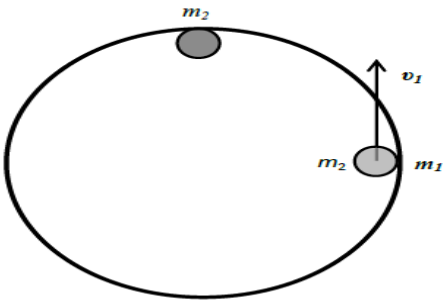
1.15955

ΘΕΜΑ Δ

Δύο σφαιρίδια Σ_1 και Σ_2 με μάζες $m_1 = 4$ kg και $m_2 = 6$ kg αντίστοιχα μπορούν να κινούνται στο εσωτερικό κυκλικού δακτυλίου ακτίνας $R = 2$ m που είναι ακλόνητα στερεωμένος σε λείο οριζόντιο τραπέζι (κάτοψη του οποίου εικονίζεται στο σχήμα). Οι τριβές μεταξύ των σφαιριδίων και του κυκλικού δακτυλίου θεωρούνται αμελητέες, όπως και οι διαστάσεις τους. Αρχικά το σφαιρίδιο Σ_2 είναι ακίνητο, ενώ το Σ_1 εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με φορά αντίθετη εκείνης των δεικτών του ρολογιού με ταχύτητα, μέτρου $\upsilon_1 = 5$ m/s. Αν τα σφαιρίδια Σ_1 και Σ_2 συγκρουστούν πλαστικά, να υπολογίσετε :



Δ1) Το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος μετά την κρούση καθώς και την περίοδο της κίνησης του.

Μονάδες 6

Δ2) Την απώλεια της μηχανικής ενέργειας κατά την διάρκεια της πλαστικής κρούσης.

Μονάδες 5

Δ3) Σε κάποια άλλη περίπτωση, αλλάζοντας το υλικό των σφαιριδίων, αλλά διατηρώντας τις μάζες τους, τα σφαιρίδια συγκρούονται χωρίς να δημιουργηθεί συσσωμάτωμα. Αν η ταχύτητα της σφαίρας m_2 αμέσως μετά την κρούση είναι 4 m/s, να υπολογίσετε την ταχύτητα της σφαίρας m_1 αμέσως μετά την κρούση. Να ελέγξετε αν στην κρούση αυτή διατηρείται η μηχανική ενέργεια του συστήματος των δύο σφαιρών.

Μονάδες 8

Δ4) Ποιο είναι το μήκος του τόξου που διανύει το κάθε ένα από τα δύο σώματα μέχρι την επόμενη σύγκρουσή τους;

Μονάδες 6

2. 15961

ΘΕΜΑ Δ

Μια βόμβα μάζας $m = 3$ kg βρίσκεται στιγμιαία ακίνητη σε ύψος $H = 500$ m από την επιφάνεια της Γης. Τη στιγμή εκείνη εκρήγνυται σε δύο κομμάτια. Το πρώτο κομμάτι έχει μάζα $m_1 = 2$ kg και εκτοξεύεται οριζόντια με αρχική ταχύτητα $\upsilon_1 = 40$ m/s.

Δ1) Να υπολογίσετε με πόση ταχύτητα εκτοξεύεται το δεύτερο κομμάτι.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε την ταχύτητα, σε μέτρο και κατεύθυνση, του δεύτερου κομματιού, 6 s μετά από την έκρηξη.

Μονάδες 6

Δ3) Ποια χρονική στιγμή φτάνει το κάθε κομμάτι στο έδαφος; Σχολιάστε το αποτέλεσμα.

Μονάδες 6+2

Δ4) Εάν το πρώτο κομμάτι φτάνει στο έδαφος στο σημείο Α και το άλλο στο σημείο Β να υπολογίσετε την απόσταση ΑΒ.

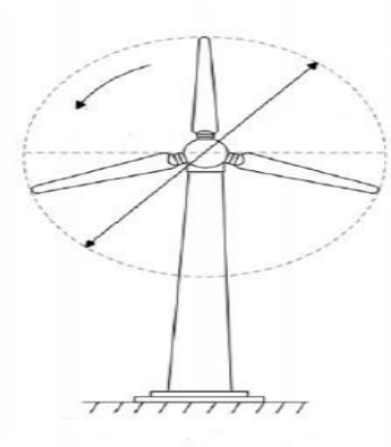
Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10$ m/s^2. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

3.15965

ΘΕΜΑ Δ

Ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα περιστροφής έχει τα εξής χαρακτηριστικά: Ύψος πύργου $H = 18$ m (δηλαδή απόσταση από το έδαφος μέχρι το κέντρο της κυκλικής τροχιάς), ακτίνα έλικας $R = 2$ m, ενώ πραγματοποιεί 60 περιστροφές ανά λεπτό.



Δ1) Να υπολογίσετε τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της έλικας.

Μονάδες 5

Στην άκρη της έλικας έχει κολλήσει ένα (σημειακό) κομμάτι λάσπης.

Δ2) Να υπολογίσετε τη γραμμική ταχύτητα και την κεντρομόλο επιτάχυνση του κομματιού της λάσπης.

Μονάδες 8

Τη στιγμή που η λάσπη περνάει από το ανώτερο σημείο της τροχιάς της ξεκολλάει κι εγκαταλείπει την έλικα.

Δ3) Τι είδους κίνηση θα εκτελέσει;

Μονάδες 3

Δ4) Μετά από πόσο χρόνο θα φτάσει στο έδαφος και με τι ταχύτητα;

Μονάδες 9

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10$ m/s^2. Θεωρήστε $\pi^2 \approx 10$. Επίσης θεωρήστε αμελητέα την αντίσταση του αέρα.

4.15967

ΘΕΜΑ Δ

Τη χρονική στιγμή $t_o = 0$ σώμα μάζας $m_1 = 0{,}4$ kg βάλλεται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου $\upsilon_1 = 30$ m/s από ύψος 160 m από το έδαφος. Ταυτόχρονα από το έδαφος βάλλεται κατακόρυφα προς τα επάνω ένα δεύτερο σώμα μάζας $m_2 = 0{,}1$ kg με ταχύτητα μέτρου $\upsilon_2 = 40$ m/s. Όταν το m_2 φτάσει στο μέγιστο ύψος της τροχιάς του, τα δύο σώματα συγκρούονται πλαστικά. Να υπολογίσετε:

Δ1) Το μέγιστο ύψος που φτάνει το m_2 και τη χρονική στιγμή t_1 της κρούσης.

Μονάδες 6

Δ2) Την ταχύτητα του σώματος m_1 (σε μέτρο και κατεύθυνση, υπολογίζοντας τη γωνία που σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας του σώματος m_1 με τον οριζόντιο άξονα) τη χρονική στιγμή t_1.

Μονάδες 6

Δ3) Να αποδείξετε ότι τη χρονική στιγμή που το σώμα μάζας m_2 φτάνει στο μέγιστο ύψος του, το σώμα m_1 βρίσκεται επίσης στο ίδιο ύψος.

Μονάδες 6

Δ4) Την ταχύτητα του συσσωματώματος (σε μέτρο και κατεύθυνση, υπολογίζοντας τη γωνία που σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας του συσσωματώματος με τον οριζόντιο άξονα) αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης g = 10 m/s^2. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

5.15969

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα μάζας $m_1 = 2$ kg αφήνεται από κάποιο ύψος και μετά από 3 s χτυπάει με ταχύτητα μέτρου υ_1 στο έδαφος. Το σώμα αναπηδά με ταχύτητα μέτρου $\upsilon_2 = 20$ m/s. Καθώς ανεβαίνει και σε ύψος 15 m από το έδαφος, συγκρούεται πλαστικά με άλλο σώμα μάζας $m_2 = 3$ kg που συγκρατείται ακίνητο στο ύψος αυτό, και τη στιγμή της κρούσης απελευθερώνεται. Να υπολογίσετε:

Δ1) την ταχύτητα υ_1 καθώς και το αρχικό ύψος από το οποίο αφέθηκε το σώμα m_1,

Μονάδες 6

Δ2) τη μέση συνισταμένη δύναμη που δέχτηκε το σώμα μάζας m_1 κατά την κρούση του με το έδαφος, εάν ο χρόνος επαφής με αυτό ήταν 0,1 s,

Μονάδες 6

Δ3) την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση,

Μονάδες 7

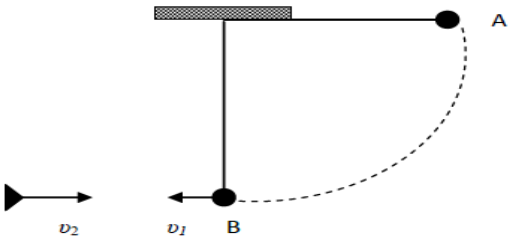
Δ4) το μέγιστο ύψος από το έδαφος που θα φθάσει το συσσωμάτωμα,

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης $g = 10$ m/s^2. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

6.15971

ΘΕΜΑ Δ



Σώμα μάζας $m_1 = 2$ kg είναι δεμένο στο άκρο νήματος μήκους $l = 1{,}25$ m. Το σώμα αφήνεται από το σημείο Α, με το νήμα οριζόντιο, και διαγράφει το τεταρτοκύκλιο που φαίνεται στο σχήμα. Διερχόμενο από το κατώτερο σημείο της τροχιάς του Β, όπου η ταχύτητά του έχει μέτρο υ_1, συγκρούεται πλαστικά με σώμα μάζας $m_2 = 3$ kg που κινείται με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_2$ αντίθετης κατεύθυνσης από την $\vec{\upsilon}_1$. Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται κινείται με ταχύτητα μέτρου $V = 4$ m/s, με κατεύθυνση ίδια με την κατεύθυνση της ταχύτητας $\vec{\upsilon}_2$. Να υπολογίσετε:

Δ1) Το μέτρο της ταχύτητας υ_1.

Μονάδες 6

Δ2) Την τάση του νήματος καθώς το σώμα m_1 διέρχεται από το σημείο Β.

Μονάδες 7

Δ3) Το μέτρο της ταχύτητας υ_2.

Μονάδες 6

Δ4) Την αύξηση της θερμικής ενέργειας κατά την κρούση.

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης g = 10 m/s^2. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

7.15974

ΘΕΜΑ Δ

Ένας ξύλινος στόχος μάζας $M = 5\ \text{kg}$ βρίσκεται ακίνητος σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Βλήμα μάζας $m = 0{,}1\ \text{kg}$ λίγο πριν την κρούση με το στόχο, έχει οριζόντια προς τα δεξιά ταχύτητα με μέτρο $200\ \text{m/s}$. Το βλήμα διαπερνά το στόχο και εξέρχεται από αυτόν με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $100\ \text{m/s}$, ομόρροπη της αρχικής του ταχύτητας.

Δ1) Να βρεθεί η ταχύτητα την οποία αποκτά ο στόχος αμέσως μετά τη σύγκρουση.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρεθεί το ποσό της κινητικής ενέργειας που μετατράπηκε σε θερμότητα εξ αιτίας της συγκρούσεως.

Μονάδες 6

Υποθέτουμε ότι οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ του στόχου και του βλήματος, όταν το βλήμα διαπερνά το στόχο, είναι χρονικά σταθερές.

Δ3) Αν ο χρόνος που χρειάστηκε το βλήμα να διαπεράσει το στόχο είναι $\Delta t = 0{,}01\ \text{s}$, να βρείτε το μέτρο της δύναμης που ασκείται από το βλήμα στο στόχο.

Μονάδες 6

Δ4) Ο στόχος βρίσκεται στην άκρη ενός τραπεζιού, οπότε μετά την κρούση εκτελεί οριζόντια βολή. Όταν ο στόχος πέφτει στο δάπεδο, τότε το μέτρο της ταχύτητάς του είναι διπλάσιο από το μέτρο της ταχύτητας που έχει αμέσως μετά τη σύγκρουσή του με το βλήμα. Να βρεθεί το ύψος του τραπεζιού.

Μονάδες 7

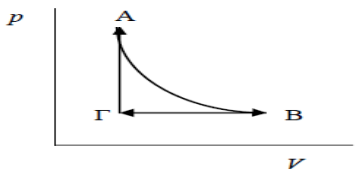
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης $g = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

8.15978

ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές: Α→Β ισόθερμη εκτόνωση, Β→Γ ισοβαρής συμπίεση και Γ→Α ισόχωρη θέρμανση.

Δίνονται για τις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας Α και Β: $p_A = 4 \cdot 10^5\ \text{N/m}^2$, $V_A = 2 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3$, $V_B = 4 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3$.



Δ1) Να βρείτε το έργο που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος για κάθε μία από τις παραπάνω αντιστρεπτές μεταβολές.

Μονάδες 6

Δ2) Για κάθε μία μεταβολή να βρείτε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου και το ποσό θερμότητας που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος.

Μονάδες 9

Δ3) Εάν μια μηχανή λειτουργεί με το ιδανικό αέριο που εκτελεί τον παραπάνω κύκλο, να βρείτε την απόδοση αυτής της μηχανής.

