

Determinació de l'entalpia de vaporització d'un líquid

És un fet conegut que els líquids s'evaporen. En fer-ho es trenquen les forces que mantenen unides les seves partícules. L'evaporació és un procés endotèrmic, cal energia per a separar les molècules.

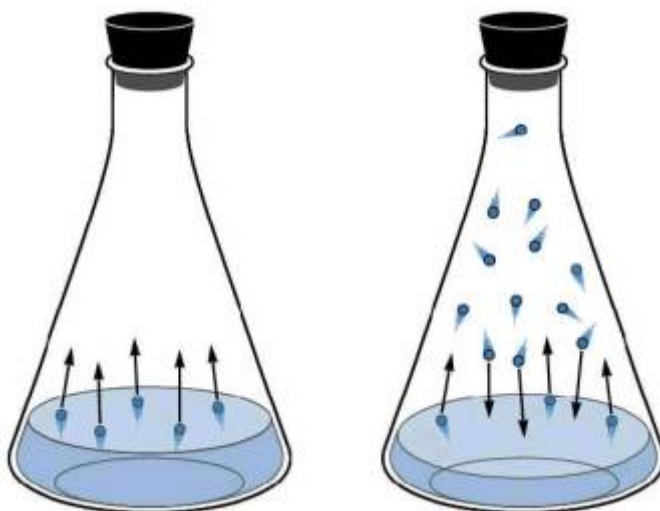
La determinació de l'entalpia de vaporització d'un líquid és un procés senzill i conèixer el seu valor és d'alta utilitat en les activitats que utilitzen dissolvents orgànics; entre elles es troben la indústria farmacèutica, la fabricació de pintures, l'impremta i l'elaboració de coles i adhesius.

Objectius

- Determinar l'entalpia de vaporització de l'acetona a partir de mesures de la pressió de vapor.

Introducció

- Si es té un líquid dins d'un recipient tancat a una determinada temperatura, al principi s'evapora fins que s'estableix un equilibri entre el líquid i els seus vapors. La velocitat d'evaporació és la mateixa que la de condensació. La pressió de vapor es defineix com la pressió del vapor en equilibri amb el líquid a aquesta temperatura.



Inicialment, a l'esquerra, només hi ha evaporació. Amb el temps s'arriba a un estat d'equilibri, dreta, en el que les velocitats d'evaporació i de condensació són les mateixes.

Font http://www.unit5.org/christjs/Vapor_2.jpg

- La pressió de vapor està relacionada amb l'entalpia de vaporització a l'equació de Clausius-Clapeyron. Si s'expressa la pressió en atmosferes, la relació és

$$\ln P_{\text{vap}} = - \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R T} + \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R T_{\text{eb}}}$$

on ΔH_{vap} és l'entalpia de vaporització, en J
 T_{eb} és la temperatura d'ebullició, en K
 T la temperatura de l'experiment en K i $R = 8,3 \text{ J}/(\text{molK})$

Si es representen gràficament $\ln P_{\text{vap}}$ en front d' $1/T$ s'obté una recta i del seu pendent pot determinar-se ΔH_{vap}

Treballarem amb un dissolvent molt emprat, l'acetona, i hem de tenir els valors de la pressió de vapor a diferents temperatures.



- A temperatura ambient, per a determinar la pressió de vapor posarem una quantitat de líquid dins d'un erlenmeyer, taparem amb un tap connectat a un sensor de pressió i mesurarem la pressió fins que s'estabilitzi. La temperatura l'obtindrem amb un sensor de temperatura. Cal tenir present que inicialment hi ha aire al recipient i que la pressió total mesurada és la suma de les pressions parcials de l'aire i la pressió de vapor del líquid

$$P_{\text{total}} = P_{\text{aire}} + P_{\text{vapor líquid}}$$

Per mesurar la pressió de vapor a una altra temperatura caldrà fer el mateix experiment submergint el conjunt en un bany d'aigua calenta de temperatura coneguda. Quina serà la variable independent? I la dependent?

