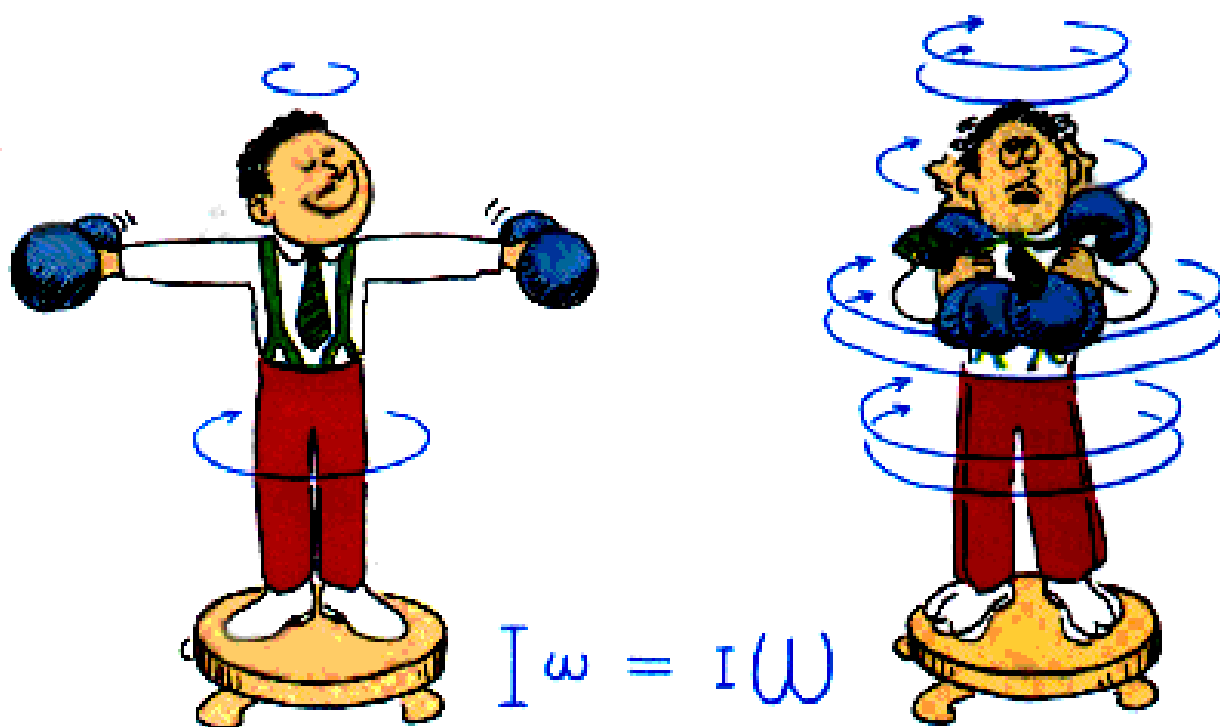


Κεφάλαιο 2

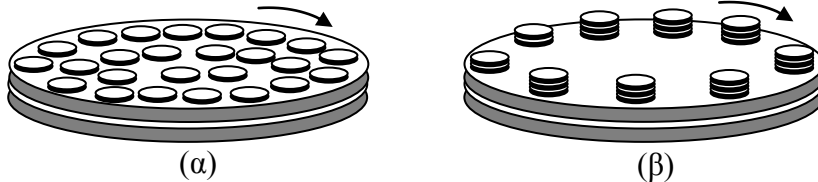
Μηχανική Στερεού Σώματος



Θέματα Παγκύπριων Εξετάσεων
2009 - 2015

Μηχανική Στερεού Σώματος

1. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνονται δύο όμοιες πλατφόρμες οι οποίες μπορούν να περιστρέφονται χωρίς τριβές, γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο τους. Στις δύο πλατφόρμες έχει τοποθετηθεί ίσος αριθμός βαριδίων των 100 g. Στην πρώτη πλατφόρμα τα βαρίδια στερεώθηκαν σε όλη την επιφάνειά της, ενώ στη δεύτερη τα βαρίδια στερεώθηκαν κατά δέσμες στην περιφέρειά της.



(α) Να εξηγήσετε ποια από τις δύο πλατφόρμες μπορούμε να περιστρέψουμε ευκολότερα.

(μονάδες 2)

(β) Οι δύο πλατφόρμες περιστρέφονται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα.

Να εξηγήσετε:

- i. Ποια πλατφόρμα έχει περισσότερη ενέργεια;

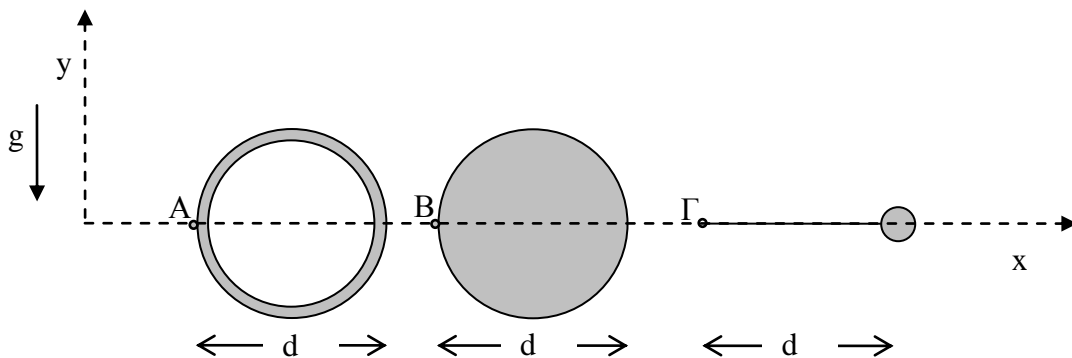
(μονάδες 1)

- ii. Τι θα παρατηρηθεί στην πλατφόρμα (β) αν ένα κομμάτι πλαστελίνης αφεθεί να πέσει και να κολλήσει κοντά στην περιφέρειά της κατά τη διάρκεια της περιστροφής της.

