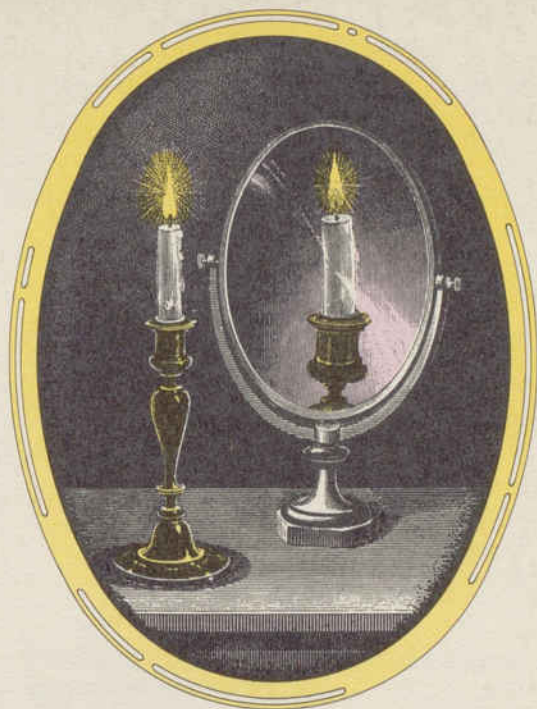




L'ESPELMA COM A EINA EN LA DIDÀCTICA DE LA FÍSICA I LA QUÍMICA

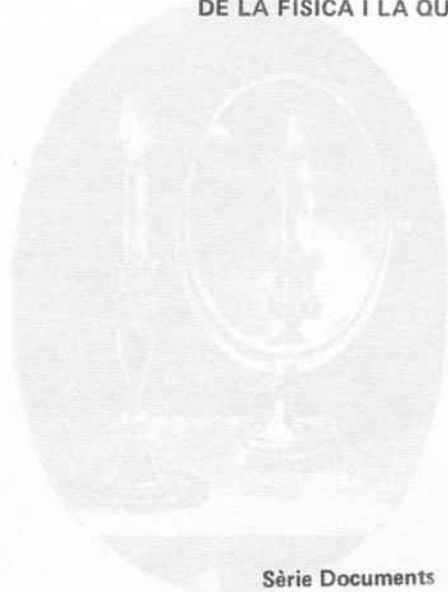
Ramon Canela
Adolf Cortel
Adrià Roca
Elena Seba

Institut de Ciències
de l'Educació
Universitat de Barcelona
ice

Col·lecció Documents A 60

L'ESPELMA COM A EINA EN LA DIDACTICA
DE LA FÍSICA I LA QUÍMICA

L'ESPELMA COM A EINA EN LA DIDÀCTICA
DE LA FÍSICA I LA QUÍMICA



Ramon Canela
Xosif Cortés
Adrià Roca
Elena Soto

Sèrie Documents N.º 60 ICE

INTRODUCCIÓ	1
EXPERIMENTAL CASOLANA D'UNA CÈL·LEULA	14
UTILITAT D'UNA CÈL·LEULA A D'ALTRES CÈL·LES CATALANES	18
EN L'ESTUDI DE DIVERSENTS ASPECTES DE LA FÍSICA I DE LA QUÍMICA	20



L'ESPELMA COM A EINA EN LA DIDACTICA
DE LA FISICA I LA QUIMICA

Ramon Canela
Adolf Cortel
Adrià Roca
Elena Seba



Avda. Diagonal 690
08028 Barcelona

publicacions
edicions
universitat
de barcelona



BARCELONA - 1982

L'ESPÈCIA COM A EINA EN LA DIDACTICA
DE LA FISICA I LA QUIMICA



publicacions
edicions
universitat
de barcelona



Avda. Xile, s/n
Barcelona-28

Publicacions de l'ICE

Director: Miquel Siguan

© Edicions i Publicacions Universitat de Barcelona

Imprimeix: Edicions i Publicacions de la Universitat de Barcelona

Composició: Margarida Fàbregas

Disseny portada: T. Jordà

Dipòsit Legal B.: 12.117-1982

I.S.B.N.: 84-7.528-012-9

INDEX

INTRODUCCIÓ	9
FABRICACIO CASOLANA D'UNA ESPELMA	14
UTILITZACIO D'UNA ESPELMA I D'ALTRES ESTRIS SENZILLS EN L'ESTUDI DE DIFERENTS ASPECTES DE LA FISICA I DE LA QUIMICA	16
1. Punt de fusió d'una cera	19
2. Desenvolupament de la capacitat d'observació: Descripció d'una espelma encesa	21
3. Estudi del funcionament d'una espelma encesa.	24
a) El ble i la seva funció	24
b) Construcció d'una llàntia d'oli i d'un fogonet d'alcohol. Observació i comprensió del funcionament	29
c) Combustió de la cera. Reactius i productes de la reacció	34
d) Producció d'energia en una reacció de combustió.....	46
e) Energia d'activació d'una reacció de combustió	53
4. Estudi d'algunes lleis dels gasos, aprofitant reaccions de combustió	59
5. Jocs	65
BIBLIOGRAFIA	69

PRESENTACIÓ

Aquesta publicació inicia una sèrie de treballs, tots ells de característiques molt similars, en els quals es manifesta un seguit de coneixements científics, que limitarem fonamentalment a l'àmbit de la Física i la Química, els quals es poden adquirir amb l'observació, manipulació i estudi de materials d'ús comú o fàcilment assequibles com són: una espelma, el paper, el sucre, la fusta, el pa, la tinta, l'aire, etc.

Els treballs són dirigits als mestres i professors dels darrers cursos d'E.G.B. i de Batxillerat, de manera que complementin el material elaborat pels diferents grups que estan treballant en un nou plantejament de l'ensenyament de la Física i la Química, basat fonamentalment en l'experimentació. Així, es presenten possibilitats d'estudi de diferents temes, a partir d'objectes comuns, que permeten als alumnes la realització d'experiències i el seu estudi, en un ventall de situacions i circumstàncies molt ampli. La majoria de les experiències que es presenten es poden efectuar disposant de molt escàs material, encara que se n'inclouen d'altres per les quals cal disposar d'un laboratori mínimament equipat. El criteri que s'ha seguit a l'hora d'escollir-les ha estat el de la màxima simplicitat, la qual cosa no suposa manca de rigor, sinó la valoració de les limitacions en les quals es realitza l'experimentació.

Aquest treball planteja la utilització d'una espelma com a eina d'estudi de diferents fenòmens físics (fusió, capil·laritat, vaporització, etc.) així com dels diferents factors que intervenen en una reacció de combustió (substàncies reaccionants i productes de la reacció, energia d'una reacció, energia d'activació, etc.). S'ha cregut convenient no limitar l'estudi a l'espelma, sinó emprar també altres estris similars de fabricació senzilla (llàntia d'oli, fogó d'alcohol, etc.).

En determinats aspectes l'estudi es planteja des d'un punt de vista descriptiu de les experiències a realitzar; en d'altres es planteja un mètode de treball basat en l'experimentació i en la reflexió sobre els resultats obtinguts. Així al principi d'aquestes seccions s'hi trobarà una introducció referent als punts principals que s'hi estudien, a les seves dificultats i als resultats que hauran d'assolir els alumnes, seguida d'una sèrie d'experiències i qüestions. No s'ha pretès exhaurir ni les experiències ni les qüestions relacionades amb el tema que es presenta, ja que creiem que és criteri de cada professor suprimir-ne o bé introduir-ne de noves, d'acord amb el nivell dels alumnes amb els quals treballi o dels temps de que es disposi; tot i així s'ha intentat que el nombre d'experiències fos prou elevat i coherent amb els objectius que es proposen, com per permetre la tria.

INTRODUCCIÓ

Abans d'entrar pròpiament en el tema indicat en el títol d'aquesta publicació, es farà una breu referència a la història de l'espelma, per continuar amb una recopilació dels diferents mots i termes relacionats amb la cera i amb la fabricació de ciris i espelmes.

L'home prehistòric va descobrir que podia solucionar el problema de la falta de llum natural, durant la nit o en indrets on no arribava, cremant branques de diferents arbres impregnades de resina o de greix. Aquest descobriment pot considerar-se el precursor de l'espelma, el ciri o la torxa, l'ús dels quals ja es veu reflectit en algunes pintures prehistòriques.

En cerimònies de caire religiós de les diferents cultures, l'ús de ciris i espelmes va passar de ser una necessitat a una obligació al conferir significats místics i morals a la flama.



La cera d'abella i el seu eren els únics combustibles sòlids emprats per fabricar espelmes fins els darrers anys del segle XVIII. La primera, en cremar deixa una olor agradable, si no ha estat purificada, i resulta inodora i no produeix fum si és depurada; mentre que el seu crema donant fum abundant i olor poc agradable, de totes maneres, donat el seu baix preu predominà fins el primer terç del segle XIX.

El naixement de la indústria petroquímica, de la que deriven gran quantitat de combustibles sòlids, líquids i gasosos, convertí la parafina en la matèria primera més usual en la fabricació d'espelmes.

També cal fer notar que els ciris i les espelmes, a part de servir per il.luminar, han estat utilitzats com a "rellotges" ja que definides les seves característiques (constitució i dimensions) tarden temps iguals per consumir-se longituds iguals.



Breu vocabulari

- Atxa : ciri gran i gruixut de forma prismàtica i quatre blens o un molt gruixut.
- Ble : cordó, cinta o feix de filaments combustibles que es posa a l'interior dels ciris, candeles atxes, etc. Normalment són de cotó, lli o cànem.
- Brandó : atxa de cera d'un sol ble; de forma cilíndrica
- Bugia : candela d'estearina o cera blanca. Espelma.
- Candela : metxa de cotó envoltada d'una capa de cera o seu que fa una flama lluminosa quan s'encén.
- Cera : lípid simple, ester d'un àcid gras amb un alcohol alifàtic de cadena llarga que hom troba en el regne animal i vegetal, en els que compleix missions protectores de la pell, pèl, plomes, fulles i fruits, i en el mineral (cera montana).

Les diferents ceres són formades fonamentalment per alcohols i àcids grassos saturats, amb cadenes lineals de 16 o més àtoms de carboni principalment els alcohols cetílic ($C_{25}H_{51}OH$), cerílic ($C_{26}H_{53}OH$) i miriscílic ($C_{31}H_{63}OH$) així com els àcids palmític ($C_{15}H_{31}COOH$) i ceròtic ($C_{25}H_{51}COOH$).

Són molt resistents als agents químics i s'hidrolitzen difícilment, raó per la qual no es tornen rànies.

Cera d'abella: substància secretada per quatre parells de glàndules situades a l'abdomen de les abelles obreres amb la qual construeixen les bresques. La seva densitat és de 0,96 a

0.97 g/cm³ i el punt de fusió varia entre 61,7 i 62,8º C. El component més important és el palmitat de miriscil:
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CO}-\text{O}(\text{CH}_2)_{29}\text{CH}_3$

Hom calcula que per obtenir 1 Kg. de cera les abelles consumeixen de 6 a 7 Kg. de mel.

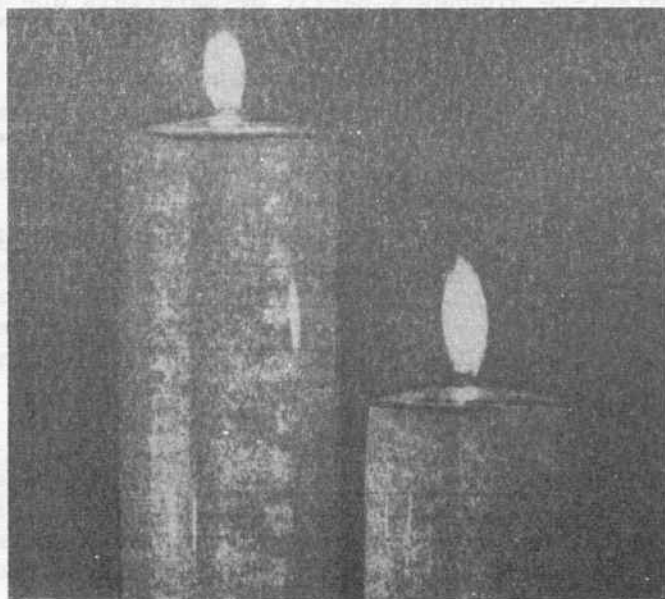
La cera, a part de ser emprada per fabricar ciris i espelmes, s'utilitza per preparar llumins, cosmètics, llustre de sabates, preparats per a encerar fusta, pintures a l'oli, tints litogràfics, productes farmacèutics, escultura, etc.

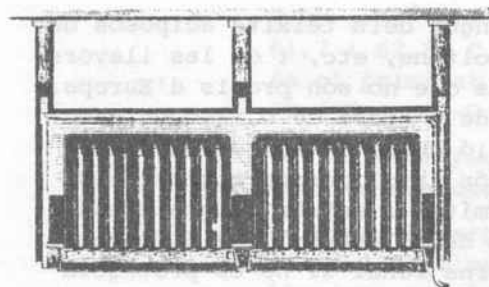
- Cerilla : candela llarga i molt prima enrotllada en espiral.
- Ciri : candela gran de cera o matèria cèria. Es fabrica submergint periòdica i successivament el ble en cera fosa, que, en solidificar-se forma capes concèntriques superposades.
- Espelma : ciris fets amb motlles cilíndrics. Les espelmes de parafina són les més belles i més cares.
- Espermaceti : substància cèria extreta dels greixos continguts en diferents cavitats dels catxalots i balenes de bec.
- Estadal : ciri de tres branques. Cerilla enrotallada en hèlice.
- Estearina : substància que es troba en alguns greixos animals i vegetals, constituïda principalment per Triestearat de gliceril ($\text{C}_{57} \text{H}_{110} \text{O}_6$).
- Parafina : substància obtinguda per destil·lació del petroli. Sòlid translúcid blanc constituït fonamentalment per una barreja d'hidrocarburs saturats de cadena llarga (més de 18 àtoms de carboni). Té una densitat de l'ordre de 0,9 g/cm³ i fon entre 40 i 70ºC. Químicament és inerta, no tòxica, hidrofòbica i elèctricament aïllant.

