

MP01 : Dynamique du point et du solide

Mai 2021

Introduction

Dans ce montage on va tâcher de vérifier plusieurs lois de la Dynamique. On va commencer par étudier la première loi de Newton et ensuite montrer la deuxième loi en appliquant une force sur un point matériel. On étudiera ensuite des solides.

1 Vérification de la première loi de Newton : les mobiles autoporteurs

Cette expérience a un but qualitatif, il nous permet de vérifier qualitativement la première loi de Newton qui dit que :

”Tout point matériel dont la résultante des forces qui s’appliquent sur lui est nulle, est animé d’un mouvement rectiligne uniforme”

Ouvrir le logiciel : *Trajectoire*.

Il faut s’assurer que la table soit bien horizontale avec un niveau et l’ajuster avec les vis.

On active le mobile autoporteur (cela lui crée dessous un coussin d’air, il n’y a donc pas de frottement).

On fait une acquisition en prenant $15ms$ comme intervalle de capture. On coche départ différé et on démarre. Au moment du début de l’acquisition on pousse le mobile autoporteur. On enregistre la trajectoire. On appuie sur ”conserver les courbes” avec le C_1 coché. On regarde ensuite le tableau des valeurs, on met les nombres au format image et on peut augmenter le nombre de chiffre significatif. On enregistre au format texte les valeurs que l’on a enregistrées. On ouvre sur un bloc note et on change les virgules en points.

On ouvre Igor en faisant *”Load waves”*, puis on trace : $x(t)$ et $y(t)$. Ensuite on fait *”Analyse”* et *”Différential”* pour créer la dérivée temporelle de x en fonction du temps et idem sur y . On trace ensuite ces dérivée en fonction du temps.

Avec la première courbe, on montre que le mouvement avant une collision est rectiligne.
Avec la courbe des dérivées, on montre que la vitesse est uniforme avant une collision.

Comment fonctionne le dispositif ?

Le système de détection est le suivant : le cadre est constitué d'une multitude de LED infrarouges qui envoient des signaux en permanence et de capteurs. Le mobile est surmonté d'un capuchon avec une bande réfléchissante : le logiciel suit donc sa trajectoire grâce aux rayons réfléchis.

Il faut rester conscient qu'ici on étudie les mobiles comme des points matériels ce qui n'est pas vraiment le cas. Pour bien pouvoir le considérer comme tel, il faut bien vérifier que lorsqu'on lance le mobile, celui-ci ne tourne pas sur lui-même.

2 Conservation de la quantité de mouvement : Étude de la dynamique d'une particule chargée, accélérée par une déviation magnétique

On va étudier ici la dynamique d'une particule chargée. Si on ne lui appliquait aucune force, cette particule irait tout droit, avec une trajectoire rectiligne uniforme. Cependant ici, un champ magnétique va exercer une force magnétique et donc va dévier sa trajectoire conformément à la deuxième loi de Newton. On va étudier cela, et on peut montrer qu'avec sa trajectoire on remonte à sa charge si on connaît sa masse.

Il y a le protocole :

<https://media.educ.space/labmedias/af/4d/af4d77769fee67cc8a3150445861d7039a945881/Notice%20-%20Tube%20de%20d%C3%A9viation%20%C3%A9lectronique%20TELTRON%20TEL-525.pdf>

On alimente les bobines avec une alimentation continue. On utilise une alimentation de 20V. On relie les deux bobines entre elles (*A sur Z et Z sur A*).

On utilise la déviation magnétique pour dévier les électrons et remonter à $\frac{e}{m}$.

Il faut faire attention pour relever l'intensité. Les bobines étant en parallèle (et on les suppose parfaitement identiques), l'ampèremètre lit 2 fois l'intensité dans les bobines.

Pour tracer notre droite, on se place à une tension U_A fixée et on fait varier l'intensité dans les bobines. On se débrouille pour que le faisceau d'électron se retrouve bien à un endroit où on puisse lire précisément la valeur, c'est à dire sur un croisement des carreaux.

On trace B^2 en fonction de $\frac{1}{r^2}$. On trouve : $3,5 \times 10^{-8} USI$. Ainsi, on peut retrouver $\frac{e}{m}$.

Il y a toutes les formules que l'on utilise sur la notice. Attention, il faut bien penser à convertir le rayon de courbure en mètre et ne pas le laisser en cm.

3 Le pendule pesant : point matériel ou solide

On commence tout d'abord par équilibrer le pendule de manière à s'affranchir du moment du poids s'appliquant sur l'ensemble *{tige+contrepoids}*

On applique le TMC à l'ensemble :

$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} + mgl\theta = 0$$

aux petits angles. Le moment d'inertie est : $J = J_0 + ml^2$.

Le **But** de cette manip est d'évaluer J_0

$$\text{On a : } T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgl}}.$$

$$T_0^2 = 4\pi^2 \left(\frac{J_0}{mgl} + \frac{l}{g} \right)$$

On trace $T_0^2 = f(1/m)$. Pour différentes masses m , on récupère sur un oscilloscope, les oscillations en mode SINGLE et à l'aide des curseurs on obtient la période.

