Corrigé du test de validation du DS n°4 de Sciences physiques

Exercice 1 : Solution commerciale d'acide sulfurique

1. La masse d'un litre de solution vaut m = ρ x V = d x ρeau x V donc m = 1,83 kg
   Comme la solution contient 98 % d'acide sulfurique, **$m(H_2SO_4)$ = 1,79 kg**
   $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \times V}$ avec V = 1,0 L et $M(H_2SO_4) = 98{,}1\ g.mol^{-1}$ **$c = 18{,}2\ mol.L^{-1}$**
2. 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 $V = C_1 . \frac{V_1}{V}$ **V = 20 mL**
3. Pour réaliser la dilution :
- Rincer une fiole jaugée de 2,0 L avec de l'eau distillée
- Rincer une pipette jaugée de 20 mL avec de l'eau distillée puis avec la solution mère à prélever
- Verser un peu de solution mère dans un bécher propre
- Prélever 20 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.
4. **$Fe\ (s) + 2\ H^+\ (aq) \rightarrow Fe^{2+}\ (aq) + H_2\ (g)$**
5. n(Fe) = n / M n(Fe) = 2,8 / 56 **n(Fe) = 50 mmol**
   Soit V_S le volume de solution prélevé.
   $n(H^+) = 2 \times C' \times V_S$ car $[H^+] = 2 \times C'$ d'après les coefficients de l'équation de dissolution
   $n(H^+) = 2 \times 0{,}20 \times 0{,}100$ **$n(H^+)$ = 40 mmol**
6.

(mmol)	Fe (s)	+ 2 H^+ (aq) →	Fe^{2+} (aq)	+ H_2 (g)
x = 0	50	40	0	0
x	50 – x	40 – 2 x	x	x
$x = x_f$	50 – x_f	40 – 2 x_f	x_f	x_f

7. Le réactif limitant est l'hydrogène car il est en plus petite quantité avec un coefficient de 2, **x_{max} = 20 mmol**
   La réaction étant totale, $x_f = x_{max}$ = 20 mmol.
   Donc **$n_f(H^+)$ = 0** **$n_f(Fe)$ = 30 mmol** **$n_f(Fe^{2+})$ = 20 mmol** **$n_f(H_2)$ = 20 mmol**
8. PV = nRT <=> V = nRT / P $V = 20 . 10^{-3} \times 8{,}314 \times 293 / 1020 . 10^2$
   $V = 4{,}8 . 10^{-4}\ m^3$ = 480 mL

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, $x_f = n_f(\text{ester}) = n_f(C_7H_{14}O_2)$

   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**

   $x_f = n_f(\text{ester}) = n_f(C_7H_{14}O_2)$ 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 : Association d'une lentille et d'un miroir plan

1. La lentille modélise le **cristallin** et l'écran la **rétine**.
2. On cherche C telle que $\overline{OA} = 1{,}0$ m et $\overline{OA'} = 15 \cdot 10^{-3}$ m

   $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = C$ donc $\mathbf{C_{1m} = 67{,}7\ \delta}$
3. Au repos, l'œil accommode naturellement sur l'infini donc $f' = \overline{OA'} = 15 \cdot 10^{-3}$ m

   $\mathbf{C_{repos} = 66{,}7\ \delta}$

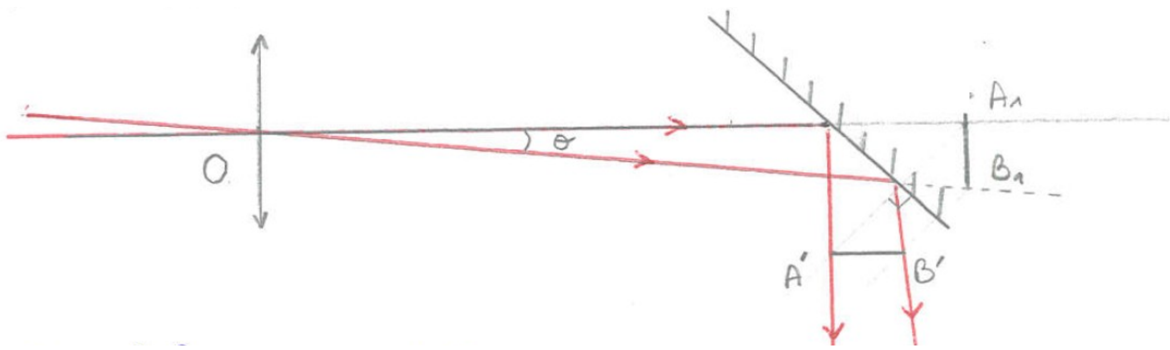
   Plus l'objet observé est proche, plus la vergence augmente.
4. Voir schéma
5. $\frac{1}{\overline{OA_1}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$ avec $f' = 0{,}150$ m et $\overline{OA} = -1{,}0$ m

