





- Affinité : osmose
- Enthalpie de réaction
- Calorimètre humain

Thermodynamique

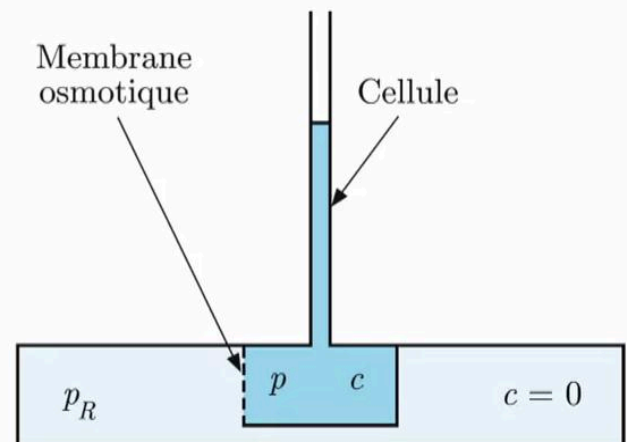
Me voici à nouveau pour vous présenter quelques expériences dans cette leçon. Théophile M'Bengue vous a donné quelques applications, de la thermodynamique à la chimie. Ici. J'aimerais vous montrer le phénomène de l'osmose. Que je considère comme une très belle illustration de la notion d'affinité. Ensuite, j'aimerais vous montrer une mesure rudimentaire qui rendra concret la notion d'enthalpie de réaction. Enfin, je vous montrer une petite expérience modeste mais qui cherche à analyser le comportement thermique d'un être humain dans une boîte. Un besoin calorimètre ?

Notes

Summary



0m 04s



Thermodynamique

Commençons par l'osmose. Le phénomène de l'osmose a lieu dans la situation suivante vous avez une cellule dite osmotique qui contient une solution salée. On notera. C'est ici la concentration de sel dans de l'eau. Cette cellule est immergée dans de l'eau pure. Donc dans le bassin, on a, c'est égal, zéro. Entre le bassin et la cellule osmotique, il y a une membrane qui a une propriété particulière. Elle laisse passer l'eau, mais pas les ions de sel. On va se poser, on va voir ce qui se passe et on va se poser la question de savoir quel est le niveau. De l'eau dans le tube au dessus de la cellule osmotique.

Notes

Summary



0m 51s

65MIN

À l'équilibre, voici le bassin d'eau pure et à droite, vous avez la membrane osmotique remplie d'eau salée et qui en ce moment trempent dans un bain d'eau salée également. Le préparateur met la cellule dans l'eau pure. Il a mis. Dans le tube. Un marqueur noir qui va nous permettre de mieux voir. Que le niveau d'eau dans la cellule monte. Comme ceci.

Notes

Summary



1m 52s



Equilibre pour l'eau seulement :

$$\mu(T, p_R) = \mu(T, p, 1 - c)$$

$$\mu(T, p, 1 - c) = \mu(T, p) + RT \ln(1 - c)$$

$$\mu(T, p) - \mu(T, p_R) = v(p - p_R)$$

$$v(p - p_R) = cRT$$

$$\frac{V}{N_{eau}}(p - p_R) \simeq \frac{N_{sel}}{N_{eau}} RT$$

Thermodynamique

Quelle est la condition qui décrit l'équilibre de ce système ? Ici, on a. Seulement l'eau qu'est la substance chimique qui peut passer d'un côté à l'autre de la membrane. Par conséquent, la condition d'équilibre chimique. Un s'impose, c'est à dire la condition d'égalité des potentiels chimiques. Attention à la notation ici mue c'est le potentiel chimique de l'eau. Si j'indique les variables T, la température est PR. Ici c'est la pression du réservoir, donc du bassin d'eau, donc la pression atmosphérique. Cela veut dire que je parle du potentiel chimique de l'eau pure à droite de cette égalité. J'ai un potentiel chimique qui dépend de la température, de la pression P dans la cellule et puis de la concentration d'eau dans la solution qui est un c. On peut montrer que pour un mélange idéal, le potentiel chimique. D'une des substances, d'un mélange. Suit la loi suivante ou on a le terme $RT \ln$ de la concentration qui apparaît. Pour. Une substance pure. Le potentiel chimique peut dépendre de la pression. Et pour un liquide incompressible comme l'eau, on a la loi suivante. Et la condition d'équilibre nous donne le résultat suivant. On peut manipuler un peu cette équation si on utilise la définition du volume molaire qui apparaît ici.

