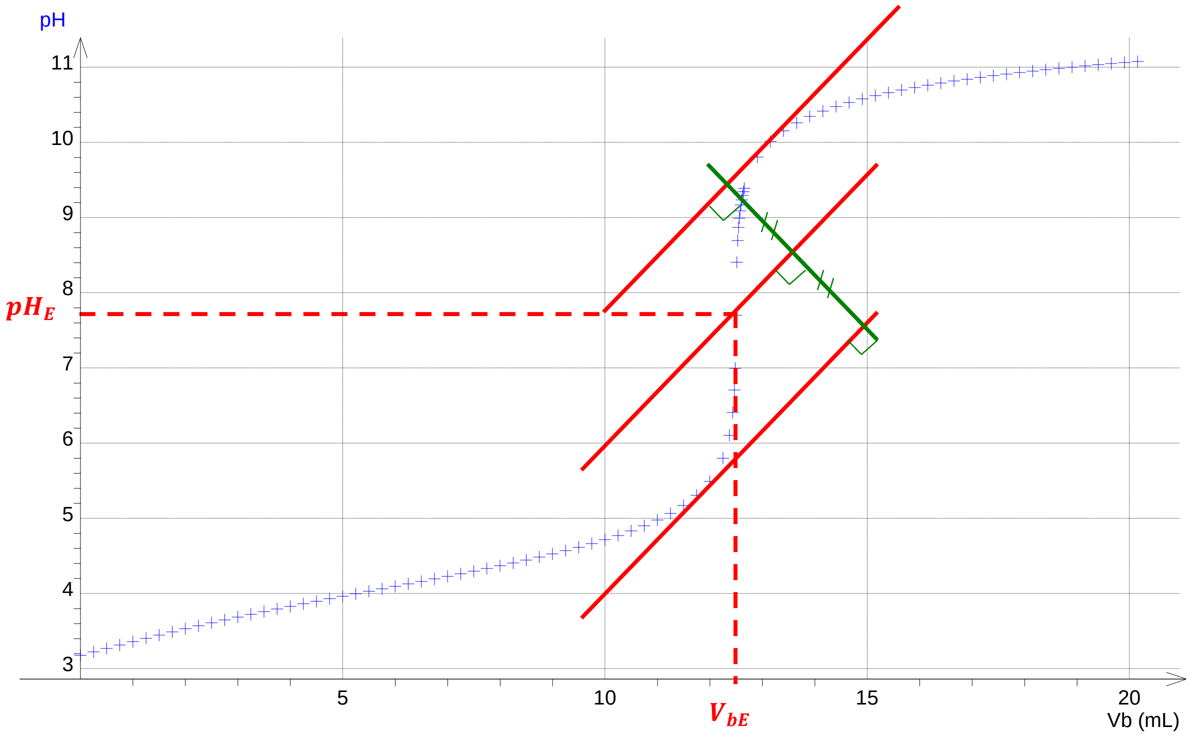
BAC BLANC 2024 – SUJET 2 – Correction

EXERCICE 1 – La vitamine C	**/ 20,0 pts**
1. La quantité de matière initiale d'acide ascorbique est : $\boldsymbol{n_0 = \frac{m_0}{M}}$ avec $m_0 = 1{,}00\ g$ A.N. : $n_0 = \frac{1{,}00\ g}{176\ g.mol^{-1}}$ $\boldsymbol{n_0 = 5{,}68 \times 10^{-3}\ mol}$	/ 1
2. Un acide de Bronsted est une espèce chimique capable de céder un ion H^+ au cours d'une transformation chimique.	/ 0,5
3. Si l'acide ascorbique est un acide fort alors il est totalement dissocié dans l'eau. De ce fait la quantité de matière d'ions H_3O^+ dans la solution obtenue est égale à n_0, soit $5{,}68 \times 10^{-3}$ mol. Le volume de la solution étant égal à 50 mL, on en déduit la concentration à l'équilibre des ions H_3O^+ : $[H_3O^+]_{éq} = \frac{5{,}68 \times 10^{-3}\ mol}{0{,}050\ L} = 0{,}1136\ mol.L^{-1}$. Le pH de la solution est donc : $pH = -log\left(\frac{[H_3O^+]_{éq}}{c^\circ}\right) = -log(0{,}1136\ ) = 0{,}94$ Or le pH mesuré de la solution (2,5) est largement supérieur à cette valeur, donc l'acide n'est pas totalement dissocié dans l'eau ; de ce fait l'acide ascorbique est un **acide faible**.	/ 1,5
4. Constante d'acidité : $K_A = \frac{\frac{[H_3O^+]_{éq}}{C^0} \times \frac{[A^-]_{éq}}{C^0}}{\frac{[HA]_{éq}}{C^0} \times 1} = \frac{[H_3O^+]_{éq} \times [A^-]_{éq}}{C^0 \times [HA]_{éq}}$ $\boldsymbol{K_A = \frac{[H_3O^+]_{éq} \times [A^-]_{éq}}{[HA]_{éq}}}$	/ 0,5
5. Le pH de la **salive** est compris entre 5,5 et 6,1 $\Rightarrow$ $pH > pK_A(HA/A^-)$ $\Rightarrow$ c'est la **base conjuguée A^-** de l'acide ascorbique qui prédomine sur la langue. Dans l'**estomac**, $pH = 1{,}5$ $\Rightarrow$ $pH < pK_A(HA/A^-)$ $\Rightarrow$ c'est **l'acide ascorbique HA** qui prédomine.	/ 1
