

שאלה 1 (10 נקודות)

אחרי סופת רעמים נמדד עומק של 5 מילימטרים של גשם בקופסה שהייתה בחוץ. מה כמות המים (בליטרים) שהצטברה בקופסה? מדובר בקופסה עם תחתית ריבועית בעלת צלע 1 מטר. נתונים: ליטר (L) הוא הנפח של קובייה בעלת צלע של 10 סנטימטר.



$$5 \text{ mm} = 5 \cancel{\text{ mm}} \left(\frac{1 \text{ m}}{10^3 \cancel{\text{ mm}}} \right) = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

נפח המים בקופסה הוא $V = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

$$V = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

נתון כי

$$1 \text{ L} = (10 \text{ cm})^3$$
$$1 \text{ L} = 10^3 \text{ cm}^3$$

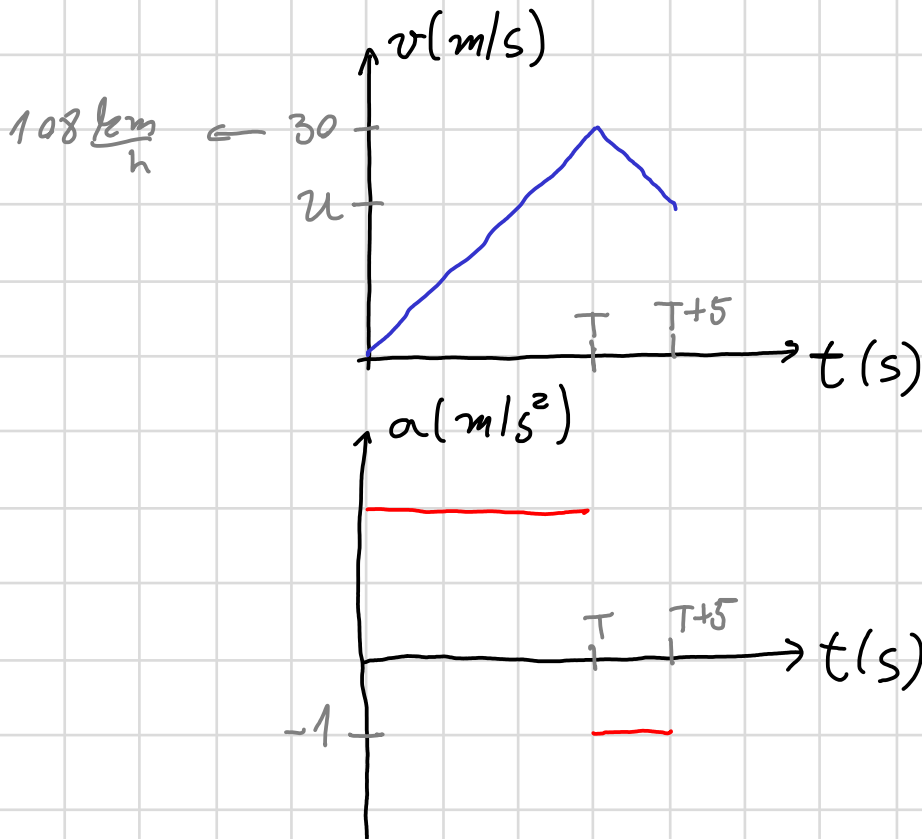
$$V = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \cancel{\text{ m}^3} \left(\frac{100 \cancel{\text{ cm}}}{1 \cancel{\text{ m}}} \right)^3 \left(\frac{1 \text{ L}}{10^3 \cancel{\text{ cm}^3}} \right)$$

$$V = 5 \cdot 10^{-3} \cdot (10^2)^3 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

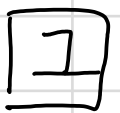
$$V = 5 \text{ L}$$

שאלה 2 (45 נקודות, כל סעיף 15 נקודות)
 רוכב אופנוע מתחיל לנסוע על כביש ישר בתאוצה קבועה במשך T שניות. הוא מגיע למהירות של 108 km/h ומבחין שמהירותו גבוהה מדי. מיד הוא מאט בתאוצה קבועה שגודלה 1 m/s^2 , במשך 5 שניות. לאחר 5 השניות האלה הוא מגיע למהירות המותרת בכביש (נקרא לה u).
 בסך הכל הרוכב נסע 249.5 m מנקודת המוצא שלו.
 א. שרטטו את גרף המהירות כתלות בזמן ואת גרף התאוצה כתלות בזמן.
 יש לסמן על הגרפים את כל הנתונים הרלוונטיים.

