



Problemes de Física i Físicoquímica

als Graus de

Ciència i Tecnologia dels Aliments

Nutrició Humana i Dietètica

Curs 2013/2014

Departament de Físicoquímica

Facultat de Farmàcia

Universitat de Barcelona

Problemes de Física i Fisicoquímica 2012/2013

II. 1. Forces Intermoleculares	1
II. 2. Estat Gasós	1
II. 3. Estats Condensats de la Matèria	3
III. 1. Equilibri de Fases en Sistemes d'un Component	5
III. 2. Dissolucions no Electrolítiques	7
III. 3. Dissolucions d' Electròlits	10
IV. 1. Fenòmens Superficials	12
V. 1. Fenòmens de Transport	14
VI. Cinètica Química	16
Respostes	20

II. 1. Forces Intermoleculars

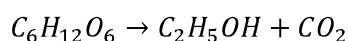
1. Indica quin tipus de forces intermoleculars s'han de vèncer per aconseguir: a) vaporitzar aigua; b) líquar sofre; c) vaporitzar brom.
2. Quins dels següents composts presenten enllaços pont d'hidrogen i quins forces de van der Waals. NH_3 , CH_4 , HF , $\text{CH}_3\text{-COOH}$, H_2S .
3. Explica perquè el Cl_2 bull a $-34\text{ }^\circ\text{C}$ i el Br_2 ho fa a $58\text{ }^\circ\text{C}$.
4. A partir de les dades de la taula, si es formen les molècules AB, AC, AD i BD amb la mateixa distància d'enllaç entre àtoms:

Element	A	B	C	D
Electronegativitat	3,0	2,8	2,5	2,1

- a) Classifica-les en ordre creixent pel seu caràcter covalent. Justifica la resposta.
 - b) Quina serà la molècula més polar, Justifica la resposta.
5. Donades les següents substàncies: Br_2 , NaCl , HBr , BaO , HNO_3 , MgF_2 , indica quines presenten: a) enllaços covalents purs; b) enllaços covalents polars; c) enllaç iònic; d) enllaç covalent no polar.
 6. Les forces de Coulomb habitualment s'anomenen com forces de llarg abast (depenen com a r^{-2}), mentre que les forces de van der Waals s'anomenen de curt abast (depenen com a r^{-7}). a) Suposant que la força només depèn de r , feu el gràfic de F com una funció de r pels valors $r = 1\text{ \AA}$, 2 \AA , 3 \AA , 4 \AA , 5 \AA . b) Segons el gràfic obtingut justifiqueu perquè una solució no electrolítica (sense presència de ions en dissolució) de $0,2\text{ M}$ es comporta idealment, mentre que una solució electrolítica (presència de ions en dissolució) de $0,02\text{ M}$ no ho fa.

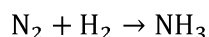
II. 2. Estat Gasós

7. Els productes de fermentació també es poden utilitzar per incrementar el volum del pa, amb el que es fa més suau i saborós. La temperatura de fermentació a 1 atm de pressió és de $36,5\text{ }^\circ\text{C}$. Calcula el volum de CO_2 que es produeix en la fermentació de 1500 g de glucosa. La reacció de fermentació en absència d'oxigen és:



8. Les cerveseries utilitzen el CO_2 , producte de la fermentació, per pressuritzar la cervesa en les ampolles. Cada ampolla té un volum de 300 mL i queda un volum sense ocupar de 23 cm^3 . El gas que queda en l'ampolla conté un 70% de CO_2 , 28% de N_2 i 2% de O_2 . D'altra banda hi ha CO_2 dissolt en la cervesa en un $3,7\%$ en volum. Si la pressió de cada ampolla és de 2 atm i la temperatura de $25\text{ }^\circ\text{C}$, quants grams, en total, de CO_2 s'utilitzen en cada ampolla de cervesa?

9. El fumat és una tècnica utilitzada en la conservació dels aliments degut a la acció secant i bactericida del fum. Un dels components del fum és el formaldehid (CH_2O), que es creu que és cancerigen. Quina és la pressió parcial de 1,2 g de formaldehid que estan continguts en 4,5 L de fum a temperatura i pressió normals de treball?
10. Els animals necessiten nitrogen per fabricar les proteïnes que constitueixen part essencial de les cèl·lules obtenint-lo d'altres animals o directament de les plantes. Les plantes poden introduir el nitrogen inorgànic en les seves proteïnes, però tot i que l'atmosfera està plena de N_2 , aquesta molècula és molt estable i no la poden absorbir directament de l'aire. La transformació de N_2 es produeix gràcies als bacteris i a les algues fixadores de nitrogen segons:



Aquest procés té un rendiment del 61%. Si en una fàbrica utilitzen 300 L de H_2 i 350 L de N_2 diaris, a una temperatura de 500°C i 500 atm de pressió per fabricar l'amoníac, quants cilindres s'ompliran al dia? Els cilindres estan a 25°C , tenen 30 L de capacitat i una pressió de 4 atm.

11. Els fertilitzants químics s'afegeixen per augmentar la qualitat i rendiment de les collites. Les plantes necessiten N, P, K, Ca, S i Mg, a més de CO_2 i aigua. La principal matèria prima per elaborar els fertilitzants nitrogenats és l'amoníac, NH_3 . En un recipient de 2 L, a 25°C es col·loquen 1,5 g de H_2 i 7 g de N_2 . Quina serà la pressió de l'amoníac en el recipient si es considera que es comporta com a gas ideal? Si l'amoníac es comporta com un gas de van der Waals, quant disminueix la pressió en percentatge? (per l'amoníac podeu prendre: $a = 4,17 \text{ atm}\cdot\text{L}^2\cdot\text{mol}^{-2}$ i $b = 0,0371 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$).
12. Calculeu el volum d'1 mol de vapor a 100°C i la pressió d'1 atm, suposant que fos un gas ideal. Trobeu la temperatura a la que el vapor ocuparà el volum calculat a l'anterior apartat si obeeix l'equació de van der Waals amb $a = 0,55 \text{ Pa}\cdot\text{m}^6\cdot\text{mol}^{-2}$ i $b = 30 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$.
13. Utilitzeu l'equació de Van der Waals per a calcular la pressió de 1,50 mol de $\text{SO}_2(\text{g})$ quan està tancat en un volum de (a) 100,0 L, (b) 20,0 L, (c) 5,0 L, (d) 1,0 L, (e) 0,5 L a 298 K. En quina de les condicions anteriors la pressió calculada difereix menys de la calculada amb l'equació dels gasos ideals? Els valors de a i b per al SO_2 són: $a = 6,71 \text{ L}^2 \text{ atm}\cdot\text{mol}^{-2}$ i $b = 0,0546 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.
14. Utilitzeu l'equació de Van der Waals per a calcular la pressió que exerceix 1,00 mol de $\text{Cl}_2(\text{g})$ quan es troba ocupant un volum de 2,00 L a 273 K. Els valors de a i b són: $a = 6,40 \text{ L}^2 \text{ atm}\cdot\text{mol}^{-2}$, $b = 0,0562 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$. Diguen a què es degut principalment la desviació del comportament ideal en aquest cas, a les forces intermoleculares o al volum de les molècules?
15. (**Examen 2012**) L'amoníac gas es comporta com un gas de van der Waals amb valors de $a = 0,4225 \text{ Pa}\cdot\text{m}^6\cdot\text{mol}^{-2}$ i $b = 0,0371 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$. Si 3 mols d'amoníac es troben en un recipient de 10 L a 298 K, determineu matemàticament si la desviació del comportament ideal és degut al volum de les molècules d'amoníac o als xocs entre elles i les parets del recipient.
16. (**Examen 2013**) El diòxid de sofre gasós s'utilitza com a conservant en els vins. La seva funció és inhibir i/o matar els llevats i les bactèries així com per prevenir l'oxidació dels compostos orgànics del vi. La Comunitat Europea permet utilitzar el diòxid de sofre per sota de les 180 ppm. Si en una ampolla de vi tenim $8,44 \times 10^{-5}$ mols de SO_2 en els 30 mL que queden sense omplir de vi dins l'ampolla: determineu si el comportament no

ideal de la pressió d'aquest gas és degut als xocs entre les molècules o al volum finit de les mateixes a una temperatura de 25 °C. Dades: $a_{SO_2} = 6,803 \text{ L}^2 \cdot \text{bar} \cdot \text{mol}^{-2}$; $b_{SO_2} = 5,636 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$).

