

פיזיקה למתמטיקאים 8832001

פרק 1 - דינמיקה - חוקי ניוטון-החומר מופיע בקצרה בסיכומים

תוכן העניינים

1. חוקי ניוטון.....1

חוקי ניוטון

רקע

כוחות נפוצים

כוח הכובד

סימון: W (קיצור של Weight).
 מופעל ע"י כדור הארץ.
 כיוון: למרכז כדור הארץ (או לכיוון האדמה).
 גודל: mg .

נורמל

סימון: N .
 מופעל ע"י משטח.
 כיוון: תמיד מאונך למשטח ודוחף (מהמשטח כלפי חוץ).
 גודל: לא ידוע, תלוי בבעיה (לא שווה ל- mg).

מתיחות

מופעל על ידי חוט או חבל.
 סימון: T (קיצור של Tension).
 כיוון: תמיד מושך את הגוף לכיוון החוט.
 הערה, חוט תמיד מושך משני צדדיו.
 חוט אידיאלי – חוט חסר מסה שאינו משנה את אורכו (לא אלסטי).
 בחוט אידיאלי המתיחות אחידה לאורך החוט.

החיכוך

חיכוך סטטי - f_s

פועל כאשר אין תנועה יחסית בין המשטחים.
 מופעל ע"י המשטח.
 כיוון: משיק למשטח (נגד כיוון השליפה לתנועה).
 גודל: $f_s \neq \mu_s N$ (בד"כ נעלם לא ידוע).
 μ_s - מקדם חיכוך סטטי (תלוי בחומר וקבוע).
 $f_s \leq \mu_s N$ - החיכוך הסטטי תמיד קטן מ- $\mu_s N$.
 $f_{s \max} = \mu_s N$.
 לשים לב שאפשר להציב $f_{s \max} = \mu_s N$ רק אם ידוע שהמערכת על סף החלקה.

חיכוך קינטי - f_k

פועל כאשר יש תנועה יחסית בין המשטחים.

מופעל ע"י משטח.

כיוון: משיק למשטח (נגד כיוון התנועה היחסית).

$$\text{גודל: } f_k = \mu_k N$$

μ_k - מקדם החיכוך הקינטי – תלוי בסוגי החומרים. בד"כ קבוע.

N - נורמל שמפעיל אותו משטח.

חוק ראשון של ניוטון – התמדה

אם גוף נע בקו ישר ובמהירות קבועה (בהתמדה) סכום הכוחות עליו שווה לאפס. מקרה פרטי של תנועה במהירות קבועה הוא מנוחה. לכן, אם גוף נמצא במנוחה סכום הכוחות עליו הוא אפס.

חוק שלישי – עקרון פעולה תגובה

לכל כוח שגוף A מפעיל על גוף B יש כוח תגובה שגוף B מפעיל חזרה על גוף A. כוח התגובה שווה בגודלו והפוך בכיוונו. שימו לב: הכוחות פועלים על גופים שונים ולכן אף פעם לא יופיעו באותו תרשים כוחות.

חוק שני של ניוטון

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

בפועל רושמים את הנוסחה לכל ציר בנפרד.

חוק הוק – הכוח של קפיץ

$$F = -k\Delta x$$

$$\Delta x = x - x_0$$

x - מיקום הגוף.

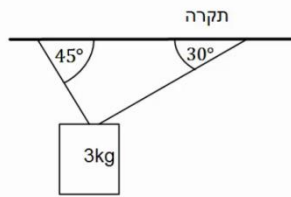
x_0 - מיקום שבו הקפיץ רפוי.

חיבור קפיצים במקביל (שני הקפיצים מחוברים לגוף ולקיר) - $k_{eff} = k_1 + k_2$.
 חיבור קפיצים בטור (גוף מחובר לקפיץ אחד שמחובר לקפיץ שני שמחובר לקיר) -

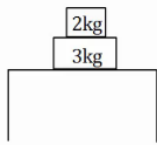


$$\frac{1}{k_{eff}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

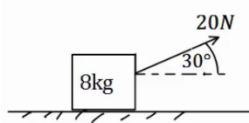
שאלות



- (1) **דוגמה-גוף תלוי מהתקרה**
 גוף תלוי במנוחה מהתקרה באמצעות שני חוטים, לפי האיור הבא.
 מהי המתחיות בכל חוט אם מסת הגוף היא 3 ק"ג?

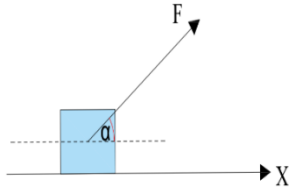


- (2) **דוגמה-מסה על מסה**
 במערכת הבאה ישנה מסה של 3 ק"ג הנמצאת במנוחה על שולחן. על המסה מונחת מסה נוספת של 2 ק"ג.
 א. שרטט תרשים כוחות לכל אחת מהמסות.
 ב. חשב את הכוח הנורמלי הפועל על המסה העליונה.
 ג. חשב את הכוח הנורמלי הפועל על המסה התחתונה.
 ד. חשב את הכוח הנורמלי הפועל על השולחן.



