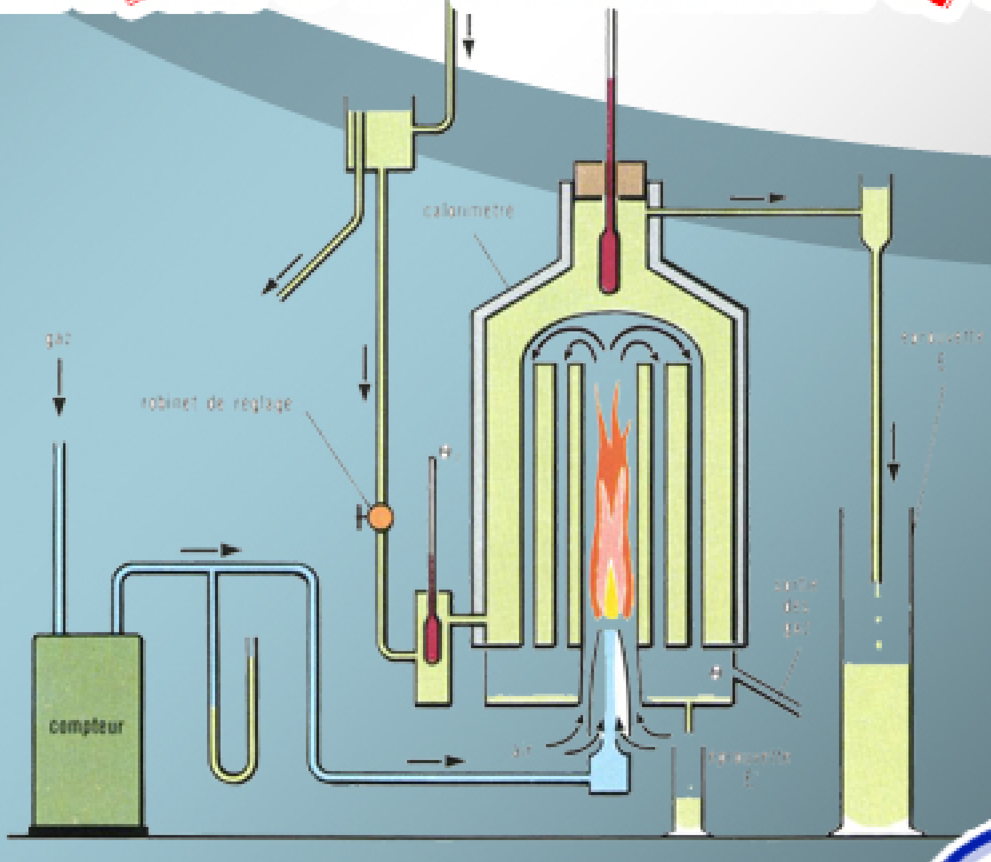
جامعة شعيب الدكالي
كلية العلوم
الجديدة

CORRECTION DES EXAMENS

THERMODYNAMIQUE



club najah

إعداد نادي النجاح

2015 - 2016

clubnajah.blogspot.com

Facebook / succes.club

UNIVERSITE CHOUAIB DOUKKALI
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

Année Universitaire 2011/2012
Module 1 de Physique (S_1)
Filière: SMP

Epreuve de Thermodynamique

Durée : 1 H 30 mn

Cycle de Beau de Rochas

On se propose de modéliser le fonctionnement d'un moteur à combustion interne à explosion par le cycle idéale d'un gaz parfait (on prendra $\gamma = 1,4$).

1. L'admission est réalisée à la pression atmosphérique P_1, le mélange d'essence et d'air (assimilable à un gaz parfait) est admis à la température T_1 dans un volume V_1.

❖ Déterminer la quantité de matière gazeuse (nombre de mole n) admise dans V_1.

Valeurs numériques : $P_1 = 1\ Bar = 10^5\ Pa$; $T_1 = 300\ K$; $V_1 = 1,2\ l$; $R = 8,32\ J.K^{-1}.mol^{-1}$

***Recommandation* : dans ce qui suit, les différents résultats seront exprimés à l'aide des coordonnées (P_1, V_1, T_1) de l'état (1) et des paramètres demandés.**

2. ***Phase 1 → 2*** : $(P_1, V_1, T_1) \longrightarrow (P_2, V_2, T_2)$, *(adiabatique)*

C'est une compression adiabatique, le volume résiduel en fin de compression a pour valeur V_2 ($V_2 = 0,2\ l$). Le rapport volumétrique $a = V_1 / V_2$ définit la course du piston.

2.a) Calculer le rapport volumétrique a

2.b) Déterminer la pression P_2 et la température T_2 en fin de compression, à l'aide du rapport volumétrique a, de γ et des coordonnées de l'état *(1)*. Calculer P_2 et T_2.

2.c) Calculer le travail W_{12} de compression échangé au cours de cette phase.

3. ***Phase 2 → 3*** : $(P_2, V_2, T_2) \longrightarrow (P_3, V_3, T_3)$, *(isochore)*

En fin de compression l'explosion produit une augmentation instantanée de pression sans variation du volume (*isochore*). La combustion interne se traduit par l'apport d'une énergie sous forme de chaleur Q_{23} (*reçue par le gaz*).

3.a) Déterminer la température T_3 et montrer qu'elle peut se mettre sous la forme :

$$T_3 = a^{\gamma-1} T_1 \left[1 + \frac{\gamma - 1}{a^{\gamma-1}\, nRT_1} Q_{23} \right] = a^{\gamma-1} T_1\, k$$

3.b) Calculer numériquement le terme $k = \left[1 + \frac{\gamma - 1}{a^{\gamma-1}\, nRT_1} Q_{23}\right]$

3.c) Déterminer la pression P_3 en fonction de a, γ, k et P_1.

3.d) Calculer numériquement la température T_3 et la pression P_3.

Valeur numérique : $Q_{23} = 490{,}7\ J$.

4. ***Phase 3 → 4*** : $(P_3, V_3, T_3) \longrightarrow (P_4, V_4, T_4)$, *(adiabatique)*

La détente motrice, également adiabatique, ramène le piston de la position $V_2 = V_3$ à la position $V_1 = V_4$. Les gaz brûlés sont alors chauds.

4.a) Déterminer la température T_4 et la pression P_4 après la détente, les exprimer à l'aide de a, γ, k et des coordonnées de l'état *(1)*.

4.b) Calculer numériquement T_4 et P_4.

4.c) Exprimer le travail moteur W_{34} à l'aide de a, γ, k et des coordonnées de l'état *(1)*.

4.d) Calculer numériquement W_{34}.

5. ***Phase 4 → 1*** : $(P_4, V_4, T_4) \longrightarrow (P_1, V_1, T_1)$, *(isochore)*

Pour fermer le cycle moteur ($1 \to 2 \to 3 \to 4 \to 1$), on introduit cette phase - peu réaliste - de refroidissement isochore.

5.a) Déterminer la quantité de chaleur Q_{41} cédée au milieu extérieur.

5.b) Calculer numériquement cette chaleur Q_{41}.

6. Représenter sommairement ce cycle dans un diagramme de Clapeyron $P = f(V)$.

7. En faisant un bilan énergétique, vérifier numériquement le principe d'équivalence.

8. Soit $\mathfrak{R}$ le rendement du cycle étudié :

8.a) Calculer numériquement $\mathfrak{R}$.

8.b) Donner l'expression du rendement $\mathfrak{R}$ en fonction uniquement, du taux de compression "a" et du rapport γ. Pour cela commencer par établir l'égalité $\frac{T_1}{T_2} = \frac{T_4}{T_3}$.

8.c) Comment varie $\mathfrak{R}$ avec le taux de compression a ?