- **En acabar haureu après** a mesurar la pressió de vapor d'un líquid a diferents temperatures, i a partir d'elles calcular la seva entalpia de vaporització

Material i Equipament

<u>Material de laboratori</u>	<u>Productes</u>	<u>Elements equip Multilog</u>
Vas de precipitats de 500 ml	Paper de filtre	Interfícies Multilog-Pro amb cables USB
Erlenmeyer de 100 ml	Aigua de l'aixeta	Sensors de temperatura (rang -25°C/110°C, resolució 0,13°C)
Tap de goma per a l'erlenmeyer, travessat amb dues agulles hipodèrmiques (per evitar punxades mentre es manipula el tap és útil punxar les puntes de les agulles a un tap de suro).	Acetona  Xi 	Sensor de pressió (rang 0-700 kPa, resolució 0,5 kPa)
Xeringa de 20 ml		Ordinador
Allargador de pressió Luer Lock (d'uns 8 cm)		
Resistència calefactora o bec bunsen.		
Pipeta /Pera succió		
Caixa aïllant de porexpan, sense tapa		
Ulleres de seguretat		

Procediment

Muntatge de l'experiència

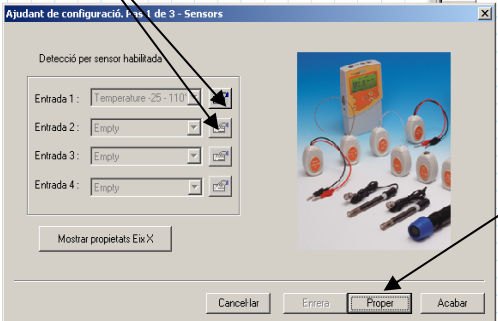
Primer fareu l'experiència a temperatura ambient:

1. Talleu un tros de paper de filtre d'uns 2 x 8 cm, doblegueu-lo i poseu-lo dins d'un erlenmeyer ben sec.

2. Agafeu el tap de goma travessat amb dues agulles connecteu el tub allargador i el sensor de pressió a una de les agulles
3. Ompliu la xeringa amb 20 ml d'acetona i connecteu-la a l'altre agulla del tap
4. Tapeu bé l'erenmeyer amb el tap. Aquesta operació és molt important, no hi ha d'haver pèrdues perquè es faran mesures de pressió.
5. Connecteu el sensor de pressió a l'entrada IO-1 i el de temperatura a l'entrada IO-2 de la interfície Multilog
6. Engageu la interfície i després obriu el programa Multilab
7. **Configuració del sistema.** Heu de configurar el sistema perquè enregistri les dades de pressió i temperatura en funció del temps.

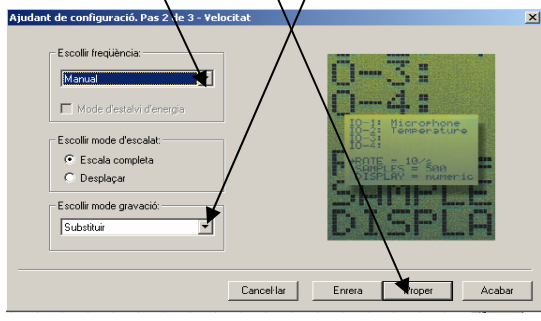
8. Cliqueu el botó configurar ajudant,  , s'obre una primera pantalla

1^a pantalla
es detectaran els dos sensors, el de temperatura i el de pressió

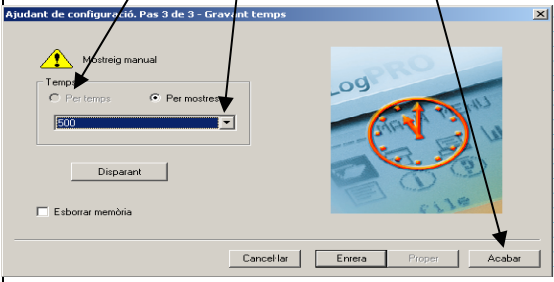


Cliqueu
proper

2^a pantalla
seleccioneu freqüència: **cada segon**
mode de gravació: **substituir**
cliqueu: **proper**

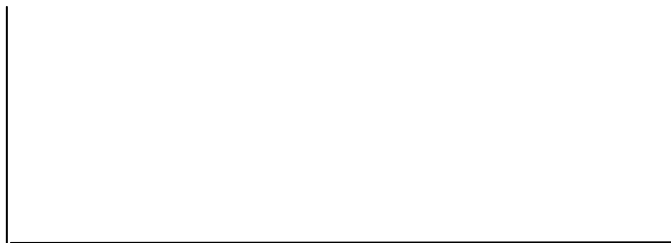


3^a pantalla
Selecció **per temps 8:20 min.** Cliqueu **acabar**






Predicció

Dibuixeu el gràfic de la variació de la pressió dins l'erlenmeyer quan premem l'èmbol i deixem caure l'acetona.



