ΑΣΕΠ - ΚΕΔ

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ 2000
ΚΛΑΔΟΣ ΠΕ 04 ΦΥΣΙΚΩΝ

ΠΡΩΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ
Γνωστικό Αντικείμενο
Κυριακή 24 Σεπτεμβρίου 2000

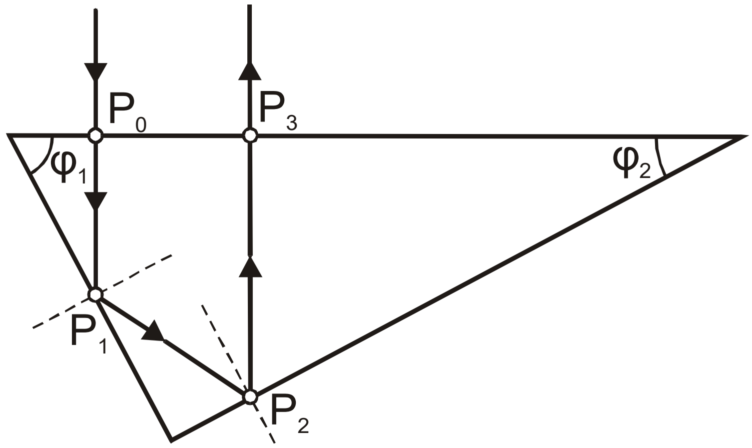
ΦΥΣΙΚΗ

ΕΡΩΤΗΜΑ 1ο:
(Α) Ο Rutherford (Ράδερφορντ) και η ομάδα του μελέτησαν πειραματικά την δομή του ατόμου την περίοδο 1910-1911. Να περιγράψετε το πείραμά τους και τα αποτελέσματα των μετρήσεων.
(Β) Στόχος του πειράματος του Rutherford ήταν να ελέγξει την ισχύ του μοντέλου δομής του ατόμου που είχε ήδη προταθεί. Ποιό μοντέλο ήταν αυτό και γιατί απορρίφθηκε;
(Γ) Ποιο μοντέλο προτάθηκε ως αποτέλεσμα του πειράματος και ποιά ήταν τα χαρακτηριστικά του;
(Δ) Το νέο μοντέλο δεν ήταν συμβατό με την κλασική φυσική. Για ποιό λόγο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ 1:
(Α) Ο Rutherford μελέτησε τη σκέδαση σωματιδίων α δηλαδή πυρήνων He πάνω σε λεπτά φύλλα χρυσού. Δηλαδή χρησιμοποίησε ένα ραδιενεργό υλικό που εκπέμπει ακτινοβολία α, το έβαλε σε χώρο από μόλυβδο και άφησε μια μικρή οπή από την οποία έβγαινε η ακτινοβολία α. Η ακτινοβολία αυτή κατευθυνόταν σε έναν στόχο λεπτού φύλλου χρυσού. Γύρω από το στόχο υπήρχε υλικό επαλειμμένο με ZnS που όταν πέσει πάνω του ένα σωμάτιο α παράγεται σπινθηρισμός. Μέτρησε στη συνέχεια το ποσοστό σκέδασης των σωματιδίων για τις διάφορες γωνίες σκέδασης.
Τα αποτελέσματα δεν ήταν τα αναμενόμενα αφού μετρήθηκε ένα μικρό ποσοστό σκέδασης ακόμη και για γωνίες 180^0 δηλαδή μερικά από τα σωμάτια α επέστρεφαν στην διεύθυνση εκπομπής.
(Β) Το μοντέλο που ήθελε να ελέγξει ο Rutherford ήταν το μοντέλο του Thomson γνωστό ως μοντέλο του σταφιδόψωμου. Το μοντέλο αυτό θεωρούσε ότι το άτομο ήταν ομογενές με θετικό φορτίο και τα ηλεκτρόνια με αρνητικό φορτίο ήταν εμφυτευμένα μέσα στο ομογενές υλικό του ατόμου όπως οι σταφίδες στο σταφιδόψωμο. Το συνολικό φορτίο του ατόμου ήταν μηδέν. Το μοντέλο απορρίφθηκε αφού ένα τέτοιο μοντέλο προέβλεπε σκέδαση σωματιδίων α μερικών μόνο μοιρών.
(Γ) Το μοντέλο που προτάθηκε μετά τα πειράματα ήταν ένα άτομο να αποτελείται από έναν πολύ συμπαγή πυρήνα ο οποίος ήταν πολύ μικρότερος σε μέγεθος από το μέγεθος του ατόμου και υπεύθυνος για τις σκεδάσεις σε μεγάλες γωνίες και από τα ηλεκτρόνια που περιφέρονταν γύρω από τον πυρήνα σε κάποιες τροχιές οι οποίες καθόριζαν και το μέγεθος του ατόμου.
(Δ) γιατί σύμφωνα με τη κλασική φυσική η κίνηση των ηλεκτρονίων συνοδεύεται με ηλεκρομαγνητική εκπομπή. Έτσι η ενέργεια των ηλεκτρονίων συνεχώς θα ελαττωνόταν και τα ηλεκτρόνια θα πέφτανε στον πυρήνα. Εξ' άλλου ένα τέτοιο μοντέλο δεν εξηγούσε σε καμία περίπτωση το γραμμικό φάσμα εκπομπής και απορρόφησης των ατόμων.

