

ג'רסיון 8 - אנרגיה פוטנציאלית ושימור אנרגיה

יש כוחות מיוחדים כלפי עצמם אפשר להגדיר סוג חדש של אנרגיה, אנרגיה פוטנציאלית.

לכוחות האלו קוראים כוחות משמרים:

זהו כוח שהעבודה שהוא מבצע על חלקיק שיש במסלול סגור הוא אפס. מאופן שקול, העבודה שהוא מבצע לא גלויה במסלול.

כוחות המשמרים ש(עבודת אגם בקירוס:

- כובד

- ק.פ.ל

הכוחות האלו משמרים ש(עבודת אגם בקורסו

- חיכוך
- מגיחית (לא גמיש)

אם עכשיו נגדיר, בעצרת הכוחות המשמרים, אנרגיה פוטנציאלית:

$$\Delta U = -W$$

שני סוגי אנרגיה פוטנציאלית
עבודה של כוחות משמרים

במקום יש לנו 2 אנרגיות פוטנציאליות:

$$U(h) = mgh$$

- אנרגיה פוטנציאלית כובדית: כאשר בחינו אל סייג יא $U(x_0) = 0$ ו- h זה השני ביובה.

$$U(d) = \frac{1}{2}kd^2$$

- אנרגיה פוטנציאלית אלסטית: כאשר בחינו יא $x_0 = 0$ ו- d זה הכיוון/מיתוח אל הקפל.

אנחנו יכולים עכשיו להגדיר את האנרגיה המכנית:

$$E = K + U$$

$$[E] = J$$

אנרגיה מכנית
אנרגיה פוטנציאלית

מצד אחד לנו זמזור וג $u_0 = 0$, מה שגם חיינטי גמיז זה ההפכי, גזכרו ששכל עבודה אנרזיה קינטי- מיזר על הפרט זכס ההגזרה של אנרזיה פוזינטיבי- מיזרה על הפרט. זכך מיזר לנו זשנה זכ רק הייחוס כרזינו (כזמזר זהחילי זיפה הזופס), מכיין שזינין שלנים זכז הנקי בזיגו הזיזו זכשי נמיזו זכ ההפכי זה יזלזס. עכשו נסגס מיזר על שכל עבודה אנרזיה

$$k_j - k_i = W_{tot} = W_{שמיים} + W_{זלשמיים}$$

הזקני
זכ הזקרה זכ עבודה
של כוח- שמיים
ועבודה של כוח זל
שמיים.

$$\Delta U = -W$$

$$k_j - k_i = W_{שמיים} - (u_j - u_i)$$

$$\underbrace{(k_j + u_j)}_{E_j} - \underbrace{(k_i + u_i)}_{E_i} = W_{שמיים}$$

$$E_j - E_i = W_{שמיים}$$

זכך

שמיז אנרזיה: זכז קיזזים, זכז קיזזים $W_{שמיים} = 0$

זהו שכל עבודה אנרזיה מכניי. (שים זכ שזס זין כוחי זל שמיים זכ)

$$E_j = E_i$$

(שים זכ שזני ההגזרה של אנרזיה פוזינטיביי זמיזו כי

$$F(x) = -\frac{dU(x)}{dx}$$

זה עסזר מיזר זכז, זכז זהחילי זכ זיגרי מיזרים זכז זל זכזיך גזרה.

א. נגידו לנו מהיירג הגרמיה, א(תנו יוצאים מה המהירוג הסופי והקסיס
 מה הכיוול המקסימלי. אז השואה היא בנושא אנריג וזכן קודם (שול
 יא עצמנו אלו כותב פוסים על השול בסעיה.
 בסעיה הזכ הכוחות החיבים שיפעלו על השול הם כבידה וקפול זק
 יש למור אנריגיה

