MODULE 2 : **MOUVEMEMENTS ET INTERACTIONS : EVOLUTIONS TEMPORELLES DES SYSTEMES MECANIQUES**

LECON4: LES LOIS DE NEWTON SUR LE MOUVEMENT

SITUATION PROBLEME:

Un bus quitte la ville de Douala, marque un temps d'arrêt pour laisser quelques passagers à KEKEM dans le Haut-Kam, avant de redémarrer pour s'arrêter à Bafoussam et laisser le reste des passagers . Un appareil spécial permet d'enregistrer son diagramme de vitesses ci-contre (figure 1) :

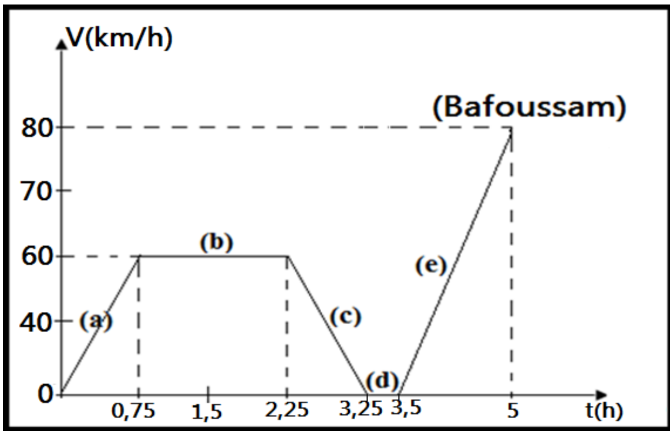


figure 1 :Trajet rectiligne

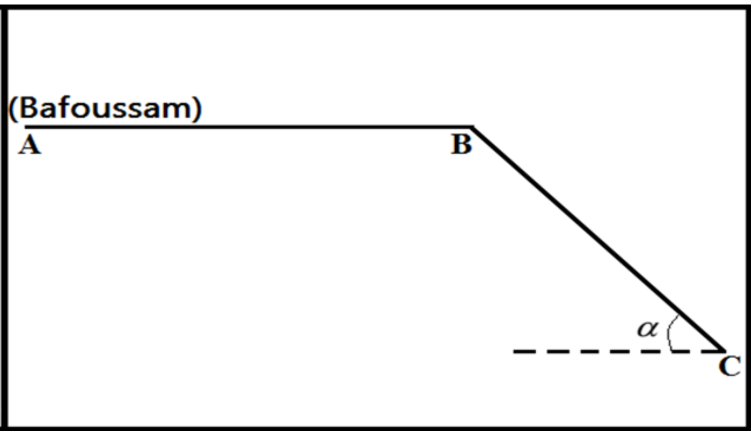


figure 2

a) Le chauffeur essaye de donner au chef d'agence les différentes phases du mouvement du bus dont il était à la manœuvre, mais éprouve des difficultés. En calculant l'accélération du bus, aidez le chauffeur a retrouvé les phases puis préciser la nature du mouvement dans chaque cas.

b) Combien de temps (t_1) le chauffeur a-t-il mis pour faire descendre les passagers à KEKEM?

c) Quelle est la distance d parcourue par le bus entre KEKEM et BAFOUSSAM ?

d) A Bafoussam, après avoir déchargé le reste des passagers ; le bus de masse m aborde le trajet ABC de la figure 2 ci-dessus le moteur coupé. En utilisant les lois de Newton, prédire son mouvement ultérieur.

1. Rappels sur les paramètres cinématiques

1.1. Système matériel

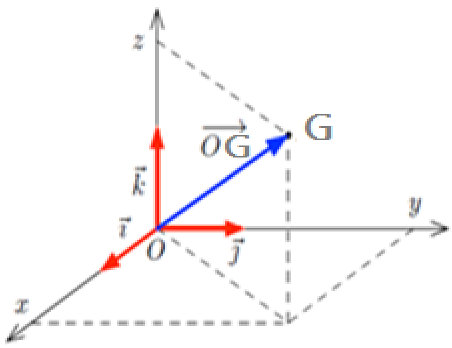
Un système matériel est un ensemble de points matériels c'est-à-dire des points auxquels on aurait affecté une masse (solide, ensemble de solides,………).

1.2. Référentiel

Un référentiel est un solide par rapport auquel on repère la position ou le mouvement d'un objet.

1.3. Le vecteur- position

La position d'un mobile de centre d'inertie G dans un repère$(O,\vec{\imath},\vec{\jmath},\vec{k})$ associé au référentiel d'étude, est déterminée à chaque instant t par les coordonnées cartésiennes (x,y,z) telles que le vecteur position $\overrightarrow{OG}$ puisse s'écrire : $\overrightarrow{OG}= x\,\vec{\imath} + y\,\vec{\jmath} + z\,\vec{k}$ ou $\overrightarrow{OG}\left|\begin{matrix} x \\ y \\ z \end{matrix}\right.$. x, y, z sont des fonctions du temps que notées $x(t), y(t), z(t)$ et appelées lois horaires où équation horaires du mouvement.



1.4. La trajectoire

C'est l'ensemble des positions successives occupées par un mobile au cours de son mouvement.

Pour déterminer l'équation de la trajectoire, il suffit d'éliminer le temps t entre les lois horaires $x(t), y(t)\ et\ z(t)$.

1.5. Vecteur vitesse $\vec{V}$

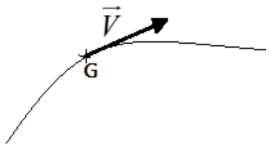
a) Vecteur vitesse moyenne : C'est la vitesse d'un mobile entre deux instants donnés.

Entre deux positions 1 et 2 caractérisée par les vecteurs positions $\overrightarrow{OG_1}$ et $\overrightarrow{OG_2}$, le vecteur vitesse moyenne est défini par : $\vec{V}_m = \dfrac{\overrightarrow{OG_2} - \overrightarrow{OG_1}}{t_2 - t_1} = \dfrac{\Delta\overrightarrow{OG}}{\Delta t}$. Suivant la direction (Ox) on aura : $V_m = \dfrac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$

b) Vecteur vitesse instantanée : C'est la vitesse d'un mobile en un instant donné.

Le vecteur vitesse instantanée d'un mobile est donné par : $\vec{V} = \lim\limits_{t_2 \to t_1} \dfrac{\overrightarrow{OG}_2 - \overrightarrow{OG}_1}{t_2 - t_1} = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta \overrightarrow{OG}}{\Delta t} = \dfrac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$

C'est la dérivée du vecteur position par rapport au temps.



par dérivation $\vec{V} = \dfrac{d\overrightarrow{OG}}{dt} \Rightarrow \vec{V} \left| \begin{array}{l} V_x = \dfrac{dx}{dt} = \dot{x} \\ V_y = \dfrac{dy}{dt} = \dot{y} \\ V_z = \dfrac{dz}{dt} = \dot{z} \end{array} \right.$. En module (norme) $V = \sqrt{V_x^{\,2} + V_y^{\,2} + V_z^{\,2}}$,

$V \;\; en\, m.S^{-1}$, le vecteur vitesse est tangent à la trajectoire.

c) **La quantité de mouvement :** C'est le produit de la masse par le vecteur vitesse d'un mobile donné. Elle est noté $\vec{P}$ et $s'exprime\ en\ kg.m.S^{-1}$ $\vec{P} = m\vec{V}$.

1.6. **Vecteur accélération** $\vec{a}$

L'accélération est une grandeur physique qui caractérise la manière avec laquelle la vitesse varie avec le temps.

a) **Vecteur accélération moyenne :** C'est l'accélération d'un mobile entre deux instants donnés.

Entre deux positions 1 et 2 caractérisée par les vecteurs vitesses $\vec{V}_1$ et $\vec{V}_2$, le vecteur accélération moyenne est défini par : $\vec{a}_m = \dfrac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t_2 - t_1} = \dfrac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$. Suivant une direction, on aura : $a_m = \dfrac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \dfrac{\Delta V}{\Delta t}$

b) **Vecteur accélération instantanée :** C'est l'accélération d'un mobile en un instant donné.

Le vecteur accélération instantanée d'un mobile est donné par : $\vec{a} = \lim\limits_{t_2 \to t_1} \dfrac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t_2 - t_1} = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \dfrac{d\vec{V}}{dt}$

C'est la dérivée du vecteur vitesse par rapport au temps.

par dérivation $\vec{a} = \dfrac{d\vec{V}}{dt} \Rightarrow \vec{a} \left| \begin{array}{l} a_x = \dfrac{dV_x}{dt} = \ddot{x} \\ a_y = \dfrac{dV_y}{dt} = \ddot{y} \\ a_z = \dfrac{dV_z}{dt} = \ddot{z} \end{array} \right.$. En module (norme), $a = \sqrt{a_x^{\,2} + a_y^{\,2} + a_z^{\,2}}$, $a \;\; en\, m.S^{-2}$

<u>EXERCICE D'APPLICATION :</u> Le vecteur position d'un mobile de masse m=10g est donnée par : $\overrightarrow{OG} \left| \begin{array}{l} x = 3t \\ y = -t^2 \\ z = 0 \end{array} \right.$

1) Exprimer son vecteur vitesse et son vecteur accélération
2) Donner le module du vecteur accélération et le module de la quantité de mouvement à la date t=2s.
3) Déterminer l'équation de la trajectoire de ce mobile.
4) Un autre mobile initialement au repos atteint la vitesse de 120km/h en 15min. Déterminer son accélération.

