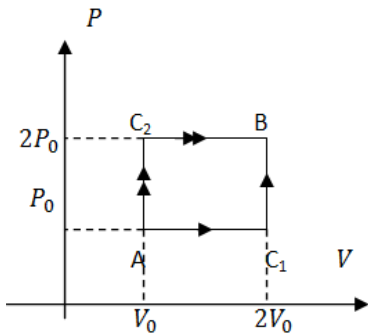


Exercice 1 : Grandeur différentielle totale exacte et inexacte

Un gaz parfait ($\gamma = \frac{c_p}{c_v}$) de n moles, subit deux transformations différentes d'un même état initial $A(P_0, V_0)$ vers un même état final $B(2P_0, 2V_0)$.



- La transformation AC_1B constituée d'une isobare AC_1 et d'une isochore C_1B
- La transformation AC_2B constituée d'une isochore AC_2 et d'une isobare C_2B

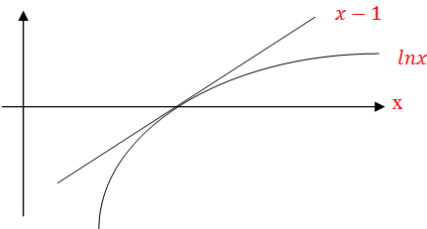
Toutes ces transformations sont supposées mécaniquement réversibles.

Remplir le tableau suivant et identifier les grandeurs dont les variations sont indépendantes du chemin suivi.

	Chemin AC_1B	Chemin AC_2B	Cycle complet AC_1BC_2B
Transfert thermique Q			
Travail W			
Energie interne $\Delta U = W + Q$			

Activité 2 : Transformations irréversibles ?

Données : On représente ci-dessous les fonctions $x - 1$ et $\ln x$ en fonction de $x > 0$



Remplir le tableau suivant en considérant n moles de gaz parfaits et des transformations mécaniquement réversibles.

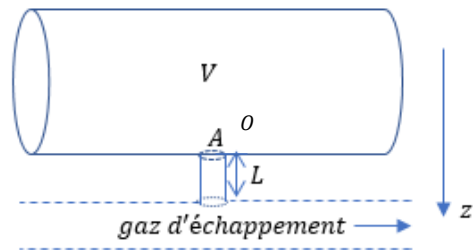
	Chauffage isochore de T_i à $T_f > T_i$ et monotherme $T_{ext} = T_f$	Chauffage isobare $P = P_{ext}$ de T_i à $T_f > T_i$ et monotherme $T_{ext} = T_f$	Détente isotherme à la température T_0 d'un volume V_i à un volume V_f	Détente adiabatique de la température T_i et volume V_i à la température T_f et volume V_f
Travail				
Energie interne				
Chaleur				
Entropie				
Entropie échangée				
Entropie créée				

Activité 3 : Résonateur d'Helmholtz

Le résonateur d'Helmholtz est une cavité ouverte remplie d'air. Ce gaz oscille notablement au niveau de l'ouverture lorsqu'il est stimulé à une certaine fréquence : la fréquence de résonance. On fixe la géométrie de ces cavités pour régler la fréquence de résonance de l'onde acoustique. Ce procédé est utilisé dans certains tuyaux d'échappement.



On va modéliser le résonateur par un cylindre de volume $V \gg AL$ surmonté d'un autre cylindre de section A et de hauteur L .



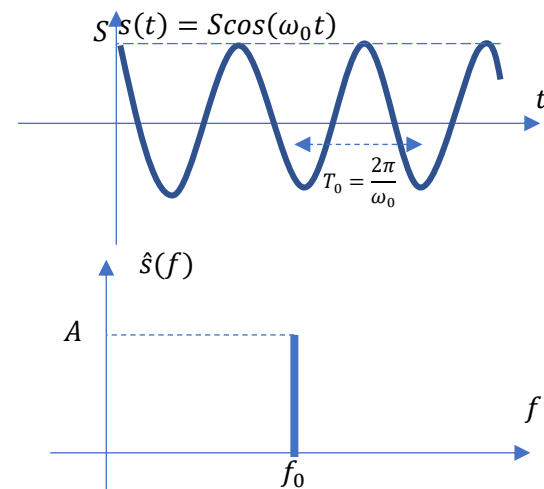
Le gaz contenu dans le cylindre de section A est affecté d'une masse m . Il peut être assimilé à un « bloc solide » de masse volumique ρ en oscillation. L'extrémité supérieure de ce « bloc solide » est repéré par sa cote verticale z . En l'absence d'oscillations, on fixe cette cote z à $z = 0$.

