PHYSIQUE

Exercice 1 Remonte pente et descente à ski /11

Première partie

1. Frottements

Phase ① : la direction de la réaction du support n'est pas normale au plan de contact : présence de frottements

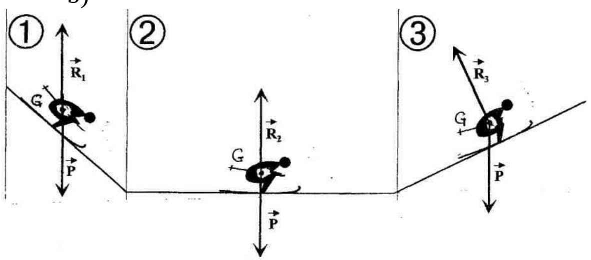
Phases ② et ③ les directions des réactions du support sont normales au plan de contact : pas de frottement.

2. a) Résultante des forces

Phase ① et ② : les vecteurs forces réaction du support et poids du système étudié ont même valeur et même direction, mais de sens opposé donc leur somme vectorielle est nulle : $\boxed{\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}}$

Phase ③ les vecteurs forces réaction du support et poids du système n'ont pas la même direction donc $\boxed{\Sigma \vec{F}_{ext} \neq \vec{0}}$

b)



3.**a)** $\Delta \overrightarrow{v_G}$ variation du vecteur-vitesse du centre d'inertie G du skieur

Phase ① et ② : $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ donc selon la 1° loi de Newton le vecteur vitesse du centre d'inertie du système est constant, d'où $\Delta \overrightarrow{v_G} = \vec{0}$

Phase ③ : selon la deuxième loi de Newton : « dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces appliquées au système a même direction et même sens que le vecteur variation du vecteur vitesse du centre d'inertie », d'où $\Delta \overrightarrow{v_G}$ a même direction et même sens que $\Sigma \vec{F}_{ext}$

b) Nature du mouvement du skieur : un mouvement est décrit par l'étude de la trajectoire et de la vitesse du système étudié.

Phase ① et ② : trajectoire pente de la piste soit une droite, la vitesse est constante ; le mouvement est donc rectiligne uniforme.

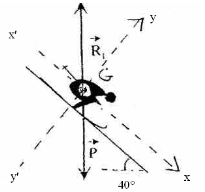
Phase ③ : trajectoire pente de la piste soit une droite, la variation du vecteur vitesse du centre d'inertie $\Delta \overrightarrow{v_G}$ est opposée au mouvement ; le mouvement est rectiligne ralenti.

Deuxième partie

1. Valeur du poids du skieur $\boxed{P = m.g}$ avec P en N ; m en kg ; g en N.kg^{-1}

   P = 90 x 9,8 = **8,8 10^2 N**

2. Valeur de la réaction du support $\vec{R}_1$: $\vec{P} + \vec{R}_1 = \vec{0}$ soit P = **R_1 = 8,8 10^2N**

3. 

4. Valeur de la composante tangentielle de la réaction du support

$\vec{P} + \vec{R}_1 = \vec{0}$: sur l'axe X'X, l'égalité vectorielle entraine P_x = $\boxed{R_T = P \sin\alpha = m.g.\sin\alpha}$

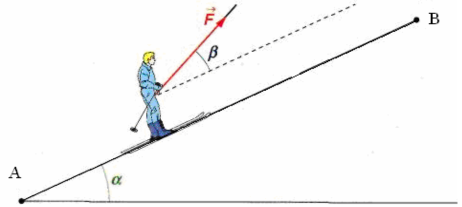
R_T = 90x9,8xsin40 = **5,7 10^2N**

La composante tangentielle représente les forces de frottement.

Troisième partie

1. Forces appliquées au système

- poids $\vec{P}$ appliqué au centre d'inertie du système
- force de traction du câble $\vec{F}$ appliquée au point de contact câble-skieur
- réaction de la piste qui se décompose en $\vec{f}$ forces de frottement et $\vec{R}_N$ réaction normale à la piste appliquée au centre de la surface de contact système-piste



2. Travail de la composante normale de la réaction de la piste

Par définition le travail d'une force constante $\vec{F}$ lors d'un déplacement de son point d'application de A vers B est égal au produit scalaire de la force par le vecteur $\overrightarrow{AB}$

$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB}$ = F x AB x cos($\vec{F}$, $\overrightarrow{AB}$)

La réaction $\vec{R}_N$ étant perpendiculaire au déplacement son travail est nul.

