Physique-Chimie chapitre 15
Mouvements et inertie – Séance 2

1 Mécanique sur table à coussin d'air

1.1 Enregistrements

Principe

On appelle « table à coussin d'air » un support parfaitement rectiligne, sur lequel peut se déplacer des mobiles « autoporteurs », disposant d'une soufflerie. Le « coussin d'air » entre le mobile et la table permet au premier de glisser sur la seconde à la manière d'un aéroglisseur, donc quasiment sans frottement.

Un circuit électrique haute-tension assure le repérage de la position des mobiles, grâce à un éclateur sur la mobile et à l'utilisation d'une feuille de papier carbone conductrice sur la table.

Manipulations

- Vérifier l'horizontalité de la table à l'aide d'un niveau à bulle.
- Mettre en marche la soufflerie d'un mobile, et enregistrer différents types de mouvement : rectiligne, circulaire, en inclinant la table, accroché à un ressort. L'enregistrement nécessite l'appui sur un bouton, deux mobiles autoporteurs étant présents sur la table pour réaliser un circuit fermé.

Ne pas rester en contact avec la table lors de l'application de la haute tension aux éclateurs.

- Bien noter la durée τ entre deux impulsions de la haute-tension, ainsi que la masse m du mobile autoporteur utilisé.

Questions

a. Expliquer pourquoi on peut considérer qu'un mobile autoporteur est *pseudo-isolé.*

b. Comment reconnaît-on du premier coup d'œil un mouvement rectiligne ? Circulaire ? Uniforme ? Accéléré ? Décéléré ?

1.2 Exploitation des enregistrements

Travail à faire

- Numéroter les positions successives de cinq en cinq, en commençant par zéro (M_0, M_5, M_{10}...). Bien repérer le sens du mouvement, afin de numéroter les points dans le bon ordre !

Travail à rendre

c. Effectuer les mesures, les calculs et les tracés nécessaires à l'obtention des vecteurs vitesses $\overrightarrow{v_5}$, $\overrightarrow{v_{10}}$ et $\overrightarrow{v_{15}}$. Formule à appliquer à chaque fois :

$$\overrightarrow{v_i} = \frac{\overrightarrow{\mathrm{M}_{i+1}\mathrm{M}_{i-1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

avec τ pour la durée entre deux impulsions :

$$t_{i+1} - t_{i-1} = 2\tau$$

d. Utiliser les vecteurs vitesses $\overrightarrow{v_5}$ et $\overrightarrow{v_7}$ pour obtenir l'accélération $\overrightarrow{a_6}$, en appliquant la formule :

$$\overrightarrow{a_i} = \frac{\overrightarrow{v_{i+1}v_{i-1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

Exercices du chapitre 14 (suite)

14.5 **N° 16 p. 225 – Poids lunaire**

14.6 **N° 17 p. 225 – Poids terrestre, poids martien**

14.7 **N° 19 p. 225 – Station spatiale internationale (ISS)**

Correction des exercices du chapitre 13

13.9 N° 11 p. 207 – Utiliser les unités du SI

a. L'unité du SI (du Système International) pour la distance est le mètre (symbole m). Pour convertir des kilomètres (km) en mètres, on multiplie par 10^3 :

$$d_{\mathrm{TL}} = 3{,}84\times10^5 \times 10^3 = 3{,}84\times10^8 \text{ m}$$

L'unité du SI pour le temps est la seconde (symbole s). Pour convertir des jours (d) en heure (h), on multiplie par 24 ; des heures aux minutes, on multiplie par 60 ; des minutes aux secondes, par 60. Et on additionne le tout :

$$T_{\mathrm{L}} = ((27 \times 24 + 7) \times 60 + 43) \times 60$$
$$T_{\mathrm{L}} = 2\,360\,580 \text{ s}$$