6. Le facteur de dilution peut s'exprimer de deux façons : $F = \frac{C_0}{C_B} = \frac{V_S}{V_0}$ $\Rightarrow$ $V_0 = V_S \times \frac{C_B}{C_0}$ A.N. : $V_0 = 100{,}0\ mL \times \frac{1{,}00 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}}{0{,}200\ mol.L^{-1}}$ $\boldsymbol{V_0 = 5{,}00\ mL}$ Pour mesurer V_0 on utilise **une pipette jaugée de 5,0 mL** et pour mesurer V_S, **une fiole jaugée de 100,0 mL**.	/ 1,5
7. Equation de la réaction support du titrage : $\boldsymbol{HA_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}}$	/ 0,5
8. L'équivalence du titrage est atteinte lorsque les deux réactifs (acide ascorbique et ion hydroxyde) sont introduits en proportions stœchiométriques.	/ 0,5
9. A l'aide de la méthode des tangentes, on détermine la valeur de V_{bE} : $\boldsymbol{V_{bE} = 12{,}5\ mL}$ L'incertitude absolue peut être estimée à 0,1 mL : $\boldsymbol{U(V_{bE}) = 0{,}1\ mL}$ 	/ 1,5

10. A l'équivalence, on peut écrire que : $\frac{n_0(HA)}{1} = \frac{n_E(HO^-)}{1} \Rightarrow C_{S_A} \times V_A = C_B \times V_{bE}$

où C_{S_A} représente la concentration en acide ascorbique de la solution titrée S_A

Donc : $C_{S_A} = \frac{C_B \times V_{bE}}{V_A}$

La quantité de matière d'acide ascorbique dans un comprimé correspond à la quantité de matière d'acide ascorbique dissous dans le volume $V = 200{,}0\ mL$ de solution S_A : $n = C_{S_A} \times V = \frac{C_B \times V_{bE}}{V_A} \times V$

Cela correspond à une masse : $m_{exp} = n \times M$ soit : $\boldsymbol{m_{exp} = \frac{C_B \times V_{bE}}{V_A} \times V \times M}$

<u>A.N.</u> : $m_{exp} = \frac{1{,}00 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1} \times 12{,}5\ mL}{20{,}0\ mL} \times 0{,}2000\ L \times 176\ g.mol^{-1}$ $\boldsymbol{m_{exp} = 0{,}220\ g = 220\ mg}$

La valeur trouvée est bien comprise entre 190 mg et 230 mg.