Sèu : greix sòlid obtingut dels teixits adiposos de bous, cavalls, moltons, etc, i de les llavors d'alguns vegetals que no són propis d'Europa. Té una densitat de l'ordre de $0,92-0,94 \text{ g/cm}^3$ i un punt de fusió variable entre 40 i 60°C . Fonamentalment són triglicèrids mixtos dels àcids oleic, palmític i esteàric; conté una petita proporció de colesterol. A diferència de la cera és torna ranci si no es protegeix de l'aire. El sèu s'ha utilitzat per fabricar espelmes de baix preu i poca qualitat, raó per la qual ja no se li dona aquesta aplicació.

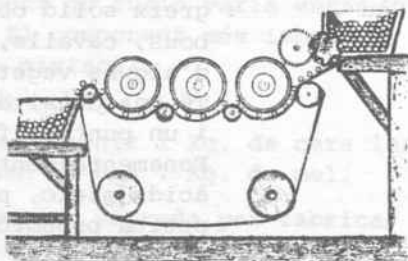
Es matèria primera per a produir algunes classes de sabons.

Torxa : ciri gran de cera, generalment de figura prismàtica quadrada i amb quatre blens.





Antics motlles per a la fabricació d'espelmes



Aparell per a la polimentació de les espelmes

FABRICACIO CASOLANA D'UNA ESPELMA

Per arribar a comprendre com actua una espelma podem començar preparant-ne algunes a partir de materials que trobarem a la drogueria:

cera d'abella, estearina, parafina
tints de diferents colors i
ble de gruix adequat al del ciri o espelma que farem.

I altres que tenim a casa:

pot de llauna i/o vidre que puguin anar al foc i
gerres d'una alçada superior a la de les espelmes
que volem preparar.

Es convenient disposar també d'un termòmetre que arribi fins a 160º.

Respecte a les quantitats dels productes que cal adquirir

podem tenir en compte que, tant la cera com la parafina o l'estearina tenen una densitat inferior a la de l'aigua, per tant 1 Kg. d'aquestes substàncies ocuparà més d'un litre; o sigui, una espelma de 2 cm de diàmetre i 20 cm de longitud té una massa de l'ordre de 50g. També cal considerar que la cera d'abella és el producte més car i la parafina el més barat, raó per la qual els ciris i espelmes que es venen estan fets exclusivament de parafina o bé contenen una mica d'estearina que augmenta la seva bellesa i consistència. L'estearina serveix per dissoldre millor els tints quan es volen obtenir espelmes de colors, per això la utilitzarem en una proporció del 10% respecte a la massa total.

Per determinar les quantitats de tints que cal emprar convé provar-los amb mostres petites, ja que amb dosis reduïdes s'obtenen coloracions intenses.

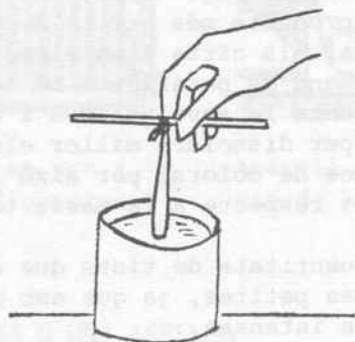
Procediment a seguir:

En un pot o cassó es fon la parafina i en un altre l'estearina amb el tint desitjat, tenint la precaució de no escalfar excessivament ni a foc massa viu per evitar que s'inflami, i de no produir esquitxos que podrien donar lloc a cremades doloroses. Es suficient escalfar fins 80°C.

Després de mesclar bé ambdós líquids en un gerro alt s'hi submergeix el ble lligat per un dels seus extrems a un llapis o palet que utilitzem per subjectar-lo. Quan el ble està ben cobert de líquid es treu lentament estirant verticalment i a velocitat constant a fi de que quedi una candela de gruix uniforme. Quan tot el ble és fora, es deixa endurir durant una estona (de 30 segons a 1 minut) a l'aire i es repeteix l'operació de submergir, treure i deixar endurir fins que s'obtingui el gruix desitjat.

Durant les operacions anteriors pot refredar-se molt la cera per això convindrà escalfar-la de tant en tant o millor man tenir la gerra ben aïllada o dins d'una olla que contingui aigua a 80-90°C.

Poden obtenir-se ciris de formes molt variades operant sobre l'espelma abans de que s'endureixi o bé amb motlles en els que s'ha subjectat el ble al fons i es manté recte i centrat mentre s'addiciona la parafina líquida i s'endureix.



UTILITZACIÓ D'UNA ESPELMA I D'ALTRES ESTRIS SENZILLS, EN L'ESTUDI DE DIFERENTS ASPECTES DE LA FÍSICA I DE LA QUÍMICA

En els apartats següents mostrarem com una espelma, així com altres estris que es poden aconseguir fàcilment o bé construir se'ls un mateix permeten estudiar uns quants aspectes de la Física i de la Química. En primer lloc es trobarà l'apartat referent al punt de fusió d'una cera, com a primer pas per introduir-se en el coneixement del material que servirà de base per l'estudi, al mateix temps que per discutir el fet que el punt de fusió és una de les propietats més característiques d'una substància.

L'estudi del funcionament de l'espelma ens anirà portant als diferents aspectes que es volen discutir en aquest treball. Ja que el pas previ a qualsevol estudi és l'observació, inicialment es proposa l'observació del funcionament d'una espelma, les seves propietats, etc., matisant els següents aspectes

- observació qualitativa i quantitativa.
- diferencièss entre observació i interpretació o hipòtesi.

Al final d'aquesta secció caldrà confeccionar una llista, el més completa possible, amb totes les observacions que han fet els alumnes, per procedir en els apartats següents a la seva interpretació.

L'apartat següent és l'estudi del funcionament d'una espelma pròpiament dit, el qual s'ha estructurat en les següents seccions:

- a) Funció del ble en una espelma
- b) Construcció d'una llantia d'oli i d'un fogonet d'alcohol. Observació i comprensió del funcionament.
- c) Combustió de la cera. Reactius i productes de reacció.
- d) Producció d'energia en una reacció de combustió
- e) Energia d'activació d'una reacció de combustió

En la secció a), l'estudi de la missió del ble permet treballar els conceptes de fusió, capil·laritat i vaporització en un nivell elemental. Aquesta secció es complementa amb una altra en la qual es proposa la construcció d'una llantia d'oli i un fogonet d'alcohol i el seu estudi, com a banc de prova per a les interpretacions i hipòtesis que s'hagin fet en l'apartat primer i per a introduir nous problemes relatius a la naturalesa d'una flama i la relació amb el tipus de combustible.

En la secció c) es reemprèn l'estudi tenint en compte els materials que intervenen en la combustió de la cera. Primerament es veu que a més de cera cal que hi hagi aire, o millor oxigen, i es determina el percentatge d'oxigen en l'aire. A continuació s'observa com es produeix aigua i diòxid de carboni i s'estudia alguna propietat d'aquest. Això permet introduir-se en el sentit d'una equació química. Finalment, en aquesta secció es plantegen algunes experiències per comprendre que s'ha estudiat només el principi i el final del procés de combustió, però que el procés té lloc passant per unes etapes intermitges, una de les quals inclou la producció de carboni.

La secció d) s'ha dedicat a la mesura de l'energia de la combustió en el cas de l'espelma i de l'alcohol, i a l'estudi de la transferència d'energia així com la seva transformació. Per al primer objectiu es fa ús d'un rudimentari calorímetre mentre que per al segon es proposa la construcció d'algunes joguines senzilles.

En la darrera secció de l'estudi del funcionament d'una espelma, s'aborda el concepte d'energia d'activació. En aquesta secció és on s'hauran de donar les interpretacions als aspectes i qüestions més elaborats de totes les observacions efectuades: Per què s'apaga una espelma quan es bufa? Per què no es pot encendre una espelma, si no és pel ble? Etc. Així, es tracten els seqüents aspectes: aportació mínima d'energia per comentar una reacció; la qual serà funció del tipus de substància i la seva quantitat; funció de l'energia alliberada en la combustió en el manteniment d'aquesta reacció; refredament com a desactivació, etc.

L'apartat 4 es dedica a l'estudi de la proporcionalitat entre la pressió i la temperatura d'un gas, així com la proporcionalitat entre la pressió i nombre de mols. Per estudiar aquestes propietats s'empren dos jocs, l'un consistent a fer entrar un ou dur dins d'una ampolla i treure'l sencer, i l'altre consistent en fer pujar l'aigua per dins d'un got invertit. Es proposa la resolució d'un problema numèric relacionat amb el segon experiment, com a medi de comprovació de les hipòtesis que s'hauran d'haver plantejat.

S'ha cregut convenient completar el treball amb alguns jocs relacionats tots ells amb la combustió, o les espelmes. Alguns d'ells es poden incloure, com ja hem fet amb d'altres, en la discussió del funcionament de l'espelma, d'altres es basen en aspectes de la Química o la Física que no es tractaran en aquest estudi.

1.- Punt de fusió d'una cera

Sabem que el punt de fusió d'una substància és una propietat característica, per tant està justificat que es determini de manera sistemàtica en totes les substàncies que sigui possible.

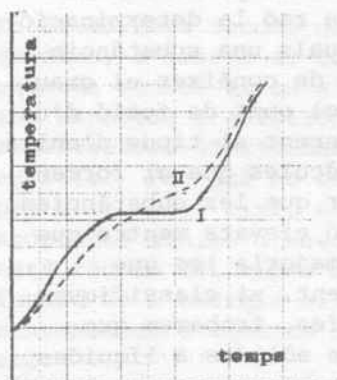
En general els punts de fusió de substàncies pures són més definits que els de mesclures, per aquesta raó la determinació dels marges de temperatures entre els quals una substància passa de sòlida a líquida és una manera de conèixer el grau de puresa. També ens cal recordar que el punt de fusió d'un producte ens proporciona informació referent al tipus d'enllaç químic que uneix els seus àtoms i/o molècules que el formen; així de manera general, podem considerar que les substàncies amb enllaços iònics tenen punts de fusió elevats mentre que entre les que els tenen covalents són majoria les que posseeixen punt de fusió baixos. Finalment, si classifiquem les substàncies en cristal·lines i amorfes, trobarem que aquestes últimes no passen bruscament de sòlides a líquides sinó que passen per diverses etapes de reblaniment que les aproximem gradualment a l'estat líquid.

En l'apartat anterior hem proposat fer ciris o espelmes a partir de parafina i estearina que tenim en estat sòlid i cal fondre, pel que se'ns presenta una ocasió per determinar el punt de fusió (i de solidificació) d'una substància.

Tant la parafina com l'estearina que utilitzem no són substàncies pures sinó mesclures i no posseeixen enllaços iònics. Per tant, tenint en compte les consideracions fetes al principi d'aquest apartat podem preveure que posseiran uns punts de fusió baixos i dins d'uns marges de temperatura poc definits.

Per determinar el punt de fusió de la parafina, en posarem un tros dins d'un pot i escalfarem amb un fogonet d'alcohol (vegi's pag. 23) lentament fins que fongui. En aquest punt es posa el termòmetre dins del líquid, procurant que el cap quedi totalment submergit, centrat i sense tocar ni el fons

ni les parets. S'esperarà així, que la cera quedi totalment solidificada, deixant a continuació que es refredi fins temperatura ambient. A continuació, s'escalfarà suaument i d'una manera constant al mateix temps que s'anota la temperatura cada 30 segons o cada minut.



Amb les dades obtingudes farem una gràfica sobre paper milimetrat, representant temperatures en ordenades i temps en absclses. La forma de la corba depèn de les característiques de la substància estudiada i de la velocitat d'escalfament. Si aquesta és elevada o la substància és una mescla complexa la forma serà similar a la de la corba II, en la que potser es distingirà algun punt d'inflexió, en canvi si l'escalfament és lent i tenim

una substància pura, la gràfica presentarà un tros horitzontal corresponent a la temperatura de fusió del sòlid. La longitud d'aquest trajecte de pendent nul·la depèn de la velocitat d'escalfament i de la quantitat de matèria.

La gràfica I no pot ser la corresponent al punt de fusió de la parafina, perquè aquesta no és una substància pura; si tenim la precaució d'escalfar-la lentament tampoc obtindrem la gràfica II sinó una de forma entre la I i la II, és a dir un primer tros de pendent elevat, un segon de pendent suau i un altre de pendent elevat. La part de pendent suau ens defineix el marge de temperatures entre les que fon la parafina.

¿Per què el punt de fusió ens ve definit per la part horitzontal o de poc pendent de la gràfica? Durant el procés de fusió d'una substància el calor subministrat provoca el canvi d'estat però no un increment de temperatura, d'aquí sorgeix

el concepte d'energia de canvi d'estat (també "calor de canvi d'estat").

