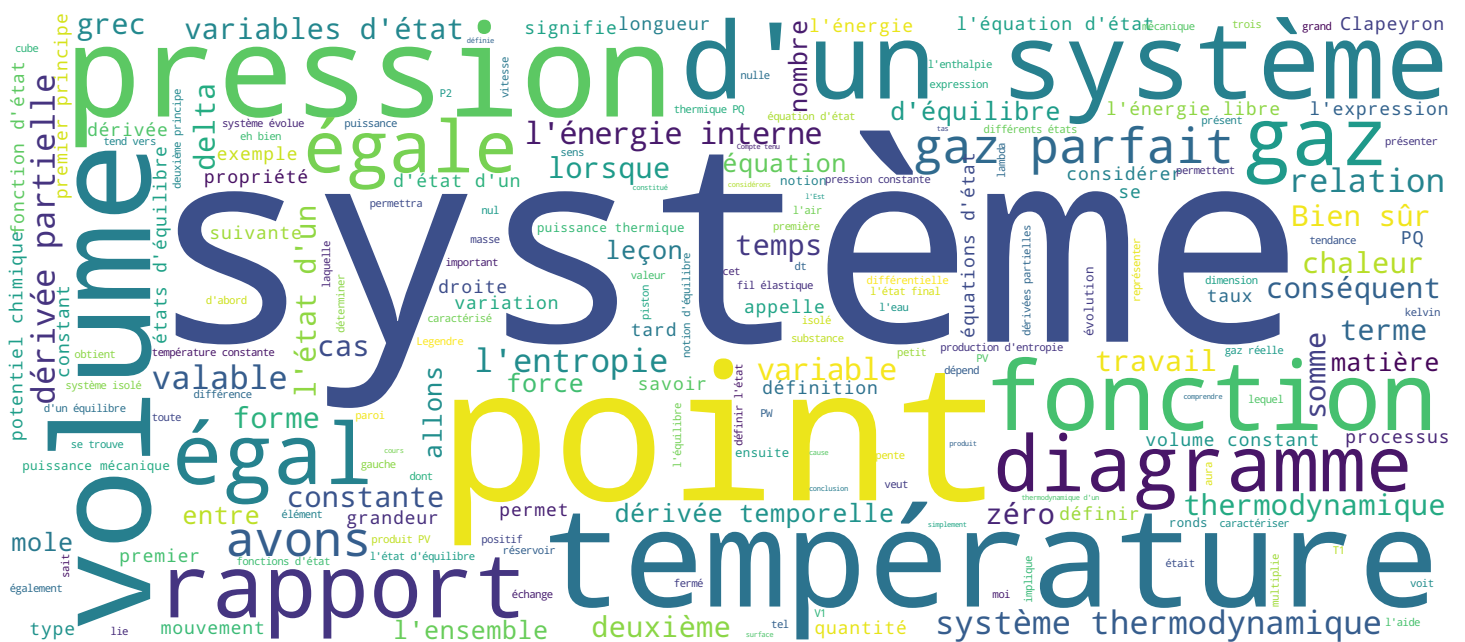


Rudolf Clausius, 1822-1888



Search MOOC



Video



Equations et diagrammes d'état



- Etat thermodynamique d'un système
- Equilibre thermodynamique d'un système
- Equation d'état d'un système
- Diagramme d'état d'un système

Thermodynamique

Bonjour. C'était un réel plaisir pour moi de contribuer au bon récit de thermodynamique coordonné par l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, en Suisse. Je suis lègè et le docteur Paul Salomon est un enseignant à l'Ecole nationale supérieure polytechnique de Yaoundé au Cameroun, que vous entretenez cette fois sur le thème Équations d'État et diagrammes d'états d'un système thermodynamique. À l'issue de cette leçon. Vous serez capable de définir entièrement. l'État d'un système thermodynamique. Cette définition vous permettra de comprendre ou de pouvoir déterminer les conditions dans lesquelles un système thermodynamique peut être un équilibre. En troisième position. Vous serez bien sûr capables de comprendre et même de décrire l'équation d'état de tout système thermodynamique qu'on peut rencontrer. Et cette équation d'état vous permettra, sur cette condition bien sûr, de pouvoir dessiner, de pouvoir tracer des diagrammes de l'état d'un système thermodynamique. Comment peut on donc définir l'état d'un système thermodynamique ?

