

Φαινόμενο Compton

Διαβάζουμε την παράγραφο: 7.4

1) Στο φαινόμενο Compton το μήκος κύματος της σκεδαζόμενης και της προσπίπτουσας ακτίνας συνδέονται με τη σχέση: $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m c} (1 - \sin\varphi)$, με την ποσότητα $\frac{h}{m c}$ να ονομάζεται μήκος κύματος Compton και να συμβολίζεται με λ_c .

Σε ένα πείραμα σκέδασης φωτονίων σε πρακτικώς ακίνητα ηλεκτρόνια, τα φωτόνια της προσπίπτουσας ακτινοβολίας έχουν μήκος κύματος τετραπλάσιο από το μήκος κύματος Compton, δηλαδή, με $\lambda = 4\lambda_c = \frac{4h}{m c}$.

Η μέγιστη δυνατή κινητική ενέργεια των ανακρουόμενων ηλεκτρονίων είναι:

Α) $\frac{1}{2} m c^2$

Β) $\frac{1}{12} m c^2$

Γ) $\frac{1}{4} m c^2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

2) Στο φαινόμενο Compton το μήκος κύματος της σκεδαζόμενης και της προσπίπτουσας ακτίνας συνδέονται με τη σχέση: $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m c} (1 - \sin\varphi)$. Για προσπίπτοντα φωτόνια σταθερής συχνότητας, **όταν αυξάνεται η γωνία σκέδασης φ** ($0 < \varphi \leq \pi$), τότε διαφορά ενέργειας μεταξύ προσπίπτοντος και σκεδαζόμενου φωτονίου, $E - E'$,
α. αυξάνεται. β. μειώνεται. γ. παραμένει η ίδια.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

3) Στο φαινόμενο Compton το μήκος κύματος της σκεδαζόμενης και της προσπίπτουσας ακτίνας συνδέονται με τη σχέση: $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m c} (1 - \sin\varphi)$. Σε ένα πείραμα σκέδασης φωτονίου σε πρακτικώς ακίνητο ηλεκτρόνιο, **η μεγαλύτερη μεταβολή που μπορεί να προκληθεί στο μήκος κύματος του φωτονίου είναι:**

Α) $\frac{h}{m c}$

Β) $\frac{2h}{m c}$

Γ) $\frac{h}{2m c}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

4) Στο φαινόμενο Compton το μήκος κύματος της σκεδαζόμενης και της προσπίπτουσας ακτίνας συνδέονται με τη σχέση: $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m c} (1 - \sin\varphi)$. Σε ένα πείραμα σκέδασης φωτονίου σε ηλεκτρόνιο, για σταθερή γωνία σκέδασης $\varphi = 90^\circ$, η επί τοις εκατό μεταβολή του μήκους κύματος είναι μεγαλύτερη, όταν το προσπίπτον φωτόνιο ανήκει στην περιοχή
α. του υπέρυθρου. β. του ορατού φωτός. γ. των ακτίνων Χ.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

5) Ακτίνες Χ με μήκος κύματος $\lambda = 0,140 \text{ nm}$ προσπίπτουν σε άνθρακα και σκεδάζονται. Για ποια γωνία φ ανιχνεύονται φωτόνια σε σχέση με την προσπίπτουσα δέσμη **και έχουμε τη μέγιστη μετατόπιση μήκους κύματος Compton**; Δίνεται ότι: $\sin 0^\circ = 1$, $\sin 90^\circ = 0$, $\sin 180^\circ = -1$

(α) 0°

(β) 90°

(γ) 180°

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

6) Στη φερώνυμη σκέδαση, κατά την πρόπτωση ακτίνων X πάνω σε μια υλική επιφάνεια, η έκφραση του μήκους κύματος Compton λ_c είναι $\lambda_c = \frac{h}{m \cdot c}$, όπου h η σταθερά Planck, m η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός. Μία δέσμη φωτονίων ακτίνων X ενέργειας E , σκεδάζεται από ηλεκτρόνια ενός στόχου άνθρακα. Η σκεδαζόμενη δέσμη φωτονίων, που ανιχνεύεται στις 90° σε σχέση με την αρχική κατεύθυνση της δέσμης, έχει φωτόνια με ενέργεια E' , που είναι ίση με το 90% της ενέργειας των φωτονίων της αρχικής δέσμης.