Μονάδες 5

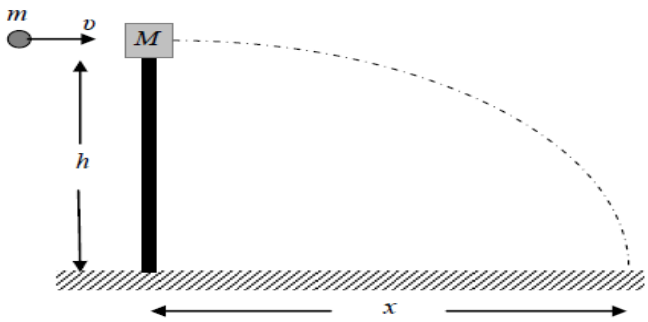
Δ4) Να βρεθεί η απόδοση μιας ιδανικής μηχανής Carnot η οποία λειτουργεί μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών.

Μονάδες 5

Δίνονται: Για το ιδανικό αέριο η γραμμοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = \frac{3}{2}R$ και $\ln 2 = 0{,}7$.

9.15985

ΘΕΜΑ Δ



Ο καθηγητής της φυσικής μιας σχολής αξιωματικών του στρατού θέτει ένα πρόβλημα σχετικά με το πώς οι φοιτητές, αξιοποιώντας τις γνώσεις τους από το μάθημα, θα μπορούσαν να υπολογίσουν την ταχύτητα υ του βλήματος ενός πιστολιού. Ο καθηγητής υποδεικνύει στους φοιτητές την παρακάτω διαδικασία: Το βλήμα μάζας m εκτοξεύεται οριζόντια και σφηνώνεται σε ένα κομμάτι ξύλου, μάζας M, που ισορροπεί ελεύθερο στην κορυφή ενός στύλου ύψους h. Οι μάζες m και M μετρώνται με ζύγιση και το ύψος h μετράται με μετροταινία. Το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση εκτελεί οριζόντια βολή και χτυπάει στο έδαφος σε οριζόντια απόσταση x από τη βάση του στύλου, αφήνοντας ένα σημάδι στο χώμα ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση αυτής της απόστασης x. Οι φοιτητές έκαναν τη διαδικασία και τις μετρήσεις που τους υπέδειξε ο καθηγητής τους και βρήκαν τις τιμές $m = 0{,}1$ kg, $M = 1{,}9$ kg, $h = 5$ m και $x = 10$ m. Λαμβάνοντας υπόψη τις προηγούμενες τιμές των μεγεθών που μετρήθηκαν από τους φοιτητές, και θεωρώντας την αντίσταση του αέρα αμελητέα,να υπολογίσετε:

Δ1) Το χρονικό διάστημα που πέρασε από την στιγμή της κρούσης μέχρι το συσσωμάτωμα να αγγίξει το έδαφος.

Μονάδες 6

Δ2) Το μέτρο της οριζόντιας ταχύτητας V την οποία απέκτησε το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ3) Το μέτρο της ταχύτητας υ του βλήματος πριν σφηνωθεί στο ξύλο.

Μονάδες 6

Δ4) Την απώλεια της μηχανικής ενέργειας του συστήματος βλήμα-ξύλο κατά την κρούση.

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γής $g = 10\text{m/s}^2$.

10.15986

ΘΕΜΑ Δ

Μία οβίδα μάζας 3 kg εκτοξεύεται από το σημείο Α του οριζόντιου εδάφους κατακόρυφα προς τα πάνω. Όταν φθάνει στο ανώτερο σημείο Ο της τροχιάς της, δηλαδή έχει στιγμιαία ταχύτητα μηδέν, σπάει ακαριαία, λόγω εσωτερικής έκρηξης, σε δύο κομμάτια με μάζες $m_1 = 1$ kg και $m_2 = 2$ kg. Το σημείο Ο βρίσκεται σε ύψος 20 m από το έδαφος. Το κομμάτι μάζας m_1 αποκτά αμέσως μετά την έκρηξη οριζόντια ταχύτητα μέτρου 10m/s με φορά προς τα δεξιά ενός παρατηρητή. Τα κομμάτια m_1 και m_2 κινούνται και πέφτουν στο έδαφος στα σημεία Κ και Λ αντιστοίχως. Να υπολογίσετε:

Δ1) Το μέτρο και την κατεύθυνση της ταχύτητας που αποκτά το κομμάτι μάζας m_2 αμέσως μετά την έκρηξη.

Μονάδες 7

Δ2) Το χρονικό διάστημα που κινείται κάθε κομμάτι από τη στιγμή της έκρηξης μέχρι να αγγίξει το έδαφος.

Μονάδες 6

Δ3) Την απόσταση ΚΛ.

Μονάδες 7

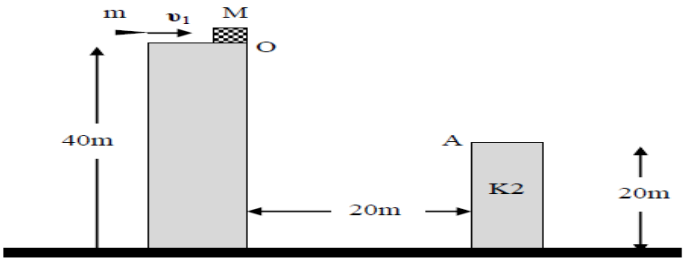
Δ4) Το μέτρο της ταχύτητας του κομματιού μάζας m_1 ακριβώς πριν ακουμπήσει στο σημείο Κ του εδάφους.

Μονάδες 5

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γής $g = 10\text{m/s}^2$, και ότι η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

11.15989

ΘΕΜΑ Δ



Ένας ξύλινος κύβος μάζας $M = 1$ kg ισορροπεί στην άκρη της ταράτσας στο σημείο Ο ενός κτηρίου Κ1 ύψους 40 m. Κάποια στιγμή, που τη θεωρούμε ως αρχή μέτρησης του χρόνου $t = 0$, ένα βλήμα μάζας $m = 0{,}1$ kg, το οποίο κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $\upsilon_1 = 200$ m/s, διαπερνά ακαριαία τον κύβο και εξέρχεται από αυτόν με οριζόντια ταχύτητα μέτρου υ_2, ενώ ο κύβος αποκτά οριζόντια ταχύτητα μέτρου V. Ο κύβος εκτελεί στη συνέχεια οριζόντια βολή και καθώς κινείται συναντά ένα κτήριο Κ2 ύψους 20m, οπότε προσκρούει στο σημείο Α της ταράτσας, που είναι το πλησιέστερο σημείο της στο κτήριο Κ1. Τα κτήρια απέχουν 20m, όπως φαίνεται στο σχήμα. Να υπολογιστούν:

Δ1) η χρονική στιγμή της πρόσκρουσης του κύβου στο σημείο Α,

Μονάδες 6

Δ2) το μέτρο V της ταχύτητας του κύβου αμέσως μετά τη διέλευση του βλήματος,

Μονάδες 6

Δ3) το μέτρο της ταχύτητας του κύβου πριν ακριβώς προσκρούσει στο σημείο Α,

Μονάδες 6

Δ4) η απώλεια της μηχανικής ενέργειας του συστήματος βλήμα-κύβος κατά τη διέλευση του βλήματος από τον κύβο.

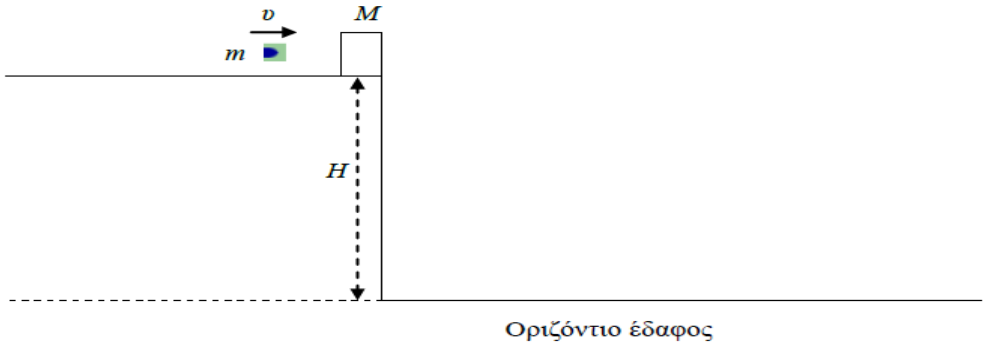
Μονάδες 7

Δίνονται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10\text{m/s}^2$ και ότι η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

12.15992

ΘΕΜΑ Δ

Ένα ξύλινο κιβώτιο μάζας $M = 20$ kg βρίσκεται ακίνητο στην άκρη της ταράτσας ενός ουρανοξύστη η οποία βρίσκεται σε ύψος $H = 80$ m πάνω από το οριζόντιο έδαφος, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ένα βλήμα μάζας $m = 500$ g, που κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 200\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$, συγκρούεται με το ακίνητο κιβώτιο, το διαπερνά και εξέρχεται απ' αυτό με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_1$ που έχει μέτρο υποδιπλάσιο της ταχύτητας $\vec{\upsilon}$. Αμέσως μετά τη κρούση και τα δύο σώματα (ξύλινο κιβώτιο και βλήμα), εκτελούν οριζόντια βολή.



Δ1) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του κιβωτίου αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που απελευθερώθηκε στο περιβάλλον λόγω της κρούσης του βλήματος με το κιβώτιο.

Μονάδες 6

Δ3) Αν υποθέσετε ότι η χρονική διάρκεια της κίνησης του βλήματος μέσα στο κιβώτιο είναι $\Delta t = 0{,}1$ s, να υπολογίσετε τη μέση δύναμη $\bar{F}$, που δέχθηκε το βλήμα από το κιβώτιο.

Μονάδες 7

Το κιβώτιο αλλά και το βλήμα μετά την οριζόντια βολή που εκτελούν, πέφτουν στο έδαφος στα σημεία Α και Β αντίστοιχα.

Δ4) Να υπολογίσετε την απόσταση ΑΒ.

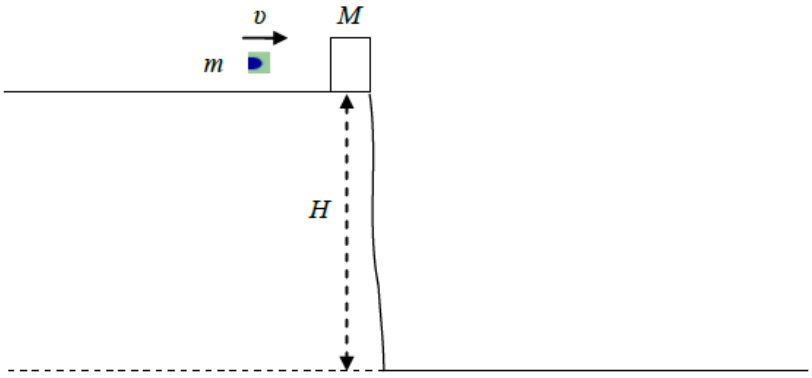
Μονάδες 6

Δίνονται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ και ότι κατά τις κινήσεις των σωμάτων θεωρούμε μηδενική την αντίσταση του αέρα.

13.15995

ΘΕΜΑ Δ

Ένα ξύλινο κιβώτιο μάζας $M = 1{,}95$ kg βρίσκεται ακίνητο στην άκρη κατακόρυφης χαράδρας η οποία βρίσκεται σε ύψος $H = 45$ m, πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Βλήμα μάζας $m = 50$ g, που κινείται με οριζόντια ταχύτητα $\upsilon = 100\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$, συγκρούεται με το ακίνητο κιβώτιο και σφηνώνεται σ' αυτό. Στη συνέχεια, το συσσωμάτωμα κιβώτιο-βλήμα που δημιουργείται, εκτελεί οριζόντια βολή με την ταχύτητα που απέκτησε και πέφτει προς την θάλασσα αμέσως μετά την κρούση. Να υπολογίσετε:



Δ1) Την ταχύτητα V_{Σ} του συσσωματώματος κιβώτιο-βλήμα αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ2) Την απώλεια της κινητικής ενέργειας του συστήματος κιβώτιο-βλήμα λόγω της κρούσης.

Μονάδες 7

Δ3) Το χρόνο που διαρκεί η κάθοδος του συσσωματώματος, μέχρι αυτό να φτάσει στην επιφάνεια της θάλασσας.

Μονάδες 6

Δ4) Την μέγιστη οριζόντια απόσταση s, που θα διανύσει το συσσωμάτωμα (βεληνεκές), φτάνοντας στην επιφάνεια της θάλασσας.

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γής $g = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ και ότι κατά την κίνηση του συσσωματώματος κιβώτιο-βλήμα θεωρούμε την αντίσταση από τον αέρα μηδενική.

14.15997

ΘΕΜΑ Δ

Η ταράτσα ενός κτιρίου βρίσκεται σε ύψος $H = 20$ m από το έδαφος. Ένα κουτί Α μάζας $m_1 = 3$ kg είναι δεμένο σε σχοινί μήκους L και κάνει ομαλή κυκλική κίνηση κινούμενο πάνω στην επιφάνεια της ταράτσας (βλ. σχήμα 1). Το κουτί κινείται με ταχύτητα $\upsilon = 20$ m/s και κάνει μία πλήρη περιστροφή σε χρόνο $0{,}2 \cdot \pi$ s. Στην κατάλληλη θέση το σχοινί κόβεται ώστε το κουτί Α αφού ολισθήσει να συγκρουστεί πλαστικά με ένα άλλο κουτί Β μάζας $m_2 = 1$ kg που βρίσκεται στην άκρη της ταράτσας. Αμέσως μετά την σύγκρουση το συσσωμάτωμα εγκαταλείπει την ταράτσα με οριζόντια ταχύτητα μέτρου υ_0.

Δ1) Να υπολογίσετε το μήκος του σχοινιού που είναι δεμένο το κουτί Α.

