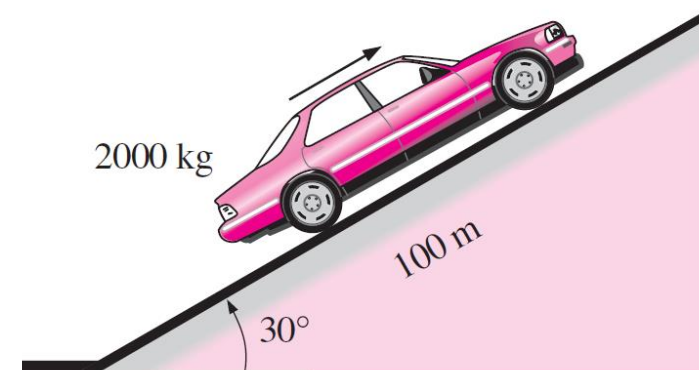


Problème 2.34

Déterminez la puissance moyenne requise pour qu'une voiture de **2000 kg** puisse parcourir **100 m** le long d'une pente ascendante de **30°** en **10 secondes** :

- a) à vitesse constante ;
- b) de **zéro** à une vitesse finale de **30 m/s** ;
- c) de **35 m/s** à une vitesse finale de **5 m/s**.

On ne considère ni le frottement ni la traînée aérodynamique.



Réponses : (a) 98,1 kW ; (b) 188,1 kW ; (c) -21,9 kW



Problème 2.36

Le travail net accompli dans un cycle est-il forcément nul ? Dans quels systèmes cela se produit-il ?

Problème 2.37

Au cours d'une journée chaude d'été, une personne allume un ventilateur avant de quitter la pièce le matin. En rentrant le soir, la pièce sera-t-elle plus chaude ou plus froide ? Expliquez votre réponse. Supposez que les portes et les fenêtres de la pièce demeurent fermées.



Problème 2.41

On envisage de climatiser l'air dans une salle de classe de **40 places** en installant des appareils de climatisation de **5 kW** chacun à la place de quelques fenêtres. La salle est éclairée à l'aide de **10 ampoules de 100 W** chacune, et de la chaleur est transmise à la salle à travers les murs et les fenêtres au taux de **15 000 kJ/h**. Sachant qu'une personne assise dissipe **360 kJ/h** et qu'il faut maintenir la température dans la salle à **21°C**, déterminez le nombre d'appareils de climatisation requis.

Réponse : 2 unités



Problème 2.19 (5^{ème} édition anglaise)

A room is heated by an iron that is left plugged in. Is this a heat or work interaction? Take the entire room, including the iron, as the system.

Problème 2.20 (5^{ème} édition anglaise)

A room is heated as a result of solar radiation coming in through the windows. Is this a heat or work interaction for the room?

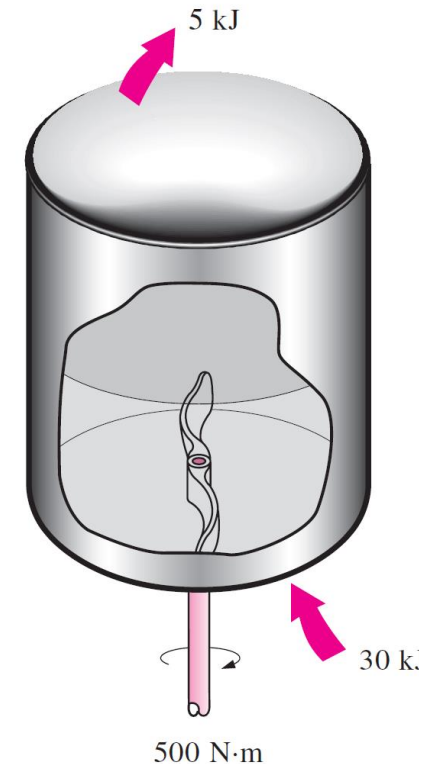
Problème 2.21 (5^{ème} édition anglaise)

An insulated room is heated by burning candles. Is this a heat or work interaction? Take the entire room, including the candles, as the system.



Problème 2.37 (5^{ème} édition anglaise)

Water is being heated in a closed pan on top of a range while being stirred by a paddle wheel. During the process, **30 kJ** of heat is transferred to the water, and **5 kJ** of heat is lost to the surrounding air. The paddle-wheel work amounts to **500 N·m**. Determine the final energy of the system if its initial energy is **10 kJ**.



Réponse : 35,5 kJ



Problème 3.4

Y a-t-il une différence entre les variables intensives de la vapeur saturée à une température donnée et celles de la vapeur dans un mélange liquide-vapeur saturé à la même température ?

Problème 3.9

De la viande est cuite dans une casserole :

- a) ouverte ;
- b) couverte ;
- c) couverte et pressurisée.

Dans quelle situation la cuisson sera-t-elle la plus rapide ?



Problème 3.25

Remplissez le tableau suivant pour l'eau (Tables A-4, A-5 et A-6)

T °C	P, kPa	h, kJ/kg	x	État
	200		0,7	
140		1800		
	950		0,0	
80	500			
	800	3162,2		



Problème 3.27

Remplissez le tableau suivant pour le réfrigérant R-134a (Tables A-11, A-12 et A-13)

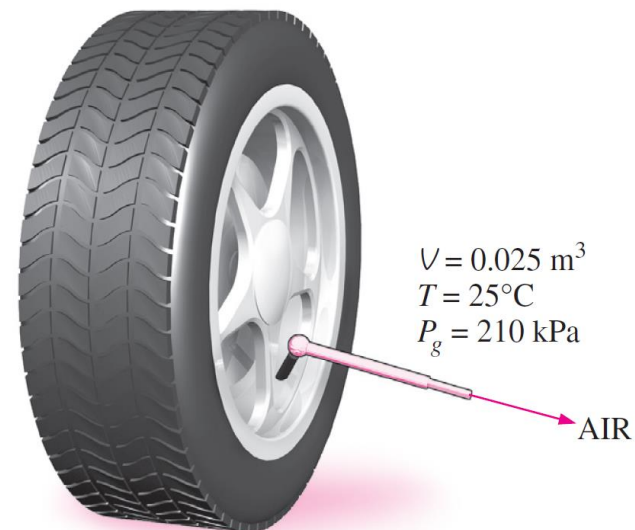
T °C	P, kPa	u, kJ/kg	État
20		95	
-12			Liquide saturé
	400	300	
8	600		



Problème 3.67

La pression dans le pneu d'une voiture dépend de la température de l'air qu'il renferme. Lorsque la température de l'air est de **25°C**, la pression effective est de **210 kPa**. Si le volume du pneu est de **0,025 m³**, déterminez l'augmentation de la pression dans le pneu quand la température atteint **50°C**. Déterminez alors la masse d'air qui doit être retirée du pneu afin de rétablir la pression initiale à cette température. Supposez que la pression atmosphérique est de **100 kPa**. Note : $R = 0,287 \text{ kPa}\cdot\text{m}^3/\text{kg}\cdot\text{K}$

Réponses : (a) 26 kPa ; (b) 0,0070 kg



Problème 4.2

Le travail de frontière déformable est-il toujours nul dans les systèmes dont le volume demeure inchangé pendant l'évolution ?

Problème 4.3

Durant une évolution, un gaz parfait se détend, tout d'abord, à pression constante, ensuite à température constante pour atteindre un volume final fixe. Dans quel cas produit-il le plus de travail ?



Problème 4.8

Un système piston-cylindre contient **0,07 m³** d'azote à **130 kPa** et à **120°C**.

L'azote se détend de façon polytropique à **100 kPa** et à **100°C**. Déterminez le travail de frontière fait durant l'évolution.

