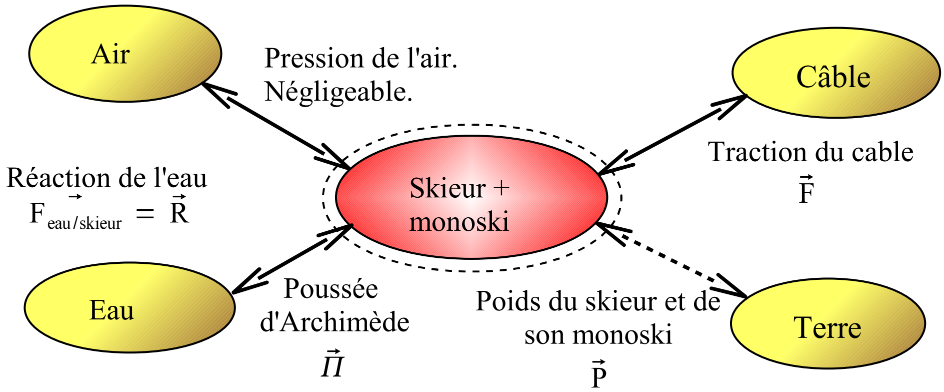
1ère S_1 **Correction**
Physique Chimie Devoir 4

Forces et effets des forces – Les lois de Newton - La conductimétrie

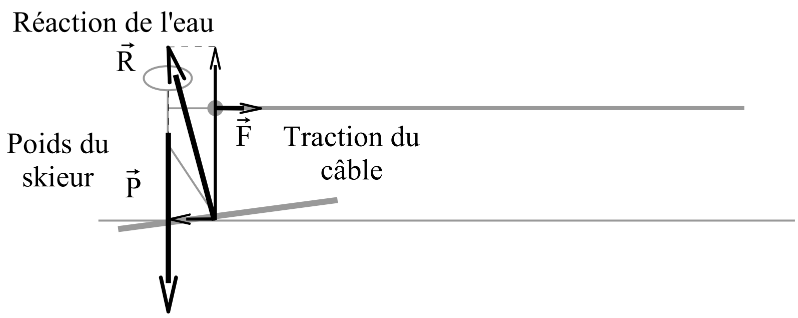
Exercice I

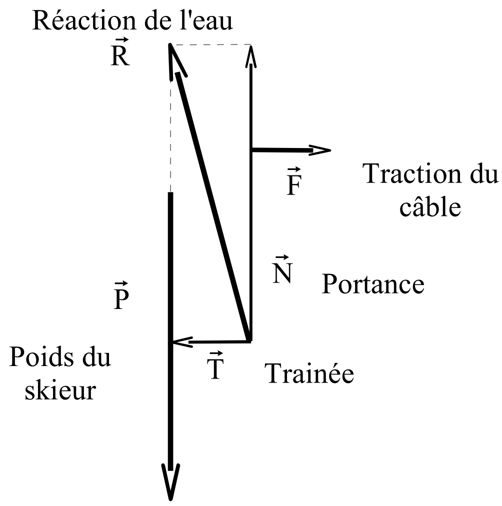
Partie A

1. Diagramme Objets-Interactions représentant toutes les interactions mécaniques entre le système (skieur + monoski) et le milieu extérieur :



2. La poussée d'Archimède est une force qui s'applique à tout corps plongé dans un fluide et qui, dirigée vers le haut, a tendance à l'en chasser. Sa valeur se calcule avec la relation $\Pi = \rho_{fluide} \times V_{immergé} \times g$ qui fait intervenir le volume de la partie immergé du corps considéré. Dans notre cas, seule une partie infime de notre système est sous l'eau, la partie arrière du monoski. On pourra donc considérer la poussée d'Archimède négligeable dans la suite de l'exercice.
3.





