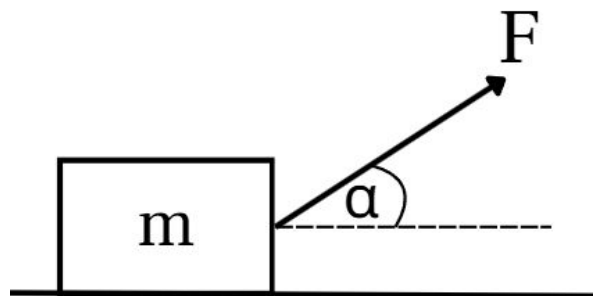




# פיזיקה בגובה העיניים

דינמיקה - 2

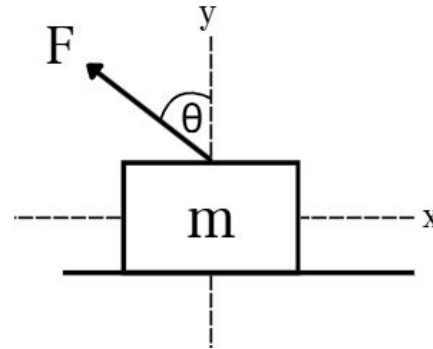
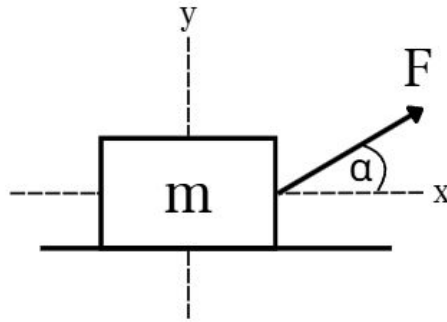
# כוח באלכסון



# כוח באלכסון

הגדרה - כוח באלכסון הוא כוח הפועל בזווית ביחס לצירים  $x, y$ .

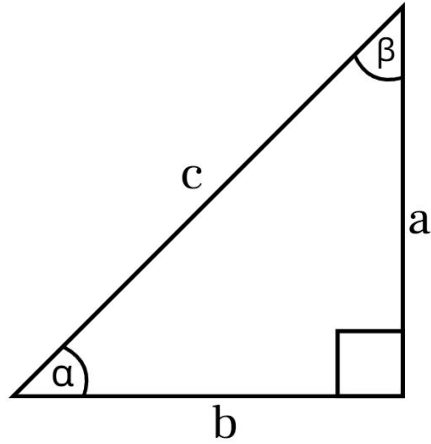
דוגמאות:



כדי שנוכל לבצע משוואת כוחות לכל ציר, "נפרק" את כל הכוחות באלכסון בעזרת טריגו.

# טריגונומטריה

טריגונומטריה - ענף בגאומטריה העוסק בחקר המשולשים והקשר שבין צלעותיהם וזוויותיהם.



$$\sin(\alpha) = \text{יתר/ניצב מול} = a/c$$

$$\cos(\alpha) = \text{יתר/ניצב ליד} = b/c$$

$$\tan(\alpha) = \text{ניצב ליד/ניצב מול} = a/b$$

# דוגמה:

נתון משולש ישר זווית בעל יתר שאורכו 20 בזווית 30 מעלות.

חשב את a, b.

