





- Les formes d'énergie échangées
- La convention du douanier
- Echanges de travail
- Echanges de chaleur

Thermodynamique

Bonjour. J'ai le privilège d'apporter une contribution une nouvelle fois au mot clé fil de thermodynamique coordonné par l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, en Suisse. Je suis l'ingénieur docteur Paul Salomon et comme enseignant à l'École nationale supérieure polytechnique de l'Université de Yaoundé au Cameroun. Si vous entretenez cette foi sous le thème. Travail et chaleur dans cette leçon. Donc, nous allons premièrement parler de forme d'énergie et échanger, comme nous l'avons déjà vu à travers la frontière des systèmes thermodynamiques. On peut avoir des échanges de matière, mais aussi des chaînes d'énergie dont c'est le sens. Allons parler des échanges d'énergie qui peuvent avoir lieu à la frontière. D'un système thermodynamique. Après avoir présenté les différentes formes d'énergie qui peuvent avoir lieu, nous allons ensuite introduire la convention du douanier. Une convention qui est universellement adoptée. Qui a fait fait le bilan ? Pour ce qui est des champs d'énergie, nous allons ensuite entrer dans les détails pour décrire les échanges d'énergie sous forme de travail, notamment voir comment cette forme d'énergie échangée peut être évaluée et analysé. Nous allons parler des champs dégagés sous forme de chaleur et donner quelques méthodes et détermination de quantités d'énergie échangée sous forme de chaleur.

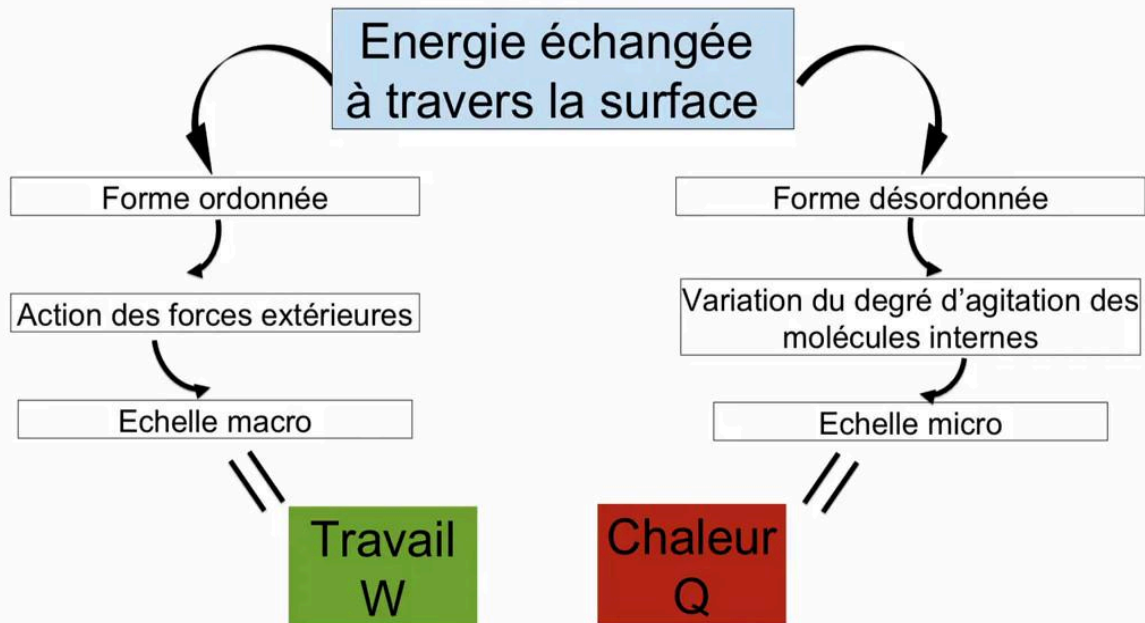
Notes

Summary



0m 05s

# Les formes d'énergie échangées



Thermodynamique

Commençons par les échanger à table la surface d'un système thermodynamique. Il existe deux formes d'énergie différentes échangées entre le milieu et le système, et ceci à travers la surface du système. Premièrement, nous avons une forme ordonnée d'énergie. Évidemment, de l'autre côté, nous avons une forme désordonnée de l'énergie. La forme ordonnée est due à l'action des forces  $R_0$ , le système. Alors que la forme désordonnée provient de la variation du degré d'agitation des molécules internes au système. Pour la forme ordonnée, on parlera surtout de l'action au niveau macroscopique. Alors que la forme désordonnée simule des effets qui se déroulent au niveau microscopique. La forme ordonnée donc est appelée travail et la forme des ordonnées chaleur. Nous le rappelons et c'est ce que nous avons vu dans une leçon ultérieure. Le système thermodynamique ne possède pas du travail, le système thermodynamique ne possède pas de la chaleur, mais travail et chaleur sont des énergies qui naissent lorsqu'un échange entre le système et le milieu cède le pas menant à la convention du douanier.

