

Isotherme d'un corps pur – Contrôle de la température

Partie 1 : Isotherme d'un corps pur

Une éprouvette en verre épais contient de l'hexafluorure de soufre (SF_6). Elle est retournée sur une cuve à mercure.

Dans l'état initial, le fluide est gazeux. Son volume est : $V_i = 4,0$ ml, sa pression est : $P_i = 17$ bars et sa température est : $\theta = 25$ °C.

On effectue une compression isotherme réversible de façon à réduire son volume à $V_f = 0,5$ ml. La température est maintenue constante grâce à une cuve thermostatée.

Données numériques :

- Pression de vapeur saturante à 25 °C : $P_s = 26$ bars
- Volume massique de la vapeur saturante : $v_v = V_v/m = 5,1$ L.kg⁻¹
- Volume massique du liquide saturant : $v_l = V_l/m = 1,25$ L.kg⁻¹
- Chaleur latente de vaporisation : $L_v = 57,4$ J.g⁻¹
- Masses molaires : $S = 32$ g.mol⁻¹ ; $F = 19$ g.mol⁻¹
- 1 bar = 10⁵ Pa
- Constante des gaz parfaits : $R = 8,314$ J.K⁻¹ mol⁻¹
- Le point critique est caractérisé par : $\theta_c = 45,5$ °C et $P_c = 38$ bars

1) Masse du fluide

En appliquant la loi des gaz parfaits, montrer que la masse de fluide contenu dans l'éprouvette est : $m = 0,4$ g

2) Compression du fluide

- A partir de quel volume V_v le fluide commence-t-il à se liquéfier ? (Point A)
- A partir de quel volume V_l le fluide est-il totalement liquéfié ? (Point B)
- Si on continue à comprimer le fluide, son volume va-t-il beaucoup varier ? Pourquoi ?

3) Diagramme de Clapeyron

- Représenter cette compression isotherme dans le diagramme de Clapeyron (V , p).
- Noter sur ce diagramme la courbe de saturation et le point critique.
- Les caractéristiques du point critique dépendent-elles de la masse du fluide ?

4) Quantité de chaleur reçue par le fluide au cours de la compression isotherme.

- En considérant le fluide comme un gaz parfait à l'état gazeux, déterminer la quantité de chaleur Q_1 échangée avec le thermostat pour passer de l'état initial au point A.
- Quelle est la quantité de chaleur Q_2 échangée avec le thermostat pour liquéfier totalement le fluide : passage du point A au point B ?

Partie 2 : Contrôle de la température

Dans la cuve thermostatée se trouve une sonde de température Pt₁₀₀ qui est insérée dans un circuit électrique.

