

# מבוא לפיזיקה 1

פרק 10 - דינמיקה - כוחות תלויים בזמן ומערכות מורכבות עם גלגולות

תוכן העניינים

1. חוקי ניוטון.....1
2. גלגולות נעות ומכפלי כוח.....4

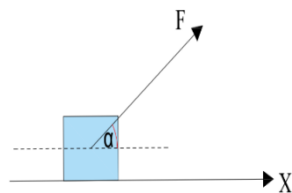
## חוקי ניוטון:

### שאלות:

#### (1) כוח אופקי תלוי בזמן

- כוח אופקי שגודלו  $F = 2t$  פועל על גוף, כאשר הזמן  $t$  נתון בשניות והכוח  $F$  בניוטונים. מסת הגוף  $2\text{kg}$  והוא נמצא במנוחה על משטח אופקי. מקדמי החיכוך בין הגוף למשטח:  $\mu_k = 0.15$ ,  $\mu_s = 0.2$ . מצא/י את:
- זמן תחילת התנועה.
  - כוח החיכוך בזמן  $t = 0.5\text{sec}$ .
  - תאוצת הגוף כפונקציה של זמן.
  - מהירות הגוף לאחר 4 שניות.
  - מיקום הגוף לאחר 4 שניות.

#### (2) כוח בזווית תלוי בזמן



- הגוף שבציור מונח על הרצפה, בזמן  $t = 0$  מתחיל לפעול על הגוף כוח שגודלו  $F = 2t$  הזמן בשניות והכוח בניוטונים. הכוח פועל בזווית  $\alpha = 37^\circ$  יחסית לציר התנועה. מסת הגוף היא  $2\text{kg}$ . נתון כי מקדם החיכוך הסטטי והקינטי בין הגוף והרצפה הוא:  $\mu = 0.2$ . לפשטות החישוב קחו:  $\sin \alpha = 0.6$ ,  $\cos \alpha = 0.8$ ,  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ .

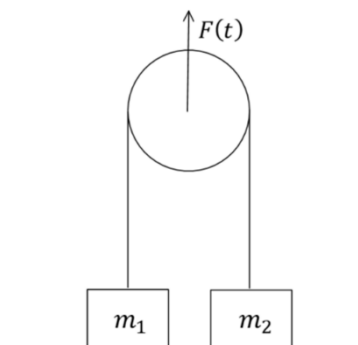
- מתי יתחיל הגוף לנוע?
- מהי מהירות הגוף לאחר 4 שניות?
- מה המרחק שהתקדם הגוף עד לניתוקו מהקרקע?

#### (3) מכונת אטווד נמשכת בכוח תלוי בזמן

- מכונת אטווד מורכבת מגלגלת וחוטים אידיאליים ושתי מסות המחוברות משני צידי הגלגלת (ראו איור). ב  $t = 0$  שתי המסות מונחות על הקרקע ומתחיל לפעול כוח התלוי בזמן  $F(t) = 8t^2$  ניוטון על הגלגלת כלפי מעלה.

נתון:  $m_1 = 1.6\text{ kg}$ ,  $m_2 = 3.6\text{ kg}$

- באיזה זמן כל אחת מהמסות תתנתק מהרצפה?
- מהי מהירות המסה  $m_1$  ב  $t = 5\text{ s}$ ? (הניחו שהחוטים ארוכים מאוד).



**(4) זריקה משופעת עם כוחות תלויים בזמן**

גוף שמסתו 2 ק"ג נזרק מהקרקע במהירות 30 מטר לשנייה ובזווית 20 מעלות מעל האופק. במהלך תנועתו פועלים על הגוף כוחות שונים עד אשר הוא פוגע בקרקע. שקול הכוחות (כולל כוח הכובד) נתון לפי

$$\vec{F}(t) = 10t^2 \hat{x} + (0.4t - 10) \hat{y}$$

א. מהו וקטור המיקום של הגוף כתלות בזמן?

ב. מתי יפגע הגוף בקרקע ובאיזה מרחק תהיה הפגיעה מנקודת המוצא?

**(5) גוף על מישור עם כוח סינוס**

גוף שמסתו  $m$  נמצא במנוחה על מישור אופקי. ברגע  $t = 0$  מתחיל לפעול על הגוף כוח אופקי  $F(t) = A \sin(\omega t)$  כאשר  $\omega = 1 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$  ו- $A$  הינו פרמטר נתון.

