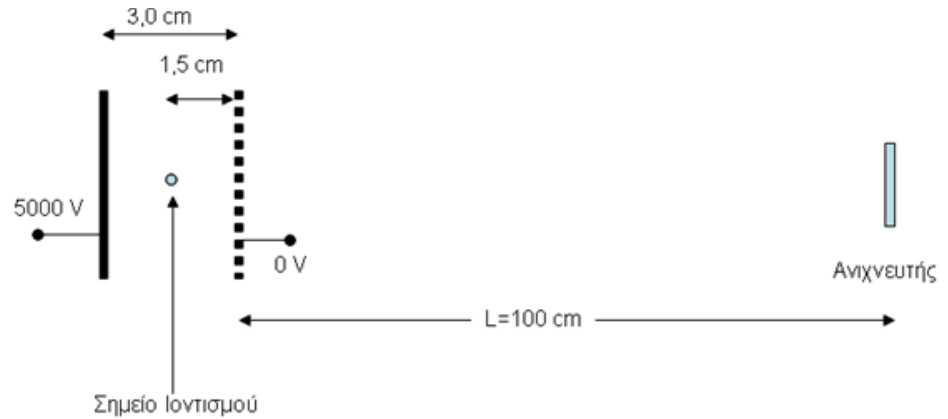


1. Ένα αέριο μείγμα περιέχει O_2 , N_2 και HCl . Το μείγμα στο μέσον ηλεκτρικού πεδίου παράγοντας H^+ , O_2^+ , N_2^+ και Cl^+ .

(α) Βρείτε του χρόνους πτήσης, σε μs , των ιόντων προς τον ανιχνευτή. (Αγνοείστε τον χρόνο επιτάχυνσης των ιόντων από το πεδίο.

(β) Μια άγνωστη μάζα εμφανίζεται σε χρόνο $5,00 \mu s$. Βρείτε την μάζα και εκτιμήστε σε ποια ένωση/στοιχείο αντιστοιχεί



Δίδονται $1eV = 1,6 \times 10^{-19} J$, $1 \text{amu} = 1,66 \times 10^{-27} \text{kg}$, $m(H) = 1 \text{amu}$, $m(N) = 14 \text{amu}$, $m(O) = 16 \text{amu}$, $m(Cl) = 35 \text{amu}$.

(α) Υποθέτω ότι το ηλεκτρικό πεδίο είναι ομογενές. Η ένταση του πεδίου είναι

$$|\vec{E}| = \frac{5000V}{3cm}$$

Αφού τα ιόντα σχηματίζονται στο ΜΕΣΟΝ του πεδίου, ισχύει

$$\frac{V(1.5cm)}{1.5cm} = |\vec{E}| = \frac{5000V}{3cm}$$

$$V(1.5cm) = 2500V$$

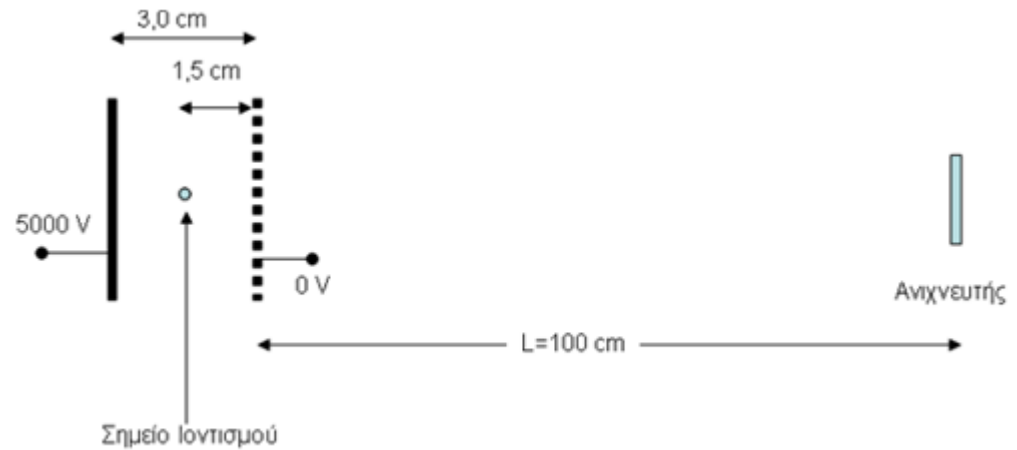
Και αφού τα ιόντα είναι απλά φορτισμένα η δυναμικής του ενέργεια θα είναι

