



ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

29^Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ (Α' Φάση)

Κυριακή, 25 Ιανουαρίου 2015

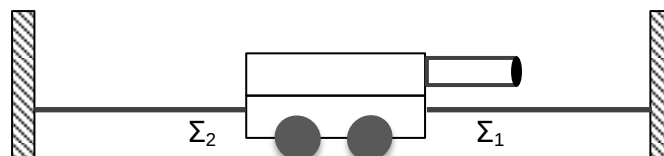
Ώρα: 10:00 - 13:00

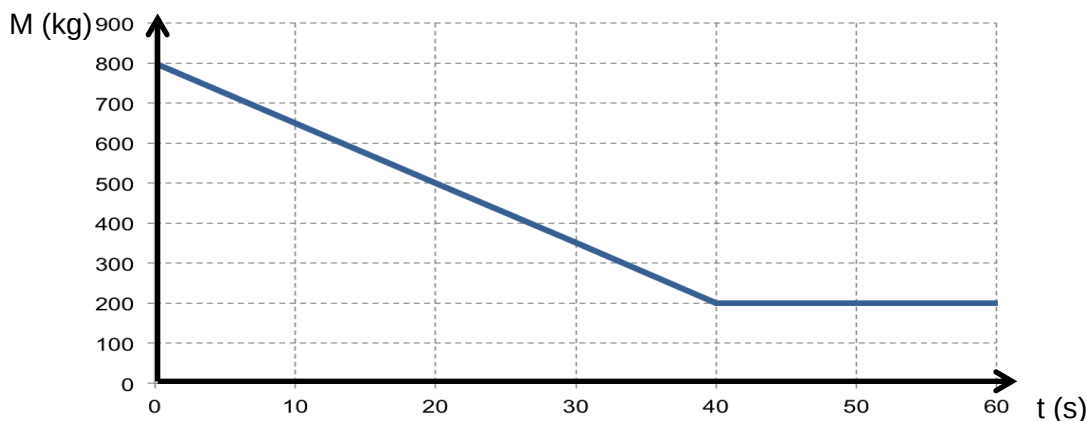
Οδηγίες:

- 1) Το δοκίμιο αποτελείται από έξι (6) σελίδες και πέντε (5) θέματα.
- 2) Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα του δοκιμίου.
- 3) Κάθε θέμα βαθμολογείται με 20 μονάδες. Σε κάθε θέμα οι μονάδες κάθε ερωτήματος φαίνονται στο τέλος του ερωτήματος.
- 4) Στο τετράδιο απαντήσεων να αναγράφεται ξεκάθαρα ο αριθμός του θέματος και του ερωτήματος που απαντάτε.
- 5) Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.
- 6) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
- 7) Επιτρέπεται η χρήση ΜΟΝΟ μπλε ή μαύρου μελανιού. (Οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να γίνουν και με μολύβι).
- 8) Τα σχήματα των θεμάτων δεν είναι υπό κλίμακα.
- 9) Δίνεται: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

ΘΕΜΑ 1^ο

- α. Να διατυπώσετε το γενικευμένο 2^ο νόμο του Νεύτωνα γράφοντας και την κατάλληλη σχέση. (μονάδες 2)
- β. Να εξαγάγετε από τη σχέση που γράψατε τη σχέση $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$. (μονάδες 2)
- γ. Ποια από τις σχέσεις των δύο προηγούμενων ερωτημάτων α και β θα χρησιμοποιούσατε για να μελετήσετε την κίνηση ενός πυραύλου κατά την εκτόξευσή του; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)
- δ. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται ένα ρομπότ – πυροσβεστήρας το οποίο είναι ακίνητο και στερεωμένο με δύο λεπτά μη εκτατά συρματόσχοινα που έχουν τάση μηδέν. Όταν ο πυροσβεστήρας ξεκινά να εκσφενδονίζει νερό στην κατεύθυνση του συρματόσχοινου Σ_1 , η μάζα του οχήματος μεταβάλλεται σύμφωνα με την γραφική παράσταση που ακολουθεί. Τη χρονική στιγμή $t = 40 \text{ s}$ το ντεπόζιτο αδειάζει.



