Resol els exercicis autoavaluables del tema i respon la consulta a moodle especificant quants d'ells has fet bé i quants malament. Respondre aquesta consulta és obligatori per poder accedir a propers lliuraments dins l'assignatura.

Les respostes als exercicis es poden trobar al final del document i també compilades a https://biocomputing-teaching.github.io/WebQuimicaAutomocio/pdf/Exercise.pdf

Exercici Autoavaluable I. Ratio d'empaquetament
La ratio d'empaquetament d'una cel·la unitat es defineix com la fracció entre el volum omplert pels àtoms que la formen i el seu volum total. Calcula el RE de la cel·la unitat cúbica centrada en la cara i de la cel·la unitat cúbica centrada en el cos.

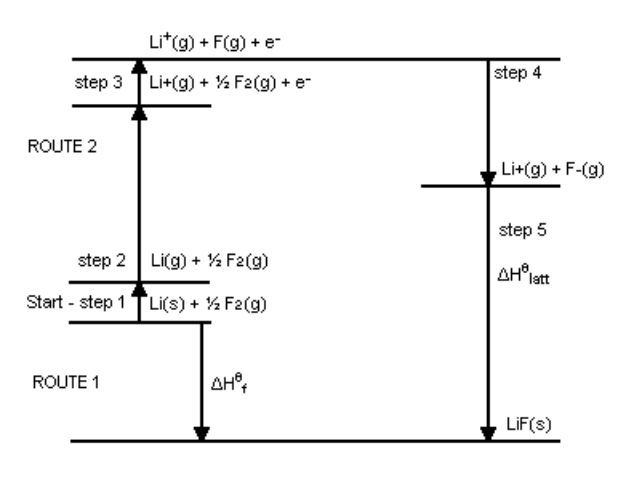
Exercici Autoavaluable II. Interacció Coulòmbica
L'energia potencial Coulòmbica entre dos ions es pot expressar com:

$$U = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \tag{1}$$

on e és la càrrega de l'ió, ϵ_0 és la permitivitat del buit i r és la distància entre els ions.

Se sap que una molècula gasosa de NaCl té una distància interatòmica de 2.38Å. Quina és l'energia potencial Coulòmbica d'un mol d'aquestes molècules?

Exercici Autoavaluable III. Born-Haber
Calcula l'energia reticular del Fluorur de Liti usant l'esquema del cicle de Born-Haber que en trobaras a la Wikipedia:



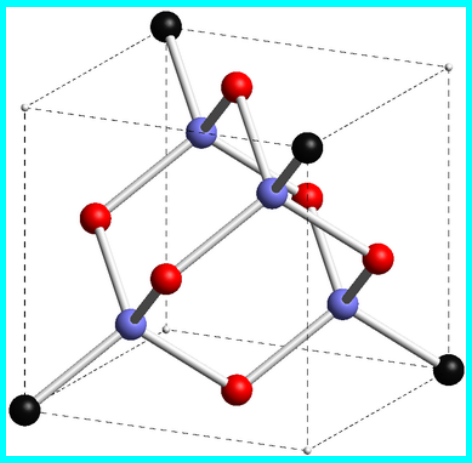
sabent que:

- L'energia de sublimació del liti és $161\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$.
- L'energia d'ionització del liti és $520\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$.
- L'energia de dissociació del fluor és $158\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$.
- L'afinidat electrònica del fluor és $-328\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$.
- L'energia de formació del compost és $-617\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$.

Exercici Autoavaluable IV. Propietats sòlids
Compara, per a diferents tipus de sòlids (covalents, iònics, metàl·lics o moleculars), les següents característiques: pressió de vapor, punt de fusió, punt d'ebullició, duresa, fragilitat, conducció elèctrica en estat sòlid, i conducció elèctrica en estat líquid.

