

Φυσική

Β' Λυκείου γενικής παιδείας
3^ο Κεφάλαιο



το φως

Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

1. Ποια είναι η συμβολή του φωτός στην ύπαρξη ζωής στον πλανήτη μας;

Το φως ήταν και είναι μια απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη μας. Ας μην ξεχνάμε ότι τα φυτά, με τη φωτοσύνθεση, μετατρέπουν την ενέργεια που παρέχει το φως του Ήλιου σε χημική ενέργεια την οποία χρησιμοποιούν στη συνέχεια για την ανάπτυξη τους. Ο Ήλιος αποτελεί την «πηγή» των πιο σημαντικών ενεργειακών μετασχηματισμών, που συμβαίνουν πάνω στον πλανήτη μας.

2. Ποια είναι η συμβολή του φωτός στην άντληση πληροφοριών για το ηλιακό μας σύστημα;

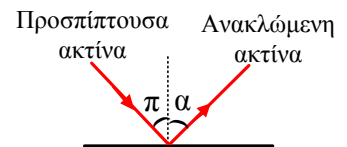
Το φως είναι αυτό που κάνει ορατά τα αντικείμενα που βρίσκονται στον πλανήτη μας, τη Γη, και στο σύμπαν. Με τη βοήθεια του φωτός «επικοινωνούμε» με τα άστρα και τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος αντλώντας χιλιάδες πληροφορίες για τη σύστασή τους.

3. Ποια ήταν η άποψη των αρχαίων Ελλήνων για τη φύση του φωτός;

Πρώτοι οι αρχαίοι Έλληνες είχαν αντιληφθεί και διατύπωσε αυτό που εμείς σήμερα ονομάζουμε «σωματιδιακή φύση» του φωτός. Πίστευαν, δηλαδή, ότι το φως που εκπέμπει ο Ήλιος, αλλά και κάθε φωτοβόλουσα πηγή, αποτελείται από μικρά σωματίδια τα οποία κινούνται με πολύ μεγάλη ταχύτητα και, όταν πέφτουν στο μάτι του παρατηρητή, διεγείρουν το αισθητήριο όργανο της όρασης.

4. Σε ποια άποψη στηρίχτηκε ο Νεύτωνας και με βάση ποιες αρχές διατύπωσε το νόμο της ανάκλασης του φωτός, δηλαδή: γωνία πρόσπτωσης (π) = γωνία ανάκλασης (α).

Ο Νεύτωνας στηρίχτηκε στην άποψη των αρχαίων Ελλήνων, δηλαδή τη σωματιδιακή φύση του φωτός, και διατύπωσε το νόμο της ανάκλασης του φωτός με βάση την αρχή διατήρησης της ενέργειας και της ορμής.



5. Πώς οι Huygens και Young απέδειξαν ότι το φως έχει κυματική φύση και ότι είναι εγκάρσια κύματα;

Μέσα από πειραματικές διαδικασίες πάνω στα φαινόμενα περίθλασης και συμβολής του φωτός.

6. Τι απέδειξε ο Maxwell μέσα από την έρευνα του για τη φύση του φωτός;

Απέδειξε ότι το φως είναι εγκάρσια ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

7. Ποιο φαινόμενο ερμήνευσε ο Max Planck χρησιμοποιώντας τη σωματιδιακή φύση του φωτός;

Ο Max Planck χρησιμοποίησε τη σωματιδιακή φύση του φωτός για να ερμηνεύσει την ακτινοβολία που εκπέμπουν τα θερμά σώματα.

8. Ποιο φαινόμενο ερμήνευσε ο Einstein χρησιμοποιώντας τη σωματιδιακή φύση του φωτός;

Ο Einstein χρησιμοποιώντας τη σωματιδιακή φύση του φωτός ερμήνευσε το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, δηλαδή την εκπομπή ηλεκτρονίων από μέταλλα όταν πάνω σ' αυτά προσπίπτει κατάλληλη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

9. Τι πιστεύουμε σήμερα για τη φύση του φωτός;

Σήμερα πιστεύουμε στη διπλή φύση του φωτός, δηλαδή ότι το φως συμπεριφέρεται ως κύμα και ως σωματίο που ονομάζεται φωτόνιο.

10. Σε ποια φαινόμενα εκδηλώνεται η κυματική φύση και σε ποια η σωματιδιακή φύση του φωτός;

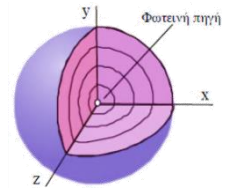
Σε φαινόμενα όπως η συμβολή, η περίθλαση και η πόλωση εκδηλώνεται η κυματική φύση του φωτός (ηλεκτρομαγνητικό κύμα), ενώ σε φαινόμενα που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση του φωτός με την ύλη (απορρόφηση-εκπομπή), όπως το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, εκδηλώνεται η σωματιδιακή φύση του φωτός.

11. Είναι σωστή η ερώτηση: «Τι είναι το φως, σωματίο ή κύμα;»

Όχι. Γιατί το φως συμπεριφέρεται ως κύμα και ως σωματίο.

12. Ποια είναι η ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell για τη φύση του φωτός;

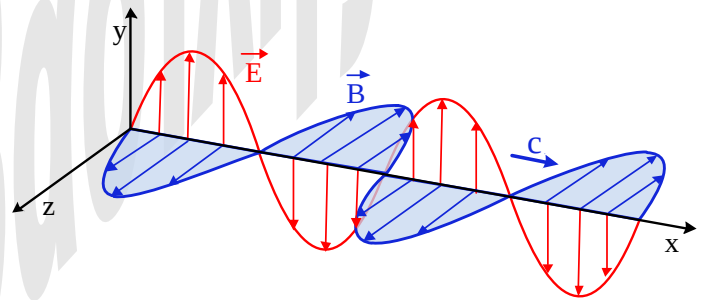
Το φως είναι εγκάρσια ηλεκτρομαγνητικά κύματα, τα οποία ξεκινούν από τη φωτεινή πηγή και διαδίδονται προς όλες τις κατευθύνσεις.



13. Με βάση τη θεωρία του Maxwell πώς παράγεται το ηλεκτρομαγνητικό κύμα; Τι είναι το ηλεκτρομαγνητικό κύμα;

α. Ο Maxwell απέδειξε ότι, όταν ένα ηλεκτρικό φορτίο ταλαντώνεται (ή γενικότερα επιταχύνεται), παράγει ηλεκτρομαγνητικό κύμα.

β. Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα αποτελείται από ένα ηλεκτρικό και ένα μαγνητικό κύμα. Δηλαδή είναι ένα πεδίο με δύο χαρακτηριστικά, την ένταση $\vec{E}$ του ηλεκτρικού πεδίου και την ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου, των οποίων τα διανύσματα είναι κάθετα μεταξύ τους και μεταβάλλονται από θέση σε θέση και από στιγμή σε στιγμή. Γι' αυτόν το λόγο χαρακτηρίζονται ως δύο τοπικά και χρονικά μεταβαλλόμενα μεγέθη ($\vec{E}$ και $\vec{B}$). Οι εντάσεις των πεδίων $\vec{E}$ και $\vec{B}$ παίρνουν ταυτόχρονα τη μέγιστη και ελάχιστη τιμή, δηλαδή έχουν την ίδια φάση και διαδίδονται με την ίδια ταχύτητα (c).



14. Οι συνηθισμένες πηγές ορατού φωτός δίνουν τέτοιες συχνότητες (ή μήκη κύματος) ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, ώστε να γίνονται αντιληπτά από το μάτι. Μεταξύ ποιων τιμών κυμαίνεται το μήκος κύματος αυτών των κυμάτων;

Το μήκος κύματος των κυμάτων αυτών κυμαίνεται από 400 nm έως και 700 nm περίπου.

15. Το φως μεταφέρει ενέργεια; Τι είδους ενέργεια είναι αυτή;

α. Εύκολα διαπιστώνουμε ότι το φως μεταφέρει ενέργεια, π.χ. ένα οποιοδήποτε σώμα, όταν εκτεθεί σε ηλιακή ακτινοβολία, θερμαίνεται,

β. Η ενέργεια αυτή είναι ενέργεια ηλεκτρικού και ενέργεια μαγνητικού πεδίου, η οποία παράγεται από τις πηγές και μεταφέρεται ως ηλεκτρομαγνητικό κύμα.

16. Τι μεταφέρουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα κατά την διάδοσή τους;

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μεταφέρουν ενέργεια και ορμή από μια περιοχή σε μια άλλη.

17. Πώς απέδειξε πειραματικά ο Hertz την ορθότητα της θεωρίας του Maxwell;

Ο Hertz το 1887 παρήγαγε, μέσω ταχέων ηλεκτρικών ταλαντώσεων, κύματα της ίδιας φύσης με αυτήν του φωτός αλλά με μικρότερη συχνότητα. Επειδή το φως έχει πολύ μεγάλη συχνότητα, την εποχή εκείνη ήταν αδύνατον να δημιουργηθούν τεχνητά υψίσυχνες ταλαντώσεις σε ηλεκτρικά κυκλώματα.

18. Ποια είναι η θεμελιώδης εξίσωση της κυματικής; Ποια είναι η ταχύτητα διάδοσης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος (c);

Η ταχύτητα διάδοσης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος (c), η συχνότητα (f) και το μήκος κύματος (λ) συνδέονται με τη σχέση $c = \lambda \cdot f$, η οποία ονομάζεται θεμελιώδης εξίσωση της κυματικής.

$$c = \lambda \cdot f \quad \text{Θεμελιώδης εξίσωση της κυματικής}$$

19. Τι δεν μπόρεσε να ερμηνεύσει η κλασική θεωρία του ηλεκτρομαγνητισμού;

Η κλασική θεωρία (αυτή που αναπτύχθηκε πριν από το 1922) του ηλεκτρομαγνητισμού που ερμήνευσε ορισμένα φαινόμενα του φωτός, όπως η συμβολή, η περίθλαση, η πόλωση κ.ά., δεν κατόρθωσε να ερμηνεύσει κάποια άλλα φαινόμενα που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση της φωτεινής ακτινοβολίας με την ύλη.

20. Ποια πειραματικά δεδομένα δεν μπορούσαν να ερμηνευτούν με την παραδοχή ότι το φως είναι μόνο κύμα;

Πολλά πειραματικά δεδομένα δεν μπορούσαν να ερμηνευτούν με την παραδοχή ότι το φως είναι μόνο κύμα. Το πιο σημαντικό από τα πειράματα αυτά ήταν εκείνο της μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Για την ερμηνεία της εκπομπής και της απορρόφησης του φωτός δεν αρκούσαν μόνο κάποιες επεκτάσεις της κλασικής θεωρίας.

21. Ποια θεωρία εισήγαγε ο Planck το 1900 για να ερμηνεύσει την ακτινοβολία που παράγει ένα θερμαινόμενο σώμα;

Εισήγαγε τη θεωρία των κβάντα φωτός.

22. Ποια θεωρία εφάρμοσε ο Einstein για να ερμηνεύσει το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο;

Τη θεωρία των κβάντα φωτός.

23. Τι είναι το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο;

Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο είναι η εκπομπή ηλεκτρονίων από την επιφάνεια των μετάλλων (αγωγών), όταν προσπίπτει πάνω τους κατάλληλη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, ορατή ή υπεριώδης. Η ορθή ανάλυση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου έγινε από τον Einstein το 1905.

24. Πώς ερμηνεύει η κβαντική θεωρία του Planck την εκπομπή και την απορρόφηση του φωτός;

Σύμφωνα με την κβαντική θεωρία του Planck, το φως (και γενικότερα κάθε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία) εκπέμπεται και απορροφάται από τα άτομα της ύλης όχι κατά συνεχή τρόπο αλλά ασυνεχώς. Δηλαδή κάθε άτομο εκπέμπει ή απορροφά στοιχειώδη ποσά ενέργειας, που ονομάζονται κβάντα φωτός ή φωτόνια. Από το άτομο λοιπόν δεν εκπέμπονται συνεχώς κύματα αλλά φωτόνια, καθένα από τα οποία χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένη συχνότητα και έχει συγκεκριμένη ποσότητα ενέργειας (E).

Σημειώσεις

α. Ο όρος κβάντα προέρχεται από τη λατινική λέξη quantum = ποσό

β. Όταν μια ποσότητα είναι κβαντωμένη, σημαίνει ότι παίρνει μόνο διακριτές (ορισμένες) τιμές, δηλαδή το σύνολο τιμών δεν είναι συνεχές. Το ηλεκτρικό φορτίο είναι κβαντωμένο, διότι δεν παίρνει οποιεσδήποτε τιμές, αλλά μόνο ακέραια πολλαπλάσια της τιμής του φορτίου του ηλεκτρονίου: $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

25. Πόση ενέργεια έχει κάθε φωτόνιο μιας ακτινοβολίας;

Κάθε φωτόνιο μιας ακτινοβολίας έχει ενέργεια που δίνεται από τη σχέση $E_{\phi} = h \cdot f$.

$$E_{\phi} = h \cdot f \quad \text{Ενέργεια φωτονίου}$$

Το h είναι μια παγκόσμια σταθερά που ονομάζεται σταθερά του Planck, και έχει τιμή $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ και f είναι η συχνότητα του φωτονίου (του φωτός).

26. Τι είναι τα κβάντα φωτός ή φωτόνια;

Μια δέσμη φωτός κατά τον Planck αποτελείται από μικρά πακέτα ενέργειας, που ονομάζονται κβάντα φωτός ή φωτόνια.

27. Όταν προσπίπτει φως πάνω στα μέταλλα, ποιο είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ενός ηλεκτρονίου με ένα από τα φωτόνια του φωτός;

Όταν προσπίπτει φως πάνω σε μέταλλα, τότε μεταφέρεται ενέργεια από ένα φωτόνιο σε ένα από τα ηλεκτρόνια του ατόμου του μετάλλου. Δηλαδή το ηλεκτρόνιο αλληλεπιδρά με ένα από τα φωτόνια του φωτός σαν να είναι το φωτόνιο σωματίδιο.

28. Η θεωρία των κβάντα αναιρεί τη κυματική φύση του φωτός;

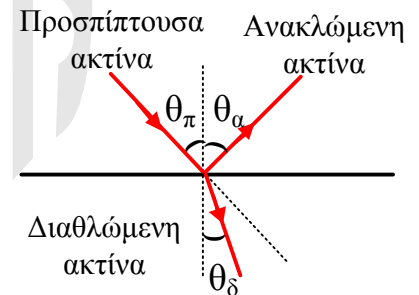
Η θεωρία των κβάντα δεν αναιρεί την κυματική φύση του φωτός. Το φωτόνιο έχει και κυματικές ιδιότητες, για παράδειγμα η ενέργεια του εξαρτάται από τη συχνότητα του, που είναι κατ' εξοχήν κυματική ιδιότητα.

ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

29. Να περιγράψετε τι συμβαίνει όταν μία φωτεινή δέσμη συναντήσει τη διαχωριστική επιφάνεια δύο οπτικών μέσων

Όταν μια φωτεινή δέσμη, που διαδίδεται σε ένα μέσο, συναντήσει τη διαχωριστική επιφάνεια που χωρίζει το αρχικό μέσο διάδοσης από ένα άλλο οπτικό μέσο, τότε ένα μέρος της συνεχίζει να διαδίδεται στο δεύτερο μέσο. Στο σχήμα βλέπουμε πώς ανακλώνται οι ακτίνες όταν προσπίπτουν σε μια λεία επιφάνεια, για παράδειγμα από τον αέρα στην επιφάνεια ενός γυαλιού. Η προσπίπτουσα και η ανακλώμενη ακτίνα σχηματίζουν, στο σημείο ανάκλασης, γωνίες θ_{π} και θ_{α} αντίστοιχα με την κάθετο προς την ανακλώσα επιφάνεια. Πειραματικά αποδεικνύεται ότι:

$$\theta_{\pi} = \theta_{\alpha}.$$



Οι ακτίνες που εισέρχονται στο γυαλί αλλάζουν διεύθυνση διάδοσης. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται διάθλαση. Όταν οι ακτίνες εισέρχονται από τον αέρα στο γυαλί, τότε οι διαθλώμενες ακτίνες πλησιάζουν την κάθετο στη διαχωριστική επιφάνεια ενώ, όταν εισέρχονται από το γυαλί στον αέρα, απομακρύνονται από την κάθετο.

30. Ποιοι νόμοι ισχύουν στην ανάκλαση και στην διάθλαση του φωτός;

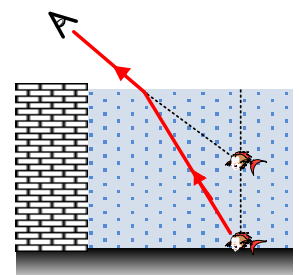
α. Η προσπίπτουσα ακτίνα, η ανακλώμενη, η διαθλώμενη και η κάθετη πάνω στην διαχωριστική επιφάνεια στο σημείο πρόσπτωσης βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.

β. Η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης.

γ. Όταν το φως προσπίπτει από οπτικά αραιότερο μέσο σε οπτικά πυκνότερο, η διαθλώμενη δέσμη πλησιάζει στην κάθετη διεύθυνση, ενώ όταν το φως προσπίπτει από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο, η διαθλώμενη δέσμη απομακρύνεται από την κάθετη.

31. Τι είναι η φαινομενική ανύψωση ενός αντικειμένου λόγω διάθλασης του φωτός

Στο πείραμα του σχήματος βλέπουμε ότι οι ακτίνες φωτός που προέρχονται από ένα αντικείμενο το οποίο βρίσκεται στον πυθμένα της πισίνας, όταν εξέρχονται από το νερό στον αέρα, εκτρέπονται από την πορεία τους και μας κάνουν να βλέπουμε το αντικείμενο πιο ψηλά από ό,τι πραγματικά βρίσκεται.



32. Ποιος είναι ο λόγος για τον οποίο το φως διαθλάται, καθώς διέρχεται από το ένα υλικό μέσο στο άλλο;

Ο λόγος για τον οποίο το φως διαθλάται είναι ότι η ταχύτητα του έχει διαφορετικές τιμές στα δύο μέσα.

33. Τι ονομάζεται δείκτης διάθλασης (n) του υλικού μέσου;

Το φως διαδίδεται στο κενό με ταχύτητα $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s. Μέσα όμως σε κάποιο υλικό, η ταχύτητα του φωτός είναι πάντα μικρότερη από τη c_0 . Ορίζουμε δείκτη διάθλασης n του υλικού μέσου το πηλίκο της ταχύτητας c_0 του φωτός στο κενό προς την ταχύτητα c μέσα σε κάποιο υλικό. Ισχύει δηλαδή:

$$n = \frac{\text{ταχύτητα του φωτός στο κενό}}{\text{ταχύτητα του φωτός στο μέσο}} = \frac{c_0}{c}$$

Σημείωση

Επειδή η ταχύτητα του φωτός μέσα σε ένα υλικό είναι πάντα μικρότερη από την ταχύτητα στο κενό, ο δείκτης διάθλασης για οποιοδήποτε υλικό θα είναι πάντα μεγαλύτερος από τη μονάδα, ενώ για το κενό ισχύει $n = 1$.

34. Γιατί όταν το φως διέρχεται από ένα υλικό σε κάποιο άλλο, η συχνότητα f του κύματος παραμένει αμετάβλητη;

Τούτο γίνεται σαφές, αν σκεφτούμε το εξής: ο αριθμός των κυμάτων που καταφθάνουν στη διαχωριστική επιφάνεια, ανά μονάδα χρόνου, πρέπει να ισούται με τον αριθμό των κυμάτων που την εγκαταλείπουν ανά μονάδα χρόνου. Αν δεν συνέβαινε αυτό, η διαχωριστική επιφάνεια έπρεπε να δημιουργεί νέα κύματα ή να εξαφανίζει τα ήδη υπάρχοντα. Δεν έχει παρατηρηθεί όμως τέτοιος μηχανισμός, που σημαίνει ότι η συχνότητα παραμένει σταθερή, καθώς το φως διέρχεται από τη διαχωριστική επιφάνεια.

35. Να αποδείξετε τη σχέση που συνδέει το μήκος κύματος λ του φωτός σε ένα υλικό με δείκτη διάθλασης n με το μήκος κύματος του ίδιου φωτός στο κενό λ_0 .

Εφαρμόζοντας τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής έχουμε διαδοχικά:

$c_0 = \lambda_0 \cdot f$ για το κενό και $c = \lambda \cdot f$ για οπτικό μέσο διαφορετικό του κενού.

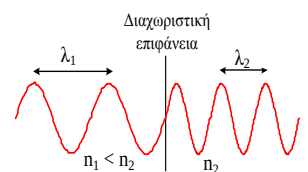
Διαιρώντας τις δύο σχέσεις κατά μέλη προκύπτει: $\frac{c_0}{c} = \frac{\lambda_0 f}{\lambda f} \Rightarrow \frac{c_0}{c} = \frac{\lambda_0}{\lambda}$, όμως $\frac{c_0}{c} = n$, οπότε παίρνουμε:

$$n = \frac{\lambda_0}{\lambda}. \text{ Τελικά ισχύει: } \lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

36. Φως διαδίδεται σε δύο οπτικά υλικά μέσα με δείκτες διάθλασης n_1 και n_2 με $n_1 < n_2$. Να αποδείξετε τη σχέση που συνδέει τα μήκη κύματος λ_1 και λ_2 με τους δείκτες διάθλασης. Τι συμπέρασμα βγάξετε;

Για το μήκος κύματος λ_1 στο μέσο με δείκτη διάθλασης n_1 , θα ισχύει: $\lambda_1 = \frac{\lambda_0}{n_1}$ (1)

Για το μήκος κύματος λ_2 στο μέσο με δείκτη διάθλασης n_2 θα ισχύει: $\lambda_2 = \frac{\lambda_0}{n_2}$ (2)



Διαιρώντας τις (1) και (2) κατά μέλη, παίρνουμε: $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$

Επειδή $n_1 < n_2$ θα είναι $\frac{n_2}{n_1} > 1$, οπότε: $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} > 1$ ή $\lambda_1 > \lambda_2$

Από την τελευταία σχέση προκύπτει ότι:

Το μήκος κύματος του φωτός έχει μεγαλύτερη τιμή στο οπτικά αραιότερο μέσο και μικρότερη τιμή στο οπτικά πυκνότερο μέσο.

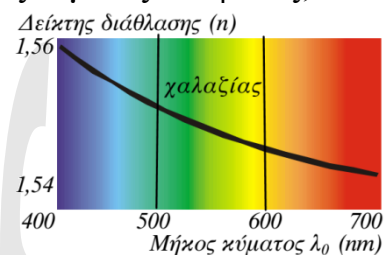
Σημειώσεις:

- Επειδή για το κενό είναι εξ ορισμού $n = 1$, το μήκος κύματος θα έχει τη μεγαλύτερη τιμή λ_0 στο κενό.
- Όταν το φως διέρχεται από οπτικά αραιότερο σε οπτικά πυκνότερο μέσο, ισχύει: αν $n_1 < n_2$ και $\lambda_1 > \lambda_2$.
- Το οπτικά πυκνότερο μέσο είναι αυτό που έχει τον μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης.
- Όταν το φως διαδίδεται σε ένα οπτικό μέσο, διατηρεί αμετάβλητα την ταχύτητα, το μήκος κύματος και τη συχνότητα, ενώ, όταν αλλάζει οπτικό μέσο, τότε αλλάζουν η ταχύτητα και το μήκος κύματος, αλλά διατηρείται σταθερή η συχνότητα, που είναι και η συχνότητα της πηγής που παράγει το φως.
- Ο δείκτης διάθλασης του αέρα είναι περίπου ένα.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΥΚΟΥ ΦΩΤΟΣ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑΤΑ

37. Ο δείκτης διάθλασης ενός υλικού οπτικού μέσου εξαρτάται από το μήκος κύματος του φωτός;

Η ταχύτητα του φωτός στο κενό είναι η ίδια για όλα τα μήκη κύματος, αλλά η ταχύτητα του σε ένα υλικό οπτικό μέσο είναι διαφορετική για διαφορετικά μήκη κύματος. Επομένως ο δείκτης διάθλασης του μέσου δεν είναι σταθερός, αλλά εξαρτάται από το μήκος κύματος του φωτός. Στο σχήμα φαίνεται η εξάρτηση του δείκτη διάθλασης ενός οπτικού υλικού (χαλαζία) από το μήκος κύματος. Η τιμή του n μειώνεται, καθώς αυξάνεται η τιμή του μήκους κύματος. Φως μεγαλύτερου μήκους κύματος έχει μεγαλύτερη ταχύτητα σ' ένα μέσο από φως μικρότερου μήκους κύματος.

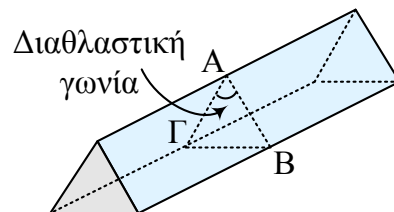


38. Τι ονομάζεται διασκεδασμός;

Η εξάρτηση της ταχύτητας του φωτός και του δείκτη διάθλασης από το μήκος κύματος στο κενό, ονομάζεται διασκεδασμός.

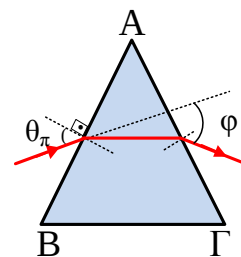
39. Τι ονομάζουμε οπτικό πρίσμα;

Το οπτικό πρίσμα είναι ένα γυάλινο τριγωνικό πρίσμα (ή από κάποιο άλλο διαφανές υλικό) το οποίο χρησιμοποιείται στην οπτική για τη μελέτη του φαινομένου της ανάλυσης του φωτός. Αν φέρουμε ένα επίπεδο που να κόβει κάθετα το πρίσμα, η τομή του επιπέδου με το πρίσμα θα είναι ένα τρίγωνο. Το τρίγωνο αυτό λέγεται **κύρια τομή** του πρίσματος. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένα οπτικό πρίσμα και το τρίγωνο $AB\Gamma$ είναι μια κύρια τομή του πρίσματος.



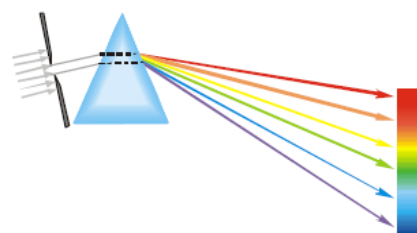
40. Πώς προκαλείται η εκτροπή (αλλαγή κατεύθυνσης) μιας μονοχρωματικής ακτίνας φωτός από ένα πρίσμα;

Στο σχήμα έχουμε μια τέτοια ακτίνα φωτός, που προσπίπτει πλάγια στην αριστερή επιφάνεια ενός πρίσματος. Επειδή ο δείκτης διάθλασης του πρίσματος είναι μεγαλύτερος από το δείκτη διάθλασης του οπτικού μέσου που το περιβάλλει, η ακτίνα διαθλάται προσεγγίζοντας την κάθετη, ενώ, όταν η ακτίνα εξέρχεται από το πρίσμα, απομακρύνεται από την κάθετη. Βλέπουμε ότι η εξερχόμενη ακτίνα έχει εκτραπεί τελικά από την αρχική της πορεία κατά γωνία ϕ . Η γωνία ϕ ονομάζεται γωνία εκτροπής.