- (3) **דוגמה-כוח בזווית 30 מעלות**
 כוח של 20 ניוטון פועל בזווית של 30 מעלות מעל האופק. הכוח מופעל על ארגז בעל מסה של 8 ק"ג.
 הארגז נמצא במנוחה ונתון כי בין הארגז לרצפה קיים חיכוך. מקדמי החיכוך הסטטי והקינטי הם: $\mu_s = 0.2$, $\mu_k = 0.1$.
 א. בדוק האם הארגז נשאר במנוחה או מתחיל לנוע?
 ב. כמה זמן ייקח להזיז את הארגז למרחק של 30 מטרים באמצעות כוח זה?
 ג. חזור על הסעיפים אם הכוח היה בזווית של 70 מעלות.

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

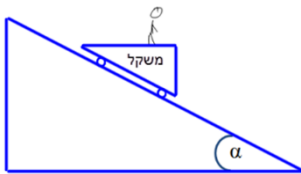
(5) כוח בזווית תלוי בזמן

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 kg .

נתון כי מקדם החיכוך הסטטי והקינטי בין הגוף והרצפה הוא: $\mu = 0.2$.

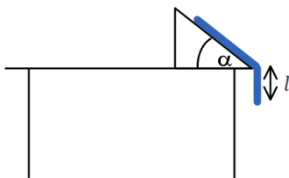
לפשטות החישוב קחו: $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$, $\sin \alpha = 0.6$, $\cos \alpha = 0.8$.

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

(6) אדם על קרונית על מישור משופע*

אדם בעל מסה m עומד על משקל המחובר בצורה אופקית לקרונית. מסת הקרונית היא M ונתון כי היא מחליקה ללא חיכוך על פני מישור משופע בזווית α .

- מה מורים המאזניים?
הניחו שהחיכוך בין רגלי האדם לקרונית מספיק גדול, כך שאינו נע ביחס אליה.
- מצא את מקדם החיכוך המינימלי בין רגלי האדם והקרונית על מנת שהאדם לא יחליק ביחס לקרונית.
- כעת הנח כי אין חיכוך בכלל בין האדם לקרונית. מה תהיה תאוצת הקרונית במצב זה? (כל עוד האדם נמצא על הקרונית).
- מה יורה המשקל במצב המתואר בסעיף ג'?

(7) חבל מחליק משולחן משופע**

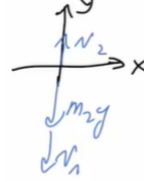
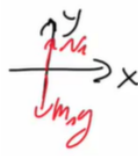
חבל בעל מסה M ואורך L נמצא על מישור משופע בזווית α שנמצא על שולחן כך שחלק משתלשל מהשולחן מטה. בין החבל לשולחן יש מקדם חיכוך קינטי וסטטי μ . בזמן $t = 0$ יש חבל באורך l המשתלשל מקצה השולחן, ונמצא במנוחה.

מהו הגובה של קצה החבל $y(t)$ מתחת לשולחן כתלות בזמן? הניחו כי החבל בעל עובי אפס ויש חיכוך רק עם החלק העליון של המישור.

תשובות סופיות

$$T_1 \approx 22.0\text{N}, T_2 \approx 26.9\text{N} \quad (1)$$

(2) א. מסה 3 ק"ג: מסה 2 ק"ג:



50N . ד

20N . ג

20N . ב

(3) א. הגוף לא יכול להיות במנוחה. ב. $t \approx 6.82\text{sec}$

ג. סעיף א': נשאר במנוחה, סעיף ב': אין משמעות.

$$a = \begin{cases} 0 & 0 < t < 2 \\ t - \frac{3}{2} & 2 < t \end{cases} \quad (4) \quad \text{א. } t = 2\text{sec} \quad \text{ב. } f_s = 1\text{N} \quad \text{ג.}$$

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

$$x = 467\text{m} \quad \text{ג.} \quad v(t=4) = 1.53 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad \text{ב.} \quad t \approx 2.17\text{sec} \quad \text{א.} \quad (5)$$

$$a_x = \frac{(M+m)g \sin \alpha}{M+m \sin^2 \alpha} \quad \text{ג.} \quad \mu_{s \min} = \tan \alpha \quad \text{ב.} \quad N_2 = mg \cos^2 \alpha \quad \text{א.} \quad (6)$$

$$N_2 = m \left(g - \left(\frac{(M+m)g \sin \alpha}{M+m \sin^2 \alpha} \right) \sin \alpha \right) \quad \text{ד.}$$

$$y(t) = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{\beta}{k} \right) \left(e^{\sqrt{\frac{k}{M}} t} + e^{-\sqrt{\frac{k}{M}} t} \right) - \frac{\beta}{k} \quad (7)$$