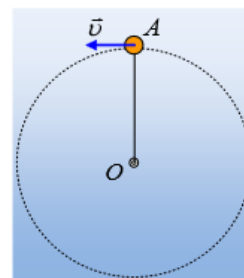


Μια σφαίρα Σ μάζας 1kg είναι δεμένη στο άκρο νήματος μήκους 1m, το άλλο άκρο του οποίου κρατάμε με το χέρι μας. Περιστρέφοντας κατάλληλα το χέρι μας, θέτουμε τελικά τη σφαίρα σε κατακόρυφη κυκλική τροχιά με κέντρο το άκρο Ο του νήματος, που το κρατάμε σταθερό.



- i) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στη σφαίρα, όταν περνά από το ανώτερο σημείο Α της τροχιάς της.
- ii) Να γράψετε το 2^ο νόμο του Νεύτωνα για τη σφαίρα στην παραπάνω θέση και να υπολογίσετε την ταχύτητά της, αν η δύναμη που ασκείται στο χέρι μας από το νήμα έχει μέτρο $F_1=6\text{N}$.
- iii) Αν μικρύνει η ταχύτητα περιστροφής του σώματος Σ, τι θα συμβεί με την τάση του νήματος στη θέση Α;
- iv) Ποια η ελάχιστη ταχύτητα της σφαίρας στη θέση Α, αν θέλουμε να μηδενιστεί η τάση του νήματος, αλλά η σφαίρα να διαγράφει τον παραπάνω κύκλο;
- v) Στην περίπτωση αυτή, ποια δύναμη «παίζει» το ρόλο της κεντρομόλου;
- vi) Αγνοώντας όλα τα άλλα ουράνια σώματα και θεωρώντας τη Γη ακίνητη, δεχόμαστε ότι η Σελήνη διαγράφει κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη. Να σχεδιάσετε ένα σχήμα, στο οποίο να εμφανίζεται η τροχιά της Σελήνης και πάνω στο σχήμα να σημειώσετε την ταχύτητα και την κεντρομόλο δύναμη. Γιατί αλήθεια η Σελήνη δεν πέφτει στη Γη, όπως πέφτει ένα μήλο, αν το αφήσουμε από κάποιο ύψος;

A₂) Ποιες από τις σχέσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

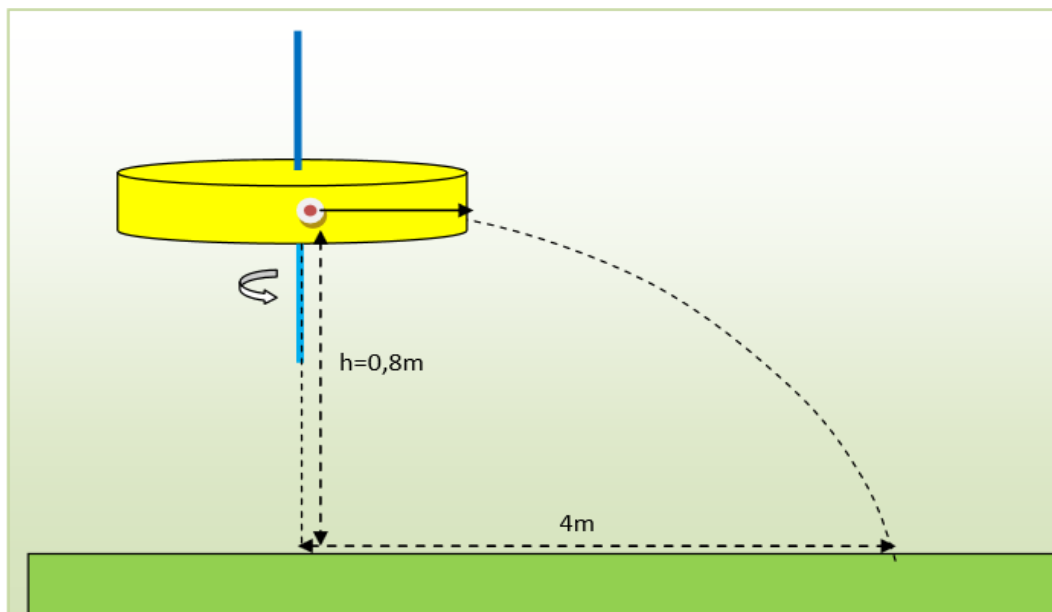
$$\begin{aligned}
 &1) \quad u_{\gamma\text{ραμ.}} = \frac{2\pi f}{R} \quad 2) \quad a_k = \omega^2 \cdot R \quad 3) \quad f \cdot T = 1 \quad 4) \quad F_k = \frac{m \cdot 4\pi T^2}{R} \quad 5) \quad \omega = u \cdot R \\
 &6) \quad u_{\gamma\text{ραμ.}} = \sqrt{a_k \cdot R} \quad 7) \quad F_{\text{κεντρ.}} = \frac{m \cdot u^2}{T} \quad 8) \quad u_{\gamma\text{ραμ.}} = 2\pi f R \quad 9) \quad u_{\gamma\text{ραμ.}} = \sqrt{\frac{a_k}{R}} \\
 &10) \quad a_k = \frac{4\pi^2 \cdot f^2}{R} \quad \text{μον.10}
 \end{aligned}$$