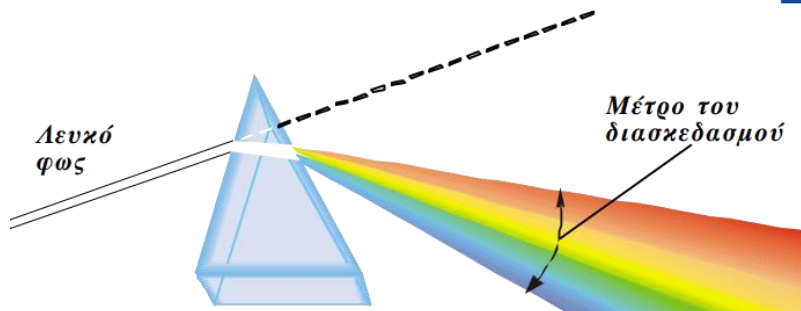
41. Τι ονομάζουμε ανάλυση του λευκού φωτός από πρίσμα;

Έστω ότι έχουμε μια δέσμη λευκού φωτός που προσπίπτει πάνω σε ένα πρίσμα (σχήμα). Παρατηρούμε ότι η δέσμη αυτή υφίσταται εκτροπή και ταυτόχρονα διαχωρισμό στα επί μέρους χρώματα (ακτινοβολίες) από τα οποία αποτελείται. Το φαινόμενο αυτό ονομάζουμε ανάλυση του λευκού φωτός διά μέσου πρίσματος. Όταν το φως αναδύεται από το πρίσμα, διασκορπίζεται σε μια δέσμη σχήματος βεντάλιας.



Δηλαδή, το λευκό φως αναλύεται σε μια πολύχρωμη συνεχή ταινία, που περιλαμβάνει τα γνωστά χρώματα. Η ταινία αυτή ονομάζεται φάσμα του λευκού φωτός. Λέμε ότι το φως «διασκεδάζεται σε ένα φάσμα».

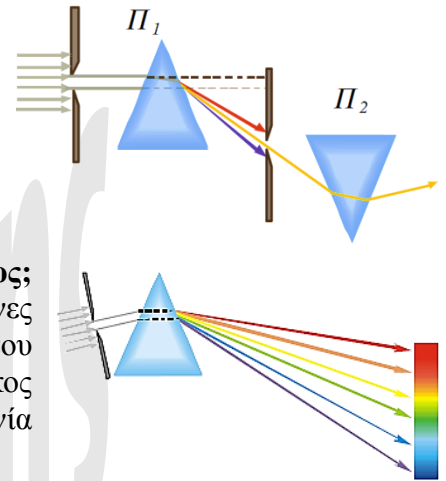
Τα χρώματα του φάσματος, κατά σειρά μείωσης του μήκους κύματος είναι: ερυθρό, πορτοκαλί, κίτρινο, πράσινο, κυανό και ιώδες (σχήμα).



42. Ποιες είναι οι ιδιότητες των χρωμάτων (ακτινοβολιών) στην ανάλυση του λευκού φωτός:

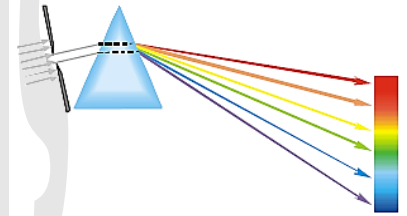
☞ Κάθε χρώμα (ακτινοβολία) του λευκού φωτός δεν αναλύεται σε άλλα απλούστερα.

☞ Αν ανασυνθέσουμε τα χρώματα (ακτινοβολίες) του λευκού φωτός, θα αναπαράγουμε το λευκό φως.



43. Ποια η σχέση της εκτροπής κάθε ακτινοβολίας με το μήκος κύματος;

Παρατηρώντας την εικόνα του σχήματος, βλέπουμε ότι οι ιώδεις ακτίνες εκτρέπονται περισσότερο, ενώ οι ερυθρές λιγότερο από τις άλλες που βρίσκονται ανάμεσά τους, δηλαδή η γωνία εκτροπής εξαρτάται από το μήκος κύματος και μάλιστα όσο πιο μεγάλο μήκος κύματος τόσο μικρότερη γωνία εκτροπής.



44. Ποια χαρακτηριστικά εμφανίζει το φως σε σχέση με τη διάδοση του σε οπτικά μέσα;

α. Κάθε μονοχρωματική ακτίνα φωτός, όταν διαδίδεται σε ένα συγκεκριμένο οπτικό μέσο, χαρακτηρίζεται από ένα μοναδικό μήκος κύματος, που είναι η ταυτότητα του χρώματος για το μέσο αυτό

β. Ο δείκτης διάθλασης του οπτικού μέσου έχει διαφορετική τιμή για κάθε χρώμα (ακτινοβολία).

γ. Η γωνία εκτροπής κάθε χρώματος, όταν αυτό διέρχεται από οπτικό μέσο, εξαρτάται από το μήκος κύματος του χρώματος, και όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος κύματος τόσο μικρότερη είναι η γωνία εκτροπής (και μικρότερος ο δείκτης διάθλασης).

Παρατηρήσεις

α. Το μέγεθος του διασκεδασμού εξαρτάται από τη διαφορά μεταξύ των δεικτών διάθλασης για το ιώδες και για το ερυθρό φως.

β. Η εκτροπή κάθε χρώματος που προκαλείται από το πρίσμα αυξάνεται, αυξανόμενου του δείκτη διάθλασης ή μειωμένου του μήκους κύματος.

γ. Οι ακτινοβολίες του φάσματος του λευκού φωτός:

1. Στο κενό διαδίδονται όλες με την ίδια ταχύτητα

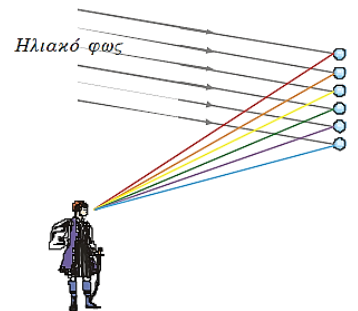
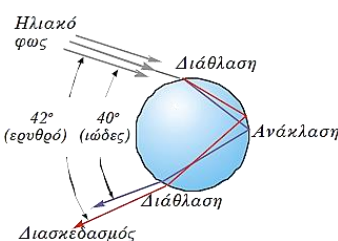
2. Μέσα στα οπτικά μέσα διαδίδονται με διαφορετική ταχύτητα, και όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος κύματος τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα.

δ. Είναι ορθότερο να ορίζονται οι διάφορες ακτινοβολίες με βάση τη συχνότητα παρά με βάση το μήκος κύματος, διότι η συχνότητα της ακτινοβολίας είναι **ορισμένη**, ενώ το μήκος κύματος **εξαρτάται από το μέσο στο οποίο διαδίδεται** αυτή. Δηλαδή μία κόκκινη ακτινοβολία παραμένει κόκκινη όπου κι αν διαδίδεται αφού το χρώμα είναι χαρακτηριστικό της συχνότητας η οποία παραμένει σταθερή κατά την μετάβαση από ένα οπτικό μέσο σε ένα άλλο.

45. Τι είναι το ουράνιο τόξο και πώς σχηματίζεται;

α. Το ουράνιο τόξο είναι ένα έγχρωμο (χρώματα της ίριδας) τόξο, που βλέπει ο παρατηρητής στον ουρανό, όταν έχει τον ήλιο πίσω του, όχι σε πολύ μεγάλο ύψος (όχι μεγαλύτερο από 40°) και εμπρός του υπάρχει νέφος με μικρές σταγόνες νερού,

β. Το φως, όπως έρχεται πίσω από τον παρατηρητή, αφού διαθλασθεί και υποστεί ολική ανάκλαση στις μικρές σταγόνες της βροχής, εξέρχεται από αυτές και κατευθύνεται προς τα μάτια του. Ο διασκεδασμός προκαλεί τη διάθλαση των χρωμάτων σε διαφορετικές γωνίες και έτσι έχουμε την ανάλυση του φωτός στα χρώματα της ίριδας.



ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

46. Ποια ακτινοβολία ονομάζεται υπεριώδης;

Το συνεχές φάσμα που παίρνουμε, όταν αναλύουμε με το φασματοσκόπιο το λευκό φως, τελειώνει στο ένα άκρο με ιώδες φως, ενώ στο άλλο με ερυθρό. Το ορατό φως, δηλαδή τα μήκη κύματος που αντιλαμβάνεται το μάτι μας, έχει όρια και τα χρώματα του έχουν μήκη κύματος που κυμαίνονται μεταξύ 400 nm του ιώδους και 700 nm του ερυθρού. Αυτό όμως δε σημαίνει ότι το φάσμα του λευκού φωτός, που εκπέμπει η φωτεινή πηγή, περιορίζεται σε αυτά τα όρια. Εκτός από την ακτινοβολία της ορατής περιοχής του φάσματος, υπάρχει και ακτινοβολία αόρατη, η οποία βρίσκεται πέρα από την ιώδη περιοχή. Η ακτινοβολία αυτή ονομάζεται υπεριώδης ακτινοβολία.

Η υπεριώδης ακτινοβολία αποτελείται από ακτινοβολίες που έχουν μήκη κύματος μικρότερα των 400 nm και μεγαλύτερα του 1 nm περίπου.

47. Ποιες είναι οι ιδιότητες της υπεριώδους ακτινοβολίας;

Αν και η υπεριώδης ακτινοβολία δεν είναι ορατή με γυμνό μάτι, μερικές από τις ιδιότητες της μας πληροφορούν για την ύπαρξη της:

α. Προκαλεί αμαύρωση των φωτογραφικών πλακών.

β. Προκαλεί το φθορισμό σε διάφορα σώματα, όταν δηλαδή προσπίπτει σε ορισμένα σώματα, τότε αυτά εκπέμπουν χαρακτηριστικές ορατές ακτινοβολίες.

γ. Συμμετέχει στη μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.

δ. Όταν απορροφάται από υλικά σώματα (όπως άλλωστε και οι ακτίνες οποιουδήποτε άλλου χρώματος), προκαλεί τη θέρμανση τους.

ε. Υπεριώδης ακτινοβολία με πολύ μικρό μήκος κύματος προκαλεί βλάβες στα κύτταρα του δέρματος, οι οποίες μπορεί να είναι τέτοιες, ώστε να οδηγήσουν και στην εμφάνιση καρκίνου. Κατά τη διάρκεια της ηλιοθεραπείας το μαύρισμα του δέρματος οφείλεται στη μελανίνη που παράγει ο οργανισμός, για να προστατευθεί από την υπεριώδη ακτινοβολία.

στ. Χρησιμοποιείται στην Ιατρική για πλήρη αποστείρωση διαφόρων εργαλείων.

48. Με ποιο τρόπο αντιλαμβανόμαστε ότι πέρα από την ερυθρή περιοχή του φάσματος του ορατού φωτός υπάρχει αόρατη υπέρυθρη ακτινοβολία;

Αναλύοντας το λευκό φως ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως πάνω σε πέτασμα, παίρνουμε το φάσμα του. Αν τοποθετήσουμε ένα ευαίσθητο θερμόμετρο πάνω στο πέτασμα και το μετακινήσουμε από το ιώδες προς το ερυθρό, θα παρατηρήσουμε τη θερμοκρασία του να αυξάνεται. Πιο πέρα από το ερυθρό, η ένδειξη είναι α-κόμη μεγαλύτερη. Μετά την ερυθρή περιοχή του φάσματος, υπάρχει αόρατη ακτινοβολία που προκαλεί έντονη αύξηση της θερμοκρασίας των στερεών και υγρών σωμάτων. Η ακτινοβολία αυτή ονομάζεται υπέρυθρη ακτινοβολία. Οι υπέρυθρες ακτινοβολίες έχουν μήκη κύματος που κυμαίνονται μεταξύ 700 nm και 10^6 nm.

49. Πώς ονομάζονται τα όργανα με τα οποία ανιχνεύεται η υπέρυθρη ακτινοβολία και σε ποια αρχή βασίζεται η λειτουργία τους;

Επειδή η υπέρυθρη ακτινοβολία είναι αόρατη, για την ανίχνευση της υπάρχουν ειδικά όργανα, οι **φωρατές**. Η αρχή λειτουργίας των φωρατών βασίζεται στην απορρόφηση ενέργειας των υπέρυθρων ακτινοβολιών και, στη συνέχεια, στη μετατροπή της σε άλλες μορφές.

50. Να αναφέρετε μερικές από τις ιδιότητες των υπέρυθρων ακτινοβολιών.

α. Απορροφώνται επιλεκτικά από διάφορα σώματα και προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας τους.

β. Διέρχονται μέσα από την ομίχλη και τα σύννεφα (δεν απορροφούνται από αέρια).

γ. Δεν έχουν χημική δράση και δεν προκαλούν φωσφορισμό.

51. Πού βασίζεται η χρήση των υπέρυθρων; Να αναφέρετε δύο εφαρμογές των υπέρυθρων.

α. Η χρήση των υπέρυθρων βασίζεται στην εκλεκτικότητα τους να απορροφώνται από την ύλη.

- β. 1.** Η υπέρυθρος ακτινοβολία, χρησιμοποιείται στην Ιατρική. Για παράδειγμα, δέσμη υπέρυθρης ακτινοβολίας μεταδίδει θερμότητα σε ορισμένη περιοχή του σώματος.
- 2.** Επίσης χρησιμοποιείται στη φωτογράφιση ακόμη και όταν υπάρχει συννεφιά ή ομίχλη με ειδικές φωτογραφικές μηχανές.

Παρατηρήσεις μεθοδολογία για την λύση των ασκήσεων

- ☞ Το φως στο κενό έχει τη μέγιστη ταχύτητα του, που είναι: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
 - ☞ Το κενό έχει δείκτη διάθλασης $n = 1$. Ίδια τιμή παίρνουμε και για το δείκτη διάθλασης του αέρα.
 - ☞ Όταν μονοχρωματικό φως περνάει από το κενό (ή τον αέρα) σε οπτικό μέσο με δείκτη διάθλασης (n), η ταχύτητα στο οπτικό μέσο και το μήκος κύματος δίνονται από τις σχέσεις:
- $$c = \frac{c_0}{n} \text{ και } \lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$
- ☞ Η συχνότητα f δε μεταβάλλεται όταν το φως περνάει από ένα οπτικό μέσο σε άλλο οπτικό μέσο. Από τη σχέση $E = h \cdot f$ φαίνεται ότι και η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας δε θα μεταβάλλεται όταν το φως περνάει από ένα μέσο σε άλλο μέσο,
 - Για το κενό και για ένα οπτικό μέσο η θεμελιώδης εξίσωση της κυματικής είναι:
- $$c_0 = \lambda_0 \cdot f, \quad c = \lambda \cdot f$$
- ☞ Όταν το φως διαδίδεται σε δύο διαφορετικά μέσα με δείκτες διάθλασης n_1 και n_2 αντίστοιχα, θα ισχύει η σχέση:
- $$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$
- Έτσι αν $n_1 < n_2$ θα είναι $\lambda_1 > \lambda_2$ και αν $n_1 > n_2$ θα είναι $\lambda_1 < \lambda_2$.
- ☞ Αν c_1, c_2 η ταχύτητα του φωτός σε δύο οπτικά μέσα, θα ισχύει η σχέση: $\frac{c_1}{c_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$
 - ☞ Η ισχύς δίνεται από την σχέση $P = \frac{E_{\text{ολ}}}{t}$ και για μία μονοχρωματική δέσμη N φωτονίων ισχύει η σχέση:
- $$E_{\text{ολ}} = NE_{\text{φ}} \text{ οπότε προκύπτει και η σχέση } P = \frac{NE_{\text{φ}}}{t} \Rightarrow P = \frac{Nhf}{t}$$
- Από την τελευταία σχέση μπορούμε να βρούμε και τον ρυθμό με τον οποίο εκπέμπει φωτόνια μία πηγή.
- $$P = \frac{Nhf}{t} \Rightarrow \frac{N}{t} = \frac{P}{hf}$$
- ☞ Ο τύπος της θερμιδομετρίας που συνδέει την απορροφούμενη ενέργεια (με μορφή θερμότητας), ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία μίας μάζας υγρού, ειδικής θερμότητας c , κατά $\Delta\theta$ είναι: $Q_v = m_v c_v \Delta\theta$ όπου ο δείκτης (v) σημαίνει υγρό. Για το νερό $c_v = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} = 4,18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C} \approx 4,18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$.
 - Προσοχή στη μονάδα της μάζας που συνήθως δίνεται σε kg θα πρέπει να την μετατρέπουμε σε g ώστε να γίνεται απλοποίηση με τα g που υπάρχουν στην σταθερά c_v .
 - Σημείωση: Αν το υγρό δεν απορροφά ολόκληρη την ακτινοβολία, αλλά ένα μέρος της, τότε ισχύει: $Q_v = E_{\text{ολ}} \cdot \alpha\%$ όπου $\alpha\%$ το ποσοστό που απορροφά από την προσπίπτουσα ακτινοβολία το υγρό.
 - ☞ Το ποσοστό μεταβολής ενός μεγέθους δίνεται από την σχέση $\pi = \frac{\text{τελική τιμή} - \text{αρχική τιμή}}{\text{αρχική τιμή}} \cdot 100\%$ έτσι
- λοιπόν αν το αποτέλεσμα είναι θετικό λέμε ότι έχουμε αύξηση κατά $\alpha\%$, ενώ αν το αποτέλεσμα βγει αρνητικό λέμε ότι έχουμε μείωση κατά $\alpha\%$ (παραλείποντας το μείον (-)).
- ☞ Αν ένα μέγεθος με τιμή A_1 αυξάνεται ή μειώνεται κατά ποσοστό $\alpha\%$, τότε η νέα του τιμή A_2 δίνεται από την σχέση: $A_2 = A_1 \pm \frac{\alpha}{100} A_1$ (το (+) για την αύξηση και το (-) για την μείωση).

ΛΥΜΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ Β ΘΕΜΑΤΟΣ.

Π.1. Μονοχρωματική ακτίνα φωτός διαδίδεται σε ένα υλικό που έχει δείκτη διάθλασης 1,4 έχοντας μήκος κύματος στο υλικό 500 nm. Το χρώμα της ακτίνας φωτός είναι:

- α.** ερυθρό. **β.** πράσινο. **γ.** μπλε.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Δίνονται τα μήκη κύματος των τριών χρωμάτων στο κενό:

ερυθρό 700 nm, πράσινο 500 nm και μπλε 450 nm. **(ΕΝ.ΕΠ.2004)**

Λύση

Σωστή απάντηση είναι η **α**.

Το χρώμα μιας ακτινοβολίας χαρακτηρίζεται από το μήκος κύματος που έχει αυτή στο κενό. Έτσι:

$$n = \frac{\lambda_0}{\lambda} \Rightarrow \lambda_0 = n\lambda \Rightarrow \lambda_0 = 1,4 \cdot 500 \text{ nm} \Rightarrow \lambda_0 = 700 \text{ nm}.$$

Άρα σύμφωνα με τις παραπάνω τιμές το χρώμα είναι ερυθρό.

Π.2. Δύο ακτίνες φωτός, μια κόκκινη και μια ιώδης, όταν διαδίδονται στο κενό έχουν μήκη κύματος $\lambda_{01} = 700 \text{ nm}$ και $\lambda_{02} = 400 \text{ nm}$ αντίστοιχα. Η κόκκινη ακτίνα φωτός εισέρχεται σε οπτικό μέσο με δείκτη

$$\text{διάθλασης } n = \frac{7}{4}.$$

A. Το μήκος κύματος αυτής της ακτίνας μέσα στο οπτικό μέσο θα είναι

- α.** 700 nm. **β.** 400 nm. **γ.** 500 nm.

B. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Γ. Το χρώμα αυτής της ακτίνας μέσα στο οπτικό μέσο θα είναι

- α.** κόκκινο. **β.** ιώδες. **γ.** λευκό.

Δ. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **(ΕΣ.ΕΠ2004)**

Λύση

A. Σωστή απάντηση είναι η **β**.

$$\text{Για το μήκος κύματος ισχύει: } \lambda_1 = \frac{\lambda_{01}}{n} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{700}{\frac{7}{4}} \text{ nm} \Rightarrow \lambda_1 = 400 \text{ nm}$$

Γ. Σωστή απάντηση είναι η **α**.

Το χρώμα κάθε ακτινοβολίας εξαρτάται από την συχνότητα (ή αλλιώς η συχνότητα καθορίζει το χρώμα). Η συχνότητα όμως κατά την μετάβαση από ένα οπτικό μέσο σε ένα άλλο δεν αλλάζει, έτσι δεν θα αλλάξει και το χρώμα και θα παραμείνει και μέσα στο οπτικό μέσο κόκκινη.

Π.3. Μονοχρωματικό φως, που διαδίδεται στον αέρα, εισέρχεται ταυτόχρονα σε δύο οπτικά υλικά του ίδιου πάχους d κάθετα στην επιφάνειά τους, όπως φαίνεται στο σχήμα. Οι δείκτες διάθλασης των δύο υλικών είναι n_1 και n_2 με $n_1 > n_2$.

A. Αν t_1 και t_2 είναι οι χρόνοι διάδοσης του φωτός στα δύο υλικά αντίστοιχα, τότε:

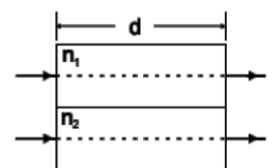
- α.** $t_1 = t_2$ **β.** $t_1 > t_2$ **γ.** $t_1 < t_2$

B. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. **(ΕΣ.2005)**

Λύση

Σωστή απάντηση είναι η **β**.

$$\text{Για τον χρόνο διέλευσης μιας ακτινοβολίας από ένα πλακίδιο πάχους } d \text{ ισχύει: } c = \frac{d}{t} \Rightarrow \frac{c_0}{n} = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{nd}{c_0}.$$



Άρα θα έχουμε: $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{n_1 d}{c_0}}{\frac{n_2 d}{c_0}} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{n_1}{n_2}$ και επειδή $n_1 > n_2 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} > 1$ οπότε και $\frac{t_1}{t_2} > 1 \Rightarrow t_1 > t_2$.

Π.4. Μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται στο κενό σε απόσταση κατά 50% μεγαλύτερη από την απόσταση που διαδίδεται σε διαφανές οπτικό μέσο στον ίδιο χρόνο. Ο δείκτης διάθλασης του οπτικού μέσου για την ακτινοβολία αυτή είναι:

α. $\frac{3}{2}$ **β.** 3 **γ.** 2.

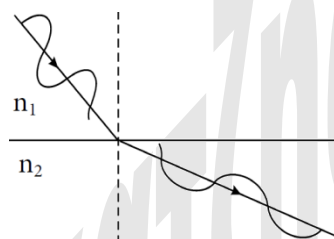
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (ΕΝ.ΕΠ.2005)

Λύση

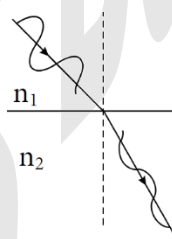
Σωστή απάντηση είναι η **α**.

Αν d_0 η απόσταση που διανύει η ακτινοβολία στο κενό και d η απόσταση που διανύει η ίδια ακτινοβολία σε κάποιο υλικό, ισχύει: $d_0 = d + \frac{50}{100}d = d + 0,5d \Rightarrow d_0 = 1,5d \Rightarrow \frac{c_0}{t} = 1,5 \frac{c}{t} \Rightarrow c_0 = 1,5c \Rightarrow \frac{c_0}{c} = 1,5 \Rightarrow n = 1,5$

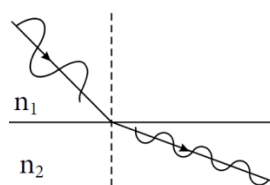
Π.5. Δέσμη φωτός διέρχεται από οπτικό μέσο με δείκτη διάθλασης n_1 σε οπτικό μέσο με δείκτη διάθλασης n_2 .



Σχήμα i



Σχήμα ii



Σχήμα iii

A. Αν ισχύει $n_2 < n_1$, τότε το σωστό σχήμα που περιγράφει την πορεία του κύματος είναι το

α. i. **β.** ii. **γ.** iii.

B. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (ΕΣ.ΕΠ.2005)

Λύση

Σωστή απάντηση είναι η **α**.

Η δέσμη μεταβαίνει από οπτικώς πυκνότερο μέσο (n_1) σε οπτικώς αραιότερο μέσο (n_2), άρα η διαθλώμενη θα πρέπει να αποκλίνει από την κάθετο όπως συμβαίνει στο σχήμα i.

Π.6. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με συχνότητα $5 \cdot 10^{14}$ Hz διαδίδεται στο κενό με ταχύτητα $3 \cdot 10^8$ m/s. Δεδομένου ότι $1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm}$, η ακτινοβολία

α. είναι ορατή. **β.** είναι υπεριώδης. **γ.** είναι υπέρυθρη.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (ΕΝ.2006)

Λύση

Σωστή απάντηση είναι η **α**.

Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό είναι:

$$c_0 = \lambda_0 f \Rightarrow \lambda_0 = \frac{c_0}{f} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{14}} \text{ m} \Rightarrow \lambda_0 = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow \lambda_0 = 600 \text{ nm}$$

Τα όρια της ορατής ακτινοβολίας είναι $400 \text{ nm} \leq \lambda_0 \leq 700 \text{ nm}$, οπότε είναι ορατή η παραπάνω ακτινοβολία.

Π.7. Στο σχήμα φαίνεται ένα ενυδρείο με ένα ψάρι. Το μάτι μιας γάτας παρατηρεί το ψάρι.

A. Η σωστή πορεία της φωτεινής ακτίνας από το ψάρι στο μάτι της γάτας είναι η

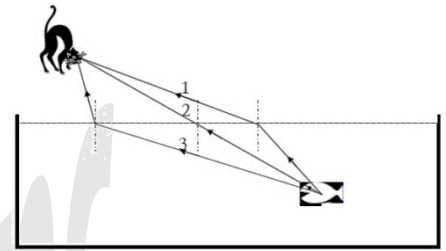
- α.** 1. **β.** 2. **γ.** 3.

B. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (Εσπερ. 2006)

Λύση

Σωστή απάντηση είναι η **α**.

Η δέσμη από το ψάρι που βρίσκεται σε πυκνότερο μέσο καταλήγει στην γάτα στο αραιότερο μέσο, έτσι η γωνία πρόσπτωσης θα πρέπει να είναι μικρότερη από την γωνία διάθλασης, κάτι που συμβαίνει στην πορεία της ακτίνας 1.



Π.8. Μονοχρωματική ακτίνα φωτός εισέρχεται από το διαφανές οπτικό μέσο A στο διαφανές οπτικό μέσο B, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Για τις ταχύτητες διάδοσης του φωτός στα δύο μέσα ισχύει:

- α.** $c_A = c_B$. **β.** $c_A > c_B$. **γ.** $c_A < c_B$.

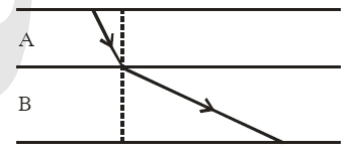
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (ΕΝ.ΕΠ.2006)

Λύση

Σωστή απάντηση είναι η **γ**.

