

# XVII OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA 2003 - 2004

**Félix Carrasco**

Catedràtic d'Enginyeria Química de la Universitat de Girona

**Carme González**

Professora Titular d'Enginyeria Química de la Universitat de Barcelona

Els dies 7-10 de maig de 2004 va tenir lloc la XVII edició de l'*Olimpiada Nacional de Química* al Col·legi dels Pares Agustins de Valencia de Don Juan (Lleó). Es fan dues proves: la primera (dissabte tarda) consisteix en la resolució de 4 problemes llargs, i la segona (diumenge matí) en 45 preguntes de resposta múltiple (tipus test) que contenen qüestions teòriques i problemes curts. Els alumnes de batxillerat adscrits a les 7 universitats públiques catalanes van ser acompanyats pels professors Carme González (Universitat de Barcelona) i Félix Carrasco (Universitat de Girona), com ha estat habitual en les últimes edicions. Com que a l'*Olimpiada Química de Catalunya* (fase local) es classifiquen 3 alumnes per universitat, això significa que la delegació catalana està constituïda per 21 estudiants.

Dels 20 alumnes que van assistir a les proves (un no va assistir-hi per motius personals), 10 han obtingut algun tipus de distinció, que detallam a continuació:

Medalla d'or:

- Guillem Escolà. Colegio La Salle.

Medalles de plata (per ordre alfabètic):

- Ferran Castillo. IES Menéndez Pelayo.
- Ainhoa Manterola. Aula Escola Europea.
- Enric Martínez. Aula Escola Europea.

Medalles de bronze (per ordre alfabètic):

- Laia Espinal. Aula Escola Europea.
- María Ibáñez. Aula Escola Europea.
- Eva-Marina Pérez. Col·legi Mare de Déu de les Escoles Pies.
- Xavier Piqué. Colegio La Salle.
- Iain MacLellan Sladden. I.E.S Martí i Franqués.

A continuació, es detallen les característiques principals de la primera prova (durada de 3 hores).

## ALUMNES CLASSIFICATS PER A LA FASE NACIONAL

1. **Bastons Álvarez, Josep M<sup>a</sup>**. Bell-lloc del Pla.
2. **Bofill de Ros, Xavier**. Bell-lloc del Pla.
3. **Castillo Ball.Ilosera, Ferran**. IES Menendez Pelayo.
4. **Cornadó Musté, David**. I.E.S Martí i Franqués.
5. **Escolà Vergè, Guillem**. Colegio La Salle.
6. **Espinal Batalla, Laia**. Aula Escola Europea.
7. **Ferrer Bosch, Maria Teresa**. Col·legi la Vall.
8. **Gomà Estadella, Gerard**. Institució Cultural del CIC.
9. **Guixer Mañé, Bernat**. Institució Cultural del CIC.
10. **Gutiérrez Ariño, Melissa**. Col·legi Sant Josep.
11. **Ibáñez Alonso, María**. Aula Escola Europea.
12. **Manterola Solans, Ainhoa**. Aula Escola Europea.
13. **Martínez Sala, Enric**. Aula Escola Europea.
14. **Megson Whitman, Ben**. Bell-lloc del Pla.
15. **Pérez Bueno, Eva-Marina**. Col·legi Mare de Déu de les Esc. Pies.
16. **Piqué Cosconera, Xavier**. Colegio La Salle.
17. **Rius Rigau, Aleix**. IES Castell D'Estela.
18. **Rosés Subirós, Cristina**. Maristes Girona.
19. **Sladden Sancho, Iain MacLellan**. I.E.S Martí i Franqués.
20. **Tarrado Castellarnau, Miriam**. Institució Cultural del CIC.
21. **Vila Sánchez, Natàlia**. Col·legi la Mercè.

### Problema núm. 1

Aquest problema parla de l'àcid nítric, un dels àcids inorgànics més importants i molt utilitzat a la indústria química per a la fabricació de colorants, explosius, fàrmacs i fer-

tilitzants. Una de les seves sals, el nitrat d'argent, és un reactiu de gran interès en les precipitometries. A més, l'àcid nítric és un agent oxidant potent i permet dissoldre metalls que no es dissolen en àcid clorhídric.



Dues fotos de grup de professors i alumnes participants enguany a l'Olimpiada Nacional de Química.



Aquest exercici és molt complet (i també de llarga resolució) perquè tracta de les principals reaccions en dissolució aquosa: àcid-base, precipitació i oxidació reducció, i es demana respondre als punts següents:

- Calcular el pH d'una dissolució d'àcid nítric de concentració inferior a  $10^{-7}$  M, de manera que s'ha de tenir en compte l'autoionització de l'aigua.
- Calcular el pH de la dissolució que resulta de mesclar dissolucions aquoses d'àcid nítric i de dietilamina (base feble).
- Inferir si es forma precipitat o no en mesclar diferents tipus de dissolucions: àcid nítric i clorur de magnesi; bromur de potassi i nitrat de plata. S'ha de calcular el producte de solubilitat (Q) dels ions un cop mesclats i comparar-lo amb la constant del producte de solubilitat ( $K_{ps}$ ).
- Calcular el potencial d'una pila on la reacció global és la solubilit-

zació de la plata amb àcid nítric. També s'ha d'avaluar el pH al qual la pila no funciona (i. e. estat d'equilibri).

