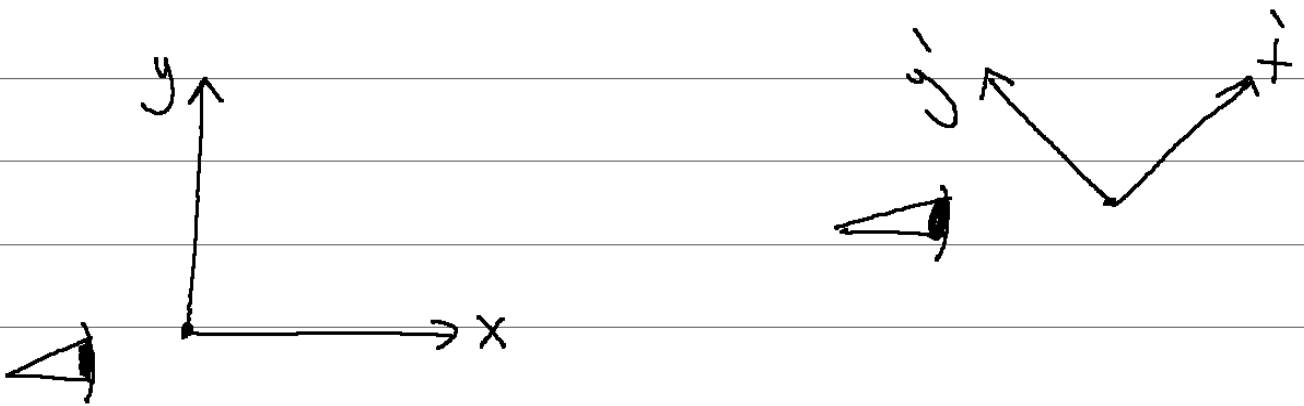


3. חוקי ניוטון

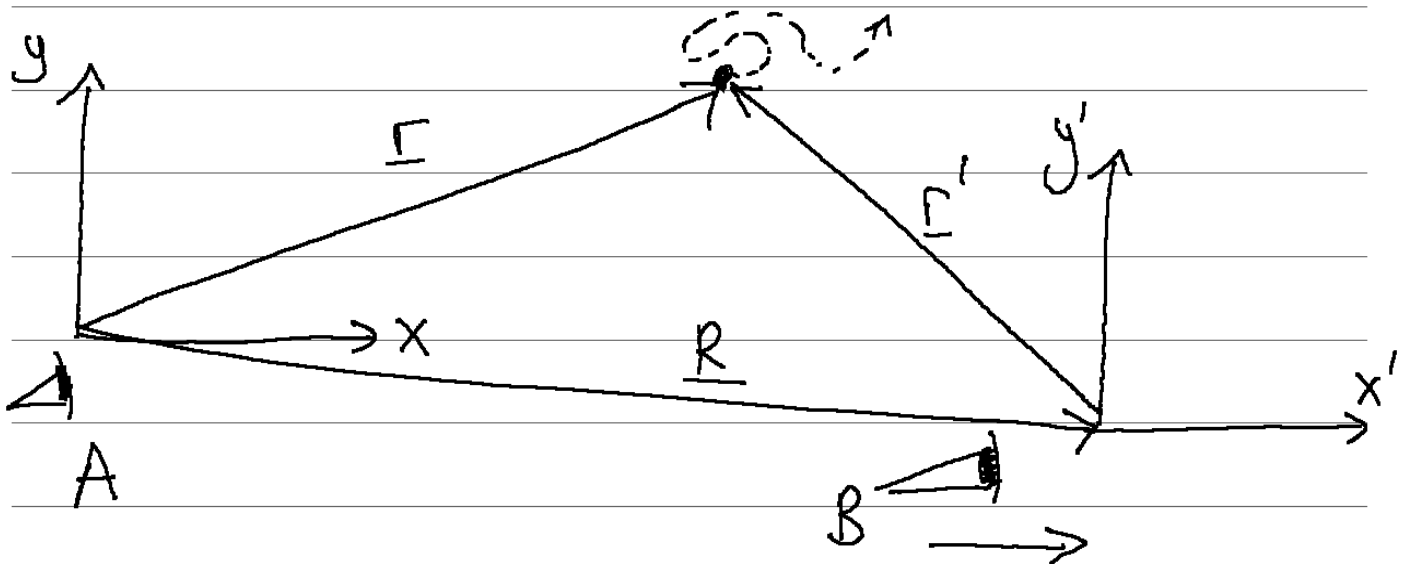
3.1 יחסות גלילאית

מערכת יחוס מערכת לבושה, ששון, ומערכת
הוארכינאית.



לכל הזווית יש את אותה מהירות.

אם לא את אותה מהירות או מהירות או תאוצה.