Quan tota la parafina s'hagi fos i la temperatura sigui uns quants graus superior a la de fusió, podem determinar la temperatura de solidificació deixant refredar lentament i anotant les temperatures cada 30 segons per poder fer una representació gràfica similar a la del punt de fusió. La forma d'aquesta gràfica dependrà dels mateixos factors que la corresponent al punt de fusió i presentarà un tros horitzontal o bé de poc pendent dintre dels mateixos marges de temperatures entre les quals ha tingut lloc la fusió.

2.- Desenvolupament de la capacitat d'observació: Descripció d'una espelma encesa.

En tot procés científic l'observació ocupa un lloc primordial, ja que la Ciència intenta descriure la realitat amb la màxima precisió i qualsevol descripció va precedida d'observació. Així doncs, per "fer Ciència" és necessari saber observar i descriure tot allò que mirem.

Considerant que la millor manera d'ensenyar una Ciència és mostrar com progressa, s'arriba a la conclusió que abans d'adquirir qualsevol coneixement cal desenvolupar la capacitat d'observació.

En alguns textos escolars de matèries científiques es recomana creiem que encertadament, fomentar l'esperit d'observació i la capacitat de formular hipòtesis a partir de la contemplació de fenòmens senzills i quotidians que, precisament per aquestes característiques, acostumem a passar desapercebuts o no són considerats dignes d'atenció. Un d'aquests fenòmens pot ésser la combustió d'una espelma.

Per iniciar a l'alumne en l'hàbit d'observar atentament i descriure amb detall i precisió allò que veu, li proposarem

que encengui una espelma, ciri o candela i expliqui per escrit totes les apreciacions que consideri necessàries perquè algú que mai hagi vist aquest fenomen pugui imaginar-se'l amb exactitud.

Abans d'entrar en la descripció del fenomen, cal que distingim entre observacions i interpretacions o formulacions d'hipòtesis entorn d'allò que observem. També cal ressaltar que les descripcions poden proporcionar dades quantitatives o sols qualitatives i que el progrés de la Ciència requereix el major nombre possible de dades quantitatives, per tant fomentarem en l'alumne la màxima atenció per aquestes últimes.

Podem iniciar la descripció d'una espelma encesa indicant les apreciacions qualitatives com per exemple: l'espelma és cilíndrica, molt més alta que ampla, és de color blanc, de material sòlid i tou, té un ble al centre, que s'encén quan hi apropem una cerilla encesa; la flama té forma allargada vertical, és de color groguenc i es mou si parlem prop d'ella el ble es torna negre i l'espelma s'escurça a mesura que passa el temps, etc.

Prosseguirem les nostres observacions intentant, reduir-les a quantitats, així la nostra descripció quantitativa podria ésser: l'espelma té una longitud de 25 cm i un diàmetre de 2 cm; el ble, situat al llarg de l'eix del cilindre, sobresurt 1,2 cm per un extrem i tarda 2 segons per encendre's quan s'hi acosta un cerilla encesa; la flama té una alçada de 3 cm, la seva calor és perceptible a una distància de 20 cm per damunt i a 8 cm pels costats; l'espelma s'escurça 1 mm cada 5 minuts i la seva massa disminueix 1 g. cada 17 minuts; etc.

Acabat el temps assignat (de 20 a 30 minuts) per fer les observacions, podem fer veure que la descripció més completa és la que s'obté recopilant les observacions individuals, evidenciant així la conveniència, o necessitat en molts casos, del treball en equip.

A partir de la descripció de l'espelma encesa podem començar

a buscar explicacions o justificacions de tot allò que hem vist, aquesta recerca d'explicacions podem denominar-la "investigació entorn d'una espelma". I s'iniciarà amb moltes preguntes: per què és blanca la cera?, per què es fon i crema?, per a què serveix el ble?, per què es torna negre el blé quan s'ha encès?, per què perd pes l'espelma? què es produeix en cremar-se la cera o parafina?, cal que el ble sigui de cotó?, pot cremar una espelma sota l'aigua? i dins d'un recipient tancat?, què és la flama?, per què s'apaga si bufem?, etc., per les quals ens caldrà anar trobant respostes i per això cal plantejar experiències que ens donin resultats satisfactoris i que, probablement, ens crearan noves preguntes.

En les pàgines que segueixen buscarem la resposta a moltes preguntes, tot suggerint la realització de senzilles experiències que ens poden fer atractiu l'aprenentatge i/o ensenyament de molts conceptes bàsics de la Física i de la Química; de totes maneres som conscients que són moltes més les preguntes a les que no donem resposta que aquelles que contestem.

La primera idea que ens cal observar és el moment d'encendre una espelma. La flama inicial cremarà bàsicament el ble, però quan la flama ha baixat prou a prop de la cera, aquesta comença a fondre's i el líquid puja per capil·laritat cap a la flama. A partir d'aquest moment el que cremarà serà la cera. fins que al cap d'una estona el còndex de cera fact que la flama queda allunyada de la base del ble, minvant així l'aportació de cera fosa. Llavors, es crea una mica el ble i la flama descenderà continuant cremant fins a esgotar-se la cera.

En les experiències 9 a 11 es pot observar d'una manera clara com la cera que puja pel ble es vaporitza a la flama, abans del procés de combustió propiament dit.

Cal que al final d'aquestes experiències els alumnes hagin observat que es redueix el ble per encendre una espelma;



3.- Estudi del funcionament d'una espelma encesa

a) El ble i la seva funció

En aquest apartat es plantegen onze experiències amb l'ajuda de les quals els alumnes poden comprendre la funció del ble com a primer pas per entendre com a una unitat els fenòmens observats en la combustió de la cera d'una espelma.

Les primeres experiències que es proposen, pretenen que l'alumne s'adoni que el ble és un component imprescindible, amb unes determinades propietats (les quals s'han de descobrir), per tal que una espelma pugui funcionar.

Les experiències 4 a 8 permeten veure com hi ha un aportament de cera cap a la flama, a través del ble. El mecanisme d'aquest aportament és la capil·laritat dels líquids a través de materials fibrosos, requerint-se així la fusió prèvia de la cera.

L'experiència 8 serveix com a recapitulació d'aquestes primeres idees; s'hi observa com en el moment d'encendre una espelma, la flama inicial crema bàsicament el ble, però quan la flama ha baixat prou a prop de la cera, aquesta comença a fondre's i el líquid puja per capil·laritat cap a la flama. A partir d'aquest moment el que cremarà serà la cera, fins que al cap d'una estona el consum de cera faci que la flama quedi allunyada de la base del ble, minvant així l'aportació de cera fosa. Llavors, es cremarà una mica el ble i la flama descendirà continuant el procés fins a esgotar-se la cera.

En les experiències 9 a 11 es pot observar d'una manera clara com la cera que puja pel ble es vaporitza a la flama, abans del procés de combustió pròpiament dit.

Cal que al final d'aquestes experiències els alumnes hagin observat: que es requereix el ble per encendre una espelma;

que hi ha diferents materials que poden servir de ble, sempre i quan siguin de naturalesa fibrosa, de manera que permetin l'aportació de cera per capil·laritat; que la major o menor aportació de cera per capil·laritat fa que la flama sigui més o menys gran; que la cera que puja per capil·laritat es vaporitza a la flama de manera que les zones d'aquesta més pròximes al ble són les que tenen una concentració més gran de vapors i permeten encendre una segona flama en introduir-hi l'extrem d'una sonda.

Convé remarcar aquí, que s'ha omittit una funció important del blé, consistent a mantenir separada la flama de la cera, excepció feta de la que arriba per capil·laritat. Aquesta funció s'estudiarà en l'apartat corresponent a l'energia d'activació.

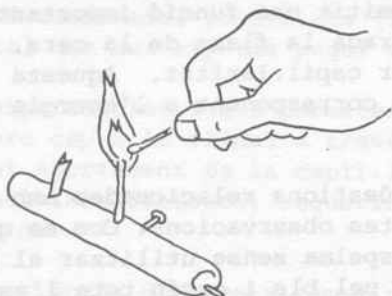
Molt possiblement apareixeran qüestions relacionades amb la interpretació d'algunes d'aquestes observacions: Com és que no s'aconsegueix encendre una espelma sense utilitzar el ble? O bé: Per què no baixa la flama pel ble i encén tota l'espelma? La majoria de qüestions referents a aquesta secció també estan relacionades amb el concepte d'energia d'activació.

Experiències i qüestions

1.- Prescindint del ble, intenta encendre per qualsevol procediment una espelma.

-Es pot encendre una espelma sense ble?

2.- Assajar diferents materials emprant-los com a blens: escuradents, claus, cordills, llumins, trena de fil de coure d'un cable elèctric, tiretes de paper i cartulina de diferents mides, filferro, etc.



La col·locació d'aquests materials, es farà de la manera següent: amb un clau calent de l'amplada del "ble", es farà un forat a la cera, on es col·locarà a continuació l'objecte que es vulgui assajar.

-Pot emprar-se com a ble qualsevol material? Observar si hi ha alguna característica comuna als materials aptes per a funcionar com a ble.

-Indicar quina és la grandària de la flama en cadascun dels materials emprats.

3.- a) Buscar cordills de diferent gruix i posar-los successivament com a blens en una mateixa espelma. (Procurar que els diferents cordills siguin del mateix tipus de material).

b) Insertar un tipus qualsevol de ble, successivament en espelmes de diferent amplada.

Observar en tots els casos la grandària de la flama.

-La grandària de la flama depèn: del gruix del ble o de l'amplada de l'espelma?

- 4.- Què passa en el blé i en el punt on penetra dins la cera, en el moment en què s'encén l'espelma?
Recollir amb una espàtula (o amb una cullera de cafè) una mostra del líquid que apareix sota el ble durant la combustió de l'espelma. Estudiar aquesta substància indicant: quin és el seu tacte, olor, color, etc.
-Es cera aquest líquid?
- 5.- Apagar l'espelma bufant i observar immediatament el ble.
-Tocar lleugerament l'extrem del ble amb un dit. Què s'hi diposita?
-Es cera el líquid que mulla el ble un cop s'ha apagat l'espelma?.
- 6.- Submergir un extrem dels materials que funcionen bé com a blens en una mica d'aigua i observar els fenòmens que tenen lloc. Fer el mateix amb els materials que no són aptes com a blens. Assajar també amb una tira de paper secant, una tira de roba, un terròs de sucre i un tub capil·lar de vidre.
-Quina és la característica comuna als materials pels quals puja l'aigua?
- 7.- Què passa quan es submergeix un extrem d'un cordill en la cera fosa dessota el ble d'una espelma que crema?.
- 8.- Tallar una espelma de manera que quedi el ble de 3 ó 4 cm. de llargada. En una altra espelma deixar-hi un ble molt curt (menys de 5 mm). Encendre les dues espelmes i observar la llargada dels blens durant 5-10 minuts.
-Explicar perquè la llargada del ble és la mateixa en els dos cassos, al cap d'una estona de cremar l'espelma.
- 9.- Apagar bufant una espelma i acostar ràpidament un llumí encès als vapors que surten verticals, a uns 2 ó 3 cm. de l'extrem del ble.

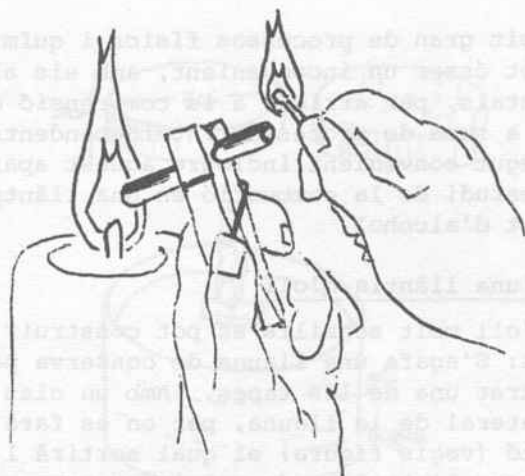
-Què succeix?



L'experiència pot fer-se més espectacular de la següent manera: S'agafa un full de paper i es cargola formant un cilindre amb un diàmetre una mica més gran que el de l'espelma i amb una alçada superior en uns 5-7 cm. Un cop s'hagi bufat l'espelma s'ha de col·locar ràpidament el cilindre de paper al seu voltant a fi de canalitzar els vapors provinents del ble, els quals s'encenen amb molta facilitat amb un llumí col·locat a la part superior del cilindre.

- 10.- Preparar un tubet de vidre d'uns 6-8 cm. de llargada i 4.-5 mm. de diàmetre intern, obert pels extrems. Per a la seva manipulació es subjectarà amb una pinça (agulla d'estendre o estri similar). Per una altra banda, cal disposar d'una espelma amb un ble gruixut. S'ha de tenir en compte que l'experiència no funciona si no es disposa d'una flama grossa.

Introduir un extrem del tubet dins la flama, deixar que s'escalfi, i acostar un llumí encès a l'altre extrem. Procurar que l'extrem de dins de la flama estigui fix en un punt. Observar què succeeix quan la sonda s'introdueix en diferents punts. Provar especialment en la zona més pròxima al ble, en la zona més lluminosa, i en les zones més exteriors de la flama.



11.- Aprofitant un dia de sol, escalfar amb una lupa el ble d'una espelma (tal com es fa si un vol cremar un paper) fins que el ble desprengui vapors abundosament. Acostar un llumí encès a aquests vapors, a 3-4 cm. del ble. Observar què succeeix.

-Tenint en compte els resultats de les tres experiències anteriors, explicar què li passa a la cera que arriba a la flama per capil·laritat.