UNIVERSITE CHOUAB DOUKKALI
FACULTE DES SCIENCES
FILIERE SMPC

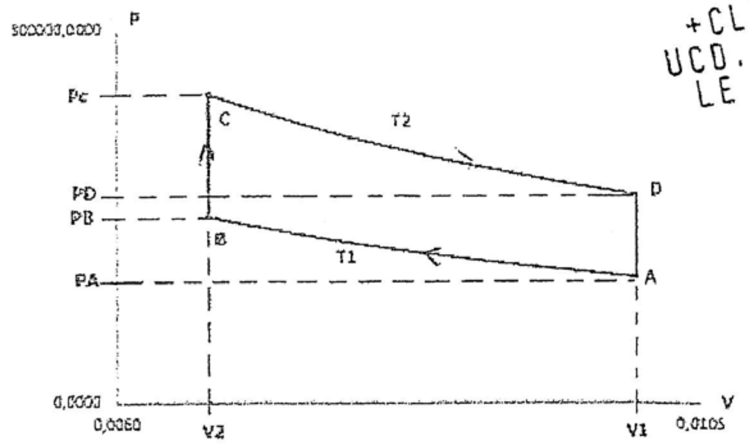
ANNEE 2013 /2014
SESSION NORMALE
EXAMAN DE THERMODYNAMIQUE

DUREE 1H 30 '

On suppose qu'une machine, pour un gaz parfait, fonctionne suivant le cycle « ABCD » formé par deux isothermes et deux isochores, tel que :

- Isotherme à $T_1 = 300$ K, de A vers B. * Isochore à $V_2 = 0.0067$ m^3 de B vers C ;
- Isotherme à $T_2 = 500$ K, de C vers D. * Isochore à $V_1 = 0.01$ m^3 de D vers A.

L'état « A » est défini par T_1, $P_1 = 10^5$ Pascals et $V_1 = 0.01$ m^3. L'état « B » par la pression P_B, V_B=0.0067 m^3. L'état « C » par T_2 et P_C. L'état « D » par V_D=V_1 et par P_D.



On veut faire le bilan de ce cycle. Pour cela :

1- Calculer le nombre de moles de gaz utilisé.
2- Définir les différents paramètres thermodynamiques (P, V et T) pour les points B, C et D.
3- Calculer le travail, la quantité de chaleur, l'énergie interne et l'enthalpie pour chaque transformation.
4- Calculer le travail total, en déduire la nature du cycle. Justifier votre réponse.
5- Calculer la quantité de chaleur totale et l'énergie interne pour le cycle.
6- Annoncer le premier principe ; est-il vérifié pour ce cycle. Justifier.
7- Donner la nature du cycle (moteur où récepteur), justifier

---

✓ On donne R = 8.32 (dans le Système International) et $\gamma = 1.4$

Université Chouaïb Doukkali

Faculté des Sciences

نادي النجاح
succes club

EXAMEN DE THERMODYNAMIQUE

Session de rattrapage 2012-2013 (SMPC)

Durée 1H 30'

Veuillez inscrire, sur vos feuilles d'examen, votre nom et prénom ainsi que votre Code National d'Etudient (CNE) et votre numéro d'examen

---

Les questions sont largement indépendantes.

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

Question du cours ;

a) Démontrez que la constante des gaz parfaits est égale à ; R= 8.31 J $K^{-1}mol^{-1}$.

b) Démontrez que la pente des isochores et supérieurs à la pente des isobares et représenter les dans le diagramme (T,S) à partir d'un même point de l'axe des températures.

Problème ;

Dans une machine thermique, un gaz, assimilé à un gaz parfait, décrit le cycle des transformations suivantes :

- Initialement à l'état 1, à la pression p_1 et à la température T_1, il subit une évolution adiabatique réversible jusqu'à l'état 2 où sa pression est p_2 et sa température T_2 ;

- Il se trouve alors en contact avec une source chaude et se réchauffe, de façon isobare, jusqu'à la température T_3 où il est à l'état 3 ;

- Ensuite, il se détend de manière adiabatique réversible, jusqu'à la pression p_4. Il est alors à l'état 4 ; sa température est T_4 ;

- Il achève de se refroidir, d'une façon isobare, au contact d'une source froide et se retrouve dans l'état 1.

1° question :

a) Quelle est la relation entre p_2 et p_3 ?

b) Tracer <u>sur la copie</u> l'allure du cycle décrit par le gaz dans un diagramme de Clapeyron, $p = f(V)$.

c) Indiquer, sur le diagramme précédent, les points 1, 2, 3 et 4 représentatifs des états du gaz.

2° question : Lors d'une évolution adiabatique réversible, le gaz parfait obéit à la loi : $p \times V^{\gamma} = \text{constante}$ avec $\gamma = \dfrac{C_p}{C_v}$ où :

C_p : capacité thermique molaire, à pression constante ;

C_v : capacité thermique molaire, à volume constant.

a) Démontrer que cette loi peut s'écrire : $p^{1-\gamma} \times T^{\gamma} = \text{constante}$.

b) En déduire l'expression :

- de la température T_2 en fonction de p_1, p_2, T_1, et de γ ;
- de la température T_4 en fonction de p_1, p_2, T_3 et de γ.

3° question : Pour $n = 1\ \text{mol}$ de gaz, exprimer en fonction de C_p et des températures adéquates :

a) Q_C, l'énergie échangée sous forme de chaleur avec la source chaude,

b) Q_F, l'énergie échangée sous forme de chaleur avec la source froide.

4° question : En utilisant le premier principe, donner l'expression W_{cycle} de l'énergie échangée sous forme de travail mécanique par une mole de gaz avec l'extérieur au cours du cycle, en fonction de C_p, T_1, T_2, T_3 et T_4.

5° question : soit le rapport $\tau = \dfrac{p_2}{p_1}$, Donner Le rendement théorique, η, de cette machine et démontrer qu'il peut s'écrire en fonction de τ et de γ : $\eta = 1 - \tau^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$

a) Calculer le rendement pour les trois gaz figurant dans le tableau si dessous en prenant $\tau = 4,0$.

b) Avec lequel obtient-on le meilleur rendement ?

Gaz	Valeur de γ
argon	1,67
air	1,40
dioxyde de carbone	1,31

6° question : Calculer les valeurs des températures T_2, T_4 pour le gaz qui donne le meilleur rendement en utilisant les données suivantes : $\tau = 4,0$; $p_1 = 1,0 \times 10^5\ \text{Pa}$; $T_1 = 300\ \text{K}$; $T_3 = 900\ \text{K}$.

7° question ; Représentez le cycle dans le diagramme (T,S). Donner la nature du cycle et justifiez votre réponse.

Bon courage

نادي النجاح
club success

2012.2013
ELMALKI

Université Chouaïb Doukkali

Faculté des Sciences

Examen de Thermodynamique SMPC (S1)

--- Durée 1^H 30'---

Question du cours :

a) Calculer la constante - R- des gaz parfaits dont les unités sont dans le Système International (S.I).

b) Comparez les pentes d'une isotherme et d'une adiabatique. A partir d'un point sur l'axe des pressions, représentez une isotherme et une adiabatiques dans le diagramme de Clapeyron.

Problème : On fait subir à un gaz parfait un cycle de transformation ABCDA.

- AB est une compression adiabatique
- BC est une compression isochore
- CD est une détente adiabatique
- DA est une détente isochore.

On donne : $V_A = 8.V_B$, $T_A = 17°C$, $P_A = 1$atmosphère, $\gamma = 1.4$ et $R = 8.31 JK^{-1}mol^{-1}$

1) Calculer la pression P_B et la température T_B au point B.

2) Sachant que l'apport de chaleur Q lors de la compression isochore BC est de 50K Joules pour une mole de gaz, calculer la température T_C et la pression P_C au point C.

3) Calculer la pression P_D et la température T_D au point D.

4) Donnez les échanges de chaleurs et de travail pour les divers transformations en fonction de R, γ et les températures correspondantes. Faites l'application numérique.

5) Représenter le cycle de transformation, ABCDA, dans le diagramme de Clapeyron.

6) Quelle est la nature du cycle ? Justifiez votre réponse.

7) En déduire la quantité de chaleur Q_{total} et le travail W_{total} mis en jeu au cours du cycle entier. A partir de ce résultat, donner la nature du cycle tout en justifiant votre réponse.

8) Le principe d'équivalence est-il vérifié ?

9) Donner une interprétation géométrique de la quantité de chaleur totale.

10) Donner le rendement du cycle ABCDA en fonction des températures correspondantes. En déduire ce rendement en fonction des températures T_A et T_B, puis en fonction de V_A, V_B et γ. Calculer numériquement le rendement. Conclusion.

11) Représentez le cycle, ABCDA, de transformation dans le diagramme (T, S).

