פרק 3

בגרויות בגלים

גלי אור 1
גלי מים 17
גלים חד ממדיים 24

שאלות מבגרויות – גלי אור:

שאלות

1) בגרות 2022 – שאלה 2

תלמידים ערכו ניסוי במערכת המורכבת מלוחית שיש בה סדק יחיד שרוחבו w, מקור אור מונוכרומטי שאורך הגל שלו λ ומסך. הם הציבו את המסך במקביל ללוחית ובמרחק L ממנה, ומדדו את רוחב כתם האור המרכזי Δx שהתקבל על המסך.

התלמידים ביצעו את המדידות כמה פעמים, ובכל פעם הם השתמשו בלוחית אחרת שבה רוחב הסדק w היה שונה.

א. בטאו את רוחב הכתם המרכזי Δx בתבנית העקיפה כפונקציה של רוחב הסדק w, מרחק הלוחית מהמסך L ואורך הגל λ. (6 נקודות)

תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניכם. בטבלה יש גם שורה של "המשתנה החדש" המיועדת למשתנה המבוסס על רוחב הסדק w, והתלות בינו לבין Δx היא ליניארית.

w (mm)	0.016	0.020	0.030	0.040	0.080
Δx (m)	0.040	0.035	0.025	0.017	0.010
המשתנה החדש					

ב. **(1)** קבעו את המשתנה החדש ואת היחידות שלו.

(2) העתיקו למחברת את הטבלה והשלימו בה את הערכים של המשתנה החדש ואת היחידות שלו.

(4 נקודות)

ג. **(1)** סרטטו דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של רוחב כתם האור המרכזי Δx כפונקציה של המשתנה החדש.

(2) הוסיפו לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה).

(9 נקודות)

נתון: $L = 0.75\text{m}$.

ד. היעזרו בשיפוע הגרף ומצאו את אורך הגל λ של האור. (9 נקודות)

התלמידים החליפו את הלוחית שבה סדק יחיד בלוחית אחרת, שבה שני סדקים צרים מאוד שהמרחק ביניהם הוא d. עבור שתי הלוחיות התקבל כתם האור המרכזי באמצע המסך.

נתון: $d = w$.

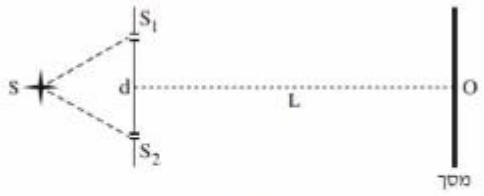
ה. קבעו איזה מן ההיגדים 1–3 שלפניכם נכון, ונמקו את קביעתכם. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

1. רוחב הכתם המרכזי שהתקבל על המסך בשתי הלוחיות שווה.
2. רוחב הכתמים המשניים שהתקבלו על המסך בשתי הלוחיות שווה.
3. מספר פסי המקסימום של האור שהתקבל על המסך הוא זוגי בשתי הלוחיות.

2) בגרות 2021– שאלה 2

אור מונוכרומטי, שאורך הגל שלו λ_1, נפלט ממקור אור נקודתי S ופוגע בלוחית שבה שני סדקים צרים מאוד, S_1 ו־ S_2.
המרחק בין הסדקים הוא $d = 0.4mm$.

במרחק $L = 3.4m$ ממישור הסדקים ובמקביל לו, נמצא מסך שעליו מתקבלת תבנית התאבכות. נקודה O נמצאת על המסך, על האנך האמצעי לקטע המחבר את שני הסדקים (ראה תרשים 1).



תרשים 1

המינימום הראשון מתקבל על המסך במרחק 2.55mm מאמצע המקסימום המרכזי.

א. חשב את אורך הגל λ_1 של האור. (8 נקודות)

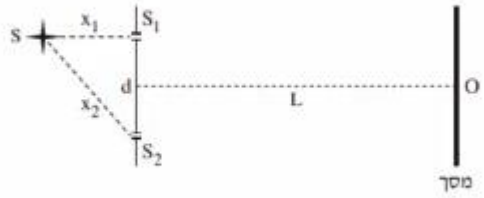
מאירים את מערכת הסדקים המתוארת בתרשים 1 באור מונוכרומטי אחר, שאורך הגל שלו הוא λ_2.
מיקום המינימום מסדר שלישי מתלכד עם מיקום המקסימום מסדר שני שהתקבל באור שאורך הגל שלו הוא λ_1.

ב. חשב את אורך הגל λ_2. (8 נקודות)

מחליפים את הלוחית שבה שני הסדקים בלוחית שבה סדק יחיד שרוחבו $w = 0.2mm$, ומאירים אותה באור שאורך הגל שלו הוא λ_1.

ג. חשב את רוחב הפס של המקסימום המרכזי שמתקבל על המסך. (6 נקודות)

מחזירים את הלוחית שבה שני הסדקים ומשנים את מיקום מקור האור שאורך הגל שלו הוא λ_1, כמתואר בתרשים 2.



תרשים 2

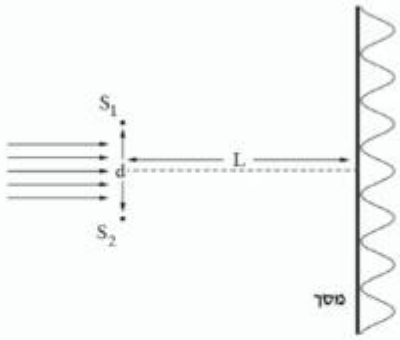
x_1 הוא המרחק בין S_1 לבין S, x_2 הוא המרחק בין S_2 לבין S.

ד. קבע אם המקסימום המרכזי נמצא בנקודה O, מעליה או מתחתיה. נמק את קביעתך. (6 נקודות)

ה. חשב מהו ההפרש בין x_2 לבין x_1 אם בנקודה O התקבל מינימום שני. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

3) בגרות 2020– שאלה 2

תלמידים ערכו ניסוי במעבדה באמצעות מערכת המוצגת בתרשים שלפניך. אלומה מקבילה של אור מונוכרומטי פוגעת בלוחיות שבה זוג סדקים צרים במרחק d זה מזה. כיוון האור הפוגע ניצב למישור הסדקים. במרחק L מן הסדקים מוצב מסך במקביל ללוחיות. 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
Δx [cm]	0.61	0.29	0.20	0.17	0.12	0.10
המשתנה החדש						

א. (1) רשום ביטוי של רוחב פס האור, Δx, כפונקציה של המרחק בין הסדקים, d.

(2) החליפו את המשתנה d במשתנה חדש, שהקשר בינו לבין Δx הוא קשר ליניארי. מהו המשתנה החדש?

ב. העתק את הטבלה למחברתך, והוסף בה את הערכים של המשתנה החדש ואת היחידות המתאימות. (4 נקודות)

ג. סרטט גרף (דיאגרמת פיזור) של Δx כפונקציה של המשתנה החדש, והוסף בו קו מגמה ליניארי. ($10\frac{1}{3}$ נקודות)

נתון: $L = 120\text{cm}$.

ד. חשב את אורך הגל באמצעות השיפוע של קו המגמה. (7 נקודות)

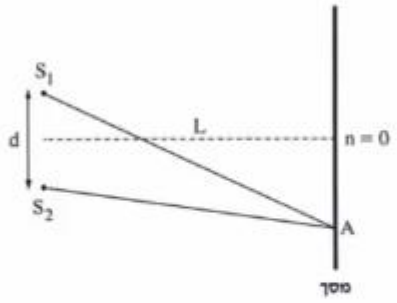
ה. (1) העתק למחברתך (בקירוב) את התרשים שבפניך, וסמן בו את המרחק בין המקסימום המרכזי $(n = 0)$ לבין המקסימום מסדר 2 $(n = 2)$.

