L'examen està format per 5 preguntes. La primera pregunta és obligatòria, mentre que a les preguntes 2, 3, 4 i 5 només s'ha de respondre un dels dos apartats proposats. S'avaluarà la coherència, la cohesió i la correcció gramatical, lèxica i ortogràfica, així com la presentació de les respostes.
Es requereix utilitzar bolígraf de tinta blava o negra. Es pot fer servir la taula periòdica adjunta i una calculadora convencional (no programable).
Cada pregunta val 2 punts. Temps disponible: 90 minuts.

Pregunta 1. (2 punts) (obligatòria)

El premi Nobel de Química de l'any 2024 va ser atorgat conjuntament als investigadors David Baker, Demis Hassabis i John M. Jumper pel desenvolupament d'un model basat en intel·ligència artificial que permet predir l'estructura complexa de les proteïnes (figura 1). Un dels aminoàcids essencials presents en l'estructura de les proteïnes dels éssers vius és la fenilalanina (figura 2).

Figura 1. David Baker, Demis Hassabis i John M. Jumper

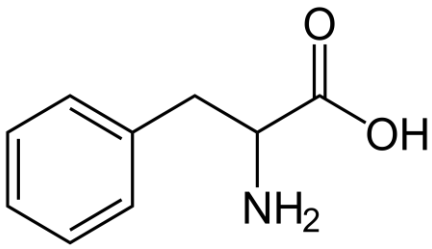


Figura 2. Estructura química de la fenilalanina (o àcid 2-amino-3-fenilpropanoic)

a) A partir de l'estructura química de la fenilalanina (figura 2), determina'n la massa molecular.

b) La fenilalanina pot actuar com un àcid monopròtic del tipus R-COOH amb una $K_a = 5{,}75 \cdot 10^{-10}$. En el cas de tenir una dissolució aquosa 0,1 M de fenilalanina, quin seria el seu pH?

c) Formula els composts següents: (i) toluè o metilbenzè
(ii) ciclohexà

d) Indica el significat del pictograma següent, que apareix a la fitxa de seguretat del toluè.

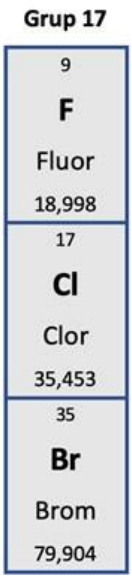
Pregunta 2. Contesta només **un** dels dos apartats: 2A o 2B

2A. (2 punts) Els halògens són els elements del grup 17 de la taula periòdica i es caracteritzen perquè tenen set electrons a la capa de valència.

a) El tetraclorur de carboni (CCl_4) és un dissolvent orgànic apolar. Justifica la geometria i el caràcter apolar d'aquest compost a partir del model de repulsió dels parells d'electrons de la capa de valència (TRPEV).

b) Indica, de manera raonada, quin dels dos enllaços, C—Cl o C—F, presentarà una major longitud.

c) El triclorometà ($CHCl_3$) és líquid a 5 °C, mentre que el tribromometà ($CHBr_3$) és un sòlid a aquesta mateixa temperatura. Com justifiques aquest fet?



2B. (2 punts) Els elements Na, Mg, S i Cl pertanyen al tercer període de la taula periòdica i tenen, respectivament, 1, 2, 6 i 7 electrons a la capa de valència

a) Quin dels quatre elements anteriors presenta l'energia d'ionització més elevada? Justifica la resposta
b) Raona quins seran els ions monoatòmics més estables dels elements Na i S.
c) Formula el compost que previsiblement formarà el Mg amb el Cl i indica el tipus d'enllaç existent en aquest compost.
d) Raona el tipus d'enllaç que s'establirà entre el S i el Cl quan aquests dos composts reaccionin entre si per formar diclorur de sofre (SCl_2). Es tracta d'un compost polar o apolar? Justifica la resposta.

