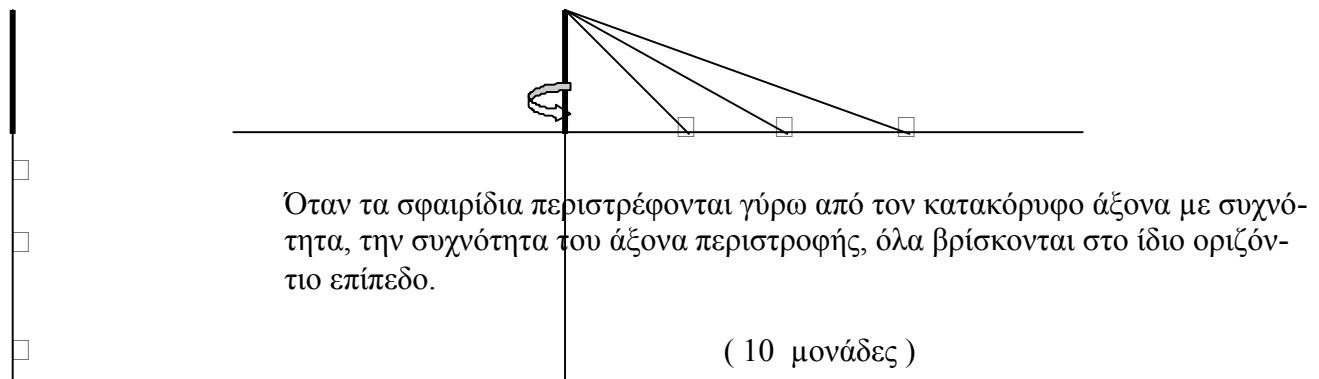


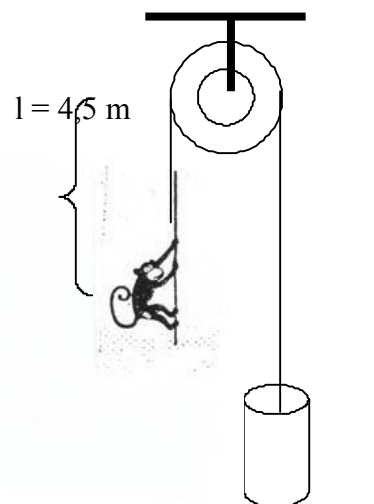
α. Ο φακίρης μιάς παράστασης έκαμνε επίδειξη της δεξιοτεχνίας και των θαυματουργικών του τεχνασμάτων. Κρατούσε με το χέρι του έναν μικρό κατακόρυφο άξονα που τον έβαζε σε περιστροφή και ρύθμιζε την συχνότητα περιστροφής όπως ήθελε αυτός. Στην επάνω άκρη του άξονα ήταν δεμένα τα ελεύθερα άκρα των νημάτων τριών εκκρεμών, με διαφορετικά μήκη.

Όταν ο κατακόρυφος άξονας ήταν σε ηρεμία, τα νήματα ήταν κατακόρυφα και τα σφαιρίδια ακίνητα, ενώ όταν τον έβαζε σε περιστροφή, τα νήματα απέκλιναν από την κατακόρυφο και όλα τα σφαιρίδια ανέβαιναν στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο και διέγραφαν κυκλικές τροχιές με συχνότητα, την συχνότητα περιστροφής του κατακόρυφου άξονα. Ο φακίρης άλλαζε την συχνότητα περιστροφής του κατακόρυφου άξονα, οπότε άλλαζε και το ύψος των σφαιριδίων, αλλά πάντοτε αυτά βρίσκονταν στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο προκαλώντας τον θαυμασμό των θεατών.

Εσείς με αυτά που μάθατε στην Φυσική της Α. τάξης του Λυκείου, δείξτε ότι, όποιος και να κρατάει τον κατακόρυφο άξονα που περιστρέφεται, πάντοτε τα σφαιρίδια θα βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, που το ύψος του καθορίζεται από την συχνότητα περιστροφής του κατακόρυφου άξονα.



