



מדינת ישראל
משרד החינוך
מינהל חדשנות וטכנולוגיה
אגף המדעים
הפיקוח על הוראת הפיזיקה

משרד החינוך
מינהל חדשנות וטכנולוגיה
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת הפיזיקה



ירושלים, אלול תשפ"ה
אוגוסט 2025²¹

לכבוד
מורי הפיזיקה
מרכזי מקצוע הפיזיקה
מנהלי בתי הספר
שלום רב,

חוזר מפמ"ר בחינת הבגרות במעבדה בפיזיקה תשפ"ז ואילך

תוכן העניינים:

1. מבוא
2. מסלולי ההיבחנות במעבדה: מסלול א' - בחינה אחידה בכתב. מסלול ב' - בחינה משולבת בכתב ובעל-פה.
3. מספרי שאלונים לאוכלוסיות תלמידים שונות.
4. הטמעה ופיתוח מקצועי.
5. פרקטיקות המעבדה, פירוט של מרכיבי פרקטיקה 3.
6. דוגמאות להערכה של מרכיבי פרקטיקה 3.

1. מבוא

מקצוע הפיזיקה מקנה כלים לחקור ולתאר תופעות בעולם החומר, לאפיין את החוקיות המתממשת בהן ולהסבירן. פעילויות מעבדה הן חלק אינטגרלי בלימודי הפיזיקה ובהערכת הלומדים ברמת 5 יח"ל בפיזיקה בתיכון. התנסות התלמידים בעבודת המעבדה מאפשרת לזהות דפוסי התנהגות בתופעות הנמדדות, ולזהות את קשרי הגומלין בין תאוריה לניסוי, להציע השערות – דוגמת מודלים מבוססי תאוריה של התופעה, להעמידן במבחן המודל האמפירי שמציעות המדידות בניסוי, ולשכלל מודלים אלו במקרה שאינם עולים בקנה אחד. במעבדות המדענים התהליך הניסויי מאתגר מאוד שכן הוא כרוך בפישוט של מערכת מורכבת, בידוד משתני המערכת, התאמת כלי המדידה למשתנים, קביעת מידת הוודאות במדידה ומכאן במסקנות הניסוי. הגם שהעמדת ניסוי "נקי" שבו התופעה הנחקרת תבודד היטב מ"רעשים" קשה לביצוע במעבדת ההוראה, חשוב לשמר "תרבות של חקר ניסויי" שיש בה מקום להבנת שיקולי הדעת בעיצוב מערכת הניסוי והמדידה.

החל משנת תשפ"ז יוטמע שינוי בבחינת הבגרות במעבדה העולה בקנה אחד עם מסמכי מדיניות בישראל ובעולם (NGSS, PISA), מערכת החינוך 2020-2030 מיומנויות דמות הבוגרת והבוגר) המגדירים מטרות למידה ופרקטיקות מעבדה המקדמות תרבות של ניסוי, חקר ומידול כמותי של תופעות הטבע. מטרת השינוי היא לקדם הערכה אחידה ומבחינה, ולתת ביטוי משמעותי לשיקולי דעת ביישום של הפרקטיקות הניסוייות. בדומה למצב הקיים, במסגרת השינוי תישמר האפשרות לבחור בין שני מסלולים. שני מסלולי הבחינה יכללו ביצוע ניסוי, יביאו לידי ביטוי את תהליך הלמידה במעבדה ויעמדו בהלימה לתוכנית הלימודים העיונית.

2. מסלולי ההיבחנות במעבדה

המורים יבחרו מסלול היבחנות באחד משני המסלולים הבאים :
מסלול א : בחינה אחידה בכתב ; מסלול ב : בחינה משולבת בכתב ובעל-פה.

