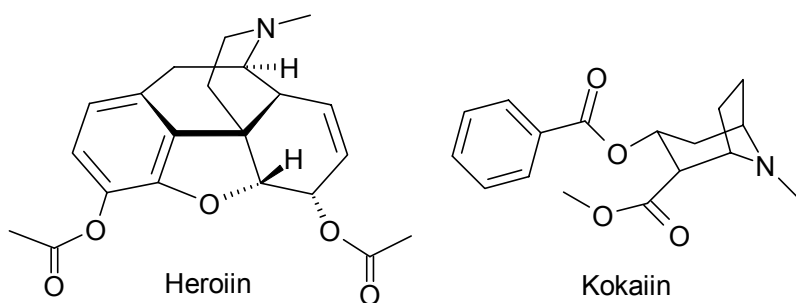


Открытые соревнования по химии
Старшая группа (11 и 12 кл.)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Пярну, Кохтла-Ярве; 5 ноября 2005 г.

1. Хотя кокаин и героин являются труднолетучими твердыми веществами, собаки обнаруживают эти наркотики именно по запаху. Дело в том, что на влажном воздухе с кокаином и героином происходят некоторые реакции. Эти процессы происходят в очень малой степени, но дают достаточное количество летучих и опознаваемых по запаху продуктов. Таким образом, на влажном воздухе из героина образуется вещество **A** ($C_2H_4O_2$), а из кокаина вещество **B** ($C_8H_8O_2$). Структурные формулы героина и кокаина приведены на следующем рисунке.



- a)** Какие функциональные группы содержит молекула героина? (1,5)
b) Известно, что из одной молекулы героина может образоваться максимально две молекулы вещества **A**. Идентифицируйте вещество **A**. (0,5)
c) Как называют реакцию (тип реакции), в которой образуется вещество **A**? (0,5)
- Вещество **B** образуется из кокаина в результате двух последовательных реакций. При этом на первом этапе идет реакция того же типа, что и при возникновении вещества **A**.
- d)** Напишите формулы тех продуктов, которые получаются при реакции кокаина с водой. (3)
e) Напишите структурную формулу вещества **B**. (1)
f) Дайте название веществу **B**. (0,5)
g) Объясните, как образуется вещество **B**. (2) **9 6**

2. Составили следующий химический источник тока. Серебряную плату опустили в 0,300 М раствор $AgNO_3$ объемом 1,00 литр; никелевую плату опустили в 0,200 М раствор $Ni(NO_3)_2$ объемом 1,00 литр. Растворы соединили между собой проводником второго рода (гель, содержащий KCl). $E^0(Ag^+/Ag) = 0,799$ В и $E^0(Ni^{2+}/Ni) = -0,250$ В.

- a)** Напишите схему данного гальванического элемента и обозначьте полюса (+ и -). (1)
b) Напишите суммарное уравнение реакции (без электронов), протекающей при получении тока. (1)
c) Для данных концентраций рассчитайте **i)** потенциалы обоих электродов и **ii)** ЭДС элемента. (4)

Суммарный заряд, прошедший через цепь при работе элемента, равен 2,68 А·ч.

d) Рассчитайте **i)** $c(\text{Ag}^+)$ и **ii)** $c(\text{Ni}^{2+})$ после прохождения указанного заряда через цепь. (2)

e) Рассчитайте **i)** потенциалы обоих электродов и **ii)** ЭДС элемента после прохождения указанного заряда через цепь. (3)

$$E = E^0 + \frac{0,059 \text{ V}}{z} \lg \frac{[\text{oks}]}{[\text{red}]}, \quad z - \text{число электронов, участвующих в реакции,}$$

$$F = 96485 \text{ A}\cdot\text{с/моль}$$

11 б

3. Банан содержит в значительном количестве калий. Из всех атомов калия 0,0117% составляет радиоактивный изотоп ^{40}K с периодом полураспада $1,277 \cdot 10^9$ лет. Степень опасности радиоактивности для здоровья человека зависит от концентрации радиоизотопов и от интенсивности радиации. Из-за очень низкой радиации купленный в магазине банан мы не считаем опасным.

В среднем банан содержит 602 мг калия и 36 г углеводов, представленных в основном сахарозой ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$). Предположим, что другие органические соединения можно не учитывать. $1,2 \cdot 10^{-10}\%$ от всех атомов углерода составляет радиоактивный изотоп ^{14}C , поступающий в растение из атмосферы. Период полураспада ^{14}C равен 5730 годам.

