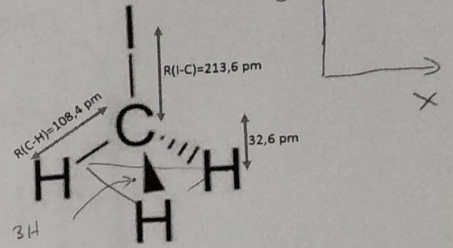


Φυσική 1, Πρόοδος 12/12/2018
 Ονοματεπώνυμο: Θεοφάνης Κλεβροπούλος
 Α.Μ. Έτος Φοίτησης: 1, 2, 3

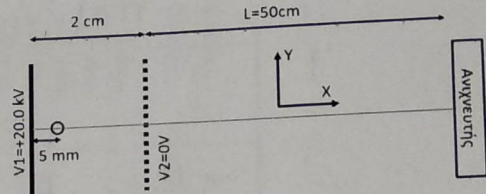
Αναβαθμολόγηση: ΝΑΙ ή ΟΧΙ

Ένα δημοφιλές πείραμα προσδιορισμού δομής μορίων είναι η μέθοδος της «έκρηξης Coulomb». Τα άτομα/ρίζες που απαρτίζουν το μόριο ιοντίζονται ακαριαία όπως π.χ. η αντίδραση $\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3^+ + \text{I}^- + 2\text{e}^-$



(α) Η «διαθέσιμη ενέργεια» E_a στα θραύσματα καθορίζεται από την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια των ιόντων τη στιγμή της γέννησής τους, δηλ. το κάθε ιόν αισθάνεται το ηλεκτρικό δυναμικό που παράγει το άλλο ιόν. Υποθέστε ότι τα μήκη των δεσμών τη στιγμή του ιοντισμού είναι ίδια με του ουδέτερου μορίου του σχήματος. Στο σχήμα, η απόσταση 32,6 pm είναι η απόσταση του C από το επίπεδο του ισόπλευρου τριγώνου που ορίζουν τα 3H. Αγνοώντας την «ανάκρουση» των ιόντων λόγω της αποβολής των ηλεκτρονίων και υποθέτοντας ότι ο προσανατολισμός του δεσμού είναι κατακόρυφος όπως στο σχήμα, βρείτε τις ταχύτητες των I^- και CH_3^+ . (2 pts)

(β) Εάν η «έκρηξη Coulomb» λάμβανε χώρα μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο «O» του σχήματος. Σε ποια σημεία (Y) προσκρούσουν τον ανιχνευτή τα I^- και CH_3^+ . Αγνοήστε τον χρόνο επιτάχυνσης μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο. (1,5 pts)



(γ) Εάν αντί για ηλεκτρικό πεδίο, η «έκρηξης Coulomb» λάμβανε χώρα μέσα σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο $|\vec{B}| = 0,1 \text{ T}$, με διεύθυνση κάθετο στο επίπεδο της κόλας και διεύθυνση προς την επιφάνεια $\times \times \times$, περιγράψτε την κίνηση των I^- και CH_3^+ , και βρείτε την συχνότητα περιστροφής για το κάθε ιόντος. Γιατί τα δύο ιόντα έχουν τις ίδιες ακτίνες περιστροφής; Υποθέστε εδώ ότι τα ιόντα αποκτούν τους τελικές ταχύτητες ακαριαία. (1,5 pts)

Δίδονται: $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $m(\text{I}) = 127 \text{ amu}$, $m(\text{H}) = 1 \text{ amu}$, $m(\text{C}) = 12 \text{ amu}$, $1 \text{ amu} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$, $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

α) Κεντρομόλος CH_3 από C: $m(\text{CH}_3) \cdot x = m(\text{C}) \cdot 0 + m(3\text{H}) \cdot 32,6 \text{ pm}$ $x = \frac{3 \cdot 32,6}{18} \approx 6,5 \text{ pm}$

$R(\text{CH}_3 - \text{I}) = 213,6 \text{ pm} + 6,5 \text{ pm} = 220,1 \text{ pm}$
 $V(R) = k \frac{e^2}{R} = 9 \times 10^9 \frac{(1,6 \times 10^{-19})^2}{2,2 \times 10^{-10}} \text{ V} = \frac{72}{11} \approx 6,5 \text{ V} \Rightarrow U(R) = 6,5 \text{ eV} = E_a$

$KE(\text{I}^-) = \frac{m(\text{CH}_3)}{m_{\text{tot}}} E_a = \frac{15}{15+127} \cdot 6,5 \text{ eV} = \frac{15}{142} \cdot 6,5 \text{ eV} \approx 0,65 \text{ eV}$

