ΓΡΑΠΤΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ Γ΄ΛΥΚΕΙΟΥ

ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ (1)

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2021

ΘΕΜΑ Α

(Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.Μία απάντηση σωστή)

Α.1.Σε ένα σώμα που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση ,σε κάποιο χρονικό διάστημα στο οποίο η επιτάχυνση του είναι αρνητική και το μέτρο της μειώνεται , η ορμή του σώματος είναι,

α. θετική και το μέτρο της αυξάνεται
β. θετική και το μέτρο της μειώνεται
γ. αρνητική και το μέτρο της αυξάνεται
δ. αρνητική και το μέτρο της μειώνεται

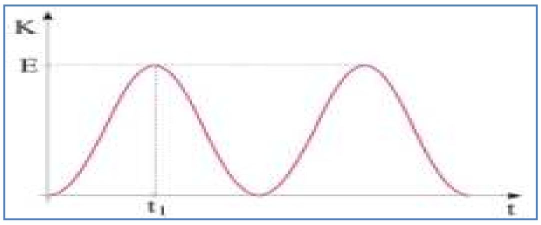
(Μονάδες 5)

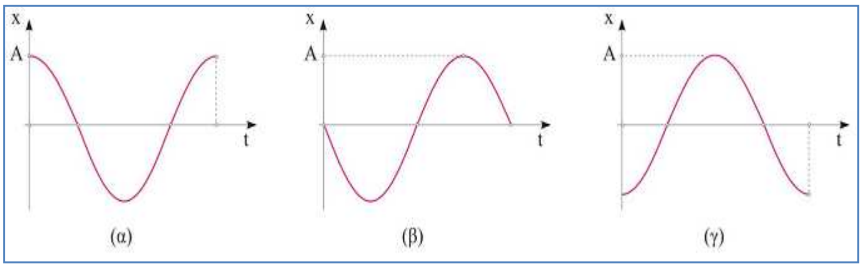
Α.2.Η δύναμη επαναφοράς που ασκείται σε ένα σώμα μάζας m που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση είναι ίση με F. Το πηλίκο $\frac{F}{m}$

α. παραμένει σταθερό σε σχέση με το χρόνο.
β. μεταβάλλεται αρμονικά σε σχέση με το χρόνο.
γ. αυξάνεται γραμμικά σε σχέση με το χρόνο.
δ. γίνεται μέγιστο, όταν το σώμα διέρχεται από τη θέση ισορροπίας.

(Μονάδες 5)

Α.3.Η γραφική παράσταση της κινητικής ενέργειας ενός απλού αρμονικού ταλαντωτή σε συνάρτηση με το χρόνο φαίνεται στο διπλα-νό σχήμα. Αν τη χρονική στιγμή t_1 η ταχύτητα του σώματος έχει θετικό πρόσημο, η γραφική παράσταση της απομάκρυνσης σε συνάρτηση με το χρόνο είναι η:





α.το α **β.**το β **γ.**το γ **δ.**κανένα από τα α,β,γ,

(Μονάδες 5)

Α.4.Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Το μέτρο της ταχύτητας μειώνεται

α.Διαρκώς κατά το χρονικό διάστημα στο οποίο η αλγεβρική τιμή της επιτάχυνσης είναι αρνητική.
β.Όταν η συνισταμένη δύναμη είναι ομόρροπη της ορμής του σώματος.
γ.Όταν το μέτρο της συνισταμένης δύναμης μειώνεται.
δ. Όταν το μέτρο της συνισταμένης δύναμης αυξάνεται.

(Μονάδες 5)

Α.5.*Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη Σωστό,για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη Λάθος για τη λανθασμένη.*

α.Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής ενός σώματος που πραγματοποιεί απλή αρμονική ταλάντωση αποκτά μέγιστο μέτρο κάθε φορά που μηδενίζεται η ορμή του σώματος

β.Το έργο της δύναμης επαναφοράς που δέχεται ένα σώμα το οποίο πραγματοποιεί απλή αρμονική ταλάντωση είναι θετικό σε μια χρονική διάρκεια στην οποία η δύναμη είναι αρνητική και το μέτρο της μειώνεται

γ.Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας ισούται με μηδέν στις ακραίες θέσεις της τροχιάς του

δ.Σε δύο θέσεις που ισαπέχουν από τη θέση ισορροπίας σε μια απλή αρμονική ταλάντωση, η αλγεβρική τιμή της δύναμης επαναφοράς που ασκείται στο σώμα που ταλαντώνεται είναι η ίδια.

ε. Περίοδος της ταλάντωσης ονομάζεται ο ελάχιστος απαιτούμενος χρόνος για να επιστρέψει το σώμα στην αρχική του θέση.

(Μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Β

Β1.Δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 μαζών m_1 και m_2 αντίστοιχα πραγματοποιούν απλές αρμονικές ταλαντώσεις πάνω στη διεύθυνση του άξονα $x'x$ και έχουν εξισώσεις απομάκρυνσης

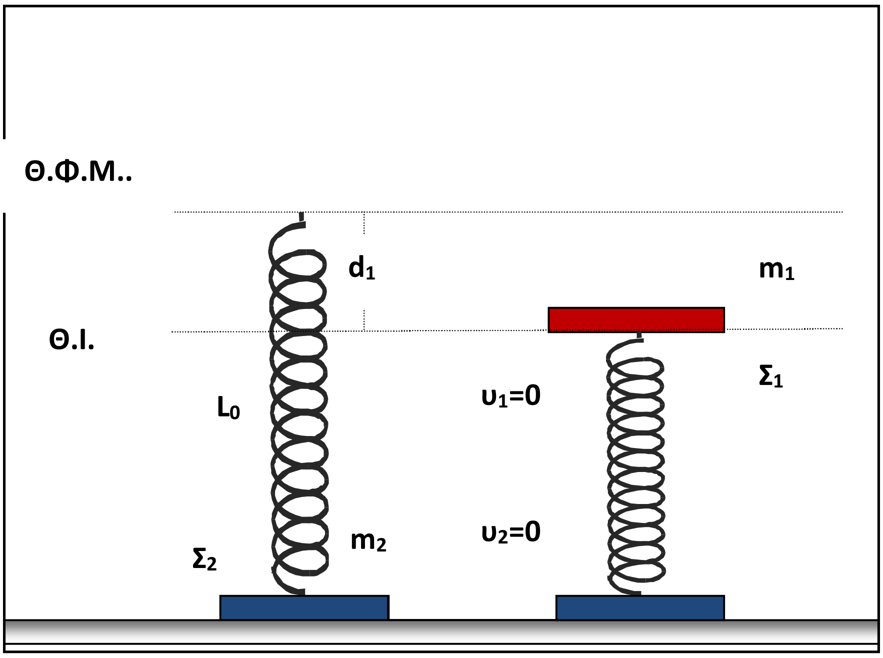
$$x_1 = A\,\eta\mu(\omega t + \pi) \qquad \text{και} \qquad x_2 = A\,\eta\mu\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Τα δύο σώματα αρχίζουν τις ταλαντώσεις τους συγχρόνως.Η μέγιστη απόσταση στην οποία θα βρεθούν τα δύο σώματα μέχρι να συναντηθούν είναι:

α. $2\sqrt{3}A$ **β.** $\sqrt{2}A$ **γ.** **A**

Ι.Να επιλέξετε την σωστή απάντηση (Μονάδες 2)
ΙΙ.Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 6)

Β2.Το ελατήριο στο παρακάτω σχήμα είναι ιδανικό και το σώμα **Σ₁** ηρεμεί στο πάνω άκρο του .Στην κατάσταση αυτή του συστήματος το ελατήριο είναι συσπειρωμένο κατά $\mathbf{d_1}$ Το σώμα $\mathbf{Σ_2}$ ηρεμεί επίσης, σε επαφή με το οριζόντιο δάπεδο.Τα σώματα είναι στερεωμένα στα άκρα του ελατηρίου.Ασκούμε στο σώμα $\mathbf{Σ_1}$ μία κατακόρυφη δύναμη $\vec{F}$ με φορά προς τα κάτω τέτοια ώστε το σώμα $\mathbf{Σ_1}$ να μετακινηθεί χαμηλότερα με μια **σταθερή πολύ μικρού μέτρου ταχύτητα** και να έρθει στη θέση **Ρ** όπου ηρεμεί .Τη Στιγμή αυτή η δύναμη $\vec{F}$ έχει μέτρο $\mathbf{F=F_0}$.Στη συνέχεια αφήνουμε το $\mathbf{Σ_1}$ ελεύθερο και διαπιστώνουμε ότι οριακά αποφεύγεται η απογείωση του $\mathbf{Σ_2}$.