N.B : Veuillez répondre lisiblement sur la feuille de réponse. Attention aux applications numériques.

UNIVERSITE CHOUAIB DOUKKALI
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE
EL JADIDA

Année universitaire 2014-2015

EPREUVE DE THERMODYNAMIQUE SMPC

Durée <u>1H30</u>

Exercice

- Démontrez les trois lois de Laplace, pour un gaz parfait qui subit une transformation adiabatique réversible.

Problème

On considère un gaz parfait dans la condition initiales (P_A=3 atm, T_A=300 K, V_A=16,4 L) auquel on fait subir les transformations réversibles suivantes :

Etat A --> Etat B ; compression adiabatique jusqu' à T_B=450 K.

État B --> Etat C : refroidissement isochore jusqu'à P_C=4,05 atm.

État --> Etat D : détente isotherme jusqu' à P_D=3 atm.

État D --> Etat A : isobare.

(on donne $\gamma = 1,66$)

1- Calculer le nombre de moles
2- Déterminer les variables (P, V, T) dans chaque état.
3- Représenter les différentes transformations sur le diagramme de Clapeyron (P,V) et le diagramme (T,S).
4- Quelle est la nature du cycle ?
5- Calculer le travail, la chaleur et la variation d'énergie interne, pour chacune des transformations.
6- Calculer le travail total et la quantité de chaleur totale.
7- Montrer que le premier principe est vérifié.
8- Si on veut appliquer ce cycle à un réfrigérateur, calculer son efficacité.

Correction Epreuve

de La Thermodynamique

session normale

2014/2015

كلاية العلوم نادي النجاح
success club
www.facebook.com/succes.club

⚠ attention les unités !!!

***) Les données du problème: $\gamma = 1,66$

$P_A = 3\ ATm = 3 \times 1,013 \times 10^5\ Pa$

$T_A = 300\ K$; $V_A = 16,4\ l = 16,4 \times 10^{-3}\ m^3$

1) Le nombre de moles $n = \frac{PV}{RT} \Leftrightarrow n = \frac{3 \times 1,013 \times 10^5 \times 16,4 \times 10^{-3}}{8,31 \times 300}$

$n = 1,99 \simeq 2$ mole

2) Les variable (P, V, T) de chaque état.

+CLUB NAJAH+
UCD.FS.ELJADIDA
LE PRÉSIDENT

état A: $\begin{cases} P_A = 3 \times 1,013 \times 10^3\ Pa \\ V_A = 16,4 \times 10^{-3}\ m^3 \\ T = 300\ K \end{cases}$

Transformation adiabatique

état B: $\begin{cases} P_B = ? \\ V_B = ? \\ T_B = 450\ K \end{cases}$

**) on applique $TV^{\gamma-1} = cte$

* $T_B V_B^{\gamma-1} = T_A V_A^{\gamma-1} \Longrightarrow V_B = V_A \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^{\frac{1}{1-\gamma}} = 8,87 \times 10^{-3}\, m^3$

* $P_B V_B = nRT_B \Rightarrow P_B = \frac{nRT_B}{V_B} = 8,42 \times 10^5\, Pa$

$$\text{état } B \begin{cases} P_B = 8,42 \times 10^5\, Pa \\ V_B = 8,87 \times 10^{-3}\, m^3 \\ T_B = 450 \end{cases} \xrightarrow[\substack{\text{isochore} \\ B \to C}]{\text{Transformation}} \text{état } C \begin{cases} P_C = 4,05 \times 1,013 \times 10^5\, Pa \\ V_C = V_B \\ T_C = ? \end{cases}$$

$$T_C = \frac{P_C V_C}{nR} = 218,95 \simeq 219\ K$$

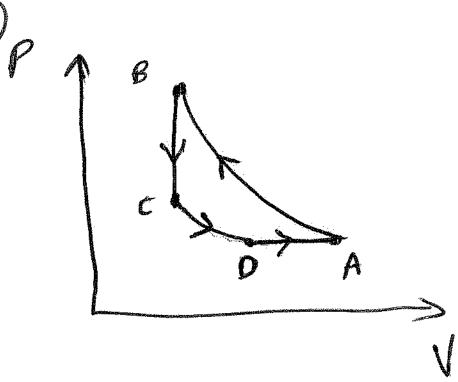
* Transformation isotherme de $C \to D$

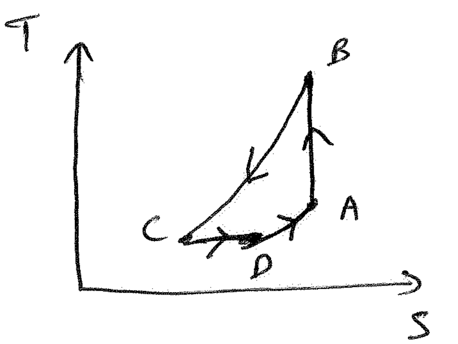
$$\begin{cases} P_D = 3 \times 1,013 \times 10^5\, Pa \\ V_D = ? \\ T_D = T_C = 219\ K \end{cases} ; \quad V_D = \frac{nRT_D}{P_D} = 11,97 \cdot 10^{-3}\, m^3$$

Résumé :

	état A	état B	état C	état D
$P(Pa)$	$3,039 \times 10^5$	$8,42 \times 10^5$	$4,1 \times 10^5$	$3,039 \cdot 10^5$
$V(m^3)$	$16,4 \times 10^{-3}$	$8,87 \times 10^{-3}$	$8,87 \times 10^{-3}$	$11,97 \times 10^{-3}$
$T(K)$	300	450	219	219

3)





4) La nature de cycle est recepteur; par ce que le sens de cycle est opposé à le sens d'aiguilles d'une montre.

5) * Compraisson adiabatique. $A \longrightarrow B$; $\delta Q = 0$

$W_{AB} = n c_V (T_B - T_A)$ ou $W_{AB} = \frac{P_B V_B - P_A V_B}{\gamma - 1}$; avec $c_V = \frac{R}{\gamma - 1}$

$W_{AB} = \frac{nR}{\gamma - 1}(T_B - T_A) = 3777,27\ J$

$Q_{AB} = 0$ car transformation adiabatique

$\Delta U_{AB} = W_{AB} + Q_{AB} = W_{AB} = 3777,27\ J$

** refroidissement isochore : $B \longrightarrow C$; $dV = 0$

$W_{BC} = \int -P\,dV = 0$; car $dV = 0$

$Q_{BC} = \int (c_V\,dT + \overset{0}{P\,dV}) = \int c_V\,dT = \frac{nR}{\gamma - 1}(T_C - T_B)$

$Q_{BC} = -5817\ J$

$\Delta U_{BC} = Q_{BC} + W_{BC} = Q_{BC} = -5817\ J$

*** detente isotherme : $C \longrightarrow D$; $dT = 0$

$W_{CD} = \int -P\,dV = -\int nRT \frac{dV}{V} = -nRT_C(\ln V_D - \ln V_C) = -1090,94\ J$

$Q_{CD} = \int (\overset{0}{c_V\,dT} + P\,dV) = \int P\,dV = nRT_C(\ln V_D - \ln V_C) = 1090,94\ J$

$\Delta U = W_{CD} + Q_{CD} = 0$

****) isobare : $D \longrightarrow A$; $dP = 0$

$$W_{DA} = -\int P\,dV = -P_D \int dV = -P_D (V_A - V_D) = -1346{,}27\ J$$

$$Q_{DA} = \int (c_p\,dT - \overset{0}{V\,dP}) = \int c_p\,dT = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1}(T_A - T_D) = 3386\ J$$

$$\Delta U_{DA} = -2039{,}73\ J$$

Resumé :

	W	Q	ΔU
transformation $A \longrightarrow B$	$c_v(T_B - T_A) = 3777{,}27\ J$	$0\ J$	$3777{,}27\ J$
transformation $B \longrightarrow C$	$0\ J$	$nc_v(T_C - T_B) = -5817\ J$	$-5817\ J$
transformation $C \longrightarrow D$	$W = -nRT \ln\left(\frac{V_D}{V_C}\right) = -1090{,}94\ J$	$Q = nRT \ln\left(\frac{V_D}{V_C}\right)$ $1090{,}94\ J$	$0\ J$
transformation $D \longrightarrow A$	$-P(V_A - V_D) = -1346{,}27$	$nc_p(T_A - T_D) = 3386$	$2039{,}73\ J$

