



Semaine du 12 au 16 janvier 2026

## Programme de colle de physique n°13

### ? 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 le chapitre de dynamique).
2. Un exercice sur la cinématique du point.

## Chapitre n°8 Description et paramétrage du mouvement du point matériel (*En cours et exercices*)

### 1 - ☐ Système de coordonnées cylindriques :

- a) Décrire les coordonnées cylindriques et la base cylindrique.

*Schéma complet à réaliser. Bien définir les trois coordonnées cylindriques d'un point et les trois vecteurs de la base cylindrique. Il faut énoncer les définitions en complètement du schéma.*

*Attention à l'expression du vecteur position en coordonnées cylindrique !*

- b) Établir les expressions des vecteurs vitesse, accélération et déplacement élémentaire.

### 2 - ☐ Système de coordonnées sphériques :

- a) Décrire les coordonnées sphériques et la base sphérique.

*Schéma complet à réaliser. Bien définir les trois coordonnées sphériques d'un point et les trois vecteurs de la base sphériques. Il faut énoncer les définitions en complètement du schéma.*

*Attention à l'expression du vecteur position en coordonnées sphérique !*

- b) Établir l'expression du vecteur déplacement élémentaire à partir du schéma.

## Chapitre n°9 Lois de Newton (*En cours uniquement*)

### 3 - ☐ Quantité de mouvement & PFD :

- a) Définir le centre d'inertie d'un système de points.
- b) Définir la quantité de mouvement d'un point matériel.
- c) Définir la quantité de mouvement d'un système de points.
- d) Établir l'expression de la quantité de mouvement d'un système de deux points en fonction du vecteur vitesse du centre d'inertie.

e) Énoncer le PFD.

4 - ☐ Étudier le mouvement d'un système modélisé par un point matériel dans un champ de pesanteur uniforme en l'absence de frottement, situé initialement à une hauteur  $h$  l'origine du repère et lancé avec une vitesse initiale inclinée d'un angle  $\psi$  par rapport au sol.

a) Établir les équations horaires.

b) Établir l'équation de la trajectoire.

c) Représenter la trajectoire, en plusieurs points, le vecteur vitesse et le vecteur accélération.

d) Que peut-on dire du vecteur vitesse et du vecteur accélération au sommet de la trajectoire?  $\triangleleft$  « erreurs! »

5 - ☐ 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  $\tau$ .

6 - ☐ 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  $V^* = \frac{v_z}{v_{\text{lim}}}$  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.**

7 - ☐ 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  $\|\vec{R}_T\| = f_d \|\vec{R}_N\|$

8 - ☐ 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  $f = 0,015$ .

- a) Par application du PFD, exprimer la norme de la réaction normale. En déduire la norme, puis l'expression du vecteur  $\vec{R}_T$ .
- b) 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.
- c) Déterminer l'instant  $t_f$  d'arrêt de la pierre, puis la distance parcourue avant son arrêt.

9 - ☐ Mouvement en prenant en compte les frottements solides.

On considère une luge placée sur une 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.

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