CC3

Panorama sur la Physique
18 Janvier 2024 — PréIng1

Durée : 1 heure 30 min (2 heures en cas de tiers temps)

Sont interdits :

— les documents ;
— tous les objets électroniques (calculatrice, téléphone, tablette, ordinateur...) de même que les montres connectées ;
— les déplacements et les échanges.

Consignes :

1. Vérifiez que le sujet est composé de 16 pages et 33 questions ;
2. Seules les dernières feuilles doivent être rendues ;
3. Complétez la page 11 (nom, prénom etc...) dès le début officiel de l'épreuve ;
4. Les détails des calculs demandés doivent être portés sur ces dernières feuilles à l'emplacement correspondant à la question ;
5. Dans la grille, la case correspondant à la bonne réponse doit être remplie complètement au stylo noir ;
6. Chaque question ne comporte qu'une seule réponse possible ;
7. Il n'y a de point négatif pour une mauvaise réponse que pour les questions de cours ;
8. Une case simplement cochée ne sera pas comptabilisée.

Le barème est donné à titre indicatif.

Questions de cours (6.5 points)

Question 1 (1 point)
Deux points A et B ont pour coordonnées cartésiennes : $A = (1, 4)$ et $B = (2, 5)$.
La droite passant par les deux points A et B a pour équation :

- A $y = 2x + 3$
- ■ $y = x + 3$
- C $y = x - 3$
- D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 2 (1 point)
En deux dimensions, les coordonnées cartésiennes x et y peuvent s'exprimer en fonction des coordonnées polaires par la formule :

- A $x = r$ et $y = r \tan\theta$
- B $x = r\sin\theta$ et $y = r\cos\theta$
- ■ $x = r\cos\theta$ et $y = r\sin\theta$
- D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 3 (0.5 point)
Deux points C et D ont pour coordonnées cartésiennes : $C = (3, 4)$ et $D = (-1, 7)$ alors la norme du vecteur $\overrightarrow{CD}$ vaut :

- A $\|\overrightarrow{CD}\| = \sqrt{50}$
- B $\|\overrightarrow{CD}\| = \sqrt{13}$
- C $\|\overrightarrow{CD}\| = \sqrt{7}$
- ■ $\|\overrightarrow{CD}\| = 5$
- E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 4 (0.5 point)
Un point B a pour coordonnées cartésiennes : $B = (b, 0)$ avec $b < 0$.
Ses coordonnées polaires sont données par :

- A $r_B = \sqrt{b}$ et $\theta_B = 0$
- B $r_B = b^2$ et $\theta_B = \frac{3\pi}{2}$
- C $r_B = b$ et $\theta_B = \frac{\pi}{2}$
- ■ $r_B = -b$ et $\theta_B = \pi$
- E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 5 (0.5 point)
Un point A a pour coordonnées cartésiennes : $A = (0, a)$ avec $a > 0$.
Ses coordonnées polaires sont données par :

- ■ $r_A = a$ et $\theta_A = \frac{\pi}{2}$
- B $r_A = a^2$ et $\theta_A = \frac{3\pi}{2}$
- C $r_A = -a$ et $\theta_A = \pi$
- D $r_A = \sqrt{a}$ et $\theta_A = 0$
- E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 6 (0.5 point)
Dans une base orthonormée directe (B.O.D), soient deux vecteurs de coordonnées :
$\vec{v}_1 = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}$ et $\vec{v}_2 = \begin{pmatrix} -1 \\ 7 \\ 0 \end{pmatrix}$.
L'angle entre les deux vecteurs vaut :

- [A] $\frac{\pi}{2}$
- [B] $\frac{\pi}{3}$
- [C] $\frac{\pi}{6}$
- ■ $\frac{\pi}{4}$
- [E] *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 7 (0.5 point)
Dans une base orthonormée directe (B.O.D), soient deux vecteurs de coordonnées :
$\vec{v}_1 = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}$ et $\vec{v}_2 = \begin{pmatrix} -1 \\ 7 \\ 0 \end{pmatrix}$.
Leur norme vaut :