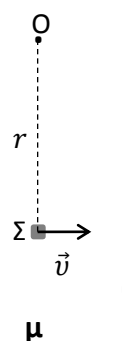


- i. Να εξηγήσετε σε ποιο από τα δύο συρματόσχοινα (Σ_1 ή Σ_2) θα εμφανιστεί τάση όταν ο πυροσβεστήρας αρχίσει να εκσφενδονίζει νερό. Μεταξύ του δαπέδου και των τροχών του οχήματος δεν υπάρχει τριβή.
(μονάδες 3)
- ii. Το νερό εκσφενδονίζεται με σταθερή ταχύτητα $v = 15 \text{ m/s}$. Να υπολογίσετε την τάση που αναπτύσσεται στο συρματόσχοινο.
(μονάδες 5)
- iii. Να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση της τάσης στο συρματόσχοινο σε σχέση με τον χρόνο για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 60 \text{ s}$.
(μονάδες 4)
- iv. Η πυκνότητα του νερού που υπήρχε στο πυροσβεστικό όχημα είναι $d = 1000 \text{ kg/m}^3$. Να υπολογίσετε το εμβαδό διατομής της φλέβας του νερού.
(μονάδες 2)

ΘΕΜΑ 2^ο

- α. Υλικό σημείο Σ έχει μάζα m και κινείται με ταχύτητα $\vec{v}$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Να δώσετε τον ορισμό της στροφορμής του υλικού σημείου ως προς το σημείο O .

(μονάδες 3)