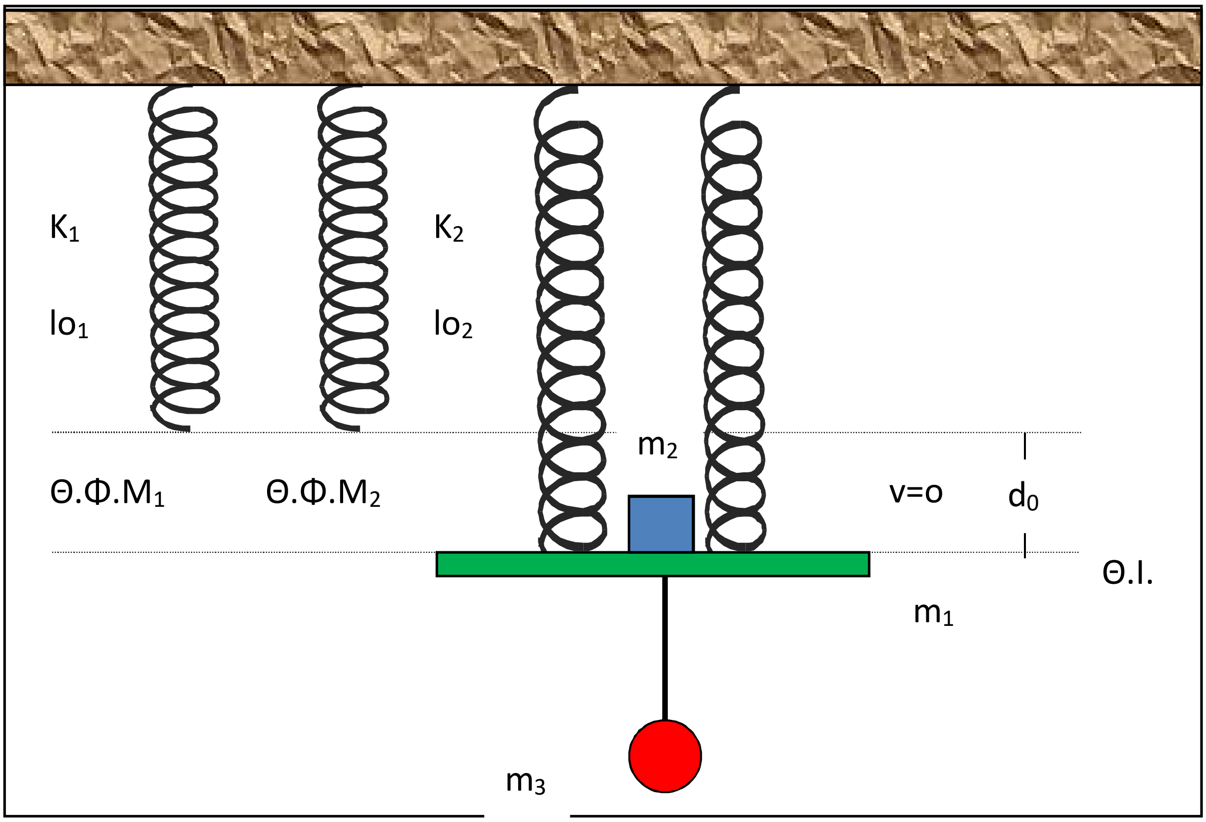
Επαναφέρουμε το σύστημα στην αρχική κατάσταση. Ασκούμε τώρα στο σώμα $\mathbf{Σ_1}$ μια κατακόρυφη **σταθερή** δύναμη $\vec{F}_1$,μέτρου $\mathbf{F_1}$ με φορά προς τα κάτω, μέχρι την θέση όπου μηδενίζεται η ταχύτητα του $\mathbf{Σ_1}$.Τη στιγμή που μηδενίζεται η ταχύτητα του $\mathbf{Σ_1}$ **αποσύρεται η δύναμη** $\vec{F}_1$.Διαπιστώνουμε ότι πάλι οριακά αποφεύγεται η απογείωση του $\mathbf{Σ_2}$.

Ο λόγος $\dfrac{F_0}{F_1}$ έχει τιμή:

α.2 **β.**1 **γ.**4

Ι.Να επιλέξετε την σωστή απάντηση (Μονάδες 2)
ΙΙ.Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 6)

Β3.Για το παρακάτω σχήμα δίνονται $\mathbf{k_1=k_2=k}$, $\mathbf{m_1=m}$, $\mathbf{m_2=6m}$, $\mathbf{m_3=m}$. Αρχικά το σύστημα των τριών σωμάτων ηρεμεί και το ελατήριο είναι επιμηκυμένο κατά $\mathbf{d_0}$.Εκτρέπουμε το σύστημα των τριών προς τα κάτω ώστε τα ελατήρια να υποστούν πρόσθετη παραμόρφωση κατά $\mathbf{d_1}$ (πλέον της $\mathbf{d_0}$) τέτοια ώστε όταν τα σώματα αφεθούν να πραγματοποιήσουν ταλάντωση να μην κινδυνεύει ούτε το νήμα να χαλαρώσει, αλλά ούτε και το σώμα $\mathbf{Σ_2}$ να χάσει την επαφή του με το σώμα $\mathbf{Σ_1}$



Β3Α. Αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο.Ο λόγος $\frac{\mathbf{N}}{\square}$ του μέτρου της δύναμης $\vec{N}$ που ασκεί το σώμα $Σ_1$ στο σώμα $Σ_2$ προς το μέτρο της τάσης $\vec{T}$ που ασκεί το νήμα στο $Σ_3$,σε μια τυχαία θέση x της ταλάντωσης έχει:

α.Σταθερή τιμή ίση με (6) **β.** Σταθερή τιμή ίση με (3) **γ.** Σταθερή τιμή ίση με $\left(\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{6}}\right)$

□Να επιλέξετε την σωστή απάντηση (Μονάδες 2)
Ι□Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 7)

Β3Β.Αν $d_1=\frac{mg}{k}$ και κάποια στιγμή κατά την οποία ο δίσκος βρίσκεται στην πάνω ακραία θέση κόψουμε το νήμα :

α.Ο δίσκος $Σ_1$ θα συνεχίσει να ταλαντώνεται σε διαρκεί επαφή με το σώμα $\mathbf{Σ_2}$και με πλάτος ταλάντωσης **Α**□= $\frac{\mathbf{d_1}}{\mathbf{2}}$

