

קורס הכנה במכניקה

פרק 11 - תנועה מעגלית

תוכן העניינים

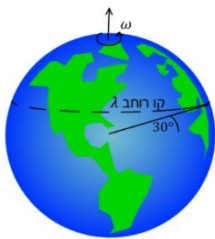
1. תיאוריה ודוגמאות.....1
2. תרגילים נוספים.....3

תיאוריה ודוגמאות:

שאלות:



- (1) חישוב מהירות זוויתית של מחוגי שעות
חשב את המהירות הזוויתית של מחוג השניות,
מחוג הדקות ומחוג השעות בשעון מחוגים.

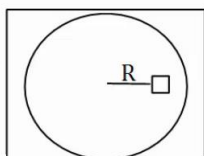


- (2) חישוב מהירות זוויתית של כדור הארץ
א. חשב את המהירות הזוויתית של סיבוב כדור הארץ
סביב עצמו.
ב. מהי המהירות הקווית של אדם הנמצא בקו המשווה,
אם רדיוס כדור הארץ הוא בערך 6,400 ק"מ?
ג. מהי המהירות הקווית של אדם הנמצא בקו רוחב $\lambda = 30^\circ$?

- (3) אבן קשורה לחוט
אבן קשורה לחוט באורך $l = 1.5\text{m}$ ומסתובבת במעגל אופקי עם מהירות
זוויתית של $\omega = 3 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$. התעלם מכוח הכובד. $m = 2\text{kg}$.
א. מהי המהירות הקווית של האבן?
ב. מהי המתיחות בחוט?



מבט על



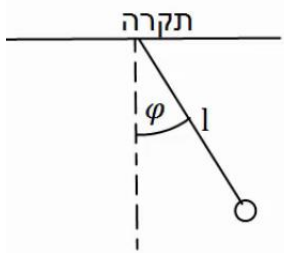
- (4) מסה על דיסק
מסה M מונחת על דיסק החופשי להסתובב מעל שולחן אופקי.
המסה נמצאת במרחק R ממרכז הדיסק, ובין המסה למשטח
יש חיכוך. מסובבים את הדיסק במהירות זוויתית ω
ונתון כי המסה אינה זזה ביחס לדיסק.
א. האם החיכוך בין הדיסק למסה קינטי או סטטי?
ב. מהו גודלו וכיוונו של כוח החיכוך?
ג. מהי המהירות הזוויתית המקסימלית שבה ניתן לסובב
את הדיסק ככה שהמסה לא תחליק?
נתון μ_s .

(5) גוף מסתובב במהירות קבועה

גוף מסתובב במעגל בעל רדיוס $R = 3\text{m}$ במהירות קבועה $v = 6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

- מהי המהירות הזוויתית של הגוף?
- מהי התדירות וזמן המחזור של הגוף?
- כמה זמן לקח לגוף לעשות שניים וחצי סיבובים?

(6) מטוטלת אופקית



מטוטלת באורך $l = 2\text{m}$ תלויה מהתקרה ומסתובבת במעגל אופקי. זווית החוט עם האנך לתקרה היא $\varphi = 30^\circ$ והיא קבועה במהלך התנועה. מצא את זמן המחזור ותדירות הסיבוב של המטוטלת, אם ידוע שהתנועה קצובה.

תשובות סופיות:

(1) מחוג שניות: $0.105 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$, מחוג דקות: $1.75 \cdot 10^{-3} \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$, מחוג שעות: $7.27 \cdot 10^{-5} \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$

(2) א. $7.27 \cdot 10^{-5} \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ ב. $465 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ג. $400 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

(3) א. $|\vec{v}| = \omega R = 4.5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ב. $T \approx 27\text{N}$

(4) א. סטטי. ב. $f_s = M\omega^2 R$ ג. $\omega_{\max} = \sqrt{\frac{\mu_s g}{R}}$

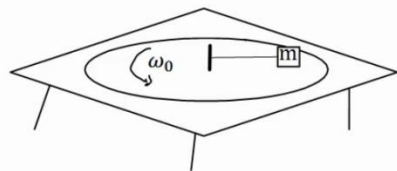
(5) א. $\omega = 2 \cdot \frac{1}{\text{sec}}$ ב. תדירות: $f \approx 0.32 \cdot \frac{1}{\text{sec}}$, זמן מחזור: $T = \pi \text{ sec}$ ג. $t \approx 7.85 \text{ sec}$

(6) תדירות: $f \approx 0.382 \frac{1}{\text{sec}}$, זמן מחזור: $T = 2.61 \text{ sec}$

תרגילים נוספים:

שאלות:

(1) מסה על דיסק קשורה בחוט



מסה m נמצאת על דיסק המסתובב על גבי שולחן. המסה קשורה בחוט למוט במרכז השולחן. המוט מסתובב ביחד עם כל הדיסק. נתון כי המסה מסתובבת עם הדיסק במהירות זוויתית ω_0 .

