

Dos experiments quantitius ràpids amb aigua oxigenada

Lluís Nadal Balandras. IES Lluís de Requesens. Molins de Rei (Barcelona).
CDECT. Barcelona. lnadal@xtec.cat

Resum:

Mitjançant la formació d'escuma s'atrapa i es pot mesurar l'oxigen format en dues reaccions diferents permetent determinar ràpidament la concentració en peròxid d'hidrogen d'una aigua oxigenada o el clor lliure d'un lleixiu.

1r experiment.

Objectiu:

Determinar la concentració en peròxid d'hidrogen d'una aigua oxigenada problema.

Material:

- Aigua oxigenada en bon estat del 33% o del 3%.
- Aigua oxigenada problema obtinguda diluint l'aigua oxigenada anterior o bé una aigua oxigenada que s'hagi guardat molt de temps.
- Òxid de manganès(IV) o dissolució de iodur de potassi al 10% com a catalitzador.
- Detergent rentavaixelles barrejat amb aigua a parts iguals en volum.
- Proveta de 250 cm³.
- Pipeta o xeringa de 5 cm³.

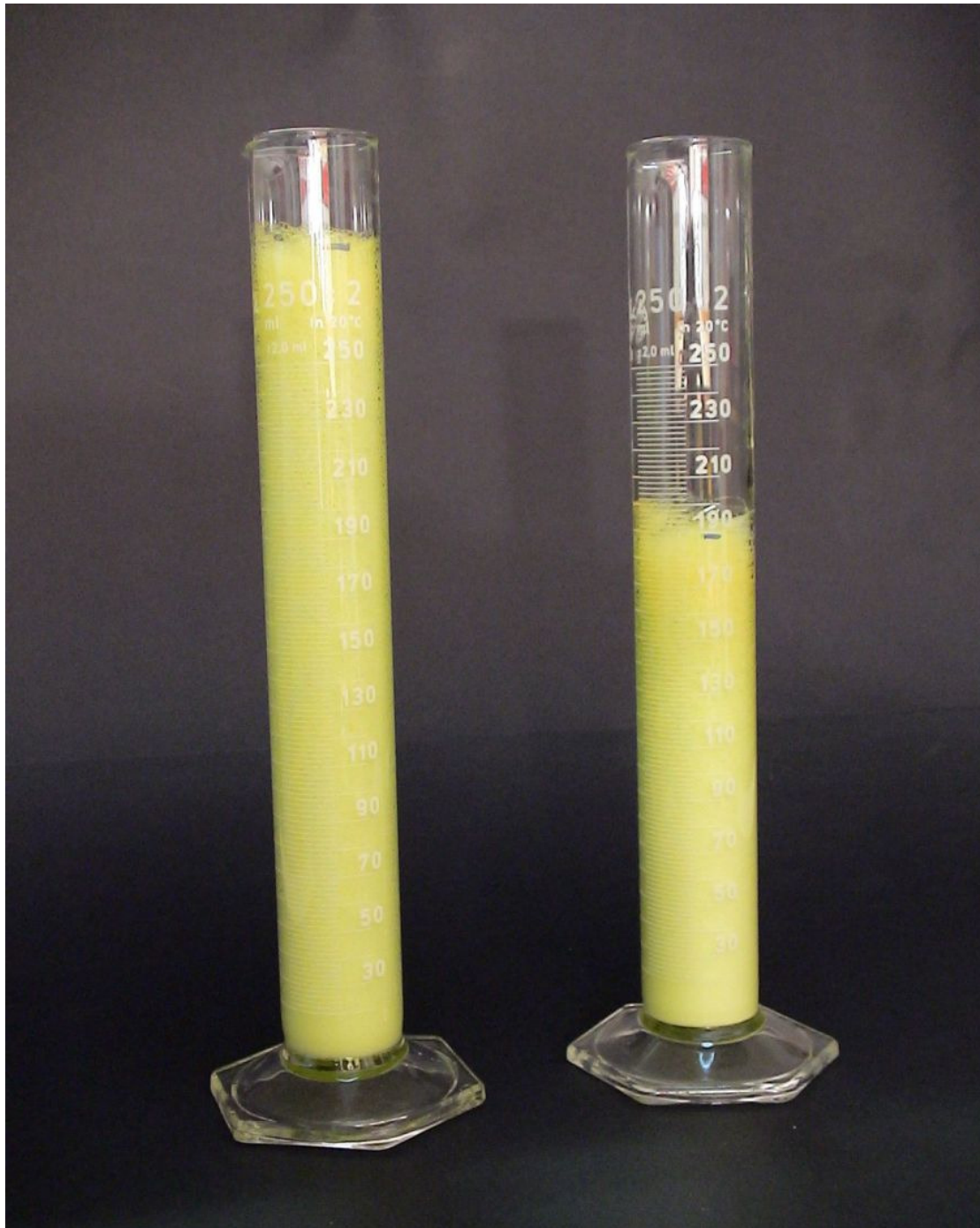
Procediment per a alumnes d'ESO:

