

1. Смесь. Смесь двух газов имеет плотность по водороду 6.0.

1. Предложите два варианта состава такой смеси, если плотность ее тяжелого компонента составляет 900.9 г/м^3 (н.у.), этот компонент химически инертен, а смесь состоит из основных изотопов элементов.

2. Рассчитайте массовую и объемную долю компонентов в обоих вариантах смеси.

3. Где встречаются во Вселенной газы-компоненты смеси? Как они используются человеком?

2. Al_2O_3 . Предложите, по крайней мере, три различных способа получения оксида алюминия, располагая металлическим алюминием, металлическим кальцием, соляной кислотой и водой. Запишите уравнения реакции в молекулярном и ионном виде.

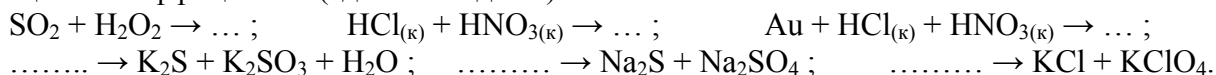
3. Газ. Бинарное газообразное соединение **A** одного из элементов четвертой группы Периодической системы элементов содержит 47.03 мас. % наиболее распространенного элемента на Земле. Известно, что **A** получают действием сильных водоотнимающих средств на вещество **B**.

1. Определите соединение **A**, изобразите его структурную формулу, если известно, что атомы в структуре **A** выстроены в цепочку. Приведите тип гибридизации неконцевых атомов в молекуле **A**.

2. Установите структуру **B**. Какие Вы знаете водоотнимающие средства? Приведите 3–5 примеров принципиально разных соединений. На чем основано их дегидратирующее действие? В случае необходимости приведите уравнения реакций.

3. При нагревании и длительном хранении **A** диспропорционирует с образованием нетоксичного газа. Приведите уравнение реакции.

4. Уравнения. 1. Восстановите пропущенные части уравнения, а также укажите условия протекания реакций и коэффициенты (где необходимо).



2. Приведите структурные формулы SO_2 , H_2SO_3 , H_2SO_4 , H_2S , SF_4 ; укажите степень окисления и тип гибридизации атома серы в этих соединениях.

5. Только натрий. В 100 мл воды внесли 19.944 г смеси натрия, гидрида натрия и оксида натрия. После протекания всех реакций до конца образовался раствор с массовой долей растворенного вещества 0.249.

1. Напишите уравнения произошедших химических реакций.

2. Рассчитайте состав исходной смеси при условии, что количество вещества натрия и гидрида натрия в ней равны.

3. Можно ли получить 0.35 моль $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ из этого раствора, имея в своем распоряжении избыток углекислого газа?

4. Как в лаборатории можно получить натрий, гидрид натрия и оксид натрия, если из реактивов есть только вода и хлорид натрия?

6. Обо всем по чуть-чуть. 1. Предложите способ разделения смесей (нужно выделить каждый компонент в отдельности): а) древесные опилки, тертое стекло, вода, этиловый спирт; б) железные стружки, карбонат кальция, хлорид натрия, вода; в) углекислый газ, вода, сахар, песок.

2. Выберите лишь корректные выражения: а) «фторид йода»; б) «ионы сахара»; в) «молекулы молока»; г) «... зубная паста содержит молекулы фтора...»; д) «атомы стали»; е) «кристаллизация ртути».

7. Задание экспериментального тура.

В пробирки №1 и №2 внести по микрошпателью NaHCO_3 , растворить в 10-15 мл дистиллированной воды и добавить 1-2 капли индикатора фенолфталеина. Отметить окраску раствора. В пробирки №3 и №4 внести по микрошпателью NaOH , растворить в 10-15 мл дистиллированной воды и добавить 1-2 капли индикатора фенолфталеина. Отметить окраску раствора. Нагреть пробирки №1 и №3 до кипения, зафиксировать видимые изменения в окраске растворов. Пробирки №2 и №4, а также пробирки №5 и №6 (с фенолфталеином и дистиллированной водой) оставить для сравнения. Объяснить наблюдаемые различия в поведении растворов NaHCO_3 и NaOH при нагревании, подтвердив их уравнениями реакций в молекулярном и ионном виде. Константа диссоциации воды (ионное произведение воды) при разных температурах равна: $K_w(25^\circ\text{C}) = 1 \cdot 10^{-14}$; $K_w(50^\circ\text{C}) = 5.5 \cdot 10^{-14}$; $K_w(100^\circ\text{C}) = 5.9 \cdot 10^{-13}$.

