

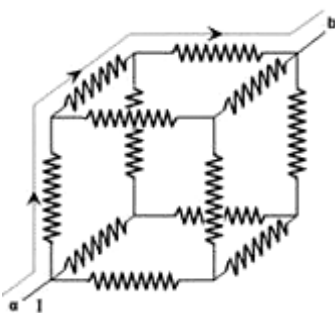
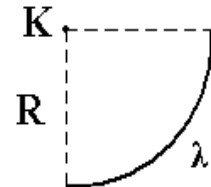
Πανελλήνιος Διαγωνισμός Φυσικής 2003

Β' Λυκείου

Θεωρητικό Μέρος

Θέμα 1^ο

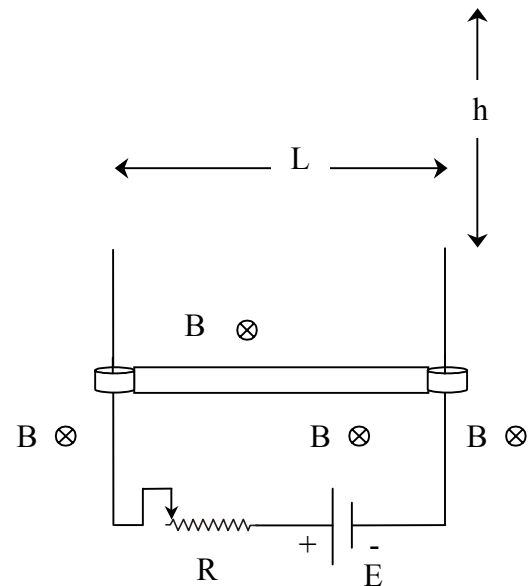
A. Δίνεται ένα ομοιόμορφα φορτισμένο λεπτό τεταρτημόριο δαχτυλιδιού ακτίνας R , με φορτίο λ ανά μονάδα μήκους. Να βρεθεί το ηλεκτρικό δυναμικό στο κέντρο K . (Θεωρούμε ότι το δυναμικό στο άπειρο είναι μηδέν). Δίνονται τα λ , R , K_c .



B. Κατά μήκος κάθε ακμής ενός κύβου υπάρχει από ένας αντιστάτης αντίστασης R και οι κόμβοι συμπίπτουν με τις κορυφές του κύβου. Βρείτε την ισοδύναμη αντίσταση στα άκρα μιας διαγωνίου του κύβου, π.χ. μεταξύ των σημείων a και b , ως συνάρτηση της R .

(Υπόδειξη: χρησιμοποιείτε την υποδεικνυόμενη διαδρομή)

Γ. Μια μεταλλική ράβδος μάζας $m=0,5$ kg και μήκους $L=1$ m μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές κατακόρυφα προς τα πάνω ή προς τα κάτω, παραμένοντας οριζόντια και σε επαφή με δύο κατακόρυφους αγωγούς. Οι αγωγοί είναι συνδεδεμένοι στο κάτω μέρος με αντιστάτη μεταβλητής αντίστασης R και μια μπαταρία με ΗΕΔ $E=10$ V. Η αντίσταση της ράβδου και των αγωγών είναι αμελητέα. Ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} είναι κάθετο στο επίπεδο του σχηματιζόμενου κυκλώματος, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Αρχικά η ράβδος ισορροπεί ακίνητη.



Μειώνουμε την αντίσταση στη μισή από την αρχική της τιμή, μετακινώντας το δρομέα στο μέσο της, οπότε η ράβδος κινείται προς τα πάνω και πολύ γρήγορα αποκτά οριακή ταχύτητα. Η ράβδος, φτάνοντας στο τέλος των κατακόρυφων αγωγών, εκτοξεύεται και φθάνει σε ύψος $h=1,25$ m από το πάνω άκρο τους. Η αντίσταση από τον αέρα είναι αμελητέα. Δίνεται: $g=10$ m/s².

Να βρείτε:

A) την ένταση του μαγνητικού πεδίου \vec{B} .

B) την τιμή της αντίστασης του αντιστάτη R .

