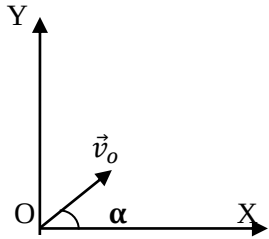


## EXERCICES D'ENRICHISSEMENT SUR LES PROJECTILES

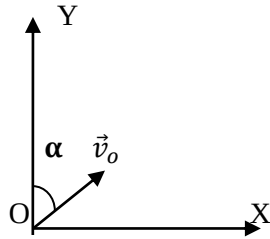
**NB :** la résistance de l'air est négligée.

### Exercice 1 :

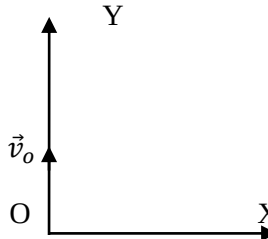
Dans chacun des repères suivants dessine l'allure de la trajectoire du projectile à partir de son vecteur vitesse initiale puis établis les équations horaires du mouvement.



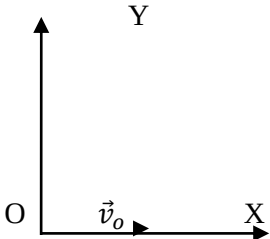
Cas 1



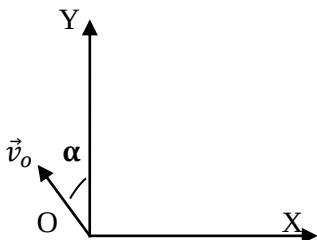
cas 2



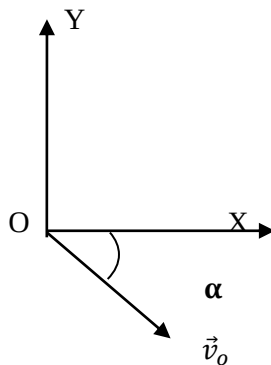
cas 3



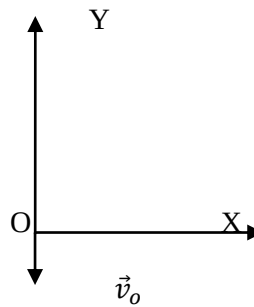
cas 4



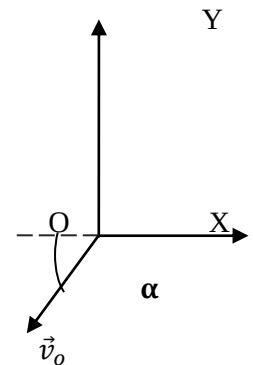
Cas 5



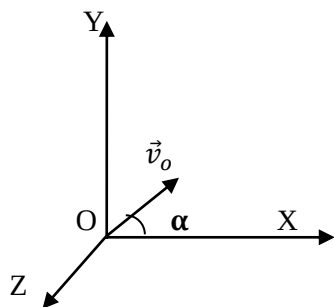
cas 6



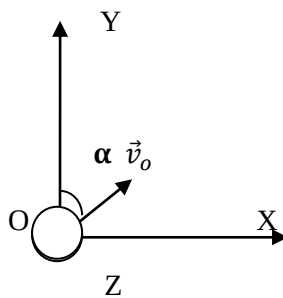
cas 7



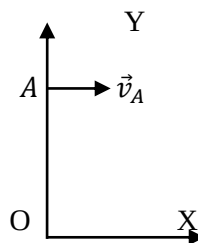
cas 8



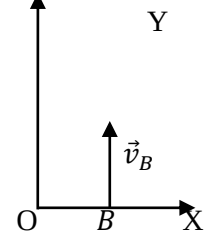
Cas 9



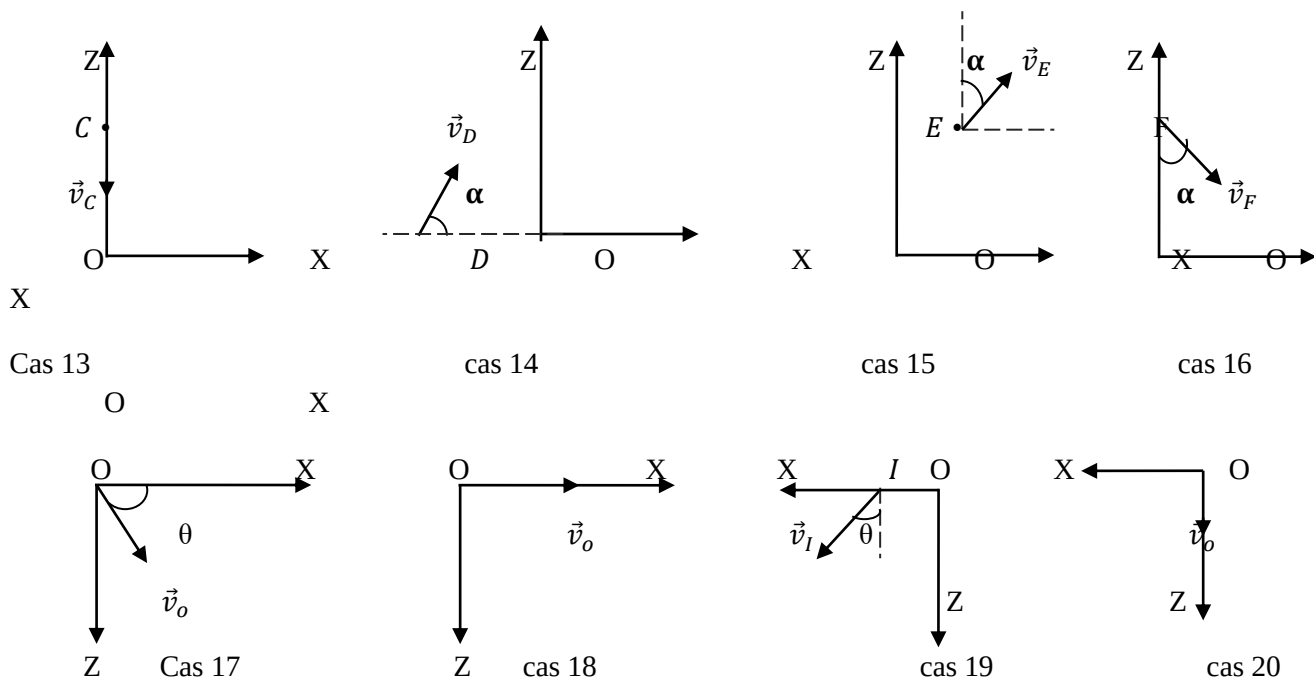
cas 10



cas 11



cas 12



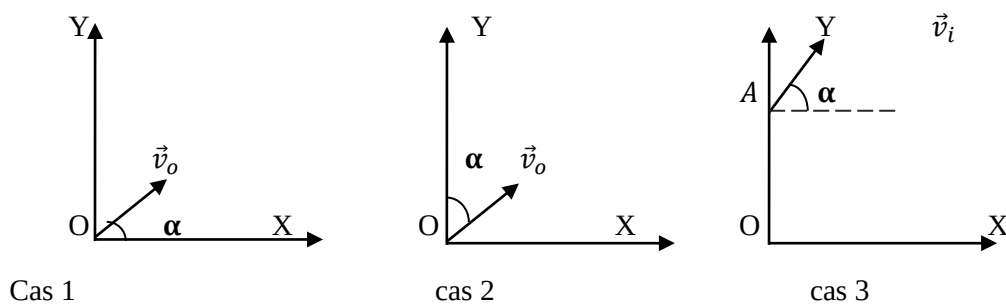
### Exercice 2 :

1°) Dans chacun des schémas suivants établis dans le repère (O, X, Y) :

- de deux manières l'abscisse du point p (point de rencontre avec l'axe OX) ;
- de trois manières l'ordonnée du point S (point culminant).

2°) En déduis :

- les coordonnées du point culminant ;
- l'expression de la flèche maximale. Que penses-tu de cette condition de tir ?



### Exercice 3:

On arrose un jardin avec un tuyau incliné à  $30^\circ$  sur l'horizontal, l'eau jaillit avec une vitesse de 12m/s.

1- Montre que la trajectoire du jet d'eau est plane. En déduis l'équation de sa trajectoire.

2-A quelle distance maximale peut-on arroser ?

3-A quelle hauteur maximale s'élève le jet d'eau ?

4-De quel(s) angle(s) doit-on incliner le tuyau pour arroser à une distance  $d = 10\text{m}$  ?

Prends  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

### Exercice 4:

Un projectile est lancé avec une vitesse initiale de 200 m/s, sous un angle  $\alpha$  avec l'horizontale.

1- Etudie le mouvement du projectile.

2- Calcule pour une portée horizontale  $d = 2500$  m:

a- Les angles de tir possibles.

b- La flèche.

c- La durée du tir, l'impact se faisant sur le sol plan horizontal contenant le point de lancement.

d- La vitesse lors de l'impact.

e- La portée horizontale maximale.

f- La vitesse à 100 m d'altitude, et au sommet.

g- La valeur maximale de la flèche.

#### Exercice 5:

Messi tire un coup-franc à 18 m des buts adverses. Il communique à la balle une vitesse faisant un angle de  $30^\circ$  par rapport à l'horizontale.

1-Rappelle, sans les établir, les équations horaire et cartésienne de la balle. (On néglige le frottement)