β.Ο δίσκος $Σ_1$ θα συνεχίσει να ταλαντώνεται σε διαρκεί επαφή με το σώμα $\mathbf{Σ_3}$ και με πλάτος ταλάντωσης **Α**□=$\mathbf{d_1}$

γ. Ο δίσκος Σ_1 θα συνεχίσει να ταλαντώνεται και κάποια στιγμή πριν ολοκληρωθεί η πρώτη περίοδος μετά το κόψιμο του νήματος θα χαθεί η επαφή του με το σώμα $\mathbf{\Sigma_3}$

□Να επιλέξετε την σωστή απάντηση (Μονάδες 2)
□□Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 6)

Β3Γ.Αν $d_1=\dfrac{mg}{k}$ και κάποια στιγμή κατά την οποία ο δίσκος βρίσκεται στην πάνω ακραία αποσπάσουμε και απομακρύνουμε ακαριαία το σώμα Σ_2 :

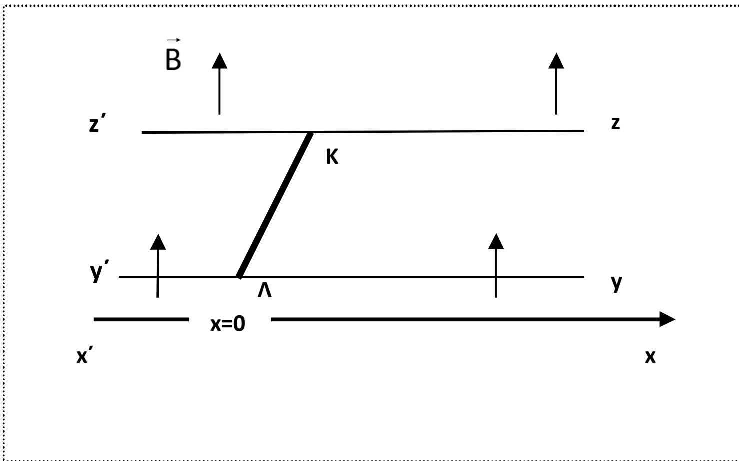
α. Ο δίσκος Σ_1 θα συνεχίσει να ταλαντώνεται με το νήμα να παραμένει διαρκώς τεντωμένο και με πλάτος ταλάντωσης **Α□=2d1**

β. Ο δίσκος Σ_1 θα συνεχίσει να ταλαντώνεται με το νήμα να παραμένει διαρκώς τεντωμέ-νο και με πλάτος ταλάντωσης **Α□=d_1**

γ. Ο δίσκος Σ_1 θα συνεχίσει να ταλαντώνεται και κάποια στιγμή πριν ολοκληρωθεί η πρώτη περίοδος μετά την απομάκρυνση του σώματος $\mathbf{\Sigma_2}$,το νήμα θα χαλαρώσει.

□Να επιλέξετε την σωστή απάντηση (Μονάδες 2)
Ι□Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 6)

Β4. Δύο μονωτικές ράβδοι **z □z** και **ψ□ψ** είναι παράλληλες και οριζόντιες Μια τρίτη ,αγώγιμη ράβδος **ΚΛ** μη-κους ℓ μπορεί να κινείται μέσω δύο αβαρών αγώγιμων δακτυλίων παρα-μένοντας κάθετη και στους δύο πα-ραπάνω μονωτικούς οδηγούς . Στο χώ-ρο υπάρχει κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο με φορά της έντασής του από την σελίδα προς τον αναγνώστη. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο: **Β =1- β x** όπου **β** θετική σταθερά και **x** η τετμημένη κάθε σημείου του επιπέδου των δύο αγωγών.Αρχικά η ράβδος ΚΛ ηρεμεί στη θέση **x=0** (όπως φαίνεται στο σχήμα). Όταν διοχετεύσουμε στον αγωγό **ΚΛ** ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης **Ι** με φορά από το **Λ** προς το **Κ** η ράβδος εκτελεί κίνηση που είναι απλή αρμονική ταλάντωση παραμένοντας διαρκώς κάθετη στους μονωτικούς οδηγούς με σταθερά ταλάντωσης

