Nom : Ferreira Prénom: Maxence colle du: 26-09	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	10,0	17,0
Connaître les hypothèses d'application des résultats	2			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	2			
S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses	1	6	5,0	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	2			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	2			
Valider : Vérifier la pertinence du résultat obtenu (critique de la valeur et de sa dimension)	NE			
Communiquer à l'oral dans un langage courant, scientifique et approprié	1	4	2,0	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	1			

	+	-		
ajustement		*	note	16

Remarques : Bien mais ne pas hésiter à demander un sujet en avance afin de gagner en autonomie (idem à la dernière fois)

Exercice 2 : Tritherme

Au début du XIX[e] siècle, des procédés d'obtention de froid artificiel ont vu le jour. La première machine à atteindre une importance industrielle généralisée fut celle du français Ferdinand Carré qui, en 1859, déposa un brevet pour un réfrigérateur à absorption utilisant l'ammoniac comme fluide frigorigène. Son principe est schématisé figure 1.

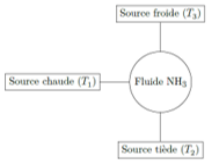


Figure 1

Une réfrigérateur à absorption est un récepteur thermique fonctionnant par contact avec trois « thermostats », sans recevoir de travail mécanique. La source chaude à la température T_1 est constituée par le système de chauffage de la machine (un brûleur par exemple). La source tiède à la température T_2 est constituée par la salle dans laquelle se trouve la machine. La source froide à la température T_3 est constituée par l'enceinte à refroidir. On a $T_1 > T_2 > T_3$.

On désigne par Q_1, Q_2 et Q_3 les transferts thermiques reçus par le fluide au cours d'un cycle de la machine, respectivement lors des contacts avec les sources chaude, tiède et froide.

Q 2. Déterminer les signes des transferts thermiques Q_1, Q_2 et Q_3.

Q 3. Comparer les valeurs absolues $|Q_1|$ et $|Q_2|$. Commenter.

Q 4. Définir le coefficient de performance (noté COP) de cette machine et donner son expression littérale.

Q 5. En utilisant les deux principes de la thermodynamique sur un cycle, montrer que $\mathrm{COP} \leqslant \mathrm{COP}_{\max}$. On exprimera $\mathrm{COP}_{\max}$ en fonction de T_1, T_2 et T_3.

Q 6. Étudier la limite de $\mathrm{COP}_{\max}$ lorsque la température T_1 du système de chauffage de la machine devient très grande. Interpréter l'expression obtenue.

Q 7. Quel avantage de ce type de machine peut-on prévoir par rapport à une machine à compression de fluide ?

À partir de 1885, le système à compression de vapeurs liquéfiables commença à prendre le net avantage qui est devenu éclatant au cours du XX[e] siècle.

2) Le sujet évoque un chauffage de la source chaude $Q_1 > 0$ et la machine cherche à refroidir la source froide $Q_3 > 0$ car on prélève des calories au milieu à refroidir. D'après le premier principe : $Q_2 = -(Q_1 + Q_3) < 0$

3)Toujours d'après le 1[e] pp : $|Q_2| = Q_1 + Q_3 > Q_1$

4) Le COP est le coefficient de performance, il traduit l'efficacité de la machine à refroidir la source froide à partir du transfert couteux Q_1 :

$$COP = \frac{Q_3}{Q_1}$$

5)L'écriture des deux principes donnent : $\begin{cases} Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \\ \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} + \frac{Q_3}{T_3} = -S_c \end{cases}$

$$COP = -\frac{Q_3}{Q_2 + Q_3} = -\frac{1}{1 + \frac{Q_2}{Q_3}}$$

Et : $\frac{-(Q_2+Q_3)}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} + \frac{Q_3}{T_3} = -S_c$

Soit : $Q_2\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) + Q_3\left(\frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_1}\right) = -S_c \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_3} = -\frac{S_c}{Q_3} - \frac{\left(\frac{1}{T_3}-\frac{1}{T_1}\right)}{\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right)}$, posons $\left(\frac{Q_2}{Q_3}\right)_{max} = -\frac{\left(\frac{1}{T_3}-\frac{1}{T_1}\right)}{\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right)} < 0$

$$\frac{Q_2}{Q_3} = -\frac{S_c}{Q_3} + \left(\frac{Q_2}{Q_3}\right)_{max} < \left(\frac{Q_2}{Q_3}\right)_{max} < 0$$

$$COP_{max} = \frac{1}{\left|\left(\frac{Q_2}{Q_3}\right)_{max}\right| - 1}$$

Donc : $COP \leq COP_{max}$ Avec : $COP_{max} = -\frac{1}{1 - \frac{\left(\frac{1}{T_3}-\frac{1}{T_1}\right)}{\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right)}} = -\frac{\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_1}\right)}{\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_3}\right)}$

