קורס הכנה בפיזיקה לכיתה יא בשפה הערבית



תוכן העניינים:

פרק 1 - הקדמה מתמטית לקורס 1
פרק 2 - -מבוא פיזיקאלי 3
פרק 3 - -תנועה בקו ישר 3
פרק 4 - -נפילה חופשית וזריקה אנכית 3
פרק 5 - -וקטורים 3
פרק 6 - -תנועה במישור 3
פרק 7 - -שאלות חזרה 3
פרק 8 - -דינמיקה 3
פרק 9 - !-עבודה ואנרגיה 3
פרק 10 - -תרגילים לחזרה 3
פרק 11 - - תנועה מעגלית 3
פרק 12 - -מתקף ותנע 3
פרק 13 - -תנועה הרמונית-ירד במיקוד של 2027 3
פרק 14 - -כבידה 3
פרק 15 - בגרויות במכניקה-פתרון בשפה הערבית 3
פרק 16 - - אופטיקה-ירד במיקוד של קיץ 2027 3
פרק 17 - גלים חד ממדיים 3
פרק 18 - גלי מים (גלים דו ממדיים) 14
פרק 19 - התאבכות גלי אור- גלים תלת ממדיים 25
פרק 20 - גלי אור- גלים אלקטרו-מגנטיים 45

קורס הכנה בפיזיקה לכיתה יא בשפה הערבית

פרק 1

הקדמה מתמטית לקורס

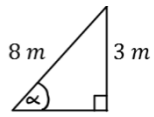
הקדמה מתמטית לקורס 1

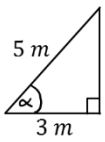
הקדמה מתמטית לקורס:

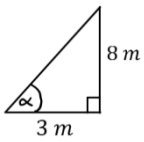
שאלות:

1) חישוב אלפא

חשב את הזווית אלפא במקרים הבאים:

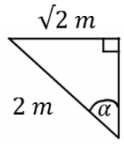
א. 

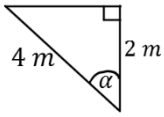
ב. 

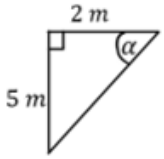
ג. 

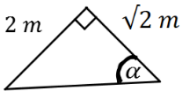
2) משולשים שמסורטטים אחרת

חשב את הזווית אלפה במקרים הבאים:

א. 

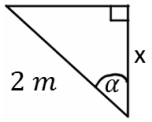
ב. 

ג. 

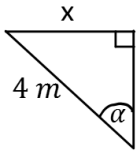
ד. 

3) מציאת ניצבים

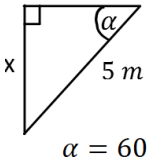
חשב את x במקרים הבאים:

א. 

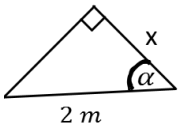
$\alpha = 30^0$

ב. 

$\alpha = 45^0$

ג. 

$\alpha = 60^0$

ד. 

$\alpha = 40^0$

4) משוואת הישר משתי נקודות

א. מצא את משוואת הקו הישר העובר דרך שתי הנקודות: $(4,-2)$, $(-1,3)$.

ב. שרטט איור עבור הקו על גבי מערכת צירים.

5) פרבולה

נתונה הפרבולה הבאה: $y=-x^2+2x+3$.

א. מצאו את נקודות החיתוך עם הצירים ואת נקודת הקודקוד של הפרבולה.

ב. קבעו האם הפרבולה מחייכת או עצובה, ושרטטו איור מקורב של הפרבולה לפי הנתונים שקיבלתם.

תשובות סופיות:

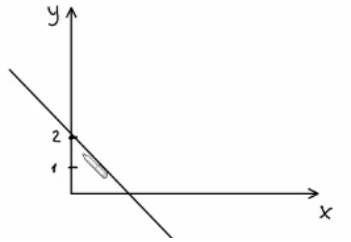
1) א. $\alpha = 22°$ ב. $\alpha = 53°$ ג. $\alpha = 69°$

2) א. $\alpha = 45°$ ב. $\alpha = 60°$ ג. $\alpha = 68.2°$ ד. $\alpha = 55°$

3) א. $\sqrt{3m}$ ב. $2\sqrt{2m}$ ג. $\frac{5\sqrt{3m}}{2}$ ד. $1.53m$

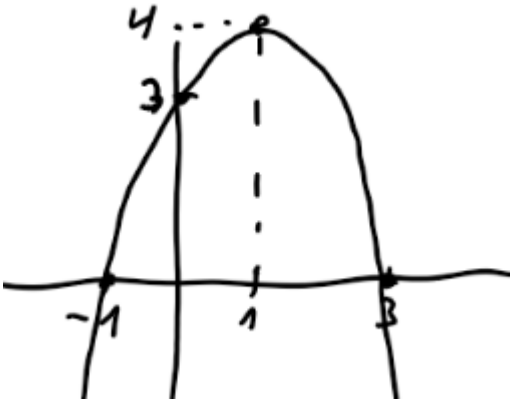
4) א. $y = -x + 2$

ב.



5) א. חיתוך עם הציר האנכי: $(0,3)$, נקודות חיתוך עם הציר האופקי: $(3,0)$ $(-1,0)$,
נקודת הקודקוד: $(1,4)$.

ב. עצובה



קורס הכנה בפיזיקה לכיתה יא בשפה הערבית

פרק 17

גלים חד ממדיים

גלים 3

גלים:

שאלות:

1) תרגול גל 1

פולס נע ימינה בחבל.

מתוארת צורתו בשני זמנים שונים:



א. מה משרעת הפולס?

ב. מה מהירות התקדמותו?

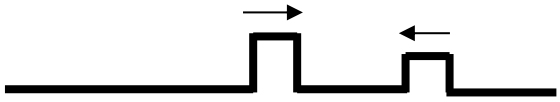
ג. מה כיוון תנועת החלקיק בחבל שנמצא בנקודה A ברגע $t=0$?

ד. מה כיוון תנועת החלקיק בחלק שנמצא בנקודה B ברגע זה?

2) תרגול גל 2

מציירים בחבל שתי הפרעות כמתואר בתרשים: $v=10\frac{cm}{sec}$.

שרטט את החבל בזמנים הבאים:



א. $t=8sec$

ב. $t=16sec$

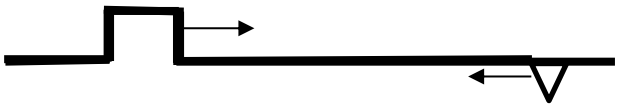
ג. $t=18sec$

ד. $t=22sec$

3) תרגול גל 3

בחבל מייצרים שתי הפרעות שונות בשני קצותיו שמתקדמות אחת לקראת השנייה, כמתואר בתרשים: $v=0.5\frac{cm}{sec}$.

שרטט את צורת החבל בזמנים הבאים:



א. $t=8sec$

ב. $t=12sec$

ג. $t=13sec$

ד. $t=16sec$

4) תרגול גל 4

פולס משולש נע בחבל ומגיע לקצהו. שרטט את החבל + הפלוס במקרים הבאים:

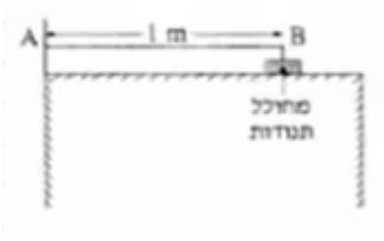
א. קצה החבל קשור לקיר.

ב. קצה החבל מולבש על טבעת חופשיה למנוע על פני ציר שעובר דרכה.

ג. קצה החבל קשור לחבל כבד יותר.

ד. קצה החבל קשור לחבל קל יותר.

5) תרגול גל עומד



חוט AB, שאורכו 1m, קשור בקצהו B למחולל תנודות,
ובקצהו A למוט קבוע (ראה תרשים).
כאשר תלמיד מפעיל את מחולל התנודות,
נוצר בחוט AB גל, שמוחזר מהקצה A.
התלמיד מגדיל ברציפות את תדירות מחולל התנודות
ורושם את התדירויות בכל פעם שנוצר בחוט AB גל עומד.
תוצאות הניסוי רשומות בטבלה שלפניך:

f - תדירות התנודות (Hz)	צורת הגל העומד	$\lambda(\text{m})$	$\frac{1}{\lambda}(\text{m}^{-1})$
24 45 67 88			

התייחס לנקודה B כנקודת צומת.

א. העתק את הטבלה למחברתך, ורשום בעמודה את אורך הגל λ, לכל אחד מארבעת הגלים העומדים שנוצרו בחוט?

ב. רשום בעמודה המתאימה בטבלה את הערך $\frac{1}{\lambda}$ לכל אחד מארבעת הגלים,
וסרטט גרף של התדירות f כפונקציה של $\frac{1}{\lambda}$.

ג. מצא בעזרת הגרף את מהירות התפשטותו של גל בחוט AB.

ד. התלמיד ממשיך להגדיל את תדירות מחולל התנודות.
מהי התדירות הראשונה (הגבוהה מ-88Hz) שייווצר בה גל עומד בחוט AB? נמק.

6) תרגול גל מחזורי 1

מופיעים לפניכם גרפי העתק זמן והעתק מקום של חבל מסוים.

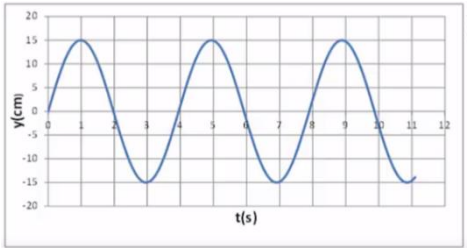
א. מהי משרעת הגל?

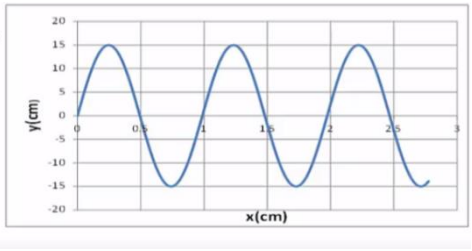
ב. מהו אורך הגל המתקדם בחבל?

ג. מה זמן המחזור של הגל?

ד. מה מהירות הגל?

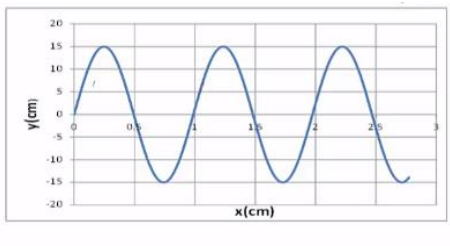
ה. לאיזה נקודה/נקודות בחבל יכול להתאים גרף ההעתק זמן (השמאלי)?

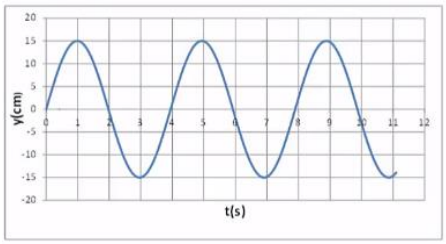




7) תרגול גל מחזורי 2

לפניכם גרף העתק-מקום והעתק-זמן של הגוף מהשאלה הקודמת.
מכפילים את תדירות מחולל הגלים (מקור).
שרטטו את גרף העתק-זמן והעתק-מקום החדשים.





8) תרגול גל מחזורי 3

לפניך שני תצלומים (נראים זהים). הימני: גל מתקדם, השמאלי: גל עומד בקהל.

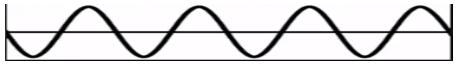
א. קבע את אורך הגל של כל אחד מהגלים בחבל.

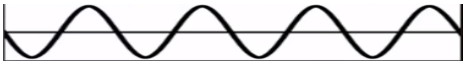
ב. שרטט את החבל $\frac{1}{4}$ זמן מחזור לאחר תצלום זה.

ג. שרטט את החבל $\frac{1}{2}$ זמן מחזור לאחר תצלום זה.

ד. בחר בכל תצלום נקודה מימין ומשמאל למשרעת, וצייר את כיוון תנועתה מיד לאחר צילום זה.

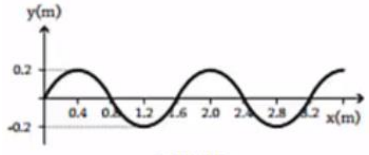
גל מתקדם **גל עומד**



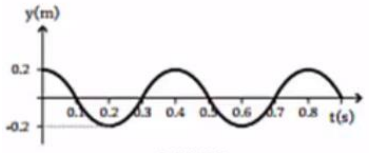


9) בגרות גלים 2007

בניסוי במעבדה, תלמיד קושר את הקצה הימני A של חבל אלסטי לנקודה קבועה, ומותח את החבל כך שהוא אופקי. לאחר מכן הוא מנדנד את קצהו השמאלי, B, של החבל מעלה ומטה בתנועה מחזורית. תרשים א' מציג את ההעתקים של הנקודות השונות על קטע מהחבל, כפונקציה של המקום, ברגע מסוים (לפני שהגל הגיע לקצה החבל A). ציר המקום, x, מצביע ימינה.
תרשים ב' מציג את ההעתק של קצה החבל B, כפונקציה של הזמן.



תרשים א



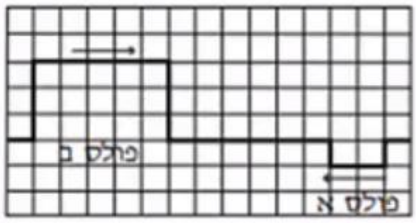
תרשים ב

א. מצא את משרעת הגל.

ב. חשב את המהירות של התפשטות הגל בחבל.

ג. בניסוי אחר שנערך עם אותו חבל ובאותם התנאים, התלמיד מנדנד את קצה החבל B, אבל הפעם בתדירות גדולה פי 2 מהתדירות הקודמת, ובמשרעת קטנה פי 2 מהמשרעת הקודמת.
ברטט גרף של ההעתקים של הנקודות השונות על קטע החבל בניסוי זה, כפונקציה של המקום, עבור רגע מסוים (לפני שהגל הגיע לקצה החבל A).

