

סמסטר א', מועד א', תשע"ה
 תאריך הבחינה: 27.1.2015
 המרצה: פרופ' יגאל מאיר
 המתרגל: יעקב כליאורין

מבחן בפיסיקה 3 (203.1.2121) מועד א'

משך הבחינה: 5.5 שעות.
 יש לענות על 3 מארבע השאלות. לכל שאלה אותו משקל.

שאלה 1

צינור מתכת גלילי ברדיוס R ובאורך אינסופי משמש כערוץ לגלים אלקטרומגנטיים.

א. מהו יחס הנפיצה עבור גלים המתקדמים בכיוון הציר של הגליל (נקרא לו ציר z) ?

ב. מהי התדירות המינימלית ω_c בה הגל יוכל להתקדם בערוץ ?

ג. מהי מהירות החבורה ומהירות הפאזה עבור גל בתדירות $\sqrt{1.2}\omega_c$?

ד. מהו עומק החדירה לתוך הצינור עבור גל בתדירות $\sqrt{0.8}\omega_c$?

נתון כי פונקציית בסל פותרת את המשוואה הדיפרנציאלית הבאה

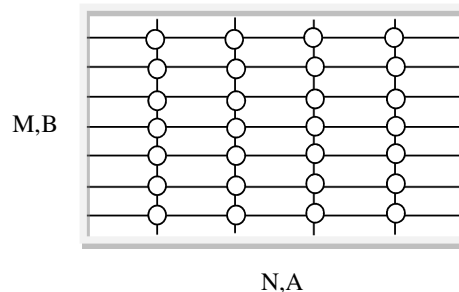
$$J_n(\rho)(\rho^2 - n^2) + J_n'(\rho)\rho + J_n''(\rho)\rho^2 = 0$$

(לפונקציית בסל מסדר n יש אפסים בנקודות $S_{n,k}$ כאשר k הוא מספר סידורי של האפס).

k	$J_0(x)$	$J_1(x)$	$J_2(x)$	$J_3(x)$	$J_4(x)$	$J_5(x)$
1	2.4048	3.8317	5.1356	6.3802	7.5883	8.7715
2	5.5201	7.0156	8.4172	9.7610	11.0647	12.3386
3	8.6537	10.1735	11.6198	13.0152	14.3725	15.7002
4	11.7915	13.3237	14.7960	16.2235	17.6160	18.9801
5	14.9309	16.4706	17.9598	19.4094	20.8269	22.2178

שאלה 2

נתונה מערכת של $N \times M$ מסות מחוברות בקפיצים ברשת מלבנית בגודל $A \times B$ ומסביבה מסגרת קשיחה. קבועי הקפיץ שונים בכל ציר (K_x, K_y) . אנחנו נתעניין בתנודות קטנות של המסות בציר z (מאונך לרשת). האיור הסכמטי איננו נשקף את מספר הקפיצים.



א. מהו יחס הנפיצה ואופני התנודה של המערכת ?

ב. נסמן את הקואורדינטות של כל מסה על ידי (n_x, n_y) , כאשר n_x ו n_y הם מספר המסה בצירי ה-x וה-y, כך ש $(1,1)$ היא המסה משמאל למטה ו- (N,M) היא המסה מימין למעלה. ברגע $t=0$ מקנים לכל מסה תזוזה בכיוון z הניתנת על ידי:

$$h(n_x, n_y) = h_0 \cos\left(\frac{\pi n_x}{N}\right) \sin\left(2 \frac{\pi n_x}{N}\right) \sin\left(\frac{\pi n_y}{M}\right)$$

? מהי צורת הרשת בזמן t?

ג. נתונה רשת דומה, אינסופית, ללא גבולות עם אותם קבועי קפיץ שונים כמו במקרה הסופי. נעבוד בגבול שבו המרחק בין שכנים קרובים הוא קטן מאוד ביחס לאורך הגל (רצף). מהו יחס הנפיצה?

ד. ברשת מסעיף ג', נתון כי בזמן $t=0$ נע על הרשת פולס שמרכזו בראשית צירים שרירותית:

$$h(x, y) = e^{-(x^2 + y^2)/a^2} e^{ipx} e^{iqy}$$

כאשר p, q הם מספרי גל חיוביים וגדולים ביחס ל- $1/a$.

מהי צורת הרשת בכל זמן $t > 0$?

שאלה 3

נתון חומר שעבורו מהירות הגל בקיטוב מעגלי שמאלי שונה ממהירותו בקיטוב מעגלי ימני. לכל סנטימטר שהגל עובר בחומר הפאזה היחסית בין הקיטובים השונים (מעגלי ימני לעומת מעגלי שמאלי) משתנה ב- $\pi/3$. גל מישורי מקוטב לינארית פוגע, בפגיעה ניצבת, בדיסקה מישורית של חומר זה.

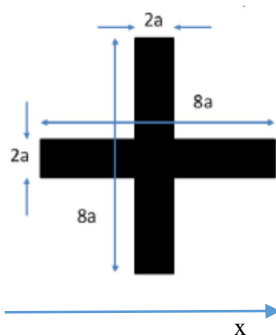
א. מה צריך להיות עובי הדיסקה על מנת שהגל היוצא יהיה מקוטב לינארית בכיוון שיוצר זווית של 90 מעלות יחסית לכיוון הקיטוב המקורי?

ב. עבור עובי הדיסקה שחושב בסעיף הקודם, מה יהיה אופי הקיטוב מעבר לדיסקה אם במקום מהירות שונה לקיטובים (מעגלי ימני לעומת מעגלי שמאלי) הבליעה שלהם בחומר היא שונה. הניחו כי אמפליטודת הקיטוב המעגלי השמאלי אינה משתנה אך אמפליטודת הקיטוב המעגלי הימני יורדת בגורם כפלי $a < 1$ בכל ס"מ של החומר. תנו ביטוי אלגברי למבנה מעטפת הגל.

ג. האם, בתנאי סעיף ב', יהיה עובי מסוים של הדיסקה בו הקיטוב ישתנה ב-90 מעלות יחסית לכיוון הקיטוב המקורי?

שאלה 4

נתון גל מישורי עם אמפליטודה A המתקדם במקביל לציר z, עם מספר גל k, העובר דרך מסך (במישור $z=0$). המסך אטום, פרט למפתח בצורת +, כפי שמתואר בתרשים.



א. חשבו את תמונת ההתאבכות, בקירוב השדה הרחוק, על

מסך במישור $z=d$.

ב. כעת, כל הפתח האנכי $(-a < x < a)$, כש $x=y=0$ הוא מרכז

המפתח) מכוסה בסלטייף בעל מקדם שבירה n בעובי t.

בהנחה שאין שינוי בעצמת הגל שעובר בסלטייף, איך

תשתנה תמונת ההתאבכות?

בהצלחה!!!