

תלמידי כיתות י'-י"ב ממריאים להצלחה
בלימודי פיזיקה ומתמטיקה לבגרות עם

חנה קדמי
(חל"ב)
לומדים בכיתה מהבית

קורסי הכנה לבגרות און-ליין



להצטרפות- חייגו או שלחו הודעה

חנה קדמי: 052-576-0117

הסיכום נכתב על ידי אלרואי לוי

סוכם על ידי-
אלרואי לוי

ש"ע 4 מחמתו קצר מחנ"קיה: תנועה מלאה אוסקיה - כל הנושא הש"ע 4 אחד ה"כ"ד!

חוק היתרמיה:

כ"ז גוף שא"ז זיתמ"ז מחנ"ז, מחנ"ז, קטועה ותקו ישר. גוף יתמ"ז מחנ"ז כ"ז ע"ז סכ"ז ה"כ"ז השוע"ז'ם ע"זו ה"זא א"ס.

$\Sigma F \neq 0, a \neq 0$

$a = 0, \Sigma F = 0$

ה"ז"ז לא מתמ"ז מחנ"ז, משנה גוף"ז או כ"זן מחנ"ז.

ה"ז"ז מתמ"ז מחנ"ז, מ"ז"ז, או מחנ"ז ותקו ישר.

$a \neq 0$ משנה גוף"ז גוף"ז ה"ז"ז מ"ז"ז.

$a \neq 0$ משנה כ"זן ה"ז"ז מ"ז"ז.

$\Sigma F = 0$

חוק 1 ע"ז נ"ז"ז

$\vec{\Sigma F} = m \cdot \vec{a}$

חוק 2 ע"ז נ"ז"ז

כ"ז"ז ה"ז"ז מתמ"ז מחנ"ז, סכ"ז ה"כ"ז השוע"ז'ם ע"זו ה"זא א"ס. ו"ז"ז: כ"ז"ז סכ"ז ה"כ"ז השוע"ז'ם ע"ז"ז ה"ז א"ס אז ה"ז"ז מתמ"ז מחנ"ז.

א"ז לא נ"ז"ז א"ז מ"ז מחנ"ז (מחנ"ז) ה"ז"ז אז א"ז נ"ז"ז א"ז מ"ז מחנ"ז. ה"ז"ז מתמ"ז מחנ"ז.

* כ"ז א"ז"ז כ"זן מחנ"ז, כ"ז"ז ז"ז"ז ע"ז ה"ז"ז נ"ז מחנ"ז מחנ"ז.

מק"ז"ז = מ"ז"ז = סכ"ז"ז (= $a \neq 0$)

* כ"ז א"ז"ז כ"זן מחנ"ז ז"ז"ז נ"ז מחנ"ז מחנ"ז. א"ז"ז ה"ז"ז ק"ז"ז נ"ז כ"ז"ז, כ"ז"ז"ז. כ"ז"ז מחנ"ז מחנ"ז מחנ"ז מחנ"ז.

ה"ז"ז א"ז ש"ז"ז א"ז תנועה מלאה ה"ז"ז נ"ז מחנ"ז מחנ"ז.

א"ז י"ז נ"ז כ"ז"ז א"ז י"ז מחנ"ז כ"ז"ז א"ז, ש"ז"ז"ז א"ז"ז כ"ז"ז מחנ"ז מחנ"ז ו"ז"ז"ז מחנ"ז מחנ"ז.

התנועה המעגלית:

v (m/s) - מהירות קווית, כמה קי"ק הולך עישה התייגת זמן. (כמה מסר הולך עמך השנייה).

ω (rad/sec) - אומדה - מהירות זוויתית, כמה זווית הולך עמך התייגת זמן. (כמה כזיאנים / מעלות הולך עמך השנייה אחר).