- [A] $\|\vec{v}_1\| = \sqrt{7}$ et $\|\vec{v}_2\| = \sqrt{13}$
- [B] $\|\vec{v}_1\| = \sqrt{50}$ et $\|\vec{v}_2\| = 5$
- [C] $\|\vec{v}_1\| = \sqrt{13}$ et $\|\vec{v}_2\| = \sqrt{7}$
- ■ $\|\vec{v}_1\| = 5$ et $\|\vec{v}_2\| = \sqrt{50}$
- [E] *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 8 (1 point)
Dans une B.O.D, soient les deux vecteurs $\vec{v}_1 = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix}$ et $\vec{v}_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix}$.
Le produit vectoriel de ces deux vecteurs a pour valeur :

- ■ $\vec{v}_1 \wedge \vec{v}_2 = \begin{pmatrix} 3 \\ -3 \\ 6 \end{pmatrix}$
- [B] $\vec{v}_1 \wedge \vec{v}_2 = \begin{pmatrix} 6 \\ 3 \\ -3 \end{pmatrix}$
- [C] $\vec{v}_1 \wedge \vec{v}_2 = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 6 \end{pmatrix}$
- [D] *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 9 (1 point)
En coordonnées cylindriques, le vecteur déplacement élémentaire s'écrit :

- [A] $d\overrightarrow{OM} = dr\vec{u}_r + rd\theta\vec{u}_\theta + r\sin\theta d\phi\vec{u}_\phi$
- [B] $d\overrightarrow{OM} = dr\vec{u}_r + d\theta\vec{u}_\theta + dz\vec{u}_z$
- ■ $d\overrightarrow{OM} = dr\vec{u}_r + rd\theta\vec{u}_\theta + dz\vec{u}_z$
- [D] *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Cinématique à une dimension (4 points)

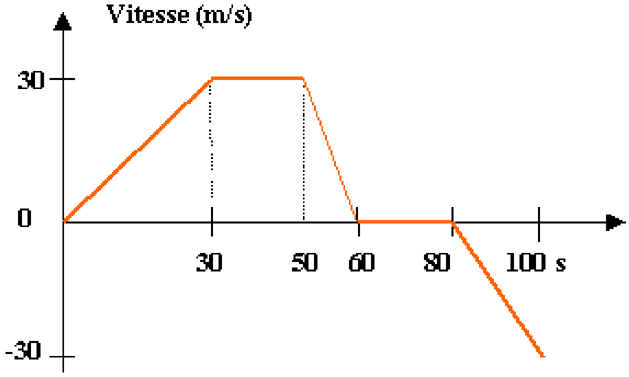


Figure 1 – Vitesse en fonction du temps t

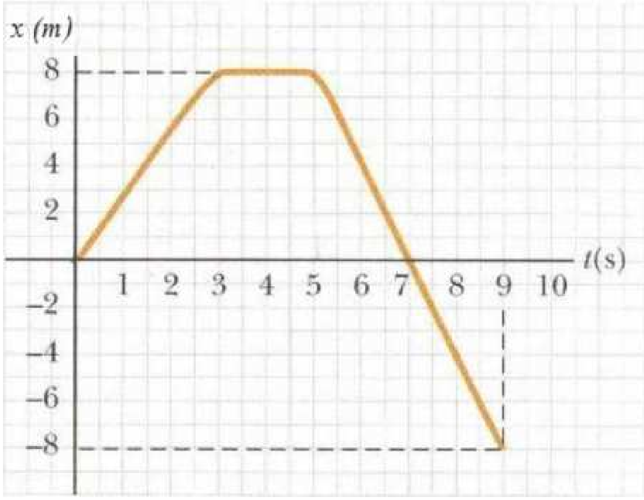


Figure 2 – Position en fonction du temps t

Dans le référentiel d'étude, un véhicule se déplace sur un trajet rectiligne. Sa vitesse est caractérisée par le diagramme de la figure 1.

Question 10 (0.5 point)
L'accélération en m/s^2 vaut sur les 5 intervalles :

- A $1 ; 0 ; -2 ; 0 ; -1$
- B $1 ; 0 ; -1 ; 0 ; -2$
- ■ $1 ; 0 ; -3 ; 0 ; -1.5$
- D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 11 (0.5 point)
Sur l'intervalle de temps entre 50 s et 60 s, le mouvement du véhicule est :

- A uniforme
- B accéléré
- ■ freiné
- D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Dans le référentiel d'étude, la position x (en m) d'un objet en fonction du temps t (en s) est donnée par le graphique de la figure 2.

