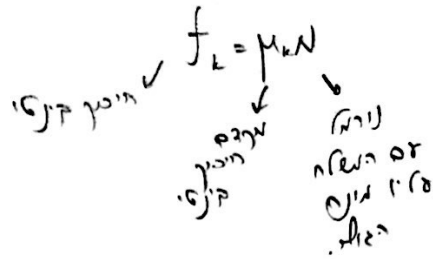


חיבור קינסי: מתקיים עבור זוגים הנעים ביחס לשפה סגור הם אינתיים.
 כיווני (עבור זוגי קרובי) נגז כיוון המהירות לגודל



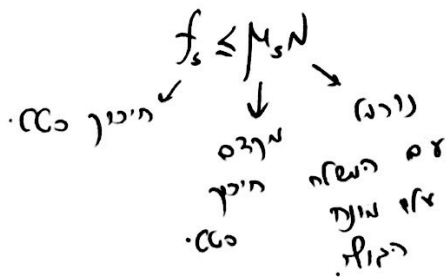
חיבור סטטי: מתקיים עבור זוגים אשר לא נעים ביחס לשפה סגור הם אינתיים.

כיווני יתר זהו -

1. אם אין מולד הפוך שפרח הכותל. (שלא כוללים אגו).
2. אם יש מולד:

א. אם חיבור הוא הרה החיז טע אכיון האוויר.
 ב. אם הוא אינו הרה החיז טע זכרן אהניח כיוון ומקומים יתרן מניס.

גודל משנה ויש לו מסס' זכיון

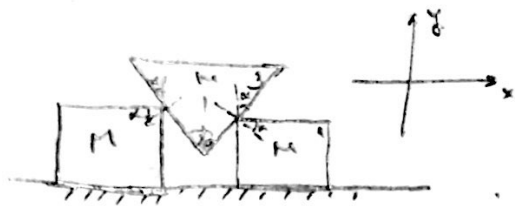


החיבור גמיז מקביל לשפה סגור הקול מונה.

מחפשים את האנטיגרביטציה של הגופים של

כתיבת ניוטון

נדרשנות כוחות (הגופים)



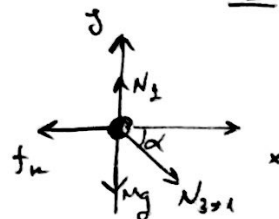
משוואות כוחות:

$$N_{2 \rightarrow 1} \cos \alpha - f_{k1} = Ma_1 \quad :x$$

$$N_1 - Mg - N_{3 \rightarrow 2} \sin \alpha = 0 \quad :y$$

הרשימו כוחות:

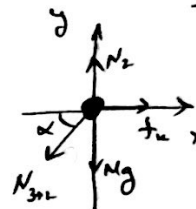
1



$$-N_{3 \rightarrow 2} \cos \alpha + f_{k2} = Ma_2 \quad :x$$

$$N_2 - Mg - N_{3 \rightarrow 2} \sin \alpha = 0 \quad :y$$

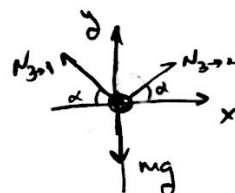
2



$$N_{3 \rightarrow 2} \cos \alpha - N_{3 \rightarrow 1} \cos \alpha = 0 \quad :x$$

$$N_{3 \rightarrow 1} \sin \alpha + N_{3 \rightarrow 2} \sin \alpha - mg = ma_3 \quad :y$$

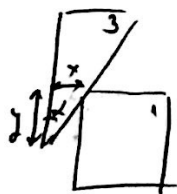
3



סה"כ 6 משוואות עם 9 (אנטיגרביטציה) (תופש לשונו, אלוף ינכוח לשונו) ע"כ.