Pour passer le résultat en notation scientifique (= avec une puissance de dix), on décale la virgule de six positions vers la gauche, donc on utilise 10^6 pour la puissance de dix :

$$T_{\mathrm{L}} = 2{,}360580\times10^6 \text{ s}$$

La période T_{L} de rotation de la Lune autour de la Terre a été donnée avec une minute de précision, donc il ne faut pas l'écrire avec une précision d'une seconde. On doit se contenter de ne pas recopier les deux derniers chiffres de la durée, et de procéder à un arrondi :

$$T_{\mathrm{L}} = 2{,}3606\times10^6 \text{ s}$$

Pour terminer, on utilise un multiple (mégaseconde, Ms) pour remplacer la puissance de dix :

$$T_{\mathrm{L}} = 2{,}3606 \text{ Ms}$$

b. Les données du problème :
— Le rayon de l'orbite lunaire $R = d_{\mathrm{TL}}$;
— La durée du parcours sur l'orbite : la période T_{L}.
La distance parcourue par la Lune est la longueur de son orbite, supposée circulaire. C'est le périmètre P d'un cercle de rayon $R = d_{\mathrm{TL}}$:

$$P = 2\pi R$$
$$P = 2\pi \times 3{,}84\times10^8$$
$$P = 2{,}41\times10^9 \text{ m}$$

La vitesse moyenne de la Lune est égale à la distance parcourue divisée par la durée du parcours :

$$v = \frac{d}{t} \quad \Rightarrow \quad v = \frac{P}{T_{\mathrm{L}}}$$

Application numérique :

$$v = \frac{2{,}41\times10^9}{2{,}3606\times10^6} = 1{,}02\times10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

13.10 N° 12 p. 207 – Les chiffres significatifs

a. L'unité du SI pour le temps est la seconde (symbole s). Pour convertir des heures en minutes, on multiplie par 60 ; des minutes aux secondes, par 60. Et on additionne le tout :

$$\Delta t = (13 \times 60 + 50) \times 60$$
$$\Delta t = 49\,800 \text{ s}$$

b. Notons d la distance recherchée.
Les données sont : la durée Δt de parcours des ondes radio, à la vitesse de la lumière ; et la vitesse de la lumière dans le vide $c = 3{,}0\times10^8$ m·s^{-1}.
Formule littérale : on adapte la formule du cours aux notations de l'exercice :

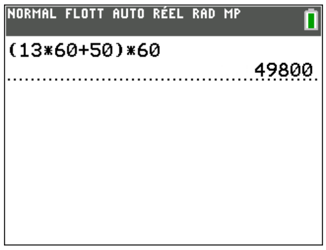
$$v = \frac{d}{t} \quad \Rightarrow \quad c = \frac{d}{\Delta t}$$

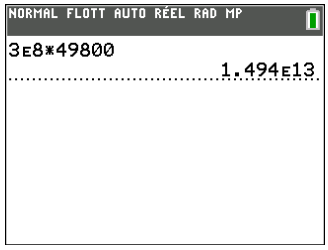
On isole l'inconnue d :

$$\Leftrightarrow \quad d = c \cdot \Delta t$$

Application numérique :

$$d = 3{,}0\times10^8 \times 49\,800 = 1{,}5\times10^{13} \text{ m}$$



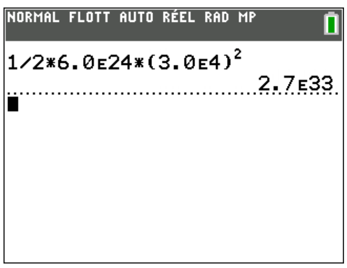


13.11 N° 15 p. 207 – Les puissances de dix

La masse est donnée en kilogramme (kg) et la vitesse en mètre par seconde (m·s^{-1}) ; Ce sont bien les unités du SI (Système International) donc aucune conversion n'est nécessaire. Application numérique :

$$E_{\mathrm{c}} = \frac{1}{2} \times 6{,}0\times10^{24} \times \left(3{,}0\times10^4\right)^2 = 2{,}7\times10^{33} \text{ J}$$

