

ΕΝΩΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΥΠΡΟΥ

31^Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

Κυριακή 26 Μαρτίου 2017

Ώρα: 10:30 – 13:30

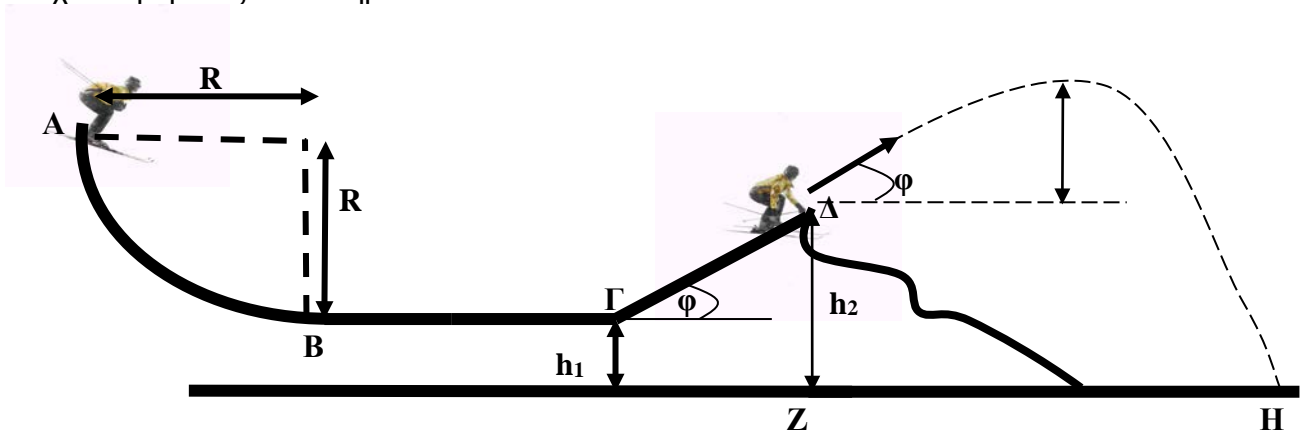
Οδηγίες:

- (1) Το δοκίμιο αποτελείται από οκτώ (8) θέματα και δέκα (10) σελίδες.
- (2) Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα.
- (3) Τα σχήματα δεν είναι σχεδιασμένα με κλίμακα.
- (4) Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.
- (5) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
- (6) Επιτρέπεται η χρήση μπλε μελανιού μόνο.
- (7) Οι γραφικές παραστάσεις και τα σχήματα, μπορούν να γίνουν και με μολύβι.
- (8) Οι γραφικές παραστάσεις να γίνουν στο τετραγωνισμένο χαρτί.
- (9) Οι απαντήσεις να δίνονται με τον αριθμό των σημαντικών ψηφίων, σύμφωνα με τα δεδομένα του κάθε προβλήματος.
- (10) Να χρησιμοποιείτε, όπου χρειάζεται, τις σταθερές που δίνονται στον πιο κάτω πίνακα.

ΣΤΑΘΕΡΕΣ	
Επιτάχυνση της βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης	$g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$
Ένταση του πεδίου βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης.	$g = 9.81 \text{ Nkg}^{-1}$
Παγκόσμια σταθερά βαρύτητας	$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$
Μέση ακτίνα της Γης	$R_{Γης} = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$
Μάζα της Γης	$M_{Γης} = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Σταθερά Coulomb	$k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$
Φορτίο του ηλεκτρονίου	$q_e = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Φορτίο πρωτονίου	$q_p = +1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Μάζα ηλεκτρονίου	$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Μάζα πρωτονίου	$m_p = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Μάζα νετρονίου	$m_n = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Ταχύτητα του φωτός στο κενό	$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

ΘΕΜΑ 1 (15 μονάδες)

Σε ένα χιονοδρομικό κέντρο υπάρχει η χιονοδρομική πίστα του πιο κάτω σχήματος. Η διαδρομή που ακολουθεί ένας χιονοδρόμος ο οποίος ξεκινά από το σημείο Α είναι η ΑΒΓΔ. Από το σημείο Δ εκτελεί πλάγια βολή προς τα πάνω και καταλήγει στο σημείο Η, το οποίο βρίσκεται στη βάση της πλαγιάς. Για την επίλυση του προβλήματος, να θεωρήσετε τον χιονοδρόμο ως υλικό σημείο.