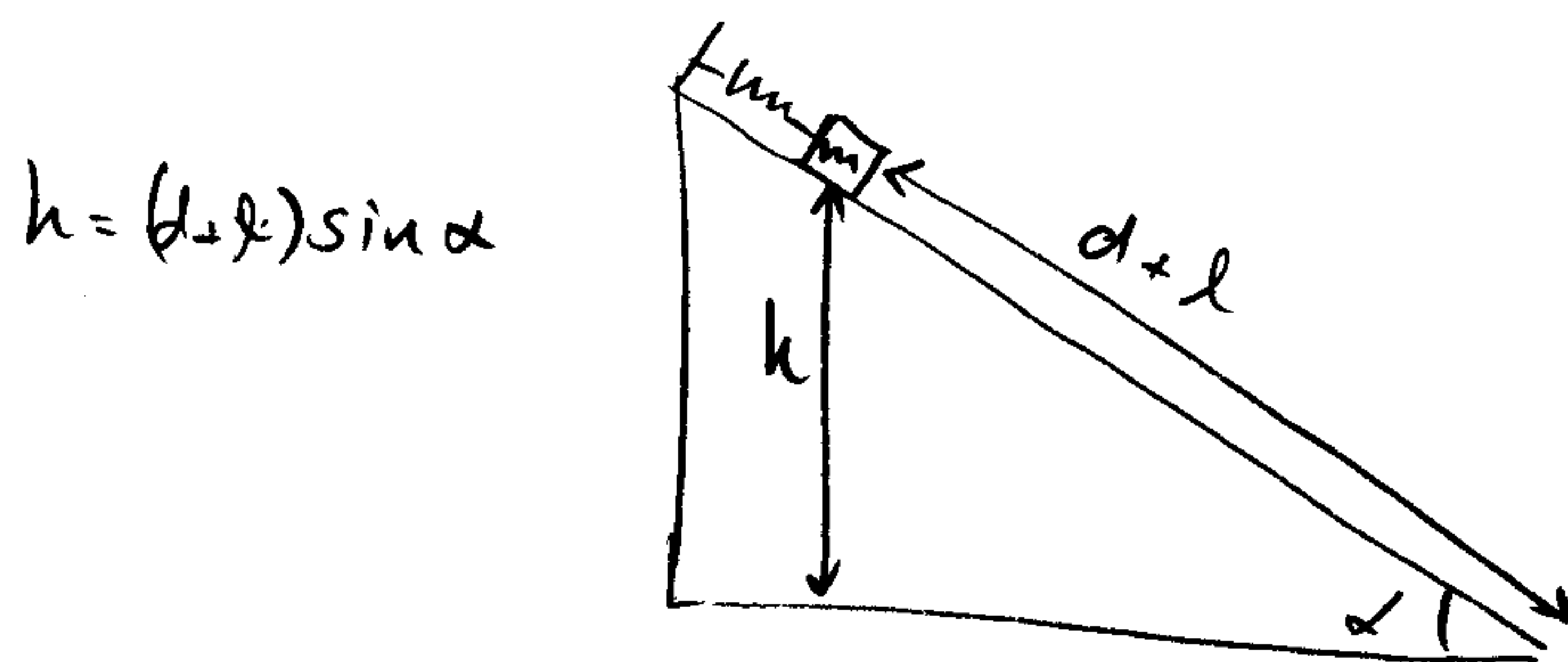
$$E_f = E_i$$

sk שנתנו לנו לעשיר זה למצא יא האנריגיה ההתחלית והסופי

$$E_i = k_i + U_i = \frac{1}{2}mv_i^2 + 0 \leftarrow \text{האנריגיה בהתחלה}$$

$$E_f = k_f + U_f = 0 + mgh + \frac{1}{2}kl^2 \leftarrow \text{האנריגיה לנקודת מנוחה.}$$

נחסר ערשיו אה הזוכה מהמסה עלאה, צייר



sk ערשיו אנריג ינויים ארשום

$$\frac{1}{2}mv_i^2 = mgh + \frac{1}{2}kl^2$$

אנחנו מחפשים אל ל (פגור יא השוואה הריבועי

$$l^2 + \frac{2mgs\sin\theta}{k}l + \left(\frac{2mgs\sin\theta}{k}d - \frac{m}{k}v_i^2\right) = 0$$

$$l_{1,2} = \frac{-\frac{2mgs\sin\theta}{k} \pm \sqrt{\left(\frac{2mgs\sin\theta}{k}\right)^2 - 4\left(\frac{2mgs\sin\theta}{k}d - \frac{m}{k}v_i^2\right)}}{2}$$