ד. בתרשים ג' מוצגים שני פולסים המתפשטים זה לקראת זה לאורך חבל אלסטי ברגע $t=0$. כל אחד מהפולסים נע במהירות של משבצת בשנייה.



תרשים ג

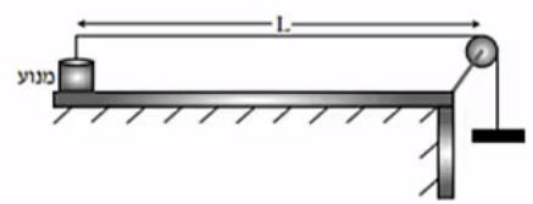
סרטט במחברתך שני תרשימים (יצג כל משבצת מתרשים ג' על ידי משבצת במחברתך): בתרשים אחד הצג את מצב החבל ברגע $t=5\sec$, ובתרשים שני הצג את מצב החבל ברגע $t=8\sec$.
הסבר את שיקוליך בקביעת מצבי החבל.

10) בגרות גלים 2009

רחל ערכה שני ניסויים עם חבל אלסטי אחיד.
בניסוי הראשון קשרה רחל קצה אחד של החבל האלסטי לנקודה קבועה, מתחה את החבל ונדנדה את הקצה החופשי של החבל (בכיוון מאונך לחבל) בתדירות קבועה. לאורך החבל התקדם גל.
בניסוי השני היא נדנדה את הקצה החופשי של החבל (בכיוון מאונך לחבל) בתדירות כפולה מזו שבניסוי הראשון. גם הפעם התקדם גל לאורך החבל.
בשני הניסויים מהירות ההתקדמות של הגל הייתה זהה.

א. האם אורך הגל שנוצר בניסוי השני שווה לאורך הגל שנוצר בניסוי הראשון? אם כן – נמק את קביעתך. אם לא – קבע באיזה ניסוי אורך הגל גדול יותר ופי כמה.

עידו קשר קצה אחד של חבל אלסטי למשקולת, העביר את החבל מעל גלגלת וקשר את קצהו האחר למנוע (ראה תרשים). אורך החבל שבין המנוע לבין הגלגלת הוא: $L=80\text{cm}$.



עידו הפעיל את המנוע והגדיל בהדרגה את תדירותו. בתדירויות מסוימות נוצרו לאורך החבל גלים עומדים עם מספר שונה של נקודות קמר (טבור). בכל פעם שנוצר גל עומד, רשם עידו בטבלה את המספר של נקודות הקמר ואת תדירות המנוע.

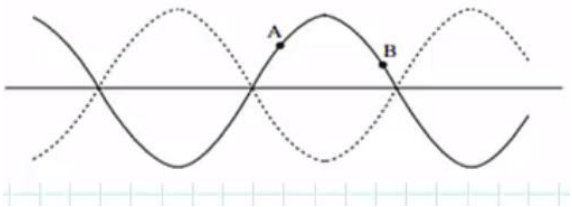
מספר נקודות קמר n	**תדירות** f (Hz)	**אורך הגל** λ **בחבל** (m)	**ההופכי של אורך הגל** $\frac{1}{\lambda}$ **בחבל** $\left(\frac{1}{\text{m}}\right)$
1	16		
2	35		
3	50		
4	65		
5	80		

ב. העתק את הטבלה למחברתך. חשב את הערכים המתאימים של אורך הגל λ, ושל ההופכי של אורך הגל $\frac{1}{\lambda}$, ורשום את התוצאות בעמודות המתאימות בטבלה. עגל את תוצאות החישוב עד ספרה אחת אחרי הנקודה העשרונית.

ג. סרטט גרף של ההופכי של אורך הגל $\frac{1}{\lambda}$, כפונקציה של התדירות f.

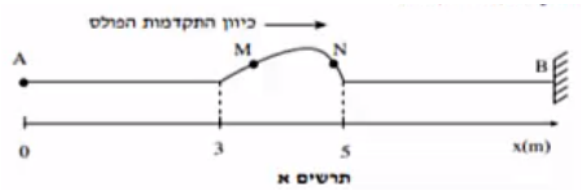
ד. חשב, על פי הגרף שקיבלת, את המהירות v של התקדמות הגל בחבל. פרט את שיקוליך במציאת המהירות.

ה. לפניך תרשים של גל עומד בחבל. מהו הפרש המופע בין שתי הנקודות A ו-B המסומנות בתרשים?



11) בגרות גלים 2010

תלמיד מחזיק בקצה A של חבל אלסטי אופקי מתוח, הקשור בקצהו האחר, B, לקיר. התלמיד מניע את ידו בכיוון מאונך לחבל ברגע: $t_0 = 0$. תחילה כלפי מעלה ומיד לאחר מכן כלפי מטה, עד שהיד מגיעה לנקודת המוצא ברגע: $t_1 = 0.5\sec$.
לאורך החבל נוצר פולס המתקדם ימינה. תרשים א' שלפניך מציג את מצב החבל ברגע מסוים t_2, וכן ציר מקום x.

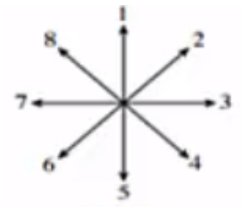


תרשים א

א. חשב את מהירות ההתפשטות של הפולס בחבל?

ב. חשב את t_2.

ג. על החבל מסומנות שתי נקודות M ו-N. ציין את כיוון התנועה של כל אחת משתי נקודות אלה ברגע t_2. באמצעות הכיוונים המסומנים בתרשים ב'.



תרשים ב

בניסוי אחר, באותו חבל, התלמיד מחבר את הקצה A למחולל תנודות, שיוצר גל רוחב מחזורי סינוסואידלי (כלומר גל שצורתו דומה לגרף הפונקציה סינוס). מתיחות החבל נשארה כמו שהייתה בניסוי הקודם.
משרעת הגל: $A = 1.4\text{cm}$ והתדירות: $f = 4\text{Hz}$.

ד. חשב את אורך הגל של הגל המחזורי הנוצר.

ה. נתון שברגע: $t = 0$ המחולל מתחיל את תנועתו כלפי מעלה.

i. סרטט את צורת הגל (העתק, y, של הנקודות כפונקציה של מיקומן, x) ברגע $t = \frac{T}{2}$ (T - זמן המחזור).

ii. סרטט את צורת הגל (העתק, y, של הנקודות כפונקציה של מיקומן, x) ברגע $t = T$.

ו. הקצה הימני B של החבל קשור, לכן נקודה B נמצאת כל הזמן במנוחה. הסבר, בעזרת עקרון הסופרפוזיציה, כיצד מעובדה זאת נובע שהגל המוחזר מהקיר הוא "הפוך" ביחס לגל הפוגע.

12) בגרות גלים 2013

כאשר פורטים על מיתר מתוח של גיטרה, נוצרים גלי רוחב המתקדמים על המיתר.

א. הסבר בקצרה מהו ההבדל בין גלי רוחב לגלי אורך. הבא דוגמה לכל אחד מסוגי הגלים.

ב. על מיתר מתוח יוצרים גלים בתדירות: $f = 500Hz$. מהירות ההתקדמות של הגלים על המיתר היא: $400\frac{m}{sec}$.
חשב את אורך הגל של הגלים.

כאשר שני הקצוות של המיתר המתוח (המתואר בסעיף ב') קבועים במקומם, מתרחשת סופרפוזיציה של הגלים הנעים על המיתר עם גלים המוחזרים מהקצוות. בעקבות זאת נוצר על המיתר גל עומד שבו שני הקצוות הם נקודות צומת (מינימום), ומרכז המיתר הוא נקודת קמר (מקסימום) יחידה.

ג. חשב את אורך המיתר.

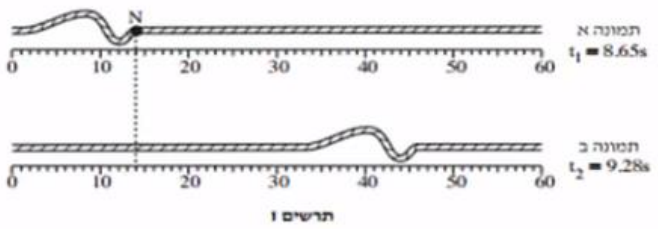
ד. הגדילו את התדירות של הגל עד שנוצר שוב גל עומד.

i. חשב מהי תדירות זו.

ii. כמה נקודות צומת התקבלו על המיתר (כולל הקצוות)?

13) בגרות גלים 2014

בתרשים 1 מוצגות שתי תמונות של חבל, שלאורכו מתקדמת הפרעה (פולס).
בתמונה א' מוצגת ההפרעה ברגע: $t_1 = 8.65\sec$, ובתמונה ב' מוצגת ההפרעה ברגע: $t_2 = 9.28\sec$.



תרשים 1

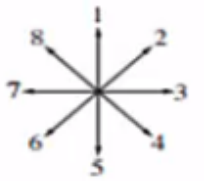
א. ענה על הסעיפים הבאים:

i. מהו כיוון ההתקדמות של ההפרעה (ימינה, שמאלה, מעלה או מטה)?

ii. מהו סוג ההפרעה (אורכית, רוחבית או אחרת)? נמק.

ב. היעזר בתרשים 1 וחשב את מהירות ההתקדמות של ההפרעה.

ג. N היא נקודה על החבל. קבע איזה מבין החצים המסומנים בתרשים 2 מתאר נכון את כיוון התנועה של הנקודה N, רגע לאחר t_1.



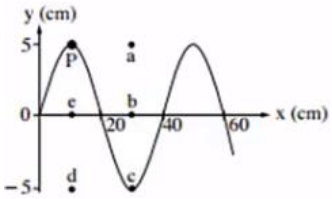
תרשים 2

ד. קצה החבל קשור בנקודה קבועה למוט אנכי שאינו נראה בתמונות. ההפרעה מתקדמת לאורך החבל לעבר קצהו הקשור, והיא חוזרת לכיוון שהגיעה ממנו. כאשר ההפרעה חוזרת היא מתהפכת בכיוון מעלה-מטה. סרטט במחברתך תרשים מקורב של ההפרעה המוחזרת.

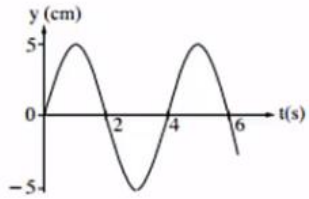
ה. במקרה אחר קצה החבל קשור לטבעת החופשייה לנוע מעלה-מטה לאורך המוט האנכי. סרטט במחברתך תרשים מקורב של ההפרעה המוחזרת במקרה זה.

14) בגרות גלים 2015

שני התרשימים שלפניך מתארים גל מחזורי שמתקדם לאורך חבל מתוח.



תרשים ב



תרשים א

א. היעזר בתרשימים ומצא את הגדלים האלה:

i. משרעת (אמפליטודת) הגל.

ii. תדירות הגל.

iii. אורך הגל.

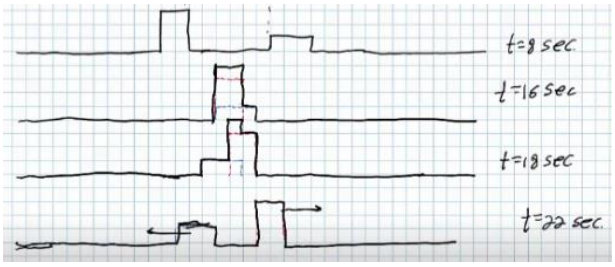
ב. חשב את המהירות של התקדמות הגל לאורך החבל המתוח.

ג. על החבל מסומנת נקודה בצבע שחור (נקודה P שבתרשים ב׳).
קבע באיזו נקודה (מן הנקודות a, b, c, d, e המסומנות בתרשים ב׳) תהיה נקודה P, כעבור 2 שניות מהרגע המתואר בתרשים. נמק.

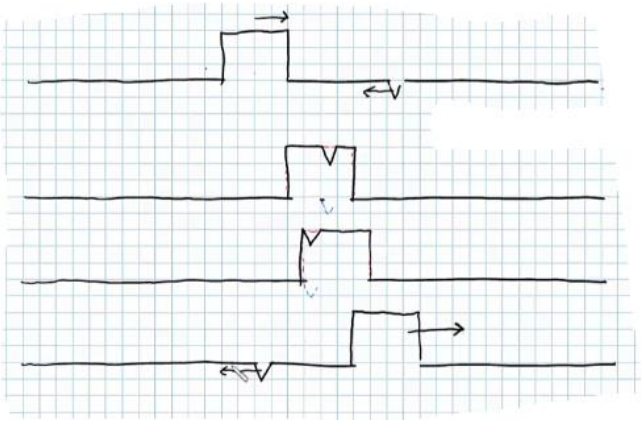
תשובות סופיות:

1) א. $A = 0.3m$ ב. $V = 0.2\frac{m}{sec}$ ג. למעלה. ד. למטה.

