

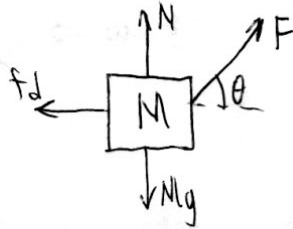
②  $f_{d2} : T$  ומהי המסה המושפעת

$$F \cos \theta - m_1 a - \mu m_1 g - \mu (m_2 g - F \sin \theta) = m_2 a$$

$$F (\cos \theta + \mu \sin \theta) = (m_1 + m_2) a + \mu (m_1 + m_2) g$$

$$F = \frac{(m_1 + m_2)(a + \mu g)}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$$

מהי המסה המושפעת על ידי הכוח  $F$  ומהי המסה המושפעת על ידי הכוח  $T$

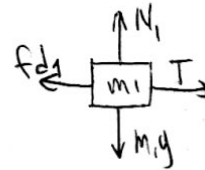


$$N = m_1 + m_2 \quad \text{כל (c)}$$

① פיתרון תרגיל 3 הנניקת ויחידות פיתוח



(lc (7



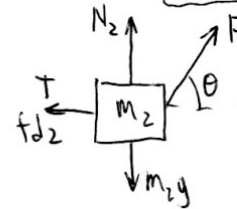
מנוחה ויחידות  
:  $m_1$  ויחידות

$$N_1 - m_1 g = 0 \quad : y \text{ ציר}$$

$$T - f_{d1} = m_1 a \quad : x \text{ ציר}$$

(על ידי המנוחה ויחידות נמצא כי הכוחות)

$$T = m_1 a + \mu N_1 = m_1 a + \mu m_1 g \quad \text{כל (c)}$$



:  $m_2$  ויחידות

$$: y \text{ ציר}$$

$$N_2 + F \sin \theta - m_2 g = 0 \quad \leftarrow \text{המנוחה ויחידות}$$

המנוחה ויחידות  
המנוחה ויחידות  
המנוחה ויחידות

$$F \cos \theta - T - f_{d2} = m_2 a \quad : x \text{ ציר}$$

4

$$F \cos \theta - f_d = M a$$

כ"ף

$$F \cos \theta - \mu(F \sin \theta + M g) = M a$$

כ"ף

$$F(\cos \theta - \mu \sin \theta) = M(a + \mu g)$$

$$F = \frac{(m_1 + m_2)(a + \mu g)}{\cos \theta - \mu \sin \theta}$$

$$\sin \theta = 0 \iff \theta = 0 \text{ ו/או } \pi$$

יש מקרים שבהם  $\theta = 0$  או  $\theta = \pi$  הם הפתרונות היחידים.

אם  $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$  אז הפתרון הוא:

$$F_{\text{מינימום}} > F_{\text{מקסימום}}$$

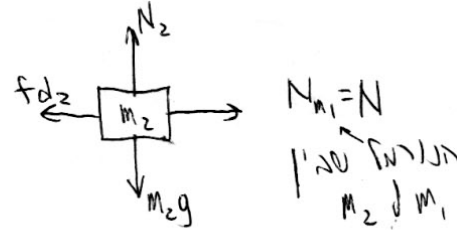
כלומר אין פתרון.

אם  $-\frac{\pi}{2} < \theta < 0$  אז הפתרון הוא:

3



2



כ"ף  
:  $m_2$  ו/או  $N_1$

$$N_2 - m_2 g = 0$$

כ"ף

$$N - f_{d2} = m_2 a$$

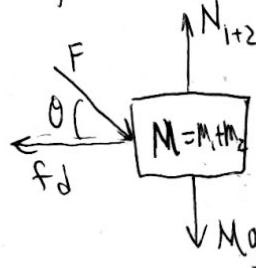
כ"ף

$$N = m_2 a + \mu N_2 = m_2 a + \mu m_2 g$$

כ"ף

וכי נלקחו את  $F$  כשם המקרה הקודם.

כאשר נתתיים לנגד המסה כפי שהיא:



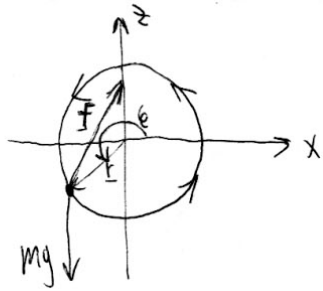
$$N_{1+2} - F \sin \theta - M g = 0$$

כ"ף

$$N_{1+2} = F \sin \theta + M g$$

כ"ף

6



התצורה כאן היא אופקית. נחשב מ'מקרים.