Notes

Summary



0m 05s

Etat thermodynamique d'un système



- Définition de l'état thermodynamique d'un système

Ensemble des propriétés (valeurs) qui le caractérisent, à un instant donné, indépendamment de sa surface

- Définition des variables d'état

Propriétés qui permettent de caractériser l'état du système à un instant donné ; elles peuvent évoluer avec le temps

- Variables d'état pour un système thermodynamique :

$$\begin{cases} P, V, T \\ S_t \end{cases}$$

Thermodynamique

Nous dirons que l'état d'un système thermodynamique est l'ensemble des propriétés ou des valeurs qui caractérisent le système thermodynamique à un instant donné. Et indépendamment de ce qui se passe au niveau de sa surface. Bien voyons donc maintenant. Comment nous pouvons définir. De valable des tas de systèmes thermodynamique. Nous disons qu'il est valable. Des tas de symptômes au Danemark sont des propriétés qui permettent de caractériser cet état ou l'état de ces systèmes à un instant donné. Et elles sont appelées valables parce qu'elles sont susceptibles d'évoluer avec le temps. Parmi les valables donc. Que nous permet de définir l'état thermodynamique. Nous pouvons noter. La pression, P le volume, v le système, la température T. Mais aussi la structure est. T t'es de ce système ? Et cela nous appelle à quelques remarques bien après mes remarques.

Notes

Summary



1m 29s

Equilibre thermodynamique d'un système



- Notion d'équilibre thermodynamique :
 - Le système n'a plus tendance à évoluer
 - Les propriétés, paramètres ou variables du système sont bien définies et restent constantes dans le temps



C'est de signaler. Que valable. Thermodynamique. Est aussi souvent appelée coordonnée thermodynamique. Exactement comme x . A souvent été appelée la coordonnée x de tel ou tel point matériel. Les valables thermodynamiques sont aussi. Des coordonnées thermodynamiques. La deuxième remarque que nous allons parler. Tiennent compte de la spécificité de la thermodynamique classique. La mode, la musique classique. Nous allons lancer de la thermodynamique statistique. Donc s'intéresse à l'étude d'un système au niveau d'une échelle macroscopique. Par conséquent la structure interne du système. N'a plus d'importance. On se contente de décrire. L'évolution d'un système ou l'état d'un système à l'aide des trois paramètres. Les trois premiers paramètres, à savoir la pression, le volume. Et la température. Parlons maintenant de l'équilibre thermodynamique. Nous dirons qu'un seul thermodynamique est un équilibre lorsque le système n'a plus tendance à évoluer. Et comme l'avons vu. Il est valable des théâtres qui sont des propriétés du système et qui permet de le caractériser. La cessation des d'évolution. Permettent aussi de caractériser un système comme étant un équilibre. Le plaisant tout de même que.

Notes

Summary



2m 47s

Equilibre thermodynamique d'un système



- Notion d'équilibre thermodynamique :
 - Le système n'a plus tendance à évoluer
 - Les propriétés, paramètres ou variables du système sont bien définies et restent constantes dans le temps



Le système est un équilibre. Lorsque c'est valable des tas. Peuvent être clairement définis. Et lorsque l'on constate qu'elle demeure constante avec le temps, là, elle est à l'équilibre. Bien. Mais l'état d'équilibre a bien sûr d'être caractérisé du point de vue qualitatif.

Notes

Summary

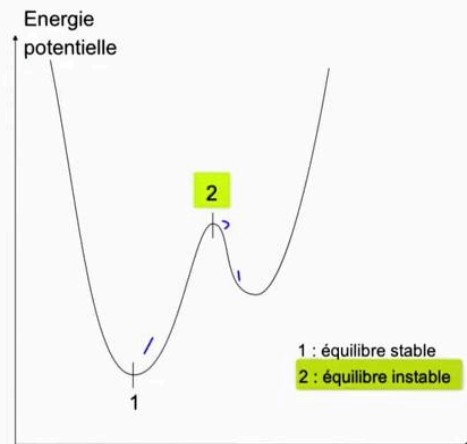


4m 35s

Equilibre thermodynamique d'un système



- Notion d'équilibre thermodynamique :
 - Le système n'a plus tendance à évoluer
 - Les propriétés, paramètres ou variables du système sont bien définies et restent constantes dans le temps
- Caractérisation qualitative de l'équilibre :
 - Stabilité
 - Instabilité



