

1

$$\rho_{ICE} = 0.9 \frac{g}{cm^3} \left(\frac{1kg}{1000g} \right) \left(\frac{10^2 cm}{1m} \right)^3 = \frac{0.9 \cdot (10^2)^3}{10^3} \frac{kg}{m^3} = 0.9 \cdot 10^{6-3} \frac{kg}{m^3} = 900 \frac{kg}{m^3}$$

$$D_{COMET} = 9 km \rightarrow R_{COMET} = \frac{D_{COMET}}{2} = 4500 m$$

$$R_{\oplus} = 6371 km = 6371 \cdot 10^3 m$$

כמה קרה יש בכוכב הלכת?

1.1

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho_{ICE} V_{COMET} = \rho_{ICE} \cdot \frac{4}{3} \pi R_{COMET}^3$$

אחרי שכל הקרח הפך יותר למים, מה יהיה נפח המים?

$$V = \frac{m}{\rho_{WATER}} = \frac{4}{3} \pi R_{COMET}^3 \frac{\rho_{ICE}}{\rho_{WATER}}$$

לגודל המים יהיו ים-ה-ה-מלחים, מה הנפח שיתלווה ללאקיינוסים?

$$V = S_{EARTH} \cdot \frac{71}{100} \cdot h = 4\pi R_{\oplus}^2 \cdot \frac{71}{100} \cdot h$$

$$4\pi R_{\oplus}^2 \cdot \frac{71}{100} \cdot h = \frac{4}{3} \pi R_{COMET}^3 \cdot \frac{\rho_{ICE}}{\rho_{WATER}} \quad \text{נשאלת הן של הנפחים האלה:}$$

$$h = \frac{1}{3} \cdot \frac{100}{71} \frac{R_{\text{COMET}}^3}{R_{\oplus}^2} \cdot \frac{\rho_{\text{ICE}}}{\rho_{\text{WATER}}}$$

נקבל

$$h = 9.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

מבנים הים יסלף הפחית 1 מ-מילימטר!

$$1 \text{ bomb} = 15 \text{ k ton TNT}$$

$$1 \text{ ton TNT} = 4.18 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$E = 10^9 \text{ bomb}$$

1.2

$$E = 10^9 \text{ bomb} \left(\frac{15 \cdot 10^3 \text{ ton TNT}}{1 \text{ bomb}} \right) \left(\frac{4.18 \cdot 10^9 \text{ J}}{1 \text{ ton TNT}} \right) = 10^9 \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 4.18 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$E = 15 \cdot 4.18 \cdot 10^{21} \text{ J}$$

כמה מצאנו את מסת כוכב הלכת בסוף הקורס:

$$m = \rho_{\text{ICE}} \cdot \frac{4}{3} \pi R_{\text{COMET}}^3$$

כל האנרגיה הקינטית שלוה E-δ:

$$K = \frac{mv^2}{2} = E$$

$$\rho_{\text{ICE}} \cdot \frac{4}{3} \pi R_{\text{COMET}}^3 \cdot \frac{v^2}{2} = 15 \cdot 4.18 \cdot 10^{21}$$

$$v^2 = \frac{3}{4} \frac{1}{\pi} \frac{1}{\rho_{\text{ICE}}} \frac{1}{R_{\text{COMET}}^3} \cdot 2 \cdot 15 \cdot 4.18 \cdot 10^{21}$$

