פרק 18

גלי מים (גלים דו ממדיים)

תכונות גלי מים 1
התאבכות גלי מים 4

תכונות גלי מים:

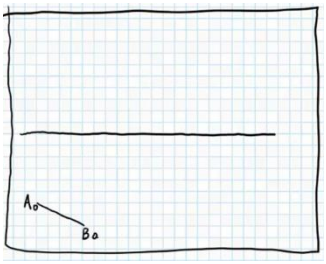
שאלות:

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.



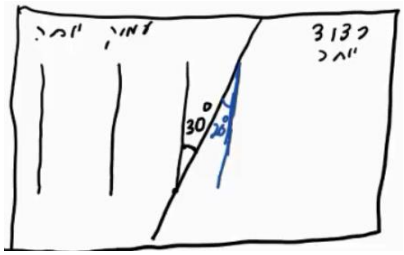
ג. הוסף לתרשים חיצים המתארים את זוויות פגיעת והחזרת הגל כפי שהן מוחזרות לאור.

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

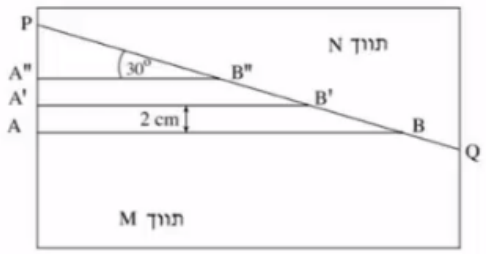
גל מעגלי מתפשט באמבט גלים. משרעתו, כשהיה מעגל ברדיוס 3cm , הייתה 1cm .

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.

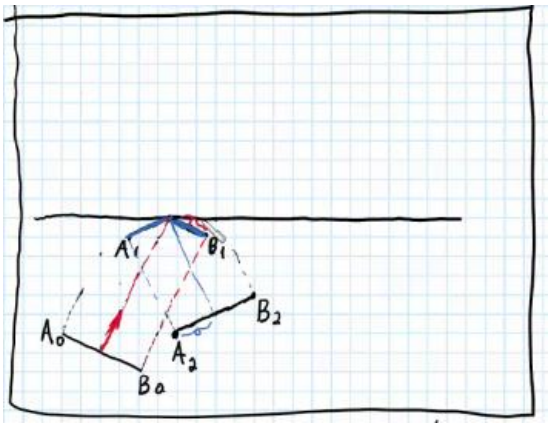
ד. העתק את התרשים למחברתך, והוסף לו את המשך קווי השיא $A'B'$ ו- $A"B"$ בתווך N. סמן בחץ את כיוון ההתקדמות של הגל בתווך N, וסמן את זווית השבירה.

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).

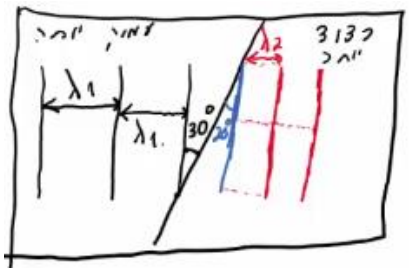
תשובות סופיות:

1)



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

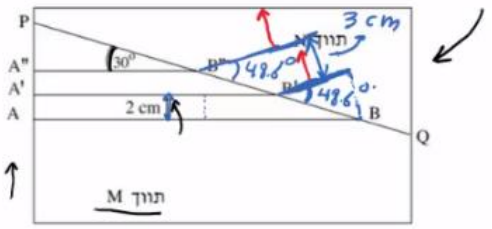
ד.



3) א. 5. ב. $0.45cm$.

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

ד.



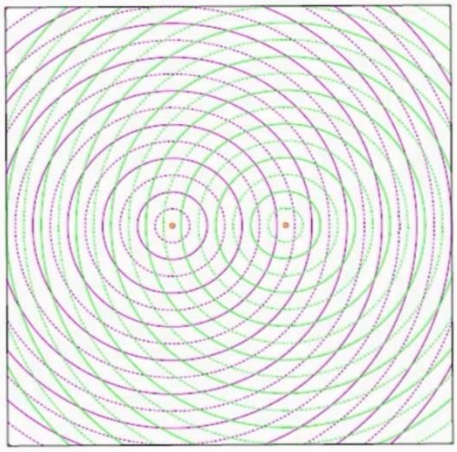
ה. $\theta_2 = X$, אין פתרון לשבירה, הגל רק יוחזר.

