

TD 3 P1 Engineer (F211)
(From 29/10/2023 To 16/11/2023)

Rectilinear Motion, Curvilinear Motion

EXERCISE 1/

A car C is traveling at a constant speed $V_0 = 90$ km/h. On a straight, horizontal road, a motorcyclist M starts at $t=0$ just as the car passes by, accelerates uniformly, and reaches $V=90$ km/h after $t=10$ s.

- 1/ How much time t will it take for the motorcyclist to catch up to the car?
- 2/ What will be the distance d traveled at that time?
- 3/ What will be the speed V_1 achieved by the motorcyclist?

EXERCISE 2/

Once the passengers are seated, a tram leaves the station. The tram initially accelerates with an acceleration $a_1 = 1.3$ m/s² for 10 seconds until it reaches its traveling speed V_d . It then moves at this constant speed V_d for one minute when the driver sees an obstacle on the tracks located 50 meters ahead.

- 1/ What is the distance covered by the tram at the moment the driver sees the obstacle?
- 2/ Knowing that emergency braking corresponds to a deceleration $a_2 = 3$ m/s² and that the driver's reaction time is 2 seconds, will the tram be able to stop before hitting the obstacle?
- 3/ Plot a graph of velocity as a function of time.

EXERCISE 3/

Ali, a first-year engineering student, eager to check the notes he just took in P1, as he is highly motivated, arrives directly in front of the library with an initial velocity $\vec{V}_0 = 22$ Km/h \vec{i} . Seeing his friends, who are also competitors, suddenly appear behind him while he is at $t=0$ and $x=0$, trying to reserve the best spot before him, our valiant hero subjects himself to a constant acceleration $\vec{a} = 0,77$ m/S² \vec{i} .

- 1/ Provide Ali's velocity at $t=2.5$ seconds. What kind of motion is this?
- 2/ Knowing that since $t=0$, Ali takes 8 seconds to reach the stairs leading to the library's lobby, how much distance has he covered?

3/ Ali is almost in the library! His three competitors are behind him! However, one of them stops to answer his phone. The second one slips on an empty bag and crashes miserably into one of the glass doors. Only Ali and the third competitor enter the lobby. They are neck and neck!

Now, inside the lobby, both rivals must negotiate a semicircular turn with a radius $R=230$ cm to reach the stairs leading to the upper floor. Ali manages to complete the turn in 1.9 seconds (uniform circular motion). Calculate his velocity v in the turn, as well as his angular velocity W , knowing that he does not skid because he is wearing rain shoes.

4/ Provide the expressions of the acceleration vectors to which Ali is subjected in the turn.

EXERCISE 4/

During their training, to accustom their bodies to withstand the acceleration forces during liftoff and re-entry into the atmosphere, cosmonauts are placed on a seat attached to the end of an arm of length R , rotating at a constant angular velocity w .

1/ Express the velocity and acceleration at the end of the centrifuge arm in the polar coordinate system.

2/ Calculate w in radians per second (rd/s) and then in revolutions per minute (rpm) if $R = 5$ m and the achieved acceleration is $6g$, where g is the Earth's gravitational acceleration: $g = 9.81$ m/s².

EXERCISE 5:

An airplane flying horizontally at a constant speed of $V_0 = 1000$ km/h at an altitude of $h = 5000$ m, drops a package with mass m . Air friction on the package is neglected. $g = 10$ m/s².

1/ Provide the equation of the package's trajectory.

2/ Determine the time required for the package to reach the ground.

3/ Find the distance covered by the airplane during this time.

EXERCISE 6: Change of Reference Frame

(River Crossing) We are studying the crossing of a river by a motorboat (M). We make the following assumptions:

- The river has a width of l .
- The current velocity \vec{W} is assumed to be uniform $\vec{W} = W \vec{e}_x$
- The boat's engine maintains a constant velocity $V \vec{v}$ relative to the current, making an angle Θ with the direction \vec{e}_y .

M is located at O at $t=0$.

a/ Establish the equation of M's trajectory in the reference frame $R(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ as a function of Θ , V , and W .

EXERCISE 7: Consider a swimmer heading northwest (60°) with a speed of 4 km/h relative to the water current. Their motion with respect to the Earth is in the westward direction with a speed of 5 km/h. Calculate the speed and direction of the water current.

EXERCICE 1/ Une voiture C roule à la vitesse constante $V_0 = 90 \text{ Km h}^{-1}$. Sur une route horizontale et droite, un motard M qui démarre à $t=0$ au moment où la voiture passe à sa hauteur, accélère uniformément, il atteint $V=90 \text{ Km h}^{-1}$ au bout de $t= 10 \text{ s}$.

- 1/ Quel temps t faudra-t-il au motard pour rattraper la voiture ?
- 2/ Quelle sera alors la distance d parcourue ?
- 3/ Quelle sera la vitesse V_1 acquise par le motard ?

EXERCICE 2/ Une fois ses passagers installés, un tramway quitte l'arrêt. Le tramway accélère tout d'abord avec une accélération $a_1 = 1.3 \text{ m/s}^2$ pendant 10 s jusqu'à atteindre sa vitesse de déplacement v_d . Il se déplace alors avec cette vitesse constante v_d pendant une minute lorsque le conducteur aperçoit devant lui un obstacle sur les voies situé à 50 m.