$$c = 20, \alpha = 30^\circ$$

$$a, b = ?$$

$$\sin(\alpha) = a/c$$

$$\sin(30) = a/20 \quad / \cdot 20$$

$$a = 20\sin(30)$$

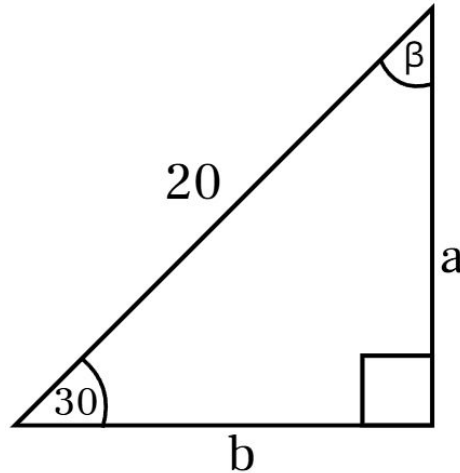
$$a = 10$$

$$\cos(\alpha) = b/c$$

$$\cos(30) = b/20 \quad / \cdot 20$$

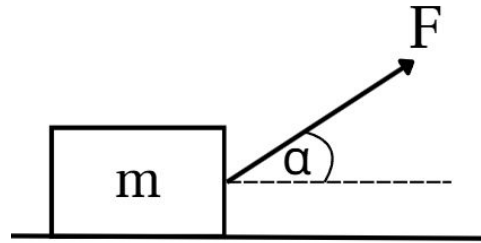
$$b = 20\cos(30)$$

$$b = 17.32$$



# דוגמה פירוק כוח באלכסון עם טריגו

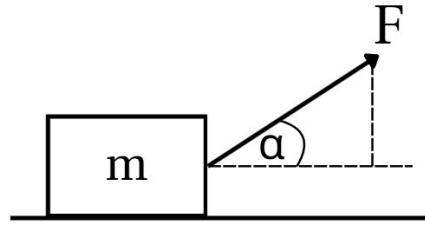
כוח בגודל  $F = 10\text{N}$  פועל בזווית  $\alpha = 36.9^\circ$  מעל ציר האופקי בכיוון החיובי.



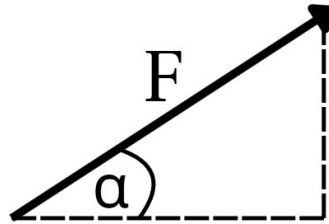
פרק את הכוחות  $F$  לכל אחד מהצירים.

# דוגמה פירוק כוח באלכסון עם טריגו - המשך...

שלב 1: להוריד אנך



שלב 2: המשולש ישר זווית



# דוגמה פירוק כוח באלכסון עם טריגו - המשך...

שלב 3: הפירוק

$$F = 10\text{N}, \alpha = 36.9^\circ$$

$$\sin(\alpha) = F_y/F$$

$$F_y = F\sin(\alpha)$$

$$F_y = 10\sin(36.9)$$

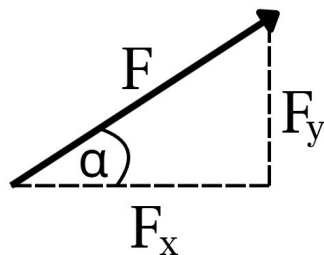
$$F_y = 6\text{N}$$

$$\cos(\alpha) = F_x/F$$

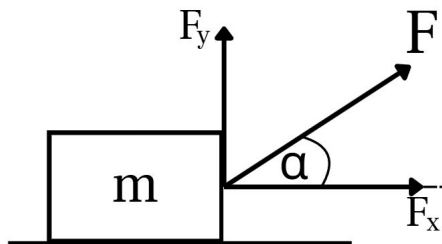
$$F_x = F\cos(\alpha)$$

$$F_x = 10\cos(36.9)$$

$$F_x = 8\text{N}$$



שלב 4: הכוחות בכל ציר

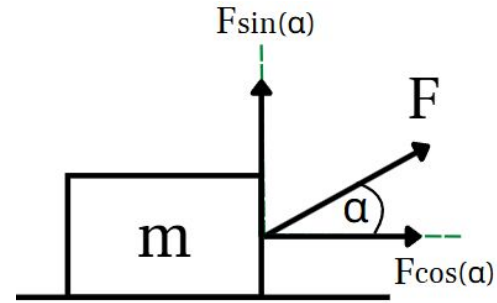
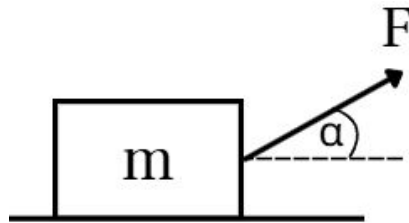


# סד"פ פירוק כוח באלכסון

א. הזווית - הזווית שאנו מחפשים היא בין הכוח האלכסוני לאחד הצירים.

