

ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

30^Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

(αφιερωμένη στη μνήμη του Ανδρέα Παναγή)

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ (Α' Φάση)

Κυριακή, 20 Δεκεμβρίου 2015

Ώρα: 10:00 - 13:00



Οδηγίες:

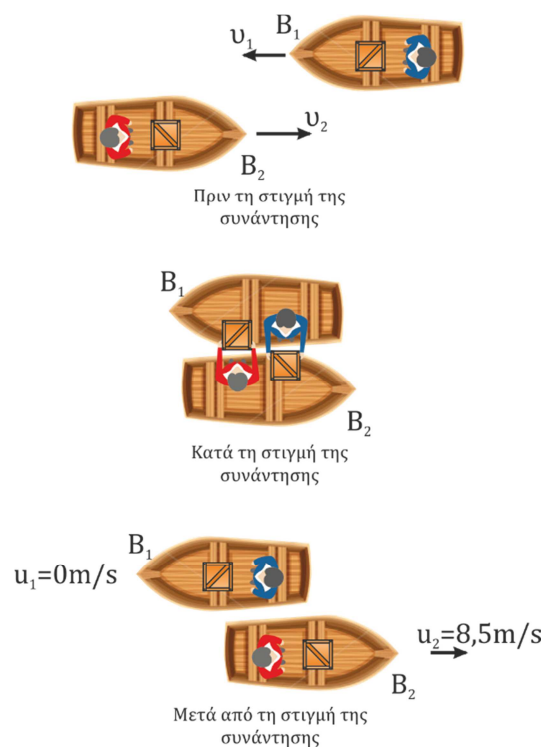
- 1) Το δοκίμιο αποτελείται από έξι (6) σελίδες και πέντε (5) θέματα.
- 2) Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα του δοκιμίου.
- 3) Κάθε θέμα βαθμολογείται με 20 μονάδες. Σε κάθε θέμα οι μονάδες κάθε ερωτήματος φαίνονται στο τέλος του ερωτήματος.
- 4) Στο τετράδιο απαντήσεων να αναγράφεται ξεκάθαρα ο αριθμός 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

A. Δύο βάρκες B_1 και B_2 κινούνται παράλληλα με ταχύτητες u_1 και u_2 αντίστοιχα με κατεύθυνση η μια προς την άλλη. Όταν οι βάρκες είναι δίπλα η μια στην άλλη ο κάθε βαρκάρης αφήνει να πέσει στην άλλη βάρκα ένα δέμα μάζας 50 kg. Μετά την πτώση του σώματος η πρώτη βάρκα ακινητοποιείται, ενώ η δεύτερη συνεχίζει την πορεία της στην ίδια κατεύθυνση με ταχύτητα 8,5 m/s, όπως φαίνεται στην εικόνα. Η συνολική μάζα της βάρκας B_1 , που ακινητοποιείται μαζί με το βαρκάρη της και το δέμα είναι 500 kg ενώ της βάρκας B_2 , που συνεχίζει την πορεία της μαζί με το βαρκάρη της και το δέμα είναι 1000 kg.

Να υπολογίσετε τις αρχικές ταχύτητες των βαρκών.

(6 μονάδες)





B. Ένα σωματίδιο Σ_1 με μάζα m_1 κινείται με ταχύτητα v_1 και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητο σωματίδιο Σ_2 μάζας m_2 .

(α) Να αποδείξετε ότι ο λόγος της ενέργειας που χάνει το σωματίδιο Σ_1 κατά την κρούση προς την αρχική του ενέργεια δίνεται από τη σχέση

$$\frac{\Delta E_1}{E_1} = \frac{4m_1m_2}{(m_1 + m_2)^2}$$

(6 μονάδες)

(β) Να εξετάσετε για ποια τιμή του λόγου των μαζών των δύο σωματιδίων $\frac{m_1}{m_2}$ η απώλεια ενέργειας του σωματιδίου Σ_1 λόγω της κρούσης γίνεται μέγιστη.