1. Суміш. Суміш двох газів має густину за воднем 6.0.

1. Запропонуйте два варіанти складу такої суміші, якщо густина її важкого компонента становить 900.9 г/м^3 (н.у.), цей компонент хімічно інертний, а суміш складається з основних ізотопів елементів.

2. Розрахуйте масову і об'ємну долю компонентів у обох варіантах суміші.

3. Де зустрічаються у Всесвіті гази-компоненти суміші? Як вони використовуються людиною?

2. Al_2O_3 . Запропонуйте не менше трьох різних методів отримання Алюмінію оксиду, маючи у розпорядженні металічний алюміній, металічний кальцій, хлоридну кислоту і воду. Запишіть рівняння реакцій у молекулярному та іонному вигляді.

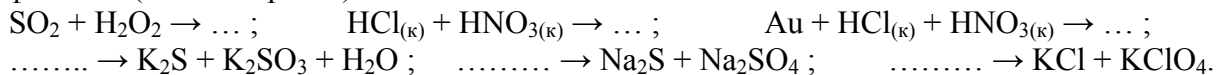
3. Газ. Бінарна газоподібна сполука **A** одного з елементів четвертої групи Періодичної системи елементів містить 47.03 мас. % найбільш розповсюдженого елемента на Землі. Відомо, що **A** отримують дією сильних водопоглинаючих засобів на сполуку **B**.

1. Визначте сполуку **A**, зобразіть її структурну формулу, якщо відомо, що атоми в структурі **A** вишикувані у ланцюжок. Наведіть тип гібридизації некінцевих атомів у молекулі **A**.

2. Встановіть структуру **B**. Які Ви знаєте водопоглинаючі засоби? Приведіть 3-5 прикладів принципово різних сполук. На чому заснована їх дегідратуюча дія? У випадку необхідності наведіть рівняння реакцій.

3. При нагріванні і тривалому зберіганні **A** диспропорціонує з утворенням нетоксичного газу. Приведіть рівняння реакції.

4. Рівняння. 1. Відновіть пропущені частини рівняння, а також вкажіть умови протікання реакцій і коефіцієнти (де це потрібно).



2. Наведіть структурні формули SO_2 , H_2SO_3 , H_2SO_4 , H_2S , SF_4 ; вкажіть ступень окиснення і тип гібридизації атома Сульфуру у цих сполуках.

5. Тільки натрій. У 100 мл води внесли 19.944 г суміші натрію, Натрію гідриду і Натрію оксиду. Після перебігу усіх реакцій до кінця утворився розчин з масовою часткою розчиненої речовини 0.249.

1. Напишіть рівняння хімічних реакцій, які відбулися.

2. Розрахуйте склад вихідної суміші за умови, що кількість речовини натрію і Натрію гідриду у ній однакова.

3. Чи можна отримати 0.35 моль $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ з цього розчину, маючи у своєму розпорядженні надлишок вуглекислого газу?

4. Як у лабораторії можна отримати натрій, Натрію гідрид і Натрію оксид, якщо з реактивів є тільки вода і Натрію хлорид?

6. Про все по трохи. 1. Запропонуйте спосіб розділення сумішей (треба виділити кожен компонент окремо): а) дерев'яна тирса, терте скло, вода, етиловий спирт; б) залізні стружки, Кальцію карбонат, Натрію хлорид, вода; в) вуглекислий газ, вода, цукор, пісок.

2. Виберіть тільки коректні вирази: а) «Йоду фторид»; б) «іони цукру»; в) «молекули молока»; г) «... зубна паста містить молекули фтора...»; д) «атоми сталі»; е) «кристалізація ртуті».

7. Завдання експериментального тура.

