

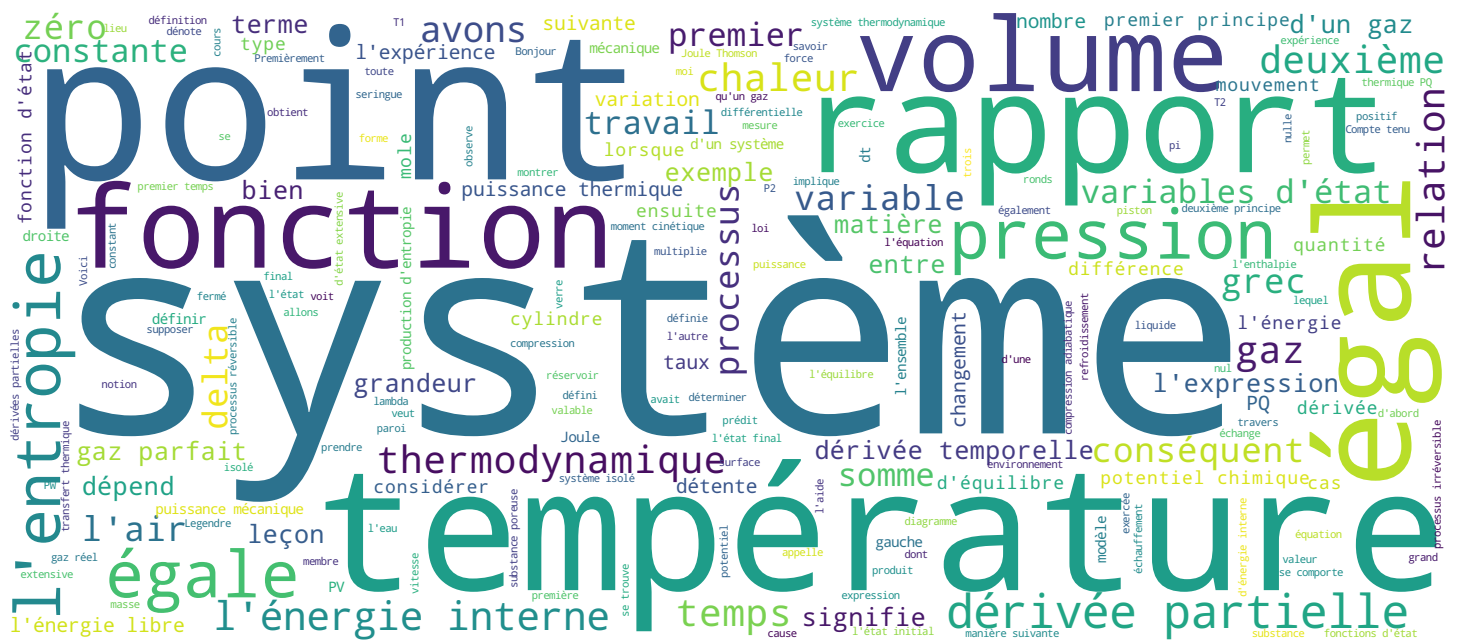
# Thermodynamique

## Expériences : Potentiels thermodynamiques

Prof. Jean-Philippe Ansermet



Helmholtz



## Search MOOC



## Video





- Compression d'un gaz en contact thermique (ou non) avec un bain
- Détente de Joule
- Détente de Joule-Thomson

