

סעיף 1

(א) הכוח $\sqrt{\text{היתר}}^{\text{בתיצונו}}$ הכוח הביסקה הוא כוח בעקב.

שימוע תעז קווי, גכיוון פאלוקי:

$$\textcircled{1} -m \cdot u + (2m) \cdot v = 0$$

אסני פירי תעז קווי = 0.
הכיוון ימנה עקב כתיובי.

שימוע תעז קווי, בימס עקוב פה נמצול מכחז פדיסקס.

$$-m \cdot u \cdot \frac{R}{3} + I \cdot \omega = 0$$

עקב סוף מימנט בימס עקוב קו.

$$I = \frac{1}{2} (2m) \cdot R^2 = mR^2$$

דאכין:

$$\textcircled{2} -m \cdot u \cdot \frac{R}{3} + mR^2 \omega = 0$$

$$v = \frac{u}{2}$$

1 - נקבא:

$$\omega = \frac{u}{3R}$$

2 - נקבא:

במקרה זה מנסה לכתוב הצדקה עם כוח חיכוך סטטי. לכותב החיכוך יש ממשל - J בעזרת בינוי.

③ $J = \int f dt$ דב"ו:

אכן, במקרה זה, יפים חיך ליימור היעצ דלינאלי:

④ $-m \cdot u + (2m) \cdot v = -J$

וליימור היעצ בינאלי יפים:

⑤ $-m \cdot u \cdot \frac{R}{3} + I \cdot \omega = -R \cdot \int f \cdot dt = -R \cdot J$

ליימון ⑤ מקבל ממוק:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}_{ex} \Rightarrow \vec{L}_{end} - \vec{L}_{in} = \int \vec{M}_{ex} \cdot dt = -R \cdot \int f dt$$

מקרה זה, במערכת היימור דלינאלי היעצ וילימור קיים:

$$\omega = \frac{v}{R}$$

ומכאן, מתבונן (4) - (5) ניתן:

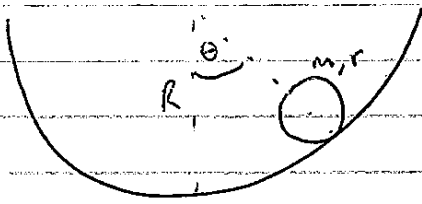
$$V = \frac{4}{9} u \quad w = \frac{4u}{9R}$$

(2) במקרה זה, ליימור המתח בקווי זרם
 במקרה (2), מילוא ליימור (4), מילוא
 בליימור המתח פזיוני מילוא פזיוני מתח
 של פזיוני:

$$(6) m u \cdot \frac{R}{3} + I w = -R J$$

מתבונן (4) - (6) ניתן, במקרה זה:

$$V = \frac{2}{9} u \quad w = \frac{2u}{9R}$$



$$r \ll R$$

$$\theta(0) = \theta_0$$

Problem 11 Seite 2

$$v(\theta) = ?$$

$$E_{tot} = \text{const}$$

$$E_i = m g R (1 - \cos \theta_0)$$

$$E_f = m g R (1 - \cos \theta) + \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$\Rightarrow m g R (1 - \cos \theta_0) = m g R (1 - \cos \theta) + \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{2}{5} m r^2 \right) \frac{v^2}{r^2}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{10}{7} g R (\cos \theta - \cos \theta_0)}$$

$$N(\theta) = ?$$

$$N - m g \cos \theta = F_c = \frac{m v^2}{R}$$

$$\Rightarrow N = m g \left[\frac{17}{7} \cos \theta - \frac{10}{7} \cos \theta_0 \right]$$

Wichtig: $\theta_0 \ll 1$

$$E = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 + m g R (1 - \cos \theta)$$

$$= \frac{7}{10} m v^2 + \frac{1}{2} m g R \theta^2$$

$$= \frac{7}{10} m \dot{\theta}^2 R^2 + \frac{1}{2} m g R \theta^2$$

$$0 = \dot{E} = \frac{7}{5} m R^2 \dot{\theta} \ddot{\theta} + \frac{1}{2} m g R 2 \theta \dot{\theta}$$

$$\Rightarrow \ddot{\theta} = - \frac{5g}{7R} \theta \quad \rightarrow \quad \tilde{\omega} = \sqrt{\frac{5g}{7R}}$$