(2) חשב את המרחק הזה עבור $d = 0.015\text{cm}$, באמצעות נקודה מקו המגמה.

4) בגרות 2019– שאלה 2

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. (5 נקודות)

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

ב. חשב את הרוחב של פס האור, Δx. (4 נקודות)

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.

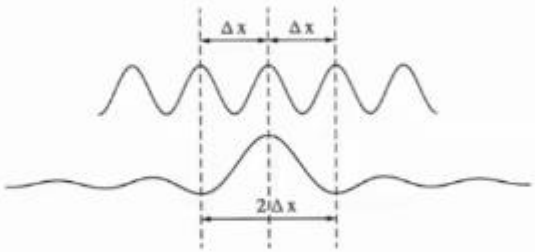
ג. חשב את אורך הגל λ_2. (7 נקודות)

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. (6 נקודות)

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. (6 נקודות)

נתון כי המרחק בין הלוחית למסך הוא $L = 1.5m$.

ו. חשב את רוחב החריץ, w. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

5) בגרות 2018– שאלה 2

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. (7 נקודות)

ב. קבע לאיזה מקום (או לאילו מקומות) הגיע אור מאחד החריצים, במסלול שהוא ארוך באורך גל אחד מן המסלול שעבר האור שהגיע מן החריץ האחר. בתשובתך השתמש באותיות המציינות את פסי האור. (7 נקודות)

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 הרווח של פס האור בדרך שבה השגיאה היחסית במדידה תהיה קטנה ככל האפשר. פרט את תשובתך. (6 נקודות)

ד. חשב את אורך הגל של אלומת האור. (7 נקודות)

ה. הסבר מדוע עדיף להשתמש בסריג עקיפה במקום בזוג חריצים, כדי למדוד בצורה מדויקת ככל האפשר את אורך הגל. (3 נקודות)

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

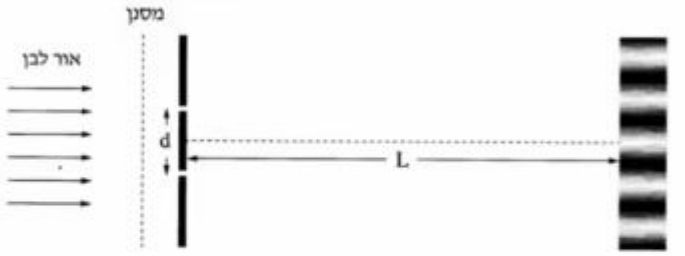
ו. קבע אם המרחק שבין נקודות המקסימום שבתבנית המתקבלת מזוג החריצים גדול מן המרחק שבין נקודות המקסימום הראשיות שבתבנית המתקבלת מסריג העקיפה, קטן ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

6) בגרות 2017– שאלה 2

בניסוי דמוי יאנג מקרינים אור לבן דרך מסנן המעביר אור באורך גל מסוים. לאחר שהאור עבר דרך המסנן, הוא עובר דרך שני סדקים זהים שהמרחק ביניהם הוא d.

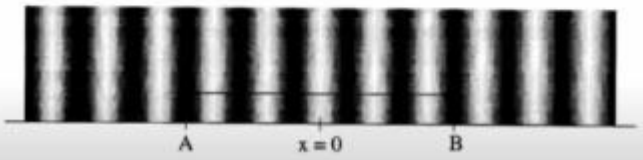
האור מגיע למסך שנמצא במרחק L מן הסדקים ועל המסך מתקבלת תבנית התאבכות (ראה תרשים 1).

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.

0.65	0.61	0.58	0.52	0.47	λ (μm)
19.5	18.1	17.4	15.8	14	AB (mm)

א. בלי להסתמך על תוצאות המדידות שבטבלה, בטא את המרחק AB באמצעות הפרמטרים: λ, d, L. (8 נקודות)

ב. לפי תוצאות המדידות סרטט במחברתך גרף של המרחק AB כפונקציה של אורך הגל. (9 נקודות)

נתון: $L = 3m$.

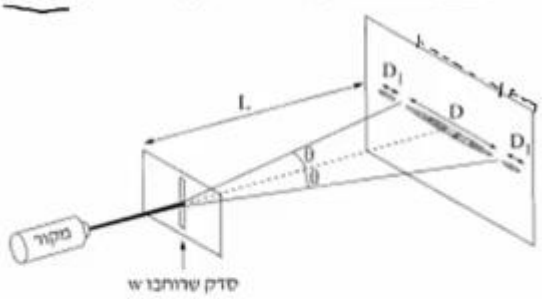
ג. היעזר בביטוי שפיתחת בסעיף א ובגרף שסרטטת בסעיף ב, וחשב את המרחק d בין הסדקים. (10 נקודות)

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. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

7) בגרות 2016– שאלה 2

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 המשפיעים על הרוחב D של כתם האור המרכזי הנראה על המסך.
(6 נקודות)

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

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

ב. סרטט במחברתך גרף של $\frac{1}{w}$ כפונקציה של D. (11 נקודות)

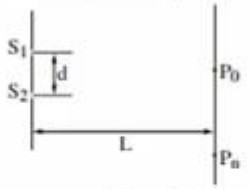
ג. הנח שהזווית θ קטנה ($\sin\theta \approx \tan\theta$). היעזר בגרף וחשב את אורך הגל λ שנפלט ממקור האור. (7 נקודות)

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

ה. ציין שני שינויים שיזהלו בכתם האור המרכזי, אם מקור האור המונוכרומטי יוחלף במקור אור לבן. נמק את תשובתך. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

8) בגרות 2015– שאלה 2

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־ $\lambda_{צהוב}$.
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: $S_1P_n > S_2P_n$. (7 נקודות)

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. (6 נקודות)

מחליפים את האלומה של האור הצהוב באלומה של אור כחול, שאורך הגל שלו, $\lambda_{כחול}$, מקיים $\lambda_{כחול} < \lambda_{צהוב}$. 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.
(7 נקודות)

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

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

9) בגרות 2014– שאלה 2

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 ובתיל מתכת.

פרנל מצא שכאשר אלומה מקבילה של אור פונעת בתיל שקוטרו קטן, מתקבלת על מסך תבנית עקיפה הדומה לתבנית המתקבלת כאשר אלומת האור עוברת מבעד לסדק. כלומר שאפשר להתייחס אל התיל כאל סדק שרוחבו שווה לקוטר התיל.

א. תלמידים עורכים שלושה ניסויים (1)-(3), 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:

(1) $W = 10\lambda$

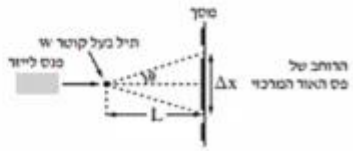
(2) $W = 100\lambda$

(3) $W = 1{,}000\lambda$

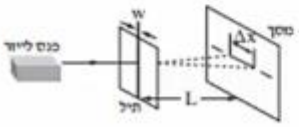
קבע באיזה משלושת הניסויים רוחב פס האור המרכזי שמתקבל על המסך הוא הגדול ביותר.

