Διονύσης Μάργαρης

Φυσική

Β΄ Λυκείου

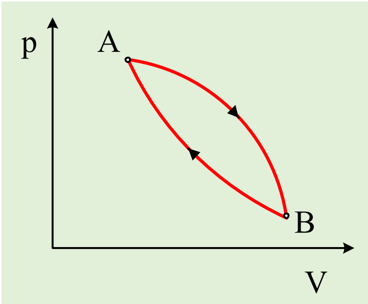
Θετικού Προσανατολισμού.

Περιεχόμενα.

Ασκήσεις 2022-23

1) Μια ειδική θερμική μηχανή.

Το αέριο μιας θερμικής μηχανής διαγράφει τον αντιστρεπτό κύκλο του σχήματος, ο οποίος αποτελείται από δυο κλάδους, όπου η μεταβολή ΒΑ είναι αδιαβατική. Το έργο που παράγει η μηχανή σε κάθε κύκλο είναι W_1=20J, ενώ η απόδοσή της είναι 20%.



i) Να εξηγήσετε γιατί η θερμοκρασία στην κατάσταση Α είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία στην κατάσταση Β.

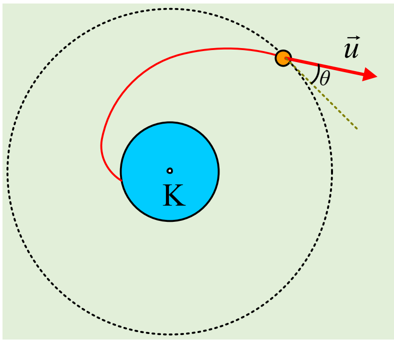
ii) Να υπολογιστεί η θερμότητα Q_1 την οποία **ανταλλάσσει** το αέριο με το περιβάλλον του σε κάθε κύκλο.

iii) Να εξηγήσετε γιατί το παραπάνω ποσό Q_1 δεν είναι ίσο με την θερμότητα που **απορροφά** το αέριο κατά την μεταβολή ΑΒ.

iv) Πόση θερμότητα απορροφά το αέριο κατά την μεταβολή ΑΒ και πόση θερμότητα αποβάλλει επίσης σε άλλο τμήμα της ίδιας μεταβολής;

2) Όταν ο δορυφόρος εκρήγνυται

Ένας πύραυλος μεταφέρει ένα δορυφόρο μάζας m σε ορισμένο ύψος, όπου και τον εγκαταλείπει, επιστρέφοντας στην επιφάνεια της Γης. Ο δορυφόρος φτάνει σε ύψος $h=3R_Γ$ από την επιφάνεια της Γης, με τελική ταχύτητα u, η οποία σχηματίζει γωνία θ με την οριζόντια διεύθυνση, όπου εφθ=0,6. Στην θέση αυτή ο δορυφόρος εκρήγνυται, οπότε το ένα τμήμα του Α με μάζα m_1= 1/4m, τίθεται σε κυκλική τροχιά γύρω από την Γη, στο ύψος αυτό, ενώ το υπόλοιπο μέρος Β, κινείται κατακόρυφα.



i) Να υπολογιστεί η ταχύτητα $υ_1$ του τμήματος Α που γίνεται τελικά δορυφόρος της Γης.

ii) Να υπολογιστεί η ταχύτητα $υ_2$, την οποία αποκτά το δεύτερο τμήμα Β, το οποίο θα κινηθεί κατακόρυφα.

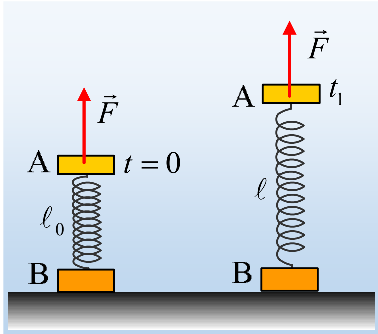
iii) Να εξετάσετε αν το Β τμήμα θα απομακρυνθεί από το βαρυτικό πεδίο της Γης.

iv) Να υπολογιστεί ο λόγος ΔΚ/ΔU όπου ΔΚ η αύξηση της κινητικής ενέργειας και ΔU η αύξηση της δυναμικής ενέργειας του δορυφόρου, από την στιγμή της εκτόξευσης, μέχρι την στιγμή ελάχιστα πριν την έκρηξη.

Δίνονται η ακτίνα της Γης $R_Γ$=6.400km, η ένταση του πεδίου βαρύτητας στο σημείο εκτόξευσης $g_0=10m/s^2$, ενώ η επίδραση άλλων ουρανίων σωμάτων θεωρείται αμελητέα, όπως αμελητέα θεωρείται και η αντίσταση του αέρα κατά την κίνηση του τμήματος Β. Εξάλλου η Γη να θεωρηθεί ακίνητη στο διάστημα.

3) Η ορμή ενός σώματος και ενός συστήματος

Δύο σώματα Α και Β, με μάζες m_1=1kg και m_2=2kg αντίστοιχα, είναι δεμένα στα άκρα ενός κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου, σταθεράς k=40N/m. Το Β στηρίζεται στο έδαφος, ενώ το Α, συγκρατείται στην θέση του σχήματος, στο πάνω άκρο του ελατηρίου, με το ελατήριο στο φυσικό μήκος του. Κάποια στιγμή t=0, ασκούμε στο σώμα Α μια σταθερή κατακόρυφη δύναμη μέτρου F=36N, με αποτέλεσμα μετά από λίγο, την στιγμή t_1 το σώμα Α να έχει ανέβει κατά h, ενώ το Β χάνει την επαφή με το έδαφος.



i) Για την στιγμή t_1 να βρεθούν:

α) Το ύψος h.

β) Η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου, καθώς και η αύξηση της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας του σώματος Α.

γ) Η ταχύτητα του σώματος Α.

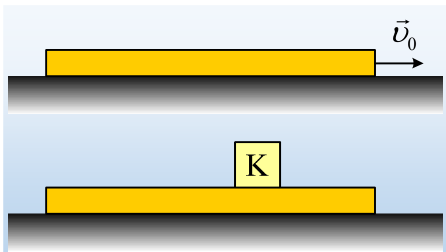
δ) Η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος Α.

ii) Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος για $t > t_1$ και να υπολογιστεί η ορμή του συστήματος των δύο σωμάτων, την χρονική στιγμή t_2, όπου $t_2=t_1+2s$.

Υπενθυμίζεται ότι η δύναμη του ελατηρίου (η δύναμη που ένα ελατήριο ασκεί σε ένα σώμα) ικανοποιεί τον νόμο του Hooke $F_{ελ}=k\cdot Δl$, ενώ ένα παραμορφωμένο ελατήριο έχει δυναμική ενέργεια U= ½ $k\cdot(Δl)^2$.

4) Ένα σύστημα και η ορμή των σωμάτων

Μια σανίδα μάζας Μ=12kg κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο, με σταθερή ταχύτητα $υ_0$=4m/s. Σε μια στιγμή αφήνεται πάνω της (χωρίς ταχύτητα) ένα κουτί Κ, σχήματος κύβου, το οποίο βλέπουμε να παρασύρεται από την σανίδα.



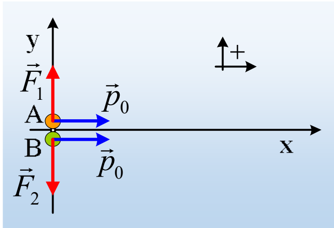
i) Να σχεδιάσετε σε διαφορετικά σχήματα τις δυνάμεις που ασκούνται στο κουτί (Κ) και στην σανίδα (Σ) και να τις χαρακτηρίσετε ως εσωτερικές ή εξωτερικές για το σύστημα των δύο σωμάτων. Είναι το σύστημα αυτό μονωμένο;

ii) Σε μια στιγμή t_1, η σανίδα έχει ταχύτητα $υ_1$=3,5m/s. Να υπολογισθεί η ορμή του κουτιού, την στιγμή αυτή.

iii) Αν η μάζα του κουτιού είναι ίση με m=4kg, να βρεθεί η ταχύτητά του, όταν πάψει η ολίσθησή του πάνω στην σανίδα, τη στιγμή t_2.

iv) Αν την στιγμή t_1 η ορμή του κουτιού μεταβάλλεται με ρυθμό dp_2/dt=4kgm/s^2, να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής της σανίδας, την ίδια στιγμή. Ποιος ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της ορμής της σανίδας την στιγμή t_3= t_2+1s.

5) Η ορμή και η μεταβολή της σε δυο γνωστές κινήσεις



Από ένα σημείο Ο ενός λείου οριζοντίου επιπέδου, το οποίο ταυτίζεται με την αρχή ενός συστήματος οριζοντίων και ορθογωνίων αξόνων x,y, εκτοξεύονται κάποια στιγμή $t_0=0$, δύο όμοιες μικρές σφαίρες Α και Β, με την ίδια ορμή, στην διεύθυνση του άξονα x, με μέτρο $p_0=0{,}4\pi$ kg·m/s. Στις σφαίρες ασκούνται δύο αντίθετες δυνάμεις, με ίσα μέτρα $|F_1|=|F_2|=1N$. Η F_1 διατηρεί σταθερή κατεύθυνση, αυτήν του άξονα y, όπως στο σχήμα, ενώ η F_2 παραμένει διαρκώς κάθετη στην ταχύτητα της Β σφαίρας.

i) Να βρεθεί ο αρχικός ρυθμός μεταβολής της ορμής, κάθε σφαίρας.

ii) Ποια η μεταβολή της ορμής κάθε σφαίρας, μέχρι τη στιγμή $t_1=2s$

iii) Τη στιγμή t_1 να βρεθούν:

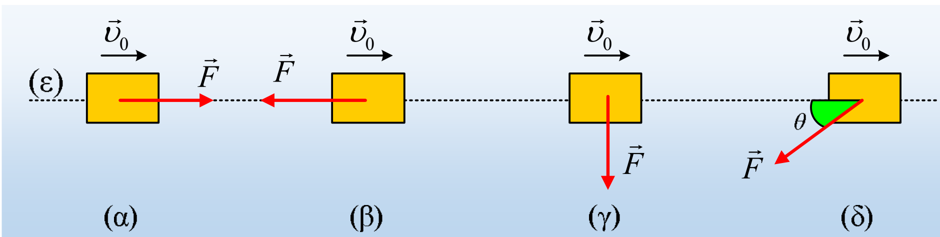
α) οι συνιστώσες ορμής p_x και p_y για κάθε σφαίρα.

β) οι αντίστοιχοι ρυθμοί μεταβολής της ορμής, κάθε σφαίρας (στιγμιαίοι ρυθμοί, στους άξονες x και y).

Στο σχήμα έχει σημειωθεί ο προσανατολισμός των αξόνων, ενώ $\pi^2=10$.

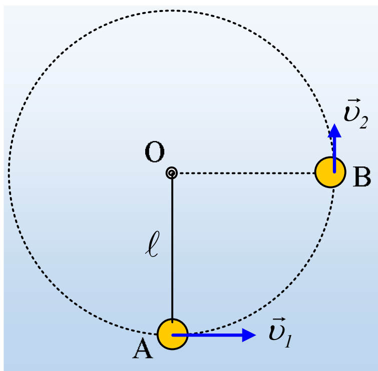
6) Η ορμή και η μεταβολή της

Ένα υλικό σημείο κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο, κατά μήκος μιας ευθείας (ε), έχοντας ορμή $p_0=6kgm/s$. Σε μια στιγμή t=0, στο σώμα ασκείται μια σταθερή οριζόντια δύναμη, μέτρου F=2N, μέχρι τη στιγμή $t_1=4s$. Να βρεθούν η μεταβολή της ορμής και η τελική του ορμή (κατεύθυνση και μέτρο) του σώματος, για τις παρακάτω περιπτώσεις, όπου στα σχήματα φαίνονται τα διανύσματα της αρχικής ταχύτητας και της ασκούμενης δύναμης (τα σχήματα σε κάτοψη).



Δίνεται για την περίπτωση του σχήματος (δ), ότι συνθ=3/4.

7) Μια κυκλική κίνηση, όχι ομαλή



Μια σφαίρα μάζας m=0,2kg κινείται σε κατακόρυφη κυκλική τροχιά κέντρου Ο, δεμένη στο άκρο νήματος μήκους l=1m. Σε μια στιγμή η σφαίρα περνά από το σημείο Α, το χαμηλότερο σημείο της τροχιάς της, έχοντας ταχύτητα μέτρου $υ_1=6m/s$.

i) Να υπολογιστεί η τάση του νήματος στην παραπάνω θέση Α.

ii) Πόση είναι η κινητική ενέργεια της σφαίρας στην θέση Α και ποιος ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της σφαίρας;

iii) Μετά από λίγο η σφαίρα περνά από τη θέση Β, όπου το νήμα γίνεται οριζόντιο. Για την θέση αυτή να βρεθούν:

α) Η ταχύτητα της σφαίρας.

β) Η τάση του νήματος.

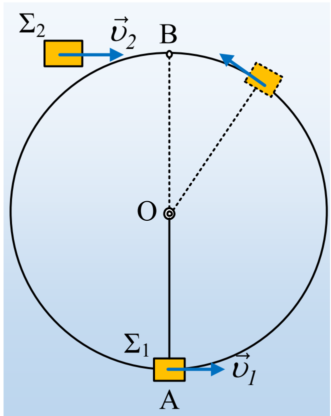
γ) Η οριζόντια και η κατακόρυφη επιτάχυνση της σφαίρας.

iv) Να υπολογιστούν η μεταβολή της (γραμμικής) ταχύτητας μεταξύ των θέσεων Α και Β. Ποια η αντίστοιχη μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας της σφαίρας;

Δίνεται $g=10m/s^2$.

Ασκήσεις 2021-22

8) Η κυκλική κίνηση και η ορμή



Ένα σώμα $Σ_1$ μάζας m_1=2kg κινείται σε οριζόντια κυκλική τροχιά, κέντρου Ο, δεμένο στο άκρο μη ελαστικού νήματος, μήκους l=2m, με ταχύτητα $υ_1$=4m/s, σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή t_0=0, περνά από την θέση Α, ενώ τη στιγμή t_1 φτάνει για πρώτη φορά στο αντιδιαμετρικό σημείο Β. Στη θέση αυτή, το $Σ_1$ συγκρούεται πλαστικά με ένα δεύτερο σώμα $Σ_2$, μάζας m_2=4kg, το οποίο κινείται επίσης οριζόντια με ταχύτητα κάθετη στην ακτίνα ΟΒ, μέτρου $υ_2$=5m/s, όπως στο σχήμα (σε κάτοψη).

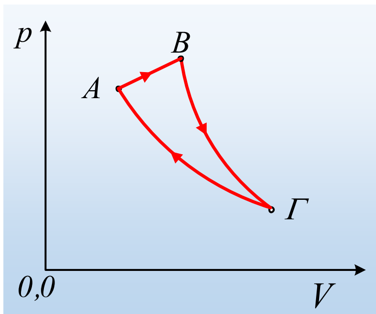
i) Ποια χρονική στιγμή συγκρούονται τα δυο σώματα;

ii) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ορμής του σώματος $Σ_1$, μεταξύ των σημείων Α και Β (ελάχιστα πριν την κρούση).

iii) Να υπολογιστεί η τάση του νήματος ελάχιστα πριν και ελάχιστα μετά την κρούση.

iv) Αν η διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα, ποια χρονική στιγμή το συσσωμάτωμα θα περάσει από την θέση Α, για πρώτη φορά, μετά την κρούση;

9) Μια θερμική μηχανή, χωρίς πολλούς υπολογισμούς



Το αέριο μιας θερμικής μηχανής διαγράφει τον κύκλο του διπλανού σχήματος, στον οποίο υπάρχουν μια ισόθερμη και μια αδιαβατική μεταβολή.

Αν η θερμότητα που απορροφά το αέριο σε κάθε κύκλο είναι Q_h= 4.800J, ενώ αποδίδει θερμότητα $|Q_c|$=3.300 J, στη δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας, να βρεθούν:

i) Ποια είναι η ισόθερμη και ποια η αδιαβατική μεταβολή; Να δώσετε μια σύντομη δικαιολόγηση.

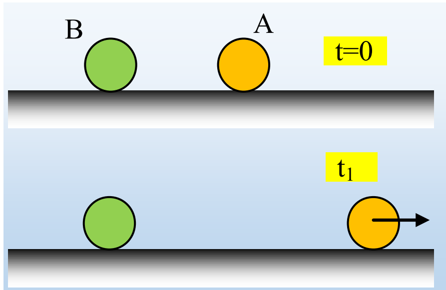
ii) Η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον, σε κάθε μια από τις μεταβολές του σχήματος;

iii) Η ισχύς της μηχανής, αν αυτή εκτελεί 2.400 στροφές ανά λεπτό.

iv) Ο συντελεστής απόδοσης του κύκλου.

v) Η θερμότητα που πρέπει να αποδώσει το αέριο στη δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας, για να μπορέσει να παράγει έργο W_1=100kJ.

10) Δυο σφαίρες αλληλεπιδρούν



Σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο συγκρατούνται σε απόσταση r=1,5cm δύο μικρές αγώγιμες φορτισμένες σφαίρες Α και Β. Οι σφαίρες έχουν μάζες m_1=0,1kg και m_2=0,2kg, ενώ φέρουν φορτία q_1=3μC και q_2=2μC αντίστοιχα.

i) Να βρεθεί η δυναμική ενέργεια του συστήματος.

ii) Σε μια στιγμή t=0, αφήνουμε ελεύθερη την Α σφαίρα, οπότε μετά από λίγο τη στιγμή t_1, η απόσταση μεταξύ των σφαιρών είναι ίση με r_1=3cm. Ποια η ταχύτητα της σφαίρας Α στη θέση αυτή;

iii) Την παραπάνω στιγμή, ελευθερώνουμε και την σφαίρα Β, οπότε τη στιγμή t_2, η Α σφαίρα έχει ταχύτητα υ_1=8m/s.

α) Ποια η ταχύτητα της Β σφαίρας την στιγμή t_2;

β) Ποια η απόσταση μεταξύ των δύο σφαιρών τη στιγμή αυτή;

γ) Να υπολογιστεί το έργο της δύναμης που επιταχύνει την σφαίρα Β, από τη στιγμή t_1 έως τη στιγμή t_2.

Δίνεται $k_c=9\cdot 10^9 N\cdot m^2/C^2$.

11) Κάτι σαν τη Γη με τη Σελήνη

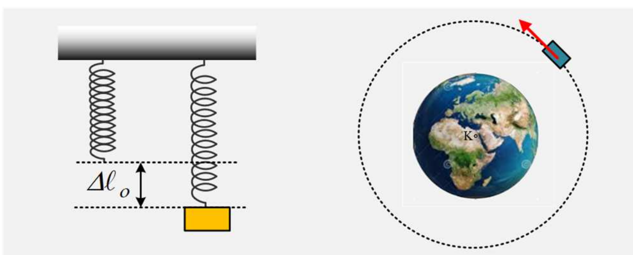
Δίνεται ένα σύστημα δύο σφαιρικών ουρανίων σωμάτων Χ και Υ, τα οποία θεωρούμε ακίνητα, μακριά από άλλα ουράνια σώματα. Δίνονται ότι το σώμα Χ έχει ακτίνα R=6.400km, η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνειά του είναι ίση με $g=10m/s^2$, έχει δε μάζα Μ=80m, όπου m η μάζα του μικρότερου σώματος Υ, ενώ η απόσταση των κέντρων των δύο σφαιρών είναι d=60R. (το σχήμα είναι ενδεικτικό χωρίς να κρατάμε τα αναλογίες των αποστάσεων). Αφήνουμε στο σημείο Α, πάνω στη διάκεντρο, σε απόσταση r_1=50R από το κέντρο του σώματος Χ, ένα σώμα Σ μάζας m_1=1kg.

i) Να υπολογίσετε τον λόγο F_1/F_2 των δυνάμεων που το σώμα Σ δέχεται από τα ουράνια σώματα Χ και Υ αντίστοιχα.

ii) Πόση είναι η δυναμική ενέργεια του σώματος Σ στο σημείο Α, αν το δυναμικό του βαρυτικού πεδίου είναι μηδέν στο άπειρο.

iii) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος Σ, μετά από μετατόπιση s=10R.

12) Ο δορυφόρος και ένα ελατήριο



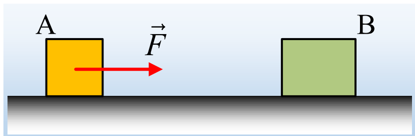
Ένα σώμα Σ στην επιφάνεια της Γης, έχει βάρος B_o=4,5N.

i) Σε πόσο ύψος h από την επιφάνεια της Γης το βάρος του θα είναι ίσο με 2N;

ii) Κρεμάμε το σώμα Σ στο κάτω άκρο ενός κατακόρυφου ελατηρίου, στο εργαστήριο του σχολείου και παρατηρούμε ότι προκαλεί επιμήκυνση $\Delta\ell_o$=10cm στο ελατήριο. Πόση επιμήκυνση θα προκαλέσει το σώμα Σ, αν δεθεί στο κάτω άκρο του ίδιου ελατηρίου, αν αυτό βρίσκεται σε δορυφόρο που στρέφεται σε κυκλική τροχιά γύρω από την γη, σε ύψος h από την επιφάνειά της;

Δίνεται η ακτίνα της Γης $R_Γ$.

13) Η κίνηση, η ορμή και η κρούση



Δυο σώματα Α και Β ηρεμούν σε οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή t_0=0 ασκούμε στο σώμα Α μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=6N, με αποτέλεσμα τη στιγμή t_1=4s, έχοντας αποκτήσει ταχύτητα u=8m/s, να συγκρούεται με το σώμα Β. Τη στιγμή αυτή παύει να ασκείται και η δύναμη F στο Α σώμα.

i) Αν το επίπεδο είναι λείο, πόση είναι η μάζα του Α σώματος;

Αν ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του σώματος Α και του επιπέδου είναι μ=0,4 τότε:

ii) Πόση είναι η μάζα m_1 του σώματος Α;

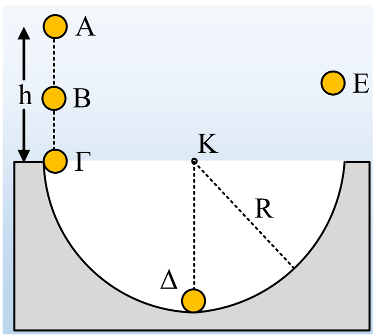
iii) Αν μετά την κρούση, η οποία θεωρείται ακαριαία, το Α σώμα κινείται προς τα αριστερά και σταματά τη χρονική στιγμή t_2=4,5s, να βρεθούν:

α) Η μεταβολή της ορμής του σώματος Α, η οποία οφείλεται στην κρούση.

β) Η ορμή του σώματος Β, αμέσως μετά την κρούση.

Δίνεται g=10m/s^2.

14) Το ημισφαίριο αλλάζει την πορεία της σφαίρας



Μια μικρή σφαίρα, μάζας m=0,5kg αφήνεται να πέσει από το σημείο Α και αφού διανύσει απόσταση h φτάνει στο άκρο ενός λείου ημισφαιρίου κέντρου Κ και ακτίνας R=0,6m, εντός του οποίου συνεχίζει την κίνησή της.

i) Να σχεδιάσετε την ταχύτητα και την επιτάχυνση της σφαίρας, στη θέση Β κατά την πτώση της, στο κατώτερο σημείο του ημισφαιρίου Δ, καθώς και σε μια θέση Ε, αφού εγκαταλείψει το ημισφαίριο και κινείται προς τα πάνω.

ii) Αν για το μέτρο της επιτάχυνσης στα σημεία Β και Δ, ισχύει $α_Δ=4α_Β$, να υπολογιστεί η απόσταση (ΑΓ)= h.

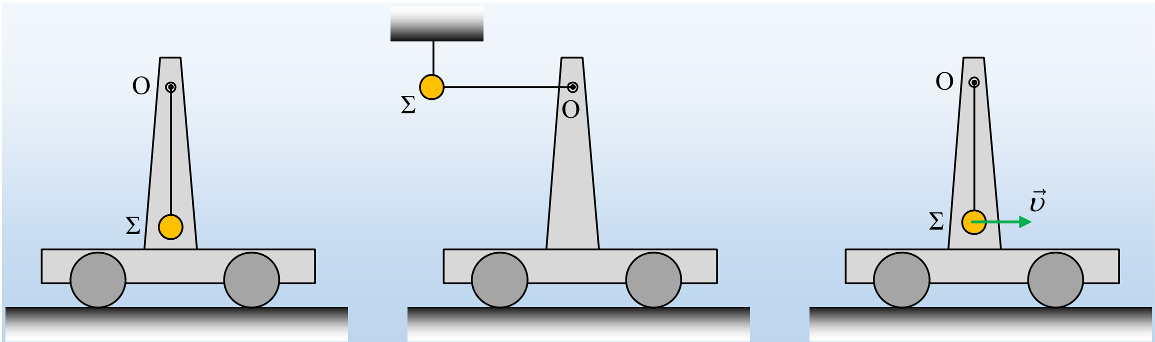
iii) Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής της σφαίρας στις θέσεις Β και Δ.

iv) Να βρεθεί η μεταβολή της ορμής της σφαίρας μεταξύ των θέσεων Γ και Δ.

Δίνεται g=10m/s^2.

15) Γιατί να κινηθεί το αμαξίδιο;

Ένα αμαξίδιο με «πλάτη» ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο, ενώ μια σφαίρα μάζας m=1kg, κρέμεται στο άκρο κατακόρυφου μη εκτατού νήματος, αμελητέας μάζας, μήκους ℓ=0,5m, το άλλο άκρο του οποίου έχει δεθεί στο σημείο Ο της πλάτης, όπως στο πρώτο από τα παρακάτω σχήματα:



i) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα των δύο σωμάτων αμαξίδιο-σφαίρα και να εξετάσετε αν το σύστημα είναι μονωμένο.

ii) Εκτρέπουμε τη σφαίρα, καθιστώντας το νήμα οριζόντιο και ταυτόχρονα δένουμε τη σφαίρα στο άκρο ενός δεύτερου κατακόρυφου νήματος, όπως στο μεσαίο σχήμα. Το σύστημα και πάλι ηρεμεί.

α) Αφού σχεδιάσετε τις εξωτερικές δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα του παραπάνω συστήματος, να εξετάσετε αν το σύστημα είναι τώρα μονωμένο.

β) Ένας συμμαθητής σας υποστηρίζει ότι μέσω του νήματος, η σφαίρα ασκεί δύναμη στο αμαξίδιο. Συμφωνείτε ή διαφωνείτε με την θέση αυτή;

iii) Σε μια στιγμή $t_0=0$, κόβουμε το κατακόρυφο νήμα, οπότε η σφαίρα θα κινηθεί προς τα κάτω. Για την στιγμή αμέσως μετά (t_0^+):

α) Να εξετάσετε αν το σύστημα των σωμάτων είναι μονωμένο.

β) Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της ορμής:

β_1) της σφαίρας, β_2) του αμαξιδίου, β_3) του συστήματος.

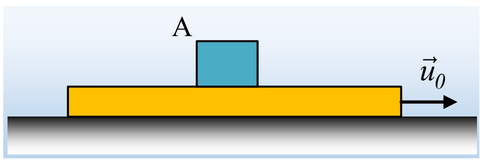
iv) Μετά από λίγο η σφαίρα περνά από το χαμηλότερο σημείο της τροχιάς της, με το νήμα κατακόρυφο, έχοντας ταχύτητα υ=3m/s, όπως στο 3ο σχήμα.

α) Να εξηγήσετε γιατί την στιγμή αυτή, το αμαξίδιο έχει αποκτήσει κάποια ταχύτητα, αντίθετης φοράς (προς τα αριστερά).

β) Να βρείτε την συνολική μάζα του αμαξιδίου (μαζί με την πλάτη…).

Δίνεται $g=10m/s^2$.

16) Μπρος ή πίσω;



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο κινείται με σταθερή ταχύτητα $u_0=5m/s$ μια μακριά σανίδα μάζας M=10kg. Σε μια στιγμή αφήνουμε πάνω της, χωρίς αρχική ταχύτητα, ένα σώμα Α μάζας m=2,5kg, όπως στο σχήμα και παρατηρούμε ότι παρασύρεται από την σανίδα γλιστρώντας για λίγο πάνω της.

i) Το σώμα Α θα κινηθεί προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά; Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας, δίνοντας και κατάλληλο σχήμα, στο οποίο να έχουν σημειωθεί οι δυνάμεις που ασκούνται σε σανίδα και σώμα Α.

ii) Το σύστημα των δύο σωμάτων είναι ή όχι μονωμένο;

iii) Κάποια στιγμή t_1, το σώμα Α κινείται προς τα δεξιά με ταχύτητα μέτρου $υ_2$=2m/s. Να υπολογιστεί η ταχύτητα της σανίδας την στιγμή αυτή.

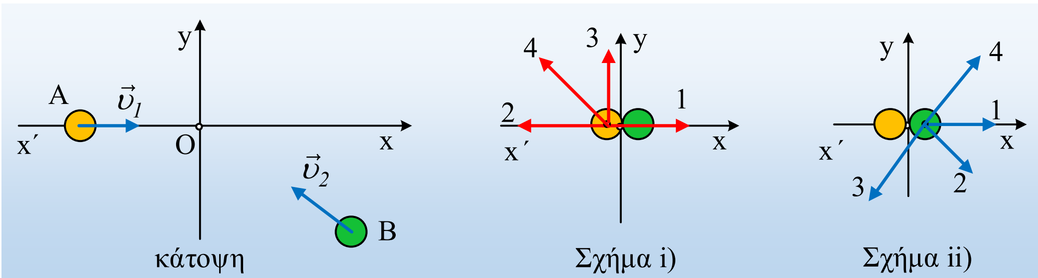
iv) Αν τη στιγμή t_1 η ορμή του σώματος Α μεταβάλλεται με ρυθμό $dp_2/dt=5kg·m/s^2$, ενώ η ασκούμενη δύναμη τριβής μεταξύ των δύο σωμάτων είναι σταθερή, να βρεθούν:

α) Η ολική μεταβολή της ορμής της σανίδας.

β) Το χρονικό διάστημα που διαρκεί η ολίσθηση του σώματος Α, πάνω στη σανίδα.

17) Η ορμή και η κρούση

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο, κινούνται δύο σφαίρες Α και Β ίδιας ακτίνας, όπως στο πρώτο σχήμα (σε κάτοψη) και κάποια στιγμή συγκρούονται στην αρχή Ο ενός ορθογωνίου συστήματος αξόνων. Αν μετά την κρούση η Α σφαίρα κινείται ξανά κατά μήκος του άξονα x, προς την αρνητική κατεύθυνση, τότε:



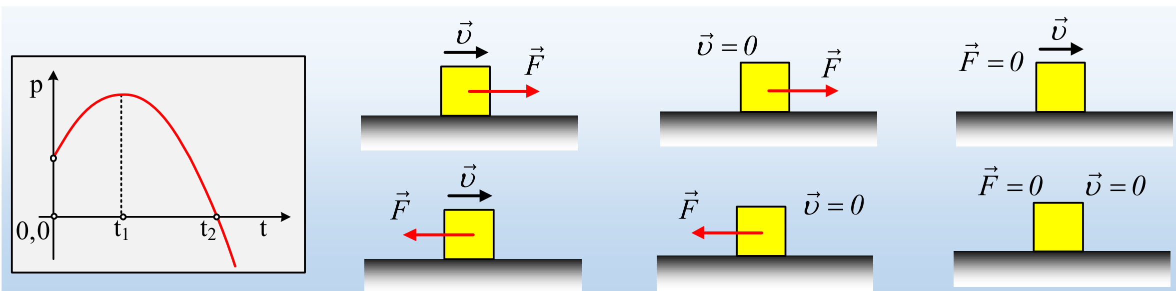
i) Ποιο από τα διανύσματα του σχήματος i) παριστάνει την δύναμη που ασκήθηκε στην σφαίρα Α στη διάρκεια της κρούσης;

ii) Ποιο από τα διανύσματα του σχήματος ii) δείχνει την ταχύτητα της Β σφαίρας, αμέσως μετά την κρούση;

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

18) Πληροφορίες από ένα διάγραμμα ορμής

Ένα σώμα κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο και στο παρακάτω διάγραμμα δίνεται η μεταβολή της ορμής του σε συνάρτηση με το χρόνο (p-t). Στο σχήμα δίνονται επίσης έξι ενδεχόμενα, όσον αφορά την ταχύτητα του σώματος και την ασκούμενη οριζόντια δύναμη στο σώμα.

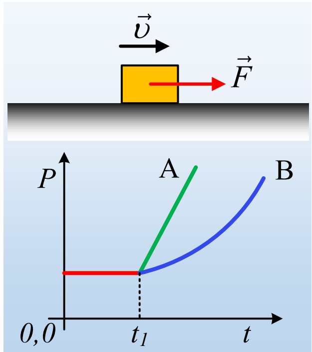


Με δεδομένο ότι η προς τα δεξιά κατεύθυνση θεωρείται θετική, να βρείτε ποιο ενδεχόμενο περιγράφει την κατάσταση τις χρονικές στιγμές:

i) $t=0$, ii) $t=t_1$ και iii) $t=t_2$,

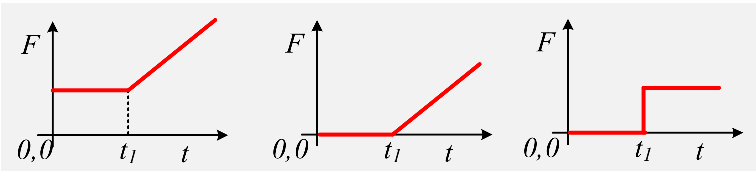
αν τη στιγμή t_1 η ορμή του σώματος, είναι μέγιστη.

19) Η ορμή και η δύναμη

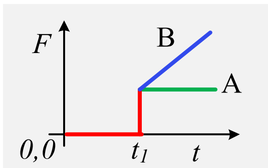


Στο διπλανό σχήμα ένα σώμα κινείται προς τα δεξιά σε λείο οριζόντιο επίπεδο και κάποια στιγμή δέχεται δύναμη, επίσης προς τα δεξιά και στο διάγραμμα δίνονται δύο διαφορετικές εκδοχές για την μεταβολή της ορμής του σώματος, σε συνάρτηση με το χρόνο.

i) Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα F-t, μπορεί να αντιστοιχεί σε κάθε εκδοχή Α και Β;

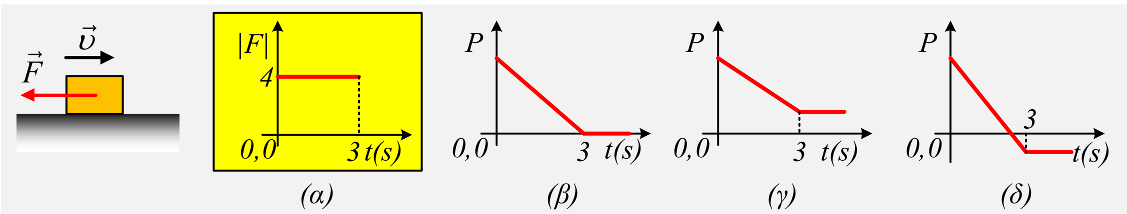


ii) Ένας μαθητής υποστήριξε ότι χαράσσοντας στο ίδιο διάγραμμα τις ασκούμενες δυνάμεις για τα διαγράμματα Α και Β, μπορούσαμε να πάρουμε το διπλανό διάγραμμα. Να εξετάσετε αν αυτό είναι ή όχι ένα σωστό ενδεχόμενο.

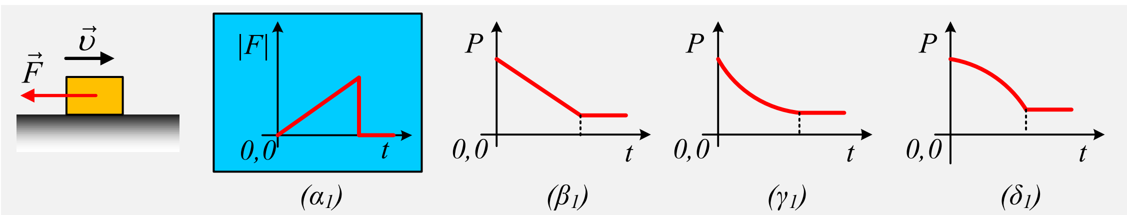


iii) Σε μια επανάληψη του πειράματος και ενώ το σώμα κινείται προς τα δεξιά με αρχική ορμή $P_0=10kg\cdot m/s$, δέχεται την επίδραση δύναμης προς τα αριστερά, όπως στο παρακάτω σχήμα.

α) Αν το διάγραμμα (α) παριστάνει το μέτρο της δύναμης σε συνάρτηση με το χρόνο, ποιο από τα επόμενα διαγράμματα (β), (γ) και (δ), παριστάνει την ορμή του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο;



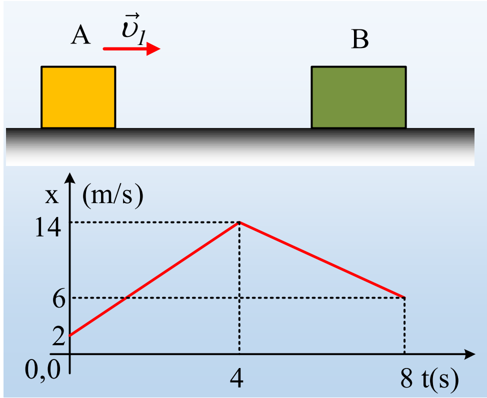
β) Αν το μέτρο της ασκούμενης δύναμης μεταβάλλεται όπως στο διάγραμμα ($α_1$), ποιο από τα επόμενα διαγράμματα, δίνει τώρα την μεταβολή της ορμής του σώματος;



20) Μια πλαστική κρούση από ένα διάγραμμα

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο κινείται κατά μήκος ευθείας (ε) ένα σώμα Α μάζας $m_1=1kg$ και τη στιγμή $t_1=4s$

συγκρούεται πλαστικά με ένα δεύτερο σώμα Β, μάζας m_2=2kg. Το συσσωμάτωμα συνεχίζει να κινείται στην ίδια ευθεία (ε) και στο σχήμα βλέπετε το διάγραμμα θέσης-χρόνου (x=f(t)) για την κίνηση του Α σώματος (του συσσωματώματος μετά την κρούση…), αφού πήραμε κάποιο σημείο Ο ως αρχή του άξονα x και την προς τα δεξιά κατεύθυνση ως θετική.



i) Να υπολογίσετε την ορμή του σώματος Α πριν και μετά την κρούση.

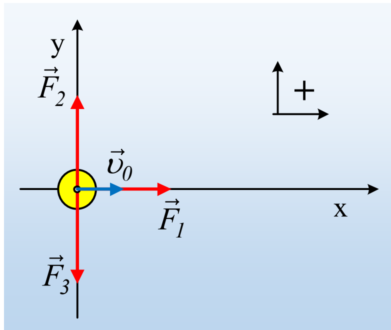
ii) Να βρεθεί η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σώματος Α που οφείλεται στην κρούση.

iii) Να υπολογιστεί η ταχύτητα του σώματος Β πριν την κρούση, καθώς και η θέση του τη στιγμή t_0=0.

iv) Να βρεθεί η απώλεια της κινητικής ενέργειας που οφείλεται στην πλαστική κρούση.

21) Τρεις δυνάμεις, τρεις κινήσεις

Ένα σώμα μάζας m=2kg κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο κατά μήκος ενός άξονα x με ταχύτητα υ_0=2m/s και τη στιγμή t=0 φτάνει σε ένα σημείο Ο, το οποίο λαμβάνουμε ως αρχή των οριζοντίων ορθογωνίων αξόνων x, y, όπως στο σχήμα (σε κάτοψη). Στη θέση αυτή μπορεί να δεχτεί την επίδραση μιας οριζόντιας δύναμης, σε τρεις διαφορετικές εκδοχές.



Α) Σταθερή δύναμη όπως η F_1=2N, ίδιας κατεύθυνσης με την ταχύτητα υ_0.

Β) Σταθερή δύναμη στην διεύθυνση y, όπως η F_2 μέτρου 2N, κάθετη στην αρχική ταχύτητα υ_0.

Γ) Δύναμη σταθερού μέτρου F_3=2N, η οποία διατηρείται διαρκώς κάθετη στην ταχύτητα του σώματος

a) Για τη στιγμή t_1=2s, να βρεθούν και για τις τρεις παραπάνω περιπτώσεις:

i) Το μέτρο της ταχύτητας του σώματος.

ii) Η θέση του σώματος.

iii) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ταχύτητας του σώματος στην διεύθυνση x, από 0-2s.

b) Να παρασταθούν γραφικά οι συναρτήσεις x=x(t) για την τετμημένη του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο και για τις τρεις περιπτώσεις, μέχρι τη χρονική στιγμή t_2=15 s.

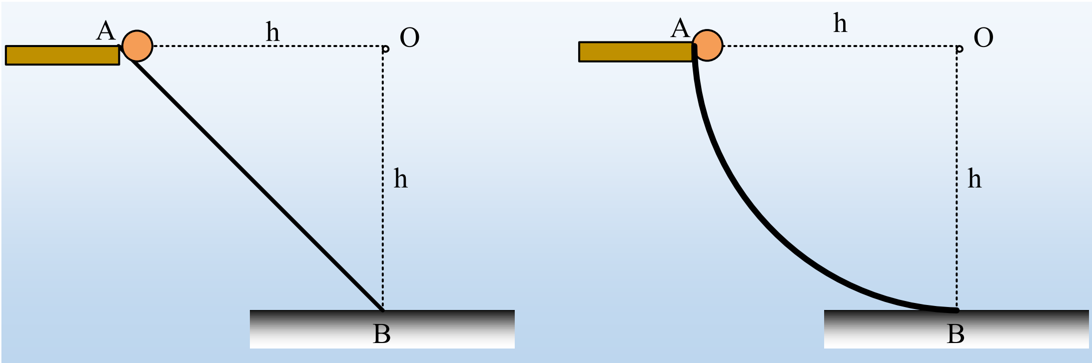
22) Μετακίνηση σφαίρας σε δύο διαφορετικές διαδρομές

Μια μικρή σφαίρα μάζας 100g αφήνεται να κινηθεί από σημείο Α οριζοντίου επιπέδου, που βρίσκεται σε ύψος h=1,25m από το έδαφος και να φτάσει στο σημείο Β του εδάφους.

Η διαδρομή μπορεί να είναι ευθύγραμμη, κατά μήκος ενός κεκλιμένου επιπέδου, όπως στο πρώτο σχήμα ή να είναι κυκλική, κέντρου Ο και ακτίνας R=h, όπως στο δεύτερο σχήμα, ενώ τριβές δεν υπάρχουν.

i) Σε ποια περίπτωση η σφαίρα θα φτάσει στο έδαφος με μεγαλύτερη ταχύτητα;

ii) Κάποια στιγμή η σφαίρα περνάει από το μέσον Μ της διαδρομής ΑΒ. Για την θέση αυτή να υπολογιστούν, για κάθε μια διαδρομή χωριστά:



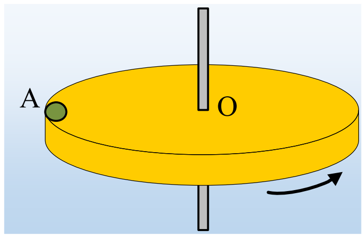
α) Η ταχύτητα της σφαίρας.

β) Η κάθετη αντίδραση που ασκείται στη σφαίρα από το κεκλιμένο επίπεδο και από την επιφάνεια στήριξης στην κυκλική διαδρομή.

γ) Ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας της σφαίρας.

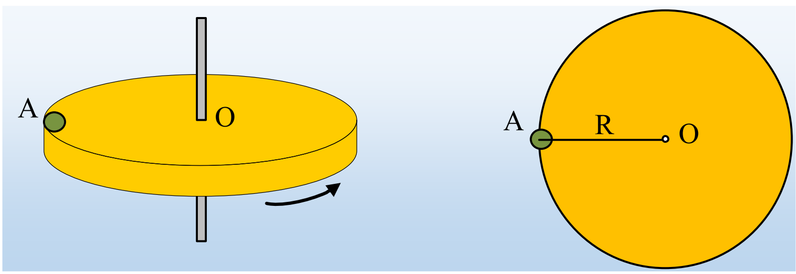
Δίνεται ότι η σφαίρα δεν στρέφεται κατά την κίνησή της, ενώ $g=10m/s^2$.

23) Όταν ένας δίσκος περιστρέφεται



Ένας οριζόντιος δίσκος, ακτίνας R=0,5m, στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω=10rad/s, γύρω από σταθερό κατακόρυφο άξονα ο οποίος διέρχεται από το κέντρο του Ο, όπως στο σχήμα. Μια μικρή σφαίρα έχει καρφωθεί στο άκρο μιας ακτίνας και τη στιγμή t=0 βρίσκεται στη θέση Α του σχήματος.

i) Θέλουμε να σχεδιάσουμε τα διανύσματα της γωνιακής ταχύτητας, της γραμμικής ταχύτητας και της επιτάχυνσης της σφαίρας στη θέση Α. Να σχεδιαστούν τα παραπάνω διανύσματα, στα παρακάτω σχήματα, όπου στο δεύτερο βλέπουμε το δίσκο από πάνω (κάτοψη), με αποτέλεσμα ο δίσκος να φαίνεται σαν κύκλος.



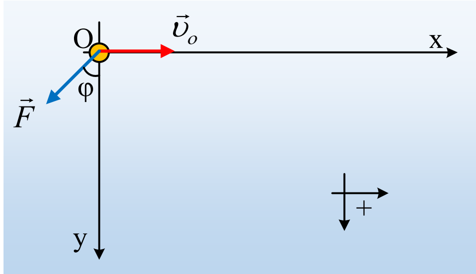
ii) Να υπολογιστούν τα μέτρα των παραπάνω φυσικών μεγεθών.

iii) Ποια χρονική στιγμή t_1, η σφαίρα περνά από ένα σημείο Β, όπου ο δίσκος έχει περιστραφεί κατά 90°;

iv) Να βρεθούν η μεταβολή της γωνιακής ταχύτητας και η μεταβολή της ταχύτητας της σφαίρας, στο χρονικό διάστημα $\Delta t=t_1-t_0$.

24) Η αρχή ανεξαρτησίας των κινήσεων και μια οριζόντια κίνηση

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο κινείται κατά την διεύθυνση του άξονα x, ενός ορθογωνίου συστήματος αξόνων x,y, ένα σώμα μάζας m=2kg με ταχύτητα $υ_o$=10m/s. Σε μια στιγμή t_0=0, που το σώμα περνά από την αρχή των αξόνων Ο, δέχεται μια **σταθερή** δύναμη μέτρου F=4√2N, η οποία σχηματίζει γωνία φ=45° με τον άξονα y, όπως στο σχήμα (σε κάτοψη).



i) Θεωρώντας σύνθετη την κίνηση, να γράψετε τις εξισώσεις ταχύτητας και θέσης, για τους άξονες x και y.

ii) Να αποδείξετε ότι, μέχρι τη στιγμή t_1 όπου η ταχύτητα θα έχει «στραφεί» κατά 90°, σε σχέση με την αρχική της διεύθυνση, για τα μέτρα των δύο συνιστωσών ταχύτητας $υ_x$ και $υ_y$, κάθε στιγμή ισχύει:

$$υ_x+υ_y=υ_o$$

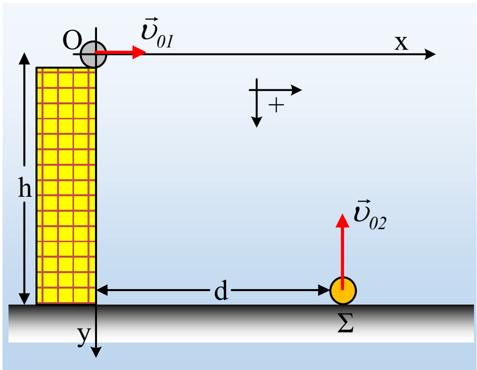
iii) Ποια χρονική στιγμή t_1;

iv) Να βρεθεί η θέση Α του σώματος τη στιγμή t_1.

v) Να υπολογιστεί το έργο της ασκούμενης δύναμης F κατά την κίνηση του σώματος από το Ο στο Α.

25) Μια οριζόντια και μια κατακόρυφη βολή

Από την κορυφή ενός κτιρίου ύψους h=20m, κάποια στιγμή t_0=0 εκτοξεύεται οριζόντια ένα μικρό σώμα Α με αρχική ταχύτητα μέτρου $υ_{01}$=8m/s. Ταυτόχρονα από το σημείο Σ του εδάφους, το οποίο απέχει απόσταση d=16m από την βάση του κτιρίου, εκτοξεύεται κατακόρυφα ένα σώμα Β με αρχική ταχύτητα μέτρου $υ_{02}$. Τα δύο σώματα κινούνται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο (στο επίπεδο της σελίδας). Στο σχήμα δίνεται ένα σύστημα αξόνων x,y και ο προσανατολισμός του, με βάση το οποίο θα γράψουμε τις εξισώσεις κινήσεις και για τα δύο σώματα Α και Β.



i) Να γράψετε τις εξισώσεις x(t) και y(t) για την θέση του σώματος Α σε συνάρτηση με το χρόνο.

ii) Να γράψετε τις εξισώσεις $υ_2(t)$ και $y_2(t)$ για την κίνηση του Β σώματος.

iii) Να βρείτε την χρονική στιγμή t_1 που το σώμα Α φτάνει στο έδαφος, καθώς και την οριζόντια απόσταση που θα έχει διανύσει, μέχρι τη στιγμή αυτή.

iv) Αν τη στιγμή t_1 το σώμα Β έχει μηδενική ταχύτητα, να υπολογιστούν:

α) Η αρχική ταχύτητα $υ_{02}$.

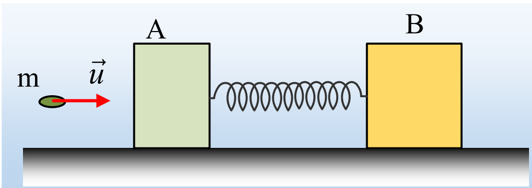
β) Η επιτάχυνση του σώματος τη στιγμή t_1.

γ) Η απόσταση των δύο σωμάτων, τη στιγμή t_1.

Δίνεται g=10m/s².

Ασκήσεις 2020-21

26) Μια κρούση και ένα σύστημα



Τα σώματα Α και Β με μάζες m_1=1,9kg και m_2=3kg ηρεμούν σε λείο οριζόντιο επίπεδο, δεμένα στα άκρα ενός ιδανικού ελατηρίου, αμελητέας μάζας. Ένα βλήμα μάζας m=0,1kg κινείται οριζόντια με ταχύτητα u=40m/s και τη χρονική στιγμή t_0=0, σφηνώνεται στο Α σώμα.

i) Να υπολογιστεί η κοινή ταχύτητα μετά την κρούση, που αποκτούν το σώμα Α με το βλήμα.

ii) Πόση είναι η απώλεια της κινητικής ενέργειας που οφείλεται στην κρούση;

iii) Λίγο μετά την κρούση, τη στιγμή t_1, το συσσωμάτωμα Α-βλήμα, έχει ταχύτητα προς τα δεξιά μέτρου $υ_1$=0,5m/s.

α) Πόση είναι τη στιγμή αυτή η ταχύτητα του σώματος Β;

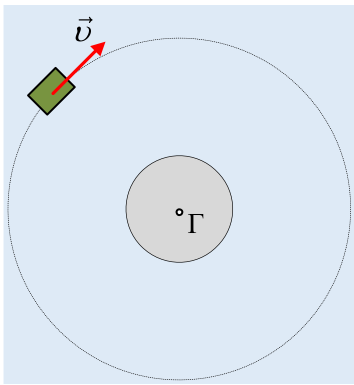
β) Πόση ενέργεια αφαιρέθηκε από το συσσωμάτωμα, μέσω του έργου της δύναμης του ελατηρίου, μέχρι τη στιγμή t_1;

γ) Πόση ενέργεια στο ίδιο χρονικό διάστημα, μεταφέρθηκε στο σώμα Β;

δ) Υποστηρίζεται ότι το ελατήριο τη στιγμή t_1 έχει αποθηκευμένη κάποια ενέργεια, με την μορφή της δυναμικής ενέργειας. Μπορείτε να βρείτε πόση είναι αυτή;

iv) Αν τη στιγμή t_1 το συσσωμάτωμα επιβραδύνεται έχοντας επιτάχυνση μέτρου $α_1$=7,5m/s^2, να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος Β.

27) Ο δορυφόρος, η ταχύτητα διαφυγής και οι τριβές



Ένα τεχνητός δορυφόρος της Γης εκτελεί κυκλική κίνηση με κέντρο το κέντρο της Γης, σε ύψος h=3$R_Γ$ από την επιφάνειά της.

i) Να υπολογιστεί η ταχύτητα του δορυφόρου.

ii) Να υπολογιστεί η μηχανική ενέργεια ενός σώματος Σ μάζας m=2kg μέσα στο δορυφόρο, με δεδομένο ότι η δυναμική του ενέργεια είναι μηδέν στο άπειρο.

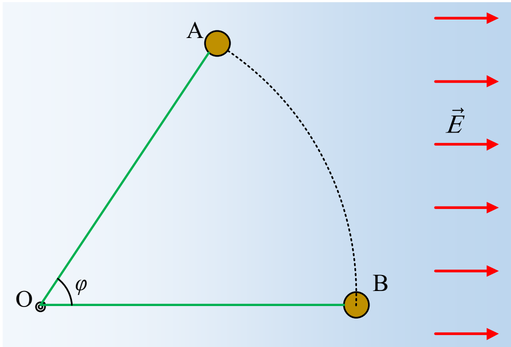
iii) Πόση είναι η ελάχιστη ενέργεια η οποία πρέπει να δοθεί στο παραπάνω σώμα Σ, προκειμένου να εγκαταλείψει τον δορυφόρο και να φτάσει σε άπειρη απόσταση από τη Γη;

iv) Το σώμα Σ εκτοξεύεται με αρχική ταχύτητα $υ_o$=2m/s, πάνω σε τραπέζι που βρίσκεται μέσα στον δορυφόρο και με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής μ=0,5. Σε πόσο χρόνο θα διατρέξει απόσταση d=1m;

Η Γη θεωρείται το μοναδικό σώμα στο διάστημα, η επίδραση της ατμόσφαιρας αμελητέα ενώ $R_Γ$=6.400km και $g_o=10m/s^2$.

28) Κίνηση φορτισμένης σφαίρας σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο

Ένα μικρό φορτισμένο σφαιρίδιο μάζας m=8g φέρει φορτίο q=1μC και είναι δεμένη στο άκρο μονωτικού και μη ελαστικού νήματος, μήκους l=2m, το άλλο άκρο του οποίου δένεται σε ένα ακλόνητο σημείο Ο, ενός μονωτικού και λείου οριζοντίου επιπέδου. Φέρνουμε τη σφαίρα στη θέση Α, του οριζοντίου επιπέδου, με το νήμα τεντωμένο και την αφήνουμε ελεύθερη να κινηθεί. Στον χώρο υπάρχει ένα ομογενές οριζόντιο ηλεκτρικό πεδίο έντασης Ε=4.000V/m, με διεύθυνση που σχηματίζει γωνία φ=60° με την διεύθυνση ΟΑ.



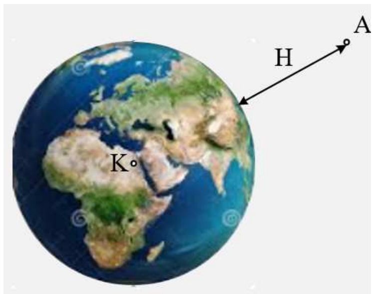
i) Να βρεθεί η αρχική επιτάχυνση της σφαίρας, μόλις αφεθεί ελεύθερη στη θέση Α.

ii) Ποια η ταχύτητα της σφαίρας στη θέση Β, όπου το νήμα είναι παράλληλο με την ένταση του πεδίου;

ii) Να υπολογισθεί η τάση του νήματος στη θέση Β.

29) Ομογενές και μη βαρυτικό πεδίο της Γης.

Ένα σώμα μάζας m=2kg αφήνεται τη χρονική στιγμή $t_0=0$, ελεύθερο χωρίς αρχική ταχύτητα, σε ένα σημείο Α, σε ύψος $Η=R_Γ$, από την επιφάνεια της Γης.



i) Να υπολογιστεί η αρχική επιτάχυνση που θα αποκτήσει.

ii) Να υπολογιστεί η μετατόπιση του σώματος και η ταχύτητά του την χρονική στιγμή t_1=4s.

iii) Να υπολογισθεί το έργο του βάρους από t_0 έως τη στιγμή t_1.

iv) Το σώμα θα φτάσει στη Γη τη χρονική στιγμή t_2, όπου:

$$α)\ t_2 < 1600\sqrt{2}\ s, \quad β)\ t_2 = 1600\sqrt{2}\ s, \quad γ)\ t_2 > 1600\sqrt{2}\ s$$

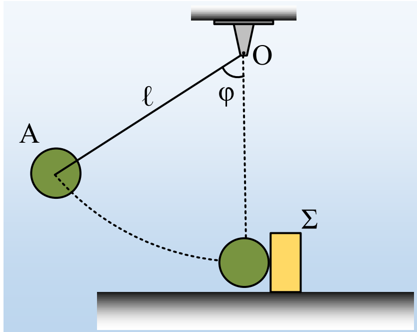
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

v) Να βρεθεί η ταχύτητα με την οποία φτάνει το σώμα στην επιφάνεια της Γης.

Δίνεται ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g_0=10m/s^2$, η ακτίνα της Γης $R_Γ$=6.400km, ενώ δεν λαμβάνουμε υπόψη την επίδραση της ατμόσφαιρας στην κίνηση του σώματος.

30) Ένας συνδυασμός κυκλικής και ορμής

Η σφαίρα του σχήματος, μάζας m_1=3kg, ισορροπεί δεμένη στο άκρο μη ελαστικού κατακόρυφου νήματος μήκους ℓ=2m, το άλλο άκρο του οποίου έχει δεθεί σε σταθερό σημείο Ο, σε επαφή με σώμα Σ, μάζας m_2=1kg, το οποίο παρουσιάζει με το οριζόντιο επίπεδο συντελεστή τριβής μ=0,3. Εκτρέπουμε τη σφαίρα, φέρνοντάς την στη θέση Α, όπου το νήμα σχηματίζει με την κατακόρυφη γωνία φ (ημφ=0,8 και συνφ=0,6) και την αφήνουμε να κινηθεί.



i) Ποια η αρχική επιτάχυνση της σφαίρας στη θέση Α, μόλις αφεθεί να κινηθεί;

ii) Να βρεθεί η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής της σφαίρας, τη στιγμή που το νήμα γίνεται κατακόρυφο, ελάχιστα πριν την σύγκρουσή της με το σώμα Σ.

iii) Αν το σώμα Σ, μετά την κρούση διανύει απόσταση 6m στο οριζόντιο επίπεδο, μέχρι να σταματήσει, να βρεθεί η ενέργεια που κέρδισε στη διάρκεια της κρούσης.

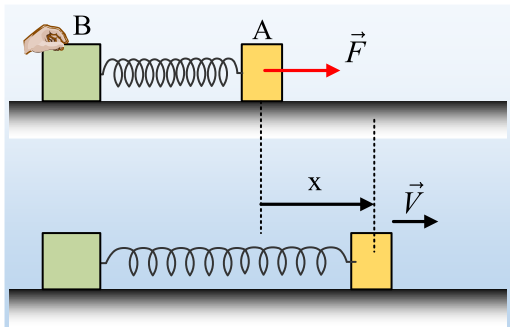
iv) Η σφαίρα μετά την κρούση, θα εκτραπεί προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά; Ποιο το μέγιστο ύψος στο οποίο θα φτάσει;

v) Κατά την παραπάνω κρούση μεταξύ των δύο σωμάτων είχαμε απώλεια μηχανικής ενέργειας ή όχι;

$g=10m/s^2$.

31) Η ορμή των σωμάτων και η δυναμική ενέργεια ελατηρίου

Σε ένα λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμούν δύο σώματα Α και Β με μάζας m_1=1kg και m_2=2kg αντίστοιχα, δεμένα στα άκρα ενός ιδανικού ελατηρίου (αυτό θεωρείται αβαρές και περικλείει ενέργεια με τη μορφή της δυναμικής ενέργειας, όταν παραμορφώνεται). Σε μια στιγμή ασκούμε στο Α σώμα μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=36N, τραβώντας το προς τα δεξιά, ενώ ταυτόχρονα, με το χέρι μας, συγκρατούμε το Β σώμα στη θέση του. Η δύναμη ασκείται μέχρι τη στιγμή t_1, όπου το σώμα έχει μετατοπισθεί κατά x=0,5m, έχοντας ταχύτητα μέτρου V=4m/s, οπότε καταργείται, ενώ ταυτόχρονα αφήνουμε ελεύθερο το σώμα Β.



i) Να υπολογισθεί η ενέργεια που μεταφέρθηκε στο σύστημα μέσω του έργου της δύναμης F, στο παραπάνω χρονικό διάστημα. Τι ποσοστό της ενέργειας αυτής έχει αποθηκευτεί στο ελατήριο με τη μορφή της δυναμικής ενέργειας;

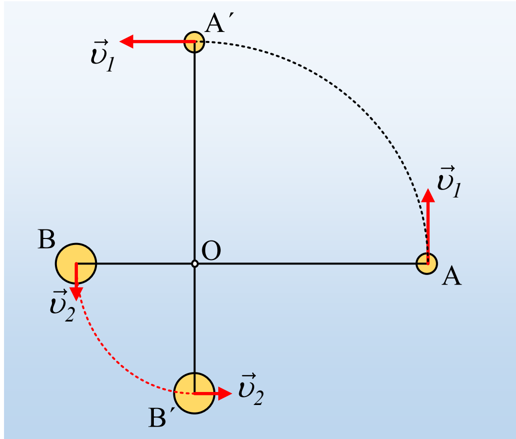
ii) Μια επόμενη στιγμή t_2 η ορμή του Β σώματος αυξάνεται με ρυθμό $50kg\cdot m/s^2$, ενώ κινείται προς τα δεξιά. Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του Α σώματος την στιγμή αυτή;

iii) Μια επόμενη στιγμή t_3, το σώμα Α κινείται προς τα δεξιά με ταχύτητα μέτρου $υ_1$=2m/s. Για τη στιγμή αυτή:

α) Ποια η ταχύτητα του σώματος Β;

β) Πόση είναι η αποθηκευμένη ενέργεια στο ελατήριο;

32) Δυο σφαίρες σε κυκλικές τροχιές



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμούν δύο μικρές σφαίρες Α και Β δεμένες στα άκρα μη ελαστικού (και τεντωμένου) νήματος μήκους ℓ=1,2m. Σε μια στιγμή t_0=0, κτυπάμε ταυτόχρονα τις δύο σφαίρες προσδίδοντάς τους οριζόντιες ταχύτητες με μέτρα $υ_1$=2m/s και $υ_2$=1m/s, κάθετες προς το νήμα. Παρατηρούμε στη συνέχεια τις σφαίρες να εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση, σε τροχιές με κέντρο ένα (ελεύθερο) σημείο Ο του νήματος, ενώ το νήμα παραμένει διαρκώς τεντωμένο. Στο σχήμα, (σε κάτοψη) βλέπετε τις αρχικές θέσεις των δύο σφαιρών, καθώς και τις θέσεις τους μετά από ¼ της κοινής περιόδου περιφοράς τους.

i) Να βρεθούν οι ακτίνες των κυκλικών τροχιών που διαγράφουν οι σφαίρες.

ii) Αν m_1=0,1kg, να υπολογιστούν:

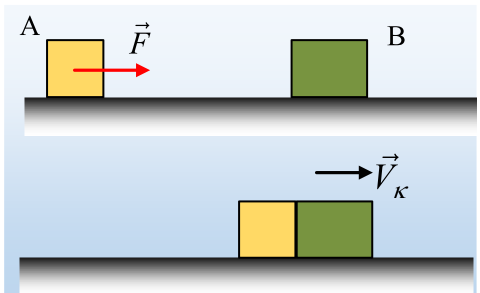
α) Η ορμή και ο (στιγμιαίος) ρυθμός μεταβολής της ορμής της Α σφαίρας, στην αρχική θέση.

β) Η μεταβολή της ορμής της Α σφαίρας, μέχρι η επιβατική ακτίνα να διαγράψει γωνία 90°, ερχόμενη στη θέση Α΄.

γ) Ο μέσος ρυθμός μεταβολής της ορμής της σφαίρας Α, κατά την παραπάνω μετακίνησή της.

iii) Αφού υπολογίσετε την μάζα της δεύτερης σφαίρας, να υπολογίσετε την ορμή του συστήματος των δύο σφαιρών και το ρυθμό μεταβολής της ορμής, τη στιγμή $t_0=0^+$.

33) Ενέργειες σε δυο κινήσεις και μια πλαστική κρούση.



Σε οριζόντιο επίπεδο ηρεμούν δύο σώματα Α και Β με μάζες m_1=2kg και m_2, τα οποία εμφανίζουν τον ίδιο συντελεστή τριβής ολίσθησης με το επίπεδο. Σε μια στιγμή ασκούμε μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=10Ν στο σώμα Α, με αποτέλεσμα να κινηθεί προς το σώμα Β, με το οποίο συγκρούεται πλαστικά μετά από χρονικό διάστημα $Δt_1$=4s. Τη στιγμή της κρούσης, παύει να ασκείται στο σώμα η δύναμη F, ενώ το συσσωμάτωμα αποκτά αρχική ταχύτητα $V_κ$=1,6m/s και σταματά, μετά από χρονικό διάστημα $Δt_2$=0,4s.

Χωρίς να χρησιμοποιείστε τις επιταχύνσεις των σωμάτων, ούτε εξισώσεις ταχύτητας και μετατόπισης για τις δύο κινήσεις, προσπαθήστε να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα:

i) Ποιος ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ των σωμάτων και του επιπέδου;

ii) Ποια η ταχύτητα του σώματος Α, ελάχιστα πριν την κρούση;

iii) Να υπολογιστεί η μάζα m_2 του Β σώματος.

iv) Ποια η αρχική απόσταση των δύο σωμάτων και πόσο διάστημα διανύει το συσσωμάτωμα μετά την κρούση;

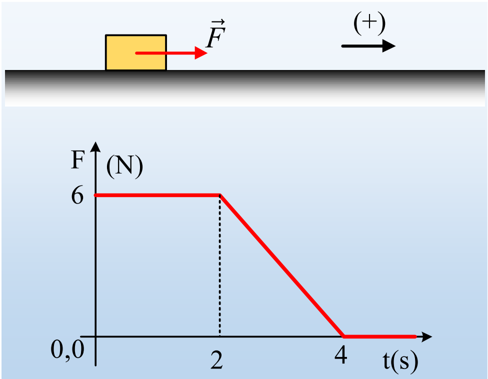
v) Τι ποσοστό της ενέργειας που μεταφέρεται στο Α σώμα, μέσω του έργου της δύναμης F:

α) Μετατρέπεται σε θερμική, εξαιτίας της τριβής, πριν την κρούση.

β) μετατρέπεται σε θερμική (και ενέργει μόνιμης παραμόρφωσης) στη διάρκεια της κρούσης.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

34) Η ορμή με την επίδραση μεταβλητής δύναμης



Ένα σώμα κινείται σε λείο οριζόντιο με ορισμένη ταχύτητα $υ_ο$. Κάποια στιγμή $t_0=0$, δέχεται την επίδραση οριζόντιας δύναμης, ίδιας **διεύθυνσης** με την ταχύτητα, η τιμή της οποίας μεταβάλλεται όπως στο διάγραμμα, με αποτέλεσμα τη χρονική στιγμή $t_1=2s$, το σώμα να έχει ορμή $p_1=+4kg{\cdot}m/s$ (θετική η προς τα δεξιά κατεύθυνση).

i) Να υπολογίσετε την μεταβολή της ορμής του σώματος στο χρονικό διάστημα 0-t_1. Πώς συνδέεται η μεταβολή αυτή με το διάγραμμα F-t που μας δίνεται;

Δίνεται η μάζα του σώματος m=2kg.

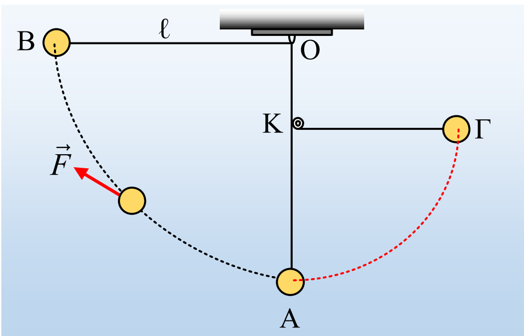
ii) Να υπολογιστεί η αρχική ορμή του σώματος, καθώς και η αρχική ισχύς της ασκούμενης δύναμης F.

iii) Πόσο είναι το έργο της δύναμης F μέχρι τη στιγμή t_1;

iv) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος μόλις μηδενιστεί η ασκούμενη δύναμη F.

v) Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος την χρονική στιγμή, όπου η ασκούμενη δύναμη έχει τιμή $F_2=5N$ καθώς και ο μέσος ρυθμός μεταβολής της ορμής στο χρονικό διάστημα από 2s έως 4s.

35) Όταν ένα καρφάκι αλλάζει την κυκλική τροχιά



Ένα σώμα μάζας m ισορροπεί στη θέση Α, στο άκρο κατακόρυφου νήματος μήκους ℓ, το άλλο άκρο του οποίου έχει δεθεί σε σταθερό σημείο Ο. Ασκώντας πάνω του μια μεταβλητή δύναμη F, φέρνουμε το σώμα στη θέση Β. Αν g η επιτάχυνση της βαρύτητας:

i) Το έργο της δύναμης F από το Α στο Β είναι:

α) $W < mgℓ$, β) $W=mgℓ$, γ) $W > mgℓ$.

ii) Αφήνουμε το σώμα να κινηθεί από την θέση Β, οπότε φτάνει με κινητική ενέργεια K_1 στην αρχική του θέση Α. Για την κινητική αυτή ενέργεια ισχύει:

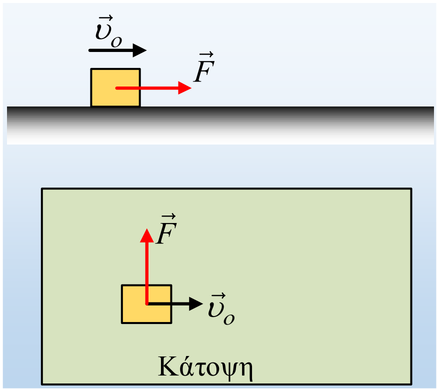
α) $K_1 < mgℓ$, β) $K_1=mgℓ$, γ) $K_1 > mgℓ$.

iii) Τη στιγμή που το νήμα γίνεται κατακόρυφο (με το σώμα στη θέση Α), έρχεται σε επαφή με ένα καρφί Κ, πάνω στο οποίο εκτρέπεται, με αποτέλεσμα το σώμα να διαγράφει μια νέα κυκλική τροχιά φτάνοντας στη θέση Γ, με το νήμα ΚΓ οριζόντιο. Η κινητική ενέργεια του σώματος στη θέση Γ είναι ίση με $K_2=0{,}4mg\ell$.

α) Να υπολογιστεί η τάση του νήματος στη θέση Γ.

β) Να βρεθεί επίσης η τάση του νήματος στη θέση Α, ελάχιστα πριν το νήμα έρθει σε επαφή με το καρφί και αμέσως οπότε ξεκινά την νέα κυκλική τροχιά του.

36) Μια δύναμη, μεταβάλει την ορμή του σώματος



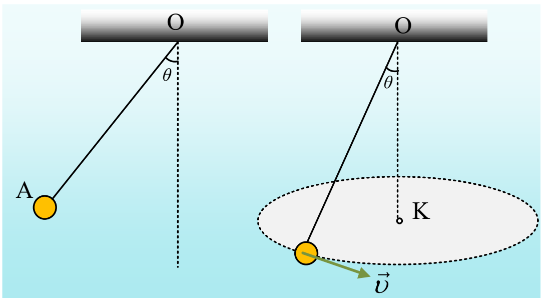
Ένα σώμα μάζας 2kg, κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα $υ_ο=2m/s$. Σε μια στιγμή $t_ο=0$ δέχεται μια σταθερή δύναμη, μέτρου $F=0{,}75N$, μέχρι τη στιγμή $t_1=4s$, η οποία έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας, όπως στο πάνω σχήμα.

i) Να υπολογιστεί η αρχική ορμή του σώματος, καθώς και η μεταβολή της ορμής του, η οποία οφείλεται στην δράση της δύναμης, μέχρι τη στιγμή t_1.

ii) Να βρεθεί η τελική ταχύτητα του σώματος, καθώς και η ενέργεια που μεταφέρθηκε στο σώμα, μέσω της δύναμης F.

iii) Ποιες οι αντίστοιχες απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα, αν η ασκούμενη δύναμη ήταν κάθετη στην αρχική ταχύτητα, όπως φαίνεται στο κάτω σχήμα (σε κάτοψη).

37) Δύο διαφορετικές κυκλικές κινήσεις



Στο άκρο ενός νήματος μήκους 2m, έχουμε δέσει ένα μικρό σώμα μάζας $m=0{,}4kg$. Εκτρέπουμε το σώμα, φέρνοντάς το στη θέση Α, ώστε το νήμα να σχηματίσει γωνία θ με την κατακόρυφο, όπου ημθ=0,6 και συνθ=0,8, όπως στο πρώτο σχήμα. Αφήνουμε το σώμα ελεύθερο να κινηθεί.

i) Να επιλέξετε ένα κατάλληλο σύστημα ορθογωνίων αξόνων και να αναλύσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, αμέσως μόλις αφεθεί να κινηθεί. Στη συνέχεια:

α) Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης του νήματος.

β) Να βρείτε την αρχική επιτάχυνση του σώματος.

γ) Τι κίνηση θα πραγματοποιήσει το σώμα;

$γ_1$) απλά καμπυλόγραμμη, $γ_2$) ομαλή κυκλική, $γ_3$) κυκλική μη ομαλή.

ii) Επαναλαμβάνουμε την εκτροπή του σώματος, αλλά τώρα, αφού το φέρουμε στην αρχική θέση Α, όπως και προηγούμενα, του προσδίδουμε μια κατάλληλη οριζόντια ταχύτητα υ, οπότε το σώμα διαγράφει οριζόντιο κύκλο, κέντρου Κ, ενώ το νήμα σχηματίζει ξανά γωνία θ, με την κατακόρυφο.

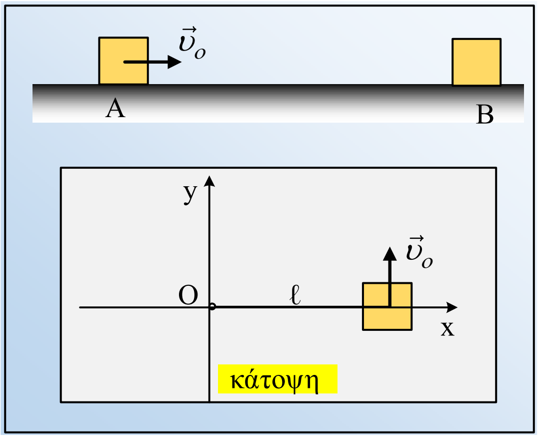
Αφού επιλέξετε ξανά ένα κατάλληλο σύστημα ορθογωνίων αξόνων, πάνω στο οποίο θα αναλύσετε τις ασκούμενες δυνάμεις, στη συνέχεια:

α) Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης του νήματος.

β) Να βρείτε την επιτάχυνση του σώματος.

γ) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σώματος.

38) Μια επιβραδυνόμενη Κυκλική κίνηση.



Ένα σώμα μάζας 2kg ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο, με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής μ=0,2, στη θέση Α. Σε μια στιγμή δέχεται στιγμιαίο κτύπημα αποκτώντας αρχική ταχύτητα υ_o, με αποτέλεσμα να μετακινείται κατά $x_{ολ}$=9m, πριν σταματήσει στη θέση Β.

i) Να υπολογιστούν τα μέτρα των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα:

α) Μόλις αρχίσει να κινείται, μετά το κτύπημα.

β) Στη θέση Β.

ii) Να βρεθεί η αρχική ταχύτητα υ_0.

Το ίδιο σώμα δένεται στο άκρο νήματος μήκους ℓ=(2/π)m, το άλλο άκρο του οποίου δένεται σε σταθερό σημείο Ο, του ίδιου οριζοντίου επιπέδου, όπως στο κάτω σχήμα (σε κάτοψη). Σε μια στιγμή το σώμα δέχεται επίσης κτύπημα, με αποτέλεσμα να αποκτά αρχική ταχύτητα μέτρου υ_o, με διεύθυνση κάθετη στο νήμα.

iii) Να δώσετε κατάλληλα σχήματα στα οποία να εμφανίζονται οι ασκούμενες δυνάμεις στο σώμα, των οποίων να υπολογίσετε τα μέτρα, με δεδομένο ότι η τάση του νήματος ευθύνεται για την αλλαγή στη διεύθυνση της ταχύτητας:

α) Μόλις αρχίσει να κινείται, μετά το κτύπημα.

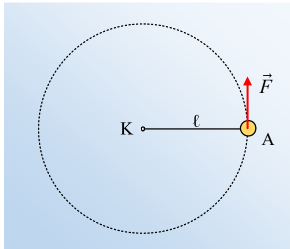
β) Στη θέση που θα σταματήσει.

iv) Να βρεθεί η θέση που τελικά το σώμα θα ηρεμήσει.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

39) Μια επιταχυνόμενη κυκλική κίνηση

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο, στο σημείο Α, ηρεμεί ένα μικρό σώμα μάζας m=2kg δεμένο στο άκρο μη εκτατού νήματος μήκους ℓ=1m, το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε σταθερό σημείο Κ. Σε μια στιγμή t=0 ασκούμε στο σώμα μια σταθερού μέτρου δύναμη F= (π/2)N, η οποία παραμένει πάντα κάθετη στο νήμα, με αποτέλεσμα το σώμα να διαγράφει τον εστιγμένο κύκλο του σχήματος (σε κάτοψη).



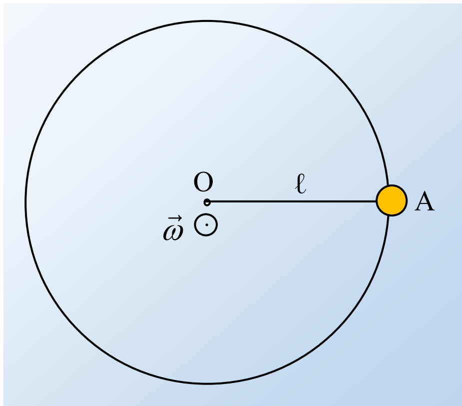
i) Να υπολογισθεί το μέτρο της επιτάχυνσης που αποκτά το σώμα και που έχει την κατεύθυνση της δύναμης (ονομάζεται επιτρόχια επιτάχυνση, αφού είναι εφαπτόμενη στον κύκλο, επί της τροχιάς).

ii) Να γίνει η γραφική παράσταση του μέτρου της ταχύτητας, σε συνάρτηση με το χρόνο.

iii) Σε πόσο χρόνο το σώμα θα ολοκληρώσει την πρώτη πλήρη περιφορά του επιστρέφοντας στην θέση Α;

iv) Να βρεθεί η θέση, η ταχύτητα και η επιτάχυνση του σώματος τη χρονική στιγμή t_1=2s.

40) Η χρήση της γωνιακής ταχύτητας



Μια μικρή σφαίρα κινείται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο, διαγράφοντας κυκλική τροχιά κέντρου Ο, δεμένη στο άκρο νήματος μήκους ℓ, με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, κάθετη στο επίπεδο, όπως στο σχήμα, με μέτρο ω=(π/6) rad/s. Τη χρονική στιγμή t=0, η σφαίρα περνά από το σημείο Α.