Thermodynamique

C'est pour cela que nous pourrions parler de la stabilité de l'équilibre dans les différents états d'équilibre qu'un système peut avoir. Et nous faisons appel en particulier à un système dans lequel on peut dire l'autre est un être humain dans le système de gravitation. Nous allons donc décliner. On peut alors qualifier l'équilibre en faisant appel à l'énergie potentielle et la position d'un individu. Mais la définition que nous allons donner de la qualité ou de la qualification des cubes est facilement généralisée. Donc on parlera donc d'un équilibre stable lorsque le système est d'abord un équilibre dont les paramètres ont cessé d'évoluer. Plus. Deuxième chose lorsque, si on est loin des éléments, le système des composants d'équilibre et système a tendance à y revenir. Là en parlant d'un équilibre stable. On parle ensuite d'un équilibre instable. Si le système, même légèrement déplacé de cet état d'équilibre, on constate qu'il a tendance à s'en éloigner davantage que le système est là davantage d'équilibre de cet état d'équilibre dès qu'un paramètre valide des éléments. À la notion d'équilibre stable d'équilibre instable.

Notes

Summary



4m 58s

Equilibre thermodynamique d'un système

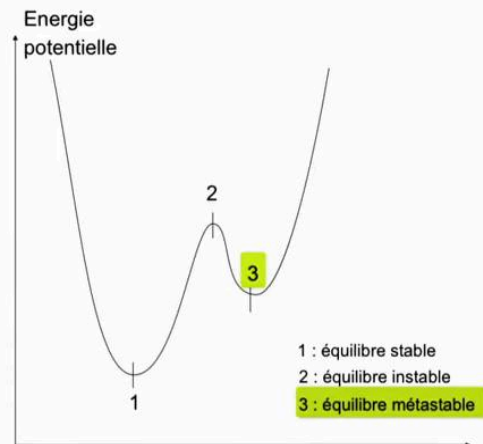


- Notion d'équilibre thermodynamique :

- Le système n'a plus tendance à évoluer
- Les propriétés, paramètres ou variables du système sont bien définies et restent constantes dans le temps

- Caractérisation qualitative de l'équilibre :

- Stabilité
- Instabilité
- Métastabilité



Thermodynamique

On ajoute finalement la notion d'équilibre métastable et un état d'équilibre métastable caractérisé par le fait que lorsque l'on écarte les éléments, le système des composants d'équilibre et s'en écarte davantage, mais pour tendre vers une position d'équilibre plus stable que la première ou l'été. Donc voilà l'équilibre métastable. Très bien. Après avoir parlé de l'équilibre thermodynamique d'un système, nous allons maintenant présenter une notion qui caractérise cet état d'équilibre. C'est ce que l'on appelle l'équation d'état d'un système.

Notes

Summary



6m 28s

Equation d'état d'un système



- Définition:

Relation entre les variables d'état du système à tout état d'équilibre

$$f(P, V, T) = 0 \rightarrow \begin{cases} P = P(V, T) \\ V = V(P, T) \\ T = T(P, V) \end{cases}$$

- Exemples :

- Gaz parfait : $PV = nRT$ $R = 8,32 \text{ J/K/mol}$

Thermodynamique

Nous définissons l'équation d'état d'un système comme une relation entre les variables thermodynamiques de ce système. Mais nous précisons encore que cette relation, qui a lieu lorsque le système, est un état d'équilibre en dehors de l'état d'équilibre, on ne sait pas comment évolue le système, mais l'équation d'état du système est une équation de l'état d'équilibre des systèmes de relation qui lie les différents paramètres ou les variables d'un système dans l'équation de la forme f. De P. VD égale zéro la zone qui va lier pv été. Évidemment, si nous avons une relation DCF form et qu'il soit possible d'exprimer l'une valable, on aura donc des relations sous la forme la variable P. Qui va aller avec VT. La valable v qui va aller avec un valable pt et la valable t temperature est en fonction de la valable de valable pv. On voit donc pourquoi déjà c'est valable. l'Etat pouvait être composé de fonction d'Etat bien après la défusion, donc des locations d'état. Allons voir quelques exemples d'équation d'état. Le premier exemple relève d'un système thermodynamique que plusieurs d'entre vous avez déjà emprunté, à savoir un gaz parfait.

