

TP 1: Force et accélération dans un MCU

1. Introduction

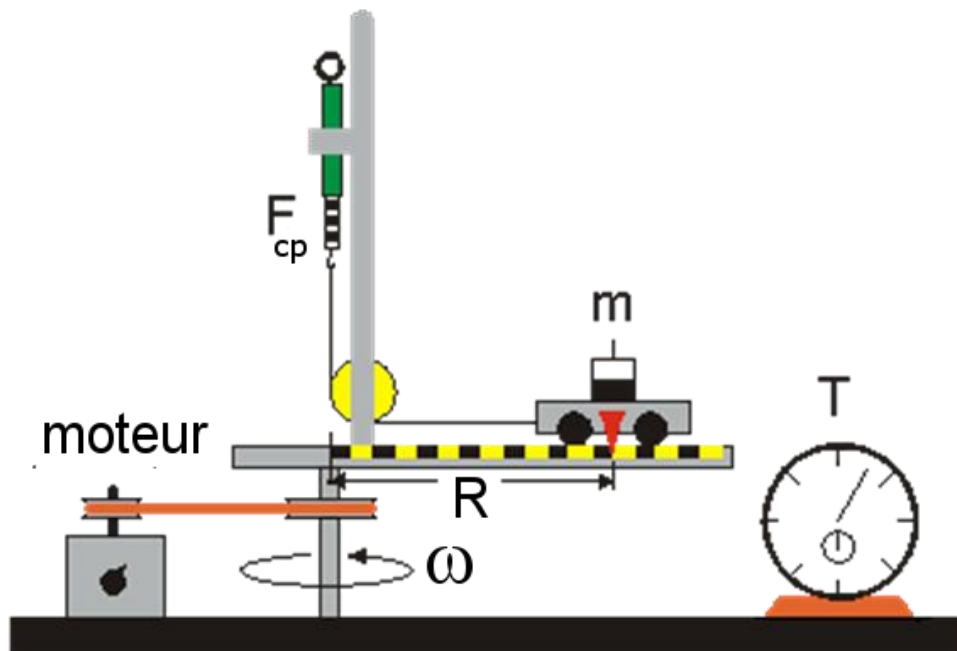
Nous avons vu/allons voir que l'accélération (instantanée) lors d'un mouvement quelconque peut être décomposée en 2 composantes

- L'**accélération tangentielle** qui indique comment la **norme du vecteur vitesse** varie
- L'**accélération normale** qui indique comment la **direction du vecteur vitesse** varie

Or, lors d'un mouvement circulaire uniforme (MCU), la norme de la vitesse ne change pas, l'accélération et donc la force sont purement normales. Plus précisément, elles sont dirigées vers le centre du cercle, donc centripètes.

Selon la relation fondamentale $F=m \cdot a$ on a : $F_{cp.théo} = m \cdot \omega^2 \cdot R$

2. Montage



Un moteur communique une **vitesse angulaire constante** ω à un rail qui tourne autour d'un axe vertical. Un chariot de **masse** m , qui est tenu en place par un fil sur ce rail, effectue alors un MCU de **rayon** R . Un dynamomètre électronique, relié au chariot via un fil et une poulie fixe, permet de mesurer l'intensité F_{cp} de la force centripète \vec{F}_{cp} .

Vous allez mesurer F_{cp} afin d'étudier sa dépendance en m , R et ω .

Questions:

1. Indiquer dans la figure les forces s'exerçant sur le **chariot**. Comment est dirigée leur résultante?
2. Expliquer pourquoi cette force se transmet au **crochet du dynamomètre électronique**.

3. Configuration et Calibrage

- Calibrer le dynamomètre en appliquant la loi $P = mg$ pour 0 kg et 1 kg
- Définir un timer « période » afin de mesurer → le temps entre deux obscurcissements consécutifs de la photocellule: channel 1 blocked / channel 1 blocked
- Comme on mesure la période T , il est nécessaire de calculer ensuite la vitesse angulaire ω apparaissant dans la loi finale $\omega = \frac{2\pi}{T}$ en rad/s

3. Mesures

3.1. Dépendance de la masse m

Fixer $R =$ _____ et $T =$ _____ donc $\omega =$ _____ et faire varier m .

m en	F_{cp} en	F_{cp}/m
Moyenne		
Ecart-Type		
Erreur relative en %		

1. Prendre au moins 5 mesures.
2. Représenter F_{cp} en fonction de m avec une régression linéaire.
3. Calculer le rapport de proportionnalité dans la dernière colonne.

3.2. Dépendance du rayon R

Fixer $m =$ _____ et $T =$ _____ donc $\omega =$ _____ et faire varier r .

r en	F_{cp} en	F_{cp}/R
Moyenne		
Ecart-Type		
Erreur relative en %		

1. Prendre au moins 5 mesures.
2. Représenter F_{cp} en fonction de R avec une régression linéaire.
3. Calculer le rapport de proportionnalité dans la dernière colonne.

3.3. Dépendance de la vitesse angulaire ω

Fixer $m =$ _____ et $r =$ _____ et faire varier ω .

ω en	F_{cp} en	F_{cp}/ω^2
Moyenne		
Ecart-Type		
Erreur relative en %		

1. Prendre au moins 5 mesures.
2. Représenter F_{cp} en fonction de ω avec une régression polynomiale.
3. Calculer le rapport de proportionnalité dans la dernière colonne.

4. Exploitation

1. Vos mesures précédentes ont révélé les proportionnalités suivantes

$$\begin{cases} F_{cp} \propto \text{_____} \\ F_{cp} \propto \text{_____} \\ F_{cp} \propto \text{_____} \end{cases}$$

Donc au total, $F_{cp} \propto$ _____ ou en introduisant un rapport de proportionnalité k :

$F_{cp} = k \cdot m \cdot \omega^2 \cdot r$ et on s'attend à trouver $k=1$ comme $F_{cp,theo} = m \cdot \omega^2 \cdot r$ en unité S.I.

2. Regroupez toutes vos mesures précédentes et calculer k en unité SI dans un **tableau EXCEL**.

m en kg	r en m	ω en $\frac{rad}{s}$	$F_{cp,exp}$ en N	$F_{cp,theo} = m \cdot \omega^2 \cdot r$	$k = \frac{F_{c,exp}}{F_{c,theo}}$	$\frac{F_{cp,exp} - F_{cp,theo}}{F_{cp,theo}}$
Moyenne						
Ecart-Type						
Erreur relative en %						

Faire evtl. des mesures supplémentaires.

D'après vos mesures, $k =$ _____ \pm _____ ce qui est compatible avec la loi vue au cours: $F_{cp,theo} =$ _____

3. En déduire une expression pour l'accélération centripète: $a_{cp} =$ _____.
4. Calculer les écarts relatifs. Conclure et discuter les origines possibles de ces écarts.