

EPFL

# Les coefficients calorimétriques—part 2- Gaz parfait



- Quantités infinitésimales de chaleur échangée
- Coefficients calorimétriques de chaleur sensible
- Coefficients calorimétriques de chaleur latente
- Relations entre Coefficients calorimétriques
- Obtention des Coefficients calorimétriques
- Cas des gaz parfaits
- Application: calcul de  $Q$  et  $W$

Thermodynamique

Vous êtes les bienvenus à la deuxième partie de la leçon chez les cousins mythiques. Il s'agit d'une leçon qui fait partie. De mots clés des thermodynamique coordonnée par les PDF. L'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne en Suisse. Et moi je suis là, j'ai le docteur. Paul Salmon réclame des locaux pour l'Etat au Cameroun. Dans cette deuxième partie, donc le métier. Nous allons nous concentrer sur l'audace, pas le fait. Nous allons voir comment, en général, le groupe 500 obtenu. Et nous allons faire l'application des instructions obtenues au gaz pour le faire. Nous rappelons que dans la leçon précédente. Nous avons parlé de quantité infinitésimale, de chaleur échangée. C'est quand infinitésimal, ça laisse. Les spécialistes des salles nous ont permis de définir le coefficient de chaleur sensible et la chaleur latente. Ainsi, nous avons établi quelques relations, qu'elles aient des flancs comme ça à l'automatique. Pour la leçon ou la partie. Que voici, nous allons essentiellement montrer comment on obtient la valeur ou les valeurs des valeurs éthiques. Et nous allons mener ces valeurs pour les gaz parfaits. La leçon qui vient de la troisième partie. Utilisé à des fins de métiers pour la détonation des salauds, les singer et du travail singer.

Notes

Summary



0m 05s

# Obtention des Coefficients calorimétriques :



## • Rappels : Les coefficients calorimétriques

$$\left. \begin{array}{l} \delta Q = c_V dT + l dV \\ \delta Q = c_P dT + h dP \\ \delta Q = \lambda dP + \mu dV \end{array} \right\} \longrightarrow c_V, c_P, l, h, \lambda, \text{ et } \mu$$



Thermodynamique

Que dire de l'obtention de concerts mythique ? Rappelons que nous avons appelé à homéotiques les six coefficients qui permettaient un isolant valable d'étapes 2 à 2, décrit sous forme infinitésimale, teinté de chaleur et changé un peu. Le système et le mulet c'est le dossier de confiance, c'est bcp hélas lambda et MU.

Notes

Summary



1m 45s

# Obtention des Coefficients calorimétriques :



- Valeurs molaires ou massiques de  $c_p$  et  $c_v$  connues pour tous les corps à toutes les températures et pressions  
 ⇐ Tables thermodynamiques (détermination expérimentale)
- Détermination expérimentale de  $h$  et  $l$  très délicates  
 ⇒ Utilisation des équations d'état  
 et Relations de Clapeyron (appel à  $dU$ ,  $dS$ ,  $dH$ ,  $dG$ , etc, qui seront présentés plus tard)

$$l = T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \quad \left( \frac{\partial c_v}{\partial V} \right)_T = T \left( \frac{\partial^2 P}{\partial T^2} \right)_V$$

$$h = -T \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \quad \left( \frac{\partial c_p}{\partial P} \right)_T = -T \left( \frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right)_P$$

Thermodynamique

Bien le coefficient slalom ou les  $c_p$  et  $c_v$  sont généralement obtenus. À toutes les températures. D'une manière expérimentale. Et c'est comme ça que constituent souvent les tables thermodynamiques. Cependant. La détermination des coefficients  $h$  et  $l$  est très délicate du point de vue expérimental. De l'obtention passe donc par l'utilisation des équations d'état de chacun des systèmes thermodynamiques, mais aussi de l'utilisation des relations de Clapeyron. Mais le plus souvent que font intervenir les grandeurs qui n'ont pas encore été présentés dans ce cours de thermodynamique. Nous allons nous contenter de présenter ces relations sans les démontrer ici. Et selon le démontrer plus tard lorsque. Le de. Énergie interne, entropie, enthalpie et énergie libre seront intéressés. Les relations de Clapeyron sont les suivantes. La première, elle était à la place. Comédie, multiplie, développe à la porter à volume constant. La deuxième place était à la moitié des levées de  $V$  par rapport à des constantes. La troisième, dérivée de  $c_v$  par rapport à  $V$  à température constante, était relaté comme multiplie. Dès le second DP par rapport à décalé un volume constant. La quatrième donne la d'élever.