6) $W_{tot} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA} = 1340{,}06\ J$

$Q_{tot} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA} = -1340{,}06\ J$

7) $\Delta U = Q_{tot} + W_{tot} = 0$ Le premier principe est verifié

8) $e_f = \dfrac{Q_{reçu}(\text{froide})}{W_{total}} = \dfrac{1090{,}94}{1340{,}06} = 0{,}81 \equiv 81\%$

⚠ l'efficacité "ef" peut être supérieure, inférieur ou egale à 1

correction fait par: EL MALKI [illegible]

correction de l'examen de la Thermodynamique de la session normale 2013/2014

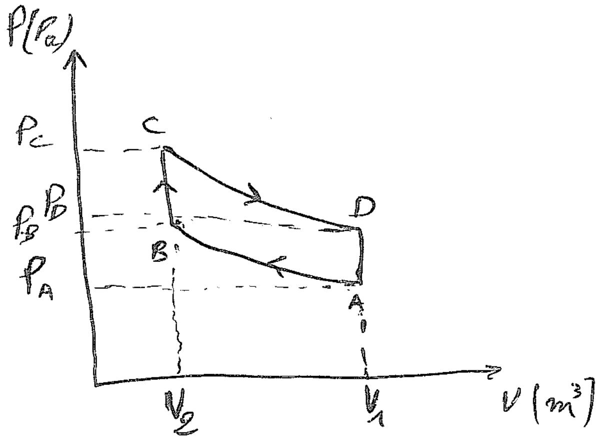
Les donnes du problémes:

$T_1 = 300\,K$ de A vers B

$V_2 = 0{,}0067\ m^3$ de B vers C

$T_2 = 500\,K$ de C vers D

$V_1 = 0{,}01\,m^3$ de D vers A



l'état A : $\begin{cases} P = 10^5\,Pa \\ V = 0{,}01\ m^3 \\ T = 300\ K \end{cases}$

1) pour calculer le nombre de moles de gaz on utilisé la relation des gaz parfait :

$$PV = nRT \implies P_A V_A = n\,R\,T_A$$

$$\iff n = \frac{P_A V_A}{R T_A} = \frac{10^5 \cdot 0{,}01}{(8{,}32)(300)} \boxed{= 0{,}4\,mol}$$

2) l'état B : on a un Transformation isotherme donc $T_A = T_B$. et on a d'aprés le diagrame PV

$V_B = V_2$ donc $P_B = \dfrac{n\,R\,T_B}{V_B} = 1{,}49 \cdot 10^5\,Pa$

donc l'état B $\begin{cases} P = 1{,}49 \cdot 10^5\, Pa \\ V = 0{,}0067\ m^3 \\ T = 300\ K \end{cases}$

* l'état C : on a la transformation de B à C est une transformation isochore $V_B = V_C$

et d'aprés le diagrame de (P,V) on la Transformation de C à D est isotherme donc $T_C = T_D$

on conclure que $P_C = \dfrac{nRT_C}{V_C} = \dfrac{(0{,}4)\cdot(8{,}32)(500)}{0{,}0067}$

$$\boxed{P_C = (2{,}48)\,10^5\, Pa}$$

donc l'état C $\begin{cases} P = 2{,}48 \cdot 10^5\, Pa \\ V = 0{,}0067\ m^3 \\ T = 500\ K \end{cases}$

* l'état D : on a la transformation de C vers D est isotherme $\Rightarrow T_D = T_C$

et on a la transformation de D vers A est isochore

donc $V_D = V_A$ on calcule P_D

$$P_D = \frac{nRT_D}{V_D} = \frac{(0{,}4)(8{,}32)(500)}{0{,}01} = 1{,}66 \cdot 10^5\, Pa$$

l'état D $\begin{cases} P = 1{,}66 \cdot 10^5\, Pa \\ V = 0{,}01\ m^3 \\ T = 500\ K \end{cases}$

3) a) la transformation A vers B , $T = cte$

a) $W = -\int P\,dV$

$$= -nRT\int_{V_A}^{V_B}\frac{dV}{V} = -nRT\ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$$

$$W_{AB} = 399{,}83\,J \simeq 400\,J$$

* $Q_{AB} = \underbrace{\int_{T_A}^{T_B} c_v\,dT}_{0} + \int_{V_A}^{V_B} P\,dV = \int_{V_A}^{V_B} P\,dV = nRT\ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$

$$Q_{AB} = -400\,J$$

* $\Delta U_{AB} = W + Q = 0\,J$

* $\Delta H_{AB} = c_p\,(T_f - T_i)$ 2ème loi de joule

$$\Delta H_{AB} = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1}\left(T_B - T_A\right) = 0\,J \quad \text{car } T_B = T_A$$

b) la transformation de B vers C : $V = cte$

* travail $W_{BC} = \int_{V_B}^{V_C} -P\,dV = 0 \Rightarrow$ transformation isochore

* Quantité de chaleur $Q = \int_{T_B}^{T_C} c_v\,dT + \int_{V_B}^{V_C} P\,dV^{\nearrow 0} = \int_{T_B}^{T_C} c_v\,dT = c_v\left(T_C - T_B\right)$

$$Q_{BC} = \frac{nR}{\gamma - 1}\left(T_C - T_B\right) = 1664\,J$$

* Energie interne $\Delta U_{BC} = W + Q = Q = 1664\,J$

* Entalpie $\Delta H_{BC} = c_p(T_C - T_B) = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1}\left(T_C - T_B\right) = 2329{,}6\,J$

④

c) La transformation de C vers D ; T = cte

le travail $W_{CD} = \int -PdV = -nRT \ln\left(\frac{V_D}{V_C}\right)$

$W_{CD} = -666,39\ J$

Quantité de chaleur $Q = \int_{T_C}^{T_D} c_V dT + \int_{V_C}^{V_D} PdV$.

$$Q_{CD} = nRT \ln\left(\frac{V_D}{V_C}\right) = 666,39\ J$$

$\Delta U_{CD} = Q + W = 0$

$\Delta H_{CD} = c_p \Delta T = 0$

d) La transformation de D vers A , V = cte

le travail : $W_{DA} = \int -PdV = 0$

Quantité de chaleur $Q_{DA} = \int_{T_D}^{T_A} c_V dT + \int_{V_D}^{V_A} PdV$

$$Q_{DA} = c_V (T_A - T_D) = \frac{nR}{\gamma - 1}(T_A - T_D)$$

$Q_{DA} = -1664\ J$

Energie interne $\Delta U = W + Q = Q = -1664\ J$

Entalpie : $\Delta H = c_p (T_A - T_D) = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1}(T_A - T_D)$

$\Delta H = -2329,6\ J$

4) le travail total

$$W_{tot} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA}$$

$$W_{tot} = 400 + 0 - 666,39 + 0$$

$$\boxed{W_{tot} = -266,39\ J}$$

le travail tot est negatif $W_{tot} < 0$

la nature de cycle est un moteur

5) la quantité de chaleur totat

$$Q_{tot} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA}$$

$$= -400 + 1664 + 666,39 - 1664$$

$$= 266,39\ J$$

l'energie interne

$$\Delta U_{cycle} = Q_{tot} + W_{tot} = 266,39 - 266,39 = 0\ J$$

6) le premier principe de la Thermodynamique est:

la variation d'energie interne est egal la variation de la quantité chaleur plus la variation du travail

$$\Delta U = W + Q$$

⑥

et pour le cycle

$$\Delta U_{cycle} = Q_{tot} + W_{tot}$$

le premier principe est vérifié

parce que $\Delta U_{cycle} = 0$

7) La nature de cycle thermodynamique est un moteur car les sens de cycle est du même sens de l'éguille d'un montre

et $W_{tot} < 0$, $Q_{tot} > 0$

Royaume du Maroc
UNIVERSITE CHOUAIB DOUKKALI
FACULTE DES SCIENCES
EL JADIDA

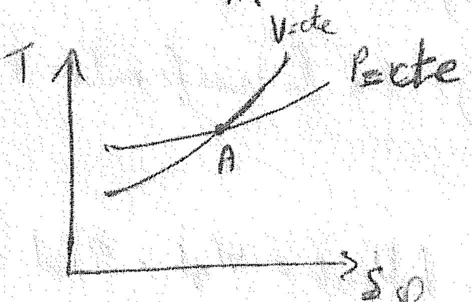
correction de l'examen
2012/2013 rattrapage
Thermodynamique