נמק את קביעתך. (4 נקודות)

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

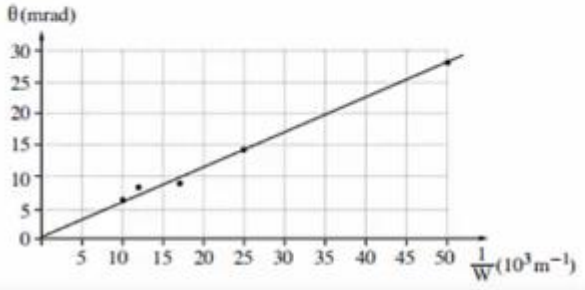
נתון כי בתנאי הניסוי $\sin\theta \approx \tan\theta$

ב. הוכח שבמערכת הניסוי מתקיים הקשר: $\Delta x = 2\frac{\lambda L}{W}$. (8 נקודות)

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 (במיליראדיאן, mrad) כפונקציה של $\frac{1}{W}$.

קוטר התיל W נמדד במיליטטרים (10^{-3} m).

שים לב: בזוויות קטנות הנמדדות ברדיאנים $\sin\theta \approx \theta$.



ג. הסבר מדוע העקומה היא קו ישר. (8 נקודות)

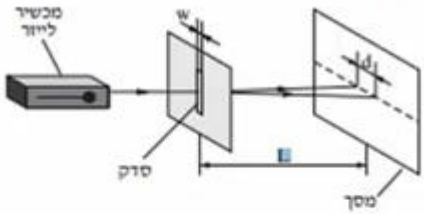
ד. חשב את אורך הגל של האור הנפלט מן הלייזר, ואת תדירותו. (10 נקודות)

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. ($3\frac{1}{2}$ נקודות)

10) בגרות 2013– שאלה 2

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 2

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? (6 נקודות)

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.

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

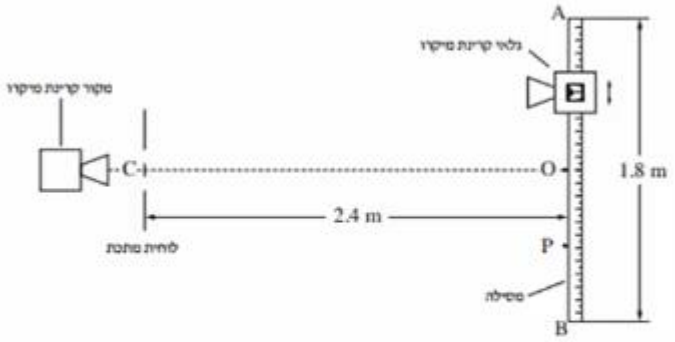
ב. סרטטו גרף המתאר את הרוחב של הכתם המרכזי, d, כפונקציה של המרחק בין הסדק למסך, L.
(10 נקודות)

ג. בעזרת הגרף שסרטטת מצאו את אורך הגל כאשר רוחב הסדק הוא $w = 100\mu m$
$(100\times10^{-6}m)$. פרט את חישוביך. (10 נקודות)

ד. היעזר בגרף וחשב את הזווית בין האגף המרכזי לבין קו הצומת השני (מינימום מסדר שני),
שמתקבל כאשר הרוחב של כתם האור המרכזי הוא $d = 20mm$. פרט את חישוביך.
$(7\frac{1}{2}$ נקודות)

11) בגרות 2012– שאלה 2

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



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

א. הוכח שהתדירות של מקור קרינת המיקרו היא בקירוב $6 \cdot 10^{10}$ Hz. (7 נקודות)

ב. חשב בכמה נקודות בין A ל־ B יקלוט הגלאי עוצמת קרינה מקסימלית.
(14 נקודות)

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.
($7\frac{1}{3}$ נקודות)

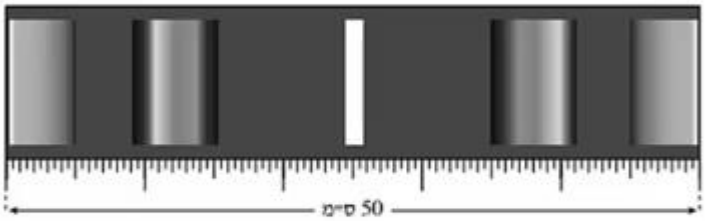
נתון כי רוחב הסדקים הוא 2 cm והמרחק בין הלוחית למסילה 2.4 m.
מכסים את הסדק התחתון (הסדק שנמצא מול הקטע OB שבמסילה).
מזיזים את הגלאי לאורך המסילה מהנקודה O אל הנקודה A.

ד. חשב באיזה מרחק מהנקודה O יקלוט הגלאי לראשונה עוצמת קרינה מינימלית.
(5 נקודות)

12) בגרות 2011– שאלה 2

כדי למצוא 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 $L = 3\ m$ 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? <u>הסבר</u>. (8 נקודות)

ב. היעזר בתרשים וקבע את הגבולות של תחום התדירויות של האור הנראה הנפלט מהנורה. (10 נקודות)

ג. הקצה הימני והקצה השמאלי של המסך נראים ירוקים. חשב את התדירות של אור ירוק זה. (6 נקודות)

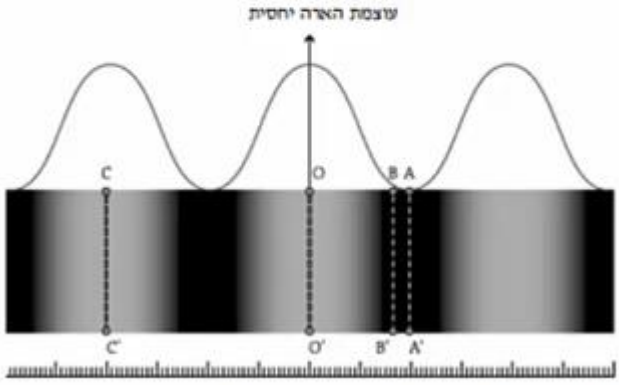
ד. מחליפים את הסריג בסריג אחר, בלי לשנות את מרחק הסריג מהמסך. כעת, בכל אחד מצדי פס האור המרכזי הלבן מתקבל על המסך אזור ספקטרום רציף <u>אחד בלבד</u>. האם קבוע הסריג החדש גדול מקבוע הסריג הקודם, קטן ממנו או שווה לו? <u>נמק</u>. (6 נקודות)

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. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

13) בגרות 2009– שאלה 2

מבצעים ניסוי שבו אלומה מקבילה של אור מונוכרומטי פוגעת בניצב ללוחית שבה שני חריצים מלבניים מקבילים. המרחק בין שני החריצים הוא $d = 0.02\ mm$. החריצים צרים מאוד ביחס למרחק ביניהם. תבנית ההתאבכות של האור שעובר דרך החריצים מתקבלת על מסך המקביל ללוחית, ונמצא במרחק $L = 1.5\ m$ ממנה.