2. Rappels sur les mouvements rectilignes

2.1. Mouvement rectiligne uniforme

- Accélération nulle : $\vec{a} = \vec{0}$
- Vitesse constante : $\vec{V} = \overrightarrow{Cte}$
- Equation horaire suivant l'axe des abscisses : $x = V_x t + x_0$, x_0 est l'abscisse initiale du mobile (à t=0).

2.2. Mouvement rectiligne uniformément varié

- Accélération constante : $\vec{a} = \overrightarrow{Cte} \neq \vec{0}$
- La vitesse varie, suivant l'axe des abscisses on a : $V_x = a_x t + V_{0x}$, V_{0x} est la vitesse initiale.
- Equation horaire suivant l'axe des abscisses : $x = \dfrac{1}{2} a_x t^2 + V_{0x} t + x_0$

- Loi de variation des carrées des vitesses entre deux instants quelconques, suivant l'axe des abscisses : $V_2^2 - V_1^2 = 2a_x(x_2 - x_1)$.
- Au cours d'un tel mouvement, les espaces parcourus pendant des intervalles de temps successifs de même durée θ forment une progression arithmétique de raison r =a.θ².

EXEMPLE : un mobile initialement au repos atteint une vitesse de 72km/h après le parcourt d'une distance de 10m. Déterminer son accélération.

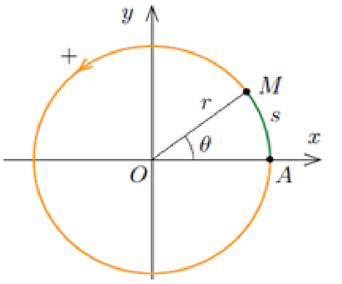
Remarques : - lorsque $\vec{a}.\vec{v} \succ 0$ mouvement accéléré et lorsque $\vec{a}.\vec{v} \prec 0$ mouvement ralenti.

-Il est recommandé de choisir le sens des axes du repère celui du mouvement, ainsi pour $a_x \succ 0$, le mouvement est accéléré suivant (Ox) et pour $a_x \prec 0$.

3. Rappels sur les mouvements circulaires

3.1.Paramètres cinématiques

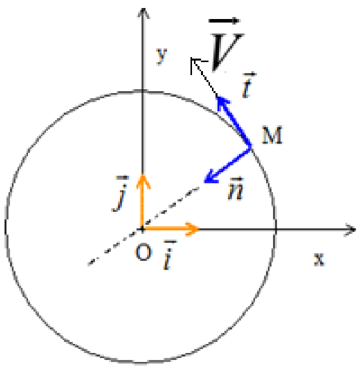
a) Repérage du mobile



Soit A l'origine du mouvement. La position du mobile M est repérée par :

- Son abscisse curviligne $S(t) = \widehat{AM} = R.\theta(t)$
- Son abscisse angulaire : $\theta(t) = (\widehat{AOM})\ en\ radians\ (rad)$.

b) Vecteur vitesse



On peut associer au mouvement du mobile M une base de vecteurs unitaires $\vec{t}$ et $\vec{n}$ qui se déplace avec lui. Cette base est appelée base de Frenet notée$(\vec{t},\vec{n})$, la vitesse étant tangente au cercle,on a $\vec{V} = \frac{dS}{dt}\vec{t}$ d'où $\vec{V} = V\vec{t}$ puisque $S = R\theta$ $on\ a$ $V = \frac{d(R\theta)}{dt}$ = R.$\dot{\theta}$; V = R.$\dot{\theta}$.

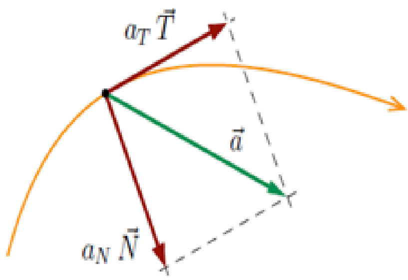
$\dot{\theta} est\ appelé\ vitesse\ angulaire\ du\ mobile\ M\ et\ s'exprime\ en\ rad.S^{-1}$ et parfois notée $\omega = 2\pi N$ où N est la vitesse de rotation.

c) Vecteur accélération

Dans la base de Freinet, le vecteur accélération est donnée par la relation :

$\vec{a}$ = a$_n\vec{n}$ + a$_t\vec{t}$.

$$\vec{a}\left|\begin{array}{l} a_t = \dfrac{dV}{dt}\ (accélération\,tangentielle) \\ a_n = \dfrac{V^2}{R}\ (accélération\,normale) \end{array}\right.$$



Or V = $R\dot{\theta}$ alors, $a_t = \frac{d(R\dot{\theta})}{dt} = R.\ddot{\theta}$;$a_t = R.\ddot{\theta}$; $Avec$

a$_t$ (m/s²), R (m) et $\ddot{\theta}$ (rad/s²). Comme $V = R\dot{\theta}$ alors on a : a$_n = \frac{V^2}{R} = \frac{(R\dot{\theta})^2}{R}$

soit a$_n$ = R.$\dot{\theta}^2$. $\ddot{\theta}$ $est\ appelée\ accélération\ angulaire\ du\ mouvement$

Remarque :

-on utilise la base de Frenet lorsque la trajectoire est curviligne (circulaire,..)

-la relation entre la vitesse linéaire V et la vitesse angulaire $\dot{\theta}$ est : V = $R\dot{\theta}$

-la relation entre l'accélération linéaire a et l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ est donc : $a = R\ddot{\theta}$

3.2. Mouvement circulaire uniforme

- Accélération angulaire nulle : $\ddot{\theta} = 0$
- Vitesse angulaire constante : $\dot{\theta} = cst = \omega$
- Equation horaire : $\theta(t) = \omega t + \theta_0$; θ_0 est la position angulaire initiale (rad)

Remarque : -lorsque les vecteurs vitesse et accélération sont non nuls et le produit scalaire $\vec{a}.\vec{V} = 0$ alors le mouvement est uniforme. Si en plus le rayon de courbure R de la trajectoire est constant alors le mouvement est circulaire uniforme. -la période de révolution c'est-à-dire le temps pour faire un tour complet est :

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

3.3. Mouvement circulaire uniformément varié

- Accélération angulaire nulle : $\ddot{\theta} = cst \neq 0$

- Vitesse angulaire (varie avec le temps) : $\dot{\theta} = \ddot{\theta}t + \dot{\theta}_0$; $\dot{\theta}_0$ est la vitesse angulaire initiale(rad/s)
- Equation horaire : $\theta(t) = \frac{1}{2}\ddot{\theta}t^2 + \dot{\theta}_0 t + \theta_0$; θ_0 est la position angulaire initiale (rad)
- Loi de variation des carrés des vitesses entre deux instants : $\dot{\theta}_2^{\,2} - \dot{\theta}_1^{\,2} = 2\ddot{\theta}(\theta_2 - \theta_1)$

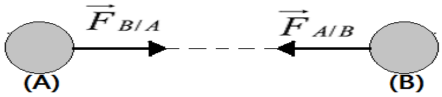
Remarque: Il est recommandé de choisir le sens de rotation celui du mouvement réel. Dans ce cas lorsque $\ddot{\theta} \succ 0$ le mouvement est circulaire uniformément accéléré et circulaire uniformément décéléré lorsque $\ddot{\theta} \prec 0$.

4. Lois de newton

- Le centre d'inertie d'un système matériel est le point particulier de ce système où serait concentrée toute sa masse et où toutes les forces extérieures seraient concourantes. Ce point est très souvent noté G.
- On appelle force extérieure, toute force exercée par l'extérieur sur le système.
- On appelle forces intérieures, les forces résultant des interactions entre les éléments du système choisi.

4.1. principe de l'action et de la réaction ou 3ème loi de Newton

<u>Enoncé :</u> « Lorsqu'un corps (A) exerce sur un corps (B) la force $\vec{F}_{A/B}$ réciproquement le corps (B) exerce sur le corps (A) la force $\vec{F}_{B/A}$ telle que ces forces soient directement opposées. $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ »



4.2. principe de l'inertie ou 1ère loi de Newton

Enoncé : « Lorsque la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un système est nulle, son centre d'inertie est :

- Au repos si le système est initialement au repos ;
- Animé d'un mouvement rectiligne uniforme si le système était initialement en mouvement. »

4.3. Loi fondamentale de la dynamique ou 2ème loi de Newton

4.3.1. Le théorème du centre d'inertie : TCI (pour les systèmes en translation)

Enoncé : **«** Dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie. $\boldsymbol{\sum\vec{F}ext = m\vec{a}_G}$ **»**

Remarque:

- **Référentiel galiléen est référentiel où le principe d'inertie est applicable**

  Exemple de référentiels galiléens

- Référentiels terrestre ou de labo (pour les mouvements s'effectuant à la surface de la terre)
- Référentiel géométrique (pour les mouvements autour de la terre)
- Héliocentrique ou de Copernic (pour les mouvements des planètes : c'est le référentiel galiléen par excellence)

- Un référentiel en mouvement rectiligne uniforme par rapport à un référentiel galiléen est galiléen.
- Le TCT est une conséquence de la relation fondamentale de la dynamique (R.F.D) en translation

$\sum\vec{F}ext = \frac{d\vec{P}}{dt}$ lorsque la masse est constante. Par définition : $\vec{P} = m.\vec{V}_G$ soit $\sum\vec{F}ext = \frac{d}{dt}(m\vec{V}_G) = m\frac{d\vec{V}G}{dt} = m.\vec{a}_G$ d'où $\sum\vec{F}ext = m.\vec{a}_G$.

- **Les limites de validité du T.C.I**. :La relation $\sum\vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$ est applicable lorsque v < 0,14C (limite relativiste)

. avec C = $3.10.^8$m/s. (vitesse de la lumière dans le vide)

EXERCICE: on lâche sans vitesse initiale, un solide de masse m=20g sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontal.