4. Puisqu'il est dit dans l'énoncé que le skieur nautique se déplace en ligne droite à vitesse constante $\vec{v}$, en appliquant la première loi de Newton (voir énoncé dans le corrigé de l'exercice III. 2.), on peut affirmer que la somme vectorielle des forces qui agissent sur le skieur et son monoski est nulle. La relation mathématique est donc $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{P}+\vec{R}+\vec{F} = \vec{P}+\vec{T}+\vec{N}+\vec{F} = \vec{0}$.
5. Si l'on projette sur les axes Ox et Oy (sur l'horizontale et sur la verticale), on obtient des relations simples entre les intensités des forces. En effet, en projetant sur l'axe Ox, on fait disparaître $\vec{N}$ et $\vec{P}$ de l'équation précédente puisque ces deux forces étant verticales n'ont pas de composantes horizontales, il reste donc $\vec{T}+\vec{F} = \vec{0}$, $\vec{N}$ et $\vec{P}$ ont même intensité et on peut écrire $-T_x = F_x$. En projetant sur l'axe Oy, ce sont $\vec{F}$ et $\vec{T}$ que l'on fait disparaître puisque ces deux forces étant horizontales n'ont pas de composantes verticales, il reste donc $\vec{P}+\vec{N} = \vec{0}$, $\vec{N}$ et $\vec{P}$ ont même intensité et on peut écrire $-P_y = N_y$.

Partie B

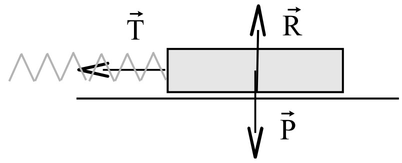
1. La vitesse du skieur à partir de laquelle il glisse à la surface de l'eau, est celle qui permet à l'intensité de la portance de devenir égale à celle du poids. Il suffit donc, pour la trouver , de résoudre l'équation suivante $P = N$ soit $m \times g = 0{,}5 \times \rho \times S \times V \times V = 0{,}5 \times \rho \times S \times V^2$ donc $V^2 = \dfrac{m \times g}{0{,}5 \times \rho \times S}$ et $V = \sqrt{\dfrac{m \times g}{0{,}5 \times \rho \times S}}$.

L'application numérique donne $V = \sqrt{\dfrac{82\times 9{,}81}{0{,}5\times 1000\times 0{,}065}} = 5{,}0\ \text{m.s}^{-1}$. C'est la vitesse minimale pour pratiquer que doit atteindre un bateau pour qu'il puisse permettre de tirer un skieur nautique.

2. Pour calculer les intensités de toutes les forces appliquées au système si la force de frottement sur l'eau a une valeur $f = 100$ N, il suffit de calculer l'intensité du poids $P = m\times g = 82\times 9{,}81 = 800\ \text{N}$. En effet, nous avons vu dans la question 5 de la partie A, que l'intensité de la portance était la même, soit 800 N. De même la force de frottement de l'eau, appelée la trainée, est de même intensité que la traction du câble et elles valent toutes deux 100 N.

Exercice II

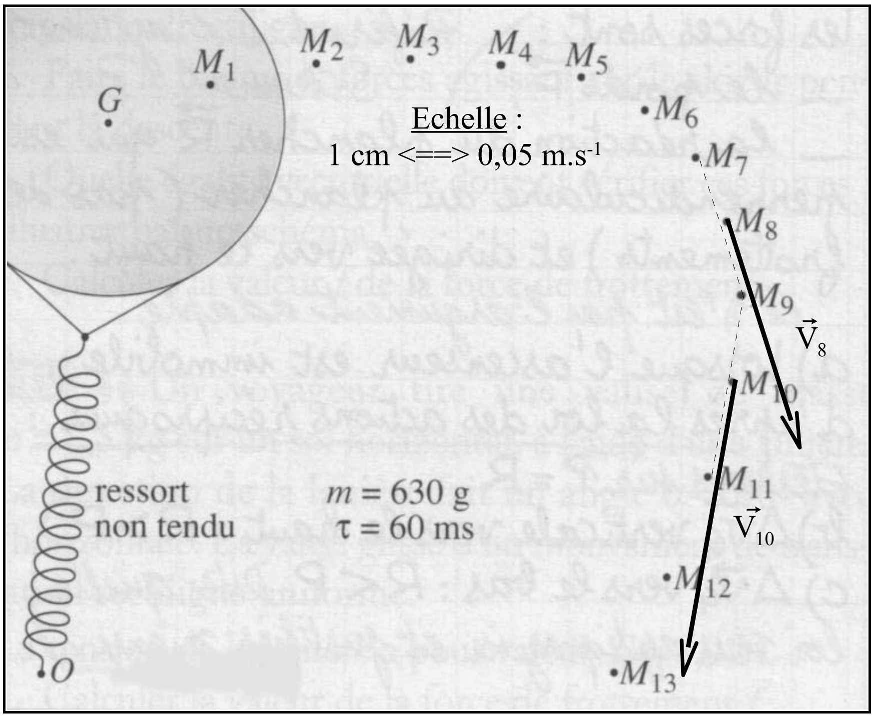
1. Si l'on néglige l'action de l'air atmosphérique, le mobile est soumis à trois forces : son poids $\vec{P}$, la réaction du sol $\vec{R}$ (en fait, celle du coussin d'air) et la force de tension du ressort $\vec{T}$ (voir schéma ci-contre).