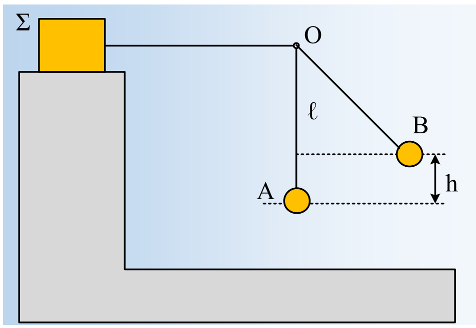
i) Να βρεθεί η θέση Β της σφαίρας τη χρονική στιγμή t_1=4s.

ii) Ποια χρονική στιγμή t_2 το σώμα περνά από τη θέση Β για 3η φορά;

iii) Αν το μήκος του νήματος είναι ℓ=2m, να υπολογιστεί η γωνία που έχει διαγράψει η επιβατική ακτίνα και το μήκος του τόξου s_2 που έχει διανύσει η σφαίρα, μέχρι τη στιγμή t_2;

iv) Να σχεδιάσετε πάνω στο σχήμα την ταχύτητα και την επιτάχυνση της σφαίρας, τη στιγμή t_1, υπολογίζοντας τα μέτρα τους.

41) Η κυκλική κίνηση και η τριβή.



Μια σφαίρα μάζας m=1kg ηρεμεί στη θέση Α, στο κάτω άκρο μη ελαστικού νήματος, το οποίο αφού περάσει από μια ακίδα Ο, το άλλο του άκρο έχει προσδεθεί σε σώμα Σ μάζας Μ=4kg, το οποίο βρίσκεται ακίνητο, πάνω σε στήριγμα, σε ορισμένο ύψος, όπως στο σχήμα. Το κατακόρυφο τμήμα του νήματος έχει μήκος l=1m, ενώ το υπόλοιπο τμήμα του είναι οριζόντιο. Για τους συντελεστές τριβής μεταξύ του σώματος Σ και του επιπέδου στήριξής του, δίνεται $\mu=\mu_s=0,5$.

i) Να υπολογιστεί η δύναμη τριβής που ασκείται στο σώμα Σ.

ii) Εκτρέπουμε τη σφαίρα, ανεβάζοντάς την κατακόρυφα κατά h=0,4m, φέρνοντάς την στη θέση Β, με το νήμα τεντωμένο και την αφήνουμε ελεύθερη να κινηθεί.

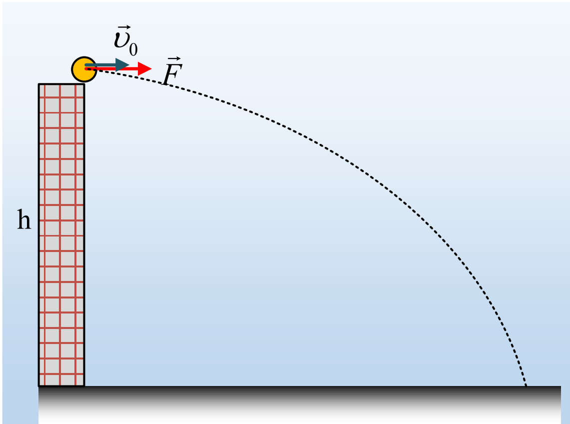
α) Να υπολογισθεί η τριβή στο σώμα Σ, αμέσως μόλις αφεθεί ελεύθερη η σφαίρα στη θέση Β.

β) Να εξετάσετε αν, στη διάρκεια της κίνησης της σφαίρας, κάποια στιγμή το σώμα Σ ολισθήσει.

iii) Ποιο είναι το μέγιστο ύψος H που θα μπορούσαμε να εκτρέψουμε τη σφαίρα, χωρίς να έχουμε ολίσθηση του σώματος Σ, κατά την κίνησή της;

Δίνεται $g=10m/s^2$.

42) Η αρχή της επαλληλίας σε δύο εκτοξεύσεις.



Μια μπάλα, μάζας m=0,5kg, εκτοξεύεται από την ταράτσα της σπιτιού, σε ύψος h=45m, οριζόντια με αρχική ταχύτητα υ_0=12m/s.

i) Σε πόσο χρόνο θα φτάσει στο έδαφος, σε πόση οριζόντια απόσταση θα συμβεί αυτό και ποια η τελική κινητική ενέργεια της μπάλας.

ii) Επαναλαμβάνουμε την εκτόξευση, αλλά τώρα με την βοήθεια κατάλληλου μηχανισμού, ασκείται στην μπάλα μια σταθερή οριζόντια δύναμη F, μέτρου F=3N, ίδιας κατεύθυνσης με την ταχύτητα.

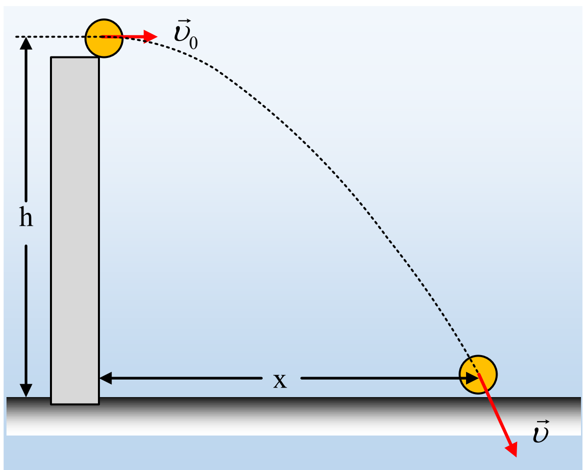
α) Σε πόσο χρόνο θα φτάσει τώρα η μπάλα στο έδαφος και σε πόση οριζόντια απόσταση θα συμβεί αυτό;

β) Να υπολογιστεί η κινητική ενέργεια της μπάλας, ελάχιστα πριν την πρόσκρουση στο έδαφος και να συγκριθεί με την αρχική μηχανική ενέργεια της στιγμή της εκτόξευσης. Να ερμηνεύσετε το αποτέλεσμα.

iii) Αν στην δεύτερη εκτόξευση η δύναμη F έπαυε να ασκείται 2s μετά την εκτόξευση, σε ποιο σημείο του εδάφους θα έπεφτε η μπάλα;

Δίνεται $g=10m/s^2$, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

43) Όταν το x είναι ίσο με το y!



Από ορισμένο ύψος h, από το οριζόντιο έδαφος, εκτοξεύεται οριζόντια μια μικρή μπάλα με αρχική ταχύτητα υ_0. Η μπάλα φτάνει στο έδαφος σε οριζόντια απόσταση x=h, με ταχύτητα υ, όπως στο σχήμα. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι g.

i) Η αρχική ταχύτητα εκτόξευσης, συνδέεται με το ύψος h από το έδαφος με τη σχέση:

$$\alpha)\ \upsilon_0^2=\frac{1}{2}gh, \qquad \beta)\ \upsilon_0^2=gh$$

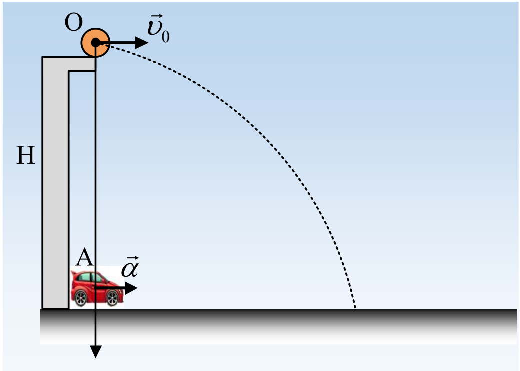
$$\gamma)\ \upsilon_0^2=2gh, \qquad \delta)\ \upsilon_0^2=\frac{5}{2}gh$$

ii) Η ταχύτητα υ με την οποία η μπάλα φτάνει στο έδαφος έχει μέτρο:

$\alpha)\ \upsilon^2 = gh,$ β) $\upsilon^2 = 2gh$

$\gamma)\ \upsilon^2 = 2{,}5gh,$ δ) $\upsilon^2 = 4gh$

44) Δύο κινήσεις. Η μια οριζόντια βολή.



Από ένα σημείο Ο, σε ύψος Η=45m, από το έδαφος, εκτοξεύεται μια μικρή μπάλα οριζόντια με αρχική ταχύτητα υ_0=9m/s, τη χρονική στιγμή t_0=0. Την ίδια στιγμή από τη θέση Α στο έδαφος, στην ίδια κατακόρυφο με το Ο, ξεκινά να κινείται με σταθερή επιτάχυνση α=6m/s^2 ένα μικρό αυτοκινητάκι, προς την ίδια κατεύθυνση, όπως στο σχήμα.

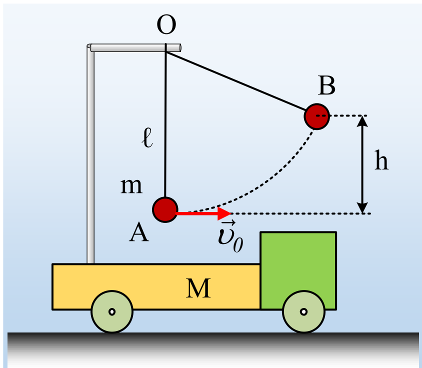
i) Να βρεθεί η απόσταση μεταξύ των δύο κινουμένων σωμάτων, τα οποία θεωρούμε αμελητέων διαστάσεων, τη χρονική στιγμή t_1=2s.

ii) Να αποδειχθεί ότι η μπάλα θα πέσει πάνω στο αυτοκινητάκι.

iii) Να υπολογισθεί η διαφορά των δύο ταχυτήτων $\vec{\upsilon}_\mu - \vec{\upsilon}_\alpha$ ελάχιστα πριν η μπάλα κτυπήσει το αυτοκινητάκι.

Δίνεται g=10m/s^2, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

45) Κυκλική κίνηση και ορμή



Σε ένα αμαξίδιο έχει προσαρμοσθεί κατάλληλο στήριγμα, από σημείο Ο του οποίου κρέμεται, μέσω νήματος μήκους l=1m, μια σφαίρα μάζας m=1kg. Σε μια στιγμή η σφαίρα δέχεται στιγμιαίο κτύπημα, με αποτέλεσμα να αποκτήσει οριζόντια ταχύτητα υ_0. Συγκρατώντας ακίνητο το αμαξίδιο, η σφαίρα ανέρχεται μέχρι τη θέση Β, σε ύψος h=0,8m, πριν κινηθεί ξανά προς τα κάτω.

i) Να υπολογισθεί η αρχική ορμή της σφαίρας (αμέσως μετά το κτύπημα), καθώς και ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της ορμής της.

ii) Να βρεθεί η τάση του νήματος, καθώς και η στιγμιαία επιτάχυνση της σφαίρας, στη θέση Β.

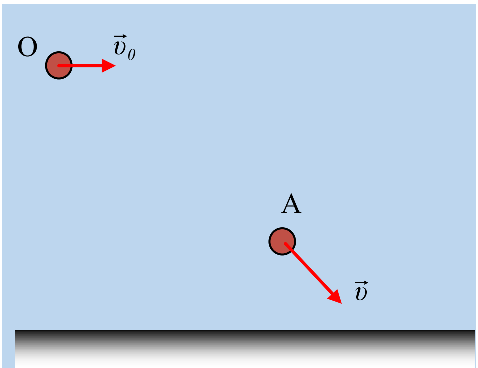
iii) Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, η σφαίρα αποκτά την ίδια αρχική ταχύτητα υ_0, μετά το κτύπημα, αλλά τώρα αφήνουμε το αμαξίδιο ελεύθερο να κινηθεί, στο λείο οριζόντιο επίπεδο. Αν η μέγιστη ταχύτητα που αποκτά το αμαξίδιο, μέχρι να σταματήσει η άνοδος της σφαίρας, έχει μέτρο υ_κ=1m/s, ενώ το νήμα παραμένει διαρκώς τεντωμένο, να βρεθούν:

α) Η συνολική μάζα Μ αμαξιδίου- στηρίγματος.

β) Το μέγιστο ύψος h΄ στο οποίο θα φτάσει η σφαίρα.

Οριζόντια Βολή

46) Η μετατόπιση στην οριζόντια βολή



Από το σημείο Ο, το οποίο βρίσκεται σε κάποιο ύψος από το έδαφος, εκτοξεύεται οριζόντια με αρχική ταχύτητα υ_o, τη στιγμή $t_0=0$, μια μπάλα μάζας 0,5kg. Την χρονική στιγμή $t_1=2s$, η μπάλα περνά από το σημείο Α, έχοντας μετατοπισθεί κατά 25m.

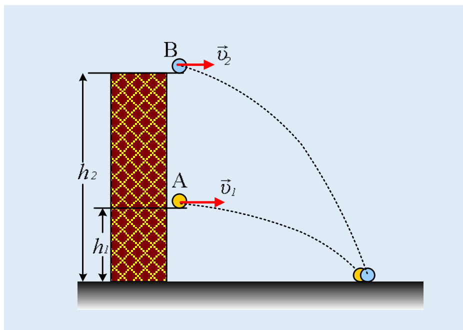
i) Να βρεθεί η μεταβολή της ταχύτητας και η μεταβολή της κινητικής ενέργειας της μπάλας στο διάστημα 0-t_1.

ii) Να υπολογιστεί η κινητική ενέργεια της μπάλας στη θέση Α.

iii) Να βρεθεί η γωνία που σχηματίζει το διάνυσμα της μετατόπισης τη στιγμή t_1, με την οριζόντια διεύθυνση και να συγκριθεί με την αντίστοιχη γωνία που σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας της μπάλας στη θέση Α.

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα, ενώ $g=10m/s^2$.

47) Οι μπάλες φτάνουν ταυτόχρονα



Δυο όμοιες μπάλες εκτοξεύονται οριζόντια από δυο σημεία Α και Β τα οποία βρίσκονται σε ύψη h_1 και h_2, στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο. Οι μπάλες φτάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος και στο ίδιο σημείο.

i) Για τη χρονική στιγμή εκτόξευσης κάθε μπάλας ισχύει:

α) Πρώτα εκτοξεύθηκε η μπάλα στη θέση Α.

β) Πρώτα εκτοξεύθηκε η μπάλα στη θέση Β.

γ) Οι δυο μπάλες εκτοξεύθηκαν ταυτόχρονα.

ii) Αν $h_2=4h_1$ οι αρχικές ταχύτητες εκτόξευσης ικανοποιούν τη σχέση:

α) $\upsilon_1= ½\ \upsilon_2$, β) $\upsilon_1= \upsilon_2$, γ) $\upsilon_1=2\upsilon_2$, δ) $\upsilon_1= 4\upsilon_2$.

iii) Αν $\frac{dK_1}{dx}$ ο τελικός ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της πρώτης μπάλας και $\frac{dK_2}{dx}$ ο αντίστοιχος ρυθμός της δεύτερης μπάλας, ισχύει:

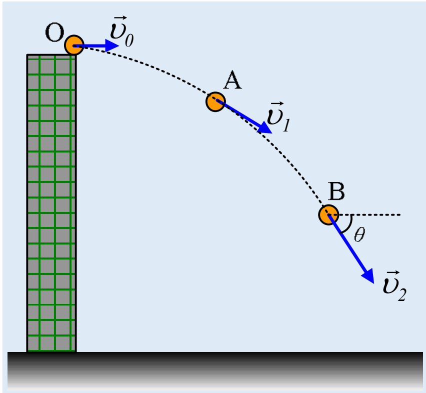
α) $\frac{dK_1}{dx} < \frac{dK_2}{dx}$ β) $\frac{dK_1}{dx} = \frac{dK_2}{dx}$ γ) $\frac{dK_1}{dx} > \frac{dK_2}{dx}$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

48) Οριζόντια βολή και έργα

Μια μπάλα εκτοξεύεται από ορισμένο ύψος από το έδαφος, με οριζόντια ταχύτητα $υ_0$=20m/s τη στιγμή t_0=0. Μετά από λίγο τη στιγμή t_1, περνά από μια θέση Α και τη στιγμή t_2, που η ταχύτητά της σχηματίζει γωνία θ=45° με την οριζόντια διεύθυνση, από τη θέση Β.



i) Να βρεθεί η στιγμή t_2, καθώς και η ταχύτητα $υ_2$ της μπάλας τη στιγμή αυτή.

ii) Αν κατά την μετακίνηση από το Α στο Β η δυναμική ενέργεια της μπάλας μειώθηκε κατά 60J,

α) να βρεθεί η μεταβολή της κινητικής ενέργειας, μεταξύ των δύο αυτών θέσεων.

β) Να υπολογιστεί το έργο του βάρους από το Α στο Β.

iii) Αν η μάζα της μπάλας είναι m=0,4kg, να υπολογιστούν:

α) Η χρονική στιγμή t_1 κατά την οποία η μπάλα περνά από το σημείο Α.

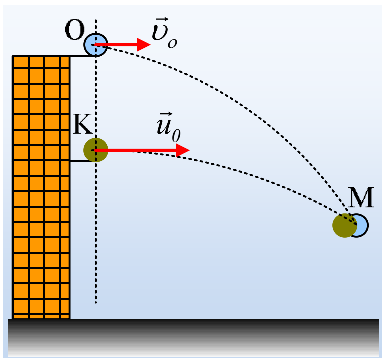
β) Οι ρυθμοί μεταβολής της κινητικής ενέργειας της μπάλας, τις στιγμές t_1 και t_2.

γ) Οι αντίστοιχοι ρυθμοί μεταβολής της δυναμικής ενέργειας τις παραπάνω στιγμές.

Δίνεται g=10m/s^2, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

49) Δυο μπάλες σε συνάντηση στον αέρα

Δυο μπάλες βρίσκονται στα σημεία Ο και Κ της ίδιας κατακόρυφης, η πρώτη στην ταράτσα ενός ψηλού κτηρίου, με ύψος πάνω από 80m και η δεύτερη σε ένα μπαλκόνι που απέχει κατά (ΟΚ)=D=25m από την πρώτη. Κάποια στιγμή t_0=0, εκτοξεύεται η πρώτη οριζόντια με αρχική ταχύτητα $υ_0$=10m/s, ενώ μετά από ένα δευτερόλεπτο, εκτοξεύεται επίσης οριζόντια και στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο, με την πρώτη και η δεύτερη μπάλα με αρχική ταχύτητα u_0=15m/s. Ζητούνται:



i) Η απόσταση μεταξύ των δύο μπαλών τη χρονική στιγμή t_1=1s.

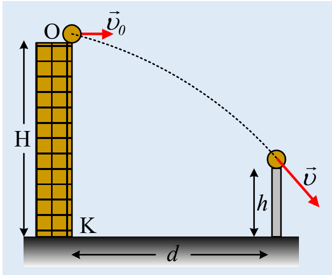
ii) Η αντίστοιχη απόσταση μεταξύ τους τη χρονική στιγμή t_2=2s.

iii) Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας κάθε μπάλας, τη στιγμή t_2, αν οι μπάλες έχουν την ίδια μάζα m=0,4kg.

iv) Να αποδειχτεί ότι οι δυο μπάλες θα συγκρουστούν στον αέρα, πριν φτάσουν στο έδαφος και να βρεθεί η θέση της συνάντησης.

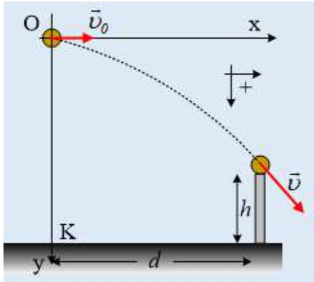
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10m/s^2$, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

50) Η μπάλα κτυπάει στην κορυφή του στύλου



Μια μπάλα εκτοξεύεται οριζόντια, από την ταράτσα μιας πολυκατοικίας ύψους H=30m, με αρχική ταχύτητα $υ_0$ και κτυπάει στην κορυφή ενός κατακόρυφου στύλου που στηρίζεται στο έδαφος, σε οριζόντια απόσταση d=40m από την πολυκατοικία και ο οποίος έχει ύψος h=10m, με ταχύτητα υ.

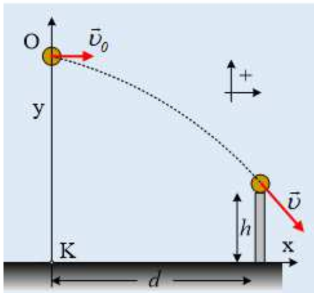
i) Παίρνοντας το σύστημα αξόνων x,y όπως στο διπλανό σχήμα (και με τον καθορισμένο προσανατολισμό):



α) Να γράψετε τις εξισώσεις x=x(t) και y=y(t) για τις θέσεις της μπάλας.

β) Να υπολογίσετε την αρχική ταχύτητα εκτόξευσης $υ_0$, καθώς και την γωνία που σχηματίζει η τελική ταχύτητα υ με τον στύλο, ελάχιστα πριν τη στιγμή της κρούσης.

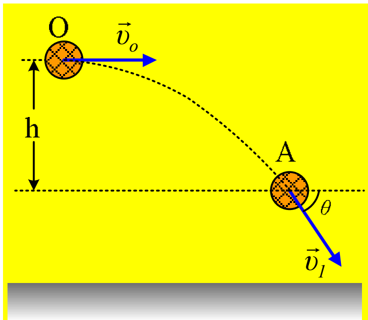
ii) Θα μπορούσαμε βέβαια να πάρουμε την προς τα πάνω κατεύθυνση ως θετική, με την ίδια αρχή Ο των δύο αξόνων. Πώς θα δουλεύατε, ώστε να απαντήσετε στα δύο παραπάνω υποερωτήματα;



iii) Ένας μαθητής, πήρε το σύστημα αξόνων (x,y) όπως στο διπλανό σχήμα, με αρχή το σημείο Κ του εδάφους και με τον προσανατολισμό που δείχνει το σχήμα. Σε τι απαντήσεις οδηγήθηκε και μέσω ποιου δρόμου, στα δύο παραπάνω υποερωτήματα;

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

51) Μια οριζόντια βολή μέσα στον αέρα



Μια μπάλα μάζας m=0,4kg εκτοξεύεται οριζόντια, από ορισμένο ύψος, με αρχική ταχύτητα $υ_o$=5m/s. Κατά τη διάρκεια της κίνησής της, δέχεται δύναμη αντίστασης από τον αέρα, της μορφής $\vec{F}=-b\vec{υ}$, (δύναμη αντίθετης κατεύθυνσης από την ταχύτητα και μέτρου ανάλογου προς το μέτρο της ταχύτητας). Μετά από λίγο η μπάλα περνά από μια θέση Α, η οποία βρίσκεται χαμηλότερα της θέσης εκτόξευσης κατά h=1m, έχοντας ταχύτητα μέτρου $υ_1$=6m/s, η οποία σχηματίζει γωνία θ=45° με την οριζόντια θέση, όπως στο σχήμα.

i) Με βάση την αρχή της επαλληλίας, η κίνηση μπορεί να θεωρηθεί σύνθετη, μια στην οριζόντια διεύθυνση και μια στην κατακόρυφη. Οι κινήσεις στους δυο άξονες θα είναι:

α) Ευθύγραμμη ομαλή στον οριζόντιο και ελεύθερη πτώση στον κατακόρυφο άξονα.

β) Ευθύγραμμη ομαλή επιβραδυνόμενη στον οριζόντιο και ευθύγραμμη ομαλή επιταχυνόμενη κίνηση στον κατακόρυφο άξονα.

γ) Μεταβαλλόμενη κίνηση στον οριζόντιο και μεταβαλλόμενη κίνηση στον κατακόρυφο άξονα.

Να δικαιολογήσετε αναλυτικά την επιλογή σας.

ii) Αν η μπάλα, αποκτήσει αρχική οριζόντια επιτάχυνση μέτρου $α_o=1,5m/s^2$, αμέσως μετά την εκτόξευση, να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς b, η οποία εισέρχεται στην εξίσωση της δύναμης.

iii) Να υπολογιστεί η οριζόντια και κατακόρυφη συνιστώσα της επιτάχυνσης της μπάλας, στη θέση Α.

iv) Να υπολογιστεί το έργο της αντίστασης του αέρα από τη θέση Ο, μέχρι τη θέση Α.

v) Για τη στιγμή που η μπάλα περνά από τη θέση Α, να βρεθούν:

α) Η ισχύς του βάρους.

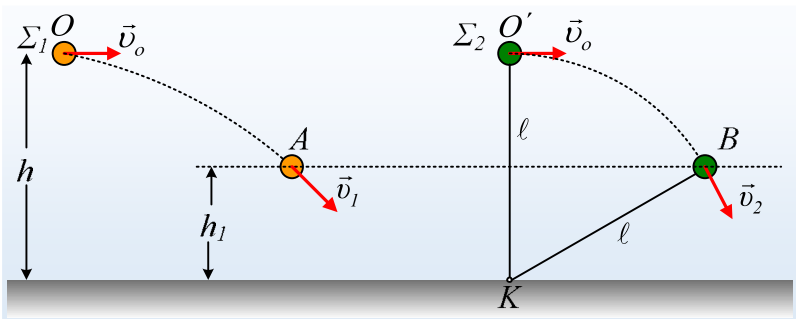
β) Η ισχύς της αντίστασης του αέρα.

Δίνονται $g=10m/s^2$, ημθ=συνθ=$\sqrt{2}/2$

52) Δυο «παρόμοιες» κινήσεις

Μια σφαίρα $Σ_1$ μάζας m=0,2kg εκτοξεύεται οριζόντια από ένα σημείο Ο, το οποίο βρίσκεται σε ύψος h=2m από το έδαφος, με αρχική ταχύτητα μέτρου $υ_o=5m/s$.

Μια δεύτερη όμοια σφαίρα $Σ_2$ είναι δεμένη στο άκρο αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους l=2m, το άλλο άκρο του οποίου δένεται στο έδαφος, στο σημείο Κ. Η σφαίρα $Σ_2$ φέρεται στο σημείο Ο΄ σε ύψος h με το νήμα κατακόρυφο και εκτοξεύεται οριζόντια με την ίδια ταχύτητα $υ_o$, εκτελώντας κυκλική κίνηση ακτίνας R=l.



i) Να υπολογιστεί η αρχική επιτάχυνση κάθε σφαίρας, αμέσως μετά την εκτόξευση, καθώς και η τάση του νήματος τη στιγμή αυτή.

ii) Μετά από λίγο η πρώτη σφαίρα περνάει από το σημείο Α, σε ύψος $h_1=0,8m$.

α) Να υπολογιστεί το μέτρο της ταχύτητας $υ_1$, καθώς και η επιτάχυνσης της σφαίρας.

β) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της σφαίρας στη θέση αυτή;

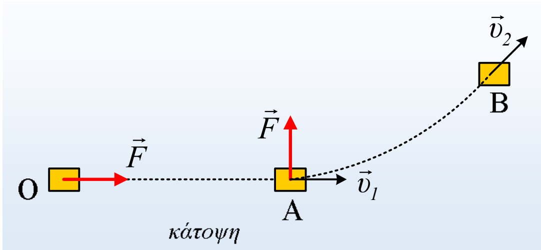
iii) Αντίστοιχα και η σφαίρα $Σ_2$ φτάνει στη θέση Β σε ύψος h_1 από το έδαφος, κάποια στιγμή.

α) Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητάς της $υ_2$, καθώς και η τάση του νήματος στη θέση αυτή.

β) Ποιος ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της σφαίρας $Σ_2$ στη θέση Β;

Δίνεται $g=10m/s^2$, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

53) Όταν αλλάζει η κατεύθυνση της δύναμης



Στο σημείο Ο ενός λείου οριζόντιου επιπέδου ηρεμεί ένα σώμα μάζας 10kg. Σε μια στιγμή $t_0=0$, στο σώμα ασκείται μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=5N, οπότε τη στιγμή $t_1=4s$, το σώμα φτάνει στο σημείο Α, έχοντας ταχύτητα $υ_1$. Τη στιγμή αυτή η δύναμη αλλάζει κατεύθυνση και γίνεται κάθετη στο ευθύγραμμο τμήμα ΟΑ, παραμένουσα οριζόντια και με σταθερή κατεύθυνση, ενώ διατηρεί σταθερό και το μέτρο της.

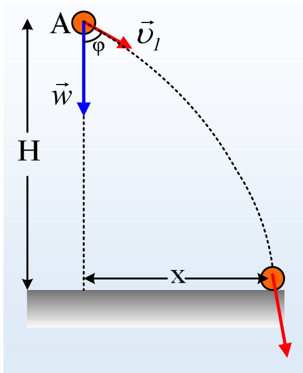
i) Να βρεθεί η ταχύτητα $υ_1$ καθώς και η απόσταση (ΟΑ).

ii) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος $υ_2$ τη χρονική στιγμή $t_2=8s$.

iii) Πόσο απέχει η θέση Β, από την οποία περνά το σώμα τη στιγμή t_2, από την αρχική θέση Ο;

iv) Με ποιο ρυθμό προσφέρει ενέργεια στο σώμα η δύναμη F, στις θέσεις Α (μετά την αλλαγή κατεύθυνσης) και Β;

54) Η αρχή της επαλληλίας… και η ενέργεια



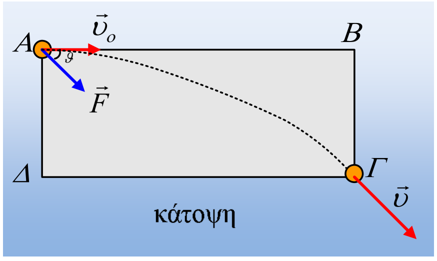
Μια μπάλα μάζας 0,2kg εκτοξεύεται οριζόντια με κάποια αρχική ταχύτητα, με αποτέλεσμα σε μια στιγμή, που θεωρούμε t=0, να περνά από σημείο Α, με ταχύτητα μέτρου $υ_1=5m/s$, η οποία σχηματίζει γωνία φ με την κατακόρυφη, όπου ημθ=0,6 και συνφ=0,8, όπως στο διπλανό σχήμα. Η μπάλα φτάνει στο έδαφος μετά από 2s.

i) Υποστηρίζει κάποιος τη θέση, ότι η κίνηση της μπάλας μπορεί να μελετηθεί με βάση την αρχή ανεξαρτησίας των κινήσεων. Μια ευθύγραμμη ομαλή στη διεύθυνση της ταχύτητας $υ_1$ και μια ελεύθερη πτώση στη κατακόρυφη διεύθυνση. Είναι σωστή η θέση αυτή;

ii) Αν είναι σωστή, να εφαρμοστεί για να υπολογιστεί το μέτρο της τελικής ταχύτητας της μπάλας, καθώς και η τελική της κινητική ενέργεια.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

55) Μια οριζόντια «οριζόντια βολή»



Στην κορυφή Α ενός ορθογώνιου τραπεζιού ΑΒΓΔ με πλευρές (ΑΒ)=2,75m και (ΑΔ)=1m ηρεμεί μια μικρή σφαίρα μάζας m=0,8 kg. Σε μια στιγμή δέχεται ένα κτύπημα με αποτέλεσμα να αποκτήσει οριζόντια ταχύτητα υ_o στη διεύθυνση της ΑΒ ενώ ταυτόχρονα ασκείται πάνω της μια **σταθερή** δύναμη $\vec{F}$, μέτρου F=0,5N, η διεύθυνση της οποίας σχηματίζει γωνία θ με την διεύθυνση της ΑΒ, όπου ημθ=0,8 και συνθ=0,6. Η σφαίρα κινείται χωρίς τριβές και εγκαταλείπει το τραπέζι από την κορυφή Γ, όπως στο σχήμα.

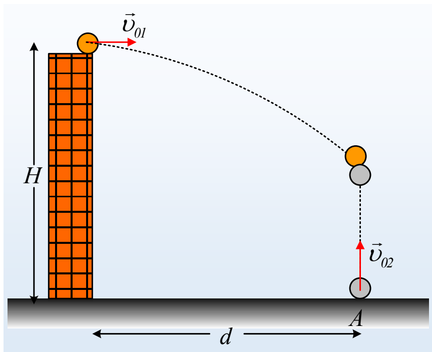
i) Επί πόσο χρόνο κινήθηκε πάνω στο τραπέζι η σφαίρα;

ii) Να υπολογιστεί η αρχική ταχύτητα υ_o.

iii) Πόση ενέργεια μεταφέρθηκε στη σφαίρα μέσω του έργου της δύναμης F από το Α στο Γ και ποια η μέση ισχύς της ασκούμενης δύναμης F;

iv) Με ποιο ρυθμό η δύναμη F μεταφέρει ενέργεια στη σφαίρα τη στιγμή t=0 (αμέσως μόλις αρχίσει να κινείται) και ελάχιστα πριν εγκαταλείψει το τραπέζι;

56) Δυο σώματα που πρόκειται να συγκρουστούν.



Από την ταράτσα μιας πολυκατοικίας σε ύψος Η=40m εκτοξεύεται οριζόντια, τη στιγμή t_0=0, μια μικρή σφαίρα μάζας m_1=0,6kg με αρχική ταχύτητα υ_{01}=20m/s. Ταυτόχρονα, μια δεύτερη σφαίρα μάζας m_2=0,4kg, εκτοξεύεται από το έδαφος κατακόρυφα προς τα πάνω, από ένα σημείο Α, το οποίο απέχει απόσταση d=40m από την πολυκατοικία. Οι δύο σφαίρες συγκρούονται στον αέρα πλαστικά, οπότε δημιουργείται ένα συσσωμάτωμα. Δίνεται ότι $g=10m/s^2$.

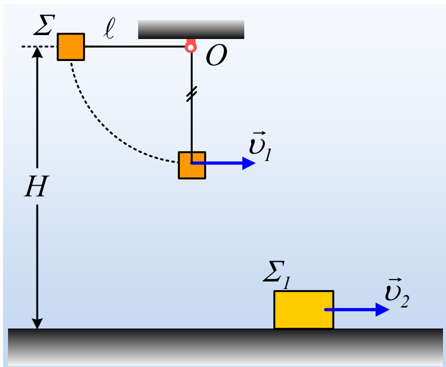
i) Ποια χρονική στιγμή έγινε η σύγκρουση των δύο σφαιρών.

ii) Να βρεθούν οι ταχύτητες των δύο σφαιρών, ελάχιστα πριν την κρούση και αμέσως μετά.

iii) Να υπολογιστεί η απώλεια της μηχανικής ενέργειας εξαιτίας της κρούσης.

iv) Να βρεθεί η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος, τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος.

57) Η ορμή και η μεταβολή της ορμής ενός συστήματος.



Από ένα σημείο Ο σε ύψος Η=10m, κρέμεται ένα σώμα Σ μάζας m=1kg στο άκρο νήματος μήκους l=5m. Εκτρέπουμε το σώμα Σ, ώστε το νήμα να γίνει οριζόντιο και το αφήνουμε να κινηθεί. Το νήμα κόβεται τη στιγμή που γίνεται κατακόρυφο, με αποτέλεσμα το σώμα να πέφτει στο έδαφος και να συγκρούεται με ένα σώμα $Σ_1$ μάζας Μ=5kg, το οποίο κινείται στο λείο οριζόντιο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα υ_2=4m/s.

i) Να βρεθεί η ταχύτητα του Σ τη στιγμή που κόβεται το νήμα καθώς και η μεταβολή της ορμής του, στο διάστημα της κίνησής του στο άκρο του νήματος.

ii) Έστω $t_0=0$ η στιγμή που κόβεται το νήμα. Να υπολογιστεί η ορμή του συστήματος Σ-$Σ_1$, καθώς και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος τη στιγμή t_0.

iii) Ποια η οριζόντια απόσταση του σώματος $Σ_1$ τη στιγμή t_0, από την κατακόρυφο που περνά από το σημείο Ο;

iv) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ορμής του σώματος Σ, από τη στιγμή t_0, μέχρι τη στιγμή t_1, ελάχιστα πριν συγκρουστεί με το σώμα $Σ_1$.

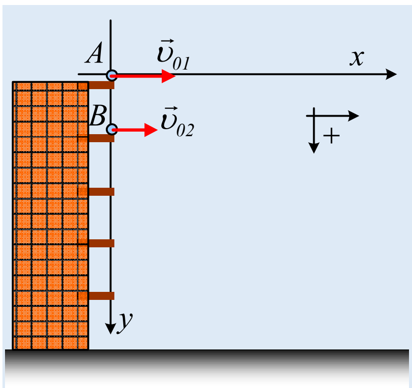
v) Να βρεθεί η ορμή του συστήματος Σ-$Σ_1$, ελάχιστα πριν την σύγκρουσή τους.

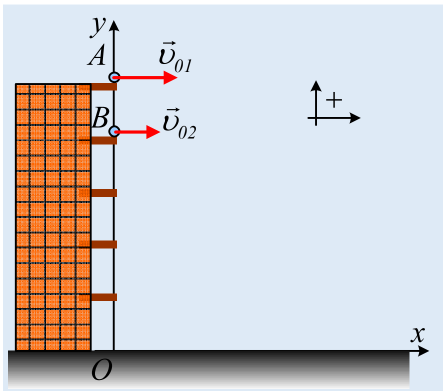
vi) Αν κατά τη κρούση δημιουργείται συσσωμάτωμα, το οποίο συνεχίζει να κινείται οριζόντια, να υπολογίστε τη μεταβολή της ορμής του συστήματος η οποία οφείλεται στην κρούση.

Δίνεται $g=10m/s^2$, ενώ τα σώματα να θεωρηθούν αμελητέων διαστάσεων.

58) Δύο βολές στο ίδιο σύστημα αξόνων.

Από δύο σημεία, τα οποία απέχουν κατακόρυφα h=3m, εκτοξεύονται ταυτόχρονα τη στιγμή t=0, οριζόντια δυο μικρές σφαίρες Α και Β, στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο. Η πρώτη, με αρχική ταχύτητα $υ_{01}$=10m/s και η δεύτερη με $υ_{02}$=6m/s.





Θέλοντας να μελετήσουμε τις κινήσεις τους, παίρνουμε ένα σύστημα αξόνων, με αρχή την αρχική θέση της Α σφαίρας, όπως στο σχήμα.

i) Με βάση το σύστημα αυτό των αξόνων, να γράψετε τις εξισώσεις για τις ταχύτητες $υ_x=υ(t)$, $υ_y=υ(t)$ και τις θέσεις x=x(t), y=y(t) των δύο σφαιρών, σε συνάρτηση με το χρόνο.

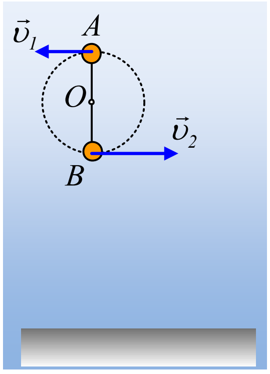
ii) Ποια χρονική στιγμή η απόσταση των δύο σφαιρών είναι d=5m;

iii) Το αρχικό ύψος από το έδαφος, από το οποίο εκτοξεύθηκε η Β σφαίρα είναι Η=20m. Να βρεθεί η ταχύτητα της Α σφαίρας, τη στιγμή που η Β σφαίρα φτάνει στο έδαφος. Πόσο απέχουν τη στιγμή αυτή οι δυο σφαίρες;

iv) Να απαντήσετε ξανά στο i) ερώτημα, αν το σύστημα αξόνων x,y είναι όπως στο δεύτερο σχήμα, με κορυφή το σημείο Ο του εδάφους.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

59) Η κυκλική κίνηση, η οριζόντια βολή και η ορμή.



Ένα σώμα μάζας 0,5kg είναι δεμένο στο άκρο νήματος μήκους 0,5m και διαγράφει κατακόρυφη κυκλική τροχιά κέντρου Ο. Τη στιγμή που βρίσκεται στο ανώτερο σημείο της τροχιά του Α, έχει ταχύτητα υ_1=4m/s, όπως στο σχήμα.

i) Να βρεθεί η ορμή του σώματος και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του στη θέση Α.

ii) Να υπολογιστεί επίσης η ορμή του σώματος στο κατώτερο σημείο της τροχιάς Β.

iii) Να υπολογιστούν μεταξύ των θέσεων Α και Β:

α) Η μεταβολή της ορμής του σώματος.

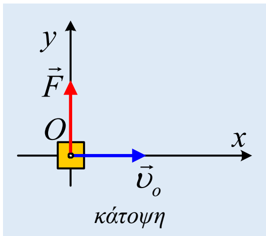
β) Η μεταβολή του μέτρου της ορμής.

iv) Τη στιγμή που φτάνει το σώμα στη θέση Β, το νήμα κόβεται. Μετά από χρονικό διάστημα t_1=0,6s το σώμα βρίσκεται στο σημείο Γ, χωρίς να έχει φτάσει στο έδαφος.

α) Να υπολογιστεί η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος, στη θέση Γ.

β) Ποια η μεταβολή της ορμής μεταξύ των θέσεων Β και Γ;

60) Κυκλική ή αρχή της επαλληλίας.



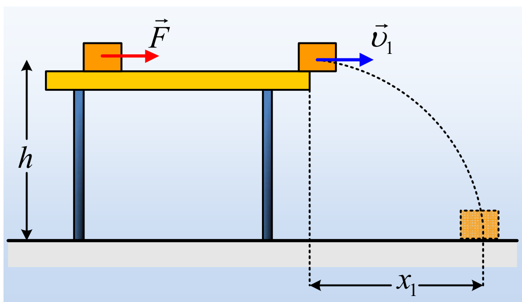
Ένα σώμα μάζας 2kg κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα υ_0=2m/s, στη διεύθυνση του άξονα x. Σε μια στιγμή ενώ περνά από ένα σημείο Ο, δέχεται την επίδραση μιας δύναμης F για χρονικό διάστημα Δt=2s. Να βρεθεί η θέση και η ταχύτητα του σώματος (μέτρο και κατεύθυνση) τη στιγμή που παύει να ασκείται η δύναμη F, στις εξής περιπτώσεις:

i) Η δύναμη είναι σταθερή, μέτρου F=2N με κατεύθυνση κάθετη στην ταχύτητα υ_0.

ii) Η δύναμη είναι σταθερή, μέτρου F=2N και σχηματίζει γωνία θ με την ταχύτητα υ_0, όπου ημθ=0,6 και συνθ=0,8.

iii) Η δύναμη έχει σταθερό μέτρο F=2N και είναι διαρκώς κάθετη στην ταχύτητα.

61) Μετά την επιτάχυνση η …εκτόξευση.



Πάνω σε ένα τραπέζι, ύψους h=0,8m, ηρεμεί ένα σώμα μάζας 1kg. Ασκώντας στο σώμα μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=4N, το σώμα επιταχύνεται και αφού διανύσει απόσταση d=1m, φτάνει στην άκρη του τραπεζιού με ταχύτητα υ_1, οπότε παύει και η άσκηση της δύναμης F. Το σώμα φτάνει στο έδαφος σε οριζόντια απόσταση x_1=0,8m.

i) Πόσο χρόνο διαρκεί η κίνηση του σώματος μετά την εγκατάλειψη του τραπεζιού;

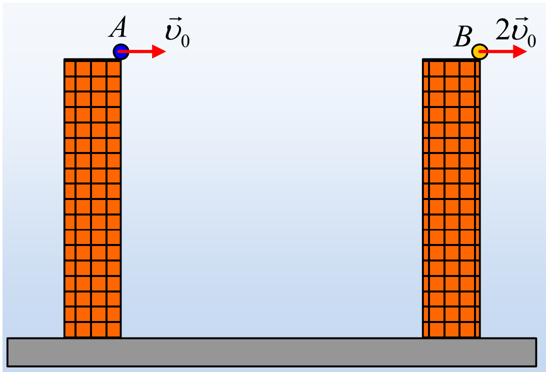
ii) Να βρεθεί ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του σώματος και της επιφάνειας του τραπεζιού.

iii) Επαναλαμβάνουμε το ίδιο πείραμα, αλλά τώρα έχουμε αντικαταστήσει το παραπάνω τραπέζι με άλλο όμοιό του, με τη διαφορά ότι έχει λεία επιφάνεια, με αποτέλεσμα να μην ασκούνται τριβές κατά την κίνηση του σώματος. Σε πόση οριζόντια απόσταση x_2 από την άκρη του τραπεζιού, το σώμα θα πέσει τώρα στο έδαφος;

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

62) Εκτόξευση με διαφορετικές ταχύτητες.

Από τις ταράτσες δύο πολυκατοικιών και από το ίδιο ύψος, εκτοξεύονται ταυτόχρονα δυο μικρές μπάλες Α και Β, ίδιας μάζας, με οριζόντιες ταχύτητες μέτρων $υ_0$ και $2υ_0$, όπως στο σχήμα, στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο. Οι μπάλες φτάνουν στο έδαφος, χωρίς η Α να κτυπήσει στην δεξιά πολυκατοικία.



i) Η απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων:

α) παραμένει σταθερή.

β) Είναι ανάλογη με το χρόνο κίνησης.

γ) Είναι ανάλογη με το τετράγωνο του χρόνου.

δ) Τίποτα από τα παραπάνω.

Για μια στιγμή t_1 και πριν φτάσουν οι μπάλες στο έδαφος:

ii) Μεγαλύτερη δυναμική ενέργεια έχει:

α) Η μπάλα Α, β) Η μπάλα Β, γ) Έχουν ίσες δυναμικές ενέργειες.

iii) Μεγαλύτερη κινητική ενέργεια έχει:

α) Η μπάλα Α, β) Η μπάλα Β, γ) Έχουν ίσες κινητικές ενέργειες.

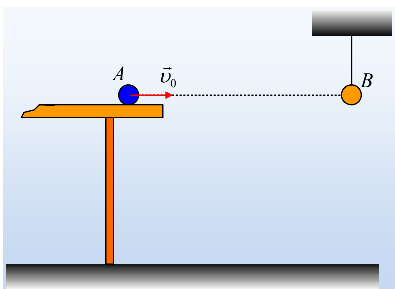
iv) Μεγαλύτερο ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας έχει:

α) Η μπάλα Α, β) Η μπάλα Β, γ) Έχουν ίσους ρυθμούς μεταβολής.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

63) Θα συγκρουστούν οι σφαίρες;

Η σφαίρα Α κινείται με σταθερή ταχύτητα $υ_0$, πάνω σε ένα λείο τραπέζι, όπως στο σχήμα. Στο ύψος του τραπεζιού, ισορροπεί μια δεύτερη σφαίρα Β δεμένη στο άκρο νήματος. Τη στιγμή που η σφαίρα Α εγκαταλείπει το τραπέζι, κόβουμε το νήμα που συγκρατεί τη σφαίρα Β.



Εξετάζουμε, αν θα συμβεί κρούση των δύο σφαιρών, πριν φτάσουν στο έδαφος. Τι από τα παρακάτω ισχύει;

α) Δεν θα συγκρουστούν.

β) Θα συγκρουστούν πάντα.

γ) θα συγκρουστούν μόνο αν η σφαίρα Α έχει αρχική ταχύτητα, μικρότερη μιας ορισμένης τιμής.

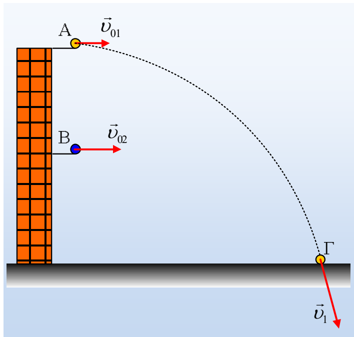
δ) θα συγκρουστούν μόνο αν η σφαίρα Α έχει αρχική ταχύτητα, μεγαλύτερη μιας ορισμένης τιμής.

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα, όπως αμελητέες θεωρούνται και οι διαστάσεις των δύο σφαιρών.

64) Δυο σώματα εκτοξεύονται οριζόντια.

Από δύο σημεία, τα οποία βρίσκονται σε ύψη 2Η και Η από το έδαφος, εκτοξεύονται οριζόντια δυο μικρές σφαίρες Α και Β, της ίδιας μάζας, στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο. Η πρώτη με αρχική ταχύτητα $υ_{01}$, πέφτει στο έδαφος στο σημείο Γ, όπως στο σχήμα. Να χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες, δικαιολογώντας τις απαντήσεις σας.



i) Αν οι δυο σφαίρες εκτοξευτούν ταυτόχρονα, πρώτη στο έδαφος θα φτάσει η Β σφαίρα, ανεξάρτητα της αρχικής ταχύτητας εκτόξευσής της.

ii) Για να μπορέσει η Β σφαίρα να φτάσει στο έδαφος στο ίδιο σημείο Γ, θα πρέπει να εκτοξευθεί με αρχική ταχύτητα $υ_{02}=2υ_{01}$.

iii) Αν τελικά και οι δύο σφαίρες φτάνουν στο ίδιο σημείο Γ, ενώ $\upsilon_{01}=\sqrt{3gH}$, τότε ο λόγος των τελικών κινητικών ενεργειών είναι:

α) $\dfrac{E_1}{E_2}=\dfrac{1}{2}$, β) $\dfrac{E_1}{E_2}=\dfrac{5}{8}$, γ) $\dfrac{E_1}{E_2}=\dfrac{7}{8}$, δ) $E_1=E_2$.

65) Ένα πρόβλημα οριζόντιας βολής.

Από ορισμένο ύψος Η από το έδαφος, εκτοξεύεται ένα σώμα μάζας 0,1kg οριζόντια με ταχύτητα $υ_o$. Μετά από χρονικό διάστημα 2s, το σώμα βρίσκεται σε σημείο Α έχοντας ταχύτητα 25m/s απέχοντας κατά 6m από το έδαφος.

Αν $g=10m/s^2$ ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα να υπολογιστούν:

i) Η αρχική ταχύτητα και το αρχικό ύψος από το οποίο έγινε η εκτόξευση.

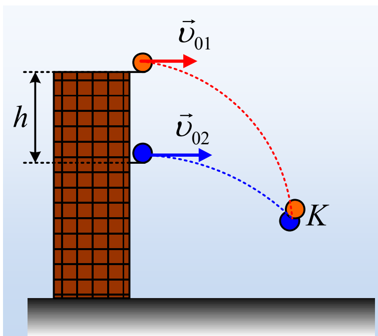
ii) Το έργο του βάρους στο χρονικό διάστημα των 2s.

iii) Η μέση ισχύς του βάρους από 0-2s και η (στιγμιαία) ισχύς του στη θέση Α.

iv) Ο ρυθμός μεταβολής της δυναμικής ενέργειας και ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας στη θέση Α.

66) Οι σφαίρες συγκρούονται.

Από ένα ψηλό κτήριο και από δύο σημεία που βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφη, απέχοντας μεταξύ τους κατά h=25m εκτοξεύονται δυο μικρές (αμελητέων διαστάσεων) σφαίρες, οριζόντια με αρχικές ταχύτητες $υ_{01}$=10m/s και $υ_{02}$, στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο . Οι σφαίρες συγκρούονται πριν φτάσουν στο έδαφος, στο σημείο Κ, αφού κινηθούν όπως στο διπλανό σχήμα,.



i) Οι σφαίρες εκτοξεύθηκαν ταυτόχρονα ή όχι; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

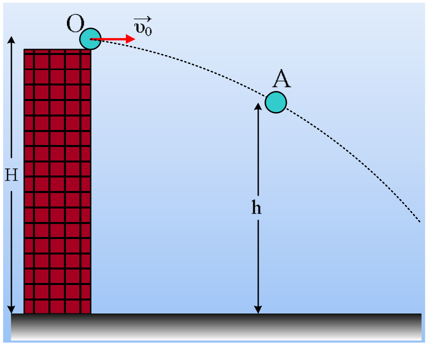
ii) Αν η πάνω σφαίρα κινήθηκε για χρονικό διάστημα t_1=3s μέχρι την κρούση, για πόσο χρονικό διάστημα κινήθηκε η κάτω σφαίρα;

iii) Να βρεθεί η αρχική ταχύτητα της κάτω σφαίρας.

iv) Να υπολογιστεί η απόσταση των δύο σφαιρών, ένα δευτερόλεπτο πριν την σύγκρουσή τους.

Δίνεται g=10m/s^2, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

67) Η μεταβολή της ταχύτητας και η ισχύς.



Από ένα σημείο Ο στην ταράτσα ενός ψηλού κτηρίου σε ύψος Η=80m, εκτοξεύεται οριζόντια ένα σώμα μάζας m=0,2kg με αρχική ταχύτητα $υ_0$=20m/s τη στιγμή t_0=0. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα ενώ g=10m/s^2.

i) Ποια χρονική στιγμή το σώμα περνάει από ένα σημείο Α που βρίσκεται σε ύψος h=60m από το έδαφος;

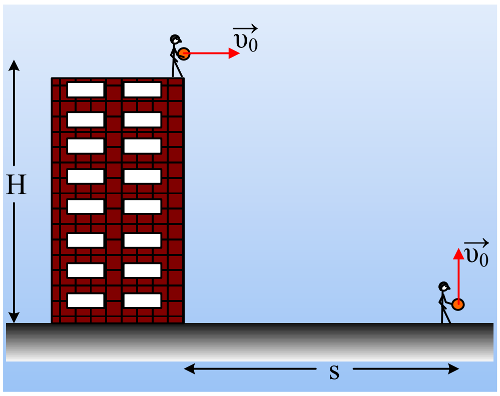
ii) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος στη θέση Α.

iii) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ταχύτητας του σώματος μεταξύ των σημείων Ο και Α.

iv) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας στη θέση Α;

v) Να βρεθεί η ισχύς του βάρους στην παραπάνω θέση.

68) Μια Οριζόντια βολή και μια συνάντηση.



Δυο φίλοι, ο Αντώνης και ο Κωστής κρατούν στα χέρια τους δυο όμοιες μικρές μπάλες. Ο Αντώνης βρίσκεται στην ταράτσα ενός κτηρίου ύψους Η=30m, ενώ ο Κωστής στο έδαφος, σε απόσταση s, από το κτήριο.

Σε μια στιγμή πετάνε ταυτόχρονα τις μπάλες, ο Αντώνης οριζόντια και ο Κωστής κατακόρυφα προς τα πάνω, με την ίδια (κατά μέτρο) ταχύτητα $υ_0$=20m/s. Οι δυο μπάλες συγκρούονται πριν προλάβουν να φτάσουν στο έδαφος. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα, η αρχική κατακόρυφη απόσταση των θέσεων εκτόξευσης θεωρείται ίση με το ύψος Η του κτιρίου, ενώ g=10m/s^2.

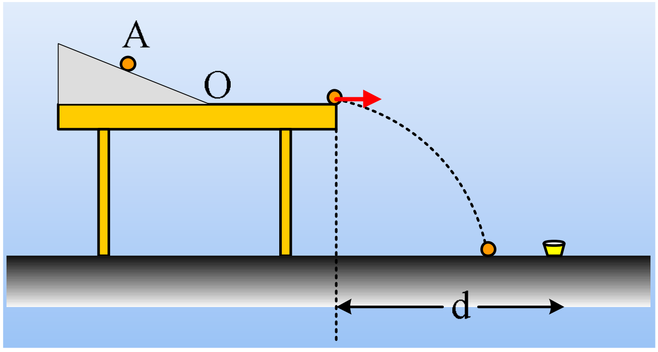
i) Να βρεθεί η θέση της μπάλας που πέταξε κάθε παιδί τη στιγμή t_1=1s.

ii) Ποια χρονική στιγμή συγκρούονται οι δυο μπάλες;

iii) Να βρεθεί η απόσταση των δύο παιδιών.

iv) Αν κατά την εκτόξευση, ο Αντώνης καθυστερούσε να πετάξει την δική του μπάλα, αλλά και πάλι οι μπάλες συγκρουόταν, να βρεθεί το χρονικό διάστημα καθυστέρησης.

69) Θα πετύχουμε τον στόχο;

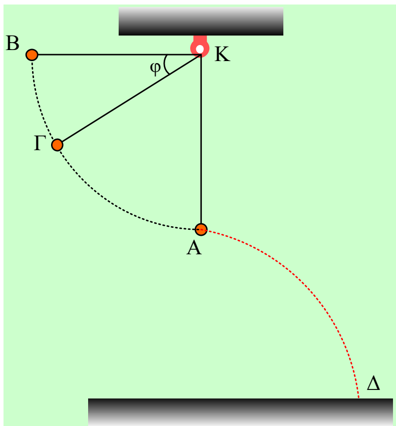


Πάνω σε ένα τραπέζι έχουμε τοποθετήσει ένα κεκλιμένο επίπεδο. Στο έδαφος και σε οριζόντια απόσταση d=40cm, από την άκρη του τραπεζιού, τοποθετούμε ένα μικρό πλαστικό ποτήρι. Αφήνουμε μια μικρή μπίλια σε ένα σημείο Α του κεκλιμένου επιπέδου, το οποίο απέχει s_1=9cm από την κορυφή Ο του επιπέδου, η οποία αφού κινηθεί χωρίς τριβές φτάνει στην άκρη του τραπεζιού και πέφτει σε απόσταση 10cm πριν το ποτήρι, όπως στο σχήμα.

Σε πόση απόσταση από το σημείο Α, θα πρέπει να αφήσουμε την μπίλια, επαναλαμβάνοντας το πείραμα, ώστε η μπίλια να πέσει μέσα στο ποτήρι;

Οι τριβές και η αντίσταση του αέρα θεωρούνται αμελητέες.

70) Μια οριζόντια βολή διαδέχεται μια κυκλική.



Μια μικρή σφαίρα μάζας 0,2kg ηρεμεί στο κάτω άκρο νήματος μήκους ℓ=1,25m (θέση Α), το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε σταθερό σημείο Κ, το οποίο βρίσκεται σε ύψους Η=2,5m από το έδαφος.

Φέρνουμε τη σφαίρα στη θέση Β, ώστε το νήμα να γίνει οριζόντιο και την αφήνουμε να κινηθεί. Τη στιγμή που το νήμα γίνεται κατακόρυφο κόβεται, οπότε τελικά η σφαίρα φτάνει στο έδαφος στο σημείο Δ.

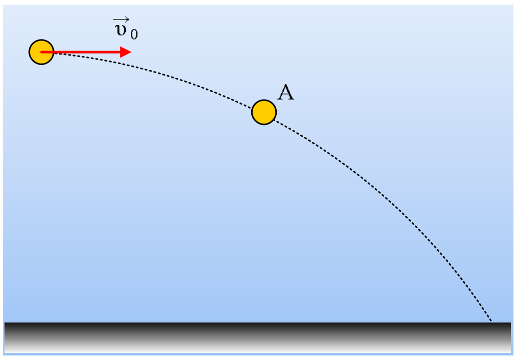
i) Να βρεθεί η αρχική επιτάχυνση της σφαίρας και η τάση του νήματος αμέσως μόλις αφεθεί να κινηθεί (θέση Β).

ii) Σε μια στιγμή το νήμα σχηματίζει γωνία φ=30° με την οριζόντια διεύθυνση. Πόση είναι η τάση του νήματος στην θέση αυτή;

iii) Να βρεθεί η απόσταση (ΚΔ) του σημείου πρόσδεσης του νήματος και του σημείου πρόσπτωσης της σφαίρας στο έδαφος.

Δίνεται $g=10m/s^2$, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

71) Αν γνωρίζουμε τη διεύθυνση της τελικής ταχύτητας.



Ένα σώμα εκτοξεύεται οριζόντια με αρχική ταχύτητα υ_0, από ορισμένο ύψος και μετά από λίγο βρίσκεται σε σημείο Α, έχοντας μετακινηθεί κατά 20m οριζόντια και κατά 5m κατακόρυφα.

i) Ποια η αρχική ταχύτητα εκτόξευσης υ_0;

ii) Βρείτε την ταχύτητα του σώματος στο σημείο Α.

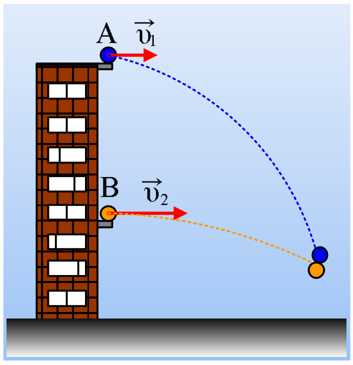
iii) Ποια γωνία μεταξύ επιτάχυνσης και ταχύτητας στο Α;

iv) Τη στιγμή που το σώμα φτάνει στο έδαφος η ταχύτητά του σχηματίζει γωνία 45° με τον ορίζοντα. Από ποιο ύψος έγινε η εκτόξευση του σώματος;

Δίνεται $g=10m/s^2$.

72) Δεν υπάρχουν μόνο δύο άξονες!

Από την ταράτσα ενός ψηλού κτηρίου σε ύψος Η=60m εκτοξεύεται οριζόντια μια μπάλα με ταχύτητα $υ_1=5m/s$, τη στιγμή t=0. Μετά από λίγο, τη στιγμή $t_1=2s$, εκτοξεύεται επίσης οριζόντια μια δεύτερη μπάλα Β, από ένα μπαλκόνι σε ύψος h=20m, με αποτέλεσμα οι δυο μπάλες να συγκρούονται, πριν φτάσουν στο έδαφος.



i) Να βρεθεί ποια χρονική στιγμή και σε ποια θέση τα δύο σώματα συγκρούονται.

ii) Ποια η αρχική ταχύτητα $υ_2$ της Β μπάλας;

Οι απαντήσεις να δοθούν θεωρώντας αρχή των αξόνων:

Α) Την αρχική θέση της μπάλας Α.

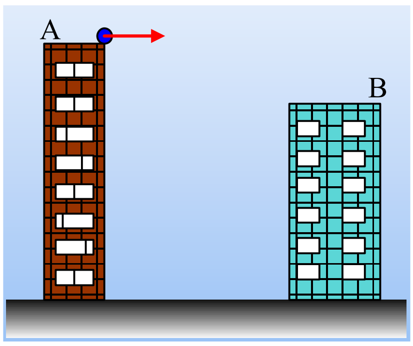
Β) Την αρχική θέση της μπάλας Β.

Γ) Το σημείο του εδάφους, που βρίσκεται στην κατακόρυφο που περνά από την αρχική θέση της Α μπάλας.

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα ενώ $g=10m/s^2$.

73) Πού θα πάει η μπάλα;

Δύο κτήρια απέχουν 30m. Από το ψηλότερο Α, που έχει ύψος Η=60m, εκτοξεύεται οριζόντια μια μπάλα με αρχική ταχύτητα $υ_0=10m/s$, με σκοπό να φτάσει στην ταράτσα του χαμηλότερου κτηρίου Β, που έχει ύψος h=40m και πλάτος α=10m.



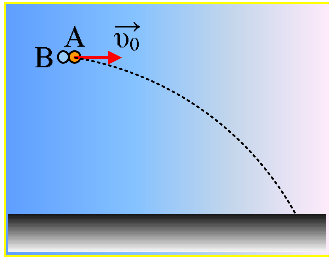
i) Θα φτάσει η μπάλα στην ταράτσα του Β κτηρίου;

ii) Για ποιες τιμές της ταχύτητας η μπάλα θα πέσει στην ταράτσα του Β κτηρίου;

iii) Εκτοξεύουμε οριζόντια την μπάλα με ταχύτητα $υ_{01}=22m/s$. Θα μπορέσει να την πιάσει ένα παιδί, που βρίσκεται στην ταράτσα του Β κτηρίου, αν έχει την ικανότητα πηδώντας, να την σταματήσει ακόμη και σε ύψος 2,8m;

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα ενώ $g=10m/s^2$.

74) Ταυτόχρονη κίνηση δύο σωμάτων.



Από ένα σημείο Ο που βρίσκεται σε ύψος h=80m από το έδαφος, εκτοξεύεται οριζόντια ένα σώμα Α, με αρχική ταχύτητα υ_0=30m/s, ενώ ταυτόχρονα αφήνεται να πέσει (από το Ο) ένα δεύτερο σώμα Β.

i) Πού βρίσκονται τα δύο σώματα μετά από 2s;

ii) Σε πόσο χρόνο κάθε σώμα θα φτάσει στο έδαφος;

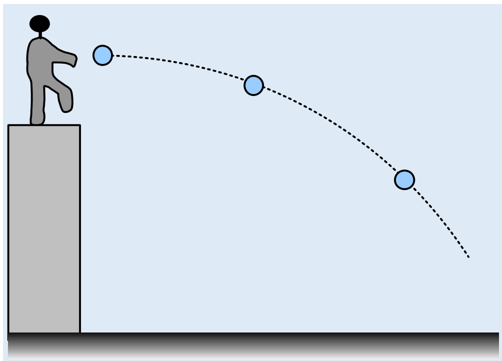
iii) Σε ποιο σημείο το σώμα Α θα πέσει στο έδαφος και ποια η ταχύτητά του, την στιγμή εκείνη;

iv) Να βρεθεί η μετατόπιση του σώματος Α, μέχρι τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος.

Δίνεται g=10m/s^2, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

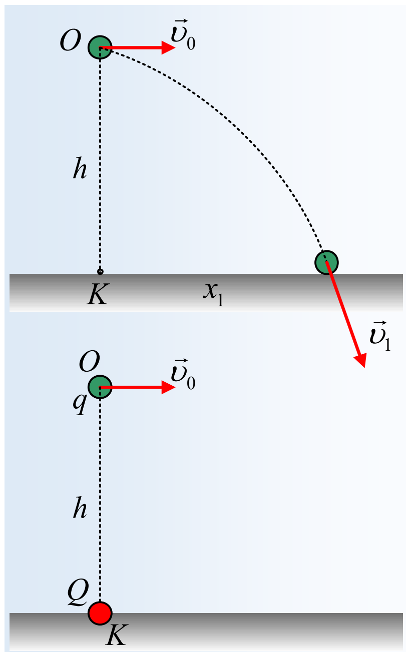
75) Δύναμη και επιτάχυνση

Ένα παιδί εκτοξεύει από κάποιο ύψος, μια μπάλα οριζόντια και στο σχήμα δίνονται τρεις θέσεις της μπάλας, κατά την κίνησή της. Να σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται στην μπάλα και την επιτάχυνσή της για τις θέσεις αυτές.



Αντίσταση του αέρα δεν υπάρχει.

76) Μια σύνδεση οριζόντιας βολής και ηλεκτρικού πεδίου.



Ένα μικρό σφαιρίδιο Α εκτοξεύεται, από ένα σημείο Ο σε ύψος h, οριζόντια, με αρχική ταχύτητα υ_0 και φτάνει στο έδαφος έχοντας μετατοπισθεί οριζόντια κατά x_1= h, μετά από χρόνο t_1.

Το ίδιο σφαιρίδιο εκτοξεύεται ξανά από το ίδιο ύψος από το έδαφος, αλλά τώρα φέρει φορτίο +q, ενώ στο σημείο Κ του εδάφους, το οποίο βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφη με το σημείο εκτόξευσης Ο, βρίσκεται στερεωμένο ένα δεύτερο φορτισμένο σφαιρίδιο Β με φορτίο +Q. Στην περίπτωση αυτή:

i) Αν t_2 το χρονικό διάστημα για να φτάσει το σφαιρίδιο στο έδαφος, ισχύει:

α) $t_2 < t_1$, β) $t_2 = t_1$, γ) $t_2 > t_1$.

ii) Αν x_2 η μετατόπισή του ισχύει:

α) $x_2 < h$, β) $x_2 = h$, γ) $x_2 > h$.

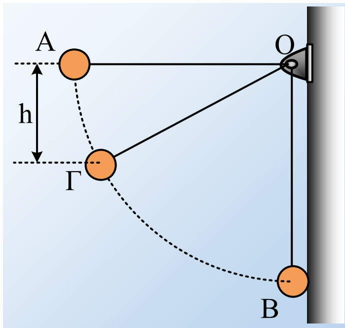
iii) Για τις τελικές κινητικές ενέργειες K_1 και K_2 στις δυο βολές ισχύει:

α) $K_2 < K_1$, β) $K_2 = K_1$, γ) $K_2 > K_1$.

Η αντίσταση του αέρα δεν λαμβάνεται υπόψη.

Κυκλική κίνηση.

1) Μια κίνηση σε κυκλική τροχιά και μια κρούση



Μια σφαίρα μάζας 2kg είναι δεμένη στο άκρο αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους l=1,25m, το άλλο άκρο του οποίου έχει δεθεί σε σταθερό σημείο Ο. Φέρνουμε τη σφαίρα στη θέση Α, ώστε το νήμα να γίνει οριζόντιο και την αφήνουμε να κινηθεί. Μόλις το νήμα γίνει κατακόρυφο, στη θέση Β, η σφαίρα συγκρούεται με έναν κατακόρυφο τοίχο, με αποτέλεσμα να επιστρέφει και να φτάνει μέχρι τη θέση Γ, η οποία βρίσκεται χαμηλότερα, σε κατακόρυφη απόσταση h=0,45m, από την αρχική θέση Α.

i) Να υπολογιστεί η ταχύτητα με την οποία η σφαίρα, φτάνει στην θέση Β (υπόδειξη: δουλέψτε ενεργειακά).

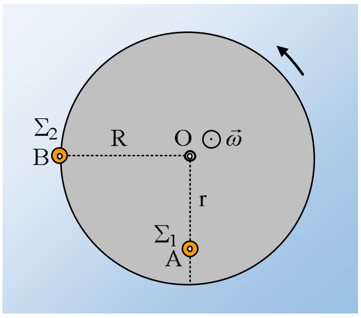
ii) Να βρεθεί η επιτάχυνση της σφαίρας στην αρχική θέση Α, μόλις αφεθεί να κινηθεί, καθώς και στη θέση Β, ελάχιστα πριν την κρούση με τον τοίχο. Ποια η τιμή της τάσης του νήματος στις δύο αυτές θέσεις;

iii) Να υπολογιστεί η ταχύτητα της σφαίρας αμέσως μετά την κρούση της με τον τοίχο.

iv) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ορμής της σφαίρας που οφείλεται στην κρούση.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

2) Δυο υλικά σημεία σε ΟΚΚ.

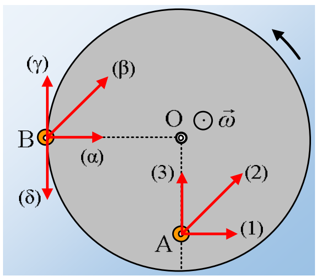


Ένας δίσκος στρέφεται με το επίπεδό του κατακόρυφο, γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα ο οποίος περνά από το κέντρο του Ο, με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω, όπως στο σχήμα. Δυο μικρά σημειακά σώματα $Σ_1$ και $Σ_2$, της ίδιας μάζας, έχουν καρφωθεί στα σημεία Α και Β, όπου το Β βρίσκεται στο άκρο μιας ακτίνας R του δίσκου.

i) Να σχεδιαστούν, πάνω στο σχήμα, οι ταχύτητες και οι επιταχύνσεις των σωμάτων $Σ_1$ και $Σ_2$.

ii) Μεγαλύτερη επιτάχυνση (κατά μέτρο) έχει:

α) Το σώμα $Σ_1$, β) Το σώμα $Σ_2$, γ) Έχουν επιταχύνσεις του ίδιου μέτρου.



iii) Να σχεδιάστε επίσης, σε ένα νέο σχήμα, την κεντρομόλο δύναμη που ασκείται σε κάθε σώμα.

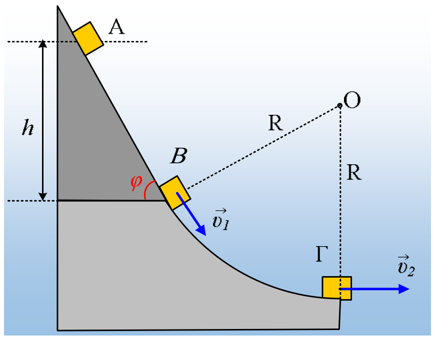
iv) Αν τη στιγμή που δείχνει το σχήμα, η ακτίνα R είναι οριζόντια και η r κατακόρυφη:

α) Ποιο από τα διανύσματα (1), (2), (3) παριστάνει την δύναμη F_1 που ασκεί ο δίσκος στο σώμα $Σ_1$;

β) Ποια η αντίστοιχη απάντηση για το διάνυσμα που παριστάνει την δύναμη F_2 που ασκεί στο σώμα $Σ_2$ ο δίσκος;

v) Αν $ω^2=g/R$, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας και R η ακτίνα του δίσκου, να αποδείξετε ότι η δύναμη F_2 σχηματίζει γωνία 45° με την κατακόρυφη διεύθυνση.

3) Μετά την κατηφόρα μια κυκλική κίνηση



Ένα μικρό σώμα, μάζας m=0,3kg, αφήνεται να κινηθεί από τη θέση Α ενός λείου κεκλιμένου επιπέδου, κλίσεως φ, όπου ημφ=0,8 και συνφ=0,6. Το σώμα αφού μετακινηθεί κατακόρυφα κατά h=0,8m, μπαίνει στο σημείο Β, χωρίς εκτροπή, σε ένα δεύτερο λείο κατακόρυφο κυκλικό οδηγό, ακτίνας R=1m, τον οποίο εγκαταλείπει στη θέση Γ, με οριζόντια ταχύτητα. Δίνεται $g=10m/s^2$.

i) Να υπολογιστεί η ταχύτητα του σώματος $υ_1$ στη θέση Β, καθώς και η επιτάχυνση $α_1$ του σώματος, ελάχιστα πριν μπει το σώμα στον κυκλικό οδηγό.

ii) Πού οφείλεται η παραπάνω επιτάχυνση $α_1$ και ποιο αποτέλεσμα επιφέρει στην κίνηση του σώματος;

iii) Η παραπάνω επιτάχυνση $α_1$ συνεχίζει να υπάρχει μόλις το σώμα περάσει στον κυκλικό οδηγό, στη θέση Β; Να δικαιολογήσετε την άποψή σας.

iv) Να βρεθεί η δύναμη που ασκείται στο σώμα από το κεκλιμένο επίπεδο, ελάχιστα πριν την είσοδο στην κυκλική τροχιά και η αντίστοιχη δύναμη που ασκεί η κυκλική τροχιά στο σώμα, ελάχιστα μετά την είσοδο του σώματος σε αυτήν, στο σημείο Β.

v) Να βρεθεί ακόμη η δύναμη που ασκείται στο σώμα, από την κυκλική τροχιά, ελάχιστα πριν την εγκαταλείψει στη θέση Γ.

4) Η επιτάχυνση και ο ρόλος της.

Το μέγεθος «επιτάχυνση» το συναντήσαμε κατά τη διδασκαλία στην Α΄ Λυκείου, όπου και ορίσθηκε με βάση την εξίσωση:

$$\vec{α} = \frac{Δ\vec{υ}}{Δt}$$

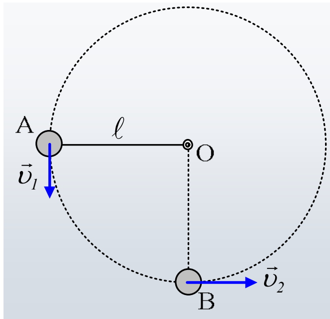
Όπου η παραπάνω μαθηματική εξίσωση μας λέει ότι η επιτάχυνση:

- Έχει κατεύθυνση, την κατεύθυνση της **μεταβολής** της ταχύτητας
- Το μέτρο της ισούται με το ρυθμό **μεταβολής** της ταχύτητας.

Ας δούμε λοιπόν πώς εφαρμόζονται ή προσαρμόζονται τα παραπάνω σε κάποιες περιπτώσεις:

5) Μια κυκλική κίνηση σε κατακόρυφο επίπεδο

Μια σφαίρα μάζας m=0,4kg κινείται σε κατακόρυφη κυκλική τροχιά κέντρου Ο, δεμένη στο άκρο νήματος μήκους l=1,4m. Σε μια στιγμή περνά από το σημείο Α, έχοντας κατακόρυφη ταχύτητα μέτρου $υ_1$=6m/s.



i) Να υπολογιστεί η τάση του νήματος στην παραπάνω θέση Α.

ii) Πόση είναι η κινητική ενέργεια της σφαίρας στην θέση Α και ποιος ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της σφαίρας;

iii) Μετά από λίγο η σφαίρα περνά από τη θέση Β, όπου το νήμα γίνεται κατακόρυφο. Για την θέση αυτή να βρεθούν:

α) Η ταχύτητα της σφαίρας.

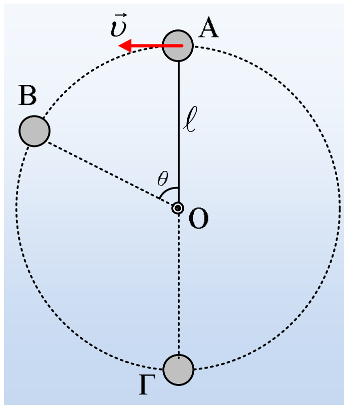
β) Η τάση του νήματος.

γ) Η κινητική ενέργεια της σφαίρας και ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής της ενέργειας.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

6) Μια ομαλή κυκλική κίνηση και το κόψιμο του νήματος

Μια σφαίρα μάζας m=0,5kg κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο, δεμένη στο άκρο νήματος μήκους l=(3/π)m, διαγράφοντας οριζόντια κυκλική τροχιά κέντρου Ο. Η σφαίρα διανύει τόξο μήκους s=1,2m σε χρόνο t_1=0,8s.



i) Να υπολογιστούν τα μέτρα της γραμμικής και γωνιακής ταχύτητας της σφαίρας.

ii) Να βρεθούν η περίοδος και η συχνότητα της κίνησης, καθώς και η τάση του νήματος.

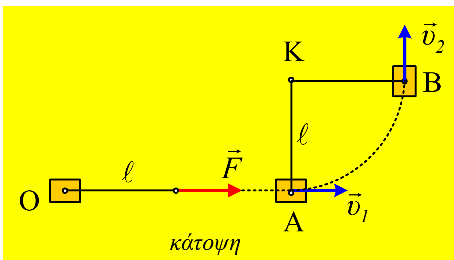
iii) Αν κάποια στιγμή η σφαίρα περνά από τη θέση Α, σε πόσο χρόνο περνά για δεύτερη φορά από το σημείο Β, αν δίνεται η γωνία θ=60°.)

iv) Αν τη στιγμή t_0=0 η σφαίρα περάσει από το σημείο Α, ενώ μόλις φτάσει για πρώτη φορά, στο αντιδιαμετρικό του σημείο Γ, κοπεί το νήμα, να βρεθεί τη στιγμή t_2=3,55 s, η απόσταση της σφαίρας από το σημείο Α.

δίνεται $π^2 \approx 10$.

7) Καρφώνοντας το άκρο του νήματος

Στο σημείο Ο ενός λείου οριζόντιου επιπέδου ηρεμεί ένα σώμα μάζας 10kg. Σε μια στιγμή t_0=0, στο σώμα ασκείται μέσω αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους l=2m, μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=5N, οπότε τη στιγμή t_1=4s, το σώμα φτάνει στο σημείο Α, έχοντας ταχύτητα $υ_1$. Τη στιγμή αυτή, το άκρο του νήματος, δένεται σε ένα σταθερό σημείο Κ, έτσι ώστε το νήμα να είναι κάθετο στην ΟΑ, ενώ το σώμα αφήνεται να συνεχίσει την κίνησή του.



i) Να βρεθεί η ταχύτητα $υ_1$ καθώς και η απόσταση (ΟΑ).

ii) Να βρεθεί η χρονική στιγμή t_2 κατά την οποία το σώμα περνά από τη θέση Β με ταχύτητα κάθετη στην διεύθυνση ΟΑ.

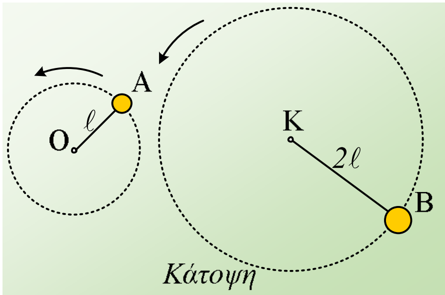
iii) Να υπολογιστεί το μέτρο της τάσης του νήματος μεταξύ των θέσεων Α και Β,

iv) Να υπολογιστεί το έργο της τάσης του νήματος από το Α στο Β.

v) Στη θέση Β το νήμα κόβεται. Να βρεθεί η απόσταση (ΟΓ) όπου Γ η θέση του σώματος τη στιγμή $t_3=t_2+2s$.

