

## פיזיקה להנדסת תוכנה

### מועד א

ד"ר גלינה רשס, ד"ר ברוך דולגין

חומר עזר – דפי נוסחאות מצורפים לשאלון, מחשבון רגיל (ללא נוסחאות ופעולות מלאות).

#### הוראות לנבחן

1. כתבו בכתב יד ברור ומסודר.
2. אין לכתוב על שאלון הבחינה.
3. פרטו כל שלב בפתרון.
4. יש לענות על ארבע (4) שאלות מבין השאלות 1-5. לכל שאלה 25 נקודות.

השאלון מכיל 10 דפים כולל נספחים (כולל דף זה).

בהצלחה !

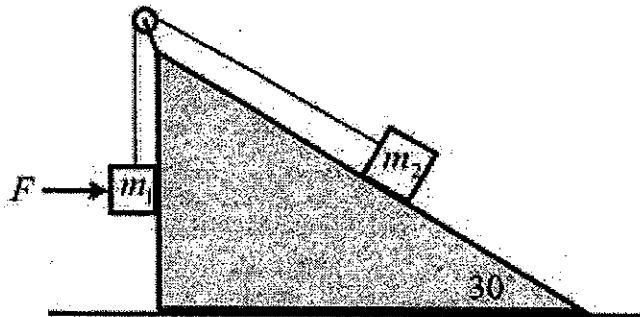
=====

### בחר ארבע שאלות מהשאלות 1-5 .

#### שאלה 1 (25 נקודות)

במערכות המתוארות באיור פועל על הגוף שמסתו  $m_1 = 8 \text{ kg}$  כוח חיצוני אופקי, ימינה המשתנה עם הזמן לפי:  $F = 50 - 2t$  (הכוח נמדד בניוטון והזמן בשניות). בין גוף  $m_2$  לבין המישור המשופע עליו הוא נמצא אין חיכוך, ובין הגוף  $m_1$  למשטח האנכי בו הוא נוגע קיים חיכוך. ערכי מקדמי החיכוך הם:  $\mu_s = 0.5$ ,  $\mu_k = 0.3$ . מסת הגוף  $m_2 = 12 \text{ kg}$ . המישור המשופע מקובע ואינו יכול לזוז.

- א. מצא את זמן תחילת התנועה של המערכת. (7 נקודות)
- ב. מצא את הזמן בו גוף  $m_1$  מפסיק לגעת במשטח. (5 נקודות)
- ג. מצא את תאוצת המערכת כפונקציה של הזמן בין הזמנים שחישבת בסעיף א ובסעיף ב. (8 נקודות)
- ד. מצא את מהירות הגופים ברגע שמצאת בסעיף ב. (5 נקודות)



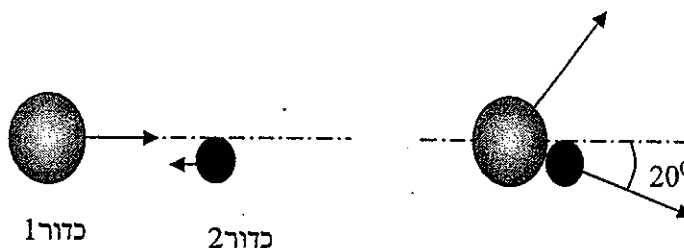
#### שאלה 2 (25 נקודות)

כדור 1 שמסתו 30 גרם נע על שולחן אופי וחלק במהירות  $18 \text{ m/sec}$  ומתנגש בכדור 2 שמסתו 15 גרם הנע לקראתו במהירות  $1 \text{ m/sec}$ . כתוצאה מההתנגשות הכדור 2 מתחיל לנוע במהירות  $10 \text{ m/sec}$  בזווית  $20^\circ$  מתחת לכיוון תנועתו המקורי (ראה ציור)