Exercici Autoavaluable V. Distància d'enllaç C-C
L'estructura cristal·lina del diamant és equivalent a una xarxa cúbica centrada en la cara (FCC), amb una base de dos àtoms de carboni idèntics: un a la posició $(0, 0, 0)$ i l'altre a $(1/4, 1/4, 1/4)$, on les coordenades es donen com a fraccions al llarg dels costats del cub. Això és equivalent a dues xarxes FCC interpenetrants, desplaçades una respecte a l'altra al llarg d'una diagonal del cos en un quart de la seva longitud. A la figura, els carbonis en els vèrtexs es mostren en color negre, els que són a les cares

en color vermell i els que són interiors en color blau.



Si la densitat del diamant és $3{,}51\,\mathrm{g\,cm^{-3}}$ a $25\,^{\circ}\mathrm{C}$ i $1{,}00\,\mathrm{atm}$ de pressió, calculeu la distància de l'enllaç C-C en aquest cristall covalent.

Exercici Autoavaluable VI. Defectes de Frenkel i Schottky
Si la densitat del clorur sòdic sense defectes és de 2.165 g $\mathrm{cm^{-3}}$, quina seria la densitat si tingués un ratio de 10^{-3} defectes de a) Frenkel; b) Schottky. (el volum no varia amb els defectes)

Exercici Autoavaluable VII. Ebullició dissolucions
Respon les següents preguntes:

1. Exactament 1.00g d'urea dissolts en 75.00g d'aigua donen una dissolució que bull a 100.114°C. El pes molecular de la urea és 60.1. Quina és la K_b de l'aigua?
2. Una dissolució preparada dissolent 12,00g de glucosa en 100g d'aigua bull a 100.34°C. Quin és el pes molecular de la glucosa?

Exercici Autoavaluable VIII. Llei de Raoult
Raona l'efecte d'un solut en la pressió de vapor d'un solvent, usant una visió macroscòpica o bé microscòpica.

Exercici Autoavaluable IX. PM sucrosa
La pressió de vapor de l'aigua a $20\,^{\circ}\mathrm{C}$ és $17{,}54\,\mathrm{mmHg}$. Quan dissolem $114\,\mathrm{g}$ de sucrosa en $1\,000\,\mathrm{g}$ d'aigua, la pressió de vapor es redueix en $0{,}11\,\mathrm{mmHg}$. Quin és el pes molecular de la sucrosa?

Exercici Autoavaluable X. Solubilitat Ag_2CrO_4
Quina és la constant de solubilitat del cromat d'argent (Ag_2CrO_4) si la concentració d'una dissolució saturada d'aquesta sal té una concentració de 6.7×10^{-5}M d'ions cromat?

Solucions

Exercici Autoavaluable I. Ratio d'empaquetament
La ratio d'empaquetament d'una cel·la unitat es defineix com la fracció entre el volum omplert pels àtoms que la formen i el seu volum total. Calcula el RE de la cel·la unitat cúbica centrada en la cara i de la cel·la unitat cúbica centrada en el cos.

Resposta
La ratio d'empaquetament (RE) es defineix com la fracció entre el volum ocupat pels àtoms en una cel·la unitat i el volum total de la cel·la.

1. Cúbica Centrada en la Cara
   - Conté 4 àtoms per cel·la unitat.
   - Relació entre el costat de la cel·la a i el radi atòmic r:
   $$a = \frac{4r}{\sqrt{2}} \tag{2}$$
   - Volum de la cel·la unitat:
   $$V_{\text{cel·la}} = a^3 = \left(\frac{4r}{\sqrt{2}}\right)^3 \tag{3}$$
   - Volum ocupat pels àtoms:
   $$V_{\text{àtoms}} = 4 \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 \tag{4}$$
   - Ratio d'empaquetament:
   $$RE = \frac{V_{\text{àtoms}}}{V_{\text{cel·la}}} = \frac{4 \cdot \frac{4}{3}\pi r^3}{\left(\frac{4r}{\sqrt{2}}\right)^3} \approx 0.74 \tag{5}$$
2. Cúbica Centrada en el Cos
   - Conté 2 àtoms per cel·la unitat.
   - Relació entre el costat de la cel·la a i el radi atòmic r:
   $$a = \frac{4r}{\sqrt{3}} \tag{6}$$
   - Volum de la cel·la unitat:
   $$V_{\text{cel·la}} = a^3 = \left(\frac{4r}{\sqrt{3}}\right)^3 \tag{7}$$