הקשר בין מהירות קווית v למהירות זוויתית ω :

$$v = \omega \cdot r$$

ככל שקוץ עמך יותר זווית השנייה - מהירותו גייה גדולה יותר וזב ככל שהקו רחוק יותר ממרכז המינות גייה גדולה יותר.

f $\frac{\text{מחזורים}}{\text{שנייה}}$ (Hz) הולך - קציות סיבוב, כמה סיבובים / מחזורים הולך עישה השנייה אחר.

הקשר שבין קציות סיבוב f למהירות זוויתית ω :

$$\omega = 2\pi \cdot f$$

T (s) זמן מחזור, הזמן שוקח לקוץ לעבור סיבוב שלם - מחזור שלם.

הקשר שבין קציות סיבוב f לזמן מחזור T :

נתון שקוץ עישה s סיבובים השנייה ($f = 5_{4/2}$) כמה זמן זקח לקוץ לעבור סיבוב אחד?

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5} \Rightarrow \boxed{f = \frac{1}{T}}$$

כיצד אהביל אננסת התנועה האלג'ר' מנסחאות התזרות:

מנסחאת התזרות השלב (השחור):

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad \text{רד'רות שו'רת'}$$

↓

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{f}$$

התשר מ'ן מהירות קווית אל מהירות שו'רת':

$$v = \omega \cdot r$$

תאוצה רדיאלית - צנטריפטלית, a_R (מ/ש²) \equiv תאוצה רדיאלית - צנטריפטלית, שתפקידה לשנות כיוון של מהירות וכיוונה כלפי מרכז האלג'ר.

$$a_R = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$$

למה כפי אהביל אננסת התנועה האלג'ר' מנסחאות התזרות:

1. אונס'ל מ'ר כל המשואה: $a_R = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$ מנסה מ.

2. אהוס'ל ΣF_R .

3. מתקום ω (צ'ה $2\pi f$).

4. מתקום $2\pi f$ (צ'ה $\frac{2\pi}{T}$).

$$\begin{aligned} \Sigma F_R = m \cdot a_R &= \frac{m v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r = m (2\pi f)^2 \cdot r = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \cdot r \\ &\quad \text{סכום כוחות רדיאלי} \quad \text{תאוצה רדיאלית} \quad \text{מהירות קווית} \quad \text{מהירות שו'רת'} \quad \text{מהירות סיבוב} \quad \text{מנסה} \\ &\quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ &\quad \omega = 2\pi f \quad 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \\ &\quad \downarrow \\ &\quad \frac{m v^2}{r} = \frac{m (\omega \cdot r)^2}{r} \\ &\quad = m \omega^2 \cdot r \end{aligned}$$

נשים זה שנה אימתי של נוסחת התנועה המלאכה יש את שתייה אתו
שני את האור היו שים אימתי אתר. (האור) התיחה צהלים האדם
האדם משה).

היך כל ניהו שני אימתי מוסת התנועה המלאכה התינים השאה ונשוה
תינים.

כמעט התי ניהו את $\sum F_R$ ונשוה אתו אימתי אתר את התינו השאה או את
תי שתיים שנתו השאה וכך התי זה השאה שניכ אלמוז אתר!

סיכום תנועה מעגלית במהירות קצובה (תנועה מעגלית אופקית):

הגדרות בתנועה מעגלית:

$$\begin{aligned} \text{תדר} &= f_{[Hz]} = \frac{1}{T} \\ \text{זמן מחזור} &= T_{[sec]} = \frac{1}{f} \\ \text{מהירות זוויתית} &= \omega \left[\frac{Rad}{sec} \right] = 2\pi f \\ \text{מהירות קווית} &= v \left[\frac{m}{sec} \right] = \omega R \end{aligned}$$

(בשנייה) (בשנייה) (אומגה) (מטרים) (בשנייה).

- בתנועה מעגלית ישנה תאוצה רדיאלית a_R הנובעת משינוי כיוון המהירות. לכן על הגוף פועל החוק השני של ניוטון.