(μονάδες 2)

Ιούνιος 2009 Α΄ Σειρά

2. Μια ομογενής στεφάνη, ένας ομογενής δίσκος και μια σημειακή μάζα δεμένη στο άκρο αβαρούς νήματος, κρατούνται σε οριζόντια θέση, όπως δείχνει το σχήμα. Τα τρία σώματα αφήνονται ελεύθερα και μπορούν να περιστρέφονται γύρω από τους άξονες Α, Β και Γ οι οποίοι είναι κάθετοι στο επίπεδο xy . (Η διεύθυνση της επιτάχυνσης της βαρύτητας φαίνεται στο σχήμα). Η στεφάνη και ο δίσκος έχουν διάμετρο d , το νήμα έχει μήκος d και οι μάζες των τριών σωμάτων είναι ίσες.



(α) Ποια είναι η απόσταση του κέντρου μάζας του κάθε σώματος από το σημείο περιστροφής του.

(μονάδες 3)

(β) Να εξηγήσετε σε ποιο από τα τρία σώματα θα μεταβληθεί περισσότερο η δυναμική του ενέργεια όταν φτάνει στο χαμηλότερο σημείο της τροχιάς του.

(μονάδες 3)

(γ) Με βάση την απάντηση που δώσατε στο προηγούμενο ερώτημα να εξηγήσετε ποιο από τα τρία σώματα θα έχει τη μεγαλύτερη κινητική ενέργεια όταν περνά από το χαμηλότερο του σημείο.

(μονάδες 2)

(δ) Να υπολογίσετε τη μέγιστη γωνιακή ταχύτητα της στεφάνης αν η διάμετρος της είναι $d=20,0$ cm, η μάζα της είναι $200,0$ g και η ροπή αδράνειάς της ως προς το σημείο A είναι $4,0 \times 10^{-3}$ kgm².

(μονάδες 2)

Ιούνιος 2009 Α΄ Σειρά

3. Ένας μαθητής στέκεται πάνω σε μια πλατφόρμα με τα χέρια τεντωμένα όπως δείχνει το σχήμα. Στα χέρια του κρατά βαρίδια. Το σύστημα “μαθητής – βαρίδια – πλατφόρμα” περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από κατακόρυφο άξονα με συχνότητα $0,8$ Hz.

(α) Ο μαθητής λυγίζει τα χέρια του προς το στήθος του και η γωνιακή ταχύτητα του συστήματος αυξάνεται.

i. Να διατυπώσετε την αρχή διατήρησης της στροφορμής.

(μονάδες 2)

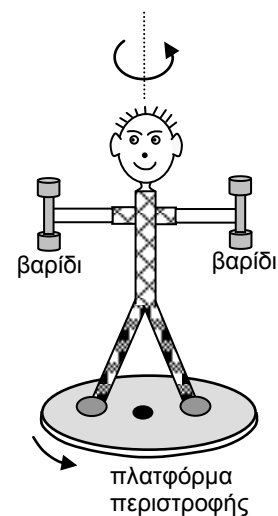
ii. Να εξηγήσετε με βάση την πιο πάνω αρχή γιατί αυξάνεται η γωνιακή ταχύτητα του συστήματος όταν ο μαθητής λυγίζει τα χέρια του.

(μονάδες 2)

(β) Η ροπή αδράνειας του συστήματος όταν τα χέρια του μαθητή είναι ανοικτά είναι 10 kgm² και όταν είναι μαζεμένα είναι 5 kgm².

i. Να υπολογίσετε τη γωνιακή ταχύτητα του συστήματος μετά το λύγισμα των χεριών.

(μονάδες 2)



- ii. Να σχεδιάσετε ποιοτικά τη γραφική παράσταση του μέτρου της γωνιακής ταχύτητας του συστήματος σε συνάρτηση με το χρόνο, πριν, κατά και μετά το λύγισμα των χεριών.

(μονάδες 2)

- iii. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος.

(μονάδες 2)

Ιούνιος 2010 Α΄ Σειρά

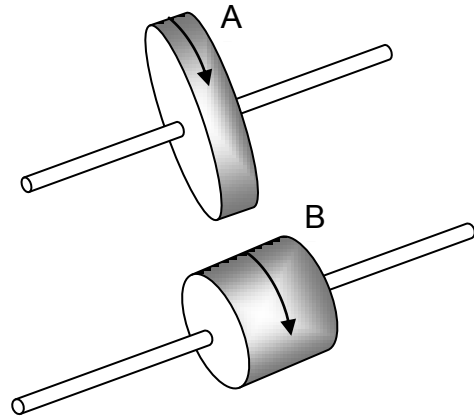
4. Δυο κύλινδροι έχουν διαφορετικές διαστάσεις αλλά είναι κατασκευασμένοι από το ίδιο υλικό, είναι ομογενείς, έχουν την ίδια μάζα και περιστρέφονται γύρω από άξονες που διέρχονται από το κέντρο μάζας τους, όπως φαίνεται στο Σχήμα. Η ροπή αδράνειας του ενός είναι τετραπλάσια από τη ροπή αδράνειας του άλλου.