8) Οι συχνότητες σε δυο ΟΚΚ

Δυο σώματα Α και Β με μάζες $m_1=2m$ και $m_2=m$ αντίστοιχα, τα οποία θεωρούνται υλικά σημεία, κινούνται σε λείο οριζόντιο επίπεδο, δεμένα στα άκρα δύο νημάτων με μήκη ℓ και 2ℓ, διαγράφοντας κυκλικές τροχιές, με κέντρα Ο και Κ και με ταχύτητες σταθερού μέτρου, όπως στο σχήμα. Σε ορισμένο χρόνο Δt κάθε σώμα εκτελεί 22 πλήρεις περιστροφές.



i) Για τις συχνότητες κίνησης f_1 και f_2 των σωμάτων Α και Β αντίστοιχα ισχύει:

α) $f_1<f_2$, β) $f_1=f_2$, γ) $f_1>f_2$.

ii) Για τις αντίστοιχες γωνιακές ταχύτητες ισχύει:

α) $\omega_1<\omega_2$, β) $\omega_1=\omega_2$, γ) $\omega_1>\omega_2$.

iii) Για τα μέτρα των (γραμμικών) ταχυτήτων ισχύει:

α) $\upsilon_1<\upsilon_2$, β) $\upsilon_1=\upsilon_2$, γ) $\upsilon_1>\upsilon_2$.

iv) Για τα αντίστοιχα μέτρα των επιταχύνσεων έχουμε:

α) $\alpha_1<\alpha_2$, β) $\alpha_1=\alpha_2$, γ) $\alpha_1>\alpha_2$.

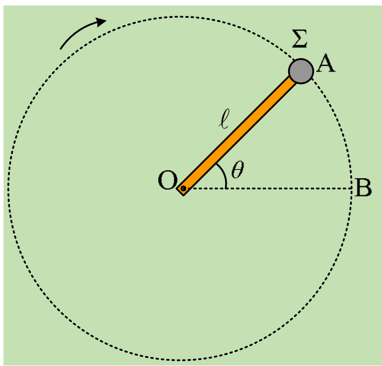
v) Ενώ για τα μέτρα των συνισταμένων δυνάμεων:

α) $F_1<F_2$, β) $F_1=F_2$, γ) $F_1>F_2$.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

9) Μια κατακόρυφη κυκλική τροχιά

Μια μικρή σφαίρα Σ, μάζας m=0,5kg, η οποία θεωρείται υλικό σημείο, είναι προσκολλημένη στο άκρο μιας ράβδου μήκους l=1m, η οποία στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, γύρω από οριζόντιο άξονα, ο οποίος περνά από το άλλο της άκρο Ο, διαγράφοντας κατακόρυφο επίπεδο. Η περίοδος περιστροφής είναι $T=2\pi/\sqrt{6}\,s \approx 2{,}56\,s$.



i) Τι κίνηση πραγματοποιεί η σφαίρα Σ; Να σχεδιάσετε πάνω στο σχήμα την ταχύτητα και τη γωνιακή ταχύτητα της σφαίρας.

ii) Να υπολογίσετε τα μέτρα της (γραμμικής) ταχύτητας και της γωνιακής ταχύτητας της σφαίρας.

iii) Σε μια στιγμή η σφαίρα περνά από τη θέση Α, όπου η γωνία που σχηματίζει η ράβδος με την οριζόντια διεύθυνση είναι θ=37°. Σε πόσο χρόνο η σφαίρα θα φτάσει (για πρώτη φορά) στη θέση Β με τη ράβδο οριζόντια;

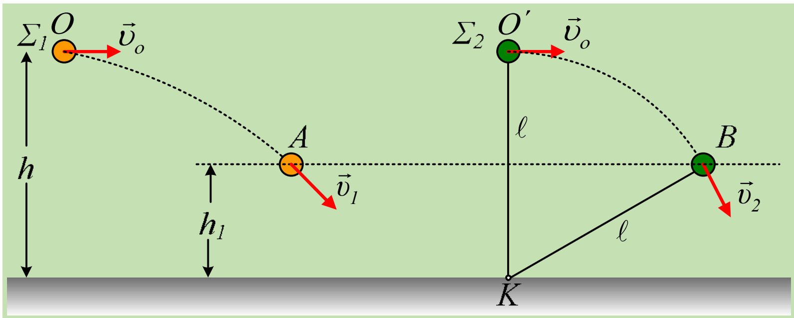
iv) Πόση δύναμη ασκεί η ράβδος στη σφαίρα, στη θέση Α του σχήματος;

Δίνεται $g=10m/s^2$ ενώ ημ37°=0,6 και συν37°=0,8.

10) Δυο «παρόμοιες» κινήσεις

Μια σφαίρα $Σ_1$ μάζας m=0,2kg εκτοξεύεται οριζόντια από ένα σημείο Ο, το οποίο βρίσκεται σε ύψος h=2m από το έδαφος, με αρχική ταχύτητα μέτρου $υ_ο$=5m/s.

Μια δεύτερη όμοια σφαίρα $Σ_2$ είναι δεμένη στο άκρο αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους l=2m, το άλλο άκρο του οποίου δένεται στο έδαφος, στο σημείο Κ. Η σφαίρα $Σ_2$ φέρεται στο σημείο Ο΄ σε ύψος h με το νήμα κατακόρυφο και εκτοξεύεται οριζόντια με την ίδια ταχύτητα $υ_ο$, εκτελώντας κυκλική κίνηση ακτίνας R=l.



i) Να υπολογιστεί η αρχική επιτάχυνση κάθε σφαίρας, αμέσως μετά την εκτόξευση, καθώς και η τάση του νήματος τη στιγμή αυτή.

ii) Μετά από λίγο η πρώτη σφαίρα περνάει από το σημείο Α, σε ύψος h_1=0,8m.

α) Να υπολογιστεί το μέτρο της ταχύτητας $υ_1$, καθώς και η επιτάχυνσης της σφαίρας.

β) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της σφαίρας στη θέση αυτή;

iii) Αντίστοιχα και η σφαίρα $Σ_2$ φτάνει στη θέση Β σε ύψος h_1 από το έδαφος, κάποια στιγμή.

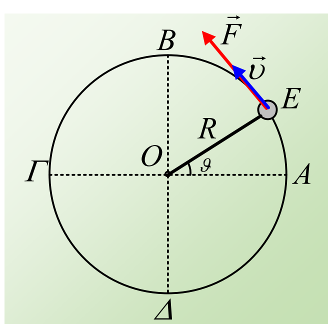
α) Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητάς της $υ_2$, καθώς και η τάση του νήματος στη θέση αυτή.

β) Ποιος ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της σφαίρας $Σ_2$ στη θέση Β;

Δίνεται $g=10m/s^2$, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

11) Μια ΟΚΚ σε κατακόρυφο επίπεδο.

Ένα σφαιρίδιο μάζας 0,4kg, δεμένο στο άκρο νήματος διαγράφει κατακόρυφο κύκλο, κέντρου Ο και ακτίνας R=0,8m με σταθερή κατά μέτρο ταχύτητα υ=4m/s. Για να μπορεί να πραγματοποιεί την παραπάνω κίνηση, δέχεται διαρκώς κάποια εφαπτομενική μεταβλητού μέτρου δύναμη F, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, για μια θέση Ε.



i) Έχει επιτάχυνση το σφαιρίδιο στη θέση Ε που δίνεται στο σχήμα; Αν ναι να σχεδιαστεί το διάνυσμά της, υπολογίζοντας και το μέτρο της. Η επιτάχυνση αυτή παραμένει σταθερή ή μεταβάλλεται στη διάρκεια της κίνησης του σφαιριδίου;

ii) Τη στιγμή που το σφαιρίδιο περνά από τη θέση Γ, με το νήμα οριζόντιο:

α) Να σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω του.

β) Να υπολογίσετε τα μέτρα τους.

iii) Στο σχήμα βλέπετε την ανώτερη θέση Β και την κατώτερη θέση της τροχιάς Δ. Για τις θέσεις αυτές να υπολογίσετε:

α) το μέτρο της δύναμης F που πρέπει να ασκείται στο σφαιρίδιο,

β) το μέτρο της τάσης του νήματος.

iv) Αν στην θέση Ε που φαίνεται στο σχήμα, το νήμα σχηματίζει με την οριζόντια θέση γωνία θ, όπου ημθ=0,6 και συνθ=0,8, να βρείτε για τη θέση αυτή:

α) Το μέτρο της δύναμης F.

β) Το μέτρο της τάσης του νήματος.

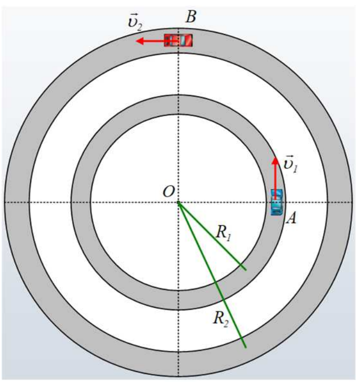
v) Θεωρώντας ως επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το κέντρο Ο (προφανώς και από τις θέσεις Α και Γ):

α) Να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του σφαιριδίου στη θέση Ε, καθώς και το ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας στην θέση αυτή. Με ποιο ρυθμό μεταφέρεται ενέργεια, μέσω του έργου της δύναμης F, στο σφαιρίδιο;

β) Αν το σφαιρίδιο περνά από τη θέση Α, τη στιγμή t=0, να βρεθεί η συνάρτηση της δυναμικής ενέργειας του σφαιριδίου σε συνάρτηση με το χρόνο και να παρασταθεί γραφικά.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

12) Δύο αυτοκίνητα σε κυκλικές τροχιές.



Στο σχήμα φαίνονται οι οριζόντιες κυκλικές τροχιές στις οποίες κινούνται δυο τηλεχειριζόμενα αυτοκινητάκια Α και Β, με ακτίνες R_1=90m και R_2=160m. Τα μέτρα των ταχυτήτων, με τις οποίες κινούνται τα αυτοκινητάκια είναι $\upsilon_1=3\pi$ m/s και $\upsilon_2=4\pi$ m/s αντίστοιχα. Κάποια χρονική στιγμή (t=0) τα οχήματα βρίσκονται στις θέσεις του σχήματος με ταχύτητες μέτρων

i) Ποια χρονική στιγμή το Α θα βρεθεί σε αντιδιαμετρική θέση σε σχέση με την αρχική θέση του; Πόσο είναι το μήκος του τόξου που έχει διαγράψει το Β στον ίδιο χρόνο και σε ποια θέση βρίσκεται;

ii) Να υπολογιστούν οι γωνιακές ταχύτητες και οι περίοδοι των δύο οχημάτων.

iii) Ποια η γωνία που σχηματίζουν οι δυο επιβατικές ακτίνες, τη χρονική στιγμή t_2=100s; Να σημειωθούν στο σχήμα η θέση των δύο οχημάτων τη στιγμή αυτή.

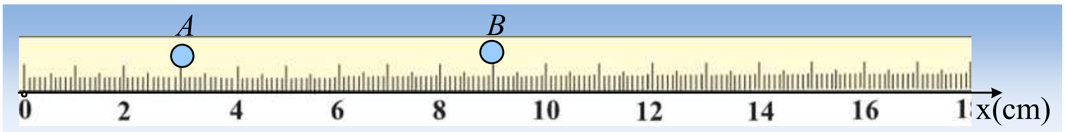
iv) Να βρεθεί η χρονική στιγμή που τα δύο αυτοκινητάκια, θα βρεθούν το ένα «δίπλα» στο άλλο, για πρώτη φορά. Ποιες οι θέσεις των δύο κινητών τη στιγμή αυτή;

v) Ποια χρονική στιγμή τα αυτοκινητάκια θα βρεθούν ταυτόχρονα στις αρχικές τους θέσεις για πρώτη φορά;

13) Ομαλή κυκλική κίνηση.

Ένα φύλλο εργασίας σαν θεωρία

1) Ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα και τη στιγμή t=0, περνά από το σημείο Α και τη στιγμή t_1=2s φτάνει στο σημείο Β, όπως στο σχήμα. Για να καθορίσουμε τις θέσεις του σώματος, ορίζουμε έναν άξονα x με αρχή το σημείο Ο και την κατεύθυνση προς τα δεξιά ως θετική.



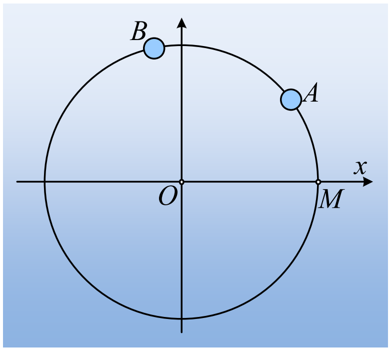
Με βάση τον άξονα αυτό, απαντάμε ότι:

i) Τη στιγμή t=0 το σώμα βρίσκεται στη θέση …… ενώ τη στιγμή t_1 βρίσκεται στη θέση …… Η μετατόπιση του σώματος είναι ίση με ………………

ii) Η ταχύτητα του σώματος έχει κατεύθυνση ……. με τιμή υ= .

iii) Ποια η θέση του σώματος τη χρονική στιγμή t_2=5s;

2) Ένα μικρό σώμα κινείται με ταχύτητα σταθερού μέτρου, διαγράφοντας την κυκλική τροχιά του σχήματος ακτίνας R=4m. Τη στιγμή t=0, το σώμα περνά από το σημείο Α και τη στιγμή t_1=2s φτάνει στο σημείο Β.

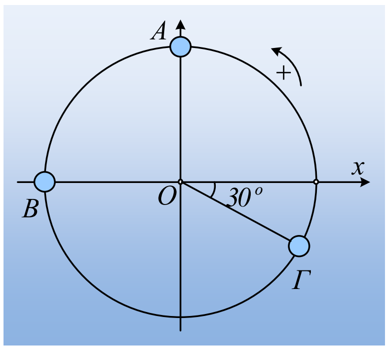


i) Να σχεδιάστε στο σχήμα την ταχύτητα στη θέση Α.

ii) Θέλοντας να μελετήσουμε την κίνηση του σώματος, ορίζουμε ένα σημείο, έστω το σημείο Μ του άξονα x του σχήματος, ως αρχή μέτρησης του τόξου, οπότε αν το μήκος του τόξου (ΜΑ)=3m και (ΜΒ)=7m, τότε το σώμα διανύει τόξο μήκους ……. ενώ η ταχύτητα του σώματος έχει μέτρο υ=……

iii) Τη στιγμή t_1=5s, που βρίσκεται το σώμα;

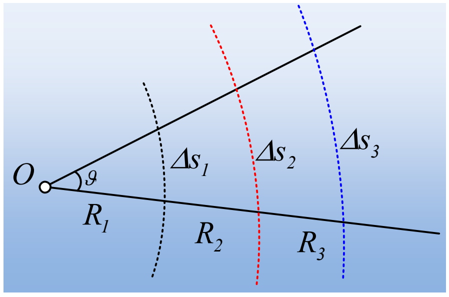
3) Ο παραπάνω τρόπος δεν είναι και πολύ ευκολόχρηστος για τον προσδιορισμό της θέσης του σώματος. Επιλέγουμε να δουλέψουμε με την χρήση γωνιών. Αλλά και πάλι, πρέπει να αποφασίσουμε την αρχή μέτρησης των γωνιών και μια θετική φορά διαγραφής. Ορίζουμε σαν αρχή μέτρησης των γωνιών τον θετικό ημιάξονα Οx και θετική φορά, την αντίθετη από την φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού. Με βάση αυτά, οι γωνιακές θέσεις των τριών μικρών σφαιρών του σχήματος είναι:



φ_1= …..°, φ_2= …..°, φ_3=……°.

i) Με βάση την παραπάνω σύμβαση η γωνία που έχει σημειωθεί στο σχήμα, αν κινηθούμε με την φορά των δεικτών του ρολογιού, είναι ίση με …….. Ποια είναι στην περίπτωση αυτή η γωνιακή θέση της Β σφαίρας;

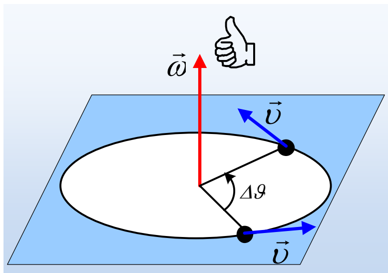
4) Έστω η γωνία του διπλανού σχήματος. Με κέντρο την κορυφή Ο, χαράσσουμε κύκλους με διαφορετικές ακτίνες R_1, R_2 και R_3. Το πηλίκο $\frac{\Delta s}{R}$ παραμένει σταθερό και μας δίνει την γωνία θ.



Αν το μήκος του τόξου $\Delta s_1=R_1$, τότε λέμε ότι η γωνία θ είναι ίση με ένα ακτίνιο και γράφουμε θ=1rad. Λαμβάνοντας τώρα υπόψη ότι το μήκος του κύκλου είναι 2πR, τότε η γωνία των 360° είναι ίση με $\frac{2\pi R}{R}=2\pi$ rad. Με βάση αυτά, να συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα για τις γωνιακές θέσεις των τριών σφαιρών της ερώτησης 3).

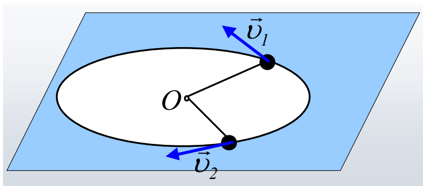
σφαίρα	***φ (°)***	***φ(rad)***
Α		
Β		
Γ		

5) Για να μελετήσουμε μια κυκλική κίνηση ορίζουμε ένα νέο φυσικό μέγεθος, τη γωνιακή ταχύτητα, το οποίο είναι διάνυσμα κάθετο στο επίπεδο της τροχιάς στο κέντρο του κύκλου, με μέτρο:



$$\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

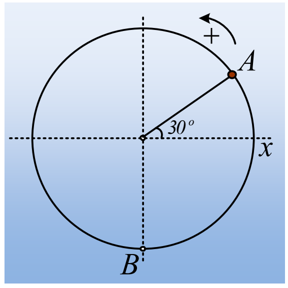
Όπου Δθ η γωνία που διαγράφει μια ακτίνα το άκρο της οποίας δίνει τη θέση του σώματος κάθε στιγμή (επιβατική ακτίνα) και Δt το αντίστοιχο χρονικό διάστημα. Η φορά της γωνιακής ταχύτητας καθορίζεται από τον κανόνα του δεξιού, όπως δείχνεται στο διπλανό σχήμα.



i) Σε μια οριζόντια κυκλική τροχιά κινούνται δυο μικρές σφαίρες, όπως στο σχήμα. Να σχεδιάστε πάνω στο σχήμα τα διανύσματα των γωνιακών ταχυτήτων των δύο σφαιρών, αν τα μέτρα τους είναι ω_1=3rad/s και ω_2=4rad/s.

ii) Θεωρώντας θετική φορά περιστροφής την αντίθετη από τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού, οι σφαίρες έχουν γωνιακές ταχύτητες με αλγεβρικές τιμές ω_1=…. και ω_2=…..

6) Μια μικρή σφαίρα κινείται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, στην κυκλική τροχιά του διπλανού σχήματος ακτίνας R= 2m και σε μια στιγμή t=0 περνά από τη θέση Α.



i) Αν $\omega = +\frac{\pi}{3} rad/s$:

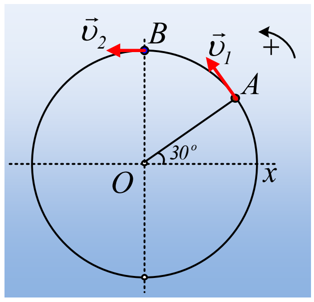
α) Να σχεδιάστε στο σχήμα την ταχύτητα της σφαίρας τη στιγμή t=0. Η αρχική γωνιακή θέση της σφαίρας είναι ……….

β) Να υπολογίστε το μέτρο της ταχύτητας και την περίοδο περιστροφής.

γ) Να βρεθεί η γωνιακή μετατόπιση και η θέση της σφαίρας τη στιγμή t_1 =2s.

δ) Ποια χρονική στιγμή η σφαίρα περνά από το σημείο Β για τρίτη φορά;

ii) Αν $\omega = -\frac{\pi}{3} rad/s$ να βρεθεί η γωνιακή θέση τη στιγμή t_2=1,5s.



7) Δυο μικρές σφαίρες Α και Β κινούνται στην ίδια κυκλική τροχιά ακτίνας R=2m, και τη στιγμή t_0=0, βρίσκονται στις θέσεις του διπλανού σχήματος, με ταχύτητες σταθερών μέτρων $\upsilon_1 = \frac{\pi}{5} m/s$ και $\upsilon_2 = \frac{\pi}{6} m/s$.

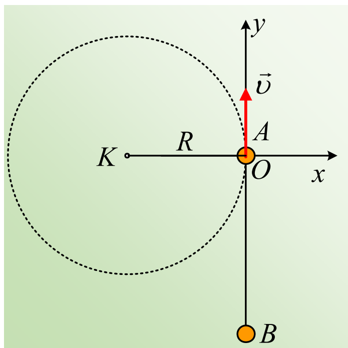
i) Ποιες οι αρχικές (γωνιακές) θέσεις των σφαιρών;

ii) Να υπολογίστε τις γωνιακές ταχύτητες των σφαιρών.

iii) Να γράψετε την εξίσωση θ=f(t) της θέσης κάθε σφαίρας σε συνάρτηση με το χρόνο και να κάνετε τις γραφικές παραστάσεις τους, στους ίδιους άξονες.

iv) Ποια χρονική στιγμή η Α σφαίρα θα φτάσει την Β και σε ποια θέση θα συμβεί αυτό;

14) Η κυκλική κίνηση και η Γεωμετρία!



Μια μικρή σφαίρα Α μάζας εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, με περίοδο Τ=3s, πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο, δεμένο στο ένα άκρο νήματος μήκους 3m, το άλλο άκρο του οποίου είναι σταθερά δεμένο σε σημείο Κ. Στο σχήμα δίνεται ένα σύστημα αξόνων x,y με αρχή τη θέση Ο της σφαίρας τη στιγμή t=0. Πάνω στον άξονα y και στην θέση y=- $3\sqrt{3}$ m, ηρεμεί μια δεύτερη σφαίρα Β.

i) Ποια χρονική στιγμή, για πρώτη φορά, η απόσταση των δύο σφαιρών γίνεται μέγιστη;

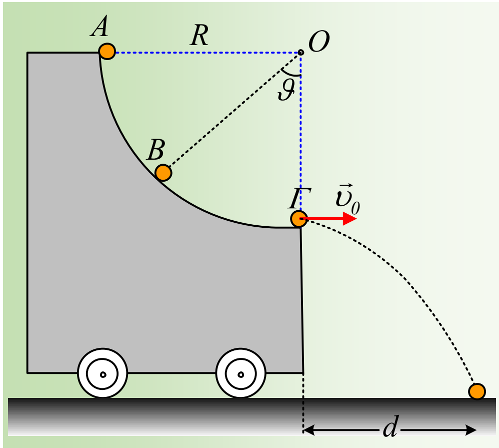
ii) Να υπολογίσετε την μέγιστη απόσταση μεταξύ των δύο σφαιρών. Ποιες οι συντεταγμένες της θέσης της Α σφαίρας στο σύστημα αξόνων του σχήματος, τη στιγμή της μέγιστης απόστασης;

iii) Ποια χρονική στιγμή, για πρώτη φορά, η απόσταση των δύο σφαιρών γίνεται ελάχιστη; Αφού υπολογίστε την ελάχιστη απόσταση των δύο σφαιρών, να βρεθούν για τη θέση αυτή οι συνιστώσες α_x και α_y της επιτάχυνσης της Α σφαίρας.

iv) Μια χρονική στιγμή t_1, όπου $6,5s < t_3 < 8,5s$, το νήμα κόβεται με αποτέλεσμα η σφαίρα Α, να συγκρουσθεί μετά από λίγο με τη Β σφαίρα. Να βρεθεί η στιγμή t_3 που κόπηκε το νήμα.

15) Τι αλλάζει αν αφήσουμε το αμαξίδιο;

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο, ηρεμεί ένα αμαξίδιο μάζας M=4kg, στο οποίο η πάνω επιφάνειά του σχηματίζει τεταρτοκύκλιο ακτίνας R=0,25m, κέντρου Ο. Μια μικρή σφαίρα, αμελητέας ακτίνας, αφήνεται στο πάνω άκρο Α του τεταρτοκυκλίου να κινηθεί, ενώ συγκρατούμε ακίνητο το αμαξίδιο. Η κίνηση της σφαίρας πραγματοποιείται χωρίς τριβές. Μετά από λίγο η σφαίρα περνά από το σημείο Β, όπου η ακτίνα ΒΟ σχηματίζει γωνία θ με την κατακόρυφη, ενώ συνεχίζοντας την κίνησή της εγκαταλείπει το αμαξίδιο με οριζόντια ταχύτητα υ_0.



i) Να βρεθεί η επιτάχυνση της σφαίρας στην αρχική θέση Α και στη θέση Γ, που εγκαταλείπει το αμαξίδιο. Πόση δύναμη δέχεται η σφαίρα από το αμαξίδιο στις παραπάνω θέσεις;

ii) Να βρεθεί η δύναμη που ασκεί το αμαξίδιο στη σφαίρα στη θέση Β.

iii) Πόσο απέχει το σημείο Γ από το έδαφος, αν η σφαίρα φτάσει στο έδαφος σε απόσταση d=0,4m από το άκρο του αμαξιδίου;

iv) Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία, αλλά τώρα δεν συγκρατούμε το αμαξίδιο ακίνητο. Να εξηγείστε γιατί το αμαξίδιο θα κινηθεί και να υπολογιστεί η ταχύτητά του, τη στιγμή που η σφαίρα φτάνει στο σημείο Γ.

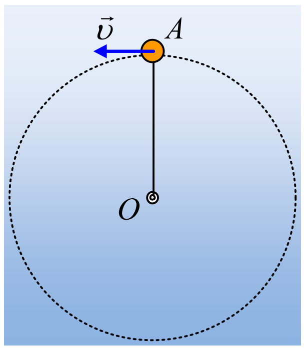
v) * Πόση δύναμη δέχεται το αμαξίδιο από το έδαφος ελάχιστα πριν η σφαίρα το εγκαταλείψει στη θέση Γ;

Δίνεται $g=10m/s^2$, ενώ ημθ=0,6 και συνθ=0,8 και:

* η v) ερώτηση απευθύνεται μόνο σε καθηγητές.

16) Η τάση του νήματος και η κυκλική κίνηση.

Μια σφαίρα Σ μάζας 1kg είναι δεμένη στο άκρο νήματος μήκους 1m, το άλλο άκρο του οποίου κρατάμε με το χέρι μας. Περιστρέφοντας κατάλληλα το χέρι μας, θέτουμε τελικά τη σφαίρα σε κατακόρυφη κυκλική τροχιά με κέντρο το άκρο Ο του νήματος, που το κρατάμε σταθερό.



i) Να σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται στη σφαίρα, όταν περνά από το ανώτερο σημείο Α της τροχιάς της.

ii) Να γράψετε το 2ο νόμο του Νεύτωνα για τη σφαίρα στην παραπάνω θέση και να υπολογίσετε την ταχύτητά της, αν η δύναμη που ασκείται στο χέρι μας από το νήμα έχει μέτρο F_1=6N.

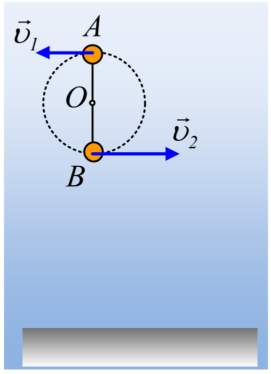
iii) Αν μικρύνει η ταχύτητα περιστροφής του σώματος Σ, τι θα συμβεί με την τάση του νήματος στη θέση Α;

iv) Ποια η ελάχιστη ταχύτητα της σφαίρας στη θέση Α, αν θέλουμε να μηδενιστεί η τάση του νήματος, αλλά η σφαίρα να διαγράψει τον παραπάνω κύκλο;

v) Στην περίπτωση αυτή, ποια δύναμη «παίζει» το ρόλο της κεντρομόλου;

vi) Αγνοώντας όλα τα άλλα ουράνια σώματα και θεωρώντας τη Γη ακίνητη, δεχόμαστε ότι η Σελήνη διαγράφει κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη. Να σχεδιάστε ένα σχήμα, στο οποίο να εμφανίζεται η τροχιά της Σελήνης και πάνω στο σχήμα να σημειώστε την ταχύτητα και την κεντρομόλο δύναμη. Γιατί αλήθεια η Σελήνη δεν πέφτει στη Γη, όπως πέφτει ένα μήλο, αν το αφήσουμε από κάποιο ύψος;

17) Η κυκλική κίνηση, η οριζόντια βολή και η ορμή.



Ένα σώμα μάζας 0,5kg είναι δεμένο στο άκρο νήματος μήκους 0,5m και διαγράφει κατακόρυφη κυκλική τροχιά κέντρου Ο. Τη στιγμή που βρίσκεται στο ανώτερο σημείο της τροχιά του Α, έχει ταχύτητα υ_1=4m/s, όπως στο σχήμα.

i) Να βρεθεί η ορμή του σώματος και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του στη θέση Α.

ii) Να υπολογιστεί επίσης η ορμή του σώματος στο κατώτερο σημείο της τροχιάς Β.

iii) Να υπολογιστούν μεταξύ των θέσεων Α και Β:

α) Η μεταβολή της ορμής του σώματος.

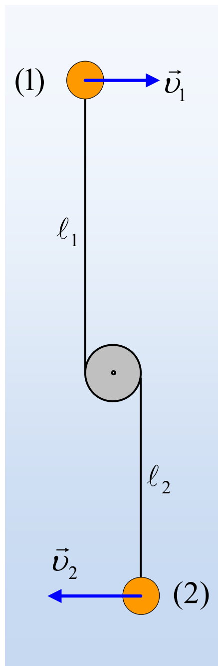
β) Η μεταβολή του μέτρου της ορμής.

iv) Τη στιγμή που φτάνει το σώμα στη θέση Β, το νήμα κόβεται. Μετά από χρονικό διάστημα t_1=0,6s το σώμα βρίσκεται στο σημείο Γ, χωρίς να έχει φτάσει στο έδαφος.

α) Να υπολογιστεί η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος, στη θέση Γ.

β) Ποια η μεταβολή της ορμής μεταξύ των θέσεων Β και Γ;

18) Με την περιστροφή το νήμα τυλίγεται.



Ένα σώμα μάζας 0,4kg είναι δεμένο στο άκρο νήματος και στρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο, ενώ το νήμα τυλίγεται σε έναν ακλόνητο οριζόντιο κυλινδρικό σωλήνα ακτίνας r=0,6/π m. Σε μια στιγμή το νήμα είναι κατακόρυφο και το σώμα έχει ταχύτητα μέτρου υ_1=5m/s, (θέση (1)) ενώ το ελεύθερο μήκος του νήματος είναι $\ell_1 = 2$m.

i) Να βρεθεί η τάση του νήματος στη θέση αυτή.

ii) Μετά από λίγο το νήμα ξαναγίνεται κατακόρυφο, θέση (2). Για τη θέση αυτή να βρεθούν:

α) Το μήκος του νήματος ℓ_2.

β) Η κινητική ενέργεια του σώματος.

γ) Το μέτρο της τάσης του νήματος.

iii) Όταν το σώμα ολοκληρώσει μια «περιστροφή» με το νήμα κατακόρυφο, για το μέτρο της ταχύτητά του υ_3 ισχύει:

α) $\upsilon_3 < \upsilon_1$,   β) $\upsilon_3 = \upsilon_1$,   γ) $\upsilon_3 > \upsilon_1$.

Να δικαιολογήστε την απάντησή σας.

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

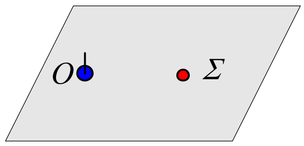
19) Μια φορτισμένη σφαίρα σε κίνηση.

Ή για να συνδέουμε τα …ασύνδετα!

Ένα πρόβλημα, σαν φύλλο εργασίας, για τους μαθητές της Β΄ Προσανατολισμού, όπου συνδυάζεται η κυκλική κίνηση, με το ηλεκτρικό πεδίο της Γενικής Παιδείας, αλλά και με πολλές ακόμη προεκτάσεις.

//////////////////////////

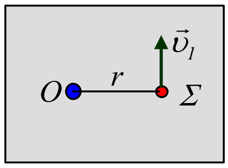
Σε ένα σημείο Ο ενός λείου οριζοντίου επιπέδου είναι στερεωμένη μια μικρή σφαίρα Α με φορτίο Q=2μC. Σε σημείο Σ, σε απόσταση (ΟΣ)= r=3cm συγκρατούμε μια άλλη μικρή σφαίρα Β μάζας m=60g, η οποία φέρει φορτίο q=-0,1μC.



i) Να υπολογίστε την δύναμη που χρειάζεται να ασκούμε στη σφαίρα Β για να ισορροπεί και να την σχεδιάστε στο παραπάνω σχήμα.

ii) Σε μια στιγμή αφήνουμε ελεύθερη τη σφαίρα Β. Πόση επιτάχυνση θα αποκτήσει αμέσως μετά την απελευθέρωση;

iii) Επαναφέρουμε τη σφαίρα Β στο σημείο Σ και κάποια στιγμή την εκτοξεύουμε οριζόντια με ταχύτητα $υ_1$=0,5m/s σε διεύθυνση κάθετη στην ΟΣ, όπως στο διπλανό σχήμα.



α) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση που θα αποκτήσει αμέσως μετά την εκτόξευση και να την σχεδιάστε στο σχήμα.

β) Η επιτάχυνση αυτή, αμέσως μετά την εκτόξευση, θα μεταβάλει το μέτρο ή την κατεύθυνση της ταχύτητας;

γ) Κάποιος συμμαθητής σας, υποστηρίζει ότι η σφαίρα Β θα εκτελέσει ομαλή κυκλική κίνηση με κέντρο το Ο και ακτίνα r=3cm. Συμφωνείτε ή διαφωνείτε και γιατί;

iv) Να υπολογίστε το μέτρο της αναγκαίας ταχύτητας εκτόξευσης $υ_2$, ώστε η σφαίρα να κινηθεί κυκλικά γύρω από το Ο.

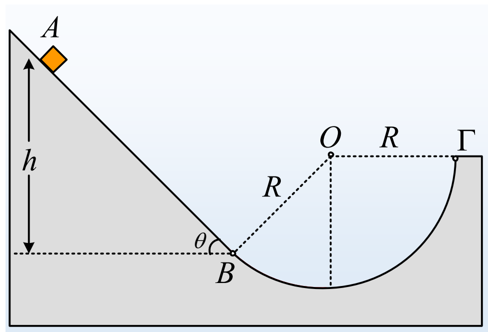
v) Στην περίπτωση αυτή να υπολογιστεί η ολική ενέργεια της κινούμενης σφαίρας Β.

vi) Καθώς η σφαίρα Β στρέφεται, δέχεται ένα απότομο κτύπημα (σε γλώσσα φυσικής ασκείται πάνω της για ελάχιστο χρονικό διάστημα μια δύναμη ή διαφορετικά συγκρούεται με κάποιο άλλο σώμα), με αποτέλεσμα να αποκτήσει μια ταχύτητα μέτρου $υ_3$, οπότε παύει να κινείται στην κυκλική τροχιά και απομακρύνεται από τη σφαίρα Α. Όταν η Β βρεθεί τελικά έξω από το ηλεκτρικό πεδίο της σφαίρας Α, μετρήσαμε την ταχύτητά της και την βρήκαμε $υ_4$=1m/s. Πόση ενέργεια πήρε η Β στη διάρκεια του κτυπήματος;

vii) Να υπολογιστεί η ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να μεταφερθεί στην Β, για να μπορέσει να απομακρυνθεί από τη σφαίρα Α, η οποία παραμένει πάντα ακλόνητη στο σημείο Ο.

Δίνεται $k_c=9\cdot 10^9 N\cdot m^2/C^2$, ενώ οι ακτίνες των σφαιρών θεωρούνται αμελητέες.

20) Μετά την κατηφόρα μπαίνει σε κυκλική τροχιά.



Ένα μικρό σώμα μάζας 0,2kg αφήνεται στη θέση Α, να ολισθήσει κατά μήκος ενός λείου κεκλιμένου επιπέδου κλίσεως θ, όπου ημθ=0,6 και συνθ=0,8. Φτάνοντας στο σημείο Β, σε κατακόρυφη απόσταση h=1,25m, συναντά μια λεία κυκλική τροχιά, κέντρου Ο και ακτίνας R=0,5m στην οποία συνεχίζει την κίνησή του. Η ακτίνα ΟΒ είναι κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο.

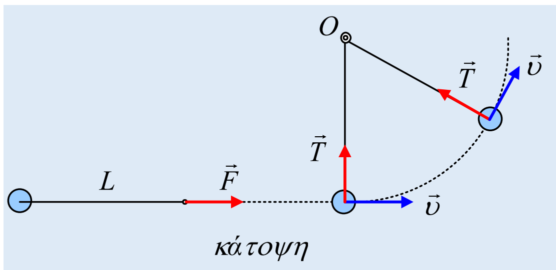
i) Να υπολογιστεί η επιτάχυνση του σώματος στη διάρκεια της κίνησής στο κεκλιμένο επίπεδο, καθώς και η δύναμη που δέχεται από το επίπεδο.

ii) Με ποια ταχύτητα φτάνει το σώμα στο σημείο Β;

iii) Να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης που δέχεται το σώμα στη θέση Β, αμέσως μόλις μπει στην κυκλική τροχιά.

iv) Πόση δύναμη δέχεται το σώμα από την τροχιά, μόλις φτάσει στο σημείο Γ, όπου η ακτίνα ΟΓ είναι οριζόντια, και σε ποιο ύψος πάνω από το σημείο Γ θα φτάσει το σώμα;

21) Ένα σώμα στο άκρο νήματος.



Ένα μικρό σώμα μάζας 0,2kg ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Δένουμε το σώμα με ένα αβαρές οριζόντιο νήμα μήκους L, στο άλλο άκρο του οποίου ασκούμε μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=0,4N, τραβώντας το σώμα, τη στιγμή $t_0=0$. Τη χρονική στιγμή $t_1=4s$, παύουμε να τραβάμε το νήμα, το ελεύθερο άκρο του οποίου στερεώνουμε σε σταθερό σημείο Ο του οριζοντίου επιπέδου τη στιγμή $t_2=5s$, σε τέτοια θέση, έτσι ώστε το νήμα να είναι κάθετο στην ταχύτητα του σώματος, όπως στο σχήμα, οπότε το σώμα συνεχίζει να κινείται σε οριζόντια κυκλική τροχιά ακτίνας L. Αν η τάση του νήματος στη διάρκεια της κυκλικής κίνησης είναι δεκαπλάσια της τάσης κατά την ευθύγραμμη κίνηση, να βρεθούν:

i) Το μέτρο της ταχύτητας κατά τη διάρκεια της κυκλικής κίνησης.

ii) Το διάστημα που διανύει το σώμα από τη στιγμή t_o μέχρι τη χρονική στιγμή $t_3=8s$.

iii) Το μήκος του νήματος.

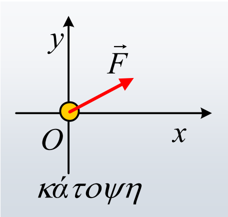
iv) Το έργο της τάσης του νήματος στα χρονικά διαστήματα:

α) από 0-4s

β) Από 5s-9s

22) Μια μεταβαλλόμενη κυκλική κίνηση. Φ.Ε.

Α) Ένα σώμα ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή ασκείται πάνω του μια οριζόντια σταθερή δύναμη **F**, όπως στο σχήμα.



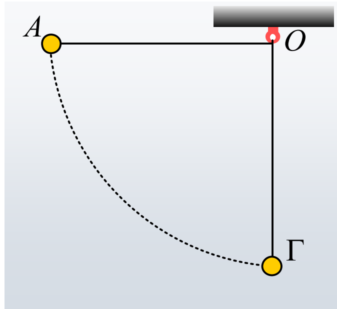
i) Σε ποια διεύθυνση θα κινηθεί το σώμα;

ii) Η επιτάχυνση που θα αποκτήσει το σώμα θα μεταβάλλει:

α) Μόνο το μέτρο της ταχύτητας.

β) Μόνο την κατεύθυνση της ταχύτητας.

γ) Και το μέτρο και την κατεύθυνση της ταχύτητας.



Β) Ένα σώμα μάζας 2kg ηρεμεί στο κάτω άκρο νήματος μήκους L=2m, το άλλο άκρο του οποίου έχει δεθεί σε σταθερό σημείο Ο. Εκτρέπουμε το σώμα ώστε το νήμα να γίνει οριζόντιο, όπως στο σχήμα (θέση Α), και το αφήνουμε να κινηθεί. Δίνεται $g=10m/s^2$.

2) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, αμέσως μόλις αφεθεί να κινηθεί, στη θέση Α και να υπολογιστούν τα μέτρα τους.

3) Να υπολογίστε την επιτάχυνση που θα αποκτήσει το σώμα στη θέση Α. Η επιτάχυνση αυτή θα μεταβάλει:

α) Μόνο το μέτρο της ταχύτητας.

β) Μόνο την κατεύθυνση της ταχύτητας.

γ) Και το μέτρο και την κατεύθυνση της ταχύτητας.

4) Μετά από λίγο το σώμα φτάνει στην αρχική θέση ισορροπίας του (θέση Γ με κατακόρυφο νήμα), με ταχύτητα μέτρου $υ_1$. Να την σχεδιάστε στο σχήμα. Το μέτρο της μπορούμε να το υπολογίσουμε:

i) Χρησιμοποιώντας τους τύπους της ομαλής κυκλικής κίνησης.

ii) Ενεργειακά, δηλαδή με χρήση του θεωρήματος μεταβολής της κινητικής ενέργειας ή της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.

Να δικαιολογήστε την επιλογή σας.

5) Να υπολογίστε το μέτρο της ταχύτητας $υ_1$ στη θέση Γ.

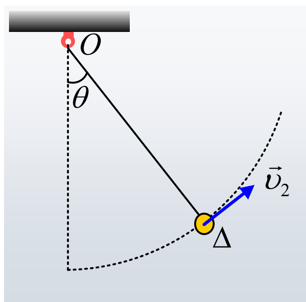
6) Να βρεθεί η επιτάχυνση του σώματος στη θέση Γ. Η επιτάχυνση αυτή θα μεταβάλει:

α) Μόνο το μέτρο της ταχύτητας.

β) Μόνο την κατεύθυνση της ταχύτητας.

γ) Και το μέτρο και την κατεύθυνση της ταχύτητας.

7) Να υπολογιστεί η τάση του νήματος στη θέση Γ.



8) Στη συνέχεια το σώμα φτάνει σε μια θέση Δ, όπου το νήμα σχηματίζει με την κατακόρυφη θ, όπου ημθ=0,6 και συνθ=0,8. Για τη θέση αυτή να βρεθούν:

i) Η ταχύτητα του σώματος $υ_2$.

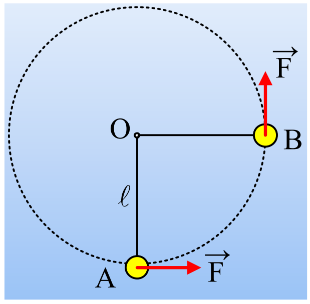
ii) Η κεντρομόλος επιτάχυνση:

iii) Πάρτε δύο κάθετους άξονες, ο ένας στη διεύθυνση της ακτίνας και ο άλλος στη διεύθυνση της εφαπτόμενης στη θέση Δ. Αναλύστε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα πάνω στους άξονες αυτούς και στη συνέχεια:

α) Υπολογίστε την επιτάχυνση στη διεύθυνση της εφαπτομένης του κύκλου. Τι μετράει η επιτάχυνση αυτή;

β) Υπολογίστε το μέτρο της τάσης T_2 του νήματος.

23) Κυκλική κίνηση και ενέργειες.



Ένα σώμα μάζας 2kg ηρεμεί δεμένο στο άκρο κατακόρυφου νήματος μήκους ℓ=1m, το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε σταθερό σημείο Ο. Σε μια στιγμή, ασκούμε στο σώμα μια δύναμη F, εφαπτομενικά όπως στο σχήμα, μέχρι να φτάσει στη θέση Β, όπου το νήμα γίνεται οριζόντιο. Στη θέση Β η δύναμη F παύει να ασκείται, ενώ το έργο της για την παραπάνω μετακίνηση είναι ίσο με 80J.

i) Να υπολογίσετε το έργο του βάρους για την κίνηση από τη θέση Α στη θέση Β.

ii) Πόση είναι η κινητική ενέργεια του σώματος στη θέση Β;

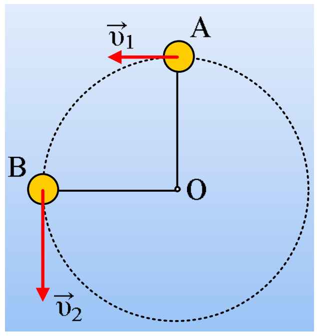
iii) Να υπολογίσετε την τάση του νήματος στις θέσεις Α και Β.

iv) Ποια η ελάχιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει στη συνέχεια κατά την περιστροφή του το σώμα και πόση θα είναι τη στιγμή αυτή η τάση του νήματος;

v) Να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης F, αν παραμένει σταθερό.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

24) Κυκλική κίνηση και μεταβολή της ταχύτητας.



Ένα σώμα μάζας 0,5kg εκτελεί κατακόρυφο κύκλο κέντρου Ο, δεμένο στο άκρο νήματος μήκους ℓ=1m περνώντας από το ανώτερο σημείο Α της τροχιάς του με ταχύτητα $υ_1$=4m/s.

i) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος στο σημείο Β της τροχιάς του, όπου το νήμα γίνεται οριζόντιο.

ii) Να υπολογιστεί το μέτρο της τάσης του νήματος, στις θέσεις Α και Β.

iii) Να βρεθούν μεταξύ των δύο παραπάνω θέσεων:

α) Η μεταβολή του μέτρου της ταχύτητας.

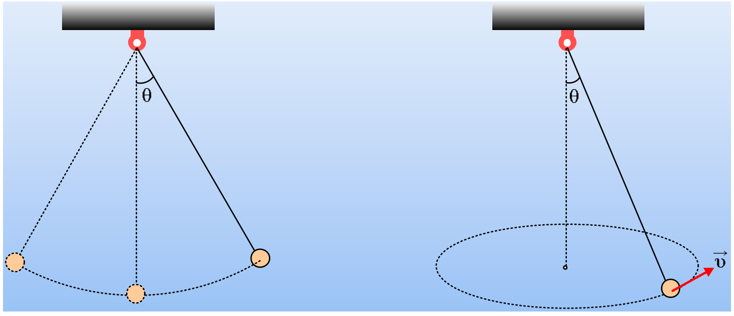
β) Η μεταβολή της ταχύτητας του σώματος.

iv) Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας του σώματος στο σημείο Β.

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και $g=10m/s^2$.

25) Η συχνότητα και η ταχύτητα.

Στο άκρο ενός νήματος μήκους 1m, έχουμε δέσει ένα μικρό σώμα. Εκτρέπουμε το σώμα ώστε το νήμα να σχηματίσει γωνία θ=30° με την κατακόρυφο και το αφήνουμε να κινηθεί. Το σώμα εκτελεί 5 πλήρεις αιωρήσεις σε χρονικό διάστημα 10s.

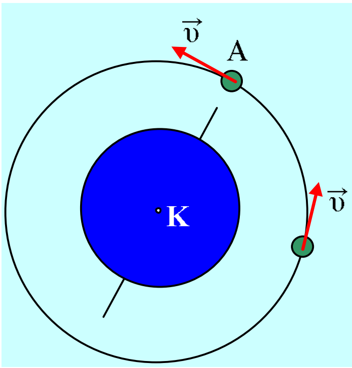


i) Να βρεθεί η συχνότητα της κίνησης, καθώς και ο μέγιστος ρυθμός αύξησης του μέτρου της ταχύτητας του σώματος.

ii) Επαναλαμβάνουμε την εκτροπή του σώματος, αλλά τώρα θέλουμε το σώμα να διαγράφει οριζόντιο κύκλο ενώ το νήμα να σχηματίζει ξανά γωνία θ, με την κατακόρυφο. Ποια οριζόντια ταχύτητα πρέπει να προσδώσουμε στο σώμα, για να συμβεί αυτό;

iii) Να βρεθεί η συχνότητα της κίνησης αυτής, καθώς και η επιτάχυνση του σώματος.

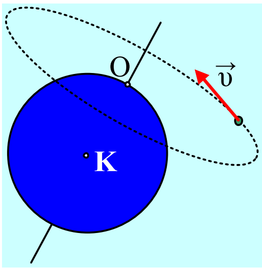
26) Κυκλική κίνηση δορυφόρου.



Ένας τεχνητός δορυφόρος της Γης, μάζας m=1tn, κινείται διαγράφοντας κυκλική τροχιά, με κέντρο το κέντρο της Γης Κ, στο επίπεδο του μεσημβρινού που περνά από την Αθήνα, σε ύψος $h=R_Γ$, από την επιφάνειά της, όπου $R_Γ$ η ακτίνα της Γης ίση με 6400km. Το χρονικό διάστημα για δυο διαδοχικές διαβάσεις του δορυφόρου πάνω από την κατακόρυφο που περνά από τον βόρειο πόλο, (σημείο Α) είναι 4h.

i) Με ποια ταχύτητα στρέφεται ο δορυφόρος σε m/s και σε km/h;

ii) Πόση δύναμη δέχεται ο δορυφόρος από τη Γη (το βάρος του δορυφόρου);

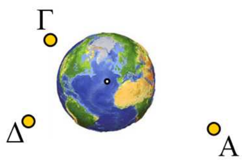


iii) Να βρεθεί το βάρος του δορυφόρου, αν κάποια στιγμή προσγειωθεί στην επιφάνεια της Γης, όπου $g=9,8m/s^2$.

iv) Προτείνεται ο δορυφόρος να τεθεί σε κυκλική τροχιά της ίδιας ακτίνας, με κέντρο τον βόρειο πόλο Ο, με επίπεδο παράλληλο προς τον Ισημερινό. Να εξετάσετε αν αυτό μπορεί να γίνει ή όχι.

27) Βάρος και κυκλική κίνηση.

1) Στο διπλανό σχήμα, φαίνεται η Γη και ένα σώμα σε διάφορες θέσεις.



i) Να σχεδιάστε τη δύναμη που δέχεται το σώμα από τη Γη (το βάρος), στις διάφορες θέσεις.

ii) Μπορείτε να προβλέψετε την κίνηση του σώματος αν αφεθεί ελεύθερο στη θέση Α;

2) Ένας δορυφόρος στρέφεται σε κυκλική τροχιά, με κέντρο το κέντρο της Γης, σε ύψος h από την επιφάνειά της, όπως στο σχήμα.

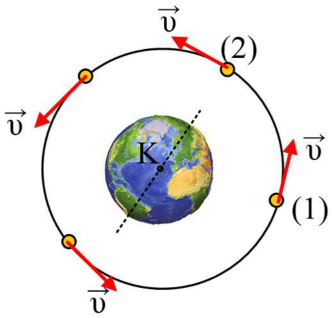
i) Ο δορυφόρος δεν πέφτει στη Γη γιατί:

α) Δεν δέχεται έλξη από τη Γη.

β) Δέχεται δύναμη από τη Γη, αλλά και αυτός της ασκεί μια αντίθετη δύναμη.

γ) Είναι έξω από την ατμόσφαιρα της Γης.

δ) Τίποτα από όλα αυτά.



ii) Σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται στο δορυφόρο στις θέσεις (1) και (2) και εξηγείστε γιατί ο δορυφόρος δεν πέφτει στην επιφάνεια της Γης.

iii) Αν μετά από σύγκρουση του δορυφόρου με ένα μετεωρίτη, η ταχύτητά του μηδενιστεί, τότε αυτός:

α) Θα πέσει στη Γη.

β) Θα παραμείνει ακίνητος στη θέση του.

γ) Θα απομακρυνθεί από τη Γη κινούμενος στη διεύθυνση της εφαπτομένης.

δ) Δεν θα ασκεί πλέον ο δορυφόρος δύναμη στη Γη.

iv) Αν ένας «μάγος» εξαφάνιζε σε μια στιγμή τη Γη, τότε ο δορυφόρος:

α) Θα εξαφανιζόταν και αυτός.

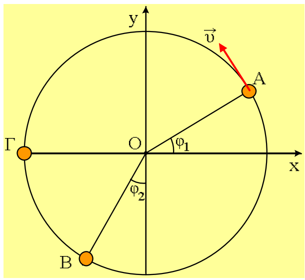
β) Θα συνέχιζε την κίνησή του στην ίδια κυκλική τροχιά.

γ) Θα κινείτο προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς.

δ) Θα εκτελούσε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

28) Υπολογισμοί στην ομαλή κυκλική κίνηση.

Μια μικρή σφαίρα, μάζας 2kg, εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, σε κύκλο κέντρου Ο και ακτίνας 0,5m, όπως στο σχήμα. Τη χρονική στιγμή t=0 η σφαίρα περνά από τη θέση Α, ενώ φτάνει για πρώτη φορά στη θέση Β τη χρονική στιγμή t_1=0,35s, όπου οι σημειωμένες γωνίες είναι $\varphi_1=\varphi_2$= 30°.



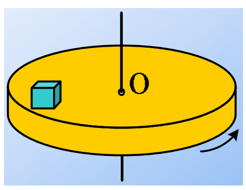
i) Ποια η γωνιακή ταχύτητα και ποια η περίοδος περιστροφής του σώματος;

ii) Ποια χρονική στιγμή η σφαίρα περνά από το σημείο Γ για τρίτη φορά;

iii) Να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης που ασκείται στη σφαίρα, καθώς και το έργο της στο χρονικό διάστημα 0-t_1.

29) Θα γλιστρήσει κατά την περιστροφή;

Ένας οριζόντιος δίσκος στρέφεται γύρω από το κέντρο του με συχνότητα *f*=0,2Hz. Ένα σώμα Α μάζας 0,5kg παρουσιάζει με την επιφάνεια του δίσκου συντελεστή οριακής στατικής τριβής μ_s=0,4.

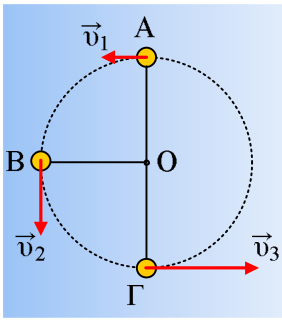


i) Τοποθετούμε το σώμα Α σε απόσταση R=1m από το κέντρο του δίσκου. Πόση είναι η τριβή που δέχεται;

ii) Έχοντας τοποθετήσει πάνω στο δίσκο το σώμα Α, αυξάνουμε πολύ αργά την συχνότητα περιστροφής του δίσκου. Ποια η μέγιστη συχνότητα περιστροφής που μπορεί να αποκτήσει ο δίσκος, χωρίς να ολισθήσει το σώμα Α;

Δίνονται: $g=10m/s^2$ ενώ $\pi^2=10$.

30) Ένα σώμα διαγράφει κατακόρυφο κύκλο.



Ένα σώμα μάζας 0,2kg διαγράφει κατακόρυφο κύκλο, κέντρου Ο, δεμένο στο άκρο αβαρούς νήματος μήκους L=1m, όπως στο σχήμα. Το σώμα έχει ταχύτητα $\upsilon_1=4m/s$ στο ανώτερο σημείο Α της τροχιάς του.

i) Να βρεθεί η τάση του νήματος στη θέση Α.

ii) Να βρεθεί επίσης η τάση του νήματος:

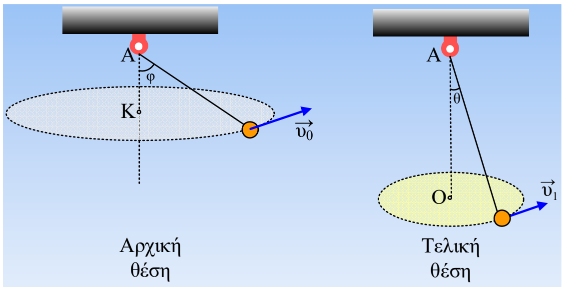
α) στην οριζόντια θέση Β και

β) στο κατώτερο σημείο Γ.

iii) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας του σώματος στις θέσεις Β και Γ;

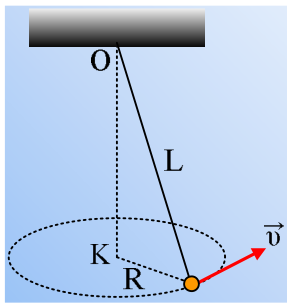
Δίνεται $g=10m/s^2$.

31) Ένα κωνικό εκκρεμές που … πέφτει.



Μια μικρή σφαίρα μάζας m=200g κρέμεται στο άκρο νήματος μήκους L=1m. Θέτουμε σε περιστροφή τη σφαίρα, ώστε να διαγράφει οριζόντιο κύκλο κέντρου Κ, σε απόσταση (ΑΚ)=0,2m από το σημείο πρόσδεσης του νήματος Α. Εξαιτίας όμως της αντίστασης του αέρα, η ταχύτητα της σφαίρας μειώνεται, με αποτέλεσμα αυτή, να πέφτει σιγά-σιγά και μετά από λίγο, στρέφεται σε κύκλο κέντρου Ο, όπου η αντίστοιχη απόσταση είναι (ΑΟ)=0,9m. Να υπολογιστεί η απώλεια της μηχανικής ενέργειας, εξαιτίας της αντίστασης του αέρα, μεταξύ αρχικής και τελικής θέσης.

32) Κωνικό εκκρεμές



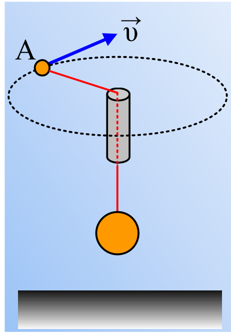
Μια μικρή σφαίρας μάζας 200g, διαγράφει οριζόντιο κύκλο κέντρου Κ και ακτίνας R=1m, δεμένη στο άκρο νήματος μήκους L=2m, το άλλο άκρο του οποίου, είναι δεμένο σε σταθερό σημείο Ο, όπως στο σχήμα.

i) Να υπολογιστεί το μέτρο της τάσης του νήματος.

ii) Να βρεθεί η ταχύτητα περιφοράς της σφαίρας.

iii) Πόσες περιφορές εκτελεί η σφαίρα σε χρονικό διάστημα Δt=20s;

33) Εξασφαλίζοντας την κυκλική κίνηση

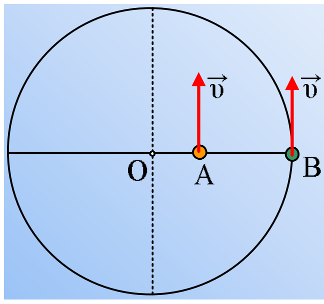


Στο σχήμα φαίνεται πώς μπορεί, μια μικρή σφαίρα Α m=0,1kg που στρέφεται διαγράφοντας οριζόντιο κύκλο ακτίνας R=0,4m, να ισορροπεί μια μάζα M=0,4kg, που κρέμεται δεμένη μέσω νήματος, από την μικρή σφαίρα Α.

i) Μπορεί το νήμα που συγκρατεί την σφαίρα Α να είναι οριζόντιο;
ii) Με δεδομένο ότι το σφάλμα που κάνουμε, θεωρώντας οριζόντιο το νήμα, είναι ασήμαντο, να υπολογίσετε την ταχύτητα περιστροφής της σφαίρας Α.
iii) Αν αυξήσουμε την ταχύτητα περιστροφής της μικρής σφαίρας Α, για να εξασφαλιστεί σταθερή λειτουργία, η μεγάλη σφαίρα θα κινηθεί προς τα πάνω ή προς τα κάτω;

Δίνεται $g=10m/s^2$.

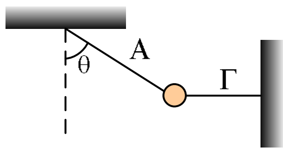
34) Δύο κινητά σε ομόκεντρους κύκλους



Δυο σώματα Α και Β ξεκινούν ταυτόχρονα όπως στο σχήμα, να κινούνται ομαλά σε κυκλικές τροχιές με ακτίνες 1m και 2,5m, με το ίδιο κέντρο Ο και με ταχύτητες ίσων μέτρων $\upsilon_1=\upsilon_2=\upsilon=3m/s$.

i) Σε πόσο χρόνο για πρώτη φορά, οι επιβατικές του ακτίνες σχηματίζουν γωνία 90°;
ii) Σε πόσο χρόνο οι επιβατικές τους ακτίνες θα συμπέσουν για πρώτη φορά;
iii) Σε πόσο χρόνο, επίσης για πρώτη φορά, τα δυο σώματα θα βρεθούν ταυτόχρονα στις αρχικές τους θέσεις;

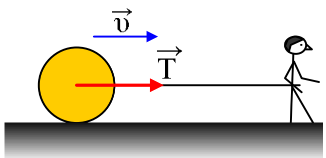
35) Ισορροπία - κυκλική κίνηση και η τάση του νήματος



Ένα σώμα βάρους 40Ν ισορροπεί όπως στο σχήμα δεμένο με δύο νήματα, το ένα (Α) που σχηματίζει γωνία θ με την κατακόρυφο και το άλλο (Γ) οριζόντιο. Χαρακτηρίστε ως σωστές ή λανθασμένες τις παρακάτω προτάσεις, δικαιολογώντας τις απαντήσεις σας.

i) Η τάση Τ του νήματος Α έχει μέτρο μεγαλύτερο από 40Ν.
ii) Αν κόψουμε το οριζόντιο νήμα, τότε αμέσως μετά η τάση του νήματος Α, έχει μέτρο μικρότερο από 40Ν.

36) Επιταχυνόμενη κυκλική κίνηση.



1) Ένα σώμα μάζας 2kg είναι δεμένο στο άκρο νήματος μήκους l=1m και σύρεται σε λείο οριζόντιο επίπεδο κινούμενο προς τα δεξιά. Σε μια στιγμή έχει ταχύτητα μέτρου 2m/s, ενώ η τάση του νήματος είναι ίση με T= 4N.

i) Το σώμα θα αποκτήσει επιτάχυνση προς τα ……………… Το μέτρο της επιτάχυνσης αυτής υπολογίζεται από την σχέση ………………………
ii) Η επιτάχυνση συνδέεται με τη μεταβολή:

A) του μέτρου της ταχύτητας
B) της κατεύθυνσης της ταχύτητας.

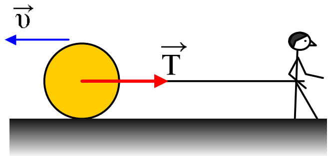
Γ) και των δύο (μέτρου και κατεύθυνσης)

iii) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας;

$$\frac{\Delta \upsilon}{\Delta t} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

iv) Τι κίνηση θα πραγματοποιήσει το σώμα;

2) Το ίδιο σώμα, ενώ κινείται προς τα αριστερά, στο ίδιο επίπεδο, έχοντας σε μια στιγμή ταχύτητα μέτρου υ=2m/s, ενώ δέχεται μέσω νήματος τάση T= 4N.



i) Το σώμα θα αποκτήσει επιτάχυνση προς τα……….. ……………… Το μέτρο της επιτάχυνσης αυτής υπολογίζεται από την σχέση ………………………

ii) Η επιτάχυνση συνδέεται με τη μεταβολή:

Α) του μέτρου της ταχύτητας

Β) της κατεύθυνσης της ταχύτητας.

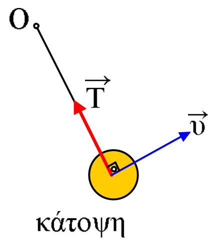
Γ) και των δύο (μέτρου και κατεύθυνσης)

iii) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας;

$$\frac{\Delta \upsilon}{\Delta t} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

iv) Τι κίνηση θα πραγματοποιεί το σώμα;

3) Το ίδιο σώμα βρίσκεται σε λείο οριζόντιο επίπεδο αλλά το άλλο άκρο του νήματος, είναι δεμένο σε σταθερό σημείο Ο. Σε μια στιγμή το σώμα έχει οριζόντια ταχύτητα μέτρου υ=2m/s, κάθετη στο νήμα, όπως στο σχήμα.



i) Το σώμα θα αποκτήσει επιτάχυνση προς το ……………… και θα ονομάζεται ….….. Το μέτρο της επιτάχυνσης αυτής υπολογίζεται από την σχέση ………………………

ii) Η επιτάχυνση συνδέεται με τη μεταβολή:

Α) του μέτρου της ταχύτητας

Β) της κατεύθυνσης της ταχύτητας.

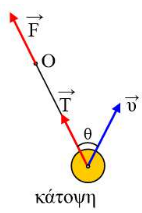
Γ) και των δύο (μέτρου και κατεύθυνσης)

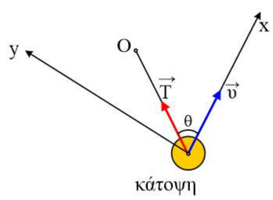
iii) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας;

$$\frac{\Delta \upsilon}{\Delta t} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

iv) Τι κίνηση θα πραγματοποιεί το σώμα;

4) Το ίδιο σώμα βρίσκεται σε λείο οριζόντιο επίπεδο και στο άκρο του νήματος Ο ασκούμε δύναμη F. Σε μια στιγμή το σώμα έχει ταχύτητα μέτρου υ=2m/s, που σχηματίζει γωνία θ=60° με τη διεύθυνση του νήματος, όπως στο σχήμα. Τη στιγμή αυτή η τάση του νήματος έχει μέτρο T= 10N.





i) Το σώμα θα αποκτήσει επιτάχυνση προς:

A) Το σημείο Ο, B) στη διεύθυνση της ταχύτητας, Γ) Σε άλλη κατεύθυνση.

ii) Η επιτάχυνση συνδέεται με τη μεταβολή:

A) του μέτρου της ταχύτητας

B) της κατεύθυνσης της ταχύτητας.

Γ) και των δύο (μέτρου και κατεύθυνσης)

iii) Να αναλύσετε την τάση του νήματος σε δυο συνιστώσες πάνω στους κάθετους άξονες x,y που βλέπετε στο διπλανό σχήμα. Υπολογίστε τα μέτρα των δύο συνιστωσών.

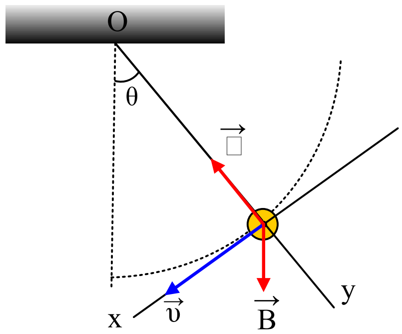
iv) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας;

$$\frac{\Delta\upsilon}{\Delta t} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

v) Η κίνηση του σώματος θα είναι:

A) Ευθύγραμμη, B) κυκλική Γ) Καμπυλόγραμμη.

5) Δένουμε το άκρο του νήματος Ο σε σταθερό σημείο και αφήνουμε το σώμα να κινηθεί διαγράφοντας κατακόρυφο κύκλο. Όταν το νήμα σχηματίζει γωνία θ (όπου ημθ=0,8 και συνθ=0,6) με την κατακόρυφο, το σώμα έχει ταχύτητα 4m/s. Στο σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα. Για την θέση αυτή:



i) Η συνισταμένη των δυνάμεων:

α) Είναι κατακόρυφη

β) Κατευθύνεται προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς Ο.

γ) Είναι κεντρομόλος.

δ) Τίποτα από όλα αυτά.

ii) Αναλύστε τις παραπάνω δυνάμεις παίρνοντας στους κάθετους άξονες x και y.

iii) Υπολογίστε τη κεντρομόλο επιτάχυνση.

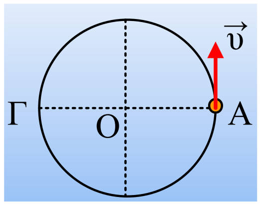
iv) Βρείτε το μέτρο της τάσης του νήματος.

v) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας;

$g=10m/s^2$.

37) Ορμή και ρυθμός μεταβολής της ορμής.

Ένα σώμα μάζας m=2kg εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με ταχύτητα υ=5m/s σε κύκλο κέντρου Ο και ακτίνας R=10m.



i) Υπολογίστε την ορμή του σώματος στη θέση Α.

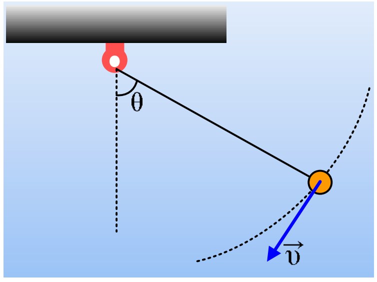
ii) Η ορμή του σώματος παραμένει σταθερή ή όχι;

iii) Βρείτε την μεταβολή της ορμής του σώματος μεταξύ των αντιδιαμετρικών θέσεων Α και Γ.

iv) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος στη θέση Α;

38) Κεντρομόλος και επιτρόχια και επιτάχυνση.

Ένα σώμα μάζας 2kg είναι δεμένο στο άκρο νήματος μήκους l=1m και διαγράφει κατακόρυφο κύκλο. Όταν το νήμα σχηματίζει γωνία θ=60° με την κατακόρυφο, το σώμα έχει ταχύτητα 2m/s. Για την θέση αυτή:

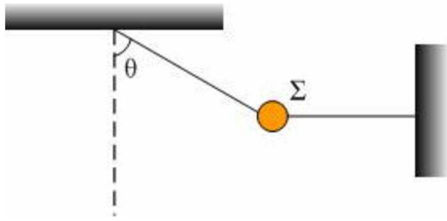


i) Ποια η κεντρομόλος επιτάχυνση;
ii) Ποιο το μέτρο της τάσης του νήματος;
iii) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας;

$g=10m/s^2$.

39) Ισορροπία και κυκλική κίνηση.

Η σφαίρα Σ μάζας 0,2kg ισορροπεί δεμένη με δύο νήματα (1) και (2), όπου το (1) σχηματίζει γωνία θ=60° με την κατακόρυφο, ενώ το (2) είναι οριζόντιο, όπως στο σχήμα.



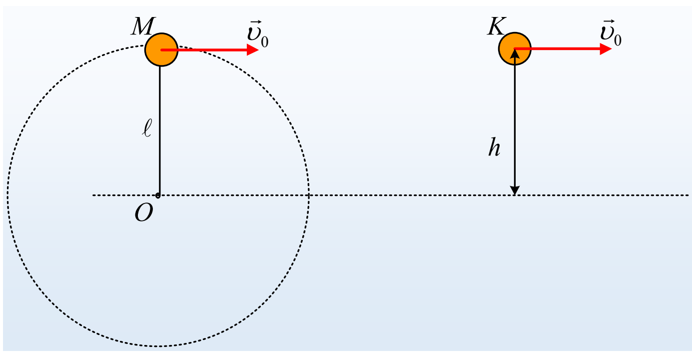
Κόβουμε το οριζόντιο νήμα με αποτέλεσμα το σώμα να κινηθεί. Να βρεθεί η τάση του νήματος (1):

i) Πριν κοπεί το οριζόντιο νήμα.
ii) Αμέσως μετά το κόψιμο του νήματος
iii) Τη στιγμή που το νήμα γίνεται κατακόρυφο.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

40) Μια οριζόντια βολή και μια κυκλική κίνηση

Μια μικρή σφαίρα Α μάζας m=0,2kg είναι δεμένη στο άκρο αβαρούς νήματος διαγράφοντας κατακόρυφο κύκλο κέντρου Ο και ακτίνας R=ℓ =1,25m. Τη στιγμή που περνά από το ψηλότερο σημείο της τροχιάς της Μ έχει ταχύτητα μέτρου $υ_0$=5m/s. Μια δεύτερη όμοια σφαίρα Β εκτοξεύεται οριζόντια με την ίδια ταχύτητα $υ_0$ από σημείο Κ, στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με το σημείο Μ, όπως στο σχήμα.



i) Να βρεθούν οι αρχικές επιταχύνσεις των δύο σφαιρών, καθώς και η τάση του νήματος στη θέση Μ.

ii) Να υπολογιστούν οι ταχύτητες των δύο σφαιρών τη στιγμή που περνούν από το οριζόντιο επίπεδο που περνά από το κέντρο Ο της κυκλικής τροχιάς.

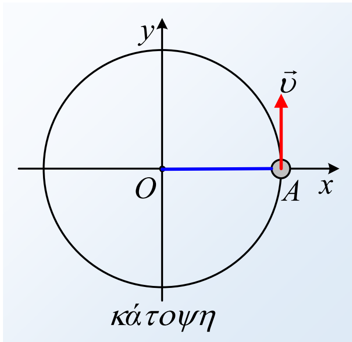
iii) Για τις παραπάνω θέσεις, αφού σχεδιαστούν οι δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε σφαίρα, να υπολογιστούν τα μέτρα τους.

iv) Ποια σφαίρα φτάνει πρώτη στο οριζόντιο επίπεδο που περνά από το O, αν ξεκινούν ταυτόχρονα από τις θέσεις M και K;

Αντίσταση αέρα δεν υπάρχει ενώ $g=10m/s^2$.

41) Η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της, σε μια κυκλική κίνηση.

Ένα σώμα μάζας 2kg διαγράφει **οριζόντιο** κύκλο κέντρου O και ακτίνας $R=(8/\pi)$ m, δεμένο στο άκρο νήματος, με ταχύτητα σταθερού μέτρου υ=2m/s. Τη στιγμή $t_0=0$, το σώμα διέρχεται από το σημείο A του σχήματος.



i) Ποια η θέση και η ορμή του σώματος τη στιγμή $t_1=2s$;

ii) Να βρεθούν:

α) Η μεταβολή της ορμής μεταξύ των χρονικών στιγμών t_0 και t_1.

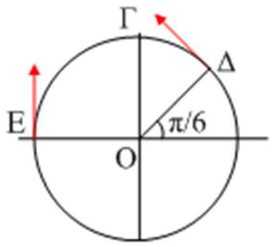
β) Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος τη στιγμή t_1.

iii) Αν τη στιγμή $t_2=4s$, κόψουμε το νήμα να βρεθεί η θέση, η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος τη στιγμή $t_3=6s$.

42) Συνάντηση κινητών στην κυκλική κίνηση.

Δύο κινητά Α και Β που εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση, για t=0 περνούν από τα σημεία Δ και Ε κινούμενα όπως στο σχήμα. Την χρονική στιγμή t=2s τα δύο κινητά διασταυρώνονται στο σημείο Γ, για πρώτη φορά.

Ποιες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος.



α) Η γωνιακή μετατόπιση του Α κινητού είναι π/3 .

β) Η γωνιακή μετατόπιση του Β κινητού είναι - π/2.

γ) Τα μέτρα των ταχυτήτων των δύο κινητών συνδέονται με την σχέση: $3\upsilon_1=2\upsilon_2$.

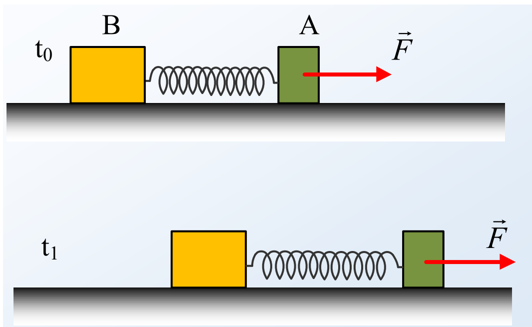
δ) Το Β κινητό έχει γωνιακή ταχύτητα ίση με π/4.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Ορμή

1) Η ορμή και η ενέργεια σε ένα σύστημα.

Δυο σώματα Α και Β με μάζες m_1=10kg και m_2=20kg αντίστοιχα, είναι δεμένα στα άκρα ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k=40N/m και ηρεμούν σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή t_0=0 ασκούμε στο Α σώμα μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=40N, όπως στο σχήμα, με αποτέλεσμα τα σώματα να κινηθούν και τη στιγμή t_1=2s το σώμα Α να έχει ταχύτητα $υ_1$=1,6m/s, ενώ το ελατήριο έχει επιμήκυνση Δl=0,6m.



i) Ποιος ο αρχικός ρυθμός μεταβολής της ορμής κάθε σώματος;

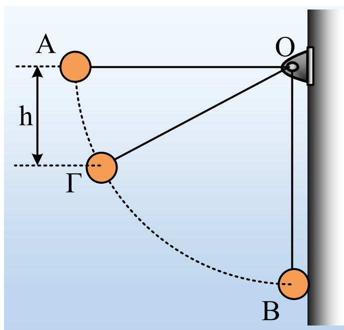
ii) Να υπολογιστεί η ορμή του συστήματος των δύο σωμάτων τη χρονική στιγμή t_1.

iii) Να βρεθεί την παραπάνω στιγμή η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής κάθε σώματος.

iv)Να υπολογιστεί η μετατόπιση του Α σώματος στο χρονικό διάστημα t_0 έως t_1.

2) Μια κίνηση σε κυκλική τροχιά και μια κρούση

Μια σφαίρα μάζας 2kg είναι δεμένη στο άκρο αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους l=1,25m, το άλλο άκρο του οποίου έχει δεθεί σε σταθερό σημείο Ο. Φέρνουμε τη σφαίρα στη θέση Α, ώστε το νήμα να γίνει οριζόντιο και την αφήνουμε να κινηθεί. Μόλις το νήμα γίνει κατακόρυφο, στη θέση Β, η σφαίρα συγκρούεται με έναν κατακόρυφο τοίχο, με αποτέλεσμα να επιστρέφει και να φτάνει μέχρι τη θέση Γ, η οποία βρίσκεται χαμηλότερα, σε κατακόρυφη απόσταση h=0,45m, από την αρχική θέση Α.



i) Να υπολογιστεί η ταχύτητα με την οποία η σφαίρα, φτάνει στην θέση Β (υπόδειξη: δουλέψτε ενεργειακά).

ii) Να βρεθεί η επιτάχυνση της σφαίρας στην αρχική θέση Α, μόλις αφεθεί να κινηθεί, καθώς και στη θέση Β, ελάχιστα πριν την κρούση με τον τοίχο. Ποια η τιμή της τάσης του νήματος στις δύο αυτές θέσεις;

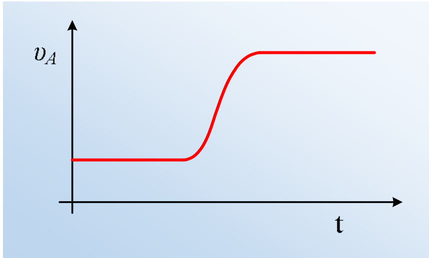
iii) Να υπολογιστεί η ταχύτητα της σφαίρας αμέσως μετά την κρούση της με τον τοίχο.

iv) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ορμής της σφαίρας που οφείλεται στην κρούση.

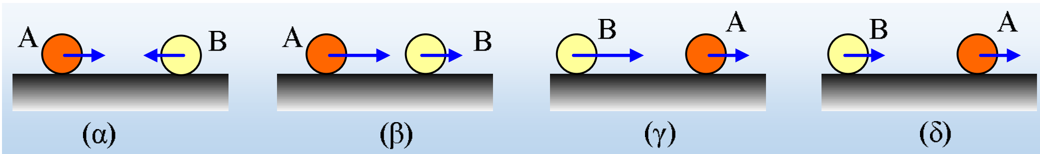
Δίνεται $g=10m/s^2$.

3) Πληροφορίες από ένα διάγραμμα ταχύτητας.

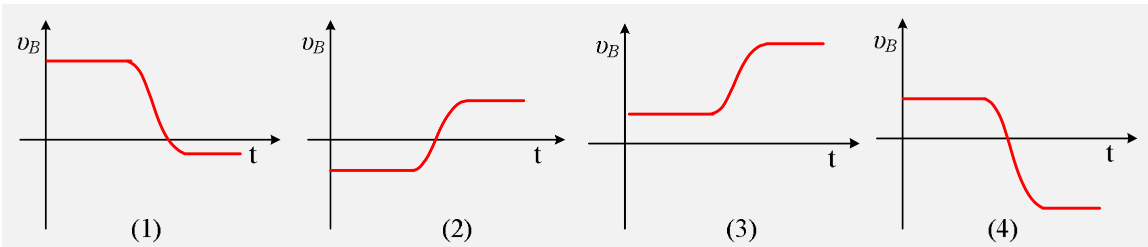
Σε λείο οριζόντιο επίπεδο κινούνται ευθύγραμμα δυο ελαστικές σφαίρες Α και Β, με ίσες ακτίνες και κάποια στιγμή συγκρούονται κεντρικά. Στο διάγραμμα βλέπετε την μεταβολή της ταχύτητας της Α σφαίρας, σε συνάρτηση με το χρόνο.