- Volum ocupat pels àtoms:

$$V_{\text{àtoms}} = 2 \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 \tag{8}$$

- Ratio d'empaquetament:

$$RE = \frac{V_{\text{àtoms}}}{V_{\text{cel·la}}} = \frac{2 \cdot \frac{4}{3}\pi r^3}{\left(\frac{4r}{\sqrt{3}}\right)^3} \approx 0.68 \tag{9}$$

Exercici Autoavaluable II. Interacció Coulòmbica
L'energia potencial Coulòmbica entre dos ions es pot expressar com:

$$U = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \tag{10}$$

on e és la càrrega de l'ió, ϵ_0 és la permitivitat del buit i r és la distància entre els ions.

Se sap que una molècula gasosa de NaCl té una distància interatòmica de 2.38Å. Quina és l'energia potencial Coulòmbica d'un mol d'aquestes molècules?

Resposta
L'energia potencial Coulòmbica entre dos ions es pot expressar com:

$$U = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \tag{11}$$

on e és la càrrega de l'ió, ϵ_0 és la permitivitat del buit i r és la distància entre els ions.

Se sap que una molècula gasosa de NaCl té una distància interatòmica de 2,38 Å.

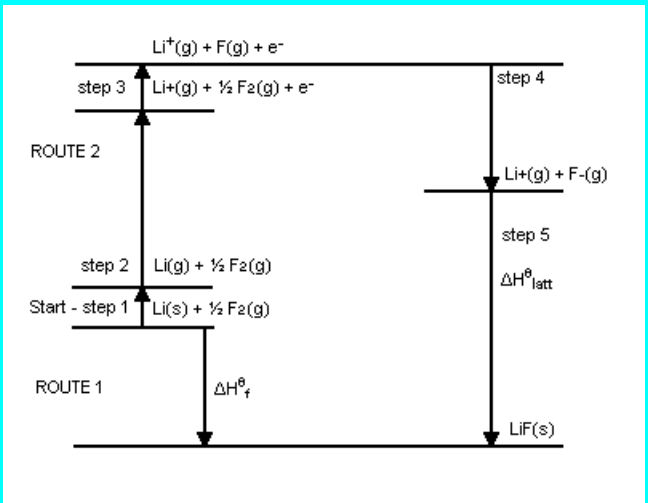
Calculant l'energia potencial per una parella d'ions:

$$U = \frac{(1.602 \times 10^{-19}\text{C})^2}{4\pi(8.854 \times 10^{-12}\text{F m}^{-1})(2.38 \times 10^{-10}\text{m})} = 9{,}69 \cdot 10^{-19}\ \text{J} \tag{12}$$

Multiplicant per un mol de molècules ($6{,}022 \cdot 10^{23}$):

$$U_{\text{mol}} = U \times N_{\text{A}} = 583{,}76\,\text{kJ mol}^{-1} \tag{13}$$

Exercici Autoavaluable III. Born-Haber
Calcula l'energia reticular del Fluorur de Liti usant l'esquema del cicle de Born-Haber que en trobaras a la Wikipedia:



sabent que:

- L'energia de sublimació del liti és $161\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$.
- L'energia d'ionització del liti és $520\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$.
- L'energia de dissociació del fluor és $158\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$.
- L'afinidat electrònica del fluor és $-328\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$.
- L'energia de formació del compost és $-617\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$.