Notes

Summary



1m 51s

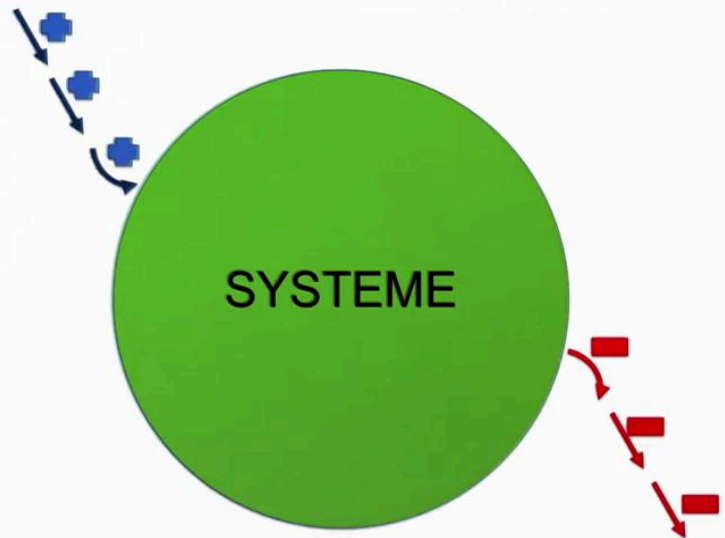
# La convention du douanier



(1) Universellement adoptée

(2) Tout ce qui entre  $\rightarrow +$

(3) Tout ce qui sort  $\rightarrow -$



Thermodynamique

Rappelons que c'est une convention qui est universellement adoptée. Ça se passe ainsi dans toutes les douanes et ça se passe ainsi dans tous les systèmes thermodynamique. Que stipule donc cette convention ? Premièrement. Lorsque nous avons ici un système. Tout ce qui entre dans le système est compté, positif. Et tout ce qui en sort est compté. Négatif. C'est ça la convention des douaniers et cette convention est appliquée pour tout système de bonne année. Lorsque les gens déneigé après Yola, le système cette, c'est là qu'on est positif. Mais quand c'est sait que les systèmes, c'est cela compté, négatif, il en sera de même s'il y a un apport de matière ou une cession de matière pour le système. Après, dans la convention du douanier, nous allons passer aux échanges de travail à travers la surface du système thermodynamique.

Notes

Summary



3m 20s

# Echanges de travail



## • Définition du travail

Travail élémentaire :

$$\delta W = \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

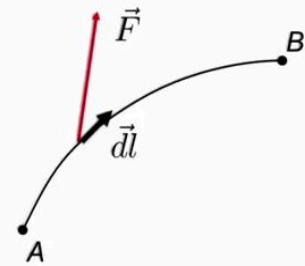
Travail pour un déplacement fini :

$$W = \int_{AB} \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

Cas de force dérivant d'un potentiel  $\Phi$ :  $\vec{F} = -\overrightarrow{\text{grad}} \Phi$

$$\Rightarrow \delta W = \vec{F} \cdot d\vec{l} = -\overrightarrow{\text{grad}} \Phi \cdot d\vec{l} = -d\Phi$$

