

Épreuve de physique du BTS 86

On se propose d'étudier les variations de pression existant dans une bouteille contenant un fluide frigorigène, en fonction de la température, afin d'éviter les risques d'explosion de ces bouteilles.

Soit une bouteille de volume $V = 12 \text{ L}$ remplie avec une masse $m = 15,3 \text{ kg}$ de R 12.

Partie A - Recherche de la température t_1 ($^{\circ}\text{C}$) pour laquelle le mélange liquide-vapeur devient homogène (ou tout liquide, ou tout vapeur)

1° question : Calculer la masse volumique ρ au remplissage.

2° question : En utilisant le tableau donné en **annexe 1**, tracer la courbe représentant les masses volumiques de la phase liquide et de la phase vapeur en équilibre, à la température t , en fonction de la température t ($^{\circ}\text{C}$) : on veut $t = f(\rho)$.

Échelle obligatoire : $1 \text{ cm} \hat{=} 100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; $1 \text{ cm} \hat{=} 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

3° question : Que signifie la valeur de la masse volumique indiquée pour la température $t = 112 \text{ }^{\circ}\text{C}$?

4° question : A l'aide du diagramme ainsi obtenu, calculer la masse de liquide existant à $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ dans la bouteille de R 12.

Pour quelle température t_1 ($^{\circ}\text{C}$) le système devient-il homogène ? On précisera la phase présente à partir de cette température t_1 ($^{\circ}\text{C}$).

Partie B - Recherche de la pression existant dans la bouteille en fonction de la température. On se reportera aux données présentées en **annexe 2**

1° question : A $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, lorsque le mélange liquide-vapeur est en équilibre, quelle est la pression existant dans la bouteille ?

2° question : A $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$, calculer la nouvelle pression de vapeur saturante du R 12 : on considère maintenant que la vapeur se comporte comme un gaz parfait de constante massique $r = 61 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, que le volume massique de la phase liquide est négligeable devant celui de la phase vapeur et que l'enthalpie de vaporisation est constante dans l'intervalle de température considérée.

3° question : Calculer, de même, la pression existant dans la bouteille à la température T_1 (K) précédemment définie par la valeur t_1 ($^{\circ}\text{C}$).

4° question : A partir de cette température, l'élévation de pression ne suit plus la loi de Clapeyron : on considère qu'elle est de l'ordre de $5,1 \text{ bar}$ par degré.

Tracer alors la courbe $p = f(t)$ pour des températures comprises entre $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ et $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

5° question : Quelle est la pression dans la bouteille à $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$?

Conclusions.

Annexe 1

Température t(°C)	15	20	30	35	50	60	70	80	90	100	105	110	112
Masse volumique du liquide (kg.m ⁻³)	1345	1329	1293	1274	1213	1167	1119	1064	999	913	852	742	558
Masse volumique de la vapeur (kg.m ⁻³)	27,4	31,5	41,1	46,8	68,5	85,7	109	138,3	177,3	228	270	375	558

Annexe 2

Température	Pression de vapeur saturante	Variation d'enthalpie de vaporisation
20 °C	5,7 bar	144,5 kJ.kg ⁻¹