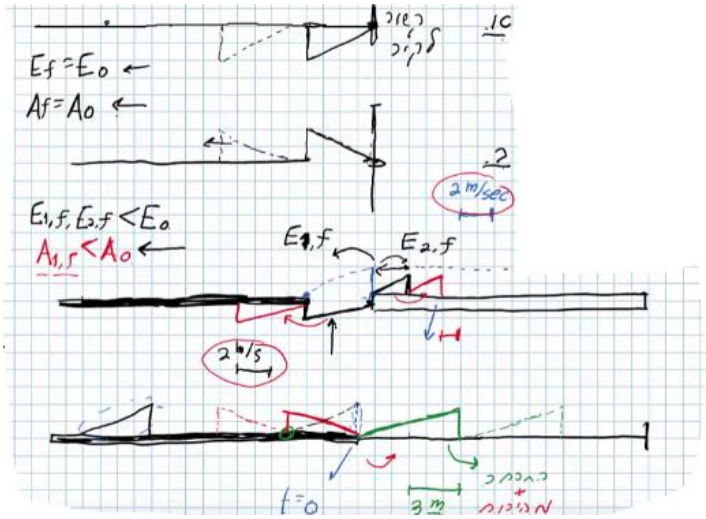
2)



3)

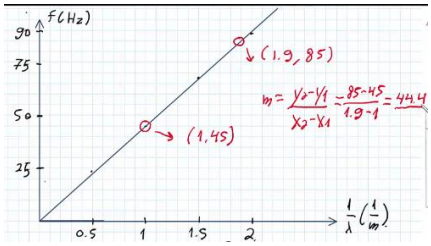


4)



5) א.

$\frac{1}{\lambda}\left(\mathrm{m}^{-1}\right)$	$\lambda\left(\mathrm{m}\right)$	צורת הגל העומד	f - תדירות התנודות $\left(\mathrm{Hz}\right)$
0.5	2		24
1	1		45
1.5	$\frac{2}{3}$		67
2	$\frac{1}{2}$		88

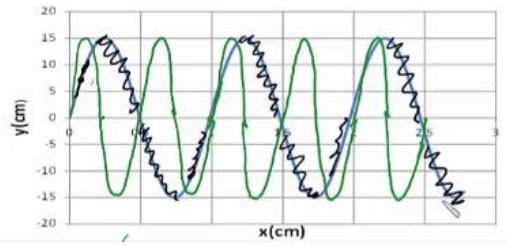
ב. 

ג. $f = v\frac{1}{\lambda}$ ד. $f = 111\mathrm{Hz}$

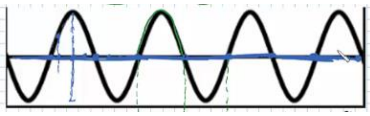
6) א. $A = 0.15\mathrm{m}$ ב. $\lambda = 1\mathrm{m}$ ג. $t = 4$ ד. $v = 25\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{sec}}$

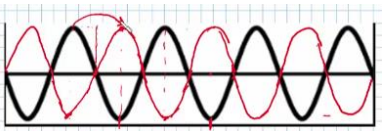
ה. $(0.5,0)$, $(1.5,0)$, $(2.5,0)$

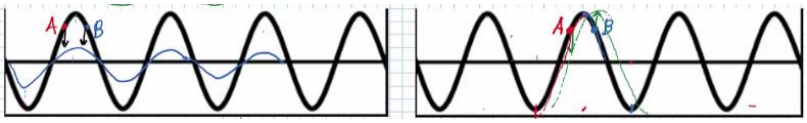
7) הגל הירוק בשרטוט:

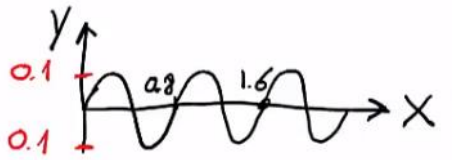


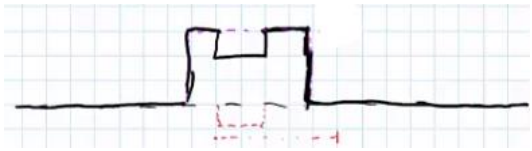
8) א. מתקדם: $\lambda_1 = 80\mathrm{cm}$, עומד: $\lambda_2 = 80\mathrm{cm}$.

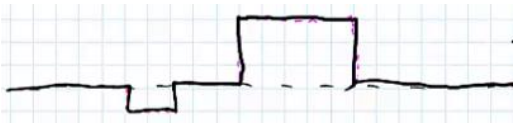
ב. 

ג. 

ד. 

9) א. $A = 0.2\mathrm{m}$ ב. $V = 4\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}}$ ג. 

ד. $t = 5\mathrm{sec}$: 

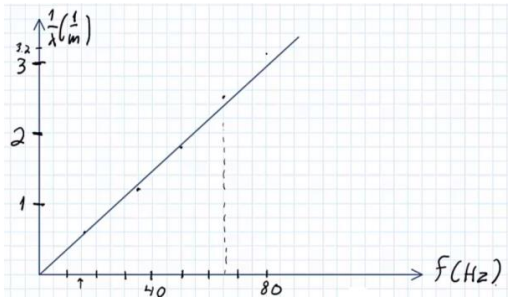
$t = 8\mathrm{sec}$: 

10) א. לא, בניסוי השני λ קטן פי 2.

ב.

מספר נקודות קמר n	תדירות f (Hz)	אורך הגל λ בחבל (m)	ההופכי של אורך הגל $\frac{1}{\lambda}$ בחבל $\left(\frac{1}{\mathrm{m}}\right)$
1	16	1.6	0.6
2	35	0.8	1.2
3	50	0.5	1.8
4	65	0.4	2.5
5	80	0.3	3.1

ג.

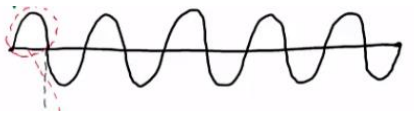


ד. $v = 27.3\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}}$ ה. 0

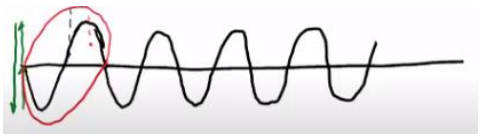
11) א. $V = 4\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}}$ ב. $t_2 = 1.25\,\mathrm{sec}$ ג. N - חץ מס' 1 – נעה למעלה,

M - חץ מס' 5 – נעה למטה. ד. $\lambda = 1\mathrm{m}$

ה.i.



ii.



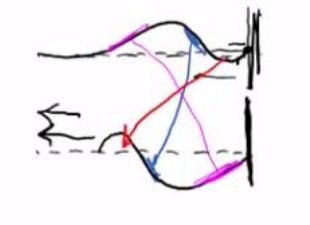
ו. ראה סרטון.

12) א. ראה סרטון. ב. $\lambda = 0.8\mathrm{m}$ ג. $L = 0.4\mathrm{m}$

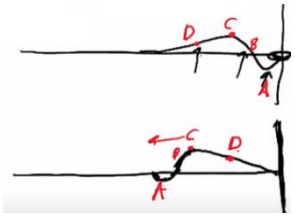
ד.i. $f = 1000\mathrm{Hz}$ ii. 3 נקודות צומת.

13) א.i. ימינה. ii. רוחבית. ב. $V = 50.8\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{sec}}$ ג. חץ מס' 5.

ד.



ה.



14) א.i. $A = 5\mathrm{cm}$ ii. $f = 0.25\mathrm{Hz}$ iii. $\lambda = 40\mathrm{cm}$

ב. $V = 0.1\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}}$ ג. נקודה d.

קורס הכנה בפיזיקה לכיתה יא בשפה הערבית

פרק 18

גלי מים (גלים דו ממדיים)

תכונות גלי מים 14
התאבכות גלי מים 17

תכונות גלי מים:

שאלות:

1) תרגיל החזרה גלים דו ממדיים

נתון אמבט הגלים הבא בו מתקדם גל ישר A_0B_0 . באמבט קיים גם מחסום.

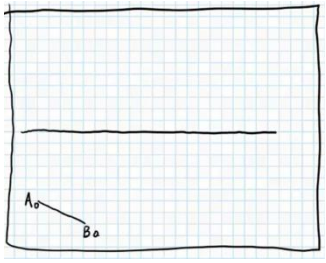
א. הוסף לתרשים חץ המתאר את כיוון התקדמות הגל A_0B_0 .

ב. הוסף לתרשים את חזית הגל לאחר שהוחזרה מהמחסום.

ג. הוסף לתרשים חיצים המתארים את זוויות פגיעת והחזרת הגל כפי שהן מוחזרות לאור.

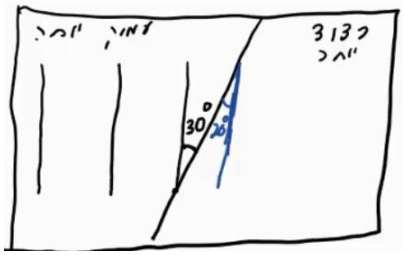
ד. הוסף לתרשים חיצים המתארים את זוויות פגיעת והחזרת הגל כפי שהן מוחזרות לגלי מים.

ה. הוסיפו לתרשים את חזית הגל, ברגע שבו אמצע חזית הגל נוגעת במחסום.



2) תרגול מעבר תווך גלי מים

נתון אמבט גלים בו נע גל לפי התרשים הבא.
במרכז האמבט מוקם מחסום כך שגובה המים בחלק הימני נמוך יותר.
מקור גלים בקצה השמאלי של האמבט מייצר גל ישר מחזורי בתדירות 4 הרץ.
מהירות הגל במים בחלק העמוק היא 20 ס״מ לשנייה.
הגל מתקדם ועובר לתווך הימני כמתואר בתרשים.



א. מה מהירות גל המים בתווך הרדוד יותר?

ב. מהו אורך הגל λ_1 בחלק העמוק?

ג. מהו אורך הגל λ_2 בחלק הרדוד?

ד. הוסיפו לתרשים (איכותית) עוד 2 אורכי גלים לאחר מעבר גל המים לתווך הרדוד.

3) תרגול אנרגיה ומשרעת של גל

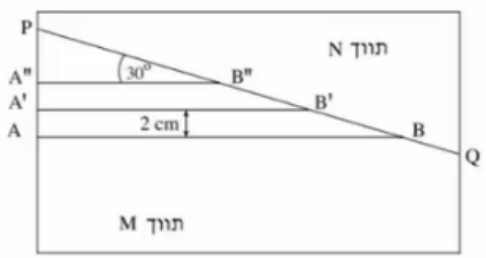
גל מעגלי מתפשט באמבט גלים. משרעתו, כשהיה מעגל ברדיוס 3cm , הייתה 1cm .

א. פי כמה תהיה קטנה האנרגיה שלו כשיתפשט לרדיוס של 15cm?

ב. מה תהיה משרעתו במצב זה?

4) בגרות 2003

התרשים שלפניך מתאר מבט מלמעלה על אמבט גלים ובו מים.



קו ההפרדה PQ מפריד בין תווך M לתווך N. עומק המים בתווך M שונה מעומק המים בתווך N. גודל מהירות הגלים הוא $10\frac{m}{sec}$ בתווך M, ו- $15\frac{m}{sec}$ בתווך N.

הקווים: AB , $A'B'$ ו- $A"B"$ מתארים שלושה קווי שיא עוקבים של גל הנפלט ממקור הגלים. המרחק בין שני קווי שיא עוקבים, לדוגמא בין AB ל- $A'B'$, הוא $2cm$, והזווית בין כל אחד מקווי השיא ובין הקו PQ היא $30°$.

א. מהי התדירות של מקור הגלים?

ב. מהו אורך הגל בתווך N?

ג. חשב את זווית השבירה של הגל בתווך N.

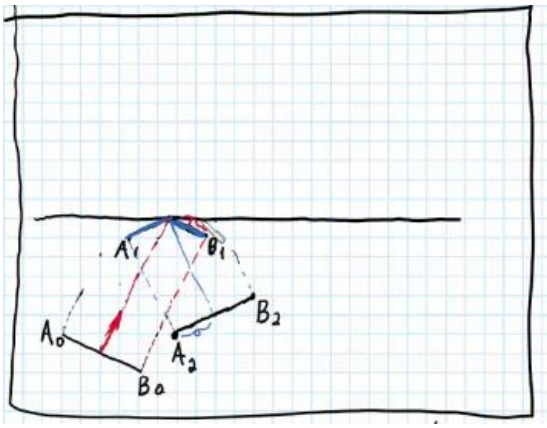
ד. העתק את התרשים למחברתך, והוסף לו את המשך קווי השיא $A'B'$ ו- $A"B"$ בתווך N. סמן בחץ את כיוון ההתקדמות של הגל בתווך N, וסמן את זווית השבירה.

חוזרים על הניסוי במערכת שבה הזווית בין קווי השיא בתוך M ובין קו ההפרדה PQ היא $60°$.

ה. ציין מהו הכיוון של התקדמות הגל במקרה זה, והסבר אותו. (אפשר להיעזר בסרטוט).

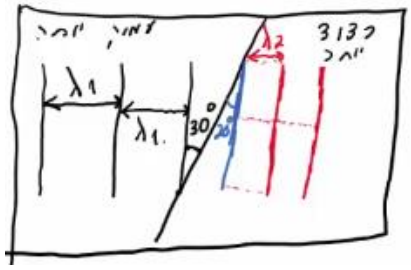
תשובות סופיות:

1)



2) א. $v_2 = 13.7\frac{cm}{sec}$. ב. $\lambda_1 = 5cm$. ג. $\lambda_2 = 3.42cm$.

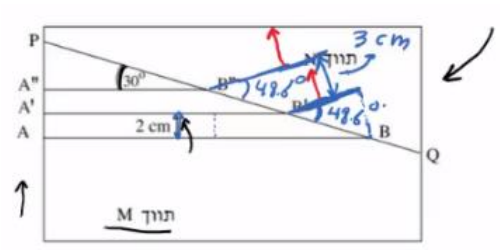
ד.



3) א. 5. ב. $0.45cm$.

4) א. $f = 500Hz$ ב. $\lambda_2 = 3cm$ ג. $\theta_2 = 48.6°$

ד.



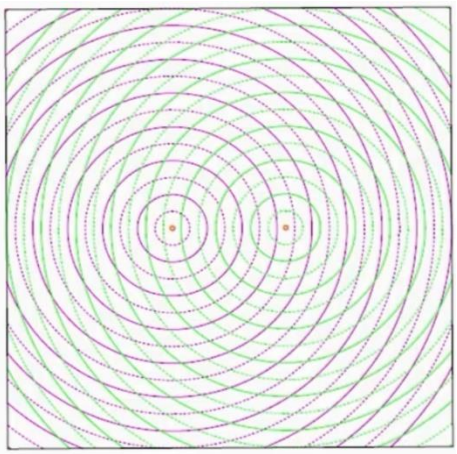
ה. $\theta_2 = X$, אין פתרון לשבירה, הגל רק יוחזר.