   $\overline{OA_1} = \frac{\overline{OA} \times f'}{\overline{OA} + f'}$ $\mathbf{\overline{OA_1} = 0{,}18\ m}$

   $\frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$ $\overline{A_1B_1} = \overline{AB} \times \frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}}$ $\mathbf{\overline{A_1B_1} = -2{,}6\ cm}$
6. Voir schéma.
7. L'angle réfléchi est égal à l'angle incident mesuré par rapport à la normale soit 45°.
   Voir schéma.
8. Voir schéma.

   A'B' est le symétrique de A_1B_1 par rapport au miroir.

   Remarque : Ici, A_1B_1 est un objet virtuel.



Exercice 4 : Europe, satellite de Jupiter

A. Mouvement du satellite Europe autour de Jupiter

1. $F = \frac{G M_J m_E}{R_E^2}$ avec R_E le rayon de la trajectoire d'Europe donc le demi-grad axe.
2. **F = 1,35 . 10^{22} N**
3. Dans le référentiel associé au centre de Jupiter, le satellite Europe a une **trajectoire circulaire uniforme**.
4. Non, Europe n'est pas immobile par rapport à un point de la surface de Jupiter car la période de rotation de Jupiter sur elle-même est de 0,4 jour tandis qu'Europe met 3,5 jours pour faire le tour de Jupiter.
5. $v = 2\pi R_E / T_E$ avec T_E = 3,55 jours la période de révolution et R_E = 671 100 km le rayon de sa trajectoire
   v = 4,95 . 10^4 km/h
6. $\omega = v / R_E = 2\pi / T_E$ donc $\omega = 0{,}0737\ \text{rad.h}^{-1}$ **ω = 2,05 . 10^{-5} rad.s^{-1}**
7. D'après la deuxième loi de Newton, $\Sigma \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a}$. La seule force à laquelle est soumis le satellite Europe est l'attraction gravitationnelle de Jupiter donc F = ma a = F / m **a = 0,281 m.s^{-1}**
8. $a = v^2 / R$ donc **a = 0,281 m.s^{-1}**
   On retrouve exactement la même valeur de l'accélération en utilisant la force d'attraction ou les données de révolution d'Europe.

B. Pesanteur à la surface d'Europe

9. A la surface d'Europe, le poids d'un corps de masse m vaut $P = mg_E$ et est égal à la force d'attraction gravitationnelle entre ce corps et Europe soit $P = F = \frac{G m m_E}{r_E^2}$ avec r_E le rayon d'Europe (et non le rayon de sa trajectoire).
   D'où $mg_E = \frac{G m m_E}{r_E^2}$ donc $g_E = \frac{G m_E}{r_E^2}$
10. **g_E = 1,31 N.kg^{-1}** avec r_E = 1560,8 km.
    On retrouve la valeur de la pesanteur appelée « gravité de surface » dans le tableau : g = 1,315 m.s^{-2}.