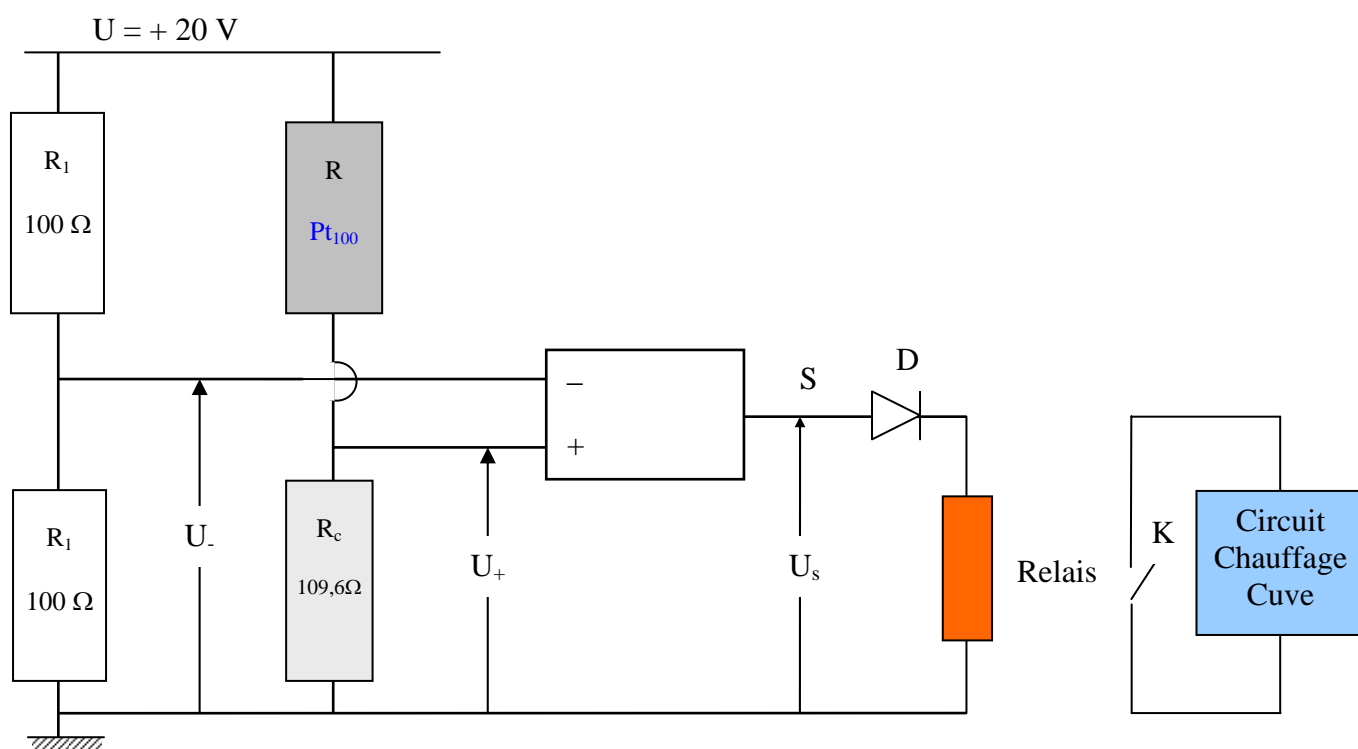
La résistance R de la sonde varie en fonction de la température suivant la loi : $R = R_0 (1 + a \theta)$, R₀ étant la valeur de la résistance à : $\theta_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ et a le coefficient de température.

$$\begin{aligned} \theta = 0 \text{ }^\circ\text{C} & \quad R = 100,0 \ \Omega \\ \theta = 100 \text{ }^\circ\text{C} & \quad R = 138,5 \ \Omega \end{aligned}$$

1) Etude de la sonde

- Que signifie « sonde de température Pt₁₀₀ » ?
- Déterminer la valeur de la résistance R à 25 °C : R₂₅

2) Circuit électrique



L'amplificateur opérationnel, considéré comme *idéal*, est alimenté en (+ 15 V ; - 15 V)

L'interrupteur K se ferme lorsque la bobine « Relais » est traversée par un courant.

R_c (*consigne*) est une résistance variable permettant de régler la température de la cuve thermostatée à la valeur désirée. La valeur de R_c est fixée à : $R_c = 109,6 \ \Omega$

- Noter sur le schéma les courants qui circulent dans les différentes résistances et la chute de tension aux bornes de chaque résistance.
- Montrer que : $U_- = 10 \text{ V}$
- Montrer que : $U_+ = 20 \frac{R_c}{R_c + R_{Pt100}}$
- Déterminer la valeur numérique de U₊ si $R_{Pt100} = 108 \ \Omega$: la température de la cuve est alors inférieure à 25°C
- Déterminer la valeur numérique de U₊ si $R_{Pt100} = 111 \ \Omega$: la température de la cuve est alors supérieure à 25°C

c) Etude du fonctionnement du circuit

- Quel est le nom du montage réalisé avec l'amplificateur opérationnel ?
- L'amplificateur opérationnel fonctionne-t-il en régime linéaire ou en régime de saturation ?
- Quelle est la valeur de U_s si $U_+ - U_- > 0$? Le relais s'enclenche-t-il ?
- Quelle est la valeur de U_s si $U_+ - U_- < 0$? Le relais s'enclenche-t-il ?
- Expliquer le fonctionnement du montage.