

2 М раствора серной кислоты (содержащей 2 грамм-молекулы в 1 л раствора), при этом выпало 2,33 г осадка. К фильтрату прибавили раствор питьевой соды и при этом выделилось 1,68 л газа. Найти процентное содержание едкого натра в исходном растворе.

ОТВЕТ: 0,5 %.

б) IX класс

15. В нашей стране периодически проводятся Всесоюзные съезды химиков. Чье имя носят эти съезды? Где и когда состоялся последний такой съезд? Что вы можете рассказать о работах, доложенных на этих съездах?

16. К 75 мл 1 М раствора сульфида бария (пл. 1,06 г/см<sup>3</sup>) прилили 52 мл 20%-ного раствора сульфата меди (II) (пл. 1,25 г/см<sup>3</sup>). Выпавший осадок отфильтровали. Определите количественный состав полученного раствора.

ОТВЕТ: I г  $CuSO_4$  и II 8,075 г  $H_2O$ .

17. Как известно, цинк очень активно реагирует с раствором серной кислоты. Однако при добавлении к этому раствору ацетата натрия выделение пузырьков газа резко изменяется. Как можно объяснить это явление?

18. Почему на заводах по переработке полиметаллических руд обычно имеются пеки производства серной кислоты?

мотивированный ответ, подкрепленный уравнениями химических реакций.

19. Для восстановления 3,2 г окисла металла требуется 1,344 л водорода (при нормальных условиях). В то же время при растворении полученного металла в избытке соляной кислоты выделяется только 896 мл водорода (при нормальных условиях). Объяснить это явление. Какой это металл?

ОТВЕТ: Fe

20. Объяснить, почему врачи при изморе прописывают периодический прием белой магнезии и почему гимнасты перед выполнением упражнений на брусьях или перекладине натирают руки жженой магнезией?

21. При прокаливании 80 г безводного сульфата трехвалентного элемента получается его окисел. Количество окисла на 24 г меньше, чем грамм-атомный вес металла. Определить, какой это металл. Свой ответ обосновать расчетом.

ОТВЕТ: Fe

22. Как, имея в своем распоряжении только 0,1 н. растворы хлорида калия и нитрата меди, получить практически чистый нитрат калия? Предложить наиболее простой способ решения задачи.

23. В шести пронумерованных пробирках находятся растворы нитрата натрия, хлорида меди (II), сульфата натрия, карбоната калия, нитрита бария и хлорида кальция. Известно, что при сливании растворов № 1 и № 3, № 1 и № 6, № 2 и № 3, № 2 и № 6, № 4 и № 6 выпадают осадки. Действие раствора нитрата серебра вызывает появление осадков в растворах № 1, № 4 и № 6, а после предварительного упаривания и в растворе № 3. При действии хлорида бария выпадают осадки в растворах № 3 и № 6. При добавлении металлической меди и соляной кислоты реагируют растворы № 1, № 5 и № 6, причем растворы № 1 и № 5 приобретают ту же окраску, какую первоначально имел раствор № 4. Определить, в какой пробирке находится каждое из названных веществ. Ответ иллюстрировать уравнениями всех описанных реакций.

24. Сколько батареек КБС-Л-0,50 необходимо взять для получения I л водорода электролизом, если выход по току 83,5%?

ОТВЕТ: 6.

25. Некоторый элемент X образует более 10 кислот, в том числе кислоты A, B и C. Вещества A и B при нагревании ниже 150°C образуют как свободный элемент X в виде простого вещества, так и ангидрид кислоты C, а при более высокой температуре дают только ангидрид кислоты C и воду. Какой это

элемент? Реагируют ли между собой вещества А и С? Где применяются названные вещества?

26. Навеска смеси алюминия, магния и железа разделена на три равные части. Найти состав смеси в процентах по весу, если известно, что при обработке одной части навески полностью прореагировало 48,78 мл 4,91%-ной соляной кислоты (пл. 1,025 г/см<sup>3</sup>), при растворении такой же части навески в 2 н. растворе щелочи выделилось 336 мл газа, а для хлорирования третьей части смеси металлов потребовалось 790 мл хлора (условия нормальные).

ОТВЕТ: 33,3% Al ; 19,7% Fe ; 47% Mg.

27. Иногда утверждают, что плавиковая кислота - это сильная, так как она разъедает даже стекло. Правильно ли это утверждение? Почему чистая плавиковая кислота, в отличие от других галогеноводородных кислот при нормальных условиях - жидкость? Как ее получают и хранят? Какое применение находит это вещество и другие соединения фтора?

в) X класс

28. Кто из советских химиков был удостоен звания лауреата Ленинской премии? Что вы знаете об их работах?

29. Воздушный шарик, заполненный распространенным в природе газом, имеет подъемную силу в 2,08 раза меньшую,

чем такой же шарик, заполненный водородом? Какой это газ?  
(Натяжением резиновой оболочки пренебречь).

ОТВЕТ:  $\text{CH}_4$ .

30. На завод поступил новый стальной, эмалированный изнутри химический реактор. Какой простейший способ вы предложите для проверки целостности и тщательности эмалевого покрытия?

31. Какой объем 98%-ной серной кислоты (пл. I,84  $\text{г}/\text{см}^3$ ) потребуется для растворения 2,75 г смеси меди с окисью меди, если известно, что при растворении такого же количества смеси в разбавленной азотной кислоте выделяется 448 мл нерастворимого в воде газа (при нормальных условиях).

ОТВЕТ: 3,84 мл.

32. Может ли органическое соединение содержать 40% водорода? Если оно существует, то как его можно получить?

33. 0,7 г смеси этана, пропилена и ацетилена занимают объем 448 мл (условия нормальные) и могут обесцветить 40 мл 5%-ного раствора брома в четыреххлористом углероде (пл. I,6). Минимальный объем 1 г раствора едкого кали, которым можно поглотить всю двуокись углерода, образующуюся при полном сжигании 448 мл исходной смеси, равен 50 мл. Определить пропентное содержание (по объему) газов в исходной смеси. Какими химическими способами можно разделить эту смесь, выдели.

выделив каждый из газов в чистом виде?

ОТВЕТ: 112 мл  $C_2H_6$ , 224 мл  $C_3H_6$  и 112 мл  $C_2H_2$ .

34. В ХУП в. Глаубер, дрекаливая в печи влажную соль, железный купорос и квасцы, получил "соляной спирт". Какие реакции при этом происходили и что представлял собой соляной "спирт"? Как это вещество называется сейчас и какие источники его получения в технике вы знаете? Ответ иллюстрировать уравнениями реакций.

35. В лаборатории имеется медный купорос, содержащий радиоактивный изотоп серы. Как получить из него меченный серой сульфид железа, не загрязняя его другими изотопами серы? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций с указаниями примерных условий их проведения.

36. В шести пронумерованных склянках находятся гексен, этилформиат, ацетальдегид, этанол, уксусная кислота и раствор фенола. Для установления содержимого каждой склянки были проведены реакции каждого вещества с бромной водой, раствором едкого натра, металлическим натрием и окисью серебра. При этом установлено, что при действии натрия газ выделяют № 2, № 5 и № 6, с бромной водой реагируют вещества № 2, № 3, № 4, № 6, причем обесцвечивание бромной воды веществами № 4 и № 6 происходит сразу после встряхивания, а соединения № 2 и № 3 обесцвечивают бромную воду

медленно. С окисью серебра реагируют соединения № 1, № 3, № 5 и № 6, причем вещество № 5 не образует черного осадка. При действии водного раствора щелочи легко реагируют вещества № 5 и № 6, образуя растворимые в воде соединения; вещества № 1 и № 3 также способны реагировать со щелочью, однако реакции происходят медленно, причем при нагревании соединения № 1 с раствором щелочи малиновая окраска фенол-фталеина постепенно исчезает. Определить, в какой из схемы находилось каждое из указанных веществ, и написать уравнения всех упомянутых превращений.

37. 2,5 н. раствор перманганата калия, предназначенный для титрования соли железа, содержит 7,5% <sup>СОЛИ</sup> ~~соли~~. Вычислить плотность приготовленного раствора.

ОТВЕТ: 1,053 г/см<sup>3</sup>.

38. Какими способами можно получить метан, содержащий изотоп углерода <sup>13</sup>С из меченого карбида кальция?

39. Раствор 8,58 г смеси муравьиной, уксусной и щавелевой кислот в 11,42 мл воды разделен на три равные части. Для нейтрализации одной трети полученного раствора понадобилось 150 мл 0,4 н. раствора баритовой воды. Вторую часть раствора оттитровали 0,1 М раствором перманганата калия, подкисленным серной кислотой, до появления бледно-розовой окраски. При этом было затрачено 100 л раствора. Последнюю часть раствора нагрели с избытком концентрированной серной

кислоты и получили при этом 896 мл газа (условия нормальные). Найти процентную концентрацию уксусной кислоты в исходном растворе.

ОТВЕТ: 7,9%.

40. На заводе было изготовлено пять хромированных и пять никелированных снаружи и изнутри автоклавов, однако на складе немаркированные автоклавы были перепутаны. Как, не нарушая поверхность автоклавов, сделать правильную маркировку продукции? Предложить план лабораторных исследований.

ЧЕТВЕРТАЯ ВСЕСОЮЗНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ  
ОЛИМПИАДА 1970г.

9-16 апреля 1970 г.

г. Воронеж

"... чтобы не было верхоглядства,  
чтобы знали факты".

В.И.ЛЕНИН

8 класс

1. К 48,35 мл 7,3%-ной соляной кислоты (плотность I,035) прибавили 91,75 мл II,2%-ного раствора едкого кали (плотность I,09). Сколько молекул воды содержится в полученном растворе?

2. В результате химического анализа был установлен количественный состав следующих пяти соединений:

- 1)  $\text{CaCl}_2\text{O}$     2)  $\text{HClMgO}$     3)  $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_5\text{C}$     4)  $\text{H}_4\text{V}_2\text{O}_3$   
5)  $\text{H}_{14}\text{ZnSO}_{II}$

К каким классам относятся эти вещества? Напишите их структурные (графические) формулы и приведите по две реакции, характеризующие каждое из этих соединений.

3. Какова максимальная концентрация купоросного масла, получающегося при прокашивании железного купороса, если

все летучие вещества полностью конденсируются в охлаждаемом до 0°C приемнике?

4. При обжиге сульфида некоторого металла на воздухе не образуется твердого остатка. Какой цвет имеет исходное вещество? Где применяются соединения этого металла?

5. В десяти пробирках находятся растворы хлоридов цинка и магния, сульфатов цинка и магния, нитратов цинка и свинца, серной и соляной кислот, гидроокисей калия и бария. Как, не прибегая к помощи других реагентов, определить, в какой из пробирок находится каждый из названных растворов? Составьте план анализа с уравнениями использованных Вами реакций. Если Вам не удается решить эту задачу, пользуясь только названными растворами, то укажите, какие вещества Вам нужны дополнительно и также предложите план анализа.

6. Вещество X состоит из элементов А и В, находящихся в одном периоде и имеет формулу AB. Водородные соединения элементов А и В содержат 21,43% и 17,65% водорода соответственно. Определите, какое это вещество. Чем оно интересно?

7. Каких принципиальных отличий следует ожидать в составе и наборе лунных минералов по сравнению с земными. Дайте развернутый ответ.

8. Два металла, находящиеся в одной группе периодической системы, нагрели без доступа воздуха. После охлаждения до комнатной температуры образовавшуюся жидкость (ее вес 6,2 г) обработали газообразным простым веществом, образованным элементом третьего периода и получили 13,3 г продуктов реакции, имеющих тот же состав, что и минерал, являющийся важным сырьем для химической промышленности. Назовите металлы, минерал и укажите, где они применяются.

9. Предложите принципиальную схему устройства, которое могло бы автоматически подавать звуковой или световой сигнал при появлении щелочи в воде, выходящей из химического реактора.

10. Как можно в лаборатории, располагающей достаточным набором реагентов, закочь спиртовку? Предложите максимальное число способов и поясните, на чем они основаны.

9 класс

1. Где применяются нитрит, сульфид и перекись натрия, сероуглерод, хлорная известь? Какие меры предосторожности и почему следует принимать при работе с ними?
2. Каких принципиальных отличий следует ожидать в составе и разнообразии лунных минералов по сравнению с земными? Дайте развернутый ответ.
3. Фоофор, количественно выделенный из 38,75 г 80%-ного фоофорита, окислен в атмосфере кислорода, и полученный препарат растворен в 200 мл 1,6 н раствора едкого кали. Какие вещества и в каком количестве содержатся в образовавшемся растворе? Какое количество и какого газа (условия нормальные) выделяется при действии на этот раствор избытка цинковой пыли? Изменится ли количество газа, если вместо раствора едкого кали взять раствор аммиака той же концентрации? Приведите уравнения реакций, необходимые для расчета.
4. Как, имея в своем распоряжении только серу, азотно-килловое серебро и воду, можно получить серную кислоту? Приведите необходимые уравнения реакций и укажите условия, в которых они происходят.
5. Какие соединения могут образоваться при кипячении с концентрированной азотной кислотой сернистого молибдена.

содержащего 40% серы. Напишите полное уравнение реакции и сокращенное ионное уравнение этого процесса.

6. Какими способами можно доказать равнопленность всех трех О-Н связей в ионе гидроксония и всех четырех  $\text{N}^+ - \text{H}$  связей в ионе аммония?