Μονάδες 4

Δ2) Να υπολογίσετε την ταχύτητα υ_0 με την οποία το συσσωμάτωμα εγκαταλείπει την ταράτσα καθώς και πόσο μακριά από το κτίριο το συσσωμάτωμα χτυπά το έδαφος .

Μονάδες 8

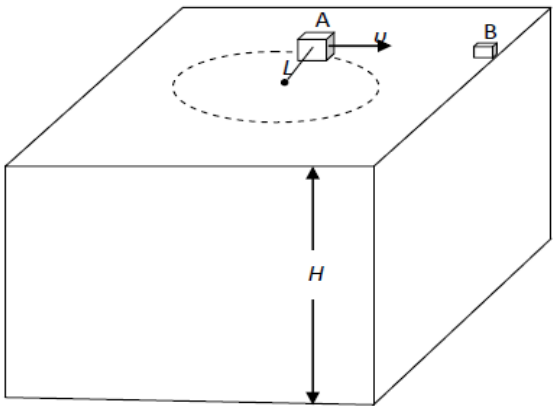
Δ3) Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία το συσσωμάτωμα χτυπά το έδαφος (μέτρο και κατεύθυνση).

Μονάδες 6

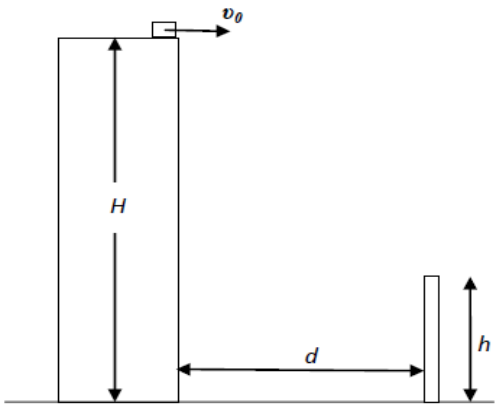
Δ4) Έστω ότι σε απόσταση $d = 15$ m από την βάση του κτιρίου βρίσκεται στύλος ύψους $h = 6$ m (Σχήμα 2). Ο στύλος βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την τροχιά του συσσωματώματος. Να αιτιολογήσετε αν το συσσωμάτωμα θα χτυπήσει στο στύλο ή αν θα περάσει πάνω από αυτόν.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε την αντίσταση του αέρα αμελητέα και να αγνοήσετε την τριβή για όλη την κίνηση του κουτιού Α πάνω στην ταράτσα. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης g=10 m/s^2.



Σχήμα 1.

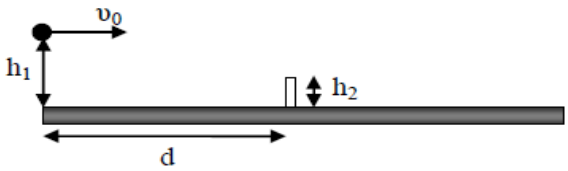


Σχήμα 2.

15.16001

ΘΕΜΑ Δ

Το 2014 η τεννίστρια Sabine Lisicki έκανε ένα σερβίς στο οποίο η μπάλα έφυγε από την ρακέτα με ταχύτητα υ_0 = 58 m/s. Η ταχύτητα αυτή είναι η μεγαλύτερη καταγεγραμμένη ταχύτητα για τις γυναίκες τενίστριες.Το μπαλάκι του τένις ζυγίζει 60 g και ο χρόνος επαφής του με την ρακέτα ήταν 5 ms.



Θεωρούμε ότι πριν χτυπήσει η ρακέτα το μπαλάκι του τένις είχε στιγμιαία ταχύτητα μηδέν και ότι η τελική του ταχύτητα ήταν οριζόντια. Να υπολογίσετε:

Δ1) τη μεταβολή της ορμής στο μπαλάκι,

Μονάδες5

Δ2) τη μέση δύναμη που δέχτηκε το μπαλάκι από την ρακέτα,

Μονάδες6

Δ3) την εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζει η ταχύτητα της μπάλας με την κατακόρυφο όταν η μπάλα χτυπάει στο έδαφος,

Μονάδες7

Όταν η τενίστρια χτύπησε το μπαλάκι απείχε από το δίχτυ απόσταση d= 17,4 m και το ύψος από το οποίο ξεκίνησε την κίνησή του το μπαλάκι ήταν h_1= 2 m. Το δίχτυ έχει ύψος h_2= 1 m.

Δ4) Να υπολογίσετε σε πόσο ύψος πάνω από το δίχτυ πέρασε το μπαλάκι.

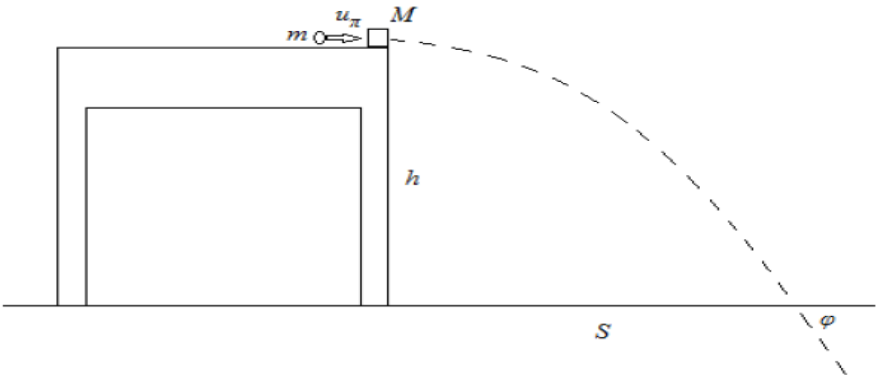
Μονάδες7

Για τους υπολογισμούς να θεωρήσετε ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης είναι g= 10 m/s^2 και $\sqrt{10} = \pi$.

16.16010

ΘΕΜΑ Δ

Ένας μικρός ξύλινος κύβος μάζας $M = 30$ g ηρεμεί αρχικά στο άκρο Α του πάγκου του σχολικού εργαστηρίου, που έχει ύψος $h = 0{,}8$ m από το οριζόντιο δάπεδο. Εκτοξεύουμε ένα κομμάτι πλαστελίνης μάζας $m = 10$ g ώστε να συγκρουστεί με οριζόντια ταχύτητα u_π με τον ξύλινο κύβο. Η κρούση είναι πλαστική και αμέσως μετά το συσσωμάτωμα εκτελεί οριζόντια βολή. Το συσσωμάτωμα έπεσε στο πάτωμα σε οριζόντια απόσταση $S = 0{,}8$ m από το σημείο βολής.



Δ1) Να υπολογίσετε την οριζόντια ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ2) Ποια η ταχύτητα u_π με την οποία συγκρούστηκε η πλαστελίνη με το ξύλινο σώμα;

Μονάδες 5

Δ3) Να υπολογίσετε την απώλεια κινητικής ενέργειας για το σύστημα πλαστελίνη-ξύλινος κύβος λόγω της κρούσης.

Μονάδες 6

Δ4) Ένας συμμαθητής σας ισχυρίζεται, πως «είδε» ότι το συσσωμάτωμα έπεσε υπό γωνία $\varphi = 45^\circ$ ως προς το πάτωμα. Όμως είναι πολύ δύσκολο να μετρηθεί άμεσα η γωνία αυτή για να ελεγχθεί ο ισχυρισμός του. Με τα δεδομένα που έχετε, να αναπτύξτε κάποια άλλη μέθοδο για να ελέγξετε τον παραπάνω ισχυρισμό. Ποιο από τα επόμενα συμπεράσματα είναι αυτό στο οποίο καταλήγετε;

α. $\varphi = 45^\circ$, β. $\varphi < 45^\circ$, γ. $\varphi > 45^\circ$

Μονάδες 8

Να θεωρήσετε αμελητέες οποιεσδήποτε αντιστάσεις ή τριβές και ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει τιμή $g = 10$ m/s^2. Επιπλέον δίνεται ότι $\varepsilon\varphi 45^0 = 1$

17.16015

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα μάζας m_1 = 4 kg κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου υ_1 = 2,5 m/s σε λείο οριζόντιο δάπεδο που βρίσκεται σε ύψος H πάνω από το έδαφος. Το σώμα συγκρούεται πλαστικά με ακίνητο σώμα που βρίσκεται στην ίδια ευθεία, μάζας m_2 = 6 kg. Η χρονική διάρκεια της κρούσης θεωρείται αμελητέα. Αμέσως μετά την κρούση, το συσσωμάτωμα εγκαταλείπει το οριζόντιο δάπεδο και προσκρούει στο έδαφος σε οριζόντια απόσταση s = 0,4 m από το σημείο που το εγκατέλειψε.

Δ1) Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του συσσωματώματος.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρεθεί το ύψος H.

Μονάδες 6

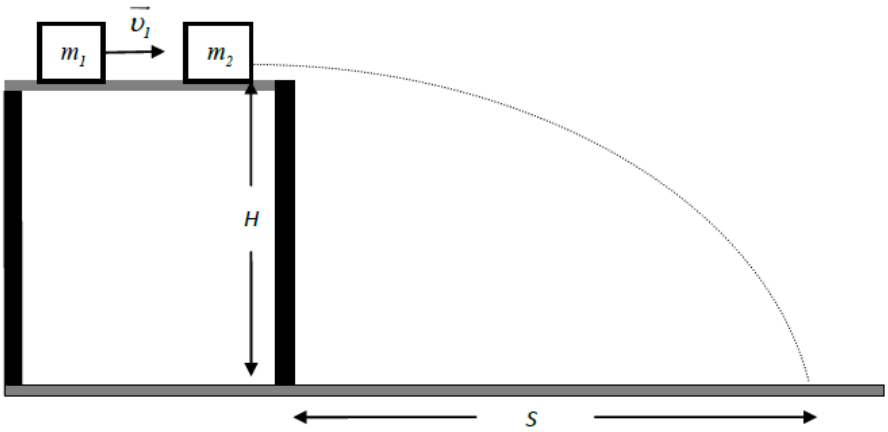
Δ3) Να βρεθεί ο ρυθμός με τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή του συσσωματώματος κατά τη διάρκεια της πτώσης του.

Μονάδες 5

Δ4) Να βρεθεί η ταχύτητα που έπρεπε να έχει το σώμα m_1 ώστε το συσσωμάτωμα να φτάσει στο έδαφος, έχοντας ταχύτητα μέτρου υ = 5 m/s.

Μονάδες 8

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει τιμή g = 10 m/s^2.



18.16018

ΘΕΜΑ Δ

Ένας σκοπευτής έχει την κάνη του όπλου του οριζόντια και σημαδεύει στο κέντρο ενός μεγάλου στόχου που βρίσκεται σε απόσταση $S = 200$ m από την έξοδο της κάνης. Η σφαίρα κτυπά το στόχο σε απόσταση $y = 1{,}25$ m πιο κάτω από το κέντρο του . Η μάζα του όπλου είναι $M = 4$ kg (χωρίς τη σφαίρα) και η μάζα της σφαίρας $m = 0{,}005$ kg. Να υπολογιστούν:

Δ1) το μέτρο της ταχύτητας της σφαίρας τη στιγμή που φεύγει από την κάνη του όπλου,

Μονάδες 6

Δ2) η ενέργεια που εκλύεται κατά την εκπυρσοκρότηση αν θεωρηθεί ότι όλη η εκλυόμενη ενέργεια εμφανίζεται με τη μορφή κινητικής ενέργειας του συστήματος όπλο-σφαίρα μετά την κρούση,

Μονάδες7

Δ3) η μέση τιμή της δύναμης που επιταχύνει τη σφαίρα όσο αυτή βρίσκεται μέσα στην κάνη του όπλου, αν το χρονικό διάστημα μεταξύ της εκπυρσοκρότησης και της εξόδου της από την κάνη είναι $\Delta t = 0{,}004$ s.

Μονάδες6

Δ4) το μέτρο της μεταβολής της ορμής της σφαίρας από τη στιγμή που εγκαταλείπει την κάνη μέχρι τη στιγμή που κτυπά το στόχο.

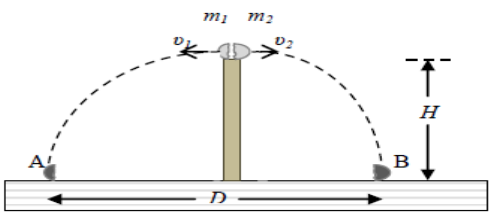
Μονάδες 6

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει τιμή $g = 10$ m/s^2.

19.16084

ΘΕΜΑ Δ

Μικρή σφαίρα μάζας $m = 300$ g είναι τοποθετημένη πάνω σε κατακόρυφο στύλο μεγάλου ύψους H στις εγκαταστάσεις μιας κεραίας τηλεπικοινωνιών. Ξαφνικά μια έκρηξη χωρίζει τη σφαίρα σε δύο κομμάτια που φεύγουν σε οριζόντια διεύθυνση αμέσως μετά την έκρηξη. Οι μάζες των δύο κομματιών είναι m_1 και m_2, για τις οποίες ισχύει $m_2 = 2m_1$.



Τα δύο κομμάτια m_1, m_2, εκτελούν οριζόντιες βολές και πέφτουν στο οριζόντιο δάπεδο που βρίσκεται στη βάση του στύλου, μετά από χρόνο 3 s από τη στιγμή της έκρηξης, στα σημεία Α και Β αντίστοιχα, που απέχουν μεταξύ τους $D = 180$ m, όπως φαίνεται και στο σχήμα. Να υπολογίσετε:

Δ1) Το ύψος του στύλου.