כתיבת המומנטום: \vec{p}

3. א. נסתכל בראשון קראו של שני החלקים לפני הכתיבה:

$$P_{M,1} = (m_0 c, 0, 0, 0) \quad P_{M,2} = (E/c, 0, 0, (E^2/c^2 - m_0^2 c^2)^{1/2})$$

↑
שני אנרגיה מנוחה

↑
אנרגיה כוללת של החלקיק

האנרגיה נכנסת במסה, מינימום האנרגיה יתקבל כאשר שני החלקים נעים במהירות זהה, זוויתית, במנוחה, זוויתית.

$$P_{M,f,cm} = ((m_{0,1} + m_{0,2})c, 0, 0, 0)$$

כדי לקבל את $P_{M,f,cm}$ - $P_{M,1}$ ו- $P_{M,2}$ נסתכל ב"האנרגיה הכוללת" של קוונט, 3 כתיבה, אתה נוסף:

$$P_{M,1} + P_{M,2} = (E_{TOT}/c, \vec{P}_{TOT})$$

$$\underbrace{E_{TOT}^2/c^2 - P_{TOT}^2}_{\substack{\text{מתואר במסגרת המערכת} \\ \text{שני החלקים שנייה}}} = \underbrace{E_{cm}^2/c^2}_{\substack{\text{מתואר במערכת} \\ \text{המנוחה של המסה הכוללת}}} - \underbrace{(\vec{p}_{TOT})^2}_{\substack{\text{כאמור} \\ \text{המסה!}}}$$

$$(m_0 c + E/c)^2 - E^2/c^2 + m_0^2 c^2 = (m_{0,1} + m_{0,2})^2 c^2$$

קבוצה את 3 שטחים:

$$m_0^2 c^2 + 2m_0 E + \cancel{E^2/c^2} - \cancel{E^2/c^2} + m_0^2 c^2 = (m_{0,1} + m_{0,2})^2 c^2$$

$$\rightarrow 2m_0 E + 2m_0^2 c^2 = (m_{0,1} + m_{0,2})^2 c^2$$

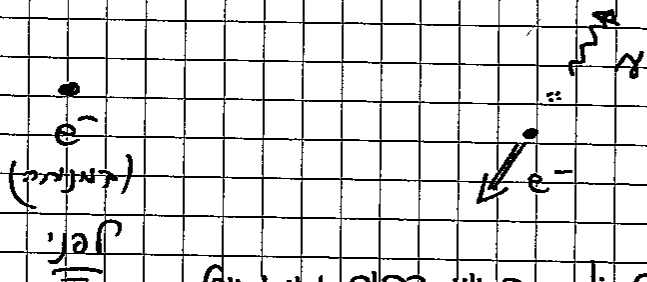
הערות הבודק

עברך נקרא:

$$E = \frac{1}{2m_0} \left((m_{0,1} + m_{0,2})^2 c^2 - 2m_0^2 c^2 \right)$$

פ.ד.נ

ה' במתנין קלאסי הדיאלקט, קבועין אל התהליך \rightarrow מנעין מנען המסד
 של האלקטרון. המערכת של (הוא):



בהיג' e^- - \vec{p}_e בכיוון קבוע - בכיוון הפוך ואנרגיה
 γ - \vec{p}_γ כי אנרגיה יהיה הכיוון נגדו למעלה למטה ההתנגדות, כיוון הכיוון
 כי כיוון זה קבוע ההתנגדות/כיוון זה לא יהיה משמעותי.

$$\vec{p}_e = -\vec{p}_\gamma$$

קבוע, נזכר קבוע (למה כיוון \vec{p}_e בכיוון \hat{x}) (הצגת כיוון \hat{x})