ב. מה המהירות המותרת u ? [במטרים לשנייה]
 ג. מה המרחק שהרוכב נסע מנקודת המוצא עד שיא מהירותו בזמן T ? [במטרים]



רוכב האופנוע הגמיש δ האט כאשכ נסע
 במהירות 108 km/h



$$108 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} \left(\frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \right) \left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right) = \frac{108}{3.6} \text{ m/s} = 30 \text{ m/s}$$

$$v_0 = 30 \text{ m/s}$$

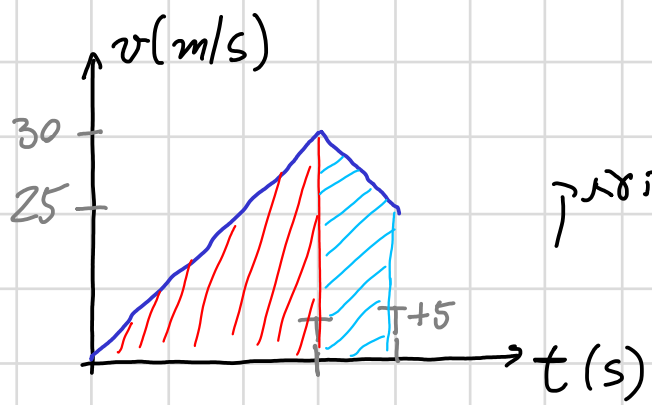
$$a = -1 \text{ m/s}^2$$

$$v(t) = v_0 + at$$

$$v(5) = 30 - 1 \cdot 5$$

$$v(5) = 25 \text{ m/s}$$

7



ההצטרף הכולל
 הוא הסכום של ההצטרף
 במשך שהרכב האיש
 ובמשך שהוא נאט.

$$\Delta x = \Delta x_{\text{האיש}} + \Delta x_{\text{הרכב}}$$

קודם כל נמצא את $\Delta x_{\text{הרכב}}$, הרי זה
 השטח הירוק בתמונה



$$\Delta x_{\text{הרכב}} = 5 \cdot 25 + \frac{5 \cdot 5}{2} = 137.5 \text{ m}$$

אם נניח שישנו $v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta x$:
 $25^2 = 30^2 + 2(-1) \Delta x$
 $\Delta x = \frac{900 - 625}{2} = 137.5 \text{ m}$

$$\Delta x = \Delta x_{\text{הרכב}} + \Delta x_{\text{האיש}}$$

$$249.5 = \Delta x_{\text{הרכב}} + 137.5$$

$$\Delta x_{\text{האיש}} = 112 \text{ m}$$

שאלה 3 (45 נקודות, כל סעיף 15 נקודות)

קופסה מתחילה להחליק על גג, עד שהיא מתנתקת מהגג ונופלת בנפילה חופשית (ראו ציור). נתונים:

- גובה הבית הוא H_1 מטרים.
- בהתחלה הקופסה נמצאת בגובה H_2 מטרים מעל גובה התקרה (כלומר, בגובה $H_1 + H_2$ מטרים מהרצפה).
- זווית הגג ביחס לאופק היא α .
- תאוצת הכובד היא $g \text{ m/s}^2$ כלפי מטה.
- מקדם החיכוך הקינטי בין הקופסה לרעפים בגג הוא μ .
- הניחו שגודל הקופסה זניח ביחס לגודל הבית.

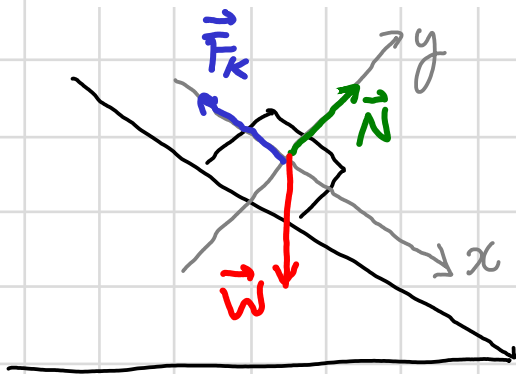
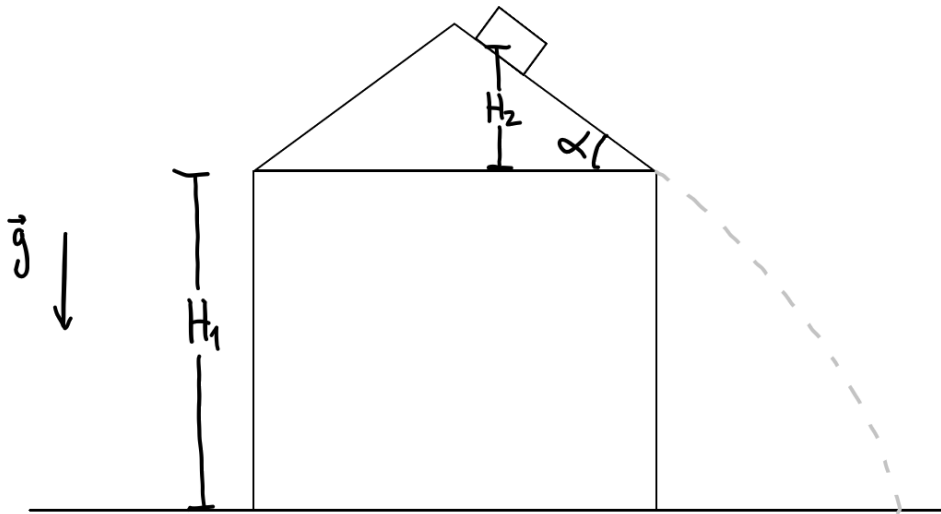
א. מה גודל התאוצה a של הקופסה כאשר היא מחליקה על הגג?

