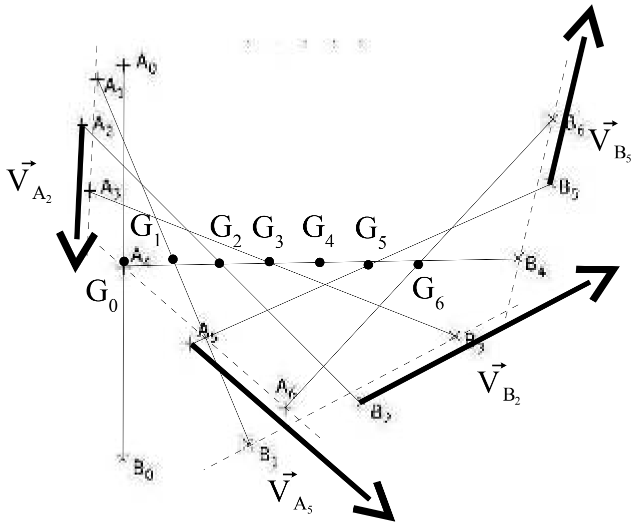
1[ère] S_1 CORRECTION
Physique - Devoir Maison 1

INTERACTIONS FONDAMENTALES - MOUVEMENTS D'UN SOLIDE INDÉFORMABLE

EXERCICE I

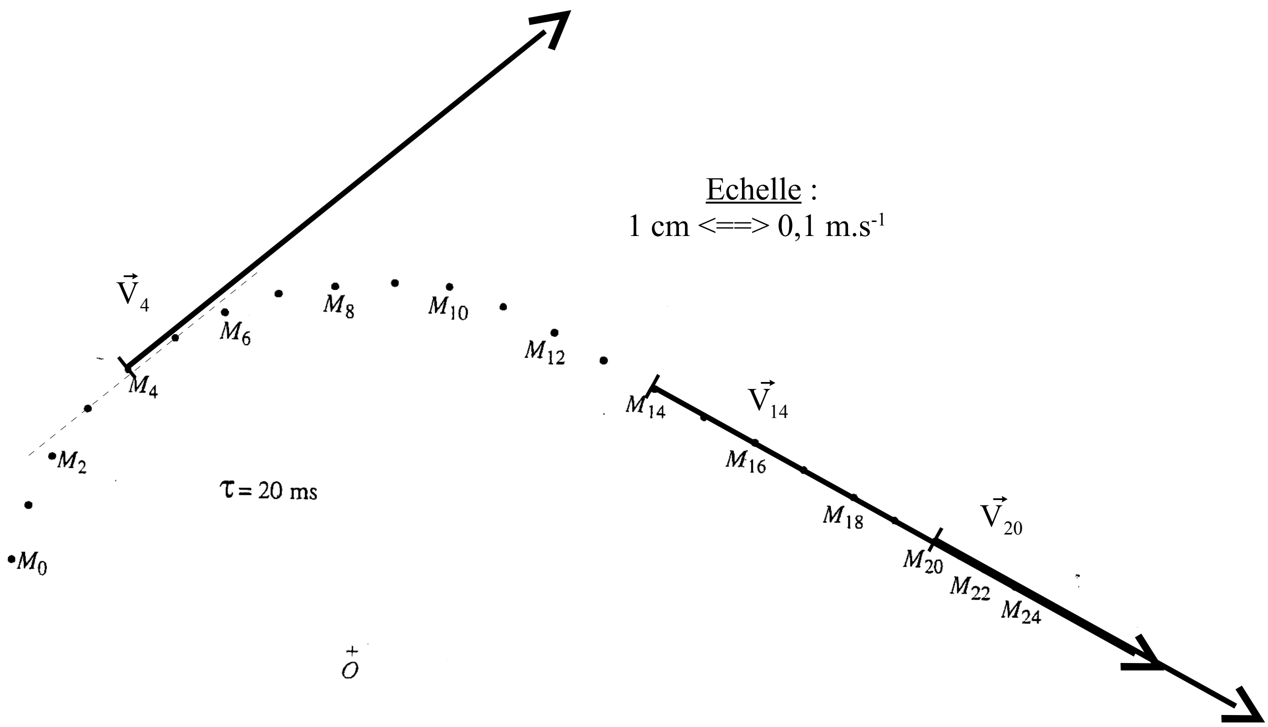
1. Pour représenter un vecteur vitesse en un point d'une trajectoire, il faut avant toute chose déterminer la valeur de la vitesse en ce point. On utilise pour ce faire la formule $v_{A_i} = \dfrac{A_{i-1}A_{i+1}}{t_{i+1}-t_{i-1}}$ qui, puisque les distances mesurées sont A_1A_3 = 1,48 cm et A_4A_6 = 2,83 cm, que l'enregistrement est représenté à l'échelle 1/5, que l'intervalle de temps est τ = 40 ms et qu'il ne faut pas oublier de convertir les cm en m et les ms en s, nous donne les vitesses suivantes : $v_{A_2} = \dfrac{5\times1{,}48\times10^{-2}}{2\times40\times10^{-3}} = \dfrac{5\times1{,}48}{2\times4} = 0{,}93\,\text{m.s}^{-1}$ et
$v_{A_5} = \dfrac{5\times2{,}83\times10^{-2}}{2\times40\times10^{-3}} = \dfrac{5\times2{,}83}{2\times4} = 1{,}77\,\text{m.s}^{-1}$. Il ne reste plus qu'à suivre la procédure vue en cours et très bien résumée dans l'animation disponible ici. L'échelle est imposée : 1 cm pour 0,5 m.s^{-1}. Le vecteur $\vec{v}_{A_2}$ aura donc une longueur de 0,93/0,5 = 1,9 cm et le vecteur $\vec{v}_{A_5}$ une longueur de 1,77/0,5 = 3,5 cm. On obtient les vecteurs représentés sur le schéma ci-dessous.