על פי הצופים שזוים שיהיה, ואכן אפשר לבדוק
את הגרואם של הזווית:

$$\underline{r}(t) = \underline{r}'(t) + \underline{R}(t)$$

$$\Rightarrow \frac{d\underline{r}}{dt} = \frac{d\underline{r}'}{dt} + \frac{d\underline{R}}{dt}$$

$$\Rightarrow \underline{v}(t) = \underline{v}'(t) + \underline{V}(t)$$

$\underline{v}(t)$ היא הגרואם של הזווית וחסית לצופה A

B " " " " $\underline{v}'(t)$

$\underline{V}(t)$ היא הגרואם של צופה B יחסית לצופה A

אנחנו נבחר ע"מ תאוצה:

$$\frac{d\underline{v}}{dt} = \frac{d\underline{v}'}{dt} + \frac{d\underline{V}}{dt}$$

$$\Rightarrow \underline{a}(t) = \underline{a}'(t) + \underline{A}(t)$$

נתון שגובהיכם בין מערכות יחוס A ו-B קבועה:

$$\underline{A} = \frac{dV}{dt} = 0$$

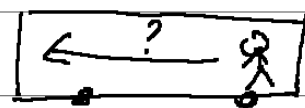
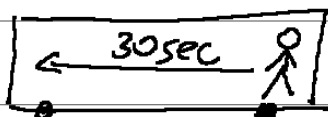
אנחנו הצופים מוציאים את אותה תאוצה של האדם:

$$\underline{a}(t) = \underline{a}'(t)$$

ערה נוספת במערכות יחוס בלי תאוצה יחסית.

בחירת מערכת יחוס יכולה עסייז בתרון
בזירת פיזיקה

שאלה: כאשר קרון רכבת עומד עוקה לאיש
30s לחצות מצד אחד לשני. כמה זמן עוקה
עו לחצות כאשר הרכבת נוסעת למהירות קבועה
של 30 m/s

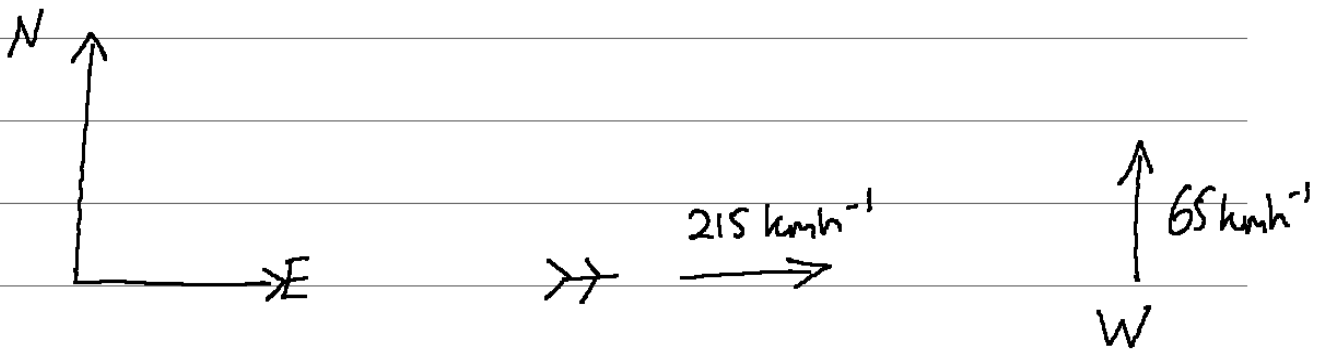


→
30 m/s

במערכת יחוס של הקרון אין הגדרה, אז אדם זמן.

שאלה: מהו גודל המהירות באוויר של

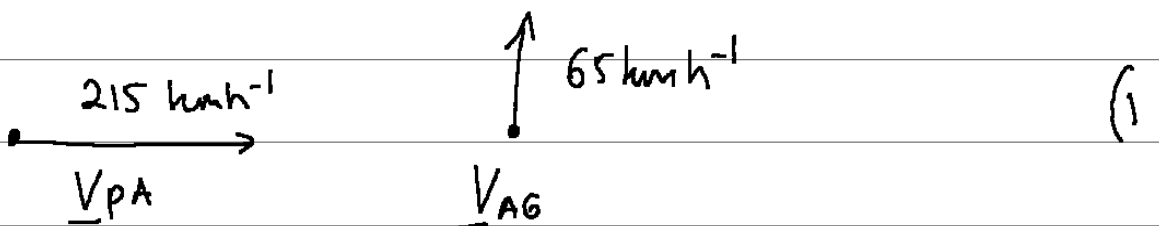
215 kmh^{-1} . יש כוח שנושבת צפונה במהירות של 65 kmh^{-1}



(1) מה המהירות הסקלרית של האוס ביחס לאדמה?

(2) לאיזה כיוון הטיס צריכים לכיוון כדי לאוס מרחוק?