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.

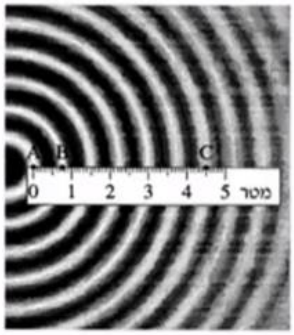
iii. C - מרחקה מהמקור הראשון - 7 ס״מ ומהמקור השני - 3.4 ס״מ.

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).

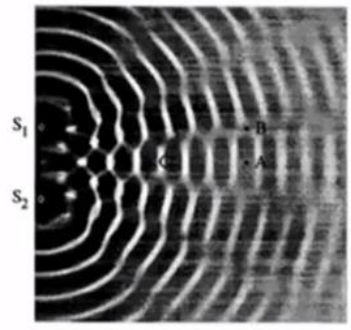
i. התלמיד מדד את אורך הקטע AB ואת אורך הקטע AC.
מבין שתי המדידות, איזו מדידה מאפשרת חישוב מדויק יותר של אורך הגל?
הסבר מדוע.

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.

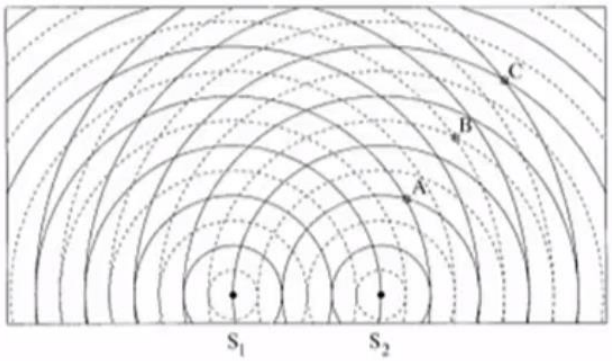
ii. עבור כל אחת מן הנקודות, בטא באמצעות אורך הגל את ההפרש בין מרחק הנקודה מן המקור S_1 ובין המרחק שלה מן המקור S_2.

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.

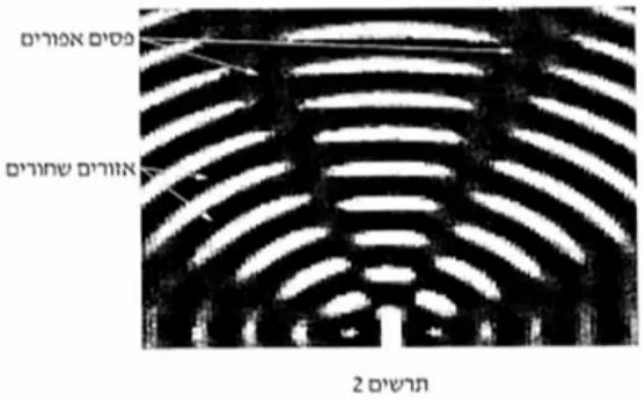
ג. בנוגע לכל אחת מהנקודות: A , B , C המסומנות בתרשים 1, ענה על התת-סעיפים i-ii:

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:

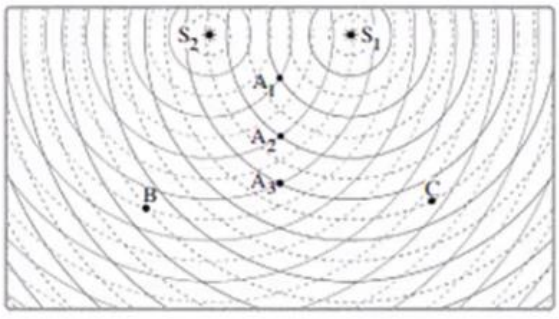
i. קבע אם המיקום של הפסים האפורים בתצלום השני שונה ממקומם בתצלום הראשון. נמק את קביעתך.