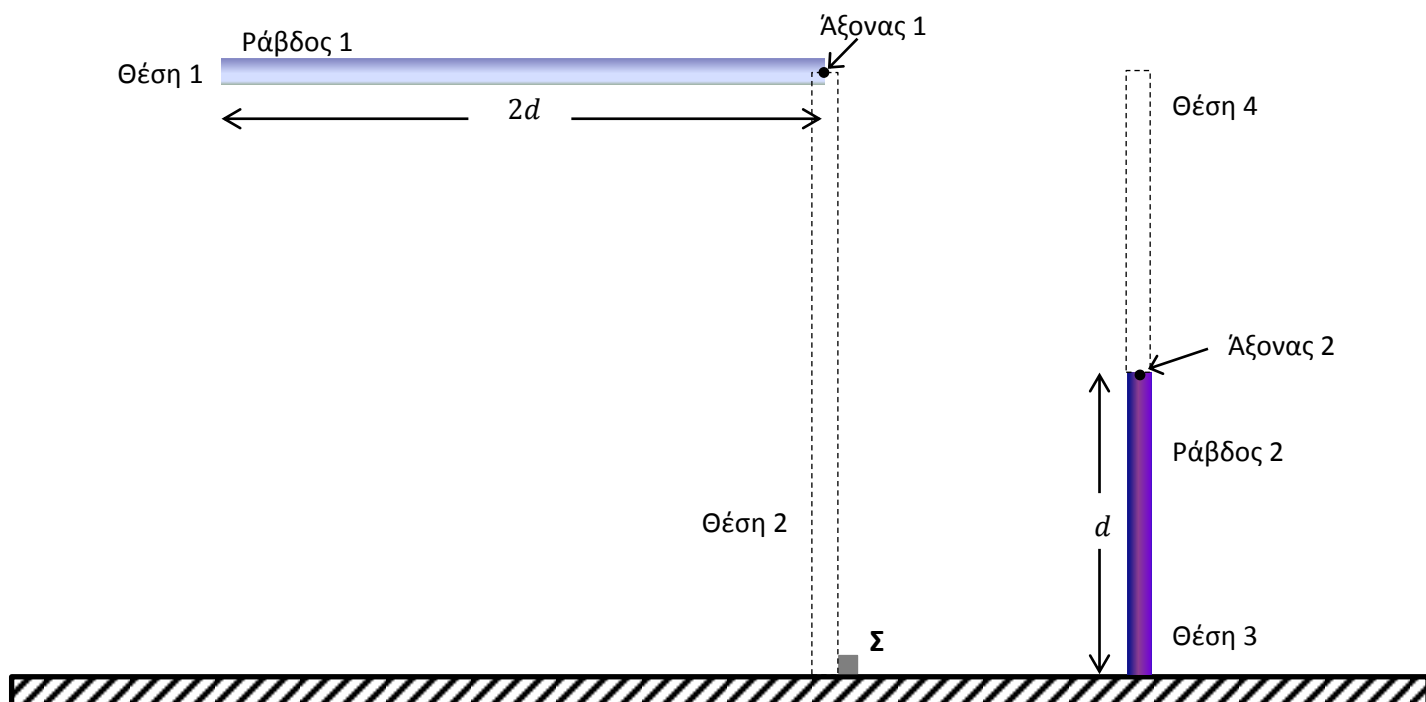


- β. Να γράψετε τον τύπο υπολογισμού της κινητικής ενέργειας στερεού σώματος που εκτελεί περιστροφική κίνηση εξηγώντας όλα τα σύμβολα των φυσικών μεγεθών στον τύπο.
(μονάδες 2)
- γ. Να διατυπώσετε το θεώρημα διατήρησης της στροφορμής.
(μονάδες 1)
- δ. Στο σχήμα που ακολουθεί η ομογενής ράβδος 1 έχει μάζα m_1 , μήκος $2d$ και μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα γύρω από τον άξονα 1, ο οποίος διέρχεται από το άκρο της.



Παρόμοια, η ομογενής ράβδος 2 έχει μάζα m_2 , μήκος d και μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα γύρω από τον άξονα 2, ο οποίος διέρχεται από το άκρο της.

Κρατάμε τη ράβδο 1 σε οριζόντια θέση (θέση 1) και στη συνέχεια την αφήνουμε ελεύθερη. Όταν η ράβδος 1 φθάνει σε κατακόρυφη θέση (θέση 2) συγκρούεται ελαστικά με το σώμα Σ αμελητέων διαστάσεων και μάζας m_Σ το οποίο βρίσκεται ακίνητο στο οριζόντιο επίπεδο. Αμέσως μετά τη σύγκρουση η ράβδος 1 ακινητοποιείται στη θέση 2.



- i. Γνωρίζοντας ότι η ροπή αδράνειας ράβδου ως προς άξονα περιστροφής που διέρχεται από το άκρο της δίνεται από τη σχέση $I = \frac{1}{3}ml^2$ (m – μάζα της ράβδου, l – μήκος της ράβδου) να δείξετε ότι για να ακινητοποιηθεί η ράβδος 1 θα πρέπει η μάζα του σώματος Σ να είναι ίση με $m_\Sigma = \frac{1}{3}m_1$.

(μονάδες 5)

- ii. Να δείξετε ότι η ταχύτητα του σώματος Σ αμέσως μετά την κρούση με τη ράβδο 1 θα είναι $v = \sqrt{6gd}$.

(μονάδες 2)

Μετά την κρούση το σώμα Σ κινείται χωρίς τριβές στο οριζόντιο επίπεδο και συγκρούεται, και πάλι ελαστικά, με τη ράβδο 2, η οποία ισορροπεί στη θέση 3. Μετά την κρούση η ράβδος 2 μόλις που καταφέρνει να φθάσει στη θέση 4.

- iii. Να υπολογίσετε τη μάζα της ράβδου 2, m_2 , σε σχέση με τη μάζα m_1 της ράβδου 1.

(μονάδες 4)

