

## Química

### Críteris específics d'avaluació

Críteris d'avaluació	Indicadors	Valor
<b>1.a. Utilitzar terminologia científica de manera precisa, així com saber escriure i formular compostos i equacions químiques aplicant les regles de la IUPAC</b>	Utilitza termes i vocabulari científic específic del tema de termodinàmica de manera adequada. Utilitza els termes de manera coherent dins de la frase.	<b>1</b>
<b>1.b. Utilitzar terminologia científica de manera precisa, així com saber escriure i formular compostos i equacions químiques aplicant les regles de la IUPAC</b>	Escriu de manera correcta l'equació termoquímica de dissolució del $\text{CaCl}_2$ . Cada equació química o fórmula química incorrecta es penalitzarà amb 0,5 punts. En cas de fórmules químiques incorrectes dins d'una equació química incorrecta es restarà un màxim de 0,5 punts.	<b>0,5</b>
<b>2.a. Identificar i caracteritzar els sistemes químics des de la perspectiva de models per entendre els fenòmens naturals</b>	Raona quin material és més adequat per cada part del recipient. Justifica l'elecció a partir del concepte de conductivitat tèrmica.	<b>1</b>
<b>2.b. Identificar i caracteritzar els sistemes químics des de la perspectiva de models per entendre els fenòmens naturals</b>	Aplica els diferents conceptes de termodinàmica (entalpia, calor de dissolució, procés exotèrmic) per determinar la sal que millor pot escalfar el recipient.	<b>1</b>

Criteris d'avaluació	Indicadors	Valor
<b>3.a. Interpretar dades numèriques, gràfiques, esquemes i diagrames per abordar la resolució de la situació-problema plantejada</b>	Calcula la massa teòrica de xocolata que hi ha en el recipient tenint en compte la densitat i el volum de la substància.	<b>1</b>
<b>3.a. Interpretar dades numèriques, gràfiques, esquemes i diagrames per abordar la resolució de la situació-problema plantejada</b>	Calcula de manera adequada el valor de la calor teòrica despesa (en kJ) en produir-se la reacció de dissolució de la sal $\text{CaCl}_2$ . Utilitza la fórmula de $Q=m \cdot C_e \cdot \Delta T$ per calcular l'increment de temperatura i la temperatura final a la qual arribarà la beguda dintre el recipient.	<b>1</b>
<b>4.a. Analitzar, resoldre i treure conclusions de problemes científics contextualitzats</b>	Analitza els diferents textos i esquemes, i utilitza el seus coneixements per dissenyar un prototip de recipient per a una beguda autoescalfable.	<b>1</b>
<b>4.b. Analitzar, resoldre i treure conclusions de problemes científics contextualitzats</b>	Discuteix els avantatges i inconvenients d'aquest tipus d'envasos.	<b>1</b>
<b>5.a. Comprendre i comunicar ciència de manera coherent i estructurada</b>	Raona els diferents aspectes que provocaran que no s'arribi a la temperatura teòrica.	<b>1</b>
<b>5.b. Comprendre i comunicar ciència de manera coherent i estructurada</b>	Avalua les instruccions i/o informació complementària que hauria de contenir l'etiqueta de l'envàs.	<b>1</b>
<b>5.c. Comprendre i comunicar ciència de manera coherent i estructurada</b>	Sintetitza i relaciona tota la informació. El text és coherent i té un fil conductor.	<b>0,5</b>

## **Criteris específics d'avaluació complementaris. Exemple de resolució**

Els envasos de les begudes autoescalfables tenen principalment tres càmeres: una que conté la beguda o aliment, l'altra que conté l'aigua i l'altra que conté la sal i és on es produeix la reacció química que allibera calor (reacció exotèrmica, amb un valor d'entalpia negatiu,  $\Delta H^\circ < 0$ ). Els reactius han de mantenir-se separats fins que es vulgui produir l'escalfament (o refredament en el cas de begudes autorefredables) del recipient. La tecnologia d'aquesta beguda autoescalfable es basa, principalment, en la calor que es desprèn de la reacció exotèrmica d'una sal en aigua. Aquest procés de dissolució (reacció entre l'aigua i la sal) a pressió constant desprèn calor i, en conseqüència té associat un valor d'entalpia de dissolució  $< 0$ . La calor despresa en el procés provocarà un increment en la temperatura de la beguda o aliment. Per calcular l'increment de la temperatura necessitarem conèixer la calor específica del recipient i de la beguda. La calor específica és una magnitud física que es defineix com la quantitat de calor que s'ha de subministrar a la unitat de massa d'una substància o sistema termodinàmic per elevar una unitat la seva temperatura. En aquest exercici fem una aproximació suposant que la calor específica de la beguda (xocolata) és la mateixa que la calor específica de l'aigua.

