



## ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΒΑΝΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Σύνολο 1-Α

Η. Κατσούφης, Θ. Παπαδοπούλου

**Άσκηση Α1** Τα άτομα αερίου που βρίσκεται σε ένα σωρήγια διεζείρονται με κάποιο τρόπο στο χρόνο  $t=0$ . Τα άτομα στη συνέχεια πέφτουν στη θεμελιώδη κατάσταση εκπέμποντας ορατό φως που ανήκει σε μια μοναδική φασματική γραμμή στα  $5.500 \text{ Å}$ . Η ένταση του φωτός εκπαττώνεται με το χρόνο σύμφωνα με τον γόμο

$$I(t) = I_0 e^{-\beta t}$$

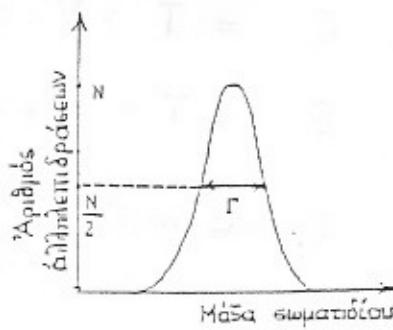
όπου  $\beta = 5 \times 10^7 \text{ sec}^{-1}$

Βρείτε το πλάτος του μήκους κύματος της φασματικής γραμμής αν το «ψυσικό» πλάτος είναι η μόνη πηγή διαπλάτυνσης.

**Άσκηση Α2** Μονοχρωματικό φως με μήκος κύματος  $\lambda = 6000 \text{ Å}$  περνάει μέσα από άγονγμα που κλείγεται σε  $10^{-9} \text{ sec}$ . Το φως που ημικυπτεί δεν είναι μονοχρωματικό. Ποιό θα είναι το εύρος Δλ;

**Άσκηση Α3** Κατά πις συγκρούσεις μεταξύ στοιχειωδών σωματιδίων σε υψηλές ενέργειες παράγονται ασταθή σωματίδια πάου έχουν μέσο χρόνο ζωής τόσο μικρό ώστε η μάζα τους να παρουσιάζει διασπορά (γύρω από την πιο πιθανή πυμή) που είναι αρκετά μεγάλη και έτσι μπορεί να μετρηθεί. (Η μάζα αυτή προσδιορίζεται από την ενέργεια και ορμή των προϊόντων διασπάσης). Ερες για τη μάζα του σωματιδίου  $\rho^+$  που παράγεται π.χ. στις αλληλεπιδράσεις  $p+p \rightarrow \rho^+ + p + p$

η διασπορά αυτή (ή το εύρος του συντονισμού  $\rho^+$  όπως λέγεται ακριβέστερα) είναι  $\Gamma = 170 \text{ MeV/c}^2$  περίπου. Πόσος είναι ο μέσος χρόνος ζωής του  $\rho^+$ ? Συγκρίνετε αυτό το χρόνο, με το χρόνο που χρειάζεται ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία για να διατύσει απόσταση ίση με τη διάμετρο ενός πρωτονίου ( $1.2 \times 10^{-13} \text{ cm}$ ).





## ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΒΑΝΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Σύνολο 1

Η. Κατσούφης, Θ. Παπαδοπούλου

### Ασκηση 1

Παρατηρητής κοιτάζει φωτεινή πηγή που βρίσκεται σε απόσταση 100 m και εκπέμπει φωτεινή ροή 0,01 W. Υπολογίστε τον αριθμό των φωτονίων που μπαίνουν στο μάτι του παρατηρητή ανά δευτερόλεπτο. Υποθέστε ότι η διάμετρος της κόρης του ματιού είναι 4 mm και ότι το φως που εκπέμπεται έχει μήκος κύματος 5600 Å.

### Ασκηση 2

Χρησιμοποιώντας το μοντέλο Rutherford – Bohr , δείξτε ότι η ταχύτητα του ηλεκτρονίου στη θεμελιώδη στάθμη του ατόμου του υδρογόνου είναι  $a c$  , όπου  $c$  η ταχύτητα του φωτός στο κενό και  $\alpha = \frac{e^2}{\hbar c} \approx \frac{1}{137}$  η σταθερά λεπτής υφής.