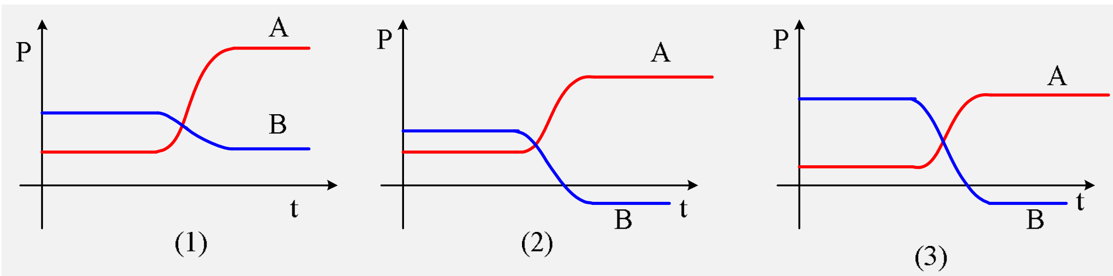
i) Ποιο από τα παρακάτω σχήματα, δείχνει τις θέσεις και τις ταχύτητες των δύο σφαιρών πριν την κρούση;



ii) Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα θα μπορούσε να περιγράψει την ταχύτητα της Β σφαίρας σε συνάρτηση με το χρόνο;



iii) Σχεδιάσαμε στο ίδιο διάγραμμα την ορμή κάθε σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο. Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα πήραμε;



Να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας

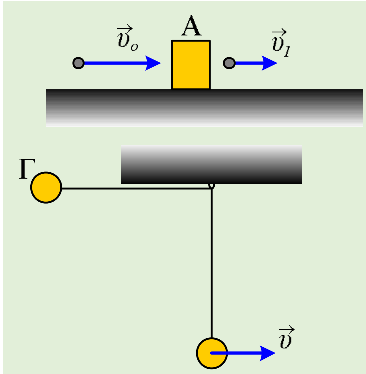
4) Η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής.

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένα σώμα Α μάζας M=2kg. Ένα βλήμα μάζας m=0,1kg που κινείται οριζόντια με ταχύτητα υ_0= 100m/s, συγκρούεται με το σώμα Α, το διαπερνά σε χρόνο Δt=0,2s και εξέρχεται με ταχύτητα $υ_1$=40m/s.

i) Να υπολογιστεί η ταχύτητα του σώματος Α μετά την κρούση.

ii) Να βρεθεί η μεταβολή της ορμής του βλήματος;

iii) Να υπολογιστεί η μέση δύναμη που δέχτηκε το βλήμα κατά το πέρασμά του μέσα από το σώμα Α, καθώς και ο μέσος ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος Α στη διάρκεια της κρούσης.



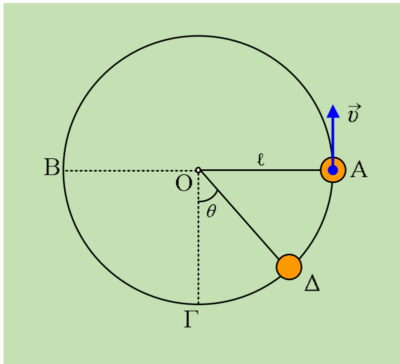
Μια σφαίρα μάζας Μ=2kg είναι δεμένη στο άκρο νήματος μήκους ℓ=0,45m, το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο στο ταβάνι. Φέρνουμε τη σφαίρα στη θέση Γ που δείχνει το σχήμα, όπου το νήμα είναι οριζόντιο και την αφήνουμε να κινηθεί.

iv) Να υπολογιστεί η ορμή και ο (στιγμιαίος) ρυθμός μεταβολής της ορμής της σφαίρας, τη στιγμή που το νήμα γίνεται κατακόρυφο.

Δίνεται g=10m/s^2.

5) Η ορμή και οι μεταβολές της

Μια σφαίρα μάζας m=2kg κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο, δεμένη στο άκρο νήματος μήκους ℓ=0,8m, διαγράφοντας κυκλική τροχιά κέντρου Ο, με γραμμική ταχύτητα σταθερού μέτρου υ=0,6m/s (το σχήμα σε κάτοψη).



i) Να βρεθεί η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής (διεύθυνση, φορά και μέτρο) της σφαίρας στη θέση Α.

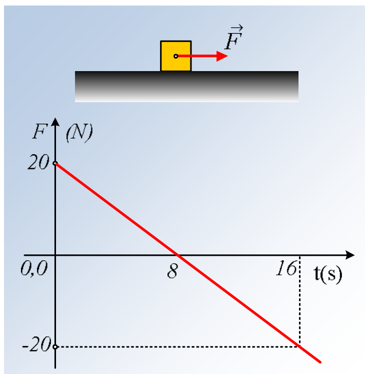
ii) Σε πόσο χρόνο η σφαίρα θα φτάσει για πρώτη φορά στη θέση Β, αντιδιαμετρική της θέσης Α; Να υπολογιστεί η μεταβολή της ορμής της σφαίρας στο παραπάνω χρονικό διάστημα.

iii) Μετά από λίγο η μπάλα φτάνει στη θέση Γ, όπου η ακτίνα ΟΓ είναι κάθετη στη διάμετρο ΑΒ. Να υπολογιστεί η μεταβολή της ορμής της σφαίρας μεταξύ των θέσεων Β και Γ.

iv) Να βρεθεί τέλος η μεταβολή της ορμής της σφαίρας, μεταξύ των θέσεων Γ και Δ, αν δίνεται για τη γωνία θ του σχήματος ημθ=0,6 και συνθ=0,8.

6) Μια μεταβλητή δύναμη μετακινεί ένα σώμα

Ένα σώμα μάζας m ηρεμεί πάνω σε οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή t=0, δέχεται την επίδραση μιας μεταβλητής οριζόντιας δύναμης, η τιμή της οποίας μεταβάλλεται με το χρόνο, όπως στο διπλανό σχήμα, οπότε αναπτύσσεται τριβή μεταξύ σώματος και δαπέδου, με μέγιστη τιμή $T_{ορ}$=$T_{ολ}$=10N.



i) Ποιος ο αρχικός ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος (μόλις δεχτεί την δύναμη F);

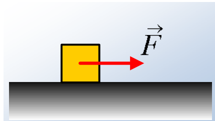
ii) Να υπολογιστεί η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος τη χρονική στιγμή t_1=4s.

iii) Πόση είναι η κινητική ενέργεια του σώματος τη χρονική στιγμή t_2=8s;

iv) Να βρεθεί ο ρυθμός με τον οποίο η δύναμη F μεταφέρει ενέργεια στο σώμα, τη χρονική στιγμή t_3=16s, καθώς και ο ρυθμός με τον οποίο η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική εξαιτίας της τριβής, την ίδια στιγμή, αν το σώμα έχει μάζα m=2kg.

Δίνεται g=10m/s^2.

7) Η ορμή εξαιτίας σταθερής και μεταβλητής δύναμης



Α) Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένα σώμα. Σε μια στιγμή t_0=0 ασκείται στο σώμα αυτό μια σταθερή οριζόντια δύναμη $\vec{F}$, μέτρου F=4N.

i) Να υπολογιστεί η ορμή του σώματος τη χρονική στιγμή t_1=5s.

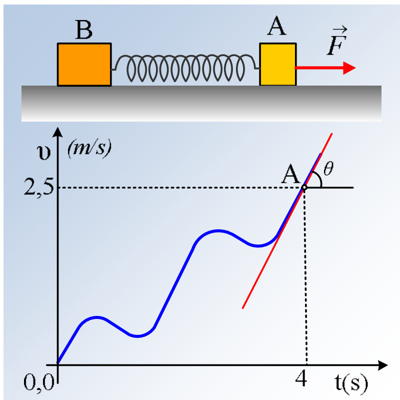
ii) Να κάνετε τη γραφική παράσταση F-t και να υπολογίστε το εμβαδόν του χωρίου που σχηματίζεται μεταξύ γραφικής παράστασης και άξονα των χρόνων. Σε τι συμπέρασμα καταλήγετε;

Β) Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά τώρα η ασκούμενη δύναμη $\vec{F}$, είναι μεταβλητή, το μέτρο της οποίας μεταβάλλεται με το χρόνο, σύμφωνα με την εξίσωση F=4t (S.I.).

i) Να υπολογιστεί η ορμή του σώματος τη χρονική στιγμή t_1=5s.

ii) Να κάνετε τη γραφική παράσταση της ορμής του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο, μέχρι της στιγμή t_2=6s και να βρείτε την κλίση της καμπύλης που θα πάρετε, τη στιγμή t_1.

8) Ένα σύστημα και η μελέτη του από διάγραμμα ταχύτητας



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμούν δύο σώματα Α και Β, δεμένα στα άκρα ενός αβαρούς ιδανικού ελατηρίου. Σε μια στιγμή t_0=0, ασκείται στο σώμα Α, μάζας m_1=2kg, μια σταθερή οριζόντια δύναμη $\vec{F}$, μέτρου F=4N, η οποία έχει τη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου, όπως στο σχήμα. Στο διπλανό διάγραμμα βλέπετε την ταχύτητα του Α σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο, όπου τη στιγμή t_1=4s το σώμα έχει μετατοπισθεί κατά Δx=5,4m, έχοντας ταχύτητα $υ_1$=2,5m/s, ενώ παίρνοντας την εφαπτομένη της καμπύλης υ-t την παραπάνω στιγμή, βρίσκουμε ότι έχει κλίση εφθ=1,9.

Για την στιγμή t_1, να βρεθούν:

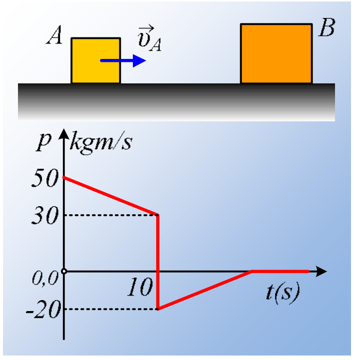
i) Η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος Α.

ii) Ποιες οι αντίστοιχες απαντήσεις για το σώμα Β;

iii) Η μηχανική ενέργεια του συστήματος τη στιγμή t_1. Με ποιες μορφές εμφανίζεται η ενέργεια αυτή;

iv) Αν το σώμα Β έχει μάζα m_2=4kg, ποια η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου, καθώς και ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας αυτής;

9) Η ορμή και μια κρούση



Ένα σώμα Α μάζας m εκτοξεύεται σε οριζόντιο επίπεδο και μετά από λίγο συγκρούεται με ένα δεύτερο ακίνητο σώμα Β, με αποτέλεσμα η ορμή του σώματος Α να μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το χρόνο, όπως στο διπλανό σχήμα.

i) Ποια χρονική στιγμή συνέβη η κρούση μεταξύ των σωμάτων Α και Β; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

ii) Να υπολογιστεί η τριβή που αναπτύσσεται μεταξύ του σώματος Α και του οριζοντίου επιπέδου.

iii) Πόση ορμή αποκτά το σώμα Β, μετά την κρούση;

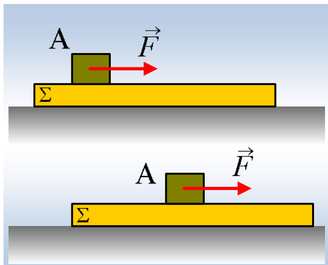
iv) Ποια χρονική στιγμή t_1, το σώμα Α κινείται προς τα αριστερά με ορμή μέτρου 10kg·m/s;

v) Αν m=2kg, να υπολογιστούν:

α) Η μηχανική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε θερμική, εξαιτίας της τριβής, πριν την κρούση.

β) Ο ρυθμός με τον οποίο η κινητική ενέργεια του σώματος Α μετατρέπεται σε θερμική τη χρονική στιγμή t_1.

10) Η ορμή και η μεταβολή της σε ένα σύστημα



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί μια σανίδα μάζας M=3kg, πάνω στην οποία ηρεμεί ένα σώμα Α μάζας m=1kg. Σε μια στιγμή $t_0=0$, στο σώμα Α ασκείται μια σταθερή οριζόντια δύναμη $\vec{F}$, μέτρου F=4N, όπως στο σχήμα. Παρατηρούμε ότι το σώμα Α αρχίζει να γλιστράει πάνω στη σανίδα, συμπαρασύροντάς την και αυτήν προς τα δεξιά.

i) Να εξηγήσετε, πώς μπορεί να επιταχύνεται προς τα δεξιά η σανίδα.

ii) Να υπολογισθεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος (σώμα Α-σανίδα), καθώς και η ολική ορμή του συστήματος τη χρονική στιγμή t_1=2s.

iii) Αν τη στιγμή t_1 το σώμα Α έχει ταχύτητα υ_1=4m/s, να βρεθούν για τη στιγμή αυτή:

α) Η ταχύτητα της σανίδας.

β) Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος Α και ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της ορμής της σανίδας.

iv) Τη στιγμή t_1 παύει να ασκείται η δύναμη $\vec{F}$.

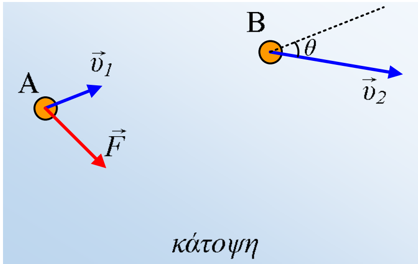
α) Να υπολογισθεί η ταχύτητα της σανίδας, τη στιγμή που το σώμα Α έχει ταχύτητα μέτρου υ_2=3,2m/s.

β) Μετά από λίγο, σώμα και σανίδα κινούνται με την ίδια ταχύτητα $\vec{\upsilon}$. Να υπολογίστε το μέτρο της κοινής αυτής ταχύτητας, αν το σώμα Α συνεχίζει να βρίσκεται πάνω στη σανίδα.

γ) Να υπολογιστεί η μηχανική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική από τη στιγμή t_1, μέχρι τη στιγμή που μηδενίζεται η ασκούμενη δύναμη τριβής.

11) Μια οριζόντια κίνηση και η δύναμη

Ένα σώμα μάζας 2kg κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο και σε μια στιγμή $t_0=0$, περνά από μια θέση Α με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_1$, μέτρου $\upsilon_1=5m/s$, όπως στο διπλανό σχήμα. Τη στιγμή αυτή, ασκείται στο σώμα μια σταθερή δύναμη $\vec{F}$, με αποτέλεσμα τη χρονική στιγμή t_1 να περνά από το σημείο Β, έχοντας ταχύτητα $\vec{\upsilon}_2$, μέτρου $\upsilon_2=10m/s$, η οποία σχηματίζει γωνία θ με την διεύθυνση της ταχύτητας $\vec{\upsilon}_1$, όπου συνθ=0,8 και ημθ=0,6.



i) Να υπολογιστεί η ορμή του σώματος στις θέσεις Α και Β.

ii) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ορμής του σώματος (μέτρο και κατεύθυνση) μεταξύ των δύο παραπάνω θέσεων.

iii) Να υπολογιστεί η ασκούμενη δύναμη $\vec{F}$, αν $t_1=6s$.

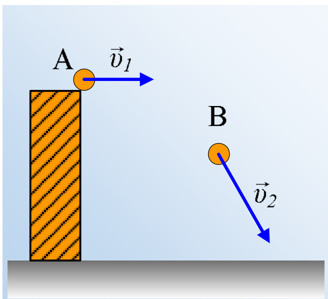
iv) Πόση ενέργεια μεταφέρθηκε στο σώμα μέσω του έργου της δύναμης $\vec{F}$;

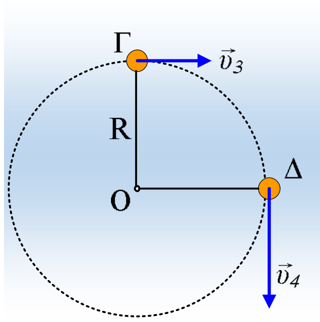
12) Η μεταβολή της ορμής και ο ρυθμός μεταβολής της

Μια μικρή σφαίρα μάζας m=0,5kg, εκτοξεύεται οριζόντια από τη θέση Α σε ορισμένο ύψος, με αρχική ταχύτητα υ_1 και μετά από χρονικό διάστημα Δt=1,2s, φτάνει στη θέση Β, έχοντας ταχύτητα υ_2, όπως στο σχήμα.

i) Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής της σφαίρας στις θέσεις Α και Β, καθώς και η μεταβολή της ορμής μεταξύ των δύο αυτών θέσεων.

ii) Αν $\upsilon_1=4m/s$, να υπολογιστεί η ορμή της σφαίρας στις θέσεις Α και Β.





Η ίδια σφαίρα δένεται στο άκρο νήματος μήκους $\ell = 1m$ και διαγράφει κατακόρυφο κύκλο, κέντρου Ο και ακτίνας $R=\ell$. Στο ανώτερο σημείο Γ της τροχιάς της, η σφαίρα έχει ταχύτητα $\upsilon_3=4m/s$.

iii) Να υπολογιστεί η ταχύτητα της σφαίρας στη θέση Δ, που το νήμα γίνεται οριζόντιο.

iv) Να βρεθούν:

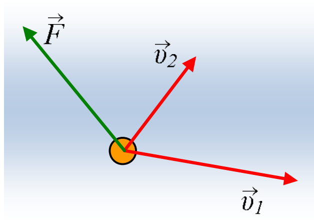
α) Οι ρυθμοί μεταβολής της ορμής της σφαίρας στις θέσεις Γ και Δ.

β) Η μεταβολή της ορμής μεταξύ των δύο παραπάνω θέσεων.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

13) Η μεταβολή της ορμής και η δύναμη.

Δύο ερωτήσεις που συνδέουν τη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα και τη μεταβολή τη ορμής που προκαλεί:



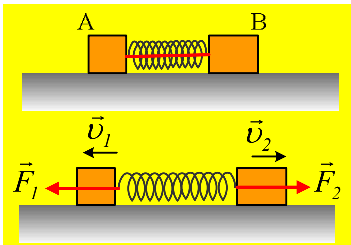
1) Μια σφαίρα κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με αρχική ταχύτητα $\vec{\upsilon}_1$. Κάποια στιγμή δέχεται μια δύναμη $\vec{F}$, για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα (ένα κτύπημα), με αποτέλεσμα να κινηθεί στη συνέχεια με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_2$. Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας, όπου στην αριστερή στήλη δίνονται οι ταχύτητες της σφαίρας, πριν και μετά την άσκηση της δύναμης, στην μεσαία σχεδιάζουμε την ορμή και τη μεταβολή της ορμής της σφαίρας και στη δεξιά το διάνυσμα της ασκούμενης μέσης δύναμης F.

2) Ένα σώμα εκτοξεύεται οριζόντια και μετά από λίγο, τη στιγμή t_1 περνά από μια θέση Α με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_1$, όπως στο σχήμα. Αν τη στιγμή t_2 φτάνει στη θέση Β, τότε η μεταβολή της ορμής του μεταξύ των δύο θέσεων, είναι το διάνυσμα:

α) $\vec{\alpha}$, β) $\vec{\beta}$, γ) $\vec{\gamma}$

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

14) Η ορμή σε ένα μονωμένο σύστημα



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμούν δυο σώματα Α και Β με μάζες m_1=m και m_2=2m δεμένες στα άκρα νήματος, συγκρατώντας συμπιεσμένο μεταξύ τους ένα αβαρές ελατήριο, όπως στο πάνω σχήμα. Σε μια στιγμή t_0=0 κόβουμε το νήμα και το ελατήριο αρχίζει να αποσυμπιέζεται ασκώντας αντίθετες δυνάμεις στα σώματα, με αποτέλεσμα τη στιγμή t_1 τα σώματα να έχουν ταχύτητες μέτρων υ_1 και υ_2, όπως φαίνεται στο 2^o σχήμα.

i) Για το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σώματος Α ($\Delta p_1/\Delta t$) σε σχέση με τον αντίστοιχο για το σώμα Β ($\Delta p_2/\Delta t$), τη στιγμή t_1, ισχύει:

$$α)\ \left|\frac{\Delta\vec{p}_1}{\Delta t}\right| = \frac{1}{2}\left|\frac{\Delta\vec{p}_2}{\Delta t}\right| \quad β)\ \left|\frac{\Delta\vec{p}_1}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Delta\vec{p}_2}{\Delta t}\right| \quad γ)\ \left|\frac{\Delta\vec{p}_1}{\Delta t}\right| = 2\left|\frac{\Delta\vec{p}_2}{\Delta t}\right|$$

ii) Για τα μέτρα των αντίστοιχων ταχυτήτων ισχύει:

α) $\upsilon_1 = ½\, \upsilon_2$, β) $\upsilon_1 = \upsilon_2$, γ) $\upsilon_1 = 2\, \upsilon_2$.

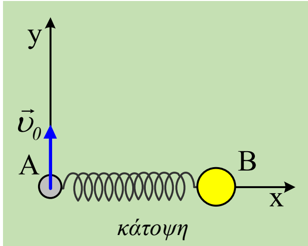
iii) Για τα έργα των δυνάμεων από t_0 έως τη στιγμή t_1 ισχύει:

α) $W_1 = ½\, W_2$, β) $W_1 = W_2$, γ) $W_1 = 2\, W_2$.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

15) Δυο σώματα αλληλεπιδρούν…

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμούν δυο σφαίρες Α και Β με μάζες m_1=1kg και m_2=2kg δεμένες στα άκρα ενός ιδανικού (αβαρούς) ελατηρίου, ο άξονας του οποίου βρίσκεται πάνω στον άξονα x, ενώ η σφαίρα Α βρίσκεται στην αρχή των ορθογωνίων οριζοντίων αξόνων x,y όπως στο σχήμα. Σε μια στιγμή t_0=0, η Α σφαίρα δέχεται κατάλληλο κτύπημα με αποτέλεσμα να κινηθεί με αρχική ταχύτητα μέτρου $υ_0$=4m/s, με κατεύθυνση αυτή του άξονα y.



i) Να υπολογιστεί η αρχική ορμή του συστήματος των δύο σφαιρών, καθώς και ο αρχικός ρυθμός μεταβολής της ορμής κάθε σώματος.

ii) Κάποια στιγμή t_1 η σφαίρα Α έχει ταχύτητα με διεύθυνση αυτή του άξονα x, με φορά προς τα δεξιά και μέτρο $υ_{1x}$=2,3m/s.

α) Να βρεθεί η μεταβολή της ορμής της σφαίρας Α μεταξύ των χρονικών στιγμών t_0 (μετά το κτύπημα) και t_1.

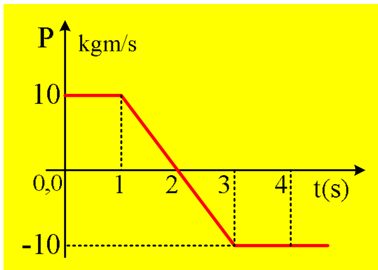
β) Να υπολογιστεί η ορμή της Β σφαίρας τη στιγμή t_1.

γ) Στο παραπάνω χρονικό διάστημα το ελατήριο ασκεί δυνάμεις στις δυο σφαίρες. Αυτές οι δυνάμεις μπορούν να θεωρηθούν ζεύγος δράσης – αντίδρασης για το σύστημα των δύο σφαιρών. Υποστηρίζεται η άποψη ότι τα έργα των δύο δυνάμεων από t_0 έως t_1 είναι αντίθετα, αφού παράγονται από αντίθετες δυνάμεις. Να εξετάσετε αν αυτό είναι σωστό, υπολογίζοντας τα έργα των δυνάμεων που ασκεί το ελατήριο σε κάθε σφαίρα.

δ) Να σχολιάσετε τα παραπάνω αποτελέσματα.

16) Η ορμή του σώματος μεταβάλλεται

Ένα σώμα κινείται προς τα δεξιά, σε λείο οριζόντιο επίπεδο και στο διάγραμμα φαίνεται ο τρόπος που μεταβάλλεται η ορμή του σε συνάρτηση με το χρόνο.



Ποιες προτάσεις είναι σωστές, ποιες λάθος και γιατί:

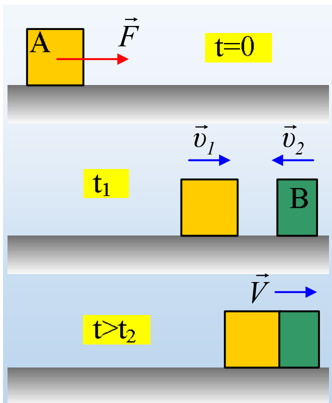
i) Για t=2s η ορμή του σώματος είναι μηδέν, άρα και η δύναμη που του ασκείται είναι μηδέν.

ii) Η μεταβολή της ορμής του σώματος από 0-4s είναι ίση με μηδέν.

iii) Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σώματος από τη στιγμή t_1=1s έως τη στιγμή t_2=3s είναι μηδέν.

17) Μετά την επιτάχυνση μια πλαστική κρούση

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένα σώμα Α. Σε μια στιγμή t_0=0 στο σώμα Α ασκείται μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=1,5N, με φορά προς τα δεξιά, μέχρι τη στιγμή t_1=6s, όπου η δύναμη καταργείται. Τη στιγμή t_2=7s το σώμα Α συγκρούεται πλαστικά με δεύτερο σώμα Β μάζας m_2=1kg, το οποίο κινείται αντίθετα από το Α με ταχύτητα μέτρου 1m/s.



i) Να υπολογιστεί η ορμή του σώματος Α ελάχιστα πριν την κρούση.

ii) Ποια η ορμή του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση;

iii) Αν η ταχύτητα του συσσωματώματος μετά την κρούση έχει μέτρο V=2m/s, να βρεθούν:

α) Η μάζα του Α σώματος.

β) Η μεταβολή της ορμής κάθε σώματος, η οποία οφείλεται στην κρούση.

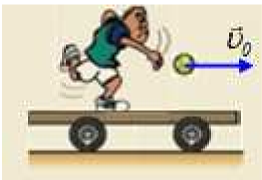
γ) Η απώλεια της κινητικής ενέργειας κατά την πλαστική κρούση μεταξύ των δύο σωμάτων.

18) Ρίχνουμε την μπάλα, να πάει…

Στην προηγούμενη ανάρτηση:

Ρίχνοντας και πιάνοντας την μπάλα.

Ο αθλητής πέταγε και ξανάπιανε την μπάλα. Ας εξετάσουμε κάτι διαφορετικό τώρα.



Ένας αθλητής μάζας Μ=60kg στέκεται πάνω σε μία ακίνητη πλατφόρμα μάζας m_1=30kg, η οποία μπορεί να κινηθεί σε λεία επιφάνεια. Ο αθλητής ρίχνει μια μπάλα μάζας m=0,5kg οριζόντια με αρχική ταχύτητα υ_0=30m/s (ως προς το έδαφος). Το αποτέλεσμα είναι ο αθλητής να γλιστρήσει πάνω στην πλατφόρμα αποκτώντας ταχύτητα μέτρου 0,2m/s (ως προς το έδαφος), αμέσως μετά την εκτόξευση.

i) Υποστηρίζεται η άποψη ότι δεν αναπτύσσονται δυνάμεις τριβής μεταξύ του αθλητή και της πλατφόρμας και για το λόγο αυτό γλίστρησε ο αθλητής πάνω της. Να εξετάσετε αν αυτή είναι μια σωστή ή λανθασμένη άποψη.

ii) Η πλατφόρμα θα αποκτήσει ταχύτητα:

α) προς τα δεξιά, β) προς τα αριστερά.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

iii) Να υπολογιστεί η ταχύτητα της πλατφόρμας, μόλις η μπάλα εγκαταλείπει το χέρι του αθλητή.

iv) Ποια θα είναι η ταχύτητα του αθλητή, μόλις πάψει να γλιστρά πάνω στην πλατφόρμα;

19) Ρίχνοντας και πιάνοντας την μπάλα.

Ένας αθλητής στέκεται πάνω σε μία ακίνητη πλατφόρμα που μπορεί να κινηθεί σε λεία επιφάνεια. Ο αθλητής ρίχνει μια μπάλα προς το ακλόνητο πέτασμα στο άκρο της πλατφόρμας, με οριζόντια ταχύτητα ως προς το έδαφος υ_1=20m/s . Η κατακόρυφη κίνηση της μπάλας εξαιτίας του βάρους της, μπορεί να αγνοηθεί. Καθώς η μπάλα χτυπά στο πέτασμα ανακρούεται με ταχύτητα μέτρου υ_1'=20m/s και επιστρέφει. Η μάζα του συστήματος αθλητή – πλατφόρμας είναι Μ=80kg ενώ της μπάλας m=0,5kg.

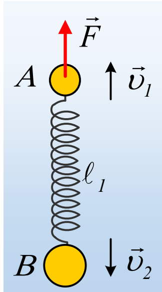
i) Υποστηρίζεται ότι η πλατφόρμα μένει ακίνητη, μέχρι να κτυπήσει στο πέτασμα η μπάλα. Να εξηγήσετε αν αυτό είναι σωστό ή λανθασμένο.

ii) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συστήματος αθλητή-πλατφόρμα, μετά την κρούση της μπάλας με το πέτασμα.

iii) Εάν ο αθλητής πιάσει την μπάλα καθώς αυτή επιστρέφει προς το μέρος του, ποια θα είναι τελικά η ταχύτητα του συστήματος;

20) Άλλο ένα σύστημα σωμάτων κινείται κατακόρυφα

Στα άκρα ενός ιδανικού ελατηρίου, σταθεράς k=100N/m και με φυσικό μήκος l_0=60cm, έχουμε δέσει δυο μικρές σφαίρες Α και Β με μάζες m_1=0,2kg και m_2=0,3kg. Δένουμε τη σφαίρα Α με νήμα, μέσω του οποίου της ασκούμε μια κατακόρυφη μεταβλητή δύναμη F. Κάποια στιγμή t_1 το ελατήριο έχει μήκος l_1=68cm και οι σφαίρες ταχύτητες μέτρων $υ_1$=5m/s και $υ_2$=2m/s, όπως στο σχήμα, ενώ η δύναμη έχει μέτρο F=5N, το οποίο και διατηρούμε πλέον σταθερό. Για τη στιγμή t_1:



i) Να υπολογιστεί η ορμή κάθε μπάλας και η συνολική ορμή του συστήματος των δύο σφαιρών.

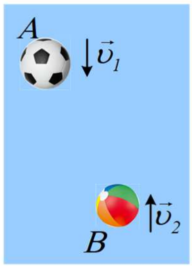
ii) Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής κάθε σφαίρας καθώς και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος.

iii) Να υπολογιστεί η συνολική ορμή του συστήματος τη στιγμή $t_2=t_1+2s$.

Δίνεται g=10m/s^2, ενώ η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

21) Η ορμή σε ένα σύστημα σωμάτων

Από ορισμένο ύψος αφήνεται μια μπάλα Α μάζας m_1=0,5kg να πέσει ελεύθερα, ενώ ταυτόχρονα από το έδαφος εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα πάνω μια δεύτερη μπάλα μάζας m_2=0,4kg. Μετά από λίγο, τη στιγμή t_1, οι μπάλες έχουν ταχύτητες μέτρων $υ_1$=4m/s και $υ_2$=10m/s, όπως στο σχήμα.



i) Να υπολογιστεί η ορμή κάθε μπάλας και η συνολική ορμή του συστήματος των δύο σφαιρών.

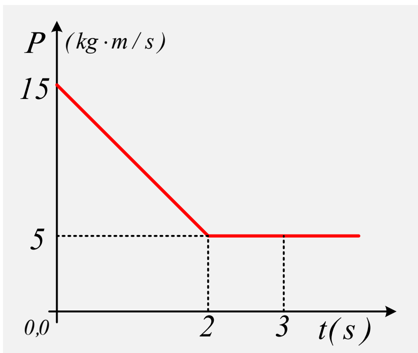
ii) Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής κάθε σφαίρας καθώς και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος.

iii) Να υπολογιστεί η συνολική ορμή του συστήματος τη στιγμή $t_2=t_1+0,5s$, αν οι μπάλες δεν έχουν φτάσει ακόμη στο έδαφος.

Δίνεται g=10m/s^2, ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

22) Η ορμή ενός σώματος και η μεταβολή της

Ένα σώμα μάζας 2kg κινείται σε οριζόντιο επίπεδο, με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή τριβής ολίσθησης μ=0,1, ενώ πάνω του ασκείται και οριζόντια δύναμη F. Στο σχήμα δίνεται η ορμή του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο.



i) Να υπολογιστεί ο μέσος ρυθμός μεταβολής της ορμής από 0-2s, καθώς και ο αντίστοιχος στιγμιαίος ρυθμός τη στιγμή t_1=0,8s.

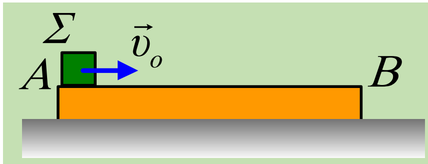
ii) Να βρεθεί η δύναμη F η οποία ασκείται στο σώμα στο χρονικό διάστημα 0-2s.

iii) Να βρεθεί επίσης η ασκούμενη δύναμη F τη στιγμή t_2=3s.

iv) Να υπολογισθεί το συνολικό έργο των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα από 0-3s.

v) Ποια η ισχύς της δύναμης F, τις χρονικές στιγμές t_1 και t_2 και ποιος ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος, τις στιγμές αυτές;

23) Ένα σύστημα, η ορμή και η ενέργεια



Μια λεπτή σανίδα ΑΒ, μήκους 4m και μάζας M=1kg, ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Πάνω στη σανίδα και στο αριστερό άκρο της Α ηρεμεί ένα μικρό σώμα Σ, μάζας m=0,2kg. Κάποια στιγμή $t_0=0$ το Σ δέχεται στιγμιαίο κτύπημα, με αποτέλεσμα να αποκτήσει αρχική ταχύτητα $\upsilon_0=4m/s$ και να κινηθεί κατά μήκος της σανίδας.

Αν τη στιγμή $t_1=1s$, το Σ έχει ταχύτητα $\upsilon_1=2m/s$, να βρεθούν τη χρονική αυτή στιγμή:

i) Η ταχύτητα της σανίδας.

ii) Οι ρυθμοί μεταβολής της ορμής, του σώματος Σ, της σανίδας και του συστήματος σώμα Σ-σανίδα.

iii) Η απόσταση του σώματος Σ από το άκρο Β της σανίδας.

iv) Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος Σ και της σανίδας, καθώς και ο ρυθμός με τον οποίο η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική εξαιτίας των τριβών.

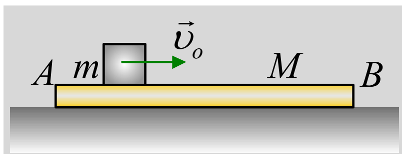
Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά τώρα η σανίδα αρχικά ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο με το οποίο εμφανίζει τριβή με συντελεστές τριβής $\mu_s=\mu=0,02$. Ξανά για τη στιγμή $t_1=1s$, να υπολογιστούν:

v) Οι ταχύτητες του Σ και της σανίδας.

vi) Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος Σ και της σανίδας, καθώς και ο ρυθμός με τον οποίο η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική εξαιτίας των τριβών.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

24) Ένα σύστημα για Β΄ Θέμα.



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί μια μακριά σανίδα ΑΒ μάζας M=3m, ενώ πάνω της ισορροπεί ένα μικρό σώμα Σ, μάζας m. Σε μια στιγμή κτυπώντας το σώμα Σ, του προσδίδουμε αρχική ταχύτητα υ_o κατά μήκος της ράβδου, προς το άκρο της Β. Παρατηρούμε ότι το σώμα Σ κινείται κατά μήκος της ράβδου, χωρίς να την εγκαταλείπει.

i) Μεταξύ του σώματος Σ και της σανίδας αναπτύσσεται ή όχι τριβή; Να δικαιολογήσετε αναλυτικά την άποψή σας.

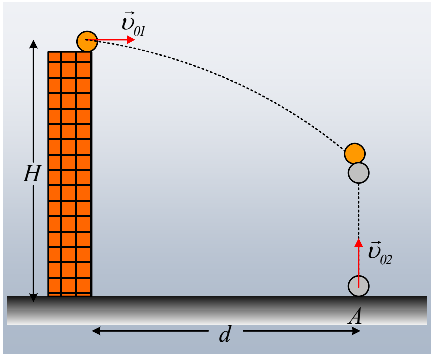
ii) Να σχεδιάσετε (σε ξεχωριστά σχήματα) τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα Σ και στη σανίδα, εξηγώντας αν το σύστημα σανίδα-σώμα Σ, είναι ή όχι μονωμένο;

iii) Η τελική ταχύτητα του σώματος Σ έχει μέτρο:

α) $u=0$, β) $u=\upsilon_0/4$, γ) $u=\upsilon_0/3$, δ) $u=\upsilon_0/2$.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

25) Δυο σώματα που πρόκειται να συγκρουστούν.



Από την ταράτσα μιας πολυκατοικίας σε ύψος H=40m εκτοξεύεται οριζόντια, τη στιγμή $t_0=0$, μια μικρή σφαίρα μάζας $m_1=0,6kg$ με αρχική ταχύτητα $\upsilon_{01}=20m/s$. Ταυτόχρονα, μια δεύτερη σφαίρα μάζας $m_2=0,4kg$, εκτοξεύεται από το έδαφος κατακόρυφα προς τα πάνω, από ένα σημείο Α, το οποίο απέχει απόσταση d=40m από την πολυκατοικία. Οι δύο σφαίρες συγκρούονται στον αέρα πλαστικά, οπότε δημιουργείται ένα συσσωμάτωμα. Δίνεται ότι $g=10m/s^2$.

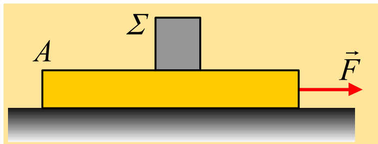
i) Ποια χρονική στιγμή έγινε η σύγκρουση των δύο σφαιρών.

ii) Να βρεθούν οι ταχύτητες των δύο σφαιρών, ελάχιστα πριν την κρούση και αμέσως μετά.

iii) Να υπολογιστεί η απώλεια της μηχανικής ενέργειας εξαιτίας της κρούσης.

iv) Να βρεθεί η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος, τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος.

26) Άλλο ένα σύστημα και η τριβή.



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί μια σανίδα μάζας M=4kg και πάνω της ένα σώμα Σ μάζας m=1kg. Σε μια στιγμή t=0, ασκούμε στη σανίδα μια σταθερή οριζόντια δύναμη F=18N, μέχρι τη στιγμή $t_1=5s$, οπότε η δύναμη παύει να ασκείται. Κοιτάζοντας το σύστημα, «**βλέπουμε**» το σώμα Σ να πλησιάζει το άκρο Α της σανίδας, ενώ ξέρουμε ότι μεταξύ σώματος Σ και σανίδας αναπτύσσονται τριβές.

i) Να σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται α) στη σανίδα, β) στο σώμα Σ.

ii) Τη στιγμή t_1 το σώμα Σ έχει ταχύτητα:

α) προς τα δεξιά, β) προς τα αριστερά, γ) δεν κινείται.

iii) Αφού χαρακτηρίστε τις παραπάνω δυνάμεις ως εσωτερικές ή εξωτερικές, να εξηγείστε αν το σύστημα των σωμάτων σανίδα-σώμα Σ είναι μονωμένο ή όχι, στο χρονικό διάστημα 0-5s;

iv) Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος τη στιγμή t΄=3s, καθώς και η ορμή του τη στιγμή t_1.

v) Τη χρονική στιγμή $t_2=7s$, το σώμα Σ εγκαταλείπει την σανίδα έχοντας ταχύτητα μέτρου $\upsilon_1=14m/s$.

α) Η τελική αυτή ταχύτητα του σώματος Σ έχει κατεύθυνση, προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά;

β) Να υπολογισθεί η τελική ταχύτητα της σανίδας, μετά την απομάκρυνση του σώματος Σ.

γ) Αν ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ σώματος και σανίδας είναι μ=0,2 και $g=10m/s^2$, να υπολογιστούν:

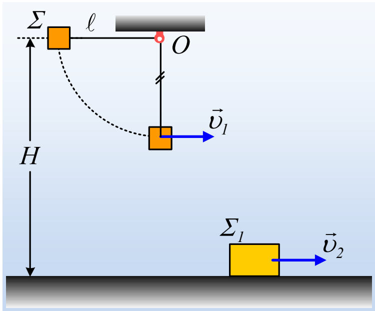
γ_1) Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής κάθε σώματος τη στιγμή $t_3=6s$.

γ_2) Η ταχύτητα κάθε σώματος τη στιγμή που παύει να ασκείται η δύναμη.

27) Η ορμή και η μεταβολή της ορμής ενός συστήματος.

Από ένα σημείο Ο σε ύψος H=10m, κρέμεται ένα σώμα Σ μάζας m=1kg στο άκρο νήματος μήκους l=5m.

Εκτρέπουμε το σώμα Σ, ώστε το νήμα να γίνει οριζόντιο και το αφήνουμε να κινηθεί. Το νήμα κόβεται τη στιγμή που γίνεται κατακόρυφο, με αποτέλεσμα το σώμα να πέφτει στο έδαφος και να συγκρούεται με ένα σώμα $Σ_1$ μάζας M=5kg, το οποίο κινείται στο λείο οριζόντιο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα $υ_2$=4m/s.



i) Να βρεθεί η ταχύτητα του Σ τη στιγμή που κόβεται το νήμα καθώς και η μεταβολή της ορμής του, στο διάστημα της κίνησής του στο άκρο του νήματος.

ii) Έστω t_0=0 η στιγμή που κόβεται το νήμα. Να υπολογιστεί η ορμή του συστήματος Σ-$Σ_1$, καθώς και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος τη στιγμή t_0.

iii) Ποια η οριζόντια απόσταση του σώματος $Σ_1$ τη στιγμή t_0, από την κατακόρυφο που περνά από το σημείο Ο;

iv) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ορμής του σώματος Σ, από τη στιγμή t_0, μέχρι τη στιγμή t_1, ελάχιστα πριν συγκρουστεί με το σώμα $Σ_1$.

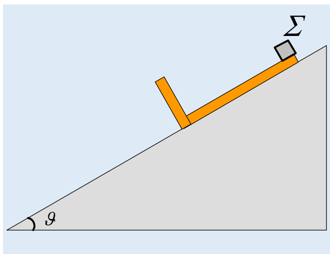
v) Να βρεθεί η ορμή του συστήματος Σ-$Σ_1$, ελάχιστα πριν την σύγκρουσή τους.

vi) Αν κατά τη κρούση δημιουργείται συσσωμάτωμα, το οποίο συνεχίζει να κινείται οριζόντια, να υπολογίστε τη μεταβολή της ορμής του συστήματος η οποία οφείλεται στην κρούση.

Δίνεται g=10m/s^2, ενώ τα σώματα να θεωρηθούν αμελητέων διαστάσεων.

28) Ένα αμαξίδιο με «πλάτη»…

Σε κεκλιμένο επίπεδο κλίσεως θ, ηρεμεί μια σανίδα με «πλάτη», όπως στο σχήμα, μήκους l=3m και μάζας Μ, η οποία εμφανίζει με το επίπεδο συντελεστή τριβής ολίσθησης μ=7/8. Σε μια στιγμή αφήνουμε στο πάνω άκρο της σανίδας, ένα μικρό σώμα Σ μάζας m=1kg, το οποίο δεν εμφανίζει τριβή με τη σανίδα. Το σώμα Σ φτάνοντας στο κάτω άκρο της σανίδας συγκρούεται πλαστικά με την «πλάτη», με αποτέλεσμα το συσσωμάτωμα να διανύσει απόσταση d=0,5m πριν σταματήσει, εξαιτίας της ασκούμενης τριβής στη σανίδα.



i) Πότε δέχεται μεγαλύτερη δύναμη τριβής η σανίδα, πριν ή μετά την τοποθέτηση του σώματος Σ πάνω της;

ii) Με ποια ταχύτητα το σώμα Σ συγκρούεται με την «πλάτη» της σανίδας;

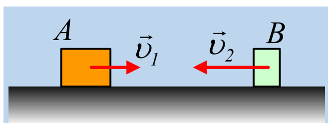
iii) Ποια η ταχύτητα του συσσωματώματος, αμέσως μετά την κρούση;

iv) Να υπολογιστεί η μάζα Μ της σανίδας.

Δίνονται g=10m/s^2, ενώ όπου ημθ=0,6 και συνθ=0,8.

29) Η ορμή και η κινητική ενέργεια σε μια κρούση.

Δυο σώματα Α και Β κινούνται σε λείο οριζόντιο επίπεδο, όπως στο σχήμα. Τα σώματα Α και Β έχουν μάζες m_1=2kg και m_2=1kg και ταχύτητες μέτρων



υ_1=3m/s και υ_2=4m/s αντίστοιχα. Μετά την κρούση τους, το σώμα Β κινείται προς τα δεξιά με ταχύτητα μέτρου υ_2'=5m/s.

i) Με ποια ταχύτητα (μέτρο και κατεύθυνση) θα κινηθεί μετά την κρούση το Α σώμα;

ii) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ορμής κάθε σώματος η οποία οφείλεται στην κρούση.

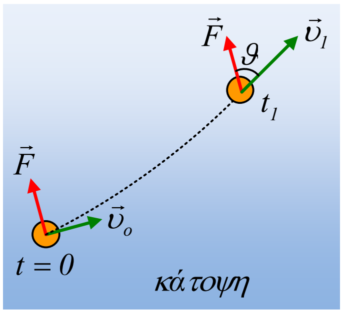
iii) Αν η διάρκεια της κρούσης είναι Δt=0,02s, να υπολογιστεί η μέση τιμή της δύναμης που ασκήθηκε σε κάθε σώμα, κατά την κρούση.

iv) Να βρεθεί η μεταβολή της κινητικής ενέργειας κάθε σώματος, καθώς και η μηχανική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική κατά την κρούση.

v) Να υπολογιστούν τα έργα των δυνάμεων που άσκησε το ένα σώμα στο άλλο. Πώς συνδέονται τα έργα αυτά, με τις ενέργειες του iv) ερωτήματος;

30) Η ορμή και η καμπυλόγραμμη κίνηση ενός σώματος.

Ένα σώμα κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο έχοντας ορμή p_o=12kg·m/s. Σε μια στιγμή t_0=0, δέχεται την επίδραση μιας **σταθερής** οριζόντιας δύναμης μέτρου F=4N, με διεύθυνση κάθετη στη διεύθυνση της ταχύτητας υ_o, όπως στο σχήμα. (Το σχήμα είναι σε κάτοψη, πράγμα που σημαίνει ότι έχουν σχεδιαστεί τα πράγματα, όπως φαίνονται από έναν παρατηρητή, ο οποίος είναι πάνω από το οριζόντιο επίπεδο της κίνησης). Τη στιγμή t_1=4s η ταχύτητα υ_1 του σώματος σχηματίζει γωνία θ με τη διεύθυνση της δύναμης.



Ζητούνται:

i) Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος, τις χρονικές στιγμές t_0 και t_1.

ii) Η μεταβολή της ορμής του σώματος από 0-4s.

iii) Η ορμή του σώματος τη στιγμή t_1.

iv) Αν το σώμα έχει μάζα m=2kg, να βρεθούν:

α) Το έργο της δύναμης στο χρονικό διάστημα 0-4s.

β) Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος τις χρονικές στιγμές t_0 και t_1.

31) Παίζοντας με μια μπάλα.

Αφήνουμε μια μπάλα, μάζας 0,4kg, να πέσει από ύψος H=1,25m η οποία φτάνει στο έδαφος μετά από 0,5s.

Η μπάλα μένει σε επαφή με το έδαφος για χρονικό διάστημα 0,1s και στη συνέχεια ανέρχεται φτάνοντας σε ύψος h=0,8m, πριν κινηθεί ξανά προς τα κάτω.

i) Να εξετάσετε αν η κίνηση της μπάλας επηρεάζεται από την αντίσταση του αέρα.

ii) Να βρεθεί η ορμή της μπάλας ελάχιστα πριν και ελάχιστα μετά την κρούση της με το έδαφος.

iii) Να υπολογιστεί η μέση τιμή της δύναμης που δέχτηκε η μπάλα από το έδαφος.

iv) Δυο συμμαθητές σας συζητούν:

Αντώνης: Η δύναμη από το έδαφος δεν παράγει έργο στη διάρκεια που ασκείται στην μπάλα.

Βασιλική: Η μπάλα παραμορφώνεται στη διάρκεια της κρούσης, συνεπώς μετακινείται το κέντρο της και παράγεται έργο.

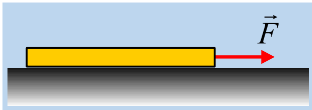
Αντώνης: Δηλαδή θέλεις να πεις, ότι εσύ μπορείς να υπολογίσεις το έργο αυτό;

Βασιλική: Όχι μου φαίνεται δύσκολο και δεν ξέρω τι να κάνω, αλλά αφού η μπάλα φτάνει σε μικρότερο ύψος από το αρχικό, πρέπει να παράγεται έργο, γιατί πώς αλλιώς να μειωθεί η ενέργειά της;

Με τον Αντώνη ή με τη Βασιλική συμφωνείτε; Να δικαιολογήσετε την άποψή σας.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

32) Ένα σύστημα που δεν είναι μονωμένο.



Σε ένα λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί μια σανίδα μάζας Μ και μήκους L. Σε μια στιγμή $t_0=0$ ασκούμε πάνω της μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=4N, με αποτέλεσμα να κινηθεί.

i) Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής της σανίδας, καθώς και η ορμή της τη χρονική στιγμή $t_1=2s$.

ii) Τη στιγμή t_1 αφήνουμε στο μέσον Μ της σανίδας, ένα σώμα Σ μάζας m, το οποίο παρουσιάζει τριβές με τη σανίδα, χωρίς ταχύτητα.

α) Να σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα μετά τη στιγμή t_1. Να χαρακτηρίστε τις ασκούμενες δυνάμεις σε εσωτερικές και εξωτερικές για το σύστημα σανίδα-σώμα Σ.

β) Το σύστημα σανίδα-σώμα Σ είναι ή όχι μονωμένο;

γ) Να γράψετε το γενικευμένο νόμο του Νεύτωνα για κάθε σώμα. Μπορείτε να καταλήξετε και σε έναν αντίστοιχο νόμο για το σύστημα σανίδα-σώμα Σ;

δ) Να υπολογιστεί η ορμή του συστήματος σανίδα -σώμα Σ τη χρονική στιγμή $t_2=3s$.

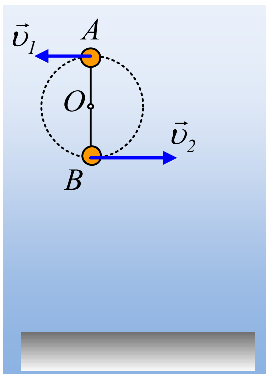
iii) Αν το σώμα Σ παύει να γλιστράει πάνω στη σανίδα τη χρονική στιγμή $t_3=4s$, όπου και σταματάμε να τραβάμε τη σανίδα, πόση είναι η τελική ορμή του συστήματος;

iv) Αν M=8kg, m=2kg, να βρεθεί ο συντελεστής τριβής μεταξύ του σώματος Σ και σανίδας.

v) Ποιο το ελάχιστο μήκος της σανίδας L, ώστε να μην την εγκαταλείψει το σώμα Σ;

Δίνεται $g=10m/s^2$.

33) Η κυκλική κίνηση, η οριζόντια βολή και η ορμή.



Ένα σώμα μάζας 0,5kg είναι δεμένο στο άκρο νήματος μήκους 0,5m και διαγράφει κατακόρυφη κυκλική τροχιά κέντρου Ο. Τη στιγμή που βρίσκεται στο ανώτερο σημείο της τροχιά του Α, έχει ταχύτητα $\upsilon_1=4m/s$, όπως στο σχήμα.

i) Να βρεθεί η ορμή του σώματος και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του στη θέση Α.

ii) Να υπολογιστεί επίσης η ορμή του σώματος στο κατώτερο σημείο της τροχιάς Β.

iii) Να υπολογιστούν μεταξύ των θέσεων Α και Β:

α) Η μεταβολή της ορμής του σώματος.

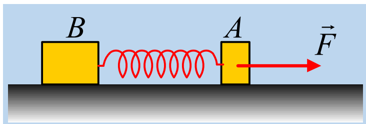
β) Η μεταβολή του μέτρου της ορμής.

iv) Τη στιγμή που φτάνει το σώμα στη θέση Β, το νήμα κόβεται. Μετά από χρονικό διάστημα t_1=0,6s το σώμα βρίσκεται στο σημείο Γ, χωρίς να έχει φτάσει στο έδαφος.

α) Να υπολογιστεί η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος, στη θέση Γ.

β) Ποια η μεταβολή της ορμής μεταξύ των θέσεων Β και Γ;

34) Μεταφορά ορμής και ενέργειας.



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμούν δυο σώματα Α και Β με μάζες m=1kg και M=4kg αντίστοιχα, δεμένα στα άκρα ιδανικού ελατηρίου. Σε μια στιγμή t_0=0, ασκούμε στο Α σώμα μια σταθερή οριζόντια δύναμη F=4N, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Μετά από λίγο, τη στιγμή t_1=3s, το σώμα Α έχει μετατοπισθεί κατά x_1=5m και η δύναμη F σταματά να ασκείται.

i) Να υπολογιστεί η ολική ορμή του συστήματος των δύο σωμάτων τη χρονική στιγμή t_1.

ii) Αν τη στιγμή αυτή το σώμα Α έχει ταχύτητα προς τα δεξιά μέτρου $υ_1$=2m/s, τι ταχύτητα έχει το Β σώμα;

iii) Πόση ενέργεια μεταφέρεται στο σώμα Α μέσω του έργου της δύναμης F;

iv) Να υπολογιστεί η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου την στιγμή που παύει να ασκείται η δύναμη F.

35) Μετά την επιτάχυνση, ακολουθεί κρούση.

Ένα σώμα Α ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή t_0=0, στο σώμα ασκείται μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=2N, μέχρι τη στιγμή t_1=3s, όπου και παύει να ασκείται. Μετά από 2s, το σώμα Α συγκρούεται με ακίνητο σώμα Β, μάζας 4kg, το οποίο μετά την κρούση αποκτά ταχύτητα μέτρου $υ_2$=2m/s στην κατεύθυνση της δύναμης F.

i) Να υπολογιστεί η ορμή του σώματος Α τη στιγμή t_1.

ii) Πόση είναι η μεταβολή της ορμής του σώματος Α από τη στιγμή t_1 έως ελάχιστα πριν την κρούση;

iii) Να υπολογιστεί η ορμή του σώματος Α αμέσως μετά την κρούση.

iv) Να εξετάσετε αν οι δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα στη διάρκεια της κρούσης είναι ή όχι συντηρητικές, αν το σώμα Α έχει μάζα 2kg.

36) Κίνηση πάνω σε σανίδα.

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί μια σανίδα μάζας M=4kg και πάνω της ένα σώμα Σ μάζας m=1kg. Ο συντελεστής τριβής μεταξύ του σώματος Σ και της σανίδας είναι μ=0,2. Σε μια στιγμή t_0=0, το σώμα Σ δέχεται ένα κτύπημα, με αποτέλεσμα να αποκτήσει ταχύτητα $υ_0$=5m/s και να κινηθεί κατά μήκος της σανίδας, όπως στο σχήμα.

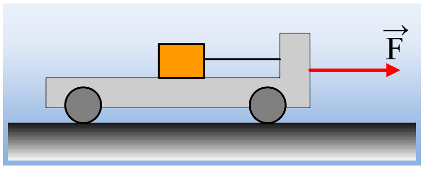
i) Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος Σ τη στιγμή t_1=1s, καθώς και η ορμή του τη στιγμή αυτή.

ii) Ποιος ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της ορμής της σανίδας την παραπάνω στιγμή;

iii) Να υπολογιστεί η συνολική μηχανική ενέργεια που θα μετατραπεί σε θερμική εξαιτίας της τριβής, μέχρι να πάψει να ολισθαίνει το σώμα Σ πάνω στη σανίδα.

Δίνεται g=10m/s^2.

37) Ένα σύστημα επιταχύνεται.



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο σύρεται ένα αμαξίδιο μάζας 1kg, με την επίδραση μιας σταθερής οριζόντιας δύναμης F=12N. Πάνω στο αμαξίδιο, έχει προσδεθεί με νήμα ένα σώμα Σ, μάζας 0,2kg. Ο συντελεστής τριβής μεταξύ των δύο σωμάτων είναι μ=0,5. Κάποια στιγμή t_0=0, το καροτσάκι έχει ταχύτητα 2m/s.

i) Να βρεθεί η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος τη στιγμή αυτή.

ii) Αν την παραπάνω χρονική στιγμή, κοπεί το νήμα:

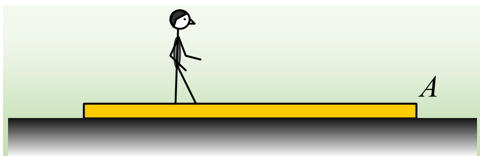
α) Να σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε σώμα και να τις διακρίνετε σε εσωτερικές και εξωτερικές για το σύστημα αμαξίδιο-σώμα Σ.

β) Να υπολογιστεί η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του αμαξιδίου 1s, μετά το κόψιμο του νήματος. Ποιες οι αντίστοιχες απαντήσεις για το σώμα Σ;

γ) Να βρεθεί η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος τη στιγμή αυτή.

Δίνεται g=10m/s^2.

38) Το περπάτημα πάνω σε μια σανίδα.



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο, ηρεμεί μια σανίδα μάζας m, ενώ πάνω της είναι ακίνητο ένα παιδί μάζας M=4m.

Σε μια στιγμή το παιδί αρχίζει να περπατά προς τα δεξιά με ταχύτητα (ως προς το έδαφος) $υ_1$.

i) Να σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται στο παιδί και στη σανίδα.

ii) Να επιλέξτε την σωστή πρόταση για τη σανίδα:

α) Θα παραμείνει ακίνητη.

β) Θα κινηθεί προς τα δεξιά.

γ) Θα κινηθεί προς τα αριστερά.

iii) Αν φτάνοντας στο άκρο Α της σανίδας, το παιδί σταματήσει, τότε τελικά η σανίδα:

α) Θα σταματήσει.

β) Θα κινείται με ταχύτητα $υ_1$ προς τα αριστερά.

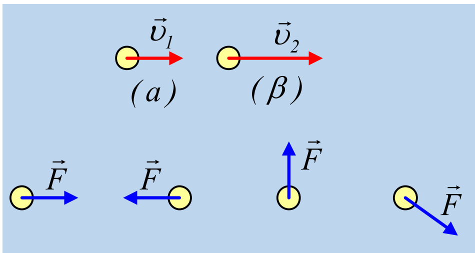
γ) Θα κινείται με ταχύτητα $4υ_1$.

Να δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

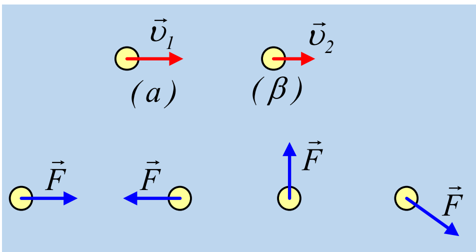
39) Μερικές ερωτήσεις στην ορμή.

Στις παρακάτω ερωτήσεις θεωρείστε ότι το σώμα δέχεται μια δύναμη F, αμελητέας χρονικής διάρκειας, η οποία του μεταβάλει την ορμή.

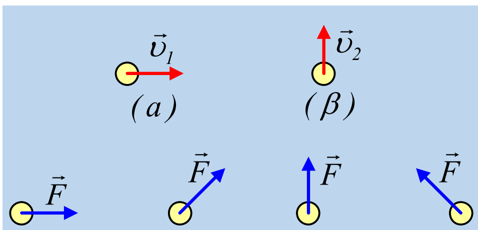
1) Ένα σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο, όπως στο σχήμα (α). Για να κινηθεί όπως στο σχήμα (β) πρέπει να δεχτεί δύναμη. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα μπορεί να δείχνει την κατεύθυνση της ασκούμενης δύναμης;



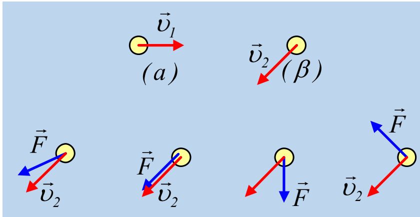
2) Ένα σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο, όπως στο σχήμα (α). Για να κινηθεί όπως στο σχήμα (β) πρέπει να δεχτεί δύναμη. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα μπορεί να δείχνει την κατεύθυνση της ασκούμενης δύναμης;



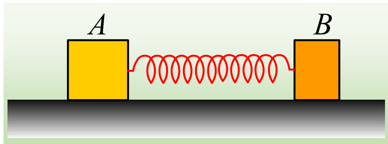
3) Ένα σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο, όπως στο σχήμα (α). Για να κινηθεί όπως στο σχήμα (β) πρέπει να δεχτεί δύναμη. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα μπορεί να δείχνει την κατεύθυνση της ασκούμενης δύναμης;



4) Ένα σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο, όπως στο σχήμα (α). Για να κινηθεί όπως στο σχήμα (β) πρέπει να δεχτεί δύναμη. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα μπορεί να δείχνει την κατεύθυνση της ασκούμενης δύναμης;



40) Οι αρχές διατήρησης της ορμής και της ενέργειας.



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμούν δυο σώματα Α και Β, με μάζες Μ=2kg και m=1kg, δεμένα στα άκρα ιδανικού ελατηρίου με φυσικό μήκος ℓ_0=0,5m. Πιάνοντας τα δυο σώματα συμπιέζουμε το ελατήριο, μέχρι το ελατήριο να αποκτήσει μήκος ℓ_1=0,2m και τα αφήνουμε ελεύθερα να κινηθούν. Τη στιγμή t_1 που το ελατήριο αποκτά μήκος ℓ_2=0,6m για πρώτη φορά, το σώμα Α έχει ταχύτητα μέτρου υ_1=1m/s. Τη στιγμή αυτή πιάνουμε και ακινητοποιούμε ακαριαία το σώμα Α.

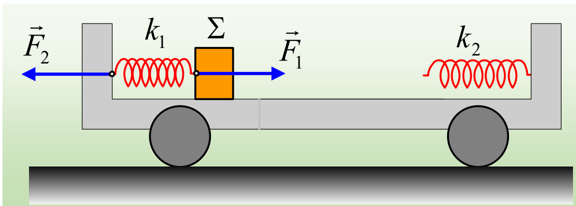
i) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος Β τη στιγμή t_1.

ii) Να υπολογιστεί η σταθερά του ελατηρίου.

iii) Ποιο είναι το μέγιστο μήκος που θα αποκτήσει το ελατήριο;

iv) Πόση είναι η μέγιστη ταχύτητα που θα αποκτήσει το σώμα Β;

41) Ενέργεια και ορμή σε ένα πείραμα με ελατήρια.



Σε οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένα αμαξίδιο μάζας Μ, πάνω στο οποίο έχουν προσδεθεί δύο ιδανικά ελατήρια με σταθερές k_1=k και k_2=4k. Με τη βοήθεια ενός σώματος Σ, μάζας m, όπου Μ=2m, συμπιέζουμε το αριστερό ελατήριο κατά x_1, ενώ συγκρατούμε το αμαξίδιο ακίνητο.

Σε μια στιγμή αφήνουμε ελεύθερα το αμαξίδιο και το σώμα Σ.

i) Τι από τα παρακάτω θα συμβεί:

α) Το σώμα Σ θα κινηθεί προς τα δεξιά και το αμαξίδιο θα παραμείνει στη θέση του.

β) Το σώμα Σ θα κινηθεί προς τα δεξιά και το αμαξίδιο προς τα αριστερά.

γ) Και τα δυο σώματα θα κινηθούν προς τα δεξιά.

ii) Το σώμα Σ, θα εγκαταλείψει το ελατήριο αποκτώντας κινητική ενέργεια:

α) $\frac{1}{2}kx_1^2$, β) $\frac{1}{3}kx_1^2$, γ) $\frac{1}{4}kx_1^2$.

iii) Μετά από λίγο το σώμα Σ φτάνει στο δεξιό ελατήριο, το οποίο αρχίζει να συμπιέζει, με αποτέλεσμα σε μια στιγμή να μειώνεται η ταχύτητά του με ρυθμό 1m/s². Τη στιγμή αυτή το μέτρο της ταχύτητας του αμαξιδίου:

α) Αυξάνεται με ρυθμό $0{,}5 m/s^2$.

β) Μειώνεται με ρυθμό $1 m/s^2$.

γ) Μειώνεται με ρυθμό $0{,}5 m/s^2$.

iv) Σε μια στιγμή η ταχύτητα του σώματος Σ μηδενίζεται. Τη στιγμή αυτή, το αμαξίδιο έχει ταχύτητα:

α) προς τα δεξιά

β) προς τα αριστερά

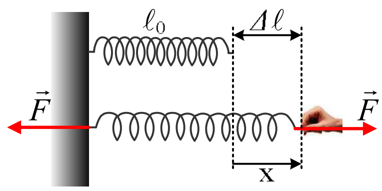
γ) μηδενική.

v) Η μέγιστη συσπείρωση του ελατηρίου στα δεξιά θα είναι:

α) $\frac{1}{4}x_1$, β) $\frac{1}{2}x_1$, γ) $2x_1$.

Να δικαιολογήσετε αναλυτικά όλες τις απαντήσεις σας, θεωρώντας ότι δεν αναπτύσσονται δυνάμεις τριβής, ούτε μεταξύ εδάφους και αμαξιδίου, ούτε κατά την κίνηση του σώματος Σ.

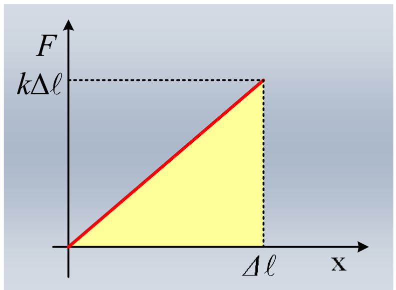
42) Η δυναμική ενέργεια ελαστικότητας και το μονωμένο σύστημα..



Έστω ένα ελατήριο, το ένα άκρο του οποίου είναι σταθερά δεμένο. Αν στο άλλο άκρο του ασκήσουμε μια δύναμη **F** μπορούμε να το επιμηκύνουμε κατά $\Delta\ell$, ενώ ο νόμος του Hooke, ο οποίος συνδέει την ασκούμενη δύναμη και το αποτέλεσμα της δράσης της (παραμόρφωση) μας δίνει $F=k\cdot\Delta\ell$.

Ας επιστρέψουμε ξανά στο ελατήριο και ασκώντας συνεχώς στο άκρο του μια μεταβλητή δύναμη **F**, κινούμε το άκρο του προς τα δεξιά, επιμηκύνοντάς το αργά-αργά, μέχρι μιας τελικής επιμήκυνσης $\Delta\ell$.

Σε κάθε θέση θα ισχύει $F=k\cdot x$, όπου x η μετατόπιση του άκρου (ίση προφανώς με την επιμήκυνση του ελατηρίου). Αλλά τότε η δύναμη F, παράγει έργο, το οποίο εκφράζει την ενέργεια που μεταφέρεται από το χέρι μας, στο ελατήριο. Ναι, αλλά πόσο είναι το έργο της δύναμης αυτής;



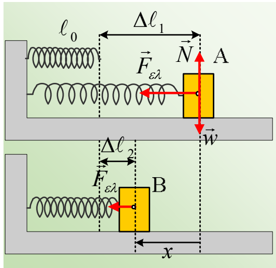
Αφού η δύναμη δεν έχει σταθερό μέτρο, το έργο της θα υπολογιστεί με τη βοήθεια του διαγράμματος F-x, όπως στο διπλανό σχήμα.

Το έργο της δύναμης F, είναι αριθμητικά ίσο με το εμβαδόν του τριγώνου που έχει κίτρινο χρώμα:

$$W_F=\frac{1}{2}(\Delta\ell)\cdot(k\Delta\ell)=\frac{1}{2}k\cdot(\Delta\ell)^2$$

Αλλά τότε, στη διάρκεια της επιμήκυνσης του ελατηρίου, μεταφέρθηκε (από εμάς που το τραβήξαμε), μέσω του έργου της δύναμης F, στο ελατήριο ενέργεια ίση με $\frac{1}{2}k\cdot(\Delta\ell)^2$, οπότε το ελατήριο περικλείει (έχει) ενέργεια ίση με $U=\frac{1}{2}k\cdot(\Delta\ell)^2$. Η ενέργεια αυτή αποκαλείται **δυναμική ελαστική ενέργεια** και είναι η ενέργεια που ένα παραμορφωμένο ελατήριο, μπορεί να αποδώσει σε ένα σώμα, το οποίο θα συνδεθεί με αυτό.

Εφαρμογή 1η :



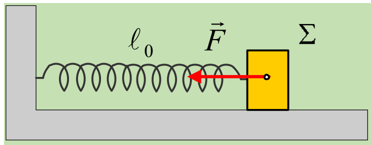
Έστω ότι σε ένα λείο οριζόντιο επίπεδο συγκρατείται στη θέση Α, ένα σώμα, μάζας 2kg δεμένο στο άκρο ιδανικού ελατηρίου (ένα ελατήριο που υπακούει απολύτως στο νόμο του Hooke και που η μάζα του θεωρείται αμελητέα), σταθεράς k=200N/m, έχοντας επιμηκύνει το ελατήριο κατά $\Delta\ell_1$=0,4m. Αφήνουμε το σώμα να κινηθεί, οπότε μετά από λίγο φτάνει στο σημείο Β, έχοντας μετατοπισθεί κατά x=0,3m.

i) Να υπολογιστεί η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου στις θέσεις Α και Β.

ii) Πόσο είναι το έργο της δύναμης που άσκησε το ελατήριο στο σώμα;

iii) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος στη θέση Β.

2) Εφαρμογή 2η :

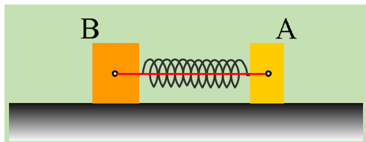


Σε ένα λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένα σώμα Σ, μάζας 2kg σε επαφή με το άκρο ιδανικού, σταθεράς k=100N/m. Ασκώντας στο σώμα μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=20N, όπως στο σχήμα, συμπιέζουμε το ελατήριο.

i) Να βρεθεί η μέγιστη συσπείρωση του ελατηρίου.

ii) Τη στιγμή που το ελατήριο αποκτά το ελάχιστο μήκος του μηδενίζουμε την ασκούμενη δύναμη F. Να υπολογιστεί η μέγιστη επιτάχυνση καθώς και η μέγιστη ταχύτητα που θα αποκτήσει το σώμα Σ.

3) Εφαρμογή 3η :



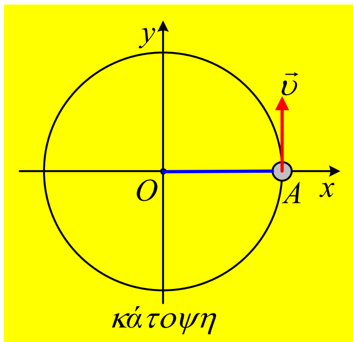
Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμούν δύο σώματα Α και Β με μάζες 2kg και 3kg έχοντας συμπιέσει ένα ελατήριο σταθεράς k=200N/m, κατά 0,4m, ενώ συγκρατούνται δεμένα στα άκρα νήματος, όπως στο σχήμα.

Σε μια στιγμή κόβουμε το νήμα και τα σώματα κινούνται. Κάποια στιγμή το Α σώμα έχει ταχύτητα υ_1=3m/s.

i) Να βρεθεί τη στιγμή αυτή η ταχύτητα του σώματος Β.

ii) Η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου και συμπίεσή του.

43) Η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της, σε μια κυκλική κίνηση.



Ένα σώμα μάζας 2kg διαγράφει **οριζόντιο** κύκλο κέντρου Ο και ακτίνας R=(8/π) m, δεμένο στο άκρο νήματος, με ταχύτητα σταθερού μέτρου υ=2m/s. Τη στιγμή t_0=0, το σώμα διέρχεται από το σημείο Α του σχήματος.

i) Ποια η θέση και η ορμή του σώματος τη στιγμή t_1=2s;

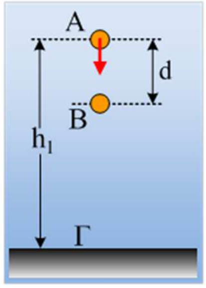
ii) Να βρεθούν:

α) Η μεταβολή της ορμής μεταξύ των χρονικών στιγμών t_0 και t_1.

β) Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος τη στιγμή t_1.

iii) Αν τη στιγμή t_2=4s, κόψουμε το νήμα να βρεθεί η θέση, η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος τη στιγμή t_3=6s.

44) Μια ανάκλαση μπάλας.



Μια μπάλα μάζας 0,5kg αφήνεται να πέσει από σημείο Α, σε ύψος 1,25m και αφού ανακλαστεί στο έδαφος, κινείται προς τα πάνω και φτάνει μέχρι ένα σημείο Β, όπου (ΑΒ)=0,45m. Κατά την κίνηση της μπάλας, η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα, ενώ $g=10m/s^2$.

i) Να βρείτε την ορμή της μπάλας, ελάχιστα πριν την κρούση της μπάλας με το έδαφος.

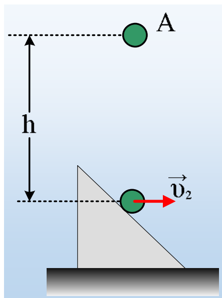
ii) Ποια η αντίστοιχη ορμής της, αμέσως μετά την κρούση;

iii) Αν η διάρκεια της κρούσης είναι 0,5s, να υπολογίστε τη μέση δύναμη $\vec{F}$, που δέχτηκε η μπάλα από το έδαφος, στη διάρκεια της κρούσης.

iv) Να υπολογιστεί το έργο της παραπάνω δύναμης $\vec{F}$, στη διάρκεια της κρούσης.

v) Η παραπάνω δύναμη $\vec{F}$ είναι ή όχι συντηρητική; Να δικαιολογήστε την απάντησή σας.

45) Οι μεταβολές της κινητικής ενέργειας και της ορμής.



Μια μικρή σφαίρα μάζας 0,5kg αφήνεται να πέσει ελεύθερα Από σημείο Α και αφού διανύσει απόσταση h=3,2m κτυπά σε κεκλιμένο επίπεδο, με αποτέλεσμα μετά να κινηθεί με οριζόντια ταχύτητα $\upsilon_2=6m/s$, όπως στο σχήμα.

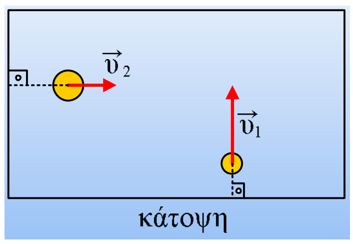
i) Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια και την ορμή της σφαίρας ελάχιστα πριν και ελάχιστα μετά την κρούση.

ii) Να υπολογιστούν η μεταβολή της ορμής και της κινητικής ενέργειας της σφαίρας, που οφείλονται στην κρούση.

iii) Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής της σφαίρας ελάχιστα πριν και ελάχιστα μετά την κρούση.

Δεν υπάρχει αντίσταση από τον αέρα, ενώ $g=10m/s^2$.

46) Η κινητική ενέργεια και η ορμή.

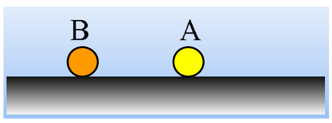


Πάνω σε ένα λείο οριζόντιο τραπέζι, σχήματος ορθογωνίου, κινούνται ευθύγραμμα δυο μικρές σφαίρες με μάζες $m_1=0,1kg$ και $m_2=0,3kg$ με ταχύτητες $\upsilon_1=0,4m/s$ και $\upsilon_2=0,1m/s$ αντίστοιχα, όπως στο σχήμα.

i) Να υπολογιστεί η ολική κινητική ενέργεια του συστήματος.

ii) Να βρεθεί η ολική ορμή του συστήματος.

47) Κίνηση δύο φορτισμένων σφαιρών.



Σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο συγκρατούνται σε απόσταση 1,5cm δύο μικρές φορτισμένες σφαίρες Α και Β, οι οποίες απωθούνται με δύναμη F=240N. Η Α σφαίρα έχει μάζα $m_1=100g$ και φέρει φορτίο $q_1=3\mu C$.

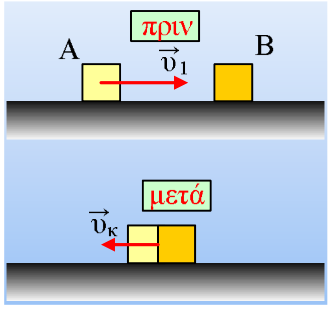
i) Να βρεθεί το φορτίο της Β σφαίρας καθώς και η δυναμική ενέργεια του συστήματος.

ii) Σε μια στιγμή $t_0=0$, αφήνουμε ελεύθερη την Α σφαίρα, οπότε μετά από λίγο, τη στιγμή t_1, έχει αποκτήσει ταχύτητα υ=6m/s. Ποια είναι η απόσταση μεταξύ των σφαιρών τη στιγμή αυτή;

iii) Τη στιγμή t_1 ελευθερώνουμε και την σφαίρα Β, οπότε μετά από λίγο, τη στιγμή t_2, η Α σφαίρα έχει ταχύτητα $υ_1$=8m/s, ενώ η Β ταχύτητα μέτρου $υ_2$=2m/s. Να βρεθεί η μάζα της σφαίρας Β, καθώς και η απόσταση r_2 μεταξύ των δύο σφαιρών τη στιγμή t_2.

Δίνεται $k_c=9\cdot10^9 N\cdot m^2/C^2$.

48) Μια ακόμη πλαστική κρούση.



Ένα σώμα Α μάζας 2kg κινείται με ταχύτητα 5m/s, προς τα δεξιά και συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με σώμα Β. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα κινείται προς τ' αριστερά με ταχύτητα 2m/s.

i) Ποιες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος:

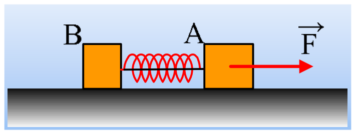
α) Το σώμα Β ήταν αρχικά ακίνητο.

β) Η μεταβολή της ορμής του Α σώματος έχει φορά προς τ' αριστερά και μέτρο 14 kg m/s.

γ) Το σώμα Β δεν άλλαξε κατεύθυνση κίνησης κατά την κρούση.

ii) Ποια ήταν η αρχική ταχύτητα του σώματος Β, αν η μάζα του είναι 5kg;

49) Η ορμή και ένα σύστημα σωμάτων.



Δυο σώματα Α και Β με μάζες m_1=2kg και m_2=1kg αντίστοιχα, ηρεμούν σε λείο οριζόντιο επίπεδο, έχοντας συμπιέσει ένα ιδανικό ελατήριο κατά Δℓ=0,2m, με τη βοήθεια νήματος. Σε μια στιγμή τραβάμε το Α σώμα ασκώντας του μια σταθερή οριζόντια δύναμη F=6N, όπως στο σχήμα, για χρονικό διάστημα Δt=2s.

i) Να βρεθεί η ορμή που αποκτά το σύστημα των σωμάτων.

Μετά από την κατάργηση της δύναμης, κάποια στιγμή κόβουμε το νήμα που συνδέει τα δυο σώματα. Παρατηρούμε ότι το σώμα Β επιβραδύνεται και τελικά ακινητοποιείται μετά την απελευθέρωση του ελατηρίου. Να βρεθούν:

ii) Η τελική ταχύτητα του Α σώματος.

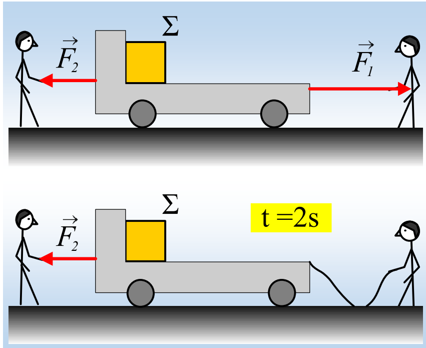
iii) Η σταθερά του ελατηρίου.

iv) Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος Β αμέσως μετά το κόψιμο του νήματος.