מסלול א : בחינה אחידה בכתב	מסלול ב : בחינה משולבת בכתב ובעל-פה	
- שאלון בחינה בכתב. - מועד בחינה אחד, שיקבע על ידי אגף הבחינות. - ערכת ניסוי תשלח לכלל הנבחרים. - השאלות מחוברות ע"י ועדה חיצונית ומביאות לידי ביטוי שיקולי דעת בפרקטיקות ניסוייות.	המסלול משלב שני חלקים, שווים במשקלם : חלק I (50%) : שאלון בחינה בע"פ על ניסוי אחד : הגרלה של ניסוי מתוך רשימת ניסויים מאושרת שאלות מנוסחות ע"י בוחן/מורה עמית. חלק II (50%) : בחינה בכתב, בתוך שאלון החשמל. מועד בחינה אחד, נקבע על ידי אגף הבחינות השאלות מחוברות ע"י ועדה חיצונית ומביאות לידי ביטוי שיקולי דעת בפרקטיקות ניסוייות תוך התייחסות לניסוי בנושא משיק לתכנית הלימודים (חשמל / מכניקה/ קרינה וחומר).	תיאור כללי של מבנה הבחינה, בשנת תשפ"ז
התלמיד יבצע ניסוי לא ידוע עם ערכה ייעודית, לפי הנחיות, בנושא משיק לתכנית הלימודים.	חלק I : שחזור ניסוי שבוצע ע"י התלמיד בעבר מתוך מספר ניסויים שיקבע בתחילת שנת הלימודים ע"י הפיקוח.	מאפייני הניסוי
התלמידים יתבקשו להדגים יישום של פרקטיקות מעבדה בניסויים שבוצעו במהלך הלמידה. במהלך הבחינה התלמידים רשאים להיעזר בתלקיט הדוחות האישי.	חלק I : התלמידים נבחרים על ניסוי אחד מתוך רשימת הניסויים המאושרת. אינם רשאים להכניס פורטפוליו.	ביטוי לתהליך הלמידה
הציון ייקבע ע"י שני מעריכים על פי מחוון הנכתב ע"י ועדה חיצונית.	חלק I, שאלון בחינה בע"פ : 50% מהציון הכולל במעבדה יקבע ע"י המורה הבוחן, על פי המחוון הכללי המפורסם על ידי הפיקוח. חלק II, בחינה בכתב (בתוך שאלון החשמל) : 50% מהציון הכולל במעבדה יינתן ע"י שני מעריכים, על פי מחוון הנכתב ע"י ועדה חיצונית.	קביעת ציון חיצוני בבגרות המעבדה

3. מספרי שאלונים לאוכלוסיות תלמידים שונות

ככלל, החל משנת תשפ"ז שאלון 036376 יבוטל.

3.1 מספרי שאלונים לאוכלוסיות תלמידים שונות

מסלול א: בחינה אחידה בכתב			מסלול ב: בחינה משולבת בכתב ובעל-פה		
מס' שאלון	משקל	מתי נבחנים	מס' שאלון	משקל	מתי נבחנים
036361	30%	י"א או י"ב	036361	30%	י"א או י"ב
036371	25%	י"ב	036351	32.5%	י"ב
036386	15%	י"ב	036356	7.5%	י"ב
036283	30%	י"ב	036283	30%	י"ב
הערכה בית ספרית					

3.2 הנבחנים בחשמל בכיתה יא

3.2.1 הנבחנים בחשמל בכיתה יא בתשפ"ו

מסלול א: בחינה אחידה בכתב			מסלול ב: רגילה בעל-פה, שנה אחת של החרגה		
מס' שאלון	משקל	מתי נבחנים	מס' שאלון	משקל	מתי נבחנים
036361	30%	י' או י"א	036361	30%	י' או י"א
036371	25%	י"א	036371	25%	י"א
036386	15%	י"ב (תשפ"ז)	036376	15%	י"א*
036283	30%	י"ב	036283	30%	י"ב (תשפ"ז)
הערכה בית ספרית					

*לא ניתן יהיה להיבחן בתשפ"ז בשאלון 036376, אלא רק בשאלון 036386 (מעבדת חקר). כלומר, תלמידי י"א במסלול ב' שנבחנו בשנת תשפ"ו בחשמל (בשאלון ללא מעבדה) ולא נבחנו במעבדה, יוכלו להיבחן בשנת תשפ"ז רק בשאלון 036386.