Αν υπάρχουν τριβές μόνο κατά τη διαδρομή ΒΓ (ΒΓ = 50.0 m) με συντελεστή τριβής $\mu = 0.0505$ και ο χιονοδρόμος ξεκινά χωρίς αρχική ταχύτητα από το σημείο Α:

(α) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας με το οποίο φτάνει στο σημείο Β, αν το τεταρτοκύκλιο ΑΒ έχει ακτίνα 55.0 m. (2 μονάδες)

(β) Να δείξετε ότι το μέτρο της ταχύτητας με το οποίο φτάνει στο σημείο Δ, αν $h_1 = 18.0$ m και $h_2 = 48.0$ m, είναι 21.0 ms^{-1} . (3 μονάδες)

Στο σημείο Δ ο χιονοδρόμος εκτελεί πλάγια βολή. (δίνεται ότι $\eta_{\mu\phi} = 0.600$ και $\sigma_{\mu\phi} = 0.800$).

(γ) Να γράψετε τις εξισώσεις ταχύτητας και θέσης του χιονοδρόμου, ως συνάρτηση του χρόνου, κατά την πλάγια βολή στους άξονες x και y (2 μονάδες)

(δ) Να υπολογίσετε τον χρόνο ανόδου και το μέγιστο ύψος που θα φτάσει ο χιονοδρόμος πάνω από το σημείο Δ. (2 μονάδες)

(ε) Να υπολογίσετε τον χρόνο πτήσης του χιονοδρόμου από το σημείο Δ μέχρι το σημείο Η στη βάση της πλαγιάς. (2 μονάδες)

(ζ) Να υπολογίσετε την απόσταση ΖΗ. (1 μονάδα)

(η) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του χιονοδρόμου τη χρονική στιγμή που ακουμπά στο έδαφος. (3 μονάδες)

ΘΕΜΑ 2 (10 μονάδες)

Κωνικό εκκρεμές αποτελείται από αβαρές μη εκτατό νήμα μήκους $L = 1.50 \text{ m}$, στο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σώμα μάζας $m = 612 \text{ g}$, το οποίο διαγράφει οριζόντια κυκλική τροχιά με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , ώστε το νήμα να σχηματίζει γωνία $\theta = 60.0^\circ$ με την κατακόρυφη, όπως φαίνεται στο σχήμα.

(Δίνεται $\eta\mu 60.0^\circ = 0.866$, $\sigma\upsilon\nu 60.0^\circ = 0.500$)

- (α) Να ορίσετε τα εξής φυσικά μεγέθη για την κυκλική κίνηση:

Περίοδος, συχνότητα, γωνιακή ταχύτητα.

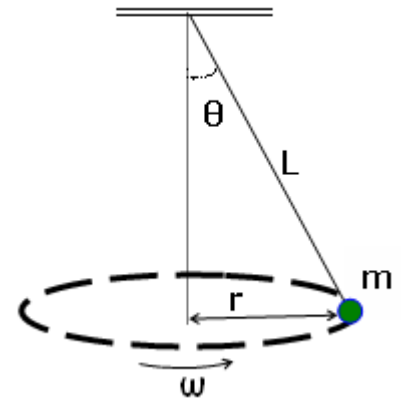
(2 μονάδες)

- (β) Να υπολογίσετε:

(i) Την τάση του νήματος.

(1 μονάδα)

(ii) Την περίοδο του κωνικού εκκρεμούς.



(1 μονάδα)

- (γ) Αν η γωνιακή ταχύτητα γίνει $2.40 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$, να βρείτε:

(i) Τη γωνία που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφο.

(2 μονάδες)

(ii) Τη νέα τάση του νήματος.

