ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΣΤΙΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1ο

1. Υλικό σημείο εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση υπό την επίδραση συνισταμένης δύναμης F. Αν x είναι η απομάκρυνση του σημείου από τη θέση ισορροπίας του και D θετική σταθερά, τότε για τη δύναμη ισχύει:

α. F = D   **β.** F = D x   **γ.** F = –D x   **δ.** F = 0

2. Να μεταφέρετε στο τετράδιό σας τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στην απλή αρμονική ταλάντωση και να συμπληρώσετε τα κενά με τα κατάλληλα μέτρα των φυσικών μεγεθών.

x (απομάκρυνση)	**U (δυναμική ενέργεια)**	**K (κινητική ενέργεια)**
0		
x_1	6J	
x_2	5J	4J
A		

3. Ο ωροδείκτης ενός ρολογιού έχει περίοδο σε ώρες (h):

α. 1h   **β.** 12h   **γ.** 24h   **δ.** 48h

4. Ένα σώμα εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση. Όταν διέρχεται από τη θέση ισορροπίας

α. η κινητική του ενέργεια είναι μηδέν.
β. η επιτάχυνσή του είναι μέγιστη.
γ. η δύναμη επαναφοράς είναι μηδέν.
δ. η δυναμική του ενέργεια είναι μέγιστη.

5. Η σχέση που συνδέει την περίοδο (T) και τη συχνότητα (f) σε ένα περιοδικό φαινόμενο, είναι :

α. $f^2=T$ **β.** $f \cdot T=1$ **γ.** $T^2 \cdot f=1$ **δ.** $T \cdot f^2=1$

6. Σε μία γραμμική αρμονική ταλάντωση διπλασιάζουμε το πλάτος της. Τότε:

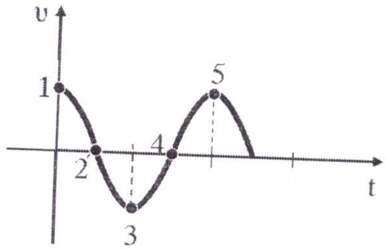
α. η περίοδος διπλασιάζεται.
β. η συχνότητα διπλασιάζεται.
γ. η ολική ενέργεια παραμένει σταθερή.
δ. η μεγίστη ταχύτητα διπλασιάζεται.

7. Σώμα μάζας m που είναι προσδεδεμένο σε οριζόντιο ελατήριο σταθεράς k, όταν απομακρύνεται από τη θέση ισορροπίας κατά A, εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με περίοδο T. Αν τετραπλασιάσουμε την απομάκρυνση A, η περίοδος της ταλάντωσης γίνεται:

α. 2T.   **β.** T.   **γ.** T/2.   **δ.** 4T.

8. Ένα σύστημα ελατηρίου—μάζας εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους Α. Αν τετραπλασιάσουμε την ολική ενέργεια της ταλάντωσης αυτού του συστήματος, τότε
α. η συχνότητα ταλάντωσης θα διπλασιαστεί.
β. η σταθερά επαναφοράς θα τετραπλασιαστεί.
γ. το πλάτος της ταλάντωσης θα τετραπλασιαστεί.
δ. η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης θα διπλασιαστεί.

9. Το διάγραμμα του σχήματος παριστάνει την ταχύτητα ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σε συνάρτηση με το χρόνο. Στην περίπτωση αυτή
α. στα σημεία 1 και 5 το σώμα βρίσκεται στη μέγιστη απομάκρυνση.
β. στα σημεία 2 και 4 το σώμα βρίσκεται στη μέγιστη απομάκρυνση.
γ. στα σημεία 4 και 5 το σώμα βρίσκεται στη θέση ισορροπίας.
δ. στα σημεία 3 και 4 το σώμα βρίσκεται στη θέση ισορροπίας.



10. Η συχνότητα ταλάντωσης f ενός συστήματος ελατηρίου‾ μάζας
α. είναι ανεξάρτητη από τη σταθερά Κ του ελατηρίου.
β. είναι ανεξάρτητη από το πλάτος Α της ταλάντωσης.
γ. εξαρτάται από την ενέργεια του ταλαντωτή.
δ. είναι ανεξάρτητη από τη μάζα του ταλαντωτή.

11. Ένα σώμα εκτελεί αρμονική ταλάντωση πλάτους Α. Η ταχύτητα του σώματος
α. έχει την ίδια φάση με την επιτάχυνση α.
β. είναι μέγιστη στις ακραίες θέσεις.
γ. είναι μέγιστη, κατά μέτρο, στη θέση ισορροπίας.
δ. έχει πάντα αντίθετη φορά από τη δύναμη επαναφοράς.

12. Στην απλή αρμονική ταλάντωση, το ταλαντούμενο σώμα έχει μέγιστη ταχύτητα:
α. στις ακραίες θέσεις της τροχιάς του.
β. όταν η επιτάχυνση είναι μέγιστη.
γ. όταν η δύναμη επαναφοράς είναι μέγιστη.
δ. όταν η δυναμική του ενέργεια είναι μηδέν.

13. Σε μία φθίνουσα ταλάντωση ο λόγος δύο διαδοχικών μεγίστων απομακρύνσεων προς την ίδια κατεύθυνση παραμένει σταθερός. Στην περίπτωση αυτή το πλάτος της ταλάντωσης :
α. μειώνεται εκθετικά με το χρόνο
β. μειώνεται ανάλογα με το χρόνο
γ. παραμένει σταθερό
δ. αυξάνεται εκθετικά με το χρόνο.

14. Ένα σύστημα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση, στην οποία η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας. Τότε :
α. η μηχανική ενέργεια του συστήματος παραμένει σταθερή
β. το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται εκθετικά με το χρόνο
γ. η περίοδος του συστήματος μεταβάλλεται
δ. ο λόγος δύο διαδοχικών μεγίστων απομακρύνσεων προς την ίδια κατεύθυνση μειώνεται.

15. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται εκθετικά με το χρόνο:
α. το μέτρο της δύναμης που προκαλεί την απόσβεση είναι ανάλογο της απομάκρυνσης.
β. ο λόγος δύο διαδοχικών πλατών προς την ίδια κατεύθυνση δεν διατηρείται σταθερός.
γ. η περίοδος διατηρείται σταθερή για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης.
δ. το μέτρο της δύναμης που προκαλεί την απόσβεση είναι σταθερό.

16. Όταν ένα σύστημα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση στην οποία η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας, τότε
α. η περίοδος μεταβάλλεται.
β. η μηχανική ενέργεια παραμένει σταθερή.
γ. ο λόγος δύο διαδοχικών μεγίστων απομακρύνσεων προς την ίδια κατεύθυνση αυξάνεται.
δ. το πλάτος μειώνεται εκθετικά με το χρόνο.

17. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση που η αντιτιθέμενη δύναμη είναι της μορφής $F=-bυ$, με b σταθερό,
α. ο λόγος δύο διαδοχικών πλατών μειώνεται σε σχέση με το χρόνο.
β. η περίοδος της ταλάντωσης εξαρτάται από το πλάτος.
γ. το πλάτος παραμένει σταθερό σε σχέση με το χρόνο.
δ. η περίοδος παραμένει σταθερή σε σχέση με το χρόνο

18. Κατά τη φθίνουσα μηχανική ταλάντωση
α. το πλάτος παραμένει σταθερό.
β. η μηχανική ενέργεια διατηρείται.
γ. το πλάτος μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση $A=A_0e^{Λt}$, όπου Λ θετική σταθερά.
δ. έχουμε μεταφορά ενέργειας από το ταλαντούμενο σύστημα στο περιβάλλον.

19. Ένας ταλαντωτής τη χρονική στιγμή t_1 έχει ενέργεια ταλάντωσης Ε και πλάτος ταλάντωσης Α. Τη χρονική στιγμή t_2 που έχει χάσει τα 3/4 της αρχικής του ενέργειας το πλάτος της ταλάντωσής του είναι:

α. A/4 **β.** 3A/4 **γ.** A/2 **δ.** A /3

20. Αν στον αρμονικό ταλαντωτή εκτός από την ελαστική δύναμη επαναφοράς ενεργεί και δύναμη αντίστασης $F = -bυ$, με b = σταθερό, το πλάτος της ταλάντωσης μεταβάλλεται με το χρόνο σύμφωνα με την εξίσωση (για $Λ > 0$).

α. $A = A_0 - bt$. **β.** $A = A_0 e^{Λt}$. **γ.** $A = A_0e^{-Λt}$. **δ.** $A=\frac{A_0}{Λt}$.

21. Με την πάροδο του χρόνου και καθώς τα αμορτισέρ ενός αυτοκινήτου παλιώνουν και φθείρονται:
α. η τιμή της σταθεράς απόσβεσης b αυξάνεται.
β. η τιμή της σταθεράς απόσβεσης b μειώνεται.
γ. το πλάτος της ταλάντωσης του αυτοκινήτου, όταν περνά από εξόγκωμα του δρόμου, μειώνεται πιο γρήγορα.
δ. η περίοδος των ταλαντώσεων του αυτοκινήτου παρουσιάζει μικρή αύξηση

22. Η ιδιοσυχνότητα ενός συστήματος που εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση χωρίς τριβή είναι 20 Hz. Το πλάτος της ταλάντωσης γίνεται μέγιστο όταν η συχνότητα του διεγέρτη είναι:

α. 10 Hz **β.** 20 Hz **γ.** 30 Hz **δ.** 40 Hz .

23. Το φαινόμενο του συντονισμού παρατηρείται μόνο στις
α. μηχανικές ταλαντώσεις.
β. ηλεκτρικές ταλαντώσεις.
γ. εξαναγκασμένες ταλαντώσεις.
δ. ελεύθερες ταλαντώσεις.

24. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα του διεγέρτη είναι μεγαλύτερη της ιδιοσυχνότητας του ταλαντωτή. Αν αυξάνουμε συνεχώς τη συχνότητα του διεγέρτη, το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα:
α. μένει σταθερό
β. αυξάνεται συνεχώς
γ. μειώνεται συνεχώς
δ. αυξάνεται αρχικά και μετά θα μειώνεται.

25. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα του διεγέρτη είναι μικρότερη από την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή. Αυξάνουμε συνεχώς τη συχνότητα του διεγέρτη. Το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα:
α. αυξάνεται συνεχώς.
β. μειώνεται συνεχώς.
γ. μένει σταθερό.
δ. αυξάνεται αρχικά και μετά θα μειώνεται.

26. Ένας αρμονικός ταλαντωτής εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Όταν η συχνότητα του διεγέρτη παίρνει τις τιμές f_1=5Hz και f_2=10Hz, το πλάτος της ταλάντωσης είναι το ίδιο. Θα έχουμε μεγαλύτερο πλάτος ταλάντωσης, όταν η συχνότητα του διεγέρτη πάρει την τιμή:

α. 2Hz **β.** 4Hz **γ.** 8Hz **δ.** 12Hz

27. Η συχνότητα της εξαναγκασμένης ταλάντωσης ...
α. είναι πάντα ίση με την ιδιοσυχνότητα της ταλάντωσης.
β. είναι πάντα μεγαλύτερη από την ιδιοσυχνότητα της ταλάντωσης.
γ. είναι ίση με τη συχνότητα του διεγέρτη.
δ. είναι πάντα μικρότερη από την ιδιοσυχνότητα της ταλάντωσης.

28. Στις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις ένα σύστημα ταλαντώνεται με συχνότητα που είναι ίση με
α. την ιδιοσυχνότητά του.
β. τη συχνότητα του διεγέρτη.
γ. τη διαφορά ιδιοσυχνότητας και συχνότητας του διεγέρτη.
δ. το άθροισμα ιδιοσυχνότητας και συχνότητας του διεγέρτη.

