



مسابقة الدخول لدكتوراه الطور الثالث، ل م د 2021/ 2020  
Concours d'accès au doctorat 3<sup>e</sup> cycle, LMD 2020/2021

Spécialité :	Génie de l'environnement			الاختصاص:
Variante :	03	الخيار رقم:		
Epreuve :	Thermodynamique appliquée			اختبار:
Durée :	02h00	المدة:	Coefficient :	المعامل:
Date :	27/03/2021	التاريخ:	Heure :	التوقيت:

Exercice-1

Le moteur à explosion est un moteur à combustion interne dont l'allumage est commandé par des bougies. Il fonctionne suivant le cycle de Beau de Rochas. Ce cycle est constitué de deux isentropiques et deux isochores que subit un mélange d'air et de carburant. Le système fermé considéré est donc une masse déterminée de ce mélange. Plus précisément, le cycle peut être décrit en quatre temps :

1. Un cylindre admet le mélange à travers une soupape d'admission dans un volume  $V_A$  (portion IA du cycle);
2. Les soupapes sont fermées et le mélange subit une compression isentropique jusqu'à un volume  $V_B$  (portion AB). Au point B se produit l'explosion du mélange qui augmente la pression de B à C;
3. Les soupapes sont toujours fermées et les produits de la combustion subissent une détente isentropique en repoussant le piston jusqu'à sa position initiale (portion CD);
4. La soupape d'échappement s'ouvre : la pression chute brutalement (portion DA), et les gaz brûlés sont évacués.

Le cycle est caractérisé par le taux de compression volumétrique ( $\alpha$ ) qui vaut :  $V_A/V_B$ . Les températures du mélange en A et B valent  $T_A = 293$  K et  $T_B = 1220$  K.

1°/ Tracer schématiquement ce cycle de Beau de Rochas dans le diagramme de Clapeyron, en faisant figurer les 5 points I, A, B, C, et D.

2°/ Identifier sur le cycle les quantités de chaleur échangées et leurs signes, les travaux fournis et leurs signes, et écrire le bilan thermique sur un cycle.

3°/ Donner l'expression des quantités de chaleur échangées et donner l'expression de l'efficacité ( $\eta$ ) de ce moteur thermique. Faire l'application numérique.

4°/ Montrer que l'efficacité de ce moteur ne dépend que du taux de compression  $\alpha$ .

5°/ Calculer le rendement de ce cycle.

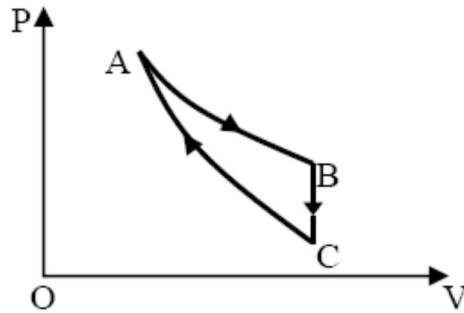
Pour l'application numérique, on considère :  $\gamma=1,4$  et  $\alpha = 9$ .

**Tournez la page SVP**

### Exercice-2

On étudie un cycle **mono-therme** composé d'une isotherme AB, d'une isochore BC, et d'une adiabatique CA, parcouru par une mole d'air (gaz parfait) dans le sens ABCA (figure ci-dessous). Toutes ces transformations sont réversibles.  $\gamma=1,4$ . Les coordonnées du point A sont ( $P_A=8$  bar,  $V_A=3$  L,  $T_A$ ). Le rapport entre les pressions maximale et minimale est  $P_A/P_C = 8$ .

- 1- Déterminer la température  $T_A$  au point A ainsi que les coordonnées ( $P_B$ ,  $V_B$ ,  $T_B$ ) et ( $P_C$ ,  $V_C$ ,  $T_C$ ) des points B et C.
- 2- Calculer les travaux échangés au cours de chacune des transformations AB, BC et CA.
- 3- Calculer les quantités de chaleur échangées au cours des transformations AB, BC et CA.
- 4- En déduire le travail total  $W$  et la quantité de chaleur totale  $Q$  reçus au cours du cycle.
- 5- Le **deuxième principe**, appliqué au cycle ABCA, est-il vérifié ? Le cycle est-il réalisable?