ΘΕΜΑ Β: Β₁) Κάποιος ρυθμίζει αναλογικό ρολόι τοίχου και περιστρέφει το λεπτοδείκτη με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω_λ , κι έτσι, περιστρέφεται και ο ωροδείκτης με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω_Ω . Το μήκος του λεπτοδείκτη είναι διπλάσιο από το μήκος του ωροδείκτη. Η γραμμική ταχύτητα των άκρων του λεπτοδείκτη και του ωροδείκτη είναι αντίστοιχα u_λ , u_Ω . Η σχέση των γραμμικών ταχυτήτων των άκρων τους είναι:

$$1) \quad u_\lambda = 6u_\Omega \quad 2) \quad u_\lambda = 12u_\Omega \quad 3) \quad u_\lambda = 24u_\Omega \quad \text{Επιλέξτε τη σωστή σχέση} \quad \text{4 μον. .}$$

Δικαιολογείστε την επιλογή σας **8 μον.**

1.



Κάποιος κατασκευαστής κόλλας ισχυρίζεται ότι κατασκεύασε μια κόλλα, που μπορεί να κρατήσει 20 φορές το βάρος ενός σώματος. Προκειμένου να διαπιστωθεί η αλήθεια των ισχυρισμών του, μια ομάδα μαθητών του 7^{ου} Λυκείου Ν. Σμύρνης κάνει το εξής πείραμα: Παίρνουν ένα τροχό ακτίνας $R=0,1\text{m}$ που μπορεί να περιστρέφεται με διάφορες συχνότητες, και κολλάνε με την κόλλα στην περιφέρεια του τροχού ένα μικρό αντικείμενο μάζας $m=0,2\text{kg}$, και θέτουν τον τροχό σε περιστροφή, έτσι ώστε η συχνότητα να αυξάνεται αργά. Όταν η συχνότητα γίνει f , το αντικείμενο αποκολλάται από ύψος $h=0,8\text{m}$ και πέφτει στο έδαφος, σε οριζόντια απόσταση 4m από το σημείο αποκόλλησης.

