

Методика и техника на химични експерименти, свързани с получаването и събирането на водород и кислород

...

Представени са достъпни химични експерименти за получаване, събиране и изследване свойствата на: H_2 , O_2 .

Една част от тях са предвидени като демонстрационни експерименти, а други могат да се използват при лабораторни или домашни опити. Предложени са различни варианти в зависимост от използваната апаратура и изходни вещества. Коментирани са възможностите за тяхното използване в различно учебно съдържание в зависимост от дидактическите цели. Предвидени са и въпроси, и задачи за обсъждане с учениците, като акцента в тях е поставен върху химичния експеримент.

ВОДОРОД

1.Разпространение, значение, употреба:

Водородът е най-разпространеният химичен елемент в Космоса и определя количествената и качествената същност на Вселената. Газът, съставляващ газово-праховите облаци, образуващи звездите, съдържа основно водород (71%) и хелий (27%). Влиза в състава на органичните вещества, които изграждат живите организми (белтъци, въглеехидрати, мазнини и др.).

Наречен е още биогенен елемент, защото изгражда живите организми.

Открит е през 1766 година от английския физик и химик Хенри Кавендиш при опити с живак и киселина. Кавендиш го нарича още “горящ въздух”, който не поддържа горенето. При смесването му с обикновен въздух, се взривява. Кавендиш така и не успява да разбере, че “горящият въздух”е самостоятелен елемент. Това открива Лавоазие през 1787 година.

Водородът намира приложение за получаването на амоняк, хлороводород, твърди мазнини, чисти метали и др.Той е екологично гориво на бъдещето, защото при изгарянето му се получава голямо количество топлина, а се отделя само вода. **2.Получаване:**

Вариант А

Цел:Получаване и изследване свойствата на водород.

Взаимодействие на цинк (Zn) на гранули и 10-20% разтвор на сярна киселина (H₂SO₄).

Необходими пособия: апарат на Нойман, фуния, епруетка, редукционна тръба, две гумени тапи, газоотводна тръбичка, шпатулка, статив, спиртна лампа, кибрит.

Необходими реактиви: цинк на гранули (Zn), 10-20% разтвор на сярна киселина (H₂SO₄), безводен меден сулфат (CuSO₄), CuO.

Техника на безопасност: С киселината се работи внимателно. Тя разяжда кожата и дрехите! При попадане върху кожата, се попива с филтърна хартия и мястото се промива обилно с вода.

Начин на работа:

Апаратът на Нойман, се използва за получаване на газове в голямо количество.

Зареждане на апарата: През горния отвор внимателно се поставят гранулите цинк (Zn). При затворен кран от страничния отвор, с помощта на фуния се налива сярна киселина. Кранът се отваря, при което се осъществява взаимодействието. Отделеният водород,се събира в епруетка с отвора надолу чрез изместване на въздух. Следва проверка за чистотата на водорода преди запалването му (фиг.1).

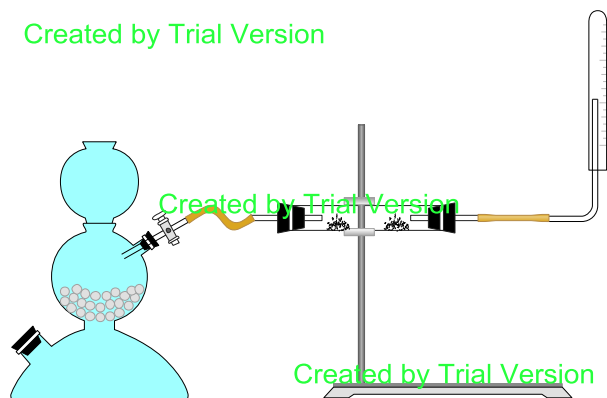
Проверка за чистота на водорода: В епруетка се събира водород. Без да се обръща, епруетката се поднася към пламъка на запалена спиртна лампа. При взаимодействие с кислорода от въздуха, водородът образува гърмяща газова смес. Това взаимодействие е съпроводено със звук. Ако този звук е силен, това означава, че водородът е смесен с въздух. Водородът е чист, когато този звук е приглушен. Когато се констатира чистотата на водорода, тогава той може да бъде запален.