בתרשים שלפניך מתואר חלק מתבנית ההתאבכות שמתקבלת על המסך – פס אור מסדר אפס ושני פסי אור מסדר ראשון. (אורי 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. (5 נקודות)

ב. חשב את אורך הגל של האור. (5 נקודות)

ג. עבור כל אחד מהקווים בתת־הסעיפים (1)-(4), 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.
(20 נקודות)

(1) הקו OO'

(2) הקו CC'

(3) הקו AA'

(4) 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. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

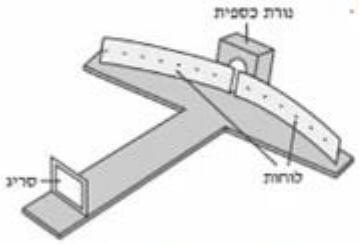
14) בגרות 2008– שאלה 2

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. (10 נקודות)

ב. מהו צבע האור בסדר אפס (פס המקסימום המרכזי) שהתלמיד רואה דרך הסריג?
נמק. (6 נקודות)

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

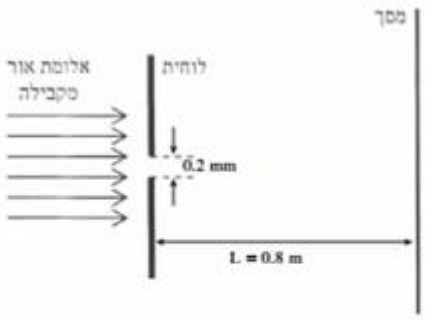
(1) איזה שינוי יחול בסדר אפס לעומת סדר האפס שהתקבל בניסוי עם נורת הכספית? (6 נקודות)

(2) 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. (6 נקודות)

ד. ציין שימוש אחד בקרינה על־סגולה בחיי היום־יום. ($5\frac{1}{2}$ נקודות)

15) בגרות 2008– שאלה 3

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



א. חשב את הרוחב (על המסך) של פס המקסימום המרכזי. (10 נקודות)

ב. חשב את הרוחב (על המסך) של פס מקסימום משני. (10 נקודות)

ג. פוח התבדל בין תבנית עקיפה זו ובין תבנית העקיפה שהייתה מתקבלת, אילו היו מחליפים את אלומת האור באלומה מקבילה של קרינה שאורך הגל שלה $0.2\ mm$ (0.2 מילימטר)? הסבר. (9 נקודות)

ד. הסבר מדוע גלי רדיו – בניגוד לגלי אור – עוקפים בניינים. $(4\frac{1}{3}$ נקודות)

16) בגרות 2007– שאלה 2

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

א. מהו אורך הגל המינימלי של גלי מיקרו בריק, ומהו אורך הגל המקסימלי של גלים אלה בריק? (6 נקודות)

ב. לפניך ארבעה היגדים (1)-(4). קבע לכל היגד אם הוא נכון או לא נכון. (4 נקודות)

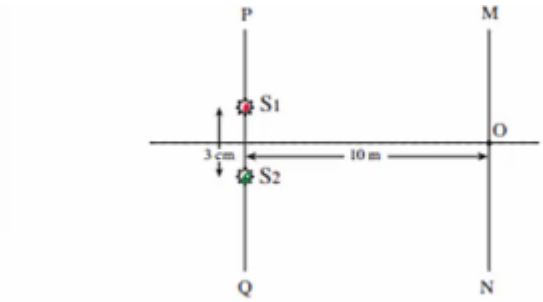
(1) המהירות של גלים אלקטרומגנטיים בריק תלויה בתדירות שלהם.

(2) גלים אלקטרומגנטיים הם גלי אורך.

(3) גלי רדיו נכללים בספקטרום הגלים האלקטרומגנטיים.

(4) 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 $1.2\,cm$. שני המקורות נמצאים על ישר PQ, במרחק $3\,cm$ זה מזה. גלאי יכול לנוע לאורך מסילה MN, שמקבילה לישר PQ (ראה תרשים). המרחק בין המסילה MN לישר PQ הוא $10\,m$. נקודה O, שעל המסילה MN, נמצאת במרחקים שווים משני המקורות.



ג. כשהגלאי נמצא בנקודה O הוא קולט עוצמת גל מקסימלית. הסבר מדוע. (5 נקודות)

ד. מזיזים את הגלאי לאורך המסילה מנקודה O לעבר הנקודה M, עד שעוצמת הגל הנקלט היא שוב מקסימלית. חשב את המרחק שהגלאי עובר. (9 נקודות)

ה. הגלאי הוזז מהנקודה M אל הנקודה N לאורך המסילה MN, שהיא ארוכה מאוד. בכמה נקודות לאורך המסילה נקלטה עוצמת גל מקסימלית? הסבר. (5$\frac{1}{2}$ נקודות)

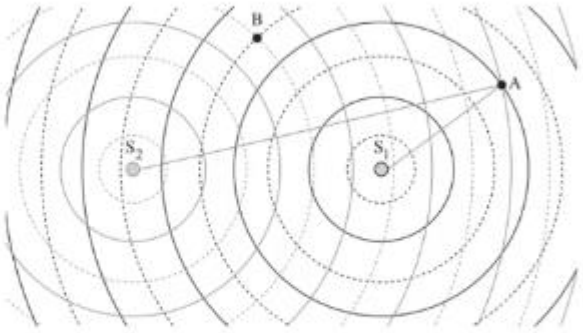
ו. ציין שני שימושים טכנולוגיים בגלי מיקרו. (4 נקודות)

שאלות מבגרויות – גלי מים:

שאלות

1) בגרות 2022 – שאלה 1

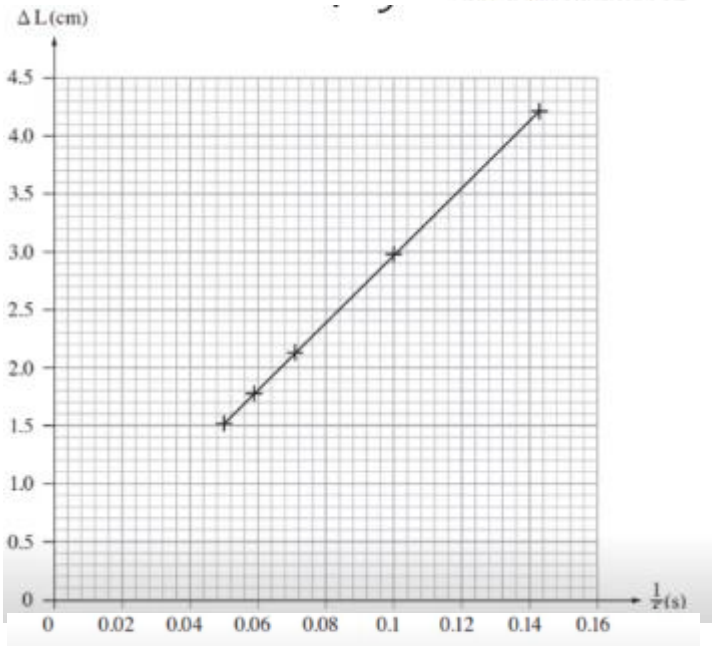
תלמידות מגמת פיזיקה בבית ספר תיכון ערכו מדידות באמבט גלים שבו הן יצרו גלים באמצעות שני כדורים מתנודדים.
S_1 ו־ S_2 הכדורים התנודדו בתדירות זהה f ופגעו במים בו־זמנית. התלמידות מדדו את המרחקים שבין הכדורים
S_1 ו־ S_2 לבין נקודה A (ראו תרשים; התרשים אינו בקנה מידה מדויק).
שימו לב: בתרשים, קו מלא מייצג שיא של גל (מקסימום) וקו מקווקו מייצג שפל של גל (מינימום).



א. קבעו באמצעות התרשים מהו הסדר n של קו ההתאבכות שעליו נמצאת הנקודה A.
נמקו את תשובתכם. (6 נקודות)

ב. ΔL הוא הפרש המרחקים של הנקודה A מכל אחד משני הכדורים ($\Delta L = AS_2 - AS_1$).
רשמו ביטוי של ΔL כפונקציה של התדירות f והמהירות v, עבור התאבכות בונה. (6 נקודות)

התלמידות שינו את תדירות התנודות של שני הכדורים S_1 ו־ S_2. בכל תדירות הן מדדו את המרחקים בין הכדורים
ובין נקודה שנמצאת על אותו קו התאבכות מסדר n, הסדר שמצאתם בסעיף א. התלמידות חישבו את הפרש המרחקים
ΔL וסרטטו את הגרף שלפניכם.



