

XIX OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA 2005 - 2006

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 21-24 d'abril de 2006 va tenir lloc la XIX edició de l'*Olimpíada Nacional de Química* a Vigo (Pontevedra). Més de 130 alumnes de secundària van participar en aquesta edició i van ser albergats a l'Hotel Bahía de Vigo. Es van fer dues proves: la primera (dissabte al matí) va consistir en la resolució de quatre problemes llargs, i la segona (dissabte a la tarda) en 45 preguntes de resposta múltiple (tipus test) que contenien qüestions teòriques i problemes curts. Els alumnes de batxillerat adscrits a les set universitats públiques catalanes van ser acompanyats pels professors Félix Carrasco, de la Universitat de Girona, i Carme González, de la Universitat de Barcelona. Com que a l'*Olimpíada Química de Catalunya* (fase local) es classifiquen tres alumnes per universitat pública, això significa que la delegació catalana va estar constituïda per 21 estudiants.

Dels 21 alumnes, 6 van obtenir algun tipus de medalla, tal com detallem a continuació.

Medalla d'or:

- Viñals Pérez, Marc. IES Palamós.

Medalla de plata:

- Auladell Bernat, Maria. IES Gabriel Ferrater. Reus.

Medalles de bronze (per ordre alfabètic):

- Blasco Mir, Isaac. Escola Infant Jesús. Barcelona.
- Coll Font, José Marcos. Bell-lloc del Pla. Girona.
- Lanza Martínez, Mireia. IES Sant Josep de Calassanç. Barcelona.
- Pérez Madrigal, Anna. Col·legi La Vall. Bellaterra.

ALUMNES CLASSIFICATS PER A LA FASE NACIONAL

1. **Auladell Bernat, Maria.** IES Gabriel Ferrater. Reus.
2. **Blasco Mir, Isaac.** Escola Infant Jesús. Barcelona.
3. **Bonfill Ortí, Monserrat.** Escola Infant Jesús. Barcelona.
4. **Calvo Subirats, Maria.** Escola Sant Gervasi. Mollet del Vallès.
5. **Casals Sandoval, Marc.** IES Menéndez Pelayo. Barcelona.
6. **Coll Font, José Marcos.** Bell-lloc del Pla. Girona.
7. **Coll Pla, Andreu.** Bell-lloc del Pla. Girona.
8. **Cos España, Maria.** Aula. Barcelona.
9. **Fernández Armenteros, Josep Manel.** IES Guindàvols. Lleida.
10. **García Fernández, Daniel.** IES Josep Lluís Sert. Castelldefels.
11. **Gené Miralles, Anna.** IES Manuel de Pedrolo. Tàrraga.
12. **Guisado Alonso, Daniel.** Col·legi Jesús, Maria i Josep. Barcelona.
13. **Lanza Martínez, Mireia.** IES Sant Josep de Calassanç. Barcelona.
14. **Lecina Nicolás, Josep.** Escola Infant Jesús. Barcelona.
15. **Linares Griera, Alba.** Mare de Déu de les Escoles Pies. Barcelona.
16. **Pallas Sanmartín, Alba.** Escola Pare Enric d'Ossó. L'Hospitalet LL.
17. **Pérez Madrigal, Anna.** Col·legi La Vall. Bellaterra.
18. **Reyes Negre, Cristina.** IES Santa Coloma de Farners.
19. **Ripoll Oliveras, Francesc.** Bell-lloc del Pla. Girona.
20. **Santaló Corcoy, Marcel.** Aula. Barcelona.
21. **Viñals Pérez, Marc.** IES Palamós.



El nombre d'alumnes que han rebut medalles (6) es significativament inferior al d'edicions anteriors, que es va situar entre 9 i 10.

Els quatre primers classificats (per ordre decreixent) van ser de Còrdova, Oviedo i dos de Madrid. En conseqüència, la XX Olimpíada Nacional de Química es celebrarà el pròxim any a Còrdova, si les organitzacions d'aquesta província accepten l'encàrrec.

