

מורים ובאי כנס יקרים,

האירוע הנוכחי ממשיך את מסורת הכנסים של מורי הפיזיקה, המתקיימים מידי שנה תוך שיתוף פעולה הדוק בין הפיקוח על הוראת הפיזיקה לבין המרכז הארצי למורי הפיזיקה.

נושא הכנס השנה הוא: "פוגשים את חזית המחקר בפיזיקה" והוא מהווה המשך לפעילות המתקיימות ברחבי הארץ בנושאי חקר בפיזיקה ולסיורי המדריכים, המורים והתלמידים באתר סרן, שוויץ. במסגרת הכנס נשמע שתי הרצאות בנושא "מאיצי החלקיקים בסרן". ההרצאה הראשונה, מפי ד"ר אורנה בלומברגר ומר ברנד סרינג, תעסוק ברשמי הביקור של המורים והתלמידים בסרן ובפעילויות בארץ בעקבות הביקור. ההרצאה השנייה, מפי פרופ' גיורא מיקנברג, תיוחד לזכרו של פרופ' עמוס דה-שליט. כבכל שנה, לאחר ההרצאה נעניק פרס למורה מצטיין, ברכות לזוכה.

עוד בתוכנית, במסגרת "חזית המחקר בפיזיקה", נקיים מפגש עם חוקרים ומדענים, מהארץ ומחו"ל. על חידושים מהשטח נשמע במסגרת "הרצאות הקצרות".

כבכל שנה, שיחת המפמ"ר תעסוק בהיבטים ושינויים מהותיים הנוגעים להוראת הפיזיקה ותוכנית הלימודים בחטיבה העליונה. השנה שיחת המפמ"ר תעסוק בנושא: "למידה משמעותית ומשמעותה ללמידת פיזיקה".

אנו מקווים שהכנס יהיה מעניין, מהנה ויעשיר את המורים המלמדים פיזיקה.

ד"ר אסתר בגנו  
מנהלת המרכז הארצי למורי הפיזיקה

ד"ר צביקה אריכא  
מפקח מרכז על הוראת הפיזיקה



## תוכן העניינים

5 ..... ועדת הכנס

6 ..... תכנית הכנס

### הרצאות קצרות של מורים

8 ..... בודק מטלות ברשת WebAssign

10 ..... שימוש בסרטוני וידאו במסגרת פדגוגיית שיעור הפוך, ואתר "שיעור פתוח"

11 ..... ספרי לימוד לחטיבת ביניים והאתר המלווה

12 ..... חדשנות אמ"תית בהוראת הפיזיקה

14 ..... גילוי אפקטים המלווים את האפקט הפוטואלקטרי בניסוי לחישוב קבוע פלאנק

17 ..... בניית פעילויות אינטראקטיביות בג'אוג'ברה בליווי מטלה מתוקשבת

עריכה: מרינה ארמיאן, יוכבד ברסטל

## ועדת הכנס

|   |                    |
|---|--------------------|
| ראש המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע                       | פרופ' בת שבע אלון  |
| ראש המרכז הארצי למורי הפיזיקה                                   | ד"ר אסתר בגנו      |
| מפמ"ר פיזיקה, משרד החינוך                                       | ד"ר צבי אריכא      |
| המרכז הארצי למורי הפיזיקה                                       | יוכבד ברסטל        |
| מפקח הוראת המדעים במגזר הערבי                                   | ד"ר חוסאם דיאב     |
| משרד החינוך, הפיקוח על הוראת הפיזיקה, המרכז הארצי למורי הפיזיקה | אירינה ויסמן       |
| משרד החינוך, הפיקוח על הוראת הפיזיקה                            | פרופ' ויקטור מלמוד |
| מורה לפיזיקה  | פראג' סאלח         |
| משרד החינוך, הפיקוח על הוראת הפיזיקה                            | מיכאל סבין         |
| מפמ"ר פיזיקה לשעבר  | ד"ר דוד סלע        |
| משרד החינוך, הפיקוח על הוראת הפיזיקה                            | ד"ר שלמה פישר      |