3.2.2 הנבחנים בחשמל בכיתה יא החל מתשפ"ז

מסלול א: בחינה אחידה בכתב			מסלול ב: בחינה משולבת בכתב ובעל-פה		
מס' שאלון	משקל	מתי נבחנים	מס' שאלון	משקל	מתי נבחנים
036361	30%	י' או י"א	036361	30%	י' או י"א
036371	25%	י"א	036351	32.5%	י"א
036386	15%	י"ב	036356	7.5%	י"א או י"ב*
036283	30%	י"ב	036283	30%	י"א או י"ב*
הערכה בית ספרית					

*בשנה האחרונה ללימודי פיזיקה.

3.2.3. פיזיקה בגישה חוקרת: פורטפוליו / פרויקטים / רובופיזיקה

אין שינוי בדרך ההיבחנות בהשוואה לשנים קודמות

מס' שאלון	משקל	מתי נבחנים
מכניקה	30%	י"א או י"ב
חשמל	25%	י"ב
בחינה חיצונית	15%	י"ב
הערכה בית ספרית	30%	י"ב

4. הטמעה ופיתוח מקצועי

תהליך ההטמעה להכנת התלמידים למתכונת הבחינה החדשה (בשני המסלולים) יהיה הדרגתי: בשנת תשפ"ז יושם דגש על מתן ביטוי לשיקולי דעת בהתייחס לפרקטיקה 3 (עיצוב מערכת ניסוי ואיסוף הנתונים).
לרשות המורים יעמדו דוגמאות לפרטי הערכה וחומרי למידה והשתלמויות בנושא.
בשנת תשפ"ו, לאחר חגי תשרי, תתקיימה לפחות שתי השתלמויות, בהיקף 30 שעות.

5. פרקטיקות המעבדה בפיזיקה

5.1. פרקטיקות המעבדה ומקורן

פרקטיקות המעבדה בהן נתמקד מבוססות על מסמכי מדיניות בישראל ובעולם (NGSS, PISA), מערכת החינוך 2020-2030 מיומנויות דמות הבוגרת והבוגר). מסמכים אלו מגדירים מטרות למידה המקדמות תרבות של ניסוי, חקר ומידול כמוטי של תופעות הטבע. בנוסף הפרקטיקות מבוססות על דוגמאות המציעות כיצד לממש את מטרות הלמידה במעבדת הפיזיקה, הן מחו"ל כדוגמת PhysicsAP, והן בארץ, כדוגמת "גישה חוקרת בפיזיקה מסלול התלקיט" ו"מעבדות מעודדות חשיבה" שנוסו בקהילות מורי הפיזיקה ובהשתלמות הפיילוט במעבדה.
הפרקטיקות כוללות:

א. פרקטיקות שיש בהן ביטוי לשלבים של עבודת החקירה:

1. מיקוד החקירה;
 2. מידול תופעה מבוסס תיאוריה - ניתוח תיאורטי של תופעה;
 3. עיצוב מערכת הניסוי ואיסוף הנתונים (ראו הרחבה להלן);
 4. ניתוח וייצוג נתונים;
 5. הסקת מסקנות: השוואה בין ממצאי המידול הניסויי של תופעה לבין המידול התיאורטי שלה;
 6. דיווח ודיון.
- ב. פרקטיקות חוצות שלבים בעבודת החקירה:
7. שימוש במתמטיקה וחשיבה חישובית;
 8. שיתוף פעולה עם עמיתים וניהול העבודה הניסויית.