Μονάδες 4

Δ2) Τα μέτρα των ταχυτήτων που έχουν τα δύο κομμάτια, αμέσως μετά την έκρηξη.

Μονάδες 9

Δ3) Την απόσταση μεταξύ των δύο κομματιών μετά από 2 s από τη στιγμή της έκρηξης.

Μονάδες 6

Δ4) Την ενέργεια που ελευθερώθηκε λόγω της έκρηξης.

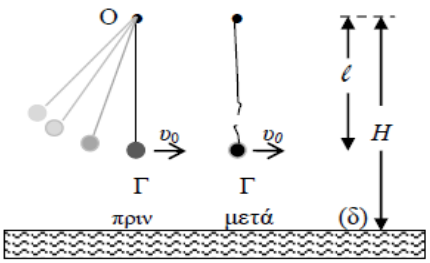
Μονάδες 6

Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας $g = 10$ m/s^2 και ότι οι αντιστάσεις από τον αέρα αγνοούνται.

20.16086

ΘΕΜΑ Δ

Μικρή σφαίρα μάζας 200 g κρέμεται δεμένη στο κάτω άκρο μη ελαστικού νήματος, μήκους ℓ. Το πάνω άκρο το νήματος είναι δεμένο σε ακλόνητο σημείο Ο, το οποίο απέχει από οριζόντιο δάπεδο (δ), ύψος H = 1,25 m. Θέτουμε το σύστημα σε αιώρηση με τέτοιο τρόπο ώστε τελικά το σώμα να κινείται σε κατακόρυφο επίπεδο με το νήμα τεντωμένο.



Τη στιγμή που η σφαίρα περνάει από την κατώτερη θέση Γ της κυκλικής τροχιάς της, με το νήμα τεντωμένο και κατακόρυφο, η κεντρομόλος επιτάχυνσή της έχει μέτρο 20 m/s^2. Ακριβώς αυτή τη στιγμή το νήμα κόβεται και η σφαίρα με την ταχύτητα που είχε στη θέση Γ, πραγματοποιεί μια οριζόντια βολή μέχρι το οριζόντιο δάπεδο, όπου φτάνει μετά από χρόνο 0,3 s από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα. Να υπολογίσετε:

Δ1) Το μήκος του νήματος.

Μονάδες 6

Δ2) Την οριζόντια απόσταση από το σημείο Γ, του σημείου στο οποίο θα χτυπήσει η σφαίρα στο δάπεδο.

Μονάδες 6

Δ3) Τη βαρυτική δυναμική ενέργεια της σφαίρας ως προς το οριζόντιο δάπεδο (δ) μετά από χρόνο 0,2 s από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα.

Μονάδες 6

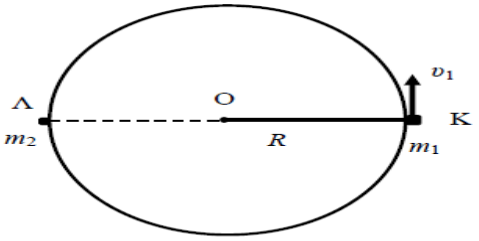
Δ4) Το μέτρο της ταχύτητας $\vec{\upsilon}$ καθώς και την εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας με το οριζόντιο δάπεδο, τη στιγμή κατά την οποία η σφαίρα χτυπάει σε αυτό.

Μονάδες 7

Η αντίσταση από τον αέρα θεωρείται αμελητέα, και το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας είναι $g = 10$ m/s^2

21.16090

ΘΕΜΑ 4



Μια ράβδος μήκους $R = 1$ m και αμελητέας μάζας βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο (κάτοψη του οποίου φαίνεται στο σχήμα) και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το σημείο Ο. Στο άλλο της άκρο είναι στερεωμένο σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 2$ kg το οποίο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με γραμμική ταχύτητα μέτρου $\upsilon_1 = 20$ m/s, ξεκινώντας τη χρονική στιγμή $t = 0$ s από το σημείο Κ. Στο σημείο Λ (αντιδιαμετρικό του Κ) βρίσκεται ακίνητο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1$ kg.

Δ1) Να σχεδιαστεί και να υπολογιστεί το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης που ασκείται στο σώμα Σ_1. Από πού ασκείται η δύναμη αυτή;

Μονάδες 6

Όταν το σώμα Σ_1 φτάνει στο σημείο Λ συγκρούεται μετωπικά με το σώμα Σ_2. Μετά την κρούση το σώμα Σ_2 αποκτά ταχύτητα ίση με $\upsilon_2 = 20$ m/s και κινείται ευθύγραμμα πάνω στο λείο επίπεδο. Να θεωρήσετε ότι η κρούση γίνεται ακαριαία.

Δ2) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος Σ_1 αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ3) Να βρεθεί ο χρόνος από τη χρονική στιγμή $t = 0$ s που το σώμα Σ_1 ξεκίνησε από το σημείο Κ μέχρι τη χρονική στιγμή που ξαναβρέθηκε στο σημείο Κ.

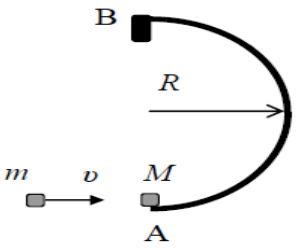
Μονάδες 6

Δ4) Να μελετήσετε αν κατά την κρούση διατηρείται η κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων Σ_1 και Σ_2.

Μονάδες 7

22.16091

ΘΕΜΑ Δ



Πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο (την κάτοψη του οποίου βλέπετε στο σχήμα) υπάρχει ακλόνητα στερεωμένο ένα σιδερένιο έλασμα, ημικυκλικού σχήματος ακτίνας $R = 20$ cm. Στο ένα άκρο του ελάσματος (σημείο Α) είναι τοποθετημένο (ακίνητο) ένα σώμα μάζας $M = 1$ kg. Ένα σώμα μάζας $m = 1$ kg κινείται με ταχύτητα $\upsilon = 20$ m/s και συγκρούεται με το σώμα M. Μετά την κρούση δημιουργείται συσσωμάτωμα που κινείται κυκλικά, λόγω του ελάσματος και χωρίς να χάνει την επαφή του με αυτό, με ταχύτητα σταθερού μέτρου.

Δ1) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 7

Δ2) Ποιο είναι το μέτρο της δυνάμεως που δέχεται το συσσωμάτωμα από το έλασμα κατά την διάρκεια της κυκλικής του κίνησης;

Μονάδες 7

Δ3) Πόσο χρόνο διαρκεί η κίνηση του συσσωματώματος από το Α στο Β;

Μονάδες 6

Δ4) Στο σημείο Β το συσσωμάτωμα προσκρούει σε ακλόνητο στήριγμα και ο χρόνος για να σταματήσει είναι $\Delta t = 0{,}1$ sec. Πόση είναι η μέση δύναμη που ασκήθηκε από το ακλόνητο στήριγμα στο συσσωμάτωμα;

Μονάδες 5

23.16092

ΘΕΜΑ Δ

Ένα βλήμα μάζας $m = 2$ kg εκτοξεύεται κατακόρυφα από το έδαφος με ταχύτητα $\upsilon_0 = 100$ m/s. Το βλήμα, 2 δευτερόλεπτα μετά την εκτόξευσή του διασπάται (λόγω έκρηξης) σε δύο ίσα κομμάτια. Το ένα από αυτά συνεχίζει να κινείται προς τα πάνω και φτάνει σε ύψος $h = 5$ m από το σημείο της έκρηξης. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

Δ1) Ποια η ταχύτητα του βλήματος ελάχιστα πριν την έκρηξη;

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογιστούν τα μέτρα των ταχυτήτων των δύο κομματιών αμέσως μετά την έκρηξη;

Μονάδες 8

Δ3) Να ελέγξετε αν κατά την έκρηξη διατηρείται η μηχανική ενέργεια του συστήματος.

Μονάδες 6

Δ4) Τα δύο θραύσματα από την έκρηξη κάποια στιγμή θα πέσουν στο έδαφος και θα ακινητοποιηθούν. Να βρείτε το ποσό της εκλυόμενης θερμότητας, συνολικά και για τα δύο θραύσματα, κατά την πρόσκρουσή τους στο έδαφος.

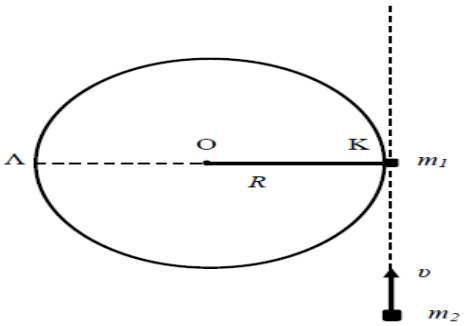
Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10$ m/s^2.

24.16094

ΘΕΜΑ 4

Ένα σώμα Σ_1, μάζας $m_1 = 2$ kg, είναι στερεωμένο στο άκρο Κ μη εκτατού και αβαρούς νήματος και βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο (κάτοψη του οποίου φαίνεται στο σχήμα). Το άλλο άκρο του νήματος, είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο Ο. Το μήκος του νήματος είναι 1 m. Ένα δεύτερο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1$ kg κινείται πάνω στο λείο επίπεδο με ταχύτητα σταθερού μέτρου $\upsilon = 40$ m/s. Η διεύθυνση της ταχύτητας είναι εφαπτόμενη στο σημείο Κ (όπως φαίνεται στο σχήμα). Όταν το σώμα Σ_2 φτάνει στο σημείο Κ συγκρούεται μετωπικά με το σώμα Σ_1. Μετά την κρούση το σώμα Σ_2 αποκτά ταχύτητα ίση με $\upsilon_2 = 8$ m/s και συνεχίζει να κινείται ευθύγραμμα στην ίδια διεύθυνση. Να θεωρήσετε ότι η κρούση γίνεται ακαριαία.



Δ1) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος Σ_1 αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ2) Να δικαιολογήσετε γιατί μετά την κρούση το σώμα Σ_1 εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση και να υπολογίσετε το χρόνο που κάνει για να φτάσει στο σημείο Λ για πρώτη φορά.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων όταν το σώμα Σ_1 έχει εκτελέσει δύο πλήρεις περιστροφές.

Μονάδες 6

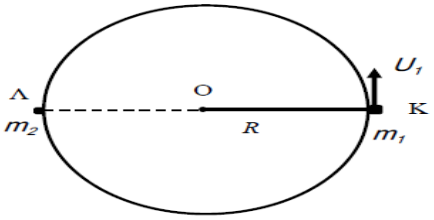
Δ4) Να μελετήσετε αν κατά την κρούση διατηρείται η κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων Σ_1 και Σ_2.

Μονάδες 7

25.16095

ΘΕΜΑ Δ

Μια ράβδος μήκους $R = 1$ m και αμελητέας μάζας βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το σημείο Ο. Στο άλλο άκρο της είναι στερεωμένο σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 2$ kg το οποίο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με γραμμική ταχύτητα μέτρου $\upsilon_1 = 20$ m/s, ξεκινώντας από το σημείο Κ. Στο σημείο Λ (αντιδιαμετρικό του Κ) βρίσκεται ακίνητο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1$ kg.



Δ1) Να σχεδιαστεί και να υπολογιστεί το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης που ασκείται στο σώμα Σ_1 από τη ράβδο.

Μονάδες 6

Όταν το σώμα Σ_1 φτάνει στο σημείο Λ συγκρούεται με το σώμα Σ_2. Μετά την κρούση το σώμα Σ_2 αποκτά ταχύτητα μέτρου $\upsilon_2 = 20$ m/s και κινείται ευθύγραμμα πάνω στο λείο επίπεδο στη διεύθυνση της εφαπτομένης του κύκλου στο σημείο Λ. Να θεωρήσετε ότι η κρούση είναι ακαριαία.

Δ2) Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας του σώματος Σ_1 αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ3) Να βρεθεί ο λόγος $\frac{T_1}{T_2}$, όπου T_1 η περίοδος της ομαλής κυκλικής κίνησης πριν την κρούση και T_2 η περίοδος της ομαλής κυκλικής κίνησης μετά την κρούση.

Μονάδες 5

Δ4) Να βρεθεί η απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων Σ_1 και Σ_2 την χρονική στιγμή που το σώμα Σ_1 μετά τη κρούση φτάνει στο σημείο Κ για πρώτη φορά.

Μονάδες 8

Θεωρήστε για διευκόλυνση των πράξεων ότι $\pi^2=10$.

26.16097

ΘΕΜΑ Δ

Δύο μοτοσυκλέτες αγώνων, με μάζες m_1 και m_2, μαζί με τους αναβάτες, κινούνται σε κυκλική πίστα ακτίνας $R = \frac{400}{\pi}$ m με ταχύτητες σταθερού μέτρου $\upsilon_1 = 40$ m/s και $\upsilon_2 = 50$ m/s αντίστοιχα.

Δ1) Να υπολογιστούν οι περίοδοι περιστροφής των δύο μοτοσυκλετών T_1 και T_2.

Μονάδες 4

Δ2) Να βρεθεί το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών συναντήσεων των μοτοσυκλετών, δεδομένου ότι κινούνται κατά την ίδια φορά.