כוח כלי הניה הסקיף הוא  $\underline{F}_{tot} = -\frac{mv^2}{R} \underline{\hat{r}}$

וכן  $\underline{W} = -mg \underline{\hat{k}}$

ולכן  $\underline{f} = \underline{F}_{tot} - \underline{W} = -\frac{mv^2}{R} \underline{\hat{r}} + mg \underline{\hat{k}}$

זו התצורה לכו אטלסית שכן היא מזוינת שתי הזנבות של מונבר התיניס:

התצורה קריטית:  $\underline{\hat{r}} = \cos \theta \underline{\hat{j}} + \sin \theta \underline{\hat{k}}$

כאשר  $\theta = \omega t = \frac{v}{R} t$

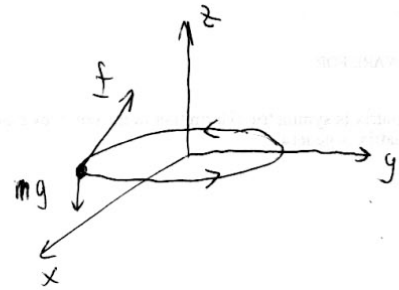
ולכן  $\underline{f} = -\frac{mv^2}{R} \cos\left(\frac{v}{R}t\right) \underline{\hat{j}} + \left(mg - \frac{mv^2}{R} \sin\left(\frac{v}{R}t\right)\right) \underline{\hat{k}}$   
 והתצורה כוללת:

$\underline{\hat{k}} = \sin \theta \underline{\hat{j}} + \cos \theta \underline{\hat{k}}$

$\underline{f} = \left(mg \sin\left(\frac{v}{R}t\right) - \frac{mv^2}{R}\right) \underline{\hat{j}} + mg \cos\left(\frac{v}{R}t\right) \underline{\hat{k}}$

7

5



2

כוחות נאווה קרובים למת (z, phi, rho).

נתון כי החלקיק נז בתנועה מעגלית במהירות קבועה רח מישור y-z. אז' התאוצה הכוללת שדולה חז:  $\underline{a} = -\frac{v^2}{R} \underline{\hat{\rho}}$

ולכן הכוח הכולל הניו

$\underline{F}_{tot} = m \underline{a} = -\frac{mv^2}{R} \underline{\hat{\rho}}$

כמו כן כוח הניהיה המדין ר'ו'ו'ו'

$\underline{W} = -mg \underline{\hat{k}}$

ולכן  $\underline{F}_{tot} = \underline{W} + \underline{f}$

כאשר הכוח הניכוי שנותן את התנועה המעגלית הניו:

$\underline{f} = \underline{F}_{tot} - \underline{W} = -\frac{mv^2}{R} \underline{\hat{\rho}} + mg \underline{\hat{k}}$

⑥ המקרה בו החסה אינה חולה שונה מהמקרה הקודם  
 בין המומנטים  $-f_s \leftarrow f_s$

כל כיוול  $-\mu_s \leftarrow \mu_s$

$$a_{\max} = g \frac{\sin\alpha + \mu_s \cos\alpha}{\cos\alpha - \mu_s \sin\alpha} \quad \text{ולכן}$$

(א) האם נספר לה שנת'ז  $a_{\min} < a_{\max}$

$$\left( \cos\alpha \leq \mu_s \sin\alpha : 0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} \right)$$

נניח  $\alpha = 0$   
 $a_{\min} = -\mu_s g$

$$a_{\max} = \mu_s g$$

שאלה התאולית ש'ס'ס כל הז'ז ה'מ'ר אלפ'י

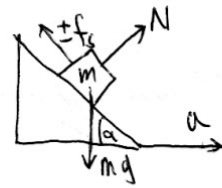
נניח  $\alpha = \frac{\pi}{2}$   
 $a_{\min} = \frac{g}{\mu_s}$

שנה כחוקן ל'ו  
 פ'ס'ק'ל'י נ'כ'ן  
 $a_{\max} = \frac{-g}{\mu_s}$

החסה יתנתק מהש'פ'ז  
 בז'ז מקרה ברור כי הקול' ל'ו יוכל ל'פ'ס  
 בז'ז תאול'ה. הי'ל'ו הי'ס'ק'ל'י נ'כ'ר ג'מ'ר

$$\cos\alpha = \mu_s \sin\alpha$$

⑦



(3) (א)

מאזר והחסה אינה צבה, נ'ו'ז ל'מ'ז'ז בקורב'נ'ל'ו  
 ה'ר'ק'ל'ו'ת:

ב'מ'ר נ'פ'ס מ'ר ה'מ'ל'ו'ה א כ'ן ש'ח'ס'ה ל'א'ו'ת'ה'ז.

כ'ו'ר y:  
 $N \cos\alpha + f_s \sin\alpha - mg = 0$

(א'ן ת'נ'ו'ה ה'ק'ו'ר y)  
 כ'ו'ר x:  
 $N \sin\alpha - f_s \cos\alpha = ma$

כ'ו'ל'ו'ר  
 $N (\cos\alpha + \mu_s \sin\alpha) = mg$

$$N (\sin\alpha - \mu_s \cos\alpha) = ma$$

ול'כ'ן  
 $a_{\min} = a = g \frac{\sin\alpha - \mu_s \cos\alpha}{\cos\alpha + \mu_s \sin\alpha}$

ה'ז'ר'ה ה'ק'ר'ב'ו'י  $f_s = \mu_s N$  נ'כ'ן א'נו מ'ח'פ'ש'ת'ו  
 מ'ר ה'מ'ל'ו'ה ה'מ'נ'ל'ו'ת.