ב. מה גודל המהירות של הקופסה כאשר היא מגיעה לתחתית הגג, רגע לפני שהיא מתחילה ליפול בנפילה חופשית?

ג. מה מהירות הקופסה u כאשר היא פוגעת ברצפה? יש לבטא את המהירות כווקטור, כאשר ציר ה- x פונה ימינה

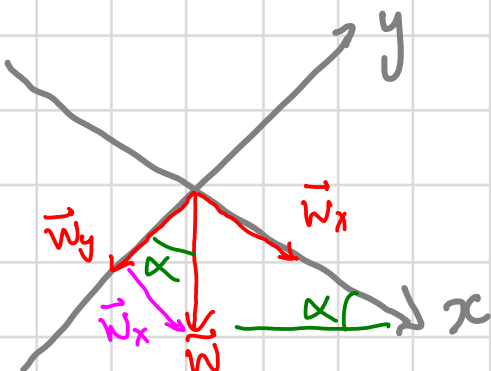
וציר ה- y פונה למעלה. בסעיף זה נניח שהמהירות ההתחלתית בנפילה נתונה (v_f של הסעיף הקודם).

שימו לב, אין צורך להציב את הביטוי שקיבלתם קודם, השתמשו ב- v_f בחישוב שלכם.

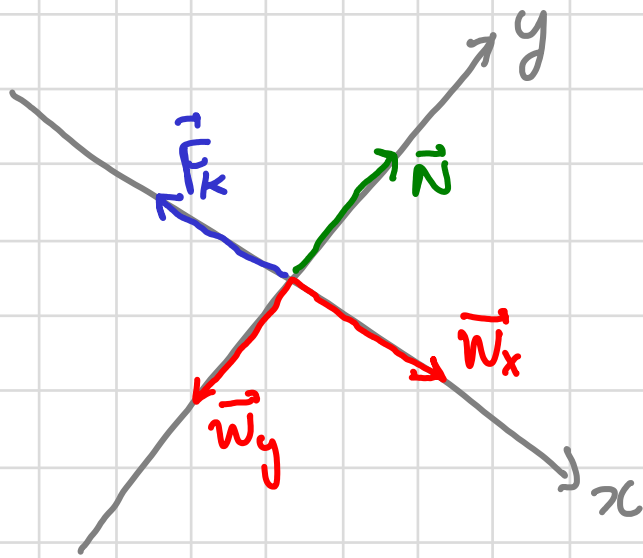


נתון
בציור
גוף חופשי

כסוח כית' של צככ אפרק ארכיבי' הוא כחלק:



$$\begin{aligned} W_x &= W \sin \alpha \\ W_y &= W \cos \alpha \end{aligned}$$



כיוון y , $\Sigma F_y = 0$

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow N - W_y = 0 \rightarrow \boxed{N = W_y = W \cos \alpha}$$