Внимание! Запалената спиртна лампа трябва да бъде на разстояние не по-малко от 100 см от апаратурата за получаване на водорода. Ако се констатира, че водородът не е чист, епруетката се изтръсква, докосва се до дланта на ръката и едва тогава се пристъпва към следващо събиране. Проверката за чистота продължава до момента, в който се регистрира описания звук.

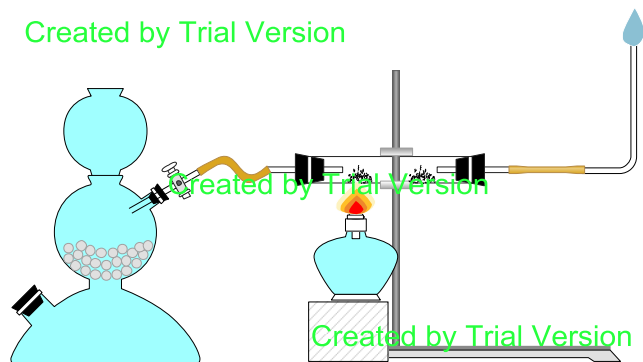
Водородът **гори, но не поддържа** горенето!

Други свойства на водорода

Апаратът на Нойман се зарежда с цинк на гранули и 20% разтвор на сярна киселина по описания по-горе начин. Чрез каучукова връзка се свързва с редуционна тръбичка (фиг. 1). В редуционната тръбичка в единия ѝ край се поставя с шпатулка меден оксид (CuO), на около три сантиметра от него се поставя с помощта на шпатулка безводен меден дихидроксид (получава се след предварително нагряване на $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). **След проверка за чистота, водородът се запалва.** Със запалена спиртна лампа се загрева CuO (фиг.2). При загреване медният оксид взаимодейства с водорода, при което се получава чиста мед (червена на цвят). При този процес се отделят и капчици вода, които се включват в кристалната решетка на безводният бял меден сулфат. При този процес отново се получава кристалохидрат с характерния син цвят ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). При извършването на тези процеси се следи пламъкът на горящия водород (фиг.2).



Фиг. 1



Фиг. 2

Вариант Б

Водородът е по-лек от въздуха и неразтворим във вода. Това определя и различни методи за неговото събиране.

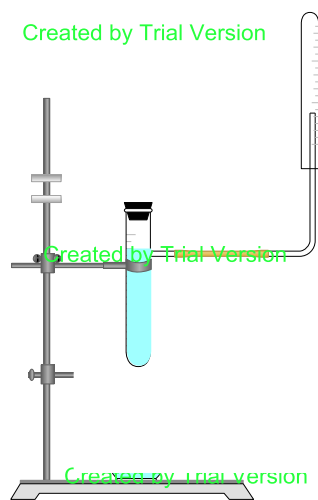
Необходими пособия: епруветка (колба), гумена тапа с газоотводна тръбичка, каучукова тръба, вана, железен мост

Необходими реактиви: Zn, H₂SO₄

Начин на работа:

В епруветка (колба), се поставят внимателно 2-3 гранулки цинк. Епруветката се закрепва на статив и в нея се наливат 2-4cm³ сярна киселина. Веднага след това епруветката (колбата), се затваря с гумена тапа с отвор, през който минава каучукова (газоотводна) тръбичка. Газът се събира в съдове с отвора надолу чрез изместване на въздуха (фиг.3). На фиг. 4 е представена апаратура за получаване на водород чрез изместване на вода. Представените начини за събиране на водород се основават на физичните му свойства: по малка плътност от тази на въздуха и неразтворимост във вода.