Thermodynamique

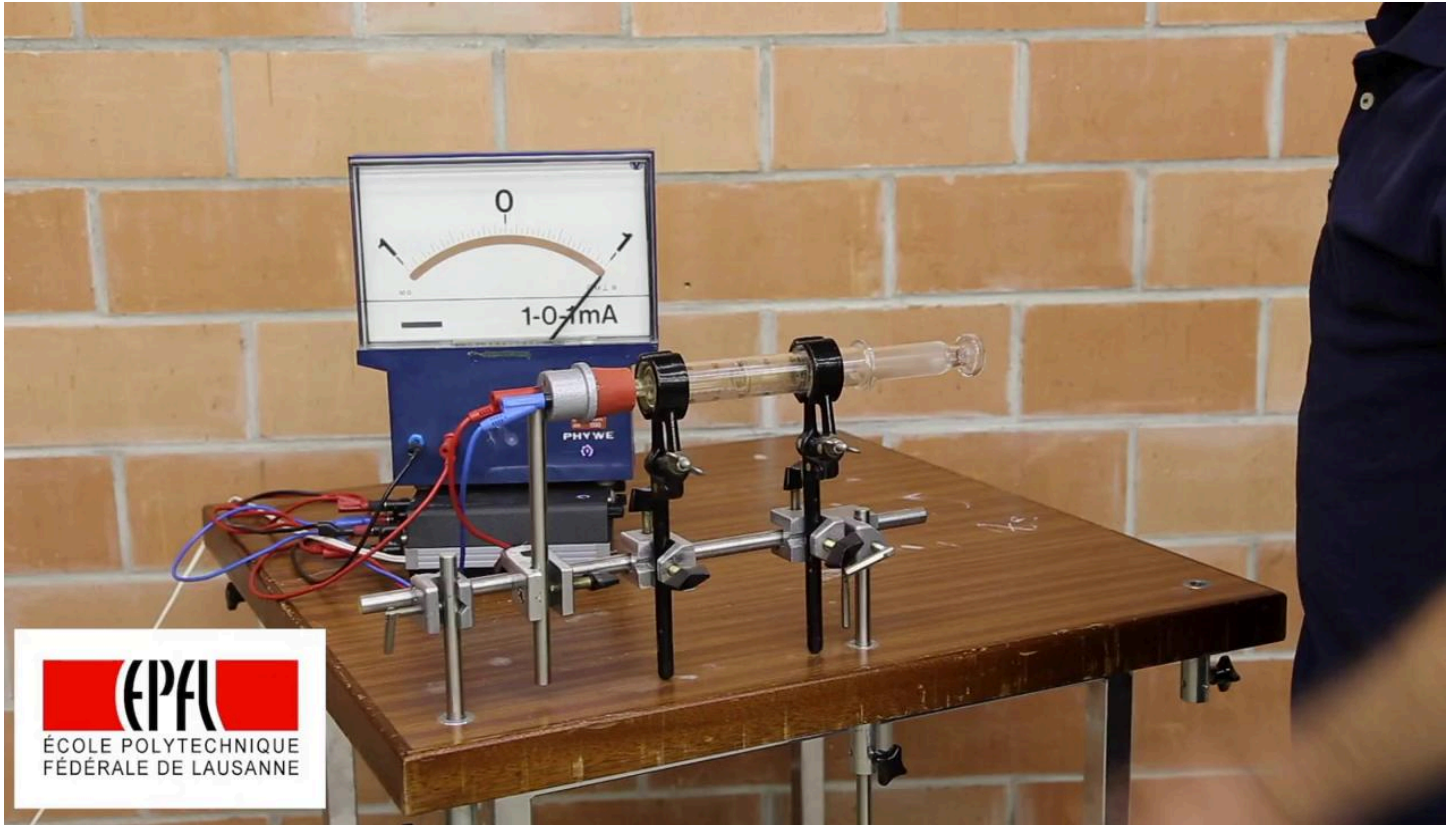
Me voici à nouveau pour vous présenter quelques expériences. Comme on a parlé de bain thermique dans cette leçon, j'aimerais vous montrer la compression d'un gaz pour lequel on peut supposer que le contact thermique avec le monde environnant est négligeable ou pas. Ensuite, j'aimerais vous montrer deux expériences. La détente de Joule, la détente de joule Thomson qui font l'objet de deux exercices de cette leçon. Vous allez voir qu'avec les relations de Maxwell introduites dans cette leçon, vous pouvez calculer un changement de température dû à un changement de pression ou de volume selon les conditions caractéristiques de ces deux expériences.