Pregunta 3. Contesta només **un** dels dos apartats: 3A o 3B

3A. (2 punts) El descobriment de l'àcid acètic o àcid etanoic (CH_3COOH) com una substància química va tenir lloc al segle XVIII. El 1782, el químic suec Karl Wilhelm Scheele fou el primer a aïllar i descriure l'àcid acètic en la seva forma líquida.
En un laboratori, es valoren 20 mL d'una dissolució 0,5 M d'àcid acètic amb una dissolució 1,0 M d'hidròxid de potassi (KOH):

a) Calcula el volum de la dissolució de KOH que es necessitarà per assolir el punt d'equivalència.

b) Raona si el valor del pH, en el punt d'equivalència, serà més gran o més petit que 7.
c) Explica, indicant el material necessari i el procediment seguit, com prepararies al laboratori 50 mL d'una dissolució d'àcid acètic 0,04 M a partir de la dissolució 0,5 M de l'enunciat.

3B. (2 punts) El benzè (C_6H_6) és un hidrocarbur perillós, ja que emet vapors tòxics, els quals poden produir càncer. Aquest compost es troba present al fum del tabac.
La reacció de combustió del benzè és la següent:

$$C_6H_6\ (l) + 15/2\ O_2\ (g) \rightarrow 6\ CO_2\ (g) + 3\ H_2O\ (l)$$

a) Calcula l'entalpia estàndard a 298 K de la reacció de combustió del benzè a partir de les dades de la taula 1. Indica si el procés és endotèrmic o exotèrmic.

b) El benzè és un hidrocarbur que es pot vaporitzar en condicions estàndard a 298 K. Calcula l'energia necessària per vaporitzar 1 kg de benzè líquid a partir de les dades de la taula 1.

Taula 1. Entalpies estàndard de formació a 298 K

Substància	H_2O (l)	CO_2 (g)	C_6H_6 (l)	C_6H_6 (g)
ΔH_f° (kJ mol^{-1})	—286	—394	+49	+83

Pregunta 4. Contesta només **un** dels dos apartats: 4A o 4B

4A. (2 punts) Una pila electroquímica és un dispositiu experimental amb el qual es pot generar electricitat mitjançant una reacció química d'oxidació-reducció.
Es construeix una pila amb la notació següent:

$$Cd(s)\ |\ Cd^{2+}(aq, 1M)\ ||\ Cu^{2+}(aq, 1M)\ |\ Cu(s)$$

a) Fes un dibuix del muntatge experimental de la pila.
b) Escriu les reaccions que tenen lloc a l'ànode i al càtode de la pila.
c) Indica, de forma raonada, si aquest procés redox serà espontani.
d) Quines són les funcions del pont salí?

Dades: Potencials estàndard de reducció: $E^o\ (Cd^{2+}/Cd) = -0{,}40$ V;
$E^o\ (Cu^{2+}/Cu) = +0{,}34$ V

4B. (2 punts) Indica si les afirmacions següents són vertaderes o falses. Justifica, per a cada un dels casos, la teva resposta.