17. La densitat de l'aigua a 383 K és $0,5678 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$. Determineu el volum molar de l'aigua i el factor de compressibilitat Z .
18. Es fa bombollear una mostra de N_2 a través d'aigua líquida a 25 °C, i després es recull en un volum de 750 cm^3 . La pressió total del gas, que està saturat amb vapor d'aigua, és 740 mm Hg a 25 °C. La pressió de vapor d'aigua a aquesta temperatura és de 24 mm Hg. Quants mols de N_2 hi ha a la mostra? Suposeu comportament ideal.
19. A continuació es donen dades de la densitat d'un gas a 0°C a diferents pressions:

P (atm)	0,5	1,0	1,5	2,0
ρ ($\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$)	0,29123	0,58410	0,87855	1,1747

Calculeu la massa molecular del gas.

20. A continuació es donen dades de la densitat de l'acetilè a 0 °C a diferents pressions:

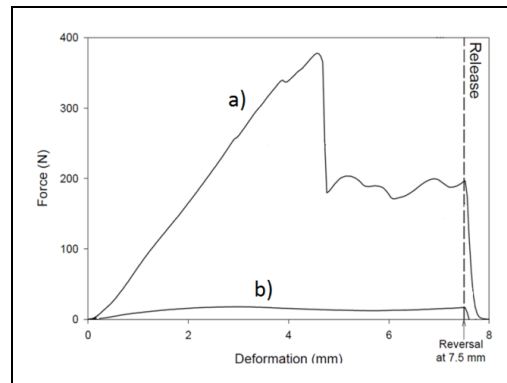
P (atm)	0,25	0,50	0,75	1,0
ρ ($\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$)	0,29123	0,58410	0,87855	1,1747

Calculeu la massa molecular de l'acetilè i la massa atòmica del carboni acceptant per a l'hidrogen el valor de 1,008 per a la seva massa atòmica.

II.3. Estats Condensats de la Matèria

21. Un cabell es trenca quan es sotmès a una tensió de 1,2 N. Quina serà l'àrea de la seva secció transversal si la resistència a la ruptura d'aquest material és $1,96 \times 10^8 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$?
22. L'elastina és una proteïna elàstica que es troba en els vertebrats. El seu mòdul de Young val aproximadament $6 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$. Si estirem una mostra cilíndrica d'elastina d'1 cm de longitud i 0,2 mm de diàmetre sota l'acció d'una càrrega de 5 g, quina serà la seva longitud final?
23. El mòdul de compressibilitat per l'aigua és $2 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$. Calculeu l'augment de pressió necessari per a fer que 1 m^3 d'aigua disminueixi en 10^{-4} m^3 .
24. Un tendó té una longitud de 10 cm i una secció de $0,25 \text{ cm}^2$, amb un mòdul de Young de 1,2 GPa. Si el tendó es lesiona en adquirir una deformació de 1 cm, quina força màxima pot suportar el tendó sense que es lesioni?
25. Una empresa estudia la compressibilitat d'aliments com a control de qualitat. Realitzen mostres cilíndriques de l'aliment (15 mm de diàmetre i 10 mm d'alçada) i mesuren la

deformació de l'aliment en funció de la força aplicada. Un becari ha obtingut el següent gràfic, però no recorda quin gràfic correspon a quin aliment:



a) Si sabem que estaven treballant amb plàtans i pastanagues, quina corba correspon a quin aliment?

b) Calcula el mòdul de Young de cada aliment sabent:

Deformació (mm)	0,25	0,50	1,00	2,00
F_a (N)	21,5	42,1	80,9	164,8
F_b (N)	2,8	5,3	10,9	12,1

26. (Examen 2012) En un control de qualitat de la fermesa d'un aliment es realitza el seguiment de la contracció d'un aliment processat en forma de cilindre, de 10 cm longitud i 4 cm de diàmetre, en funció de la força amb la què es comprimeix, obtenint que es deforma el 10% de la seva longitud inicial quan s'exerceix una força de 3 N. Quin és el mòdul de compressibilitat (de Young) d'aquest aliment?

27. Suposem que la massa de pa duplica la seva alçada (r) un cop cuit, qui augmentarà més el seu volum un pa rodó o una baguet? Demostreu-ho matemàticament.

28. En la presentació d'un aliment d'un volum fix cal recobrir la seva superfície de caviar (la part que toca el plat no cal recobrir-la). Què serà més econòmic, presentar-lo en forma de mitges esferes o de cubs? Demostreu-ho matemàticament.

29. (Examen 2011). El bacteri gram positiu *Propionibacterium freudenreichii* és el responsable dels porus del formatge Emmental degut al CO_2 (gas) provinent de la fermentació del lactat. Si tenim en compte que la taxa metabòlica del bacteri és $2,5 \times 10^4$ molècules de CO_2 per segon i que cada por és degut només a una colònia de bacteris en estat estacionari (10^9 bacteris/colònia i roman constant):

a) Quina serà l'àrea del por que es formarà en un formatge Emmental després de 180 dies de curació si el deixem en una habitació on les condicions són les estàndard? (considerem que la formació del por no modifica el valor de la pressió dins el formatge).

b) A quina pressió es trobaria el CO_2 en el por determinat en l'apartat anterior si es comportés com un gas de van der Waals? ($a_{\text{CO}_2}=0,55 \text{ Pa}\cdot\text{m}^6\cdot\text{mol}^{-2}$ i $b_{\text{CO}_2} = 30 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$).

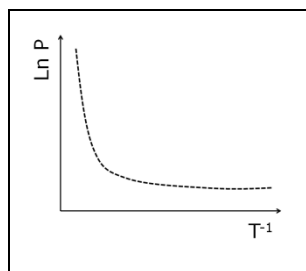
III. 1. Equilibri de fases en sistemes d'un component

30. Un recipient conté, en equilibri, gel i aigua líquida a 0 °C i 1 atm. Cap on es desplaça l'equilibri si, mantenint la temperatura constant, s'augmenta la pressió sobre el sistema gel – aigua ? Raoneu la resposta. .
31. A partir del punt triple de l'aigua, com s'ha de variar la pressió i la temperatura per a que es produeixi el fenomen de la sublimació? Feu un esquema.
32. A quina temperatura es troba el punt triple d'un compost A si la dependència de la pressió de vapor amb la temperatura és:

$$\ln P = 4,692 - (3015,6/T) \text{ pel sòlid}$$

$$\ln P = 2,906 - (1068,6/T) \text{ pel líquid}$$

33. La representació de $\ln P$ (on P és la pressió de vapor a l'equilibri) enfront $1/T$ dona lloc a la representació adjunta entre les temperatures T_1 i T_2 . a) Què es pot dir de l'entalpia de vaporització? b) Indica la zona o zones on es podria aplicar l'equació de Clausius-Clapeyron per tal de calcular l'entalpia de vaporització? Raona les teves respostes.



34. A quina pressió s'ha de sotmetre l'aigua perquè bulli a 95 °C? Calor latent de vaporització de l'aigua és 536 cal·g⁻¹.
35. La pressió de vapor d'un líquid pur de pes molecular 46 es 350,2 mm de Hg a 60 °C i 541,4 mm de Hg a 70 °C. Calculeu a) el punt normal d'ebullició del líquid (T_b^*) i b) l'entropia molar de vaporització en el punt normal d'ebullició.
36. La pressió de vapor del decà es 10 mm de Hg a 55,7 °C i 400 mm de Hg a 150,6 °C. Calculeu: a) la calor molar de vaporització, b) l'entropia molar de vaporització a 100 °C i c) la temperatura normal d'ebullició (T_b^*). Considereu independent de temperatura i pressió.
37. Per a un component Y la pressió de vapor del sòlid i la pressió de vapor del líquid presenten els valors següents:

Fase de Y	Temperatura (K)	P_v (mmHg)
Sòlida	200	25
	250	75
Líquida	300	150
	400	300

Calculeu en cal·mol⁻¹ els calors de a) sublimació, b) vaporització i c) fusió.

38. La pressió de vapor d'un compost A varia amb la temperatura de la manera següent:

T (°C)	50	100	150	200	300
P x 10⁵ (Pa)	1,69	36,4	374	2300	32900

Calculeu $\Delta_{vap}H$ en l'interval de temperatures considerat i, amb el seu valor, calculeu $\Delta_{vap}S$ en el punt normal d'ebullició.

39. La pressió de vapor de l'aigua dins d'una llesca de pa de motlle varia segons la taula següent:

T (°C)	5	15	25	35	45
P (atm)	0,306	0,562	0,989	1,678	2,754

Calculeu l'entalpia molar de vaporització i l'entropia molar en el punt normal d'ebullició.

40. (Examen 2011) La pressió de vapor d'una substància a diferents temperatures varia d'acord amb els valors de la taula següent:

T (°C)	40	50	60	70	80
P x 10⁵ (Pa)	0,485	0,700	0,975	1,325	1,790

Calculeu l'entalpia molar de vaporització i l'entropia molar en el punt normal d'ebullició.

