? À rendre le mercredi 14 février 2024
Devoir Maison n°13 Approche énergétique

Comment chercher un D.M. ?

- Commencer à chercher le DM, **dès le soir de la distribution de l'énoncé**,
- **Avec le chapitre et les exercices ouverts** sous les yeux.
- En cas de blocage, **poser des questions**, à la fin d'un cours ou par mail : `nvalade.pcsi@gmail.com`
- La réponse à un problème de physique doit contenir :
  - des **schémas** grands, clairs et complets ;
  - des **phrases** qui expliquent votre raisonnement ;
  - les calculs **littéraux**, avec uniquement les **grandeurs littérales** définies par l'énoncé (ou par vous-même si elles ne le sont pas par l'énoncé) ;
  - les applications numériques avec un nombre adapté de chiffres significatifs et une **unité**.

Après avoir récupéré votre copie et le corrigé :

- Reprendre votre copie avec le corrigé afin de comprendre vos erreurs, lire les conseils donnés, ...
- Refaire le DM (si besoin) avant le DS suivant.

Exercice n°1 Étude des rebonds d'une balle

On considère une balle rebondissante de masse m, lâchée sans vitesse initiale depuis une hauteur h_0 et dont on souhaite étudier les rebonds successifs. On néglige tout frottement.

On note g le champ de pesanteur uniforme.

On lâche la balle à $t = 0$, et on note t_0 l'instant du premier impact avec le sol, et v_0 la vitesse juste avant l'impact.

On choisit un axe Oz vertical, avec une orientation et une origine laissée au choix.

Q1. En étudiant la première phase du mouvement, où la balle est en chute libre vers le sol, établir l'expression de l'instant de l'impact, noté t_0, en fonction de h_0 et g.

Une fois au sol, la balle rebondit. Le rebond n'étant pas parfaitement élastique, la balle perd une partie de son énergie cinétique. Notons $\mathscr{E}_{cn}$ l'énergie cinétique juste avant l'impact numéro n et $\mathscr{E}'_{cn}$ celle juste après cet impact. Ces deux énergies ne sont pas égales, car une partie de l'énergie est perdue lors du rebond. On a donc :

$$E'_{cn} = \alpha E_{cn}, \qquad \text{avec} \qquad \alpha < 1 \text{ le coefficient de restitution.}$$

Q2. Établir par un raisonnement énergétique, l'expression de l'énergie cinétique, notée $\mathscr{E}_{c0}$ lors du premier impact ($n = 0$) en fonction de m, g et h_0, puis que la hauteur maximale atteinte par la balle après ce premier rebond est $h_1 = \alpha h_0$.

Q3. En déduire l'expression de la hauteur maximale h_n atteinte après l'impact numéro n en fonction de h_0 et de n.

On s'intéresse ensuite à la durée T_n qui s'écoule entre l'impact n et l'impact suivant. Il s'agit de la durée mise pour monter à la hauteur h_n et redescendre au sol, qui donc vaut deux fois la durée mise pour aller de h_n au sol.

Q4. Montrer que $T_n = 2\alpha^{n/2} t_0$.

On décide enfin d'exploiter une série de mesure de 10 rebonds, comme on pourrait le faire en TP.

Q5. Que mesurer et comment exploiter les mesures pour déterminer le coefficient de restitution α ? Comment en déduire une mesure de g ?

Exercice n°2 Freinage d'urgence

Dans cet exercice, il vous est demandé de faire preuve d'autonomie. Toute démarche même partielle de résolution sera prise en compte, pourvu qu'elle soit cohérente.

Les causes d'accidents sont nombreuses et variées. Afin d'incriminer ou non un éventuel excès de vitesse lors de la sortie de route liée à un dépassement incontrôlé et décrite sur la photographie (figure 1) , on **vous demande de déterminer, à l'aide d'une méthode énergétique, l'expression littérale, puis numérique de la vitesse du véhicule en début de la phase de freinage**. Toutes données pertinentes et nécessaires à la résolution de cette question pourront être introduites par le candidat.

FIGURE 1 – Sortie de route

Les éléments légaux de marquage au sol sont représentés sur la figure 2.

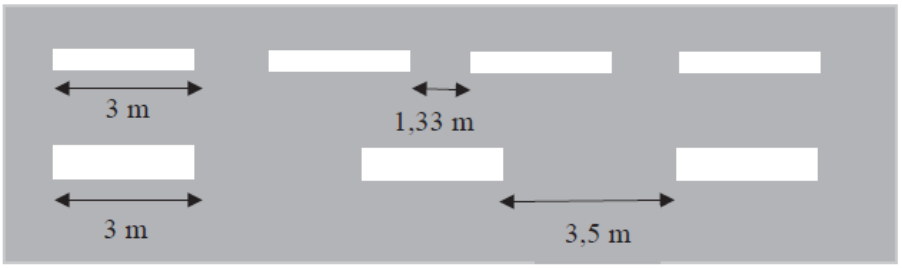

FIGURE 2 – Législation de marquage au sol

Par temps sec, le coefficient de frottement solide est $f = 0,8$.