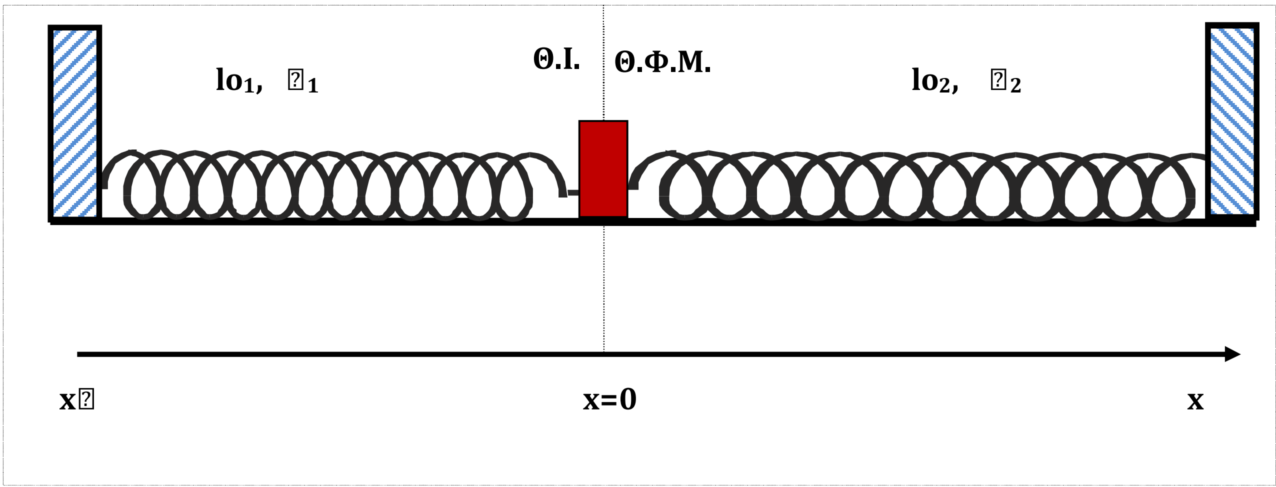


α. $D=\beta I \ell$ **β.** $D=2\beta I \ell$ **γ.** $D=\dfrac{\beta I \ell}{2}$

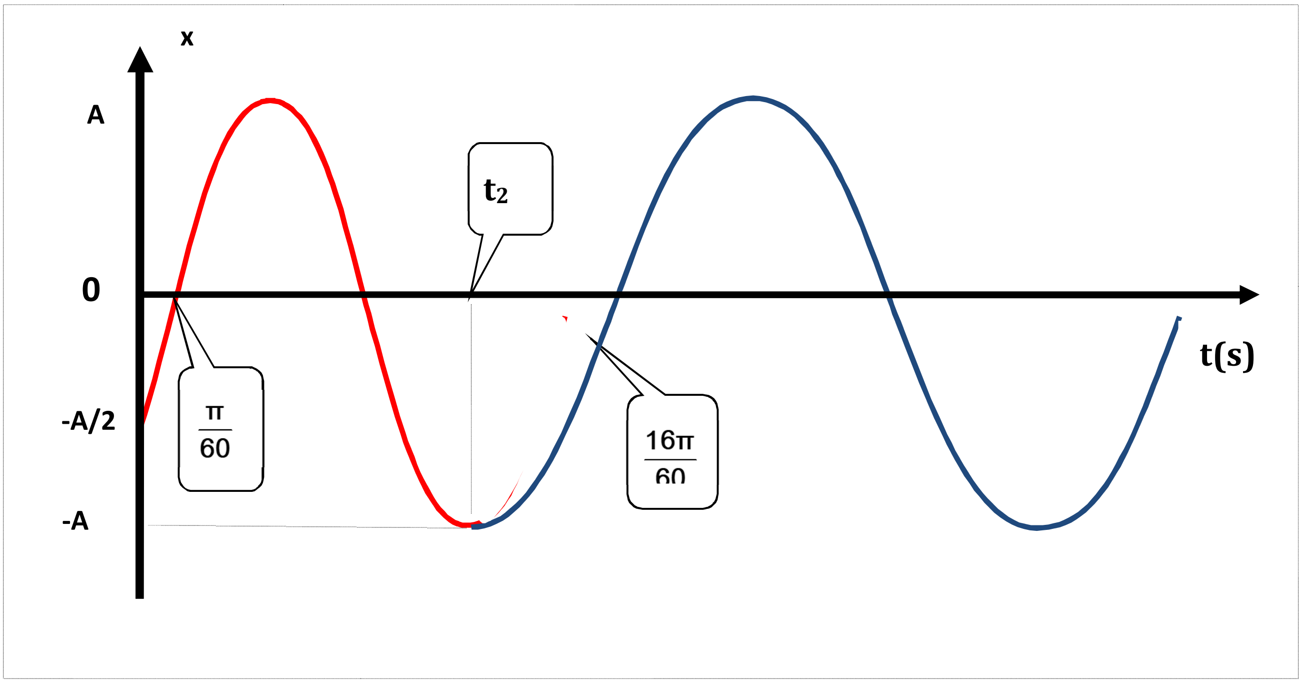
□Να επιλέξετε την σωστή απάντηση (Μονάδες 2)
Ι□Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 6)

ΘΕΜΑ Γ

Δύο οριζόντια ιδανικά ελατήρια έχουν σταθερές **k_1** και **k_2** αντίστοιχα και το ένα τους άκρο είναι στερεωμένο ακλόνητα σε τοίχο ενώ το δεύτερο ελεύθερο τους άκρου είναι σε επαφή το ένα με το άλλο, όπως φαίνεται στο σχήμα.Στα ελεύθερα άκρα των δύο ελατηρίων στερεώνου-



με μικρό κυβικό σώμα μάζας **m** .Εκτρέπομαι το σώμα από τη θέση ισορροπίας του κατά **x_1** και τη χρονική στιγμή **t_0 =0** του δίνουμε κατάλληλη οριζόντια ταχύτητα έτσι ώστε το διάγραμμα απομάκρυνσης- χρόνου για το σώμα να είναι αυτό το σχήματος .Η απομάκρυνση του σώματος μηδενίζεται για πρώτη φορά τη χρονική στιγμή **$t_1 = \frac{\pi}{60}$ s** και τη χρονική στιγμή **t_2** κατά την ο-