Notes

Summary



0m 05s

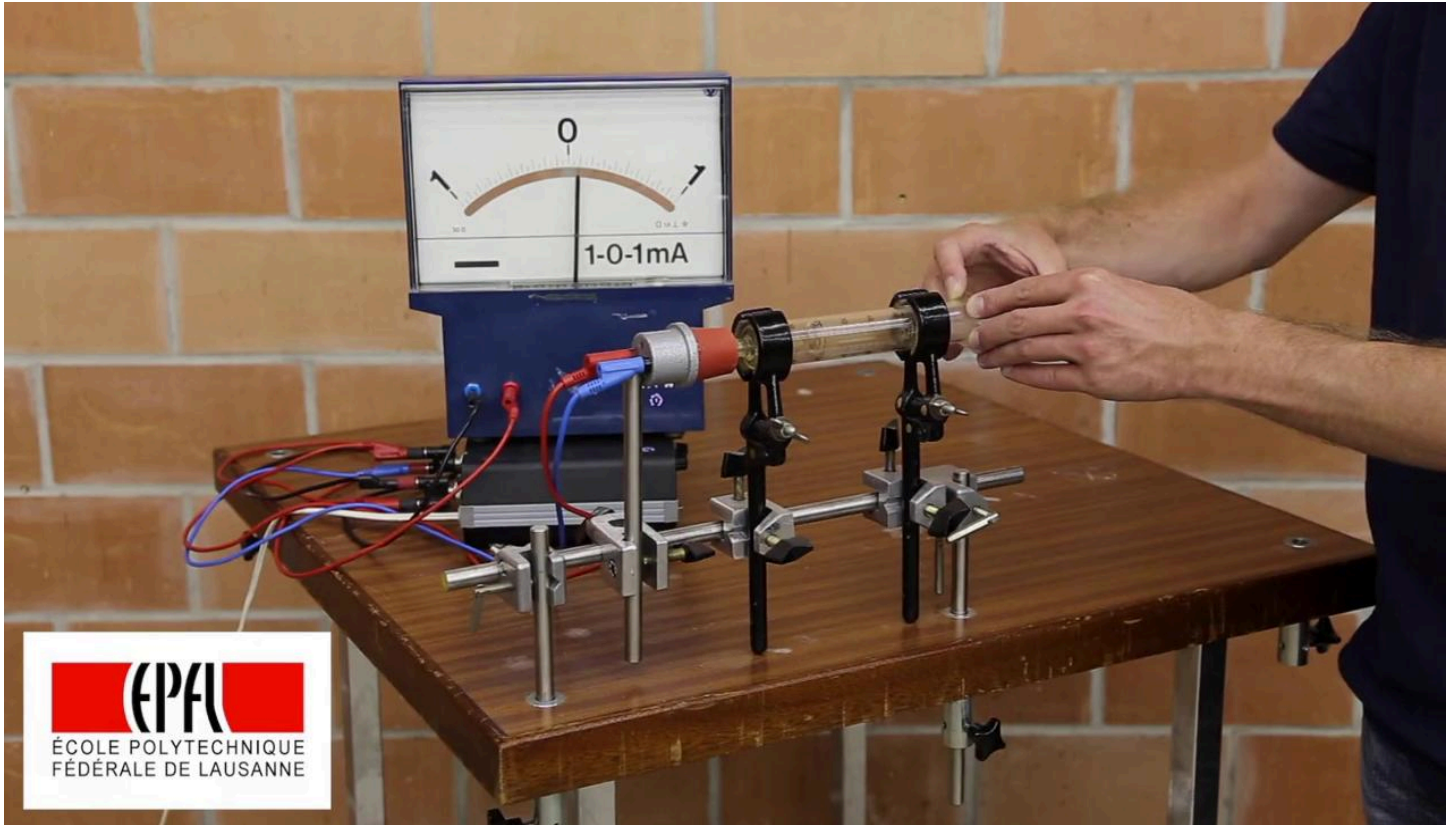


Commençons avec la compression adiabatique d'un gaz, c'est à dire une compression qui a lieu avec. Aucun échange de chaleur. Une puissance thermique nulle observant de l'air est contenu dans une seringue en verre. Tout changement de la température est détecté par un thermocouple monté au bout de la seringue. Dans un premier temps, on effectue la compression très vite, si bien qu'aucun transfert thermique ne peut avoir lieu entre les gaz comprimés et le monde extérieur. On voit clairement une augmentation de la température.