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

Να υπολογίσετε:

1. την ταχύτητα u_0 αποκόλλησης **20 μον.**
2. τη συχνότητα περιστροφής του τροχού τη στιγμή της αποκόλλησης **15 μον.**
3. Την κεντρομόλο δύναμη F_k στο αντικείμενο λίγο πριν αποκολληθεί, καθώς και τη δύναμη της κόλλας $F_{\text{κολ}}$ στο αντικείμενο εκείνη τη στιγμή. Έχει βάση ο ισχυρισμός του κατασκευαστή για την κόλλα; Δικαιολογείστε. **20 μον.**

Δύο ποδηλάτες Α και Β κινούνται σε κυκλική πίστα έτσι ώστε να είναι συνεχώς δίπλα –δίπλα. Ο Α έχει ταχύτητα $u_1=6\text{m/s}$ και ακτίνα $R_1=50\text{m}$, ενώ ο Β κινείται σε κύκλο ακτίνας $R_2=52\text{m}$. Τα ποδήλατα είναι πανομοιότυπα, και η ρόδα έχει ακτίνα $R=0,4\text{m}$. Η αλυσίδα είναι σε γρανάζια ακτίνων $r_1=4\text{cm}$ (το γρανάζι της πίσω ρόδας) και $r=12\text{cm}$ το γρανάζι των πεντάλ, και η απόσταση των πεντάλ από τον άξονα περιστροφής τους είναι $\rho=20\text{cm}$.

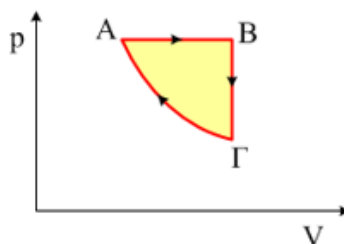
1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα u_2 του ποδηλάτη Β.
2. Να υπολογίσετε τις κεντρομόλους επιταχύνσεις των ποδηλάτων
3. Να υπολογίσετε τις συχνότητες περιστροφής των πεντάλ.
4. Πόσο διάστημα διανύει ο κάθε ποδηλάτης σε κάθε πεταλιά.

Κάποια στιγμή ο Α ,αλλάζει ταχύτητα μετακινώντας την αλυσίδα σε γρανάζι της πίσω ρόδας, που έχει ακτίνα $r_2=3\text{cm}$, και κάνοντας 10 πλήρεις πεταλιές, έτσι ώστε η ταχύτητά του να αυξάνεται με σταθερό ρυθμό και να γίνει $u_1'=10\text{m/s}$, την οποία διατηρεί σταθερή μέχρι να ξανασυναντήσει τον Β.

5. Να υπολογίσετε σε πόσο χρόνο θα τον ξανασυναντήσει .

Θέμα 3^ο

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού μονατομικού αερίου με $n=6/R$ βρίσκεται στην κατάσταση Α με πίεση $P_A=6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και όγκο $V_A=2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και εκτελεί την κυκλική μεταβολή του σχήματος, όπου η μεταβολή ΓΑ είναι ισόθερμη.



- α) Να υπολογιστεί η θερμοκρασία του αερίου στην κατάσταση Α. **Μονάδες 5**
- β) Να υπολογιστεί η τιμή του όγκου που καταλαμβάνει το αέριο στην κατάσταση Β αν κατά τη μεταβολή ΑΒ το αέριο παράγει έργο $W_{AB}=2400 \text{ J}$. **Μονάδες 5**
- γ) Να υπολογιστεί το έργο που παράγει το αέριο κατά τη μεταβολή ΓΑ. **Μονάδες 7**
- δ) Να υπολογίσετε την απόδοση της μηχανής. **Μονάδες 8**
- Δίνεται $C_p=5R/2$, $C_v=3R/2$ και για τις πράξεις $\ln 3=1,1$

Θερμική μηχανή Carnot εργάζεται μεταξύ των θερμοκρασιών $T_h=600\text{K}$ και $T_c=300\text{K}$. Το έργο που παράγει σε κάθε κύκλο είναι $W = 100\text{ J}$.

Γ1) Να κάνετε ποιοτικά το διάγραμμα $P-V$ για την κυκλική μεταβολή του κύκλου Carnot, χαρακτηρίζοντας την κάθε μεταβολή.

