

CHAPITRE V
CINÉMATIQUE DE TRANSLATION : MOUVEMENT
CURVILIGNE
PROBLÈMES SUGGÉRÉS

Projectiles : lancement horizontal

Note : on néglige la résistance de l'air.

Problème N° 5.1

On tire une balle de fusil horizontalement avec une vitesse de 760 m/s. Le fusil est situé à 1,0 mètre au-dessus du sol. En même temps, on laisse tomber une autre balle d'une hauteur de 1,0 mètre.

- a) Quelle balle va frapper le sol la première ?
- b) À quelle distance du point de départ la balle tirée va-t-elle toucher le sol ?

Problème N° 5.2

Une balle roule sur le toit plat d'une maison et vient frapper le sol, situé à 12 m plus bas, à une distance de 3 m. Calculez la vitesse de la balle au moment où elle quitte le toit.

Problème N° 5.3

Du sommet d'une colline, on frappe une balle de golf horizontalement. Sa vitesse initiale est de 90 m/s.

- a) Quelle sera la distance verticale parcourue par la balle dans sa chute, après 1, 2 et 3 secondes ?
- b) Quelle sera la distance horizontale parcourue par la balle à ces mêmes instants ?

Problème N° 5.4

Le conducteur d'une automobile animée d'une vitesse constante de 50 km/h laisse tomber une boîte. Si la boîte se trouve à 2 mètres au-dessus du sol au moment où elle est lâchée, quelle distance horizontale parcourra-t-elle avant de frapper le sol ?

Rappel:

Chute libre: MRA

avec $a_y = -g = -9,81 \text{ m/s}^2$

$$y_f = -\frac{1}{2}g(t_f - t_i)^2 + v_{iy}(t_f - t_i) + y_i$$

$$v_{yf} = -g(t_f - t_i) + v_{iy}$$

$$v_{yf} = v_{iy} - 2g(y_f - y_i)$$

Projection: MRUA

avec $a_x = 0 \Rightarrow 0 \text{ m/s}^2$

$$v_x = v_{ix} \text{ cst}$$

$$x_f = x_i + v_{ix}(t_f - t_i)$$

avec $a_y = -g = -9,81 \text{ m/s}^2$

$$y_f = -\frac{1}{2}g(t_f - t_i)^2 + v_{iy}(t_f - t_i) + y_i$$

$$v_{yf} = -g(t_f - t_i) + v_{iy}$$

$$v_{yf} = v_{iy} - 2g(y_f - y_i)$$

Si α

$t_i = 0 \text{ s}$

$g: 0$: origine des

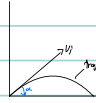
$x_i = 0 \text{ s}$

repère est aussi le point de lancement

$$x = v_{ix} t$$

$$y = -\frac{1}{2}g t^2 + v_{iy} t$$

$$y = -gt + v_{iy}$$



$$y = -\frac{g}{2v_{ix}^2} x^2 + \tan \alpha x$$

angle de lancement

$$\begin{cases} v_{ix} = v_i \cos \alpha \\ v_{iy} = v_i \sin \alpha \end{cases}$$

5.1

① données

Système: Galle 1

$$\vec{v}_i = 260 \text{ m/s} \cdot \vec{i} : \begin{cases} v_{ix} = 260 \text{ m/s} \\ v_{iy} = 0 \text{ m/s} \end{cases}$$

Balle 2 (chute libre)

$$v_{iy} = 0 \text{ m/s}$$

$$t_{iy} = 0 \text{ s}$$

$$y_i = 1$$

② Questions

$$a) t_{f1} = t_{f2}$$

$$b) x_f = d = ?$$

$$\begin{cases} x_i = 0 \text{ m} & y_f = 0 \\ y_i = 1 \text{ m} & v_{yf} = ? \end{cases} \text{ projeté}$$