Στο σχήμα βλέπουμε ότι κατά την μετάβαση από το υλικό A στο υλικό B η διαθλώμενη αποκλίνει από την

κάθετο, οπότε το υλικό B είναι οπτικώς αραιότερο από το υλικό A, συνεπώς: $n_A > n_B \Rightarrow \frac{c_0}{c_A} > \frac{c_0}{c_B} \Rightarrow c_A < c_B$.



Π.9. Δύο μονοχρωματικές ακτινοβολίες (A) και (B) διαδίδονται στο κενό με μήκη κύματος λ_A και λ_B αντίστοιχα, για τα οποία ισχύει η σχέση $\lambda_A = 2\lambda_B$. Αν είναι γνωστό ότι το ανθρώπινο μάτι αντιλαμβάνεται ακτινοβολίες με μήκη κύματος από 400 nm έως 700 nm και η ακτινοβολία (A) είναι ορατή, τότε η ακτινοβολία (B) είναι

- α.** ορατή. **β.** υπεριώδης. **γ.** υπέρυθη.

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμα.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. (ΕΝ.ΕΠ.2008)

Λύση

Σωστή απάντηση είναι η **β**.

Για την ακτινοβολία A αφού είναι ορατή ισχύει:

$400 \text{ nm} \leq \lambda_A \leq 700 \text{ nm} \Rightarrow 400 \text{ nm} \leq 2\lambda_B \leq 700 \text{ nm} \Rightarrow 200 \text{ nm} \leq \lambda_B \leq 350 \text{ nm}$ και επειδή τα όρια της υπεριώδους ακτινοβολίας είναι από 1 nm έως 400 nm συμπεραίνουμε ότι η ακτινοβολία B είναι υπεριώδης.

Π.10. Μία μονοχρωματική ακτινοβολία έχει μήκος κύματος στον αέρα λ_0 . Όταν η ακτινοβολία από τον αέρα εισέρχεται στο οπτικό μέσο 1, το μήκος κύματός της μειώνεται στα $\frac{3}{4}$ της αρχικής του τιμής, ενώ, όταν η ακτινοβολία εισέρχεται από τον

αέρα στο οπτικό μέσο 2, το μήκος κύματός της μειώνεται κατά το $\frac{1}{3}$ της αρχικής του

τιμής. Όταν η ακτινοβολία αυτή μεταβαίνει από το οπτικό μέσο 1 στο οπτικό μέσο 2, ακολουθεί την πορεία

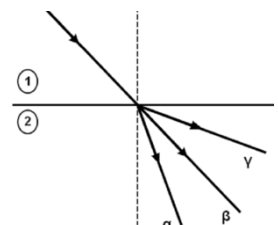
- 1.** α **2.** β **3.** γ

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (ΕΝ.2012)

Λύση

Σωστή απάντηση είναι η **1**.



Για το μήκος κύματος στο υλικό 1 ισχύει $\lambda_1 = \frac{3}{4}\lambda_0$ αφού το μήκος κύματός μειώνεται στα $\frac{3}{4}$ της αρχικής του τιμής.

Για το υλικό 2 ισχύει $\lambda_2 = \lambda_0 - \frac{1}{3}\lambda_0 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{2}{3}\lambda_0$ αφού το μήκος κύματός μειώνεται κατά το $\frac{1}{3}$ της αρχικής του τιμής. Έτσι: $\lambda_1 = \frac{3}{4}\lambda_0 \Rightarrow \frac{\lambda_0}{\lambda_1} = \frac{4}{3} \Rightarrow n_1 = \frac{4}{3}$ και $\lambda_2 = \frac{2}{3}\lambda_0 \Rightarrow \frac{\lambda_0}{\lambda_2} = \frac{3}{2} \Rightarrow n_2 = \frac{3}{2}$

Άρα $n_2 > n_1$ δηλαδή η ακτίνα κατευθύνεται από αραιότερο σε πυκνότερο μέσο, οπότε η ακτίνα θα πρέπει να συγκλίνει προς την κάθετο, συνεπώς είναι η ακτίνα α.

ΛΥΜΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ Γ ΚΑΙ Δ ΘΕΜΑΤΟΣ

Π.11. Μία ακτινοβολία έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 750 \text{ nm}$ και διαδίδεται με ταχύτητα $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ στο κενό. Να βρείτε:

α. το χρόνο που χρειάζεται η ακτινοβολία για να διανύσει την απόσταση Ήλιου – Γης, η οποία είναι $s = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$.

β. τη συχνότητα της ακτινοβολίας

γ. την ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας.

δ. τη συχνότητα και το μήκος κύματος της ακτινοβολίας αυτής σε ένα μέσο που το φως διαδίδεται με ταχύτητα $c = 2,4 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Για τις πράξεις σας θεωρήστε την σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Λύση

α. Αν t ο χρόνος που χρειάζεται η ακτινοβολία για να διανύσει την απόσταση Ήλιου – Γης, θα είναι:

$$c_0 = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{c_0} \Rightarrow t = \frac{1,5 \cdot 10^{11}}{3 \cdot 10^8} \text{ s} \Rightarrow \mathbf{t = 500 \text{ s}}$$

β. Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής θα έχουμε:

$$c_0 = \lambda_0 f \Rightarrow f = \frac{c_0}{\lambda_0} \Rightarrow f = \frac{3 \cdot 10^8}{750 \cdot 10^{-9}} \text{ Hz} \Rightarrow \mathbf{f = 4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}$$

γ. Η ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας δίνεται από τη σχέση:

$$E = hf \Rightarrow E = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 4 \cdot 10^{14} \text{ J} \Rightarrow E = 26,4 \cdot 10^{-20} \text{ J}.$$

δ. Η συχνότητα μιας ακτινοβολίας δε μεταβάλλεται όταν αυτή αλλάζει μέσο διάδοσης. Άρα η συχνότητα στο μέσο στο οποίο έχει ταχύτητα $c = 2,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ θα είναι: $\mathbf{f = 4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}$

Το μήκος κύματος θα βρεθεί από τη σχέση: $c = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{2,5 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{14}} \text{ m} \Rightarrow \mathbf{\lambda = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}}$.

Π.12. Πηγή μονοχρωματικού φωτός εκπέμπει φως μήκους κύματος $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$. Η ισχύς της πηγής είναι $P = 9,9 \text{ W}$. Να βρείτε:

α. Τη συχνότητα της ακτινοβολίας που εκπέμπει η πηγή.

β. Την ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της παραπάνω ακτινοβολίας.

γ. Τον αριθμό των φωτονίων που εκπέμπονται από την πηγή σε χρόνο $t = 1 \text{ min}$.

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Λύση

α. Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής έχουμε: $c_0 = \lambda_0 f \Rightarrow f = \frac{c_0}{\lambda_0} \Rightarrow f = \frac{3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9}} \text{ Hz} \Rightarrow \mathbf{f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}$

β. Η ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας θα είναι:

$$E = hf \Rightarrow E = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 5 \cdot 10^{14} \text{ J} \Rightarrow \mathbf{E = 33 \cdot 10^{-20} \text{ J}}.$$

γ. Αν $E_{\text{ολ}}$ η ενέργεια των φωτονίων που εκπέμπονται από την πηγή σε χρόνο $t = 1 \text{ min}$.

Η ισχύς της πηγής δίνεται από τη σχέση: $P = \frac{E_{\text{ολ}}}{t} \Rightarrow E_{\text{ολ}} = P \cdot t \Rightarrow E_{\text{ολ}} = 9,9 \cdot 60 \text{ J} \Rightarrow E_{\text{ολ}} = 594 \text{ J}$

Αν η πηγή σε χρόνο t εκπέμπει N φωτόνια, θα είναι:

$$E_{\text{ολ}} = NE \Rightarrow N = \frac{E_{\text{ολ}}}{E} \Rightarrow N = \frac{594}{33 \cdot 10^{-20}} \Rightarrow N = 18 \cdot 10^{20} \text{ φωτόνια.}$$

Π.13. Μια ακτινοβολία έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$ στο κενό. Η ταχύτητα διάδοσης της είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$. Να βρείτε:

α. Τη συχνότητα της ακτινοβολίας.

β. Την ταχύτητα της ακτινοβολίας σε ένα μέσο Α, που το μήκος κύματος της έχει μειωθεί κατά 25%.

γ. Την ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας στο κενό και στο μέσο Α.

Λύση

α. Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής έχουμε: $c_0 = \lambda_0 f \Rightarrow f = \frac{c_0}{\lambda_0} \Rightarrow f = \frac{3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9}} \text{ Hz} \Rightarrow f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

β. Η συχνότητα μιας ακτινοβολίας δε μεταβάλλεται όταν αυτή περνάει από ένα μέσο σε άλλο μέσο.

Το νέο μήκος κύματος θα είναι: $\lambda = \lambda_0 - 25\% \lambda_0 = \lambda_0 - 0,25 \lambda_0 = 0,75 \lambda_0 \Rightarrow \lambda = 450 \text{ nm}$.

Η ταχύτητα της ακτινοβολίας στο μέσο Α, θα είναι: $c = f \lambda \Rightarrow c = 5 \cdot 10^{14} \cdot 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ m/s} \Rightarrow c = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

γ. Η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας στο κενό και στο μέσο Α θα είναι ίδια αφού η συχνότητα της ακτινοβολίας δε μεταβάλλεται.

$$E = hf \Rightarrow E = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 5 \cdot 10^{14} \text{ J} \Rightarrow E = 33,15 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

Π.14. Τα μήκη κύματος δύο ακτινοβολιών Α και Β στο κενό είναι $\lambda_A = 100 \text{ nm}$ και $\lambda_B = 60000 \text{ nm}$ αντίστοιχα. Αν η ταχύτητα του φωτός στο κενό είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, να βρείτε:

α. τις συχνότητες των ακτινοβολιών Α και Β.

β. τον αριθμό των φωτονίων της ακτινοβολίας Β, που μεταφέρουν την ίδια ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας Α.

γ. την ισχύ μιας φωτεινής πηγής που εκπέμπει $5 \cdot 10^{20}$ φωτόνια της ακτινοβολίας Β ανά δευτερόλεπτο.

Δίνεται: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Λύση

α. Για την συχνότητα f_A της ακτινοβολίας Α, θα ισχύει:

$$c_0 = f_A \lambda_A \Rightarrow f_A = \frac{c_0}{\lambda_A} \Rightarrow f_A = \frac{3 \cdot 10^8}{10^{-7}} \text{ Hz} \Rightarrow f_A = 3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Ομοίως για την f_B ακτινοβολίας Β, θα ισχύει: $c_0 = f_B \lambda_B \Rightarrow f_B = \frac{c_0}{\lambda_B} \Rightarrow f_B = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-5}} \text{ Hz} \Rightarrow f_B = 2 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$

β. Σύμφωνα με την εκφώνηση έχουμε: $E_A = NE_B \Rightarrow hf_A = Nhf_B \Rightarrow N = \frac{f_A}{f_B} \Rightarrow N = \frac{3 \cdot 10^{15}}{2 \cdot 10^{12}} \Rightarrow N = 1500 \text{ φωτ.}$

γ. Για την ισχύ της ακτινοβολίας Β έχουμε:

$$P_B = \frac{E_{\text{ολ},B}}{t} \Rightarrow P_B = \frac{N_B hf_B}{t} \Rightarrow P_B = \frac{5 \cdot 10^{20} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 2 \cdot 10^{12}}{1} \text{ W} \Rightarrow P_B = 66 \cdot 10^{-2} \text{ W}$$

Π.15. Μια ακτινοβολία έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$ στο κενό. Αν η ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας στο κενό είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, να βρείτε:

α. τη συχνότητα της ακτινοβολίας.

β. την ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας.

γ. τον αριθμό των φωτονίων της ακτινοβολίας που έχουν ενέργεια ίση με αυτήν που απαιτείται για να ανέβει η θερμοκρασία 1320 g νερού κατά 30°C .

Δίνονται: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, και η ειδική θερμότητα του νερού: $c_v = 4200 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$.

Λύση

α. Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής έχουμε: $c_0 = \lambda_0 f \Rightarrow f = \frac{c_0}{\lambda_0} \Rightarrow f = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-7}} \text{ Hz} \Rightarrow f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

β. Η ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας θα είναι:

$$E = hf \Rightarrow E = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 5 \cdot 10^{14} \text{ J} \Rightarrow E = 33 \cdot 10^{-20} \text{ J}.$$

γ. Αν Q η θερμότητα που απαιτείται για να ανεβάσει τη θερμοκρασία του νερού κατά $\Delta\theta = 10^\circ \text{ C}$, θα είναι:

$Q = mc_v \Delta\theta$ επειδή η σταθερά c_v είναι εκφρασμένη σε kg θα πρέπει να μετατρέψουμε και την μάζα του νερού σε κιλά δηλαδή $m = 1320 \text{ g} = 1,32 \text{ kg}$, οπότε θα έχουμε:

$$Q = mc_v \Delta\theta \Rightarrow Q = 1,32 \cdot 4200 \cdot 30 \text{ J} \Rightarrow Q = 166320 \text{ J}$$

Η θερμότητα αυτή θα πρέπει να είναι ίση με την ενέργεια μιας ακτινοβολίας N φωτονίων, οπότε:

$$Q = NE \Rightarrow N = \frac{Q}{E} \Rightarrow N = \frac{166320}{33 \cdot 10^{-20}} \Rightarrow N = 5040 \cdot 10^{20} \Rightarrow N = 5,04 \cdot 10^{23} \text{ φωτόνια}.$$

Π.16. Μια μονοχρωματική δέσμη φωτός που διαδίδεται στο κενό έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$. Η ταχύτητα της δέσμης στο κενό είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Να βρείτε:

α. Το ποσοστό μείωσης της ταχύτητας της δέσμης όταν αυτή διαδίδεται σε βενζόλιο με δείκτη διάθλασης $n = 1,5$.

β. Το μήκος κύματος όταν αυτή διαδίδεται στο βενζόλιο.

γ. Τη μεταβολή στην ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της δέσμης όταν αυτή περνάει από το κενό στο βενζόλιο.

δ. Πόσα μήκη κύματος της δέσμης, όταν αυτή διαδίδεται στο βενζόλιο, χωράνε σε ένα μήκος $d = 12 \text{ cm}$;

Λύση

α. Η ταχύτητα της ακτινοβολίας στο βενζόλιο θα είναι: $n = \frac{c_0}{c} \Rightarrow c = \frac{c_0}{n} \Rightarrow c = 2 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$\text{Το ζητούμενο ποσοστό, θα είναι: } \pi = \frac{c - c_0}{c_0} \cdot 100\% = \frac{2 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8} \cdot 100\% \Rightarrow \pi = -\frac{100}{3}\%$$

οπότε θα έχουμε μείωση $\frac{100}{3}\%$

Σημείωση: Στο ερώτημα αυτό μπορούμε να απαντήσουμε χωρίς τον υπολογισμό της ταχύτητας c στο

$$\text{βενζόλιο. Πράγματι: } \pi = \frac{c - c_0}{c_0} \cdot 100\% = \frac{\frac{c_0}{n} - c_0}{c_0} \cdot 100\% = \frac{n - 1}{n} \cdot 100\% \Rightarrow \pi = -\frac{100}{3}\%$$

β. Για το μήκος κύματος στο βενζόλιο, θα ισχύει: $n = \frac{\lambda_0}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\lambda_0}{n} \Rightarrow \lambda = \frac{600}{1,5} \text{ nm} \Rightarrow \lambda = 400 \text{ nm}$

γ. Η ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της δέσμης δίνεται από τη σχέση $E = hf$. Επειδή η συχνότητα δε μεταβάλλεται όταν η δέσμη περνάει από το κενό στο βενζόλιο, θα είναι $\Delta E = 0$.

δ. Ο αριθμός των μηκών κύματος, θα είναι: $N = \frac{d}{\lambda} \Rightarrow N = \frac{12 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-7}} \Rightarrow N = 3 \cdot 10^5$ μήκη κύματος.

Π.17. Ένα φωτόνιο μιας μονοχρωματικής ακτινοβολίας έχει ενέργεια $E = 19,89 \cdot 10^{-20} \text{ J}$. Αν $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ η ταχύτητα του φωτός στο κενό και $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ η σταθερά του Planck, να βρείτε:

α. Τη συχνότητα της ακτινοβολίας.

β. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό.

γ. Ποιος είναι ο δείκτης διάθλασης του νερού, στο οποίο, όταν εισέρχεται η ακτινοβολία, το μήκος κύματος της μειώνεται κατά 25%,

δ. Την ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας στο οπτικό μέσο Α.

Λύση

α. Η ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας δίνεται από τη σχέση:

$$E = hf \Rightarrow f = \frac{E}{h} \Rightarrow f = \frac{19,89 \cdot 10^{-20}}{6,63 \cdot 10^{-34}} \text{ Hz} \Rightarrow f = 3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

β. Το μήκος κύματος στο κενό, θα είναι: $c_0 = \lambda_0 f \Rightarrow \lambda_0 = \frac{c_0}{f} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{14}} \text{ m} \Rightarrow \lambda_0 = 10^{-6} \text{ m}$

γ. Όταν η ακτινοβολία εισέρχεται στο οπτικό μέσο Α, το μήκος κύματος της θα είναι:

$$\lambda = \lambda_0 - 0,25\lambda_0 \Rightarrow \lambda = 0,75\lambda_0$$

Ο ζητούμενος δείκτης διάθλασης θα βρεθεί από τη σχέση: $n = \frac{\lambda_0}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{\lambda_0}{0,75\lambda_0} \Rightarrow n = \frac{4}{3}$

δ. Από τον ορισμό του δείκτη διάθλασης έχουμε: $n = \frac{c_0}{c} \Rightarrow c = \frac{c_0}{n} \Rightarrow c = \frac{3 \cdot 10^8}{\frac{4}{3}} \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow c = 2,25 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Π.18. Μια μονοχρωματική ακτίνα φωτός εισέρχεται κάθετα από το κενό σε γυάλινο κύβο και εξέρχεται απ' αυτόν σε χρόνο $t = 5 \text{ ns}$. Αν η πλευρά του κύβου είναι $d = 1 \text{ m}$, να βρείτε:

α. Το δείκτη διάθλασης του γυαλιού.

β. το μήκος κύματος στο γυαλί αν το μήκος κύματος στο κενό είναι $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$.

γ. τον αριθμό των μηκών κύματος στο γυαλί.

δ. την ενέργεια ενός φωτονίου στο γυαλί.

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Λύση

α. Αν c η ταχύτητα του φωτός στο γυαλί, θα είναι: $c = \frac{d}{t} \Rightarrow c = \frac{1}{5 \cdot 10^{-9}} \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow c = 2 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

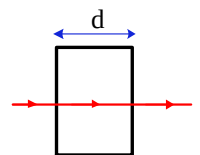
Οπότε ο δείκτης διάθλασης θα είναι: $n = \frac{c_0}{c} \Rightarrow n = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^8} \Rightarrow n = 1,5$

β. Για το μήκος κύματος χρησιμοποιούμε τη σχέση: $n = \frac{\lambda_0}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\lambda_0}{n} \Rightarrow \lambda = \frac{600}{1,5} \text{ nm} \Rightarrow \lambda = 400 \text{ nm}$

γ. Ο αριθμός των μηκών κύματος στο γυαλί, θα είναι: $N = \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{4 \cdot 10^{-7}} \Rightarrow N = 2,5 \cdot 10^6$ μήκη κύματος.

δ. Η ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο είναι ίδια στο κενό και στο γυαλί και δίνεται από τη σχέση:

$$E = hf = h \frac{c_0}{\lambda_0} \Rightarrow E = 6,63 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-7}} \text{ J} \Rightarrow E = 3,315 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$



Π.19. Μονοχρωματική ακτινοβολία πέφτει από το κενό κάθετα στην επιφάνεια οπτικού μέσου (Α) πάχους $d = 1,8 \text{ cm}$ και στη συνέχεια σε οπτικό μέσο (Β) επίσης πάχους d , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Οι δείκτες διάθλασης των δύο

οπτικών μέσων είναι $n_1 = \frac{4}{3}$ και $n_2 = 1,6$, ενώ το μήκος κύματος της ακτινοβολίας

στο μέσο Α είναι $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$. Να βρείτε:

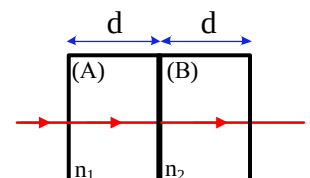
α. το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο Β.

β. το χρόνο που θα κάνει το φως να περάσει τα δύο μέσα.

γ. την ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας στο κενό, στο μέσο Α και στο μέσο Β.

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Λύση



α. Για το υλικό 1 έχουμε: $\lambda_1 = \frac{\lambda_0}{n_1} \Rightarrow \lambda_0 = n_1 \lambda_1 \Rightarrow \lambda_0 = 800 \text{ nm}$

Ομοίως $\lambda_2 = \frac{\lambda_0}{n_2} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{800}{1,6} \text{ nm} \Rightarrow \lambda_2 = 500 \text{ nm}$

Σημείωση: Μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε και απευθείας την σχέση $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$.

β. Αν t_1 ο χρόνος που κάνει το φως να περάσει το μέσο Α και t_2 ο χρόνος που κάνει το φως για να περάσει το μέσο Β, ο ζητούμενος χρόνος είναι: $t_{\text{ολ}} = t_1 + t_2$ (1)

Είναι όμως: $c = \frac{d}{t} \Rightarrow \frac{c_0}{n} = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{nd}{c_0}$

Έτσι λοιπόν θα έχουμε: $t_1 = \frac{n_1 d}{c_0} \Rightarrow t_1 = \frac{\frac{4}{3} \cdot 1,8 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 10^8} \text{ s} \Rightarrow t_1 = 0,8 \cdot 10^{-10} \text{ s} \Rightarrow t_1 = 8 \cdot 10^{-11} \text{ s}$ και

$t_2 = \frac{n_2 d}{c_0} \Rightarrow t_2 = \frac{1,6 \cdot 1,8 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 10^8} \text{ s} \Rightarrow t_2 = 0,96 \cdot 10^{-10} \text{ s} \Rightarrow t_2 = 9,6 \cdot 10^{-11} \text{ s}$

Από την (1) έχουμε: $t_{\text{ολ}} = t_1 + t_2 \Rightarrow t_{\text{ολ}} = 17,6 \cdot 10^{-11} \text{ s}$.

γ. Αν f η συχνότητα της ακτινοβολίας, αυτή θα είναι ίδια στο κενό, στο μέσο Α και στο μέσο Β. Άρα ίδια θα είναι και η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας και θα δίνεται από τη σχέση:

$E = hf = h \frac{c_0}{\lambda_0} \Rightarrow E = 6,63 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{8 \cdot 10^{-7}} \text{ J} \Rightarrow E = 2,48625 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

A.1. Σύμφωνα με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell, το φως είναι εγκάρσιο ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Η θεωρία αυτή

- α.** αποδείχθηκε λανθασμένη.
- β.** ερμηνεύει φαινόμενα που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση της φωτεινής ακτινοβολίας με την ύλη, όπως π.χ. το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.
- γ.** δεν μπορεί να ερμηνεύσει όλα τα φαινόμενα που έχουν σχέση με το φως.
- δ.** δέχεται ότι κάθε άτομο εκπέμπει και απορροφά φωτόνια.

A.2. Η θεωρία των κβάντα

- α.** κατέρριψε την παλαιότερή της ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell.
- β.** δέχεται ότι κάθε άτομο απορροφά και εκπέμπει ενέργεια κατά συνεχή τρόπο.
- γ.** δέχεται ότι η ενέργεια των φωτονίων είναι ανεξάρτητη από τη συχνότητά τους.
- δ.** ερμηνεύει φαινόμενα που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση της φωτεινής ακτινοβολίας με την ύλη.

A.3. Όταν ακτίνα φωτός, συχνότητας f , περνάει από τον αέρα στο γυαλί

- α.** η συχνότητά του μεταβάλλεται.
- β.** η ταχύτητά του αυξάνεται.
- γ.** οι διαθλώμενες ακτίνες απομακρύνονται από την κάθετο στη διαχωριστική επιφάνεια στο σημείο πρόσπτωσης.
- δ.** το μήκος κύματός του μειώνεται.

A.4. Όταν ακτίνες φωτός, συχνότητας f , προσπέσουν στη λεία διαχωριστική επιφάνεια δύο οπτικών μέσων και περάσουν από το ένα στο άλλο, αλλάζουν διεύθυνση. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται

- α.** διάθλαση.
- β.** ανάκλαση.
- γ.** πόλωση.
- δ.** ανάλυση

A.5. Όταν φως συχνότητας f περάσει από οπτικά αραιότερο σε οπτικά πυκνότερο μέσο,

- α.** μεταβάλλεται η συχνότητά του.
- β.** αυξάνεται η ταχύτητά του.
- γ.** αυξάνεται το μήκος κύματός του.
- δ.** ελαττώνεται το μήκος κύματός του.

A.6. Όταν ακτίνες φωτός, συχνότητας f , προσπέσουν στη λεία διαχωριστική επιφάνεια αέρα - γυαλιού και περάσουν από τον αέρα στο γυαλί, η γωνία πρόσπτωσης είναι

- α.** μεγαλύτερη από τη γωνία διάθλασης.
- β.** μεγαλύτερη από τη γωνία ανάκλασης.
- γ.** μικρότερη από τη γωνία ανάκλασης
- δ.** ίση με τη γωνία διάθλασης.

A.7. Για κίτρινο φως ($\lambda_0 = 589 \text{ nm}$), ο δείκτης διάθλασης του χαλαζία είναι 1,544 και του διαμαντιού είναι 2,417. Συνεπώς,

- α.** για το κίτρινο φως το διαμάντι είναι οπτικά πυκνότερο μέσο από το χαλαζία.
- β.** όταν ακτίνα κίτρινου φωτός περνάει από το χαλαζία στο διαμάντι, η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρότερη από τη γωνία ανάκλασης.
- γ.** το κίτρινο φως έχει μεγαλύτερη ταχύτητα στο διαμάντι παρά στο χαλαζία.
- δ.** το κίτρινο φως έχει μεγαλύτερο μήκος κύματος στο διαμάντι παρά στο χαλαζία.

A.8. Το ερυθρό φως έχει μικρότερη συχνότητα από το ιώδες. Συνεπώς,

- α.** το ερυθρό φως έχει μεγαλύτερη ταχύτητα στο κενό από ότι το ιώδες.
- β.** η ενέργεια των φωτονίων του ερυθρού φωτός είναι μικρότερη από αυτήν των φωτονίων του ιώδους.
- γ.** μια ακτίνα φωτός που περνάει από τον αέρα στο γυαλί εκτρέπεται περισσότερο αν είναι ερυθρή παρά ιώδης.
- δ.** όταν το ερυθρό φως περνάει από τον αέρα στο γυαλί, η ταχύτητά του αυξάνεται.

A.9. Το γραμμικό φάσμα εκπομπής

- α.** δίνει πληροφορίες για τη φύση των αερίων ή ατμών που το έδωσαν.
- β.** δίνει πληροφορίες για τη θερμοκρασία του σώματος που το έδωσε.
- γ.** αποτελείται από μια συνεχή ταινία χρωμάτων.
- δ.** εξαρτάται από τον όγκο του σώματος που το έδωσε.