ג. על פי שיפוע הגרף, חשבו את v, מהירות ההתפשטות של הגלים באמבט הגלים. (6 נקודות)

ד. קבעו אם בנקודה B, המסומנת בתרשים, מתרחשת התאבכות בונה או התאבכות הורסת, או שנקודה B היא נקודת ביניים. (6 נקודות)

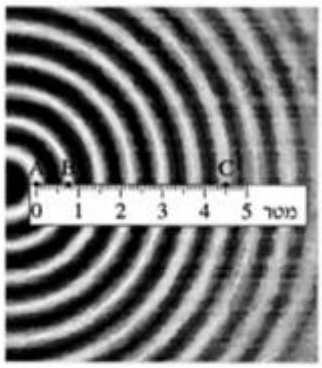
נתון: המשרעת של כל אחד משני הגלים בנקודה B היא 0.2 ס"מ.

ה. עבור התדירות $f = 12.5Hz$, סרטטו גרף של ההעתק האנכי של הגל בנקודה B כפונקצייה של הזמן במשך זמן מחזור אחד. ההעתק האנכי של הנקודה B ברגע $t = 0$ מונדר בתרשים. (5 נקודות)

ו. קבעו אם וכיצד היה משתנה סוג ההתאבכות בנקודות A ו־B הנתונות בתרשים במקרה שבו שני המקורות S_1 ו־S_2 היו הפוכי מופע. נמקו את קביעתכם. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

2) בגרות 2017– שאלה 1

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



תרשים 1

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

(1) התלמיד מדד את אורך הקטע AB ואת אורך הקטע AC.

מבין שתי המדידות, איזו מדידה מאפשרת חישוב מדויק יותר של אורך הגל?

הסבר מדוע.

(2) חשב את אורך הגל.

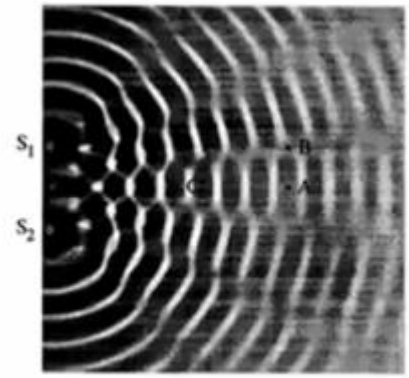
(6 נקודות)

ב. חשב את מהירות הגל. (5 נקודות)

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

נמק את קביעתך. (5 נקודות)

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



תרשים 2

ד. (1) קבע את סוג ההתאבכות (בונה/הורסת/אחרת) בכל אחת משלוש הנקודות.

(2) 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.

(8 נקודות)

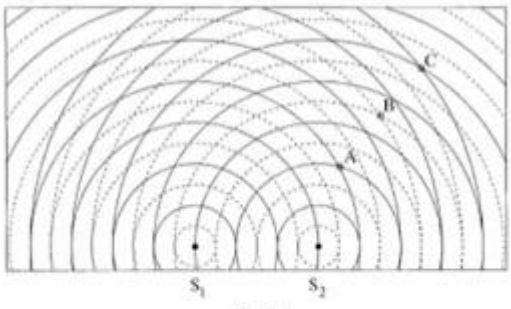
ה. דרג את שלוש הנקודות לפי עוצמת האור שנמדדה בהן, מן העוצמה הגבוהה לעוצמה הנמוכה. הסבר את תשובתך.

($6\frac{1}{3}$ נקודות)

ו. קבע מה יהיה סוג ההתאבכות בכל אחת משלוש הנקודות, אם המרחב המופיע בין המקור S_1 ובין המקור S_2 יהיה חצי זמן מחזור. (3 נקודות)

3) בגרות 2016– שאלה 1

בתרשים 1 שלפניך מוצג סדרטוט 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 מקוטע מציינים את השפלים של הגלים באותו רגע. המרחק בין הכדור S_1 לכדור S_2 הוא $6\,cm$.



תרשים 1

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

(5 נקודות)

ב. חשב את המהירות v של הגלים באמבט. (4 נקודות)

ג. בנוגע לכל אחת מהנקודות A, B, C המסומנות בתרשים 1, ענה על התת־סעיפים (1)-(2).

(1) בטא באמצעות אורך הגל λ את הפרשי המרחקים $AS_1 - AS_2$, $BS_1 - BS_2$, $CS_1 - CS_2$.

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

(12 נקודות)

ד. נקודה D, שאינה מסומנת בתרשים, נמצאת על קו מקסימום מהסדר השני.
נתון: המרחק של הנקודה D מן המקור S_2 הוא 8.2 cm.
חשב את מרחקה של נקודה D מן המקור S_1.
שים לב: יש שתי תשובות אפשריות. מצא את שתיהן. (6 נקודות)

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



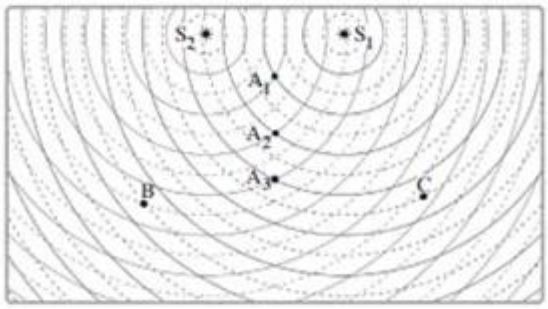
תרשים 2

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

ה. (1) קבע אם המיקום של הפסים האפורים בתצלום השני שונה ממיקומם בתצלום הראשון. נמק את קביעתך.
(2) קבע אם המיקום של האזורים השחורים בתצלום השני שונה ממיקומם בתצלום הראשון. נמק את קביעתך.
(6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

4) בגרות 2014– שאלה 1

באמבט גלים נמצאים שני כדורים המתנודדים בתדירות 25 Hz. 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 $50 \frac{cm}{s}$.



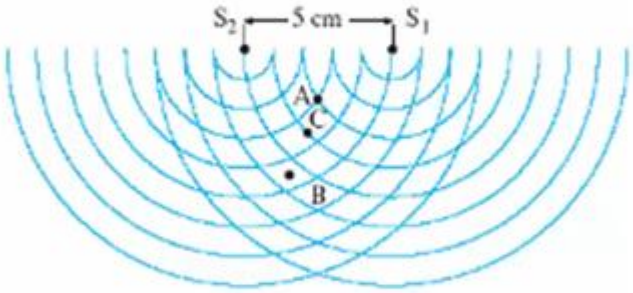
א. חשב את אורך הגל, λ, שיוצר כל אחד משני הכדורים. (8 נקודות)
ב. בתרשים מסומנות שלוש הנקודות A_1, B ו- C. קבע אם נוצרת ב<u>כל אחת</u> משלוש הנקודות האלה התאבכות בונה או התאבכות הורסת או שהנקודה היא נקודת ביניים.
<u>נמק את קביעותיך</u>. (9 נקודות)
ג. (1) קבע על פי התרשים: כמה קווי מקסימום יש בתבנית ההתאבכות?
(2) מהו הסדר המרבי של קווי המקסימום?
(8 נקודות)

ד. היעזר בתרשים וקבע אם המרחק A_2A_3 גדול מאורך הגל λ, קטן ממנו או שווה לו.
נמק. ($5\frac{1}{3}$ נקודות).

