

9 класс

*Авторы задач – Скрипкин М.Ю. (№№ 1, 5), Пошехонов И.С. (№№ 2, 3, 7),
Злотников Э.Г. (№ 4), Орлов С.Н. (№5), Севастьянова Т.Н. (№6)*

1. Для определения состава некоторого минерала были проведены следующие опыты.
 - 1) навеску минерала поместили в пробирку и нагрели. При этом на стенках пробирки появились капли жидкости;
 - 2) навеску минерала массой 2.00 г прокалили при 500 °С. При этом масса навески уменьшилась до 1.57 г;

- 3) навеску минерала массой 1.50 г растворили в воде и добавили избыток 10% раствора едкого натра. Выпало 0.35 г белого осадка, растворимого в кислотах, но нерастворимого в щелочах;
- 4) навеску минерала массой 2.00 г растворили в воде и добавили избыток раствора хлорида бария. Выпало 1.88 г белого мелкокристаллического осадка, нерастворимого в кислотах и щелочах;
- 5) навеску минерала массой 1.00 г растворили в воде и добавили избыток раствора нитрата серебра. Выпало 0.58 г белого творожистого осадка, нерастворимого в азотной кислоте.

Определите состав минерала.

2. Оксид иода (V) – бесцветные кристаллы, хорошо растворимые в воде, используются в аналитической химии для количественного определения угарного газа.

- 1) Определите, какое число молекул оксида иода (V), содержащих изотоп кислорода ^{17}O , может находиться в образце оксида иода (V) массой 8.35 г. Природное содержание изотопа кислорода ^{17}O составляет 0.037% по массе. Изменением изотопного состава в зависимости от происхождения образца и других факторов пренебречь.
- 2) Напишите химические реакции, лежащие в основе определения угарного газа при помощи оксида иода (V).

3. Разложение соли, являющейся основным компонентом минерала, содержащего элемент X, приводит к образованию твердого вещества A. Нитрат элемента X при нагревании разлагается с образованием твердого вещества B. Если же подействовать на раствор нитрата элемента X щелочным раствором гипохлорита натрия, то выпадает темный осадок C. Прокаливание A в токе воздуха приводит к образованию вещества B. Известно, что вещества A – C имеют одинаковый качественный элементный состав:

вещество	A	B	C
$\omega(\text{X}), \%$	92.83	90.66	86.61

- 1) Установите формулы всех неизвестных веществ. Ответ подтвердите расчетом.
- 2) Напишите уравнения реакций, указанных в условии.
- 3) Вещество C и простое вещество, образованное элементом X, используются в аккумуляторах в качестве материалов для электродов. Укажите состав катода и анода. Напишите уравнение разрядки такого аккумулятора, если электролитом является серная кислота.

4. При химическом анализе пяти неорганических веществ в лаборатории были получены следующие результаты:

Вещество 1 – 1.70% H, 54.70% O, 26.50% P, 17.10% Ca.

Вещество 2 – 0.90% H, 36.03% O, 5.40% C, 57.67% Cu.

Вещество 3 – 5.26% H, 42.11% O, 18.42% N, 34.21% Cr.

Вещество 4 – 5.04% H, 63.31% O, 11.51% S, 20.14% Fe.

Вещество 5 – 5.06% H, 67.51% O, 13.50% S, 8.23% K, 5.70% Al.

Приведите формулы и названия этих веществ. К каким классам неорганических веществ они относятся? Напишите уравнения реакций, протекающих при прокаливании этих веществ.

5. В начале XX века супруги Кюри открыли несколько новых элементов и создали новый раздел химии – радиохимию. Выделение элементов осуществлялось классическими методами аналитической химии, контроль их содержания проводили радиометрически из-за малого содержания элементов в образцах. Далее описан пример последовательности действий, позволивших открыть новый элемент.

Образец минерала урана, содержащий в качестве примесей оксиды свинца, висмута, меди, мышьяка, сурьмы и элемента **X**, обработали азотной кислотой, затем жидкость выпарили и растворили остаток в воде. При пропускании через полученный раствор сероводорода выпал черный осадок, а уран остался в растворе, но именно осадок обладал высокой радиоактивностью. Для отделения мешающих элементов осадок обработали раствором сульфида аммония, а оставшееся твердое вещество – кипящей смесью серной и азотной кислот. При этом выпал осадок, не проявляющий радиоактивность. Его отфильтровали, к фильтрату добавили концентрированный раствор аммиака, что привело к выпадению радиоактивного осадка. Осадок перевели в форму сульфида и нагрели, в результате чего пары нового элемента **X** осели на холодной части ампулы в виде черной пленки.

- 1) Определите элемент **X**, о котором дополнительно известно, что один из его изотопов может быть получен в одну стадию при радиоактивном распаде соответствующего изотопа одного из присутствующих в исходном минерале элементов. Напишите данное уравнение распада и укажите, как меняются заряд ядра атома и массовое число в ходе данного превращения.
- 2) Напишите уравнения всех упомянутых в задаче реакций.

6. Пробу смеси, содержащей безводные нитраты бария, свинца и кальция, массой 1.204 г растворили в воде и полученный раствор в присутствии уксусной кислоты обработали избытком раствора хромата калия. При этом выпал осадок, который после промывания и высушивания имел массу 0.688 г. Другую пробу смеси, содержащей те же соли, массой 0.737 г также растворили в воде и полученный раствор обработали избытком соляной кислоты. Выпавший при этом осадок отцентрифугировали при низкой температуре. Образовавшееся в виде осадка вещество после растворения в теплой воде подвергли электролизу. Масса металла, осевшего на катоде, оказалась равной 0.133 г.

- 1) Приведите уравнения описанных реакций и объясните целесообразность выбранного хода анализа.
- 2) Вычислите процентное содержание металлов (в пересчете на чистый металл), а также процентное содержание солей во взятых образцах.

7. Производство азотной кислоты – процесс, сопровождающийся образованием токсичных нитрозных газов (оксидов азота): **A**, **B**, **C**, **D**, **E**. Известно, что взаимодействие газов **A** и **B** при охлаждении приводит к образованию **E**, а газы **B** и **C** имеют равное массовое содержание образующих их элементов.

- 1) Приведите формулы газов **A** – **E**.

Одним из методов очистки выделяющихся газов от оксидов азота является восстановление угарным газом. При восстановлении таким методом смеси отходящих газов объемом 106.5 л (1.2 атм, 350 °С) выделяется 989.8 кДж энергии. Считайте, что смесь состоит преимущественно из газов **A** и **B**.

- 2) Используя справочные данные, установите состав газовой смеси в объемных долях, ответ подтвердите расчетом.

Вещество	CO	CO ₂	N ₂ O	NO	NO ₂
Q _{обр.} , кДж/моль	110.5	393.5	-82.0	-90.3	-33.5

- 3) Приведите два примера других газов-восстановителей, которые могут быть использованы для обезвреживания нитрозных газов, и соответствующие уравнения реакций.