(6 μονάδες)

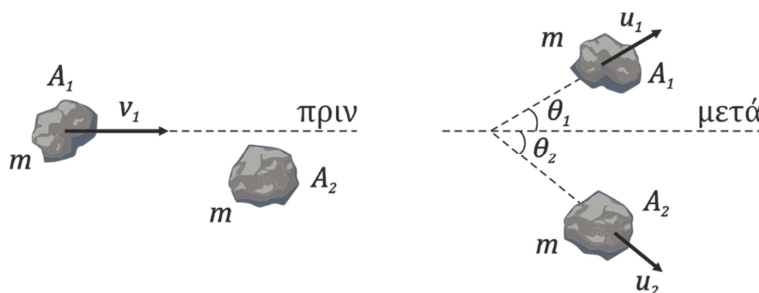
(γ) Με βάση τα αποτελέσματά σας στο ερώτημα **(β)** να εξηγήσετε γιατί στους πυρηνικούς αντιδραστήρες χρησιμοποιούνται ως επιβραδυντές των νετρονίων ελαφρά στοιχεία (π. χ., υδρογόνο ή δευτέριο) και όχι πιο βαριά στοιχεία.

(2 μονάδες)

ΘΕΜΑ 2^ο

Ένας αστεροειδής A_1 μάζας m κινείται με ταχύτητα μέτρου v_1 στην οριζόντια διεύθυνση και συγκρούεται πλάγια με έναν ακίνητο αστεροειδή A_2 της ίδιας μάζας m . Μετά την κρούση, οι αστεροειδείς A_1 και A_2 κινούνται σε διαφορετικές διευθύνσεις με ταχύτητες u_1 και u_2 , όπως φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα.

Η γωνία που σχηματίζει η ταχύτητα u_1 του αστεροειδή A_1 με την οριζόντια διεύθυνση είναι θ_1 και η γωνία που σχηματίζει η ταχύτητα u_2 του αστεροειδή A_2 με την οριζόντια διεύθυνση είναι θ_2 .



(α) Να εξηγήσετε πότε ένα σύστημα σωμάτων θεωρείται απομονωμένο και ποια φυσικά μεγέθη διατηρούνται στην περίπτωση αυτή.

(3 μονάδες)

(β) Να υπολογίσετε την ολική ορμή του συστήματος.

(2 μονάδες)

(γ) Αν ο κάθε αστεροειδής έχει μάζα $1,5\text{kg}$ και η αρχική ταχύτητα του αστεροειδή A_1 είναι $v_1=5\text{m/s}$, ενώ η ταχύτητά του μετά την κρούση είναι $u_1=2\text{m/s}$ και σχηματίζει γωνία $\theta_1=30^\circ$ με την οριζόντια διεύθυνση, να υπολογίσετε:



- i. Την ταχύτητα u_2 του αστεροειδή A_2 μετά την κρούση και τη γωνία θ_2 που σχηματίζει με την οριζόντια διεύθυνση.

(8 μονάδες)

- ii. Το ποσοστό της ενέργειας που μεταφέρεται στον αστεροειδή A_2 από την κρούση.

(2 μονάδες)

- (δ) Αν δύο σώματα με μάζες m_1 και m_2 τέτοιες ώστε $m_1=m_2$ συγκρουστούν πλάγια και η κρούση είναι εντελώς ελαστική, να αποδείξετε ότι η γωνία που σχηματίζουν οι ταχύτητες των σωμάτων μετά την κρούση είναι ίση με 90° . [Δίνεται ότι: $(\vec{\alpha} + \vec{\beta})^2 = \alpha^2 + \beta^2 + 2\alpha \cdot \beta \sin x$, όπου x είναι η γωνία μεταξύ των διανυσμάτων $\vec{\alpha}$ και $\vec{\beta}$]

(5 μονάδες)

ΘΕΜΑ 3^ο

Στα ελικόπτερα με μονή σειρά ελίκων πάνω από την καμπίνα, όπως αυτό της εικόνας, υπάρχει ένας μικρός πίσω έλικας για να εμποδίζει την περιστροφή της καμπίνας, όταν μεταβάλλεται η ταχύτητα των ελίκων της καμπίνας.



- (α) Να εξηγήσετε γιατί ο πίσω έλικας πρέπει να λειτουργεί μόνο όταν μεταβάλλεται η ταχύτητα των ελίκων της καμπίνας.

