

CONCOURS INTERNE D'INGENIEUR SUBDIVISIONNAIRE
OCTOBRE 2000
PHYSIQUE APPLIQUEE

Durée : 3 heures

Barème :

RDM	10 points
Hydraulique	2,5 points
Mécanique	2,5 points
Electricité-Energétique	5 points

PARTIE ENERGETIQUE ET ELECTRICITE

N.B. Les questions 1 , 2 et 3 sont indépendantes.

Une installation de secours est équipée d'un groupe électrogène qui assure la production autonome d'énergie électrique en cas de panne du secteur . Ce groupe se compose d'un moteur Diesel qui entraîne un alternateur triphasé fournissant une tension $220-380 V - 50 Hz$

Après dix heures de fonctionnement à pleine charge , on a eu une production d'énergie électrique de $291 kWh$ pour une consommation de $98 litres$ de gazole .

1) Déterminer le prix de revient du kilowatt-heure électrique (du strict point de vue de la consommation) sachant que le litre de gazole est facturé $3,90 francs$.

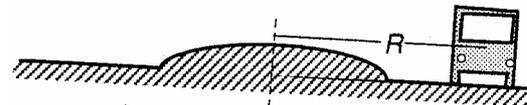
2) Calculer le rendement du groupe électrogène (moteur + alternateur)

3) Calculer l'intensité du courant électrique débité par l'alternateur ainsi que le facteur de puissance global de l'installation de secours sachant que celle-ci est constituée à pleine charge par 300 lampes à incandescence de puissance $40 W$ chacune (montage étoile équilibré) et d'un moteur électrique triphasé dont le facteur de puissance est égal à $0,85$.

Données numériques: - Masse volumique du gazole $833 kg.m^{-3}$
- PCI du gazole = $42 MJ.kg^{-1}$

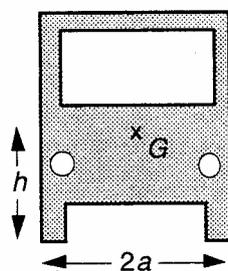
PARTIE MECANIQUE

On désire calculer l'angle de relèvement de la chaussée dans un virage horizontal afin d'éviter aux véhicules de dérapier. Ce virage (de $50 m$ de rayon) est susceptible d'être abordé par des camions à la vitesse constante de $54 km.h^{-1}$ (on négligera tout frottement *transversal*)



De quel angle α doit être relevé le plan de la route, par rapport à l'horizontale, pour que le virage soit sécurisé ?

On prendra $g = 10 m.s^{-2}$



CORRECTION :

PARTIE ENERGETIQUE ET ELECTRICITE

1) Prix de revient du kWh électrique :

La production de 291 kWh élec. nécessite 98 l de gazole

1 kWh nécessite donc un volume $V = \frac{98}{291} = 0,337$ l

Le prix de revient cherché est donc $\frac{98}{291} \times 3,90$

$$\boxed{\text{prix} = 1,31 \text{ F}}$$

2) Rendement :

$$\eta = \frac{W_{\text{elec}}}{Q} \quad \text{avec} \quad W_{\text{elec}} = 291 \text{ kWh} = 1,0476 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$\text{et } Q = m K_m = \rho V K_m = 833 \times 98 \cdot 10^{-3} \times 42 \cdot 10^6 = 3,4286 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$\eta = 0,305545$$

$$\boxed{\eta = 30,6 \%}$$

3) puissance et puissance réactive consommées par les lampes :

$$P_L = 300 \times 40 = 12000 \text{ W} = 12 \text{ kW} \quad Q_L = 0$$

$$\text{puissance totale } P = \frac{W_{\text{elec}}}{t} = \frac{291 \cdot 10^3}{10} = 29100 \text{ W} = 29,1 \text{ kW}$$

puissances consommées (active et réactive) par le moteur :

$$P_M = P - P_L = 17,1 \text{ kW} \quad Q_M = P_M \tan \varphi_M$$

$$\cos \varphi_M = 0,85 \quad \varphi_M = 31,788^\circ \quad \text{donc} \quad Q_M = 10,597 \approx 10,6 \text{ kVAR}$$

$$\text{Or } Q = Q_M = P \tan \varphi \quad \text{d'où} \quad \tan \varphi = \frac{Q_M}{P} = \frac{10,597}{29,1} = 0,3642$$

$$\Rightarrow \varphi = 20,01^\circ \quad \text{et} \quad \boxed{\cos \varphi = 0,94} \quad (0,93963)$$

I ?

$$P = UI\sqrt{3} \cos \varphi \quad \text{d'où} \quad I = \frac{P}{U \cos \varphi \sqrt{3}} = \frac{29100}{380 \times 0,93963 \sqrt{3}} = 47,053 \text{ A}$$

$$\boxed{I = 47 \text{ A}}$$

PARTIE MECANIQUE

Virage sécurisé \Rightarrow trajectoire = "sur la route"

Le centre d'inertie G du camion doit donc avoir un mvmt circulaire uniforme dans le référentiel terrestre, supposé galiléen.

Son accélération s'exprime, en coord de Frenet, par

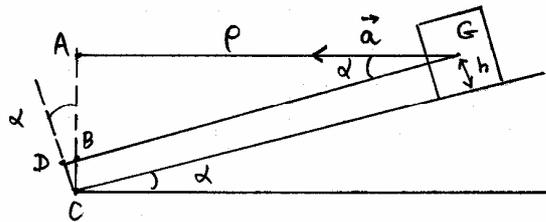
$$\vec{a} = \frac{d\|\vec{v}\|}{dt} \vec{u}_T + \frac{v^2}{\rho} \vec{u}_N = \frac{v^2}{\rho} \vec{u}_N$$

$$\|\vec{v}\| = \text{cte} = 54 \text{ km.h}^{-1} = 15 \text{ m.s}^{-1}, \quad \rho = \text{cte}$$

calcul de ρ :

$$\rho = AG, \quad R = DG, \quad h = CD$$

La valeur de h n'étant pas



donnée, on la supposera suffisamment faible pour considérer que

$DB \ll R$ soit $R \approx BG$. On a alors $\rho = R \cos \alpha$

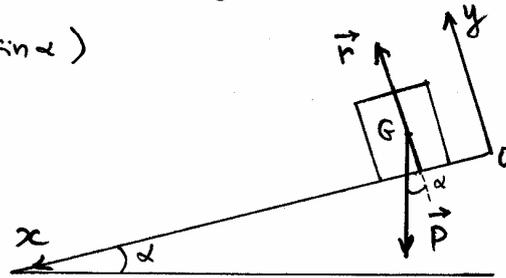
(on trouverait sinon $\rho = R \cos \alpha - h \sin \alpha$)

Bilan des forces extérieures :

\vec{P} , réaction \vec{r} de la route

($\vec{r} \perp$ plan de la route car pas de frottement transversal)

Les autres forces (tangentes à la trajectoire) se compensent ($\|\vec{v}\| = \text{cte}$)



Théorème de la résultante cinétique : $m \vec{a}(G) = \sum \vec{F}_{\text{ext}}$

$$\text{d'où } \vec{P} + \vec{r} = m \vec{a}$$

$$\text{Projetons sur } Ox : mg \sin \alpha = m \frac{v^2}{\rho} \cos \alpha = m \frac{v^2}{R}$$

$$\text{d'où } \alpha = \arcsin \frac{v^2}{Rg} = \arcsin \frac{15^2}{50 \times 10} = \arcsin 0,45$$

$$\alpha = 26,74 \quad \boxed{\alpha = 27^\circ} \quad (0,47 \text{ rad})$$