-Donar una visió el més completa possible de les transformacions que sofreix la cera abans de la combustió, i el paper que juga el ble en aquestes transformacions.

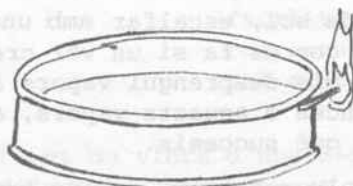
b) Construcció d'una llàntia d'oli i d'un fogonet d'alcohol. Observació i comprensió del funcionament.

Si bé des d'un punt de vista didàctic, l'estudi de la combustió d'una espelma ofereix la possibilitat d'observació

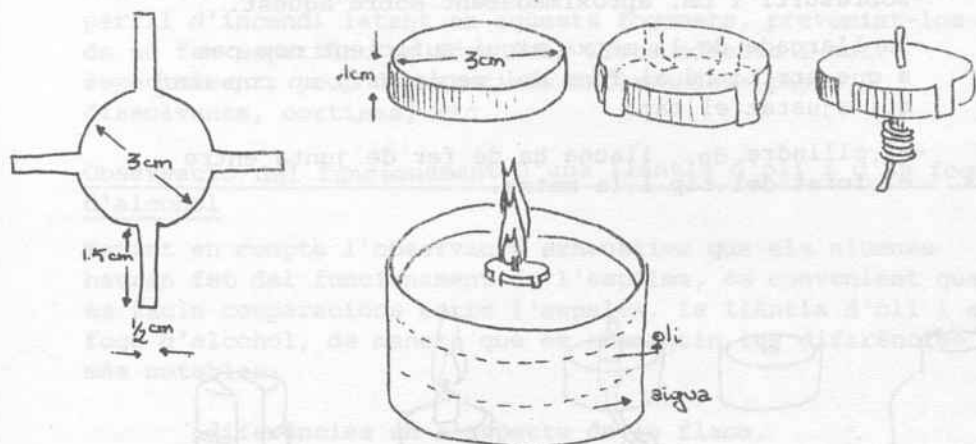
d'un nombre molt gran de processos físics i químics, aquesta complexitat pot ésser un inconvenient, amb els alumnes de nivells elementals, per arribar a la comprensió dels fets observats com a suma de processos interdependents. Degut a això, s'ha cregut convenient incloure aquest apartat, referent a l'estudi de la combustió en una llàntia d'oli i en un fogonet d'alcohol.

Construcció d'una llàntia d'oli

Una llàntia d'oli molt senzilla es pot construir de la manera següent: S'agafa una llauna de conserva petita, a la qual s'haurà tret una de les tapes. Amb un clau es fa un forat en el lateral de la llauna, per on es farà passar un cordill de cotó (vegis figura) el qual sortirà 1 cm. del forat, estant per l'altra banda totalment submergit en l'oli que es posarà dins la llauna.



Un altra tipus de llàntia d'oli molt bonica, es pot fer de la següent manera: Es talla un tap de suro d'uns 3 cm. de diàmetre per obtenir una rodanxa d'un cm. d'amplada. Cal retallar també un tros de llauna ben prima, de la forma indicada a la figura, la qual s'ajuntarà al suro tal com es pot veure. Es farà un forat al mig d'aquesta peça, per on es passarà una metxa o un cordill prim de cotó. En una tassa o un pot es posarà aigua fins a una alçada d'uns 2 cm. i a continuació s'afegirà oli (2 cm. més). La peça que s'ha preparat, es deixarà surar en l'oli fins que la metxa es vegi ben amarada, llavors, ja es podrà encendre.



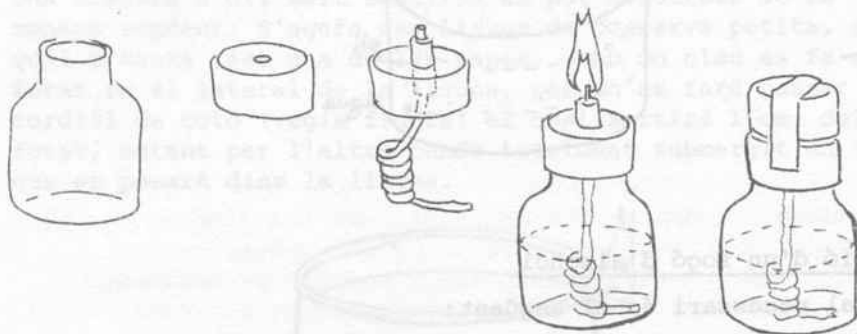
Construcció d'un fogó d'alcohol

El material necessari és el següent:

- un tinter (o un flascó similar, de medicaments, etc) de vidre.
- dos taps de rosca (del tipus de les ampolles grosses de refrescos un dels quals ha d'ajustar al tinter.
- una metxa (van molt bé les dels encenedors de pedra)
- un tros (2x3 cm.) de llauna prima (va bé la que s'empra per a repujat, en treballs manuals).

Es forada un dels taps, arrodonint bé l'orifici amb una llima, fins que el diàmetre sigui d'uns 8 mm. Per una altra banda, la llauna prima es cargola formant un cilindre al voltant de la metxa, la qual s'introdueix pel forat del tap, de manera que:

- sobresurti 1 cm. aproximadament sobre aquest.
- la llargada de la metxa sigui suficient com per a que arribi bé al fons del recipient, un cop estigui ajustat el tap.
- el cilindre de llauna ha de fer de junta entre el forat del tap i la metxa.



La major o menor opressió de la metxa pel cilindre de llauna, regularà la quantitat d'alcohol que arribarà a la flama per capil·laritat. El tinter s'omplirà fins a la meitat amb alcohol, i quan el tap estigui ajustat el millor possible (és preferible si s'ha pogut enroscar) s'esperarà a que la metxa estigui ben amarada abans d'encendre-la.

Per evitar l'evaporació de l'alcohol quan el fogonet no està en funcionament, s'emprarà el segon tap, col·locat sobre la metxa i subjectat al primer amb una tira d'espardenya.

L'eficiència d'aquest fogó és molt acceptable, i es pot emprar perfectament per efectuar experiències senzilles de Física i Química en escoles amb poc material de laboratori.

Tot i així, cal que els professors recordin als alumnes el perill d'incendi latent en aquests fogonets, prevenint-los de no fer experiències fóra dels llocs adients i molt especialment, prop de materials inflamables: paper, dissolvents, cortines, etc.

Observació del funcionament d'una llàntia d'oli i d'un fogonet d'alcohol

Tenint en compte l'observació exhaustiva que els alumnes hauran fet del funcionament de l'espelma, és convenient que es facin comparacions entre l'espelma, la llàntia d'oli i el fogó d'alcohol, de manera que es remarquin les diferències més notables:

- diferències en l'aspecte de la flama.
- diferències en la construcció d'aquests diferents estris.

L'observació del tipus diferent de flama ens permetrà més endavant discutir el paper del combustible en la lluminositat d'una flama.

La diferència bàsica en la construcció d'un llum d'oli i un fogó d'alcohol (en aquest darrer, l'alcohol ha d'estar en un recipient aïllat de la flama), s'haurà de tenir en compte en estudiar l'energia d'activació d'una reacció (pàg. 45)

Interpretació del funcionament

Si es treballa amb grups d'alumnes que ja han comprès la funció del ble d'una espelma, la interpretació del funcionament de la llàntia i del fogonet tindrà molt poques dificultats, ja que en aquests darrers el líquid pot ascendir directament per capil·laritat i vaporitzar-se a la flama de manera anàloga a la cera.

Es convenient que s'observi la major volatilitat de l'alcohol respecte les altres substàncies, a fi de poder relacionar

la facilitat d'inflamació i la major volatilitat dels combustibles (pàg. 47-48).

Amb grups d'alumnes dels nivells elementals és útil començar a estudiar la llàntia d'oli abans que l'espelma. No descriurem experiències per a aquesta possibilitat ja que poden adaptar-se fàcilment de les que s'han descrit per a l'espelma.

c) Combustió de la cera. Reactius i productes de la reacció.

Les experiències anteriors, hauran permès que els alumnes compreguin els fenòmens que tenen lloc en el ble d'una espelma, abans de la combustió pròpiament dita. El problema que es presenta després és el següent: la combustió de la cera d'una espelma és una sèrie complexa de fenòmens, el primer dels quals és la vaporització de la cera. En el nivell en què s'ha plantejat l'estudi, només estem en condicions de veure els canvis globals que han tingut lloc, però no les etapes d'aquests canvis.

Després d'una experiència prèvia per quantificar la velocitat a la qual es consumeix la cera, les experiències (13-16) permeten comprendre com una combustió requereix que hi hagi aire, però que només un dels components, l'oxigen, és el necessari. S'ha afegit una senzilla experiència per determinar el percentatge d'oxigen en l'aire.

Les experiències 18-21 plantegen la detecció d'aigua com un dels productes de la reacció de combustió de la cera. No s'ha plantejat fer-ho amb un fogonet d'alcohol, però fàcilment es poden adaptar les experiències descrites a aquests cas. La detecció de l'aigua es fa molt fàcilment amb papers de clorur de cobalt (II), la preparació dels quals s'indica i recomana, malgrat el cost relativament alt de la substància. Cal tenir en compte que el nombre de papers que es poden preparar amb 1 g. del compost pot servir per a dues

classes i que si es cuiden una mica poden durar més d'un curs. La detecció d'aigua també es pot efectuar amb sulfat de coure anhidre, ara bé el procediment és bastant menys sensible.

En aquest punt creiem adient recordar la necessitat que els professors indiquin en tot moment als alumnes el fet que qualsevol producte químic pot ser tòxic i els recomanin les mesures oportunes: no tastar mai cap producte químic, no tocar-lo amb els dits, rentar-se les mans després d'haver estat al laboratori o haver fet experiències, vigilar els esquitxos de líquids a la pell i especialment als ulls, etc.

Les experiències 22-24 proposen la comprovació que la combustió de la cera produeix diòxid de carboni. El sistema que s'emptra és la formació de carbonat de calci en passar o absorbir-se el gas en una dissolució d'hidròxid de calci (aigua de calç). Es planteja una experiència per veure com no tant sols és la manca d'oxigen el que atura la combustió sinó una proporció prou alta de diòxid de carboni en l'aire.

En les experiències 27-29, s'estudia com la transformació que sofreix la cera per passar a aigua i diòxid de carboni no té lloc directament, sinó a través de varies etapes, en una de les quals hi ha producció de carboni. Es pretén que es vegi la relació entre la lluminositat d'una flama i la producció de carboni i al mateix temps, que es dedueixi que com més petita sigui la proporció d'oxigen de la substància més elevada és la producció de carboni. En els curs superiors en lloc de parlar de la proporció d'oxigen del compost, sera més adient parlar del caràcter oxidant o reductor del combustible, d'acord amb els tipus i nombre de funcions oxigenades presents. És convenient fer funcionar un BUNSEN per observar bé els efectes de la combustió amb deficiència d'oxigen.

La darrera experiència d'aquesta secció, és un joc basat en la desactivació d'una combustió pel diòxid de carboni i l'activació per l'oxigen, el qual serveix com a recapitulació

de les experiències precedents.

Al final de la secció hauran d'haver quedat clars els següents punts referents a les substàncies que d'una forma o altra intervenen en la reacció de la combustió de la cera:

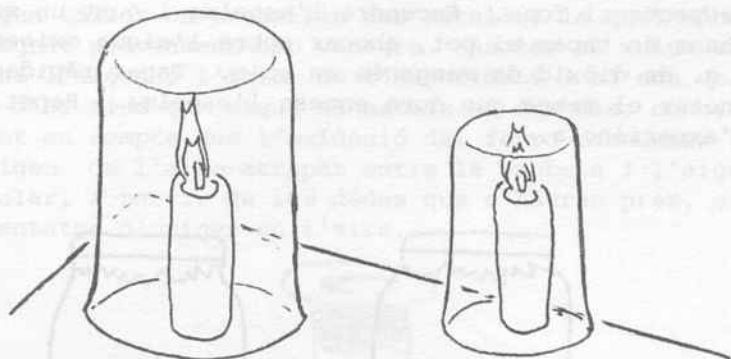
- hi ha consum de cera
- es consumeix també oxigen de l'aire. Proporció d'aquest en l'aire.
- l'oxigen activa les combustions
- es produeix vapor d'aigua, el qual pot condensar-se en una superfície freda.
- es produeix diòxid de carboni.
- quan la proporció de diòxid de carboni és prou elevada, s'atura la combustió, a causa de la poca aportació d'oxigen.
- el diòxid de carboni reacciona amb l'hidròxid de càlci per formar el carbonat de calci, el qual és insoluble en aigua.
- la lluminositat d'una flama està relacionada amb la producció de carbó en ella, com a etapa intermitja de la combustió de substàncies amb baix contingut en oxigen.

En aquest punt ja és convenient introduir el significat d'equació química com a descripció de les transformacions que tenen lloc en un procés químic i la seva igualació com a medi d'expressió de la conservació de la massa.

Experiències i qüestions

12.- Equilibrar una espelma en una balança. Encendre-la i anotar el pes cada tres minuts. Representar gràficament el pes de l'espelma en funció del temps.

13.-Encendre dues espelmes iguals i tapar-les amb dos vasos invertits de diferent mida. Què succeeix?