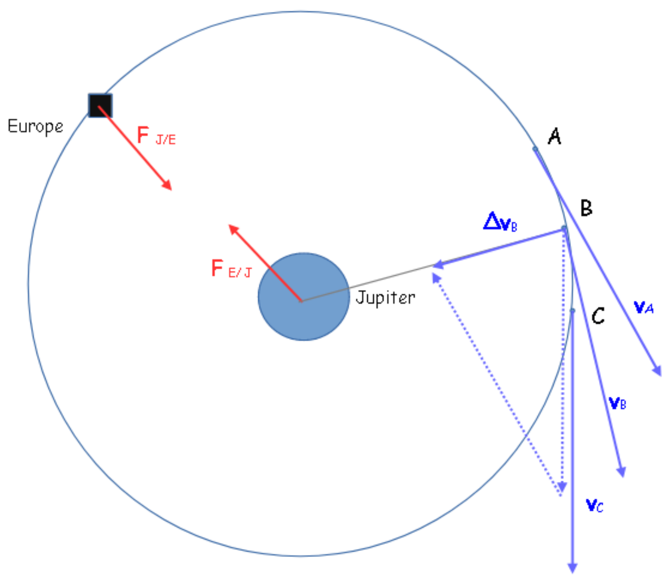


Figure 1 : Trajectoire d'Europe autour de Jupiter

Exercice 5 : Force motrice d'un véhicule

1. Système = {véhicule}
   Référentiel : terrestre (la route)
   Bilan des forces :
   - poids $\vec{P}$
   - réaction normale de la route $\vec{R}_N$
   - force motrice $\vec{F}$
   - frottements $\vec{f}$

   Le véhicule ayant un mouvement rectiligne uniforme dans le référentiel terrestre, on peut appliquer la première loi de Newton : $\Sigma\vec{F}_{ext}=\vec{0}$ donc
   $\vec{P}+\vec{R}_N+\vec{F}+\vec{f}=\vec{0}$
   Cette égalité conduit à P = RN et F = f d'après l'orientation des forces.
   D'où **F = 800 N**.
1. Le bilan des forces est le même mais les orientations et les intensités des forces sont différentes.
   On choisit un repère (x,y) tel que l'axe x est orienté dans la direction et le sens de déplacement du véhicule, et y vers le haut.
   Dans ce repère, les vecteurs forces ont pour coordonnées :
   $$\vec{P}\begin{pmatrix}-P\sin\alpha\\-P\cos\alpha\end{pmatrix} \qquad \vec{R}_N\begin{pmatrix}0\\R_N\end{pmatrix} \qquad \vec{F}\begin{pmatrix}F\\0\end{pmatrix} \qquad \vec{f}\begin{pmatrix}-f\\0\end{pmatrix}$$
   Le véhicule ayant un mouvement rectiligne uniforme dans le référentiel terrestre, on peut appliquer la première loi de Newton : $\Sigma\vec{F}_{ext}=\vec{0}$ donc $\vec{P}+\vec{R}_N+\vec{F}+\vec{f}=\vec{0}$
   Par projection sur l'axe x, on obtient :
   $-P \sin \alpha + F - f = 0$ d'où $F = f + P \sin \alpha$ **F = 3880 N**

Exercice 6 : Matériau inconnu

1. Système = {pavé}

Référentiel : terrestre, supposé galiléen

Bilan des forces : poids du pavé : $\vec{P}$

poussée d'Archimède exercée par l'eau : $\vec{\Pi}$

Le pavé est immobile dans le référentiel terrestre ; d'après la 1ère loi de Newton, $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$: $\vec{P} + \vec{\Pi} = \vec{0}$

Par projection sur un axe vertical ascendant (vers le haut) : $- P + \Pi = 0$

Soient ρ_p la masse volumique du pavé et V_p son volume ; soit V_i son volume immergé.

$P = mg = \rho_p V_p g$ et $\Pi = \rho_{eau} V_i g$ donc $- \rho_p V_p g + \rho_{eau} V_i g = 0$ <=> $\rho_p = \rho_{eau} V_i / V_p$

Avec $\rho_{eau} = 10^3$ kg.m^{-3} et $V_i = (20-3) . 10^{-2} \times 0,60 \times 0,20 = 2,04 . 10^{-2}$ m^3 et $V_P = 2,4 . 10^{-2}$ m^3

on obtient **ρ_p = 850 kg.m^{-3}**

Il s'agit donc d'un pavé **en bois**.

2. Pour le maintenir totalement immergé, il faut exercer une force verticale vers le bas :

Bilan des forces : poids du pavé : $\vec{P}$

poussée d'Archimède exercée par l'eau : $\vec{\Pi}$

force de maintien $\vec{F}$

Le pavé est immobile dans le référentiel terrestre ; d'après la première loi de Newton, : $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ soit $\vec{F} + \vec{P} + \vec{\Pi} = \vec{0}$

Par projection sur un axe vertical ascendant (vers le haut) : $- P + \Pi - F = 0$ <=> $F = \Pi - P$

Donc $F = \rho_{eau} V_P g - \rho_p V_P g$ **F = 35 N**