29. Σώμα εκτελεί ταυτόχρονα δύο αρμονικές ταλαντώσεις ίδιου πλάτους και διεύθυνσης. Οι συχνότητες f_1 και f_2 ($f_1 > f_2$) των δύο ταλαντώσεων διαφέρουν λίγο μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται διακρότημα. Αν η συχνότητα f_2 προσεγγίσει τη συχνότητα f_1, χωρίς να την ξεπεράσει, ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς μηδενισμούς του πλάτους θα:
α. αυξηθεί.
β. μειωθεί.
γ. παραμείνει ο ίδιος.
δ. αυξηθεί ή θα μειωθεί ανάλογα με την τιμή της f_2.

30. Δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις πραγματοποιούνται στο ίδιο σημείο, έχουν την ίδια διεύθυνση και συχνότητα, και πλάτη A_1 και A_2. Αν οι ταλαντώσεις αυτές παρουσιάζουν διαφορά φάσης 180^0, τότε το πλάτος Α της σύνθετης ταλάντωσης που προκύπτει από τη σύνθεσή τους είναι

α. $A = A_1 + A_2$. **β.** $A = | A_1 - A_2 |$. **γ.** $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$ **δ.** $A = \sqrt{|A_1^2 - A_2^2|}$

31. Κατά τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων της ίδιας διεύθυνσης που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο, προκύπτει απλή αρμονική ταλάντωση σταθερού πλάτους, μόνο όταν οι επιμέρους ταλαντώσεις έχουν:

α. ίσες συχνότητες.
β. παραπλήσιες συχνότητες.
γ. διαφορετικές συχνότητες.
δ. συχνότητες που η μια είναι ακέραιο πολλαπλάσιο της άλλης.

32. Το αποτέλεσμα της σύνθεσης δύο αρμονικών ταλαντώσεων που γίνονται πάνω στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας είναι μια νέα αρμονική ταλάντωση, όταν οι δύο αρχικές ταλαντώσεις έχουν

α. παραπλήσιες συχνότητες και ίδια πλάτη.
β. παραπλήσιες συχνότητες και διαφορετικά πλάτη.
γ. ίδιες συχνότητες και διαφορετικά πλάτη.
δ. ίδια πλάτη και διαφορετικές συχνότητες.

33. Υλικό σημείο κάνει ταυτόχρονα δύο ΑΑΤ ίδιου πλάτους, Α που γίνονται στην ίδια διεύθυνση γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας με συχνότητες f_1, f_2 που διαφέρουν λίγο μεταξύ τους. Τότε:

α. Η μέγιστη τιμή του πλάτους της συνισταμένης κίνησης είναι 2Α.
β. Όλα τα σημεία ταλαντώνονται με το ίδιο πλάτος.
γ. Ο χρόνος ανάμεσα από δύο διαδοχικούς μηδενισμούς του πλάτους είναι $T=1/(f_1+ f_2)$.
δ. Ο χρόνος ανάμεσα από δύο διαδοχικούς μηδενισμούς του πλάτους είναι $T=1/2(f_1+f_2)$

34. Ένα σώμα εκτελεί ταυτόχρονα δύο αρμονικές ταλαντώσεις ίδιας διεύθυνσης και ίδιου πλάτους Α, που πραγματοποιούνται γύρω από το ίδιο σημείο. Αν οι συχνότητες των δύο ταλαντώσεων$_1$ και f_2 διαφέρουν λίγο μεταξύ τους, τότε

α. το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.
β. το πλάτος της ταλάντωσης παραμένει σταθερό.
γ. το μέγιστο πλάτος της ταλάντωσης είναι 2Α.
δ. η περίοδος του διακροτήματος είναι ανάλογη με τη διαφορά συχνοτήτων $f_1 - f_2$.

35. Η κίνηση που προκύπτει από τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων

α. είναι ανεξάρτητη από τις συχνότητες των επιμέρους αρμονικών ταλαντώσεων
β. είναι ανεξάρτητη από τις συχνότητες των επιμέρους αρμονικών ταλαντώσεων.
β. είναι ανεξάρτητη από τη διαφορά φάσης των δύο ταλαντώσεων.
γ. είναι ανεξάρτητη από τις διευθύνσεις των δύο αρμονικών ταλαντώσεων.
δ. εξαρτάται από τα πλάτη των δύο αρμονικών ταλαντώσεων.

36. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο.

α. η ενέργεια του ταλαντωτή είναι συνεχώς σταθερή.
β. η συχνότητα αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου.
γ. ο λόγος δύο διαδοχικών μεγίστων απομακρύνσεων προς την ίδια κατεύθυνση διατηρείται σταθερός.
δ. το πλάτος μειώνεται γραμμικά με τον χρόνο.

37. Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση η απομάκρυνση και η επιτάχυνση την ίδια χρονική στιγμή
α. έχουν πάντα αντίθετο πρόσημο.
β. έχουν πάντα το ίδιο πρόσημο.
γ. θα έχουν το ίδιο ή αντίθετο πρόσημο ανάλογα με την αρχική φάση της απλής αρμονικής ταλάντωσης.
δ. μερικές φορές έχουν το ίδιο και άλλες φορές έχουν αντίθετο πρόσημο.

38. Σε φθίνουσα μηχανική ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο, για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης, η περίοδος της ταλάντωσης με την πάροδο του χρόνου
α. αυξάνεται. **β.** διατηρείται σταθερή.
γ. μειώνεται γραμμικά. **δ.** μειώνεται εκθετικά.

39. Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση έχουν πάντα την ίδια φορά:
α. η ταχύτητα και η επιτάχυνση.
β. η ταχύτητα και η απομάκρυνση.
γ. η δύναμη επαναφοράς και η απομάκρυνση.
δ. η δύναμη επαναφοράς και η επιτάχυνση.

40. Μηχανικό σύστημα έχει ιδιοσυχνότητα ίση με 10Hz και εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Το σύστημα απορροφά ενέργεια κατά το βέλτιστο τρόπο, όταν η συχνότητα του διεγέρτη είναι
α. 1Hz. **β.** 10Hz. **γ.** 100Hz. **δ.** 1000Hz.

41. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση στην οποία η δύναμη απόσβεσης είναι ανάλογη της ταχύτητας του σώματος, με την πάροδο του χρόνου
α. η περίοδος μειώνεται.
β. η περίοδος είναι σταθερή.
γ. το πλάτος διατηρείται σταθερό.
δ. η ενέργεια ταλάντωσης διατηρείται σταθερή.

42. Διακρότημα δημιουργείται κατά τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων οι οποίες πραγματοποιούνται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας, όταν οι δύο ταλαντώσεις έχουν
α. ίσα πλάτη και ίσες συχνότητες.
β. άνισα πλάτη και ίσες συχνότητες.
γ. ίσα πλάτη και παραπλήσιες συχνότητες.
δ. ίσα πλάτη και συχνότητες εκ των οποίων η μια είναι πολλαπλάσια της άλλης.

43. Όταν σε μια απλή αρμονική ταλάντωση διπλασιάσουμε το πλάτος της, τότε διπλασιάζεται και η
α. περίοδος. **β.** συχνότητα. γ. ολική ενέργεια. **δ.** μέγιστη ταχύτητα.

44. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα συντονισμού είναι 10Hz. Αν η συχνότητα του διεγέρτη από 10Hz γίνει 20Hz, το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης:
α. μειώνεται **β.** αυξάνεται **γ.** παραμένει σταθερό

45. Κατά τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων της ίδιας συχνότητας, που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο στην ίδια διεύθυνση και έχουν διαφορά φάσης 180^0, το πλάτος της σύνθετης ταλάντωσης είναι
α. A_1+A_2, β. $\sqrt{A_1^2+A_2^2}$, γ. $\sqrt{A_1^2-A_2^2}$ δ. $|A_1-A_2|$

όπου A_1 και A_2 είναι τα πλάτη των αρχικών ταλαντώσεων.

46. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση, όπου η δύναμη που αντιτίθεται στη κίνηση είναι της μορφής $F_{αντ}=-bυ$, όπου b θετική σταθερά και υ η ταχύτητα του ταλαντωτή,
α. όταν αυξάνεται η σταθερά απόσβεσης η περίοδος μειώνεται.
β. το πλάτος διατηρείται σταθερό.
γ. η σταθερά απόσβεσης εξαρτάται από το σχήμα και το μέγεθος του αντικειμένου που κινείται.
δ. η ενέργεια ταλάντωσης διατηρείται σταθερή.

47. Η σύνθετη ταλάντωση ενός σώματος προκύπτει από δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις ίδιας συχνότητας που γίνονται γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας στην ίδια διεύθυνση. Το σώμα, σε σχέση με τις αρχικές ταλαντώσεις, εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με
α. ίδια διεύθυνση και ίδια συχνότητα.
β. διαφορετική διεύθυνση και ίδια συχνότητα.
γ. ίδια διεύθυνση και διαφορετική συχνότητα.
δ. διαφορετική διεύθυνση και διαφορετική συχνότητα.

48. Κατά τη διάρκεια μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης
α. έχουμε πάντα συντονισμό
β. η συχνότητα ταλάντωσης δεν εξαρτάται από τη συχνότητα της διεγείρουσας δύναμης
γ. για δεδομένη συχνότητα του διεγέρτη το πλάτος της ταλάντωσης παραμένει σταθερό
δ. η ενέργεια που προσφέρεται στο σώμα δεν αντισταθμίζει τις απώλειες.

49. Σε μία φθίνουσα μηχανική ταλάντωση η δύναμη αντίστασης έχει τη μορφή $F_{αντ}=-bυ$. Αρχικά η σταθερά απόσβεσης έχει τιμή b_1. Στη συνέχεια η τιμή της γίνεται b_2 με $b_2>b_1$. Τότε:
α. Το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται πιο γρήγορα με το χρόνο και η περίοδός της παρουσιάζει μικρή μείωση.
β. Το πλάτος της ταλάντωσης αυξάνεται πιο γρήγορα με το χρόνο και η περίοδός της παρουσιάζει μικρή αύξηση.
γ. Το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται πιο γρήγορα με το χρόνο και η περίοδός της παρουσιάζει μικρή αύξηση.
δ. Το πλάτος της ταλάντωσης αυξάνεται πιο γρήγορα με το χρόνο και η περίοδός της παρουσιάζει μικρή μείωση.

50. Σε μία απλή αρμονική ταλάντωση η ταχύτητα του σώματος που ταλαντώνεται δίνεται από τη σχέση $υ = Αωημωt$. Τότε η απομάκρυνση x από τη θέση ισορροπίας δίνεται από τη σχέση:

α. $x = Αημωt$ β. $x = Ασυνωt$ γ. $x = Αημ(ωt+π)$ δ. $x = Αημ(ωt+3π/2)$.

51. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση η δύναμη που προκαλεί την απόσβεση είναι της μορφής $F=-bυ$, όπου b θετική σταθερά και υ η ταχύτητα του σώματος που ταλαντώνεται. Το έργο της δύναμης αυτής είναι
α. θετικό, όταν το σώμα κινείται προς την αρνητική κατεύθυνση
β. πάντα αρνητικό
γ. πάντα θετικό
δ. μηδέν για μια πλήρη ταλάντωση.

52. Η δύναμη επαναφοράς που ασκείται σε ένα σώμα μάζας m που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση είναι ίση με F. Το πηλίκο 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.

53. Στην απλή αρμονική ταλάντωση
α. η δυναμική ενέργεια παραμένει σταθερή.
β. η ολική ενέργεια μεταβάλλεται αρμονικά με το χρόνο.
γ. η ολική ενέργεια παραμένει σταθερή.
δ. η κινητική ενέργεια παραμένει σταθερή.

54. Σώμα εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις με εξισώσεις $x_1 = A_1$ ημωt και $x_2 = A_2$ ημ(ωt+π) που γίνονται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από το ίδιο σημείο, με $A_2 > A_1$. Η σύνθετη ταλάντωση που προκύπτει έχει φάση απομάκρυνσης

α. ωt και πλάτος $A_2 - A_1$.
β. ωt+π και πλάτος $A_2 - A_1$.
γ. ωt και πλάτος $A_1 + A_2$.
δ. ωt+π και πλάτος $(A_1+A_2)/2$

55. Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους Α. Αν το πλάτος της ταλάντωσης αυτής διπλασιαστεί, τότε διπλασιάζεται

α. η περίοδος.
β. η συχνότητα.
γ. η ολική ενέργεια της ταλάντωσης.
δ. η μέγιστη ταχύτητα του σώματος.

