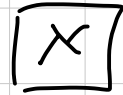


$$1 \text{ Sv} = 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = 0.5 \text{ m/s}$$

$$r = 3 \text{ cm} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$



1

$$A = \pi r^2 = \pi (3 \cdot 10^{-2})^2 \text{ m}^2$$

$$Q = A v$$

$$Q = \pi (3 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 0.5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q = \pi \cdot (3 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 0.5 \frac{\text{m}^3/\text{s}}{10^6 \frac{\text{m}^3/\text{s}}} = 0.5 \pi (3 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 10^{-6} \text{ Sv}$$

$$Q = 1.4 \cdot 10^{-9} \text{ Sv}$$

$$V = 1.3 \cdot 10^9 \text{ km}^3$$



: Sv אק נ'ה'ס מ'ן

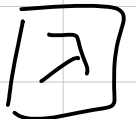
$$1 \text{ Sv} = \frac{10^6 \text{ m}^3}{\text{s}} \left(\frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}} \right)^3 = \frac{10^6 \cdot (10^{-3})^3 \text{ km}^3}{\text{s}} = \frac{10^6 \cdot 10^{-9} \text{ km}^3}{\text{s}} = \frac{10^{-3} \text{ km}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{RIVERS}} = 1.2 \text{ Sv} = 1.2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{km}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{RIVERS}} = \frac{V}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{V}{Q_{\text{RIVERS}}} = \frac{1.3 \cdot 10^9 \text{ km}^3}{1.2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{km}^3}{\text{s}}} = \frac{1.3 \cdot 10^{12} \text{ s}}{1.2}$$

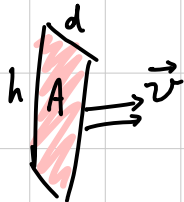
$$\Delta t = \frac{1.3 \cdot 10^{12} \text{ s}}{1.2} \left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right) \left(\frac{1 \text{ day}}{24 \text{ h}} \right) \left(\frac{1 \text{ year}}{365 \text{ day}} \right) = \frac{1.3 \cdot 10^{12}}{1.2 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365} \text{ years} = 34352 \text{ years}$$

$$Q_{\text{GULF}} = 30 \text{ Sv} = 30 \cdot 10^6 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$



$$h = 1000 \text{ m}$$

$$d = 100 \text{ km} = 100 \cdot 10^3 \text{ m}$$



$$A = h \cdot d$$

$$Q_{\text{GULF}} = A v = h \cdot d \cdot v$$

$$v = \frac{Q_{\text{GULF}}}{h \cdot d} = \frac{30 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{s}}{1000 \text{ m} \cdot 100 \cdot 10^3 \text{ m}}$$

$$v = \frac{30}{100} \text{ m/s} \rightarrow v = 0.3 \text{ m/s}$$

(2)

$$m = 150 \text{ kg}$$

$$R_{LEO} = 8.0 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$M_{\oplus} = 5.972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

$$E_{LEO} = U + K$$

IX

$$U(r) = -\frac{mM_{\oplus}G}{r} \rightarrow U(R_{LEO}) = -\frac{mM_{\oplus}G}{R_{LEO}}$$

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

הכוח הצנטריפוגלי הוא הכוח הצנטריפטלי:

$$F_{GRAV} = F_{CENTRIFUGAL} \rightarrow \frac{mM_{\oplus}G}{R_{LEO}^2} = \frac{mv^2}{R_{LEO}} \rightarrow mv^2 = \frac{mM_{\oplus}G}{R_{LEO}}$$

$$K_{LEO} = \frac{mM_{\oplus}G}{2R_{LEO}} \quad : \text{כפ}$$

$$E_{LEO} = U(R_{LEO}) + K_{LEO} = -\frac{mM_{\oplus}G}{R_{LEO}} + \frac{mM_{\oplus}G}{2R_{LEO}}$$

$$E_{LEO} = -\frac{1}{2} \frac{mM_{\oplus}G}{R_{LEO}}$$

הכוח הצנטריפוגלי הוא הכוח הצנטריפטלי:

$$R_{GEO} = ? \quad \boxed{7}$$

$$F_{GRAV} = F_{CENTRIFUGAL} \rightarrow \frac{mM_{\oplus}G}{R_{GEO}^2} = \frac{mv^2}{R_{GEO}}$$