Així doncs, la resolució del problema es basa en els conceptes següents: ajustament de reaccions, càlculs estequiomètrics, reacció de neutralització entre un àcid fort i una base feble, equilibris de solubilitat, equació de Nernst i equilibri redox.

### Problema núm. 2

Es proposa l'electròlisi d'una dissolució aquosa àcida utilitzant elèctrodes de coure. El procés té lloc a una intensitat elèctrica constant durant un cert temps, de manera que l'ànode experimenta una pèrdua de massa determinada.

Es tracta de respondre als punts següents:

- Identificar el gas que s'allibera al càtode i en quina quantitat.

- Estimar el valor de la constant de Faraday i el nombre d'Avogadro a partir de les dades experimentals.
- Ajustar les semireaccions d'oxidació i de reducció, així com la reacció global.
- Justificar l'espontaneïtat del procés.
- Avaluar la força electromotriu d'una pila formada per un elèctrode de coure i un altre d'hidrogen.

Així doncs, la resolució del problema es basa en els conceptes següents: ajustament d'una reacció redox, llei de Faraday, espontaneïtat de la reacció, força electromotriu, constant de Faraday, nombre d'Avogadro, quantitat d'electricitat i intensitat elèctrica.

### Problema núm. 3

Es tracta de la reacció entre un hidrocarbur i el iode en fase gasosa per tal d'obtenir un producte iodat, la densitat del qual és  $x$  vegades la de l'aire. Amb aquestes dades, es demana determinar la fórmula estructural de l'hydrocarbur. Fonamentalment es tracta de demostrar que una relació de densitats és una relació de pesos moleculars (utilitzant la llei dels gasos ideals), de saber quina és la fórmula genèrica d'un alcà. També s'ha de conèixer la reacció d'un hidrocarbur alifàtic i un halogen. Encara que el problema era relativament fàcil i de resolució en un temps curt, els estudiants han manifestat que l'han trobat complicat.

### Problema núm. 4

Es tracta d'una pila de combustible per a la producció d'energia elèctrica. El combustible és una mescla d'hidrazina i de metilhidrazina (substàncies usades en els coets), i l'oxidant és el tetraòxid de dinitrogen.

L'exercici demana respondre als punts següents:

- Ajustar les reaccions de combustió per a cada un dels combustibles.
- Dibuixar les estructures de Lewis dels reactius i dels productes.
- Calcular la variació d'energia de Gibbs estàndard a diferents temperatures.
- Avaluar l'energia elèctrica que es pot obtenir, tenint en compte el rendiment de la transformació d'energia química en energia elèctrica.

Així doncs, la resolució del problema es basa en els conceptes següents: ajustament de reaccions redox relativament complexes, estructures moleculars, equació de Gibbs-Helmholtz, variació de l'entalpia i entropia de reacció amb la temperatura i rendiment de les reaccions químiques (treball útil màxim i treball útil). Segons els correctors, aquest problema no l'ha resolt completament cap estudiant. S'ha de dir que, a part de la dificultat per ajustar les reaccions, l'enunciat podia portar a confusió.

A continuació, es detallen les característiques de les preguntes del test per grups temàtics (durada de 2 hores).

#### Química teòrica

(17,8 % del total de preguntes)

- Longitud d'ona de radiacions electromagnètiques.
- Orbitals atòmics i configuracions electròniques.
- Transicions electròniques.
- Energia cinètica de fotoelectrons.
- Espectre atòmic.
- Hibridació i geometria molecular.
- Estructura atòmica.

#### Enllaç químic (4,5 %)

- Moment dipolar.
- Energia de xarxa cristal·lina.

#### Estequiometria (24,4 %)

- Nombre d'Avogadro.

*Guillem Escolà Vergè, del Col·legi La Salle, obtingué medalla d'or.*



- Fórmules moleculars.
- Explosió de la nitroglicerina.
- Riquesa d'una substància en una mostra.
- Ajustament de reaccions.
- Rendiment d'una reacció.
- Reacció del bicarbonat amb àcid.
- Descomposició tèrmica del clorat de potassi.
- Reactiu limitant.
- Aigua de cristal·lització.

#### Gasos, líquids i sòlids. Canvis d'estat (4,5 %)

- Llei dels gasos ideals.
- Propietats dels sòlids cristal·lins.
- Propietats col·ligatives.

#### Termoquímica (8,9 %)

- Entalpia de combustió i poder calorífic dels combustibles.
- Entalpia estàndard de reacció i entalpies estàndard de formació.
- Energia interna i capacitat calorífica a pressió constant.

