LP104 section 11 -Corrigé CC2

Exercice 1 -

1)

$\vec{F}=F_r\vec{e_r}$ avec $F_r=\dfrac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ et $\vec{e_r}$ unitaire orienté selon l'axe des r. La force est répulsive étant donné que les deux particules ont une charge positive.

2)
On vérifie aisément que l'équation de définition de l'énergie potentielle est vérifiée pour la fonction Ep(r) proposée :

$$F_r=\frac{-dE_p}{dr}$$

De plus la fonction Ep(r) proposée vérifie bien $E_p(r=\infty)=0$ comme requis.

3)On applique le théroreme de l'EM entre les instants A et B définis par :
A = instant initial, le proton mobile est à l' « infini », donc Ep(A)=0 et sa vitesse est V_0 . Son énergie mécanique vaut :
Em = ½ m V_0^2.
B = instant final, le proton mobile est au plus près du proton fixe, sa vitesse est nulle. Donc
Em = Ep(r0).
En écrivant la conservation de l'énergie méca, Ep(r0)=1/2 m V_0^2. Il ne reste plus qu'à résoudre pour trouver V_0 :

$$V_0=\sqrt{\frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 m}}=1.66\,10^7\,m/s$$

Cette vitesse correspond à la vitesse thermique d'un gaz de protons d'une température d' environ 15 milliards de Kelvin (en écrivant Ecin,radiale = ½ k T). A cette température, la fusion a lieu et libère une quantité considérable d'énergie (c'est une réaction nucléaire). Une partie de cette énergie suffit à maintenir la température du coeur à ce niveau permettant la fusion, le reste est transporté vers l'extérieur du coeur puis hors du soleil sous forme de rayonnement.

Exercice 2 -

1)

La conservation de la quantité de mouvement, valable qq soit la nature du choc, dit que :

mVa + mVb = mVa' + mVb' d'où Va' = -Vb' + (Va + Vb) = 2 V

2)
On compare les énergies cinétiques initiale et finale :

Ec(initial) = ½ m *(Va^2 + Vb^2) = ½ m V^2 x 17
Ec(final) = ½ m V^2 x 16

On a donc une énergie dissipée (Efinal < Einitial) qui vaut E(dissipée)= ½ m V^2

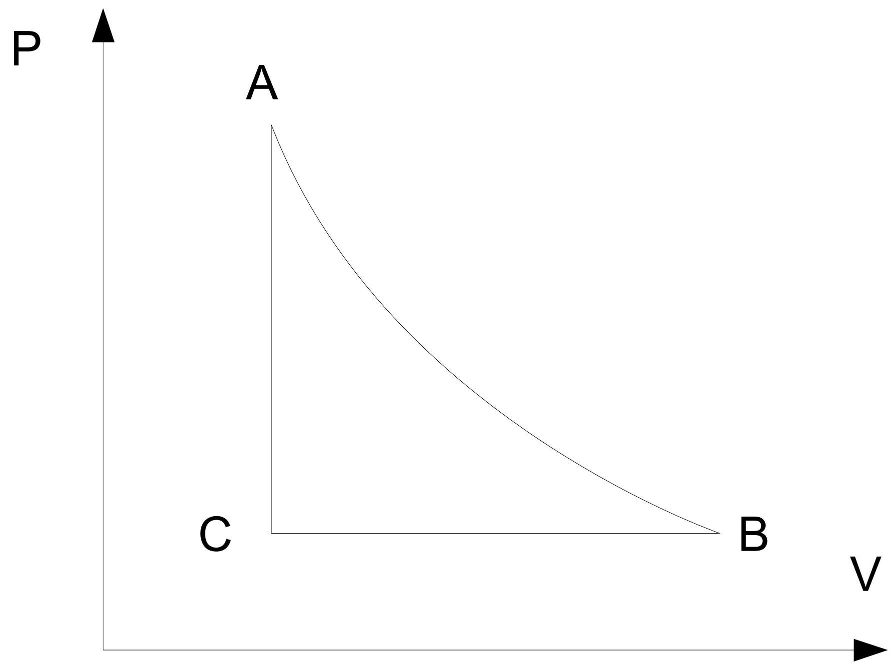
3)
On utilise la formule reliant l'énergie interne et la température pour un solide :

U = C T = mc T
d'où
[c]=[U]/([m][T]) , donc l'unité de c est le J/kg/K .

4)
Si l'énergie cinétique dissipée est entièrement convertie en énergie interne on a :
E(dissipée) = Δ U = m(totale) c Δ T = 2 m c Δ T (car les deux corps se réchauffent)
Donc on trouve que :

$$\Delta T = \frac{1/2\, m V^2}{2\, mc} = \frac{V^2}{4c} = 14\, mK$$

Exercice 3 -



1)
Il s'agit de se rappeler qu'uns isobare est une ligne horizontale et une isochore une ligne verticale dans le diagramme (P,V).

2)
PV = n RT donne n = PaVa/RTa = 480 mol

3)
Etat B : Ta = Tb donc PaVa = PbVb puis Pb = PaVa / Vb = 0.75 atm
Etat C : Pc = Pb et Vc = Va. On en déduit Tc = PbVa / nR = Ta Pb / Pa = Ta Va / Vb = 75 K

4)
Sur AB : dW = - p dV ; Attention p n'est pas constant : il faut l'exprimer par rapport à V.
p = nRT/V . Ensuite dW = -nRT dV/V = -nRT d(ln(V)).
D'où W(AB) = -n R Ta ln(Vb/Va) = -PaVa ln (Vb/Va) = -1,66 MJ
Ensuite comme Δ T = 0, Δ U = 0 et donc Q(AB) = -W(AB)= 1,66 MJ

Sur BC : $W(BC) = - P_b (V_c – V_b) = - P_a V_a/V_b (V_a – V_b) = -P_a V_a (V_a/ V_b – 1) = 900$ kJ
Ensuite

$\Delta U = W + Q = 5/2\, n R (T_c – T_b) = 5/2\, P_aV_a/T_a (T_a V_a / V_b – T_a) = 5/2\, P_a V_a (V_a/V_b – 1)$

Puis $Q(BC) = 5/2\, P_aV_a (V_a/V_b -1) + P_a V_a (V_a/V_b – 1) = 7/2\, P_a V_a (V_a/V_b – 1) = - 3{,}15$ MJ

Enfin sur CA :
V = cst donc W = 0
$Q(CA) = \Delta U = 5/2\, n R (T_a – T_c) = 5/2\, P_aV_a/T_a (T_a – T_a V_a / V_b) = 5/2\, P_a V_a (1- V_a/V_b) = 2{,}25$ MJ

5)
Somme $W = W(AB) + W(BC) = -P_aV_a (V_a/V_b – 1 + \ln(V_b/V_a)) = -760$ kJ
Somme Q = 760 kJ ,

$\Delta U(\text{cycle}) = C (T_{final} – T_{initial}) = C (T_a – T_a) = 0$; l'énergie interne ne varie pas sur un cycle.
C'est tout à fait conforme avec le fait que : Somme W + Somme Q = 0

Exercice 4 -

a) isotherme : $T_i = T_f$ donc $P_iV_i = P_fV_f$; Comme on a $P_f = P_i/2$ alors $V_f = 2 V_i$. Le volume varie d'un facteur 2.

b) adiabatique réversible : $P_iV_i^{\gamma} = P_f V_f^{\gamma}$ donc $V_f = V_i (P_i/P_f)^{1/\gamma} = V_i\, 2^{1/\gamma}$. Le volume varie d'un facteur $2^{1/\gamma}$ qui vaut 1,51 pour un gaz monotaomique.