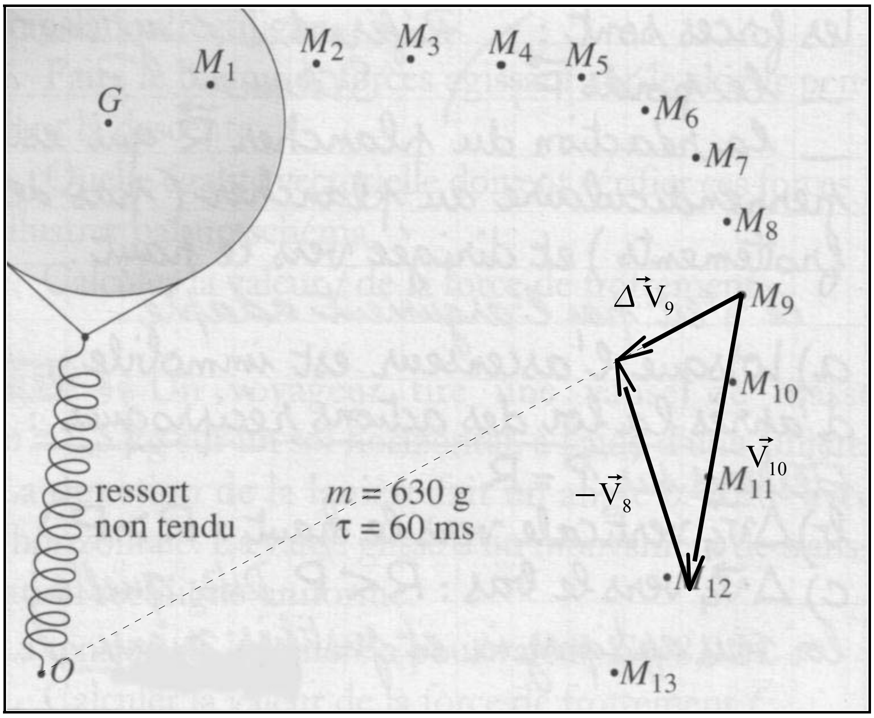
2. Si les frottements sont négligeables, alors la composante tangentielle de la réaction du sol est nulle et il ne reste que la composante normale, perpendiculaire au sol, dirigée vers le haut et de même norme que le poids du mobile. Elles s'annulent donc et $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{P}+\vec{R}+\vec{T} = \vec{T}$.
3. Pour représenter un vecteur vitesse en un point d'une trajectoire, il faut avant tout 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 $M_7M_9 = 1{,}94$ cm et $M_9M_{11} = 2{,}46$ cm, que l'intervalle de temps est $\tau = 60$ ms et qu'il ne faut pas oublier de convertir les cm en m et les ms en s, nous donne les vitesses suivantes :

$$v_8 = \frac{1{,}94\times 10^{-2}}{2\times 60\times 10^{-3}} = \frac{1{,}94\times 10^{-2}}{12\times 10^{-2}} = 0{,}16\ \text{m.s}^{-1},\qquad v_{10} = \frac{2{,}46\times 10^{-2}}{2\times 60\times 10^{-3}} = \frac{2{,}46\times 10^{-2}}{12\times 10^{-2}} = 0{,}20\ \text{m.s}^{-1}.$$

Il ne reste plus qu'à suivre la procédure vue en cours et très bien résumée dans l'animation disponible ici. L'échelle choisie est : 1 cm pour 0,05 m.s^{-1}. Le vecteur $\vec{v}_8$ aura donc une longueur de 0,16/0,05 = 3,2 cm et le vecteur $\vec{v}_{10}$ une longueur de 0,20/0,05 = 4,0 cm. Voir schéma ci-dessous.