$$U(1.5cm) = eV(1.5cm) = 2500eV$$

Τα ιόντα επιταχύνονται προς το γειωμένο πλέγμα.

Τα ιόντα όταν εξέρχονται από τον πεδίο, εκτελέσουν ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

Η ηλεκτρική δυναμική τους ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια
 $KE = U(1.5\text{cm}) = 2500\text{eV}$



$$T = L \sqrt{\frac{m}{2KE}}$$

Ο χρόνος που απαιτείται μετά την έξοδο από το πεδίο για να φτάσει στο ανιχνευτή είναι:

$$KE = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{L}{T} \right)^2$$

$$T = L \sqrt{\frac{m}{2KE}}$$

$$T = 1.02L \sqrt{\frac{m}{2KE}}$$

Για μονάδες cm, μs, amu, eV

$$T(O2 +) = L \sqrt{\frac{m}{2KE}} = 1m \sqrt{\frac{32 \times 1.66 \times 10^{-27} kg}{2 \times 2500 \times 1.6 \times 10^{-19} J}} = 8.14 \times 10^{-6} s$$

Ο χρόνος της επιτάχυνσης των ιόντων μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο δίδεται από την σχέση:

$$x = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \frac{e|\vec{E}|}{m} t^2$$

$$x = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \frac{e|\vec{E}|}{m} t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2mx}{e|\vec{E}|}} = \sqrt{\frac{2mx}{e \frac{V}{x}}} = \sqrt{\frac{2mx^2}{eV}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 32 \times 1.66 \times 10^{-27} kg \times 1.5 \times 10^{-2} m}{\frac{2500}{1.5 \times 10^{-2} m} eV \times 1.6 \times 10^{-19} J/eV}} = 0.24 \times 10^{-6} s$$

Παρατηρούμε ότι $t \ll T_a$ και επομένως θα αγνοήσουμε το t στην συνέχεια.

Αφού όλα τα ιόντα αρχίζουν από το ίδιο σημείο του ηλεκτρικού πεδίου, θα έχουν όλα την ΙΔΙΑ δυναμική ενέργεια eV !

$$T(m_1) = L \sqrt{\frac{m_1}{2KE}} \quad T(m_2) = L \sqrt{\frac{m_2}{2KE}} \quad \frac{T(m_1)}{T(m_2)} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} \quad T(m_1) = T(m_2) \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

$$T(H) = T(O_2) \sqrt{\frac{m(H)}{m(O_2)}} = 8.14 \sqrt{\frac{1}{32}} \mu s = 1.44 \mu s$$

$$T(N_2) = T(O_2) \sqrt{\frac{m(N_2)}{m(O_2)}} = 8.14 \sqrt{\frac{28}{32}} \mu s = 7.61 \mu s$$

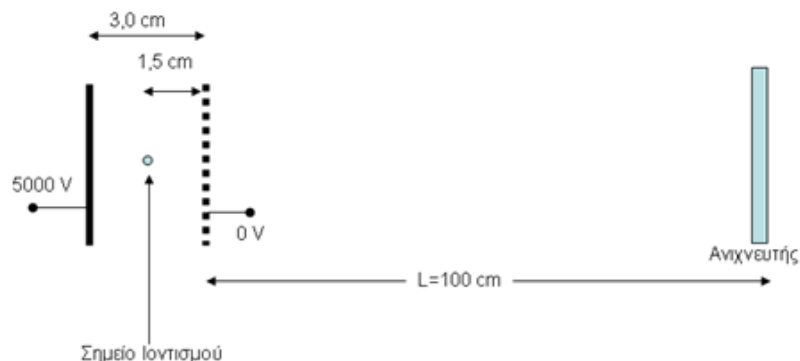
$$T(Cl) = T(O_2) \sqrt{\frac{m(Cl)}{m(O_2)}} = 8.14 \sqrt{\frac{35}{32}} \mu s = 8.51 \mu s$$