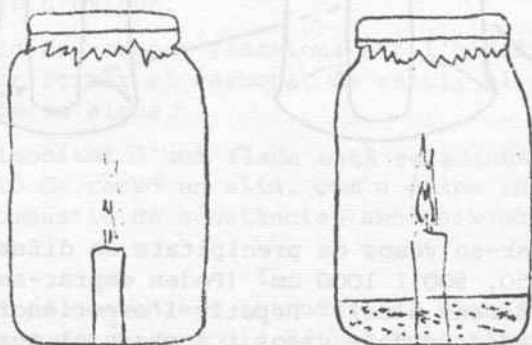
14.-Procurar-se vasos de precipitats de diferents capacitats 100, 250, 500 i 1000 cm³ (Poden emprar-se també provetes de diferent mida). Repetir l'experiència 13, tapant amb cadascun dels vasos i anotant el temps que triga a apagar-se l'espelma.

-Representar gràficament el temps que dura encesa l'espelma, en funció del volum del recipient. Hi ha proporcionalitat entre temps i volum?

-A què creus que és degut que s'apagui l'espelma? Que hi ha quelcom que s'esgota dins del recipient i que és imprescindible per a la combustió?. Que apareix quelcom que dificulta la combustió? A les dues coses simultàniament?.

- 15.- Buscar un pot de vidre gros, del tipus dels que s'empren per a confitures, etc. Tal com es mostra a la figura, colocar-hi a dins una espelma. Amb l'ajuda d'unes pinces i amb un llumí, encendre l'espelma i tapar ràpidament el pot amb un tros de paper d'alumini i una goma elàstica. Anotar el temps que triga a apagar-se. Repetir l'experiència.

Deixar que es ventili l'interior del recipient. Posar-hi aigua oxigenada del 30% (Es pot emprar també del 10% però no va tan bé) fins que arribi a una alçada d'uns 2 cm. respecte al fons. Encendre l'espelma i just un moment abans de tapar el pot, abocar sobre l'aigua oxigenada 1 ó 2 g. de diòxid de manganès en pols. Tapar ràpidament i anotar el temps que dura encesa l'espelma. Repetir l'experiència.



-El diòxid de manganès catalitza la descomposició de l'aigua oxigenada per donar oxigen i aigua. Escriure la reacció i igualar-la. A què es degut que l'espelma duri més estona encesa?.

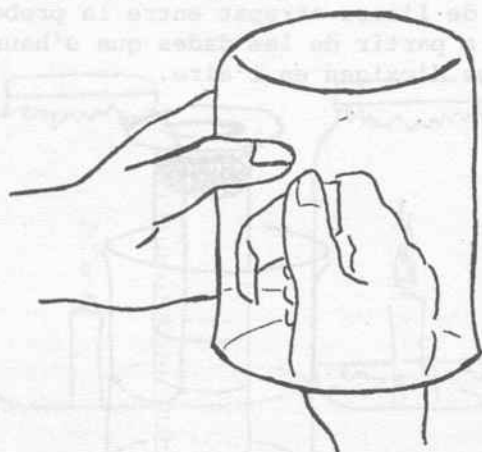
- 16.- En el pot de l'experiència anterior o millor encara, en un de més petit, posar-hi només la quantitat que s'ha indicat d'aigua oxigenada i el diòxid de manganès. Introduir dins del pot una estella o un escuradents encès però sense flama. Observar com s'activa la combustió.
- 17.- Determinació del percentatge d'oxigen en l'aire.- S'omple un pot amb aigua i es col·loca invertida al damunt una probeta en el fons de la qual s'hi haurà posat una "bola" feta amb llana de ferro o d'acer (es pot aconseguir d'algun taller on treballin amb metalls) la qual s'haurà impregnat prèviament amb vinagre. Anotar el volum on arribi l'aigua a l'inici de l'experiment i el nou volum cada dia, fins que sigui el mateix en dos dies consecutius. Tenint en compte que l'oxidació del ferro consumeix tot l'oxigen de l'aire atrapat entre la probeta i l'aigua calcular, a partir de les dades que s'hauran pres, el percentatge d'oxigen en l'aire.



-D'acord amb els resultats de les experiències anteriors, es pot dir que l'oxigen és necessari per a una combustió o bé que és l'aire el que és necessari.

- 18.- Repetir l'experiència 13 només amb un vas, observant atentament les seves parets en el moment en què s'apaga l'espelma. Anotar totes les observacions.
- 19.- Repetir l'experiència anterior, tenint preparat un tros de paper de filtre impregnat amb clorur de cobalt (II) (Veure com es prepara en la Nota 1), el qual s'haurà assecat prèviament fins a agafar un color ben blau. Un cop s'hagi apagat l'espelma, passar el paper refregant-lo per l'interior del vas, especialment per on es veu entelat. Observar les taques rosades que han aparegut en el paper.

Amb l'escalfor d'una bombeta, assecar el paper fins que torni a ésser blau. Després de deixar-lo refredar, repetir l'experiència.



- 20.- Repetir l'experiència anterior, passant per les parets del vas, un cotó petit, impregnat amb sulfat de coure anhidre (per a la seva preparació vegeu la NOTA 2), observar la coloració blavosa que agafa, comparada amb el color que tenia al principi.

21.- Tirar una gota dels líquids següents, sobre un paper de clorur de cobalt i/o un cotó impregnat amb sulfat de coure: alcohol, acetona, oli i aigua. Indicar amb quins líquids, hi ha un canvi de color més considerable.

-Pot afirmar-se que el líquid que entela l'interior del vas quan s'apaga l'espelma és aigua?

-.--.-.-.-

Nota 1 .- Els papers impregnats de clorur de cobalt, que serveixen per a la determinació de quantitats molts petites d'aigua, es poden preparar de la manera següent:

Es dissol 1 gr. de clorur de cobalt (II), en uns 10 cm³ d'aigua. Es submergeixen dins la dissolució trossos de paper de filtre, els quals, després que estiguin ben amarats, es deixen escorrer i assecar al sol durant 1 o 2 dies. Un cop siguin ben secs, s'escalfen moderadament amb una bombeta o amb una planxa que no sigui de vapor, fins que hagin agafat un color ben blau.

Les sals de cobalt tenen la propietat de canviar marcadament de color rosa a blau en assecar-se, i viceversa, quan agafen humitat, a causa d'un procés reversible d'hidratació de la sal.

Nota 2 .- Preparació de sulfat de coure anhidre. Es parteix de sulfat de coure (II) hidratat, el qual pot obtenir-se a molt bon preu, si es compra a la menuda en qualsevol drogueria. Es trituren uns quants cristalls en un morter fins quedar ben pulveritzats, escalfant a continuació en una càpsula o un recipient de llauna la substància, fins que el seu color hagi passat de blau a blanc, completament. El sulfat de coure anhidre així obtingut es pot conservar en petits recipients amb tanca hermètica. Quan la substància s'humiteja: o es mulla, torna a agafar color blau, a causa de l'hidratació del compost.

- Aquesta aigua, només es forma al final, quan l'espelma s'ha apagat, o durant tot el procés?.
- Si es forma durant tot el procés, per què només s'observa quan s'apaga l'espelma?
- Per què desapareix al cap d'una estona d'haver-se apagat l'espelma?
- Per què l'aigua ha aparegut a les parets i no al fons del got?.

22.- Posar dins d'un plat transparent, aigua de calç (Vegis NOTA 3) fins a una alçada d'un parell de centímetres. Col·locar al mig del plat una espelma encesa i tapar-la amb un vas transparent, que reposarà invertit sobre el fons del plat. A partir d'aquest moment deixar-ho en repòs total observant que quan l'aigua haurà pujat (Vegi's pag. 55) es va enterbolint el líquid des de la superfície.

23.- Col·locar dins d'un vas una mica d'aigua de calç. Amb ajuda d'un tub, bufar suaument a través de la dissolució. Observar què succeix.

24.- Tirar un raig de sífó o gasosa dins d'una dissolució d'aigua de calç. Anotar què passa.

-Tenint en compte les dues experiències darreres, en les quals el diòxid de carboni expel·lit en la respiració o bé el contingut en les begudes carbòniques provoca l'enterboliment de l'aigua de calç, per formació de carbonat de calci; i el resultat de l'expe
riència 21: Es pot dir que hi ha formació de diòxid de carboni en la combustió d'una espelma?

-Escriure les reaccions que tenen lloc:

-en afegir aigua a l'òxid de calci.

-en passar diòxid de carboni per l'aigua de calç.

-Per què s'ha de tapar hermèticament l'ampolla que conté l'aigua de calç?

-El fet que en la combustió de la cera es formi aigua i diòxid de carboni, quines dades dona respecte a la composició de la cera d'una espelma?

25.-Generador de diòxid de carboni

Una manera molt còmoda i senzilla de generar diòxid de carboni és la següent: Es prepara un tap amb dos forats, que adapti a un erlenmeyer de 250 cm³. En el tap s'hi hauran col·locat, per una banda un tub de seguretat, el qual es farà arribar fins al fons, i per l'altra, un colze de vidre, tal com s'indica a la figura. Es col·locaran dins l'erlenmeyer uns quants trossos de marbre ben triturats i pel tub de seguretat s'afegirà àcid clorhídric diluït (1 volum d'àcid concentrat + 1 volum d'aigua). Es convenient que el tap s'hagi mullat prèviament per evitar pèrdues.

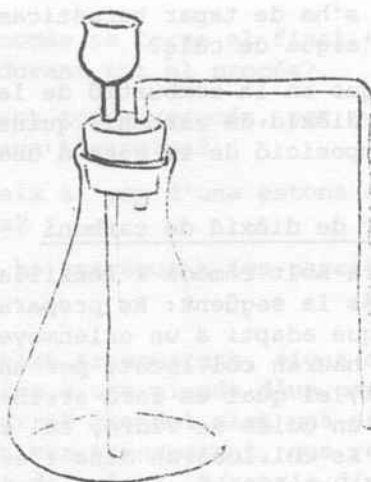
Si no es disposa d'un erlenmeyer, es pot emprar una ampolla de mesures similars, de boca ampla.

Aquest generador és apte per a experiències de producció de diòxid de carboni per emprar-se en estudi de combustions, etc. Si volen estudiar-se les propietats àcid-base del gas, s'ha d'afegir un flascó rentador, ja que sempre hi ha un cert arrossegament d'àcid pel gas.

-.--..--..--.

Nota 3.- L'aigua de calç es prepara de la manera següent: S'aboquen uns 10 gr. d'òxid de calci (calç viva) sobre uns 100 cm³ d'aigua, es remena bé i es filtra, (amb un filtre de plecs).

El líquid del filtrat ha d'ésser completament transparent, sinó s'ha de tornar a filtrar. L'aigua de calç així preparada, s'ha de guardar dins d'ampolles tancades hermèticament.



26.- Encendre una espelma dins d'un vas d'altura 4-5 cm. superior a la de l'espelma. Fer arribar al fons del vas un corrent de diòxid de carboni obtingut amb el generador que s'ha descrit. Explicar perquè s'apaga l'espelma

-Recordar la qüestió de la pàgina 29: Quina creus que és la causa que s'apagui la flama? Que hi ha quelcom que s'esgota dins del recipient i que és imprescindible per a la combustió?. Que apareix quelcom que dificulta la combustió? Les dues coses simultàniament?.

-Per què no és convenient estar tancat en una habitació amb una estufa de butà encesa?.

27.-Posar un objecte metàl·lic ben net (pines, clau...) a l'interior de la flama d'una espelma, observant la flama i l'objecte. Quina es la substància que s'ha dipositat sobre l'objecte? Col·locar un objecte de terrissa o vidre a uns quants centímetres damunt de la flama d'una espelma. Quina substància s'hi diposita?.

28.- Repetir l'experiència anterior, amb un fogonet d'alcohol i una llàntia d'oli en lloc d'una espelma. Quines diferències s'observen respecte de l'espelma?.

-Hi ha alguna relació entre la lluminositat de les flames que s'han estudiat i la major o menor producció de carbó en la flama?.

29.- Encendre un BUNSEN, observant l'aspecte de la flama quan l'entrada d'aire està totalment oberta i quan està totalment tancada. Compara l'aspecte de la flama en els dos casos, amb l'espelma, la llàntia d'oli i el fogó d'alcohol.

-En el cas del BUNSEN, veus alguna relació entre: lluminositat, producció de carbó i proporció d'aire en el gas?.

-Tenint en compte que la fórmula de l'alcohol és C_2H_6O , i que les fórmules de l'oli i la parafina són respectivament $C_{57}H_{104}O_6$ o $C_{29}H_{60}$, (NOTA 4) quina creus que és la causa que la flama de l'alcohol sigui menys lluminosa i no produeixi carbó?

Preveu l'aspecte de les flames de les substàncies següents: aiguarràs ($C_{10}H_{16}$); Tolué (C_7H_8); hexà (C_6H_{14}) acetona (C_3H_6O) èter ($C_4H_{10}O$). Comprova si les teves previsions han estat correctes, encenent unes quantes gotes d'aquestes substàncies, que s'hauran col·locat dins d'un didal metàl·lic.

30.-JOC: La flama que desapareix i reneix

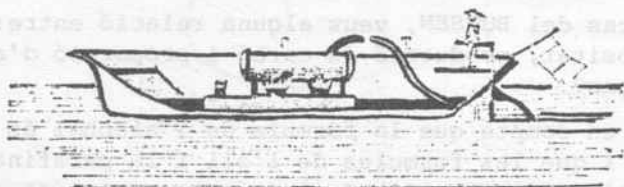
Amb el generador de CO_2 descrit a la pàg. 35, omplir una probeta de 250 cm^3 , tapant-la bé perquè no s'escapi el gas. A partir de l'experiència 16, adaptant a l'ampolla o flascó un tap foradat amb un colze, omplir una altra probeta idèntica amb oxigen, la qual es tancarà també acuradament. Sobre una espelma encesa, s'abocarà tot d'una vegada, (de la manera com es faria si es tractés d'un líquid) la probeta amb el CO_2 , això farà que la

Nota 4.- L'oli i la cera en realitat són barreges de compostos en les quals, el component majoritari té la fórmula que s'ha indicat.

flama s'apagui. Si de seguida es fa el mateix amb la probe ta d'oxigen, la flama reneixerà.

