



הפיקוח על הוראת הפיזיקה

מדינת ישראל
משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף א למדעים



תשרי, תשפ"א
אוקטובר 2020

חוזר מפמ"ר פיזיקה – למידה ובחינה במעבדה – תשפ"א/2

1. מבוא

מתווה הלמידה וההיבחנות שלהלן מתייחסים לתלמידי י"א שיסיימו את לימודיהם בתשפ"ב ולתלמידי י"ב שיסיימו את לימודיהם בתשפ"א. בשנת תשפ"א הערכת הלמידה במעבדה לתלמידים אינטרניים תתקיים בפורמט אחיד, גם למורים שנהגו להגיש ל"מעבדת החקר" וגם למורים שהגישו ל"מעבדה רגילה". לכל בית ספר ישובץ בוחן שיבחן את תלמידי בית הספר, הנבחים בבחינה החיצונית, בבחינה בעל-פה. **בשנת תשפ"א לא ניתן להירשם לבחינה בשאלון מעבדת חקר, 036386.** נבחנו משנה ואקסטרניים יבחנו בשאלון חקר, 036382, כרגיל. כולנו תקווה שבשנת תשפ"ב נחזור לשגרת ההיבחנות במעבדה, עם זאת קיימות מספר התאמות המתייחסות לתהליכי הלמידה במעבדה לתלמידי י"א בשנת הלימודים תשפ"א, אשר משליכות על אופן ההיבחנות בשנת הלימודים תשפ"ב.

2. תוצרי הלמידה במעבדה לנבחנים בתשפ"א

א. פעילויות המעבדה

בשנת תשפ"א בחירת הניסויים לא תעשה על פי רמות 1-3 המופיעות ב**קובץ האקסל** באתר המורים. אלא, יקבע על פי רמות א', ב', ג', המתוארות ב**בטבלה 1** שבעמוד הבא. הנבחנים בשנת תשפ"א צריכים להתנסות **לפחות ב-4 פעילויות** מעבדה כמפורט בטבלה 1, שמתוכן יבחנו בעל-פה על 2 פעילויות, בהתאם לבחירת הבוחן. **בבחינת הבגרות במעבדה בשנת תשפ"א** התלמידים יציגו תיק אישי ובו תיעוד של פעילויות המעבדה. התיעוד יכלול תיאור של מה שבוצע בפעילויות המעבדה, כמפורט בטבלה 1. התלמידים שייבחנו בשנת תשפ"ב ידרשו להציג תיק דוחו"ת מפורט כמתואר בנספח ב'.

כאשר התלמידים מבצעים ניסויים ביתיים, יש להקפיד לפעול בהתאם להנחיות הבטיחות שיפורסמו לניסויים אלה.