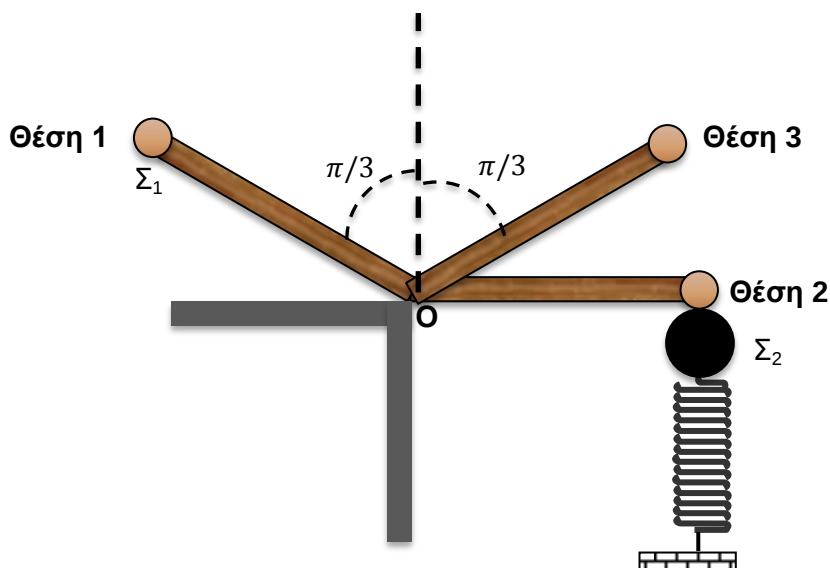
- iv. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος Σ αμέσως μετά την κρούση με τη ράβδο 2.

(μονάδες 3)



ΘΕΜΑ 3^ο

Η ομογενής ράβδος μήκους $L = 2 \text{ m}$ και μάζας $m = 6 \text{ kg}$ μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές σε κατακόρυφο επίπεδο, γύρω από οριζόντιο άξονα που είναι κάθετος στη ράβδο και ο οποίος περνά από το ένα άκρο της O . Στο άλλο άκρο της ράβδου είναι προσκολλημένο σώμα Σ_1 , αμελητέων διαστάσεων, με μάζα $m_1 = 2 \text{ kg}$.



Αρχικά η ράβδος βρίσκεται στην θέση 1 σχηματίζοντας γωνία $\pi/3$ με την κατακόρυφο. Στη θέση αυτή το σώμα Σ_1 έχει γραμμική ταχύτητα $v = 2 \text{ m/s}$. Όταν το σύστημα (ράβδος, σώμα Σ_1) φτάσει στην οριζόντια θέση 2 συγκρούεται με το σώμα Σ_2 , μάζας $m_2 = 38,4 \text{ kg}$ και γυρνά προς τα πίσω φθάνοντας στην ακραία θέση 3, σχηματίζοντας και πάλι γωνία $\pi/3$ με την κατακόρυφο. Στη συνέχεια η ράβδος συγκρατείται στη θέση αυτή. Το σώμα Σ_2 είναι στερεωμένο στην άκρη κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $K = 960 \text{ N/m}$. Τη στιγμή της σύγκρουσης το σώμα Σ_2 έχει εκτελέσει το $\frac{1}{4}$ της πρώτης του ταλάντωσης και βρίσκεται στην θέση ισορροπίας του κινούμενο προς τα πάνω με πλάτος ταλάντωσης $0,05 \text{ m}$.

Δίνεται η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς το O : $I_{\rho\acute{\alpha}\beta\delta\omicron\upsilon} = \frac{1}{3}ML^2$.

α. Να υπολογίσετε:

- τη γωνιακή ταχύτητα του συστήματος (ράβδος, σώμα Σ_1) στην θέση 2 πριν την κρούση, (μονάδες 4)
- το ποσοστό της μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συστήματος (ράβδος, σώμα Σ_1) κατά τη διάρκεια της κρούσης, (μονάδες 4)
- το πλάτος ταλάντωσης του σώματος Σ_2 μετά την κρούση, (μονάδες 4)
- το χρονικό διάστημα που χρειάζεται το σώμα Σ_2 από τη στιγμή της κρούσης μέχρι να περάσει για δεύτερη φορά από τη θέση που βρίσκεται σε απόσταση $0,02 \text{ m}$ από την κάτω ακρότατη του θέση, (μονάδες 4)

β. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου του σώματος Σ_2 από τη στιγμή που ξεκίνησε την ταλάντωση του μέχρι να ξαναφτάσει στην θέση ισορροπίας για δεύτερη φορά.

(μονάδες 4)



ΘΕΜΑ 4^ο

α. Να δώσετε τον ορισμό της απλής αρμονικής ταλάντωσης (ΑΑΤ).

