

C.E.E.R.R.F.

Concours du Vendredi 3 Avril 2009

EPREUVE DE PHYSIQUE

3 exercices obligatoires – Durée : 1 heure – Noté sur 40 – Calculatrice interdite.

www.lacharpe.fr

Exercice 1 : Tout en puissance (12 points)

On considère un générateur caractérisé par sa tension à vide notée E_1 et sa résistance interne notée r_1 .

En circuit fermé, il débite un courant électrique d'intensité I .

1. Rappeler sans démonstration la loi d'ohm (également appelée loi de fonctionnement) de ce générateur. Représenter le schéma équivalent d'un tel générateur.
2. Rappeler sans démonstration (en fonction des données du texte) :
 - a) L'expression de la puissance totale P_G échangée par ce générateur.
 - b) L'expression de la puissance P_E fournie par ce générateur au circuit extérieur.
 - c) L'expression de la puissance P_J dissipée par effet joule dans ce générateur.
3. Ce générateur débite un courant d'intensité $I = 100 \text{ mA}$ pendant une minute exactement. La puissance P_G est 10 fois plus importante que la puissance P_J . L'énergie qu'il dissipe par effet joule durant cet intervalle de temps est $W_J = 6,0 \text{ J}$.
En déduire (en fonction des données du texte) :
 - a) L'expression de sa tension à vide E_1 . Calculer sa valeur.
 - b) L'expression de sa résistance interne r_1 . Calculer sa valeur.
 - c) L'expression du rendement η dans ces conditions d'utilisation. Donner sa valeur en pourcentage.
4. On associe ce générateur en parallèle avec un autre générateur de tension à vide $E_2 = E_1$ et de résistance interne r_2 inconnue, de telle sorte que leurs bornes positives coïncident.
 - a) Schématiser l'association correspondante. On notera I_1 l'intensité électrique du courant débité par le premier générateur et I_2 celle du second générateur.
 - b) On considère que cette association est équivalente à un seul générateur de caractéristiques (E_{eq} et r_{eq}), de tension U_{PN} et débitant une intensité I .
Établir les expressions littérales de I_1 et I_2 en fonction de r_1 , r_2 et I .
 - c) Donner l'expression des puissances électriques P_1 , P_2 et P_{eq} disponibles aux bornes de chaque générateur puis aux bornes du générateur équivalent.
 - d) En déduire l'expression de E_{eq} puis celle de r_{eq} .
 - e) Déterminer la valeur de r_2 permettant d'obtenir $r_{eq} = 5,0 \Omega$.

On rappelle l'égalité mathématique : $\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{a+c}{b+d}$ (si b, d et $b+d$ non nuls).

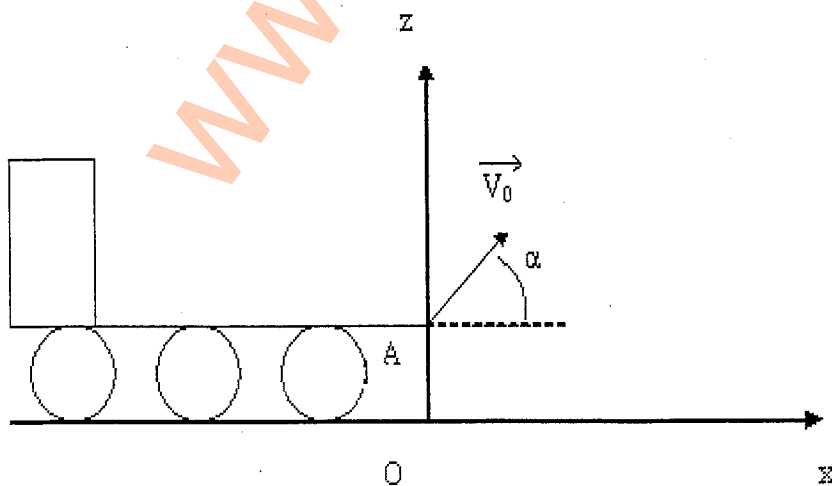
Exercice 2 : Libre de chuter (14 points)

Un caillou assimilé à un point G est projeté vers l'arrière d'un camion (voir schéma 1), dans le plan vertical (x, O, z) . A l'instant $t = 0$, le caillou, en A, a un vecteur vitesse de valeur v_0 dans le référentiel terrestre, qui fait un angle $\alpha = 45^\circ$ avec l'horizontale. Les frottements sont négligés. Le camion roule avec une vitesse constante de valeur v_1 .