$$(\beta) \quad m_1 = m_2 \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 \quad m = m(O_2) \left(\frac{5}{8.14} \right)^2 = 12.07 \text{ amu} \quad (C)$$

3. Το μόριο του ICl , έχει ενέργεια δεσμού $2,14 \text{ eV}$. Ακτινοβολείται με φως ενέργειας $5,00 \text{ eV}$ και σπάει σε ιώδιο και χλώριο.

(α) Βρείτε την σπουδή του κάθε ατομικού θραύσματος (Cl και I).

(β) Τα ατομικά θραύσματα ιοντίζονται στο μέσον του ηλεκτρικού πεδίου του σχήματος. Εάν η αρχική ταχύτητα του Cl (και κατά προσέγγιση του Cl^+) είναι κατακόρυφη (παράλληλη στους οπλισμούς που παράγουν το ηλεκτρικό πεδίο), βρείτε σε ποιο σημείο θα «χτυπήσει» (την θέση δηλ. του Cl^+) όταν φτάσει στο επίπεδο του ανιχνευτή. (Βρείτε το χρόνο πτήσης αγνοώντας το χρόνο της επιτάχυνσης).



Δίδονται $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$, $1 \text{ amu} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $m(\text{I}) = 127 \text{ amu}$, $m(\text{Cl}) = 35 \text{ amu}$.

(α) Βρίσκουμε πόση ενέργεια είναι διαθέσιμη στα θραύσματα Cl και I :

$$E_a = E(\text{laser}) - D = 5 - 2.14 \text{ eV} = 2.86 \text{ eV}$$

$$KE(\text{Cl}) = \frac{m(\text{I})}{m(\text{I}) + m(\text{Cl})} E_a = \frac{127}{162} 2.86 \text{ eV} = 2.24 \text{ eV}$$

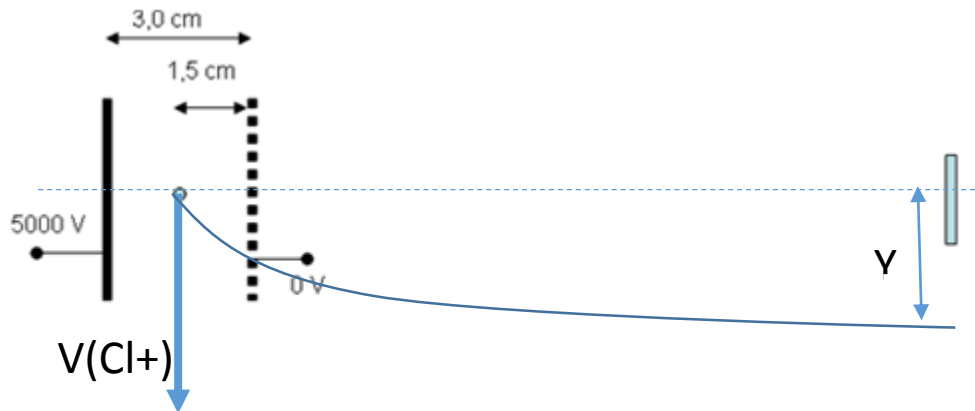
$$KE(\text{I}) = \frac{m(\text{Cl})}{m(\text{I}) + m(\text{Cl})} E_a = E_a - KE(\text{Cl}) = \frac{35}{162} 2.86 \text{ eV} = 0.62 \text{ eV}$$

$$v = \frac{1}{1.02} \sqrt{\frac{2KE}{m}}$$

$$v(Cl) = \frac{1}{1.02} \sqrt{\frac{2 \times 2.24}{35}} = 0.351 \frac{cm}{\mu s} = 3510 m/s$$

$$v(I) = \frac{1}{1.02} \sqrt{\frac{2 \times 0.62}{127}} = 0.0969 \frac{cm}{\mu s} = 969 m/s$$

(β) Αφού η μάζα του ηλεκτρονίου είναι πολύ μικρότερη από αυτή του Cl η υπόθεση ότι μετά τον ιοντισμό $v(Cl) = v(Cl^+)$ είναι δόκιμη.