נוסחת התנועה המעגלית:

$$ma_R = \sum F_R = \frac{mV^2}{R} \stackrel{V=\omega R}{=} m\omega^2 R \stackrel{\omega=2\pi f}{=} m(2\pi f)^2 R \stackrel{f=\frac{1}{T}}{=} \frac{4m\pi^2 R}{T^2}$$

טיפ קטן גדול: בתנועה מעגלית, כיוון התאוצה הוא לכיוון מרכז התנועה המעגלית, לכן מומלץ מאוד להפריד לצירים ולקחת את אחד הצירים לכיוון מרכז התנועה המעגלית, בציר זה ניתן להציב שני איברים מנוסחת התנועה המעגלית, והציר השני פשוט מאונך לציר הראשון (אם גודל המהירות לא משתנה, ניתן להשתמש בציר זה בחוק הראשון של ניוטון).

ציר המאונך לציר התאוצה	ציר התאוצה (כיוון הציר החיובי לכיוון מרכז התנועה המעגלית)
אם גודל המהירות קבוע, ניתן להשתמש בחוק הראשון של ניוטון: $\sum F = 0$	נוסחת התנועה המעגלית. נדאי לקחת שני איברים עפ"י הנתון בשאלה

- **תאוצה צנטריפטלית:** לגוף הנע בתנועה מעגלית קימת תאוצה רדיאלית a_R הנובעת משינוי כיוון המהירות וכיוונה הוא אל מרכז התנועה המעגלית ולכן נקראת תאוצה צנטריפטלית.

- **כוח צנטריפטלי:** הכוח השקול $\sum F_R$ בציר התאוצה הפועל על גוף הנע במעגל. כיוון הכוח

השקול הוא בכיוון התאוצה- אל מרכז התנועה המעגלית.

שאלות הסתקנו שאלות התנועה המעגלית:

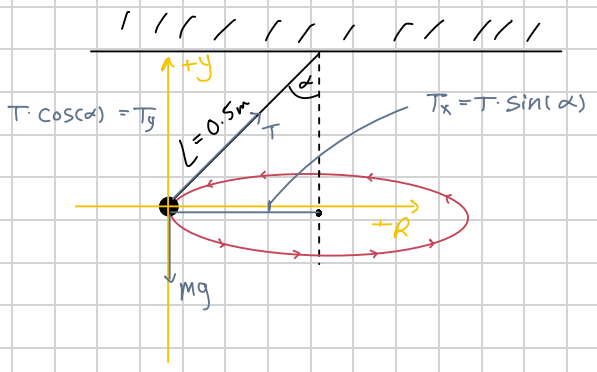
1. צב"ר את מסלול התנועה המעגלית ואת מרכז התנועה.

2. למטה את הקיום התנועה המעגלית האמצעית האופיינית של השאלה. (זמנים הקדיום (תוך זמן צב"ר זמני אחר).

3. החיוב צב"ר. מומנט ממוקם למחור את אחד הצב"ר הכיוון התאוצה והצב"ר הישני מאונק או. התנועה המעגלית יש תמיד תאוצה רדיאלית הכיוון מרכז התנועה ולכן נחזק תמיד את אחד הצב"ר הכיוון מרכז התנועה והצב"ר הישני מאונק או.

4. חקרים כוחות והתארים על הצב"ר.

5. טבלה:	צב"ר R הכיוון מרכז התנועה	צב"ר Y מאונק X - R
	נוסחה התנועה המעגלית:	תנועה מעגלית אופיינית
	$\Sigma F_R = m a_R = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 \cdot r = \dots$	חקר כח אין תאוצה רדיאלית מציג Y וכן: $\Sigma F_y = 0$
	חקר כח נוקה את האינרציה היסנים כמות ואינרציה שדורים ממנו או נתון זמן.	מציג X ומציגים את הצב"ר X ולמטה.