7. Гидриды некоторых редкоземельных элементов имеют состав  $\text{MH}_x$ , где "x" непрерывно меняется в пределах от 1 до 3. Для определения их состава навеска "a" г гидрида растворяется в соляной кислоте. При этом выделяется "v" мл водорода (условия нормальные) и образуется трихлорид редкоземельного металла. Выведите общую формулу для расчета значения величины "x" в этих соединениях.

8. Изобразите графически примерный характер зависимости электропроводной системы: серная кислота - вода от концентрации в пределах от 0 до 100% и объясните приведенный Вами график.

9. Предложите принципиальную схему устройства, которое могло бы автоматически подавать звуковой или световой сигнал при появлении в атмосфере хлора.

10. При сжигании 3,47 г некоторого металла на воздухе образовалось 6,97 г продуктов сгорания, которые были осторожно растворены в 200 мл 3 н соляной кислоты. Для полной

нейтрализации полученного раствора потребовалось прибавить 25 мл 2 н раствора бикарбоната калия. При взаимодействии того же количества металла с 5%-ным раствором едкого натра выделилось 5,6 л газа (условия нормальные). Определить, какой был взят металл, и объяснить результаты эксперимента.

**10 класс**

1. В двух сосудах объемом по 20 л каждый при 20<sup>0</sup>C заключено соответственно 10 молей аммиака и азота. Однаково ли давление в этих сосудах? Ответ объясните.

2. Какими способами можно получить глицерин из нефти и пищевого сырья? Ответ иллюстрируйте схемами химических превращений и укажите, в каких условиях протекают предложенные Вами процессы. Можно ли современными методами научного эксперимента отличить два образца глицерина, полученные соответственно из нефти и пищевого сырья, если они оба подвергнуты одинаковой тщательной очистке? Если можно, то объясните, в чем заключается сущность используемого метода.

3. Иногда в целях получения интенсивного источника света пользуются электрической дугой. Рассмотрите, является ли данный процесс физическим или химическим в реальных условиях.

4. 22,2 г смеси двух изомерных бутиловых спиртов было количественно подвергнуто окислению в условиях, исключающих разрыв углеродной цепи. После окисления получено 23,2 г продуктов реакции. Установить количественный состав смеси. Если задача имеет несколько решений или условий недостаточно для установления строения взятых спиртов, проанализируйте эти решения и предложите простейшие дополнительные исследования, позволяющие выбрать однозначный ответ.

5. Какие типы аккумуляторов Вы знаете? Объясните химизм явлений, происходящих при их зарядке и работе.

6. Как будет зависеть растворимость хлористого натрия в воде от давления, если известно, что плотность твердой соли равна 2,16, а плотность ее насыщенного раствора, содержащего 21,8% соли, равна 1,197? Ответ объясните.

7. Органическое соединение А состава  $C_7H_{14}O_3$ , нерастворимое в воде, медленно растворяется при кипячении с разбавленным раствором едкого кали (раствор Б). Если полученный одноводный раствор Б подвергать перегонке, то при температуре  $87^{\circ}$  отгоняется жидкость В, которая после выдерживания в течение суток над прокаленным поташем повышает температуру кипения до  $97^{\circ}\text{C}$  и имеет состав  $C_3H_8O$ . Вес последнего соединения (Г) составляет примерно 82% от веса исходного вещества А. Соединение Г реагирует с бромистым водородом, образуя вещество Д, состава  $C_3H_7Br$ , и при нагревании с

концентрированной серной кислотой выделяет газ Е, способный при реакции с бромистым водородом образовывать соединение Х, имеющее состав  $C_3H_7Br$ , но отличающееся по свойствам от вещества Д. Установить строение всех названных веществ, написать уравнения происходящих реакций и объяснить описанные явления. Что будет наблюдаться при добавлении к раствору Б раствора едкого бария? Как можно синтезировать соединение А.

8. Предложите принципиальную схему устройства, которое могло бы автоматически подавать звуковой или световой сигнал при появлении в атмосфере: а) метана; б) ацетилена.

9. Газ, выделившийся при кипячении в избытке концентрированной  $HNO_3$  соединения серы с молибденом, содержащего 40% серы, пропущен через 100 мл 0,72 М раствора едкого натра. Определить величину навески исходного соединения, если после окончания анализа концентрация раствора щелочи понизилась вдвое. (Изменением объема раствора пренебречь).

10. (Текст задачи на иностранном языке выдается в аудитории дежурным преподавателем).

У-ая ВСЕСОЮЗНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

15-20 апреля 1971г.

г. Минск

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

8 класс

1. В лаборатории имеются металлическая медь, мрамор, уксусно-кислый барий, двуокись марганца, концентрированная серная кислота, аспетат натрия, вода, разбавленная азотная кислота, поверенная соль. Получите всеми возможными способами из указанных веществ уксусно-кислую медь.

2. В некоторых видах физико-химических исследований используется так называемая молярная концентрация (число молей вещества, приходящееся на 1000 г растворителя). Выведите пересчетную формулу, позволяющую переходить от пропенитной  $C_p$  и молярной концентрации  $C_m$  для вещества  $A_x B_y$ , растворенного в растворителе с плотностью  $\rho$ , если плотность получающегося раствора равна  $\rho'$ .

3. Когда более интенсивно могут протекать карстовые явления - весной, летом или осенью? Дайте мотивированный ответ.

4. 3,50 г смеси безводных поташа и соды растворены в 46,50 мл воды. К раствору очень медленно при непрерывном помешивании и охлаждении прибавили некоторое количество 3,65%-ной соляной кислоты. При этом выделилось 224 мл газа (условия нормальные). При добавлении к образовавшемуся раствору избытка известковой воды выпало 2,00 г осадка. Во сколько раз изменился вес раствора перед добавлением известковой воды? Сколько процентов (по весу) поташа содержалось в исходном растворе? (Растворимость газа при условиях опыта пренебречь).

5. Окислы металлов часто получают термическим разложением солей. Всегда ли нагреванием солей можно получить основной окисел? Можно ли при этом получить несолеобразующие окислы? Дайте мотивированный ответ и напишите уравнения соответствующих реакций.

6. В лаборатории бумажной фабрики имелись только растворы едкого натра и сернокислого алюминия. Как, располагая только одной пустой пробиркой, определить, в какой из склянок содержится каждый из нагреваемых растворов? Напишите уравнения соответствующих реакций.

7. При взаимодействии с водой 3,48 г некоторого вещества X, образованного двумя элементами II-ого периода, после кипячения было получено 2,24 л газа, а раствор при добав-

лении фенолфталеина окрашивался в малиновый цвет. Как можно получить вещество X? Может ли существовать другое соединение того же качественного, но иного количественного состава?

8. В десятилитровый сосуд, заполненный воздухом поместили два полистиленовых пакета, содержащих соответственно 2 литра 2,89%-ного раствора железного купороса (плотность 1,05) и 3 литра 0,4 М раствора едкого кали. Сосуд герметически закрыли и начали интенсивно встряхивать в течение длительного времени. Пакеты при этом разорвались и жидкости смешались. Какое давление установится в сосуде к концу эксперимента? (Давлением паров воды, объемом оболочек пакетов и изменением объема жидкости при реакции пренебречь).

9. При нагревании смеси двух твердых веществ выделяется газ. Какие вещества могли быть смешаны, если известно, что ни одно из них само по себе при нагревании не выделяет газообразных веществ? Приведите уравнения возможных реакций.

10. В пяти пробирках находятся разбавленные растворы сернокислого, углекислого, хлористого, бромистого и иодистого натрия. Можно ли различить эти растворы, используя только названные вещества? Укажите минимальное количество дополнительных реагентов, необходимых для проведения анализа, напишите уравнения всех используемых Вами реакций и

указите характерные признаки, которые Вы используете при  
*дл* провении анализа?

**9 класс**

1. В каких соотношениях следует смешать древесный уголь с известняком, чтобы получение негашеной извести протекало после начала процесса без подвода тепла извне? Темпера-  
турное разложение известняка равна 43,5 ккал/моль, темпера-  
турное сгорания углерода равна 94 ккал/моль, а потери тепла составляют 40%.  
Содержанием примесей и возможностью побочных процессов пре-  
небречь.

2. Какие реакции могут произойти, если к каждому из  
следующих растворов - хлорной меди, нитрата железа (III), из-  
вестковой воды - прибавить раствор гидросульфида натрия?

3. Смесь трех растворимых в воде солей некоторой кислоты  
была прокалена и последовательно обработана водой и крепкой  
азотной кислотой. При действии воды растворилось только одно  
вещество, а при действии азотной кислоты - два других. Обра-  
ботка продуктов реакции соляной кислотой не приводит к пол-  
ному растворению остатка. Какие соединения могли входить  
в состав исходной смеси. Проанализируйте возможные варианты  
ответа.

4. 8,50 г смеси пинка и окиси меди разделили на две

равные части. Одну из них обработали избытком разбавленной азотной кислоты. К полученному раствору добавили избыток раствора едкого натра, выпавший осадок отфильтровали, промыли разбавленным раствором щелочи и водой, а затем прокалили, в результате чего получили 2,01 г остатка. Ко второй части исходной смеси прибавили избыток разбавленной соляной кислоты, при этом выделилось 0,56 л газа (условия нормальные). Объясните количественный результат эксперимента и определите процентный состав исходной смеси.

5. При рассмотрении свойств элементов Периодической системы магний иногда объединяют со щелочно-земельными металлами, а иногда со элементами подгруппы цинка. Сравните: а) строение атомов; б) положение в ряду активности металлов; в) способы получения чистых металлов из соединений; г) свойства гидроокисей; д) растворимость сульфатов; е) отношение гидроокисей к раствору аммиака; ж) природные соединения и проанализируйте правомерность отнесения магния к той или иной подгруппе.

6. Образец нитрата бария сильно прокалили, а затем продукты разложения медленно охладили в токе кислорода. Образовавшееся вещество осторожно при охлаждении добавили к разбавленной серной кислоте, осадок отфильтровали и к фильтрату добавили каплю раствора перманганата калия. Что будет при этом наблюдаться? Напишите уравнения всех возможных реакций и дайте им необходимые пояснения.

7. В десяти пронумерованных пробирках находятся: окись меди, бертолетова соль, двуокись марганца, окись ртути, поваренная соль, сернистое железо, окись свинца, малакит, известняк, хлорная медь. Известно, что вещества № 2 и № 9 - черного цвета; № 3 и № 10 - белого цвета. № 6 - зеленого и № 7 - желтого; соединения № 2, № 4, № 5 и № 8 нерастворимы в воде, а соединения № 6 растворимо. При действии соляной кислоты вещества № 1, № 5 и № 8 растворяются, и из веществ № 1, № 5, № 9 и № 10 выделяются газы, причем вещества № 1 и № 10 дают один и тот же газ. Солянокислый раствор вещества № 8 окрашивает пламя в кирпично-красный, а вещества № 2 - в зеленый цвет. Вещества № 1, № 5, № 7 и № 8 при нагревании разлагаются. Определите, в какой из пробирок находится каждое из названных веществ. Опишите поведение каждого вещества в указанных превращениях и испытаниях (в форме полной таблицы) с уравнением реакций.

8. При прокаливании 7,60 г смеси нитрата аммония, основного карбоната магния  $Mg_2(OH)_2CO_3$ , бихромата аммония и азотнокислого аммония выделилось 1344 мл газообразных веществ, 2,16 мл воды и осталось 3,12 г твердого остатка. Такое же количество смеси обработали избытком щелочного раствора щелочи, выделившийся газ пропустили через 50 мл 2 н серной кислоты, причем для полной нейтрализации раствора потребовалось добавить еще 50 мл 1 M раствора едкого кали.

Определять весовое содержание белой магнезии в смеси, если предположить, что все реакции в смеси протекают количественно и независимо друг от друга, как для чистых веществ.

9. При слиянии двух раствором, содержащих соответственно 7,77 г некоторой соли угольной кислоты и 3,60 г сульфата двухвалентного металла, получилось 6,99 г осадка, причем обе соли прореагировали полностью. Какие вещества находились в исходных растворах?

10. В результате некоторой реакции образовались два вещества с молекулярными массами 4 и 25. Напишите уравнение проведенной реакции. Рассмотрите возможность различных вариантов ответа.

#### 10 класс

1. Для определения молекулярных весов газообразных или летучих веществ часто пользуются определением плотности пара. Выведите формулу для вычисления молекулярного веса ( $M$ ) вещества, если его плотность  $\rho$  измерена при давлении  $P$  и температуре  $t^{\circ}\text{C}$ . Всегда ли этим способом можно получить верное значение молекулярного веса? Ответ поясните конкретными примерами.

2. Предложите способ выделения каждого из компонентов инструментальной стали, содержащей хром, марганец, никель и кремний в виде простых веществ. Напишите уравнения всех необходимых реакций.

3. В соединении  $C_4H_4Cl_4$  все атомы хлора структурно эквивалентны. Как это понять? Напишите возможные структуры изомеров такого соединения.

4. Некоторое количество ненасыщенного углеводорода при действии на него избытка раствора хлора в четыреххлористом углероде дает 3,5 г дихлорида, а при действии избытка брома в хлористом метилене на то же количество исходного углеводорода получается 5,28 г дибромида. Какова структурная формула исходного углеводорода? Как его получают и где используют в промышленности?

5. Одно из соединений сурьмы содержит 25,36% сурьмы, 14,35% натрия, 3,74% водорода, 26,61% серы и 29,94% кислорода. При растворении 5,4 г этого соединения в 203,6 мл воды получается 0,2 л раствор (плотность раствора 1,05). Определите формулу соединения, предложите его название и способ получения в лаборатории.