Notes

Summary



# Obtention des Coefficients calorimétriques :



- Valeurs molaires ou massiques de  $c_P$  et  $c_V$  connues pour tous les corps à toutes les températures et pressions  
 $\Leftrightarrow$  Tables thermodynamiques (détermination expérimentale)
- Détermination expérimentale de  $h$  et  $l$  très délicates  
 $\Rightarrow$  Utilisation des équations d'état  
 et Relations de Clapeyron (appel à  $dU$ ,  $dS$ ,  $dH$ ,  $dG$ , etc, qui seront présentés plus tard)

$$l = T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \quad \frac{\partial c_V}{\partial V} \bigg|_T = T \left( \frac{\partial^2 P}{\partial T^2} \right)_V$$

$$h = -T \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \quad \frac{\partial c_P}{\partial P} \bigg|_T = -T \left( \frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right)_P$$

$$c_P - c_V = -T \frac{\left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P^2}{\left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T}$$

Relation de Robert Mayer

Thermodynamique

Pas assez de CP par rapport à la paie est un plateau constant qui est égal à moins de. La dérivée seconde devait apporter un plus sans constante. Voilà le cas pour la salle de classe plein. Ils sont utilisés pour la détermination des eunuques au sein de Taman et elles. Mais les relations et relations de Robert Maillet, Kelly, CP et CB à savoir s'il avait été dans la montée. Le rapport des dérivés est passé de nouveau calé sur la DVD par rapport à l'impression à température constante. Voilà. Des relations qui sont utilisées. Après que l'on a connu les valeurs des CP et s'est élevée du point de vue mental. Nous allons maintenant déterminer. Le cousin de Carlos, le mutique. Dans le cas particulier des gaz parfaits.

Notes

Summary



3m 59s

# Coefficients calorimétriques : Cas des gaz parfaits



- Rappel : Equation d'état d'un gaz parfait

$$PV = nRT \quad \text{Avec : } R = 8,32 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

- Valeurs expérimentales de  $c_v$  et  $c_p$  :

GP **mono**atomique :

$$c_V = \frac{3}{2}R \quad \text{et} \quad c_P = \frac{5}{2}R$$

GP **di**atomique :

$$c_V = \frac{5}{2}R \quad \text{et} \quad c_P = \frac{7}{2}R$$

Thermodynamique

Mais un petit rappel, à savoir qu'un gaz parfait caractérisé par l'équation est égal à un état avec et à la console est à ce niveau environ 1 000,32 jours par mole. Quel est le nombre de moles ? Et avait été sur les toits quand elle était bonne dame déclassée que nous connaissons. Rappelons aussi la mollesse mentale des  $c_v$  et  $c_p$ . Elles sont directement liées. La consonne plantée, la manière suivante. Et nous allons faire une distinction entre un gaz mono atomique et un gaz parfait dit atomique. Problème grâce à un feu atomique. On obtient expérimentalement que  $c_v$  est égal à trois F et c'est la fin de L. Pour un gaz parfait diatomique,  $c_v$  vaut plutôt des r et  $c_p$  sept demi de R. Damien Abad se rappelle Nous allons déterminer les autres coefficients calorimétriques, donc nous prenons le cas particulier d'un gaz atomique.

Notes

Summary



4m 57s



# Coefficients calorimétriques : Cas des gaz parfaits



- GP **mono**atomique :  $c_V = \frac{3}{2}R$  et  $c_P = \frac{5}{2}R \Rightarrow l = P$