Στη πρώτη άσκηση βρήκαμε το χρόνο πτήσης $T(Cl)$ για τις ίδιες συνθήκες ηλεκτρικού πεδίου και επομένως έχουμε $T(Cl^+) = 8.51 \mu s$.

Το ιόν θα μετακινηθεί κατά $Y = T(Cl^+) \cdot v(Cl^+) = 8.51 \mu s \cdot 0.351 cm/\mu s = 2.99 cm$

2. Ιόντα παράγονται στο μέσον του ηλεκτρικού πεδίου που φαίνεται στο σχήμα.

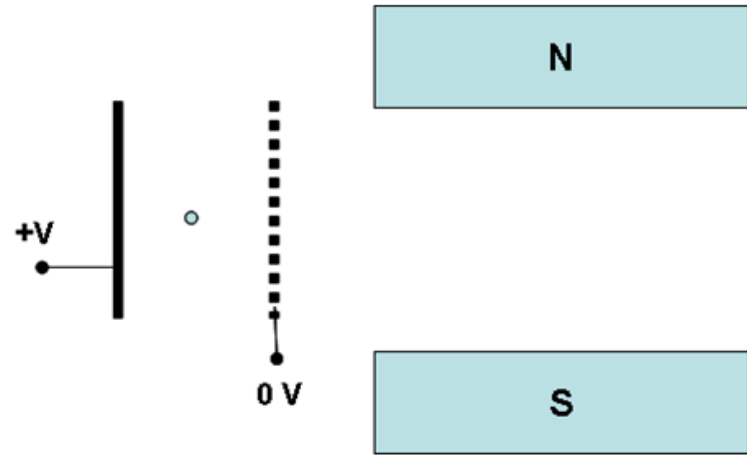
(α) Δείξτε ότι η ακτίνα περιστροφής R απλά φορτισμένων ιόντων (φορτίο $+e$) μέσα στο μαγνητικό

πεδίο δίδεται από την σχέση $m = \frac{eR^2 B^2}{V}$, όπου B

είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου και V η τάση του ηλεκτρικού πεδίου.

(β) Πόση τάση απαιτείται ώστε η ακτίνα περιστροφής για το άτομο του άνθρακα να είναι 10 nm όταν $B=3 \text{ T}$;

(γ) Περιγράψτε την περιστροφή των ιόντων μέσα στο μαγνητικό πεδίο (φορά και επίπεδο περιστροφής).



Δίδονται $1\text{eV}=1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$, $1\text{amu}=1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $e=1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $m(\text{C})=12 \text{ amu}$.

(α) Το ιόν ξεκινάει από το μέσον ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου. Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια είναι $\frac{eV}{2}$, και μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια μετά την έξοδο από το πεδίο δηλ.

$$\frac{eV}{2} = \frac{1}{2} m v^2 \quad v = \sqrt{\frac{eV}{m}}$$

Εφόσον κινείται κάθετα στο μαγνητικό πεδίο η μαγνητική δύναμη δρα και ως κεντρομόλος έλξη

$$\frac{m v^2}{R} = e B v \quad \frac{eV}{R} = e B \sqrt{\frac{eV}{m}} \quad \frac{V}{R B} = \sqrt{\frac{eV}{m}} \quad \left(\frac{V}{R B}\right)^2 = \frac{eV}{m} \quad m = \frac{e R^2 B^2}{V}$$