56. Σε μία εξαναγκασμένη μηχανική ταλάντωση, για ορισμένη τιμή της συχνότητας του διεγέρτη, το πλάτος της ταλάντωσης
α. παραμένει σταθερό.
β. μειώνεται εκθετικά με το χρόνο.
γ. αυξάνεται εκθετικά με το χρόνο.
δ. μειώνεται γραμμικά με το χρόνο.

57. Διακρότημα δημιουργείται από τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων ίδιας διεύθυνσης, με ίδιο πλάτος, γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας, όταν οι ταλαντώσεις αυτές έχουν

α. ίσες συχνότητες και ίδια φάση.
β. ίσες συχνότητες και διαφορά φάσης π/2.
γ. παραπλήσιες συχνότητες.
δ. ίσες συχνότητες και διαφορά φάσης π.

58. Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος Α. Στη θέση μέγιστης απομάκρυνσης
α. η κινητική ενέργεια του σώματος γίνεται μέγιστη.
β. η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης μηδενίζεται.
γ. το μέτρο της δύναμης επαναφοράς γίνεται μέγιστο.
δ. η επιτάχυνση του σώματος μηδενίζεται.

59. Σε μια μηχανική ταλάντωση της οποίας το πλάτος φθίνει χρονικά ως $A = A_0 . e^{-\Lambda t}$, όπου A_0 είναι το αρχικό πλάτος της ταλάντωσης και Λ είναι μια θετική σταθερά, ισχύει ότι
α. οι μειώσεις του πλάτους σε κάθε περίοδο είναι σταθερές.
β. η δύναμη αντίστασης είναι $F_{αντ} = - b.υ^2$, όπου b είναι η σταθερά απόσβεσης και υ η ταχύτητα του σώματος που ταλαντώνεται.
γ. η περίοδος Τ της ταλάντωσης μειώνεται με το χρόνο για μικρή τιμή της σταθεράς απόσβεσης b.
δ. η δύναμη αντίστασης είναι $F_{αντ} = - b.υ$, όπου b είναι η σταθερά απόσβεσης και υ η ταχύτητα του σώματος που ταλαντώνεται.

60. Η συχνότητα μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης
α. είναι ίση με τη συχνότητα του διεγέρτη.
β. είναι πάντα ίση με την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή.
γ. εξαρτάται από την αρχική ενέργεια της ταλάντωσης.
δ. είναι ίση με το άθροισμα της συχνότητας του διεγέρτη και της ιδιοσυχνότητας του ταλαντωτή.

61. Στη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων της ίδιας συχνότητας που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο και στην ίδια διεύθυνση, το πλάτος της σύνθετης ταλάντωσης είναι
α. σε κάθε περίπτωση σταθερό.
β. σε κάθε περίπτωση ίσο με το άθροισμα του πλάτους των δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων.
γ. σε κάθε περίπτωση μηδέν.
δ. αρμονική συνάρτηση του χρόνου.

62. Σε μία φθίνουσα ταλάντωση στην οποία το πλάτος μειώνεται εκθετικά με το χρόνο
α. η περίοδος δεν διατηρείται για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης *b*.
β. όταν η σταθερά απόσβεσης *b* μεγαλώνει, το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται πιο γρήγορα.
γ. η κίνηση μένει περιοδική για οποιαδήποτε τιμή της σταθεράς απόσβεσης.
δ. η σταθερά απόσβεσης *b* εξαρτάται μόνο από το σχήμα και τον όγκο του σώματος που ταλαντώνεται.

63. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα του διεγέρτη είναι μεγαλύτερη της ιδιοσυχνότητας του ταλαντωτή. Αν μειώνουμε συνεχώς τη συχνότητα του διεγέρτη, τότε το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης
α. θα μένει σταθερό.
β. θα αυξάνεται συνεχώς.
γ. θα μειώνεται συνεχώς.
δ. αρχικά θα αυξάνεται και μετά θα μειώνεται.

64. Ένα σώμα Σ εκτελεί σύνθετη αρμονική ταλάντωση ως αποτέλεσμα δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων που γίνονται στην ίδια διεύθυνση και έχουν εξισώσεις
$x_1 = Aημωt$ και $x_2 = 3Aημ(ωt + π)$. Η εξίσωση της σύνθετης αρμονικής ταλάντωσης είναι

α. $x = 2Aημωt$. **β.** $x = 4Aημ(ωt + π)$. **γ.** $x = 3Aημωt$. **δ.** $x = 2Aημ(ωt + π)$.

65. Η σταθερά απόσβεσης b μιας φθίνουσας ταλάντωσης, στην οποία η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας,
α. εξαρτάται από την ταχύτητα του σώματος που ταλαντώνεται.
β. μειώνεται κατά τη διάρκεια της φθίνουσας ταλάντωσης.
γ. έχει μονάδα μέτρησης στο S.I. το kg·s.
δ. εξαρτάται από τις ιδιότητες του μέσου μέσα στο οποίο γίνεται η φθίνουσα ταλάντωση.

66. Κατά τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων, ίδιας διεύθυνσης και ίδιου πλάτους, που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο και που οι περίοδοι τους T_1 και T_2 διαφέρουν πολύ λίγο μεταξύ τους, προκύπτει ταλάντωση μεταβλητού πλάτους με περίοδο Τ που είναι ίση με

α. $\frac{T_1+T_2}{2}$ β. $\frac{2T_1T_2}{T_1+T_2}$ γ. $\frac{|T_1-T_2|}{2}$ δ. $\frac{T_1T_2}{|T_2-T_1|}$

67. Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Αν η απομάκρυνση x από τη θέση ισορροπίας του δίνεται από την εξίσωση $x = Aημωt$, τότε η τιμή της δύναμης επαναφοράς δίνεται από τη σχέση

α. $F = -mω^2Aσυνωt$. **β.** $F = mω^2Aημωt$. **γ.** $F = -mω^2Aημωt$. **δ.** $F = mω^2Aσυνωt$.

68. Ένα σώμα Σ εκτελεί σύνθετη αρμονική ταλάντωση, ως αποτέλεσμα δύο αρμονικών ταλαντώσεων που γίνονται στην ίδια διεύθυνση και έχουν εξισώσεις $x_1 = A_1ημωt$ και $x_2 = A_2ημωt$. Το πλάτος Α της σύνθετης αρμονικής ταλάντωσης είναι ίσο με

α. $A = A_1 + A_2$. **β.** $A = |A_1 - A_2|$. **γ.** $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$ **δ.** $A = \sqrt{A_1^2 - A_2^2}$.

69. Σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Παρατηρείται ότι για δύο διαφορετικές συχνότητες f_1 και f_2 του διεγέρτη με $f_1 < f_2$ το πλάτος της ταλάντωσης είναι ίδιο. Για την ιδιοσυχνότητα f_0 του συστήματος ισχύει:

α. $f_0 < f_1$ β. $f_0 > f_2$ γ. $f_1 < f_0 < f_2$ δ. $f_1 = f_0$.

70. Διακρότημα δημιουργείται μετά από σύνθεση δύο αρμονικών ταλαντώσεων της ίδιας διεύθυνσης που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο, όταν οι ταλαντώσεις έχουν
α. ίσα πλάτη και ίσες συχνότητες
β. διαφορετικά πλάτη και ίσες συχνότητες
γ. διαφορετικά πλάτη και διαφορετικές συχνότητες
δ. ίσα πλάτη και συχνότητες που διαφέρουν πολύ λίγο μεταξύ τους

71. Κατά τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων ίδιας διεύθυνσης, που γίνονται γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας, με το ίδιο πλάτος Α και συχνότητες f_1 και f_2 δημιουργείται σύνθετη κίνηση, η οποία παρουσιάζει διακροτήματα. Η περίοδος του διακροτήματος είναι ίση με

α. $T = \frac{1}{|f_1 - f_2|}$ β. $T = \left|\frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_2}\right|$ γ. $T = |f_1 - f_2|$ δ. $T = \frac{1}{2|f_1 - f_2|}$

ΣΩΣΤΟ Η ΛΑΘΟΣ

1. Η περίοδος και η συχνότητα ενός περιοδικού φαινομένου είναι μεγέθη αντίστροφα.
2. Το έργο της δύναμης που προκαλεί την απόσβεση σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση είναι πάντα θετικό.
3. Κατά τη διάρκεια μιας περιόδου το υλικό σημείο περνάει δύο φορές από τη θέση ισορροπίας του.
4. Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση ο ρυθμός μείωσης του πλάτους μειώνεται, όταν αυξάνεται η σταθερά απόσβεσης b.
5. Η περίοδος φθίνουσας ταλάντωσης, για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης, διατηρείται σταθερή.
6 Η σταθερά απόσβεσης b σε μία φθίνουσα ταλάντωση εξαρτάται και από τις ιδιότητες του μέσου.
7. Τα κτήρια κατά τη διάρκεια ενός σεισμού εκτελούν εξαναγκασμένη ταλάντωση.
8. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση το πλάτος παραμένει σταθερό με το χρόνο.
9. Κατά το συντονισμό η ενέργεια μεταφέρεται στο σύστημα κατά το βέλτιστο τρόπο, γι' αυτό και το πλάτος της ταλάντωσης γίνεται μέγιστο.
10. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση, κατά το συντονισμό, η ενέργεια της ταλάντωσης είναι μέγιστη.
11. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα του ταλαντούμενου συστήματος είναι διαφορετική από αυτή του διεγέρτη.
12. Δυο αρμονικές ταλαντώσεις έχουν την ίδια διεύθυνση και γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο με το ίδιο πλάτος αλλά λίγο διαφορετικές συχνότητες. Στη σύνθεση των ταλαντώσεων αυτών ο χρόνος ανάμεσα σε δυο διαδοχικές μεγιστοποιήσεις του πλάτους ονομάζεται περίοδος των διακροτημάτων.
13. Στη σύνθεση δύο αρμονικών ταλαντώσεων της ίδιας διεύθυνσης, που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο με το ίδιο πλάτος και λίγο διαφορετικές συχνότητες, ο χρόνος ανάμεσα σε δύο διαδοχικές μεγιστοποιήσεις του πλάτους ονομάζεται .... του διακροτήματος.
14. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση, η συχνότητα της ταλάντωσης ισούται με τη συχνότητα του διεγέρτη.
15. Το πλάτος σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση είναι ανεξάρτητο από τη συχνότητα του διεγέρτη.
16. Η απλή αρμονική ταλάντωση είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.
17. Η συχνότητα του διακροτήματος είναι μεγαλύτερη από κάθε μια από τις συχνότητες των δύο ταλαντώσεων που δημιουργούν το διακρότημα.
18.Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση το πλάτος της ταλάντωσης εξαρτάται από τη συχνότητα του διεγέρτη.
19. Το φαινόμενο του συντονισμού συμβαίνει στις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις.
20. Η ενέργεια ταλάντωσης στην απλή αρμονική ταλάντωση μεταβάλλεται αρμονικά με το χρόνο.
21. Σε μία εξαναγκασμένη ταλάντωση ο διεγέρτης επιβάλλει στην ταλάντωση τη συχνότητά του.
22. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η ενέργεια που προσφέρεται στο σύστημα αντισταθμίζει τις απώλειες και έτσι το πλάτος της ταλάντωσης διατηρείται σταθερό.
23. Όλες οι ταλαντώσεις στο μακρόκοσμο είναι φθίνουσες.
24. Σε μία φθίνουσα μηχανική ταλάντωση, στην οποία η δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση είναι της μορφής $F'=-bu$, η σταθερά απόσβεσης b είναι ανεξάρτητη από το σχήμα και τις διαστάσεις του αντικειμένου που κινείται .

25. Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση αυξάνεται το μέτρο της ταχύτητας του σώματος που ταλαντώνεται καθώς αυξάνεται το μέτρο της δύναμης επαναφοράς.

26. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα της ταλάντωσης είναι πάντα ίδια με την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή.

27. Κατά τον συντονισμό η ενέργεια του διεγέρτη μεταφέρεται στο ταλαντούμενο σύστημα, κατά τον βέλτιστο τρόπο.

28. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η ενέργεια που προσφέρεται στο σύστημα αντισταθμίζει τις απώλειες και έτσι το πλάτος της ταλάντωσης διατηρείται σταθερό.

29. Στη φθίνουσα ταλάντωση, το πλάτος της ταλάντωσης παραμένει σταθερό.

30. α. Σε μία φθίνουσα ταλάντωση στην οποία η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας ($F=-bυ$), για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης b η περίοδος μειώνεται.

β. Η σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων, της ίδιας διεύθυνσης που γίνονται γύρω από ίδιο σημείο με συχνότητες που διαφέρουν λίγο μεταξύ τους, είναι απλή αρμονική ταλάντωση .

31. Σε μία απλή αρμονική ταλάντωση η περίοδος εξαρτάται από το πλάτος ταλάντωσης.

32. Σε εξαναγκασμένη ταλάντωση που βρίσκεται σε συντονισμό, το πλάτος της ταλάντωσης αυξάνεται, όταν διπλασιαστεί η συχνότητα του διεγέρτη .

33. Η σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων ίδιας διεύθυνσης, γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας, με το ίδιο πλάτος αλλά με διαφορετικές συχνότητες, έχει ως αποτέλεσμα απλή αρμονική ταλάντωση.

34. Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση, για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης b, η περίοδος της ταλάντωσης παραμένει σταθερή με τον χρόνο.

35. Το σύστημα ανάρτησης του αυτοκινήτου είναι ένα σύστημα αποσβεννύμενων ταλαντώσεων.

36. Όταν τα αμορτισέρ ενός αυτοκινήτου παλιώνουν και φθείρονται, η τιμή της σταθεράς απόσβεσης ελαττώνεται.

37. Σε μία απλή αρμονική ταλάντωση αν η εξίσωση της απομάκρυνσης είναι $x=5\cdot ημ2t$ (S.I.), τότε η εξίσωση της ταχύτητας είναι $υ=5\cdot συν2t$ (S.I.)

38. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση, στην οποία η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας, ο λόγος δύο διαδοχικών μεγίστων απομακρύνσεων προς την ίδια κατεύθυνση διατηρείται σταθερός .

39. Το πλάτος μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης εξαρτάται από τη συχνότητα του διεγέρτη.

40. Σε κάθε φθίνουσα ταλάντωση η περίοδος της ταλάντωσης μειώνεται με τον χρόνο.

ΘΕΜΑ 2ο

1. Δύο απλοί αρμονικοί ταλαντωτές Α και Β που εκτελούν αμείωτες αρμονικές ταλαντώσεις του ίδιου πλάτους, έχουν σταθερές επαναφοράς D_A και D_B αντίστοιχα, με $D_A>D_B$. Ποιος έχει μεγαλύτερη ολική ενέργεια;
α. ο ταλαντωτής Α β. ο ταλαντωτής Β.

2. Στην κάτω άκρη κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς Κ, η πάνω άκρη του οποίου είναι στερεωμένη σε ακλόνητο σημείο, σώμα μάζας m εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους d/2. Όταν το σώμα διέρχεται από τη θέση ισορροπίας, η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι d. Στην κατώτερη θέση της ταλάντωσης του σώματος, ο λόγος της δύναμης του ελατηρίου προς τη δύναμη επαναφοράς είναι

α. $\frac{F_{\varepsilon\lambda}}{F_{\varepsilon\pi}}=\frac{1}{3}$ β. $\frac{F_{\varepsilon\lambda}}{F_{\varepsilon\pi}}=3$ γ. $\frac{F_{\varepsilon\lambda}}{F_{\varepsilon\pi}}=2$

3. Δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 με ίσες μάζες ισορροπούν κρεμασμένα από κατακόρυφα ιδανικά ελατήρια με σταθερές k_1 και k_2 αντίστοιχα, που συνδέονται με τη σχέση $k_1= k_2/2$. Απομακρύνουμε τα σώματα Σ_1 και Σ_2 από τη θέση ισορροπίας τους κατακόρυφα προς τα κάτω κατά x και 2x αντίστοιχα και τα αφήνουμε ελεύθερα την ίδια χρονική στιγμή, οπότε εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση. Τα σώματα διέρχονται για πρώτη φορά από τη θέση ισορροπίας τους:
α. ταυτόχρονα.
β. σε διαφορετικές χρονικές στιγμές με πρώτο το Σ_1 .
γ. σε διαφορετικές χρονικές στιγμές με πρώτο το Σ_2 .

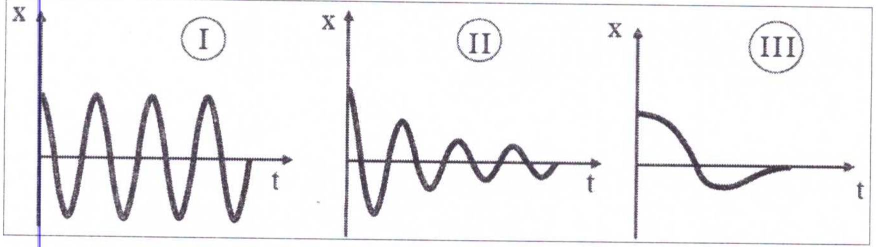
4. Σώμα μάζας Μ έχει προσδεθεί στο κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς Κ του οποίου το άνω άκρο είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο. Απομακρύνουμε το σώμα κατακόρυφα προς τα κάτω κατά απόσταση α από τη θέση ισορροπίας και το αφήνουμε ελεύθερο να κάνει ταλάντωση. Επαναλαμβάνουμε το πείραμα και με ένα άλλο ελατήριο σταθεράς $K' = 4K$.

Να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις των δυναμικών ενεργειών των δύο ταλαντώσεων σε συνάρτηση με την απομάκρυνση στο ίδιο διάγραμμα.

5. Στα κάτω άκρα δύο κατακόρυφων ελατηρίων Α και Β των οποίων τα άλλα άκρα είναι ακλόνητα στερεωμένα, ισορροπούν δύο σώματα με ίσες μάζες. Απομακρύνουμε και τα δύο σώματα προς τα κάτω κατά d και τα αφήνουμε ελεύθερα, ώστε αυτά να εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση. Αν η σταθερά του ελατηρίου Α είναι τετραπλάσια από τη σταθερά του ελατηρίου Β, ποιος είναι τότε ο λόγος των μέγιστων ταχυτήτων $\frac{\upsilon_{Amax}}{\upsilon_{Bmax}}$ των δύο σωμάτων;

α. $\frac{1}{2}$ β. 1 γ. 2

6. Δίνονται οι γραφικές παραστάσεις που απεικονίζουν την ταλάντωση που εκτελούν τα συστήματα ανάρτησης τριών αυτοκινήτων που κινούνται με την ίδια ταχύτητα όταν συναντούν το ίδιο εξόγκωμα στο δρόμο.



Το αυτοκίνητο του οποίου το σύστημα ανάρτησης λειτουργεί καλύτερα είναι το

α. I. **β.** II. **γ.** III.

7. Ένα σώμα μάζας m είναι προσδεμένο σε ελατήριο σταθεράς K και εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Η συχνότητα του διεγέρτη είναι $f = f_0$ όπου f_0 η ιδιοσυχνότητα του συστήματος. Αν τετραπλασιάσουμε τη μάζα m του σώματος, ενώ η συχνότητα του διεγέρτη παραμένει σταθερή, τότε:

Α. Η ιδιοσυχνότητα του συστήματος

α. γίνεται $f_0/2$ **β.** γίνεται $2f_0$ **γ.** παραμένει σταθερή.

Β. Το πλάτος της ταλάντωσης του συστήματος

α. αυξάνεται. **β.** ελαττώνεται. **γ.** παραμένει σταθερό.

8. Σώμα μάζας m είναι κρεμασμένο από ελατήριο σταθεράς k και εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση πλάτους A_1 και συχνότητας f_1. Παρατηρούμε ότι, αν η συχνότητα του διεγέρτη αυξηθεί και γίνει f_2, το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης είναι πάλι A_1. Για να γίνει το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης μεγαλύτερο του A_1, πρέπει η συχνότητα f του διεγέρτη να είναι:

α. $f > f_2$. **β.** $f < f_1$. **γ.** $f_1 < f < f_2$.

9. Ένα σώμα κάνει ταυτόχρονα ταλαντώσεις ίδιας διεύθυνσης, με εξισώσεις x_1=Αημωt και x_2=2Αημωt. Το πλάτος της σύνθετης ταλάντωσης, είναι :

α. Α **β.** 3Α **γ.** 2Α

10. Ένα σώμα μετέχει σε δύο αρμονικές ταλαντώσεις ίδιας διεύθυνσης που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο με το ίδιο πλάτος και γωνιακές ταχύτητες, που διαφέρουν πολύ λίγο. Οι εξισώσεις των δύο ταλαντώσεων είναι: x_1=0,2ημ(998πt), x_2=0,2ημ(1002πt) (όλα τα μεγέθη στο S.I.). Ο χρόνος ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς μηδενισμούς του πλάτους της ιδιόμορφης ταλάντωσης (διακροτήματος) του σώματος είναι:

α. 2s **β.** 1s **γ.** 0,5s

11. Υλικό σημείο Σ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους Α και κυκλικής συχνότητας ω. Η μέγιστη τιμή του μέτρου της ταχύτητάς του είναι υο και του μέτρου της επιτάχυνσής του είναι αο. Αν x, υ, α είναι τα μέτρα της απομάκρυνσης, της ταχύτητας και της επιτάχυνσης του Σ αντίστοιχα, τότε σε κάθε χρονική στιγμή ισχύει:

α. $\upsilon^2=\omega(A^2-x^2)$ **β.** $x^2=\omega^2(\alpha_0{}^2-\alpha^2)$, **γ.** $\alpha^2=\omega^2(\upsilon_0{}^2-\upsilon^2)$

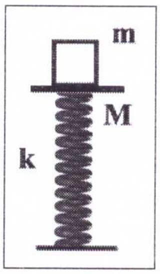
12. Το σώμα Σ_1 είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου του οποίου το άλλο άκρο είναι ακλόνητο. Το σώμα Σ_1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους Α σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Το μέτρο της μέγιστης επιτάχυνσης του Σ_1 είναι α_{1max} . Το σώμα Σ_1 αντικαθίσταται από άλλο σώμα Σ_2 διπλάσιας μάζας, το οποίο εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση ίδιου πλάτους Α.
Για το μέτρο α_{2max} της μέγιστης επιτάχυνσης του Σ_2, ισχύει:

α. $\alpha_{2,max} = \dfrac{\alpha_{1max}}{2}$ **β.** $\alpha_{2,max} = \alpha_{1,max}$ **γ.** $\alpha_{2,max} = 2\alpha_{1,max}$

13. Στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς Κ ισορροπεί σώμα μάζας m. Εκτρέπουμε το σώμα κατακόρυφα προς τα κάτω και το αφήνουμε ελεύθερο να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση. Αν η εκτροπή ήταν μεγαλύτερη, τότε ο χρόνος μιας πλήρους αρμονικής ταλάντωσης του σώματος θα ήταν

α. μεγαλύτερος, **β.** μικρότερος, **γ.** ίδιος και στις δύο περιπτώσεις.

