

CONCOURS D'ENTRÉE EN TROISIÈME ANNÉE DU PREMIER CYCLE

FILIERE : GÉNIE MÉCANIQUE
Option : MÉCANIQUE AUTOMOBILE

Épreuve : ÉPREUVE PROFESSIONNELLE DE SYNTHÈSE
Durée : 5 heures

SESSION

Le sujet est constitué de deux thèmes indépendants.

LE PREMIER THÈME 70pts

DISPOSITIF ANTI-CABRAGE

Comprend :

le texte du sujet sur format A4 pages 1/6 à 5/6,
le dessin du demi-train avant sur format A3 page 6/6.

LE DEUXIÈME THÈME 50pts

CLIMATISATION

Comprend :

Le texte du sujet pages 1/4 et 2/4,
Les documents : I page 2/4, II page 3/4 et III page 4/4 sur format A3.

Le principe de ce dispositif anti-cabrage consiste à donner une inclinaison (angle α , voir page 10/15) à l'axe de la liaison pivot 4/9 par rapport à l'horizontale.
L'objet de cette étude est de montrer l'efficacité du dispositif anti-cabrage. 70pts

Données générales :

On note : 0 = route, 1 = voiture.

Le système présente un plan de symétrie (H,x,z), on prend $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

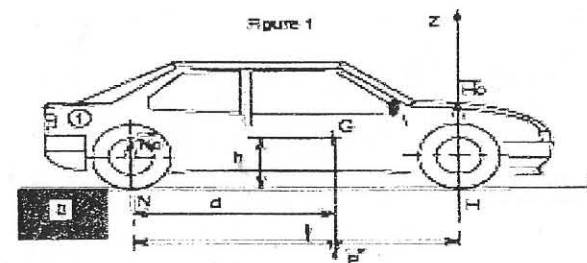
position du centre de gravité G : $NG \parallel d \cdot x \parallel h \cdot z$, avec : $h = 785 \text{ mm}$, $d = 1500 \text{ mm}$,

Empattement : $l = 2700 \text{ mm}$

Masse de la voiture : $m = 1100 \text{ kg}$,

Les roues avant du véhicule sont motrices.

1 - VÉHICULE AU REPOS (voir figure 1)



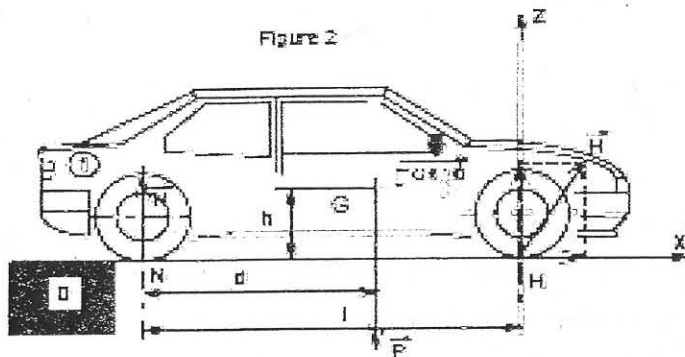
Le véhicule est à l'arrêt sur une route 1
Horizontale.

- 1 - Actions du sol sur les roues

Déterminer les actions du sol sur les roues, $\vec{N}_O = N \vec{z}$ et $\vec{H}_O = H \vec{x}$ en N et H, en fonction de mg, d et l calculer les valeurs.

2. VÉHICULE EN PHASE D'ACCÉLÉRATION

Figure 2



On néglige la résistance de l'air, la résistance au roulement, ainsi que les moments d'inertie de la transmission.

Le véhicule se déplace suivant (x) d'un mouvement de translation rectiligne uniformément varié, et γ est une valeur algébrique.

2.1 calculer la valeur numérique de l'accélération du véhicule. Le véhicule parcourant une distance de 400m en 16.4s.

2.2 exprimer en fonction de mg , d , h , l et γ , les actions $\vec{N} = ZN\vec{z}$ et $\vec{H} = XH\vec{x} + ZH\vec{z}$ du sol sur les roues en Net H. calculer les valeurs numériques de ZN , XH et ZH .