נתון: $f = 2 \text{ Hz}$, $L = 0.5 \text{ m}$.
 שאלה: מהו הזווית α ביחס לנצ"ל?

2. (ב) מהו הזווית α ביחס לנצ"ל?

$$\sin(\alpha) = \frac{R}{L}$$

$$R = L \cdot \sin(\alpha)$$

ב' y

5. ב' R

אם הזווית α זניחה:

$$\sum F_y = 0$$

$$T_y - mg = 0$$

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

$$T = \frac{mg}{\cos(\alpha)}$$

אם הזווית α גדולה:

$$\sum F_R = m a_R = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 \cdot r = \dots$$

$$\sum F_R = m \cdot (2\pi f)^2 \cdot r$$

$$T \cdot \sin(\alpha) = m \cdot 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot r$$

$$T \cdot \sin(\alpha) = m \cdot 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L \cdot \sin(\alpha)$$

$$\frac{mg \cdot \sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} = m \cdot 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L \cdot \sin(\alpha)$$

$$\frac{g}{\cos(\alpha)} = 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L$$

$$\frac{\cos(\alpha)}{g} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L}$$

$$\cos(\alpha) = \frac{g}{4\pi^2 \cdot L \cdot f^2} = \frac{10}{4\pi^2 \cdot 0.5 \cdot 2^2}$$

$$\alpha = 82.72^\circ$$

זווית הסניעה ביחס לנצ"ל.

מהי תדירות הסיום המינימלית הקרויה כפי שנהיה תנועה מלאכה?

ככל שהתדירות הסיום קטנה יותר כן זווית הפסיקה α קטנה. הי- α הכי קטנה היא 0° , של התדירות היא המינימלית.

$$f_{\min} \leftarrow \alpha = 0^\circ_{\min}$$

$$\cos(\alpha) = \frac{g}{4\pi^2 \cdot L \cdot f^2} \quad \leftarrow \alpha = 0^\circ \text{ (כפי)}$$

$$\cos(0) = \frac{g}{4\pi^2 \cdot L \cdot f^2}$$

$$1 = \frac{g}{4\pi^2 \cdot L \cdot f^2}$$

$$f_{\min} = \sqrt{\frac{g}{4\pi^2 \cdot L}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{L}} = \boxed{0.71 \text{ Hz}}$$

\downarrow
0.5m

אם תדירות הסיום תהיה 0.71 אז היחס של תנועה מלאכה יהיה יחסי יחסית.



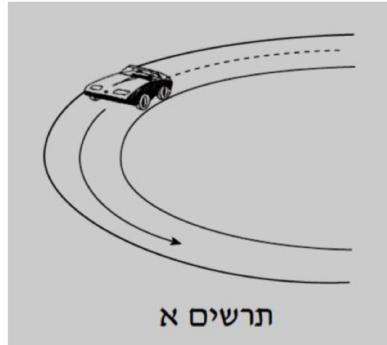
אם תדירות הסיום גדולה מ-0.71 אז היחס יהיה תנועה מלאכה.

אם תדירות הסיום שווה ל-0.71 אז $\alpha = 0^\circ$ והיחס יהיה זהה בתנועה מלאכה.

ככל שהתדירות גדולה יותר כן זווית הפסיקה α גדולה.

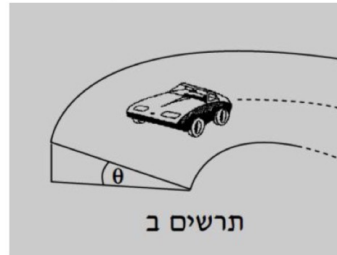
4.

בתרשים א מוצגת מכונית הנעה על כביש אופקי במעקם (קטע מעגלי) שרדיוסו 80m . נתון כי מקדם החיכוך הסטטי בין גלגלי המכונית ובין הכביש הוא 0.4 .