ποία το σώμα βρίσκεται σε ακραία θέση της ταλάντωσης το ελατήριο σταθεράς **k_2** αποσυνδέεται από το σώμα και αποσύρεται από τον χώρο της ταλάντωσης. Ελάχιστα πριν την αποσύνδεσή του το ελατήριο αυτό είναι επιμηκυμένο και το ελατηρίου σταθεράς $\mathbf{k_1}$ συσπειρωμένο. Η αποσύνδεση του ελατηρίου σταθεράς $\mathbf{k_2}$ γίνεται ακαριαία από το σώμα και στη συνέχεια αυτό ταλαντεύεται δεχόμενο κατά την οριζόντια διεύθυνση μόνο την άσκηση της δύναμης από το ελατήριο σταθεράς $\mathbf{k_1}$. Τη χρονική στιγμή $\mathbf{t_3 = \frac{16\pi}{60}\,s}$ η απομάκρυνση του σώματος μηδενίζεται για τρίτη φορά.

Γ1. Να υπολογιστεί η αρχική φάση της ταλάντωσης (Μονάδες 4)

Γ2. Να υπολογιστεί η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης και να γράφει η εξίσωση απομάκρυνσης χρόνου. Δίνεται η μέγιστη τιμή του ρυθμού μεταβολής της ταχύτητας του σώματος ίση με $\mathbf{20\,m/s^2}$ (Μονάδες 6)

Γ3. Αν τη χρονική στιγμή $\mathbf{t_0 = 0}$ ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος έχει τιμή $\mathbf{\frac{d\square}{dt} = 20\sqrt{3}\,\frac{J}{s}}$ να υπολογιστεί η μάζα του σώματος καθώς και τη σταθερά επαναφοράς.

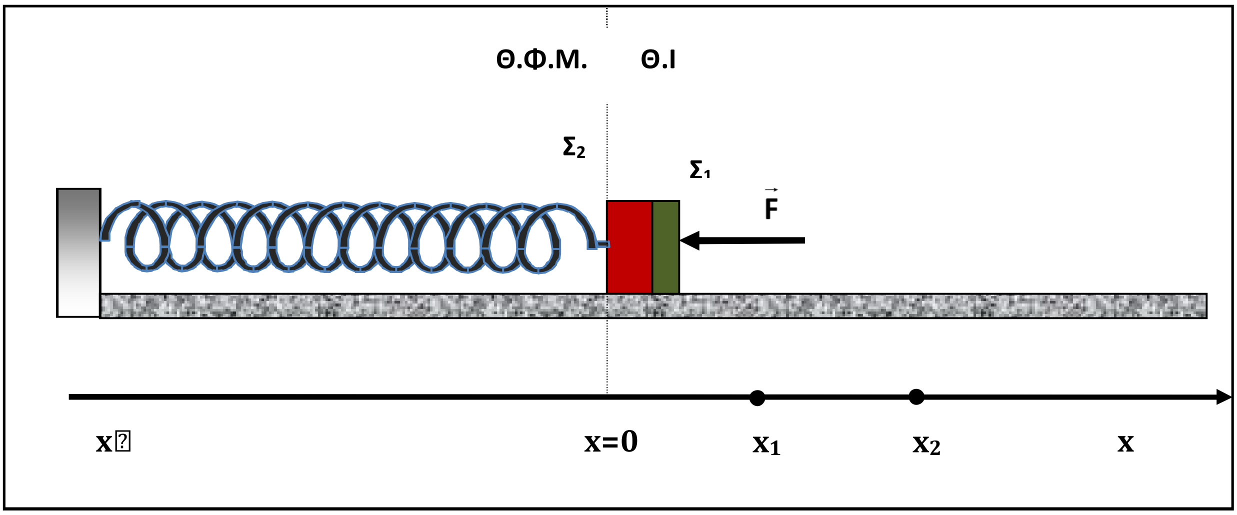
(Μονάδες 4)

Γ4. Να υπολογίσετε τις τιμές των σταθερών $\mathbf{k_1}$ και $\mathbf{k_2}$ των δύο ελατηρίων (Μονάδες 5)

Γ5. Να βρείτε την θέση του σώματος στον αρνητικό ημιάξονα, μετά την αποσύνδεση του ελατηρίου σταθεράς $\mathbf{k_2}$, στην οποία ο ρυθμός μεταβολής της δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσης έχει τιμή $\mathbf{\frac{dU}{dt} = 2.5\sqrt{3}\,\frac{J}{s}}$ (Μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Γ□

