Corrigé du DS n°4 de Sciences physiques

Exercice 1: Solution commerciale d'acide chlorhydrique

1. $m_S = \rho \times V$ $m_S = 1,19 \times 1,0$ **m_S = 1,19 kg** de solution dans la bouteille.
   La solution contient 37% en masse d'acide chlorhydrique donc
   $m_{ac} = m_S \times 37 / 100$ **m_{ac} = 0,44 kg = 440 g**
2. $HC\ell\ (g) \rightarrow H^+\ (aq) + C\ell^-\ (aq)$
   $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \times V}$ avec V = 1,0 L et $M(HC\ell) = 36,5\ g.mol^{-1}$ **$c = 12\ mol.L^{-1}$**
3. Pour réaliser la dilution de la solution-mère de concentration c, il faut prélever un volume V tel que $c \times V = C_1 \times V_1$
   donc $V = \frac{C_1}{C} \times V_1$ **V = 25 mL**
4. Pour réaliser la dilution :
   - Rincer une fiole jaugée de 200mL avec de l'eau distillée
   - Rincer une pipette jaugée de 25 mL avec de l'eau distillée puis avec la solution mère à prélever
   - Verser un peu de solution mère dans un bécher propre
   - Prélever 25 mL de solution mère à l'aide la pipette jaugée et la verser dans la fiole jaugée
   - Compléter la fiole jaugée avec de l'eau distillée (à l'aide d'une pissette) jusqu'au trait de jauge (ajuster avec une pipette simple)
   - Boucher, homogénéiser.
5. **$2\ H^+_{(aq)} + Fe_{(s)} \rightarrow H_{2\ (g)} + Fe^{2+}_{(aq)}$**
6. $n_0(H^+) = C' . V$ $n_0(H^+) = 7,5$ mmol
   $n_0(Fe) = m / M$ $n_0(Fe) = 18$ mmol

	en mmol	$2\ H^+_{(aq)}$	$+\ Fe_{(s)} \rightarrow$	$H_{2\ (g)}$	$+\ Fe^{2+}_{(aq)}$
Etat intial	x = 0	7,5	18	0	0
En cours de transformation	x	7,5 – 2 x	18 - x	x	x
Etat final	$x = x_f$	$7,5 - 2\ x_f$ = **0**	$18 - x_f$ = **14**	X_f = **3,8**	X_f = **3,8**

7. H^+ s'épuise pour 7,5 – 2x = 0 <=> x = 3,75 mmol
   Fe s'épuise pour 18 – x = 0 <=> x = 18 mmol
   Donc **H^+ est le réactif limitant et x_{max} = 3,75 mmol**
8. La réaction étant totale, **$x_f = x_{max}$** d'où le bilan de matière du le tableau d'avancement.
9. $pH = -\log [H_3O^+] = -\log [H^+]$
   Or $[H^+] = 1,5 . 10^{-3}\ mol.L^{-1}$ donc **pH = 2,8**
   Comme les ions H^+ se transforment au cours de la réaction, leur concentration diminue donc le pH augmente : cela confirme les observations.

Exercice 2 : Synthèse d'un ester

1. **$C_4H_6O_3$ (ℓ) + $C_5H_{12}O$ (ℓ) → $C_7H_{14}O_2$ (ℓ) + $C_2H_4O_2$ (ℓ)**
2. $n = \frac{m}{M} = \frac{\rho \times V}{M}$

   anhydride éthanoïque $C_4H_6O_3$: **n_A = 0,106 mol** avec M_A = 102,0 g.mol^{-1}
   alcool isoamylique $C_5H_{12}O$: **n_L = 0,046 mol** avec M_L = 88,0 g.mol^{-1}

	en mmol	$C_4H_6O_3$ +	$C_5H_{12}O$ →	$C_7H_{14}O_2$ +	$C_2H_4O_2$
Etat intial	x = 0	106	46	0	0
En cours de transformation	x	106 – x	46 - x	x	x
Etat final	x = x_f	106 – x_f	46 – x_f	x_f	x_f

3. Avec des coefficients stoechiométriques de 1, on en déduit que $C_5H_{12}O$ est le réactif limitant donc **x_{max} = 46 mmol**
4. D'après le tableau d'avancement, $x_f = n_f$(ester) $= n_f(C_7H_{14}O_2)$
   Or, $n_f(C_7H_{14}O_2) = \rho_E \times V_E / M_E$ avec M_E = 130,0 g.mol^{-1} **x_f = 45 mmol**
5. D'où le taux d'avancement final τ = **x_f / x_{max} : τ =98 %**
   La réaction est vraisemblablement **totale** (incertitude de mesures des volumes).