↙ נחשבו

$$\frac{M_{\oplus}G}{R_{GEO}} = \frac{(2\pi)^2 R_{GEO}^2}{T^2}$$

:כפ

$$v = \omega R = \frac{2\pi R}{T}; T = 24 \cdot 3600 \text{ s}$$

$$R_{GEO}^3 = \frac{M_{\oplus}G T^2}{(2\pi)^2}$$

$$R_{GEO} = \sqrt[3]{\frac{M_{\oplus}G T^2}{(2\pi)^2}} = 42 \, 240 \text{ km}$$

$$E_1 + W_{nc} = E_2$$

נשמע כ: T
כמדקה שלנו:

$$E_{LEO} + W_{ROCKET} = E_{GEO}$$

$$W_{ROCKET} = E_{GEO} - E_{LEO}$$

נשמע עגה
כסוף X:

$$W_{ROCKET} = -\frac{1}{2} \frac{m M_{\oplus} G}{R_{GEO}} - \left(-\frac{1}{2} \frac{m M_{\oplus} G}{R_{LEO}} \right)$$

$$W_{ROCKET} = \frac{1}{2} m M_{\oplus} G \left(\frac{1}{R_{LEO}} - \frac{1}{R_{GEO}} \right) = 3.03 \cdot 10^9 \text{ J}$$

מבטנו בסוף X כ: $m v^2 = \frac{m M_{\oplus} G}{R_{LEO}}$ T

מסכה: כמה שהמסוף יוגר כתיק מכזור הארץ, כק
המהירו תגיה יוגר קטנה. לכן הלוויין במסוף
LEO נע יוגר מהר. $(R_{LEO} < R_{GEO})$

$$U(x) = \epsilon \left[\left(\frac{a}{x} \right)^{12} - 2 \left(\frac{a}{x} \right)^6 \right]$$

(3)

$$\epsilon = 1.09 \cdot 10^{-21} \text{ J}$$

$$a = 3.55 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$m = 2.66 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$F = -\frac{dU}{dx}$$

אם

\square

אם נרצה למצוא את נקודת המינימום של הפוטנציאל $U(x)$ עלינו להשוות את F לאפס, כלומר $F = 0$.

$$\frac{dU}{dx} = 0 \rightarrow \frac{d}{dx} \epsilon \left[\left(\frac{a}{x} \right)^{12} - 2 \left(\frac{a}{x} \right)^6 \right] = 0$$

$$\epsilon \left[a^{12} \frac{d}{dx} (x^{-12}) - 2 a^6 \frac{d}{dx} (x^{-6}) \right] = 0$$

$$\epsilon \left(a^{12} (-12) x^{-13} - 2 \cdot a^6 \cdot (-6) x^{-7} \right) = 0$$

$$12 a^{12} x^{-13} = 12 a^6 x^{-7}$$

$$\downarrow \begin{matrix} \times a^6 \\ \times x^3 \end{matrix}$$

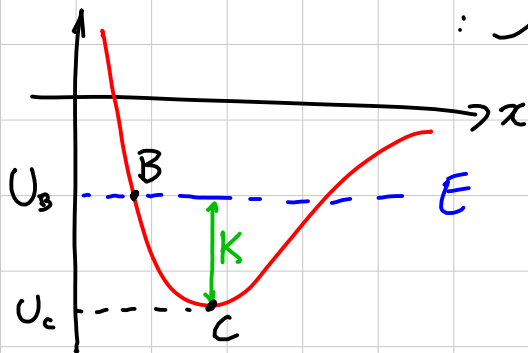
הנקודה של המינימום היא $x = a$

$$a^6 = x^6 \rightarrow \boxed{x = a} = 3.55 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

17] עם האטום מופעל כוח כלפי ימין בנקודה B, הוא נע ימינה עד שהוא נעצר בנקודה מפנה, ואז חוזר כוחה ענקודה B. האטום עושה תנועה של אוסילציות (תנועות) ולא עוזר לעצמו, כי הוא כפוף הכוח אנרגיה פוטנציאלית.