- א. מצא את מהירות הכדור הראשון (גודל וכיוון) לאחר ההתנגשות. (8 נקודות)
- ב. האם התנגשות היא אלסטית לחלוטין? (7 נקודות)
- ג. מדדו שגודלו של הכוח שהפעיל כדור 1 על 2 במהלך ההתנגשות נתון ע"י פונקציה:  $F = F_0(0.2t - t^2)$ . ההתנגשות ארכה 0.2 שניות. חשבו את הקבוע  $F_0$ . (10 נקודות)

לפני

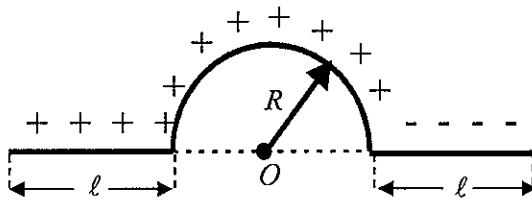
אחרי



### שאלה 3 (25 נקודות)

תיל שאורכו  $2\ell + \pi R$  העשוי מחומר מבודד, כופף לצורה המורכבת משני מקטעים ישרים שאורכם  $\ell$  כל אחד המחוברים ביניהם על ידי קשת חצי מעגלית שרדיוסה  $R$  ומרכזו בנקודה  $O$  (ראו איור). התיל נושא מטען חשמלי כללי  $+Q$  המפוזר בצורה לא אחידה על פני מקטעי התיל השונים. המקטע הישר השמאלי נושא מטען חשמלי חיובי המפוזר עליו בצורה אחידה בצפיפות  $+\lambda$ . ואילו המקטע הישר הימני נושא מטען חשמלי שלילי המפוזר עליו בצורה אחידה בצפיפות  $-\lambda$ . הקשת המעגלית נושאת מטען בצפיפות אחידה  $+\lambda$ .

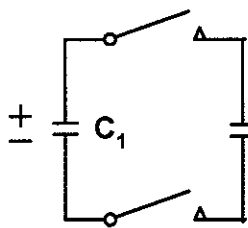
- הביעו את  $\lambda$  באמצעות  $Q, \ell, R$  (לא בהכרח כולם) (5 נקודות).
- חשבו את השדה החשמלי השקול בנקודה  $O$  (גודל וכיוון) (10 נקודות).
- חשבו את הפוטנציאל החשמלי בנקודה  $O$  (10 נקודות).



### שאלה 4 (25 נקודות)

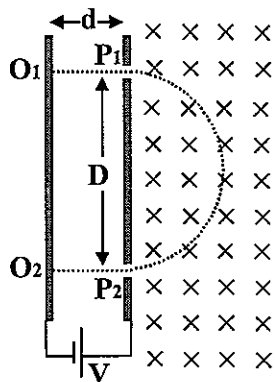
קבל שקיבולו  $C_1$  טעון במטען  $Q$ . מחברים את הקבל הטעון אל קבל שני, לא טעון שקיבולו  $C_2 = 2C_1$  על ידי סגירת שני המתגים, כמוראה בתרשים.

נתונים:  $Q, C_1$



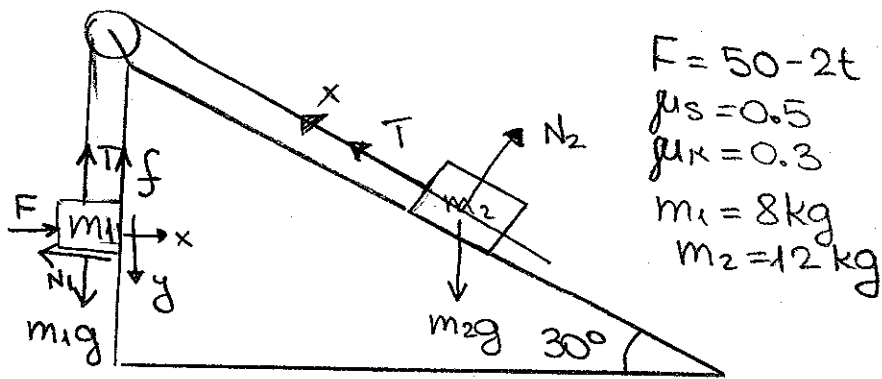
- מהו המתח על הקבל  $C_1$  ומהי האנרגיה האצורה בו לפני סגירת המתגים? (12 נקודות).
- מהו המתח, מהו המטען מהי האנרגיה של כל קבל לאחר סגירת המתגים? (13 נקודות).