A.10. Το φυσικό φως

- α.** είναι σύνθεση πολλών ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων τα οποία έχουν ίδιο επίπεδο ταλάντωσης του ηλεκτρικού τους πεδίου.
- β.** εκπέμπεται από φωτεινές πηγές που περιέχουν μεγάλο πλήθος ατόμων.
- γ.** εκπέμπεται από μεμονωμένα άτομα.
- δ.** είναι γραμμικά πολωμένο.

A.11. α. Η υπέρυθη ακτινοβολία έχει μικρότερο μήκος κύματος από την ιώδη.

- β.** Η υπέρυθη ακτινοβολία όταν απορροφάται από ένα σώμα, δεν μεταβάλλει τη θερμοκρασία του.
- γ.** Η υπεριώδης ακτινοβολία συμμετέχει στη μετατροπή του οξυγόνου (O_2) της ατμόσφαιρας σε όζον (O_3).
- δ.** Η υπεριώδης ακτινοβολία δεν επηρεάζει τη φωτογραφική πλάκα (φίλμ).

A.12. Η ταχύτητα διάδοσης του φωτός είναι:

- α.** Ίδια σε όλα τα οπτικά μέσα.
- β.** Μεγαλύτερη στο γυαλί απ' ό,τι στο κενό.
- γ.** Μέγιστη στο κενό.
- δ.** Ελάχιστη στο κενό .

A.13. Η υπεριώδης ακτινοβολία

- α.** είναι ορατή με γυμνό μάτι.
- β.** δεν προκαλεί αμαύρωση των φωτογραφικών πλακών.
- γ.** συμμετέχει στη μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.
- δ.** δεν προκαλεί το φθορισμό σε διάφορα σώματα.

A.14. Όταν ακτίνα μονοχρωματικού φωτός περάσει από τον αέρα σε γυαλί, μεταβάλλεται

- α.** η συχνότητά της.
- β.** μόνον το μήκος κύματός της.
- γ.** το μήκος κύματος και η ταχύτητα διάδοσής της.
- δ.** η συχνότητα και η ταχύτητα διάδοσής της.

A.15. Ο δείκτης διάθλασης του χαλαζία είναι 1,544. Η ταχύτητα του φωτός στο χαλαζία σε σύγκριση με την ταχύτητά του στο κενό είναι

- α.** μεγαλύτερη.
- β.** ίση.
- γ.** μικρότερη.
- δ.** δεν δίνονται επαρκή στοιχεία για να απαντηθεί το ερώτημα.

A.16. Μονοχρωματική φωτεινή δέσμη, που διαδίδεται στον αέρα, προσπίπτει πλάγια στη διαχωριστική επιφάνεια διαφανούς οπτικού μέσου. Οι ακτίνες, που συνεχίζουν να διαδίδονται στο διαφανές οπτικό μέσον, έχουν σε σχέση με τις προσπίπτουσες

- α.** την ίδια ταχύτητα.
- β.** την ίδια διεύθυνση διάδοσης.
- γ.** την ίδια συχνότητα.
- δ.** το ίδιο μήκος κύματος.

A.17. Η υπέρυθη ακτινοβολία

- α.** συμμετέχει στη μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.
- β.** προκαλεί φωσφορισμό.
- γ.** διέρχεται μέσα από την ομίχλη και τα σύννεφα.
- δ.** έχει μικρότερο μήκος κύματος από την υπεριώδη.

A.18. Λέγοντας "το φως έχει διπλή φύση" εννοούμε ότι

- α. απορροφάται και εκπέμπεται.
- β. αλληλεπιδρά με θετικά και αρνητικά φορτισμένα σωματίδια.
- γ. συμπεριφέρεται ως κύμα και ως σωματίδιο.
- δ. είναι συνδυασμός ηλεκτρικού και μαγνητικού κύματος.

A.19. Σύμφωνα με την κβαντική θεωρία του Planck, κάθε άτομο εκπέμπει ή απορροφά στοιχειώδη ποσά ενέργειας, που ονομάζονται

- α. φωτόνια.
- β. ηλεκτρόνια.
- γ. ποζιτρόνια.
- δ. νετρόνια.

A.20. Όταν ένα φωτόνιο διαδίδεται σε διαφορετικά οπτικά μέσα,

- α. η ταχύτητά του παραμένει σταθερή.
- β. η ενέργειά του παραμένει σταθερή.
- γ. το μήκος κύματος του παραμένει σταθερό.
- δ. κανένα από τα παραπάνω δεν παραμένει σταθερό.

A.21. Η τιμή του δείκτη διάθλασης ενός οπτικού μέσου

- α. είναι ίδια για όλα τα μήκη κύματος της ορατής ακτινοβολίας.
- β. αυξάνεται, όταν ελαττώνεται το μήκος κύματος της ορατής ακτινοβολίας.
- γ. ελαττώνεται, όταν ελαττώνεται το μήκος κύματος της ορατής ακτινοβολίας.
- δ. εξαρτάται μόνο από το υλικό του οπτικού μέσου.

A.22. Οι υπέρυθρες ακτινοβολίες

- α. είναι ορατές.
- β. διέρχονται από την ομίχλη.
- γ. προκαλούν φωσφορισμό.
- δ. συμμετέχουν στην μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.

A.23. Σύμφωνα με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell το ηλεκτρομαγνητικό κύμα παράγεται, όταν ένα ηλεκτρικό φορτίο

- α. ηρεμεί.
- β. κινείται ευθύγραμμα και ομαλά.
- γ. επιταχύνεται.
- δ. όλα τα παραπάνω.

A.24. Η υπεριώδης ακτινοβολία σε σχέση με την υπέρυθρη

- α. έχει μεγαλύτερο μήκος κύματος.
- β. έχει μικρότερη συχνότητα.
- γ. έχει μεγαλύτερη συχνότητα.
- δ. έχει διαφορετική ταχύτητα διάδοσης στο κενό.

A.25. Σε ηλεκτρομαγνητικό κύμα που διαδίδεται στο κενό τα διανύσματα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου και της έντασης του μαγνητικού πεδίου

- α. σχηματίζουν μεταξύ τους τυχαία γωνία.
- β. είναι μεταξύ τους παράλληλα.
- γ. σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία που εξαρτάται από τη συχνότητα του κύματος.
- δ. είναι μεταξύ τους κάθετα.

A.26. Η θεωρία των κβάντα

- α. δέχεται ότι κάθε άτομο απορροφά και εκπέμπει ενέργεια κατά συνεχή τρόπο.
- β. δέχεται ότι η ενέργεια των φωτονίων είναι ανάλογη με τη συχνότητά τους.
- γ. ερμηνεύει φαινόμενα που σχετίζονται με την κυματική φύση του φωτός.
- δ. δεν ερμηνεύει το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.

A.27. Για το γυαλί ο δείκτης διάθλασης μπορεί να είναι

- α. 0.
- β. 1.
- γ. 1,5.
- δ. 0,9.

A.28. Το έτος 2005 ορίστηκε ως έτος Φυσικής και ιδιαίτερα ως έτος Einstein (Αϊνστάιν). Το 1905 ο Einstein χρησιμοποιώντας τη σωματιδιακή φύση του φωτός ερμήνευσε το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Σήμερα πιστεύουμε ότι το φως συμπεριφέρεται

- α.** ως κύμα. **β.** ως σωματίδιο. **γ.** ως κύμα και ως σωματίδιο. **δ.** ως επιταχυνόμενη μάζα.

A.29. Μια φωτεινή δέσμη, που διαδίδεται στον αέρα, προσπίπτει υπό γωνία στην επιφάνεια ενός γυαλιού. Τότε η γωνία διάθλασης είναι

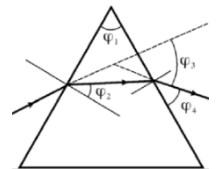
- α.** μικρότερη από τη γωνία πρόσπτωσης. **β.** ίση με τη γωνία πρόσπτωσης.
γ. μεγαλύτερη από τη γωνία πρόσπτωσης. **δ.** ίση με $\pi/2$.

A.30. Μονοχρωματική ακτινοβολία, η οποία διέρχεται από το οπτικά αραιότερο μέσο (1) προς το οπτικά πυκνότερο μέσο (2), προσπίπτει υπό τυχαία γωνία στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο οπτικών μέσων. Τότε

- α.** η ταχύτητα της ακτινοβολίας είναι μεγαλύτερη στο μέσο (2) σε σχέση με το μέσο (1).
β. η γωνία διάθλασης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία πρόσπτωσης.
γ. η ενέργεια κάθε φωτονίου της ακτινοβολίας είναι μεγαλύτερη στο μέσο (1) σε σχέση με το μέσο (2).
δ. το μήκος κύματος της ακτινοβολίας είναι μικρότερο στο μέσο (2) σε σχέση με το μέσο (1).

A.31. Μονοχρωματική δέσμη φωτός διέρχεται από πρίσμα, όπως στο σχήμα. Τότε γωνία εκτροπής είναι η

- α.** φ_1 . **β.** φ_2 .
γ. φ_3 . **δ.** φ_4 .



A.32. Σύμφωνα με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell

- α.** τα διανύσματα της έντασης $\vec{E}$ του ηλεκτρικού πεδίου και της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου είναι παράλληλα μεταξύ τους.
β. το φως είναι διαμήκη ηλεκτρομαγνητικά κύματα.
γ. ερμηνεύονται όλα τα φαινόμενα που έχουν σχέση με το φως.
δ. οι εντάσεις του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου έχουν την ίδια φάση.

A.33. Η ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell

- α.** ερμηνεύει πλήρως το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.
β. δέχεται τη σωματιδιακή φύση του φωτός.
γ. ερμηνεύει τα γραμμικά φάσματα των αερίων.
δ. αποδεικνύει ότι, όταν ένα ηλεκτρικό φορτίο ταλαντώνεται, δημιουργεί ηλεκτρομαγνητικό κύμα.

A.34. Η κβαντική θεωρία του Planck

- α.** δεν μπορεί να ερμηνεύσει το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.
β. ερμηνεύει την αλληλεπίδραση της φωτεινής ακτινοβολίας με την ύλη.
γ. δέχεται ότι το φως εκπέμπεται και απορροφάται από τα άτομα της ύλης με συνεχή τρόπο.
δ. αναιρεί την κυματική φύση του φωτός.

A.35. Η υπεριώδης ακτινοβολία

- α.** με πολύ μικρό μήκος κύματος δεν προκαλεί βλάβες στα κύτταρα του δέρματος.
β. δεν προκαλεί φθορισμό.
γ. συμμετέχει στη μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.
δ. δεν προκαλεί αμαύρωση της φωτογραφικής πλάκας.

A.36. Η υπέρυθη ακτινοβολία

- α.** συμμετέχει στη μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.
β. απορροφάται επιλεκτικά από την ύλη.

- γ. προκαλεί φωσφορισμό.
- δ. έχει μεγαλύτερη συχνότητα από την υπεριώδη.

A.37. Η κβαντική θεωρία

- α. αναίρει την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell.
- β. ερμηνεύει το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.
- γ. δέχεται ότι από το άτομο εκπέμπονται συνεχώς κύματα.
- δ. προβλέπει ότι κατά την αλληλεπίδραση της ύλης με τα φωτόνια, τα φωτόνια συμπεριφέρονται ως κύμα.

A.38. Η θεωρία των κβάντα

- α. κατέρριψε την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell.
- β. δέχεται ότι κάθε άτομο απορροφά και εκπέμπει ενέργεια κατά συνεχή τρόπο.
- γ. δέχεται ότι η ενέργεια των φωτονίων είναι ανεξάρτητη από τη συχνότητά τους.
- δ. ερμηνεύει φαινόμενα που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση της φωτεινής ακτινοβολίας με την ύλη.

A.39. Το ανθρώπινο μάτι μπορεί να δει μονοχρωματική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, το μήκος κύματος της οποίας στο κενό είναι

- α. 100 nm.
- β. 300 nm.
- γ. 500 nm.
- δ. 800 nm.

A.40. Ακτίνα πράσινου φωτός προερχόμενη από το κενό εισέρχεται σε δεξαμενή νερού, τότε

- α. η ταχύτητα του φωτός αυξάνεται.
- β. η συχνότητα του φωτός μειώνεται.
- γ. το μήκος κύματος του φωτός δεν μεταβάλλεται.
- δ. το μήκος κύματος του φωτός μειώνεται.

A.41. Μία φωτεινή ακτίνα προσπίπτει πλάγια στην επίπεδη διαχωριστική επιφάνεια αέρα – γυαλιού προερχόμενη από το γυαλί, με αποτέλεσμα ένα μέρος της να ανακλαστεί και ένα μέρος της να διαθλαστεί. Στην περίπτωση αυτή η γωνία

- α. πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία διάθλασης.
- β. ανάκλασης είναι μικρότερη από τη γωνία πρόσπτωσης.
- γ. ανάκλασης είναι μικρότερη από τη γωνία διάθλασης.
- δ. πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία διάθλασης.

A.42. Η υπεριώδης ακτινοβολία

- α. είναι ορατή με γυμνό μάτι.
- β. ανιχνεύεται με τους φωρατές υπερύθρου.
- γ. είναι ακτινοβολία με μήκος κύματος μεγαλύτερο των 400 nm.
- δ. προκαλεί αμαύρωση των φωτογραφικών πλακών.

A.43. Κατά την ανάλυση λευκού φωτός από γυάλινο πρίσμα, η γωνία εκτροπής του κίτρινου χρώματος είναι

- α. μικρότερη της γωνίας εκτροπής του ιώδους και της γωνίας εκτροπής του κόκκινου.
- β. μεγαλύτερη της γωνίας εκτροπής του κόκκινου και της γωνίας εκτροπής του ιώδους.
- γ. μεγαλύτερη της γωνίας εκτροπής του κόκκινου και μικρότερη της γωνίας εκτροπής του ιώδους.
- δ. μικρότερη της γωνίας εκτροπής του κόκκινου και μεγαλύτερη της γωνίας εκτροπής του ιώδους.

A.44. Η υπεριώδης ακτινοβολία

- α. έχει μήκος κύματος από 400 nm έως 700 nm.
- β. είναι ορατή.
- γ. δεν προκαλεί αμαύρωση της φωτογραφικής πλάκας.
- δ. χρησιμοποιείται για την αποστείρωση ιατρικών εργαλείων.

A.45. Το ουράνιο τόξο είναι αποτέλεσμα

- α. της απορρόφησης του φωτός από την ατμόσφαιρα.
- β. της μονοχρωματικότητας του ηλιακού φωτός.
- γ. του διασκεδασμού και της ολικής ανάκλασης του λευκού φωτός.
- δ. των ιδιοτήτων της υπέρυθρης ακτινοβολίας.

A.46. Η υπέρυθρη ακτινοβολία

- α. έχει μικρότερο μήκος κύματος στο κενό από την ορατή.
- β. προκαλεί το μαύρισμα του δέρματός μας, όταν εκτιθέμεθα στον ήλιο.
- γ. δεν προκαλεί το φαινόμενο του φωσφορισμού.
- δ. συμμετέχει στην μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.

A.47. Ο δείκτης διάθλασης της στεφανυάλου για μια μονοχρωματική ακτινοβολία είναι

- α. 0,813.
- β. 0,417.
- γ. 0,619.
- δ. 1,514.

A.48. Η υπέρυθρη ακτινοβολία

- α. διέρχεται από την ομίχλη και τα σύννεφα.
- β. συμμετέχει στη μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.
- γ. προκαλεί φωσφορισμό.
- δ. έχει μικρότερο μήκος κύματος από τις ακτίνες X.

A.49. Η σωματιδιακή φύση του φωτός εκδηλώνεται στο

- α. φαινόμενο της συμβολής.
- β. φαινόμενο της περίθλασης.
- γ. φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.
- δ. φαινόμενο της πόλωσης.

A.50. Ο δείκτης διάθλασης ενός οπτικού μέσου για τα χρώματα ερυθρό, ιώδες, κίτρινο έχει

- α. την ίδια τιμή και για τα τρία χρώματα.
- β. την μεγαλύτερη τιμή του για το ερυθρό χρώμα.
- γ. την μεγαλύτερη τιμή του για το ιώδες χρώμα.
- δ. την μεγαλύτερη τιμή του για το κίτρινο χρώμα.

A.51. Η τιμή του δείκτη διάθλασης του χαλαζία

- α. είναι ανεξάρτητη από την τιμή του μήκους κύματος της ορατής ακτινοβολίας στο κενό.
- β. ελαττώνεται, όταν ελαττώνεται η τιμή του μήκους κύματος της ορατής ακτινοβολίας στο κενό.
- γ. ελαττώνεται, όταν αυξάνεται η τιμή του μήκους κύματος της ορατής ακτινοβολίας στο κενό.
- δ. είναι ανεξάρτητη από τη συχνότητα της ορατής ακτινοβολίας.

A.52. Ο Planck εισήγαγε τη θεωρία των κβάντα φωτός, για να ερμηνεύσει

- α. το φαινόμενο της συμβολής του φωτός.
- β. το φαινόμενο της περίθλασης του φωτός.
- γ. το φαινόμενο της πόλωσης.
- δ. την ακτινοβολία που παράγει ένα θερμαινόμενο σώμα.

A.53. Κοινή ιδιότητα της υπεριώδους και της υπέρυθρης ακτινοβολίας είναι ότι

- α. γίνονται αντιληπτές από το ανθρώπινο μάτι.
- β. συμμετέχουν στη μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.
- γ. προκαλούν θέρμανση κατά την απορρόφησή τους από τα διάφορα σώματα.
- δ. χρησιμοποιούνται για την αποστείρωση ιατρικών εργαλείων.

Ερωτήσεις του τύπου Σωστό/Λάθος

- 1. Η θεωρία των κβάντα κατέρριψε την παλαιότερη της ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell.

2. Σύμφωνα με τη θεωρία του Maxwell, το φως είναι εγκάρσιο ηλεκτρομαγνητικό κύμα.
3. Οι ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες μπορούν να διαδοθούν και στο κενό.
4. Η ταχύτητα του φωτός στο κενό εξαρτάται από τη συχνότητα του.
5. Η ενέργεια των φωτονίων εξαρτάται από τη συχνότητα τους.
6. Όταν το φως περνά από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο, η ταχύτητα του μικραίνει.
7. Όταν μονοχρωματικό φως περνά από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο, η συχνότητα του παραμένει σταθερή.
8. Όταν μονοχρωματικό φως περνά από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο, το μήκος κύματος του μικραίνει.
9. Όταν ακτίνα μονοχρωματικού φωτός προσπίπτει σε λεία επιφάνεια, η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης.
10. Το διαμάντι είναι οπτικά πυκνότερο μέσο από το χαλαζία. Συνεπώς, ο δείκτης διάθλασης του χαλαζία είναι μεγαλύτερος από αυτόν του διαμαντιού.
12. Όταν ένα υλικό παρουσιάζει διασκεδασμό, ο δείκτης διάθλασης του έχει διαφορετική τιμή για κάθε χρώμα.
13. Όταν ακτίνα μονοχρωματικού φωτός προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια δυο οπτικών μέσων, η γωνία πρόσπτωσης είναι πάντα μεγαλύτερη από τη γωνία διάθλασης.
14. Στα υλικά που παρουσιάζεται διασκεδασμός, ο δείκτης διάθλασης είναι συνάρτηση της συχνότητας της ακτινοβολίας.
15. Το φως διαδίδεται με μεγαλύτερη ταχύτητα στο γυαλί από ότι στο κενό.
16. Όταν μονοχρωματικό φως περνάει από τον αέρα στο γυαλί, η συχνότητα του δεν αλλάζει.
17. Τα πρίσματα αναλύουν το λευκό φως και όχι το μονοχρωματικό.
18. Κατά τη διέλευση λευκού φωτός από πρίσμα, εκτρέπονται περισσότερο οι ακτινοβολίες που έχουν μικρό μήκος κύματος.
19. Αν το γυαλί δεν παρουσίαζε διασκεδασμό, δεν θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση του λευκού φωτός στο φάσμα του.
20. Το λευκό φως είναι μονοχρωματικό.
21. Το ερυθρό φως εκτρέπεται περισσότερο από το κυανό, όταν περνάει από τον αέρα στο γυαλί.
22. Όταν μονοχρωματικό φως προσπέσει σε γυάλινο πρίσμα, αναλύεται σε διάφορα χρώματα.
23. Οι υπεριώδεις ακτίνες έχουν μεγαλύτερο μήκος κύματος από τις ιώδεις.
24. Μια ακτίνα φωτός που περνάει από τον αέρα στο γυαλί εκτρέπεται περισσότερο αν είναι υπεριώδης παρά ιώδης.
25. Η υπεριώδης ακτινοβολία είναι αόρατη.
26. Οι υπέρυθρες ακτίνες έχουν μεγαλύτερο μήκος κύματος από τις ερυθρές.
36. Οι υπεριώδεις ακτίνες προκαλούν φθορισμό.
37. Οι υπεριώδεις ακτίνες με πολύ μικρό μήκος κύματος προστατεύουν το δέρμα μας από τον καρκίνο.
38. Οι φωρατές είναι όργανα που ανιχνεύουν την υπέρυθη ακτινοβολία.
39. Οι υπέρυθρες και οι υπεριώδεις ακτίνες δεν ανήκουν στις ηλεκτρομαγνητικές.
40. Η ταχύτητα με την οποία διαδίδονται, στο κενό, οι υπεριώδεις ακτίνες είναι μεγαλύτερη από αυτή των υπέρυθρων.
41. Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα αποτελείται από δύο εγκάρσια κύματα, παράλληλα μεταξύ τους, ένα ηλεκτρικό και ένα μαγνητικό.

ΘΕΜΑ Β

Στις παρακάτω ερωτήσεις να επιλέξετε τη σωστή και να την αιτιολογήσετε.

B.1. (21275) Μονοχρωματική δέσμη φωτός, περνάει από τον αέρα σε ένα κομμάτι γυαλί.

Το μήκος κύματος της δέσμης φωτός όταν αυτή περάσει από τον αέρα στο γυαλί:

- α. θα αυξηθεί β. θα μειωθεί γ. θα παραμείνει αμετάβλητο

B.2. (21294) Η ταχύτητα μονοχρωματικού φωτός σε κάποιο γυαλί είναι $2 \cdot 10^8$ m/s ενώ στον αέρα είναι $3 \cdot 10^8$ m/s.

Ο δείκτης διάθλασης αυτού του γυαλιού γι' αυτό το μονοχρωματικό φως είναι:

- α. 0,67 β. 1,5 γ. 6

B.3. (21302) Ένα είδος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας έχει συχνότητα $3 \cdot 10^{16}$ Hz και διαδιδόμενη μέσα σε ένα άγνωστο υλικό έχει μήκος κύματος 10 nm. Το υλικό αυτό μπορεί να είναι αέρας (με δείκτη διάθλασης 1) ή νερό (με δείκτη διάθλασης 1,3) ή κάποιο γυαλί (με δείκτη διάθλασης 1,5). Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $3 \cdot 10^8$ m/s. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία διαδίδεται:

- α. στον αέρα β. στο νερό γ. στο γυαλί

B.4. (21307) Αν μία δέσμη παράλληλων ακτίνων λευκού φωτός προσπέσει πλάγια σε μια πλευρά τριγωνικού γυαλίνου πρίσματος, διαπιστώνεται πειραματικά ότι οι εξερχόμενες ακτίνες σχηματίζουν μία πολύχρωμη συνεχή ταινία σε κατάλληλο πέτασμα, η οποία αποτελείται από όλα τα χρώματα (φάσμα του λευκού φωτός). Στην πολύχρωμη αυτή ταινία φαίνεται ότι η εξερχόμενη κόκκινη ακτίνα εκτρέπεται λιγότερο από την εξερχόμενη πράσινη ως προς την αρχική τους διεύθυνση. Αν είναι n_K , n_P οι δείκτες διάθλασης του γυαλιού για το κόκκινο και το πράσινο και c_K , c_P οι ταχύτητες του κόκκινου και του πράσινου φωτός στο γυαλί, ισχύουν οι σχέσεις:

- α. $n_K > n_P$ και $c_K > c_P$ β. $n_K > n_P$ και $c_K < c_P$ γ. $n_K < n_P$ και $c_K > c_P$ δ. $n_K < n_P$ και $c_K < c_P$

B.5. (21313) Ένα είδος πορσελάνης (Π) έχει μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης από το νερό (Ν).

Για το μήκος κύματος μονοχρωματικής δέσμης φωτός όταν διαδίδεται στην πορσελάνη (λ_{Π}) και όταν διαδίδεται στο νερό (λ_N) ισχύει,

- α. $\lambda_{\Pi} > \lambda_N$ β. $\lambda_{\Pi} = \lambda_N$ γ. $\lambda_{\Pi} < \lambda_N$

B.6. (21320) Ο δείκτης διάθλασης διαφανούς υλικού αποκλείεται να έχει τιμή:

- α. 0,8 β. 1,2 γ. 1,4

B.7. (21324) Μονοχρωματική ακτινοβολία έχει μήκος κύματος λ_0 στο αέρα. Όταν εισέρχεται από τον αέρα σε διαφανές υλικό το μήκος κύματός της μειώνεται στα $2/3$ της αρχικής του τιμής.

Ο δείκτης διάθλασης του διαφανούς υλικού είναι:

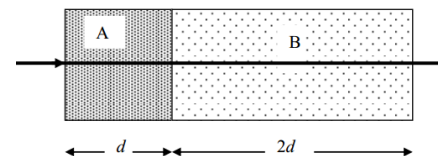
- α. $n = 2/3$ β. $n = 3/2$ γ. $n = 1,33$

B.8. (21330) Όταν μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται από ένα διαφανές υλικό Α σε κάποιο άλλο υλικό Β, το μήκος κύματός της αυξάνεται κατά 25%.

Όταν η ίδια ακτινοβολία διαδοθεί από το υλικό Β στο Α τότε το μήκος κύματός της θα ελαττωθεί κατά:

- α. 25% β. 20% γ. 30%

B.9. (21335) Μονοχρωματική ακτινοβολία διαπερνά δύο διαφανή υλικά Α και Β, με πάχος d και $2d$ αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το πάχος d του υλικού Α ισούται με $2 \cdot 10^6$ μήκη κύματος της ακτινοβολίας στο υλικό αυτό, ενώ το πάχος $2d$ του υλικού Β ισούται με $1,5 \cdot 10^6$.



Για τους δείκτες διάθλασης των δύο οπτικών υλικών, για τη συγκεκριμένη ακτινοβολία, ισχύει:

- α. $\frac{n_A}{n_B} = \frac{4}{3}$ β. $\frac{n_A}{n_B} = \frac{8}{3}$ γ. $\frac{n_A}{n_B} = \frac{3}{4}$

B.10. (21354) Το μήκος κύματος μιας μονοχρωματικής ακτινοβολίας στο υλικό 1 είναι $\lambda_1 = 500$ nm, ενώ όταν η ίδια ακτινοβολία εισέρχεται στο υλικό 2 τότε το μήκος κύματός είναι $\lambda_2 = 400$ nm. Οι αποστάσεις που διανύει το φως σε κάθε ένα από τα δύο υλικά είναι ίσες.

