

NOM: _____ Prénom: _____ Numéro: _____
Licence: _____ Groupe: _____ Note: _____

Rappels (regarder le tableau aussi)

- Calculatrices et téléphones **interdits**.
- N'oubliez vos noms en toutes les feuilles, les unités, des flèches au-dessus des vecteurs, etc.
- Norme produit vectoriel: $|\vec{a} \wedge \vec{b}| = \|a\| \|b\| |\sin \theta(\vec{a}, \vec{b})|$.
- Si $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ est dite une base orthonormée direct, on a: $\vec{u}_x \wedge \vec{u}_y = \vec{u}_z$, $\vec{u}_y \wedge \vec{u}_z = \vec{u}_x$, $\vec{u}_z \wedge \vec{u}_x = \vec{u}_y$.

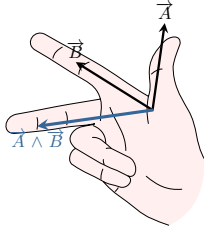


Figure 1: Règle de la main droite.

- $(\vec{T}, \vec{N}, \vec{B})$, $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$ sont des bases orthonormées directes (dans cette l'ordre).
- Repère de Frénet : $\dot{s} = \|\vec{v}\|$, $\vec{v} = \dot{s}\vec{T}$ et $\vec{a} = \ddot{s}\vec{T} + \frac{\dot{s}^2}{R_c}\vec{N}$
- Theorème du moment cinétique :

$$\frac{d\vec{L}_0}{dt} = \sum \vec{M}_0(\vec{f}), \quad \text{où } \vec{L}_0 = O\vec{M} \wedge m\vec{v}, \vec{M}_0(\vec{f}) = O\vec{M} \wedge \vec{f}$$

Q1 Application du produit vectoriel dans la force électromagnétique (5pts)

La force électromagnétique appliqué à une particule M de charge q , vitesse \vec{v} , dans un champs électrique \vec{E} et champs magnétique \vec{B} est la somme de $\vec{f}_E = q\vec{E}$ et $\vec{f}_B = q(\vec{v} \wedge \vec{B})$. On va considérer que q est **négatif** et $\vec{E} = E\vec{u}_x$, $\vec{B} = -B\vec{u}_y$, $\vec{v} = v\vec{u}_z$, avec E, B et v nombres **positifs**.

- (2,5pts) Dessiner l'ensemble des vecteurs de l'énoncé dans plan Oxy dans la Figure 2(a).
- (2,5pts) Dessiner le même ensemble de vecteurs dans schéma 3D dans la Figure 2(b).

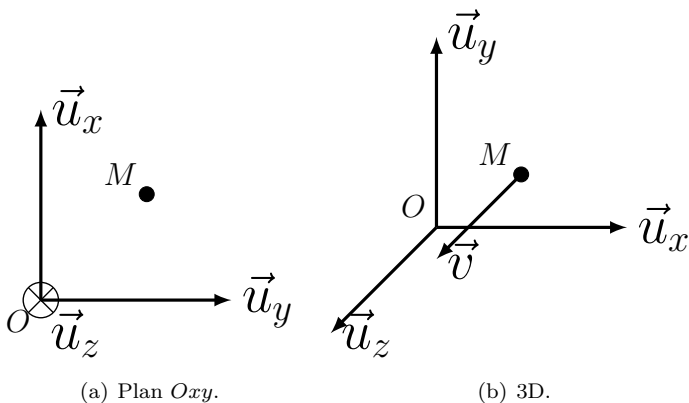


Figure 2: Q2

Q2 : le skieur (10pts)

Un skieur de masse m monte une coline jusqu'à son sommet et puis il redescend de l'autre côté de la coline. Les équations paramétriques $x(t) = ct$, $y(t) = at^2 + bt$ permettent de décrire son mouvement, avec les constants $a < 0$, $b > 0$, $c > 0$. Les forces importants sont: \vec{R}_N la réaction normale, \vec{P} le poids, et \vec{f} un force de propulsion ou de freinage appliqué par le skieur, toujours tangentiel au mouvement. La norme de l'accélération de la pesanteur est dénoté g , tel $\vec{g} = -g\vec{u}_y$ pointe vers le bas. L'objectif de cet exercice est d'étudier le mouvement en repère de **Frenet**.

- (1,0pt) Dessiner sa trajectoire de façon qualitative a partir de $t = 0s$ et jusqu'à avant le moment qu'il arrive dans un plateau après la coline en $y = 0$. Quel est le nom de cette courbe?
- (1,5pt) Dessiner les vecteurs \vec{T} et \vec{N} de la base de Frenet en trois instants: i) avant le sommet, ii) sur le sommet et iii) après le sommet.
- (2,0pt) Déterminer $\vec{v}(t)$ en coordonnées cartésienne.
- (2,0pt) Calculer $\dot{s}(t)$ et $\ddot{s}(t)$.
- (2,0pt) Appliquer le PFD en repère de Frenet quand le skieur se trouve au sommet de la coline. On va supposer que le rayon de courbature R_c à ce point est connu.
- (1,5pt) Déterminer les conditions nécessaires sur la constante c tel que le skieur ne décolle pas au sommet de la coline (obs: d'abord il faut réfléchir qu'est-ce qui se passe sur la réaction normale).

Q3 : Le modèle de Bohr (5pts)

Le modèle de Bohr représente l'atome d'hydrogène constitué par un proton ponctuel de charge élémentaire positif autour duquel gravite, en orbite pas nécessairement circulaire, un électron de charge élémentaire négatif et masse m_E . On note O le centre de l'orbite (le proton), M la position du électron, r la distance entre O et M et v la norme de la vitesse orbitale (toujours tangentielle à la trajectoire). On néglige toutes les forces, sauf la force de Coulomb, qui s'agit d'une force dite centrale.

- (2,0pts) En utilisant le theoreme du moment cinétique, justifier pourquoi le moment cinétique \vec{L}_0 de l'électron sera conservé (sans réaliser des calculs).
- (2,5pt) En sachant que $L_0(t = 0s) = m_E v_0 r_0$ est connu dans l'instant initial, déterminer la vitesse orbitale v_1 quand l'électron a une distance $r_1 > r_0$ du proton dans un instant $t = t_1$. La vitesse sera-t-elle tel que $v_1 > v_0$ ou $v_1 < v_0$?