14. Δίσκος μάζας Μ είναι στερεωμένος στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k, και ισορροπεί (όπως στο σχήμα). Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο στο έδαφος. Στο δίσκο τοποθετούμε χωρίς αρχική ταχύτητα σώμα μάζας m. Το σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Η ενέργεια της ταλάντωσης είναι:



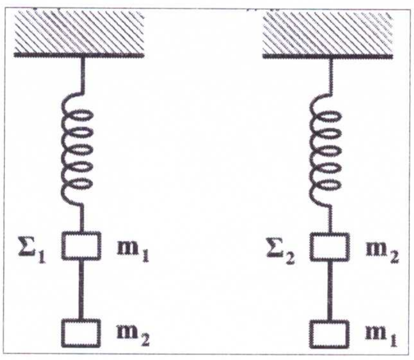
α. $\dfrac{m^2g^2}{2k}$ **β.** $\dfrac{M^2g^2}{2k}$ **γ.** $\dfrac{(M+m)^2g^2}{2k}$

15. Τα δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 με μάζες m και 2m αντίστοιχα είναι δεμένα στα άκρα δύο ελατηρίων με σταθερές Κ και 2Κ, και εκτελούν απλές αρμονικές ταλαντώσεις με ίσες ενέργειες ταλάντωσης. Οι τριβές θεωρούνται αμελητέες. Το πλάτος ταλάντωσης A_1 του σώματος Σ_1 είναι

α. μικρότερο **β.** ίσο **γ.** μεγαλύτερο

από το πλάτος ταλάντωσης A_2 του σώματος Σ_2

16. Δύο όμοια ιδανικά ελατήρια κρέμονται από δύο ακλόνητα σημεία. Στα κάτω άκρα των ελατηρίων δένονται σώματα Σ_1 μάζας m_1 και Σ_2 μάζας m_2. Κάτω από το σώμα Σ_1 δένουμε μέσω αβαρούς νήματος άλλο σώμα μάζας m_2, ενώ κάτω από το Σ_2 σώμα μάζας m_1 ($m_1 \neq m_2$), όπως φαίνεται στο σχήμα.
Αρχικά τα σώματα είναι ακίνητα. Κάποια στιγμή κόβουμε τα νήματα και τα σώματα Σ_1 και Σ_2 αρχίζουν να ταλαντώνονται. Αν η ενέργεια της ταλάντωσης του Σ_1 είναι E_1 και του Σ_2 είναι E_2, τότε:



α. $\dfrac{E_1}{E_2} = \dfrac{m_2}{m_1}$ β. $\dfrac{E_1}{E_2} = \dfrac{m_2^{\,2}}{m_1^{\,2}}$ γ. $\dfrac{E_1}{E_2} = 1$

17. Ηχητική πηγή εκπέμπει ήχο σταθερής συχνότητας f. Με μια δεύτερη ηχητική πηγή δημιουργούμε ταυτόχρονα ήχο, τη συχνότητα του οποίου μεταβάλλουμε. Σε αυτήν τη διαδικασία δημιουργούνται διακροτήματα ίδιας συχνότητας για δύο διαφορετικές συχνότητες f_1, f_2 της δεύτερης πηγής. Η τιμή της f είναι:

α. $\dfrac{f_1 + f_2}{2}$ β. $\dfrac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$ γ. $\dfrac{f_2 - f_1}{2}$

18. Υλικό σημείο εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις, γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας και στην ίδια διεύθυνση. Οι ταλαντώσεις περιγράφονται από τις σχέσεις:

$y_1 = A\eta\mu(\omega t + \pi/3)$ και , $y_2 = \sqrt{3}A\eta\mu(\omega t - \pi/6)$

Αν E_1, E_2, $E_{ολ}$ είναι οι ενέργειες ταλάντωσης για την πρώτη, για τη δεύτερη και για τη συνισταμένη ταλάντωση, τότε ισχύει:

α. $E_{ολ} = E_1 - E_2$ β. $E_{ολ} = E_1 + E_2$ γ. $E^2_{ολ} = E_1^{\,2} + E_2^{\,2}$

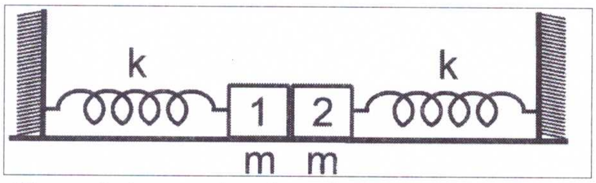
19. Απλός αρμονικός ταλαντωτής, ελατήριο-μάζα, με σταθερά ελατηρίου k=100N/m και μάζα m=1 kg εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με συχνότητα διεγέρτη f=8/πHz. Αν η συχνότητα του διεγέρτη αυξηθεί, τότε το πλάτος της ταλάντωσης

α. μειώνεται β. αυξάνεται γ. μένει σταθερό.

20. Ταλαντωτής που εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση έχει τη χρονική στιγμή t=0 ενέργεια E_0 και πλάτος A_0. Τη χρονική στιγμή t_1 η ενέργεια του ταλαντωτή έχει ελαττωθεί κατά $15E_0/16$. Τη χρονική στιγμή t_1 το πλάτος A της ταλάντωσης είναι:

α. $A_0/2$ β. $A_0/4$ γ. $A_0/16$

21. Δύο όμοια σώματα, ίσων μαζών m το καθένα, συνδέονται με όμοια ιδανικά ελατήρια σταθεράς k το καθένα, των οποίων τα άλλα άκρα είναι συνδεδεμένα σε ακλόνητα σημεία, όπως στο σχήμα. Οι άξονες των δύο ελατηρίων βρίσκονται στην ίδια ευθεία, τα ελατήρια βρίσκονται στο φυσικό τους μήκος ℓ_0 και το οριζόντιο επίπεδο στο οποίο βρίσκονται είναι λείο.



Μετακινούμε το σώμα 1 προς τα αριστερά κατά d και στη συνέχεια το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί. Το σώμα 1 συγκρούεται πλαστικά με το σώμα 2. Το συσσωμάτωμα που προκύπτει εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς D = 2k. Αν A_1 το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος 1 πριν τη κρούση και A_2 το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος μετά την κρούση, τότε ο λόγος A_1/A_2 είναι:

i) 1 ii)1/2 iii) 2

22. Κατά τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων με παραπλήσιες συχνότητες f_1 και f_2, ίδιας διεύθυνσης και ίδιου πλάτους, που γίνονται γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας, με

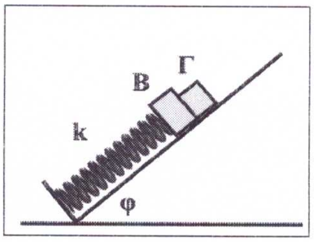
$f_1 > f_2$, παρουσιάζονται διακροτήματα με περίοδο διακροτήματος $T_\delta = 2$ s. Αν στη διάρκεια του χρόνου αυτού πραγματοποιούνται 200 πλήρεις ταλαντώσεις, οι συχνότητες f_1 και f_2 είναι:

i) $f_1 = 200{,}5$ Hz, $f_2 = 200$ Hz

ii) $f_1 = 100{,}25$ Hz, $f_2 = 99{,}75$ Hz

iii) $f_1 = 50{,}2$ Hz, $f_2 = 49{,}7$ Hz

23. Σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης φ είναι δύο σώματα Β και Γ με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα και εφάπτονται μεταξύ τους. Το σώμα Β είναι συνδεδεμένο στο άκρο ελατηρίου σταθεράς, k, ενώ το άλλο άκρο είναι στερεωμένο στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου, όπως φαίνεται στο σχήμα. Μετακινούμε το σύστημα προς τα κάτω και το θέτουμε σε ταλαντώσεις πλάτους, Α. Η συνθήκη για να μην αποχωριστεί το σώμα Β από το σώμα Γ είναι

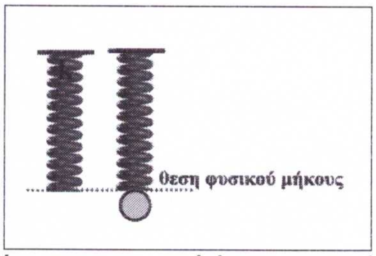


α. $A < \dfrac{(m_1+m_2)g\eta\mu\varphi}{k}$ β. $A > \dfrac{(m_1+m_2)g\eta\mu\varphi}{k}$ $A < \dfrac{(m_1+m_2)g\eta\mu\varphi}{2k}$

24. Ένα μικρό σώμα εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις, με εξισώσεις απομάκρυνσης $x_1 = A_1\eta\mu\omega t$ και $x_2 = A_2\eta\mu(\omega t + \pi/2)$ και με ενέργειες ταλάντωσης E_1 και E_2, αντίστοιχα. Οι ταλαντώσεις γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο και στην ίδια διεύθυνση. Η ενέργεια ταλάντωσης E της σύνθετης ταλάντωσης είναι ίση με:

i. $E = \dfrac{E_1+E_2}{2}$. **ii.** $E = E_1 + E_2$. **iii.** $E = \sqrt{E_1^2+E_2^2}$

25. Ένα κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς k έχει το άνω άκρο του στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο και βρίσκεται στη θέση φυσικού μήκους. Στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου και ενώ αυτό βρίσκεται στη θέση φυσικού μήκους, στερεώνεται μάζα m. Από τη θέση αυτή το σύστημα αφήνεται ελεύθερο και αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

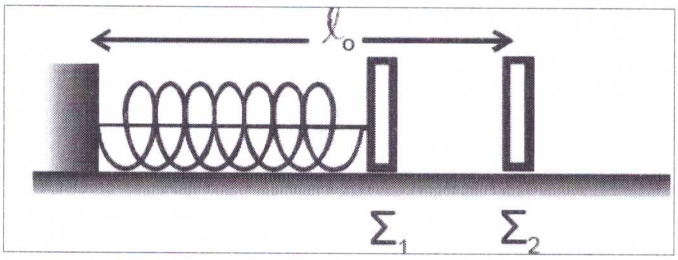


Η μέγιστη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου κατά τη διάρκεια της απλής αρμονικής ταλάντωσης του σώματος είναι ίση με :

i. m^2g^2/k ii. $2m^2g^2/k$ iii. $m^2g^2/2k$

ΘΕΜΑ 3ο

1. Τα σώματα Σ_1 και Σ_2, αμελητέων διαστάσεων, με μάζες m_1=1kg και m_2=3kg αντίστοιχα είναι τοποθετημένα σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Το σώμα Σ_1 είναι δεμένο στη μία άκρη οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k=100 N/m. Η άλλη άκρη του ελατηρίου, είναι ακλόνητα στερεωμένη. Το ελατήριο με τη βοήθεια νήματος είναι συσπειρωμένο κατά 0,2m, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το Σ_2 ισορροπεί στο οριζόντιο επίπεδο στη θέση που αντιστοιχεί στο φυσικό μήκος ℓ_0 του ελατηρίου.



Κάποια χρονική στιγμή κόβουμε το νήμα και το σώμα Σ_1 κινούμενο προς τα δεξιά συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το σώμα Σ_2. Θεωρώντας ως αρχή μέτρησης των χρόνων τη στιγμή της κρούσης και ως θετική φορά κίνησης την προς τα δεξιά, να υπολογίσετε

α. την ταχύτητα του σώματος Σ_1 λίγο πριν την κρούση του με το σώμα Σ_2.

β. τις ταχύτητες των σωμάτων Σ_1 και Σ_2, αμέσως μετά την κρούση.

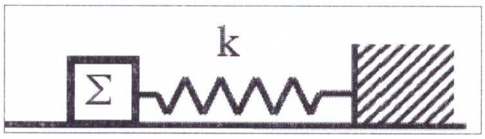
γ. την απομάκρυνση του σώματος Σ_1, μετά την κρούση, σε συνάρτηση με το χρόνο.

δ. την απόσταση μεταξύ των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 όταν το σώμα Σ_1 ακινητοποιείται στιγμιαία για δεύτερη φορά.