Resposta
L'energia reticular ($U_{\text{reticular}}$, ΔH_{lat} a l'esquema) es pot calcular mitjançant el cicle de Born-Haber, tenint en compte les dades proporcionades:

- Sublimació del liti:

$$\text{Li(s)} \longrightarrow \text{Li(g)} \quad \Delta H_{\text{sub}} = 161\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$$

- Ionització del liti:

$$\mathrm{Li(g)} \longrightarrow \mathrm{Li^+(g)} + \mathrm{e^-} \quad \Delta H_{\text{ion}} = 520\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$$

- Dissociació del fluor:

$$\frac{1}{2}\,\mathrm{F_2(g)} \longrightarrow \mathrm{F(g)} \quad \frac{1}{2}\Delta H_{\text{dissoc}} = \frac{1}{2} \times 158\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}} = 79\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$$

- Afinitat electrònica del fluor:

$$\mathrm{F(g)} + \mathrm{e^-} \longrightarrow \mathrm{F^-(g)} \quad \Delta H_{\text{afin}} = -328\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$$

- Formació del compost iònic:

$$\mathrm{Li(s)} + \frac{1}{2}\,\mathrm{F_2(g)} \longrightarrow \mathrm{LiF(s)} \quad \Delta H_{\text{formació}} = -617\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}$$

El cicle de Born-Haber en aquest cas estableix:

$$\Delta H_{\text{formació}} = \Delta H_{\text{sub}} + \Delta H_{\text{ion}} + \frac{1}{2}\Delta H_{\text{dissoc}} + \Delta H_{\text{afin}} + U_{\text{reticular}} \tag{14}$$

o bé:

$$U_{\text{reticular}} = \Delta H_{\text{formació}} - (\Delta H_{\text{sub}} + \Delta H_{\text{ion}} + \frac{1}{2}\Delta H_{\text{dissoc}} + \Delta H_{\text{afin}}) \tag{15}$$

Substituint els valors:

$$\begin{aligned} U_{\text{reticular}} &= -617\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}} - (161\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}} + 520\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}} + 79\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}} + -328\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}}) \\ &= -1\,049\,\mathrm{kJ\,mol^{-1}} \end{aligned}$$

Exercici Autoavaluable IV. Propietats sòlids
Compara, per a diferents tipus de sòlids (covalents, iònics, metàl·lics o moleculars), les següents característiques: pressió de vapor, punt de fusió, punt d'ebullició, duresa, fragilitat, conducció elèctrica en estat sòlid, i conducció elèctrica en estat líquid.

Resposta
Les característiques dels diferents tipus de sòlids són les següents:

Sòlids covalents:
(com el diamant o el quars) tenen enllaços molt forts, donant lloc a punts de fusió i ebullició alts, però no condueixen l'electricitat.

Sòlids iònics:
(com el NaCl) tenen punts de fusió alts i són fràgils. No condueixen l'electricitat en estat sòlid però sí en estat líquid.

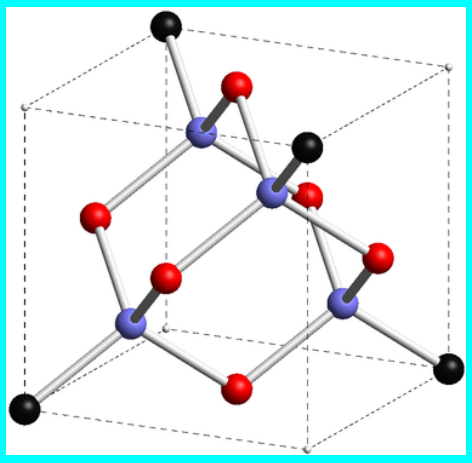
Sòlids metàl·lics:
(com el ferro o el coure) tenen punts de fusió variables i són bons conductors elèctrics tant en estat sòlid com líquid.

Sòlids moleculars:
(com el gel o el diòxid de carboni sòlid) tenen forces intermoleculars febles, la qual cosa els dona baixos punts de fusió i ebullició i una pressió de vapor elevada.

