

Interrogation de cours n°22

10 avril 2025

NOM :

Calculatrices interdites. Répondez de manière complète mais brève.

1. Énoncer le second principe de la thermodynamique.

Il existe une fonction d'état extensive, nommée entropie et notée S telle que sa variation s'exprime comme :

$$\Delta S = S_e + S_c$$

où $S_e = Q/T_e$ où Q est le transfert thermique reçu de la part d'un thermostat à la température T_e , et $S_c \geq 0$. $S_c = 0$ si la transformation est réversible, strictement positive sinon.

2. Énoncer l'inégalité de Clausius.

Pour un système en contact avec n thermostats aux températures T_i , en notant Q_i les transferts thermiques reçus :

$$\sum_i \frac{Q_i}{T_i} \leq 0$$

Interrogation de cours n°22

10 avril 2025

NOM :

Calculatrices interdites. Répondez de manière complète mais brève.

1. Énoncer le second principe de la thermodynamique.

Il existe une fonction d'état extensive, nommée entropie et notée S telle que sa variation s'exprime comme :

$$\Delta S = S_e + S_c$$

où $S_e = Q/T_e$ où Q est le transfert thermique reçu de la part d'un thermostat à la température T_e , et $S_c \geq 0$. $S_c = 0$ si la transformation est réversible, strictement positive sinon.

2. Énoncer l'inégalité de Clausius.

Pour un système en contact avec n thermostats aux températures T_i , en notant Q_i les transferts thermiques reçus :

$$\sum_i \frac{Q_i}{T_i} \leq 0$$

3. Pour un moteur ditherme, puis pour une pompe à chaleur, donner les signes des grandeurs suivantes.

	Travail reçu par le fluide W	Transfert thermique reçu par le fluide de la source chaude Q_C	Transfert thermique reçu par le fluide de la source froide Q_F
Moteur ditherme	négatif	positif	négatif
Pompe à chaleur	positif	négatif	positif

4. Définir l'efficacité d'un réfrigérateur et montrer que celle-ci est inférieure à une valeur e_C que l'on exprimera en fonction des températures de la source froide T_F et de la source chaude T_C .

Pour un réfrigérateur, on veut prélever un transfert thermique aux aliments, donc à la source froide, ce qui nous intéresse est donc Q_F . On « paye » W donc $e = Q_F/W$.

D'après le premier principe :

$$e = -\frac{Q_F}{Q_F + Q_C} = -\frac{1}{1 + \frac{Q_C}{Q_F}}$$

D'après l'inégalité de Clausius :

$$\frac{Q_C}{T_C} + \frac{Q_F}{T_F} \leq 0 \quad \text{soit} \quad Q_C \leq -\frac{T_C}{T_F} Q_F$$

Comme $Q_F > 0$:

$$\frac{Q_C}{Q_F} \leq -\frac{T_C}{T_F} \quad \text{donc} \quad -\frac{1}{1 + \frac{Q_C}{Q_F}} \leq -\frac{1}{1 - \frac{T_C}{T_F}}$$

$$e \leq \frac{T_F}{T_C - T_F} \quad \text{ainsi} \quad e \leq e_C \quad \text{avec} \quad e_C = \frac{T_F}{T_C - T_F}$$

3. Pour un réfrigérateur, puis pour un moteur ditherme, donner les signes des grandeurs suivantes.

	Travail reçu par le fluide W	Transfert thermique reçu par le fluide de la source chaude Q_C	Transfert thermique reçu par le fluide de la source froide Q_F
Réfrigérateur	positif	négatif	positif
Moteur ditherme	négatif	positif	négatif

4. Définir l'efficacité d'une pompe à chaleur et montrer que celle-ci est inférieure à une valeur e_C que l'on exprimera en fonction des températures de la source froide T_F et de la source chaude T_C .

Pour une pompe à chaleur, ce qui nous intéresse est le transfert thermique reçu par la source chaude, c'est-à-dire $-Q_C$. On « paye » W donc $e = -Q_C/W$

D'après le premier principe :

$$e = \frac{Q_C}{Q_F + Q_C} = \frac{1}{1 + \frac{Q_F}{Q_C}}$$

D'après l'inégalité de Clausius :

$$\frac{Q_C}{T_C} + \frac{Q_F}{T_F} \leq 0 \quad \text{soit} \quad Q_F \leq -\frac{T_F}{T_C} Q_C$$

Comme $Q_C < 0$:

$$\frac{Q_F}{Q_C} \geq -\frac{T_F}{T_C} \quad \text{donc} \quad \frac{1}{1 + \frac{Q_F}{Q_C}} \leq \frac{1}{1 - \frac{T_F}{T_C}}$$

$$e \leq \frac{T_C}{T_C - T_F} \quad \text{ainsi} \quad e \leq e_C \quad \text{avec} \quad e_C = \frac{T_C}{T_C - T_F}$$