5.2. פירוט של פרקטיקה 3, עיצוב מערכת הניסוי ואיסוף הנתונים

הפרקטיקה כוללת את המרכיבים הבאים,

3.1. שיקולי דעת המבטיחים ניסוי תקף: האם הניסוי בודק את מה שמעוניינים לבדוק

- **בידוד משתנים:** זיהוי הגדלים שאת הקשר ביניהם מעוניינים לאפיין בתופעה הנחקרת, וגדלים נוספים המשפיעים עליה שיש לשמור כקבועים. שיקולי דעת בקביעת המשתנה התלוי והבלתי תלוי.
- **המערכת הניסויית:** בחירה והתאמה של רכיבי המערכת הניסויית למטרות הניסוי; הבנת התפקיד של כל אחד מרכיבי המערכת במענה למטרות הניסוי.
- **מכשירי המדידה:** בחירה והתאמה של מכשירי המדידה לגדלים שאותם מעוניינים למדוד; הכרת אופן פעולתם של המכשירים ודרך השימוש בהם; וכן הכרת מגבלותיהם; שימוש ביחידות מדידה מתאימות.
- **היקף התופעה:** קביעת טווח ומספר מדידות, וקבועים של המערכת, שיאפשרו להסיק מסקנות על הקשר בין הניבוי התיאורטי לממצאי הניסוי.
- **מגבלות המדידה:** התייחסות לגורמי שגיאה ולאי הודאות במדידה בתכנון הניסוי.

3.2. שיקולי דעת המבטיחים ניסוי בר-היתכנות: האם הניסוי ניתן לביצוע במעבדת הפיזיקה הבית ספרית

- קביעת שלבי הניסוי ולוח זמנים לביצועם, בהתחשב באילוצי הזמן והציוד.

3.3. ביצוע הניסוי הלכה למעשה:

- **בנייה של מערכת הניסוי:** העמדה ו/או חיבור של מרכיבי המערכת בהתאם לתפקיד של כל אחד מהם.
- **ביצוע המדידות:** שימוש במערכת הניסויית למימוש מטרות הניסוי, תוך שמירה על בטיחות ותקינות מרכיבי המערכת.
- **שיפור הניסוי:** איתור בעיות (למשל, טכניות) והתמודדות איתן; זיהוי גורמי שגיאה נוספים ואומדן אי הודאות במדידה; במידת הצורך שכלול של הניסוי.

6. דוגמאות להערכה של מרכיבי פרקטיקה 3

לפניכם ארבע דוגמאות לפריטים להערכת פרקטיקה 3.

כדי לצפות בפריט ובדוגמת התשובה לפריט יש לחוץ על הקישור.

תת פרקטיקה 3	דוגמה לפריט ההערכה
המערכת הניסויית	פריט 1: מדידת מתח קבל בתהליך הטעינה שלו
מכשירי המדידה	פריט 2: חקירת הקשר בין מתח הדקי הסוללה לזרם הזורם דרכה
בידוד משתנים	פריט 3: מדידת תאוצת הנפילה של גופים שונים
ביצוע המדידות	פריט 4: תלות התאוצה במסה הכוללת של מערכת דו-גופית

6.1. פריט הערכה 1

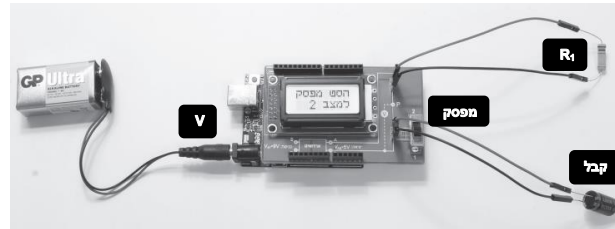
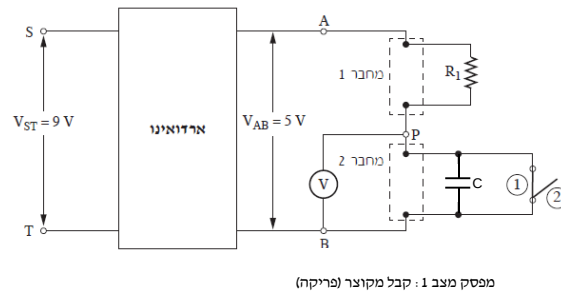
פריט זה מדגים שילוב של שאלת הערכה בבחינת אנסין קיימת - [מעבדת החקר \(unseen\)"תשפ"ב](#).