Taula 1: Comparació de propietats dels diferents tipus de sòlids.

Propietat	Sòlids Covalents	Sòlids Iònics	Sòlids Metàl·lics	Sòlids Moleculars
Pressió de vapor	Molt baixa	Baixa	Baixa	Alta
Punt de fusió	Molt alt	Alt	Variable	Baix
Punt d'ebullició	Molt alt	Alt	Variable	Baix
Duresa	Molt dura	Dura	Variable	Tova
Fragilitat	Fràgil	Fràgil	No fràgil	Fràgil
Conducció elèctrica (sòlid)	No	No	Sí	No
Conducció elèctrica (líquid)	No	Sí	Sí	No

Exercici Autoavaluable V. Distància d'enllaç C-C
L'estructura cristal·lina del diamant és equivalent a una xarxa cúbica centrada en la cara (FCC), amb una base de dos àtoms de carboni idèntics: un a la posició $(0, 0, 0)$ i l'altre a $(1/4, 1/4, 1/4)$, on les coordenades es donen com a fraccions al llarg dels costats del cub. Això és equivalent a dues xarxes FCC interpenetrants, desplaçades una respecte a l'altra al llarg d'una diagonal del cos en un quart de la seva longitud. A la figura, els carbonis en els vèrtexs es mostren en color negre, els que són a les cares en color vermell i els que són interiors en color blau.



Si la densitat del diamant és $3{,}51\,\mathrm{g\,cm^{-3}}$ a $25\,^{\circ}\mathrm{C}$ i $1{,}00\,\mathrm{atm}$ de pressió, calculeu la distància de l'enllaç C-C en aquest cristall covalent.

Resposta
a la figura s'aprecia que el diamant cristal·litza en una estructura cúbica centrada en la cara (FCC) amb una base de 8 àtoms de carboni per cel·la unitària: 8 àtoms en els vèrtex, 6 a les cares i 4 a l'interior de la cel·la.

Ens diuen que la posició d'un àtom de carboni és $(0, 0, 0)$ i la del que té enllaçat $(1/4, 1/4, 1/4)$. Per tant, l'enllaç entre aquests dos àtoms és sobre la diagonal del cos de la cel·la unitària, i és la quarta part de la longitud d'aquesta diagonal. Així, l'objectiu és calcular el valor d'aquesta diagonal i dividir-lo per 4.

La massa molar del carboni és $M_C = 12{,}01\,\mathrm{g\,mol^{-1}}$, i el nombre d'Avogadro és $N_\mathrm{A} = 6{,}022 \cdot 10^{23}\,\mathrm{mol^{-1}}$. Com que hi ha 8 àtoms de carboni a la cel·la unitat, la seva massa és:

$$m = 8 \times \frac{M_C}{N_\mathrm{A}} = 8 \times \frac{12{,}01\,\mathrm{g\,mol^{-1}}}{6{,}022 \cdot 10^{23}\,\mathrm{mol^{-1}}} = 1{,}595 \cdot 10^{-22}\,\mathrm{g}$$

Calculem ara el volum de la cel·la, a partir de la seva massa i de la densitat. La densitat del diamant és $\rho = 3{,}51\,\mathrm{g\,cm^{-3}}$.

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1{,}595 \cdot 10^{-22}\,\mathrm{g}}{3{,}51\,\mathrm{g\,cm^{-3}}} = 4{,}547 \cdot 10^{-23}\,\mathrm{cm^3}$$

Per saber el valor de l'aresta del cub, només hem de fer l'arrel cúbica del volum:

$$a = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{4{,}547 \cdot 10^{-23}\,\mathrm{cm}^3} = 3{,}57 \cdot 10^{-8}\,\mathrm{cm} = 3{,}57\,\text{Å}$$