Question du cours :

a) on a $PV = nRT$ on prend $P = 1{,}013.10^5\,Pa$, $V = 22{,}4\,l$ et $T = 0°C$

donc $R = \frac{PV}{nT} = \frac{1{,}013.10^5 \cdot 22{,}4.10^{-3}}{1 \cdot 273{,}15} = 8{,}31\ J/K.mol$

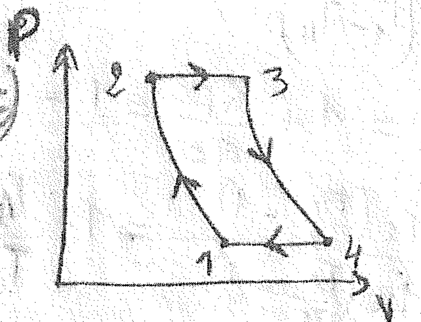
b)



Problème

1) a) la transformation de 2 à 3 est isobare donc $P_2 = P_3$

b, c)



2) a) on $PV^{\gamma} = cte$ et on $V = \frac{nRT}{P}$

donc $P\left(\frac{nRT}{P}\right)^{\gamma} = cte \iff P \cdot P^{-\gamma} \cdot T^{\gamma} \cdot (nR)^{\gamma} = cte$

donc $P^{1-\gamma}\, T^{\gamma} = cte$

b) On a $T^{\gamma} P^{1-\gamma} = cte$

donc $T_1^{\gamma} P_1^{1-\gamma} = T_2^{\gamma} P_2^{1-\gamma} = cte$

$$T_1 P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2 P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \Leftrightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

$$T_3 P_3^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_4 P_4^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \Leftrightarrow T_4 = T_3 \left(\frac{P_3}{P_4}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

3) a) $Q_C = c_p (T_3 - T_2)$ car la transformation est isobare

b) $Q_F = c_p (T_1 - T_4)$ car la transformation est isobare

4) le premier principe $\Delta U_{cycle} = W_{tot} + Q_{tot} = 0$

$$Q_{tot} = -W_{tot} \Leftrightarrow Q_C + Q_F = -W_{tot}$$

$$W_{tot} = -c_p(T_3 - T_2) - c_p(T_1 - T_4)$$

5) $$\eta = \frac{-W_{tot}}{Q_{reçu}} = \frac{Q_C + Q_F}{Q_C} = 1 + \frac{Q_F}{Q_C} = 1 + \frac{c_p(T_1 - T_4)}{c_p(T_3 - T_2)}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} = 1 - \frac{T_1\left(\frac{T_4}{T_1} - 1\right)}{T_2\left(\frac{T_3}{T_2} - 1\right)} = 1 - \frac{T_1\left(\frac{V_4}{V_1} - 1\right)}{T_2\left(\frac{V_3}{V_2} - 1\right)}$$

On a $\begin{cases} P_1 = P_4 = \frac{T_4}{V_4} = \frac{T_1}{V_1} \Rightarrow \frac{T_4}{T_1} = \frac{V_4}{V_1} \\ P_2 = P_3 = \frac{T_3}{V_3} = \frac{T_2}{V_2} \Rightarrow \frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2} \end{cases}$

Royaume du Maroc
UNIVERSITE CHOUAIB DOUKKALI
FACULTE DES SCIENCES
EL JADIDA

Correction de EXAMAN
2012/2013 rattrapage
thermodynamique

$$\eta = 1 - \frac{T_1\left(\frac{V_4}{V_1} - 1\right)}{T_2\left(\frac{V_3}{V_2} - 1\right)} = 1 - \frac{T_1\left(\frac{V_3 \cdot \left(\frac{P_3}{P_4}\right)^{1/\gamma}}{V_2\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{1/\gamma}} - 1\right)}{T_2\left(\frac{V_3}{V_2} - 1\right)}$$

car $V_4 = V_3\left(\frac{P_3}{P_4}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$

$V_1 = V_2\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{1/\gamma}$ or $\begin{cases} P_3 = P_2 \\ P_1 = P_4 \end{cases}$

$$\eta = 1 - \frac{T_1\left(\frac{V_3}{V_2} - 1\right)}{T_2\left(\frac{V_3}{V_2} - 1\right)} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

or $P_1 T_1^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = P_2 T_2^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} \Leftrightarrow \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ or $\frac{P_2}{P_1} = \tau$

donc $\boxed{\eta = 1 - \tau^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}}$

a) pour argon $\eta = 1 - (4)^{\frac{1-1,67}{1,67}} = 0,42$

pour air $\eta = 1 - (4)^{\frac{1-1,40}{1,40}} = 0,32$

pour dioxyde de carbone $\eta = 1 - (4)^{\frac{1-1,31}{1,31}} = 0,27$

b) le meilleur rendement avec le gaz argon

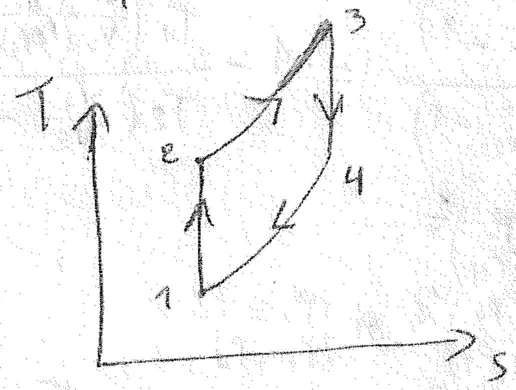
6) $T_2 = T_1\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_1\left(\frac{1}{\tau}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = 300 \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{1-1,67}{1,67}} = 523\ K$

$T_4 = T_3\left(\frac{P_3}{P_4}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_3\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_3\,\tau^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = 900 \cdot 4^{\frac{1-1,67}{1,67}} = 516,05\ K$

3

donc $\begin{cases} T_2 = 523\,K \\ T_4 = 516\,K \end{cases}$

7)



la nature de cycle est moteur par ce que le sens est le même d'un aiguille d'une montre

Rappel:

* loi de laplace $\begin{cases} PV^{\gamma} = cte \\ P^{1-\gamma}T^{\gamma} = cte \\ TV^{\gamma-1} = cte \end{cases}$

* $\delta Q \begin{cases} c_v\,dT + P\,dV \\ c_p\,dT - V\,dP \end{cases}$

$\Delta U = W + Q = c_v\,dT$

$\eta = \dfrac{|W_{tot}|}{Q_{reçu}}$

تذكير

قيل : للسعادة
أين تسكنين
قالت : في قلوب الراضين بقضاء الله
قيل : فبما تتغذين
قالت : من قوة إيمانهم
قيل : فبما تدومين
قالت : بحسن ظنهم بالله
قيل : فبما تؤمنين
قالت : إن النفس لن يصيبها إلا ما
كتب الله لها

ELMALKI

4

Royaume du Maroc
UNIVERSITE CHOUAIB DOUKKALI
FACULTE DES SCIENCES
EL JADIDA

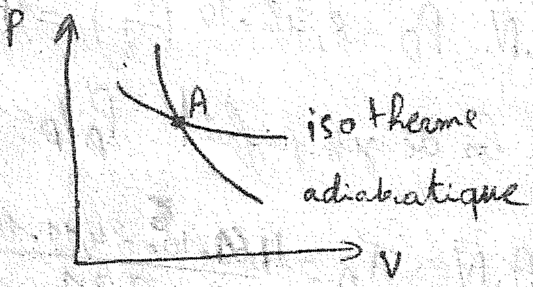
Correction EXAMAN De la Thermodynamique 2012/2013

Question de cours

1) la constante R des gaz parfait dans le S.I

$$PV = nRT \iff [R] = \frac{[P][V]}{[n].[T]} = \frac{Pa.m^3}{mol.K} = J/mol.K$$

2)



Problème :

$$\begin{cases} T_A = 17 + 273{,}15 = 290{,}15\ K \\ P_A = 1\ atm = 1.10^5\ Pa \\ V_A = \frac{nRT_1}{P_1} = 24{,}11.10^{-3}\ m^3 \end{cases}$$