## תכנית הכנס

|   |               |
|---|---------------|
| התכנסות, הרשמה וכיבוד קל  | 9:15 - 8:45   |
| <b>דברי פתיחה וברכות</b><br>ד"ר אסתר בגנו, מנהלת המרכז הארצי למורי הפיזיקה<br>ד"ר צביקה אריכא, מפמ"ר פיזיקה, משרד החינוך  | 9:30 – 9:15   |
| <b>דבר שר החינוך למורי הפיזיקה</b><br>הרב שי פירון, שר החינוך   | 10:00 – 9:30  |
| <b>הרצאות קצרות של מורים</b><br>משתתפים: ד"ר דודו פונדק- בודק מטלות ברשת. איתמר<br>בנית - שימוש בסרטוני וידאו במסגרת פדגוגית שיעור<br>הפוך. מרינה זיו - ספרי לימוד לחטיבת הביניים והאתר<br>המלווה. ד"ר רחלה תורג'מן, רחלי פרג'ון ואסתר מיימון -<br>חדשנות אמיתית בהוראת פיזיקה. ד"ר יבגניה גבאי,<br>ד"ר אלכס פלטקוב ומתן פרלמן - גילוי אפקטים המלווים<br>את האפקט הפוטואלקטרי בניסוי לחישוב קבוע פלנק.<br>אורלי שטטינר וגילית פורת - בנית פעילויות<br>אינטראקטיביות בג'אוג'ברה בליווי מטלה מתוקשבת. | 10:00 – 11:30 |
| <b>מאיץ החלקיקים בסרן- רשמי ביקור ופעילויות בארץ</b><br>ד"ר אורנה בלומברגר, מדריכת מחוז ת"א, תיכון בליך<br>ר"ג; ברנד סרינג, התיכון למדעים ואמנויות בירושלים   | 12:00 -11:30  |
| <b>ארוחת צהרים פעילה, תצוגת ציוד לימודי וספרי לימוד</b>   | 13:00 -12:00  |
| <b>הרצאה לזכרו של פרופ' עמוס דה-שליט: מאיץ<br/>החלקיקים בסרן</b><br>פרופ' גיורא מיקנברג, המחלקה לפיזיקה של חלקיקים,<br>מכון ויצמן למדע, ומאיץ החלקיקים בסרן   | 13:45 -13:00  |
| <b>טקס הענקת פרס עמוס דה-שליט למורה מצטיין</b>  | 14:15 -13:45  |
| <b>הפסקת קפה</b>  | 14:30 -14:15  |

|   |               |
|---|---------------|
| <b>מפגשים עם מדענים מהארץ ומחו"ל</b>                            | 15:30 – 14:30 |
| <b>שיחת מפמ"ר</b><br>ד"ר צביקה אריכא, מפמ"ר פיזיקה, משרד החינוך | 16:15 – 15:30 |
| <b>חלוקת שי</b>   | 16:30 – 16:15 |

## בודק מטלות ברשת WebAssign

דר' דוד פונדק

dpundak@gmail.com

ראש צוות "בודק מטלות ברשת"

במסגרת הכנס הארצי למורי הפיזיקה נכיר מערכת ותיקה ועשירת תכנים. מערכת בודק מטלות ברשת מאפשרת למורי הפיזיקה לבנות בקלות מטלות במהלך הוראת הנושאים העיקריים: מכניקה, חשמל, אופטיקה, אור וחומר, פיזיקה מודרנית, אסטרונומיה, תרמודינמיקה. המערכת מאפשרת לתלמיד להתמודד עם מטלות הניתנות מדי שבוע במהלך שנת הלימודים, באמצעות רשת האינטרנט. לאחר הגשת המטלות באמצעות המערכת, התלמיד מקבל משוב מידי לתשובותיו, ובמקרים רבים הזדמנויות נוספות לשוב ולתקן תשובות שגויות. המערכת מאפשרת למרצה לקרוא את תשובות התלמידים וציוניהם בכל אחת מהשאלות שהופיעה במטלות, לזהות את מידת ההצלחה של כל אחד מהם, ולקבל תמונה כוללת של ביצועי הכיתה.

### יתרונות המערכת למורה:

- זמינות - יצירה, משלוח ובדיקה של מטלות 24 שעות ביממה 7 ימים בשבוע.
- מיידיות – משלוח, איסוף, מתן ציונים באופן מידי.
- קלות בהפעלה – נוחה וקלה להפעלה, נוסחה ע"י עשרות אלפי מורים.
- שחרור מעבודה שחורה – המערכת נותנת ציונים לתלמידים ורושמת אותם בפנקס המורה.
- יחס אישי – יכולת לעקוב אחרי כל תלמיד ולדעת את ביצועיו לאורך השנה.