ב. הפירוק - הציר, שהזווית נשענת עליו יקבל  $F\cos(\alpha)$  והציר השני יקבל  $F\sin(\alpha)$ .

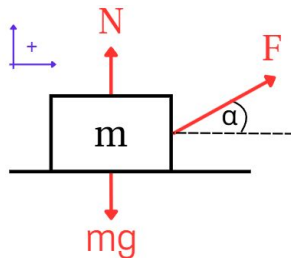
ג. הכיוון - תמיד הכוח המקורי  $F$  יהיה באמצע, בין הכוחות שהתפרקו.



# דוגמה 1:

קופסה בעלת מסה  $m = 2\text{kg}$  מונחת על משטח אופקי נטול חיכוך. מפעילים על הקופסה כוח בגודל  $F = 15\text{N}$  בזווית  $\alpha = 30^\circ$  מעל לציר ה-x בצד החיובי. לאורך כל התנועה הגוף נמצא במגע עם הקרקע. הכיוון החיובי מוגדר למעלה וימינה.

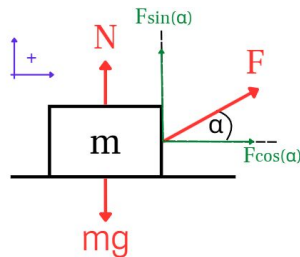
$$m = 2\text{kg}, F = 15\text{N}, \alpha = 30^\circ$$



$$\Sigma F_y = 0$$
$$N + F\sin(\alpha) - mg = 0$$

$$\Sigma F_x = ma$$
$$F\cos(\alpha) = ma$$

א. שרטט תרשים של הכוחות הפועלים על הגוף  $m$ .



ב. רשום את משוואת הכוחות של הגוף עבור כל אחד מהצירים.

# דוגמה 1 - המשך...

ג. מצא את תאוצת הגוף.

$$a = ?$$

$$F\cos(\alpha) = ma$$

$$15\cos(30) = 2a$$

$$2a = 13 \quad /: 2$$

$$a = 6.5 \text{ m/s}^2$$

$$N = ?$$

$$N + F\sin(\alpha) - mg = 0$$

$$N = mg - F\sin(\alpha)$$

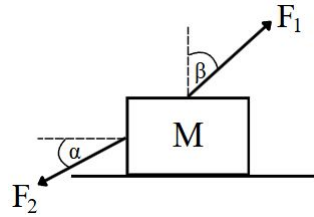
$$N = 2 \cdot 10 - 15\sin(30) = 12.5$$

$$N = 12.5\text{N}$$

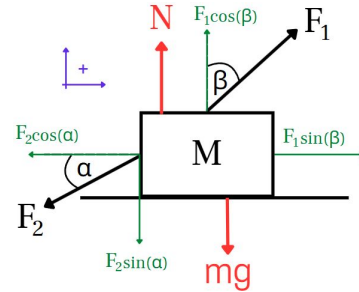
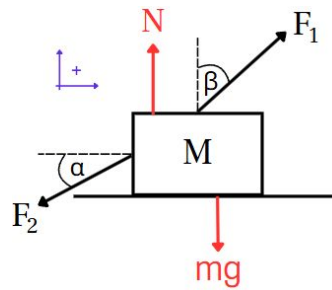
ד. חשב את הכוח הנורמלי שמפעיל המשטח על הגוף.

## דוגמה 2:

גוף בעל מסה  $M$  נמצא בשיווי משקל כאשר פועלים עליו 2 כוחות חיצוניים (ראה תרשים).

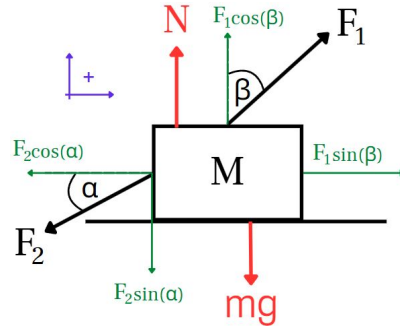


א. שרטט תרשים של הכוחות הפועלים על הגוף  $M$ .