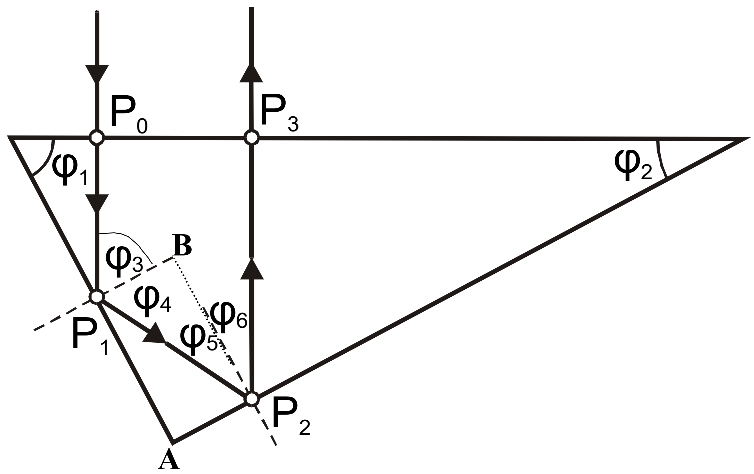
ΕΡΩΤΗΜΑ 2ο:

Σε ένα οπτικό όργανο μπορούμε να αντιστρέψουμε την πορεία μιας ακτίνας φωτός χρησιμοποιώντας π.χ. ένα γυάλινο πρίσμα με οξείες γωνίες φ_1 και φ_2 ($\varphi_1>\varphi_2$), όπως φαίνεται στο σχήμα. Αν ο δείκτης διάθλασης του φωτός για το γυαλί ως προς τον αέρα είναι ***n*** *και η ακτίνα πέφτει κάθετα στο σημείο P_0 της έδρας του πρίσματος που πρόσκειται στις φ_1 και φ_2,*



βρείτε τις συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούν οι φ_1, φ_2 και ***n****, ώστε η αναδυόμενη ακτίνα να εξέρχεται αντιπαράλληλα προς την προσπίπτουσα.*