41. (Examen 2012) En la indústria s'utilitza amb molta freqüència el procés de liofilització per tal d'augmentar el temps de conservació de certs aliments. L'aliment es congela amb nitrogen líquid ràpidament, s'introdueix en una cambra de buit permetent sublimar l'aigua de l'aliment sense passar per l'estat líquid, evitant el trencament de proteïnes degut a la formació del gel. Un altra procés també molt utilitzat és l'evaporació de l'aigua escalfant-la, el que fa que es disminueixi la pressió de vapor i marxi de l'aliment. Si la pressió de vapor de l'aigua en un aliment varia segons:

T (°C)	37	47	57	67	77
P (mmHg)	1500	2500	4000	6100	9250

- Determineu l'entalpia molar de vaporització
- La temperatura normal d'ebullició
- L'entropia molar de vaporització
- Si el procés de sublimació presenta un valor de $\Delta_{sublimació}H = 50,94 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, determineu el valor de $\Delta_{fusió}H$.

- 42. (Examen 2013)** En un laboratori d'una empresa catalana han realitzat l'aïllament d'una molècula volàtil procedent d'una planta de l'Amazones. Per tal de poder patentar un compost alimentari que la conté cal que en coneguim el màxim de paràmetres fisicoquímics, com és la calor latent de vaporització. Si es van realitzar experiments on es determinava la pressió de vapor en funció de la temperatura i que es mostren a la taula:

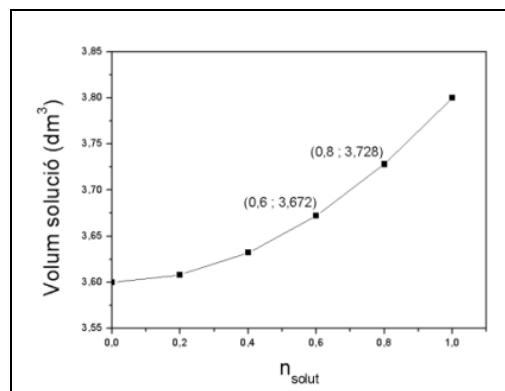
P (mmHg)	390	500	640	800	1000	1240	1500
T (°C)	10	15	20	25	30	35	40

Determineu:

- L'entalpia molar de vaporització.
- L'entropia molar de vaporització en el punt normal d'ebullició.

III. 2. Dissolucions no electrolítiques

- 43.** A 200 mols d'un dissolvent, a temperatura i pressió constant, se li van afegint mols d'un solut donant com a resultat el canvi de volum observat en el gràfic. Determineu el volum molar del dissolvent quan tenim 0,7 mols de solut.



- 44.** Quines proporcions molars d'etanol i aigua s'han de fer servir per obtenir una mescla que contingui el 50% en pes d'etanol? Quin és l'increment de volum produït en afegir 1 cm³ d'etanol a gran quantitat de la mescla? La temperatura es considera constant. ($M_{\text{etanol}} = 46,07 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{aigua}} = 18,02 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; en la mescla considerada: $V_{\text{EtOH}} = 56,0 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$; $V_{\text{H}_2\text{O}} = 17,5 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$; $V_{\text{EtOH}}^* = 58 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$).
- 45.** Els volums molars parcials per a l'aigua i l'etanol en una dissolució de fracció molar $\chi_{\text{EtOH}} = 0,4$ a 20 °C són 17 i 57 cm³·mol⁻¹. Calculeu el canvi de volum experimentat al barrejar suficient quantitat d'etanol amb 2 mols d'aigua per arribar a la concentració final indicada. $V_{\text{H}_2\text{O}}^* = 18,02 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$, $V_{\text{EtOH}}^* = 56,3 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$.
- 46.** Es vol preparar 100 cm³ d'una dissolució i es barreja 30 cm³ d'etanol amb 70 cm³ d'aigua però, amb sorpresa, s'observa que el volum final al que s'arriba no és de 100 cm³. Quins volums d'etanol i aigua s'han de mesclar per tal d'obtenir 100 cm³ d'una mescla amb igual composició que la primera? Dades: $M_{\text{etanol}} = 46,07 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{aigua}} = 18,02 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, $\rho_{\text{EtOH}} = 0,785 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, $V_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$, $V_{\text{EtOH}} = 53,6 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$.
- 47. (Examen 2012).** Calculeu el volum molar ideal del vodka comercial a 40°C tenint en compte que la graduació és de 40° d'alcohol (40% en volum). Dades: $\rho_{\text{etanol pur}} = 0,789 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, $\rho_{\text{aigua pura}} = 1,025 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$; $M_{\text{etanol}} = 46,07 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M_{\text{aigua}} = 18,02 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

- 48. (Examen 2011)** Una empresa que comercialitza una famosa beguda refrescant no alcohòlica vol entrar en el mercat de les begudes alcohòliques. Els components de la secció de màrqueting creuen que tindran el màxim mercat si treballen amb una beguda amb un component del 15% (volum/volum) d'alcohol en llaunes de 33 cl. Per minimitzar costos decideixen afegir etanol pur a la beguda que ja tenen al magatzem. Sorprenentment quan els tècnics afegeixen 15 ml d'etanol a 85 ml de la beguda no obtenen 100 ml de la mescla. Ajudeu als tècnics a calcular quant etanol i beguda han d'afegir per obtenir una llauna de la beguda comercial amb una concentració del 15% (volum/volum) d'alcohol.

$$\begin{aligned} \text{Dades: } PM_{\text{beguda}} &= 56 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} & PM_{\text{EtOH}} &= 46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \\ \rho_{\text{beguda}} &= 1,100 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3} & \rho_{\text{EtOH}} &= 0,785 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3} \\ V_{\text{beguda}}^* &= 46,91 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1} & V_{\text{EtOH}}^* &= 53,6 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

- 49.** Les pressions de vapor de benzè i toluè purs a 30 °C són 118,2 i 36,7 mmHg, respectivament. Donat que l'estructura química de les dues substàncies és tan semblant, la mescla es comporta idealment.

- a) Quina composició tindrà un solució líquida que té una pressió de vapor de 80 mmHg a 30°C?
- b) Quina serà la composició del vapor?

- 50.** A 25 °C la pressió de vapor de metanol pur és 96 mmHg i la d'etanol pur és 43,9 mmHg.

- a) Quina serà la pressió de vapor d'una solució al 50% en pes de metanol i etanol?
- b) Quina composició tindrà el vapor?

Pes molecular del metanol: 32 g·mol⁻¹; Pes molecular de l'etanol: 46 g·mol⁻¹

- 51.** La solubilitat de nitrogen pur en aigua a 25 °C és 6,82 10⁻⁴ mol·L⁻¹. Calculeu la concentració de N₂ dissolt en aigua, sabent que la pressió parcial d'aquest gas en aire és 0,785 atm en condicions normals.

- 52.** La pressió de vapor de l'alcohol etílic a 40 °C és 135,3 mmHg. Quina serà la fracció de la glicerina en solució alcohòlica si la solució té, a la mateixa temperatura, una pressió de vapor de 133,5 mmHg? Considereu comportament ideal.

- 53.** Una substància no volàtil addicionada a l'aigua del radiador d'un cotxe disminueix el punt de congelació a l'hivern i augmenta el seu punt d'ebullició a l'estiu. Quant augmenta el punt d'ebullició si el punt de congelació disminueix 20 °C? *Dades de l'aigua* $\Delta_{\text{fus}}H = 1,43 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta_{\text{vap}}H = 9,71 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$.

- 54.** Es dissolen 0,452; 2,067; 2,858; 4,544; 5,643 i 7,674 g d'un sucre en 50,10 g d'aigua i s'observen els següents descens crioscòpics 0,093; 0,432; 0,584; 0,924; 1,144 i 1,547 respectivament. Calculeu la massa molecular dels sucre, sabent que la constant crioscòpica de l'aigua és de 1,86 Kg·K·mol⁻¹.

- 55.** L'aigua és el dissolvent universal en els sistemes biològics. La pressió osmòtica d'un fluid és la pressió que s'ha d'aplicar per evitar el pas d'aigua a través d'una membrana semipermeable que separa el fluid de l'aigua pura. La pressió osmòtica de la majoria

dels fluids humans es manté constant a 6000 mm Hg. A quina molaritat correspon aquesta pressió osmòtica a 37 °C?

56. Considerant que la glucosa i l'aigua formen una dissolució ideal. a) Quina és la pressió de vapor d'equilibri a 20 °C d'una dissolució de 1,00 g de glucosa ($M_{\text{glucosa}} = 180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) en 100 g d'aigua? ($P^*(\text{H}_2\text{O}) = 17,54 \text{ mmHg}$ a 20 °C), b) Quina és la pressió osmòtica en mmHg de la dissolució anterior en front de l'aigua pura?, c) Quina és l'activitat de l'aigua com a dissolvent en aquesta dissolució?, d) Quina és la pressió osmòtica en front de l'aigua pura d'una dissolució que conté 1,00 g de glucosa i 1,00 g de sacarosa ($M_{\text{sacarosa}} = 342 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) en 100 g d'aigua a 20 °C?