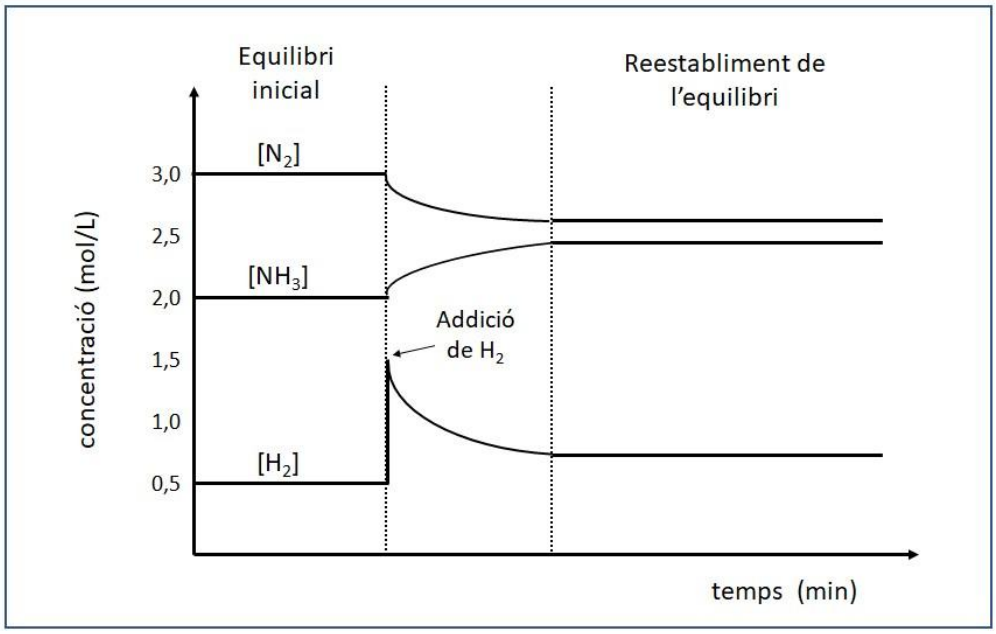
a) La velocitat d'una reacció química es pot expressar en mol L^{-1} s^{-1}.
b) L'energia d'activació d'una reacció química disminueix quan augmenta la temperatura.
c) Quan afegim un catalitzador a una reacció química el valor de l'entalpia de reacció (ΔH) disminueix.
d) La velocitat d'una reacció química depèn de l'estat d'agregació en què es troben els reactius.

Pregunta 5. Contesta només **un** dels dos apartats: 5A o 5B

5A. (2 punts) L'amoníac i les dissolucions aquoses d'aquest gas fan una olor irritant i molt característica que es nota, per exemple, en els productes emprats per netejar vidres. La indústria química fabrica cada dia milers de tones d'amoníac mitjançant la següent reacció química entre el dinitrogen i el dihidrogen:

$$N_2\,(g) + 3\,H_2\,(g) \rightleftarrows 2\,NH_3\,(g) \quad \text{amb } \Delta H < 0$$

Hem realitzat un experiment al laboratori en el qual tenim inicialment els tres composts en equilibri químic dins un recipient. En un temps determinat, hem addicionat dihidrogen al recipient i, mitjançant un conjunt de sensors connectats al sistema, hem mesurat la concentració dels tres composts en funció del temps, a temperatura constant, i hem obtingut el gràfic següent:



a) Calcula la constant d'equilibri en concentracions (K_c) de la reacció d'obtenció d'amoníac, a la temperatura a la qual s'ha efectuat l'estudi.

b) Explica de forma raonada la modificació de la concentració de cadascun dels tres composts després de l'addicció de dihidrogen dins el recipient.
c) És cert que un augment de la temperatura del sistema afavorirà l'obtenció d'amoníac? Justifica la resposta.

5B. (2 punts) Els òxids de nitrogen formen part de la pol·lució de les grans ciutats a causa de la reacció que es produeix en els motors de combustió. Aquests òxids, principalment el diòxid de nitrogen (NO_2) i el tetraòxid de dinitrogen (N_2O_4), són responsables de l'anomenat *boirum* urbà. D'entre aquests composts, el NO_2 és el més irritant per a les vies respiratòries de les persones.
A 298,15 K, el N_2O_4 es descompon i forma NO_2 segons la reacció química següent:

$$N_2O_4\ (g) \rightleftarrows 2\ NO_2\ (g) \quad \text{amb } \Delta H = 59\ kJ\ mol^{-1}$$

En un recipient de 2 L de capacitat es disposa d'una certa quantitat de N_2O_4. El sistema s'escalfa fins a una temperatura de 298,15 K. Una vegada assolit l'equilibri químic, la pressió total dins el recipient és d'1,0 atm i la pressió parcial del N_2O_4 és de 0,7 atm.

a) Calcula el valor de Kp a 298,15 K.
b) Determina el nombre de mols del compost NO_2 en equilibri.
c) Justifica, considerant com afecta la temperatura a l'equilibri de descomposició del N_2O_4, si és previsible que un *boirum* format únicament per una mescla dels gasos NO_2 i N_2O_4 sigui més irritant a l'estiu que a l'hivern.