2-Ronaldo veut mettre le ballon au-dessous de la barre transversale (hauteur de but : 2,44m; rayon du ballon: 0,14m, hauteur à atteindre: 2,30 m). Détermine la norme de la vitesse initiale.

3-La balle doit passer au-dessus du mur situé à 9m (mettons que même en sautant les défenseurs ne dépassent pas 2,20 m). Est-ce le cas dans conditions établis au 2° ?

#### Exercice 6:

Un projectile est lancé vers le haut d'un point A d'altitude  $h = 100$  m dans une direction faisant un angle de  $45^\circ$  avec le sol horizontal. Sa vitesse initiale est  $v_0 = 45$  m/s.

1-a) Montre que la trajectoire du projectile est plane.

b) Etablis l'équation cartésienne de la trajectoire.

2) Détermine :

a) la hauteur maximale atteinte par le projectile.

b) la distance horizontale entre le point de chute sur le sol et la projection verticale du point A sur le sol.

c) la durée mise par le projectile pour atteindre le sol.

d) la vitesse à l'arrivée sur le sol. Donnée  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

#### Exercice 7:

On étudie un coup franc direct en football. Pour cela on fait les hypothèses suivantes :

Le ballon est un solide ponctuel ;

L'influence de l'air est négligeable ;

Le champ de pesanteur est uniforme ( $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ ).

Le ballon est posé sur le sol horizontal face au gardien de hauteur 1,90 m et à une distance de 25 m de celui-ci. Le tireur tirant le coup communique au ballon une vitesse initiale  $\vec{v}_0$ , incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale.

1-Détermine l'équation de la trajectoire du ballon dans un repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  en fonction de  $g$ ,  $v_0$  et  $\alpha$ .

2-Détermine la vitesse initiale  $v_0$  du ballon pour que celui-ci pénètre dans le but au ras de la tête du gardien. On donne  $\alpha = 30^\circ$ .

#### Exercice 8:

Un projectile assimilable à un point matériel est lancé d'un point O à la date  $t=0$ s, dans le champ de pesanteur terrestre supposé uniforme. Son mouvement est étudié dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$  considéré comme galiléen. Le vecteur vitesse  $\vec{v}_0$  du projectile à la date  $t = 0$  fait un angle  $\alpha = 45^\circ$  avec le plan horizontal. Les frottements sont supposés négligeables et on donne :  $v_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$  et  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

1- On désigne par S le point culminant de la trajectoire.

a-Etablis l'équation cartésienne de la trajectoire et calcule les coordonnées du point S.

b-Quels sont les coordonnées du vecteur vitesse  $\vec{v}_S$  au point S? En déduis la date de passage en ce point et la norme de  $\vec{v}_S$ .

