



CONCOURS D'ENTREE ECINE

JUIN 2014

PHYSIQUE

DUREE DE L'EPREUVE : 2h00

Le sujet comporte 5 pages

Calculatrice autorisée

*Avertissement : toute question relative au sujet est interdite pendant l'épreuve
Si le candidat repère ce qu'il pense être une erreur de sujet,
il consigne sur sa copie les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre
et continue son travail*

I – MECANIQUE



1- En 2017 sera inaugurée la Ligne à Grande Vitesse (LGV) reliant Tanger à Rabat en 1 heure. Elle sera prolongée ultérieurement jusque Marrakech en passant par Casablanca. Une importante gare sera construite non loin de l'UIR.

A bord du TGV n° 312 quittant Tanger à 7h00 ont pris place deux étudiants tangérois de l'ECINE, Hamza et Kawtar.

Pour les applications numériques on considérera les données suivantes :

Longueur d'une rame TGV :	$L = 400 \text{ m}$
vitesse maximale :	$V_{\max} = 100 \text{ m.s}^{-1}$
Masse totale d'une rame avec passagers :	$M = 400 \text{ tonnes}$
Intensité du champ de pesanteur :	$g = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$

1-a Hamza et Kawtar ont cours à 8h30 ; seront-ils à l'heure ?

1-b Calculer la vitesse maximale du TGV en km/h. Calculer son énergie cinétique en Joule à pleine vitesse.

1-c Deux TGV identiques se croisent à pleine vitesse; avec le chronomètre de son téléphone portable, Kawtar mesure le temps de croisement t_1 des deux trains. Quelle valeur trouve-t-elle ?

1-d Hamza se demande quel serait le temps de croisement t_2 mesuré par un observateur situé non pas dans le TGV mais sur le sol. Que vaut t_2 ?

2-a Lors du démarrage, Le TGV met 5 mn à atteindre sa vitesse maximale en suivant un mouvement uniformément accéléré. Calculer l'accélération γ du TGV lors de cette phase.

2-b Pour mesurer cette accélération, Hamza dispose d'un petit pendule pesant de longueur l auquel est accroché une masse m supposée ponctuelle. Expliquez la méthode utilisée par Hamza en vous aidant d'un schéma explicatif.

2-c Dans les virages parcourus à vitesse maximale, on souhaite pour le confort des passagers limiter l'accélération à 1 m.s^{-2} ; calculer le rayon de courbure minimal R_{\min} de la voie permettant de respecter cette contrainte. Le dispositif imaginé par Hamza peut-il fonctionner dans ce cas ?

3-a Dans les chemins de fer, une pente à 5% signifie que le train s'élève de 5m pour 100m parcourus ; calculer la puissance minimale des moteurs du TGV pour qu'il puisse parcourir une rampe de 5% à la vitesse de $0,9 V_{\max}$.

3-b La caténaire est le câble aérien qui alimente les moteurs du TGV ; la tension choisie par l'ONCF est 3000 V continu. La caténaire est constituée d'un seul câble et non deux ; comment se fait le retour du courant ?

3-c En supposant que les moteurs du TGV ont un rendement de 80%, calculer le courant parcourant la caténaire lorsque le TGV parcourt la pente de la question 3-a.

4-a La puissance moyenne absorbée par le TGV lors du trajet est de 1000 kW ; en supposant que le TGV emporte 400 passagers, calculer l'énergie consommée par passager lors du parcours en Joules et en kWh (1 kWh est l'énergie dissipée pendant 1 heure par une source de puissance 1 kW).

4-b Kawtar et Hamza rentrent à Tanger par la route ; leur voiture dissipe une puissance moyenne de 20 kW pendant le trajet parcouru en 2h30 ; le véhicule est occupé par 4 personnes ; calculer l'énergie consommée par passager en kWh et comparer avec le TGV ; conclusion ?

4-c Le prix d'un aller simple Tanger Rabat est de 200 Dh ; le prix d'un kWh est de 1 Dh ; calculer la fraction du prix correspondant au coût de l'énergie ; conclusion ?

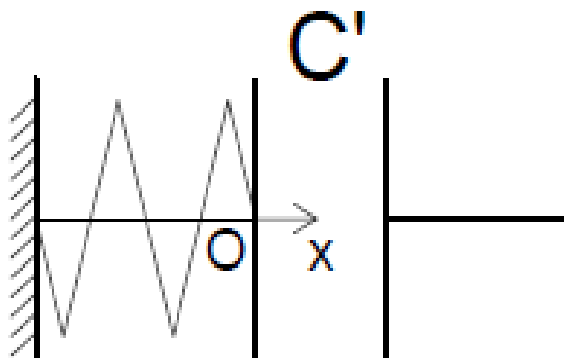
II - ELECTRICITE

Kawtar qui connaît bien l'électricité veut mesurer elle aussi l'accélération du TGV par une méthode différente de celle de Hamza.

1) On considère le condensateur représenté ci-dessous. L'une des armatures du condensateur de masse m est mobile sans frottement sur un axe horizontal ; elle est reliée à un ressort de masse négligeable et de constante de raideur k ; on admet que la capacité C' de ce condensateur peut s'écrire :

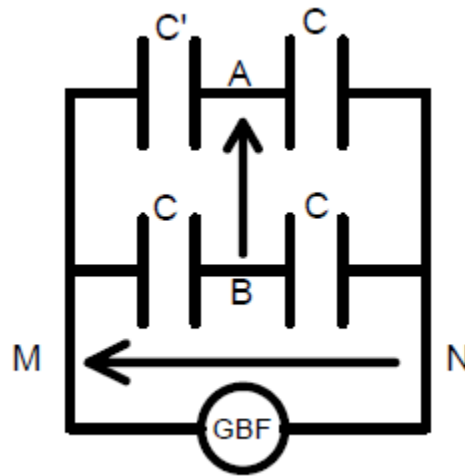
$C' = C (1 + \alpha x)$ où x est le déplacement de l'armature mesuré algébriquement et α une constante définie en m^{-1} .

On suppose $\alpha x \ll 1$ et l'on négligera toutes les forces verticales.



Ce condensateur est au repos dans le référentiel lié au TGV ; celui-ci est animé d'un mouvement uniformément accéléré d'accélération γ comptée algébriquement suivant l'axe Ox ; déterminer C' en fonction de C, k, m, α et γ .

2) Le condensateur précédent est alors inséré dans le circuit suivant :



Le Générateur Basse Fréquence (GBF) délivre une tension sinusoïdale : $V_M - V_N = V_0 \cos \omega t$.

Calculer $V_A - V_B$ en fonction de V_0, t, a, k, m et γ .

On rappelle que si $\varepsilon \ll 1$ alors $\frac{1}{1 + \varepsilon} \approx 1 - \varepsilon$

3) Expliquer comment placer judicieusement un voltmètre pour mesurer l'accélération du TGV.

FIN DE L'ENONCE