-Explica el fonament del joc i especialment per què s'ha d'abocar l'oxigen de seguida que l'espelma ha estat apagada pel CO_2

-Escriu i iguala les reaccions de combustió de la cera, oli, alcohol, èter, acetona, aigurràs, toluè i hexà. Si es crema 1 gr. de cadascuna d'aquestes substàncies: Quina gastarà més oxigen?



a) Producció d'energia en una reacció de combustió

Després de l'estudi de les substàncies que d'una forma o altra intervenen en la combustió de la cera, cal abordar l'estudi dels aspectes energètics d'una reacció de combustió. En l'etapa d'observació, els alumnes ja s'hauran adonat que hi ha un alliberament d'energia lluminosa i calorífica; en aquest apartat es pretén introduir els alumnes a la mesura de l'energia alliberada i a la transferència i transformació d'aquesta.

La mesura de l'energia alliberada en la combustió de la cera és l'objectiu de l'experiència 31. Si bé el mètode és poc exacte, permet la discussió dels possibles factors d'optimit

zació, així com la seva realització pràctica. Per als alumnes de COU, s'han afegit qüestions relatives al càlcul teòric de calors de reacció, per comparar amb les dades experimentals.

Per a l'estudi de la transferència d'energia i la seva transformació es planteja la construcció d'uns quants jocs de tipus mecànic, molt senzills, i al mateix temps distrets, el més senzill dels quals és el de l'espiral de paper giratòria. El més elaborat, però també més bonic, consisteix en la construcció d'una barqueta moguda per vapor, imitació casolana d'antigues joguines.

L'objecte d'aquests jocs és l'observació de la transferència d'energia de la combustió als gasos que en resulten, els quals en transfereixen al seu torn, i en certa proporció, a l'aire. La menor densitat dels gasos i l'aire calent fa que tinguin un moviment ascensional, el qual pot ésser transferit a una turbina. Globalment hi haurà hagut un canvi d'energia química a tèrmica i d'aquesta a mecànica. En el cas de la barqueta moguda per vapor, la situació és diferent ja que l'energia de l'espelma o si més no una part, és transferida a l'aigua de la "caldera", la qual a través de la vaporització, la transforma en mecànica, degut a l'augment de pressió del vapor, a la seva expansió i a la conservació de la quantitat de moviment.

Experiències i qüestions

31.- Energia de combustió de la cera

Material necessari: -pot de llauna d'uns 200 cm^3
-filferro
-termòmetre
-cartolina
-trespeus de laboratori

El recipient es prepararà de la manera següent: Es foradarà el pot de llauna amb dos forats a la vora superior, pels quals es farà una nansa amb un tros de filferro.

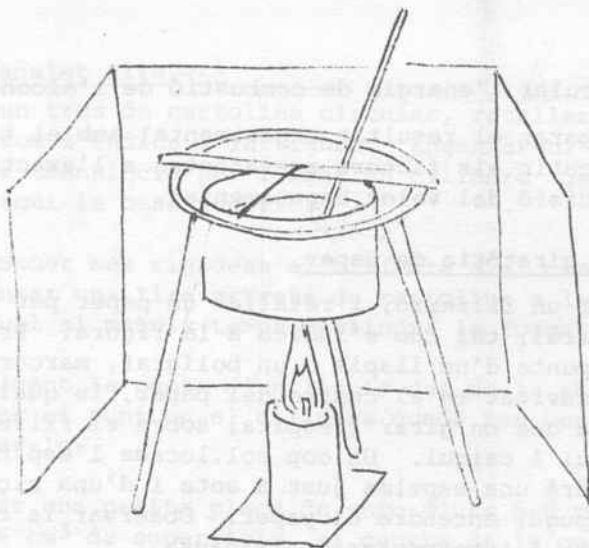
S'omplirà amb uns 150 cm^3 d'aigua, pesada acuradament, i es penjarà per la nansa d'un clau travesser del trespeus.

L'alçada de l'espelma, la qual s'haurà pesat prèviament serà tal que el fons del recipient toqui just a l'extrem de la flama. Amb la cartolina es farà una pantalla per protegir el muntatge dels corrents d'aire. Anotar la temperatura de l'aigua, encendre l'espelma i escalfar durant 10-15 minuts, agitant periòdicament, i amb molta precaució, amb el termòmetre. Anotar de nou al final, la temperatura de l'aigua i la massa de l'espelma.

-tenint en compte que per augmentar en 10°C la T d'un gram d'aigua calen 4.18 jouls , i considerant despreciable la capacitat calorífica del pot, calcular l'energia alliberada en la combustió de l'espelma.

-calcular l'energia alliberada per unitat de massa.

-calcular l'energia alliberada per unitat de massa i de temps.



32.- Energia de combustió de l'alcohol

Repetir l'experiència anterior, emprant un fogonet d'alcohol en lloc d'una espelma, pesant el fogonet abans i després de l'experiència, anotant la massa d'aigua i la seva temperatura abans i després, etc.

-Respondre a les mateixes qüestions que en l'experiència anterior, i a més, calcular l'energia de combustió de l'alcohol, en Jous/mol.

-Tenint en compte les següents dades d'energia d'enllaç:

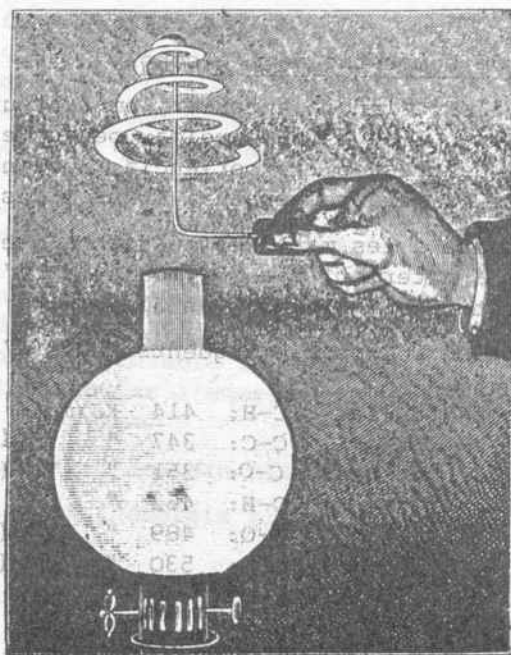
energia d'enllaç	C-H:	414	KJ/mol	
"	C-C:	347	"	" (enllaç senzill)
"	C-O:	351	"	" (enllaç senzill)
"	O-H:	462	"	"
"	O-O:	489	"	" (en l'oxigen)
"	C-O:	530	"	" (en el CO ₂)

Calcular l'energia de combustió de l'alcohol.

-Comparar el resultat experimental amb el teòric.
Discutir els factors que afecten a l'exactitud i precisió del valor experimental.

33.- Espiral giratòria de paper

Doblegar un filferro, i retallar un paper per formar una espiral, tal com s'indica a la figura. Prement amb la punta d'un llapis o un bolígraf, marcar una petita cavitat en el centre del paper, la qual impedirà que en girar l'espiral sobre el filferro, rellisqui i caigui. Un cop col·locada l'espiral s'encendrà una espelma just a sota i d'una alçada tal que no pugui encendre el paper. Observar la rotació del paper i interpretar-ne la causa.



34. El fanalet giratori

Amb un tros de cartolina circular, retallar una hèlice tal com s'indica a la figura. Enganxar-hi a continuació paper translúcid per formar un cilindre del qual l'hèlice sigui la base superior.

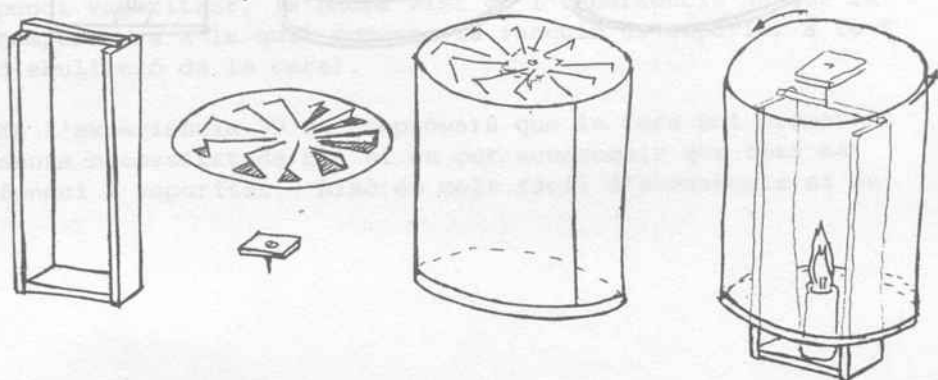
Per donar més rigidesa al cilindre així construït, convé enganxar una tira estreta de cartolina a la vora inferior la qual al mateix temps mantindrà la forma cilíndrica.

Recolzant la punta d'un llapis des de la part inferior buscar el punt on el cilindre queda ben vertical i marcar-lo.

Buscar una petita placa de suro d'uns 5-8 mm d'amplada i 2-4 cm³ de superfície, al centre de la qual, després d'haver-hi fet una petita cavitat, s'hi clavarà un vis. La placa s'enganxarà a l'hèlice de manera que el vis (el qual no haurà de passar de 1,5 cm) quedi sobre el punt d'equilibri del cilindre.

Construir un suport per al cilindre, de la manera que s'indica a la figura: A una fusta que servirà de base, se n'hi clavaràn dues de laterals primes, una mica més llargues que el cilindre. Al capdamunt d'aquestes, s'hi clavarà un petit llistó plà, al mig del qual s'hi farà una petita cavitat on es recolzarà el vis de la base del cilindre.

Observar el moviment de rotació, quan s'encengui una espelma a la base del suport, sota el cilindre.

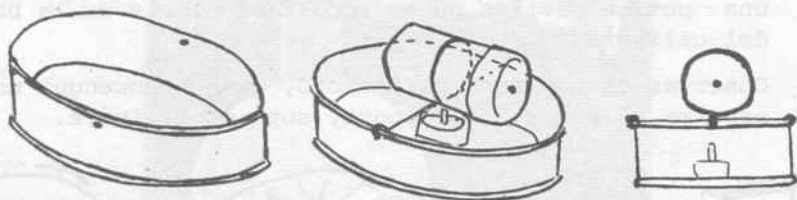


35.- Barqueta impulsada per vapor

Buscar una llauna de conserves, a la qual li falti una de les tapes. Fer dos foradets a la vora superior de la llauna tal com s'indica a la figura. S'haurà de buscar també un tubet metàl·lic amb tap de rosca del tipus, o similar, dels que s'empren per a guardar rodets fotogràfics. Amb un clauet es farà un petit forat al mig del tap.

Amb un tros de filferro subjectat als forats que s'hauran fet a la llauna, s'envoltarà el tub, cargolant-lo de manera que quedi ben fixat en posició horitzontal al mig de la llauna. Just a sota el tub es col·locarà una espelma d'un o dos centímetres de llargada, la qual es fixarà en aquesta posició amb unes quantes gotes de cera fosa.

El tub metàl·lic s'omplirà fins a una tercera part del seu volum amb aigua i a continuació es roscarà bé el tap, col·locant el tub ben fixat pel filferro. La barqueta així construïda es posarà sobre l'aigua, si es possible, en un recipient una mica gran (banyera, safreig, etc.) Encendre l'espelma i esperar que bulli l'aigua de dins del tub. Observar el moviment de la barqueta.



e) *Energia d'activació d'una reacció de combustió*

El concepte d'energia d'activació d'una reacció es deixa sovint de banda en les assignatures de Química del Batxillerat i fins i tot de COU, tot i que és de gran importància en diversos camps, especialment en Química Orgànica

En aquest apartat, enfoquem el concepte des d'un punt de vista molt simple, però molt fàcil d'entendre. Es tracta de veure en primer lloc que, si bé ja hem comprovat que la combustió de la cera o l'alcohol alliberen energia, la reacció no comença sinó es subministra una energia inicial. Així, les experiències 36 i 37 són jocs de mans clàssics, els quals serviran perquè els alumnes comprovin que l'energia provinent d'una reacció química pot activar una altra reacció (a l'igual que el cas evident del llumí). En l'experiència 38 s'intentarà infructuosament encendre una espelma amb una lupa, però cal recordar l'experiència 11 i comprovar com una xispa elèctrica pot inflamar els vapors que es desprenen amb la lupa. D'aquesta manera s'arriba a la conclusió que un aportament d'energia suficient perquè la cera arribi a una determinada temperatura, provoca l'inflamació o inici de la reacció, independentment de l'origen de l'energia.

En aquest punt es bo recordar la primera de les qüestions: Per què no es pot encendre una espelma prescindint del ble? Cal remarcar que ens referim a l'espelma, ja que així es podrà entendre que si es vol encendre l'espelma subministrant energia a la cera en un punt o en una zona petita, la fusió de la cera pròxima absorbeix energia, impedit així que es pugui vaporitzar, (s'haurà vist en l'experiència 38 que la temperatura a la qual comença la reacció és superior a la T d'ebullició de la cera).