2.3 Soit $\vec{F}$ la surcharge du train arrière tel que $\vec{N} = \vec{N}_0 + \vec{F}$, $F = F.z$ et $F > 0$. A l'aide des résultats des questions (1) et (2-2-1) montrer que $F = \frac{h}{l}m\gamma$, et $ZH = H_0 - F$. (figure 3).

Calculer les valeurs.

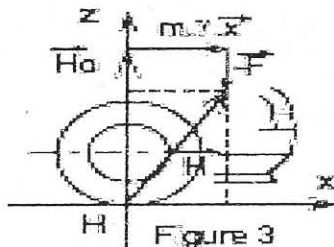


Figure 3

3. VÉHICULE EN PHASE D'ACCÉLÉRATION: ÉTUDE DU DEMI-TRAIN AVANT

GAUCHE

L'objet de cette étude est de quantifier l'influence de l'accélération sur "les efforts" au niveau de "l'élément élastique" de la suspension.

Hypothèses et données complémentaires

On néglige les forces aérodynamiques, et les résistances au roulement ainsi que les moments d'inertie de la transmission.

Le véhicule se déplace suivant (x) d'un mouvement rectiligne uniformément varié d'accélération : $\gamma = 3 \text{ m.s}^{-2}$ (figure 2).

La route étant horizontale, on suppose que la barre stabilisatrice 7 ne transmet aucun effort par l'intermédiaire de la biellette en D.

Les masses et les moments d'inertie de toutes les pièces composant le demi-train avant sont négligés. Donc le principe fondamental appliqué à chacune des pièces du demi-train avant se réduit aux équations de la statique.

On prend comme modèle du demi-train avant, pour effectuer l'étude, celui de la figure 4b. C'est à dire qu'on assimile l'ensemble (2 + 3+ élément élastique + amortisseur) à un solide de repère noté 2, et qu'on considère la direction bloquée en position ligne droite (biellette de direction liée à la caisse 9 en E).

Toutes les liaisons sont parfaites : A, B, C, E = liaisons sphériques, liaisons 9/4 et 1/2 = pivots.

On donne les coordonnées, en mm, des points suivants dans le repère $\{O, x, y, z\}$:

$\vec{OA}$	$\begin{vmatrix} -20 \\ 200 \\ 500 \end{vmatrix}$	$\vec{OB}$	$\begin{vmatrix} -150 \\ 275 \\ 100 \end{vmatrix}$	$\vec{OC}$	$\begin{vmatrix} 0 \\ 310 \\ 0 \end{vmatrix}$	$\vec{OD}$	$\begin{vmatrix} -94 \\ 124 \\ 1 \end{vmatrix}$	$\vec{OE}$	$\begin{vmatrix} -176 \\ -60 \\ 113 \end{vmatrix}$	$\vec{OH}$	$\begin{vmatrix} -5 \\ 330 \\ -198 \end{vmatrix}$	$\vec{OH_1}$	$\begin{vmatrix} -5 \\ 330 \\ 70 \end{vmatrix}$
O, x, y, z		O, x, y, z		O, x, y, z		O, x, y, z		O, x, y, z		O, x, y, z		O, x, y, z	

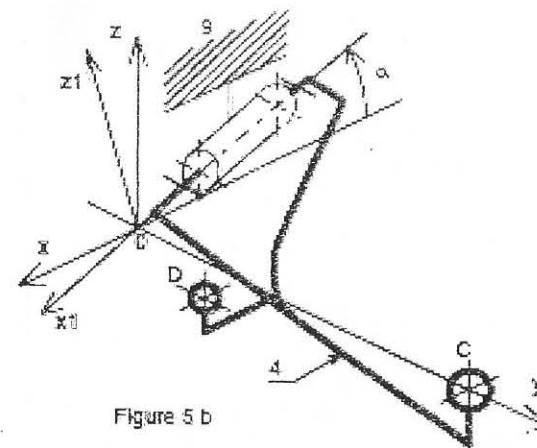
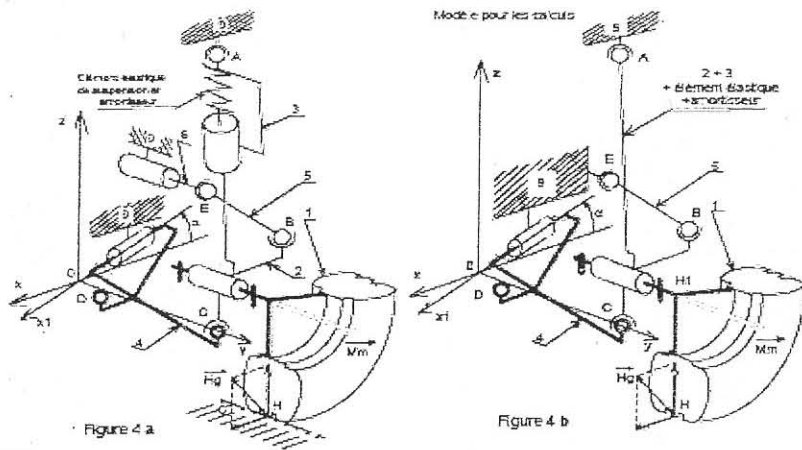
L'action de la transmission sur la roue se réduit en H_1 à un couple M_m .

