

6. Com es pot determinar la fórmula empírica de l'aigua?

Objectius

- Determinar experimentalment la fórmula de l'aigua mitjançant una electròlisi.
- Comprovar la importància d'un disseny acurat en la realització d'un experiment.

Introducció

És sabut que la fórmula de l'aigua és H_2O , però com quasi tot en química, és el resultat de nombroses determinacions experimentals amb mesures molt acurades.

Un mètode per a determinar la fórmula d'un compost com l'aigua, es descompondre'l en els seus elements -hidrogen i oxigen- mitjançant l'electròlisi. Es pot mesurar el volum dels dos gasos produïts i trobar a partir d'ells la relació de les quantitats obtingudes. D'acord amb el model cinètic dels gasos, el volum que ocupen és proporcional al nombre de molècules de gas que contenen a les mateixes condicions de pressió i temperatura. Per tant, la relació entre els volums dels gasos que s'obtenen ha de ser el mateix que la relació entre les molècules o mols de molècules de cada gas. Com que les fórmules moleculars de l'hidrogen i de l'oxigen són H_2 i O_2 respectivament, la relació entre el nombre de mols de molècules d'un i d'un altre serà igual a la relació entre el nombre de mols d'àtoms. Com que aquests àtoms provenen de la descomposició de les molècules d'aigua, la relació entre el nombre de mols d'àtoms d'hidrogen i d'oxigen obtinguts ens permet conèixer la relació entre els àtoms d'hidrogen i d'oxigen que hi ha a l'aigua, és a dir, la fórmula de l'aigua.

Encara que amb aquest experiment no puguis demostrar exactament que la fórmula de l'aigua és H_2O , no hauràs estat perdent el temps. Hauràs comprovat que en el treball experimental es necessita constància en la feina, dispositius de mesura acurats, observar amb atenció, sentit comú i, sovint, imaginació perquè un experiment sigui satisfactori.

Material i Equipament

Equipament

- Font d'alimentació 6 V c.c.
- Elèctrodes de platí (2)
- Recipient per fer l'electròlisi
- Tubs d'assaig
- Cables de connexió i pinces
- Proveta de 10 cm^3
- Regle

Reactius i altres materials

- Àcid sulfúric, dissolució $2\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$



Ulleres de seguretat quan es manipuli l'àcid sulfúric

Procediment

Muntatge i execució de l'experiència

1. Usa els elèctrodes, el recipient, els tubs d'assaig i els cables per muntar l'aparell d'electròlisi que es mostra en la figura 1.

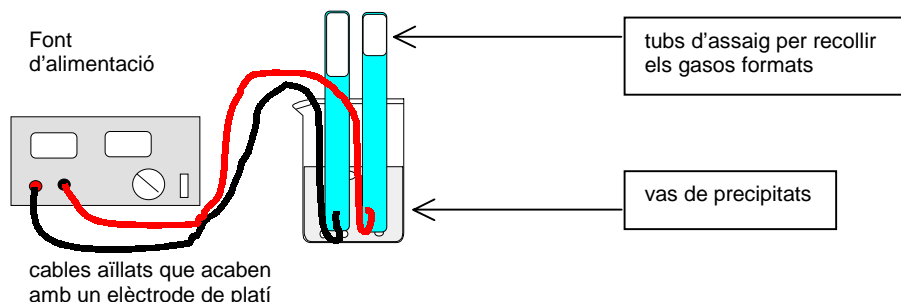


Figura 1: electròlisi de l'aigua

Assegura't que els elèctrodes queden *dins* dels tubs d'assaig, de manera que els gasos que s'obtinguin quedin atrapats dins els tubs d'assaig. Aquesta manera de recollir un gas s'anomena "recollir per desplaçament d'aigua".

L'elèctrode connectat al pol negatiu de la font d'alimentació permet l'obtenció d'hidrogen.

L'elèctrode connectat al pol positiu de la font d'alimentació permet l'obtenció d'oxigen.



2. L'aigua pura és mala conductora del corrent i la seva electròlisi és molt lenta. Per això cal afegir entre 3 i 4 cm³ de dissolució d'àcid sulfúric que actua de catalitzador i accelera la reacció. Usa la proveta per mesurar el volum de dissolució d'àcid sulfúric. Quan l'hagis afegit al recipient, remena amb suavitat els tubs, per facilitar la dissolució de l'àcid.

3. Posa en marxa la font d'alimentació de c.c. i observa el que passa en els elèctrodes. Pren notes de possibles millores en el disseny del muntatge. Quan vegis que en un dels tubs s'ha obtingut un volum de gas igual a la meitat aproximada del volum total del tub, pots desconnectar la font d'alimentació.

4. Mesura a quina longitud de cada tub està ocupada per gas. Fixa't si els dos tubs són exactament iguals en diàmetre i en la forma arrodonida del fons dels tubs. Si els dos tubs que has emprat tenen el mateix diàmetre, la proporció en alçades és igual a la proporció en volums dels gasos que contenen.

Conclusions

Anàlisi de les dades

Podem considerar que ambdós gasos estan a la mateixa pressió i temperatura. Si considerem els dos tubs iguals, per tant que les alçades són proporcionals als volums, pots fer un càlcul de la proporció entre els mols d'àtoms de gas hidrogen i els mols d'àtoms de gas oxigen.