57. Per a solucions reals diluïdes s'utilitza la fórmula semiempírica:

$$\frac{\pi}{C} = \frac{RT}{M} + bC$$

per a determinar les masses molars de soluts, on C és la concentració expressada en $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ i b es coneix com la constant d'interacció. Determineu la massa molar de la sacarosa, a partir de les dades següents a 20 °C.

C (g·dm⁻³)	103,8	50,9	40,6	30,3	20,1	9,6
π (bar)	8,25	3,82	3,01	2,22	1,46	0,69

58. Per determinar la massa molecular d'un enzim es van preparar dissolucions en aigua de diferents concentracions i es va determinar la pressió osmòtica de cadascuna d'elles a 20 °C, els resultats es donen a la taula següent:

C (g·cm⁻³)	3,221	4,618	5,112	6,722
h (cm)	5,746	8,238	9,119	11,990

Determineu la massa molecular de l'enzim. (Recordeu que $\pi = \rho\cdot g\cdot h$). *Considereu $\rho_{\text{dissolució}} = \rho_{\text{H}_2\text{O}}$.*

59. Determineu la massa molar d'un compost a partir de les dades següents a 20 °C.

C (g x 10⁻² cm⁻³)	103,8	77,1	50,9	25,2
π (bar)	0,86	0,58	0,34	0,13

60. Utilitzeu els següents valors per determinar la massa molecular de la glucosa a 25 °C:

C_{glucosa} (g·dm⁻³)	18,1	93,1	193,0
π (bar)	2,42	12,40	25,7

61. (**Examen 2011**). Un laboratori d'investigació de la UB ha pogut aïllar una molècula d'una planta de la que no coneixen gairebé res, però sí que saben que ajuda a reduir el

colesterol en sang. Per poder determinar la massa molecular d'aquesta molècula un investigador ha realitzat una sèries d'experiments. Aquest experiments consisteixen en encapsular la molècula en una membrana permeable només a l'aigua i s'observa que apareix una pressió osmòtica, a 25 °C, segons les dades següents:

C (mg/25 cm³)	8,10	12,31	15,00	18,17	28,05
π (10⁻³ bar)	0,16	1,81	2,86	4,10	7,80

- a) Ajudeu a l'investigador a determinar la massa molecular de la molècula.
 b) Considerant que es compleix la relació lineal anterior per qualsevol concentració, determineu la concentració màxima d'aquesta molècula dins de la càpsula si sabem que la membrana aguanta una pressió osmòtica de $8,5 \times 10^{-3}$ bar.

62. (Examen 2012) El licopè (E-160d) és un antioxidant provinent de certs vegetals i que s'utilitza com a colorant alimentari. La seva estructura fa que tingui propietats lipòfiles i per tant s'ha de dissoldre en dissolvents polars com pot ser l'etanol.

Un laboratori vol estudiar l'efecte que exerceix el licopè, a 25°C, en les membranes dels vegetals que el contenen obtenint la taula següent:

C (kg·m⁻³)	0,1	0,3	0,9	1,5	2	5
π (Pa)	661	3199	20541	52474	90230	529550

- a) Quina és la massa molecular del licopè?
 b) Si sabem que la concentració màxima de licopè que suporten algunes membranes dels vegetals és de $2,12 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, quina és la pressió osmòtica màxima que suporten aquestes membranes?
- 63.** S'ha preparat una dissolució amb un mol de glucosa i 1 Kg d'aigua. La pressió de vapor de la dissolució val 17,23 torr a 20 °C. A la mateixa temperatura la pressió de l'aigua és de 17,54 torr. Calculeu el coeficient d'activitat (γ) de l'aigua d'aquesta dissolució.
- 64.** A 37 °C la pressió de vapor d'una dissolució del 60% (pes/pes) de glicerina en aigua és de 33 mmHg. Si la pressió de vapor de l'aigua a aquesta temperatura és de 47,1 mmHg, calculeu l'activitat i el coeficient d'activitat de l'aigua en aquesta dissolució. Considereu menyspreable la pressió de vapor de la glicerina. ($PM_{\text{aigua}} = 18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $PM_{\text{glicerina}} = 92 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$).
- 65.** A 35 °C la pressió de vapor del cloroform és de 295,1 torr i la de l'etanol és de 108,2 torr. Una dissolució d'aquests dos líquids (0,200 de fracció molar d'etanol) té una pressió de vapor de 304,2 torr. La fracció molar d'etanol en la fase vapor és de 0,138. Calculeu els coeficients d'activitat dels components de la dissolució.
- 66.** Una dissolució de benzè i toluè a 120 °C presenta una pressió de vapor de 1,68 atm. Les pressions de vapor del benzè i del toluè purs són 2,98 atm i 1,34 atm,

respectivament. Calculeu les activitats i els coeficients d'activitat de les dues espècies sabent que la fracció molar de benzè en el líquid és de 0,262 i de 0,363 en el vapor.

III. 3. Dissolucions d' electròlits

67. Calculeu la molalitat iònica mitja d'una dissolució de Na_3PO_4 de 0,01 m.
68. Calculeu la molalitat iònica mitja i la força iònica d'una dissolució 0,05 m de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.
69. Calculeu la força iònica de cada una de les següents dissolucions de concentració 0,001 m: a) HCl , b) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ i $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
70. Una dissolució aquosa de NaCl té una força iònica de 0,315 m. Calculeu la concentració d'una dissolució aquosa de K_2SO_4 que tingui la mateixa força iònica.
71. Quina quantitat de NaCl cal afegir a 250 gr d'una dissolució aquosa de K_2SO_4 0,01 m de tal manera que la força iònica sigui la mateixa que la d'una dissolució aquosa de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ de 0,01m ? ($PM_{\text{K}_2\text{SO}_4} = 174 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$).
72. Un estudi de begudes isotòniques comercials va obtenir els següents resultats:

MARCA	ISOSTAR	UP GRADE	POWERADE	AQUARIUS	GATORADE	NUTRI SPORT	SANTIVERI
Precio (euros/litro)	2,38	1,20	2,10	1,26	2,06	3,22	5,75
Etiquetado	Incorrecto	Correcto	Correcto	Correcto	Incorrecto	Incorrecto	Correcto
Azúcar							
Fructosa (%)	0,4	0,5	1,1	1,3	1,2	2,8	7,1
Glucosa (%)	0,4	0,5	1,1	1,3	1,6	1,5	0,3
Sacarosa (%)	4,3	4,7	4,3	3,5	2,2	No contiene	0,3
Maltosa (%)	1,0	No contiene	No contiene	No contiene	0,6	0,5	No contiene
Total azúcares (carbohidratos sencillos)(%)	6,1	5,7	6,5	6,1	5,06	4,8	7,7
Minerales							
Sodio (mg/100 ml)	70,8	23,9	52,5	23,2	51,1	37,2	37,7
Potasio (mg/100 ml)	18,4	7,5	5,6	2,1	15,8	30,1	32,2
Magnesio (mg/100 ml) (%CDR)	12,7 (4,2%)	2,1 (0,7%)	2,1 (0,7%)	0,3 (0,1%)	5,3 (1,8%)	3,4 (1,1%)	6,8 (2,3%)
Calcio (mg/100 ml) (%CDR)	31,2 (3,9%)	7,2 (0,9%)	3,2 (0,4%)	2,2 (0,3%)	0,7 (0,1%)	10,8 (1,4%)	12,4 (1,6%)
Cloruros (mg/100 ml)	43,8	30,3	6,4	25,7	46,8	25,2	106,5
Fosfatos (mg/100 ml)	41,0	17,6	No contiene	5,6	25,0	65	12,3

<http://revista.consumer.es/web/es/20040701/pdf/analisis.pdf>

Quina beguda isotònica té una força iònica més elevada? (Considereu que 1 g de cada beguda ocupa un volum de 1 mL) $PM(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$: $\text{Na}^+=23$; $\text{K}^+=39$; $\text{Mg}^{2+}=24,3$; $\text{Ca}^{2+}=40$, $\text{Cl}^-=35,5$, $(\text{PO}_4)^{-3}=94$.