(μονάδα 1)

β. Να γράψετε την συνθήκη που πρέπει να ισχύει για ένα σώμα έτσι ώστε το σώμα να εκτελεί ΑΑΤ.

γ. Ένα σώμα μάζας m είναι συνδεδεμένο στο άκρο ελατηρίου σταθεράς K και ισορροπεί στη θέση που φαίνεται στο σχήμα.

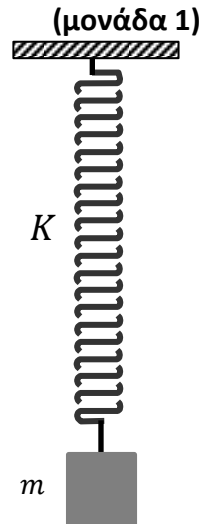
i. Να αποδείξετε ότι αν εκτρέψουμε το σώμα από τη θέση του κατακόρυφα προς τα πάνω (ή προς τα κάτω) και το αφήσουμε ελεύθερο αυτό θα εκτελέσει ΑΑΤ.

(μονάδες 5)

ii. Να δείξετε ότι η περίοδος ταλάντωσης του σώματος δίνεται από τη σχέση

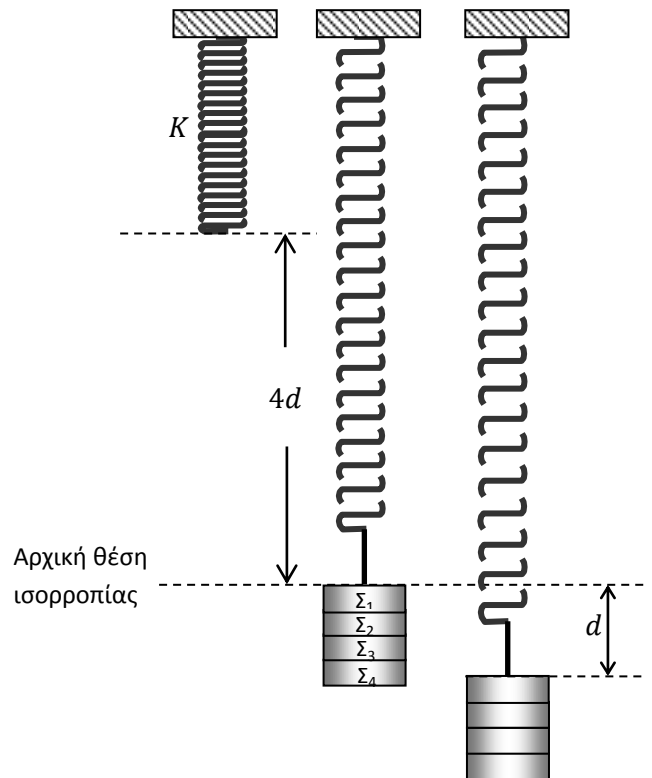
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

(μονάδες 3)



δ. Τέσσερα σώματα Σ_1 , Σ_2 , Σ_3 και Σ_4 μάζας m το καθένα και αμελητέων διαστάσεων συνδέονται μεταξύ τους και αναρτώνται στο άκρο ελατηρίου σταθεράς K και αμελητέας μάζας. Το ελατήριο επιμηκύνεται κατά $4d$ και τα σώματα ισορροπούν στη θέση που φαίνεται στο σχήμα. Απομακρύνουμε τα σώματα από τη θέση ισορροπίας σε απόσταση d προς τα κάτω και τα αφήνουμε ελεύθερα. Μόλις ολοκληρωθεί μια πλήρης ταλάντωση το σώμα Σ_4 αποκολλάται ακαριαία από τα υπόλοιπα σώματα, τα οποία συνεχίζουν να εκτελούν ΑΑΤ.

i. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της απομάκρυνσης των σωμάτων στο άκρο του ελατηρίου από την αρχική θέση ισορροπίας σε συνάρτηση με το χρόνο από τη στιγμή που ελευθερώσαμε τα σώματα μέχρι τη στιγμή που ολοκληρώνονται δύο πλήρεις ταλαντώσεις. (Δίνεται: $\sqrt{3}/2 \approx 0,87$)



