

# ОТКРЫТЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПО ХИМИИ

Младшая группа (9 и 10 класс)

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

5 ноября 2011

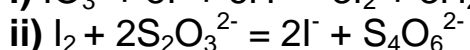
1. Во взятую с избытком соляную кислоту бросали по одной одинаковые по массе пластинки магния или цинка и измеряли объём выделившегося газа. Средние показатели, которые были сняты в течение одной минуты через каждые 10 секунд, приведены в таблице справа.

время, с	V(газ), мл	
	Mg	Zn
10	14	3
20	24	5
30	36	6
40	39	8
50	40	10
60	40	12

- a) Изобразите на графике зависимость выделившегося при реакции магния и цинка объёма газа от времени (ось x: 10 секундам соответствует 2 см; ось y: 10 миллилитрам соответствует 2 см).
- b) Приведите проходящие с обоими металлами уравнения реакций.
- c) С каким из металлов реакция протекает быстрее? Почему?
- d) Какой из металлов успеет полностью раствориться за одну минуту? Обоснуйте ответ.
- e) Рассчитайте массу используемых металлических пластинок. ( $V(\text{газа})=22,4 \text{ л/моль}$ ) **(8)**
2. Соль **X** содержит 43,7% элемента **A**, причём элемент **A** присутствует как в составе катиона, так и в составе аниона. При разложении этой соли получается двухатомный газ **B** и один распространённый оксид **C**. При реакции газа **B** с другим распространённым двухатомным газом **D** при высокой температуре (выше 2000 °C) образуется оксид **E**, который в присутствии кислорода быстро превращается в оксид **F**. При реакции оксида **F** с оксидом **C** образуются кислоты **G** и **H**. При реакции кислоты **G** с цинком образуется соль **Y** и вещество **Z**, в котором содержание элемента **A** составляет 35,0%.
- a) Определите элемент **A**, вещества **B-H**, **X** и **Y**. Приведите их номенклатурные названия и формулы.
- b) Напишите уравнения приведённых в тексте реакций.
- c) Какая кислота сильнее: **F** или **G**? Кратко обоснуйте. **(10)**
3. Химик Калле хотел проверить, сколько витамина C (аскорбиновая кислота,  $M=176 \text{ г/моль}$ ) содержат таблетки витамина C (250 мг/1 таблетка). Для этого он растворил 4 таблетки витамина C в  $100 \text{ см}^3$  0,5

М серной кислоты и разбавил полученный раствор в 2,5 раза дистиллированной водой. Затем Калле взял 20 см<sup>3</sup> этого раствора и добавил в него 5 см<sup>3</sup> 1,0 М раствора KI и 25,0 см<sup>3</sup> 0,0120 М раствора KIO<sub>3</sub>, в результате чего в раствор выделился I<sub>2</sub>. Известно, что аскорбиновая кислота реагирует с I<sub>2</sub> в молярном соотношении 1:1. Количество непрореагировавшего с аскорбиновой кислотой I<sub>2</sub> Калле определил титрованием, используя для этого раствор Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**a)** Найдите в проходивших при определении витамина С уравнения реакции степени окисления йода и серы, а также окислитель и восстановитель.



**b)** Найдите количество витамина С в одной таблетке витамина С, если для титрования Калле потребовалось 28,0 см<sup>3</sup> 0,0500 М раствора Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**c)** Сколько весящих 150 г яблок должен съесть химик Калле, чтобы получить из яблок то же количество витамина С, которое содержится в одной таблетке витамина С (в 100 г яблок содержится 6 г витамина С)?

**(10)**

**4.** Используемые никель-кадмиевые аккумуляторы опасны для природы, поэтому их перерабатывают. Кадмий также является редким элементом, запасы которого в земной коре в ближайшем будущем истощатся. Стоимость используемых в аккумуляторах металлов следующая: Cd 5 евро/кг; Fe, Co, Ni 0,2 евро/кг. Типичный пустой аккумулятор содержит гидроксид кадмия(II), гидроксид никеля(II), оболочку из стали, бумажную и пластиковую упаковку и раствор KOH. Содержание металлов в аккумуляторе следующее: Cd 23%, Ni 16%, Fe 35%, Co 1%. Переработка одной тонны аккумуляторов состоит из демонтажа и механической обработки, которые проходят при мощности 20 кВт и длятся в целом один час; из испарения металлов с предшествующим их восстановлением редуцирования (три часа, 500 кВт) и из отделения металлов магнитом (полчаса, 10 кВт). Электроэнергия стоит 0,10 евро/кВт·ч.