Ιδανικό ελατήριο σταθεράς $\mathbf{k}$ έχει το ένα του άκρο στερεωμένο σε τοίχο και στο άλλο του άκρο στερεώνεται σώμα $\mathbf{\Sigma_1}$ μάζας $\mathbf{m_1 = 1\ Kg}$. Το ελατήριο είναι οριζόντιο όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα Σε επαφή με το σώμα Σ_1, βρίσκεται δεύτερο σώμα $\mathbf{\Sigma_2}$, μάζας $\mathbf{m_2 = 3\ kg}$. Ανάμεσα στα δύο σώματα παρεμβάλλεται αμελητέου πάχους αβαρής συγκολλητική ύλη. Ακόμη τα δύο



σώματα θεωρούνται ως υλικά σημεία και η αρχική τους θέση είναι η θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου που είναι και η αρχή του οριζόντιου άξονα. Ασκούμε σταθερή οριζόντια δύναμη $\vec{F}$

στο σώμα **Σ_2** με κατεύθυνση προς τα αριστερά συμπιέζοντας το ελατήριο μέχρι να φτάσουν τα σώματα στη θέση όπου μηδενίζεται η ταχύτητά τους και στη συνέχεια αποσύρουμε τη δύναμη αυτή.Κατά την παραπάνω κίνηση η δύναμη $\vec{F}$ παρήγαγε έργο ίσο με **6,5 J**.Μετά την απόσυρση της δύναμης $\vec{F}$ τα δύο σώματα αρχίζουν να εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση ως ένα ενιαίο σώμα, γύρω από την θέση ισορροπίας. Όταν φτάσουν στη θέση **x_1** του θετικού ημιάξονα , αυτά αποκολλώνται μεταξύ τους και το σώμα **Σ_2** συνεχίζει την κίνηση του πάνω στο λείο οριζόντιο δάπεδο.Το σώμα **Σ_1** παραμένει στερεωμένο στο άκρο του ελατηρίου, πραγματοποιώντας μία νέα ταλάντωση πλάτους **Α**.Παρατηρούμε ότι το σώμα **Σ_1** ηρεμεί στιγμιαία στη θέση του θετικού ημιάξονα με συντεταγμένη **$x_2=2x_1$**. Το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε από τη στιγμή που τα δύο σώματα αποκολλήθηκαν μέχρι να ηρεμήσει στιγμιαία το σώμα **Σ_1** για πρώτη φορά. είναι ίσος με $\frac{\pi}{30}$ s .

Ζητούνται:

Γ1.Η σταθερά **k** του ελατηρίου . (Μονάδες 6)

Γ2.Το πλάτος **Α** της ταλάντωσης που πραγματοποιεί το σώμα **Σ_1** μετά την αποκόλληση των δύο σωμάτων και να γραφεί η εξίσωση **απομάκρυνσης- χρόνου** για την ταλάντωση αυτή.Ως αρχή μέτρησης του χρόνου **(t_0=0)** να ληφθεί η στιγμή της αποκόλλησης των δύο σωμάτων.

(Μονάδες 7)

Γ3.Ησταθερά ταλάντωσης του σώματος **Σ_2** πριν την αποκόλλησή του από το **Σ_1** καθώς και η αλγεβρική τιμή της δύναμης που ασκεί το σώμα **Σ_1** στο σώμα **Σ_2** ελάχιστα την αποκόλληση των δύο σωμάτων . (Μονάδες 5)

