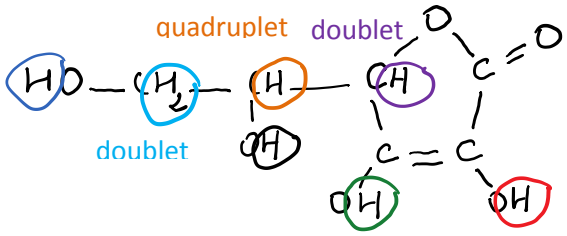
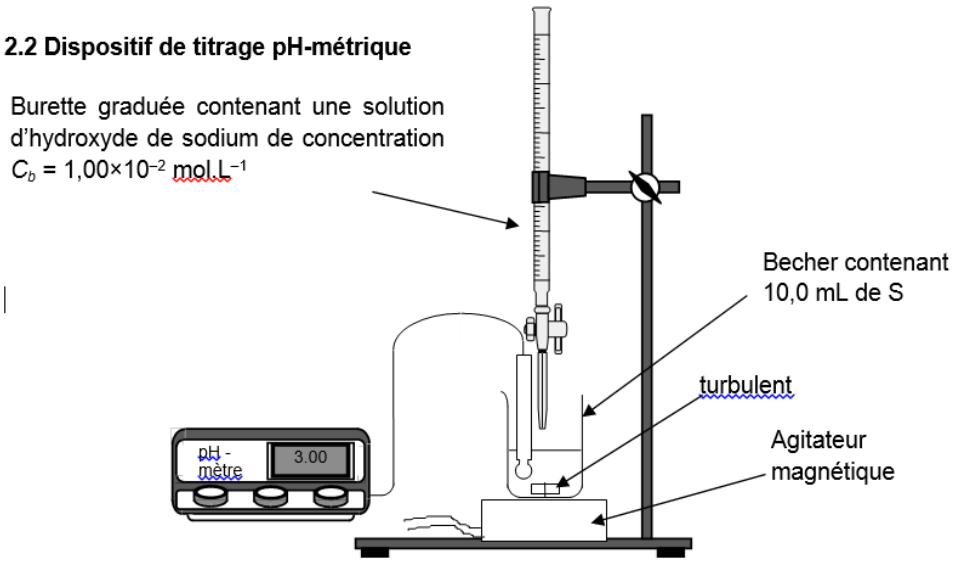
Correction du Bac blanc

Commentaires	Corrigé rédigé
Pas de droit à l'erreur dans une question du niveau de seconde…	**EXERCICE 1 : La molécule d'acide ascorbique**
Pas de bluff en concluant sans rappeler le domaine des IR !	**1.1.** La formule brute de l'acide ascorbique est $C_6H_8O_6$ **1 .2** La longueur d'onde minimum correspond au nombre d'onde maximum donc : $\lambda_{min} = \frac{1}{\sigma_{max}} = \frac{1}{4000} = 2{,}5.10^{-4}\,cm = 2{,}5\,\mu m$ La longueur d'onde est donc supérieur à 2,5 µm ce qui correspond bien à l'infra-rouge puisque l'infra-rouge commence à 0,8 µm
La molécule n'est pas un acide carboxylique, même si le nom permettait le doute… regardez la formule !	**1.3** On trouve la bande correspondant au groupe alcool entre 3200 et 3700 cm^{-1} (même si la forme n'est pas habituelle mais composée de plusieurs pics) et la bande C=O des esters vers 1700-1740 cm^{-1} **1.4** La formule développée de l'acide ascorbique est : 
IL est demandé de justifier la multiplicité… ça peut se faire très rapidement !	Il y a 7 groupes de protons équivalents repérés par des couleurs différentes ; **1.5.** Les protons portés des groupes alcools donnent des singulets car portés par un oxygène Les autres donnent n+1 pics lorsqu'ils ont n voisins. Au final : 1 quadruplet, 2 doublets et 4 singulets.
La formule pour les bases fortes doit être connue par cœur (comme pour les acides forts). Sinon redémontrez. Vous avez le choix entre plusieurs précautions mais il faut en citer au moins deux…	**2. Titrage pH-métrique** **2.1.** La soude étant une base forte, alors pH = pKe + logC_b où C_b est la concentration molaire de la solution d'hydroxyde de sodium. Donc pH = 14,0 + log (1,00×10^{-2}) = **12,0** Ce pH étant élevé, il faut **porter des lunettes et gants de protection (en plus de la blouse qui est obligatoire)**
Un schéma doit obéir à des règles précises vues depuis la seconde. Ne pas oublier le pHmètre et l'agitation, ainsi que le nom de la verrerie.	**2.2 Dispositif de titrage pH-métrique** 