(3 μονάδες)

- (β) Ένα ελικόπτερο συνολικής μάζας $2500,0 \text{ kg}$ και ροπής αδράνειας της καμπίνας $2240 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, ως προς τον άξονα περιστροφής των ελίκων της καμπίνας, διαθέτει τρεις έλικες καμπίνας μήκους $L=3,732\text{m}$ και μάζας $m=168 \text{ kg}$ ο καθένας. Θεωρήστε ότι ο κάθε έλικας είναι μία ράβδος, που περιστρέφεται γύρω από το ένα άκρο της. [$I_{\text{ελ}}=ML^2/3$]

- i. Αν το ελικόπτερο κινείται σε σταθερό ύψος 50m πάνω από το έδαφος με ταχύτητα 20m/s και οι έλικες της καμπίνας του περιστρέφονται με σταθερή συχνότητα 150 στροφές/min , να υπολογίσετε:

- a. Τη στροφορμή του ελικοπτέρου, ως προς τον άξονα περιστροφής των ελίκων της καμπίνας.

(3 μονάδες)

- b. Τη μηχανική ενέργεια του ελικοπτέρου

(3 μονάδες)



- ii. Αν η συχνότητα περιστροφής των ελίκων της καμπίνας αυξηθεί από 150 στροφές/min σε 220 στροφές/min, να υπολογίσετε:

a. τη μεταβολή της στροφορμής του ελικοπτέρου, αν οι πίσω έλικες λειτουργούν κανονικά,

(3 μονάδες)

b. τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της καμπίνας, αν οι πίσω έλικες δεν λειτουργούν.

(2 μονάδες)

- (γ) Αν η συχνότητα περιστροφής των ελίκων της καμπίνας αυξήθηκε από 150 στροφές/min σε 220 στροφές/min σε χρονικό διάστημα 6 s (με τους πίσω έλικες να λειτουργούν κανονικά), να χαράξετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της στροφορμής του ελικοπτέρου ως προς τον άξονα περιστροφής των ελίκων της καμπίνας, συναρτήσει του χρόνου, για χρονικό διάστημα 20s, θεωρώντας ότι η αύξηση της συχνότητας περιστροφής ξεκίνησε τη χρονική στιγμή $t=8$ s. Να στρογγυλοποιήσετε τις τιμές της στροφορμής που θα χρησιμοποιήσετε ώστε να έχουν μόνο 2 σημαντικά ψηφία.

(6 μονάδες)

ΘΕΜΑ 4^ο

A. (α) Να γράψετε ποια φαινόμενα ονομάζονται περιοδικά.

(1 μονάδα)

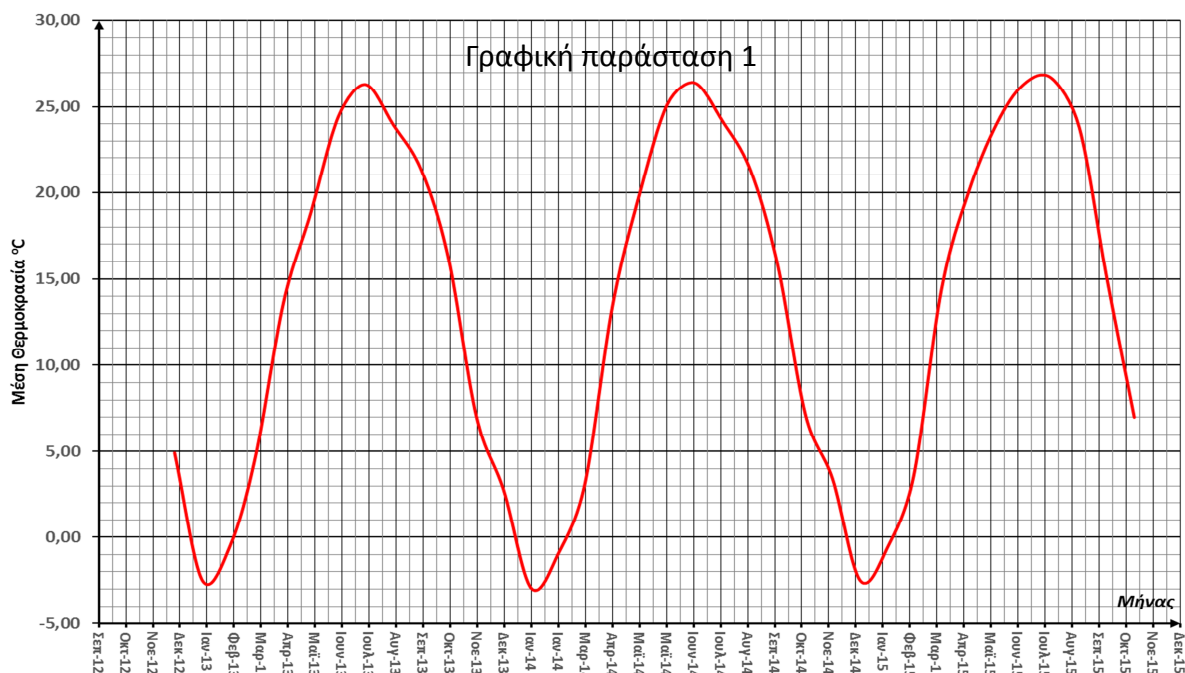
(β) Να γράψετε ποια κίνηση ονομάζεται ταλάντωση.