18] פאטום במנוחה ($K=0$) בנקודה B של אנרגיה מכנית השווה E:
 $E = U_B + K$
 $E = -0.46 \cdot 10^{-21} \text{ J}$

כאשר האטום עובר עם נקודה C תהיה לו האנרגיה הקינטית המירמית:



באגף K הוא:

$$K = U_B - U_C = (-0.46 - (-1.09)) \cdot 10^{-21} \text{ J}$$

$$K = 0.63 \cdot 10^{-21} \text{ J} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 0.63 \cdot 10^{-21} / m} = 218 \text{ m/s}$$

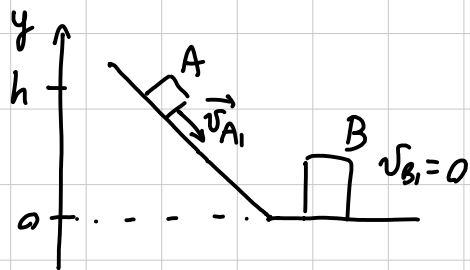
19] האטום יוכף לערום עם אנרגיה מכנית $E=0$

$$E = U_B + K = 0$$

$$K = -U_B = 0.46 \cdot 10^{-21}$$

$$\frac{mv^2}{2} = 0.46 \cdot 10^{-21} \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.46 \cdot 10^{-21}}{m}} = 186 \text{ m/s}$$

20] דא נכון. הכוח הוא חיובי כאשר השיבוע של $U(x)$ הוא שלילי, עם $F = -\frac{\partial U}{\partial x}$. עפי התרף כואים שבוים הוא חיובי משמע ענקודה C, ושלילי מימין ענקודה C.



X

4

$m = 2.0 \text{ kg}$
 $h = 1.0 \text{ m}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $M = 8.0 \text{ kg}$

עב' שיתור אגרדיה נכטיג :

$E_{A_0} = K + U = mgh$: גבולה $y=h$
 $E_{A_1} = K + U = \frac{m v_{A_1}^2}{2}$: גבולה $y=0$

$E_{A_0} = E_{A_1} \rightarrow mgh = \frac{m v_{A_1}^2}{2} \rightarrow v_{A_1} = \sqrt{2gh}$

עב' פז הנוסחיות :

$v_{A_1} = \sqrt{2gh}$
 $v_{B_1} = 0$
 $m_A = m$
 $m_B = M$

$$\left\{ \begin{aligned} v_{A_2} &= v_{A_1} \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} + v_{B_1} \frac{2m_B}{m_A + m_B} \\ v_{B_2} &= v_{A_1} \frac{2m_A}{m_A + m_B} + v_{B_1} \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} \end{aligned} \right.$$

א ו B ענעלע פלעק (m < M)

$|v_{A_2}| = \left| \sqrt{2gh} \frac{m-M}{m+M} \right| \rightarrow |v_{A_2}| = 2.66 \text{ m/s}$

א ו B ענעלע פלעק

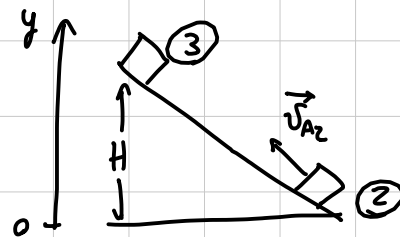
$|v_{B_2}| = \left| \sqrt{2gh} \frac{2m}{m+M} \right| \rightarrow |v_{B_2}| = 1.77 \text{ m/s}$

עב' שיתור אגרדיה נכטיג :