2-A la date  $t = 0$ , on lance verticalement vers le haut à partir du pied de la verticale passant par le point S un deuxième projectile.

a-Etablir les équations horaires du deuxième projectile.

b-Avec quelle vitesse initiale doit-on lancer ce projectile pour qu'il rencontre le premier au point S ? Quelles sont alors les vitesses respectives des deux projectiles à l'instant de la rencontre.

#### Exercice 9 :

Au rugby les points marqués grâce aux pénalités ou aux transformations prennent une importance parfois capitale dans certains matchs très serrés au niveau du score.

Etudions les caractéristiques d'un coup de pied. Le ballon est posé au sol à 40 m des poteaux. Lors de la frappe, il acquiert une vitesse  $\vec{v}_0$  et il s'élève en faisant un angle  $\alpha = 55^\circ$  par rapport à l'horizontale. Pour que les points soient marqués, le ballon doit passer au-dessus de la barre transversale, qui est à une hauteur de 3,4 m par rapport à la pelouse. Le ballon de masse  $m$  est assimilable à son centre d'inertie. Sa trajectoire est dans un plan vertical. On néglige donc les effets donnés au ballon et toute action de l'air. Le repère d'espace (OXY) a pour origine le point de départ du ballon. L'axe (OY) est vertical et dirigé vers le haut.

1. Fais un schéma de la situation.
2. Exprime dans le repère les coordonnées du vecteur  $\vec{v}_0$  en fonction de  $v_0$  et  $\alpha$ .
3. Applique la deuxième loi de Newton pour déterminer les coordonnées du vecteur accélération dans le repère.
4. Détermine les coordonnées du vecteur vitesse et du vecteur position.
5. Détermine l'équation de la trajectoire.
6. Quelle est la valeur minimale de la vitesse initiale à donner au ballon afin que le coup de pied soit réussi ?
7. Si le joueur ne peut donner une telle vitesse au ballon, sur quel autre paramètre peut-il agir au moment de la frappe ?

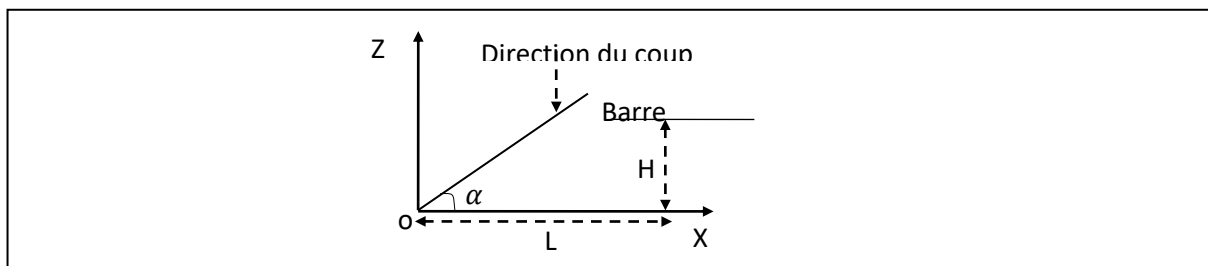
#### Exercice 10:

On se propose d'étudier un coup de pied de pénalité au cours d'un match de rugby. Au moment du coup de pied, le ballon de masse  $m = 420$  g se trouve au sol en O face aux poteaux à la distance  $L = 60$  m. Le tireur lui communique une énergie cinétique de translation  $E_c = 120$  J et le fait partir dans le plan (ox, oz) avec un angle  $\alpha = 50^\circ$  par rapport au sol (voir figure). On négligera l'action de l'air. On admettra que le champ de pesanteur de valeur  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$  est uniforme et on étudiera le mouvement du centre d'inertie du ballon.

1- Etablir l'équation de la trajectoire du centre d'inertie du ballon dans le plan (ox, oz) en fonction de  $\alpha$ ,  $g$  et  $v_0$  la vitesse initiale. Montre que cette équation peut se mettre sous la forme : 
$$z = -\frac{mg}{4E_c \cos^2 \alpha} \cdot x^2 + x \tan \alpha$$

2-Pour marquer, il faut que le ballon passe au-dessus de la barre transversale qui se trouve à la hauteur  $H = 3$  m, la pénalité est-elle marquée ? Justifie la réponse.

3-Donne l'expression littérale, puis calcule, la durée entre l'instant du tir et l'arrivée du ballon au sol.



#### Exercice 11:

Ronaldinho tire un coup-franc à 18 m des buts adverses. IL communique à la balle une vitesse faisant un angle de  $30^\circ$  par rapport à l'horizontale.

- 1-Rappelle, sans les établir, les équations horaire et cartésienne de la balle (on néglige le frottement).
- 2-Ronaldinho veut mettre le ballon au-dessous de la barre transversale (hauteur de but : 2,44 m; rayon du ballon: 0,14 m, hauteur à atteindre: 2,30 m).Détermine la norme de la vitesse initiale.

3-La balle doit passer au-dessus du mur situé à 9 m (notons que même en sautant les défenseurs ne dépassent pas 2,20 m). Est-ce le cas dans les conditions établies au 2 ?

#### Exercice 12 :

Une balle en caoutchouc est lancée par un fusil à air comprimé, à une hauteur  $h = 1,60$  m du sol avec une vitesse initiale de valeur  $v_0 = 30 \text{ m.s}^{-1}$ , inclinée d'un angle  $\alpha = 17^\circ$  au-dessus de l'horizontale ( $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ).

1) Exprime littéralement l'équation de la trajectoire de la balle.