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.
(3 נקודות)

5) בגרות 2009– שאלה 1

שני כדורים מתנודדים, כל אחד בתדירות 25 Hz. הכדורים טובלים באמבט גלים, ומשמשים כשני מקורות נקודתיים S_1 ו-S_2 לגלים מעגליים. המרחק בין המקורות הוא 5 cm. 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 1 cm. (5 נקודות)

ב. לגבי כל אחת מהנקודות שבתת-סעיפים (1) - (5) שלהלן, ציין אם נוצרת בה התאבכות בונה, התאבכות הורסת או שהיא נקודת ביניים.

(1) הנקודה A, המסומנת בתרשים. **נמק**. (7 נקודות)
(2) הנקודה B, המסומנת בתרשים. **נמק**. (7 נקודות)
(3) הנקודה C, המסומנת בתרשים. **נמק**. (7 נקודות)
(4) נקודה E, הנמצאת במרחק 38 cm מהמקור S_1 ובמרחק 39.5 cm מהמקור S_2. **נמק** (5 נקודות)
(5) נקודה F, הנמצאת במרחק 24 cm מהמקור S_1 ובמרחק 28.2 cm מהמקור S_2. **נמק** (5 נקודות)

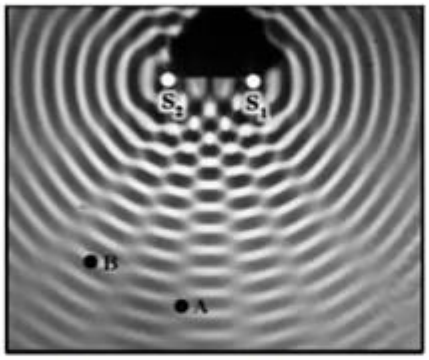
ג. (1) חשב את זמן המחזור T של הגל הנוצר על-ידי אחד המקורות. (4 נקודות)
(2) משרעת הגל (אמפליטודה) בנקודה A שיוצר כל מקור היא 0.4 cm.

סרטט גרף של העתק הנקודה A כפונקציה של הזמן מרגע $t = 0$ עד רגע $t = T$ (זמן של מחזור אחד). רשום מספרים על הצירים. נקודת האפס למדידת העתק הגל תהיה פני המים במצב שבו אין גלים באמבט.

6) בגרות 2006– שאלה 1

תלמיד הציב על שולחן אמבט גלים ובו שני כדורים קטנים, שכל אחד מהם מתנודד בתדירות של 25 Hz. 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? (7 נקודות)

ב. מהו הפרש המרחקים של הנקודה B (ראה תצלום) משני המקורות S_1 ו־S_2? (7 נקודות)

ג. מהי מהירות ההתפשטות של הגלים? (5 נקודות)

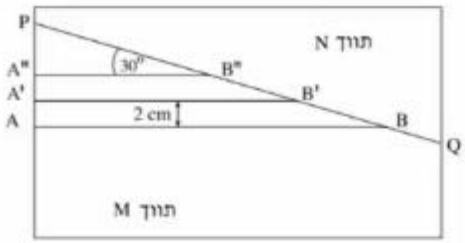
ד. אם שני מקורות הגלים יתנדדו במופע מנוגד ("אנטי פאזה"), האם תבנית ההתאבכות תהיה שונה מזו המוצגת בתצלום? אם לא – הסבר מדוע.

ה. תאר מערכת ניסוי שבאמצעותה אפשר לראות תבנית התאבכות של אור על מסך.
(4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

ו. מדוע אי־אפשר לראות תבנית התאבכות של גלי אור על מסך כאשר הוא מואר בשני מנסים שונים, אף אם הם מונוכרומטיים והמרחק ביניהם קטן מאוד? (5 נקודות)

7) בגרות 2003– שאלה 1

התרשים שלפניך מתאר מבט מלמעלה על אמבט גלים ובו מים.



קו ההפרדה PQ מפריד בין תוך M לתוך N . עומק המים בתוך M שונה מעומק המים בתוך N . גודל מהירות הגלים הוא 10 m/s בתוך M , ו־ 15 m/s בתוך N .

הקווים AB , A'B' ו־ A"B" מתארים שלושה קווי שיא עוקבים של גל הנפלט ממקור הגלים.

המרחק בין שני קווי שיא עוקבים, לדוגמה בין AB ל־ A'B' , הוא 2 cm , והזווית בין כל אחד מקווי השיא ובין הקו PQ היא 30° .

א. מהי התדירות של מקור הגלים? (7 נקודות)

ב. מהו אורך הגל בתוך N ? (7 נקודות)

ג. חשב את זווית השבירה של הגל בתוך N . (12 נקודות)

ד. העתק את התרשים למחברתך, והוסף לו את המשך קווי השיא A'B' ו־ A"B" בתוך N . סמן בחץ את כיוון ההתקדמות של הגל בתוך N , וסמן את זווית השבירה.
(14 נקודות)

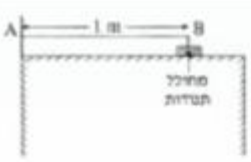
חוזרים על הניסוי במערכת שבה הזווית בין קווי השיא בתוך M ובין קו ההפרדה PQ היא 60° .

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

שאלות מבגרויות – גלים חד ממדיים:

שאלות

1) בגרות 1997



חוט AB , שאורכו 1 m , 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 מנדיל ברציפות את תדירות מחולל התנודות ורושם את התדירויות בכל פעם שנוצר בחוט AB גל עומד. תוצאות הניסוי רשומות בטבלה שלפניך:

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

התייחס לנקודה B כנקודת צומת.

א. העתק את הטבלה למחברתך, ורשום בעמודה המתאימה את אורך הגל λ לכל אחד מארבעת הגלים העומדים שנוצרו בחוט. (14 נקודות)

ב. רשום בעמודה המתאימה בטבלה את הערך $\frac{1}{\lambda}$ לכל אחד מארבעת הגלים, וסרטט גרף של התדירות f כפונקציה של $\frac{1}{\lambda}$. (14 נקודות)

ג. מצא בעזרת הגרף את מהירות התפשטותו של גל בחוט AB . (10 נקודות)

ד. התלמיד ממשיך להגדיל את תדירות מחולל התנודות. מהי התדירות הראשונה (הגבוהה מ־ 88 Hz) שייווצר בה גל עומד בחוט AB ? נמק. (10 נקודות)

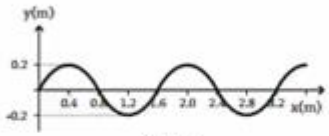
2) בגרות 2007

בניסוי במעבדה, תלמיד קושר את הקצה הימני A של חבל אלסטי לנקודה קבועה, ומותח את החבל כך שהוא אופקי.

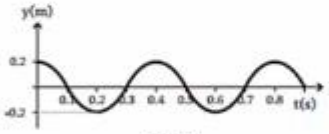
לאחר מכן הוא מניד את קצהו השמאלי, B , של החבל מעלה ומטה בתנועה מחזורית.

תרשים א מציג את ההעתקים של הנקודות השונות על קטע מהחבל, כפונקציה של המקום, ברגע מסוים ולפני 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 מהירות הגל. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

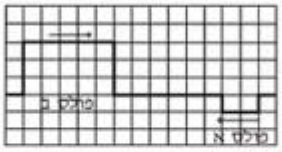
ב. חשב את המהירות של התנודות הגל בחבל. (10 נקודות)

ג. בניסוי אחר שנערך עם אותו חבל ובאותם התנאים, התלמיד מניד את קצה החבל B , אבל הפעם בתדירות גדולה פי 2 מהתדירות הקודמת, ובמשרעת קטנה פי 2 מהמשרעת הקודמת.