Notes

Summary



7m 05s

Equation d'état d'un système



- Définition:

Relation entre les variables d'état du système à tout état d'équilibre

$$f(P, V, T) = 0 \rightarrow \begin{cases} P = P(V, T) \\ V = V(P, T) \\ T = T(P, V) \end{cases}$$

- Exemples :

- Gaz parfait : $PV = nRT$ $R = 8,32 \text{ J/K/mol}$

- Van Der Waals : $(P + \frac{n^2 A}{V^2})(V - nb) = nRT$



Thermodynamique

Notons que nous présentons ici les différentes équations d'état sans aucun effort de l'Est et Talbot de l'Est de monter dans le gaz parfait sera donc caractérisé par l'équation $pV = nT$. Lorsque un état d'équilibre. Et la circulation est qui vaut 1,32 joule par kelvin et par mole est appelée la constante des gaz parfaits. Bien sûr, P , c'est le volume du gaz et c'est la pression du gaz via son volume, sa température et l est le nombre de moles de ces gaz. Bien sûr, l'idée du gaz parfait n'est qu'une idée utopique et l'être humain ayant été créé imparfait, on ne pourra voir rien d'autre. Là, la créature soit parfaite. Donc les gaz parfaits, cela ne présente que vue d'esprit. Cependant, donc, on a des équations d'état qui est le plan réel des gaz réelles et plusieurs musiciens ont essayé d'étudier. C'est un gaz et ondes établis pour la plupart de ces gaz. Cette équation d'état. Mais disons que ce sont des modèles qui sont parfois issus des études expérimentales. Ainsi, par exemple, Van der Waals propose comme équation de gaz réelle une équation dans laquelle on voit bien la pression, le volume et la température. Est ce que le nombre de Molène ?

Notes

Summary



8m 35s

Equation d'état d'un système



- Définition:

Relation entre les variables d'état du système à tout état d'équilibre

$$f(P, V, T) = 0 \rightarrow \begin{cases} P = P(V, T) \\ V = V(P, T) \\ T = T(P, V) \end{cases}$$

- Exemples :

- Gaz parfait : $PV = nRT$ $R = 8,32 \text{ J/K/mol}$

- Van Der Waals : $(P + \frac{n^2 A}{V^2})(V - nb) = nRT$ $\xrightarrow{n=1 \text{ mole}} (P + \frac{A}{V^2})(V - b) = RT$

- Clausius : $(P + \frac{a}{TV^2})(V - b) = RT$

- Dieterici : $P(V - b) = RTe^{-\frac{a}{RTV}}$

Thermodynamique

Mais deux autres grandes questions grands, à Eglin et PTB. Sur laquelle nous reviendrons plus tard ultérieurement. Dans l'équation de base, donc. On peut remarquer que. Lorsque Gantois et PTB. Un de mes héros, on le trouve pratiquement. Location du gaz par le feu. Ou alors lorsque le volume devient très grand, ce qui va annuler l'étiollement a suivi, étalé et qui ramènera le thème. N. B. Avez vous retrouvé le poisson du gaz parfait ? Eh bien, nous faisons quand même remarquer que dans la littérature, vous trouverez beaucoup plus. Les équations de gaz réelles avec une mole. Ainsi donc, pour l'équation de gaz de vin de valse. Avec une moule. Nous avons cette égalité dans laquelle apparaît clairement que lorsque V devient infini. On a le gaz de Vendée. Va t'en vers le gaz. Prochaine équation le gaz de ville donné par Clausius. Qu'à ce propos l'équation de la foi me paie plus à insulter. Décaler l'auto, multiplier par 20. Moimbé égal à LT ou plaisant coincé dans le moule. Il nous faisait remarquer aussi que lorsque V tend vers l'infini. L'équation de gaz fait pousser des équations. C'est l'équation dédiée ici. Ces propos le quatorze la forme de P. Fighter de B. Mb.