3) אור המספרים

$$l_{1,2} = \frac{-\frac{2}{5} \pm \sqrt{\left(\frac{2}{5}\right)^2 - 4\left(\frac{2}{50} - \frac{8}{50}\right)}}{2} = \frac{-\frac{2}{5} \pm \sqrt{\frac{4}{25} + \frac{24}{50}}}{2} =$$

$$= \frac{-\frac{2}{5} \pm \frac{4}{5}}{2} = -\frac{1}{5} \pm \frac{2}{5} = 0.2 \text{ m}$$

↓
נבחר אור
המכיוון
החיובי

כא כסה מוסיפים חיכוך זעום. ההבדל בין סוף זה לסוף הקודם הוא שרשיו יש לנו כוחות אלו שמחים ורק משכס עבודה ארובה מכנה יהיה

$$E_f - E_i = W_{\text{חיכוך}}$$

נשים לב שגם האנרגיה ההתחלית והסופית לא השתנו ורק מה שנשאר לנו זה כוח זה כך זה העבודה של החיכוך. אנחנו לא החיכוך הקינטי. אולי נגיד כיוון התנועה ואז זה הוא

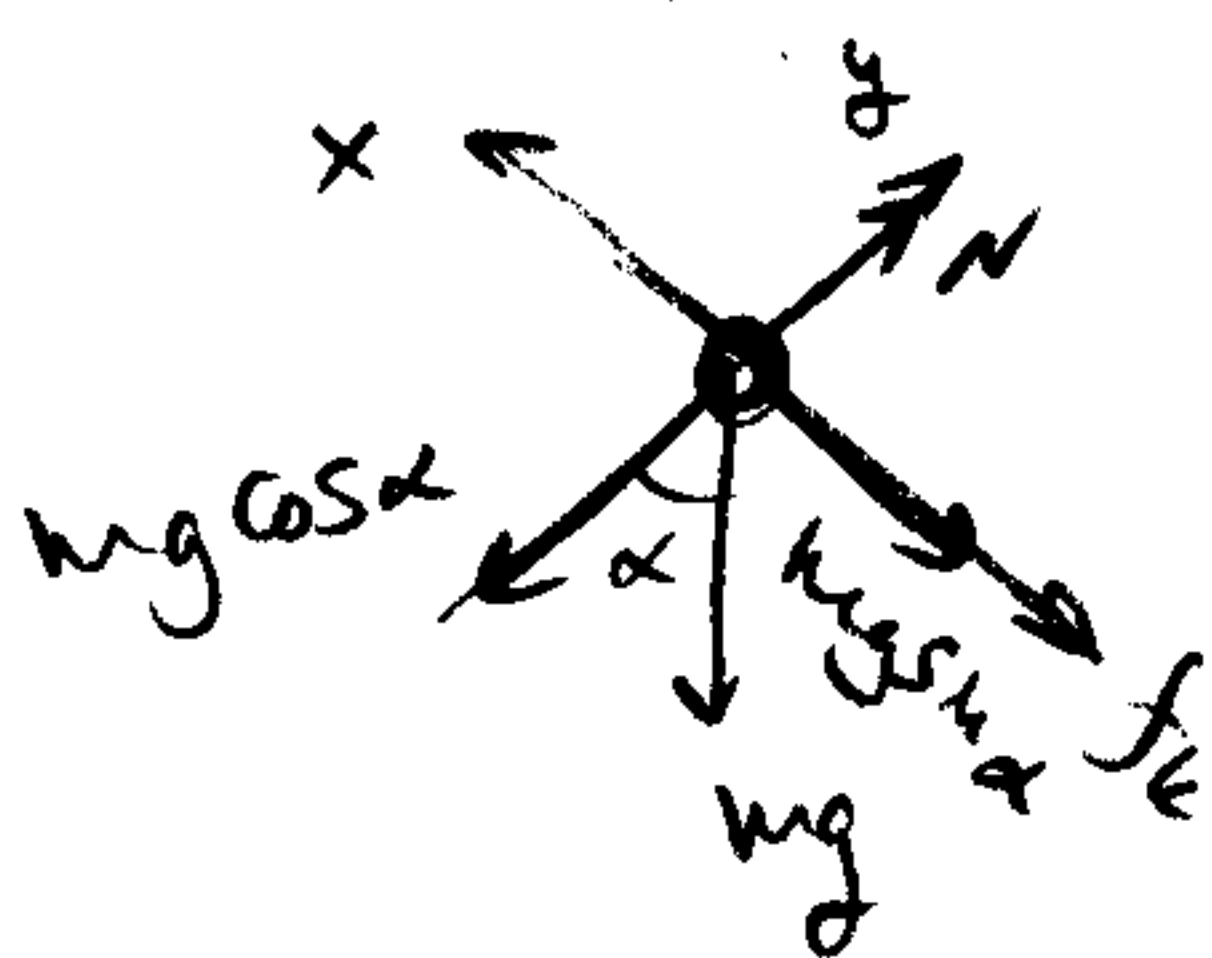
$$f_k = \mu \cdot N$$

כמה אנחנו אור N זה גורם כוחות זה רשיו:

בצורה ה- γ

$$N - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha$$



אנחנו יק ארשום וזה העבודה של החיכוך מכנה, מכיוון שזה זה קבוע (רשום)

$$W_{\text{חיכוך}} = f_k \cdot \Delta x \cdot \cos \theta = -\mu mg \cos \alpha \cdot (d + \tilde{l})$$

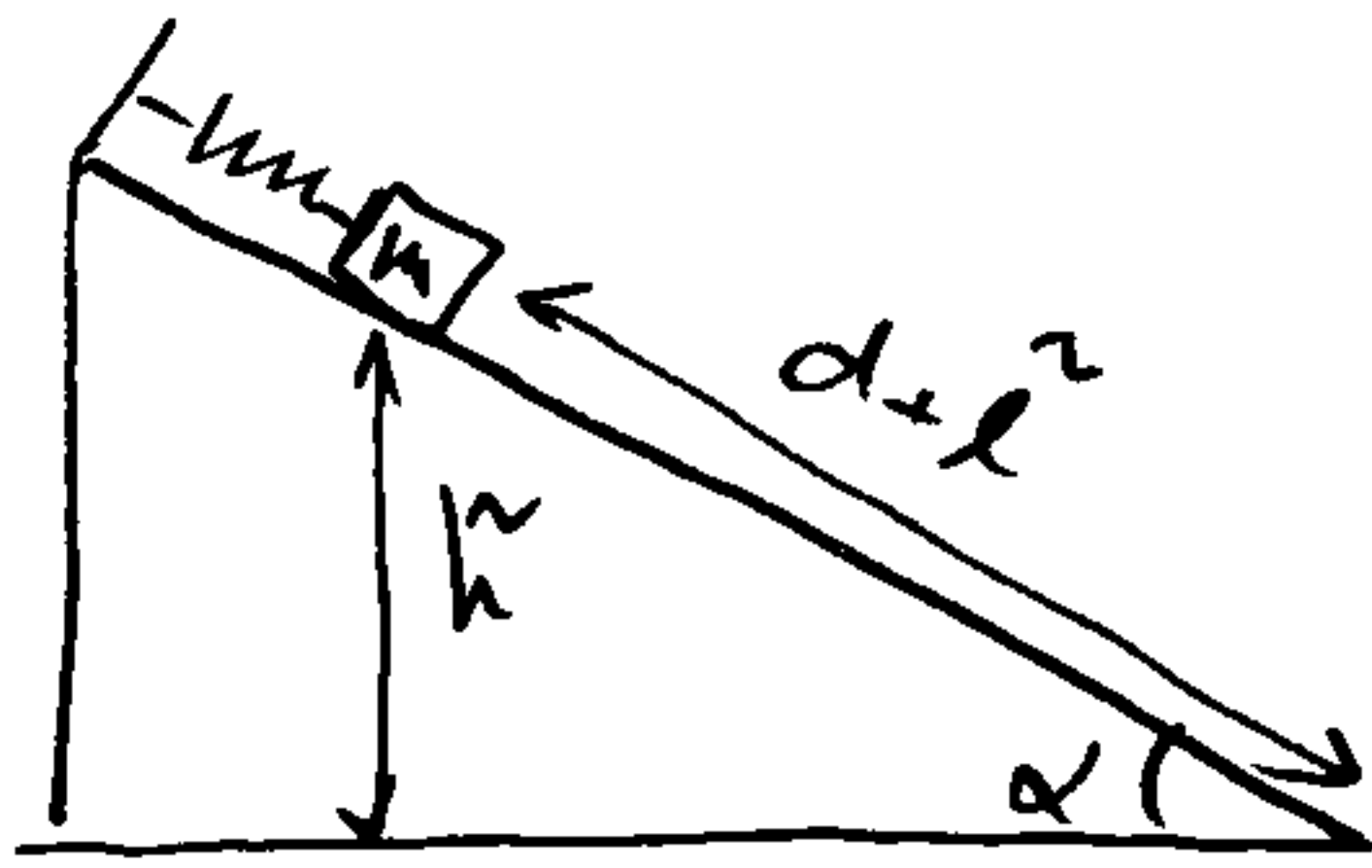
שלב אחרון או (חני) יכונים זרעים

האנליזה והסופה
חייבים להיות שנים
מסלול (גודל החיכוך)

