

Xupa-xup, sucre, respiració i velocitat de reacció

BASIL MARTÍNEZ ESPINET

INS Miquel Martí i Pol (Roda de Ter)

RESUM

Es presenta una experiència que estudia els factors que influeixen en la reacció d'oxidació del sucre amb permanganat de potassi en medi àcid. S'utilitzen sucre i xupa-xups i s'estudien l'efecte de la temperatura, la concentració, l'estat físic i el grau de trituració sobre la velocitat de reacció.

PARAULES CLAU

Xupa-xup, oxidació, sucre, velocitat de reacció.

OBJECTIUS

L'objectiu d'aquest treball pràctic de laboratori és estudiar qualitativament els factors dels quals depèn la velocitat d'una reacció. Els reactius són el sucre i el permanganat de potassi, dos productes habituals en els nostres laboratoris.

La velocitat d'aquesta reacció depèn de la temperatura, de la concentració dels reactius, del seu grau de divisió (el xupa-xup es presenta com una forma d'aportar sucre amb un grau de divisió molt baix), del seu estat físic (el sucre es pot presentar en estat sòlid o dissolt) i de la presència de catalitzadors. Si utilitzem el permanganat com a reactiu limitant, al final de la reacció observem un canvi de color que ens permet mesurar el temps total de reacció i, d'aquesta manera, valorar l'efecte de les variables independents en la velocitat de reacció.

Podem fer servir aquesta experiència tant a 3r com a 4t d'ESO, cursos en els quals s'explica el concepte *velocitat de reacció* i les variables que la determinen. També es pot fer servir al batxillerat variant el plantejament i el grau de complexitat.

L'oxidació del sucre és una reacció exotèrmica en la qual s'obtenen diòxid de carboni i aigua. És la reacció bàsica que té lloc en la respiració cel·lular, encara que el mecanisme pel qual transcorre sigui diferent.

REACTIUS

- Permanganat de potassi (0,0125 M). Es prepara dissolent en aigua destil·lada la quantitat de 2 g de permanganat de potassi cristal·litzat i diluint amb aigua destil·lada fins a un volum d'1 L.
- Àcid sulfúric 1:5. Es dilueix un volum d'àcid sulfúric (100 mL) en quatre volums d'aigua destil·lada (400 mL).
- Sucre, xupa-xups, aigua destil·lada.

MATERIAL

- Fogó elèctric.
- Cronòmetre.
- Provetes de 25 mL.
- Erlenmeyers de 200 mL.
- Vas de precipitats.
- Balança.

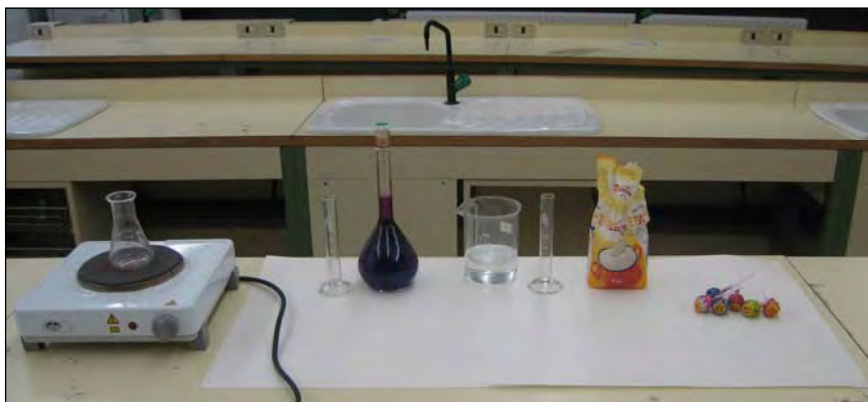


FIGURA 1. Reactius i material necessaris.

DESENVOLUPAMENT DE L'EXPERIÈNCIA

En aquest treball descriurem els processos i les quantitats exactes de reactius utilitzats perquè la pràctica funcioni i se'n puguin extreure les conclusions desitjades. Aquesta pràctica permet que els alumnes dissenyin un experiment del qual puguin treure conclusions.