Notes

Summary





Si on comprime le gaz et on laisse le piston fixe. Que se passe t il ? Observant, on voit que le gaz s'échauffe sous l'effet de la compression, puis revient progressivement à la température qu'il avait au début, c'est à dire la température de la pièce. Si on laisse assez de temps au système, il se thermalise avec son environnement.

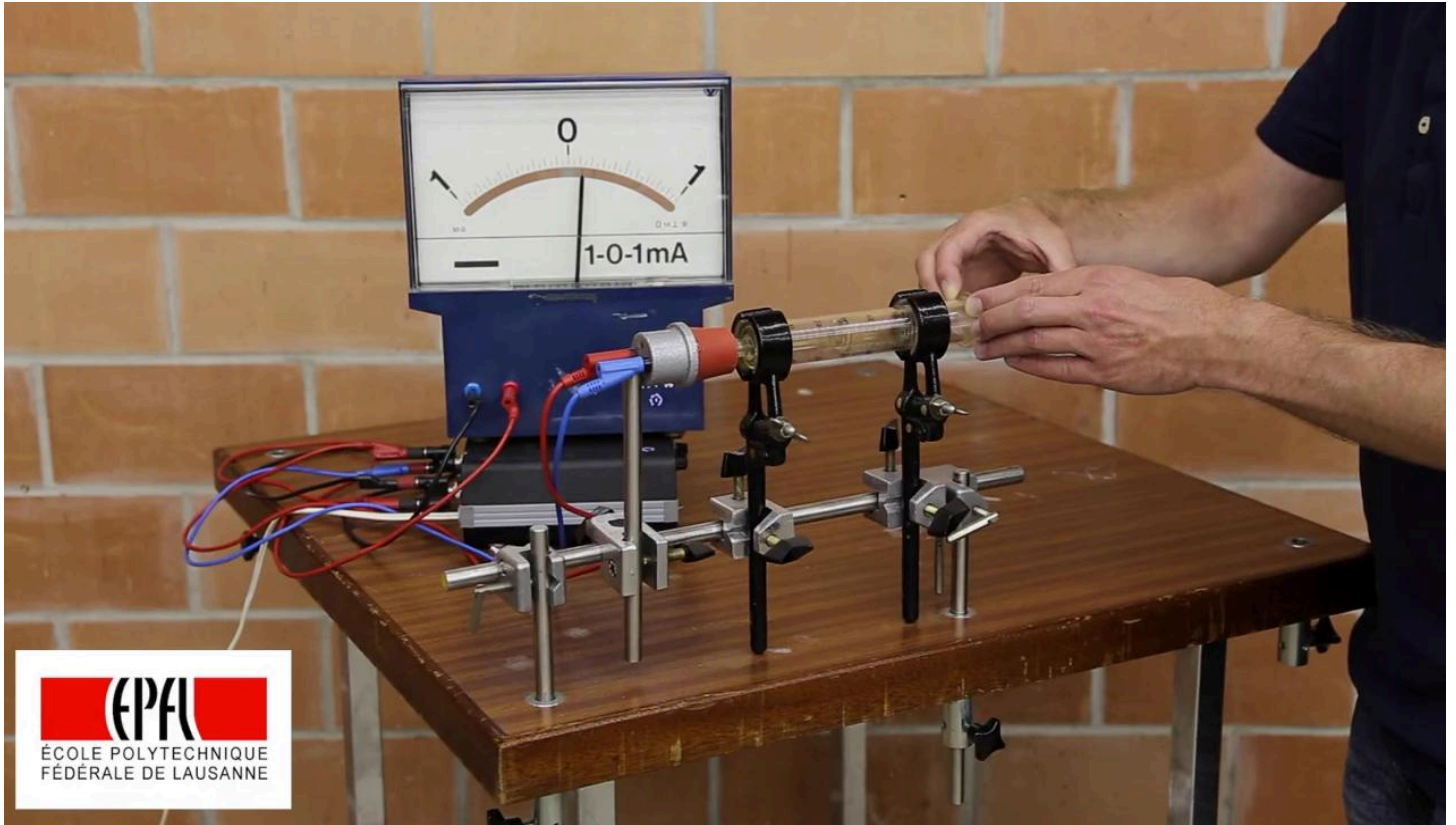
Notes

Summary

1m 36s







On peut donc envisager un processus qui a lieu si lentement qu'en tout temps le gaz est en équilibre thermique avec son environnement. La température est constante et on appelle un tel processus un processus ISO terme. Vous aurez remarqué qu'après le flot, le piston a avancé et pourtant la température n'a pas changé.

Notes

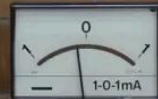
Summary



Air

Hélium

variation de  
la température



AIR

HELIUM

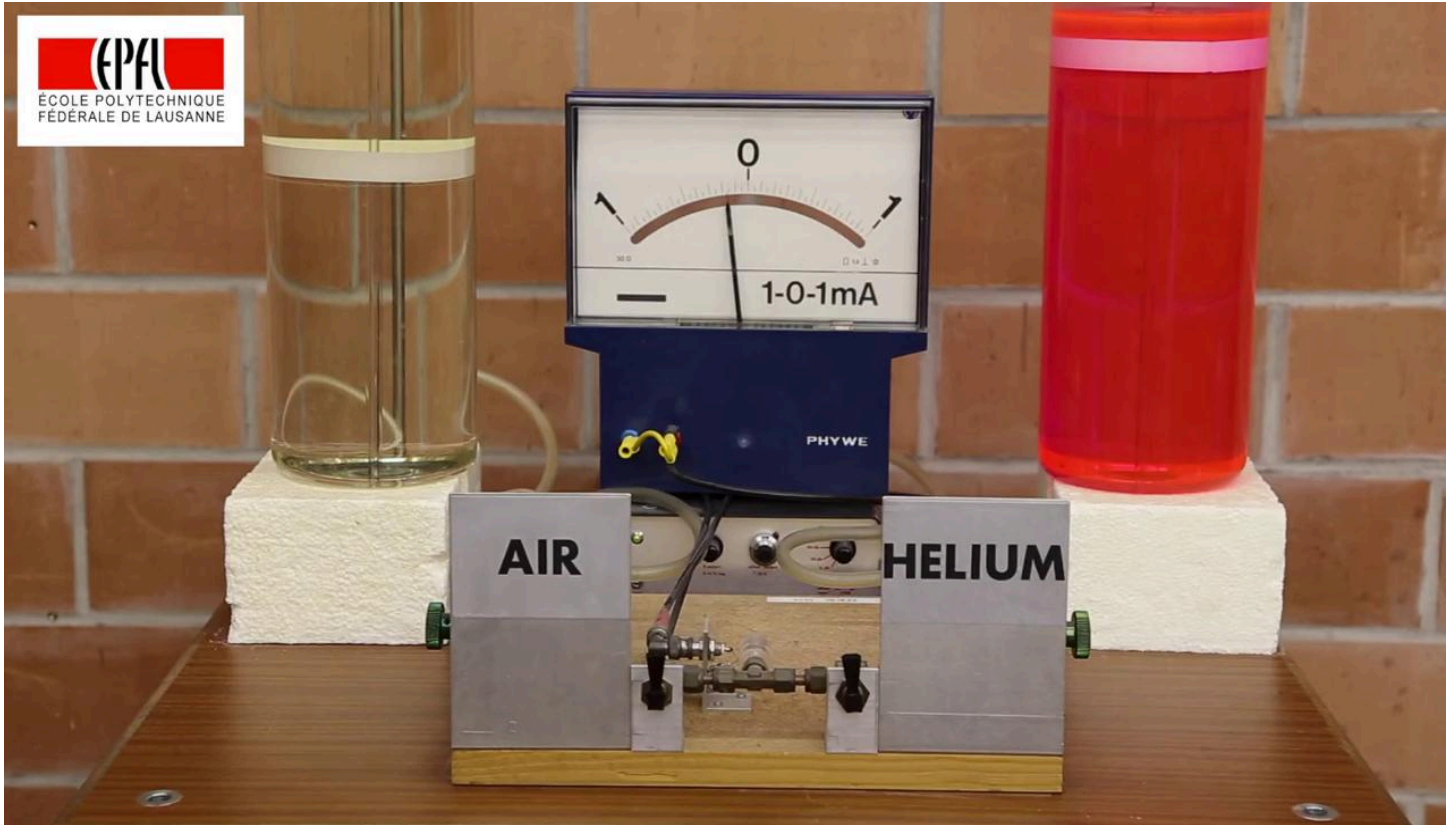
Voici maintenant l'expérience de la détente de Joule. Nous avons ici un cylindre dans lequel on va mettre de l'air à pression ambiante dans la partie supérieure. Dans la partie inférieure, on va faire le vide. On va alors relâcher la bille qui va casser le verre qui sépare les deux moitiés de ce cylindre et on va enregistrer la valeur moyenne de la température détectée avec les deux thermomètres qu'on distingue à gauche. Comme le cylindre est supposé rigide, aucun travail n'est exercé sur le gaz. On va supposer de plus que le gaz est isolé thermiquement, alors son énergie interne ne peut pas changer. On observe. Que la température du gaz ne change pas quand le verre se brise. C'est ce que le modèle du gaz parfait prédit. Si on a pour objectif de démontrer qu'un gaz réel ne se comporte pas exactement comme ce que prédit le modèle du gaz parfait, l'expérience de Joule ne permet que très difficilement de le voir. On devrait détecter un refroidissement du gaz de l'ordre de 0,01 pour 100. L'expérience, comme elle est conçue ici, ne permet pas une telle précision. En revanche, la détente de Joule Thomson permet aisément de montrer qu'un gaz réel ne se comporte pas comme ce que prédit le modèle du gaz parfait.