③ dev

Galle 1: MRUA

$$y_f = y_i + v_{iy}(t_f - t_i) - \frac{1}{2}g(t_f - t_i)^2$$

$$0 = -\frac{1}{2}g t_f^2 + 1 \Rightarrow t_{f0} = 0,45 \text{ s}$$

Balle 2: MRUA

$$y_f = -\frac{1}{2}g(t_f - t_i)^2 + v_{iy}(t_f - t_i) + y_i$$

$$y_f = -\frac{1}{2}g(t_f)^2 + y_i$$

$$0 = -\frac{1}{2}g(t_f)^2 + 1 \Rightarrow 0,45 \text{ s}$$

Les Galle vont attendre le sol en même temps

$$b) x_f = v_{ix} + v_{ix}(t_f - t_i)$$

$$x_f = 0 + 260(0,45 - 0)$$

$$x_f = 260(0,45) = 117,0 \text{ m}$$

5.2

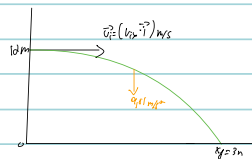
balle

$$t_i = 0 \quad t_f =$$

$$x_i = 0 \quad x_f = 3 \text{ m}$$

$$y_i = 10 \text{ m} \quad y_f = 0$$

$$v_i = ? \quad v_f =$$



$$x_f = x_i + v_{ix}(t_f - t_i)$$

$$y_f = y_i + v_{iy}(t_f - t_i) - \frac{1}{2}g(t_f - t_i)^2$$

$$3 = 0 + v_{ix}(t_f - 0)$$

$$y_f = y_i + 0(t_f - t_i) - \frac{1}{2}g(t_f - t_i)^2$$

$$3 = v_{ix} \cdot 1,56$$

$$0 = 10 + 0(t_f - t_i) - \frac{1}{2}g(t_f - t_i)^2$$

$$v_{ix} = 1,92 \text{ m/s} \quad \square$$

$$10 = \frac{1}{2}g(t_f)^2$$

$$10 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t_f^2$$

$$t_f = 1,42 \text{ s}$$

5.3

$$t_i = 0 \quad t_f =$$

$$x_i = 0 \quad x_f =$$

$$y_i = 0 \quad y_f =$$

$$v_i = 90 \text{ m/s} \quad v_f =$$

a) $y_f = ? = y_i$
 $t_i, t_f \neq 0$

$$y_f = y_i + v_{iy}(t_f - t_i) - \frac{1}{2}g(t_f - t_i)^2$$

$$y_f = 0 + 0(t_f - 0) - \frac{1}{2}g(t_f - 0)^2$$

$$y_f = -\frac{1}{2}g(t_f)^2$$

$$y_{f=1s} = -\frac{1}{2}(9.81)(1)^2 \quad y_{f=2s} = -\frac{1}{2}(9.81)(2)^2 \quad y_{f=3s} = -\frac{1}{2}(9.81)(3)^2$$

$$y_{f=1s} = -4.905 \text{ m} \quad y_{f=2s} = -19.62 \text{ m} \quad y_{f=3s} = -44.145$$

b)

$$x_f = x_i + v_{ix} \cdot \Delta t$$

$$x_{f=1s} = 0 + 90 \cdot (1)$$

$$x_f = 90 \text{ m}$$

$$x_{f=2s} = 0 + 90(2)$$

$$x_{f=2s} = 180 \text{ m}$$

$$x_{f=3s} = 0 + 90(3)$$

$$x_{f=3s} = 270 \text{ m}$$

5.4

$$t_i = 0 \quad t_f = \quad y_f = y_i + v_{iy}(t_f - t_i) - \frac{1}{2}g(t_f - t_i)^2 \quad x_f = x_i + v_{ix}(t_f - t_i)$$

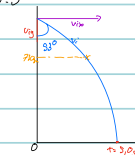
$$x_i = 0 \quad x_f = 0 \quad 0 = 0 + 0(t_f - 0) - \frac{1}{2}(9.81)(t_f)^2 \quad x_f = 0 + \frac{9.81}{3.6}(3.6^2)$$

$$y_i = -2 \quad y_f = 0 \quad 0 = -2 - \frac{1}{2}(9.81)t_f^2 \quad x_f = 8.87 \text{ m}$$