El sucre que farem servir és la sacarosa. La seva fórmula és $C_{12}H_{22}O_{11}$ i la seva estructura tridimensional es mostra a la figura 2.

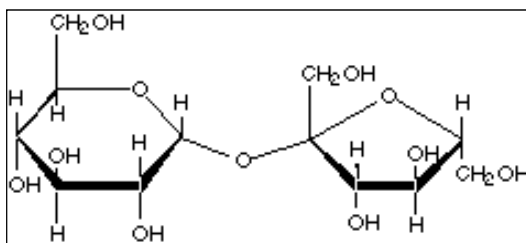
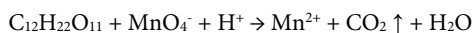


FIGURA 2. Estructura de la sacarosa.

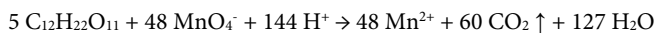
La reacció que té lloc és una reacció d'oxidació-reducció, en la qual hi ha una transferència d'electrons. És exotèrmica i presenta una energia d'activació, la qual cosa fa que haguem d'escalfar per iniciar la reacció.

En la reacció, el sucre és el reductor, ja que s'oxida, i el permanganat és l'oxidant, ja que es redueix. Els protons que apareixen en l'equació ajustada no varien el seu estat d'oxidació.

La reacció que té lloc és la següent:



L'equació ajustada pel mètode de l'ió electró és la següent:



Si observem els coeficients estequiomètrics, suposant que utilitzem àcid sulfúric (H_2SO_4) i permanganat de potassi ($KMnO_4$), es necessiten 0,97 g de permanganat de potassi i 0,93 g d'àcid sulfúric per reaccionar amb 0,22 g de sucre.

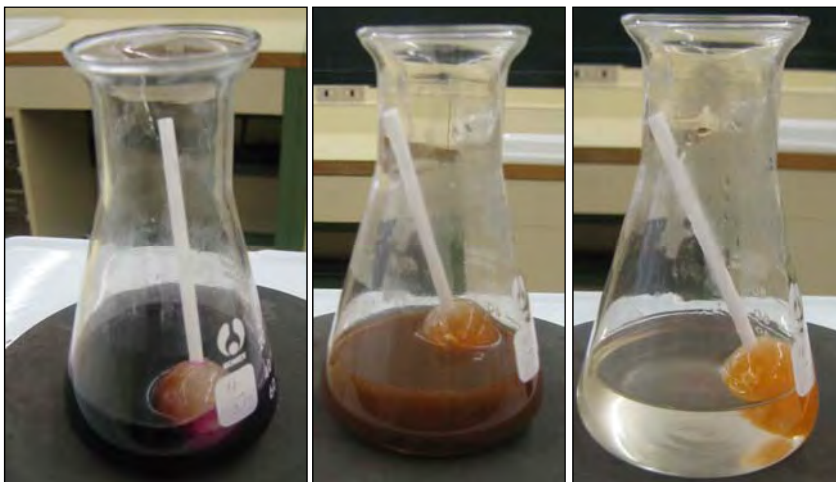


FIGURA 3. A les imatges podem observar l'evolució del color en el temps de reacció.

Plantejarem la reacció de manera que el reactiu limitant sigui el permanganat de potassi, que dóna un color violat fosc mentre hi és present. La mescla de reacció és incolora quan el permanganat s'esgota.

Per tal d'investigar l'efecte dels diferents factors, proposem realitzar les experiències següents:

a) Efecte de la temperatura

Prepararem dues mostres de reacció amb les mateixes quantitats de reactius. Escalfarem l'una i l'altra, no. Al final, compararem els temps que tarden a reaccionar.

Mesurem, amb l'ajuda d'una proveta, 20 mL de la solució de permanganat de potassi, 20 mL de la solució d'àcid sulfúric i 2 g de sucre. Introduïm aquestes mostres en un matràs Erlenmeyer Bomex i mesurem el temps que tarden a reaccionar a temperatura ambient. Repetim el procediment escalfant ara la mescla amb el focó elèctric.

b) Efecte de l'estat físic dels reactius

Preparem dues mostres de reacció idèntiques. En una d'elles, introduïm el sucre en forma de sòlid, i a l'altra, en forma de solució. Al final, comparem els temps que tarden a reaccionar.

