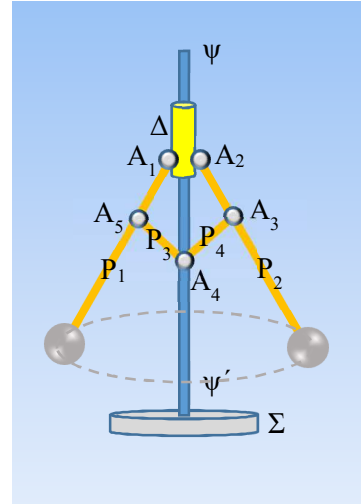


### Αυτόματος ρυθμιστής παροχής ατμού ( Ρυθμιστής Watt)

Η ανάρτηση απευθύνεται στους μαθητές που αύριο θα γίνουν μηχανικοί. Είμαι σίγουρος πως αν την ξαναδούν κάποτε, θα τους φανεί το λιγότερο ...απλοϊκή. Όσο πολύπλοκη όμως μηχανή και να έχουμε, πάντα θα υπακούει στους Νόμους της Μηχανικής του Newton.

Η διάταξη του σχήματος έχει σκοπό να κινεί κατακόρυφα το δακτύλιο Δ, ο οποίος συνδέεται με βαλβίδα ρύθμισης της παροχής του ατμού στον κύλινδρο μιας ατμομηχανής. (Η βαλβίδα δεν έχει σχεδιαστεί για λόγους απλούστευσης του σχήματος, αλλά δείτε τα σχόλια στο τέλος...). Αποτελείται από την κεντρική κατακόρυφη ράβδο-άξονα  $\psi'\psi$ , τις αβαρείς ράβδους  $P_1, P_2, P_3, P_4$ , τις αρθρώσεις  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ , την τροχαλία Σ, προσαρμοσμένη στον άξονα  $\psi'\psi$  και τα δύο όμοια σφαιρίδια μάζας  $m = 0,8\text{kg}$  το καθένα. Ο δακτύλιος Δ μπορεί να γλιστράει χωρίς τριβές πάνω στον άξονα  $\psi'\psi$ .



Αν θέσουμε την τροχαλία σε περιστροφή, το σύστημα άξονας-ράβδοι-δακτύλιος, μπορεί να περιστρέφεται μαζί της, εξαιτίας της άρθρωσης  $A_4$ , αλλά οι ράβδοι και ο δακτύλιος μπορούν να κινούνται και κατακόρυφα, με τον δακτύλιο Δ να γλιστράει πάνω στον κεντρικό άξονα  $\psi'\psi$ .

i) Όταν αυξάνουμε τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της τροχαλίας, ο δακτύλιος Δ

α) ανέρχεται. β) κατέρχεται. γ) δεν αλλάζει θέση κατακόρυφα.

Δικαιολογείστε την απάντησή σας.

ii) Σχεδιάστε ένα σχήμα που να φαίνεται συγκριτικά η διάταξη πριν και μετά την αύξηση της γωνιακής ταχύτητας.

iii) Αν η τροχαλία έχει ακτίνα  $r = 10\text{cm}$ , η γραμμική ταχύτητα των σημείων της περιφέρειάς της έχει μέτρο  $v = 0,5\text{m/s}$  και η ακτίνα περιστροφής κάθε σφαιριδίου είναι  $R = 0,4\text{m}$ , ποια είναι η γωνία  $\theta$ ;

Δίνεται  $g = 10\text{m/s}^2$ .

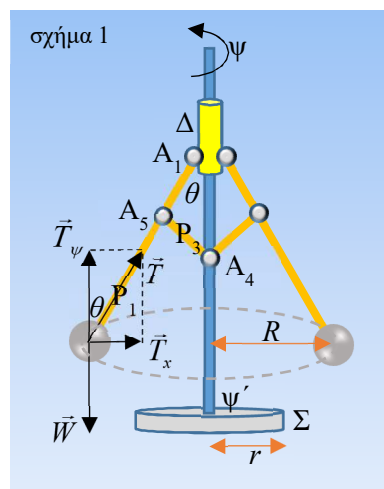
#### Απάντηση

Σε μια τυχαία θέση, καθώς οι σφαίρες εκτελούν κυκλική κίνηση, ας ασχοληθούμε με το ένα τμήμα της διάταξης, όπως φαίνεται στο σχήμα 1 και ας σχεδιάσουμε τις δυνάμεις στο σφαιρίδιο. Είναι το βάρος  $\vec{W}$  και η τάση  $\vec{T}$  της ράβδου  $P_1$ .

Αναλύουμε την τάση σε δυο συνιστώσες, την  $\vec{T}_x$  κατά τη διεύθυνση της ακτίνας της κυκλικής τροχιάς και την  $\vec{T}_\psi$  κατακόρυφη.