(α) Να εξηγήσετε ποιος από τους δυο κυλίνδρους έχει τη μεγαλύτερη ροπή αδράνειας.

(Μονάδες 2)

(β) Οι δυο κύλινδροι έχουν την ίδια κινητική ενέργεια λόγω περιστροφής και το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του κυλίνδρου Α είναι 10 rad/s . Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του κυλίνδρου Β.

(Μονάδες 3)

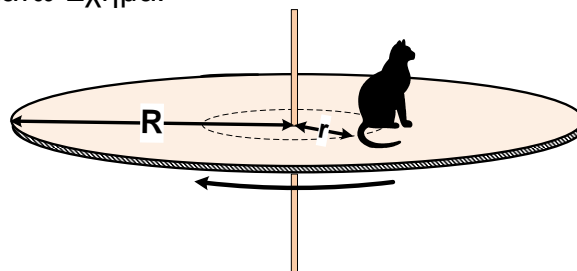


Ιούνιος 2011 Α΄ Σειρά

5. (α) Να διατυπώσετε το θεώρημα διατήρησης της στροφορμής.

(Μονάδες 2)

(β) Ένας γάτος κάθεται αμέριμος, πάνω σε οριζόντια κυκλική εξέδρα, όπως φαίνεται στο πιο κάτω Σχήμα.



Η εξέδρα περιστρέφεται με σταθερή συχνότητα, χωρίς τριβές, γύρω από κατακόρυφο άξονα ο οποίος διέρχεται από το κέντρο μάζας της.

Κάποια στιγμή ο γάτος μετακινείται προς τη περιφέρεια της εξέδρας κατά μήκος μιας ακτίνας της.

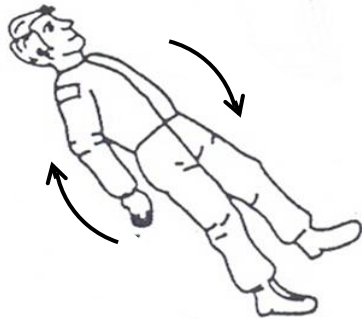
Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η γωνιακή ταχύτητα του συστήματος εξέδρα-γάτος κατά τη διάρκεια της κίνησης του γάτου.

(Μονάδες 3)

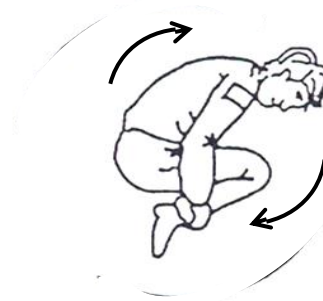
Ιούνιος 2011 Α΄ Σειρά

6. (α) Να αναφέρετε τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ροπή αδράνειας ενός στερεού σώματος.

(Μονάδες 2)



Σχήμα I



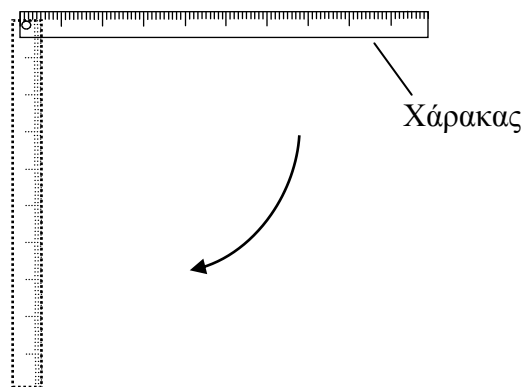
Σχήμα II

- (β) Ένας αστροναύτης στο διαστημικό σταθμό Ελευθερία, διατηρώντας το σώμα του τεντωμένο, περιστρέφεται όπως φαίνεται στο σχήμα I. Να εξηγήσετε γιατί η γωνιακή ταχύτητα του αστροναύτη θα αυξηθεί αν καθώς περιστρέφεται συσπειρώσει το σώμα του, όπως φαίνεται στο σχήμα II.

(Μονάδες 3)

Ιούνιος 2012 Α΄ Σειρά

7. Ένας ομογενής χάρακας μήκους $L=1$ m μπορεί να περιστραφεί κατακόρυφα γύρω από άξονα που περνά πολύ κοντά από το ένα άκρο του και είναι κάθετος στη μεγάλη επιφάνειά του, όπως δείχνει το σχήμα.



Χρησιμοποιώντας την αρχή διατήρησης της ενέργειας, να περιγράψετε ένα πείραμα με το οποίο θα υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας του χάρακα ως προς τον άξονα περιστροφής του.

Στην περιγραφή σας να αναφέρετε:

- τα φυσικά μεγέθη που θα μετρήσετε
- τα όργανα που θα χρησιμοποιήσετε για να τα μετρήσετε και
- τον τρόπο που θα χρησιμοποιήσετε τις μετρήσεις σας.