כיוון x , $\Sigma F_x = ma$

כיוון x

$$W_x - F_k = ma$$

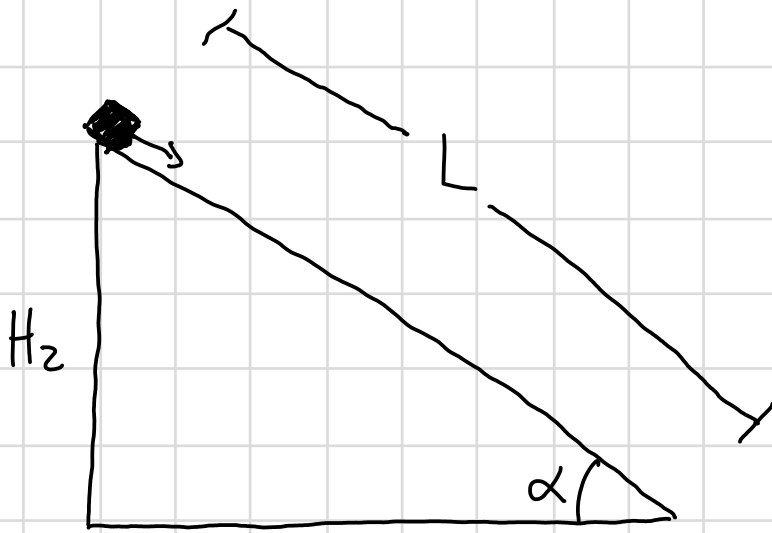
$$W \sin \alpha - \mu N = ma$$

$$W \sin \alpha - \mu W \cos \alpha = ma$$

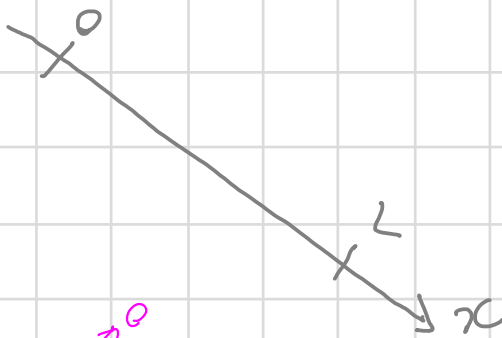
$$\cancel{m} g \sin \alpha - \mu \cancel{m} g \cos \alpha = \cancel{m} a$$

$$W = mg$$

$$\boxed{a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$$



$$\sin \alpha = \frac{H_2}{L} \rightarrow \boxed{L = \frac{H_2}{\sin \alpha}}$$



$$x_0 = 0$$

$$v_0 = 0$$

$$\boxed{a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$$

$$v_f^2 = v_0^2 + 2a \Delta x$$

: v_f \sim 1e $1\text{e}3\text{N}$

$$v_f^2 = 2aL = 2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \cdot \frac{H_2}{\sin \alpha}$$

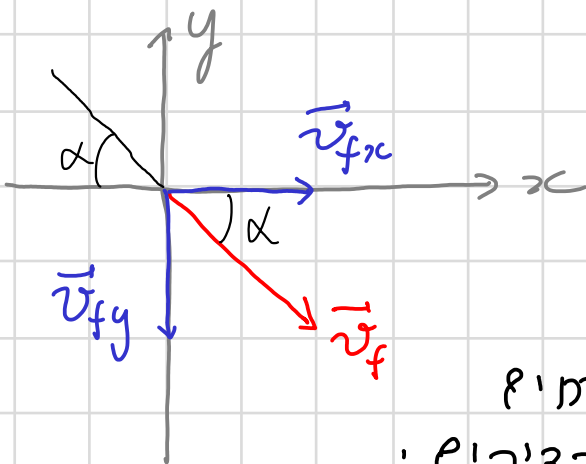
$$v_f^2 = 2gH_2 \left(\frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\sin \alpha} \right)$$

$$v_f^2 = 2gH_2 \left(1 - \mu \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \right) = 2gH_2 (1 - \mu \cot \alpha)$$

$$\boxed{v_f = \sqrt{2gH_2 (1 - \mu \cot \alpha)}}$$



מכיוון שהשדה כ- v_f
 כמעט, הסעים הבה
 לא תלוי באלו הסעים
 היקוצמים...



נפרק את v_f לרכיבים:

$$v_{fx} = v_f \cos \alpha$$

$$v_{fy} = v_f \sin \alpha$$

אם, הזכרים, באשר לוקמים
 במשבון את הכיוון של הזכרים:

$$\vec{v}_{fx} = v_f \cos \alpha \hat{i}$$

$$\vec{v}_{fy} = -v_f \sin \alpha \hat{j}$$

ציר ה-y
 בונה למטה, ו- \vec{v}_{fy}
 בונה למטה

בציר ה-x הנהירות לא משתנה, אם

$$\vec{v}_x = \vec{v}_{fx} = v_f \cos \alpha \hat{i}$$

בציר ה-y קיימת תנועה מואצת

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \quad \text{— ה } \text{ל} \text{N} \text{ל} \text{ל} \text{J}$$

$$v_y^2 = v_{fy}^2 + 2a\Delta y$$

(המשוואה המשווה, ρ למשל
המשוואה של הבעיה שלנו...)

כאשר

הקוסינוס 'רצה' $\leftarrow \Delta y = -H_1$

$$v_y^2 = v_f^2 \sin^2 \alpha + 2gH_1$$

$$v_y = \pm \sqrt{v_f^2 \sin^2 \alpha + 2gH_1}$$

מכיוון v_y — ρ הוא שלילי, נבחר את
הסימן השלילי. ρ :

$$\vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j}$$

$$\vec{v} = v_f \cos \alpha \hat{i} - \sqrt{v_f^2 \sin^2 \alpha + 2gH_1} \hat{j}$$