(1 μονάδα)

(γ) Η απλή αρμονική ταλάντωση περιγράφεται από την εξίσωση $x = x_0 \eta \mu \left(\frac{2\pi}{T} t + \varphi_0 \right)$. Να γράψετε τι σημαίνουν τα σύμβολα x , x_0 , T και φ_0 στην εξίσωση.

(4 μονάδες)

B. Η γραφική παράσταση 1 παρουσιάζει τη μέση θερμοκρασία κάθε μήνα, έτσι όπως καταγράφηκε από έναν μετεωρολογικό σταθμό.





- (α) Από τη γραφική παράσταση να προσδιορίσετε τη μέση θερμοκρασία θ_0 , γύρω από την οποία κυμαίνονται οι θερμοκρασίες που καταγράφηκαν.

(2 μονάδες)

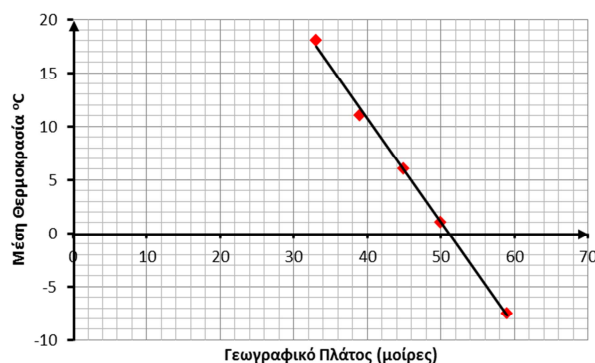
- (β) Αν οι ελάχιστες θερμοκρασίες καταγράφονται το μήνα Ιανουάριο και οι μέγιστες το μήνα Ιούλιο, να ορίσετε μία περιοδική συνάρτηση γύρω από τη μέση θερμοκρασία θ_0 , η οποία να δίνει, προσεγγιστικά, τη μέση θερμοκρασία κάθε μήνα, στην περιοχή του μετεωρολογικού σταθμού, κατά τη διάρκεια του έτους, αρχίζοντας από τον Ιανουάριο. Να διευκρινίσετε σε ποιες μονάδες μετρούνται τα φυσικά μεγέθη που συμπεριλάβατε στην εξίσωσή σας.

(6 μονάδες)

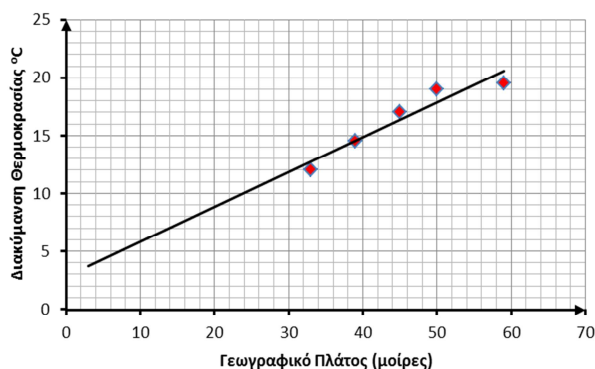
- (γ) Η θερμοκρασία μιας περιοχής εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής αυτής. Όσο αυξάνεται το γεωγραφικό πλάτος μειώνεται η μέση θερμοκρασία και αυξάνεται η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης θερμοκρασίας του έτους.

