



Semaine du 19 au 23 janvier 2026

## Programme de colle de physique n°14

## ? Que faire pour les colles ?

## AVANT la colle

- ★ Apprendre le cours,
- ★ Refaire les exercices,
- ★ S'assurer que les questions de cours sont maîtrisées (prendre une feuille et essayer de les faire).

## PENDANT la colle

- ★ Apporter le livret de colles,
- ★ Sur le tableau, représenter les schémas, écrire les calculs.
- ★ La colle est un ORAL (donc il faut parler !) : il faut expliquer ce que vous avez écrit, répondre aux questions...

## APRÈS la colle

- ★ Si certains points n'avaient pas été compris avant la colle, les reprendre attentivement avec le cours,
- ★ Relire les commentaires laissés par l'interrogateur sur le livret de colles afin de progresser.

Déroulé de la colle :

1. Une question de cours de mécanique, plutôt sur l'énergie.
2. Un exercice sur la dynamique du point.

Chapitre n°10 Description et paramétrage du mouvement du point matériel (*En tant qu'outils uniquement*)Chapitre n°11 Lois de Newton (*En cours et exercices*)

- 1 -  Chute verticale en modélisant les frottements fluides par une force linéaire.

Une bille en acier (de masse volumique  $\rho_a$ ) de rayon  $R$  est lâchée dans un cylindre rempli d'huile (de masse volumique  $\rho_h$ ). Pour une sphère de rayon  $R$  dans un fluide de viscosité  $\eta$ , la force de frottement fluide est modélisée par la formule de Stokes :  $\vec{f} = -6\pi R\eta \vec{v}$ . On choisit l'axe ( $Oz$ ) vertical descendant.

- a) Exprimer la poussée d'Archimède.
- b) Établir l'équation différentielle vérifiée  $v_z$  au cours d'une chute verticale.
- c) Sans résoudre l'équation différentielle, déterminer la vitesse limite.
- d) Mettre l'équation différentielle sous forme canonique pour identifier la constante de temps caractéristique  $\tau$ .

- 2 -  Chute verticale en modélisant les frottements fluides par une force quadratique.

On étudie le mouvement dans l'air d'un objet de masse  $m$ . On prend en compte les frottements fluides modélisés par  $\vec{f} = -\frac{1}{2}\rho C_x S v \vec{v}$  où  $\rho$  est la masse volumique du fluide,  $S$  l'aire du solide selon la direction perpendiculaire au déplacement. Le coefficient  $C_x$ , appelé coefficient de traînée dépend principalement de la forme de l'objet. On choisit l'axe ( $Oz$ ) vertical descendant.

- a) Établir l'équation différentielle vérifiée par  $v_z$  au cours d'une chute verticale. *ATTENTION au signes !*
- b) Sans résoudre l'équation différentielle, déterminer la vitesse limite.

- c) Établir l'équation différentielle adimensionnée vérifiée par  $V^* = \frac{v_z}{v_{\lim}}$  et  $t^* = \frac{t}{\tau}$ , montrer qu'elle s'écrit :  $\frac{dV^*}{dt^*} + V^* = 1$  et identifier la constante de temps caractéristique du mouvement. **Uniquement pour les étudiant.e.s plus à l'aise : Jeny, Charline, Mia, Julia, Jeanne, Jules, Aubin, Louis, Tristan, Nathan P, Nathan H-O, Pierre, Anaïs, Lylian, François, Anthony.**

3 - □ Pendule simple : On considère un point matériel  $M(m)$  attaché à l'extrémité d'un fil inextensible. On étudie son mouvement dans un plan vertical.

- a) Établir l'équation différentielle du mouvement vérifiée par  $\theta$  (pris entre la verticale descendante et le fil).

- b) La linéariser dans le cas où les mouvements sont de faibles amplitudes.

Identifier la situation, et la résoudre (avec des conditions initiales fournies par l'interrogateur).

**Les lois de Coulomb sur le frottement solide doivent obligatoirement être fournies. Seul le cas de la translation est au programme.**

- Sans glissement :  $\|\vec{R}_T\| < f_s \|\vec{R}_N\|$
- En cas de glissement :  $\vec{R}_T$  est dans le sens opposé au vecteur vitesse de glissement et  $\|\vec{R}_T\| = f_d \|\vec{R}_N\|$

4 - □ Mouvement en prenant en compte les frottements solides.