Déterminer l'accélération a_G de son centre d'inertie au cours de son mouvement. On donne : $g = 9{,}8 m/s^2$

4.3.2. Le théorème de l'accélération angulaire (pour les systèmes en rotation autour d'un axe fixe)

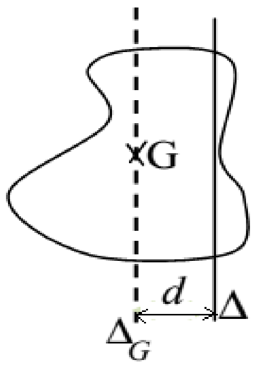
« Pour un solide en rotation autour d'un axe fixe (Δ) dans un référentiel galiléen, la somme algébrique des moments des forces extérieures par rapport à l'axe de rotation (Δ) est égale au produit de son moment d'inertie J_Δ par son accélération angulaire $\ddot{\theta}$: $\sum M_\Delta(\vec{F}_{ext}) = J_\Delta\ddot{\theta}$ »

Remarque : - moment d'inertie de quelques solides par rapport à l'axe (Δ) passant par leur centre d'inertie.

Solides	Cerceau ou circonférence pesante ou cylindre creux	Tige rectiligne homogène	Sphère pleine	Poulie ; disque ; cylindre plein	Parallélépipède rectangle plein
Expression de J_Δ (kg.m^2)	mR^2	$\frac{1}{12}m\ell^2$	$\frac{2}{5}mR^2$	$\frac{1}{2}mR^2$	$\frac{1}{12}m(a^2+b^2)$ a = longueur b = largeur

-Point matériel de masse m décrivant autour de l'axe (Δ) un cercle de rayon r : J_Δ = mr² (kg.m²)

-Théorème de Huygens



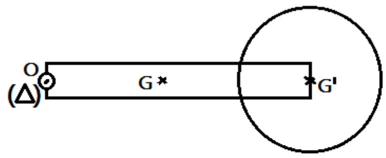
« Le moment d'inertie J_Δ d'un solide par rapport à un axe quelconque Δ, est égale au moment d'inertie J_{Δ_G} de ce solide par rapport à l'axe Δ_G parallèle à Δ passant le centre d'inertie G du solide, augmenté du produit de la masse m du solide par le carré de la distance d entre ces deux axes : $J_\Delta = J_{\Delta_G} + md^2$ ».

EXEMPLE : montrons que le moment d'inertie d'une tige homogène de masse m et de longueur ℓ par rapport à l'axe passant par l'une de ses extrémités, perpendiculaire à la tige est $J_\Delta = \frac{1}{3}m\ell^2$.

- Si le système est constitué de plusieurs solides, alors son moment d'inertie est égale à la somme des moments d'inertie de chaque solide qui le constitue.

-Détermination de la position du centre de masse G d'un système $(A_1;m_1)$, $(A_2;m_2)$,….., $(A_n;m_n)$ par rapport à un point quelconque O : $\overline{OG} = \dfrac{m_1\overline{OA_1} + m_2\overline{OA_2} + \ldots + m_n\overline{OA_n}}{m_1 + m_2 + \ldots + m_n}$.

EXEMPLE : soit le système tige (m ; ℓ=2R)+ disque (M=2m ;R). Déterminer $\overline{OG}$ et J_Δ



4.3.3. Méthodologie de résolution d'un problème de dynamique:

Pour résoudre un problème des dynamiques, il faut :

- Préciser le système étudié ;
- Choisir le référentiel galiléen adapté au système ;
- Faire le bilan des forces extérieures appliquées à ce système et les représenter
- Donner les conditions initiales du problème : position et vitesse initiales (importantes pour les équations horaires)
- Appliquer le TCI ou la RFD en rotation.

5. Quelques rappels sur l'énergétique

-Théorème de la variation de l'énergie cinétique

<u>**Enoncé du théorème**</u> : Dans un repère galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un système est égale à la somme algébrique des travaux des forces extérieures qui s'appliquent sur ce système.

$$\Delta \boldsymbol{Ec} = Ec_2 - Ec_1 = \sum_{1\to 2} W(\vec{F}_{ext})$$

Remarque : Au cours d'un choc élastique, en plus de la conservation de la quantité de mouvement, il y a conservation de l'énergie cinétique.

-Energie mécanique : $E_m = E_C + E_P$

-conservation de l'énergie mécanique : l'énergie mécanique d'un système isolé ou pseudo-isolé se conserve : $E_m = const$

Remarque : en absence des forces de frottement, l'énergie mécanique d'un système se conserve et le système est dit conservatif.

6. Résolution de la situation problème

COLLEGE SAINT-JOSEPH : TD PHYSIQUE N°5 Tle C, D, TI

MODULE 2, Lecon5: interactions magnétiques

EXERCICE 1: ***Répondre par vrai (V) ou faux (F) en cochant la bonne case***

On considère le mouvement d'un mobile décrivant une trajectoire curviligne ou non.	V	F
a) Le vecteur vitesse est toujours tangent à la trajectoire au point considéré.		
b) Dans un mouvement curviligne, le vecteur accélération peut être tangent à la trajectoire au point considéré.		
c) Une accélération tangentielle nulle implique un mouvement uniforme.		
d) Si $\vec{a}.\vec{V} = 0$, le mouvement est retardé.		
e) Une accélération tangentielle constante implique toujours un mouvement rectiligne uniformément retardé ou accéléré.		
f) Le vecteur accélération normal est toujours dirigé vers l'intérieur d'une trajectoire curviligne		

EXERCICE2: Une voiture roule sur une route rectiligne à la vitesse constante de 70 km/h. Quelle est la nature du mouvement ? Quelle distance parcourra t- elle en 10mn ?

EXERCICE 3: Définissez : Référentiel, Repère, Trajectoire d'un point mobile.

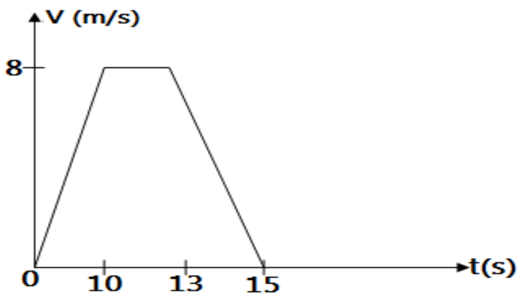
EXERCICE 4 : Citez les différents référentiels que vous connaissez. Lequel est-il mieux adapté à tout mouvement se produisant à la surface de la terre ?

EXEERCICE 5: Un point M d'un cercle de rayon R=10cm effectue 10trs en 2s.

a) Déterminer l'angle balayé par le point M.
b) Déterminer la vitesse de rotation du mobile M.
c) Déterminer la vitesse angulaire du point M.
d) Déterminer l'accélération tangentielle sachant que $\ddot{\theta}$ =4rad/s^2.
e) Déterminer l'accélération normale.
f) Déterminer la période et la fréquence du mouvement.

EXEERCICE6: A quelles heures entre 12h et minuit l'aiguille des heures et l'aiguille des minutes se superposent-elles ?

EXERCICE 7: Les variations de la vitesse d'un mobile en mouvement rectiligne sont représentées sur le graphe ci-dessous :



1. Déterminer la vitesse du mobile à t=os et à t=10s. Calculer l'accélération et conclure.
2. Déterminer la vitesse du mobile et son accélération à t=10s et à t=13s. Conclure.
3. Déterminer la vitesse du mobile à t=13s et à t=15s. Calculer son accélération. Conclure.
4. Calculer la distance parcourue par ce mobile.
5. Donner les équations horaires des trois phases en considérant O comme origine des temps et des espaces.
6. Donner les équations horaires des trois phases prises isolement(les trois phases sont indépendantes les unes des autres.

EXERCICE8 :

1. Énoncer le principe de l'inertie et préciser sa limite de validité.
2. Énoncer le théorème du centre d'inertie.
3. Énoncer le théorème de l'accélération angulaire.

4. Indiquer comment on doit procéder pour appliquer systématiquement le théorème du centre d'inertie ou de l'accélération angulaire.
5. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique. Une variation d'énergie cinétique peut-elle être négative ? Justifier et illustrer par un exemple.
6. Le théorème du centre d'inertie appliqué à un solide s'écrit : $\vec{F} = m\vec{a}_G$

6.1. Que représente $\vec{F}$?

6.2Comment choisir le référentiel d'étude du mouvement ?

6.3. Peut-on projeter cette relation dans une base quelconque ?

6.4. Donner l'expression de $\vec{a}_G$ dans le cas :

a) d'un mouvement uniforme b) d'un mouvement circulaire uniforme.

6.5. Si $\vec{F} = \vec{0}$, le solide est-il nécessairement au repos ?

EXERCICE 9:

Les équations horaires d'un mobile sont : $\begin{cases} x(t) = 2t \\ y(t) = \dfrac{1}{2}t^2\ (m) \\ z(t) = 0 \end{cases}$

1. Le mouvement du mobile est-il plan ? Pourquoi ?
2. Déterminer :

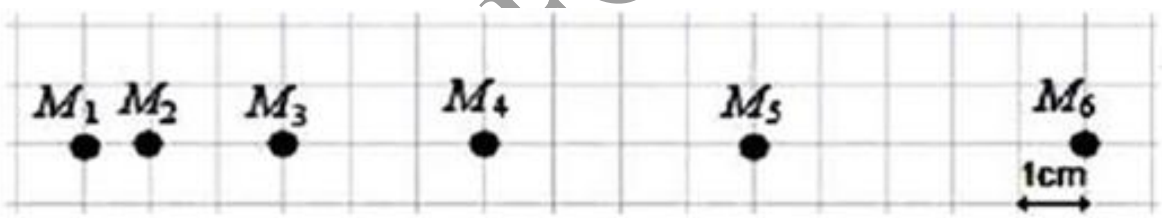
-Le module du vecteur vitesse du mobile à l'instant t. AN : t=0s

-Le module du vecteur accélération à un instant t quelconque. Conclure.