/ 2

11. L'incertitude absolue sur la masse trouvée est :

$$U(m_{exp}) = 220\ mg \times \sqrt{\left(\frac{0{,}1\ mL}{12{,}5\ mL}\right)^2 + \left(\frac{0{,}02 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}}{1{,}00 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}}\right)^2 + \left(\frac{0{,}1\ mL}{20{,}0\ mL}\right)^2} \qquad \boldsymbol{U(m_{exp}) = 5\ mg}$$

On peut alors écrire : $\boldsymbol{215\ mg < m_{exp} < 225\ mg}$

/ 1,5

12. La masse d'acide ascorbique dans le comprimé laissé à l'air libre est inférieure à 250 mg, ce qui montre qu'une partie de l'acide ascorbique a réagi avec l'air, ce qui est préjudiciable pour sa conservation.

/ 0,5

13. Sur la figure 1 de l'annexe, on lit un pH à l'équivalence du titrage voisin de 7,7. Cette valeur se trouve dans la zone de virage du **rouge de crésol** qui peut donc être utilisé pour un titrage colorimétrique.

L'équivalence serait repérée par le passage du milieu réactionnel **du jaune** (teinte acide) **au rouge** (teinte basique).

/ 1

14. Demi-équations d'oxydoréduction :

$C_6H_8O_6 \rightleftarrows C_6H_6O_6 + 2\,H^+ + 2\,e^-$ (x2)

$O_2 + 4\,H^+ + 4\,e^- \rightleftarrows 2\,H_2O$ (x1)

Equation de l'oxydation de la vitamine C : $\boldsymbol{2\ C_6H_8O_{6(aq)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\ C_6H_6O_{6(aq)} + 2\ H_2O_{(l)}}$

/ 1,5

15. La vitesse volumique de disparition de la vitamine C est définie par : $\boldsymbol{v_{disp} = -\frac{d[HA]}{dt}}$

$[HA]$ étant la concentration en acide ascorbique, c'est-à-dire en vitamine C.

/ 0,5

16. A un instant donné, la vitesse volumique de disparition de la vitamine C correspond à l'opposé du coefficient directeur de la tangente à la courbe à cette date. On remarque qu'**au cours du temps**, en valeur absolue le coefficient directeur de la tangente à la courbe **diminue**, il en est donc de même de **la vitesse volumique de disparition de la vitamine C**.

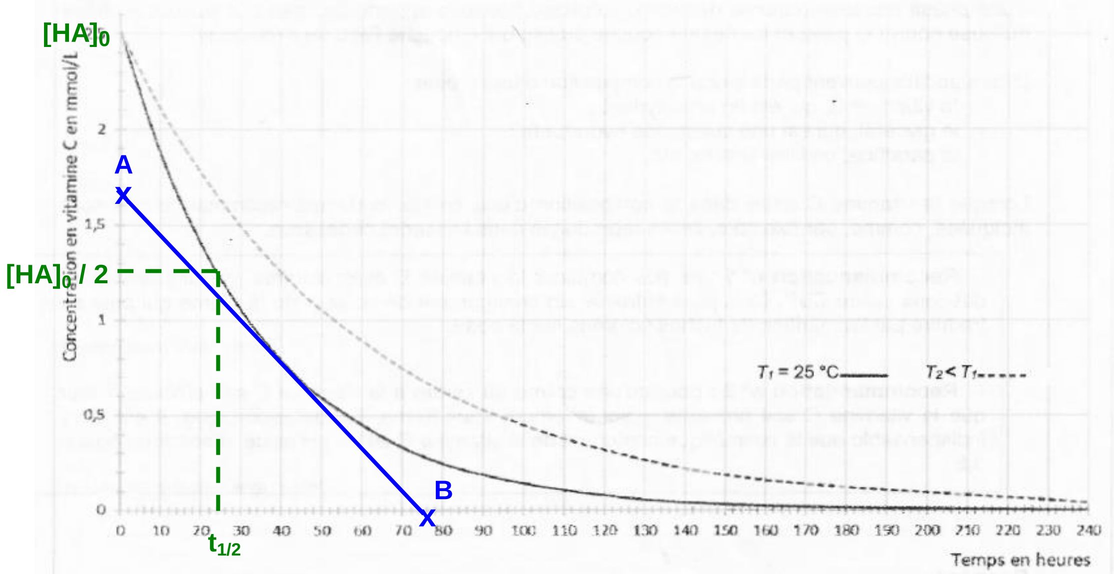
Ceci est relié à la **concentration de la vitamine C** qui est un facteur cinétique. Au cours du temps, cette concentration diminue donc la vitesse volumique de disparition de la vitamine C aussi.

