

Nombre de pages : 6

Durée : 3 heures

Calculatrices et documents : calculatrices autorisées

COMMENCEZ par inscrire vos noms et prénoms, le centre de passage de l'examen et le numéro de votre place sur chaque copie que vous rendrez.

Les surveillants ont pour consigne d'exclure du concours tout candidat qui tente de vouloir copier sur un de ses voisins, d'accéder à des documents quels qu'ils soient, ou d'écrire avant le signal de départ ou après le signal de fin de l'épreuve

Consignes Particulières :

Il est indispensable de justifiez toutes vos réponses. Vous devez impérativement traiter au moins un exercice de chaque matière, à savoir thermodynamique, mécanique et électricité.

**SUJET A RENDRE A LA FIN de
L'EPREUVE**

Electricité

Exercice 1

Pour chacun des dipôles suivants, utilisés à la fréquence $f = 50\text{Hz}$, déterminer les expressions des impédances complexes et en déduire leurs normes Z et leurs arguments φ sachant que : $R = 100\Omega$; $L = 100\text{mH}$; $C = 0,1\mu\text{F}$

1. dipôle (R,C) série
2. dipôle R en série avec (L,C) parallèle

Exercice 2

Une installation est alimentée sous une tension efficace $U = 200\text{ V}$.

Elle consomme une puissance $P = 12\text{ kW}$. La fréquence est 50 Hz , l'intensité efficace 80 A .

1. Sachant que cette installation est du type inductif, calculer la résistance R et l'inductance L qui, placées en série avec la même alimentation, seraient équivalentes à l'installation.
2. Calculer la capacité C à placer en parallèle sur l'installation pour relever le facteur de puissance à la valeur $0,9$

Exercice 3

Les essais d'un moteur asynchrone sur le réseau 230/400V – 50 Hz ont donné les résultats suivants :

- A vide, on a mesuré :
 - Pertes dans le fer du stator : $P_{fs} = 0,30 \text{ kW}$
 - Pertes mécaniques : $P_m = 0,30 \text{ kW}$
 - $N_v \sim N_s = 1000 \text{ tr/min}$, N_s : vitesse de synchronisme
- En charge, on a mesuré :
 - $P_1 = + 4,50 \text{ kW}$; $P_2 = + 2,00 \text{ kW}$; par la méthode des deux wattmètres
 - $N = 960 \text{ tr/min}$
- Mesure de la résistance statorique entre deux phases du moteur : $R = 0,80 \Omega$

On rappelle que la méthode des 2 wattmètres permet de mesurer à la fois la puissance active et la puissance réactive :

$$\text{Puissance active : } P = P_1 + P_2$$

$$\text{Puissance réactive : } Q = \sqrt{3} \cdot [P_1 - P_2]$$

1. Calculer le nombre p de paires de pôles

Pour le fonctionnement en charge, calculer :

2. Le glissement g
3. Les puissances actives et réactives absorbées par le moteur
4. Les pertes par effet Joule au stator P_{js}
5. Les pertes par effet Joule au rotor P_{jr}
6. La puissance utile P_u
7. Le rendement η

Exercice 4

Dans tout l'exercice les ponts sont alimentés par un réseau 220 V- 50 Hz. On pose $v(t) = V\sqrt{2} \sin\omega t$.

La charge est composée d'une résistance $R = 1\Omega$

1. Préciser pour chaque intervalle quelles sont les diodes passantes
2. Représenter le chronogramme de la tension $V_c(t)$ ainsi que le courant $i_c(t)$
3. Calculer la valeur moyenne de $V_c(t)$

La charge est maintenant composée d'une résistance $R = 1\Omega$ en série avec une générateur de tension de force électromotrice $E = 100 \text{ V}$

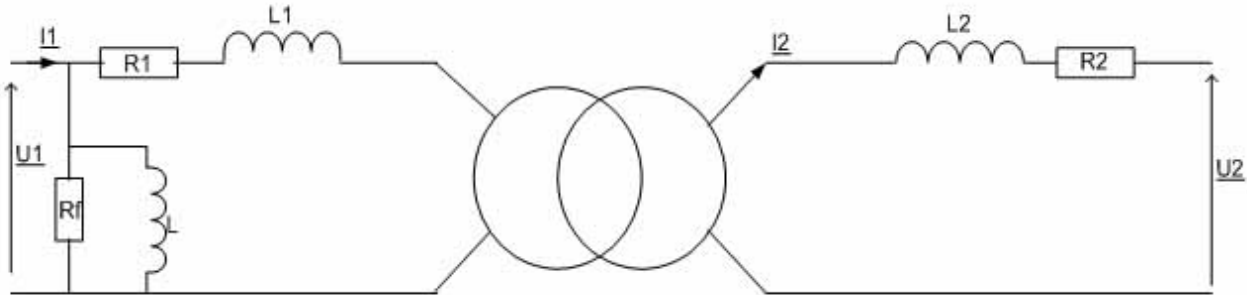
4. Représenter le chronogramme de la tension $V_c(t)$ ainsi que le courant $i_c(t)$