3. Quelle est l'équation de la trajectoire de ce mobile ?

EXERCICE10:

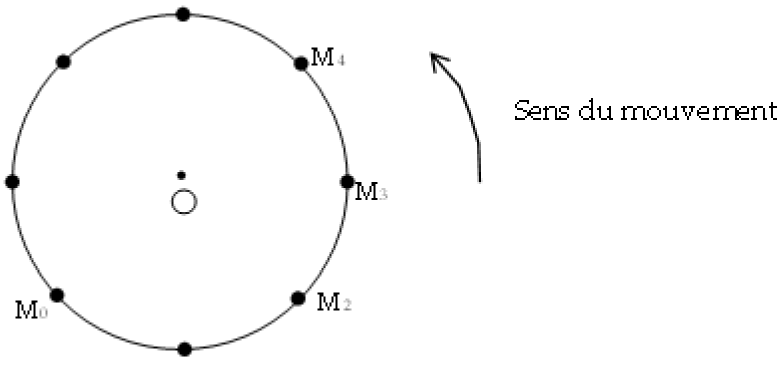
Un solide ponctuelle de masse m = 500 g, glisse sur un plan AO incliné d'un angle α=30° par rapport à l'horizontale. On enregistre le mouvement de ce solide pendant des intervalles de temps successifs et égaux $\tau = 60$ns.



1. Calculer les vitesses aux points M_2 ; M_3 ; M_4 et M_5.
2. Calculer les accélérations aux points M_3 et M_4.En déduire la nature du mouvement.
3. Le mouvement se fait-il avec frottement ? Si la réponse est positif déterminer la valeur de cette force de frottement.

EXERCICE 11:

On a relevé les différentes positions d'un satellite qui tourne autour de la Terre à intervalles de temps θ réguliers. Le satellite est animé d'un mouvement circulaire uniforme. Sa vitesse linéaire est v = 150m/s.



1. Représenter le vecteur vitesse aux points M_2 et M_4. On choisira à l'échelle 1cm pour 100m/s.
2. Représenter le vecteur accélération au point M_3, sans souci d'échelle.

3. Répondre par **vrai** ou **faux**
   a) On étudie le mouvement du satellite dans le référentiel terrestre.
   b) Le vecteur accélération est centripète.
   c) Le vecteur accélération est égal à $\vec{a}_3 = \dfrac{\vec{V}_4 - \vec{V}_3}{2\theta}$
   d) Le vecteur vitesse à deux composantes.
   e) Le point O, centre de la trajectoire est le centre de la terre.

EXERCICE 12:

Sur un sol horizontal parfaitement lisse, deux traîneaux (1) et (2) de masses respectives m_1 et m_2 sont reliés par une barre d'attelage de masse négligeable .Le traineau (1) est tiré par une force constante F parallèle au plan.

1) Exprimer l'accélération du centre d'inertie du système constitué par les deux traineaux.
2) Exprimer la tension T que (1) exerce sur (2) .Comparer T et P_2 poids du traîneau (2).
3) Calculer la réaction exercée par le plan sur chaque traineau.

On donne m_1=100kg $m_2=2m_1$ F=1500N g=10N/kg.

EXERCICE 13:

Un solide (S) est lancé avec une vitesse V_0 à partir du sommet d'un plan incliné d'un angle α = 30° sur l'horizontale. g=10 m.s^{-2}
Le tableau ci-dessous donne les positions successives G_i de son centre d'inertie au cours du temps.

Gi	G0	G1	G2	G3	G4	G5
ti(s)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Xi(cm)	0	16	36	60	88	120

1. Dresser le tableau donnant la valeur de la vitesse $V(G_i)$ du centre d'inertie du solide aux dates ti avec 0≤i≤4.
   on admettra que $V(G_i) = \dfrac{V(G_{i-1}) - V(G_{i+1})}{t_{i-1} - t_{t+1}}$.
2. Tracer sur papier millimétré, le graphe V_G = f(t). Echelle : 2cm↔0,1s et 2cm↔100cm.s^{-1}
3. Déduire de cette courbe :
   3.1. La valeur V_0 de la vitesse qu'à le centre d'inertie au départ du mouvement.
   3.2. La valeur de l'accélération du centre d'inertie du solide
   3.3. La valeur de l'accélération du centre d'inertie du solide
4. Par application du théorème du centre d'inertie au solide, déterminer la valeur de l'accélération dans l'hypothèse où le contact solide plan se fait sans frottements.
5. Comparer les valeurs de l'accélération du centre d'inertie du solide obtenues en 3-2 et 4. L'hypothèse prise pour le calcul de l'accélération en 4- était-elle justifiée ? Conclure.

EXERCICE 14:

Un mobile, de masse M est lâché sans vitesse initiale sur une table inclinée d'un angle α sur l'horizontale. On suppose que le mobile est soumis au cours du mouvement à une force de frottement constante f s'opposant au mouvement et parallèle à la trajectoire.

1.
1.1. Etablir l'expression littérale de l'accélération a_1 de son centre d'inertie en fonction des données littérales. En déduire la nature du mouvement.
1.2. En déduire l'expression littérale de l'accélération a_2 si le frottement est négligeable. Calculer sa valeur numérique.
2. On a relevé les positions du centre d'inertie du mobile au cours du temps.

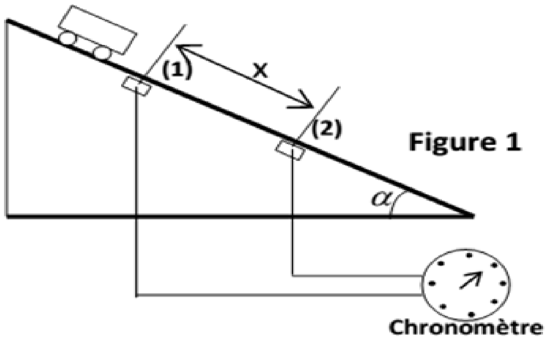


Figure 1

t(s)	0,00	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,48
X (cm)	0,00	0,30	1,10	2,50	4,45	6,95	10,00	13,60	17,80
t^2 ($10^{-2}s^2$)	0,00	0,36	1,44	3,24	5,76	9,00	12,96	17,67	23,04

2.1.Représenter la courbe X = f (t^2). Echelles : 1 cm pour 1 cm et 1 cm pour $10^{-2}s^2$.
2.2.Calculer la valeur numérique de l'accélération du mouvement. On donne : M = 0,650 kg ; $\alpha = 12^0$;g = 9.8 $m.s^{-2}$

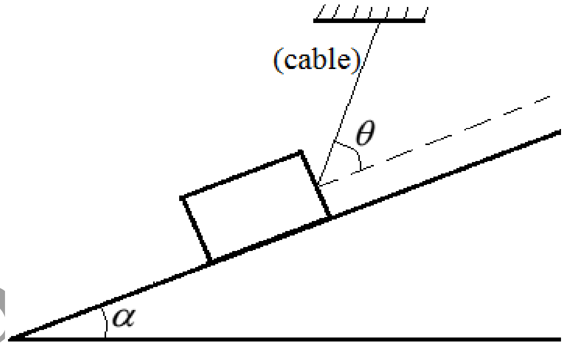
EXERCICE 15:

On considère un solide de masse m = 10kg animé d'un mouvement de translation de direction horizontale. Partant du repos en un point A, le solide est tiré par une force $\vec{F}$ constante faisant un angle α = 30° avec le plan horizontal et ayant une intensité F = 60N. Les forces de frottements équivalent à une force unique de direction horizontale et opposée au mouvement, d'intensité constante. L'intensité de la force de frottement f = $\frac{1}{10}$P, g = 10N/kg.

1. Faire l'inventaire des forces appliquées au solide et les représenter.
2. Enoncer la 2ème loi de Newton (TCI).
3. Appliquer le TCI au solide pour déduire l'expression de l'accélération du mobile. En déduire la nature du mouvement.

EXERCICE 16:

Un solide de masse m=200kg est tiré suivant une ligne de plus grande pente d'un plan incliné par l'intermédiaire d'un câble faisant un angle θ avec celui-ci (voir figure).



1. La tension du câble vaut T=1000N. Le mouvement étant rectiligne uniforme de vitesse V=10Km/h,

1.1.Enoncer le principe d'inertie.

1.2. En appliquant ce principe, déterminer l'intensité f de la force de frottement $\vec{f}$ exercée sur le solide.
On donne $\alpha = 20°$, $\theta = 30°$, $g = 10m/s^2$.

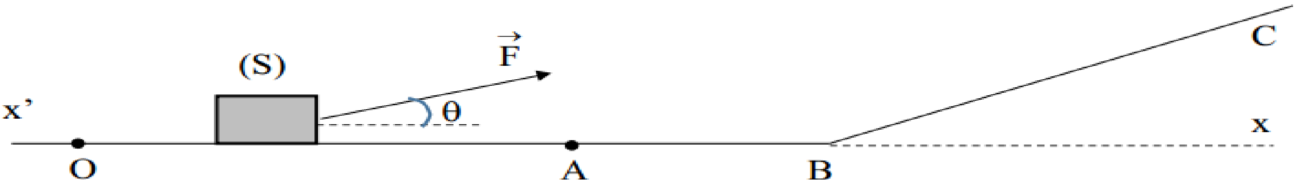
2. On considère que $f = 184N$ et on augmente l'intensité de la tension du câble, le mouvement devient rectiligne uniformément accéléré. La vitesse du solide passe de 10Km/h à 20Km/h sur une distance d=10m.