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?

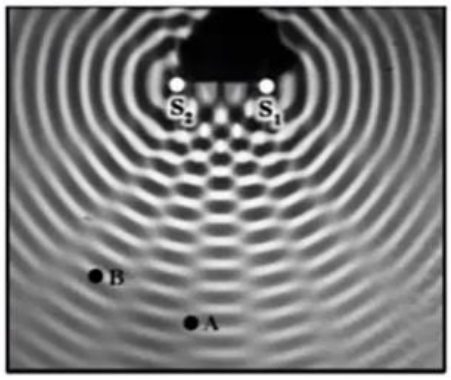
ד. היעזר בתרשים וקבע אם המרחק A_3 , A_2 גדול מאורך הגל λ , קטן ממנו או שווה לו. נמק.

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?

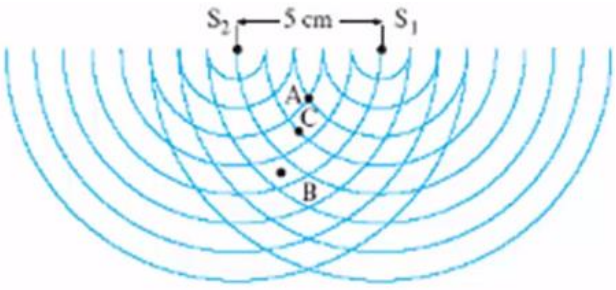
ד. אם שני מקורות הגלים יתנודדו במופע מנוגד ("אנטי פאזה"), האם תבנית ההתאבכות תהיה שונה מזו המוצגת בתצלום? אם לא – הסבר מדוע.
אם כן – מה יהיה השוני בין שתי התבניות?

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:

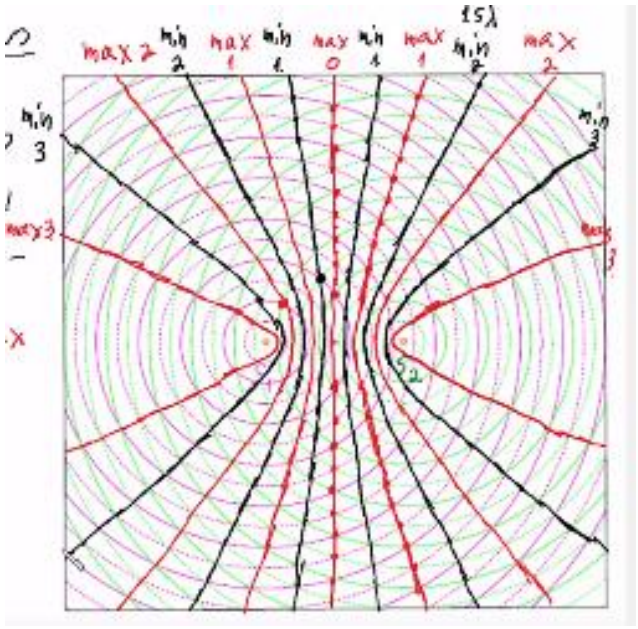
i. חשב את זמן המחזור T של הגל הנוצר על ידי אחד המקורות.

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. ii. $\lambda = 0.75m$. ב. $V = 300\frac{m}{sec}$. ג. תווך אחיד.

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.

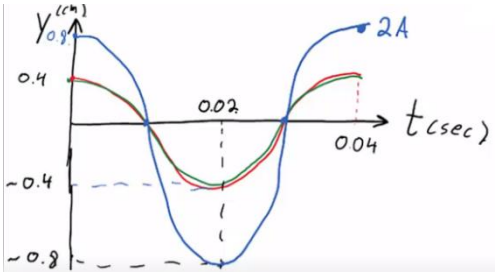
5) א. $\lambda = 2cm$. ב. A, B: התאבכות בונה, C: נקודת ביניים.

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.