ΑΠΑΝΤΗΣΗ 2η



Οι γωνίες $\varphi_1=\varphi_3$ γιατί έχουν τις πλευρές τους ανά δύο κάθετες.
Οι γωνίες $\varphi_3=\varphi_4$ από τον νόμο της ανάκλασης.
Για τους ίδιους λόγους έχουμε;
$\varphi_2=\varphi_6$ και $\varphi_6=\varphi_5$
από το άθροισμα των γωνιών ενός τριγώνου έχουμε ότι $A+\varphi_1+\varphi_2=180^0$
ομοίως έχουμε $\varphi_4+\varphi_5+B=180^0$
Από τις δύο τελευταίες σχέσεις έχουμε $A+\varphi_1+\varphi_2= \varphi_4+\varphi_5+B$
Οπότε από με τη βοήθεια των παραπάνω σχέσεων συμπεραίνουμε ότι
$A=B$
Το τετράπλευρο όμως AP_1BP_2 έχει δύο γωνίες απέναντι παραπληρωματικές αφού $P_1=P_2=90^0$ οπότε είναι εγγράψιμο και οι δύο άλλες του γωνίες θα είναι παραπληρωματικές. Έτσι θα έχουμε $A+B=180^0$ Οπότε $A=90^0$.
Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το τρίγωνο θα είναι ορθογώνιο και
$\boldsymbol{\varphi_1+\varphi_2=90^0}$

Το τελευταίο που πρέπει να επισημάνουμε είναι ότι θα πρέπει να έχουμε ολικές ανακλάσεις στα σημεία P_1 και P_2. Για να συμβαίνει αυτό θα πρέπει ημφ_1>1/η καθώς και ημφ_2>1/η . επειδή όμως $\varphi_1>\varphi_2$ αρκεί να ισχύει **ημφ_2>1/η**

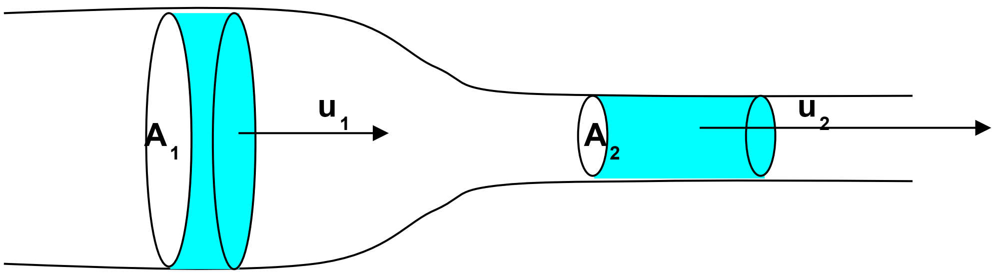
ΕΡΩΤΗΜΑ 3ο:

Στην ρευστομηχανική ισχύουν η εξίσωση της συνέχειας και ο νόμος του Bernoulli.
(Α) Σε ποιά αρχή στηρίζεται η εξίσωση της συνέχειας και σε ποιά αρχή ο νόμος του Bernoulli.
(Β) Αποδείξτε την εξίσωση συνέχειας και απλώς διατυπώστε τον νόμο του Bernoulli, σχολιάζοντας τη φυσική σημασία του κάθε όρου στην σχέση αυτή.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ 3η

(Α) Η εξίσωση της συνέχειας είναι η $P+\frac{1}{2}\rho u^2+\rho g y=const$ και η εξίσωση της συνέχειας είναι η $Au=const$
Η εξίσωση του Bernoulli στηρίζεται στην αρχή διατήρησης της ενέργειας ενώ η εξίσωση της συνέχειας στην αρχή διατήρησης της ύλης.

(Β)



η μάζα που περνάει από τη διατομή του σωλήνα εμβαδού A_1 στη μονάδα του χρόνου θα είναι ίση με τη μάζα που περνάει από τη διατομή A_2 στον ίδιο χρόνο, αφού η μάζα του υγρού ούτε χάνεται ούτε δημιουργείται κατά τη μετακίνησή της μέσα στο σωλήνα. Έτσι θα έχουμε:

$$\frac{dm_1}{dt}=\frac{dm_2}{dt}\rightarrow\frac{\rho_1 dV_1}{dt}=\frac{\rho_2 dV_2}{dt}\rightarrow\frac{A_1 dx_i}{dt}=\frac{A_2 dx_2}{dt}\rightarrow A_1u_1=A_2u_2$$

Στην εξίσωση του Bernoulli $P+\frac{1}{2}\rho u^2+\rho g y=const$ ο πρώτος όρος εκφράζει την ενέργεια ανά μονάδα μάζας λόγω εξωτερικής δύναμης. Ο δεύτερος όρος εκφράζει την κινητική ενέργεια ανά μονάδα μάζας και ο τρίτος όρος την βαρυτική δυναμική ενέργεια ανά μονάδα μάζας.