Attention : une des caractéristiques d'une réaction de dosage est d'être totale donc pas de double flèche

2.3. L'équation de la réaction support de titrage est : $AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

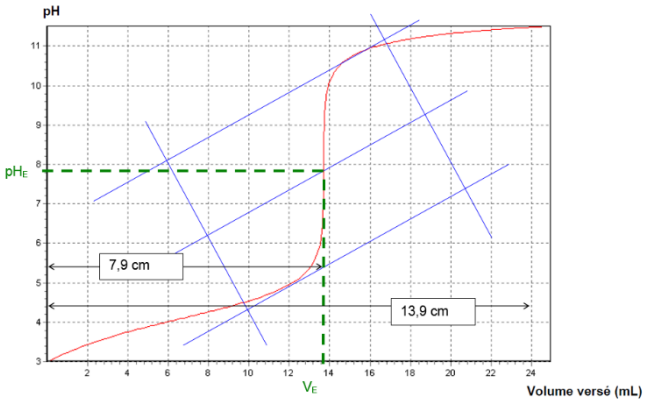
2.4. Exploitation du dosage :

La résolution suivante n'est qu'une redite de tout ce qui a été fait en classe et en TP plusieurs fois…

À l'équivalence, on a introduit autant de OH^- que d'acide AH initialement présent donc :

$$n(AH)_{titré} = C_b.V_E$$

On détermine le volume à l'équivalence par la méthode des tangentes parallèles sur l'ANNEXE : V_E = **13,6 mL**



Masse d'acide ascorbique dans la prise d'essai de V_A = 10,0 mL :
$m(AH)_{titré} = C_b \times V_E \times M(C_6H_8O_6)$
$=1{,}00.10^{-2} \times 13{,}6.10^{-3} \times 176$
$=$**$2{,}4.10^{-2}$ g = 23,9 mg**

Le comprimé a été dissous dans 200,0 mL d'eau distillée, et le prélèvement est de 10 mL.
Il y donc dans le comprimé : $m(AH)_{comprimé}$ = 20×24= **479 mg**

2.5. La masse obtenue est proche de la valeur indiquée par le fabricant (500 mg).

Calculons l'écart relatif : $\dfrac{|m(AH)_{titré} - m(AH)_{théorique}|}{m(AH)_{théorique}} = \dfrac{|479-500|}{500} = 4{,}2\ \%$

Étant inférieur à 5 %, cet écart relatif est acceptable.

Trouvez 2 sources d'erreur plausibles…

Cependant, plusieurs sources d'erreurs sont possibles :
- Perte de solide lors du broyage dans le mortier et du transvasement dans la fiole jaugée,
- Trait de jauge des fioles jaugées (200,0 mL et 10,0 mL) mal repérés,
- Imprécision lors de la détermination du volume à l'équivalence par une méthode graphique.
- Incertitude sur la concentration C_b de la solution titrante,

Question plus difficile car il fallait avoir l'idée de regarder le pH avant le dosage (qui correspond à V=0 sur la courbe)

2.6. <u>Si l'acide ascorbique est un acide fort</u> alors pH = -logC_A où C_A est la concentration apportée en acide ascorbique. Or la concentration apportée en acide ascorbique est :

$C_A = \dfrac{n(AH)_{comprimé}}{V_S} = \dfrac{n(AH)_{titré}}{V_A} = \dfrac{C_B.V_E}{V_A}$ soit C_A=13,6.10^{-3} mol/L qui conduit à pH = -log(13,6.10$^{-3)}$ = 1,87

À l'aide de la courbe du titrage, on lit pour V = 0, pH = 3,0.
Le pH expérimental (3,0) étant supérieur à la valeur théorique, l'acide ascorbique est donc un acide faible.

3. Autres méthodes de titrage.

Question très classique, que vous devez faire les yeux fermés !

3.1. Utilisation d'un indicateur coloré :

Un indicateur coloré est adapté à un titrage pH-métrique si le pH à l'équivalence est inclus dans sa zone de virage
Ici, pH_E = 7,8 ; on pourra utiliser le rouge de crésol qui virera du jaune (teinte acide au début du titrage car pH < 7,2) au rouge (teinte basique quand pH > 8,8).