Η συνιστώσα  $\vec{T}_x$  παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης απαραίτητης για την πραγματοποίηση της κυκλικής κίνησης, άρα

$$\Sigma \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}_\kappa \Leftrightarrow T_x = m \cdot a_\kappa \Leftrightarrow T \cdot \eta\mu\theta = m\omega^2 R \quad (1)$$



Στην κατακόρυφη διεύθυνση, για ορισμένη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής, το σφαιρίδιο ισορροπεί, άρα

$$\Sigma \vec{F}_\psi = 0 \Leftrightarrow T_\psi - W = 0 \Leftrightarrow T \cdot \sigma\upsilon\nu\theta = mg \quad (2)$$

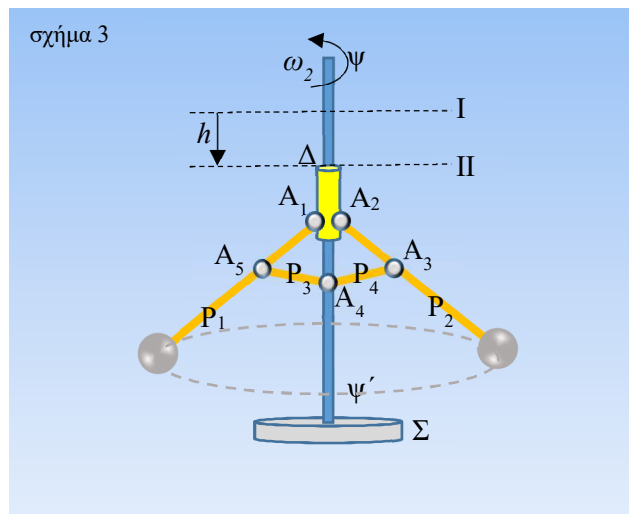
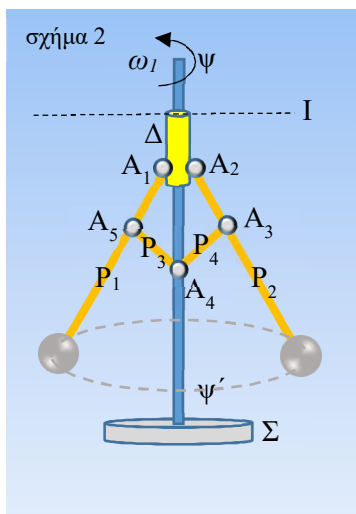
Διαιρώντας κατά μέλη τις (1) και (2), προκύπτει ότι

$$\boxed{\varepsilon\phi\theta = \frac{\omega^2 R}{g}} \quad (3)$$

Από τη σχέση (3) βλέπουμε ότι όσο αυξάνεται η γωνιακή ταχύτητα, αυξάνεται και η γωνία  $\theta$ , άρα το σφαιρίδιο ανέρχεται. Τότε όμως ο δακτύλιος κατέρχεται.

**Σωστή απάντηση → β**

ii)



Στο σχήμα 2 φαίνεται η θέση (I) του δακτυλίου Δ για μια ορισμένη τιμή  $\omega_1$  της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής. Στο σχήμα 3 φαίνεται η μετατόπιση προς τα κάτω κατά  $h$ , από τη θέση I στη θέση II, όταν αυξηθεί η τιμή της γωνιακής ταχύτητα περιστροφής της τροχαλίας σε  $\omega_2 > \omega_1$

iii) Το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας της τροχαλίας θα είναι

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{0,5}{0,1} = 5 \text{ rad / s}$$

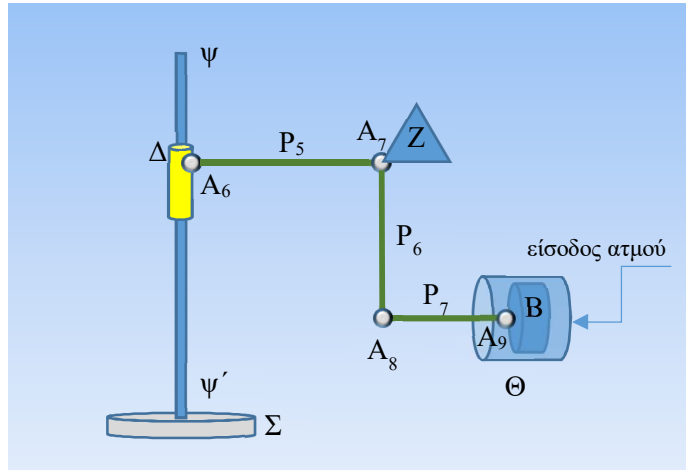
Τα σφαιρίδια, εξαιτίας της άρθρωσης  $A_4$ , που βρίσκεται κολλημένη πάνω στον άξονα  $\psi'$  της τροχαλίας και των ράβδων  $P_3$  και  $P_4$ , έχουν την ίδια γωνιακή ταχύτητα, άρα από τη σχέση (3)

$$\varepsilon\phi\theta = \frac{5^2 \cdot 0,4}{10} \Leftrightarrow \varepsilon\phi\theta = 1 \Leftrightarrow \theta = 45^\circ$$

**Σχόλιο**

Ένας τρόπος για να ρυθμίσουμε την παροχή ατμού φαίνεται στο σχήμα 4, όπου θα χρειαστούμε τέσσερις ακόμα αρθρώσεις και τρεις ράβδους σύνδεσης με τη βαλβίδα B.

Η άρθρωση  $A_7$  βρίσκεται κολλημένη στην ακλόνητη σφήνα Z. Όταν ο δακτύλιος κατέρχεται, η ράβδος  $P_5$  κατέρχεται, η ράβδος  $P_6$  περιστρέφεται προς τα δεξιά και μέσω της ράβδου  $P_7$  σπρώχνει τη βαλβίδα B προς τα δεξιά και μειώνει ή κλείνει την παροχή ατμού στο σωλήνα  $\Theta$ .



Και δύο σχετικά video...

[Centrifugal Governors](#)

[Flyball governor for flow control](#)

## Υλικό Φυσικής-Χημείας

*Γιατί το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...*

Επιμέλεια:

*Ανδρέας Φιζόπουλος*