

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МАРАФОН

### 10 КЛАСС

#### 1 тур

1. В водном растворе иодида бария массовая доля электронов равна  $2,852 \cdot 10^{-4}$ . Определите массовую долю соли в растворе.

*2 балла*

2. Имеется смесь кислорода и озона, в которой объём кислорода в 9 раз больше объёма озона. Какой объём такой смеси потребуется для полного окисления ацетиленом  $C_2H_2$  объёмом  $4,2 \text{ дм}^3$  (н.у.)?

*3 балла*

3. Определите формулу вещества, состоящего из азота, водорода, хрома и кислорода, массовая доля хрома в нём  $41,27\%$ , число атомов азота относится к числу атомов водорода как 1:4, а число атомов хрома относится к числу атомов кислорода 1:3,5.

*3 балла*

4. В газовой смеси водорода и аммиака их массы относятся соответственно как 6:17. К этой смеси добавили неизвестный газ объёмом, равным объёму аммиака, при этом плотность газовой смеси возросла 1,913 раза. Укажите молярную массу добавленного газа.

*4 балла*

5. К 500 мл раствора гидроксида натрия с массовой долей растворенного вещества 20% и плотностью  $1,10 \text{ г/мл}$  прибавили 10 г смеси алюминия и оксида алюминия, массовая доля алюминия в которой в 2,4 раза больше массовой доли его оксида.

*а) Чему равна массовая доля оксида алюминия в смеси?*

*б) Какой объём газа ( $25^0\text{C}$ ,  $110 \text{ кПа}$ ) выделится при этом?*

*в) Рассчитайте какой максимальный объём (н.у.) углекислого газа может поглотить приготовленный раствор.*

*5 баллов*

6. К 200 мл (н.у.) смеси водорода, аргона и угарного газа прибавили 200 мл кислорода и подожгли. После окончания горения и охлаждения смеси объём газов оказался равным 300 мл (н.у.). После пропускания полученной газовой смеси через раствор щелочи объём газов сократился до 250 мл. Найдите объёмный состав исходной газовой смеси.

*3 балла*

7. В порции натрия (пл.  $0,971 \text{ г/мл}$ ) содержится число протонов, равное числу электронов в порции осмия. Объём порции натрия в 19,47 раз больше объёма порции осмия. Вычислите плотность осмия.

*3 балла*

8. В газовой смеси этана и углекислого газа число атомов водорода в полтора раза больше числа атомов углерода. К этой смеси добавили неизвестный газ объёмом, равным объёму этана, при этом плотность смеси уменьшилась на  $14,83\%$ . Рассчитайте молярную массу неизвестного газа.

*4 балла*

#### 2 тур

1. Имеется газообразная смесь азота и водорода. Относительная плотность по гелию смеси меньше 2,0 после пропускания смеси над нагретым катализатором образовался аммиак с выходом  $75\%$ , а относительная плотность по гелию полученной газовой смеси стала больше 2,0. Укажите максимальное значение объёмной доли (%) водорода в исходной газовой смеси. Побочные процессы не протекали.

*5 баллов*

2. В смеси оксида серы (IV) и кислорода на 8 атомов кислорода приходится 3 атома серы. Смесь нагрели под давлением в присутствии катализатора. Через некоторое время её молярная масса (г/моль) увеличилась на 8 единиц. Чему равна массовая доля (%) молекулярного кислорода в полученной смеси (В условиях опыта  $\text{SO}_3$ - газ)
- 4 балла
3. Состав минерала килхоанита выражается формулой  $x\text{MeO} \cdot y\text{SiO}_2$ . Массовая доля  $\text{SiO}_2$  в минерале 41,66% , а массовая доля кислорода 38,88%. Установите формулу минерала. (молекулярная формула совпадает с эмпирической).
- 5 баллов
4. Газообразную смесь водород, хлора и кислород взорвали в закрытом сосуде. После охлаждения сосуда в нём оказалось 32,5 мл соляной кислоты с плотностью 1,09 г/мл и остался газ объём которого после приведения к нормальным условиям составил 4 л. При пропускании этого газа через избыток раствора щёлочи объём газа уменьшился до 3 л. На титрование 5,00мл образовавшейся соляной кислоты было израсходовано 8,64 мл раствора  $\text{NaOH}$  с массовой долей 10,5% и плотностью 1,104 г/мл
- а) Рассчитайте массовую долю хлороводорода в полученном растворе.
- б) Вычислите объёмные доли хлора, водорода и кислорода в исходной газовой смеси.
- в) Какие бинарные соединения образует водород, кислород и хлор между собой? Приведите названия и молекулярные формулы.
- 6 баллов
5. Какое количество металлического натрия ( в граммах) необходимо добавить в 100 г раствора  $\text{NaOH}$  с массовой долей 10%, чтобы увеличить массовую долю растворенного вещества вдвое?
- 3 балла
6. К раствору, полученному растворением 0,850 г дигидрата хлорида бария в 12,0 мл воды, прибавили 5,00 мл раствора сульфата натрия с концентрацией 0,320 моль/л и плотностью 1,08 г/см<sup>3</sup>.
- а) Рассчитайте массовую долю хлорида бария в первоначальном растворе.
- б) Чему равна масса выпавшего осадка?
- в) Во сколько раз изменилась массовая доля хлорида бария в растворе после прибавления раствора сульфата натрия?
- 4 балла
7. Раствор сульфата щелочного металла приготовлен из равных масс соли и воды. Массовая доля электронов в этом растворе составляет  $2,720 \cdot 10^{-4}$ . Сульфат какого металла содержится в растворе.
- 3 балла
8. При полном растворении смеси медных и алюминиевых опилок в азотной кислоте и при обработке такой же массы опилок избытком соляной кислоты выделились газы равных объёмов. При взаимодействии с азотной кислотой образовался газ с относительной плотностью по гелию, равной 7,5. Массовая доля (%) составляла ... (ответ округлите до целого числа).
- 3 балла