Exercice 5

Le schéma suivant est celui d'un transformateur monophasé dans le cadre des approximations de Kapp et pour lequel on précise :

$R_1 = 0.8 \Omega$; $R_2 = 0.19 \Omega$; $L_1 = 7.6 \text{ mH}$; $L_2 = 85 \mu\text{H}$; $R_f = 1400 \Omega$; $L = 1.17 \text{ H}$

Nombre de spires primaires : $N_1 = 891$; nombre de spires secondaires : $N_2 = 297$



1. Le transformateur est à vide. Il est alimenté au primaire sous une tension sinusoïdale de valeur efficace $U_1 = 660 \text{ V}$.
 - a) Calculer la valeur efficace du courant absorbé I_{10} et son déphasage par rapport à la tension primaire.
 - b) Quelle est la tension U_{20} mesurée au secondaire ?

2. On place un court circuit au secondaire et on alimente le primaire sous tension réduite, le courant primaire est de 4.5 A en valeur efficace. Calculer le courant secondaire, la tension primaire et la puissance active et réactive absorbées.

Thermodynamique

Exercice 1

Le fonctionnement du moteur à explosion peut être modélisé par le cycle théorique de Beau de Rochas. Ce cycle représenté dans un diagramme de Clapeyron, peut se décomposer en quatre temps :

- Premier temps, est une compression adiabatique réversible AB du mélange combustible avec un rapport volumique $a = V_a / V_b = 7$
- Le deuxième temps est une compression isochore BC, résultant de la combustion du mélange
- Le troisième temps est une détente adiabatique réversible selon CD. En D, le piston est au point mort bas : $V_d = V_a$
- Le quatrième temps est un refroidissement isochore DA

La quantité de carburant étant peu importante par rapport à celle de l'air aspiré, on la négligera devant cette dernière.

Le cycle est étudié pour une mole d'air assimilé à un gaz parfait.

On donne :

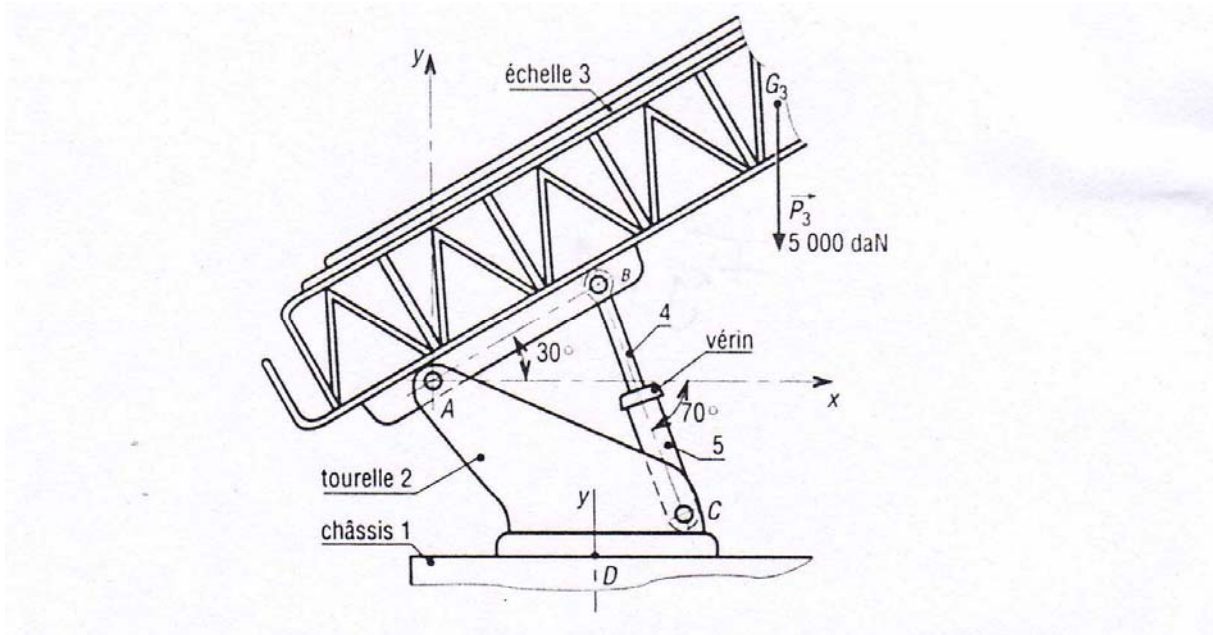
$$P_a = 10^5 \text{ Pa} ; T_a = 300 \text{ K} ; P_c = 62 \cdot 10^5 \text{ Pa} ; T_c = 2,65 \text{ K} ; P_d = 4,08 \cdot 10^5 \text{ Pa} ; T_d = 1,21 \cdot 10^3 \text{ K}$$