Γ2) Να υπολογίσετε την απόδοση της μηχανής. Η απόδοση της μηχανής αυτής θα ήταν μεγαλύτερη i) αν δούλευε σε υψηλές πιέσεις ii) σε χαμηλές πιέσεις ή iii) θα ήταν ίδια και ανεξάρτητη της πίεσης;

Γ3) Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που απορροφά από τη θερμή δεξαμενή Q_h καθώς και το ποσό θερμότητας Q_c που αποβάλλει στην ψυχρή δεξαμενή. Πόση είναι η ισχύς της αν κάνει 5 κύκλους κάθε 10 δευτερόλεπτα

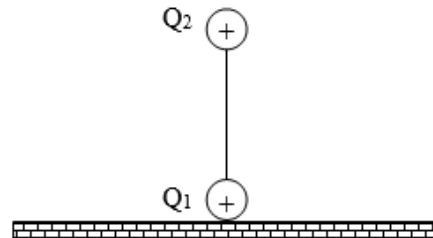
Γ4) Προκειμένου να αυξήσουμε την απόδοσή της μας προτείνουν

i) να αυξήσουμε κατά **10%** τη θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής διατηρώντας τη θερμοκρασία της ψυχρής στους 300 K ή

ii) να μειώσουμε κατά **5%** τη θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής διατηρώντας τη θερμοκρασία της θερμής στους 600 K .

Ποιόν τρόπο πρέπει να επιλέξουμε; Δικαιολογείστε την επιλογή σας, και βρείτε το έργο που θα παράγει σε κάθε κύκλο, αν το ποσό θερμότητας που απορροφά από τη θερμή δεξαμενή, είναι το ίδιο με αυτό που υπολογίσατε στο Γ3 ερώτημα. (Μονάδες 6+6+6+7).

Τα φορτία του σχήματος $Q_1=4\mu\text{C}$ και $Q_2=1\mu\text{C}$ με μάζες $m_1=0,1\text{Kg}$ και $m_2=0,4\text{Kg}$ αντίστοιχα απέχουν απόσταση 2m , βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφο και ισορροπούν με τη βοήθεια ενός νήματος.



α) Να υπολογίσετε την τάση του νήματος μεταξύ των δύο φορτίων.

Μονάδες 6

β) Να βρεθεί το μέτρο της δύναμης δαπέδου που δέχεται το φορτίο Q_1 από το έδαφος.

Μονάδες 5

Κάποια στιγμή κόβουμε το νήμα που ενώνει τα δύο φορτία.

γ) Να δικαιολογήσετε τη φορά κίνησης του φορτίου Q_2 .

Μονάδες 4

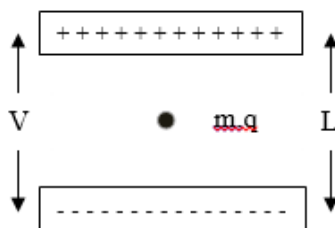
δ) Να βρεθεί σε ποια θέση το φορτίο Q_2 θα αποκτήσει μέγιστη ταχύτητα.

Μονάδες 5

ε) Να υπολογίσετε τη μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το Q_2 κατά την κίνηση του.

Θέμα 2^ο

1. Η φορτισμένη σταγόνα του σχήματος μάζας m και φορτίου q ισορροπεί ακίνητη μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται από δύο φορτισμένες πλάκες η οποίες απέχουν απόσταση L . Η διαφορά δυναμικού V μεταξύ των οπλισμών των φορτισμένων πλακών δίνεται από τη σχέση:



α) $V = m \cdot g \cdot L / q$

β) $V = q \cdot g \cdot m \cdot L$

γ) $V = m \cdot g \cdot q \cdot L$

Όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

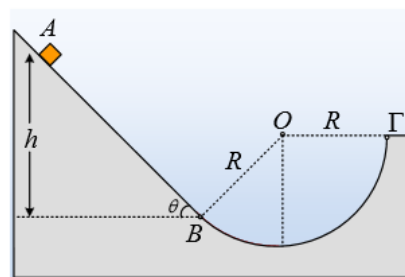
Επιλέξτε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 3