Μονάδες 6

Ξαφνικά η μοτοσυκλέτα με τη μεγαλύτερη ταχύτητα ξεφεύγει από την πορεία της και κινούμενη ευθύγραμμα προσκρούει κάθετα στον προστατευτικό ελαστικό τοίχο της πίστας και γυρίζει προς τα πίσω με ταχύτητα μέτρου $\upsilon_3 = 2$ m/s. Αν η μοτοσυκλέτα μαζί με τον αναβάτη έχει μάζα $m_2 = 300$ kg και η πρόσκρουση διαρκεί $\Delta t = 2$ s, να υπολογιστούν:

Δ3) Η μέση δύναμη κατά μέτρο διεύθυνση και φορά που δέχθηκε η μοτοσυκλέτα απο τον προστατευτικό τοίχο της πίστας κατά την πρόσκρουση,

Μονάδες 8

Δ4)το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μετατράπηκε σε θερμική ενέργεια (θερμότητα) κατά την πρόσκρουση.

Μονάδες 7

27.16098

ΘΕΜΑ Δ

Ένα σώμα Α, μάζας $m = 2$ kg, κινείται σε λεία επιφάνεια οριζόντιου τραπεζιού με ταχύτητα μέτρου $\upsilon_1 = 40$ m/s. Κατά την κίνησή του συναντάει ένα άλλο ακίνητο σώμα Β τριπλάσιας μάζας και συγκρούεται με αυτό. Μετά τη σύγκρουση το πρώτο σώμα κινείται σε αντίθετη κατεύθυνση με ταχύτητα μέτρου $\upsilon_2 = 5$ m/s. Η διάρκεια της σύγκρουσης είναι $\Delta t = 10^{-2}$ s.

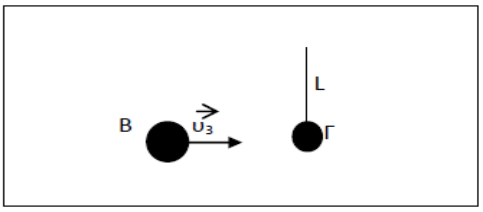
Δ1) Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας υ_3 του σώματος Β μετά την κρούση.

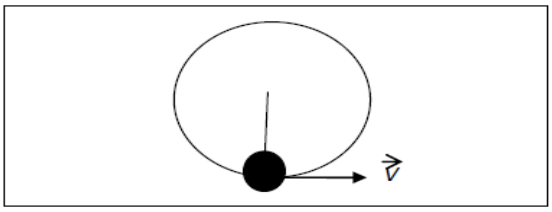
Μονάδες 4

Δ2) Να βρεθούν οι μέσες τιμές των μέτρων των δυνάμεων που ασκούνται στα δύο σώματα κατά την κρούση.

Μονάδες 5

Δ3) Το σώμα Β κινείται στην οριζόντια επιφάνεια και στην πορεία του συναντά ένα ακίνητο σώμα Γ μάζας $2m$, το οποίο είναι δεμένο στην άκρη νήματος, μήκους L= 0,9 m, η άλλη άκρη του οποίου είναι στερεωμένη στην επιφάνεια λείου τραπεζιού. Μετά την κρούση τα δύο σώματα ενώνονται και το συσσωμάτωμα διαγράφει έναν πλήρη κύκλο.

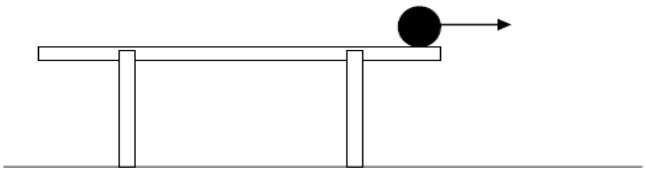




Να υπολογιστούν η περίοδος και η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής, καθώς και η κεντρομόλος επιτάχυνση του συσσωματώματος.

Μονάδες 8

Δ4) Μόλις συμπληρωθεί ένας πλήρης κύκλος, το νήμα κόβεται και το συσσωμάτωμα συνεχίζει την κίνησή του εκτελώντας οριζόντια βολή από το τραπέζι που έχει ύψος $h = 80$ cm.



Να υπολογιστούν ο χρόνος που χρειάζεται το συσσωμάτωμα να φθάσει στο έδαφος, η οριζόντια μετατόπισή του και η ταχύτητα με την οποία φθάνει στο έδαφος.

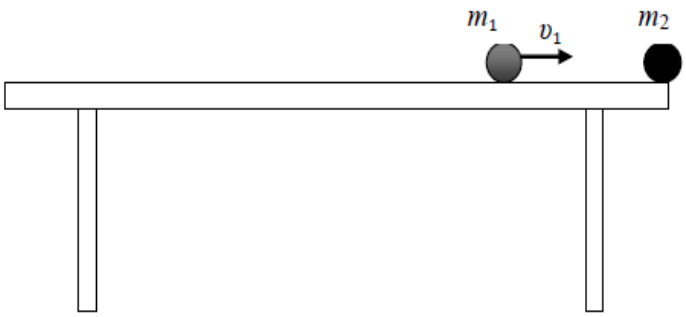
Μονάδες 8

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10$ m/s^2.

28.16100

ΘΕΜΑ Δ

Μία μεταλλική σφαίρα μάζας m_1 = 0,5 kg κινείται προς τα δεξιά στην οριζόντια επιφάνεια ενός λείου τραπεζιού με ταχύτητα, μέτρου υ_1 = 2 m/s. Συγκρούεται με άλλη σφαίρα μάζας m_2 = 1,5 kg που βρίσκεται στην άκρη του τραπεζιού και επιστρέφει με ταχύτητα μέτρου υ_3 = 1 m/s και κατεύθυνσης αντίθετης από την αρχική κατεύθυνση κίνησης.



Δ1) Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας υ_2 που θα αποκτήσει η σφαίρα μάζας m_2 μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Η σφαίρα μάζας m_2 εκτελεί οριζόντια βολή.

Δ2) Να βρεθεί η χρονική στιγμή t_1 κατά την οποία το μέτρο της οριζόντιας μετατόπισης είναι ίσο με το μέτρο της κατακόρυφης μετατόπισης.

Μονάδες 6

Δ3) Να βρεθεί η μέγιστη οριζόντια απόσταση (βεληνεκές) στην οποία φτάνει η σφαίρα όταν συναντά το οριζόντιο δάπεδο, αν το ύψος του τραπεζιού από το δάπεδο είναι h = 0,8 m, καθώς και το μέτρο της ταχύτητας υ με την οποία φθάνει η σφαίρα στο έδαφος.

Μονάδες 6

Δ4) Σε ποια χρονική στιγμή t_2 η ταχύτητα της σφαίρας που εκτελεί οριζόντια βολή είναι $\upsilon_2\sqrt{2}$;

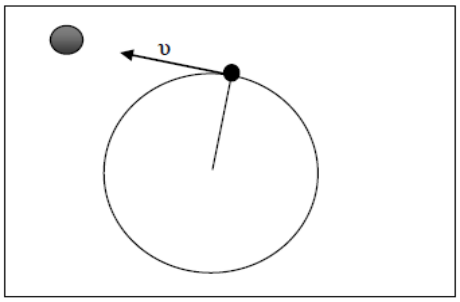
Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας g = 10 m/s^2. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

29.16101

ΘΕΜΑ Δ

Ένα σώμα, μάζας m_1 = 0,2 kg είναι δεμένο στο άκρο νήματος του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο, εκτελεί κυκλική κίνηση πάνω σε λείο οριζόντιο τραπέζι (κάτοψη του οποίου βλέπετε στο σχήμα).



Το μήκος του νήματος είναι l = 0,5 m και η γραμμική ταχύτητα του σώματος έχει σταθερό μέτρο υ = 10 m/s.

Δ1) Να βρεθούν η γωνιακή ταχύτητα ω, η περίοδος T και η κεντρομόλος επιτάχυνση α_κ του σώματος

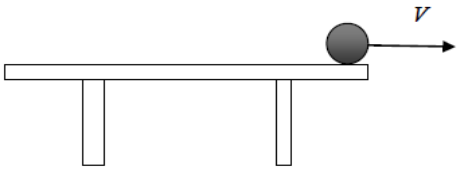
Μονάδες 6

Κάποια στιγμή το νήμα κόβεται και το σώμα κινείται ευθύγραμμα. Στην πορεία του συναντάει δεύτερο σώμα από πλαστελίνη μάζας m_2 = 0,8 kg και συγκρούεται με αυτό πλαστικά.

Δ2) Να υπολογιστεί το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του σώματος μάζας m_1 το οποίο έχει το συσσωμάτωμα

Μονάδες 6

Το συσσωμάτωμα, φθάνει στην άκρη του τραπεζιού και εκτελεί οριζόντια βολή.



Η μέγιστη οριζόντια μετατόπιση του συσσωματώματος από το σημείο από το οποίο βάλλεται είναι s = 0,8 m.

Δ3) Να βρεθεί το ύψος του τραπεζιού

Δ4) Να βρεθεί η χρονική στιγμή t_1 κατά την οποία η ταχύτητα του συσσωματώματος είναι $\upsilon_\sigma = V\sqrt{2}$.

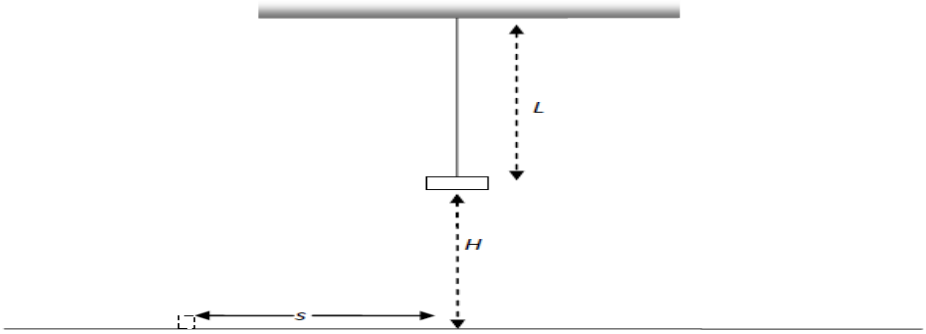
Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας g = 10 m/s^2. Αγνοήστε τριβές και την αντίσταση του αέρα.

30.16102

ΘΕΜΑ Δ

Ένα σώμα μάζας $M = 9$ kg είναι δεμένο στην άκρη νήματος μήκους $L = 2$ m και ισορροπεί κατακόρυφα όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Το σώμα φέρει έναν εκρηκτικό μηχανισμό, αποτελούμενο από ένα ελατήριο, που όταν ενεργοποιείται διασπά το αρχικό σώμα σε δύο μέρη που το ένα έχει μάζα $m_1 = 6$ kg και παραμένει δεμένο στην άκρη του νήματος, ενώ το άλλο μάζας m_2, εκτοξεύεται με οριζόντια ταχύτητα. Αν το σώμα M βρίσκεται σε ύψος $H = 1{,}8$ m από την επιφάνεια του εδάφους, και μετά την έκρηξη το m_2 φθάνει σε οριζόντια απόσταση $s = 6$ m από την αρχική θέση να υπολογίσετε



Δ1) Την ταχύτητα εκτόξευσης του σώματος m_2.

Μονάδες 5

Δ2) Την ταχύτητα με την οποία ξεκινά την κίνησή του, το σώμα μάζας m_1.

Μονάδες 5

Δ3) Την ενέργεια που απελευθερώθηκε από τον εκρηκτικό μηχανισμό.

Μονάδες 8

Δ4) Να βρεθεί η κεντρομόλος δύναμη που ασκείται στο σώμα.

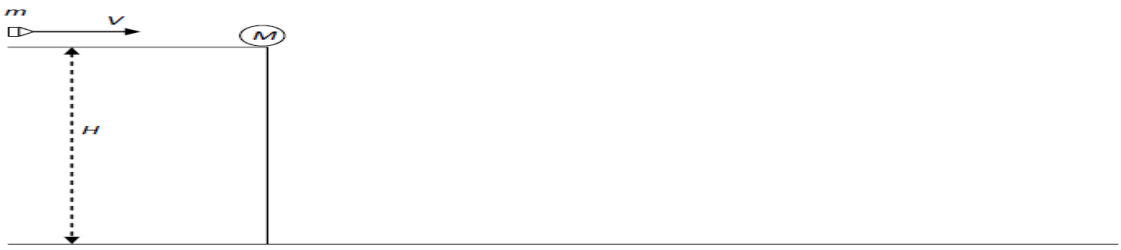
Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10$ m/s^2.

31.16103

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα μάζας $M = 5$ kg βρίσκεται στην άκρη ενός επίπλου ύψους $H = 1{,}8$ m όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Ένα βλήμα μάζας $m = 200$ g κινείται με οριζόντια ταχύτητα $V = 200$ m/s και διαπερνά το σώμα M ακαριαία, εξερχόμενο με ταχύτητα $\upsilon = 50$ m/s.



Δ1) Υπολογίστε την ταχύτητα υ_0 που θα αποκτήσει αμέσως μετά τη διάτρηση το σώμα M.

Μονάδες 6

Δ2) Υπολογίστε την απώλεια μηχανικής ενέργειας κατά την διάτρηση του σώματος M από το m.

Μονάδες 6

Δ3) Με τι χρονική διαφορά θα φθάσουν στο έδαφος τα δύο σώματα; Υπολογίστε την διαφορά των οριζόντιων αποστάσεων στις οποίες τα δύο σώματα θα συναντήσουν το έδαφος.

