

Maturité gymnasiale

Session 2016

EXAMEN DE PHYSIQUE

EXAMEN DE L'OPTION COMPLÉMENTAIRE

Durée : 3 heures

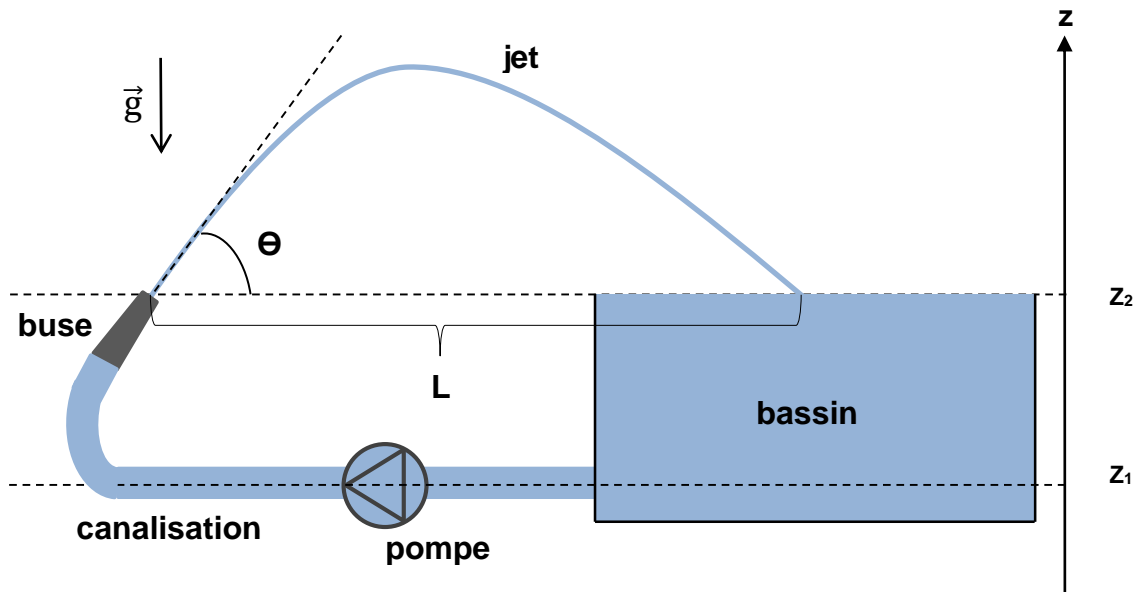
Matériel autorisé : formulaire et machine à calculer non programmable

Nombre de points par problème

Problème 1 : 15 pts
Problème 2 : 15 pts
Problème 3 : 15 pts

La note maximale de 6 correspond à 50 points.

1)



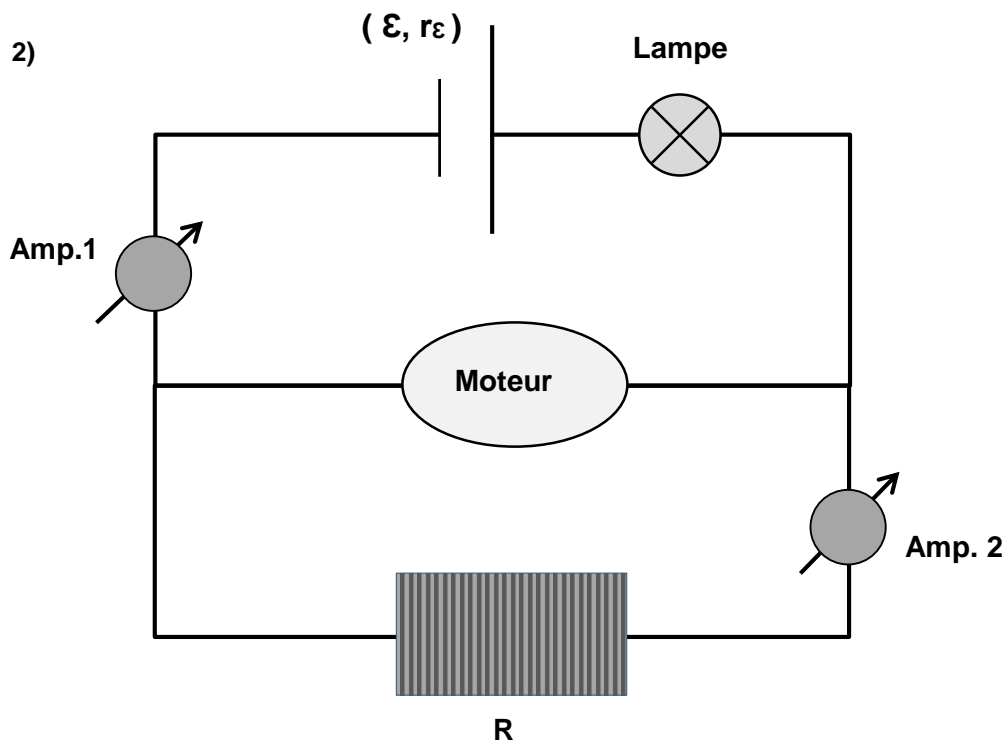
Le dessin ci-dessus montre le schéma d'une fontaine monumentale. L'eau du bassin, qui fait aussi office de réservoir, est « aspirée » avec un débit volumique D_v par une pompe dans une canalisation de diamètre d . Une buse, placée au bout de la canalisation, permet de former un jet qui finit sa course dans le bassin.