Le volume V contient un gaz supposé parfait, non visqueux et à la pression $P(z) = P_0 + p(z)$ où P_0 est la pression atmosphérique et $p(z)$ traduit les variations algébriques de pression liées aux oscillations (donc $p(z = 0) = 0$).

Les parois du récipient sont supposées calorifugées : les compressions et détentes de l'air dans V sont adiabatiques. Les oscillations sont suffisamment lentes pour être considérées comme mécaniquement réversibles.

- 1) Ecrire l'équation mécanique de la masse m en négligeant le poids et les effets visqueux.
- 2) Trouver l'expression de $p(z)$ en fonction de P_0, A, γ, V et z dans l'hypothèse d'oscillations de petites amplitudes (on rappelle que $(1 + \varepsilon)^n \approx 1 + n\varepsilon$ si $\varepsilon \ll 1$).
- 3) En déduire l'expression de la fréquence f_0 des oscillations.
- 4) A l'aide d'une bouteille de vin, d'un microphone et d'un oscilloscope, vérifier la validité de la formule précédente en observant l'évolution temporelle du signal. On pourra faire les mesures V, A et L afin d'apprécier la valeur théorique.

L'oscilloscope permet l'analyse spectrale du signal acquis avec la fonction FFT (menu maths). Dans le cas d'un signal $s(t)$ sinusoïdal le lien entre représentation temporelle et spectrale est le suivant :



- 5) Obtenir le spectre du signal sonore. Interpréter.

Thermodynamique

Rq : La fréquence mesurée est au-dessus de celle attendue car la longueur L du bloc d'air en oscillation est sous estimée : une partie de l'air en dehors de l'enbouchure oscille aussi (il faut typiquement rajouter 1 cm à L).

6) Etudier le régime indicielle et proposer une méthode pour estimer la pulsation propre et le facteur de qualité de cet oscillateur qui est très faiblement amorti en réalité.

Activité 4 : Rendement d'un système de chauffage (c64d-1760368)

Matériels :

- Bouilloire
- Puissancemètre (et sa documentation technique)
- Thermomètre
- Chronomètre
- balance

Donnée :

- Capacité calorifique massique de l'eau $c_{eau} \approx 4185 J.K^{-1}.kg^{-1}$

Effectuer les mesures permettant d'estimer ce rendement ainsi que son incertitude avec la méthode de Monté Carlo.

!!!!!!! Reporter toute votre démarche et résultats dans un compte rendu à me rendre en vous inspirant du tableau ci-dessous !!!!!

Grille de compétences	/1	/2	/3	/4
<u>Analyser</u>				
Identifier les paramètres pertinents, faire un schéma légendé du montage retenu				

Activités du chapitre 2

TSI 2

Proposer un protocole	
<u>Réaliser</u>	
Réaliser les mesures nécessaires	
<u>Valider</u>	
Extraire des informations des données expérimentales et les exploiter	
<u>Communiquer</u>	
Proposer un bilan, une conclusion	

Activité 5 : Détermination de l'enthalpie de vaporisation de l'eau (938f-6937084)

Proposer un protocole permettant d'estimer la chaleur latente massique de vaporisation de l'eau à l'aide d'une bouilloire et d'une balance

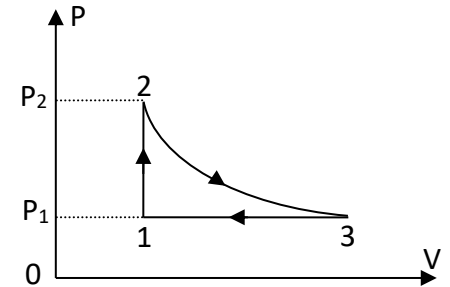
Grille de compétences	/1	/2	/3	/4
<u>Analyser</u>				
Identifier les paramètres pertinents, faire un schéma légendé du				

montage retenu	
Proposer un protocole	
<u>Réaliser</u>	
Réaliser les mesures nécessaires	
<u>Valider</u>	
Extraire des informations des données expérimentales et les exploiter	
<u>Communiquer</u>	
Proposer un bilan, une conclusion	

Activité 6 : moteur 2 temps

Le mélange air-carburant est assimilé à n moles de gaz parfait de coefficient isentropique γ .