Preuve

$$l = T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

$$PV = RT \rightarrow P = \frac{RT}{V}$$

$$\left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V = \frac{R}{V} \frac{\partial T}{\partial T} = \frac{R}{V}$$

$$l = T \cdot \frac{R}{V} = \frac{PV}{V} = P \rightarrow \boxed{l = P}$$

Thermodynamique

Nous nous rappelons ici de la santé mentale dans ces essais de R. La première relation. Et que donc elle est égale à la pression du gaz. En effet. Elles ont déterminé et devaient l'atteindre développer la paix à volume constant. Avec l'équation de gaz parfaits PV égal à RT. On va se placer dans le cas d'une boule. On peut également aider Silver. Ceci permet donc d'obtenir la dérivée de P par rapport à un volume constant dans le volume et dans constant est et V sont constants par rapport à d des t qui vaut un. Cette dérive est égale à l suivie. Il vient dans l ? Et Galatée multiplie les pépins. À la fois raté, c'est à dire elle survit. Et l'appel aux poissons du gaz parfait, etc. La PV dont l'AFP avait soulevé un simple feu vert. Nous avons donc peu d'eau, elle était adaptée. Nous constatons que. La même leçon va être obtenue pour le cas d'un gaz diatomique. Ce ne va pas intervenir ici, ni CBV, ni CP. Très bien.

Notes

Summary



6m 07s

# Coefficients calorimétriques : Cas des gaz parfaits



- GP **mono**atomique :  $c_V = \frac{3}{2}R$  et  $c_P = \frac{5}{2}R \Rightarrow l = P$

Preuve

$$h = -V$$

$$\begin{aligned} h &= -T \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \\ PV &= RT \rightarrow V = \frac{RT}{P} \\ h &= -T \left( \frac{\partial}{\partial T} \left( \frac{RT}{P} \right) \right)_P \\ &= -T \cdot \frac{R}{P} \cdot \frac{\partial}{\partial T} (T) \\ &= -\frac{TR}{P} = -\frac{PV}{P} = -V \\ \boxed{h &= -V} \end{aligned}$$

Thermodynamique

La deuxième égalité concerne le quotient H et on montre que H était dans la moyenne V. Nous sommes dans le cas d'un gaz mono atomique. En effet. H a été défini comme moi nt été établi comme moi. NT développe à celle de V apporter un plus, une constante. L'équation du gaz parfait PV égal à LT, on déduit v est égal à n. Juppé fouetté. Dans As était à la montée que multiplie. Dérivées à la portée de LCP. T. Un plus une constante ça à démonter. B est inconstant et est super constant dans le sol de la DB esp. On a donne élevé par rapport a t de la valable équivaut à la montée sur supp et est encore égale à la PV de C7 égale à moins PV supp. Et quand ça ne fait pas p, on a moins V. Donc assez bien égale à moins V. Et là, on remarque, comme le fait foi que dans cette démonstration, des valeurs des CPC ne sont pas intervenues. Nous allons aussi pour un gaz parfait diatomique. La même modulation est égale à moins V. Le prochain coefficient est le mythique. Cela. Landa. Et on démontre que pour le gaz atomique.

Notes

Summary



7m 39s



# Coefficients calorimétriques : Cas des gaz parfaits



- GP **mono**atomique :  $c_V = \frac{3}{2}R$  et  $c_P = \frac{5}{2}R \Rightarrow l = P$

Preuve

$$\begin{aligned}
 \lambda &= c_V \left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_V \\
 &= c_V \frac{\partial}{\partial P} \left( \frac{PV}{R} \right)_V \\
 &= c_V \cdot \frac{V}{R} \frac{\partial}{\partial P} (P) \\
 &= c_V \cdot \frac{V}{R} \\
 &= \frac{3}{2}R \cdot \frac{V}{R} \\
 &= \frac{3}{2}V \rightarrow \boxed{\lambda = \frac{3}{2}V}
 \end{aligned}$$

$$h = -V$$

$$\lambda = \frac{3}{2}V$$

Thermodynamique

Lambda est égal à trois demi de V. En effet. Elle a été établie dans la CNV et n'était pas là pour acheter un volume constant. Or à l'aide de l'eau avec l'équation de gaz parfait. On a des PV. Super volume constant. Le volume est inconstant donc vs sont constants dans un ACV. Que multiplie. V et R. Et c'est la parenthèse dérivée de la cellule A1 de P. On a dans ces véhicules multiplié V suit et multiplie un maintenant cv. Dans le cas d'un gaz bon atomic air, on a essayé de MEDEF. Que multiplie. Visuel et en simplifiant. Avec Air, nous avons maintenant aussi trois demi levées, c'est à dire lambda. Dans la toile de. Devait on s'attendre ici que. L'expression utilisée est celle de ces trois demi. Donc lorsqu'on aura un gaz diatomiques. Une poêle allumée sans laisser passer, assène Demi Gala. C'est le début de V. Le quatrième coefficient kilométrique est mis.