מטרת הפריט לבחון שיקולי דעת בפרקטיקה 3, בפרט:

המערכת הניסויית: מרכיבי המערכת; התפקיד של כל אחד ממרכיבי המערכת כדי לענות על המטרה/ המטרות של הניסוי; התאמה של מרכיבי המערכת לביצוע של המדידות.

תקציר הניסוי שבוצע בבחינה :

חישוב קיבול של קבל בעזרת ניסוי בו מודדים את מתח הקבל כתלות בזמן בתהליך טעינה של הקבל דרך נגד R_1 (ראו המערכת באיור א)



איור א : (1) שרטוט של המעגל החשמלי ; (2) צילום של המערכת הניסויית

במערכת מותקן רכיב ארדואינו – חיישן מתח המבצע דגימה כל עשר שניות, ומציג את ערך המתח על גבי צג. התלמיד נדרש לקרוא את הערך המתקבל על הצג בכל עשר שניות ולהעתיקו לטבלת מתח כתלות בזמן. טרם ביצוע הניסוי הוצג רקע תיאורטי רלוונטי :

מגדירים גודל פיזיקלי τ (טאו), הנקרא **קבוע זמן הטעינה**. גודל זה שווה למכפלה של התנגדות הנגד בקיבול הקבל:

$$\tau = R \cdot C \quad (3)$$

בזמן $t = \tau$, המתח על הקבל מגיע לכ- 63% מערכו המקסימלי.

פריט הערכה המתייחס לניסוי :

כחלק מהניסוי התבקשתם להעריך מעקומת המתח על הקבל כתלות בזמן את קבוע זמן הטעינה τ , ובאמצעותו לקבל ניסיונית את קיבול הקבל.

ידוע מהתאוריה של טעינת קבל שהקבל מגיע לטעינה כמעט מלאה (99%) לאחר זמן השווה בערך ל- 4.6τ . ברשימת הציוד מצוין שקיבול הקבל $C = 2200\mu F$.

לרשות מעצבי הניסוי שלושה נגדים שניתן לחבר כנגד R_1 : 10Ω , $10k\Omega$, $10M\Omega$.

א. על איזה גודל/גדלים פיזיקליים הנמדדים בניסוי משפיע שינוי ערך הנגד R_1 ?

ב. מעצבי הניסוי בחרו בנגד שהתנגדותו $R_1 = 10k\Omega$. הסבירו את שיקול הדעת בבחירה זו :

(1) מה הקושי בביצוע הניסוי עם נגד של 10Ω וכיצד קושי זה נפתר ע"י שימוש בנגד של $10k\Omega$?

(2) מה הקושי בביצוע הניסוי עם נגד של $10M\Omega$? וכיצד קושי זה נפתר ע"י שימוש בנגד של $10k\Omega$?

סעיף א

בהתבסס על הרקע התיאורטי, ערך הנגד R_1 ישפיע על τ , הזמן שייקח למתח על הקבל להגיע ל-63% מערכו המקסימאלי, ובהתאם על משך זמן הטעינה.

סעיף ב

נעריך את משך זמן הטעינה של הקבל (99%) ע"י חישוב $4.6RC = 4.6\tau$ עבור כל אחד מהנגדים זמן הטעינה יהיה שונה, כנראה בטבלה:

התנגדות הנגד	חישוב 4.6τ
10Ω	$\approx 0.1 \text{ sec}$
$10k\Omega = 10^3\Omega$	$101.2 \text{ sec} \approx 1.7 \text{ min}$
$10M\Omega = 10^6\Omega$	$101.2 \cdot 10^3 \text{ sec} \approx 28h$

- (1) בנגד שהתנגדותו 10Ω מתקבל משך טעינה של עשירית שניה, במהלכו על המודד לקחת עשר מדידות, הווה אומר למדוד כל מאית שניה. זה זמן קטן מזמן התגובה של מודד אנושי, ולכן במערכת הנתונה לא תתאפשר מדידה.
- בנגד שהתנגדותו $10k\Omega$ זמן הטעינה הוא מסדר גודל של דקות כך שהבעיה נפתרת.
- (2) בנגד שהתנגדותו $10M\Omega$ התקבל משך טעינה שמעל יממה, פרק זמן ארוך משמעותית מהזמן המוקצב לביצוע הניסוי (זמן הבחינה), כך שלא ניתן יהיה לדגום טווח נרחב של תופעת הטעינה.
- בנגד שהתנגדותו $10k\Omega$ זמן הטעינה הוא מסדר גודל של דקות כך שהבעיה נפתרת.