Note : $R = 0,2968 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$

Réponse : 1,86 kJ



Problème 4.22

Soit un système piston-cylindre contenant **0,15 kg** d'air à **2 MPa** et à **350°C**. L'air se détend tout d'abord de façon isotherme jusqu'à **500 kPa**. Il subit ensuite une compression polytropique ($n = 1,2$) jusqu'à la pression initiale pour enfin être comprimé à pression constante et revenir à l'état initial. Déterminez le travail de frontière fait pendant chaque évolution et le travail net fait durant le cycle. **Note** : $R = 0,287$ kJ/kg·K

Réponses :

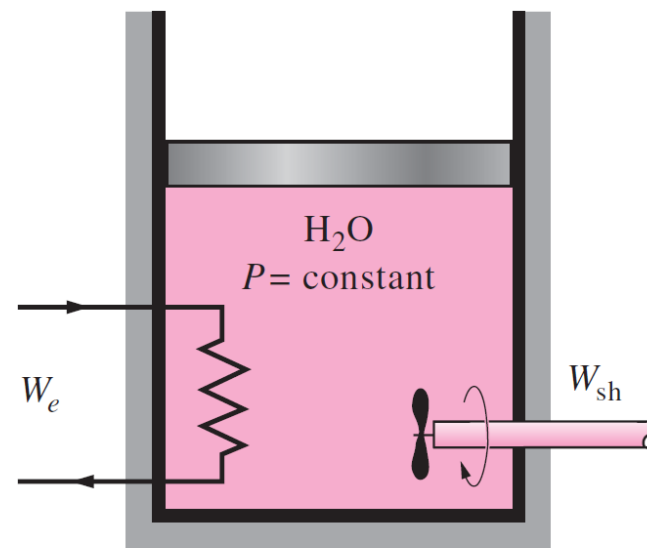
1. Travaux de frontière : 37,18 kJ ; -34,86 kJ ; -6,97 kJ ;
2. Travail du cycle : -4,65 kJ



Problème 4.33

Soit un système piston-cylindre adiabatique contenant **5 L** d'eau liquide saturée à **175 kPa**. L'eau est brassée par un agitateur tandis qu'un courant électrique de **8 A** circule dans un élément chauffant pendant **45 min**. Déterminez le potentiel de la source électrique (en volts) si, au cours de l'évolution isobare, la moitié de l'eau est évaporée et que l'agitateur fait **400 kJ** de travail sur le fluide. Montrez également l'évolution dans un diagramme P - v .

Réponse : 223,9 Volts



Problème 4.54

Déterminez la variation de l'énergie interne de l'hydrogène en passant de **200** à **800 K** :

- a) à l'aide du polynôme pour la chaleur massique de la table A-2c ;
- b) à l'aide de la chaleur massique C_v estimée à la température moyenne de la table A-2b ;
- c) à l'aide de la chaleur massique C_v estimée à la température de la pièce (**298 K**) de la table A-2a.

Réponses : (a) 6194 kJ/kg ; (b) 6233 kJ/kg ; (c) 6110 kJ/kg



Problème 4.71

Un système piston-cylindre contient **3 kg** d'air. Au départ, le piston repose sur des butées. La pression dans le cylindre est de **200 kPa** et la température, de **27°C**. La masse du piston est telle qu'il faut une pression de **400 kPa** pour le soulever. Le cylindre est chauffé, et le volume d'air double. Déterminez alors le travail fait par l'air et la quantité totale de chaleur transmise à l'air pendant l'évolution. Montrez l'évolution dans un diagramme P - v .

Note : $R = 0,287 \text{ kPa}\cdot\text{m}^3/\text{kg}\cdot\text{K}$; $C_{v,T,\text{moy}} = 0,800 \text{ kJ}/\text{kg}\cdot\text{K}$

Réponses :

1. Travail : 516 kJ ;
2. Transfert de chaleur : 2674 kJ (en utilisant la Table A-17)
ou 2676 kJ (en utilisant $C_{v,T,\text{moy}}$)



Problème 4.23 (5^{ème} édition anglaise)

A piston-cylinder device contains **50 kg** of water at **250 kPa** and **25°C**. The cross-sectional area of the piston is **0.1 m²**. Heat is now transferred to the water, causing part of it to evaporate and expand. When the volume reaches **0.2 m³**, the piston reaches a linear spring whose spring constant is **100 kN/m**. More heat is transferred to the water until the piston rises **20 cm** more. Determine (a) the final pressure and temperature and (b) the work done during this process. Also, show the process on a *P-V* diagram.

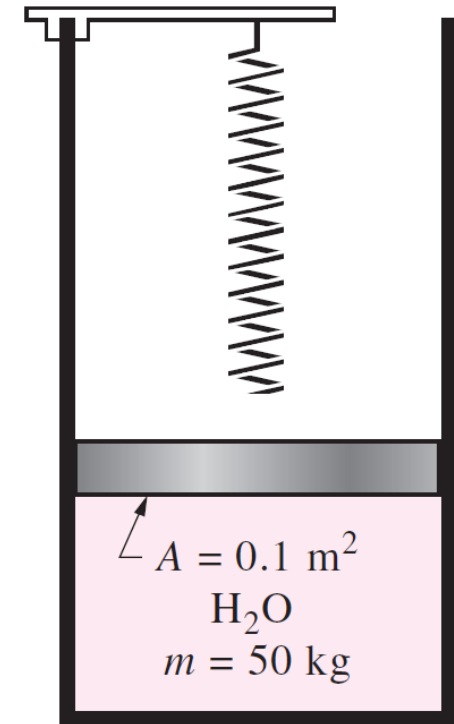


FIGURE P4-23

Réponses : (a) 450 kPa ; 147,9°C ; (b) 44,5 kJ



Problème 4.71 (5^{ème} édition anglaise)

A piston-cylinder device contains **4 kg** of argon at **250 kPa** and **35°C**. During a quasi-equilibrium, isothermal expansion process, **15 kJ** of boundary work is done by the system, and **3 kJ** of paddle-wheel work is done on the system. Determine the heat transfer for this process.

Réponse : 12 kJ



Problème 5.3

La quantité de masse entrante dans un volume de contrôle doit-elle forcément être égale à la quantité sortante durant une évolution en régime transitoire ?

Problème 5.5

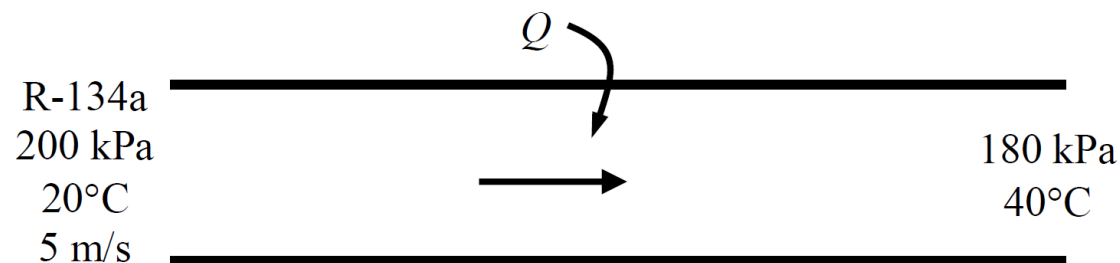
Soit un dispositif avec une entrée et une sortie. L'écoulement est-il nécessairement permanent si les débits volumiques à l'entrée et à la sortie sont les mêmes ? Expliquez votre réponse.



Problème 5.16

Un écoulement de réfrigérant R-134a pénètre dans un tuyau dont le diamètre est de **28 cm** à **200 kPa** et à **20°C** avec une vitesse de **5 m/s**. Il en ressort à **180 kPa** et à **40°C**. Déterminez :

- Le débit volumique du réfrigérant à l'entrée ;
- Le débit massique du réfrigérant ;
- La vitesse et le débit volumique à la sortie.

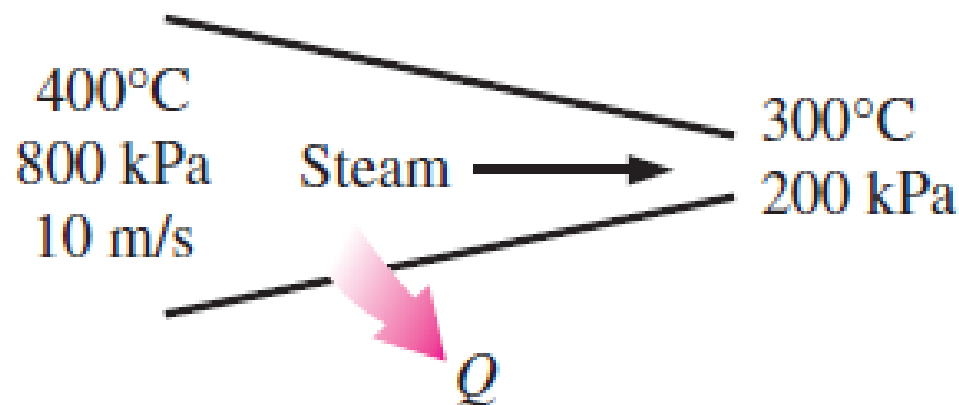


Réponses : (a) $0,3079 \text{ m}^3/\text{s}$; (b) $2,697 \text{ kg/s}$; (c) $6,02 \text{ m/s}$ et $0,3706 \text{ m}^3/\text{s}$



Problème 5.38

Un écoulement de vapeur d'eau pénètre dans une tuyère à **800 kPa** et à **400°C** avec une vitesse de **10 m/s**, perd de la chaleur au taux de **25 kW** et ressort de la tuyère à **200 kPa** et à **300°C**. Déterminez la vitesse et le débit volumique de la vapeur à la sortie si l'aire d'entrée est de **800 cm³**.