73. Calculeu el valor de la força iònica i el coeficient d'activitat mitjana per les següents dissolucions a 298 K: a) 0,10 m NaCl , b) 0,10 m MgCl_2 , 0,10 m $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$.
74. Calculeu la força iònica d'una dissolució aquosa de 0,020 m de MgCl_2 a 298 K. Calcula els coeficients d'activitat del Mg^{2+} i del Cl^- en la dissolució i el coeficient d'activitat iònica mitjà d'aquests ions.
75. (Examen 2011) Calculeu el valor de la força iònica i el coeficient d'activitat mitjana per les següents dissolucions aquoses a 298 K: a) 0,15 m KCl , b) 0,15 m CaCl_2 , 0,15 m CaSO_4 .

- 76. (Examen 2012)** De l'extracció d'un nutrient d'una nova varietat d'hortalissa, després d'eliminar els lípids, els glúcids i les proteïnes, se n'obté una dissolució aquosa que només conté una sal, però es desconeix quina pot ser. Per tal d'esbrinar-ho es realitzen uns experiments de pressió osmòtica amb la dissolució electrolítica resultant, d'on per diferents concentracions de la salt dissolta es mesura la pressió osmòtica que exerceix sobre una membrana, obtenint la següent taula:

$C_{\text{sal}} \text{ (mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{)}$	0,33	0,66	1,00	1,67	3,33	6,67
$\pi \text{ (Pa)}$	27	79	157	389	1414	5373

- a) Si sabem que la descomposició de la sal segueix: $\text{sal} \rightarrow 2 \cdot \text{Catió} + 1 \cdot \text{Anió}$, calculeu quina és la massa molecular de la sal.
- b) Si habitualment aquesta sal es troba a una concentració de $2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, quina serà la pressió osmòtica a la que es troba habitualment?
- 77. (Examen 2012)** El Nigari és una sal que es fa servir habitualment al Japó per quallar la llet de soja per tal d'obtenir tofu. De manera tradicional s'obté de l'aigua de mar després d'haver eliminat el clorur sòdic i d'evaporar l'aigua. La seva composició és bàsicament de clorur de magnesi.

Determineu per una dissolució de clorur de magnesi de $150 \mu\text{m}$:

- la molalitat mitjana
- la força iònica
- el coeficient d'activitat mitjà
- l'activitat mitjana.

IV. 1. Fenòmens Superficials

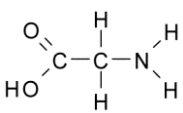
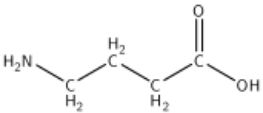
- 78.** Quin diàmetre haurien de tenir els capil·lars del xilema dels arbres perquè la tensió superficial sigui una explicació satisfactòria de l'ascens de la sàvia fins al capdamunt d'una sequoia gegant de 100 m d'alçada? Supposeu que la tensió superficial de la sàvia és la de l'aigua i que l'angle de contacte és nul.
- 79.** Les tensions superficials de l'aigua i de l'etanol a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ són $0,073 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ i $0,033 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ si les densitats són $0,9982 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ i $0,9614 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, respectivament. Quant menys pujarà la solució de l'etanol, respecta a l'aigua, pel mateix tub capil·lar?
- 80.** En un tub de vidre, l'aigua presenta una elevació capil·lar de 2 cm a $20 \text{ }^\circ\text{C}$, si $\rho=0,9982 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ i $\gamma=0,07275 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$. Calculeu el diàmetre del tub ($\theta=0^\circ$).
- 81.** Calculeu el treball mínim necessari per augmentar l'àrea de la superfície de l'aigua des de 2 cm^2 fins a 5 cm^2 a $20 \text{ }^\circ\text{C}$.
- 82.** Trobeu la pressió interior d'una bombolla de gas en aigua a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ si la pressió de l'aigua és de 760 mmHg i el radi de la bombolla és de 0,04 cm.
- 83.** Dos tubs capil·lars amb radis interns de 0,6 i 0,4 mm s'introdueixen en un líquid de densitat $0,901 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. L'angle de contacte és zero i la diferència d'ascensos capil·lars en els tubs és de 1 cm. Calculeu la γ del líquid.

- 84.** Una empresa ha de fabricar uns tubs capil·lars que compleixin unes característiques molt determinades: l'aigua en el tub de vidre ha de presentar una elevació capil·lar de 0,02 m, si $\rho=998,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ i $\gamma =0,0726 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$. Ajudeu al tècnic de l'empresa a determinar quin ha de ser el radi del tub capil·lar a fabricar.
- 85.** Una empresa està realitzant estudis de la mullabilitat d'unes galetes quan entren en contacte amb la llet. Aquests estudis es basen en establir quina és l'altura màxima a què ascendeix el líquid, de densitat $1 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$ i tensió superficial de $74,1 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$, per una galeta. Si considerem que el líquid ha d'ascendir com a molt a 2,5 mm per satisfer els paràmetres de qualitat, de quina grandària màxima poden ser els capil·lars dins de la galeta per on puja el líquid?
- 86. (Examen 2011)** Trobeu el radi d'una bombolla de CO_2 en un refresc gasificat a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ si la pressió del refresc és de 760,0 mmHg i la pressió interna de la bombolla és de 761,1 mmHg.
- 87.** Per una dissolució de 10^{-4} M d'àcid n-butanoic en aigua a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, $d\gamma/dc= -1,328 \times 10^{-25} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{molecula}^{-1}$. Calculeu la Γ per aquesta dissolució i l'àrea superficial mitjana per molècula.
- 88. (Examen 2011)** Determineu el valor de Γ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ per una dissolució 20 mmolal si les tensions superficials de diferents dissolucions aquoses d'etanoat de propil són:

m (x 10⁻³ m)	11,66	15,66	19,99	27,40	40,80
γ (x 10⁻³ N·m⁻¹)	61,30	59,20	56,10	52,50	47,20

Determineu quina és l'àrea per molècula de l'etanoat de propil a aquesta concentració.

- 89. (Examen 2012)** L'etanol pur pot ascendir per un capil·lar fins a una alçada de 3 cm a 20°C . Calculeu el diàmetre del capil·lar tenint en compte que $\rho_{\text{etanol pur}} = 0,789 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, $\gamma_{\text{etanol pur}} = 22,39 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ i l'angle de contacte és de 10° .
- 90. (Examen 2013)** S'ha mesurat la variació de la tensió superficial amb la concentració en aigua per dos aminoàcids: glicina i àcid α -aminobutíric.

Aminoàcids		C (mol/L)	γ (mN/m)
Glicina		0,502	72,43
		1,035	72,86
		1,360	73,15
Àcid α -aminobutíric		0,500	71,80
		1,000	71,63
		1,500	71,43

A partir de les dades recollides a la Taula, indiqueu:

- a) si els aminoàcids es comporten com tensoactiu o tensoiònic, justifica-ho de forma raonada.
- b) determineu la concentració superficial en excés (*coeficient d'adsorció*) per una concentració $1,2 \times 10^3 \text{ mol/m}^3$.
- c) indiqueu quina àrea ocupa cada molècula a la superfície (*àrea per molècula*).

V. 1. Processos de Transport

- 91.** Una màquina de fer donuts allibera per una canonada de 30 mm de diàmetre, a una velocitat de $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, un oli de densitat $0,850 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$ sobre una emulsió de farina, aigua, sucre i ou.
- a) Quin és el cabal (*quantitat de fluid transportat/ temps*) dins de la canonada?
- b) Quin és el flux de matèria dins de la canonada?
- c) si la viscositat del líquid és de $5,5 \times 10^{-3}$ Poises, quin és el règim de circulació de l'oli per la canonada?
- 92.** Utilitzant l'equació de Poiseuille, determineu l'increment de pressió que sofreixen les artèries d'una persona amb colesterol, suposant que el radi de l'artèria s'ha reduït a la meitat per l'adsorció del colesterol a les parets de l'artèria. El flux de sang es manté constant.
- 93.** En les pràctiques de laboratori s'ha de determinar la viscositat d'una dissolució aquosa d'un sucre amb el viscosímetre de Ostwald. S'obtenen els resultats següents:

Fluid	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t_4 (s)	t_5 (s)
H ₂ O	3,5	3,6	3,5	3,5	3,6
Problema	8,9	8,8	8,7	8,9	8,8

Si sabem que la densitat del líquid problema és de $2,58 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, quant val la viscositat del fluid problema? ($\eta_{\text{H}_2\text{O}} = 9 \text{ mPoise}$)

- 94.** En un anàlisi de sang es mesura la quantitat d'albumina que presenta un malalt de fetge. Determineu el coeficient de difusió de l'albumina si el resultat de l'anàlisi dona:

$\partial c / \partial x$ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-4}$)	-26	-17,85	-14,35	-8,75	-4,9
$\mathbf{J}(\mathbf{x}) \times 10^{-10}$ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	16	11	8,8	5,3	3

- 95.** A una empresa que fabrica bosses d'alimentació per administració nasogàstrica hi arriba un nou becarí a la unitat de I+D+I. Per guanyar punts davant dels seus caps s'ha proposat dissenyar un sistema de tal manera que el flux d'aliment que arriba a l'estómac no ho faci de manera turbulenta. Abans de dissenyar res fa una mica de cerca bibliogràfica i troba que els tubs nasogàstrics que fabriquen tenen un diàmetre de 6 mm i l'aliment que s'administra per aquesta via presenta uns valors mitjans de densitat i

viscositat de $1,31 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ i 38 mPoises , respectivament. Penseu que el becari té alguna possibilitat de guanyar punts davant dels seus caps?