La beguda es troba a l'interior d'un vas d'alumini. L'elecció de l'alumini com a material s'extreu de les taules que ens proporciona el document 3. Podem observar les diferents conductivitats tèrmiques i cal escollir un material que sigui bon conductor tèrmic (com per exemple l'alumini). A més, el vas ha d'estar envoltat d'un recipient amb una baixa conductivitat tèrmica per no cremar-nos, com per exemple, el polipropilè. El prototip del recipient ha de contenir com a mínim, les següents parts (veure figura 1):

- Envàs de polipropilè (material aïllant).
- Tapa (metall, llautó).
- Aigua, situada a la part inferior del recipient.
- Vas o compartiment d'alumini (material conductor) que conté la beguda.
- Una sal (solut), en aquest cas el clorur de calci, situada al mig del recipient. Cal que sigui una sal que, en reaccionar amb l'aigua, desprengui calor; per tant, una sal que, en dissoldre's en aigua, produeixi una reacció fortament exotèrmica. De la taula cal seleccionar el  $\text{CaCl}_2$  ja que és la substància que desprèn més quantitat de calor en dissoldre's en aigua (valor d'entalpia més negatiu).
- Un pistó, format per làmines de polipropilè.

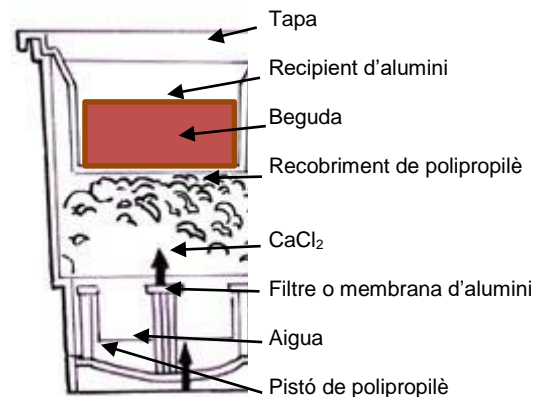
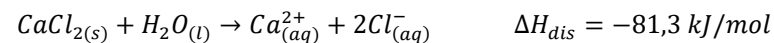


Figura 1: Diferents parts d'un recipient d'una beguda autoescalfable.

La beguda està dintre el vas d'alumini (bon conductor tèrmic), envoltat per un recipient de polipropilè. Quan pressionem la part de baix, s'acciona el pistó i es trenca la membrana d'alumini que uneix el compartiment d'aigua i el compartiment que conté clorur de calci. En dissoldre's la sal en aigua, es desprèn calor (reacció exotèrmica), que s'utilitza per escalfar la beguda.

L'equació termoquímica a 298 K que descriu la reacció de dissolució del clorur de calci és la següent:



L'energia alliberada a pressió constant quan es dissol completament un mol de clorur de calci és de 81,3 kJ·mol<sup>-1</sup>.

Per calcular l'increment de temperatura de la dissolució durant el procés, suposarem que l'envàs funciona com un calorímetre perfectament aïllat i per tant que no hi haurà pèrdues d'energia. Podem utilitzar l'expressió següent:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T$$

On  $m$  és la massa de la dissolució expressada en kg,  $C_e$  és la calor específica de la dissolució (suposarem que coincideixi amb la calor específica de l'aigua, per tant estem fent una aproximació ja que no disposen de la calor específica de cap altra de les substàncies que intervenen en la reacció,  $C_{e \text{ H}_2\text{O (l)}} = 4,18 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ) i la variació de la temperatura és igual a la temperatura final menys l'inicial, suposant que partim d'una temperatura estàndard de 25 °C podran calcular la temperatura final a la qual arribaran, aquesta magnitud s'expressa en kelvins (K).