### 3 тур

1. Термохимическое уравнение имеет вид:
- $$\text{H}_2\text{S}_{(г)} + 3/2\text{O}_{2(г)} = \text{H}_2\text{O}_{(г)} + \text{SO}_{2(г)} + 428,5,25 \text{ кДж}$$
- а) Какую массу  $\text{H}_2\text{S}_{(г)}$  сожгли, если выделилось 1500 кДж теплоты?
- б) Масса газовой смеси после полного сгорания сероводорода – 820 г. Сколько теплоты выделилось?
- в) Масса исходной газовой смеси составляла 376 г. Сколько теплоты выделилось, если газовая смесь после сгорания содержит 48 г кислорода? Каковы объёмные доли газов в исходной смеси?

4 балла

2. При сжигании сероводорода в кислороде (избыток) образовались  $\text{SO}_2$  и 1.61 г  $\text{H}_2\text{O}$ , а объём газообразной смеси уменьшился в 1,43 раза. Укажите объём исходной газовой смеси ( $\text{дм}^3$ , н.у.). Растворимостью в воде газов пренебречь. Объёмы измеряли при нормальных условиях.

4 балла

3. Смесь оксида свинца (II), оксида свинца (IV) и оксида олова (IV) массой 64,16 г смешали с избытком углерода и нагрели. После охлаждения из реакционной смеси был извлечён кусочек оловянно-свинцового сплава, в котором массовая доля олова равна 25,65%.

а) Рассчитайте объём угарного газа (н.у.), выделившегося в этом эксперименте, если массовая доля химического элемента свинца в исходной смеси равна 64,53%.

б) Какой объём концентрированной азотной кислоты с молярной концентрацией 6,5 моль/л понадобится для полного растворения полученного сплава?

в) Как называется и где применяется сплав олова со свинцом?

8 баллов

4. К газообразным при нормальных условиях веществам, образовавшимся в результате полного разложения при атмосферном давлении смеси нитрита и карбоната аммония, добавили угарный газ объёмом, равным объёму азота. Молярная масса новой газовой смеси составила 26,5 г/моль. Укажите химическое количество исходной смеси солей, содержащей аммоний нитрит химическим количеством 1 моль.

5 баллов

5. При полном растворении сплава калия с цинком в воде выделилось 1,40 л газа (н.у.). При пропускании через образовавшийся раствор избытка сероводорода выпал белый осадок, масса которого после высушивания составила 2,950 г.

а) Напишите уравнения реакций, протекавших в ходе опыта.

б) Рассчитайте массовую долю калия в исходном сплаве.

7 баллов

6. Анализ показал, что неизвестное соединение содержит по массе 6,33% водорода, 15,19 % углерода, 60,76 % кислорода и ещё один элемент, число атомов которого равно числу атомов углерода.

а) Установите что это за соединение.

6 баллов

7. Про две химические реакции известно следующее. При температуре  $70^\circ\text{C}$  скорость первой реакции равна  $0,09$  моль/ $\text{дм}^3$  с, а скорость второй реакции  $-0,04$  моль/ $\text{дм}^3$  с. Температурный коэффициент первой реакции равен 2, а второй реакции – 3. Укажите значение температуры ( $^\circ\text{C}$ ), при которой скорости обеих реакций будут одинаковыми.

3 балла

8. Кристаллогидрат состава  $\text{MeBr}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , массой 30 г растворили в воде массой 335 г и получили раствор с  $w(\text{MeBr}_3) = 6\%$ . При добавлении к этому раствору водного раствора аммиака (избыток) выпал осадок гидроксида массой 7,725 г. Укажите разность масс (г) соли и воды в кристаллогидрате химическим количеством 1 моль.

3 балла

#### 4 тур

1. Медные опилки массой 381 мг нагрели на воздухе. При этом часть меди превратилась в оксид меди (II). Массовая доля кислорода в полученном твердом продукте стала равна 7,75%. Половину полученного твердого продукта поместили в трубчатую печь, нагрели до  $400^\circ\text{C}$  и пропустили над ним водород объёмом 11,2 мл (н.у.), а затем охладили в токе азота.

а) Приведите уравнения реакций, протекающих в описанном эксперименте.

б) Оксид меди (II) какой массой образовался в результате нагревания медных опилок на воздухе?