$$v = 1.9 \cdot 10^4 \text{ m/s} \approx 69 \cdot 10^3 \text{ km/h}$$

$$m_1 = 10g = 10^{-2} \text{ kg}$$

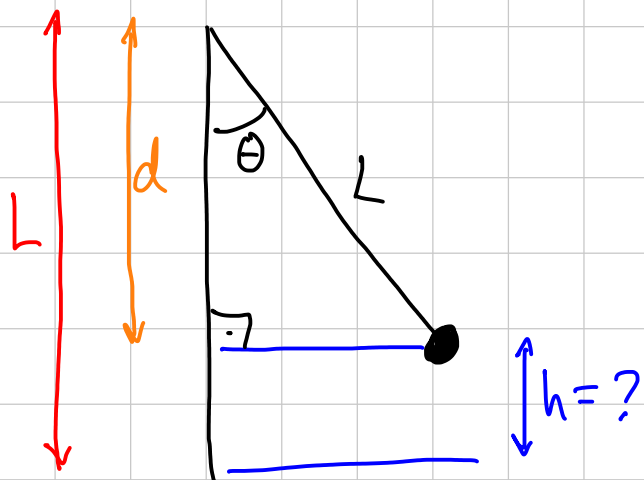
$$m_2 = 2 \text{ kg}$$

$$L = 76 \text{ cm}$$

$$\theta = 26^\circ$$

2

2.1



$$h = L - d$$

$$\cos \theta = \frac{d}{L} \rightarrow d = L \cos \theta$$

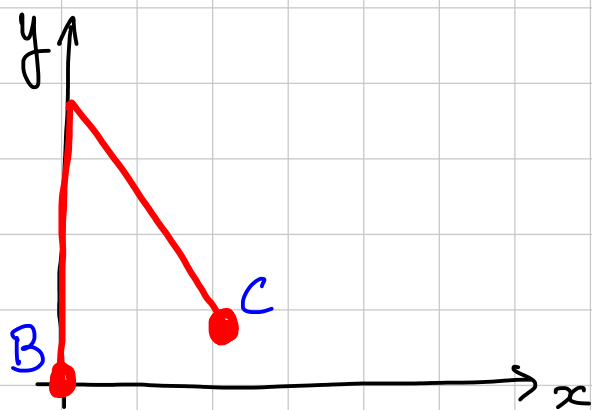
$$h = L - L \cos \theta =$$

$$h = L(1 - \cos \theta)$$

$$h \approx 0.08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$$

ענשן הלימור אטרדיה אין נצנצן B ד-ס :

2.2



$$E_B = E_C$$

$$K_B + U_B^{\text{grav}} = K_C + U_C^{\text{grav}}$$

$$\frac{m v_f^2}{2} + m g y_B = \frac{m v_c^2}{2} + m g y_c$$

$$v_f^2 = 2 g y_c = 2 g h$$

$$v_f = \sqrt{2 g h} = 1.2 \text{ m/s}$$

$$y_B = 0$$
$$y_C = h$$
$$v_c = 0$$

$$v_B = v_f = ?$$

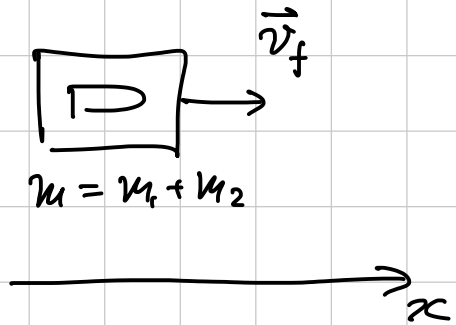
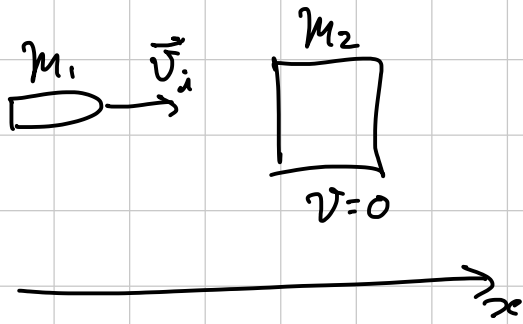
$$m = m_1 + m_2$$

משמאל כלימור תגז קוון הן מצב B מצב A

2.3

(A)

(B)



$$\vec{v}_i = v_i \hat{x}$$

$$\vec{v}_f = v_f \hat{x}$$

$$\vec{p}_A = \vec{p}_B$$

$$m_1 \vec{v}_i = (m_1 + m_2) \vec{v}_f$$

$$m_1 v_i \hat{x} = (m_1 + m_2) v_f \hat{x}$$

$$v_i = \frac{(m_1 + m_2)}{m_1} \cdot v_f$$

$$v_i = \frac{(m_1 + m_2)}{m_1} \sqrt{2gh} \approx 250 \text{ m/s}$$

לא נכון. ההתנגשות בין הקליעים עמוקה לא הייתה התנגשות אלסטית, עמוקה, זו הייתה התנגשות אלסטית לחלוטין. עטן, חלק מהאנרגיה המנגיית הולכת לאיבוד (הופכת לחום, עומס).

