

Corrigé de l'épreuve de physique du B.T.S. 93

1° question :

a) La masse molaire du forane 12 est : $M(\text{CCl}_2\text{F}_2) = 121 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Sa constante caractéristique r vaut, alors :

$$r = \frac{R}{M(\text{CCl}_2\text{F}_2)} \quad \text{A.N. : } r \cong 69 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Attention ! La masse molaire doit être exprimée en $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ pour le calcul de r !

b)

- Calcul de la masse volumique ρ du forane 12 gazeux, dans les conditions normales de température et de pression (dans les mêmes conditions que pour l'air).

L'équation d'état des gaz parfaits nous donne : $pV = m r T$; on en déduit : $\rho = \frac{p_0}{r T_0}$

p_0 : pression atmosphérique normale soit : $p_0 = 1013 \text{ hPa}$

T_0 : température « normale » soit : $T_0 = 273 \text{ K}$ (0°C)

$$\text{A.N. : } \rho = 5,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

- Calcul de la densité d du forane 12 par rapport à l'air :

$$\text{A.N. : } d = 4,1$$

$$d = \frac{\rho(T_0, p_0)}{\rho_A(T_0, p_0)}$$

c)

$$\left. \begin{aligned} \gamma &= \frac{c_p}{c_v} \\ c_p - c_v &= r \end{aligned} \right\}$$

$$c_p = \frac{\gamma r}{\gamma - 1}$$

$$c_v = \frac{r}{\gamma - 1}$$

$$\text{A.N. : } c_p = 560 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\text{A.N. : } c_v = 491 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

2° question :

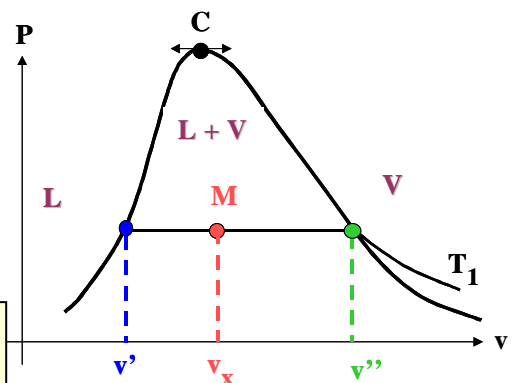
a) Soit $\rho_f = \frac{m}{V}$ la masse volumique du fluide.

$$\text{A.N. : } \rho_f = 1275 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

b) Si, à une température donnée (*), la masse volumique du système fluide se trouve comprise entre la masse volumique correspondant à l'état liquide (ρ') et celle de l'état vapeur (ρ''), on peut affirmer que le système se trouve dans l'état liquide + vapeur.

(*) : la température donnée doit être bien sûr inférieure à la température critique

Le diagramme ci-contre explicite bien ce qui est décrit précédemment ; cependant, v représente le volume massique et non la masse volumique !



$$v' < v_x < v'' \Leftrightarrow \rho'' < \rho_x < \rho'$$

La table, fournie avec l'énoncé, donne, à 20 °C :

Température (en °C)	Masse volumique	
	Liquide ρ' en $\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$	Vapeur ρ'' en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
+ 20	1,328	32,488

La masse volumique ρ_f est comprise entre $\rho'' = 32,488 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ et $\rho' = 1\,328 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Le fluide se trouve donc simultanément sous forme liquide et sous forme vapeur.

c) Soit x le titre en vapeur du mélange liquide + vapeur. Ce titre représente le pourcentage, en masse, de vapeur dans le mélange soit : $x = \frac{m_v}{m_v + m_\ell} = \frac{m_v}{m}$.

Le titre en vapeur s'exprime en fonction des volumes massiques $v' = \frac{1}{\rho'}$, $v'' = \frac{1}{\rho''}$ et $v_f = \frac{1}{\rho_f}$.

$$x = \frac{v_f - v'}{v'' - v'}$$

v' et v'' sont fournis par la table, $v_f = 0,784 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$

A.N. : $x = 0,11 \%$

On obtient, alors :

$m_v = x m \cong 16 \text{ g}$

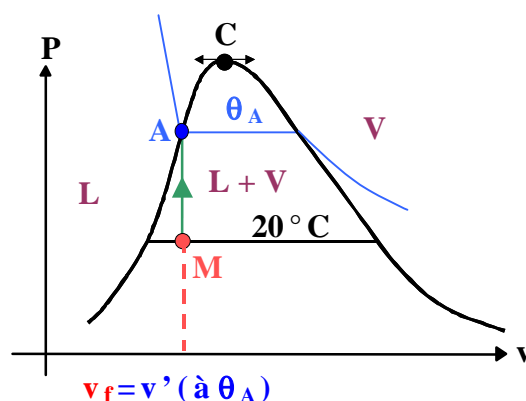
$m_\ell = (1 - x) m \cong 15,3 \text{ kg}$

d) Le volume du fluide étant invariable, on en déduit que le volume massique du fluide reste invariable.

L'échauffement du système se traduit, dans le diagramme ci-dessous, par une portion de droite verticale qui coupe la courbe d'ébullition en A.

En ce point A, le volume massique du fluide correspond au volume massique du liquide.

C'est la température correspondant à ce point A que nous cherchons.



M : état du fluide, à la température de 20 °C

L'exploration de la table du forane nous permet d'obtenir :

Température (en °C)	Masse volumique liquide ρ' en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
30 °C	1292
θ_A	1275
35 °C	1272

$$\text{A.N. : } \theta_A \cong 35 \text{ °C}$$

Remarque : Par interpolation, on peut trouver une valeur un peu plus « précise » de la température soit :

$$\theta_A \cong 34,3 \text{ °C}$$