Αν το αρχικό μήκος κύματος της δέσμης είναι λ , τότε η σχέση του με το μήκος κύματος Compton είναι:

(α) $\lambda = 9 \cdot \lambda_c$,

(β) $\lambda = 0,9 \cdot \lambda_c$,

(γ) $\lambda = \frac{10}{9} \cdot \lambda_c$.

A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

7) Ένα φωτόνιο με μήκος κύματος λ σκεδάζεται από ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο στο σημείο A, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Από αυτή την σκέδαση παράγεται ένα δεύτερο φωτόνιο με μήκος κύματος λ' . Στην συνέχεια το φωτόνιο αυτό σκεδάζεται από ένα άλλο ελεύθερο ηλεκτρόνιο στο B και παράγεται ένα τρίτο φωτόνιο με μήκος κύματος λ'' , το οποίο κινείται σε ακριβώς αντίθετη κατεύθυνση από το αρχικό φωτόνιο. Αν δίνονται η σταθερά του Planck h , η μάζα του ηλεκτρονίου m και η ταχύτητα το φωτός στο κενό c , τότε η διαφορά $\Delta\lambda = \lambda'' - \lambda$ είναι

(α) $\Delta\lambda = \frac{2h}{mc}$

(β) $\Delta\lambda = \frac{h}{mc}$

(γ) $\Delta\lambda = 0$

A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

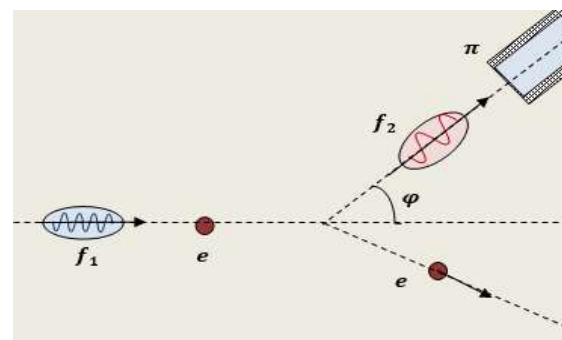
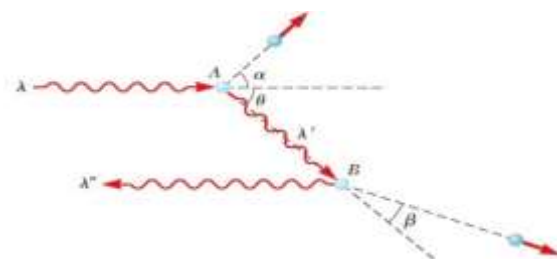
8) Μελετώντας την πρόσπτωση ακτίνων X , σε μια επιφάνεια, ο Compton περιέγραψε την σκέδαση των φωτονίων μήκους κύματος λ μέσω της σχέσης $(\lambda' - \lambda = \frac{h}{m \cdot c} (1 - \sin\varphi))$, όπου h είναι η σταθερά Planck, m η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός. Η ποσότητα $\frac{h}{m \cdot c}$, έχει διαστάσεις μήκους κύματος και ονομάζεται μήκος κύματος Compton των ηλεκτρονίων ($\lambda_c = \frac{h}{m \cdot c}$). Μια δέσμη φωτονίων με μήκος κύματος ίσο με το μισό του μήκους κύματος Compton ($\lambda = \frac{\lambda_c}{2}$) σκεδάζεται από τα ηλεκτρόνια ενός στόχου από άνθρακα. Αν ανιχνεύσαμε σκεδαζόμενη δέσμη φωτονίων με κατάλληλο "παραθύρο", και γωνία σκέδασης $\varphi = 60^\circ$, όπως στο σχήμα, το μήκος κύματος των σκεδαζόμενων φωτονίων σε σχέση με το αρχικό είναι:

(α) αυξημένο κατά 100%,

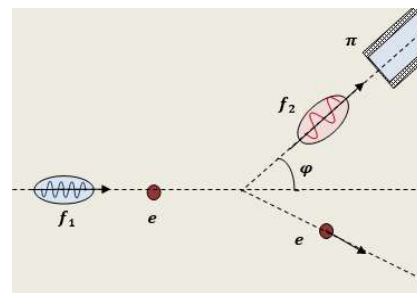
(β) μειωμένο κατά 100%,

(γ) αυξημένο κατά 50%.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.