$$\leftarrow E_f = mgh + \frac{1}{2}k\tilde{l}^2$$

$$E_i = \frac{1}{2}mv^2$$

(חפץ ערשיו את המפה החגש שהמסה עולה, ציור)



$$\tilde{h} = (d + \tilde{l}) \sin \alpha$$

שלב הסוף (נישום)

$$m g (d + \tilde{l}) \sin \alpha + \frac{1}{2} k \tilde{l}^2 - \frac{1}{2} m v^2 = - \mu m g \cos \alpha (d + \tilde{l})$$

ואנחנו מחפשים את \tilde{l} ונפתור את המשוואה הריבועית

$$\tilde{l}^2 + \frac{2mg}{k} (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \tilde{l} + \frac{2mg}{k} (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) - \frac{m}{k} v^2 = 0$$

הפעם (צ'ק) את המספרים וזכור כיוון,

$$\tilde{l}^2 + 0.47 \tilde{l} - 0.11 = 0 \Rightarrow \tilde{l}_{1,2} = -0.24 \pm 0.11 = 0.17 \text{ m}$$

שלב אחרון
את הפתרון
החזיק:

גודל: 1-4208

אנחנו רוצים לראות את המהירות ההתחלתית והסופית ושלנו עם זווית השאלה היא
בנושא אנרגיה ולכן נשאל את עצמנו גודל כוחות פועלים על הגוף בפעולה.
על הגוף פועלים כבידה ומגיחות ואילו (שים לב שהמגיחות או מסרע אפואה
כחזק שהיא גמיש פועלת בניצב לכיוון ההתקדמות (גניחה מעלית) ולכן נגיחים רק
זרה הכבידה. מכיוון שיש רק כוחות משמרים אלו יש ל'מנוי' אנרגיה, תואר

$$E_f = E_i$$

כאשר חייב להיות מהירות שיואר הצורה מ- v ברזי שהיא שלים יא הסיקום,
 (צ'יב v ברזי חמצן אג המנימים. אז ערשיו יש לני מהירות סופיג ועבה
 ובנוסף מהירות התחלה, לכן השאלה באנרגיה. באציה פועלים רק כוחות
 משמרים (איס לא ישגנה פנוסא הצה מהסעף הקובם) ולק יש שמוי או (רזיה פנוסא,

$$E_f = E_i$$

אז נמצאו אג האנרגיה -

$$E_i = 0 + mgh$$

הפיל מהחיל המנוחה

$$E_f = \frac{1}{2}mv_c^2 + mg(2R)$$

ולק שנוצרים אג v (קב)

$$mgh_{min} = \frac{1}{2}mgR + mg2R$$

$$h_{min} = \frac{5}{2}R$$

תשובה 4200-1:

(א) השאלה על 2 גופים ולק יש לני בחירה, אם אנחנו חוצים אפשי ערשי -
 אנרגיה עבור כל המערכת או עבור פ אף בקפרי. אם אנחנו עובדים עם פ
 המערכת הכוחות הפנימיים לא מפזרים עבורה (כפי שהסביריג מהכאילו).
 המערכת מהירה ממנוחה ומקשים האנרגיה מקימליג לכן אנחנו יוצרים אג -
 המהותג בסלי ורשאלה היא שאלה באנרגיה. אז נשאל ומה עוצמתו אילו כוחות פועלים
 במערכת. אם (כפי על פ אף בקפרי אז יש מהותג ולק אין ש'מור אנרגיה.
 אבל! ולק (בחר להסג על פ המערכת אז המהותג היא כח פנימי ולק
 לא מקצתג עבורה נש פועלים רק כוחות משמרים (קפל וכחיה) ויש ש'מור אנרגיה
 כאומר