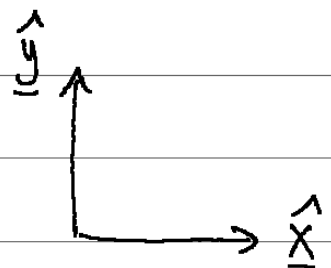
תשובה:



$$\underline{V}_{PG} = \underline{V}_{PA} + \underline{V}_{AG}$$

↑

מהירות האוס ביחס לאדמה



$$\underline{V}_{PG} = 215 \hat{x} + 65 \hat{y} \text{ kmh}^{-1} \quad \text{מהירות:}$$

מהירות סקלרית:

$$|V_{p6}| : \sqrt{(215)^2 + (65)^2} \approx 225 \text{ kmh}^{-1}$$

(2) כאן כוונתם למצוא V_{pA} ככה V_{p6} נמצאה.

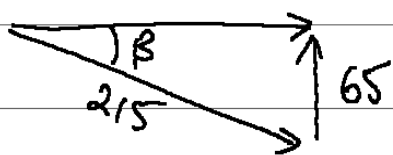
$$\underline{V}_{pA} = \underline{V}_{p6} - \underline{V}_{AG}$$

$$= |V_{p6}| \hat{x} - 65 \hat{y}$$

$$|V_{pA}|^2 = |V_{p6}|^2 + 65^2 \quad \text{המהירות הסקלרית:}$$

$$\Rightarrow |V_{p6}| = \sqrt{215^2 - 65^2} \approx 205$$

$$\Rightarrow \underline{V}_{pA} \approx 205 \hat{x} - 65 \hat{y}$$



צוויי כיוון δ נמצא:

$$\underline{V}_{pA} \cdot \hat{x} = |V_{pA}| |\hat{x}| \cos \beta$$

$$\Rightarrow \cos \beta = \frac{205}{215} \Rightarrow \underline{\underline{\beta \approx 17.6^\circ}}$$

שאלה: נהר זורם ישנה בגהירות קבועה v_R .

איך חותר בסירה לשלם בכוח הכח בגהירות קבועה.
כאשר הוא צובר שטחית לקפוץ ולקפוץ עליו יופס. כצדו
למ T הוא שם Δ , וזו משתנה, ויותר כנס הכח צובר.
היא תופס את הנוצר בגובה L מהקשר.
למי מהירות הציומה?



שרכת החוס של הנוצר / נהר: האיך חותר למ T
העוק ולמ T חטוי. אם המן מהגשן צד אסימטת הנוצר
הוא $2T$. מהירות הנהר היא:

$$|v_R| = \frac{L}{2T}$$

3.2. חוקי ניוטון

חוק 1: אולם כוחות זרים לא קיימת מערכת יחסית שבה לא ניתן לתארה.

מערכת יחסית כזאת נקראת מערכת התמצית.

כיוון שכל מערכת יחסית שונה בגודלה ובמיקומה במרחב התמצית היא גם מערכת התמצית. כל יחס אינסוף מערכות התמצית.

חוק ניוטון 2

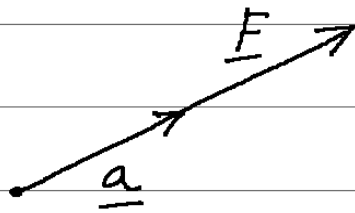
$$\text{חוק 2: } \underline{F = ma}$$

השפעה של כוחות זרים על הגוף מתבטאת ב**אצולה** הכוח \underline{F} .

התארה פרופורציונלית לכוח השוקע, לכן ניתן לומר כי אצולה היא שכיחה על פני השטח.

מזה נראה שיש גורם \vec{F} , היא נמצאת במצב של יציבות
הוא עקב מאזן גורמים הכוח. היא נמצאת תיובת.

סימל \vec{a} להתאוצה, היא בניין הנחת:



כאן אפוא 2, 3 כוחות $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ יחד, אפוא \vec{F}_1
 \vec{F}_1 הוא:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} \quad (\vec{F}_{21} = \vec{F}_{2 \rightarrow 1})$$

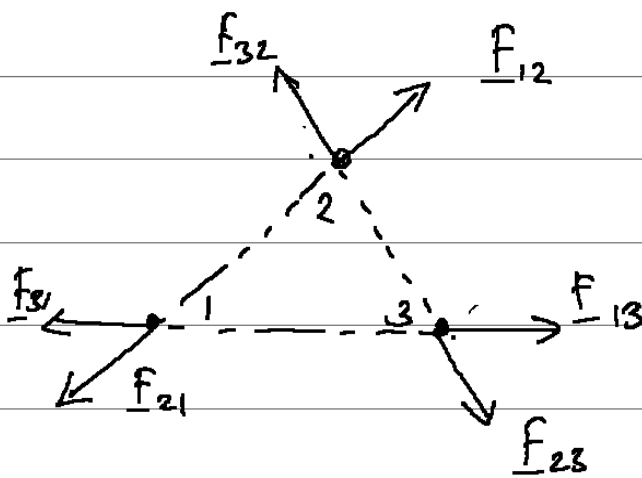
הוא נשאר גם נשאר רק גורמים יחד מתחילת.