β. Ο κύλινδρος που βρίσκεται σε ηρεμία στο έδαφος είναι δεμένος στη μια άκρη του σχοινιού και έχει μάζα $M = 12 \text{ Kg}$. Το σχοινί περνάει μέσα από το αυλάκι της τροχαλίας και ο πίθηκος που είναι κρεμασμένος στην άλλη άκρη έχει μάζα $m = 10 \text{ Kg}$. Το σχοινί που είναι πάνω από αυτόν μέχρι την τροχαλία έχει μήκος $4,5 \text{ m}$. Κάποια στιγμή ο πίθηκος άρχισε να αιωρείται, κρεμασμένος από την άκρη του σχοινιού, όπως αιωρούνται τα παιδάκια στις κούνιες των παιδικών χαρών, διαγράφοντας τόξο κύκλου ακτίνας $r = l = 4,5 \text{ m}$. Ποια είναι η μεγαλύτερη ταχύτητα με την οποία μπορεί να περνάει από την θέση που το σχοινί γίνεται κατακόρυφο, χωρίς ο κύλινδρος να εγκαταλείπει το έδαφος. (αν ο κύλινδρος εγκαταλείψει το έδαφος, ο πίθηκος θα πέσει στο έδαφος και θα χαλάσει το παιχνίδι του)
Η μάζα της τροχαλίας και του σχοινιού να θεωρηθούν αμελητέες. Αγνοήστε τις τριβές και τις αντιστάσεις.



Δίνεται $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$. Θεωρείστε τον πίθηκο σαν σημείο στην άκρη

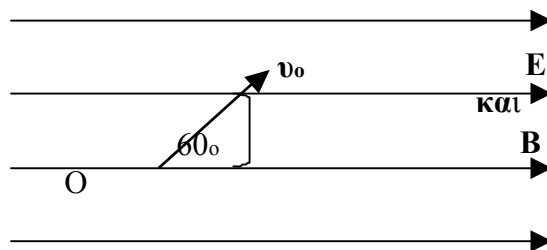
του σχοινιού. (10 μονάδες)

A. Ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης $E = 900 \frac{V}{m}$ και ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = \pi$ Tesla έχουν τις δυναμικές τους γραμμές παράλληλες και ομόρροπες και εκτείνονται απεριόριστα.

Ένα ηλεκτρόνιο εκτοξεύεται από ένα σημείο O , που βρίσκεται μέσα στο χώρο των δύο πεδίων, με ταχύτητα v_0 που σχηματίζει γωνία 60° με τις δυναμικές γραμμές των πεδίων.

Ποια είναι η μικρότερη τιμή του μέτρου της ταχύτητας v_0 για την οποία το ηλεκτρόνιο θα ξαναπεράσει από το σημείο O από το οποίο εκτοξεύθηκε; Ποια ταχύτητα (μέτρο, διεύθυνση και φορά) θα έχει τότε; Αγνοήστε το βάρος του ηλεκτρονίου.

(10 μονάδες)



B. Ένας μαθητής σκέφθηκε ότι θα μπορούσε να υπολογίσει την ελκτική δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ των οπλισμών του φορτισμένου επίπεδου πυκνωτή. Θεώρησε ότι ο ένας οπλισμός είναι στερεωμένος και ο άλλος που βρίσκεται σε απόσταση x δέχεται μια ελκτική δύναμη F . Σε μια μικρή μετατόπιση Δx του οπλισμού η δύναμη παράγει έργο. Η παραγωγή του έργου γίνεται σε βάρος της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας

$$\text{του πυκνωτή δηλαδή } \Delta W = -\Delta U \text{ όπου } U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{\epsilon_0 S} x.$$

Μέσα από αυτήν την σκέψη υπολόγισε την δύναμη μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή.

Ο υπολογισμός της δύναμης έγινε αφορμή να επινοήσει έναν ζυγό με τον οποίο μπορούσε να μετράει την τάση που υπάρχει μεταξύ των οπλισμών επίπεδου πυκνωτή. Ο ζυγός απεικονίζεται στο διπλανό σχήμα.

Όταν ο ζυγός ισορροπεί ελεύθερος δυνάμεων, ο αριστερός μεταλλικός δίσκος που έχει εμβαδόν S , βρίσκεται σε απόσταση a από ακλόνητη οριζόντια μεταλλική επιφάνεια.

Είναι φανερό ότι ο δίσκος και η επιφάνεια αποτελούν επίπεδο πυκνωτή.