Μονάδες 6

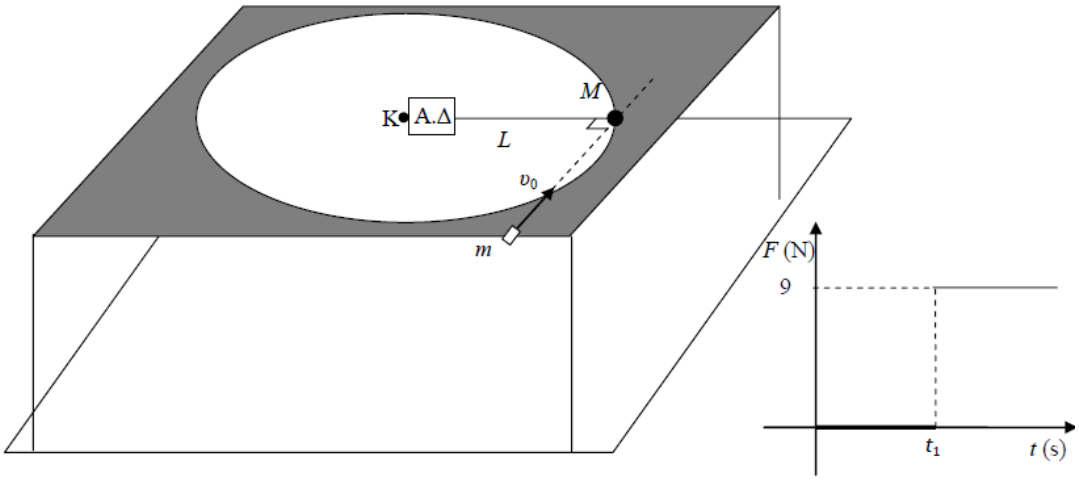
Δ4) Κάποια χρονική στιγμή t_1 η κινητική ενέργεια του σώματος M είναι 1,25 φορές μεγαλύτερη από την κινητική ενέργεια του σώματος M αμέσως μετά τη διάτρηση. Υπολογίστε τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Μονάδες 7

32.16105

ΘΕΜΑ Δ

Πάνω σε ένα τραπέζι βρίσκεται ακίνητο σώμα μάζας M = 3 kg δεμένο με τη βοήθεια ενός αισθητήρα δύναμης (Α.Δ) από ένα σημείο Κ στην άκρη νήματος μήκους L= 1 m όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Κάποια στιγμή εκτοξεύουμε σώμα μάζας m = 1 kg που βρίσκεται στην άκρη του τραπεζιού και μπορεί να ολισθαίνει πάνω σε αυτό έχοντας συντελεστή τριβής μ = 0,4 με ταχύτητα υ_0, η προέκταση της οποίας σχηματίζει γωνία 90° με το νήμα, οπότε το σώμα μάζας m σφηνώνεται στο σώμα μάζας M. και σχηματιζεται συσσωμάτωμα. Το συσσωμάτωμα κινείται χωρίς τριβή στο τραπέζι. Τα δεδομένα από τον αισθητήρα δύναμης φαίνονται, επεξεργασμένα, στην ακόλουθη γραφική παράσταση.



Δ1) Εξηγήστε τι συμβαίνει τη χρονική στιγμή t_1, κατά την οποία αλλάζει το μέτρο της δύναμης.

Μονάδες 4

Δ2) Υπολογίστε την ταχύτητα που αποκτά το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 5

Δ3) Υπολογίστε την ταχύτητα του σώματος μάζας m λίγο πρίν την κρούση καθώς και την ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική κατά την κρούση.

Μονάδες 8

Δ4) Αν η απόσταση που διανύει το σώμα μάζας m από τη θέση που εκτοξεύτηκε μέχρι τη θέση που συγκρούστηκε πλαστικά με το σώμα μάζας M είναι 2 m, υπολογίστε την ταχύτητα εκτόξευσης υ_0.

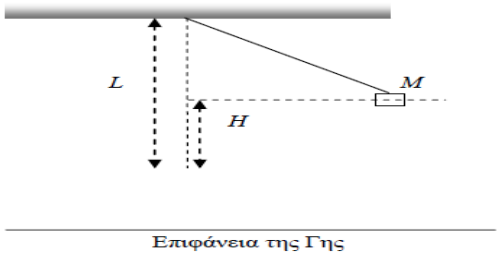
Μονάδες 8

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας g = 10 m/s^2.

33.16106

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα μάζας $M = 4$ kg είναι δεμένο στην άκρη νήματος μήκους $L = 1$ m και ισορροπεί κατακόρυφα. Κάποια στιγμή ανυψώνουμε το σώμα, σε κατακόρυφη απόσταση $H = 45$ cm από την αρχική του θέση, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, και το αφήνουμε ελεύθερο.



Δ1) Υπολογίστε την ταχύτητα που έχει το σώμα μάζας M όταν περνά από την κατακόρυφο.

Μονάδες 5

Δ2) Τη στιγμή που το σώμα μάζας M διέρχεται από την κατακόρυφο, δεύτερο σώμα μάζας $m = 0,5$ kg κινούμενο οριζόντια και αντίθετα από το σώμα μάζας M σφηνώνεται σε αυτό, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί συσσωμάτωμα. Ποια πρέπει να είναι η ταχύτητα του σώματος μάζας m ώστε το συσσωμάτωμα να παραμείνει ακίνητο αμέσως μετά την κρούση;

Μονάδες 5

Δ3) Υπολογίστε τη μεταβολή του μέτρου της δύναμης που ασκεί το νήμα στο σώμα μάζας M και στο συσσωμάτωμα αμέσως πριν και αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 7

Δ4) Με ποια ταχύτητα θα πρέπει να κινείται το σώμα μάζας m πριν από την κρούση, ώστε το συσσωμάτωμα που θα προκύψει να κινηθεί αμέσως μετά την κρούση στην ίδια κατεύθυνση με αυτή που κινούταν το σώμα μάζας M πριν την κρούση και να φθάσει σε θέση που να σχηματίζει με την κατακόρυφο γωνία θ, για την οποία $\sigma\upsilon\nu\theta = 0,8$;

Μονάδες 8

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10$ m/s^2. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

34.16104

ΘΕΜΑ Δ

Ένας αθλητής του βόλεϊ, εκτελεί σερβίς με άλμα. Το χέρι του αθλητή χτυπά την μπάλα όταν αυτή βρίσκεται στο ανώτερο σημείο, όπου έχει μηδενική ταχύτητα, ασκώντας της μέση οριζόντια δύναμη $F = 600$ N για χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,01$ s. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η μπάλα να φεύγει από το χέρι του αθλητή με οριζόντια ταχύτητα υ_0, καθώς δεχόμαστε ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας μεταβάλλει ασήμαντα την ταχύτητα στον κατακόρυφο άξονα στο χρονικό διάστημα Δt.

Δ1) Αν η μάζα της μπάλας του βόλεϊ είναι περίπου ίση με 300 g, υπολογίστε την ταχύτητα υ_0.

Μονάδες 6

Δ2) Αν θεωρήσετε ότι το ύψος του φιλέ είναι ίσο με 2,5 m και ότι ο αθλητής χτυπά το σερβίς από απόσταση ίση με 10 m πίσω από το φιλέ, υπολογίστε από ποιο ύψος πρέπει να φύγει η μπάλα ώστε να περάσει εφαπτομενικά από το φιλέ.

Μονάδες 7

Δ3) Υπολογίστε την ταχύτητα που έχει η μπάλα τη στιγμή που διέρχεται εφαπτομενικά από το φιλέ του βόλεϊ.

Μονάδες 5

Δ4) Υπολογίστε το έργο της δύναμης του βάρους καθώς και την μέση ισχύ του βάρους από τη στιγμή που η μπάλα φεύγει από το χέρι του αθλητή μέχρι τη στιγμή που διέρχεται εφαπτομενικά από το φιλέ.

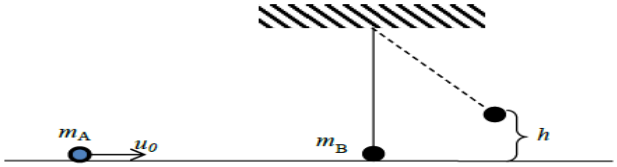
Μονάδες 7

Δίνεται $g = 10$ m/s^2, ενώ θεωρείστε ότι η αντίσταση από τον αέρα είναι αμελητέα.

35. 20940

ΘΕΜΑ Δ

Το σώμα Α μάζας $m_A = 1$ kg κινείται με ταχύτητα $u_0 = 8$ m/s σε λείο οριζόντιο δάπεδο και συγκρούεται μετωπικά με το σώμα Β, που έχει μάζα $m_B = 3$ kg και βρίσκεται στο άκρο αβαρούς και μη εκτατού (που δεν αλλάζει το μήκος του) σχοινιού. Μετά τη σύγκρουση το σώμα Β ανυψώνεται κατά $h = 0{,}45$ m από την αρχική του θέση.



Δ1) Να υπολογιστεί η ταχύτητα του σώματος Β, αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 8

Δ2) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ορμής του σώματος Α κατά την κρούση, λαμβάνοντας ως θετική την αρχική φορά κίνησης του σώματος Α.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογιστεί η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σώματος Α πριν και μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ4) Να υπολογιστεί το ποσό θερμικής ενέργειας (θερμότητας) που ελευθερώνεται εξ αιτίας της κρούσης των δύο σωμάτων.

Μονάδες 5

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης $g = 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

36. 21067

ΘΕΜΑ Δ

Δύο σημειακά σωματίδια με ηλεκτρικά φορτία $q_1 = 10^{-5}$ C και $q_2 = -10^{-5}$ C και ίσες μάζες $m = 0{,}1$ kg βρίσκονται σε οριζόντιο δάπεδο σε απόσταση $0{,}5$ m.

Δ1) Να υπολογιστεί η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια των δύο φορτίων.

Μονάδες 5

Δ2) Να προσδιοριστεί το μέτρο της ταχύτητας που πρέπει να προσδώσουμε σε καθένα από τα δύο σωματίδια ώστε να μπορούν να εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση με την επίδραση της δύναμης Coulomb που θα παίζει το ρόλο κεντρομόλου δύναμης, γύρω από το μέσο του ευθύγραμμου τμήματος που ενώνει τα δύο σημειακά σωματίδια.

Μονάδες 8

Δ3) Να υπολογίσετε την κινητική και την ολική ενέργεια του συστήματος των δύο σωματίδιων.

Μονάδες 8

Δ4) Να υπολογίσετε το ποσό της ενέργειας που πρέπει να προσδοθεί στα δύο φορτία, όταν αυτά εκτελούν κυκλική κίνηση, ώστε να φτάσουν σε άπειρη απόσταση με μηδενικές ταχύτητες.

Μονάδες 4

Τριβές δεν υπάρχουν, η βαρύτητα δεν παίζει ρόλο, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

Δίνεται: $k_C = 9 \cdot 10^9\,\frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$.

37. 21068

ΘΕΜΑ Δ

Σημειακό σωματίδιο (1) με ηλεκτρικό φορτίο $q_1 = 10^{-5}\,\mathrm{C}$ είναι ακλόνητα στερεωμένο σε σημείο οριζόντιου δαπέδου κατασκευασμένο από μονωτικό υλικό. Σημειακό σωματίδιο (2) με ηλεκτρικό φορτίο $q_2 = -10^{-5}\,\mathrm{C}$ και μάζα $m = 0{,}1\,\mathrm{kg}$ βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο δάπεδο σε σημείο Α που απέχει απόσταση $r = 1\,\mathrm{m}$ από το σωματίδιο (1).

Δ1) Να υπολογιστεί η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια των δύο φορτίων.

Μονάδες 5

Δ2) Ποια πρέπει να είναι η ταχύτητα κατά μέτρο που πρέπει να προσδώσουμε στο σωματίδιο (2) ώστε να εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση γύρω από το σωματίδιο (1) και σε ακτίνα $r = 1\,\mathrm{m}$ από αυτό, αν θεωρήσουμε ότι η δύναμη Coulomb παίζει το ρόλο κεντρομόλου δυνάμεως;

Μονάδες 8

Δ3) Να υπολογίσετε την κινητική και την ολική ενέργεια του συστήματος των δύο σωματιδίων.

Μονάδες 8

Δ4) Να υπολογίσετε το ποσό της ενέργειας που πρέπει να προσδοθεί στο σύστημα το δύο φορτίων, όταν το ένα εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, ώστε να φτάσει σε άπειρη απόσταση από το άλλο με μηδενική ταχύτητα.

Μονάδες 4

Τριβές δεν υπάρχουν, η βαρύτητα δεν παίζει ρόλο, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

Δίνεται: $k_C = 9 \cdot 10^9\,\dfrac{\mathrm{Nm^2}}{\mathrm{C^2}}$.

38. 21071

ΘΕΜΑ Δ

Σημειακό σωματίδιο (1) με ηλεκτρικό φορτίο $q_1 = 10^{-5}\,\mathrm{C}$ είναι ακλόνητα στερεωμένο σε σημείο οριζόντιου δαπέδου που είναι κατασκευασμένο από μονωτικό υλικό. Σημειακό σωματίδιο (2) με ηλεκτρικό φορτίο $q_2 = 10^{-4}\,\mathrm{C}$ και μάζα $m = 0{,}2\,\mathrm{g}$ βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο δάπεδο σε σημείο που απέχει απόσταση $r = 9\,\mathrm{m}$ από το σωματίδιο (1) και εκτοξεύεται με ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 100\,\mathrm{m/s}$ με κατεύθυνση προς το σωματίδιο (1).