6. Какие процессы могут происходить при пропускании постоянного электрического тока через эмульсию смеси стирола и бутадиена в водном растворе ацетата натрия? Ответ иллюстрируйте уравнениями химических превращений и объясните их.

7. Соединение  $A_xB_y$  перевели в раствор кипячением с избытком концентрированной азотной кислоты. При добавлении или к полученному раствору избытка раствора хлорида бария выпал белый осадок С. При добавлении к фильтрату избытка раствора сульфата серебра выпал осадок, который удалили фильтрованием, а к новому фильтрату осторожно прибавили раствор едкого кали до почти нейтральной реакции. При этом из раствора выпал желтый осадок Д. Определить формулу щаду исходного вещества  $A_xB_y$ , если вес осадка С в 1,35 раза меньше веса осадка Д. Дайте мотивированный ответ. Как можно получить исходное соединение?

8. Можно ли хранить муравьиную кислоту и формальдегид, помеченные изотопом  $O^{18}$ , в водных растворах?

9. Неустойчивое органическое вещество состава  $C_6H_6O$  (I) гидролизуется при комнатной температуре (реакция I) с образованием  $C_6H_{12}O$ (II), а при действии разбавленного раствора перманганата калия образует (р.2) соединение  $C_6H_{10}O_5$ (III), реагирующее с гидрокисью меди (р.3) и присоединяющее водород (р.4) с образованием  $C_6H_{12}O_5$  (IV). Соединения II, III и IV в IV реагируют с уксусным ангидридом (р. 5,6,7), образуя соответственно вещества  $C_8H_{14}O_2$ (V),  $C_{14}H_{18}O_9$  (VI),  $C_{16}^{H_3}C_{16}^{H_2}H_{22}O$  (VII). При действии на соединение II окислителей в мягких условиях (р.8) образуется  $C_6H_{10}O$  (VIII), а в более жестких условиях (р.9)  $C_6H_{10}O_4$  (IX), обладающее кислым

характером (р.10) и не обеспечивающее бромную воду. При нагревании продукта нейтрализации IX с большим избытком щелочи образуется н.-бутан (р.11). При п опускании паров II над нагретым платиновым катализатором (р.12) образуется соединение  $C_6H_6O$  (X), которое реагирует (р. 13) с раствором едкого натра, не присоединяет водород при комнатной температуре в присутствии катализатора, но обес печивает бромную воду с образованием белого осадка (р. 14). Соединение X не реагирует с уксусной кислотой, а продукт реакции X с едким натром при действии уксусного ангидрида (р.15) дает  $C_8H_8O_2$ (XI). Установите строение соединений I-XI и объясните их реакции I-15.

VI-ая ВСЕСОЮЗНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА,  
посвященная 50-летию образования Советского Союза

12-19 апреля 1972 г.

г. Уфа

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

8 класс

1. В трехлитровую банку, наполненную при обычных условиях воздухом, внесен тлеющий уголек весом 0,30 г. Сгорит ли весь уголек? Дайте мотивированный ответ и приведите уравнения соответствующих реакций.

2. Можно ли, используя только один химический реагент, различить водные растворы сульфата серебра, калия, магния, кальция, алюминия и аммония? Как это сделать? Если это невозможно, укажите дополнительные необходимые реагенты и опишите ход анализа. Приведите уравнения соответствующих химических реакций.

3. При взаимодействии 1,0 г металлического сплава с разбавленной соляной кислотой выделилось 2,24 л газа (условия нормальные). Какой металл может являться основным компонентом этого сплава и в каких пределах может колебаться его процентное содержание?

4. 0,8 г смеси хлористого натрия, едкого натра и безводного сульфата натрия растворили в 49 мл воды. К полученному раствору прибавили 250 г 1,7%-го раствора азотнокислого серебра. Выпавший осадок отфильтровали. Его вес после высушивания оказался равным 1,88 г. К фильтрату добавили 100 мл 10%-го раствора хлористого бария (плотность 1,12). При этом образовалось 1,95 г осадка. Составьте систему математических уравнений, позволяющую рассчитать количественный состав исходной смеси. Напишите уравнения соответствующий химических реакций.

5. В лаборатории имеются концентрированная серная кислота, нитрат калия, негашеная известь, серный цвет, едкий натр и, конечно, вода. Смешение каких из этих веществ и приготовление каких растворов требует особых мер предосторожности ввиду возможного несчастного случая? Приведите уравнения соответствующих реакций и укажите необходимые меры предосторожности.

6. При оливании 50 г 10,44%-го раствора нитрата одного из металлов с 200 г 1,36%-го раствора хорошо растворимой соли серной кислоты выпало 4,66 осадка. Определите, какие соли содержались во взятых растворах, если известно, что оба исходных соединения прореагировали полностью.

7. На химических вечерах, посвященных, иногда, антирелигиозной пропаганде, показывается часто химический

опыт, заключающийся в том, что лист бумаги или ткань, на которую растворами бесцветных соединений нанесен рисунок или портрет, опрыскивают из пульверизатора некоторым раствором ("святой водой") или погружают в ту же "воду". При этом на бумаге (ткани) появляется цветное изображение. Предложите невидимые краски и растворы, которые помогут при проведении этого опыта.

8. Предложите метод практического приготовления достаточно концентрированных растворов хлорноватистой кислоты или ее соли, не содержащих примеси соляной кислоты. Какие химические реакции и почему могут происходить при хранении таких растворов?

9. В качестве индикатора, позволяющего различать кислоты и щелочи, часто используется лакмус, который получают из некоторых видов лишайников. Какие еще индикаторы Вам известны? Не можете ли Вы назвать природные соединения, которые тоже могут служить индикаторами.

10. Приведите максимально возможное количество примеров химических реакций между газообразными при нормальных условиях веществами, в результате которых образуются твердые (при комнатной температуре) вещества.

### 9 класс

I. Смесь окислов двух элементов, находящихся во второй группе Периодической системы, нагревали до прекраще-

ния выделения газа, а затем содержимое сосуда растворили в избытке разбавленной азотной кислоты. При этом выделилось 1,12 л газа (условия нормальные). Полученный раствор не окрашивает пламя горелки в красные тона, а при действии избытка раствора сульфата аммония выделяет 0,5068 г осадка, нерастворимого в разбавленной соляной кислоте. Определить процентное содержание окислов в смеси, если дополнительно известно, что раствор не вызывает засвечивания фотопленки.

2. Ортофофорная кислота – более сильная, чем уксусная  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , тем не менее фосфорит может растворяться в уксусной кислоте. Как можно объяснить это явление?

3. Можно ли из двух солей получить кислоту, из двух кислот получить соль, из двух оснований получить также соль, из двух солей – основание? Если все или часть названных процессов возможны, напишите уравнения соответствующих реакций и укажите условия их проведения.

4. Молярные теплоты образования окиси и двуокиси азота из простых веществ соответственно равны – 21,5 ккал/моль и – 7,43 ккал/моль. Будет ли реакция между окисью азота и кислородом экзотермической или эндотермической? Вычислите теплоту этой реакции.

5. 50 г 13,6%го раствора неизвестной соли разделено на две равные части. Первая половина раствора обработана

избытком раствора щелочи. При этом после высушивания было получено 2,32 г твердого осадка. Из второй половины раствора после обработки исходного раствора избытком раствора хлористого бария было получено 2,87 г осадка, практически нерастворимого в соляной кислоте. Определите, какая соль содержалась в исходном растворе и предложите способ ее получения из металла. Составьте уравнения упомянутых в задаче реакций.

6. 10,78 г соединения  $A_xB_y$  прокалили в токе водорода и получили при этом 5,02 г простого вещества A. При прокаливании вещества A на воздухе получено 6,94 г вещества A<sub>2</sub>C. Последнее вещество нагревали с избытком разбавленной азотной кислоты и получили при этом 224 мл (условия нормальные) бесцветного газа, буреющего на воздухе. Что представляют собой названные вещества? Напишите уравнения всех описанных реакций, подтвердив их расчетом.

7. В три пробирки налил раствор одного и того же вещества, обладающего свойствами окислителя. Во все три пробирки добавили раствор второго соединения, проявляющего свойства восстановителя. В одну из пробирок добавлен раствор кислоты, в другую - раствор щелочи. Изменится ли окраска растворов, содержащихся во всех прибирках? Проанализируйте возможные варианты ответа и дайте мотивированный ответ, иллюстрированный уравнениями возможных реакций.

8. Оксид неизвестного элемента А, находящегося в пятой группе Периодической системы элементов, при взаимодействии с окислом металла В, расположенного во второй группе Периодической системы, образует соль, в которой на каждый атом элемента А приходится один атом металла В. Определите формулу соли, если известно, что на образование 2,226 г соли расходуется 0,8064 г окисла металла В. Как получают этот металл в свободном состоянии из его природных соединений?

9. Газ А, содержащий элемент Х, реагирует с простым веществом Б, образуя вещество В, обладающее неприятным запахом. Если вещества А и Б реагируют в среде вещества Г, то проходит образование двух соединений Д и Е, каждое из которых изменяет окраску лакмуса, причем вещество Б также реагирует с веществом Г, образуя соединение Е, а также неустойчивое соединение Ж. Простое вещество Х может реагировать только при нагревании с соединением Д, образуя вещества А и Г, а соединение Ж при хранении на свету образует вещество Е и газообразное простое вещество У, которое медленно превращает раствор А в Г в раствор Д в Г. Определите, какие вещества упомянуты в задаче, и напишите уравнения соответствующих реакций. Какие соединения, образованные элементами Б и У, Вам известны и как их можно получить?

10. Основными компонентами сточных вод производства синтетических моющих средств являются уксусная кислота, соли кальция и двухвалентного марганца. Предложите способ выделения марганца (в виде простого вещества) из этих сточных вод, который не требует дорогостоящих реагентов. (В качестве реагентов следует использовать только доступные и дешевые природные вещества - воду, песок, глину и т.д.).

10 класс

1. Может ли в 1 литре газа при нормальных условиях содержаться по весу в пять раз больше водорода, чем в чистом водороде? Как выделить водород из этого газа?

2. В герметически закрытой камере, предназначеннной для работы с радиоактивными изотопами (защитный бокс) или для проведения работ в атмосфере инертного сухого газа, находится штатив с пробирками. В двенадцати из них налиты водные растворы бромистого аммония, ацетальдегида, бромистоводородной, уксусной и муравьиной кислот, бертолетовой соли, винного, нашатырного и алилового ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ ) спиртов, ацетата серебра, фенола и едкого кали. Камера снабжена перчатками или манипулятором, позволяющим сливать растворы, и нагревателем, позволяющим нагревать растворы до 60–80°. Как можно определить, в какой из пробирок находится каждый из указанных растворов? Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите, по каким признакам Вы определяете каждое из веществ.

3. 1,94 г соединения  $A_xB_y$  слегка нагрели в токе смеси двух простых газообразных веществ. Твердый продукт реакции растворили в воде и добавили избыток нитрата свинца, при этом выпало 6,06 г осадка. Осадок отфильтровали и прокалили с углем. При этом было получено 4,78 г соединения  $Pb_mB_n$ , содержащего 86,6% свинца. Написать

уравнения всех упомянутых реакций.

4. Почему для получения высокотемпературного пламени необходимого для сварки и резки металлов, применяется ацетилен, а не этан, хотя теплоты сгорания этих двух газов, вычисленные при нормальных условиях, равны соответственно 311 ккал/моль и 373 ккал/моль. Дайте мотивированный ответ с уравнениями химических реакций.

5. В замкнутом сосуде объемом 1 л, наполненном активированным углем, находится ацетилен (условия нормальные). Сосуд нагрет до 500°, выдержан некоторое время при этой температуре, а затем охлажден до 0°. Давление в сосуде при этом понизилось в пять раз. Полученный при реакции продукт A может реагировать с бромом в присутствии соли железа. Газ, выделившийся при этом, вступает в реакцию с 200 мл 0,4н баритовой воды. Определить выход вещества A в процентах от теоретически возможного, если считать, что при этом в реакции с бромом образуется только одно органическое соединение, которое имеет плотность паров по гелию, примерно равную 40.

6. Сульфат хрома (Ш) можно получить взаимодействием раствором двух, либо даже трех кислот. Напишите уравнения соответствующих каждому случаю реакций. Как из сульфата хрома получить исходные кислоты?

7. Используя любые недейтерированные органические и неорганические реагенты и тяжелую воду, получите следующие соединения, свободные от примесей, и содержащие дейтерий в указанных положениях: 1-дейтеробутанол-2, 0-дейтеробутанол-2, 2-дейтеробутанол-2, 3-дейтеробутанол-2, 4-дейтеробутанол-2, полностью дейтерированый бутанол-2.

8. 11,74 г смеси нитрата серебра и кристаллогидрата нитрата меди с неизвестным содержанием кристаллизационной воды растворено в воде и обработано 5 г порошкообразного железа. Осадок, отделенный от раствора, промытый водой и высушенный на воздухе, весит 7,56 г. Определить состав кристаллогидрата, если известно, что прокаливание такого же количества смеси дает 4,84 г остатка, для растворения которого требуется 45,45 мл 10,08%-ной азотной кислоты (плотность 1,10).