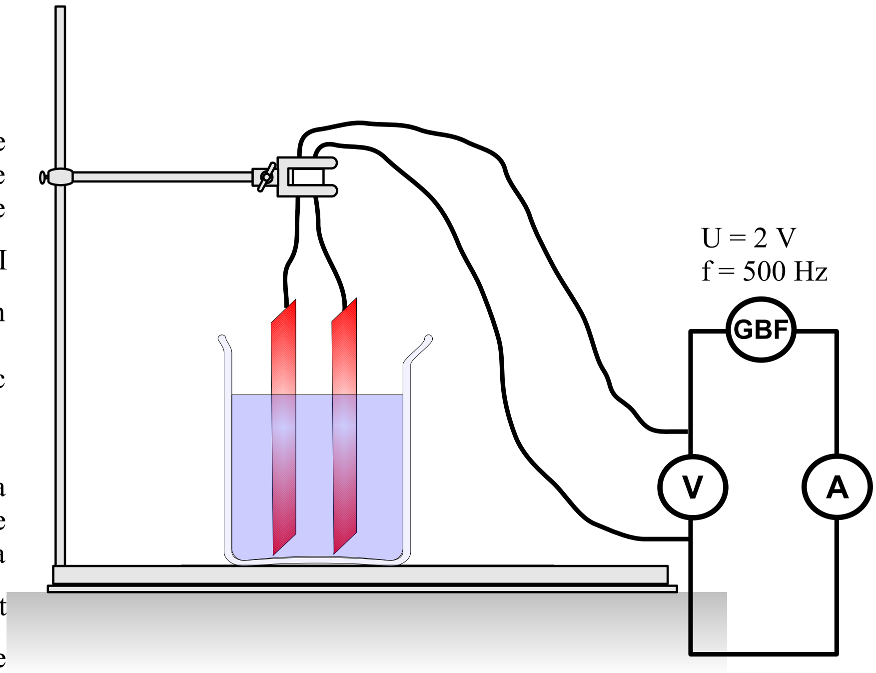
4. Pour répondre à la question, on doit construire $\Delta\vec{v}_9 = \vec{V}_{10} - \vec{V}_8$ et placer ce vecteur au point M_9. En effet, la 2ème loi de Newton s'énonce ainsi :
« Dans un référentiel galiléen, si le vecteur vitesse du centre d'inertie d'un solide $\vec{v}_G$ varie alors la somme vectorielle $\Sigma \vec{F}_{ext}$ des forces extérieures qui s'exercent sur le solide n'est pas nulle. La direction et le sens de $\Sigma \vec{F}_{ext}$ sont ceux de la variation $\Delta\vec{v}_G$ du vecteur vitesse de G entre deux instants proches ».
Comme ici $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{T}$, cette loi nous dit donc que la direction de $\vec{T}$ est la même que celle de la variation $\Delta\vec{v}_9$ ce qui est bien vérifié ici. Voir schéma ci-dessous.



Exercice III

1. Faux / Vrai / Vrai / Faux
2. L'énoncé de la 1ère loi de Newton qui justifie les réponses précédentes est le suivant : « Dans un référentiel galiléen, si le vecteur vitesse $\vec{v}_G$ du centre d'inertie du système ne varie pas alors la somme vectorielle des forces extérieures qui s'exercent sur le système est nulle ($\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$) et réciproquement ».
3. Puisque la 3ème loi de Newton s'énonce ainsi : « Si un corps A exerce une action mécanique sur un corps B, modélisée par la force $\vec{F}_{A/B}$ alors le corps B exerce une action mécanique sur le corps A, modélisée par la force $\vec{F}_{B/A}$. Quel que soit l'état de mouvement ou de repos des 2 corps, les 2 forces vérifient toujours l'égalité vectorielle: $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$. », si ma main droite tire sur une corde, exerçant une force $\vec{F}_{Main/Corde}$ alors la corde exerce une force opposée $\vec{F}_{Corde/Main} = -\vec{F}_{Main/Corde}$ et elle tire donc sur ma main droite.

