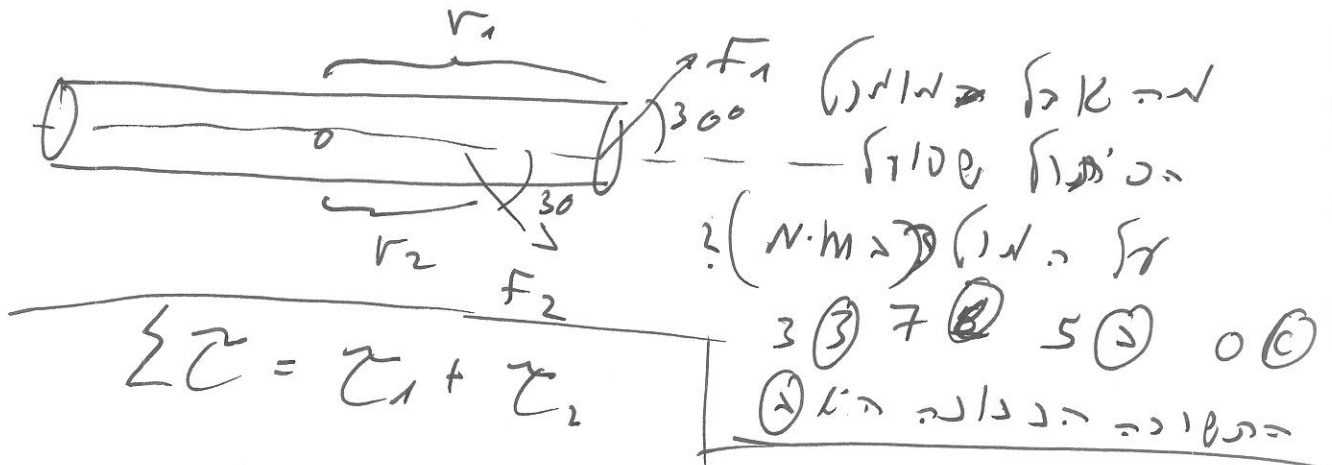


מחשבים את המומנטים של הכוחות F_1 ו- F_2 ביחס לנקודת המרכז O .
 נתון: כוח $F_1 = 5\text{ N}$ ממוקם במרחק 4 m מנקודת המרכז O .

כוח $F_2 = 3\text{ N}$ ממוקם במרחק 2 m מנקודת המרכז O .
 הכוחות F_1 ו- F_2 יוצרים זווית של 30° ביחס לרשתית המוט.
 המומנט הכולל של הכוחות ביחס לנקודת המרכז O הוא $5\text{ N}\cdot\text{m}$.



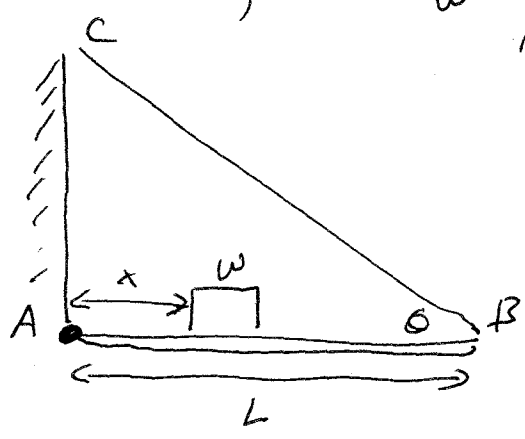
$$\tau_1 = \vec{r}_1 \times \vec{F}_1 = |\vec{r}_1| \cdot |\vec{F}_1| \cdot \sin(\theta_1) = 4\text{ m} \cdot 5\text{ N} \cdot 0.5$$

$$\tau_2 = \vec{r}_2 \times \vec{F}_2 = |\vec{r}_2| \cdot |\vec{F}_2| \cdot \sin(\theta_2) = 2\text{ m} \cdot 3\text{ N} \cdot (-0.5)$$

$$\Sigma \tau = \tau_1 + \tau_2 = 10\text{ N}\cdot\text{m} - 5\text{ N}\cdot\text{m} = 5\text{ N}\cdot\text{m}$$

$5\text{ N}\cdot\text{m}$ (כיוון השעון) הוא המומנט הכולל של הכוחות ביחס לנקודת המרכז O .