$$\Rightarrow W = \int_{AB} -d\Phi = [-\Phi]_{\Phi_A}^{\Phi_B}$$



Thermodynamique

D'abord, nous allons définir le travail. Considérons un parcours, une courbe d'origine, un de ces métiers B et qui baigne dans un espace où règne un champ de force SF. Ce qui signifie qu'à chaque point de cette courbe. On peut définir une force F. Elle dépend bien sûr de sa position sur la courbe. Maintenant supposons que cette force effectue un déplacement élémentaire dl. Alors par définition, le travail élémentaire développé par la force pour ces déplacements élémentaires est donné par  $\delta W = \vec{F} \cdot d\vec{l}$  un produit scalaire. Maintenant, si l'on veut déterminer le travail effectué par la force pendant un déplacement fini dans la courbe allant de A, B est bien le travail pour ces déplacements finis et W égal à l'intégrale de A à B du travail élémentaire. Maintenant, si nous considérons le cas d'une force qui dérive d'un potentiel  $\Phi$ , eh bien la relation qui lie la force F avec le potentiel et F est égale à moins de la dérivée de  $\Phi$ . De fait, si on emploie dans cette expression de F dans le travail élémentaire, on a. Le terme élémentaire  $\delta W$  qui est égal à  $-d\Phi$  est égal à moins de la différentielle de  $\Phi$ , n.d.r. Nous reconnaissons tout ce qui s'est produit scalaire et rien d'autre que la différentielle de  $\Phi$  qui avait laissé six mois qui est à l'opposé.

Notes

Summary



4m 22s

## • Définition du travail

Travail élémentaire :

$$\delta W = \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

Travail pour un déplacement fini :

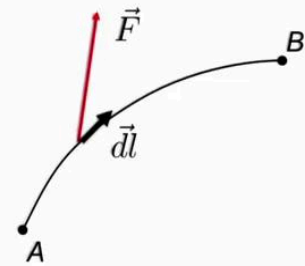
$$W = \int_{AB} \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

Cas de force dérivant d'un potentiel  $\Phi$ :  $\vec{F} = -\overrightarrow{\text{grad}} \Phi$

$$\Rightarrow \delta W = \vec{F} \cdot d\vec{l} = -\overrightarrow{\text{grad}} \Phi \cdot d\vec{l} = -d\Phi$$

$$\Rightarrow W = \int_{AB} -d\Phi = [-\Phi]_{\Phi_A}^{\Phi_B}$$

$$W = \Phi_A - \Phi_B$$



Thermodynamique

Nous avons donc  $\delta W$  égal à moins de  $d\Phi$  dans le travail. Le long de A.B est l'intégrale sur AB est de moins le  $d\Phi$ . C'est ce dont le moins fit apprendre entre eux. A et B confie à l'un de ses affidés dont le travail de potentiel est donné par  $W$ ,  $\Phi_A$ ,  $\Phi_B$  et  $K$ . Le potentiel en moins de potentiel un B. Nous allons maintenant déterminer dans un cas particulier, le travail effectué pendant la détente d'un gaz.

Notes

Summary



# Echanges de travail



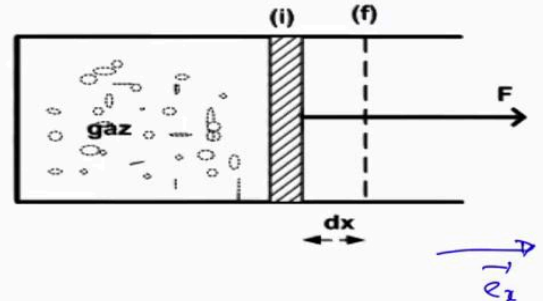
$$\int W = \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

$$= F_{ex} \cdot dx \vec{e}_x$$

:



## • Travail de détente de gaz



$$\delta W = -P_{ext} dV$$

Thermodynamique

Nous allons considérer si un gaz qui est dans une ancienne fumée. Et dont l'orifice est fermé à l'aide d'un piston mobile. Évidemment, nous allons considérer que le volume de ce gaz varie grâce à l'action exercée sur le piston par un ouvrier, un technicien, un physicien, un manipulateur quelconque. C'est le. Bien. Le puissant ne va pas atteindre l'état initial ou se trouve actuellement un état final f, et cetera. Un déplacement des X de l'état initial à l'état final. Remontez donc pour ces déplacements infinitésimal dx du travail et changer un peu le système qui est le gaz et le mélange. C'est dire quel ouvrier et de la forme BDW il y a moins PR sérieux BV ou PS ? Et la pression exercée par l'ouvrier est dv et la valeur de volume de notre système est. C'est donc le travail. Développé par l'ouvrier ou encore le travail échangé entre l'ouvrier et le milieu. Le système est donné par. Des W. Il y a la F. D.L. Là, c'était la définition même initiale du travail élémentaire. Bien si nous orientons l'espace, pas le X dans des déplacements. Dans ce sens, si nous avons le F qui est égal à un module f porté par x et le produit scalaire avec dl qui n'est rien d'autre que des x pour le départ x.