/ 1

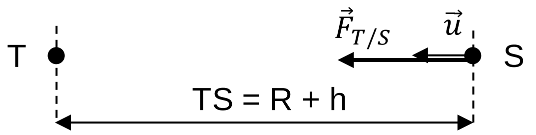
17. On choisit 2 points de la tangente tracée : A(0 h ; 1,7 mmol/L) et B(75 h ; 0 mmol/L)

Le coefficient directeur est égal à $\frac{(1{,}7-0)mmol/L}{(0-75)h} = -0{,}023\ mmol.L^{-1}.h^{-1}$

La vitesse volumique de disparition de la vitamine C est donc égale à $\boldsymbol{0{,}023\ mmol.L^{-1}.h^{-1}}$.



/ 1,5

18. A $t = t_{1/2}$, $[HA] = \frac{[HA]_0}{2}$. Graphiquement on lit $\boldsymbol{t_{1/2} = 24\ h}$. On retrouve la valeur citée dans l'introduction de la partie C.	/ 1
19. Les deux courbes de la figure 2 montrent l'influence de la **température** : plus la température est élevée, plus la concentration en vitamine C diminue rapidement. Il faut donc éviter de laisser le jus d'orange à température ambiante sur la table et le laisser de préférence au frais.	/ 1
EXERCICE 2 – Vol droit équilibré d'un parapentiste	**/ 12,0 pts**
1.  $\vec{F}_{T/S} = G\frac{m\times M}{(R+h)^2}\vec{u}$	/ 1,5
2. Le système {station ISS} est étudié dans le référentiel géocentrique supposé galiléen. La station n'est soumise qu'à la force gravitationnelle $\vec{F}_{T/S}$. La deuxième loi de Newton s'écrit : $m\vec{a_S} = \vec{F}_{T/S} = G\frac{m\times M}{(R+h)^2}\vec{u} \Rightarrow \vec{a_S} = G\frac{M}{(R+h)^2}\vec{u}$ Pour un mouvement circulaire, dans le repère de Frénet : $a_t = \frac{dv}{dt}$ Or d'après l'expression du vecteur accélération : $a_t = 0$ Donc : $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow$ **le mouvement est uniforme**.	/ 2
3.1. Pour le mouvement circulaire, dans le repère de Frénet : $a_n = \frac{v^2}{R+h}$ Or d'après l'expression du vecteur accélération : $a_n = G\frac{M}{(R+h)^2}$ Donc : $\frac{v^2}{R+h} = G\frac{M}{(R+h)^2} \Rightarrow v^2 = G\frac{M}{R+h} \Rightarrow \boldsymbol{v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}}$	/ 1
3.2. Application numérique : $v = \sqrt{\frac{6{,}67\times10^{-11}\ m^3.kg^{-1}.s^{-2}\times 6{,}0\times10^{24}\ kg}{(6400+400)\times10^3\ m}}$ $\boldsymbol{v = 7{,}7\times10^3\ m/s}$	/ 0,5
4. Soit T la période de révolution de la station autour de la Terre. Comme le mouvement est circulaire et uniforme de rayon $R + h$, la vitesse v s'écrit : $v = \frac{2\pi(R+h)}{T} \Rightarrow \boldsymbol{T = \frac{2\pi(R+h)}{v}}$ A.N. : $T = \frac{2\pi\times(6400+400)\times10^3\ m}{7{,}7\times10^3\ m.s^{-1}}$ $T = 5{,}5\times10^3\ s = \frac{5{,}5\times10^3}{3600}h$ $\boldsymbol{T = 1{,}5\ h}$ On trouve bien une valeur comprise entre une et deux heures.	/ 1,5
5. La valeur du poids est : $\boldsymbol{P = M\times g}$ A.N. : $P = 800\times10^3\ kg\times 9{,}8\ m.s^{-2}$ $\boldsymbol{P = 7{,}8\times10^6\ N}$	/ 1
6. D'après l'énoncé, la valeur de la force de poussée au décollage ($1{,}50\times10^7\ N$) est supérieure à la valeur du poids. Cela est cohérent avec un décollage car la force de poussée est dirigée vers le haut et le poids dirigée vers le bas. Le schéma correspondant est le **schéma 1**.	/ 1
7. La 2ème loi de Newton appliquée à la fusée dans le référentiel terrestre s'écrit : $M\vec{a} = \vec{P} + \vec{F} = M\vec{g} + \vec{F}$ En projetant cette relation sur l'axe vertical dirigé vers le haut, on a : $Ma_z = Mg_z + F_z$ Soit : $Ma_z = -Mg + F \Rightarrow \boldsymbol{a_z = \frac{F}{M} - g}$	/ 1,5
8. En dérivant deux fois par rapport au temps l'expression de la coordonnée z, on obtient l'expression de la coordonnée a_z $z(t) = \frac{1}{2}\left(\frac{F}{M} - g\right)t^2 \Rightarrow \frac{dz}{dt} = v_z = \frac{1}{2}\left(\frac{F}{M} - g\right)\times 2t = \left(\frac{F}{M} - g\right)t$ $\Rightarrow a_z = \frac{dv_z}{dt} = \left(\frac{F}{M} - g\right)$ On retrouve bien l'expression précédente. A $t = 10\ s$, $z = \frac{1}{2}\left(\frac{1{,}50\times10^7\ N}{800\times10^3\ kg} - 9{,}8\ m.s^{-2}\right)10^2$ $\boldsymbol{z = 4{,}5\times10^2\ m}$	/ 1,5
9. Si l'altitude réelle est inférieure à la valeur trouvée, on peut alors supposer que **les forces de frottements ne sont pas négligeables** (contrairement au modèle utilisé).	/ 0,5