$$E_f = E_i$$

$$E_i = 0 + mgh_B$$

↓
הזיפים
מאחורי מאנוחה

$$E_f = 0 + \frac{1}{2} kx^2$$

↓
המארכב
המקפיץ
הזיפים מאנוחה

בחרנו שהגוף B יתחיל באוסף h_B מעל אוק' היחוס. h_B קצתם זה הטרמק
שהגוף יעבור, כלומר $h_B = x$. נרשום,

$$m_B g x = \frac{1}{2} k x^2$$

⇓

$$x = \frac{2m_B g}{k} = \frac{2 \times 5 \times 10}{50} = 2 \text{ m}$$

ב. ערכיו אחרים רנו שהקפיץ הגאורג ב-מ.א.ס, כלומר פחוג מהגאורג המקפיץ, ורובים אצטג מה המהירות. לא הוסיפו כוח, חצבים אפסיה ולק עצין יש
שימי אנוגיה. כלומר,

$$E_f = E_i$$

$$E_i = 0 + m_B g h_B$$

↓
הזיפים מאחורי
מאנוחה

$$E_f = \frac{1}{2} m_A v^2 + \frac{1}{2} m_B v^2 + \frac{1}{2} k d^2$$

↓
הזיפים מחברים
עם אוק ולק המהירות של
שניה.

שלוש כוחות שפועלים ב' גוף כדור ה' מ' על אורך ה' יחידים. רק שהפסגה ש' (מ'ר' ל'נו) ו'ג' מ'ר'ום (ק' ה' יחידים, ו' מ' ע'צ'ין ה'טו ה' מ'ר'ת'ן ש'ה'ל' ע'כ'ור ו'ה'פ'ס'ג'ם ז'ה י'ה'יה $k_B = d$ (ר'ש'ום

$$\frac{1}{2}(m_A + m_B)v^2 + \frac{1}{2}kd^2 = m_B g \cdot d$$

⇓

$$v = \sqrt{\frac{2m_B g \cdot d - kd^2}{m_A + m_B}}$$

(3) מספרים

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 5 \times 10 \times 0.1 - 50 \times (0.1)^2}{7}} = \sqrt{\frac{10 - \frac{1}{2}}{7}} = \sqrt{\frac{19}{14}} \approx 1.16 \text{ m/s}$$

III תרגיל

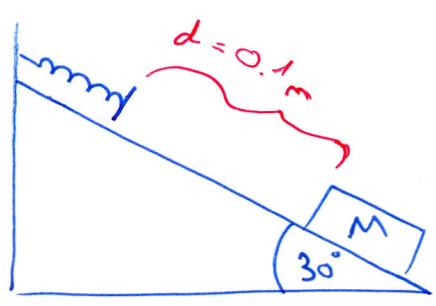
כדור $M=2\text{kg}$ נופל מרמת גובה $V_0 = 2 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

המרחק בין הקצה של הקפיץ לרמת הגובה הוא 0.1m וקבוע הקפיץ $k=50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

א) מה תהיה המהירות של הכדור ברגע לפני שהקפיץ יתחיל להישמע?

ב) מה תהיה המהירות של הכדור ברגע לפני שהקפיץ יתחיל להישמע?

ג) מה תהיה המהירות של הכדור ברגע לפני שהקפיץ יתחיל להישמע?



פתרון:

* נוסף מרחק x מהנקודה שבה הקפיץ מתחיל להישמע

* נשמור אנרגיה בנקודה הזו ונשווה אותה לאנרגיה בנקודה שבה הקפיץ מתחיל להישמע

$$E_f = E_i \Rightarrow mg \sin \theta (d+x) + \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} m V_0^2 \quad (1)$$

$$x^2 + \frac{m}{k} g \sin \theta \cdot x + \frac{m}{k} g \sin \theta \cdot d - \frac{1}{2} \frac{m}{k} V_0^2 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{-\frac{m}{k} g \sin \theta \pm \sqrt{\left(\frac{m}{k} g \sin \theta\right)^2 + 2 \frac{m}{k} V_0^2}}{2} \Rightarrow x = \frac{-\frac{2 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{50} \pm \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{50}\right)^2 + 2 \cdot \frac{2 \cdot 4}{50}}}{2}$$

$$x = 0.4\text{m}$$

המהירות של הכדור ברגע לפני שהקפיץ יתחיל להישמע היא $x=0.4\text{m}$

$$E_f = E_i + W_f$$

$$W_f = \int_0^{d+x} -N \cdot \mu_k \cdot dx$$

$$N = mg \cos \theta$$

$$W_f = -mg \cos \theta \cdot \mu_k \cdot (d+x)$$

העבודה של W_f היא שלילית

$$mg \sin \theta \cdot (d + \tilde{x}) + \frac{1}{2} k \tilde{x}^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 - mg \cos \theta \cdot \mu_k \cdot (d + \tilde{x})$$