(Μονάδες 5)

Ιούνιος 2012 Α΄ Σειρά

8. Στη φωτογραφία φαίνονται 5 κοριτσάκια να παίζουν σε μια περιστρεφόμενη παιδική πλατφόρμα.



- (α) Οι πλατφόρμες αυτές έχουν μεγάλη μάζα και διάμετρο για να σταματούν πιο δύσκολα. Να εξηγήσετε γιατί η δυσκολία να σταματήσει η περιστροφή της πλατφόρμας εξαρτάται από τη μάζα και τη διάμετρό της.

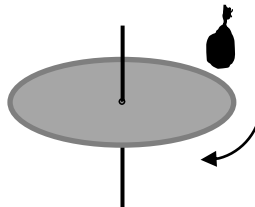
(2 μονάδες)

- (β) Η διάμετρος της πλατφόρμας είναι 3 m και η ροπή αδράνειάς της είναι $560 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Η μάζα του καθενός από τα 5 κοριτσάκια είναι περίπου 30 kg. Να υπολογίσετε, κατά προσέγγιση, τη ροπή αδράνειας του συστήματος πλατφόρμα-κοριτσάκια.

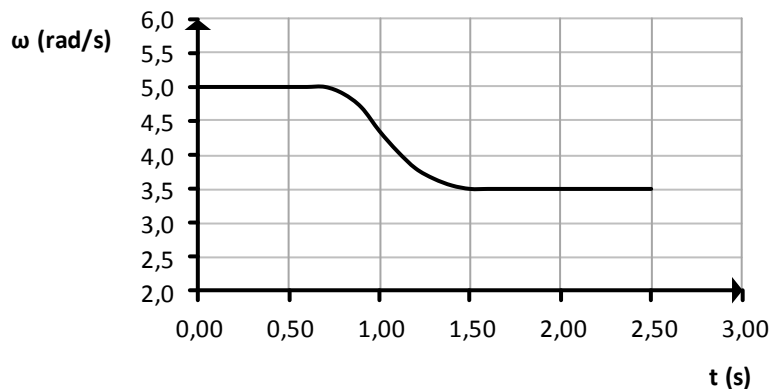
(3 μονάδες)

Ιούνιος 2013 Α΄ Σειρά

9. Για να διερευνήσει το νόμο διατήρησης της στροφορμής ένας μαθητής χρησιμοποιεί έναν περιστρεφόμενο δίσκο. Καθώς ο δίσκος περιστρέφεται ο μαθητής τοποθετεί σε αυτόν ένα σακουλάκι με άμμο.



Η μεταβολή της γωνιακής ταχύτητας του δίσκου φαίνεται στην πιο κάτω γραφική παράσταση.



(α) Να εξηγήσετε τη μείωση της γωνιακής ταχύτητας του δίσκου.

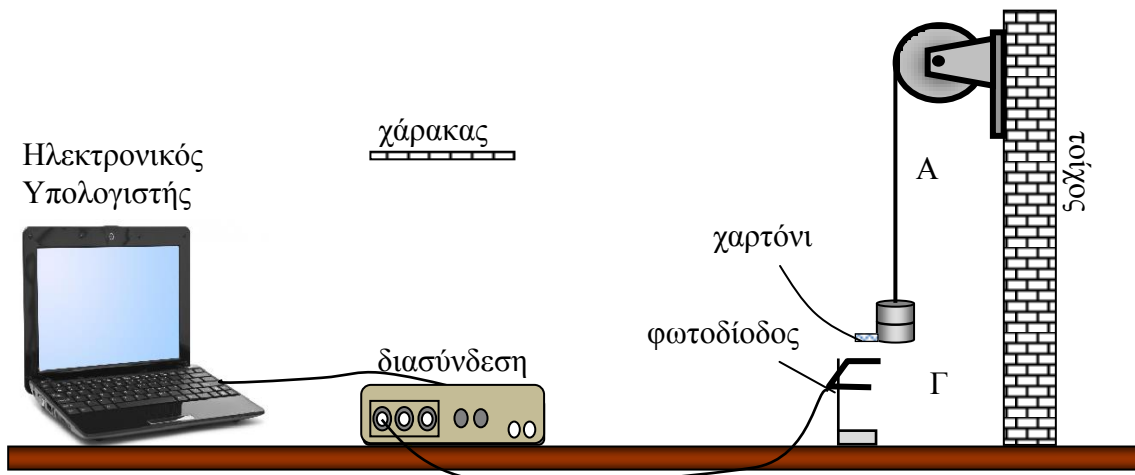
(3 μονάδες)

(β) Η ροπή αδράνειας του δίσκου και της άμμου ως προς τον άξονα περιστροφής είναι $2,50 \times 10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ και $1,07 \times 10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ αντίστοιχα. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της περιστροφικής κινητικής ενέργειας του συστήματος.

(2 μονάδες)

Ιούνιος 2013 Α΄ Σειρά

10. Στο σχήμα φαίνεται η πειραματική διάταξη που χρησιμοποίησαν μαθητές για να αποδείξουν την αρχή διατήρησης της ενέργειας. Οι μαθητές άφησαν το σώμα να πέφτει από σημείο Α προς τα κάτω και μετρούσαν την ταχύτητά του σε σημείο Γ. Η μάζα m του σώματος ζυγίστηκε.