סרטט גרף של ההעתקים של הנקודות השונות על קטע החבל בניסוי זה, כפונקציה של המקום, עבור רגע מסוים ולפני שהגל הגיע לקצה החבל A. (9 נקודות)

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 (צג כל משבצת מתרשים ג על ידי משבצת במחברתך):

בתרשים אחד הצג את מצב החבל ברגע $t = 5\,s$,

ובתרשים שני הצג את מצב החבל ברגע $t = 8\,s$.

הסבר את שיקוליך בקביעת מצבי החבל. (9 נקודות)

3) בגרות 2009

רחל ערכה שני ניסויים עם חבל אלסטי אחיד.

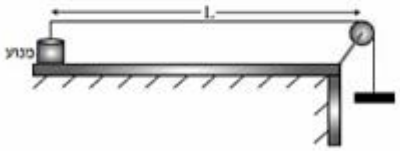
בניסוי הראשון קשרה רחל קצה אחד של החבל האלסטי לנקודה קבועה, מתחה את החבל ונדנדה את הקצה החופשי של החבל (בכיוון מאונך לחבל) בתדירות קבועה. לאורך החבל התקדם גל.

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 פחירות 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. (4 נקודות)

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 $L = 80\ cm$.



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.

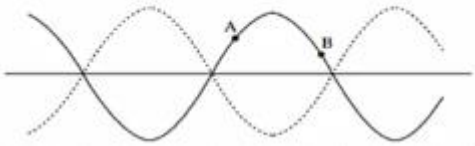
מספר נקודות קמר n	תדירות f (Hz)	אורך הגל λ בחבל (m)	ההופכי של אורך הגל $1/\lambda$ בחבל (1/m)
1	16		
2	35		
3	50		
4	65		
5	80		

ב. העתק את הטבלה למחברתך. חשב את הערכים המתאימים של אורך הגל λ, ושל ההופכי של אורך הגל $1/\lambda$, ורשום את התוצאות בעמודות המתאימות בטבלה.
עגל את תוצאות החישוב עד ספרה אחת אחרי הנקודה העשרונית. (10 נקודות)

ג. סרטט גרף של ההופכי של אורך הגל $1/\lambda$, כפונקציה של התדירות f.
(8 נקודות)

ד. חשב, על פי הגרף שקיבלת, את המהירות v של התקדמות הגל בחבל.
פרט את שיקוליך במציאת המהירות. (8 נקודות)

ה. לפניך תרשים של גל עומד בחבל. מהו הפרש המופע בין שתי הנקודות A ו- B המסומנות בתרשים? ($3\frac{1}{3}$ נקודות)



4) בגרות 2010



5) בגרות 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.

(3 נקודות)

ב. על מיתר מתוח יוצרים גלים בתדירות $f = 500\ Hz$. מהירות ההתקדמות של הגלים על המיתר היא $400\frac{m}{s}$.

חשב את אורך הגל של הגלים. ($3\frac{1}{2}$ נקודות)

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 קמור (מקסימום) יחידה.

ג. חשב את אורך המיתר. (2 נקודות)

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

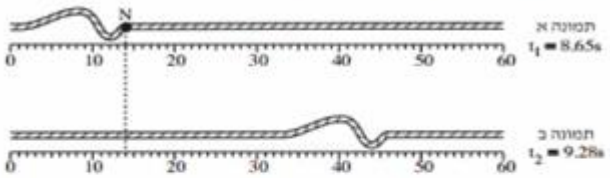
(1) חשב מהי תדירות זו.

(2) כמה נקודות צומת התקבלו על המיתר (כולל הקצוות)?

(4 נקודות)

6) בגרות 2014

בתרשים 1 מוצגות שתי תמונות של חבל, שלאורכו מתקדמת הפרעה (טולס).
בתמונה א מוצגת ההפרעה ברגע $t_1 = 8.65s$, ובתמונה ב מוצגת ההפרעה ברגע $t_2 = 9.28s$.
מותחת לכל התמונה מוצג סרגל המכויל בסנטימטרים.



תרשים 1

א. (1) מהו כיוון ההתקדמות של ההפרעה (ימינה, שמאלה, מעלה או מטה)?
(2) מהו סוג ההפרעה (אורכית, רוחבית או אחרת)? נמק.
(4 נקודות)

ב. היעזר בתרשים 1 וחשב את מהירות ההתקדמות של ההפרעה. ($2\frac{1}{2}$ נקודות)

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



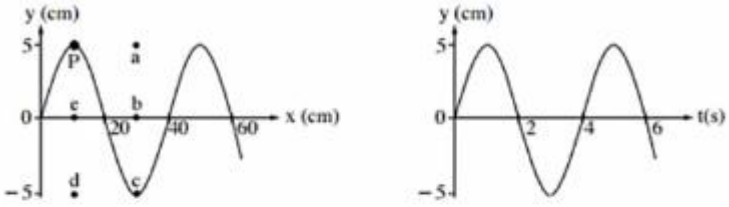
תרשים 2

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 מתחפכת בכיוון מעלה-מטה.
סרטט במחברתך תרשים מקורב של ההפרעה המוחזרת. (2 נקודות)

ה. במקרה אחר קצה החבל קשור לטבעת החופשייה לנוע מעלה-מטה לאורך המוט האנכי.
סרטט במחברתך תרשים מקורב של ההפרעה המוחזרת במקרה זה. (2 נקודות)

7) בגרות 2015

שני התרשימים שלפניך מתארים גל מחזורי שמתקדם לאורך חבל מתוח.



תרשים א **תרשים ב**

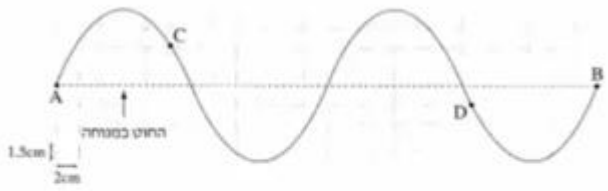
א. היעזר בתרשימים ומצא את הגדלים האלה:
(1) משרעת (אמפליטודת) הגל.
(2) תדירות הגל.
(3) אורך הגל.
(6 נקודות).

ב. חשב את המהירות של התקדמות הגל לאורך החבל המתוח. (2 נקודות)

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. ($4\frac{1}{2}$ נקודות)

8) בגרות 2016

בתרשים שלפניך מוצג גל מחזורי שמתקדם לאורך חוט מתוח. הגל נוצר בקצה A ומתקדם במשך עשירית שנייה עד לקצה B הקשור לקיר. ממדי כל משבצת בתרשים $1.5\text{ cm} \times 2\text{ cm}$.



א. היעזר בתרשים ומצא את הגדלים האלה:

(1) משרעת (אמפליטודת) הגל

(2) תדירות הגל

(3) אורך הגל

(4) מהירות הגל

(4 נקודות)

ב. על החוט שבתרשים מסומנות שתי נקודות C ו־ D. קבע את כיוון התנועה של כל אחת משתי הנקודות ברגע המתואר בתרשים (מעלה / מטה / ימינה / שמאלה).