Μουρούζης Παναγιώτης

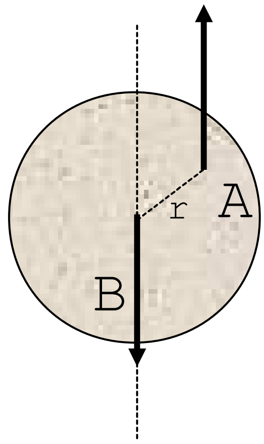
ΕΡΩΤΗΜΑ 4ο:

Ένας ομογενής συμπαγής δίσκος μάζας Μ και ακτίνας R ταλαντώνεται ως φυσικό εκκρεμές περί οριζόντιο άξονα, κάθετο στο επίπεδο του δίσκου σε απόσταση r από το κέντρο του.

Να υπολογίσετε την περίοδο ταλάντωσης για μικρές γωνίες για τις παρακάτω τιμές του r : R/4, R/2, 3R/4. Να βρείτε την τιμή του r/R που ελαχιστοποιεί την περίοδο. Η ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς άξονα διερχόμενο από το κέντρο του δίσκου και κάθετο στο επίπεδο του δίσκου είναι $I_0 = MR^2/2$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ 4η

Εφαρμόζοντας τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής για τις περιστροφές έχουμε



$$P = I \cdot a' \rightarrow mgdr = Ia' \rightarrow mgr\eta\mu\theta = -I\frac{d^2\theta}{dt^2}$$

για μικρές γωνίες έχουμε $\eta\mu\theta \cong \theta$ οπότε η παραπάνω σχέση γίνεται:

$$mgr\theta = I\frac{d^2\theta}{dt^2} \rightarrow \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{mgr}{I}\theta = 0$$

η παραπάνω είναι μια εξίσωση αρμονικής ταλάντωσης με γωνιακή ταχύτητα

$$\omega = \sqrt{\frac{mgr}{I}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgr}} \qquad (1)$$

Εφαρμόζουμε το θεώρημα Steiner για τον κύλινδρο και έχουμε:

$$I = I_0 + mr^2 \rightarrow I = \frac{mR^2}{2} + mr^2 \qquad (2)$$

Αντικαθιστώντας την εξίσωση (2) στην εξίσωση (1) έχουμε:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{R^2}{2} + r^2}{gr}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{R^2}{2gr} + \frac{r}{g}}$$

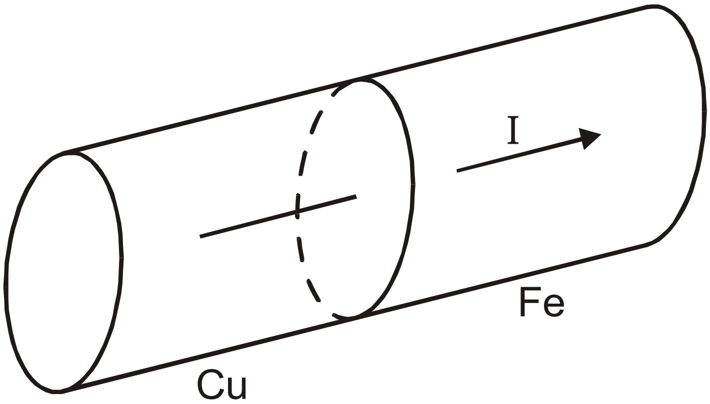
Παρατηρούμε ότι μέσα στο υπόριζο το γινόμενο είναι σταθερό. Άρα το άθροισμα είναι ελάχιστο όταν οι δύο ποσότητες γίνουν ίσες.

