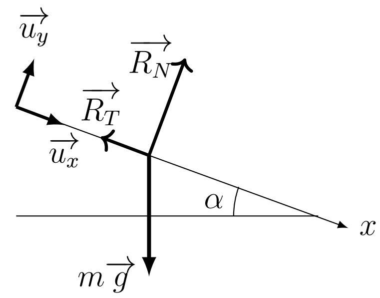
À DÉPOSER AU PLUS TARD le Jeudi 2 janvier 2025 à 18h00
Devoir Maison n°10

- Le DS ayant lieu le lundi de la rentrée, le DM est à RENDRE PENDANT LES VACANCES, afin que je puisse le corriger avant le DS, vous annoter vos copies, et vous donner le corrigé.
- Conseil : **le faire autour du 27 décembre**, et ne pas attendre le 2 janvier !
- Ainsi, vous devez ABSOLUMENT déposer votre copie sur https://cahier-de-prepa.fr/pcsi-vernet/transferts?phys AVANT JEUDI 2 janvier à 18h00.
- Consignes à respecter obligatoirement :
  - votre copie doit être en UN UNIQUE fichier PDF (vous pouvez utiliser les applications pour smartphones suivantes : Adobe Scan, ou Cam Scanner ou ... qui permettent de scanner convenablement des documents et les regrouper facilement en un seul fichier pdf),
  - les pages doivent être dans l'ordre,
  - les photos doivent être de qualité convenables (droites, pas trop sombres, pas trop claires,..., dans le sens normal d'une copie,...),
  - vous rendez une copie, elle doit être présentée comme toute copie !
- Tout manquement au respect des consignes (date et heure de dépôt, présentation de la copie, du fichier,...) entraînera la note de 0.
- Pour toute question, n'hésitez pas à me contacter par mail : nvalade.pcsi@gmail.com ou par cahier-de-prepa.

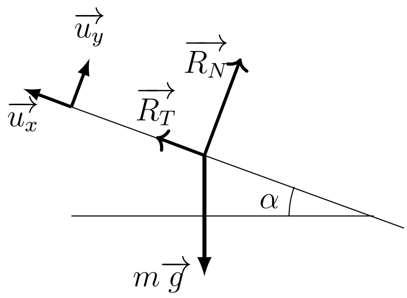
Exercice n°1 Projections

Dans les trois premières situations, exprimer les trois forces en fonction de leurs normes, et de $\overrightarrow{u_x}$ et $\overrightarrow{u_y}$.

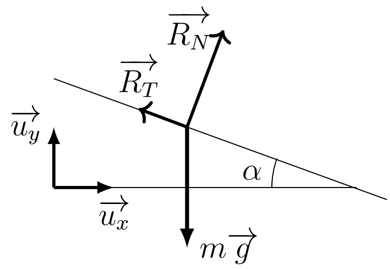
Q1. .



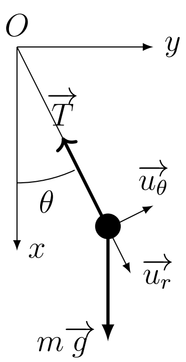
Q2. .



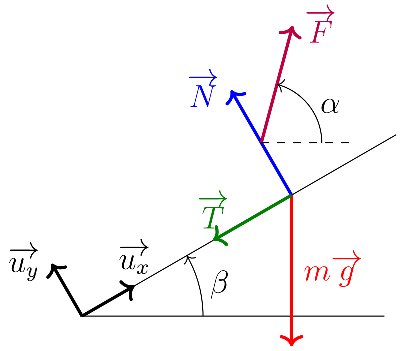
Q3. .



Q4. Exprimer $\overrightarrow{T}$ et $m\,\overrightarrow{g}$ dans la base $(\overrightarrow{u_r}, \overrightarrow{u_\theta})$



Q5. Exprimer les quatre forces en fonction de leurs normes, et de $\overrightarrow{u_x}$ et $\overrightarrow{u_z}$.



Cette situation peut représenter un skieur tiré par un remonte-pente.

Exercice n°2 Un peu de mécanique

Partie A Un chat autour du sapin ? *Quelle mauvaise idée !*

Un chat * tourne autour du pied du sapin. Il effectue chaque minute 90 tours du sapin. Il décrit un mouvement circulaire de rayon $R = 50$ cm et uniforme. On étudie son mouvement dans le référentiel lié au sapin.

Q1. Quel système de coordonnées est pertinent à utiliser pour décrire le mouvement du chat ?
Le représenter sur un schéma en introduisant les notations nécessaires. On repèrera le sapin et le chat très précisément sur le schéma.

Q2. Exprimer le vecteur position du chat dans le référentiel du sapin, dans la base choisie précédemment.

Q3. Exprimer le vecteur vitesse du chat en fonction de R, ω (la vitesse angulaire) et un vecteur unitaire.