Réponses : 606 m/s et 2,74 m³/s



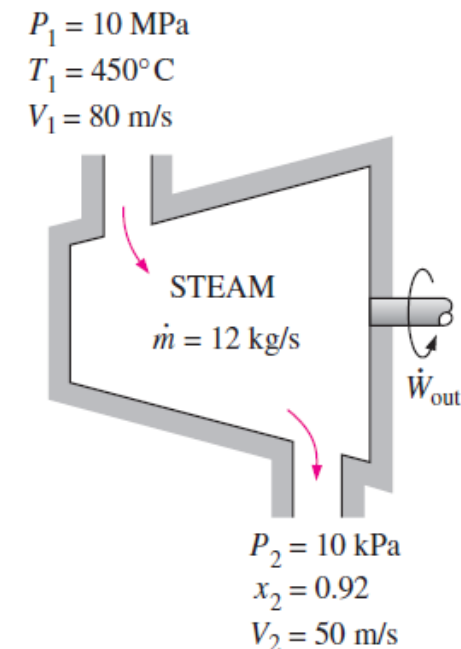
Problème 5.44

Un écoulement de vapeur d'eau s'écoule dans une turbine adiabatique. Les conditions à l'entrée de la turbine sont une pression de **10 MPa**, **450°C** et une vitesse d'écoulement de **80 m/s**. Les conditions à la sortie sont une pression de **10 kPa**, un titre de **92%** et une vitesse de **50 m/s**. Déterminez :

- La variation de l'énergie cinétique de l'écoulement ;
- La puissance produite par la turbine ;
- L'aire à l'entrée de la turbine.

Le débit massique de la vapeur d'eau est de **12 kg/s**.

Réponses : (a) $-1,95 \text{ kJ/kg}$; (b) $10,2 \text{ MW}$; (c) $0,0044 \text{ m}^2$



Problème 5.54

Durant une détente dans une soupape d'étranglement, la température du fluide chute de 30°C à -20°C . Cette détente peut-elle être adiabatique ?

Problème 5.55

La température de l'air chute-t-elle en se détendant dans une soupape d'étranglement ?



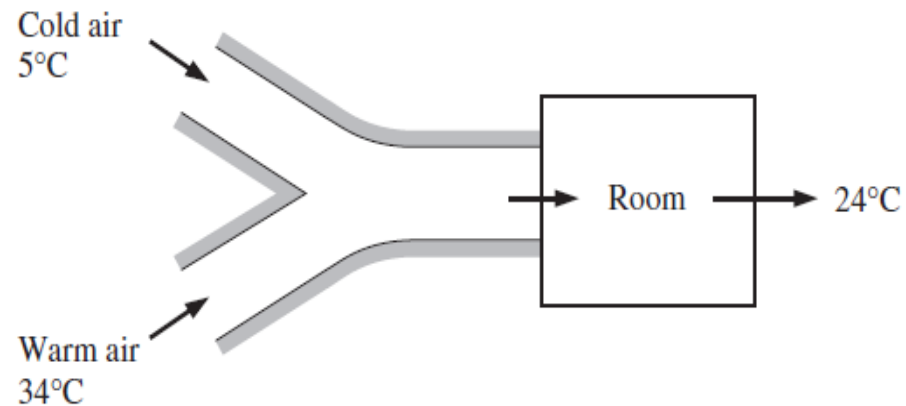
Problème 5.79

Un système d'air climatisé mélange un écoulement d'air froid (5°C , 105 kPa et $1,25\text{ m}^3/\text{s}$) à un écoulement d'air chaud (34°C , 105 kPa) avant d'admettre le mélange dans la pièce. La température de l'air évacué de la pièce est de 24°C . Le rapport du débit massique d'air chaud au débit massique d'air froid est de $1,6$. À l'aide des variables thermodynamiques tirées de la table de l'air, déterminez :

- La température du mélange à l'entrée de la pièce ;
- La puissance thermique échangée dans l'air de la pièce.

Note : C_p et C_v variables

Réponses : (a) $22,9^{\circ}\text{C}$; (b) $4,88\text{ kW}$

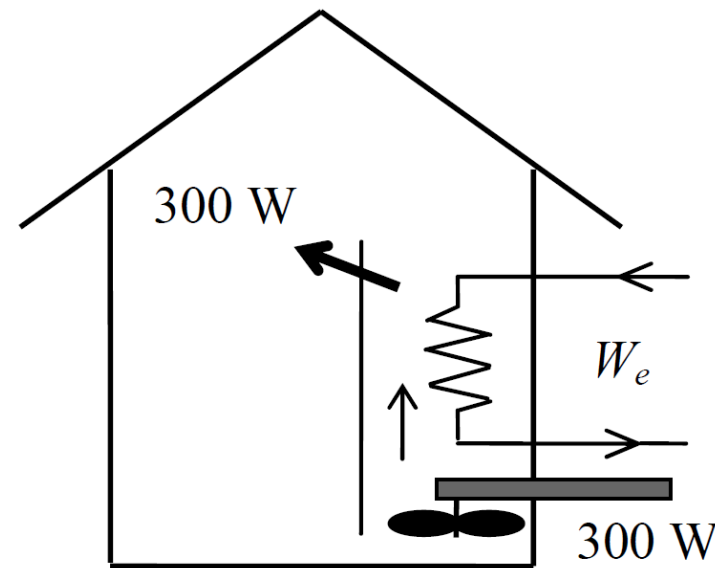


Problème 5.94

Soit une maison dont le système de chauffage électrique consiste en un conduit au sein duquel se trouve un élément chauffant électrique et un ventilateur de **300 W**. L'air traverse le conduit avec un débit de **0,6 kg/s** et voit sa température monter de **7°C**. Les pertes thermiques de l'air dans le conduit sont estimées à **300 W**. Déterminez la puissance de l'élément électrique chauffant.

Note : C_p moyenne = 1,005 kJ/kg·K

Réponse : 4,22 kW



Problème 5.57 (5^{ème} édition anglaise)

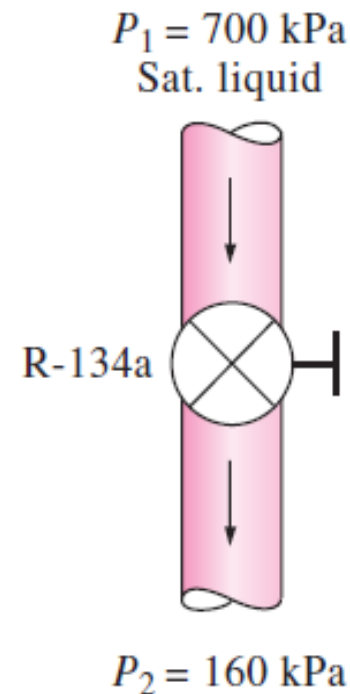
Air enters the compressor of a gas-turbine plant at ambient conditions of **100 kPa** and **25°C** with a low velocity and exits at **1 MPa** and **347°C** with a velocity of **90 m/s**. The compressor is cooled at a rate of **1500 kJ/min**, and the power input to the compressor is **250 kW**. Determine the mass flow rate of air through the compressor. **Note** : C_p et C_v variables

Réponse : 0,674 kg/s



Problème 5.66 (5^{ème} édition anglaise)

Refrigerant-134a is throttled from the saturated liquid state at **700 kPa** to a pressure of **160 kPa**. Determine the temperature drop during this process and the final specific volume of the refrigerant.