9. Органическое соединение А имеет состав  $C_xH_yO_2$  и обладает следующими свойствами: оно дает осадок при нагревании с аммиачным раствором окиси серебра (реакция 1); 1 моль вещества А легко присоединяет в присутствии катализаторов 1 моль водорода по кратной углерод-углеродной связи (реакция 2), образуя вещество Б. 5,1 г вещества Б при нагревании со 100 г 5,6%-го раствора едкого калия (реакция 3) дает жидкое вещество В и твердое вещество Г, хорошо растворимое в воде, причем на нейтрализацию избытка щелочи после окончания реакции 3 требуется 100 мл 0,5 н

раствора соляной кислоты. Один моль вещества В может в присутствии крепкой серной кислоты отщеплять 1 моль воды (реакция 4), образуя соединение Д. При присоединении соды к Д (реакция 5) образуется соединение Е, имеющее тот же состав, что и В, но отличное от него по свойствам. Соединение Б может быть окислено хромовой смесью в карбонил-содержащее соединение Ж (реакция 6). При нагревании 4 г исходного соединения А с водой в присутствии следов киоты (реакция 7) и добавление к образующемуся раствору избытка аммиачного раствора окиси серебра при нагревании выпадает 17,28г осадка (реакция 8). Установите строение вещества А. Дайте обоснованный ответ и напишите уравнения всех указанных реакций.

УП ВСЕСОЮЗНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА 1973 Г.

II-17 апреля 1973 г.

гор. Баку

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

**Вниманию участников!**

Задания в каждом классе состоят из двух разделов: четырех обязательных задач и шести задач по выбору, к решению которых можно приступить только после выполнения обязательной части задания!

8 класс

Обязательные задачи

1. Предскажите свойства селена и его соединений. Ответ иллюстрируйте уравнениями соответствующих химических реакций.

2. Как осуществить следующую цепь превращений: металлическая медь – хлорная медь – сульфат меди – азотнокислая медь – окись меди – металлическая медь? Напишите уравнения реакций и укажите условия их проведения.

3. При восстановлении водородом 4,975 г оксида двух-

валентного металла было получено 3,910 г металла. Какой окисел был взят для реакции? Какой объем водорода (в пересчете на нормальные условия) прореагировал при этом?

4. Сколько литров 60%-ной серной кислоты (Плотность 1,50) можно получить из 3,2 кг серы, если потери в процессе получения составляют 10% на каждой стадии? Напишите уравнения соответствующих реакций.

Задачи по выбору

5. В склянках без надписей имеются растворы соляной и серной кислот, вода, а также сухие соли - карбонат серебра, нитрат и иодид бария, карбонат и бромид кальция. Не прибегая к действию других химических реагентов, кроме упомянутых или продуктов их взаимодействия, определите возможно большее число веществ. Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите признаки, по которым вы проводили различение веществ.

6. На чашках весов уравновешены два стакана с растворами соляной кислоты. В один из них опустили 2,950 г олова, которое полностью растворилось в кислоте. Сколько граммов железа следует положить во второй стакан, чтобы чашки весов пришли в равновесие?

7. Некоторая жидкость А долго стояла в темноте без изменений. После прибавления к ней вещества В стал бурно

выделяется газ X, который отличается большой химической активностью. Газ X, взаимодействуя с двухвалентным металлом С, образует твердое соединение Е с ионной связью. Вещество Е обладает высокой тугоплавкостью. Каков может быть состав жидкости А, вещества Х, В, С, Е? Налишите уравнения возможных реакций.

8. При нагревании эквимолекулярной (т.е. содержащей равные количества молей) смеси карбонатов двух металлов второй группы элементов вес смеси уменьшился на 32,3%. Карбонаты каких металлов могли быть взяты для приготовления смеси?

9. Для повышения сохранности собранного винограда предложены таблетки, которые медленно выделяют сернистый газ, и тем самым защищают виноград от порчи. Каков мог бы быть химический состав подобных таблеток? Преложите возможные варианты.

10. 631 мг хлорида трехвалентного элемента Х обработали эквивалентным (т.е. необходимым согласно уравнению реакции) количеством раствора нитрата серебра в 109 мл 10%-ной азотной кислоты (плотность 1,06) (реакция I). При этом выпал белый осадок, который отделили от раствора. После того, как к полученному прозрачному раствору прилили 291 мл 0,63 н раствора едкого кали, снова выпал белый осадок (реакция 2). Его вес равен 610 мг, причем из-

вестно, что он представляет собой индивидуальное химическое соединение, содержащее одну молекулу кристаллизационной воды на молекулу вещества. При полном разложении 610 мг осадка образуется 44,8 мл двуокиси азота, 11,2 мл кислорода (объемы газов приведены в пересчете на нормальные условия), 466 мг окисла элемента X и вода (реакция 3). В результате восстановления водородом всего получившегося окисла было выделено 418 мг свободного вещества X (реакция 4). Напишите уравнения реакций I-4, если считать, что все они протекают количественно. Назовите элемент X.

9 класс

Обязательные задачи

I. Предскажите свойства мышьяка и его соединений. Ответ иллюстрируйте уравнениями соответствующих реакций.

2. Как осуществить следующую цепь превращений:  
фосфоритная мука - ортофосфорная кислота - аммофос - фосфат кальция - красный фосфор - фосфорный ангидрид - метафосфорная кислота - ортофосфорная кислота - преципитат - двойной суперфосфат - фосфорит. Напишите уравнения реакций и укажите условия их проведения. Для реакций, протекающих в растворах, напишите сокращенные ионные уравнения.

3. Бесцветный газ с резким запахом, легче воздуха, соклен в кислороде. Продукты реакции цвета и запаха не

имеют и не вызывают помутнения известковой воды. Сколько мл 14,6%-ной соляной кислоты (плотность 1,08) потребуется для поглощения 2,24 л этого газа?

4. При взаимодействии 4,76 г смеси сульфата, сульфита и бисульфита натрия с избытком серной кислоты выделилось 672 мл газа (условия нормальные). Это же количество смеси реагирует с 24,04 мл (3,2%-ного раствора едкого натра (плотность 1,04). Определить процентное содержание сульфита натрия в смеси. Какое количество осадка выпадет при обработке раствора того же количества смеси избытком раствора хлористого кальция (растворимостью гипса пренебречь).

Задачи по выбору

5. Широко распространенные ручные химические огнетушители ОП-1 (жидкопенный) и ОП-3 (густопенный) отличаются друг от друга тем, что второй из них, помимо запаянной колбы с серной кислотой, снабжен дополнительной колбой с насыщенным водным раствором сульфата алюминия или железа (Ш). Каково назначение этих растворов?

6. В истории открытия одного из элементов имел место следующий эпизод: накаливая окисел с углем, получили тяжелое кристаллическое вещество с металлическим блеском, которое при высокой температуре восстанавливало водяной пар; по этим признакам его сочли за новый металл. Однако впоследствии было обнаружено, что этот предполагаемый

з хлора обра-  
мичем из 27 ве-  
ль 38 вес. частей  
риведите уравнения  
элемента "в металле"

карбонат кальция при  
авторимости. Останется  
достаточно длительного про-  
цесса известковую воду при 25°?

агревали при 250° молибденовый  
стото водорода. Через некоторое  
время ангидрида из нагреваемого конца  
трубки, который был холоднее на 50°.  
между взятыми веществами при умерен-  
ных изменениях числа частии в газовой  
паров воды в систему резко умень-  
шноса. Объясните химию описанного явле-

е расчетную формулу для вычисления объемного  
содержания кислорода в обжиговом газе при производстве  
стоты, используя следующие данные: С<sub>1</sub> - объемное  
содержание кислорода в обжиговом газе (в процентах);  
объемное содержание двуокиси серы, а - объемное со-  
дество кислорода в дутье, К - отношение числа молей

кислорода к числу молей двуокиси серы по уравнению обжига соответствующего сырья. Проверьте справедливость этой формулы для обжига сульфида никеля в воздухе, взятом с 30%-ным избытком по отношению к теоретически необходимому (объемное содержание кислорода в воздухе принять 20%). Какое значение для данного производства имеет подобный расчет?

10. Предложите возможно большее число способов перевода сплава металлической меди с серебром в индивидуальные водорастворимые соединения. Напишите уравнения соответствующих реакций.

### 10 класс

#### Обязательные задачи

1. Предскажите свойства мышьяка и его соединений.

Ответ иллюстрируйте уравнениями соответствующих реакций.

2. Как осуществить следующую цепь превращений: магнитный железняк - углекислый газ - гидрокарбонат кальция - питьевая сода - растворимое стекло - глауберова соль - гипс - известняк - карбид кальция - ацетальдегид - этанол. Напишите уравнения реакций и укажите условия их проведения.

3. Серебристо-белый металл горит на воздухе с образованием белого окисла состава  $MO$ . Оксид практически не

растворяется в воде, хорошо растворяется в соляной, серной и азотной кислотах. При действии на раствор хлорида металла растворов карбоната, силиката или фосфата натрия выпадают осадки. Какой это может быть металл? Дайте мотивированный ответ с уравнениями соответствующих реакций (для реакций, проводимых с растворами, напишите сокращенные ионные уравнения).

4. Свежеприготовленная смесь пропилового спирта и пропионовой кислоты может прореагировать со 100 мл 4,04%-ного раствора бикарбоната натрия (плотность 1,04). Выделившийся при этом газе занимает в 18 раз меньший объем, чем тот же газ, образующийся при полном сгорании такого же количества исходной смеси (объем газов измерен при одинаковых условиях). Найти вес и процентный состав исходной смеси. Изменится ли количество газа, выделяющегося при опытах, если для проведения опытов взять смесь, приготовленную неделю тому назад?

Задача по выбору

5. В четырех сосудах без надписей находятся водные растворы следующих солей натрия: карбонат, гидрокарбонат, гидрофофат и дигидрофофат. Как установить содержимое каждого сосуда, воспользовавшись только названиями растворами и пустыми пробирками? Какое минимальное количество дополнительного оборудования и реагентов позволит упростить решение задачи?

6. Имеются нитрат меди, содержащий примесь нитрата серебра, и муравьиная кислота. Предложите способ получения химически чистого нитрата меди, свободного от примесей.

7. 3,2 г металлической меди обработали при нагревании некоторым количеством 96%-ной серной кислоты. Оставшийся металл обработали некоторым количеством 85%-ной азотной кислоты. После этих операций 1,28 г металла осталось нерастворенным. Полученные в первом и втором опытах газы смешали и охладили до 25°. При этом было получено в пересчете на нормальные условия 896 мл смеси газов. Какой объем занял бы газ, если бы то же количество (3,2 г) меди обработать смесью тех же количеств кислот, предварительно разбавленных в десять раз водой? (Считать, что реакции протекают строго количественно).

8. При полном сгорании 2,72 г смеси двух гомологов предельных углеводородов, отличающихся по своему составу на два атома углерода, было получено 8,36 г двуокиси углерода. Какие углеводороды и в каких количествах были смешаны. Можно ли найти общий метод решения подобной задачи для смесей двух гомологов, отличающихся на K атомов углерода?

9. Установите формулу белого кристаллического вещества A, 2,2 г которого при нагревании без доступа воздуха распадаются (реакция I) с образованием 0,52 г простого

вещества (I) и 1344 мл газообразного соединения (II) (объем газа приведен к нормальным условиям). Твердое вещество (I) при растворении в избытке разбавленной соляной кислоты (реакция 2) образует синий раствор вещества (III), превращающийся при стоянии на воздухе (реакция 3) в темнозеленый раствор соединения (IV). При действии на раствор (IV) водного раствора щелочи сначала выпадает (реакция 4) зеленый осадок (V), который растворяется (реакция 5) в избытке щелочи с образованием яркозеленого раствора (VI). Раствор (VI) при действии хлорной воды (реакция 6) переходит в желтый раствор (VII), который при подкислении (реакция 7) образует оранжево-красный раствор (VIII). Раствор (VIII) при добавлении концентрированной соляной кислоты (реакция 8) выделяет хлор и дает раствор (IV), а при действии большого избытка концентрированной серной кислоты (реакция 9) выделяет красный осадок (IX). Этот осадок (IX) легко растворяется в воде с образованием оранжево-красного раствора (VIIa), (реакция 10), а в избытке щелочи с образованием раствора (VII) (реакция 11). Раствор (IV) при действии (I) также дает раствор (III) (реакция 12).

Газообразное вещество (II) при повышенном давлении и при нагревании способно реагировать (реакция 13) с едким натром. При этом образуется вещество (X), которое растворимо в воде, причем водный раствор (X) дает реакцию

9 класс

Обязательные задачи

1. В водный раствор нитрата меди внесли несколько кусочков металлического кальция. Какие химические реакции могут произойти при этом? Напишите уравнения соответствующих реакций и объясните их.

2. Какими способами из сульфата железа (III) можно получить железный купорос и из железного купороса – сульфат железа (II), не содержащие примесей. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить эти превращения.

3. Какое количество серного ангидрида растворяется в 1 т олеума, если его концентрация при протекании через поглотительную башню возрастает с 19,5% до 20,5%.

4. Определить процентное содержание железа в техническом препарате, если при обработке 8,5 г этого препарата соляной кислотой выделилось 2,8 л газа (условия нормальные). Какой объем 20%-ного раствора соляной кислоты (плотность 1,1) потребовался для этого? Какие дополнительные условия и почему надо ввести в текст задачи, чтобы полученные вами ответы были правильными?

