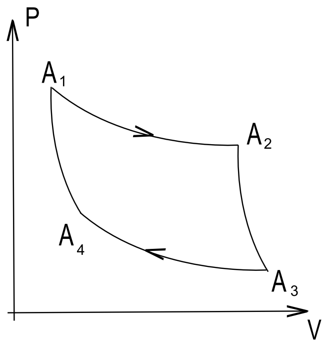
Applications du premier principe: bilans énergétiques des systèmes gazeux.

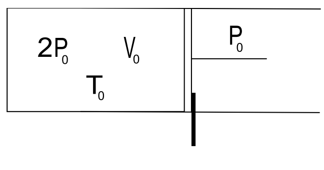
Exercice 1. *Cycle de Carnot d'un gaz parfait :*
Un système de n moles de gaz parfait décrit le cycle A_1, A_2, A_3, A_4, A_1 dit de Carnot, composé de la suite de transformations infiniment lentes et mécaniquement réversible :

$$A_1 \xrightarrow{\textit{isotherme T1}} A_2 \xrightarrow{\textit{adiabatique}} A_3 \xrightarrow{\textit{isotherme T2}} A_4 \xrightarrow{\textit{adiabatique}} A_1$$



1. *Justifier l'allure du cycle.*
2. *Evaluer les énergies thermiques Q_1 et Q_2 échangées au cours des transformations isothermes. En déduire que $\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0$.*
3. *Exprimer le travail total W, échangé au cours du cycle par le gaz parfait avec l'extérieur, en fonction de Q_1, T_1 et T_2. Vérifier que le cycle est moteur.*

Exercice 2. *Evolution monobare adiabatique :*
Soit un gaz assimilé à un gaz parfait (γ connu) contenu dans un cylindre horizontal parfaitement isolé thermiquement dans les conditions initiales $(2P_0, V_0, T_0)$, la pression extèrieure étant égale à P_0 et le piston mobile assurant la fermeture du cylindre bloqué par une butée.

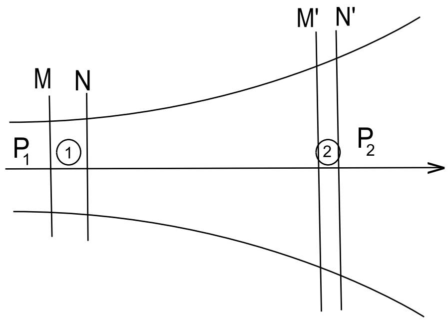


On enlève la butée. Le gaz se détend brusquement, oscille puis se stabilise.
Déterminer l'état final en fonction de γ, P_0, V_0 et T_0 ainsi que la variation d'énergie interne.

Exercice 3. *Evolution monobare d'un gaz parfait :*
Une mole de gaz parfait de capacité thermique à volume constant $c_{Vm} = \frac{5R}{2}$ *est contenue dans un cylindre vertical calorifugé comportant un piston mobile calorifugé de section* $S = 0,01m^2$ *en contact avec une atmosphère extérieure à pression constante* P_0*. Initialement, le gaz est à l'équilibre et sa température vaut* $T_0 = 300K$*. On prendra* $g = 9,81m.s^{-1}$*.*

1. *On pose sur le piston une masse* $M = 102kg$ *et on laisse le système évoluer. Déterminer sa pression* P_1 *et sa température* T_1 *lorsqu'on atteint un nouvel état d'équilibre (1).*
2. *Une fois l'état d'équilibre (1) atteint, on supprime la masse* M *et on laisse le système évoluer. Déterminer sa pression* P_2 *et sa température* T_2 *lorsqu'on atteint un nouvel état d'équilibre (2).*
3. *Commenter.*

Exercice 4. *Etude d'une tuyère :*
On considère une portion de tuyère quelconque. Le régime est stationnaire. Le système considéré est un gaz qui à l'instant t est entre M et N et en t+dt entre M'et N'.



1. *En supposant la tuyère sans perte thermique, montre que :* $c_P(T_2 - T_1) = \frac{1}{2}(v_1^2 - v_2^2)$ *avec v vitesse macroscopique de l'écoulement.*
2. *Exprimer* c_P *en fonction de R, M et de* γ *(le gaz est supposé parfait). En déduire une relation entre* dT*, R, M,* γ *et* $d(v^2)$*.*
   Dans la suite, on admet que le gaz vérifie la loi de Laplace.
3. *Donner cette loi en coordonnées T,* ρ *puis donner sa différenciation logarithmique.*
4. *Exprimer la conservation du débit massique puis la relation obtenue par diffrenciation logarithmique (on notera S la section variable de la tuyère).*
5. *Montrer qu'il existe un domaine de vitesse où un élargissement de la tuyère provoque une accélération du gaz.*