2) La balle atteint-elle une cible circulaire, de 5 cm de rayon, dont le centre est situé dans le plan vertical du tir, à la même hauteur  $h$  et à la distance  $D = 50$  m du point de départ ?

#### Exercice 13 :

Lors de la reprise d'un jeu, la balle de tennis est frappée en un point situé à la distance  $L = 12,0$  m du filet et à la hauteur  $H = 2,30$  m à partir du sol. Le vecteur vitesse initiale, située dans le plan médian du terrain, a une direction horizontale et sa valeur est  $v_0 = 126 \text{ km.h}^{-1}$  ( $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ).

1) Détermine l'équation de la trajectoire. Le repère a pour origine O, le point situé au niveau du sol sur la verticale du point de départ ; l'axe vertical (OZ) est orienté vers le haut.

2) Indique si la balle ainsi frappée passe au-dessus de la bande supérieure du filet située à 0,50 m du sol.

3) La balle touche-t-elle le sol avant la ligne de fond de court placée à 12,0 m derrière le filet ?

#### Exercice 14 :

On tire un projectile du haut d'une falaise à 140 m au-dessus du niveau du sol avec une vitesse initiale de 100 m/s et à un angle de  $37^\circ$  par rapport à l'horizontale.

1) Détermine le temps mis par le projectile pour atteindre le point P au niveau du sol.

2) Détermine la portée X du projectile mesurée à partir du pied de la falaise.

3) A l'instant où le projectile atteint le point P, trouve les composantes verticale et horizontale de sa vitesse.

4) Détermine la valeur de la vitesse.

5) Calcule l'angle formé par le vecteur vitesse au point P avec l'horizontale.

6) A quel instant le projectile atteint-il sa hauteur maximale ? Détermine les coordonnées du sommet de la trajectoire.

#### Exercice 15 :

Un pistolet à fléchettes est constitué d'un ressort tendu qui lance des fléchettes toujours avec une même vitesse initiale  $v_0$ .

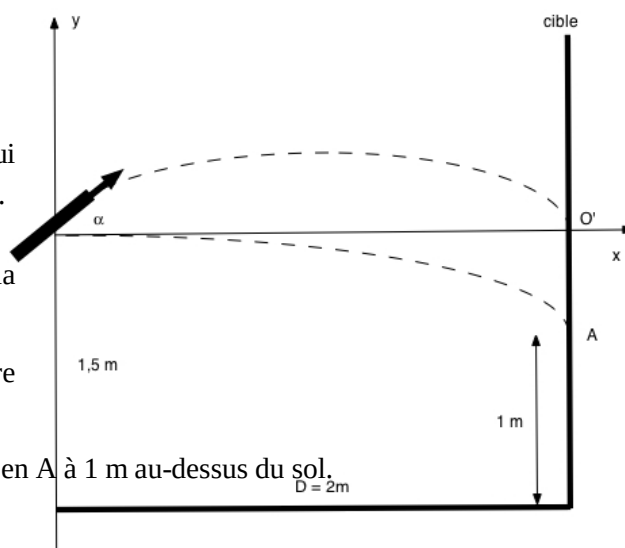
Un enfant tient le pistolet à une altitude de 1,5 m au-dessus du sol et vise une cible verticale à la distance  $D=2$  m du pistolet. On néglige les frottements.

1) Établis l'équation de la trajectoire dans un repère d'origine O, point de lancement de la fléchette.

2) L'enfant tire horizontalement ( $\alpha = 0^\circ$ ) et touche la cible en A à 1 m au-dessus du sol. Quelle est la vitesse de lancement  $v_0$  de la fléchette ?

3) Quel doit être l'angle de tir  $\alpha$  avec l'horizontale pour que la fléchette touche la cible en son centre O', situé à 1,5 m du sol. Quel deuxième angle permet d'obtenir le même résultat ?

4) Quelle est l'altitude maximale, mesurée à partir du sol ; atteinte par la fléchette à chacun de ces deux tirs ?



### Exercice 16 :

Un jeune lance une pierre horizontalement à une vitesse de 10 m/s d'un pont à 50 m au-dessus d'un fleuve. On néglige la résistance de l'air.

- Quel temps faut-il pour que la pierre tombe dans l'eau ?
- Quelle est alors sa vitesse ?
- A quelle distance du pont tombe-t-elle ?

### Exercice 17 :

Un objet est lancé horizontalement à partir d'une fenêtre avec une vitesse initiale de 20 m/s et il atteint le sol 2,0 s plus tard. De quelle hauteur a-t-il été lancé ?

### Exercice 18:

1) Une bille de masse  $m$  est lancée verticalement vers le haut avec une vitesse initiale  $v_0$ . Calcule l'altitude maximale  $h$  atteinte par la bille et le temps qu'elle met pour l'atteindre. AN:  $v_0 = 20 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ .

2) La même bille est lancée d'un point  $O$  situé à la distance  $H$  du sol horizontal avec une vitesse initiale  $\vec{v}_1$  dirigé vers le haut et faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale.

- Etablis l'équation de la trajectoire de la bille.
- Calcule la vitesse  $v_2$  de la bille lorsqu'elle rencontre le sol.
- Calcule la distance  $d$  entre le point de chute et la verticale de  $O$ .

AN:  $v_1 = 10 \text{ m.s}^{-1}$ ;  $\alpha = 30^\circ$ ;  $H = 3 \text{ m}$ ;  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ .

### Exercice 19 :

Une bille est lancée verticalement vers le haut avec une vitesse de  $10 \text{ m.s}^{-1}$  à partir d'un balcon situé à 15 m du sol (on note  $O$  le point de départ de la bille).

- Jusqu'à quelle hauteur s'élève-t-elle avant de redescendre ?
- Au bout de combien de temps repasse-t-elle au niveau du balcon ? Quelle est alors sa vitesse ?
- Au bout de combien de temps (à partir de l'instant du lancement) frappe-t-elle le sol ?