3.2. Titrage conductimétrique :

V_E

3.2.1. D'après l'équation support du titrage, on a vu qu'à l'équivalence :

3.2.1. Partie qui demande du recul sur les dosages
Pour bien comprendre pourquoi un volume équivalent faible ne va pas : une erreur de 0,1 mL relativement à V_E = 15 mL est faible, mais une même erreur de 0,1 mL relativement à V_E = 1,5 mL serait élevée).

$C'_A.V'_A = c'_B.V_E$ *soit* $V_E = \dfrac{C'_A.V'_A}{c'_B} = \dfrac{6\times10^{-3}.V'_A}{1{,}00\times10^{-1}} = 6\times10^{-2}.V'_A$

D'après la verrerie disponible, V'_A vaut au maximum 25,0 mL, alors on aurait

$$V_E = 6\times10^{-2} \times 25{,}0 = 1{,}5 \text{ mL.}$$

Ce volume équivalent n'est pas assez élevé, il conduirait à une erreur relative trop grande.

3.2.2. Afin d'obtenir un volume équivalent V_E plus élevé, il est nécessaire d'utiliser une solution d'hydroxyde de sodium moins concentrée. Par exemple dix fois moins concentrée ainsi V_E = 15 mL. (On peut aussi imaginer une dilution par 20)

Attention :
Ce n'est pas le protocole de la dilution qui est demandé…

Les parties nécessaires sont soulignées.

Protocole du titrage conductimétrique avec la solution de soude diluée 10 fois:
On prélève, à l'aide d'une pipette jaugée, 25,0 mL de la solution d'acide ascorbique.
On verse ces 25,0 mL dans un grand bécher puis on ajoute un important volume d'eau distillée. L'ensemble est placé sous agitation magnétique.
On place la cellule du conductimètre dans la solution d'acide ascorbique.
On met dans la burette, la solution d'hydroxyde de sodium diluée 10 fois (c''_B = 1,00×10^2 mol.L^{-1}).
On verse mL par mL la solution titrante et on relève la valeur de la conductivité σ du mélange réactionnel.
On trace la courbe σ = f(V), avec V volume de la solution d'hydroxyde de sodium.
On modélise les deux parties de la courbe par des fonctions affines.
On détermine le volume équivalent : c'est le volume correspond à l'abscisse du point d'intersection des deux droites modélisées.

3.2.3. L'équation de la réaction support de titrage est : $AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$
On rappelle que seuls les ions participent à la conductivité d'une solution.
En négligeant les effets de la dilution lors des ajouts de solution titrante :

Avant l'équivalence : À chaque fois qu'une molécule AH est consommée par un ion HO^-, un ion spectateur Na^+ est ajouté au milieu réactionnel et un ion A^- se forme.
La solution devient de plus en plus concentrée en ions, sa conductivité augmente.
On obtient une droite de pente positive.
Seule la courbe 1, présente une droite positive pour V < V_E.
La courbe 1 correspond à ce titrage.

Facultatif :
Au-delà de l'équivalence: *Il n'y a plus de molécules AH. La concentration en ion HO^- et Na^+ augmente après chaque ajout (et celle de A^- ne varie pas) donc la conductivité augmente.*
On obtient une droite de pente positive.
Cependant, avant l'équivalence, l'augmentation de conductivité est due à Na^+ et A^- tandis qu'après l'équivalence, l'augmentation de conductivité est due à Na^+ et HO^-.
Comme les ions OH^- conduisent mieux le courant que les ions A^- ($\lambda(HO^-) > \lambda(A^-)$), la pente de la droite est encore plus élevée. Ceci confirme le choix de la courbe 1.

EXERCICE 2 : Collision au LHC

C'est une simple compréhension du document 1.

1. À propos du boson de Higgs
1.1. L'observation du boson de Higgs complète la théorie du modèle standart en permettant de comprendre pourquoi les particules élémentaires ont une masse.
1.2. L'observation du boson de Higgs nous ramène dans un passé extrêmement lointain, autour de 10^{-10} s après le Big Bang, soit vers la naissance de l'Univers.