Δεχθείτε την κίνηση του σώματος Σ_1 τόσο πριν, όσο και μετά την κρούση ως απλή αρμονική ταλάντωση σταθεράς k. Δίνεται π=3,14

(Η. **2006**)

2. Το σώμα Σ του σχήματος είναι συνδεδεμένο στο άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k=900 N/m, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο. Το σύστημα ταλαντώνεται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με περίοδο T=(π/15) s. Το σώμα τη χρονική στιγμή t=0 διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του με ταχύτητα υ=6 m/s κινούμενο προς τα δεξιά. Να βρείτε:



α. Το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος.

β. Τη μάζα του σώματος.

γ. Την απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας σε συνάρτηση με το χρόνο και να τη σχεδιάσετε σε αριθμημένους άξονες για το χρονικό διάστημα από 0 έως (2π/15) s.

δ. Για ποιες απομακρύνσεις ισχύει K=3U, όπου K η κινητική ενέργεια και U η δυναμική ενέργεια του συστήματος.

(ΕΗ **2006**)

3. Στο ένα άκρο ιδανικού ελατηρίου είναι στερεωμένο σώμα μάζας m_1=1,44kg, ενώ το άλλο του άκρο είναι ακλόνητο. Πάνω στο σώμα κάθεται ένα πουλί μάζας m_2 και το σύστημα ταλαντώνεται σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του συστήματος είναι 0,4π m/s και η δυναμική του ενέργεια μηδενίζεται κάθε 0,5s. Όταν το σύστημα διέρχεται από την ακραία θέση ταλάντωσης, το πουλί πετά κατακόρυφα και το νέο σύστημα ταλαντώνεται με κυκλική συχνότητα 2,5π rad /s.

Να βρείτε:

α. Την περίοδο και το πλάτος της αρχικής ταλάντωσης.
β. Τη σταθερά του ελατηρίου.
γ. Τη μέγιστη ταχύτητα της νέας ταλάντωσης.
δ. Τη μάζα του πουλιού. (ΕΗ **2007**)

4. Υλικό σημείο Σ εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις, οι οποίες γίνονται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Οι ταλαντώσεις περιγράφονται από τις εξισώσεις :

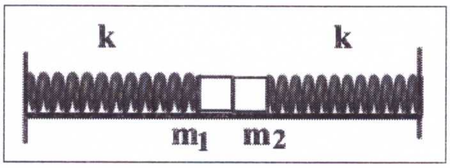
$$x_1=\text{Α}\eta\mu\omega t \text{ και } x_2=\text{Α}\eta\mu(\omega t+\pi/3),$$

με $A = 4$ cm και $\omega = 10$ rad/s.

α. Να υπολογισθεί το πλάτος $A_{ολ}$ της συνισταμένης απλής αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το Σ.
β. Να γραφεί η εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης που εκτελεί το Σ.
γ. Να γραφεί η εξίσωση της ταχύτητας ταλάντωσης του Σ και να υπολογισθεί η αλγεβρική τιμή της ταχύτητας τη χρονική στιγμή $t = \pi/15$ s μετά από τη στιγμή $t=0$.
δ. Να υπολογισθεί ο λόγος της κινητικής προς τη δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης του υλικού σημείου τη χρονική στιγμή $t = \pi/120$ s.

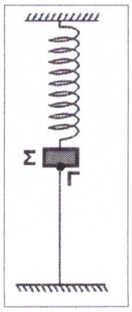
Δίνεται $\eta\mu A+\eta\mu B = 2\sigma\upsilon\nu\frac{A-B}{2}\cdot\eta\mu\frac{A+B}{2}$ (ΕΗ **2009**)

5. Τα σώματα $Σ_1$ και $Σ_2$, του **σχήματος** με μάζες $m_1 = 1$kg και $m_2 = 4$ kg αντίστοιχα, βρίσκονται ακίνητα σε λείο οριζόντιο επίπεδο και εφάπτονται μεταξύ τους. Τα σώματα είναι δεμένα στην άκρη δύο όμοιων ιδανικών ελατηρίων σταθεράς $k = 100$ N/m, που βρίσκονται στο φυσικό τους μήκος και των οποίων η άλλη άκρη είναι σταθερά στερεωμένη.



Μετακινούμε τα σώματα $Σ_1$ και $Σ_2$ έτσι ώστε τα ελατήρια να συσπειρωθούν κατά $d = 0{,}2$ m το καθένα και στη συνέχεια τη χρονική στιγμή $t = 0$ αφήνονται ελεύθερα να ταλαντωθούν.
Γ1. Να γράψετε τις εξισώσεις των απομακρύνσεων x_1 και x_2 των σωμάτων $Σ_1$ και $Σ_2$ συναρτήσει του χρόνου. Ως θετική φορά ορίζεται η από το $Σ_2$ προς $Σ_1$ και ως $x = 0$ ορίζεται η θέση που εφάπτονται αρχικά τα σώματα στο **σχήμα.**
Γ2. Τα σώματα $Σ_1$ και $Σ_2$ κινούμενα με αντίθετη φορά συγκρούονται στη θέση, $x=-d/2$. Να υπολογίσετε τα μέτρα των ταχυτήτων τους ελάχιστα πριν από την κρούση.
Γ3. Η κρούση που ακολουθεί είναι πλαστική. Να αποδείξετε ότι το συσσωμάτωμα μετά την κρούση θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση.
Γ4. Να βρείτε το μέτρο του μέγιστου ρυθμού μεταβολής της ορμής του συσσωματώματος μετά την κρούση. **(Ε.Η 2014)**

6. Στο κάτω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου, του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο της οροφής, είναι δεμένο σώμα Σ μάζας $m = 1$kg. Το ελατήριο είναι ιδανικό και έχει σταθερά $k = 100$ N/m. Το σώμα ισορροπεί με τη βοήθεια κατακόρυφου νήματος το οποίο ασκεί δύναμη $F = 20$ N στο σώμα, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Γ1. Να υπολογίσετε την επιμήκυνση του ελατηρίου σε σχέση με το φυσικό του μήκος.
Την χρονική στιγμή $t_0=0$ κόβεται το νήμα στο σημείο Γ.

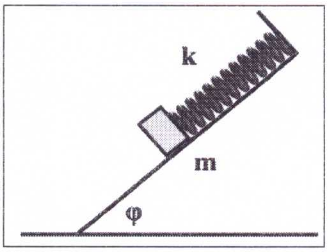
Γ2. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος Σ.

Γ3. Να γράψετε τη σχέση που δίνει την απομάκρυνση του σώματος Σ σε συνάρτηση με το χρόνο. Θετική φορά θεωρείται η φορά του βάρους.

Γ4. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σώματος όταν η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης είναι ίση με 4/5 της ολικής ενέργειας ταλάντωσης.

Δίνεται ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g=10\ m/s^2$. (Ο. 2014)

7. Λείο κεκλιμένο επίπεδο έχει γωνία κλίσης $\varphi = 30^0$. Στο ανώτερο σημείο Α του κεκλιμένου επιπέδου στερεώνουμε το άνω άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 200N/m$, στο άλλο άκρο του οποίου δένουμε σώμα Σ μάζας $m = 2kg$, που ισορροπεί. Απομακρύνουμε το σώμα προς τα κάτω (προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου) κατά $d = 0{,}1m$ από τη θέση ισορροπίας, κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου και μετά το αφήνουμε ελεύθερο.



Γ1. Να αποδείξετε ότι το σώμα θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση και να υπολογίσετε τη συχνότητα της ταλάντωσης.

Γ2. Σε ποιες τιμές της απομάκρυνσης του ταλαντωτή ο λόγος της κινητικής ενέργειας K του σώματος προς την ολική ενέργεια E της ταλάντωσης είναι $K/E = 1/4$;

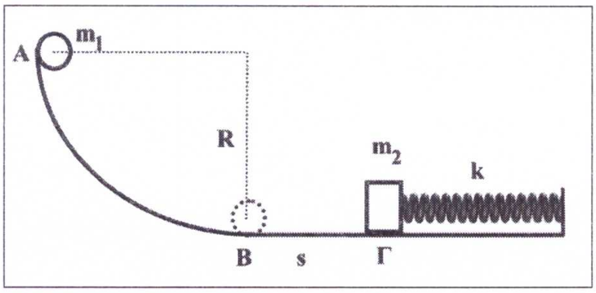
Γ3. Να υπολογίσετε τον λόγο του μέτρου της δύναμης του ελατηρίου $F_{ελ}$ προς το μέτρο της δύναμης επαναφοράς $F_{επ}$ στην ανώτερη θέση της ταλάντωσης του σώματος.

Γ4. Αν τη χρονική στιγμή $t = 0$ το σώμα περνά από τη θέση ισορροπίας, κινούμενο προς τα επάνω, να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που για πρώτη φορά το σώμα περνά από τη θέση που το ελατήριο βρίσκεται στο φυσικό του μήκος. Θεωρήστε θετική φορά απομάκρυνσης την προς τα επάνω.

Δίνεται: η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\ m/s^2$ (Ο. 2015)

ΘΕΜΑ 4ο

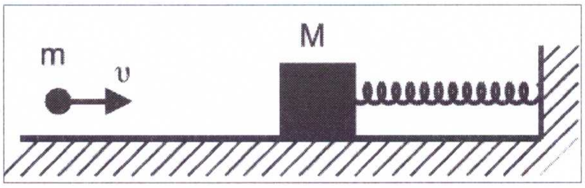
1. Θεωρούμε κατακόρυφο τεταρτοκύκλιο ΑΒ ακτίνας R=2m που εφάπτεται στο κάτω άκρο του Β με λείο οριζόντιο επίπεδο ΒΓ. Σώμα μάζας m_1 =4Kgr αφήνεται να γλιστρήσει κατά μήκος του τεταρτοκυκλίου από το πάνω άκρο Α. Το σώμα περνάει από το σημείο Β του τεταρτοκυκλίου με ταχύτητα $υ_B$=5m/sec και συνεχίζει να κινείται χωρίς τριβή κατά μήκος της οριζόντιας εφαπτομένης του τεταρτοκυκλίου στο σημείο Β. Αφού διανύσει διάστημα S=0,6m στο οριζόντιο επίπεδο, συγκρούεται πλαστικά με σώμα μάζας m_2=6Kgr που είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς K=250N/m, το οποίο έχει το άλλο άκρο του στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο. Τα σώματα μετά την πλαστική κρούση κινούνται ως μια μάζα και το ελατήριο συσπειρώνεται. Να υπολογιστούν:



α. η θερμότητα που παράχθηκε εξαιτίας της τριβής κατά την κίνηση του σώματος στο τεταρτοκύκλιο,
β. το ποσοστό της αρχικής μηχανικής ενέργειας που μετατράπηκε σε θερμότητα εξαιτίας της πλαστικής κρούσης,
γ. το πλάτος και η περίοδος της ταλάντωσης που θα κάνει το σύστημα των μαζών μετά την κρούση.
δ. Να δοθεί η γραφική παράσταση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης σε συνάρτηση με το χρόνο. Δίνεται ότι η κίνηση του συστήματος των μαζών γίνεται κατά τον άξονα του ελατηρίου, ότι το ελατήριο υπακούει στο νόμο του Hook και ότι g= 10m/sec^2. Το οριζόντιο επίπεδο, το οποίο διέρχεται από το σημείο Β, θεωρείται ως επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας.

(Η **1992)**

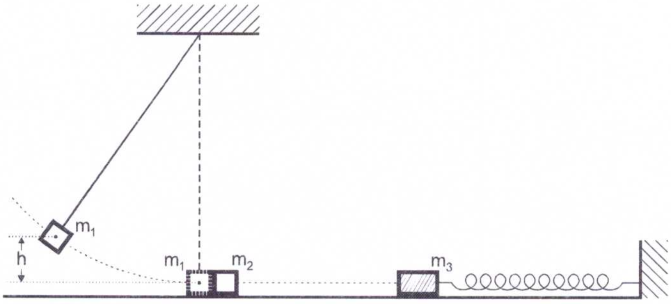
2. Ακίνητο σώμα μάζας $M=9\cdot10^{-2}$ kg βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και είναι προσδεμένο στην άκρη οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς *K*=1000N/m. Η άλλη άκρη του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένη, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Βλήμα μάζας $m=1\cdot10^{-2}$ kg που κινείται κατά τη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου με ταχύτητα υ, συγκρούεται με το ακίνητο σώμα μάζας Μ και σφηνώνεται σ' αυτό.
Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους Α=0,1m.
Α. Να υπολογίσετε:
α. την περίοδο Τ της ταλάντωσης του συσσωματώματος.
β. την ταχύτητα του συσσωματώματος, αμέσως μετά την κρούση.
γ. την ταχύτητα υ, με την οποία το βλήμα προσκρούει στο σώμα μάζας Μ.
Β. Να γράψετε την εξίσωση απομάκρυνσης της ταλάντωσης σε σχέση με το χρόνο.