6.2 פריט הערכה 2

פריט זה מדגים שילוב של שאלת הערכה בבחינה בכתב קיימת – שאלה תיאורטית, שאלה 2, המופיעה בשאלון [חשמל 2018](#).

מטרת הפריט לבחון שיקולי דעת בפרקטיקה 3, בפרט:

המערכת הניסויית: מרכיבי המערכת; התפקיד של כל אחד ממרכיבי המערכת כדי לענות על המטרה/ המטרות של הניסוי; התאמה של מרכיבי המערכת לביצוע של המדידות.

תקציר הניסוי המתואר בשאלה:

בניסוי חוקרים את הקשר בין מתח ההדקים של סוללה של טלפון סלולרי לבין הזרם הזורם דרכה. נתוני היצרן על הסוללה נתונים בשאלה, ע"י איור של הסוללה, בפרט כא"מ הסוללה $3.7V$.

פריט הערכה המתייחס לניסוי:

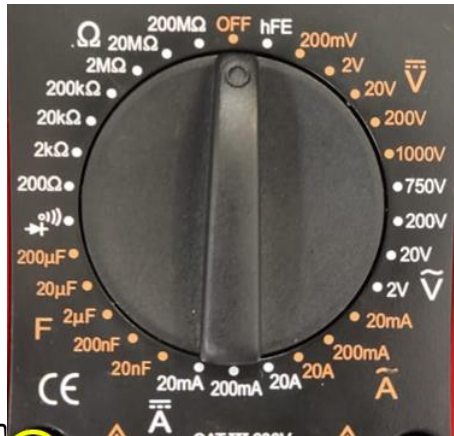
הרב מודד שבתמונה 1 אמור לשמש בניסוי המתואר כמד המתח למדידת מתח הדקי הסוללה.

א. קבעו לאלו יציאות, 1, 2, 3, ו-4, יש לחבר את התיילים החשמליים המחוברים בין רב המודד לבין הדקי הסוללה. נמקו קביעתכם.



תמונה 1

ב. בתמונה 2 מופיעה בהגדלה סקלת האפשרויות להעמדת הבורר. הסקלה מחולקת ל- 5 תחומים ($\bar{V}$, $\tilde{V}$, $\bar{A}$, $\tilde{A}$, $\bar{F}$, $\tilde{F}$, $\bar{\Omega}$, $\tilde{\Omega}$), בכל אחד מהתחומים מספר אפשרויות. קבעו באיזה תחום ובאיזו אפשרות בתחום זה יש להעמיד את הבורר בניסוי. נמקו קביעותיכם (לתחום ולאפשרות בו).



תמונה 2

דוגמת תשובות לסעיפי הפריט

סעיף א

ליציאות ① ו-②. ליד יציאה ① רשום V, כלומר הרב מודד מתפקד כוולטמטר. היציאה ② היא נקודת הייחוס של המכשיר אשר מודד הפרש פוטנציאלים.

סעיף ב

לתחום $\bar{V}$ ובו לאפשרות 20V. לתחום $\bar{V}$ מאחר וסוללה מספקת מתח ישר (ולא מתח חילופין $\tilde{V}$). לאפשרות 20V, מאחר והאפשרות מציינת את הערך המקסימאלי שניתן למדוד כאשר הבורר מצביע אליה. מאחר ולפי הנתונים שרשם היצרן על הסוללה ניתן להבין שמתח ההדקים הגדול ביותר שיכול להימדד בניסוי הוא 3.7V. לא נעמיד את הבורר באפשרות הגדולה מ-20V כדי למזער אי ודאות בקריאות של הערכים שימדדו על ידי הרב מודד.