(סתכלו ב' האנדרג' תנאים):

קבוע זמני

$$e: (\gamma m_e c, \underbrace{-(\gamma - 1) m_e c}_{\vec{p}})$$

$$p: (m_e c, 0, 0, 0)$$

$$ph: (E_\gamma/c, \underbrace{E_\gamma/c}_{\vec{p}})$$

סוגי פוטון: E_γ/c

$$m_e c = \gamma m_e c + E_\gamma/c$$

$$0 = -(\gamma - 1) m_e c + E_\gamma/c$$

שימו לב להכפף הנג' זהו:

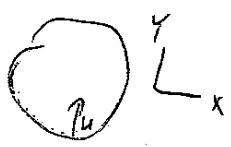
אנרגיה השייך השני ינון קבועים עם בהיג' מתאימה של E_γ , אך
 קבועים ינון קבועים אל השייך בהיג' בו כי γ ו- E_γ .

הערות הבודק
 השייך מתקיים אך ינון זהו $\gamma = 1$ ו- $E_\gamma = 0$, בהיג'ו שלתקוותיו של
 קנה שלם (כי הוא פשוט פוטון או אנרגיה והתקבועים המשמעותיים
 באותה מהיג').

4) במערכת הקרמיקה יגיע כוח קוריוולום

בכיוון ירידה לתורה. מכיוון $d < R$ ניגן פג'ק

U- ל גבי מאורך יחסית ארוכה יותר ונניח שהיא קבועה בגובה 15. 15.



$\overset{\text{כוח ארוך}}{\overset{\text{בכיוון הירידה}}{\chi}} = \frac{2wR}{d} = 2wR$

$\Rightarrow \chi = \frac{1}{2} 2wR t^2$

$t = \frac{R}{4}$ \Rightarrow המרחק ירד

ולכן התנאי של הבעיה הוא

$2wR \left(\frac{R}{4}\right)^2 \leq \frac{d}{2} \Rightarrow \chi \geq \frac{2wR^2}{d}$

במערכת המעובה, הקפיץ מקבל ארוכות בכיוון ק"כ X התחמית של R.w ולכן נקודת

$R \cdot w \cdot t \leq \frac{d}{2}$

$\Rightarrow \frac{RwR}{4} \leq \frac{d}{2} \Rightarrow \chi \geq \frac{2wR^2}{d}$

כאשר יורד ארוכות יותר

(5) $L = m \sqrt{GM_E a (1 - e^2)}$ הנ"ל

$= 4m2R_E \sin 60^\circ$

$E = \frac{GM_{em}}{2a} = \frac{GM_{em}}{2R_E} + \frac{1}{2} m v^2$ אנרגיה

אם באקסטרמיטות נ'תן ארשום א'תו'ר

$E^2 = 1 - \frac{2L^2}{GM^2}$

$E^2 = 1 - 3\beta^2(1 - \beta^2)$ א'כ'ן ס'ג'נ' מ'ק'ב'ל'ים

א'מ'ר'ת'ק' ה'ע'נ'ת' נ'ת'ן י'ר'

$a \cdot (1 - E) = \frac{R_E}{1 - \beta^2} \left(1 - (1 - 3\beta^2(1 - \beta^2))^{\frac{1}{2}} \right)$