α. Να γράψετε ποια μεγέθη χρειάζεται να γνωρίζουν οι μαθητές, εκτός από τη μάζα και την ταχύτητα του σώματος, για να αποδείξουν την αρχή διατήρησης της ενέργειας.

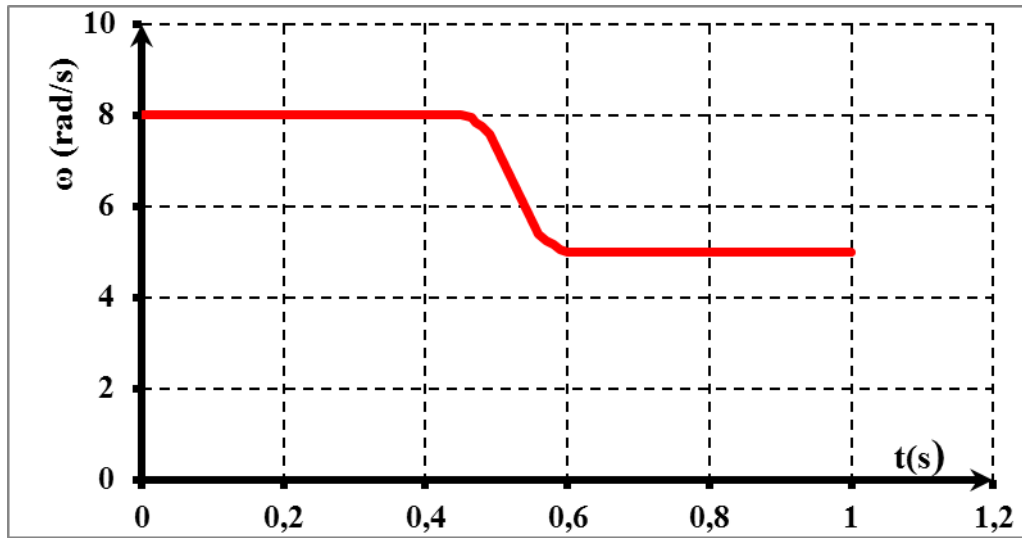
(μονάδες 3)

β. Να γράψετε δύο πιθανά σφάλματα τα οποία θα επηρεάσουν το αποτέλεσμα του πειράματός τους.

(μονάδα 2)

Ιούνιος 2013 Β΄ Σειρά

11. Στο πιο κάτω διάγραμμα φαίνεται η γραφική παράσταση της μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας ενός συστήματος. Η γραφική παράσταση προέκυψε από πείραμα που έγινε για να αποδειχθεί ο νόμος διατήρησης της στροφορμής.



Να περιγράψετε ένα πείραμα που πραγματοποιήσατε στο εργαστήριο για να αποδείξετε το νόμο διατήρησης της στροφορμής. Στην περιγραφή σας να συμπεριλάβετε τις συσκευές που χρησιμοποιήσατε, τα μεγέθη που μετρήσατε και τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιήσατε τα φυσικά μεγέθη για να εξαγάγετε τα συμπεράσματά σας.

(μονάδες 5)

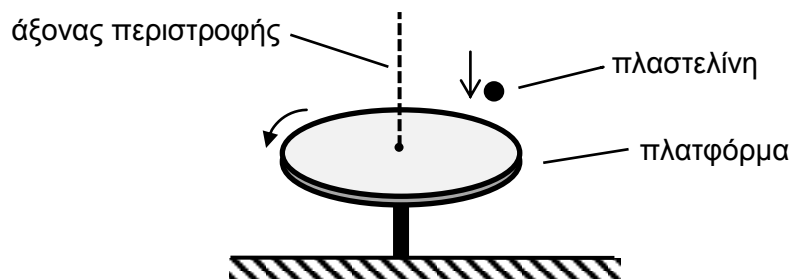
Ιούνιος 2013 Β' Σειρά

12. Μια πλατφόρμα περιστρέφεται χωρίς τριβές με γωνιακή ταχύτητα $2,0 \text{ rad/s}$. Η ροπή αδράνειας της πλατφόρμας ως προς τον άξονα περιστροφής της είναι $0,040 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$.

(α) Να υπολογίσετε το μέτρο της στροφορμής της πλατφόρμας.

(2 μονάδες)

(β) Ένα κομμάτι πλαστελίνης αφήνεται να πέσει από μικρό ύψος και προσκολλάται στην πλατφόρμα.