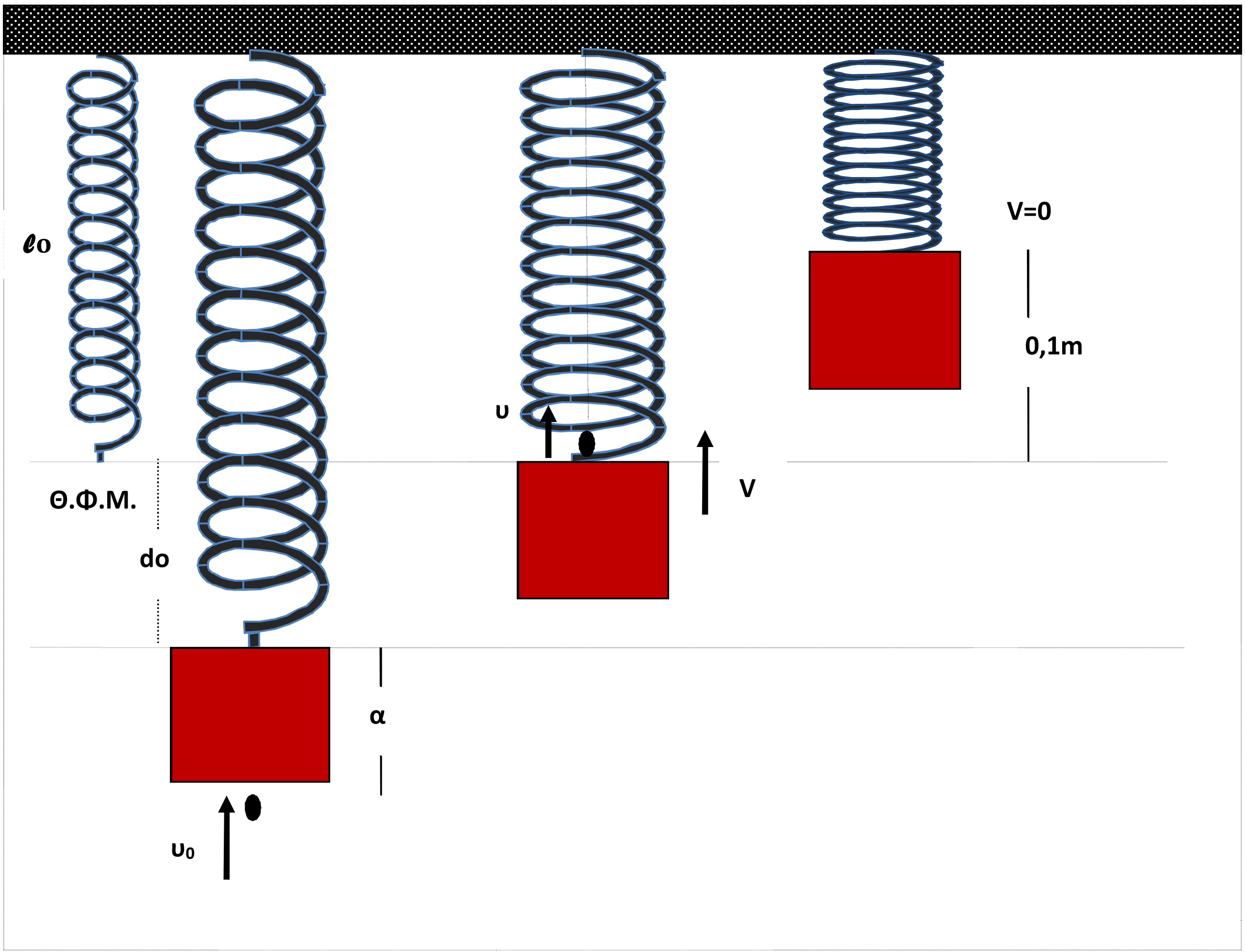
Γ4.Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη στιγμή που ασκήσαμε τη δύναμη $\vec{F}$ στο σύστημα των δύο σωμάτων έως τη στιγμή που τα δύο σώματα έφτασαν στη θέση ισορροπίας τους πριν την αποκόλλησή τους.

(Μονάδες 7)

ΘΕΜΑ Δ

Ελατήριο σταθεράς **k** έχει το πάνω του άκρου στερεωμένο σε οροφή. Στο κάτω άκρο του ελατηρίου έχει στερεωθεί ένα κυβικό ομογενές σώμα **Σ_1** μάζας **m_1 = 1 kg**, ακμής **α = 0,1 m** το οποίο ισορροπεί. Δεύτερο σώμα **Σ_2** ,αμελητέων διαστάσεων, μάζας **m_2 =1kg** το οποίο κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω, συναντά την κάτω έδρα του κυβικού σώματος με ταχύτητα μέτρου **υ_0** και αφού διαπεράσει το κυβικό σώμα, εξέρχεται από την πάνω έδρα του κυβικού σώματος με ταχύτητα **υ.**Τη στιγμή που το σημειακό σώμα βγαίνει από την πάνω έδρα του κυβικού σώματος, το ελατήριο έχει αποκτήσει το φυσικό του μήκος. Μετά την έξοδο του σημειακού σώματος το κυβικό σώμα συνεχίζει την κίνηση του και ηρεμεί στιγμιαία για πρώτη φορά όταν το ελατήριο έχει υποστεί συσπείρωση κατά **0,1 m** .Δίνεται ακόμη **g = 10m/s²**

Ζητούνται:
α. Να υπολογιστεί η σταθερά του ελατηρίου αν κατά τη διέλευση του μικρού σημειακού σώματος από το σώμα $\mathbf{\Sigma_1}$ αυτό δέχεται σταθερή δύναμη αντίσταση από το $\mathbf{\Sigma_1}$ μέτρου $\mathbf{F_1 = 20N}$ με φορά προς τα κάτω. (Μονάδες 7)



β. Να γραφεί η εξίσωση της κινητικής ενέργεια του $\mathbf{\Sigma_1}$, μετά την ολοκλήρωση της διέλευσης του $\mathbf{\Sigma_2}$ από μέσα του, σε συνάρτηση με την απομάκρυνση από την θέση ισορροπίας του. Στη συνέχεια να αποδώσετε γραφικά την παραπάνω σχέση. (Μονάδες 7)

γ. Να υπολογιστεί η ταχύτητα με την οποία προσέκρουσε το σημειακό σώμα στην κάτω έδρα του $\mathbf{\Sigma_1}$ αν είναι γνωστό ότι κατά την έξοδό τους από το $\mathbf{\Sigma_1}$ η κινητική του ενέργεια είναι μειωμένη στο **1/4 της τιμής που είχε ελάχιστα πριν συναντήσει το κυβικό σώμα.**
(Μονάδες 5)

δ. Να υπολογιστεί η συνολική θερμότητα η οποία παράχθηκε κατά την διέλευση τους σημειακού σώματος μέσα από το $\mathbf{\Sigma_1}$. (Μονάδες 6)