$\gamma = 1{,}4$

$R = 8{,}31\ J/K.mol$

$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1} = 20{,}775\ J/K$

1) $P_B = ?$ et $T_B = ?$, la transformation de A à B est adiabatique

on a $P_A V_A^{\gamma} = P_B V_B^{\gamma} \Rightarrow P_B = P_A \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^{\gamma}$ A.N $P_B = 10^5 (8)^{1{,}4} \boxed{= 1{,}83.10^6\ Pa}$

$T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1} \Rightarrow T_B = T_A \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^{\gamma-1} \Rightarrow$ A.N $T_B = 290{,}15 (8)^{0{,}4} \boxed{= 666{,}58\ K}$

2) on a la transformation isochore donc $\delta Q = c_V dT + PdV$

donc $Q = c_V (T_f - T_i) \Rightarrow Q = c_V (T_C - T_B)$

donc $T_C = \frac{Q}{C_V} + T_B$ AN $T_C = \frac{50.10^3}{20{,}775} + 666{,}58 \boxed{= 3073{,}31\ K}$

1

$P_C = ?$

on applique la loi du gaz parfait $P_C V_C = nRT_C$

$V_C = V_B = \frac{V_A}{8} = 3,01 \cdot 10^{-3}\ m^3$ par ce que la transformation est isochore

donc $P_C = \frac{nRT_C}{V_C}$ A.N $P_C = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 3073,31}{3,01 \cdot 10^{-3}} = \boxed{8,48 \cdot 10^6\ Pa}$

3) $P_D = ?$, $T_D = ?$

$P_D V_D^\gamma = P_C V_C^\gamma \Longleftrightarrow P_D = P_C \left(\frac{V_C}{V_D}\right)^\gamma$ on a $(V_D = V_A$ et $V_C = V_B)$

donc $P_D = P_C \left(\frac{V_B}{V_A}\right)^\gamma$ A.N $P_D = 8,48 \cdot 10^6 \left(\frac{1}{8}\right)^{1,4} = \boxed{4,61 \cdot 10^5\ Pa}$

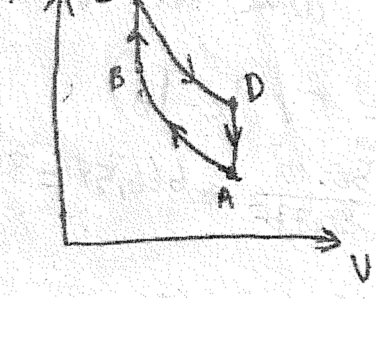
* T_D on peux applique la loi de gaz parfait $P_D V_D = nRT_D$

$T_D = \frac{P_D V_D}{nR} = \frac{P_D V_A}{nR}$ A.N $T_D = \frac{4,61 \cdot 10^5 \cdot 24,11 \cdot 10^{-3}}{8,31} = \boxed{1337,51\ K}$

4) * travails
$$\begin{cases} W_{A \to B} = c_V (T_B - T_A) = \frac{nR}{\gamma - 1}(T_B - T_A) = 7,82\ kJ \\ W_{B \to C} = 0 \quad \text{car la transformation est isochore} \\ W_{C \to D} = c_V (T_D - T_C) = \frac{nR}{\gamma - 1}(T_D - T_C) = -36,06\ kJ \\ W_{D \to A} = 0 \quad \text{car la transformation est isochore} \end{cases}$$

chaleur
$$\begin{cases} Q_{A \to B} = 0 \quad \text{la transformation adiabatique} \\ Q_{B \to C} = c_V (T_C - T_B) = \frac{nR}{\gamma - 1}(T_C - T_B) = 50\ kJ \\ Q_{C \to D} = 0 \quad \text{la transformation adiabatique} \\ Q_{D \to A} = c_V (T_A - T_D) = \frac{nR}{\gamma - 1}(T_A - T_D) = -27,76\ kJ \end{cases}$$

5)



21

correction EXAMAN
De la Thermodynamique
2012/2013

6) la nature de cycle est moteur.

car il est au sens d'une aiguille d'une montre

7) $Q_{tot} = Q_{A\to B} + Q_{B\to C} + Q_{C\to D} + Q_{D\to A}$

$= 28,24\ KJ > 0$

$W_{tot} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA}$

$= -28,24\ KJ < 0$

on a $W_{tot} < 0$ et $Q_{tot} > 0$ donc la nature de cycle est un moteur

8) $\Delta U_{cycle} = Q_{tot} + W_{tot} = 0$

donc le principe d'equivalence est vérifié.

9) $Q_{tot} = W_{tot}$

le travail total est égale l'air balayé
donc le travail est une surface
donc la quantité chaleur totale est une surface

$\boxed{3}$

10) $$\eta = \frac{|W_{tot}|}{Q_{reçu}} = \frac{|c_V(T_D - T_C) + c_V(T_B - T_A)|}{c_V(T_C - T_B)}$$

$$\eta = 0{,}56 = 56\%$$

$$\eta = \frac{-W_{tot}}{Q_{reçu}} = \frac{-(c_V(T_D - T_C) + c_V(T_B - T_A))}{c_V(T_C - T_B)}$$

$$= \frac{c_V(T_C - T_B + T_A - T_D)}{c_V(T_C - T_B)}$$

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

$$\eta = 1 - \frac{T_A\left(\cancel{1 +} \frac{T_D}{T_A}\right)}{T_B\left(\frac{T_C}{T_B} - 1\right)} = 1 - \frac{T_A\left(\frac{T_D}{T_A} - 1\right)}{T_B\left(\frac{T_C}{T_B} - 1\right)}$$

On a $\begin{cases} V_A = V_D = \frac{T_A}{P_A} = \frac{T_D}{P_D} \\ V_C = V_B = \frac{T_B}{P_B} = \frac{T_C}{P_C} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{T_D}{T_A} = \frac{P_D}{P_A} \\ \frac{T_C}{T_B} = \frac{P_C}{P_B} \end{cases}$ et on a $\begin{cases} P_A = P_B \cdot \left(\frac{V_C}{V_D}\right)^{\gamma} \\ P_D = P_C\left(\frac{V_C}{V_D}\right)^{\gamma} \\ P_A = P_B\left(\frac{V_B}{V_A}\right)^{\gamma} \\ V_B = V_C,\ V_A = V_D \end{cases}$

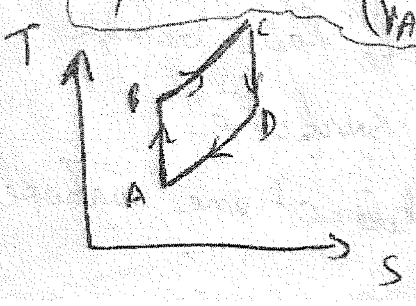
$$\text{donc } \eta = 1 - \frac{T_A\left(\frac{P_D}{P_A} - 1\right)}{T_B\left(\frac{P_C}{P_B} - 1\right)} = 1 - \frac{T_A\left(\frac{P_C\left(\frac{V_C}{V_D}\right)^{\gamma}}{P_B\left(\frac{V_C}{V_D}\right)^{\gamma}} - 1\right)}{T_B\left(\frac{P_C}{P_B} - 1\right)}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_A\left(\frac{P_C}{P_B} - 1\right)}{T_B\left(\frac{P_C}{P_B} - 1\right)} = \boxed{1 - \frac{T_A}{T_B}}$$

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

$$\boxed{\eta = 1 - \left(\frac{V_B}{V_A}\right)^{\gamma - 1}}$$

11)



توجيه

ليس المهم هو الإجابة على كل الأسئلة
بل المهم هو الإجابة على أكبر عدد
من الأسئلة بشكل صحيح

ELMALKI

1

Correction d'épreuve de la Thermodynamique 2011/2012

cycle de Beau Rochas :

données $\begin{cases} \gamma = 1,4 \\ R = 8,32 \text{ J/K.mol} \end{cases}$, est le gaz est parfait

l'état 1 : $\begin{cases} P_1 = 1 \text{ Bar} = 10^5 \text{ Pa} \\ V_1 = 1,2 \ell = 1,2 \cdot 10^{-3} m^3 \\ T_1 = 300 \text{ K} \end{cases}$