$$v_{ix} = 50 \text{ km/h} \quad v_{fx} = \quad 0.407 = t_f$$

$$v_{iy} = 0 \quad v_{fy} = \quad t_f = 0.64$$

5.5



a) $v_{ix} = ?$

b) $x_f = ?$

c) $v_{fy} = ?$

$v_{fy} = ?$

d) $y_f = y_i + v_{iy}(t_f - t_i) - \frac{1}{2}g(t_f - t_i)^2$

$$0 = 7.10 + v_{iy}(3 - 0) - \frac{1}{2}(9.81)(3 - 0)^2$$

$$0 = 7.10 + v_{iy}(3) - 44.145$$

$$v_{iy} = 12.148 \text{ m/s}$$

e) $v_{iy} = v_i \sin \alpha$

$$12.148 = v_i \sin 30^\circ$$

$$\frac{12.148}{\sin 30^\circ} = v_i$$

$$v_i = 24.296 \text{ m/s}$$

f) $v_{ix} = v_i \cos \alpha$

$$v_{ix} = 24.296 \cdot \cos 30^\circ$$

$$v_{ix} = 20.98 \text{ m/s}$$

$$x_f = x_i + v_{ix}(t_f - t_i)$$

$$x_f = 0 + 20.98(3 - 0)$$

$$x_f = 62.94 \text{ m}$$

$$x_f = 62.94 \text{ m} = d$$

$$0$$

$$t_i = 0 \quad t_f = 3s$$

$$x_i = 0 \quad x_f = ?$$

$$y_i = 7.10 \quad y_f = 0$$

$$v_{ix} = \quad v_{fx} =$$

$$v_{iy} = \quad v_{fy} =$$

$$\vec{v}_i = (v_i \cos 30^\circ)$$

$$v_{ix} = 5.3 + 2.03$$

$$\frac{2.03}{1.5}$$

c) $v_{fy} = v_{iy} - g(t_f - t_i)$

$$v_{fy} = 12.148 - 9.81(3)$$

$$v_{fy} = -17.053$$

$$\text{norm} \left(\begin{bmatrix} 16.12 \\ -17.053 \end{bmatrix} \right)$$

$$23.466$$

$$\theta_0 = \tan^{-1} \left(\frac{-17.053}{16.12} \right) = 46.60^\circ$$

$$\theta_0 = 360 - 46.6 = 313.39^\circ$$

Projectiles : lancement avec angle

Problème N° 5.5

Un bombardier, en cours de descente en piqué à 53° par rapport à la verticale, laisse tomber une bombe à une altitude de 730 mètres. La bombe explose 5,0 secondes plus tard.

- a) Quelle était la vitesse du bombardier au moment où il a largué la bombe ?
- b) Quelle est la distance horizontale parcourue par la bombe ?
- c) Quelles étaient les composantes horizontale et verticale de la vitesse de la bombe juste avant de toucher le sol ?

Problème N° 5.6

On tire un boulet de canon à une vitesse de 400 m/s, avec un angle de 37° avec l'horizontale, sur un terrain plan horizontal.

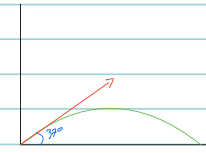
- a) Calculez les composantes x et y de la vitesse à l'instant $t_i = 0$ seconde;
- b) À quelle distance du point de départ le boulet va-t-il frapper le sol ?
- c) Quelle est la valeur de la vitesse à $t = 10$ secondes ? Et à $t = 40$ secondes ?
- d) Déterminez le temps de vol du boulet.

Problème N° 5.7

On lance un boulet avec une vitesse de 250 m/s du haut d'un édifice, selon un angle de 45° par rapport à l'horizontale (Origine sur toit)

- c) Où sera le boulet après 45 secondes ?
- b) Quelle sera sa vitesse après 45 secondes ?

5.6



$$\begin{aligned} t_i &= 0 & t_f &= 0 \\ x_i &= 0 & x_f &= 0 \\ y_i &= 0 & y_f &= 0 \\ v_{ix} &= v_i \cos \theta & v_{ix} &= 0 \\ v_{iy} &= v_i \sin \theta & v_{iy} &= 0 \end{aligned}$$

$$v_i = 400 \text{ m/s}$$

a) $v_{xi} = ?$
 $v_{iy} = ?$

②

$$\begin{aligned} v_{ix} &= v_i \cos \theta \\ v_{iy} &= v_i \sin \theta \end{aligned}$$

b) $x_f = ?$

c) $v(10)$
 $v(40)$

d) $t_f = ?$

a) $v_{ix} = 400 \cos 30 = 319,45 \text{ m/s}$
 $v_{iy} = 400 \sin 30 = 200,73 \text{ m/s}$