**a)** После разложения гидроксида **(i)** оксид кадмия восстанавливают углём **(ii)** и металл испаряют **(iii)**. Напишите уравнения реакций этих процессов.

**b)** Какова стоимость переработки одной тонны никель-кадмиевых аккумуляторов?

**c)** Рассчитайте стоимость металлов, выделенных из одной тонны никель-кадмиевых аккумуляторов, и суммарную выручку от переработки металлов в евро.

**d)** Какой металл из никель-кадмиевых аккумуляторов самый опасный для окружающей среды, и как его обезвредить в случае утечки? **(12)**

5. В связи с ограниченными запасами ископаемых топлив и с негативными влияниями их использования на окружающую среду, их большую часть надеются заменить биотопливами. В условиях северной Европы одной из возможных альтернатив ископаемым топливам является производимое из рапса биодизельное топливо. Синтезируемое из рапсового масла биодизельное топливо состоит из сложных эфиров жирных кислот (например,  $C_{17}H_{33}COOCH_3$ ). При сгорании биодизельного топлива в виде тепла высвобождается 9,1 кВт·ч энергии на 1 литр топлива. С рапсового поля площадью 1 га при средней урожайности Эстонии за год можно получить 500 литров биодизельного топлива.

a) Запишите уравненное уравнение реакции полного сгорания соединения  $C_{17}H_{33}COOCH_3$ .

b) Если дизельное топливо заменить дающим такое же количество энергии биодизельным топливом, во сколько раз уменьшится количество выбрасываемого в атмосферу  $CO_2$ ? Предположите, что для производства одной единицы объёма биодизельного топлива в Эстонии затрачивается количество энергии, получаемое при сгорании 0,75 единиц объёма ископаемого дизельного топлива. При сгорании биодизельного топлива выделяется на 9% меньше энергии на единицу объёма, чем при сгорании ископаемого топлива, а количество выделяющегося при сгорании биодизельного топлива  $CO_2$  не нужно учитывать из-за круговорота углерода в природе. Ответ выразите с точностью до двух значащих цифр.

c) i) Сколько сохранённой в биодизельном биотопливе энергии получают в Эстонии ровно с 1 м<sup>2</sup> рапсового поля за год? Ответ дайте в единицах 1 кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год). ii) Оцените при помощи расчётов, возможно ли за год с той же площади получить больше энергии, сохранённой в виде биодизельного топлива, или в виде электроэнергии при помощи солнечных батарей? Предположите, что в Эстонии за год на один квадратный метр попадает 900 кВт·ч солнечной энергии, и при помощи солнечных батарей 10% этой энергии можно превратить в электроэнергию.

d) В 2010 году при сгорании потребляемого в Эстонии ископаемого топлива 22 000 ТДж энергии выделилось в виде тепла. i) Оцените при помощи расчётов, рапсовое поле какой площади потребуется для производства такого количества энергии. ii) Реалистично ли в Эстонии в качестве ископаемого топлива использовать только биодизельное топливо местного производства?

*Полезные преобразования единиц: 1 кВт·ч =  $3,6 \cdot 10^6$  Дж, 1 ТДж =  $10^{12}$  Дж, 1 га =  $10\,000$  м<sup>2</sup>. Площадь Эстонии  $45\,200$  км<sup>2</sup>. (12)*

6. Сколько см<sup>3</sup> 18,0% раствора NaOH (1,197 г/см<sup>3</sup>) надо добавить к 135 см<sup>3</sup> 42,0% раствора NaOH (1,449 г/см<sup>3</sup>), чтобы получить 30,0% раствор?

Попробуйте найти решение с минимальным затратам работы.  
Обоснуйте его. **(8)**