2.1.Calculer l'accélération du centre d'inertie du solide.

2.2.En appliquant le TCI, déterminer la nouvelle intensité prise par la tension du câble.

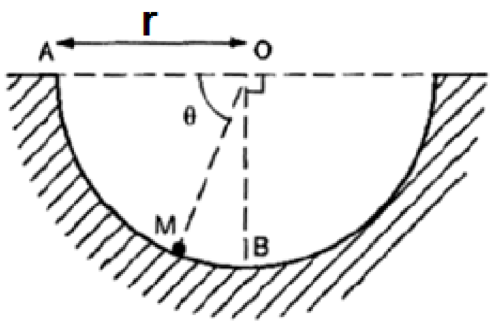
EXERCICE 17:

On pose un solide (S) de masse m = 420 g sur une piste rectiligne. La piste étant horizontale, le solide reste immobile, son centre d'inertie étant en un point O d'une droite x'x. On lui communique, à une date considérée comme origine des dates, pendant une durée $\Delta t_1 = 10s$, une force $\vec{F}$ d'intensité constante et dont la direction fait un angle $\theta = 15°$ avec l'horizontale et de norme F = 0,21 N (voir figure).



1. À la fin des dix secondes, l'action de la force $\vec{F}$ cesse et le solide arrive en A avec une vitesse V_A. On admet que le contact piste-solide se fait sans frottement.
   1.1 Déterminer l'accélération a_1 du mouvement du centre d'inertie du solide (S) pendant les dix secondes au cours desquelles le solide est soumis à la force $\vec{F}$.
   1.2 Quelle est la nature du mouvement de (S) ? Écrire les équations horaires.
   1.3 Calculer la valeur de sa vitesse V_A point A.
   1.4 Déterminer la longueur ℓ du trajet OA.
2. Au bout de la piste au point B, le solide aborde un plan rugueux incliné d'un angle $\alpha = 20°$ par rapport au plan horizontal. Il est alors soumis à des forces de frottement équivalentes à une unique force $\vec{f}$ colinéaire au vecteur vitesse et de valeur constante. Sur le plan incliné, il parcourt une distance d et parvient au point C avec une vitesse quasi nulle. On donne BC = 3 m et g = 9,8 m/s².
   2.1 Calculer la vitesse V_B du solide au bas du plan incliné.
   2.2 Déterminer l'accélération a_2 du solide.
   2.3 Calculer la valeur f de la force $\vec{f}$.
   2.4 Quelle est la durée Δt_2 du trajet BC ?
3. On suppose maintenant que le plan incliné est lisse.
   3.1 Que vaut la nouvelle accélération a_3 ?
   3.2 Vérifier que le solide passe par C sans s'arrêter.

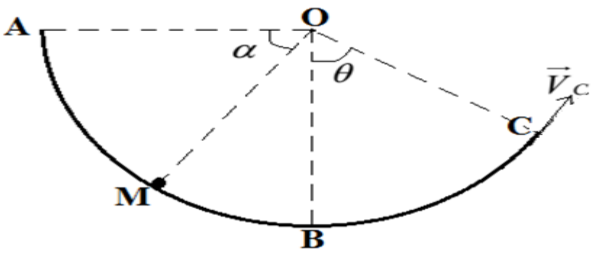
EXERCICE 17:



Une boule, assimilable à un point matériel de masse m = 2 kg glisse sans frottement le long d'une piste circulaire ABC de centre O et de rayon r = 1,2 m. On repère la position de la boule par l'angle θ.

1. Exprimer V_M, norme de la vitesse de la boule en fonction de θ, r et g.
2. Exprimer en fonction de θ, r, m et g, l'intensité de la réaction que la piste exerce sur la boule.
3. En quel point cette intensité est-elle maximale ?

EXERCICE 18:

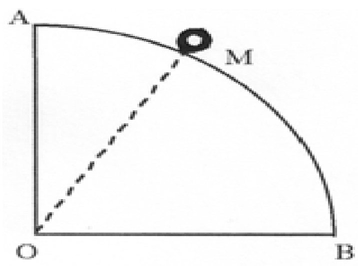


Un solide (S) assimilable à un point matériel de masse m se déplace à l'intérieur d'une glissière circulaire de centre O et de rayon r. On lâche ce solide à partir du point A avec une vitesse V_0 de telle sorte que le mouvement ait lieu dans le plan vertical. Sa position est repérée par l'angle α formé par l'horizontale et le rayon OM. On néglige les frottements.

1. Exprimer la norme V du vecteur vitesse en un point M en fonction de V_0, g, r et α.
2. Exprimer les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}$, dans la base de Frenet.
3. Calculer les normes V et a pour les deux positions $\alpha_1 = 30°$ et $\alpha_2 = 90°$. Représenter le vecteur accélération dans ces deux positions sur la figure. On donne m=100g , r= 1m, g=10N/kg, V_0=2m/s.
4. En réalité, le solide (S) arrive en B ($\alpha = 90°$) avec une vitesse V_B=4,4m/s. la glissière exerce donc sur lui des forces de frottements équivalentes à une force unique opposée à la vitesse et d'intensité f constante.
   4.1. Déterminer f.
   4.2. Déterminer au point B l'intensité de la réaction R et le représenter.
5. Le solide quitte la glissière au point C repéré par l'angle θ formé par la verticale et le rayon OC. Exprimer V_C en fonction de θ.

EXERCICE 19:

Un solide S de petites dimensions, de masse m et assimilable à un point matériel, est placé au sommet A d'une piste circulaire AB. AB est dans le plan vertical et représente un quart de circonférence de centre O et de rayon r = 5 m. On déplace légèrement le solide S pour qu'il quitte la position A avec une vitesse quasiment nulle et glisse sans frottement le long de la piste. Le solide perd le contact avec la piste en un point C tel $(\overrightarrow{OA};\overrightarrow{OC}) = \alpha$.

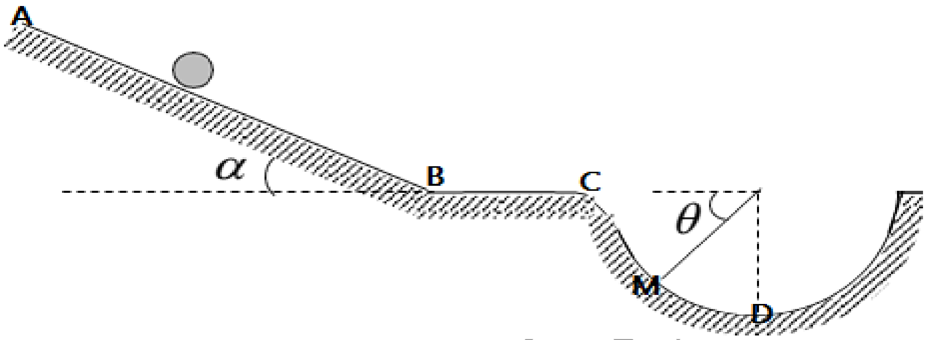


On repère le mobile M par l'angle θ tel que $(\overrightarrow{OA};\overrightarrow{OM}) = \theta$.

1. Exprimer sa vitesse V_C, au point C, en fonction de α , r et g.
2. Calculer la valeur de l'angle α .
3. Déterminer le vecteur vitesse $\vec{V}_C$ du solide en C.

EXERCICE 20:

Une bille ponctuelle de masse m est abandonnée sans vitesse initiale en A. elle glisse alors sur une piste ABCDOE représentée par la figure ci-dessous.

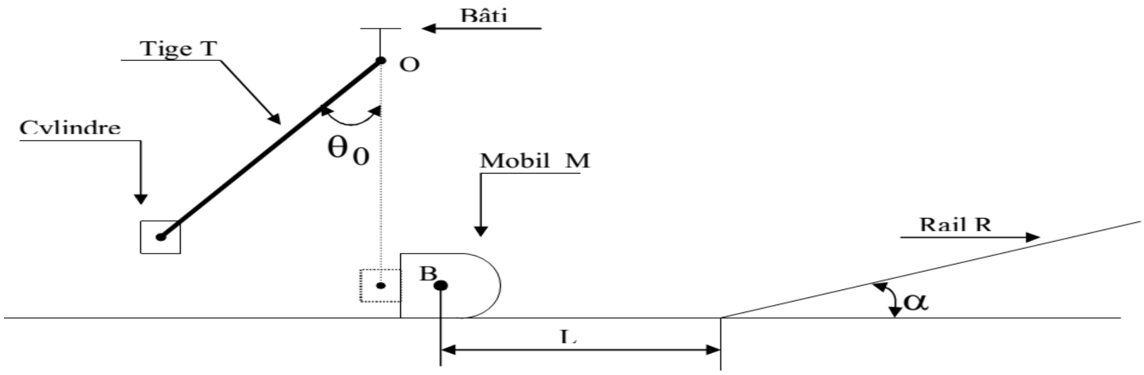


On donne : m = 100 g ; g = 9,8 m/s².; $\alpha = 25°$; f = 0,2 N ; AB = L = 2 m ; r = 20 cm ; BC = L' = 1 m.

1. Lors du parcours ABC, la bille est soumise à des frottements représentés par une force unique $\vec{f}$, opposée au vecteur vitesse et de valeur *f*.
   1.1 Déterminer l'accélération a_1 de la bille au cours de son mouvement sur le trajet AB.
   1.2 Calculer sa vitesse V_B à son arrivée au point B.
   1.3 Calculer son accélération a_2 au cours du déplacement BC.
   1.4 Exprimer sa vitesse V_C à son arrivée en C en fonction de g, α , L, *f*, L' et m.
   Faire l'application numérique.
2. Lors du parcours CDO, les frottements sont supposés négligeables.
   2.1 Établir l'expression de la vitesse de la bille lorsqu'il passe par M en fonction de g, v_C, θ et r.
   2.2 En déduire sa vitesse aux points D et O.