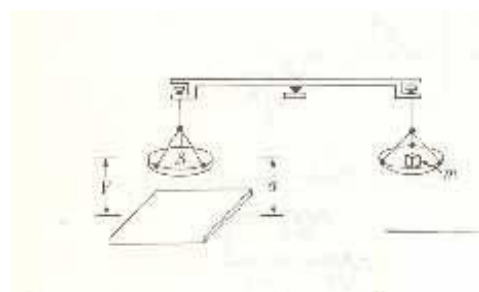
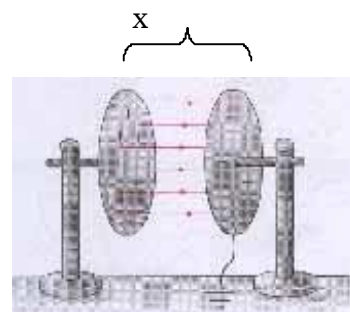
Όταν εφαρμόζεται κάποια τάση μεταξύ του δίσκου και της επίπεδης επιφάνειας, εξασκείται στον δίσκο μια δύναμη προς τα κάτω. Για να ισορροπήσει και πάλι ο ζυγός πρέπει να τοποθετήσει στον άλλο δίσκο σταθμά μάζας m .

Από την μελέτη της ισορροπίας του ζυγού, ο μαθητής βρήκε έναν τύπο ο οποίος στο πρώτο μέλος είχε την μετρούμενη τάση και στο δεύτερο μέλος τα μεγέθη: g, m, S, ϵ_0 όπου ϵ_0 η απόλυτη

διηλεκτρική σταθερά του κενού με τιμή: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{N \cdot m^2}{C^2}$.

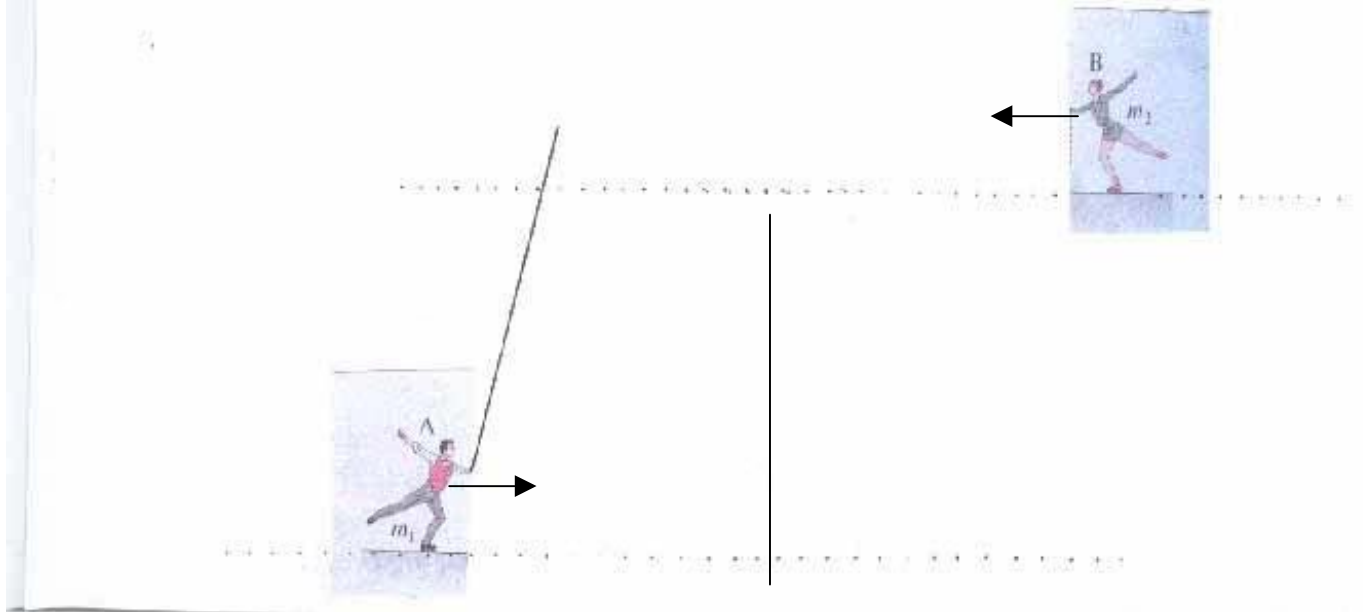
Ο δίσκος του ζυγού είχε εμβαδόν $S = 320 \text{ cm}^2$, τα σταθμά που έβαλε στον άλλο δίσκο για να ισορροπήσει ο ζυγός είχαν μάζα $m = 88,5 \text{ g}$, η απόσταση a του δίσκου από την επιφάνεια ήταν $a = 4 \text{ cm}$

και η ένταση του βαρυτικού πεδίου $g = 10 \frac{m}{s^2}$.