4.Апаратура фиг. 3



Фиг. 3

5.Методически особености на предложените експерименти:

Описаните експерименти могат да се използват в:

6. клас - Човекът и природата

- Изясняване на видове химични реакции (заместване)
- Наблюдение на признаци за протичане на химични реакции (отделяне на газ промяна на цвета, отделяне на топлина)
- Фокусиране на вниманието върху условията за протичане на химични реакции (добър контакт между изходните вещества, нагряване)

8. клас - Химия и опазване на околната среда: VIA група. Сярна киселина

- химични свойства на сярна киселина – взаимодействие с метали

10.клас - Химия и опазване на околната среда

- Химични свойства на цинка
- Скорост на химичните реакции
- Окислително-редукционни процеси

6. Въпроси за обсъждане с учениците:

6.клас:

1. Кои са признаците за протичане на химичната реакция?
2. Кои са условията за протичане на химичната реакция?
3. При взаимодействие на цинк и сярна киселина се отделя газ - водород. Посочете условията и признаците на химичната реакция и определете вида на химичната реакция.
4. Предложете два начина за събиране на водород, като имате предвид физичните му свойства.
5. Разполагате с две епруветки, газоотводна тръбичка, тапа с отвор. Нарисувайте апаратура за получаване и събиране на водород.
6. Разполагате с три балона, напълнени с различни газове: въглероден диоксид, водород, кислород. Кои от тях ще паднат на земята и кои ще се издигнат във въздуха. Обяснете причината.

7. Ученик извършил следния експеримент: Към устието на епруветка с нагрят черен меден оксид насочил струя от водород. Скоро черният прах преминал в розовочервена мед, а по стените на епруветката се появили капчици вода. Ученикът направил заключение, че е протекла химична реакция. Кое му дава основание за това?

КИСЛОРОД

1.Разпространение, значение, употреба:

Кислородът е постоянна съставна част на атмосферния въздух. Заема 21% от обема на въздуха и е един от шестте биогенни елементи (С, Н, О, N, S, P), участващи в изграждането на белтъци, мазнини, въглехидрати. Кислородът участва в процеса дишане на почти всички живи организми, с изключение на анаеробните. При окисление сложните органични съединения се разграждат до по-прости и се освобождава енергия, необходима за жизнените процеси. Кислородът влиза в състава на кръвта под формата на оксигемоглобин и чрез кръвообращението дифундира през стените на капилярите в тъканите. Там протичат окислително-редукционни процеси с отделяне на топлина и енергия.

През 1774 година английският учен Дж. Пристли загрява с голяма лупа, улавяща слънчевите лъчи стъкленца с червен прах. На дъното на стъкленцата се появяват капчици живак. След като поднася към отвора тлееща треска, забелязва, че тя се разпалва. Установява, че полученият газ не гори, но поддържа горенето. Нарекъл го “жизнен въздух”. По-късно френският учен А. Лавоазие нарича “жизнения въздух” кислород.

2.Получаване:

Кислород може да се получи по различни начини в лабораториите, най-вече чрез разлагане на кислородсъдържащи вещества. Например: калиев хлорат ($KClO_3$), калиев перманганат ($KMnO_4$), водороден пероксид (H_2O_2).

Цел: Получаване на кислород от калиев перманганат

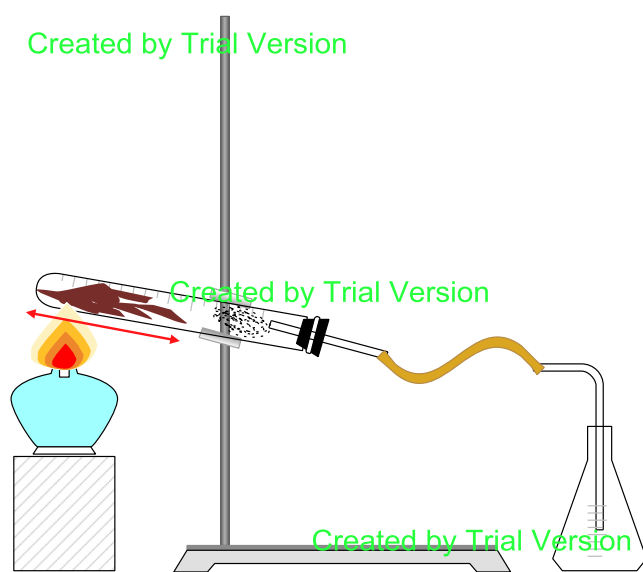
Вариант 1.