#### Equilibri químic (11,1 %)

- Rendiment màxim d'una reacció.
- Equilibri de la conversió de glucosa i fructosa en sacarosa.
- Constant d'equilibri i grau de conversió màxim.
- Equilibri de la mutarrotació de la glucosa.
- Desplaçament de l'equilibri. Principi de Le Chatelier.

#### Reaccions àcid-base (8,9 %)

- pH d'un sabó (palmitat de sodi).
- Constant d'acidesa i constants cinètiques de les reaccions directa i inversa.
- pH isoelèctric d'un aminoàcid (glicina).

#### Reaccions de precipitació (2,2 %)

- Solubilitat i constant del producte de solubilitat. Rentatge de carbonat de calci d'una tetera amb aigua.

#### Electroquímica (13,3 %)

- Potencials estàndard d'elèctrode.
- Electrodeposició.
- Agent oxidant i agent reductor.
- Eliminació de rovell per atac àcid.
- Energia de Gibbs estàndard i potencial estàndard de reacció.
- Caràcter oxidant i configuració electrònica.

#### Cinètica química (4,4 %)

- Període de semireacció.
- Velocitat de destrucció de la capa d'ozó.

És obvi que les proves han cobert un ampli espectre de la Química General, amb un cert equilibri entre els diferents temes que tracta aquesta disciplina, encara que pràcticament la meitat correspon a qüestions relacionades amb la Química teòrica i l'estequiometria. A més, els



Bloc alleugerit d'argila cuita (termoargila) de la fàbrica CERANOR (Torral de los Guzmanes, Lleó).

En el Museu del càntir de Toral de los Guzmanes (Lleó), es troben exposats càntirs de moltes províncies espanyoles.



enunciats han estat molt clars (exceptuant el problema núm. 4) i assequibles per als millors estudiants de secundària.

A part de les activitats purament acadèmiques, l'Organització de l'Olimpiada ens va obsequiar amb activitats socioculturals de gran interès:

- Visita guiada de la fàbrica CERANOR (Torral de los Guzmanes, Lleó). Aquesta empresa fabrica totxos i blocs alleugerits d'argila cuita. Aquests últims normalment s'anomenen *termoargila*. En aquests blocs s'incorporen partícules de poliestirè expandit a l'argila, de manera que quan es fa la cocció, aquesta matèria orgànica es descompon i deixa espais buits, distribuïts de manera uniforme per tot el volum. Aquesta estructura porosa fa que el material tingui propietats d'aïllant tèrmic i acústic. El procés de fabricació dels diferents ma-

terials està constituït de les etapes següents: mòlta de l'argila, extrusió per formar les peces amb una forma determinada, assecament a 90 °C durant un dia i, finalment, cocció fins a 900 °C durant un dia en un forn de 180 m, amb variació gradual de la temperatura. Els blocs obtinguts es col·loquen en palets i són submergits en aigua per tal d'evitar el CaO en excés, que amb el temps crearia fissures en el material.

- Visita al Museu del càntir (Torral de los Guzmanes, Lleó), on es troben exposats càntirs de moltes de les províncies espanyoles. Ens ha cridat especialment l'atenció el caràcter científic d'aquest museu, car està exposat un pòster en el qual es parla de l'*equació del càntir*. Es tracta d'un article publicat al *Chemical Engineering Education* l'any 1995, el qual justifica com es pot mantenir l'aigua freda a l'interior

del càntir, a través de les corresponents equacions de transferència de matèria i de calor. L'estructura porosa del material n'és òbviament responsable. El model matemàtic té en compte l'evaporació d'aigua, així com els tres mecanismes de transmissió de calor: conducció, convecció i radiació.

- Recepció de benvinguda per part de l'alcalde de Valencia de Don Juan en un espai obert, davant del Castell.
- Visita de les caves de Gordonzillo de la Vega (Lleó). Utilitzen varietats de raïm del tipus *Tempranillo*, *Mencia* i *Prieto Picudo*. Els vins són envellits en barriques de roure americà i francès, i estan pendents d'adquirir la denominació d'origen *Tierra de León*.
- Visita guiada de la cova de *Valporquero* (Lleó). Es va formar durant el Pleistocè (era Quaternària), fa més d'un milió d'anys. Els espeleotemes (dipòsits calcaris que es formen a l'interior de cavitats subterrànies per efecte de la precipitació de solucions aquoses), com són les estalactites, les estalagmites i les colades, són impressionants i d'una gran bellesa.
- Visita de la ciutat de Lleó. Els monuments més significatius visitats han estat: 1) La Catedral de Santa Maria (s. XIII), d'estil gòtic i orgull dels lleonesos. 2) La Reial Basílica de Sant Isidor, on conviuen els estils romànic i gòtic. 3) El Palau dels *Guzmanes*, seu de la Diputació provincial. 4) El convent de Sant Marc, lloc de pas del Camí de Santiago, convertit avui en Parador de turisme.

Per finalitzar, volem agrair a les persones i entitats que han organitzat aquesta edició de l'*Olimpiada Nacional de Química* perquè el treball realitzat ha estat excel·lent. 🌐