Ποια ήταν η τιμή της τάσης που μέτρησε; Θεωρείστε ότι η παραπάνω διάταξη βρίσκεται σε χώρο κενού ώστε να μη είναι δυνατή δημιουργία ηλεκτρικών εκκενώσεων στο χώρο μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή, και ότι το ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή είναι ομογενές σε όλη του την έκταση. (10 μονάδες)

Α. Οι παγοδρόμοι Α και Β έχουν ίσες μάζες $m_1 = m_2$ και κινούνται ευθύγραμμα κατά μήκος των παραλλήλων γραμμών που απέχουν μεταξύ τους 4 m. Οι παγοδρόμοι έχουν ταχύτητες ίσου μέτρου $9 \frac{m}{s}$ και αντίθετης φοράς ώστε να πλησιάζει ο ένας τον άλλον. Ο παγοδρόμος Α κρατάει στο χέρι του την μια άκρη ενός κονταριού μήκους 4 m και αμελητέας μάζας.



Όταν οι παγοδρόμοι πλησιάσουν στην μικρότερη απόσταση, ο Β πιάνει την ελεύθερη άκρη του κονταριού και πιασμένοι από τις άκρες του συνεχίζουν να κινούνται.

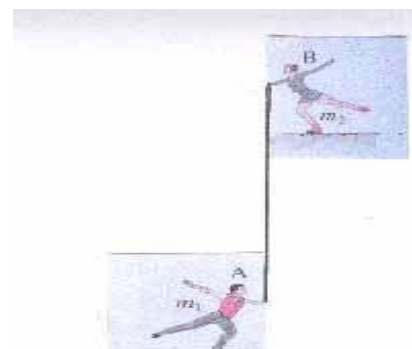
i. Εξηγήστε και δικαιολογήστε με σαφήνεια ποιο θα είναι το είδος της κίνησης που θα εκτελούν οι παγοδρόμοι, από την στιγμή που συνδέονται και οι δύο στο κοντάρι και μετά. (3 μονάδες)

ii. Ο παγοδρόμος Α έλκει τον Β και μειώνει την μεταξύ των απόσταση στα 3 m. Να συγκρίνετε την κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο παγοδρόμων, όταν αυτοί ήταν συνδεδεμένοι με το κοντάρι στην απόσταση των 4 m και όταν στην απόσταση των 3 m. (5 μονάδες)

iii. Εξηγήστε το αποτέλεσμα της ερώτησης ii. (5 μονάδες)

Τριβές και αντιστάσεις δεν υπάρχουν.

Θεωρήστε τις μάζες των παγοδρόμων σημειακές.



Σύλλογος Θετικών Επιστημόνων

Δράμας

Θέματα Φυσικής Γ. τάξης

23 Μαρτίου 2003

Β. Οι “τεχνίτες” που ανεβαίνουν την σκάλα είναι ερασιτέχνες στο επάγγελμα. Έχουν ίσες μάζες $M_1 = M_2 = 110 \text{ Kg}$ και η σκάλα τους έχει μάζα $m = 20 \text{ Kg}$. Τόσο ο κατακόρυφος τοίχος όσο και το οριζόντιο δάπεδο είναι πολύ γυαλιστερά (πρακτικά ο συντελεστής τριβής είναι ίσος με μηδέν). Για τον λόγο αυτό στερέωσαν στον τοίχο ένα μεταλλικό κρίκο και με ένα συρματόσχοινο σύνδεσαν την σκάλα με τον κρίκο και έτσι σχηματίστηκε ένα ορθογώνιο και ισοσκελές τρίγωνο από τον τοίχο το οριζόντιο δάπεδο και την σκάλα όπως φαίνεται στο σχήμα.

Αφού βεβαιώθηκαν ότι η σκάλα στερεώθηκε καλά άρχισαν ο ένας πίσω από τον άλλο να ανεβαίνουν τα σκαλοπάτια.