Notes

Summary



2m 38s



Equilibre pour l'eau seulement :

$$\mu(T, p_R) = \mu(T, p, 1 - c)$$

$$\mu(T, p, 1 - c) = \mu(T, p) + RT \ln(1 - c)$$

$$\mu(T, p) - \mu(T, p_R) = v(p - p_R)$$

$$v(p - p_R) = cRT$$

$$\frac{V}{N_{eau}}(p - p_R) \simeq \frac{N_{sel}}{N_{eau}} RT$$

$$(p - p_R)V \simeq N_{sel} RT$$

Thermodynamique

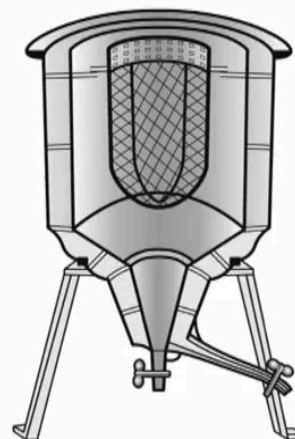
Le volume molaire de l'eau, c'est le volume de l'eau divisé par le nombre de moles dans l'eau. Pour la concentration à faible concentration, c'est le nombre de moles de sel divisé par le nombre de moles d'eau. Et si je simplifie cette équation, je vois une équation de type delta parfois V égale un RT . Ça veut dire que cette différence de pression, appelée la pression osmotique, est la pression qu'aurait un gaz de sel, de mol de sel dans le volume V de l'eau.

Notes

Summary



4m 27s



Calorimètre à glace
de Lavoisier et Laplace
(1783)

Thermodynamique

Passons maintenant à l'enthalpie de réaction. Je cherche ici à donner une vision concrète de ce qu'on entend par enthalpie de réaction et on va regarder une enthalpie de combustion. Je me bats pour faire l'expérience. Je me suis inspiré du calorimètre historique de Lavoisier. Laplace, qui avait imaginé l'expérience suivante. Il voulait. Étudiée la chaleur dégagée par une réaction chimique. Elles ont proposé de faire cette réaction à l'intérieur d'une sphère de glace et de mesurer la quantité de glace transformée en eau pour estimer la chaleur dégagée par la réaction.

Notes

Summary



5m 02s



Alors, je vais vous proposer quelque chose de semblable. Mais au lieu d'utiliser de la glace, on va chauffer de l'eau. J'ai ici un réchaud à alcool posé sur une balance. On va donc mesurer la quantité d'alcool qui a brûlé. On a de l'eau en dessous de la flamme. Dont on va mesurer la température. On connaît la chaleur spécifique de l'eau. On va pouvoir mesurer la quantité de chaleur emmagasinée par l'eau. Le préparateur a mis 200 grammes d'eau dans le pêcheur. La minuterie est enclenchée et on mesure la température de l'eau en même temps qu'on voit la poids du réchaud à alcool qui diminue parce que l'alcool a brûlé. J'arrête l'expérience ici.

Notes

Summary



Ordre de grandeur

$$\delta m \approx 0.9 \text{ g d'alcool}$$

$$m \approx 200 \text{ g d'eau} \quad \Delta T \approx 17 \text{ K}$$

$$\frac{m c_p^* \Delta T}{\delta m} \approx 16 \text{ MJ/kg}$$

Enthalpie de combustion :

$$\Delta_c H^0 \approx 30 \text{ MJ/kg}$$

Thermodynamique

Je vous propose d'essayer d'estimer l'ordre de grandeur de la l'enthalpie de combustion. On a les données suivantes. On a 0,9 grammes d'alcool qui ont permis de chauffer 200 grammes d'eau de 17 degrés. Alors tout simplement, je calcule. La chaleur apportée. Je divise par la quantité d'alcool utilisée. Je trouve seize mégajoule par kilo. La valeur Typekit tabulaire est plutôt de 30 mégajoule par kilo. Notre expérience n'était de loin pas précise. En particulier, une partie de la chaleur dégagée par la flamme est partie en convection dans l'air pour chauffer l'air. Au lieu de chauffer l'eau. Donc je ne suis pas étonné qu'on ne trouve pas la bonne valeur. Le but de cette expérience était d'illustrer un concept plutôt que de faire une mesure précise.