EXERCICE 21:

On considère un pendule constitué (cf. figure ci-dessous) : • d'une tige rigide ***T,*** de masse négligeable, de longueur ***l,*** libre de tourner autour d'un axe horizontal solidaire d'un bâti fixe et passant par son extrémité O. • d'un petit solide cylindrique en acier ***S***, de masse ***m,*** articulé en son centre d'inertie A à un axe horizontal lié à la tige et passant par l'autre extrémité. La tige T est écartée d'un angle θ_0 de sa position d'équilibre verticale, puis abandonnée sans vitesse initiale. On suppose négligeable les frottements fluides et solides, et on admet que l'axe du cylindre demeure vertical au cours du mouvement.



1. Quelle est, dans un référentiel lié au bâti, la nature du mouvement de S ?
   a) mouvement de rotation autour d'un axe fixe b) mouvement de translation circulaire
   c) mouvement de translation rectiligne uniforme
2. Quelle proposition permet d'écrire que l'énergie mécanique Em du cylindre est constante ?
   a) la tige est inextensible b) l'action de la tige sur le cylindre et le poids de ce dernier se compensent c) l'action de la tige sur le cylindre reste, à chaque instant, perpendiculaire au déplacement du centre d'inertie et ne travaille pas.
3. En prenant pour origine de l'énergie potentielle de pesanteur Ep la position d'équilibre de S, quelle est l'expression de l'énergie mécanique Em ? a) $E_m = mgl\cos\theta_0$ b) $E_m = mgl(1-\cos\theta_0)$ c) $E_m = mgl\sin\theta_0$
4. En déduire l'expression de la vitesse V_A du point A lorsque S passe par sa position d'équilibre.

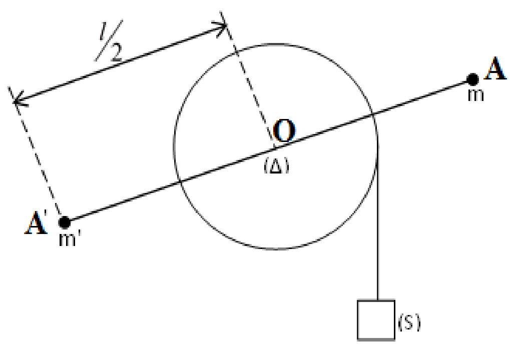
   a) $V_A = \sqrt{2gl(1-\sin\theta_0)}$ b) $V_A = \sqrt{2gl(1-\cos\theta_0)}$ c) $V_A = \dfrac{2\pi}{1-\cos\theta_0}\sqrt{gl}$ d) $V_A = \dfrac{1}{2}\sqrt{gl}$
5. On donne : l = 1,00 m ; m = 50 g ; g = 9,81 m.s^{-2} et $\theta_0 = \dfrac{\pi}{3} rad$. Quelle est alors la valeur de cette vitesse ?

   a) 3,13 m.s^{-1} b) 4,12 m/s c) 11,3 km/h
6. Le cylindre heurte alors un mobile M, initialement au repos, de masse M = 2 m, de centre d'inertie B, astreint à se déplacer avec ou sans frottement sur un rail fixe à coussin d'air R. En supposant le choc parfaitement élastique et en considérant que les vecteurs vitesse avant et après le choc sont colinéaires, les vitesses immédiatement après le choc s'écrivent :

   a) $V'_A = \dfrac{1}{2}V_A$ et $V'_B = \dfrac{4}{3}V_A$ b) $V'_A = -\dfrac{1}{3}V_A$ et $V'_B = \dfrac{2}{3}V_A$ c) $V'_A = 0$ et $V'_B = V_A$
7. Après le choc, on observe des oscillations du pendule autour de sa position d'équilibre ; l'amplitude de ce mouvement est : a) θ m = $\theta_m = \dfrac{\pi}{12} rad$ b) $\theta_m = \dfrac{\pi}{9} rad$ c) $\theta_m = 0,335 rad$
8. le rail R est constitué d'un tronçon horizontal de longueur L et d'un tronçon incliné faisant un angle α avec l'horizontal. En l'absence de frottements quelle distance d le mobile M est-il susceptible de parcourir sur le tronçon incliné ? a) $d = \dfrac{V'^2_B}{2g\cos\alpha}$ b) $d = \dfrac{V'^2_B}{2g\sin\alpha}$ c) $d = \dfrac{V'^2_B}{2g}$
9. On suppose maintenant que le mobile M est soumis à une force de frottement $\vec{f}$ parallèle au rail, de coefficient de frottement μ ($f = \mu R_N$).Quelle est l'expression de la longueur minimale *L*min du tronçon horizontal, pour que le mobile M puisse aborder la pente ? a) $L_{min} = \dfrac{V'^2_B}{2\mu g}$ b) $L_{min} = \dfrac{V'^2_B}{2\mu g\sin\alpha}$ c) $L_{min} = \dfrac{V'^2_B}{2g}$ Cette condition étant vérifiée, le mobile subit, sur le plan incliné, une décélération de valeur :
   a) a= *g* sin α b) a = *g*(sinα + *μ* cosα) c) a = *g*(cosα + *μ*sin α)

EXERCICE 22:

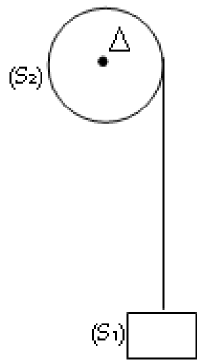
Un cylindre creux de rayon r =10 cm et de masse M =10 kg peut tourner autour de son axe horizontal. Il soutient un solide S de masse m = 4 kg par l'intermédiaire d'une corde inextensible et de masse négligeable enroulée sur sa circonférence. Le cylindre est traversé sur un diamètre par une tige de longueur ℓ =1m, qui lui est solidaire, portant à ses extrémités deux masses égales à m' = 2 kg pratiquement ponctuelles. La masse de la tige est négligeable. Le système est abandonné à lui-même sans vitesse initiale.



1. Faire le bilan des forces appliquées au système (cylindre+tige+masse+fil) en les représentant.
2. En utilisant le T. E. C, établir une relation entre le carré de la vitesse V^2 et la distance x parcourue par S.
3. En déduire l'accélération de

EXERCICE 23:

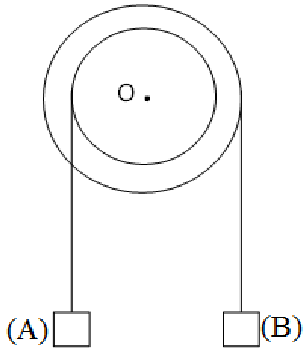
Un appareil de levage est constitué d'un cylindre creux de rayon



R = 0,2m et de masse m = 50kg autour duquel un câble inextensible de masse négligeable à l'extrémité duquel est suspendu un corps de masse m = 100kg. La charge s'élève sous l'action d'un moteur qui exerce sur le cylindre un couple de forces de moment constant *M* et d'accélération a = 0,16m/s².

1. Faire l'inventaire des forces et les représenter. Appliquer le TCI au système (S_1) et déduire la tension du câble.
2. Calculer le moment d'inertie du cylindre creux par rapport à l'axe (Δ).
3. Appliquer la RFD au système (S_2) pour déterminer le moment du couple moteur *M* . g = 10N/kg

EXERCICE 24:

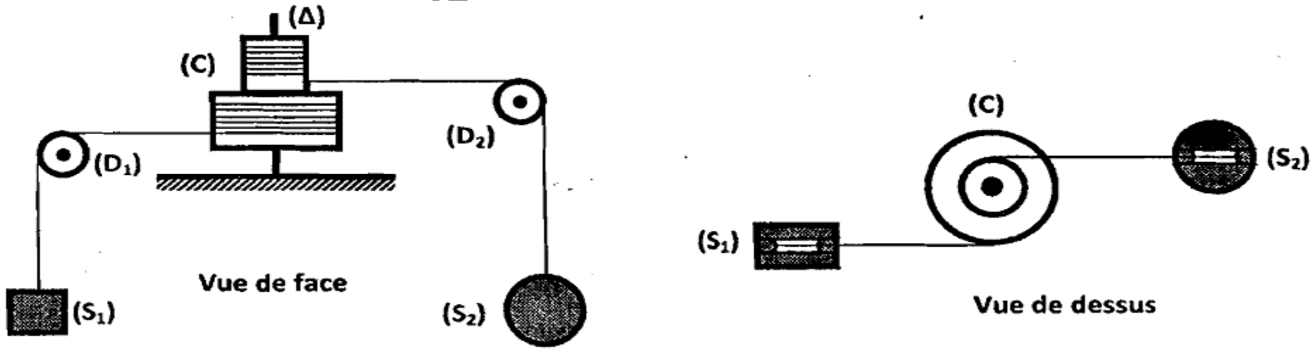


Deux cylindres pleins et homogènes solidaires d'axes de révolution commun horizontal ont pour moment d'inertie total par rapport à cet axe $J = 2 \times 10^{-3}$ kg.m^2 et pour rayons respectifs R = 5cm et r = 2cm. Un fil inextensible de masse négligeable s'enroule respectivement autour des cylindres. Deux corps A et B de masses respectives M et m sont fixés aux extrémités libres des deux brins du fil suivant la figure ci-dessous. On donne : M = 1kg ; m = 0,5kg ; g = 10 m.s^{-2}. Le système est abandonné sans vitesse initiale. Calculer :

1. L'accélération angulaire du cylindre.
2. Les accélérations linéaires a_1 de A et a_2 B.
3. Les tensions T_A et T_B des deux brins du fil.