(ΕΣΠ 2002)

4. Σώμα μάζας $m_1 = 0,1$ kg που είναι προσδεμένο στο άκρο τεντωμένου νήματος αφήνεται ελεύθερο από ύψος h, όπως φαίνεται στο σχήμα. Όταν το νήμα βρίσκεται στην κατακόρυφη θέση, το σώμα έχει ταχύτητα μέτρου $υ_1 = 2$ m/sec και συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα μάζας m_2, όπου $m_2 = m_1$.
Το σώμα μάζας m_2, μετά την σύγκρουση, κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο και συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με σώμα μάζας $m_3 = 0,7$ kg. Το σώμα μάζας m_3 είναι προσδεμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 20$ N/m, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο. Τη στιγμή της σύγκρουσης, το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος και ο άξονάς του συμπίπτει με τη διεύθυνση της κίνησης του σώματος μάζας m_2. Να θεωρήσετε αμελητέα τη χρονική διάρκεια των κρούσεων και τη μάζα του νήματος.



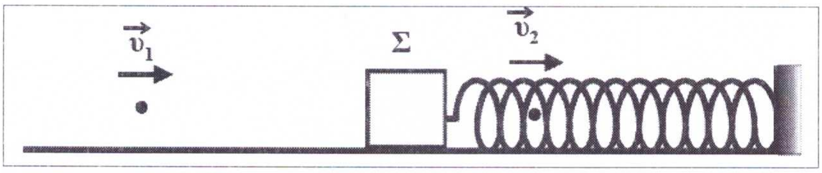
Να υπολογίσετε:
α. το ύψος h από το οποίο αφέθηκε ελεύθερο το σώμα μάζας m_1 .
β. το μέτρο της ταχύτητας του σώματος μάζας m_2, με την οποία προσκρούει στο σώμα μάζας m_3 .
γ. το πλάτος της ταλάντωσης που εκτελεί το συσσωμάτωμα που προέκυψε από την πλαστική κρούση.
δ. το μέτρο της ορμής του συσσωματώματος μετά από χρόνο $t=\pi/15$s από τη χρονική στιγμή που αυτό άρχισε να κινείται.
Δίνονται: $g = 10$ m/s^2 (ΕΗ **2003**)

5. Σώμα μάζας m_1=3Kg είναι στερεωμένο στην άκρη οριζοντίου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς K=400N/m, του οποίου το άλλο άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο. Το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σε λείο οριζόντιο επίπεδο με περίοδο T και πλάτος A=0,4m. Τη χρονική στιγμή t_0=0 το σώμα βρίσκεται στη θέση της μέγιστης θετικής απομάκρυνσης. Τη χρονική στιγμή t=T/6, ένα σώμα μάζας m_2=1Kg που κινείται στην ίδια κατεύθυνση με το σώμα μάζας m_1 και έχει ταχύτητα μέτρου $υ_2$=8 m/s συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με αυτό.

Να υπολογίσετε :
α. την αρχική φάση της ταλάντωσης του σώματος μάζας m_1.
β. τη θέση στην οποία βρίσκεται το σώμα μάζας m_1 τη στιγμή της σύγκρουσης.
γ. την περίοδο ταλάντωσης του συσσωματώματος.
δ. την ενέργεια της ταλάντωσης μετά την κρούση.

(Ο. 2003)

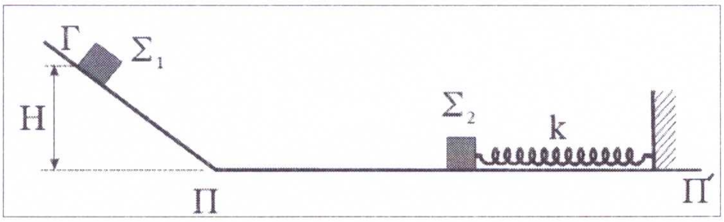
6. Σώμα Σ μάζας M = 0,1 kg είναι δεμένο στο ένα άκρο οριζοντίου ελατηρίου και ηρεμεί. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι σταθερά συνδεδεμένο με κατακόρυφο τοίχο. Μεταξύ σώματος και οριζοντίου δαπέδου δεν εμφανίζονται τριβές. Βλήμα μάζας m = 0,001 kg κινούμενο κατά μήκος του άξονα του ελατηρίου με ταχύτητα υ_1 = 200 m/s διαπερνά ακαριαία το σώμα Σ και κατά την έξοδό του η ταχύτητά του γίνεται $\upsilon_2 = \upsilon_1/2$.



Να βρεθούν:
α. Η ταχύτητα v με την οποία θα κινηθεί το σώμα Σ αμέσως μετά την έξοδο του βλήματος.
β. Η μέγιστη επιμήκυνση του ελατηρίου.
γ. Η περίοδος με την οποία ταλαντώνεται το σώμα Σ.
δ. Η ελάττωση της μηχανικής ενέργειας κατά την παραπάνω κρούση.
Δίνεται η σταθερά του ελατηρίου k = 1000 N/m.

(ΕΣΠ **2004)**

7. Το σώμα $Σ_2$ του σχήματος που έχει μάζα m_2 = 2 kg είναι δεμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου, σταθεράς k, του οποίου το άλλο άκρο είναι ακλόνητο. Το σώμα $Σ_2$ ταλαντώνεται οριζόντια πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο ΠΠ΄ με πλάτος A = 0,1 m και περίοδο T=π/5 s.



Α. Να υπολογίσετε:

1. Την τιμή της σταθεράς k του ελατηρίου.

2. Τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του σώματος $Σ_2$.

Β. Το σώμα $Σ_1$ του σχήματος με μάζα m_1 = 2 kg αφήνεται ελεύθερο να ολισθήσει άνω στο λείο πλάγιο επίπεδο, από τη θέση Γ. Η κατακόρυφη απόσταση της θέσης Γ από το οριζόντιο επίπεδο είναι H = 1,8 m . Το σώμα $Σ_1$, αφού φθάσει στη βάση του πλάγιου επιπέδου, συνεχίζει να κινείται, χωρίς να αλλάξει μέτρο ταχύτητας, πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ΠΠ΄. Το $Σ_1$ συγκρούεται μετωπικά (κεντρικά) και ελαστικά με το σώμα $Σ_2$ τη στιγμή που το $Σ_2$ έχει τη μέγιστη ταχύτητά του και κινείται αντίθετα από το $Σ_1$.

α. Να υπολογίσετε τη μέγιστη συσπείρωση του ελατηρίου μετά από αυτή την κρούση.

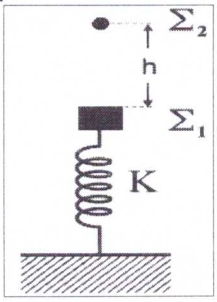
β. Να δείξετε πως στη συνέχεια το σώμα $Σ_2$ θα προλάβει το σώμα $Σ_1$ και θα συγκρουστούν πάλι πριν το σώμα $Σ_1$φτάσει στη βάση του πλάγιου επιπέδου.

Η απόσταση από τη βάση του πλάγιου επιπέδου μέχρι το κέντρο της ταλάντωσης του $Σ_2$ είναι αρκετά μεγάλη. Η διάρκεια της κρούσης θεωρείται αμελητέα.

Δίνεται g= 10 m/s^2

(Ο **2005)**

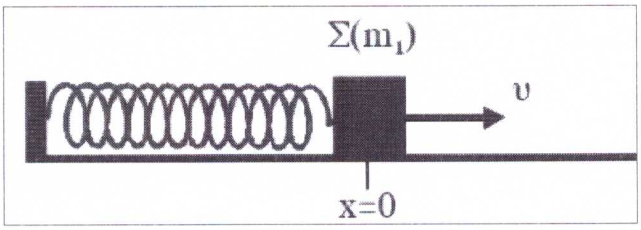
8. Κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς k=100N/m έχει το κάτω άκρο του στερεωμένο στο δάπεδο. Στο επάνω άκρο του ελατηρίου έχει προσδεθεί σώμα $Σ_1$ με μάζα M = 4 kg που ισορροπεί. Δεύτερο σώμα $Σ_2$ με μάζα m = 1 kg βρίσκεται πάνω από το πρώτο σώμα $Σ_1$ σε άγνωστο ύψος h, όπως φαίνεται στο σχήμα. Μετακινούμε το σώμα $Σ_1$ προς τα κάτω κατά d=π/20 m και το αφήνουμε ελεύθερο, ενώ την ίδια στιγμή αφήνουμε ελεύθερο και το δεύτερο σώμα $Σ_2$.



α. Να υπολογίσετε την τιμή του ύψους h ώστε τα δύο σώματα να συναντηθούν στη θέση ισορροπίας του σώματος $Σ_1$.
β. Αν η κρούση των δύο σωμάτων είναι πλαστική να δείξετε ότι το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση ακινητοποιείται στιγμιαία.
γ. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος.
δ. Να υπολογίσετε το μέτρο της μέγιστης δύναμης που ασκεί το ελατήριο στο συσσωμάτωμα.
Δίνεται g= 10 m/s^2. Να θεωρήσετε ότι $π^2$ =10.

(Ο **2006**)

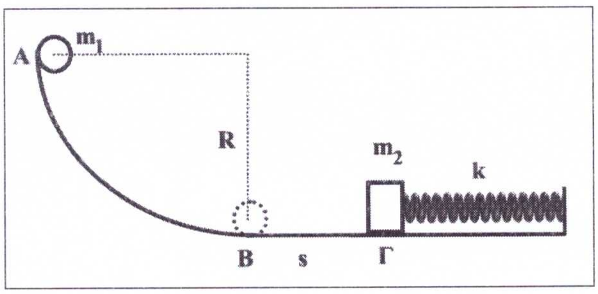
9. Ένα σώμα Σ μάζας m_1 είναι δεμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς K. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένο. Το σύστημα ελατήριο-μάζα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σε λείο οριζόντιο επίπεδο και τη χρονική στιγμή t=0 το σώμα Σ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του, κινούμενο κατά τη θετική φορά.



Η εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης του σώματος Σ δίνεται από τη σχέση x = 0,1ημ10t (SI). Η ολική ενέργεια της ταλάντωσης είναι E = 6 J. Τη χρονική στιγμή t= π/10 s στο σώμα Σ σφηνώνεται βλήμα μάζας m_2= m_1/2 κινούμενο με ταχύτητα $υ_2$ κατά την αρνητική φορά. Το συσσωμάτωμα που προκύπτει μετά την κρούση εκτελεί νέα απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A'=0,1\sqrt{6}$ m.
α. Να υπολογίσετε τη σταθερά K του ελατηρίου και τη μάζα m_1 του σώματος Σ
β. Να υπολογίσετε την ολική ενέργεια E΄ και τη γωνιακή συχνότητα ω΄ της ταλάντωσης του συσσωματώματος
γ. Να υπολογίσετε την ταχύτητα $υ_2$ του βλήματος πριν από την κρούση.