Notes

Summary



6m 36s

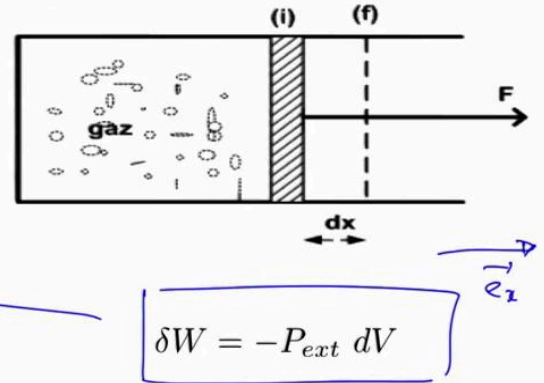


# Echanges de travail



$$\begin{aligned}\int W &= \vec{F} \cdot d\vec{\ell} \\ &= F_{\vec{e}_x} \cdot dx \vec{e}_x \\ &= F dx \\ P_{ext} &= \frac{F}{S} \rightarrow F = P_{ext} \cdot S \\ \int W &= P_{ext} S \cdot dx \\ &= P_{ext} \cdot dV \\ \int W &= P_{ext} dV\end{aligned}$$

## • Travail de détente de gaz



Thermodynamique

J'avais le matériel dans la forme f, tout multiplié des X. Nous allons maintenant faire intervenir la pression extérieure exercée par l'ouvrier. Nous savons que la pression exercée par l'ouvrier extérieur. Est lié à la force F et à la surface du piston par la solution d'écrire égale à f sur S, on en déduit. Dans un fossé, il ne sait pas l'ouvrier extérieur. Que multiplie s. Et revenons à l'expression du travail élémentaire qui est d'un grand F, c'est à dire extérieur. Est ce que multiplie des X ? Rappelons que ça, c'est le travail de l'UMP à Louviers. Si l'on veut avoir le travail reçu par le système, on aura ainsi moins de vent bien dans le travail développé, pas l'ouvrier dont nous avons à STX. Or, si nous considérons ce schéma, la surface du piston multipliée par ses déplacements va lui donner la variation du volume. De l'autre, le système GAZ. Dans cet espace, il devient clair que multiplie la violation du volume élémentaire du volume. Des W. Il ne sait pas. Louviers et le canapé extérieur des verres d'eau se place du côté du système. Le travail moteur étant égal au travail existant. On a donc le système des W. Moins.

Notes

Summary



8m 27s

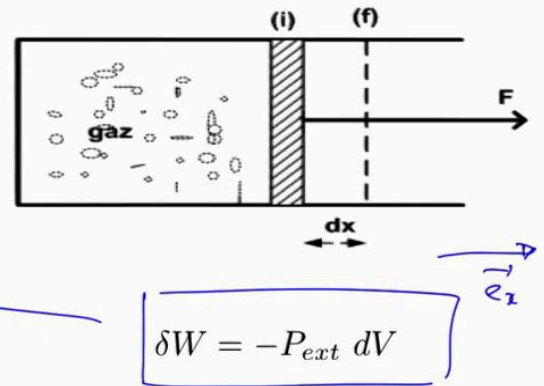


# Echanges de travail



$$\begin{aligned}\int W' &= \vec{F} \cdot d\vec{\ell} \\ &= F_{ex} \cdot dx \vec{e}_x \\ &= F dx \\ P_{ext} &= \frac{F}{S} \rightarrow F = P_{ext} \cdot S \\ \int W' &= P_{ext} S \cdot dx \\ &= P_{ext} \cdot dV \\ \int W' &= P_{ext} dV\end{aligned}$$

## • Travail de détente de gaz



Thermodynamique

Celui ci, on peut dire que l'on peut appeler ce w pim dans le travail de l'ouvrier dans la d w à moins d w plume dans moins de délai. Dans cette expression, du travail se généralise. Que le système soit gazeux, qu'il soit linéaire qui soit volumique surfacique.