3 - 1 - Iso statisme

Montrer que le système matériel $\{1, 2, 5, 4\}$, représenté sur la figure 4 b (modèle pour le calcul), est isostatique. L'ensemble (2 + 3 + élément élastique + amortisseur) est considéré comme un solide.

On rappelle : $h = e_{ij} - (6.p - \mu_i - \mu_j)$

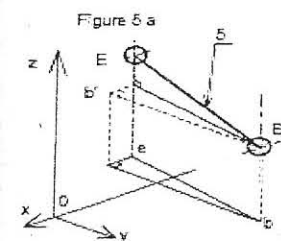
μ_i = mobilité interne, μ_j = mobilité utile, lij = degrés de liaison entre les solides i et j , p = nombre de solides.



- 1 : soi
 2 : pneumatique et jante
 3 : porte-moyeu
 4 : tube de suspension
 5 : triangle inférieur
 6 : bielle de direction
 7 : crémaillère de direction
 8 : caisse

3 - 2 - Relation entre XB, YB, ZB

Isoler la bielle de direction (5) (voir figure 5a). Montrer que les relations entre les composantes de l'action en B de 2 sur 5, (X_B, Y_B, Z_B) , ont pour expressions algébriques : $X_B = 13.XB$, et $Z_B = -0,5.XB$



3 - 3 - Relation entre ZC et XC

Isoler le triangle inférieur (4) (voir figure 5b).

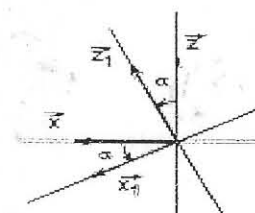
La liaison 9/4 est un pivot d'axe $(0, x_1)$. L'angle d'inclinaison entre l'axe x et l'axe x_1 vaut : $\alpha = 10,20^\circ$

3 - 3 - 1 - Écrire dans la base $(0, x_1, y, z_1)$ le torseur, réduit en 0, des actions mécaniques de 9 sur 4 transmises par la liaison pivot d'axe $0x_1$.

3 - 3 - 2 - Calculer dans la base $(0, x, y, z)$ le moment par rapport à 0 de l'action du porte moyeu 2 sur le triangle inférieur 4.

$$\vec{C}_{2/4} = XC\vec{x} + YC\vec{y} + ZC\vec{z}$$

Exprimer ce moment dans la base $(0, x_1, y, z_1)$



3 - 3 - 3 - Sachant que $\sum \vec{M}_{ext} \rightarrow 4.\vec{x}_1 = 0$ et à l'aide des résultats des questions précédentes, montrer que la relation algébrique liant ZC à XC et alpha est égale à : $ZC = -XC.tan\alpha$.