Finalment, sabent l'aresta podem calcular la diagonal del cub, i en dividir-la per 4, obtindrem la distància d'enllaç entre els dos àtoms de carboni. Així doncs:

$$d_{\mathrm{C-C}} = \frac{\sqrt{3}}{4}a = \frac{1.732}{4} \times 3{,}57\,\text{Å} = 1{,}55\,\text{Å}$$

Exercici Autoavaluable VI. Defectes de Frenkel i Schottky
Si la densitat del clorur sòdic sense defectes és de 2.165 g cm^{-3}, quina seria la densitat si tingués un ratio de 10^{-3} defectes de a) Frenkel; b) Schottky. (el volum no varia amb els defectes)

Resposta

a) Defectes de Frenkel: Els defectes de Frenkel impliquen la creació d'un defecte en què un ió es mou fora de la seva posició normal, creant un buit i un ió fora de la seva posició. Aquesta redistribució no afecta el volum global del cristall ni la seva densitat.

b) Defectes de Schottky: Els defectes de Schottky impliquen la creació de parelles de vacants (un ió de clorur i un ió de sodi deixen els seus llocs). Això redueix el nombre d'ions presents, la qual cosa disminueix la densitat. La nova densitat es calcula com:

$$\rho_s = \rho_0 \left(1 - \frac{2n_s}{N}\right)$$

on $\frac{n_s}{N} = 10^{-3}$ és el ratio de defectes de Schottky. Per tant:

$$\rho_s = 2.165\left(1 - 2 \times 10^{-3}\right) = 2.165 \times 0.998 = 2{,}162\,2\,\mathrm{g/cm}^3$$

Exercici Autoavaluable VII. Ebullició dissolucions
Respon les següents preguntes:

1. Exactament 1.00g d'urea dissolts en 75.00g d'aigua donen una dissolució que bull a 100.114°C. El pes molecular de la urea és 60.1. Quina és la K_b de l'aigua?
2. Una dissolució preparada dissolent 12,00g de glucosa en 100g d'aigua bull a 100.34°C. Quin és el pes molecular de la glucosa?

Resposta

1. Dissolució urea

   La fórmula de l'elevació del punt d'ebullició és:

$$\Delta T_b = K_b \cdot m \tag{16}$$

   On m és la molalitat de la dissolució:

$$m = \frac{\text{mols de solut}}{\text{kg de dissolvent}} \tag{17}$$

   Les mols d'urea són:

$$\text{mols d'urea} = \frac{1{,}00\,\text{g}}{60{,}1\,\text{g/mol}} = 0{,}016\,64\,\text{mol} \tag{18}$$

   La massa d'aigua en kg és:

$$75{,}00\,\text{g} = 0{,}075\,00\,\text{kg} \tag{19}$$

   Per tant, la molalitat és:

$$m = \frac{0{,}016\,64\,\text{mol}}{0{,}075\,00\,\text{kg}} = 0{,}221\,9\,\text{mol/kg} \tag{20}$$

   L'elevació del punt d'ebullició és:

$$\Delta T_b = 100{,}114\,^\circ\text{C} - 100{,}000\,^\circ\text{C} = 0{,}114\,^\circ\text{C} \tag{21}$$

   Llavors, calculem K_b:

$$K_b = \frac{\Delta T_b}{m} = \frac{0{,}114\,^\circ\text{C}}{0{,}221\,9\,\text{mol/kg}} = 0{,}514\,^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol} \tag{22}$$

2. Dissolució glucosa

3. Novament, usem la mateixa fórmula:

$$\Delta T_b = K_b \cdot m \tag{23}$$

Sabem que K_b de l'aigua és $0{,}514\,^\circ\mathrm{C} \cdot \mathrm{kg/mol}$, i que:

$$\Delta T_b = 100{,}34\,^\circ\mathrm{C} - 100{,}000\,^\circ\mathrm{C} = 0{,}34\,^\circ\mathrm{C} \tag{24}$$

