

TD 4 - Dynamique du point

1 Applications de cours - II

1. À partir du principe fondamental de la dynamique appliqué à un système isolé, redémontrer la première loi de Newton (ou principe d'inertie).
2. Soient deux corps A et B de masses m_A et m_B , distants de R . La loi de gravitation universelle nous dit que la force appliquée par A sur B et celle appliquée par B sur A sont

$$\vec{F}_{B/A} = G \frac{m_A m_B}{AB^2} \vec{u}_{AB} \quad ; \quad \vec{F}_{A/B} = -G \frac{m_A m_B}{AB^2} \vec{u}_{AB} = -\vec{F}_{B/A} \quad (1)$$

où $G = 6,67 \times 10^{-11}$ SI est la constante de gravitation universelle.

(a) Déterminer l'unité de G .

On note $M_T = 6,0 \times 10^{24}$ kg la masse de la Terre et $R = 6300$ km le rayon terrestre. On considère la situation où vous effectuez un saut au dessus du sol. On négligera toute autre force que la force de gravitation et on ne considère que vous et la Terre.

(b) Appliquer le principe fondamental de la dynamique afin de déterminer votre accélération, puis celle de la Terre. Conclure.

3. Projeter chacune des trois forces de la figure 1 dans la base cartésiennes, c'est à dire donner ses composantes dans la base $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ en fonction de la norme de la force (F_1 , F_2 ou F_3) et de l'angle α , β ou γ .

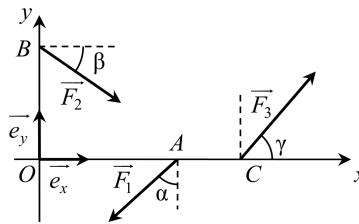


FIGURE 1 – Exemples de forces

4. Une première étude d'un atome d'hydrogène consiste à envisager un électron en mouvement autour d'un proton fixe, les deux étant assimilés à des points matériels et placés sur Terre.

Données : charge élémentaire $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C, le proton est chargé e et l'électron $-e$; distance moyenne proton-électron $d = 53$ pm; masse de l'électron $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg; masse du proton $m_p = 1,7 \times 10^{-27}$ kg; $\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ F/m.

- (a) Faire le bilan des forces s'appliquant sur l'électron dans ce modèle.
- (b) Donner un ordre de grandeur de ces forces, commenter le résultat.

2 Coup franc - III

On étudie, dans le référentiel terrestre galiléen de repère fixe $(Oxyz)$, un coup franc de football tiré à 20 m du but de hauteur 1,90 m, face au but dans son plan médian vertical (Oxy) . L'axe (Oy) est choisi suivant la verticale ascendante (figure 2).

Le ballon, de masse $m = 430$ g, est assimilé à un point matériel M posé sur le sol initialement en O . Le mur, de hauteur 1,90 m, est situé à 9,15 m du ballon. Le ballon est lancé avec une vitesse initiale $\vec{v}_0$ de norme 20 m s^{-1} et formant un angle α de 20° avec l'horizontale. L'origine des dates correspond au départ du ballon.

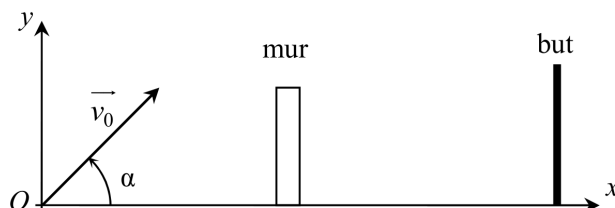


FIGURE 2 – Schéma de la situation étudiée

1. Dans un premier temps, on néglige totalement les frottements de l'air.
 - (a) Établir les lois horaires du mouvement du ballon ainsi que l'équation de la trajectoire.
 - (b) Le ballon passe-t-il au-dessus du mur ?
 - (c) Le tir est-il cadré ?
2. En réalité, des frottements existent, qu'on modélise par une force $\vec{F} = -h\vec{v}$ où h est une constante positive de valeur $5,0 \times 10^{-3} \text{ kg s}^{-1}$ et $\vec{v}$ le vecteur vitesse de M à chaque instant.
 - (a) Déterminer les équations horaires en introduisant la constante $\tau = \frac{m}{h}$.
 - (b) Donner l'équation de la trajectoire.
 - (c) Le ballon passe-t-il au-dessus du mur ?
 - (d) Le tir est-il cadré ?