6)Si $T_1 \gg T_2 \gg T_3$: $COP_{max} \approx -\frac{\left(\frac{1}{T_2}\right)}{\left(\frac{1}{T_2}-\frac{1}{T_3}\right)} \approx \frac{T_3}{T_2 - T_3}$: on retrouve le COP d'un frigo, le système de chauffage jouant l'équivalent d'un travail

7)Le gros avantage est que sans travail électrique, pas de fil !

Nom : Nolan Prénom: Lahanque colle du: 26/09/23	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	10,0	16,0
Connaître les hypothèses d'application des résultats	2			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	2			
S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses	NE	6	3,0	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	NE			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	1			
Valider : Vérifier la pertinence du résultat obtenu (critique de la valeur et de sa dimension)	1			
Communiquer à l'oral dans un langage courant, scientifique et approprié	2	4	3,0	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	1			

	+	-		
ajustement	*		note	17

Remarques :Ok pour l'exo (à l'étourderie de signe près), bien pour l'exo 2

Colle Nolan
Exercice 1 : Thermodynamique des systèmes en écoulement et lois de Laplace

Déterminer la vitesse maximale d'éjection de l'air (assimilé à un gaz parfait) entrant à vitesse nulle dans une tuyère à la pression $P_e = 10\ bar$ et à la température $T_e = 400K$. Le gaz sort à la pression $P_s = 1{,}00\ bar$. L'écoulement horizontal et stationnaire est considéré adiabatique et réversible. On donne $10^{1/3} \approx 2$

Exercice 2 : Système en écoulement

On considère l'air comme un gaz parfait, en écoulement stationnaire et subissant les transformations cycliques suivantes (on néglige les variations d'énergie potentielle de pesanteur et cinétique) :

- compression adiabatique dans un compresseur de l'état $A(P_A, T_A)$ à l'état $B(P_B, T_B)$. On note w_1 le travail massique fourni par le compresseur.
- chauffage isobare (échangeur ou chambre à combustion) de T_B à T_C. On note q le transfert thermique reçu par l'unité de masse.
- détente adiabatique dans la turbine de l'état C à l'état $D(P_D = P_A, T_D)$: c'est la phase motrice. On note w_2 le travail massique fourni par l'air à la turbine.
- refroidissement isobare (dans un échangeur ou dans l'atmosphère) jusqu'à l'état initial.

$$P_A = 1{,}0atm, T_A = 300K, P_B = 10atm, T_C = 1000K,$$

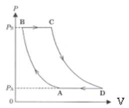
$$\gamma = 1{,}5, M = 30g.mol^{-1}$$

a) Représenter le diagramme de Clapeyron $P(V)$ du cycle décrit par une masse quelconque d'air
b) Exprimer dans l'ordre T_B, w_1, q, T_D et w_2
c) Faire les applications numériques et estimer les transferts énérgétiques massiques.
d) Quel est le travail fourni à l'hélice. Définir et calculer le rendement du turbopropulseur sachant que la turbine fournie de l'énergie au compresseur pour son fonctionnement.
e) Comparer le rendement à un moteur réversible ditherme de Carnot qui fonctionnerait entre les températures extrêmes atteintes au cours du cycle.

Pour appliquer le 1e principe des systèmes en écoulement, il manque la température finale.
L'hypothèse d'une transformation adiabatique réversible (et donc adia mec rev) permet d'utiliser les lois de Laplace : $T_s = T_e\left(\frac{P_e}{P_s}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$. Donc en prenant $\gamma = 1{,}4$, on a $T_s = 400(10)^{-\frac{1}{3}} \approx 200K$

Donc $\Delta_s h + \Delta_s e_c = 0$ Donc $c_s = \sqrt{2c_p(T_e - T_s)} \approx 600m/s$

Exercice : Système en écoulement



Donc : $T_B = T_A\left(\frac{P_A}{P_B}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$