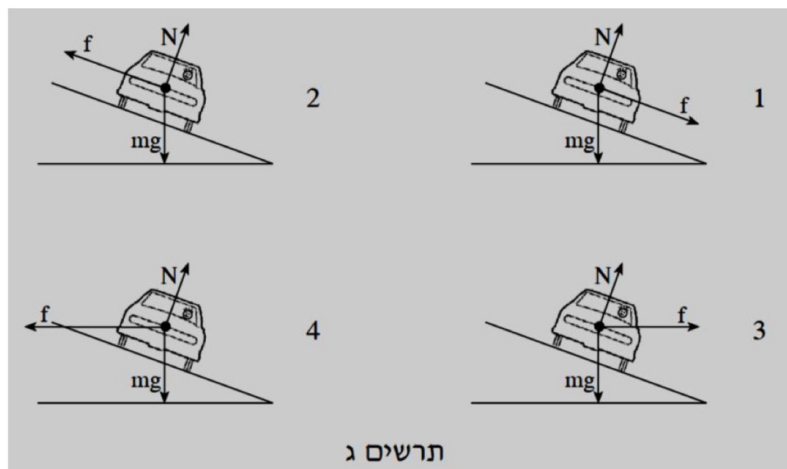
א. חשב את המהירות המקסימלית שבה המכונית יכולה לנוע במעקם זה בלי להחליק. (10 נקודות)

מהנדסי תנועה מתכננים ליצור בכביש הגבהה (הטיה) בזווית θ , כמתואר בתרשים ב, כדי לאפשר נסיעה בטוחה (ברדיוס קבוע) במהירות שחישבת בסעיף א, בלי להיעזר בחיכוך.



ב. חשב את זווית ההגבהה הנדרשת, θ . (10 נקודות)

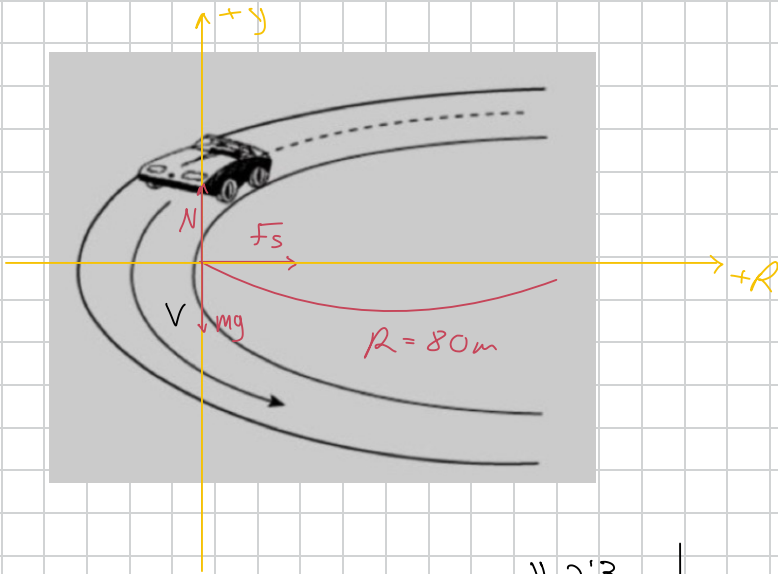
ג. אילו מכונית הייתה נוסעת במעקם המוגבה. בלי להחליק (ברדיוס קבוע). במהירות גדולה מזו שחישבת בסעיף א, איזה מבין ארבעת הסרטטים 1-4 שבתרשים ג היה מתאר נכון את כיוון הכוחות הפועלים על המכונית (כוח החיכוך- f , הכוח הנורמלי- N , המשקל- mg)? נמק. (6 נקודות)



ד. בגלל סיבות של בטיחות, החליטו המהנדסים להקטין את זווית ההגבהה. הזווית החדשה היא 15° . בזמן חנוכת הכביש החדש נוצר פקק תנועה, והמכוניות נעצרו במעקם. האם המכוניות יחליקו לרוחב הכביש? הסבר. הנח שמקדם החיכוך הסטטי נשאר 0.4 . (7 $\frac{1}{3}$ נקודות)

4.