Notes

Summary



10m 08s

Equation d'état d'un système



- Définition:

Relation entre les variables d'état du système à tout état d'équilibre

$$f(P, V, T) = 0 \rightarrow \begin{cases} P = P(V, T) \\ V = V(P, T) \\ T = T(P, V) \end{cases}$$

- Exemples :

- Gaz parfait : $PV = nRT$ $R = 8,32 \text{ J/K/mol}$

- Van Der Waals : $(P + \frac{n^2 A}{V^2})(V - nb) = nRT$ $\xrightarrow{n=1 \text{ mole}} (P + \frac{A}{V^2})(V - b) = RT$

- Clausius : $(P + \frac{a}{TV^2})(V - b) = RT$

- Dieterici : $P(V - b) = RTe^{-\frac{a}{RTV}}$

- Fil élastique : $F = KT \left(\frac{L}{L_0} - \frac{L_0^2}{L^2} \right)$ $L_0 = L_0(T)$

Thermodynamique

Égal a été exponentiel de moins à un TV. Là aussi on peut constater que lorsque le volume devient l'aigle, le gars dédié intéressé. Des héritiers, cela peut se passer. Un exemple des l'état d'un système thermodynamique. Cette fois ci, le concept ne concerne plus les gaz. INSOLITE C'est le cas par exemple d'un fil élastique, donc on peut le démonter. C'est mentalement qu'un fil élastique soumis à une force et f ayant une constante de raideur ou d'élasticité K lorsqu'il a une longueur à vide l0 la longueur. Lorsque le fil élastique et se le sépare de la force est f, et cetera L'équilibre est donné par cette équation. Elle est la longueur du fil. Lorsque ce n'est pas la force est f, faisant multiplier la longueur à huit par la température, la plus forte raison de la longueur. Lorsque le fil a sollicité la connaissance des équations d'état, nous pouvons, mais dans la suite, de définir et même de tracer le diagramme d'état d'un système.

Notes

Summary



11m 50s

Diagramme d'état d'un système



- Définition du diagramme d'état

Graphe 2D où sont représentés (par des points géométriques), les différents états d'équilibre du système lors d'une transformation

- Les diagrammes d'état les plus utilisés

- Diagramme de Clapeyron : (P, V) ✓
- Diagramme de Amagat : (PV, P) ✓
- Diagramme entropique: (T, S) ✓
- Diagramme de Mollier: (P, H) ✓
- Diagramme (H, S) ✓

Thermodynamique

Définissons d'abord le. Nous posons que les diagrammes d'états d'un système est une représentation à des dimensions des différents états d'équilibre de ces systèmes, une évolution bien dans la littérature ou parmi les chercheurs, si vous voulez. On a plus l'habitude de le présenter. Ces différents états dans un diagramme 2D et les plus utilisés que vous rencontrez sont les suivants. Premièrement, le diagramme de Clapeyron propose de représenter la pression du gaz ou du système en fonction de son volume dans un diagramme P fonction de V. Ainsi, vous avez du diagramme. Damana Hamada propose de représenter le produit PV en fonction de p. Vous avez ensuite un diagramme qu'on appelle un topic. Pendant lequel la température du système est représentée en fonction d'une grandeur. Est ce que vous rencontrez plus tard ce qu'on appelle un tout petit du système ? On rencontre aussi le diagramme de Mollier, dans lequel la pression du système en fonction. Deux sont un tapis, achat d'un tapis, mais aussi une grandeur énergétique. Tout cela précisé plus tard. Allez, vous avez le diagramme HS ? C'est un tapis et c'est à l'entreprise de grandeur que vous allez plus tard.

Notes

Summary



13m 02s

Diagramme d'état d'un système



- Définition du diagramme d'état

Graphe 2D où sont représentés (par des points géométriques), les différents états d'équilibre du système lors d'une transformation

- Les diagrammes d'état les plus utilisés

- Diagramme de Clapeyron : (P, V)
- Diagramme de Amagat : (PV, P)
- Diagramme entropique: (T, S)
- Diagramme de Mollier: (P, H)
- Diagramme (H, S)

- Cas d'un gaz parfait (1 mole)