EXERCICE 25:

Un cylindre (C) de moment d'inertie J_Δ , comportant deux parties de rayons respectifs *R et 2R* tourne sans frottements autour d'un axe vertical (Δ) . Sur chaque partie du cylindre, s'enroule un fil qui supporte une charge par l'intermédiaire d'une poulie: (S_1) de masse m_1 par l'intermédiaire d'une poulie (D_1), (S_2) de masse m_2 par l'intermédiaire d'une poulie (D_2) (voir figures ci-dessous).



Donnée : $J_\Delta = 0,5 kg.m^2$; *R*= 20 cm ; m_1= 4 *kg*; m_2= 3 *kg* ; g= 9,80 $m.s^{-2}$

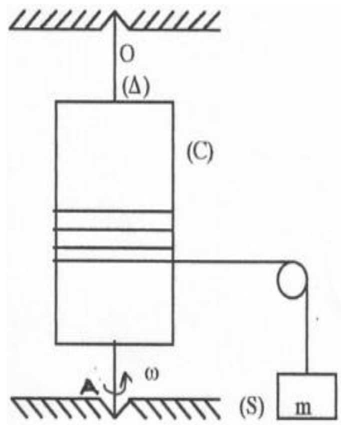
On supposera les masses de l'axe de rotation (Δ) , des fils, des poulies (D_1) et (D_2) négligeables et les fils inextensibles. On abandonne le système sans vitesse initiale.

1- Retrouver le sens des mouvements de (S_1) et (S_2).

2- Etablir l'expression de l'accélération de chacun des solides (S_1) et (S_2).

3- Faire l'application numérique.

EXERCICE 26:



Un cylindre homogène (C) de masse M et de rayon R peut tourner librement autour de son axe vertical (Δ). Un fil inextensible de masse négligeable, peut s'enrouler sans glisser autour du cylindre (C) . le fil passe ensuite par la gorge d'un poulie (*P*) de masse négligeable comme le montre la figure ci-contre. Un solide (S) de masse m est accroché à l'autre extrémité du fil. On néglige tous les frottements.

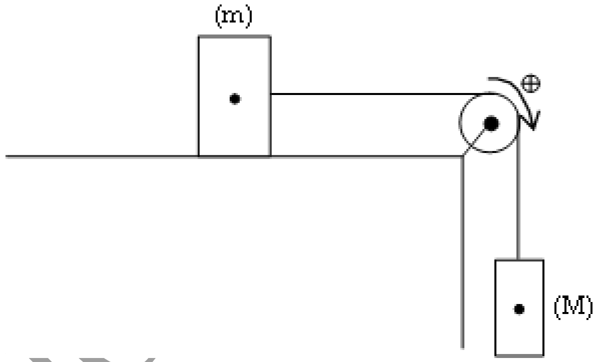
On abandonne le système sans vitesse initiale et on détermine avec un chronomètre le temps mis par le cylindre pour effectuer n tours complets à partir du repos. On obtient les résultats du tableau ci-dessous.

1. Tracer le graphe $n = f(t^2)$. Echelle : 1cm pour 2,5 s^2 et 2cm pour 1 tour. Quelle est la nature du mouvement du cylindre ? justifier la réponse.
2. Déterminer la valeur expérimentale de l'accélération angulaire $\ddot{\theta}_{exp}$ du cylindre (c).
3. Montrer que l'expression de l'accélération angulaire théorique du cylindre (c) peut se mettre sous la forme : $\ddot{\theta}_{th} = \dfrac{mgR}{J_\Delta + mR^2}$

n(tours)	1	2	3	4
t(s)	2,7	3,9	4,8	5,6
$t^2(s^2)$	7,3	15,2	23,0	30,7

4. Calculer la valeur de la masse m pour que l'expérience soit en accord avec la théorie. Calculer l'accélération linéaire a et en déduire l'intensité de la tension T du fil.
   On donne M= 2900g, R=20cm, g=10N/kg.

EXERCICE 27:

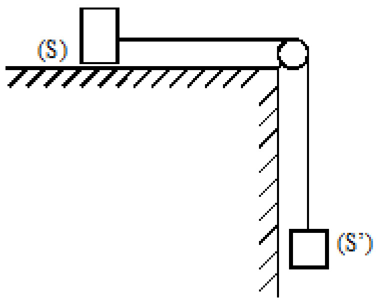


On considère le système ci-après constitué des solides de masse (m) et (M). Les deux solides sont reliés par un fil inextensible de masse négligée, qui passe à travers la gorge d'une poulie de rayon r = 10cm et de moment d'inertie J_Δ.L'ensemble abandonné sans vitesse initiale se met en mouvement dans le sens positif indiqué sur le schéma.

Appliquer les lois de Newton à chaque partie du système puis exprimer l'accélération du centre d'inertie de m en fonction de m, M, g, J_Δ, et r.**AN** : m = 200g ; M = 1kg ; r = 10cm ; g = 10N/kg ; J_Δ = 0,25kg.m²

1. Ecrire l'équation horaire de (m) sachant qu'à t = 0 v_o = 0 et x_o = 0.
2. Calculer alors la distance parcourue par (m) après 10s.
3. Déterminer l'intensité de la tension T_2 du fil sur (m) et la tension (T_1) sur M.

EXERCICE 28:



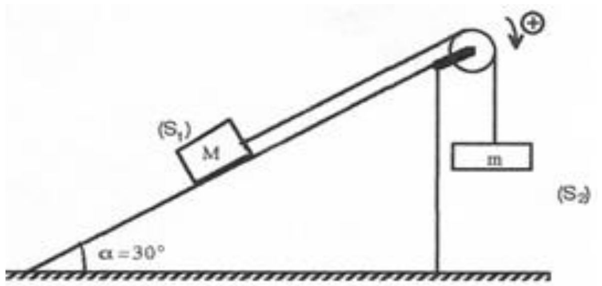
On étudie le mouvement d'un mobile (S) sur une table à cousin d'air horizontale. Le mobile est entraîné par un fil inextensible passant par une poulie de masse négligeable et relié à un solide (S') (voir figure).

L'enregistrement du mouvement permet de déterminer la vitesse du solide (S) à des dates séparées par le même intervalle de temps θ = 40 ms. On obtient les résultats du tableau suivant :

t	0	θ	2θ	3θ	4θ	5θ	6θ
V (m/s)	0,00	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24

1. Représenter le graphe de la vitesse V en fonction de t. Echelle : 1cm pour 40ms et 1cm pour 0,04m/s.
2. Quelle est la nature du mouvement du solide (S) ? Préciser la valeur de son accélération.
3. Calculer la tension T exercée par le fil sur le solide (S) dont la masse vaut M = 500g.
4. Le fil étant de masse négligeable, calculer la masse m du solide (S') qui entraîne (S).

EXERCICE 29:



On rappelle que le moment d'inertie d'un cylindre homogène de masse m_0 et de rayon R par rapport à son axe de rotation est

$$J_\Delta = \frac{1}{2}mR^2$$

Considérons le système suivant constitué d'un treuil de masse m_0, d'un solide (S_1) de masse M, d'un solide (S_2) de masse m et d'un câble inextensible et de masse négligeable entouré autour du treuil et portant à ses extrémités les solides (S_1) et (S_2).

On abandonne à l'instant initial le système sans vitesse initiale. Le solide (S_1) se déplace alors sans frottement le long de la ligne de plus grande pente du plan incliné qui fait un angle $\alpha = 30°$ avec l'horizontale.

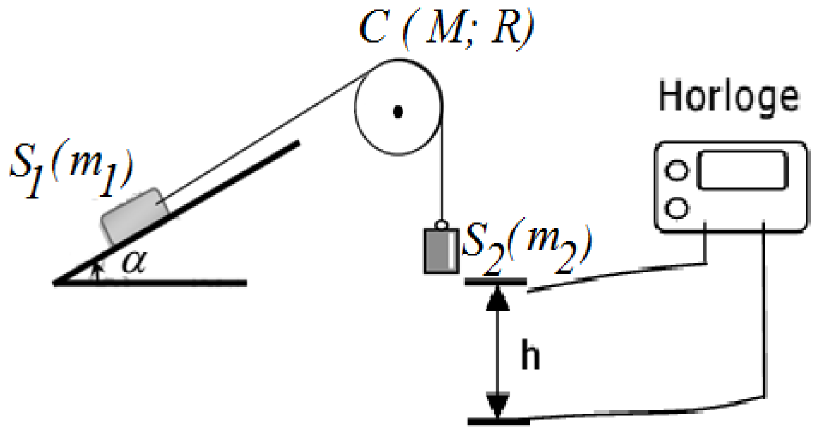
On donne : $M = 3$ kg ; $m = 2$ kg ; $m_0 = 1{,}25$ kg ; $g = 10$ m.s^{-2}.

1. Montrer que le système se déplace dans le sens indiqué sur le schéma.
2. Exprimer l'énergie cinétique du système constitué par les solides (S_1), (S_2), le fonction de la vitesse linéaire V des solides (S_1) et (S_2).
3. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique que l'on énoncera, donner l'expression de la vitesse V en fonction de g, des différentes masses, de l'angle α et de h, hauteur de chute de (S_2).
4. En déduire, en fonction de g et des différentes masses, l'accélération a du système. Calculer sa valeur.

