



CINÈTICA QUÍMICA I QUÍMICA 2N BATX

EXERCICIS

ALBA LÓPEZ VALENZUELA

TRADUCCIÓ: EDUARD CREMADES

1. Escriu l'equació de velocitat de les següents reaccions:

a) $\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) \longrightarrow \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$, si sabem que la reacció és de primer ordre respecte a cada reactiu;

b) $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g})$, si sabem que és de primer ordre respecte al O_2 i de segon ordre respecte al CO .

Solució: a) $v = k[\text{NO}][\text{O}_3]$; b) $v = k[\text{CO}]^2[\text{O}_2]$

2. La reacció: $\text{A} + 2\text{B} \longrightarrow 2\text{C} + \text{D}$ és de primer ordre respecte a cadascun dels reactius.

a) Escriu l'equació de la velocitat.

b) Indica l'ordre total de la reacció.

c) Indica les unitats de la constant de velocitat.

Solució: a) $v = k[\text{A}][\text{B}]$; b) 2; c) $\text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$

3. A una hipotètica reacció química, $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C}$, li correspon la següent equació de velocitat:

$v = k[\text{A}][\text{B}]$. Indica:

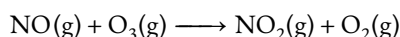
a) L'ordre de la reacció respecte a A.

b) L'ordre total de la reacció.

c) Les unitats de la constant de velocitat.

Solució: a) 1; b) 2; c) $\text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$

4. La destrucció de la capa d'ozó és deguda entre d'altres a la següent reacció:



La velocitat de reacció que s'ha obtingut en tres experiments en els quals s'ha variat les concentracions inicials dels reactius ha estat la següent:

Experiment	$[\text{NO}]_0$ (M)	$[\text{O}_3]_0$ (M)	Velocitat inicial (mol/Ls)
1	1.0×10^{-6}	3.0×10^{-6}	6.6×10^{-5}
2	1.0×10^{-6}	9.0×10^{-6}	1.98×10^{-4}
3	3.0×10^{-6}	9.0×10^{-6}	5.94×10^{-4}

a) Determina els ordres parcials.

b) Determina l'ordre total de la reacció.

c) Determina l'equació de la velocitat.

d) Calcula el valor de la constant de velocitat i les seves unitats.

Solució: a) $\alpha = 1$, $\beta = 1$; b) 2; c) $v = k[\text{NO}][\text{O}_3]$; d) $2.2 \times 10^7 \text{ L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$

5. S'estudia la cinètica de la següent reacció química en fase gasosa, $\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$, i s'obté que, a certa temperatura, mantinguda constant, la velocitat inicial de la reacció depèn de les concentracions com ve il·lustrat a la taula.

Experiment	v ($\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$)	$[\text{NO}]_0$ (mol L^{-1})	$[\text{O}_2]_0$ (mol L^{-1})
1	0.028	0.020	0.010
2	0.056	0.020	0.020
3	0.224	0.040	0.020
4	0.014	0.010	0.020

a) Determina els ordres parcials i l'ordre global de la reacció.

b) Calcula el valor de la constant de velocitat i les seves unitats.

c) Escriu l'equació cinètica.

Solució: a) $\alpha = 2$, $\beta = 1$, O.T. = 3; b) $k = 7000 \text{ L}^2/\text{mol}^2\text{s}$; c) $v = 7000[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$

6. Per a la reacció $A + B \longrightarrow$ Productes, s'han realitzat quatre experiències en les quals es determinen les velocitats inicials de reacció per a diferents concentracions de reactius. Els resultats es mostren a la següent taula:

Experiment	[A] ₀ (mol/L)	[B] ₀ (mol/L)	v (mol/Ls)
1	1.0	0.5	1.2×10^{-3}
2	2.0	1.0	9.6×10^{-3}
3	1.0	1.0	2.4×10^{-3}
4	2.0	0.5	4.8×10^{-3}

- Indica els ordres parcials de la reacció i l'ordre global.
- Escriu l'equació de la velocitat.
- En quines unitats es mesura la constant de velocitat?
- Quant valdria la velocitat de reacció si les concentracions inicials fossin 1.5 mol/L per a A i per a B?

Solució: a) $\alpha = 2, \beta = 1, \text{O.G.} = 3$; b) $v = k[A]^2[B]$; c) $\text{L}^2/\text{mol}^2\text{s}$ d) $8.1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

7. Per a la reacció $A + B \longrightarrow$ Productes, s'han realitzat tres experiències en les quals partint de certes concentracions inicials d'A i B, es van obtenir els valors de velocitat de reacció que s'indiquen a la taula.