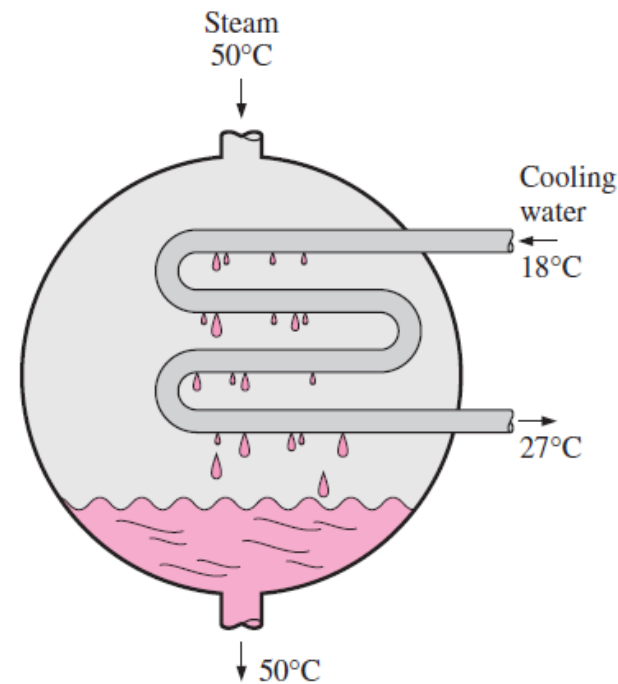
Réponses : $42,3^\circ\text{C}$ et $0,0344 \text{ m}^3/\text{kg}$



Problème 5.86 (5^{ème} édition anglaise)

Steam is to be condensed in the condenser of a steam power plant at a temperature of **50°C** with cooling water from a nearby lake, which enters the tubes of the condenser at **18°C** at a rate of **101 kg/s** and leaves at **27°C**. Determine the rate of condensation of the steam in condenser.

Note : $C_p = 4,18 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$



Réponse : 1,60 kg/s



Problème 6.5

Un inventeur prétend pouvoir élever la température d'une petite quantité d'eau à **150°C** en lui transmettant de la chaleur issue d'un réservoir contenant de la vapeur d'eau pressurisée à **120°C**. Qu'en pensez-vous ? Supposez que son invention ne fait intervenir aucun réfrigérateur ni thermopompe.

Problème 6.12

La plinthe électrique est une résistance électrique couramment utilisée pour chauffer une pièce. Un marchand de plinthes électriques prétend que leur rendement est de 100%. Cette affirmation transgresse-t-elle les lois de la thermodynamique ? Expliquez votre réponse.



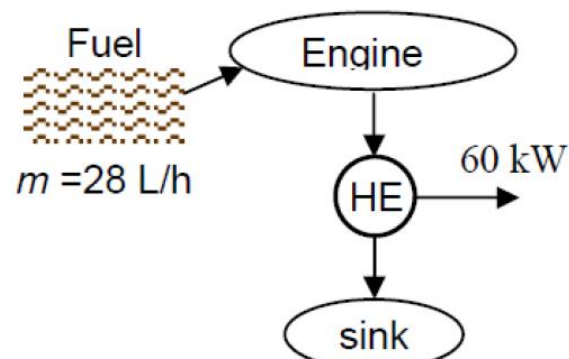
Problème 6.16

Le rendement de toutes les machines thermiques, y compris les centrales hydroélectriques, est-il assujéti à l'énoncé de Kelvin-Planck ? Expliquez votre réponse.

Problème 6.22

Le moteur d'une voiture produit une puissance de **60 kW** en consommant **28 L/h**. Déterminez le rendement du moteur si le pouvoir calorifique de l'essence est de **44 000 kJ/kg** et si sa masse volumique est de **0,8 g/cm³**.

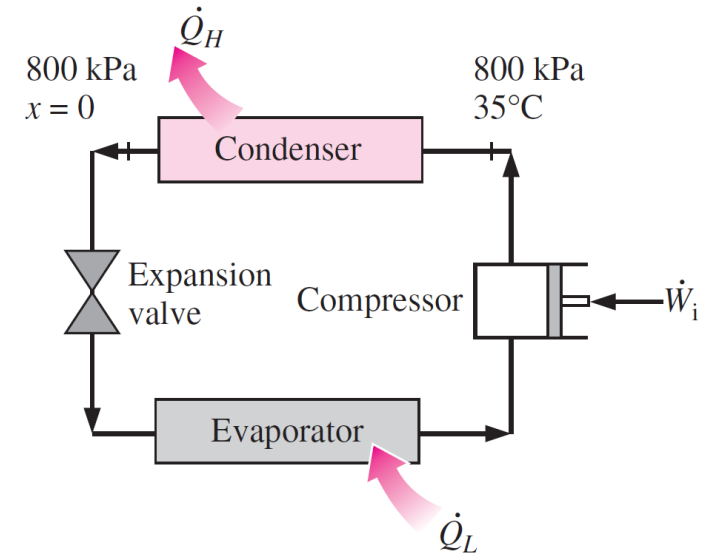
Réponse : 21,9%



Problème 6.48

Le réfrigérant R-134a pénètre dans le condenseur d'une thermopompe domestique à **800 kPa** et à **35°C** avec un débit de **0,018 kg/s** et en ressort sous forme de liquide saturé à **800 kPa**. Le compresseur de la thermopompe consomme une puissance électrique de **1,2 kW**. Déterminez :

- Le COP de la thermopompe ;
- Le taux auquel la chaleur est extraite de l'air extérieur.



Réponses : (a) 2,64 ; (b) 1,963 kW



Problème 6.60

Une détente ou une compression réversible est-elle forcément une évolution quasi-statique ? Une détente ou une compression quasi-statique est-elle forcément réversible ? Expliquer votre réponse.

Problème 6.78

Afin de réaliser des économies d'énergie dans l'exploitation d'une machine thermique, on suggère d'y jumeler un réfrigérateur qui absorbe une partie de la chaleur rejetée par la machine thermique Q_L et la transfère au réservoir thermique à haute température. Cette suggestion vous semble-t-elle intéressante ?



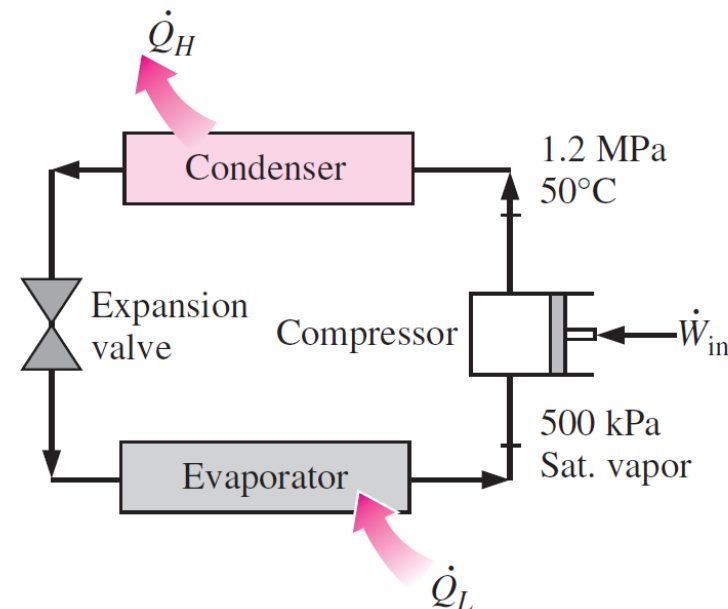
Problème 6.95

Un climatiseur dont le fluide frigorigène est le R-134a maintient la température dans une chambre à **26°C** en rejetant de la chaleur dans le milieu extérieur à **34°C**. De la chaleur est transmise du milieu extérieur à la chambre au taux de **250 kJ/min** alors qu'un ordinateur, une télévision et des lampes génèrent **900 W**. Le fluide pénètre dans le compresseur sous forme de vapeur saturée à **500 kPa** avec un débit de **100 L/min** et en ressort à **1200 kPa** et à **50°C**.

Déterminez :

- Le COP du climatiseur ;
- Le COP théorique maximal ;
- Le débit volumique minimal du fluide à l'entrée du compresseur.

Réponses : (a) 6,59 ; (b) 37,4 ;
(c) 17,63 L/min



Problème 7.1

Un cycle pour lequel $\oint \delta Q > 0$ enfreint-il l'inégalité de Clausius ? Expliquez votre réponse.

Problème 7.6

Afin de déterminer la variation d'entropie durant une évolution irréversible entre l'état 1 et l'état 2, l'intégrale $\oint \frac{\delta Q}{T}$ doit-elle être évaluée le long du parcours réversible ou le long du parcours irréversible ? Expliquez votre réponse.



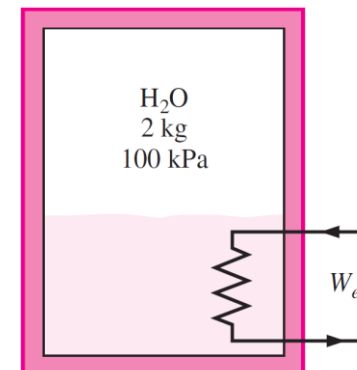
Problème 7.20

La variation d'entropie d'un système fermé peut-elle être nulle durant une évolution irréversible ? Expliquez votre réponse.

