1) א) קטע ראשון בגלל הגרף הוא קו ישר, לכן
<u>מסיקים שהתנועה שוות מהירות.</u>

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \longrightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{0.2}{0.1} = 2 \qquad v = 0.1\frac{m}{s}$

$0 - 2_s - 4_s - 6_s - 8_s - 10_s - 12_s$ ... לפי הגרף $\longleftarrow$ $\boxed{t_1 = 2s}$

ב) $t_0 = 8s \ , v_0 = 0.1\frac{m}{s} \ , t = 10s \ , v = 0$

$v = v_0 + a(\Delta t) \Longrightarrow a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{0 - 0.1}{2}$

$\boxed{a = -0.05\frac{m}{s^2}}$ גודלו: $|a| = 0.05\frac{m}{s^2}$

ג) (1) מ-$t_0 = 8s$ הגוף A נע בתאוצה $a = -0.05\frac{m}{s^2}$.

$x_0 = 0.8m \ , \ v_0 = 0.1\frac{m}{s}$

$x = x_0 + v_0\Delta t + \frac{a\Delta t^2}{2} \Longrightarrow x = 0.8 + 0.1\Delta t + \frac{-0.05\Delta t^2}{2}$

$\boxed{x = 0.875m}$

$v = v_0 + a\Delta t \qquad v = 0.1 - 0.05 \cdot 1 \qquad \boxed{v = 0.05\frac{m}{s}}$

(2)

$$\begin{cases} x_A = 0.875 + 0.05t - \frac{0.05t^2}{2} \\ x_B = 0.8 + 0.1t - \frac{0.05t^2}{2} \end{cases}$$

(Δt מרגע 9s)

$x_A = x_B \longrightarrow \boxed{\Delta t = 1.5s}$

$t = 9 + 1.5 \quad \boxed{t = 10.5s}$ ברגע המפגש

ג) (1) $a_R = \frac{v^2}{r} \Longrightarrow r = \frac{v^2}{a_R} = \frac{0.1^2}{0.05} \qquad \boxed{r = 0.2m}$

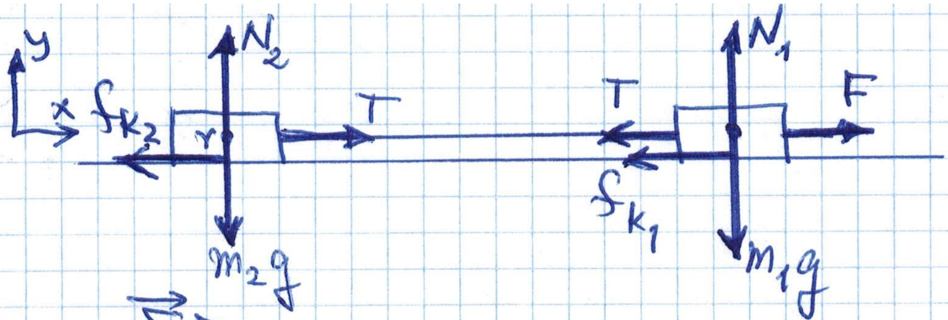
(2) $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 0.2}{0.1} \qquad \boxed{T = 4\pi \quad T \approx 12.56s}$

ד) תאוצת הגוף A בכיוון $(-x)$
ו הגוף C תאוצתו: כלפי מרכז המעגל בכיוון
$(-x)$ אחרי $1/4$ סיבוב, כלומר אחרי $\Delta t = \pi$ sec
מתחילת הסיבוב. מ-$t = 0$:

$t = 2 + 8 + \pi = 10 + \pi \qquad \boxed{t \approx 13.14 sec}$

2

א)



דרך I: גישה מערכתית:

$$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}_{\text{חיצוניים}}}{m_1 + m_2}$$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_1 = m_1 g \quad ; \quad N_2 = m_2 g$

$f_k = \mu_k \cdot N \Rightarrow f_{k_1} = \mu_k m_1 g \; ; \; f_{k_2} = \mu_k m_2 g$

$\sum F_{x\,\text{חיצוניים}} = (m_1 + m_2) a \Rightarrow \boxed{a = \frac{F - \mu_k g (m_1 + m_2)}{m_1 + m_2}}$

$\boxed{a = \frac{F}{m_1 + m_2} - \mu_k g}$ או

דרך II: משוואות ניוטון בנפרד לכל גוף:

$(m_1) \quad F - T - \mu_k m_1 g = m_1 a$ ⊕ על פי חוק II של ניוטון

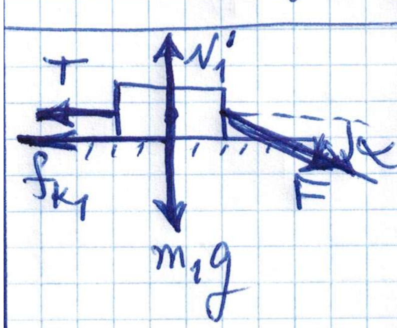
$(m_2) \quad T - \mu_k m_2 g = m_2 a$

$F - \mu_k g (m_1 + m_2) = (m_1 + m_2) a$

ב) נכון: $\sum F_1 < \sum F_2$

נימוק: $\begin{cases} m_1 < m_2 \\ a_1 = a_2 \end{cases} \Rightarrow \underbrace{m_1 a_1}_{\sum F_1} < \underbrace{m_2 a_2}_{\sum F_2}$

ג)



מוסיף כוח מגע ל-m_1:

$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_1' = m_1 g + F_y > N_1$

$f_{k_1}' = \mu_k N_1' > f_{k_1}$

$\boxed{N_2' = N_2} \quad \boxed{N_1' > N_1} \quad (1)$

$a' = \frac{F_x - f_{k_1}' - f_{k_2}'}{m_1 + m_2} \qquad F_x < F \quad (2)$

$f_{k_1}' > f_{k_1}$

מסקנה: $\boxed{a' < a}$

(3) בהתייחס ל-m_2: $\sum F_x' = m_2 a' \Rightarrow T' - f_{k_2}' = m_2 a'$

$T' = m_2 a' + f_{k_2}' \rightarrow \boxed{T' < T}$ כי $f_{k_2}' = f_{k_2}$

ג) לפי משפט עבודה-אנרגיה: $W^{+}_{\Sigma F} = \Delta E_k$

מציאת תאוצה:

$$a = \frac{13}{1+3} - 0.2 \cdot 10 \Longrightarrow a = 1.25\ m/s^2$$

מציאת מהירויות:

$$v = v_0 + at \Longrightarrow v_{2s} = 1.25 \cdot 2 = 2.5\ m/s$$

$$v_{4s} = 1.25 \cdot 4 = 5\ m/s$$

$$W_{\Sigma F} = \frac{m v_{4s}^2 - m v_{2s}^2}{2}$$

$$W^{+}_{\Sigma F_1} = \frac{1}{2}(5^2 - 2.5^2) \Longrightarrow \boxed{W_{\Sigma F_1} = 9.375\ J}$$

$$W_{\Sigma F_2} = \frac{3}{2}(5^2 - 2.5^2) \Longrightarrow \boxed{W_{\Sigma F_2} = 28.125\ J}$$

בדיקה - מאמתים לפי הגדרת עב'

הגדרת העבודה: $W_{\Sigma F} = \Sigma F \cdot \Delta x$

3

א) (1) תשובה: כן, התנע המערכת נשמר

נימוק: במישור אופקי $\Sigma F = 0$ כי השולחן חלק (חיצוניים)

במישור האנכי $\Sigma F = 0$ (חיצוניים) כי $N = mg$

(2) תשובה: לא

נימוק: כי הדסקית m מפעילה על דסקית 2m כוח בזמן ההתנגשות

ב)

$$\begin{cases} 2\cancel{m}v = \cancel{m}u_x & (x) \\ -\cancel{m}v = -2\cancel{m}v + \cancel{m}u_y & (y) \end{cases} \qquad \begin{cases} u_x = 2v \\ u_y = v \end{cases}$$

$2.236v \approx$ $\boxed{u = v\sqrt{5}}$ $\boxed{\alpha \approx 26.6^\circ}$

ג) אנרגיה קינטית של 2m לא משתנה

אנרגיה קינטית של m גדלה, כי $u > v$

(אפשר גם לחשב את $\boxed{2mv^2 = \Delta E_k}$)

ד) (1) על פי משפט מתקף-תנע: $\vec{J} = \Delta\vec{p}_{2m}$

$J_x = 0 - 2mv$

$J_y = -2mv - 0$

$\boxed{J = 2\sqrt{2}mv}$

(2) הווקטור $\vec{J}_{2m}$ ברביע השלישי

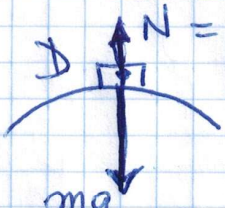
על פי חוק III של ניוטון $\vec{J}_m = -\vec{J}_{2m}$