**שאלה 5 (25 נקודות)**



אלקטרון (מסה  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ומטען  $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ) מואץ בשדה חשמלי אחיד השורר בין שני לוחות מוליכים מקבילים. המתח בין הלוחות הוא  $V = 1000 \text{ V}$  והמרחק ביניהם הוא  $d = 1 \text{ cm}$ . בלוח החיובי ישנם שני פתחים קטנים  $P_1$  ו- $P_2$ . האלקטרון נפלט (במהירות מאוד קטנה) מהנקודה  $O_1$  שעל הלוח השלילי, עובר דרך הפתח  $P_1$  לאזור בו שורר שדה מגנטי אחיד  $B = 0.01 \text{ T}$  המכוון בניצב למישור הציור, מבצע חצי סיבוב, חוזר דרך הפתח  $P_2$  אל בין הלוחות ומגיע לבסוף אל הנקודה  $O_2$  שעל הלוח השלילי. ניתן להזניח את כוח הכובד הפועל על האלקטרון.

- א. מהי מהירות האלקטרון בעברו בפתח  $P_1$ ? (6 נקודות).
- ב. מהו המרחק  $D$  בין שני הפתחים? (6 נקודות).
- ג. מהי מהירות האלקטרון בהגיעו אל הנקודה  $O_2$ ? (6 נקודות).
- ד. כמה זמן נמשכת תנועת האלקטרון מ- $O_1$  עד ל- $O_2$ ? (7 נקודות).



$$T = 60 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad : m_2 \text{ \&ic}$$

$$\Leftrightarrow T - m_2 g \sin 30 = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$m_1 g - T - f_{s\max} = 0$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad : m_1 \text{ \&ic}$$

$$N_1 = F = 50 - 2t$$

$$80 - 60 - 0.5(50 - 2t) = 0$$

$$t = 5 \text{ sec}$$

$$m_1 g - T - f_k = m_1 a$$

$$80 - T - 0.3(50 - 2t) = 8a$$

$$(80 - T - 15 + 0.6t = 8a)$$

$$50 - 2t = 0$$

$$t = 25 \text{ sec}$$

$$T - m_2 g \sin 30 = m_2 a$$

$$(T - 60 = 12a)$$

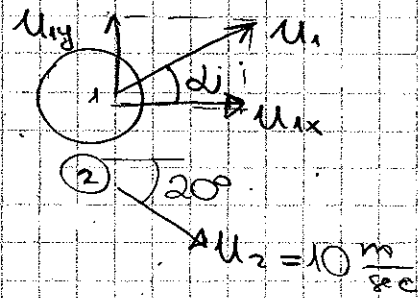
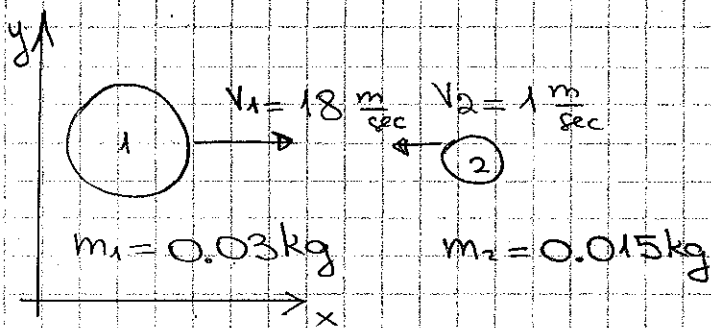
$$\oplus$$

$$5 + 0.6t = 20a$$

$$a = \frac{5 + 0.6t}{20} = 0.25 + 0.03t \quad \left( \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \right)$$

$$v(t) = v_0 + \int_a^t a(t) dt$$

$$v(25) = \int_5^{25} (0.25 + 0.03t) dt = 14 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$



