

Le 12/05/2017

Page : 1 / 4

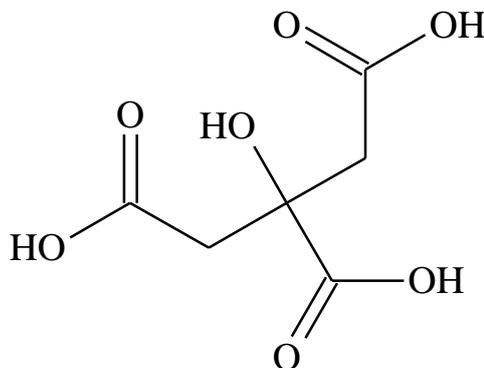
Devoir n°6 (1h)

T^{ale} S5**I. A propos de l'acide citrique (10 points)**

- L'acide citrique est un acide organique présent en particulier dans les agrumes. Produit à près de deux millions de tonnes par an dans le monde, ses usages sont multiples, notamment dans l'agro-alimentaire et dans l'industrie des cosmétiques, mais aussi dans les produits ménagers.

1. La molécule d'acide citrique

- La formule topologique de l'acide citrique est ci-dessous. Sa masse molaire est $M = 192 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.



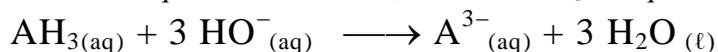
- Entourer les groupes caractéristiques ci-dessus et nommer ceux-ci.
- L'acide citrique possède des propriétés acido-basiques en solution aqueuse. Justifier le fait que l'acide citrique soit un triacide.
- La molécule possède-t-elle un carbone asymétrique ? Si oui, indiquer celui-ci ci-dessus. Justifier votre réponse.

2. L'acide citrique, un détartrant

- On lit sur l'étiquette d'un sachet de détartrant à destination des cafetières ou des bouilloires :

*Détartrant poudre : élimine le calcaire déposé dans les tuyaux de la machine.
Formule : 100% acide citrique, non corrosif pour les parties métalliques.
Contenance : 20,0 g.*

- Afin de vérifier l'indication de l'étiquette du détartrant, on dissout le contenu d'un sachet dans un volume d'eau distillée égal à $V = 2,00 \text{ L}$. La solution ainsi obtenue est notée S.
- On réalise alors le titrage pH-métrique d'une prise d'essai $V_A = 10,0 \text{ mL}$ de la solution S par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})})$, de concentration molaire égale à $1,00 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- On ajoute environ 10 mL d'eau distillée pour mesurer correctement le pH.
- L'acide citrique étant un triacide, il est noté AH_3 . L'équation de la réaction, support du titrage, est la suivante :



- Donner la définition de l'équivalence.
En déduire la relation entre la quantité initiale d'acide citrique $n_0(\text{AH}_{3(\text{aq})})$ et celle $n(\text{HO}^-_{(\text{aq})})$ d'ions hydroxyde $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ ajoutés à l'équivalence
- Par une méthode de votre choix mais que vous expliquerez, déterminer le volume à l'équivalence V_{BE} en vous aidant des courbes de la page 3.
- Calculer la concentration C_A de la solution d'acide citrique de la solution titrée.
- Calculer le pourcentage en masse, noté p , d'acide citrique dans le sachet de détartrant. Ce résultat est-il cohérent avec l'étiquette ?

II. Des aurores polaires et des électrons (10 points)

- Dans le cas d'une particule dite relativiste, la question se pose de savoir comment sont modifiées les expressions des quantités déjà définies dans le cadre de la mécanique classique : quantité de mouvement, énergie cinétique... etc.
- En 1964, le chercheur du Massachusetts Institute of Technology, William Bertozzi a mesuré indépendamment l'énergie cinétique et la vitesse d'électrons très rapides. Il a ainsi réussi à illustrer expérimentalement la relation entre vitesse et énergie cinétique pour des particules relativistes.

➤ Données :

- relation liant la durée propre Δt_0 entre deux évènements et la durée mesurée Δt dans un référentiel en mouvement rectiligne uniforme à la vitesse v par rapport au référentiel propre : $\Delta t = \gamma \times \Delta t_0$ avec $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$;
- $1,00 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$; constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$; masse d'un électron : $m = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$;
- La valeur c de la célérité de la lumière doit être connue.

1. Effets relativistes

- 1.1. Lorsque les effets de la relativité restreinte se font sentir, on parle de « dilatation des durées ». Montrer en quoi cette expression est appropriée.
- 1.2. On considère une particule dont la vitesse dans un référentiel terrestre est égale à 10 % de celle de la lumière. On mesure $\Delta t = 1,0 \text{ ns}$. Estimer Δt_0 . Commenter.

2. Énergie cinétique et vitesse des électrons

- Les graphes (a) et (b) ci-après représentent l'évolution du rapport $x = \frac{v^2}{c^2}$ en fonction de l'énergie cinétique d'un électron dans le cas de la théorie classique (ou newtonienne) et dans le cas de la théorie relativiste. Les échelles utilisées pour le graphe (b) permettent un agrandissement du graphe (a) au voisinage de l'origine.