Les valeurs numériques des vitesses seront arrondies au centième de m/s.

Question 12 (0.5 point)
Le déplacement de l'objet entre $t = 0$ s et $t = 9$ s vaut :

- A 9 m
- ■ -8 m
- C 8 m
- D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 13 (0.5 point)
La distance parcourue par l'objet entre $t = 0$ s et $t = 9$ s est donnée par :

- ■ 24 m
- B 16 m
- C 8 m
- D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 14 (1 point)
La vitesse moyenne entre $t = 3$ s et $t = 9$ s a pour valeur :

- A $+2.67$ m/s
- ■ -2.67 m/s
- C 8 m/s
- D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 15 (0.5 point)
La vitesse à $t = 1$ s vaut alors :

- ■ $+2.67$ m/s
- B 8 m/s
- C -2.67 m/s
- D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 16 (0.5 point)
La vitesse à $t = 8$ s vaut alors :

- A $+4$ m/s
- B -3.5 m/s
- ■ -4 m/s
- D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Tir d'adresse (6.5 points)

Dans le référentiel terrestre $\mathcal{R}_T$ approximé galiléen, on considère le jeu d'adresse suivant (fig.3), repéré en coordonnées cartésiennes :

- à l'instant t_i, un objet A de masse m_A est lancé depuis O avec une vitesse $\vec{v}_i$ (de norme v_i) faisant un angle $\alpha \in [0; \frac{\pi}{2}[$ avec l'horizontale ;
- au même instant, un objet B de masse m_B est lâché sans vitesse initiale depuis la position de coordonnées $(l; h)$.

La seule force considérée est la pesanteur associée au champ $\vec{g}$, de norme g.
On note $(x_A; z_A)$ et $(x_B; z_B)$ les coordonnées de position de A et B respectivement.

Nous cherchons comment lancer A pour percuter B avant qu'il ne touche le sol.

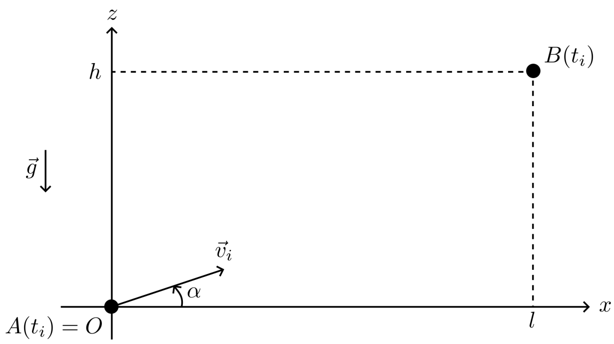


Figure 3 – Situation à l'instant t_i

Question 17 (1 point)
Donner l'expression des accélérations des objets A et B.
Puis exprimer les conditions sur la vitesse et la position à l'instant t_i pour A puis B.
Répondez sur la feuille correspondante, à la fin du sujet.

Les équations horaires du mouvement sont telles que (voir les 3 questions ci-après) :

Question 18 (1 point)

- A $x_A(t) = v_i \sin(\alpha)(t - t_i)$
- B $x_A(t) = v_i \sin(\alpha)\, t$
- C $x_A(t) = v_i \cos(\alpha)\, t$
- ■ $x_A(t) = v_i \cos(\alpha)(t - t_i)$
- E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 19 (1 point)

- A $z_A(t) = v_i \cos(\alpha)(t - t_i) - \dfrac{g}{2}(t - t_i)^2$
- B $z_A(t) = v_i \sin(\alpha)\, t - \dfrac{g}{2}\, t^2$
- C $z_A(t) = v_i \cos(\alpha)\, t - \dfrac{g}{2}\, t^2$
- ■ $z_A(t) = v_i \sin(\alpha)(t - t_i) - \dfrac{g}{2}(t - t_i)^2$
- E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 20 (1 point)

- A $z_B(t) = -\dfrac{g}{2}\,t^2$
- B $z_B(t) = -\dfrac{g}{2}(t - t_i)^2$
- ■ $z_B(t) = h - \dfrac{g}{2}(t - t_i)^2$
- D $z_B(t) = h - \dfrac{g}{2}\,t^2$
- E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 21 (2 points)

Sans tenir compte du sol :
À partir des expressions précédentes, exprimer α en fonction des paramètres du problème afin qu'A et B se percutent.
De façon remarquable, de quel(s) paramètre(s) (outre m_A et m_B) cette expression ne dépend-elle pas ?
Répondez sur la feuille correspondante, à la fin du sujet.