On remonte grâce à la pente à J_0 .

4 Gyroscope

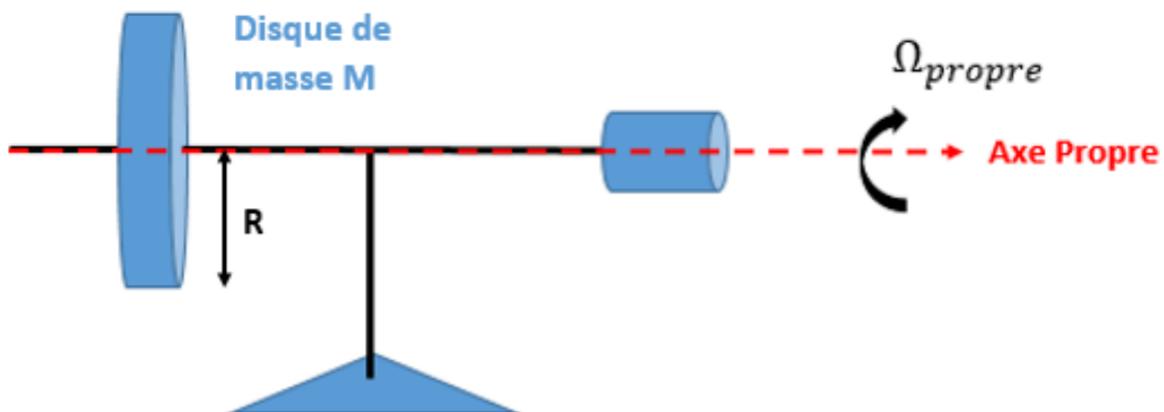


FIGURE 6 – Gyroscope équilibré

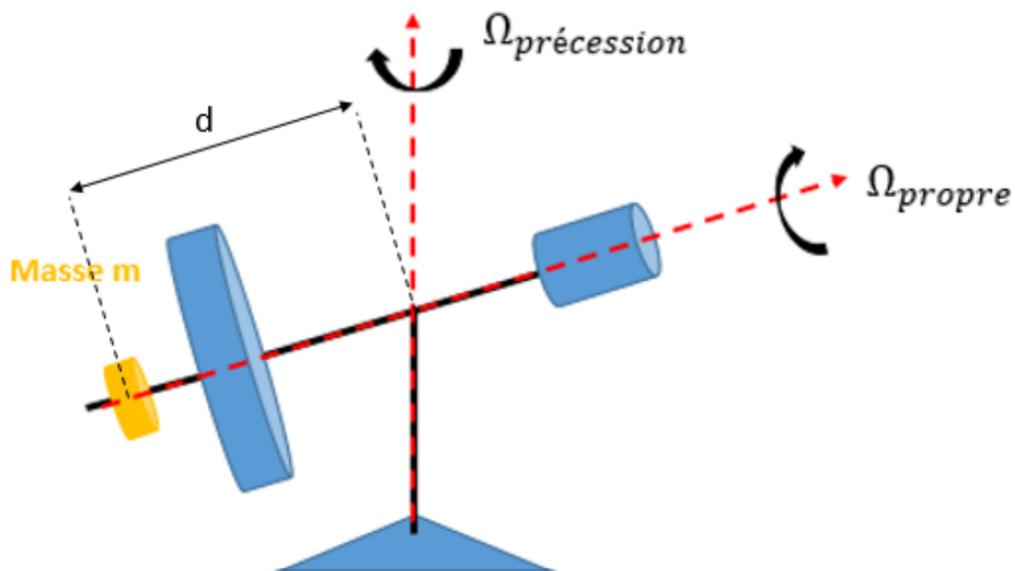


Figure 1: Schéma

Le **But** de cette manip est de vérifier la relation suivante :

$$\Omega_{precession} = \frac{mgd}{J\Omega_{propre}}$$

On trace donc $\Omega_{precession}$ en fonction de $\frac{1}{\Omega_{propre}}$.

On lance le gyroscope (équilibré au préalable) à l'aide d'une ficelle, afin d'avoir le plus de force possible et d'obtenir un Ω_{propre} le plus important pour pouvoir se placer dans l'approximation gyroscopique.

On relève Ω_{propre} à l'aide d'un tachymètre optique. On repère grâce à la bande réfléchissante.

On vient déséquilibrer le gyroscope à l'aide d'une masse. Le gyroscope se met à précesser. Attention pour certaines vitesses il y a nudation, on attend que celle-ci soit finie pour prendre nos mesures.

A l'aide de la fourche optique, on relève $\Omega_{precession}$. Pour cela, on met l'oscilloscope en mode roll et on regarde que la fourche soit passer devant toutes les fentes qui forment un tour. Ainsi le gyroscope aura tourné de 2π et le temps à l'oscillo sera l'inverse de la pulsation que nous cherchons.

On obtient une fonction affine. On peut remonter à J en ordre de grandeur et la comparer à la valeur de $\frac{MR^2}{2}$.