כ. נתון $R=80m$, $\mu_s=0.4$. כאשר הכביש לא נטוי השינוי - מהי המהירות המקסימלית שהמכונית יכולה לנוע בכביש לפני שהיא תחליק?



כ"ב י

כ"ב ר

הזרז לא ΣF כ"ב ר זה ולכן:

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N - mg = 0$$

$$N = mg$$

הזרז הנתון הנתון:

$$\Sigma F_R = ma_R = \frac{mv^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r = \dots$$

$$\Sigma F_R = \frac{mv^2}{r}$$

$$F_s = \frac{mv^2}{r} \quad F_{s \max} \text{ ב- } v_{\max}$$

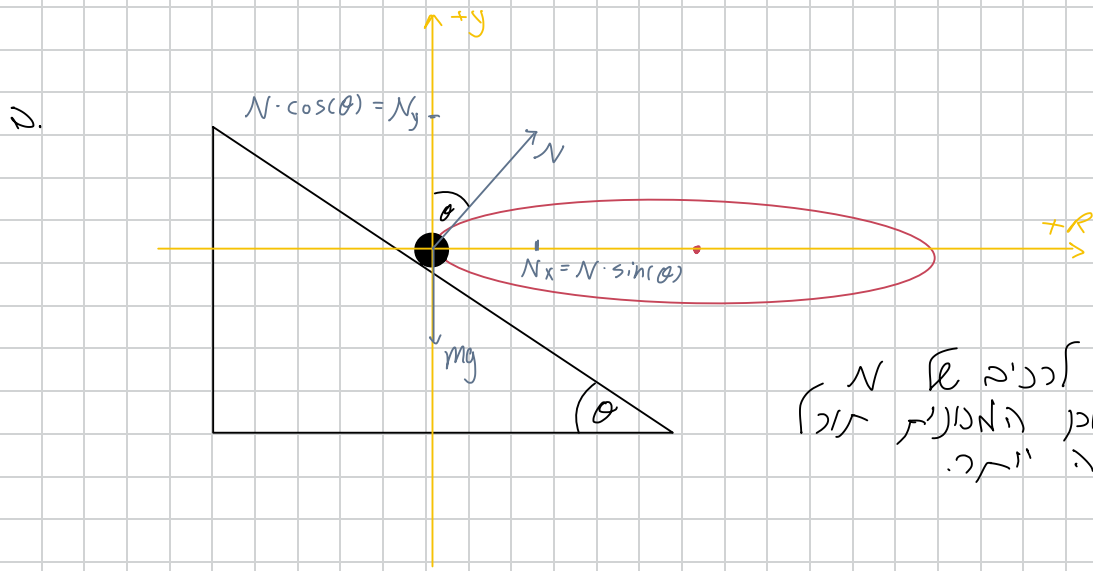
$$F_{s \max} = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$N \cdot \mu_s = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$mg \cdot \mu_s = \frac{m v_{\max}^2}{r}$$

$$v_{\max} = \sqrt{r \cdot g \cdot \mu_s} = \sqrt{80 \cdot 10 \cdot 0.4}$$

$$v_{\max} = 17.88 \text{ m/s}$$



מהיכר הכביש בזמנו לכביש של N
 לכיוון מרכז המעגל אכן הולטות מרכז
 זוויל המהירות גבוה יותר.