- 2.1. Rappeler l'expression de l'énergie cinétique E_C en mécanique classique.

Démontrer que l'expression de l'énergie cinétique E_C en mécanique classique en fonction de m , c et $x = \frac{v^2}{c^2}$ est $E_C = \frac{1}{2} m c^2 \times x$

- 2.2. Des deux représentations (1) et (2), identifier celle qui correspond à la théorie classique. Justifier en donnant deux arguments.
- 2.3. Montrer qu'à partir d'une valeur de la vitesse v égale à $1,2 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$, les électrons peuvent être considérés comme relativistes.
On considèrera que les effets relativistes sont négligeables si l'écart relatif entre les valeurs de l'énergie cinétique selon les modèles classique et relativiste est inférieur à 10 %.

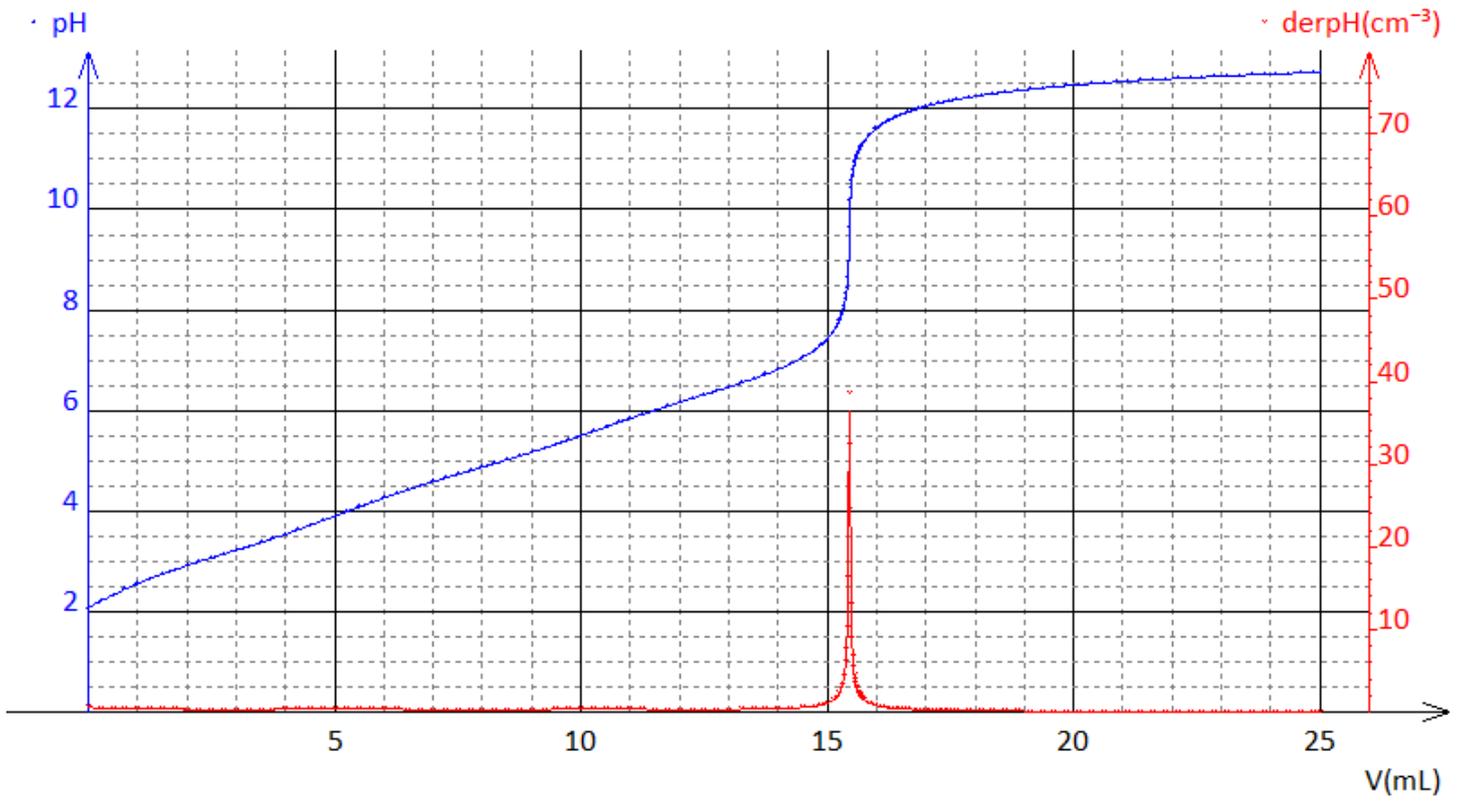
3. Les aurores polaires

- Des particules chargées en provenance du Soleil mais aussi d'autres étoiles balayent le système solaire. Ce sont les « vents stellaires », dans lesquels on trouve notamment des électrons.
- Ces électrons peuvent pénétrer dans l'atmosphère terrestre et entrer en collision avec des atomes d'oxygène ou d'azote, leur transférant partiellement leur énergie.
- Cette énergie est ensuite rayonnée sous forme lumineuse lorsque ces atomes se désexcitent provoquant parfois de magnifiques spectacles d'illumination du ciel, visibles de la surface de la Terre, généralement dans les régions polaires : les aurores polaires.