נ'ב'ר'ו'ש' ש'ת'א' א'ה'י' א'ז'ו'ה' א'ר'ע' R_E

$\Rightarrow 1 - \beta^2 = 1 - (1 - 3\beta^2(1 - \beta^2))^{\frac{1}{2}}$

$\Rightarrow \beta^4 = 1 - 3\beta^2(1 - \beta^2)$

א'מ'ר'ו' $\beta^2 = x$ | $x < 1$

$2x^2 - 3x + 1 = 0 \Rightarrow x = \frac{3 \pm \sqrt{9 - 8}}{4}$

$a(1 - E) = R_E$

$1 - E = \frac{R_E}{a}$

$-E = \frac{R_E}{a} - 1$

$E^2 = \left(\frac{R_E}{a}\right)^2 - 2\frac{R_E}{a} + 1$

$1 - 3\beta^2(1 - \beta^2) = (1 - \beta^2)^2 - 2(1 - \beta^2) + 1$

$-3\beta^2 = 1 - \beta^2 - 2$

$2\beta^2 = 1$

$$L = m u r \dot{\phi} \sin \theta$$

התנוד של האופן יג'ג נתון י'י

$$= m \sqrt{GM_E a (1-e^2)}$$

נתון י'י

$$E = -\frac{GM_E m}{2R_E} + \frac{m u^2}{2} = -\frac{GM_E m}{2a}$$

$$\Rightarrow a = \frac{R_E}{1-\beta^2} \quad e^2 = 1 - 3\beta^2(1-\beta^2)$$

כדי שכל המכנים יהיו חיוביים

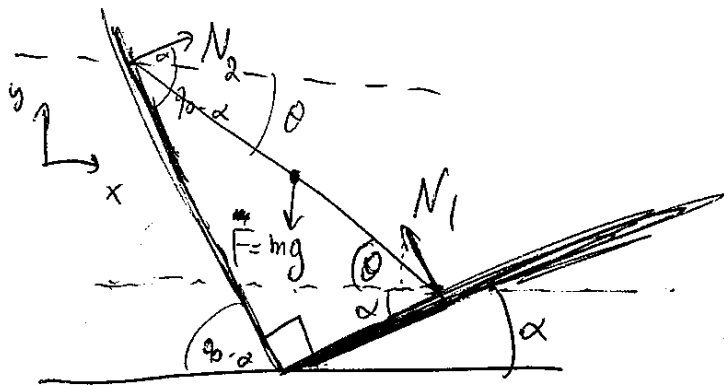
$$\Rightarrow 1-e \geq \frac{R_E}{a} \Rightarrow -e \geq \frac{R_E}{a} - 1 \Rightarrow e^2 \leq \left(\frac{R_E}{a}\right)^2 - \frac{2R_E}{a} + 1$$

$$1 - 3\beta^2(1-\beta^2) \leq \left(\frac{R_E}{a}\right)^2 - \frac{2R_E}{a} + 1$$

$$\Rightarrow -3\beta^2 \leq 1 - \beta^2 - 2 \Rightarrow \beta = \pm \frac{1}{\sqrt{2}}$$

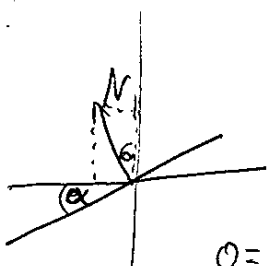
$$\frac{1}{\sqrt{2}} \leq \beta \leq 1 \quad \text{כאשר}$$

ER של האופן
נתון י'י



6. מן המידות θ ו- α
 לך זווית קטנה
 מן המידות θ ו- α
 $\theta = ?$

התנאי הנחוצים הם $\vec{F} = -mg\hat{y}$ ו- $\vec{\tau} = 0$



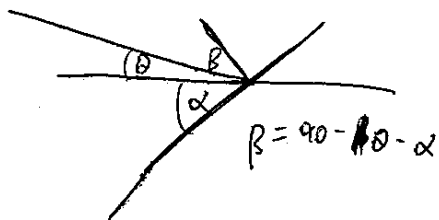
כוחות $\sum \vec{F} = 0$
 מומנטים $\sum \vec{\tau} = 0$

$$0 = \sum F_x = -N_1 \sin \alpha + N_2 \cos \alpha \Rightarrow N_2 = N_1 \tan \alpha$$

$$0 = \sum F_y = N_1 \cos \alpha + N_2 \sin \alpha - mg \Rightarrow mg = N_1 \cos \alpha + N_1 \tan \alpha \sin \alpha = N_1 \frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos \alpha} = \frac{N_1}{\cos \alpha}$$