- 96.** El mateix becari del problema anterior no es vol donar per vençut i ara vol intentar que les transfusions de sang sempre es puguin fer de manera que el flux sigui laminar. Com sempre abans de començar fa una cerca bibliogràfica i troba que el diàmetre de la vena més gran del cos humà fa 25 mm , la velocitat de la sang és de $300 \text{ cm}\cdot\text{min}^{-1}$ (velocitat màxima que la vena suporta), la seva densitat és de $1075 \text{ Kg}\cdot\text{m}^{-3}$ i la seva viscositat de $4 \times 10^{-2} \text{ Poises}$. Creieu que ara sí podrà dissenyar algun sistema per poder impressionar als seus caps?
- 97. (Examen 2011).** Un obrador ha comprat una nova màquina per fer la massa del pa. El forner no sap ben bé com funciona, però en les instruccions queda molt clar que el flux d'incorporació d'aigua a la massa s'ha de fer en règim laminar. La màquina es subministra amb una bomba que permet fer fluir l'aigua fins a una velocitat màxima de $30 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ i amb 3 tipus de canonades de sortida, de radi $2,5 \text{ mm}$, 5 mm i $7,5 \text{ mm}$. Ajudeu al forner a determinar a quina velocitat màxima pot fer sortir l'aigua a través de cada canonada per tal de complir les especificacions per fer un bon pa. ($\eta_{H_2O} = 9 \text{ mPoise} = 0,9 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}$).
- 98. (Examen 2012)** El 1888 el senyor Marvine Stone, després d'estar fart que la seva beguda granissada de menta tingués gust a sègol, ja que es feien servir tiges d'aquest cereal per veure-la, va patentar uns cilindres de paper parafinats per poder veure la seva beguda preferida sense modificar el gust a menta. Aquest fet va donar origen a la palla. En el mercat hi ha moltes begudes que es prenen mitjançant la succió a través d'una palla, per tant és important les característiques que presenten els líquids quan es beuen amb palla. A la taula següent podeu trobar una relació de diferents líquids i les seves propietats quan són xuclats a través d'una palla de 3 mm de radi:

Fluid	Densitat ($\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	Viscositat (mPoises)	Velocitat ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)
Aire	0,00118	0,18	3,6
Vi	0,990	25	0,36
Suc taronja	1,010	9,1	0,36
Batut amb llet entera	1,070	32	0,18
Mel	1,413	100000	0,0036

Determineu quins fluids presenten règim laminar, transitori o turbulent.

VI. Cinètica Química

99. La reacció de primer ordre $A \rightarrow B$ va ser estudiada cinèticament mitjançant el canvi d'absorbància del producte B , amb el temps. Comproveu gràficament que és de primer ordre i determineu la constant de velocitat. L'absorbància és proporcional a la concentració.

t (s)	0,0	30,0	60,0	90,0	150	210	∞
Absorbància	0,000	0,106	0,194	0,268	0,380	0,459	0,640

100. A La cinètica entre el paratoluensulfonat de metil i el iodur sòdic en dissolució d'acetona a 26,5 °C es va seguir per valoracions. Partint de concentracions iguals d'ambdós reactius, les seves concentracions a diferents temps van ser:

C (10^{-2} mol·dm⁻³)	5,00	4,85	4,72	4,48	4,26	4,03	3,86	3,70	3,55	3,40
t (h)	0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8

Determineu l'ordre i la constant de velocitat de la reacció.

101. L'etilè es produeix per descomposició tèrmica del ciclobutà de manera que cada molècula d'aquest en dona dues d'etilè. La constant de velocitat a 438 °C és $2,48 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$. Calculeu el temps necessari per a que la relació molar entre l'etilè i el ciclobutà en la barreja reaccionant arribi a tenir el valor 1.
102. En un estudi de la reacció entre Br^- i ClO^- es determinà, partint de concentracions inicials de $0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, que en 20 minuts reaccionava un 40% de Br^- i al cap de 70 minuts el total de Br^- que va reaccionar fou del 70%. Calculeu a) l'ordre de la reacció, b) la constant de velocitat, c) el temps per a que la reacció es realitzi en un 40%, sent les concentracions inicials de $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
103. Quan la concentració inicial d' A a la reacció $A \rightarrow B$ es canvia de $0,502 \text{ mol dm}^{-3}$ a $1,007 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ a 26 °C, el temps de semireacció disminueix de 51 s a 26 s. Determineu l'ordre de la reacció i la constant de velocitat.
104. La reacció de degradació d'una penicil·lina va ser estudiada mitjançant la disminució d'aquest compost respecte al temps ($T=40^\circ\text{C}$, $\text{pH}=7,3$, $I=0,5$ i $M=0,15$).

t (h)	0,0	2,07	4,35	5,20	6,13	7,08	10,02	20,42	23,65	25,15	0,323
Absorbància	0,630	0,623	0,585	0,572	0,555	0,500	0,498	0,370	0,345	0,323	0,305

- a) Determineu gràficament l'ordre i la constant de velocitat.
 b) Calculeu el temps de validesa en aquestes condicions. (Doneu les unitats en el SI)

- 105.** La reacció de dimerització d'un òxid de nitril (compost A) en dissolució d'etanol a 40°C es segueix mitjançant la mesura de la concentració del dímer.

[A₂] (mmol·L⁻¹)	0,0	8,9	13,85	17,45	19,80	22,85	24,65	26,75
t (min)	0,0	40	80	120	160	240	300	420

El temps de semivida ($t_{1/2}$) depèn de la concentració inicial i val 114 min quan la concentració inicial és de 68 mmol·L⁻¹ i, $t_{1/2} = 154$ min quan la concentració inicial és de 50 mmol·L⁻¹. Calculeu l'ordre de la reacció i la constant de velocitat.

- 106.** L'acetat d'etil i l'hidròxid sòdic dissolts en una barreja d'alcohol-aigua donen lloc a una reacció d'hidròlisi a 30 °C. Si per una concentració inicial de cada reactiu igual a 0,05 mol·dm⁻³, el temps de semireacció fou 1800 s i el temps de 3/4 de reacció 5400 s. Deduïu l'ordre de la reacció i calculeu la constant de velocitat. Quant temps ha de passar fins a arribar al 10% de la reacció completa?
- 107.** A la hidròlisi catalitzada per àcids del acetat d'etil, el 14,1% de l'èster s'hidrolitza després de 30 min i el 70,3% després de 240 min. Demostreu que la reacció és de primer ordre, calculeu la constant de velocitat de reacció i determineu el temps de semireacció.
- 108.** La hidròlisi alcalina de l'acetat d'etil, es va estudiar després de barrejar concentracions iguals de l'èster i del hidròxid sòdic a 40°C. Les concentracions de l'àlcali a diferents temps són les següents:

t (min)	0	6	16	28	40	50
[NaOH] (mmol·dm⁻³)	10,13	7,860	5,980	4,710	4,050	3,550

Determineu a) l'ordre de la reacció i la constant de velocitat mitjançant el mètode gràfic integral, b) el temps de vida mitjana i, c) la constant de velocitat a 25 °C si la E_a és 117907,63 J·mol⁻¹

- 109.** Un compost X que es descompon a temperatures superiors a 45 °C ha donat els següents temps de semireacció en experiments realitzats a concentracions inicials (C_o) diferents:

C_o (M)	t_{1/2} (s) a 57 °C	t_{1/2} (s) a 77 °C
2,00	920	46
1,46	1260	63
0,89	2068	103
0,50	3681	183

- a) Trobeu l'ordre de reacció, les constants de velocitat a 57 i 77 °C, i l'energia d'activació.
b) Raoneu si té sentit afirmar que a 47 °C la constant de velocitat és superior a 0,01.