(ΕΗ **2007**)

10. Το σώμα $Σ_1$ μάζας m_1= 1 kg του επόμενου σχήματος αφήνεται να ολισθήσει από την κορυφή λείου κατακόρυφου τεταρτοκυκλίου ακτίνας R = 1,8 m. Στη συνέχεια το σώμα $Σ_1$ κινείται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με ακίνητο σώμα $Σ_2$ μάζας m_2 = 2 kg. Το σώμα $Σ_2$ είναι στερεωμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς k = 300 N/m, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο. Τη στιγμή της κρούσης η ταχύτητα του $Σ_1$ είναι παράλληλη με τον άξονα του ελατηρίου. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Να βρείτε:



α. Την ταχύτητα του σώματος $Σ_1$, στο οριζόντιο επίπεδο, πριν συγκρουστεί με το $Σ_2$.

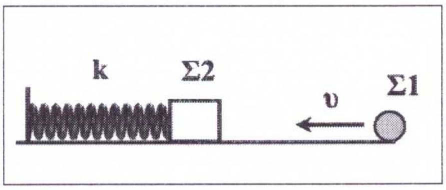
β. Την ταχύτητα του συσσωματώματος, αμέσως μετά την κρούση.
γ. Το διάστημα που διανύει το συσσωμάτωμα, μέχρι η ταχύτητά του να μηδενιστεί για πρώτη φορά.
δ. Το χρονικό διάστημα από τη στιγμή της κρούσης, μέχρι τη στιγμή που η ταχύτητα του συσσωματώματος μηδενίζεται για δεύτερη φορά.
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10\ m/s^2$.

(Ο **2007**)

11. Σώμα $Σ_1$ μάζας $m_1 = 7kg$ ισορροπεί δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $K = 100\ N/m$, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στο δάπεδο. Από ύψος $h = 3{,}2m$ πάνω από το $Σ_1$ στην ίδια κατακόρυφο με τον άξονα του ελατηρίου αφήνεται ελεύθερο σώμα $Σ_2$ μάζας $m_2 = 1kg$, το οποίο συγκρούεται με το $Σ_1$ κεντρικά και πλαστικά. Να υπολογίσετε:
α. το μέτρο της ταχύτητας $υ_2$ του $Σ_2$ οριακά πριν αυτό συγκρουστεί με το $Σ_1$.
β. το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.
γ. το πλάτος Α της ταλάντωσης του συσσωματώματος.
δ. τη μέγιστη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου.
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10m/s^2$.

(Ο **2009**)

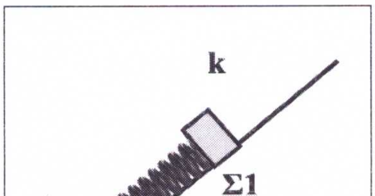
12. Το σώμα $Σ_1$ του σχήματος έχει μάζα 1Kg, κινείται με ταχύτητα $υ_1$=8m/s σε λείο και οριζόντιο επίπεδο και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα $Σ_2$, μάζας 3Kg. Το $Σ_2$ είναι δεμένο στην άκρη οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς k=300N/m, που βρίσκεται στο φυσικό μήκος του. Να υπολογίσετε:



1. τις ταχύτητες των δύο σωμάτων μετά την κρούση.
2. την περίοδο της ταλάντωσης του σώματος $Σ_2$.
3. την ενέργεια με την οποία ταλαντώνεται το σώμα $Σ_2$.
4. την απόσταση μεταξύ των σωμάτων όταν το $Σ_2$ επιστρέφει για πρώτη φορά στο σημείο της κρούσης.

(ΕΣΠ **2010**)

13. Σώμα $Σ_1$ μάζας $m_1 = 1kg$ ισορροπεί πάνω σε λείο κεκλιμένο επίπεδο που σχηματίζει με τον ορίζοντα γωνία φ = 300. Το σώμα Σ1 είναι δεμένο στην άκρη ιδανικού ελατηρίου σταθεράς K = 100N/m το άλλο άκρο του οποίου στερεώνεται στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου, όπως φαίνεται στο σχήμα. Εκτρέπουμε το σώμα $Σ_1$ κατά $d_1 = 0{,}1m$ από τη θέση ισορροπίας του κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου και το αφήνουμε ελεύθερο.



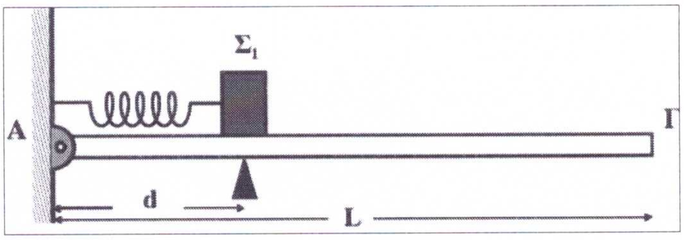
1. Να αποδείξετε ότι το σώμα $Σ_1$ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.
2. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή του μέτρου του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σώματος $Σ_1$.

Μετακινούμε το σώμα $Σ_1$ προς τα κάτω κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου μέχρι το ελατήριο να συμπιεστεί από το φυσικό του μήκος κατά $Δ\ell = 0{,}3m$. Τοποθετούμε ένα δεύτερο σώμα $Σ_2$ μάζας m_2= 1kg στο κεκλιμένο επίπεδο, ώστε να είναι σε επαφή με το σώμα $Σ_1$, και ύστερα αφήνουμε τα σώματα ελεύθερα.
3. Να υπολογίσετε τη σταθερά επαναφοράς του σώματος $Σ_2$ κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής του.

4. Να υπολογίσετε σε πόση απόσταση από τη θέση που αφήσαμε ελεύθερα τα σώματα χάνεται η επαφή μεταξύ τους.
Δίνονται: $g=10m/s^2$

(Ε Η 2010)

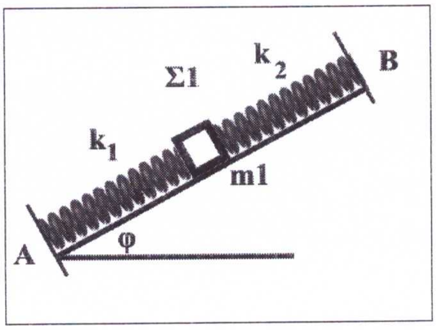
14. Λεία οριζόντια σανίδα μήκους L = 3m και μάζας M = 0,4 Kg αρθρώνεται στο άκρο της Α σε κατακόρυφο τοίχο. Σε απόσταση d = 1m από τον τοίχο, η σανίδα στηρίζεται ώστε να διατηρείται οριζόντια. Ιδανικό αβαρές ελατήριο σταθεράς Κ = 100 N/m συνδέεται με το ένα άκρο του στον τοίχο και το άλλο σε σώμα $Σ_1$ μάζας m_1 = 1 Kg. Το ελατήριο βρίσκεται στο φυσικό του μήκος, ο άξονάς του είναι οριζόντιος και διέρχεται από το κέντρο μάζας του σώματος $Σ_1$.



Το κέντρο μάζας του σώματος $Σ_1$ βρίσκεται σε απόσταση d από τον τοίχο. Στη συνέχεια, ασκούμε στο σώμα $Σ_1$ σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F = 40 N με κατεύθυνση προς το άλλο άκρο Γ της σανίδας. Όταν το σώμα $Σ_1$ διανύσει απόσταση s = 5 cm, η δύναμη παύει να ασκείται στο σώμα και, στη συνέχεια, το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.
Δ1. Να υπολογίσετε το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα $Σ_1$.
Δ2. Να εκφράσετε το μέτρο της δύναμης F_A που δέχεται η σανίδα από τον τοίχο σε συνάρτηση με την απομάκρυνση του σώματος $Σ_1$ και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση.
Κατά μήκος της σανίδας από το άκρο Γ κινείται σώμα $Σ_2$ μάζας m_2=1Kg με ταχύτητα $υ_2=2\sqrt{3}$ m/s. Τα δύο σώματα συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά, όταν η απομάκρυνση του σώματος $Σ_1$ είναι x_1, όπου $x_1 \geq 0$. Το σώμα $Σ_1$ μετά την κρούση ταλαντώνεται με το μέγιστο δυνατό πλάτος.
Δ3. Να βρείτε την απομάκρυνση x_1.
Δ4. Να βρείτε μετά από πόσο χρονικό διάστημα από τη στιγμή της κρούσης τα δύο σώματα θα συγκρουστούν για δεύτερη φορά.
Θεωρούμε θετική τη φορά της απομάκρυνσης προς το Γ. Τριβές στην άρθρωση και στο υποστήριγμα δεν υπάρχουν. Δίνεται: επιτάχυνση βαρύτητας $g = 10m/s^2$.

(ΕΗ 2011)

15 Λείο κεκλιμένο επίπεδο έχει γωνία κλίσης $φ=30^0$. Στα σημεία Α και Β στερεώνουμε τα άκρα δύο ιδανικών ελατηρίων με σταθερές k_1=60 N/m και k_2=140N/m αντίστοιχα. Στα ελεύθερα άκρα των ελατηρίων, δένουμε σώμα $Σ_1$, μάζας m_1=2 kg και το κρατάμε στη θέση όπου τα ελατήρια έχουν το φυσικό τους μήκος (όπως φαίνεται στο σχήμα).



Τη χρονική στιγμή t_0=0 αφήνουμε το σώμα $Σ_1$ ελεύθερο.
Δ1. Να αποδείξετε ότι το σώμα $Σ_1$ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.
Δ2. Να γράψετε τη σχέση που δίνει την απομάκρυνση του σώματος $Σ_1$ από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με το χρόνο. Να θεωρήσετε θετική φορά τη φορά από το Α προς το Β.
Κάποια χρονική στιγμή που το σώμα $Σ_1$ βρίσκεται στην αρχική του θέση, τοποθετούμε πάνω του (χωρίς αρχική ταχύτητα) ένα άλλο σώμα $Σ_2$ μικρών διαστάσεων μάζας m_2=6 kg. Το σώμα $Σ_2$ δεν

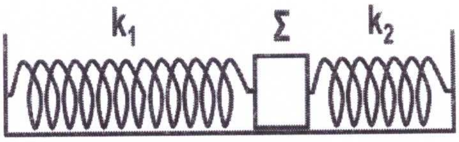
ολισθαίνει πάνω στο σώμα $Σ_1$ λόγω της τριβής που δέχεται από αυτό. Το σύστημα των δύο σωμάτων κάνει απλή αρμονική ταλάντωση.

Δ3. Να βρείτε τη σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης του σώματος $Σ_2$

Δ4. Να βρείτε τον ελάχιστο συντελεστή οριακής στατικής τριβής που πρέπει να υπάρχει μεταξύ των σωμάτων $Σ_1$ και $Σ_2$, ώστε το $Σ_2$ να μην ολισθαίνει σε σχέση με το $Σ_1$.

Δίνεται $g=10m/s^2$: (Η 2012)

16. Στα δύο άκρα λείου επιπέδου στερεώνουμε τα άκρα δύο ιδανικών ελατηρίων με σταθερές $k_1=60N/m$ και $k_2=140N/m$, αντίστοιχα. Στα ελεύθερα άκρα των ελατηρίων, δένουμε ένα σώμα Σ μάζας $m = 2$ kg ώστε τα ελατήρια να έχουν το φυσικό τους μήκος (όπως φαίνεται στο σχήμα). Εκτρέπουμε το σώμα Σ κατά $A = 0,2$ m προς τα δεξιά και τη χρονική στιγμή $t_o=0$ αφήνουμε το σώμα ελεύθερο.



Δ1. Να αποδείξετε ότι το σώμα Σ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

Δ2. Να γράψετε τη σχέση που δίνει την απομάκρυνση του σώματος Σ από τη θέση ισορροπίας σε συνάρτηση με το χρόνο. Να θεωρήσετε θετική την φορά προς τα δεξιά.

Δ3. Να εκφράσετε το λόγο της δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσης προς τη μέγιστη κινητική ενέργεια σε συνάρτηση με την απομάκρυνση x.

Δ4. Τη στιγμή που το ελατήριο βρίσκεται στη θέση $x = +2A$ αφαιρείται ακαριαία το ελατήριο k_2. Να υπολογίσετε το πλάτος της νέας ταλάντωσης.

(ΕΗ 2012)