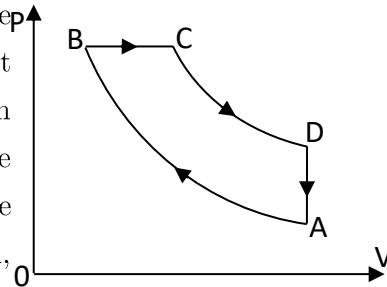
Dans un premier temps, le mélange entre dans la chambre du piston et une bougie réalise l'allumage : une explosion a lieu en 1. Ensuite se déroule le cycle suivant dans un diagramme de Clapeyron : entre 1 et 2, combustion mettant en jeu un transfert thermique ; entre 2 et 3, détente adiabatique mécaniquement réversible et enfin un refroidissement isobare entre 3 et 1.



1. Comment reconnaît-on qu'il s'agit d'un cycle moteur ?
2. Exprimer le transfert thermique Q_{12} pour la transformation 1→2, en fonction de T_1 et T_2 . Exprimer le transfert thermique Q_{31} pour la transformation 3→1 en fonction de T_1 et T_3 .
3. Définir le rendement thermique η du cycle. L'exprimer en fonction des températures.
4. Rappeler les lois de Laplace ainsi que leurs hypothèses d'utilisation.
5. En déduire une relation entre P_2, P_3, T_2, T_3
6. Montrer alors que le rendement est donné par $\eta = 1 - \gamma \frac{\beta^{1/\gamma} - 1}{\beta - 1}$ où $\beta = \frac{P_2}{P_1}$
7. Calculer ce rendement si $\beta = 10$ et $\gamma = \frac{3}{2}$ on donne $10^{\frac{2}{3}} \approx \frac{9}{2}$.

Activité 7 : Moteur diesel

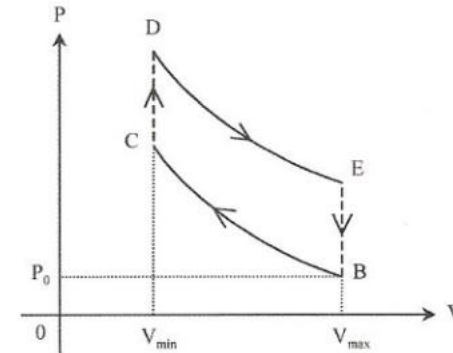
On considère un cycle moteur ABCD emprunté par n moles de gaz parfait diatomique de coefficient isentropique γ . Partant de A, le gaz subit une compression adiabatique mécaniquement réversible jusqu'au point B. Entre B et C, se produit un chauffage à pression constante, en contact avec la source chaude. La détente se poursuit entre C et D de façon adiabatique et mécaniquement réversible. Entre D et A, on laisse refroidir le gaz à volume constant, en contact avec la source froide, pour revenir à l'état initial. On définit les rapports de compression et de détente $a = V_A/V_B$ et $b = V_D/V_C$.



1. Exprimer les transferts thermiques en fonction des températures.
2. En déduire l'expression du rendement η de ce moteur en fonction des températures.
3. Exprimer les températures T_B , T_C , T_D en fonction de T_A , a , b et du coefficient isentropique γ .
4. En déduire une expression de η en fonction de a , b et γ uniquement.

Activité 8 : Moteur essence

L'agent thermique est un mélange air-essence subit le cycle ci-dessous



Les grandeurs physiques seront affectées d'un indice correspondant à leur valeur au point du cycle considéré (B, C, D ou E). On considère la transformation de n moles de gaz parfait dont la capacité calorifique à volume constant est notée C_V . Les compressions et détentes sont supposées adiabatiques et mécaniquement réversibles.

- 1) Donner l'expression du rendement r de ce moteur en fonction des températures T_B , T_C , T_D et T_E .
- 2) Montrer ensuite que ce rendement est indépendant de la température mais juste fonction de $a = \frac{V_{max}}{V_{min}}$. En déduire alors comment augmenter le travail que pourra délivrer la machine. Faire un calcul de rendement en prenant $\gamma = \frac{3}{2}$ et $a = 9$