$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 \quad \text{چون دې په پټه کې}$$

$$x: 0.03 \cdot 18 - 0.015 \cdot 1 = 0.03 u_{1x} + 0.015 \cdot 10 \cos 20$$

$$u_{1x} = 12.8 \frac{m}{sec}$$

$$y: 0 = 0.03 u_{1y} - 0.015 \cdot 10 \sin 20 \Rightarrow u_{1y} = 1.71 \frac{m}{sec}$$

$$\vec{u}_1 = 12.8 \hat{i} + 1.71 \hat{j} \quad \left( \frac{m}{sec} \right)$$

$$u = \sqrt{u_{1x}^2 + u_{1y}^2} = 12.91 \frac{m}{sec} \quad (1c)$$

$$\tan \alpha = \frac{u_{1y}}{u_{1x}} \Rightarrow \alpha = 7.54^\circ$$

$$په \quad E_k = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = 4.87 (J)$$

$$په \quad E_k = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2} = 3.25 (J)$$

$$په \quad E_k \neq E_k$$

چې دې په پټه کې دې په پټه کې دې په پټه کې

$$F = F_0 (0.2t - t^2)$$

$$J = \int_0^{0.2} F_0 (0.2t - t^2) dt = 1.33 \cdot 10^{-3} F_0 \quad (N \cdot sec)$$

$$چې دې په 33N$$

$$\begin{aligned} \text{دې په } \vec{J} &= \Delta \vec{P}_2 = m_2 (10 \cos 20^\circ \hat{i} - 10 \sin 20^\circ \hat{j}) - m_2 (-\hat{i}) = \\ &= 0.15 \hat{i} - 0.05 \hat{j} \end{aligned}$$

$$J = \sqrt{0.15^2 + 0.05^2} = 0.158 \quad (N \cdot sec)$$

$$1.33 \cdot 10^{-3} F_0 = 0.158$$

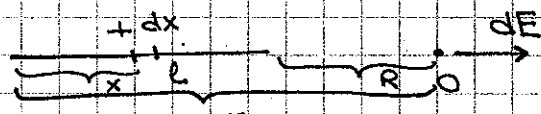
$$F_0 = 119.2 N$$

$$\lambda \cdot l + \lambda \cdot \pi R + (-\lambda) \cdot l = Q$$

$$\lambda = \frac{Q}{\pi R}$$

1.

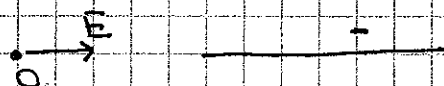
2.



$$dq = \lambda \cdot dx$$

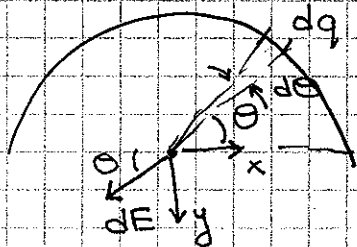
$$dE = \frac{k \lambda dx}{(l+R-x)^2}$$

$$E = \int_0^l \frac{k \lambda dx}{(l+R-x)^2} = \frac{k \lambda}{l+R-x} \Big|_0^l = \frac{k \lambda}{R} - \frac{k \lambda}{l+R} = \frac{k \lambda l}{R(l+R)}$$



\* סכום השדות  
השדה כולו הוא  
אפס כי כיוון  
השדה הוא  
הפוך.