### יתרונות המערכת לתלמיד:

- מיידיות - הציון ניתן מיד עם ההגשה של שעורי הבית או המטלה
- שיפור ציונים – ניתן לחזור ולהגיש את המטלות מספר פעמים.
- שחזור מידע - כל המטלות שבוצעו במהלך הלימודים זמינות, וניתן לראותן לקראת מבחן.



- מעורבות והבנה – המחקר מצביע על כך שתלמידים שמוריהם החליטו ללמד עם המערכת מעורבים יותר בשיעור פעילים יותר ומבינים טוב יותר את הנלמד, בהשוואה למצב הקודם.

#### **במהלך הסדנא נלמד:**

- א. איך לבנות מטלה - מתוך אלפי השאלות שנמצאות במערכת.
- ב. איך לקבל דיווח על ביצועי התלמידים.
- ג. איך לשפר את הלמידה וההישגים בבחינות, בסיוע המערכת.

## שימוש בסרטוני וידאו במסגרת פדגוגיית שיעור הפוך, ואתר

### "שיעור פתוח"

#### איתמר בנית

[banitt81@yahoo.com](mailto:banitt81@yahoo.com)

קריית חינוך ע"ש יצחק רבין, מזכרת בתיה

פדגוגיית שיעור הפוך שמה לה למטרה להעביר חלק משלב הקניית החומר מן הכיתה לעבודת הבית, לרוב באמצעות צפייה בסרטונים. התלמידים צופים בסרטונים (שהקליט או בחר המורה) בבית, ובכך מתפנה זמן יקר בכיתה לפעילויות אקטיביות יותר כדוגמת דיונים, הדגמות, ניסויים וכיוצ"ב. באופן זה ניתן לדרוש מהתלמידים להתמודד עם תרגילים ובעיות מורכבים יותר (כיוון שפתרון נעשה בפיקוח וסיוע המורה), וניתן למצות טוב יותר את כישוריו של המורה בהנחיית התלמידים. קיימות גישות נוספות לשימוש בסרטונים בתהליך ההוראה, ביניהן *mastery learning*. השימוש בסרטונים מאפשר פינוי זמן בכיתה, יצירת דיפרנציאציה חלקית בשלב הקניית החומר ועשוי להגביר את העניין של התלמידים בחומר הנלמד כמו גם את תחושת האחריות שלהם על תהליך הלמידה.

אחד האתגרים המרכזיים ביישום גישת שיעור הפוך הוא הצורך בסרטונים מרובים, ברמה גבוהה ובהתאמה לתכנית הלימודים.

לשם כך הוקם אתר "שיעור פתוח". האתר נועד להוות מאגר סרטונים שנוצר במיקור המונים. הסרטונים מאורגנים היררכית עפ"י תכנית הלימודים, וכל משתמש יכול להעלות סרטון. הסרטונים מדורגים ע"י הצופים על פי איכותם ומידת הרלוונטיות שלהם לתכנית הלימודים. באופן זה ייווצר מאגר סרטונים שישתפר ויתעדכן עם הזמן ועם תכנית הלימודים. המאגר יאפשר לתלמידים ומורים לאתר בקלות את הסרטון הדרוש להם, ולמיין את הסרטונים עפ"י מדדי הדירוג השונים.

הירתמות משמעותית של מורי הפיסיקה ליצירת סרטונים טובים והעלאתם לאתר תאפשר, במאמץ קטן יחסית, יצירת מאגר סרטונים מקיף שישמש את כלל המורים והתלמידים בישראל.

## ספרי לימוד לחטיבת ביניים והאתר המלווה

מרינה זיו

ziv.marina17@gmail.com

מקיף ז' אשדוד

מי כמונו, אנשי השטח, יודע שהוראת הפיזיקה בחטיבת הביניים מהווה אתגר. מצד אחד זהו הזמן "לשחק", כדי לקרב את התלמידים למקצוע, לגרום להתפעלות וליצור חוויה חיובית. מצד שני – זהו הזמן "לעבוד קשה", כדי להכין בסיס איתן לקראת "האתגר של הגדולים" – בחינת בגרות בפיזיקה. לשמור על האיזון הנכון בין שתי הגישות הללו – זו אומנות הנדרשת ממורי הפיזיקה בחטיבת הביניים.