- 1/ quelle est la distance parcourue par le tramway au moment où le conducteur aperçoit l'obstacle ?
- 2/ sachant que le freinage d'urgence correspond à une décélération $a_2 = 3 \text{ m/s}^2$ et que le temps de réaction du conducteur est de 2s, le tramway pourra-t-il s'arrêter avant de heurter l'obstacle ?
- 3/ tracer sur un graphique la vitesse en fonction du temps.

EXERCICE 3/ Ali, un étudiant en 1^{ère} année ingénieur, très pressé d'apprendre les notes qu'il vient de prendre en P1, car très motivé, arrive droit devant la bibliothèque avec une vitesse initiale $\vec{V}_0 = 22 \text{ Km/h } \vec{i}$, voyant ses amis, et néanmoins concurrents surgir derrière lui alors qu'il se trouve à $t=0$ et $x=0$, pour essayer tout comme lui de réserver la meilleure place avant lui, notre valeureux héros s'inflige une accélération constante $\vec{a} = 0,77 \text{ m/S}^2 \vec{i}$

- 1/ Donner la vitesse de Ali à $t=2,5 \text{ s}$. De quel mouvement s'agit-il ?
- 2/ Sachant que depuis $t=0$, Ali met 8sec pour atteindre l'escalier donnant dans le hall de la bibliothèque, quelle distance a-t-il parcouru ?
- 3/ Ali est presque dans la BU ! Ses trois concurrents sont derrière lui ! Mais l'un d'eux s'arrête pour répondre à son téléphone. Le 2^{ème} glisse sur un sachet vide et s'écrase lamentablement

contre une des portes vitrées. Seuls Ali et le 3^{ème} concurrent pénètrent dans le hall. Ils sont au coude à coude !

Nos deux rivaux doivent maintenant, à l'intérieur du hall, négocier un virage en forme de demi-cercle de rayon $R=230\text{cm}$ pour atteindre les escaliers menant à l'étage. Ali parvient à passer le virage en 1,9sec (mouvement circulaire uniforme). Calculer sa vitesse v dans le virage, ainsi que sa vitesse angulaire W sachant qu'il ne dérape pas car il porte des chaussures de pluie.

4/ donnez les expressions des vecteurs accélération auxquels est soumis Ali dans le virage ?

EXERCICE 4

Au cours de leur entraînement, pour habituer leur organisme à supporter les forces accélérations du décollage et de l'entrée dans l'atmosphère, les cosmonautes sont placés sur un siège fixé à l'extrémité d'un bras de longueur R , en rotation à vitesse angulaire w constante.

1/ exprimer la vitesse et l'accélération à l'extrémité du bras de la centrifugeuse, dans la base des coordonnées polaires.

2/ calculer w en rd/s puis en tr/mn si $R = 5\text{m}$ si l'accélération obtenue vaut $6g$, où g est l'accélération de la pesanteur terrestre : $g = 9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

EXERCICE 5 : Un avion volant à l'horizontale à la vitesse constante de $V_0 = 1000\text{km/h}$,

à une altitude $h = 5000 \text{ m}$, il laisse tomber un colis de masse m . On néglige les frottements de l'air sur le colis. On prendra $g = 10 \text{ m/s}^2$.

1 /Donner l'équation de la trajectoire du colis ?

2/ le temps nécessaire pour que le colis atteigne le sol ?

3/ la distance parcourue par l'avion pendant ce temps ?

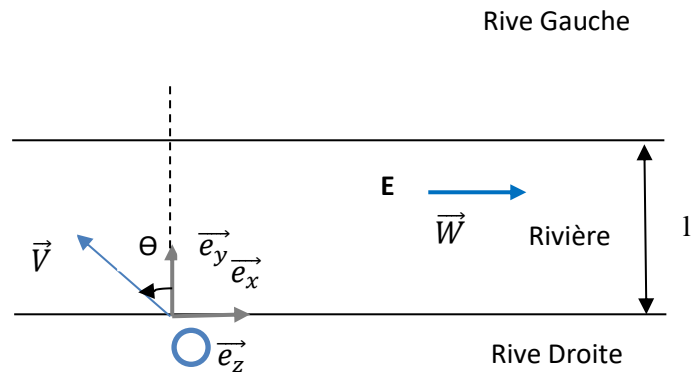
EXERCICE 6 : Changement de Référentiel (Traversée d'une rivière)

On étudie la traversée d'une rivière par un bateau à moteur (M). On fait les hypothèses suivantes :

- La rivière a une largeur l ,
- La vitesse \vec{W} du courant est supposée uniforme $\vec{W} = W \vec{e}_x$
- Le moteur du bateau maintient une vitesse \vec{V} constante par rapport au courant faisant un angle Θ avec la direction \vec{e}_y .
- M se trouve en O à $t= 0$.

a/ Etablir l'équation de la trajectoire de M dans le référentiel $R(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ en fonction de Θ, V et W .

b/Déterminer l'angle Θ_m rendant minimum le chemin parcouru pendant la traversée . On supposera pour cela $W < V$.



EXERCICE 7 :

Soit un nageur direction nord-ouest (60°) avec une vitesse de 4 km/h par rapport au courant d'eau. Son mouvement par rapport à la terre est dans la direction de l'ouest avec une vitesse de 5 km/h. Calculer la vitesse et la direction du courant ?