Необходими пособия: епруветки 2 броя, гумена тапа с отвор, газоотводна и каучукова тръбички, спиртна лампа, тресчица, кибрит, статив, памук

Необходими реактиви: калиев перманганат ($KMnO_4$)

Начин на работа:

В суха епруветка се поставят около 3-4 g калиев перманганат (KMnO_4), затваря се с тапа, през която преминава газоотводна тръбичка. Близо до нейния отвор се поставя тънък слой памук, който задържа влагата и увлечените с газовата струя частици от калиев перманганат (KMnO_4). Епруветката се закрепва на статив хоризонтално, с лек обратен наклон и се нагрява на спиртна лампа. Полученият кислород се събира чрез изместване на въздух в съд, обърнат с отвора нагоре. (фиг. 4) Наличието на кислород се проверява с тлееща треска.



Фиг. 4

Вариант 2

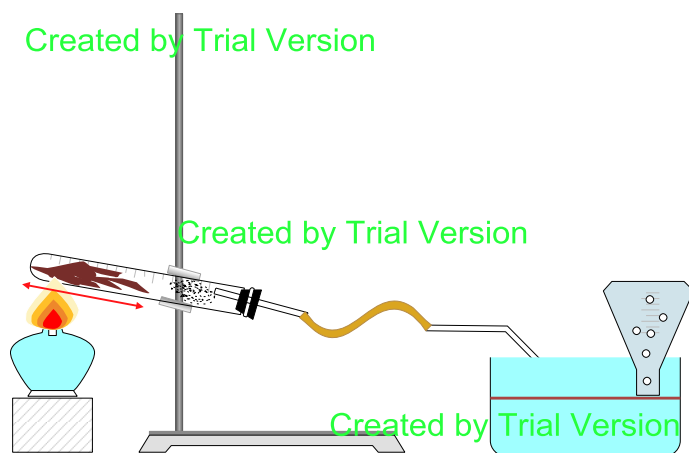
Използва се разгледаната по-горе апаратура за получаване на кислород чрез разлагане на калиев перманганат при нагряване (фиг.2).

Необходими пособия: епруветка, тапа, газоотводна тръбичка, статив, ваничка с вода, железен мост, три колби от 50cm^3 или (цилиндър), спиртна лампа, кибрит, 3 покривни стъкла.

Необходими реактиви: калиев перманганат (KMnO_4)

Начин на работа:

Колбите (цилиндриците) се напълват с вода във ваната и се обръщат. Водата е над железния мост във ваната. Две трети от епруветката се напълва с KMnO_4 . Епруветката се закрепва на статив, поставя се памуче, затваря се с тапа с отвор, през който преминава газоотводна тръбичка. Газоотводната тръбичка с извит край се поставя в отвора на обърнатата колба. Сглобява се апаратурата, показана на (фиг. 5). Следва загряване на епруветката. Известно време след барбутирането на газ във ваната започва събирането на кислорода. След напълване на колбата (цилиндъра), тя се затваря със стъклена плочка и тогава се изважда и обръща. По подобен начин се напълват и останалите колби.



Фиг. 5

Забележка: Епруветката е хоризонтално разположена, с лек обратен наклон, защото е възможно кондензирането на капчици вода, които се стичат към горещата епруветка. В епруветката се поставя малко памук. Нагряването на епруветката е отвън навътре като се внимава да не се нагрива памука (има опасност от запалване). Не се спира нагряването, докато се извършва събирането на газа, защото има опасност от засмукване на вода. След приключване на експеримента първо се изважда тръбичката, а след това се прекратява нагряването.

Цел: Получаване кислород чрез разлагане на водороден пероксид:

А. Разлагане на водороден пероксид чрез нагряване

Водороден пероксид се разлага чрез нагряване до водород и кислород.

Необходими пособия: епруветка, спиртна лампа, тресчица, щипка за епруветка, кибрит

Необходими реактиви: водороден пероксид (H_2O_2)

Начин на работа:

В епруветка се налива около 10 cm^3 водороден пероксид H_2O_2 (или кислородна вода). Загрява се внимателно на спиртната лампа. Поднася се тлееща треска към отвора на епруветката за проверка за наличие на кислород. Разпалването на тлеещата треска доказва наличието на кислород.

Б. Разлагане на водороден пероксид в присъствие на катализатор

Необходими пособия: епруветка, статив (или щипка)

Необходими реактиви: водороден пероксид (H_2O_2), железен трихлорид ($FeCl_3$) или манганов диоксид (MnO_2), сок от картофи (биокатализатор).