в) Какое число атомов меди приходится на один атом кислорода в продукте, образовавшемся после охлаждения печи? Приведите ваши расчёты.

г) Как бы изменился ответ на предыдущий пункт задачи в случае, если бы охлаждение трубчатой печи проводили без азота?

8 баллов

2. Смесь нитрата меди (II), малахита и металлической меди прокалили на воздухе. При этом её масса уменьшилась на 28 % по сравнению с исходной. При обработке 28,33 г исходной смеси избытком соляной кислоты выделилось 1,68 л газа (н.у.) и остался нерастворившийся остаток.

а) Какой объём 20 % азотной кислоты с плотностью 1,12 г/мл необходим для полного растворения полученного остатка.

8 баллов

3. Сернистый газ для производства серной кислоты получают путём обжига пирита ( $\text{FeS}_2$ ). В природе пирит всегда встречается в смеси с сульфидами других металлов, в частности цинка. Навеска пирита с примесью цинковой обманки ( $\text{ZnS}$ ) уменьшает свою массу при обжиге на воздухе на 31,79% по сравнению с исходной.

а) Рассчитайте массовую долю пирита в образце, подвергнутом обжигу.

б) Какая масса серной кислоты (в кг) может быть получена из 1 т такой руды, если выход процесса составляет 85 %?

6 баллов

4. Сплав металла А с металлом Б в молярном соотношении 2:1 массой 5,95 г растворили в соляной кислоте. При этом сплав растворился полностью и выделилось 4,48 л газа (н.у.). Известно, что соотношении молярных масс металлов А:Бравна 0,415. Установите состав сплава в процентах по массе.

8 баллов

5. Образец оцинкованного железа массой 5,10 г обработали при нагревании избытком газообразного хлора. Полученную смесь хлоридов разделили на две равные по массе части и прибавили одну часть к избытку раствора гидроксида калия с массовой долей  $\text{KOH}$  равной 10%. Выпавший при этом осадок отфильтровали и прокалили до постоянной массы, которая оказалась равной 3,29 г. Вторую часть продукта обработали избытком раствора сульфида натрия.

а) Рассчитайте массовую долю цинка в образце.

б) Приведите молекулярные уравнения реакций, протекающих в описанных опытах.

7 баллов

6. К 250 г водного раствора иодида бария, в котором массовая доля электронов составляет  $2,852 \cdot 10^{-4}$ , добавили воду, вследствие чего массовая доля электронов стала  $2,890 \cdot 10^{-4}$ . Определите массу воды, добавленной к раствору.

7 баллов

### 5 тур

1. Составьте уравнения реакций по схеме:



А, В, С, D, E, F – сложные вещества, содержащие натрия. Каждое последующее в схеме вещество имеет относительную молекулярную массу больше, чем предыдущее.

8 баллов

2. 20,0 мл олеума, содержащего 20,0 мас.% серного ангидрида и имеющего плотность 1,90 г/мл, при осторожном перемешивании влили в 600 г водного раствора карбоната натрия с массовой долей соли, равной 12,0%. Найти массовые доли растворенных веществ в полученном растворе.

7 баллов

3. Хлорофилл является важным пигментом, обуславливающим зеленый цвет листьев растений. При сжигании 89,2 мг хлорофилла в избытке кислорода получают только следующие четыре вещества: 242 мг газа, которым обычно газировать напитки; 64,8 мг жидкости, составляющей основу этих напитков; 5,6 мг газа, которого больше всего в земной атмосфере и 4,00 мг белого порошка, который является оксидом легкого широко используемого металла, составляющего приблизительно 2,3% земной коры.

а) О каких веществах идет речь?

б) Рассчитайте формулу хлорофилла, учитывая, что его молекула содержит только один атом металла.

в) Напишите уравнение реакции горения хлорофилла.

г) Содержит ли хлорофилл хлор? Откуда взялось название «хлорофилл»?

д) Приведите пример природного вещества, содержащего фрагмент структуры сходного строения.

7 баллов

4. Имеется смесь кислорода и озона, молярная масса которой равна 43,2 г/моль. Какой объем (л, н.у.) этой смеси потребуется для полного окисления смеси метана и этана объемом 2,24 л и плотностью 1,089 г/мл? (Все измерения проводились при н.у.).

7 баллов

5. Какое количество вещества бария нужно взять, чтобы при его взаимодействии с одним литром воды образовался 2 %-ный раствор гидроксида бария?

6 баллов

6. К 250 г водного раствора бромида кадмия, в котором массовая доля электронов составляет  $2,854 \cdot 10^{-4}$ , добавили безводную соль, вследствие чего массовая доля электронов в растворе стала равной  $2,729 \cdot 10^{-4}$ . Определите массу бромида кадмия добавленного к раствору.

7 баллов

7. При  $80^{\circ}$  С насыщенный раствор иодида калия содержит 0,06521 г электронов, а при  $0^{\circ}$  С такая же масса насыщенного раствора содержит 0,06681 г электронов. Определите массу иодида калия который выкристаллизуется из 250 г насыщенного при  $80^{\circ}$  С раствора, если его охладить до  $0^{\circ}$  С.

8 баллов