<1_4213>

1.) נחשב את עבודת כח החיכוך כשהגוף עובר את d המרחק המבוקש.

הזווית בין כיוון התקדמות -
וכיוון החיכוך.

$$W=\int \vec{F}d\vec{r} = \int f_k dx \cos(180^\circ) = -\int_0^d f_k dx$$

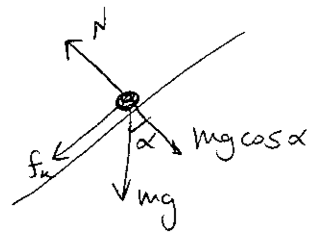
כח החיכוך קבוע ולכן ניתן להוציא אותו מהאינטגרל.

$$= -f_k\int_0^d dx = -f_k d = -\mu N d$$

אז נותר רק לחשב את הנורמל של הגוף

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

$$N = mg\cos\alpha$$



$$W = -\mu mg\cos\alpha \cdot d$$

2.) עכשיו נחשב את מהירות הגוף בקצה המסלול (נשתמש במשפט עבודה-אנרגיה מכנית.

$$E_f - E_i = W$$

$$E_f = \frac{1}{2}mv^2 + mgH \quad ; \quad E_i = \frac{1}{2}kx^2$$

$$W = -\mu mg\cos\alpha d$$

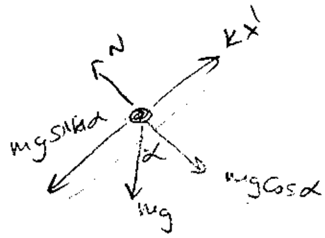
$$\frac{1}{2}mv^2 + mgH - \frac{1}{2}kx^2 = -\mu mg\cos\alpha d$$

$$V = \sqrt{\frac{k}{m}x^2 - 2gH - 2\mu g\cos\alpha \cdot d}$$

כאשר הכיוון של הוקטור הוא בזווית α עם לכיוון האופקי.

3.) המהירות המקסימלית של הגוף היא כאשר תאוצת הגוף שווה לאפס, כלומר בשיווי משקל. אז קודם נחשב את נק' שיווי המשקל.

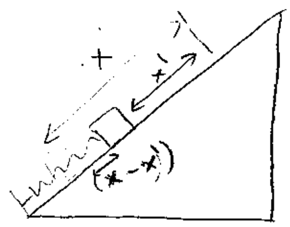
$$kx' - mg\sin\theta = 0 \rightarrow a=0$$
$$N - mg\cos\theta = 0 \quad \text{ש.מ.}$$



לכן התכווצות הקפיץ כאשר המהירות מקסימלית היא

$$x' = \frac{mg\sin\alpha}{k}$$

בנקודה (3) נחשב את גובה הגוף.



הגובה הוא הפרש

$$h = (x-x')\sin\alpha$$

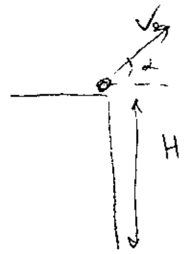
לכן נוכל עכשיו להשתמש בשימור אנרגיה.

$$E_i = \frac{1}{2}kx^2 \quad ; \quad E_f = \frac{1}{2}mv_{max}^2 + \frac{1}{2}kx'^2 + mg(x'-x)\sin\alpha$$

$$\frac{1}{2}mV_{max}^2 + \frac{1}{2}kx'^2 + mg(x-x')\sin\alpha = \frac{1}{2}kx^2$$

$$V_{max} = \sqrt{\frac{k}{m}(x^2 - x'^2) - 2g(x-x')\sin\alpha}$$

4.) השאלה עכשיו היא שאלה פשוטה של זריקה אופקית — מגובה H



$$y = H + V_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$x = V_0 \cos\alpha \cdot t$$

נחשב כמה זמן יקח לגוף להגיע בחזרה לאפס בציר y ועם נציב את הזמן למשוואה של x.

$$0 = H + V_0 \sin\alpha\, t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$t_{1,2} = \frac{+V_0 \sin\alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2\alpha + 2gH}}{g}$$

הסימן החיובי הוא הרלוונטי ולכן

$$t = \frac{V_0}{g} \sin\alpha \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gH}{V_0^2 \sin^2\alpha}}\right)$$

אז המרחק יהיה

$$x = \frac{V_0^2 \cos\alpha}{g} \sin\alpha \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gH}{V_0^2 \sin^2\alpha}}\right)$$

א.) נחשב את הגובה המקסימלי אליו מגיע המסה. מציין שהגופים שניהם חופשיים לנוע אז כאשר המסה עולה על הגוש המשופע שני הגופים נעים. המסה הקטנה מפסיק לנוע ביחס למסה המשופעת אז המהירות של שניהם תהיה שווה.

נבדוק אילו שימורים מתקיימים במערכת.

* תנע: על המערכת פועל רק כח חיצוני רק במישור (mg) ולכן יש שימור תנע בציר ה-x.