6. **$C_2H_4O_2$ (ℓ) + $C_5H_{12}O$ (ℓ) → $C_7H_{14}O_2$ (ℓ) + H_2O (ℓ)**
7. acide éthanoïque $C_2H_4O_2$ **$n_{A'}$ = 0,175 mol** avec $M_{A'}$ = 60,0 g.mol^{-1}
   alcool isoamylique $C_5H_{12}O$ **n_L = 0,046 mol**
   Avec des coefficients stoechiométriques de 1, on en déduit que $C_5H_{12}O$ est le réactif limitant donc **x_{max} = 46 mmol**
   $x_f = n_f$(ester) $= n_f(C_7H_{14}O_2)$ donc **x_f = 33 mmol**
   D'où le taux d'avancement final **τ =72 %**
   La réaction de synthèse par la voie A est totale tandis que la réaction par la voie B est limitée.

Exercice 3 : Affichage tête haute

1. Une image nette se forme toujours sur la rétine (= écran).
2. L'image d'un objet situé à l'infini se forme dans le plan focal image, donc A' et F'$_{œil}$ sont confondus. De plus, F$_{œil}$ est le symétrique de F'$_{œil}$ par rapport à O.

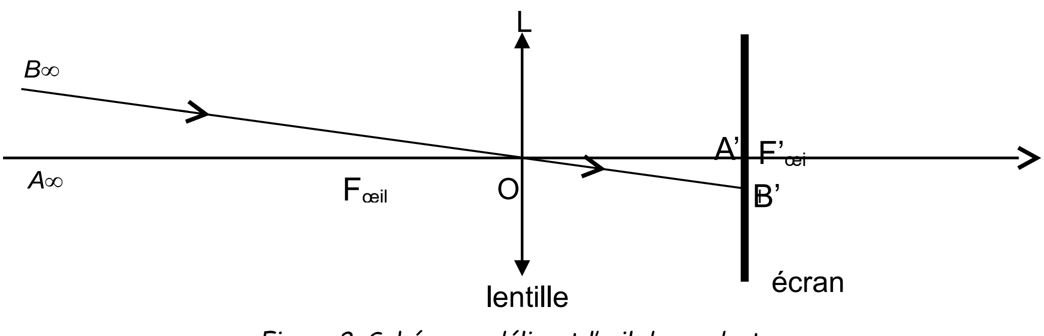


Figure 2. Schéma modélisant l'œil du conducteur

3. La vergence s'exprime en dioptries (δ), $C = 1 / f'$. Or, f ' = OA' = 16 mm donc **C = 62,5 δ**

4. La relation de conjugaison : $\frac{1}{\overline{OA'}}-\frac{1}{\overline{OA}}=\frac{1}{f'}$ peut s'écrire $\frac{1}{\overline{OA'}}-\frac{1}{\overline{OA}}=C$

   L'image doit se former sur la rétine, ainsi $\overline{OA'}$ est constante.

   Si l'objet est plus proche de l'œil alors $\overline{OA}$ est moins négative donc $\overline{OA}$ augmente :

   $\frac{1}{\overline{OA}}$ diminue et $\frac{-1}{\overline{OA}}$ augmente. $\frac{1}{\overline{OA'}}-\frac{1}{\overline{OA}}=C$: alors C doit **augmenter**.

5. On a $\overline{OA}$ = -1 m et $\overline{OA'}$ = 16 mm (image sur la rétine)

   $\frac{1}{\overline{OA'}}-\frac{1}{\overline{OA}}=C$ d'où **C = 63,5 δ**

6. v = $\frac{d}{\Delta t}$ soit d = v x Δt ATTENTION : v en $m.s^{-1}$ **d = 33 m**

   Sans le dispositif ATH, à chaque fois que le conducteur perd une seconde d'attention, il roule 33 m sans regarder la route. Le dispositif ATH permet au conducteur de ne pas quitter la route des yeux.