### Exercice 20 :

Un élève laisse tomber un sachet d'eau de 1,2 Kg sans vitesse initiale au niveau du balcon du second étage distant de 20 m du sol plat. Tous les frottements sont supposés négligés et que le référentiel d'étude est galiléen. Prendre  $g = 10 \text{ N/Kg}$ .

- Quelle force s'exerce sur le sachet d'eau ; donner ces caractéristiques.
- Détermine la nature de l'allure de la trajectoire du sachet puis la tracer.
- A quel moment et avec quelle vitesse arrive-t-il au sol.

### Exercice 21 :

Un projectile ponctuel  $M$  est lancé à partir d'un point  $O$ , à la date  $t = 0$ , dans le champ de pesanteur uniforme. Son mouvement est étudié dans un repère cartésien  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$  supposé galiléen. La vitesse initiale du projectile est  $\vec{v}_0 = 10 \vec{i} + 18 \vec{k}$  (USI).

- Quel angle  $\theta$   $\vec{v}_0$  fait-elle avec l'axe vertical  $(O\vec{k})$  ?
- Etablis les équations horaires et l'équation de la trajectoire en fonction de  $\theta$  ; en déduis la nature du mouvement.
- a) Quelle est la position du point de la trajectoire où le vecteur vitesse est horizontale (parallèle à l'axe  $(O, \vec{i})$ ) ?  
b) Détermine la norme de la vitesse du projectile en ce point.  
c) Quel est le temps mis par  $M$  pour arriver en ce point ?  
d) Définis le nom particulier donné à une des coordonnées de ce point.
- On reprend l'expérience en lançant cette fois si simultanément, à la date  $t = 0$ , le projectile  $M$  et un autre projectile  $M'$ .  $M$  est tiré à partir de l'origine avec la même vitesse initiale  $\vec{v}$  tandis que  $M'$  est lancé verticalement vers le haut à partir d'un point  $O'$  de l'axe  $(O, \vec{i})$  situé sur la verticale du sommet de la trajectoire, avec la vitesse initiale  $\vec{v}'_0$ .  
a) Trouve les équations horaires de  $M'$ .  
b) Avec quelle vitesse initiale  $v'_0$  (valeur) doit on lancer  $M'$  pour qu'il rencontre  $M$  au sommet de sa trajectoire ?

On donne  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  ; faire un dessin pour 2) et 4)

### Exercice 22 :

On raisonne dans un repère  $(O, \vec{i}, \vec{k})$  lié à la Terre.

On choisira comme origine des dates l'instant où les mobiles quittent le plan horizontal contenant les points  $O$  et  $I$ .

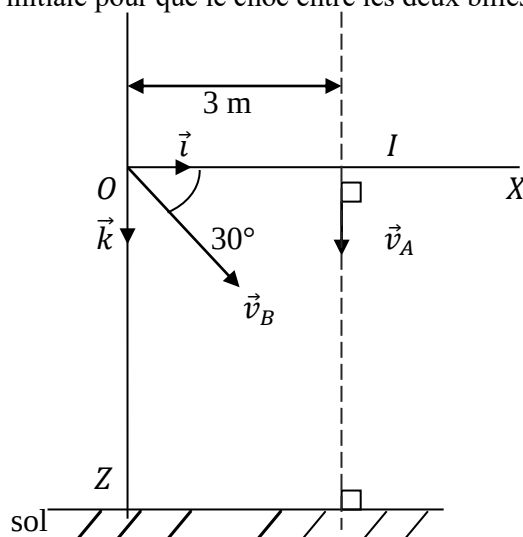
1. Une bille  $A$  passe en à l'instant  $t = 0$  avec une vitesse verticale, vers le bas, de valeur  $v_A = 7 \text{ m.s}^{-1}$ .

Etablis l'équation horaire du mouvement de la bille.

2. A l'instant  $t = 0$  on lance du point  $O$  une seconde bille  $B$  dans les conditions précisées sur la figure :

$(\vec{OX}, \vec{v}_B) = 30^\circ$  ;  $OI = 3 \text{ m}$ .

Etablis l'équation horaire du mouvement projeté sur l'axe  $OX$  ainsi que celle du mouvement projeté sur l'axe  $OZ$ . Calcule la valeur  $v_B$  de la vitesse initiale pour que le choc entre les deux billes se produise. Détermine l'instant et l'endroit du choc.



### Exercice 23 :

Lors d'un match de la coupe d'Afrique des nations de football au Mali en 2002, l'arbitre siffle un coup franc direct en un point  $O$  situé à une distance  $D = 16 \text{ m}$  des buts. Le mur est placé à une distance  $L = 9 \text{ m}$  de  $O$ .

1) a) Etablis les équations horaires de la balle dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$  où  $\vec{k}$  est orthogonal au plan de la figure et orienté vers l'avant.

b) Montre que le mouvement de la balle se situe dans le plans  $XOY$  et donner l'équation de la trajectoire.

2) a) A quelle date  $t_1$  la balle passe-t-elle au-dessus du mur ?

b) Quelle est la vitesse de la balle à cet instant  $t_1$  ?