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m s}^{-2} \quad \text{כוח בניין}$$

חוק ניוטון 3: אם גוף 1 מפעיל כוח על גוף 2 \underline{F}_{12}

אז גוף 2 מפעיל כוח שווה והפוך על גוף 1 \underline{F}_{21}

$$\underline{F}_{12} = -\underline{F}_{21} \quad \text{חוק ניוטון 3}$$

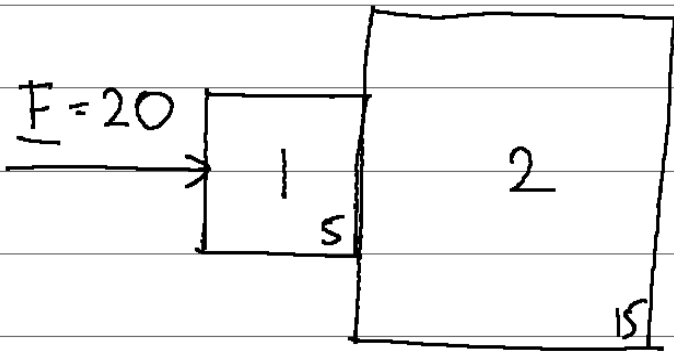


סיכום: הכוח הקרוי הוא סכום הכוחות הפועלים
על הגוף אם וצ'י גורמים אחרים:

$$\underline{F}_1 = \sum_i \underline{F}_{i1}$$

בה לא טלס כוחות שהגוף מפעיל: \underline{F}_{i1}

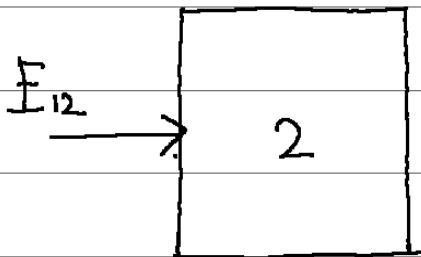
: $\gamma \lambda \omega \rightarrow \lambda \theta \lambda \lambda \theta \lambda \theta$: K2213



$$M_1 = 5 \text{ kg}, M_2 = 15 \text{ kg}, |F| = 20 \text{ N}$$

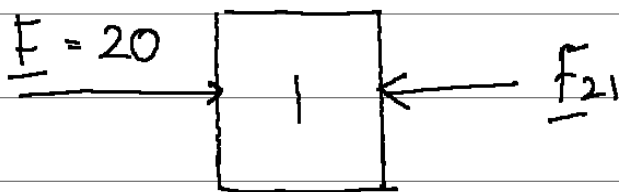
$$F = M a = (M_1 + M_2) a \Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$$

: 2 $\theta \lambda \lambda \theta \theta$ $\theta \theta \theta \theta \theta$ $\theta \lambda \theta$ 1 $\theta \lambda \theta$



$$F_{12} = M_2 a$$

$$\Rightarrow |F_{12}| = 15 \text{ N}$$



$$F + f_{21} = M_1 a \Rightarrow |F| - |f_{21}| = 5, f_{21} = -f_{12}$$

3.4 "שואות של חוקי ניוטון

כוח הכבידה

התאוצה של גוף עומד בצורך האנר $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$,
נרמת עם יצי כוח המשיכה:



$$\underline{F} = m \underline{g}, \quad |\underline{g}| = g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

בהתאם לחוק השני, הגוף נשפך כוח שווה עם כבוד האנר.

כוח התאוצה, שלקס

גוף נמצא במנוחה של שלב אנפיקי (שפון), $\underline{a} = 0$,

כוח עליו כח כבידה כלפי מטה: $\underline{F}_g = m \underline{g}$

זה לא שיש שיווי משקל בין הכוחות. הכוחות שונים.