Οπότε $\frac{R^2}{2r} = r \rightarrow r^2 = \frac{R^2}{2} \rightarrow r = R\frac{\sqrt{2}}{2}$

ΕΡΩΤΗΜΑ 5ο:

Ένα χάλκινο σύρμα ειδικής αντίστασης ρ_1 και με διάμετρο κυκλικής διατομής d είναι συγκολλημένο με ένα σιδερένιο σύρμα με την ίδια διατομή, αλλά ειδική αντίσταση ρ_2. Μέσα από τα σύρματα ρέει σταθερό ρεύμα έντασης I. Δείξτε ότι πάνω στην επιφάνεια επαφής υπάρχει ένα ομοιόμορφο στρώμα φορτίου με σταθερή επιφανειακή πυκνότητα β, την οποία και να υπολογίσετε.

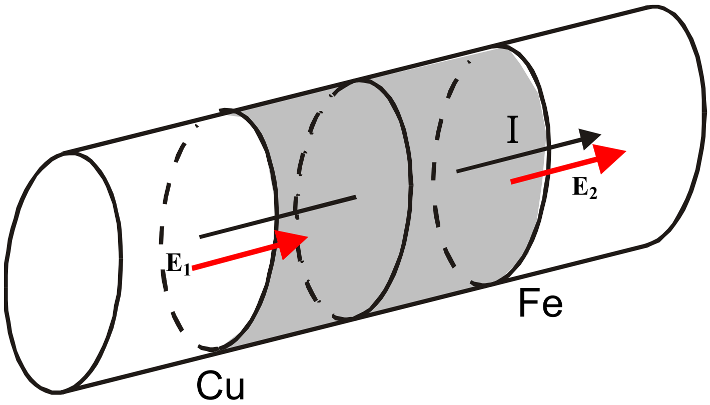
(Υπόδειξη: Χρησιμοποιήστε τους νόμους Gauss και Ohm).



ΑΠΑΝΤΗΣΗ 5η

Παίρνουμε μια κλειστή κυλινδρική επιφάνεια (ένα τμήμα του σύρματος δηλαδή) η οποία να περιλαμβάνει την επιφάνεια επαφής και εφαρμόζουμε τον νόμο του Gauss.

Έστω Ε1 η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο χάλκινο τμήμα και Ε2 στο σιδερένιο. Θα έχουμε:



$$\Phi_{ολ} = \frac{q_{ολ}}{\varepsilon_0} \rightarrow E_2 \cdot A - E_1 \cdot A = \frac{q_{ολ}}{\varepsilon_0} \rightarrow E_2 - E_1 = \frac{\beta}{\varepsilon_0} \rightarrow E_2 - E_1 = \frac{\beta}{\varepsilon_0} \quad (1)$$

από τον νόμο του Ωμ έχουμε

$$\frac{V}{I} = R \rightarrow V = I\rho\frac{L}{A} \rightarrow \frac{V}{L} = I\frac{\rho}{A} \rightarrow E = I\frac{\rho}{A} \rightarrow E = I\frac{4\rho}{\pi d^2} \quad (2)$$

αντικαθιστώντας την (2) στην (1) έχουμε:

$$\beta = \frac{4I\varepsilon_0}{\pi d^2}(\rho_2 - \rho_1)$$

ΕΡΩΤΗΜΑ 6ο:
(Α) Αναφερόμενοι στην Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας, διατυπώστε την αρχή της σχετικότητας του Αϊνστάιν. Να την επεξηγήσετε αναφέροντας ένα παράδειγμα.
(Β) Ποιό είναι το Δεύτερο Αξίωμα του Αϊνστάιν; Να αναφέρετε παράδειγμα.
(Γ) Σε ένα δείγμα ραδιενεργού στοιχείου ο αριθμός των ραδιενεργών πυρήνων ελαττώνεται καθώς οι πυρήνες διασπώνται. Να διατυπώσετε την μαθηματική έκφραση που περιγράφει το φαινόμενο αυτό και να ορίσετε τα μεγέθη που υπεισέρχονται σ΄ αυτήν. Τι ορίζουμε ως ενεργότητα του δείγματος;
(Δ) Δέσμη πρωτονίων από ένα επιταχυντή βομβαρδίζει σταθερό στόχο πρωτονίων (υγρό υδρογόνο) οπότε παράγονται πρωτόνια και αντιπρωτόνια. Βάσει μιας γνωστής αρχής διατήρησης, παρατηρείται μόνο μια από τις παρακάτω αντιδράσεις.

(α) $p + p \rightarrow p + \bar{p}$

(β) $p + p \rightarrow p + \bar{p} + p + \bar{p}$

(γ) $p + p \rightarrow p + p + \bar{p} + p$

(δ) $p + p \rightarrow p + \bar{p} + \bar{p} + p$

Επιλέξτε την σωστή αντίδραση. Αιτιολογήστε την απάντηση σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ 6η
Το πρώτο αξίωμα του Αϊστάιν μας λέει ότι οι φυσικοί νόμοι έχουν την ίδια ακριβώς μορφή σε όλα τα αδρανειακά συστήματα. Ένα σύστημα λέγεται αδρανειακό όταν αφήνοντας ένα μόνο σώμα σε αυτό το σύστημα, το σώμα ή ηρεμεί ή κινείται ευθύγραμμα ομαλά. Δηλαδή αν ένα σώμα βρίσκεται σε ένα αδρανειακό σύστημα και δεν αλληλεπιδρά με κανένα άλλο σώμα τότε το σώμα ή ηρεμεί ή κινείται ευθύγραμμα ομαλά. Κάθε σύστημα που κινείται ευθύγραμμα ομαλά σε σχέση με ένα αδρανειακό σύστημα είναι και αυτό αδρανειακό σύστημα. Συμπέρασμα του αξιώματος της αδράνειας είναι ότι δεν υπάρχει απόλυτη ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ή ακινησία. Αν έχουμε δύο διαστημόπλοια που η σχετική μεταξύ τους κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλή και τα διαστημόπλοια είναι αδρανειακά συστήματα, τότε με κανένα πείραμα δεν μπορεί κάποιος αστροναύτης που ανήκει στο ένα ή στο άλλο διαστημόπλοιο να καταλάβει πιο είναι ακίνητο και ποιο κινείται. Θεωρεί έτσι τον εαυτό του πάντα ακίνητο.
Αν πχ η γη ήταν αδρανειακό σύστημα, δηλαδή αν κινιόταν ευθύγραμμα ομαλά σε σχέση με τα πολύ μακρινά αστέρια, τότε με καμία παρατήρηση δεν θα μπορούσαμε να καταλάβουμε αυτή τη κίνηση.
Β) Το δεύτερο αξίωμα του Αϊστάιν λεει ότι η ταχύτητα του φωτός είναι η ίδια σε όλα τα αδρανειακά συστήματα. Άρα δεν ισχύει ο νόμος πρόσθεσης ή αφαίρεσης των ταχυτήτων του Νεύτωνα. Έτσι πχ αν ένας αστροναύτης κινείται ως προς τον ήλιο που θεωρούμε ακίνητο με σταθερή ταχύτητα πολύ κοντά στην ταχύτητα του φωτός και ρίξει προς τα μπρος μια δέσμη Laser τότε η ταχύτητα της δέσμης θα είναι ίση με την ταχύτητα του φωτός, τόσο για

τον αστροναύτη όσο και για έναν παρατηρητή που στέκεται ακίνητος σε σχέση με τον ήλιο.
(Γ) Λόγω της αρχής διατήρησης του φορτίου, επειδή το αντισωμάτιο έχει αντίθετο φορτίο, η σωστή εξίσωση είναι η (γ)

<u>ΤΕΛΟΣ</u>