50) Ένα σώμα πάνω σε αμαξίδιο

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο, ηρεμεί ένα αμαξίδιο μάζας Μ=3kg, πάνω στο οποίο βρίσκεται ένα σώμα Σ μάζας m=1kg. Το αμαξίδιο δένεται με δύο νήματα, μέσω των οποίων, κάποια στιγμή t_0=0 δυο παιδιά ασκούν στο αμαξίδιο δύο σταθερές δυνάμεις, με αντίθετη κατεύθυνση, όπως φαίνονται στο σχήμα, με μέτρα F_1=10N και F_2=6N. Μεταξύ του σώματος Σ και του αμαξιδίου, δεν υπάρχουν τριβές.

i) Να υπολογιστεί η επιτάχυνση του αμαξιδίου καθώς και η ταχύτητά του τη χρονική στιγμή t_1=2s.



ii) Πόση οριζόντια δύναμη δέχεται το σώμα Σ από το αμαξίδιο από 0-2s;

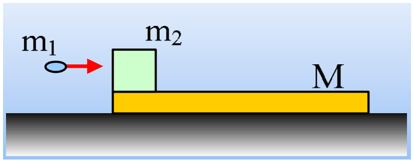
Τη στιγμή t_1 το δεξιό νήμα κόβεται, οπότε στο αμαξίδιο ασκείται πια μόνο η δύναμη $\vec{F}_2$, μέχρι τη χρονική στιγμή t_2=3s.

iii) Να υπολογιστεί ξανά η επιτάχυνση του αμαξιδίου καθώς και η ταχύτητά του τη στιγμή t_2.

iv) Να γίνουν, σε κοινούς άξονες, οι γραφικές παραστάσεις της ταχύτητας αμαξιδίου και σώματος Σ, σε συνάρτηση με το χρόνο, μέχρι τη στιγμή t_2.

Το αμαξίδιο έχει αρκετό μήκος και το σώμα Σ δεν το εγκαταλείπει, στο παραπάνω χρονικό διάστημα.

51) Ένας κύβος πάνω σε σανίδα.



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί μια μακριά σανίδα, πάνω στην οποία βρίσκεται ένας ξύλινος κύβος. Ένα βλήμα κινούμενο οριζόντια σφηνώνεται στον κύβο.

i) Αν δεν υπάρχουν τριβές μεταξύ κύβου και σανίδας, ποιες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος.

α) Κατά την κρούση μεταξύ βλήματος και κύβου, η ορμή του βλήματος διατηρείται.

β) Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα θα κινηθεί με σταθερή ταχύτητα πάνω στη σανίδα.

γ) Μετά την κρούση, η σανίδα θα κινηθεί προς τα δεξιά.

δ) Η μηχανική ενέργεια του συστήματος παραμένει σταθερή.

ii) Αν εμφανίζεται τριβή μεταξύ κύβου και σανίδας, παρατηρούμε ότι η σανίδα κινείται προς τα δεξιά, ενώ μετά από λίγο σταματά να γλιστρά πάνω της ο κύβος. Η διάρκεια της κρούσης βλήματος-κύβου είναι αμελητέα, τότε:

α) Κατά την κρούση μεταξύ βλήματος και κύβου, η ορμή του συστήματος βλήμα-κύβος διατηρείται.

β) Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα θα κινηθεί με σταθερή ταχύτητα πάνω στη σανίδα.

γ) Μετά την κρούση, η σανίδα θα κινηθεί προς τα δεξιά λόγω της ορμής του κύβου.

δ) Η ορμή του συστήματος βλήμα-κύβος-σανίδα διατηρείται σταθερή.

ε) Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής της σανίδας παραμένει σταθερός, μέχρι να σταματήσει πάνω της ο κύβος.

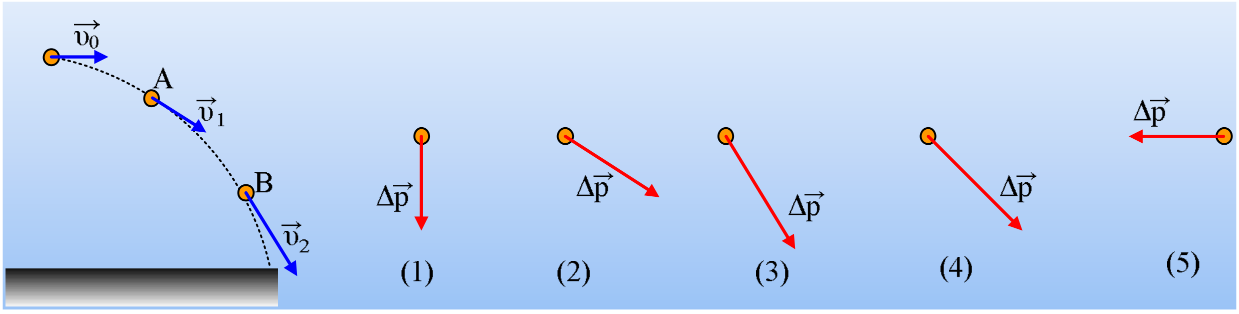
στ) Τελικά κάποια στιγμή θα σταματήσει η κίνηση του κύβου πάνω στη σανίδα και από εκεί και πέρα, το σύστημα θα κινηθεί με σταθερή ταχύτητα.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

52) Το διάνυσμα μεταβολής της ορμής.

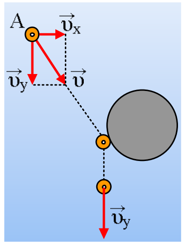
Ένα σώμα εκτοξεύεται οριζόντια με αρχική ταχύτητα $υ_0$ και μετά από λίγο περνά από τη θέση Α με ταχύτητα $υ_1$ και στη συνέχεια από τη θέση Β, έχοντας ταχύτητα $υ_2$, όπως στο πρώτο σχήμα.

Ποιο από τα επόμενα σχήματα παριστά το διάνυσμα της μεταβολής της ορμής του σώματος, από τη θέση Α μέχρι τη θέση Β; Δεν υπάρχει αντίσταση του αέρα.



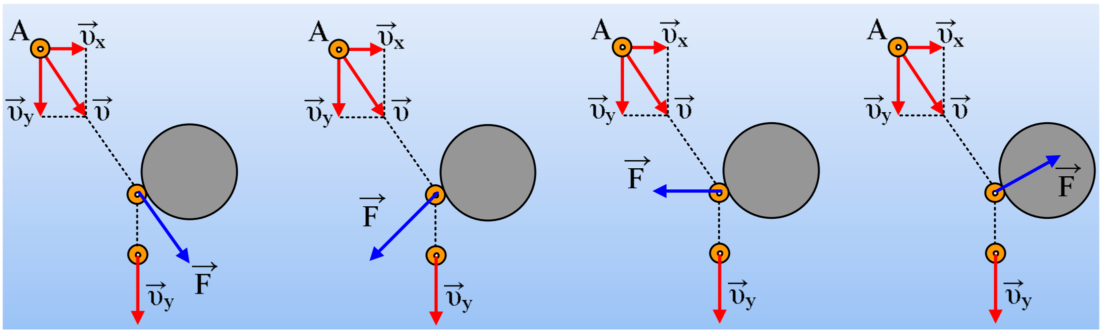
Στο σχήμα (2) το διάνυσμα έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας υ_1 και στο (3) την κατεύθυνση της υ_2.

53) Ποια η κατεύθυνση της δύναμης;

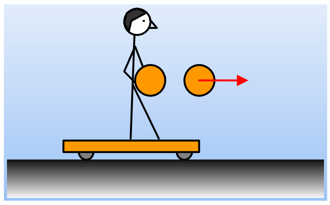


Μια μικρή σφαίρα Α κινούμενη οριζόντια με ταχύτητα $\vec{\upsilon}$, συγκρούεται με μια μεγάλη σφαίρα, με αποτέλεσμα μετά την κρούση να κινείται με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_y$, ίση με την μια συνιστώσα της αρχικής ταχύτητας. Σε ποιο από τα παρακάτω σχήματα, έχει σχεδιαστεί σωστά η δύναμη που δέχεται η σφαίρα Α στη διάρκεια της κρούσης;

Να δικαιολογήστε την απάντησή σας.



54) Πότε αποκτά μεγαλύτερη ταχύτητα;

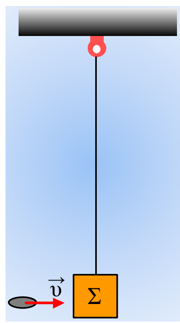


Ένας άνθρωπος στέκεται πάνω σε ένα ακίνητο πατίνι, κρατώντας στα χέρια του δυο μπάλες. Πότε θα αποκτήσει μεγαλύτερη ταχύτητα, όταν:

i) Εκτοξεύει ταυτόχρονα και τις δυο μπάλες προς την ίδια κατεύθυνση με ταχύτητα **υ** ως προς τον εαυτόν του.

i) Εκτοξεύει πρώτα τη μια και μετά την άλλη, επίσης προς την ίδια κατεύθυνση, με ταχύτητα υ ως προς τον εαυτόν του.

55) Τάση του νήματος μετά από κρούση.



Ένα ξύλινο σώμα Σ μάζας M=950g κρέμεται από νήμα μήκους 2,5m. Ένα βήμα μάζας m=50g που κινείται οριζόντια με ταχύτητα υ_1= 100m/s σφηνώνεται στο Σ.

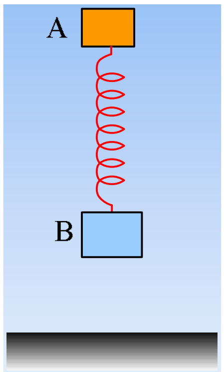
i) Να βρεθεί η ταχύτητα του συσσωματώματος μετά την κρούση.

ii) Ποια η ελάχιστη τιμή του ορίου θραύσης του νήματος, ώστε αυτό να μην σπάσει;

iii) Ποια η ελάχιστη τιμή της τάσης του νήματος;

Δίνεται g=10m/s^2.

56) Ένα σύστημα σωμάτων σε πτώση.



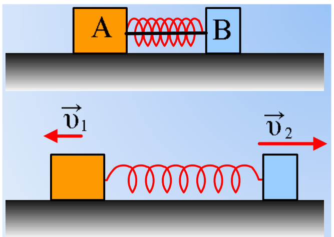
Δύο σώματα Α και Β με μάζες m_1=0,3kg και m_2=0,5kg αντίστοιχα, είναι δεμένα στα άκρα ενός ιδανικού ελατηρίου, σταθεράς k=40N/m και φυσικού μήκους l_0=0,4m. Συγκρατούμε με το χέρι μας το Α σώμα, ενώ το Β ταλαντώνεται σε κατακόρυφη διεύθυνση. Κάποια στιγμή αφήνουμε ελεύθερο και το σώμα Α, οπότε το σύστημα των σωμάτων πέφτει.

i) Σε μια στιγμή t_1 που το μήκος του ελατηρίου είναι l_1=0,6m να βρεθούν:
   α) Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος Α
   β) Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του Β σώματος.

ii) Διατηρείται η συνολική ορμή του συστήματος των σωμάτων;
   Να δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Δίνεται g=10m/s^2.

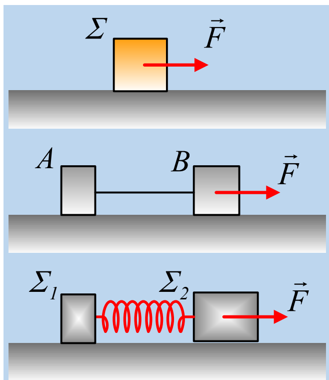
57) Ένα μονωμένο σύστημα.



Δύο σώματα Α και Β με μάζες m_1=4kg και m_2=1kg αντίστοιχα, βρίσκονται στις άκρες συσπειρωμένου ιδανικού ελατηρίου, αμελητέας μάζας, δεμένες με νήμα, σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Κόβουμε το νήμα και τα σώματα αρχίζουν να κινούνται. Σε μια στιγμή t_1 το ελατήριο έχει συσπείρωση 4cm και το σώμα Α έχει ταχύτητα μέτρου υ_1=0,5m/s. Αν η σταθερά του ελατηρίου είναι k=100N/m, να βρεθούν για την στιγμή t_1:

i) Η ταχύτητα του σώματος Β.
ii) Η επιτάχυνση κάθε σώματος.
iii) Η συνολική ενέργεια που έχει προσφέρει στα σώματα το ελατήριο, μέχρι τη στιγμή t_1.

58) Η μεταφορά ορμής.



Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένα σώμα Σ μάζας Μ. Τη χρονική στιγμή t_0=0 στο σώμα ασκείται μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=2N.

i) Ποια η ορμή του σώματος Σ τη στιγμή t_1=10s;

ii) Αν στη θέση του σώματος Σ, είχαμε δυο σώματα Α και Β με μάζες m και 3m, τα οποία συνδέονται με αβαρές νήμα και ασκούσαμε την ίδια δύναμη στο σώμα Β, να βρεθεί η ορμή κάθε σώματος τη στιγμή t_1.

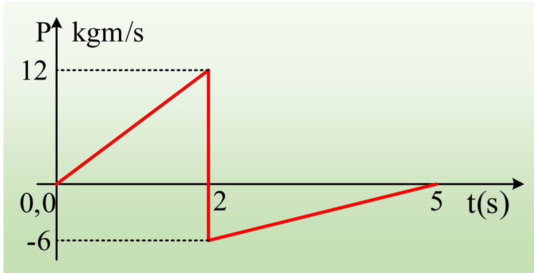
iii) Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά τώρα έχουμε τα σώματα $Σ_1$ και $Σ_2$ με μάζες m_1=1kg και m_2=4kg, τα οποία συνδέονται με ιδανικό ελατήριο, όπως στο τρίτο σχήμα. Ασκούμε ξανά την ίδια δύναμη στο σώμα $Σ_2$, οπότε τη στιγμή t_1 το σώμα $Σ_2$, έχει ταχύτητα μέτρου υ_2=3m/s. Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος $Σ_1$ την ίδια χρονική στιγμή t_1.

iv) Τη στιγμή t_1 σταματά να ασκείται η δύναμη F. Μια επόμενη χρονική στιγμή t_2 η ταχύτητα του σώματος

$Σ_1$ μηδενίζεται στιγμιαία. Να βρεθεί η ταχύτητα του $Σ_2$ τη στιγμή αυτή.

59) Η ισχύς και μια κρούση.

Ένα σώμα Α, κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με την επίδραση μιας οριζόντιας δύναμης F και τη στιγμή t_1=2s, συγκρούεται με ακίνητο σώμα Β. Τη στιγμή της κρούσης, σταματά και η δράση της δύναμης F, ενώ η κρούση διαρκεί απειροελάχιστα. Στο διάγραμμα δίνεται η ορμή του σώματος Α σε συνάρτηση με το χρόνο.



i) Για την κρούση μεταξύ των δύο σωμάτων να βρεθούν:

α) Η μεταβολή της ορμής του σώματος Α.

β) Η ορμή που απέκτησε το σώμα Β μετά την κρούση.

ii) Να βρεθεί το μέτρο της τριβής ολίσθησης που ασκείται στο σώμα Α από το επίπεδο.

iii) Ποιο το μέτρο της ασκούμενης δύναμης F;

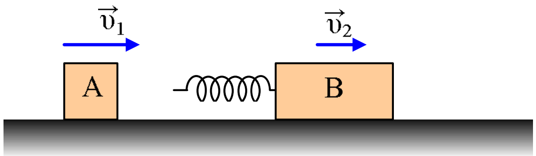
iv) Αν η μάζα του σώματος Α είναι m=2kg, να βρεθούν:

α) Το έργο της τριβής στο χρονικό διάστημα από 2s-5s.

β) Η ισχύς της δύναμης F τη χρονική στιγμή t_2=1s.

60) Μονωμένο σύστημα και ορμή.

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο κινούνται δύο σώματα Α και Β με μάζες m_1=1kg και m_2=3kg και με ταχύτητες $υ_1$=4m/s και $υ_2$=1m/s, όπως στο σχήμα. Στο πίσω μέρος του σώματος Β έχει στερεωθεί ένα ιδανικό ελατήριο με μήκος 20cm σταθεράς k=1200N/m.



i) Να υπολογιστεί η ορμή του συστήματος.

ii) Το Α σώμα πέφτει στο ελατήριο και αρχίζει να το συσπειρώνει. Στη διάρκεια της συσπείρωσης:

α) Η ταχύτητα του σώματος Α:

1) μειώνεται 2) παραμένει σταθερή 3) αυξάνεται.

β) Η ταχύτητα του σώματος Β:

1) μειώνεται 2) παραμένει σταθερή 3) αυξάνεται.

iii) Σε μια στιγμή t_1 το ελατήριο έχει το ελάχιστο μήκος του ℓ=5cm. Τη στιγμή αυτή:

α) Το σώμα Α έχει μεγαλύτερη ταχύτητα από το Β.

β) Το σώμα Α έχει μικρότερη ταχύτητα από το Β.

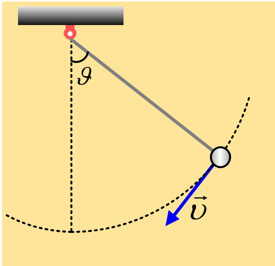
γ) Τα δύο σώματα έχουν ίσες ταχύτητες.

iv) Να υπολογιστούν οι ταχύτητες των δύο σωμάτων την παραπάνω χρονική στιγμή.

v) Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής κάθε σώματος τη στιγμή t_1.

vi) Μετά από λίγο το σώμα Α εγκαταλείπει το ελατήριο. Μετράμε την ταχύτητα του σώματος Β και βρίσκουμε ότι $υ_B$=2,5m/s. Ποια είναι τελικά η ταχύτητα του σώματος Α;

61) Η ορμή σε μια κυκλική κίνηση



Μια μικρή σφαίρα μάζας 0,6kg είναι δεμένη στο άκρο νήματος μήκους 1,5m και διαγράφει κατακόρυφο κύκλο. Σε μια στιγμή έχει ταχύτητα 4m/s και βρίσκεται στη θέση που δείχνεται στο σχήμα, όπου το νήμα σχηματίζει με την κατακόρυφο γωνία θ με ημθ=0,8. Για τη θέση αυτή, ζητούνται για τη σφαίρα:

i) Η κεντρομόλος επιτάχυνση.

ii) Η επιτάχυνση στη διεύθυνση της ταχύτητας, υπεύθυνη για την μεταβολή του μέτρου της ταχύτητας (λέγεται και επιτρόχια επιτάχυνση).

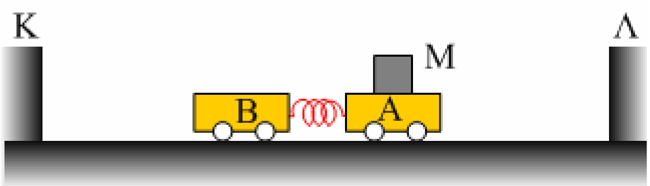
iii) Η τάση του νήματος.

iv) Η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της ορμής.

v) Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

62) Κίνηση αμαξιδίων και ορμή.



Σε ένα αμαξίδιο Α έχει προσδεθεί ένα αβαρές ελατήριο και ένα σώμα μάζας Μ=1kg. Συμπιέ- ζουμε το ελατήριο με ένα δεύτερο όμοιο ελατήριο και φέρνουμε τα αμαξίδια σε οριζόντιο επί- πεδο έτσι ώστε να ισαπέχουν από δύο εμπόδια Κ και Λ, όπως στο σχήμα. Σε μια στιγμή αφή- νουμε ελεύθερα τα αμαξίδια.

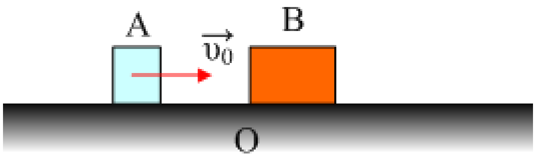
1) Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λαθεμένες

i) Θα κινηθεί το αμαξίδιο Β αλλά όχι το Α που είναι βαρύτερο. ii) Μεγαλύτερη ορμή θα αποκτήσει το Β αμαξίδιο.

iii) Το ελατήριο θα ασκήσει ίσες κατά μέτρο δυνάμεις στα δύο αμαξίδια. iv) Το αμαξίδιο Β θα φτάσει συντομότερα στο άκρο Κ από ότι το Α στο Λ.

2) Αν το Β αμαξίδιο φτάσει στο άκρο Κ σε χρόνο 1s, ενώ το Α στο άκρο Λ σε χρόνο 2s να υ- πολογιστεί η μάζα κάθε αμαξιδίου.

63) Ποια η θέση των σωμάτων μετά την κρούση;



Ένα σώμα Α μάζας 1kg κινείται με ταχύτητα $υ_0$=10m/s σε λείο οριζόντιο επίπεδο και για t=0 συγκρούεται με ακίνητο σώμα

Β μάζας 4kg. Τη χρονική στιγμή t_1= 2s το σώμα Α περνά από ένα σημείο Κ, το οποίο απέχει 12m από το σημείο Ο της σύγκρουσης κινούμενο προς τ' αριστερά. Η διάρκεια της κρούσης θεωρειται αμελητέα.

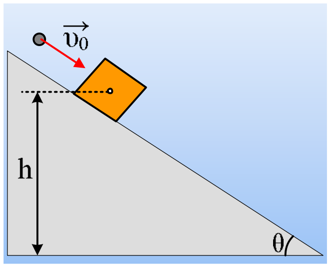
i) Πόσο απέχουν τα δύο σώματα τη στιγμή t_1;

ii)Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του Β τη στιγμή αυτή;

iii) Αν η διάρκεια της κρούσης ήταν Δt=0,01s, πόση είναι η μέση δύναμη που ασκήθηκε στο Α σώμα στη διάρκεια της κρούσης;

64) Κρούση και διατήρηση της ορμής.

Ένα ξύλινο κιβώτιο μάζας Μ=950g ηρεμεί σε κεκλιμένο επίπεδο κλίσεως θ=30° σε ύψος h=2,5m από το οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή ένα βλήμα μάζας m=50g το οποίο κινείται παράλληλα με το κεκλιμένο επίπεδο με ταχύτητα υ_0=100m/s σφηνώνεται στο κιβώτιο. Το συσσωμάτωμα μετά από 1s φτάνει στην βάση του επιπέδου.



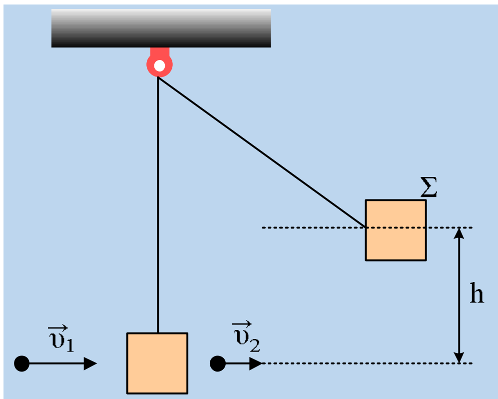
i) Ποια η κοινή ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση;

ii)Να βρεθεί ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ κιβωτίου και κεκλιμένου επιπέδου.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

65) Κρούση και Ενέργεια.

Ένα σώμα Σ μάζας Μ=2kg ηρεμεί στο κάτω άκρο ενός νήματος μήκους l=2,5m. Σε μια στιγμή στο σώμα Σ προσπίπτει ένα βλήμα μάζας m_1=0,1kg με ταχύτητα υ_1=200m/s, το διαπερνά και εξέρχεται με ταχύτητα υ_2=100m/s.



Α) Ποιες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λαθεμένες:

i) Κατά τη διάρκεια της κρούσης διατηρείται η ορμή του βλήματος.

ii) Η ορμή του συστήματος σώμα Σ-βλήμα, διατηρείται κατά την κρούση.

iii) Η Μηχανική ενέργεια διατηρείται κατά την κρούση.

iv) Μετά την κρούση το σώμα Σ κινείται μέχρι να ανέβει σε ύψος h. Κατά τη διάρκεια της κίνησης αυτής η Μηχανική ενέργεια παραμένει σταθερή.

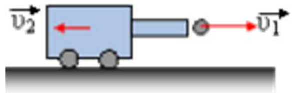
Β) Ποια ταχύτητα αποκτά το σώμα Σ μετά την κρούση;

Γ) Να υπολογίσετε το ύψος h.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

66) Α.Δ.Ο. Εκτόξευση βλήματος

Πάνω σε όχημα με μάζα 800kg υπάρχει πυροβόλο που εκτοξεύει βλήμα μάζας 10kg, οριζόντια,



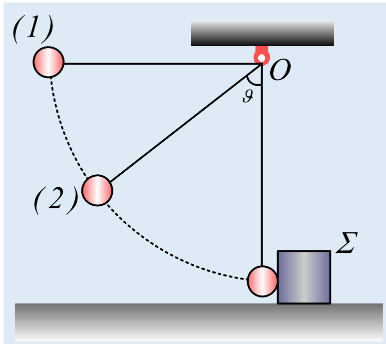
με ταχύτητα 200m/s, προς τα δεξιά. Ποια είναι η ταχύτητα του οχήματος μετά την εκτόξευση αν:

α) Το όχημα ήταν ακίνητο και

β) αν είχε ταχύτητα 4m/s αντίθετης κατεύθυνσης από αυτήν του βλήματος.

67) Μεταφορά ορμής κι ενέργειας

Μια μικρή σφαίρα, μάζας m=0,2kg κρέμεται στο άκρο κατακόρυφου νήματος μήκους l=1,25m, σε επαφή με σώμα Σ, μάζας M=0,8kg, το οποίο ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο, όπως στο σχήμα. Εκτρέπουμε τη σφαίρα, φέρνοντάς την στη θέση (1) όπου το νήμα είναι οριζόντιο και στη συνέχεια την αφήνουμε να κινηθεί. Φτάνοντας η σφαίρα στην αρχική της θέση, συγκρούεται με το σώμα Σ, οπότε την βλέπουμε να αναπηδά και να φτάνει μέχρι τη θέση (2), όπου το νήμα σχηματίζει με την κατακόρυφη γωνία θ, με συνθ=0,64.



i) Να βρεθεί η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής της σφαίρας, ελάχιστα πριν την κρούση.

ii) Ποια η μεταβολή της ορμής της σφαίρας εξαιτίας της κρούσης;

iii) Να υπολογιστεί η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος Σ, μετά την κρούση.

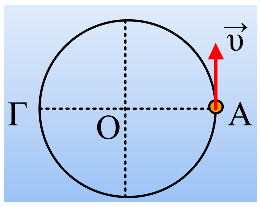
iv) Κατά την παραπάνω κρούση, μεταφέρεται ορμή και ενέργεια από τη σφαίρα στο σώμα Σ. Να υπολογιστούν:

α) Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταφέρεται από τη σφαίρα στο σώμα Σ.

β) Το αντίστοιχο ποσοστό της ορμής.

68) Ορμή και ρυθμός μεταβολής της ορμής.

Ένα σώμα μάζας m=2kg εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με ταχύτητα υ=5m/s σε κύκλο κέντρου Ο και ακτίνας R=10m.



i) Υπολογίστε την ορμή του σώματος στη θέση Α.

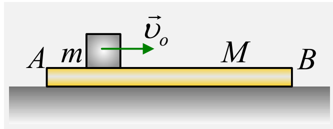
ii) Η ορμή του σώματος παραμένει σταθερή ή όχι;

iii) Βρείτε την μεταβολή της ορμής του σώματος μεταξύ των αντιδιαμετρικών θέσεων Α και Γ.

iv) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος στη θέση Α;

69) Ένα σύστημα για Β΄ Θέμα.

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί μια μακριά σανίδα ΑΒ μάζας Μ=3m, ενώ πάνω της ισορροπεί ένα μικρό σώμα Σ, μάζας m. Σε μια στιγμή κτυπώντας το σώμα Σ, του προσδίδουμε αρχική ταχύτητα $υ_o$ κατά μήκος της ράβδου, προς το άκρο της Β. Παρατηρούμε ότι το σώμα Σ κινείται κατά μήκος της ράβδου, χωρίς να την εγκαταλείπει.



i) Μεταξύ του σώματος Σ και της σανίδας αναπτύσσεται ή όχι τριβή; Να δικαιολογήσετε αναλυτικά την άποψή σας.

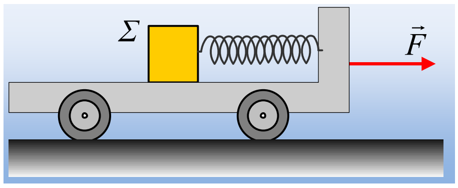
ii) Να σχεδιάσετε (σε ξεχωριστά σχήματα) τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα Σ και στη σανίδα, εξηγώντας αν το σύστημα σανίδα-σώμα Σ, είναι ή όχι μονωμένο;

iii) Η τελική ταχύτητα του σώματος Σ έχει μέτρο:

α) u=0, β) $u=υ_0/4$, γ) $u=υ_0/3$, δ) $u=υ_0/2$.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

70) Ένα σώμα πάνω σε αμαξίδιο.



Ένα σώμα Σ μάζας m=9kg ηρεμεί πάνω σε ένα ακίνητο αμαξίδιο μάζας M=1kg, δεμένο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k=40N/m, το οποίο έχει το φυσικό μήκος του ℓ_0=40cm. Σε μια στιγμή (t_0=0) ασκούμε στο αμαξίδιο μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F=4N, μέχρι τη στιγμή t_1=10s, όπου η δύναμη παύει να ασκείται.

i) Αμέσως μόλις ασκηθεί η δύναμη F (για $t=0^+$), να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής:

α) του σώματος Σ και

β) του αμαξιδίου.

ii) Να υπολογιστεί η ορμή και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος των δύο σωμάτων, τη στιγμή t_2 = 4s.

iii) Κάποια στιγμή (t_3<10s) το ελατήριο έχει μήκος ℓ_1=55cm. Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής κάθε σώματος τη στιγμή αυτή.

iv) Μια στιγμή (t_4 >10s) η ταχύτητα του αμαξιδίου έχει μέτρο $υ_2$= 3,2m/s, με φορά προς τα δεξιά, ενώ το ελατήριο έχει μήκος ℓ_1=30cm. Να βρεθούν για τη στιγμή αυτή:

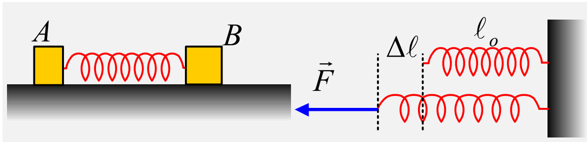
α) Η ταχύτητα του σώματος Σ.

β) Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής κάθε σώματος.

v) Πόση ενέργεια μεταφέρθηκε στο σύστημα μέσω του έργου της δύναμης F;

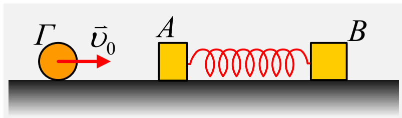
Δίνεται ότι δεν αναπτύσσονται τριβές, ούτε μεταξύ σώματος Σ και αμαξιδίου, ούτε μεταξύ αμαξιδίου και εδάφους. Υπενθυμίζεται ότι η δύναμη του ελατηρίου είναι ανάλογη της παραμόρφωσής του, σύμφωνα με το νόμο του Hooke $F_{ελ} = k \cdot Δ\ell$, ενώ ένα παραμορφωμένο ελατήριο έχει δυναμική ενέργεια η οποία υπολογίζεται από την εξίσωση $U_{ελ} = \frac{1}{2}k(Δ\ell)^2$.

71) Ένα μηχανικό σύστημα και κρούση. Φ.Ε.



1) Σε ένα λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμούν δυο σώματα Α και Β με μάζες 1kg και 2kg αντίστοιχα, δεμένα στα άκρα ενός ιδανικού ελατηρίου με φυσικό μήκος $\ell_0 = 0{,}5m$ και σταθεράς k=50N/m, όπως στο σχήμα. Υπενθυμίζεται ότι ένα ιδανικό ελατήριο υπακούει στο νόμο του Hooke F=k·Δℓ, όπου F η δύναμη που το παραμορφώνει και Δℓ η παραμόρφωσή του (επιμήκυνση ή συσπείρωσή του).
2) Να σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται στα δυο σώματα.
   i) Το ελατήριο έχει ή όχι το φυσικό μήκος του; Να δικαιολογήστε την απάντησή σας.
   ii) Το σύστημα των σωμάτων Α και Β:

   α) είναι μονωμένο, β) δεν είναι μονωμένο.



3) Μια μπάλα Γ, διαμέτρου ίσης με το ύψος του Α σώματος και μάζας 0,5kg, κινείται (χωρίς να περιστρέφεται) με ταχύτητα $υ_o$=5m/s με διεύθυνση, τη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου, όπως στο σχήμα. Η μπάλα συγκρούεται με το σώμα Α και αμέσως μετά την κρούση έχει ταχύτητα μέτρου $υ_3$=1m/s με φορά προς τα αριστερά. Δεχόμαστε ότι η κρούση είναι ακαριαία με αμελητέα διάρκεια και το σώμα Α, «δεν προλαβαίνει» να μετακινηθεί, παρότι αποκτά ταχύτητα λόγω κρούσης.
   i) Για να βρούμε την ταχύτητα που αποκτά το σώμα Α, αμέσως μετά την κρούση, θα εφαρμόσουμε την αρχή διατήρησης της ορμής. Αλλά για να το κάνουμε αυτό, χρειαζόμαστε ένα μονωμένο σύστημα. Ποιο είναι αυτό και γιατί είναι μονωμένο;
   ii) Να υπολογίστε την ταχύτητα που θα αποκτήσει το σώμα Α αμέσως μετά την κρούση.
   iii) Να εξετάσετε αν έχουμε απώλεια μηχανικής ενέργειας κατά τη διάρκεια της κρούσης.
4) Ας αφήσουμε τη μπάλα να κινείται προς τα αριστερά και ας εστιάσουμε στα σώματα Α και Β. Αμέσως μετά την κρούση να υπολογίσετε:
   i) Την ορμή κάθε σώματος.
   ii) Τον αντίστοιχο ρυθμό μεταβολής της ορμής του.
5) Μετά από λίγο, τη στιγμή t_1, η ταχύτητα του Α σώματος έχει μειωθεί στην τιμή $υ_1'$=2m/s, κινούμενο πάντα προς τα δεξιά. Για τη στιγμή αυτή:
   i) Για να βρούμε την ταχύτητα του Β σώματος σκεφτόμαστε να χρησιμοποιήσουμε την αρχή διατήρησης της ορμής. Μπορούμε να το κάνουμε και γιατί;
   ii) Να υπολογιστεί η κινητική ενέργεια του συστήματος των σωμάτων Α και Β και να συγκριθεί με την κινητική ενέργεια του Α σώματος ελάχιστα μετά την κρούση του με την μπάλα.
   iii) Όταν ένα ελατήριο έχει παραμορφωθεί έχει δυναμική ενέργεια, η οποία υπολογίζεται από την εξίσωση $U = \frac{1}{2}k(\Delta\ell)^2$, όπου $\Delta\ell$ η επιμήκυνση ή η συσπείρωσή του. Μπορείτε να υπολογίσετε τη στιγμή t_1 την επιμήκυνση ή τη συσπείρωση του ελατηρίου;

iii) Για την στιγμή αυτή να υπολογιστούν:

α) Η ορμή κάθε σώματος.

β) Ο αντίστοιχος ρυθμός μεταβολής της ορμής του.

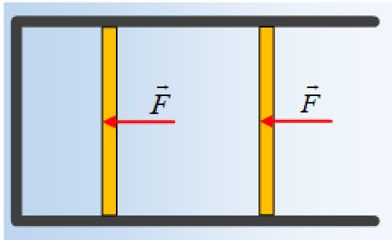
6) Να συμπληρώσετε τα κενά στο παρακάτω κείμενο, που περιγράφει την κίνηση των σωμάτων Α και Β.
Καθώς το Α σώμα, αποκτά ταχύτητα μετά την κρούση προς τα δεξιά, αρχίζει να ………………… το ελατήριο, πλησιάζοντας το σώμα Β. Αλλά τότε το ελατήριο ασκεί δυνάμεις στα σώματα, με αποτέλεσμα το Α σώμα να ………………… και το σώμα Β να …………………… Για όσο χρονικό διάστημα η ταχύτητα του Α είναι μεγαλύτερη της ταχύτητας του Β, η απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων ………………… Όταν όμως το Β σώμα αποκτήσει μεγαλύτερη ταχύτητα από το Α, τότε η απόσταση μεταξύ των σωμάτων ………………. Συνεπώς όταν οι ταχύτητες των σωμάτων γίνουν ίσες η απόσταση μεταξύ των σωμάτων Α και Β γίνεται ………………….

7) Να υπολογιστούν οι ταχύτητες των σωμάτων τη στιγμή που η απόσταση μεταξύ τους γίνει ελάχιστη. Πόση είναι η ελάχιστη αυτή απόσταση;

8) Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής κάθε σώματος στην παραπάνω θέση.

Αέρια

1) Συμπίεση και αποσυμπίεση αερίου…



Σε δοχείο που κλείνεται με έμβολο περιέχονται $N=12\cdot 10^{23}$ μόρια Ηλίου, σε κατάσταση Α, με όγκο 20L και πίεση $3\cdot 10^{5}N/m^{2}$. Συμπιέζουμε με σταθερή πίεση το αέριο μέχρι να αποκτήσει όγκο 8L (κατάσταση Β) και στη συνέχεια το αφήνουμε να εκτονωθεί ισόθερμα στον αρχικό του όγκο (κατάσταση Γ). Ζητούνται:

i) Η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου και η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του στην κατάσταση Α.

ii) Η θερμοκρασία στην κατάσταση Β και η πίεση στην κατάσταση Γ.

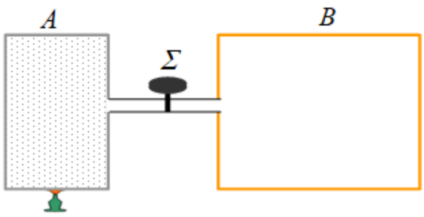
iii) Να παραστήσετε τις παραπάνω μεταβολές σε άξονες p-V, p-T και V-T.

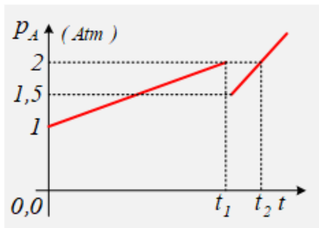
iv) Η ενεργός ταχύτητα των μορίων στην κατάσταση Α.

Δίνονται $N_A=6\cdot 10^{23}$μόρια/moℓ, R=8,314=25/3 J/moℓ·K και η γραμμομοριακή μάζα He $M=4\cdot 10^{-3}$kg/moℓ.

2) Η θέρμανση και η «αποσυμπίεση» ενός αερίου.

Το Α δοχείο του σχήματος όγκου V, περιέχει ένα αέριο σε θερμοκρασία 27^0C και επικοινωνεί με λεπτό σωλήνα μέσω κλειστής στρόφιγγας Σ, με δοχείο Β διπλάσιου όγκου με θερμομονωτικά τοιχώματα, το οποίο είναι κενό.





Σε μια στιγμή t=0, αρχίζουμε να θερμαίνουμε το δοχείο Α, ενώ τη στιγμή t_1 ανοίγουμε για λίγο την στρόφιγγα, την οποία ξανακλείνουμε γρήγορα. Στο παραπάνω διάγραμμα δίνεται η γραφική παράσταση της πίεσης του αερίου στο δοχείο Α σε συνάρτηση με το χρόνο.

i) Να εξηγείστε το είδος της μεταβολής την οποία πραγματοποιεί το αέριο στο χρονικό διάστημα 0-t_1.

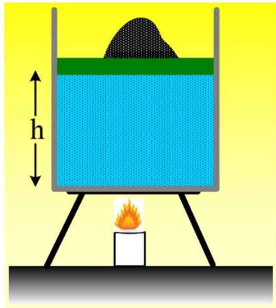
ii) Να υπολογιστεί η θερμοκρασία του αερίου στο δοχείο Α, λίγο πριν ανοίξουμε τη στρόφιγγα.

iii) Να βρεθεί το ποσοστό των μορίων του αερίου, το οποίο μεταφέρεται από το Α δοχείο στο Β με ανοικτή τη στρόφιγγα.

iv) Αφού υπολογίσετε την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου στο Α δοχείο τη στιγμή t_2 να κάνετε ένα ποιοτικό διάγραμμα της θερμοκρασίας στο Α δοχείο, σε συνάρτηση με το χρόνο.

v) Να υπολογιστεί η πίεση και η θερμοκρασία του αερίου στο Β δοχείο τη στιγμή t_2.

3) Θερμαίνοντας ένα αέριο



Σε κυλινδρικό δοχείο που κλείνεται με έμβολο, περιέχεται ένα ιδανικό αέριο, με θερμοκρασία 33°C. Η βάση του δοχείου έχει εμβαδόν $A=200cm^2$, ενώ το έμβολο που μπορεί να μετακινείται χωρίς τριβές, βρίσκεται σε ύψος h=40cm από τη βάση, έχοντας βάρος w=40N.

i) Να υπολογιστεί η πίεση του αερίου που περιέχεται στο δοχείο.

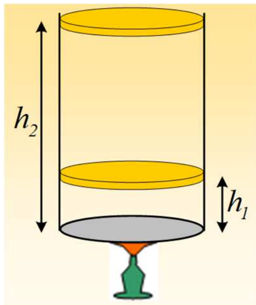
ii) Τοποθετούμε κάτω από το δοχείο μια πηγή θερμότητας και αρχίζουμε να ζεσταίνουμε το αέριο. Για να μην κινηθεί το έμβολο, ρίχνουμε πάνω του αργά-αργά άμμο. Να υπολογιστεί η θερμοκρασία του αερίου, όταν έχουμε προσθέσει άμμο βάρους 120N.

iii) Σταματάμε την προσθήκη άμμου, ενώ συνεχίζουμε να θερμαίνουμε το δοχείο. Το αποτέλεσμα είναι ο έμβολο να μετακινηθεί αργά – αργά προς τα πάνω. Να βρεθεί η θερμοκρασία του αερίου μετά από μετατόπιση κατά Δh=10cm του εμβόλου.

iv) Να παρασταθούν οι παραπάνω μεταβολές σε άξονες p-V, p-T και V-T.

Δίνεται η ατμοσφαιρική πίεση $p_{ατ}=10^5$ Pa.

4) Η θέρμανση ενός αερίου.



Ένα αέριο βρίσκεται σε δοχείο, που κλείνεται με έμβολο βάρους w=200N και εμβαδού $A=100cm^2$, το οποίο απέχει κατά h_1 από τον πυθμένα, όπως στο σχήμα. Η θερμοκρασία του αερίου είναι 27°C, ενώ η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με $p_{ατ}=10^5 N/m^2$.

i) Να υπολογίσετε την πίεση του αερίου.

ii) Θερμαίνουμε αργά το αέριο, με αποτέλεσμα το έμβολο να ανέρχεται, μέχρι τη στιγμή που να απέχει από τον πυθμένα απόσταση $h_2=4h_1$.

α) Να υπολογίσετε την τελική θερμοκρασία του αερίου.

β) Να παραστήσετε τη μεταβολή σε άξονες p-V, p-T και V-T.

γ) Αν η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου στην αρχική κατάσταση ήταν $υ_{εν1}=300m/s$, να βρεθεί η ενεργός ταχύτητα των μορίων στην τελική κατάσταση.

5) Δυο κυκλικές μεταβολές αερίου.

Μια ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε δοχείο που κλείνεται με έμβολο σε θερμοκρασία 27°C και πίεση 2atm κατέχοντας όγκο 10L. Το αέριο μπορεί να υποστεί μια σειρά μεταβολών επιστρέφοντας στην αρχική του κατάσταση Α. Δυο τέτοιες μεταβολές είναι οι παρακάτω:

α) Από την κατάσταση Α εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος του αερίου (κατάσταση Β), από όπου ισόχωρα φτάνει σε κατάσταση Γ και στη συνέχεια ισοβαρώς επιστρέφει στην αρχική κατάσταση Α.

β) Από την κατάσταση Α συμπιέζεται ισόθερμα μέχρι να υποδιπλασιαστεί ο όγκος του αερίου (κατάσταση Δ), από όπου ισοβαρώς φτάνει σε κατάσταση Ε, από όπου ισόχωρα επιστρέφει στην αρχική κατάσταση Α.

i) Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας με τις τιμές των μεγεθών.

Καταστάσεις / Μεγέθη	Α	Β	Γ	Δ	Ε
Πίεση (atm)					
Όγκος (L)					
Θερμοκρασία (K)					

ii) Να παραστήσετε τις παραπάνω μεταβολές σε άξονες p-V, p-T και V-T.

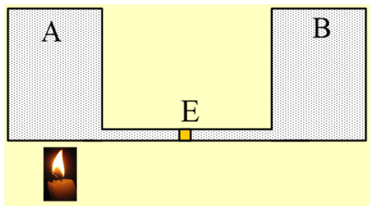
iv) Αν η πυκνότητα του αερίου στην κατάσταση Ε είναι $2 kg/m^3$, να υπολογίστε την πυκνότητα στις καταστάσεις Α και Γ.

6) Ενεργός ταχύτητα ατόμων Ηλίου.

Έχουμε φουσκώσει ένα μπαλόνι με αέριο Ήλιο. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήσαμε 0,2g Ηλίου και το μπαλόνι απέκτησε όγκο 800mL. Αν η πίεση στο εσωτερικό του μπαλονιού είναι 1,5atm, να βρεθεί η ενεργός ταχύτητα των ατόμων του Ηλίου.

Δίνεται $1 atm = 10^5 N/m^2$.

7) Μετακίνηση εμβόλου.



Δύο δοχεία Α και Β περιέχουν αέρα στην ίδια θερμοκρασία $\theta_1 = 17°C$. Τα δοχεία συγκοινωνούν με μακρύ σωλήνα διατομής $A = 10 cm^2$, και διαχωρίζονται με ένα μικρό έμβολο, το οποίο ηρεμεί στο μέσον του σωλήνα και το οποίο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Ο όγκος που καταλαμβάνει κάθε μία ποσότητα αέρα είναι V=3L. Τοποθετούμε ένα κεράκι, κάτω από το δοχείο Α, και παρατηρούμε ότι το έμβολο μετακινείται αργά προς τα δεξιά.

i) Γιατί μετακινείται το έμβολο;

ii) Ποια είναι η θερμοκρασία του αέρα στο δοχείο Α, τη στιγμή που το έμβολο έχει μετακινηθεί προς τα δεξιά κατά x=10cm;

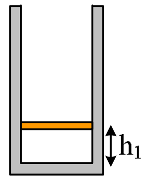
Δίνεται ότι η θερμοκρασία του αέρα στο Β δοχείο δεν μεταβάλλεται.

8) Ένα διαγώνισμα του 2012

Ένα αέριο βρίσκεται σε δοχείο, που κλείνεται με έμβολο βάρους w=200N και εμβαδού $A = 100 cm^2$, το οποίο απέχει κατά h_1 από τον πυθμένα, όπως στο σχήμα. Η θερμοκρασία του αερίου είναι 27°C, ενώ η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με $p_{ατ}=10^5 N/m^2$.

i) Να υπολογίσετε την πίεση του αερίου.

ii) Θερμαίνουμε αργά το αέριο, με αποτέλεσμα το έμβολο να ανέρχεται, μέχρι τη στιγμή που να απέχει από τον πυθμένα απόσταση $h_2=4h_1$.

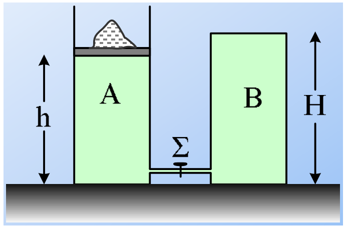


α) Να υπολογίσετε την τελική θερμοκρασία του αερίου.

β) Να παραστήσετε τη μεταβολή σε άξονες p-V, p-T και V-T.

γ) Αν η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου στην αρχική κατάσταση ήταν $υ_{εν1}=300 m/s$, να βρεθεί η ενεργός ταχύτητα των μορίων στην τελική κατάσταση.

9) Αν ανοίξουμε την στρόφιγγα…



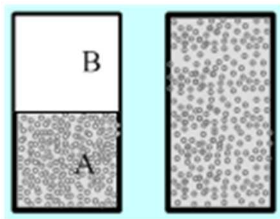
Δύο κυλινδρικά δοχεία Α και Β με επικοινωνούν με σωλήνα αμελητέου πάχους και έχουν το ίδιο εμβαδόν βάσης $A=90 cm^2$. Το δοχείο Α κλείνεται με αβαρές έμβολο, ενώ το Β είναι κλειστό. Αρχικά οι όγκοι των δύο δοχείων είναι ίσοι, με ύψος δοχείων H=40cm. Στον σωλήνα σύνδεσης έχει προσαρμοστεί στρόφιγγα, η οποία αρχικά είναι ανοικτή. Κλείνουμε την στρόφιγγα και στη συνέχεια προσθέτουμε πάνω στο έμβολο σιγά-σιγά άμμο με αποτέλεσμα το έμβολο να κατέβει κατά 4cm. Τα τοιχώματα των δοχείων είναι αγώγιμα, οπότε η θερμοκρασία δεν μεταβάλλεται στη διάρκεια του πειράματος.

i) Να βρεθεί το βάρος της άμμου που προσθέσαμε πάνω στο έμβολο.

ii) Ανοίγουμε την στρόφιγγα. Να βρεθεί η τελική θέση του εμβόλου.

Δίνεται η ατμοσφαιρική πίεση $p_{ατ}=10^5 N/m^2$.

10) Η Κινητική θεωρία και μια ελεύθερη εκτόνωση.



Ένα κυλινδρικό δοχείο, με τοιχώματα από μονωτικό υλικό, χωρίζεται με ένα διάφραγμα, εμβαδού $A=0,01 m^2$ σε δύο ίσα μέρη Α και Β. Στο Α περιέχεται μια ποσότητα αζώτου, ενώ το Β είναι κενό. Η θερμοκρασία στο μέρος Α είναι $T_A=400 K$ ενώ το διάφραγμα δέχεται δύναμη F=2.000N από το αέριο.

i) Να βρεθεί η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου εξαιτίας της άτακτης μεταφορικής κίνησής τους.

ii) Να υπολογιστεί ο αριθμός μορίων ανά μονάδα όγκου στο μέρος Α.

iii) Σε μια στιγμή το διάφραγμα αφαιρείται, οπότε το αέριο «γεμίζει» όλο τον όγκο του δοχείου.

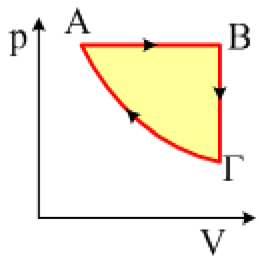
α) Κατά τη διαδικασία αυτή παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία δεν άλλαξε. Μπορείτε να ερμηνεύσετε, λαμβάνοντας υπόψη την κινητική θεωρία, την παρατήρηση αυτή;

β) Να υπολογιστεί η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αζώτου.

Δίνονται: $R=8,3 J/mol\cdot K$, $N_A=6\cdot 10^{23}$ μόρια/mol, $M_{N2}=28\cdot 10^{-3} kg/mol$.

11) Τρεις μεταβολές αερίων.

Σε δοχείο που κλείνεται με έμβολο περιέχονται 2g He στην κατάσταση Α, με πίεση p_A=10 atm και όγκο 4,1L. Το αέριο διαγράφει την κυκλική μεταβολή που φαίνεται στο σχήμα, όπου η μεταβολή ΓΑ πραγματοποιείται υπό σταθερή θερμοκρασία.



i) Να βρείτε την θερμοκρασία στην κατάσταση Α.

ii) Αν η θερμοκρασία στην κατάσταση Β είναι T_B=3000K, να βρείτε τον όγκο και την πίεση στην κατάσταση Γ.

iii) Να παραστήσετε την μεταβολή σε διάγραμμα:

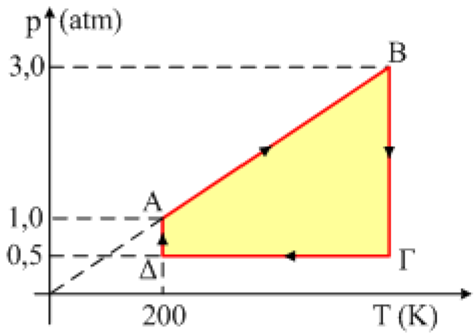
α) p-T

β) V-T.

Δίνονται και R= 0,082 atm·L/mol.K. M_{He}=4.10^{-3} kg/ mol.

12) Νόμοι αερίων

Ορισμένη ποσότητα αερίου διαγράφει την κυκλική μεταβολή του παρακάτω σχήματος, όπου ο όγκος στην κατάσταση Α είναι ίσος με 2L.



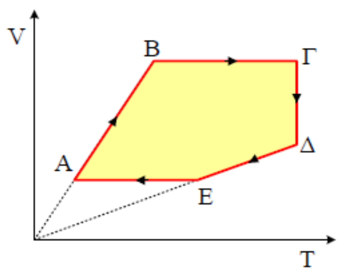
i) Πώς ονομάζονται οι επιμέρους μεταβολές και σε ποιους νόμους υπακούουν; (Να δοθεί το όνομα κάθε μεταβολής και η μαθηματική εξίσωση που την περιγράφει).

ii) Να βρεθούν οι τιμές όγκου και θερμοκρασίας για τις καταστάσεις Β, Γ και Δ.

iii) Να γίνουν τα διαγράμματα p-V και V-T για τις μεταβολές του αερίου.

13) Ποιοτικά διαγράμματα μεταβολών αερίου.

Στο παρακάτω διάγραμμα δίνεται μια κυκλική μεταβολή ενός αερίου.



i) Πώς ονομάζονται οι επιμέρους μεταβολές;

ii) Να παραστήσετε (ποιοτικά) τις μεταβολές σε άξονες:

α) p-V β) p-T

14) Ταχύτητες μορίων και θερμοκρασία-πίεση.

Σε ένα δοχείο υπάρχουν Ν μόρια, ενός ιδανικού αερίου, με κάποιες τυχαίες ταχύτητες. Αν διπλασιαστούν (με κάποιο τρόπο) οι ταχύτητες όλων των μορίων, τι από τα παρακάτω δεν θα συμβεί;

i) Θα διπλασιαστεί και η ενεργός ταχύτητα των μορίων.

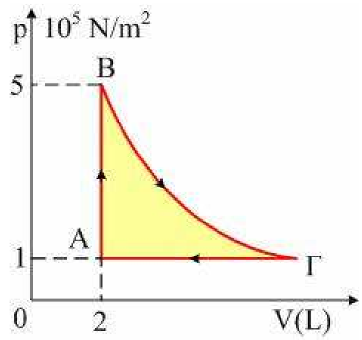
ii) Θα τετραπλασιαστεί η μέση κινητική ενέργεια (λόγω μεταφορικής κίνησης) των μορίων του.

iii) Θα διπλασιαστεί και η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.

iv) Θα τετραπλασιαστεί η πίεση του αερίου.

iv) Να δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

15) Μεταβολές αερίων.



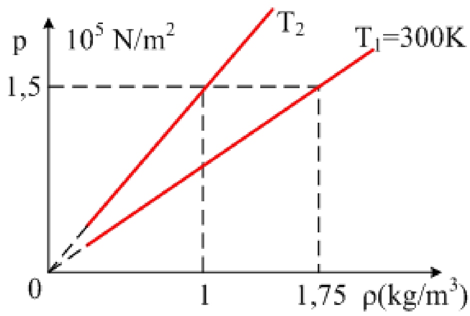
Ένα ιδανικό αέριο διαγράφει τις μεταβολές του σχήματος, όπου η θερμοκρασία παραμένει σταθερή στη διάρκεια της μεταβολής ΒΓ.

i) Πώς ονομάζονται οι επιμέρους μεταβολές;

ii) Υπολογίστε τον όγκο του αερίου στην κατάσταση Γ.

iii) Να σχεδιάστε τις μεταβολές σε άξονες p-T και V-T.

16) Ενεργός ταχύτητα μορίων αερίου



Στο διάγραμμα παριστάνεται η μεταβολή της πίεσης ενός αερίου συναρτήσει της πίεσης για δύο διαφορετικές θερμοκρασίες T_2 και T_1 =300K. Να βρεθούν:

i) Η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου στις δύο παραπάνω θερμοκρασίες.

ii) Η θερμοκρασία T_2.

17) Διαγράμματα στις μεταβολές αερίων.

Ένα αέριο βρίσκεται σε δοχείο σε κατάσταση Α και υπόκειται στις παρακάτω μεταβολές:

i) Θερμαίνεται ισόχωρα μέχρι να διπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία του ερχόμενο σε κατάσταση Β.

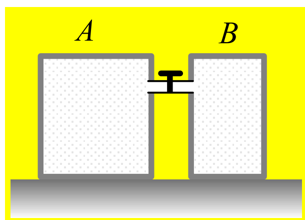
ii) Θερμαίνεται ισοβαρώς μέχρι κατάσταση Γ με διπλάσιο όγκο.

iii) Εκτονώνεται ισόθερμα ερχόμενο σε κατάσταση Δ αποκτώντας την αρχική του πίεση,

iv) Ισοβαρώς επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση Α.

Να παραστήσετε τις μεταβολές σε άξονες p-V, p-T και V-T.

18) Η μέση κινητική ενέργεια των μορίων δύο αερίων.



Σε ένα δοχείο Α όγκου V_1=3V περιέχεται μια ποσότητα He υπό πίεση p και θερμοκρασία T_1. Σε ένα δεύτερο δοχείο Β όγκου V_2=2V περιέχεται μια ποσότητα Ar, με την ίδια πίεση p και θερμοκρασία T_2=2T_1. Τα δυο δοχεία συνδέονται με λεπτό σωλήνα, ο οποίος κλείνεται με στρόφιγγα, ενώ όλα τα τοιχώματα είναι θερμομονωτικά. Σε μια στιγμή ανοίγουμε τη στρόφιγγα, οπότε μετά από κάποιο χρονικό διάστημα τα δύο αέρια έχουν πλήρως αναμειχθεί.

i) Για τους αριθμούς των μορίων των δύο αερίων ισχύει:

α) $N_1= N_2$, β) $N_1= 2N_2$, γ) $N_1= 3N_2$.

ii) Για την τελική κατάσταση η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του He, είναι:

α) μικρότερη, β) ίση, γ) μεγαλύτερη

από την αντίστοιχη μέση κινητική ενέργεια των μορίων του Ar.

iii) Η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου μίγματος των αερίων είναι:

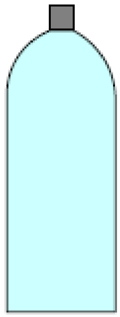
α) $T=1{,}15T_1$, β) $T= 1{,}25T_1$, γ) $T= 1{,}35T_1$.

iv) Η τελική πίεση p΄ θα είναι:

α) p΄ = p, β) p΄ =1,25p, γ) p΄ =1,5p.

Να δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

19) Θέρμανση ανοικτού μπουκαλιού.



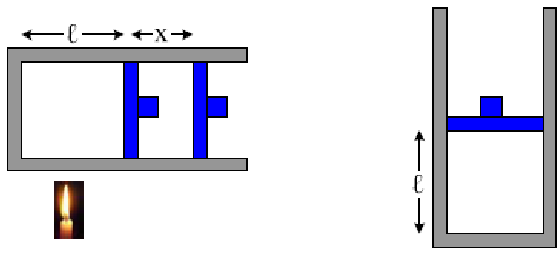
Σε ένα μπουκάλι με ανοικτό στόμιο περιέχεται αέρας σε θερμοκρασία 27°C. Θερμαίνουμε το αέριο μέχρι να ανέβει η θερμοκρασία του στους 127°C.

i) Η παραπάνω θέρμανση είναι η γνωστή μας ισοβαρής θέρμανση;

ii) Τι ποσοστό του αρχικού αριθμού μορίων που περιέχονται στο δοχείο, εξέρχονται στην ατμόσφαιρα;

20) Δοκιμάζοντας με μεταβολές αερίων.

Ένα αέριο περιέχεται στο οριζόντιο κυλινδρικό δοχείο του σχήματος (α), το οποίο κλείνεται με ένα βαρύ έμβολο, εμβαδού $0{,}02m^2$, απέχοντας ℓ=40cm από τη βάση του δοχείου. Τοποθετούμε ένα μικρό κεράκι κάτω από το αέριο, με αποτέλεσμα να αρχίσει να θερμαίνεται και το έμβολο να μετακινείται, χωρίς τριβές, προς τα δεξιά. Μόλις το έμβολο μετακινηθεί κατά x=10cm, απομακρύνουμε το κεράκι και φέρνουμε το δοχείο σε όρθια θέση (σχήμα β).



(α) (β)

i) Πόσο τοις % αυξήθηκε η θερμοκρασία του αερίου κατά τη θέρμανσή του;

ii) Αν στην κατάσταση που δείχνει το σχήμα (β), το αέριο έχει διατηρήσει την τελική θερμοκρασία που είχε αποκτήσει με τη θέρμανσή του, ενώ έχει αποκτήσει ξανά τον αρχικό του όγκο, να παραστήσετε τις μεταβολές του αερίου σε άξονες p-V και σε βαθμολογημένους άξονες.

iii) Να βρείτε το βάρος του εμβόλου.

Δίνεται ότι οι μεταβολές πραγματοποιήθηκαν πολύ αργά, ότι η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με

$p_{ατ}=1\cdot 10^5 N/m^2$, ενώ $g=10m/s^2$.

Δίνεται ότι οι μεταβολές πραγματοποιήθηκαν πολύ αργά, ότι η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με $p_{ατ}=1\cdot 10^5 N/m^2$, ενώ $g=10m/s^2$.

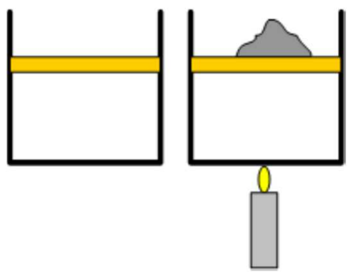
21) Ταχύτητες μορίων και θερμοκρασία-πίεση.

Σε ένα δοχείο υπάρχουν Ν μόρια, ενός ιδανικού αερίου, με κάποιες τυχαίες ταχύτητες. Αν διπλασιαστούν (με κάποιο τρόπο) οι ταχύτητες όλων των μορίων, τι από τα παρακάτω δεν θα συμβεί;

i) Θα διπλασιαστεί και η ενεργός ταχύτητα των μορίων.
ii) Θα τετραπλασιαστεί η μέση κινητική ενέργεια (λόγω μεταφορικής κίνησης) των μορίων του.
iii) Θα διπλασιαστεί και η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.
iv) Θα τετραπλασιαστεί η πίεση του αερίου.

Να δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

22) Ισόχωρη θέρμανση αερίου.

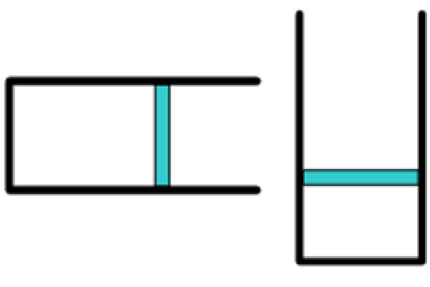


Μια ποσότητα αερίου βρίσκεται σε δοχείο που κλείνετε με έμβολο εμβαδού $10cm^2$ και μάζας 2kg. Η θερμοκρασία του αερίου είναι 27°C. Θερμαίνουμε το αέριο και για να μην μετακινείται το έμβολο ρίχνουμε πάνω του αργά – αργά άμμο. Σε μια στιγμή έχουμε προσθέσει 2kg άμμου. Ποια είναι η θερμοκρασία του αερίου τη στιγμή αυτή;

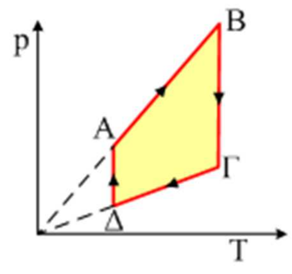
Δίνονται: $P_{ατμ}=10^5 N/m^2$. $g=10m/s^2$.

23) Πίεση από έμβολο.

Μια ποσότητα αερίου βρίσκεται σε δοχείο που κλείνεται με έμβολο βάρους 20Ν και εμβαδού $Α=10cm^2$. Όταν το δοχείο είναι οριζόντιο το έμβολο απέχει κατά 24cm από την βάση του δοχείου. Όταν γυρίσουμε όρθιο το δοχείο (με σταθερή θερμοκρασία), πόσο θα απέχει το έμβολο από την βάση του δοχείου; $p_{ατμ}=10^5 N/m^2$.



24) ΑΕΡΙΑ. Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.



1) Η μεταβολή ΑΒΓΔ του σχήματος αποτελείται από:

α) Δύο ισόχωρες και δύο ισοβαρείς.
β) Δύο ισόχωρες και δύο ισόθερμες.
γ) Δύο ισοβαρείς και δύο ισόθερμες.

δ) Τίποτα από τα παραπάνω.

2) Ποσότητα ιδανικού αερίου έχει απόλυτη θερμοκρασία T. Αν τριπλασιαστούν ταυτόχρονα η πίεση και ο όγκος, η απόλυτη θερμοκρασία γίνεται

α. T **β.** 3T **γ.** 6T **δ.** 9T

3) Σε δοχείο σταθερού όγκου περιέχεται αέριο. Για να τετραπλασιαστεί η πίεση και ταυτόχρονα να διπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία, πρέπει με κάποιον τρόπο η μάζα του αερίου

α) να παραμείνει ίδια

β) να τετραπλασιαστεί

γ) να διπλασιαστεί

δ) να υποδιπλασιαστεί.

4) Μια ποσότητα αερίου θερμαίνεται με σταθερό όγκο. Τότε η πυκνότητά του:

α) Αυξάνεται, β) Μειώνεται, γ) παραμένει σταθερή.

5) Η κινητική θεωρία

α. μελετά τις κινήσεις των μορίων των αερίων.

β. περιγράφει τη συμπεριφορά των αερίων με βάση τα πειραματικά δεδομένα.

γ. περιγράφει τη συμπεριφορά των αερίων, παίρνοντας υπόψη τη δομή τους.

δ. αναζητά σχέσεις ανάμεσα στα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά των αερίων και τις κινήσεις των μορίων τους.

6) Η πίεση ορισμένης ποσότητας αερίου μεταβάλλεται υπό σταθερή θερμοκρασία. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι ορθή;

α. όταν η πίεση διπλασιάζεται, ο όγκος επίσης διπλασιάζεται.

β. όταν η πίεση υποδιπλασιάζεται, ο όγκος διπλασιάζεται.

γ. όταν η πίεση υποδιπλασιάζεται, ο όγκος υποδιπλασιάζεται.

δ. όταν η πίεση διπλασιάζεται, ο όγκος περιορίζεται στο ένα τέταρτο.

7) Σύμφωνα με το νόμο του Boyle

α. η πίεση ενός αερίου είναι ανάλογη με την απόλυτη θερμοκρασία του

β. η πίεση ενός αερίου είναι ανάλογη με τον όγκο του

γ. ο όγκος ενός αερίου είναι αντιστρόφως ανάλογος προς την απόλυτη θερμοκρασία του.

δ. ο όγκος ενός αερίου είναι αντιστρόφως ανάλογος προς την πίεση.

8) Η απόλυτη θερμοκρασία ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου διπλασιάζεται, υπό σταθερή πίεση. Για να αποκτήσει το αέριο την αρχική του θερμοκρασία, υπό σταθερό όγκο, πρέπει η πίεση του

α. να υποδιπλασιαστεί.

β. να διπλασιαστεί.

γ. να τετραπλασιαστεί.

δ. να υποτετραπλασιαστεί.

9) Η αύξηση της πίεσης ορισμένης μάζας ιδανικού αερίου προκαλεί

α. αύξηση της θερμοκρασίας του, όταν ο όγκος του παραμένει σταθερός.

β. αύξηση του όγκου του, όταν η θερμοκρασία του παραμένει σταθερή.

γ. αύξηση της πυκνότητας του, όταν ο όγκος του παραμένει σταθερός.

δ. μείωση της θερμοκρασίας του, όταν ο όγκος του παραμένει σταθερός.

10) Τα μόρια ενός ιδανικού αερίου σταθερής θερμοκρασίας

α. έχουν όλα την ίδια κινητική ενέργεια.

β. έχουν διαφορετικές κινητικές ενέργειες που παραμένουν σταθερές.

γ. έχουν μια συγκεκριμένη σταθερή μέση κινητική ενέργεια.

δ. έχουν όλα την ίδια ορμή.

Θερμοδυναμική

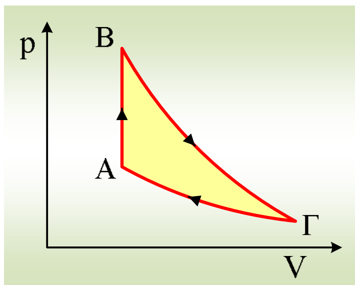
2017-2000

1) Τι κάνουμε, αν ξεχάσουμε ανοικτό το καλοριφέρ;

Επιστρέφοντας το βράδυ σπίτι, διαπιστώνουμε ότι είχαμε ξεχάσει ανοικτό το καλοριφέρ με αποτέλεσμα η θερμοκρασία στο υπνοδωμάτιό μας να έχει φτάσει στους 27°C. Θέλοντας να κατεβάσουμε τη θερμοκρασία, ανοίγουμε το παράθυρο «να μπει λίγο φρέσκος αέρας». Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι 7°C. Μετά από λίγο κλείνουμε το παράθυρο και παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία έχει σταθεροποιηθεί στην τιμή 20°C, καλή θερμοκρασία για … ύπνο.

Τι ποσοστό της αρχικής ποσότητας του αέρα του δωματίου βγήκε από το χώρο κατά την παραπάνω διαδικασία, αν θεωρήσουμε ότι η θερμοκρασία όλης της ποσότητας του αέρα που βγήκε από το δωμάτιο, ήταν η αρχική των 27°C, ενώ ο αέρας είναι ένα ιδανικό αέριο.

2) Τρεις μεταβολές αερίων



Να αντιστοιχίσετε τις μεταβολές του διπλανού σχήματος με τις τιμές της θερμότητας που ανταλλάσσει και του έργου που παράγει το αέριο, σε κάθε μεταβολή. Για κάθε μεταβολή να συμπληρώσετε τις τιμές για την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου, στην τελευταία στήλη.

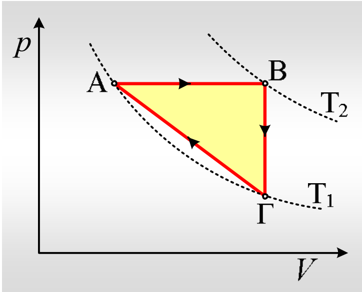
Ας σημειωθεί ότι στο σχήμα υπάρχει μια ισόθερμη και μια αδιαβατική μεταβολή.

W (J)	Μεταβολή	Q (J)	ΔU (J)
-150	ΑΒ	0	ΔU_{AB}=
…………	ΒΓ	………	$\Delta U_{B\Gamma}$=
200	ΓΑ	200	$\Delta U_{\Gamma A}$=

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

3) Τρεις (συν μία) μεταβολές αερίου

Μια ποσότητα αερίου μπορεί να εκτελέσει την κυκλική μεταβολή του διπλανού σχήματος. Δίνονται $p_A=p_B=3\cdot10^5Pa$, $T_1=300K$, $V_A=2L$ και $V_B=6L$.



i) Να υπολογιστεί η απόλυτη θερμοκρασία T_2 στην κατάσταση Β , καθώς και η πίεση στην κατάσταση Γ.

ii) Να υπολογιστεί το έργο που παράγει το αέριο σε κάθε μεταβολή.

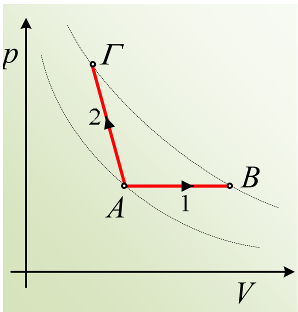
iii) Να βρεθεί η θερμότητα την οποία ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του:

α) Κατά τη μεταβολή ΓΑ, β) Κατά την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ.

iv) Αν το αέριο μετέβαινε από την κατάσταση Γ στην Α ισόθερμα, τότε η αντίστοιχη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον θα ήταν μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με την θερμότητα κατά την ευθύγραμμη μεταβολή ΓΑ;

4) Δυο μεταβολές αερίου

Μια ποσότητα αερίου μπορεί να μεταβεί από την κατάσταση Α με θερμοκρασία T_A, στις καταστάσεις Β ή Γ σε θερμοκρασία T_B.



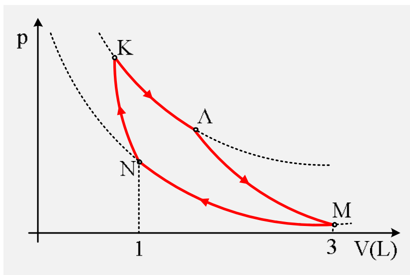
i) Για τα έργα που παράγει το αέριο ισχύει στις αντίστοιχες μεταβολές 1 και 2 ισχύει:

α) $W_1>0$ και $W_2<0$, β) $W_1>0$ και $W_2=0$, γ) $W_1<0$ και $W_2>0$.

ii) Να συγκριθούν τα ποσά θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του στις δύο παραπάνω μεταβολές.

5) Θερμικές μηχανές: Περάστε κόσμε!!!

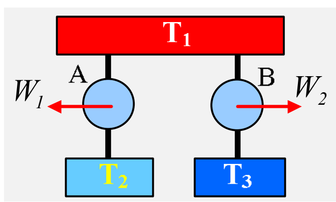
Μια μηχανή Carnot A, διαγράφει τον κύκλο του διπλανού σχήματος, όπου □$_K=T_1=600K$ και □$_M=T_2=300K$.



i) Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής Α, καθώς και το έργο που παράγει για κάθε 100J θερμότητα που απορροφά από τη δεξαμενή ψηλής θερμοκρασίας.

ii) Η μηχανή απορροφά θερμότητα 480J σε κάθε κύκλο, από τη δεξαμενή ψηλής θερμοκρασίας. Να υπολογιστεί η πίεση του αερίου στην κατάσταση Ν, αν ln3=1.

iii) Στην ίδια δεξαμενή θερμότητας με θερμοκρασία T_1, εκτός της μηχανής Α, συνδέεται και μια δεύτερη μηχανή Carnot B, η οποία απορροφά ίσο ποσό θερμότητας σε κάθε κύκλο από τη δεξαμενή θερμοκρασίας T_1, αλλά αποδίδει ποσά θερμότητας σε ψυχρή δεξαμενή θερμοκρασίας $T_3=400K$. Και οι δυο μηχανές εκτελούν 300 στροφές/min.

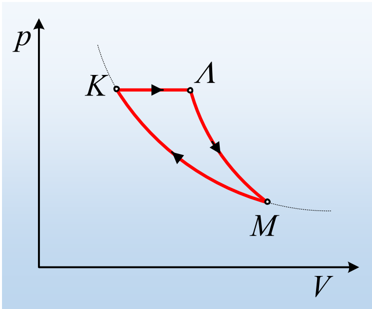


α) Πόσο έργο ανά κύκλο παράγει η Β μηχανή;

β) Να υπολογισθεί η ισχύς κάθε μηχανής.

γ) Πόσο συνολικά έργο θα πάρουμε και από τις δύο μηχανές, όταν απορροφηθεί θερμότητα Q=600.000J από τη δεξαμενή ψηλής θερμοκρασίας; Ποια η απόδοση του συστήματος των δύο παραπάνω μηχανών;

6) Τρεις θερμικές μηχανές και τα έργα τους…



Στο διπλανό διάγραμμα φαίνεται η αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή που πραγματοποιεί μια ιδανική θερμική μηχανή Α, όπου η μια μεταβολή είναι αδιαβατική και η άλλη ισόθερμη. Δίνονται ότι $p_K=12\cdot10^5 N/m^2$, $V_K=2L$, $T_K=400K$, $V_\Lambda=4L$, ενώ για το αέριο γ=5/3. Να βρεθούν:

i) Η θερμότητα Q_1 που απορροφά το αέριο στη διάρκεια της ισοβαρούς θέρμανσης, καθώς και το έργο που παράγει σε κάθε κύκλο.

ii) Ο θερμοδυναμικός συντελεστής απόδοσης της θερμικής μηχανής.

iii) Μια μηχανή Carnot B, λειτουργεί μεταξύ δύο δεξαμενών με θερμοκρασίες τη μέγιστη και την ελάχιστη που αποκτά το αέριο στη διάρκεια του παραπάνω κύκλου.

α) Ποιος ο συντελεστής απόδοσης της Β μηχανής;

β) Πόσο έργο μπορεί να παράγει σε κάθε κύκλο η μηχανή Β αν απορροφά ίσο ποσό θερμότητας Q_1 από τη δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας;

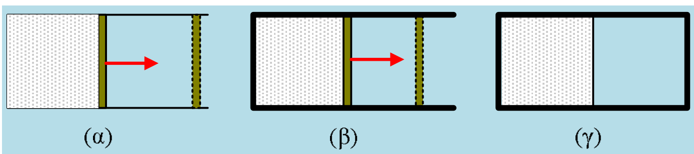
γ) Αν μια άλλη μηχανή Carnot Γ λειτουργούσε με θερμοκρασία θερμής δεξαμενής $T_{h,2}=500K$ και $T_c=400K$, απορροφώντας επίσης θερμότητα Q_1, ποιες θα ήταν οι αντίστοιχες απαντήσεις;

vi) Να σχολιαστούν τα αποτελέσματα που βρέθηκαν για τη λειτουργία των τριών παραπάνω θερμικών μηχανών.

Δίνεται ℓn2≈0,7.

7) Ένα αέριο εκτονώνεται

Μια ποσότητα αερίου βρίσκεται σε δοχείο κατέχοντας όγκο V_0= 5L σε πίεση $p_0=2\cdot10^5$Pa, με τρεις εκδοχές, οι οποίες εμφανίζονται στο παρακάτω σχήμα.



Στο (α) το αέριο κλείνεται με έμβολο και τα τοιχώματα του δοχείου είναι αγώγιμα.

Στο (β), κλείνεται ξανά με έμβολο, αλλά τα τοιχώματα είναι θερμομονωτικά.

Στο (γ) το αέριο κλείνεται με μεμβράνη καταλαμβάνοντας κάποιο όγκο του δοχείου, ενώ το δεξιό μέρος είναι κενός χώρος και τα τοιχώματα επίσης θερμομονωτικά.

Αυξάνουμε τον όγκο στο (α) δοχείο, με σταθερή θερμοκρασία, μέχρι η πίεση του αερίου να γίνει $p=10^5 Pa$. Το ίδιο κάνουμε και στο (β) δοχείο, ενώ σπάζοντας τη μεμβράνη στο (γ) δοχείο και το αέριο αυτό αποκτά επίσης τελική πίεση $p=10^5 Pa$.

i) Να υπολογιστεί ο τελικός όγκος του αερίου και στις τρεις παραπάνω περιπτώσεις.

ii) Αν οι δυο πρώτες μεταβολές πραγματοποιηθούν πολύ αργά, με αποτέλεσμα να μπορούν να θεωρηθούν αντιστρεπτές μεταβολές, να σχεδιάσετε σε κοινούς άξονες p-V τις τρεις μεταβολές.

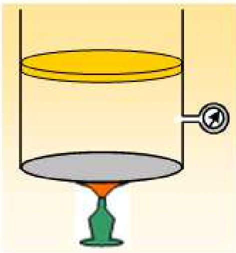
iii) Να υπολογισθεί το έργο που παράγει το αέριο κατά τις παραπάνω εκτονώσεις.

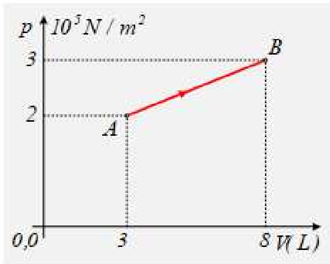
Δίνεται για το αέριο $γ=5/3$, $2^{0,6} \approx 1,5$ και $\ln 2 \approx 0,7$.

Ασκήσεις 2012-2016

8) Μια ευθύγραμμη αντιστρεπτή μεταβολή.