Question 22 (0.5 point)

La condition de la question précédente étant vérifiée, la collision entre A et B a lieu strictement au-dessus du sol si :

- ■ $v_i > \sqrt{\dfrac{g}{2}\,\dfrac{(h^2 + l^2)}{h}}$
- B $v_i > \sqrt{2gh}$
- C $v_i > \sqrt{\dfrac{g}{2}\,\dfrac{l^2}{h}}$
- D *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Cinématique à deux dimensions (7 points)

Dans le référentiel $\mathcal{R}$ d'étude, on utilise le système de coordonnées cartésiennes (x, y) associée à la base $(\vec{u}_x, \vec{u}_y)$ et le système de coordonnées polaires (r, θ) associée à la base $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta)$.

Question 23 (0.5 point)
Les dérivées des vecteurs de la base polaire sont telles que :

- [A] $\dfrac{d\vec{u}_r}{d\theta} = \vec{u}_r$
- [B] $\dfrac{d\vec{u}_r}{d\theta} = -\vec{u}_\theta$
- ■ $\dfrac{d\vec{u}_r}{d\theta} = \vec{u}_\theta$
- [D] *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 24 (0.5 point)
On cherche à exprimer les vecteurs de la base polaire en fonction de ceux de la base cartésienne. Alors :

- ■ $\vec{u}_r = \cos\theta\ \vec{u}_x + \sin\theta\ \vec{u}_y$
- [B] $\vec{u}_r = \sin\theta\ \vec{u}_x - \cos\theta\ \vec{u}_y$
- [C] $\vec{u}_r = \sin\theta\ \vec{u}_x + \cos\theta\ \vec{u}_y$
- [D] $\vec{u}_r = \cos\theta\ \vec{u}_x - \sin\theta\ \vec{u}_y$
- [E] *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 25 (0.5 point)
La dérivée du vecteur $\vec{u}_r$ par rapport à l'angle θ vaut alors :

- [A] $\dfrac{d\vec{u}_r}{d\theta} = -\cos\theta\ \vec{u}_x + \sin\theta\ \vec{u}_y$
- [B] $\dfrac{d\vec{u}_r}{d\theta} = \cos\theta\ \vec{u}_x + \sin\theta\ \vec{u}_y$
- ■ $\dfrac{d\vec{u}_r}{d\theta} = -\sin\theta\ \vec{u}_x + \cos\theta\ \vec{u}_y$
- [D] $\dfrac{d\vec{u}_r}{d\theta} = \sin\theta\ \vec{u}_x + \cos\theta\ \vec{u}_y$
- [E] *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 26 (2 points)
Détailler les calculs précédents permettant d'obtenir l'expression de la dérivée du vecteur $\vec{u}_r$ par rapport à l'angle θ, dans la base cartésienne.
Répondez sur la feuille correspondante, à la fin du sujet.

Dans le référentiel $\mathcal{R}$, un point M est animé d'un mouvement circulaire de rayon R. Sa position est repérée par l'angle $\theta(t)$ des coordonnées polaires.

Dans $\mathcal{R}$:

Question 27 (0.5 point)
Le vecteur vitesse de M est :

- ■ $\vec{v}(t) = R\dot{\theta}\vec{u}_\theta$
- [B] $\vec{v}(t) = \dot{R}\vec{u}_r + R\dot{\theta}\vec{u}_\theta$
- [C] $\vec{v}(t) = \dot{R}\vec{u}_r - R\dot{\theta}\vec{u}_\theta$
- [D] $\vec{v}(t) = -R\dot{\theta}\vec{u}_\theta$
- [E] *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 28 (0.5 point)
Le vecteur vitesse de M est de composante(s) :

- ■ purement orthoradiale
- [B] radiale et orthoradiale
- [C] purement radiale
- [D] *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 29 (0.5 point)
Le vecteur accélération de M est :

- [A] $\vec{a}(t) = -R\dot{\theta}^2\vec{u}_r$
- ■ $\vec{a}(t) = R\left(-\dot{\theta}^2\vec{u}_r + \ddot{\theta}\vec{u}_\theta\right)$
- [C] $\vec{a}(t) = R\ddot{\theta}\vec{u}_\theta$
- [D] $\vec{a}(t) = R\left(\dot{\theta}^2\vec{u}_r - \ddot{\theta}\vec{u}_\theta\right)$
- [E] *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 30 (0.5 point)
Le vecteur accélération de M est de composante(s) :