2. Apport de la relativité restreinte
2.1. $E_C = (\gamma - 1).m_p.c^2$ avec $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}$ Si v → c alors γ → ∞ alors E_C → ∞

2.2. Il faut vérifier que l'énergie cinétique est multiplié par 15 (ce qui est indiqué dans le document 3)

On peut aussi raisonner avec les valeurs numériques :
Il faut alors calculer Ec_1=7 TeV (ou 1,12.10^{-6}J ou 7.10^{12} eV) et Ec_0=7,19.10^{-8}J

$$\frac{E_{c1}}{E_{c2}} = \frac{\left(\dfrac{1}{\sqrt{1-\dfrac{v_1^2}{c^2}}}-1\right).m_pc^2}{\left(\dfrac{1}{\sqrt{1-\dfrac{v_0^2}{c^2}}}-1\right).m_pc^2} = \frac{\left(\dfrac{1}{\sqrt{1-0{,}999999991^2}}-1\right)}{\left(\dfrac{1}{\sqrt{1-0{,}999997828^2}}-1\right)} = 15{,}565$$

L'énergie cinétique d'un proton a été multipliée par 16, ce qui est cohérent avec le guide du LHC qui indique un facteur d'environ 15.

Em=mc²
Ec=479mc²
E_T=480mc²

2.3. $E_{totale} = E_c + E_m = (\gamma - 1)m_pc^2 + m_pc^2 = \gamma m_pc^2 - m_pc^2 + m_pc^2 = \gamma\, m_pc^2 = E_{totale}$

Comme $E_c = (\gamma-1).m_p.c^2$ on peut considérer $E_{totale} = E_c$ si $\gamma - 1 = \gamma$ donc si γ est bien supérieur à 1
Calculons la valeur de γ avec les protons animés d'une vitesse v_0 (les plus lents, ainsi γ sera le plus faible).

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v_0^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-0{,}999997828^2}} = 4{,}79794569\times10^2 \text{ soit environ } 480$$

On vérifie effectivement que $\gamma >> 1$, donc l'énergie totale du proton est pratiquement égale à son énergie cinétique.

3. Manipulation à haute énergie

Exploitation des documents…

3.1. L'énergie de collision entre les deux protons est $E_{collision} = 2E_{cp}$
On utilise les données du document 3 : Les protons à pleine vitesse possèdent une énergie cinétique quinze fois supérieure à celle qu'ils ont au moment où ils pénètrent dans le LHC.
E_{cp} = 15×450 GeV
Donc $E_{collision}$ = 2×15×450 GeV = 1,35×10⁴ GeV = 13,5 TeV et en ne conservant que deux chiffres significatifs, on vérifie bien que $E_{collision}$ = 14 TeV.

Autre méthode : On calcule l'énergie cinétique des protons les plus rapides, de vitesse v_1 :

$$E_{cp} = (\gamma - 1).m_p.c^2 = \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v_1^2}{c^2}}} - 1\right).m_p.c^2 = 1{,}120326\times10^{-6}\ J$$

On stocke la valeur non arrondie en mémoire de la calculatrice.
$E_{collision} = 2E_{cp}$
$E_{collision} = 2 \times 1{,}1203261\times10^{-6} = 2{,}240652\times10^{-6}$ J
On convertit en TeV

$$E_{collision} = \frac{2{,}2406522\times10^{-6}}{1{,}60\times10^{-19}\times10^{12}} = 14{,}0 \text{ TeV}$$

Cette méthode donne bien le résultat avec trois chiffres significatifs comme le sujet le demande.

Exploitation des documents et attention aux unités ;

3.2. Chaque proton possède une énergie totale de 7,00 TeV.
Il circule 2808 paquets contenant chacun 110 milliards de protons.
L'énergie cinétique de l'ensemble des protons vaut : 7,00×2808×110×10⁹ = **2,16×10¹⁵ TeV**
On convertit cette énergie en joules : 1 TeV = 10¹² eV = 10¹² × 1,60×10⁻¹⁹ = 1,60×10⁻⁷ J
L'ensemble des protons ont une énergie de 2,16×10¹⁵ × 1,60×10⁻⁷ = **3,46×10⁸ J**, soit un **ordre de grandeur de 10⁸ J**.

Il est accepté des vitesses entre 100km/h et 500km/h pour le TGV…
Rq : Le maximum pour le TGV actuellement est 320 km/h…

Énergie cinétique d'une rame de TGV lancée à pleine vitesse, supposons v = 200 km.h⁻¹=55,6 m/s

$$E_{TGV} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}444.10^3(55{,}6)^2 = 6{,}86.10^8 \text{ J}$$

On obtient des énergies du même ordre de grandeur.