Experimentalment al laboratori necessitaríem el següent material per dur a terme l'experiència:

- Calorímetre (vas de plàstic -material aïllant- amb tapa).
- Termòmetre.
- Balança.

- Provena per mesurar el volum d'aigua.

Procediment experimental: en el calorímetre col·loquem un volum determinat d'aigua, tenint en compte la densitat de l'aigua 1000 g/L i mesurem la temperatura inicial a la que es troba l'aigua. Posteriorment afegim una determinada massa de  $\text{CaCl}_2$  sòlid al calorímetre. Tapem el calorímetre, agitem ràpidament la mescla per dissoldre tot el sòlid i esperem un temps fins que la temperatura del termòmetre s'estabilitzi (temperatura final). Cal conèixer la massa de  $\text{CaCl}_2$ , el volum d'aigua, temperatura inicial de l'aigua i la temperatura final de la dissolució així com tenir en compte la calor específica de l'aigua.

Càlculs per trobar la temperatura a la que arribarà la xocolata:

Inicialment cal calcular la quantitat de calor que cedirà la reacció de dissolució del clorur de calci. Si coneixem l'entalpia de la reacció podem calcular la calor despresa de la següent manera:

$$50 \text{ g CaCl}_2 \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{111 \text{ g CaCl}_2} = 0,450 \text{ mols CaCl}_2$$
$$0,450 \text{ mols CaCl}_2 \frac{-81,3 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CaCl}_2} = -36,621 \text{ kJ} = 8761 \text{ cal}$$

Un cop calculada la calor despresa podem utilitzar la fórmula  $Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T$  per calcular la temperatura a la qual arribarà la beguda. Suposarem que la dissolució de la sal resultant i la beguda tenen una calor específica igual a la de l'aigua líquida. Podem calcular la massa de xocolata gràcies a la densitat i el volum de xocolata.

$$60 \text{ mL xocolata} \cdot \frac{1,25 \text{ g de xocolata}}{1 \text{ mL xocolata}} = 75 \text{ g de xocolata}$$

Tenint en compte que el material extern aïllant que hem seleccionat és el polipropilè i el material intern és l'alumini, podem calcular l'increment de temperatura:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T =$$
$$8761 \text{ cal} = \left[ (50 \text{ g CaCl}_2 + 60 \text{ g H}_2\text{O} + 93,68 \text{ g de xocolata}) \times 1,00 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \times \Delta T \right] + \left[ 8,5 \text{ g} \times 0,217 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \times \Delta T \right] + \left[ 21,5 \text{ g} \times 0,430 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \times \Delta T \right]$$
$$\Delta T = 40,79^\circ\text{C}$$

Com que la temperatura inicial és de  $25^\circ\text{C}$  podem trobar la temperatura final:  $\Delta T = T_f - T_0 \rightarrow 40,79^\circ\text{C} = T_f - 25^\circ\text{C} \rightarrow T_f = 65,79^\circ\text{C}$

No arribarà a la temperatura calculada, ja que entre d'altres coses s'han realitzat diferents aproximacions com, per exemple, que la calor específica de la dissolució i de la xocolata és la mateixa que la de l'aigua. A més, el sistema no està aïllat perfectament, les masses del recipient també són aproximades.

Finalment, l'etiqueta ha de contenir una sèrie d'aspectes que cal tenir en compte. Aquesta és la informació més rellevant:

- Cal girar l'envàs alhora que s'agita, perquè del contrari no s'escalfarà suficient, ja que tota l'aigua no entrarà en contacte amb la sal.
- També cal especificar que abans d'obrir la beguda cal esperar un temps (3 minuts) ja que s'ha de dissoldre tota la sal.

- No es pot escalfar el recipient utilitzant altres mètodes perquè podria ser perillós.

Alguns avantatges d'aquest tipus de begudes és que es pot escalfar-la en qualsevol moment i lloc sense necessitat de cap aparell. Per altra banda, algun dels inconvenients és que pesa més ja que conté la sal i l'aigua necessaris per dur a terme la reacció exotèrmica i el preu és més elevat.