בסדרת ספרי לימוד, המוצעים לעיונכם בסדנה זו, משולבים פעילויות מגוונות, המאפשרות למורה מרחב פעולה רחב לעבודתו היום-יומית בכיתות. חלק מהפעילויות קלילות, אפילו משעשעות וחלק – רציניות, המובילות את התלמיד לקראת רכישת מיומנויות הנדרשות. בספר יש מבנה מוגדר ונוח. כל פרק כולל הסבר, תרגילים פתורים, תקציר עיקרי דברים, תדריכי מעבדה, שאלות ותשובות. מדי פעם מושזרים קטעי העשרה או חידות ב"פינה לרציניים בלבד", קטעי שיח בין התלמידים ו"הזמנה לרשת האינטרנט". הכרת מבנה הספר יקל על שימוש בו.

בשנת הלימודים תשע"ה יראו אור שלושה ספרים:

ספרי לימוד למסלול עתודה מדעית טכנולוגית, כיתות ז – "צעדים ראשונים בפיזיקה";

ספרי לימוד למסלול עתודה מדעית טכנולוגית, כיתות ח – "מתקדמים בפיזיקה";

ספרי לימוד לפי תוכנית לימודים של רשת מופת, כיתות ז – "עולם פיזיקה".

תכני הספר הראשון פתוחים לשימוש און-ליין. אפשר לראות אותם באתר שכתובתו:

(physics to people) ph2p.co.il

## חדשנות אמ"ת בהוראת הפיזיקה

ד"ר רחלה תורג'מן

[raturg@gmail.com](mailto:raturg@gmail.com)

אמ"ת י', אשדוד

רחלי פרג'ון ואסתר מיימון

אולפנת נגה בית-שמש, אמ"ת.

רשת אמ"ת מובילה חדשנות פדגוגית ומשמעותית המבוססת על ראציונל פדגוגי לפי שיטת ה-pbl המאופיינת ע"י למידה עצמאית וחוקרת של תלמידים, המורה רק מנחה, מוביל ידע ולא מקור ידע, פעילות קבוצתית. כמו כן, למידה חדשנית זו נתמכת בסביבת למידה עתירת טכנולוגיות.

המאפיינים שהוזכרו מעלה הביאו פרות מבורכים בכל הקשור להוראת הפיזיקה בצורה חדשנית ומעניינת והחשוב למידה המיישמת חשיבה מסדר גבוה. נמצא כי החדשנות והיצירתיות הפדגוגיות השפיע על תלמידים בחט"ב לבחור בפיזיקה בייחוד בקרב בנות כפי שיוצג ע"י השמעת הראיון שהתקיים ברשת ב'.

אחד הפרוייקטים מיני רבים שיודגם הוא "פיזיקה חוקרת בלונה פארק".

ככלל, כאשר חוקרים מערכות פיזיקליות באופן ניסיוני במעבדה אין הכרות מקדימה עם המערכת. במקרה זה התלמידים "נחשפו" למערכות הניסוי טרם כניסתם לכיתה. מנקודת מוצא זו נעשה סיעור מוחין בכיתה שהיה מלווה בחוויות שרכשו התלמידים במהלך ביקוריהם בלונה פארק.

תהליך החקר הינו מסועף וכלל שלבים רבים: הצגת הנושא, בחירת המתקן, אשכול המתקן, שאילת שאלות, תאור המתקן והכנת תעודת זהות פיזיקלית, שאלות חשיבה, הפיכת המתקן לדגם, התייחסות למתקן כמערכת, ניתוח המרות האנרגיה/כוחות, תכנון ניסוי, ביצוע ניסוי וכתיבת דוח מלווה במסקנות, הצגת הפרוייקט בכיתה ובערב הורים.

ראוי לציין כי נושא זה חוצה שכבות גיל רבות ומגוונות. ההתאמה למגוון רב של שכבות גיל מבוסס על בחירת המיומנויות הנדרשות.

תלמידי חט"ב ניתחו את מתקני הלונה פארק ע"י סרטוט של תרשימי כוחות וחישוב כמותי של הכוחות וכמויות האנרגיה בהתאם לתוכנית הלימודים.

תלמידי חט"ע ניתחו את הדגמים ע"י חישובים מתקדמים יותר ברוח תוכנית הלימודים של 5 י"ל פיזיקה. כמו כן, הם חקרו מתקנים מורכבים יותר הדורשים מורכבות גבוהה יותר של ניתוח.