У пробірки №1 і №2 внести по мікрошпателю NaHCO_3 , розчинити у 10-15 мл дистильованої води і додати 1-2 краплі індикатора фенолфталеїна. Відзначити забарвлення розчину. У пробірки №3 і №4 внести по мікрошпателю NaOH , розчинити у 10-15 мл дистильованої води і додати 1-2 краплі індикатора фенолфталеїну. Відзначити забарвлення розчину. Нагріти пробірки №1 і №3 до кипіння, зафіксувати видимі зміни у забарвленні розчинів. Пробірки №2 і №4, а також пробірки №5 і №6 (з фенолфталеїном і дистильованою водою) залишити для порівняння.

Пояснити відмінності у поведінці розчинів NaHCO_3 і NaOH при нагріванні, які спостерігаються, підтвердити їх рівняннями реакцій у молекулярному і іонному вигляді. Константа дисоціації води (іонний добуток води) за різних температур: $K_w(25^\circ\text{C}) = 1 \cdot 10^{-14}$; $K_w(50^\circ\text{C}) = 5.5 \cdot 10^{-14}$; $K_w(100^\circ\text{C}) = 5.9 \cdot 10^{-13}$.

Решения-9

1. Смесь. 1. Молярная масса смеси равна 12.0 г/моль; вычислим более тяжелый компонент.
 $pV = nRT/M$, откуда $\rho = pM(X)/RT$, $M(X) = \rho RT/p = 20.2$ г/моль. Поскольку газ инертен, условия нормальные, то это – неон (Ne). Т.е., более легким газом может быть H_2 или 4He . 1-й вариант смеси – $Ne + H_2$, 2-й вариант – $Ne + ^4He$.

2. Объемную долю газов вычисляем по уравнениям типа:

$$\chi(Ne) \times A(Ne) + \chi(H_2) \times M(H_2) = 12, \text{ причем } \chi(H_2) = 1 - \chi(Ne).$$

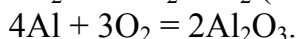
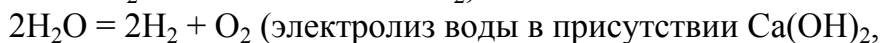
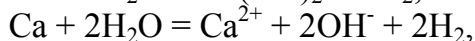
Для $Ne + H_2$: $\chi(Ne) = 55.0\%$, $\chi(H_2) = 45.0\%$, $\omega(Ne) = \chi(Ne) \times A(Ne) / 12 = 92.4\%$, $\omega(H_2) = 7.6\%$.

Для $Ne + ^4He$: $\chi(Ne) = 49.4\%$, $\chi(^4He) = 50.6\%$, $\omega(Ne) = 83.1\%$, $\omega(^4He) = 16.9\%$.

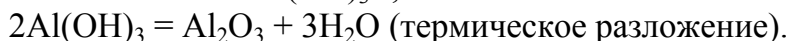
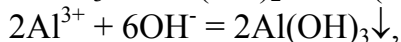
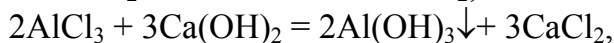
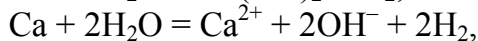
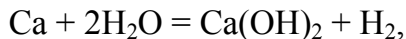
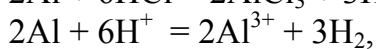
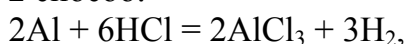
3. Водород и гелий – самые распространенные элементы Вселенной, компоненты звезд и межзвездного газа. Неон в незначительной концентрации встречается в земной атмосфере ($1.82 \times 10^{-3}\%$ об.), откуда и добывается, пятый по распространенности элемент Вселенной. Гелий используется в смеси с кислородом в аквалангах, в жидком виде – для достижения сверхнизких температур, неон – в газоразрядных лампах, водород – для восстановления органических и неорганических соединений, как ракетное и моторное топливо и т.д.

