

ΗΥ-112: Φυσική Ι
Χειμερινό Εξάμηνο 2023
Διδάσκων: Γ. Καφεντζής

Δεύτερη Σειρά Ασκήσεων

Ημερομηνία Ανάθεσης: 16/10/2023

Ημερομηνία Παράδοσης: 27/10/2023, 12:00:00

Σημείωση: Επιτρέπεται η χρήση υπολογιστή για τις πράξεις. Δείξτε όμως όλα τα βήματα της λύσης σας.

Κρατήστε 3 δεκαδικά ψηφία στις πράξεις σας.

Κάποιες από τις δοσμένες απαντήσεις μπορεί να είναι προσεγγιστικές και να διαφέρουν από τις δικές σας.

Θεωρήστε - όπου χρειάζεται - $|\vec{g}| = 9.81 \text{ m/s}^2$.

Άσκηση 1.

Οι σεισμοί προκαλούν διάφορα κύματα πάνω στην επιφάνεια της Γης (όπως θα δούμε εν τάχει στην Κυματική). Τα πιο γνωστά κύματα είναι τα κύματα P (από τις λέξεις primary ή pressure) και τα κύματα S (από τις λέξεις secondary ή shear). Στο φλοιό της Γης, τα κύματα P ταξιδεύουν με ταχύτητα 6.5 km/s και τα S κύματα με ταχύτητα 3.5 km/s . Η χρονική διαφορά άφιξης μεταξύ των δυο κυμάτων σε ένα σεισμικό σταθμό πληροφορεί τους γεωλόγους για το πόσο μακριά συνέβη ο σεισμός. Αν η χρονική διαφορά άφιξης είναι 33 δευτερόλεπτα, πόσο μακριά από το σεισμικό σταθμό συνέβη ο σεισμός;

Απ.: 250.25 km

Άσκηση 2.

Οι πτώσεις από όρθια θέση με αποτέλεσμα τη θραύση των ισχίων αποτελούν κατηγορία σοβαρών τραυματισμών έως και θανάσιμων, ειδικά για τους ηλικιωμένους. Η ταχύτητα του ισχίου λίγο πριν προσκρούσει στο έδαφος είναι περίπου 2.0 m/s . Αν μπορούσαμε να τη μειώσουμε σε 1.3 m/s , τότε πιθανότατα το ισχίο δε θα σπάσει. Ένας τρόπος να το κάνουμε αυτό είναι φορώντας ελαστικά μαξιλαράκια ισχίων (hip pads).

- (α) Ένα τυπικό μαξιλαράκι έχει πάχος 0.05 m και συμπιέζεται κατά 0.02 m κατά την πρόσκρουση. Πόση επιτάχυνση, αν αυτή θεωρείται σταθερή, λαμβάνει το ισχίο για να ελαττώσει την ταχύτητά του από 2.0 σε 1.3 m/s ;
- (β) Ίσως το αποτέλεσμα που βρήκατε στο προηγούμενο ερώτημα να σας φαίνεται “μεγάλο”, αλλά για να το κατανοήσετε καλύτερα υπολογίστε πόσο χρόνο διαρκεί αυτή η επιτάχυνση.

Απ. (α) 57.75 m/s^2 , (β) $12.12 \times 10^{-3} \text{ s}$

Άσκηση 3.

Στο μάθημα λύσαμε μια άσκηση βολής με μπάλα του μπάσκετ. Στη λύση μας υποθέσαμε ότι το σύστημα αναφοράς μας έχει το κέντρο του στα χέρια του παίκτη, δηλ. το σημείο $O(0,0)$ βρίσκεται στα χέρια του παίκτη. Για ευκολία σας, επαναλαμβάνεται ότι ο Γιάννης Αντετοκούνμπο σουτάρει την μπάλα από ύψος 2 μέτρων, υπό γωνία 40° με το οριζόντιο επίπεδο και υπό αρχική ταχύτητα μέτρου u_0 , σε οριζόντια απόσταση $D = 10 \text{ m}$ από τη στεφάνη.

- (α) Λύστε ξανά την άσκηση θεωρώντας ότι το σύστημα αναφοράς έχει το κέντρο του στα πόδια του παίκτη, δηλ. πάνω στο παρκέ του μπάσκετ. Δηλαδή, βρείτε την αρχική ταχύτητα u_0 που πρέπει να σουτάρει την μπάλα για να φτάσει αυτή στη στεφάνη.

- (β) Επαναλάβετε τη λύση με πιο... ρεαλιστικά δεδομένα: ο Γιάννης έχει ύψος 2.13 m, και ρίχνει την μπάλα από αυτό το ύψος, και η στεφάνη βρίσκεται σε ύψος 3.05 m από το παρκέ. Όλα τα υπόλοιπα στοιχεία του προβλήματος δεν αλλάζουν.

Άσκηση 4.

Ένας ελαττωματικός πύραυλος κινείται σε ένα xy επίπεδο. Η επιτάχυνση του έχει συνιστώσες

$$a_x(t) = 2.5t^2 \quad (1)$$

$$a_y(t) = 9 - 1.4t \quad (2)$$

Για $t = 0$ ο πύραυλος βρίσκεται στη συμβολή των αξόνων και έχει ταχύτητα $\vec{u}_0 = u_{0x}\vec{i} + u_{0y}\vec{j} = \vec{i} + 7\vec{j}$.