Notes

Summary

10m 06s



# Echanges de travail



- Généralisation de l'expression du travail échangé : quelques applications

Déformation ou évolution	Travail élémentaire
Linéaire	$\delta W = \vec{F} \cdot d\vec{l}$
Surface	$\delta W = A dS$
Fluide (Volume)	$\delta W = -P dV$

Thermodynamique

Nous parlerons donc de la déformation de l'évolution à laquelle nous allons trouver la valable élémentaire de la grandeur extensive. Et. Nous allons donner l'expression du travail élémentaire plus qu'à ces déplacements linéaires. Le bon exemple, c'est une force. Dans le temps ces grands chefs qui effectuent. Un déplacement des ailes. La définition même du travail humanitaire nous a fait savoir que des FDLR dont nous avons essayé la grandeur intensive, voilà des Français de la grandeur extensive. Si nous considérons une surface quelconque. Qui subit une tension surfacique glenda. La tension a grandi d'intensité. La surface s. Effectivement, cela, sous l'effet de cette tension, voit ses dimensions évoluer. Alors le club va échanger cette surface et le mêler à ses yeux à cette soirée de la Formule un DS. Dans le cas d'un feu de labour monté tout à l'heure pour le travail et d'éteindre un gaz. On a l'impression du fluide que provoque le volume de fluide et on sait que. Après ça, le volume va aller dans le sens contraire. Si on augmente la pression sur le fluide, seulement la pression contre le fluide, le volume va diminuer.

Notes

Summary



10m 28s

# Echanges de travail



- Généralisation de l'expression du travail échangé : quelques applications

Déformation ou évolution	Travail élémentaire
Linéaire	$\delta W = \vec{F} \cdot d\vec{l}$
Surface	$\delta W = A dS$
Fluide (Volume)	$\delta W = -P dV$
Angulaire (couple)	$\delta W = c d\theta$
Electrique (modification de la charge)	$\delta W = \Phi dq$
Magnétique (modification du moment)	$\delta W = B dM$

Thermodynamique

Mais si on se détend, le fluide et donc on baisse impulsion, ou bien on tire le puissant dans le sens de baisser la pression. Des fluides, mais le volume va augmenter tous les six mois. Dans le cas. D'un couple, donc il provoque. Une variation de l'orientation angulaire. Par exemple, d'un fil de torsion se bloque légèrement. Le couple est le facteur d'intensité. Plus on coupe les blancs, plus le feu va se tordre. Et des tas dont le l'anglais et le français. Des tensions dans le travail. Dans ce cas, un chrono n'est pas le produit de la grandeur intensive avec la variation de la grandeur extensive. Si nous considérons maintenant le cas d'un travail athlétique, notamment la modification des passages brassage dans un condensateur qui est soumis à un potentiel fit la chase évoluant de DQ. Le travail ou l'énergie accumulée dans ce condensateur est un code de la forme PHI qui multiplie DQ et derniers cas. C'est le cas d'un travail dû à la variation d'un moment magnétique. Nous avons ainsi que magnétique qui baigne dans un champ d'intensité B. La présence de ce champ fait évoluer le moment magnétique d'une grandeur DM. Telle que l'énergie associée à ce champ magnétique ou à cette évolution. Seule la forme. B fois DMB. Le Fateh et le Fateh des stations. Bien après les échanges ou l'échange, donc de travail, nous allons maintenant parler de l'échange de chaleur.

Notes

Summary



12m 00s

# Echanges de chaleur



- Définition de la chaleur:

Energie échangée entre le système et le milieu extérieur due à leur différence de température

Transmission, au niveau microscopique, de l'énergie d'agitation ( $E_c$ ) des molécules du corps plus chaud vers celles du corps moins chaud

- Condition d'existence :

Si et seulement il y a échange d'énergie

- Remarque:

Le système ne possède ni chaleur, ni travail

Le milieu extérieur non plus !!!