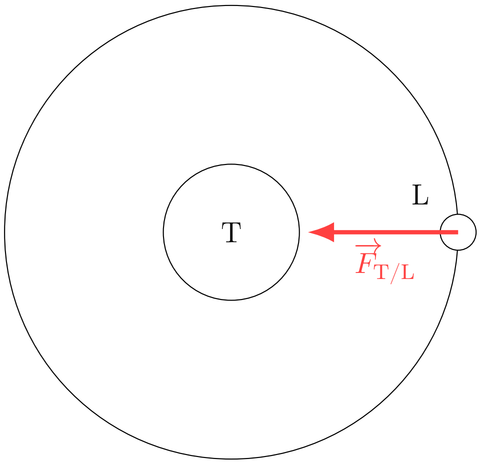
L'unité d'énergie est le joule (symbole J).



Correction des exercices du chapitre 14

14.1 N° 4 p. 222 – Terre et Lune

a. Schéma montrant la Lune en orbite circulaire autour de la Terre :



Bien entendu, ce schéma ne peut pas être à l'échelle.

b. La trajectoire de la Lune est représentée dans le référentiel géocentrique, formé par son origine au centre de la Terre et trois axes pointants vers trois étoiles lointaines supposées fixes.

c. Notons :
$F_{\mathrm{T/L}}$ la force recherchée, en newton (N) ;
$d_{\mathrm{TL}} = 0{,}383 \times 10^{9}$ m le rayon de l'orbite lunaire ;
$M_{\mathrm{T}} = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg la masse de la Terre ;
$M_{\mathrm{L}} = 0{,}0735 \times 10^{24}$ kg la masse de la Lune ;
$G = 6{,}6742 \times 10^{-11}$ N·m²·kg⁻² la constante de gravitation universelle.
Les valeurs sont en rabats de couverture du livre.
Expression littérale demandée :

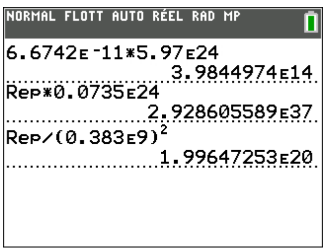
$$F_{\mathrm{T/L}} = G \frac{M_{\mathrm{T}} M_{\mathrm{L}}}{d_{\mathrm{TL}}^2}$$

Application numérique (non demandée, mais un bon exemple d'application du cours) :

$$F_{\mathrm{T/L}} = 6{,}6742 \times 10^{-11} \times \frac{5{,}97 \times 10^{24} \times 0{,}0735 \times 10^{24}}{\left(0{,}383 \times 10^{9}\right)^2}$$

$$F_{\mathrm{T/L}} = 2{,}00 \times 10^{20} \text{ N}$$

J'ai tapé le calcul en trois étapes successives, afin qu'il apparaisse entièrement à l'écran de la calculatrice ; on remarquera l'arrondi, pour ne garder que trois chiffres significatifs :



d. Sur le schéma précédent, la force est représentée à l'échelle 1 cm ↔ $1{,}00 \times 10^{20}$ N (si vous avez la version imprimée en réduction du corrigé, cette échelle est réduite à 70 %).

14.2 N° 5 p. 222 – Poids d'un corps

On a le choix entre deux relations pour la même force :

— Relation vue en Troisième :

$$P = mg$$

P valeur du poids, en newton (N),
m masse, en kilogramme (kg),
g intensité de la pesanteur, en newton par kilogramme (N·kg⁻¹).

— Relation du cours de Seconde :

$$P = G \frac{m M_{\mathrm{T}}}{R_{\mathrm{T}}^2}$$

P valeur du poids, en newton (N),
G constante de gravitation universelle, en unités du SI (Système International),
m masse, en kilogramme (kg),
M_{T} masse de la Terre, en kilogramme (kg),
R_{T} rayon de la Terre, en mètre (m), avec l'hypothèse que l'on se trouve au niveau de la mer (altitude nulle).