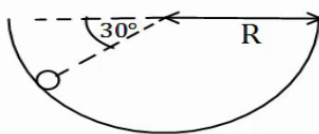
מהי המתיחות בחוט אם אורכו L ?

(2) קרוסלה בלונה פארק



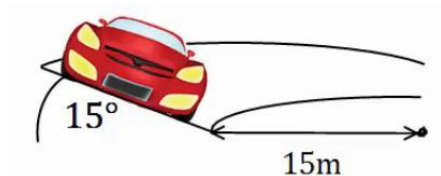
במתקן בלונה פארק ישנה קרוסלה מסתובבת אליה קשורים כבלים עם כסאות, ראה תמונה. רדיוס "הכתר" הוא $R = 5\text{m}$ אורך כל כבל הוא $l = 4\text{m}$. הזווית ביחס לאנך לרצפה בה נטוי כל כבל היא 40° מעלות. כמה זמן לוקח לקרוסלה להשלים סיבוב? שים לב שרדיוס הכתר הוא לא רדיוס הסיבוב.

(3) כדור בקערה כדורית



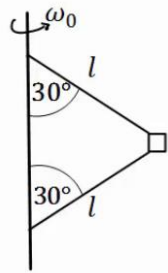
כדור קטן מונח בתוך קערה חצי כדורית בעלת רדיוס R . מניחים את הכדור בזווית של 30° מעלות ביחס לאופק ונותנים לו מהירות התחלתית לתוך הדף. מהו גודל המהירות ההתחלתית הדרוש, כך שהכדור יישאר בתנועה מעגלית בגובה קבוע?

(4) מכונית במחלף



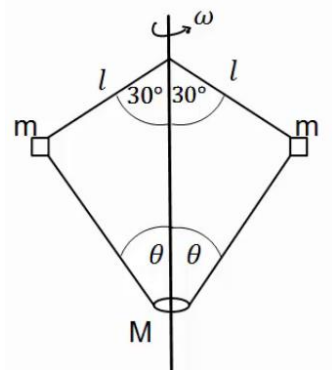
מכונית נוסעת על מחלף משופע. זווית השיפוע של המחלף היא 15° מעלות. רדיוס הסיבוב של המחלף הוא 15m מטרים. אם נניח שלמכונית אין חיכוך עם הכביש, מה המהירות בה צריכה לנסוע המכונית על מנת לא להחליק?

(5) מסה קשורה לעמוד מסתובב



בציור הבא מסה m קשורה דרך שני חוטים למוט, המסתובב במהירות זוויתית נתונה ω_0 . אורך החוטים זהה ונתון l . הזווית של החוטים עם המוט היא 30° מעלות. מהי המתיחות בכל חוט?

(6) שתי מסות קשורות למוט מסתובב וחרוז



בציור הבא 2 מסות זהות $m = 200g$ קשורות למוט מסתובב, באמצעות חוטים באורך $l = 20cm$. המסות קשורות גם לחרוז בעל מסה $M = 0.5kg$, באמצעות שני חוטים נוספים באורך לא ידוע. החרוז חופשי לנוע לאורך המוט. המוט מסתובב במהירות זוויתית $\omega = 20 \frac{rad}{sec}$ וכל המערכת איתו. הזווית של החוטים עם המוט נתונה באיור. מהי המתיחות בכל חוט ומהי הזווית θ ?

(7) מסה על שולחן מסתובב קשורה לשתי מסות

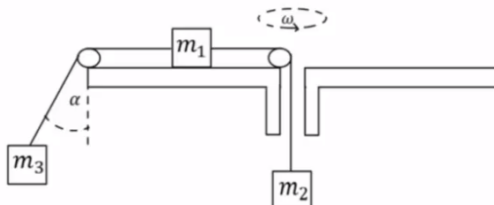
גוף שמסתו $m_1 = 5kg$ מונח על דיסק חלק המסתובב במהירות זוויתית $\omega = 2 \frac{rad}{sec}$. הגוף קשור מצד אחד למסה $m_2 = 3kg$ באמצעות חוט העובר דרך חור במרכז הדיסק. מצד שני הגוף קשור למסה $m_3 = 1kg$ באמצעות חוט היוצא מקצה הדיסק בזווית α , לא ידועה, ביחס לאנך מהדיסק. רדיוס הסיבוב של כל אחד מהגופים קבוע. נתון כי הרדיוס של m_1 הוא $R_1 = 0.3m$.