התאבכות גלי מים:

שאלות:

1) התאבכות גלי מים – תרגיל 1

נתון תרשים של אמבט גלים ובו 2 מקורות בעלי אורך גל זהה ושווי מופע.
קווים רציפים מייצגים שיא בגל וקווים מקווקוים – שפל.
זהו את קווי המקסימום והמינימום בתרשים.



2) התאבכות גלי מים – תרגיל 2

נתון אמבט גלים בו 2 מקורות שהמרחק ביניהם 7 ס״מ.
המקורות מכים במים במופע זהה בתדירות 20 הרץ.
מהירות התקדמות הגלים באמבט היא 25 ס״מ לשנייה.

א. מה אורך הגל של הגלים שיוצרים המקורות?

ב. קבע, לגבי כל אחת מהנקודות הבאות: A, B, C, D בתרשים, האם היא על קו מקסימום, על קו מינימום או נק׳ ביניים:

i. A - מרחקה מהמקור הראשון - 4 ס״מ ומהמקור השני - 2.8 ס״מ.

ii. B - מרחקה מהמקור הראשון - 5 ס״מ ומהמקור השני - 3.2 ס״מ.

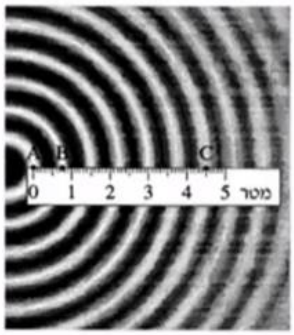
iii. C - מרחקה מהמקור הראשון - 7 ס״מ ומהמקור השני - 3.4 ס״מ.

iv. D - מרחקה מהמקור הראשון - 8 ס״מ ומהמקור השני - 6.5 ס״מ.

ג. כמה קווי מקסימום וכמה קווי מינימום יופיעו באמבט?

3) בגרות מים 2017

תלמיד חקר גלים מכניים באמצעות תכנת סימולציה. בתכנה הוא קבע תדירות הגל: $f = 400Hz$, וקיבל את תבנית הגלים הנראית בתרשים 1 שלפניך.



תרשים 1

א. התלמיד חישב את אורך הגל בעזרת תרשים 1 (שים לב ליחידות של הסרגל).

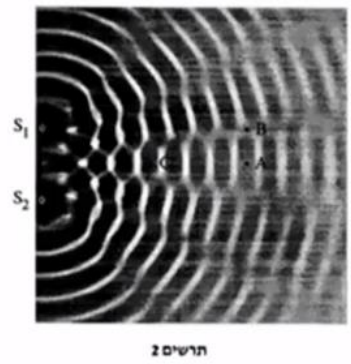
i. התלמיד מדד את אורך הקטע AB ואת אורך הקטע AC.
מבין שתי המדידות, איזו מדידה מאפשרת חישוב מדויק יותר של אורך הגל?
הסבר מדוע.

ii. חשב את אורך הגל.

ב. חשב את מהירות הגל.

ג. לפי התרשים, קבע אם התווך שהגלים מתקדמים בו הוא אחיד. נמק את קביעתך.

בניסוי אחר הגדיר התלמיד בתכנת הסימולציה שני מקורות S_1 ו- S_2 המייצרים גלים זהים. הוא מודד את עוצמת האות שהתקבלה בשלוש נקודות שונות: A, B, C (ראה תרשים 2).



תרשים 2

ד. ענה על הסעיפים הבאים:

i. קבע את סוג ההתאבכות (בונה/הורסת/אחרת) בכל אחת משלוש הנקודות.

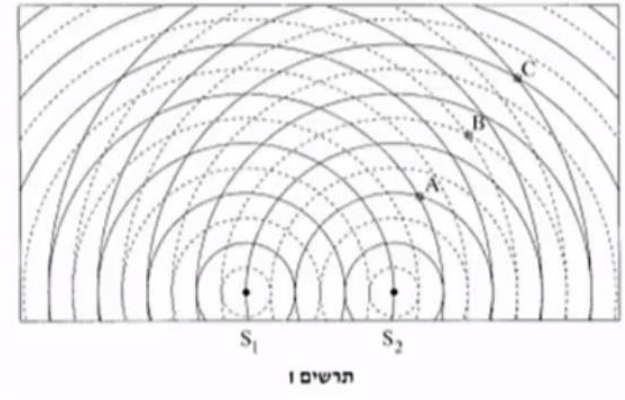
ii. עבור כל אחת מן הנקודות, בטא באמצעות אורך הגל את ההפרש בין מרחק הנקודה מן המקור S_1 ובין המרחק שלה מן המקור S_2.

ה. דרג את שלוש הנקודות לפי עוצמת האות שנמדדה בהן, מן העוצמה הגבוהה לעוצמה הנמוכה. הסבר את תשובתך.

ו. קבע מה יהיה סוג ההתאבכות בכל אחת משלוש הנקודות, אם הפרש המופע בין המקור S_1 ובין המקור S_2 יהיה חצי זמן מחזור.

4) בגרות מים 2016

בתרשים שלפניך מוצג סרטוט של אמבט גלים, ובו 2 כדורים קטנים S_1 ו- S_2 הרוטטים בתדירות של: $f=10Hz$. שני הכדורים הם מקורות שווי מופע לגלים. המעגלים המוצגים בקו רציף מציינים את השיאים של הגלים ברגע נתון, והמעגלים המוצגים בקו מקווקו מציינים את השפלים של הגלים באותו רגע. המרחק בין הכדור S_1 לכדור S_2 הוא $6cm$.



תרשים 1

א. על פי תרשים 1, מצא את אורך הגל λ של הגלים הנוצרים באמבט. פרט את חישובייך.

ב. חשב את המהירות v של הגלים באמבט.

ג. בנוגע לכל אחת מהנקודות: A , B , C המסומנות בתרשים 1, ענה על התת-סעיפים i-ii:

i. בטא באמצעות אורך הגל λ את הפרשי המרחקים:
AS_1-AS_2 , BS_1-BS_2 , CS_1-CS_2.

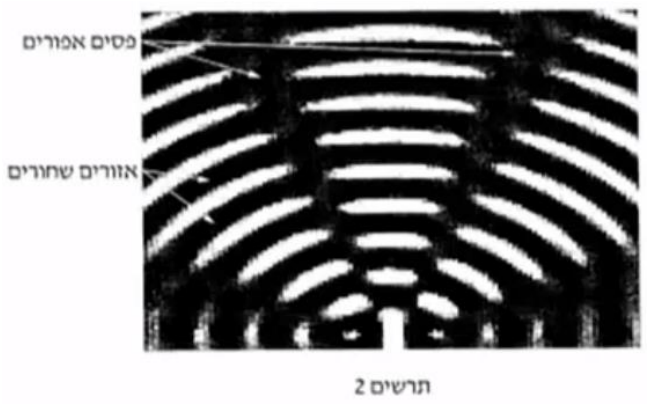
ii. על פי הפרשי המרחקים שמצאת, קבע את סוג ההתאבכות (בונה/הורסת/אחרת) בכל אחת מהנקודות. הסבר את קביעותיך.

ד. נקודה D, שאינה מסומנת בתרשים, נמצאת על קו מקסימום מהסדר השני. נתון: המרחק של הנקודה D מן המקור S_2 הוא: $8.2cm$.

חשב את מרחקה של נקודה D מן המקור S_1.

שים לב: יש שתי תשובות אפשרויות. מצא את שתיהן.

בתרשים 2 שלפניך מוצג תצלום של אמבט גלים אחר.
נתון: התדירות של כל אחד משני המקורות: $f=10Hz$.



תרשים 2

צילמו את האמבט פעם נוספת 0.55 שניות לאחר הצילום הראשון.
התצלום השני אינו מוצג.

ה. ענה על הסעיפים הבאים:

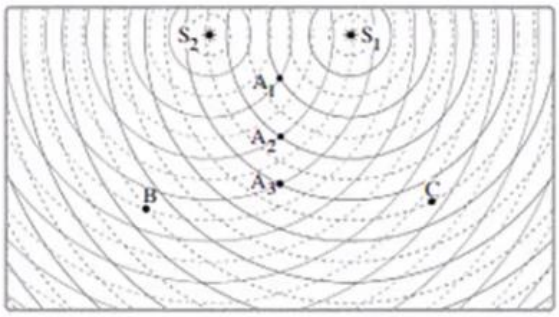
i. קבע אם המיקום של הפסים האפורים בתצלום השני שונה ממקומם בתצלום הראשון. נמק את קביעתך.

ii. קבע אם המיקום של האזורים השחורים בתצלום השני שונה ממקומם בתצלום הראשון. נמק את קביעתך.

5) בגרות 2014

באמבט גלים נמצאים שני כדורים המתגודדים בתדירות $25Hz$.
הכדורים משמשים שני מקורות נקודתיים: S_1 ו-S_2, לגלים מעגליים שווי מופע.
מקומן של נקודות השיא (מקסימום) של כל גל בנפרד ברגע מסוים מסומנות בתרשים שלפניך בקווים רציפים, ומקומן של נקודות השפל (מינימום) של כל גל בנפרד באותו רגע מסומנות בקווים מקווקווים.

הגל שיוצר כל אחד משני הכדורים מתפשט במים במהירות: $50\frac{cm}{sec}$.



א. חשב את אורך הגל, λ, שיוצר כל אחד משני הכדורים.

ב. בתרשים מסומנות שלוש הנקודות: A_1 , B ו-C. קבע אם נוצרת בכל אחת משלוש הנקודות האלה התאבכות בונה או התאבכות הורסת או שהנקודה היא נקודת ביניים. נמק את קביעותיך.

ג. ענה על הסעיפים הבאים:

i. קבע על פי התרשים, כמה קווי מקסימום יש בתבנית ההתאבכות?

ii. מהו הסדר המרבי של קווי המקסימום?

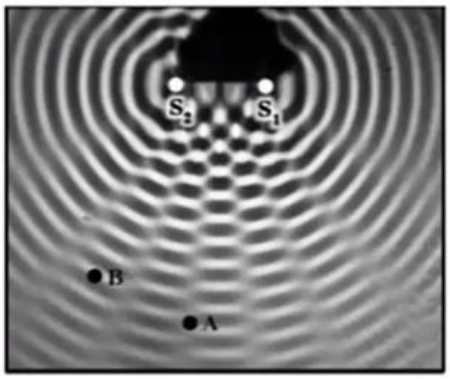
ד. היעזר בתרשים וקבע אם המרחק A_3 , A_2 גדול מאורך הגל λ, קטן ממנו או שווה לו. נמק.

ה. הנח שאין איבוד אנרגיה לסביבה, וקבע אם ברגע המתואר בתרשים גובה פני המים בנקודה A_3 גדול יותר, קטן יותר או שווה לגובה פני המים בנקודה A_1.

6) בגרות 2006

תלמיד הציב על שולחן אמבט גלים ובו שני כדורים קטנים, שכל אחד מהם מתנודד בתדירות של 25Hz. הכדורים מהווים שני מקורות נקודתיים שווי-מופע ושווי-משרעת של גלי מים.

לפניך תצלום של תמונת הגלים שהתפשטו על פני המים. S_1 ו- S_2 מסמנים את שני מקורות הגלים.



א. התלמיד מצא כי מרחק הנקודה A (ראה תצלום) מ- S_1 הוא 34 ס"מ, ומרחקה מ- S_2 הוא 33 ס"מ.

מהו אורך הגל של כל אחד מהגלים הנוצרים על ידי המקורות?

ב. מהו הפרש המרחקים של הנקודה B (ראה תצלום) משני המקורות S_1 ו- S_2?

ג. מהי מהירות ההתפשטות של הגלים?

ד. אם שני מקורות הגלים יתנודדו במופע מנוגד ("אנטי פאזה"), האם תבנית ההתאבכות תהיה שונה מזו המוצגת בתצלום? אם לא – הסבר מדוע.

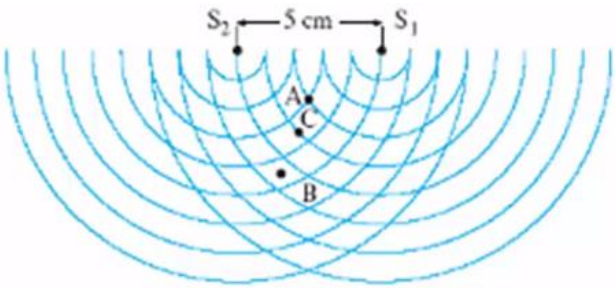
אם כן – מה יהיה השוני בין שתי התבניות?

ה. תאר מערכת ניסוי שבאמצעותה אפשר לראות תבנית התאבכות של אור על מסך.

ו. מדוע אי-אפשר לראות תבנית התאבכות של גלי אור על מסך כאשר הוא מואר בשני פנסים שונים, אף אם הם מונוכרומטיים והמרחק ביניהם קטן מאוד?

7) בגרות 1999

שני כדורים מתנודדים, כל אחד בתדירות $25Hz$. הכדורים טובלים באמבט גלים, ומשמשים כשני מקורות נקודתיים S_1 ו- S_2 לגלים מעגליים. המרחק בין המקורות הוא: $5cm$. התרשים שלפניך מתאר ברגע $t=0$ את חזיתות הגלים המתאימות לנקודות שנמצאות בשיא הגובה מעל פני המים (כפי שהיו במנוחה). ברגע זה כל אחד מהכדורים נמצא בנקודת שיא הגובה מעל פני המים.