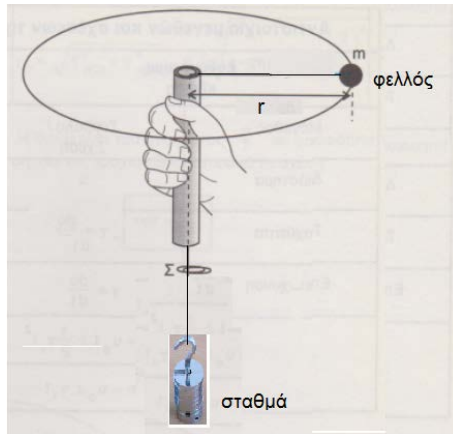
(1 μονάδα)

- (δ) Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της τάσης του νήματος σε συνάρτηση με τη γωνιακή ταχύτητα ω , όταν η γωνιακή ταχύτητα μεταβάλλεται από $0.00 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ μέχρι $5.00 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$.

(3 μονάδες)

ΘΕΜΑ 3 (15 μονάδες)

Μία ομάδα μαθητών με τη χρήση της πιο κάτω πειραματικής διάταξης μελέτησε τη σχέση κεντρομόλου δύναμης (F_k) και περιόδου (T) μιας κυκλικής κίνησης και συμπλήρωσε τον πιο κάτω πίνακα μετρήσεων. Δίνονται : Μάζα σταθμών M , μάζα φελλού m , ακτίνα κυκλικής τροχιάς r .



F_k (N)	T (s)	
0.10	1.60	
0.15	1.39	
0.20	1.30	
0.25	1.18	
0.30	1.10	
0.35	1.04	
0.40	1.00	
0.45	0.95	
0.50	0.90	
0.55	0.87	

- (α) Να γράψετε τα φυσικά μεγέθη που διατήρησαν σταθερά σε αυτό το πείραμα. (1 μονάδα)
- (β) Ποια δύναμη παίζει τον ρόλο της κεντρομόλου δύναμης; (1 μονάδα)
- (γ) Να εξηγήσετε πώς κατάφεραν οι μαθητές:
- (i) Να μετρήσουν την περίοδο της κυκλικής κίνησης. (1 μονάδα)
- (ii) Να πάρουν τις διαφορετικές τιμές της κεντρομόλου δύναμης. (1 μονάδα)
- (δ) Να μεταφέρετε τον πιο πάνω πίνακα μετρήσεων στο τετράδιο απαντήσεων, να συμπληρώσετε κατάλληλα την τελευταία στήλη του, ώστε να χαράξετε κατάλληλη γραφική παράσταση, για να μπορέσετε να επιβεβαιώσετε τη σχέση που συνδέει την κεντρομόλο δύναμη και την περίοδο μιας κυκλικής κίνησης. (5 μονάδες)
- (ε) Να γράψετε το συμπέρασμα που προκύπτει από τη γραφική παράσταση για τη σχέση της κεντρομόλου δύναμης και της περιόδου μιας κυκλικής κίνησης. (1 μονάδα)
- (ζ) Αν στο πιο πάνω πείραμα η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς ήταν 60.0 cm, να υπολογίσετε από τη γραφική παράσταση τη μάζα του φελλού. (3 μονάδες)
- (η) Να αναφέρετε μια αιτία σφαλμάτων στο πιο πάνω πείραμα και να εξηγήσετε πως μπορεί αυτό το σφάλμα να ελαχιστοποιηθεί. (2 μονάδες)

ΘΕΜΑ 4 (10 μονάδες)

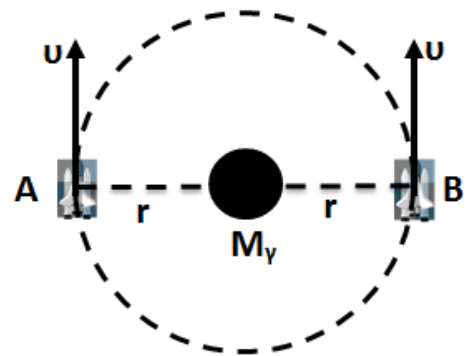
(α) Να διατυπώσετε τον νόμο της παγκόσμιας έλξης. (1 μονάδα)

(β) Δύο όμοιοι δορυφόροι A και B μάζας m ο καθένας, κινούνται στην ίδια κυκλική τροχιά ακτίνας r γύρω από τη Γη, αλλά με αντίθετες φορές περιστροφής.