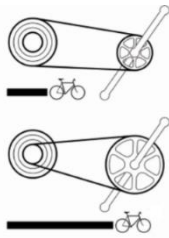
א. ציירו את הכוחות הפועלים על כל גוף בנפרד.

ב. מהי המתיחות בכל חוט?

ג. מהי הזווית α ?

ד. מהו R_3 ?

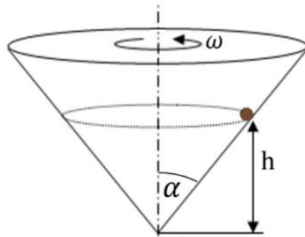




8) הילוכי אופניים

הילוכים של אופניים מורכבים משני גלגלי שיניים ברדיוסים שונים ושרשרת המקיפה את שני הגלגלים. כאשר השרשרת מתוחה האורך שלה קבוע. מצאו את הקשר בין מהירות הסיבוב של גלגלי השיניים אם הרדיוסים שבהם מקיפה השרשרת כל אחד מהגלגלים ידועים.

9) כדור בחרוט מסתובב



מסובבים חרוט בעל חצי זווית ראש α במהירות זוויתית ω .

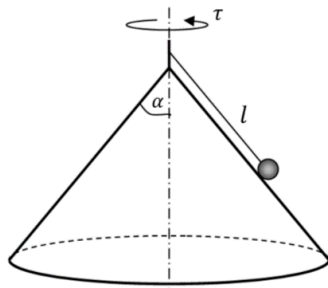
כדור קטן מסתובב ביחד עם החרוט בגובה קבוע.

א. הניחו כי אין חיכוך ומצאו מהו הגובה h

כתלות ב- α וב- ω ?

ב. מהו הכוח השקול הפועל על הכדור?

10) כדור על חרוט הפוך



באיור הבא הכדור מחובר באמצעות חוט לציר המחובר לראש החרוט.

מסובבים את החרוט והכדור מסתובב איתו.

נתונים: אורך החוט l , חצי זווית הראש של החרוט α וזמן המחזור של הסיבוב τ .

א. מהי המהירות הקווית של הכדור?

ב. מהי המתיחות בחוט ומהו הנורמל?

ג. באיזו מהירות זוויתית יש לסובב את החרוט

על מנת שהכדור יתנתק מן המשטח?

תשובות סופיות:

$$T = m\omega_0^2 L \quad (1)$$

$$t \approx 5.98 \text{ sec} \quad (2)$$

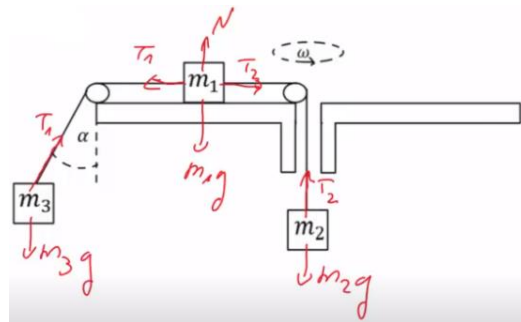
$$v_0 = \sqrt{\frac{3}{2} Rg} \quad (3)$$

$$v \approx 6.34 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad (4)$$

$$T_1 = \frac{1}{2} m\omega_0^2 l + \frac{1}{\sqrt{3}} mg, \quad T_2 = \frac{1}{2} \left(m\omega_0^2 l - \frac{2}{\sqrt{3}} mg \right) \quad (5)$$

$$T_1 \approx 5.2 \text{ N}, T_2 \approx 5.95 \text{ N}, \theta \approx 65.16^\circ \quad (6)$$

$$T_1 = 24 \text{ N}, T_2 = 30 \text{ N} \quad \text{ב.} \quad \text{א.} \quad (7)$$



$$R_3 \approx 5.5 \text{ m} \quad \text{ד.} \quad \alpha \approx 65^\circ \quad \text{ג.}$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1} \quad (8)$$

$$\sum F = \frac{g}{\tan \alpha} \quad \text{ב.} \quad h = \frac{g}{\omega^2 \tan^2 \alpha} \quad \text{א.} \quad (9)$$

$$N = mg \sin \alpha - m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 l \sin \alpha \cos \alpha \quad \text{ב.} \quad V = \frac{2\pi}{\tau} l \sin \alpha \quad \text{א.} \quad (10)$$

$$\sqrt{\frac{g}{l \cos \alpha}} \quad \text{ג.}$$

$$T = mg \cos \alpha + m\omega^2 a \sin \alpha$$