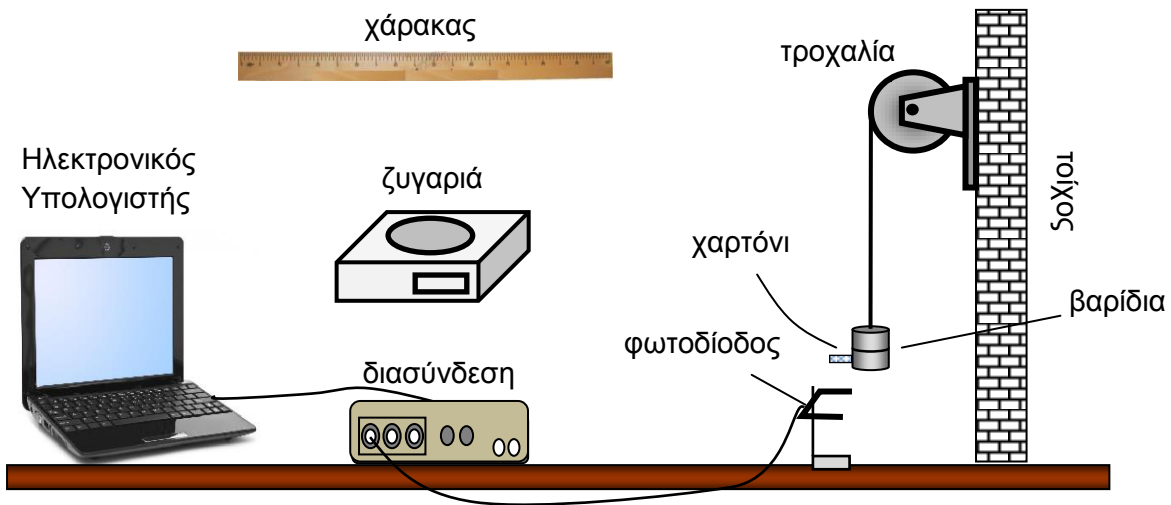


Η ροπή αδράνειας της πλαστελίνης ως προς τον άξονα περιστροφής της πλατφόρμας είναι $1,5 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Να υπολογίσετε το μέτρο της στροφορμής της πλαστελίνης.

(3 μονάδες)

Μάιος 2014 Α' Σειρά

13. Σας ζητείται να εκτελέσετε ένα πείραμα για να αποδείξετε την Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας. Στο σχήμα φαίνεται η πειραματική διάταξη που θα χρησιμοποιήσετε. Η ροπή αδράνειας της τροχαλίας είναι γνωστή.

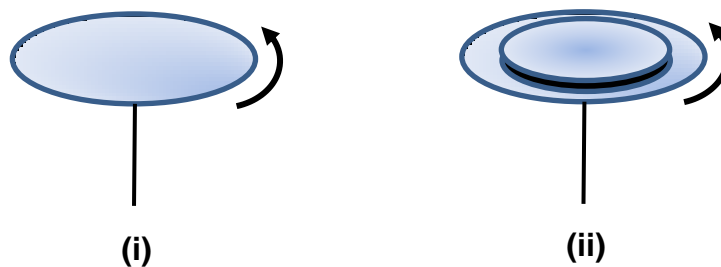


- (α) Να γράψετε τις εξισώσεις για τη βαρυτική δυναμική ενέργεια και την κινητική ενέργεια:
- (i) Τη στιγμή που τα βαρίδια αφήνονται ελεύθερα να κινηθούν. (1 μονάδα)
- (ii) Τη στιγμή που το χαρτόνι διέρχεται από τη φωτοδίοδο. (2 μονάδες)
- (β) Να αναφέρετε τα φυσικά μεγέθη τα οποία θα μετρήσετε στο πείραμά σας. (1 μονάδα)
- (γ) Παρά τις προσεκτικές μετρήσεις και τους σωστούς υπολογισμούς σας, η μηχανική ενέργεια του συστήματος που μελετάτε δεν παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια του πειράματος αυτού. Να αναφέρετε ένα πιθανό λόγο για τον οποίο η μηχανική ενέργεια δεν διατηρείται. (1 μονάδα)
- Μάιος 2014 Α΄ Σειρά**

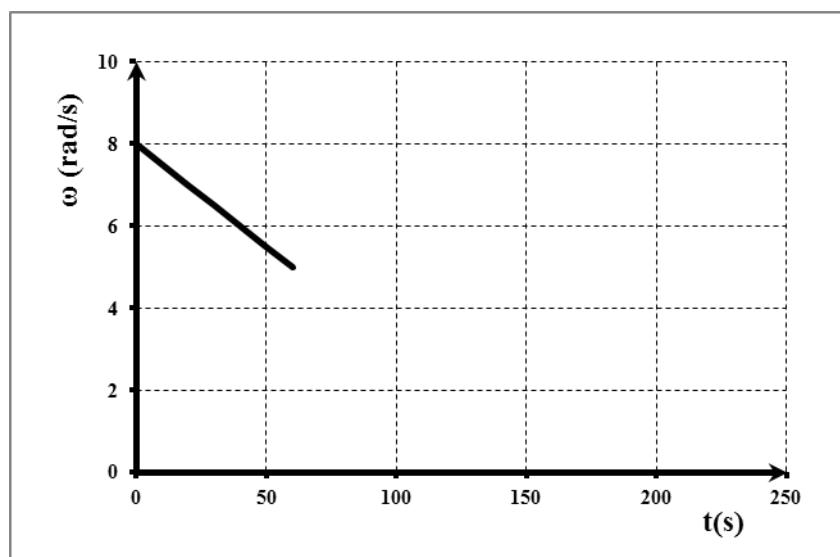
14. Ένας τροχός εκτελεί περιστροφική κίνηση γύρω από οριζόντιο άξονα. Η ροπή αδράνειας του τροχού ως προς τον άξονα αυτό είναι $0,72 \text{ kgm}^2$.
- (α) Να ορίσετε τη στροφορμή του τροχού. (μονάδα 1)
- (β) Ο τροχός περιστρέφεται αρχικά με γωνιακή ταχύτητα $2,1 \text{ rad/s}$. Μετά από πάροδο ορισμένου χρονικού διαστήματος ο τροχός σταματά να περιστρέφεται λόγω τριβών.
- (i) Να υπολογίσετε το ολικό ποσό της ενέργειας που μετατράπηκε σε θερμότητα. (μονάδες 2)
- (ii) Να διατυπώσετε την αρχή την οποία εφαρμόσατε για να υπολογίσετε τη μετατροπή της ενέργειας στον τροχό. (μονάδες 2)

Μάιος 2014 Β΄ Σειρά

15. Στο σχήμα (i) φαίνεται ένας δίσκος ο οποίος περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το κέντρο του δίσκου.