- ■ radiale (centripète) et orthoradiale
- [B] radiale (centrifuge) et orthoradiale
- [C] purement orthoradiale
- [D] purement radiale
- [E] *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Correction

L'évolution temporelle de θ est donnée par $\theta(t) = -\dfrac{\alpha}{2}t^2 + \beta t + \gamma$ avec α, β et γ des constantes.

Question 31 (0.5 point)
Le vecteur vitesse de M peut alors s'écrire :

- ■ $\vec{v}(t) = R\left(-\alpha t + \beta\right)\vec{u}_\theta$
- B $\vec{v}(t) = R\left(-\frac{\alpha}{2}t + \beta\right)\vec{u}_\theta$
- C $\vec{v}(t) = R\left(-\frac{\alpha}{2}t - \beta\right)\vec{u}_\theta$
- D $\vec{v}(t) = R\left(\alpha t - \beta\right)\vec{u}_\theta$
- E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 32 (0.5 point)
Le vecteur accélération de M peut alors s'écrire :

- A $\vec{a}(t) = -R\left[\left(\alpha t + \beta\right)^2\vec{u}_r + \alpha\vec{u}_\theta\right]$
- ■ $\vec{a}(t) = -R\left[\left(-\alpha t + \beta\right)^2\vec{u}_r + \alpha\vec{u}_\theta\right]$
- C $\vec{a}(t) = -R\alpha\vec{u}_\theta$
- D $\vec{a}(t) = -R\left(-\alpha t + \beta\right)^2\vec{u}_r$
- E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Question 33 (0.5 point)
La vitesse angulaire en rad/s, pour $\alpha = 0\,\mathrm{rad/s^2}$, $\beta = \pi$ rad/s et $\gamma = -\frac{\pi}{2}$ rad, vaut :

A $-\pi/2$ ■ π C $\pi/2$ D $-\pi$ E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte*

Panorama sur la Physique - PréIng1 - CC3 - 2023/2024

NOM : ....

Prénom : ....

n° Groupe : ....

Nom du chargé de TD : ....

CODAGE DU N° ÉTUDIANT *HORIZONTALEMENT* (DANS LE SENS DE LECTURE)

Premier chiffre du n° étudiant

Dernier chiffre du n° étudiant

0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9

SENS DE REMPLISSAGE $\longrightarrow$ DU N° ÉTUDIANT

Les réponses au QCM ne doivent être apportées que sur cette feuille.
La copie ne sera corrigée que si :

- **elle comporte vos nom, prénom et groupe ;**
- **les cases sont complètement coloriées avec un stylo noir ;**
- **la feuille-réponse ne comporte pas de ratures.**

Question 1 : A ■ C D
Question 2 : A B ■ D
Question 3 : A B C ■ E
Question 4 : A B C ■ E
Question 5 : ■ B C D E
Question 6 : A B C ■ E
Question 7 : A B C ■ E
Question 8 : ■ B C D
Question 9 : A B ■ D
Question 10 : A B ■ D
Question 11 : A B ■ D
Question 12 : A ■ C D
Question 13 : ■ B C D
Question 14 : A ■ C D
Question 15 : ■ B C D
Question 16 : A B ■ D
Question 18 : A B C ■ E
Question 19 : A B C ■ E
Question 20 : A B ■ D E
Question 22 : ■ B C D
Question 23 : A B ■ D
Question 24 : ■ B C D E
Question 25 : A B ■ D E
Question 27 : ■ B C D E
Question 28 : ■ B C D
Question 29 : A ■ C D E
Question 30 : ■ B C D E
Question 31 : ■ B C D E
Question 32 : A ■ C D E
Question 33 : A ■ C D E

1 point

Question 17 : **Tir : accélération et conditions initiales** [redacted] *Réservé à l'enseignant(e)*

- $\vec{a}_A = -g\,\vec{e}_z$

  $\vec{a}_B = -g\,\vec{e}_z$

0, 5 point

- à t_i, $\begin{cases} x_A(t_i) = 0 \\ z_A(t_i) = 0 \end{cases}$ $\begin{cases} x_B(t_i) = \ell \\ z_B(t_i) = h \end{cases}$