לשים לב שרבים קשר בין כוח הקופסא - כוח הכין כוח השיוש יורד.

$$\begin{cases} f_{k1} = \mu_k N_1 \\ f_{k2} = \mu_k N_2 \end{cases}$$



$$f_{k\alpha} = \frac{x}{y} \Rightarrow x = y f_{k\alpha}$$

(אנטיגרביטציה אפס השמן)

$$a_1 = a_3 f_{k\alpha}$$

כמו כן אלו הן הקשרים עמנו הקובעים השניה

$$N_{312} = N_{211} = N_3$$

$$2N_3 \sin \alpha - mg = ma_3$$

$$N_2 = N_1 = Mg - N_3 \sin \alpha$$

$$f_{k1} = f_{k2} = \mu_k (Mg - N_3 \sin \alpha)$$

$$-N_3 (\cos \alpha + \mu_k \sin \alpha) + \mu_k Mg = -Ma_3 \tan \alpha$$

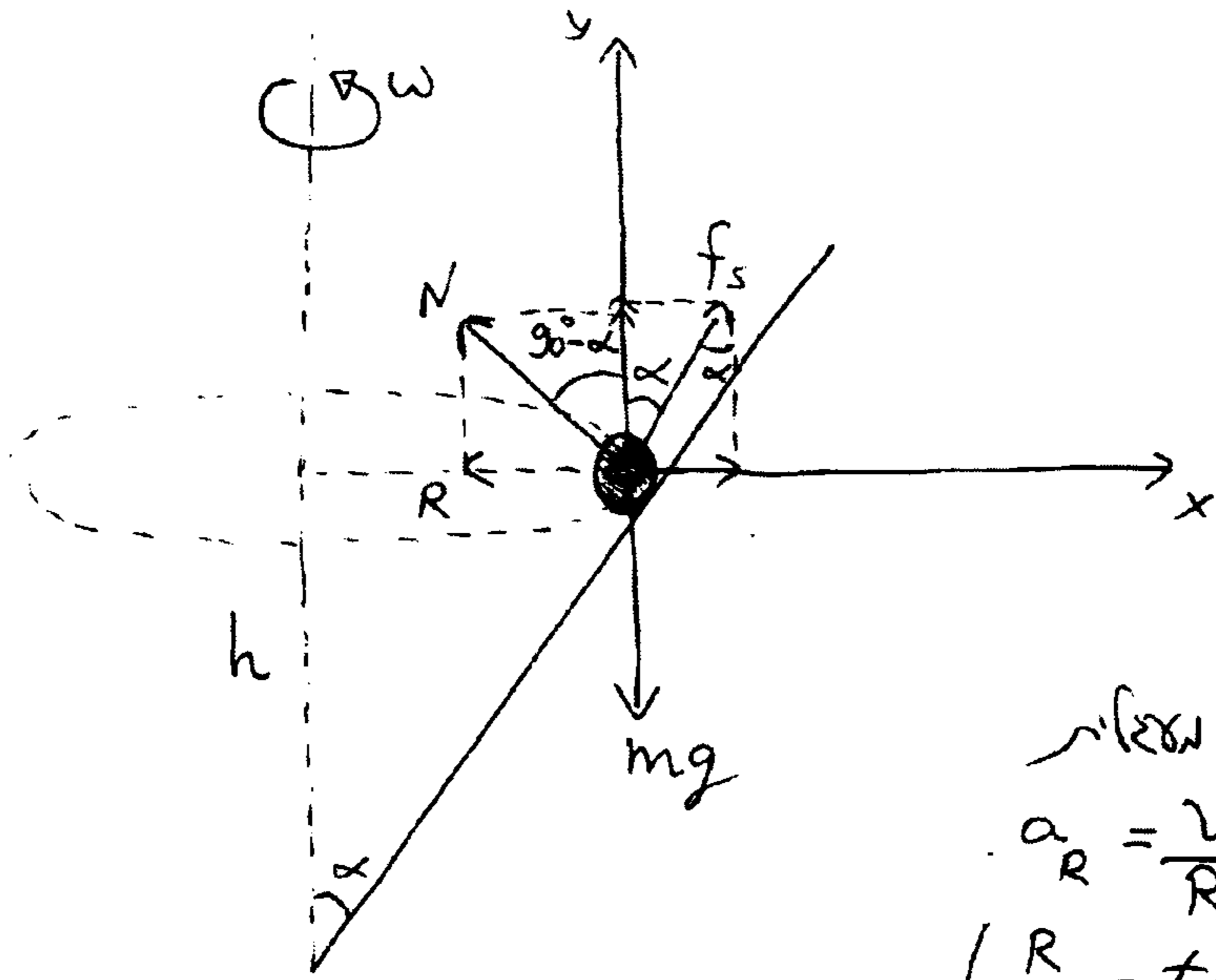
$$N_3 (\cos \alpha + \mu_k \sin \alpha) - \mu_k Mg = -Ma_3 \tan \alpha \Rightarrow N_3 = \frac{M(\mu_k g + a_3 \tan \alpha)}{\cos \alpha - \mu_k \sin \alpha}$$