צ'ר י

צ'ר R

הזיל לא יס הצ'ר סה זלכנ:

נוסח המנועל המעגל:

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma F_R = \frac{mv^2}{r}$$

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

$$N \cdot \sin(\theta) = \frac{mv^2}{r}$$

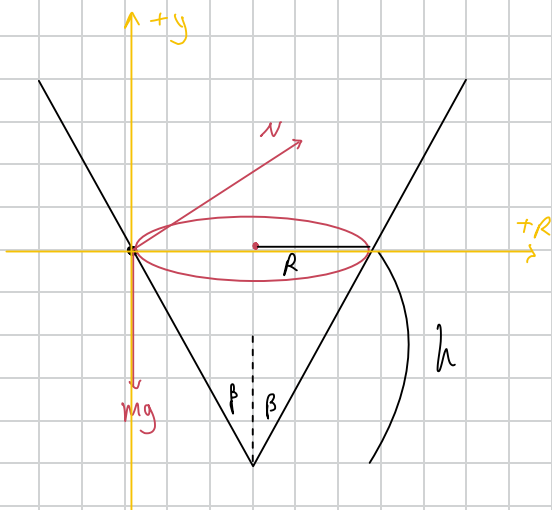
$$N = \frac{mg}{\cos(\theta)}$$

$$\frac{mg \cdot \sin(\theta)}{\cos(\theta)} = \frac{mv^2}{r}$$

$$g \cdot \tan(\theta) = \frac{v^2}{r}$$

$$\tan(\theta) = \frac{v^2}{gr} = \frac{17.88^2}{10 \cdot 80}$$

$$\theta = 21.8^\circ$$



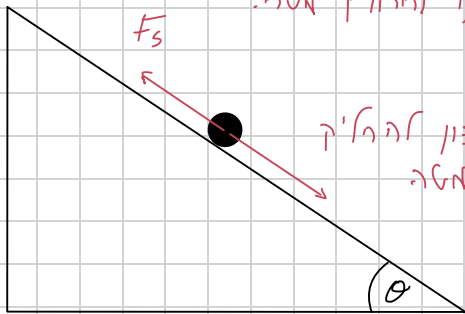
$$\tan(\beta) = \frac{R}{h}$$

$$R = h \cdot \tan(\beta)$$

ז.

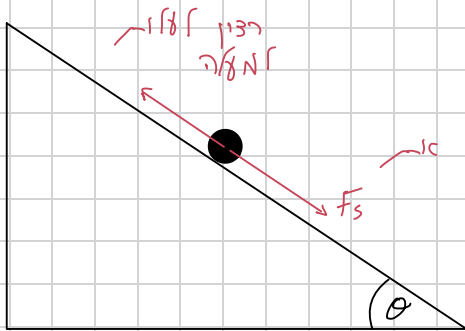
אז $v < 17.88$ המיל' ירדה אהח'יק כלפי מורד המצ'ין זכור הח'יכ'ן ל'צ'ר ממנו אהח'יק מס'ה

כוח היכ'ן מס'י ל'צ'ר ממנו אהח'יק מלה.



ואז נ'צ'ר ל'נו סו'ח א' מה'יכ'ו'י' שהמכ'י'ה מ'כל א'נ'ע וכ'ן צ'ה י'ת'ר המ'ח. מ'א'ד למס'יכ'ן א'נ'ע המכ'י'ש ח'לק כ'י א'ז מס'י'ה ק'ט'נה מ'ה'מ'י'ו'ת א' 17.88 ו'המכ'י'ה מ'מ'י'ק'ה.

אב $v > 17.88$ א' המכ'י'ה מ'ר'צ'ה ל'ע'ל'ה המ'ע'לה המ'צ'י'ן:



כוח היכ'ן מס'י ל'צ'ר א' המכ'י'ה מ'מ'י'ק'ה!

ככל שמ'ה'י'ו'ת המכ'י'ה מ'ק'ד'ל כ'ן F_s י'ק'ד'ל, וא'ז נ' - v_{max} המכ'י'ה מ'ע'ל' כ'י כ'וח היכ'י'ה מס'י' 'ע'ה'י'ר א'ת הי'ת'ק'ס'מ'ו'ם א'ו. וכ'ן נ'וכל א'נ'ע המ'ה'י'ו'ת ש'ה'א' ע'צ'ו'ה י'ת'ר נ' - $v_{max} = 17.88$.