Compareu i discutiu les vostres prediccions amb la resta de la classe.





Execució de l'experiència

- Poseu en marxa el programa Multilab amb el botó executar () espereu uns segons que la pressió s'estabilitzi.
- Premeu l'èmbol de la xeringa perquè l'acetona caigui dins del recipient tot d'un cop.
- Espereu uns minuts fins que la pressió torni a estabilitzar-se
- Atureu l'adquisició de dades, amb el botó stop ().

Nota: La manca de pràctica pot fer que hi hagi pèrdues de gas per les juntures en aquest cas caldrà repetir l'experiència



Després de la pràctica, l'acetona es pot reutilitzar

Amb el programa Multilab editeu un gràfic () de la variació de pressió i temperatura en funció del temps, doneu-li nom i afegiu-lo al projecte (). Editeu també una taula (), anomenau-la i afegiu-la al projecte ().

Mesura de la pressió de vapor a diferents temperatures

Escalfeu aigua fins uns 30 °C , poseu-la dins del vas de precipitats de 500 ml, poseu el conjunt dins d'una caixa de material aïllant.

Ara cal repetir l'experiència tal com s'ha fet a temperatura ambient, però posant el sensor de temperatura dins de l'aigua calenta.

Quan es fa l'adquisició de les dades és molt important deixar temps suficient (uns minuts), per tal que la temperatura a l'interior de l'erlenmeyer sigui la mateixa que a l'exterior.

Feu les vostres **prediccions als mateixos eixos** per cada nova mesura i comenteu-les amb la resta de nois i noies de la classe abans d'enregistrar les dades.

Repetiu les mesures a altres temperatures





Amb aquest muntatge el tap aguanta sense subjecció fins uns 140-150 kPa

Processament i anàlisi de les dades

1. Per a cada experiment:

- Observa la forma del gràfic i els valors de la taula i explica:
 - Quant valen la pressió i temperatura inicials i a què són degudes
 - Quina evolució fa la temperatura
- Si la quantitat de vapor produït és constant durant la pràctica. Quina forma té el gràfic, què significa?
- Quina és la temperatura ambient? Quant val la pressió de vapor de l'acetona a aquesta temperatura

2. Omple una taula amb els resultats obtinguts per a les diferents temperatures, fes el mateix per a l'etanol. Utilitza els cursors del Multilab ( ) per a obtenir les dades.

Acetona

Temperatura (°C)	Temperatura (K)	1/T (1/K)	Pressió inicial (kPa)	Pressió final (kPa)	Pressió de vapor (kPa)	Pressió de vapor (atm)	$\ln P_{\text{vap atm}}$

3. Fes un gràfic del $\ln P_{\text{vap (atm)}}$ en front d' $1/T$ i determina l'entalpia de vaporització de l'acetona.

4. Consulta el valor real de l'entalpia de vaporització i calcula l'error absolut i el % d'error.

Conclusions

A partir de les observacions que has fet, dels resultats i anàlisis de dades, escriu a quina o quines conclusions arribes pel que fa a la variació de la pressió de vapor amb la temperatura i al valor obtingut d'entalpia.

Qüestionari

1. Justifica si hi hauria diferències significatives en els resultats si es canvien les condicions experimentals següents:
 - a) Utilitzar un erlenmeyer més gros.
 - b) No aïllar el conjunt.
 - c) Posar el sensor de pressió directament a dins sense tapar.
2. El dissolvent més corrent és l'aigua. Quin tipus d'enllaç químic té l'aigua? I l'acetona? Què pots dir de les forces intermoleculars?
3. Busca el valor de l'entalpia de vaporització de l'aigua i justifica, a partir de l'enllaç intermolecular, perquè és major o menor que la de l'acetona.
4. Busca activitats en les que l'acetona tingui un paper important.

Informe

Redacteu un informe de l'experiència. En aquest informe s'han de distingir clarament les següents parts: objectius, introducció, realització i conclusió, junt amb les respostes al qüestionari.

Bibliografia

http://www.unit5.org/christjs/Vapor_2.jpg