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Μονάδες 7

Ένα μικρό σώμα μάζας $0,2\text{kg}$ αφήνεται στη θέση Α, να ολισθήσει κατά μήκος ενός λείου κεκλιμένου επιπέδου κλίσεως θ , όπου $\eta\mu\theta=0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\theta=0,8$. Φτάνοντας στο σημείο Β, σε κατακόρυφη απόσταση $h=1,25\text{m}$, συναντά μια λεία κυκλική τροχιά, κέντρου Ο και ακτίνας $R=0,5\text{m}$ στην οποία συνεχίζει την κίνησή του. Η ακτίνα ΟΒ είναι κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο.



- i) Να υπολογιστεί η επιτάχυνση του σώματος στη διάρκεια της κίνησής στο κεκλιμένο επίπεδο, καθώς και η δύναμη που δέχεται από το επίπεδο.
- ii) Με ποια ταχύτητα φτάνει το σώμα στο σημείο Β;
- iii) Να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης που δέχεται το σώμα στη θέση Β, αμέσως μόλις μπει στην κυκλική τροχιά.
- iv) Πόση δύναμη δέχεται το σώμα από την τροχιά, μόλις φτάσει στο σημείο Γ, όπου η ακτίνα ΟΓ είναι οριζόντια, και σε ποιο ύψος πάνω από το σημείο Γ θα φτάσει το σώμα;

2. Το σώμα του σχήματος κινείται στο οριζόντιο επίπεδο με το οποίο παρουσιάζει συντελεστής τριβής μ με τη βοήθεια της δύναμης F . Αν για τη δύναμη F ισχύει ότι $F=mg$, το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής ($\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$) του σώματος δίνεται από τη σχέση:



α) $(1-\mu) \cdot F$

β) $(\mu-1) \cdot F/2$

γ) $(\mu+1) \cdot F$

Επιλέξτε την απάντηση σας.

Μονάδες 3

Δικαιολογήστε την απάντηση σας.

Μονάδες 7

Μια θερμική μηχανή χρησιμοποιεί μια ποσότητα μονοατομικού αερίου το οποίο διαγράφει την παρακάτω κυκλική μεταβολή:

Από την κατάσταση Α με όγκο 10 L και πίεση $4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, θερμαίνεται ισόχωρα σε κατάσταση Β με πίεση $10 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Με ισόθερμη εκτόνωση έρχεται σε κατάσταση Γ με όγκο 20 L. Εκτονώνεται αδιαβατικά μέχρι κατάσταση Δ, αποκτώντας την αρχική του θερμοκρασία. Με ισόθερμη συμπίεση επανέρχεται στην αρχική κατάσταση Α.

- α. Να σχεδιάστε ένα ποιοτικό διάγραμμα p - V που να παριστά την παραπάνω κυκλική μεταβολή.
- β. Να υπολογίσετε την απορροφούμενη θερμότητα κατά την ισόχωρη θέρμανση.
- γ. Πόσο έργο παράγει το αέριο κατά την ισόθερμη και πόσο κατά την αδιαβατική εκτόνωση;
- δ. Αν ο συντελεστής απόδοσης της θερμικής μηχανής είναι ίσος με 0,48, να υπολογιστεί η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο κατά την ισόθερμη συμπίεση.
- ε. Αν μια μηχανή Carnot λειτουργούσε ανάμεσα στις ίδιες ακραίες θερμοκρασίες, ποια θα ήταν η απόδοσή της;
- στ. Αν η θερμική μηχανή της άσκησης λειτουργεί με συχνότητα 100 Hz, ποια είναι η ωφέλιμη ισχύς της;

Δίνεται $\ln 2 \approx 0,7$, $\gamma = 5/3$.