2.4

לא נכון. במצב A קיוו תגז לכיוון ימין $(\vec{p}_i = m_1 \vec{v}_i)$ ובמצב B התערכת קליע עמוקה במטולה, עטן התגז הקוון הוא אפס. הועקרה, ועומסה על כפור הארץ, צריכים להיות חלק מהתערכת כדי שתקיים שימור תגז.

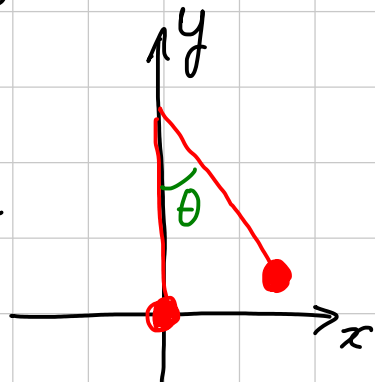
2.5

2.6

המטוטלת היינה מתרננת כעץ, בלי לאהב
 אנרגיה מכנית. תנודות אלה נקראות
 "תנודה אזוסימטריות".

האנרגיה הפוטנציאלית הרלוונטית פה היא הגרביטציונית:

$$U^{GRAV} = mgy$$

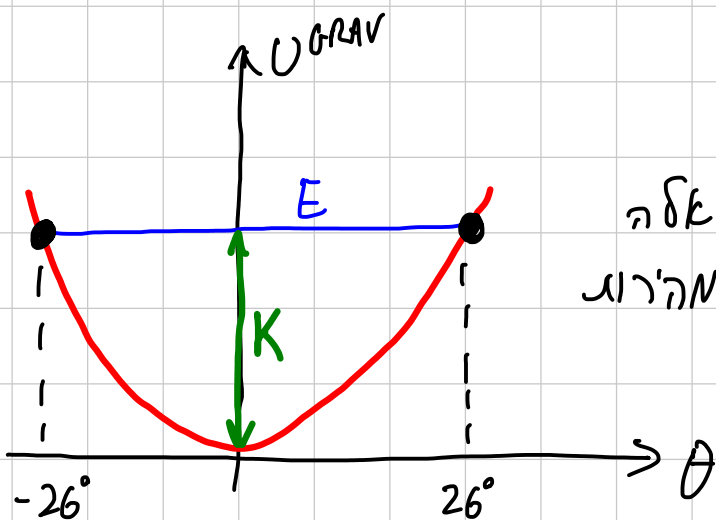


PK נקבע ל- $y=0$ כאשר המטוטלת נמצאת בנקודה
 הכל נמוכה, אז לפי סעיף 2.1 הגובה של המטוטלת
 יהיה

$$y = L(1 - \cos\theta)$$

לכן האנרגיה הפוטנציאלית תהיה

$$U^{GRAV} = mgL(1 - \cos\theta)$$

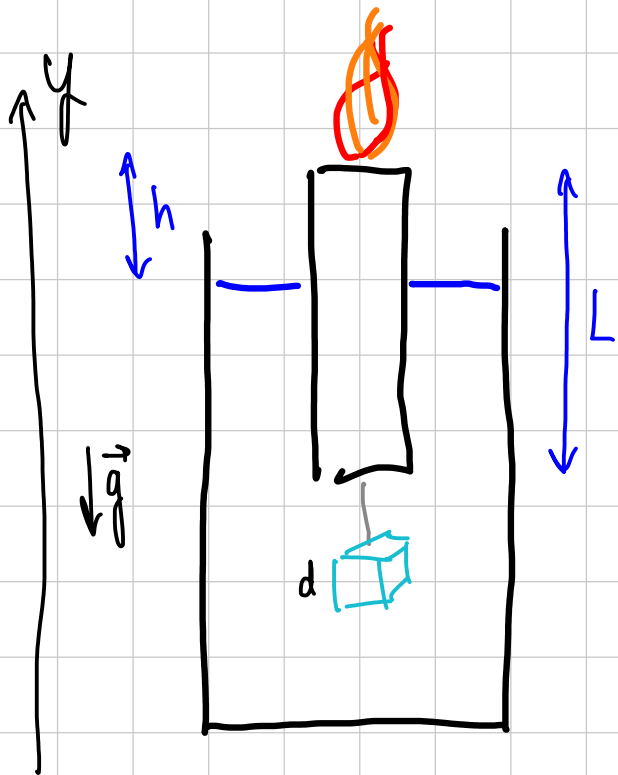


המטוטלת תתננה בין
 שתי הנקודות השחורות: אלה
 נקודות המסנה, כאשר המהירות
 של המטוטלת היא אפס.