Experiment	[A] (mol/L)	[B] (mol/L)	v (mol/L min)
1	0.020	0.010	1.2×10^{-5}
2	0.020	0.020	4.8×10^{-5}
3	0.040	0.010	1.2×10^{-5}

- Ordres parcials respecte a A i B.
- Ordre global de la reacció.
- Equació de la velocitat.
- El valor i les unitats de la constant de velocitat.
- La velocitat de reacció quan les concentracions inicials d'A i B són 0.030 M.

Solució: a) $\alpha = 0, \beta = 2$; b) O.G. = 2; c) $v = k[B]^2$; d) 0.12 L/mol min; e) $1.08 \times 10^{-4} \text{ mol/L min}$

8. Per a una reacció genèrica $A + B \longrightarrow$ Productes, s'han realitzat tres experiments dels quals s'han obtingut aquests valors de velocitat de reacció:

Experiment	[A] (mol/L)	[B] (mol/L)	v (mol/L min)
1	2.00	1.00	2.00×10^{-3}
2	0.50	1.00	0.50×10^{-3}
3	1.00	2.00	4.00×10^{-3}

Indica els ordres parcials respecte a A i a B i l'ordre global de reacció.

Solució: a) $\alpha = 1, \beta = 2, \text{O.G.} = 3$

9. S'ha estudiat una reacció química que obeeix al tipus $aA + bB \longrightarrow$ Productes. Després de diversos assajos es coneix que la velocitat es duplica en duplicar la concentració d'A i es redueix a la quarta part en reduir a la meitat la concentració de B.

- Calcula l'ordre de reacció global.
- Com és la seva equació de velocitat?
- Quant s'ha d'augmentar la concentració d'A per a quadruplicar la velocitat de la reacció?, i la de B per a aconseguir el mateix objectiu?

Solució: a) O.G. = 3; b) $v = k[A][B]^2$; c) 4 cops, 2 cops.

10. La reacció de formació del fosgen (COCl_2) és $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{COCl}_2(\text{g})$ i té l'equació de velocitat: $v = k[\text{CO}][\text{Cl}_2]^2$. Explica com variarà la velocitat de reacció en els següents casos:

- Si es duplica la concentració de clor.
- Si es duplica la concentració de monòxid de carboni.
- Si es duplica la concentració d'ambdós reactius.
- Si es redueix a la meitat la concentració d'ambdós reactius.

Solució: a) $v = 4v_0$; b) $v = 2v_0$; c) $v = 8v_0$; d) $v = \frac{1}{8}v_0$

11. [EBAU, Extremadura 2020] Per a la reacció $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \longrightarrow \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$ es van obtenir els següents resultats:

Experiment	$[\text{A}]_0$ (mol L^{-1})	$[\text{B}]_0$ (mol L^{-1})	v ($\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$)
1	0.7	0.4	0.15
2	1.4	0.4	0.60
3	1.4	0.8	1.20

- Escriu l'expressió de la velocitat indicant l'ordre global de la reacció.
- Calcula el valor i les unitats de la constant de velocitat.

Solució: a) $v = k[\text{A}]^2[\text{B}]$, O.G.=3; b) $0.77 \text{ L}^2/\text{mol}^2 \text{s}$

12. [EBAU, Extremadura 2019] Per a la reacció $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C}$ es van obtenir els següents resultats:

Experiment	$[\text{A}]_0$ (mol L^{-1})	$[\text{B}]_0$ (mol L^{-1})	v ($\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$)
1	0.2	0.2	X
2	0.4	0.2	$2X$
3	0.2	0.4	$4X$

- Calcula l'ordre global de la reacció i escriu l'equació de velocitat.
- Determina el valor i les unitats de la constant de velocitat si $X = (1.5 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{s}^{-1})$.

Solució: a) O.G.=3, $v = k[\text{A}][\text{B}]^2$; b) $0.1875 \text{ L}^2/\text{mol}^2 \text{s}$

13. Per a la reacció $\text{A} + 2\text{B} + \text{C} \longrightarrow \text{D} + 2\text{E}$ es van trobar experimentalment les velocitats en funció de les concentracions dels reactius que es mostren a la taula.

Experiment	$[\text{A}] \text{ M}$	$[\text{B}] \text{ M}$	$[\text{C}] \text{ M}$	v de formació de D (M/min)
I	2.0	2.0	2.0	2.0
II	2.0	1.0	2.0	2.0
III	4.0	4.0	2.0	8.0
IV	2.0	4.0	1.0	1.0

- Troba els ordres parcials de cada reactiu i l'ordre global.
- Escriu l'equació de velocitat.
- ♣ En l'experiment II, quina és la velocitat de formació de E (en M/min)?
- Troba el valor de la constant de velocitat i les seves unitats.