3 - 4 - Détermination de XA, YA, ZA

Isoler l'ensemble {2 + 3 + élément élastique + amortisseur} (voir figure 6). On donne, dans la base $(0, x, y, z)$, les torseurs des actions mécaniques relatifs :

- aux actions de la roue 1, au niveau de la liaison pivot, réduites en H1

$$[H]_{12} = \begin{Bmatrix} 550.7 & 0 \\ 0 & 0 \\ (3000-150.7) & 0 \end{Bmatrix}_{H1}$$

Aux actions des biellettes de direction 5 en B

$$[B_{-1}] = \begin{Bmatrix} XB_1 & 0 \\ 13XB_1 & 0 \\ -0.5XB_1 & 0 \end{Bmatrix} \quad \text{H.S.F.}$$

Aux actions du triangle inférieur 4 en C

$$[C_{11}] = \begin{Bmatrix} XC_1 & 0 \\ YC_1 & 0 \\ -0.18XC_1 & 0 \end{Bmatrix} \quad \text{Eq. 4.2}$$

3 - 4 - 1 - Compléter le bilan des actions mécaniques agissant sur l'ensemble isolé.

- 3 - 4 - 2 - Exprimer

XB_1 en fonction de γ ,

XC_1 en fonction de γ ,

YC_1 en fonction de γ .

Pour cela on vous conseille :

- d'écrire les trois équations algébriques, relatives aux moments calculés au point A,
- de résoudre le système ainsi obtenu.

3 - 4 - 3 - Quels que soient les résultats de la question précédente on prendra pour la suite

$$XB_1 = -3 - 10. \gamma, \quad XC_1 = -88 - 462. \gamma, \quad YC_1 = -752 + 130. \gamma,$$

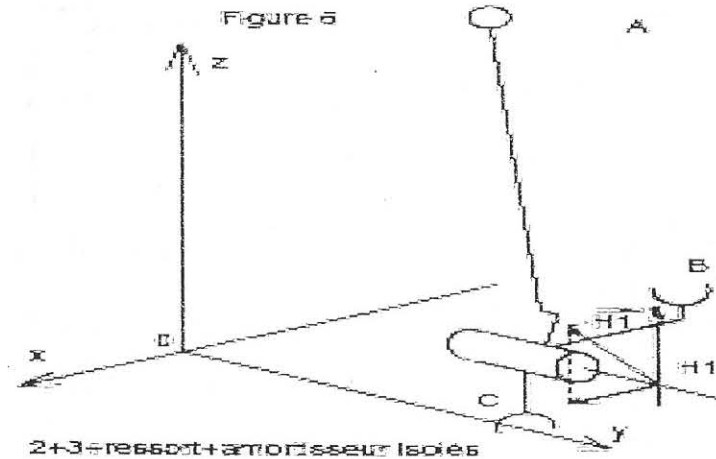
- Déterminer les expressions de :

XA1 en fonction de γ ,

YAl en fonction de γ ,

ZA1 en fonction de γ .

Pour cela on conseille d'écrire les trois équations algébriques relatives à la résultante et de résoudre le système ainsi obtenu.



4 – VÉRIFICATION DU DISPOSITIF ANTI-CABRAGE

4 - 1 - Recherche de l'action de 3 sur l'élément élastique

(Voir figures 4a et 7 et page 6/6)

L'axe $\vec{u}$ du tube de suspension est contenu dans un plan parallèle à $(0, y, z)$.

La liaison entre 3 et 2 est assimilée à une liaison pivot glissant d'axe $\vec{u}$. L'angle d'inclinaison β de l'axe $\vec{u}$ par rapport à l'axe $\vec{z}$ vaut $\beta = 2,48^\circ$.

On admet que l'action en A de la caisse 9 sur le tube de suspension 3 ($\overrightarrow{A9/3}$) a pour composantes

dans le repère $0, x, y, z$:

$$XA1 = 91 - 78. \gamma,$$
$$YA1 = 791,$$
$$ZA1 = -3017 + 72. \gamma .$$

Après avoir projeté $(\overrightarrow{A_2/3})$ sur $\overrightarrow{u}$ déterminer en fonction de γ l'action de 3 sur l'élément élastique