7. Voir figure 3

8. grandissement $\gamma=\frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}}=\frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$

   D'après la figure 3, $\overline{A_1B_1}>0$ et $\overline{AB}>0$ donc $\boldsymbol{\gamma>0}$ et $\overline{A_1B_1}>\overline{AB}$ donc $\boldsymbol{\gamma>1}$

9. Voir figure 3.

   A_1B_1 joue le rôle d'objet pour le miroir plan et on sait que l'image A'B' est **symétrique** de l'objet A_1B_1 par rapport au plan du miroir.

10. Pour que l'image A'B' soit plus grande, il faut que A_1B_1 soit plus grande car A_1B_1 et A'B' ont même taille.
    - Si l'objet est fixe et si on ne modifie pas la vergence de la lentille alors $\overline{OA}$ et $\overline{OA_1}$ sont constantes donc γ est constant ; dans ce cas, pour que $\overline{A_1B_1}$ augmente, il faut que $\overline{\mathbf{AB}}$ **augmente**.
    - Autre possibilité : Il faut que **A se rapproche de F**, mais reste entre O et F.
    - Autre possibilité : On peut utiliser une **lentille de plus courte focale** (de vergence plus élevée), mais il faut que A reste entre O et F.

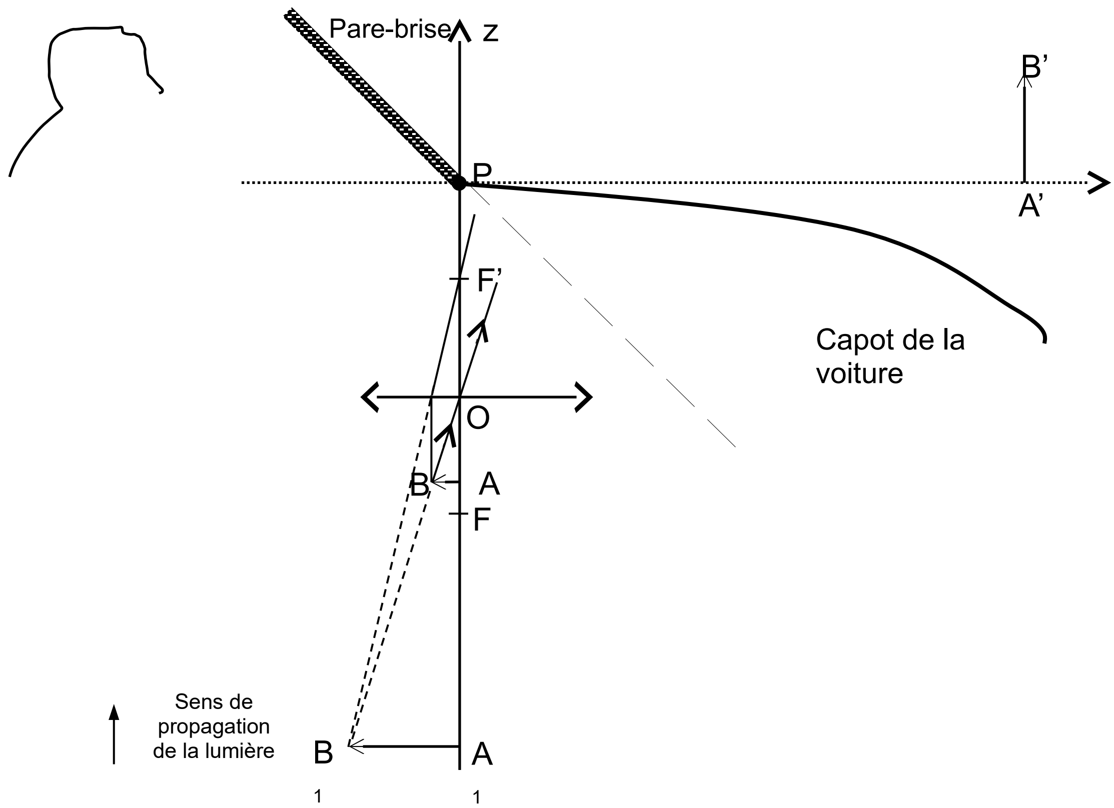


Figure 3. Schéma du dispositif d'affichage tête haute

Exercice 4 : Satellite géostationnaire

1. **$D = R_T + h$**
2. La force d'attraction gravitationnelle s'exprime : $F = \frac{Gmm_T}{d^2} = \frac{Gmm_T}{(R_T+h)^2}$
3. **F = 67,5 N**
4. voir schéma
5. D'après la 3è loi de Newton, principe des actions réciproques, la force F exercée par la Terre sur le satellite est opposée à cette exercée par le satellite sur la Terre (et de même intensité).