## דוגמה 2 - המשך...

ב. רשום את משוואת הכוחות של הגוף עבור כל אחד מהצירים.



נתון:  $F_1 = 12\text{N}$  ,  $F_2 = 9\text{N}$  ,  $\beta = 45^\circ$   
ג. חשב את הזווית  $\alpha$ .

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N + F_1 \cos(\beta) - Mg - F_2 \sin(\alpha) = 0$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F_1 \sin(\beta) - F_2 \cos(\alpha) = 0$$

$$\alpha = ?$$

$$F_1 \sin(\beta) - F_2 \cos(\alpha) = 0$$

$$F_1 \sin(\beta) = F_2 \cos(\alpha) \quad /: F_2$$

$$\cos(\alpha) = F_1 \sin(\beta) / F_2$$

$$\cos(\alpha) = 12 \cdot \sin(45) / 9 = 0.9428$$

$$\alpha = \cos^{-1}(0.9428)$$

$$\alpha = 19.47^\circ$$

## דוגמה 2 - המשך...

$$M = ?$$

$$N + F_1 \cos(\beta) - Mg - F_2 \sin(\alpha) = 0$$

$$Mg = N + F_1 \cos(\beta) - F_2 \sin(\alpha) \quad /:g$$

$$M = (N + F_1 \cos(\beta) - F_2 \sin(\alpha))/g$$

$$M = (44.5 + 12 \cos(45) - 9 \sin(19.47))/10$$

$$M = 50/10 = 5$$

$$M = 5 \text{ kg}$$

ידוע:  $N = 44.5 \text{ N}$

ד. חשב את מסת הגוף  $M$ .

# סד"פ לדינמיקה (חלקי)

א. תרשים כוחות - נשרטט את המסה עם כל הכוחות הפועלים עליה.

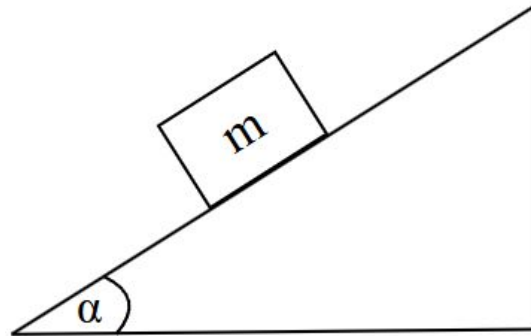
ב. צירים - נצייר את ציר ה- $x, y$  של הגוף, ציר ה- $x$  תמיד מקביל למשטח וציר ה- $y$  מאונך אליו.

ג. לפרק כוחות באלכסון - הציר, שהזווית  $\alpha$  נשענת עליו יקבל  $F\cos(\alpha)$  והציר השני יקבל  $F\sin(\alpha)$ .

ד. כיוון חיובי - לכל ציר נקבע צד חיובי.

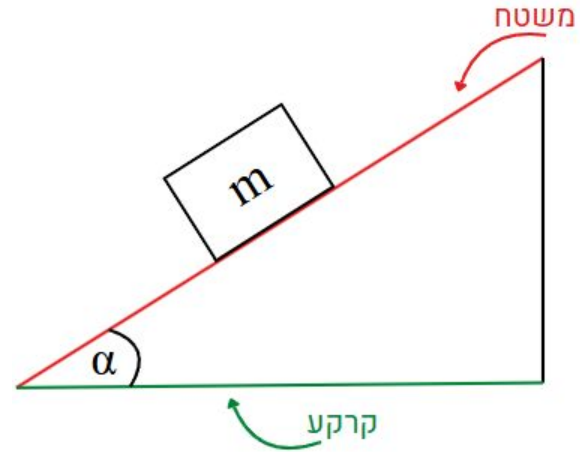
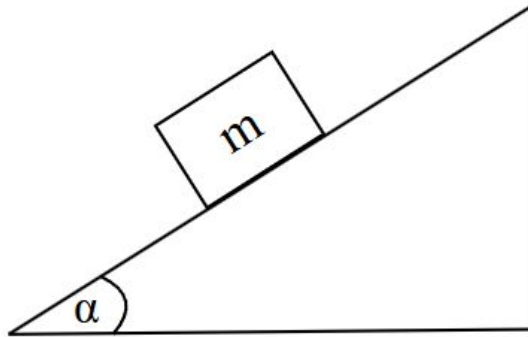
ה. משוואת כוחות - בכל ציר הכוחות בכיוון החיובי פחות הכוחות בכיוון השלילי שווים ל- $am\backslash 0$ .