Solució: a) $\alpha = 2, \beta = 0, \gamma = 1$, O.G.=3; b) $v = k[\text{A}]^2[\text{C}]$; c) $v_D = \frac{1}{2}v_E \rightarrow v_E = 4.0$; d) $0.25 \text{ L}^2/\text{mol}^2 \text{min}$

14. [EBAU, Extremadura 2017] L'equació de velocitat d'una reacció química és: $v = k[A]^\alpha$, sent α l'ordre de reacció.

a) Amb les dades següents, determina el valor d' α :

[A] (M)	v (M s ⁻¹)
0.2	1.2×10^{-2}
0.4	4.8×10^{-2}

b) Calcula el valor i les unitats de la constant de velocitat.

Solució: a) $\alpha=2$; b) 0.3 L/mols

15. [EBAU, Extremadura 2018] Per a una reacció entre les substàncies A i B s'han obtingut els següents resultats, a temperatura constant:

[A] (M)	[B] (M)	v (M s ⁻¹)
0.12	0.045	6.5×10^{-4}
0.24	0.090	2.6×10^{-3}
0.72	0.090	7.8×10^{-3}

Considerant que l'equació de velocitat és $v = k[A]^\alpha[B]^\beta$, determina:

a) Els valors d' α i β i indica quin és l'ordre global de la reacció.

b) La constant de velocitat i les seves unitats.

Solució: a) $\alpha = 1, \beta = 1, \text{O.G.}=2$; b) 0.12 L mol⁻¹ s

..... **Equació d'Arrhenius**

Datos: $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

16. Per a la reacció $A(g) \longrightarrow B(g) + C(g)$, se sap que la seva energia d'activació és 140 kJ mol^{-1} , i la seva constant de velocitat val 0.34 s^{-1} , a 300°C . a) Calcula el factor de freqüència i les seves unitats; b) Raona l'ordre de la reacció i calcula la concentració inicial d'A(g) si la velocitat de reacció és $0.68 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

Solució: a) $2 \times 10^{12} \text{ s}^{-1}$; b) ordre 1, 2 M

17. Per a la reacció de formació de l'HI a 400°C a partir d' H_2 i I_2 l'energia d'activació és $197.8 \text{ kJ mol}^{-1}$. Calcula l'augment que experimentarà la velocitat d'aquesta reacció en passar de 400°C a 500°C .

Solució: $v_2 = 100v_1$

18. Calcula l'energia d'activació per a una reacció la velocitat de la qual es quadruplica en passar de 290 K a 312 K.

Solució: $E_a = 47.4 \text{ kJ/mol}$

19. Per a la reacció $2 \text{ NO}_2(g) \longrightarrow 2 \text{ NO}(g) + \text{O}_2(g)$ s'han obtingut les següents dades relatives a la constant de velocitat:

T (K)	k (mol/L) ⁻¹ s ⁻¹
375	1.60
430	7.50

a) Calcula l' E_a .

b) En vista de les unitats de k , indica de quin ordre és la reacció.

Solució: a) $E_a = 37.7 \text{ kJ/mol}$; b) ordre 2

20. [EBAU, Extremadura 2017] Per a una reacció de primer ordre, la constant de velocitat a 100°C es multiplica per deu en incrementar la temperatura en 50°C .

a) Troba el valor de l'energia d'activació de la reacció.

b) Raona les unitats que tindrà la constant de velocitat d'aquesta reacció.

Dades: $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Solució: a) $E_a = 60.4 \text{ kJ/mol}$; b) s⁻¹

21. [EBAU, Extremadura 2020] La constant de velocitat d'una reacció té un valor de 0.25 s^{-1} a 25°C . Sabent que la constant de velocitat es duplica a 35°C , calcula:

- l'energia d'activació (E_a);
- el factor de freqüència (A);
- l'ordre global de la reacció.

Dades: $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Solució: a) $E_a = 52.9 \text{ kJ/mol}$; b) $A = 4.68 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$; c) ordre 1

22. [Grau en Química, UNEX] En la reacció entre $\text{NO}_2(\text{g})$ i $\text{CO}_2(\text{g})$, l'energia d'activació val $27.44 \text{ kcal mol}^{-1}$ i la constant de velocitat a 327°C és $0.385 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Calcula: a) La temperatura a la qual la constant valdrà $16.11 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$; b) el factor de freqüència i c) la constant de velocitat a 373°C .