Planteja els teus càlculs de manera ordenada.

Qüestionari

1. La fórmula de l'aigua és H_2O , la qual cosa significa 2 mols d'àtoms d'hidrogen per cada mol d'àtoms d'oxigen. Quina fórmula has obtingut tu? En el cas que no hagi obtingut exactament aquest valor 2:1, raona quines són les fonts d'error que has pogut cometre.
2. Has mesurat l'alçada de gas recollit a cada tub i l'has considerat proporcional al volum de gas. Com ha de ser la secció dels tubs perquè aquesta suposició sigui correcta?
3. La part arrodonida final dels tubs acostuma a ser de dimensions irregulars. Pots idear una manera de mesurar el volum de gas que es troba únicament a la part recta del tub?
4. Com deus saber, alguns gasos són solubles en aigua (pensa per exemple que si l'oxigen no fos soluble, els peixos no podrien respirar!) Com pot influir això en els resultats? Pots suggerir alguna solució a aquest problema?

Com es pot determinar la fórmula empírica de l'aigua? Material per al professorat

Orientacions didàctiques

Temporització

- 1 hora per a l'experimentació i les conclusions

Alumnes als quals s'adreça l'experiència

Alumnes de 4r d'ESO i de 1r de batxillerat (els alumnes de 4r d'ESO que no hagin estudiat el concepte de quantitat de substància hauran de limitar-se a observacions qualitatives sense fer la part d'anàlisi de dades).

Orientacions metodològiques

L'objectiu d'aquest treball pràctic és aprendre un mètode per determinar fórmules empíriques i desenvolupar les habilitats procedimentals per disseny d'un experiment. L'experiment no té per objectiu arribar a trobar exactament la fórmula empírica de l'aigua, sinó aprendre la tècnica i reflexionar sobre com pot ser millorada.

L'activitat es pot desenvolupar de la següent manera:

- 1- Una discussió prèvia a l'aula sobre el millor mètode de recollir un gas que es forma en una reacció química.
- 2- Fer l'electròlisi i observar el que passa.
- 3- Obligar a discutir de quina manera el resultat obtingut ve afectat pel que han observat, per exemple: podria ser que una part, pot ser petita, del gas entorn de l'ànode es dissolgui en aigua, la qual cosa explicaria que no es puguin recollir en el tub.
- 4- A continuació portar-los a suggerir modificacions en el muntatge (vegeu "respostes al qüestionari").

Al final hi ha uns gràfics perquè si el professor/a ho considera oportú, els alumnes trobin la massa de gas a partir de l'alçada d'aquest en el tub.

Si es disposa d'un voltàmetre de Hoffmann, es pot usar per comparar els resultats, però sempre després que els estudiants hagin fet l'experiment.

Propostes de recerca

Els estudiants que desitgin ampliar els continguts procedimentals, poden fer un altre experiment de determinació d'una fórmula empírica, com és la del MgO

Orientacions tècniques

Els elèctrodes descrits en el material de l'alumnat són fils de platí d'entre un i dos centímetres soldats a cables de connexions. La soldadura s'ha de protegir bé segellant-la amb adhesiu tipus *Araldite*® per tal que el contacte amb l'aigua acidulada junt amb el pas de corrent no l'oxidi.

També es poden fer senzills "voltàmetres" amb vasos de plàstic i dos elèctrodes de platí que travessen el fons del vas. Cada elèctrode es passa pel forat d'una agulla de cosir, que es clava a l'interior del fons del vas. Es deixa que només el fil de platí quedi dins el vas. Se segella després amb un adhesiu. L'agulla que sobresurt per la part inferior serveix per connectar els cables a la font d'alimentació.

Conclusions

Resultats esperats

No s'obté exactament la relació 2:1. Però els estudiants hàbils s'hi aproximen molt.

Respostes al qüestionari

2. Has mesurat l'alçada de gas recollit a cada tub i l'has considerat proporcional al volum de gas. Com ha de ser la secció dels tubs perquè aquesta suposició sigui correcta?

Secció igual.

3. La part arrodonida final dels tubs acostuma a ser de dimensions irregulars. Pots idear una manera de mesurar el volum de gas que es troba únicament a la part recta del tub?

Un problema important com és l'extrem final arrodonit dels tubs, es pot solucionar bé omplint prèviament el fons del tub amb cera fosa per tenir un fons pla o bé substituint el tub d'assaig per tub de vidre o metacrilat, tapat amb tap de goma.

4. Com deus saber, alguns gasos són solubles en aigua (pensa per exemple que si l'oxigen no fos soluble, els peixos no podrien respirar!) Com pot influir això en els resultats? Pots suggerir alguna solució a aquest problema?

S'obté menor quantitat d'oxigen que l'esperada (de fet la solubilitat de l'oxigen en aigua a temperatura ambient és molt baixa, i l'error no és gaire important). Saturar prèviament l'aigua d'oxigen engegant l'electròlisi uns minuts abans de començar a recollir els gasos.

Criteris d'avaluació

Donat que aquest treball pràctic és per a estudiants que inicien els estudis de química, convé fixar-se en la manera com resolen les qüestions procedimentals