3. Travail de la force de frottement

Par définition : $W_{AB}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB}$ = f x AB x cos($\vec{f}$, $\overrightarrow{AB}$) avec W : travail en J ;

f valeur de la force en N ; AB longueur du déplacement en m ; ($\vec{f}$, $\overrightarrow{AB}$) angle en degré ou radian

$W_{AB}(\vec{f})$ = - f x D = - 30 x 1250 = **- 3,8 10^4J ce travail est résistant**

4. Travail du poids

$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB}$ = P x AB x cos($\vec{P}$, $\overrightarrow{AB}$) = - m.g D sinα = - 90 x 9,8 x 1250 x sin 20 = **- 3,8 10^5J ce travail est résistant**

5. Travail de la tension du câble

$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB}$ = F x AB x cos($\vec{F}$, $\overrightarrow{AB}$) = F x AB x cosβ

ce travail est moteur (β = 60°)

6. a) Le skieur est en translation rectiligne à vitesse constante, donc selon la 1° loi de Newton, la somme vectorielle des forces appliquées au système est nulle

b) $W(\Sigma \overrightarrow{F_{ext}}) = 0$

c) $W_{AB}(\vec{f}) + W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{F}) = 0$ d'où $\boxed{F = \frac{m.g.\sin\alpha + f}{\cos\beta}}$ = **6,7 10²N**

d) Puissance moyenne de la tension du câble

Par définition la puissance moyenne du travail d'une force est le quotient du travail par la durée mise à l'effectuer : $P = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t}$ avec P en W ; Δt en s et $W(\vec{F})$ en J

Sur le parcours D : $\Delta t = \frac{D}{v}$ d'où $\boxed{P = F.v.\cos\beta}$

P = $6{,}7\ 10^2 \times 2{,}0 \times \cos 60° =$ **6,6 10² W** (7,2 km.h⁻¹ = 2,0 m.s⁻¹)

Exercice 2 : Mouvement de la planète Mars /9

1- Le système {planète Mars} est étudié dans un **référentiel héliocentrique** (centre du Soleil+étoiles fixes)

2- Echelle du document : 2 cm ↔ 1 U.A. = 1,50 10⁸km, or le rayon de la trajectoire de Mars autour du soleil mesure 3,0 cm sur le document soit un rayon **R = 2,3 10⁸km**

3- Selon la loi universelle de Newton : **l'interaction gravitationnelle** entre 2 corps ponctuels S et M, de masses respectives M_{soleil} et M_{mars}, séparés par une distance R, est modélisée par des forces d'attraction gravitationnelle $\overrightarrow{F_{S/M}}$ et $\overrightarrow{F_{M/S}}$ dont les caractéristiques sont les suivantes :

- direction : la direction de la droite SM
- sens dirigées vers le centre attracteur
- valeur $F_{S/M} = F_{M/S} = \frac{GM_SM_M}{R^2}$ M_S et M_M masses en kg ; R : distance SM en m ; G : constante de gravitation universelle

$$F_{S/M} = F_{M/S} = \frac{6{,}67.10^{-11} x 2.10^{30} x 6{,}5.10^{23}}{(2{,}3.10^{11})^2} = 1{,}6\ 10^{21}N$$

(Echelle de représentation 1cm↔ 2,0 10²¹N)

4- **Vecteurs vitesse**

a) Caractéristiques du vecteur vitesse à la position 14 : $\overrightarrow{V_{14}}$

- direction : tangente à la trajectoire
- sens : celui du mouvement
- valeur $V_{14} = \frac{M_{13}M_{15}}{2.\tau}$ avec τ intervalle de temps entre chaque position

$$V_{14} = \frac{1{,}5.10^8 x16}{20x2x30x24} = 8{,}3\ 10^4 km.h^{-1}$$

-

Caractéristiques du vecteur vitesse à la position 16 : $\overrightarrow{V_{16}}$

- direction : tangente à la trajectoire
- sens : celui du mouvement
- valeur $V_{16} = \frac{M_{15}M_{17}}{2.\tau}$ avec τ intervalle de temps entre chaque position