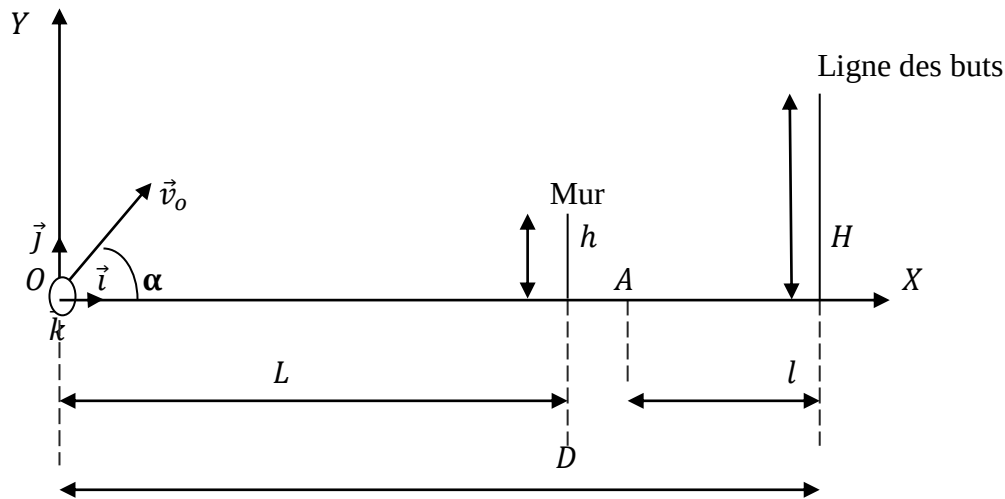
c) A quelle date  $t_2$  la balle entre dans le but si elle n'est pas interceptée ?

3) A la  $t_1$  où la balle passe au-dessus du mur, un défenseur initialement arrêté en  $A$  situé à  $l = 6 \text{ m}$  des buts se met à courir d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré suivant l'axe  $OX$  et se dirige vers les buts pour intercepter la balle. Son accélération est  $a = 3 \text{ m.s}^{-2}$ . On suppose que si le défenseur arrive avant la balle sur la ligne des buts, il l'intercepte, dans le cas contraire le but est marqué.

a) A quelle date  $t_3$  le défenseur arrive-t-il sur la ligne des buts ?

b) En déduis si le coup franc sera marqué.

On donne  $v_0 = 15 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $\alpha = 30^\circ$  ;  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$



#### Exercice 24:

Une fronde de longueur  $co = l = 0,6\text{m}$  tourne à la vitesse constante  $\omega = 25\text{rd/s}$  autour d'un point fixe C. Le fil reste dans un plan vertical (ox, oz) (voir figure). La pierre est lâchée en o tel que co fasse un angle  $\alpha$  avec la verticale descendante. ( $\cos \alpha = 0,6$  ;  $\sin \alpha = 0,8$ ). Le mouvement de la pierre est rapporté aux axes (ox, oz).

1- Quelles sont les caractéristiques du vecteur vitesse initiale  $\vec{V}_0$  ?

2-a) Etablir les équations horaires du mouvement.

b) En déduire l'équation de la trajectoire. A.N :  $g = 10\text{m/s}^2$ .

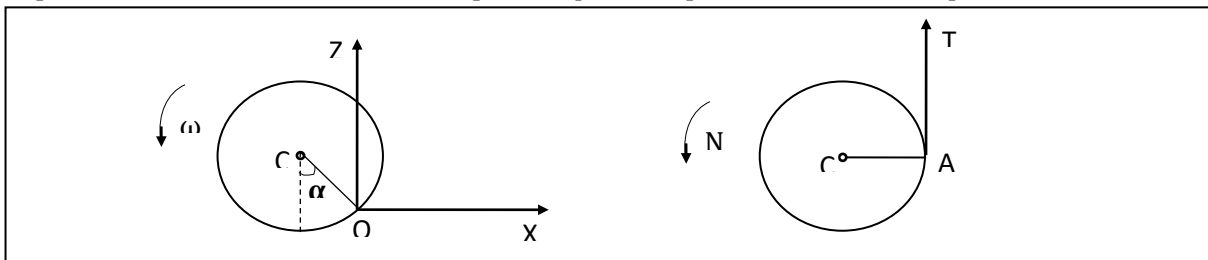
c) Quelle est la portée sur ox ?

d) Quelle est la "flèche" de la trajectoire ? (Hauteur maximale atteinte au-dessus de l'axe ox).

3) Quelle est la vitesse de la pierre, 1 seconde après son lancement ? La comparer avec la vitesse initiale. Conclure.

4- La fronde est maintenant chargée de 2 pierres  $P_1$  et  $P_2$ . Elle tourne dans un plan vertical, à la vitesse constante N tr/s. En passant par le point A (tel que  $\vec{CA}$  soit horizontal), l'une des pierres,  $P_1$ , part suivant  $\vec{AT}$  verticale ; l'autre,  $P_2$ , continue à tourner à N tr/s. Au bout de combien de temps la pierre  $P_1$  repasse-t-elle en A ?

Exprimer littéralement les valeurs de N pour lesquelles la pierre  $P_2$  va heurter la pierre  $P_1$  en A.



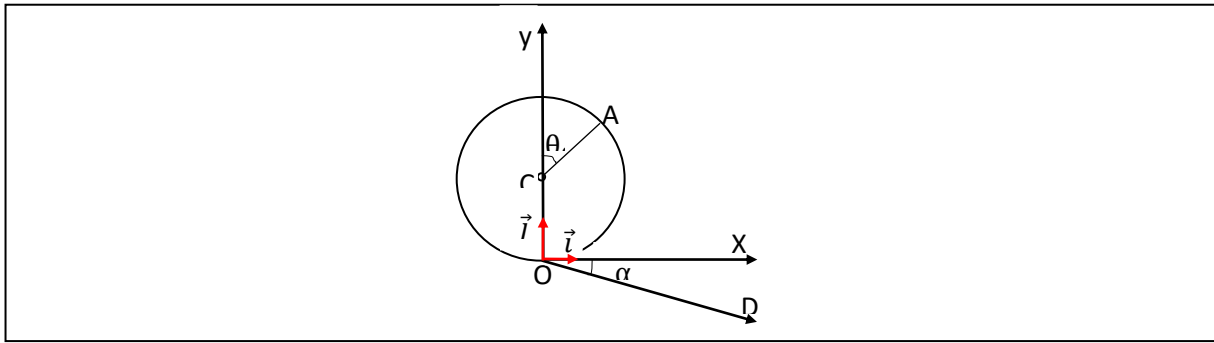
#### Exercice 25:

Une bille de masse m, supposée ponctuelle, est abandonnée sans vitesse initiale en un point A d'une sphère lisse de rayon r. La sphère est solidaire d'un plan incliné OD, d'inclinaison  $\alpha$  (voir figure). On désigne par  $\theta_0$  l'angle  $(\vec{Cy}, \vec{CA})$ . on donne :  $m = 5\text{g}$ ,  $\theta_0 = 10^\circ$ ,  $\alpha = 15^\circ$ ;  $r = 20\text{cm}$ ;  $g = 9,8\text{m/s}^2$  ; repère  $R(o, \vec{i}, \vec{j})$  galiléen.

