

$$E_{2019} = 580 \cdot 10^{18} \text{ J}$$

1

$$1 \text{ bomb} = 15 \text{ kiloton TNT} = 15 \cdot 10^3 \text{ ton TNT}$$

$$1 \text{ ton TNT} = 4.184 \cdot 10^9 \text{ J}$$

1.1

$$E_{2019} = 580 \cdot 10^{18} \text{ J} \left(\frac{1 \text{ ton TNT}}{4.184 \cdot 10^9 \text{ J}} \right) \left(\frac{1 \text{ bomb}}{15 \cdot 10^3 \text{ ton TNT}} \right) = \frac{580 \cdot 10^{18}}{4.184 \cdot 10^9 \cdot 15 \cdot 10^3} \text{ bomb} = 9.24 \cdot 10^6 \text{ bomb}$$

צרכית האנרגיה העולמית ה-2019 שווה כמעט 10 מיליארד
במבצות הירושלמי!

$$1 \text{ L} = 30 \text{ MJ} = 30 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$933 \text{ km} = 1 \text{ h} \text{ מהירות המטוס}$$

$$4 \text{ L} = 1 \text{ s}$$

$$1 \text{ turn} = 2\pi R_{\oplus} = 2\pi \cdot 6371 \text{ km}$$

היקף כדור הארץ

1.2

$$E_{2019} = 580 \cdot 10^{18} \text{ J} \left(\frac{1 \text{ L}}{30 \cdot 10^6 \text{ J}} \right) \left(\frac{1 \text{ s}}{4 \text{ L}} \right) \left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right) \left(\frac{933 \text{ km}}{1 \text{ h}} \right) \left(\frac{1 \text{ turn}}{2\pi \cdot 6371 \text{ km}} \right)$$

$$E_{2019} = \frac{580 \cdot 10^{18} \cdot 933}{30 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 3600 \cdot 2\pi \cdot 6371} \text{ turn} = \boxed{3.1 \cdot 10^7 \text{ turns}}$$

$$1 \text{ m}^2 = 342 \frac{\text{J}}{\text{s}} \longrightarrow 342 \text{ J} = 1 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ s}$$

$$R_{\oplus} = 6371 \text{ km}$$

$$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$$

$$1 \text{ year} = 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}$$

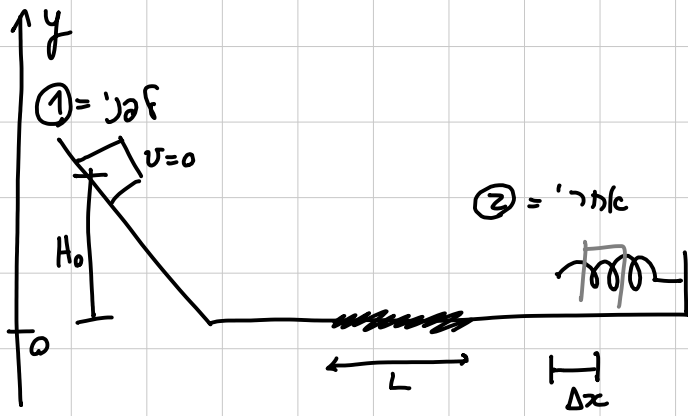
$$1 \text{ Israel} = 22 \cdot 10^3 \text{ km}^2$$

1.3

$$E_{2019} = 580 \cdot 10^{18} \text{ J} \left(\frac{1 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ s}}{342 \text{ J}} \right) \left(\frac{1 \text{ year}}{365 \cdot 24 \cdot 60^2 \text{ s}} \right) \left(\frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}} \right)^2 \left(\frac{1 \text{ Israel}}{22 \cdot 10^3 \text{ km}^2} \right)$$

$$E_{2019} = \frac{580 \cdot 10^{18}}{342 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60^2 \cdot 10^6 \cdot 22 \cdot 10^3} \text{ Israel} \cdot \text{year} \longrightarrow \boxed{E_{2019} = 2.4 \text{ Israel} \cdot \text{year}}$$

$$\begin{aligned}
 m &= 10.0 \text{ kg} \\
 H_0 &= 3.00 \text{ m} \\
 L &= 2.00 \text{ m} \\
 k &= 2250 \text{ N/m} \\
 \Delta x &= 0.45 \text{ m}
 \end{aligned}$$