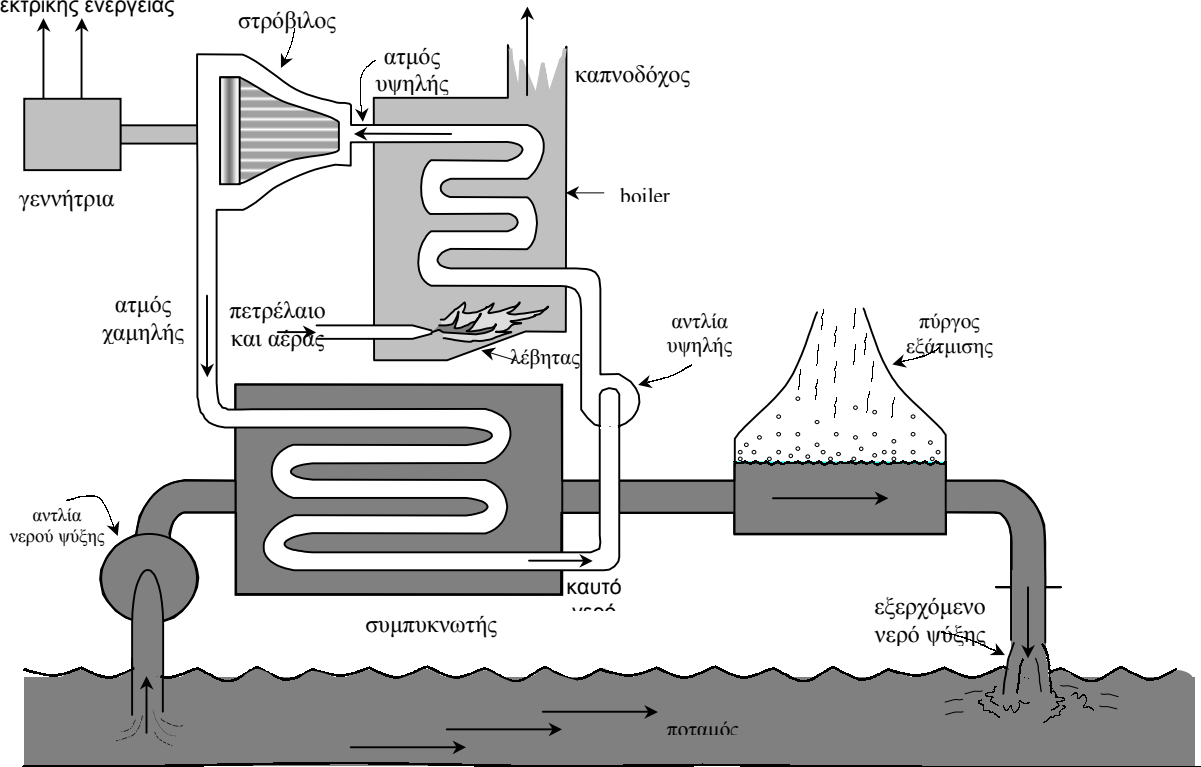
Γ) την επιτάχυνση της ράβδου τις χρονικές στιγμές, κατά την ανοδική της κίνηση, που το μέτρο της ταχύτητας της είναι $u=1$ m/s.

Θέμα 2°

Ενεργειακή κρίση και θερμική ρύπανση

Ο ατμοηλεκτρικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του παρακάτω σχήματος έχει ισχύ $P=1250$ MW, χρησιμοποιεί ως καύσιμο, πετρέλαιο και προμηθεύεται νερό ψύξης από ένα διπλανό ποτάμι. Η παροχή του ποταμού είναι 1800 m³/s, ενώ η ηλεκτρογεννήτρια έχει συντελεστή απόδοσης 95%.

προς γραμμές μεταφοράς
ηλεκτρικής ενέργειας



Ο ατμός εισέρχεται στο στρόβιλο (τουρμπίνα) σε θερμοκρασία 527°C και εξέρχεται σε θερμοκρασία 207°C . Το χρησιμοποιούμενο ρευστό είναι ο ατμός και η κυκλική μεταβολή που εκτελεί έχει συντελεστή απόδοσης ο οποίος με καλή προσέγγιση είναι ίσος με εκείνον του κύκλου Carnot. Το boiler μεταβιβάζει στην τουρμπίνα το 80% της παρεχόμενης θερμότητας από την καύση του πετρελαίου.

Η θερμότητα καύσης ανά μονάδα μάζας του πετρελαίου είναι $4,40 \cdot 10^7$ J/kg.