Η γραφική παράσταση 2 παρουσιάζει τη μέση θερμοκρασία θ_0 συναρτήσει του γεωγραφικού πλάτους και η γραφική παράσταση 3 παρουσιάζει τη διακύμανση $\Delta\theta$ της θερμοκρασίας γύρω από τη μέση θερμοκρασία.

Γραφική παράσταση 2.



Γραφική παράσταση 3.



Αντλώντας πληροφορίες από τις γραφικές παραστάσεις 2 και 3 και με βάση το θεωρητικό μοντέλο για τη μέση θερμοκρασία κάθε μήνα μιας περιοχής, που βρήκατε το ερώτημα (β), να προβλέψετε τη μέση θερμοκρασία για το μήνα Οκτώβριο μιας περιοχής, η οποία βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος 55° .

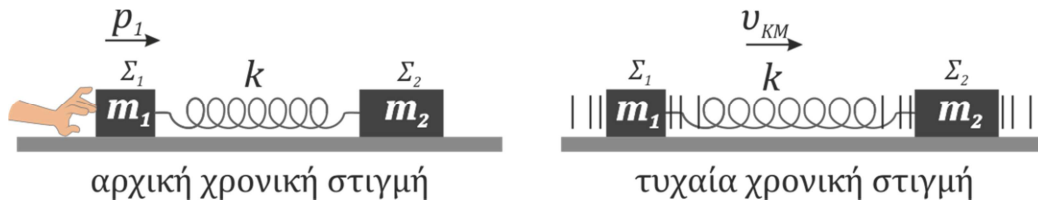
(6 μονάδες)



ΘΕΜΑ 5^ο

Δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 με μάζες m_1 και m_2 , αντίστοιχα, βρίσκονται πάνω σε μία οριζόντια επιφάνεια, στην οποία μπορούν να κινηθούν χωρίς τριβές. Τα σώματα είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με αβαρές ελατήριο σταθεράς k , το οποίο βρίσκεται στο φυσικό του μήκος l_0 .

Όταν σπρώξουμε απότομα το σώμα m_1 , αυτό αποκτά ορμή p_1 και το σύστημα αρχίζει να κινείται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο με τις μάζες να ταλαντώνονται γύρω από το κέντρο μάζας του συστήματος.



- (α) Το σπρώξιμο έδωσε μία αρχική ποσότητα ενέργειας E_0 στο σύστημα. Να υπολογίσετε την ολική διαθέσιμη ενέργεια στο σύστημα E_0 συναρτήσει των p_1 και m_1 .

(3 μονάδες)

- (β) Να υπολογίσετε την ταχύτητα v_{KM} του κέντρου μάζας του συστήματος συναρτήσει της αρχικής ορμής p_1 του σώματος Σ_1 και των μαζών m_1 και m_2 .

(4 μονάδες)

- (γ) Το σύστημα εκτελεί ταυτόχρονα μεταφορική κίνηση και ταλάντωση, οι οποίες έχουν συνολική ενέργεια E_0 . Να υπολογίσετε τη μέγιστη συσπείρωση του ελατηρίου Δl_{max} συναρτήσει των k , m_1 , m_2 και p_1 .

(5 μονάδες)

- (δ) Σε μια τυχαία χρονική στιγμή η μετατόπιση του σώματος m_1 είναι x_1 και του σώματος m_2 είναι x_2 έτσι ώστε η συσπείρωση του ελατηρίου να είναι $\Delta l = x_1 + x_2$. Αν, με σημείο αναφοράς το κέντρο μάζας ($x_{KM}=0$), ισχύει η σχέση $m_1 x_1 = m_2 x_2$ και το μέτρο της δύναμης που ασκείται από το ελατήριο σε καθένα από τα σώματα Σ_1 και Σ_2 είναι $k\Delta l$, να αποδείξετε ότι τα δύο σώματα εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση γύρω από κέντρο μάζας με συχνότητα $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$, όπου

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}.$$

(8 μονάδες)

ΤΕΛΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