Задачи по выбору

5. Для проведения реакции между водородом иарами

иода равные объемы обоих реагирующих веществ смешали и при этом зафиксировали некоторую начальную скорость реакции  $V_1$ . Во сколько раз нужно увеличить количество одного из реагентов, чтобы при том же давлении и температуре начальная скорость реакции  $V_2$  изменилась:

а) в 2 раза; б) в  $\eta$  раз?

6. При нагревании ортофосфорной кислоты с избытком поверенной соли образуются два новых соединения. Если каждое из них выделить количественно и растворить в воде, то из полученных растворов при добавлении избытка раствора питьевой соды выделяется одинаковое количество газа. Дайте объяснение этому факту. Отразится ли на результате опыта замена питьевой соды на кальцинированную или на бисульфит натрия?

7. В два последовательно соединенных электролизера с платиновыми электродами поместили: в первый 185,2 мл 11,7%-ного раствора хлористого натрия (плотность 1,08), во второй - 250 мл 1,6 н раствора сульфата меди (плотность 1,14). Через электролизеры пропускали ток силой 7,236 ампер в течение 20 часов. После окончания электролиза электролиты смешали и полученный раствор охладили до 7°. Известно, что в насыщенном при этой температуре растворе может содержаться 7,1% растворенного вещества. Какое количество осадка выпало на дно сосуда? Статья, что все процессы идут количественно, а образующиеся при

электролизе газы полностью удаляются из электрилизеров.

8. При производстве фосфора в электропечи обычно используют шихту, состоящую из фосфорита, песка и угля. Какие изменения в химическом течении процесса могут происходить, если в реактор ввести смесь, не содержащую какого-либо из указанных компонентов? Напишите уравнения соответствующих реакций.

9. При взаимодействии трех твердых солей одной кислоты с равными количествами соляной кислоты выделяется один и тот же газ. Соли какой кислоты были взяты, если известно, что соляная кислота прореагировала полностью, а отношение объемов выделившихся газов равно 1:2:4?

10. Шесть таблеток белого вещества (общим весом 9,4 г) растворили в воде и добавили порошок двуокиси марганца. При этом выделилось 1,12 л газа А, который после пропускания через трубку, в которой происходит тихий электрический разряд, уменьшает объем, и полученный газ В при реакции с раствором иодистого калия выделяет иод, при этом объем газа не изменяется. Двуокись марганца отфильтровали и взвесили, предварительно высушив. Ее вес оказался равным ее исходному весу. К прозрачному фильтрату прибавили избыток раствора едкого натра. При кипячении было получено 4,48 л газа С, который при сгорании в атмосфере кислорода дал 5,4 мл воды и 2,24 л газа Х (плотность 1,25 г/л). Оставшаяся жидкость осто-ро-

но нейтрализовали и добавили избыток соляной кислоты. При этом выделилось 2,24 л газа У, который при пропускании через избыток извеотковой воды выделил 10 г осадка. Газ, полученный при прокаливании этого осадка, при пропускании над раскаленным углем увеличивает свой объем вдвое. Оставшийся раствор содержит только соляную кислоту и хлорид натрия в количестве, соответствующих количеству добавленных реагентов. Определить формулу исходного вещества и объяснить результаты проведенных опытов.

10 класс

Обязательные задачи

1. Определить пропентное содержание железа в техническом препарате, если при обработке 8,5 г этого препарата соляной кислотой выделилось 2,8 л газа, измеренного при нормальных условиях. Сколько миллилитров 20%-ного раствора соляной кислоты (плотность I,I) вступило в реакцию? Какие дополнительные условия и почему надо ввести в текст задачи, чтобы полученные вами ответы были правильными?

2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно непосредственно или через промежуточные стадии осуществить следующую пепочку преобразений: гидроксоксульфат железа (III) - железный купорос - закись железа - металлическое железо - нитрат железа (II) - окись железа(III) -

- сернистое железо (II) - сернистый газ . Укажите условия, в которых можно провести выбранные Вами реакции.

3. Смесь двух газообразных углеводородов с открытой цепью имеет плотность по водороду равную 17. 560 мл этой смеси способны обесцветить 31,25 мл 6,4%-ного раствора брома в четыреххлористом углероде (плотность 1,60), причем объем газа уменьшается до 336 мл (все объемы приведены к нормальным условиям). Определите молекулярные формулы взятых углеводородов. Какие структурные формулы могут им соответствовать?

4. Какие химические реакции могут происходить и какие внешние изменения будут наблюдаться, если 40%-ный раствор бромистоводородной соли анализа обработать:

- I) водным раствором нитрата серебра, 2) хлорной водой,
- 3) водным раствором хромата натрия, 4) баритовой водой,
- 5) раствором бертолетовой соли, 6) суспензией карбоната кальция при кипячении, 7) раствором формалина? Напишите уравнения возможных реакций.

Задачи до выбору

5. Неорганическое соединение содержит 19,6% серы, 49,1% кислорода и 31,3% некоторого элемента, удельная теплоемкость которого в виде простого вещества равна 0,116 кал/г-град. Известно, что атомная теплоемкость (т.е. теплоемкость г-атома) для большинства твердых ве-

щества приблизительно одинакова и равна в среднем 6,2 кал/град (правило Дюлонга и Пти). Определить формулу неизвестного вещества, если оно при действии раствора хлористого бария образует осадок белого цвета, нерастворимый в азотной кислоте и не реагирующий с ней. Какое значение имеет это соединение в химической технологии?

6. Напишите структурные формулы всех изомеров, имеющих молекулярную формулу  $C_3H_6O$ . В и предложите методы синтеза, по возможности, каждого из них в индивидуальном состоянии. Укажите, в каких условиях Вы предполагаете осуществить каждую стадию синтеза.

7. Некоторые органические соединения А реагируют с гидроокисью кальция с образованием вещества В. Прокаливание вещества В при высокой температуре приводит к веществу С. Если соединение С нагревать с избытком хромовой смеси, то в растворе можно найти после окончания реакции только исходное органическое соединение А, но в количестве примерно в два раза меньшем, чем было взято вначале. Указанную цепочку можно повторять до тех пор, пока вещество А практически полностью не исчезнет. Что представляет собой исходное вещество А. Напишите схемы описанных превращений.

8. При действии на раствор яркоокрашенного неорганического вещества А (№ I) раствора хлорида бария выпадают осадки.

дает белый осадок № 2, нерастворимый в кислотах и щелочах. Прокаливания осадка № 2 при  $700^{\circ}$  с избытком угля дает соединение № 3, растворимое в соляной кислоте с выделением газа № 4. Раствор А выделяет при действии газа № 4 черный осадок X (№ 5), нерастворимый в соляной кислоте. При кипячении раствора А со щелочью выделяется газ (№ 6) и выпадает черный осадок Y (№ 7), растворяющийся в кислотах с образованием раствора № 8. Действие соды на раствор № 8 приводит к выделению газа № 9 и образованию окрашенного осадка № 10, который при прокаливании дает газ № 9 и черное вещество Y (№ 7). При нагревании исходного вещества А при  $150-200^{\circ}$  образуется белый порошок Б (№ II), растворимый в воде с образованием окрашенного раствора и выделяются летучие продукты № 12 (плотность по водороду 8,6), полностью поглощающиеся серной кислотой. Пропускание № 12 над нагретым веществом Y (№ 7) приводит к изменению окраски с образованием вещества № 13, нерастворимого в соляной кислоте, а выходящий газ № 14 уже не поглощается полностью серной кислотой. Весовые количества веществ X (№ 5) и Y (№ 7), полученные из одного и того же количества А, относятся между собой как 1,2:1, а вес Б (№ II) составляет 0,65 веса А. Что представляет собой описанные вещества? Напишите уравнения описанных процессов.

9. 16,8 г некоторого органического вещества A прокипятили со 200 мл воды. Добавление избытка аммиачного раствора окиси серебра, полученного из 20 г нитрата серебра привело к образованию 23,5 г осадка. Органическое вещество B, выделенное из раствора присоединяет бром с образованием соединения C. Продукт реакции 5,8 г вещества B с бромной водой обработали влажной окисью серебра и получили при этом 9,2 г вещества X, представляющего собой вязкую жидкость, способную растворять гидроокись меди. При взаимодействии 4,6 г соединения X со смесью концентрированной серной и язотной кислот образуется 9,08 г легко взрывавшейся от удара или нагревания жидкого соединения Y (его выход составляет 80% в расчете на взятое X). При восстановлении 8,4 г исходного вещества A водородом на никелевом катализаторе образуется 1,12 л газа, плотность которого по воздуху равна 1,517. Определите, что представляют собой описанные вещества и напишите схемы соответствующих превращений.

IX ВСЕСОЮЗНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ 1975 Г.,  
ПОСВЯЩЕННАЯ ТРИДЦАТИЛЕТИЮ ПОБЕДЫ НАД  
ФАШИЗМОМ

17-23 апреля 1975 г.

гор. Вильнюс

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

8 класс

Обязательные задачи

1. В лаборатории имеются известняк и соляная кислота. Напишите около десяти химических превращений, которые можно осуществить, используя два данные вещества и продукты их превращений. Укажите условия, в которых будут протекать эти реакции и предложите способы разделения продуктов этих реакций с выделением отдельных веществ в чистом виде.

2. Платиновую пластинку, покрытую слоем некоторого металла, поместили в раствор медного купороса, где она находилась до прекращения изменения веса. Затем пластинку вынули из раствора, промыли, высушили и взвесили. Её вес увеличился по сравнению с первоначальным на 0,28 г. После этого пластинку поместили в раствор сульфата ртути до прекращения изменения веса. Вес пластинки при этом возрос еще на 4,88 г. Какой металл и в каком количестве был нанесен на первоначальный образец? (Растворы солей взяты в избытке, все ме-

таллы в описанных превращениях проявляют одинаковую степень окисления, механическими потерями в ходе эксперимента можно пренебречь).

3. Напишите формулу селениита рубидия, предскажите его физические свойства и напишите 3-4 уравнения реакций, которые будут характеризовать химические свойства этого соединения.

4. При растворении оксида двухвалентного металла в необходимом количестве 20%-ной серной кислоты получился 22,6%-ный раствор его соли. Оксид какого металла был взят для исследования? Может ли эта задача иметь решение, если не указана валентность металла или вместо валентности указана группа Периодической системы, в которой расположен данный металл? Имеет ли данная задача решение, если для проведения реакции взята горячая концентрированная серная кислота?

Задачи по выбору

5. Какие реакции могут протекать при оливании водных растворов хлорной меди и биоульфита кальция? Напишите уравнения возможных реакций и обсудите их.

6. К 50 г 35,6%-ного раствора галогенида щелочного металла добавили 10 г раствора азотнокислого серебра. После прекращения выделения осадка исходная концентрация галогенида уменьшилась в 1,2 раза. Какая соль находилась в растворе?

вопре? Ответ докажите расчетом.

7. В лаборатории имеются иодистый калий, металлическое железо, бертолетова соль, серный цвет, соляная кислота. Как, не используя никаких дополнительных реагентов (в том числе воды) из данных веществ и продуктов их превращений получить химически чистую иодистоводородную кислоту? Напишите уравнения соответствующих реакций.

8. Выведите в общем виде формулу для расчета концентрации раствора, образующегося при действии избытка воды на щелочной металл. Можно ли решить эту задачу в общем виде для других металлов?

9. Три навеоки тонко измельченной смеси металла с его оксидом, содержащие разные количества металла, внесли в соляную кислоту. В первом случае происходило выделение газа А, во втором случае выделение другого газа Б, в третьем случае выделение газа не наблюдалось. Смесь каких веществ могла быть использована для проведения опытов? Дайте мотивированный ответ и обсудите возможные варианты решений.

10. В производстве серной кислоты процентом контактирования  $P_{\text{конт}}$  называют количество окислившегося сернистого газа, выраженное в процентах к общему объему его первоначального количества и вычисляют по формуле

$$P_{\text{конт}} = \frac{I - B/A}{I - 0,015B} \cdot 100,$$

где А и В – концентрации двуокиси серы в газах соответственно до и после прохождения смеси через контактный аппарат в процентах по объему. Покажите, как выведена эта формула.

9 класс

Обязательные задачи

1. Электролитический щелок, полученный при электролизе раствора поваренной соли по диафрагменному методу, содержит в каждом литре раствора примерно 180 г поваренной соли, 120 г едкого натра, 5 г соды и 0,7 г хлората натрия. Объясните происхождение и вычислите процентное содержание указанных веществ в щелоче, если его плотность равна 1,25.

2. Имеется смесь хлористого калия с калийной селитрой. Как качественно обнаружить каждую из солей? Как из данной смеси выделить чистый хлористый калий? Как из 10 г этой смеси можно получить максимально возможное количество:  
а) хлористого калия, б) селитры? Дайте необходимые пояснения и приведите соответствующие уравнения реакций.

3. Зависимость степени окисления окиси азота кислородом в газовой смеси, приготовленной смешением равных объемов газов, от температуры представлена в таблице:

температура, °С	230	300	500	670
степень окисления, %	95	80	19	5

Определите, экзо- или эндотермическим является процесс окисления оксиа азота. Вычислите состав газовой смеси (в процентах по объему) при  $300^{\circ}\text{C}$ . Вычислите значение величины  $K = \frac{[NO]^2}{[NO]^2 [O_2]}$  и докажите, что при данной температуре значение  $K$  - постоянно (не зависит от исходных концентраций взятых газов).