- A) Etablir littéralement l'équation horaire du caillou $\overline{OG}(t)$ dans le repère orthonormé (x, O, z) .
- B) Etablir l'équation cartésienne $z(x)$.
- C) Ecrire littéralement, en justifiant sans calculs compliqués, l'équation horaire du caillou, dans le référentiel camion, auquel on associe un repère orthonormé (x', O', z') qui coïncide avec le repère (x, O, z) à $t = 0$.
- D) A $t = 0$, une voiture distante de d , suit le camion, selon la direction Ox , avec une vitesse constante de valeur v_2 .
- a. Ecrire littéralement l'équation horaire $x_1(t)$ du mouvement de la voiture dans le repère (x, O, z) .
 - b. Ecrire littéralement l'équation horaire $x'_1(t)$ du mouvement de la voiture dans le repère (x', O', z') lié au camion.
- E) Etablir littéralement la condition nécessaire pour que le caillou retombe sur la route avant le passage de la voiture. On notera t_s l'instant où le caillou atteint le sol.
- F) Déterminer la valeur numérique de t_s .
- G) En déduire les valeurs numériques possibles pour d , permettant d'éviter une quelconque rayure de la carrosserie ou un bris de glace de la voiture, sachant que celle-ci a une hauteur H supérieure à la côte maximale z_M atteinte par le caillou au cours de son mouvement.

Données : $\sin \alpha = 0,7$; $v_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$; $OA = 1,6 \text{ m}$; $v_1 = 30 \text{ m.s}^{-1}$; $v_2 = 20 \text{ m.s}^{-1}$; $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$; $27 \times 16 = 432$.

Schéma 1 :



Exercice 3 : Voyons voir (14 points)

On considère une lentille mince convergente (L) de centre optique O et de distance focale image f' , un objet étendu AB et A'B' l'image de cet objet au travers de la lentille.

1. Rappeler les formules de conjugaison et de grandissement (dites de Descartes) pour une lentille mince.
Ces formules sont-elles applicables pour tout type de lentille mince ?
2. *En s'appuyant sur ces formules*, expliquer de façon succincte (deux lignes maximum) pourquoi :
 - a) A'B' se situe à l'infini si AB est dans le plan focal objet.
 - b) A'B' se situe dans le plan focal image si AB est à l'infini.
 - c) Si AB est avant la lentille et A'B' après alors l'image est renversée.
 - d) Si AB et A'B' se trouvent avant la lentille alors l'image est droite.
3. Il existe une autre formule de conjugaison que celle de Descartes. Si on utilise les foyers objet et image F et F' d'une lentille mince comme origine au lieu du centre optique O, on obtient alors une formule appelée formule de Newton. En effectuant ce changement d'origine, établir la relation entre \overline{FA} , $\overline{F'A'}$ et f' , (on obtient alors la formule de Newton).
4. On considère une lentille mince telle que $f' = 3,0$ cm, un objet AB situé à gauche du foyer objet F (à une distance d de celui-ci), une image A'B' située à droite du foyer image (à une distance D de celui-ci).
 - a) Exprimer D à partir des formules de Descartes.
 - b) Dans ce cas de figure, la formule du 3. n'est-elle pas plus adaptée ? Justifier.
 - c) On donne $d = 5,0$ cm, calculer D (en m).
 - d) Exprimer puis calculer le grandissement γ obtenu.
 - e) Caractériser l'image A'B'.
5. On considère la même lentille mince que pour la question 4. Déterminer par construction (et uniquement par construction) la position d'un objet AB et d'une image A'B' par rapport au centre O de cette lentille, vérifiant $\gamma = -3$.
Indication : on utilisera une page de la copie, en format paysage (schéma dans le sens de la longueur), avec horizontalement et verticalement une échelle 1.
6. Reprendre la question 5. avec $\gamma = +3$.