Στο διάγραμμα φαίνεται η γραφική παράσταση της γωνιακής ταχύτητας του δίσκου σε σχέση με τον χρόνο.



- (α) Καθώς ο δίσκος περιστρέφεται τοποθετείται σε αυτόν ένας δεύτερος δίσκος όπως φαίνεται στο σχήμα (ii). Να σχεδιάσετε στο τετράδιό σας τη γραφική παράσταση και να δείξετε την εξέλιξή της στον χρόνο καθώς περιστρέφονται μαζί και οι δύο δίσκοι.

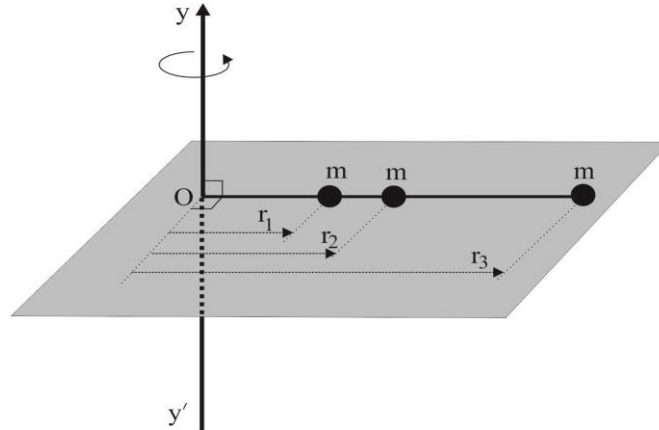
(μονάδες 2)

- (β) Να εξηγήσετε τη μορφή της νέας γραφικής παράστασης.

(μονάδες 3)

Μάιος 2014 Β΄ Σειρά

16. Το σχήμα δείχνει τρεις σφαίρες, μάζας $m = 0,010 \text{ kg}$ η καθεμιά, οι οποίες είναι στερεωμένες σε μια αβαρή ράβδο. Οι τρεις σφαίρες, οι οποίες θεωρούνται ως υλικά σημεία, βρίσκονται σε αποστάσεις $r_1 = 4,00 \text{ cm}$, $r_2 = 6,00 \text{ cm}$ και $r_3 = 12,00 \text{ cm}$ από το άκρο O της ράβδου. Το σύστημα των σφαιρών περιστρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο γύρω από τον κατακόρυφο άξονα yy' , που περνά από το σημείο O .



- (α) Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας του συστήματος, ως προς τον άξονα yy' .

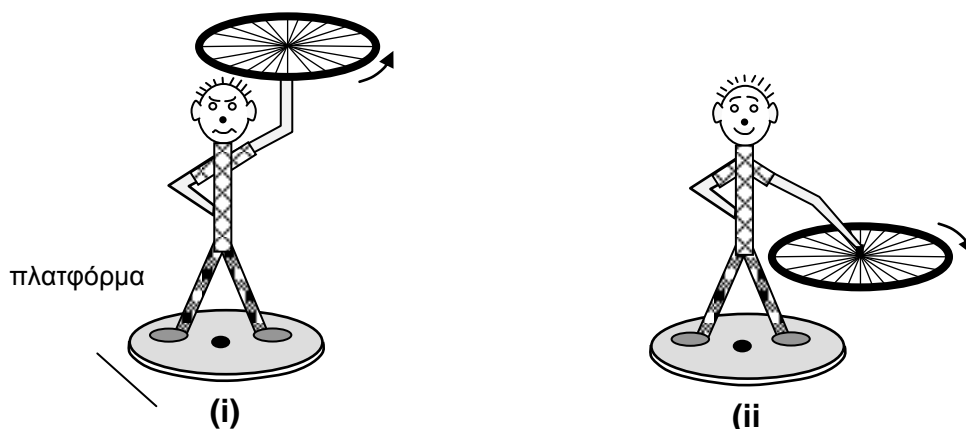
(3 μονάδες)

- (β) Η ράβδος περιστρέφεται γύρω από τον άξονα yy' με γωνιακή ταχύτητα $3,00 \text{ rad/s}$. Να δείξετε ότι η στροφορμή του συστήματος είναι $5,9 \times 10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$.

(2 μονάδες)

Μάιος 2015 Α΄ Σειρά

17. Ένας μαθητής στέκεται πάνω σε μια πλατφόρμα και κρατά ένα τροχό ο οποίος περιστρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο (σχήμα i). Αρχικά ο μαθητής και η πλατφόρμα είναι ακίνητοι. Η πλατφόρμα μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές. Σε κάποια χρονική στιγμή ο μαθητής αναποδογυρίζει τον τροχό, ο οποίος συνεχίζει να περιστρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο (σχήμα ii).