ש'מ'ו ל'ה ש'מ'ר תאול'ה ש'ל'מ'ר א'פ'ס'ר'ו'ת ה'מ'ק'ו'ה'ז'ו.

10) עם גרעין של המערכת האחרונה פתרון, המערכת ואורך היתר אינו משתנה נקבע

$$0 = 2\ddot{y}_C + \ddot{y}_A + \ddot{y}_B$$

כל גרעין אחר

$$\textcircled{4} 0 = 2a_C + a_A + a_B$$

כאשר קיבלנו את המשוואה הדיפרנציאלית

ממשוואות (1) ו(2)

$$T = m(g+a) \quad \text{וכן} \quad a_A = a_B = a$$

ממשוואה (4)

$$a_C = -\frac{a_A + a_B}{2} = -a$$

ממשוואה (3)

$$2 \underbrace{m(g+a)}_T - mg = m \underbrace{(-a)}_{a_C}$$

$$a = -\frac{1}{3}g \quad (\text{כאשר למטה})$$

$$T = \frac{2}{3}mg = \frac{2}{3}g$$

$m=1$

$$a_A = a_B = -\frac{1}{3}g \quad a_C = \frac{1}{3}g$$

9)

(4) משוואת הכוחות:

$$2T - T - m_A g = m_A a_A$$

:  $m_A$  נתיב

$$\textcircled{1} T - m_A g = m_A a_A$$

כאשר

$$2T - T - m_B g = m_B a_B$$

:  $m_B$  נתיב

$$\textcircled{2} T - m_B g = m_B a_B$$

כאשר

$$\textcircled{3} 2T - m_C g = m_C a_C$$

:  $m_C$  נתיב

( $m_A = m_B = m_C = m$ )

יש לנו 3 משוואות ו-4 נעלמים  
נחסר משוואה נוספת:  
נתון כי היתר אינו נמתח.  
נניח שאורך היתר הוא  $L$ :  
כי

$$L = (y_C - y_B) + y_C + y_A + y_A + y_B + (y_B - y_A) + C$$

$\leftarrow$  קבוע

כאשר  $y_A, y_B, y_C$  הם הזיזים של התלולים  
(למשל היתרם מהתקרה) !  $C$  - הינו קבוע  
שמכיל בתוכו את כל "הפרטים" שאינם משתנים  
מתמטיים ומהותיים נוספת שאורך היתר  
(למשל נפחם של הבלונים והתלולים וכו').

(12)

12 n/ON

$$\int_0^1 (0+0-t^2) \sqrt{0+0+t} dt + \int_1^2 (\sqrt{t-1}-1) \sqrt{0+1+0} dt +$$

$$+ \int_2^3 (t-2+\sqrt{t-1}) \sqrt{1+0+0} dt =$$

$$= -\frac{t^3}{3} \Big|_0^1 + \left( \frac{(t-1)^{3/2}}{3/2} - t \right) \Big|_1^2 + \left( \frac{t^2}{2} - 2t \right) \Big|_2^3 = -\frac{1}{6}$$

12 n/ON

$$\int_0^3 \left( \frac{t}{3} + \sqrt{\frac{t}{3}} - \frac{t^2}{9} \right) \sqrt{\frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{1}{9}} dt = \frac{1}{\sqrt{3}} \left( \frac{t^2}{6} + \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{t^{3/2}}{3/2} - \frac{1}{9} \frac{t^3}{3} \right) \Big|_0^3$$

$$\approx 1.44$$

(11)

11 n/ON (5)

$$\int_0^3 f(c_i(t)) |c_i'(t)| dt = \int_0^1 (t+t) \sqrt{1+4t^2+0} dt +$$

$$+ \int_1^3 \left( 1+\sqrt{1-\left(\frac{t-1}{2}\right)^2} \right) \sqrt{0+0+\frac{1}{4}} dt =$$

$$= \int_0^1 2t \sqrt{1+4t^2} dt + \frac{1}{2} \int_1^3 \left( 2 - \left(\frac{t-1}{2}\right)^2 \right) dt =$$

$$= \int_0^1 \sqrt{u} \cdot \frac{1}{4} u'(t) dt + \frac{1}{2} \left( 2t - \frac{(t-1)^3}{12} \right) \Big|_1^3 =$$

$$u = 1+4t^2$$

$$u' = 8t$$

$$u(0) = 1$$

$$= \frac{1}{4} \int_1^5 \sqrt{u} du + \frac{5}{3} = \frac{1}{4} \frac{u^{3/2}}{3/2} \Big|_1^5 + \frac{5}{3} \approx 3.36$$