S'afegeixen 20 cm³ de la barreja detergent-aigua a la proveta, 2 cm³ mesurats amb la xeringa o pipeta d'aigua oxigenada del 33% (o 20 cm³ si és del 3%).

S'agita fort i se li afegeixen 10 cm³ de dissolució de iodur de potassi al 10% i es torna a agitar fort. **La reacció és més ràpida si se li afegeix una espàtula d'òxid de manganès(IV) en comptes del iodur de potassi.**

L'aigua oxigenada es descompon donant oxigen i formant una escuma amb el detergent. Quan l'escuma ja no pugi més es mesura el volum que ocupa (**V_{final}**).

Es repeteix el procediment amb l'aigua oxigenada problema.



A la **proveta 1** de l'esquerra s'hi ha ficat 2 cm^3 d'aigua oxigenada del 33% i l'escuma ha pujat fins 285 cm^3 . A la **proveta 2** de la dreta s'hi ha ficat 2 cm^3 d'aigua oxigenada problema i l'escuma ha arribat a 190 cm^3 .

Càlculs:

El volum d'oxigen format és la diferència entre el volum final i el volum inicial i és proporcional a la concentració de peròxid d'hidrogen.

Amb les dades de la fotografia tenim:

Volum d'oxigen a la **proveta 1**:

$$V_{inicial} = 20 + 2 + 20 = 42 \text{ cm}^3 \quad V_{final} = 285 \text{ cm}^3$$

$$V_{oxigen} = 285 - 42 = 243 \text{ cm}^3$$

Volum d'oxigen a la **proveta 2**:

$$V_{inicial} = 20 + 2 + 20 = 42 \text{ cm}^3 \quad V_{final} = 190 \text{ cm}^3$$

$$V_{oxigen} = 190 - 42 = 148 \text{ cm}^3$$

Com que el volum d'oxigen format en les mateixes condicions és proporcional a la concentració de peròxid d'hidrogen, la concentració de l'aigua oxigenada problema serà:

$$148 \cdot \frac{33\%}{243} = 20\%$$

Realment l'aigua oxigenada problema era del 20%.

Procediment per a alumnes de Batxillerat:

Suposant que els alumnes sàpiguen estequiometria, només cal fer la reacció amb l'aigua oxigenada problema emprant el procediment descrit anteriorment.

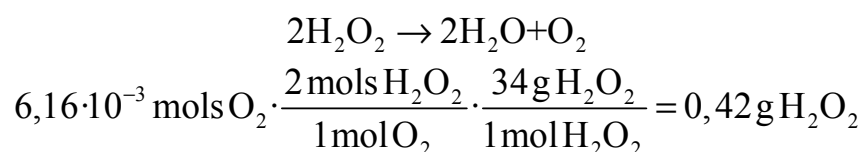
Càlculs:

Sabent que el volum d'oxigen és $148 \text{ cm}^3 = 0,148 \text{ L}$, la temperatura aproximadament 20°C i la pressió 1 atm , es pot aplicar l'equació dels gasos per a determinar el nombre de mols d'oxigen:

$$PV = nRT \quad n = \frac{PV}{RT} \quad \text{on} \quad R = \frac{0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}}{\text{K}\cdot\text{mol}}$$

$$n = \frac{1 \cdot 0,148}{0,082 \cdot 293} = 6,16 \cdot 10^{-3} \text{ mols O}_2$$

La reacció és:



Suposant que els 2 cm³ d'aigua oxigenada son aproximadament 2 g:

$$\text{Percentatge} = \frac{0,42}{2} \cdot 100 = 21\% \text{ H}_2\text{O}_2$$

També es pot calcula la concentració en “volums”:

$$\text{Concentració en volums} = \frac{V_{\text{oxigen a } 0^\circ\text{C}}}{V_{\text{aigua oxigenada}}}$$

El volum d'oxigen a 0°C i 1 atm es pot calcular així:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{0,148 \cdot 273}{293} = 0,138 \text{ L} = 138 \text{ cm}^3$$

$$\text{Concentració en volums} = \frac{138}{2} = 69 \text{ volums}$$

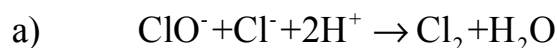
2n experiment.

Objectiu:

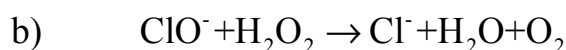
Determinar el contingut de clor actiu d'un lleixiu.

Fonament:

El lleixiu es fabrica per electròlisi i conté hipoclorit de sodi i clorur de sodi. L'anió hipoclorit és estable en medi molt bàsic però es descompon donant clor si baixa el pH ja sigui per acció d'un àcid o per simple dilució. Aquest clor produït s'anomena “**clor lliure**”:



L'anió hipoclorit reacciona amb el peròxid d'hidrogen produint oxigen:



Afegint un detergent, l'oxigen forma una escuma i no s'escapa. Emprant un excés de peròxid d'hidrogen, **reacciona tot l'hipoclorit sense que es descompongui l'excés de peròxid d'hidrogen.**

Material:

- Lleixiu comercial.
- Peròxid d'hidrogen del 30 o 33%.
- Detergent rentavaixelles.
- Proveta de 250 cm³.
- Proveta de 25 cm³.

Procediment:

1) En una proveta de 250 cm³, s'introdueixen 10 cm³ de lleixiu (mesurats amb pipeta o proveta) i 20 cm³ de detergent rentavaixelles.

2) S'afegeixen 20 cm³ d'aigua oxigenada del 30% o 33% mesurats amb proveta i s'agita (el peròxid d'hidrogen està en un gran excés i no cal mesurar-lo acuradament).

3) Es forma una escuma. Quan el nivell de l'escuma deixa de pujar, es mesura el seu volum (V_{final}).

4) El volum inicial ($V_{inicial}$) son els 30 cm³ de l'apartat **1)** més els 20 cm³ afegits a l'apartat **2)** o sigui 50 cm³ en total.



Proveta amb lleixiu i rentavaixelles. Aquest és el $V_{inicial}$.



Escuma formada després d'afegir-hi el peròxid d'hidrogen. Aquest és el V_{final} .

Càlculs:

Suposem que s'han emprat 10 cm^3 de lleixiu que són aproximadament 10 g (la densitat és $1,06 \text{ g/cm}^3$). El volum final 170 cm^3 , l'inicial en total 50 cm^3 , la pressió 1 atm i la temperatura 20°C .

El volum d'oxigen produït serà:

$$V = V_{\text{final}} - V_{\text{inicial}} = 170 - 50 = 120 \text{ cm}^3$$

Amb l'equació de Clapeyron es poden calcular els mols d'oxigen:

$$PV = nRT \quad \text{on} \quad R = 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{K}\cdot\text{mol}}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \cdot 0,120}{0,082 \cdot (273 + 20)} = 4,99 \cdot 10^{-3} \text{ mols O}_2$$

Segons la reacció **b)**:

$$4,99 \cdot 10^{-3} \text{ mols O}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol ClO}^-}{1 \text{ mol O}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol NaClO}}{1 \text{ mol ClO}^-} \cdot \frac{74,5 \text{ g NaClO}}{1 \text{ mol NaClO}} = 0,37 \text{ g NaClO}$$

$$\text{Percentatge} = \frac{0,37 \text{ g}}{10 \text{ g}} \cdot 100 = 3,7\%$$

El clor actiu es dóna en grams per litre segons la reacció **a)**:

$$4,99 \cdot 10^{-3} \text{ mols O}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol ClO}^-}{1 \text{ mol O}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{1 \text{ mol ClO}^-} \cdot \frac{71 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = 0,35 \text{ g Cl}_2$$

$$\frac{0,35 \text{ g}}{10 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 35 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$