Exercice IV



1. Voir schéma ci-contre.
2. La conductance est une grandeur physique correspondant à l'inverse de la résistance. Elle exprime la capacité à conduire le courant, s'exprime en siemens (S) et son expression est $G = \frac{I}{U}$ où I est l'intensité exprimée en ampère et U la tension en volt.
   Dans notre cas, elle vaut donc $G = \frac{0{,}73.10^{-3}}{2{,}0} = 3{,}6.10^{-4}$ S=0,36 mS.
3. La conductivité σ d'une solution correspond à la conductance d'une portion de solution de 1 m de longueur et de 1 m² de section. Elle est donc liée à la conductance par la relation $G = \sigma \times \frac{S}{l}$ et s'exprime en Siemens par mètre (S.m⁻¹). Dans notre cas, elle vaut donc $\sigma = G \times \frac{l}{S} = 3{,}6.10^{-4} \times \frac{1{,}1.10^{-2}}{1{,}0.10^{-4}} = \frac{3{,}6 \times 1{,}1}{1{,}0}.10^{(-4-2-(-4))} = 4.10^{-2}$ S.m^{-1}.

Exercice V

1. L'équation chimique de la dissolution de l'hydroxyde de sodium est : $NaOH_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ et celle du chlorure de sodium est : $NaCl_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$.
2. Puisque les coefficients stœchiométriques des deux équations sont tous égaux à 1, dans la solution obtenue par mélange de S_1 et S_2, la quantité de matière d'ions hydroxyde (ne provenant que de la solution S_1) est $n_{HO^-} = c_1 \times V_1 = 1{,}00.10^{-3} \times 5{,}00.10^{-2} = 5{,}00.10^{-5}$ mol, la quantité de matière d'ions chlorure (ne provenant que de la solution S_2) est $n_{Cl^-} = c_2 \times V_2 = 1{,}52.10^{-3} \times 2{,}00.10^{-1} = 3{,}04.10^{-4}$ mol et celle des ions sodium qui eux, proviennent des deux solutions) est $n_{Na^+} = c_1 \times V_1 + c_2 \times V_2 = 5{,}00.10^{-5} + 3{,}04.10^{-4} = 3{,}54.10^{-4}$ mol.
3. Pour calculer la concentration molaire de chaque ion du mélange en $mol.m^{-3}$, il faut diviser les quantités de matière précédemment obtenues par le volume du mélange exprimé en m^3, soit $V = V_1 + V_2 = 5{,}00.10^{-8} + 2{,}00.10^{-7} = 2{,}50.10^{-4}\ m^3$. Les concentrations molaires effectives en ions sont donc $[HO^-] = \dfrac{n_{HO^-}}{V} = \dfrac{5{,}00.10^{-5}}{2{,}50 \times 10^{-4}} = 2{,}00 \times 10^{-1}\ mol.m^{-3}$, $[Cl^-] = \dfrac{n_{Cl^-}}{V} = \dfrac{3{,}04.10^{-4}}{2{,}50 \times 10^{-4}} = 1{,}21\ mol.m^{-3}$ et $[Na^+] = \dfrac{n_{Na^+}}{V} = \dfrac{3{,}54.10^{-4}}{2{,}50 \times 10^{-4}} = 1{,}42\ mol.m^{-3}$.
4. Puisque le mélange contient trois types d'ions (HO^-, Cl^- et Na^+), sa conductivité σ est donnée par la relation suivante $\sigma = \lambda(HO^-_{(aq)}) \times [HO^-_{(aq)}] + \lambda(Cl^-_{(aq)}) \times [Cl^-_{(aq)}] + \lambda(Na^+_{(aq)}) \times [Na^+_{(aq)}]$. Il suffit donc d'y remplacer les grandeurs par leurs valeurs calculées précédemment ou données dans l'énoncé. On obtient ainsi $\sigma = 198{,}6.10^{-4} \times 0{,}200 + 76{,}3.10^{-4} \times 1{,}21 + 50{,}1.10^{-4} \times 1{,}42 = 2{,}03.10^{-2}\ S.m^{-1}$.