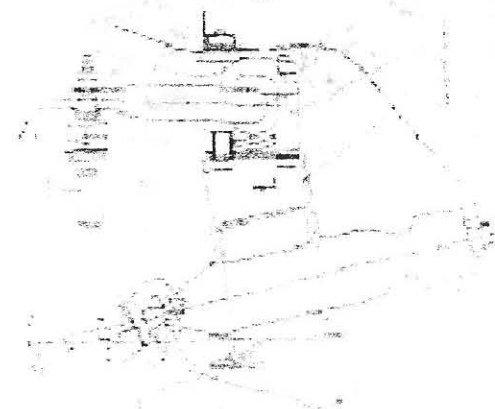
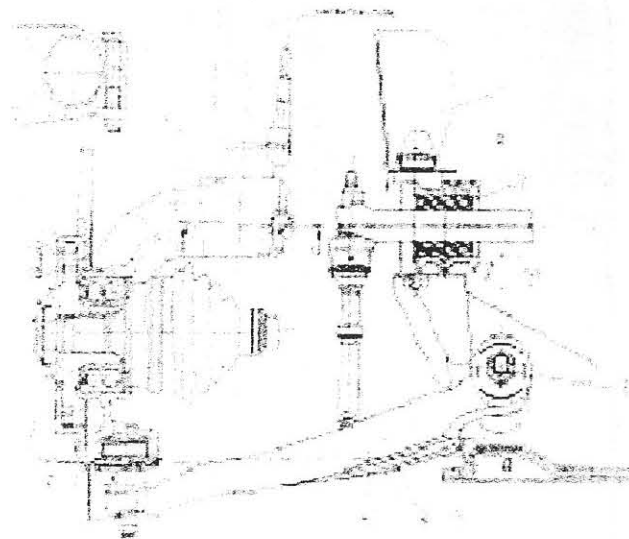
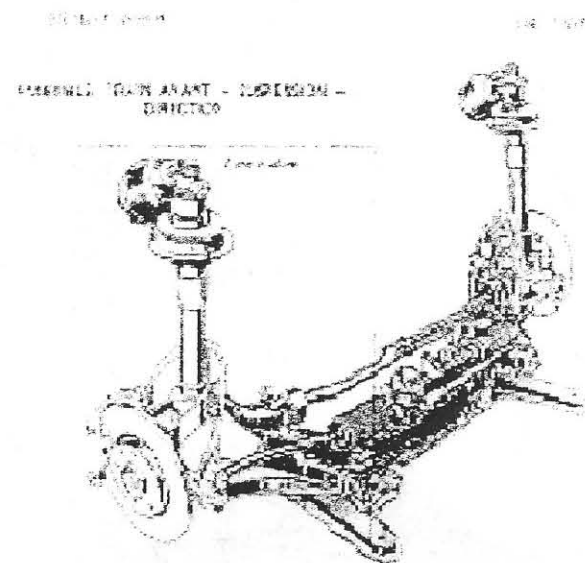
r de la suspension : $\overrightarrow{U_{3/\tau}} = U. \vec{u}$