2. De même, puisque B_1B_3 = 3,07 cm et B_4B_6 = 1,89 cm, on obtient $v_{B_2} = \dfrac{5\times3{,}07}{2\times4} = 1{,}92\ \text{m.s}^{-1}$ et $v_{B_{25}} = \dfrac{5\times1{,}89}{2\times4} = 1{,}18\ \text{m.s}^{-1}$.
Ce qui, au vu de l'échelle imposée, nous donne un vecteur $\vec{v}_{B_2}$ de longueur 1,92/0,5 = 3,8 cm et un vecteur $\vec{v}_{B_5}$ de longueur 1,18/0,5 = 2,4 cm (voir schéma ci-contre).
3. Voir schéma ci-contre.
4. Le centre d'inertie G de ce solide suit une trajectoire rectiligne (les positions G_0 à G_6 sont alignées) et sa vitesse est constante puisque la distance parcourue entre deux intervalles de temps est la même. Il possède donc un mouvement rectiligne uniforme.
5. Le mouvement du solide n'est pas un mouvement de translation car les points A, B et G n'ont pas même vitesse à chaque instant et leurs trajectoires ne sont pas identiques. Ce n'est pas non plus un mouvement de rotation autour d'un axe fixe puisque les trajectoires de A, B et G ne sont pas des cercles dont les centres appartiennent au même axe.



EXERCICE II

1. a. La première phase pendant laquelle le mouvement s'effectue fil tendu correspond à la partie de l'enregistrement allant de M_0 à M_{11}, la deuxième pendant laquelle le mobile à coussin d'air se déplace librement va de M_{11} à M_{18} et la dernière, une fois la turbine à air arrêté va de M_{17} à M_{24}.