En l'experiència 39 es comprovarà que la cera pot cremar sense necessitat de ble si es pot aconseguir que tota es fongui i vaporitzi. Això és molt fàcil d'aconseguir si es

treballa amb poca quantitat de la substància.

A continuació la qüestió: Per què es manté la combustió, un cop s'ha encès l'espelma? pot encarrilar la discussió cap a un altre aspecte interessant. Es veu de seguida que com que hi ha despreniment d'energia en la reacció, una part d'aquesta energia s'allibera i una altra part es "recicla" mantenint l'activació de la reacció. Així, en realitat, cal activar energèticament la reacció durant tot el procés, però nosaltres només hem d'intervenir al principi, ja que un cop iniciada, és la pròpia reacció que subministra l'energia necessària, alliberant l'excedent.

Les experiències 42 a 45 així com les qüestions que s'hi inclouen, fan referència a aquest aspecte, mitjançant la qüestió bàsica: Què passa si s'atura el "reciclatge" d'energia que manté l'activació? Com es pot fer això?. Les experiències mostren com qualsevol factor que prengui prou energia de la flama, és a dir, que la refredi suficientment, farà que l'espelma s'apagui.

Les experiències 40-41 presenten l'aspecte des del punt de vista invers: Si l'energia que subministrem per activar la reacció de combustió de la cera és robada per un altre objecte, sigui perquè és un bon conductor tèrmic o per altres causes, la reacció no comença.

Experiències i qüestions

- 36.- Pulveritzar separatament una petita quantitat de sucre i de clorat potàssic (KClO_3). Separar amb els dits l'extrem del ble d'una espelma i posar-hi una barreja en parts iguals de les dues substàncies. Tancar de nou els fils del ble. Mullar amb àcid sulfúric concentrat l'extrem d'una vareta de vidre amb la qual es tocarà el ble. Observar com s'inflama de seguida.
- 37.- En una capsuleta o un tub d'assaig, que s'haurà netejat cuidadosament, s'hi posarà una petita quantitat de permanganat potàssic (KMnO_4), aproximadament 100 mg. A continuació s'hi posaran unes 5 gotes d'àcid sulfúric concentrat. Amb l'extrem d'una vareta de vidre ben neta es tocarà primer la pasta del permanganat i tot seguit la metxa d'un fogonet d'alcohol. Observar com s'inflama de seguida.
- 38.- Intentar encendre una espelma amb una lupa
- Tenint en compte les experiències anteriors i l'experiència quotidiana explica què tenen en comú els diferents sistemes amb els quals pots encendre una espelma.
 - Per què no s'ha pogut encendre l'espelma amb la lupa?
 - Per què no es pot encendre una espelma sino és pel ble?.
- Repetir l'intent d'encendre l'espelma amb una lupa, però quan es desprenduin vapors abundosament, fer saltar una xispa elèctrica d'un encenedor de cuina, en els vapors a 2 o 3 cm. del ble. Què succeeix?.
- 39.- Agafar un tros petit de cera d'una espelma i col·locarlo dins d'una cullera petita. Escalfar amb una flama la cullera fins que es fongui la cera i surtin vapors. Observar com s'inflamen aquests vapors i s'encén la cera, la qual a partir d'aquest punt, crema sense

necessitat del ble.

-Tenint en compte el resultat de l'experiència anterior, explica perquè en aquest cas s'encén la cera mentre que no és possible encendre una espelma sense ble.

-Tenint en compte totes les experiències que has fet fins ara, creus que l'energia que cal aportar per iniciar la combustió es la mateixa per a totes les substàncies?

-Per què l'alcohol d'un fogonet ha d'estar separat de la flama per evitar que s'inflami tot el fogó, mentre que en el cas de l'espelma no hi ha aquest perill?

-Per què és manté la combustió de la cera un cop s'ha encès l'espelma?

-L'energia que cal aportar per encendre l'espelma només cal al principi o bé durant tot el procés?

-Si cal un mínim d'energia durant tot el procés, d'on ve aquesta energia?

40.-Construir una capsa o un got de paper (Nota 5) tal com s'indica a la figura:

Aguantar-la mitjançant fils lligats a la vora superior i omplir-la amb aigua. Escalfar amb un fogonet d'alcohol fins que bulli l'aigua.

-Explica quina és la causa que no es cremi el paper.

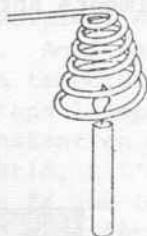


Nota 5. La construcció de capsas, gots, etc. de paper per efectuar l'experiència es pot trobar a:
"Una hoja de Papel" Ed. M.A. Salvatella. Barcelona.
J. Estalella "Ciencia recreativa". Ed. Gustavo Gili.
Barcelona. 7ª ed., p. 457-482.

41.- Embolicar algun objecte metàl·lic, gros i massís (bola de ferro, cap d'un martell, etc) amb un drap vell de cotó, de manera que aquest quedi ben tensat i adherit al metall. Intentar cremar aquesta part ben tensada del mocador, amb un fogonet d'alcohol. (En aquest cas no convé emprar la flama d'una espelma ja que el carbó que produeix ennegriria el mocador).

-Explicar la causa que el mocador no es cremi o que trigui molt més a cremar-se si es compara amb l'experiència que es fa sense objecte metàl·lic.

42.- Cargolar un fil de coure una mica gruixut formant una molla. Envoltar totalment la flama d'una espelma amb la molla. Què passa?



-Per què s'apaga l'espelma?

-Per què una espelma s'apaga amb un corrent d'aire o en bufar?

43.- Mullar-se dos dits i apagar una espelma oprimint el ble entre aquests dos dits.

-Per què s'apaga l'espelma? Per què no et cremes els dits?

44.- Amb l'ajuda d'un comptagotes, tirar dues gotes d'aigua a sobre la cera fosa que hi ha sota el ble, quan està cremant l'espelma.

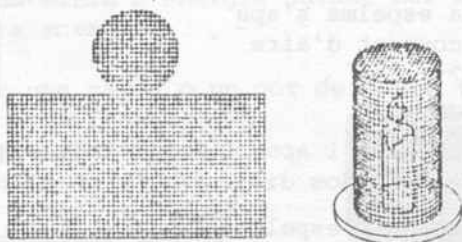
-Quina és la causa que s'apagui l'espelma?

45.- Encendre una espelma i mantenir-la invertida. Què succeeix?

-Interpretar el fenomen.

46.- Llum de Davy

Construir un "llum de Davy" de la manera següent:
Retallar d'acord amb la figura, un tros de malla metàl·lica i construir amb ella un cilindre amb una base. Col·locar un peu de plastilina i al damunt una espelma d'altura inferior a la del cilindre. Encendre l'espelma i tapar-la amb la malla, la part inferior de la qual, s'enganxarà a la plastilina. Projectar un raig de gas d'un Bunsen a través de la malla cap a la flama, procurant no tenir el gas obert gaire estona i que l'experiència es faci en una habitació ben ventilada. Justificar el fet que no s'aconsegueixi encendre el gas, tenint en compte els resultats de tots els experiments anteriors, d'aquesta secció.



4.- Estudi d'algunes lleis dels gasos, aprofitant reaccions de combustió

En aquest apartat s'estudiaran tres experiències ben conegudes relacionades amb les reaccions de combustió. La primera consisteix a fer entrar un ou dur dins d'una ampolla i fer-lo sortir després. La segona, a fer pujar l'aigua per dins d'un got invertit; i la tercera, a mantenir enganxats dos gots.

La primera experiència és interpretada molt fàcilment pels alumnes, en base a la proporcionalitat entre la pressió i la temperatura quan es té un volum constant. Quan s'ha tirat dins de l'ampolla un cotó amb alcohol encès, hi ha un augment de temperatura, però com que el recipient està obert, la pressió a dins és l'atmosfèrica. Aquí es pot remarcar que la pressió no augmenta amb la temperatura perquè el volum no és constant. Quan es tapa l'ampolla amb l'ou dur, la situació és la d'un volum constant en el qual s'acaba l'oxigen necessari per a la combustió, i l'alcohol s'apaga. La disminució de la temperatura fa que la pressió a l'interior disminueixi, i la pressió atmosfèrica empenyi l'ou cap dintre. Si l'ou encara és sencer, el pas següent és suggerir com es pot treure l'ou sencer sense trencar l'ampolla. Una solució consisteix a invertir l'ampolla, procurant que l'ou tapi bé la sortida, amb la qual cosa tindrem de nou constant el volum. Amb l'ajuda d'un trespeus col·locat en la pica, el qual aguantarà l'ampolla cap per avall, s'abocarà aigua calenta sobre el fons de l'ampolla la qual farà augmentar la pressió dins del recipient, sortint l'ou. Si es para de tirar aigua calenta quan a l'ou li falta poc per sortir, en refredar-se l'aire, l'ou reula cap dintre l'ampolla. L'experiència s'efectua molt millor amb un erlenmeyer de 250 cm³, però si no es tingué es pot fer bé amb una ampolla de boca una mica ampla.

La segona experiència presenta més dificultats d'interpretació per als alumnes, sobretot si es fa després de la de l'ou.

La majoria de llibres antics donen una interpretació errònia de l'experiència en donar importància a la variació de pressió amb la temperatura. Aquí s'ha de tenir en compte que quan s'encén l'espelma i mentre crema destapada, no té lloc un escalfament de l'aire que la circunda, ja que aquest puja tot seguit un cop s'escalfa. Així quan es tapa l'espelma amb el got, l'aire que queda a dins no està apreciablement calent; i si bé, la combustió escalfarà l'aire provocant un augment de pressió, en apagar-se l'espelma, la temperatura tornara a ésser la del principi i el nivell de l'aigua el mateix que hi havia. En realitat l'explicació del fenomen es basa en la disminució del nombre de mols de gas tancats en l'interior del got. Si s'escriu la reacció:

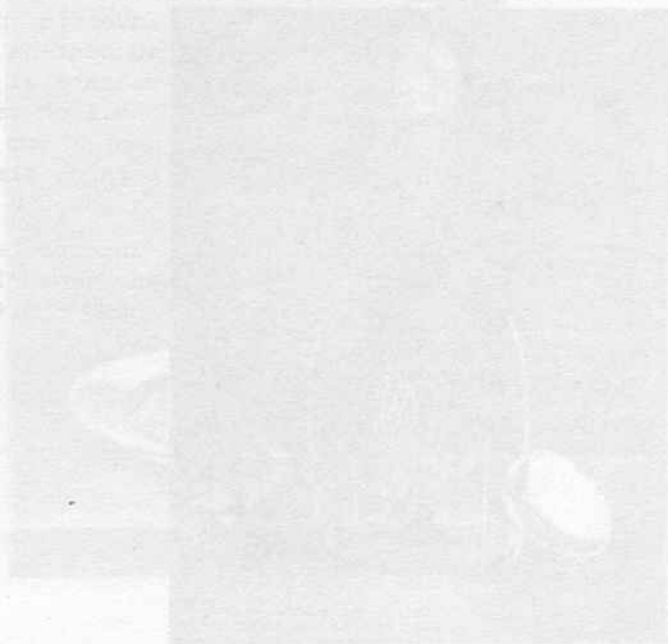


A primera vista no sembla que hi hagi una disminució del nombre de mols de gas fins que es veu que l'aigua formada queda en forma líquida una vegada s'apaga l'espelma. Aquesta disminució del nombre de mols de gas fa disminuir la pressió en l'interior del got, pujant l'aigua cap dintre.

Possiblement la primera qüestió dels alumnes farà referència a que aquest segon fenomen també té lloc en la primera experiència, ja que també hi ha combustió de l'alcohol. Tenint en compte que això és ben cert, s'ha d'aclarir que en l'experiència de l'ou i l'ampolla, hi juguen els dos factors: temperatura i disminució del nombre de mols de gas, mentre que en el cas de l'espelma, l'aigua i el got, només intervé el darrer factor.

La segona experiència permet, considerant algunes simplificacions com són despreciar el volum de l'espelma i la pressió de vapor de l'aigua, i suposant que l'espelma s'apaga quan s'ha consumit tot l'oxigen, efectuar un càlcul de l'altura a la qual pujarà l'aigua dins d'un got de dimensions conegudes. Aquest problema de COU, no té una dificultat excessiva quan un s'adona que quan puja l'aigua, varien simultàniament la pressió i el volum del gas.

La tercera experiència és molt similar a les anteriors, i en ella s'utilitza la disminució de pressió esmentada, per mantenir enganxats dos gots.



Experiències i qüestions

- 47.- Bullir un ou durant 10 minuts al bany maria, per fer un ou dur, i treure-li la closca.

Buscar una ampolla de boca ampla (de diàmetre més petit que el de l'ou) o millor encara, un erlenmeyer de 250 cm³. Mullar amb alcohol un tros petit de cotofluix i amb l'ajuda d'unes pinces llargues, encendre'l i tirar lo dins del recipient, el qual ha d'estar ben sec per que no s'apagui el cotó amb l'alcohol, una vegada hagi caigut a dintre.

Immediatament, es col·locarà l'ou ben dret i encaixat al coll de l'ampolla o erlenmeyer. Observar com s'apaga el cotó i l'ou és aspirat cap dintre.

-Explica el fenomen d'acord amb les lleis del comportament dels gasos.

Si l'ou no s'ha xafat en xocar contra el fons, invertir el recipient, procurant que l'ou quedi encaixat al coll. Subjectar amb un suport o amb un trespeus el recipient

invertit, dins de la pica, abocant-hi aigua ben calenta al fons. Observar com l'ou va sortint lentament i com recula si es para de tirar-hi aigua calenta.