$$V_{16} = \frac{1{,}5.10^8 x16}{20x2x30x24} = 8{,}3\ 10^4 km.h^{-1}$$

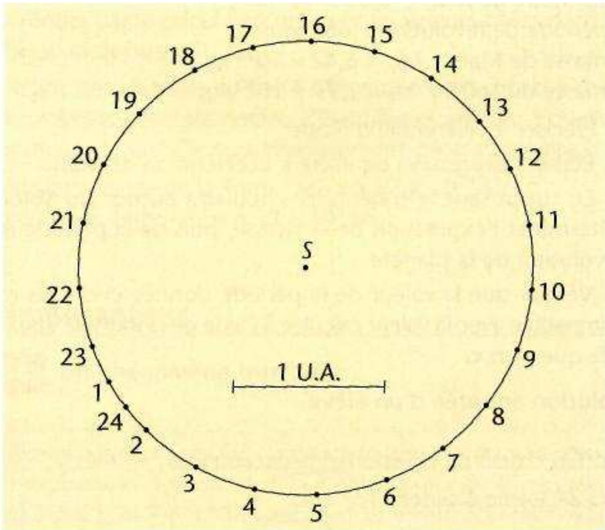
b) Nature du mouvement de Mars : la trajectoire de Mars est un cercle, les valeurs des vitesses sont égales : **Mars a un mouvement circulaire uniforme**

5- **Variation du vecteur vitesse au point 15** $\overrightarrow{\Delta V_{15}} = \overrightarrow{V_{16}} - \overrightarrow{V_{14}}$;

caractéristiques de $\overrightarrow{\Delta V_{15}}$: - direction selon la droite MS

-sens de M vers S

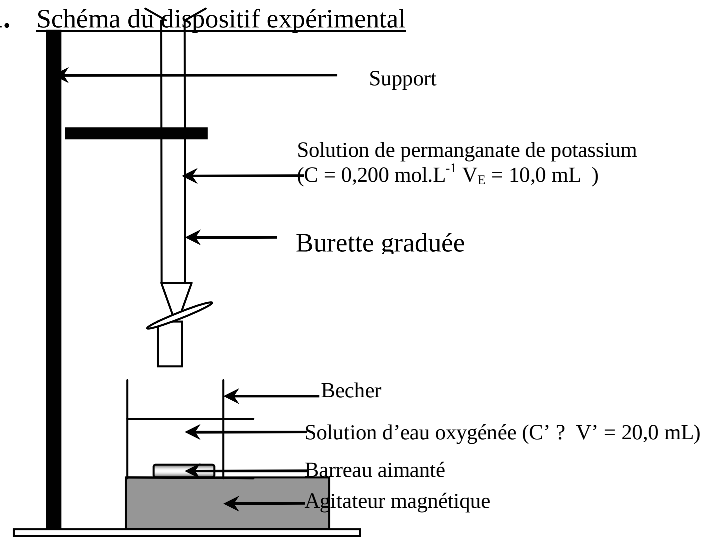
6- $\overrightarrow{\Delta V_{15}}$ et $\overrightarrow{F_{S/M}}$ ont même direction et même sens ; selon la seconde loi de Newton : dans un référentiel galiléen, si le vecteur vitesse du centre d'inertie du solide étudié, varie, la somme vectorielle des forces extérieures qui s'exercent sur le solide a même direction et même sens que ceux de la variation du vecteur vitesse de G entre deux instants proches : on peut en conclure que l'action gravitationnelle du soleil sur Mars est la seule action appliquée à la planète Mars.



CHIMIE

Exercice 1 : Titrage de l'eau oxygénée /7

1. Schéma du dispositif expérimental



2. Equation de la réaction de titrage

Les deux demi équations électroniques sont :

$O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^- = H_2O_2(aq)$ x5

$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- = 4H_2O(l) + Mn^{2+}(aq)$ x2

Donc l'équation bilan est :

$$\boxed{2MnO_4^-(aq) + 5H_2O_2(aq) + 6H^+(aq) \rightarrow 8H_2O(l) + 2Mn^{2+}(aq) + 5O_2(g)}$$

3. A l'équivalence, il y a **changement de réactif limitant pour la réaction de titrage**. Le réactif titrant et le réactif titré sont tous deux entièrement consommés. Ils sont dans les proportions stoechiométriques.

Lors de ce dosage, avant l'équivalence l'ion permanganate est le réactif limitant, après l'équivalence il est en excès : l'équivalence sera atteinte lorsque la coloration violette de la dernière goutte de permanganate de potassium versée ne se décolorera plus dans le becher (lorsque la coloration violette dans le becher deviendra persistante).