Για τους χρόνους t_1 και t_2 που χρειάζεται το φως για να διανύσει τις παραπάνω αποστάσεις στα δύο υλικά ισχύει:

α. $\frac{t_1}{t_2} = \frac{5}{4}$

β. $\frac{t_1}{t_2} = \frac{4}{5}$

γ. $t_1 = t_2$

B.11. (21357) Μία μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται διαδοχικά σε δύο υλικά με ταχύτητες v_1 και v_2 για τις οποίες ισχύει: $v_1 = 1,5v_2$. Για τις αποστάσεις που διανύει η ακτινοβολία στα δύο υλικά 1 και 2 ισχύει αντίστοιχα: $d_1 = 3d_2$. Αν στο υλικό 1 εμφανίζονται 900 μήκη κύματος της ακτινοβολίας, τότε στο υλικό 2 εμφανίζονται:

α. 1350 μήκη κύματος

β. 2700 μήκη κύματος

γ. 450 μήκη κύματος

B.12. (21363) Έχουμε δύο λέιζερ. Το πρώτο που το συμβολίζουμε με (I) είναι Kr^+ (ιόντων Κρυπτού), έχει ισχύ $P_1 = 1 \cdot 10^{-3}$ Watt και παράγει μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος $\lambda_1 = 650$ nm στο κενό. Το δεύτερο λέιζερ που το συμβολίζουμε με (II) είναι He-Cd (Ηλίου – Καδμίου) έχει ισχύ $P_2 = 3 \cdot 10^{-3}$ Watt και παράγει μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος $\lambda_2 = 325$ nm επίσης στο κενό. Θεωρούμε ότι η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν και τα δύο λέιζερ μετατρέπεται κατά 100% σε ενέργεια ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Σε κάποιο χρονικό διάστημα το λέιζερ (I) εκπέμπει 10^{20} φωτόνια. Στο ίδιο χρονικό διάστημα το λέιζερ (II) εκπέμπει:

α. $2 \cdot 10^{20}$ φωτόνια

β. $3 \cdot 10^{20}$ φωτόνια

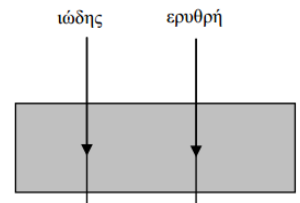
γ. $1,5 \cdot 10^{20}$ φωτόνια

B.13. (21371) Δύο παράλληλες δέσμες φωτός, μια ιώδης και μία ερυθρή πέφτουν από τον αέρα, κάθετα, σε μια πλάκα χαλαζία, όπως παριστάνεται στο σχήμα. Αν οι παραπάνω δέσμες πέσουν ταυτόχρονα στην πλάκα του χαλαζία

α. θα εξέλθει από την πλάκα νωρίτερα η ιώδης

β. θα εξέλθει από την πλάκα νωρίτερα η ερυθρή

γ. θα εξέλθουν από την πλάκα ταυτόχρονα



B.14. (21378) Δύο παράλληλες ακτίνες φωτός, μια ιώδης και μία ερυθρή προσπίπτουν πλάγια, από τον αέρα σε μια πλάκα χαλαζία, οπότε λόγω του φαινομένου της διάθλασης εκτρέπονται.

α. Μεγαλύτερη γωνία εκτροπής θα έχει η ιώδης.

β. Μεγαλύτερη γωνία εκτροπής θα έχει η ερυθρή.

γ. Η γωνία εκτροπής δεν εξαρτάται από το χρώμα, άρα θα έχουν την ίδια γωνία εκτροπής.

B.15. (21381) Μία μονοχρωματική δέσμη φωτός από ένα laser προσπίπτει πλάγια από τον αέρα στο νερό μιας λίμνης, οπότε κατά ένα μέρος διαθλάται και κατά ένα μέρος ανακλάται. Ονομάζουμε λ_1 το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, λ_2 το μήκος κύματος της ανακλώμενης ακτινοβολίας και λ_3 το μήκος κύματος της διαθλώμενης ακτινοβολίας. Τα μήκη κύματος λ_1 , λ_2 , λ_3 συνδέονται με τη σχέση:

α. $\lambda_1 = \lambda_2 > \lambda_3$

β. $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$

γ. $\lambda_1 > \lambda_2 = \lambda_3$

B.16. (21386) Μονοχρωματική ακτινοβολία έχει μήκος κύματος λ_1 , όταν διαδίδεται μέσα στο διαφανές υλικό (1) το οποίο έχει δείκτη διάθλασης n_1 για την ακτινοβολία αυτή. Όταν η παραπάνω ακτινοβολία διαδίδεται μέσα στο διαφανές υλικό (2), το μήκος κύματός της υποτριπλασιάζεται. Για το δείκτη διάθλασης n_2 του διαφανούς υλικού (2), για την ίδια ακτινοβολία, ισχύει:

α. $n_2 = \frac{n_1}{3}$

β. $n_2 = \frac{n_1}{9}$

γ. $n_2 = 3n_1$

B.17. (21390) Δύο μονοχρωματικές ακτίνες φωτός A και B έχουν αντίστοιχα συχνότητες f_A και f_B και διαδίδονται ταυτόχρονα στο κενό. Για τις συχνότητες των ακτίνων A και B ισχύει η σχέση $f_B = 5f_A$. Δίνεται η

ταχύτητα του φωτός στο κενό c_0 . Αν λ_A είναι το μήκος κύματος της μονοχρωματικής ακτίνας A, τότε για το μήκος κύματος λ_B της μονοχρωματικής ακτίνας B ισχύει:

α. $\lambda_B = \frac{\lambda_A}{5}$

β. $\lambda_B = 5 \lambda_A$

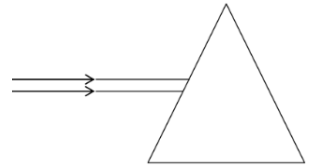
γ. $\lambda_B = \lambda_A$

B.18. (21396) Μια δέσμη λευκού φωτός εισέρχεται από τη μία πλάγια πλευρά ισοσκελούς γυάλινου πρίσματος και παράλληλα με τη βάση του, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η δέσμη εξερχόμενη από το γυάλινο πρίσμα, αναλύεται σε μια πολύχρωμη συνεχή ταινία, η οποία περιλαμβάνει γνωστά χρώματα. Η μεγαλύτερη γωνία εκτροπής αντιστοιχεί:

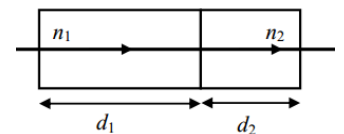
α. στο ερυθρό χρώμα

β. στο πράσινο χρώμα

γ. στο ιώδες χρώμα



B.19. (21400) Ακτίνα μονοχρωματικού φωτός, που έχει μήκος κύματος λ_0 όταν διαδίδεται στο κενό, προσπίπτει κάθετα στην πλευρά του κρυστάλλου (1) ο οποίος έχει σχήμα ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου και δείκτη διάθλασης $n_1 = 3/2$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ακτίνα διανύει απόσταση d_1 στον κρύσταλλο (1) με δείκτη διάθλασης n_1 και κατόπιν εισέρχεται κάθετα στον κρύσταλλο (2) με δείκτη διάθλασης $n_2 = 2$. Ο δεύτερος κρύσταλλος είναι ιδίου σχήματος με τον πρώτο και συνέχεια αυτού. Στον κρύσταλλο αυτό η ακτίνα διανύει απόσταση d_2 και κατόπιν εξέρχεται στον αέρα. Ο αριθμός των μηκών κύματος του φωτός στον κρύσταλλο (1) είναι N_1 και στον κρύσταλλο (2) είναι N_2 αντίστοιχα. Ο αριθμός N_1 είναι το 75% του N_2 .



Για το λόγο των αποστάσεων d_1 και d_2 ισχύει:

α. $\frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{2}$

β. $\frac{d_1}{d_2} = 1$

γ. $\frac{d_1}{d_2} = \frac{4}{3}$

B.20. (21403) Στην αριστερή επιφάνεια γυάλινου πρίσματος, του οποίου μια εγκάρσια τομή είναι ισοσκελές τρίγωνο, προσπίπτουν πλάγια τρεις παράλληλες ακτίνες μονοχρωματικών ακτινοβολιών: μία ερυθρού χρώματος, μία πράσινου χρώματος και μία ιώδους χρώματος, που μέχρι τότε κινούνταν στον αέρα. Οι ακτίνες αφού εκτραπούν από την αρχική τους πορεία εξέρχονται από τη δεξιά επιφάνεια του πρίσματος πάλι στον αέρα. Έστω ότι θ_e είναι η γωνία εκτροπής της ερυθρής ακτίνας, θ_π είναι η γωνία εκτροπής της πράσινης και θ_i είναι η γωνία εκτροπής της ιώδους. Για τις γωνίες εκτροπής θ_e , θ_π και θ_i των μονοχρωματικών ακτίνων ισχύει:

α. $\theta_e > \theta_\pi > \theta_i$

β. $\theta_e < \theta_\pi < \theta_i$

γ. $\theta_e < \theta_i < \theta_\pi$

B.21. (21406) Δύο μονοχρωματικές ακτινοβολίες μια ιώδης και μια ερυθρή, διαδίδονται στο κενό και έχουν αντίστοιχα μήκη κύματος λ_I και λ_E . Για το πηλίκο $\frac{\lambda_I}{\lambda_E}$ των μηκών κύματος ισχύει η σχέση $\frac{\lambda_I}{\lambda_E} = \frac{4}{7}$.

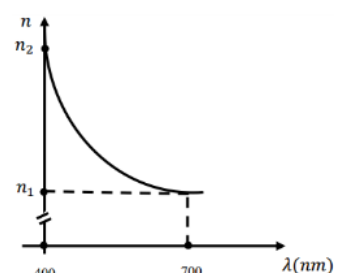
Για το πηλίκο $\frac{f_I}{f_E}$ των συχνοτήτων των ακτινοβολιών ισχύει η σχέση:

α. $\frac{f_I}{f_E} = \frac{4}{7}$

β. $\frac{f_I}{f_E} = \frac{7}{4}$

γ. $\frac{f_I}{f_E} = 1$

B.22. (21410) Η εξάρτηση του δείκτη διάθλασης n από το μήκος κύματος για το κρύσταλλο του ιωδιούχου ρουβιδίου (RbI) παρουσιάζεται στο διπλανό σχήμα. Για τους δείκτες διάθλασης n_1 και n_2 ισχύει: $n_2 = \frac{11}{10} n_1$. Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο κενό ίση με c_0 . Έστω ότι c_E και c_I είναι οι ταχύτητες διάδοσης της ερυθρής και της ιώδους ακτινοβολίας αντίστοιχα μέσα στο κρύσταλλο. Για το λόγο των ταχυτήτων διάδοσης c_E και c_I ισχύει:



$$\alpha. \frac{c_E}{c_1} = \frac{11}{10}$$

$$\beta. \frac{c_E}{c_1} = \frac{7}{4}$$

$$\gamma. \frac{c_E}{c_1} = \frac{10}{11}$$

B.23. (21416) Ακτίνα μονοχρωματικού φωτός που έχει μήκος κύματος λ_0 όταν διαδίδεται στο κενό, προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια κρυστάλλου CdS (θειούχου καδμίου) με δείκτη διάθλασης $n_1 = 2,5$ και διανύει μέσα σε αυτόν απόσταση d . Η ίδια ακτίνα προσπίπτει κατόπιν κάθετα στην επιφάνεια κρυστάλλου ZnO (οξειδίου του ψευδαργύρου) με δείκτη διάθλασης $n_2 = 2$ και διανύει μέσα σε αυτόν επίσης απόσταση d . Ο αριθμός των μηκών κύματος της ακτινοβολίας, όταν αυτή διαδίδεται μέσα στους κρυστάλλους με δείκτες διάθλασης n_1 και n_2 , είναι N_1 και N_2 αντίστοιχα. Για το λόγο των αριθμών των μηκών κύματος N_1 και N_2 ισχύει:

$$\alpha. \frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{4}$$

$$\beta. \frac{N_1}{N_2} = 1$$

$$\gamma. \frac{N_1}{N_2} = \frac{4}{5}$$

B.24. (21458) Στην παρακάτω παράσταση τα μεγέθη που εμφανίζονται είναι : ενέργεια E ενός φωτονίου, μήκος κύματος λ του φωτονίου στο κενό, ταχύτητα φωτός c στο κενό, σταθερά του Planck h . $\sqrt{\frac{Ec}{h\lambda}}$

Να επιλέξετε το φυσικό μέγεθος που παριστάνει η παραπάνω παράσταση.

α . Περίοδος του φωτονίου

β . Συχνότητα του φωτονίου

γ . Ταχύτητα του φωτονίου στο κενό

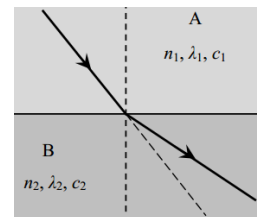
B.25. (21460) Στο σχήμα παριστάνεται μονοχρωματική ακτίνα που διέρχεται από οπτικό μέσο A με δείκτη διάθλασης n_1 σε οπτικό μέσο B με δείκτη διάθλασης n_2 . Το μήκος κύματος και η ταχύτητα του φωτός στα A και B είναι λ_1, c_1 και λ_2, c_2 αντίστοιχα.

Ορθή σχέση για τα παραπάνω φυσικά μεγέθη είναι η:

$$\alpha. n_1 < n_2$$

$$\beta. c_2 > c_1$$

$$\gamma. \frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$



B.26. (21462) Μονοχρωματική ακτίνα φωτός περνά από ένα οπτικό μέσο A με δείκτη διάθλασης n_1 , σε οπτικό μέσο B με δείκτη διάθλασης n_2 κατά 25 % μεγαλύτερο του n_1 . Το μήκος κύματος του φωτός στα μέσα A και B είναι λ_1 και λ_2 αντίστοιχα. Το μήκος κύματος λ_2 ελαττώνεται σε σχέση με το λ_1 κατά:

$$\alpha. 20 \%$$

$$\beta. 25 \%$$

$$\gamma. 75 \%$$

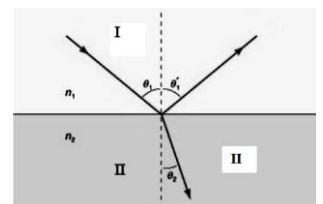
B.27. (21464) Μονοχρωματική ακτινοβολία διαθλάται από το οπτικό μέσο (I) με δείκτη διάθλασης n_1 στο οπτικό μέσο (II) με δείκτη διάθλασης n_2 . Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο (I) είναι λ_1 και στο μέσο (II) είναι λ_2 . Η γωνία πρόσπτωσης είναι θ_1 και γωνία διάθλασης είναι θ_2 .

Για τα μήκη κύματος λ_1 και λ_2 ισχύει :

$$\alpha. \lambda_1 < \lambda_2$$

$$\beta. \lambda_1 = \lambda_2$$

$$\gamma. \lambda_1 > \lambda_2$$



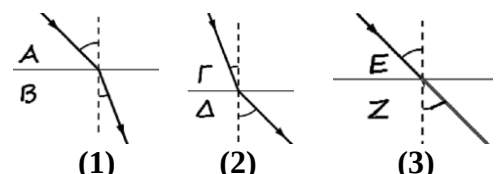
B.28. (21466) Στις πιο κάτω εικόνες (1), (2) και (3) φαίνεται η πορεία μιας ακτίνας μονοχρωματικού φωτός από ένα οπτικό μέσο σε ένα άλλο. Στην εικόνα (1) φαίνεται η πορεία της ακτίνας από το μέσο A που έχει δείκτη διάθλασης n_A , στο μέσο B που έχει δείκτη διάθλασης n_B , στην εικόνα (2) από το μέσο Γ που έχει δείκτη διάθλασης n_Γ , στο μέσο Δ που έχει δείκτη διάθλασης n_Δ και στην εικόνα (3) από το μέσο Ε που έχει δείκτη διάθλασης n_E , στο μέσο Ζ που έχει δείκτη διάθλασης n_Z .

Σύμφωνα με τις παραπάνω εικόνες ορθή σχέση μεταξύ των δεικτών διάθλασης είναι η :

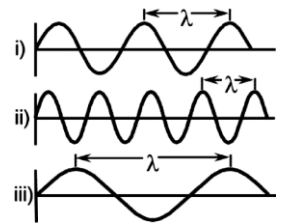
$$\alpha. n_A < n_B$$

$$\beta. n_\Gamma < n_\Delta$$

$$\gamma. n_Z < 1$$



B.29. (21468) Μια μονοχρωματική ακτινοβολία διέρχεται από τρία διαφορετικά οπτικά μέσα i, ii, iii, που έχουν δείκτες διάθλασης αντίστοιχα n_i , n_{ii} και n_{iii} . Στο παρακάτω σχήμα παριστάνονται συγκριτικά τα μήκη κύματος της ακτινοβολίας σε κάθε μια περίπτωση.

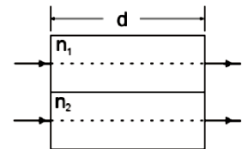


A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Η σχέση μεταξύ των δεικτών διάθλασης n_i , n_{ii} και n_{iii} είναι :

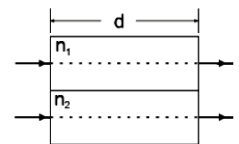
- α.** $n_i > n_{ii} > n_{iii}$ **β.** $n_{iii} > n_{ii} > n_i$ **γ.** $n_{ii} > n_i > n_{iii}$

B.30. (21470) Μονοχρωματικό φως, που διαδίδεται στον αέρα, εισέρχεται ταυτόχρονα σε δύο οπτικά υλικά του ίδιου πάχους d κάθετα στην επιφάνειά τους, όπως φαίνεται στο σχήμα. Οι δείκτες διάθλασης των δύο υλικών γι' αυτό το φως είναι n_1 και n_2 με $n_1 = 2n_2$. Αν t_1 και t_2 είναι οι χρόνοι διάδοσης του φωτός στα δύο υλικά αντίστοιχα, τότε:



- α.** $t_1 = t_2$ **β.** $t_1 = 2t_2$ **γ.** $t_1 = \frac{t_2}{2}$

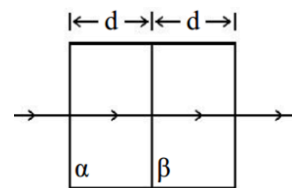
B.31. (21472) Μονοχρωματικό φως, που διαδίδεται στον αέρα, εισέρχεται ταυτόχρονα σε δύο οπτικά υλικά του ίδιου πάχους d κάθετα στην επιφάνειά τους, όπως φαίνεται στο σχήμα. Οι χρόνοι διάδοσης του φωτός στα δύο υλικά είναι t_1 και t_2 αντίστοιχα και $t_2 = 2t_1$. Αν λ_1 και λ_2 είναι τα μήκη κύματος του φωτός αυτού στα δύο υλικά αντίστοιχα, τότε:



- α.** $\lambda_1 = \lambda_2$ **β.** $\lambda_1 = 2\lambda_2$ **γ.** $\lambda_1 = \frac{\lambda_2}{2}$

B.32. (21474) Μονοχρωματική ακτινοβολία με συχνότητα f διαδίδεται σε δυο διαφορετικά υλικά α και β ίδιου πάχους d με ταχύτητες c_α και c_β . Οι χρόνοι διέλευσης της ακτινοβολίας από τα δυο υλικά είναι t_α και t_β .

Αν $t_\alpha = 2t_\beta$ ο λόγος των δεικτών διάθλασης των δυο υλικών θα είναι ίσος με :



- α.** $\frac{n_\alpha}{n_\beta} = 2$ **β.** $\frac{n_\alpha}{n_\beta} = \frac{1}{2}$ **γ.** $\frac{n_\alpha}{n_\beta} = 1$

B.33. (21476) Το μήκος κύματος μονοχρωματικής ακτίνας φωτός, καθώς διαδίδεται σε ένα οπτικό μέσο είναι 400 nm. Ο δείκτης διάθλασης του οπτικού μέσου για αυτό το φως είναι 1,5. Τα μήκη κύματος του ορατού φωτός στο κενό είναι από 400 nm για το ιώδες μέχρι τα 700 nm για το ερυθρό φως, ενώ μήκος κύματος 600 nm στο κενό αντιστοιχεί σε πορτοκαλί χρώμα.

Η παραπάνω ακτίνα φωτός καθώς διαδίδεται στο οπτικό μέσο είναι :

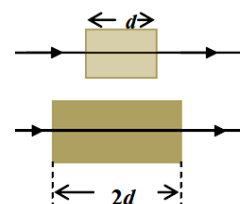
- α.** ιώδους χρώματος **β.** πορτοκαλί χρώματος **γ.** αόρατη υπεριώδης

B.34. (21478) Δύο ραδιοφωνικοί σταθμοί Α και Β, εκπέμπουν σε συχνότητες f_A και f_B με $f_A = 2f_B$, ενώ για την ακτινοβολούμενη ισχύ των δύο σταθμών ισχύει $P_A = 2P_B$. Σε κάποιο χρονικό διάστημα ο σταθμός Α έχει εκπέμψει N_A φωτόνια. Στον ίδιο χρόνο ο σταθμός Β έχει εκπέμψει N_B φωτόνια.

Για τους αριθμούς φωτονίων N_A και N_B θα ισχύει :

- α.** $N_B = 2N_A$ **β.** $N_B = N_A$ **γ.** $2N_B = N_A$

B.35. (21480) Δύο ακτίνες της ίδια μονοχρωματικής ακτινοβολίας προσπίπτουν κάθετα από το κενό σε οπτικά υλικά Α και Β πάχους d και $2d$ αντίστοιχα και διέρχονται από αυτά όπως φαίνεται στο σχήμα. Αν t_A και t_B είναι οι αντίστοιχοι χρόνοι διέλευσης της ακτινοβολίας από τα δύο υλικά και ισχύει $t_A = t_B$, για τους δείκτες διάθλασης n_A και n_B των δύο υλικών για την ακτινοβολία αυτή, θα ισχύει :



- α.** $n_A = n_B$ **β.** $n_A = 2n_B$ **γ.** $n_B = 2n_A$

B.36. (21482) Μονοχρωματική ακτίνα, με μήκος κύματος στον αέρα $\lambda_0 = 840 \text{ nm}$, διαδίδεται σε διαφανές υλικό με δείκτη διάθλασης $n = 1,4$.

Το μήκος κύματος της ακτίνας στο διαφανές υλικό είναι :

- α.** $\lambda = 1176 \text{ nm}$ **β.** $\lambda = 840 \text{ nm}$ **γ.** $\lambda = 600 \text{ nm}$

B.37. (21484) Μονοχρωματική ακτίνα φωτός προερχόμενη από τον αέρα προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια διαφανούς πρισματικής πλάκας και τη διαπερνά, διανύοντας στο εσωτερικό της απόσταση 10 cm . Ο δείκτης διάθλασης του υλικού της πλάκας είναι $n = 1,5$. Δίνεται ότι η ταχύτητα του φωτός στον αέρα είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Ο χρόνος κίνησης της ακτίνας μέσα στην πλάκα είναι :

- α.** $3 \cdot 10^{-11} \text{ s}$ **β.** $5 \cdot 10^{-10} \text{ s}$ **γ.** $7 \cdot 10^{-9} \text{ s}$

B.38. (21486) Μονοχρωματική φωτεινή ακτίνα προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια δύο διαφανών μέσων 1, 2 προερχόμενη από το μέσο 1 και πηγαίνοντας στο μέσο 2. Ένα μέρος της ακτίνας ανακλάται και ένα μέρος της διαθλάται. Οι δείκτες διάθλασης των δύο μέσων 1 και 2 είναι n_1 και n_2 αντίστοιχα, η γωνία πρόσπτωσης της ακτίνας είναι 30° και η γωνία διάθλασης της ακτίνας είναι 60° .

Η σχέση των δεικτών διάθλασης των δύο μέσων είναι :

- α.** $n_1 > n_2$ **β.** $n_1 = n_2$ **γ.** $n_1 < n_2$

B.39. (21488) Ακτινοβολία μήκους κύματος λ_0 , στο κενό, περνά από οπτικά αραιό μέσο, με δείκτη διάθλασης n_1 , σε οπτικά πυκνό μέσο, με δείκτη διάθλασης n_2 .

Η μεταβολή του μήκους κύματος $\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2$ είναι ίση με :

- α.** $\lambda_0 \left(\frac{n_2 - n_1}{n_1 n_2} \right)$ **β.** $\lambda_0 (n_2 - n_1)$ **γ.** $\lambda_0 \left(\frac{n_1 n_2}{n_2 - n_1} \right)$

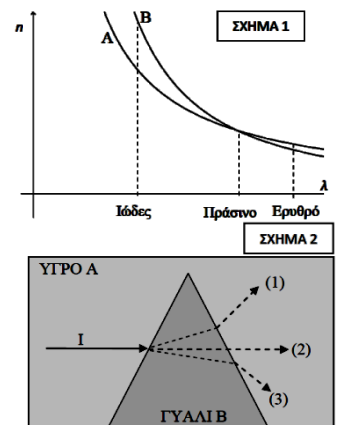
B.40. (21490) Μονοχρωματική ακτινοβολία περνά από οπτικά αραιό μέσο, με δείκτη διάθλασης n_1 , σε οπτικά πυκνό μέσο, με δείκτη διάθλασης n_2 .

Η μεταβολή της ταχύτητας του φωτός είναι ίση με :

- α.** $c_0 \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 n_1} \right)$ **β.** $c_0 (n_2 - n_1)$ **γ.** $c_0 \left(\frac{n_2 n_1}{n_2 - n_1} \right)$

B.41. (21492) Στο σχήμα 1 οι καμπύλες Α και Β παριστάνουν την εξάρτηση του δείκτη διάθλασης από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο υγρό (Α) και στο γυαλί (Β) αντίστοιχως. Τοποθετούμε πρίσμα φτιαγμένο από το συγκεκριμένο γυαλί μέσα σε δοχείο που περιέχει το συγκεκριμένο υγρό όπως φαίνεται στο σχήμα 2. Πάνω στο πρίσμα προσπίπτει διαδοχικά, κατά μήκος της διεύθυνσης Ι, καθεμία από τις τρεις μονοχρωματικές ακτινοβολίες (ιώδης, πράσινη, ερυθρή) που φαίνονται στο σχήμα 1. Οι πορείες που θα ακολουθήσουν η ιώδης, η πράσινη και η ερυθρή ακτινοβολία είναι αντίστοιχως:

- α.** 1, 2 και 3 **β.** 3, 2 και 1. **γ.** 2, 3 και 1.



B.42. (21494) Μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος λ_0 προερχόμενη από τον αέρα εισέρχεται σε κομμάτι γυαλιού μέσα στο οποίο το μήκος κύματος μειώνεται κατά το $1/3$ της αρχικής του τιμής. Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού είναι:

- α.** 0,66 **β.** 1,1 **γ.** 1,5

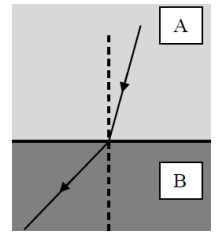
B.43. (21500) Η ενέργεια ενός φωτονίου μιας μονοχρωματικής ακτινοβολίας υπολογίζεται από τη σχέση:

- α.** $E = h \frac{\lambda}{f}$ **β.** $E = hcf$ **γ.** $E = h \frac{c}{\lambda}$

B.44. (21498) Στο σχήμα φαίνεται η πορεία μιας μονοχρωματικής ακτίνας καθώς αυτή διέρχεται από το οπτικό μέσο Α στο οπτικό μέσο Β.

