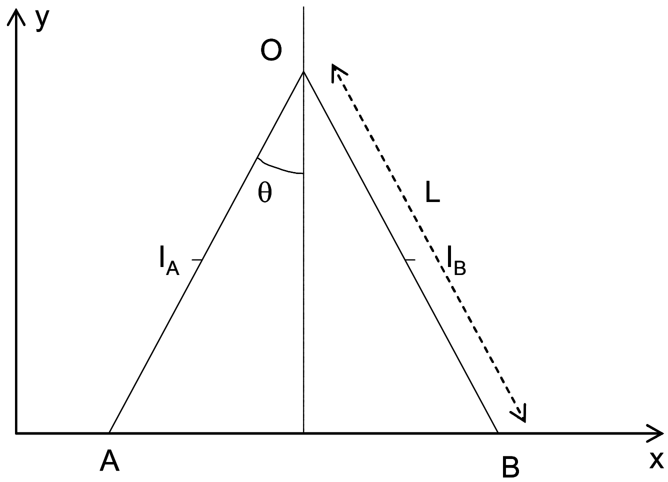
Contrôle de Physique 2
UE 104, section 2
Vendredi 17 décembre 2004

Durée de l'épreuve 1 heure 45 min.
Eteindre et ranger les téléphones portables.
Le sujet comporte deux exercices indépendants. Les réponses devront être justifiées et explicitées. Les documents ne sont pas admis. Seules les calculatrices de type collège sont autorisées.

STATIQUE : L'échelle double (9 points)



Considérons une échelle double constituée de deux échelles simples identiques (OA) et (OB) de masse m=20 kg chacune et de longueur L=10m. On appelle respectivement I_A et I_B les milieux (et centres de gravité) de OA et OB. Les deux échelles sont posées l'une contre l'autre en O, avec un demi-angle au sommet θ=30°. Le sol est considéré comme parfaitement lisse et donc sans frottement.
On notera $\boldsymbol{R_A}$ et $\boldsymbol{R_B}$ les réactions du sol en A et B, et $\boldsymbol{P_A}$ et $\boldsymbol{P_B}$ le poids des échelles (OA) et (OB). On prendra g=10 ms^{-2}.

Partie I : étude du système ne comportant que l'échelle (OA)

1) Faire un bilan de forces extérieures s'exerçant sur la l'échelle simple (OA), en précisant bien le point d'application et en explicitant leurs coordonnées dans le repère cartésien. Les représenter sur un schéma succinct. On admettra que l'action de l'échelle (OB) sur l'échelle (OA) est horizontale.

2) A partir de la condition d'équilibre concernant les forces montrer que l'équilibre est impossible.

Parie II : étude du système "échelle complète et corde" :

Pour rendre l'échelle stable, l'ouvrier, de masse M=60 kg, place une corde joignant I_A et I_B (la masse de la corde est négligeable), puis monte sur l'échelle de gauche. Son centre de *masse G est sur l'échelle tel que OG=(1/3)L. On suppose toujours que le sol est lisse (sans frottements).*

1) Faire le bilan des forces extérieures s'exerçant sur le système « échelle complète et corde ». Les représenter sur un schéma succinct.
2) Exprimer les moments de ces forces par rapport à O en fonction des données du problème.
3) Ecrire les conditions d'équilibre du système.
4) En déduire les expressions de R_A et R_B en fonction des données du problème.
5) Application numérique sur R_A et R_B.

<u>THERMODYNAMIQUE (11 points)</u>

Une mole de gaz parfait diatomique se détend lentement d'un état initial **(I)** à volume V_0 et pression P_0 jusqu'à son état final **(F)** pour lequel son volume devient V_1, avec $V_1 = 2V_0$. Cette détente (considérée comme quasi-statique) peut être réalisée par un des trois types de transformations : isobare, isotherme ou adiabatique.

1) Présentez chacune de ces trois transformations sur un même digramme de Clapeyron (P, V). On notera l'état initial **I** et **F_1, F_2 et F_3** les états finaux différents pour respectivement l'isobare, l'isotherme et l'adiabatique.

   On donne, sans démonstration, l'expression d'une adiabatique $P.V^{\gamma} = C^{te}$.

2) Quelle est la température T_0 du gaz à l'état initial ?

3) Quelle serait la température à l'état final pour chacun de ces trois types de transformations ? On notera T_1, T_2 et T_3 les températures finales pour respectivement l'isobare, l'isotherme et l'adiabatique. Exprimez T_1, T_2 et T_3 en fonction de T_0.

4) Pour laquelle de ces trois transformations le changement d'énergie interne du gaz, ΔU, sera minimum? On notera ΔU_1, ΔU_2 et ΔU_3 les changements d'énergie interne pour respectivement l'isobare, l'isotherme et l'adiabatique.

<u>Données numériques:</u>

$\gamma = Cp / Cv = 1.4$ pour un gaz parfait diatomique.