- Déterminer la vitesse de l'eau dans la canalisation avant et après le passage dans la pompe.
- Sachant que la pompe de rendement η est alimentée par un courant I et une tension U , déterminer la pression de chaque côté de la pompe.
- La buse ayant un diamètre de sortie égal à $d/2$, déterminer la vitesse de l'eau V_b de l'eau au départ du jet.
- Si l'on veut que le jet finisse dans le bassin à une distance horizontale L de la base du jet, déterminer l'angle initial θ du jet.
- A quelle hauteur z_3 le jet va-t-il culminer ?

Indication : $2\sin\alpha \cdot \cos\alpha = \sin(2\alpha)$

Application numérique :

$D_v = 10 \text{ l/s}$ $d = 10 \text{ cm}$ $U = 220 \text{ V}$ $I = 5 \text{ A}$ $\eta = 80\%$
 $z_1 = -0.5 \text{ m}$ $z_2 = 1.0 \text{ m}$ $p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $\rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$
 $L = 2.0 \text{ m}$



Afin de tester un moteur électrique (de rendement η), on réalise le circuit suivant (voir ci-dessus) doté d'une source réelle $(\mathcal{E}, r_{\mathcal{E}})$, d'une lampe témoin portant les indications (U_L, P_L) , de deux ampèremètres Amp.1 et Amp.2 de résistance interne r_A , et d'une bobine de résistance R .

Dans un premier temps, le moteur fonctionne normalement et les ampèremètres indiquent respectivement $I_1 = 5,5 \text{ A}$ et $I_2 = 1,8 \text{ A}$.

- Déterminer la résistance interne R_L de la lampe et sa puissance réelle consommée P_r .
- Déterminer la différence de potentiel aux bornes du moteur et aux bornes de la source de tension.
- Quelle masse maximale ce moteur pourrait-il soulever à la vitesse V ?

Dans un second temps, le moteur se bloque et les ampèremètres indiquent alors respectivement $I_1' = 8,2 \text{ A}$ et $I_2' = 1,2 \text{ A}$.

- Déterminer alors la différence de potentiel aux bornes du moteur et sa résistance interne r_m .
- Déterminer également la différence de potentiel aux bornes du générateur.
- Finalement, déterminer les caractéristiques de la source de tension, soit sa tension électromotrice \mathcal{E} et sa résistance interne $r_{\mathcal{E}}$.

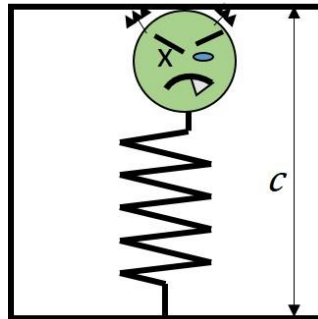
Application numérique :

$\eta = 0.80$	$U_L = 12 \text{ V}$	$P_L = 72 \text{ W}$	$r_A = 1 \Omega$	$R = 60 \Omega$
$V = 2 \text{ m/s}$	$g = 10 \text{ m/s}^2$			

3) Pour l'anniversaire de Marthe, son ami Hubert lui apporte un superbe cadeau enfermé dans une boîte cubique de côté c .



Charmée, Marthe ouvre alors le paquet au temps $t_0 = 0$ s et c'est la surprise : un affreux diabletin jaillit, monté sur ressort, comme visible sur la figure ci-dessous. Fait d'une tête sphérique de rayon r en bois de hêtre (ρ), le diabletin oscille alors en effectuant exactement cinq périodes toutes les deux secondes grâce à un ressort de longueur à vide x_0 .



- Montrer que la rigidité du ressort vaut k .
- Déterminer la force que le couvercle devait exercer sur le diabletin pour le tenir enfermé.
- Écrire l'équation de l'altitude du diabletin par rapport au fond de la boîte en fonction du temps et la représenter de façon réaliste pour un temps allant de 0 à 2 s.
- Quelle est le premier instant pour lequel l'intensité de la vitesse du diabletin vaut v_4 ?

Naturellement effrayée par ce présent, Marthe pousse un cri violent. Placé à une distance d derrière Hubert, Vital entend le cri ΔL moins fort qu'Hubert. Les trois personnages se trouvent sur la même ligne, comme indiqué dans la figure ci-dessus.

- La longueur d'onde du cri vaut-elle plutôt λ_1 , λ_2 ou λ_3 ?
- Hubert est-il plus proche de Marthe ou de Vital ?

Application numérique :

$c = 30$ cm

$k = 50$ N/m

$g = 10$ m/s²

$v_{\text{son}} = 340$ m/s

$r = 4,1$ cm

$v_4 = 4$ m/s

$\lambda_1 = 2$ mm

$I_0 = 10^{-12}$ W/m²

$\rho = 700$ kg/m³

$d = 3$ m

$\lambda_2 = 5$ cm

$x_0 = 60$ cm

$\Delta L = 8$ dB

$\lambda_3 = 10$ m