מטוטלת יש מנה
 קבועה של אנרגיה מכנית E,
 וכך הזמן יש המרה מאנרגיה קינטית, K, לאנרגיה פוטנציאלית,
 U^{GRAV} , וחזרה ל-K.

כאשר המטוטלת הכי נמוכה ($\theta=0$), מהירותה תהיה
 מירבית, כי א יהיה מירבי.

3



$$L_0 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$R = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}$$

$$v = 1 \text{ cm/h}$$

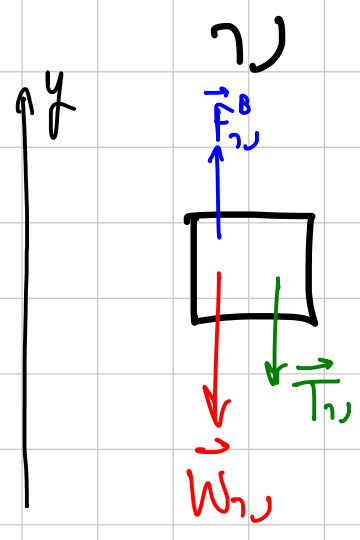
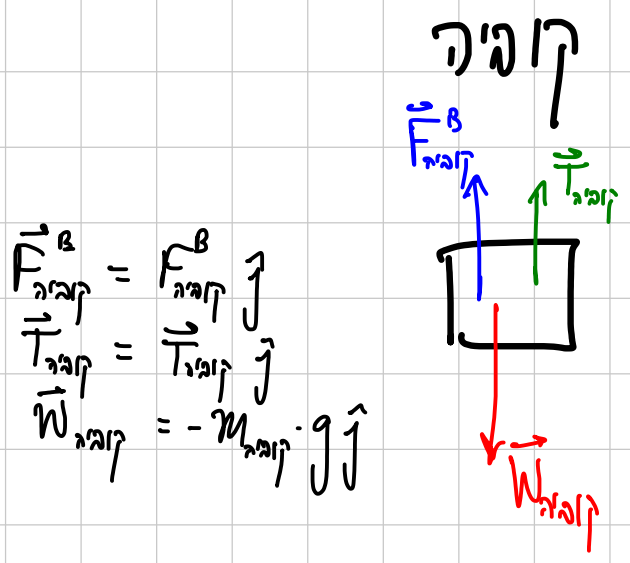
$$d = 0.5 \text{ cm}$$

$$\rho_{\text{דסרז}} = 7.9 \text{ g/cm}^3 = 7900 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{נ}} = 0.9 \text{ g/cm}^3 = 900 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{פנ}} = 1.0 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

3.1

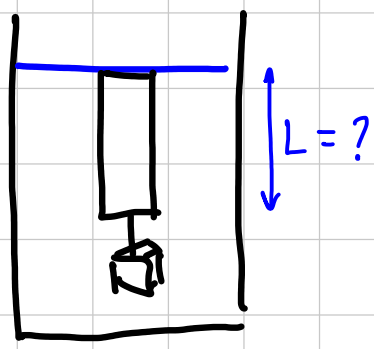


$$\vec{F}_{\text{נ}}^{\beta} = F_{\text{נ}} \hat{j}$$

$$\vec{W}_{\text{נ}} = -m_{\text{נ}} g \hat{j}$$

$$\vec{T}_{\text{נ}} = -T_{\text{נ}} \hat{j}$$

3.2



סוג הקובייה:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m_{\text{קובייה}} = \rho_{\text{דסרז}} \cdot V_{\text{קובייה}}$$

$$V_{\text{קובייה}} = d^3 ; d = 0.5 \text{ cm} = 0.5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

סוג הנ:

$$V_{\text{נ}} = \pi R_{\text{נ}}^2 \cdot L \text{ כאלו , } m_{\text{נ}} = \rho_{\text{נ}} \cdot V_{\text{נ}}$$