6) $x_f = x_i + v_{ix}(t_f - t_i)$

$$x_f = 0 + 319,45(t_f - 0)$$

$$x_f = 319,45 t_f$$

$$x_f = 319,45(49,08)$$

$$x_f = 15678,3 \text{ m} \quad \square$$

$$y_f = y_i + v_{iy}(t_f - t_i) - \frac{1}{2} g(t_f - t_i)^2$$

$$0 = 0 + 200,73(t_f - 0) - \frac{1}{2}(9,81)(t_f - 0)^2$$

$$t_f = 49,08$$

d) $v_{fy} = v_{iy} - g(t_f - t_i)$

$$0 = 200,73 - 9,81(t_f - 0)$$

$$t_f = 49,08 \text{ s}$$

c) $v_{fy} = v_{iy} - g(t_f - t_i)$

$$v_{fy} = 200,73 - 9,81(49,08)$$

$$v_{fy} = 142,63$$

$$v_{fy} = 200,73 - 9,81(49,08)$$

$$v_{fy} = -181,67$$

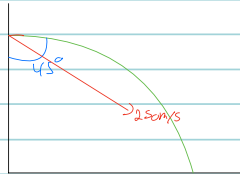
\vec{v}_i
norm $([319,45, 200,73])$

$$349,845 \text{ m/s} \quad \square$$

norm $([319,45, -181,67])$

$$353,63 \text{ m/s} \quad \square$$

5.7



$$t_i = 0$$

$$x_i = 0$$

$$y_i = ?$$

$$v_{ix} =$$

$$v_{iy} =$$

$$v = 250 \text{ m/s}$$

a) $t_f = ?$

$$y_f$$

b) $v_{ix} = ?$

$$v_{iy} = ?$$

$$v_{ix} = v_i \cos \theta$$

$$v_{iy} = v_i \sin \theta$$

a) $v_{ix} = 250 \cos 45 = 176,78 \text{ m/s}$

$$v_{iy} = 250 \sin 45 = 176,78 \text{ m/s}$$

$$x_f = x_i + v_{ix}(t_f - t_i)$$

$$x_f = 0 + 176,78(45)$$

$$x_f = 7954,95 \text{ m} \quad \square$$

$$v_{fx} = v_{ix}$$

$$v_{fx} = 176,78 \text{ m/s} \quad \square$$

$$v_{fy} = v_{iy} - g(t_f - t_i)$$

$$v_{fy} = 176,78 - 9,81(45)$$

$$v_{fy} = -264,67 \text{ m/s} \quad \square$$

$$y_f = y_i + v_{iy}(t_f - t_i) - \frac{1}{2} g(t_f - t_i)^2$$

$$y_f = 0 + 176,78(45) - \frac{1}{2}(9,81)(45)^2$$

$$y_f = -1927,67 \text{ m} \quad \square$$

CHAPITRE V
CINÉMATIQUE DE TRANSLATION : MOUVEMENT
CURVILIGNE
RÉPONSES DES PROBLÈMES SUGGÉRÉS

Problème N° 5.1 :

Rép. :

Les deux balles arrivent en même instant au sol
 $d = 343,2 \text{ m}$

Problème N° 5.2 :

Rép. :

$$v_{i,x} = 1,91 \text{ m/s}$$

Problème N° 5.3 :

Rép. :

$$y_1 = 4,905 \text{ m} \Rightarrow d_1 = 90 \text{ m}$$

$$y_2 = 19,62 \text{ m} \Rightarrow d_2 = 180 \text{ m}$$

$$y_3 = 44,145 \text{ m} \Rightarrow d_3 = 270 \text{ m}$$

Problème N° 5.4 :

Rép. :

$$d_{i,x} = 8,87 \text{ m}$$

Problème N° 5.5 :

Rép. :

$$v_i = 201,8 \text{ m/s}$$

$$d = 860,0 \text{ m}$$

$$\begin{cases} v_y = -170,52 \text{ m/s} \\ v_x = 161,20 \text{ m/s} \end{cases}$$

Problème N° 5.6 :

Rép. :

$$\begin{cases} v_x = 319,5 \text{ m/s} \\ v_y = 240,7 \text{ m/s} \\ d = 15,678 \text{ m} \end{cases} \text{ et } \begin{cases} v_{10} = 349,85 \text{ m/s} \\ v_{40} = 353,63 \\ t = 49,08 \text{ s} \end{cases}$$

Problème N° 5.7 :

Rép. :

$$\begin{cases} x = 7954 \text{ m} \\ y = -1978 \text{ m} \end{cases} \text{ et } \begin{cases} v_x = 176,8 \text{ m/s} \\ v_y = -264,7 \text{ m/s} \end{cases}$$