א. על פי התרשים, הסבר מדוע אורך הגל שיוצר כל מקור הוא: $1cm$.

ב. לגבי כל אחת מהנקודות שבתת סעיפים i-v שלהלן, ציין אם נוצרת בה התאבכות בונה, התאבכות הורסת או שהיא נקודת ביניים:

i. הנקודה A, המסומנת בתרשים. נמק.

ii. הנקודה B, המסומנת בתרשים. נמק.

iii. הנקודה C, המסומנת בתרשים. נמק.

iv. נקודה E, הנמצאת במרחק $38cm$ מהמקור S_1 ובמרחק $39.5cm$ מהמקור S_2. נמק.

v. נקודה F, הנמצאת במרחק $24cm$ מהמקור S_1 ובמרחק $28.2cm$ מהמקור S_2. נמק.

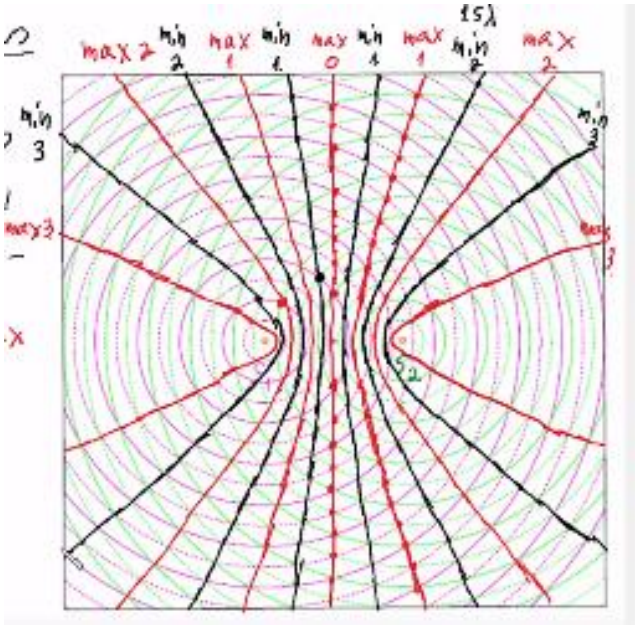
ג. ענה על הסעיפים הבאים:

i. חשב את זמן המחזור T של הגל הנוצר על ידי אחד המקורות.

ii. משרעת הגל (אמפליטודה) בנקודה A שיוצר כל מקור היא: $0.4cm$.
סרטט גרף של העתק הנקודה A כפונקציה של הזמן מרגע $t=T$ (זמן של מחזור אחד). רשום מספרים על הצירים. נקודת האפס למדידת העתק הגל תהיה פני המים במצב שבו אין גלים באמבט.

תשובות סופיות:

1)



2) א. 1.2 ס"מ.

ב.i. A - נק' מקסימום מסדר ראשון.

ii. B - נק' צומת מסדר שני.

iii. C - נק' מקסימום מסדר שלישי, נק' על קו מקסימום.

iv. D - נק' ביניים.

ג. 11 קווי מקסימום, 12 קווי מינימום.

3) א.i. AC. ב. $V = 300\frac{m}{sec}$. ג. תווך אחיד.

ii. $\lambda = 0.75m$.

ד.i. A: בונה, B: הורסת, C: בונה.

ii. A: $S_1A - S_2A = 0 = \Delta r$,

B: $S_2B - S_1B = 0.375m$, C: $S_1C - S_2C = 0 = \Delta r$.

ה. עוצמה גבוהה: E_C, עוצמה בינונית: E_A, עוצמה נמוכה: $E_B = 0$.

ו. A, C: נקודת צומת (מקסימום ← צומת), B: נקודת מקסימום- התאבכות בונה מסדר ראשון ((צומת ← מקסימום).

4) א. $\lambda = 2cm$. ב. $v = 20\frac{cm}{sec}$. ג.i. A: $AS_1 - AS_2 = 2\lambda$,

B: $BS_1 - BS_2 = 2\lambda$, C: $CS_1 - CS_2 = 2\lambda$.

ii. התאבכות בונה בכל הנקודות.

ד. $S_1D = 12.2cm / 4.2cm$. ה.i. לא. ii. כן.

5) א. $\lambda = 2cm$. ב. התאבכות בונה: A, B, נקודת ביניים: C.

ג.i. 7. ii. סדר שלישי. ד. גדול. ה. קטן.

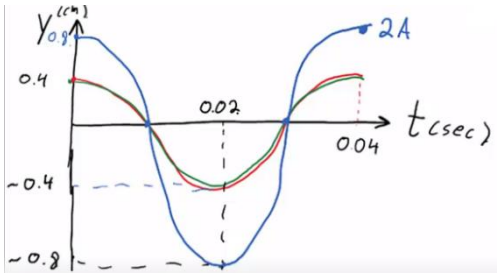
6) א. $\lambda = 2cm$. ב. $\Delta r = 4cm$. ג. $V = 0.5\frac{m}{sec}$. ד. כן.

ה. ראה סרטון. ו. ראה סרטון.

7) א. $d = 5\lambda = 5cm \rightarrow \lambda = 1cm$. ב.i. בונה. ii. בונה.

iii. הורסת. iv. הורסת.

v. ביניים. ג.i. $T = 0.04sec$. ii.



קורס הכנה בפיזיקה לכיתה יא בשפה הערבית

פרק 19

התאבכות גלי אור- גלים תלת ממדיים

התאבכות אור מ2- סדקים 25
התאבכות אור במספר סדקים, וסריג עקיפה 27
התאבכות אור בסדק יחיד + סיכום נושא 29
התאבכות אור- בגרויות 30

התאבכות אור מ-2 סדקים:

שאלות:

1) התאבכות אור תרגיל 1

מאירים בלייזר בעל אורך גל 500 ננומטר לוחית בעלת 2 סדקים בעלי $d = 0.2mm$. במרחק $L = 3m$ נמצא מסך.

א. מהו רוחב פס אור כל עוד אנחנו בזויות קטנות?
ב. מהו מרחקו ממרכז התבנית של מרכז פס האור מסדר רביעי?
ג. מהו מרחקו ממרכז תבנית ההתאבכות של קו החושך מסדר שביעי?
ד. מה מרחקו ממרכז תבנית ההתאבכות של מרכז פס האור מסדר 200?

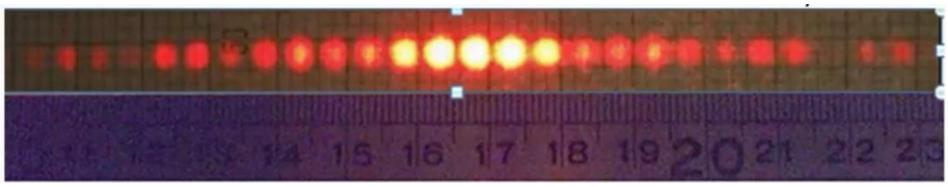
2) התאבכות אור תרגיל 2

מאירים בלייזר ירוק בעל אורך גל לא ידוע על לוחית ובה 2 סדקים שהמרחק ביניהם 0.15 מ״מ. מניחים מסך שאורכו $h = 1m$ במרחק 3 מטר מהלוחית כך שמרכז המסך בדיוק מול הסדקים. הזווית למקסימום מסדר חמישי נמדדת ושווה ל-1 מעלה.

א. מה אורך הגל של הלייזר?
ב. מה מרחקו של המינימום מסדר חמישי ממרכז המסך?
ג. כמה קווי חושך התקבלו על המסך?
ד. אם נחליף המסך במסך ארוך מאוד שיונח באותו מיקום, כמה פסי אור ייווצרו על המסך?

3) התאבכות אור תרגיל 3

לוקחים לייזר אדום בעל אורך גל לא ידוע ומציבים לפניו לוחית בעלת 2 סדקים שהמרחק ביניהם 0.25 מ״מ. ממקמים מסך במרחק 1.8 מטר מהלוחית.
על המסך מתקבלת תבנית ההתאבכות הבאה, לצד סרגל שהודבק למסך מראש.



א. מצא את אורך הגל של הלייזר בדרך המדויקת ביותר.
ב. איזה מהנקודות בצילום הינה נקודת המקסימום המרכזי?
ג. לאיזה נקודה בצילום מגיע אור שמרחקו מאחד הסדקים גדול ב-3 אורכי גל מאשר מרחקו מהסדק השני?
ד. לאיזה נקודה על המסך מגיע אור שמרחקו מאחד הסדקים גדול ב-4.5 אורכי גל מאשר מרחקו מהסדק השני?
ה. מהן 3 הדרכים אשר ניתן לצופף בהן את תבנית ההתאבכות?

תשובות סופיות:

1) א. $7.5\,nm$ ב. 3 ס״מ. ג. $\theta = 0.93°$ ד. $x_{200} = 1.73$

2) א. 524 נ״מ. ב. 4.72 ס״מ. ג. 94 קווי חושך. ד. 573 פסי מקסימום.

3) א. 5 מ״מ. ב. $\lambda = 694$ ג. 3λ ד. 4.5λ ה. ראה סרטון.

התאבכות אור במספר סדקים וסריג עקיפה:

שאלות:

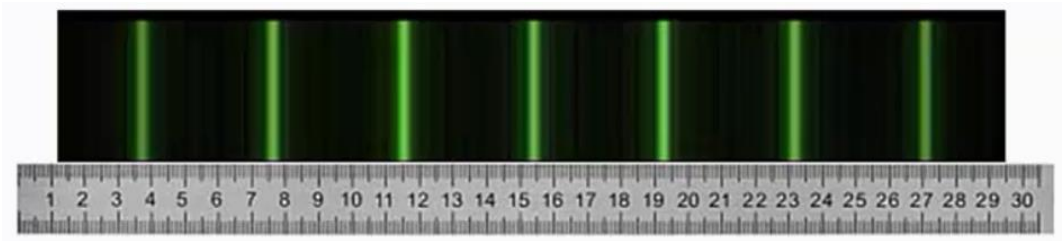
1) התאבכות אור בסריג – תרגיל 4

מאירים בלייזר בעל אורך גל לא ידוע על סריג בעל קבוע של 100 חריצים למ״מ.
מציבים מסך במרחק 1 מטר מהסריג כך שמרכזו מול מרכז הסריג ומול קרן הלייזר.
אורך המסך 4 מטר.
מיקומו של קו המקסימום הראשון נמדד ושווה ל-6.5 ס״מ ממרכז המסך.

א. מהו אורך הגל של הלייזר?
ב. מה מיקומו של קו המקסימום מסדר שני?
ג. מה מיקומו של קו המקסימום מסדר חמישי?
ד. כמה קווי מקסימום יתקבלו על המסך?
ה. בהנחה שמחליפים מסך זה במסך ארוך מאוד באותו המיקום, כמה קווי מקסימום יתקבלו עליו?

2) התאבכות אור בסריג – תרגיל 5

מאירים בלייזר ירוק בעל אורך גל 550 ננומטר על סריג בעל קבוע לא ידוע, ומציבים מסך במרחק 2.5 מטר מהסריג.
על המסך שעליו מודבק סרגל מתקבלת התמונה הבאה:



א. מצאו את קבוע הסריג בדרך המדויקת ביותר.
ב. באיזה זווית ביחס לאנך האמצעי יתקבל קו המקסימום מסדר 20?
ג. מה יקרה לתבנית ההתאבכות אם נחליף את הלייזר הירוק בלייזר כחול?

3) התאבכות אור בסריג – תרגיל 6

אור לבן פוגע בסריג עקיפה בעל קבוע 300 חריצים למ״מ.
מסך ארוך מונח במרחק 2 מטר מהסריג.

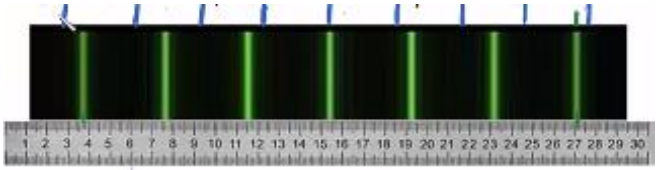
א. מה רוחב הפס הצבעוני מסדר ראשון?
ב. מה הזווית שנפתחת בין המקסימום האדום מסדר שני, והסגול מסדר שני?
ג. הוכח שקיימת חפיפה בצבעים בין הסדר השני לסדר השלישי.

תשובות סופיות:

1) א. 649 נ״מ. ב. 13 ס״מ. ג. 34.3 ס״מ. ד. 27 קווים. ה. 31 קווים.

2) א. $282\frac{\text{haritsim}}{\text{cm}}$ ב. $18.1°$

ג.



3) א. 0.188 מ׳. ב. $10.9°$ ג. הוכחה.

התאבכות אור בסדק יחיד + סיכום נושא:

שאלות:

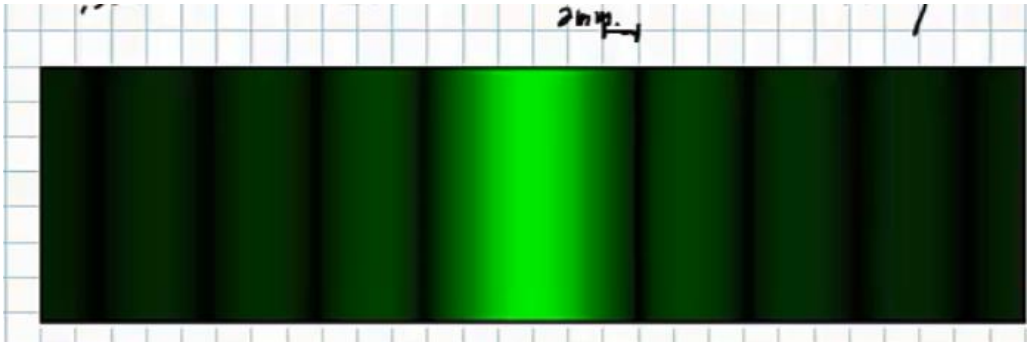
1) עקיפה מסדק יחיד – תרגיל 1

תלמיד מאיר בלייזר אדום בעל אורך גל 670 ננומטר סדק שרוחבו 0.3 מ״מ.
תבנית עקיפה מתקבלת על מסך במרחק 1.5 מטר.