[β) 9000 J, γ) 7000 J, 9000 J, δ) -8320 J, ε) 60%, στ) $768 \cdot 10^3 \text{ W}$]

Σωματίδιο A, μάζας $m = 20 \text{ g}$ και φορτίου $q = 2 \text{ }\mu\text{C}$ ισορροπεί στην κατακόρυφο και σε ύψος h πάνω από ακλόνητο φορτίο (σωματίδιο B) με ίδια μάζα και φορτίο $Q = 4 \text{ }\mu\text{C}$.

α. Να υπολογίσετε το ύψος h .

β. Αν μεταφέρουμε το σωματίδιο A σε ύψος $h/3$ από το ακλόνητο φορτίο Q και το αφήσουμε ελεύθερο, να βρεθεί το μέγιστο ύψος που θα φτάσει το σωματίδιο A.

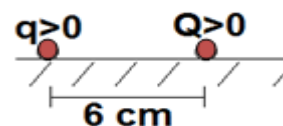
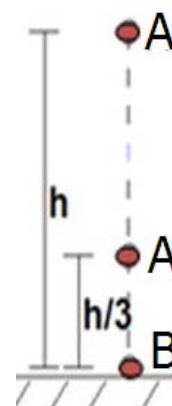
γ. Σε ποιο ύψος έχει τη μέγιστη ταχύτητα του το φορτίο q, και πόση είναι αυτή;

δ. Εάν δεν λάβουμε υπόψην το βαρυτικό πεδίο της γης, να υπολογίσετε τη ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να δαπανήσουμε για να μεταφέρουμε το φορτίο q:

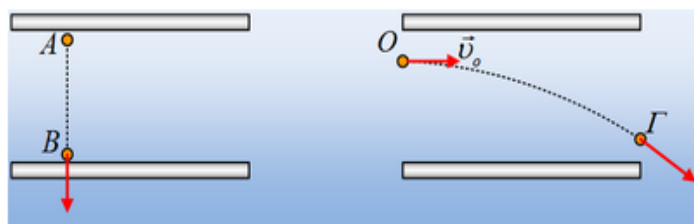
i. από ύψος $h/3$ στο άπειρο,

ii. από ύψος $h/3$ στο άπειρο, εάν το φορτίο q ήταν $-2 \text{ }\mu\text{C}$,

ε. Έστω ότι τα δύο – ομόσημα - φορτία απέχουν αρχικά απόσταση 6 cm αλλά βρίσκονται ακίνητα πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Εάν τα αφήσουμε ελεύθερα – ώστε να μπορούν να κινηθούν και τα δύο -, να υπολογίσετε τη ταχύτητα που θα έχουν σε πολύ μεγάλη απόσταση. Δίνονται $g = 10 \text{ m/s}^2$, $k_c = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$



[α) $0,6 \text{ m}$, β) $1,8 \text{ m}$, γ) 4 m/s , δ)i) 0 , ε) $\sqrt{60} \text{ m/s}$]



Μια μικρή φορτισμένη σφαίρα αφήνεται στο εσωτερικό επίπεδου πυκνωτή, πολύ κοντά στον θετικό πάνω οπλισμό του, σημείο Α και μετά από λίγο φτάνει στο σημείο Β, πολύ κοντά στον αρνητικό οπλισμό, με κινητική ενέργεια $K_1=1\text{J}$, όπως στο αριστερό σχήμα.

Η ίδια φορτισμένη σφαίρα εκτοξεύεται με κινητική ενέργεια $K_0=1\text{J}$ και εισέρχεται στο ηλεκτρικό πεδίο του ίδιου πυκνωτή στο σημείο Ο και εξέρχεται από το σημείο Γ, όπως στο δεύτερο σχήμα.