0.11227 202

$$\tilde{x}^2 + \tilde{x} \cdot \frac{2}{k} (mg \sin \theta + mg \cos \theta \cdot \mu_k) + \frac{2mgd}{k} (\sin \theta + \cos \theta \cdot \mu_k) - \frac{m v_0^2}{k} = 0$$

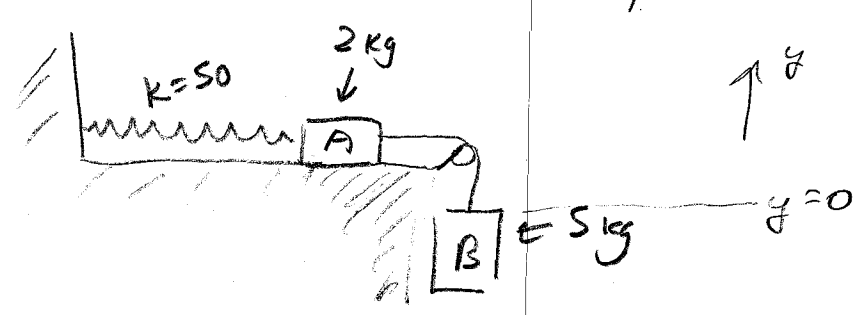
∴ (a) $\tilde{x} = 0.18 \text{ m}$ $\tilde{x} = 0.41 \text{ m}$ $\tilde{x} = 0.18 \text{ m}$ $\tilde{x} = 0.41 \text{ m}$

$$\tilde{x}_{1,2} = -0.23 \pm 0.41 \text{ m} \rightarrow \boxed{\tilde{x} = 0.18 \text{ m}}$$

↑
0.23
0.18

14200
 2. אילו מהתנאים הבאים מתקנים?
 כוח $k = 50 \text{ N/m}$ האילו מתקנים במתניהם כשהקפיץ

(א) מה האורך המקסימלי של הקפיץ?
 (ב) מה מהירות האילו במסה כשהקפיץ מוארך 10 cm



$m_A = 2 \text{ kg}$
 $m_B = 5 \text{ kg}$

מצב I : אילו קפיץ
 $k = 0$ $U = 0$
 מתניהם קפיץ בלתי מתוח
 $y = 0$

מצב II : אילו מתוח הקפיץ
 X אילו B יורד y
 $X_{MAX} = y$

$U_i + K_i = U_f + K_f$

$0 = -m_B g y + \frac{1}{2} k x^2$

$m_B g X_{MAX} = \frac{1}{2} k X^2$

$5 \cdot 9.8 \cdot X = 25 X^2$

$1.96 \text{ m} = X_{MAX}$

נתון אילו קפיץ

קפיץ : X_{MAX} אילו $X = 10 \text{ cm}$

$V_A = V_B$

נתון אילו קפיץ

$$K_i = K_A + K_B + U_A + U_B + U_{\text{spring}} \quad \text{gen. (5)}$$

$$0 = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v^2 + 0 - m_B g y + \frac{1}{2} k x^2$$

\uparrow
 $= x$

$$m_B g y = m_B g x = m_B g \left[\frac{1}{10} \right]$$

~~$$m_B g \left[\frac{1}{10} \right] = \frac{1}{2} k \left[\frac{1}{100} \right]$$~~

$$\frac{1}{2} \left[\frac{m_A + m_B}{7} \right] v^2 = m_B g \left[\frac{1}{10} \right] - \frac{1}{2} k \left[\frac{1}{100} \right]$$

$$v^2 = \frac{2}{7} \left[5 \cdot \frac{9.8}{10} - \frac{25}{100} \right]$$

$$v \approx 1.15 \text{ m/sec.}$$