* אנרגיה: אין חיכוך ולא משהו שפועל על המערכת ולכן יש שימור אנרגיה במערכת.

נבחר את "ההתחלה" ברגע שלפני שהגוף הקטן עולה על המסה המשופעת. ואת "הסוף" ברגע שהגוף "עוצר" על המסה המשופעת, כלומר הרגע בו לשני הגופים אותה מהירות.

שימור תנע:

$$P_f = P_i$$

$$P_i = mV_0 = mu + Mu = P_f$$

$$u = \frac{mV_0}{m+M}$$

שימור אנרגיה:

$$E_f = E_i$$

$$E_i = \frac{1}{2} m v_0^2 , \quad E_f = \frac{1}{2}(m+M)u^2 + mgh$$

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2}(m+M) u^2 + mgh$$

$$h = \frac{1}{2}\frac{v^2}{g} - \frac{1}{2}\left(1+\frac{M}{m}\right)\frac{u^2}{g}$$

2.) שיטה שניה בשימור תנע ואנרגיה של המערכת

$\leftarrow$ שימור תנע:
$$(1)\quad mV_0 = Mu_1 + mu_2$$

$\leftarrow$ שימור אנרגיה:
$$(2)\quad \frac{1}{2}mV_0^2 = \frac{1}{2}Mu_1^2 + \frac{1}{2}mu_2^2$$

$$\Leftarrow \quad m(V_0 - u_2) = Mu_1$$

$$\div \quad m(V_0^2 - u_2^2) = Mu_1^2$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{\cancel{V_0 - u_2}}{\cancel{(V_0 - u_2)}(V_0 + u_2)} = \frac{1}{u_1} \Rightarrow \quad (3)\quad u_1 = V_0 + u_2$$

נשאר לפתור במשוואות (1) ו-(3)

$$\begin{cases} mV_0 = Mu_1 + mu_2 \\ u_1 = V_0 + u_2 \end{cases}$$

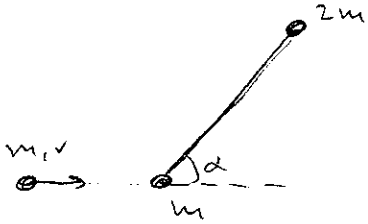
$$mV_0 = MV_0 + (M+m)u_2$$

$$u_2 = \frac{(m-M)}{M+m}V_0$$

$$mV_0 = Mu_1 + m\frac{(m-M)}{M+m}V_0$$

$$u_1 = \frac{m}{M}\left(1 - \frac{m-M}{M+m}\right)V_0$$

<1-6613>



1.) הגדלים הנשמרים בבעיה:

* תנע: אין כוחות חיצוניים ולכן יש שימור תנע
* תנ"ז: אין מומנט של כוחות חיצוניים ולכן יש שימור תנ"ז
* אנרגיה: ההתנגשות פלסטית ולכן אין שימור אנרגיה.

2.) מכיוון שיש שימור תנע אז תנע המערכת לפני ואחרי שווים, מכאן שתנע מרכז המסה בעצמו שווה כל הזמן, ונחשב את מהירות מרכז המסה בעזרת התנע.

$$V_{cm} = \frac{P_{cm}}{4m} = \frac{mV_0}{4m} = \frac{V_0}{4}$$

3) לפני ההתנגשות הגוף לא נע ולכן המוט לא מפעיל שום כח על המסות.
לאחר ההתנגשות הגופים עושים תנועה מעגלית ולכן נחשב את הכח שהמוט מפעיל על הגופים בעזרת תנועתם המעגלית.

$$N = 2ma_r = 2m\frac{V^2}{R}$$

הכח שהמוט מפעיל.

נשים לב שמה שמעניין אותנו זה רק המהירות המשיקית של הגוף שקשורה לתנועה המעגלית ולא מהירות הכוללת.

$$V = \omega \cdot \frac{L}{2}$$

אז נחשב את המהירות הזוויתית של הגוף. נמצא אותה בעזרת שימור תנ"ז (נחשב את התנ"ז לפני ואחרי ונשווה. ציר הסיבוב יהיה מרכז המסה של המערכת מכיוון שאין כוחות חיצוניים.

$$L_i = mV_0\underbrace{\sin\alpha \cdot \frac{L}{2}}_{r_\perp}$$

$$L_f = I_{total}\,\omega = \left(2m\left(\frac{L}{2}\right)^2 + 2m\left(\frac{L}{2}\right)^2\right)\omega = mL^2\omega$$

$$\cancel{m}V_0\sin\alpha\,\frac{L}{2} = \cancel{m}L^{\cancel{2}}\omega$$

$$\omega = \frac{V_0\sin\alpha}{2L}$$

ולכן הנורמל יהיה

$$N = 2m\omega^2\frac{L}{2} = \frac{mV_0^2\sin^2\alpha}{4L}$$