$$\underline{F_g} + \underline{F_N} = 0$$

$$\Rightarrow \underline{F_N} = -m\underline{g}$$

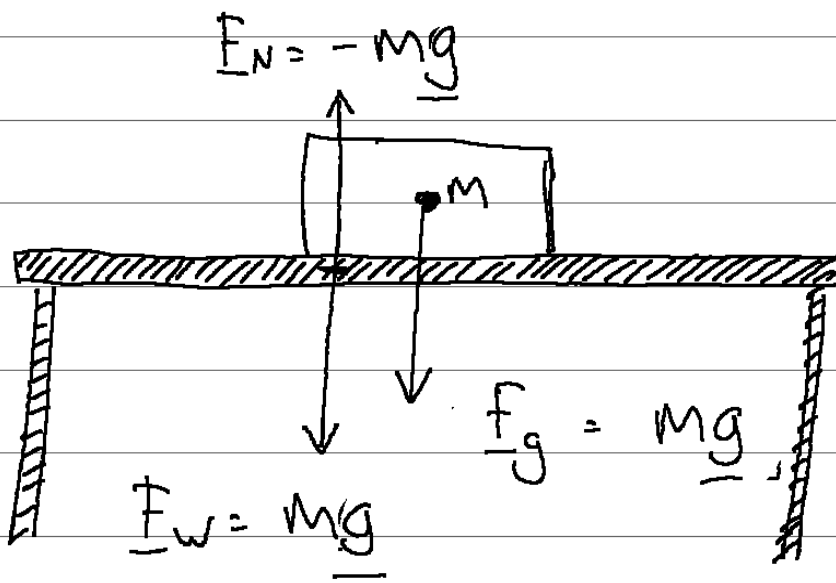
F_N זהו הכוח של התמיכה.

("Normal force": כוחות, $F_N \Leftrightarrow N$: כוחות)

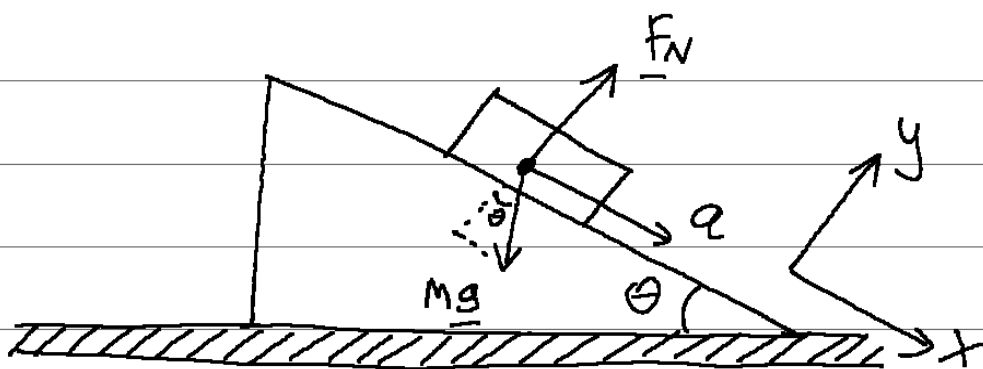
זהו הכוח של התמיכה, הכוחות שונים.
השיווי משקל:

$$\underline{F_w} = -\underline{F_N} = m\underline{g}$$

הכוח F_w נקרא כוחות.



שאלה: מה התאוצה? מה כוח התגובה?



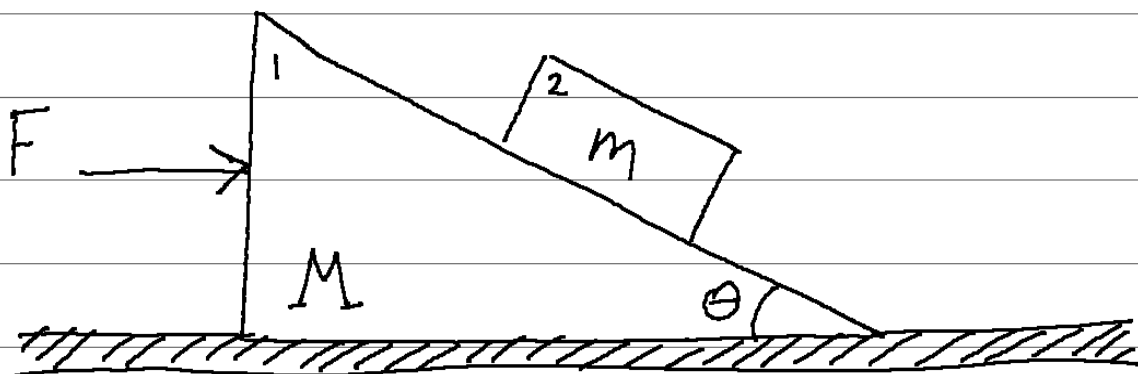
עקרונות:

$$x: mg \sin \theta = ma$$

$$y: |F_N| - mg \cos \theta = 0$$

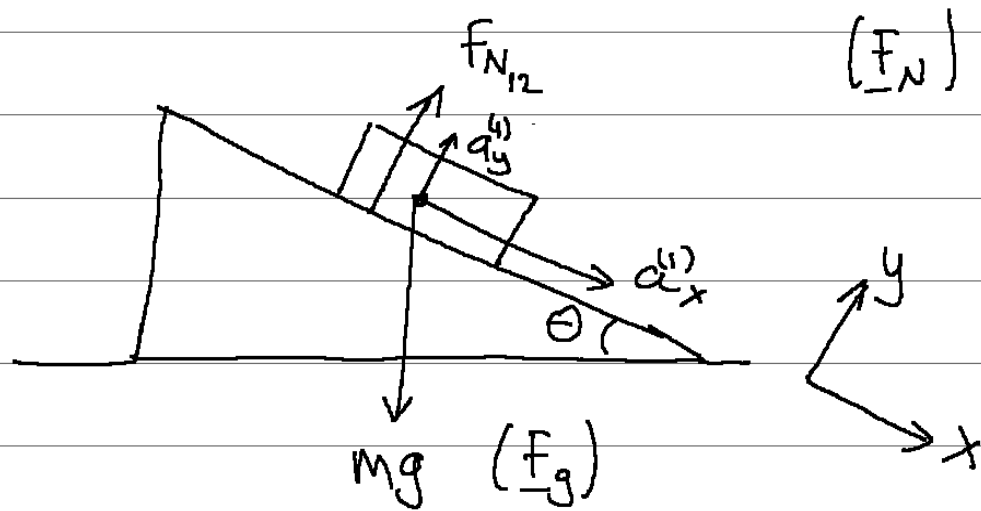
$$|F_N| = mg \cos \theta, \quad a = g \sin \theta.$$

דוגמה נוספת:



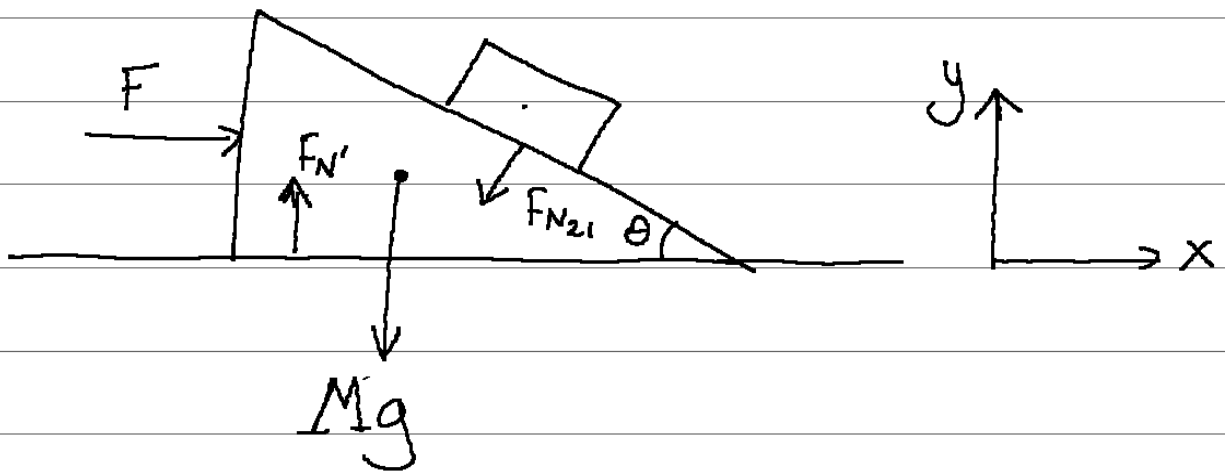
מה התאוצה של המסה?

: \$g\$ 12 \$S\$ \$S\$ \$r\$ \$m\$ \$S\$ \$r\$ \$i\$ \$e\$ \$n\$ \$m\$ \$i\$ \$o\$



$$x: mg \sin \theta = M a_x^{(1)},$$

$$y: F_{N12} - mg \cos \theta = m a_y^{(1)}.$$



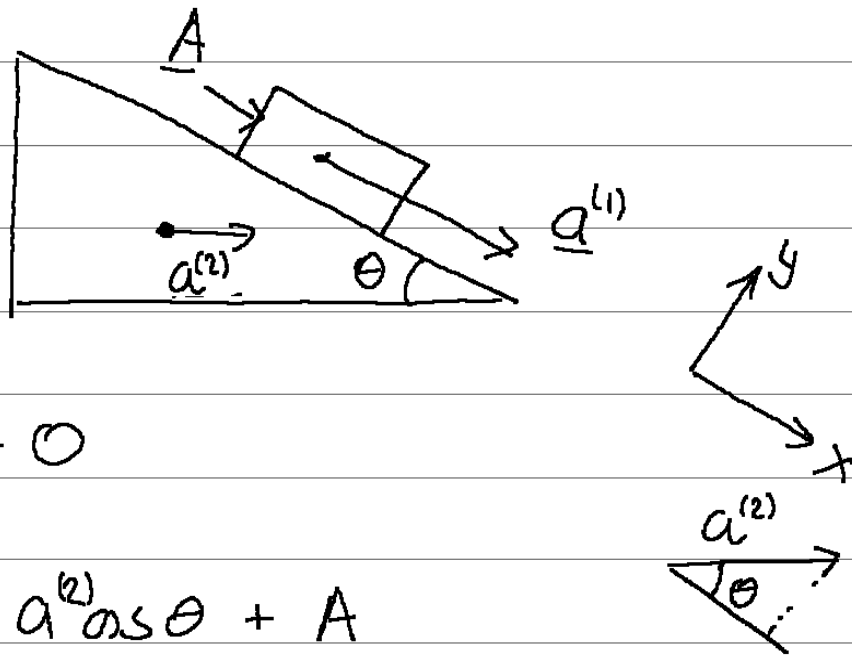
$$x: F - F_{N21} \sin \theta = a^{(2)} M,$$