2. Al_2O_3 .

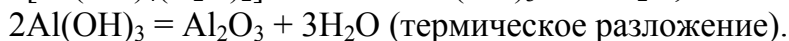
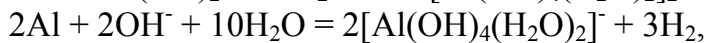
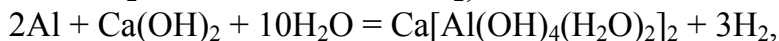
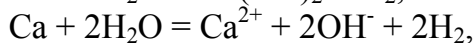
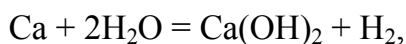
1 способ:



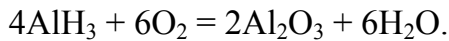
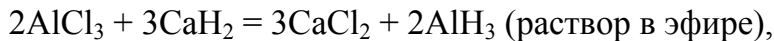
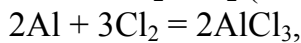
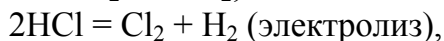
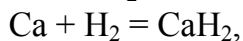
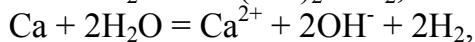
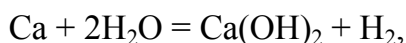
2 способ:



3 способ:



4 способ:



3. Газ.

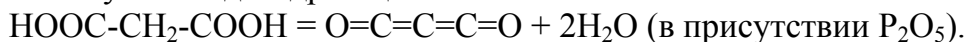
1. Наиболее распространенный на Земле элемент – кислород. Из всех элементов четвертой группы газообразные оксиды образует только углерод. Искомое соединение – C_xO_y (в общем виде). Находим простейшую формулу вещества

$$47.06/16 : 52.94/12 = 2.94 : 4.41 = 1 : 1.5 = 2 : 3.$$

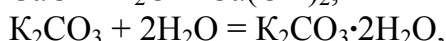
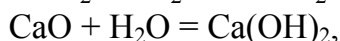
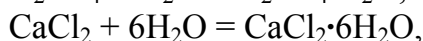
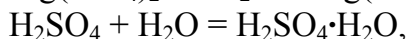
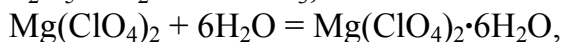
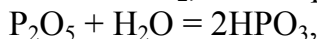
Искомая формула соединения C_3O_2 – диоксид триуглерода.

Структурная формула: $O=C=C=C=O$. Поскольку молекула линейна, тип гибридизации атомов углерода – **sp**.

2. Получение: дегидратация малоновой кислоты:



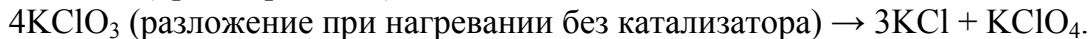
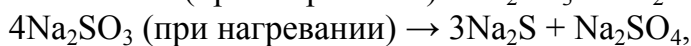
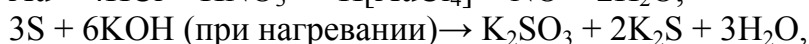
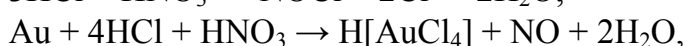
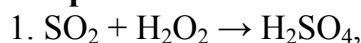
Водоотнимающие средства: P_2O_5 , $Mg(ClO_4)_2$ (ангидрон), концентрированная H_2SO_4 , плавленый $CaCl_2$, свежeproкаленный CaO , свежeproкаленный поташ K_2CO_3 и др.



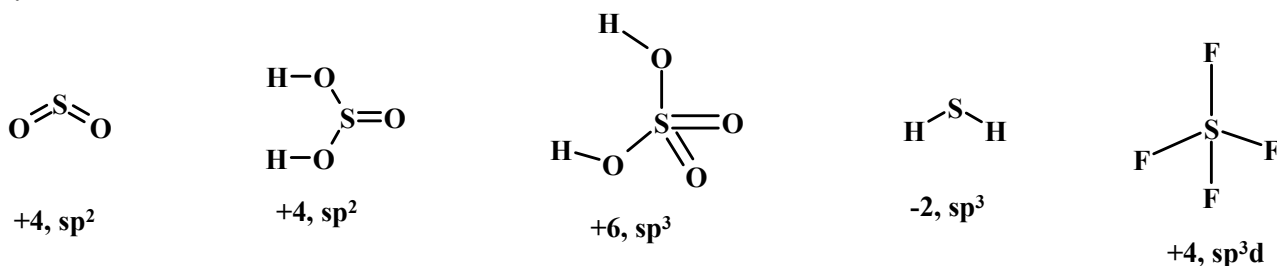
4. При нагревании диспропорционирует



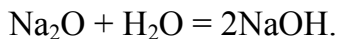
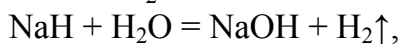
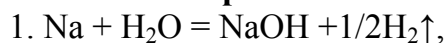
4. Уравнения.