א. מה רוחבו של המקסימום המרכזי?
ב. מה רוחבו של מקסימום משני, מסדר נמוך?

2) עקיפה מסדק יחיד – תרגיל 2

לוקחים לייזר ירוק בעל אורך גל 530 ננומטר. מציבים אותו לפני סדק בעל רוחב לא ידוע, ועל מסך משבצות במרחק 3 מטר מהסדק מתקבלת תבנית ההתאבכות הבאה:



נתון שרוחב משבצת על הלוח הוא 2 מ״מ.

א. מה רוחב הסדק?
ב. כמה קווי צומת יתקבלו על מסך ארוך מאוד?
ג. מה יקרה לתבנית ההתאבכות אם נגדיל את רוחב הסדק?

תשובות סופיות:

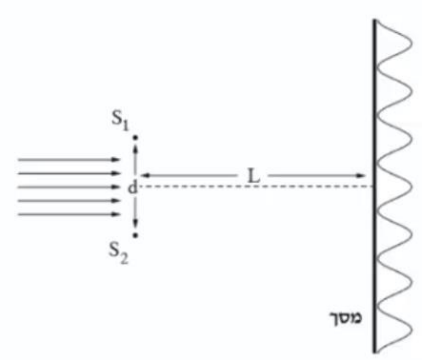
1) א. 6.7 מ״מ. ב. 3.35 מ״מ.
2) א. 0.265 מ״מ. ב. 1,000 קווי צומת בתבנית.
ג. האור ינוע בקווים ישרים ולא מבצע עקיפה.

התאבכות אור - בגרויות:

שאלות:

1) בגרות 2020

תלמידים ערכו ניסוי במעבדה באמצעות מערכת המתוארת בתרשים שלפניך. אלומה מקבילה של אור מונוכרומטי פוגעת בלוחית שבה זוג סדקים צרים במרחק d זה מזה. כיוון האור הפוגע ניצב למישור הסדקים. במרחק L מן הסדקים מוצב מסך במקביל ללוחית. על המסך מתקבלת תבנית התאבכות.



באמצעות החלפת לוחיות שינו התלמידים את המרחק d בין הסדקים, ובעקבות זאת השתנה רוחב פס האור, Δx. בטבלה שלפניך מוצגות תוצאות הניסוי:

$d(cm)$	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
$\Delta x(cm)$	0.61	0.29	0.20	0.17	0.12	0.10
המשתנה החדש						

א. ענה על הסעיפים הבאים:

i. רשום ביטוי של רוחב פס האור, Δx, כפונקציה של המרחק בין הסדקים, d.

ii. החליפו את המשתנה d במשתנה חדש, שהקשר בינו לבין Δx הוא קשר לינארי. מהו המשתנה החדש?

ב. העתק את הטבלה למחברתך, והוסף בה את הערכים של המשתנה החדש ואת היחידות המתאימות.

ג. סרטט גרף (דיאגרמת פיזור) של Δx כפונקציה של המשתנה החדש, והוסף בו קו מגמה ליניארי.

נתון: $L = 120cm$.

ד. חשב את אורך הגל באמצעות השיפוע של קו המגמה.

ה. ענה על הסעיפים הבאים:

i. העתק למחברתך (בקירוב) את התרשים שבפתיח, וסמן בו את המרחק בין המקסימום המרכזי ($n=0$) לבין המקסימום מסדר 2 ($n=2$).

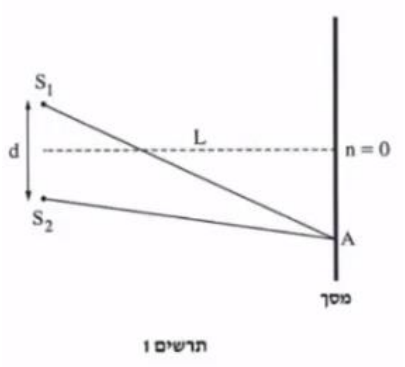
ii. חשב את המרחק הזה עבור: $d=0.015cm$, באמצעות נקודה מקו המגמה.

2) בגרות 2019

תלמידים עורכים שלושה ניסויים.

בניסוי הראשון, אלומה מקבילה של אור מונוכרומטי בעל אורך גל: $\lambda_1=600nm$

פוגעת בניצב בלוחית שבה שני חריצים, S_1 ו- S_2. החריצים צרים מאוד ביחס למרחק d שביניהם. על מסך המקביל ללוחית מתקבלת תבנית התאבכות. המסך נמצא במרחק L מן הלוחית (ראה תרשים 1).



תרשים 1

הנח כי מתקיים קירוב של זוויות קטנות.

א. קבע אם בנקודה שבה הפרש הדרכים משני החריצים שווה 18 חצאי אורך גל מתקיימת התאבכות בונה, התאבכות הורסת או נקודת ביניים. נמק את קביעתך.

נתון שהמרחק בין מרכז המקסימום מסדר $n=0$ לבין מרכז המקסימום מסדר $n=8$ שווה $12cm$.

ב. חשב את הרוחב של פס האור, Δx.

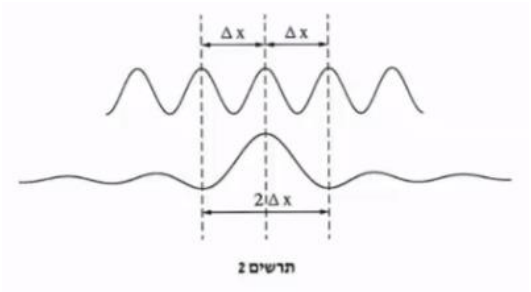
בניסוי השני, מאירים את החריצים S_1 ו- S_2 באלומה מקבילה של אור מונוכרומטי שאורך הגל שלו הוא λ_2. במקרה זה רוחב פס האור קטן פי 1.2.

ג. חשב את אורך הגל λ_2.

הנקודה A נמצאת במרחק של $3.75cm$ ממרכז המקסימום מסדר $n=0$.

ד. עבור כל אחד מאורכי הגל λ_1 ו- λ_2, קבע אם בנקודה A תיווצר התאבכות בונה, התאבכות הורסת או נקודת ביניים. נמק את קביעותיך.

בניסוי השלישי, האלומה המקבילה של אור מונוכרומטי, שאורך הגל שלו: $\lambda_1 = 600nm$, פוגעת בניצב בלוחית שבה יש חריץ אחד בלבד, ברוחב w.
על מסך המקביל ללוחית נוצר מקסימום מרכזי, שרוחבו פי 2 מרוחב פס האור שהתקבל משני החריצים S_1 ו- S_2 בניסוי הראשון (ראה תרשים 2).
המרחק בין הלוחית למסך בניסוי השלישי שווה למרחק L שבין הלוחית למסך בניסוי הראשון.



תרשים 2

ה. הוכח שבניסוי זה, רוחב החריץ w שווה למרחק d בין S_1 ו- S_2.

נתון כי המרחק בין הלוחית למסך הוא: $L = 1.5m$.
ו. חשב את רוחב החריץ, w.

3) בגרות 2018

בתרשים שלפניך מוצג סרטוט של תבנית התאבכות. התבנית נוצרה על ידי אלומה מקבילה של אור מונוכרומטי שעברה דרך זוג חריצים מקבילים בלוחית אטומה. אורך הגל של האלומה הוא λ.
האלומה פגעה בלוחית בכיוון ניצב למישור החריצים, והתבנית התקבלה על מסך המקביל למישור החריצים. פסי האור שהתקבלו מסומנים באותיות א-ט.
פס האור ה הוא הפס המרכזי.



א. קבע לאיזה פס אור (או לאילו פסי אור) מבין הפסים א-ט הגיע אור מאחד החריצים. במסלול שהוא ארוך בשלושה אורכי גל מן המסלול שעבר האור שהגיע מן החריץ האחר. נמק את תשובתך.
ב. קבע לאיזה מקום (או לאילו מקומות) הגיע אור מאחד החריצים, במסלול שהוא ארוך באורך גל וחצי מן המסלול שעבר האור שהגיע מן החריץ האחר. בתשובתך השתמש באותיות המציינות את פסי האור.

המרחק בין החריצים הוא: $d = 0.2mm$, ומרחק המסך ממישור החריצים הוא: $1.2m$.
בתחתית הסרטוט של תבנית ההתאבכות הוסיפו סרגל. הערכים של הסרגל נתונים ביחידה סנטימטר.

ג. חשב את הרוחב של פס האור בדרך שבה השגיאה היחסית במדידה תהיה קטנה ככל האפשר. פרט את תשובתך.

ד. חשב את אורך הגל של אלומת האור.

ה. הסבר מדוע עדיף להשתמש בסריג עקיפה במקום בזוג חריצים, כדי למדוד בצורה מדויקת ככל האפשר את אורך הגל.

נתון סריג עקיפה שבו המרחק בין כל זוג חריצים סמוכים שווה למרחק d שבין זוג החריצים המוצג בשאלה.

ו. קבע אם המרחק שבין נקודות המקסימום שבתבנית המתקבלת מזוג החריצים גדול מן המרחק שבין נקודות המקסימום הראשיות שבתבנית המתקבלת מסריג העקיפה, קטן ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך.

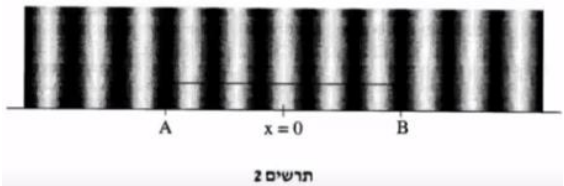
4) בגרות 2017

בניסוי דמוי יאנג מקרינים אור לבן דרך מסנן המעביר אור באורך גל מסוים. לאחר שהאור דרך המסנן, הוא עובר דרך שני סדקים זהים שהמרחק ביניהם הוא d. האור מגיע למסך שנמצא במרחק L מן הסדקים ועל המסך מתקבלת תבנית התאבכות (ראה תרשים 1).
חוזרים על הניסוי כמה פעמים, ובכל פעם משתמשים במסנן המעביר אור באורך גל אחר.



תרשים 1

בתבנית ההתאבכות המתקבלת בכל אחד מאורכי הגל מודדים את הרוחב של 5 פסי אור הקרובים למרכז התבנית (קטע AB). $x = 0$ מסמן את מרכז התבנית (ראה תרשים 2).



תרשים 2

בטבלה שלפניך מוצגות תוצאות המדידות:

$\lambda(\mu m)$	0.47	0.52	0.58	0.61	0.65
$AB(mm)$	14	15.8	17.4	18.1	19.5

א. בלי להסתמך על תוצאות המדידות שבטבלה, בטא את המרחק AB באמצעות הפרמטרים: λ , d , L.

ב. לפי תוצאות המדידות סרטט במחברתך גרף של המרחק AB כפונקציה של אורך הגל.

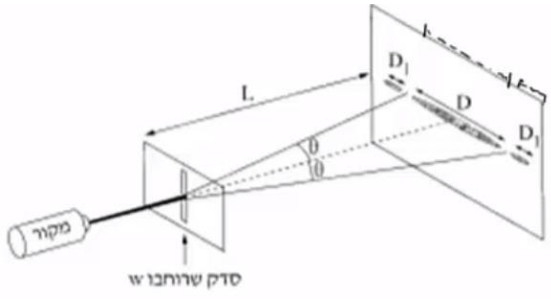
נתון: $L = 3m$.

ג. היעזר בביטוי שפיתחת בסעיף א' ובגרף שסרטטת בסעיף ב', וחשב את המרחק d בין הסדקים.

ד. בערכת הניסוי היה מסנן נוסף שמעביר אור באורך גל לא ידוע.
כאשר משתמשים בו מתקבל: $AB = 15mm$.
מצא את אורך הגל שמסנן זה מעביר. פרט את שיקוליך.

5) בגרות 2016

תופעת העקיפה באור ניתנת להסבר רק באמצעות המודל הגלי של האור.
כשאלומה דקה של אור מונוכרומטי עוברת דרך סדק מלבני (ראה תרשים) מתקבלת על מסך תבנית עקיפה אופיינית.
שים לב: התרשים שלפניך אינו מסורטט בקנה מידה מדויק (L>>D).



א. ציין שלושה פרמטרים המשפעים על הרוחב D של כתם האור המרכזי הנראה על המסך.

במעבדה לפיזיקה ערכו תלמידים סדרת ניסויים לחקירת תופעת העקיפה.
נתון: המרחק בין הסדק למסך: $L = 1.7m$.
בטבלה שלפניך מוצגות תוצאות המדידות:

0.15	0.10	0.08	0.04	$w(mm)$
14	24	26	54	$D(mm)$
6.7	10	12.5	25	$\frac{1}{w}\left(\frac{1}{mm}\right)$

ב. סרטט במחברתך גרף של $\frac{1}{w}$ כפונקציה של D.

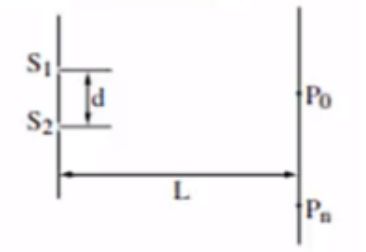
ג. הנח שהזווית θ קטנה $(\sin\theta \approx \tan\theta)$. היעזר בגרף וחשב את אורך הגל λ שנפלט ממקור האור.

ד. חשב את הרוחב של כתם האור מסדר ראשון, D_1, כאשר רוחב הסדק: $w = 0.04mm$.

ה. ציין שני שינויים שיחולו בכתם האור המרכזי, אם מקור האור המונוכרומטי יוחלף במקור אור לבן. נמק את תשובתך.