-Interpretar els fenòmens que tenen lloc en aquesta segona part de l'experiència.



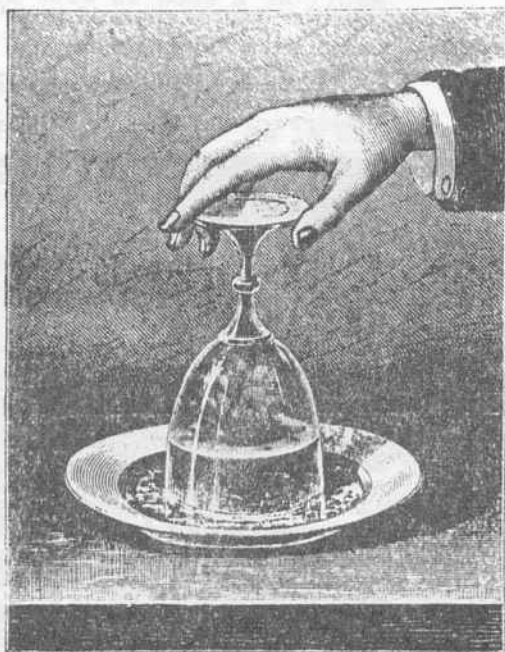
48.- Col·locar aigua en un plat fins a 2-3 cm d'alçada. Posar-hi al mig una espelma, la qual s'encendrà, i tapar amb un got invertit l'espelma, deixant reposar el got sobre el plat. Observar com puja l'aigua per dins del got.

-Compara la situació plantejada en aquesta experiència amb la primera part de l'anterior. És la mateixa l'explicació dels dos fenòmens?

-A més de la disminució de temperatura hi ha algun altre factor que influeixi sobre la pressió?

-Escriu la reacció de combustió de la parafina ($C_{29}H_{60}$), igualant-la per veure si hi ha hagut disminució del nombre de mols de les substàncies en fase gasosa.

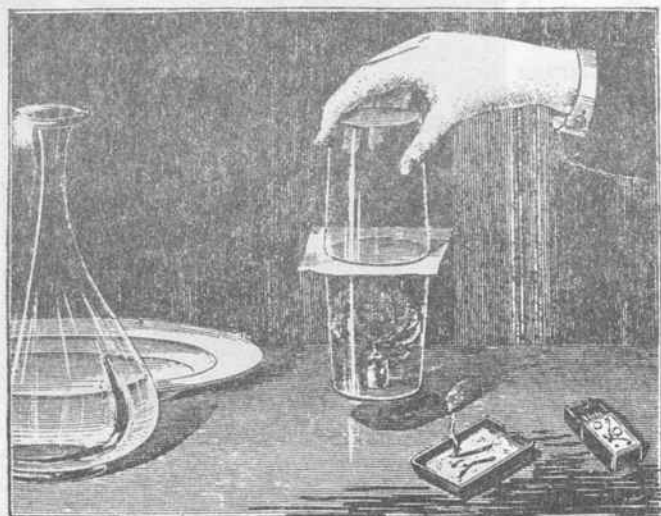
-Interpreta el fet que l'aigua pugi per dins del got quan s'apaga l'espelma.



-Considerar que l'experiència anterior s'efectua amb un got cilíndric de 10 cm. de radi, essent la distància de l'aigua al fons del got, de 15 cm. Suposant que l'espelma s'apaga quan s'ha consumit tot l'oxigen indicar: massa de cera que haurà cremat, pressió dins del vas al final i distància del fons del vas a l'aigua de l'interior, al final. Considerar que la fórmula de la parafina de l'espelma és $C_{29}H_{60}$.

49.-Es busquen dos gots de la mateixa mida que es puguin superposar perfectament per les seves vores. Per una altra banda, s'ha de tenir a punt un tros de paper ben gruixut amarat amb aigua. Aquest paper servirà de junta quan es superposin els dos gots. S'encén una espelma dins d'un dels gots, s'hi posa la junta de paper i es tapa desseguida amb l'altre. Observar com queden adherits els dos gots. Cal tenir en compte que l'experiència no surt bé si no hi ha un ajust perfecte, per això és preferible emprar, en lloc d'un paper, una junta de goma, de la mida adient, de les utilitzades pels lampistes en les connexions dels desquassos.

-Interpreta les observacions efectuades en l'experiència.



5.- Jocs

a) Llums de colors

Es construeixen 5 fogonets d'alcohol ben petits, de manera que la seva capacitat sigui només d'uns quants cm³. En el primer s'afegirà sal comú a l'alcohol (prèviament s'haurà triturat ben fina) remenant una bona estona a fi de dissoldre'n tanta com es pugui. En el segon s'afegirà a l'alcohol una dècima part del seu volum d'una solució saturada de nitrat de plom. Al tercer, 1/10 de solució saturada de sulfat o clorur de coure. Al quart, 1/10 de solució saturada de nitrat o clorur d'estronci, i a l'últim 1/10 de solució saturada de clorat potàssic.

Quan s'encenguin els fogonets, cremaran amb llum groga, blava, verda, vermella i violeta respectivament. Aquests colors, corresponen a cadascun dels cations presents, quan una de les seves sals es posa a la flama.

b) L'espelma comestible

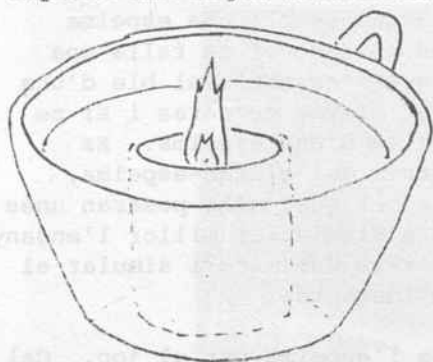
Es prepara una "espelma" de la manera següent: Es talla un plàtan, arrodonint-lo de manera que sembli una espelma de debò. Per una altra banda, amb un ganivet es talla una ametlla per a obtenir una tireta que s'assembli al ble d'una espelma. L'ametlla té un contingut elevat de ceres i si se l'encén, crema amb flama similar a la d'una espelma. Es clava la tireta d'ametlla en l'extrem del plàtan-espelma, col·locant-se en un suport a la base del qual s'hi posaran unes quantes gotes de cera de debò per a dissimular millor l'engany. S'encendrà l'ametlla per a ennegrir-la una mica i simular el ble, però apagant-la al cap d'uns instants.

D'aquesta manera ja està preparada l'espelma per al joc. Cal tenir en compte que els jocs que es basen en algun engany o trampa requereixen que l'auditori no sospiti de cap manera el

que s'anirà a fer ni el desenllaç del joc. Qui el faci pot explicar al públic, que haurà col·locat a una distància prudencial, els avantatges de les espelmes sobre el butà com a medi d'il·luminació, especialment quan es va d'excursió: poc pès, etc. Al mateix temps encendrà l'espelma, tenint en compte que no pot cremar gaire estona. Un cop hagi citat totes les excel·lències de les espelmes, pot dir que com a últim recurs, si s'ha acabat el menjar, un es pot menjar les espelmes. En aquest moment bufarà l'espelma i de sobte se la menjarà, mastegant amb un plaer incomprensible per l'auditori. Es pot completar el joc si "l'artista" es treu de la butxaca unes quantes espelmes, aquestes de debò, i convida a la concurrència a l'àpat.

c) L'espelma que crema sota l'aigua

Per a efectuar aquest joc cal proveir-se d'una espelma ampla i curta. El primer que caldrà fer és clavar alguna peça metàl·lica pesant a l'extrem de l'espelma oposat al del ble, a fi que no suri quan es submergeixi dins l'aigua, de la manera que s'indica a continuació. Es buscarà una tassa dins la qual es col·locarà dreta l'espelma, omplint amb aigua molt acuradament, fins que arribi a 1 o 2

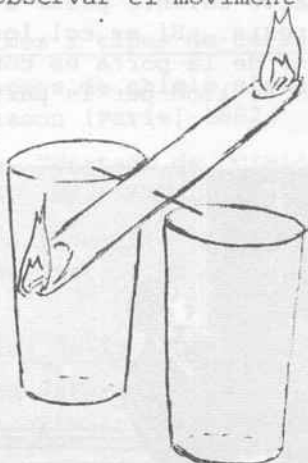


mm. de la vora superior de la cera. Un cop s'encengui, la flama anirà descendint, arribant a cremar per sota el nivell de l'aigua, ja que aquesta actuarà com un refrigerant per a la cera de la part externa, la qual no podrà fondre. Així, es formarà un canalet en l'interior de l'espelma, per on anirà descendint la flama.

d) El "motor tèrmic"

Es busca una espelma de 10-15 cm de llargada i es treu cera de l'extrem oposat al del ble, de manera que quedi

al descobert l'altre extrem d'aquest. Es clava una agulla de cosir calenta al mig de l'espelma, de forma que sobresurti més d'un centímetre per cada costat. Els dos extrems de l'agulla es faran reposar sobre dos gots de manera que l'espelma pugui oscil·lar lliurement. Encendre els dos extrems del ble i observar el moviment de l'espelma.



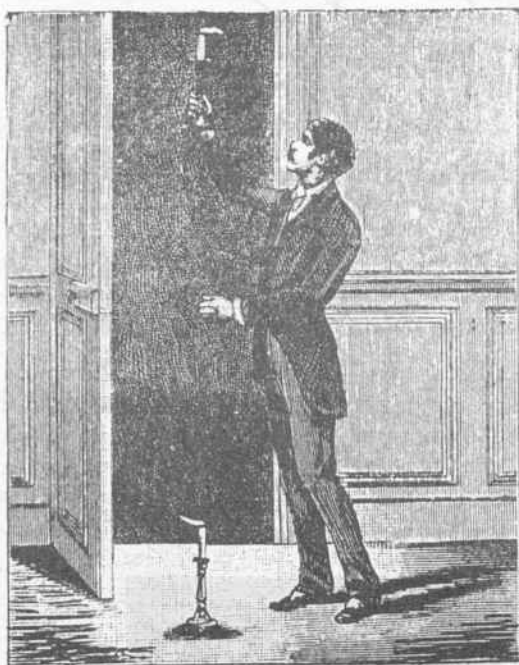
e) Apagar una espelma coblocada darrera d'una ampolla

Si es col·loca una espelma amagada darrera d'una ampolla, es pot apagar bufant des de l'altre costat. Si es col·loca amagada darrera d'una caixa prismàtica de tamany similar al de l'ampolla, no la podrem apagar bufant des de l'altra banda. El joc pot servir per a discutir els moviments dels fluids.



6) Estudi dels corrents d'aire

Una espelma és un estri útil per a veure el sentit del moviment de l'aire entre dues habitacions que estiguin a diferent temperatura. Així, si es col·loca una espelma encesa a prop de l'escletxa superior d'una porta, es veurà com l'aire d'una habitació calenta passa a una freda per la part de dalt de la porta. Si es col·loca l'espelma prop de la part inferior de la porta es comprovarà com el moviment de l'aire fred té lloc per la part més pròxima a terra.



BIBLIOGRAFIA

Fabricació d'espelmes i tipus de ceres:

M.J. Girardin. "Leçons de chimie elementaire" (III) Ed. G. Masson (París) 1882.

C. Torres Gonzalez. "Tratado de Química Orgánica" (I) Cap. 14. Ed. SAETA. Madrid 1958

R. Wagner. "Química industrial y agrícola" (II). Ed. J. Nacente (Barcelona)

Estudi de la Química de la combustió

"Chemical Education Material Study. Química, una ciencia experimental" Ed. Reverté (Barcelona) 1966.

"Chemical Education Material Study. Química, una ciencia experimental" Manual de laboratorio. Ed. Reverté. (Barcelona) 1966.

"La ciencia para todos". Imprenta del Diario de Barcelona 1863.

J. Estalella. "Curso de Química". Ed. G. Gili. (Barcelona) 1921.

J. Kleiber y J. Estalella. "Compendio de Química y Física". Ed. G. Gili (Barcelona)

"Nuevo manual de la UNESCO para la enseñanza de las Ciencias" Ed. Edhasa. (Barcelona) 1978.

"Proyecto Nuffield. Química, colección de Experimentos". Ed. Reverté (1971)

"Proyecto Nuffield. Química, curso modelo fase I y II. Curso Básico". Ed. Reverté (1971)

R.W. Parry; L.E. Steiner; R.L. Tellefsen; P.M. Dietz. Química, fundamentos experimentales". Ed. Reverté (Barcelona) 1973.

J.M. Tedder; A. Nechvatal; A.H. Jubb. "Química Orgánica
(un método mecanicista)" (IV) Ed. Urmo (Bilbao)
1979

E. Vitoria. "Prácticas Químicas". Ed. Tip. Cat. Casals.
(Barcelona)

Jocs relatius a la combustió

J. Estalella. "Ciencia recreativa." Ed. G. Gili (Barcelona)
7a ed. 1973.

L.A. Ford. "Chemical magic". Ed. T.S. Denison and CO. (Min
neapolis) 1959

M. Gardner. "Carnaval matemático". Cap. 14. Alianza
Editorial (Madrid) 1975.

G. Tissandier. "Física sin aparatos". Libreria editorial
de Carlos Bailly-Bailliere. (Madrid).

H. Jurgen Press, "Experimento con la Ciencia", Ed. Adara,
La Coruña, 1976.

Lilien 60th

1000
1000



publicacions
edicions
universitat
de barcelona



disseny : t. jorda