- (α) Υπολογίστε το διάνυσμα ταχύτητας και θέσης συναρτήσει του χρόνου.
 (β) Ποιό είναι το μέγιστο ύψος (μετρούμενο ως προς την y συνιστώσα) που φτάνει ο πύραυλος;
 (γ) Ποιά είναι η οριζόντια μετατόπιση του πυραύλου όταν επιστρέφει στο $y = 0$;

Προσέξτε! Αυτή η άσκηση έχει μια δυσκολία. Η επιτάχυνση ΔΕΝ είναι σταθερή στο πρόβλημα αυτό, οπότε οι γνωστές σας εξισώσεις δεν ισχύουν. Θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε τις σχέσεις μεταξύ θέσης, ταχύτητας, και επιτάχυνσης που ισχύουν σε **κάθε** περίπτωση. Ενδεικτικά, σας δίνεται η σχέση

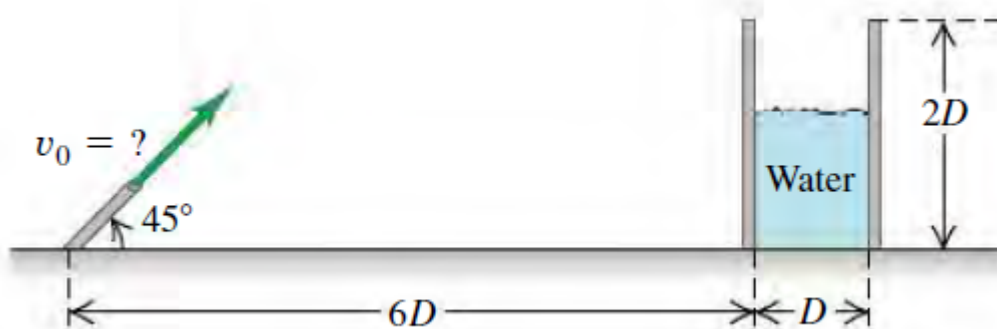
$$a_x(t) = \frac{d}{dt}u_x(t) \iff u_x(t) = u_{0x} + \int_0^t a_x(\tau)d\tau \quad (3)$$

Με βάση αυτή μπορείτε να βρείτε και μια αντίστοιχη για τη θέση.

Απ.: (β) 341 m, (γ) 3.85×10^4 m

Άσκηση 5.

Μια μάνικα νερού χρησιμοποιείται για να γεμίσει μια μεγάλη κυλινδρική δεξαμενή διαμέτρου D και ύψους $2D$. Η μάνικα ρίχνει νερό υπό γωνία 45° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο και βρίσκεται σε απόσταση $6D$ από τη δεξαμενή, όπως στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1: Σχήμα Άσκησης 5.

Ποιό είναι το εύρος δυνατών αρχικών ταχυτήτων u_0 με τις οποίες μπορεί το νερό να πέσει μέσα στη δεξαμενή; Αγνοήστε αντιστάσεις του αέρα και εκφράστε την απάντησή σας συναρτήσει των D και g .

Απ.: $u_0 \in [\sqrt{9gD}, \sqrt{\frac{49}{5}gD}]$

Άσκηση 6.

Στο Ερευνητικό Κέντρο Ames της NASA, υπάρχει ένας χώρος ελέγχου απόδοσης πιλότων και αστροναυτών υπό συνθήκες αυξημένης επιτάχυνσης βαρύτητας. Το μηχάνημα που ονομάζεται 20-G¹ υποβάλλει τους πιλότους και αστροναύτες σε πολύ μεγάλες επιταχύνσεις (“υπερβαρύτητα”) περιστρέφοντάς τους μέσα σε ένα θάλαμο ο οποίος κινείται κυκλικά σε ακτίνα 8.84 m. Υποθέστε ότι ο αστροναύτης βρίσκεται ξαπλωμένος παράλληλα με την ακτινική διεύθυνση του μηχανήματος, με τα πόδια του πιο κοντά στο κέντρο του κύκλου απ’ ό,τι το κεφάλι του (δηλ. το κεφάλι του βρίσκεται σε απόσταση 8.84 m από το κέντρο του κύκλου). Η μέγιστη επιτάχυνση στην οποία υποβάλλονται οι άνθρωποι που τολμούν να μπουν στο μηχάνημα αυτό είναι 12.5g.

- (α) Πόσο γρήγορα πρέπει να κινείται το κεφάλι του αστροναύτη για να λάβει αυτή τη μέγιστη επιτάχυνση;
- (β) Πόση είναι η διαφορά μεταξύ της επιτάχυνσης που υπόκειται το κεφάλι σε σχέση με τα πόδια του αστροναύτη, αν υποθέσετε ότι αυτός έχει ύψος 2.0 m;
- (γ) Πόσο γρήγορα σε στροφές ανά λεπτό κινείται ο βραχίονας που κινεί το θάλαμο όταν διατηρούνται συνθήκες μέγιστης επιτάχυνσης;

Απ.: (α) 32.9 m/s, (β) $\Delta a = 2.83g = 27.7 \text{ m/s}^2$, (γ) 35.5 rpm

¹<https://www.nasa.gov/general/20-g-centrifuge-8-84-meter-radius-centrifuge/>