- 110.** La reacció de degradació d'una penicil·lina va ser estudiada espectrofotomètricament mitjançant la disminució de l'Absorbància d'aquesta penicil·lina respecte el temps (pH=7,3, I=0,5 i M= 0,15). a) Determineu gràficament l'ordre de reacció i les constants de velocitat, b) si l'energia d'activació és de $63738,78 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$, calculeu el temps de validesa a $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

T = 40 °C		T = 50°C	
t (h)	Absorbància	t (h)	Absorbància
0,00	0,630	0,00	0,675
2,07	0,623	1,62	0,645
4,35	0,585	2,72	0,640
6,13	0,555	4,15	0,565
7,08	0,500	5,75	0,503
20,42	0,370	10,32	0,398
23,65	0,345	23,55	0,193
25,15	0,323	24,72	0,175
28,12	0,305	27,78	0,140
31,30	0,278	29,98	0,120

- 111.** La constant de velocitat de la descomposició de primer ordre del 2-clorpropà amb propilè i clorur d'hidrogen varia amb la temperatura de la manera següent:

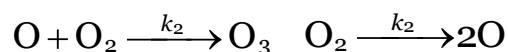
T (K)	640,6	646,7	651,2	657,5	665,1	669,0	674,9
k 10³ (s⁻¹)	0,162	0,238	0,311	0,475	0,706	0,901	1,225

Calculeu l'energia d'activació i el factor de freqüència.

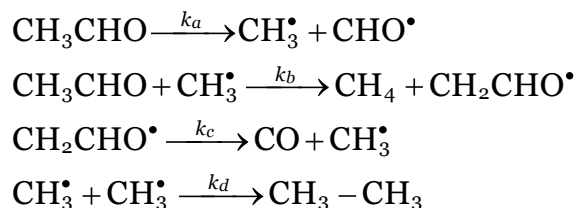
- 112.** Un compost A es transforma en B i C mitjançant reaccions paral·leles de primer ordre:



- a) Calculeu el temps necessari perquè es descompongui un 40% d'A.
 b) els percentatges de B i C formats referits a la quantitat inicial d'A, sabent que al cap de dos minuts d'iniciar-se la reacció s'ha format doble quantitat de B que de C i que la constant de velocitat de formació de B és d' $1,2 \text{ min}^{-1}$.
- 113.** En la reacció $D\text{-R}_1\text{R}_2\text{R}_3\text{CBr} \leftrightarrow L\text{-R}_1\text{R}_2\text{R}_3\text{CBr}$ els processos directe i invers són de primer ordre amb $t_{1/2} = 10 \text{ min}$. Si s'inicia la reacció amb un mol de l'isòmer D, quants mols de l'isòmer L s'hauran format al cap de 10 minuts?
- 114.** Els compostos A i B s'interconverteixen mitjançant una reacció química reversible. Les seves constants de velocitat de primer ordre en les direccions directa i inversa a 310 K són respectivament $k_1 = 2,5 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$, $k_{-1} = 5 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$. Si la reacció ha començat amb $20 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ d'A i cap de B, calculeu les concentracions de B en l'equilibri.
- 115.** Utilitzant l'aproximació de l'estat estacionari aplicat a l'àtom d'oxigen deduiu la llei de velocitat per a una reacció en que el mecanisme és el següent:

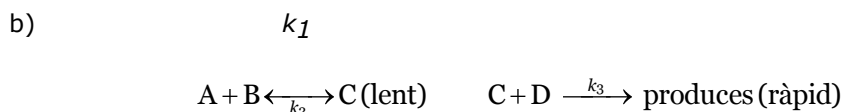
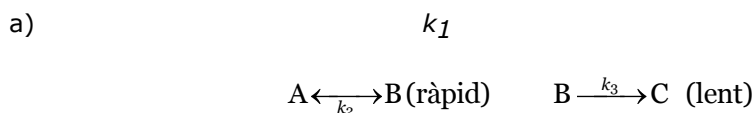


- 116.** El següent mecanisme ha estat proposat per a la descomposició tèrmica de l'acetaldehid o etanal:



Trobeu l'expressió per a la velocitat de formació del metà i per a la velocitat de desaparició de l'acetaldehid utilitzant l'aproximació de l'estat estacionari.

- 117.** Deduïu la llei de velocitat, segons l'estat estacionari, per a cadascun dels processos següents:



- 118.** La mutarrotació de la glucosa és de primer ordre respecte a la seva concentració i és un procés catalitzat tant per àcids (A) com per bases (B). La constant de primer ordre es pot expressar per l'equació:

$$k = k_0 + k_{H^+}[H^+] + k_A[A]$$

on k_0 és la constant específica de velocitat de primer ordre en absència d'àcids i bases altres que l'aigua. Les següents dades corresponen a un experiment realitzat amb una dissolució $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ i diferents concentracions d'àcid acètic a 18°C :

$[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	0,020	0,105	0,199
$k \text{ } 10^{-4} \text{ min}^{-1}$	1,36	1,40	1,46

Calculeu k_0 i k_A . Considereu que k_{H^+} és negligible en aquestes condicions experimentals.

RESPOSTES

II.1. Forces Intermoleculares

- R1.** a) Forces pont d'hidrogen; b) Forces de dispersió; c) Forces de dispersió.
R2. a) Pont d' hidrogen: NH_3 , HF , $\text{CH}_3\text{-COOH}$; b) Van der Waals: CH_4 , $\text{CH}_3\text{-COOH}$, H_2S .
R3. Per vaporitzar cal més energia quan més massiu és l'element amb les mateixes interaccions.
R4. a) $\text{AD} < \text{BD} < \text{AC} < \text{AB}$ b) AD.
R5. a) Br_2 ; b) HBr , HNO_3 ; c) NaCl , BaO , MgF_2 ; d) Br_2 .
R6. No electrolítica té una força quasi zero a partir de 2 Å.

II. 2. Estat Gasós

- R7.** 423 L.
R8. 0,095 g CO_2 .
R9. 0,22 atm.
R10. 196 cilindres.
R11. 6,11 atm; 3,34 %.
R12. 30,59 L; 374,74 K.
R13. a) 0,365 atm; b) 1,802 atm; c) 6,846 atm; d) 24,823 atm; e) 27,278 atm. En el cas de considerar comportament ideal, difereix menys en el cas a).
R14. 9,92 atm; degut als xocs.
R15. Degut als xocs.
R16. Degut als xocs.
R17. $31,7 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$; $Z=0,99995$.
R18. 0,029 mols N_2 .
R19. $13,18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
R20. $M_{\text{acetilè}} = 26,37 \text{ g mol}^{-1}$; $M_{\text{Carboni}} = 12,18 \text{ g}$.

II.3. Estats Condensats de la Matèria

- R21.** $6,12 \times 10^{-9} \text{ m}^2$
R22. 0,036 m
R23. $2 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$
R24. 3000 N
R25. $E_{\text{pastanaga}} = 4,63 \times 10^6 \text{ Pa}$; $E_{\text{plàtan}} = 2,93 \times 10^5 \text{ Pa}$
R26. $2,39 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$
R27. El pa rodó.
R28. En mitges esferes.
R29. a) $28,96 \text{ cm}^2$; b) 0,993 bar.

III. 1. Equilibri de fases en sistemes d'un component

- R30.** Cap al líquid.
R31. Disminuir T i P.
R32. 1090,71 K.
R33. a) és positiva ; b) a les zones lineals del gràfic.

- R34.** 0,838 atm.
R35. a) $T_b^* = 354,4 \text{ K}$; b) $\Delta_{vap}S = 117,73 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.
R36. a) $\Delta_{vap}H = 10,76 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$; b) $\Delta_{vap}S (100^\circ\text{C}) = 28,85 \text{ cal}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; c) $T_b^* = 446 \text{ K}$.
R37. a) $\Delta_{sub}H = 2,18 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$; b) $\Delta_{vap}H = 1,65 \text{ kcal}\cdot\text{mol}^{-1}$; c) $\Delta_{fus}H = 530 \text{ cal}\cdot\text{mol}^{-1}$.
R38. a) $\Delta_{vap}H = 60,78 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; b) $\Delta_{vap}S = 192,61 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.
R39. a) $\Delta_{vap}H = 40,34 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; b) $\Delta_{vap}S = 135,29 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.
R40. a) $\Delta_{vap}H = 29,86 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; b) $\Delta_{vap}S = 92,08 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.
R41. a) $\Delta_{vap}H = 40,88 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; b) $T_b^* = 297,26 \text{ K}$; c) $\Delta_{vap}S = 137,5 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; d) $\Delta_{fus}H = 10,06 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
R42. a) $\Delta_{vap}H = 33,18 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; b) $\Delta_{vap}S = 11,73 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