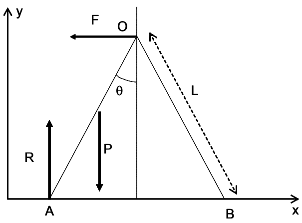
$2^{-0.4} = 0.75$; $2^{-1.4} = 0.38$

CORRECTION

STATIQUE

Partie I *NB : les vecteurs sont notés en gras*

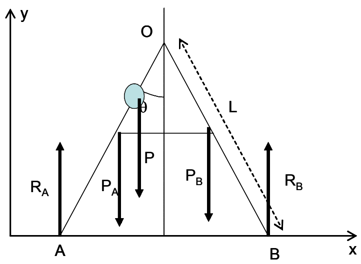
1) réaction du sol $R_A(0, R_A, 0)$ en A, et poids P (0, -mg, 0) en I_A, et force de OB sur OA en O (-F, 0, 0)



2) Somme des forces = 0 donc R -mg =0 et F=0 impossible, F ne peut pas etre nul.

Partie II

1) réaction du sol $\mathbf{R_A}(0, R_A, 0)$ en A, $\mathbf{R_B}(0, R_B, 0)$ en B et poids $\mathbf{P_A}$ (0, -mg, 0) en I_A, et poids $\mathbf{P_B}$ (0, -mg, 0) en I_B, poids de l'ouvrier en G **P**(0, -Mg, 0). Les tensions du fil et les réactions échelle/échelle en O sont des forces internes.



2) moment de RA= $-R_A$ Lsinθ **k**
moment de RB= R_B Lsinθ **k**
moment de PA= mg L/2 sinθ **k**
moment de PB= -mg L/2 sinθ **k**
moment de P= Mg L/3 sinθ **k**

3) somme des forces = 0, somme des moments = 0

4) somme des forces = 0 donc RA+RB-mg-Mg-mg=0

Somme des moments = 0 donc -RALsinθ+mgL/2sinθ+MgL/3sinθ+-mgL/2sinθ+RBLsinθ=0

soit en simplifiant par L sinθ : -RA+ Mg/3+RB=0

alors le systeme deux inconnues (RA, RB) et deux équations donne :

RA=mg+2/3Mg

RB=mg+1/3Mg

5) RA=200+400=600N; RB=200+200=400N

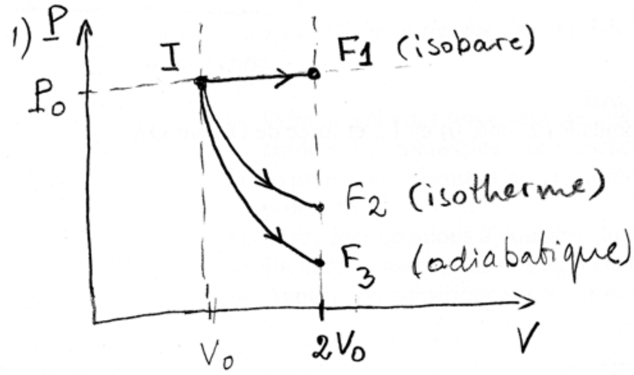
THERMODYNAMIQUE

PHYS 104
sec. 2

CC 2 - 17 dec 2004

CORRIGÉ _ THERMODYNAMIQUE

1)



2) $P_0 V_0 = R T_0$ pour (1 mole,

$$\Rightarrow \boxed{T_0 = \frac{P_0 V_0}{R}}$$

3) $I \to F_1$ isobare $\Rightarrow P = \text{conste}$

(I): $P_0 V_0 = R T_0$

(F1): $P_0 (2V_0) = R T_1$

$\Big| : \quad \frac{T_1}{T_0} = 2 \Rightarrow \boxed{T_1 = 2 T_0}$

$I \to F_2$ isotherme $\Rightarrow T = \text{conste} \Rightarrow \boxed{T_2 = T_0}$

$I \to F_3$ adiabatique $\Rightarrow P V^{\gamma} = \text{conste}$

$f(V, T) = ?$

$PV = RT \Rightarrow P = \frac{RT}{V}$ et $P V^{\gamma} = \text{conste}$

$\Rightarrow \frac{RT}{V} \cdot V^{\gamma} = \text{conste} \Rightarrow T V^{\gamma - 1} = \text{conste}'$, pour une adiabatique

$$\left.\begin{array}{l} (I) : T_0 V_0^{\gamma-1} = \text{conste}' \\ (F_3) : T_3 (2V_0)^{\gamma-1} = \text{conste}' \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{array}{l} T_0 V_0^{\gamma-1} = T_3 (2V_0)^{\gamma-1} \\ T_3 = 2^{-\gamma+1} T_0 = 2^{-0.4} T_0 \Rightarrow \boxed{T_3 = 0.75 T_0} \end{array}$$

4) $\Delta U = C_V (T_F - T_I)$; pour 1 mole ; $C_V \to$ capacité thermique molaire

$I \to F_1$ isobare : $\Delta U_1 = C_V (T_1 - T_0) = C_V T_0 > 0$

$I \to F_2$ isotherme: $\Delta U_1 = C_V (T_0 - T_0) = 0$

$I \to F_3$ adiabatique: $\Delta U_1 = C_V (T_3 - T_0) = -0.25\, C_V T_0 < 0$

$\Rightarrow \Delta U_3$ (adiabatique) est min