Μια ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε δοχείο που κλείνεται με έμβολο. Θερμαίνοντας το αέριο εκτελεί την αντιστρεπτή μεταβολή ΑΒ του παρακάτω σχήματος.





i) Να βρεθεί η μαθηματική σχέση p-V, που συνδέει την πίεση με τον όγκο του αερίου, κατά τη διάρκεια της μεταβολής αυτής.

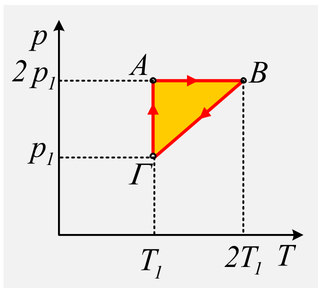
ii) Ποιος ο όγκος του αερίου τη στιγμή που το μανόμετρο δείχνει ένδειξη $p_1=2{,}4\cdot 10^5 N/m^2$.

iii) Να υπολογιστεί το έργο που παράγει το αέριο κατά τη μεταβολή ΑΒ;

iv) Αν η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου στην κατάσταση Α είναι $\upsilon_{A,\varepsilon\nu}=400m/s$, ποια η αντίστοιχη ενεργός ταχύτητα στην κατάσταση Β;

9) Μια μετατροπή σε ένα κύκλο θερμικής μηχανής.

Το αέριο μιας θερμικής μηχανής διαγράφει την κυκλική μεταβολή του διπλανού σχήματος, όπου $p_1=10^5N/m^2$ και $V_A=2L$.



i) Να παραστήσετε την κυκλική μεταβολή σε άξονες p-V.

ii) Να υπολογιστεί το έργο που παράγει το αέριο σε κάθε κύκλο.

iii) Αν η απόδοση της θερμικής μηχανής είναι 10%, να υπολογιστεί η θερμότητα που ανταλλάσει το αέριο με το περιβάλλον του στη διάρκεια της μεταβολής ΒΓ.

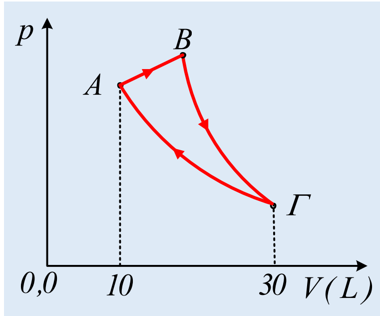
iv) Να υπολογιστεί για το αέριο ο λόγος $\gamma=C_p/C_v$.

Δίνεται $\ell n2=0{,}7$.

10) Μια θερμική μηχανή, χωρίς …. πολλά στοιχεία!

Το αέριο μιας θερμικής μηχανής διαγράφει τον κύκλο του διπλανού σχήματος, όπου η μεταβολή ΒΓ είναι αδιαβατική, ενώ η ΒΓ ισόθερμη.

Αν η θερμότητα που απορροφά το αέριο σε κάθε κύκλο είναι Q_h= 4.800J, ενώ $p_A=3\cdot 10^5N/m^2$, να βρεθούν:



i) Η θερμότητα που αποβάλλει σε κάθε κύκλο το αέριο στη δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας.

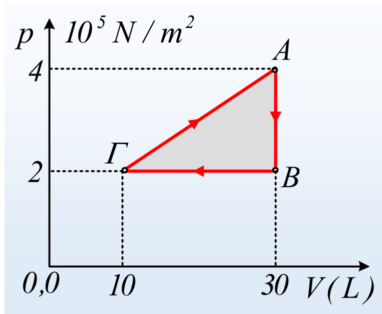
ii) Η ισχύς της μηχανής αν εκτελεί 2.400 στροφές ανά λεπτό.

iii) Ο συντελεστής απόδοσης του κύκλου.

iv) Η θερμότητα που πρέπει να αποδώσει το αέριο στη δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας, για να μπορέσει να παράγει έργο W_1=100kJ.

Δίνεται ln3=1,1.

11) Θερμική μηχανή και γραμμομοριακή ειδική θερμότητα.



Μια θερμική μηχανή διαγράφει τον κύκλο του διπλανού σχήματος εκτελώντας 3.000 στροφές/λεπτό.

i) Ποια η μηχανική ισχύς της μηχανής;

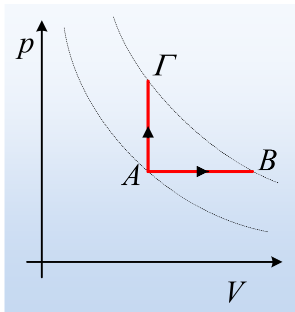
ii) Αν το αέριο στη διάρκεια της μεταβολής ΑΒ, αποβάλει θερμότητα 12.000J στο περιβάλλον του, να υπολογιστεί η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου της μηχανής, στη διάρκειά της.

iii) Να υπολογιστεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής αυτής.

iv) Να βρεθεί ο λόγος $\upsilon_{εν/A}/\upsilon_{εν/Γ}$ των ενεργών ταχυτήτων των μορίων του αερίου, μεταξύ των καταστάσεων Α και Γ.

Δίνεται R≈8,3J/mol·K.

12) Θερμοδυναμική. Θέμα Α΄.



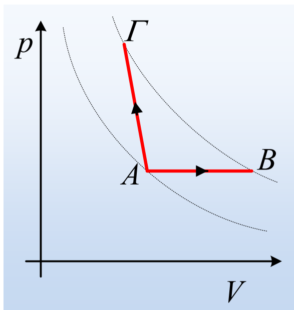
1) Μια ποσότητα αερίου μπορεί να εκτελέσει τις μεταβολές ΑΒ και ΑΓ του σχήματος, όπου $T_B=T_Γ$.

i) Το αέριο παράγει περισσότερο έργο κατά τη μεταβολή ΑΓ.

ii) Για τις μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας ισχύει $ΔU_{AΓ} > ΔU_{AB}$.

iii) Για τις θερμότητες που απορροφά το αέριο ισχύει $Q_{AB} > 0$ και $Q_{AΓ}<0$.

iv) Για τις θερμότητες που απορροφά το αέριο ισχύει $Q_{AB} > Q_{AΓ}$.



2) Μια ποσότητα αερίου μπορεί να εκτελέσει τις μεταβολές ΑΒ και ΑΓ του σχήματος, όπου $T_B=T_Γ$.

i) Το αέριο αποβάλλει ενέργεια μέσω έργου κατά τη διάρκεια της μεταβολής ΑΒ, ενώ απορροφά ενέργεια μέσω έργου κατά την ΑΓ.

ii) Για τις μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας ισχύει $ΔU_{AΓ} > ΔU_{AB}$.

iii) Για τις θερμότητες που απορροφά το αέριο ισχύει $Q_{AB} = Q_{AΓ}$.

iv) Το έργο κατά τη μεταβολή ΑΓ υπολογίζεται από τη σχέση $W=p\cdot ΔV$.

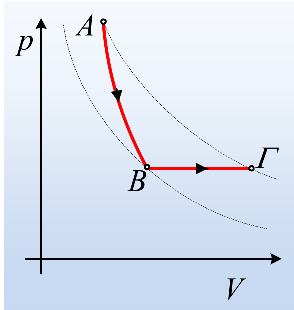
3) Μια ποσότητα αερίου μπορεί να εκτελέσει τις μεταβολές ΑΒ και ΒΓ του σχήματος, όπου $T_B=T_Γ$.

i) Για τις μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας ισχύει $ΔU_{AB} = ΔU_{BΓ}$.

ii) Αν το αέριο δεν απορροφά θερμότητα κατά την διάρκεια της μεταβολής ΑΒ, τότε $W_{AB}=W_{BΓ}$.

iii) Αν το αέριο δεν απορροφά θερμότητα κατά την διάρκεια της μεταβολής ΑΒ, τότε $W_{AB}=\Delta U_{B\Gamma}$.

iv) Αν το αέριο δεν απορροφά θερμότητα κατά την διάρκεια της μεταβολής ΑΒ, τότε $W_{AB}=Q_{B\Gamma}$.



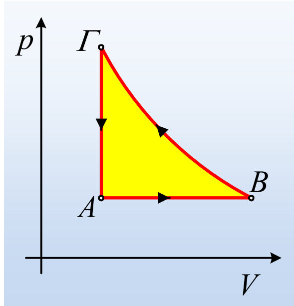
4) Μια ποσότητα αερίου μπορεί να εκτελέσει την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ του σχήματος όπου $T_\Gamma < T_B$.

i) Το αέριο αυτό, λειτουργεί ως μια θερμική μηχανή.

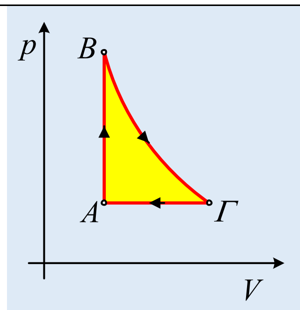
ii) Στη διάρκεια του κύκλου $W_{ολ}$=Ε, όπου Ε το εμβαδόν του κίτρινου χωρίου.

iii) Κατά τη διάρκεια της μεταβολής ΒΓ, το αέριο αποβάλει θερμότητα στο περιβάλλον του.

iv) Κατά την μεταβολή ΒΓ το έργο που παράγει το αέριο υπολογίζεται από το έργο $W_{B\Gamma} = nRT\,ln\frac{V_\Gamma}{V_B}$.



5) Μια θερμική μηχανή διαγράφει την κυκλική μεταβολή του σχήματος, όπου η μεταβολή ΒΓ είναι αδιαβατική. Ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής υπολογίζεται από την σχέση:

i) $e=\frac{W_{ολ}}{Q_{ολ}}$	iii) $e=\frac{W_{B\Gamma}-W_{\Gamma A}}{Q_{\Gamma A}}$	
ii) $e=\frac{W_{B\Gamma}+W_{\Gamma A}}{Q_{AB}}$	iv) $e=1-\frac{Q_{\Gamma A}}{Q_{AB}}$	

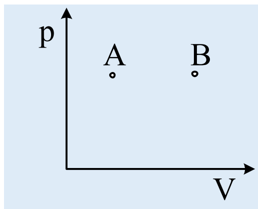
6) Μια ποσότητα αερίου εκτελεί την μεταβολή ΑΒ του σχήματος, για την οποία δίνονται Q=30J και W=20J. Δίνονται ακόμη $P_A=P_B$.

i) Το αέριο απέβαλε θερμότητα 30J.

ii) Το αέριο μετέφερε ενέργεια στο περιβάλλον, μέσω έργου ίση με 20J.

iii) Η εσωτερική ενέργεια του αερίου αυξήθηκε κατά 50J.

iv)Η μεταβολή είναι ισοβαρής θέρμανση.



7) Να χαρακτηρίστε ως σωστές ή λανθασμένες τις παρακάτω προτάσεις:

i) Μια ποσότητα ιδανικού αερίου, το οποίο βρίσκεται σε ισορροπία, έχει θερμότητα.

ii) Ο πρώτος θερμοδυναμικός νόμος ισχύει μόνο για αντιστρεπτές μεταβολές.

iii) Σε κάθε μεταβολή αερίου ΑΒ η διαφορά Q-W δεν εξαρτάται από τη διαδρομή, παρά μόνο από τις καταστάσεις Α και Β.

iv)Όταν σε ένα ιδανικό αέριο προσφέρεται θερμότητα, αλλά το έργο του αερίου είναι μηδέν, τότε ο όγκος του αερίου θα αυξηθεί.

v) Η μηχανή Carnot είναι μια ιδανική μηχανή, που μπορεί να μετατρέψει εξολοκλήρου τη θερμότητα σε έργο.

8) Να χαρακτηρίστε ως σωστές ή λανθασμένες τις παρακάτω προτάσεις:

i) Το έργο που παράγεται κατά μια αδιαβατική εκτόνωση αερίου εξαρτάται και από την ατομικότητα του αερίου.

ii) Στη διάρκεια μιας αδιαβατικής συμπίεσης αυξάνεται η εσωτερική ενέργεια του αερίου.

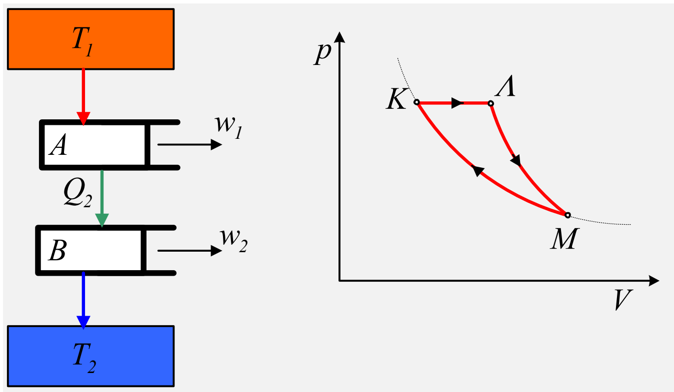
iii) Σε μια ισοβαρή θέρμανση μιας ορισμένης ποσότητας ενός αερίου κατά ΔΤ, η θερμότητα που απορροφά το αέριο είναι μικρότερη αν το αέριο είναι μονοατομικό.

iv)Ο κύκλος Carnot αποτελείται από δυο ισόθερμες και δυο ισόχωρες μεταβολές.

v) Ένα αέριο μπορεί από μια κατάσταση Α να εκτονωθεί κατά ΔV, είτε ισόθερμα είτε αδιαβατικά. Περισσότερο έργο παράγει στην ισόθερμη εκτόνωση.

13) Δυο θερμικές μηχανές.

Στο σχήμα δίνονται δυο συνδεδεμένες θερμικές μηχανές Α και Β. Η θερμότητα Q_2 που αποβάλει η Α, απορροφάται από τη Β. Στο διπλανό διάγραμμα φαίνεται η κυκλική μεταβολή που πραγματοποιεί η Α θερμική μηχανή, όπου η μια μεταβολή είναι αδιαβατική και η άλλη ισόθερμη, ενώ η μηχανή Β είναι μια ιδανική μηχανή που πραγματοποιεί κύκλο Carnot.



Δίνεται για την παραπάνω κυκλική μεταβολή της Α μηχανής, $p_K=12 \cdot 10^5 N/m^2$, $V_K=2L$, $T_K=400K$, $V_Λ=4L$, ενώ για το αέριο που εκτελεί τους κύκλους $γ=5/3$.

Αν η Α μηχανή πραγματοποιεί 3000 στρ/min, να βρεθούν:

i) Ο ρυθμός με τον οποίο απορροφά θερμότητα από τη δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας η Α μηχανή.

ii) Το έργο που παράγει σε κάθε κύκλο η Α μηχανή, καθώς και η παρεχόμενη μηχανική ισχύς της.

iii) Το έργο που παράγει η μηχανή Β, σε κάθε κύκλο και η μηχανική ισχύς που μας παρέχει, αν $T_2=300K$.

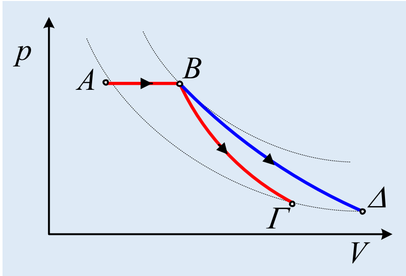
iv) Αν αντικαταστήσουμε τις δύο παραπάνω θερμικές μηχανές με μια μηχανή Carnot, πόση η μηχανική ισχύς που θα μας παρέχει, αν λειτουργεί επίσης στις 3.000 στρ/min απορροφώντας το ίδιο ποσό θερμότητας που απορροφά και η Α μηχανή;

Δίνεται ℓn2≈0,7.

14) Δύο αέρια και δυο μεταβολές τους.

Ένα αέριο Χ, εκτελεί τις αντιστρεπτές μεταβολές ΑΒ και ΒΓ, όπου κατά τη διάρκεια της ΒΓ, το αέριο δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον. Εξάλλου αν το αέριο Χ αντικατασταθεί με άλλο αέριο Υ, οι αντίστοιχες μεταβολές θα ήταν ΑΒ και ΒΔ.

Δίνεται ότι το αέριο Χ κατά τη διάρκεια της μεταβολής ΑΒ απορροφά θερμότητα Q_1, παράγοντας έργο W_1.



i) Στη διάρκεια της μεταβολής ΒΓ, το αέριο Χ παράγει έργο:

α) $W_{ΒΓ}=W_1$ β) $W_{ΒΓ}=Q_1$ γ) $W_{ΒΓ}=Q_1-W_1$

ii) Στη διάρκεια της μεταβολής ΑΒ, το αέριο Υ παράγει έργο:

α) $W_{AB}< W_1$, β) $W_{AB}=W_1$, γ) $W_{AB}>W_1$.

iii) Στη διάρκεια της μεταβολής ΒΔ, το αέριο Υ παράγει έργο W_2, όπου:

α) $W_2<W_{ΒΓ}$, β) $W_2= W_{ΒΓ}$, γ) $W_2 >W_{ΒΓ}$.

iv) Να αποδείξτε ότι κατά την αδιαβατική μεταβολή, ο νόμος του poisson μπορεί να πάρει τη μορφή:

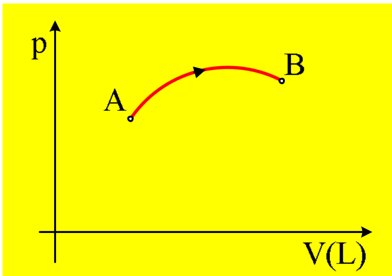
$$T\cdot V^{\gamma-1}=\text{σταθ.}$$

v) Το αέριο Χ ή το αέριο Υ έχει μεγαλύτερο λόγο $\gamma=C_p/C_v$;

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

15) Μια δυσκολότερη συνέχεια…..

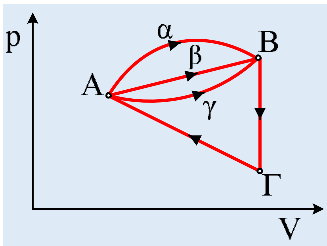
Ας επιστρέψουμε στη μεταβολή ΑΒ, της προηγούμενης ανάρτησης «**Ε-πιλογή μεταβολής και θερμοκρασία.**» την οποία πραγματοποιεί ένα α-έριο μίγμα Ηλίου και Υδρογόνου. Η αρχική πίεση είναι $p_A=3\cdot10^5 N/m^2$ και ο όγκος $V_A=2L$ ενώ το αέριο απορροφά θερμότητα Q= 5.400 J και παράγοντας έργο W= 1.800 J, έρχεται στην κατάσταση Β με πίεση $p_B=4\cdot10^5 N/m^2$ και όγκο $V_B=6L$.



Αν δίνονται οι γραμμομοριακές θερμότητες υπό σταθερό όγκο για τα δύο αέρια $C_{v1}=\frac{3}{2}R$ και $C_{v2}=\frac{5}{2}R$, να υπολογιστεί η μερική πίεση του Ηλίου στην κατάσταση Α.

16) Επιλογή μεταβολής και θερμοκρασία.

Μια ορισμένη ποσότητα αερίου, βρίσκεται στην κατάσταση Α με πίεση $p_A=3\cdot10^5 N/m^2$ και $V_A=2L$ και απορροφώντας θερμότητα Q_1= 5.400 J έρχεται αντιστρεπτά στην κατάσταση Β, με πίεση $p_B=4\cdot10^5 N/m^2$ και όγκο 6L. Στη διάρκεια της μεταβολής ΑΒ, το αέριο παράγει έργο W_1= 1.800 J. Στη συνέχεια α-ποβάλλοντας θερμότητα 3.600 J φτάνει αντιστρεπτά και ισόχωρα στην κατάσταση Γ, από όπου επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση Α, όπου η μεταβολή σε διάγραμμα p-V, είναι ευθύγραμμη.



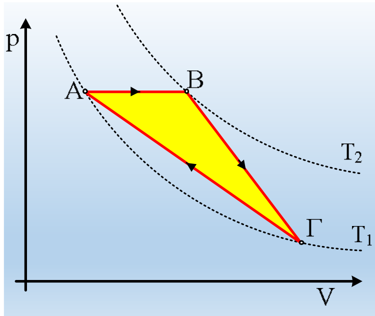
i) Ποια από τις διαδρομές (α), (β) και (γ) παριστά τη μεταβολή ΑΒ που πραγματοποιήθηκε;

ii) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον στη διάρκεια της μεταβολής ΓΑ.

iii) Στη διάρκεια της ΓΑ η μέγιστη θερμοκρασία που αποκτά το αέριο είναι μεγαλύτερη, ίση ή μικρότερη από τη θερμοκρασία στην κατάσταση Α:

17) Έργα κατά τις μεταβολές αερίου.

Ένα αέριο εκτελεί την κυκλική μεταβολή του σχήματος για την οποία δίνονται:



$p_A=p_B=10\cdot 10^5 N/m^2$, $V_A=2L$ και $T_1=300K$, $V_B=5L$ και $V_\Gamma=10L$.

i) Να υπολογιστεί η απόλυτη θερμοκρασία στην κατάσταση Β και η πίεση του αερίου στην κατάσταση Γ.

ii) Να υπολογισθεί το έργο που παράγει το αέριο σε κάθε μεταβολή.

iii) Να υπολογιστεί η θερμότητα που ανταλλάσσει στο αέριο με το περιβάλλον κατά τη μεταβολή ΓΑ.

18) Ένα Test

Μια θερμική μηχανή χρησιμοποιεί ένα αέριο και διαγράφει τον ακόλουθο κύκλο.

Από κατάσταση Α σε πίεση $p_A=8\cdot 10^5 N/m^2$ και όγκο 4L, απορροφώντας θερμότητα 28.800J ισοβαρώς, αποκτά όγκο 16L φτάνοντας σε κατάσταση Β. Μετά με ισόχωρη ψύξη έρχεται σε κατάσταση Γ, από όπου με αδιαβατική συμπίεση επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση Α. Όλες οι μεταβολές θεωρούνται αντιστρεπτές.

i) Να σχεδιάστε ένα ποιοτικό διάγραμμα p-V για την κυκλική μεταβολή που διαγράφει το αέριο.

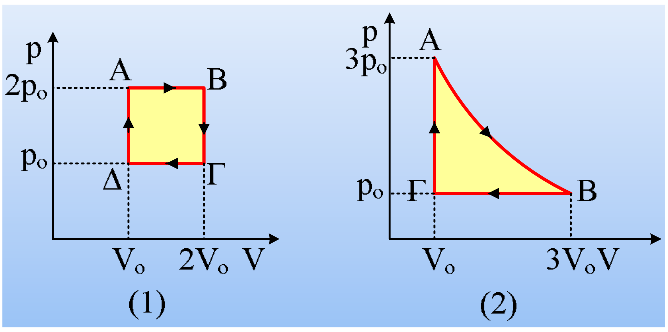
ii) Πόσο έργο παράγει το αέριο κατά τη διάρκεια της ισοβαρούς θέρμανσης και ποια η αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας;

iii) Να υπολογίσετε για το αέριο το λόγο $\gamma=C_p/C_v$.

iv) Να βρείτε την πίεση του αερίου στην κατάσταση Γ.

v) Αφού υπολογίσετε την θερμότητα Q_c που αποβάλει η μηχανή στη διάρκεια της κυκλικής μεταβολής, να βρείτε την απόδοσή της.

19) Η βενζίνη κοστίζει ακριβά…



Δυο ευρεσιτέχνες σχεδίασαν και κατασκεύασαν δύο καθόλα όμοια νέα μοντέλα αυτοκινήτων, με μόνη μεταξύ τους διαφορά ότι το πρώτο εκτελούσε τον κύκλο (1) και το δεύτερο τον κύκλο (2) του παραπάνω σχήματος. Το πρώτο αυτοκίνητο για να πάει από την Αθήνα στη Θεσσαλονίκη, δουλεύοντας η μηχανή του στις 2.200 στροφές /λεπτό (περίπου και κατά μέσον όρο), καταναλώνει 57L βενζίνης, ενώ το ταξίδι διαρκεί κάποιες ώρες. Τον ίδιο χρόνο χρειάζεται και το δεύτερο αυτοκίνητο για την ίδια διαδρομή.

i) Ποια μηχανή παράγει περισσότερο έργο σε κάθε κύκλο;

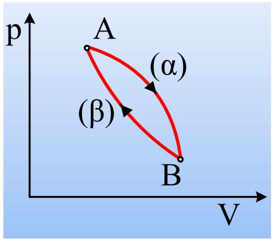
ii) Στις πόσες στροφές (κατά μέσο όρο) πρέπει να δουλεύει η μηχανή του 2ου αυτοκινήτου;

iii) Αφού βρείτε την απόδοση κάθε μηχανής, να υπολογίσετε πόσα λίτρα βενζίνη θα καταναλώσει το δεύτερο αυτοκίνητο.

Για τα καυσαέρια των αυτοκινήτων δεχτείτε ότι $C_v = \frac{5}{2}R$, ενώ $\ell n3 \approx 1$.

20) Μια περίεργη; θερμική μηχανή.

Το αέριο μιας θερμικής μηχανής διαγράφει τον αντιστρεπτό κύκλο του σχήματος, ο οποίος αποτελείται από δυο κλάδους (α) και (β), εκ των οποίων η μια είναι αδιαβατική.



Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.

i) Κατά τη διάρκεια της μεταβολής (β) το αέριο δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον του.

ii) Κατά τη διάρκεια της μεταβολής (α) το αέριο δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον του.

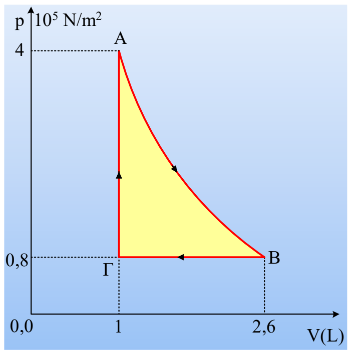
iii) Κατά τη διάρκεια της μεταβολής (α) το αέριο ψύχεται.

iv) Κατά τη διάρκεια της μεταβολής (α) το αέριο απορροφά συνεχώς θερμότητα από το περιβάλλον του.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

21) Μια θερμική μηχανή και η απόδοσή της.

Το αέριο μιας θερμικής μηχανής διαγράφει τον κύκλο του διπλανού σχήματος, όπου η ΑΒ είναι αδιαβατική, παράγοντας έργο 160J σε κάθε κύκλο. Η μηχανή στρέφεται με συχνότητα f=1000στρ/min.



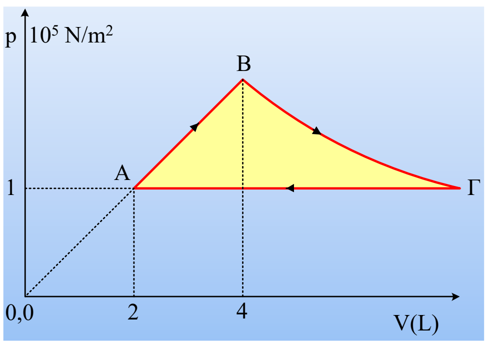
i) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου στη διάρκεια της αδιαβατικής εκτόνωσης.

ii) Υπολογίστε για το αέριο το λόγο $\gamma = C_p/C_v$.

iii) Πόση θερμότητα απορροφά η μηχανή και πόση αποβάλλει στο περιβάλλον σε μία ώρα;

22) Θερμικές μηχανές, με ισόθερμη και αδιαβατική.

Μια θερμική μηχανή Α διαγράφει την κυκλική μεταβολή του σχήματος, εκτελώντας 3.000στροφές το λεπτό. Δίνεται για το αέριο της μηχανής $C_v = \frac{3}{2}R$ και ότι στη διάρκεια της μεταβολής ΒΓ δεν μεταβάλλεται η εσωτερική ενέργεια του αερίου.



i) Ποια η ισχύς της μηχανής.

ii) Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής.

iii) Μια άλλη θερμική μηχανή Β, δουλεύει ακριβώς με τον ίδιο τρόπο με την Α, με μόνη διαφορά ότι από την κατάσταση Β έρχεται σε κατάσταση Δ, με πίεση $p_Δ=p_Α$, με αντιστρεπτό τρόπο χωρίς να ανταλλάξει θερμότητα με το περιβάλλον. Υποστηρίζεται ότι η μηχανή Β έχει μεγαλύτερη ισχύ από την Α μηχανή. Είναι σωστός ο ισχυρισμός αυτός;

Δίνεται ln2=0,7.

23) Ένα άλλο test.

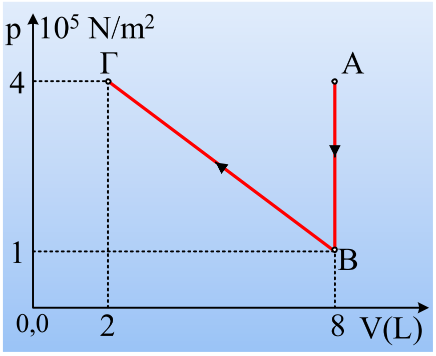
Ένα αέριο βρίσκεται σε δοχείο, σε κατάσταση Α με όγκο 1L και πίεση $8\cdot 10^5 N/m^2$. Από την κατάσταση αυτή μπορεί να έρθει αντιστρεπτά σε όγκο 8L, με τρεις τρόπους:

Α) μεταβολή ΑΒ ισοβαρώς, Β) ΑΓ ισόθερμα Γ) ΑΔ αδιαβατικά.

i) Να παραστήσετε στο ίδιο διάγραμμα p-V τις τρεις παραπάνω μεταβολές.
ii) Πότε παράγεται περισσότερο έργο κατά την ισόθερμη ή κατά την αδιαβατική εκτόνωση; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
iii) Αν κατά την ισοβαρή θέρμανση απορροφά θερμότητα Q=19.600J, να υπολογίσετε το έργο και την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας στην μεταβολή αυτή.
iv) Να υπολογίσετε για το αέριο το λόγο $γ=C_p/C_v$.
v) Να βρείτε το έργο κατά την ισόθερμη εκτόνωση.

24) Μη αντιστρεπτή μεταβολή αερίου.

Μια ποσότητα ιδανικού αερίου εκτελεί την κυκλική μεταβολή του σχήματος, όπου η μεταβολή ΓΑ πραγματοποιείται προσπαθώντας να διατηρήσουμε σταθερή την πίεση, αλλά μη αντιστρεπτά.

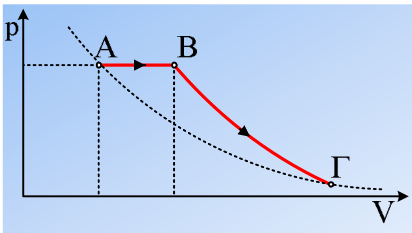


i) Βρείτε το έργο κατά τις μεταβολές ΑΒ και ΒΓ.
ii) Μπορείτε να υπολογίσετε το έργο κατά τη διάρκεια της ΓΑ;
iii) Το έργο κατά τη διάρκεια της ΓΑ μπορεί να είναι:

α) 2200J, β) 2400J, γ) 2600J.

25) Ισοβαρής θέρμανση και αδιαβατική ψύξη.

Μια ποσότητα αερίου βρίσκεται στην κατάσταση Α σε πίεση $4\cdot 10^5 N/m^2$ και όγκο 5L. Απορροφώντας το αέριο θερμότητα 7000J, έρχεται ισοβαρώς στην κατάσταση Β, με όγκο 10L, από όπου ψύχεται αδιαβατικά μέχρι να αποκτήσει θερμοκρασία ίση με την θερμοκρασία στην κατάσταση Α, ερχόμενο στην κατάσταση Γ.



i) Να βρεθεί για το αέριο η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερή πίεση.
ii) Πόσο έργο παράγει το αέριο κατά την αδιαβατική εκτόνωση;
iii) Να βρείτε τον όγκο του αερίου στην κατάσταση Γ.

Δίνεται $R = 8{,}314 J/mol\ell \cdot K$.

26) Θερμαίνουμε και ερμηνεύουμε….

Σε δοχείο σταθερού όγκου περιέχεται 1molℓ ενός αερίου. Θερμαίνουμε το αέριο και για να αυξήσουμε την θερμοκρασία του από τους 30°C, στους 60°C απαιτήθηκε θερμότητα Q_1=625J.

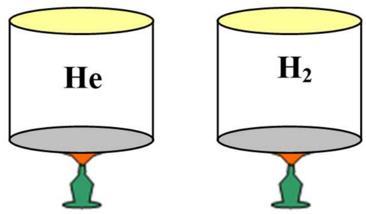
i) Να βρεθεί η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου, υπό σταθερό όγκο.

ii) Συνεχίζουμε την θέρμανση. Πόση θερμότητα νομίζετε ότι απαιτείται να προσφέρουμε στο αέριο, για να αυξήσουμε τη θερμοκρασία του από τους 410°C στους 470°C;

iii) Το πείραμα έδειξε ότι η απαιτούμενη θερμότητα ήταν ίση με Q_2= 1.375J. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα, υπό σταθερό όγκο, ενός διατομικού αερίου, με χαλαρή σύνδεση των ατόμων του είναι ίση με $C_v = \frac{7}{2}R$, και αυτό, επειδή το μόριο εκτός της μεταφορικής και περιστροφικής κίνησης που κάνει, μπορεί και να ταλαντώνεται, δώστε μια ερμηνεία για την ποσότητα της θερμότητας που χρειάστηκε για την θέρμανση του αερίου.

iv) Μπορείτε να προβλέψετε τι θα συμβεί αν συνεχίσουμε τη θέρμανση του αερίου, μέχρι να αποκτήσει μεγάλη, **μα πολύ μεγάλη**, θερμοκρασία;

27) Δύο αέρια με διαφορετική ατομικότητα



Διαθέτουμε δύο δοχεία ίσου όγκου. Στο πρώτο περιέχονται 4g Ηλίου και στο δεύτερο 2g H_2 στην ίδια θερμοκρασία (18°C). Θερμαίνουμε τα δύο αέρια προσφέροντας θερμότητα Q=1.500J σε κάθε αέριο.

i) Ποια είναι η θερμοκρασία που αποκτά κάθε αέριο;

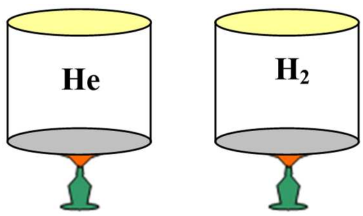
ii) Διοχετεύουμε τα παραπάνω αέρια σε ένα τρίτο κενό δοχείο, το οποίο έχει αδιαβατικά τοιχώματα. Να βρεθεί η θερμοκρασία του μίγματος, μετά την αποκατάσταση ισορροπίας.

iii) Να υπολογιστεί η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο, για το μίγμα αυτό.

iv) Σε ένα άλλο δοχείο σταθερού όγκου, περιέχεται ένα διαφορετικό μίγμα Ηλίου και Υδρογόνου, μάζας 10g. Προσφέροντας θερμότητα 750J, αυξάνουμε τη θερμοκρασία του μίγματος κατά 10K. Να βρεθεί τι ποσοστό των μορίων του μίγματος είναι μόρια Ηλίου.

Δίνονται $C_{vHe} = \frac{3}{2}R$ και $C_{vH_2} = \frac{5}{2}R$, $M_{He}=4\cdot 10^{-3}$kg/molℓ, $M_{H2}=2\cdot 10^{-3}$kg/molℓ και $R = \frac{25}{3} J/mol\ell \cdot K$

28) Ατομικότητα αερίου και γραμμομοριακή ειδική θερμότητα.



Διαθέτουμε δύο δοχεία ίσου όγκου. Στο πρώτο περιέχονται 2g Ηλίου και στο δεύτερο 1g H_2 στην ίδια θερμοκρασία (27°C).

i) Τι θα απαντούσατε στο ερώτημα, σε ποιο δοχείο περιέχεται μεγαλύτερη ποσότητα αερίου;

ii) Σε ποιο δοχείο περιέχονται περισσότερα μόρια αερίου;

iii) Προσφέροντας θερμότητα 75J στο δοχείο με το Ήλιο, αυξάνουμε τη θερμοκρασία του στους 39°C. Για να πετύχουμε την ίδια αύξηση θερμοκρασίας στο H_2, απαιτείται να προσφέρουμε θερμότητα 125J. Με βάση αυτά τα πειραματικά δεδομένα, να υπολογιστούν οι γραμμομοριακές ειδικές θερμότητες των δύο αερίων.

iv) Να υπολογιστούν οι αρχικές τιμές της εσωτερικής ενέργειας κάθε αερίου.

v) Ποια η μέση κινητική ενέργεια των μορίων κάθε αερίου;

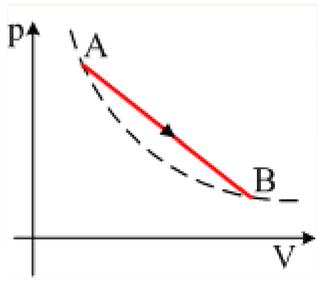
vi) Να βρεθεί τα μόρια τίνος αερίου έχουν μεγαλύτερη μέση κινητική ενέργεια που οφείλεται στην άτακτη μεταφορική (θερμική τους) κίνηση.

vii) Αν το δοχείο που περιέχει το H_2, είχε διπλάσιο όγκο, τι θα άλλαζε στις απαντήσεις σας στα παραπάνω ερωτήματα;

Δίνονται: $N_A=6\cdot 10^{23}$μόρια/mol και R=8,314Joule/mol·K=25/3Joule/mol·K, M_{He}=4kg/mol και M_{H2}=2kg/mol.

29) Έργο και θερμότητα σε ευθύγραμμη μεταβολή.

Ένα αέριο μεταβαίνει από την κατάσταση Α στην κατάσταση Β όπου $T_A=T_B$ και η μεταβολή είναι ευθύγραμμη σε άξονες p-V.



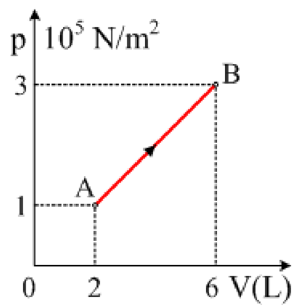
Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος και γιατί;

i) Το αέριο έχει μεγαλύτερη εσωτερική ενέργεια στην κατάσταση Α και μικρότερη στην κατάσταση Β.

ii) Το αέριο απορροφά περισσότερη θερμότητα κατά την ευθύγραμμη μεταβολή ΑΒ, παρά αν θα πήγαινε ισόθερμα από την κατάσταση Α στην κατάσταση Β.

30) 1ος Θερμοδυναμικός Νόμος και ενεργός ταχύτητα.

Μια ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου διαγράφει την μεταβολή ΑΒ του σχήματος, όπου η ενεργός ταχύτητα των μορίων στην κατάσταση Α είναι $υ_1$=400m/s.



Να υπολογιστούν:

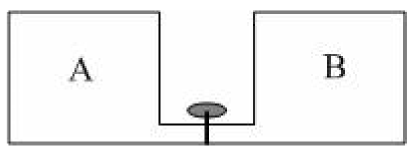
i) Το έργο, η θερμότητα και η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας στη διάρκεια της μεταβολής.

ii) Η εσωτερική ενέργεια (θερμική ενέργεια) του αερίου στην κατάσταση Α.

iii) Η ενεργός ταχύτητα των μορίων στην κατάσταση Β.

31) Μια άλλη εκτόνωση αερίου.

Το δοχείο Α του σχήματος περιέχει μια ποσότητα αερίου σε πίεση $2\cdot 10^5$ N/m² και θερμοκρασία 300K και συνδέεται μέσω στρόφιγγας με άλλο κενό δοχείο Β, ίσου όγκου. Τα τοιχώματα των δύο δοχείων είναι θερμομονωτικά. Το αέριο στο Α δοχείο βρίσκεται σε ισορροπία. Αυτό



σημαίνει ότι: ....

i) Ανοίγουμε τη στρόφιγγα. Τότε:

α) Όλο το αέριο θα περάσει στο Β δοχείο.

β) Θα περάσει μια ποσότητα αερίου στο Β δοχείο, μέχρι η πίεση να γίνει ίση με $2 \cdot 10^5 N/m^2$.

γ) Θα περάσει μια ποσότητα αερίου στο Β δοχείο και η πίεση θα είναι η ίδια και στα δύο δοχεία.

ii) Κατά την παραπάνω μεταβολή:

Η πίεση …........................

Η πυκνότητα του αερίου …........................

Ο αριθμός μορίων ανά μονάδα όγκου …........................

Η θερμοκρασία του αερίου …........................

Η εσωτερική ενέργεια του αερίου …........................

iii) Να υπολογίσετε τις μεταβολές:

α) Της μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων του αερίου.

β) της τετραγωνικής ρίζας της μέσης τιμής των τετραγώνων των ταχυτήτων.

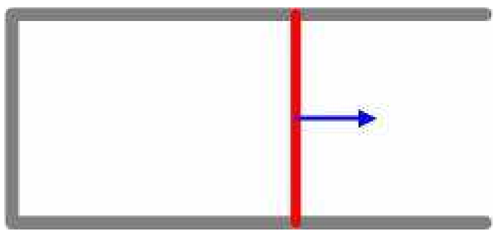
iv) Να χαρακτηρίσετε σαν σωστές ή λαθεμένες τις παρακάτω προτάσεις:

α) Κατά την βίαιη μεταφορά αερίου από το Α στο Β δοχείο, η κινητική ενέργεια των μορίων αυξήθηκε.

β) Η παραπάνω μεταβολή είναι αντιστρεπτή γιατί αφού τα μόρια κινούνται άτακτα και τυχαία, μπορεί κάποια στιγμή όλα τα μόρια να βρεθούν στο Α δοχείο και έτσι να επιστρέψουμε στην αρχική κατάσταση.

v) Να παραστήσετε τη μεταβολή σε άξονες P-V.

vi) Έστω τώρα ότι το δοχείο Α, που περιέχει την ίδια ποσότητα αερίου, κλείνεται με έμβολο. Μετακινούμε αργά το έμβολο προς τα δεξιά με τέτοιο τρόπο, ώστε η θερμοκρασία του αερίου να παραμένει πάντα σταθερή, μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος του αερίου.



α) Να χαρακτηρίσετε σαν σωστές ή λαθεμένες τις παρακάτω προτάσεις:

Α. Η πίεση παραμένει σταθερή.

Β. Η μέση κινητική ενέργεια των μορίων παραμένει σταθερή.

Γ. Το αέριο παίρνει ενέργεια μέσω έργου.

Δ. Το αέριο αποβάλει θερμότητα στο περιβάλλον.

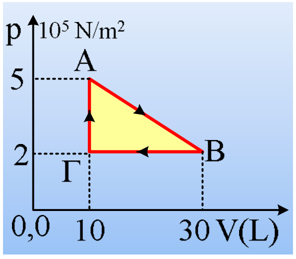
Ε. Η εσωτερική ενέργεια του αερίου αυξήθηκε.

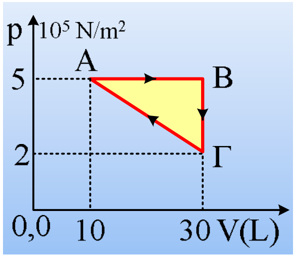
ΣΤ. Η μεταβολή αυτή είναι αντιστρεπτή.

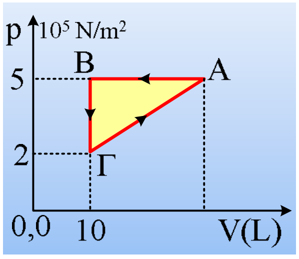
β) Να παραστήσετε την μεταβολή σε άξονες P-V

32) Πολλά Έργα σε εποχές… αν-Εργείας.

1) Δίνεται η μεταβολή του πρώτου σχήματος. Να υπολογιστούν τα έργα σε κάθε επιμέρους μεταβολή, καθώς και το συνολικό έργο στη διάρκεια του κύκλου.

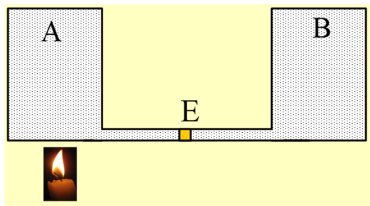






2) Δίνεται η μεταβολή του μεσαίου από τα παραπάνω σχήματα. Να υπολογιστούν τα έργα σε κάθε επιμέρους μεταβολή, καθώς και το συνολικό έργο στη διάρκεια του κύκλου.
3) Δίνεται η μεταβολή του τρίτου σχήματος, όπου στη διάρκεια της μεταβολής ΑΒ το αέριο απορροφά ενέργεια μέσω έργου ίση με 10.000J. Να υπολογιστούν τα έργα για τις υπόλοιπες μεταβολές, καθώς και το συνολικό έργο στη διάρκεια του κύκλου.

33) Μετακίνηση εμβόλου.



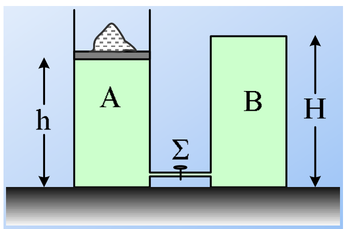
Δύο δοχεία Α και Β περιέχουν αέρα στην ίδια θερμοκρασία θ_1=17°C. Τα δοχεία συγκοινωνούν με μακρύ σωλήνα διατομής A=10cm^2, και διαχωρίζονται με ένα μικρό έμβολο, το οποίο ηρεμεί στο μέσον του σωλήνα και το οποίο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Ο όγκος που καταλαμβάνει κάθε μία ποσότητα αέρα είναι V=3L. Τοποθετούμε ένα κεράκι, κάτω από το δοχείο Α, και παρατηρούμε ότι το έμβολο μετακινείται αργά προς τα δεξιά.

i) Γιατί μετακινείται το έμβολο;

ii) Ποια είναι η θερμοκρασία του αέρα στο δοχείο Α, τη στιγμή που το έμβολο έχει μετακινηθεί προς τα δεξιά κατά x=10cm;

Δίνεται ότι η θερμοκρασία του αέρα στο Β δοχείο δεν μεταβάλλεται.

34) Αν ανοίξουμε την στρόφιγγα…



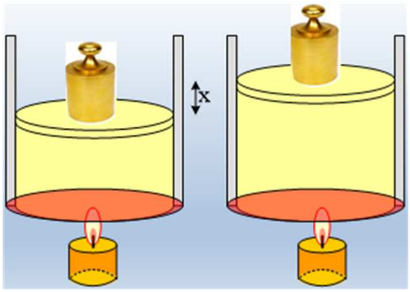
Δύο κυλινδρικά δοχεία Α και Β με επικοινωνούν με σωλήνα αμελητέου πάχους και έχουν το ίδιο εμβαδόν βάσης A=90cm^2. Το δοχείο Α κλείνεται με αβαρές έμβολο, ενώ το Β είναι κλειστό. Αρχικά οι όγκοι των δύο δοχείων είναι ίσοι, με ύψος δοχείων H=40cm. Στον σωλήνα σύνδεσης έχει προσαρμοστεί στρόφιγγα, η οποία αρχικά είναι ανοικτή. Κλείνουμε την στρόφιγγα και στη συνέχεια προσθέτουμε πάνω στο έμβολο σιγά-σιγά άμμο με αποτέλεσμα το έμβολο να κατέβει κατά 4cm. Τα τοιχώματα των δοχείων είναι αγώγιμα, οπότε η θερμοκρασία δεν μεταβάλλεται στη διάρκεια του πειράματος.

i) Να βρεθεί το βάρος της άμμου που προσθέσαμε πάνω στο έμβολο.

ii) Ανοίγουμε την στρόφιγγα. Να βρεθεί η τελική θέση του εμβόλου.

Δίνεται η ατμοσφαιρική πίεση $p_{ατ}=10^5 N/m^2$.

35) Εκτόνωση αερίου.



Ένα αέριο βρίσκεται σε δοχείο, το οποίο κλείνεται με έμβολο, εμβαδού $S=100cm^2$ πάνω στο οποίο έχουμε τοποθετήσει ένα βαράκι. Το έμβολο μαζί με το βαράκι έχουν μάζα 2kg, και ισορροπούν, κατάσταση (α). Σε μια στιγμή τοποθετούμε, κάτω από το δοχείο ένα μικρό κερί, θερμαίνοντας αργά το αέριο. Παρατηρούμε ότι το έμβολο αρχίζει να κινείται πολύ αργά προς τα πάνω, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η κίνησή του γίνεται με σταθερή ταχύτητα. Μέσω αυτής της διαδικασίας, το έμβολο ανέρχεται κατά x=20cm και το αέριο έρχεται στην κατάσταση (β). Θεωρείστε ότι η κίνηση του εμβόλου γίνεται χωρίς τριβές, η ατμοσφαιρική πίεση είναι $p_{ατ}=10^5 N/m^2$, ενώ $g=10m/s^2$.

i) Να βρεθεί η πίεση του αερίου.

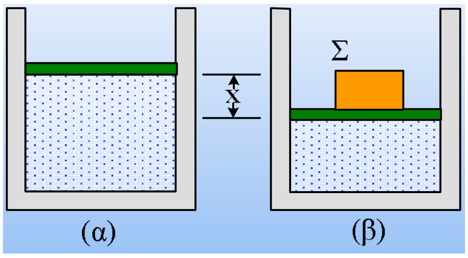
ii) Στη διάρκεια της θέρμανσης η πίεση του αερίου αυξάνεται ή όχι; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

iii) Να υπολογίσετε το έργο που παράγει το αέριο. Η παραγωγή έργου σημαίνει μεταφορά ενέργειας. Στην περίπτωσή μας, πού μεταφέρεται η ενέργεια αυτή;

iv) Υπολογίστε την ενέργεια που μεταφέρθηκε από το αέριο στην ατμόσφαιρα.

v) Αν στη διάρκεια της παραπάνω μεταβολής η εσωτερική ενέργεια του αερίου αυξήθηκε κατά 306J, πόση θερμότητα απορρόφησε το αέριο από την φλόγα;

36) Συμπίεση αερίου.



Ένα αέριο βρίσκεται σε δοχείο, το οποίο κλείνεται με έμβολο μάζας m=1kg στην κατάσταση (α). Σε μια στιγμή τοποθετούμε, πάνω στο έμβολο ένα σώμα Σ μάζας M=5kg και παρατηρούμε ότι το έμβολο κατέρχεται και τελικά ισορροπεί χαμηλότερα κατά x=4cm, σε σχέση με την αρχική του θέση, κατάσταση (β). Τα τοιχώματα του δοχείου και του εμβόλου είναι από μονωτικό υλικό. Θεωρήστε ότι πάνω από το έμβολο δεν υπάρχει αέρας (το πείραμα πραγματοποιείται στο κενό), αμελητέες τις τριβές κατά την κίνηση του εμβόλου και ότι $g=10m/s^2$.

i) Στην κατάσταση (α) ή στην (β) το αέριο ασκεί μεγαλύτερη πίεση; Να δικαιολογήσετε την άποψή σας.

ii) Αν το εμβαδόν του εμβόλου είναι $S=100cm^2$, να βρεθεί η μεταβολή της πίεσης του αερίου που οφείλεται στην τοποθέτηση του σώματος Σ.

iii) Η αύξηση της πίεσης του αερίου οφείλεται:

α) Στην μείωση του όγκου και συνεπώς των συγκρούσεων των μορίων με τα τοιχώματα.

β) Στην αύξηση της θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα τα μόρια να έχουν μεγαλύτερες ταχύτητες.

γ) Και στους δύο παραπάνω λόγους.

δ) Σε κανέναν από τους παραπάνω λόγους, αλλά στο βάρος του σώματος Σ.

iv) Κατά την παραπάνω μεταβολή η εσωτερική ενέργεια αυξήθηκε:

α) Να υπολογιστεί η αύξηση της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

β) Η αύξηση αυτή οφείλεται:

a) Στην μείωση του όγκου.

b) Στην αύξηση της θερμοκρασίας.

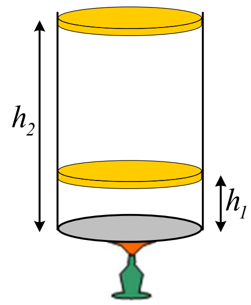
c) Στην αύξηση της κινητικής ενέργειας των μορίων.

d) Στην αύξηση της πίεσης

e) Στην αύξηση του αριθμού των συγκρούσεων μεταξύ των μορίων.

Ποιες από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

37) Η θέρμανση ενός αερίου.



Ένα αέριο βρίσκεται σε δοχείο, που κλείνεται με έμβολο βάρους w=200N και εμβαδού $A=100cm^2$, το οποίο απέχει κατά h_1 από τον πυθμένα, όπως στο σχήμα. Η θερμοκρασία του αερίου είναι 27°C, ενώ η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με $p_{ατ}=10^5 N/m^2$.

i) Να υπολογίσετε την πίεση του αερίου.

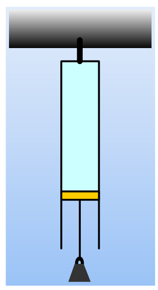
ii) Θερμαίνουμε αργά το αέριο, με αποτέλεσμα το έμβολο να ανέρχεται, μέχρι τη στιγμή που να απέχει από τον πυθμένα απόσταση $h_2=4h_1$.

α) Να υπολογίσετε την τελική θερμοκρασία του αερίου.

β) Να παραστήσετε τη μεταβολή σε άξονες p-V, p-T και V-T.

γ) Αν η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου στην αρχική κατάσταση ήταν $υ_{εν1}=300m/s$, να βρεθεί η ενεργός ταχύτητα των μορίων στην τελική κατάσταση.

38) Εκτονώνοντας ένα αέριο.



Από το ταβάνι κρέμεται ένας σωλήνας κυλινδρικού σχήματος, διατομής $A=10cm^2$, με αδιαβατικά τοιχώματα, στον οποίο περιέχεται ένα μονοατομικό ιδανικό αέριο, θερμοκρασίας 27°C. Ο σωλήνας κλείνεται στο κάτω μέρος του με αδιαβατικό έμβολο, αμελητέου βάρους, το οποίο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Το έμβολο απέχει από το πάνω μέρος του σωλήνα κατά h=50cm. Σε μια στιγμή κρεμάμε, μέσω νήματος, από το έμβολο ένα σώμα βάρους 20N και το αφήνουμε να κινηθεί. Παρατηρούμε ότι το σώμα ανεβοκατεβαίνει για λίγο και τελικά ηρεμεί χαμηλότερα σε απόσταση y=7cm.

i) Να υπολογιστεί η τελική πίεση και θερμοκρασία του αερίου.

ii) Να παραστήσετε την παραπάνω μεταβολή του αερίου σε άξονες p-V.

iii) Να βρεθεί το έργο που παράγει το αέριο στη διάρκεια της μεταβολής.

iv) Πόση ενέργεια μεταφέρεται στην ατμόσφαιρα στη διάρκεια του πειράματος;

Δίνεται η ατμοσφαιρική πίεση $p_{ατ}$=1atm=10^5N/m^2.

39) Δυο κυκλικές μεταβολές αερίου.

Μια ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε δοχείο που κλείνεται με έμβολο σε θερμοκρασία 27°C και πίεση 2atm κατέχοντας όγκο 10L. Το αέριο μπορεί να υποστεί μια σειρά μεταβολών επιστρέφοντας στην αρχική του κατάσταση Α. Δυο τέτοιες μεταβολές είναι οι παρακάτω:

α) Από την κατάσταση Α εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος του αερίου (κατάσταση Β), από όπου ισόχωρα φτάνει σε κατάσταση Γ και στη συνέχεια ισοβαρώς επιστρέφει στην αρχική κατάσταση Α.

β) Από την κατάσταση Α συμπιέζεται ισόθερμα μέχρι να υποδιπλασιαστεί ο όγκος του αερίου (κατάσταση Δ), από όπου ισοβαρώς φτάνει σε κατάσταση Ε, από όπου ισόχωρα επιστρέφει στην αρχική κατάσταση Α.

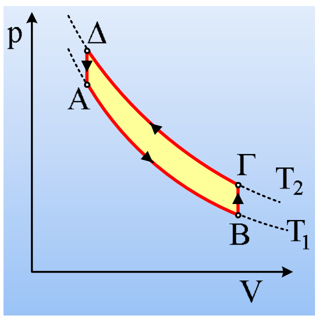
i) Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας με τις τιμές των μεγεθών.

Μεγέθη \ Καταστάσεις	Α	Β	Γ	Δ	Ε
Πίεση (atm)					
Όγκος (L)					
Θερμοκρασία (K)					

ii) Να παραστήσετε τις παραπάνω μεταβολές σε άξονες p-V, p-T και V-T.

iii) Αν η πυκνότητα του αερίου στην κατάσταση Ε είναι 2kg/m^3, να υπολογίστε την πυκνότητα στις καταστάσεις Α και Γ.

40) Να χρησιμοποιήσουμε μια αντλία θερμότητας;



Πρόκειται να διατηρήσουμε σταθερή τη θερμοκρασία ενός δωματίου σε θερμοκρασία 24°C, όταν έξω η ατμόσφαιρα έχει θερμοκρασία -3°C. Για να το εξασφαλίσουμε μας προτείνονται δυο λύσεις.

Η πρώτη, να χρησιμοποιήσουμε μια ηλεκτρική θερμάστρα, η οποία έχει ισχύ 440W, η οποία πρέπει να είναι συνεχώς αναμμένη.

Η δεύτερη λύση, είναι να χρησιμοποιήσουμε μια μηχανή, που χρησιμοποιεί ένα αέριο το οποίο διαγράφει την αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή του σχήματος, όπου V_A=4L, V_B=10,8L, □$_2$ η θερμοκρασία του δωματίου και T_1 η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας.

i) Πόση θερμότητα παρέχει στο δωμάτιο το αέριο σε κάθε κυκλική μεταβολή;

ii) Ποια η συχνότητα της μηχανής, για την οποία διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία του δωματίου;

iii) Πόση ενέργεια πρέπει να προσφέρεται στο αέριο, μέσω έργου, για την λειτουργία της μηχανής;

iv) Να βρεθεί πόσο τοις εκατό μειώνεται το κόστος θέρμανσης του δωματίου, αν προτιμήσουμε τη δεύτερη λύση, σε σχέση με την πρώτη επιλογή.

v) Ποιο αέριο είναι καλύτερο να χρησιμοποιεί η μηχανή:

α) Ήλιο, β) Άζωτο γ) δεν έχει καμιά διαφορά.

Δίνεται η πίεση της ατμόσφαιρας $p=1atm \approx 10^5 N/m^2$.

41) Ποιότητα θερμότητας

Πρόκειται να επεξεργαστούμε, με χρήση μιας θερμικής μηχανής, ένα ποσό θερμότητας Q=1000J για να παράγουμε μηχανικό έργο. Σαν δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας θα χρησιμοποιήσουμε την ατμόσφαιρα όπου η θερμοκρασία είναι θ=27°C. Να υπολογίσετε το μέγιστο έργο που μπορούμε να πάρουμε, αν η θερμότητα αυτή μεταφέρεται στη μηχανή υπό θερμοκρασία:

α) 17°C, β) 127°C, γ) 227°C και δ) 327°C.

Να σχολιάσετε τα αποτελέσματα.

42) Εξασκούμενοι στις μεταβολές αερίων.

Μια ποσότητα αερίου βρίσκεται σε δοχείο όγκου 1L και σε πίεση 8atm (κατάσταση Α). Απορροφώντας το αέριο θερμότητα 3600J, έρχεται ισόχωρα σε κατάσταση Β με πίεση 32atm. Στη συνέχεια εκτονώνεται σε κατάσταση Γ, όπου η πίεση είναι 1atm, χωρίς να ανταλλάξει θερμότητα με το περιβάλλον του. Από την κατάσταση Γ, ισόθερμα επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση Α. Όλες οι μεταβολές είναι αντιστρεπτές.

i) Να βρείτε τον όγκο του αερίου στην κατάσταση Γ.

ii) Να παραστήσετε τις μεταβολές σε άξονες p-V.

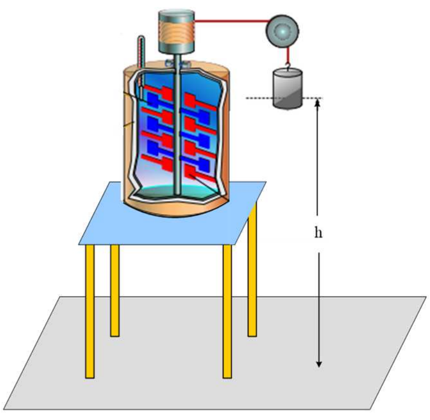
iii) Να υπολογίσετε την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την μεταβολή ΑΒ, καθώς και το έργο κατά την μεταβολή ΒΓ.

iv) Να υπολογίσετε το έργο και την θερμότητα κατά την μεταβολή ΓΑ.

Δίνεται $1atm=10^5 N/m^2$ και $\ln 2 \approx 0,7$.

43) Πειραματική διάταξη του Joule.

Δίνεται η πειραματική διάταξη του σχήματος, όπου στο δοχείο με θερμομονωτικά τοιχώματα, περιέχεται νερό μάζας 200g σε θερμοκρασία 14,73°C. Αφήνουμε ένα σώμα μάζας 2kg να πέσει από ύψος h=2m, το οποίο φτάνει στο έδαφος με ταχύτητα υ=1m/s, ενώ η περιστροφή των μεταλλικών δακτυλίων αναδεύει το νερό. Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία 10φορές.

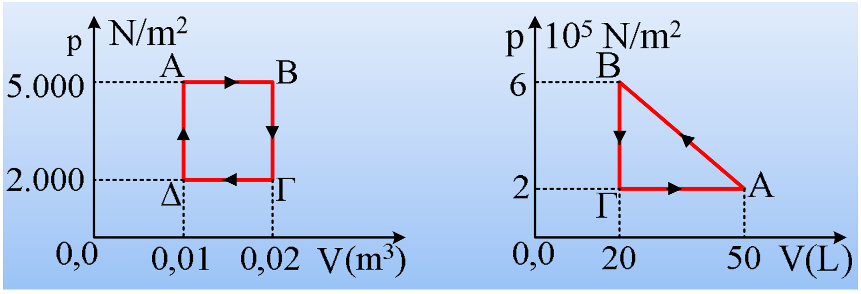


Ποια είναι η τελική θερμοκρασία του νερού;

Δίνεται, ότι η τροχαλία είναι αβαρής, $g=10m/s^2$, η ειδική θερμότητα του νερού c=1cal/g·°C, ενώ 1cal=4,18J.

44) Θερμότητα σε κυκλική μεταβολή.

Να υπολογιστεί η θερμότητα που ανταλλάσσει ένα αέριο με το περιβάλλον του, όταν εκτελεί τις κυκλικές μεταβολές που παριστάνονται στα παρακάτω σχήματα.



45) Διατήρηση Ενέργειας. Ερωτήσεις Σ-Λ.

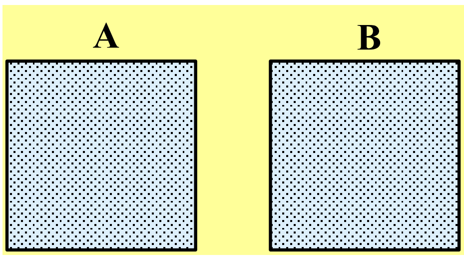
Να χαρακτηρίστε ως Σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ) τις παρακάτω προτάσεις.

Να δικαιολογήσετε μόνο αυτές στις οποίες ζητείται δικαιολόγηση

1) Θερμαίνουμε ένα τούβλο, όπως στο σχήμα:

   i) Το στερεό απορροφά θερμότητα από την φλόγα.
   ii) Η εσωτερική ενέργεια του τούβλου αυξάνεται.
   iii) Η θερμοκρασία του στερεού αυξάνεται.
   iv) Η αύξηση της εσωτερικής ενέργειας οφείλεται στην αύξηση των κινητικών ενεργειών των μορίων του.
   v) Η αύξηση της εσωτερικής ενέργειας οφείλεται στην αύξηση των δυναμικών ενεργειών των μορίων του.
   vi) Η μηχανική ενέργεια του τούβλου αυξάνεται.

2) Στα δοχεία Α και Β περιέχονται 2g και 3g υδρογόνου αντίστοιχα. Τα δοχεία έχουν τον ίδιο όγκο και τα αέρια έχουν την ίδια θερμοκρασία.



   i) Η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου του δοχείου Α, είναι ίση με την αντίστοιχη των μορίων του Β δοχείου.
   ii) Τα δύο αέρια έχουν ίσες εσωτερικές ενέργειες.
   iii) Αν P_A και P_B οι πιέσεις των δύο αερίων ισχύει $P_A = P_B$.
   iv) Αν P_A και P_B οι πιέσεις των δύο αερίων ισχύει $P_A < P_B$.
   v) Αν φέρουμε σε επαφή τα δύο δοχεία θα μεταφερθεί θερμότητα από το Β στο Α δοχείο.

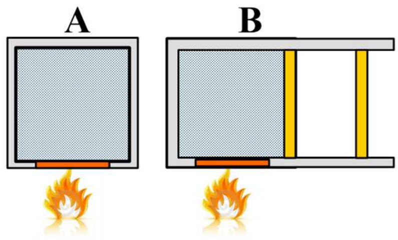
3) Θερμαίνουμε τα δύο παραπάνω αέρια των δοχείων Α και Β, προσφέροντας θερμότητα 500J σε καθένα από αυτά. Τότε:
   i) Η θερμότητα κάθε αερίου αυξάνεται κατά 500J
   ii) Η κινητική ενέργεια κάθε μορίου αυξάνεται κατά 500J.
   iii) Η εσωτερική ενέργεια του αερίου Α αυξάνεται κατά 500J.

iv) Μεγαλύτερη αύξηση εσωτερικής ενέργειας παρατηρείται στο Β δοχείο.

v) Αν θ_A και θ_B οι τελικές θερμοκρασίες των δύο αερίων ισχύει $\theta_A>\theta_B$.

Να δικαιολογήσετε την τελευταία πρόταση.

4) Τα δοχεία Α και Β περιέχουν ίσες ποσότητες ενός αερίου έχοντας τον ίδιο όγκο και την ίδια θερμοκρασία. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με $P_{ατ}=10^5 N/m^2$.



i) Η πίεση του αερίου στο Β δοχείο είναι ίση με $10^5 N/m^2$.

ii) Η πίεση του αερίου στο Α δοχείο είναι ίση με $10^5 N/m^2$.

iii) Θερμαίνουμε και τα δύο δοχεία προσφέροντας θερμότητα 400J σε κάθε αέριο

α) Να εξηγείστε γιατί αυξάνεται ο όγκος του αερίου Β.

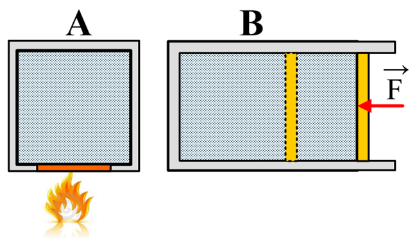
β) Για τις τελικές εσωτερικές ενέργειες των δύο αερίων ισχύει $U_{τA}=U_{τB}$.

γ) Η τελική πίεση του αερίου Β είναι ίση με $10^5 N/m^2$.

δ) Η τελική πίεση του αερίου Α είναι ίση με $10^5 N/m^2$.

Να δικαιολογήσετε τις προτάσεις β), γ) και δ).

5) Τα δοχεία Α και Β του διπλανού σχήματος περιέχουν ίσες ποσότητες αερίου, ίδιας θερμοκρασίας, ενώ το έμβολο βρίσκεται δεξιά, οπότε ο όγκος του Β δοχείου είναι μεγαλύτερος από τον όγκο του δοχείου Α. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με $P_{ατ}=10^5 N/m^2$.



i) Η πίεση του αερίου στο Β δοχείο είναι ίση με $10^5 N/m^2$.

ii) Η πίεση του αερίου στο Α δοχείο είναι ίση με $10^5 N/m^2$.

iii) Το αέριο Β έχει μεγαλύτερη εσωτερική ενέργεια από το αέριο στο Α δοχείο.

iv) Ασκώντας κατάλληλη δύναμη F στο έμβολο, το μετακινούμε ώστε το αέριο στο δοχείο Β να αποκτήσει τον ίδιο όγκο με το δοχείο Α. Με τον τρόπο αυτό προσφέρουμε ενέργεια, στο αέριο, μέσω του έργου της δύναμης, 300J. Ταυτόχρονα θερμαίνουμε το αέριο Α, προσφέροντάς του θερμότητα 300J. Για τις τελικές καταστάσεις των δύο αερίων:

α) Τα αέρια έχουν ίσες εσωτερικές ενέργειες.

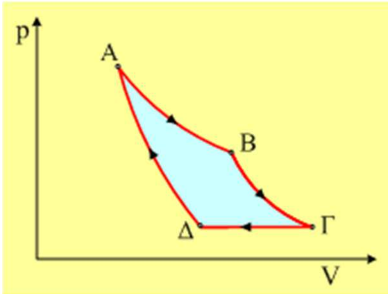
β) Τα μόρια στο Α δοχείο κινούνται «πιο γρήγορα», από τα μόρια στο δοχείο Β, αφού θερμάναμε το αέριο.

γ) Οι πιέσεις των δύο αερίων είναι ίσες.

Ασκήσεις μέχρι τέλους του 2011

46) Ένας κύκλος καλύτερος!! και από Carnot…

Μια θερμική μηχανή χρησιμοποιεί μια ποσότητα μονοατομικού αερίου η οποία διαγράφει τον κύκλο του διπλανού σχήματος, όπου η μεταβολή ΑΒ είναι ισόθερμη, οι ΒΓ και ΔΑ αδιαβατικές, ενώ η ΓΔ πραγματοποιείται υπό σταθερή πίεση. Δίνονται $p_A=8\cdot10^5 N/m^2$, $V_A=10L$, $V_B=20L$, $T_A=800K$, $T_Γ=400K$ και $T_Δ=300K$.



i) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που απορροφά η μηχανή από τη δεξαμενή ψηλής θερμοκρασίας.

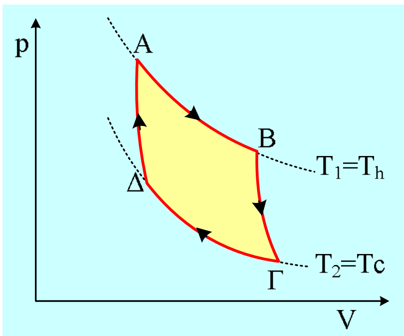
ii) Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής.

iii) Αν από τη κατάσταση Γ το αέριο συμπιεζόταν ισόθερμα μέχρι μια κατάσταση Ε, από όπου αδιαβατικά επέστρεφε στην κατάσταση Α, εκτελώντας δηλαδή τον κύκλο ΑΒΓΕΑ, να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσής της.

Δίνεται $\ell n2 \approx 0,7$

47) Κύκλος Carnot.Φ.Ε.

Δίνεται ο κύκλος Carnot του σχήματος, όπου $V_A=10L$, $V_B=20L$, $T_A=T_1=500K$, $T_Γ= T_2=300K$, $P_A=10^5$ N/m^2 και $C_v=3R/2$.



1) Η μεταβολή ΑΒ ονομάζεται .... Κατά τη διάρκειά της το αέριο .... θερμότητα και .... έργο. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου είναι ίση με ....

2) Η μεταβολή ΒΓ ονομάζεται .... Κατά τη διάρκειά της το αέριο .... έργο, ενώ .... θερμότητα.

3) Το αέριο προσλαμβάνει θερμότητα στη μεταβολή ...., ενώ αποβάλλει θερμότητα κατά την διάρκεια της ....

4) Να βρείτε μια σχέση που να συνδέει τον όγκο στην κατάσταση Γ, με τον όγκο στην κατάσταση Β σε συνάρτηση με τις θερμοκρασίες T_1 και T_2.

5) Χρησιμοποιώντας τις δύο αδιαβατικές μεταβολές, να αποδείξτε ότι $V_Γ=2V_Δ$.

6) Αν κατά τη διάρκεια της ΒΓ το αέριο παράγει έργο W_2, πόσο έργο καταναλώνει κατά την μεταβολή ΔΑ;

7) Να αποδειχθεί ότι το συνολικό έργο που παράγει το αέριο κατά τη διάρκεια του κύκλου είναι ίσο με $W_{ολ}=W_{AB}+W_{ΓΔ}$.

8) Να αποδειχθεί ότι το ολικό έργο που παράγει το αέριο κατά τη διάρκεια του κύκλου είναι ίσο με $W_{ολ}=Q_1-|Q_2|$, όπου Q_1 η θερμότητα κατά την ισόθερμη εκτόνωση και Q_2 κατά την ισόθερμη συμπίεση.

9) Να υπολογίστε τα ποσά θερμότητας και τα αντίστοιχα έργα κατά τις δύο ισόθερμες.

10) Να αποδείξτε ότι:

$$\frac{Q_1}{T_1}=\frac{|Q_2|}{T_2}$$

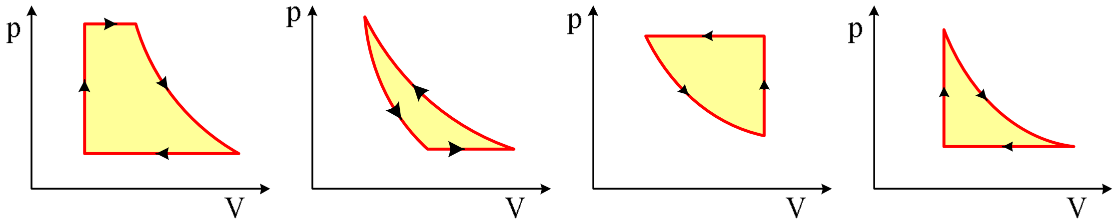
11) Να δείξετε ότι για την απόδοση του κύκλου ισχύει:

$$α=1-\frac{T_c}{T_h}=1-\frac{T_2}{T_1}==0{,}4$$

48) Θερμικές μηχανές.Φ.Ε.

1) Θερμική μηχανή είναι αυτή που μετατρέπει τη …………….. ….. σε ……………………

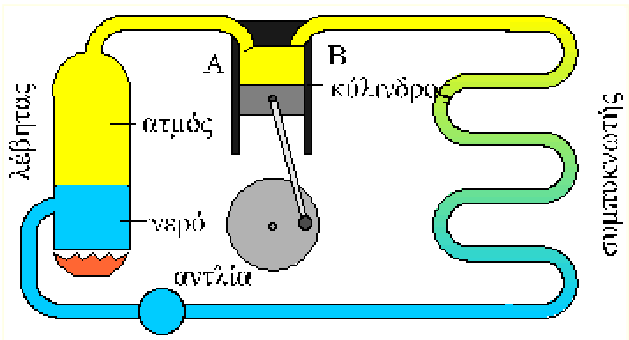
2) Στο παρακάτω σχήμα δίνονται 4 κυκλικές μεταβολές. Ποιες από αυτές μπορεί να διαγράφει μια θερμική μηχανή;



i) Μια μηχανή που θα διέγραφε τις υπόλοιπες θα ήταν μια ………………………………

3) Κάθε θερμική μηχανή για να λειτουργήσει χρειάζεται μια δεξαμενή ψηλής θερμοκρασίας και μια χαμηλής. Γιατί είναι απαραίτητη η δεύτερη δεξαμενή;

4) Στο παρακάτω σχήμα δίνεται μια ατμομηχανή.



Ποια είναι η δεξαμενή ψηλής και ποια χαμηλής θερμοκρασίας;

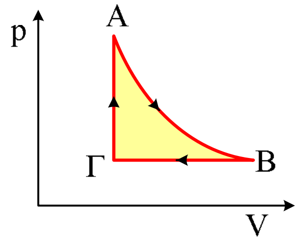
5) Αν η παραπάνω ατμομηχανή απορροφά θερμότητα 1000J σε κάθε κύκλο από τον ατμό και παράγει έργο 400J, πόση θερμότητα αποβάλλεται στον συμπυκνωτή σε κάθε κύκλο;

6) Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής.

7) Η μηχανή του σχήματος έχει 12 κυλίνδρους και κάθε κύλινδρος παράγει έργο 3000J σε κάθε κυκλική μεταβολή. Αν η μηχανή δουλεύει στις 3.600 στροφές το λεπτό:

i) Να υπολογιστεί το έργο που παράγει η μηχανή σε κάθε λεπτό.
ii) Πόση είναι η ισχύς της μηχανής.
iii) Με ποιο ρυθμό παράγεται θερμότητα από την καύση του πετρελαίου κατά τη λειτουργία της, αν η απόδοσή της είναι 25%;

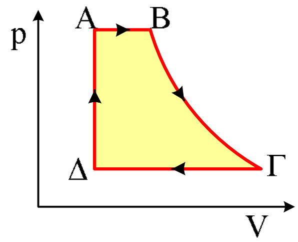
8) Μια θερμική μηχανή διαγράφει τη μεταβολή του διπλανού σχήματος, για την οποία δίνονται:



$Q_{AB}= Q_{ΓA}= 600J$ ενώ $Q_{BΓ}= - 1000J$.

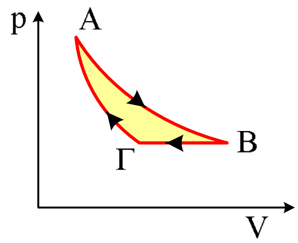
i) Η Θερμότητα Q_h= …………. Ενώ Q_c=…………………
ii) Η μηχανή παράγει σε κάθε κύκλο έργο W=……………..
iii) Να υπολογίστε την απόδοση της μηχανής.

9) Μια θερμική μηχανή διαγράφει τη μεταβολή του διπλανού σχήματος, όπου η ΒΓ είναι αδιαβατική. Αν Q_{AB}=200J και $Q_{ΔA}$= 300J ενώ έχει συντελεστή απόδοσης e=0,2, να βρείτε:



i) Το έργο που παράγει σε κάθε κύκλο.
ii) Τη θερμότητα που αποβάλλει η μηχανή στη δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας.

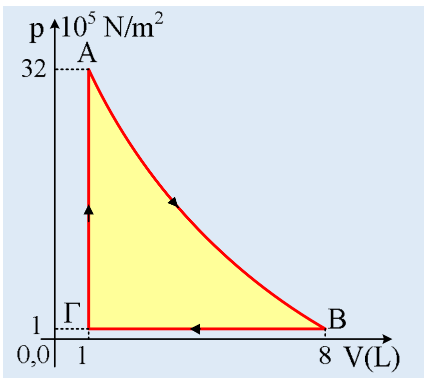
10) Μια θερμική μηχανή διαγράφει την κυκλική μεταβολή του σχήματος, στην οποία υπάρχει μια ισόθερμη και μια αδιαβατική μεταβολή.



i) Ισόθερμη είναι η …….. ενώ η …… είναι η αδιαβατική.
ii) Η θερμότητα Q_h είναι η …….. και Q_c είναι η θερμότητα κατά τη μεταβολή ………………..
iii) Αν το αέριο κατά τη μεταβολή ΒΓ απορροφά ενέργεια μέσω έργου 400J και αποβάλλει θερμότητα 1000J, να βρείτε το έργο κατά την αδιαβατική μεταβολή.
iv) Αν ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής είναι ίσος με 1/6, να υπολογίσετε το έργο κατά την ισόθερμη εκτόνωση.

49) Απόδοση θερμικής μηχανής.

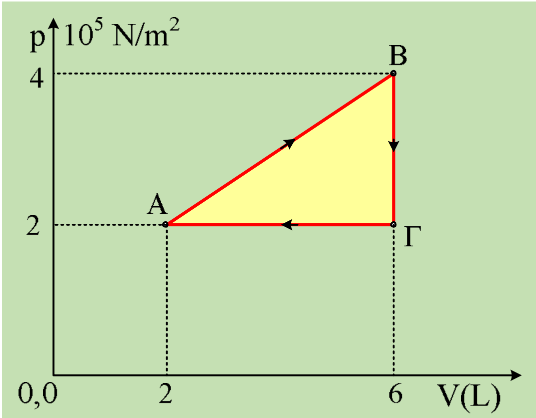
Μια θερμική μηχανή στρέφεται με συχνότητα f=30Hz (εκτελεί 30 κύκλους το δευτερόλεπτο), διαγράφοντας την κυκλική μεταβολή του σχήματος, όπου η μεταβολή ΑΒ είναι αδιαβατική:



i) Πόση είναι η ισχύς της μηχανής;
ii) Να βρεθεί η απόδοση της θερμικής μηχανής.

50) Μια ευθύγραμμη μεταβολή σε μια θερμική μηχανή.