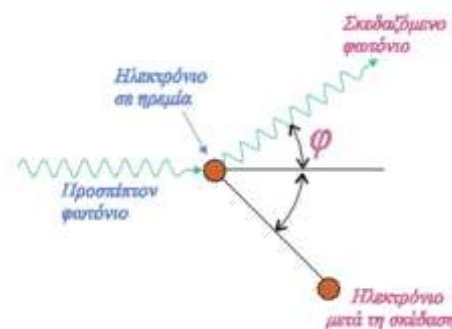
9) Μελετώντας την πρόσπτωση ακτίνων X , σε μια επιφάνεια, ο Compton περιέγραψε την σκέδαση των φωτονίων μήκους κύματος λ μέσω της σχέσης ($\lambda' - \lambda = \frac{h}{m \cdot c} (1 - \sin \varphi)$), όπου h είναι η σταθερά Planck, m η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός. Η ποσότητα $\frac{h}{m \cdot c}$, έχει διαστάσεις μήκους κύματος και ονομάζεται μήκος κύματος Compton των ηλεκτρονίων ($\lambda_c = \frac{h}{m \cdot c}$). Μια δέσμη φωτονίων με μήκος κύματος ίσο με το μισό του μήκους κύματος Compton ($\lambda = \frac{\lambda_c}{2}$) σκεδάζεται από τα ηλεκτρόνια ενός στόχου από άνθρακα. Αν ανιχνεύσαμε σκεδαζόμενη δέσμη φωτονίων με κατάλληλο "παράθυρο", και γωνία σκέδασης $\varphi = 60^\circ$, όπως στο σχήμα, το ποσοστό της αρχικής ενέργειας ενός φωτονίου που μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του σκεδαζόμενου ηλεκτρονίου στη σκέδαση αυτή είναι:



(α) 100% , (β) 50% , (γ) 20%

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

10) Η ποσότητα $\frac{h}{m \cdot c}$, όπου m η μάζα του ηλεκτρονίου, h η σταθερά του Planck και c η ταχύτητα του φωτός, έχει διαστάσεις μήκους συμβολίζεται με λ_c και ονομάζεται μήκος κύματος Compton του ηλεκτρονίου. Όταν ένα φωτόνιο μήκους κύματος $\lambda = \lambda_c/2$ προσπίπτει σε ένα πρακτικώς ακίνητο ηλεκτρόνιο σκεδάζεται υπό γωνία φ . Το σκεδαζόμενο φωτόνιο έχει μήκος κύματος λ' . Το μέγιστο ποσοστό μεταβολής του μήκους κύματος του φωτονίου είναι



(α) 100% (β) 200% (γ) 400%

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

11) Στο φαινόμενο Compton το μήκος κύματος της σκεδαζόμενης και της προσπίπτουσας ακτίνας συνδέονται με τη σχέση: $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m \cdot c} (1 - \sin \varphi)$, με την ποσότητα $\frac{h}{m \cdot c}$ να ονομάζεται μήκος κύματος Compton και να συμβολίζεται με λ_c . Δέσμη ακτίνων X της οποίας τα φωτόνια έχουν ενέργεια 41,25KeV προσπίπτει σε λεπτό στρώμα γραφίτη (άνθρακα). Θεωρούμε για τις σκεδάσεις Compton τα ηλεκτρόνια του γραφίτη πρακτικώς ακίνητα.

- Να βρείτε το μήκος κύματος των φωτονίων που προσπίπτουν στον άνθρακα.
- Να βρείτε την ορμή των φωτονίων που προσπίπτουν στον άνθρακα.
- Να βρείτε το μήκος κύματος ενός φωτονίου που σκεδάστηκε από ένα ηλεκτρόνιο του άνθρακα με γωνία $\varphi = 60^\circ$.
- Να βρείτε την κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου, όταν το σκεδαζόμενο φωτόνιο σχηματίζει γωνία $\varphi = 60^\circ$ σε σχέση με το προσπίπτον φωτόνιο.

Δίνονται: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $\lambda_c = 2,4 \text{ pm}$

($3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$, $2,2 \cdot 10^{-23} \text{ kg m/s}$, $3,12 \cdot 10^{-11} \text{ m}$, $1,562 \text{ KeV}$)