- Να υπολογιστεί η μηχανική ισχύς εξόδου του στρόβιλου προς τη γεννήτρια.
 - Να βρεθεί ο ρυθμός της εισερχόμενης και ο ρυθμός της εξερχόμενης (μη μετατρέψιμης σε ωφέλιμη μηχανική ενέργεια) θερμότητας από τον στρόβιλο.
 - Πόσα βαρέλια πετρελαίου πρέπει να καίγονται ανά ώρα για να λειτουργεί ο σταθμός κανονικά;
- Δίνεται η πυκνότητα του πετρελαίου 920 kg/m³ και ο όγκος κάθε βαρελιού $0,159$ m³.
- Αν η μισή από την παρεχόμενη θερμότητα στο νερό ψύξης μεταφέρεται στον αέρα μέσω του πύργου εξάτμισης, ποια θα είναι η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού του ποταμού, σε μικρή απόσταση από το σημείο εξόδου του νερού ψύξης και όταν αυτό αναμιχθεί πλήρως με το νερό του ποταμού;

Δίνεται η πυκνότητα $d=10^3$ kg/m³, και η ειδική θερμότητα του νερού $c=4200$ J/kg·grad

Θέμα 3^οΦυσική στην ατμόσφαιρα

Στην ατμόσφαιρα και σε αρκετή απόσταση από το έδαφος παρατηρούνται, λόγω ελάττωσης της πίεσης, ταχείες μετακινήσεις αερίων μαζών. Επειδή η θέρμανση ή η ψύξη αυτών των αερίων μαζών με ακτινοβολία ή με μοριακή αγωγιμότητα είναι αρκετά βραδεία, μπορούν οι παραπάνω μεταβολές των αερίων μαζών να θεωρηθούν αδιαβατικές. Θεωρούμε ότι μια ξηρή αέρια μάζα αρχικής θερμοκρασίας T_1 και πίεσης p_1 μετακινείται ταχέως, ώστε η θερμοκρασία της και η πίεσή της να πάρουν τις τιμές T_2 και p_2 αντίστοιχα.

A. Αν η πίεση της αέριας μάζας κατά την παραπάνω μετακίνηση μειώθηκε κατά 27,1% δείξτε ότι η θερμοκρασία της μειώθηκε κατά 10%. Θεωρήστε για τον ατμοσφαιρικό αέρα $\gamma=1,5$.

B. Αν είναι $p_1=10^5\text{N/m}^2$ και $T_1=300\text{K}$ να βρεθεί η πίεση p_2 σε N/m^2 και η αρχική και τελική θερμοκρασία της αέριας μάζας σε $^\circ\text{C}$.

Γ. (I) Να βρεθεί η (μηχανική) ενέργεια ανά mol αερίου που μεταφέρθηκε από την αέρια μάζα στην περιβάλλουσα ατμόσφαιρα. Η μεταβολή θεωρείται αντιστρεπτή .

(II) Να βρεθεί ο λόγος $u_{1,ε\upsilon}/u_{2,ε\upsilon}$ των ενεργών ταχυτήτων των μορίων της αέριας μάζας, στην αρχική και στην τελική θέση.

Δ. Θεωρούμε για λόγους απλότητας την ατμόσφαιρα ομογενή με πυκνότητα $d=1,2\text{Kg/m}^3$ και ότι η μεταβολή της πίεσης της ατμόσφαιρας με το ύψος δίνεται από την εξίσωση της υδροστατικής

$$\Delta p = - d g \Delta h$$

(I) Ποια η κατακόρυφη απόσταση δύο σημείων όπου η πίεση είναι p_1 και p_2 αντίστοιχα, όπως αυτές προσδιορίστηκαν στο B ερώτημα.

(II) Στη γλώσσα της μετεωρολογίας κατακόρυφη θερμοβαθμίδα ονομάζεται η μεταβολή της θερμοκρασίας για κατακόρυφη μετατόπιση $\Delta h=-100\text{m}$. Να βρείτε την κατακόρυφη θερμοβαθμίδα στην περίπτωση της ομογενούς ατμόσφαιρας, (αν ο αέρας θεωρηθεί ιδανικό αέριο με γραμμομοριακή μάζα $M=29\times 10^{-3}\text{Kg/mol}$).

(III) Θεωρώντας την ατμόσφαιρα ομογενή υπολογίστε το πάχος της, αν στην επιφάνεια του εδάφους η πίεση είναι 10^5N/m^2

Δίνονται: Η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{ m/s}^2$, $R=8,3\text{J/mol}\cdot\text{K}$ και $9^3 =729$.