- Ensuite, il suffit d'appliquer le 1e principe à cet écoulement : $\Delta h = w_1 = c_p T_A\left(\left(\frac{P_A}{P_B}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} - 1\right)$
- On applique toujours le 1e principe en se rappelant que le travail des forces de pression est déjà pris en compte dans l'enthalpie : $\Delta h = q = c_p(T_C - T_B) = c_p\left(T_C - T_A\left(\frac{P_A}{P_B}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}\right)$
- $T_D = T_C\left(\frac{P_B}{P_A}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$
- $\Delta h = w_2 = c_p T_C\left(\left(\frac{P_B}{P_A}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} - 1\right)$

$$T_B \approx 600K$$

$$w_1 \approx 300kJ.kg^{-1}$$

$$q = 400kJ.kg^{-1}$$

$$T_D \approx 500K$$

$$w_2 = -500kJ.kg^{-1}$$

Le travail fourni à l'hélice est $|w_2| - |w_1| = 200kJ.kg^{-1}$Le rendement est donc : $r = \frac{|w_2| - |w_1|}{q} = 0{,}5$

Nom : Foucault Prénom: Florien colle du: 26/09/23	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	10,0	17,5
Connaître les hypothèses d'application des résultats	2			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	2			
S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses	NE	6	4,5	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	2			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	1			
Valider : Vérifier la pertinence du résultat obtenu (critique de la valeur et de sa dimension)	NE			
Communiquer à l'oral dans un langage courant, scientifique et approprié	1	4	3,0	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	2			

	+	-		
ajustement			note	18

Remarques : Très bonne colle : le cours est connu

Exercice 1 : Cours sur les lois de Laplace

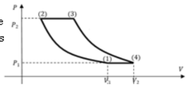
1) Rappeler les hypothèses permettant d'utiliser les lois de Laplace
2) On donne une des lois de Laplace $pV^{\gamma} = Cte$. Retrouver les deux autres.
3) Comparer, dans un diagramme de Clapeyron, une compression isotherme et une compression adiabatique mécaniquement réversible d'un gaz parfait.

Exercice 2 : Application des lois de Laplace

On considère une compression adiabatique et mécaniquement réversible d'un gaz parfait initialement à une température de 300 K. Sa pression passe de 1 bar à 10 bar, calculer la température du gaz en fin de compression. On prendra le coefficient isentropique $\gamma = 1{,}5$ et $10^{1/3} \approx 2$

Exercice 3 : Moteur et loi de Laplace

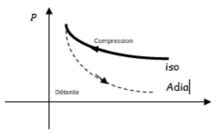
On considère le moteur dont l'agent thermique décrit le cycle ci-contre. Les transformations sont des isobares ou des adiabatiques mécaniquement réversibles



1) Identifier le sens de parcours du cycle. Justifier
2) Identifier la nature des 4 transformations dans ce cycle
3) Donner l'expression du transfert thermique Q_c au contact du thermostat chaud en fonction des températures T_2 et T_3. Le système considéré est une mole de gaz parfait de coefficient isentropique γ.
4) Donner l'expression du transfert thermique Q_f au contact du thermostat froid en fonction des températures T_1 et T_4. Le système considéré est une mole de gaz parfait de coefficient isentropique γ.
5) En déduire l'expression du rendement η en fonction des températures du cycle.
6) Montrer qu'il est possible d'exprimer ce rendement en fonction des pression P_1 et P_2
7) AN si $\gamma = 1{,}5$ et $\frac{P_2}{P_1} = 10$ et on donne $10^{1/3} \approx 2$
8) Donner l'expression du rendement de Carnot η_c
9) On a $\eta < \eta_c$ pourquoi ?

Exercice 1 : Cours sur les lois de Laplace

1) Relation applicable pour un gaz parfait subissant une transformation adiabatique et mécaniquement réversible
2) $TV^{\gamma-1} = Cte$ et $p^{1-\gamma}T^{\gamma} = Cte$
3) On a :



Exercice 2 : Application des lois de Laplace

L'application de la loi de Laplace donne : $T_s = T_e\left(\frac{p_e}{p_s}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \approx 600K$

Exercice 3 : Moteur et loi de Laplace

Les transformations sont des isobares ou des adiabatiques mécaniquement réversibles

1) Sens horaire pour que W<0
2) 1-2 compression adiabatique, 2-3 chauffage isobare, 3-4 détente adiabatique ; 4_1 refroidissement isobare
3) $Q_c = \frac{R\gamma}{\gamma-1}(T_3 - T_2)$
4) $Q_f = \frac{R\gamma}{\gamma-1}(T_1 - T_4)$
5) $\eta = 1 + \frac{(T_3-T_2)}{(T_1-T_4)}$
6) $\eta = 1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$
7) $\eta = 0{,}5$
8) $\eta_c = 1 - \frac{T_f}{T_c}$
9) On a $\eta < \eta_c$ car les isobares sont irréversibles.