2

2.1

$$\begin{aligned}
 E_1 &= K + U_{\text{GRAV}} + U_{\text{EL}} \\
 &= mgH_0
 \end{aligned}$$

$$\leftarrow E_1 + W_{\text{NC}} = E_2$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= K + U_{\text{GRAV}} + U_{\text{EL}} \\
 &= \frac{k(\Delta x)^2}{2}
 \end{aligned}$$

$$W_{\text{NC}} = \vec{F}_K \cdot \vec{L}$$

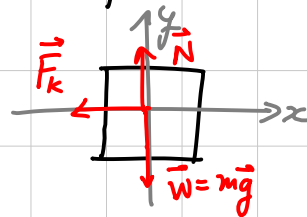
מכאן נראה כי כוח הכניסה

הוא שלילי וכן כוח הכניסה

כוח הכניסה $\vec{F}_K = -F_K \hat{i} = -\mu_k N \hat{i} = -\mu_k mg \hat{i}$

הסתק וסינה $\vec{L} = L \hat{i}$

$$W_{\text{NC}} = -\mu_k mg L$$



$$\begin{aligned}
 \vec{F}_K &= -F_K \hat{i} \\
 \vec{N} &= N \hat{j} \\
 \vec{w} &= -mg \hat{j}
 \end{aligned}$$

כ"ן נראה כי כוח הכניסה

$$\begin{aligned}
 \vec{w} + \vec{N} &= 0 \\
 -mg \hat{j} + N \hat{j} &= 0 \\
 N &= mg
 \end{aligned}$$

$$E_1 + W_{\text{NC}} = E_2$$

$$\begin{aligned}
 mgH_0 - \mu_k \cdot mg \cdot L &= \frac{k(\Delta x)^2}{2} \\
 -\mu_k L + H_0 &= \frac{k(\Delta x)^2}{2mg}
 \end{aligned}$$

$$-\mu_k L = \frac{k(\Delta x)^2}{2mg} - H_0$$

$$\mu_k = \left(H_0 - \frac{k(\Delta x)^2}{2mg} \right) \frac{1}{L}$$

$$\boxed{\mu_k = 0.34}$$

2.2

כנס בעצם שהבלוק צובר עץ הכאשר המאוסס, כוח החיכוך
מביא צבירה שלילית ע"י: $W = \vec{F}_k \cdot \vec{L} = -\mu_k mgL$

כאשר הבלוק יתנור הכאשר המאוסס (3 נצב 3), כוח החיכוך
יביא בעצמו את הצבירה הנ"ל:

$$E_1 + 2W_k = E_3$$

$$E_1 = K + U_{GRAV} + U_{EL} = mgH_0$$

$$E_3 = K + U_{GRAV} + U_{EL} = mgh \leftarrow h = ? \text{ גובה במצב 3}$$

$$mgH_0 + 2(-\mu_k mgL) = mgh$$

דכן:

$$h = H_0 - 2\mu_k L$$

$$\boxed{h = 1.6 \text{ m}}$$

2.3

האנרגיה המכנית ההתחלתית היא

$$E = K + U_{GRAV} + U_{EL} = mgH_0 = 10 \cdot 9.8 \cdot 3 = 294 \text{ J}$$

הצבירה של טח החיכוך בין נקודות B ו-C היא

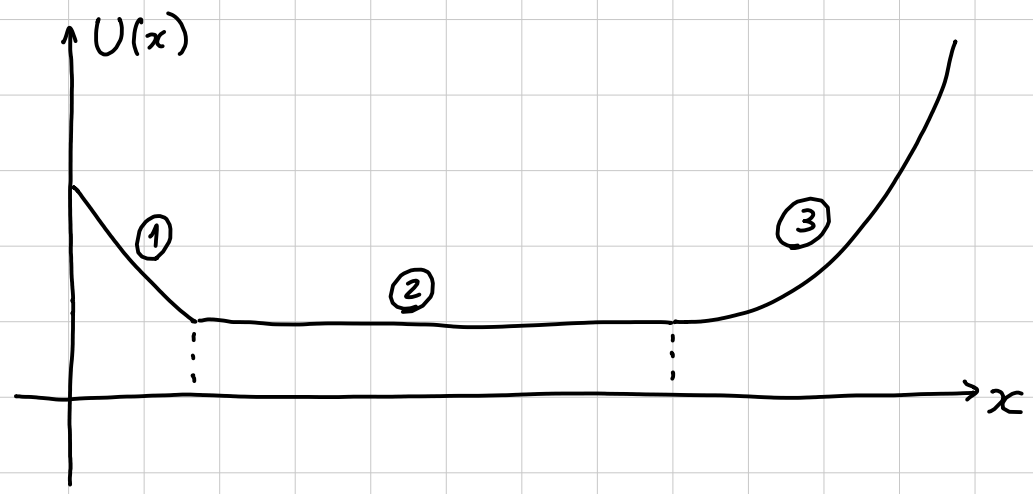
$$W = \vec{F}_k \cdot \vec{L} = -\mu_k \cdot m \cdot g \cdot L = -66.2 \text{ J}$$