מקדם החיכוך הסטטי והקינטי בין הגוף והמישור הוא  $\mu = \frac{A}{2mg}$ .

א. מתי הגוף יתחיל לנוע?

ב. מהי מהירות הגוף כתלות בזמן?

ג. מהו מיקום הגוף כתלות בזמן ביחס לנקודת המוצא?

**תשובות סופיות:**

$$a = \begin{cases} 0 & 0 < t < 2 \\ t - \frac{3}{2} & 2 < t \end{cases} \quad \text{ג.} \quad f_s = 1\text{N} \quad \text{ב.} \quad t = 2\text{sec} \quad \text{א.} \quad (1)$$

$$v(t=4) = 3 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ד.} \quad x(t=4) = 2.3\text{m} \quad \text{ה.}$$

$$t \approx 2.17\text{sec} \quad \text{א.} \quad v(t=4) = 1.53 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad x = 467\text{m} \quad \text{ג.} \quad (2)$$

$$t_1 = 2\text{sec}, \quad t_2 = 3\text{sec} \quad \text{א.} \quad 67.5 \text{ m/s} \quad \text{ב.} \quad (3)$$

$$\vec{r}(t) = \left( \frac{5}{12} t^4 + 28.2t \right) \hat{x} + \left( \frac{t^3}{30} - \frac{5}{2} t^2 + 10.3t \right) \hat{y} \quad \text{א.} \quad (4)$$

ב. זמן פגיעה 4.36sec ובמרחק 274m

$$t \approx 0.524\text{s} \quad \text{א.} \quad (5)$$

ב.  $v = 0$  כאשר  $t < 0.524\text{s}$

$$v(t) = \frac{A}{m} \left[ -\frac{1}{\omega} \cos(\omega t) - \frac{1}{2} t + 1.32 \right] \quad \text{ו-} \quad t > 0.524\text{s} \quad \text{כאשר}$$

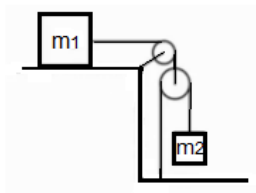
$$\begin{aligned} & \text{ג. } x = 0 \text{ כאשר } t < 0.524s \\ & \text{ו- } x(t) = \frac{A}{m} \left[ -\frac{1}{\omega^2} \sin(\omega t) - \frac{\Sigma^2}{4} + 1.32t - 0.0724 \right] \text{ כאשר } t > 0.524s \end{aligned}$$

## גלגלות נעות ומכפלי כוח:

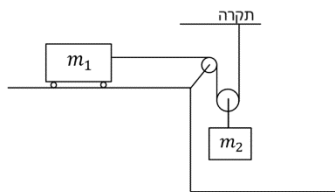
### רקע:

נבטא את אורך החוט באמצעות מיקום הגופים וקבועים ונגזור.

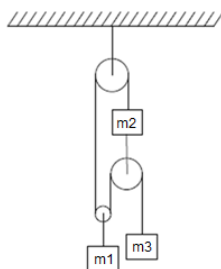
### שאלות:



- (1) **גלגלות וגזירה בזמן של אורך החוט**  
 במערכת הבאה מסות הגופים ידועות.  
 אין חיכוך בין המסות למשטח.  
 מצא את תאוצות הגופים ואת המתחויות בחוטים.



- (2) **אחת תלויה מהתקרה ואחת על שולחן**  
 במערכת הבאה המסה  $m_1$  נמצאת על שולחן חסר חיכוך  
 ומחוברת באמצעות חוט אידיאלי כפי שמתואר באיור.  
 הגלגלות אידיאליות ו- $m_2$  נתונה.  
 מצא את התאוצה של כל מסה כל עוד הן לא נופלות  
 מהשולחן או פוגעות ברצפה.



- (3) **מערכת גלגלות מסובכת**  
 מצאו את תאוצות הגופים במערכת הבאה.  
 מה התנאי לכך שהמסה  $m_3$  תנוע כלפי מעלה  
 אם נתון שהמערכת מתחילה ממנוחה?

### תשובות סופיות:

$$a_1 = \frac{2m_2g}{4m_2 + m_1} \quad (1)$$

$$a_1 = \frac{m_2g}{2m_1 + \frac{m_2}{2}}, \quad a_2 = \frac{m_2g}{4m_1 + m_2} \quad (2)$$

$$a_3 < 0, \quad a_3 = \left( (m_2 + m_3)(4m_2 + m_1) + 4m_2^2 \right) \quad (3)$$