טבלה 1: רמות פעילויות המעבדה, תיאורן והתיעוד בכיתה י"ב

רמה ג	רמה ב	רמה א	העבודה הניסויית
<p>התלמידים מבצעים את הניסוי, על כל חלקיו, על פי תדריך מעבדה (רגילה או חקר). את הניסוי ניתן לבצע בביה"ס, או בבית. למשל, באמצעות חיישני טלפון, צילום וידיאו (לשם תיעוד נתונים וניתוח ב-tracker) או בערכת מעבדת חקר (שאלונים 917554, 036386).</p>	<p>אחת מהאפשרויות הבאות: 1. עבודה עם תדריך מעבדה ניסויית מאושר (למשל מהספר של דוד זינגר), על סרטון המתאר את ביצוע הניסוי. 2. עבודה בעזרת תדריך שאלון חקר (שאלונים 917555, 036382). במקרה זה מדובר בניתוח ממצאים של ניסוי שבוצע בפועל, אך לא ע"י התלמידים.</p>	<p>התלמידים עובדים עם תדריך מעבדה ניסויית מאושר (למשל מהספר של דוד זינגר). הנתונים נאספים מתוך הדמיה ממוחשבת שהוכנה עבורם. למשל הדמיה מאתר PhET. מאחר וההדמיה מבוססת על אלגוריתם תיאורטי, הפעילות חסרה היבטים מעשיים, כגון: בניית מערכת, שגיאות מדידה.</p>	<p>תיאור הרמה של העבודה הניסויית</p>
<p>תיעוד הכולל את התוצרים בהתאם להנחיות שבתדריך. התיעוד יכול תיאור מילולי קצר של התופעה שנחקרה, תיאור מערכת הניסוי ואופן ביצוע המדידות, תוצאות המדידות בטבלה ובגרף, מסקנות, הערכת השגיאה וגורמי השגיאה.</p>	<p>לאפשרות 1: תיעוד הכולל את התוצרים בהתאם להנחיות שבתדריך. התיעוד יכול תיאור מילולי של המוצג בסרטון (התופעה הנחקרת ואופן ביצוע הניסוי המתואר בסרטון), תוצאות המדידות בטבלה ובגרף ומסקנות. לאפשרות 2: מענה לכל השאלות של התדריך.</p>	<p>תיעוד הכולל את התוצרים בהתאם להנחיות שבתדריך. התיעוד יכול: תיאור מילולי קצר של התופעה שנחקרה, תיאור חלקי ההדמיה, תמונה של ההדמיה או קישור להדמיה ואפשרויות החקירה שקיימות בה, תוצאות המדידות בטבלה ובגרף ומסקנות.</p>	<p>מה יכול תיעוד העבודה הניסויית</p>

היקף פעילויות המעבדה – תוכן והרכב

יש לבצע לפחות 3 פעילות מעבדה במכניקה וחשמל. להלן צירופים אפשריים לפעילויות המעבדה.
 יש לבצע לפחות 2 פעילויות ברמה ג'.

טבלה 2: דוגמאות לצירופים אפשריים לתיעוד פעילויות המעבדה

	דוגמה 5			דוגמה 4			דוגמה 3			דוגמה 2			דוגמה 1		
	רמה ג	רמה ב	רמה א	רמה ג	רמה ב	רמה א	רמה ג	רמה ב	רמה א	רמה ג	רמה ב	רמה א	רמה ג	רמה ב	רמה א
מכניקה	1	1		1		1	1			1			1		
חשמל	1		1	1	1		1		1	1				1	1
קרינה וחומר								1				1	1		

מקורות לפעילויות מעבדה

- [קובץ האקסל](#) באתר המורים.
- שאלוני מעבדות חקר (917554 או 036386).
- שאלוני חקר ((שאלונים 917555, 036382).
- תדריך ניסוי שפותח ע"י המורה, בכפוף לאישור הפיקוח. לאישור יש ליצור קשר עם המדריכה [ליהי תלם-מרגלית](#).

3. תהליך ההערכה

ההכנה לבחינה:

- א. ביה"ס ישלח לבוחן, לפחות שבוע לפני הבחינה, את כל תדריכי פעילויות המעבדה שנעשו. בכלל זה שאלון חקר, או מעבדת חקר במידה ונבחר ניסוי כזה.
 - ב. תיעוד של 4 פעילויות המעבדה יהיה זמין להצגה לבוחן.
 - ג. ההיערכות לבחינה תהיה לפי הוראות משרד הבריאות ומשרד החינוך.
- ככלל: יש לעשות כל מאמץ על מנת לקיים "בחינה פיזית" במעבדת בית הספר. במקרה זה בית הספר יכין את חדר המעבדה לבחינה כך שכל מערכות הניסויים שברשימת הניסויים, יהיו מוכנות ותקינות לביצוע ניסויים. ערכה אחת מכל ניסוי. כך יש להכין את המעבדה גם כאשר הבחינה תתקיים כשהתלמידים במעבדה והבוחן נמצא באתר מרוחק. באם הבחינה תהיה מקוונת – כל תלמיד ייבחן בנפרד בנוכחות המורה.