Δ1) Να βρεθεί η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια που έχει αρχικά το σύστημα των δύο φορτίων.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρεθεί η πλησιέστερη απόσταση από το σωματίδιο (2) στην οποία θα φτάσει το σωματίδιο (1).

Μονάδες 6

Δ3) Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας που έχει το σωματίδιο (2) όταν φτάσει σε άπειρη απόσταση από το σωματίδιο (1).

Μονάδες 6

Επαναφέρουμε το σωματίδιο (2) στην αρχική του θέση που απέχει απόσταση $r = 9\,\mathrm{m}$ από το σωματίδιο (1), το εκτοξεύουμε ξανά με ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 100\,\mathrm{m/s}$ με κατεύθυνση προς το σωματίδιο (1), αλλά τώρα στην κίνηση του σωματίδιου (2) παρεμβάλλεται ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο με ένταση που έχει μέτρο $E = \dfrac{10^4}{6}\,\mathrm{N/C}$ και κατεύθυνση από το σωματίδιο (2) προς το σωματίδιο (1).

Δ4) Να βρεθεί η απόσταση από το σωματίδιο (1) στην οποία μεγιστοποιείται η ταχύτητα του σωματιδίου (2).

Μονάδες 7

Τριβές δεν υπάρχουν, η βαρύτητα δεν παίζει ρόλο, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

Δίνεται $k_C = 9 \cdot 10^9\,\dfrac{\mathrm{Nm^2}}{\mathrm{C^2}}$.

39. 21081

ΘΕΜΑ Δ

Σημειακό σώμα Σ1 μάζας $m = 10^{-3}$ kg και φορτίου $q = 10^{-5}$ C αφήνεται ακίνητο σε σημείο ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης μέτρου $E = 10^{3}$ N/C. Το σώμα μπορεί να κινείται σε οριζόντιο δάπεδο μεγάλης έκτασης, κατασκευασμένο από κάποιο μονωτικό υλικό, χωρίς τριβές. Στο σχήμα βλέπουμε την κάτοψη του ηλεκτρικού πεδίου.

Δ1) Να υπολογιστεί η επιτάχυνση του σώματος και η ταχύτητα που αυτό θα έχει αποκτήσει όταν διανύσει απόσταση $d = 20\,\text{m}$.

Μονάδες 8

Δ2) Να υπολογιστεί η απόλυτη τιμή της διαφοράς δυναμικού μεταξύ της θέσης από την οποία αφέθηκε το σώμα και της τελικής του θέσης.

Μονάδες 4

Δ3) Όταν το σώμα Σ1 διανύσει την απόσταση $d = 20\,\text{m}$, συναντά δεύτερο σημειακό σώμα Σ2, το οποίο έχει μηδενικό ηλεκτρικό φορτίο και αρχικά βρίσκεται ακίνητο. Τα δύο σώματα συγκρούονται πλαστικά. Να υπολογίσετε τη μάζα του δεύτερου σώματος ώστε κατά τη σύγκρουση η απώλεια μηχανικής ενέργειας να είναι ίση με το 75% της αρχικής ενέργειας του σώματος Σ1.

Μονάδες 6

Δ4) Να υπολογίσετε την ταχύτητα που θα έπρεπε να είχε το δεύτερο σώμα, κατά μέτρο και κατεύθυνση, ώστε όταν συγκρουστεί πλαστικά με το Σ1, το συσσωμάτωμα να επιστρέψει με μηδενική ταχύτητα στην αρχική θέση από την οποία αφέθηκε το Σ1.

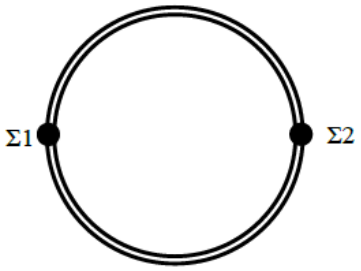
Μονάδες 7

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

40. 21085

ΘΕΜΑ Δ

Δύο σημειακά φορτισμένα σώματα με φορτία $q_1 = q_2 = 10^{-4}\,\text{C}$ και μάζες $m_1 = m_2 = 1\,\text{g}$ μπορούν να κινούνται στις ράγες μιας οριζόντιας κυκλικής διαδρομής ακτίνας $r = 3\,\text{m}$, χωρίς τριβές. Το σύστημα βρίσκεται πάνω σε οριζόντιο μονωτικό επίπεδο μεγάλων διαστάσεων. Την κάτοψη του συστήματος των δύο σωμάτων με τις ράγες βλέπουμε στο διπλανό σχήμα. Τα σώματα βρίσκονται αρχικά ακίνητα σε δύο αντιδιαμετρικές θέσεις της κυκλικής διαδρομής, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Δ1) Να βρείτε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων.

Μονάδες 6

Δ2) Ο μηχανισμός ο οποίος κρατάει τα σώματα στην κυκλική διαδρομή απορρυθμίζεται (την ίδια χρονική στιγμή και για τα δύο σώματα) και τα σώματα μπορούν να κινηθούν ελεύθερα. Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας με την οποία φτάνουν στο άπειρο.

Μονάδες 6

Επαναφέρουμε τα δύο σώματα στις αντιδιαμετρικές θέσεις της κυκλικής διαδρομής, ρυθμίζουμε το μηχανισμό που τα κρατά σε αυτή τη διαδρομή και τους δίνουμε ταχύτητες με μέτρο $\upsilon = 100\sqrt{\frac{5}{2}}\,\text{m/s}$ και αντίθετες κατευθύνσεις.

Δ3) Αν απελευθερώσουμε ξανά το μηχανισμό που διατηρεί τα σώματα στην κυκλική τροχιά (την ίδια χρονική στιγμή και για τα δύο σώματα), ποιο είναι το μέτρο της ταχύτητας με την οποία θα φτάσουν στο άπειρο;

Μονάδες 7

Δ4) Να βρείτε το μέτρο της δύναμης που πρέπει να ασκείται από τις κυκλικές ράγες στα σημειακά σώματα, ώστε αυτά να εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση με ταχύτητες μέτρου $\upsilon = 100\sqrt{\frac{5}{2}}\,\text{m/s}$.

Μονάδες 6

Δίνεται $k_C = 9 \cdot 10^9\,\frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$. Οι τριβές και η αντίσταση του αέρα θεωρούνται αμελητέες.

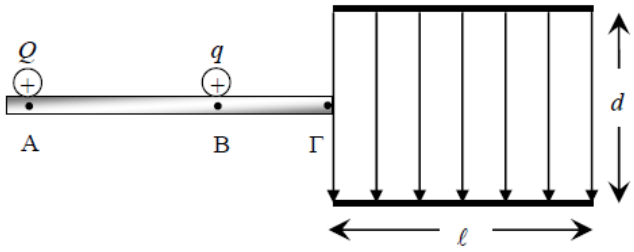
41. 21113

ΘΕΜΑ Δ

Φορτίο $Q = 20\cdot10^{-9}$ C βρίσκεται στερεωμένο στην θέση Α σε οριζόντιο επίπεδο. Ένα άλλο σωμάτιο, με μάζα $m = 10^{-6}$ kg και φορτίο $q = 4\cdot10^{-6}$ C, βρίσκεται δεξιά από αυτό, στην θέση Β. Τα δύο φορτία απέχουν απόσταση $AB = r_1 = 2$ m. Κάποια στιγμή το q αφήνεται ελεύθερο και κινείται λόγω της αλληλεπίδρασής του με το φορτίο Q πάνω στο οριζόντιο επίπεδο, χωρίς τριβές, προς την θέση Γ. Το σημείο Α απέχει από το σημείο Γ απόσταση $AΓ = r_2 = 2{,}5$ m.

Μετά το σημείο Γ το q εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης $E = 10^2$ V/m και μήκους $\ell = 0{,}12$ m. Το ομογενές πεδίο δημιουργείται ανάμεσα στους παράλληλους οριζόντιους οπλισμούς φορτισμένου πυκνωτή που απέχουν απόσταση d. Το φορτίο q εισέρχεται στο μέσο της απόστασης d και όταν το q εισέρχεται στο ομογενές πεδίο απομακρύνουμε το φορτίο Q ώστε τα δύο φορτία πλέον να μην αλληλεπιδρούν.

Κατά την κίνηση του q μέσα στο ομογενές πεδίο θεωρούμε ότι η επίδραση του βαρυτικού πεδίου είναι αμελητέα.



Να υπολογίσετε :

Δ1) Την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των φορτίων Q και q, όταν το q είναι στην θέση Β και όταν είναι στην θέση Γ.

Μονάδες 5

Δ2) Το χρόνο που κάνει το q για να διασχίσει το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

Μονάδες 6

Δ3) Την εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζει η ταχύτητα του φορτίου q με το οριζόντιο επίπεδο όταν αυτό εξέρχεται από το ομογενές πεδίο.

Μονάδες 7

Δ4) Την απόσταση d ώστε όταν το q εξέρχεται από το πεδίο, να περνά εφαπτομενικά από την κάτω πλάκα του πυκνωτή.

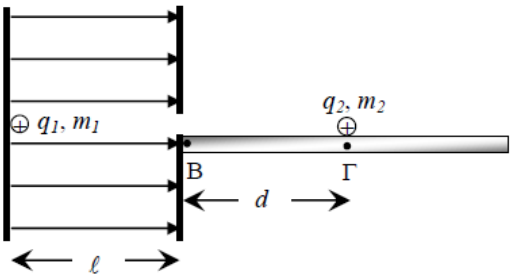
Μονάδες 7

Δίνεται η σταθερά του νόμου του Coulomb $k_C = 9\cdot10^9\ \mathrm{N\cdot m^2/C^2}$.

42. 21117

ΘΕΜΑ Δ

Πυκνωτής αποτελείται από κατακόρυφους οπλισμούς που απέχουν απόσταση $\ell = 0{,}1$ m. Η τάση ανάμεσα στους οπλισμούς του είναι $V = 100$ V. Στο θετικό οπλισμό αφήνουμε, χωρίς αρχική ταχύτητα, φορτισμένο σωμάτιο (Ι) μάζας $m_1 = 10^{-6}$ kg και φορτίου $q_1 = 2\cdot10^{-6}$ C. Το σωμάτιο (Ι) επιταχύνεται υπό την επίδραση του πεδίου του πυκνωτή και τελικά εξέρχεται από μία οπή στον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή στο σημείο Β.



Κατά αυτή την κίνηση του σωμάτιου (Ι) θεωρούμε την επίδραση του βαρυτικού πεδίου αμελητέα.

Δ1) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σωματίου (Ι) κατά την κίνησή του μέσα στον πυκνωτή.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε την ταχύτητα υ_B του σωματίου (Ι) όταν φτάνει στον αρνητικό οπλισμό (σημείο Β).

Μονάδες 6

Μόλις το σωμάτιο (Ι) εξέρχεται από τον πυκνωτή, συνεχίζει να κινείται σε λείο μονωμένο οριζόντιο επίπεδο με την ταχύτητα υ_B. Με κατάλληλη διάταξη το πεδίο του πυκνωτή περιορίζεται μόνο εντός των οπλισμών του πυκνωτή και επομένως δεν επηρεάζει πλέον την κίνηση του φορτισμένου σωματίου (Ι).

Τη χρονική στιγμή που το σωμάτιο (Ι) εξέρχεται από το ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή, τοποθετείται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο σε σημείο που απέχει από το Β απόσταση ΒΓ = $d = 2$ m, ελεύθερο ακίνητο φορτισμένο σωμάτιο (ΙΙ), μάζας $m_2 = 4\cdot10^{-6}$ kg και φορτίου $q_2 = 2\cdot10^{-9}$ C. Το σωμάτιο (ΙΙ) αλληλεπιδρά με το σωμάτιο (Ι).

Δ3) Να εξηγήσετε τι συμβαίνει όταν τα δύο σωμάτια (Ι) και (ΙΙ) απέχουν την ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους και να υπολογίσετε τότε την ταχύτητά τους.

Μονάδες 6

Δ4) Να υπολογίσετε την ενέργεια του συστήματος των σωματίων (Ι) και (ΙΙ) όταν απέχουν την ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους.

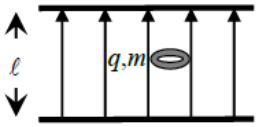
Μονάδες 7

Δίνεται η σταθερά του νόμου του Coulomb $k_C = 9.10^9\ \mathrm{N\cdot m^2/C^2}$. Οι διαστάσεις του πυκνωτή και η απόσταση d, έχουν σχεδιαστεί στο σχήμα εκτός κλίμακας.

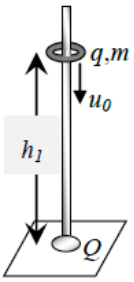
43. 21120

ΘΕΜΑ Δ

Μικρή, θετικά φορτισμένη χάντρα, μάζας $m = 6 \cdot 10^{-3}$ kg και φορτίου q ισορροπεί ανάμεσα στους οριζόντιους οπλισμούς πυκνωτή (σχήμα 1). Η τάση μεταξύ των οπλισμών είναι $V = 12000$ V και η απόστασή τους είναι $\ell = 0{,}2$ m.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Δ1) Να υπολογίσετε το φορτίο της χάντρας.

Μονάδες 6

Διπλασιάζουμε την απόσταση των οπλισμών χωρίς να μεταβάλλουμε την τάση ανάμεσά τους. Η χάντρα αρχίζει να κινείται. Αν κινηθεί για 0,2 s μεταβαίνει από τη θέση Α στην οποία ισορροπούσε αρχικά σε μια τελική θέση Γ.

