов **E** и **G** применяют в качестве припоя при пайке. Элемент **G** – металл, применяемый в большинстве автомобильных аккумуляторов. Элемент **F** был основным анодным материалом в батареях до того, как стали использоваться литиево-ионные батареи.

- а) Приведите названия и символы вещества **X** и элементов **A-G**.
 б) Чему равна самая стабильная степень окисления каждого из приведенных металлических элементов в оксидах? Приведите формулы соответствующих оксидов, укажите степени окисления металла в них и оцените, какими оксидами они являются: кислотными, основными или амфотерными.

(8,5)

2. По теории кислот и оснований Бренстеда –Лаури кислотами являются те вещества, которые способны отдавать протоны, а основаниями – вещества, которые способны присоединять протоны. Амфотерные вещества проявляют свойства как кислоты, так и основания. Соли состоят из катиона (основный остаток) и аниона (кислотный остаток). В таблице приводятся примеры органической кислоты, основания, соли и амфотерного вещества.



CH ₃ CH ₂ COOH пропановая кислота T _{плавл.} = -23 °C бесцветная	CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₂ пропиламин T _{плавл.} = -83 °C бесцветный	[CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₃] ⁺ NO ₃ ⁻ нитрат N-пропиламмония T _{плавл.} = ?	(CH ₃) ₂ CHCH(NH ₂)COOH валин T _{плавл.} > 298 °C Бесцветный
---	---	--	---

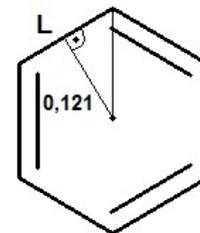
- а) Напишите уравнения реакций приведенных органических веществ с
 i) NaOH и ii) HNO₃ в том случае, если эти реакции протекают.

б) Перерисуйте в работу структурную формулу валина и обозначьте те атомы, у которых самые большие отрицательные (δ-) и положительные (δ+) частичные заряды (необходимо обозначить по крайней мере 4 атома). Какими межмолекулярными силами обусловлена высокая температура плавления валина?

- с) Предскажите физические свойства (при комнатной температуре)
 i) нитрата N-пропиламмония и ii) нитрата валина: агрегатное состояние вещества, электропроводность (проводит или нет) и цвет.

(8,5)

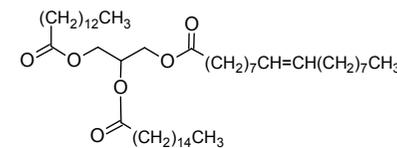
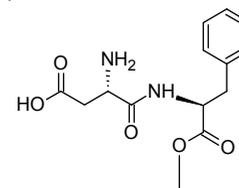
3. В начале 20-го века Шредингер предложил формулировку волнового уравнения, описывающего траекторию движения частиц, обладающих корпускулярно-волновым дуализмом; уравнение позволяет рассматривать вероятность нахождения частицы в пространства. Упрощением данного уравнения получена модель, одномерный вариант которой представляет собой точечную массу, которая движется взад и вперед на отрезке между двумя стенками. Разрешенные энергетические уровни данной частицы можно рассчитать по формуле $E_n = \frac{n^2 \cdot h^2}{8 \cdot m \cdot L^2}$, где $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с и L – расстояние между двумя стенками.



- а) Электрон движется по бензольной связи, расстояние от которой до центра молекулы равно 0,121 нм. Рассчитайте L .
 б) Рассчитайте для электрона энергию низшего уровня, зная, что $E_n > 0$ и n – целое число, которое определяет энергетический уровень. Масса электрона равна $m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31}$ кг.
 с) Рассчитайте количество энергии (в электрон-вольтах), излучаемое при переходе $n_5 \rightarrow n_2$, если $1 \text{ Дж} = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ эВ}$.
 д) Рассчитайте длину волны (в нанометрах) для данного перехода ($E = h\nu$; $\lambda\nu = c$; скорость света $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$).
 е) Приведите одно свойство, характерное волнам, и одно – характерное частицам.

(10)

4. Сложные эфиры являются распространенными соединениями. Они придают фруктам и ягодам характерный запах (грушевый, банановый, клубничный, яблочный); сложными эфирами являются также и жиры (триэстеры).