Το αέριο μιας θερμικής μηχανής διαγράφει την κυκλική μεταβολή του παρακάτω σχήματος, όπου κατά τη διάρκεια της ΑΒ, απορροφά θερμότητα 4.200J.

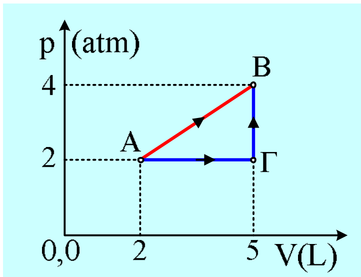


i) Να υπολογιστεί η απόδοση της θερμικής μηχανής.

ii) Να βρεθεί για το αέριο αυτό ο λόγος $\gamma = C_p/C_v$.

51) Γραμμομοριακή θερμότητα αερίου.

Μια ποσότητα αερίου απορροφώντας θερμότητα 4.000J πηγαίνει από την κατάσταση Α στην κατάσταση Β, ευθύγραμμα όπως το σχήμα.



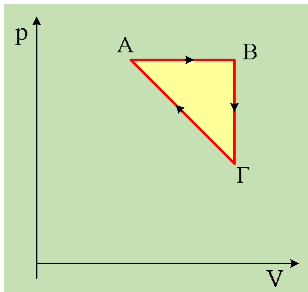
i) Να βρεθεί η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου για την παραπάνω μεταβολή.

ii) Αν το αέριο πήγαινε από την κατάσταση Α στην κατάσταση Β μέσω της διαδρομής Α→Γ→Β, πόση θερμότητα θα απορροφούσε;

Δίνεται 1atm= $1\cdot 10^5$N/m^2.

52) 1ος Θερμοδυναμικός νόμος σε μεταβολές αερίων.

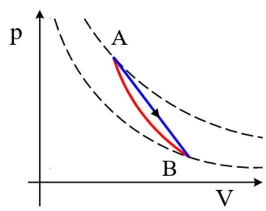
Ένα αέριο εκτελεί την κυκλική μεταβολή του σχήματος, όπου $P_A = 4\cdot 10^5$ N/m^2, V_A=20L και V_B=40L.



Αν κατά την μεταβολή ΑΒ το αέριο προσλαμβάνει θερμότητα 20.000J, ενώ κατά την μεταβολή ΒΓ αποβάλλει θερμότητα 12.000J, να βρεθούν το έργο, η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας και η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον στη μεταβολή ΓΑ.

53) Δυο ερωτήσεις σε μια μεταβολή.

Δίνεται η αντιστρεπτή, ευθύγραμμη σε άξονες p-V, μεταβολή ΑΒ, όπου οι καταστάσεις Α και Β ανήκουν σε μια αδιαβατική εκτόνωση.

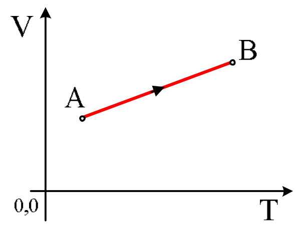


i) Το ποσό της θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά τη μεταβολή ΑΒ, είναι θετικό, αρνητικό ή μηδέν;

iii) Να αποδείξτε ότι στη διάρκεια της ευθύγραμμης αυτής μεταβολής, το αέριο δεν μπορεί να απορροφά συνεχώς θερμότητα από το περιβάλλον, αλλά σε κάποιο τμήμα της αποβάλει θερμότητα.

54) Μια ευθύγραμμη αντιστρεπτή μεταβολή.

Η θερμοκρασία και ο όγκος ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου μεταβάλλονται όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



α. Στη μεταβολή αυτή η πίεση παραμένει σταθερή αυξάνεται ή μειώνεται;

β. Η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον είναι θετικό, αρνητικό ή μηδέν;

Να δικαιολογήστε πλήρως τις απαντήσεις σας.

55) Ισόθερμη και αδιαβατική μεταβολή.

Ένα αέριο βρίσκεται σε δοχείο που κλείνεται με έμβολο σε κατάσταση Α με πίεση $p_1=32\cdot 10^5 N/m^2$.

i) Απορροφώντας θερμότητα $Q_1=19.200\ell n2$ J ισόθερμα, το αέριο έρχεται σε κατάσταση Β με πίεση $p_2=4\cdot 10^5 N/m^2$. Να βρεθεί ο όγκος στην κατάσταση Α.

ii) Το ίδιο αέριο έρχεται από την κατάσταση Α σε κατάσταση Γ, σε πίεση $p_3=1\cdot 10^5 N/m^2$ αδιαβατικά. Αν για το αέριο αυτό γ=5/3, ζητούνται:

α) Να βρεθεί ο όγκος $V_Γ$.

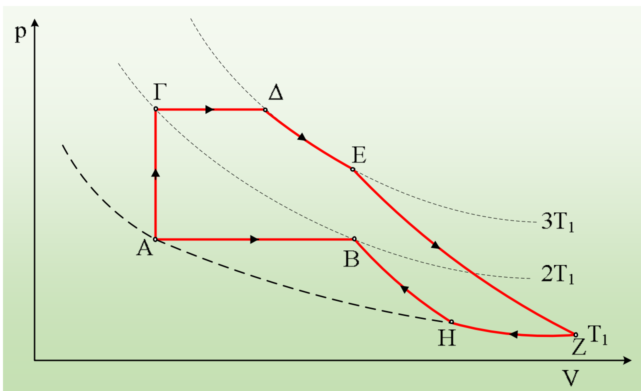
β) Το έργο κατά την αδιαβατική εκτόνωση.

γ) Να παρασταθούν στους ίδιους άξονες p-V οι μεταβολές ΑΒ και ΑΓ.

δ) Αν το αέριο μετέβαινε από την κατάσταση Β στην κατάσταση Γ αντιστρεπτά, ακολουθώντας τον «συντομότερο δρόμο», πόση θερμότητα θα αντάλλασσε το αέριο με το περιβάλλον του;

56) Μεταβολές αερίων και 1ος Θερμοδυναμικός νόμος.

Ένα αέριο υπόκειται στις μεταβολές που παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα, στις οποίες περιλαμβάνονται δυο αδιαβατικές και δυο ισόθερμες.



1) Ποιες μεταβολές είναι οι αδιαβατικές; ………………… Το παραπάνω σχήμα δείχνει μια κυκλική μεταβολή; Ναι , Όχι.

2) Να συμπληρώσετε τα παρακάτω τετράγωνα, θέτοντας το πρόσημο (+) ή το (-) ή το μηδέν (0) ανάλογα με το τι συμβαίνει στις παρακάτω μεταβολές.

Μεταβολή	ΔV	Δp	ΔT	W	ΔU	Q
ΑΒ						
ΑΓ						
ΓΔ						
ΔΕ						
ΕΖ						
ΖΗ						
ΗΒ						

3) Με βάση τα προηγούμενα, χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.

i) Αν σε μια μεταβολή ΔT>0, τότε και ΔU>0.

ii) Αν σε μια μεταβολή ΔT>0, τότε και Q>0.

iii) Αν σε μια μεταβολή ΔV>0, τότε και W>0.

iv) Αν $\Delta U_{ΑΓ}$= 500J, τότε $\Delta U_{ΑΒ}$ >500J.

v) Αν $Q_{ΑΓ}$= 500J, τότε $Q_{ΑΒ}$ >500J.

4) Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις που αναφέρονται στις παραπάνω μεταβολές.

Σε ποια ή ποιες μεταβολές το αέριο:

i) απορροφά θερμότητα, χωρίς να παράγει έργο;………………..

ii) αποβάλλει θερμότητα, με αποτέλεσμα να ψύχεται;....................

iii) αποβάλλει θερμότητα, ίση με την ενέργεια που του προσφέρεται μέσω έργου…………

iv) παράγει έργο, χωρίς να απορροφά θερμότητα………………

v) Ψύχεται χωρίς να αποβάλλει θερμότητα;

5) Αν $\Delta U_{ΑΒ}$= 500J, να υπολογιστούν οι μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας του αερίου:

α) $\Delta U_{ΑΓ}$ β) $\Delta U_{ΓΔ}$ και γ) $\Delta U_{ΗΒ}$.

……………………………………………………………………………………………

vi) Πού έχει μεγαλύτερη εσωτερική ενέργεια το αέριο στην κατάσταση Γ ή στην κατάσταση Ζ;

vii) Να υπολογιστεί η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας $\Delta U_{ΔΒ}$.

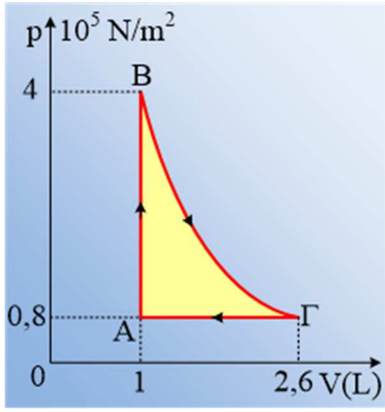
6) Να συγκρίνεται τα έργα κατά τις μεταβολές ΑΒ και ΓΔ.

7) Αν κατά τη μεταβολή ΕΖ το αέριο παράγει έργο 1000J, τότε το έργο κατά τη μεταβολή ΗΒ θα είναι:

α) -1000J, β) -500J, γ) -200J, δ) +500J.

57) Μια Θερμική μηχανή, η απόδοσή της και η μέγιστη απόδοση.

Μια θερμική μηχανή διαγράφει τον κύκλο του διπλανού σχήματος. Στη διάρκεια μιας από τις παραπάνω μεταβολές το αέριο παράγει έργο 288J, ενώ η εσωτερική του ενέργεια μειώνεται κατά 288J.



i) Οι μεταβολές που διαγράφει το αέριο ονομάζονται:

ΑΒ: ………………. ΒΓ: …………………… ΓΑ: …………………..

ii) Υπολογίστε για το αέριο το λόγο $\gamma=C_p/C_v$.

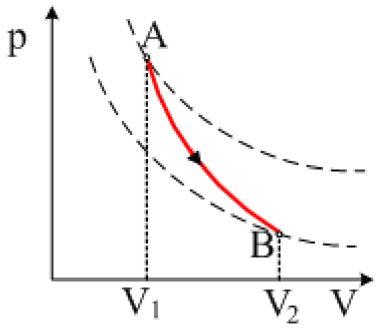
iii) Πόσο έργο παράγει η μηχανή σε κάθε κύκλο;

iv) Σε ποια μεταβολή το αέριο απορροφά θερμότητα; Υπολογίστε την θερμότητα αυτή.

v) Βρείτε τον συντελεστή απόδοσης της μηχανής.

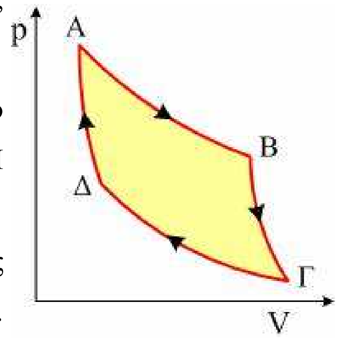
vi) Αν μεταξύ των ίδιων θερμοκρασιών λειτουργούσε μια μηχανή Carnot, ποια θα ήταν ο αντίστοιχος συντελεστής απόδοσης;

58) Αδιαβατική μεταβολή. Ποια η κλίση;



Ορισμένη ποσότητα μονοατομικού ιδανικού αερίου Χ με γ=5/3 εκτονώνεται αδιαβατικά από την αρχική κατάσταση Α όγκου V_1 στην κατάσταση Β, με όγκο V_2, όπως στο διάγραμμα. Αν το παραπάνω αέριο αντικατασταθεί από ισομοριακή ποσότητα διατομικού αερίου Υ με γ= 7/5 το οποίο από την ίδια αρχική κατάσταση Α εκτονώνεται αδιαβατικά σε όγκο V_2, να χαράξετε στους ίδιους άξονες την μεταβολή για το αέριο Υ.

59) Ο κύκλος Carnot.

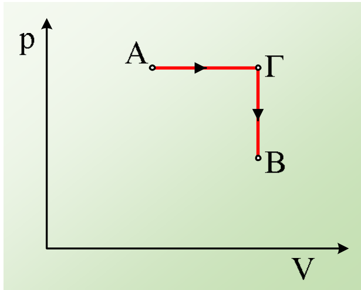


Δίνεται ο κύκλος Carnot του σχήματος, όπου V_A=10L, V_B=20L, T_A= T_h=500K, $T_Γ$=T_c=300K, P_A=10^5 N/m² και C_v= 3R/2.

1. Η μεταβολή ΑΒ ονομάζεται ……………….. Κατά τη διάρκειά της το αέριο …………………… θερμότητα και ……………………. έργο. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου είναι ίση με …………
2. Η μεταβολή ΒΓ ονομάζεται ……………………. Κατά τη διάρκειά της το αέριο …………………… έργο, ενώ ………………….. …………………….. θερμότητα.
3. Το αέριο προσλαμβάνει θερμότητα στη μεταβολή ………., ενώ αποβάλλει θερμότητα κατά την διάρκεια της …………
4. Να βρείτε μια σχέση που να συνδέει τον όγκο στην κατάσταση Γ, με τον όγκο στην κατάσταση Β σε συνάρτηση με τις θερμοκρασίες T_h και T_c.
5. Χρησιμοποιώντας τις δύο αδιαβατικές μεταβολές, να αποδείξτε ότι $V_Γ=2V_Δ$.
6. Αν κατά τη διάρκεια της ΒΓ το αέριο παράγει έργο W_2, πόσο έργο καταναλώνει κατά την μεταβολή ΔΑ;
7. Να αποδειχθεί ότι το συνολικό έργο που παράγει το αέριο κατά τη διάρκεια του κύκλου είναι ίσο με $W_{ολ}=W_{AB}+W_{ΓΔ}$.
8. Να αποδειχθεί ότι το ολικό έργο που παράγει το αέριο κατά τη διάρκεια του κύκλου είναι ίσο με $W_{ολ}=Q_h-|Q_c|$, όπου Q_h η θερμότητα κατά την ισόθερμη εκτόνωση και Q_c κατά την ισόθερμη συμπίεση.

9. Να υπολογίστε τα ποσά θερμότητας και τα αντίστοιχα έργα κατά τις δύο ισόθερμες.
10. Να αποδείξτε ότι $Q_h/|Q_c|=$ □$_h$/□c .
11. Να δείξετε ότι για την απόδοση του κύκλου ισχύει: e = 1- □$_c$/□$_h$ =0,4

60) 1ος Θερμοδυναμικός νόμος και μη αντιστρεπτή μεταβολή.



Μια ποσότητα αερίου πηγαίνει μη αντιστρεπτά από την κατάσταση ισορροπίας Α στην κατάσταση Β του παρακάτω διαγράμματος, απορροφώντας θερμότητα 1000J.

i) Πόσο μεταβλήθη η εσωτερική ενέργεια του αερίου;

ii) Πόσο έργο παρήχθη;

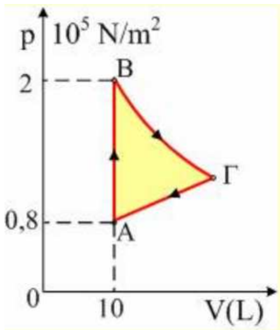
iii) Αν η μετάβαση από την αρχική κατάσταση Α πήγαινε στην κατάσταση Β, μέσω της διαδρομής Α→Γ→Β:

α) Πόσο έργο θα παρήγαγε;

β) Πόση θερμότητα θα απορροφούσε το αέριο;

Δίνονται $p_A=2\cdot10^5 N/m^2$, $V_A=10L$, $p_Γ=1\cdot10^5 N/m^2$ και $V_B=20L$.

61) 1ος Θερμοδυναμικός Νόμος. Εφαρμογή σε κυκλική μεταβολή.



Μια ποσότητα ιδανικού αερίου (C_v= 3R/2) εκτελεί την κυκλική μεταβολή του σχήματος όπου $T_B=T_Γ$ και $p_Γ=10^5 N/m^2$.

Ζητούνται:

i) Η θερμότητα και η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας κατά τη μεταβολή ΑΒ.

ii) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας κατά τη μεταβολή ΓΑ.

iii) Το έργο και η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά τη μεταβολή ΓΑ.

iv) Το έργο, η θερμότητα και η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την κυκλική μεταβολή.

Δίνεται ln2=0,7

62) Η ενέργεια διατηρείται, αλλά και υποβαθμίζεται.

Σύμφωνα με τον 1ο Θερμοδυναμικό νόμο, η ενέργεια διατηρείται. Η μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια ενός συστήματος, μπορεί να προκύψει αν το σύστημα ανταλλάξει ενέργεια με δύο ισοδύναμους τρόπους. Είτε μέσω έργου, είτε μέσω θερμότητας.

Δηλαδή το έργο και η θερμότητα εμφανίζονται σαν δυο ισοδύναμοι τρόποι μεταφοράς ενέργειας.

Θα μπορούσε λοιπόν κάποιος να πει, ότι είτε έχω αποθηκευμένη μια ενέργεια 1000J σε μια ποσότητα νερού, με τη μορφή της δυναμικής ενέργειας (έχοντας το νερό αυτό σε κάποιο ύψος) είτε με τη μορφή της εσωτερικής (θερμικής) ενέργειας (έχοντας αυξήσει τη θερμοκρασία της ίδιας ποσότητας νερού) το αποτέλεσμα είναι το ίδιο.

Εδώ όμως έρχεται ο 2ος Θερμοδυναμικός νόμος για να μας πει, ότι τα πράγματα δεν είναι έτσι. Και αυτό γιατί:

Ενώ μπορούμε να πάρουμε έργο W=1000J, αν αφήσουμε το νερό να πέσει από την πρώτη δεξαμενή, δεν μπορούμε να κατασκευάσουμε μια θερμική μηχανή, μέσω της οποίας να αντλήσουμε θερμότητα 1000J από την δεύτερη δεξαμενή και να πάρουμε έργο 1000J.

Η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη σαν θερμική ενέργεια είναι χειρότερης ποιότητας από την αντίστοιχη μηχανική ενέργεια…

Έτσι συνηθίζουμε να λέμε ότι η θερμότητα είναι κατώτερης ποιότητας ενέργεια, σε σύγκριση με το έργο.

Αλλά ένα ποσό θερμότητας έχει πάντα την ίδια αξία; Η απάντηση είναι όχι.

«Σε όσο μικρότερη θερμοκρασία βρίσκεται ένα ποσό θερμότητας τόσο υποβαθμισμένο είναι».

Ας το δούμε με μια εφαρμογή.

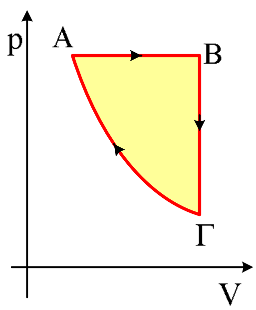
Άσκηση:

Πρόκειται να εκμεταλλευτούμε ένα ποσό θερμότητας Q_h=1000J, το οποίο θα αντλήσουμε από μια δεξαμενή Α, χρησιμοποιώντας μια θερμική μηχανή η οποία θα χρησιμοποιεί σαν δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας την ατμόσφαιρα σε θερμοκρασία 27°C. Πόσο είναι το μέγιστο ποσό έργου που μπορούμε να πάρουμε στην περίπτωση που η θερμοκρασία της δεξαμενής Α είναι:

i) θ_1=227°C
ii) θ_2= 127°C
iii) θ_3= 20°C

63) Απόδοση κύκλου.

Δίνεται η κυκλική μεταβολή του σχήματος, όπου η μεταβολή ΓΑ είναι αδιαβατική, κατά τη διάρκεια της οποίας το αέριο απορροφά ενέργεια 150J. Αν στη διάρκεια της ΒΓ το αέριο αποβάλλει ενέργεια 510J και $C_v = \frac{3}{2}R$.

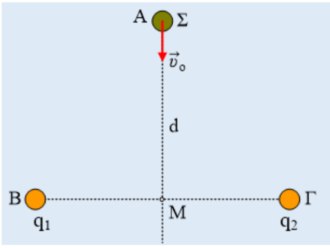


i) Ποιας μορφής ενέργεια απορροφά το αέριο κατά την αδιαβατική συμπίεση και με ποια μορφή αποβάλλει ενέργεια στην μεταβολή ΒΓ;
ii) Πόση θερμότητα απορροφά το αέριο κατά τη μεταβολή ΑΒ;
iii) Να υπολογίσετε την απόδοση του κύκλου.

Κίνηση σε Ηλεκτρικό πεδίο

1) Μια φορτισμένη σφαίρα περνά ανάμεσα σε άλλες δύο.

Σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο, έχουν στερεωθεί δύο μικρές φορτισμένες σφαίρες στα σημεία Β και Γ με φορτία q_1 και q_2 αντίστοιχα. Μια τρίτη φορτισμένη σφαίρα Σ εκτοξεύεται οριζόντια από το σημείο Α, σημείο της μεσοκαθέτου της ΒΓ, με αρχική ταχύτητα $υ_o$ και με κατεύθυνση προς το μέσον Μ της ΒΓ, όπως στο σχήμα (κάτοψη).



i) Πότε μπορεί η σφαίρα Σ να κινηθεί πάνω στην ΑΜ και πότε θα εκτραπεί;

ii) Αν τα φορτία q_1 και q_2 είναι θετικά:

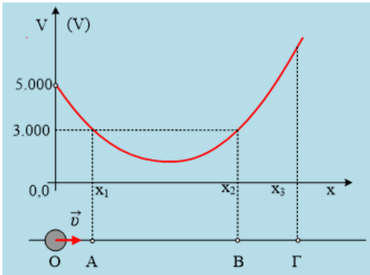
α) Να βρεθεί το πρόσημο του φορτίου Q της σφαίρας Σ, αν αυτή φτάσει στο σημείο Μ, με ταχύτητα μέτρου $υ_1$= ½ $υ_o$;

β) Να βρεθεί η επιτάχυνση της σφαίρας Σ στο σημείο Μ.

γ) Θα αποκτήσει η σφαίρα Σ ξανά ταχύτητα $υ_o$ και αν ναι, σε ποια θέση θα συμβεί αυτό;

2) Από ένα διάγραμμα δυναμικού…

Μια μικρή φορτισμένη σφαίρα, φέρει θετικό φορτίο (q>0) και κινείται ευθύγραμμα μέσα σε ένα ηλεκτροστατικό πεδίο, περνώντας από το σημείο Ο (στη θέση x=0) έχοντας κινητική ενέργειας K_o=0,04J. Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται το δυναμικό κατά μήκος της ευθείας x, πάνω στην οποία κινείται η σφαίρα.



i) Η κινητική ενέργεια της σφαίρας τη στιγμή που διέρχεται από το σημείο Α, στη θέση x_1, έχει τιμή:

α) K_1=0,03J, β) K_1=0,04J, γ) K_1=0,05J.

ii) Η κινητική ενέργεια της σφαίρας τη στιγμή που περνά από το σημείο Β, είναι ίση:

α) K_2=0,03J, β) K_2=0,04J, γ) K_2=0,05J.

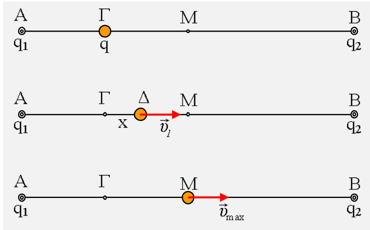
iii) Ένας συμμαθητής σας υποστηρίζει ότι μεταξύ των σημείων Α και Β υπάρχει ένα σημείο, στο οποίο η ένταση του πεδίου είναι μηδενική. Να εξετάσετε αν έχει ή όχι δίκιο.

iv) Με βάση τις παραπάνω τιμές κινητικής ενέργειας που επιλέξατε, μπορείτε να υπολογίσετε το φορτίο q της σφαίρας;

v) Αν το δυναμικό στο σημείο Γ, έχει τιμή $V_Γ$=7.000V, να εξετάσετε αν η σφαίρα θα φτάσει ή όχι στο σημείο Γ.

Η κίνηση της σφαίρας γίνεται στο κενό και δεν δέχεται άλλες δυνάμεις, πέρα από την δύναμη του πεδίου.

3) Μια μικρή φορτισμένη σφαίρα σε ταλάντωση



Σε λείο μονωτικό οριζόντιο τραπέζι έχουν στερεωθεί δυο μικρές φορτισμένες σφαίρες στα σημεία Α και Β, σε απόσταση (ΑΒ)=40cm, που φέρουν φορτία $q_1=q_2$=1μC.

Μεταξύ των δύο παραπάνω φορτισμένων σφαιρών, στη θέση Γ, όπου (ΑΓ)=10cm αφήνεται μια μικρή αγώγιμη σφαίρα Σ μάζας m=0,06g που φέρει φορτίο q=0,1μC.

i) Να υπολογιστεί η επιτάχυνση που θα αποκτήσει η σφαίρα Σ.

ii) Υποστηρίζεται ότι καθώς η σφαίρα κινείται προς τα δεξιά, η επιτάχυνσή της μειώνεται. Θεωρώντας τη σφαίρα στη θέση Δ, όπου (ΓΔ)=x, εξετάσετε αν αυτό είναι ή όχι σωστό.

iii) Να βρείτε την μέγιστη ταχύτητα που θα αποκτήσει η σφαίρα Σ.

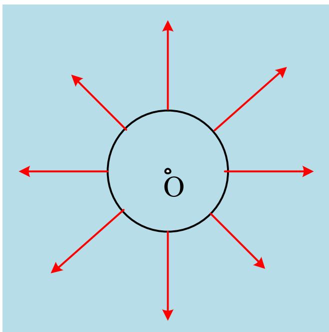
Η κίνηση της σφαίρας Σ είναι μια ταλάντωση. Συνεπώς ένας μαθητής της Β΄ τάξης που εδώ και καιρό μελετάει την ύλη της Γ΄ τάξης αδιαφορώντας για το μάθημα της Β΄ τάξης (αφού του είναι «άχρηστο»), θα μπορούσε να εξετάσει αν η ταλάντωση αυτή είναι μια απλή αρμονική ταλάντωση. Αλλά ας δοκιμάσουμε κάτι πιο εύκολο. Μόνο λοιπόν για τους μαθητές που έχουν διδαχτεί (ιδιωτικά) ταλαντώσεις:

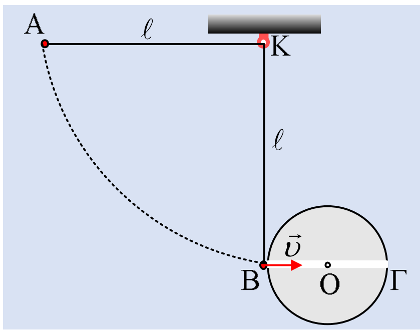
iv) Να βρεθεί η μέγιστη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης και να αποδειχθεί ότι είναι ίση με την μέγιστη κινητική ενέργεια της σφαίρας Σ.

Δίνεται $K_c=9\cdot10^9$ N·m²/C².

4) Κίνηση σε σήραγγα…

Το ηλεκτρικό πεδίο μιας αγώγιμης φορτισμένης σφαίρας περιορίζεται στο εξωτερικό της και είναι όμοιο με το ηλεκτρικό πεδίο σημειακού φορτίου, το οποίο θα βρισκόταν στο κέντρο της. Αν δηλαδή έχουμε μια μεταλλική σφαίρα με θετικό φορτίο Q, η μορφή του ηλεκτρικού της πεδίου είναι αυτό που παριστάνεται με τις δυναμικές γραμμές του διπλανού σχήματος.





Έστω ότι έχουμε μια ακλόνητη μεταλλική σφαίρα ακτίνας R=0,1m η οποία είναι φορτισμένη με φορτίο Q=1mC. Ένα μικρό μεταλλικό σφαιρίδιο μάζας m=10g είναι δεμένο στο άκρο μονωτικού νήματος μήκους l=0,3m, το άλλο άκρο του οποίου είναι σταθερά δεμένο σε σημείο Κ, έχοντας φορτίο q=-(5/24)nC. Φέρνουμε το σφαιρίδιο στη θέση Α με το νήμα τεντωμένο σε οριζόντια θέση και το αφήνουμε να κινηθεί, οπότε μετά από λίγο φτάνει στη θέση Β στην επιφάνεια της σφαίρας, με το νήμα κατακόρυφο. Στη θέση αυτή κόβεται το νήμα και το σφαιρίδιο έχοντας ταχύτητα υ, συνεχίζει την κίνησή του στο εσωτερικό μιας μικρής οριζόντιας σήραγγας, η οποία αφού περάσει από το κέντρο Ο της σφαίρας καταλήγει στο σημείο Γ. Η κίνηση εντός της σήραγγας πραγματοποιείται, χωρίς τριβές.

i) Να υπολογίσετε τα έργα των δυνάμεων που ασκούνται στο σφαιρίδιο κατά την κίνησή του από τη θέση Α στη θέση Β.

ii) Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας υ.

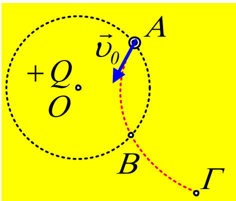
iii) Με ποια ταχύτητα περνά το σφαιρίδιο από το κέντρο Ο της σφαίρας και με ποια ταχύτητα εξέρχεται από το άκρο Γ της σήραγγας;

iv) Να υπολογιστεί η δυναμική ενέργεια του σφαιριδίου, η οφειλόμενη στο φορτίο που φέρει, τη στιγμή που διέρχεται από το κέντρο Ο της σφαίρας.

Δίνονται $g=10m/s^2$ και $K=9\cdot 10^9 Nm^2/C^2$.

5) Ένα φορτίο εκτοξεύεται

Στο κέντρο Ο ενός κύκλου ακτίνας R είναι στερεωμένο ένα θετικό σημειακό φορτίο +Q. Από το σημείο Α του κύκλου εκτοξεύεται ένα φορτισμένο σωματίδιο, το οποίο θεωρούμε σημειακό φορτίο, με αρχική ταχύτητα $υ_0$, όπως στο σχήμα, το οποίο ακολουθεί την διακεκομμένη κόκκινη γραμμή και περνά μετά από λίγο από τα σημεία Β και Γ, όπου (ΟΓ)=2R.



i) Ποιο το πρόσημο του φορτίου q_1 που φέρει το σωματίδιο;

ii) Το έργο της δύναμης που ασκείται στο σωματίδιο από τη θέση Α μέχρι τη θέση Β, είναι:

α) Αρνητικό, β) μηδέν, γ) Θετικό

iii) Η ταχύτητα του σωματιδίου στη θέση Β έχει μέτρο $υ_B$, όπου:

α) $υ_B < υ_0$, β) $υ_B = υ_0$, γ) $υ_B > υ_0$

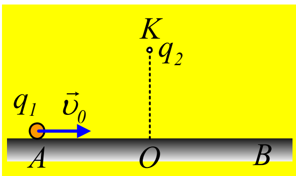
iv) Το έργο της δύναμης του πεδίου που ασκείται στο σωματίδιο, από το Α στο Γ είναι ίσο:

α) $W=F\cdot R$, β) $W=kQq_1/R$, γ) $W=kQq_1/2R$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

6) Μια κίνηση σε λείο οριζόντιο επίπεδο.

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο από μονωτικό υλικό, κινείται ένα μικρό φορτισμένο σφαιρίδιο μάζας m=4,8g που φέρει φορτίο q_1=1μC και σε μια στιγμή t=0 περνάει από το σημείο Α, απέχοντας κατά x_1=0,8m από το σημείο Ο του επιπέδου έχοντας



ταχύτητα $υ_0$=3m/s . Στην κατακόρυφο που περνά από το Ο και σε ύψος h=0,6m από το επίπεδο είναι ακλόνητο ένα δεύτερο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο q_2=2μC.

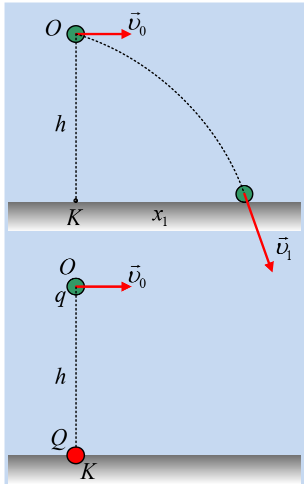
i) Να υπολογιστεί η επιτάχυνση του σφαιριδίου στη θέση Α.

ii) Να βρεθεί η ταχύτητα του σφαιριδίου τη στιγμή που φτάνει στη θέση Β, αν (ΑΒ)=1,6m.

iii) Να υπολογιστούν η μέγιστη και η ελάχιστη ταχύτητα του σφαιριδίου κατά τη διάρκεια της κίνησής της.

Δίνεται $K_c=9\cdot 10^9 N\cdot m^2/C^2$.

7) Μια σύνδεση οριζόντιας βολής και ηλεκτρικού πεδίου.



Ένα μικρό σφαιρίδιο Α εκτοξεύεται, από ένα σημείο Ο σε ύψος h, οριζόντια, με αρχική ταχύτητα $υ_0$ και φτάνει στο έδαφος έχοντας μετατοπισθεί οριζόντια κατά x_1= h, μετά από χρόνο t_1.

Το ίδιο σφαιρίδιο εκτοξεύεται ξανά από το ίδιο ύψος από το έδαφος, αλλά τώρα φέρει φορτίο +q, ενώ στο σημείο Κ του εδάφους, το οποίο βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφη με το σημείο εκτόξευσης Ο, βρίσκεται στερεωμένο ένα δεύτερο φορτισμένο σφαιρίδιο Β με φορτίο +Q. Στην περίπτωση αυτή:

i) Αν t_2 το χρονικό διάστημα για να φτάσει το σφαιρίδιο στο έδαφος, ισχύει:

α) $t_2 < t_1$, β) $t_2 = t_1$, γ) $t_2 > t_1$.

ii) Αν x_2 η μετατόπισή του ισχύει:

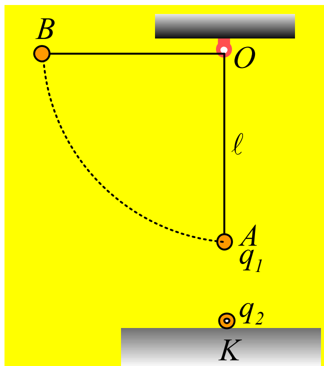
α) $x_2 < h$, β) $x_2 = h$, γ) $x_2 > h$.

iii) Για τις τελικές κινητικές ενέργειες K_1 και K_2 στις δυο βολές ισχύει:

α) $K_2 < K_1$, β) $K_2 = K_1$, γ) $K_2 > K_1$.

Η αντίσταση του αέρα δεν λαμβάνεται υπόψη.

8) Τάσεις και Επιταχύνσεις στο ηλεκτρικό πεδίο.



Στο άκρο μονωτικού νήματος, μήκους l=0,3m, είναι δεμένο ένα μικρό σφαιρίδιο μάζας 300g που φέρει φορτίο q_1=0,5μC και κρέμεται από σταθερό σημείο Ο, όπως στο σχήμα. Στο σημείο Κ, του οριζοντίου επιπέδου από μονωτικό υλικό, πάνω στην κατακόρυφο που περνά από το Ο, έχει στερεωθεί ένα άλλο μικρό σφαιρίδιο με φορτίο επίσης q_2=5μC. Η απόσταση των δύο σφαιριδίων είναι d=0,1m.

i) Να βρεθεί η τάση του νήματος με το σφαιρίδιο ακίνητο στη θέση Α.

ii) Μετακινούμε το σφαιρίδιο φέρνοντάς το στη θέση Β, με το νήμα οριζόντιο και σε μια στιγμή το αφήνουμε να κινηθεί. Να υπολογιστεί η αρχική επιτάχυνση του σφαιριδίου, καθώς και η τάση του νήματος, αμέσως μόλις αφεθεί να κινηθεί.

iii) Μετά από λίγο το σφαιρίδιο περνά από τη θέση Α. Για τη στιγμή αυτή:

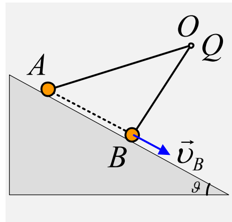
α) Πόση είναι η κινητική ενέργεια του σφαιριδίου;

β) Να βρεθεί ξανά η τάση του νήματος.

Δίνονται $K_c=9\cdot10^9Nm^2/C^2$ και $g=10m/s^2$.

9) Μια κίνηση σε λείο κεκλιμένο επίπεδο, μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο.

Ένα μικρό φορτισμένο σφαιρίδιο, μάζας m=2g και φορτίου q=1μC, αφήνεται στο σημείο Α ενός λείου κεκλιμένου επιπέδου, απέχοντας απόσταση (ΑΟ)=1m, από ένα ακλόνητο σημειακό φορτίο Q. Μετά από λίγο το σφαιρίδιο, αφού μετατοπισθεί κατά 0,6m φτάνει σε σημείο Β, όπου (ΟΒ)=0,8m, με ταχύτητα $υ_B=2m/s$.



i) Να υπολογιστεί το έργο που παράγει πάνω στο σφαιρίδιο, η δύναμη που δέχεται από το ηλεκτρικό πεδίο του φορτίου Q, κατά τη μετακίνηση από το σημείο Α στο Β.

ii) Να βρεθεί η διαφορά δυναμικού $V_{AB}=V_A-V_B$.

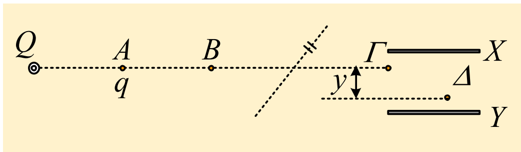
iii) Ποια η επιτάχυνση του σφαιριδίου στη θέση Β;

iv) Να βρεθεί η αρχική επιτάχυνση του σφαιριδίου στη θέση Α.

Δίνεται η κλίση του επιπέδου θ=30°, $g=10m/s^2$ και $K=9\cdot10^9N\cdot m^2/C^2$.

10) Δυο επιταχυνόμενες κινήσεις φορτισμένης σφαίρας.

Ένα σημειακό φορτίο Q=1μC βρίσκεται ακλόνητο στο σημείο Ο του σχήματος. Στο σημείο Α, όπου (ΟΑ)=1cm αφήνεται ελεύθερη μια πολύ μικρή φορτισμένη σφαίρα μάζας m και φορτίου q=1μC. Η σφαίρα επιταχύνεται και αφού απομακρυνθεί από το ηλεκτρικό πεδίο του φορτίου Q, μπαίνει στο σημείο Γ, στο ηλεκτρικό πεδίο ενός επίπεδου πυκνωτή με οριζόντιους οπλισμούς που απέχουν κατά 1cm, χωρητικότητας C=0,1nF. Το σημείο Γ απέχει 0,3cm από τον πάνω οπλισμό του πυκνωτή. Μετά από λίγο η σφαίρα φτάνει στο σημείο Δ, έχοντας κατακόρυφη εκτροπή y=0,5cm. Ο πυκνωτής έχει φορτισθεί με φορτίο Q_1=1μC ενώ θεωρούμε ότι το δυναμικό στο σημείο Γ είναι μηδέν, μιας και βρίσκεται σε άπειρη απόσταση από το Q.



i) Να υπολογιστεί το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου και η δυναμική ενέργεια της σφαίρας στο σημείο Α, καθώς και η κινητική της ενέργεια τη στιγμή που περνά από το σημείο Β, όπου (ΑΒ)=1cm.

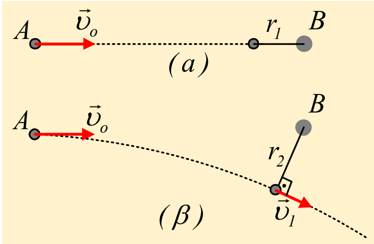
ii) Ποιος οπλισμός ο Χ ή ο Υ φέρει θετικό φορτίο; Να υπολογιστούν τα δυναμικά των οπλισμών του πυκνωτή.

iii) Να υπολογιστεί το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή στο σημείο Δ, καθώς και η κινητική ενέργεια της φορτισμένης σφαίρας στο Δ.

iv) Να βρεθεί ο λόγος $α_A/α_Δ$ των επιταχύνσεων της σφαίρας στα σημεία Α και Δ.

Οι βαρυτικές δυνάμεις θεωρούνται αμελητέες ενώ $k_c=9\cdot10^9N\cdot m^2/C^2$.

11) Δυο κινήσεις που θυμίζουν πείραμα Rutherford.



Μια φορτισμένη μικρή σφαίρα Β συγκρατείται ακίνητη σε ένα σημείο. Από μεγάλη απόσταση εκτοξεύεται μια άλλη μικρή φορτισμένη σφαίρα Α, μάζας 0,1g και φορτίου q_1=+0,1μC με αρχική ταχύτητα υ_o=30m/s με κατεύθυνση προς το κέντρο της Β σφαίρας. Η ελάχιστη απόσταση που πλησιάζουν οι δυο σφαίρες είναι r_1=2cm.

Επαναλαμβάνουμε την εκτόξευση, αλλά τώρα μας «ξέφυγε» λίγο η στόχευση, με αποτέλεσμα η σφαίρα να εκτραπεί, εκτελώντας καμπυλόγραμμη κίνηση και να κινηθεί όπως στο β) σχήμα, όπου τώρα η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των σφαιρών είναι r_2=3,6cm.

i) Να βρεθεί το φορτίο της Β σφαίρας.

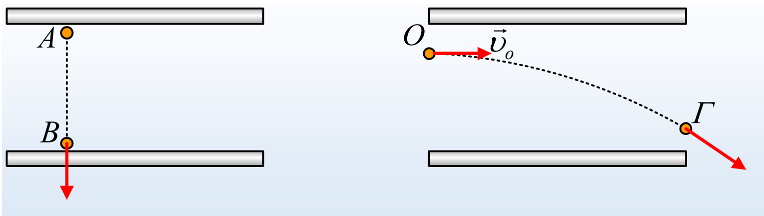
ii) Ποια είναι η ελάχιστη ταχύτητα της Β σφαίρας στο β) πείραμα;

iii) Να βρεθεί η μέγιστη επιτάχυνση της Α σφαίρας και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις. Ποιος ο ρόλος των παραπάνω επιταχύνσεων;

iv) Στη θέση της ελάχιστης απόστασης r_2, η τροχιά της σφαίρας είναι καμπυλόγραμμη. Μπορούμε λοιπόν να προσεγγίσουμε μια μικρή περιοχή της τροχιάς αυτής, με κάποιον κύκλο. Να υπολογιστεί η ακτίνα του κύκλου αυτού.

Δίνεται η σταθερά $k_c=9\cdot10^9 Nm^2/C^2$, ενώ τα πειράματα πραγματοποιούνται σε περιοχή που δεν υπάρχουν βαρυτικά πεδία.

12) Οι κινητικές ενέργειες για δυο κινήσεις.



Μια μικρή φορτισμένη σφαίρα αφήνεται στο εσωτερικό επίπεδου πυκνωτή, πολύ κοντά στον θετικό πάνω οπλισμό του, σημείο Α και μετά από λίγο φτάνει στο σημείο Β, πολύ κοντά στον αρνητικό οπλισμό, με κινητική ενέργεια K_1=1J, όπως στο αριστερό σχήμα.

Η ίδια φορτισμένη σφαίρα εκτοξεύεται με κινητική ενέργεια K_o=1J και εισέρχεται στο ηλεκτρικό πεδίο του ίδιου πυκνωτή στο σημείο Ο και εξέρχεται από το σημείο Γ, όπως στο δεύτερο σχήμα.

Η κινητική ενέργεια K_2, στο σημείο εξόδου Γ είναι:

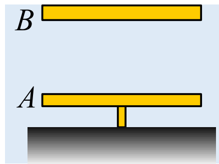
i) K_2 <2J, ii) K_2=2J, iii) K_2 > 2J.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Οι βαρυτικές δυνάμεις θεωρούνται αμελητέες.

13) Μια ισορροπία μέσα σε πυκνωτή.

Μια επίπεδη μεταλλική πλάκα Α συνδέεται αγώγιμα με τη Γη. Μια όμοια δεύτερη πλάκα Β τοποθετείται σε μικρή απόσταση και παράλληλα με την Α, όπως στο διπλανό σχήμα.



i) Αν μεταφέρουμε θετικό φορτίο +Q στην πλάκα Β, να εξηγείστε αν η Α θα φορτισθεί ή θα παραμείνει ουδέτερη.

ii) Τοποθετούμε στο χώρο μεταξύ των δύο πλακών μια μικρή σφαίρα Γ, βάρους w=0,1N και παρατηρούμε ότι αυτή ισορροπεί. Να σχεδιάστε τις δυνάμεις που α-σκούνται πάνω της υπολογίζοντας τα μέτρα τους.

iii) Απομακρύνουμε την πλάκα Β, μετακινώντας την προς τα πάνω κατά y. Τότε η σφαίρα Γ:

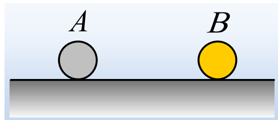
α) Θα παραμείνει ακίνητη

β) Θα κινηθεί προς τα πάνω,

γ) Θα κινηθεί προς τα κάτω.

Να δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

14) Δυο φορτισμένες σφαίρες αλληλεπιδρούν.



Σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο συγκρατούμε δυο μικρές σφαίρες Α και Β με φορτία q_1=0,2μC και q_2=1μC σε απόσταση d=1cm.

α) Αν συγκρατήσουμε την Α και αφήσουμε την Β σφαίρα να κινηθεί, αυτή αποκτά ταχύτητα $υ_2$=3m/s μόλις μετακινηθεί κατά x=1cm.

β) Αν συγκρατήσουμε την Β σφαίρα και αφήσουμε την Α να κινηθεί, αυτή θα αποκτήσει ταχύτητα $υ_1$=6m/s τη στιγμή που απέχει κατά 4cm από την Β.

i) Να υπολογιστεί η δυναμική ηλεκτρική ενέργεια αλληλεπίδρασης των δύο σφαιρών στην αρχική τους θέση.

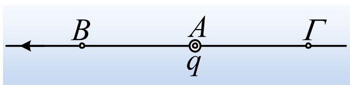
ii) Να βρεθούν τα έργα που παράγονται από τις δυνάμεις που ασκούνται στις δυο σφαίρες στην πρώτη περίπτωση (α).

iii) Να υπολογιστεί η μάζα της Α σφαίρας.

Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά τώρα αφήνουμε ταυτόχρονα και τις δυο σφαίρες να κινηθούν.

iv) Να βρεθεί η απόσταση μεταξύ τους τη στιγμή που η Β σφαίρα έχει ταχύτητα 3m/s.

15) Ένα σωματίδιο σε ηλεκτρικό πεδίο.



Στο διπλανό σχήμα ένα σωματίδιο, που φέρει αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο, α-φήνεται ελεύθερο στο σημείο Α μιας ευθύγραμμης δυναμικής γραμμής.

i) Να εξηγείστε γιατί το σωματίδιο δεν θα παραμείνει ακίνητο στο σημείο Α, αλλά θα κινηθεί.

ii) Το σωματίδιο μετά από λίγο θα φτάσει στο σημείο Β ή στο σημείο Γ;

iii) «Η παραπάνω κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη». Συμφωνείτε ή διαφωνείτε και γιατί;

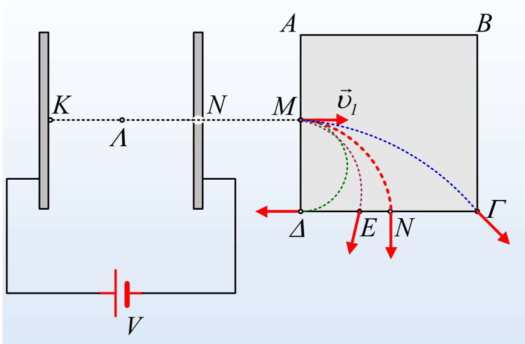
iv) «Κατά την διάρκεια της κίνησης η δυναμική ενέργεια του σωματιδίου μειώνεται». Να δικαιολογήστε την πρόταση αυτή.

v) Σε ποιο σημείο, στην αρχική (σημείο Α) ή στην τελική θέση (σημείο Β ή Γ), το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου έχει μεγαλύτερη τιμή;

Να δικαιολογήστε αναλυτικά τις απαντήσεις σας.

16) Μετά το ηλεκτρικό πεδίο συνεχίζει σε μαγνητικό!

Στο σχήμα, αφήνεται ένα φορτισμένο σωματίδιο στη θέση Κ, πολύ κοντά στην αριστερή επίπεδη πλάκα, το οποίο επιταχύνεται και φτάνοντας στην δεξιά πλάκα, συναντά μια μικρή οπή, από όπου συνεχίζει την κίνησή του και εισέρχεται σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο με δυναμικές γραμμές κάθετες στο επίπεδο της σελίδας, η τομή του οποίου ΑΒΓΔ είναι τετράγωνο πλευράς α. Η είσοδος πραγματοποιείται από το μέσον Μ της πλευράς ΑΔ και η έξοδός του από το μέσον Ν της πλευράς ΓΔ, μετά από χρονικό διάστημα t_1.



i) Ποιο το πρόσημο του φορτίου που φέρει το σωματίδιο; Να σχεδιάστε στο σχήμα την ένταση του μαγνητικού πεδίου.

Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά τώρα αφήνουμε το σωματίδιο στο μέσον Λ της απόστασης μεταξύ των δύο παραλλήλων πλακών.

ii) Το σωματίδιο θα βγει τώρα από το μαγνητικό πεδίο από το σημείο:

α) Δ, β) Ε, γ) Ν, δ) Γ.

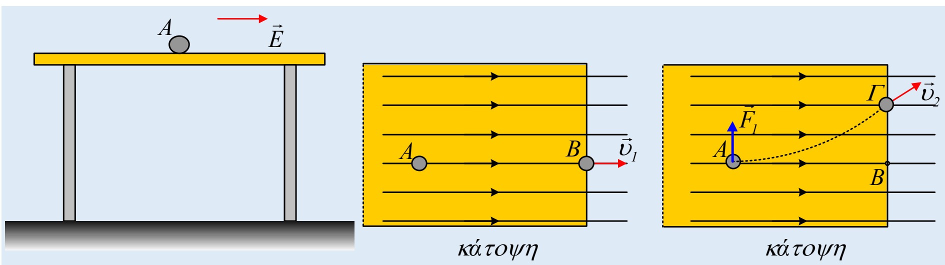
iii) Αν t_2 το χρονικό διάστημα που διαρκεί η κίνηση του σωματιδίου στην περίπτωση αυτή, στο μαγνητικό πεδίο, τότε:

α) $t_2 < t_1$ β) $t_2=t_1$ γ) $t_2 > t_1$.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

17) Μια φορτισμένη σφαίρα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

Πάνω σε ένα τραπέζι, αφήνεται μια μικρή σφαίρα μάζας 2g που είναι φορτισμένη με φορτίο q=1μC, σε σημείο Α, ενώ στο χώρο υπάρχει ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, όπως στο σχήμα.



Η σφαίρα κινείται χωρίς τριβές και μετά από λίγο εγκαταλείπει το τραπέζι, από το σημείο Β, έχοντας ταχύτητα

$υ_1$=4m/s.

i) Να υπολογίστε το έργο που παρήχθη από το ηλεκτρικό πεδίο κατά την κίνηση από το Α στο Β.

ii) Να βρεθεί η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Α και Β.

iii) Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά τώρα αφήνοντας τη σφαίρα στο σημείο Α, της ασκούμε ταυτόχρονα μια οριζόντια δύναμη F_1, με αποτέλεσμα, αντί να φύγει από το σημείο Β, να εγκαταλείπει το τραπέζι στο σημείο Γ, με ταχύτητα $υ_2$=6m/s. Δίνεται ότι η ΒΓ είναι κάθετη στην ΑΒ.

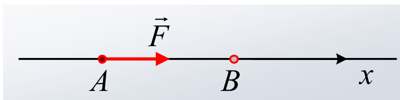
α) Να βρεθεί η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Β και Γ.

β) Πόσο έργο παράγεται από την ηλεκτρική δύναμη κατά τη διάρκεια της μετακίνησης από το Α στο Γ;

γ) Να υπολογίστε το έργο της δύναμης F_1 για την παραπάνω μετακίνηση.

18) Ένταση και δυναμικά σε μια ευθύγραμμη δυναμική γραμμή.

Εκτός πεδίου βαρύτητας, σε ένα σημείο Α μιας ευθύγραμμης δυναμικής γραμμής, ηρεμεί ένα σφαιρίδιο μάζας m=6g και φορτίου |q|=1μC, με την επίδραση μιας εξωτερικής δύναμης F=1N, όπως στο σχήμα.



i) Να υπολογίσετε την ένταση του πεδίου στο σημείο Α.

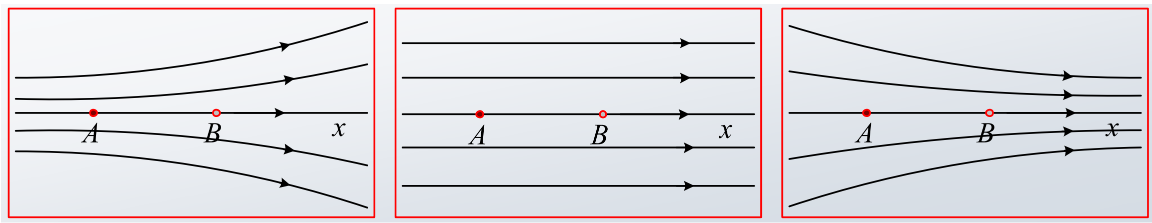
Σε μια στιγμή αυξάνουμε το μέτρο της ασκούμενης δύναμης στην τιμή F΄=1,2Ν, με αποτέλεσμα το σφαιρίδιο να επιταχυνθεί και αφού διανύσει απόσταση (ΑΒ)=40cm, να περάσει από το σημείο Β έχοντας ταχύτητα 10m/s.

ii) Πόση ενέργεια μεταφέρεται στο σφαιρίδιο μέσω του έργου της ασκούμενης δύναμης;

iii) Πόσο αυξάνεται ή μειώνεται η δυναμική ενέργεια του σφαιριδίου κατά την κίνηση από το Α στο Β;

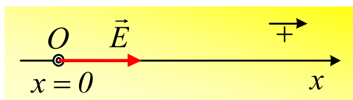
iv) Να βρεθεί η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Α και Β.

v) Ποιο από τα παρακάτω σχήματα μπορεί να περιγράφει το ηλεκτρικό πεδίο εντός του οποίου κινήθηκε το σφαιρίδιο; Να δικαιολογήστε την επιλογή σας.



19) Ένα φορτισμένο σωματίδιο πηγαινοέρχεται…

Σε ένα ιδιόμορφο ηλεκτρικό πεδίο, η ένταση έχει την διεύθυνση του άξονα x και το μέτρο της μεταβάλλεται σύμφωνα με την σχέση:



$$E=200-100x \ \ (V/m) \quad \text{για} \quad 0 \le x \le 4m$$

Ένα σωματίδιο με μάζα 2mg και φορτίο 0,5 μC αφήνεται στο σημείο Ο, στη θέση x=0. Αν η μόνη δύναμη που δέχεται είναι αυτή του ηλεκτρικού πεδίου, να βρεθούν:

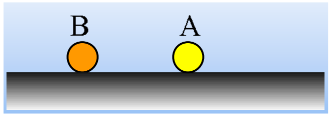
i) Με ποια ταχύτητα περνάει από ένα σημείο Α, στο οποίο η ένταση του πεδίου είναι μηδέν.

ii) Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Ο και Α.

iii) Η ταχύτητα του σωματιδίου στο σημείο Γ, στη θέση $x_Γ$=4m.

iv) Η επιτάχυνση του σωματιδίου στις θέσεις Ο, Α και Γ.

20) Κίνηση δύο φορτισμένων σφαιρών.



Σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο συγκρατούνται σε απόσταση 1,5cm δύο μικρές φορτισμένες σφαίρες Α και Β, οι οποίες απωθούνται με δύναμη F=240N. Η Α σφαίρα έχει μάζα m_1=100g και φέρει φορτίο q_1=3μC.

i) Να βρεθεί το φορτίο της Β σφαίρας καθώς και η δυναμική ενέργεια του συστήματος.

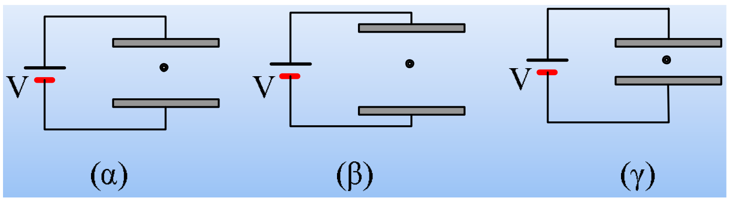
ii) Σε μια στιγμή t_0=0, αφήνουμε ελεύθερη την Α σφαίρα, οπότε μετά από λίγο, τη στιγμή t_1, έχει αποκτήσει ταχύτητα υ=6m/s. Ποια είναι η απόσταση μεταξύ των σφαιρών τη στιγμή αυτή;

iii) Τη στιγμή t_1 ελευθερώνουμε και την σφαίρα Β, οπότε μετά από λίγο, τη στιγμή t_2, η Α σφαίρα έχει ταχύτητα $υ_1$=8m/s, ενώ η Β ταχύτητα μέτρου $υ_2$=2m/s. Να βρεθεί η μάζα της σφαίρας Β, καθώς και η απόσταση r_2 μεταξύ των δύο σφαιρών τη στιγμή t_2.

Δίνεται $k_c=9\cdot 10^9 N\cdot m^2/C^2$.

21) Αλλάζοντας την απόσταση των οπλισμών πυκνωτή.

Στο εσωτερικό ενός επίπεδου πυκνωτή (σχ.α), με οριζόντιους οπλισμούς τοποθετούμε ένα φορτισμένο σωματίδιο Α, το οποίο ισορροπεί.



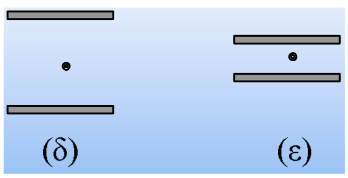
i) Τι είδους φορτίο φέρει το σωματίδιο Α;

ii) Στο (β) σχήμα έχουμε απομακρύνει τους οπλισμούς. Τοποθετούμε τώρα το ίδιο σωματίδιο Α στο εσωτερικό του. Τότε το σωματίδιο:

α) Θα ισορροπήσει. β) θα κινηθεί προς τα πάνω γ) θα κινηθεί προς τα κάτω.

iii) Αν πλησιάσουμε τους οπλισμούς του πυκνωτή, όπως στο (γ) σχήμα και τοποθετήσουμε ένα άλλο σωματίδιο Β στο εσωτερικό του, παρατηρούμε ότι ισορροπεί. Αν το Β σωματίδιο έχει το ίδιο φορτίο με το Α, τότε η μάζα του, σε σχέση με αυτή του Α σωματιδίου είναι:

α) μικρότερη β) ίση γ) μεγαλύτερη.

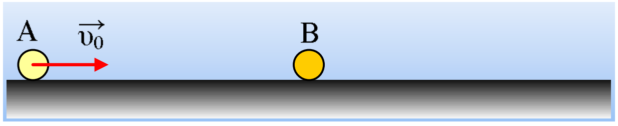


iv) Φορτίζουμε τώρα τον αρχικό πυκνωτή σε τάση V και κατόπιν τοποθετούμε τα σωματίδια, όπως στα σχήματα δ) και ε), τι θα κάνουν τώρα τα σωματίδια Α και Β;

22) Κίνηση φορτισμένων σφαιρών.

Σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί μια μικρή μεταλλική σφαίρα Β, μάζας M=5g και φορτίου Q=2μC.

Από μεγάλη απόσταση εκτοξεύεται μια άλλη επίσης μεταλλική σφαίρα Α, μάζα m=3g και φορτίου q=1μC, με κατεύθυνση προς τη σφαίρα Β με αρχική ταχύτητα $υ_0$=20m/s, χωρίς να στρέφεται.



i) Αν η σφαίρα Β συγκρατείται ακίνητη στη θέση της, ποια η ελάχιστη απόσταση στην οποία θα πλησιάσουν οι δυο σφαίρες;

ii) Ποιος ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής της ορμής της Α σφαίρας;

Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά τώρα η σφαίρα Β αφήνεται ελεύθερη να κινηθεί.

iii) Ποια η ελάχιστη απόσταση στην οποία θα πλησιάσουν οι δυο σφαίρες και ποιος ο ρυθμός μεταβολής της ορμής κάθε σφαίρας στην απόσταση αυτή;

iv) Τι ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας της Α σφαίρας έχει μετατραπεί σε δυναμική, τη στιγμή που μηδενίζεται στιγμιαία η ταχύτητα της Α σφαίρας;

23) Το πλησίασμα δύο φορτισμένων σφαιρών.

Δύο μικρές φορτισμένες σφαίρες Α και Β με φορτία q_1=+2μC και q_2= **-** 3μC αντίστοιχα, συγκρατούνται σε δύο σημεία Κ και Λ, μιας ευθείας ε, όπου (ΚΛ)=6cm.

i) Πόση είναι η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο σφαιρών;

ii) Σε μια στιγμή αφήνουμε την σφαίρα Β να κινηθεί ασκώντας της μια σταθερή δύναμη F=10N, με κατεύθυνση, όπως στο σχήμα, οπότε μετά από λίγο φτάνει σε σημείο Μ της ευθείας ε, όπου (ΚΜ)=1cm, ενώ η Α συγκρατείται στην θέση της.

Να εξηγείστε ποιες προτάσεις είναι σωστές:

α) Στη σφαίρα Β δόθηκε μέσω του έργου της δύναμης F, ενέργεια 0,5J.

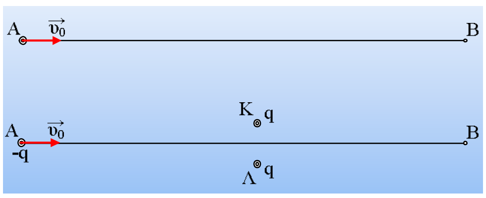
β) Η δυναμική ενέργεια του φορτίου q_2 μειώθηκε κατά 4,5J.

γ) Η σφαίρα Β κινήθηκε με σταθερή επιτάχυνση.

δ) Το έργο της δύναμης Coulomb από το Λ στο Μ είναι ίσο με 4,5J.

ε) Η σφαίρα Β στο Μ έχει κινητική ενέργεια ίση με 4,5J.

24) Με μεγαλύτερη ταχύτητα και πιο γρήγορα;



Ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο κινούμενο με σταθερή ταχύτητα $υ_0$ διανύει μια μεγάλη απόσταση (ΑΒ) σε χρονικό διάστημα t_1.

Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά στο μέσον της διαδρομής, έχουμε τοποθετήσει δύο ίσα θετικά σημειακά φορτία, σε σημεία Κ και Λ, σε μικρή απόσταση, με αποτέλεσμα το σωματίδιο να κινείται πάνω στην μεσοκάθετο του ευθύγραμμου τμήματος (ΚΛ). Η δύναμη που δέχεται αρχικά το φορτισμένο σωματίδιο στο σημείο Α, θεωρείται μηδενική ή διαφορετικά τα σημεία Α και Β θεωρούνται σε άπειρη απόσταση από τα φορτία στα σημεία Κ και Λ.

i) Το μέτρο της ταχύτητας με την οποία το σωματίδιο θα φτάσει τώρα στο Β, θα είναι;

α) μικρότερο από $υ_0$. β) ίσο με $υ_0$. γ) μεγαλύτερο από $υ_0$.

ii) Το χρονικό διάστημα της κίνησης θα είναι:

α) μικρότερο από t_1. β) ίσο με t_1. γ) μεγαλύτερο από t_1.

iii) Να χαράξετε ένα ποιοτικό διάγραμμα της ταχύτητας του σωματιδίου σε συνάρτηση με το χρόνο.

25) Δυναμικό και ενέργεια.

Για να μεταφέρουμε από μεγάλη απόσταση ένα σωματίδιο μάζας 4mg και φορτίου q=-1μC στο σημείο Α μιας δυναμικής γραμμής, πρέπει να του δώσουμε ενέργεια $9\cdot 10^{-4}$J. Στη συνέχεια το αφήνουμε ελεύθερο, οπότε μετά από λίγο περνά από το σημείο Β με ταχύτητα $υ_1$=10m/s.

i) Να βρεθεί το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Α.

ii) Σχεδιάστε την ένταση του πεδίου στο σημείο Α.

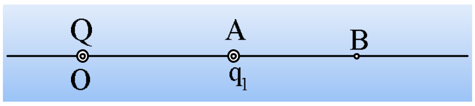
iii) Πόσο είναι το έργο της δύναμης που δέχτηκε το σωματίδιο από το πεδίο, κατά την μετακίνησή του από το Α στο Β;

iv) Υπολογίστε το δυναμικό στο σημείο Β.

v) Πόση είναι η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το σωματίδιο κατά την κίνησή του;

26) Δυναμικό και κίνηση.

1) Στο σημείο Ο μιας ευθείας βρίσκεται ακλόνητο ένα σημειακό θετικό φορτίο Q. Στο σημείο Α αφήνεται ένα φορτισμένο θετικά με φορτίο q_1 σωματίδιο, το οποίο μετά από λίγο περνά από το σημείο Β.



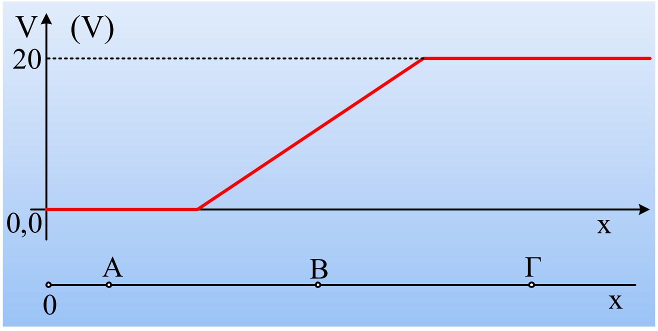
i) Να σχεδιάστε τη δύναμη που ασκείται στο σωματίδιο και να συμπληρώσετε τα κενά στο παρακάτω κείμενο.

Κατά την κίνηση του σωματιδίου, η δύναμη που δέχεται το σωματίδιο, παράγει έργο W= ……….. με αποτέλεσμα η κινητική ενέργεια του σωματιδίου να ………………. Η αύξηση αυτή, γίνεται εις βάρος της ……. ………………………….. Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του σωματιδίου στη θέση Α είναι ίση με … ………. ενώ στο σημείο Β ………….

ii) Να χαρακτηρίστε ως σωστή ή λανθασμένη η παρακάτω πρόταση. Στην περίπτωση που υπάρχει λάθος να την επαναδιατυπώσετε, ώστε να αποκτήσει ορθή απόδοση.

«Όταν ένα φορτισμένο σωματίδιο αφεθεί μέσα σε ένα ηλεκτρικό πεδίο, θα δεχθεί δύναμη, με αποτέλεσμα να κινηθεί από σημείο με μεγαλύτερο δυναμικό σε σημείο με μικρότερο δυναμικό. Το αποτέλεσμα είναι, να μειώνεται η δυναμική του ενέργεια και να αυξάνεται ισόποσα η κινητική του ενέργεια»

2) Κατά μήκος μιας ευθείας (ε), η οποία ταυτίζεται με μια (ή με μέρος μιας) δυναμική γραμμή, το δυναμικό μεταβάλλεται όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



i) Ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο αφήνεται στην θέση Β. Τότε θα κινηθεί:

α) Προς το σημείο Α, β) Προς το σημείο Γ, γ) Θα παραμείνει ακίνητο.

ii) Αν το θετικά φορτισμένο σωματίδιο αφεθεί στο σημείο Γ, θα κινηθεί προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά;

iii) Αν ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο αφεθεί στο σημείο Β, τότε:

α) Θα κινηθεί προς το σημείο Α

β) Θα κινηθεί προς σημεία με μεγαλύτερο δυναμικό.

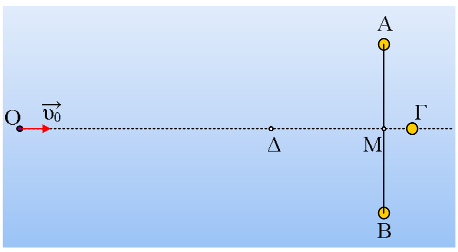
γ) Θα κινηθεί προς σημείο με μικρότερη δυναμική ενέργεια.

iv) Ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο, με φορτίο q=1μC, εκτοξεύεται με αρχική κινητική ενέργεια $K_A=3\cdot 10^{-5}J$, από το σημείο Α, με κατεύθυνση προς το σημείο Β. Θα φτάσει μέχρι τη θέση Γ;

v) Στο σημείο Α ηρεμεί ένα σημειακό φορτίο q_1=0,2μC. Πόση είναι η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για να το μεταφέρουμε στο σημείο Γ;

27) Μια εκτόξευση και η μέγιστη ταχύτητα.

Σε ένα λείο οριζόντιο επίπεδο είναι στερεωμένες τρεις μικρές φορτισμένες σφαίρες Α, Β και Γ, με φορτία $q_1=q_2$=+5μC και q_3 αντίστοιχα, όπως στο σχήμα, όπου (ΑΒ)=60cm, ενώ η Γ βρίσκεται πάνω στην μεσοκάθετο της ΑΒ, σε απόσταση (ΜΓ)=10cm από το μέσον της Μ. Από μεγάλη απόσταση, στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, εκτοξεύεται ένα μικρό σφαιρίδιο μάζας m=11,4g και φορτίου q=-5μC με κατεύθυνση προς το σημείο Μ.



Παρατηρούμε ότι το σφαιρίδιο κινείται κατά μήκος της μεσοκαθέτου του ΑΒ, επιταχυνόμενο, μέχρι ένα σημείο Δ, όπου (ΔΜ)=40cm, ενώ στη συνέχεια επιβραδύνεται έντονα και αλλάζει κατεύθυνση κίνησης φτάνοντας στο Μ.

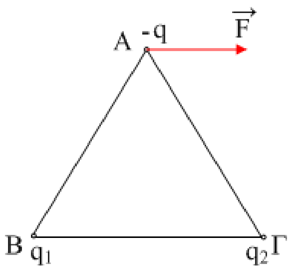
i) Να βρεθεί το φορτίο της σφαίρας Γ.

ii) Να υπολογιστεί η μέγιστη ταχύτητα που απέκτησε το σφαιρίδιο κατά την κίνησή του.

iii) Με πόση αρχική κινητική ενέργεια εκτοξεύθηκε το σφαιρίδιο;

28) Πόσο είναι τα φορτία;

Στις κορυφές Β και Γ ενός ισοσκελούς τριγώνου ΑΒΓ βρίσκονται δύο σημειακά φορτία q_1 και q_2 αντίστοιχα. Φέρνουμε ένα τρίτο σημειακό αρνητικό φορτίο –q στην κορυφή Α και παρατηρούμε ότι δέχεται δύναμη F παράλληλη προς την βάση ΒΓ, όπως στο σχήμα.



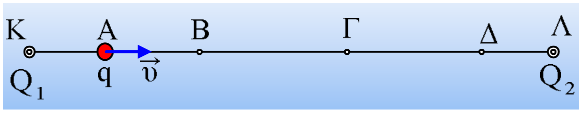
i) Να σχεδιάστε την ένταση του πεδίου στην κορυφή Α.

ii) Ποια είναι τα πρόσημα των φορτίων q_1 και q_2;

iii) Αν $|q_1|$= 1μC, πόσο είναι το φορτίο q_2;

29) Και αν πρόκειται για την ελάχιστη ταχύτητα;

Ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο, κινούμενο προς τα δεξιά, περνά διαδοχικά από τα σημεία Α,Β,Γ και Δ του ευθύγραμμου τμήματος ΚΛ, στα άκρα του οποίου βρίσκονται ακλόνητα δύο σημειακά φορτία $+Q_1$ και Q_2, αντίστοιχα. Δίνεται ότι η ταχύτητα του σωματιδίου είναι ελάχιστη στο σημείο Β.



i) Να συμπληρωθεί ο πίνακας που δίνει την κινητική και δυναμική ενέργεια του σωματιδίου για τα σημεία που αναφέρονται.

θέση	K(J)	U(J)
Α	0,8	-2,0
Β	0,1	
Γ		-1,6
Δ	2,1	

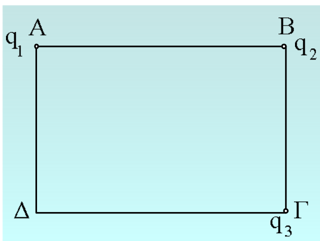
ii) Να σχεδιάστε την συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο σωματίδιο στα σημεία Α και Γ.

iii) Ποιο το πρόσημο του φορτίου Q_2;

iv) Πόση είναι η ένταση του πεδίου στο σημείο Β;

30) Δυναμικές ενέργειες και δυναμικό.

Στις κορυφές ενός ορθογωνίου ΑΒΓΔ με πλευρές (ΑΒ)=4cm και (ΒΓ)=3cm βρίσκονται τρία σημειακά φορτία q_1=0,4μC, q_2=-0,3μC και q_3=0,5μC, τοποθετημένα όπως στο σχήμα.



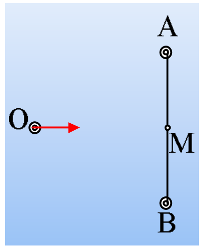
i) Να υπολογίσετε την δυναμική ενέργεια του συστήματος.

ii) Πόση ενέργεια απαιτείται για να μεταφέρουμε το φορτίο q_3 από την κορυφή Γ στην Δ;

iii) Με το φορτίο q_3 στην κορυφή Δ, να υπολογίσετε το δυναμικό στο κέντρο Ο του ορθογωνίου, καθώς και την ενέργεια που θα απαιτηθεί για να τοποθετήσουμε ένα άλλο σημειακό φορτίο q=-1μC στο Ο.

Δίνεται $k_c = 9 \cdot 10^9 Nm^2 / C^2$

31) Το πέρασμα ανάμεσα σε δύο ακλόνητα φορτία.



Δύο ακλόνητα ίσα σημειακά φορτία Q=50nC βρίσκονται στα σημεία Α και Β, σε απόσταση 2d=6cm. Από σημείο Ο, το οποίο απέχει κατά r=5cm από τα σημεία Α και Β, εκτοξεύεται ένα μικρό σωματίδιο μάζας 2mg και φορτίου q_1=3nC, με αρχική ταχύτητα $υ_0$=10m/s, με κατεύθυνση το μέσον Μ του ευθυγράμμου τμήματος ΑΒ, όπως στο σχήμα.

i) Να αποδειχθεί ότι το σωματίδιο θα κινηθεί ευθύγραμμα, υπολογίζοντας και την ελάχιστη ταχύτητά του.

ii) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σωματιδίου τη στιγμή που θα απέχει κατά r_1=6cm από το σημείο Α;

iii) Να βρεθεί η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το σωματίδιο.

iv) Αν αρχικά εκτοξεύαμε το σωματίδιο με κατεύθυνση προς το σημείο Β:

α) Θα σωματίδιο θα επιβραδυνθεί μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητά του

β) Το σωματίδιο θα αποκτούσε τελικά μεγαλύτερη κινητική ενέργεια.

Να χαρακτηρίστε ως σωστές ή λανθασμένες τις προτάσεις αυτές, δικαιολογώντας την επιλογή σας.

32) Μέγιστη ταχύτητα σωματιδίου.

Στα άκρα Κ και Λ ενός ευθυγράμμου τμήματος βρίσκονται ακλόνητα δύο σημειακά φορτία +Q και +2Q αντίστοιχα. Ένα φορτισμένο σωματίδιο κινείται κατά μήκος του ευθυγράμμου τμήματος ΚΛ και περνά από το Α με μέγιστη ταχύτητα.

i) Να συμπληρωθεί ο πίνακας που δίνει την κινητική και δυναμική ενέργεια του σωματιδίου σε κάποια σημεία του τμήματος ΚΛ.

θέση	K(J)	U(J)
A	0,6	0,9
B	0,0	
Γ		1,2
Δ		1,5
Z	0,2	

ii) Ποιο το πρόσημο του φορτίου του σωματιδίου;

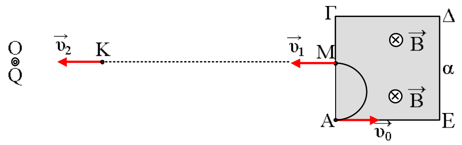
iii) Να σημειώστε τα σημεία πάνω στο σχήμα,(ποιοτικό σχήμα, χωρίς υπολογισμούς αποστάσεων) αν γνωρίζετε ότι το Β είναι δεξιά και το Γ αριστερά του σημείου Α. Να σχεδιάστε την συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο σωματίδιο στα σημεία Γ και Ζ.

iv) Σε ποιο σημείο του ευθυγράμμου τμήματος η ένταση του πεδίου είναι μηδέν.

v) Υπάρχει σημείο του τμήματος ΚΛ που να έχει δυναμικό ίσο με μηδέν.

33) Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε Μαγνητικό και Ηλεκτρικό πεδίο.

Η τομή ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης Β=2Τ είναι τετράγωνο ΑΓΔΕ πλευράς α=0,2m. Από την κορυφή Α εισέρχεται με ταχύτητα $υ_0$ στο πεδίο ένα φορτισμένο σωματίδιο μάζας $m=10^{-13}$kg και φορτίου q_1 και εξέρχεται από το μέσον Μ της ΑΓ με ταχύτητα αντίθετης κατεύθυνσης και μέτρου $υ_1=10^5$m/s, όπως στο σχήμα.



Το σωματίδιο κατευθύνεται προς ένα άλλο ακλόνητο σημειακό φορτίο Q, που βρίσκεται στο σημείο Ο, σε πολύ μεγάλη απόσταση από το Μ. Όταν το σωματίδιο φτάσει στο σημείο Κ σ' απόσταση (ΟΚ)= r=2,4cm έχει ταχύτητα $υ_2=5·10^4$m/s.

i) α) Ποιο είναι το πρόσημο του φορτίου q_1

β) ποια είναι η τιμή της αρχικής ταχύτητας $υ_0$;

Να δικαιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας.

ii) Να βρεθούν οι τιμές των φορτίων q_1 και Q.

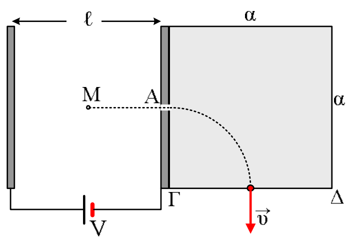
iii) Ποια η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των δύο φορτίων;

Οι δυνάμεις βαρύτητας είναι αμελητέες.

Δίνεται $K_c=9·10^9$N·m²/C².

34) Κίνηση σε δύο ομογενή πεδία.

Ένα σωματίδιο μάζας 10^{-12}kg και φορτίου 10^{-8}C αφήνεται στο σημείο Μ, στο μέσον της απόστασης ℓ=0,2m δύο παράλληλων μεταλλικών πλακών που συνδέονται με τους πόλους πηγής τάσης V. Φτάνοντας στο σημείο Α, υπάρχει μια μικρή οπή, μέσω της οποίας εισέρχεται σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης Β=2Τ, κάθετα στις δυναμικές γραμμές, η τομή του οποίου είναι τετράγωνο πλευράς α=0,2m. Το σωματίδιο εκτρέπεται από το πεδίο και εξέρχεται από το μέσον της πλευράς ΓΔ, με ταχύτητα κάθετη στην ΓΔ, όπως στο σχήμα.



i) Να σχεδιάστε την φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

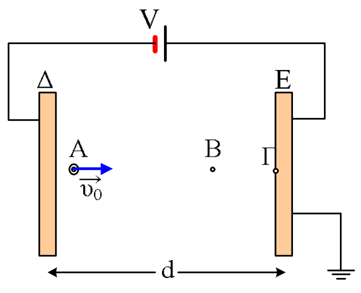
ii) Να βρεθεί η ταχύτητα υ εξόδου του από το Μ.Π.

iii) Να βρεθεί η τάση V.

iv) Να υπολογιστεί ο λόγος των μέτρων, της επιτάχυνσης του σωματιδίου στο ηλεκτρικό πεδίο, προς την αντίστοιχη επιτάχυνσή του στο μαγνητικό πεδίο.

35) Κίνηση σε ομογενές Ηλεκτρικό πεδίο.

Ένα σωματίδιο με φορτίο q=-1nC και μάζα $m=10^{-10}$kg, κινείται παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου του σχήματος, παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές και σε μια στιγμή ($t_0=0$) περνάει από το σημείο Α με ταχύτητα $υ_0$=40m/s.



