Correction DS 07 2019-2020

Solution problème 2 :

1. L'équation des gaz parfaits permet d'écrire : $P_1 V_1 = n R T_1 = P'_1 V'_1$ car la transformation est isotherme.

On en déduit : $\boxed{V'_1 = V_1 \frac{P_1}{P'_1} = 90\text{L}}$

2. La quantité de matière finale dans le pneumatique n_f vérifie $P_3 V = n_f R T_1$ et la quantité de matière initiale dans le pneumatique ni vérifie : $P_2 V = n_i R T_1$. On introduit dans le pneumatique la quantité $n_{intr} = n_f - n_i = \frac{P_3 V - P_2 V}{R T_1}$ soit $\boxed{n_{intr} = \frac{V}{R T_1}(P_3 - P_2)}$. Le volume introduit vérifie l'équation $n_{intr} R T_1 = P_1 V_{intr}$ d'où $V_{intr} = \frac{n_{intr} R T_1}{P_1}$ d'où $\boxed{V_{intr} = \frac{V}{P_1}(P_3 - P_2) = 4{,}7\ L}$.

3. Dans le poste de gonflage, on avait initialement une quantité de matière n_0 telle que : $P_1 V_1 = n_0 R T_1$. Après l'opération, il ne reste plus que $n_0 - n_{intr}$ et la pression est P_4 telle que : $P_4 V_1 = (n_0 - n_{intr}) R T_1$ en explicitant n_0 et n_{intr} on obtient : $P_4 V_1 = \left(\frac{P_1 V_1}{R T_1} - \frac{V(P_3 - P_2)}{R T_1}\right) R T_1$ d'où $\boxed{P_4 = P_1 - \frac{V}{V_1}(P_3 - P_2) = 4{,}1\, b}$

4. Le volume du pneumatique et la quantité de matière étant constants, on a $\frac{P_3}{T_1} = \frac{P_5}{T_5}$ donc $\boxed{T_5 = T_1 \frac{P_5}{P_1} = 870\ K}$

soit $\boxed{t_5 = 597\ °C}$. Il y a risque d'explosion.

5. On considère pour cette question le système constitué par la partie du pneu dont la surface S est en contact avec le sol.
Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre supposé galiléen.
Les forces s'exerçant sur ce système sont :

- La réaction du sol verticale ascendante dont la norme est égale au quart du poids de la voiture (on déduit ce résultat en appliquant la 2ème loi de Newton à la voiture immobile) : $R = \frac{m g}{4}$.
- La force de pression verticale descendante due a l'air dans le pneu $F_P = P_3 S$.

Le pneumatique étant à l'équilibre les 2 forces se compensent d'où $\frac{mg}{4} = P_3 S$ soit :

$$\boxed{S = \frac{m g}{4 P_3} = \frac{1{,}2.10^3 \times 9{,}8}{4 \times 2.10^5} = 1{,}47.10^{-2}\ m^2 = 147\text{cm}^2}.$$

6. La surface de contact diminue avec la pression. En présence d'eau, il faut l'évacuer au mieux, ce qui sera plus facile avec une surface de contact légèrement plus faible. Par conséquent, les pneus seront légèrement sur-gonflés.

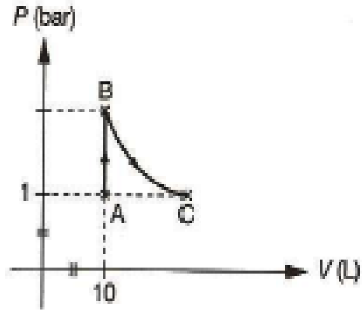
Solution problème 3 :

1 -

	A	B	C
V (en L)	10	10	11,7
P (en bar)	1	1,17	1
T (en K)	300	350	350

Loi des GP : $nR = \frac{P_AV_A}{T_A} = \frac{P_BV_B}{T_B} = \frac{P_CV_C}{T_C}$; Ainsi : $V_C = \frac{P_AV_AT_C}{T_AP_C}$; Soit : $V_C = \frac{3500}{300}$; $\underline{V_C = 11{,}7\ L}$.