Problème 7.34

Un contenant rigide et isolé renferme **2 kg** d'un mélange liquide-vapeur d'eau saturé à **100 kPa**. Au début, **75%** de la masse se trouve en phase liquide. L'élément chauffant électrique interne est ensuite allumé jusqu'à ce que toute la masse d'eau passe en vapeur. Déterminez alors la variation de l'entropie du fluide au cours de l'évolution.

Réponse : 8,10 kJ/K

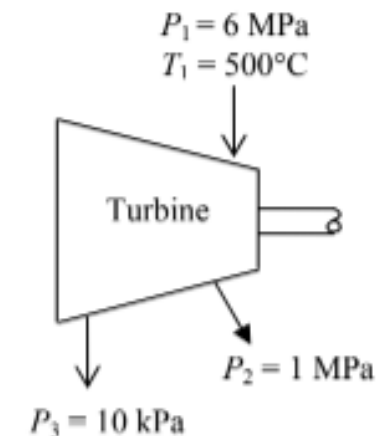


Problème 7.56

Un écoulement de vapeur pénètre dans une turbine à **6 MPa** et à **500°C**. La vapeur se détend jusqu'à la pression de **1 MPa** tout en faisant du travail. À ce point, **10%** de la vapeur est soutirée de la turbine, et le reste poursuit sa détente jusqu'à **10 kPa**. Il faut :

- Illustrer l'évolution dans un diagramme T - s ;
- Déterminer le travail produit par la turbine en kJ/kg, sachant que le rendement isentropique de la turbine est de **85%**.

Réponse : (b) 993,9 kJ/kg



Problème 7.58

Un bloc de cuivre dont la masse est de **50 kg** et la température initiale, de **80°C**, est plongé dans un réservoir isolé contenant **120 L** d'eau à **25°C** (voir la figure P7.58). Déterminez la température d'équilibre thermique et la variation totale d'entropie durant cette évolution.

Note : $\rho_{\text{eau}} = 997 \text{ kg/m}^3$; $C_{p_{\text{eau}}} = 4,18 \text{ kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ et $C_{p_{\text{cuivre}}} = 0,386 \text{ kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$

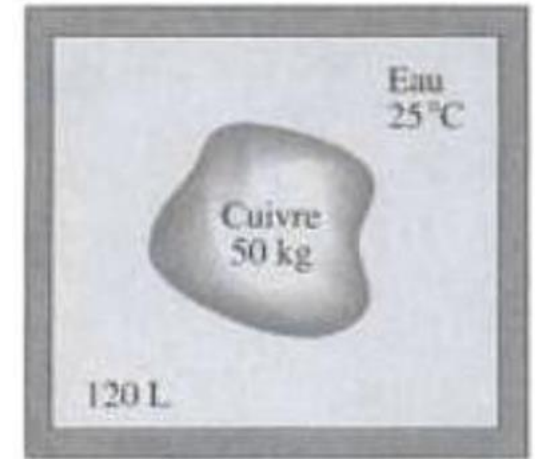


FIGURE P7.58

Réponses : (a) 27,04°C ; (b) 0,205 kJ/K



Problème 7.78

Soit un système piston-cylindre contenant **1,2 kg** d'azote à **120 kPa** et à **27°C**. Le gaz est comprimé lentement de façon polytropique ($PV^{1,3} = \text{constante}$). L'évolution est achevée lorsque le volume a été réduit de moitié. Déterminez la variation de l'entropie de l'azote durant l'évolution.

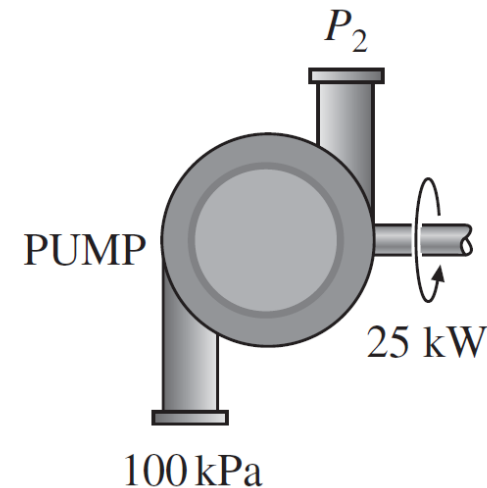
Note : $R = 0,297 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$; $C_v = 0,743 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$

Réponse : $-61,7 \text{ J/K}$



Problème 7.98

Un écoulement d'eau dont le débit massique est de **5 kg/s** pénètre dans une pompe de **25 kW** à **100 kPa** (voir la figure P7.98). Déterminez la plus haute pression de l'eau à la sortie de la pompe. Supposez que la variation des énergies cinétique et potentielle de l'eau est négligeable. Supposez aussi que le volume massique de l'eau est de **0,001 m³/kg**.



Réponse : 5100 kPa

FIGURE P7.98



Problèmes 7.104 – 7.105 – 7.106

7.104C Qu'entend-on par une évolution isentropique dans : a) une turbine adiabatique ? b) un compresseur adiabatique ? c) une tuyère adiabatique ? Définissez le rendement isentropique pour chacun des dispositifs.

7.105C L'évolution isentropique est-elle un bon modèle pour représenter un compresseur refroidi ? Expliquez votre réponse.

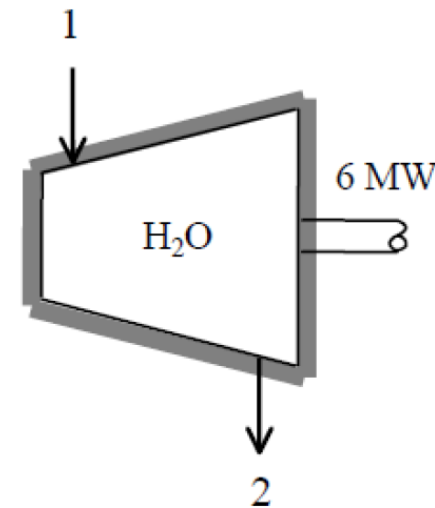
7.106C L'entropie à la sortie d'une turbine résultant d'une détente réelle (état 2) doit-elle se trouver à droite de l'entropie résultant d'une détente isentropique (état 2s) dans un diagramme $T-s$? Expliquez votre réponse.



Problème 7.112

Un écoulement de vapeur d'eau pénètre dans une turbine adiabatique à **7 MPa**, à **600°C** et à **80 m/s** pour en ressortir à **50 kPa**, à **150°C** et à **140 m/s**. La puissance produite par la turbine est de **6 MW**. Déterminez :

- Le débit massique de vapeur dans la turbine ;
- Le rendement isentropique de la turbine.



Réponses : (a) 6,95 kg/s ; (b) 73,4 %



Problème 7.119

Un écoulement de réfrigérant R-134a traverse une soupape d'étranglement (voir la figure P7.119). L'écoulement passe de **900 kPa** et **35°C** à **200 kPa**. Durant l'évolution, le réfrigérant cède **0,8 kJ/kg** de chaleur au milieu extérieur dont la température est de **25°C**. Déterminez :

- La température du réfrigérant à la sortie de la soupape ;
- La quantité d'entropie produite au cours de cette évolution.

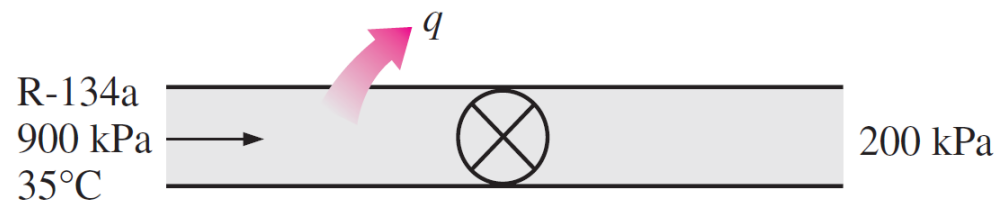


FIGURE P7.119

Réponses :

- 10,09°C ;
- 0,0202 kJ/kg·K



Problème 7.123

L'eau froide s'écoulant en direction d'une douche ($C_p = 4,18 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$) traverse un échangeur de chaleur à contre-courant avec un débit de $0,25 \text{ kg/s}$ et voit sa température passer de 15°C à 45°C (voir la figure P7.123). Elle est chauffée par un écoulement d'eau à 100°C ($C_p = 4,19 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$) dont le débit est de 3 kg/s . Déterminez :

- La puissance thermique transmise ;
- Le taux auquel l'entropie est produite dans l'échangeur.