On étudie le mouvement d'une pierre de curling, lancée, à l'instant  $t = 0$ , à la vitesse  $v_0 = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Elle décrit un mouvement rectiligne.

Les frottements dûs à la glace sont modélisés par les lois de Coulomb sur le frottement solide de coefficient de frottement  $f = 0,015$ .

- Par application du PFD, exprimer la norme de la réaction normale. En déduire la norme, puis l'expression du vecteur  $\vec{R}_T$ .
- Obtenir l'équation du mouvement, puis l'intégrer deux fois pour obtenir l'équation horaire qui donne la position de la pierre en fonction du temps.
- Déterminer l'instant  $t_f$  d'arrêt de la pierre, puis la distance parcourue avant son arrêt.

5 - □ Mouvement en prenant en compte les frottements solides.

On considère une luge placée sur un pente enneigée inclinée d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale. On souhaite déterminer la condition entre  $\alpha$  et le coefficient de frottement statique pour que la luge ne glisse pas.

- Réaliser un schéma du problème, sur lequel on indiquera la base adaptée judicieusement placée.
- Après avoir effectuer un bilan des forces, écrire la conséquence de l'équilibre.
- En déduire les expressions des composantes des réactions normale et tangentielle.
- En exploitant la loi de Coulomb, déterminer la condition sur l'angle pour que la luge puisse ne pas glisser.

## Chapitre n°12 Approche énergétique du mouvement du point matériel *En cours uniquement*

6 - □ Travail et puissance d'une force :

- Définir le travail élémentaire et le travail sur un chemin. Quelle est son unité ?
- Définir la puissance d'une force. Quelle est son unité ?
- Quelle est la relation entre le travail élémentaire et la puissance ?
- Au choix de l'interrogateur, exprimer le travail et/ou la puissance :
  - de la réaction tangentielle et normale sur un plan incliné ;
  - du poids sur l'exemple du pendule simple.

7 - □ Théorèmes de la puissance et de l'énergie cinétique.

- a) Énoncer en français le TPC et TEC et donner la formule. On sera très vigilant aux notations et aux significations des différents termes et notations.
- b) Application : Nous envisageons le lancer d'une pierre de curling assimilée à un point  $M$  de masse  $m = 20 \text{ kg}$  glissant selon l'axe  $Ox$  vers le point  $B$  visé (la maison). La pierre est lancée de la position initiale  $A$  avec une vitesse  $\vec{v}_0 = v_0 \vec{u}_x$ , la maison se trouvant à la distance  $D = AB = 25 \text{ m}$  du point  $A$ .

Les frottements dûs à la glace sont modélisés par les lois de Coulomb sur le frottement solide de coefficient de frottement  $f = 0,015$ .

Nous négligerons par ailleurs toute force de frottement fluide.

Déterminer la vitesse initiale  $v_0$  pour que le lancer étudié soit gagnant : la pierre atteint la maison et s'y arrête !

8 - □ Force conservative et énergie potentielle.

- a) Définir force conservative et énergie potentielle.
- b) Donner les expressions des énergies potentielles de pesanteur, élastique et gravitationnelle.
- c) Établir l'expression de l'une des énergies potentielles ci-dessus (au choix de l'interrogateur).
- d) Donner la relation entre la force conservative et l'énergie potentielle et le vecteur  $\overrightarrow{\text{grad}}$ .

9 - □ Énergie mécanique.

- a) Définir l'énergie mécanique.
- b) Énoncer proprement, en français, les théorèmes de l'énergie et de la puissance mécanique. Expliciter clairement la signification des différents termes et leurs unités.
- c) Donner les cas de conservation de l'énergie mécanique.
- d) Traiter un des deux exemples ci-dessous :
- Établir l'équation différentielle du mouvement du pendule simple sans frottement à l'aide d'un théorème énergétique (choisi pertinemment !)
  - On étudie la descente en luge de la petite Louise. L'ensemble est assimilé à un point matériel  $M$  de masse  $m$ . La piste est de longueur  $L$  et est inclinée d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontal. Elle part avec une vitesse nulle du haut de la piste. On néglige les frottements fluides ; les frottements solides sont modélisés par les frottements de Coulomb de coefficient  $f$ .  
Par application d'un théorème énergétique judicieusement choisi, **déterminer la vitesse avec laquelle Louise arrive en bas**.