Όλες οι απαντήσεις στα ερωτήματα που ακολουθούν, να εκφραστούν σε συνάρτηση των μεγεθών G , M_{γ} , m και r .

(i) Να υπολογίσετε το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας των δύο δορυφόρων. (2 μονάδες)

(ii) Αν τη χρονική στιγμή $t = 0$ s βρίσκονται στις αντιδιαμετρικές θέσεις του σχήματος (θέση A και θέση B) να βρείτε τον χρόνο μέχρι να συγκρουστούν οι δύο δορυφόροι. (3 μονάδες)



(iii) Να μεταφέρετε στο τετράδιο απαντήσεών σας το πιο πάνω σχήμα και να σημειώσετε τη θέση όπου οι δύο δορυφόροι θα συγκρουστούν. (1 μονάδα)

(iv) Αν η κρούση είναι πλαστική (δηλαδή ένα συσσωμάτωμα), να υπολογίσετε την ολική μηχανική ενέργεια του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση. (2 μονάδες)

(v) Να υπολογίσετε την απώλεια της μηχανικής ενέργειας από την κρούση. (1 μονάδα)

ΘΕΜΑ 5 (10 μονάδες)

- (α) Να διατυπώσετε τον γενικευμένο 2^ο νόμο του Νεύτωνα. (1 μονάδα)
- (β) Σε σώμα μάζας m που κινείται με ταχύτητα μέτρου u_0 , σε λείο οριζόντιο επίπεδο, δρα δύναμη F σταθερού μέτρου, με φορά αντίθετη της u_0 . Θεωρούμε θετική τη φορά της u_0 . Οι απαντήσεις σας να δοθούν σε συνάρτηση των μεγεθών m , F , και u_0 .
- Όταν η μεταβολή της ορμής του σώματος είναι $-4m \cdot u_0$ να υπολογιστούν:
- (i) Η ταχύτητα του σώματος. (3 μονάδες)
- (ii) Η χρονική διάρκεια κατά την οποία προκλήθηκε η προηγούμενη μεταβολή ορμής. (2 μονάδες)
- (iii) Το έργο της δύναμης F για τη μετατόπιση κατά την οποία η δύναμη F είναι ομόρροπη με την ταχύτητα του σώματος. (2 μονάδες)
- (iv) Το μέτρο της μετατόπισης που αντιστοιχεί στο έργο που υπολογίσατε στο ερώτημα (iii). (2 μονάδες)

ΘΕΜΑ 6 (15 μονάδες)

- (A) Τα σώματα A και B του πιο κάτω σχήματος, με μάζες 150.0 g και 300.0 g αντίστοιχα, κινούνται σε οριζόντιο επίπεδο χωρίς τριβές στην ίδια διεύθυνση αλλά με αντίθετη φορά. Οι ταχύτητές τους έχουν μέτρο $u_A = 2.50$ m/s και $u_B = 1.25$ m/s αντίστοιχα. Τα σώματα συγκρούονται κεντρικά – μετωπικά.



- (α) Τι ονομάζουμε κρούση δύο σωμάτων; (1 μονάδα)
- (β) Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι κρούσεις, με κριτήριο τη διατήρηση ή όχι της κινητικής ενέργειας; (1 μονάδα)
- (γ) Αν η κρούση είναι πλαστική, να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας των δύο σωμάτων μετά την κρούση και να καθορίσετε την κατεύθυνσή της. (2 μονάδες)
- (δ) Αν η κρούση είναι ελαστική, να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας των δύο σωμάτων μετά την κρούση και να καθορίσετε την κατεύθυνσή της.
(Δίνεται η σχέση: $\vec{u}_A + \vec{v}_A = \vec{u}_B + \vec{v}_B$, όπου \vec{u} και \vec{v} οι ταχύτητες πριν και μετά την κρούση αντίστοιχα.) (3 μονάδες)
- (ε) Για το ερώτημα (δ), να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες, στο ίδιο διάγραμμα, την ορμή του κάθε σώματος καθώς και του συστήματος των δύο σωμάτων, πριν, κατά και μετά την κρούση, για χρονικό διάστημα $0 < \Delta t < 5.0$ s, θεωρώντας ότι η κρούση ξεκινά τη χρονική στιγμή $t_1 = 2.0$ s και διαρκεί $\Delta t = 0.50$ s. (5 μονάδες)
- (B) Δύο πολύ μικρές (αμελητέων διαστάσεων) μπάλες A και B με μάζα 0.150 Kg η κάθε μία, συνδέονται μεταξύ τους με αβαρές και μη εκτατό νήμα μήκους 31.9 cm. Οι μπάλες βρίσκονται στο έδαφος και εφάπτονται, ώστε να μπορούμε να θεωρήσουμε ότι τα κέντρα μάζας τους συμπίπτουν. Τη χρονική στιγμή $t = 0$, δίνουμε στην μπάλα A κατακόρυφη αρχική ταχύτητα προς τα πάνω, μέτρου 6.50 m/s. Θεωρήστε την αντίσταση του αέρα αμελητέα και το τέντωμα του σχοινιού ακαριαίο.