Réponses :

- $31,35 \text{ kW}$;
- $0,0190 \text{ kW/K}$

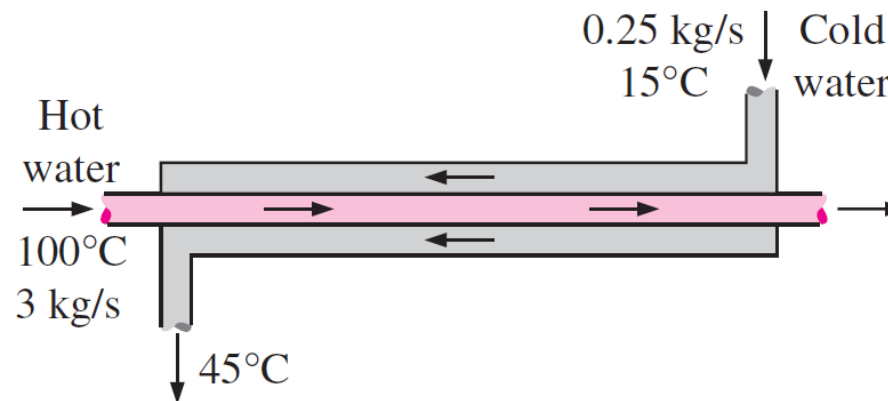


FIGURE P7.123



Problème 7.139

Un écoulement d'eau liquide à **200 kPa** et à **20°C** est chauffé dans une chambre de mélange par un écoulement de vapeur surchauffée à **200 kPa** et à **150°C** (voir la figure P7.139). Le débit massique de l'eau liquide est de **2,5 kg/s**, et la puissance thermique transmise de la chambre au milieu extérieur à **25°C** est de **1200 kJ/min**. Le mélange résultant sort de la chambre à **200 kPa** et à **60°C**. Déterminez :

- Le débit massique de la vapeur surchauffée ;
- Le taux auquel l'entropie est produite au cours de l'évolution.

Réponses : (a) 0,174 kg/s ; (b) 0,281 kW/K

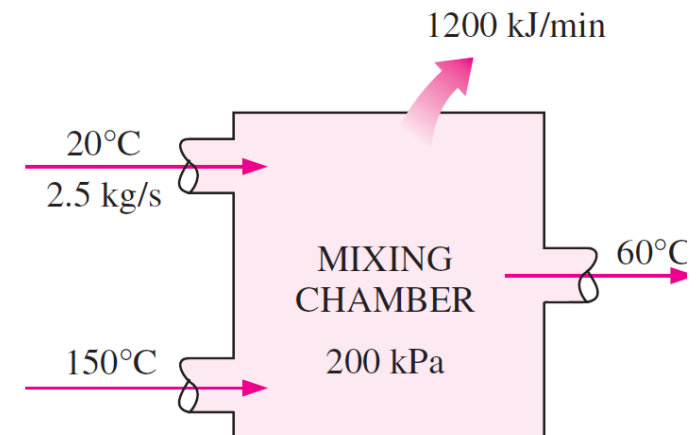
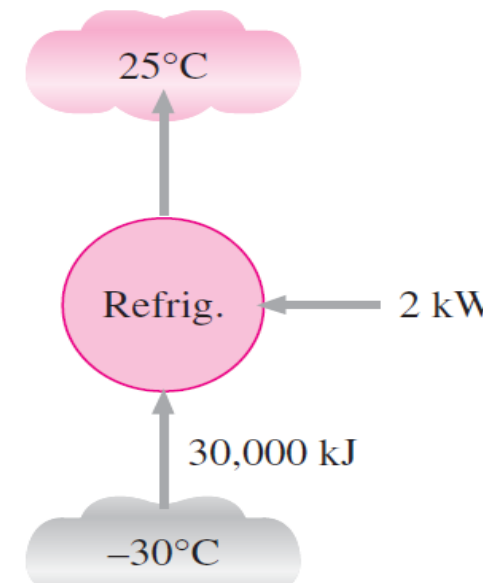


Figure P7.139



Problème 6.92 (5^{ème} édition anglaise)

During an experiment conducted in a room at **25°C**, a laboratory assistant measures that a refrigerator that draws **2 kW** of power has removed **30,000 kJ** of heat from the refrigerated space, which is maintained at **-30°C**. The running time of the refrigerator during the experiment was **20 min**. Determine if these measurements are reasonable.



Réponse : Impossible

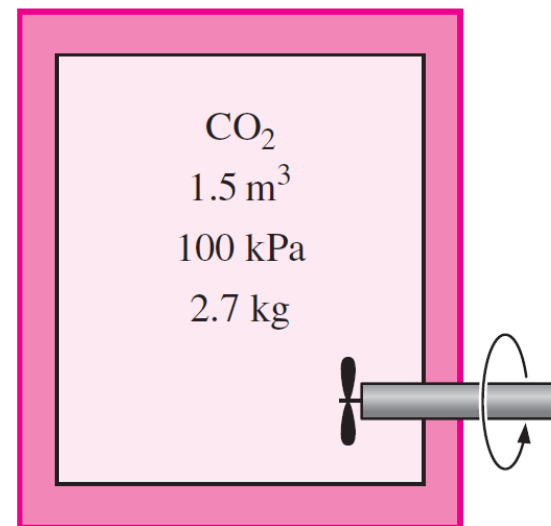


Problème 7.67 (5^{ème} édition anglaise)

A **1.5 m³** insulated rigid tank contains **2.7 kg** of carbon dioxide at **100 kPa**. Now paddle-wheel work is done on the system until the pressure in the tank rises to **150 kPa**. Determine the entropy change of carbon dioxide during this process. Assume constant specific heats.

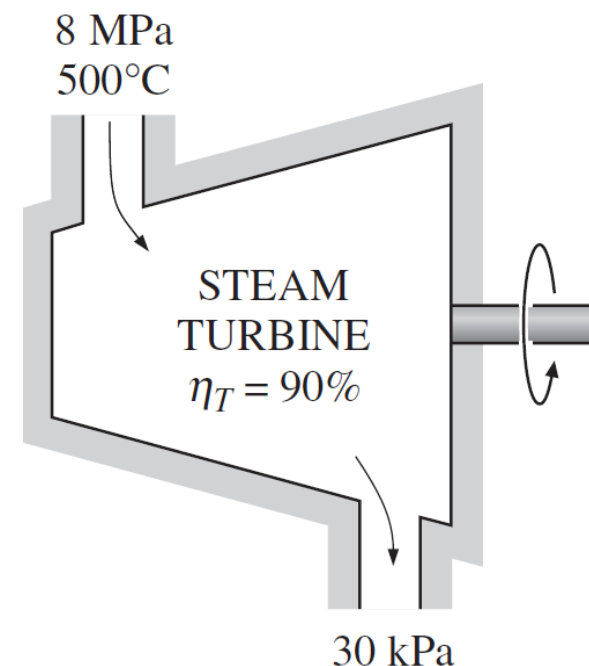
Note : $C_v = 0,657 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$

Réponse : 0,719 kJ/K



Problème 7.104 (5^{ème} édition anglaise)

Steam enters an adiabatic turbine at **8 MPa** and **500°C** with a mass flow rate of **3 kg/s** and leaves at **30 kPa**. The isentropic efficiency of the turbine is **0.90**. Neglecting the kinetic energy change of the steam, determine (a) the temperature at the turbine exit and (b) the power output of the turbine.



Réponses : (a) 69,09°C ; (b) 3054 kW



Problème 9.22

Soit le cycle de Carnot d'un système fermé contenant de l'air. La pression maximale dans le cycle est de **800 kPa** et la température maximale, de **750 K**. La croissance d'entropie durant l'évacuation isotherme de chaleur est de **0,25 kJ/kg·K** et le travail net produit, de **100 kJ/kg**. Déterminez :

- La pression minimale du cycle ;
- La chaleur évacuée du cycle ;
- Le rendement thermique du cycle ;
- Le rendement selon la deuxième loi d'une machine thermique réelle fonctionnant entre les mêmes limites de température et produisant une puissance de **5200 kW** avec un débit d'air de **90 kg/s**.