Начин на работа:

В епруветка се налива около 5 cm^3 с кислородна вода. Прибавят се три-четири капки разтвор на железен трихлорид ($FeCl_3$) или на върха на шпатулка манганов диоксид (MnO_2). В случая може да се използва и сок от картофи, като биокатализатор. Картофът, предварително обелен и настърган, се изстиска през марля. Сокът се добавя към кислородната вода. Отделеният кислород се доказва с тлееща треска, поднесена към отвора на епруветката.

Техника на безопасност: Използват се обозначените количества катализатор, защото реакцията протича бурно, особено с MnO_2 . Задължително е използването на щипка или статив!

Цел: Да се установи, че във въздуха се съдържат около 20 % кислород.

Известно е, че около 21% от състава на въздуха се падат на кислорода. Как да установим това?

Необходими пособия: вана с вода, свещичка в алуминиево фолио, кибрит, цилиндър предварително разграфен на 5 равни части.

Начин на работа: Запалва се свещичката и се поставя във ваната с вода. Похлупва се отгоре с цилиндъра, така че цилиндъра да остава на повърхността на водата. След известно време се наблюдава изгасване на свещичката, а една пета от цилиндъра се напълва с вода.

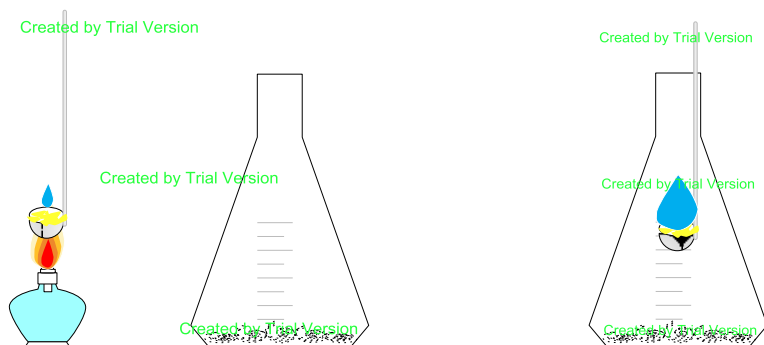
3.Свойства на кислорода

А.Взаимодействие с неметали:

Горене на сяра в кислородна среда

Необходими пособия: лъжичка с дълга дръжка, колба (цилиндър), спиртна лампа, кибрит

Необходими реактиви: сяра на прах



Начин на работа:

В метална лъжичка с дълга дръжка се поставят 0,3g S (сяра) на прах и се внася в пламъка на спиртна лампа. Първо се държи високо над пламъка, докато се стопи. Впоследствие сярата се запалва и гори със слаб син пламък. Лъжичката със запалената сяра се внася в колба (цилиндър), предварително напълнени с кислород. Сярата продължава да гори с красив, ярък син пламък.

Техника на безопасност: Полученият серен диоксид (SO_2) е газ с остра задушлива миризма и трябва да се ограничи разпространението му в пространството. Горещата сяра се гаси в чаша с вода.

Горене на въглен в кислородна среда

Необходими пособия: щипка или пинцета, цилиндър, спиртна лампа, кибрит

Необходими реактиви: въглен

Начин на работа:

С пинцета или щипка се хваща парченце въглен, нагрива се в пламъка на спиртна лампа, докато се запали и започне да тлее. Бързо се внася в съд с кислород и се установява, че въгленчето гори с ярък пламък.

Б. Взаимодействие с метали:

Горене на желязо в кислородна среда

Необходими пособия: колба (на дъното с вода или пясък), метална лъжичка с дълга дръжка, спиртна лампа, кибрит

Необходими реактиви: желязо на прах или стоманена домакинска тел

Начин на работа:

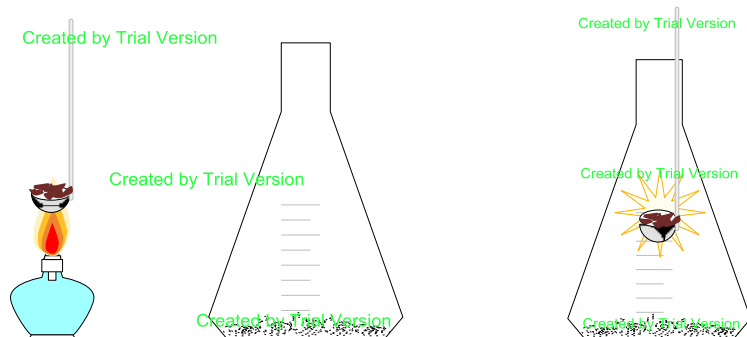
В метална лъжичка с дълга дръжка се нагрива желязо на прах до почервяване (може и домакинска стоманена тел). Внася се в съд с кислород (колба, на дъното на която има пясък или вода). Желязото изгаря с красиво искрене. Получава се твърдо вещество дижелезен триоксид (Fe_2O_3).

Горене на други прахообразни метали и неметали Al, Zn, Mg и др.: Сипят се в пламъка на спиртната лампа.

В. Кислородът поддържа горенето, но не гори:

Тлееща треска и свещ се внасят в кислородна среда (колба, цилиндър с въздух). В резултат тлеещата треска се разпалва, а пламъкът на свещта се увеличава. Горяща свещ се похлупва с чаша. Горенето спира, свещта угасва. Кислородът поддържа горенето, но не гори!

4.Апаратура



Разгледаните дотук опити, свързани с получаване и изследване свойствата на кислорода могат да се обединят заедно. Така бързо и ефектно могат да се демонстрират всички описани по горе опити, което пести и учебно време.

Цел: Получаване и изследване свойствата на кислорода

Начин на работа: В колба се поставя около $50 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}_2$ и към него се прибавят $1-2 \text{ cm}^3$ разтвор на FeCl_3 . Изчаква се докато започне образуването на кислород, след което последователно се внасят: лъжичка със запалена сяра, тлееща треска и стоманена домакинска тел. При всички случаи се наблюдават описаните по-горе признаци.

Забележка: Освен FeCl_3 , за разлагането на водородния пероксид може да се използва и MnO_2 на прах. В този случай трябва да се има предвид, обаче, че реакцията е много бурна и освен кислород се получават и водни пари, което може да попречи на изследването на свойствата на кислорода.

5. Възможности за използване на предложените експерименти

Описаните експерименти могат да се използват в различно учебно съдържание с различна дидактическа цел.

6. клас Човекът и природата

- при изясняване на видове химични реакции (разлагане);
- за извеждане на основни физични свойства на кислорода (малка разтворимост във вода; по-голяма плътност от въздуха);

- за илюстриране на признаци и условия за протичане на химични реакции, както и по-важните химични свойства на кислорода (взаимодействие с неметали, метали, горене).

8. клас Химия и опазване на околната среда:

- демонстрация на химични свойства на сярата S (горене) – VI главна група на Периодичната система

10. клас Химия и опазване на околната среда (задължителна и профилирана подготовка):

- демонстрация на химични свойства на желязото Fe (горене)
- демонстрация на каталитични процеси и видове катализа (хомогенна, в присъствие на FeCl_3 , хетерогенна – в присъствие на MnO_2 , биокатализа – сок от картоф)
- окислително-редукционни процеси

6. Въпроси за обсъждане с учениците:

6 клас:

1. Кислородът се събира в съдове с отвора нагоре. Предположете, каква е плътността на кислорода спрямо плътността на въздуха.
2. Как влияе плътността на газовете на избора на метод за тяхното събиране?
3. Кои свойства на кислорода обуславят събирането му над вода?
4. Как влияе разтворимостта на газовете върху избора на метод за тяхното събиране?
5. В лабораторията кислородът се получава чрез нагриване на калиев перманганат. Определете вида на химичната реакция. Аргументирайте своя отговор.
7. Защо кислородната вода се използва за дезинфекция на рани?
8. Разполагате със следните лабораторни съдове: епруветка, тапа, газоотводна тръбичка, колба, статив, вана, железен мост. Предложете варианти на апаратури за получаване на кислород, предвид неговите физични свойства).
9. Дадени са следните вещества: сярна киселина, цинк, водороден пероксид, калиев перманганат. Посочете веществата, от които можете да получите кислород в лабораторията.

10. Кои фактори влияят на избора на вещества за получаване на кислород в лабораторията и в практиката?