Notes

Summary



2m 40s



Voici le principe de l'expérience. Nous avons ici deux gaz, de l'air et de l'hélium. Chacun est enfermé dans un cylindre retourné sur un liquide. Un tube d'acier permet d'accéder aux gaz ainsi emprisonnés. On laisse diffuser lentement, donc autant que possible, de façon réversible, l'un ou l'autre de ces gaz à travers une substance poreuse. Et on mesure la différence de température entre le gaz juste avant et juste après cette détente. L'analyse de l'expérience de Joule Thomson sera donnée en exercice. Ici, il suffit de retenir un point important si l'air ou l'hélium se comportent comme un gaz parfait, rien ne se passerait. Ce qu'on observe, au contraire, c'est un échauffement de l'hélium et un refroidissement de l'air.

Notes

Summary





- Compression
  - adiabatique
  - isotherme
- $U(T)$  pour un gaz
- Détente de Joule-Thomson

Thermodynamique

En résumé, nous avons vu trois expériences. Dans la première, on a fait une compression adiabatique ou isolée, terme d'un gaz enfermé dans une seringue en verre. Dans la deuxième, on a vu qu'en première approximation, l'Énergie interne d'un gaz ne dépend que de sa température. Dans la troisième expérience, on a vu que si on reçoit un gaz réel passe à travers une substance poreuse, on peut avoir ou bien un échauffement ou bien un refroidissement de ce gaz et que cela dépend de la composition de ce gaz.

Notes

Summary



5m 26s