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

Problema núm. 1

Aquest problema parla de la reacció d'hidrogenació del diòxid de carboni per formar aigua i monòxid de carboni ($\Delta H_r = 51,5 \text{ kJ/mol}$). Es tracta d'un equilibri en fase gasosa assolit a una temperatura de $986 \text{ }^\circ\text{C}$.

Es demana respondre als punts següents:

- Explicar la influència que té sobre l'equilibri una disminució de temperatura, un augment del vo-

lum, un augment de la pressió i la presència d'un catalitzador.

- Calcular la constant d'equilibri, K_p , coneixent el nombre inicial de mols dels reactius (mescla equimolar d'1 mol i 1 mol) i el nombre de mols dels productes que es formen a l'equilibri.
- Inferir si el valor de la constant d'equilibri, K_p , seria el mateix a una temperatura inferior.
- Determinar el nombre de mols dels productes que es formen a l'equilibri si la mescla inicial contingués més mols de diòxid de carboni (3 mols en lloc d'1 mol). Donar explicacions qualitatives i quantitatives.
- Representar gràficament el perfil de la reacció (i. e. estat energètic versus coordenada reaccional), tenint en compte que el mecanisme reaccional és del tipus concertat en una sola etapa i coneixent el valor de l'energia d'activació. Demana també avaluar l'energia d'activació de la reacció inversa.

Així doncs, la resolució del problema es basa en els conceptes

següents: aplicació del principi de Le Châtelier sobre el desplaçament de l'equilibri químic, càlculs estequiomètrics, constant d'equilibri, variació de la constant d'equilibri amb la temperatura, influència de la composició inicial de reactius sobre la composició final a l'equilibri, mecanisme reaccional, coordenada reaccional, energia d'activació de la reacció directa i de la reacció inversa.

Problema núm. 2

Es tracta de la dissociació de l'àcid fòrmic i es disposa del valor de la constant d'acidesa.

S'ha de respondre als punts següents:

- Calcular la pK_a .
- Determinar el pH d'una dissolució d'una certa concentració inicial d'àcid.
- Avaluar el pH si la dissolució anterior es dilueix amb una certa quantitat d'aigua.
- Calcular el pH que resulta en fer reaccionar la dissolució d'àcid amb diferents volums de dissolució d'hidroxid de sodi.

Així doncs, la resolució del problema es basa en els conceptes següents: equilibri de dissociació d'un àcid feble, constant d'acidesa i pH, influència de la concentració inicial de l'àcid sobre el pH, reacció de neutralització amb una base forta, càlculs estequiomètrics, hidròlisi d'una sal, i ions àcids, neutres i bàsics.

Problema núm. 3

Es tracta de la descomposició del diazometà en età i nitrogen. Com a dades es disposa de la pressió inicial del diazometà i de la pressió de la mescla gasosa al cap d'un cert temps.

Es demana respondre als punts següents:

- Calcular el grau de descomposició del diazometà.
- Avaluar la constant cinètica de la reacció de descomposició sabent que es tracta d'una reacció de primer ordre.
- Determinar la vida mitjana (i. e. període de semireacció) del diazometà.

Així doncs, la resolució del problema implica el coneixement de la cinètica de reaccions de primer ordre i es basa en els conceptes següents: velocitat de reacció, relació entre pressió parcial i concentració molar (i. e. lleis dels gasos ideals), ajustament de la reacció i càlculs estequiomètrics, constant cinètica, ordre de reacció i període de semireacció.

Problema núm. 4

Aquest problema parla, en una primera part, de l'estructura molecular del benzè, indicant que tots els àtoms de carboni són equivalents (eix de simetria d'ordre 6).

Es tracta de respondre als punts següents:

- Calcular el nombre d'isòmers d'un derivat dihalogenat del benzè i dibuixar les estructures moleculars corresponents.
- Dir si les longituds d'enllaç C–C són totes iguals.
- Indicar a partir de quins orbitals atòmics s'han de construir els orbitals π del benzè.

En la segona part del problema es fa referència a la molècula de propenal, i es donen com a dades les energies dels següents enllaços: C=C, C–C, C=O, C–O, C–H, O–H i H–H.