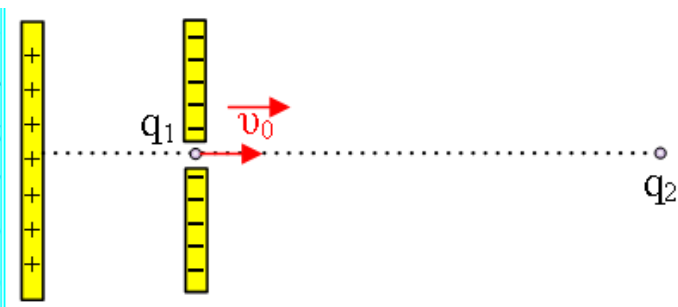
Η κινητική ενέργεια K_2 , στο σημείο εξόδου Γ είναι:

- i) $K_2 < 2\text{J}$, ii) $K_2=2\text{J}$, iii) $K_2 > 2\text{J}$.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Οι βαρυτικές δυνάμεις θεωρούνται αμελητέες.

Σωματίδιο μάζας $m_1 = 3 \cdot 10^{-15} \text{ kg}$ και φορτίου $q_1 = +30 \text{ } \mu\text{C}$ αφήνεται κοντά στον θετικό οπλισμό πυκνωτή τάσης $V = 1800 \text{ V}$ και απόσταση οπλισμών $d = 6 \text{ cm}$. Το σωματίδιο εξέρχεται από τον πυκνωτή από μία μικρή οπή που υπάρχει στον αρνητικό οπλισμό. Σε

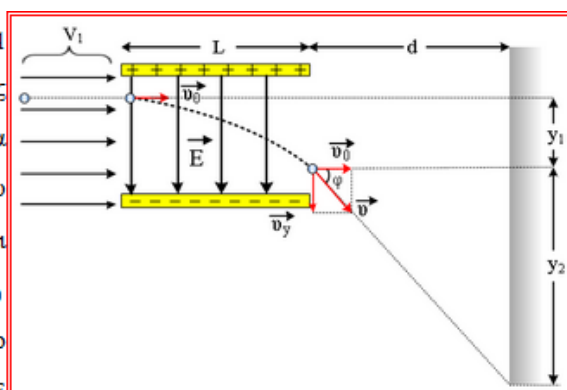


μεγάλη απόσταση από την έξοδο από τον πυκνωτή και στην ίδια ευθεία που κινείται το σωματίδιο m_1 αφήνεται σωματίδιο q_2 , $m_2 = 2m_1$ ελεύθερο να κινηθεί. Να υπολογίσετε:

- το μέτρο της επιτάχυνσης μέσα στον πυκνωτή.
- το μέτρο της ταχύτητας v_0 με την οποία εξέρχεται το σωματίδιο m_1 από τον πυκνωτή.
- τα μέτρα των ταχυτήτων των σωματιδίων όταν βρεθούν σε ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους.
- την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος στην ελάχιστη απόσταση.
- το μέτρο της ταχύτητας του σωματιδίου m_2 όταν το σωματίδιο m_1 σταματά στιγμιαία.

Θεωρήστε τριβές και βαρυτικές δυνάμεις αμελητέες.

Ένα σωματίδιο μάζας m και θετικού φορτίου q επιταχύνεται από την ηρεμία μέσω μιας διαφοράς δυναμικού $V_1 = 2 \cdot 10^3 \text{ V}$ και στη συνέχεια εισέρχεται στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργούν ανάμεσα τους δύο παράλληλες και οριζόντιες μεταλλικές πλάκες, με ταχύτητα v_0 κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου είναι E



$= 10^4 \text{ N/C}$. Η κατακόρυφη απόκλιση του σωματιδίου από την αρχική του θέση, κατά την έξοδο του από το πεδίο, είναι $y_1 = 20 \text{ cm}$. Μετά την έξοδο του από το πεδίο, το σωματίδιο πέφτει σε επίπεδη επιφάνεια, η οποία είναι κάθετη στη διεύθυνση της ταχύτητας v_0 του σωματιδίου και απέχει από τα πλησιέστερα άκρα των δύο πλακών απόσταση $d = 50 \text{ cm}$. Να υπολογίσετε:

- το μέτρο της ταχύτητας v_0 .
- το μήκος L των πλακών.