Note : C_p et C_v constants ; $R = 0,287$ kJ/kg·K ; $k = 1,4$

Réponses : (a) 23,2 kPa ; (b) 87,5 kJ/kg ; (c) 0,533 ; (d) 0,578



Problème 9.50

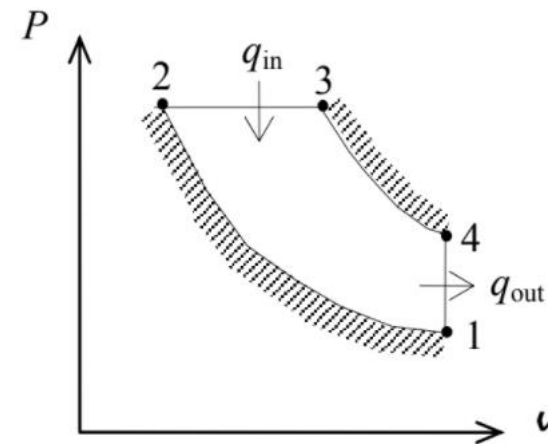
Soit un cycle Diesel théorique dont le taux de compression est de **20**. Au début de la compression, l'air se trouve à **95 kPa** et à **20°C**. En supposant que la température maximale dans le cycle ne peut dépasser **2200 K**, déterminez :

- Le rendement thermique du cycle ;
- La pression moyenne effective.

Admettez les hypothèses d'air standard simplifiées.

Note : $R = 0,287 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$; $C_p = 1,005 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$; $k = 1,4$

Réponses : (a) 63,5% ; (b) 933 kPa



Problème 9.111

Soit le cycle idéal de la turbine à gaz comprenant deux étages de compression et deux étages de détente. Le rapport de pression dans chaque étage de compression est de **3**. L'air s'engage dans chaque étage de compression à **300 K**, alors qu'il pénètre dans chaque étage de détente à **1200 K**. Déterminez le rapport du travail consommé par le compresseur au travail produit par la turbine et le rendement thermique du cycle :

- a) Sans recourir à la régénération ;
- b) Avec un régénérateur dont le rendement est de **75%**.

Supposez que les chaleurs massiques sont variables.

Réponses :

- a) 0,335 (rapport de travail) et 0,368 (rendement)
- b) 0,335 (rapport de travail) et 0,553 (rendement)



Problème 9.120

Soit un avion à réaction volant à une altitude de **9 150 m** à la vitesse de **320 m/s**. L'air extérieur se trouve à **32 kPa** et à **-32°C**. Le rapport de pression dans le compresseur est de **12** et la température des gaz à l'entrée de la turbine, de **1400 K**. L'air est admis dans le compresseur avec un débit de **60 kg/s**, et le pouvoir calorifique du carburant est de **42 700 kJ/kg**. Déterminez :

- La vitesse d'expulsion des gaz d'échappement ;
- La puissance de propulsion développée ;
- Le débit de carburant consommé.

Supposez que les évolutions au sein des composants de la turbine à gaz sont isentropiques. **Note** : $C_p = 1,005 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ et $k = 1,4$

Réponses : (a) 1032 m/s ; (b) 13 670 kW ; (c) 1,14 kg/s



Problème 10.7

Soit un cycle de Rankine idéal dont la pression à l'admission de la turbine est fixe. Quel est l'effet de l'abaissement de la pression dans le condenseur sur les éléments ci-après :

- a) Le travail consommé par la pompe ;
- b) Le travail produit par la turbine ;
- c) La chaleur fournie au fluide ;
- d) La chaleur évacuée par le fluide ;
- e) Le rendement du cycle.



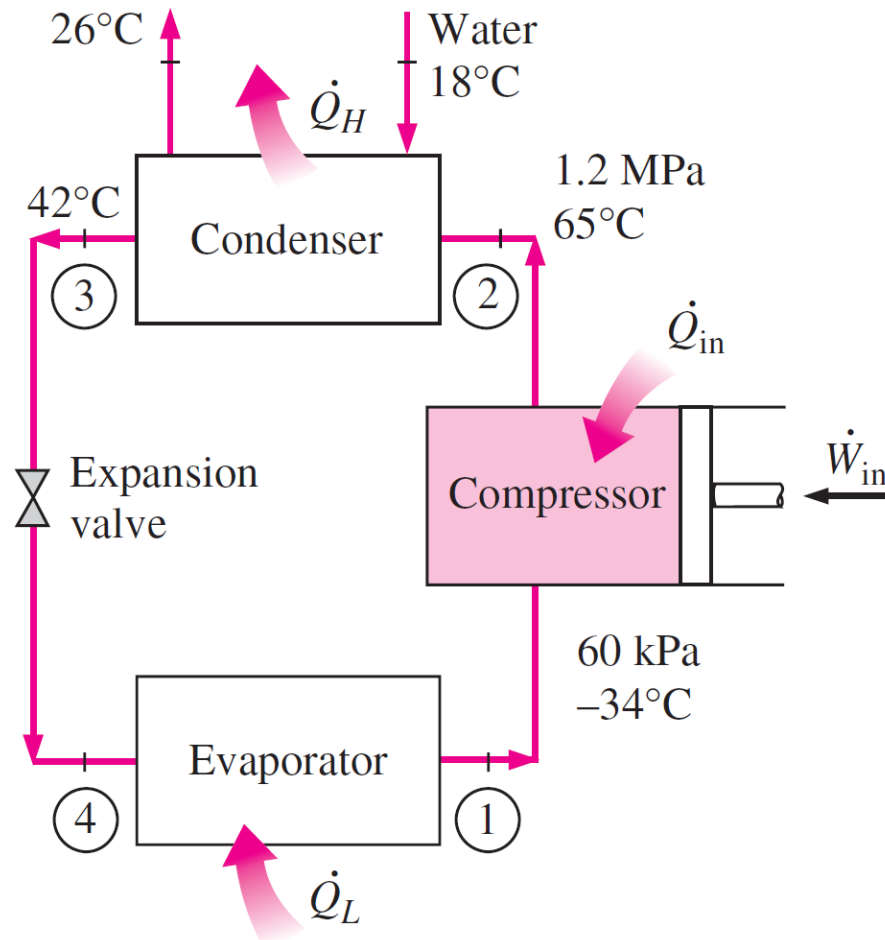
Problème 11.10

Soit un réfrigérateur qui utilise le réfrigérant R-134a. Le réfrigérateur extrait de la chaleur du milieu réfrigéré à -30°C et transmet de la chaleur à un écoulement d'eau qui est admis dans le condenseur à 18°C et qui en ressort à 26°C . Le débit d'eau est de $0,25 \text{ kg/s}$. Le réfrigérant entre dans le condenseur à $1,2 \text{ MPa}$ et à 65°C , et il en ressort à 42°C . Le réfrigérant est admis dans le compresseur à 60 kPa et à -34°C . Le milieu extérieur transmet une puissance thermique à l'entrée de 450 W au compresseur. Déterminez :

- Le titre du réfrigérant à l'entrée de l'évaporateur ;
- La puissance de réfrigération ;
- Le COP ;
- La puissance de réfrigération théorique maximale pour la même puissance consommée par le compresseur.



Travaux dirigés # 5 (Chapitres 9-10-11)



Réponses : (a) 0,4797 ; (b) 5,40 kW (\dot{Q}_L) ; (c) 2,15 ; (d) 12,71 kW



Problème 10.49 (5^{ème} édition anglaise)

A steam power plant operates on an ideal reheat-regenerative Rankine cycle and has a net power output of **80 MW**. Steam enters the high-pressure turbine at **10 MPa** and **550°C** and leaves at **0.8 MPa**. Some steam is extracted at this pressure to heat the feedwater in an open feedwater heater. The rest of the steam is reheated to **500°C** and is expanded in the low-pressure turbine to the condenser pressure of **10 kPa**. Show the cycle on a T - s diagram with respect to saturation lines, and determine (a) the mass flow rate of steam through the boiler and (b) the thermal efficiency of the cycle.