$$2 \cdot \frac{M(\mu_k g + a_3 \tan \alpha)}{\cos \alpha - \mu_k \sin \alpha} \sin \alpha - mg = ma_3$$

$$2 \frac{\mu_k g \sin \alpha}{\cos \alpha - \mu_k \sin \alpha} - \frac{mg}{M} = a_3 \left(\frac{m}{M} - \frac{2 \tan \alpha}{\cos \alpha - \mu_k \sin \alpha} \right)$$

$$2g \left(\frac{\mu_k \sin \alpha}{\cos \alpha - \mu_k \sin \alpha} - \frac{m}{M} \right) = a_3 \left(\frac{m}{M} - \frac{2 \tan \alpha}{\cos \alpha - \mu_k \sin \alpha} \right)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a_3 = 2 \left(\frac{\mu_k \sin \alpha}{\cos \alpha - \mu_k \sin \alpha} - \frac{m}{M} \right) \frac{1}{\left(\frac{m}{M} - \frac{2 \tan \alpha}{\cos \alpha - \mu_k \sin \alpha} \right)} g \\ a_1 = a_3 \tan \alpha \\ a_2 = -a_3 \tan \alpha \end{array} \right.$$



התסה (על דת נוסח מעגלי)
 דת יאוצה $a_R = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$
 $(\frac{R}{h} = \tan \alpha \rightarrow R = h \tan \alpha)$

כדי שהתסה תהיה תחילת דתסה או דתוסה התרות : $\sum F_y = 0$
 (מתוסה או דתוסה הנוסחה התיקונית) (התסה רוצה להתחיל
 דתוסה התרות) :

y: $f_s \cos \alpha + N \sin \alpha - mg = 0$ (1)

x: $f_s \sin \alpha - N \cos \alpha = -m\omega^2 R$ (2)

מתחילת התרות מתחילה (2) - e ω_{min} (תקופה עזרה f_s מקטלגו) $\mu_s N =$
 (אפשר לכתוב את משוואה (2) -> -1- ...)

$N (\mu_s \cos \alpha + \sin \alpha) = mg$ (3)

$N (\mu_s \sin \alpha - \cos \alpha) = -m\omega_{min}^2 R$ (4)

נתחיל את (4) -> (3), נצטרך ונקבל :

$\omega_{min}^2 = \frac{g}{R} \cdot \frac{\cos \alpha - \mu_s \sin \alpha}{\sin \alpha + \mu_s \cos \alpha} = \frac{g}{h} \left(\frac{\cot \alpha - \mu_s}{\tan \alpha + \mu_s} \right)$ (5)

עזרה התהירה הנוסחה התיקונית, יהיה זכוון התרות
 וזכורנו e צטרך לקבל :

$\omega_{max}^2 = \frac{g}{h} \left(\frac{\cot \alpha + \mu_s}{\tan \alpha - \mu_s} \right)$

(*) האו זל האו סקפי פירוט על ההסבר.

