

## Force centrifuge

### I- Introduction

Dans ce TP, nous étudions la force centrifuge exerçant sur un corps, résultant de la rotation autour d'un axe défini. Dans un premier temps, l'étude de la force en fonction de la masse du corps sera examinée. Dans un deuxième temps, nous étudierons l'influence de la distance du corps à l'axe et de la vitesse angulaire sur la force centrifuge.

### II- Description de l'appareil

Le dispositif expérimental (figure 1) est composé d'un système formé par un axe de rotation et d'une piste où peut coulisser une voiture ( corps d'étude). La rotation du système est commandée par un moteur à courant continu à travers une ceinture d'entraînement. Un générateur de tension continu permet de maintenir la vitesse de rotation du moteur et par suite la vitesse angulaire du système. La vitesse angulaire se déduit de la mesure de la période de révolution.




Figure 1 : Dispositif expérimental

Pour mesurer la période de révolution, nous avons utilisé un dispositif optoélectronique formé d'une source de lumière et d'un détecteur. La coupure du faisceau lumineux se fait lors du passage de la piste entre la source et le détecteur. Le temps mesuré entre deux coupures successives du faisceau permet de donner la période d'évolution affichée numériquement. Le dispositif électronique est alimenté par une tension continue stable de 5 V. La mesure de la force centrifuge se fait avec l'aide d'un équilibre de ressort (calibre 1N). La voiture est reliée à travers une poulie au ressort par un amorçage (approximativement 26 cm de longueur) et un crochet de découplage. La voiture est en équilibre sur la piste lorsque la tension du ressort s'oppose à la force centrifuge. La piste est graduée de telle manière qu'on puisse lire directement la distance du centre de gravité marqué par un pointeur rouge à l'axe de rotation du système.

### III- Mesure de la période de révolution

Pour mesurer la période de révolution on procède de la manière suivante :

- Alimenter le dispositif optoélectronique par une tension de 5 V.
- Mettre le bouton du mode de fonctionnement dans la position 
- Appuyer sur le bouton SET

Après qu'on appui sur le bouton SET, l'affichage numérique devient non allumé, le dispositif optoélectronique est prêt pour la mesure. Le temps entre deux coupures successives du faisceau lumineux ( période de révolution T) est mesuré et affiché numériquement. T est compris entre 0 et 9,999 s. Une nouvelle mesure sera possible lorsqu'on appui de nouveau sur le bouton SET. La vitesse angulaire  $\omega$  sera donnée par l'expression :  $\omega = \frac{2\pi}{T}$

### IV- Etude théorique

Dans toute cette étude, le corps étudié est en équilibre dans le référentiel relatif de mouvement. Le système étudié est représenté par la figure 2 :

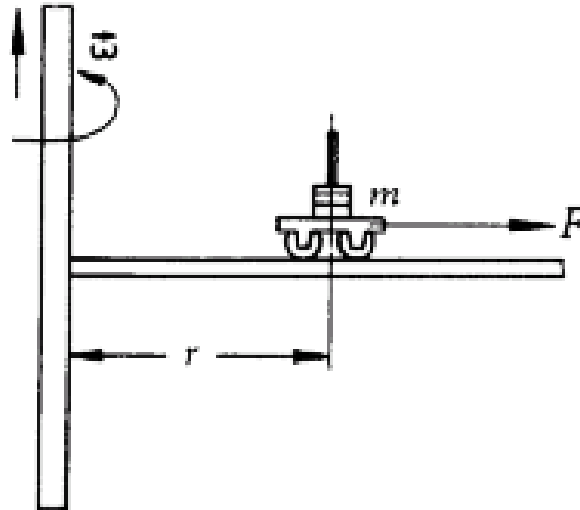


Figure 2 : Corps à l'équilibre dans un référentiel mobile.

$\omega$  désigne la vitesse angulaire,  $r$  la distance du centre de gravité de la voiture à l'axe de rotation,  $F$  la force centrifuge.

**Question IV.1 :** Faire le bilan des forces s'exerçant sur le corps en équilibre dans le référentiel d'étude.

**Question IV.2 :** Déterminer la tension du ressort à l'équilibre en fonction de  $r$ ,  $m$  et  $\omega$

**N.B :** Cette force sera mesurée directement avec le ressort de balance dans toute la suite du travail expérimental.

**TRAVAIL A EFFECTUER**

*Faites grande attention qu'aucune personne ne vienne ainsi près de l'appareil qu'il pourrait être frappé par la piste tournante.*

**I- Détermination de la force centrifuge en fonction de la masse du corps.**

La voiture expérimentale est graduellement chargée avec les poids supplémentaires. Le système est donc tourné avec une vitesse angulaire  $\omega$  constante à chaque masse  $m$  donnée. La force  $F$  qui permet l'équilibre de la voiture dans le référentiel mobile est déterminée avec l'aide d'un équilibre de ressort.

La voiture de masse  $50 \pm 1$  g est non chargée ; Faire tourner le système en réglant la tension d'alimentation du moteur à 3,5 V.

**Question I.1** Mesurer la période de révolution  $T$ . Déduire la vitesse angulaire  $\omega$ .

La vitesse angulaire  $\omega$  et la position  $r$  mesurées doivent être maintenues constantes pendant toute l'expérience. Pour se faire il faut marquer la position  $r$  de la flèche indicatrice rouge par un morceau de ruban adhésif et ajuster à chaque fois la hauteur du dynamomètre afin que la voiture chargée revienne à la position  $r$  marquée.

**Question I.3** Mesurer la force  $F$  quand la position  $r$  est atteinte.

**Question I.4** Répéter le même travail pour différentes masses  $m$ .

**Question I.5** Tracer la courbe de  $F$  en fonction de la masse  $m$ . Conclure.

**N-B.**

- 1) *Le moteur doit être arrêté avant chaque chargement.*
- 2) *Si la voiture de mesure se déplace au-delà de la position marquée de l'intérieur à l'extérieur, le moteur doit être arrêté. La hauteur du dynamomètre est ajustée et le moteur relancé.*
- 3) *La vitesse angulaire  $\omega$  doit être réajustée au cours de cette expérience.*

**II- Détermination de la force centrifuge en fonction de la vitesse angulaire.**

Durant toute cette expérience la masse du corps est maintenue à 50 g. Alimenter le moteur avec la tension la plus petite possible. La distance  $r$  est maintenue constante au cours de cette expérience.

Question II.1 Mesure la vitesse angulaire  $\omega$  . Marquer la position  $r$ .

Question II.2 Mesure la force centrifuge.

Question II.3 Répéter le même travail pour différentes vitesses angulaires  $\omega$  .

Question II.4 Tracer la courbe de  $F$  en fonction de la vitesse angulaire  $\omega$  .

Question II.5 Conclure.

**III- Détermination de la force centrifuge en fonction de la distance du corps à l'axe de rotation.**

Le dynamomètre est abaissé jusqu'à une position maximale possible. Durant toute cette expérience la masse du corps est maintenue à 100 g et la vitesse angulaire  $\omega$  doit rester constante. Alimenter le moteur avec une tension de 3V.

Question III.2 Mesurer la distance  $r$  et la force centrifuge  $F$ .

Question III.4 Soulever le dynamomètre vers le haut de 2 cm. Mesurer de nouveau la distance  $r$  et la force centrifuge  $F$ .

Question III.6 Répéter le même travail et tracer la courbe de  $F$  en fonction de la distance  $r$ . Conclure.

\*\*\*\*\*