Note : Les turbines et les pompes sont adiabatiques et réversibles

Réponses : (a) 54,5 kg/s ; (b) 44,4%



Problème 10.49 (5^{ème} édition anglaise)

On trouve :

$$h_1 = 191,81 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = 192,61 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 = 720,87 \text{ kJ/kg}$$

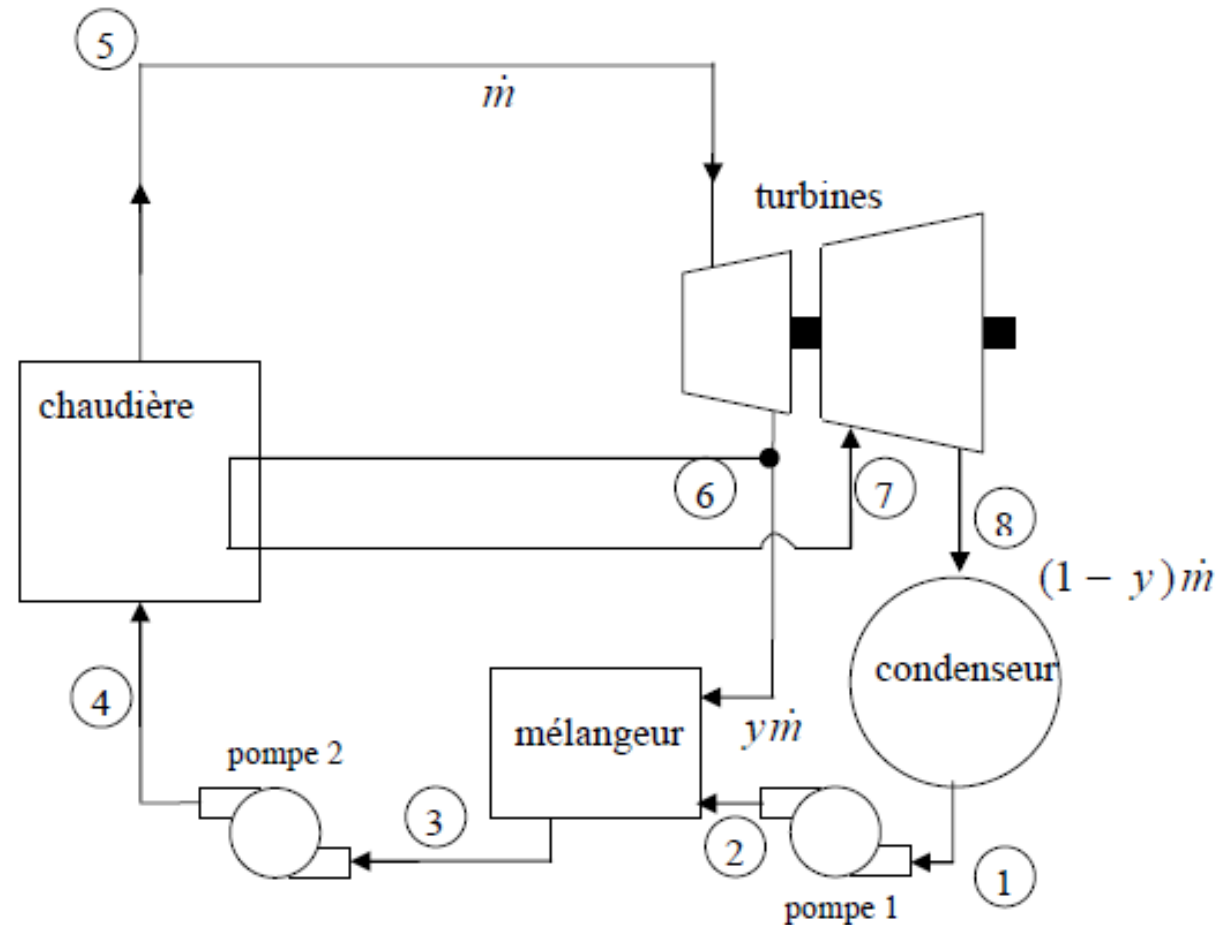
$$h_4 = 731,12 \text{ kJ/kg}$$

$$h_5 = 3502 \text{ kJ/kg}$$

$$h_6 = 2812,1 \text{ kJ/kg}$$

$$h_7 = 3481,3 \text{ kJ/kg}$$

$$h_8 = 2494,7 \text{ kJ/kg}$$



Problème 13.4

Soit un mélange de plusieurs gaz de masses identiques. Les fractions massiques sont-elles les mêmes ? Les fractions molaires sont-elles les mêmes ?

Problème 13.8

On prétend que les fractions massiques et molaires d'un mélange de CO_2 et de N_2O sont identiques. Est-ce possible ? Expliquez votre réponse.



Problème 13.46

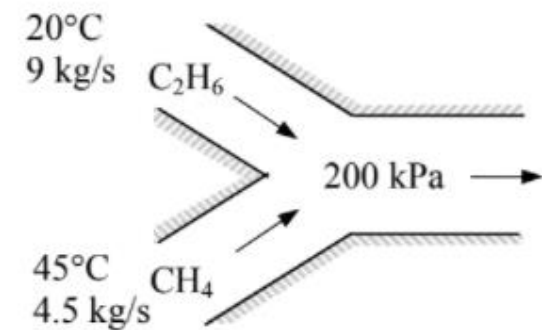
Doit-on recourir à la pression partielle de chaque constituant ou à la pression totale du mélange lorsqu'on évalue la variation de l'entropie des constituants d'un mélange de gaz parfaits ?



Problème 13.51

Un écoulement d'éthane (C_2H_6) à **200 kPa** et à **20°C** et un écoulement de méthane (CH_4) à **200 kPa** et à **45°C** pénètrent dans une chambre de mélange adiabatique. Le débit massique d'éthane est de **9 kg/s** et celui du méthane, de **4,5 kg/s**. Déterminez :

- La température du mélange ;
- Le taux auquel l'entropie est produite durant l'évolution en kW/K.



Données thermodynamiques :

Pour l'éthane : $M = 30$ kg/kmol ; $R = 0,2765$ kJ/kg·K ; $C_p = 1,7662$ kJ/kg·°C

Pour le méthane : $M = 16$ kg/kmol ; $R = 0,5182$ kJ/kg·K ; $C_p = 2,2537$ kJ/kg·°C

Réponses : (a) 29,7°C ; (b) 3,353 kW/K



Problème 13.57 (5^{ème} édition anglaise)

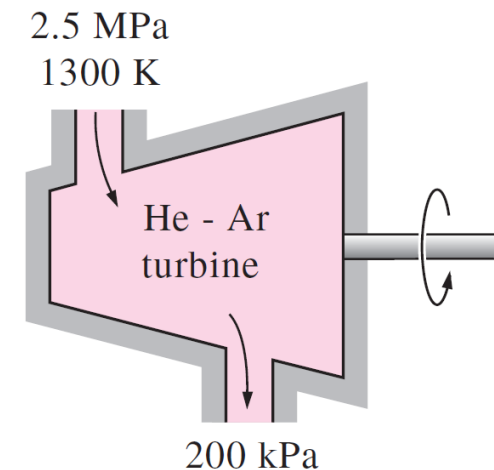
An equimolar mixture of helium and argon gases is to be used as the working fluid in a closed-loop gas-turbine cycle. The mixture enters the turbine at **2.5 MPa** and **1300 K** and expands isentropically to a pressure of **200 kPa**. Determine the work output of the turbine per unit mass of the mixture.

Données thermodynamiques :

Pour l'hélium : $M = 4,0$ kg/kmol ; $C_p = 5,1926$ kJ/kg·K

Pour l'argon : $M = 40,0$ kg/kmol ; $C_p = 0,5203$ kJ/kg·K

Pour les deux gaz : $k = 1,667$

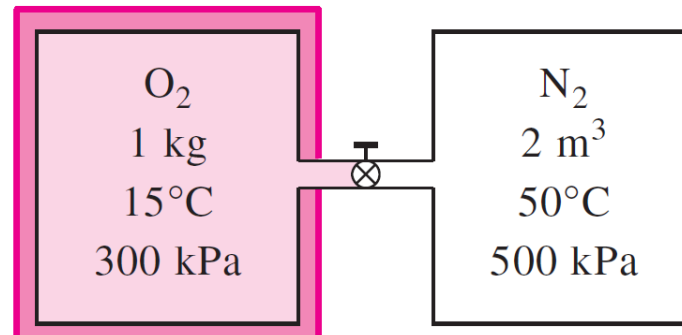


Réponse : 781,3 kJ/kg



Problème 13.61 (5^{ème} édition anglaise)

An insulated tank that contains **1 kg** of O_2 at **15°C** and **300 kPa** is connected to a **2 m³** uninsulated tank that contains N_2 at **50°C** and **500 kPa**. The valve connecting the two tanks is opened, and the two gases form a homogeneous mixture at **25°C**. Determine (a) the final pressure in the tank, (b) the heat transfer, and (c) the entropy generated during this process. Assume $T_0 = 25^\circ\text{C}$.



Données thermodynamiques :

Pour l'oxygène : $M = 32$ kg/kmol ; $R = 0,2598$ kJ/kg·K ; $C_v = 0,658$ kJ/kg·K

Pour l'azote : $M = 28$ kg/kmol ; $R = 0,2968$ kJ/kg·K ; $C_v = 0,743$ kJ/kg·K

Réponses : (a) 444,6 kPa ; (b) 187,2 kJ ; (c) 0,962 kJ/K