1- Calculer l'angle  $\theta_1 = (\vec{Cy}, \vec{CB})$ , B étant le point où la bille quitte la sphère. En déduire la vitesse de la bille à cet instant.

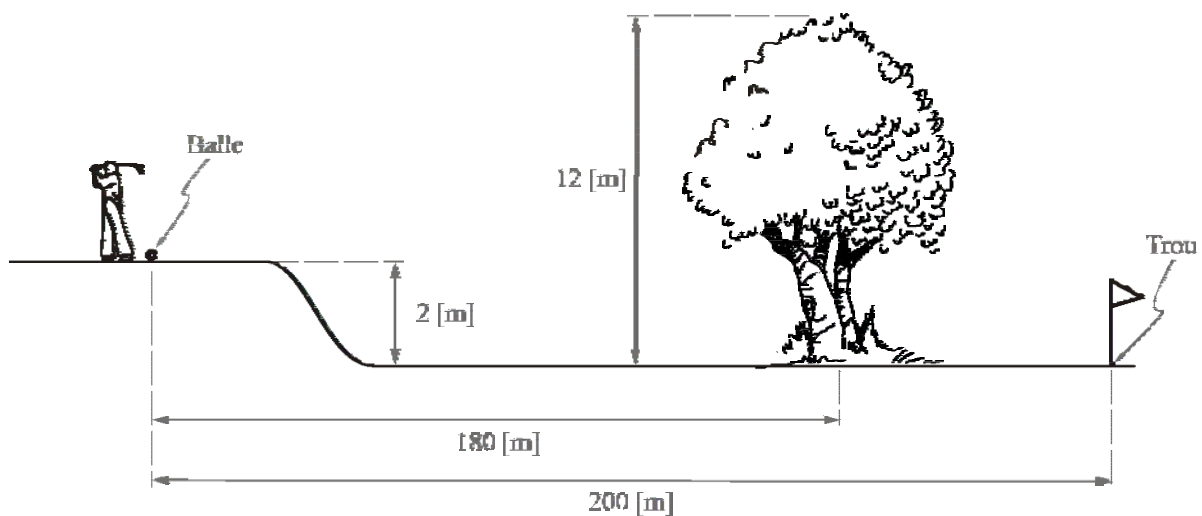
2- Etablir, dans le repère  $R(o, \vec{i}, \vec{j})$  l'équation de la trajectoire de la bille quand elle quitte la sphère.

3- Déterminer les coordonnées du point d'impact de la bille sur le plan incliné.



### Exercice26

La figure ci-dessous schématise un parcours de golf. Le joueur désire envoyer la balle dans le trou situé en contrebas (drapeau). Le green est néanmoins bordé par un rideau d'arbres d'une hauteur de 12 m.



Détermine l'amplitude  $v_0$  et l'angle  $\theta_0$  de la vitesse initiale que le joueur doit communiquer à la balle s'il désire que celle-ci frôle la cime des arbres et tombe directement dans le trou (sans rouler) ?

### Exercice 27 :

À l'aide d'un canon lançant un obus à une vitesse de 300 m/s, un artilleur veut atteindre un avion qui passe au-dessus de sa tête à une vitesse de 1080 km/h à une altitude de 3125 m. (Dans l'exercice, on néglige tout frottement).

Rappelle, sans les établir, les équations paramétriques et déduisez l'équation cartésienne de la trajectoire de l'obus.

Montre que le canon doit avoir une inclinaison minimale de  $55,6^\circ$  pour que l'obus puisse atteindre l'avion.

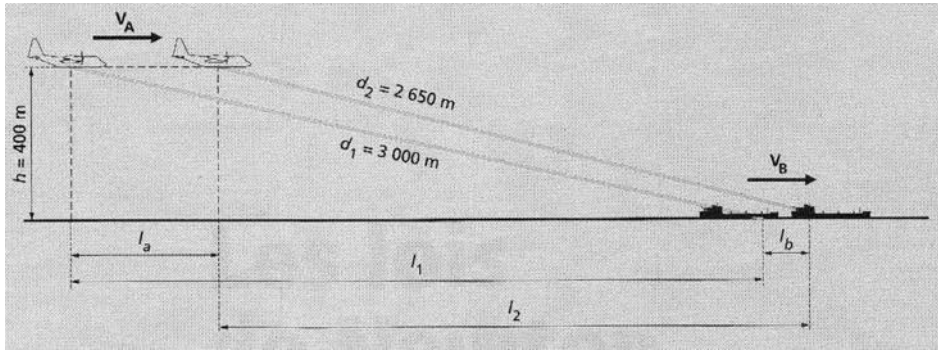
Pour cette inclinaison minimale, détermine les coordonnées du point de rencontre entre l'obus et l'avion.

Où se trouve l'avion lors du départ de l'obus ?

L'angle de tir minimal serait-il le même sur la Lune, où  $g = 1,62 \text{ N/kg}$  ? Sinon, serait-il plus élevé ou plus petit ? Expliquez !

### Exercice 28

Un avion volant à une altitude de 400 m a pour mission de larguer un colis sur un bateau.