(μονάδες 6)

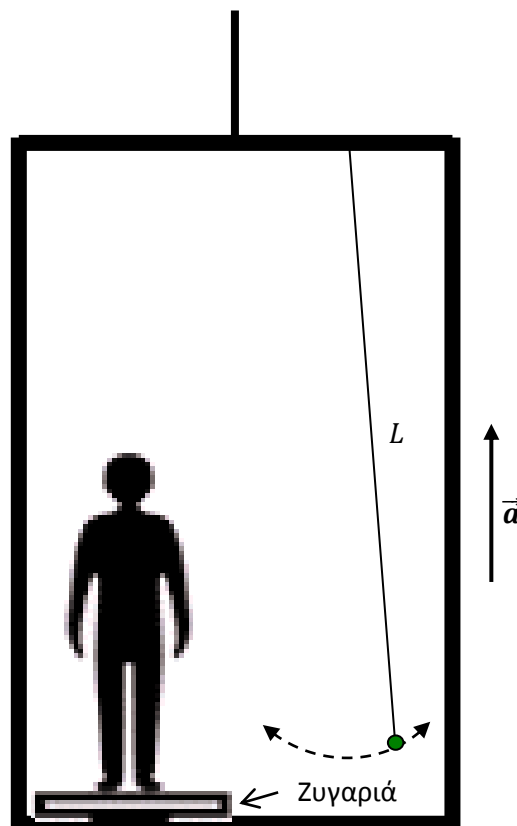


- ii. Να υπολογίσετε το λόγο της ταχύτητας του ταλαντωτή όταν διέρχεται για πρώτη φορά από την αρχική θέση ισορροπίας προς την ταχύτητα του ταλαντωτή όταν διέρχεται για τρίτη φορά από την αρχική θέση ισορροπίας.

(μονάδες 4)

ΘΕΜΑ 5^ο

Ο μαθητής του διπλανού σχήματος έχει μάζα 80kg και στέκεται πάνω σε μια ζυγαριά και βρίσκεται μέσα σε ανελκυστήρα που έχει τη δυνατότητα να κινείται προς τα πάνω με διάφορες επιταχύνσεις. Στην οροφή του ανελκυστήρα είναι στερεωμένο μαθηματικό εκκρεμές μήκους L . Για να προσδιορίσει το μήκος L του εκκρεμούς ο μαθητής εκτελεί το εξής πείραμα: κινεί τον ανελκυστήρα με σταθερή επιτάχυνση και θέτει το εκκρεμές σε ταλάντωση. Με τη ζυγαριά μετρά και καταγράφει το φαινομενικό του βάρος (B_ϕ). Με ένα χρονόμετρο μετρά και καταγράφει το χρόνο τριών ταλαντώσεων(t). Στη συνέχεια επαναλαμβάνει την ίδια διαδικασία για διάφορες τιμές επιτάχυνσης. Ο πιο κάτω πίνακας δίνει τις τιμές του φαινομενικού βάρους B_ϕ και τις αντίστοιχες τιμές του χρόνου t τριών ταλαντώσεων.



B_ϕ (N)	900	1000	1100	1200	1300
t (s)	8,5	8,1	7,7	7,4	7,1

- α. Να γράψετε ποιες προϋποθέσεις πρέπει να ικανοποιεί ένα εκκρεμές για να ονομάζεται μαθηματικό.

(μονάδες 3)

- β. Να εξηγήσετε γιατί ο μαθητής μετρούσε το χρόνο τριών ταλαντώσεων και όχι το χρόνο μιας ταλάντωσης.

(μονάδες 2)

- γ. Να επεξεργαστείτε κατάλληλα τις μετρήσεις του πίνακα και στη συνέχεια να κάνετε κατάλληλη γραφική παράσταση.

(μονάδες 10)

- δ. Με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης να υπολογίσετε το μήκος του εκκρεμούς.

(μονάδες 5)

ΤΕΛΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