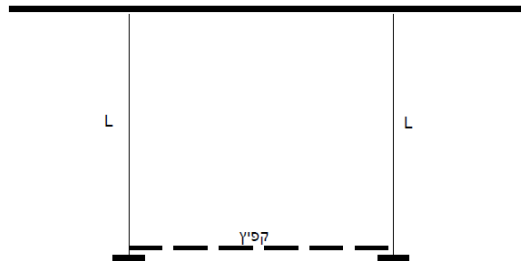


תאריך בחינה: יום שישי 10.2.2012  
שם המרצים: רון פולמן ויגאל מאיר  
שם הקורס: פיסיקה 3  
מספר הקורס: 203.1.2121  
שנה: 2011-2012, סמסטר א', מועד א'  
משך הבחינה: 4 שעות (ללא הארכה)  
חומר עזר: אין להשתמש במחשבון או בכל  
חומר עזר אחר

יש לענות על ארבע מתוך חמש השאלות

1. מערכות מחזוריות עם שתי דרגות חופש, מטוטלות מצומדות (25 נק')



חיברו שתי נדנדות זהות זו לזו (ובעלות אורך  $L$ ) בעזרת קפיץ אופקי בעל קבוע  $K$ . לנדנדות ולקפיץ אין מסה. כאשר הנדנדות לא בתנועה הקפיץ לא מתוח או מקוץ. כשישבו על הנדנדות ילדים (ילד על כל נדנדה, לכל ילד מסה  $m$ ) הם שמו לב שכאשר בהתחלה ילד א' לא נידחף (קרי הוא במנוחה) וילד ב' נידחף פעם אחת ע"י מבוגר חיצוני, המערכת מתנהלת בצורה מוזרה: כל התנודות עוברות לילד א' ואז ילד ב' נעצר לחלוטין ובהמשך כל התנודות חוזרות לילד ב' וחוזר חלילה. הזוויות שמקבלות הנדנדות ביחס לאנך קטנות.

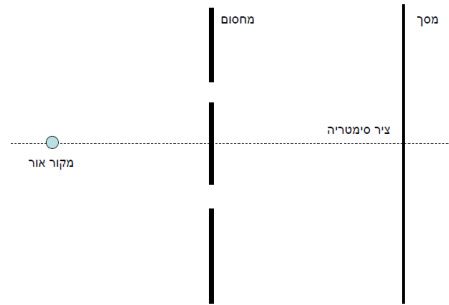
- (5 נק') כתוב את משוואות התנועה של הזוויות ביחס לאנך.
- (10 נק') פתור את המשוואות והראה מהם אופני התנועה העצמיים (תדירויות עצמיות ומצבים עצמיים).
- (10 נק') הכנס את תנאי ההתחלה הנתונים והראה מדוע הילדים רואים את התופעה המוזרה ומה תדירות ההחלפה של האנרגיה בין שניהם. תאר את התנאי להתרחשות התופעה כפונקציה של  $K, L, g, m$

2. גלים עומדים ונוסעים, משוואת הגל (25 נק')

- (15 נק') השתמש במערכת אינסופית של משקולות מצומדות (בעזרת קפיצים) בשביל להוכיח את משוואת הגלים עבור גלים רוחביים ( $T$  היא המתיחות ו- $\rho$  היא צפיפות המסה ליחידת אורך)  
$$\rho \frac{d^2 y(x,t)}{dt^2} = T \frac{d^2 y(x,t)}{dx^2}$$
 נתונה המסה של כל משקולת ( $m$ ), המרחק בין המשקולות ( $a$ ), וקבוע הקפיצים ( $K$ ).
- (5 נק') הנה גל עומד והוכח בעזרת המשוואה הנ"ל שהקבוע שמכפיל את  $x$  בביטוי לפאזה של פונקציית הגל שווה ל- $2\pi/\lambda$ , כאשר  $\lambda$  הוא אורך הגל.
- (5 נק') הראה מהו יחס הנפיצה של הגל העומד הנ"ל. הראה והסבר מהי הנוסחה למהירות הפאזה של הגל. מצא את מהירות הפאזה של הגל המתואר ע"י משוואת הגלים הנ"ל. מה צריך לעשות כדי שהגל ינוע בכיוון ההפוך?



3. התאבכות שני סדקים (25 נק')



- א. (8 נק') פתח בצורה מתמטית מפורטת את הצורה של תבנית ההתאבכות שמתקבלת על המסך בניסוי שני הסדקים (ללא התחשבות ברוחב הסדקים). נתון מקור אור קטן ומונוכרומטי על ציר הסימטריה של הניסוי. המקור ממוקם לפני המחסום עם הסדקים, והמסך עליו מתקבלת התבנית ממוקם אחרי הקיר עם הסדקים במרחק רב. הגל בעל אורך גל  $\lambda$ . מהו המרחק בין שיא לשפל או מהו המרחק בין שני שיאים?
- ב. (5 נק') מה הרוחב והאורך המקסימליים שיכולים להיות למקור האור הנ"ל כדי שתבנית ההתאבכות לא תשתנה ביחס לתשובתך בסעיף הקודם?
- ג. (7 נק') כיצד תשתנה תבנית ההתאבכות שקיבלת בסעיף א' כאשר נשתמש ב-N סדקים? תן ביטוי מתמטי לשינוי זה.
- ד. (5 נק') כיצד תשתנה התשובה לסעיף ג' אם מקור האור יהיה של אור לבן? אין צורך בפיתוח מתמטי. מה נראה אם הגלאי שלנו רגיש רק למספר הפוטונים ולא לאורך הגל שלהם?

4. גלים אלקטרו מגנטיים, פולריזציה של אור (25 נק')

- א. (5 נק') בהינתן צירים אופטיים עם מקדמי שבירה  $n_1$  ו- $n_2$ , חשב את הרוחב הנדרש בכדי לקבל פלטת רבע אורך גל.
- ב. (10 נק') הוכיחו כי גל עם קיטוב מעגלי ימני וגל עם קיטוב מעגלי שמאלי הפוגעים באותה פלטת רבע אורך גל, תמיד יהפכו לגלים עם קיטובים ליניאריים אורתוגונאליים ללא קשר לזווית הצירים האופטיים של הפלטה.
- ג. (5 נק') הראה כי אם גל עם קיטוב ליניארי עובר דרך תווך שבו לגל עם קיטוב מעגלי ימני יש מהירות גדולה יותר מגל מעגלי שמאלי, התווך יוצר סיבוב של מישור הקיטוב הליניארי המקורי, אך הקיטוב נשאר ליניארי.
- ד. (5 נק') אור מתקדם בכיוון  $\hat{z}$ . האור מקוטב ליניארי בכיוון  $\hat{x}$ . האור פוגע בפלטת רבע אורך גל (קיטוב האור בזווית של  $45^\circ$  מעלות לציריה האופטיים של הפלטה). לאחר הפלטה פוגע האור במראה שמחזיר אותו לכיוון  $-\hat{z}$ , ושוב עובר האור את פלטת רבע אורך הגל. מה יהיה קיטוב האור לאחר שעבר את הפלטה בפעם השנייה? תן הסבר מתמטי.

5. מבוא לפיסיקה מודרנית (25 נק').

בניסוי קומפטון, אלקטרון במנוחה מופגז על ידי פוטונים שהאנרגיה שלהם שווה לאנרגיית המנוחה של האלקטרון. עבור המקרים בהם לפוטון המפוזר ולאלקטרון המפוזר יש אותו גודל של תנע, מה זווית הפיזור בין שניהם?

**בהצלחה**