L'avion a une vitesse de 300 km/h et se déplace dans la même direction que le bateau. Il est muni d'un dispositif lui permettant de mesurer, à tout instant et de manière instantanée, la distance directe le séparant du bateau. À un instant initial, l'appareil relève une distance de 3000 m et 5 s plus tard, une distance de 2650 m.

Après avoir effectué ces mesures, le pilote veut larguer le colis.

- Quelle est la vitesse du bateau ?
- Quel sera le temps de chute du colis ainsi que la distance horizontale entre le point de largage et le point d'impact ?
- Quelle doit être la distance horizontale entre le navire et l'avion au moment du largage du colis afin que celui-ci atteigne le navire ?

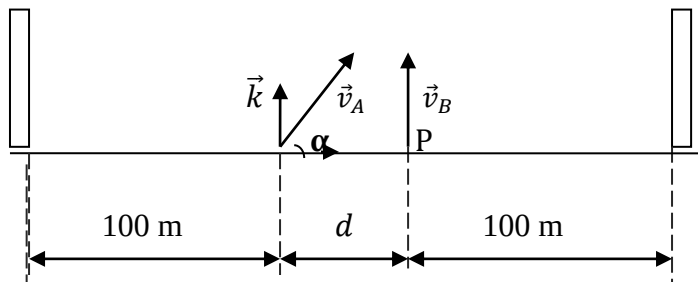
### Exercice 31 :

Deux fusées  $A$  et  $B$  doivent être tirées simultanément à partir de deux ponts  $O$  et  $P$  situés au sol et distant de  $d = 30$  m. Les fusées vont exploser à la date  $t_1 = 4$  s après leur lancement.

$B$  est tirée de  $P$  avec une vitesse  $\vec{v}_B$  verticale,  $A$  est tirée de  $O$  avec une vitesse  $\vec{v}_A$  inclinée de  $\alpha$  par rapport à l'horizontale et située dans le même plan vertical que  $\vec{v}_B$ .

$v_A = 51,4 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $v_B = 50 \text{ m.s}^{-1}$ .

- Dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{k})$  établir, sous forme littérale uniquement, les équations horaires des mouvements de chaque fusée après leur lancement, l'instant qui sera choisi comme instant initial. Préciser la nature de leurs trajectoires, en donner l'allure.
- Déterminer l'inclinaison  $\alpha$  de la vitesse initiale  $\vec{v}_A$  de  $A$  pour que l'explosion ait lieu à la verticale de  $P$ .
- Quelle est la distance qui sépare les deux fusées au moment de l'explosion ?
- Les barrières de sécurité pour les spectateurs sont installées de façon à respecter la distance de 100 m des points de lancement  $O$  et  $P$ . Ces spectateurs sont-ils en sécurité lors de la retombée des fusées en cas de non explosion en altitude ?



### Exercice 32 :

Un hélicoptère volant parallèlement au sol horizontal à une altitude  $h$  et avec un vecteur vitesse  $\vec{v}_o$  constant laisse tomber un objet et poursuit son vol sans modification.

Montrer qu'à l'instant où l'objet touche le sol en un point I, l'hélicoptère se trouve à la verticale du point I.

Exercice 33 :

Un enfant s'amuse à plonger dans d'une rivière à partir d'un rocher. Il veut attraper une balle flottante sur la l'eau au point P. A la date  $t=0$ , il s'élance du rocher avec une vitesse  $V_0$ , de direction faisant un angle  $\theta_0 = \pi/4$  avec l'horizontale. On étudie le mouvement du centre d'inertie G du plongeur dans le référentiel terrestre supposé galiléen à qui on associe le repère  $(o ; i ; j)$ . Tous les frottements sont négligeables et le centre d'inertie  $G_0$  de l'enfant est telle que  $OG_0 = 2\text{m}$  à  $t=0\text{s}$ .

Donner à  $t=0$  ; les coordonnées :

Du vecteur position  $OG_0$  ;

Du vecteur vitesse  $V_0$  ;

Du vecteur accélération de la pesanteur  $g$ .

Déterminer à  $t \neq 0$  :

La nature de la trajectoire décrite par l'enfant.

L'expression de sa vitesse au contact avec l'eau.

Quelles sont les coordonnées littérales de l'enfant au sommet de sa trajectoire.

En admettant qu'il n'y a qu'une seule valeur de  $\theta_0$  ; quelle est l'expression de l'équation de la trajectoire décrite par le plongeur à fin d'avoir le ballon.

Exercice 34 :

Un nageur professionnel plonge dans une rivière à partir d'un rocher. Il veut sauver un enfant de 10 ans qui se noie dans l'eau au point I. A la date  $t=0$ , il s'élance du rocher avec une vitesse  $V_0$ , de direction faisant un angle  $\theta = \pi/4$  avec l'horizontale.

On étudie le mouvement du centre d'inertie G du plongeur dans le référentiel terrestre supposé galiléen à qui on associe le repère  $(o ; i ; j)$ . Tous les frottements sont négligeable et le centre d'inertie  $G_0$  du nageur est telle que  $OG_0 = 2,7\text{m}$  à  $t=0\text{s}$ .

Donner à  $t=0$  ; les coordonnées :

Du vecteur position  $OG_0$  ;

Du vecteur vitesse  $V_0$  ;

Du vecteur accélération de la pesanteur  $g$ .

Déterminer à  $t \neq 0$  :

La nature de la trajectoire décrite par le plongeur.

L'expression de sa vitesse au contact avec l'eau au point I.

Quelles sont les coordonnées littérales du nageur au sommet de sa trajectoire.

En admettant qu'il n'y a qu'une seule valeur possible de  $\theta$  pour pouvoir sauver le gausse ; quelle serait alors l'expression de l'équation de la trajectoire décrite par le plongeur.

Arriverait-il à sauver l'enfant si celui-ci devrait mourir à 4s après le plonger du professionnel.

Données:  $V_0 = 11\text{m/s}$ ;  $g = 10\text{m/s}^2$