6.3 פריט הערכה 3

פריט זה מדגים שילוב של שאלת הערכה בבחינה בכתב, בין אם בשאלון מעבדת חקר או בשאלה הנוספת בשאלון החשמל.

מטרת הפריט לבחון שיקולי דעת בפרקטיקה 3, בפרט:

בידוד משתנים : אילו גדלים יש למדוד ואלו גדלים נוספים משפיעים על התופעה הנחקרת, שיש לשמור כקבועים. במידת האפשר – זיהוי משתנה תלוי ובלתי תלוי.

פריט הערכה המתייחס לניסוי:

תלמידים ביצעו ניסוי במטרה לאפיין את התנועה של גוף נופל. התלמידים ביצעו את הניסוי פעמיים, בכל פעם למשקולת בעלת מסה שונה. בטבלה שלהלן מידע על המשקולות והממצאים.

		המשקולת
גליל ברזל מוארך וצר	דסקת ברזל עגולה ורחבה	
300	50	מסת המשקולת (גרם)
9.65	7.56	גודל תאוצת הנפילה של המשקולת ($\frac{m}{s^2}$)

תלמיד טען שמהממצאים ניתן להסיק שככל שהמסה של המשקולת גדולה יותר, תאוצתה במהלך הנפילה גדולה יותר.

תלמידה טענה שלא ניתן להסיק את המסקנה הזו ממצאים אלה, בגלל שיש בעיה של "בידוד משתנים" (הפרדת משתנים).

א. הסבירו מדוע נדרש להקפיד על בידוד משתנים כשעורכים ניסוי.

ב. מה יש לשנות בניסוי כדי להתגבר על בעיית בידוד המשתנים עליה הצביעה התלמידה? הסבירו.

דוגמת תשובות לסעיפי הפריט

סעיף א

בניסוי בודקים כיצד גורם א משפיע על גורם ב. יתכן שגורם ב מושפע גם מגורם ג, לכן יש לדאוג שכאשר משנים את גורם א, לא ישתנה גורם ג, כדי שנהיה בטוחים שנבדקת רק ההשפעה של גורם ב על גורם א.

סעיף ב

לפי האיוורים ניתן להצביע על הבדלים נוספים בין מאפייני המשקולות חוץ מהמסה שלהן, דוגמת הצורה והנפח שלהן. אם רוצים לבדוק את השפעת המסה על התאוצה של המשקולות חשוב שהמשקולות יהיו שונות רק במסה ויתר המאפיינים יהיו זהים. בהתאם, יש לבחור או שתי דיסקות, או שני גלילים, בעלי אותו נפח, אך מסה שונה.

6.4 פריט הערכה 4

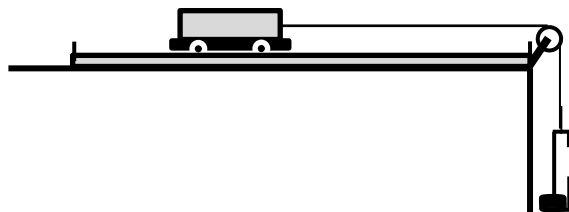
פריט זה מדגים שילוב של שאלת הערכה בבחינה בכתב, בין אם בשאלון מעבדת חקר או בשאלה הנוספת בשאלון החשמל.

מטרת הפריט לבחון שיקולי דעת בפרקטיקה 3, בפרט:

היקף התופעה : מה טווח ומספר המדידות שיאפשר להסיק מסקנות על הקשר בין הניבוי התיאורטי לממצאי הניסוי; מהן יחידות מדידה מתאימות; כיצד לצמצם גורמי שגיאה/אי ודאות במדידה.

