

ОТКРЫТЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПО ХИМИИ

Старшая группа (11 и 12 класс)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Пярну, Кохтла-Ярве

8. ноября 2014

1. Радон – природный радиоактивный газ. В зависимости от концентрации, он может быть как полезен, так и вреден для человека. Радон считается основным фактором риска для возникновения рака легких и дыхательных путей в мире. По нормам Европейского союза, в помещении радиоактивный уровень радона не должен превышать 200 Бк/м^3 (1 Бк = 1 распад в секунду). Период полураспада ^{222}Rn ($T_{1/2}$) - 3,82 дня. Радиоактивный распад описывают следующие формулы: $N = N_0 \cdot 2^{-t/T_{1/2}}$ и $a \approx N \cdot \ln(2)/T_{1/2}$; N число ядер радиоактивного элемента в момент времени t и N_0 в момент времени 0, a – скорость разложения (Бк) и $\ln(2) = 0,693$.

a) Рассчитайте скорость разложения радона в здании, если его площадь 75 м^2 , высота 2,5 м, и обусловленная радоном ^{222}Rn радиоактивность 96 Бк/м^3 .

b) Рассчитайте количество частиц ^{222}Rn в здании.

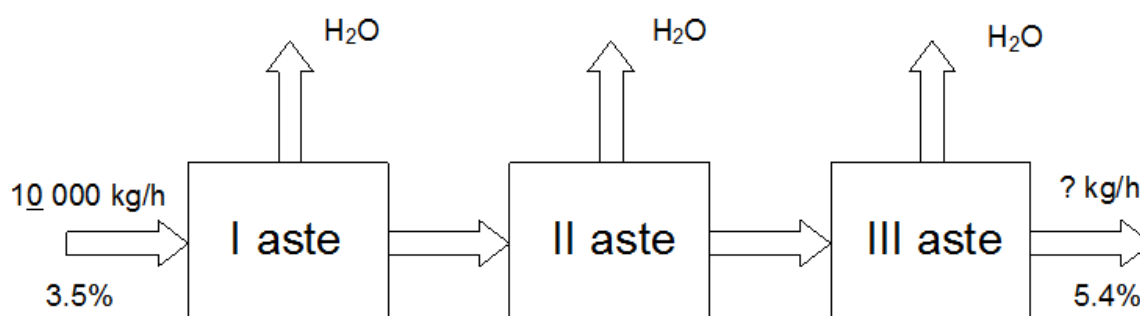
c) Рассчитайте какой процент радона ^{222}Rn останется в здании через 4 суток. Предположите, что извне ^{222}Rn в здание не поступает.

d) Рассчитайте, сколько времени понадобится, чтобы уровень радиоактивности в здании понизился с уровня европейской нормы до 95 Бк/м^3 . Предположите, что извне ^{222}Rn в здание не поступает.

e) Какой основной продукт разложения ^{222}Rn , если в качестве второго продукта выделяется ^4He ?

(8)

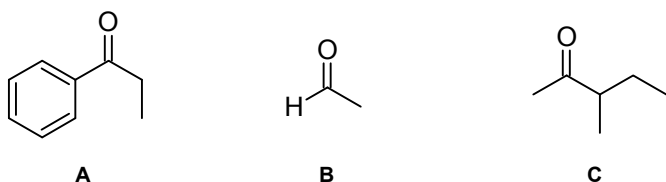
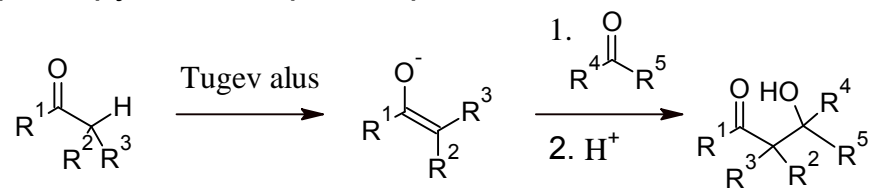
2. Один из приемов для концентрирования растворов – это многоэтапное испарение. Схема описывает трехэтапный испаритель, который используют для производства пресной воды из морской (массовое содержание NaCl 3,5%).



В систему добавляют морскую воду со скоростью $m = 10000$ кг/час. На каждом этапе испаряется в среднем одинаковое количество воды. По окончании процесса, концентрация NaCl в полученной воде составляет 5,4%.

- Рассчитайте сколько воды испаряется на каждом этапе.
- Рассчитайте содержание NaCl в воде после первого и второго этапов испарения.
- Рассчитайте концентрацию NaCl в мольных процентах после третьего этапа.
- Как можно использовать пар, образующийся в системе, чтобы весь процесс был более эффективным? **(10)**

3. Альдольная конденсация часто используется в органическом синтезе для построения связи углерод-углерод и образования нового стереоцентра. Для альдольной конденсации, сначала одно карбонильное вещество обрабатывают сильным основанием, а полученный енолат реагирует со вторым карбонильным веществом. R^{1-5} = алкил, арил, H.