4. Relation entre quantités de réactifs

A l'équivalence le tableau d'évolution de la transformation simplifié est :

Etat du système	Avancement	$2MnO_4^-(aq) + 5H_2O_2(aq) + 6H^+(aq) \rightarrow 8H_2O(l) + 2Mn^{2+}(aq) + 5O_2(g)$		
		$n(MnO_4^-)$	$n(H_2O_2)$	$n(H^+)$
EI	x =0	$n_i(n_E(MnO_4^-) = CV_E$	$n_i(H_2O_2) = C'V'$	Excès
EInt	x	$n_E(MnO_4^-) - 2x$	$n_i(H_2O_2) - 5x$	Excès
EF	x_{maxE}	$n_E(MnO_4^-) - 2x_{maxE}$	$n_i(H_2O_2) - 5x_{maxE}$	Excès

A l'équivalence, dans l'état final, les réactifs sont totalement consommés

$n_E(MnO_4^-) - 2x_{maxE} = 0 \rightarrow xmaxE = \frac{n_E MnO_4^-}{2}$

$n_i(H_2O_2) - 5x_{maxE} = 0 \rightarrow \boxed{ni(H_2O_2 = \frac{5}{2} n_E(MnO_4^-)}$

5. Valeur de la concentration C'

D'après l'expression précédente on peut écrire : $C'V' = \frac{5}{2} CV_E \Leftrightarrow \boxed{C' = \frac{5CV_E}{2V'}}$

A.N. : $C' = \frac{5 \times 0,200 \times 0,010}{2 \times 0,020}$ $\boxed{C' = 0,25 \text{ mol.L}^{-1}}$

Exercice 2 : Conductivité d'un mélange /13

A. Préparation des solutions

1) Concentrations molaires en soluté apporté

La concentration molaire C d'un soluté est définie comme le rapport entre la quantité de matière n de soluté et le volume V de solution homogène.

$C = \frac{n}{V}$ or $n = \frac{m}{M}$ donc $\boxed{C = \frac{m}{M.V}}$ avec m masse de soluté en g ; M masse molaire en g.mol⁻¹ ; V volume en L

$C_1 = \frac{8,50.10^{-3}}{169,9 \times 100.10^{-3}} = 5,00.10^{-4}$ mol.L⁻¹

$C_2 = \frac{9,36.10^{-3}}{58,5 \times 200.10^{-3}} = 8,00.10^{-4}$ mol.L⁻¹

2) Equations de dissolution

$AgNO_{3(s)} \xrightarrow{eau} Ag^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$ $\qquad$ $NaCl(s) \xrightarrow{eau} Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

3) D'après les équations de dissolution :

$n_i(NO_3^-) = n_i(Ag^+) = n_i(AgNO_3)$ et $n_i(Cl^-) = n_i(Na^+) = n_i(NaCl)$

donc $[NO_3^-]_i = [Ag^+]_i = C_1 = 5,00.10^{-4}$ mol.L⁻¹ $\qquad$ $[Cl^-]_i = [Na^+]_i = C_2 = 8,00.10^{-4}$ mol.L⁻¹

B. Mélange des deux solutions

1) $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(s)}$

2) Le produit formé est un solide ionique électriquement neutre. Les ions qui le constituent ne sont pas en solution aqueuse. Ils ne participent donc pas à la conductivité de la solution.

3) $n_i(Ag^+) = [Ag^+]_i \times V_1 = 5{,}00.10^{-4} \times 100.10^{-3} = 5{,}00.10^{-5}$ mol

$n_i(NO_3^-) = [NO_3^-]_i \times V_1 = 5{,}00.10^{-4} \times 100.10^{-3} = 5{,}00.10^{-5}$ mol

$n_i(Cl^-) = [Cl^-]_i \times V_2 = 8{,}00.10^{-4} \times 200.10^{-3} = 1{,}60.10^{-4}$ mol

$n_i(Na^+) = [Na^+]_i \times V_2 = 8{,}00.10^{-4} \times 200.10^{-3} = 1{,}60.10^{-4}$ mol