EXERCICE 3 – Deux défis pour un ingénieur du son	/ 8,0 pts
1. L'angle θ ne change pas donc la tangente de l'angle non plus. Si la distance D **double**, il en est de même pour **la largeur L** de la tache centrale.	/ 1
2. On a la relation : $\boldsymbol{\lambda = \frac{v_{son}}{f}}$ Le son le plus grave correspond au son de fréquence la plus faible, c'est-à-dire à **200 Hz**.	/ 1
3. Pour $f_1 = 200\ Hz$, $\lambda_1 = \frac{340\ m/s}{200\ Hz}$ $\boldsymbol{\lambda_1 = 1,70\ m}$ Pour $f_2 = 1,00\ kHz$, $\lambda_2 = \frac{340\ m/s}{1,00 \times 10^3\ Hz}$ $\boldsymbol{\lambda_2 = 0,340\ m}$	/ 1
4. On remarque que la taille de l'obstacle (1,40 m) est très voisine de λ_1 mais est supérieure à λ_2. Donc le phénomène de diffraction est plus marqué pour les sons graves (de longueur d'onde λ_1) que pour les sons aigus (de longueur d'onde λ_2). Les sons graves sont donc entendus sur une plus large étendue que les sons aigus même si l'auditeur est dans une « zone d'ombre » comme les points B et C.	/ 1
5. Pour observer des interférences, les deux ondes doivent être cohérentes : elles ont la même fréquence et un déphasage constant.	/ 1
6. La différence de marche correspond à la différence de chemin entre le chemin grisé (chemin le plus long) et le chemin direct en noir : $\boldsymbol{\delta = 2D}$	/ 1
7. Lorsque l'auditeur est situé à proximité du mur alors les deux ondes (onde incidente et onde réfléchie) ont parcouru des distances très voisines. Ainsi elles ont donc quasiment la même amplitude : le phénomène d'interférences est donc plus important.	/ 0,5
8. La situation B correspond à des interférences destructives. L'auditeur reçoit différentes ondes sonores (onde incidente et onde(s) réfléchie(s) sur différents murs). Ainsi la perception dépend des interférences entre ces différentes ondes ; ces interférences étant différentes d'un endroit à l'autre. De ce fait la perception et donc la qualité sonore dépend de l'endroit où on se trouve.	/ 1,5