EXERCICE 30:

Afin de déterminer la masse m_1 d'une charge (S_1), un groupe d'élève de la classe de terminale industrielle réalise l'expérience présentée à la figure ci-contre. Matériel :

- Cylindre creux homogène C : masse M=500g, Rayon R= 30cm ;
- Un solide S_2 : masse $m_2 = 200g$;
- Fil inextensible de masse négligeable électronique ;
- Plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontal ;
- Deux cellules reliées à une horloge



Le cylindre (C) tourne autour de son axe de révolution horizontal (Δ) perpendiculaire au plan de la figure. Le système est abandonné à lui-même sans vitesse initiale. L'horloge fournit pour le solide (S_2) différents temps de chute t en fonction des différentes hauteurs h comme l'indique la

t(s)	1,22	1,41	1,58	1,73	1,87
h(m)	0,6	0,8	1	1,2	1,4
$t^2(s^2)$					

1. Compléter le tableau ci-dessus.
2. Tracer sur un papier millimétré, le graphe $h = f(t^2)$ Echelle : 1cm pour 0,4 s^2 et 1cm pour 0,15m.
3. Déterminer la pente de la droite obtenue. En déduire l'accélération a du solide (S_2).
4. Faire le bilan des forces appliquées sur la charge (S_1), le cylindre (C) et le solide (S_2) et les représenter.
5. Appliquer le TCI au solide (S_2) et déduire la tension du fil.
6. Appliquer d'une part, la RFD de rotation au cylindre (C) et d'autre part, le TCI à la charge (S_1) puis déduire la valeur de la masse m_1.

EXERCICE 31:

Une poulie est formée de deux cylindres solidaires C_1 et C_2 coaxiaux de rayons $R_1 = 20$ cm et $R_2 = 10$ cm, de masse respectives m_1=2Kg et m_2=0,5Kg (supposées réparties sur la périphérie), peut tourner sans frottement autour d'un axe fixe horizontal (Δ).

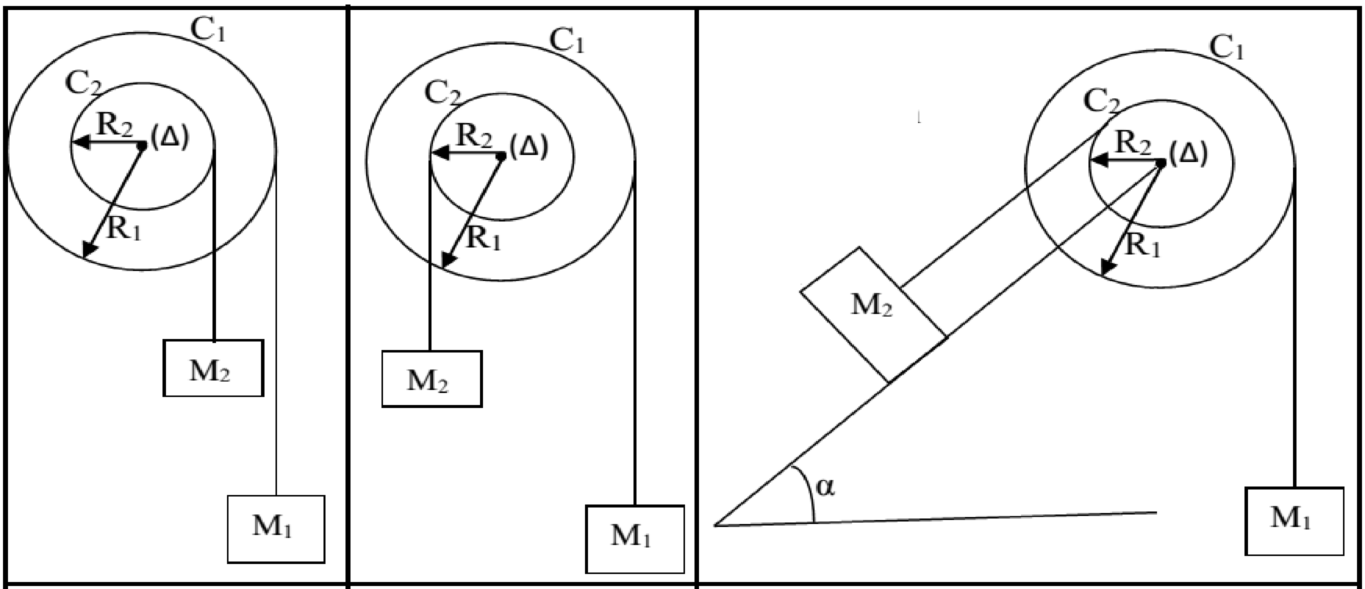
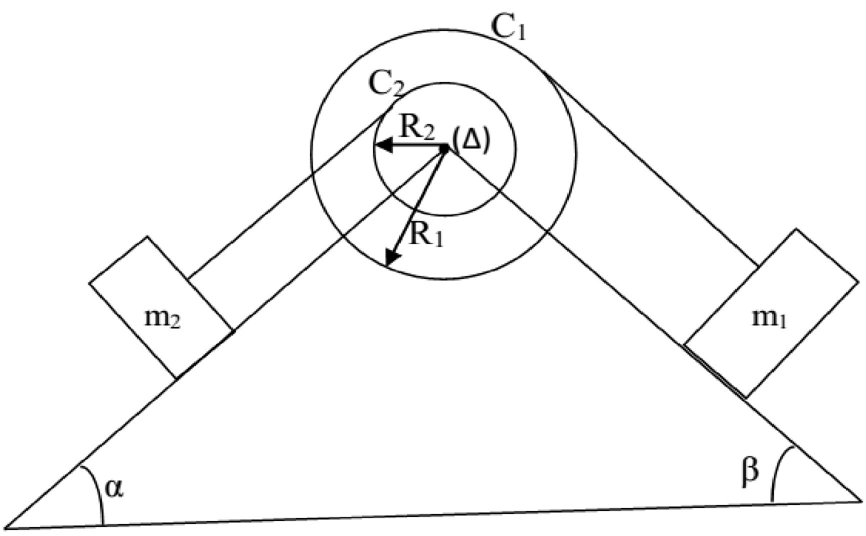


figure 1 | figure 2 | figure 3

1. On enroule sur le cylindre C_1 un fil f_1 à l'extrémité duquel est accroché une masse M_1=150g. Sur le cylindre C_2 , on enroule dans le même sens (figure 1) , un fil f_2, à l'extrémité duquel est accroché une masse M_2=200g. Le système est abandonné sans vitesse initiale. Déterminer :
   1.1. Le moment d'inertie de la poulie.
   1.2. Les accélérations linéaires a_1 et a_2 de M_1 et M_2.
   1.3. L'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ de la poulie
   1.4. La vitesse linéaire de M_1 après un parcours de 2m et le temps mis.
   1.5. Les tensions T_1 et T_2 des fils f_1 et f_2 .On donne g= g=10m.s^{-2}
2. Dans le dispositif ci-dessus (figure 2) , les mouvements de M_1 et M_2 s'effectuent maintenant en sens inverses. Calculer :
   2.1. Les accélérations linéaires a_1 et a_2 de M_1 et M_2
   2.2. L'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ de la poulie
   2.3. Les tensions T_1 et T_2 des fils f_1 et f_2
3. Dans le dispositif ci-dessus (figue 3), la masse M_2 repose sur un plan incliné d'un angle α=30° par rapport à l'horizontale. On néglige les frottements. Déterminer :
   3.1. Les accélérations linéaires a_1 et a_2 de M_1 et M_2
   3.2. L'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ de la poulie
   3.3. Les tensions T_1 et T_2 des fils f_1 et f_2

EXERCICE32:

Une poulie différentielle est constituée des disques C_1 et C_2 Homogènes en acier de même épaisseur et de rayon R_1=30 cm et R_2=15 cm et de masses M_1 et M_2. Sur la gorge de C_2 est enroulé un fil inextensible et sans masse qui retient un corps de masse m_2=600Kg. Sur la gorge de C_1, est enroulé un fil inextensible et sans masse qui retient un corps de masse m_1=300Kg On abandonne le système sans vitesse initiale, On Néglige les frottements. g=9,8m.s^{-2}



1. En comparant les valeurs des moments des Tensions des fils lorsque le système est immobile, Donner le sens de rotation de cette poulie Différentielle lorsque le système est abandonné à lui-même.
2. Donner par deux méthodes(TCI et TEC), l'expression de l'accélération a_2 du solide de masse m_2 en fonction de m_1, m_2,α,β,R_1, R_2,g et les moments d'inertie J_1 et J_2 des disques C_1 et C_2 par rapport à l'axe (Δ) de rotation.
3. Calculer numériquement a_2 si M_1=2Kg et M_2=0,5Kg sont les masses des disques C_1 et C_2.En déduire la valeur de l'accélération a1 du solide de masse m1. α=30° et β=60°.

<u>EXERCICE33:</u>Evaluation des compétences

Compétence visée: mettre en œuvre le théorème du centre d'inertie pour déterminer la profondeur d'un puits

De peur d'être trompée, une maman fait appel à un élève de terminale scientifique pour l'aider à avoir une idée de la somme qu'elle doit donner au technicien qui a réalisé son puits. Pour cela, l'élève lâche à l'orifice du puits une pierre dont il entend quatre secondes plus tard « **pouf** ».

Données :

- Vitesse du son dans l'air : $V_s = 340m / S$;
- Intensité de la pesanteur du lieu : $g = 9,8m.s^{-2}$.

Informations sur le puits :

- Diamètre : $D = 1m$;
- Hauteur de l'eau dans le puits : $h_0 = 3m$.

Information sur le contrat de paiement:

Prix du mètre cube (m^3) : 4000FCFA

Tâche : En exploitant les informations ci-dessus, prononce-toi sur la somme qu'elle doit donner à ce technicien.