  $\begin{cases} v_{A,x}(t_i) = v_i \cos\alpha \\ v_{A,z}(t_i) = v_i \sin\alpha \end{cases}$ $\begin{cases} v_{B,x}(t_i) = 0 \\ v_{B,z}(t_i) = 0 \end{cases}$

0,25 point 0, 25 point

2 points

Question 21 : **Tir : A et B se percutent** *Réservé à l'enseignant(e)*

• dans $\mathcal{R}_T$, les équations du mouvement sont :

$$\begin{cases} x_A(t) = v_i \cos\alpha\,(t - t_i) & (1) \\ z_A(t) = v_i \sin\alpha\,(t - t_i) - \dfrac{g}{2}(t - t_i)^2 & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_B(t) = \ell \quad \forall t & (3) \\ z_B(t) = h - \dfrac{g}{2}(t - t_i)^2 & (4) \end{cases}$$

• À la collision, même temps $\begin{cases} t = t^* \\ x : \quad x_A(t^*) = x_B(t^*) \\ z : \quad z_A(t^*) = z_B(t^*) \end{cases}$

0,5 point

(1) et (3) $\longrightarrow$ 0,25 point $\quad (t^* - t_i) = \dfrac{\ell}{v_i \cos\alpha}$

(2) et (4) $\longrightarrow$ 0,25 point $\quad (t^* - t_i) = \dfrac{h}{v_i \sin\alpha}$

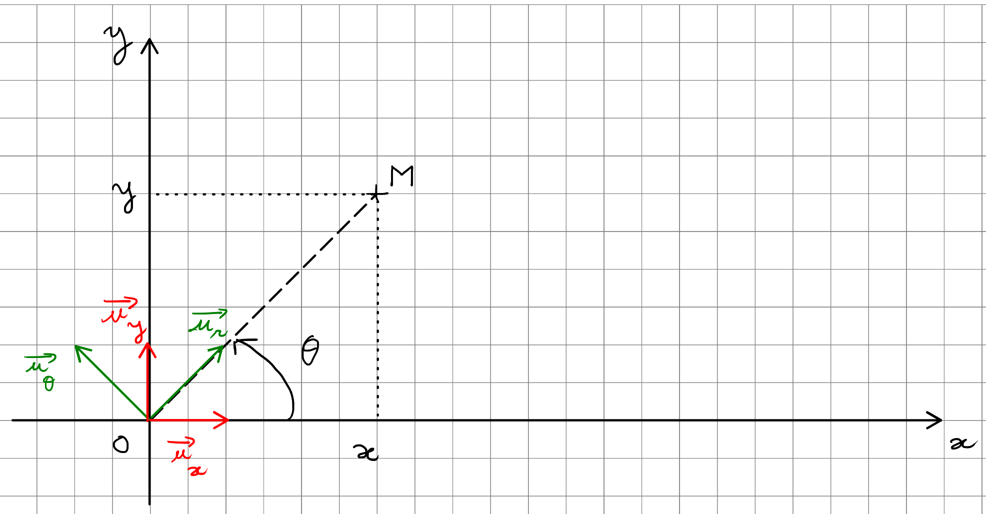
donc : $\tan\alpha = \dfrac{h}{\ell}$ 0,5 point indépendant de v_i et de g

0,5 0,5

cohérent : il faut viser initialement le point de départ de B.

Question 26 : 2 points

Coordonnées polaires *Réservé à l'enseignant(e)*



$$\vec{u}_r = \underbrace{\|\vec{u}_r\|}_{=1} \left[\cos\theta \ \vec{u}_x + \sin\theta \ \vec{u}_y \right]$$ 1 point

$$\vec{u}_\theta = \overbrace{\|\vec{u}_r\|}^{=1} \left[-\sin\theta \ \vec{u}_x + \cos\theta \ \vec{u}_y \right]$$

dans $\mathcal{R}$, lié à $(O; \vec{u}_x, \vec{u}_y)$

$$\left(\frac{d\vec{u}_r}{d\theta}\right) = \left[-\sin\theta \ \vec{u}_x + \cos\theta \ \vec{u}_y \right]$$ 1 point

Feuille supplémentaire - (indiquer le numéro de la question rédigée)