4. При смешивании растворов сульфата никеля, нитрата хрома (III), железного купороса или хлорного железа (растворы А) с растворами соды или сульфида натрия (растворы В) выпадают осадки. Что они собой представляют? Зависят ли состав этих осадков от порядка смешения растворов, т.е. прибавляют медленно раствор А к раствору В или наоборот раствор В к раствору А? Напишите уравнения соответствующих реакций.

Задачи по выбору

5. Если к воде, насыщенной углекислым газом, добавить каплю нейтрального раствора лакмуса, индикатор изменяет свою окраску. Добавление одной капли 0,01 н раствора едкой щелочи вызывает изменение окраски раствора, однако через 1-2 минуты вновь восстанавливается первоначальная окраска. Объясните наблюдаемые явления. Будут ли наблюдаться аналогичные изменения цвета, если вместо раствора углекислого газа опыт проделывать с насыщенным раствором сернистого газа, с хлорной водой или с раствором аммиака? Поясните свой ответ необходимыми уравнениями.

6. Через прибор для электролиза, содержащий 100 г 37,6%-ного раствора нитрата меди (II), пропущен постоянный ток, способный вызвать полное разложение 10 г расплавленного едкого натра. После окончания эксперимента электролизер прощут током аргона и оставлен на ночь. На следующий день платиновые электроды вынуты из электролита, промыты, высушены и взвешены. Изменение веса одного из них составляет 4,0 г. Объясните количественные результаты эксперимента.

7. В четырех пробирках находятся прозрачные 1 М растворы четырех веществ. Известно, что в растворах этих веществ можно обнаружить катионы цинка, бария, водорода и натрия, анионы – хлорид, сульфат и карбонат, причем каждый из названных ионов входит в состав, по крайней мере, одного вещества. Как, не прибегая к помощи других реактивов, определить, как соединение находится в каждой из пробирок? Дайте мотивированный ответ.

8. 7,44 г кристаллогидрата некоторого соединения натрия (№ I) при нагревании до 60–70° превращаются в жидкость, а при нагревании жидкость при 110–120° переходит в 4,74 г твердого вещества № 2, которое плавится без разложения при более высокой температуре. Полученное вещество № 2 (4,74 г) разделено на три равные части. При внесении 1,58 г вещества № 2 в избыток горячей концентрированной серной кислоты при нагревании выделяется 896 мл газа № 3. При внесении 1,58 г

вещества № 2 в избыток горячей концентрированной азотной кислоты выделилось 1792 мл газа № 4. При внесении 1,58 г вещества № 2 в избыток концентрированной соляной кислоты выделяется 224 мл газа № 3 и образуется 0,32 г осадка № 5 желтого цвета. Газы № 3 и № 4 реагируют между собой с образованием твердого вещества № 6 белого цвета и газа № 7, который может быть получен при кипячении вещества № 5 с разбавленной азотной кислотой. При взаимодействии вещества № 5 с веществом № 6 в качестве единственного продукта реакции образуется газ № 3, причем из 0,32 г вещества № 5 получается 672 мл газа № 3. Определите формулу вещества № 1 и напишите уравнения всех описанных превращений. (Объемы при нормальных условиях).

9. Эквимолекулярная смесь воды и бромоводорода хорошо растворяется в некотором ионизирующем растворителе X с образованием раствора A. Если воду взять в избытке, то этот избыток не переходит в раствор A. Хотя ни вода, ни бромоводород, ни ионизирующий растворитель X сами по себе не проводят электрического тока, раствор A подвергается электролизу. В результате электролиза раствора A в V-образной трубке на аноде выделяется бром, а на катоде водород и вода в молярном отношении 1:1:2. Как объяснить описанные явления? Рассмотрите подробно процессы электролиза. Назовите 2-3 примера известных Вам ионизирующих растворителей и укажите методы их получения.

10. При  $20^{\circ}\text{C}$  в 100 г воды растворяется 75 г безводного хлористого кальция, при  $40^{\circ}\text{C}$  – 116 г и при  $60^{\circ}\text{C}$  – 137 г той же соли. Если к пробам насыщенных при указанных температурах растворов соли добавить небольшие навески безводной соли, то выпадают осадки, которые после отделения и прокаливания будут весить соответственно на 270%, 304% и 80% больше, чем взятые навески. Объясните этот факт, подтвердив ответ расчетом.

10 класс

Обязательные задачи

1. Органическое соединение X содержит 18,8% кислорода. Оно медленно реагирует с металлическим натрием, не изменяется под действием 2%-ного раствора перманганата калия, быстро реагирует с хлористым водородом и при сгорании дает только углекислый газ и воду. Определите формулу строения вещества X.

2. В Вашем распоряжении имеется образец боксита, содержащий примеси окислов железа, хрома и кремния. Предложите схему выделения химически чистой окиси алюминия, пригодной для получения электролитического алюминия. Оцените, можно ли Вашу схему использовать в промышленности.

3. Напишите структурные формулы всех реально существующих изомеров вещества состава  $\text{C}_3\text{H}_5\text{ClO}_2$  и напишите по 1-2 реакции, характеризующие химические свойства этих изомеров.

4. Для определения концентрации соды и сульфита натрия в фотографическом проявителе 50 мл раствора троявителя было обработано избытком соляной кислоты. Выделившийся при этом газ был пропущен через 100 мл раствора, приготовленного растворением 149 г двухводного гидрата бихромата натрия и 120 мл концентрированной серной кислоты в воде в мерной колбе, емкостью 1000 мл. Для полного перехода окраски взятого для анализа раствора потребовалось добавить 125 мл раствора, полученного растворением 166,8 г кристаллического железного купороса в мерной колбе, емкостью 500 мл. Газ, прошедший через раствор бихромата, поглощен избытком 10%-ного едкого натра. К полученному раствору добавлен избыток раствора хлорида бария, выпавший осадок промыт и прокален при 1000°. Вес полученного остатка равен 7,65 г. Определите концентрацию соды и сульфита натрия в граммах на 1 липр раствора. (Растворимость газов пренебречь).

Задачи по выбору

5. Как из 3,3,3/трифтормпропена-I можно получить 3,3,3-трифтормпропанол-I, 1,1,1-трифтормпропанол-2 и 2,2,2-трифтормэтанол. Предложите схемы возможных путей синтеза названных соединений с указанием реагентов и условий, в которых будут происходить предложенные Вами реакции. Обсудите, какой из названных спиртов будет обладать наибольшей, а какой - наименьшей кислотностью.

6. Образец хлорида калия, содержащий примесь неизвестного вещества, не изменяет веса при прокаливании на воздухе или в токе хлора. При обработке 2,44 г этого препарата излишком концентрированной серной кислоты выделяется 0,896 л газа (условия нормальные). Прозрачный сернокислый раствор выпит в избыток раствора карбоната калия, при этом выпал осадок, который после отделения, промывания и прокаливания дал 0,40 г нелетучего остатка. Какая примесь и в каком количестве содержалась в исходном препарате?

7. Известно, что недостаточно хорошо откаченные лампы накаливания как с угольной, так и с вольфрамовой нитью довольно быстро темнеют, покрываясь с внутренней поверхности темным налетом, а нить накала разрушается. В лампах, наполненных аргон-криptonовой смесью, этот процесс резко замедляется, а в присутствии следов иода для одной из названных нитей накала практически не образуется темного налета, и срок службы лампы удлиняется. Объясните перечисленные явления, если известно, что ни углерод, ни вольфрам при температуре накала практически не испаряются.

8. 5,6 г смеси трех углеводородов пропустили через поглотительную склянку с избытком раствора брома в четыреххлористом углероде. Объем газовой смеси при этом уменьшился до 1,12 л, а из раствора в поглотительной склянке был выделен 1,2-дибромпропан и одно тетрабром - производное. При пропускании того же количества газовой смеси через ам-

миачный раствор закиси меди вес смеси уменьшается на 2,7г. Плотность исходной газовой смеси равна I,667 г/л (все величины в пересчете на нормальные условия). Определите, какие вещества могли входить в состав газовой смеси и в каких количествах.

9. 5,740 г белого кристаллического вещества № I растворены в некотором водном растворе № 2. Полученный раствор № 3 разделен на четыре равные части. При действии на первую часть раствора № 3 избытка азотной кислоты выпадает I,435 г вещества № I, прокаливание которого в токе водорода дает I,08 г вещества № 4. При действии на вторую четверть раствора № 3 газа № 5, имеющего плотность по водороду, равную I4, при нагревании выпадает I,08 г вещества № 4. При продувании через оставшуюся половину раствора № 3 газа № 6 выпадает 2,48 г осадка № 7. Прокаливание I,24 г осадка № 7 в токе кислорода дает I,08 г вещества № 4 и газ № 8, имеющий плотность по водороду, равную 32. Обработка I,24 г осадка № 7 избытком перекиси водорода приводит к растворению осадка и образованию раствора № 9. После кипячения раствора № 9 с двуокисью марганца и отделения двуокиси марганца прибавление раствора иодистого калия вызывает выпадение 2,35 г желтого осадка № 10. Известно, что газ № 6 и газ № 8 реагируют с раствором № 2 с образованием солей, а при взаимодействии между собой образуют жидкое вещество № II и твердое вещество № I2. Что представляют собой названные вещества № I - № I2? Напишите уравнения описанных превращений.

Х-ая ВСЕСОЮЗНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА  
1976 ГОДА,  
посвященная XXV-ому съезду КПСС

15-21 апреля 1976 г.

гор. Киев

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

8 класс

Обязательные задачи

1. Предложите максимально возможное число способов получения хлорида алюминия. Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите, в каких условиях они протекают.

2. Смесь порошков основного карбоната меди (малахита) и металлической меди прокалили в токе воздуха, причем после охлаждения масса образца не изменилась. Определите процентное содержание металлической меди в образце.

3. В вашем распоряжении имеется кристаллическая сода, фосфорит, серная кислота, известняк и поваренная соль. Получите из них десять новых веществ, используемых в народном хозяйстве.

4. При реакции 20 г смеси порошков металлического алюминия и магнитного железняка выделилось  $61,5 \text{ кг}$ . Определите

делите процентный состав исходной смеси, если теплота образования оксида алюминия равна 1646 кДж/моль, а теплота образования железной окалины равна 1087 кДж/моль.

Задачи по выбору

5. В пятилитровом сосуде находилось 36 г смеси водорода с кислородом, имеющей плотность 0,536 г/л в пересчете на нормальные условия. Смесь взорвали и сосуд охладили до исходной температуры. Во сколько раз изменилось давление в сосуде? (Считать, что упругость паров воды при 0°C равна 8 мм. рт.ст. и зависит линейно от температуры).

6. Может ли молекула простого вещества быть полярной?  
Дайте обоснованный ответ.

7. Часто воду, содержащую растворенные вещества, также называют "водой", например, "известковая вода". Для каких растворов, не представляющих собой чистую воду, в лабораториях и промышленности используется термин "... вода" с добавлением определения? Приведите известные вам примеры.

8. Некоторое вещество, обладающее металлическим блеском и плавящееся при легком нагревании, при внесении в пламя окрашивает пламя в малиновый цвет. 5,75 г этого вещества при осторожном растворении в воде выделили 2,8 л газа (условия нормальные). Что представляет собой неизвестное вещество? Какое количество и какого осадка может выпасть

при добавлении к образовавшемуся раствору при кипячении избытка раствора медного купороса?

9. Через подкисленный разбавленной серной кислотой раствор перманганата калия пропущен некоторый газ X. Раствор при этом обесцвекился. Что может представлять собой неизвестный газ X? Что может представлять собой газ X, если не только произошло обесцвечивание раствора, но и одновременно происходило выпадение осадка? Напишите уравнения возможных реакций.

10. В атмосфере кислорода сожгли 6 г некоторого вещества U. Полученное при сгорании вещество количественно поглотили 38,57 мл 37%-ного раствора едкого натра (плотность 1,40). Процентное содержание щелочи в образовавшемся растворе снизилось вдвое по сравнению с первоначальным, причем образовавшийся раствор может химически связать 11,2 л углекислого газа (условия нормальные). Какое вещество U было сожжено?

Экспериментальный тур

8 класс

II. В вашем распоряжении имеются неизвестный металл и соляная кислота. Используя реакцию замещения, определите примерную атомную массу неизвестного металла и с помощью химических реакций установите, какой металл дан вам для анализа. Напишите уравнения реакций, проведенных вами. Вычислите, на сколько процентов отличается определенная

вами атомная масса от табличных данных.

12. В шести пронумерованных пробирках находятся шесть из перечисленных ниже веществ: медный купорос, сульфат натрия, поваренная соль, хлорная медь, сульфит натрия, питьевая сода, бромистый калий, основной карбонат меди (малахит), гипс, сильвинит, гашеная известь, хлорид цинка. Используя имеющиеся в лаборатории реактивы и оборудование, определите, какие именно вещества предложены вам для определения и под какими номерами они находятся. Напишите уравнения реакций, с помощью которых вы определили каждое из веществ.

13. Получите иодистый свинец из 0,5 г окиси свинца, используя имеющиеся в вашем распоряжении реактивы. Определите выход полученного вами препарата в процентах от теоретически возможного.

9 класс

Обязательные задачи

I. Недавно в газетах было опубликовано сообщение об испытаниях в гор. Харькове первого в нашей стране экспериментального автомобиля, в котором вместо бензина в качестве топлива используется водород, образующийся при действии воды на некоторое порошкообразное вещество X. Что может представлять собой это вещество X, при условии, что на единицу массы оно должно выделять максимальное количество

водорода? Возможно ли регенерировать это вещество, и если возможно, то как это сделать? Какие преимущества имеет использование в качестве топлива водорода по сравнению с бензином? Дайте мотивированный ответ.