Et : $P_B = \frac{P_AV_AT_B}{T_AV_B}$; Soit : $P_B = \frac{3500}{3000}$; $\underline{P_B = 1{,}17\ L}$.



2 – Ci-contre.

3 – AB est une transformation isochore, donc $\boxed{W_{AB} = 0}$.

1er principe de la thermodynamique : $\Delta U = W + Q$; Ainsi : $\boxed{Q_{AB} = \Delta U_{AB}}$;

Or pour un GP monoatomique : $\Delta U = \frac{3}{2}\ nR\ \Delta T = \frac{3}{2}\ \frac{P_AV_A}{T_A}\ (T_B - T_A)$;

Soit : $\boxed{Q_{AB} = \Delta U_{AB} = \frac{3}{2}(P_BV_B - P_AV_A)}$; $\underline{AN}$: $\underline{Q_{AB} = \Delta U_{AB} = 255\ J}$.

4 – BC est une transformation isotherme réversible d'un GP à T_B :

- $\underline{\text{Calcul de } W_{BC}}$: $\delta W_{pression} = -P_{ext}\ dV_{syst}$;

Or transformation réversible, donc : $P_{ext} = P_{syst}$;

Alors : $\delta W_{BC} = -P_{syst}\ dV_{syst}$ avec $P_{syst} = \frac{nRT_B}{V}$;

D'où : $\delta W_{BC} = -\frac{nRT_B}{V}\ dV = -\underbrace{nRT_B}_{cste}\ \frac{dV}{V}$;

Ainsi : $W_{BC} = -nRT_B[\ln V]_{V_B}^{V_C} = -nRT_B(\ln V_C - \ln V_B) = -nRT_B \ln\frac{V_C}{V_B}$;

Ou encore : $\boxed{W_{BC} = -nRT_B \ln\frac{V_C}{V_B} = -P_BV_B \ln\frac{V_C}{V_B}}$; $\underline{AN}$: $\underline{W_{BC} = -\ 184\ J}$.

- De plus : $dU = \frac{3}{2}nR\ dT = 0$, car transformation isotherme d'un GP. Donc : $\boxed{\Delta U_{BC} = 0}$;
- D'après le 1er principe de la thermodynamique : $\Delta U = W + Q$;

Ainsi : $\boxed{Q_{BC} = \Delta U_{BC} - W_{BC}}$; Soit : $\boxed{Q_{BC} = P_BV_B \ln\frac{V_C}{V_B}}$; $\underline{AN}$: $\underline{Q_{BC} = 184\ J}$.

5 – $\boxed{Q = Q_{AB} + Q_{BC}}$: $\underline{AN}$: $\underline{Q = 439\ J}$.

6 – On a encore, d'après le 1er principe de la thermodynamique : $\Delta U' = W' + Q'$; D'où : $Q' = \Delta U' - W$;

- Avec pour un GP monoatomique : $\Delta U' = \frac{3}{2}\ nR\ \Delta T' = \frac{3}{2}\ \frac{P_AV_A}{T_A}\ (T_C - T_A) = \frac{3}{2}\ \frac{P_AV_A}{T_A}\ (T_B - T_A)$; ;

Ainsi : $\boxed{\Delta U' = \Delta U_{AB} =}$ 255 J.

- Et la transformation AC est une transformation réversible isobare.

Donc : $P_{ext} = P_{syst} = P_A = cste$; Comme $\delta W_{pression} = -P_{syst}\ dV$

Ainsi : $\boxed{W_{AC} = W' = -P_A\ (V_C - V_A) = P_A\ (V_A - V_C)}$; $\underline{AN}$: $\underline{W_{AC} = W' = -\ 170\ J}$.

- Ainsi : $\boxed{Q' = \Delta U' - W}$; $\underline{AN}$: $\underline{Q' = 425\ J}$.

7 – Q ≠ Q' : Le transfert thermique ne dépend pas que de l'EI et de l'EF, mais aussi du chemin suivi.
Le transfert thermique n'est donc pas une fonction d'état.
Il en est de même pour le travail.