יש לך את המשוואה

$$-m\omega^2 R = f_s \sin \alpha - N \cos \alpha$$

(כפי) הכי קטן כמיוס זהו.

$$m\omega^2 R = N \cos \alpha - f_s \sin \alpha$$

$$\omega^2 = \frac{N}{mR} \cos \alpha - \frac{f_s}{mR} \sin \alpha$$

אם קימו שני מקסימום ω^2 יהיה הכי קטן כאשר f_s יהיה הכי גדול

$$f_s = f_{s,max} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega_{min}^2 = \frac{N}{mR} \cos \alpha - \frac{f_{s,max}}{mR} \sin \alpha$$

זוהי הבה ארסון וזה הכי קטן ω_{max}^2

המקרה ההפוך ω_{min}^2 הוא למעשה זה הכי קטן f_s , כאשר אנחנו מנסים את המשוואה

$$\gamma: -f_s \cos \alpha + N \sin \alpha - mg = 0$$

$$\alpha: -f_s \sin \alpha - N \cos \alpha = -m\omega^2 R \quad / \times -1$$

$$f_s \sin \alpha + N \cos \alpha = m\omega^2 R$$

עם אנחנו מנסים להסיר את הכי קטן ω^2 יהיה הכי גדול.

$$f_s = f_{s,max} \Rightarrow$$

$$-f_{s,max} \sin \alpha - N \cos \alpha = -m\omega_{max}^2 R$$

$$-f_{s,max} = -\mu_s N \equiv \tilde{\mu}_s N$$

עכשיו את זה

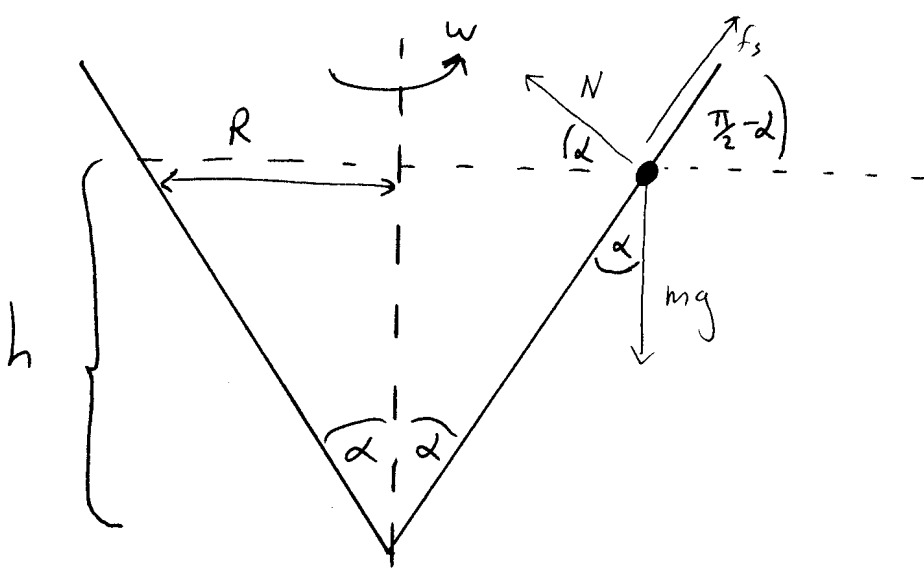
$$f_{s,max} \cos \alpha + N \sin \alpha - mg = 0$$

(הכ)

$$\omega_{max}^2 = \frac{g}{h} \left(\frac{\cot \alpha - \tilde{\mu}_s}{\tan \alpha + \tilde{\mu}_s} \right) = \frac{g}{h} \left(\frac{\cot \alpha + \mu_s}{\tan \alpha + \mu_s} \right)$$

$$f_{s,max} \sin \alpha + N \cos \alpha = m\omega_{max}^2 R$$

אם כזוהי אלו המשוואות וזה הכי קטן יהיה אלו הכי קטן



$$N \sin(\alpha) + f_s \cos(\alpha) - mg = 0 \quad \text{:y axis for}$$

$$N \cos(\alpha) - f_s \sin(\alpha) = m a_r \quad \text{:x axis for}$$

$$a_r = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R \quad \text{neto}$$

$$R = h \tan(\alpha) \quad \text{:?R axis}$$

$$\Rightarrow a_r = \omega^2 \cdot h \cdot \tan(\alpha)$$

$$\boxed{N \cos(\alpha) - f_s \sin(\alpha) = m \omega^2 h \tan(\alpha)} \quad \Leftarrow$$