$KE(\text{CH}_3^+) = E_a - KE(\text{I}^-) = 6,5 \text{ eV} - 0,65 \text{ eV} \approx 5,85 \text{ eV}$

$v(\text{I}^-) = \frac{1}{1,02} \sqrt{\frac{2 \times 0,65}{127}} \approx \sqrt{\frac{1,3}{1,3 \times 10^2}} \approx \frac{1}{10} = 0,1 \text{ cm}/\mu\text{s}$ $v(\text{I}^-) = 0,10 \text{ cm}/\mu\text{s}$

$v(\text{CH}_3^+) = \frac{1}{1,02} \sqrt{\frac{2 \times 5,85}{15}} \approx \sqrt{\frac{11,7}{15}} \approx \sqrt{\frac{123}{184}} \approx \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,85 \text{ cm}/\mu\text{s} = v(\text{CH}_3^+)$

$\vec{v}(\text{I}^-) = 0,10 \hat{j} \text{ cm}/\mu\text{s}$, $\vec{v}(\text{CH}_3^+) = -0,85 \hat{j} \text{ cm}/\mu\text{s}$

Το δυναμικό στο ηλεκτρικό πεδίο είναι $\frac{V}{15 \text{ mm}} = \frac{20 \text{ kV}}{20 \text{ mm}} \Rightarrow V = 15 \text{ kV}$

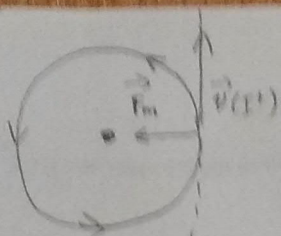
TOF(I^-) = $1,02 \times 50 \times \sqrt{\frac{127}{2 \times 15 \times 10^3}} \approx \frac{150}{2100} \sqrt{\frac{130}{30 \times 10^3}} \approx \frac{43}{2} \approx \frac{6,5}{2} \approx 3,3 \mu\text{s}$

$Y(\text{I}^-) = 3,3 \mu\text{s} \times 0,10 \text{ cm}/\mu\text{s} \Rightarrow Y(\text{I}^-) \approx 0,33 \text{ cm}$

TOF(CH_3^+) = $1,02 \times \frac{150}{2100} \times \sqrt{\frac{15}{3 \times 10^4}} \approx \frac{\sqrt{5}}{2} = \frac{2,2}{2} \approx 1,1 \mu\text{s}$

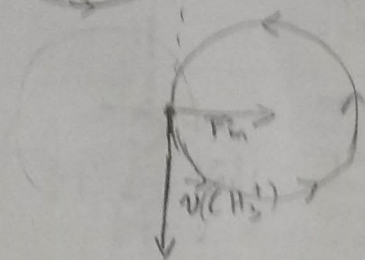
$Y(\text{CH}_3^+) = 1,1 \mu\text{s} \times 0,85 \text{ cm}/\mu\text{s} \approx 0,95 \text{ cm} \Rightarrow Y(\text{CH}_3^+) \approx -0,95 \text{ cm}$

2



$$F_m = e \vec{v} \times \vec{B} \quad \vec{v} \perp \vec{B} \quad \Rightarrow \quad |F| = e v B = m a = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow$$

$$e B = \frac{m v}{R} \Rightarrow \boxed{R = \frac{m v}{e B}}$$



Диаметры их орбит одинаковы

$$m(I^+) |\vec{v}(I^+)| = m(CH_3^+) |\vec{v}(CH_3^+)|$$

Этот же \Rightarrow $\boxed{R(CH_3^+) = R(I^+)}$

$$v = \omega R = 2\pi f R$$

\uparrow \uparrow
 угловая \uparrow
 частота \uparrow
 угловая

$$R = \frac{m 2\pi f R}{e B} \Rightarrow \boxed{f = \frac{e B}{2\pi m}}$$

$$f(I^+) = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 0.1 \cdot 10^{-20} \cdot 10^5}{2 \times 3.14 \times 127 \times 1.66 \times 10^{-27}} \text{ s}^{-1} \approx \frac{10^5 \text{ s}^{-1}}{8} \approx \frac{100}{8} \times 10^3 \text{ Hz} \approx 12.5 \text{ kHz}$$

$$\boxed{f(I^+) \approx 12.5 \text{ kHz}}$$

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{e B / 2\pi m_1}{e B / 2\pi m_2} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow$$

$$f(CH_3^+) = \frac{127 \times 12.5 \text{ kHz}}{15}$$

$$\approx \frac{120}{15} \times 12.5 \approx 8 \times 12.5 \text{ kHz}$$

$$\boxed{f(CH_3^+) \approx 100 \text{ kHz}}$$

$$\frac{12.5}{8} = 1.5625$$

$$\frac{1.5625}{0.015625} = 100$$