- a) Запишите общими формулами механизм образования сложного эфира из спирта и карбоновой кислоты в кислотно-каталитической реакции.
- b) Приведите два способа, как можно сместить равновесие реакции в сторону образования сложного эфира.
- c) Взаимодействием каких исходных веществ получают: **i)** метил-2-аминобензоат (запах жасмина); **ii)** пропил-2-метилпропанат (запах рома)? Напишите уравнение реакций и приведите названия веществ.
- d) Сладкое вещество аспартам является распространенным заменителем сахара. Какое вредное вещество выделяется при гидролизе аспартама в организме? Напишите уравнение реакции.
- e) Приведите уравнение получения мыла, используя жир **A** в качестве одного из исходных веществ.

(11)

5. Скорость химической реакции возрастает с повышением температуры, эту зависимость описывает уравнение Аррениуса: $k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$, которое можно записать в логарифмическом виде: $\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$,

где R – универсальная газовая постоянная ($8,314 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$), E_a – энергия активации реакции, T – температура по шкале Кельвина, k – константа скорости реакции и A – константа Аррениуса (имеет те же единицы, что и k).

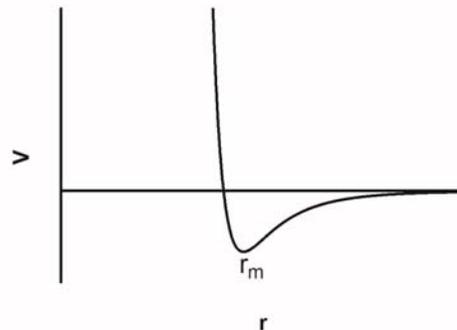
a) На основе приведенных в таблице данных рассчитайте константы скорости k для обеих реакций при 40°C . В интервале данных температур E_a и A не изменяются. Обратите внимание на единицы!

		E_a (кДж/моль)	k (при 20°C , $\text{M}^{-1} \text{c}^{-1}$)
Реакция 1	$\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$	113	$k_1 = 4,52 \cdot 10^{-11}$
Реакция 2	$2\text{NO}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{NO}$	109	$k_2 = 6,02 \cdot 10^{-13}$

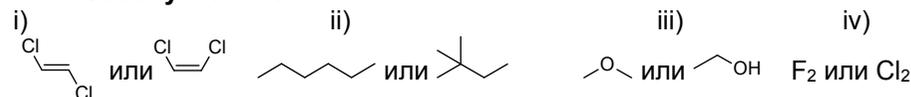
- b) Найдите, во сколько раз увеличится константа k для обеих реакций. Сделай вывод о том, какая наблюдается зависимость скорости реакции от E_a реакции с ростом температуры.
- c) Если в реакции 1 константа скорости k увеличивается при 20°C под действием катализатора в 1000 раз, то чему равно в этом случае значение E_a реакции? Учитывайте, что A не изменяется.

(10)

6. Межмолекулярные силы определяют многие важные свойства жидких и твердых веществ, например температуры плавления и кипения, растворимость и др. Потенциальную энергию между двумя сферическими неполярными молекулами можно рассчитать по потенциалу Леннарда-Джонса, график которого приведен на рисунке, где ось y – потенциальная энергия и ось x – расстояние между молекулами:



- a) Какие силы преобладают: межмолекулярные силы притяжения, отталкивания или же суммарные силы взаимодействия равны нулю, если: **i)** $r < r_m$; **ii)** $r = r_m$; **iii)** $r > r_m$?
- b) В чем физическая причина быстрого роста потенциальной энергии при уменьшении расстояния между молекулами, начиная со значения r_m ?
- c) Какие свойства из перечисленных ниже характеризуют молекулярные твердые вещества, в которых молекулы в кристаллической решетке удерживаются межмолекулярными силами: высокая температура кипения, низкая температура плавления, мягкость, большая прочность?
- d) Которое вещество в приведенных парах из-за более сильных межмолекулярных сил обладает более высокой температурой кипения? **Обоснуйте** ответ!



- e) Которое из приведенных катионов может сильнее гидратироваться (связывать воду), учитывая силы взаимодействия между водой и катионом: **i)** Cs^+ или Li^+ ; **ii)** Rb^+ или Sr^{2+} ? **Обоснуйте** ответ!

(12)