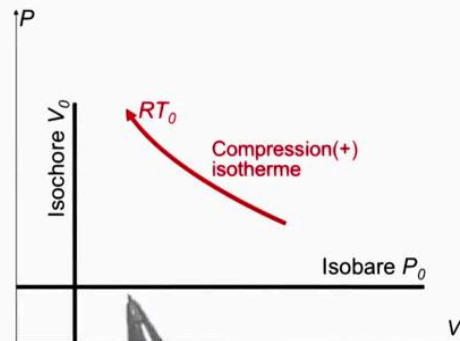


Diagramme de Clapeyron d'un gaz parfait

Thermodynamique

Nous allons maintenant nous appesantir sur le diagramme de Clapeyron et considérer une équation d'état des plus simples, à savoir l'équation de gaz parfaits. Donc, dans un diagramme de Clapeyron qui est un diagramme P . Nous allons noter premièrement que lorsque le système évolue à volume constant. Les points. Un tel état d'équilibre se retrouve sur une verticale, par exemple. Pour leur volume conservé de l'eau. Ainsi des eaux corps. Une évolution à volume constant d'un gaz parfait. Selon le diagramme de Clapeyron, représenté par un segment vertical lorsque le système évolue cette fois là, pas à volume constant, à pression constante évidemment, c'est la pression de l'eau d'évolution ou l'ensemble des points d'équilibre de l'évolution correspondant à zéro se retrouve sur une aire sur une zone telle qu'on va appeler une isobare. Maintenant, la pression et le volume de gaz parfaits peut ne pas être constants. Par exemple, lorsque nous avons plutôt la température constante, nous allons considérer le cas ou en complément de gaz à température constante. La conclusion est le principal le fait que le volume. Diminue et la puissance augmente, tout comme celle ci.

Notes

Summary



14m 29s

Diagramme d'état d'un système



- Définition du diagramme d'état

Graphe 2D où sont représentés (par des points géométriques), les différents états d'équilibre du système lors d'une transformation

- Les diagrammes d'état les plus utilisés

- Diagramme de Clapeyron : (P, V)
- Diagramme de Amagat : (PV, P)
- Diagramme entropique: (T, S)
- Diagramme de Mollier: (P, H)
- Diagramme (H, S)

- Cas d'un gaz parfait (1 mole)

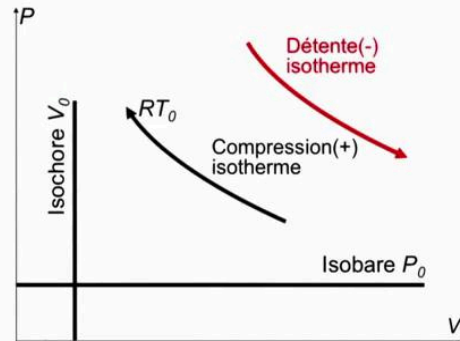


Diagramme de Clapeyron d'un gaz parfait

Thermodynamique

Et quand pour une boule nous avons la somme pV égale à elle t_0 . C'est la température constante. Elle est incluse dans le PV qui est égale à était de l'eau qui est égale à constante dans la pression. Cela de la forme constante soulevée d'une branche. L'hyperbole et dans ce sens est la blanche n'est pas connue dans ce sens. De plus, de dimension de volume, on a une composition isotrope. Et si l'évolution est plutôt dans l'autre sens, donc la pression diminue, le volume augmente. On aura une détente. ISO t_1 . Donc voilà un diagramme de Clapeyron pour le gaz parfait. Vous plaisantez ? Un diagramme Damana pour un gaz parfait ? Bien.

Notes

Summary



16m 00s

Diagramme d'état d'un système



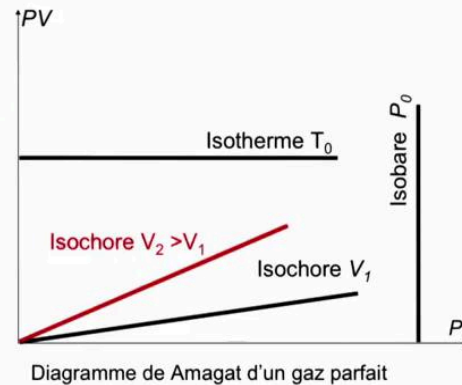
• Définition du diagramme d'état

Graphe 2D où sont représentés (par des points géométriques), les différents états d'équilibre du système lors d'une transformation

• Les diagrammes d'état les plus utilisés

- Diagramme de Clapeyron : (P, V)
- **Diagramme de Amagat** : (PV, P)
- Diagramme entropique: (T, S)
- Diagramme de Mollier: (P, H)
- Diagramme (H, S)

• Cas d'un gaz parfait (1 mole)