Δ2) Να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της διαφοράς δυναμικού ανάμεσα στις θέσεις Α και Γ.

Μονάδες 6

Αφαιρούμε τη φορτισμένη χάντρα από το πεδίο του πυκνωτή και την περνάμε μέσα σε πολύ λεπτή κατακόρυφη ράβδο, από μονωτικό υλικό (σχήμα 2). Η χάντρα μπορεί να κινείται κατά μήκος της ράβδου χωρίς τριβές. Στη βάση της ράβδου, που είναι στερεωμένη σε οριζόντιο επίπεδο, βρίσκεται στερεωμένο σώμα με φορτίο $Q = 2 \cdot 10^{-6}$ C.

Δ3) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια που έχει το σύστημα χάντρα – φορτίο Q όταν η χάντρα απέχει $h_1 = 1$ m από το Q.

Μονάδες 6

Από ύψος $h_1 = 1$ m εκτοξεύουμε τη χάντρα προς τα κάτω με αρχική ταχύτητα υ_0. Η χάντρα φτάνει σε ύψος $h_2 = 0{,}2$ m από το φορτίο Q και σταματά στιγμιαία.

Δ4) Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία εκτοξεύσαμε την χάντρα προς τα κάτω.

Μονάδες 7

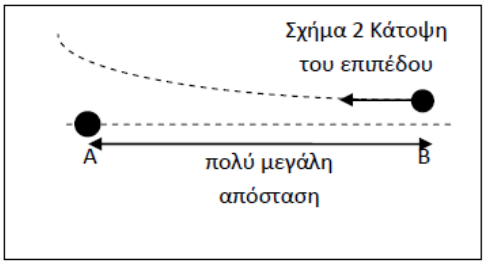
Δίνεται η σταθερά του νόμου του Coulomb $k_C = 9.10^9$ $\mathrm{N \cdot m^2/C^2}$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10$ m/s^2. Τριβές δεν υπάρχουν και η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

44. 21128

ΘΕΜΑ Δ

Τα σωματίδια Α και Β συγκρατούνται ακίνητα σε λείο οριζόντιο επίπεδο κατασκευασμένο από μονωτικό υλικό, όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Τα σωματίδια έχουν ίσα θετικά φορτία $Q = q$ μάζες m_A και m_B αντίστοιχα, ηλεκτρική δυναμική ενέργεια U και αφήνονται να κινηθούν.

Σχήμα 1



Δ1) Να δείξετε ότι οι ταχύτητες που έχουν κάθε χρονική στιγμή τα δύο σωματίδια είναι αντιστρόφως ανάλογες με τις μάζες τους.

Μονάδες 5

Δ2) Να δείξετε ότι η κινητική ενέργεια του Β, σε πολύ μεγάλη απόσταση από το Α (στην απόσταση αυτή τα σωματίδια δεν αλληλεπιδρούν), δίνεται από τη σχέση $K_B = \frac{m_A}{m_A + m_B} \cdot U$.

Μονάδες 8

Δ3) Δίνεται επιπλέον ότι η μάζα του Α είναι πολύ μεγαλύτερη της μάζας του Β ($m_A \gg m_B$), τόσο όσο στους υπολογισμούς η μάζα του Β να θεωρείται αμελητέα σε σχέση με τη μάζα του Α. Να υπολογίσετε, αξιοποιώντας το αποτέλεσμα του ερωτήματος Δ2 ή με όποιο άλλο τρόπο σκεφτείτε, την κινητική ενέργεια του σωματιδίου Β όταν βρίσκεται σε πολύ μεγάλη απόσταση από το Α. Από το αποτέλεσμα που βρήκατε να υπολογίσετε άμεσα και την κινητική ενέργεια του Α.

Μονάδες 7

Δ4) Όταν το Β φθάνει σε μεγάλη απόσταση από το Α, το εκτοξεύουμε και πάλι προς τα πίσω αλλά όχι ακριβώς στην ευθεία που ενώνει τα δύο σωματίδια αλλά λίγο έκκεντρα, όπως φαίνεται στο σχήμα 2 που αποτελεί κάτοψη του επιπέδου στο οποίο γίνεται η κίνηση. Εξηγήστε γιατί το Β θα ακολουθήσει μια τροχιά όπως αυτή που φαίνεται στο σχήμα.

Μονάδες 5

45. 21156

ΘΕΜΑ Δ

Σωματίδιο (Σ_1), με μάζα $m_1 = 4 \cdot 10^{-13}$ kg και θετικό φορτίο $q_1 = 10^{-8}$ C, αφήνεται χωρίς αρχική ταχύτητα πολύ κοντά στο θετικό οπλισμό φορτισμένου πυκνωτή και στο εσωτερικό του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου που έχει δημιουργηθεί μεταξύ των οπλισμών του.

Η τάση φόρτισης του πυκνωτή είναι $V = 2000$ V και η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του $d = 8$ cm. Η κίνηση του σωματιδίου (Σ_1) είναι ευθύγραμμη, παράλληλη με τις δυναμικές γραμμές του ομογενούς πεδίου του πυκνωτή και ακριβώς πάνω στην ευθεία της τροχιάς αυτής, υπάρχει μια τρύπα στον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή. Από το άνοιγμα αυτό, το σωματίδιο εξέρχεται από το ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή με την ταχύτητα $\vec{\upsilon_0}$ που απέκτησε στο τέλος της κίνησής του μέσα σε αυτό το πεδίο. Στην ευθεία της κίνησης του σωματιδίου (Σ_1) και σε μεγάλη απόσταση από το σημείο εξόδου του από τον πυκνωτή, υπάρχει άλλο σωματίδιο (Σ_2) της ίδια μάζας ($m_2 = m_1$) αλλά διπλάσιου θετικού φορτίου ($q_2 = 2q_1$) από το (Σ_1). Το (Σ_2) είναι αρχικά ακίνητο, αλλά είναι ελεύθερο να κινηθεί.

Δ1) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σωματιδίου (Σ_1) κατά την κίνησή του στο ομογενές πεδίο του πυκνωτή.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε το χρόνο κίνησης του σωματιδίου (Σ_1) στο ομογενές πεδίο του πυκνωτή και το μέτρο υ_0 της ταχύτητάς του καθώς εξέρχεται μέσω της τρύπας του αρνητικού οπλισμού από το πεδίο αυτό.

Μονάδες 6

Δ3) Να εξηγήσετε, καθώς το (Σ_1) κινείται προς το (Σ_2), ποια είναι η προϋπόθεση για να μειώνεται η μεταξύ τους απόσταση, και να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σωματιδίου (Σ1), όταν βρεθεί στην ελάχιστη απόσταση από το (Σ_2).

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε την ελάχιστη απόσταση μεταξύ των δύο σωματιδίων.

Μονάδες 7

Δίνεται η σταθερά $k_c = 9 \cdot 10^9$ N·m^2/C^2. Να θεωρήσετε το ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή ομογενές και σημαντικό μόνο μεταξύ των οπλισμών του, δηλαδή να θεωρήσετε ασήμαντη τη δράση του στο σωματίδιο (Σ_1), μετά την έξοδό του από αυτό. Να θεωρήσετε επίσης ότι οι βαρυτικές δυνάμεις μπορούν να αγνοηθούν και ότι οι πάσης φύσης αντιστάσεις στην κίνηση των σωματιδίων είναι ασήμαντες.

46. 21167

ΘΕΜΑ Δ

Σε έναν επίπεδο πυκνωτή οι οπλισμοί του έχουν εμβαδό $A = 2\ \text{cm}^2$ ενώ η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του είναι $d = 1{,}77$ mm. Μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή υπάρχει αέρας. Ο πυκνωτής φορτίζεται από πηγή τάσης $V_1 = 10$ V και ενώ ο πυκνωτής παραμένει συνδεδεμένος με την πηγή, διπλασιάζουμε την απόσταση των οπλισμών του. Να υπολογίσετε:

Δ1) Τη χωρητικότητα του πυκνωτή πριν και μετά την απομάκρυνση των οπλισμών του.

Μονάδες 6

Δ2) Το φορτίο του πυκνωτή πριν και μετά την απομάκρυνση των οπλισμών του.

Μονάδες 7

Δ3) Την ενέργεια του πυκνωτή πριν και μετά την απομάκρυνση των οπλισμών του.

Μονάδες 6

Αφού απομακρύνουμε τους οπλισμούς του πυκνωτή, εκτοξεύουμε από το θετικό οπλισμό του πυκνωτή πρωτόνιο με ηλεκτρικό φορτίο $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C και κινητική ενέργεια $K_0 = 1{,}6 \cdot 10^{-18}$ J στην κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

Δ4) Να βρεθεί η κινητική ενέργεια του πρωτονίου όταν φτάνει στον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή. Κατά την κίνηση του πρωτονίου αγνοούμε την αντίσταση του αέρα.

Μονάδες 6

Δίνεται $\varepsilon_o = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ \text{C}^2/(\text{Nm}^2)$.

47. 21196

ΘΕΜΑ Δ

Δύο φορτισμένα σωμάτια με ετερώνυμα φορτία για τα οποία ισχύει $|q_1| = |q_2| = q$ βρίσκονται στο κενό και απέχουν απόσταση $d = 10$ cm. Η απόσταση των οπλισμών ενός επίπεδου πυκνωτή, ο οποίος δεν είναι συνδεδεμένος με πηγή είναι $d = 10$ cm και το φορτίο του επίσης q. Η ενέργεια του πυκνωτή είναι κατ' απόλυτη τιμή ίση με την ενέργεια του συστήματος των δύο φορτίων.

Δ1) Να βρεθεί η χωρητικότητα του πυκνωτή.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρεθεί το εμβαδόν των οπλισμών του.

Μονάδες 6

Δ3) Αν $q = 20/9$ μC, να βρεθεί η ένταση του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή.

Μονάδες 6

Δ4) Αν απομακρυνθούν οι οπλισμοί του πυκνωτή σε διπλάσια απόσταση να βρεθεί η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας που αποθηκεύεται στον πυκνωτή.

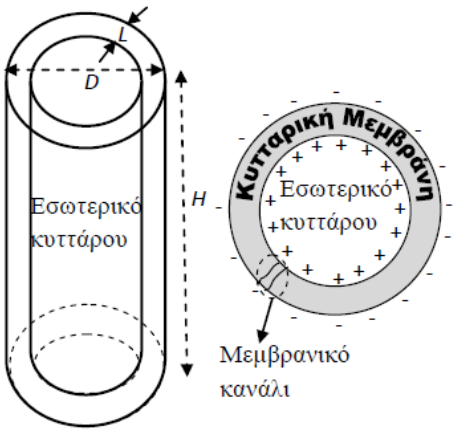
Μονάδες 7

Δίνεται $\varepsilon_o = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ \text{C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$ και $K_c = 9 \cdot 10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.

47. 21188

ΘΕΜΑ Δ

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένα απλοποιημένο μοντέλο κυττάρου στο οποίο θεωρούμε ότι το σχήμα είναι κυλινδρικό, με ύψος H = 100 μm και διάμετρο D = 2 μm. Το κύτταρο χωρίζεται από το περιβάλλον του μέσω της κυτταρικής μεμβράνης που έχει πάχος $L = 2\cdot\pi$ nm. Το εσωτερικό και το εξωτερικό αυτής της κυτταρικής μεμβράνης φέρει αντιστοίχως θετικό και αρνητικό φορτίο όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Έχει διαπιστωθεί ότι αυτή η μεμβράνη έχει παρόμοια συμπεριφορά με αυτή ενός πυκνωτή.



Δ1) Φανταστείτε ότι κάνοντας μια τομή κατά μήκος του ύψους του κυλίνδρου, ανοίγουμε το κύτταρο, κάνοντάς το επίπεδο. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε ένα επίπεδο πυκνωτή η χωρητικότητα του οποίου θεωρούμε ότι ταυτίζεται με τη χωρητικότητα της κυτταρικής μεμβράνης. Υπολογίστε αυτή τη χωρητικότητα.

Μονάδες 6

Δ2) Ας θεωρήσουμε ότι κάποια στιγμή μετράται η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο πλευρών της κυτταρικής μεμβράνης και είναι ίση με 100 mV. Πόσο φορτίο είναι αποθηκευμένο εκείνη τη στιγμή στην κυτταρική μεμβράνη;

Μονάδες 5

Δ3) Υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που εμφανίζεται στο εσωτερικό της κυτταρικής μεμβράνης υπό αυτές τις συνθήκες.

Μονάδες 6

Δ4) Η κυτταρική μεμβράνη διασχίζεται από τα ονομαζόμενα μεμβρανικά κανάλια, εντός των οποίων γίνεται η μεταφορά ιόντων αντίθετα από το πεδίο που επικρατεί. Υπολογίστε την ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για τη μεταφορά ενός ιόντος Na^+ (φορτίο $+e$) κατά μήκος της μεμβράνης από την εξωτερική στην εσωτερική πλευρά της. Πόση ενέργεια θα ξοδέψει το κύτταρο κατά τη μεταφορά 1 mol τέτοιων ιόντων;

Μονάδες 8

Δίνεται η σταθερά $\varepsilon_0 = 8{,}85\cdot10^{-12}$ $C^2/(N\cdot m^2)$, το στοιχειώδες φορτίο του ηλεκτρονίου $|e| = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C και ο αριθμός Avogadro $N_A = 6{,}02\cdot10^{23}$ ιόντα/mol.