2. Какое максимальное количество угарного газа можно получить окислением A г древесного угля, содержащего B% углерода? Докажите это расчетом.

3. При электролизе водного раствора хлористого натрия с добавкой иода в электролизере с угольными электродами и разделенным катодным и анодным пространством наблюдается обесцвечивание раствора как у катода, так и у анода. Если раствор предварительно подкислить, то в течение длительного времени не наблюдается обесцвечивание у катода, если же в раствор хлористого натрия добавить иод, растворенный в растворе иодистого калия, то окраска иода длительное время сохраняется у анода, а потом исчезает. Объясните описанные явления.

4. При изготовлении некоторых изделий сложного профиля из хромоникелевых сталей используют травление изделий азотной кислотой. Как удалить из образующихся растворов никель и хром и как предотвратить выброс в атмосферу ядовитых газов, чтобы сделать производство, не загрязняющим окружающую среду? Напишите уравнения необходимых для обоснования ваших предложений реакций и сопоставьте практическую целесообразность предложенных вами способов для осуществления процес-

са в промышленных масштабах.

Задачи по выбору

5. В замкнутом объеме взорвана стехиометрическая смесь двух газов. При конденсации продуктов взаимодействия образовалась 69%-ная плавиковая кислота. Назовите компоненты исходной смеси и вычислите ее плотность в г/л при нормальных условиях.

6. Предложите план эксперимента по определению поверхности некоторого образца активированного угля и метод расчета этой поверхности.

7. Ниже приведены теплоты гидратации различных ионов в сильно разбавленных водных растворах (в кДж на 1 моль ионов), причем в условиях задачи ионы перечислены в алфавитном порядке, а величины теплот гидратации даны в порядке возрастания численных значений: а) катионы алюминия, бериллия, калия, кальция, лития: 339, 532, 1617, 2518, 4713; б) анионы азотистой, азотной, серной кислот: 310, 410, 1110. Каждому иону припишите соответствующее значение теплоты гидратации и установите приближенные значения теплот гидратации ионов натрия и магния.

8. Два юных химика насытили раствор едкого кали сероводородом и исследовали его взаимодействие с раствором бихромата калия. Один из них пришел к выводу, что при этом образуется осадок, полностью нерастворимый в разбавленной

серной кислоте, но растворяющийся при нагревании в азотной кислоте. Второй считал, что осадок частично растворим в разбавленной серной кислоте. Как объяснить полученные результаты, если известно, что все наблюдения правильны? Чертите необходимые уравнения реакций.

9. Смесь оксида меди (I) с металлической медью поместили в середину герметически закрывающейся трубки, содержащей небольшое количество хлороводорода. Трубку закрыли и внесли в печь для нагревания, которая позволяет осуществлять нагревание таким образом, что на одном конце трубы поддерживается значительно более высокая температура, чем на другом, и температура равномерно падает от одного конца трубы к другому. Печь нагрели, создав перепад температур. К концу опыта взятая смесь полностью разделась, причем металлическая медь накопилась в более холодном конце трубы. Объяснить, как и почему произошло разделение компонентов смеси.

10. Сульфат железа (III) прокалили при  $709^{\circ}\text{C}$  и нормальном давлении. При этом он превратился в оксид железа (III). Летучие продукты разложения, полученные из 1 моля безводной соли, занимают при указанных выше условиях объем  $0,3 \text{ м}^3$ . Предложите вопрос, для ответа на который необходимо использовать все приведенные в задаче условия, и дайте на этот вопрос ответ.

10 класс

Обязательные задачи

1. Напишите схему реакций, с помощью которых можно однозначно доказать строение этилового эфира 3-хлормасляной кислоты. Как можно получить это соединение из этилового спирта? Напишите необходимые уравнения реакций.

2. В сосуд емкостью 1 л при 0°C к 1 л смеси бутана с бутадиеном добавили 1 л бромводорода. Через некоторое время давление в сосуде от 2 атм упало до 1,4 атм и перешло меняться. Объяснить произошедшие реакции и определить процентное содержание бутана в исходной смеси.

3. При одновременном добавлении растворов хлорида олова (II) и дихромата калия как к 40%-ной серной кислоте, так и к 40%-ному раствору едкого кали образуются прозрачные растворы, отличающиеся по окраске. Напишите уравнения возможных реакций.

4. Органическое вещество (жидкость) A, перегоняющееся без разложения по данным элементного анализа содержит 40% углерода, 6,67% водорода и кислород. Плотность паров вещества A при некоторой температуре в 3,7 раза ( $\pm 5\%$ ) превышает плотность воздуха при той же температуре, причем пары не содержат продуктов разложения и полностью конденсируются с образованием исходной жидкости A. Вещест-

во A растворимо в воде, причем его водный раствор реагирует как с гидроокисью меди, так и с окисью серебра. 0,6 г вещества A может вступить в реакцию с I,16 г окиси серебра. Что представляет собой вещество A? Напишите его структурную формулу и приведите уравнения пяти химических реакций, достаточно полно отражающих химические свойства вещества A.

Задачи по выбору

5. При пропускании газов I, II, III и IV через бромную воду происходит обесцвечивание раствора, причем при пропускании газа I одновременно выделяется газ Y в количестве равном половине прореагированного газа I; при пропускании газа II образуется жидкость YII, не смешивающаяся с водой; при пропускании газа III выделяется осадок YIII, а при прорускании газа IV происходит только обесцвечивание раствора. Что могут представлять собой газы I, II, III, IV и вещества Y, YII и YIII? Обсудите возможные варианты и напишите уравнения соответствующих реакций.

6. При осторожном внесении 5 г некоторого твердого вещества A в концентрированную соляную кислоту выделяется 2,78 л газообразного простого вещества B (условия нормальные). Какое вещество могло быть взято для проведения опыта, и какой газ выделился? Ответ подтвердите расчетом.

7. Через три последовательно соединенных электролизера снабженных платиновыми электродами, площадью 100  $\text{cm}^2$  каж-

дый, при непрерывном перемешивании электролитов в течение 3 час пропускали постоянный ток силой 8,935 а. В первом электролизере находилось 0,5 л 2M раствора хлорного железа, во втором - 0,5 л 1M раствора сульфита натрия и в третьем 0,5 л 2M раствора бисульфита натрия. Какие вещества и в каком количестве могут быть выделены из каждого раствора по окончанию электролиза? Какие газы, в каком количестве и у каких электродов выделились в каждом из электролизеров? (Выход по току считать равным 100%, объемы газов вычислить при нормальных условиях, растворимостью газов в электролитах пренебречь).

8. Известно, что реакция изобутана с хлором в присутствии следов иода резко замедляется, а взаимодействие бензола с хлором в присутствии иода ускоряется. Как можно объяснить эти явления? Какие вещества будут преимущественно образовываться при действии хлора на толуол в присутствии следов иода? Дайте мотивированный ответ.

9. В одном опыте при окислении 1,18 г органического вещества А было получено 2,64 г двуокиси углерода и 1,26 г воды. Во втором опыте при окислении 0,60 г того же вещества А было получено 1,32 г двуокиси углерода и 0,72 г воды. Исходное вещество А устойчиво к действию щелочей, окиси серебра в аммиачном растворе, бромной воде, гидроокиси меди, а также к металлическому натрию и уксусному ангидриду.

риду. Нагревание этого вещества А с водой в присутствии капли соляной кислоты ведет к образованию двух органических веществ В и С. Вещество В дает реакцию серебряного зеркала, присоединяет водород в присутствии никеля, превращаясь при этом в соединение С. Окисление смеси В и С приводит к единственному органическому веществу Д. Установите строение вещества А и напишите уравнения описанных превращений. В каком из приведенных анализов допущена ошибка?

Экспериментальный тур

10 класс

10. В десяти пронумерованных пробирках ( № I - № IO) находятся десять неизвестных веществ. Среди них могут быть простые вещества, оксиды, гидроксиды, соли, органические вещества. Набор катионов для сложных веществ ограничен следующими: аммоний, натрий, калий, магний, кальций, барий, алюминий, железо (II), железо (III), хром (III), медь (II), серебро. Набор анионов для солей ограничен следующими: нитрат, хлорид, бромид, иодид, карбонат, сульфат, сульфид, сульфит, фосфат. Среди органических веществ могут быть предложены предельные спирты, фенолы, многоатомные спирты, амины, альдегиды, карбоновые кислоты, непредельные углеводороды, полихлорвинил, полистирол, полиметилметакрилат. Используя имеющиеся в лаборатории реагенты, определите, какие вещества вам предложены и под какими номерами. Получите производные амина и фенола и с помощью таблиц темпе-

ратур плавления производных определите, какой именно амин и фенол предложены вам для определения. Напишите уравнения реакций, с помощью которых вы определили каждое из соединений. (Для органических соединений, кроме фенола, амина, уравнения можно написать на примерах простейших представителей этих классов).

II. В пробирке № II находится образец щавелевой кислоты, содержащей кристаллизационную воду (неизвестное количество). Определите содержание воды в выданном вам образце, используя объемные методы анализа. Вычислите формулу кристаллогидрата состава  $C_2H_2O_4 \cdot x H_2O$  (точность  $x = 0,1$ ).

XI ВСЕСОЮЗНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

Шестидесятилетию Великого Октября  
посвящается!

14-20 апреля 1977 года

г. Алма-Ата

"Химия – это область чудес,  
в ней скрыто счастье челове-  
чества, величайшие завоевания  
разума будут сделаны именно  
в этой области".

М.Горький

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

9 класс

1. Отработанные фотографические растворы содержат соединения дефицитного серебра. Предложите возможные способы регенерации металлического серебра. Напишите уравнения необходимых реакций и укажите, в каких условиях они происходят.

2. Вещества А, В и С – соединения одного металла, окрашивающие пламя в фиолетовый цвет. При взаимодействии А с В образуется С. При нагревании В получается вещество Д, которое при взаимодействии с водным раствором С дает соединение В. С веществом А, в зависимости от условий, Д мо-

жет реагировать либо с образованием В, либо с образованием С. Что могут представлять собой соединения В, А, С,Д. Ответ мотивируйте уравнениями реакций.

3. Правилами техники безопасности в лаборатории предусмотрено раздельное хранение целого ряда так называемых "несовместимых" веществ. Несовместимость по химической природе многих реагентов выражается в том, что при их случайном взаимодействии может произойти: а) образование веществ, способных поддерживать горение; б) реакция со значительным экзотермическим эффектом; в) образование взрывоопасных или ядовитых веществ. Приведите примеры таких веществ и обосновайте их "несовместимость".

4. В 100 мл воды растворены 15,3 г оксида бария. К образовавшемуся раствору добавлено 46,7 мл 10,3%-ного раствора серной кислоты (плотность 1,07). Выпавший осадок отфильтрован и фильтрат испарен досуха при комнатной температуре. При этом получено 15,3 г осадка Х, полностью растворимого в воде. Что представляет собой вещество Х?

5. Д.И.Менделеев установил, что если в одном и том же количестве воды растворять одинаковое число молей различных хлоридов металлов, то плотности полученных растворов увеличиваются с возрастанием молекулярной массы хлоридов. Это позволило подтвердить исправленную им атомную массу и валентность одного из элементов на основании следующих

измерений: растворы хлоридов калия, магния и упомянутого элемента при концентрации 1 моль соли на 200 моль воды имели плотности соответственно 1,0121; 1,0203; 1,0138. Используя эти данные, установите, о каком элементе шла речь.

6. В замкнутом сосуде взорвали 8,1 г смеси хлора и водорода. Полученную смесь газов пропустили через трубку, содержащую 50 г гидроксида натрия, в результате чего вес трубки увеличился на 8,1 г. Каково может быть максимальное содержание водорода в % по объему и весу во взятой смеси?

9 класс

1. Будет ли углекислый газ поглощаться растворами соды, ортофосфата натрия, хлорида цинка, хлорида натрия лучше или хуже, чем чистой водой? Дайте мотивированный ответ.

2. Соединение A при комнатной температуре – жидкость. 19,59 г этого вещества нагрели без доступа воздуха. При этом образовалось только 5,585 г твердого остатка и 11,2 л (условия нормальные) некоторого горючего газа, не обеспечивающего бромную воду. Соединение A после этой операции обнаружено не было. При обработке полученного твердого остатка избытком раствора соляной кислоты выделилось 2,24 л другого горючего газа, не реагирующего с бромной

водой. Определить простейшую формулу вещества А. Что это может представлять собой? Как его можно получить?

3. В три прочные герметичные ампулы емкостью 0,5 л помещено соответственно 5,35 г нашатыря, 8 г аммиачной селитры и 9,6 г карбоната аммония. Ампулы помещены в нагревательный прибор и постепенно нагреты до  $600^{\circ}\text{C}$ , а затем охлаждены равномерно до исходной температуры. Изобразите на одном графике, как будет меняться давление каждой ампулы в ходе опыта. Свой график объясните.

4. Смесь водорода, кислорода иmonoоксида углерода, находящуюся при  $-30^{\circ}\text{C}$  в замкнутом сосуде взорвали и затем вновь охладили до  $-30^{\circ}\text{C}$ . При этом давление в сосуде изменилось вдвое. Затем в сосуд поместили небольшой избыток твердого гидроксида лития. Когда давление в сосуде перестало меняться, оказалось, что оно в десять раз (при  $-30^{\circ}\text{C}$ ) отличается от давления в сосуде до взрыва. Смесь не горит. Определить пропентное (по объему) содержание каждого из газов в исходной смеси. Объемом твердых веществ пренебречь.