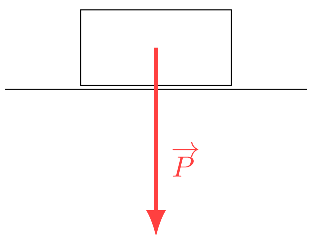
14.3 N° 9 p. 223 – Représenter un vecteur force

a. Schéma d'un camion et de son vecteur force poids $\overrightarrow{P}$:

— Direction : verticale ;
— Sens : vers le bas ;
— Point d'application : le centre de gravité G du camion ;
— Valeur : $P = 5 \times 10^{5}$ N.

Avec l'échelle de 1 cm pour 2×10^{5} N, le vecteur force doit avoir une longueur de :

$$\frac{5 \times 10^{5} \text{ N}}{2 \times 10^{5} \text{ N}} \times 1 \text{ cm} = 2{,}5 \text{ cm}$$

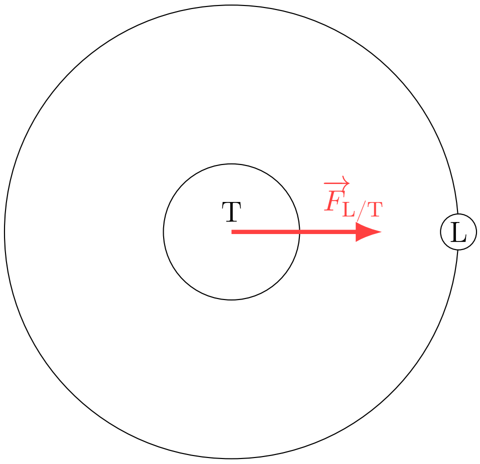


Si vous avez la version imprimée en réduction du corrigé, cette échelle est réduite à 70 %.

b. Schéma de la Lune en orbite circulaire dans le référentiel géocentrique, et de la force $\overrightarrow{F}_{\mathrm{L/T}}$ exercée par la Lune sur la Terre :

— Direction : le rayon de l'orbite de la Lune ;
— Sens : de la Terre vers la Lune ;
— Point d'application : le centre de gravité T de la Terre ;
— Valeur : $F_{\mathrm{T/L}} = 2{,}00\times10^{20}$ N.

La force est représentée à l'échelle 1 cm $\leftrightarrow$ $1{,}00\times10^{20}$ N (avec la même remarque concernant l'échelle que précédemment).



$\boxed{14.4}$ N° 11 p. 223 – Rechercher et calculer

a. Relation littérale exprimant la valeur de la force $F_{\mathrm{S/T}}$ d'attraction gravitationnelle du Soleil sur la Terre :

$$F_{\mathrm{S/T}} = G\frac{M_{\mathrm{T}}M_{\mathrm{S}}}{d^2}$$

b. Voici les valeurs trouvées en rabat de couverture du livre :

$d = 149{,}6\times10^9$ m le rayon de l'orbite terrestre ;
$M_{\mathrm{S}} = 1{,}99\times10^6 \times 10^{24} = 1{,}99\times10^{30}$ kg la masse du Soleil ;
$M_{\mathrm{T}} = 5{,}97\times10^{24}$ kg la masse de la Terre ;
$G = 6{,}6742\times10^{-11}$ N·m^2·kg^{-2} la constante de gravitation universelle.

Application numérique :

$$F_{\mathrm{S/T}} = 6{,}6742\times10^{-11} \times \frac{5{,}97\times10^{24} \times 1{,}99\times10^{30}}{\left(149{,}6\times10^9\right)^2}$$

$$F_{\mathrm{S/T}} = 3{,}54\times10^{22}\ \mathrm{N}$$

J'ai tapé le calcul en trois étapes successives, afin qu'il apparaisse entièrement à l'écran de la calculatrice :