



Tu peux le faire
Ne doute pas de tes capacités
N'abandonne pas et reste concentré.e
Crois en toi
Tu as les ressources en toi pour réussir
Fais de ton mieux.
Ne lâche rien

? Lundi 3 novembre 2025 – Durée : 2 heures
**Devoir Surveillé n°3 (2) – Oscillateurs
harmoniques et amortis**

La calculatrice est INTERDITE.

⚠ Check-list à cocher !

Sur la forme :

- | | |
|--|--------------------------|
| Ma copie est rédigée sur des copies doubles. | ☐ |
| Prendre une nouvelle copie double pour chaque exercice. | ☐ |
| Ma copie est propre. | ☐ |
| Chaque réponse commence par une phrase / des mots. | ☐ |
| Les résultats littéraux sont encadrés, les applications numériques soulignées. | ☐ |
| Un long trait horizontal est tiré entre chaque question. | ☐ |
| Les pages sont numérotées. | ☐ |

Sur le fond :

- | | |
|---|--------------------------|
| Les expressions littérales sont homogènes. | ☐ |
| Les applications numériques sont suivies d'une unité adaptée. | ☐ |

Ce sujet comporte 4 exercices totalement indépendants qui peuvent être traités dans l'ordre souhaité. L'énoncé est constitué de 4 pages.

Contenu du DS :

Exercice n°1	Questions de Travaux Pratiques (Durée ~ 5 min)	2
Exercice n°2	Circuit LC série (Durée ~ 30 min)	2
Exercice n°3	Saut à l'élastique (Durée ~ 1h15)	3
Exercice n°4	Distributeur de plateaux à la cantine (Durée ~ 20 min)	4

Exercice n°1 Questions de Travaux Pratiques (Durée ~ 5 min)

Q1. On veut étudier la charge et la décharge d'un condensateur à travers une résistance. Pour cela, on dispose d'un générateur basse fréquence (GBF), d'un oscilloscope (2 voies notées voie 1 et voie 2), d'une résistance et d'un condensateur. On souhaite observer à l'oscilloscope la tension aux bornes du GBF et celle aux bornes du condensateur. **Représenter** le schéma du circuit à réaliser. La terre et les voies de l'oscilloscope devront être clairement indiquées sur le schéma.

Q2. De nombreuses mesures de capacité ont été effectuées, et on obtient les résultats suivant :

```
1 C=[1.784e-07, 1.31e-07, 1.1733e-07, 1.0925e-07, 1.048e-07, 1.03667e-07,
2   1.02e-07, 9.8e-08, 9.6889e-08, 9.64e-08]
3 Cmoy = np.mean(C)
4 s_C = np.std(C,ddof=1)
5 u_C = s_C/np.sqrt(len(C))
6 print(Cmoy, s_C, u_C)
1.1377388888888888e-07, 2.5085388066451042e-08, 7.932696227919258e-09
```

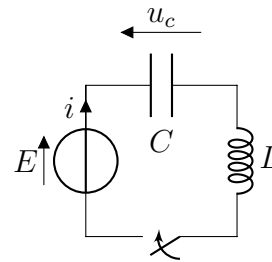
Écrire le résultat de l'expérience de façon conforme.

Exercice n°2 Circuit LC série (Durée ~ 30 min)

On étudie le circuit ci-contre.

Pour $t < 0$, le condensateur est déchargé et aucun courant ne circule.

À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur, ce qui connecte le générateur idéal de fem $E = 4 \text{ V}$ constante au condensateur et à la bobine.



Q1. **Établir** l'équation différentielle vérifiée par la tension u_c aux bornes du condensateur et l'écrire sous la forme :

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \omega_0^2 u_c = \omega_0^2 u_c(\infty)$$

On identifiera les expressions de ω_0 et $u_c(\infty)$.

Comment s'appelle ω_0 ? Quelle est son unité ?