Calculem la molalitat:

$$m = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{0{,}34\,^\circ\mathrm{C}}{0{,}514\,^\circ\mathrm{C} \cdot \mathrm{kg/mol}} = 0{,}661\,\mathrm{mol/kg} \tag{25}$$

Com la massa del dissolvent és $100\,\mathrm{g}$ = $0{,}100\,\mathrm{kg}$, la quantitat de mols de glucosa és:

$$\text{mols de glucosa} = m \times \text{kg dissolvent} = 0{,}661\,\mathrm{mol/kg} \times 0{,}100\,\mathrm{kg} = 0{,}066\,1\,\mathrm{mol} \tag{26}$$

Finalment, el pes molecular de la glucosa és:

$$\mathrm{PM} = \frac{\text{massa de solut}}{\text{mols de solut}} = \frac{12{,}00\,\mathrm{g}}{0{,}066\,1\,\mathrm{mol}} = 181{,}6\,\mathrm{g/mol} \tag{27}$$

Exercici Autoavaluable VIII. Llei de Raoult
Raona l'efecte d'un solut en la pressió de vapor d'un solvent, usant una visió macroscòpica o bé microscòpica.

Resposta
Visió Macroscòpica Quan s'afegeix un solut a un dissolvent, la pressió de vapor del dissolvent (per sobre de la solució resultant) és menor que la pressió de vapor del dissolvent pur.

La pressió de vapor del dissolvent sobre una solució varia amb la concentració del solut en la solució (però no depèn de la identitat del dissolvent ni de la del solut, independentment del seu tipus, mida o càrrega).

Soluts No Volàtils

Experimentalment, es sap que la pressió de vapor del dissolvent sobre una solució que conté un solut no volàtil (és a dir, un solut que no té pressió de vapor pròpia) és directament proporcional a la fracció molar del dissolvent en la solució. Aquest comportament està descrit per la Llei de Raoult:

$$P_{\text{dissolvent}} = X_{\text{dissolvent}} P_{0,\text{dissolvent}} \tag{28}$$

on:

- $P_{\text{dissolvent}}$ és la pressió de vapor del dissolvent sobre la solució,
- $X_{\text{dissolvent}}$ és la fracció molar del dissolvent en la solució,
- $P_{0,\text{dissolvent}}$ és la pressió de vapor del dissolvent pur.

Notem que:

- Si $X_{\text{dissolvent}} = 1$ (dissolvent pur), llavors $P_{\text{dissolvent}} = P_{0,\text{dissolvent}}$.
- Si $X_{\text{dissolvent}} < 1$ (presència de solut), llavors $P_{\text{dissolvent}} < P_{0,\text{dissolvent}}$.

Soluts Volàtils

Un solut volàtil (és a dir, un solut amb pressió de vapor pròpia) contribueix a la pressió de vapor per sobre d'una solució on està dissolt. La pressió de vapor sobre una solució que conté un solut volàtil és la suma de les pressions de vapor del dissolvent i de cadascun dels soluts volàtils:

$$P_{\text{dissolvent}} = X_{\text{dissolvent}} P_{0,\text{dissolvent}} \tag{29}$$

$$P_{\text{solut}} = X_{\text{solut}} P_{0,\text{solut}} \tag{30}$$

$$P_{\text{solució}} = P_{\text{dissolvent}} + P_{\text{solut}} + \cdots = X_{\text{dissolvent}} P_{0,\text{dissolvent}} + X_{\text{solut}} P_{0,\text{solut}} + \ldots \tag{31}$$

Visió Microscòpica

Soluts No Volàtils

Quan s'afegeix NaCl a l'aigua:

- Hi ha menys molècules d'aigua en fase vapor (és a dir, menor pressió de vapor) sobre la solució de NaCl que sobre l'aigua pura.
- No hi ha ions Na^+ ni Cl^- en la fase vapor sobre la solució de NaCl.