מהלך הבחינה:

- א. הבחינה תהיה לפי הרשימה של 4 פעילויות המעבדה שהגיש המורה בעת הרישום, כמפורט בסעיף 4 ובנספח 1.
- ב. נדרשת נוכחות רציפה של בוחן ומורה הפיזיקה של הכתה במשך כל זמן הבחינה (בין אם מרוחק ובין אם פא"פ, בהתאם להנחיות משרד הבריאות).
- ג. מפתח זמן הבחינה הוא 20-25 דקות לנבחן. אופן הזימון של התלמידים ומהלך הבחינה יקבע במשותף עם הבוחן.
- ד. כל תלמיד יבחן על פעילות אחת מרכזית מתוך 4 הפעילויות **על פי קביעת הבוחן**. בנוסף הבוחן יציג 1-2 שאלות על פעילות נוספת מרשימת המעבדות. לא ניתן לשנות את החלטות הבוחן, גם לא ע"י הורדת ציון.
- ה. ב"בחינה פיזית" – בחדר הבחינה יהיו נוכחים לכל היותר 4 תלמידים. באם התלמיד יתבקש לבנות מערכת ניסוי או להפעיל סימולציה יש להשאיר את מערכת הניסוי מורכבת או את הסימולציה פעילה עד תום הבחינה.
- ו. הבוחן יעריך את התלמיד בהתאם למרכיבי ההערכה המפורטים במחווון **שבנספח ג'**.
- ז. כדי לדייק את תהליך ההערכה על הבוחנים לתעד במהלך הבחינה את ההערכה של כל אחד מהמרכיבים בעזרת קובץ האקסל [באתר המפמ"ר](#).

ח. הציון על פי הקריטריונים והמחונן יועבר ע"י הבוחן לאגף הבחינות באמצעות השילובית, האפליקציה הייעודית לכך. [בקישור](#) הדרכה לדיווח הציונים במכשיר הטלפון הנייד.

הנחיות לתלמידים וחומרי עזר המותרים בבחינת הבגרות במעבדה:

- א. חומרי העזר המותרים בשימוש בבחינת הבגרות במעבדה הם: כלי כתיבה, מחשבון, סרגל, דף נוסחאות ומחברת בחינה (או דפים משובצים שיסופקו על ידי בית הספר).
- ב. לא ניתן להיעזר בכל תדריך שהוא או שרטוט של מערכת הניסוי.

4. רישום לבחינת המעבדה

בשנת הלימודים תשפ"א **ההרשמה לבחינת המעבדה תתבצע שלושה שבועות:**

א. **שלב א:** על כל המורים לרשום את תלמידיהם לבחינת "המעבדה הרגילה" [באתר מוקד מקצוע](#). ההרשמה למעבדות תסתיים בתאריך 20.12.2020, ה' כסלו תשפ"א. לא יתואם בוחן לבתי ספר שלא ירשמו בזמן ל"מעבדה רגילה". לא ניתן להיבחן לפני התאריך 28.2.2021.

במהלך הרישום יש לצרף רשימת הניסויים. בעזרת הטופס שבנספח א'. רשימת הניסויים תאושר ע"י הפיקוח בטרם ישובץ הבוחן לביה"ס.

ב. **שלב ב:** על כל מורה שמגיש לבחינת המעבדה להירשם גם בשילובית, כבוחן.

יש להירשם במאגר המשרד בכתובת: <http://experts.education.gov.il>

לא ניתן להסתפק בהרשמה רק במערכת "מוקד מקצוע".

ג. **שלב ג:** רישום לבחינת הבגרות במעבדה (סמל שאלון 036376) באפליקציה של אגף הבחינות. רישום זה יעשה ע"י רכז הבגרויות של ביה"ס. התהליך כולל בקשה לשיבוץ בוחן. כל בוחן יוכל לבחון לכל היותר 25 תלמידים ביום בחינה אחד. חלוקת התלמידים תיעשה בתהליך הרישום באפליקציה. תאריך אחרון לביצוע הרישום 28.2.2021. [בקישור](#) הסבר לדיווח ציוני הבחינה בעזרת מכשיר טלפון נייד.