Notes

Summary



9m 16s

# Coefficients calorimétriques : Cas des gaz parfaits



- GP monoatomique :  $c_V = \frac{3}{2}R$  et  $c_P = \frac{5}{2}R \Rightarrow l = P$

Preuve

$$\begin{aligned} \mu &= c_P \left( \frac{\partial T}{\partial V} \right)_P \\ &= c_P \frac{\partial}{\partial V} \left( \frac{PV}{R} \right)_P \\ &= c_P \frac{P}{R} \frac{\partial}{\partial V} V \\ &= c_P \frac{P}{R} \\ &= \frac{5R}{2} \cdot \frac{P}{R} = \frac{5}{2}P \\ \boxed{\mu = \frac{5}{2}P} \end{aligned}$$

$$h = -V$$

$$\lambda = \frac{3}{2}V$$

$$\mu = \frac{5}{2}P$$

Thermodynamique

Et pour un gaz parfait, monoatomique, on montre que  $\mu$  est égale à celle des amis de  $P$ . En effet. Nous avons obtenu tout à la mi. Sous la forme DCP. DVD par rapport à  $V$ . À pression constante, c'est à DCMP. Des. Était là, la PV tu es dans la dérivée par rapport avait des PV. C est un puissant comptable, ça ne fait C.P. P. P. Elle est une consonne sortie dans la dérivation. On a dérivé par rapport à  $v$  de  $V$  qui nous donne un intervalle assez épais.  $P$  suis f. Mais là, c'est la scène du Medef. On assène ici frappé sur TF un, simplifiant. Avec le  $R$ , on obtient donc. C'est un début de paix. L'ONU était à la fin de 1000. DP et nous constatons dans cette démonstration. Que ce n'est pas été utilisé. Et Vossen est pour le gaz diatomique. C'est  $P$  est égal à cette demi. On ne l'a plus tenu égal à cette demis de  $P$ . Bien. Des relations que nous allons vérifier aux Etats b pour le gaz parfait, c'est la loi de Robert Maillard.

Notes

Summary



10m 58s

# Coefficients calorimétriques : Cas des gaz parfaits



- GP **mono**atomique :  $c_V = \frac{3}{2}R$  et  $c_P = \frac{5}{2}R \Rightarrow l = P$

Preuve

$$\begin{aligned} c_V &= \frac{3}{2}R \\ c_P &= \frac{5}{2}R \end{aligned} \quad \left| \quad \begin{aligned} c_P - c_V &= \left( \frac{5}{2} - \frac{3}{2} \right) R \\ &= R \end{aligned} \right.$$

$c_P - c_V = R$

$$h = -V$$

$$\lambda = \frac{3}{2}V$$

$$\mu = \frac{5}{2}P$$

$$c_P - c_V = R$$

Thermodynamique

Et on montre que Plougastel a fait ses études à la R. En effet. C'est V égal à trois demi de R. CFP, égale à celle de R. On a dit nettement C.P. S'est élevé à Saint-Denis. Moins de trois demis de R. C'est une fessée à des à demi. Ça fait deux demi frères d'OCP et moi s'est élevé à la R. La sœur de Robert, mère pour le gaz, m'a fait. Le faisait remarquer que. Pour un gaz parfait diatomique, c'est vrai. Vos cinq demis de RCP possèdent des millénaires, elles allaient faire des dizaines d'années encore. Donc pour un gaz parfait, on a atomique les relations qui sont là, qui donnent dans et les gars la paix à ces gars là moins v de V, mais la scène demie de P. Et ces gars là, elle. Pour Lynda, cela fait diatomique.