התנאי הנחוצים הם $\vec{F} = -mg\hat{y}$ ו- $\vec{\tau} = 0$

$$0 = \sum \tau_z = \frac{L}{2} \cdot N_2 \cdot \sin(\alpha + \alpha) - \frac{L}{2} \cdot N_1 \cdot \sin(90 - \alpha - \alpha)$$



$$\Rightarrow N_2 \sin(\alpha + \alpha) = N_1 \cos(\alpha + \alpha)$$

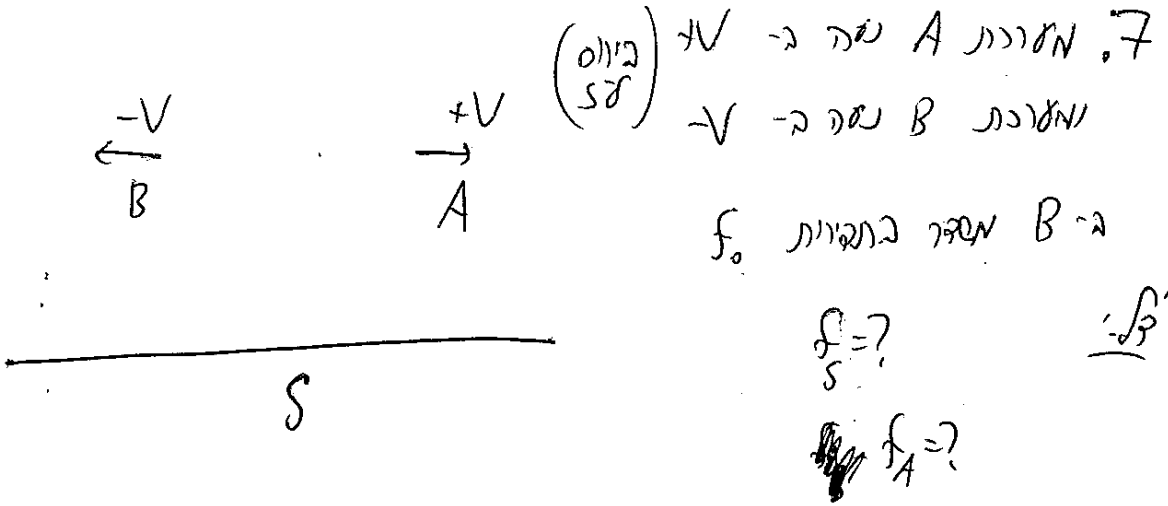
$$\Rightarrow \frac{N_1 \sin \alpha}{\cos \alpha} \sin(\alpha + \alpha) = N_1 \cos(\alpha + \alpha)$$

$$\Rightarrow 0 = \cos(\alpha + \alpha) \cos \alpha - \sin(\alpha + \alpha) \sin \alpha = \cos(\alpha + 2\alpha)$$

$$\Rightarrow \alpha + 2\alpha = \pi/2$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} - 2\alpha$$

done



בתנאי של קולר נ-ס ב- β :

$$f_s = f_0 \cdot \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} = f_0 \cdot \sqrt{\frac{1-v/c}{1+v/c}}$$

ו- $f_s < f_0$, נראה להטחה אדום (מקור מתרחק)

ב. כאשר נעשה את V_{AB} , מהיות B המנוחה ל A, במערכת סרט עובטם אחריות, ולפיכך אף שיש V_{AB} התקין; אלא יותר שיש למצוא שיהיה בין S ל A הם כמו היהם

בין B ל S, S ו- S

$$f_A = f_s \sqrt{\frac{1+v/c}{1-v/c}} = f_0 \cdot \sqrt{\frac{1-v/c}{1+v/c}} \cdot \sqrt{\frac{1+v/c}{1-v/c}} = f_0 \cdot \frac{1-v/c}{1+v/c}$$

(שיה קלאסי הסתרה אדום)
שני