Solució: a) $T = 443^\circ\text{C}$; b) $A = 3.73 \times 10^9 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$; c) $k = 2 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$

23. [EBAU, Extremadura 2019] A 25°C la constant de velocitat d'una reacció val 0.035 s^{-1} . Aquesta reacció té una energia d'activació de 40.5 kJ mol^{-1} .

- Determina el valor de la constant de velocitat a 75°C .
- Raona quin serà l'ordre de la reacció mitjançant la informació disponible.

Dades: $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Solució: a) $k = 0.37 \text{ s}^{-1}$; b) ordre 1

24. [Grau en Química, UNEX] La velocitat de la hidròlisi del teixit de múscul del peix és el doble a 2.2°C que a -1.1°C . Calcula l'energia d'activació per a aquesta reacció. Tindrà aquest fet alguna relació amb l'emmagatzematge del peix?

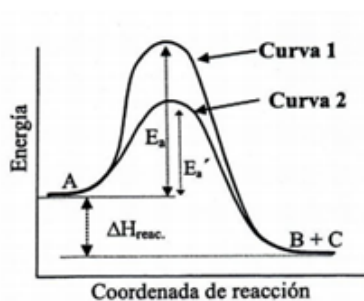
Solució: a) $E_a = 130.7 \text{ kJ/mol}$

..... Diagrames energètics

25. En una determinada reacció del tipus $A + B \longrightarrow \text{Productes}$, l' E_a de la reacció directa és 145 kJ/mol , i la ΔH , 76 kJ/mol . Es tracta d'una reacció exotèrmica o endotèrmica? Quant valdrà l' E_a de la reacció inversa?

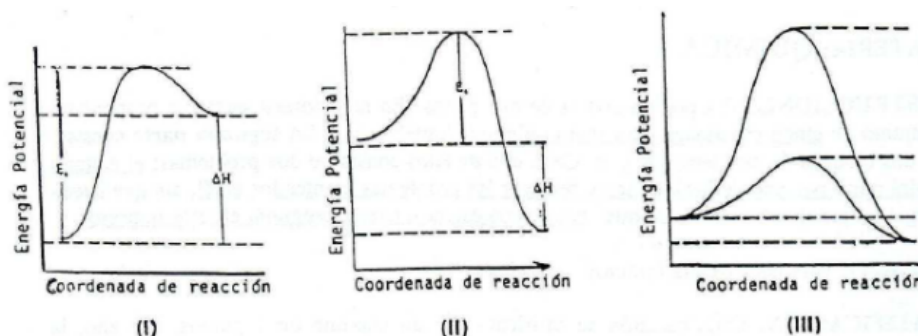
Solució: $E_a' = 69 \text{ kJ/mol}$

26. Què li ocurriria a la velocitat d'una reacció si s'incrementa l'energia d'activació?, i si se n'eleva la temperatura?
27. Considerant el diagrama d'energia que es mostra, per a la reacció $A \longrightarrow B + C$, contesta raonadament a les següents preguntes:
- Quina pot ser la causa de la diferència entre la corba 1 i la 2?
 - Per a quina de les dues corbes la reacció transcorre a major velocitat?
 - Què li ocurrirà a les constants de velocitat de reacció si se n'augmenta la temperatura?
 - La reacció és exotèrmica o endotèrmica?



28. A partir de les gràfiques energia-coordenada de reacció, raona:

- Quines són reaccions exotèrmiques i quines endotèrmiques?
- Respecte a I i II, quina té major energia d'activació i quina major entalpia de reacció.
- A la gràfica III, es representa una corba de reacció sense catalitzar i la corba de la reacció catalitzada. Assenyalat quina és quina, dibuixa les entalpies de reacció sense catalitzar ΔH i catalitzada $\Delta H'$ i les energies d'activació sense catalitzar E_a i catalitzada E'_a .



29. Les següents dades descriuen quatre reaccions químiques del tipus: $A + B \longrightarrow C + D$

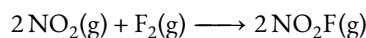
Reacció	E_a (kJ mol^{-1})	ΔG (kJ mol^{-1})	ΔH (kJ mol^{-1})
1	1	-2	0.2
2	0.5	5	-0.8
3	0.7	0.7	0.6
4	1.5	-0.5	-0.3

Es desitja saber:

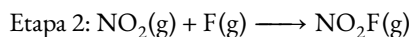
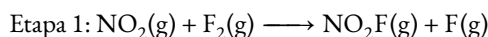
- Quina és la reacció més ràpida?
- Quina o quines d'aquestes reaccions són espontànies?
- Quina o quines són endotèrmiques?
- Quins valors de la taula podrien modificar-se per la presència d'un catalitzador en qualsevol de les situacions anteriors?