   b. Dans la première partie, le mouvement est uniforme (la distance parcourue entre deux intervalles ne change pas preuve que la valeur de la vitesse est constante) et circulaire (puisque la trajectoire est un cercle). Dans la deuxième partie, les distances parcourues par le mobile ne changent pas non plus, le mouvement est donc également uniforme mais cette fois, le trajectoire étant une droite, il est dit rectiligne. Pour la dernière partie, la trajectoire est toujours une droite et le mouvement est rectiligne, mais comme la distance parcourue diminue, ce mouvement est dit décéléré.
2. Pour représenter un vecteur vitesse en un point d'une trajectoire, il faut, comme nous l'avons fait dans l'exercice précédent, déterminer la valeur de la vitesse en ce point.
On utilise pour ce faire la formule $v_i = \dfrac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1}-t_{i-1}}$ qui, puisque les distances mesurées sont M_3M_5 = 1,47 cm ; $M_{13}M_{15}$ = 1,52 cm et $M_{19}M_{21}$ = 0,98 cm, que l'enregistrement est représenté à l'échelle ½, que l'intervalle de temps est τ = 20 ms et qu'il ne faut pas oublier de convertir les cm en m et les ms en s, nous donne les vitesses suivantes :
$$v_4 = \frac{2\times1{,}47\times10^{-2}}{2\times20\times10^{-3}} = \frac{1{,}47\times10^{-2}}{2\times10^{-2}} = \frac{1{,}47}{2} = 0{,}74\,\text{m.s}^{-1},\quad v_{14} = \frac{2\times1{,}52\times10^{-2}}{2\times20\times10^{-3}} = \frac{1{,}52\times10^{-2}}{2\times10^{-2}} = \frac{1{,}52}{2} = 0{,}76\,\text{m.s}^{-1}$$ et
comme on est finaud, on a remarqué que la valeur de la vitesse est la moitié de celle de la distance mesurée sur le schéma, donc $v_{20} = \dfrac{0{,}98}{2} = 0{,}49\ \ \text{m.s}^{-1}$.
Il ne reste plus qu'à suivre la procédure vue en cours et très bien résumée dans l'animation disponible ici. L'échelle est imposée : 1 cm pour 0,1 m.s^{-1}. Le vecteur $\vec{v}_4$ aura donc une longueur de 7,4 cm, le vecteur $\vec{v}_{14}$ aura donc une longueur de 7,6 cm et le vecteur $\vec{v}_{20}$ une longueur de 4,9 cm. On obtient les vecteurs représentés sur le schéma ci-dessous.



Exercice III

1. L'interaction gravitationnelle est : a. Attractive.
2. L'interaction électrique (ou électromagnétique) est : c. Attractive ou répulsive. Cela dépend de la charge des corps.
3. L'interaction gravitationnelle est : b. De grande portée.
4. L'interaction électrique est : a. A courte portée.
5. L'interaction forte a une portée de l'ordre de : c. 10^{-15} m
6. L'interaction forte s'exerce : b. Entre protons c. Entre neutrons f. Entre nucléons

Exercice IV

1. Sur une masse de m = 0,49481 g, 51,376 % soit $\frac{51{,}376 \times 0{,}49481}{100} = 0{,}25421\,\text{g}$ est dû aux isotopes 107 et 48,624 % soit $\frac{48{,}624 \times 0{,}49481}{100} = 0{,}24060\,\text{g}$ est dû aux isotopes 109.

   Or un atome d'argent 107 a pour masse m_{107} = 1,775.20^{-25} kg = 1,775.20^{-22} g et un atome d'argent 109, m_{109} = 1,80.10^{-25} kg = 1,80.10^{-22} g.

   Le nombre d'atomes d'argent 107 sera donc $N_{^{107}Ag} = \frac{0{,}25421}{1{,}775.10^{-22}} = \frac{0{,}25421}{1{,}775}\times 10^{22} = 0{,}1432\times 10^{22} = 1{,}432\times 10^{21}$.

   De la même façon on détermine celui d'atomes d'argent 109 : $N_{^{109}Ag} = \frac{0{,}24060}{1{,}80.10^{-22}} = \frac{0{,}24060}{1{,}80}\times 10^{22} = 0{,}134\times 10^{22} = 1{,}34\times 10^{21}$.