$$y: F_{N'} - Mg - F_{N21} \cos \theta = 0.$$

תוצאה של החוק של ניוטון השני:

$$\underline{F}_{N_{12}} = -\underline{F}_{N_{21}} \Rightarrow F_{N_{12}} = F_{N_{21}} = F_N$$

$$\underline{a}^{(1)} = \underline{a}^{(2)} + \underline{A}$$



$$A_y = 0$$

$$a_x^{(1)} = a^{(2)} \cos \theta + A$$

$$a_y^{(1)} = a^{(2)} \sin \theta$$

$$\Rightarrow g \sin \theta = a^{(2)} \cos \theta + A$$

$$F_N - mg \cos \theta = m a^{(2)} \sin \theta$$

$$F - F_N \sin \theta = a^{(2)} M$$

התוצאה היא $F_N, A, a^{(2)}$: נקודות

איך?

ישנם שלושה גופים m_1, m_2, m_3 ואין ביניהם גופים

גוף 1 נמשך על ידי גוף 2 כוח \underline{F}_{21} , התאוצה של

גוף 1 היא \underline{a}_1 . התאוצה של גוף 2 היא \underline{a}_2 .

מהי התאוצה של גוף 3?

$$m_1 \underline{a}_1 = \underline{F}_{21} + \underline{F}_{31}$$

$$m_2 \underline{a}_2 = \underline{F}_{12} + \underline{F}_{32}$$

$$m_3 \underline{a}_3 = \underline{F}_{13} + \underline{F}_{23}$$

$$m_1 \underline{a}_1 + m_2 \underline{a}_2 + m_3 \underline{a}_3 = (\underline{F}_{21} + \underline{F}_{12}) + (\underline{F}_{31} + \underline{F}_{13}) + (\underline{F}_{32} + \underline{F}_{23})$$

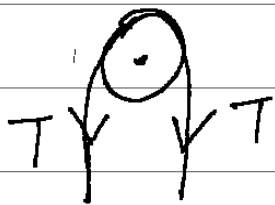
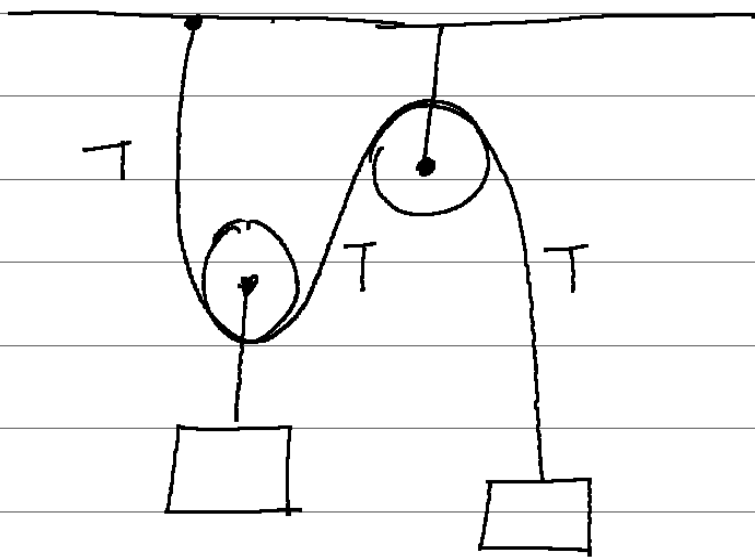
$$= 0$$

$$\Rightarrow \underline{a}_3 = \frac{1}{m_3} (m_1 \underline{a}_1 + m_2 \underline{a}_2)$$

שאלות עם גלגלים מנוונים

לכוחות אין מסה, והם לא מתארכים:

(1) לכוחות שני הגלגלים יש אותו הגודל:



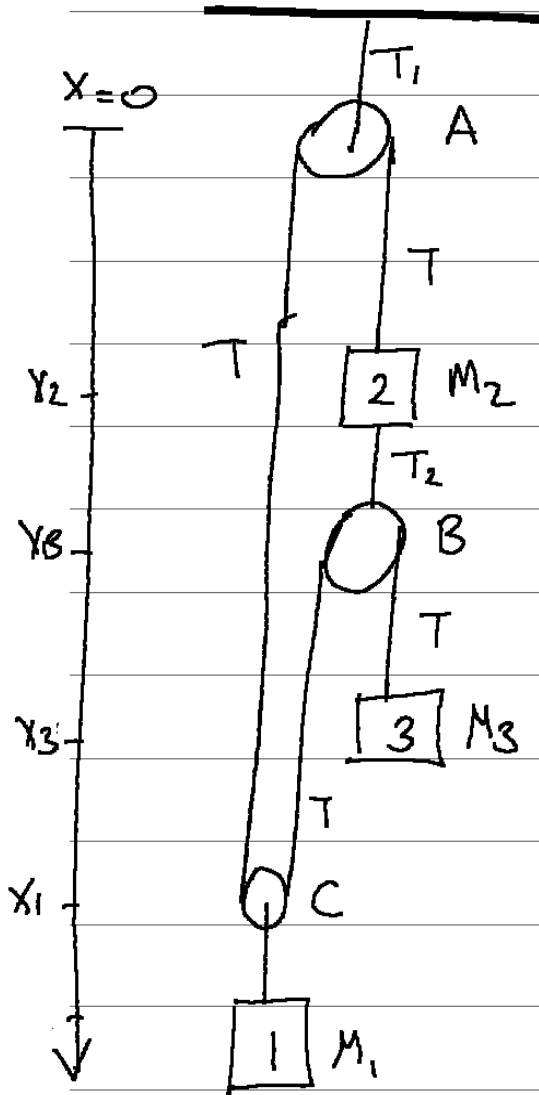
(2) הכוח של הגלגלים הוא $2T$
 הכוח הפועל על הגלגלים הוא T :
 $F = m \cdot a$

(3) גודל הכוחות לא מתארך התאוצה של גופים שקלורים
 אותו שווה.

פירוש צריך לעמוד את המשוואה התייחסת למקוב
 של גלגלים, וזהו נכונה.

حل المسألة

المعطيات



$$A: T_1 - 2T = 0$$

$$B: T_2 - 2T = 0$$

$$1: 2T - M_1 g = M_1 a_1$$

$$2: T - T_2 - M_2 g = M_2 a_2$$

$$3: T - M_3 g = M_3 a_3$$

المطلوب

$$x_3 - x_2 = l$$

$$(x_3 - x_2) + (x_1 - x_2) + x_1 + x_2 = L$$

$$\Rightarrow (x_3 - x_2) + (x_1 - x_2) + x_1 + x_2 = L + 2l$$

$$\Rightarrow x_3 - x_2 + 2x_1 = L + 2l$$

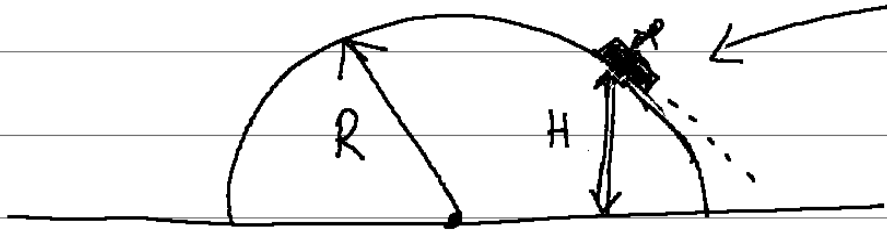
$$\Rightarrow a_3 - a_2 + 2a_1 = 0$$

\rightarrow

النتيجة

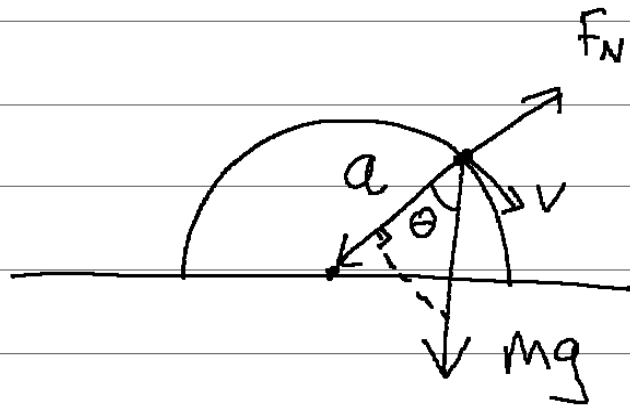
זכור!

נהגות התקרות



מה המהירות? מה התאוצה?

נהגות התקרות היא כאלו: $F_N = 0$



תאוצה צנטריפוגלית: $a = \frac{v^2}{R}$

$$-F_N + mg \cos \theta = m \frac{v^2}{R}$$

$$R \cos \theta = H$$

$$\Rightarrow F_N = mg \left(\frac{H}{R} \right) - \frac{mv^2}{R}$$

$$F_N = \frac{mgH}{R} - \frac{mv_0^2}{R} = 0$$

התנאי קטטה:

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{gH}.$$

אנני התנאי קטטה הכוח הירחי של כדור הארץ הוא
כבידה, ולכן התאוצה היא: $\underline{a} = \underline{g}$.