- 3.1. Donner la valeur moyenne λ_{moy} de la longueur d'onde d'une onde électromagnétique dans le domaine du visible.

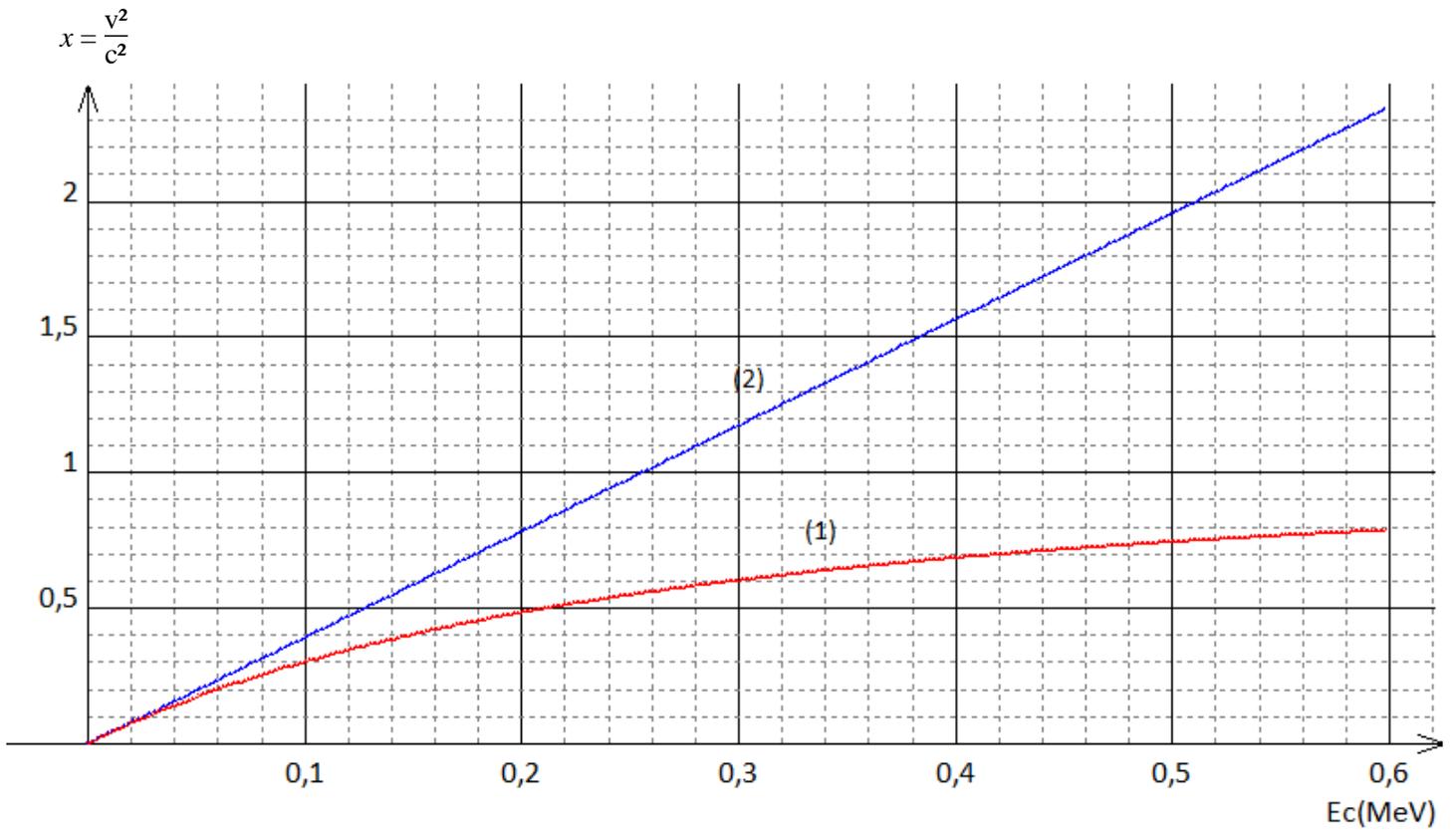
- 3.2. Montrer par un calcul, qu'il n'est pas nécessaire que les électrons pénétrant dans l'atmosphère soient relativistes (au sens de la question 2.3.) pour participer à la création des aurores polaires.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.



Variable derpH : dérivée du pH en fonction du volume V soit $\text{derpH} = \frac{d(\text{pH})}{dV}$

Graphe (a)



Graphe (b)