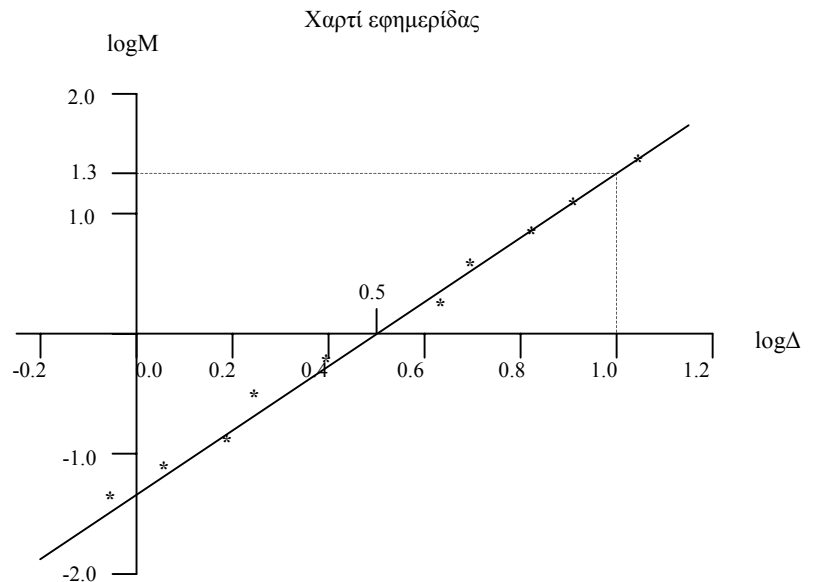
Πειραματικό ΜέροςΜετρώντας τη fractal διάσταση

Τα περισσότερα αντικείμενα του φυσικού κόσμου δεν περιγράφονται εύκολα από Ευκλείδεια σχήματα. Τα μορφοκλασματικά σχήματα (fractals) είναι πλέον ένα θέμα με πλατύ ενδιαφέρον και εδώ περιγράφουμε ένα παράδειγμα πειραματικού προσδιορισμού της μορφοκλασματικής (fractal) διάστασης. Η fractal διάσταση στην περίπτωση που θα εξετάσουμε, μας πληροφορεί για την πολυπλοκότητα ή τα κενά που δημιουργούνται στο εσωτερικό των κατασκευών μας.

Χαρτί εφημερίδας έχει επιφανειακή πυκνότητα $\sigma=80 \text{ g/m}^2$. (Δηλαδή ένα τετραγωνικό μέτρο από το χαρτί αυτό έχει μάζα 80 γραμμάρια). Από το χαρτί αυτό κόβουμε δέκα τετράγωνα, που το καθένα έχει πλευρά $\frac{1}{\sqrt{2}}$ φορές το μήκος της πλευράς του αμέσως μεγαλύτερου. Το μεγαλύτερο από τα τετράγωνα έχει πλευρά $L=\frac{\sqrt{2}}{4} \text{ m}$.

Στη συνέχεια τσαλακώνουμε τα χάρτινα τετράγωνα και τα συμπιέζουμε ώστε να δημιουργήσουμε 10 μπάλες από τσαλακωμένο χαρτί (ο τρόπος που το κάνουμε αυτό μοιάζει με τον τρόπο που φτιάχνουμε μπαλίτσες με ψίχα από ψωμί, συμπιέζοντάς το ομοιόμορφα με τις παλάμες μας). Κατόπιν μετράμε τη διάμετρό τους στις τρεις ορθογώνιες διαστάσεις και υπολογίζουμε τη μέση διάμετρο Δ κάθε μπάλας.

Στο διπλανό διάγραμμα εμφανίζονται οι τιμές του λογαρίθμου της μάζας M κάθε σφαίρας μετρημένης σε g και υπολογισμένης



από την επιφανειακή πυκνότητα του χαρτιού και του λογαρίθμου της μέσης διαμέτρου Δ σε cm που προέκυψε από την πραγματοποίηση της πειραματικής διαδικασίας από εμάς

Σημείωση: Σε πολλές περιπτώσεις όπου έχουμε μεγέθη που δε μεταβάλλονται γραμμικά, αντί να σχεδιάζουμε διαγράμματα με τις τιμές τους, δημιουργούμε διαγράμματα με τους λογαρίθμους τους με αποτέλεσμα να προκύπτουν διαγράμματα που είναι γραμμικά και από την κλίση τους να εξάγουμε χρήσιμες πληροφορίες.

Αν $\Psi=cX^d$ όπου c, d σταθερές τότε λογαριθμίζοντας έχουμε: $\log\Psi=\log c+d\log X$.

Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα:

- 1) Πόση είναι η μάζα κάθε μίας από τις τρεις μπάλες μεγαλύτερης διαμέτρου από τσαλακωμένο χαρτί;
- 2) Η μάζα κάθε τετραγώνου από αυτά που κατασκευάσαμε, από ποια από τις παρακάτω αναλογίες εκφράζεται:

A) $M=\alpha L$, B) $M=\alpha L^2$, Γ) $M=\alpha L^3$ Δ) $M=\alpha L^d$

όπου $2 < d < 3$ και $\alpha = \text{σταθ.}$

- 3) Αν μελετούσαμε συμπαγείς σφαίρες και όχι τις μπάλες μας από τσαλακωμένο χαρτί για τη μάζα τους σε σχέση με τη διάμετρό τους ποια από τις παρακάτω αναλογίες ισχύει:

A) $M=\beta \Delta$, B) $M=\beta \Delta^2$, Γ) $M=\beta \Delta^3$, Δ) $M=\beta \Delta^d$

όπου $2 < d < 3$ και $\beta = \text{σταθ.}$

Δίνεται ότι ο όγκος σφαίρας είναι $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ (R: η ακτίνα της)

Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας.

- 4) Ποια είναι η κλίση του παραπάνω διαγράμματος;

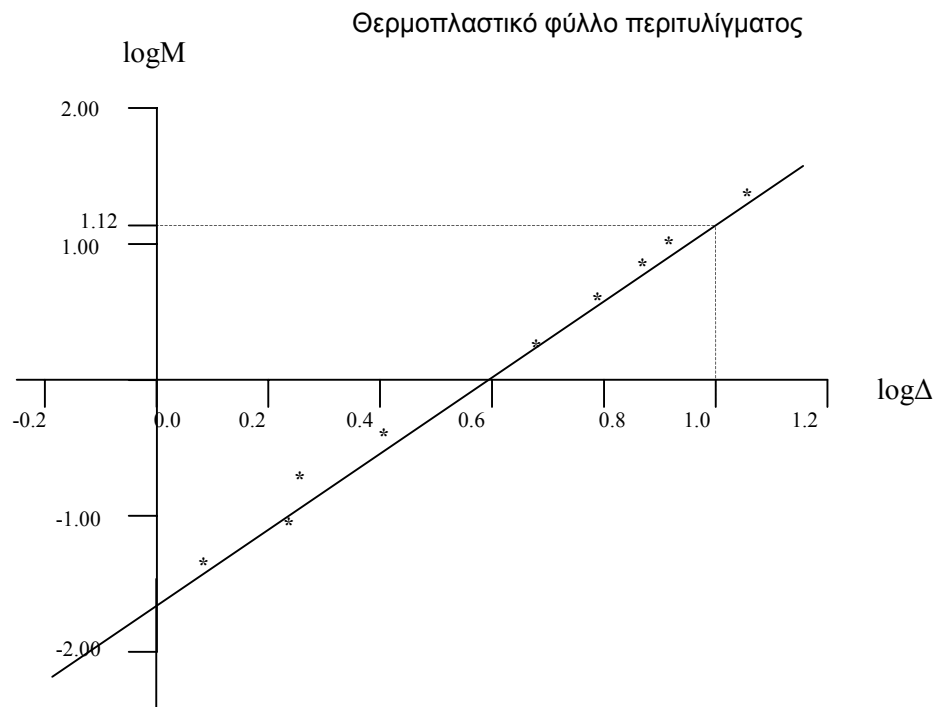
- 5) Για τις μάζες των μπαλών που φτιάξαμε από τσαλακωμένο χαρτί ισχύει η σχέση $M = \gamma \Delta^d$, με γ σταθερά.

Από το διάγραμμα που προέκυψε από την πειραματική διαδικασία, ποια τιμή προκύπτει για τη διάσταση d.

A) $d=1$, B) $d=1,5$, Γ) $d=3$, Δ) $2 < d < 3$

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

- 6) Αν επαναλάβουμε το πείραμα με τετράγωνα από θερμοπλαστικό φύλλο περιτυλίγματος προκύπτει το διάγραμμα του παρακάτω σχήματος.



Πώς εξηγείτε το γεγονός ότι η fractal διάσταση στην περίπτωση του θερμοπλαστικού φύλλου περιτυλίγματος είναι μεγαλύτερη;

Καλή Επιτυχία