$E_x = 0$  משום שהשדה הוא הפוך.



$$dE_y = \frac{k dq}{R^2} \cdot \sin \theta =$$

$$= \frac{k \cdot \lambda \cdot R d\theta}{R^2} \cdot \sin \theta$$

$$E_y = \frac{k \lambda}{R} \int_0^\pi \sin \theta d\theta = k \lambda (-\cos \theta) \Big|_0^\pi = \frac{2 k \lambda}{R}$$

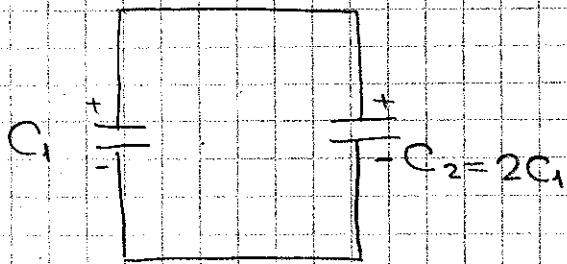
$$\vec{E} = \frac{2 k \lambda l}{R(l+R)} \hat{i} + \frac{2 k \lambda}{R} \hat{j}$$

השדה השלול  
הוא אפס.

$$\oint_{\text{סל}} d\varphi = \frac{k \lambda R d\theta}{R}$$

השדה השלול הוא אפס.

$$\varphi = k \lambda \cdot \pi$$



$$V_1 = \frac{Q}{C_1}$$

$$U = \frac{Q \cdot V}{2} = \frac{Q^2}{2C_1}$$

סך הכל נמצא  $C_2 = 1 \cdot C_1$  2

$$C_T = C_1 + C_2 = 3C_1$$

$$Q_T = Q$$

$$V_T = \frac{Q_T}{C_T} = \frac{Q}{3C_1} = V_1^* = V_2^*$$

$$Q_1^* = C_1 \cdot V_1^* = \frac{Q}{3}$$

$$Q_2^* = \frac{2Q}{3}$$

$$U_1^* = \frac{Q_1^{*2}}{2C_1} = \frac{Q^2}{18C_1}$$

$$U_2^* = \frac{Q_2^{*2}}{2C_2} = \frac{4Q^2}{9 \cdot 2 \cdot 2C_1} = \frac{Q^2}{9C_1}$$



$$q_e \cdot \varphi_{o_1} = q_e \cdot \varphi_{p_1} + \frac{m v_{p_1}^2}{2}$$

כ

$$v_{p_1} = \sqrt{\frac{2 q_e (\varphi_{o_1} - \varphi_{p_1})}{m}} = 18.75 \cdot 10^6 \frac{m}{sec}$$

$$D = 2R$$

$$\Sigma F_R = m \cdot a_R \Rightarrow q v B \sin 90 = m \frac{v^2}{R}$$

$$R = \frac{m v}{q B}$$

$$D = \frac{2 m v}{q B} = 0.021 m$$

$$v_{o_2} = 0$$

כ. מס' חלק שמוך מלכ'ה

3. מן תנאים N - א1 - S - P:

$$v_{p_1} = v_{o_1} + a t$$

$$18.75 \cdot 10^6 = 1.76 \cdot 10^{16} \cdot t$$

$$t = 1.05 \cdot 10^{-9} sec$$

$$\Sigma F = m a$$

$$q \cdot E = m a$$

$$q \cdot \frac{V}{d} = m a$$

$$a = \frac{q V}{m \cdot d} = \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 1000}{9.11 \cdot 10^{-31} \cdot 0.01}$$

$$a = 1.76 \cdot 10^{16} \frac{m}{sec^2}$$

מס' תנאים N - א1 - S - P2:

$$t_{P_2} = \frac{T}{2} = \frac{\pi R}{v} = 1.76 \cdot 10^{-9} sec$$

$$t_{o_2} = 2 t_{a P_1} + t_{P_1 P_2} = 3.86 \cdot 10^{-9} sec$$