1) déterminer la quantité de matière gazeuse (nb de mole)

$$n = \frac{P_1 V_1}{R T_1} = \frac{(10^5)(1,2 \cdot 10^{-3})}{(8,32)(300)} = \boxed{0,048 \text{ mol}}$$

2) a) $a = V_1/V_2$; On a la transformation de 1 → 2 est une compression adiabatique . est $V_2 = 0,2 \ell$

donc $\boxed{a = \frac{V_1}{V_2} = 6}$

2_b) $P_2 V_2^{\gamma} = P_1 V_1^{\gamma} \Longrightarrow P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma}$

$T_2 V_2^{\gamma-1} = T_1 V_1^{\gamma-1} \Longrightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$

AN : $\begin{cases} P_2 = 1{,}2 \cdot 10^5\ Pa \\ T_2 = 614{,}3\ K \end{cases}$

2.c) $W_{12} = n c_v (T_2 - T_1) = \Delta U$ par ce que la transformation est adiabatique

$$W_{12} = \frac{nR}{\gamma - 1}(T_2 - T_1) = 313{,}79\ J$$

3) a) Montre la relation $T_3 = a^{\gamma-1} T_1 \left[1 + \frac{\gamma - 1}{a^{\gamma-1} \cdot nRT_1} Q_{23}\right]$

$$T_3 = T_2 - T_2 + T_3 = T_2 + T_3 - T_2$$

$$T_3 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} + (T_3 - T_2)$$

$$T_3 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} + \frac{nC_V}{nC_V}(T_3 - T_2)$$

or $n c_v (T_3 - T_2) = Q_{23}$ car trans f est isochore

donc $T_3 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} + \frac{1}{n c_v} Q_{23}$

$$= T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} + \frac{\gamma - 1}{nR} \cdot Q_{23}$$

$$= T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} \left[1 + \frac{\gamma - 1}{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} \cdot nRT_1} Q_{23}\right]$$

$\boxed{2}$ $$\boxed{T_3 = a^{\gamma-1} T_1 \left(1 + \frac{\gamma - 1}{a^{\gamma-1} \cdot nRT_1} Q_{23}\right) = T_1 a^{\gamma-1} k}$$

3-b) calcule $k = \left(1 + \frac{\gamma-1}{a^{\gamma-1} \cdot nRT_1} Q_{23}\right)$

On a $Q_{23} = 490{,}7\ J$

$$k = 1 + \frac{(1{,}4-1)\cdot(490{,}7)}{(6)^{1{,}4-1} \cdot 0{,}048 \cdot 8{,}32 \cdot 300}$$

$$k = 1 + 0{,}80 = 1{,}80$$

3-c) on a $T_3 = T_1 a^{\gamma-1} k$

et on $T_3 = \frac{P_3 V_3}{nR}$, $T_1 = \frac{P_1 V_1}{nR}$

or la transformation de $2 \to 3$ est isochore

donc $V_3 = V_2 \Rightarrow T_3 = \frac{P_3 V_2}{nR}$

et donc $T_3 = T_1 \cdot a^{\gamma-1} \cdot k$

$$\frac{P_3 V_2}{nR} = \frac{P_1 V_1}{nR} \cdot a^{\gamma-1} \cdot k$$

$$P_3 = P_1 \frac{V_1}{V_2} \cdot a^{\gamma-1} \cdot k$$

$$\boxed{P_3 = P_1 \cdot a \cdot a^{\gamma-1} k = P_1 a^{\gamma} \cdot k}$$

3.d) $T_3 = 300 \cdot (6)^{1,4-1} \cdot 1,80$

$$\boxed{T_3 = 1105,74\ K}$$

$P_3 = (6)^{1,4} \cdot 10^5 \cdot 1,80 = \boxed{22,11 \cdot 10^5\ Pa}$

4) $V_4 = V_1$, $V_2 = V_3$

4-a) * $T_4 V_4^{\gamma-1} = T_3 V_3^{\gamma-1}$

$$T_4 = T_3 \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma-1} = T_3 \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$$

$$\boxed{T_4 = T_3 \left(\frac{1}{a}\right)^{\gamma-1}}$$

* $P_4 V_4^{\gamma} = P_3 V_3^{\gamma}$

$$P_4 = P_3 \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma} = P_3 \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma} = P_3 \left(\frac{1}{a}\right)^{\gamma}$$

$$\boxed{P_4 = P_3 \left(\frac{1}{a}\right)^{\gamma}}$$

4-b) application numérique :

$T_4 = 539,99\ K \simeq 540\ K$

$P_4 = 1,79 \cdot 10^5\ Pa$

4 - c) $W_{34} = n c_V \left(T_4 - T_3 \right)$

$$W_{34} = n c_V \left(T_3 \left(\frac{1}{a}\right)^{\gamma-1} - T_3 \right)$$

on remplace T_3 par $T_1 . a^{\gamma-1} . k$

donc $W_{34} = n c_V \left(T_1 a^{\gamma-1} k \left(\frac{1}{a}\right)^{\gamma-1} - T_1 a^{\gamma-1} . k \right)$

$$= n c_V \left(T_1 k - T_1 a^{\gamma-1} k \right)$$

$$= \frac{nR}{\gamma - 1} \left(T_1 k - T_1 a^{\gamma-1} k \right)$$

$$\boxed{W_{34} = \frac{nR}{\gamma-1} . T_1 k \left(1 - a^{\gamma-1} \right)}$$

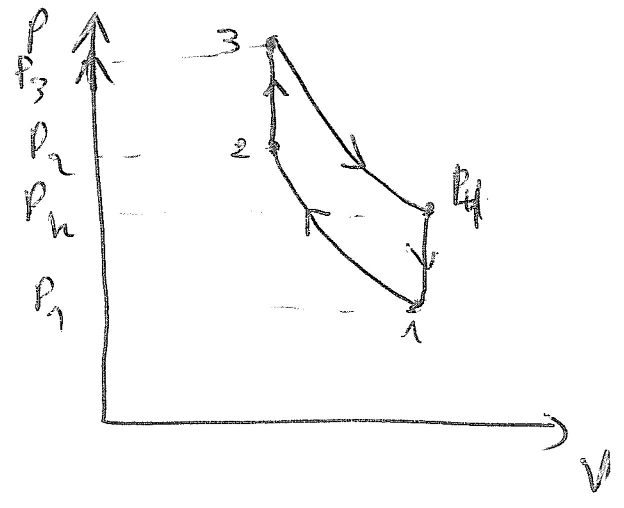
4 - d) $\boxed{W_{34} = -564,83 \text{ J}}$

5) a) $Q_{41} = n c_V \left(T_1 - T_4 \right)$ car la transformation est isochore

$$\boxed{Q_{41} = \frac{nR}{\gamma - 1} \left(T_1 - T_1 k \right)}$$

5 - b) $Q_{41} = \frac{0,048 . 8,32}{1,4 - 1} \left(300 - 540 \right) = \boxed{-239,62 \text{ J}}$

6)



7) $\Delta U = W_{tot} + Q_{tot}$

$= W_{12} + W_{23} + W_{34} + W_{41} + Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} + Q_{41}$

$= 313{,}79 + 0 + (-564{,}83) + 0 + 0 + 490{,}7 + 0 + (-239{,}6)$

$= 0$

donc le principe d'equivalence est verifié

8) a) $R = \dfrac{-W_{tot}}{Q_{reçu}} = 0{,}51 \simeq 51\%$

8-b) $R = \dfrac{Q_{23} + Q_{41}}{Q_{23}} = 1 + \dfrac{Q_{41}}{Q_{23}} = 1 + \dfrac{nc_v(T_1 - T_4)}{nc_v(T_3 - T_2)}$

or $\begin{cases} T_4 = T_1 k \\ T_3 = T_1 a^{\gamma-1} k \\ T_2 = T_1 a^{\gamma-1} \end{cases} \Rightarrow R = 1 + \dfrac{T_1 - T_1 k}{T_1 a^{\gamma-1} k - T_1 a^{\gamma-1}}$

$R = 1 + \dfrac{T_1(1-k)}{T_1 a^{\gamma-1}(k-1)} = 1 - \dfrac{1}{a^{\gamma-1}} \boxed{= 0{,}51}$

8-c) Si a augmente le rendement aussi augment $\boxed{6}$

UNIVERSITE CHOUAIB DOUKKALI
FACULTE DES SCIENCES
EL JADIDA

problèmes de thermodynamiques

problème 1

I. On fait subir a un gaz parfait ,à la pression atmosphérique, trois transformation différentes du même état initial vers le même état finale.