Εάν ο δείκτης διάθλασης της μονοχρωματικής ακτίνας στο μέσο Α είναι $n_A = 1,3$, τότε ο δείκτης διάθλασης της μονοχρωματικής ακτίνας στο μέσο Β μπορεί να είναι:

- α. $n_B = 1,3$ β. $n_B = 1,35$ γ. $n_B = 1,22$

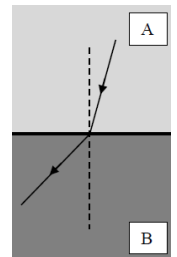


B.45. (21603) Μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται από το νερό στο γυαλί. Για το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο γυαλί (λ_{Γ} και στο νερό (λ_N) ισχύει, $\lambda_{\Gamma} < \lambda_N$. Αν n_{Γ} είναι ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού και n_N ο δείκτης διάθλασης του νερού για την ακτινοβολία αυτή, ισχύει:

- α. $n_{\Gamma} > n_N$ β. $n_{\Gamma} = n_N$ γ. $n_{\Gamma} < n_N$

B.46. (21502) Στο σχήμα δίδεται η πορεία μιας μονοχρωματικής ακτίνας καθώς αυτή διέρχεται από το οπτικό μέσο Α στο οπτικό μέσο Β. Το μέσο Α έχει δείκτη διάθλασης n_A και το μέσο Β έχει δείκτη διάθλασης n_B . Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό ίση με c_0 . Εάν η ταχύτητα της μονοχρωματικής ακτίνας στο μέσο Α είναι c_A και η αντίστοιχη ταχύτητά της στο μέσο Β είναι c_B , τότε ισχύει:

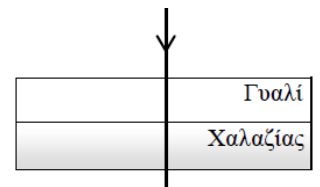
- α. $c_A > c_B$ β. $c_A = c_B$ γ. $c_A < c_B$



B.47. (21510) Μονοχρωματική δέσμη φωτός εισέρχεται σε γυάλινο πλακίδιο κάθετα στην επιφάνειά του και κατόπιν σε πλακίδιο χαλαζία που εφάπτεται στο γυαλί, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το γυαλί έχει δείκτη διάθλασης $n_1 = 3/2$ και ο χαλαζίας έχει δείκτη διάθλασης n_2 για τον οποίο ισχύει $\frac{n_2}{n_1} = 2$. Η ταχύτητα του

φωτός στον αέρα είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s. Η ταχύτητα του φωτός στο χαλαζία είναι:

- α. $0,5 \cdot 10^8$ m/s β. 10^8 m/s γ. $2 \cdot 10^8$ m/s



B.48. (21605) Μονοχρωματική ακτινοβολία έχει μήκος κύματος λ_0 στο αέρα. Όταν εισέρχεται από τον αέρα σε διαφανές υλικό το μήκος κύματός της ελαττώνεται στο $1/3$ της αρχικής του τιμής. Ο δείκτης διάθλασης του διαφανούς υλικού είναι :

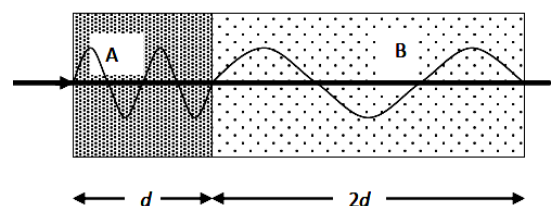
- α. $n = \frac{2}{3}$ β. $n = 3$ γ. $n = 1,33$

B.49. (21607) Μονοχρωματική ακτινοβολία, που ανήκει στην περιοχή των μικροκυμάτων, διαπερνά δύο διαφανή υλικά Α και Β, με πάχος d και $2d$ αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Αν στο σχήμα παριστάνονται συγκριτικά τα μήκη κύματος της ακτινοβολίας στα δύο υλικά, αφού το παρατηρήσετε προσεκτικά να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:

Ποιό από τα δύο υλικά είναι οπτικά πυκνότερο, το Α ή το Β;

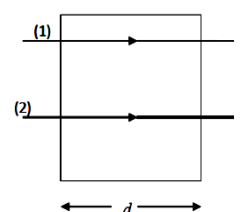
Για τους χρόνους διέλευσης της ακτινοβολίας από τα δύο υλικά, ισχύει:

- α. $\frac{t_A}{t_B} = \frac{4}{3}$ β. $\frac{t_A}{t_B} = \frac{8}{3}$ γ. $\frac{t_A}{t_B} = \frac{3}{4}$



B.50. (21609) Δύο μονοχρωματικές ακτινοβολίες διαπερνούν κάθετα ένα γυάλινο πλακίδιο πάχους d . Τα μήκη κύματος των δύο ακτινοβολιών στο γυαλί είναι λ_1 και λ_2 . Εάν για τους χρόνους διέλευσης ισχύει $t_1 = 1,5t_2$, τότε για τους δείκτες διάθλασης των δύο ακτινοβολιών στο γυαλί ισχύει:

- α. $n_1 = n_2$ β. $n_1 = \frac{3}{2}n_2$ γ. $n_1 = \frac{2}{3}n_2$



B.51. (21611) Μονοχρωματική ακτινοβολία που διαδίδεται στο κενό διανύει απόσταση d σε χρόνο t . Η ίδια μονοχρωματική ακτινοβολία σε κάποιο υλικό, διανύει απόσταση d σε χρόνο $2t$. Ο δείκτης διάθλασης του υλικού για τη μονοχρωματική αυτή ακτινοβολία είναι:

- α. $n = 2$ β. $n = 1$ γ. $n = 1,5$

B.52. (21613) Πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα με μήκος κύματος λ . Η πηγή εκπέμπει $4 \cdot 10^{18}$ φωτόνια ανά δευτερόλεπτο. Η ισχύς της πηγής για την εκπομπή της παραπάνω ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι P . Μία δεύτερη πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα μήκους $\lambda' = 2\lambda$. Αν οι δύο πηγές έχουν την ίδια ισχύ, τότε ο αριθμός των φωτονίων ανά δευτερόλεπτο που εκπέμπεται από τη δεύτερη πηγή είναι:

- α. $4 \cdot 10^{18}$ β. $2 \cdot 10^{18}$ γ. $8 \cdot 10^{18}$

B.53. (21615) Κάποια μονοχρωματική ακτινοβολία με μήκος κύματος λ_0 στο κενό διαδίδεται σε κάποιο υλικό με δείκτη διάθλασης $n = 5/4$ για την ακτινοβολία αυτή. Παρατηρούμε τότε ότι μέσα στο υλικό υπάρχουν 10^{10} μήκη κύματος της ακτινοβολίας. Δεύτερη ακτινοβολία με μήκος κύματος $\lambda_0' = \lambda_0/2$ στο κενό διαδίδεται στο ίδιο υλικό. Για τη δεύτερη ακτινοβολία ο δείκτης διάθλασης είναι $n' = 1,5$

A. Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση.

Τα μήκη κύματος της δεύτερης ακτινοβολίας που υπάρχουν στο υλικό είναι:

- α. $\frac{1}{2} \cdot 10^{10}$ β. $2 \cdot 10^{10}$ γ. $2,4 \cdot 10^{10}$

B.54. (21617) Δύο μονοχρωματικές ακτινοβολίες, μια ερυθρή και μια ιώδης, έχουν στο κενό μήκη κύματος αντίστοιχα 700 nm και 400 nm. Τα φωτόνια των ακτινοβολιών έχουν ενέργεια E_E της ερυθρής και E_I της

ιώδους. Ο λόγος των ενεργειών $\frac{E_I}{E_E}$ είναι:

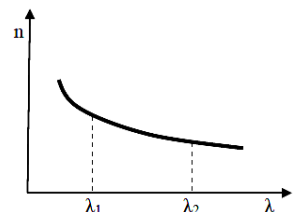
- α. $\frac{4}{7}$ β. $\frac{7}{4}$ γ. $\frac{49}{16}$

B.55. (21619) Το πλαϊνό διάγραμμα παριστάνει την εξάρτηση του δείκτη διάθλασης ενός γυαλιού από το μήκος κύματος. Τα λ_1 και λ_2 είναι τα μήκη κύματος στο κενό δύο ορατών ακτινοβολιών (1) και (2).

α. Ταχύτερα διαδίδεται στο γυαλί η ακτινοβολία (1)

β. Ταχύτερα διαδίδεται στο γυαλί η ακτινοβολία (2)

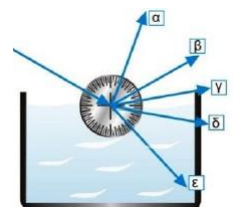
γ. Στο γυαλί διαδίδονται και οι δύο ακτινοβολίες με την ίδια ταχύτητα.



B.56. (21621) Το μήκος κύματος ερυθρής ακτινοβολίας που διαδίδεται σε ένα διαφανές μέσο είναι όσο το μήκος κύματος πράσινης ακτινοβολίας που διαδίδεται στο κενό. Η συχνότητα της ερυθρής ακτινοβολίας που διαδίδεται στο διαφανές μέσο είναι f_E , ενώ η συχνότητα της πράσινης ακτινοβολίας που διαδίδεται στο κενό είναι f_{Π} . Να επιλέξετε τη σωστή σχέση μεταξύ των συχνοτήτων f_E , f_{Π}

- α. $f_E = f_{\Pi}$ β. $f_E < f_{\Pi}$ γ. $f_E > f_{\Pi}$

B.57. (21627) Στο διπλανό σχήμα, η μονοχρωματική ακτίνα φωτός διαπερνά τη διαχωριστική επιφάνεια δύο μέσων κινούμενη από το οπτικά αραιότερο στο οπτικά πυκνότερο μέσο. Ποιές από τις ακτίνες α, β, γ, δ, ε παριστάνουν την ανακλώμενη και τη διαθλώμενη;



B.58. (21623) Κάθε φωτόνιο μιας μονοχρωματικής ακτινοβολίας έχει ενέργεια $3,3 \cdot 10^{-19}$ J. Δίνονται: $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s. και $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s. Η παραπάνω μονοχρωματική ακτινοβολία ανήκει:

α. στο υπεριώδες τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος,

- β. στο ορατό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος,
 γ. στο υπέρυθρο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

B.59. (21625) Μονοχρωματική ακτίνα περνά από κάποιο οπτικό μέσο (1) σε άλλο οπτικό μέσο (2). Ο δείκτης διάθλασης του μέσου (2) είναι κατά 50% μικρότερος από αυτόν του μέσου (1).

Κατά την πιο πάνω μετάβαση της ακτίνας από το μέσο (1) στο μέσο (2):

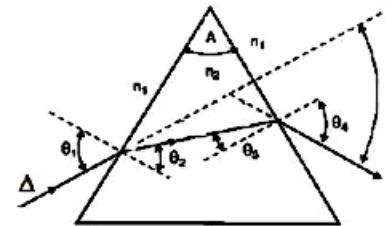
- α. Η ταχύτητα διάδοσής της διπλασιάζεται.
 β. Η ταχύτητα διάδοσής της υποδιπλασιάζεται.
 γ. Η ταχύτητα διάδοσής της παραμένει σταθερή.

B.60. (21629) Στην αίθουσα αναμονής του οδοντιατρείου, ο Αποστόλης παρατηρεί στο ενυδρείο τα μικρά χρυσόψαρα με το έντονο κίτρινο χρώμα και σκέφτεται: «τι χρώμα να έχουν στ' αλήθεια;». Ο προβληματισμός του πηγάζει από το γεγονός ότι για να φτάσει το φως στο εσωτερικό του οφθαλμού, διέρχεται από τέσσερα διαφορετικά μέσα: το νερό του ενυδρείου με $n_v = 1,333$ – τον αέρα με $n_a = 1$ – τον κερατοειδή με $n_k = 1,377$ και το υδατοειδές υγρό του βολβού με $n_b = 1,337$. Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό/αέρα $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s. Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση για το χρώμα των ψαριών.

- α. Είναι κίτρινο, ακριβώς ίδιο με αυτό που βλέπει στο ενυδρείο
 β. Δεν είναι κίτρινο, όπως αυτό που βλέπει στο ενυδρείο
 γ. Στ' αλήθεια είναι πορτοκαλί αλλά φαίνεται κίτρινο

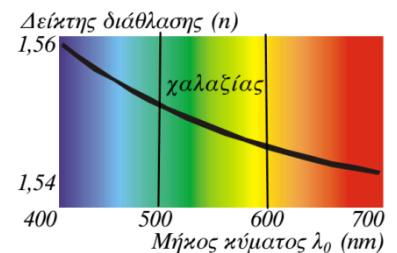
B.61. (21631) Δέσμη φωτός Δ, προσπίπτει υπό γωνία στη μια πλευρά πρίσματος και η πορεία της φαίνεται με τη συνεχόμενη γραμμή στο πιο κάτω σχήμα.

- α. Πρόκειται για δέσμη λευκού φωτός και για τους δείκτες διάθλασης ισχύει $n_1 < n_2$
 β. Πρόκειται για μονοχρωματική δέσμη φωτός και για τους δείκτες διάθλασης ισχύει $n_1 < n_2$
 γ. Πρόκειται για μονοχρωματική δέσμη φωτός και για τους δείκτες διάθλασης ισχύει $n_1 > n_2$



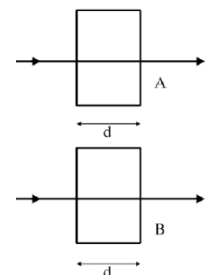
B.62. (21635) Στο σχήμα απεικονίζεται η εξάρτηση του δείκτη διάθλασης n του χαλαζία (οπτικό υλικό) από το μήκος κύματος λ_0 στο κενό. Δυο ορατές μονοχρωματικές ακτινοβολίες Α και Β διέρχονται μέσα από το χαλαζία. Κάθε φωτόνιο της ακτινοβολίας Α έχει ενέργεια E_A , ενώ κάθε φωτόνιο της ακτινοβολίας Β έχει ενέργεια E_B . Για τις ενέργειες E_A , E_B των φωτονίων ισχύει ότι: $E_A > E_B$. Αν n_A είναι ο δείκτης διάθλασης του χαλαζία για την ακτινοβολία Α και n_B ο δείκτης διάθλασης του χαλαζία για την ακτινοβολία Β θα ισχύει ότι:

- α. $n_A = n_B$ β. $n_A > n_B$ γ. $n_A < n_B$



B.63. (21637) Στο σχήμα φαίνονται δύο όμοια (από το ίδιο υλικό και ίδιων διαστάσεων) διαφανή πλακίδια Α και Β. Στα πλακίδια προσπίπτουν συγχρόνως δύο μονοχρωματικές ακτίνες φωτός. Πρώτη εξέρχεται η ακτίνα από το πλακίδιο Β. Αν n_A είναι ο δείκτης διάθλασης του παραπάνω υλικού για την ακτινοβολία Α και n_B ο δείκτης διάθλασης του παραπάνω υλικού για την ακτινοβολία Β θα ισχύει :

- α. $n_A = n_B$ β. $n_A < n_B$ γ. $n_A > n_B$



B.64. (21639) Μονοχρωματική ακτίνα φωτός όταν διαδίδεται σε ένα διαφανές υλικό Υ,

χρειάζεται χρόνο t για να διαδοθεί σε απόσταση x . Ο χρόνος t είναι κατά 50% μεγαλύτερος από το χρόνο που χρειάζεται η συγκεκριμένη ακτίνα στο κενό, για να διανύσει την ίδια απόσταση. Ο δείκτης διάθλασης του υλικού Y για τη συγκεκριμένη ακτίνα φωτός είναι:

α. $n = 1,25$

β. $n = 0,8$

γ. $n = 1,5$

B.65. (21641) Δύο μονοχρωματικές ακτινοβολίες A και B έχουν συχνότητες f_A και $f_B = 2f_A$. Δίνεται ότι το ανθρώπινο μάτι μπορεί να βλέπει ακτινοβολίες (που διαδίδονται στο κενό) με μήκη κύματος από 400 nm μέχρι 700 nm. Αν η ακτινοβολία A είναι ορατή, η ακτινοβολία B θα είναι:

α. ορατή

β. υπεριώδης

γ. υπέρυθη

B.66. (21643) Μονοχρωματική ακτίνα φωτός όταν διαδίδεται στο κενό, διανύει απόσταση x_0 η οποία είναι κατά 25% μεγαλύτερη από την απόσταση x που διανύει στον ίδιο χρόνο, όταν διαδίδεται σε ένα διαφανές υλικό Y . Ο δείκτης διάθλασης του υλικού Y για τη συγκεκριμένη ακτίνα φωτός είναι:

α. $n = 1,25$

β. $n = 0,8$

γ. $n = 1,5$

B.67. (21647) Φωτεινή μονοχρωματική ακτίνα με μήκος κύματος 600 nm στον αέρα περνά από τον αέρα σε ένα διαφανές υλικό οπότε το μήκος κύματος της γίνεται 400 nm. Το υλικό στο οποίο περνά η ακτίνα είναι:

α. Πάγος που έχει δείκτη διάθλασης $n = 1,3$

β. Γυαλί που έχει δείκτη διάθλασης $n = 1,5$

γ. Τετραχλωράνθρακας που έχει δείκτη διάθλασης $n = 1,4$

B.68. (21649) Μονοχρωματική ακτινοβολία προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια δύο μέσων διάδοσης κατευθυνόμενη από το μέσο 1 στο μέσο 2 για τα οποία γνωρίζουμε ότι $n_1 > n_2$.

Για τις ταχύτητες (c) τα μήκη κύματος (λ) και τις ενέργειες (E) των αντίστοιχων φωτονίων ισχύει:

α. $c_1 > c_2, \lambda_1 > \lambda_2, E_1 > E_2$.

β. $c_1 < c_2, \lambda_1 < \lambda_2, E_1 = E_2$.

γ. $c_1 > c_2, \lambda_1 > \lambda_2, E_1 = E_2$.

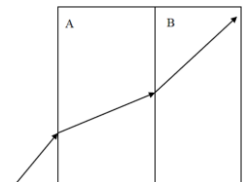
B.69. (21651) Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται η πορεία μιας ακτίνας φωτός που εισέρχεται από τον αέρα σε ένα γυαλί A και συνεχίζει να διαδίδεται σε δεύτερο γυαλί B .

Για τους δείκτες διάθλασης n_A και n_B , των δύο γυαλιών, ισχύει :

α. $n_A > n_B$.

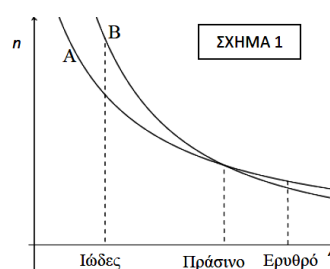
β. $n_A = n_B$.

γ. $n_A < n_B$.

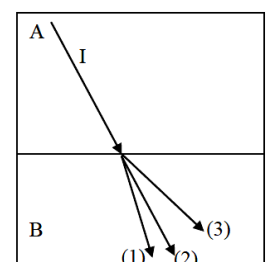


B.70. (21653) Στο σχήμα 1 οι καμπύλες A και B παριστάνουν την εξάρτηση του δείκτη διάθλασης από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας για δύο είδη γυαλιών. Τοποθετούμε δύο ορθογώνια τμήματα από αυτά τα γυαλιά το ένα σε επαφή με το άλλο, όπως φαίνεται στο σχήμα 2, και ρίχνουμε διαδοχικά κατά μήκος διεύθυνσης I , καθεμία από τις τρεις μονοχρωματικές ακτινοβολίες (ιώδης, πράσινη, ερυθρή) που φαίνονται στο σχήμα 1. Οι πορείες που θα ακολουθήσουν η ιώδης, η πράσινη και η ερυθρή ακτινοβολία είναι αντίστοιχως:

α. 3, 2 και 1
β. 1, 2 και 3.
γ. 2, 3 και 1.



ΣΧΗΜΑ 1



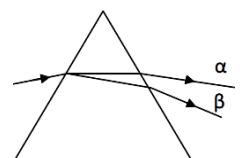
ΣΧΗΜΑ 2

B.71. (21655) Μια δέσμη λευκού φωτός προσπίπτει πάνω σε πρίσμα όπως φαίνεται στο σχήμα. Δίνονται τα μήκη κύματος του κόκκινου και του ιώδους χρώματος στο κενό $\lambda_{OK} = 700$ nm και $\lambda_{OI} = 400$ nm αντίστοιχα.

α. Η φωτεινή δέσμη διαχωρίζεται και η πορεία α αντιστοιχεί στην ιώδη ακτίνα ενώ η πορεία β αντιστοιχεί στην κόκκινη ακτίνα.

β. Η φωτεινή δέσμη διαχωρίζεται και η πορεία α αντιστοιχεί στην κόκκινη ακτίνα ενώ η πορεία β αντιστοιχεί στην ιώδη ακτίνα.

γ. Η φωτεινή δέσμη δεν διαχωρίζεται και ακολουθεί μόνο τη πορεία α .

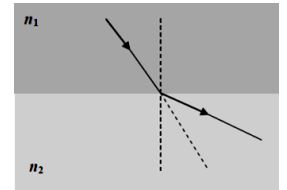


B.72. (21657) Μία ακτίνα φωτός εισέρχεται από το γυαλί που έχει δείκτη διάθλασης n_1 στον αέρα που έχει δείκτη διάθλασης n_2 , όπως φαίνεται στο σχήμα. Αν λ_1 είναι το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο γυαλί και λ_2 είναι το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στον αέρα, ισχύει ότι:

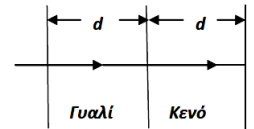
α. $\lambda_1 = \lambda_2$

β. $\lambda_1 > \lambda_2$

γ. $\lambda_1 < \lambda_2$



B.73. (21661) Μία ακτίνα μονοχρωματικού φωτός περνάει από γυαλί πάχους d σε κενό ίσου πάχους, κάθετα στη διαχωριστική τους επιφάνεια, όπως στο σχήμα. Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού για την ακτίνα αυτή, είναι $n = \frac{3}{2}$. Αν t_1 είναι ο χρόνος διέλευσης



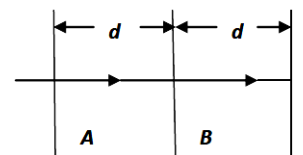
της ακτίνας από το γυαλί και t_2 ο χρόνος διέλευσης από το κενό, τότε ο λόγος είναι ίσος με :

α. $\frac{3}{2}$

β. $\frac{2}{3}$

γ. 1

B.74. (21663) Μία ακτίνα μονοχρωματικού φωτός περνάει από ένα διαφανές υλικό Α πάχους d σε δεύτερο διαφανές υλικό Β ίσου πάχους, κάθετα στη διαχωριστική τους επιφάνεια, όπως στο σχήμα. Αν t_1 είναι ο χρόνος διέλευσης της ακτίνας από το Α και t_2 ο χρόνος διέλευσης από το Β, τότε $\frac{t_1}{t_2} = \frac{3}{2}$. Ο δείκτης διάθλασης του υλικού Α για



την ακτίνα αυτού του φωτός είναι $n_1 = 1,8$. Ο δείκτης διάθλασης n_2 του υλικού Β είναι ίσος με:

α. 1,8

β. 1,2

γ. 0,8

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Γ.1. Μονοχρωματική ακτινοβολία έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$ στο κενό. Όταν η ίδια ακτινοβολία διαδίδεται σε κάποιο οπτικό μέσο Α, έχει ταχύτητα $c = 2,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Αν η ταχύτητα του φωτός στο κενό είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, να βρείτε:

α. Τη συχνότητα της ακτινοβολίας στο κενό και στο μέσο Α.

β. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο Α.

γ. Την ενέργεια ενός φωτονίου της παραπάνω ακτινοβολίας.

δ. Αν σε μια επιφάνεια εμβαδού $S = 400 \text{ cm}^2$ πέσουν 10^{18} φωτόνια/ cm^2 , πόση ενέργεια μεταφέρεται στην επιφάνεια;

α. $f_0 = f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, **β.** $\lambda = 500 \text{ nm}$, **γ.** $E = 33,15 \cdot 10^{-20} \text{ J}$, **δ.** $E_{\text{ολ}} = 132,6 \text{ J}$

Γ.2. Μια ακτινοβολία διαδίδεται σε μέσο Α και στη συνέχεια σε μέσο Β. Η ταχύτητα στο μέσο Α είναι $c_1 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και το μήκος κύματος $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$.

α. Ποια είναι η συχνότητα της ακτινοβολίας στο μέσο Β;

β. Ποιο είναι το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο Β αν η ταχύτητα της είναι $c_2 = 2,4 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;

γ. Πόση ενέργεια μεταφέρει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας στο μέσο Α;

δ. Πόση ενέργεια μεταφέρουν 10^{20} φωτόνια της ακτινοβολίας στο μέσο Β;

Δίνεται η σταθερά του Planck: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

α. $f_1 = f_2 = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, **β.** $\lambda_2 = 400 \text{ nm}$, **γ.** $E = 39,78 \cdot 10^{-20} \text{ J}$, **δ.** $E_{\text{ολ}} = 39,78 \text{ J}$

Γ.3. Ένα φωτόνιο μιας μονοχρωματικής ακτινοβολίας μεταφέρει ενέργεια $E = 6,63 \cdot 10^{-18} \text{ J}$. Να βρείτε:

α. Τη συχνότητα της ακτινοβολίας.

β. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό αν $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

γ. Το μήκος κύματος σε ένα μέσο αν η ταχύτητα στο μέσο είναι κατά 25% μικρότερη αυτής στο κενό.

δ. Την ισχύ της πηγής που εκπέμπει την παραπάνω ακτινοβολία αν αυτή εκπέμπει 10^{19} φωτόνια/s.

α. $f = 10^{16} \text{ Hz}$, **β.** $\lambda_0 = 3 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, **γ.** $\lambda = 2,25 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, **δ.** $P = 66,3 \text{ W}$

Γ.4. Σε μια λεπτή χάλκινη πλάκα μάζας $m = 100 \text{ g}$ και θερμοκρασίας $\theta_1 = 20^\circ \text{ C}$ πέφτει μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$, οπότε η πλάκα αποκτά θερμοκρασία $\theta_2 = 30^\circ \text{ C}$. Με την προϋπόθεση ότι το 50% της ενέργειας των φωτονίων που πέφτουν στην πλάκα μετατρέπεται σε θερμότητα, να βρείτε:

α. Τη συχνότητα της ακτινοβολίας.

β. Την ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας.

γ. Τον αριθμό των φωτονίων που απορρόφησε η χάλκινη πλάκα.

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $c_{\text{Cu}} = 396 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$

α. $f = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, **β.** $E = 39,6 \cdot 10^{-20} \text{ J}$, **γ.** $N = 2 \cdot 10^{21}$ φωτόνια

Γ.5. Ακτινοβολία διαδίδεται κατά $x = 15 \text{ m}$ σε μέσο Α σε χρόνο $t = 10^{-7} \text{ s}$. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό είναι $\lambda_0 = 400 \text{ nm}$ και η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Να βρείτε:

α. Τη συχνότητα της ακτινοβολίας στο μέσο Α.

β. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο Α.

γ. Αν η ισχύς της πηγής που εκπέμπει την ακτινοβολία είναι $P = 49,725 \text{ W}$, πόσα φωτόνια εκπέμπει σε χρόνο $t = 10^{-5} \text{ s}$; Δίνεται: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

α. $f = 7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, **β.** $\lambda = 200 \text{ nm}$, **γ.** $N = 10^{15}$ φωτόνια

Γ.6. Αστροφυσικός παρατηρεί μια έκρηξη που έγινε σε κάποιο άστρο το οποίο απέχει από τη Γη απόσταση $d = 21,6 \cdot 10^9 \text{ Km}$. Με αστρονομικό φασματογράφο αναλύει το φως της έκρηξης και μια από τις ακτινοβολίες που προκύπτουν από την ανάλυση έχει μήκος κύματος $\lambda = 600 \text{ nm}$. Να βρείτε:

α. Τη συχνότητα της ακτινοβολίας.

β. Την ενέργεια που έχει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας.

γ. Πριν από πόσο χρόνο από τη στιγμή που ο αστροφυσικός παρατηρεί την έκρηξη έγινε αυτή στο άστρο.

δ. Αν μια πηγή ισχύος $P = 66,3 \text{ W}$ που βρίσκεται στη Γη εκπέμπει την ίδια ακτινοβολία για όσο χρόνο κάνει το φως να έλθει από το άστρο στη Γη, ποιος είναι ο αριθμός των φωτονίων που εκπέμπει;

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

α. $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, **β.** $E = 33,15 \cdot 10^{-20} \text{ J}$, **γ.** $t = 20 \text{ h}$, **δ.** $N = 4,4 \cdot 10^{24}$

Γ.7. Ακτινοβολία όταν διαδίδεται στο κενό έχει μήκος κύματος λ_0 , ενώ όταν διαδίδεται σε μέσο Α έχει μήκος κύματος λ και είναι $\lambda_0 - \lambda = 10^{-7} \text{ m}$. Η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας είναι $E = 33,15 \cdot 10^{-20} \text{ J}$. Αν η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο κενό είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, να βρείτε:

α. Το μήκος κύματος και ακτινοβολίας στο κενό και στο μέσο Α.

β. Την ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας στο μέσο Α.

γ. Τον αριθμό των φωτονίων της παραπάνω ακτινοβολίας, που έχουν ενέργεια ίση με την ενέργεια ενός φωτονίου μιας ακτινοβολίας με μήκος κύματος στο κενό $\lambda'_0 = 2 \text{ nm}$.

Δίνεται: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

α. $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$, $\lambda = 500 \text{ nm}$, **β.** $c_A = 2,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, **γ.** $N = 300$ φωτόνια

Γ.8. Σε ένα μήκος $\ell = 6 \text{ m}$ χωράνε $2 \cdot 10^6$ μήκη κύματος μιας υπέρυθρης ακτινοβολίας που διαδίδεται στο κενό. Αν η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο κενό είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, να βρείτε:

α. Τη συχνότητα της παραπάνω ακτινοβολίας.

β. Την ενέργεια ενός φωτονίου της.

γ. Τον αριθμό των φωτονίων της παραπάνω ακτινοβολίας που πρέπει να απορροφηθούν από $m = 100 \text{ g}$ νερού για να ανυψώσουν τη θερμοκρασία του κατά $\Delta\theta = 13,2^\circ \text{ C}$. Υποθέτουμε ότι όλη η ενέργεια των φωτονίων μετατρέπεται σε θερμότητα.

Δίνονται: $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ και $c_v = 4200 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ (ειδική θερμότητα του νερού)

α. $f = 10^{14} \text{ Hz}$, **β.** $E = 6,6 \cdot 10^{-20} \text{ J}$, **γ.** $N = 84 \cdot 10^{21}$ φωτόνια

Γ.9. Φωτεινή πηγή εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$ στο κενό. Τα φωτόνια της ακτινοβολίας πέφτουν σε φωτοστοιχείο που μετατρέπει την ενέργεια τους σε ηλεκτρική με απόδοση 25%. Το φωτοστοιχείο τροφοδοτεί ένα μικρό αυτοκινητάκι μάζας $m = 100 \text{ g}$, το οποίο μπορεί να αναπτύξει ταχύτητα $v = 5 \text{ m/s}$. Αν υποθέσουμε ότι όλη η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική, να βρείτε:

α. Τη συχνότητα της ακτινοβολίας.

β. Το μήκος κύματος της σε μέσο που η ταχύτητα του φωτός είναι κατά 20% μικρότερη αυτής στο κενό.

γ. Τον αριθμό των φωτονίων που πρέπει να πέσουν στο φωτοστοιχείο για να αναπτύξει το αυτοκινητάκι τη μέγιστη ταχύτητα που μπορεί. Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

α. $f = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, **β.** $\lambda = 400 \text{ nm}$, **γ.** $N = 12,5 \cdot 10^{18}$ φωτόνια

Γ.10. Οι ορατές ακτινοβολίες έχουν στο κενό μήκη κύματος από $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$ έως $\lambda_2 = 700 \text{ nm}$. Να βρείτε:

α. Μεταξύ ποιων ορίων κυμαίνονται οι συχνότητες των ορατών ακτινοβολιών.

β. Ποια είναι η μικρότερη και ποια η μεγαλύτερη ενέργεια που έχουν τα φωτόνια των ορατών ακτινοβολιών.

γ. Πόσα φωτόνια με τη μικρότερη ενέργεια πρέπει να απορροφηθούν από πλάκα μολύβδου μάζας $m = 100 \text{ g}$ για να μεταβληθεί η θερμοκρασία της κατά $\Delta\theta = 10^\circ \text{ C}$. Υποθέτουμε ότι όλη η ενέργεια των φωτονίων μετατρέπεται σε θερμότητα. Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $c_{\text{Pb}} = 150 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$

α. $f = \frac{3}{4} \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, **β.** $f_2 = \frac{3}{7} \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, **β.** $E_{\min} = 2,82 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $E_{\max} = 4,95 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, **γ.** $N = 53,2 \cdot 10^{19}$ φωτόνια

Γ.11. Μια μονοχρωματική δέσμη φωτός έχει στο κενό μήκος κύματος $\lambda_0 = 450 \text{ nm}$. Να βρείτε:

α. Ποια είναι η ταχύτητα διάδοσης της δέσμης σε γυαλί με δείκτη διάθλασης $n = 1,5$.

β. Ποιο είναι το μήκος κύματος της δέσμης στο γυαλί.

γ. Ποια είναι η συχνότητα της ακτινοβολίας στο κενό και στο γυαλί.

δ. Πόση είναι η ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της δέσμης.

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

α. $c = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, **β.** $\lambda = 300 \text{ nm}$, **γ.** $f = \frac{2}{3} \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, **δ.** $E = 4,42 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Γ.12. Μια μονοχρωματική ακτίνα φωτός, όταν περνάει από τον αέρα σε κάποιο γυαλί, μειώνεται το μήκος κύματος της κατά 10%. Να βρείτε:

α. Το δείκτη διάθλασης του γυαλιού.

β. Την ταχύτητα του φωτός στο γυαλί.

γ. Αν $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, ποιο είναι το μήκος κύματος στον αέρα και ποιο το μήκος κύματος στο γυαλί.

Δίνεται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

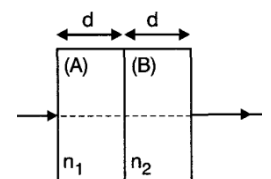
α. $n = 10/9$, **β.** $c = 2,7 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, **γ.** $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$, $\lambda = 540 \text{ nm}$

Γ.13. Τα δύο διαφανή υλικά που φαίνονται στο διπλανό σχήμα έχουν δείκτες διάθλασης $n_1 = 1,25$ και $n_2 = 1,5$. Το πάχος του κάθε υλικού είναι $d = 9 \text{ m}$. Μια μονοχρωματική ακτίνα φωτός εισέρχεται κάθετα στο υλικό (A) και βγαίνει από το υλικό (B). Αν δίνεται ότι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Να βρείτε

α. το χρόνο που θα κάνει το φως για να περάσει μέσα από τα δύο υλικά.

β. τον αριθμό των κυμάτων που υπάρχουν συνολικά στα δύο μέσα αν $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$.

α. $t = 8,25 \cdot 10^{-9} \text{ s}$, **β.** $N = 4,125 \cdot 10^7$



Γ.14. Μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος λ_0 περνάει από τον αέρα μέσα σε διαφανές υλικό, μέσα στο οποίο το μήκος κύματος της μειώνεται κατά το $1/4$ της αρχικής του τιμής. Να βρείτε:

α. Το δείκτη διάθλασης του διαφανούς υλικού.

β. Την ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας στο διαφανές υλικό.

γ. Τη μεταβολή της περιόδου της ακτινοβολίας.

Δίνεται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

α. $n = 4/3$, **β.** $c = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, **γ.** $\Delta T = 0$

Γ.15. Μια μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται σε δύο διαφορετικά διαφανή μέσα με δείκτες διάθλασης $n_1 = 1,8$ και $n_2 = 1,6$. Να βρείτε:

α. Το λόγο των ταχυτήτων διάδοσης της ακτινοβολίας στα δύο παραπάνω μέσα.

β. Το λόγο των συχνοτήτων της ακτινοβολίας στα δύο παραπάνω μέσα.

γ. Αν το μήκος κύματος στο μέσο (1) είναι $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$, ποιο είναι το μήκος κύματος στο μέσο (2).

α. $8/9$, **β.** 1 , **γ.** $\lambda_2 = 450 \text{ nm}$

Γ.16. Φωτεινή πηγή ισχύος $P = 46,41 \text{ W}$ εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία. Όταν η ακτινοβολία διαδίδεται στο νερό έχει ταχύτητα $c = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, ενώ όταν διαδίδεται στο κενό έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$. Να βρείτε:

α. Το δείκτη διάθλασης του νερού.

β. Το μήκος κύματος στο νερό.

γ. Τον αριθμό των φωτονίων που εκπέμπει η πηγή σε χρόνο $t = 5 \text{ ms}$.

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

α. $n = 4/3$, **β.** $\lambda = 450 \text{ nm}$, **γ.** $N = 7 \cdot 10^{17}$ φωτόνια

Γ.17. Δεξαμενή ύψους $h = \frac{9\sqrt{3}}{3} \text{ m}$ είναι γεμάτη με νερό, του οποίου ο δείκτης διάθλασης

είναι $n = 4/3$. Μονοχρωματική δέσμη φωτός πέφτει στην επιφάνεια του νερού όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

α. Να σχεδιάσετε την πορεία της δέσμης μέχρι αυτή να φθάσει στον πυθμένα της δεξαμενής.

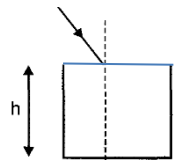
β. Να βρείτε το χρόνο που χρειάζεται το φως από τη στιγμή που πέφτει στην επιφάνεια του νερού για να φθάσει στον πυθμένα αν η γωνία διάθλασης είναι $\theta_\delta = 30^\circ$.

γ. Αν το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο νερό είναι $\lambda = 480 \text{ nm}$, ποιο είναι το μήκος κύματος της στο κενό;

δ. Πόση ενέργεια μεταφέρουν $N = 10^{20}$ φωτόνια της ακτινοβολίας;

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

β. $t = 4 \cdot 10^{-8} \text{ s}$, **γ.** $\lambda_0 = 640 \text{ nm}$, **γ.** $E_{\text{ολ}} = 31 \text{ J}$



Γ.18. Πηγή ισχύος $P = 13,26 \text{ W}$ εκπέμπει κίτρινο φως, του οποίου το μήκος κύματος στο κενό είναι $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$. Το παραπάνω φως, όταν διαδίδεται στο βενζόλιο, έχει ταχύτητα $c = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Να βρείτε:

α. Το δείκτη διάθλασης του βενζολίου.

β. Το μήκος κύματος του παραπάνω φωτός στο βενζόλιο.

γ. Το μήκος κύματος του παραπάνω φωτός στο νερό αν ο δείκτης διάθλασης του νερού είναι $4/3$

δ. Τον αριθμό των φωτονίων ανά δευτερόλεπτο, που εκπέμπει η πηγή.

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

α. $n = 1,5$, **β.** $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$, **γ.** $\lambda_2 = 450 \text{ nm}$, **δ.** $N = 4 \cdot 10^{19}$ φωτόνια/s

Γ.19. Μονοχρωματική ακτινοβολία, όταν διαδίδεται σε οπτικό μέσο Α, έχει μήκος κύματος $\lambda = 400 \text{ nm}$. Η ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας αυτής είναι ίση με την ενέργεια που μεταφέρουν $2 \cdot 10^6$ φωτόνια ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας συχνότητας $f_0 = 250 \text{ MHz}$. Να βρείτε:

α. Τη συχνότητα f της ακτινοβολίας.

β. Την ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας στο μέσο Α.

γ. Το δείκτη διάθλασης του μέσου Α.

δ. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας σε μέσο Β που έχει δείκτη διάθλασης κατά 20% μικρότερο απ' αυτόν του μέσου Α. Δίνεται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

α. $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, **β.** $c = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, **γ.** $n_1 = 1,5$, **δ.** $\lambda_B = 500 \text{ nm}$

Γ.20. Μονοχρωματικό φως με μήκος κύματος $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$ στον αέρα εισέρχεται ταυτόχρονα σε δύο οπτικά υλικά Α και Β πάχους $d = 1,5 \text{ m}$ κάθετα στη διαχωριστική επιφάνεια κάθε υλικού με τον αέρα. Η ταχύτητα του φωτός στο Α είναι κατά 25% μικρότερη απ' αυτήν του φωτός στο κενό και η ταχύτητα στο μέσο Β είναι μικρότερη κατά 20% αυτής που έχει το φως στο μέσο Α. Να βρείτε:

α. Τους δείκτες διάθλασης των μέσων Α και Β.

β. Τον αριθμό των μηκών κύματος του φωτός σε κάθε μέσο.

γ. Τη χρονική διαφορά εξόδου του φωτός από τα δύο οπτικά μέσα. Δίνεται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

α. $n_1 = 4/3$, $n_2 = 5/3$, **β.** $N_1 = 4 \cdot 10^6$, $N_2 = 5 \cdot 10^6$, **γ.** $\Delta t = 5/3 \cdot 10^{-9} \text{ s}$

Γ.21. Μια δέσμη μονοχρωματικού φωτός μεταβαίνει από οπτικό μέσο Α, με δείκτη διάθλασης $n_1 = 1,5$, σε οπτικό μέσο Β, με δείκτη διάθλασης $n_2 = 2$. Το μήκος κύματος της δέσμης στο κενό είναι $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$ και η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Να βρείτε:

α. Τη μεταβολή της ταχύτητας της δέσμης όταν αυτή μεταβαίνει από το μέσο Α στο μέσο Β.

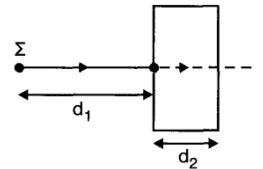
β. Τη μεταβολή στο μήκος κύματος της δέσμης όταν αυτή μεταβαίνει από το μέσο Α στο μέσο Β.

γ. Την ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της δέσμης στο κενό, στο μέσο Α και στο μέσο Β.

Δίνεται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

α. $\Delta c = 5 \cdot 10^7 \text{ m/s}$, **β.** $\Delta \lambda = 100 \text{ nm}$, **γ.** $E = 33 \cdot 10^{14} \text{ J}$, **δ.** $N = 10^{19}$ φωτόνια

Γ.22. Φωτεινή πηγή μονοχρωματικής ακτινοβολίας βρίσκεται σε σημείο Σ, που απέχει απόσταση $d_1 = 3 \text{ m}$ από διαφανές υλικό πάχους $d_2 = 1 \text{ m}$, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η πηγή εκπέμπει φωτεινή δέσμη που πέφτει κάθετα στην επιφάνεια του οπτικού μέσου. Στην απόσταση d_1 χωράνε $6 \cdot 10^6$ μήκη κύματος της ακτινοβολίας, ενώ στην d_2 χωράνε $2,5 \cdot 10^6$ μήκη κύματος της. Να βρείτε:



α. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό και στο οπτικό μέσο.

β. Το δείκτη διάθλασης του οπτικού μέσου.

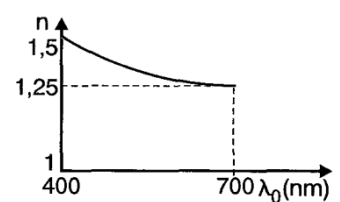
γ. Το χρόνο που θα κάνει το φως για να διανύσει την απόσταση $d_{ολ} = d_1 + d_2$.

δ. Την ισχύ της πηγής αν εκπέμπει 10^{20} φωτόνια/s.

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$.

α. $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$, $\lambda = 400 \text{ nm}$, **β.** $n = 1,25$, **γ.** $t = 17/12 \cdot 10^{-8} \text{ s}$, **δ.** $P = 39,78 \text{ W}$

Γ.23. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται πώς μεταβάλλεται ο δείκτης διάθλασης ενός οπτικού μέσου σε συνάρτηση με το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Αν $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ η ταχύτητα του φωτός στο κενό, να βρείτε:



α. Την ταχύτητα διάδοσης των ακτινοβολιών, με μήκη κύματος 400 nm και 700 nm, στο οπτικό μέσο.

β. Το μήκος κύματος των δύο ακτινοβολιών στο οπτικό μέσο.

γ. Τη συχνότητα των ακτινοβολιών στο κενό και στο μέσο.

α. $c_1 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $c_2 = 2,4 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, **β.** $\lambda_1 = 266,67 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 560 \text{ nm}$, **γ.** $f_1 = 75 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$, $f_2 = 4,28 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

Γ.24. Η ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο μιας ακτινοβολίας είναι: $E = 6,63 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Αν η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο κενό είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, να βρείτε:

α. Τη συχνότητα της ακτινοβολίας.

β. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό και να εξετάσετε αν είναι ορατή ή αόρατη.

γ. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας σε οπτικό μέσο με δείκτη διάθλασης $n = 1,5$.

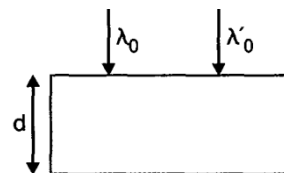
δ. Την ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας στο οπτικό μέσο. Δίνεται: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$.

α. $f = 10^{15} \text{ Hz}$, **β.** $\lambda_0 = 300 \text{ nm}$, **γ.** $\lambda = 200 \text{ nm}$, **δ.** $c = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Γ.25. Η διαφορά των συχνοτήτων δύο ακτινοβολιών είναι ίση με τη συχνότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας, ένα φωτόνιο της οποίας μεταφέρει ενέργεια $E = 9,945 \cdot 10^{-20} \text{ J}$. Δύο φωτόνια των παραπάνω ακτινοβολιών μεταφέρουν συνολικά ενέργεια $E' = 89,505 \cdot 10^{-20} \text{ J}$. Να βρείτε:

- α.** Τα μήκη κύματος των παραπάνω ακτινοβολιών στο κενό.
β. Για ποια από τις δύο ακτινοβολίες ένα οπτικό μέσο εμφανίζει μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης.
γ. Αν η ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας με το μεγαλύτερο μήκος κύματος είναι σε κάποιο οπτικό μέσο $c = 2,4 \cdot 10^8$ m/s. Ποιο είναι το μήκος κύματος της ακτινοβολίας αυτής στο μέσο;
 Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s.
α. $\lambda_{01} = 400$ nm, $\lambda_{02} = 500$ nm, **β.** $\lambda_{01} = 400$ nm, **γ.** $\lambda = 400$ nm

Γ.26. Η γυάλινη πλάκα που φαίνεται στο διπλανό σχήμα έχει πάχος $d = 0,9$ m. Δύο ακτινοβολίες με μήκη κύματος $\lambda_0 = 500$ nm και $\lambda'_0 = 400$ nm πέφτουν ταυτόχρονα στη μία έδρα της πλάκας κάθετα. Κατά την είσοδο των ακτινοβολιών στην πλάκα, το μήκος κύματος ελαττώνεται κατά 20% και 25% αντίστοιχα. Να βρείτε:



- α.** Τις ταχύτητες των ακτινοβολιών στο γυαλί.
β. Το δείκτη διάθλασης του γυαλιού για κάθε ακτινοβολία.
γ. Τη διαφορά χρόνου εξόδου των ακτινοβολιών από τη γυάλινη πλάκα.
δ. Την ενέργεια που μεταφέρει ένα φωτόνιο της ακτινοβολίας με τη μεγαλύτερη συχνότητα.
 Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s.
α. $c_1 = 2,4 \cdot 10^8$ m/s, $c_2 = 2,25 \cdot 10^8$ m/s, **β.** $n_1 = 1,25$, $n_2 = 4/3$, **γ.** $\Delta t = 2,5 \cdot 10^{-10}$ s, **δ.** $E = 49,725 \cdot 10^{-20}$ J

Γ.27. Μια υπεριώδης ακτινοβολία έχει στο κενό μήκος κύματος $\lambda_0 = 100$ nm και μια υπέρυθρη $\lambda'_0 = 1000$ nm. Να βρείτε:

- α.** Τις συχνότητες των δύο παραπάνω ακτινοβολιών.
β. Τη διαφορά ενέργειας των φωτονίων τους.
γ. Πόσα φωτόνια της υπέρυθρης μεταφέρουν ενέργεια όση ένα φωτόνιο της υπεριώδους.
δ. Τον αριθμό των μηκών κύματος της υπεριώδους σε οπτικό μέσο πάχους $d = 40$ cm, στο οποίο εισέρχεται κάθετα και το οποίο έχει δείκτη διάθλασης $n = 1,25$.
 Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s.
α. $f_1 = 3 \cdot 10^{15}$ Hz, $f_2 = 3 \cdot 10^{14}$ Hz, **β.** $\Delta E = 179 \cdot 10^{-20}$ J, **γ.** $N = 10$, **δ.** $N = 5 \cdot 10^6$

Γ.28. Μια υπέρυθρη ακτινοβολία έχει μήκος κύματος $\lambda = 2000$ nm σε οπτικό μέσο το οποίο εμφανίζει δείκτη διάθλασης για την παραπάνω ακτινοβολία $n = 1,5$. Να βρείτε:

- α.** Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό.
β. Τη συχνότητα της ακτινοβολίας.
γ. Μια συσκευή που παράγει την παραπάνω ακτινοβολία θερμαίνει ποσότητα νερού μάζας $m = 3,315$ Kg. Αν από το νερό απορροφάται το 80% των φωτονίων που εκπέμπει η συσκευή, πόσα φωτόνια πρέπει να εκπέμπει για να ανέβει η θερμοκρασία του νερού κατά 20° C.
δ. Για πόσο χρόνο πρέπει να λειτουργήσει η συσκευή αν εκπέμπει 10^{21} φωτόνια το δευτερόλεπτο.
 Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s, $c_v = 4200$ J/kg·°C.
α. $\lambda_0 = 3 \cdot 10^3$ nm, **β.** $f = 10^{14}$ Hz, **γ.** $N = 525 \cdot 10^{22}$, **δ.** $t = 87,5$ min

Γ.29. (21317) Μονοχρωματική δέσμη φωτός με μήκος κύματος στο κενό $\lambda_0 = 600$ nm, διαδίδεται σε διαφανές υλικό, το οποίο έχει δείκτη διάθλασης $n = 1,25$. Δίνονται: η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s και η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο κενό (θεωρήστε την ίδια και στον αέρα) $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s.

- α.** Να υπολογίσετε τη ταχύτητα διάδοσης και το μήκος κύματος της μονοχρωματικής δέσμης στο διαφανές υλικό.
β. Να βρείτε την ενέργεια ενός φωτονίου της δέσμης.
γ. Να υπολογίσετε το ποσοστό μείωσης του μήκους κύματος της δέσμης κατά τη διάδοσης της από το κενό στο υλικό.
δ. Να συγκρίνετε την ενέργεια του φωτονίου που υπολογίσατε στο ερώτημα Δ2 με την κινητική ενέργεια ενός σαλιγκαριού μάζας 20 g που κινείται με ταχύτητα 1 cm/s.

Γ.30. (21360) Μια μονοχρωματική ακτινοβολία που διαδίδεται στο κενό, έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$. Δίνονται: η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$.

α. Να υπολογίσετε τη ταχύτητα διάδοσης και το μήκος κύματος αυτής της μονοχρωματικής ακτινοβολίας, όταν διαδίδεται στο νερό, αν ο δείκτης διάθλασης του νερού για την ακτινοβολία αυτή είναι $n = \frac{4}{3}$

β. Να βρείτε την ενέργεια ενός φωτονίου της παραπάνω μονοχρωματικής ακτινοβολίας.

Η μονοχρωματική αυτή ακτινοβολία καθώς κινείται στο κενό, συναντά κάθετα στη πορεία της, δυο γυάλινα πλακίδια (1) και (2), τα οποία εφάπτονται μεταξύ τους, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η ακτινοβολία εισέρχεται στο πλακίδιο (1) και στη συνέχεια εξέρχεται από το πλακίδιο (2). Τα γυάλινα πλακίδια (1) και (2) έχουν αντίστοιχα πάχος $d_1 = 1 \text{ m}$ και $d_2 = 1,8 \text{ m}$ και δείκτες διάθλασης για την ακτινοβολία αυτή $n_1 = 1,5$ και $n_2 = 1,2$.

γ. Να βρείτε τη μεταβολή $\Delta\lambda$ του μήκους κύματος της ακτινοβολίας, κατά τη μετάβαση της από το κενό στο πλακίδιο (1).

δ. Να υπολογίσετε το συνολικό χρόνο κίνησης της ακτινοβολίας μέσα στα δύο πλακίδια.

Γ.31. (21375) Μια μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται στο κενό και έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$. Η ακτινοβολία, προσπίπτει κάθετα στη μια πλευρά γυάλινου πλακιδίου και εξέρχεται από την απέναντι πλευρά του, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το γυάλινο πλακίδιο έχει δείκτη διάθλασης n , ενώ το πάχος του είναι $d = 48 \text{ cm}$. Δίνονται: η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$.

α. Να υπολογίσετε τη συχνότητα της μονοχρωματικής ακτινοβολίας και την ενέργεια ενός φωτονίου της. Κατά τη κίνηση της μονοχρωματικής ακτινοβολίας μέσα στο γυάλινο πλακίδιο, το μήκος κύματος της μειώνεται κατά το $\frac{1}{5}$ της αρχικής τιμής του.

β. Να υπολογίσετε το δείκτη διάθλασης n του γυάλινου πλακιδίου.

γ. Να βρείτε το χρόνο κίνησης της ακτινοβολίας μέσα στο γυάλινο πλακίδιο.

δ. Με πόσα μήκη κύματος είναι ίσο το πάχος του πλακιδίου;

Γ.32. (21393) **α.** Να υπολογιστεί η ταχύτητα διάδοσης μιας μονοχρωματικής ακτίνας φωτός μέσα σε γυαλί με δείκτη διάθλασης $n = 1,5$ για το φως αυτό.