III. 2. Dissolucions no electrolítiques

- R43.** $V_{dissolvent} = 17,52 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$.
R44. etanol = 28,1%; aigua = 71,9%; $\Delta V = 0,96 \text{ cm}^3$
R45. $\Delta V = -1,11 \text{ cm}^3$.
R46. $V_{\text{EtOH}} = 30,75 \text{ cm}^3$ i $V_{\text{H}_2\text{O}} = 71,99 \text{ cm}^3$.
R47. $V_{\text{vodka}} = 24,48 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$.
R48. $V_{\text{EtOH}} = 53,74 \text{ cm}^3$ i $V_{\text{beguda}} = 304,71 \text{ cm}^3$
R49. a) líquid $\chi_{\text{benzè}} = 0,53$, $\chi_{\text{toluè}} = 0,47$; b) vapor $\chi_{\text{benzè}} = 0,79$, $\chi_{\text{toluè}} = 0,21$.
R50. a) $P_{\text{Total}} = 74,64 \text{ mmHg}$; b) vapor $\chi_{\text{metanol}} = 0,76$, $\chi_{\text{etanol}} = 0,24$.
R51. $S_{\text{nitrogen}} = 5,25 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
R52. líquid $\chi_{\text{glicerina}} = 0,015$.
R53. 5,5 K.
R54. $184,89 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
R55. 0,31 M.
R56. 17,52 mmHg; 1014,6 mmHg; $a_{\text{H}_2\text{O}} = 0,9989$; 1548 mmHg.
R57. $343 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
R58. $13,93 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$.
R59. $2,67 \times 10^4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
R60. $186 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
R61. a) $M = 2600 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; b) $C_{\text{màx}} = 30 \text{ mg}/25 \text{ mL}$.
R62. a) $M = 543 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; b) $\pi = 101652 \text{ Pa}$.
R63. $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 0,9997$.
R64. $a_{\text{H}_2\text{O}} = 0,701$; $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 0,907$.
R65. $\gamma_{\text{CHCl}_3} = 1,11$; $\gamma_{\text{EtOH}} = 1,94$.
R66. $a_{\text{benzè}} = 0,205$; $a_{\text{toluè}} = 0,799$; $\gamma_{\text{benzè}} = 0,780$; $\gamma_{\text{toluè}} = 1,08$.

III. 3. Dissolucions d'electròlits

- R67.** 0,0228 m.
R68. $m_{\pm} = 0,08 \text{ m}$; $I = 0,15 \text{ m}$.
R69. a) 0,001 m, b) 0,006 m, c) 0,015 m.
R70. 0,105 m.
R71. 1,7497 g NaCl.
R72. $I(\text{Isostar}) = 0,0696 \text{ m}$.
R73. $I(\text{NaCl}) = 0,1 \text{ m}$, $\gamma_{\pm}(\text{NaCl}) = 0,6903$; $I(\text{MgCl}_2) = 0,3 \text{ m}$, $\gamma_{\pm}(\text{MgCl}_2) = 0,2770$;
 $I(\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6) = 1$, $m_{\gamma_{\pm}}(\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6) = 0,009$.
R74. $\gamma_{\pm} = 0,5629$, $\gamma_{\text{Mg}^{2+}} = 0,3172$; $\gamma_{\text{Cl}^-} = 0,7504$.
R75. a) $I(\text{KCl}) = 0,15 \text{ m}$, $\gamma_{\pm} = 0,6351$; b) $I(\text{CaCl}_2) = 0,45 \text{ m}$, $\gamma_{\pm} = 0,2075$; c) $I(\text{CaSO}_4) = 0,60 \text{ m}$, $\gamma_{\pm} = 0,0265$.

- R76.** a) $170,64 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; b) $546,75 \text{ Pa}$.
R77. a) $m_{\pm} = 2,38 \times 10^{-4} \text{ m}$; b) $I = 4,5 \times 10^{-4} \text{ m}$; c) $\gamma_{\pm} = 0,9393$; d) $2,26 \times 10^{-4} \text{ m}$.

IV. 1. Fenòmens Superficials

- R78.** $0,3 \mu\text{m}$.
R79. $53,06\%$.
R80. $1,5 \text{ mm}$.
R81. $2,18 \times 10^{-5} \text{ J}$.
R82. $762,7 \text{ mmHg}$.
R83. $53 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$.
R84. $0,74 \text{ mm}$.
R85. 6 mm .
R86. $0,993 \text{ mm}$.
R87. $3,23 \times 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}$; $5,1 \times 10^{-19} \text{ m}^2\cdot\text{molècula}^{-1}$.
R88. $3,9 \times 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}$; $4,3 \times 10^{-19} \text{ m}^2\cdot\text{molècula}^{-1}$.
R89. $0,38 \text{ mm}$.
R90. a) glicina: tensioiònic, àcid α -aminobutíric: tensioactiu; b) $\Gamma_{\text{glicina}} = -4,07 \times 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}$, $\Gamma_{\text{àcid } \alpha\text{-aminobutíric}} = 1,82 \times 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}$; c) $A_{\text{glicina}} = -4,1 \text{ nm}^2\cdot\text{molècula}^{-1}$, $A_{\text{àcid } \alpha\text{-aminobutíric}} = 9,1 \text{ nm}^2\cdot\text{molècula}^{-1}$

V. 1. Processos de Transport

- R91.** a) $2,83 \times 10^{-3} \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$; b) $3416 \text{ Kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$; c) $\text{Re} = 185450$.
R92. $\Delta P_{\text{colesterol}} = 16\cdot\Delta P_0$.
R93. 58 mPoise .
R94. $\Delta_{\text{albúmina}} = 6 \times 10^{-7} \text{ cm}^2\cdot\text{s}^{-1}$.
R95. No, ja que la velocitat a la què s'administra és molt més baixa que la que fa que el flux no sigui laminar.
R96. No, ja que el règim de circulació en les condicions extremes ja és laminar.
R97. $v(2,5 \text{ mm}) = \text{no la pot fer servir}$; $v(5 \text{ mm}) = 18 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$; $v(7,5 \text{ mm}) = 12 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$.
R98. $\text{Re}(\text{aire}) = 393,33$; $\text{Re}(\text{vi}) = 237,6$; $\text{Re}(\text{suc}) = 665,93$; $\text{Re}(\text{batut}) = 100,31$;
 $\text{Re}(\text{mel}) = 8,5 \times 10^{-4}$.

VI. Cinètica Química

- R99.** $k = 0,006 \text{ s}^{-1}$.
R100. Ordre 2; $k = 1,2 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$.
R101. $27,3 \text{ min}$.
R102. a) Ordre dos; b) $3,3 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; c) $t_{60} = 2 \text{ min}$.
R103. Ordre 2; $k = 0,039 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$.
R104. a) ordre 1 $k = 0,027 \text{ h}^{-1}$, b) $t_{90} = 1,45 \times 10^4 \text{ s}$.
R105. Ordre 2; $k = 1,30 \times 10^{-4} \text{ L min}^{-1} \text{ m mol}^{-1}$.
R106. Ordre 2; $k = 0,011 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$; $t_{90} = 200 \text{ s}$.
R107. $k = 8,4 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$; $t_{1/2} = 8,24 \times 10^3 \text{ s}^{-1}$.
R108. a) Ordre 2, $k_{40} = 3,60 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; b) $t_{1/2} = 27,38 \text{ min}$; c) $k_{25} = 0,343 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$.
R109. a) Ordre 2; $k_{57} = 5,4 \times 10^{-4} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$; $k_{77} = 1,1 \times 10^{-2} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$; $E_a = 1,45 \times 10^6 \text{ J mol}^{-1}$.
R110. a) Ordre I; $k = 0,0267 \text{ h}^{-1}$ $k = 0,058 \text{ h}^{-1}$ b) $13,54 \text{ h}$.

- R111.** $E_a = 212,8 \text{ kJ mol}^{-1}$; $A = 3,6 \cdot 10^{19} \text{ s}^{-1}$.
- R112.** $t_{60} = 0,28 \text{ min}$; $B = 26,7\%$; $C = 13,3\%$.
- R113.** $0,375 \text{ mols}$.
- R114.** $9,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$.
- R115.** $-d[\text{O}_2]/dt = 3 k_1 [\text{O}_2]$.
- R116.** $d[\text{CH}_4]/dt = k_b (k_a / 2k_d)^{1/2} \cdot [\text{CH}_3\text{CHO}]^{3/2}$.
 $d[\text{CH}_3\text{CHO}]/dt = -k_a [\text{CH}_3\text{CHO}] - k_b (k_a / 2k_d)^{1/2} [\text{CH}_3\text{CHO}]^{3/2}$.
- R117.** a) $-d[\text{A}]/dt = k_3 k_1 [\text{A}] / (k_2 + k_3)$.
 b) $-d[\text{A}]/dt = k_3 \cdot k_1 [\text{A}][\text{B}][\text{D}] / k_2 + k_3 [\text{D}]$.
- R118.** $k_0 = 1,35 \times 10^{-4} \text{ min}^{-1}$; $k_A = 5,5 \times 10^{-5} \text{ L mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$.