מקור אלקטרון, אורך AB, מסה מסוימת, מרחק אלקטרון
 מקור A ומוט B: $\theta = 32^\circ$ מרחק מקור C. המוט
 יציב, כלומר $\theta = 32^\circ$ הישיר. נניח אורך המוט w ומוטות אלו.



אלה אלקטרון המוט w מוטות x
 (א) מוטות T במוטות x
 (ב) מוטות אלקטרון אלקטרון x
 המוטות w ומוטות x הישיר A
 $w = 315\text{ N}$, $L = 2.76\text{ m}$,
 $\theta = 32^\circ$

מקור 520 N מוטות x הישיר A
 מוטות x הישיר A

$$\sum \tau = wx - T L \sin \theta = 0$$

$$T = \frac{wx}{L \sin \theta}$$

מקור 520 N מוטות x הישיר A

$$F_x = T \cos \theta = \frac{wx}{L \tan \theta}$$

$F_y = w - \frac{wx}{L}$ מוטות x הישיר A

$$x = \frac{(520\text{ N})(2.75\text{ m}) \sin(32.0^\circ)}{315\text{ N}}$$

$$= 2.41\text{ m}$$

$$\sin \theta = \frac{7}{5} \cdot 0.133 \quad , \quad a = 0.133g \quad \text{לבח (1c)}$$

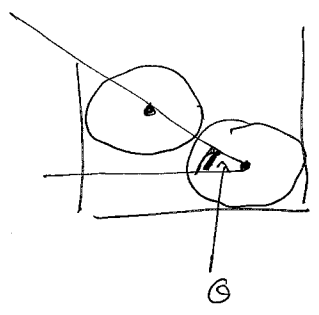
$$= 0.186$$

$$\frac{5}{7} g / \sin \theta = 0.133g$$

$$\theta = 10.7^\circ$$

התאוצה היא $a = g \sin \theta = g \cdot 0.186$

2 כדורים צפים במים $W = mg$ כ"כ נמצאים במצב
הקאסה מואננת. מרכז הכובד של כדור θ (ראו ציור).
הי הכוחות המושגים על הכדורים



(א) מ"י אחת הקאסה
(ב) מ"י צידי הקאסה
(ג) אחר הישן

פתרון

(א) אין כוחות אחרים מלבד הכוח הנורמלי על הכדור
המחצית. לכן הכוח המושג מ"י אחת הקאסה הוא $2W$
לכיוון מטה.

(ג) הכוח המהגן משהו כח על הכדור הימני עקב רכיב אופקי
השני למעלה הכוח הנורמלי
כח המהגן בין הכדורים

$$W = N \sin \theta$$

$$N = \frac{W}{\sin \theta}$$

$$P = N \cos \theta$$

$$= \frac{W}{\tan \theta}$$

(ב) למה המרחק בין הכדורים רחב אולי

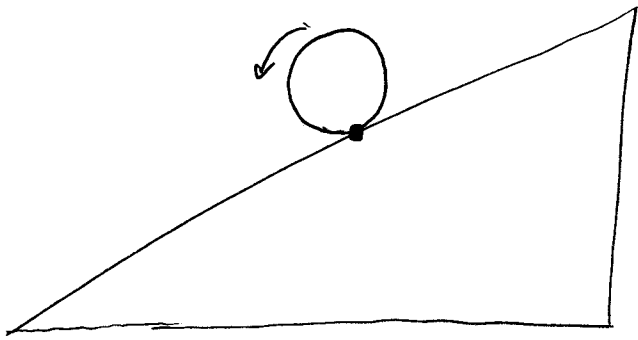
כי אם ייבנה שהצדדים משהו על הכדורים
(הוא נואמן השלם)

המשוואה של הזווית של המעגל היא שיקויה המשך בין הגוקים
 והמקרון אינה נכונה עם המקרון. נקודת המשך נשמרת

גם כש נעזר ונעזר.