אחד המאפיינים הייחודיים של הפרוייקט הוא מידול של מתקני הלונה פארק ע"י שימוש בצעצועים פשוטים וזמינים, מערכות פיזיקליות פשוטות, וירטואליזציה של הדגמים.

הפרוייקט מתקיים למעלה משלוש שנים בחט"ב והשנה הוא יושם בחט"ע שהרי תלמידים ש"התחנכו" על ברכי הפרוייקט המשיכו עימו לחט"ע.

## גילוי אפקטים המלווים את האפקט הפוטואלקטרי

### בניסוי לחישוב קבוע פלאנק

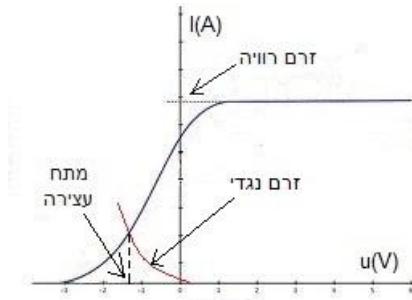
ד"ר יבגניה גבאי, ד"ר אלכס פלטקוב, מתן פרלמן

ב"ס תיכון רב תחומי "שבה-מופת" (רשת עמל)

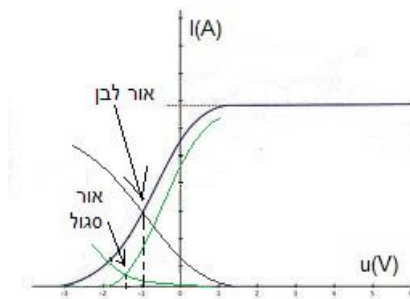
בניסוי חובה "קביעת קבוע פלאנק באפקט הפוטואלקטרי" התוצאות אינן משביעות רצון, שכן שיעור קבוע פלנק יוצא באופן שיטתי כחצי מערכו המופיע במדריכים. בניסוי גילינו גם שמתח העצירה בהקרנה באור לבן קטן ממתח העצירה שמקבלים בהקרנה של תא פוטואלקטרי דרך מסנן סגול. בעבודה זו אנו מסבירים את הסיבות לכך ולפי זה ממליצים כיצד צריך לבצע את הניסוי על מנת לקבל תוצאות אמינות יותר.

1. הרעיון הראשון היה להגדיל מספר מסננים. במקום 4 המסננים המקובלים בניסוי השתמשנו ב-9, ולמרות שבעזרת ספקטרום בליעה מצאנו בצורה המדויקת ביותר את אורכי הגל (התדירויות) של מסננים, לא הצלחנו לשפר את תוצאות הניסוי.

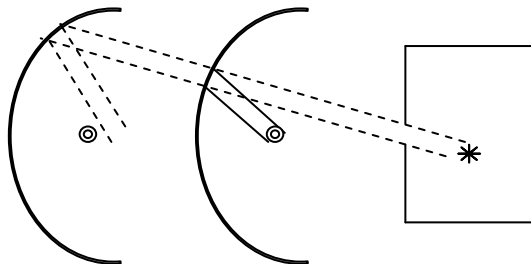
2. בשלב זה התחלנו לשער מדוע קבוע פלאנק אינו יוצא כמו ערכו האמיתי. אחד מהרעיונות שעלו הוא שמופיע זרם נגדי מהאנודה. הכוונה היא שפוטונים שפוגעים בקתודה חוזרים (חלק קטן) לאנודה וזאת משום שחוקי החזרת האור ושימור אנרגיה מתקיימים כרגיל. במצב כזה, כאשר תדירות האור מעל תדירות הסף של האנודה, מתרחש האפקט הפוטואלקטרי גם בכיוון ההפוך – פוטואלקטרונים נפלטים מהאנודה לקתודה ויוצרים זרם חשמלי. במצב כזה מתח העצירה שנמדד הוא כאשר הזרם המקורי והזרם ההפוך שווים ולכן מתח העצירה יוצא קטן יותר. משום שמתח העצירה קטן יותר, שיפוע הגרף המשורטט (מתח עצירה כפונקציה של תדירות) קטן יותר ולכן קבוע פלאנק יוצא קטן יותר מערכו האמיתי. (ראה ציור)



הסבר זה מסביר גם את בעיית מתח העצירה של אור לבן. בהנחה שאכן קיים הזרם הנגדי, המתח המחושב הוא כאשר הזרם הנגדי וההפוך שווים ויכול להיות מצב בו החיתוך שלהם אצל אור סגול מתרחש לפני זה של אור לבן ולכן מתח העצירה המתקבל לאור סגול גדול מזה של אור לבן.