6) בגרות 2015

בתרשים שלפניך מתוארת לוחית אטומה שבה שני חריצים צרים ומקבילים זה לזה: S_1 ו- S_2. המרחק בין החריצים הוא d. אלומה מונוכרומטית ומקבילה של אור צהוב פוגעת בניצב ללוחית. אורך הגל של האור הצהוב מסומן ב- λ_{yellow}.
על מסך המקביל ללוחית, הנמצא במרחק L ממנה, מתקבלת תבנית התאבכות של האלומה. P_0 היא מרכז תבנית ההתאבכות, ו- P_n היא נקודת מקסימום מסדר n של התבנית.



א. בטא את הפרש המרחקים: $S_1P_n - S_2P_n$ באמצעות הפרמטרים שבפתיח (או באמצעות חלק מהם).
שים לב: $S_1P_n > S_2P_n$.

ב. בניסויים של התאבכות אור (אור נראה) משני חריצים מקבילים מוצאים את אורך הגל באמצעות נוסחה מקורבת. הסבר מדוע אין משתמשים בסרגל למדידות של: S_1P_n ו- S_2P_n ובביטוי שמצאת בסעיף א', אף על פי שביטוי זה אינו מקורב.

מחליפים את האלומה של האור הצהוב באלומה של אור כחול, שאורך הגל שלו : λ_{blue} , מקיים : $\lambda_{blue} < \lambda_{yellow}$. גם אלומה זו מונוכרומטית, מקבילה ופוגעת בניצב ללוחית.

ג. האם המרחק בין מרכז תבנית ההתאבכות, P_0 , ובין נקודת המקסימום מסדר n באור כחול גדול מן המרחק בין הנקודות האלה באור צהוב, קטן ממנו או שווה לו? נמק.

ד. נתון : $d = 0.06mm$, $\lambda_{blue} = 440nm$ ו- $L = 0.8m$.
חשב את הרוחב של פס מקסימום בתבנית ההתאבכות שהתקבלה באור כחול.

ה. מחליפים את אלומת האור הכחול באלומה מקבילה של אור לבן.
כיצד ייראה פס המקסימום מסדר אפס? הסבר מדוע.

7) בגרות 2014

המודל הגלי של האור התבסס במאה ה-19, בעקבות תוצאות ניסויים שנמצא בהם כי לאור יש מאפיינים של גלים מכניים. הפיזיקאי הצרפתי אוגוסטין פרנל שחקר את תופעת העקיפה השתמש בניסוייו באור השמש ובתילי מתכת.
פרנל מצא שכאשר אלומה מקבילה של אור פוגעת בתיל שקוטרו קטן, מתקבלת על מסך תבנית עקיפה הדומה לתבנית המתקבלת כאשר אלומת האור עוברת מבעד לסדק. כלומר שאשפר להתייחס אל התיל כאל סדק שרוחבו שווה לקוטר התיל.

א. תלמידים עורכים שלושה ניסויים i-iii, ובכל אחד מהם מוקרנת אלומת אור שאורך הגל שלה הוא λ על תילים בעלי קטרים שונים. לאחר פגיעת האור בתילים הוא ממשיך להתקדם ופוגע במסך.
לפניך קוטרי התילים בשלושת הניסויים :

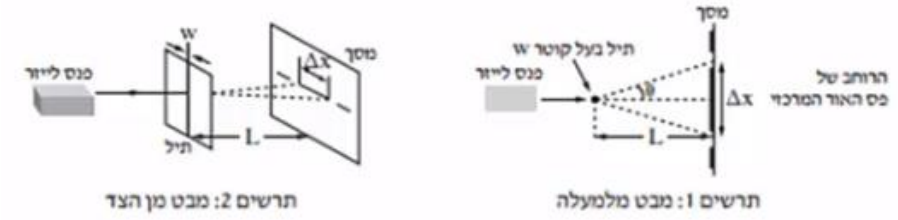
i. $W = 10\lambda$.

ii. $W = 100\lambda$.

iii. $W = 1,000\lambda$.

קבע באיזה משלושת הניסויים רוחב פס האור המרכזי שמתקבל על המסך הוא הגדול ביותר. נמק את קביעתך.

התלמידים משחזרים את ניסוי פרנל באמצעות המערכת שמוצגת בתרשימים 1, 2 שלפניך :



תרשים 1 : מבט מלמעלה
תרשים 2 : מבט מן הצד

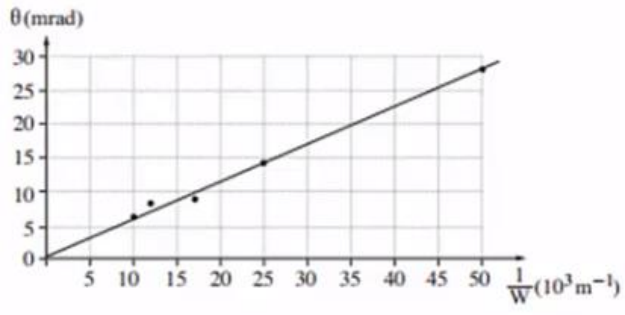
הזווית θ מגדירה את הרוחב של פס האור המרכזי (ראה תרשים 1).

λ - אורך הגל של מקור האור (הלייזר).
L - מרחק התיל מן המסך.
W - קוטר התיל.
Δx - הרוחב של פס האור המרכזי.
נתון כי בתנאי הניסוי $\sin\theta \approx \tan\theta$.

ב. הוכח שבמערכת הניסוי מתקיים הקשר: $\Delta x = 2\frac{\lambda L}{W}$.

התלמידים משתמשים בתילים בעלי קטרים שונים, ומודדים עבור כל תיל את הזווית θ שעבורה מתקבלת על המסך נקודת הצומת הראשונה. את תוצאות המדידות הם מציגים בגרף של הזווית θ (במילי-רדיאן, mrad) כפונקציה של $\frac{1}{W}$.

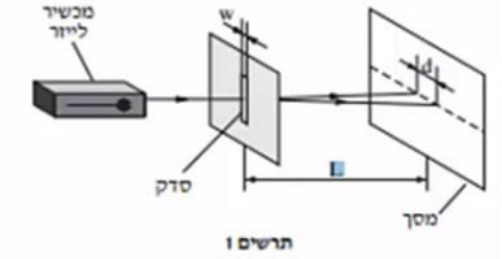
קוטר התיל W נמדד במילימטרים (10^{-3}m).
שים לב: בזוויות קטנות הנמדדות ברדיאנים $\sin\theta \approx \theta$.



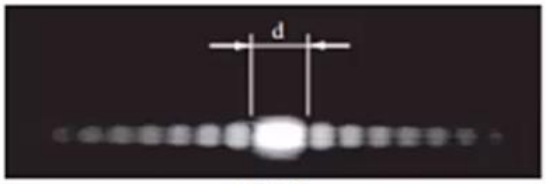
ג. הסבר מדוע העקומה היא קו ישר.
ד. חשב את אורך הגל של האור הנפלט מן הלייזר, ואת תדירותו.
ה. בסוף הניסוי אמר אחד התלמידים: "פרנל השתמש בניסוי שלו באור השמש, ולכן על המסך שלו התקבלה תבנית שאינה זהה לתבנית שאנחנו קיבלנו". האם צדק התלמיד? נמק את תשובתך.

8) בגרות 2013

לצורך חקירה של קרינת לייזר (מקור אור קוהרנטי) משתמשים במערכת המוצגת בתרשים 1, שבה קרינת הלייזר פוגעת בניצב ללוחית עם סדק יחיד. על המסך מתקבלת התמונה שבתרשים 2.



תרשים 1



תרשים 1

א. כאשר מעבירים אור באורך גל נתון דרך סדק, לא תמיד אפשר להבחין בתופעת העקיפה (גם אם המסך מספיק רחב).
איזה תנאי צריך להתקיים כדי שיהיה אפשר להבחין בתופעת העקיפה?

ערכו ניסוי ששינו בו את המרחק בין הסדק למסך, L, ומדדו את הרוחב של כתם האור המרכזי שהתקבל, d. ראה תרשים 1.
תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה שלפניך:

2.00	1.70	1.50	1.00	0.50	$L(m)$
24.6	21	19	13	6.5	$d(mm)$

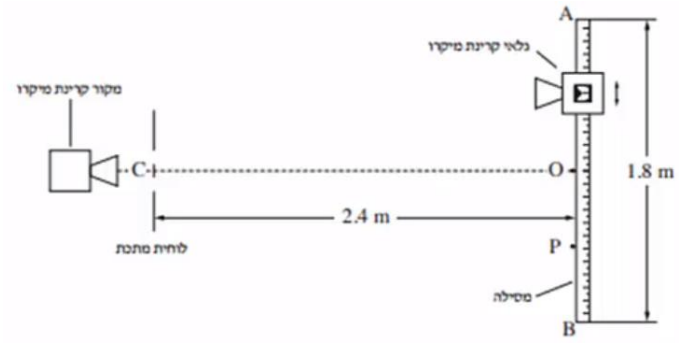
ב. סרטט גרף המתאר את הרוחב של הכתם המרכזי, d, כפונקציה של המרחק בין הסדק למסך, L.

ג. בעזרת הגרף שסרטטת מצא את אורך הגל כאשר רוחב הסדק הוא: $w = 100\mu m$ $\left(100\times10^{-6}\,m\right)$. פרט את חישוביך.

ד. היעזר בגרף וחשב את הזווית בין האנך המרכזי לבין קו הצומת השני (מינימום מסדר שני). שמתקבל כאשר הרוחב של כתם האור המרכזי הוא: $d = 20mm$. פרט את חישוביך.

9) בגרות 2012

אלומה צרה של קרינת מיקרו עוברת דרך לוחית מתכת ובה שני סדקים זהים.
המרחק בין מרכזי הסדקים הוא: $4cm$. גלאי של קרינת מיקרו מוזז לאורך מסילה ישרה AB שאורכה: $1.8m$ ונקודת האמצע שלה O. המסילה מקבילה ללוחית ומרחקה ממנה: $2.4m$ (ראה תרשים).



OC הוא אנך אמצעי לישר המחבר בין הסדקים. כאשר הגלאי מוזז מנקודה O לעבר הקצה B, הנקודה P היא הנקודה השנייה שבה נקלטת בגלאי עוצמת קרינה מינימלית. המרחק OP הוא: $45cm$.

א. הוכח שהתדירות של מקור קרינת המיקרו היא בקירוב: $6\cdot10^{10}Hz$.

ב. חשב בכמה נקודות בין A ל-B יקלוט הגלאי עוצמת קרינה מקסימלית.

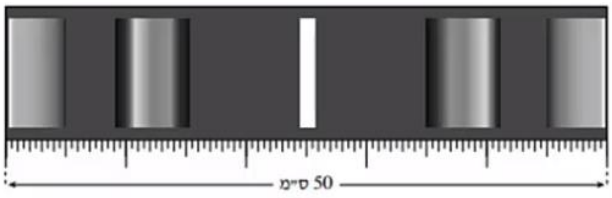
ג. מה צריך להיות המרחק המינימלי בין המסילה ללוחית (OC), כדי שהגלאי יקלוט עוצמת קרינה מקסימלית (התאבכות בונה) בין A ל-B רק בנקודה O? הסבר.

נתון כי רוחב הסדקים הוא: $2cm$ והמרחק בין הלוחית למסילה: $2.4m$.
מכסים את הסדק התחתון (הסדק שנמצא מול הקטע OB שבמסילה).
מזיזים את הגלאי לאורך המסילה מהנקודה O אל הנקודה A.

ד. חשב באיזה מרחק מהנקודה O יקלוט הגלאי לראשונה עוצמת קרינה מינימלית.

10) בגרות 2011

כדי למצא את תחום התדירויות של האור הנראה הנפלט מנורת להט, משתמשים בסריג עקיפה בעל 80 חריצים למ"מ. מקרינים אלומה מקבילה של האור על סריג העקיפה במאונך לו. במרחק: $L=3m$ מהסריג, ובמקביל לו, נמצא מסך לבן שרוחבו 50 ס"מ.
באמצע המסך מתקבל פס אור מרכזי לבן. בכל אחד מצדי פס האור המרכזי רואים שני אזורי ספקטרום רציף, כמתואר בתרשים שלפניך (צילום בשחור-לבן).



א. קצה אחד של הספקטרום הרציף מהסדר הראשון הוא אדום, וקצהו השני הוא סגול. ידוע שתדירות האור האדום קטנה מתדירות האור הסגול. האם הפס האדום הוא בקצה הספקטרום הרחוק מאמצע המסך או הקרוב אליו? הסבר.

ב. היעזר בתרשים וקבע את הגבולות של תחום התדירויות של האור הנראה הנפלט מהנורה.

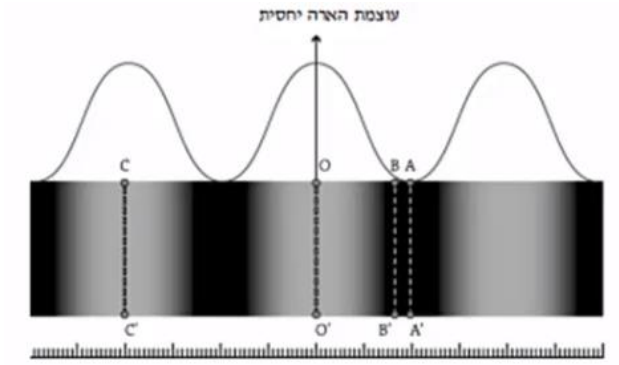
ג. הקצה הימני והקצה השמאלי של המסך נראים ירוקים.
חשב את התדירות של אור ירוק זה.

ד. מחליפים את הסריג בסריג אחר, בלי לשנות את מרחק הסריג מהמסך. כעת, בכל אחד מצדי פס האור המרכזי הלבן מתקבל על המסך אזור ספקטרום רציף אחד בלבד.
האם קבוע הסריג החדש גדול מקבוע הסריג הקודם, קטן ממנו או שווה לו? נמק.

