

Открытые соревнования по химии

Младшая группа (9 и 10 кл.)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Кохтла-Ярве; 15 ноября 2003 г.

1. В биохимии одними из многочисленных используемых объектов являются бактерия *mutant E.coli*, сахара лактоза и аллолактоза, а также фермент β -галактозидаза. Мутант *E.coli* синтезирует β -галактозидазу. Физиологическим инициатором синтеза β -галактозидазы является аллолактоза $C_{12}O_{11}H_{22}$, которая образуется из лактозы.

а) Каким объектам соответствуют буквы **A**, **B**, **C** и **D** в следующих схемах



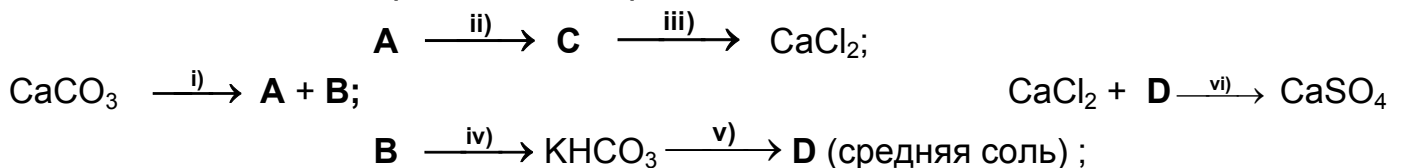
б) Найти число протонов, содержащихся в молекуле аллолактозы. (2)

в) Найти молярную массу аллолактозы (округлить до целых). (2)

г) Найти число электронов, содержащихся в 0,513 граммах аллолактозы. (2)

е) Найти **i**) массовую долю и **ii**) мольную долю содержащегося в аллолактозе кислорода (элемента) с точностью до трех значащих цифр. (2) **10 б**

2. Вовочка решил синтезировать сульфат кальция. Для синтеза он использовал карбонат кальция, гидроксид калия, соляную кислоту, серную кислоту и воду. Чтобы избежать образования кислой соли, он выбрал схему синтеза, где одним из этапов является термическая обработка.



а) Написать уравнения реакций, которые соответствуют этапам **i**), **ii**), **iii**), **iv**), **v**) и **vi**) и дать названия веществам **A**, **B**, **C** и **D**. (6)

б) Рассчитать, сколько граммов CaSO_4 можно получить, исходя из 1,00 кг карбоната кальция. (2)

в) Обосновать, почему на этапе **iv**) образуется гидрокарбонат калия? Как образуется карбонат калия? (2) **10 б**

3. Фирма Nescafe недавно стала выпускать самонагревающиеся банки с двойными стенками. При нажатии кнопки твердый оксид кальция высыпается в разбавленный раствор гидроксида натрия. Выделяющаяся в реакции энергия согревает раствор кофе. Объем обеих жидкостей в сумме равен 210 мл и жидкости нагреваются на 40°C . Теплоты образования оксида кальция, гидроксида кальция и воды равны соответственно -635 кДж/моль, -1003 кДж/моль и -286 кДж/моль. При расчетах предположить, что обе жидкости имеют одинаковую теплоемкость ($4,18$ Дж·К⁻¹·г⁻¹) и плотность ($1,0$ г/см³). При решении пренебречь возможными потерями тепла и теплоемкостью металлической банки. Скорость данной реакции возможно регулировать варьированием pH реакционной среды.

а) В какой среде (кислой, нейтральной или основной) реакция протекает быстрее? (1)

б) Написать уравнение реакции оксида кальция и воды. (1)

в) Рассчитать энтальпию реакции (ΔH) для пункта **б**). (3)

г) Рассчитать энергию, нужную для нагревания жидкостей (210 мл) на 40°C (2,5)

е) Рассчитать минимальную массу оксида кальция, которая нужна для получения энергии (из пункта **d**). (2,5) **10 б**

4. Учитель принес в класс растворы в пяти пронумерованных пробирках и отдельно пять этикеток, на которых были написаны формулы: NaCl , Na_3PO_4 , NaH_2PO_4 , FeCl_3 и K_2CrO_4 . Была приведена соответствующая таблица для описания растворов:

Номер пробирки	Цвет раствора	Цвет раствора с лакмусом *	Цвет раствора с метилкрасным**
1	желтоватый	красный	красный
2	бесцветный	красный	желтый
3	бесцветный	красный	красный
4	бесцветный	синий	желтый
5	желтоватый	красный	желтый

*Лакмус красного цвета в нейтральной и кислой среде, в щелочной - синий.

** Метилкрасный в кислой среде красного цвета, начиная с $\text{pH}=6$ - желтый.

а) Дать названия веществ. (5)

б) Написать и обосновать, в какой пробирке какой раствор. (5) **10 б**

5. Соляная кислота является водным раствором хлороводорода (газообразного). При 20°C плотность воды равна $0,9982 \text{ г/см}^3$ и молярный объем газов равен $24,04 \text{ дм}^3/\text{моль}$. При данной температуре растворяют $403,9$ единиц объема HCl ($36,46 \text{ г/моль}$) ровно в одной единице объема воды. Плотность полученной соляной кислоты равна $1,189 \text{ г/см}^3$.

а) Найти, чему равна массовая доля соляной кислоты в данных условиях. (4)

б) Рассчитать молярную концентрацию полученной соляной кислоты (число молей HCl в одном литре соляной кислоты). (4) **8 б**

6. Металл **A** реагирует с тяжелой красно-коричневой жидкостью **B**, в результате получают только одно (бинарное) соединение **C**. Соединение **C** растворяют в воде и раствор выливают в две пробирки. В первую пробирку добавляют аммиачной воды, в результате чего образуется белый желеобразный осадок **D**. Этот осадок растворяется в растворе NaOH , образуя десятиатомное соединение **E**. Осадок **D** растворяется и в соляной кислоте. Во вторую пробирку прибавляют раствор нитрата серебра, в результате чего образуется желтоватый осадок **F**. При прибавлении тиосульфата натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) осадок растворяется, образуя т.н. комплексное соединение **G** (молекулярная масса 401), которое содержит два тиосульфат-иона. К раствору вещества **G** прибавляют гидроксид натрия и кусочек металла **A**. Происходит интенсивное выделение газа **H** и образуется соединение **E**. В ходе реакции протекает побочная реакция, где из вещества **G** выделяются тиосульфат-ионы (соединяются с ионами Na^+), соединение **E** и черное порошкообразное простое вещество **I**. Молекулярная масса нитрата вещества **I** равна 170.

а) Написать формулы и названия веществ **A – I**. Названия веществ **E** и **G** приводить не надо. (4,5)

б) Написать уравнения реакций: i) $\text{A} + \text{B} \rightarrow$; ii) $\text{C} \rightarrow \text{D}$; iii) $\text{D} \rightarrow \text{E}$; iv) $\text{C} \rightarrow \text{F}$;

v) $\text{F} \rightarrow \text{G}$; vi) $\text{A} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}$; vii) $\text{G} \rightarrow \text{I}$. (7,5) **12 б**