# מישור משופע



# מישור משופע

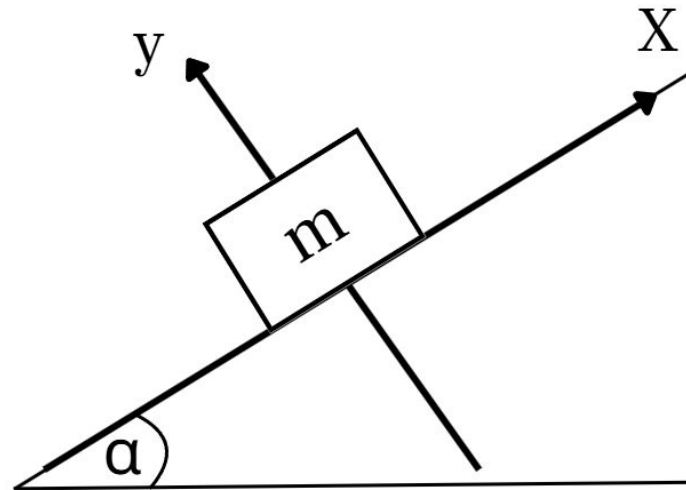
הגדרה - מישור משופע הוא משטח שטוח הנטוי בזווית מסוימת ביחס לאופק/קרקע.



# מישור משופע - צירים

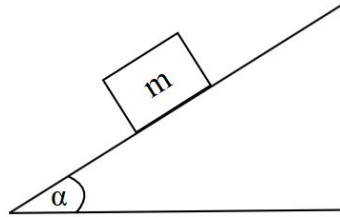
ציר X - הציר של המשטח.

ציר y - בניצב אליו.



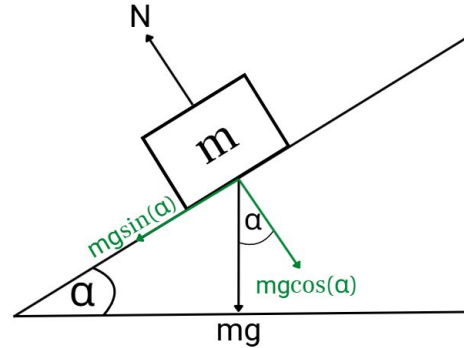
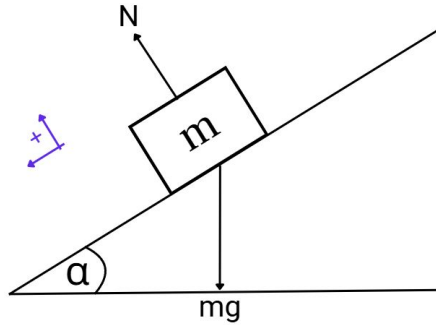
# דוגמה 1:

גוף שמסתו  $m$  מונח על מישור חלק המשופע בזווית  $\alpha = 30^\circ$  ביחס לאופק. הכיוון החיובי במורד המדרון.



א. שרטט תרשים של הכוחות הפועלים על הגוף.