Μετά από χρόνο 0,8ms το σωματίδιο περνά από το σημείο Β με ταχύτητα 120m/s.

Δίνεται ότι η απόσταση των δύο πλακών είναι ίση με d=0,1m, το σημείο Α απέχει 0,8cm από την αριστερή πλάκα Δ, ενώ το βάρος του σωματιδίου θεωρείται αμελητέο.

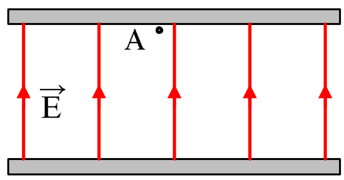
i) Υπολογίστε τη δύναμη που δέχεται το σωματίδιο από το πεδίο και την απόσταση (ΑΒ).

ii) Να βρεθεί η τάση V καθώς και η δυναμική ενέργεια του σωματιδίου στις θέσεις Α και Β.

iii) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σωματιδίου μεταξύ των δύο παραπάνω θέσεων και να τη συγκρίνετε με τις τιμές της δυναμικής ενέργειας του ii) ερωτήματος.

36) Ομογενές Ηλεκτρικό πεδίο. Φ.Ε.

Δίνεται ο πυκνωτής του σχήματος με οριζόντιους οπλισμούς, οι οποίοι απέχουν κατά d=2cm.



1) Ποιος οπλισμός είναι θετικά φορτισμένος;

α) Ο πάνω β) ο κάτω.

2) Στο σημείο Α, πολύ κοντά στον επάνω οπλισμό, αφήνουμε ένα σωματίδιο Σ με μάζα $m=10^{-10}$kg και φορτίο $q= -10^{-12}$C, το οποίο αποκτά επιτάχυνση $α=2\cdot 10^4$ m/s^2. Αν το βάρος θεωρείται αμελητέο,

i) Να σχεδιάστε στο σχήμα τη δύναμη που δέχεται και την επιτάχυνση που αποκτά.

ii) Η δύναμη **F** που δέχεται το σωματίδιο:

α) οφείλεται στην έλξη του από τον θετικό οπλισμό.

β) οφείλεται στην άπωσή του από τον αρνητικό οπλισμό

γ) Δίνεται από τη σχέση $F = kQq/r^2$ όπου Q το φορτίο του πυκνωτή.

δ) Υπολογίζεται από την εξίσωση $F=E\cdot q$.

iii) Να βρείτε την ένταση του πεδίου και την τάση μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή.

3) Η κίνηση του σωματιδίου θα είναι:

i) Ευθύγραμμη ομαλή.

ii) Ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη.

iii) Ευθύγραμμη επιταχυνόμενη.

iv) Ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη.

4) Γράψτε τις εξισώσεις της ταχύτητας και της μετατόπισης σε συνάρτηση με το χρόνο.

υ = x =

5) Μετά από χρόνο t=1ms το σωματίδιο φτάνει σε σημείο Β. Ποια η ταχύτητά του τη στιγμή αυτή και ποια η απόσταση (ΑΒ);

6) Ποια σημείο έχει μεγαλύτερο δυναμικό;

α) Το σημείο Α β) το σημείο Β

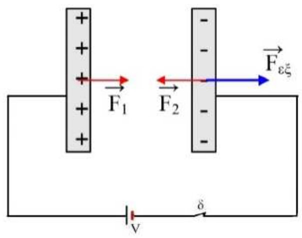
7) Υπολογίστε τη διαφορά δυναμικού V_{AB}.

8) Πόσο είναι το έργο της δύναμης του πεδίου από το Α στο Β;

9) Με ποια ταχύτητα το σωματίδιο φτάνει στον κάτω οπλισμό;

37) Ενέργεια για την απομάκρυνση οπλισμών πυκνωτή, με τη πηγή συνδεδεμένη.

Ένας πυκνωτής με χωρητικότητα 2μF φορτίζεται με φορτίο 0,4mC. Η απόσταση των οπλισμών του είναι 0,1mm. Θέλουμε να απομακρύνουμε τους οπλισμούς ώστε η απόσταση μεταξύ τους να γίνει 0,2mm χωρίς να αποσυνδέουμε τη πηγή.



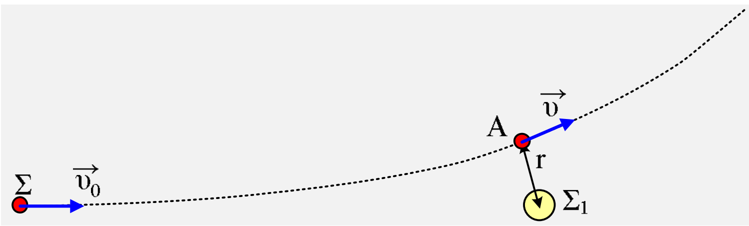
Να υπολογίστε το έργο της Fεξ για την παραπάνω περίπτωση.

38) Σαν το πείραμα το Rutherford…

Μια μικρή σφαίρα Σ με μάζα 2g και φορτίο q_1=0,8μC εκτοξεύεται από μεγάλη απόσταση προς μια άλλη ακλόνητη φορτισμένη σφαίρα $Σ_1$ με φορτίο Q=3μC, με αρχική ταχύτητα $υ_0$=10m/s.

i) Υπολογίστε την ελάχιστη απόσταση στην οποία θα πλησιάσει.

ii) Εξαιτίας μιας μικρής απόκλισης της αρχικής ταχύτητας, η σφαίρα Σ εκτρέπεται από την ευθύγραμμη πορεία της, με αποτέλεσμα η ελάχιστη ταχύτητά της να γίνει ίση με 6,63m/s, ενώ η τροχιά της έχει τη μορφή του παρακάτω σχήματος.



α) Να δικαιολογήσετε την πρόταση: « Η σφαίρα Σ έχει την ελάχιστη απόστασή της από την ακίνητη σφαίρα, τη στιγμή που έχει και ελάχιστη ταχύτητα».

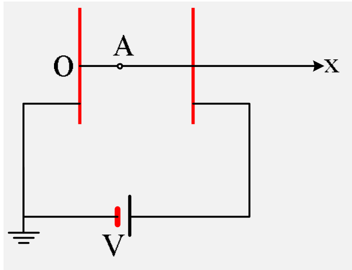
β) Να υπολογίσετε την ελάχιστη απόσταση r μεταξύ των σφαιρών.

γ) Να σχεδιάστε πάνω στο σχήμα τη δύναμη που δέχεται η σφαίρα Σ, στη θέση της ελάχιστης απόστασης r. Ποια η γωνία μεταξύ δύναμης και ταχύτητας;

δ) Να βρεθεί η ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς στη θέση Α. (Λέγοντας ακτίνα καμπυλότητας εννοούμε την ακτίνα ενός κύκλου, ο οποίος μπορεί να προσεγγίσει με μεγάλη ακρίβεια την τροχιά γύρω από το σημείο Α).

39) Δυναμικό ηλεκτρικού πεδίου και ισορροπία.

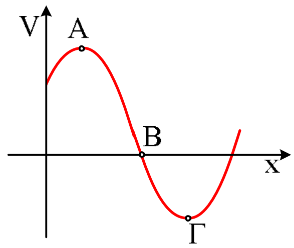
Οι οπλισμοί του επίπεδου πυκνωτή του σχήματος απέχουν ℓ=1cm ενώ V=100V.



i) Να υπολογίσετε την ένταση του πεδίου στο εσωτερικό του πυκνωτή, καθώς και το δυναμικό στο σημείο Α, το οποίο απέχει κατά x, από τον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή.

ii) Να κάνετε τη γραφική παράσταση του δυναμικού σε συνάρτηση του x, κατά μήκος μιας δυναμικής γραμμής. Πώς από το διάγραμμα αυτό υπολογίζεται η ένταση του πεδίου;

iii) Κατά μήκος μιας ευθείας ε το δυναμικό ενός ηλεκτρικού πεδίου μεταβάλλεται όπως στο διάγραμμα.



α. Τι εκφράζει η κλίση της καμπύλης αυτής;

β. Ένα θετικό φορτίο q τοποθετείται διαδοχικά στα σημεία Α, Β και Γ. Σε ποια θέση έχει την μεγαλύτερη δυναμική ενέργεια και σε ποια την μικρότερη;

γ. Αν το παραπάνω φορτίο αφεθεί στο σημείο Β, θα κινηθεί προς το Α ή προς το σημείο Γ;

δ. Σε ποια σημεία το φορτίο μπορεί να ισορροπεί; Διακρίνετε κάποια διαφορά στην ισορροπία του φορτίου;

40) Ελάχιστη απόσταση μεταξύ σωματιδίων.

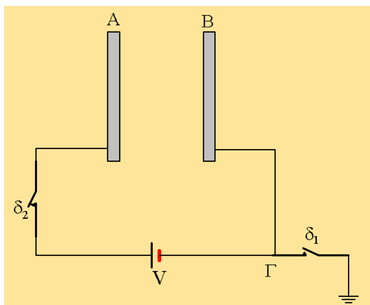
Ένα φορτισμένο σωματίδιο Α εκτοξεύεται από μεγάλη απόσταση προς ένα άλλο όμοιο σωματίδιο Β, το οποίο συγκρατείται ακίνητο.

Η ελάχιστη απόσταση στην οποία θα πλησιάσει το σωματίδιο Α το Β είναι r =1cm.

Να βρεθεί η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των σωματιδίων, αν το Β ήταν ελεύθερο να κινηθεί.

41) Ένας πυκνωτής φορτισμένος.

Στο παρακάτω σχήμα ο επίπεδος πυκνωτής χωρητικότητας C=1nF φορτίζεται από μια πηγή τάσης V=50V, οι οπλισμοί του απέχουν ℓ=1cm, ο διακόπτης $δ_2$ είναι κλειστός, ενώ ο $δ_1$ ανοικτός.



i) Πόσο είναι το φορτίο κάθε οπλισμού του πυκνωτή;

ii) Μπορείτε να βρείτε το δυναμικό του οπλισμού Α;

iii) Κλείνουμε το διακόπτη $δ_1$. Δίνεται ότι το δυναμικό της Γης είναι μηδέν, οπότε το σημείο Γ του κυκλώματος που «γειώνεται» αποκτά δυναμικό ίσο με μηδέν.

Χαρακτηρίστε ως σωστές ή λανθασμένες τις παρακάτω προτάσεις.

α) Το φορτίο του πυκνωτή θα αυξηθεί.

β) Θα φύγουν ηλεκτρόνια από τον οπλισμό Β και θα πάνε στη Γη.

γ) Η ενέργεια του πυκνωτή θα μειωθεί.

δ) Το δυναμικό του οπλισμού Α γίνεται ίσο με 50V.

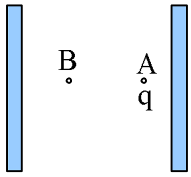
iv) Ανοίγουμε τώρα τον διακόπτη $δ_2$. Πόσο γίνεται τώρα το δυναμικό του οπλισμού Α;

v) Φέρνουμε ένα σημειακό φορτίο q_1=1pC πολύ κοντά στον θετικό οπλισμό. Να βρείτε:

α) Τη δύναμη που δέχεται από το πεδίο.

β) Τη δυναμική ενέργεια του φορτίου q_1.

42) Δυναμικά στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.



Στο σημείο Α ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης $2\cdot 10^5$N/C, όπου το δυναμικό έχει τιμή V_A=1500V, αφήνεται ένα μικρό σωματίδιο με φορτίο q=1nC, το οποίο μετά από λίγο φτάνει στο σημείο Β, όπου (ΑΒ)=d=1cm.

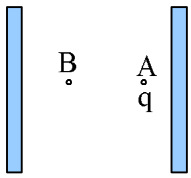
i) Να σχεδιάσετε τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου και να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του φορτίου στη θέση Α.

ii) Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που δέχτηκε από το πεδίο, από το Α μέχρι το Β.

iii) Να υπολογιστεί το δυναμικό στο σημείο Β.

iv) Να υπολογίσετε τη δυναμική και κινητική ενέργεια του σωματιδίου στο σημείο Β.

43) Δυναμικά στο ΟΗΠ και ένα αρνητικό φορτίο.



Στο σημείο Α ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης $2\cdot 10^5$N/C, όπου το δυναμικό έχει τιμή V_A=1.000V, αφήνεται ένα μικρό σωματίδιο με φορτίο q= -1nC, το οποίο μετά από λίγο φτάνει στο σημείο Β, όπου (ΑΒ)=d=1cm.

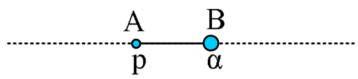
i) Να σχεδιάσετε τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου και να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του φορτίου στη θέση Α.

ii) Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που δέχτηκε από το πεδίο, από το Α μέχρι το Β.

iii) Να υπολογιστεί το δυναμικό στο σημείο Β.

iv) Να υπολογίσετε τη δυναμική και κινητική ενέργεια του σωματιδίου στο σημείο Β.

44) Ένα σύστημα φορτισμένων σωματιδίων.



Ένα πρωτόνιο και ένα σωμάτιο α (πυρήνας Ηλίου He) συγκρατούνται σε απόσταση r=5,12 mm. Δίνονται $m_α=4m_p$ και $q_α=2\cdot q_p$, ενώ q_p= + 1,6 $\cdot 10^{-19}$C. Να βρεθούν:

i) Η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το πρωτόνιο αν αφεθεί να κινηθεί, ενώ το σωμάτιο α παραμένει στη θέση του.

ii) Η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το σωμάτιο α αν αφεθεί να κινηθεί, ενώ το πρωτόνιο παραμένει στη θέση του.

iii) Η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει κάθε σωματίδιο αν αφεθούν ελεύθερα.

iv) Πόσο είναι το έργο της δύναμης του πεδίου που ασκείται στο πρωτόνιο στις παραπάνω περιπτώσεις;

45) Πώς επιταχύνεται ένα φορτισμένο σωματίδιο;

Με αφορμή το θέμα επιτάχυνσης ενός σωματιδίου, που πολύ συχνά επανέρχεται στην συζήτηση, για να δούμε πώς επιταχύνεται ένα φορτισμένο σωματίδιο από ένα ηλεκτρικό πεδίο.

Παράδειγμα 1°:

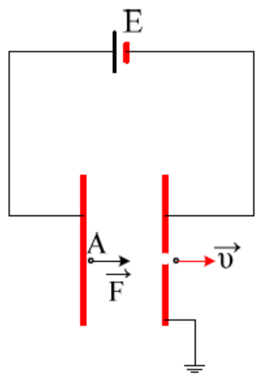
Η πιο απλή εκδοχή είναι να έχουμε ένα ακλόνητο σημειακό φορτίο +Q, στο σημείο Ο του σχήματος. Αν αφήσουμε ένα φορτισμένο σωματίδιο με φορτίο +q στο σημείο Α, σε απόσταση r, τότε αυτό θα επιταχυνθεί και θα φτάσει στο άπειρο έχοντας αποκτήσει κινητική ενέργεια και συνεπώς κάποια ταχύτητα υ.

i) Πόση είναι η κινητική ενέργεια που απέκτησε το σωματίδιο;

ii) Τι μετατροπή ενέργειας εμφανίζεται;

iii) Ποιος παρείχε τελικά την ενέργεια η οποία εμφανίζεται με την μορφή της κινητικής ενέργειας του σωματιδίου;

Παράδειγμα 2°:

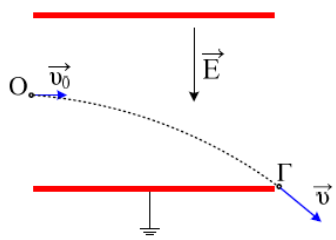


Ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο φέρεται στο σημείο Α, πολύ κοντά στον θετικό οπλισμό ενός πυκνωτή και αφήνεται να κινηθεί. Φτάνοντας στον αρνητικό οπλισμό, ο οποίος είναι γειωμένος, συναντά μια οπή από την οποία εξέρχεται.

i) Πόση είναι η τελική κινητική ενέργεια του σωματιδίου;

ii) Πόση ενέργεια παρείχε η πηγή μέσω του πεδίου στο σωματίδιο;

Παράδειγμα 3°:



Ένα φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται με αρχική ταχύτητα $υ_0$ κάθετα στις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου, όπως στο σχήμα και εξέρχεται εφαπτομενικά από τον αρνητικό οπλισμό, ο οποίος είναι γειωμένος (V=0). Αν ο πυκνωτής είχε φορτιστεί σε τάση V=100V και το σωματίδιο εκτοξεύθηκε από το μέσον της απόστασης των δύο οπλισμών, ζητούνται:

i) Η κινητική του ενέργεια στο σημείο εξόδου Γ.

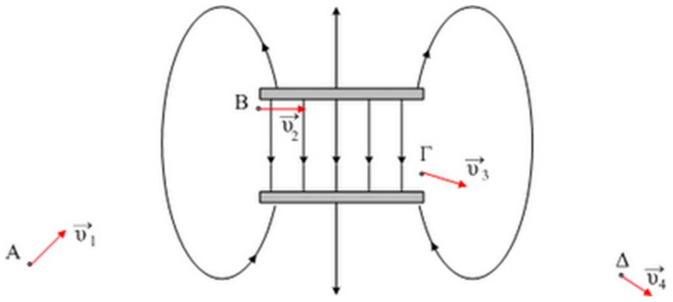
ii) Η ενέργεια που απαιτήθηκε για την μεταφορά και την εκτόξευσή του στο σημείο Ο.

iii) Η ενέργεια που πήρε από το ηλεκτρικό πεδίο.

Παράδειγμα 4°:

Ας δούμε τώρα γενικότερα το πέρασμα ενός φορτισμένου σωματιδίου μέσα από έναν πυκνωτή.

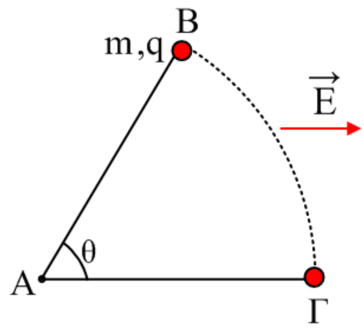
Ας φανταστούμε το θετικά φορτισμένο σωματίδιο σε μεγάλη απόσταση από τον πυκνωτή σημείο Α (στο ά-πειρο) με ταχύτητα $υ_1$.Καθώς πλησιάζει τον πυκνωτή, μπαίνει στο ηλεκτρικό του πεδίο και φτάνει στο σημείο Β, όπου $V_B>0$, έχοντας δυναμική ενέργεια $q \cdot V_B>0$.



Συνεπώς από ΑΔΕ η ταχύτητα στο Β $υ_2$ είναι μικρότερη από την αρχική $υ_1$. Μετά κινείται από το Β στο Γ, επιταχυνόμενο. Πηγαίνει στο Γ με μικρότερο δυναμικό, άρα μικρότερη δυναμική ενέργεια και άρα μεγαλύτερη κινητική ενέργεια $υ_3>υ_2$ και μέχρι να φτάσει σε μηδενικό δυναμικό, έστω στο Δ, μειώνεται και άλλο η δυναμική του ενέργεια και αυξάνεται η κινητική, έτσι τελικά $υ_4>υ_3$. Αλλά τελικά $υ_4=υ_1$.

46) Άσκηση από τον διαγωνισμό της Ε.Ε.Φ. του 2008

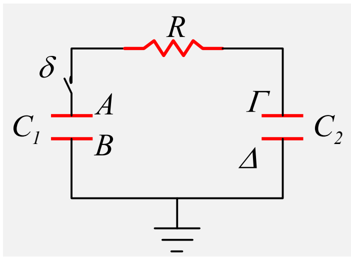
Σωμάτιο με μάζα m=0,01kg και ηλεκτρικό φορτίο q=2,0μC βρίσκεται σε λείο οριζόντιο τραπέζι με μονωτική επιφάνεια και είναι δεμένο στο ένα άκρο οριζόντιας μονωτικής μη ελαστικής χορδής μήκους L=1,5m της οποίας το άλλο άκρο είναι στερεωμένο στο σημείο Α όπως φαίνεται στο σχήμα.



Το σωματίδιο αφήνεται από την ηρεμία όταν η χορδή είναι οριζόντια και σχηματίζει γωνία θ=60° με οριζόντιο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο E=300V/m. Ποια η ταχύτητα του σωματιδίου όταν το σχοινί γίνεται παράλληλο με το ηλεκτρικό πεδίο;

47) Δύο πυκνωτές συνδέονται μέσω αντιστάτη.

Στο σχήμα ο πυκνωτής C_1 με χωρητικότητα C_1= 4μF έχει φορτίο 200μC, με θετικό τον Α οπλισμό, ενώ ο C_2=2μF είναι αφόρτιστος. Ο διακόπτης δ είναι ανοικτός και ο αντιστάτης έχει αντίσταση R=10Ω.



i) Να βρεθούν τα δυναμικά των οπλισμών Α, Β, Γ και Δ.

ii) Κάποια στιγμή t=0 κλείνουμε τον διακόπτη δ. Αμέσως μετά:

α) Ποια τα δυναμικά τώρα των οπλισμών και για ποιο λόγο ο πρώτος πυκνωτής θα αρχίσει να εκφορτίζεται; Να βρεθεί ο ρυθμός με τον οποίο "χάνει" φορτίο ο πρώτος πυκνωτής.

β) Με ποιο ρυθμό μεταβάλλεται η ενέργεια του πυκνωτή C_1 και με ποιο ρυθμό παράγεται θερμότητα πάνω στον αντιστάτη;

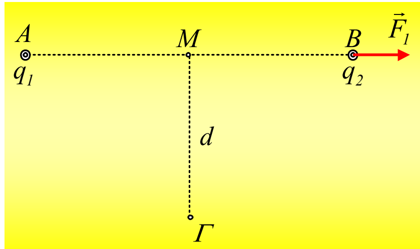
iii) Σε μια στιγμή t_1 ο πυκνωτής C_1 έχει φορτίο 160μC. Για τη στιγμή αυτή:

α) Με ποιο ρυθμό μεταφέρεται φορτίο μέσω του αντιστάτη στον δεύτερο πυκνωτή;

β) Με ποιο ρυθμό τροφοδοτεί το κύκλωμα με ενέργεια ο πρώτος πυκνωτής και με ποιο ρυθμό αυξάνεται η ενέργεια του δεύτερου;

48) Η δύναμη και η ένταση στο ηλεκτρικό πεδίο.

Σε ένα σημείο Α βρίσκεται ακλόνητο ένα σημειακό ηλεκτρικό φορτίο q_1. Σε άλλο σημείο Β, σε απόσταση (ΑΒ)=r=3cm, φέρνουμε ένα δεύτερο ηλεκτρικό φορτίο q_2=+2μC, το οποίο για να συγκρατηθεί ακίνητο, πρέπει να του ασκήσουμε μια δύναμη μέτρου F_1=40N, όπως στο σχήμα.



i) Να υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Β και να την σχεδιάστε στο σχήμα.

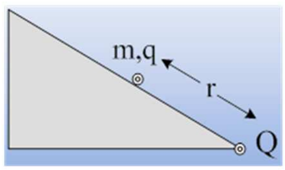
ii) Να βρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (μέτρο και κατεύθυνση), που οφείλεται και στα δύο φορτία, στο μέσον Μ της ΑΒ.

iii) Να υπολογίσετε τη δύναμη που θα δεχτεί ένα σωματίδιο μάζας 0,4g που φέρει ηλεκτρικό φορτίο q=-0,1μC, όταν το τοποθετήσουμε στο σημείο Μ.

iv) Μεταφέρουμε το σωματίδιο κατά μήκος της μεσοκαθέτου της ΑΒ, φέρνοντάς το στο σημείο Γ σε απόσταση (ΜΓ)=d=1,5cm. Αφού βρείτε πρώτα την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Γ, να υπολογίστε την επιτάχυνση που θα αποκτήσει το σωματίδιο, αν αφεθεί ελεύθερο στο σημείο Γ.

Δίνεται $K_c=9\cdot 10^9 N\cdot m^2/C^2$.

49) Το πρώτο μου test της χρονιάς!!!



Στη βάση του πλάγιου επιπέδου του σχήματος βρίσκεται στερεωμένο το φορτίο Q. Σε απόσταση r από το Q, στο σημείο Ο, αφήνουμε ένα φορτισμένο σώμα με μάζα m και φορτίο q το οποίο ισορροπεί. Υπολογίζουμε τις δυναμικές ενέργειες του συστήματος Γη-σώμα-φορτίο Q (τις οποίες αποδίδουμε στο σώμα με μάζα m) και βρίσκουμε $U_{O/βαρ}$=0,01J και $U_{O/ηλ}$=0,04J, θεωρώντας τη βαρυτική δυναμική ενέργεια μηδενική στο οριζόντιο επίπεδο και την ηλεκτροστατική στο άπειρο. Απομακρύνουμε το σώμα κατά x, φέρνοντάς το σε σημείο Ρ του κεκλιμένου επιπέδου και υπολογίζουμε ξανά τις αντίστοιχες δυναμικές ενέργειες βρίσκοντας $U_{P/βαρ}$=0,07J και $U_{P/ηλ}$=0,01J. Αφήνουμε το σώμα ελεύθερο να εκτελέσει μια μη αρμονική ταλάντωση, ενώ η κίνησή του γίνεται χωρίς τριβές.

i) Η ενέργεια ταλάντωσης του σώματος είναι ίση με:

α) 0,08J, β) 0,06J, γ) 0,05J, δ) 0,03J.

ii) Η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το σώμα θα είναι:

α) 0,08J, β) 0,07J, γ) 0,05J, δ) 0,03J.

iii) Σε μια στιγμή που το σώμα φτάνει ξανά στο σημείο Ρ, δέχεται κτύπημα με κατεύθυνση προς το Ο, με αποτέλεσμα να «κερδίσει» ενέργεια 1J. Τότε η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει θα είναι:

α) 1,08J, β) 1,05J, γ) 1,03J, δ) 1,01J.

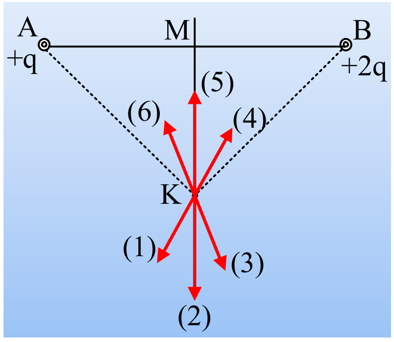
iv) Με πόση κινητική ενέργεια θα επιστρέψει στο σημείο Ρ;

v) Τη στιγμή που ξαναφτάνει στο σημείο Ρ, δέχεται και δεύτερο κτύπημα με αποτέλεσμα να κερδίσει ενέργεια 3J και να κινηθεί οριζόντια εγκαταλείποντας το κεκλιμένο επίπεδο και μετά από λίγο να πέσει στο οριζόντιο επίπεδο. Η τελική θέση θεωρούμε ότι είναι αρκετά μακριά, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούμε να θεωρήσουμε ότι είναι έξω από το ηλεκτρικό πεδίο του φορτίου Q. Η κινητική ενέργεια με την οποία το σώμα φτάνει στο οριζόντιο επίπεδο θα είναι:

α) 4,08J, β) 4,03J, γ) 3,03J, δ) 3,02J.

50) Η ένταση και το δυναμικό σε ένα σημείο ηλεκτρικού πεδίου.

Στα άκρα ενός ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ βρίσκονται ακλόνητα δυο σημειακά φορτία +q και +2q. Ένα σημείο Κ βρίσκεται πάνω στη μεσοκάθετο του ΑΒ.



i) Ποιο από τα διανύσματα που έχουν σχεδιαστεί στο σχήμα παριστά την διεύθυνση της έντασης του πεδίου στο Κ;

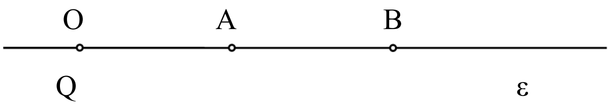
ii) Στο σημείο Κ φέρνουμε ένα σωματίδιο με αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο $-q_1$. Ποιο από τα παραπάνω διανύσματα παριστά τη δύναμη που θα δεχτεί το υλικό σημείο από το ηλεκτρικό πεδίο;

iii) Στο σημείο Κ ή στο σημείο Μ το ηλεκτρικό πεδίο των φορτίων q και 2q έχει μεγαλύτερο δυναμικό;

iv) Αν το σωματίδιο με φορτίο $-q_1$ μεταφερθεί από το Κ στο Μ η δυναμική του ενέργεια θα αυξηθεί, θα μειωθεί ή θα παραμείνει σταθερή;

51) Ηλεκτρικό πεδίο. F.E.

Στο σημείο Ο της ευθείας ε, βρίσκεται ακίνητο ένα σημειακό φορτίο Q= 2μC.



1) Η δυναμική του ενέργεια είναι:

α) θετική β) Αρνητική γ) μηδέν δ) δεν μπορούμε να ξέρουμε.

2) Το δυναμικό στο σημείο Α, δίνεται από τη σχέση:

α) $V_A = k\frac{Q}{r^2}$ β) $V_A = k\,\frac{Q}{r}$ γ) $V_A = k\,\frac{|Q|}{r}$ δ) $V = \frac{E}{\simeq}$

3) Για να μεταφέρουμε ένα σωματίδιο Σ φορτίου q_1 = 1μC, με μάζα m=0,01g, από το άπειρο στο σημείο Α, όπου (ΟΑ)= 2cm, θα πρέπει:

i) Να του δώσουμε ενέργεια W = k $\frac{Q}{r^2}$

ii) Να του δώσουμε ενέργεια W = k $\frac{Qq_1}{r^2}$

iii) Να του δώσουμε ενέργεια W = k $\frac{Qq_1}{r}$

iv) Να του αφαιρέσουμε ενέργεια W = k $\frac{Qq_1}{r}$

v) Το σύστημα των δύο φορτίων στα σημεία Ο και Α έχει δυναμική ενέργεια:

a) Ίση με $q_1 \cdots V_A$.

b) Ίση με $Q \cdots V_o$.

c) Ίση με $q_1 \cdots (V_O - V_A)$

d) Ίση με k $\frac{Qq_1}{r}$

e) Ίση με το έργο της δύναμης του πεδίου κατά την μετακίνηση του q_1 από το ⋂ στο Α.

f) Ίση με το έργο της δύναμης του πεδίου κατά την μετακίνηση του q_1 από το Α στο ⋂.

g) Ίση με το έργο της δύναμης που ασκήσαμε κατά την μεταφορά του φορτίου q_1 από το ⋂ στο Α.

Χαρακτηρίστε σαν σωστές ή λαθεμένες τις παραπάνω προτάσεις.

4) Υπολογίστε την δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο φορτίων.

5) Αφήνουμε ελεύθερο το σωματίδιο Σ, ενώ το φορτίο Q παραμένει ακίνητο στη θέση του. Υπολογίστε την επιτάχυνση που θα αποκτήσει.

6) Μετά από λίγο το σωματίδιο Σ φτάνει στο σημείο Β όπου (ΑΒ) =2cm. Η κίνηση του είναι:

i) Ευθύγραμμη ομαλή.

ii) Ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη.

iii) Ευθύγραμμη επιταχυνόμενη.

iv) Ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη.

6) Κατά την μετακίνηση από το Α στο Β.

i) Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί το φορτίο Q, μειώνεται.

ii) Η δύναμη που δέχεται το σωματίδιο Σ μειώνεται.

iii) Η δυναμική ενέργεια του συστήματος μειώνεται.

iv) Η κινητική ενέργεια του σωματιδίου Σ αυξάνεται.

v) Η Μηχανική ενέργεια του συστήματος αυξάνεται.

Χαρακτηρίστε σαν σωστές ή λαθεμένες τις παραπάνω προτάσεις.

7) Το έργο της δύναμης που ασκείται στο σωματίδιο κατά την μετακίνηση από το Α στο Β δίνεται από τη σχέση W = ………………

8) Υπολογίστε το παραπάνω έργο.

9) Κατά την μετακίνηση από το Α στο Β:

i) Η μεταβολή της δυναμικής του ενέργειας είναι ίση με …………

ii) Η μείωση της δυναμικής του ενέργειας είναι ίση με ……………

iii) Η αύξηση της κινητικής του ενέργειας είναι ίση με ……………

iv) Η κινητική ενέργεια του σωματιδίου Σ στο Β είναι ίση με …………..

10) Υπολογίστε την ταχύτητα του σωματιδίου Σ στο σημείο Β.

11) Ποια είναι η μέγιστη ταχύτητα που θα αποκτήσει το σωματίδιο Σ;

12) Αν ενώ το σωματίδιο Σ ήταν στο σημείο Α, φέρναμε ένα τρίτο φορτίο q_2= - 1μC στο σημείο Β, πόση θα ήταν η συνολική δυναμική ενέργεια του συστήματος των τριών φορτίων;

52) Αύξηση της Δυναμικής ενέργειας.

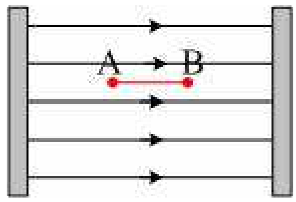
Σε σημείο Ο βρίσκεται ακίνητο ηλεκτρικό φορτίο Q=+2μC. Ένα δεύτερο φορτίο q_1=+1μC βρίσκεται σε σημείο Α όπου ΟΑ= 18cm. Ασκώντας πάνω στο q_1 μεταβλητή δύναμη $F_{εξ}$, το μετακινούμε και το φέρνουμε σε σημείο Β, που απέχει 9cm από το Ο.

iv) Πόσο είναι το έργο της δύναμης του πεδίου κατά την παραπάνω μετακίνηση;

v) Πόσο είναι αντίστοιχα το έργο της $F_{εξ}$ και τι εκφράζει, αν η ταχύτητα στο σημείο Β είναι μηδέν;

vi) Πόση είναι η δυναμική ενέργεια του φορτίου q_1 στην θέση Α και πόση στην θέση Β; Πόση είναι η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας;

53) Δίπολο μέσα σε ομογενές Ηλεκτρικό πεδίο.



Μέσα σε ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο φέρεται ένα ηλεκτρικό δίπολο ΑΒ, με φορτία q_A=+q και q_B= -q, (σκεφτείτε ένα πολωμένο μόριο) όπως στο σχήμα. Βαρύτητα δεν υπάρχει.

vii) Να σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται στο δίπολο.

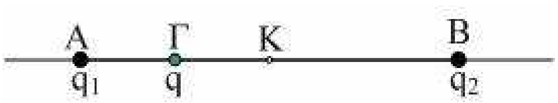
viii) Το δίπολο θα κινηθεί; Αν ναι προς τα πού;

ix) Η δυναμική ενέργεια του διπόλου, εξαιτίας της εισαγωγής του μέσα στο πεδίο (όχι εξαιτίας της αλληλεπίδρασης μεταξύ των φορτίων) είναι:

α) θετική β) αρνητική γ) μηδέν.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

54) Πού η μέγιστη ταχύτητα και πού σταματά;



Σε δύο σημεία Α και Β μιας ευθείας ε που απέχουν κατά 4x βρίσκονται ακλόνητα δύο φορτία $q_1=q_2$=+2q. Σε ένα σημείο Γ που απέχει κατά x από το Α αφήνεται ελεύθερο ένα σωματίδιο μάζας m και φορτίου +q.

Α) Προς τα πού θα κινηθεί;

Β) Ποιες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος:

i) Το σωματίδιο θα κινηθεί προς τα δεξιά με σταθερή επιτάχυνση.

ii) Το σωματίδιο θα μετακινηθεί κατά x φτάνοντας στο μέσο του ΑΒ όπου και σταματά αφού στη θέση αυτή ΣF=0.

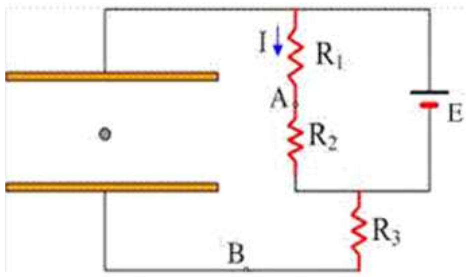
iii) Το σωματίδιο θα μετακινηθεί κατά 2x φτάνοντας στο σημείο Δ, δεξιά του Κ, όπου θα σταματήσει στιγμιαία.

iv) Μέγιστη ταχύτητα θα έχει το σωματίδιο τη στιγμή που περνά από το Κ.

v) Η μέγιστη κινητική ενέργεια που αποκτά το σωματίδιο είναι $K_{max}=2/3\ Kq^2/x$.

55) Σωματίδιο σε Ομογενές Ηλεκτρικό Πεδίο.

Οι οπλισμοί ενός επίπεδου πυκνωτή απέχουν d=2cm και συνδέονται όπως στο σχήμα.



Δίνονται E=40V, $R_1=6\Omega$, $R_2= 4\Omega$ και $R_3=4\Omega$. Στο μέσον της απόστασης των δύο οπλισμών ισορροπεί ένα σωματίδιο |q|=1μC και μάζας m.

i) Ποιο είναι το πρόσημο του φορτίου;

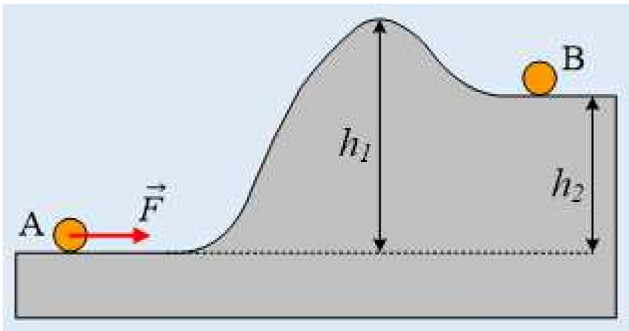
ii) Να υπολογισθεί η μάζα του σωματιδίου.

iii) Αν συνδέσουμε τα σημεία Α και Β με ένα σύρμα χωρίς αντίσταση, προς τα πού θα κινηθεί το σωματίδιο και πόσο χρόνο θα διαρκέσει η κίνησή του;

Δίνεται: $g=10m/s^2$.

Βαρυτικό πεδίο

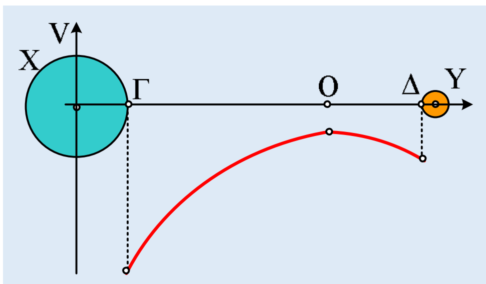
1) Η μεταφορά από ένα ουράνιο σώμα, σε άλλο.



Μια σφαίρα μάζας m=2kg ηρεμεί στη θέση Α και θέλουμε να την μεταφέρουμε στη θέση Β, του διπλανού σχήματος, όταν μεταξύ των δύο σημείων παρεμβάλλεται ένα βουναλάκι ύψους h_1=20m, ενώ η κατακόρυφη απόσταση των δύο σημείων είναι h_2=15m. Τριβές δεν υπάρχουν.

i) Η μεταφορά μπορεί να γίνει με την επίδραση μιας μεταβλητής δύναμης F. Να υπολογιστεί το ελάχιστο έργο της δύναμης F, για την μεταφορά αυτή. Πόσο αυξήθηκε η μηχανική ενέργεια της σφαίρας κατά την παραπάνω μεταφορά;

ii) Εναλλακτικά μπορούμε να εκτοξεύσουμε τη σφαίρα, προσδίδοντάς της κατάλληλη αρχική ταχύτητα, η οποία θα της επιτρέψει να φτάσει στη θέση Β. Να υπολογιστεί η αρχική ταχύτητα εκτόξευσης, καθώς και η αύξηση της μηχανικής ενέργειας της σφαίρας, στην περίπτωση αυτή.

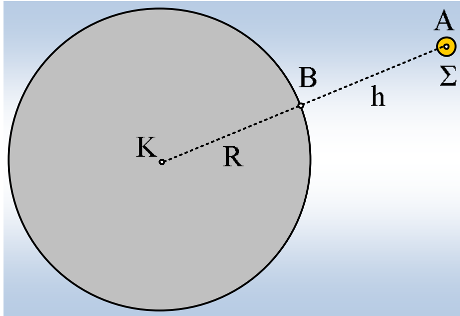


iii) Ας θεωρήσουμε δύο ουράνια σώματα (δύο πλανήτες τους οποίους για τις ανάγκες του προβλήματος ας τους θεωρήσουμε ακίνητους) και μας ενδιαφέρει η μεταφορά ενός σώματος Σ μάζας m=2kg, από το σημείο Γ στην επιφάνεια του Χ, στο σημείο Δ, στην επιφάνεια του σώματος Υ. Στο διάγραμμα δίνεται ένα ποιοτικό διάγραμμα του δυναμικού του σύνθετου βαρυτικού πεδίου των δύο πλανητών, όπου οι τιμές των δυναμικών των σημείων Γ, Ο (το σημείο με το μέγιστο δυναμικό) και Δ: $V_Γ$= - 6·10^7 J/kg, V_O= - 1·10^7 J/kg και $V_Δ$= - 2·10^7 kg.

α) Ποια η ελάχιστη αρχική κινητική ενέργεια, που πρέπει να προσδώσουμε στο σώμα Σ για την μεταφορά του από τον πλανήτη Χ στον πλανήτη Υ;

β) Να βρεθεί η κινητική ενέργεια του σώματος Σ τη στιγμή που φτάνει στον πλανήτη Υ.

2) Η δυναμική και η κινητική ενέργεια στον πλανήτη Υ.



Ένας πλανήτης Υ (κάποιου ηλιακού συστήματος…) έχει την ίδια ακτίνα R με τη Γη και διπλάσια μάζα από αυτήν. Ο πλανήτης αυτός δεν έχει ατμόσφαιρα και θεωρείται μακριά από άλλα ουράνια σώματα. Στο σημείο Α, σε ύψος h=R από την επιφάνεια του πλανήτη αφήνεται ένα σώμα Σ μάζας m να κινηθεί. Αν η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης έχει μέτρο g_0, τότε:

i) Η αρχική μηχανική ενέργεια του σώματος Σ είναι:

α) Θετική, β) Αρνητική, γ) δεν είναι καθορισμένη η τιμή της.

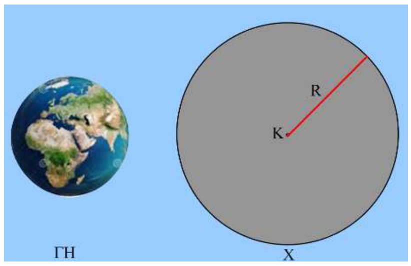
ii) Η αρχική επιτάχυνση του σώματος Σ έχει μέτρο:

α) ½ g_0, β) g_0, γ) $1{,}5g_0$.

iii) Η κινητική ενέργεια του σώματος τη στιγμή που φτάνει στην επιφάνεια του πλανήτη είναι ίση:

α) $K = ½\, mg_0 \cdot R$, β) $K = mg_0 \cdot R$, γ) $K = 1{,}5mg_0R$.

3) Στοιχεία από έναν μεμονωμένο ουράνιο σώμα



Στο σχήμα, βλέπετε ένα ομογενές σφαιρικό ουράνιο σώμα Χ, μακριά από άλλα ουράνια σώματα, ακτίνας διπλάσια της Γης και ίδιας (μέσης) πυκνότητας με τον πλανήτη μας.

i) Αν ο όγκος της Γης είναι $V_Γ$, τότε ο όγκος του Χ είναι ίσος:

α) $V=2V_Γ$, β) $V=4V_Γ$, γ) $V=8V_Γ$.

ii) Αν η Γη έχει μάζα $M_Γ$, τότε το ουράνιο σώμα Χ έχει μάζα:

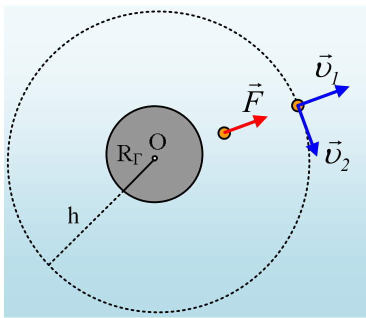
α) $M=2M_Γ$, β) $M=4M_Γ$, γ) $M=8M_Γ$.

iii) Αν κοντά στην επιφάνεια της Γης, η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει μέτρο g_o, τότε κοντά στην επιφάνεια του σώματος Χ, η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει μέτρο:

α) $g=2g_0$, β) $g=4g_0$, γ) $g=8g_0$.

Να δικαιολογήστε αναλυτικά τις απαντήσεις σας.

4) Θέτουμε σε τροχιά ένα δορυφόρο.



Θέλουμε να μεταφέρουμε ένα σώμα μάζας 1tn, σε ύψος από την επιφάνεια της Γης $h=3R_Γ$ και στη συνέχεια να τον θέσουμε σε κυκλική τροχιά, γύρω από το κέντρο της Γης. Υποθέτουμε* ότι αυτό το κάνουμε με εξάσκηση μιας κατάλληλης μεταβλητής δύναμης F, με αποτέλεσμα το σώμα φτάνοντας στο καθορισμένο ύψος να έχει την κατάλληλη κατακόρυφη ταχύτητα. Στη συνέχεια δέχεται κατάλληλη ώθηση (μια μεγάλη δύναμη για λίγο χρόνο) η οποία το θέτει σε κυκλική τροχιά.

i) Με ποια ταχύτητα $υ_1$ πρέπει το σώμα να φτάσει στο ύψος h;

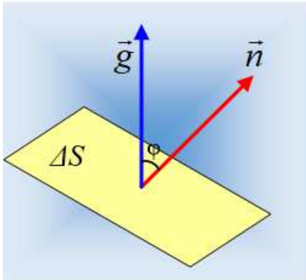
ii) Να υπολογιστεί το έργο της δύναμης F.

iii) Να υπολογιστεί η μεταβολή της ορμής του σώματος, η οποία οφείλεται στην ασκούμενη ώθηση, η οποία τροποποιεί την ταχύτητα του σώματος, μετατρέποντάς το σε δορυφόρο.

Η Γη θεωρείται ομογενής σφαίρα, ακίνητη και μακριά από άλλα ουράνια σώματα, χωρίς ατμόσφαιρα, ενώ g_0=10m/s^2 και η ακτίνας της ίση με $R_Γ$=6.400km.

5) Το βαρυτικό πεδίο της Γης.

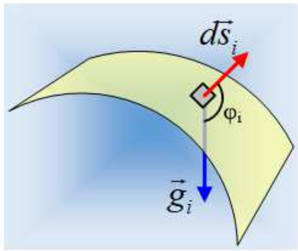
Θα μελετήσουμε το βαρυτικό πεδίο της Γης, τόσο στο εξωτερικό της όσο και στο εσωτερικό της, χρησιμοποιώντας τη λογική μελέτης του ηλεκτροστατικού πεδίου, με την βοήθεια της ροής.



Βαρυτική ροή.

Έστω μέσα σε ένα ομογενές βαρυτικό πεδίο, υπάρχει μια επιφάνεια εμβαδού ΔS. Ορίσουμε την βαρυτική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια αυτή, το μονόμετρο μέγεθος:

$$Φ=g·ΔS·συνφ$$



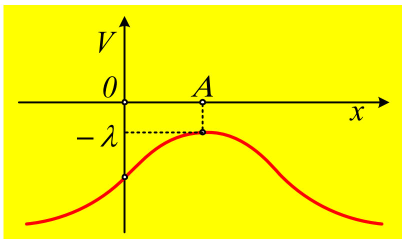
Όπου ΔS το εμβαδόν της επιφάνειας φ η γωνία μεταξύ των διανυσμάτων της έντασης του βαρυτικού πεδίου $\vec{g}$ και της κάθετης $\vec{n}$ στην επιφάνεια, όπου θα μπορούσαμε να γράψουμε $Δ\vec{S} = \vec{n}ΔS$.

Ας τονιστεί ότι, αν το πεδίο δεν είναι ομογενές και η επιφάνεια δεν είναι επίπεδη, τότε θα πρέπει να χωρίσουμε την επιφάνεια σε στοιχειώδεις επιφάνειες, στις οποίες θα θεωρηθεί η ένταση σταθερή, οπότε η ροή θα υπολογίζεται με ολοκλήρωση:

$$Φ_E = Σ(g_i δs_i συνφ_i) \text{ ή ορθότερα } Φ_E = \iint_s g_i συνφ_i ds_i$$

6) Το δυναμικό κατά μήκος μιας ευθείας

Το δυναμικό σε ένα βαρυτικό πεδίο μεταβάλλεται κατά μήκος μιας ευθείας x, όπου μπορεί να κινείται ένα σώμα, όπως στο σχήμα.



Ποιες προτάσεις είναι σωστές και γιατί;

i) Αν ένα μικρό σώμα Σ, μάζας 1kg, αφεθεί στη θέση x=0, αυτό θα κινηθεί προς την θέση Α.

ii) Κατά την κίνησή του ένα σώμα κατά μήκος της ευθείας x, δεν έχει σταθερή επιτάχυνση.

iii) Η θέση Α είναι θέση ασταθούς ισορροπίας του σώματος Σ.

iv) Αν το σώμα Σ ηρεμεί στην θέση Α, χρειάζεται ενέργεια τουλάχιστον ίση με λ, για να απομακρυνθεί σε άπειρη απόσταση.

7) Δυναμικό και ένταση στο βαρυτικό πεδίο της Γης.

Δίνεται η ακτίνα της Γης $R_Γ$=6.400km, ενώ το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας στην επιφάνεια της είναι g_0=10m/s^2 .

i) Να βρείτε το δυναμικό του πεδίου βαρύτητας της Γης:

α) στην επιφάνεια της Γης,

β) σε ένα σημείο Ρ που βρίσκεται σε ύψος $h = 3R_Γ$ από την επιφάνεια της Γης, με δεδομένο ότι το δυναμικό είναι μηδέν σε άπειρη απόσταση από τη Γη.

ii) Να βρείτε το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας της Γης στα σημεία Α και Β αν τα αντίστοιχα δυναμικά έχουν τιμές $V_A = -48\cdot10^6$J/kg και V_B=-32·10^6 J/kg.

iii) Ένα σώμα Σ μάζας 2kg, αφήνεται σε ένα από τα παραπάνω σημεία (Α ή Β) και μετά από ορισμένο χρόνο φτάνει στο άλλο. Αν οι αντίσταση του αέρα θεωρηθεί αμελητέα:

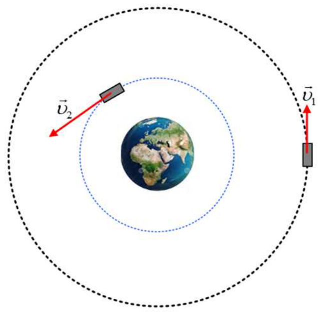
α) Σε ποιο σημείο αφέθηκε, στο Α ή στο Β;

β) Να υπολογιστεί το έργο του βάρους κατά την παραπάνω μετακίνηση.

γ) Η ισχύς του βάρους τη στιγμή που φτάνει στο δεύτερο σημείο.

8) Οι τριβές ρίχνουν τον δορυφόρο

Ένας δορυφόρος μάζας 1tn, έχει τεθεί σε κυκλική τροχιά, με κέντρο το κέντρο της Γης, σε ύψος h_1=3$R_Γ$ από την επιφάνειά της. Θεωρούμε τη δυναμική ενέργεια μηδενική σε άπειρη απόσταση από τη Γη, την οποία Γη, θεωρούμε ακίνητη και χωρίς άλλα ουράνια σώματα στην γειτονιά της.



i) Πόση είναι η μηχανική ενέργεια του δορυφόρου;

Μπορεί να θεωρούμε ότι ο δορυφόρος βρίσκεται σε μεγάλο ύψος, αλλά υπάρχει αέρας (ατμόσφαιρα) και στο ύψος αυτό, με αποτέλεσμα να ασκείται δύναμη αντίστασης (τριβή), η οποία μειώνει τη μηχανική ενέργεια του δορυφόρου.

ii) Αν μετά από μια περιφορά ο δορυφόρος πέφτει κατά y_1=4m, να υπολογίσετε τη μηχανική ενέργεια που μετατράπηκε σε θερμική, μέσω του έργου της αντίστασης.

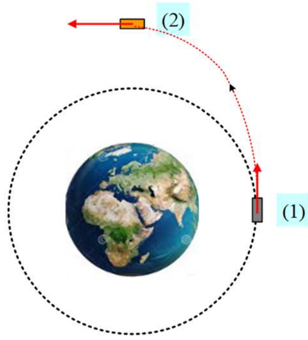
iii) Η μείωση του ύψους συνεχίζεται, με αποτέλεσμα μετά από 10 χρόνια ο δορυφόρος να στρέφεται σε ύψος h_2=$R_Γ$ από την επιφάνεια της Γης. Υποστηρίζεται ότι κατά την πτώση αυτή, αφού η ασκούμενη δύναμη (τριβή) αντιστέκεται στην κίνηση, ο δορυφόρος επιβραδύνεται. Να εξετάσετε αν αυτό είναι ή όχι σωστό.

iv) Να υπολογίσετε τη μηχανική ενέργεια που μετατρέπεται σε μηχανική στη διάρκεια των 10 χρόνων πτώσης του δορυφόρου.

Δίνεται η επιτάχυνσης της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης g_o=10m/s^2, η ακτίνα της Γης $R_Γ$=6.400km, ενώ το σχήμα της τροχιάς του δορυφόρου είναι σχεδόν κυκλική, κάθε χρονική στιγμή.

9) Η ανύψωση ενός δορυφόρου

Ένας τεχνητός δορυφόρος της Γης, ο «Παρατηρητής» μάζας 1tn, εκτελεί κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη σε ύψος h_1=$R_Γ$ από την επιφάνειά της. Θεωρείστε ότι η Γη είναι ακίνητη, χωρίς ατμόσφαιρα, η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνειά της έχει τιμή g_o=10m/s^2, η ακτίνα της Γης $R_Γ$=6.400km, ενώ το δυναμικό είναι μηδέν σε άπειρη απόσταση από το κέντρο της.



i) Να υπολογιστεί η ταχύτητα του «Παρατηρητή» καθώς και η μηχανική του ενέργεια.

ii) Κάποια στιγμή ο δορυφόρος θέτει σε λειτουργία τις τουρμπίνες του, με αποτέλεσμα να μεταφέρεται σε ύψος $h_2=2R_Γ$. Κατά τη μεταφορά αυτή, λόγω καύσης μέρους των καυσίμων, η μάζα μειώνεται με αποτέλεσμα τελικά ο «Παρατηρητής» να έχει μάζα m_1=900kg. Αν η ενέργεια που μεταφέρθηκε στον «Παρατηρητή» μέχρι τη στιγμή που σβήνουν οι μηχανές του είναι 6,45·10^{9}J ενώ τελικά η ταχύτητά του είναι παράλληλη με το έδαφος:

α) Να υπολογιστεί η ταχύτητα του «Παρατηρητή» (του εναπομείναντος τμήματος) στο ύψος h_2.

β) Ο «Παρατηρητής» στη συνέχεια:

1) θα εκτελέσει κυκλική τροχιά ακτίνας $3R_Γ$, γύρω από το κέντρο της Γης.

2) Θα διαφύγει από το βαρυτικό πεδίο της Γης.

3) Τίποτα από τα δύο αυτά ενδεχόμενα.

10) Δυναμική ενέργεια στο βαρυτικό πεδίο. Θετική ή αρνητική;

Γράφει το σχολικό βιβλίο:

Το πεδίο βαρύτητας, όπως και το ηλεκτροστατικό πεδίο, **είναι διατηρητικό.** Επομένως για την περιγραφή του είναι χρήσιμο το μέγεθος δυναμικό που ορίζεται με τρόπο ανάλογο. Συγκεκριμένα:

Δυναμικό (V) του πεδίου βαρύτητας, σε ένα του σημείο Α, ονομάζεται το σταθερό πηλίκο του έργου της δύναμης του πεδίου, όταν μεταφέρεται μάζα m από το σημείο Α στο άπειρο, προς τη μάζα αυτή.

$$V_A = \frac{W_{A\to\infty}}{m}$$

Μια πρώτη ένσταση θα μπορούσε να διατυπωθεί, για την απουσία της δυναμικής ενέργειας από τον παραπάνω ορισμό. Γιατί να μην ορισθεί το δυναμικό μέσω του πηλίκου:

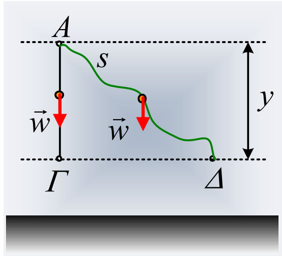
$$V_A = \frac{U_A}{m}$$

όπου U_A η δυναμική ενέργεια μιας μάζας m στη θέση Α;

- Τι ακριβώς σημαίνει ότι «είναι χρήσιμο το μέγεθος..»; Πού μας χρειάζεται;
- Γιατί να χρησιμοποιούμε το έργο από το Α στο άπειρο;
- Τελικά υπάρχει κάποια σχέση των παραπάνω, με όσα έχουν διδαχθεί στην Α΄ Λυκείου για δυναμική ενέργεια ή πρόκειται για διαφορετικά πράγματα;

Ας ξεκινήσουμε με όσα διδάσκουμε στην Α΄ Λυκείου.

Παράδειγμα 1ο:



Ένα σώμα μεταφέρεται από το σημείο Α, στο οριζόντιο επίπεδο που περνά από τα σημεία Γ και Δ.

i) κινούμενο κατακόρυφα Α→Γ.

ii) κινούμενο κατά μήκος της καμπύλης ΑsΔ.

iii) Πόσο είναι το έργο του βάρους για τις δύο διαδρομές;

11) Η Γη, η Εξωγή και η Περαγή.

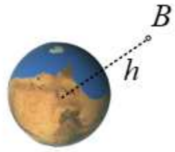
Στην επιφάνεια της Γης η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει τιμή g_o=10m/s^2.

i) Να βρεθεί η επιτάχυνση που θα αποκτήσει ένα σώμα, αν αφεθεί να κινηθεί σε ένα σημείο Α, σε ύψος h=R, από την επιφάνειά της, όπου R η ακτίνα της Γης.

Η Εξωγή

Σε ένα «κοντινό» μας ηλιακό σύστημα ανακαλύφτηκε ένας πλανήτης, η Εξωγή, ο οποίος έχει διπλάσια ακτίνα από την Γη. Μετά από μετρήσεις, διαπιστώθηκε ότι η Εξωγή έχει την ίδια ποιοτική και ποσοτική σύσταση με τον πλανήτη μας, συνεπώς και την ίδια (μέση) πυκνότητα με τη Γη.

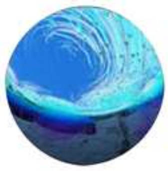
ii) Πόση είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Εξωγής;



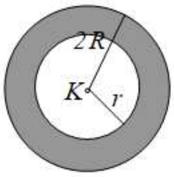
iii) Αν εξαιτίας «βαρυτικής κατάρρευσης» μειωθεί η ακτίνα της Εξωγής στο μισό, να υπολογιστούν:

α) Η επιτάχυνση της βαρύτητας στη νέα της επιφάνεια.

β) Σε ένα σημείο Β, το οποίο βρίσκεται σε ύψος h=R από την επιφάνειά της.



Η Περαγή



iv) Σε έναν άλλο γαλαξία, βρέθηκε ένας άλλος πλανήτης με τα ίδια χαρακτηριστικά με τη Γη και την Εξωγή, η Περαγή. Έχει διπλάσια ακτίνα από τη Γη, ενώ η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνειά της μετρήθηκε στην τιμή g_π=10m/s^2. Η μέτρηση έγινε σε διάφορα σημεία, από όπου εξήχθη το συμπέρασμα ότι η κατανομή της μάζας είναι ομοιόμορφη (λέμε ότι έχουμε σφαιρική συμμετρία…). Για να ερμηνευθεί η τιμή της επιτάχυνσης αυτής, προτάθηκε το μοντέλο του σφαιρικού φλοιού, δηλαδή ότι η Περαγή είναι κούφια, έχοντας κενή μια σφαιρική περιοχή ακτίνας r, με κέντρο το κέντρο της, όπως στο σχήμα.

Να υπολογιστεί το πάχος του σφαιρικού φλοιού.

12) Ένα σύστημα δύο ουρανίων σωμάτων

Δυο σφαιρικά ουράνια σώματα αλληλεπιδρούν, στρεφόμενα γύρω από το κοινό κέντρο μάζας τους.

Για τις ανάγκες της μελέτης μας, ας τα θεωρήσουμε ακίνητα σε απόσταση (διάκεντρος) D=190.000km, χωρίς να αλληλεπιδρούν με άλλα ουράνια σώματα.

Τα σώματα Χ και Υ έχουν ακτίνες R_1=10.000km και R_2=4.000km αντίστοιχα, ενώ $GM_1=9\cdot 10^{14} m^3/s^2$ και $GM_2=64\cdot 10^{12} m^3/s^2$. Το σχήμα δεν έχει σχεδιαστεί υπό κλίμακα.

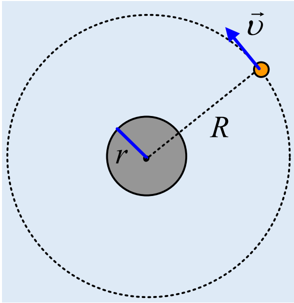
i) Να υπολογιστεί η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια κάθε σώματος.

ii) Σε ποιο σημείο της ευθείας ΑΒ μπορούμε να τοποθετήσουμε ένα σώμα ώστε να ισορροπήσει;

iii) Να γίνει ένα ποιοτικό διάγραμμα του δυναμικού του βαρυτικού πεδίου κατά μήκος του άξονα x΄x, θεωρώντας αρχή του άξονα το κέντρο του Χ σώματος, για τα σημεία του ευθυγράμμου τμήματος ΑΒ.

iv) Να βρεθεί η ελάχιστη αρχική κινητική ενέργεια με την οποία πρέπει να εκτοξευθεί ένα σώμα 2kg από το σημείο Α του σώματος Χ για να φτάσει στην επιφάνεια του δεύτερου ουράνιου σώματος. Ποια θα ήταν η αντίστοιχη απάντηση αν η εκτόξευση γινόταν αντίστροφα από το Υ προς το Χ;

13) Ένας δορυφόρος σε πτώση.



Ένας δορυφόρος στρέφεται σε κυκλική τροχιά ακτίνας R=10.000km εκτελώντας ομαλή κυκλική κίνηση με περίοδο T=10.000s, γύρω από έναν πλανήτη.

i) Να υπολογιστεί η επιτάχυνσή του.

Σε μια στιγμή ο δορυφόρος συγκρούεται με έναν αστεροειδή, με αποτέλεσμα να μηδενιστεί η ταχύτητά του και να αρχίσει να πέφτει προς την επιφάνεια του πλανήτη.

ii) Ποια η αρχική επιτάχυνση με την οποία ξεκινά την πτώση του;

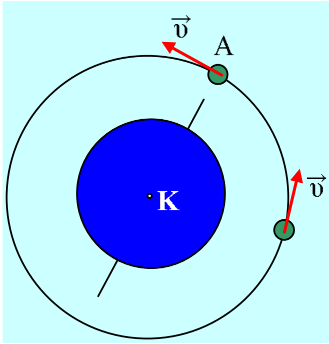
iii) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας του δορυφόρου, ελάχιστα πριν και ελάχιστα μετά την σύγκρουση;

iv) Μετά από λίγο, ο δορυφόρος περνάει από ένα σημείο Α, όπου η ένταση του πεδίου βαρύτητας του πλανήτη είναι ίση με 8N/kg. Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας του δορυφόρου στη θέση αυτή;

v) Αν η μέγιστη επιτάχυνση που αποκτά ο δορυφόρος κατά την πτώση του είναι $16 m/s^2$, να υπολογιστεί η ακτίνα r του πλανήτη.

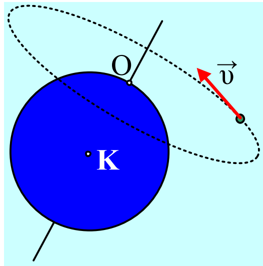
Ο πλανήτης να θεωρηθεί ακίνητος, χωρίς ατμόσφαιρα, ενώ δεν υπάρχουν βαρυτικά πεδία οφειλόμενα σε άλλα ουράνια σώματα. Δίνεται επίσης $\pi^2 \approx 10$.

14) Κυκλική κίνηση δορυφόρου.



Ένας τεχνητός δορυφόρος της Γης, μάζας m=1tn, κινείται διαγράφοντας κυκλική τροχιά, με κέντρο το κέντρο της Γης Κ, στο επίπεδο του μεσημβρινού που περνά από την Αθήνα, σε ύψος $h=R_Γ$, από την επιφάνειά της, όπου $R_Γ$ η ακτίνα της Γης ίση με 6400km. Το χρονικό διάστημα για δυο διαδοχικές διαβάσεις του δορυφόρου πάνω από την κατακόρυφο που περνά από τον βόρειο πόλο, (σημείο Α) είναι 4h.

i) Με ποια ταχύτητα στρέφεται ο δορυφόρος σε m/s και σε km/h;

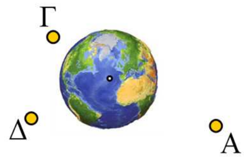


ii) Πόση δύναμη δέχεται ο δορυφόρος από τη Γη (το βάρος του δορυφόρου);

iii) Να βρεθεί το βάρος του δορυφόρου, αν κάποια στιγμή προσγειωθεί στην επιφάνεια της Γης, όπου $g=9{,}8m/s^2$.

iv) Προτείνεται ο δορυφόρος να τεθεί σε κυκλική τροχιά της ίδιας ακτίνας, με κέντρο τον βόρειο πόλο Ο, με επίπεδο παράλληλο προς τον Ισημερινό. Να εξετάσετε αν αυτό μπορεί να γίνει ή όχι.

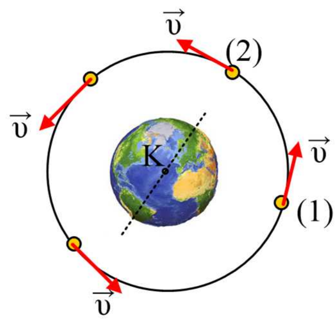
15) Βάρος και κυκλική κίνηση.



1) Στο διπλανό σχήμα, φαίνεται η Γη και ένα σώμα σε διάφορες θέσεις.

i) Να σχεδιάστε τη δύναμη που δέχεται το σώμα από τη Γη (το βάρος), στις διάφορες θέσεις.

ii) Μπορείτε να προβλέψετε την κίνηση του σώματος αν αφεθεί ελεύθερο στη θέση Α;



2) Ένας δορυφόρος στρέφεται σε κυκλική τροχιά, με κέντρο το κέντρο της Γης, σε ύψος h από την επιφάνειά της, όπως στο σχήμα.

i) Ο δορυφόρος δεν πέφτει στη Γη γιατί:

α) Δεν δέχεται έλξη από τη Γη.

β) Δέχεται δύναμη από τη Γη, αλλά και αυτός της ασκεί μια αντίθετη δύναμη.

γ) Είναι έξω από την ατμόσφαιρα της Γης.

δ) Τίποτα από όλα αυτά.

ii) Σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται στο δορυφόρο στις θέσει (1) και (2) και εξηγείστε γιατί ο δορυφόρος δεν πέφτει στην επιφάνεια της Γης.

iii) Αν μετά από σύγκρουση του δορυφόρου με ένα μετεωρίτη, η ταχύτητά του μηδενιστεί, τότε αυτός:

α) Θα πέσει στη Γη.

β) Θα παραμείνει ακίνητος στη θέση του.

γ) Θα απομακρυνθεί από τη Γη κινούμενος στη διεύθυνση της εφαπτομένης.

δ) Δεν θα ασκεί πλέον ο δορυφόρος δύναμη στη Γη.

iv) Αν ένας «μάγος» εξαφάνιζε σε μια στιγμή τη Γη, τότε ο δορυφόρος:

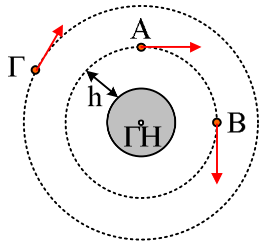
α) Θα εξαφανιζόταν και αυτός.

β) Θα συνέχιζε την κίνησή του στην ίδια κυκλική τροχιά.

γ) Θα κινείτο προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς.

δ) Θα εκτελούσε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

16) Από ένα test



Στο σχήμα φαίνονται τρεις δορυφόροι της Γης με την ίδια μάζα. Οι δορυφόροι Α και Β κινούνται σε ύψος $h=R_Γ$ από την επιφάνειά της, όπου $R_Γ$ η ακτίνα της Γης.

i) Ποιος δορυφόρος δέχεται τη μικρότερη δύναμη από τη Γη;

ii) Ο δορυφόρος Α ή ο Γ έχει μεγαλύτερη ταχύτητα;

iii) Αν το βάρος του Α στην τροχιά του είναι 20Ν, πόσο είναι το βάρος του στην επιφάνεια της Γης;

Να δικαιολογήστε αναλυτικά τις απαντήσεις σας.

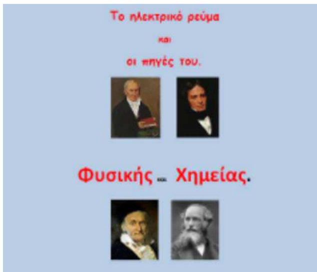
Ειδικά θέματα για Β΄ Τάξη

1) Μαγνητική Ροή. Νόμος Gauss.

Η μαγνητική ροή που διέρχεται από μια επιφάνεια «εκφράζει» το πλήθος των δυναμικών γραμμών που περνάνε από μια επιφάνεια που βρίσκεται μέσα στο πεδίο. Πώς την υπολογίζουμε; Από τι εξαρτάται; Προφανώς από την ένταση του πεδίου, από το εμβαδόν της επιφάνειας, αλλά και από τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Πώς καθορίζεται όμως ο προσανατολισμός της επιφάνειας;

….

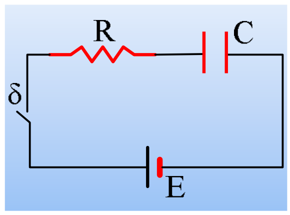
2) Το ηλεκτρικό ρεύμα και οι πηγές του.



Μια διαδρομή, που παρουσιάστηκε τμηματικά, που οδηγεί από τον φορτισμένο αγωγό στο ηλεκτρικό ρεύμα και στις πηγές του, περνώντας από περιοχές Φυσικής και Χημείας, στην προσπάθεια να ενώσει κεφάλαια και αντικείμενα, που και όταν τα διδάσκουμε, αυτό γίνεται με αποσπασματικό τρόπο…

3) Πάμε να φορτίσουμε έναν πυκνωτή;

1) Ένα κύκλωμα RC



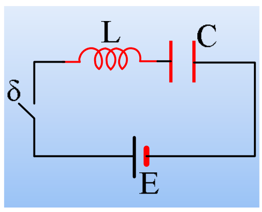
Στο διπλανό κύκλωμα τη στιγμή t=0 κλείνουμε το διακόπτη, με στόχο να φορτίσουμε έναν αρχικά αφόρτιστο πυκνωτή.

i) Πόσο είναι τελικά το μέγιστο φορτίο Q_0 που αποκτά ο πυκνωτής;

ii) Ποια χρονική στιγμή ο πυκνωτής έχει φορτίο ½ Q_0;

iii) Τι τελικά ποσοστό της παρεχόμενης ενέργειας από την πηγή, αποθηκεύεται στον πυκνωτή;

2) Ένα κύκλωμα LC



Στο διπλανό κύκλωμα το ιδανικό πηνίο έχει αυτεπαγωγή L=2mH και ο αφόρτιστος πυκνωτής χωρητικότητα C=20μF, ενώ E=10V. Σε μια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη. Να βρεθούν σε συνάρτηση με το χρόνο:

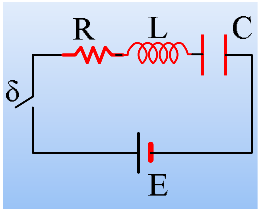
i) Το φορτίο του πυκνωτή.

ii) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

iii) Να γίνουν οι αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις.

3) Ένα κύκλωμα RLC.

Στο διπλανό κύκλωμα το ιδανικό πηνίο έχει αυτεπαγωγή L=2mH και ο αφόρτιστος πυκνωτής χωρητικότητα C=20μF, ενώ η πηγή έχει ΗΕΔ E=10V. Σε μια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη.



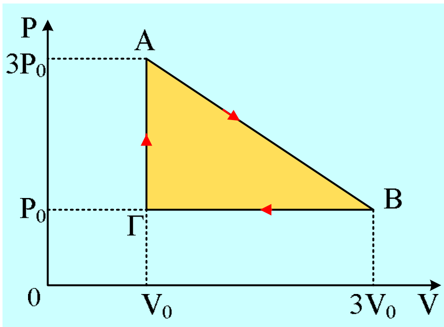
Να βρεθεί το φορτίο του πυκνωτή σε συνάρτηση με το χρόνο όταν ο αντιστάτης έχει αντίσταση:

i) R=2Ω.
ii) R=40Ω

Να γίνουν οι αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις.

4) Απόδοση θερμικής μηχανής.

Ιδανικό μονοατομικό αέριο εκτελεί τις παρακάτω μεταβολές: ΑΒ τυχαία γραμμική εκτόνωση με εξίσωση P=4Po-(Po/Vo)·V από το σημείο Α(3Po,Vo) στο σημείο Β(Po,3Vo), ΒΓ ισοβαρής ψύξη μέχρι τον αρχικό όγκο Vo και τέλος ΓΑ ισόχωρη θέρμανση.



Να υπολογιστεί η απόδοση μιας μηχανής που λειτουργεί με βάση τον παραπάνω κύκλο.

Δίνεται C_v= 3R/2.

5) Φόρτιση πυκνωτή και Αυτεπαγωγή.

Ας συνεχίσουμε την συζήτηση (εκμεταλλευόμενοι μια μικρή διακοπή στις ..διακοπές μας) γύρω από το αν «χάνουμε» και πόση ενέργεια κατά την φόρτιση ενός πυκνωτή. Κατ' αρχήν να ξεκαθαρίσουμε τι εννοούμε όταν λέμε ότι «φορτίζουμε ένα πυκνωτή από σταθερή τάση V»; Για μένα αυτό σημαίνει ότι: Αποκαθίσταται ΣΤΑΘΕΡΗ διαφορά δυναμικού μεταξύ των οπλισμών ίση με V και ότι ο πυκνωτής αποκτά ΣΤΑΘΕΡΟ φορτίο q=CV. Εάν αυτό γίνεται αποδεκτό, μπορούμε να προχωρήσουμε. Αν με τον όρο αυτό εννοούμε κάτι άλλο, ας το ξεκαθαρίσουμε από πριν.

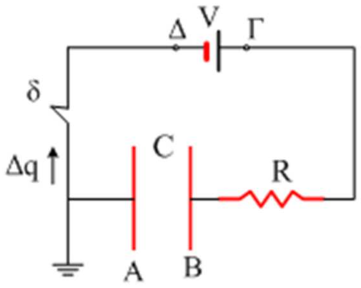
Ας προσπαθήσουμε λοιπόν να δώσουμε μια ολοκληρωμένη απάντηση, με χρήση όσο γίνεται, λιγότερων Μαθηματικών*[1]. Μπορεί η προσπάθεια να είναι λιγότερο «επιστημονική» αλλά ίσως είναι περισσότερο διαφωτιστική από την πλευρά της Φυσικής που μας ενδιαφέρει. Στόχος της μελέτης αυτής είναι να αποδειχθεί ότι το 50% της παρεχόμενης από την πηγή ενέργειας, **δεν καταλήγει τελικά στον πυκνωτή.**

Να ξεκινήσουμε με μια άσκηση, από τα γνωστά…

6) Δυναμικό αγωγού αλλά και ενέργειες.

Ας εξετάσουμε με αφορμή την ανάρτηση: Ενέργεια πυκνωτή πόση είναι η χωρητικότητα ενός κυκλικού δίσκου ακτίνας R, αλλά επίσης γιατί να χρησιμοποιούμε πυκνωτή και όχι έναν αγωγό και τέλος ας δούμε αν μπορούμε να υπολογίσουμε την ενέργεια ενός πυκνωτή βρίσκοντας την δυναμική ενέργεια αλληλεπίδρασης των φορτίων του.

7) Φόρτιση πυκνωτή. Τι γίνεται με τις ενέργειες;

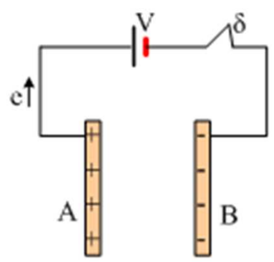


Έστω ότι θέλουμε να φορτίσουμε τον πυκνωτή μέσω τάσης V=100V, του παρακάτω σχήματος και έστω ότι ο οπλισμός Α είναι γειωμένος, έχοντας δυναμικό μηδέν (για ευκολία στους υπολογισμούς)

Για t=0 κλείνουμε το διακόπτη δ. Τη στιγμή αυτή τα δυναμικά των δύο οπλισμών είναι μηδενικά, αφού ο οπλισμός Α είναι γειωμένος, ενώ αφού q=0 θα έχουμε και $V_{BA}=0$ άρα $V_B=0$, ενώ $V_Γ=100V$. Συνεπώς στα άκρα του αντιστάτη R υπάρχει τάση $V_{ΓΑ}=V$. Εξαιτίας της τάσης αυτής ο αντιστάτης αρχίζει να διαρρέεται από ρεύμα. Αν μιλήσουμε με την συμβατική φορά του ρεύματος, σημαίνει ότι ένα (θετικό) φορτίο Δq εγκαταλείπει τον οπλισμό Α και αφού περάσει από την πηγή φτάνει στον οπλισμό Β.

Το φορτίο αυτό φτάνοντας στο σημείο Δ έχει δυναμική ενέργεια $U_Δ=Δq·V_Δ=0$, ενώ περνώντας από την πηγή και φτάνοντας στο σημείο Γ (θετικός πόλος) έχει δυναμική ενέργεια $U_Γ= Δq·V_Γ$ ή $U_Γ= Δq·V$.

8) Ενέργεια πυκνωτή



Τι ονομάζουμε ενέργεια πυκνωτή;

Έστω ότι έχουμε έναν αφόρτιστο πυκνωτή και θέλουμε να τον φορτίσουμε.

Συνδέουμε μια πηγή τάσης V, κλείνουμε το διακόπτη δ, οπότε μεταφέρονται φορτία (ηλεκτρόνια) μέσω της πηγής από τον οπλισμό Α στον Β. Κατά την παραπάνω μετακίνηση, προσφέρεται ενέργεια από την πηγή στα φορτία $W_1=qV$, η οποία κατά το ήμισυ μετατρέπεται σε θερμότητα πάνω στα σύρματα σύνδεσης, ενώ το άλλο μισό αποθηκεύεται στον πυκνωτή με τη μορφή της δυναμικής ενέργειας, οπότε έχουμε:

$$U= ½\ qV = ½\ CV^2 = ½\ q^2/C$$

Αυτή η ενέργεια μπορεί να αποδοθεί από τον πυκνωτή, αν π.χ. βγάλουμε την πηγή και συνδέσουμε τους δύο οπλισμούς με ένα σύρμα, θα παραχθεί πάνω του θερμότητα όση είναι η ενέργεια του πυκνωτή. Η ενέργεια αυτή είναι θετική, προσέξτε τα τετράγωνα στους τύπους υπολογισμού της.

Τι ακριβώς ενέργεια είναι αυτή; Αυτή είναι δυναμική ενέργεια αλληλεπίδρασης των φορτίων των δύο οπλισμών. Θα μπορούσαμε δηλαδή να γράψουμε:

$$U= U_{(+q)}+U_{(-q)}+U_{(+q,-q)}\ (1)$$

Όπου $U_{(+q)}$ είναι η δυναμική ενέργεια αλληλεπίδρασης των θετικών φορτίων μεταξύ τους, $U_{(-q)}$ η αντίστοιχη λόγω αλληλεπίδρασης των αρνητικών φορτίων μεταξύ τους και $U_{(+q,-q)}$ η δυναμική ενέργεια αλληλεπίδρασης κάθε θετικού φορτίου του οπλισμού Α με τα αρνητικά φορτία του οπλισμού Β….