Να υπολογίσετε το μέγιστο ύψος που θα φθάσει η μπάλα A.

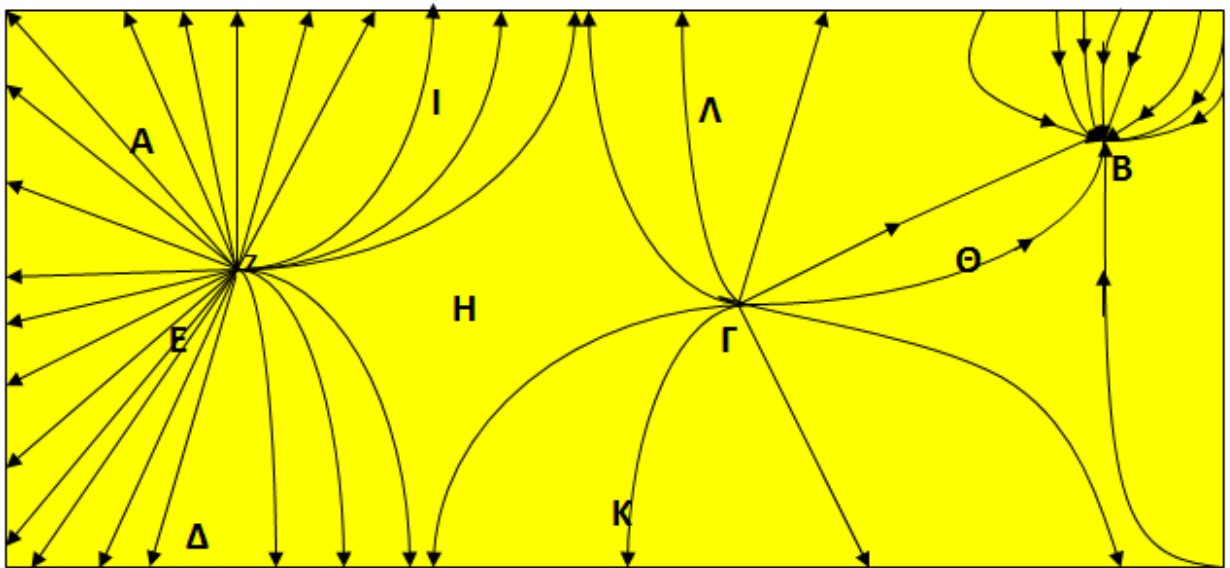
(3 μονάδες)

ΘΕΜΑ 7 (15 μονάδες)

A. (α) Να ορίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε ένα σημείο του.

(1 μονάδα)

(B) Το πιο κάτω διάγραμμα δείχνει τις ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές σε μια περιοχή ενός ηλεκτροστατικού πεδίου που δημιουργείται από ακίνητα σημειακά ηλεκτρικά φορτία. Το διάγραμμα δεν αφορά ολόκληρο το πεδίο που δημιουργείται αλλά είναι μέρος του. Πάνω στο διάγραμμα σημειώνονται σημεία (A, B, Γ, Δ, E, H, Θ, I, K, και Λ). Τα σημεία που αναφέρονται δεν έχουν κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό.



Με βάση το πιο πάνω διάγραμμα των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών, να απαντήσετε στα πιο κάτω ερωτήματα.