1) La première , une compression isotherme,de l'état initial (V_1=10 litre et T=27°C) à l'état 2 dont le volume initial est le double de l'état final

a) Rappeler la valeur de la constante des gaz parfait dans le S.I ,

b) Calculer le nombre de moles

c) Donner la valeur du volume finale

d) Calculer le travail W_1 lors de cette transformation et donner la valeur numérique.

2) La duxiéme ,du même état initial par une transformation isochore jusqu'à la pression P_2 puis une transformation isobare jusqu'à l'état finale

a) Calculer le travail W_2 et donner ca valeur numérique.

3) La troisième transformation , du même état initial par une compression isobare jusqu'à V_2 suivi d'une transformation isochore jusqu'à l'état final.

a) Calculer le travail W3 et donner ça valeur numérique.

4) Représentez, dans trois diagrammes de Clapeyron (p,v) les trois transformations

a) Comparez les trois travaux ; que remarquez-vous?

b) Donnez une conclusion sur la nature du travail des forces de pression.

II. 1 m³ de l'air (supposé parfait),a la pression P_1=10atmosphères subit une détente, a température constante, la pression finale est P_2=1 atmosphère.

Déterminer le travail échangé par le gaz avec le milieu extérieur, au cours de cette détente.

Royaume du Maroc
UNIVERSITE CHOUAIB DOUKKALI
FACULTE DES SCIENCES
EL JADIDA

Thermodynamique

Problème 1

2-1)

Une compression isotherme de l'état initial ($V_1 = 10\,l$; $T_1 = 27°C$) à l'état 2 dont le volume initial V_i est le double de l'état final V_f

$$\text{Etat } 1 \begin{cases} P_1 = 1\,atm \\ V_1 = 10\,l \\ T_1 = 27°C \end{cases} \xrightarrow[\text{isotherme}]{\text{Compression}} \text{Etat } 2 \begin{cases} P_2 = \\ V_2 \\ T_2 \end{cases}$$

Compression isotherme $\Leftrightarrow P_1V_1 = P_2V_2 = nRT_1 = nRT_2 \quad (T_1 = T_2)$

a) La valeur de la constante des gaz parfait dans S.I :

$$R = 8{,}314\ J\,K^{-1}mol^{-1}$$

b) Calculons le nombre de moles n :

G. parfait $\Leftrightarrow P_1V_1 = nRT_1 \Leftrightarrow n = \dfrac{P_1V_1}{RT_1}$

$$A.N:\ n = \frac{1{,}01315.10^{5}.10^{-2}}{8{,}314 \times 300{,}15} = 0{,}4\ mol$$

1

c/ La valeur du volume finale V_f

On a $V_2 = \frac{V_1}{2}$ A.N $V_2 = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{2} = 5\,10^{-3}\,m^3 = 5\,l$

d/ Calculons le travail W_1 lors de cette transformation.

On sait que $W_1 = \int -P dV = \int_{V_1}^{V_2} -\frac{nRT_1}{V} dV$

$$W_1 = -nRT_1 \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V}$$

donc $W_1 = -nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

$W_1 = nRT_1 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$

ou

$W_1 = nRT_1 \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$; $(P_1 V_1 = P_2 V_2)$

A.N $W_1 = 0,4 \times 8,314 \times 300 \times \ln 2$; $(V_1 = 2V_2)$

d'où $W_1 = 691,5\ J$

2-2/ ... du même état initial par une détente isochore jusqu'à la pression P_2 puis une compression jusqu'à l'état finale.

a/ Calculons le travail W_2.

$$\text{Etat}_1 \begin{cases} P_1 \\ V_1 \\ T_1 \end{cases} \xrightarrow[\text{isochore.}]{\text{détente}} A \begin{cases} P_2 \\ V_1 = V_2 \\ T_2 \end{cases} \xrightarrow[\text{isobare}]{\text{compression}} \text{Etat}_2 \begin{cases} P_2 \\ V_2 \\ T_2 \end{cases}$$

$\boxed{2}$

T. isochore $\Leftrightarrow V = cte \Leftrightarrow dV = 0$

$$\Rightarrow W_{1A} = \int \delta W = 0$$

$$W_{12} = W_{1A} + W_{A2}$$

$$= 0 + \int -P_2 dV = -P_2 \int_{V_1}^{V_2} dV = -P_2 (V_2 - V_1) > 0$$

A.N $W_2 = 1000\, J = 1\, KJ$

2-3)

du même état initial par une compression jusqu'à V_2 suivi d'une détente jusqu'à l'état finale.

a) Calculons le travail W_3

$$\text{Etat}_1 \begin{cases} P_1 \\ V_1 \\ T_1 \end{cases} \xrightarrow[\text{isobare}]{\text{Compression}} B \begin{cases} P_B = P_1 \\ V_B = V_2 \\ T_B \end{cases} \xrightarrow[\text{isochore}]{\text{compression}} \text{Etat}_2 \begin{cases} P_2 \\ V_2 \\ T_2 \end{cases}$$

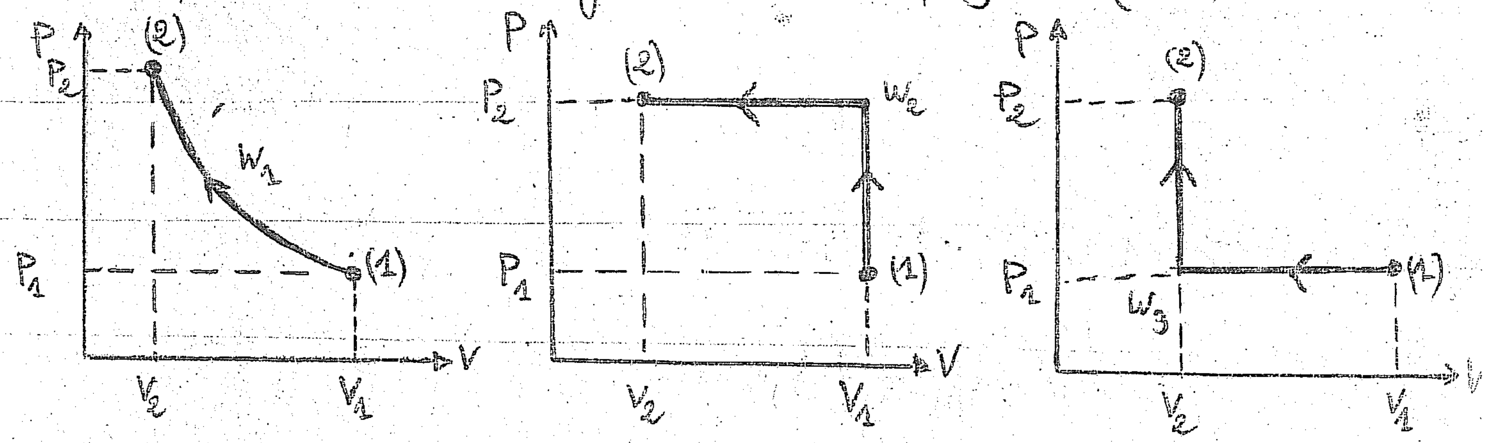
$$W_3 = W_{1B2} = W_{1B} + W_{B2}$$

donc $\quad W_3 = \int -P dV + 0$

d'où $W_3 = -P_1 (V_2 - V_1) = P_1 (V_1 - V_2)$; AN. $W_3 = 500\, J$

3

2-4/ Représentation de diagrammes de clapeyron (P;V)



a/ $W_3 < W_1 < W_2$

⇒ Le travail dépend du chemin suivi.

⇒ Le travail n'est pas une différentielle total exacte.

⇒ Le travail n'est pas une grandeur d'état.

نادي النجاح

مفتاح السعادة أن نحلم، ومفتاح النجاح أن نجعل هذه الأحلام تتحقق.

Soyez assuré que vous disposez en vous toutes les ressources dont vous avez besoin pour accomplir vos rêves !!

success club