כמה פעמים הבלוק יתחיל הולך ושוב עד שכל האנרגיה

$$\frac{E}{W} = \frac{294}{66.2} = 4.4$$

מכנית תישאר? נחלק:

זה אומר שהבלוק יכול לעבור את הקטע בין
B ו-C 4.4 פעמים. אם הבלוק צובר בעצמו את
המרחק הזה, אם ההכרח הוא למצוא משתאם הנקודה
B. הבלוק מספיק לעבור ארבע פעמים שלמות,
צובר בעצם חמישית (משתאם ליתרון) ונעצר.
תשובה: 5 פעמים

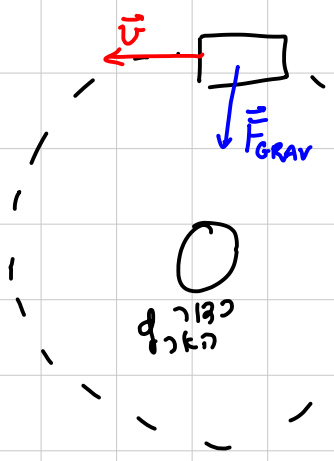


חלק 1: קו ישר. מגוון? הכוח שבו צמד עם הכוח הוא קבוע ומכוון
 'מינה. לפי הנוסחה $F = -\frac{dU(x)}{dx}$, צריך לפיגור מהצורה
 $U(x) = a - bx$, קו ישר עם שיפוע שלילי: $F = -\frac{d}{dx}(a - bx) = b$

חלק 2: קו ישר אופקי. הכוח הכולל שבו צמד עם הכוח הוא אפס, עכ"ל
 קבוע $U = 0$: $F = -\frac{d}{dx}(קבוע) = 0$

חלק 3: פרבולה. כוח הקפיץ בועט כלפי שמאל, עכ"ל השיפוע של
 הפרבולה הוא חיובי. זו פרבולה מכוון ל- $U_{EL} = \frac{k(\Delta x)^2}{2}$

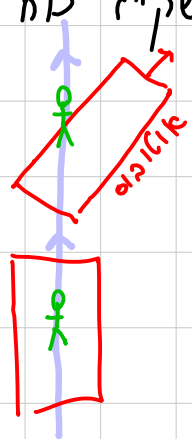
3.1



לא נכון. האסטרונאוט מבצע מסלול מעגלי במעגל הכוח הצרתי. אישיו. אילו שקוף הכוחות היה אפס, האסטרונאוט היה נוסע בקו ישר ובהירות קבועה, לפי עקרון ההתמדה (חוק ראשון של ניוטון). האסטרונאוט מיישם שהוא ממחיל כי התאוצה הצנטריפטלית עם כל החפצים החללים היא שווה, כולם הנפילה מובטלת מתמדת סביב כבוד הארץ!

3.2

אין שום כוח שבוחר את האדם שמאלה. כשהאטומים פונה, האדם ממשיך לנוע בקו ישר, ולכן נראה לו שקיים כוח שבוחר את שמאלה.



3.3

a	b	c	d	נבנה טבלה:
m	m	2m	2m	מסה
r	2r	r	2r	רדיוס
v	v	v	v	מהירות

$$T = \frac{mv^2}{r}$$

כוח המתיחות הוא הכוח הצנטריפטלי:

$$T_a = m v^2 / r$$

$$T_b = m v^2 / (2r) = \frac{1}{2} T_a$$

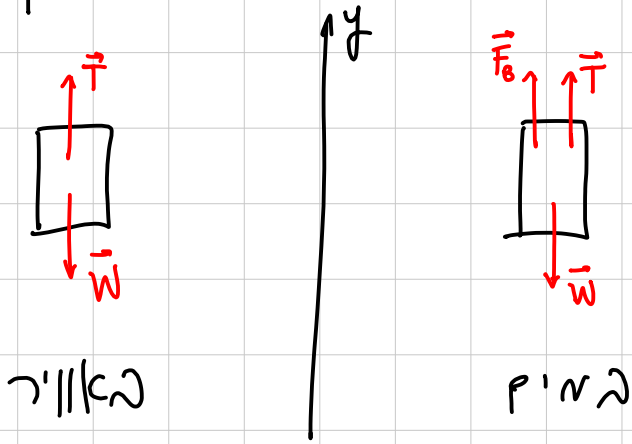
$$T_c = 2m v^2 / r = 2 T_a$$

$$T_d = 2m v^2 / (2r) = T_a$$

$T_b < T_a = T_d < T_c$
 הקטן ביותר הכבד ביותר

4

נצייר ציור מתאם גוף חופשי עם מקרה:



4.1

הקריאה הראשונה הייתה 25.0N, שזהו גודל המתיחה:

$$T = 25.0(N) \rightarrow \vec{T} = T\hat{j} = 25.0\hat{j} (N)$$

$$\vec{W} = -W\hat{j} = -mg\hat{j}$$

$$\vec{W} + \vec{T} = 0$$

אין טאובה:

$$-mg\hat{j} + T\hat{j} = 0$$

$$m = \frac{T}{g} = \frac{25.0}{9.8} = 2.55 \text{ kg} = \boxed{2551 \text{ g}}$$

4.2

עם הציור מתאם השנייה:

$$\vec{T} = T\hat{j} = 22.6\hat{j} (N) \quad \text{כמעט}$$

$$\vec{W} = -mg\hat{j}$$

$$\vec{F}_B = (\rho_{\text{מים}} V_{\text{הנצח}}) \hat{j}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{עם } F_B \text{ אר } 3N$$

של הציור

$$F_B = m_{\text{מים}} g = \rho_{\text{מים}} V_{\text{הנצח}} g$$

הנפח של הציור שנצחק הוא נפח הציור, מכיוון שהציור כולו טבול במים.

$$V_{\text{מים}} = V_{\text{הנצח}} = \frac{m_{\text{הנצח}}}{\rho_{\text{הנצח}}}$$

$$\vec{W} + \vec{F}_B + \vec{T} \rightarrow -m_{\text{הנצח}} g \hat{j} + \rho_{\text{מים}} \frac{m_{\text{הנצח}}}{\rho_{\text{הנצח}}} g \hat{j} + T \hat{j} = 0$$

$$-1 + \frac{\rho_{\text{מים}}}{\rho_{\text{הנצח}}} + \frac{T}{m_{\text{הנצח}} g} = 0$$

עכשיו: $\div m_{\text{הנצח}} g$

$$\frac{\rho_{\text{יוני}}}{\rho_{\text{נוז}}}} = 1 - \frac{T}{m_{\text{נוז}} g}$$

$$\rho_{\text{נוז}} = \rho_{\text{יוני}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{T}{m_{\text{נוז}} g}} = 10.4 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \left(\frac{10^3 \text{g}}{1 \text{kg}} \right) \left(\frac{1 \text{m}}{10^2 \text{cm}} \right)^3$$

$$\rho_{\text{נוז}} = 10.5 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-2 \cdot 3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \rightarrow \boxed{\rho_{\text{נוז}} = 10.4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}$$

$\rho_{\text{נוז}} \neq \rho_{\text{נוז}}$ כי כתר עמא עשוי משהה אהור!

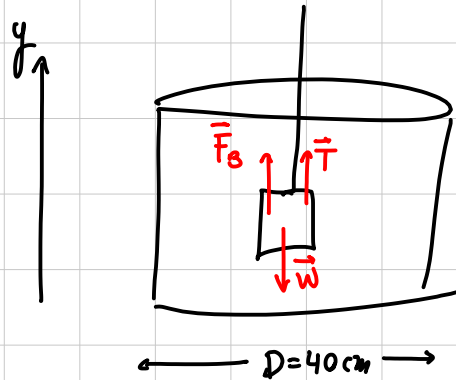
4.3

$$m = 400 \text{g} = 0.4 \text{kg}$$

$$D = 10 \text{cm} \rightarrow R = 0.05 \text{m}$$

$$T = 3.6 \text{N}$$

$$\rho_{\text{נוז}} = \rho_{\text{נוז}} = 19.3 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



היתריות השה מאוב בומה עסעיו קקובס, ניימן ערצב טוסמה
שכבר מצאנו:

$$\frac{\rho_{\text{נוז}}}{\rho_{\text{נוז}}} = 1 - \frac{T}{m_{\text{נוז}} g}$$

$$\rho_{\text{נוז}} = \rho_{\text{נוז}} \left(1 - \frac{T}{m_{\text{נוז}} g} \right) = 1576 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V_{\text{נוז}} = \frac{m_{\text{נוז}}}{\rho_{\text{נוז}}}$$

4.4 מנפס כזוכס עמה בטימור שמניק ערמה הכסע:

עציה מנפס h



$$V = A \cdot h = \pi R^2 \cdot h$$

$$h = \frac{V}{\pi R^2} = \frac{m_{\text{נוז}}}{\rho_{\text{נוז}} \cdot \pi \cdot R^2} = 0.0026 \text{m} = \boxed{0.26 \text{cm}}$$