6. Le mouvement du satellite est **circulaire uniforme dans le référentiel géocentrique** (il est immobile dans le référentiel terrestre).
7. Le vecteur vitesse n'est pas constant : sa direction varie en permanence. L'accélération n'est donc pas nulle.
8. $v = \frac{d}{T} = \frac{2\pi(R_T+h)}{T}$ donc **$v = 11{,}1 \ . \ 10^3$ km.h^{-1}**
9. <u>1ère méthode :</u> La vitesse angulaire correspond à la variation angulaire parcourue pendant 1 s.

   Le satellite parcourt 1 tour (2 π) en 24h (86400 s) : $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$ **ω = 7,3 . 10^{-5} rad.s^{-1}**

   <u>2ème méthode</u> : $v = R\,\omega = (R_T + h) \,.\, \omega$ donc $\omega = v / (R_T + h)$ **ω = 7,3 . 10^{-5} rad.s^{-1}**
10. voir schéma
11. voir schéma
12. Le vecteur variation de vitesse est dirigé selon un rayon du cercle, vers le centre.
    Le satellite est soumis à l'attraction gravitationnelle de la Terre, dirigée vers la Terre.
    Le vecteur variation de vitesse et la force d'attraction gravitationnelle sont colinéaires et de même sens, conformément à la deuxième loi de Newton.
13. Avec $R = R_T+h$, $a = v^2 / R$ avec v en m.s^{-1} et R en m donc **a = 0,228 m.s^{-2}**
14. D'après la deuxième loi de Newton, $\Sigma\vec{F}_{ext} = m\vec{a}$ donc $\vec{F} = m\vec{a}$

    On en déduit : $a = \frac{F}{m}$ **a = 0,225 m.s^{-2}**

    On retrouve bien la valeur de l'accélération trouvée à la question 13.

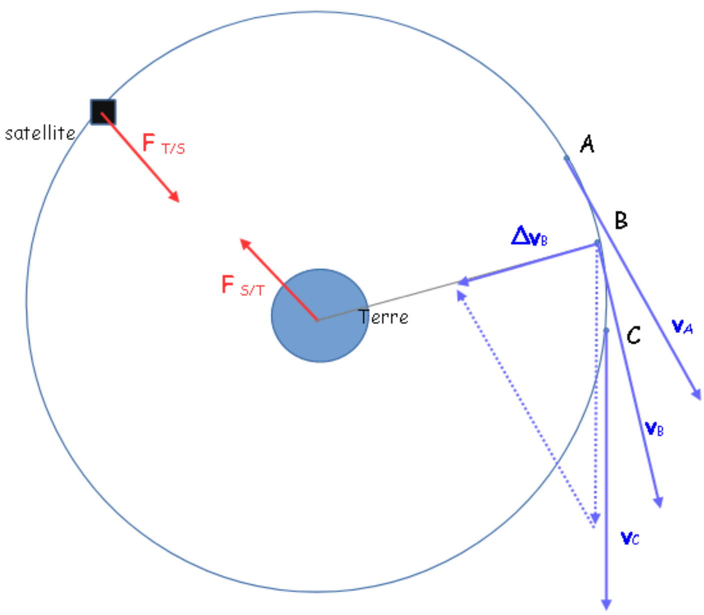
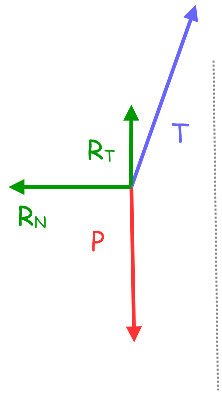