ה. אפשר לקבל הפרדה לצבעים של אור הנורה גם על ידי העברת האור דרך מנסרת זכוכית משולשת. הסבר מדוע המעבר של האור דרך המנסרה גורם להפרדתו לצבעים.

11) בגרות 2009

מבצעים ניסוי שבו אלומה מקבילה של אור מונוכרומטי פוגעת בניצב ללוחית שבה שני חריצים מלבניים מקבילים. המרחק בין שני החריצים הוא: $d = 0.02mm$. החריצים צרים מאוד ביחס למרחק ביניהם. תבנית ההתאבכות של האור שעובר דרך החריצים מתקבלת על מסך המקביל ללוחית, ונמצא במרחק: $L = 1.5m$ ממנה. בתרשים שלפניך מתואר חלק מתבנית ההתאבכות שמתקבלת על המסך – פס אור מסדר אפס ושני פסי אור מסדר ראשון. (אזורי האור מסומנים בתרשים בלבן, אף על פי שאין מדובר באור לבן אלא באור מונוכרומטי). מעל התבנית מוצג גרף המתאר את עוצמת ההארה היחסית לאורך תבנית ההתאבכות שהתקבלה על המסך. מתחת לתבנית ההתאבכות מוצג סרגל שבו המרחק בין כל שתי שנתות סמוכות הוא 1 מ״מ.



א. מצא את רוחב פס האור מסדר אפס.

ב. חשב את אורך הגל של האור.

ג. עבור כל אחד מהקווים בתת-הסעיפים i-iv, ציין אם בנקודות שעל הקו מתרחשת התאבכות בונה או התאבכות הורסת, או אם הנקודות שעל הקו הן נקודות ביניים. הסבר את תשובותיך באמצעות המרחקים של הנקודות על הקו משני החריצים.

i. הקו OO'.

ii. הקו CC'.

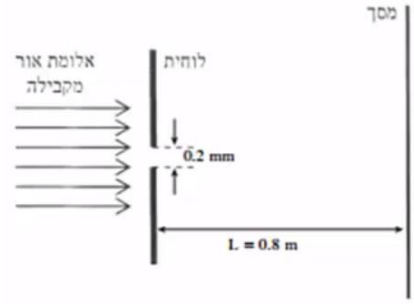
iii. הקו AA'.

iv. הקו BB'.

ד. חוזרים על ניסוי ההתאבכות עם אור בעל אורך גל קצר יותר. ציין הבדל אחד (מלבד הצבע) בין תבנית ההתאבכות שתתקבל ובין התבנית המוצגת בתרשים.

12) בגרות 2008 שאלה 3

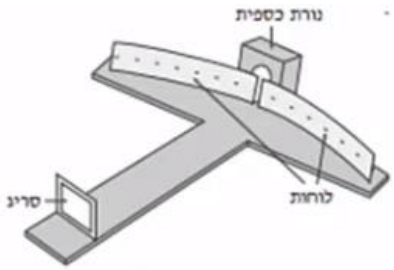
אלומה מונוכרומטית ומקבילה של אור שאורך הגל שלו : $\lambda = 500nm$ $(5000A)$
מוקרנת לעבר לוחית שבה חריץ מלבני שרוחבו : $w = 0.2mm$. האלומה עוברת דרך החריץ ופוגעת במסך המקביל למישור החריץ ונמצא במרחק : $L = 0.8m$ ממנו (ראה תרשים).



א. חשב את הרוחב (על המסך) של פס המקסימום המרכזי.
ב. חשב את הרוחב (על המסך) של פס מקסימום משני.
ג. מה ההבדל בין תבנית עקיבה זו ובין תבנית העקיבה שהייתה מתקבלת, אילו היו מחליפים את אלומת האור באלומה מקבילה של קרינה שאורך הגל שלה 0.2mm (0.2 מילימטר)? הסבר.
ד. הסבר מדוע גלי רדיו – בניגוד לגלי אור – עוקפים בניינים.

13) בגרות 2008 שאלה 2

בתרשים שלפניך מוצג ספקטרומטר סריג, המורכב משני לוחות קשתיים שביניהם רווח צר, וסריג עקיפה שחריציו אנכיים והקבוע שלו 5000 חריצים לס״מ. כל חלקי הספקטרומטר צבועים בשחור.
תלמיד מפעיל נורת כספית ורואה (ישירות, ולא דרך הספקטרומטר) שצבע הנורה סגול. התלמיד מציב את נורת הכספית מאחורי הרווח שבין שני הלוחות הקשתיים (ראה תרשים), ומתבונן דרך הסריג בתבנית העקיפה שהסריג יוצר.
בסדר הראשון הוא מבחין בארבעה קווים ספקטרליים.
זוויות הסטייה של קווים אלה מהקו המחבר את אמצע הסריג עם אמצע הרווח שבין הלוחות הן : $17.9°$, $16.9°$, $13.2°$, $12.3°$.



א. חשב את אורכי הגל של ארבעת הקווים הספקטרליים.
ב. מהו צבע האור בסדר אפס (פס המקסימום המרכזי) שהתלמיד רואה דרך הסריג? נמק.

ג. התלמיד מחליף את נורת הכספית בנורת להט (הפולטת אור לבן) ומתבונן דרך הסריג בספקטרום שמתקבל.

i. איזה שינוי יחול בסדר אפס לעומת סדר האפס שהתקבל בניסוי עם נורת הכספית?

ii. האם אופי הספקטרום של הסדר הראשון בנורת להט שונה מאופי הספקטרום של הסדר הראשון בנורת כספית? אם כן – תאר את השוני. אם לא – הסבר מדוע.

ד. ציין שימוש אחד בקרינה על-סגולה בחיי היום-יום.

14) בגרות 2007

גלי מיקרו נכללים בספקטרום הגלים האלקטרומגנטיים, והתדירות שלהם היא בין: $1\cdot10^9\,Hz$ ל- $300\cdot10^9\,Hz$.

א. מהו אורך הגל המינימלי של גלי מיקרו בריק, ומהו אורך הגל המקסימלי של גלים אלה בריק?

ב. לפניך ארבעה היגדים i-iv. קבע לכל היגד אם הוא נכון או לא נכון:

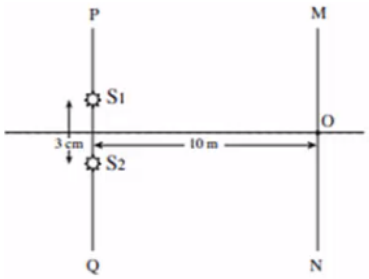
i. המהירות של גלים אלקטרומגנטיים בריק תלויה בתדירות שלהם.

ii. גלים אלקטרומגנטיים הם גלי אורך.

iii. גלי רדיו נכללים בספקטרום הגלים האלקטרומגנטיים.

iv. גלים מחזוריים באמבט גלים נכללים בספקטרום הגלים האלקטרומגנטיים.

בניסוי בגלי מיקרו משתמשים בשני מקורות נקודתיים, S_1 ו- S_2, שפולטים גלי מיקרו שווי-מופע ושווי-משרעת. אורך הגל של כל אחד משני הגלים הוא: $1.2cm$. שני המקורות נמצאים על ישר PQ, במרחק: $3cm$ זה מזה. גלאי יכול לנוע לאורך מסילה MN, שמקבילה לישר PQ (ראה תרשים). המרחק בין המסילה MN לישר PQ הוא: $10m$. נקודה O, שעל המסילה MN, נמצאת במרחקים שווים משני המקורות.



ג. כשהגלאי נמצא בנקודה O הוא קולט עוצמת גל מקסימלית. הסבר מדוע.

ד. מזיזים את הגלאי לאורך המסילה מנקודה O לעבר הנקודה M, עד שעוצמת הגל הנקלט היא שוב מקסימלית. חשב את המרחק שהגלאי עובר.

ה. הגלאי הוזז מהנקודה M אל הנקודה N לאורך המסילה MN, שהיא ארוכה מאוד. בכמה נקודות לאורך המסילה נקלטה עוצמת גל מקסימלית? הסבר.

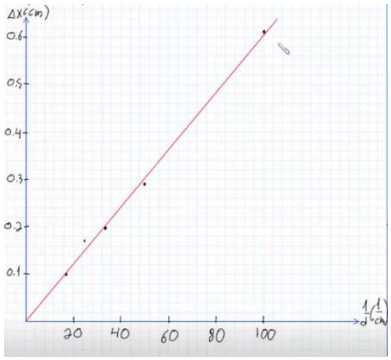
ו. ציין שני שימושים טכנולוגיים בגלי מיקרו.

תשובות סופיות:

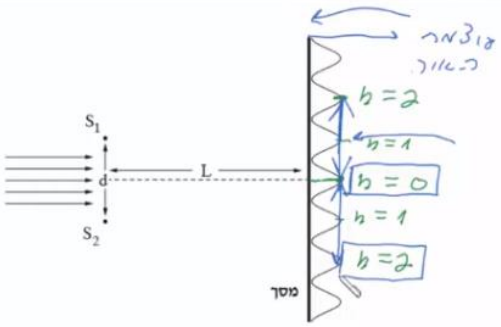
1) א.i. $\Delta x = \frac{\lambda \cdot L}{d}$. ii. $\frac{1}{d}$.

ב.

$\Delta x\,(cm)$	0.61	0.29	0.20	0.17	0.12	0.10
$\frac{1}{d}\left(\frac{1}{m}\right)$	100	50	33.3	25	20	16.7

ג. 

ד. $\lambda = 500nm$.

ה.i. 

ii. $h = 0.82cm$.

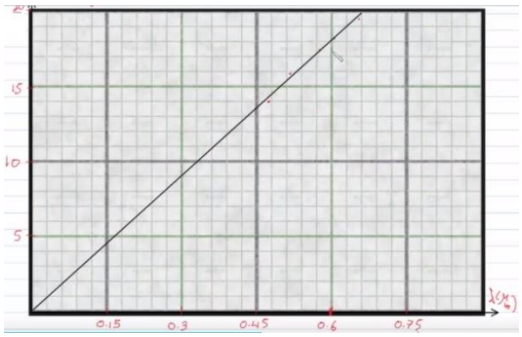
2) א. התאבכות בונה. ב. $\Delta x = 1.5cm$. ג. $\lambda_2 = 500nm$.

ד. λ_1 : התאבכות הורסת , λ_2 : התאבכות בונה. ה. הוכחה.

ו. $w = 0.06mm$.

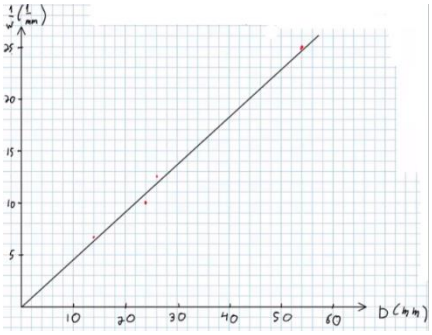
3) א. ב + ח. ב. ג $\leftrightarrow$ ד , ו $\leftrightarrow$ ז. ג. $x = 0.355cm$. ד. $\lambda = 5.93 \cdot 10^{-7} m$.

ה. ראה סרטון. ו. שווה.

4) א. $AB = \frac{5\lambda \cdot L}{d}$. ב. 

ג. $d = 0.5mm$.

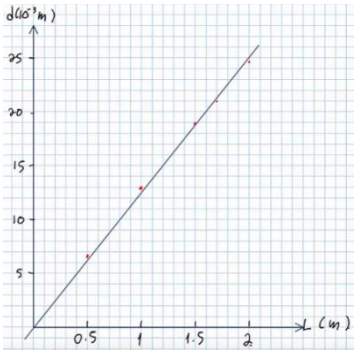
ד. $\lambda = 500nm$.

5) א. λ , L , w .
ב. 
ג. $\lambda = 648nm$.
ד. $D_1 = 27.5mm$.
ה. ראה סרטון.

6) א. $S_1P - S_2P = n \cdot \lambda$.
ב. ראה סרטון.
ג. קטן.
ד. $\Delta x = 5.87mm$.
ה.



7) א. ניסוי i.
ב. הוכחה.
ג. ראה סרטון.
ד. $\lambda = 571nm$.
ה. כן.

8) א. $\lambda \cong w$.
ב. 
ג. $\lambda = 625nm$.
ד. $\theta_2 = 0.716°$.

9) א. הוכחה.
ב. $n_{max} = 2$.
ג. $L \geq 7.29m$.
ד. $0.626m$.

10) א. רחוק.
ב. $4.51 \cdot 10^{14} Hz \leq f \leq 7.2 \cdot 10^{14} Hz$.
ג. $f = 5.78 \cdot 10^{14} Hz$.
ד. גדול.
ה. ראה סרטון.

11) א. $\Delta x = 0.04m$.
ב. $\lambda = 533nm$.
ג. i. בונה.
ii. בונה.
iii. הורסת.
iv. נקודת ביניים.
ד. פסי אור צרים וצופים יותר.

12) א. $\Delta x = 4mm$.
ב. $\Delta x = 2mm$.
ג. ראה סרטון.
ד. ראה סרטון.

13) א. $\lambda_{17.9°} = 615nm$, $\lambda_{16.9°} = 581nm$, $\lambda_{13.2°} = 457nm$, $\lambda_{12.3°} = 426nm$.
ב. סגול (תערובת של הצבעים).
ג. i. אור לבן.
ii. שונה.
ד. טיהור מזון ומים.

14) א. $1mm \geq \lambda \geq 0.3m$.
ב. i. לא נכון.
ii. לא נכון.
iii. נכון.
iv. לא נכון.
ג. ראה סרטון.
ד. $x_1 = 4.36m$.
ה. $n_{max} = 2$.
ו. חימום מזון במיקרו , מכ"מ.