2.



5. Только натрий.



2. Учитывая условие $n(Na) = n(NaH)$ и используя вышеприведенные уравнения, составим следующую таблицу:

Вещество	n вещества, моль	$n(NaOH)$, моль	$n(H_2)$, моль
Na	n	n	$1/2n$
NaH	n	n	n
Na_2O	$(19.944 - 23n - 24n)/62$	$(19.944 - 23n - 24n)/31$	-----

$$m(p-pa) = m(H_2O) + m(смеси) - m(H_2) = 119.944 - 3n \cdot M(H_2)/2,$$

$$m(NaOH) = 40 \cdot (2n + (19.944 - 47n)/31),$$

$$\omega = m(NaOH)/m(p-pa),$$

$$\omega = 40 \cdot (2n + (19.944 - 47n)/31) / (119.944 - 3n \cdot M(H_2)/2) = 0.249,$$

$$n = 0.208 \text{ моль.}$$

$$m(Na) = 4.784 \text{ г, } \omega(Na) = 0.2393,$$

$m(\text{NaH}) = 4.992 \text{ г}, \quad \omega(\text{NaH}) = 0.2503,$
 $m(\text{Na}_2\text{O}) = 10.168 \text{ г}, \quad \omega(\text{Na}_2\text{O}) = 0.5104,$
 $m(\text{NaOH}) = 29.76 \text{ г}, \quad n(\text{NaOH}) = 0.744 \text{ моль}.$
На 24.94 г NaOH приходится 75.06 г H₂O,
А на 29.76 г NaOH приходится x г H₂O.
 $x = 89.57 \text{ г H}_2\text{O}, \quad n(\text{H}_2\text{O}) = 4.976 \text{ моль}.$

3. Уравнение реакции получения Na₂CO₃·10H₂O:
 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}.$

Для получения 0.35 моль Na₂CO₃·10H₂O требуется 0.7 моль NaOH и 3.15 моль H₂O. И то, и другое в избытке, следовательно, можно получить.

4. $2\text{NaCl} = 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ (электролиз расплава NaCl или раствора NaCl с использованием жидкого ртутного катода).

$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{NaOH}$ (электролиз раствора NaCl).

$\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ (электролиз раствора NaOH).

$2\text{Na} + \text{H}_2 = 2\text{NaH}.$

$\text{Na} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}_2.$

$\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{Na} = 2\text{Na}_2\text{O}.$

6. Обо всем по чуть-чуть.

1. а) Опилки всплывут, их можно собрать с поверхности. Тертое стекло утонет, жидкость с них можно слить. Спирт отделяется от воды перегонкой.

б) Железные стружки отделить магнитом, карбонат кальция отфильтровать, воду испарить. В остатке – хлорид натрия.

в) При незначительном нагревании смеси выделится углекислый газ, песок можно отфильтровать, воду испарим – останется сахар.

2. а, е.

7. Задание экспериментального тура.

Появление малиновой окраски при добавлении фенолфталеина указывает на щелочную среду в этих растворах. В случае гидроксида натрия (сильного электролита) гидроксильные ионы появляются за счет полной диссоциации NaOH:

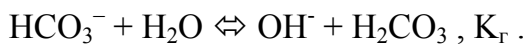


которая не зависит от температуры и, как следствие, окраска этого раствора не изменяется при нагревании.

В растворе гидрокарбоната натрия гидроксильные ионы появляются за счет равновесного процесса гидролиза, который характеризуется константой гидролиза (K_r):



или в ионном виде



Константа гидролиза электролита образованного катионом сильного основания и анионом слабой кислоты определяется как $K_r = K_w / K_a(\text{H}_2\text{CO}_3)$.

Поскольку ионное произведение воды K_w сильно зависит от температуры (увеличивается с ее повышением), то равновесие гидролиза будет смещаться вправо, что приводит к повышению концентрации ионов OH⁻, а, следовательно, и к усилению окраски. При понижении температуры исходная окраска восстанавливается, поскольку равновесие гидролиза смещается влево.