לכן $\vec{J}_m$ ברביע הראשון (ב-45° עם הצירים)

$$M = \rho V = \rho \cdot \frac{4\pi R^3}{3} = \frac{2\cdot 10^3 \cdot \pi \cdot (9\cdot 10^6)^3}{3} = 6.1\cdot 10^{24}\ kg$$

$$g_s = \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow g_s = \frac{GM}{R^2} = \frac{6.67\times 10^{-11}\times 6.1\times 10^{24}}{(9\cdot 10^6)^2}$$

$$\boxed{g_s = 5.03\ m/s^2}$$



$$N = \frac{1}{2} m g_s$$

$$mg_s - N = m a_R$$

$$mg_s - \frac{1}{2} mg_s = m\frac{v_D^2}{r}$$

$$v_D = \sqrt{\frac{r g_s}{2}} = \sqrt{\frac{0.4\times 5}{2}}$$

$$\boxed{v_D = 1\ m/s}$$

ⓓ $f_k = \mu_k \cdot N \Rightarrow f_k = 0.2\times\frac{1}{2}\times 1.5\times 5$

$$\boxed{f_k = 0.75\ N}$$

$$N_D = \frac{1}{2} m g_s = \frac{1}{2}\times 1.5\times 5 \Rightarrow N_D = 3.75\ N$$

$$F = \sqrt{f_k^2 + N_D^2} = \sqrt{0.75^2 + 3.75^2}$$

$$\boxed{F = 3.82\ N}$$

$$\tan\alpha = \frac{f_k}{N} = \frac{0.75}{3.75}$$

$$\boxed{\alpha = 11.3^\circ}$$

$$E_D - E_A = W_{f_k}$$

$$mgh_D + \frac{m v_D^2}{2} - \frac{m v_A^2}{2} = W_{f_k}$$

$$1.5\cdot 5\times 1.2 + \frac{1.5\cdot 1^2}{2} - \frac{1.5\, v_A^2}{2} = -2.2\ J \Rightarrow \boxed{v_A = \quad m/s}$$

$$\Sigma F_R = m a_R \Rightarrow mg\cos\alpha - N = m\frac{v^2}{r}$$

$$\boxed{N = mg\cos\alpha - \frac{mv^2}{r}}$$

(5)

א) לווין סינכרוני של כדה"א - $T = 24h$

לפי חוק שני של ניוטון: $F_G = m a_R$

(1) $G\frac{M_E m}{r^2} = m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{G M_E T^2}{4\pi^2}}$

$r = \sqrt[3]{\frac{6.67\times10^{-11}\times5.974\times10^{24}\times(24\times3600)^2}{4\pi^2}}$

$r = 42.26\times10^6 m$

$h = r - R_E = (42.26 - 6.38)\times10^6$ $\boxed{h = 35.88\times10^6 m = 36{,}000 km}$

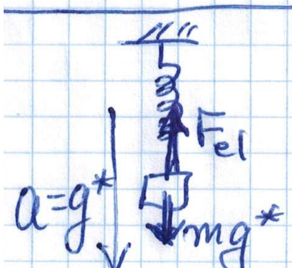
ב) $v = \frac{2\pi r}{T} \Longrightarrow v = \frac{2\pi\times42.26\times10^6}{(24\times3600)}$

$\boxed{v = 3073 \, m/s}$

ג) תאוצה g^* נוצרת ע"י כוח הכבידה

$G\frac{Mm}{r^2} = m g^* \Longrightarrow g^* = \frac{GM}{r^2}$

$g^* = \frac{6.67\times10^{-11}\times5.974\times10^{24}}{(42.26\times10^6)^2}$ $\boxed{g^* = 0.223 \, m/s^2}$



ד) הגוף נמצא בנפילה חופשית עם המעלית
הגוף יחד עם הלווין
(הם בתנועה סביב כדה"א).
לפי חוק II של ניוטון:

$mg^* - F_{el} = ma$, $a = g^*$

$\boxed{F_{el} = 0}$

ה) תאוצת הכובד בכוכב – תאוצת הנפילה בכדור הארץ:

$g_s = g_E \Longrightarrow \frac{G M_s}{R_s^2} = \frac{G M_E}{R_E^2}$ (1)

$\frac{M_E}{M_s} = \left(\frac{R_E}{R_s}\right)^2$ $\frac{M_E}{M_s} = 2^2$ $\boxed{\frac{M_E}{M_s} = 4}$

(א) $r = h + R$

(ב) $r \simeq R$ כאשר (2)