1. Représenter l'allure du cycle sur un diagramme de Clapeyron $P = f(V)$
2. Déterminer la valeur des volumes V_a et V_b aux points A et B
3. Calculer la pression P_b et la température T_b au point B
4. Exprimer, en fonction des températures aux extrémités du cycle, les quantités de chaleur algébriques Q_{ab} , Q_{bc} , Q_{cd} , Q_{da} , échangées avec le milieu extérieur au cours de chacune des quatre phases. Calculer leurs valeurs numériques. En déduire par l'application du Premier Principe, la valeur algébrique W du travail fourni à l'air au cours du cycle.
5. Le rendement du cycle s'exprime par : $\eta = -W / Q_{ac}$. Calculer sa valeur numérique

Mécanique

Exercice 1

Une échelle de pompier (3), partiellement représentée, est articulée en A (pivot d'axe A, \vec{z}) sur une tourelle (2). La tourelle peut pivoter (rotation d'axe D, \vec{y}) par rapport au châssis du camion (1). Le levage est réalisé par un vérin hydraulique 4 + 5 (4 = tige, 5 = corps) articulé en B sur l'échelle et en C sur la tourelle. Les liaisons en B et en C sont des liaisons rotules de centre B et C (ou des articulations de centre B et C).

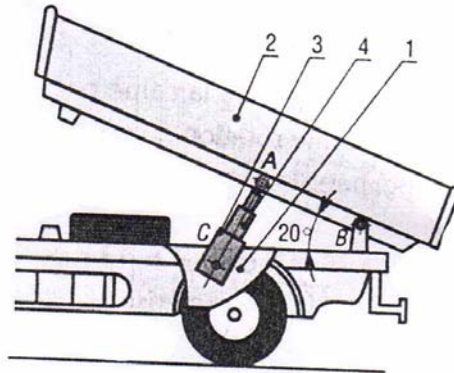


L'étude est réalisée dans le plan de symétrie du dispositif, l'ensemble est en équilibre, la tourelle est à l'arrêt et le vérin bloqué en position. \vec{P}_3 (5000 daN) schématise le poids de l'échelle, le poids du vérin est négligé.

1. Quel principe fondamental peut-on appliquer sur ce système « bloqué en position »
2. Faites un bilan des forces s'appliquant sur le vérin
3. En appliquant le PFS sur le vérin {4 + 5} puis sur la tourelle, déterminez les actions exercées sur les liaisons en A, B et C

Exercice 2

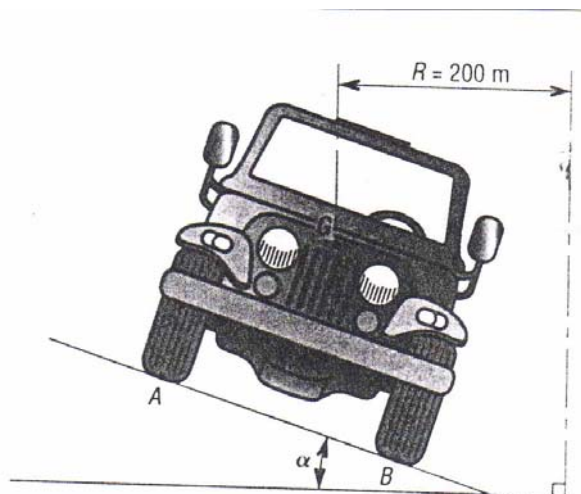
Une benne 2 est articulée en B sur le châssis 1 du camion. L'effort de levage est fourni par un vérin hydraulique 3 + 4 (3 = corps ; 4 = tige) articulé en A sur 2 et en C sur 1. Les liaisons en A, B et C sont des liaisons pivots de centre de même nom. Le dispositif occupe la position de la figure. La tige 4 sort du corps 3 à la vitesse de 5 cm.s^{-1} , les points A et B sont distants d'une longueur de $AB = 2 \text{ m}$



1. Donnez une relation liant $\vec{V}_{A \in 2/1}$ et $\vec{V}_{A \in 3/1}$ (loi de composition de vitesses)
2. Déterminez les vitesses $\vec{V}_{A \in 2/1}$, $\vec{V}_{A \in 3/1}$ et $\omega_{2/1}$

Exercice 3

Une automobile roule à la vitesse constante de 90 km.h^{-1} dans un virage relevé d'un angle α . On étudie le problème dans le plan du dessin.



1. Énoncez le principe fondamental permettant l'étude des objets en mouvement.
2. Énoncez le théorème de l'énergie cinétique
3. Faites un bilan des forces s'appliquant sur l'automobile
4. Déterminez α de façon qu'il n'y ait aucune force de frottement entre les pneus et la route si le rayon du virage est de 200 m.
5. Calculez l'énergie cinétique de l'automobile.