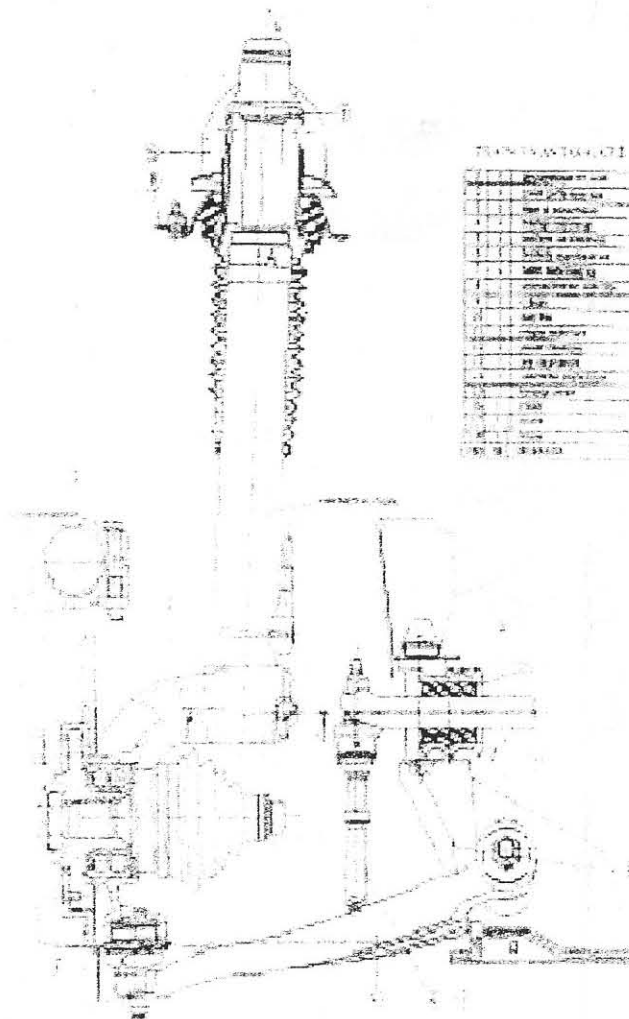
4 - 2 - Efficacité du dispositif

L'étude identique, effectuée sur un demi-train avant, de mêmes dimensions, dont la liaison entre le triangle inférieur 4 et la caisse 9 se réalise par une liaison pivot d'axe ox ($\alpha = 0$), conduit au résultat suivant : $\vec{U}_{3/r} = (141\gamma - 3034) \cdot \vec{u}$

4 - 2 - 1 - Pour chaque demi-train avant ($\alpha = 0$, $\alpha = 10,20^\circ$), calculer les valeurs numériques de l'action de 3 sur l'élément élastique $r \parallel 3/rU \parallel$ pour une accélération nulle $\gamma = 0 \text{ m.s}^{-2}$ et pour une accélération $\gamma = 3 \text{ m.s}^{-2}$. Comparer les résultats. Peut-on conclure que le dispositif anti-cabrage est opérant ?

4 - 2 - 2 - En reprenant les mêmes hypothèses, peut-on espérer que ce système fonctionne en phase de freinage en tant que dispositif anti-plongée ? Justifiez votre réponse.

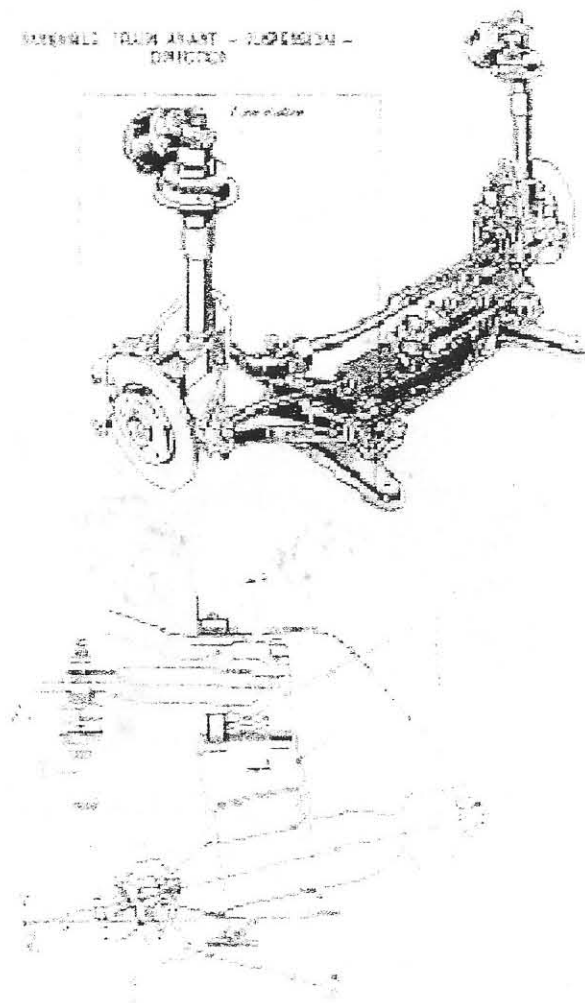




TRANSMISSION

1	Shaft
2	Pinion
3	Gear
4	Pinion
5	Gear
6	Pinion
7	Gear
8	Pinion
9	Gear
10	Pinion

20-1000-1000
100-1000-1000
SHERMAN TRUCK FRONT - SUSPENSION - DRIFTED



CLIMATISATION

DISPOSITIF DE PRODUCTION DU FROID

(Voir document II page 3/4 : dispositif de production du froid)

PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

Les véhicules équipés de la climatisation en série occupent une place de plus en plus importante sur le marché automobile.