Thermodynamique

Le diagramme de Morgan l'avons dit, c'est le produit PV en fonction de p. Et le gaz parfait est caractérisé par le croissant d'état PV égal à FT. Lorsque nous considérons une mole, eh bien donc dans ce diagramme, on n'aura plus m'éloigne totalement des zéro. Lorsque T est égal à zéro, une constante nous avons le produit PV qui était là la RD zéro elle est en constatant PV cela constant. Donc le point d'évolution selon une droite avec PV égal à constante. Là nous avons une hypothèse. Bien sûr, si le système évolue à volume à pression constante, donc nous parlerons d'une isobare isobare et représenter pas de points dont la pression est constante. Ce poids s'est déplacé dans une. Un segment de droite vertical dans le diagramme d'Amara. Maintenant, à quoi va ressembler une. Évolution ou une transformation iso core. ISO. Ca veut dire un volume constant. Si le volume est constant, le poids du PV serait égale à cinq fois la pression constante à la pente de la courbe issue de l'origine d'abandon au corps V1. Ou V1 et en fait la pente de cette loi. Bien sûr, si nous avons une colle avec un volume plus important, la pente de la droite sera encore plus important dans nos écoles. Nous voulons conserver la veut. Voilà présentée aussi simplement un diagramme de magma pour le gaz parfait.

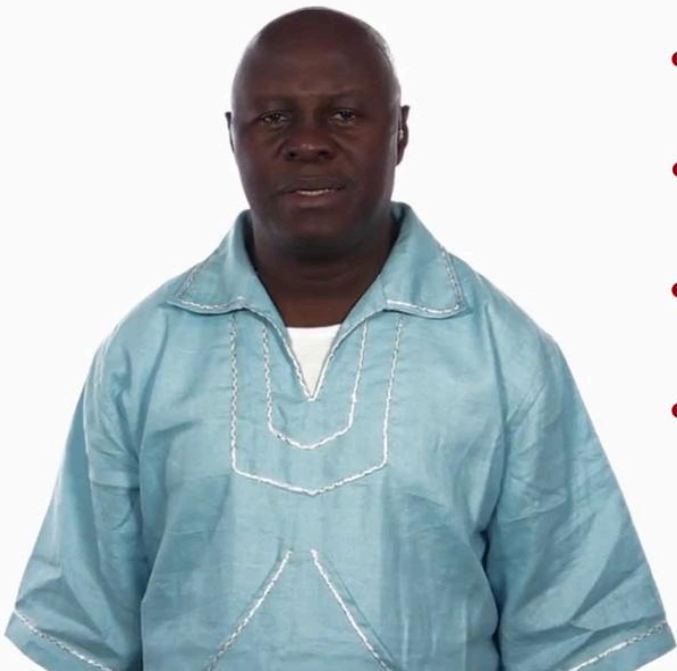
Notes

Summary

16m 48s



Equations et diagrammes d'état



- Etat thermodynamique d'un système
- Equilibre thermodynamique d'un système
- Equation d'état d'un système
- Diagramme d'état d'un système

Thermodynamique

En conclusion de cette leçon. Nous voyons que nous avons présenté. Ou définit l'état thermodynamique d'un système. Nous n'avons pas le notamment de valable. l'État du système. Dons qui permettent de caractériser l'état de ces systèmes. Nous avons ainsi introduit la notion d'équilibre dans un mot de la thermodynamique, caractérisé par le fait que les valable d'état. Sont entièrement définies et ont des valeurs constantes dans le temps. L'équation d'État, qui est une relation entre les différentes valables d'état d'un système à un état d'équilibre. La somme de la forme f de PVT et valent zéro à. Ce avons terminé en disant que lorsque nous avons une évolution. Et c'est une évolution réversible, celle d'un système réversible, parce que dans ce cas, des états d'équilibre, vous allez le voir plus tard. Si vous n'avez pas déjà vu les. La transmission est une succession d'états d'équilibre très proches les uns des autres. Donc si nous avons une transmission cible. Nous pouvons définir un diagramme d'état dans lequel nous représentons la relation qui lie les différents valable PVT aux états d'équilibre. Nous avons donc vu que plusieurs études ont permis de retenir.

Notes

Summary



18m 37s

Equations et diagrammes d'état



- Etat thermodynamique d'un système
- Equilibre thermodynamique d'un système
- Equation d'état d'un système
- Diagramme d'état d'un système

Thermodynamique

C'est un diagramme particulier, notamment le diagramme de mot de Clapeyron qui le faisant lever les diagrammes d'Amarna. Que représente le plus de PV en fonction de p etc. Me semble 20 fois pour voir le bassin pendant cette étude et c'est toute votre attention. Nous espérons vous avoir encore présent à l'an prochain. Le Saint Merci.

Notes

Summary



20m 15s