5. הלמידה במעבדה לתלמידי י'-י"א בתשפ"א

א. פעילויות המעבדה

בשנת תשפ"א בחירת הניסויים לא תעשה על פי רמות 1-3 המופיעות ב**קובץ האקסל** באתר המורים. אלא, יקבע על פי רמות א', ב', ג', המתוארות ב**טבלה 1** שבעמוד הבא. התלמידים שיבחנו בתשפ"ב צריכים להתנסות לפחות ב-6 פעילויות מעבדה. חוזר מפמ"ר שיפורסם לקראת בחינת הבגרות בתשפ"ב יתייחס להנחיות אלה.

כל תלמידי כיתה י'-י"א נדרשים להכין תיק דו"חות מעבדה על פי המפורט בנספח ב', כולל תלמידים שהמורים שלהם מתכוונים להגישם בשנת תשפ"ב לבחינה במסלול "מעבדת החקר".

כאשר התלמידים מבצעים ניסויים ביתיים, יש להקפיד לפעול בהתאם להנחיות הבטיחות שיפורסמו לניסויים אלה.

טבלה 3: רמות פעילויות המעבדה, תיאורן והדיווח בכיתות י-י"א תשפ"א

רמה ג'	רמה ב'	רמה א'	העבודה הניסויית
<p>התלמידים מבצעים את הניסוי, על כל חלקיו, על פי תדריך מעבדה (רגילה או חקר). את הניסוי ניתן לבצע בביה"ס, או בבית. למשל, באמצעות חיישני טלפון, צילום וידיאו (לשם תיעוד נתונים וניתוח ב-tracker) או בערכת מעבדת חקר (שאלונים 917554, 036386).</p>	<p>אחת מהאפשרויות הבאות: 3. עבודה עם תדריך מעבדה ניסויית מאושר (למשל מהספר של דוד זינגר), על סרטון המתאר את ביצוע הניסוי. 4. עבודה בעזרת תדריך שאלון חקר (שאלונים 917555, 036382). במקרה זה מדובר בניתוח ממצאים של ניסוי שבוצע בפועל, אך לא ע"י התלמידים.</p>	<p>התלמידים עובדים עם תדריך מעבדה ניסויית מאושר (למשל מהספר של דוד זינגר). הנתונים נאספים מתוך הדמיה ממוחשבת שהוכנה עבורם. למשל הדמיה מאתר PhET. מאחר וההדמיה מבוססת על אלגוריתם תיאורטי, הפעילות חסרה היבטים מעשיים, כגון: בניית מערכת, שגיאות מדידה.</p>	<p>תיאור הרמה של העבודה הניסויית</p>
<p>דו"ח הכולל את התוצרים בהתאם להנחיות שבתדריך. הדו"ח יכול תיאור מילולי קצר של התופעה שנחקרה, תיאור מערכת הניסוי ואופן ביצוע המדידות, תוצאות המדידות בטבלה ובגרף, מסקנות, הערכת השגיאה וגורמי השגיאה.</p>	<p>לאפשרות 1: דו"ח הכולל את התוצרים בהתאם להנחיות שבתדריך. הדו"ח יכול תיאור מילולי של המוצג בסרטון (התופעה הנחקרת ואופן ביצוע הניסוי המתואר בסרטון), תוצאות המדידות בטבלה ובגרף ומסקנות. לאפשרות 2: מענה לכל השאלות של התדריך.</p>	<p>דו"ח הכולל את התוצרים בהתאם להנחיות שבתדריך. הדו"ח יכול: תיאור מילולי קצר של התופעה שנחקרה, תיאור חלקי ההדמיה, תמונה של ההדמיה או קישור להדמיה ואפשרויות החקירה שקיימות בה, תוצאות המדידות בטבלה ובגרף ומסקנות.</p>	<p>מה יכול דו"ח פעילות המעבדה</p>

ב. דו"חות מעבדה

כל תלמיד יבנה תיק דו"חות מעבדה אישי. התיק יכול דיווחים על 2 פעילויות מעבדה, לפחות. מבנה דו"ח המעבדה יהיה בהתאם למפורט בנספח ב' לחוזר זה. מומלץ שתיק הדו"חות יהיה דיגיטאלי: כל דו"ח יוגש כקובץ ממוחשב. הקבצים ישמרו בענן (כגון פט"ל, מוודל או גוגל-דרייב).