- Расставьте следующие основания в порядке снижения основности: CH_3COOLi , LiNH_2 , $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{Li}$, $(\text{CH}_3)_3\text{COLi}$, NH_3 .
- Приведите структурные формулы енолат-анионов, полученных при обработке веществ **A–C** сильными основаниями.
- Приведите структурные формулы с стереохимическими денациями для всех продуктов, которые образуются, если вещество **C** обработать сильным основанием, а полученный енолат прореагирует с веществом **A**. **(11)**

4. Алюминиевый цилиндр, длиной 20 см поместили в раствор ZnSO_4 и осаждали цинк на деталь в течение 2,0 часов.

- Напишите анодную и катодную реакции, а также суммарную реакцию, если анод инертный.

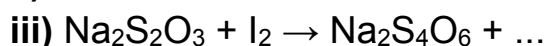
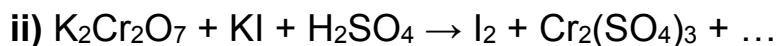
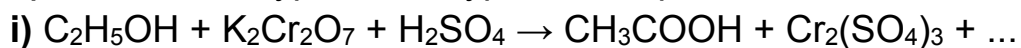
b) Рассчитайте толщину слоя осаждённого цинка. Изначальный диаметр цилиндра был 2,0 см, сила тока 2,0 А и плотность цинка 7,14 г/см³ ($F = 96485$ с·А/моль, $I \cdot t = n \cdot z \cdot F$).

Реакция	E^0 (V)
$\text{Cd}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Cd}$	-0,40
$\text{Co}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Co}$	-0,28
$\text{Pb}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Pb}$	-0,13
$\text{Hg}^{2+} + 2\bar{e} = \text{Hg}$	+0,85

с) Если раствор водержит ионы Cd^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} ja Co^{2+} , то в каком порядке начнут отаждаться металлы, если приложенное рапряжение постепенно снижать? **(10)**

5. Однажды химик Таави задумался о содержании алкоголя в дедушкином яблочном бренди. Ему стало интересно, насколько точно дедушка может определить содержание этанола в растворе на вкус. Таави захватил бутылку дедушкиного бренди и отправился в лабораторию делать эксперимент. Он решил определить содержание алкоголя с помощью редокс титрования этанола. Для этого он взял 10,00 см³ ($\rho = 0,923$ г/см³) бренди, выпарил из него этанол и полученный этанол квантитативно перенес в 100,00 см³ колбу и добавил воды до метки. Затем он взял из колбы 10,00 см³ раствора и добавил к нему 18,00 см³ 0,6720 М $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, подкисленного серной кислотой и оставил в тепле на ночь. Утром он добавил к полученной смеси KI . Для титрования полученного йода понадобилось 37,52 см³ 0,652 М раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

a) Закончите и уравняйте уравнения реакций:



b) Рассчитайте массовое содержание этанола в бренди. **(11)**

6. Дракон Беззубик ест метансодержащие водоросли и использует метан для того чтобы превращать камни в лаву. Укротитель драконов задался вопросом: какое из соединений неметаллов второго и третьего периодов с водородом (**A–H**) дает наибольшее количество теплоты при сгорании? В древних рунах викихимиков он нашел значение энергий связей (кДж/моль), но так и не смог найти ответа на свой вопрос.

B-H	C-H	Si-H	P-H	O-H	B-O	C=O	Si-O	P-O	P=O	O=O
314	411	318	322	459	536	799	452	335	544	494

a) Напишите уравнения реакций: **A)** $B_2H_6 \rightarrow B_2O_3$, **B)** $CH_4 \rightarrow CO_2$, **C)** $SiH_4 \rightarrow SiO_2$, **D)** $NH_3 \rightarrow N_2$, **E)** $PH_3 \rightarrow P_4O_{10}$, **F)** $H_2S \rightarrow SO_2$, **G)** $HF \rightarrow F_2$, **H)** $HCl \rightarrow Cl_2$.

b) Приведите графические структуры B_2H_6 , CH_4 , NH_3 и H_3PO_4 .

c) Рассчитайте количество теплоты, выделяющееся при сгорании 1 моля соединений **A-C** и **E**.

d) Какие из веществ **A-H** не горят, а какие самовоспламеняются?

e) Можете ли вы посоветовать укротителю, какие вещества Беззубику лучше всего есть для улучшения качества лавы? Почему? **(10)**