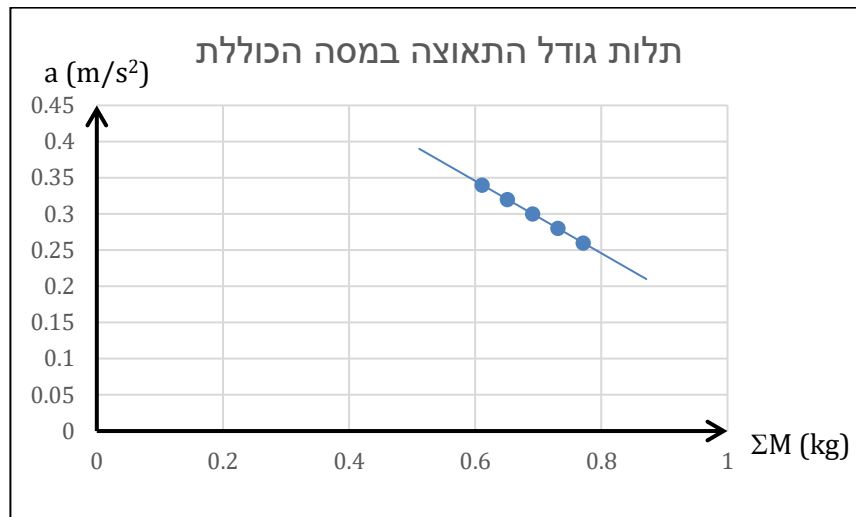
תקציר הניסוי המתואר בשאלה :

בניסוי חוקרים את הקשר בין המסה הכוללת לבין גודל התאוצה של המערכת הדו גופית שבאזור.



פריט הערכה המתייחס לניסוי:

לפניכם גרף בו מוצגות תוצאות מדידות שביצעה קבוצת תלמידים עם המערכת המתוארת בתרשים. מסת הקרונית הריקה ממשקולות היא: 580gr. מסת הוו היא 40gr.



אחת התלמידות בקבוצה טענה שמכיוון שלפי החוק השני של ניוטון $a = (\Sigma F) \cdot \frac{1}{\Sigma M}$ הגרף לא אמור לתאר קשר של קו ישר יורד, אלא של קו המתאר קשר הופכי. במטרה לבדוק טוב יותר את ההתאמה בין החיזוי התיאורטי לבין תוצאות הניסוי, אחד התלמידים בקבוצה הציע להוסיף מדידות עבור ערכי ΣM נוספים.

א. הסבירו מדוע הצעת התלמיד יכולה לסייע לכך.

ב. האם ניתן להוסיף לערכי ΣM מדידות בטווח הגדול מ-0.8kg, קטן מ-0.6kg או בין 0.6kg ל-0.8kg? התייחסו לכל אחד משלושת הטווחים והצדקי קביעתך.

דוגמת תשובות לסעיפי הפריט

סעיף א

הגרף אמור להציג קו עקום, אבל כל קו עקום מורכב מחלקים קטנים של קו ישר, לכן יתכן וטווח הערכים של ΣM לא הקיפו את כל טווח התופעה.

סעיף ב

אני מציעה להוסיף ערכי ΣM הגדולים מ-0.8kg.

בחלק זה של הניסוי, כדי לשמור על בידוד משתנים, משנים את המסה הכוללת ע"י שינוי מסת הקרונית והמשקלות שבתוכה.

$\Sigma M < 0.6\text{kg}$: מצב זה אינו אפשרי במערכת הניסוי שכן קיימת מגבלה לערך ΣM הקטן ביותר והוא מסת הקרונית עצמה יחד עם הוו (580+40gr=620gr).

$0.6\text{kg} < \Sigma M < 0.8\text{kg}$: בתחום זה נלקחו מספר נקודות שמציגות בקירוב קו ישר, והוספת נקודות בתחום זה לא צפויה לשנות את אופי ההתנהגות הנצפית. נדרש להסתכל בתחום רחב יותר לקבלת ההתנהגות המצופה של קו עקום.

$\Sigma M > 0.8\text{kg}$: הגדלת ערכי ΣM מאפשרת להרחיב את התחום ולהגיע לעקום המציג קשר הופכי, כמצופה.