Q4. Calculer numériquement la norme, notée v, du vecteur vitesse du chat.

Q5. Exprimer le vecteur accélération du chat en fonction de R, v et un vecteur unitaire.

Q6. Calculer numériquement la norme du vecteur accélération du chat.

Q7. Représenter les vecteurs vitesse et accélération du chat à différents instants.

Étudions une nouvelle situation.
Le chat est initialement à l'arrêt, sur l'axe (Ox) (c'est-à-dire en $\theta(0) = 0$), à la distance R du sapin.
Il décrit un mouvement circulaire uniformément accéléré avec l'accélération angulaire, notée α, constante, $\ddot{\theta} = \alpha$, avec $\alpha = \dfrac{9\pi}{64}$ rad $\cdot$ s^{-2}.

Q8. Exprimer l'évolution de la vitesse angulaire $\omega(t)$ au court du temps, en fonction de α et t. *La valeur de la constante d'intégration devra être justifiée.*

Q9. En déduire l'évolution de l'angle $\theta(t)$ au cours du temps, en fonction de α et t. *La valeur de la constante d'intégration devra être justifiée.*

Q10. À quel instant, noté t_f, aura-t-il atteint sa vitesse de pointe de $\omega_0 = 90$ tours $\cdot$ min^{-1} ?

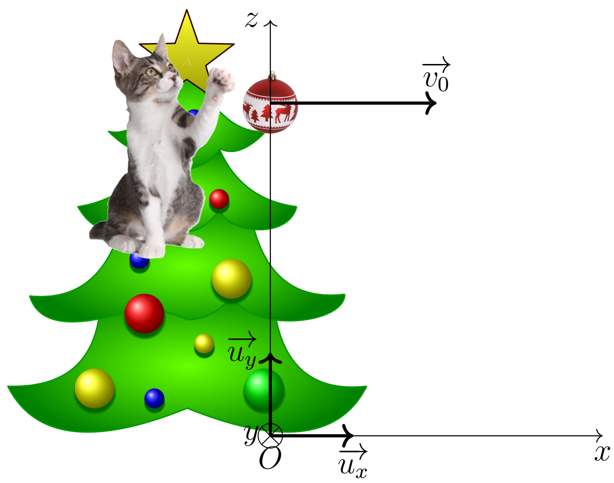
Q11. Combien de tour aura-il effectué ?

Q12. Exprimer le vecteur vitesse et le vecteur accélération au cours de son mouvement accéléré (entre 0 et t_f), en fonction de R, α, t et de vecteurs unitaires.

Q13. Les représenter sur un schéma.

Partie B Chute tragique d'une décoration *(Ou ce qui devait arriver arriva)*

Votre chat, qui a atteint le sommet du sapin, met un coup de patte dans une des boules de noël, initialement à la hauteur $h = 2,0$ m, et à la verticale de l'origine du repère, située au sol.
Il lui communique une vitesse initiale horizontale, avec un vecteur vitesse $\overrightarrow{v_0} = v_0\overrightarrow{u_x}$, où $v_0 = 2$ m $\cdot$ s^{-1}.
On néglige tous les frottements qui s'exercent sur la boule.
On s'intéresse au mouvement de la boule dans le référentiel lié au sapin, considéré galiléen à l'échelle de la chute.
On prendra $g \approx 10$ m $\cdot$ s^{-2} et $\sqrt{10} \approx 3$.



Q14. Établir le vecteur accélération dans la base cartésienne.

Q15. Après intégrations successives, déterminer les équations horaires $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$. Que peut-on dire du plan du mouvement ?

Q16. Déterminer l'équation de la trajectoire. Quelle est sa nature ? La représenter.

Q17. À quelle distance du sapin la boule s'écrase-t-elle ? *On établira l'expression littérale, puis on effectuera l'application numérique.*

*. Non, la prof de physique n'a pas de chat !

Exercice n°3 Quelques étages d'un phasemètre électronique

Partie A Étage principal

L'étage principal d'un phasemètre de principe est constitué d'un multiplieur suivi d'un filtre RC (voir figure 1).