S'ha de respondre als punts següents:

- Avaluar el nombre de nuclis atòmics que es troben en el mateix pla.
- Indicar la hibridació dels àtoms de carboni i d'oxigen.
- Dir quin compost s'obté quan s'addiciona una molècula d'hidrogen sobre el doble enllaç C=C. Nomenar el compost i dibuixar la seva estructura.

- Dir quin compost s'obté quan s'addiciona una molècula d'hidrogen sobre el doble enllaç C=O. Nomenar el compost i dibuixar la seva estructura.
- Calcular l'entalpia de reacció de les dues reaccions d'hidrogenació precedents utilitzant els valors d'energies d'enllaç.

Així doncs, la resolució del problema es basa en els conceptes següents: isomeria, longitud d'enllaç, orbitals moleculars, ressonàn-



cia en molècules amb dobles enllaços C=C conjugats, estructura molecular, hibridació, reaccions d'hidrogenació (és a dir, addició d'hidrogen sobre dobles enllaços), i energia d'enllaç i entalpia de reacció.

A continuació, es detallen les característiques de les preguntes de la segona prova (tipus test) per grups temàtics (durada de 2,5 hores).

Química teòrica

(17,8 % del total de preguntes)

- Energia transmesa en diferents transicions electròniques de l'àtom d'hidrogen.
- Valor del nombre quàntic m_l per a un electró de l'orbital 3p.
- Longitud d'ona i distància interplanar en una difracció de segon ordre, produïda per raigs X.
- Longitud d'ona i freqüència de diferents ones electromagnètiques.
- Energia de dissociació de molècules homodiatòmiques i diagrames d'orbitals moleculars.

- Geometria molecular de diferents substàncies.
- Energia cinètica mitjana de les molècules de metà i temperatura.
- Geometria molecular, conformació molecular, reactivitat i energia de ressonància de diferents substàncies.

Enllaç químic (11,1 %)

- Longitud de l'aresta de la cel·la unitat del níquel coneixent la seva densitat i sabent en quin sistema cristal·litza.
- Càlcul d'energia de xarxa cristal·lina a partir d'entalpies de reacció.
- Energia de xarxa de diverses substàncies iòniques (clorur de magnesi, clorur de calci i fluorur de magnesi).
- Angle d'enllaç de diferents substàncies.
- Entalpia i entropia de la reacció de polimerització de l'etilè tenint en compte les energies d'enllaç C=C i C-C.

Estequiometria (2,2 %)

- Reactiu limitant en la reacció entre el nitrobenzè i el triètilenglicol per obtenir azobenzè (utilitzat a la indústria dels tints).

Gasos, líquids, sòlids i dissolucions (15,6 %)

- Conversió d'unitats de concentració (percentatge màssic i molaritat d'una dissolució aquosa de metanol).
- Massa d'àcid acètic en un volum determinat de vinagre d'una certa concentració (expressada en percentatge màssic).
- Pressions parcials i pressió total en el procés de síntesi de l'amoniac.
- Equilibri líquid-vapor. Què passa quan disminueix el volum del recipient? (i. e. varia la temperatura, la pressió, la massa de vapor o de líquid?).
- Dissolució ideal de benzè i toluè. Pressions parcials i pressions de vapor (Llei de Raoult).
- Disminució del punt de congelació i concentració d'una dissolució aquosa de clorur de sodi.
- Punt d'ebullició i solubilitat en aigua de diferents compostos.

Termoquímica (8,9 %)

- Bomba calorimètrica. Entalpia molar de reacció per a la neutralització de l'àcid clorhídric i l'amoniac.
- Llei de Hess. Entalpia d'una reacció (la que té lloc en una bateria d'automòbil) a partir d'entalpies d'altres reaccions.
- Calor alliberada en la combustió d'una certa massa de propà i entalpia molar de combustió.

- Entalpia de vaporització i entropia de vaporització de l'aigua.

Equilibri químic (2,2 %)

- Constant d'equilibri i pressió total en un equilibri heterogeni en fase gasosa (descomposició del P_4O_{10} sòlid en P_4 gasós i oxigen gasós).