$\alpha = 30^\circ$



# דוגמה 1 - המשך...

ב. רשום את משוואת הכוחות של הגוף עבור כל אחד מהצירים.

$$\begin{aligned}\Sigma F_y &= 0 \\ N - mg \cdot \cos(\alpha) &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= ma \\ mg \cdot \sin(\alpha) &= ma\end{aligned}$$

$$a = ?$$

$$mg \cdot \sin(\alpha) = ma$$

$$a = g \cdot \sin(\alpha)$$

$$a = 10 \cdot \sin(30)$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

ג. מצא את תאוצת הגוף במורד המישור המשופע.

$$N = ?$$

$$N = mg \cdot \cos(\alpha)$$

$$N = 3 \cdot 10 \cdot \cos(30)$$

$$N = 30 \cdot 0.866$$

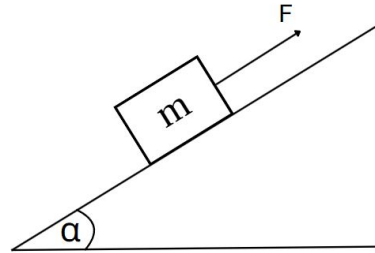
$$N = 26 \text{ N}$$

נתון:  $m = 3\text{kg}$

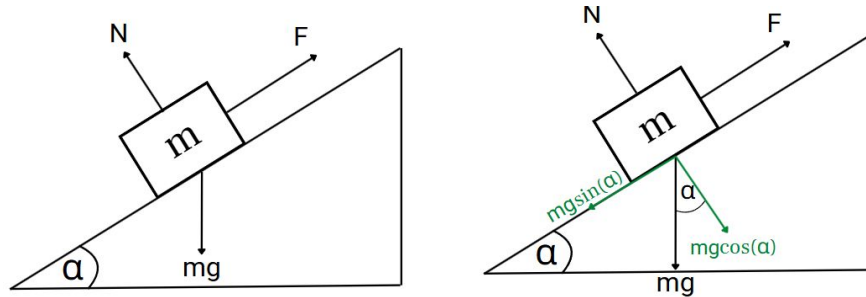
ד. חשב את הכוח הנורמל שמפעיל המישור על הגוף.

## דוגמה 2:

גוף שמסתו  $m = 2\text{kg}$  נמשך במעלה במישור משופע בזווית  $\alpha$  מעל האופק. הכיוון החיובי מוגדר במעלה במדרון.



א. שרטט תרשים של הכוחות הפועלים על הגוף.



## דוגמה 2 - המשך...

ב. רשום את משוואת הכוחות של הגוף עבור כל אחד מהצירים.

$$\Sigma F_y = 0$$
$$N - mg \cos(\alpha) = 0$$

$$\Sigma F_x = ma$$
$$F - mg \sin(\alpha) = ma$$

ג. ידוע, כי במהלך התנועה המישור המשופע מרגיש לחץ של 16N. מצא את  $\alpha$ .

$$N = 16N$$
$$\alpha = ?$$
$$N - mg \cdot \cos(\alpha) = 0$$
$$N = mg \cos(\alpha) \quad /: mg$$
$$\cos(\alpha) = N/mg$$
$$\alpha = \cos^{-1}(N/mg)$$
$$\alpha = \cos^{-1}(16/2 \cdot 10) = 36.89$$
$$\alpha = 36.89^\circ$$

## דוגמה 2 - המשך...

ידוע כי הגוף מגביר את מהירותו בקצב של  $1.8\text{m/s}$  בכל שנייה.

$$a = 1.8\text{m/s}^2$$

$$F = ?$$

ד. חשב את הכוח  $F$ .

$$F - mg\sin(\alpha) = ma$$

$$F = ma + mg\sin(\alpha)$$

$$F = 2 \cdot 1.8 + 2 \cdot 10 \cdot \sin(36.89) = 15.6$$

$$F = 15.6\text{N}$$

ה. האם התאוצה של המערכת תגדל/תקטן/לא תשתנה בהנחה ונגדיל את זווית המישור המשופע  $\alpha$ . נמק דעתך.

$$\alpha \rightarrow a = ?$$

$$F - mg\sin(\alpha) = ma \quad /: m$$

$$a = (F - mg\sin(\alpha))/m$$

ככל שהזווית  $\alpha$  גדלה,  $\sin \alpha$  גדל, ומשום ש-  $\sin \alpha$  נמצא במונה והוא שלילי המונה יקטן (וכל שאר האיברים הם קבועים) ולכן התאוצה תקטן.

## סוף שיעור 2

עכשיו לתרגל את שיעורי הבית, תודה רבה שהקשבתם לי ולהתראות. 🙌