Mesurem, amb l'ajuda d'una proveta, 20 mL de la solució de permanganat de potassi, 20 mL de la solució d'àcid, 1 g de sucre i 10 mL d'aigua. Posem aquestes mostres en un matràs Erlenmeyer. Simultàniament, preparem una mostra idèntica en la qual el sucre s'ha dissolt prèviament. Les posem a escalfar totes dues al foc elèctric i mesurem els temps que tarden a reaccionar cadascuna d'elles.

c) Efecte del grau de divisió dels reactius

Preparem dues mostres de reacció idèntiques. En una d'elles, utilitzem sucre en pols, i a l'altra, sucre en forma de xupa-xup. Measurem els temps que tarden a reaccionar.

Mesurem, amb l'ajuda d'una proveta, 20 mL de la solució de permanganat de potassi, 10 mL de la solució d'àcid, 1 g de sucre i 20 mL d'aigua. Posem aquestes mostres en un matràs Erlenmeyer. Simultàniament, preparem una mostra idèntica, en la qual el sucre s'introdueix en forma de xupa-xup. Les posem a escalfar totes dues al foc elèctric i mesurem els temps que tarden a reaccionar cadascuna d'elles.

d) Efecte de la concentració dels reactius

Preparem quatre mostres de reacció idèntiques, però usant solucions de sucre de diferent concentració: a la primera, posarem 0,5 g de sucre en 10 mL d'aigua; a la segona, 1 g; a la tercera, 2 g, i a la quarta, 4 g.

Mesurem, amb l'ajuda d'una proveta, 20 mL de la solució de permanganat de potassi i 20 mL de la solució d'àcid. Les barregem i afegim la solució de sucre. Posem a escalfar simultàniament les quatre mostres i mesurem els temps que tarden a reaccionar.

RESULTATS

Es mesuren els temps que tarden a reaccionar completament les diferents mostres. Els resultats depenen de la intensitat amb la qual les escalfem. Escalfem de forma suau i progressiva per evitar accidents i per veure diferències de temps significatives entre les mostres:

a) Efecte de la temperatura. La mostra que no s'escalfa no reacciona en tota l'hora que dura la pràctica; l'altra tarda 185 s a reaccionar.

b) Efecte de l'estat físic dels reactius. L'experiència en la qual s'utilitza el sucre dissolt tarda 140 s a reaccionar, mentre que l'altra tarda 192 s.

c) Efecte del grau de divisió dels reactius. La del xupa-xup tarda 210 s i la del sucre, 179 s.

d) Efecte de la concentració. Les dades que obtenim es mostren a la taula 1.

TAULA 1
Efecte de la concentració

Concentració (g sucre/10 mL)	0,5	1	2	4
Temps (s)	180	165	155	148



FIGURA 4. A les imatges podem apreciar els canvis de color que van tenint lloc en la reacció.

CONCLUSIONS

Comparant els resultats de temps, es pot concloure el següent:

- La reacció presenta una energia d'activació i la temperatura augmenta la velocitat de reacció.
- Els reactius dissolts reaccionen més ràpidament que els que estan en estat sòlid.
- Com més finament està dividit el reactiu, més ràpidament reacciona.
- Quan augmentem la concentració dels reactius, augmenta la velocitat de reacció.

FITXES DE SEURETAT

Permanganat de potassi:

http://educacio.gencat.cat/documents_publics/Centres/Seguretat/PERMANGANATDEPOTASSI_al.pdf

Àcid sulfúric:

http://educacio.gencat.cat/documents_publics/Centres/Seguretat/ACIDSULFURIC_ac.pdf

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

MAHAN, B. (1988). *Química*. Mèxic: Fondo Educativo Interamericano.

SANMARTÍ, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis Educación.