מכאן שניתן להשתמש בתנועת הסיבוב של כדור נעזר ונעזר
 כמנוע סיבובי סביב ציר שעובר דרך נקודת המשך המשך

בין הגוקים והמקרון.



מכאן והמשך של קיסקה עובר ציר העובר דרך מרכז המסה הוא

$$I_{CM} = \frac{1}{2} m R^2$$

מקרה שבו הציר עובר במרחק R ממרכז המסה, ואם כפי חוק טור

$$I = I_{CM} + MR^2 = \frac{1}{2} MR^2 + MR^2 = \frac{3}{2} MR^2$$

הנה הכוחות על הגוקים בניין המקרים שמקרון הנו $mg \sin \alpha$

הנה כוחות על כדור המנוע הנכנס, אך ערכי מישור הנוחה שנוחה

כה הכוח נמצא אותו עכני כה הכוחות של מרכז המסה.

מכאן שחוק הכוחות על כדור הנכנס הנו R, ואם הנוחה הנו

$$\tau = R m g \sin \alpha$$

המאונך במרכז המסה α (כח) סגורתה עם כח המשיך α
המשך של 'ז'

$$\tau = I \alpha$$

\Downarrow

$$\alpha = \frac{\tau}{I} = \frac{MgR \sin \alpha}{\frac{3}{2}MR^2} = \frac{2}{3} \frac{g}{R} \sin \alpha$$

המאונך המשיך של מרכז המסה עם כח וכוח התקדם
ע"י הכוח המאונך במרכז המסה כח המשיך בין ציר הסיבוב
מרכז המסה, שגובהו R , ולכן

$$a_{cm} = R \alpha = \frac{2}{3} g \sin \alpha$$

פתרון

א. בכדי שהשולחן יתהפך הוא צריך להסתובב סביב רגל שמאל, כלומר רגל ימין שלו צריכה לעזוב את הרצפה ולכן לא יפעל עליה נורמל. לכן נסתכל על הרגע לפני ההתהפכות בו $N_2 = 0$. נבחר את רגל שמאל כציר הסיבוב. משוואת מומנטי הכח:

$$\sum \tau_A = Fh - \frac{mgL}{2} = 0$$

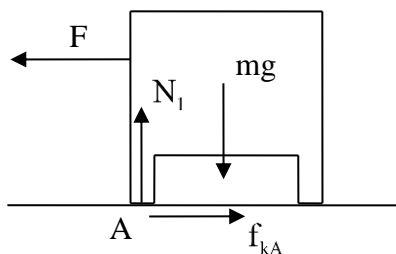
משוואת הכוחות על מרכז המסה:

$$\sum F_y = N_1 - mg = 0$$

$$\sum F_x = f_{kA} - F = 0$$

פותרים את האלגברה ומקבלים:

$$h = \frac{L}{2\mu_k}$$



ב. במקרה שבו השולחן לא מתהפך אז שתי הרגליים נוגעות בקרקע ולכן על שניהם פועל נורמל. שוב נבחר את רגל שמאל בתור ציר הסיבוב. משוואות הכוחות על מרכז המסה:

$$\sum F_y = N_1 + N_2 - mg = 0$$

$$\sum f_{kA} + f_{kB} - F = 0$$

ומשוואת מומנטי הכח:

$$\sum \tau_A = Fh - \frac{mgL}{2} + N_2L = 0$$

פותרים את האלגברה ומקבלים:

$$N_2 = mg \left(\frac{1}{2} - \frac{\mu_k h}{L} \right)$$

$$N_1 = mg \left(\frac{1}{2} + \frac{\mu_k h}{L} \right)$$

ג. עבור מוט כללי המתחיל ב x_1 באורך L . תהיה נקודה במרחק x אשר ניתן להתייחס אליה כאילו עליה פועלים שני המומנטים.

$$N_1 x_1 + N_2 (x_1 + L) = (N_1 + N_2) (x_1 + x)$$

$$x = \frac{N_2}{N_1 + N_2} L$$

נציב את הנורמלים מסעיף ב'

$$x = \frac{L}{2} - \mu_k h$$

וכאשר $h = h_{max}$ אזי $x = 0$.