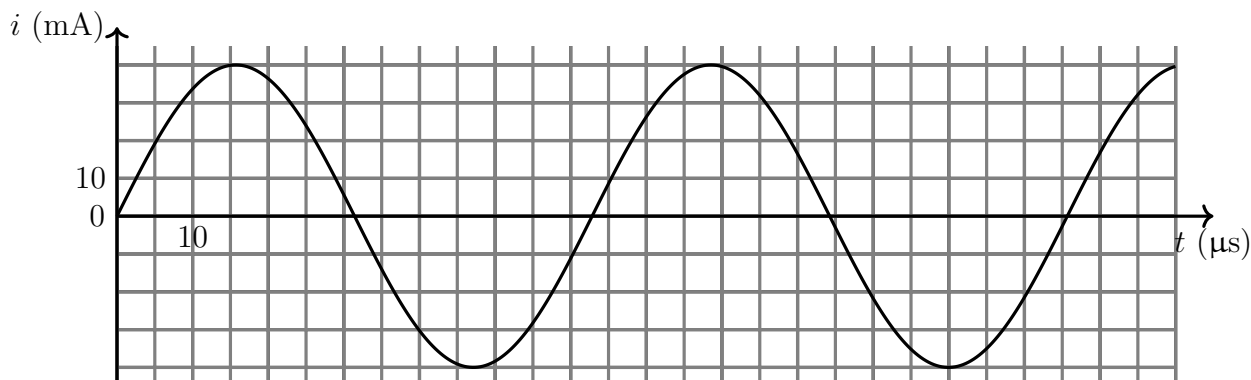
Q2. **Résoudre complètement** l'équation différentielle.

Q3. **Représenter l'allure** de $u_c(t)$.

Q4. **Déterminer l'expression** de i en fonction de E , ω_0 , C et t . Une (voire deux) ligne de calculs au maximum sont nécessaires.

Q5. **En déduire** l'expression de l'amplitude, notée I_m , de i en fonction de C , E et ω_0 .

On donne ci-dessous, le graphe de i en fonction du temps.



Q6. **Déterminer graphiquement** l'amplitude et la période propre. En déduire la pulsation propre, puis la valeur de C , puis la valeur de L .

Donnée : $2\pi \approx 6,3$

Écrire sur une nouvelle copie double

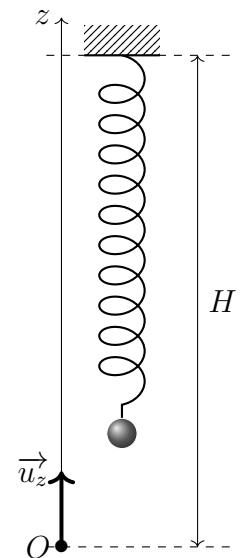
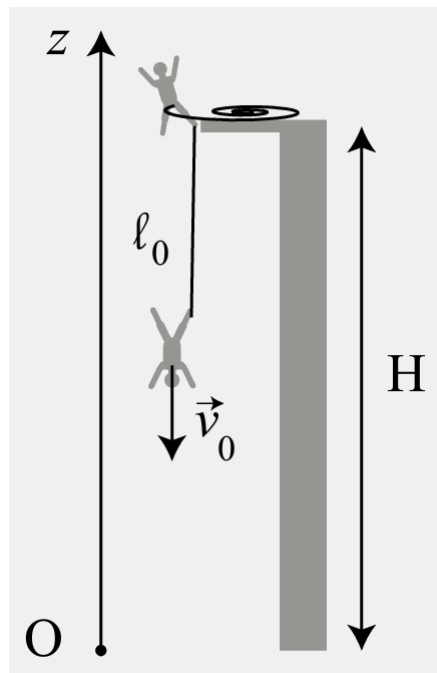
Exercice n°3 Saut à l'élastique (Durée ~ 1h15)

Le saut à l'élastique est un loisir à sensation forte consistant à se jeter d'un pont, les pieds accrochés à un élastique.

Tant que l'élastique est de longueur inférieure à sa longueur au repos ℓ_0 , le corps de masse m est en chute libre, c'est-à-dire soumis uniquement à son poids.

Le sauteur saute, puis tombe en chute libre, jusqu'à l'instant $t = 0$, où l'élastique atteint sa longueur à vide ℓ_0 pour la première fois. Sa vitesse est de $\frac{dz}{dt}(0) = -v_0$, avec $v_0 = \sqrt{2g\ell_0}$.

Quand la longueur de l'élastique est supérieure à ℓ_0 , il peut être assimilé à un ressort de constante de raideur k , et de longueur à vide ℓ_0 .