Soluts Volàtils Quan s'afegeix kriptó líquid al xenó líquid:

- Hi ha menys àtoms de xenó en la fase vapor (és a dir, menor pressió de vapor) sobre la solució que sobre el xenó pur.
- Hi ha àtoms de kriptó en la fase vapor sobre la solució (tant el kriptó com el xenó contribueixen a la pressió de vapor de la solució).

Exercici Autoavaluable IX. PM sucrosa
La pressió de vapor de l'aigua a $20\,^{\circ}\mathrm{C}$ és $17{,}54\,\mathrm{mmHg}$. Quan dissolem $114\,\mathrm{g}$ de sucrosa en $1\,000\,\mathrm{g}$ d'aigua, la pressió de vapor es redueix en $0{,}11\,\mathrm{mmHg}$. Quin és el pes molecular de la sucrosa?

Resposta
La disminució relativa de la pressió de vapor ve donada per la llei de Raoult:

$$\frac{\Delta P}{P_0} = \frac{n_\mathrm{s}}{n_\mathrm{a} + n_\mathrm{s}} \approx \frac{n_\mathrm{s}}{n_\mathrm{a}}$$

on: - $\Delta P = 0{,}11\,\mathrm{mmHg}$ és la disminució de la pressió de vapor, - $P_0 = 17{,}54\,\mathrm{mmHg}$ és la pressió de vapor de l'aigua pura, - n_s és el nombre de mols de sucrosa, - n_a és el nombre de mols d'aigua.

Calculant la fracció molar aproximada:

$$\frac{0{,}11\,\mathrm{mmHg}}{17{,}54\,\mathrm{mmHg}} = \frac{n_\mathrm{s}}{n_\mathrm{a}}$$

El nombre de mols d'aigua és:

$$n_\mathrm{a} = \frac{1\,000\,\mathrm{g}}{18{,}015\,\mathrm{g\,mol^{-1}}} = 55{,}49\,\mathrm{mol}$$

Aïllem n_s:

$$n_\mathrm{s} = \frac{0.11}{17.54} \times 55.49 = 0{,}348\,\mathrm{mol}$$

El pes molecular de la sucrosa és:

$$M_\mathrm{s} = \frac{\text{massa de sucrosa}}{n_\mathrm{s}} = \frac{114\,\mathrm{g}}{0{,}348\,\mathrm{mol}} = 328\,\mathrm{g\,mol^{-1}}$$

Per tant, el pes molecular de la sucrosa calculat és aproximadament $328\,\mathrm{g\,mol^{-1}}$, molt proper al valor teòric de $342\,\mathrm{g\,mol^{-1}}$.

Exercici Autoavaluable X. Solubilitat Ag_2CrO_4
Quina és la constant de solubilitat del cromat d'argent (Ag_2CrO_4) si la concentració d'una dissolució saturada d'aquesta sal té una concentració de 6.7×10^{-5}M d'ions cromat?

Resposta
La dissociació del cromat d'argent en aigua segueix la següent equació d'equilibri:

$$Ag_2CrO_4(s) \rightleftharpoons 2\,Ag^+(aq) + CrO_4^{2-}(aq)$$

La constant de producte de solubilitat s'expressa com:

$$K_{sp} = [Ag^+]^2[CrO_4^{2-}]$$

Ens donen la concentració d'ions cromat en una dissolució saturada:

$$[CrO_4^{2-}] = 6{,}7 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{mol\,L^{-1}}$$

Atès que per cada mol de CrO_4^{2-} format es produeixen 2 mols d'ions Ag^+, la seva concentració serà:

$$[Ag^+] = 2 \times 6{,}7 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{mol\,L^{-1}} = 1{,}34 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{mol\,L^{-1}}$$

Substituïm aquestes dades a l'equació del producte de solubilitat:

$$K_{sp} = (1{,}34 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{mol\,L^{-1}})^2 \times (6{,}7 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{mol\,L^{-1}})$$

$$K_{sp} = 1{,}2 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{mol^3/L^3}$$