3. ברעיון השלישי הרחקנו מקור האור מהתא הפוטואלקטרי על מנת להקטין מספר הפוטואלקטרונים והכך הצלחנו לפתור את הבעיה של מתחי העצירה של אור לבן ואור סגול.



4. כאשר חשבנו קבוע פלנק לפי תדירויות הנמוכות קבלנו תוצאות קרובות למה שמופיע במדריכים.
5. לאור תוצאות המחקר אפשר לנסח מספר המלצות למורים בביצוע הניסוי.
- (א) כדאי לבצע את הניסוי כאשר המרחק בין מקור האור לתא הפוטואלקטרי הוא יותר מ-10 ס"מ.
- (ב) תדירויות של המסננים המשתמשים בניסוי צריכות להיות קטנות מתדירויות של תדירות סף של האנודה.
- (ג) כדאי להשתמש בתא פוטואלקטרי עם הפרשי תדירויות סף של קתודה ואנודה גבוהים ככל האפשר.



## בניית פעילויות אינטראקטיביות בג'אוג'ברה בליווי מטלה מתוקשבת

גילית פורת, אורלי שטטינר.

orlyst@cet.ac.il, gilitporat@gmail.com

התיכון הווירטואלי

במסגרת הוראת הפיזיקה בתיכון הווירטואלי בכיתות י' ו- י"א יזמה המורה גילית פורת פעילות מאתגרת לתלמידיה, שבמסגרתה הם מפתחים הדמיה פיזיקלית אינטראקטיבית באחד מהנושאים הנלמדים, במטרה שהתוצר ישמש את כלל תלמידי הכיתה הן באמצעות התנסות חופשית והן באמצעות דף עבודה נלווה, שאף הוא מתוכנן ונכתב על ידי התלמיד. ההדמיות פותחו על ידי התלמידים בזמנם החופשי במקביל ללימוד הנושא בכיתה, תוך הנחיה וייעוץ מתמשך מצד המורה ותוך העמקת ההבנה של הנושא לצורך מימוש ההיבטים הרלוונטיים שלו בהדמיה. ההדמיות פותחו באמצעות תוכנת ג'אוג'ברה (Geogebra), שהיא תוכנה חופשית, המשמשת לבניית יישומים דינמיים ואינטראקטיביים במתמטיקה ובמדעים. דפי העבודה נבנו באמצעות כלי הסטודיו של מטה (המרכז לטכנולוגיה חינוכית).

במסגרת ההרצאה תוצגנה שלוש הדמיות, שפותחו על ידי התלמידים בהדרכתה של המורה גילית:

- (1) **עדשות.** הדמיה של עדשה יחידה, מאפשרת שינוי של אורך המוקד (בתחום של 10- עד 10) וכן הצגה (או הסתרה) של הקרניים ה"ראשיות". העצם ניתן להזזה ולשינוי חופשי, כאשר ניתן גם להזיז אותו מהציר האופטי הראשי. בכל רגע מוצגת הדמות וכן נתונים מספריים רלוונטיים שונים.
- (2) **תנועת חרוז המושחל על מסילה אנכית.** בהדמיה מתרחשת תנועה דינמית של חרוז, המושחל על מסילה אנכית, כאשר המשתמש יכול לשנות את רדיוס המסילה, מסת החרוז ומהירותו ההתחלתית (בתחתית המסלול). ניתן להציג את הכוחות הפועלים (עם או בלי שקול הכוחות) ואת רכיבי התאוצה (עם או בלי השקול).
- (3) **תנועה של פולס מתקדם.** ההדמיה מאפשרת לחקור את תנועתם הדינמית של שני פולסים, הנעים זה מול זה על חבל, כאשר ניתן לשלוט באופיו של כל אחד מהפולסים (מלבני או גלי) ובגודלו (אמפליטודה ורוחב). ניתן לצפות בסופרפוזיציה של שני הפולסים ומכך להבין טוב יותר את מושג ההתאבכות הבונה וההורסת.