<https://www.ledauphine.com/isere-sud/2014/09/04/le-grand-saut-a-l-elastique>

Phase 1 : chute libre, le ressort n'agit pas (pour $t < 0$ et pour tout t où $\ell(t) < \ell_0$)

Mécanique, Licence/CPGE, Ellipse

Phase 2 : $\ell(t) > \ell_0$, le ressort agit

I Préliminaires

Q1. (a) Définir le système étudié, le référentiel d'étude et effectuer le bilan des forces pour $t > 0$.

(b) Reproduire le schéma de l'énoncé pour $t > 0$ quand l'élastique est tendu et se comporte comme un ressort, et le compléter avec les informations nécessaires.

Q2. Exprimer la force de rappel élastique en fonction de k , H , z , ℓ_0 et $\vec{u}_z$. Donner l'unité de k .

II Première modélisation : sans prise en compte des frottements

Dans cette partie, les frottements de l'air sont négligés.

Q3. Établir la position d'équilibre z_{eq} du sauteur.

Q4. Établir l'équation du mouvement vérifiée par z et l'écrire sous la forme :

$$\frac{d^2z}{dt^2} + \omega_0^2 z(t) = \omega_0^2 z_{eq}$$

Identifier l'expression ω_0 .

Q5. Résoudre complètement l'équation différentielle vérifiée par z , avec les conditions initiales suivantes :

$$z(0) = H - \ell_0 \text{ et } \frac{dz}{dt}(0) = -v_0.$$

Q6. Représenter l'allure de $z(t)$.

Q7. Exprimer l'amplitude du mouvement. En déduire la valeur z minimale atteinte au cours du saut. À quelle condition sur la hauteur du pont n'est-ce pas dangereux ?

Q8. Exprimer $z(t)$ à l'aide de l'amplitude Z_m et d'une phase à l'origine des temps φ que l'on ne cherchera pas à exprimer.

Q9. Exprimer l'énergie mécanique du système en fonction de k , mg , H , ℓ_0 et Z_m . Commenter.

III Deuxième modélisation : prise en compte des frottements fluides

On prend maintenant en compte les frottements fluides dûs à l'air, que l'on modélise par la force de frottement $\vec{f} = -\alpha \vec{v}$, où α est une constante positive.

Q10. Établir l'équation du mouvement vérifiée par z et l'écrire sous la forme :

$$\frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{dz}{dt} + \omega_0^2 z(t) = \omega_0^2 z_{\text{eq}}$$

Exprimer ω_0 et Q en fonction de m , k et α . Quel est le nom et l'unité de Q ?

Q11. Donner le nom des différents régimes observables selon la valeur de Q .

Donner pour ces différents régimes l'expression de la durée caractéristique du régime transitoire en fonction de Q et ω_0 . Comment évolue-t-elle si Q augmente ? Il faudra distinguer deux cas.

Q12. Calculer la valeur de Q pour $m = 50$ kg, $k = 80$ uSI (unité du système international) et $\alpha = 4 \cdot 10^{-4}$ kg · s⁻². Quelle sera la nature du régime transitoire ?

On considère les mêmes conditions initiales que Q5.

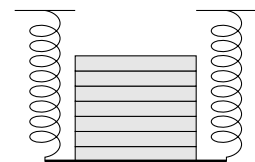
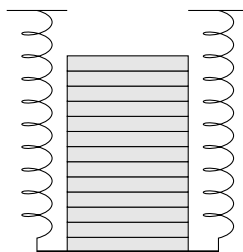
Q13. Résoudre complètement l'équation différentielle.

Q14. Tracer l'allure de $z(t)$, en la soignant, et en faisant apparaître les éléments importants.

Écrire sur une nouvelle copie double

Exercice n°4 Distributeur de plateaux à la cantine (Durée ~ 20 min)

De nombreuses structures de restauration collective utilisent pour la distribution des plateaux ou assiettes des chariots à niveau constant. Les plateaux sont posés sur un support plan maintenu par des ressorts de telle sorte que le haut de la pile soit toujours à la même hauteur, quel que soit le nombre de plateaux empilés.



Déterminer la constante de raideur et la longueur à vide des ressorts à utiliser.

Cet exercice demande de l'initiative : toute prise d'initiative sera valorisée. Ne pas hésiter à introduire toutes les grandeurs nécessaires, que l'on prendra soin de définir.

Il faudra proposer des valeurs raisonnables de la masse d'un plateau, de son épaisseur, et de la hauteur qui sépare le haut de la pile et les arêtes supérieures des ressorts.