..... **Mecanismes de reacció**

30. La següent reacció entre el diòxid de nitrogen i el fluor:



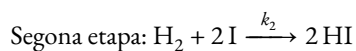
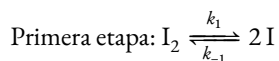
Es porta a terme en dues etapes elementals:



Experimentalment, es va obtenir que l'equació de velocitat del procés és: $v = k[\text{NO}_2][\text{F}_2]$

Quina és l'etapa determinant del procés?

31. ♣ El mecanisme de reacció $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$ transcorre en dues etapes:



Sabent que $k_2 \ll k_1$ y k_{-1} , determina la seva equació cinètica.

Solució: $v = k[\text{H}_2][\text{I}_2]$

Integració de l'equació cinètica

Integració de l'equació cinètica		
$[A] = [A]_0 - kt$	$[A] = [A]_0 \cdot e^{-kt}$	$[A] = \frac{[A]_0}{(1 + [A]_0 kt)}$
Ordre 0	Ordre 1	Ordre 2

32. ♣ La descomposició de la substància A segueix una cinètica de segon ordre, la constant de la qual val $k = 0.82 \text{ mol}^{-1} \text{ L s}^{-1}$. Si $[A]_0 = 0.5 \text{ mol/L}$, obté $[A]$ quan hagin transcorregut 3 s.

Solució: $[A] = 0.224 \text{ mol/L}$

33. ♣ Pel procés $R \longrightarrow S + T$, k val 0.025. Si $[R]_0 = 0.8 \text{ mol/L}$, calcula $[R]$ al cap de 20 s per a les següents cinètiques referides a aquesta substància: a) ordre 0, b) ordre 1, c) ordre 2.

Solució: a) $[A] = 0.3 \text{ mol/L}$; b) $[A] = 0.49 \text{ mol/L}$; c) $[A] = 0.57 \text{ mol/L}$

34. Raona la veracitat de les següents afirmacions:

- Les unitats de la velocitat de reacció depenen de cada tipus de reacció.
- La velocitat de reacció pot mesurar-se en mol/Ls.
- La velocitat de reacció no té unitats.
- La velocitat d'una reacció augmenta amb el temps.
- La constant cinètica, k , té sempre les mateixes unitats, independentment de l'ordre de reacció.
- Que l'ordre parcial d'un reactiu sigui 0 indica que la velocitat no depèn de la concentració d'aquest reactiu.
- Si l'ordre parcial d'un reactiu és negatiu, vol dir que la velocitat és inversament proporcional a la concentració d'aquest reactiu.
- Si una reacció és de segon ordre respecte a un reactiu significa que, si dupliquem la concentració d'aquest reactiu, també es duplica la velocitat de la reacció.
- L'equació de velocitat no pot dependre de 3 o més reactius.
- El complex activat de l'estat de transició té menor energia que els reactius i productes.
- Per a una reacció exotèrmica, l'energia d'activació de la reacció directa és menor que l'energia d'activació de la reacció inversa.
- L'acció d'un catalitzador no influeix en la velocitat de reacció.
- Un inhibidor actua disminuint l'energia d'activació d'un procés.
- Si en una reacció afegim un catalitzador l'entalpia de reacció disminueix.
- Si en una reacció afegim un inhibidor la reacció es fa més espontània.
- Si en una reacció afegim un catalitzador l'energia d'activació augmenta.
- Si afegim un catalitzador podem aconseguir obtenir més quantitat de producte.
- Si en una reacció afegim un catalitzador s'arriba més de pressa a l'equilibri.
- Un catalitzador actua baixant l'entalpia dels productes i fent la reacció més exotèrmica.
- La temperatura no influeix en la velocitat.
- Una reacció a 200 K és més lenta que una a 300 K.
- La pressió només influeix en reaccions en fase gasosa.
- En una reacció en la qual intervenen diverses etapes, l'etapa determinant és la més ràpida.
- Un intermedi de reacció és aquell que apareix en alguna de les etapes, però no en la reacció global.
- En una reacció reversible, les constants k_1 i k_{-1} són idèntiques.
- En un procés reversible, $A \rightleftharpoons B$, i a més a més, endotèrmic, l'energia d'activació del procés directe ($A \longrightarrow B$) és menor que l'energia d'activació del procés invers ($B \longrightarrow A$).