$f_{s_{max}} = \mu_s \cdot N$

נכיון e
 י: גר ציה

~~התאם את כיוון הכוחות~~

אם התיכונק גאמ - כיוון שרוב הפיר כונו לרוב

אם התיכונק ככיוון הכונק לרוב כונו לרוב

$f_s \rightarrow -f_s$

[פאום הוספנו כ כיוון הכונק]

פאום: גר ציה f_s כונו לרוב

$$\left\{ \begin{array}{l} N \sin(\alpha) + f_s \cos(\alpha) - mg = 0 \\ N \cos(\alpha) - f_s \sin(\alpha) = m \omega^2 h \tan(\alpha) \end{array} \right.$$

גר ציה f_s ככיוון הכונק:

$$\left\{ \begin{array}{l} N \sin(\alpha) - f_s \cos(\alpha) - mg = 0 \\ N \cos(\alpha) + f_s \sin(\alpha) = m \omega^2 h \tan(\alpha) \end{array} \right.$$

: $f_s (+)$ נורא 3'11

$$\textcircled{1} \quad N \sin(\alpha) + \mu_s N \cos(\alpha) = mg$$

$$N = \frac{mg}{\sin(\alpha) + \mu_s \cos(\alpha)}$$

$$\textcircled{2} \quad N [\cos(\alpha) - \mu_s \sin(\alpha)] = m\omega^2 h \tan(\alpha)$$

$$\Rightarrow \quad mg \left[\frac{\cos(\alpha) - \mu_s \sin(\alpha)}{\sin(\alpha) + \mu_s \cos(\alpha)} \right] = m\omega^2 h \tan(\alpha)$$

$$\frac{g}{h} \cdot \frac{\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} \left[\frac{\cos(\alpha) - \mu_s \sin(\alpha)}{\sin(\alpha) + \mu_s \cos(\alpha)} \right] = \omega^2 \quad (*)$$

$\mu_s \rightarrow -\mu_s$ נורא 3'11 נורא 3'11 נורא 3'11

נורא 3'11

$$(**) \quad \omega^2 = \frac{g}{h} \frac{\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} \left[\frac{\cos(\alpha) + \mu_s \sin(\alpha)}{\sin(\alpha) - \mu_s \cos(\alpha)} \right]$$

ω^2 נורא 3'11 (*) של במקרה ω^2 נורא 3'11 של במקרה (**)

(**) של במקרה

10-1-664



□ x: $N_1 \cos \alpha - f_k = M a_1$

y: $N_2 - M g - N_1 \sin \alpha = 0 \quad N_2 = M g + N_1 \sin \alpha$

▽: $m g - 2 N_1 \sin \alpha = m a_2$

a_1
 a_2
 $a_1 = a_2 \tan \alpha$ - *prilic / 2 dan raps de luas*

$N_1 \cos \alpha - \mu (M g + N_1 \sin \alpha) = M a_1$
 $N_1 (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) - \mu M g = M a_1$

$2 N_1 \sin \alpha = -m a_2 + m g$

$N_1 = \frac{m g}{2 \sin \alpha} - \frac{m a_2}{2 \sin \alpha} = \frac{m g}{2 \sin \alpha} - \frac{m a_1 \cot \alpha}{2 \sin \alpha}$

$\frac{m g}{2 \sin \alpha} (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) - \frac{m a_1 \cot \alpha}{2 \sin \alpha} (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) - \mu M g = M a_1$

2. / $\frac{m g}{2} \cot \alpha - \mu \frac{m g}{2} - \mu M g = M a_1 + a_1 (M + \frac{m}{2} \cot^2 \alpha - \mu \frac{m}{2} \cot \alpha)$

$a_1 = \frac{m \cot \alpha - \mu (m + 2M)}{2M + m \cot^2 \alpha - \mu m \cot \alpha} g$