4. Quelle durée de vie au LHC ?

Pas de justification notée ici

4.1. La durée de vie propre du méson est définie dans le référentiel propre. Donc dans le référentiel où les deux évènements « naissance » et « mort » ont lieu au même endroit, c'est-à-dire dans le référentiel {méson}.

4.2. Dans le référentiel du laboratoire le méson parcourt la distance *d* avec une vitesse pratiquement égale à *c*.

$$\text{donc } \Delta T = \frac{d}{c} = \frac{1{,}0.10^{-2}}{299792458} = 3{,}3.10^{-11} s$$

Concluez correctement

On trouve ΔT très supérieur à ΔT_0, ce qui montre que la vitesse du proton s'approche de celle de la lumière. On peut vérifier en calculant la valeur de γ=22 qui correspond largement à des particules relativistes.

$$\text{On vérifie que } \frac{v}{c} = 0{,}9989 \text{ donc proche de c}$$

EXERCICE 3 : Etude d'un sondeur

Exploitation de document uniquement

1. Le sondeur doit comporter un capteur de température car la célérité de l'onde ultrasonore qu'il émet dépend (entre autres) de la température. Une erreur sur la vitesse du son va entrainer une erreur sur la distance donc sur la localisation du poisson.
Pour une température de 10°C et une salinité de 35 ‰, on lit sur le document 1 : **v=1490 m.s^{-1}**.

2. L'article de « Pour la science » indique que la réflexion dépend de la taille du réflecteur (poisson) face à la longueur d'onde de l'onde incidente. Déterminons cette longueur d'onde :

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1490}{83.10^3} = 1{,}8.10^{-2}\,\text{Hz} = 1{,}8\text{cm}$$

Les sardines tout comme les thons sont grands par rapport à cette longueur d'onde, donc la réflexion des ondes ultrasonores sera directionnelle et le sondeur pourra les détecter.

Ne pas oublier l'aller-retour …

3. L'onde effectue un aller-retour, soit une distance égale à 2*d*, en une durée Δ*t* donc

$$d = \frac{v \times \Delta t}{2} = \frac{1490 \times 32.10^{-3}}{2} = 24\text{m}$$

4. La distance D parcourue par l'onde est plus élevée à l'entrée et à la sortie du cône (voir schéma D > d). Or le sujet indique que sur l'écran, les dimensions mesurées verticalement sont proportionnelles aux distances et que le haut de l'écran correspond à la surface de l'eau (profondeur nulle).

D'où l'allure en « accent circonflexe ».

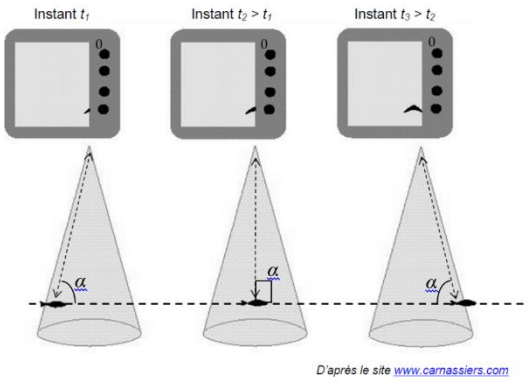
La précision est due au fait que l'incertitude est liée au pixel…

5. Le document nous indique qu'il y a 160 pixels verticaux avec une incertitude de 1 pixel.
Pour la plage 0 à 50 m, un pixel correspond à $\frac{1 \times 50}{160} = 0{,}31\text{m}$
Pour la plage de 0 à 100 m l'incertitude d'un pixel correspond à 0,62m
D'après la question **3**, le poisson se situe à 24 m de profondeur donc la meilleure plage de mesure est celle allant de 0 à 50 m de profondeur.

6. La relation donnant le décalage en fréquence dû à l'effet Doppler est :

$$|\Delta f| = \frac{2v\cos\alpha}{c} \quad \text{donc} \quad v = \frac{|\Delta f| \times c}{2f\cos\alpha}$$

L'angle *α* varie au cours du déplacement du poisson. Sa valeur n'est connue qu'à l'entrée et à la sortie du cône de détection car on suppose que le constructeur fournit cette donnée au calculateur intégré au sondeur.



Finalement :

La vitesse de déplacement du poisson ne peut être évaluée qu'aux instants t_1 et t_3 et il est impossible de déterminer v à t_2 car α = 90° et donc cosα = 0.