(α) Να αναφέρετε τον αριθμό των ηλεκτρικών φορτίων που υπάρχουν στο διάγραμμα.

(1 μονάδα)

(β) Να γράψετε το είδος των ηλεκτρικών φορτίων, αναφέροντας και το γράμμα που βρίσκεται πλησιέστερά τους.

(3 μονάδες)

(γ) Να αναφέρετε το ηλεκτρικό φορτίο που έχει το μεγαλύτερο μέτρο.

(1 μονάδα)

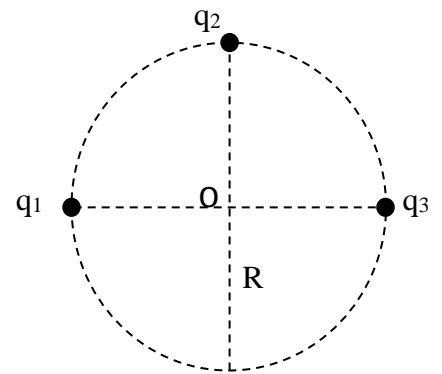
(δ) Να προσδιορίσετε σε ποιο από τα σημεία A, E, I, K και H, το πεδίο έχει τη μεγαλύτερη ένταση.

(1 μονάδα)

- (ε) Να κατατάξετε τα σημεία A, E, I, K και H, σε σχέση με την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, γράφοντας πρώτα το σημείο που έχει την μικρότερη ένταση.
(2 μονάδες)
- (στ) Να κατατάξετε τα σημεία A, B, H, Θ και K, σε σχέση με το δυναμικό τους, γράφοντας πρώτα το σημείο που έχει το μεγαλύτερο δυναμικό.
(2 μονάδες)
- (ζ) Να προσδιορίσετε την κατεύθυνση που θα ακολουθήσει ένα θετικό ηλεκτρικό φορτίο, αν αφεθεί ελεύθερο στο σημείο Θ.
(1 μονάδα)
- (η) Να προσδιορίσετε την κατεύθυνση που θα ακολουθήσει ένα αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο, αν αφεθεί ελεύθερο στο σημείο Δ.
(1 μονάδα)
- (θ) Λίγο πιο πάνω και δεξιά στον χώρο του πεδίου που εμφανίζεται στο διάγραμμα, από τη μορφή των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών, μπορούμε να καταλάβουμε ότι υπάρχει ακόμα ένα ηλεκτρικό φορτίο.
- (i) Να σχεδιάσετε στο τετράδιο απαντήσεών σας το πάνω δεξιά κομμάτι του πεδίου. Να προσδιορίσετε με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια τη θέση αυτού του ηλεκτρικού φορτίου και να καθορίσετε το είδος του.
(1 μονάδα)
- (ii) Να συμπληρώσετε τις δυναμικές γραμμές, στον χώρο μεταξύ του ηλεκτρικού φορτίου στη θέση B και του ζητούμενο ηλεκτρικού φορτίου.
(1 μονάδα)

ΘΕΜΑ 8 (10 μονάδες)

Τρία φορτία $q_1 = +2.50 \mu\text{C}$, $q_2 = -5.00 \mu\text{C}$ και $q_3 = -2.50 \mu\text{C}$ βρίσκονται τοποθετημένα (ακλώνητα) στον αέρα σε περιφέρεια κύκλου ακτίνας $R = 50.0 \text{ cm}$, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Ζητούνται:

- (α) Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο κέντρο O του κύκλου.
(4 μονάδες)
- (β) Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο κέντρο O του κύκλου.
(2 μονάδες)
- (γ) Το έργο των δυνάμεων του ηλεκτρικού πεδίου κατά την μετακίνηση ενός πυρήνα, που αποτελείται από δύο πρωτόνια και δύο νετρόνια, από το κέντρο O του κύκλου μέχρι το άπειρο.
(2 μονάδες)
- (δ) Η τιμή και η θέση ενός τέταρτου ηλεκτρικού φορτίου q_4 που πρέπει να τοποθετήσουμε στην περιφέρεια του κύκλου, ώστε η ολική ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο κέντρο O να μηδενιστεί.
(2 μονάδες)

ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