5. В одном научном эксперименте к водным растворам различных солей добавляли воду, меченную тяжелым кислородом  $\text{^{18}O}$ , и затем производили отгонку отдельных проб растворителя. В тех случаях, когда в растворе находились высокозарядные катионы (например, хрома или алюминия),

оказалось, что непосредственно после смешения относительное содержание меченых молекул воды  $H_2^{18}O$ ;  $H_2^{16}O$  в пробе растворителя больше, а в последующих пробах оно уменьшается, достигая постоянной величины. Если же в растворе имелись ионы калия или натрия, постоянные величины отношения  $H_2^{18}O : H_2^{16}O$  устанавливались существенно быстрее. Как объяснить результаты эксперимента?

6. Насыщенный при  $20^{\circ}C$  водный раствор некоторой соли, представляющий собой сульфат двухвалентного металла, имеет концентрацию 39%. Когда к этому раствору, взятому в достаточном количестве, прибавили 4,5 г безводной соли, в осадок выпало 11,6 г пятиводного кристаллогидрата. Установите формулу соли.

### 10 класс

1. В сосуд с меченой окисью азота попало небольшое количество кислорода. Какими способами можно очистить окись азота с минимальными ее потерями. Зависит ли способ очистки от того, по какому из атомов была мечена исходная окись азота? Напишите необходимые уравнения реакций.

2. Имеются препараты кристаллогидратов карбоната калия и сульфита натрия с неизвестным содержанием кристаллизационной воды. Из этих препаратов приготовлено две

смеси (A и B) различного состава. При прокаливании 0,513 г образца смеси A его вес уменьшился до 0,333 г, причем раствор вещества X, оставшегося после прокаливания, осаждает из избытка раствора хлорида кальция 0,270 г осадка Y, полностью растворимого в соляной кислоте с выделением 56 мл газа. Образец смеси B весом 0,552 г после прокаливания дает 0,327 г X и соответственно 0,280 г Y, который при растворении в соляной кислоте дает 56 мл газа. Установить формулы кристаллогидратов.  
(Растворимостью газов пренебречь, объем дан в пересчете на нормальные условия).

3. К навеске пара-нитроанилина добавили избыток 10%-ной соляной кислоты. При этом растворилась лишь небольшая часть вещества, основная же масса его осталась в осадке. К смеси добавили определенное количество цинковой пыли и нагрели. Через некоторое время осадок полностью растворился. Как объяснить наблюдаемые явления? Что будет происходить при постепенном добавлении избытка раствора щелочи к полученному раствору? Изменится ли поведение пара-нитроанилина, если 10%-ную соляную кислоту заменить на концентрированную? Ответ мотивируйте.

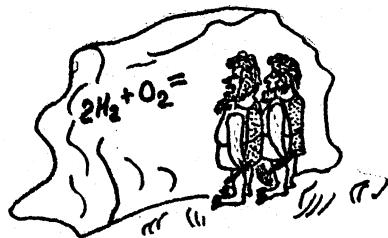
4. II,2 л хлорида дейтерия поглощено 130 мл 9,22%-ного раствора карбоната натрия (плотность I,I). Образовавшийся раствор прокипятили и подвергли электролизу током силой 5,026 А в течение 8 часов. Вычислить объем и вес газа, выделившегося на катоде. Будет ли содержать-

ся дейтерий в твердом остатке, полученном после упаривания этого раствора досуха? (Растворимостью газов пренебречь, условия нормальные).

5. Металлический натрий поместили в избыток предельного спирта ROH. После того, как весь металл прореагировал, к полученной смеси прибавили алкилбромид RBr. В результате обработки реакционной смеси выделено органическое вещество A, жидкое при обычных условиях, и избыток спирта ROH. В аналогичном опыте натрий поместили в избыток спирта ROH. Когда реакция закончилась, к полученной смеси прибавили алкилбромид RBr. При этом происходило выделение газа в  $I \frac{4}{7}$  раза более легкого, чем пары соединения A (при одинаковых условиях), а после обработки реакционной смеси был выделен спирт ROH в качестве единственного органического соединения. Какие спирты и алкилгалогениды использовались в этих опытах? Почему в первом и втором опытах получены разные результаты? Ответ мотивируйте уравнениями реакций.

6. При освещении ярким солнечным светом раствора органического вещества A оно превращается в соединение B того же состава; что и A, но отличающееся от него по свойствам. При нагревании A легко переходит в соединение B, которое не изменяется под действием солнечного света. Соединения A, B и V реагируют с гидрооксидом лития. При этом A и B дают одно и то же соединение Г, а B дает сое-

динение Д того же состава, что и Г, но обладающее иными свойствами. Вещества А, Б, В, Г и Д присоединят бром, причем А, Б и В реагируют с вдвое меньшим мольным количеством брома, чем гидроксида лития. При нагревании некоторого количества соединения А с подкисленным раствором перманганата калия выделяется газ Е, реагирующий с баритовой водой с образованием осадка. Объем этого газа при нормальных условиях в 22,4 раза больше объема 0,25 М раствора брома, реагирующего с тем же количеством соединений. О каких соединениях (А-Е) идет речь в задаче? Как получается в промышленности вещество В и какое применение оно находит? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.



- Ну, кажется, мы на пороге великого открытия!

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ СССР  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРГКОМИТЕТ ВСЕСОЮЗНОЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ  
И ХИМИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ

ХII ВСЕСОЮЗНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО  
ХИМИИ

13-19 апреля 1978 г.

г.Казань

ШЕСТИДЕСЯТИЛЕТИЮ ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА  
ПОСВЯЩАЕТСЯ!

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

8 класс

1. При пропускании озонированного кислорода через раствор иодида калия появляется окраска, а объем пропущенного газа не изменяется. Если тот же озонированный кислород пропускать через раствор пероксида водорода, объем пропущенного газа увеличивается, а оставшаяся жидкость не вызывает окрашивание раствора иодида калия. Объясните описанные процессы, приведя необходимые уравнения реакций. (Температура газа и жидкости постоянная, растворимостью газов пренебречь).

2. Оксид элемента, в которой он проявляет высшую степень окисления, представляет собой твердое вещество, пла-

вяющееся и перегоняющееся без разложения. Оксид растворяется в воде, образуя довольно сильную одноосновную кислоту. Натриевая соль этой кислоты содержит 23,42% кислорода. Что это за элемент? Какова формула оксида?

3. При обжиге в токе кислорода некоторого соединения масса полученного твердого остатка практически равна массе исходного соединения. Какие вещества могли быть взяты для обжига?

4. Взаимодействие водных растворов двух солей, в состав которых входит один и тот же металл, привело к выпадению осадка. Какие пары солей вы можете предложить?

5. Навеску сплава двух металлов разделили на три равные части. Первую растворили в соляной кислоте, причем выделилось 1,792 л водорода (н.у.). Вторую обработали концентрированным раствором щелочи, причем выделилось 1,344 л водорода (у.н.) и остался нерастворившийся остаток, масса которого составила 52% от взятой пробы. Третью часть сожгли в кислороде, причем образовалось 3,530 г смеси оксидов. Какие металлы входят в состав сплава, если во всех соединениях, упоминаемых в задаче, металлы проявляют постоянную степень окисления? Какова масса исходной навески?

6. Капля жидкости А на поверхности твердого вещества В реагируют с ним с образованием твердого вещества С и газа

Д (простое вещество). Взаимодействие газа Д с веществом В при повышенной температуре и давлении приводит к образованию твердого вещества Е, которое может реагировать с А, образуя С и Д. Какие это могут быть вещества?

9 класс

1. Напишите уравнения различных реакций, в которых при слиянии двух растворов происходит одновременно выделение газа и выпадение осадка.

2. Цинковый и алюминиевый электроды, соединенные о контактами гальванометра, опустили в раствор поваренной соли. Гальванометр обнаружил электрический ток, идущий от цинка к алюминию (направление тока истинное). Если в раствор добавить нашатырный спирт, отклонение стрелки гальванометра увеличивается. Если вместо нашатырного спирта взять гидроксид натрия, стрелка отклоняется в противоположном направлении. Объясните описанные факты. Не противоречат ли результаты опытов химическому ряду напряжений металлов?

3. В двух растворах находятся эквивалентные количества солей серной и угольной кислот: первой соли 9,20 г, а второй 10,36 г. При слиянии этих растворов образуется 9,32 г осадка средней соли, а посоле выпаривания фильтра-

та остается 5,28 г сухого вещества. Какие соли были взяты? (Учтите возможность использования средних, кислых, основных солей).

4. Навеску смеси безводного нитрата меди с углем, равную 9,90 г, прокалили в замкнутом соусде при высокой температуре ( $600^{\circ}\text{C}$ ) до прекращения выделения газообразных продуктов, представляющих собой смесь двух негорючих газов, один из которых — простое вещество. Твердый осадок, который весил 3,36 г, нагрели с избытком концентрированной серной кислоты до полного растворения. При этом выделилось 336 мл газа, измеренного при нормальных условиях. Определите количественный состав исходной смеси (атомную массу меди принять равной 64).

5. Оловянно-никелевые покрытия, имеющие высокие механические свойства и красивый внешний вид, получают электрохимическим способом, осаждая одновременно оба металла, в виде сплава на металлическом изделии. В состав электролита входят хлориды двухвалентных олова и никеля. Определите процентный состав гальванического покрытия, если известно, что электролиз велся в течение 1 часа током силой 6,43 А и масса покрытой детали увеличилась на 10,08 г. Выход по току принять равным 100%.

6. При нагревании простого вещества А с металлическим магнием образуется вещество Б. При действии воды на это

вещество выделяется газ В. I моль газа В вступает в реакцию с 4 молями хлора, образуя газ Г и твердое вещество Д. Весь получаемый газ Г с избытком раствора щелочи дает три моля соли Е. При действии избытка раствора щелочи на все полученное вещество Д получается 5 моль соли Е и I моль другой соли Ж. Определите, о каких веществах идет речь, и напишите уравнения всех реакций.

7. Известно, что разложение неорганических нитратов является окислительно-восстановительным процессом. Атомы каких элементов могут при этом окисляться и каких - восстанавливаться? Рассмотрите возможные варианты и напишите уравнения соответствующих реакций.

10 класс

I. Если в пробирки, содержащие одинаковые количества предельных спиртов нормального строения  $C_1-C_6$ , добавить при перемешивании одинаковые количества одного и того же образца порошкообразного металлического натрия (размеры частиц считать одинаковыми), то выделение газа происходит с различной скоростью для разных спиртов. Как объяснить это явление? Как будет меняться скорость выделения газов в аналогичном опыте в ряду этанол, глицерин, сорбит (продукт восстановления глюкозы)?

2. Для получения кислорода юный химик взял остатки вещества из банки без этикетки, в которой, по его мнению, раньше находилась бертолетова соль. При нагревании произошел взрыв. Комиссия, расследовавшая причины взрыва, пропустила небольшое количество газа, собравшегося в случайно уцелевшем приемнике, над 1,200 г металлического кальция. Продукт реакции полностью и без выделения газа растворился в 200 мл 2,14%-ного раствора соляной киоты (плотность 1,01), причем, после окончания реакции 1,403 г HCl осталось в растворе в избытке. Какое вещество находилось в банке? Какие нарушения правил работы в химической лаборатории были допущены юным химиком?

3. В раствор средней соли X при постоянном перемешивании и охлаждении медленно по каплям добавляли раствор другой средней соли Y. Через некоторое время в реакционной смеси обнаружили присутствие одновременно кислой соли A, основной соли B и средней соли C. Обсудите, какое вещество могли быть использованы для проведения такого опыта. Изменится ли результат, если изменить порядок внесения растворов? Можно ли провести опыт так, чтобы в реакционной смеси одновременно присутствовали только основная соль и средняя соль или кислая соль и средняя соль? Напишите мотивированный ответ.

4. К некоторому количеству металлического натрия добавили 5,1 мл свежеприготовленного раствора уксусной киоты в этиловом спирте. После завершения реакции смесь

разбавили равным объемом воды и полученный раствор упарили досуха. При прокаливании сухого остатка выделилось 0,56 л газа (условия нормальные), а вес твердого вещества после прокаливания оказался равным 3,65 г. Сколько уксусной кислоты (в граммах) могло содержаться во взятом количестве раствора ее?

5. Юный химик сделал в лабораторном журнале следующие записи опытов, не указав названия некоторых веществ:
- а) к растворам веществ X и У добавили по одной капле раствора фенолфталеина и по две капли раствора едкого натра. Каждый из растворов при этом окрасился в малиновый цвет. Окрашенные растворы слили вместе, при этом окраска исчезла;
- б) нерастворимое в воде вещество ~~Z~~ внесли в воду и добавили к смеси каплю раствора фенолфталеина. Никаких изменений при этом не произошло. Однако, когда к полученной суспензии прибавили каплю раствора поваренной соли, появилось малиновое окрашивание. Какие вещества X, У и ~~Z~~ мог использовать юный химик в своих опытах? Напишите уравнения протекающих реакций и обсудите условия их протекания.

6. В одной из своих работ, опубликованных в 1858 г., А.М. Бутлеров приводит следующее химическое уравнение (производится запись 1858 г. с обозначениями, применявшимися в то время):