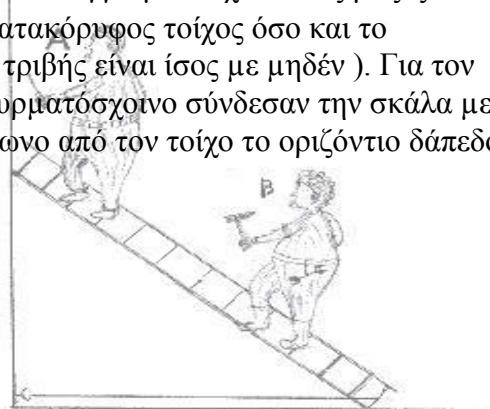
Προη-

γείται ο Α και ακολουθεί ο Β. Όταν ο Β έφθασε στο
του μήκους της σκάλας φοβήθηκε και σταμάτησε στο σημείο
αυτό, ενώ ο Α συνέχισε την άνοδο και όταν έφτασε στα
του μήκους της σκάλας βγήκε ο κρίκος από τον τοίχο.

Υπολογίστε την επιτάχυνση (κατά μέτρο, διεύθυνση και φορά) του κέντρου μάζας του συστήματος “τεχνίτες” – σκάλα, την στιγμή που βγήκε ο κρίκος από τον τοίχο.

Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Η σκάλα είναι ομογενής και οι μάζες των “τεχνιτών” να θεωρηθούν σημειακές. Αγνοήστε την μάζα του κρίκου και του συρματόσχοινου.
(7 μονάδες)



ΛΥΣΕΙΣ

Φυσικής Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

A.

i.

α. Η στροφορμή (η ροπή της ορμής) του συστήματος των δύο παγοδρόμων, πριν και μετά την σύνδεσή τους στο κοντάρι, διατηρείται σταθερή αφού $\sum \vec{\tau}_{\epsilon\xi} = 0$ και έχει μέτρο $L = mvd$.

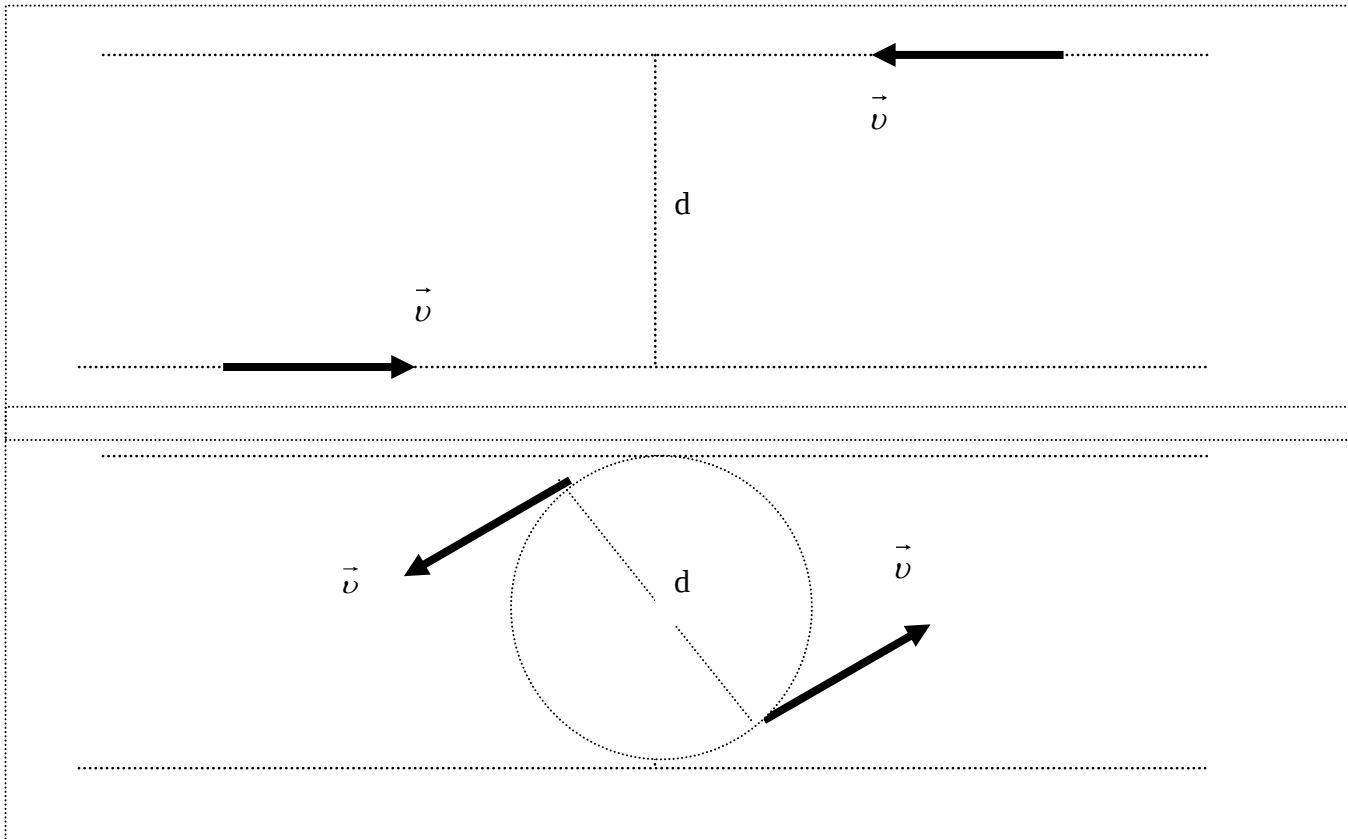
β. Η ορμή του συστήματος των δύο παγοδρόμων, πριν και μετά την σύνδεσή τους στο κοντάρι, διατηρείται σταθερή αφού $\sum \vec{F}_{\epsilon\xi} = 0$ και είναι **ίση με μηδέν**. Κάθε χρονική στιγμή θα είναι:

$\vec{P}_1 = -\vec{P}_2$ και $\vec{P}_1' = -\vec{P}_2' \Rightarrow m u_1' = m u_2' \Rightarrow u_1' = u_2'$. Αυτό γίνεται μόνο όταν οι δύο παγοδρόμοι μετά την σύνδεσή τους με το κοντάρι περιστρέφονται γύρω από το μέσον του, με ακτίνα περιστροφής $r = \frac{d}{2}$, αφού η μεταξύ των απόσταση διατηρείται σταθερή και ίση με d .

Αν πάρουμε και την διατήρηση της στροφορμής θα έχουμε: $mud = mu_1' \frac{d}{2} + mu_2' \frac{d}{2}$ και επειδή

$u_1' = u_2'$ προκύπτει ότι $u_1' = u_2' = u$. Δηλαδή δεν παρατηρείται καμιά μεταβολή του μέτρου της ταχύτητας των δύο παγοδρόμων με την σύνδεσή τους στο κοντάρι. Αρα το σύστημα διατηρεί και την κινητική του ενέργεια.

Παρατήρηση: Θα μπορούσε κανείς να επικαλεστεί και την πρόταση που αναφέρεται στο κέντρο μάζας ενός συστήματος, σύμφωνα με την οποία προκύπτει ότι η θέση του πρέπει να είναι αμετακίνητη, με αποτέλεσμα οι παγοδρόμοι μετά την σύνδεσή τους με το κοντάρι να περιστρέφονται γύρω από αυτό, αφού πλέον δεν μπορούν να απομακρύνονται μεταξύ τους.



ii. Οι δυνάμεις που ασκούν οι παγοδρόμοι ο ένας στον άλλον και αντίστροφα δεν έχουν ροπή ως προς το κοινό κέντρο περιστροφής τους, με αποτέλεσμα το σύστημα να διατηρεί την στροφορμή

του. Άρα $L_{\text{αρχ}} = L_{\text{τελ}} \Rightarrow 2mu \frac{d}{2} = 2mu_{\text{τελ}} \frac{d_{\text{τελ}}}{2} \Rightarrow ud = u_{\text{τελ}} d_{\text{τελ}} \Rightarrow u_{\text{τελ}} = 12 \frac{m}{s}$

$$\frac{K_{\text{αρχ}}}{K_{\text{τελ}}} = \frac{2 \frac{1}{2} m v_{\text{αρχ}}^2}{2 \frac{1}{2} m v_{\text{τελ}}^2} = \frac{v_{\text{αρχ}}^2}{v_{\text{τελ}}^2} = \frac{9^2}{12^2} = \frac{9}{16} < 1 \Rightarrow K_{\text{αρχ}} < K_{\text{τελ}}$$

iii. Παρατηρούμε ότι το μέτρο της ταχύτητας κάθε παγοδρόμου από $9 \frac{m}{s}$ έγινε $12 \frac{m}{s}$

με αποτέλεσμα το σύστημα να αυξήσει την κινητική του ενέργεια. Το σύστημα κέρδισε κινητική ενέργεια. Η αύξηση αυτή της κινητικής ενέργειας είναι ίση με το έργο των δυνάμεων που προκάλεσαν την ελάττωση της ακτίνας περιστροφής. Οι δυνάμεις αυτές παράγουν έργο γιατί μετατοπίζουν το σημείο εφαρμογής τους και κατά την διεύθυνσή τους