β. Αν η συχνότητας αυτής της ακτίνας είναι $f = 6,25 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ να υπολογίσετε το μήκος κύματος που έχει η ακτίνα αυτή στο κενό και το μήκος κύματος που έχει στο γυαλί.

γ. Είναι η ακτίνα αυτή μια ακτίνα ορατού φωτός και γιατί;

Γ.33. (21427) Μονοχρωματική δέσμη φωτός με συχνότητα $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ διαπερνά κάθετα σε δυο διαφανή υλικά α και β πάχους $d = 10 \text{ cm}$ το καθένα. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας μέσα στο υλικό α είναι $\lambda_\alpha = 500 \text{ nm}$. Δίνονται: η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$.

α. Να υπολογίσετε την ενέργεια ενός φωτονίου αυτής της ακτινοβολίας όταν διαδίδεται στο υλικό α .

β. Να υπολογίσετε το δείκτη διάθλαση του υλικού α .

γ. Αν κατά τη μετάβαση της ακτινοβολίας από το υλικό α στο υλικό β το μήκος κύματος της μειώνεται κατά 20%, να υπολογίσετε το δείκτη διάθλασης του υλικού β καθώς και τον αριθμό μηκών κύματος αυτής της ακτινοβολίας που αντιστοιχούν στο πάχος d του υλικού β .

δ. Αν η ακτινοβολία αυτή διαπερνά το υλικό α σε χρόνο t_α ενώ το υλικό β σε χρόνο t_β , να υπολογίσετε το λόγο $\frac{t_\alpha}{t_\beta}$.

Γ.34. (21444) Ακτίνα μονοχρωματικής ακτινοβολίας με συχνότητα $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ που διαδίδεται αρχικά στον αέρα, προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια διαφανούς γυάλινης πλάκας και διέρχεται μέσα από αυτή, όπως

φαίνεται στο σχήμα. Η πλάκα έχει πάχος $d = 20 \text{ cm}$ και δείκτη διάθλασης $n = 1,5$. Αν η ταχύτητα του φωτός στον αέρα είναι $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η σταθερή του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, να υπολογίσετε:

- α. το χρόνο διόδου της ακτίνας από την πλάκα πάχους 20 cm ,
- β. την ενέργεια που μεταφέρουν 1000 φωτόνια αυτής της ακτινοβολίας,
- γ. το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στον αέρα και στη γυάλινη πλάκα,
- δ. τον αριθμό των μηκών κύματος της μονοχρωματικής ακτινοβολίας στο γυαλί.

Γ.35. (21448) Οι δείκτες διάθλασης της μολυβδούλου και της πυριτυάλου (που είναι δύο τύποι γυαλιών), για κάποια μονοχρωματική ακτινοβολία, είναι $3/2$ και $5/3$, αντιστοίχως.

- α. Ποιος είναι ο λόγος της ταχύτητας, της συγκεκριμένης ακτινοβολίας, στην μολυβδούλα προς την αντίστοιχη ταχύτητα στην πυριτούλα;
- β. Ποιος είναι ο λόγος των ενεργειών των φωτονίων της ακτινοβολίας στην μολυβδούλα και στην πυριτούλα; Η συγκεκριμένη μονοχρωματική ακτινοβολία εισέρχεται κάθετα σε δύο ισοπαχή κομμάτια μολυβδούλου και πυριτούλου, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.
- γ. Ποιος ο λόγος του αριθμού των μηκών κύματος που χωρούν στο κομμάτι της μολυβδούλου προς τον αντίστοιχο αριθμό μηκών κύματος που χωρούν στο κομμάτι της πυριτούλου;
- δ. Να υπολογιστεί ο λόγος των χρόνων που χρειάζεται η μονοχρωματική ακτινοβολία προκειμένου να διασχίσει το κομμάτι της μολυβδούλου προς τον αντίστοιχο χρόνο που απαιτείται για να διασχίσει το κομμάτι της πυριτούλου.

Γ.36. (21450) Μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας $f = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ προσπίπτει από το κενό σε διαφανές υλικό, μέσα στο οποίο το μήκος κύματος της μειώνεται στα $5/6$ της αρχικής του τιμής.

- α. Ποιο το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό;
 - β. Υπολογίστε το δείκτη διάθλασης του διαφανούς υλικού για τη συγκεκριμένη ακτινοβολία.
 - γ. Ποια η ταχύτητα της μονοχρωματικής αυτής ακτινοβολίας στο διαφανές υλικό;
 - δ. Αν η ακτίνα διανύει απόσταση $L = 1 \text{ cm}$ μέσα στο διαφανές υλικό, υπολογίστε το χρόνο που χρειάζεται για να το διασχίσει.
- Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Γ.37. (21559) Πηγή μονοχρωματικής ακτινοβολίας εκπέμπει 10^{20} φωτόνια ανά δευτερόλεπτο με μήκος κύματος $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$ στο κενό. Δίνονται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η σταθερά του Planck (κατά προσέγγιση για διευκόλυνση των πράξεων μας) $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

- α. Να υπολογίσετε τη συχνότητα της παραπάνω ακτινοβολίας.
 - β. Να βρείτε το χρόνο που χρειάζεται αυτή η ακτινοβολία, για να διανύσει μια απόσταση $d = 1,5 \text{ m}$ μέσα σε ένα διαφανές υλικό που έχει δείκτη διάθλασης $n = 2$.
 - γ. Να υπολογίσετε την ισχύ της ακτινοβολίας.
- Η παραπάνω ακτινοβολία αφού εξέλθει από το υλικό με δείκτη διάθλασης $n = 2$ εισέρχεται σε ένα δεύτερο διαφανές υλικό. Παρατηρούμε ότι το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο δεύτερο υλικό, είναι αυξημένο κατά 25% σε σχέση με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο πρώτο υλικό.
- δ. Να βρεθεί ο δείκτης διάθλασης για το δεύτερο διαφανές υλικό.

Γ.38. (21573) Ένας μαθητής γράφοντας επαναληπτικό διαγώνισμα στη Φυσική Γενικής Παιδείας

χρησιμοποίησε τον παρακάτω τύπο για να υπολογίσει τη συχνότητα ενός φωτονίου: $f = \sqrt{\frac{E \cdot c}{h \cdot \lambda}}$.

Τα E , λ συμβολίζουν την ενέργεια και το μήκος κύματος του φωτονίου που κινείται σε ένα διαφανές υλικό και c είναι η ταχύτητά του στο υλικό αυτό.

- α. Να εξηγήσετε κατά πόσο η χρήση αυτού του τύπου θα οδηγήσει το μαθητή στη σωστή απάντηση, εφόσον αντικαταστήσει σωστά τα δεδομένα και κάνει σωστές μαθηματικές πράξεις.
- β. Η τιμή της συχνότητας f του φωτονίου μεταβλήθηκε καθώς το φωτόνιο, από το κενό που κινιόταν αρχικά, εισήλθε στο διαφανές υλικό;

Το φωτόνιο έχει στο κενό μήκος κύματος $\lambda_0 = 450 \text{ nm}$ και το διαφανές υλικό έχει δείκτη διαθλάσεως $n = 1,5$.
γ. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος του φωτονίου κατά τη κίνησή του μέσα στο διαφανές υλικό.
δ. Θεωρούμε μία μονοχρωματική δέσμη φωτός που αποτελείται από φωτόνια σαν αυτό που αναφέρθηκε στα προηγούμενα ερωτήματα. Το «χρώμα» της δέσμης στο κενό ανήκει στην υπέρυθη, την ορατή ή την υπεριώδη περιοχή του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας;
 Στο διαφανές υλικό αλλάζει το χρώμα της;

Γ.39. (21575) Δύο ορατές μονοχρωματικές ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες Α και Β με συχνότητες, αντίστοιχα, f_A και f_B τέτοιες, ώστε $f_A = 1,2f_B$ διαδίδονται στο κενό. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας Α στο κενό είναι $\lambda_A = 500 \text{ nm}$.

α. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας Β όταν αυτή διαδίδεται στο κενό.
β. Η ακτινοβολία Β εισέρχεται κάθετα σε διαφανές πλακίδιο πάχους $d = 9 \text{ cm}$. Κατά τη είσοδο της ακτινοβολίας στο πλακίδιο η ταχύτητά της μειώνεται κατά 25%. Να υπολογίσετε το δείκτη διάθλασης του πλακιδίου για την ακτινοβολία Β.
γ. Να υπολογίσετε τον αριθμό μηκών κύματος της ακτινοβολίας Β που αντιστοιχούν στο πάχος d του υλικού.
δ. Το πλακίδιο απορροφά ένα μέρος από την ενέργεια της διαδιδόμενης σε αυτό ακτινοβολίας και θερμαίνεται. Να υπολογίσετε τον αριθμό των φωτονίων που πρέπει να απορροφήσει ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά 2°C . Δίνεται ότι για να αυξηθεί η θερμοκρασία του υλικού κατά 2°C απαιτούνται 33 J . Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Γ.40. (21597) Μονοχρωματική δέσμη φωτός με συχνότητα $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ που διαδίδεται στο κενό με ταχύτητα $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, προσπίπτει πάνω σε διαφανές υλικό και διαθλάται σε αυτό. Το υλικό έχει δείκτη διάθλασης $n = 1,5$. Δίνεται η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$. Όπου χρειαστεί να κάνετε στρογγυλοποίηση στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο.

α. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της δέσμης στο κενό.
β. Να βρείτε την ενέργεια που μεταφέρει κάθε φωτόνιο της δέσμης όταν αυτή διαδίδεται στο κενό.
γ. Να υπολογίσετε πόσα φωτόνια απορροφούνται από το υλικό, αν η συνολική ενέργεια που του μεταβιβάστηκε από τη δέσμη είναι $0,663 \text{ J}$.
δ. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος και τη συχνότητα της δέσμης όταν διαδίδεται στο διαφανές υλικό.

Γ.41. (21669) Μονοχρωματική ακτινοβολία έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$ στο κενό.

α. Να βρεθεί συχνότητα της ακτινοβολίας.
β. Αν η ακτινοβολία διαδίδεται σε υλικό με δείκτη διάθλασης $n = 1,5$, να βρεθεί το μήκος κύματος και η συχνότητά της στο υλικό.
γ. Να βρεθεί η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας αυτής.
δ. Φωτεινή πηγή Laser 100 Watt έχει απόδοση 66,3%, δηλαδή μόνο αυτό το ποσοστό της δαπανώμενης ισχύος της μετατρέπεται σε ενέργεια της παραπάνω μονοχρωματικής ακτινοβολίας, ενώ το υπόλοιπο γίνεται θερμότητα. Να βρεθεί ο αριθμός των φωτονίων ανά δευτερόλεπτο που εκπέμπονται από τη συγκεκριμένη φωτεινή πηγή.
 Δίνονται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ και ότι $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

Γ.42. (21675) Μονοχρωματική δέσμη φωτός, με μήκος κύματος στο κενό $\lambda_0 = 660 \text{ nm}$, διαδίδεται στον αέρα και προσπίπτει κάθετα σε πλάκα γυαλιού. Η ακτινοβολία αφού διανύσει μέσα στην πλάκα απόσταση $d = 0,6 \text{ m}$ εξέρχεται πάλι στον αέρα. Δίνονται η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ και η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

α. Να βρεθεί η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας στο κενό.
β. Η ενέργεια του φωτονίου που υπολογίσατε στο ερώτημα 1 μεταβάλλεται όταν το φωτόνιο κινείται στο γυαλί; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

γ. Πόσα φωτόνια ανά δευτερόλεπτο εκπέμπονται από πηγή της παραπάνω ακτινοβολίας αν η ισχύ της είναι 6 W;

δ. Να υπολογισθεί πόσο χρόνο διαρκεί η κίνηση ενός φωτονίου της ακτινοβολίας μέσα στη γυάλινη πλάκα αν ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού $n = 1,5$.

Γ.43. (21694) Η ταχύτητα του φωτός στο διαμάντι είναι $c_d = 1,2 \cdot 10^8$ m/s ενώ σε ένα είδος λαδιού είναι $c_e = 2 \cdot 10^8$ m/s.

α. Να υπολογίσετε το δείκτη διάθλασης του διαμαντιού και του λαδιού.

Ρίχνουμε ένα κομμάτι από το παραπάνω διαμάντι μέσα στο λάδι. Ρίχνουμε στην επιφάνεια του λαδιού μονοχρωματική δέσμη φωτός που στον αέρα έχει μήκος κύματος 500 nm. Η ακτίνα διαδίδεται στο λάδι και κατόπιν προσπίπτει στο διαμάντι και διαδίδεται και σε αυτό.

β. Να υπολογίσετε τον λόγο $\frac{\lambda_d}{\lambda_e}$ όπου λ_e το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο λάδι και λ_d στο διαμάντι.

γ. Να υπολογίσετε την ενέργεια ενός φωτονίου αυτής της ακτινοβολίας. Να αιτιολογήσετε αν αυτή η ενέργεια μεταβάλλεται καθώς η ακτινοβολία περνά από τον αέρα στο νερό και τέλος στο διαμάντι.

δ. Για να θερμανθεί ένα γραμμάριο από αυτό το λάδι και να ανέβει η θερμοκρασία του κατά 1°C απαιτείται ενέργεια 1,98 J. Πόσα φωτόνια έχουν ενέργεια ίση με την ενέργεια που απαιτείται για να θερμανθούν 2 g από το λάδι αυτό κατά 1°C ;

Δίνεται ότι η ταχύτητα του φωτός στον αέρα είναι $3 \cdot 10^8$ m/s και η σταθερά του Planck $6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s

Γ.44. (21700) Μια μονοχρωματική δέσμη φωτός έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 500$ nm όταν διαδίδεται στο κενό. Δίνονται: η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s και η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s.

α. Να υπολογίσετε, τη συχνότητα της δέσμης καθώς και την ενέργεια ενός φωτονίου της, όταν αυτή διαδίδεται στο κενό.

Η παραπάνω μονοχρωματική δέσμη διαδίδεται αρχικά σε νερό, το οποίο έχει δείκτη διάθλασης $n_N = \frac{4}{3}$. Η

δέσμη συναντά κάθετα στη πορεία της ένα γυάλινο πλακίδιο, οπότε εισέρχεται σε αυτό. Αφού διανύσει απόσταση $d = 30$ cm μέσα στο γυάλινο πλακίδιο, εξέρχεται και πάλι στο νερό. Δίνεται ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού από το οποίο είναι κατασκευασμένο το πλακίδιο $n_\Gamma = \frac{8}{5}$.

β. Να υπολογίσετε τη μεταβολή του μήκους κύματος της μονοχρωματικής δέσμης κατά τη μετάβασή της από το γυάλινο πλακίδιο στο νερό.

γ. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ενέργειας του φωτονίου της μονοχρωματικής δέσμης κατά τη μετάβασή της από το νερό στο γυάλινο πλακίδιο.

δ. Να βρείτε το χρόνο που διαρκεί η διάδοση της δέσμης μέσα στο γυάλινο πλακίδιο.

Γ.45. (ΕΣ.2001) Μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας $f = 5 \cdot 10^{14}$ Hz προσπίπτει από το κενό σε διαφανές υλικό, μέσα στο οποίο το μήκος κύματός της μειώνεται κατά το $1/6$ της αρχικής του τιμής. Η ακτίνα, μέσα στο διαφανές υλικό, διανύει απόσταση $d = 5 \cdot 10^{-2}$ m. Να υπολογίσετε:

α. το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό

β. το δείκτη διάθλασης του διαφανούς υλικού

γ. την ταχύτητα του φωτός στο διαφανές υλικό

δ. τον αριθμό των μηκών κύματος που περιλαμβάνονται στην απόσταση d του διαφανούς υλικού.

(Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s).

Γ.46. (ΕΝ2003) Ακτίνα ορατής μονοχρωματικής ακτινοβολίας συχνότητας $6 \cdot 10^{14}$ Hz, διέρχεται από τον αέρα σε γυάλινη πλάκα. Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού για την παραπάνω ακτινοβολία είναι 1,5.

α. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας λ_0 στο κενό.

β. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας μέσα στο γυαλί.

γ. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας λ μέσα στο γυαλί.

δ. Να βρείτε πόσο διαφέρει η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας στο κενό από την ενέργεια του φωτονίου αυτού, όταν η ακτίνα βρίσκεται μέσα στο γυαλί.

Δίνεται: η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Γ.47. (ΕΝ2005) Δέσμη φωτός, που διαδίδεται στο κενό, αποτελείται από δύο μονοχρωματικές ακτινοβολίες: την ιώδη με μήκος κύματος $\lambda_{0i} = 400$ nm και την ερυθρά με μήκος κύματος $\lambda_{0e} = 700$ nm. Η δέσμη φωτός εισέρχεται σε γυαλί. Το γυαλί εμφανίζει για την ιώδη ακτινοβολία δείκτη διάθλασης n_i και για την ερυθρά ακτινοβολία δείκτη διάθλασης n_e με λόγο $\frac{n_i}{n_e} = \frac{8}{7}$. Το μήκος κύματος της ιώδους ακτινοβολίας

στο γυαλί είναι 200 nm.

α. Να υπολογιστεί ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού για την ιώδη ακτινοβολία.

β. Να δειχθεί ότι το μήκος κύματος της ερυθράς ακτινοβολίας στο γυαλί είναι ίσο με το μήκος κύματος της ιώδους ακτινοβολίας στο κενό.

γ. Παρατηρείται αλλαγή του χρώματος της ερυθράς ακτινοβολίας κατά τη διάδοσή της μέσα στο γυαλί; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

δ. Έστω N_i και N_e οι αριθμοί των φωτονίων της ιώδους και της ερυθράς ακτινοβολίας αντίστοιχα, που προσπίπτουν στο γυαλί στη μονάδα του χρόνου. Να βρεθεί ο λόγος $\frac{N_i}{N_e}$, ώστε ο ρυθμός με τον οποίο

προσπίπτει η ενέργεια της ιώδους ακτινοβολίας στο γυαλί να είναι ίσος με το ρυθμό, με τον οποίο προσπίπτει η ενέργεια της ερυθράς ακτινοβολίας στο γυαλί.

Γ.48. (ΕΣ2008) Μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος $\lambda_0 = 500$ nm διαδίδεται στο κενό και προσπίπτει κάθετα σε πλακίδιο διαφανούς υλικού πάχους $d = 3$ cm. Η ακτινοβολία στο εσωτερικό του πλακιδίου διαδίδεται με μήκος κύματος $\lambda = 400$ nm. Να υπολογίσετε:

α. Τον δείκτη διάθλασης του υλικού για την παραπάνω ακτινοβολία.

β. Τον αριθμό των μηκών κύματος στο εσωτερικό του πλακιδίου.

γ. Τον χρόνο που χρειάζεται η ακτινοβολία για να διατρέξει το πλακίδιο.

δ. Την ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας στο εσωτερικό του πλακιδίου.

Δίνονται: ταχύτητα του φωτός στο κενό: $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s, σταθερά του Planck: $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s.

Γ.49. (ΕΝ.ΕΠ.2008) Υπέρυθρη ακτινοβολία διαδίδεται στον αέρα με μήκος κύματος $\lambda_0 = 900$ nm. Η ακτινοβολία απορροφάται πλήρως από ποσότητα νερού με ρυθμό 10^{20} φωτόνια/s. Γνωρίζουμε ότι για να αυξηθεί η θερμοκρασία αυτής της ποσότητας του νερού κατά 1°C (βαθμό Κελσίου) απαιτείται ενέργεια $E = 1100$ J.

α. Να υπολογίσετε την ενέργεια ενός φωτονίου αυτής της ακτινοβολίας.

β. Να υπολογίσετε την ολική ενέργεια των φωτονίων τα οποία απορροφώνται από την παραπάνω ποσότητα νερού σε χρονική διάρκεια $t_1 = 20$ s.

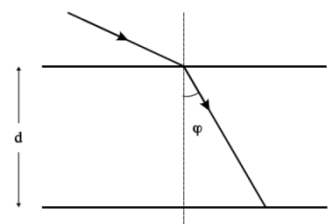
γ. Αν η ίδια ποσότητα νερού απορροφήσει ακτινοβολία για χρονική διάρκεια $t_2 = 100$ s, να βρείτε τη μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού στη χρονική διάρκεια t_2 .

Δίνονται: $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$, $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J·s}$, η ταχύτητα του φωτός στον αέρα $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Γ.50. (ΕΝ2009) Λεπτή μονοχρωματική δέσμη εισέρχεται από το κενό σε

γυάλινη πλάκα πάχους $d = \frac{\sqrt{3}}{8} \text{ m}$ όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ακτινοβολία στο

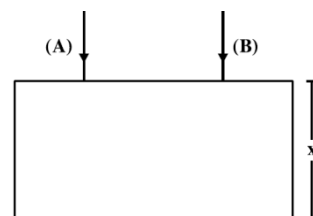
κενό έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 600$ nm και η γωνία διάθλασης στο σημείο εισόδου της δέσμης στη γυάλινη πλάκα είναι $\varphi = 30^\circ$. Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού για την ακτινοβολία αυτή είναι $n = 1,2$. Να υπολογισθούν:



- α. Το μήκος κύματος λ της ακτινοβολίας αυτής στο γυαλί.
 β. Η ταχύτητα c της ακτινοβολίας στο γυαλί.
 γ. Το χρονικό διάστημα Δt που χρειάζεται η ακτινοβολία για να διαπεράσει το γυαλί.
 δ. Ο αριθμός N των μηκών κύματος της ακτινοβολίας στο γυαλί με τον οποίο ισοδυναμεί η διαδρομή της στο γυαλί.

Δίνονται: ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s, $n_{\text{μ30}} = \frac{1}{2}$, $\text{συν}30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

Γ.51. (ΕΝ2011) Δύο μονοχρωματικές ακτινοβολίες (Α) και (Β), που διαδίδονται στο κενό με μήκη κύματος λ_{0A} και λ_{0B} αντίστοιχα, εισέρχονται ταυτόχρονα σε οπτικό υλικό πάχους $x = 60 \text{ cm}$, κάθετα στη διαχωριστική επιφάνεια του υλικού με το κενό, όπως φαίνεται στο σχήμα. Κατά την είσοδο της ακτινοβολίας (Α) στο οπτικό υλικό, η ταχύτητά της μειώνεται κατά 10^8 m/s. Ο δείκτης διάθλασης του οπτικού υλικού για την ακτινοβολία (Β) είναι $n_B = 2$.

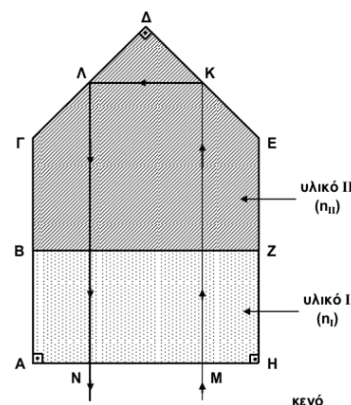


- α. Να βρεθεί η ταχύτητα c_B της ακτινοβολίας (Β) μέσα στο οπτικό υλικό.
 β. Να βρεθεί ο δείκτης διάθλασης n_A του οπτικού υλικού για την ακτινοβολία (Α).
 γ. Αν είναι γνωστό ότι $\frac{\lambda_{0A}}{\lambda_{0B}} = \frac{3}{2}$, να βρεθεί ο λόγος των μηκών κύματος $\frac{\lambda_A}{\lambda_B}$ των ακτινοβολιών μέσα στο οπτικό υλικό.
 δ. Να βρεθεί η χρονική διαφορά εξόδου των δύο ακτινοβολιών από το οπτικό υλικό.
 Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Γ.52. (ΕΝ2008) Μονοχρωματική ακτινοβολία φωτός διατρέχει στο κενό απόσταση $d = 10\lambda_0$ σε χρόνο $2 \cdot 10^{-14}$ s, όπου λ_0 το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό.

- α. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό και να εξετάσετε αν αυτή ανήκει στο ορατό φάσμα.
 β. Να υπολογίσετε την ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας στο κενό.
 γ. Η ακτινοβολία αυτή από το κενό εισέρχεται σε διαφανές μέσο με δείκτη διάθλασης $n = 1,5$. Να υπολογίσετε σε πόσο χρόνο διανύει απόσταση $10\lambda_0$ στο μέσο αυτό.
 δ. Να βρεθεί ο αριθμός μηκών κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο αυτό, που αντιστοιχεί στην απόσταση $10\lambda_0$ την οποία διανύει η ακτινοβολία στο ίδιο μέσο.
 Δίνονται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s και η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s.

Γ.53. (ΕΝ2013) Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η κάθετη τομή διάταξης που αποτελείται από δύο οπτικά υλικά Ι και ΙΙ με δείκτες διάθλασης $n_I = 1,5$ και $n_{II} = 1,8$, αντίστοιχα. Οι γεωμετρικές διαστάσεις της διάταξης είναι: $AB = BG = EZ = ZH = \frac{AH}{2} = 1 \text{ cm}$, $\Delta\Gamma = \Delta E = \sqrt{2} \text{ cm}$ ενώ οι τρεις γωνίες $\hat{A}$, $\hat{\Delta}$, $\hat{H}$ είναι όλες 90° . Τα σημεία Κ και Λ βρίσκονται στο μέσο των αποστάσεων ΔE και $\Delta\Gamma$, αντίστοιχα. Μία μονοχρωματική ακτίνα φωτός με μήκος κύματος $\lambda_0 = 400 \text{ nm}$ στο κενό διέρχεται από τη διάταξη, ακολουθώντας τη διαδρομή που δείχνει το σχήμα. Δίνεται ότι η ακτίνα εισέρχεται κάθετα στη διάταξη από την επιφάνεια ΑΗ στο σημείο Μ, ανακλάται πλήρως στα σημεία Κ και Λ των επιφανειών ΔE και $\Delta\Gamma$, αντίστοιχα, και στη συνέχεια εξέρχεται από τη διάταξη κάθετα στην επιφάνεια ΑΗ στο σημείο Ν.



- α. Ποια είναι η ενέργεια καθενός φωτονίου της φωτεινής ακτίνας, όταν αυτή διέρχεται από το υλικό Ι;

β. Σε πόσα μήκη κύματος της ακτινοβολίας στο υλικό II αντιστοιχεί η συνολική διαδρομή της ακτίνας στο υλικό αυτό;

γ. Να βρεθεί ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για τη διέλευση της ακτίνας από τη διάταξη, από τη στιγμή εισόδου της στο σημείο Μ μέχρι τη στιγμή εξόδου της από το σημείο Ν.

Στη συνέχεια, αφαιρούμε το υλικό Ι από την οπτική διάταξη και επαναλαμβάνουμε το πείραμα με την ίδια μονοχρωματική ακτίνα, τοποθετώντας το υλικό ΙΙ που απομένει σε θερμικά μονωμένο περιβάλλον.

δ. Αν γνωρίζουμε ότι το υλικό ΙΙ απορροφά το 5% της διαδιδόμενης σε αυτό ακτινοβολίας, να υπολογίσετε τον αριθμό των φωτονίων που πρέπει να εισέλθουν στο υλικό αυτό για να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά 2 °C. Δίνεται ότι για να αυξηθεί η θερμοκρασία του υλικού ΙΙ κατά 2 °C απαιτούνται 20 J.

Δίνονται: $c_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s, $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s, $1 \text{ nm} = 10^{-9}$ m, $\eta_{\mu 45^\circ} = \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$.