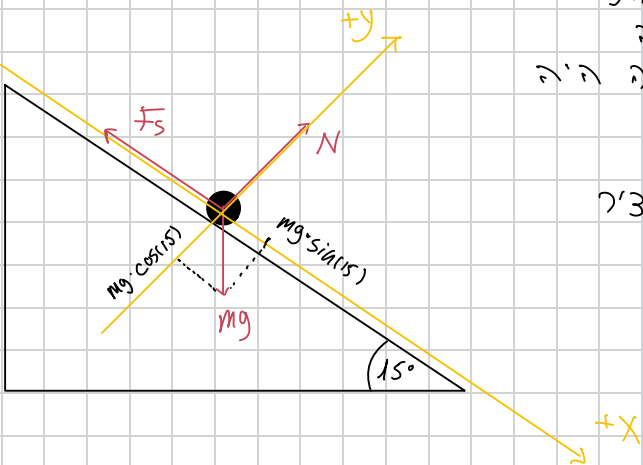
א'תן מ'ר'ש'ם ו' ה'א' מ'נ'ע'ן!

נתון שהמכונית נעצרה כשהיא ארוכה שאין תנועה נוספת - זה אומר שיש
 שאלה על חוקי ניוטון מיישור מסיים, כפואנרי: הזל, מונח על מיישור מסיים
 שלווה וסיומו $\theta = 15^\circ$, נתון $\mu_s = 0.4$. האם החול יחזיק או לא?
 איו נאן תנועה נוספת, יש נאן מיישור מסיים בחוקי ניוטון!

מוחלט לתת את אחד הצירים בניון התאונה
 והציר השני מאונק או. אם הייתה תאונה
 והמכונית הייתה מתאימה אז כיוון התאונה היה
 לפי מרכז התאונה.

אכן, ניקח ציר אחד כלפי מרכז התאונה והציר
 השני מאונק או.

החול יחזיק אם:



$$mg \cdot \sin(15) > f_{s \max}$$

ולא יחזיק אם:

$$mg \cdot \sin(15) < f_{s \max}$$

מחזיק נ' > קול נ' : N

כפי שמחזיק (מציא) את $f_{s \max}$:

$$\sum F_y = 0$$

$$N = mg \cdot \cos(15)$$

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

$$= mg \cdot \cos(15) \cdot \mu_s$$

$$= m \cdot 10 \cdot \cos(15) \cdot 0.4$$

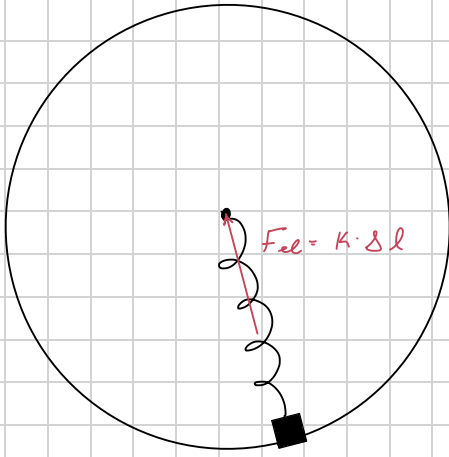
נתון אכאן כי $f_{s \max} > mg \cdot \sin(15)$
 זאכן החול לא יחזיק!

$$f_{s \max} = 9.94 \text{ m}$$

$$mg \cdot \sin(15) = 2.58 \text{ m}$$

כוח החיכוך שווה f - $mg \cdot \sin(15)$

תנע מנג'ר העזרת קוס:



$$\Sigma F_R = \frac{mv^2}{r}$$

$$F_{el} = \frac{mv^2}{r}$$

$$k \cdot \Delta l = \frac{mv^2}{r}$$

מאחר שה הכוח הריאקטי של הקפיץ מתקדם בכוח הריאקטי שבייני אחרים הוא לא.