Objet de l'étude

Le travail que nous vous proposons consiste à étudier le cycle du fluide frigorigène afin de déterminer, la puissance nécessaire pour entraîner le compresseur, et l'efficacité d'une installation.

Notations utilisées

p : pression

V : volume massique (m^3/kg)

V : volume (m^3)

T : température absolue

Données

On admet que le fluide frigorigène R134a se conduit à l'état gazeux comme un gaz parfait de caractéristique $r = 85 \text{ J/kg.K}$, d'exposant adiabatique $\gamma = 1,12$.

Le débit masse du R134a a pour valeur: $\dot{m} = 0,13 \text{ kg.s}^{-1}$

Le taux de compression dans le compresseur est égal à : $p_4/p_3 = 10/3,5$

Le rendement isentropique de compression a pour valeur : $\eta_{is} = 0,8$.

Le rendement mécanique est évalué à : $\eta_m = 0,9$.

Le rendement volumique est égal à : $\eta_v = 1$.

1 - CARACTERISTIQUE DU R134a

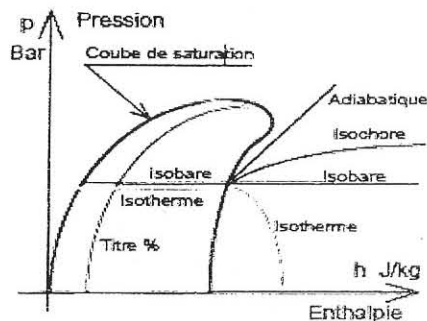
1 - Calculer les chaleurs massiques à volume constant c_v et à pression constante c_p du fluide frigorigène R134a.

2 - CYCLE DU FLUIDE FRIGORIGÈNE

2 - 1 - A l'aide des valeurs fournies page 12/15 document I, et des explications données sur la page 13/15 document II, tracer, sur le document III de la page 14/15 et 15/15 les points correspondant aux états : 1, 2, 5.

La figure ci-contre explicite les diverses courbes représentées sur le document III page 4/4.

2 - 2 - Calculer la température de fin de surchauffe T3 (surchauffe 2→3 transformation isobare)



3 - ÉTUDE DE LA COMPRESSION 3→4

3 - 1 - Calculer la température de fin de compression T4is dans le cas d'une compression isentropique.

3 - 2 - Calculer la température de fin de compression T4r dans le cas d'une compression adiabatique irréversible. On rappelle la valeur du rendement isentropique de compression $\eta_{is} = 0,8$.

3 - 3 - Sur le document page 4/4 placé les points correspondants aux états 3, 4is, 4r.

3 - 4 - Tracer le cycle réel (1, 2, 3, 4r, 5, 1) sur le document page 4/4.

3 - 5 - Relever sur le diagramme document page 4/4 le travail massique réel W_r que doit fournir le compresseur au fluide lors de la compression.

3 - 6 - En déduire la puissance r que doit fournir le compresseur au fluide. On rappelle que le débit massique est égal à : $\dot{m} = 0,13 \text{ kg/s}$.

3 - 7 - Calculer la puissance effective eff nécessaire pour entraîner le compresseur.

4 - EFFICACITÉ DE L'INSTALLATION

En admettant que les températures d'entrée et de sortie de l'évaporateur et du condenseur sont les suivantes (vous ne tiendrez pas compte des résultats de la question 1 - 2 -) :

	Évaporateur	condenseur
ENTRÉE	5°C	68°C
SORTIE	24°C	40°C

4 - 1 - Mesurer la quantité de chaleur q échangée par un kilogramme de fluide dans l'évaporateur.

4 - 2 - Mesurer la quantité de chaleur Q échangée par un kilogramme de fluide dans le condenseur.

4 - 3 - Calculer l'efficacité de l'installation. On rappelle $\epsilon = q/W_r$

5 - MODIFICATION DE L'EFFICACITÉ

5 - 1 - Quels sont les éléments qui influent sur l'efficacité ?

5 - 2 - On désire obtenir une efficacité $\epsilon = 5$ Sans modifier le travail à fournir au compresseur.

5 - 2 - 1 - Quelle est alors la quantité de chaleur échangée dans l'évaporateur ?

5 - 2 - 2 - Que devient la quantité de chaleur échangée dans le condenseur ?