Reaccions àcid-base (6,7 %)

- Acidesa de dissolucions aquoses de diferent concentració i pH.
- Selecció de l'indicador adequat per a la valoració de l'àcid hipoclorós amb hidròxid de potassi.
- Hidròlisi de sals i pH.

Reaccions de precipitació (4,4 %)

- Variació de la solubilitat del carbonat de calci en aigua quan s'afegeixen diferents reactius (nitrat de sodi, sulfat de sodi, sulfat de calci). Efecte salí, efecte de l'ió comú i influència de la temperatura sobre la solubilitat.
- Expressió matemàtica del producte de solubilitat del fosfat de magnesi.

Reaccions redox (13,3 %)

- Ajustament de la reacció entre l'àcid sulfhídric i el permanganat de potassi en medi àcid amb formació de sofre.
- Ajustament de la reacció entre el clorur i el permanganat en medi àcid amb formació de clorat i l'ió manganès(II).
- Valoració redox d'etanol amb dicromat (per determinar el contingut d'alcohol a la sang).
- Potencial estàndard de reacció a partir dels potencials estàndards de les semireaccions d'oxidació i de reducció.



- Electròlisi de l'aigua. Intensitat elèctrica necessària per formar un cert volum d'oxigen en un temps determinat.
- Potencial de la reacció de corrosió del ferro en medi àcid. Aplicació de l'equació de Nernst.

Cinètica química (4,4 %)

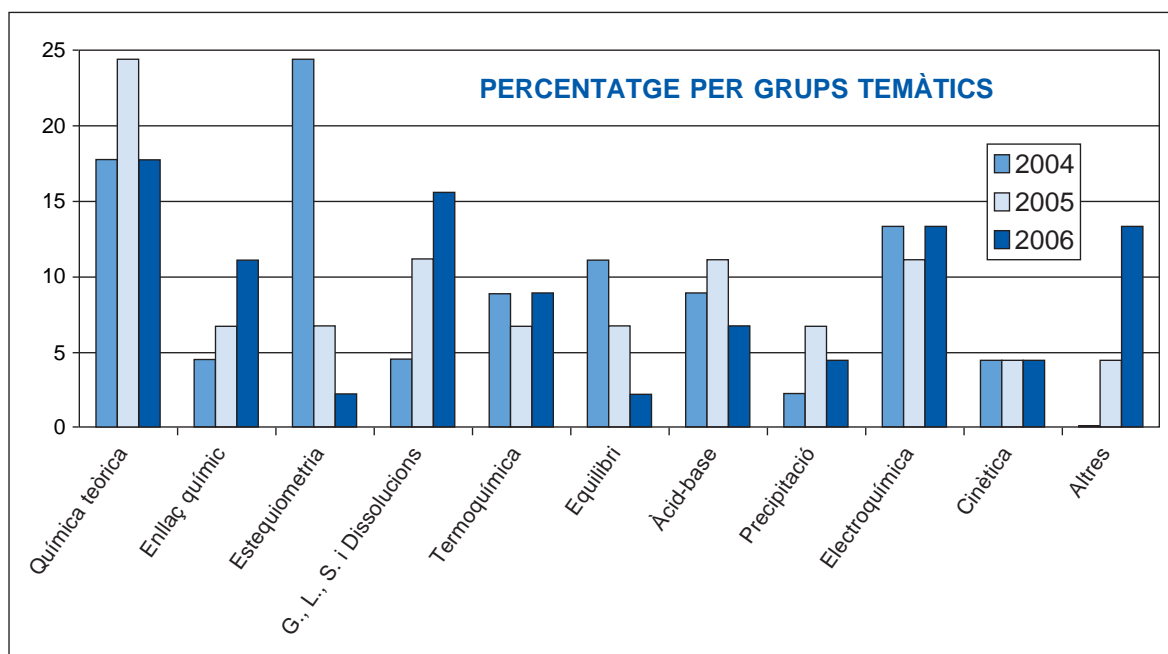
- Període de semireacció i constant cinètica d'una reacció de segon ordre.
- Grau de conversió i temps de reacció per a la descomposició del pentaòxid de dinitrogen en tetraòxid de dinitrogen i oxigen.