Remarque importante :

pour la question 6, c'est beaucoup plus simple de dire Q = ΔH car la transformation est isobare. On a alors :

$$\boxed{Q = \frac{5}{2}nR(T_C - T_A) = \frac{5}{2}(nRT_C - nRT_A) = \frac{5}{2}(P_AV_C - P_AV_A) = \frac{5}{2}P_A(V_C - V_A)}$$

Solution problème 4 :

1. Réponse C. Réponse B.

2. La pression finale est la même dans les 3 compartiments en raison de l'équilibre mécanique des parois mobiles. La transformation subie par un gaz parfait dans le compartiment 3 est adiabatique réversible, on peut appliquer la loi de Laplace au gaz au cours de la transformation : $T_0 P_0^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = a T_0 P_f^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ d'où $\boxed{P_f = P_0 a^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}}$ **Réponse A.**

3. On applique cette fois ci la loi de Laplace au gaz avec les variables (T,V) : $T_0 V_0^{\gamma-1} = a T_0 V_{3f}^{\gamma-1}$ soit

$\boxed{V_{3f} = a^{\frac{1}{1-\gamma}} V_0}$ **Réponse D.**

4. La cloison entre les compartiments 1 et 2 est diatherme, ainsi dans ces deux compartiments la température finale est la même ainsi que la pression finale (cloison mobile), ces deux partiments contiennent chacun une mole , d'après l'équation d'état des gaz parfaits on en déduit que le volume final de ces deux compartiment est le même soit V*1f*. Pour trouver ce volume , on utilise la conservation du volume total soit : $3V_0 = 2V_{1f} + V_{3f}$ d'où

$$\boxed{V_{1f} = \frac{1}{2}(3V_0 - V_{3f}) = \frac{V_0}{2}\left(3 - a^{\frac{1}{1-\gamma}}\right)}$$ **Réponse C.**

5. Pour déterminer T_{1f}, on applique l'équation d'état des gaz parfaits au gaz dans le compartiment 1 dans l'état initial et final: $\frac{P_0 V_0}{T_0} = nR = \frac{P_f V_{1f}}{T_{1f}}$ d'où $T_{1f} = T_0 \frac{P_f V_{1f}}{P_0 V_0} = T_0 \frac{P_0 a^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \frac{V_0}{2}\left(3 - a^{\frac{1}{1-\gamma}}\right)}{P_0 V_0}$ d'où

$$\boxed{T_{1f} = \frac{T_0}{2} a^{\frac{\gamma}{(\gamma-1)}}\left(3 - a^{\frac{1}{(1-\gamma)}}\right)}$$ **Réponse D.**

6. L'énergie électrique fournie par le générateur est égale au transfert thermique Q_J perdu par effet Joule dans le résistor. Ce transfert thermique est égale au transfert thermique ($Q_1 + Q_2$) reçu par le gaz dans les compartiments 1 et 2.

On a ainsi $E_g = Q_J = Q_1 + Q_2$

Pour déterminer E_g , on applique le 1er principe au système constitué par le gaz dans les trois compartiments : $\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_3 = W + Q$. Le volume du système est constant donc W=0.

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$, $Q_3 = 0$ car le gaz dans le compartiment 3 subit une transformation adiabatique.

$\Delta U = Q = Q_1 + Q_2 = E_g$ est l'énergie cherchée.

Les gaz sont parfaits donc : $\Delta U_1 = \Delta U_2 = C_V (T_{f1} - T_0)$ et $\Delta U_3 = C_V (T_{f3} - T_0)$

Or on sait que $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$ (1) et $C_P - C_V = R$ (2) (*n=1* dans chaque compartiment).

De (1) on tire $C_P = \gamma C_V$. En remplaçant dans (2) on obtient : $\gamma C_V - C_V = R$ d'où : $C_V = \frac{R}{(\gamma-1)}$

Finalement :

$$\boxed{E_g = \Delta U = \frac{2R}{(\gamma-1)}(T_{f1} - T_0) + \frac{R}{(\gamma-1)}(T_{f3} - T_0) = \frac{R}{(\gamma-1)}(2T_{f1} + T_{f3} - 3T_0)}$$ **Réponse A.**