Thermodynamique

Tout d'abord, définissons ce que nous entendons par chaleur ou de chaleur. Nous avons dit que le système ne possède pas de chaleur du travail. Lorsqu'un échange entre le système et le milieu cellulaire. Eh bien, la chaleur, c'est cette énergie échangée entre le système, ses sérieux à cause d'une différence de température entre les deux. C'est intuitif et très simple. Eh bien, nous précisons que cet échange de chaleur, qui est due à la différence entre les deux corps, se manifeste au niveau microscopique par l'agitation de l'énergie moléculaire cinétique des différentes molécules du corps le plus chaud. Dans l'os creuse, un corps a une agitation plus grande et plus importante dans les molécules du corps le plus excité. Du point de vue microscopique, donc, transmettre de l'énergie nouvelle au corps le plus fort, et c'est cette énergie échangée dans le tout sous forme de chaleur, l'eau précisant que la chaleur n'existe que. Lorsqu'il y a une différence de température entre les deux cours d'eau, entre le système de mûlée à celui d'autres GTM. Le système ne possède point de chaleur. Le système ne possède même pas du travail et le mulet n'en possède pas. Ça leur est Laval, disent ils. Ce que lors des échanges entre le système et le mulet, c'est très bien. Cette définition de la notion de chaleur romana apporte une précision. Sur la typologie relative à la chaleur.

Notes

Summary

13m 50s



# Echanges de chaleur



## • Typologie des chaleurs :

\* Chaleur sensible :

Variation de T

Ex. : 1g d'eau qui se refroidit

$$\delta Q = mcdT$$

c en  $\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

\* Chaleur latente :

Changement d'état

Ex. : 1g de glace qui fond

Thermodynamique

Mais en termes de typologie, on distingue deux types de chaleur, une chaleur sensible. Qui se manifeste par la variation des températures. Et c'est le cas, par exemple lorsqu'un gramme d'eau doit se refroidir et 50 grammes d'eau. Et bien la chaleur m  l  e à et la température de cette gamme d'eau varie. Là, nous avons une chaleur sensible. Deuxième type de chaleur, c'est la chaleur latente. Celle là, c'est le système, le métier, la cellule sans variations de température. Germain Cela se manifeste par un changement d'état du système. Un bon exemple, c'est un gramme de glace qui fond. On le sait, la gamme de glace fond présente à zéro degrés qu'elle a sa température de fusion pendant toute la fusion. Pendant tout le changement d'état, la température reste constante, la température est constante et le système change plutôt d'état, notamment d'un état solide à l'état liquide pour ce qui est du cas de la glace de la chaleur sensible. On a le temps. On avait l'équation de la comédie pour l'innovation d'été. Des températures du système. La solution donnée par  $mcdT$  ou  $mL$ . La masse du système et c'est sa capacité calorifique. Cette capacité calorifique est donnée un jour par kilogramme et par kelvin.

Notes

Summary



15m 37s

# Echanges de chaleur



## • Typologie des chaleurs :

\* Chaleur sensible :

Variation de T

Ex. : 1g d'eau qui se refroidit

$$\delta Q = mcdT$$

c en J.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>

\* Chaleur latente :

Changement d'état

Ex. : 1g de glace qui fond

$$\delta Q = Ldm$$

L en J.kg<sup>-1</sup>

Thermodynamique

Là, c'est l'expression de la chaleur sensible élémentaire échangée entre le système de la cellule. Pour ce qui est de la chaleur latente. On a l'expression  $\delta Q = L dm$ . Des meules présentent la quantité élémentaire de matière du CCM qui a changé l'état et elle représente la chaleur, la chaleur massique des changements d'état. Ces chaleurs si légèrement appelé chaleur latente. De changement d'État pour l'appeler, bien qu'on parle de chaleur latente, est sensible. La chaleur latente dans les détails donnait un joli pas tu l'auras.

Notes

Summary



17m 08s



- Les formes d'énergie échangées
- La convention du douanier
- Echanges de travail
- Echanges de chaleur

Thermodynamique

À l'issue de cette leçon. Nous espérons que vous avez bien maîtrisé la forme d'énergie qui peuvent être échangées. Entre ces selon nous. Espérons aussi que vous maîtrisez désormais la convention du douanier, très utile dans le calcul des échanges d'énergie, mais aussi et surtout dans les bilans d'énergie. Pas seulement pour la thermodynamique, mais de manière générale pour le système physique. Nous pensons aussi que vous avez eu des indices pour vous aider à calculer ou à déterminer la quantité d'énergie échangée sous forme de intercellulaire cellulaire, mais aussi la quantité d'énergie échangée sous forme de chaleur à travers la surface des systèmes thermodynamiques. Je vous remercie pour votre patience et votre attention tout au long de cette leçon et je crois pouvoir compter sur vous pour les leçons suivantes. Je vous remercie.

Notes

Summary