$E_2 = E_3$

$K_2 + U_2 = K_3 + U_3$

$\frac{m v_{A_2}^2}{2} = mgh \rightarrow H = \frac{v_{A_2}^2}{2g} = \frac{1}{2g} 2gh \left(\frac{m-M}{m+M} \right)^2$

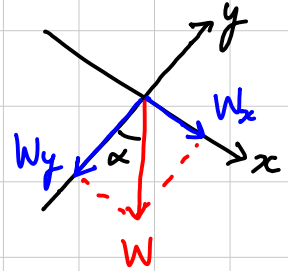
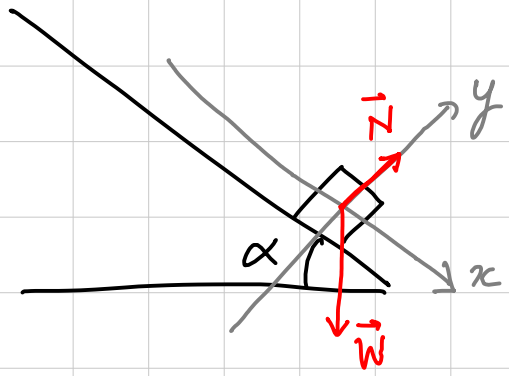


7

$H = h \left(\frac{m-M}{m+M} \right)^2 = 1 \left(\frac{2-8}{2+8} \right)^2 = \left(\frac{-6}{10} \right)^2 = 0.36 \text{ m}$

λ

נצויר ציכאר מר
כוף חופשי:
נברק אר פ: \vec{w}



$$W_x = W \sin \alpha$$
$$\vec{w}_x = W \sin \alpha \hat{i}$$

הקופסה A נצק מר כק ככיוון x, והכוח היחידי בכיוון
 $\vec{w}_x = m\vec{a}$: w_x (כדו x)

$$W \sin \alpha \hat{i} = m\vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{mg \sin \alpha \hat{i}}{m} \rightarrow \vec{a} = g \sin \alpha \hat{i}$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

קרא T אר מר ההצעה נקוצה השקופה כיומר: $\vec{v}(T) = 0$

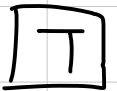
$$\vec{v}_0 = v_{A2} \hat{i} = \sqrt{2gh} \left(\frac{m-M}{m+M} \right)$$
$$\vec{a} = g \sin \alpha \hat{i}$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$\vec{v}(t) = 0 = v_{A2} \hat{i} + g \sin \alpha \hat{i} \cdot T$$

$$T = \frac{-v_{A2}}{g \sin \alpha} \rightarrow T = \sqrt{\frac{2h}{g \sin^2 \alpha}} \left(\frac{M-m}{m+M} \right)$$

$$T = 0.54s$$



כוסים א קיבלנו :

$$v_{A2} = \sqrt{2gh} \frac{m-M}{m+M} \rightarrow |v_{A2}| = 2.66 \text{ m/s}$$

$$v_{B2} = \sqrt{2gh} \frac{2m}{m+M} \rightarrow |v_{B2}| = 1.77 \text{ m/s}$$

כל $|v_{B2}| > |v_{A2}|$ אם בהכרח אולי B יכרח מהר יותר מאשר אולי A מסוגם ערכו אחריו.

מכיוון ש $m < M$, קיבלנו v_{A2} שלילי (שמאלה). כדי להשוות בין המהירויות של A ו-B במרכז, נכפוף את v_{A2} במינוס, וכך שתי המהירויות יהיו ימנה.

$$-v_{A2} > v_{B2} \quad : \text{כדי ל-A יש אולי B}$$

מהירות של A ימנה, אחרי שהוא צולח השיפוע ויורד חזרה עניקו צורה הפוכה

$$-\sqrt{2gh} \frac{(m-M)}{m+M} > \sqrt{2gh} \frac{2m}{m+M}$$

$$M - m > 2m$$

$$M > 3m$$

$$m < \frac{M}{3}$$

כדי ש $m < \frac{M}{3} = 2.6 \text{ kg}$, אולי A יוכל להשיג את אולי B.