Fin

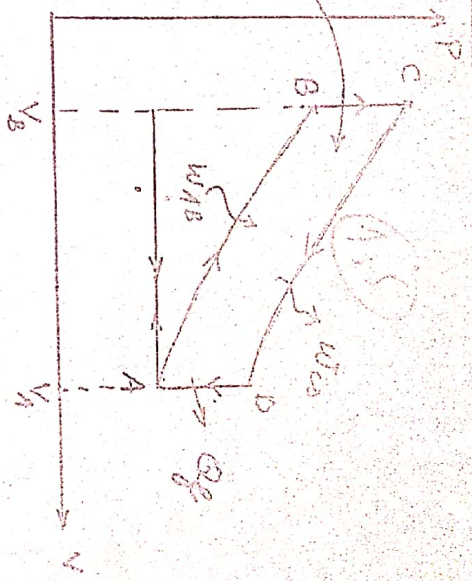
Bon courage

Change type EXERCICES WITH ANSWERS

EXERCICE N°301 (12pts)

1/ Le cycle ABCDA est représenté sur le diagramme  $P=f(V)$ .

②  $P_{AB}$ : Compression adiabatique  
 $Q_{AB} = 0$   $W = \Delta U > 0$   
 BC: Expansion isochore (T) augmentée  
 $Q_C > 0$  (source chaude)  $W_{BC}^{iso} = 0$



DA: Refroidissement isochore (T dim)  
 $Q_D < 0$  (source froide)  $W_{DA} = 0$

CD: détente Adiabatique  $W_D < 0$  /  $Q_{CD} = 0$ .  
 \* le cycle est dans le sens horaire donc est un cycle moteur ( $W_T < 0$ )

③  $Q_{AB} = 0$  /  $Q_{BC} = n C_V (T_C - T_B)$  /  $Q_{CD} = 0$   
 $Q_{DA} = n C_V (T_A - T_D)$

④  $Q = \frac{Q_{BC} + Q_{DA}}{Q_C} = 1 + \frac{Q_{DA}}{Q_{BC}}$

$Q = 1 + \frac{T_A - T_D}{T_C - T_B}$

①  $P_B V_B^\gamma = P_A V_A^\gamma \Rightarrow n R T_B \cdot V_B^{\gamma-1} = n R T_A \cdot V_A^{\gamma-1}$

$\Rightarrow \frac{T_B}{T_A} = \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^{\gamma-1} \rightarrow$  ①

$T_D \cdot V_D^{\gamma-1} = T_C \cdot V_C^{\gamma-1} \Rightarrow \frac{T_D}{T_C} = \left(\frac{V_C}{V_D}\right)^{\gamma-1} \rightarrow$  ②

de ① et ② on a  $\frac{T_B}{T_A} = \frac{T_C}{T_D}$

①  $Q = 1 - \frac{T_A}{T_B} = 1 - \frac{293}{1280} = 0,76$

②  $Q = 1 - \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^{\gamma-1} = 1 - (\alpha)^{\gamma-1} = 0,76$   
 (0,76)

## Solution Exercice 2

**8 pts**

### Variante 3

$n = 1$  mol d'air parcourt un cycle monotherme composé de:

**A → B: Détente isotherme; B → C: Refroidissement isobare; C → A: Compression adiabatique.**

**1- Calcul des variables d'état: (3 pts)**

	P (bars)	V (L)	T (K)
Etat A	8	3	$T_A = P_A V_A / R = 288$ . <b>0,5</b>
Etat B	$P_B = P_C (T_B / T_C) = 1.88$ .. <b>0,5</b>	$V_B = V_C = 13.2$ .. <b>0,25</b>	$T_B = T_A = 288$ .. <b>0,25</b>
Etat C	$P_C = P_A / 8 = 1$ .. <b>0,5</b>	$V_C = (P_A / P_C)^{1/\gamma} V_A = 13.2$ <b>..0,5</b>	$T_C = P_C V_C / R = 159$ . <b>0,5</b>

**2- Calcul des travaux ... (1.5 Pts) 3- Calcul des chaleurs ... (1.5 Pts)**

Transformatic	W(J)	Q(J)
A → B	$nRT_A \ln(V_A / V_B) = -3547.6$ ... <b>0,5</b>	$-nRT_A \ln(V_A / V_B) = 3547.6$ ... <b>0,5</b>
B → C	<b>0</b> ... <b>0,5</b>	$nc_v(T_C - T_B) = -2700$ ... <b>0,5</b>
C → A	$(P_A V_A - P_C V_C) / (\gamma - 1) = 2700$ ... <b>0,5</b>	<b>0</b> ... <b>0,5</b>

**4- Calcul du travail total et de la chaleur totale ...**

$W_T = -847.6 \text{ J} < 0$  ... **0,5**;  $Q_T = 847.6 \text{ J} > 0$  ... **0,5**

**5- Vérification du second principe ...**

- puisque le travail  $W_T = -847.6 \text{ J}$  (travail fourni par un cycle monotherme) Le second principe n'est pas vérifié car un cycle monotherme ne peut fournir du travail (principe de kelvin) ... **0,5**

- Donc ce cycle n'est pas réalisable. ... **0,5**