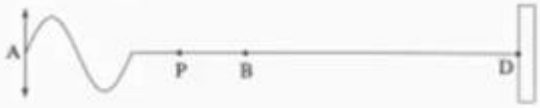
(2 נקודות)

ג. מהו התנאי להיווצרות גל עומד? (2 נקודות)

ד. מה צריך להיות זמן המחזור של הגל, כדי שעל אותו החוט ייווצר גל עומד שיש לו שתי נקודות טבור (קמר)? ($4\frac{1}{2}$ נקודות)

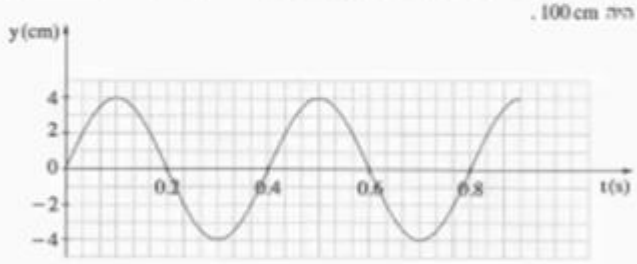
9) בגרות 2017

תלמיד קשר קצה אחד של חבל אופקי ארוך, אחיד ואלסטי לנקודה קבועה D (ראה תרשים 1).
לאחר מכן נדנד התלמיד את קצהו האחר, A, של החבל בתנועה מחזורית מעלה ומטה.



תרשים 1

בתרשים 1 מסומנות על החבל שתי הנקודות B ו־P.
תרשים 2 מתאר את סיקומה האנכי, y, של הנקודה B כפונקציה של הזמן, t, מרגע $t = 0$.
בפרק הזמן המתואר בתרשים, הגל עדיין לא הגיע לנקודה הקבועה D. אורך הגל שהתקבל היה 100 cm.



תרשים 2

א. חשב את התדירות שבה נדנד התלמיד את החבל. (2 נקודות)

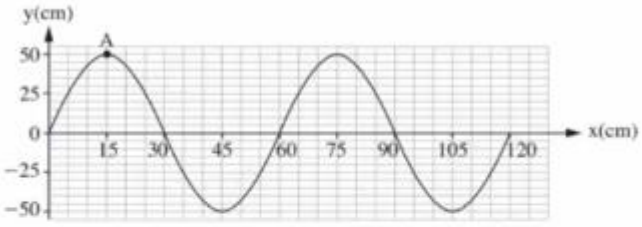
ב. חשב את מהירות ההתפשטות של הגל בחבל. (2 נקודות)

ג. הנקודה P נמצאת על החבל במרחק 50 cm משמאל לנקודה B.
קבע מה היה המיקום האנכי של הנקודה P ברגע $t = 0.5s$. הסבר את קביעתך.

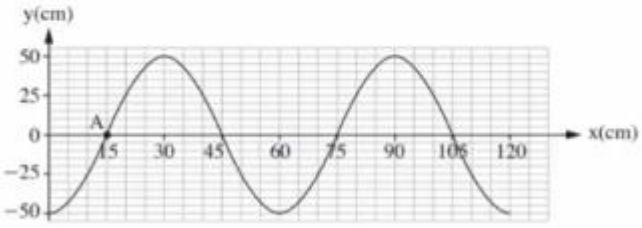
ד. התלמיד המשיך לנדנד את החבל, אך למרות זאת מרגע מסוים כבר לא התקבלו יותר תנודות בנקודה B, ומיקומה האנכי נשאר $y = 0$. הסבר כיצד הדבר ייתכן. (4 נקודות)

10) בגרות מכניקה 2018 נבחני משנה שאלה 8

בתרשים 1 שלפניך מוצג קטע חבל, ובו גל רוחב הנע ימינה. בתרשים 2 מוצג אותו קטע חבל, 0.3 שניות אחרי הרגע המתואר בתרשים 1. זמן המחזור של הגל גדול מ־ 0.3 שניות.



תרשים 1



תרשים 2

א. הסבר מהו ההבדל בין גל אורך לגל רוחב. (2 נקודות)

ב. קבע או חשב את:

(1) משרעת הגל (האמפליטודה).

(2) זמן המחזור של הגל.

(3) תדירות הגל.

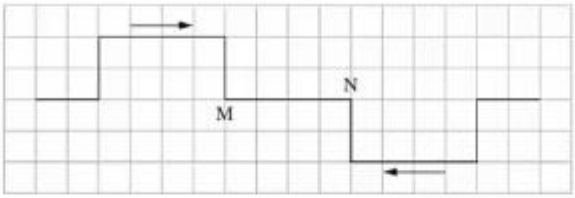
(4 נקודות)

ג. חשב את מהירות ההתקדמות של הגל. (3 נקודות)

ד. סרטט במחברתך גרף מקורב המתאר את גובה הנקודה A כפונקציה של הזמן, בפרק הזמן שבין שני המצבים המתוארים בתרשים 1 ובתרשים 2. ($3\frac{1}{2}$ נקודות)

11) בגרות קרינה וחומר 2021 שאלה 1

שני פולסים נעים זה לקראת זה בחבל אלסטי מתוח. גודל מהירות ההתקדמות של כל פולס הוא $v = 2\frac{cm}{s}$.
בתרשים 1 שלפניך מתואר בקירוב מצב החבל ברגע $t = 0$. הנח כי אורך הצלע של כל משבצת הוא $1cm$.



תרשים 1

א. לפניך שלושה זמנים (1)-(3).

(1) $t_1 = 1s$

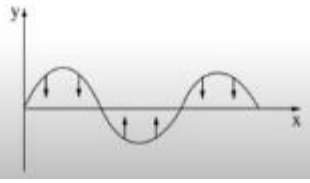
(2) $t_2 = 2s$

(3) $t_3 = 3s$

סרטט במחברתך את מצב החבל בכל אחד מן הזמנים — לכל זמן סרטט תרשים נפרד. הקפד על קנה מידה שבו כל משבצת בתרשים 1 תיוצג על ידי משבצת במחברתך. (6 נקודות)

ב. קבע אם בקטע החבל MN המתואר בתרשים 1, קיימת נקודה שלא עולה ולא יורדת במשך הזמן $0 \le t \le 3s$.
אם לא קיימת — הסבר מדוע, אם כן — ציין את המרחק של נקודה זו מן הנקודה M. (4 נקודות)

נתון חבל אלסטי מתוח שבו קיים גל. תרשים 2 שלפניך מתאר את ההעתק האנכי של כל נקודה בחבל כפונקציה של המקום x ברגע נתון.



תרשים 2

ג. הסבר מדוע הגל שמתואר בתרשים 2 הוא גל עומד. (5 נקודות)

במקרה אחר, מיתר שאורכו $0.9\ m$ מתוח בין שתי נקודות, B ו־C. בנקודה B המיתר מחובר לקיר ואילו בנקודה C מפוקם מחולל גלים (מתנד). גם נקודה C היא "קצה קשור" (נקודת צומת).

מהירות ההתפשטות של גל רוחב במיתר הזה היא $v = 27\frac{m}{s}$.

שינו בהדרגה את התדירות f של המחולל מ־ 0 עד 70 הרץ.

ד. חשב את ערכי התדירויות f שיעבורן נוצר גל עומד במיתר. (7 נקודות)

ה. ענה על התת־סעיפים (1)-(2) עבור התדירות הגבוהה ביותר שחישבת בסעיף ד.

(1) סרטט באופן איכותי את המיתר BC.

(2) כמה נקודות צומת יש בגל העומד (כולל הקצוות B ו־C)?

(6 נקודות)

ו. עבור התדירות הנמוכה ביותר שחישבת בסעיף ד, חשב את פרק הזמן Δt הקצר ביותר שבמהלכו נקודה עברה משיא הנובה לשיא השפל. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)