- (α) Να αναφέρετε ποια αλλαγή θα συμβεί στη στροφορμή του τροχού.

(1 μονάδα)

- (β) Να εξηγήσετε ποιες αλλαγές θα συμβούν στη στροφορμή:

- (i) Του συστήματος τροχός-μαθητής-πλατφόρμα.

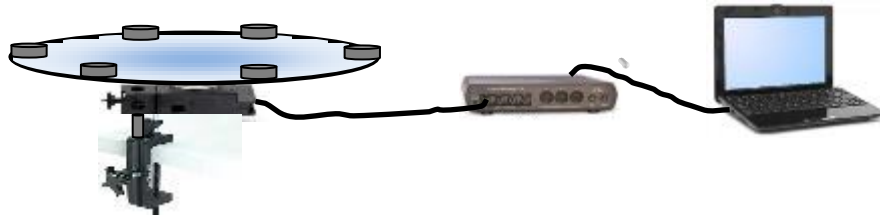
(2 μονάδες)

- (ii) Του συστήματος μαθητής-πλατφόρμα.

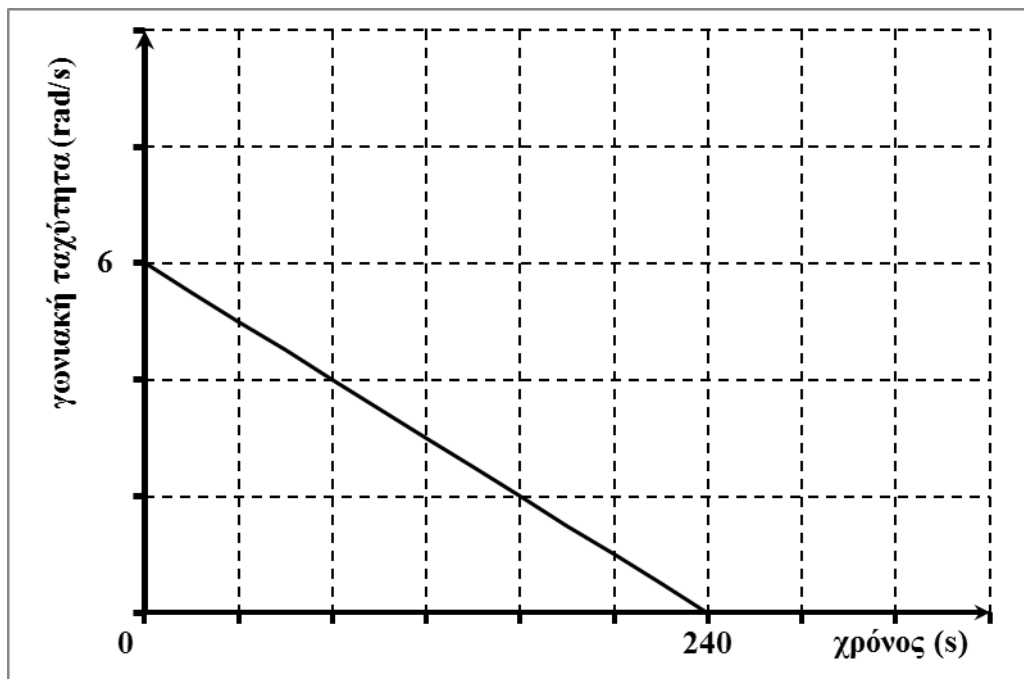
(2 μονάδες)

Μάιος 2015 Α΄ Σειρά

18. Μια ομάδα μαθητών εφάρμοσε ένα μεταλλικό δίσκο πάνω στον αισθητήρα περιστροφής. Στην περιφέρεια του δίσκου, οι μαθητές τοποθέτησαν σταθμά όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Οι μαθητές περιέστρεψαν τον δίσκο και ο αισθητήρας περιστροφής κατέγραψε τη γωνιακή ταχύτητα του δίσκου. Η γραφική παράσταση δείχνει το αποτέλεσμα.



Στη συνέχεια μετακίνησαν τα σταθμά προς το κέντρο του δίσκου και επανέλαβαν το πείραμα περιστρέφοντας τον δίσκο με την ίδια αρχική γωνιακή ταχύτητα.

- α) Να μεταφέρετε στο τετράδιο σας την πιο πάνω γραφική παράσταση και ακολούθως να σχεδιάσετε στους ίδιους άξονες τη νέα γραφική παράσταση που προέκυψε.

(μονάδες 2)

- β) Να εξηγήσετε τη μορφή της νέας γραφικής παράστασης.

(μονάδες 3)

Μάιος 2015 Α΄ Σειρά

19. α) Να διατυπώσετε την αρχή διατήρησης της στροφορμής.

(μονάδα 1)

β) Η αθλήτρια του καλλιτεχνικού πατινάζ στον πάγο περιστρέφεται με τα χέρια της ανοικτά όπως φαίνεται στην εικόνα 1.



Εικόνα 1

Εικόνα 2

i) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η γωνιακή ταχύτητα της αθλήτριας όταν κλείνει τα χέρια της καθώς περιστρέφεται (εικόνα 2). (μονάδες 3)

ii) Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της στροφορμής της αθλήτριας σε συνάρτηση με τη γωνιακή της ταχύτητα. (μονάδες 1)

Μάιος 2015 Α΄ Σειρά