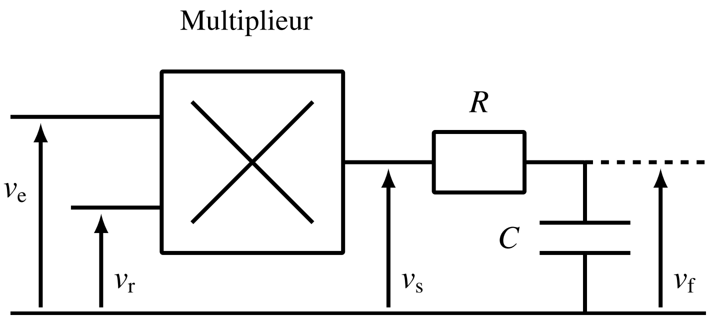


FIGURE 1 – Signaux électriques issus du télémètre

Le signal de tension $v_e(t) = v_0\cos(\omega_0 t)$ est proportionnel à l'amplitude de l'onde sonore émise. Celui de tension $v_r(t) = v_1\cos(\omega_0 t + \phi)$ est proportionnel à l'amplitude de l'onde sonore reçue après réflexion. Leurs pulsations sont identiques. On souhaite mesurer le déphasage entre ces deux signaux, ce que l'on va faire au moyen du montage dont le schéma est représenté sur la figure 1. On note $\underline{v}$ la grandeur complexe associée à la grandeur sinusoïdale $v(t)$.

Q1. Soit $v_s(t) = kv_e(t)v_r(t)$, la tension en sortie du multiplieur de constante caractéristique k.
Préciser l'unité de k, donner l'expression linéarisée de $v_s(t)$ et représenter son spectre fréquentiel.
Calculer la valeur moyenne de la tension $v_s(t)$.

Q2. Établir l'expression complexe de la fonction de transfert du filtre RC, $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{v_f}}{\underline{v_s}}$, où ω représente la pulsation des signaux. Préciser la nature de ce filtre.

Q3. Représenter le diagramme de Bode asymptotique correspondant en gain *(que l'on justifiera !)*.

Q4. Établir une inégalité liant R, C et ω_0 permettant de ne sélectionner qu'une seule composante spectrale du signal $v_s(t)$. Donner, dans ces conditions, l'expression du signal $v_f(t)$.
Quelle fonction réalise alors l'étage RC ?

Du fait de son trajet entre le télémètre et la cible, l'onde récupérée sous forme électrique est perturbée.
On modélise ces perturbations par un signal sinusoïdal de fréquence différente (on note Ω la pulsation correspondante) de celle recherchée, noté $v_b(t) = v_2\cos(\Omega t)$.
Sur les entrées du multiplieur nous avons donc en réalité les signaux

$$v_e(t) = v_0\cos(\omega_0 t) \quad \text{et} \quad v_r(t) = v_1\cos(\omega_0 t + \phi) + v_2\cos(\Omega t)$$

Q5. Établir l'expression linéarisée de $v_s(t)$.

Q6. On suppose que $\Omega \gg \omega_0 \gg \dfrac{1}{RC}$. En déduire $v_f(t)$ et conclure quant à l'intérêt de ce montage.

Partie B Amplification du signal

Le signal récupéré par le télémètre étant fortement atténué, une amplification est nécessaire. Les constructeurs proposent des amplificateurs d'instrumentation intégrés de structure simple, proche de celle de la figure 2. Les amplificateurs linéaires intégrés (notés AO pour amplificateurs opérationnels sur le schéma) sont idéaux et fonctionnent en régime linéaire.

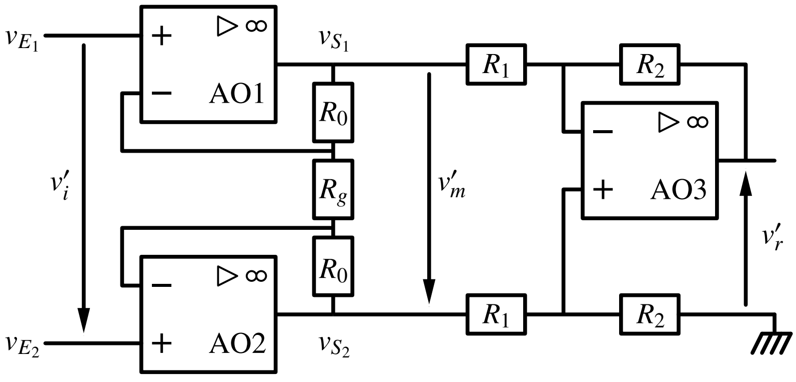


FIGURE 2 – Étage amplificateur

Q7. Qu'est-ce qu'un amplificateur linéaire intégré idéal ? Justifier le fonctionnement en régime linéaire des amplificateurs linéaires intégrés du circuit de la figure 2.

Q8. Pourquoi peut-on supposer qu'un même courant traverse les résistances R_0 et R_g ?

En déduire alors l'expression de $\underline{H_{12}}(j\omega) = \dfrac{\underline{v'_m}}{\underline{v'_i}}$.

Q9. Déterminer l'expression de $\underline{H_3}(j\omega) = \dfrac{\underline{v'_r}}{\underline{v'_m}}$.

Q10. En déduire que $\underline{v'_r} = \dfrac{R_2}{R_1}\left(1 + \dfrac{2R_0}{R_g}\right)\underline{v'_i}$.

Joyeuses Fêtes !