Notes

Summary



6m 50s

Calorimètre humain



Thermodynamique

Passons maintenant un calorimètre humain. Le voici. C'est une caisse en bois. Isolés par des panneaux. Qui ne conduisent que très mal la chaleur. Et puis on va mettre une personne là, le papa de l'assistante ici, et on va mesurer la température de l'air dans la caisse pendant quelques minutes. Rassurez vous, on ne laissera le préparateur que quelques minutes dans cette boîte.

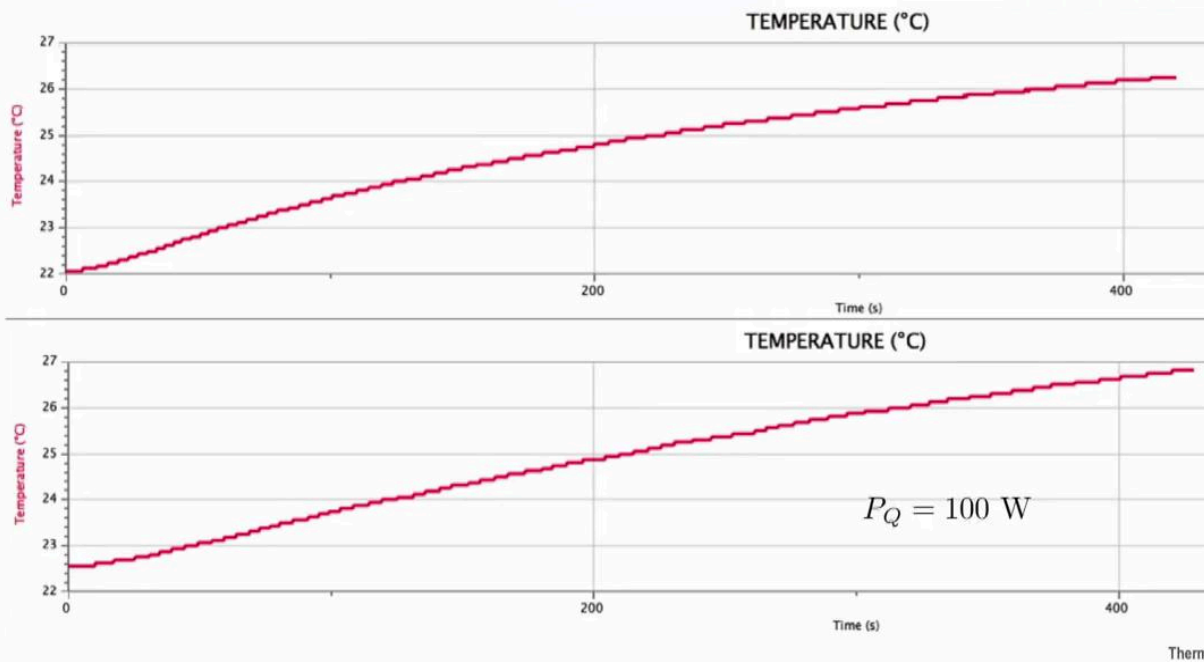
Notes

Summary



7m 54s

Calorimètre humain



Voici ce qu'on a observé. Vous avez la température de l'air ? Il y avait un ventilateur dans la caisse pour assurer un bon brassage de l'air. Vous voyez ici, dans l'intervalle de 400 secondes, de combien l'air a changé de température. On a ensuite enlevé le préparateur de cette caisse et on l'a remplacé par une résistance électrique qu'on a chauffé en forçant un courant dans la résistance. On avait une puissance électrique de 100 watts et on observe à peu près le même échauffement de l'air pour une résistance de 100 watts. Donc, on en déduit qu'une personne dissipe à peu près 100 watts, ce qui correspond à 2000 kilocalories par jour.

Notes

Summary



8m 28s



- Affinité : osmose
- Enthalpie de réaction
- Calorimètre humain

Thermodynamique

En résumé. Pour illustrer les concepts de la thermodynamique appliquée à la chimie. J'ai illustré la notion d'affinité en vous montrant le phénomène de l'osmose. J'ai essayé de faire une mesure naïve mais très explicite d'une enthalpie de combustion. Et ensuite Joseph montrait une petite expérience avec un calorimètre humain. Je vous remercie de votre attention.

Notes

Summary



9m 19s