Altres (no es poden classificar en una de les categories anteriors) (13,3 %)

- Obtenció d'àcid clorhídric a través de diferents reaccions.
- Nombre de coordinació i nombre d'oxidació de l'ió metàl·lic central en un complex.
- Caràcter reductor, oxidant, bàsic, metàl·lic i afinitat electrònica de diferents substàncies.

- Classificació de la reacció entre el metanol i l'àcid clorhídric amb formació de clorur de metil i aigua (àcid-base, redox, addició, eliminació o substitució).
- Producte de la reacció entre el 2-metil-2-butè i l'àcid clorhídric.
- Nombre d'isòmers i tipus d'isomeria d'un derivat halogenat de l'età.

La figura adjunta compara la ponderació donada a les diferents àrees temàtiques (prova tipus test) de l'Olimpíada en les tres últimes edicions. S'observa que les àrees temàtiques de química teòrica i enllaç químic tenen sempre una ponderació important, sobretot els últims dos anys (de l'ordre del 30 %). La ponderació de l'àrea d'estequiometria ha baixat molt significativament (del 24 % al 2 %), així com la de l'equilibri químic (de l'11 % al 2 %). D'altra banda, l'àrea dels estats d'agregació de la matèria i dissolucions ha augmentat considerablement (del 4 % al 16 %). La resta d'àrees s'han mantingut en ponderacions aproximadament constants.



Comparació de la ponderació de les diferents àrees temàtiques durant l'últim trienni.

Resulta clar que les proves han cobert un ampli espectre de la química general. D'altra banda, els enunciats han estat molt clars i assequibles per als millors alumnes de secundària. L'examen de problemes va ser més fàcil que el d'altres edicions. Els enunciats eren els típics de secundària i no comportaven cap aspecte innovador. En la nostra opinió, aquest examen de problemes no va permetre diferenciar els millors alumnes. Per contra, l'examen tipus test va ser brillant i amb tota seguretat va permetre fer la selecció dels alumnes que han representat a Espanya a l'Olimpíada Internacional, que s'ha celebrat a Corea del Sud. Moltes de les preguntes eren problemes curts, de manera que era pràcticament impossible respondre a totes les preguntes en les 2,5 hores que va durar aquesta prova. D'aquesta manera, no es pot només tenir clars els coneixements sinó també fer els càlculs en el mínim temps possible.

Com a novetat de l'Olimpíada Nacional de Química, es va celebrar una trobada de professors de química amb el títol: *L'ensenyament de*

la química davant del repte europeu. Les ponències presentades van ser les següents:

1. Proposta d'ANQUE (Mario Redondo. Comissió d'ensenyament d'ANQUE).
2. Cap a un nou currículum de química a l'ensenyament secundari (Juan Hernández. Comissió d'ensenyament d'ANQUE).
3. Interfase batxillerat-universitat: cap a la convergència europea (Julio Casado. Universitat de Salamanca).
4. La química a l'ensenyament secundari: situació a Portugal (M. Clara Magalhaes. Universitat d'Aveiro. Portugal).
5. L'ensenyament de la química a Galícia (Luis Fermín Rodríguez Vázquez. Comissió d'ensenyament del Col·legi i Associació de Químics de Galícia).

Com ja s'ha posat de manifest en diferents fòrums, la química està cada cop menys present a l'ense-

nyament secundari. Les assignatures obligatòries són humanístiques i literàries i no científiques, la qual cosa no té cap sentit. Es va comentar que és important que la societat vegi les ciències (i, particularment, la química) no únicament com a matèries a estudiar, sinó també com a cultura necessària per entendre el món en el qual vivim. Des del punt de vista de la recerca científica, l'àmbit de la química és molt actiu a Espanya i ocupa un segon lloc, després de la medicina clínica, en nombre de publicacions. A nivell mundial, Espanya ocupa el 8è lloc en recerca química. Així doncs, la distància entre l'ensenyament de la química i la recerca química és cada cop més gran.

El diumenge, un cop finalitzades les dues proves, alumnes, professors i familiars van dedicar el dia a visitar la ciutat de Santiago de Compostela.

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