### Ασκηση 3

Σ' ένα πείραμα φωτοηλεκτρικού φαινομένου παρατηρείται ότι για φως μήκους κύματος  $4.000 \text{ Å}^\circ$  το δυναμικό αποκοπής είναι  $V_0 = 2 \text{ V}$  και για φως μήκους κύματος  $6.000 \text{ Å}^\circ$  το δυναμικό αποκοπής είναι  $V_0 = 1 \text{ V}$ . Με βάση τα δεδομένα αυτά υπολογίστε τη σταθερά του Planck  $\hbar$  και τη συνάρτηση έργου  $W$  του μετάλλου.

(Φορτίο ηλεκτρονίου  $= 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$  ).

### Ασκηση 4

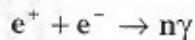
Η θερμοκρασία της επιφάνειας του ήλιου είναι  $6.000 \text{ }^\circ\text{K}$ . Σε ποιό μήκος κύματος ακτινοβολεί ο ήλιος την περισσότερη ενέργεια; Υποθέστε ότι ο ήλιος είναι μαύρο σώμα!

### Ασκηση 5

Να βρεθεί το μήκος κύματος σαν συνάρτηση της κινητικής ενέργειας για α) φωτόνια και β) ηλεκτρόνια.

### **Ασκηση 6**

Ποιός είναι ο μικρότερος δυνατός αριθμός π για να λάβει χώρα η παρακάτω αντίδραση στον ελεύθερο χώρο :



### **Ασκηση 7**

Ενα άστρο βρίσκεται σε απόσταση 11 ετών φωτός από τη Γη. Η ολική ροή της ακτινοβολίας του που φτάνει σε μας είναι  $1,7 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$  και η θερμοκρασία της επιφάνειάς του είναι 6.600 K. Ποιά είναι η ακτίνα του άστρου;

### **Ασκηση 8**

Να αποδειχθεί ότι ο αριθμός φωτονίων που εκπέμπονται από μονάδα επιφάνειας μέλανος σώματος ανά μονάδα χρόνου και ανά μονάδα διαστήματος συχνότητας είναι :

$$n(v, T) = \frac{2\pi}{c^2} \frac{v^2}{\exp(hv/kT) - 1}$$

### **Ασκηση 9**

Λυχνία τόξου υδραργύρου παρέχει 0,10 W υπεριώδους ακτινοβολίας μήκους κύματος  $\lambda = 2537\text{\AA}^0$ , ενώ με ειδικά φίλτρα τα άλλα μήκη κύματος απορροφώνται. Η κάθοδος μιας φωτολυχνίας που συνίσταται από κάλιο έχει ενεργό επιφάνεια  $4 \text{ cm}^2$  και βρίσκεται σε απόσταση 1m από την πηγή ακτινοβολίας.

Το έργο εξόδου για το κάλιο είναι 2.22 eV.

- (i) Στα πλαίσια της κλασικής φυσικής η ακτινοβολία από το τόξο ξεκινάει και διαδίδεται ομοιόμορφα στο χώρο ως σφαιρικό κύμα. Υπολογίστε το χρόνο που απαιτείται ώστε η συσσωρευόμενη ενέργεια της ακτινοβολίας στην κάθοδο να αναγκάσει ένα ηλεκτρόνιο ενός κολίου της καθόδου να αποσπασθεί και να δημιουργηθεί ρεύμα. Θεωρήστε ότι η διάμετρος του ατόμου του καλίου είναι  $4 \text{ \AA}^0$ .

- (ii) Πόση ενέργεια έχει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας της πηγής;

- (iii) Πόσα φωτόνια ανά δευτερόλεπτο προσπίπτουν στην κάθοδο;

Υποθέτοντας ότι κάθε φωτόνιο έχει πιθανότητα 0.05 να εξάγει ένα ηλεκτρόνιο από τη φωτοκάθοδο ή με άλλα λόγια η φωτοεξαγωγή έχει συντελεστή απόδοσης 5%, ποιό ρεύμα κορεσμού των φωτοηλεκτρονίων αντιστοιχεί;

- (iv) Ποιά είναι η τάση αποκοπής  $V_0$  ;