Première partie :
A rédiger sur une copie nommée Partie I

Exercice 1

Une auto de masse M = 900 kg roule à la vitesse v = 100 km/h et s'arrête brusquement à l'aide de ses quatre freins à disques.
En assimilant ces derniers à des cylindres de rayon R = 10 cm, d'épaisseur e = 1 cm de masse volumique ρ = 10 g/cm^3 et de chaleur massique c = 0,5 J/g.°C.

1. Calculer leur élévation de température en supposant que toute la chaleur est absorbée par les disques.
2. Même question mais le véhicule s'arrête dans une descente à 5% (pour 100m parcouru le dénivelé est de 5m) et le véhicule a parcouru une distance de 100m au cours du freinage.

Exercice 2

Echange thermique à la surface de la terre

La croûte terrestre a une épaisseur l d'environ 35 km ; elle est équivalente à une couche homogène de conductivité λ=2,3 W.m^{-1}K^{-1}.
La température est θ_2=0°C au niveau du sol.
La température est θ_1=600°C à la profondeur l.
On appelle R le rayon terrestre.

1.
   a. Donner l'expression du flux thermique Φ à travers la croûte terrestre en fonction de la symétrie du système.
   b. Calculer la puissance géothermique P issue de la croûte continentale, par unité de surface.

   On pourra faire l'hypothèse $l \ll R$.

2. On propose de recalculer la puissance géothermique en prenant en compte les éléments radioactifs de la croûte terrestre qui dissipent une puissance totale p_c=3 µW.m^{-3}.

Pour cela, on considère que la résistance thermique est la même que celle d'un parallélépipède de surface $S = 4\pi R^2$ et d'épaisseur l (ce qui revient à considérer la croûte terrestre comme une paroi plane), ce qui permet d'établir l'équation différentielle suivante satisfaite par la température dans la croûte :

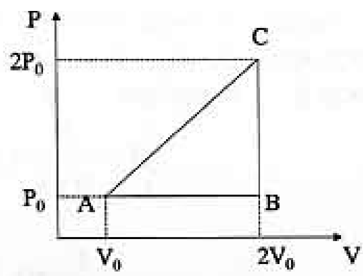
$$\frac{d^2T}{dx^2} + \frac{p_c}{\lambda} = 0 \quad \text{avec} \quad \begin{cases} T(0) = \theta_1 \\ T(l) = \theta_2 \end{cases}$$

dx représentant l'épaisseur d'une tranche élémentaire du parallélépipède.

a. Donner l'expression de T(x) en fonction de x, λ, P_c, l, θ_1, θ_2.
b. Calculer $\left.\frac{dT}{dx}\right|_{x=l}$.
c. En déduire l'expression du flux thermique Φ' au niveau du sol (x=l) quand on tient compte des éléments radioactifs.
d. Exprimer Φ' en fonction de Φ, p_c, l et S.
e. Calculer la nouvelle puissance géothermique P' au niveau du sol, par unité de surface.
f. Dans quel pourcentage la radioactivité des roches intervient-elle dans la puissance géothermique ?

Exercice 3

On considère le cycle réversible ci-dessous décrit par un gaz parfait.



1. Dans quel sens ce cycle doit-il être décrit par un gaz parfait pour que le fonctionnement soit de type moteur ?
2. Compléter le tableau suivant en justifiant chaque calcul. Les grandeurs seront données en fonction de P_0, V_0 et γ uniquement.

	W	Q
étape 1 : A Départ du point A		
étape 2 :		
étape 3 :		

3. En déduire que l'expression du rendement en fonction de γ est $\eta = \frac{\gamma - 1}{3(\gamma + 1)}$.

Deuxième partie :
A rédiger sur une autre copie nommée Partie II

Exercice 4

On met en contact un corps avec une source à la température T_1. Après avoir atteint l'équilibre thermique on le met en contact avec la source à la température T_2... On réalise ainsi des équilibres successifs d'un corps de capacité thermique constante C, initialement à la température T_a, avec des sources de températures $T_1 = (1+\alpha)T_a;\ T_2 = (1+\alpha)T_1;\ \dots T_k = (1+\alpha)T_{k-1};\dots;T_n = T_b$.

1.
   a. Calculer la variation d'entropie du corps
   b. Calculer la variation d'entropie des sources
   c. Montrer que la variation d'entropie de l'univers est $\Delta S = nC\left[\ln(1+\alpha) + \frac{1}{1+\alpha} - 1\right]$.

2.
   a. Montrer que $\alpha = \left(\frac{T_b}{T_a}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$.
   b. Le nombre de sources devient très grand. Vers quelle valeur tend α ?
   c. En déduire la variation de l'entropie de l'univers.
   d. Pour quelle valeur de n la réversibilité est-elle atteinte ?

☞ $\ln(1+x) \approx x - \frac{x^2}{2}$ et $\frac{1}{1+x} \approx 1 - x + x^2$ quand x tend vers zéro.

Exercice 5

Le fluide d'un réfrigérateur subit une transformation suivant un cycle réversible avec deux sources de chaleur. Au cours d'un cycle, de durée d, le fluide reçoit le travail W(W>0).

1. Précisez la nature physique des sources.
2. Donner le schéma de principe du réfrigérateur sur lequel on précisera Q_1, Q_2,W , la source froide, la source chaude, les signes des différentes grandeurs.
3. Comparer la valeur Q_2 de la chaleur cédée par la source froide (température T_2) à celle Q_1 de la chaleur reçue par la source chaude (température T_1).
4. Peut-on refroidir une cuisine en laissant ouverte la porte du réfrigérateur? Justifiez la réponse

5.

a- En supposant le cycle décrit de façon réversible, calculer Q_2 en fonction de W, T_1 et T_2.

b- On veut fabriquer une masse de glace m par seconde à partir d'eau prise à 0°C (on négligera la chaleur massique de la glace). Le travail est fourni par un moteur de puissance P. Déterminer P en fonction de m, L, T_1 et T_2.

A.N.: m=5 g/s ; T_1=50°C; T_2= -5°C.
chaleur latente de solidification de l'eau: L=320 J/g. Durée d'un cycle: 10 s.

Compléments et rectificatifs

Deuxième partie

Exercice 4

Dans tout l'exercice on donnera les variations d'entropie en fonction de n, C et α.

➔Question 2.d

Remplacez l'énoncé de la question par la formulation suivante :

Montrez que la réversibilité est atteinte quand le nombre de sources est infini.

On donne :

$$a^{\frac{1}{x}} = \exp\left(\frac{1}{x}\ln a\right)$$

$$\lim_{X \to 0} \frac{\exp(X) - 1}{X} = 1$$

On pensera à faire le changement de variable $X = \frac{1}{x}\ln a$

Exercice 5

On appellera Q_1 la quantité de chaleur échangée par la source chaude et Q_2 la quantité de chaleur échangée par la source froide.