4) Tableau d'évolution de la transformation observée

	équation	$Ag^+_{(aq)}$ +	$Cl^-_{(aq)}$ $\rightarrow$	$AgCl_{(s)}$
	Avancement (mol)	$n(Ag^+)$ (mol)	$n(Cl^-)$ (mol)	$n(AgCl)$ (mol)
Etat initial	0	$5{,}00.10^{-5}$	$1{,}60.10^{-4}$	0
Au cours de la transf.	x	$5{,}00.10^{-5}$ - x	$1{,}60.10^{-4}$ –x	x
Etat final	x_{max}	$5{,}00.10^{-5}$ -x_{max}	$1{,}60.10^{-4}$ –x_{max}	x_{max}

Si Ag^+ est le réactif limitant alors $5{,}00.10^{-5} - x_{max} = 0$ donc $x_{max} = 5{,}00.10^{-5}$ mol
Si Cl^- est le réactif limitant alors $1{,}60.10^{-4} - x_{max} = 0$ donc $x_{max} = 1{,}60.10^{-4}$ mol

L'état final est obtenu pour la plus petite valeur de l'avancement maximal, soit $x_{max} = 5{,}00.10^{-5}$ mol et Ag^+ est le réactif limitant.

A l'état final :
$n_f(Ag^+) = 0$ mol
$n_f(Cl^-) = 1{,}60.10^{-4} - x_{max} = 1{,}60.10^{-4} - 5{,}00.10^{-5} = 1{,}10.10^{-4}$ mol
$n_f(AgCl) = 5{,}00.10^{-5}$ mol
$n_f(NO_3^-) = n_i(NO_3^-) = 5{,}00.10^{-5}$ mol
$n_f(Na^+) = n_i(Na^+) = 1{,}60.10^{-4}$ mol

5) Concentration molaire de chaque ion présent dans l'état final

$[Ag^+]_f = 0$ mol.L^{-1}

$$[Cl^-]_f = \frac{n_f(Cl^-)}{V_1+V_2} = \frac{1{,}10.10^{-4}}{(100+200).10^{-3}} = 3{,}67.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[NO_3^-]_f = \frac{n_f(NO_3^-)}{V_1+V_2} = \frac{5{,}00.10^{-5}}{(100+200).10^{-3}} = 1{,}67.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Na^+]_f = \frac{n_f(Na^+)}{V_1+V_2} = \frac{1{,}60.10^{-4}}{(100+200).10^{-3}} = 5{,}33.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

6) Conductivité théorique du mélange

Les solutions étant diluées ($c \leq 10^{-2}$ mol.L^{-1}), on peut écrire :

$\sigma_{th} = \lambda_{Cl^-}.[Cl^-] + \lambda_{NO_3^-}.[NO_3^-] + \lambda_{Na^+}.[Na^+]$ avec σ conductivité de la solution en S.m^{-1} ; λ conductivité molaire de l'ion en S.m^2.mol^{-1} ; $[X_i]$ concentration de l'ion i en mol.m^{-3}

$$\sigma_{th} = 76{,}3.10^{-4} \times 3{,}67.10^{-1} + 71{,}4.10^{-4} \times 1{,}67.10^{-1} + 50{,}1.10^{-4} \times 5{,}33.10^{-1} = \mathbf{6{,}66.10^{-3}\ S.m^{-1}}$$

7) On utilise une tension alternative pour éviter une polarisation de la solution c'est-à-dire que les cations s'accumulent aux bornes d'une des électrodes et les anions aux bornes de l'autre.

8) $\boxed{\text{Conductance}}$ Par définition $\boxed{G = \frac{I}{U}}$ avec G conductance en S ; I intensité du courant en A ; U tension en V

$$\mathbf{G} = \frac{4{,}67.10^{-5}}{1{,}0} = \mathbf{4{,}67.10^{-5}\ S}$$

9) Valeur expérimentale de la conductivité de la solution

$\boxed{\sigma_{exp} = G \times \frac{L}{S}}$ avec σ conductivité de la solution en S.m-^{1} ; L distance entre les électrodes en m ; S surface immergée d'électrode en m^2

$$\boldsymbol{\sigma_{exp}} = 4{,}67.10^{-5} \times \frac{1{,}2.10^{-2}}{0{,}80.10^{-4}} = \mathbf{7{,}0.10^{-3}\ S.m^{-1}}$$

10) Comparer valeur expérimentale et valeur théorique

$$\text{Ecart relatif : } \frac{|\sigma_{th} - \sigma_{exp}|}{\sigma_{th}} \times 100 = \frac{|6{,}66.10^{-3} - 7{,}0.10^{-3}|}{6{,}66.10^{-3}} \times 100 = 5{,}1\%$$