שני הטאבים צוחקים את המים הככל הנפח שלהם, עכ"ל:

$$F_{\nu}^B = m_{\text{נוזל}} \cdot g = \rho_{\text{נוזל}} V_{\nu} \cdot g$$

$$F_{\text{קוביה}}^B = m_{\text{קוביה}} \cdot g = \rho_{\text{נוזל}} V_{\text{קוביה}} \cdot g = \rho_{\text{נוזל}} \cdot d^3 \cdot g$$

$$|\vec{T}_{\nu}| = |\vec{T}_{\text{קוביה}}| = T \quad \text{יבוע ענו כי}$$

כל אחד מהטאבים במנוחה, עכ"ל $\sum \vec{F} = 0$:

<u>קוביה</u>		<u>נוזל</u>
$\vec{W}_{\text{קוביה}} + \vec{F}_{\text{קוביה}} + \vec{T}_{\text{קוביה}} = 0$		$\vec{W}_{\nu} + \vec{F}_{\nu}^B + \vec{T}_{\nu} = 0$
$-m_{\text{קוביה}} g \hat{j} + \rho_{\text{נוזל}} \cdot d^3 \cdot g \hat{j} + T \hat{j} = 0$		$-m_{\nu} g \hat{j} + \rho_{\text{נוזל}} \cdot V_{\nu} \cdot g \hat{j} - T \hat{j} = 0$
$-\rho_{\text{סלניום}} \cdot d^3 g + \rho_{\text{נוזל}} d^3 g + T = 0$		$-\rho_{\nu} \cdot V_{\nu} g + \rho_{\text{נוזל}} \cdot V_{\nu} g - T = 0$
$T = d^3 g (\rho_{\text{סלניום}} - \rho_{\text{נוזל}})$		$T = V_{\nu} \cdot g (\rho_{\text{נוזל}} - \rho_{\nu})$

$$V_{\nu} \cdot g (\rho_{\text{נוזל}} - \rho_{\nu}) = d^3 g (\rho_{\text{סלניום}} - \rho_{\text{נוזל}})$$

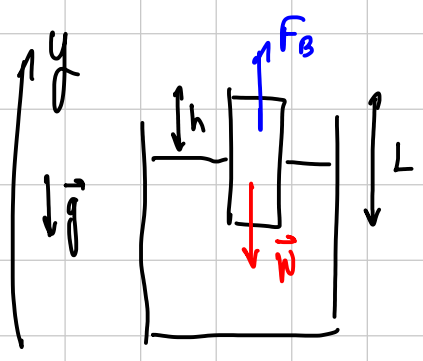
$$\pi R_{\nu}^2 \cdot L = d^3 \left(\frac{\rho_{\text{סלניום}} - \rho_{\text{נוזל}}}{\rho_{\text{נוזל}} - \rho_{\nu}} \right)$$

$$L = \frac{d^3}{\pi R_{\nu}^2} \left(\frac{\rho_{\text{סלניום}} - \rho_{\text{נוזל}}}{\rho_{\text{נוזל}} - \rho_{\nu}} \right) = 2.7 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 2.7 \text{ cm}$$

הוסבר מילואים:

אילו לא הייתה קואיט ברזל, החלק העליון של הנר היה תמיד מתנפף למיץ. הוא קובקו כפי שצד החלק העליון לא נואם במיץ, וזה תמיד נכון. נר בעל אורך 10cm שמתקצר מאד כפי שעה, יגיע לאורך אפס כעבור עשר שעות. לכן, הנר היה ככה בשעה

13:00 + 10 שעות = 23:00



הוסבר מנחש:

כפי שראינו נטון הנר בשיווי משקל:
 $\vec{W} + \vec{F}^b = 0$

$-m_{\downarrow} g + m_{\uparrow} g = 0$

$m_{\uparrow} = \rho_{\uparrow} \cdot V_{\uparrow} = \rho_{\uparrow} \cdot \pi R^2 \cdot L$

$m_{\downarrow} = \rho_{\downarrow} \cdot \pi R^2 (L-h)$

$\rho_{\uparrow} \cdot \pi R^2 \cdot L = \rho_{\downarrow} \cdot \pi R^2 (L-h)$
 $\rho_{\uparrow} \cdot h = L(\rho_{\downarrow} - \rho_{\uparrow})$

$\frac{h}{L} = \frac{\rho_{\downarrow} - \rho_{\uparrow}}{\rho_{\downarrow}}$

היחס בין ה- L נשאר תמיד קבוע!

כפי שצד הנר קיים (L > 0), יהיה חלק מתנפף למיץ (L > h)!
 לכן הנר ייכבה כעבור 10 שעות, בשעה 23:00.