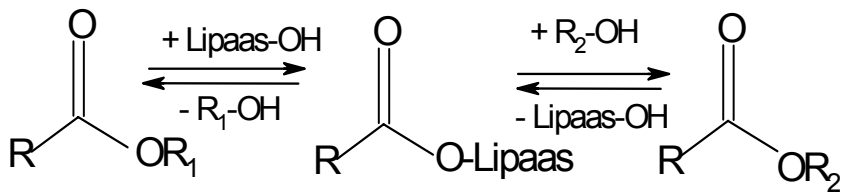
a) Рассчитайте константы скорости реакции распада λ для изотопов **i)** ^{14}C и **ii)** ^{40}K в единицах dps (распадов в секунду). (3)

b) Рассчитайте в банане **i)** число распадов в секунду $[\alpha(^{14}\text{C})]$ для изотопа ^{14}C . **ii)** число распадов в секунду для изотопа ^{40}K $[\alpha(^{40}\text{K})]$ и **iii)** суммарное число распадов в секунду $[\alpha(^{14}\text{C}) + \alpha(^{40}\text{K})]$. (5) **8 б**

4. Известный с древних времен химический элемент **A** содержится во многих минералах в виде желтых кристаллических включений, состоящих из восьмиатомных циклических молекул. При 119°C кристаллы элемента **A** плавятся и около $185\text{--}200^\circ \text{C}$ переходят в темно-коричневый вязкий расплав. При пропускании Cl_2 через этот расплав образуется токсичная (ядовитая) желтая жидкость **B** с неприятным запахом [$M(\text{B}) = 135,0 \text{ г/моль}$], содержащая 47,4% элемента **A**. При обратимом окислении жидкости **B** хлором образуется красная ядовитая трехатомная жидкость **C**. В соединении **C** степень окисления элемента **A** на единицу больше, чем в соединении **B**. При реакции соединения **C** с NaF образуется соединение **B**, соль **D** и устойчивый газ **E**. При действии NH_3 на бензольный раствор соединения **C** образуется тетрасульфуртетранитрид **F**, хлорид аммония и элемент **A**. При сжигании элемента **A** на воздухе образуется бесцветный токсичный газ **G** с удушливым запахом. Степень окисления элемента **A** в соединениях **G** и **E** одинакова. Соединение **G** реагирует с фосгеном (COCl_2) в молярном соотношении 1 : 1 с образованием CO_2 и соединения **H**. При гидролизе соединения **H** образуются соединение **G** и сильная кислота **I**. Каталитически окисляя соединение **G** кислородом, получают летучую жидкость **J**. Одну из самых сильных минеральных кислот **K** получают при реакции соединения **J** с газообразным HF . При гидролизе кислоты **K** образуется плавиковая кислота и нелетучая кислота **L**.

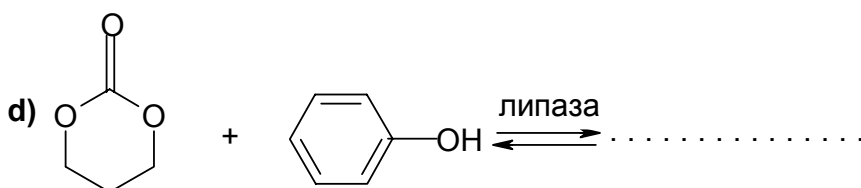
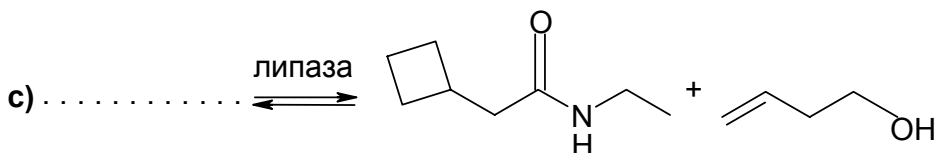
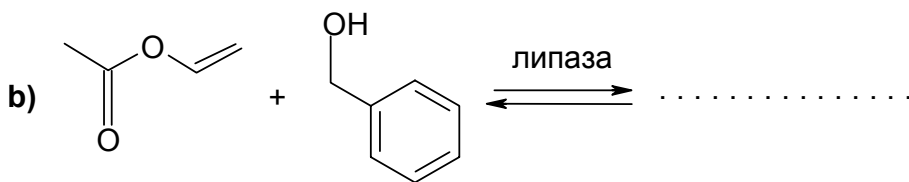
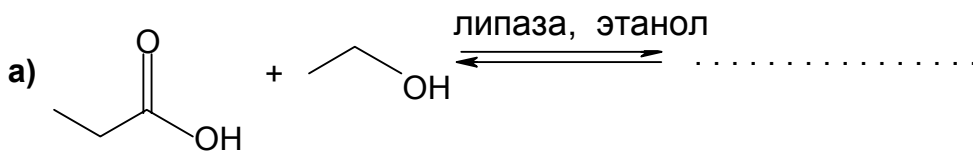
- a) Рассчитайте формулы соединений **B** и **C**. (1,5)
 b) Напишите формулы веществ **A–L**. (3)
 c) Напишите уравнения реакций: **i) A + Cl₂ → B**, **ii) B + Cl₂ ⇌ C**, **iii) C + NaF → B + D + E**, **iv) C + NH₃ → F + NH₄Cl + A**, **v) A + O₂ → G**, **vi) G + фосген → CO₂ + H**, **vii) G + B + Cl₂ → H**, **viii) H + H₂O → G + I**, **ix) G + O₂ $\xrightarrow{\text{kat}}$ J**, **x) J + HF(г) → K**, **xi) K + H₂O → L + плавиковая кислота**. (5,5) **10 б**