2. Le nombre total d'atomes d'argent dans l'électrode est donc de $N_{Ag} = N_{^{107}Ag} + N_{^{109}Ag} = 1{,}432\times 10^{21} + 1{,}34\times 10^{21} = 2{,}77\times 10^{21}$.
   La masse atomique de l'argent correspond à la masse d'un « atome moyen » d'argent (atome virtuel qui serait composé de 51,376 % d'argent 107 et 48,624 % d'argent 109). Il suffit donc, pour la déterminer de diviser la masse de notre électrode d'argent par le nombre d'atomes la constituant, soit $m_{Ag} = \frac{m_{\text{électrode}}}{N_{Ag}} = \frac{0{,}49481}{2{,}77\times 10^{21}} = \frac{0{,}49481}{2{,}77}\times 10^{-21} = 0{,}179\times 10^{-21} = 1{,}79\times 10^{-22}\,\text{g}$. Cette valeur est, logiquement, comprise entre celle de l'atome d'argent 107 et celle de l'atome d'argent 109.

3. Le rayon r du noyau de l'atome d'argent 107 est, en mètre, (1 fm = 10^{-15} m), $r = r_0 \times A^{1/3} = 1{,}2\times 10^{-15}\times 107^{1/3} = 5{,}7\times 10^{-15}$.

4. La valeur de la force gravitationnelle F_g s'exerçant entre deux corps massiques A et B de masse m_A et m_B séparés par une distance r est donnée par la formule $F_g = G\times\frac{m_a\times m_B}{r^2}$. Appliquée à deux protons du noyau d'argent 107, elle devient

$$F_g = 6{,}67\times 10^{-11}\times\frac{1{,}67\times 10^{-27}\times 1{,}67\times 10^{-27}}{(5{,}7\times 10^{-15})^2} = \frac{6{,}67\times 1{,}67^2}{5{,}7^2}\times 10^{(-11-27-27+30)} = 0{,}57\times 10^{-35} = 5{,}7\times 10^{-36}\,\text{N}.$$

La valeur de la force électrostatique F_e s'exerçant entre deux corps chargés A et B de charge q_A et q_B séparés par une distance *r* est donnée par la formule $F_e = k \times \frac{q_a \times q_B}{r^2}$. Appliquée à deux protons du noyau d'argent 107, elle devient

$$F_e = 9 \times 10^9 \times \frac{1{,}6 \times 10^{-19} \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{(5{,}7 \text{ imes } 10^{-15})^2} = \frac{9 \times 1{,}6^2}{5{,}7^2} \times 10^{(9-19-19+30)} = 0{,}71 \times 10^1 = 7{,}1 \text{ N}.$$

5. La force attractive due à l'interaction gravitationnelle qui existe entre deux protons d'un atome d'argent 107 est 10^{36} fois plus faible que la force électrostatique qui est, elle, répulsive puisque les deux protons sont chargés positivement. Pour pouvoir expliquer la stabilité de l'atome, il faut donc supposer l'existence d'une troisième force, c'est l'interaction forte.

Exercice V

1. a. L'expression littérale de l'intensité de la force exercée par Mars sur Phobos est $F_{M/P} = G \times \frac{m_M \times m_P}{d_{M-P}^2}$, où m_M (en kg) est la masse de Mars, m_P (en kg) celle de Phobos et $d_{M\text{-}P}$ (en m) la distance séparant leurs centres d'inertie.

   b. La valeur de cette force est donc

$$F_{M/P} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{6{,}5 \times 10^{23} \times 1{,}1 \times 10^{16}}{(9{,}4 \times 10^6)^2} = \frac{6{,}67 \times 6{,}5 \times 1{,}1}{9{,}4^2} \times 10^{(-11+23+16-12)} = 0{,}54 \times 10^{16} = 5{,}4 \times 10^{15} \text{ N}.$$

2. Pour pouvoir représenter la force sous forme d'un vecteur dont le point d'application sera le centre d'inertie de Phobos, la direction sera la droite passant par les centres d'inertie des deux astres, le sens sera « vers Mars » et l'intensité sera de $5{,}4.10^{15}$ N, il faut avant tout choisir une échelle. Ici, nous prendrons 1 cm pour 2.10^{15} N ce qui correspondra à une flèche de longueur $\frac{5{,}4 \times 10^{15}}{2 \times 10^{15}} = 2{,}7$ cm (voir schéma ci-dessous).