Figure 1 : Trajectoire du satellite géostationnaire

Exercice 5 : Escalade d'une paroi



Système = {alpiniste et son baudrier}
Référentiel : terrestre (la paroi escaladée)
Bilan des forces :

- poids $\vec{P}$
- réaction de la paroi $\vec{R}=\vec{R}_N+\vec{R}_T$
- traction de la corde $\vec{T}$

On choisit un repère (x,y) tel que l'axe x est horizontal, orienté vers la paroi et y vers le haut.
Dans ce repère, les vecteurs forces ont pour coordonnées :

$$\vec{P}\begin{pmatrix}0\\-P\end{pmatrix} \qquad \vec{R}_N\begin{pmatrix}-R_N\\0\end{pmatrix} \qquad \vec{R}_T\begin{pmatrix}0\\R_T\end{pmatrix} \qquad \vec{T}\begin{pmatrix}T\sin\beta\\T\cos\beta\end{pmatrix}$$

L'alpiniste étant immobile dans le référentiel terrestre, on peut appliquer la première loi de Newton :

$\Sigma\vec{F}_{ext}=\vec{0}$ donc $\vec{P}+\vec{R}_N+\vec{R}_T+\vec{T}=\vec{0}$

Par projection sur les axes x et y, on obtient :

$0 - R_N + 0 + T\sin\beta = 0$ d'où $R_N = T\sin\beta$

$-P + 0 + R_T + T\cos\beta = 0$ d'où $R_T = P - T\cos\beta$

P = 686 N

T = 550 N

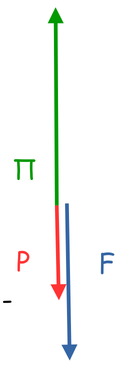
R_N = 188 N

R_T = 169 N

Exercice 6 : Ballon immergé

1. Système = {ballon}
   Référentiel : terrestre
   Bilan des forces :
   - poids $\vec{P}$
   - poussée d'Archimède de l'eau $\vec{\Pi}$

   On néglige la poussée d'Archimède de l'air (densité du ballon globalement 100 fois plus grande que celle de l'air : 2,6 / 24 >> 0,0013).
   Le ballon étant immobile dans le référentiel terrestre, on peut appliquer la première loi de Newton : $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ donc $\vec{P} + \vec{\Pi} = \vec{0}$
   Par projection sur un axe vertical orienté vers le haut, on obtient :
   $-P + \Pi = 0$ donc $P = \Pi$
   Or $P = mg$ et $\Pi = \rho_{eau} V_i g$ avec V_i le volume de ballon immergé
   D'où $V_i = \frac{m}{\rho_{eau}}$ **V_i = 2,6 L**



2. $\mathbf{\frac{V_i}{V} = 11\,\%}$
3. Bilan des forces :
   - poids $\vec{P}$
   - poussée d'Archimède de l'eau $\vec{\Pi}$
   - force exercée sur le ballon : $\vec{F}$

   Le ballon étant immobile dans le référentiel terrestre, on peut appliquer la première loi de Newton : $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ donc $\vec{P} + \vec{\Pi} + \vec{F} = \vec{0}$
   Par projection sur l'axe précédent, on obtient : $-P + \Pi - F = 0$
   donc $F = \Pi - P$
   Or $P = mg$ et $\Pi = \rho_{eau} V g$ (ballon totalement immergé)
   $P = 25$ N $\Pi = 235$ N **F = 210 N**

4. Par un raisonnement similaire à la question 1, $P = \Pi$.
   Avec m la masse du bateau et M la masse du chargement, et Vi le volume immergé maximal du bateau : $P = \Pi \Leftrightarrow (m + M)\, g = \rho_{mer} V_i\, g$
   $\Leftrightarrow M = d_{mer}\, \rho_{eau}\, V_i - m$ **M = 8250 tonnes**