5. Катализаторы не сдвигают химическое равновесие, а ускоряют его установление. Липазы - это ферменты, которые в организмах являются катализаторами гидролиза сложноэфирных связей в жирах. В лабораторных условиях с их помощью можно провести разнообразные реакции с производными карбоновых кислот. Реакции соединений, содержащих группы –COOR и –OH, можно описать приведенным ниже механизмом:



R₁ и R₂ может быть H

- 1) Выберите сложный эфир; напишите для него суммарное уравнение гидролиза и уравнение гидролиза с липазокаталитическим механизмом (см. схему выше). (4)
 2) Заполните пробелы в схемах реакций и покажите, в каком направлении сдвинуто равновесие. **NB!** Реакции проходят в безводных органических растворителях. (6) **10 б**



6. Железо получают из оксида **A** с помощью оксида неметалла **X** по следующей схеме: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow Fe$. В данной схеме степень окисления железа уменьшается на каждом этапе. Восстановитель **X** получают из кокса в два этапа: кокс $\rightarrow Y \rightarrow X$, где соединение **Y** восстанавливают раскаленным коксом. Остаточную породу, основным компонентом которой является песок, отделяют в ходе двухэтапного процесса с помощью известняка. На первом этапе данного процесса выделяется соединение **Y** и твердое вещество, которое с песком образует шлак.

a) Напишите формулы и систематические название веществ **A**, **B**, **C**, **X**, **Y**, кокса, известняка и шлака. (2)

b) Напишите уравнения реакций: **i)** кокс $\rightarrow Y$, **ii)** $Y \rightarrow X$, **iii)** известняк $\rightarrow Y$, **iv)** \rightarrow шлак. (2)

c) Предположив, что кокс состоит только из простого вещества, рассчитайте количество теплоты (в Дж), выделившееся при сгорании 500 кг кокса, если при температуре горения энтальпия образования вещества **Y** $\Delta H_f(Y) = -397268$ Дж/моль. (1)

d) При сгорании приведенного в задаче количества кокса тепловой эффект процесса $Y \rightarrow X$ при температуре сгорания кокса равен $6,93 \cdot 10^9$ Дж. Рассчитайте энтальпию образования $\Delta H_f(X)$ соединения **X**. (1,5)

e) Даны следующие энтальпии реакции: $\Delta H_r(A \rightarrow B) = 19090$ Дж; $\Delta H_r(C \rightarrow Fe) = -39597$ Дж и $\Delta H_r(A \rightarrow Fe) = -83535$ Дж. Напишите термохимические уравнения (указав агрегатное состояние и энергетический эффект): **i)** $A \rightarrow B$, **ii)** $C \rightarrow Fe$ и **iii)** $A \rightarrow Fe$. (1,5)

f) Рассчитайте **i)** энтальпию реакции $\Delta H_r(B \rightarrow C)$ и **ii)** напишите соответствующее термохимическое уравнение. (4) **12 б**