Notes

Summary



12m 33s

# Coefficients calorimétriques : Cas des gaz parfaits



• GP diatomique :  $c_V = \frac{5}{2}R$  et  $c_P = \frac{7}{2}R \Rightarrow l = P$

Preuve

$$c_P - c_V = \left(\frac{7}{2} - \frac{5}{2}\right) R$$

$$= R$$

$$c_P - c_V = R$$

$$h = -V$$

$$\lambda = \frac{5}{2}V$$

$$\mu = \frac{7}{2}P$$

$$c_P - c_V = R$$

Thermodynamique

Les démonstrations se font de la même manière, mais on tient compte du fait que c'est un demi CP égal à cette demi. On monte donc. Peut être est il à la paix. De la même manière que. Dans le cas d'un gaz parfait atomique, notamment parce que le coefficient c'est bcp n'interviennent pas, de même que HT à la moins V à cause des mêmes raisons. Maintenant pour le cas de Lamda Look Official qui intervenait tout à l'heure. Dans la note à destination de Lambda, on passons à une équation de la forme lambda égale assez élevée que multiplier est. Dans le cas d'un gaz parfait. Diatomiques Silver Valentine Demers, Dr. On s'est enfui d'un palais et on a, à la fin de ma vie devait. Très bien. La seconde concernant même. On a demi de paix en réalité. Tout comme pour le gaz, mon atomic, on a l'évaluation générale de la forme, mais égal à CP. P. R. Et en tenant compte du fait que Diatomique CPT à la suite demi de R. On a été élu à l'Académie de depuis. Et la relation qu'elle a sans doute le même est aussi évidente. C'est évident, à la fin de cette demi, on a un nouveau cv égal à celle de MIT de l moi c'est un demi de F ce qui nous donne des ailes. Et Galatée ?

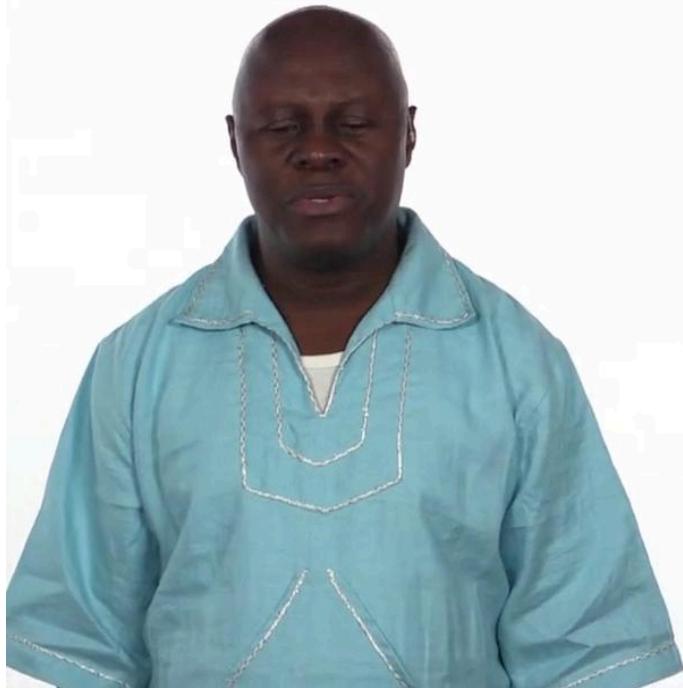
Notes

Summary



13m 42s

# Les coefficients calorimétriques—part 2- Gaz parfait



- Quantités infinitésimales de chaleur échangée
- Coefficients calorimétriques de chaleur sensible
- Coefficients calorimétriques de chaleur latente
- Relations entre Coefficients calorimétriques
- Obtention des Coefficients calorimétriques
- Cas des gaz parfaits
- Application: calcul de  $Q$  et  $W$

Thermodynamique

En conclusion de cette leçon, nous disons que. Après avoir. Monter. Comment s'obtient le quotient calorimétrique, notamment les CP, CB expérimentalement et les autres coefficients déduits des relations de Clapeyron et des meilleurs ? Nous n'avons pas admis. Nous avons ensuite appliqué des différences d'expressions au gaz parfait, ce qui nous a permis d'obtenir, au moins pour le gaz parfait, les différents codes informatiques. La suite de notre. Le son portera sur le module Application. Nous allons appliquer tout ce que nous avons vu dans cette pratique. Car le métier de la détermination, de la chaleur échangée, des tables échangées entre le système et le milieu extérieur. C'est jalon. Nous appesantir davantage sur le gaz parfait dont nous avons pu au moins s'obstiner jusqu'ici. Le cousin de Carlos, le mythique. Merci pour votre patience. Merci pour votre attention. Nous espérons avoir avec nous. À la prussienne le 100.

Notes

Summary



15m 47s