6. התפתחות מקצועית

- א. במהלך שנת הלימודים תשפ"א המורים יוזמנו לימי עיון מחוזיים, בהם יוסבר אופן הכנת התלמידים לבחינת הבגרות במעבדה. בימי העיון יתקיימו גם סימולציות להדגמת אירועי הבחינה.
- ב. במהלך השנה תהיינה השתלמויות, שתעסוקנה במעבדה והערכתה.

נספח א'

טופס רשימת הניסויים שיש לצרף ברישום באתר מוקד מקצוע

שם רכז המקצוע:

שם ביה"ס:

סמל ביה"ס:

מספר התלמידים:

הרכב תיק הדו"חות

מה כולל התיעוד	רמת הניסוי (א/ב/ג)	שם הניסוי	מספר הניסוי
			1
			2
			3
			4

נספח ב' – הצעה למבנה דו"ח מעבדה

הדו"ח יכלול שני חלקים :

1. **עמוד שער** ובו: א. שם הניסוי ומקורו
 ב. שם התלמיד
 ג. שם המורה
 ד. תאריך הגשה
2. **הדו"ח עצמו** שיכלול את הסעיפים הבאים :

הערות	הסעיף
ניסוח בהיר בשפה פיזיקאלית של מטרות הניסוי	א. מטרות הניסוי
העקרונות הפיזיקאליים שעליהם מבוסס הניסוי והעקרונות המשמשים לניתוח הניסוי	ב. התיאוריה שבבסיס הניסוי
	ג. ביצוע הניסוי
	1. רשימת ציוד
רצוי שהתיאור ילווה בשרטוט. בניסוי בחשמל חובה לשרטט את המעגל החשמלי.	2. תיאור מערכת הניסוי
תיאור מפורט של מהלך הניסוי ושל איסוף תוצאות הניסוי.	3. תיאור מהלך הניסוי
ארגון התוצאות יהיה בייצוגים נוחים ושיטתיים, כולל יחידות, כגון טבלאות. התוצאות יוצגו עם מספר ספרות ההולם את דיוק מכשירי המדידה.	4. הצגת תוצאות הניסוי
	ד. עיבוד תוצאות
יש להציג הנוסחה הרלוונטית, להציב בה את תוצאות הניסוי ולהגיע לתוצאה סופית, כולל יחידות וספרות משמעותיות.	1. בדרך של חישובים
יופיעו הסעיפים הבאים : 1. כותרת הגרף 2. שמות צירים ויחידות. 3. בחירת קנה מידה מתאים המאפשר פרישה "טובה" של כל הנקודות 4. יש לרשום את המשמעות הפיזיקאלית (אם יש) של שיפוע הגרף ושל נקודות החיתוך של הגרף עם הצירים ושל השטח מתחת לגרף. 5. בגרף ידני : א. יש להשתמש בנייר מילימטרי ב. יש להעביר את הגרף המתאים ביותר ג. יש לחשב את השיפוע ד. יש לציין (על פי הצורך) את ערך נקודות חיתוך הגרף עם הצירים 6. בגרף ממוחשב א. יש להשתמש בקירוב מתאים ב. יש להציג את משוואת הקירוב	2. עיבוד באמצעות גרף
1. הצגת ממצאי הניסוי תוך שימוש בשפה פיזיקאלית והתאמתם למטרות הניסוי ולתיאוריית הניסוי, תוך פירוט הנימוקים המובילים למסקנות. 2. הצגת מסקנות הניסוי תוך פירוט הנימוקים שמובילים למסקנות אלו. 3. התייחסות לשגיאות הניסוי והערכת שגיאת הניסוי (אם ניתן).	ה. סיכום ומסקנות
1. התייחסות לשגיאות הניסוי ומקורן 2. הערכת שגיאות הניסוי 3. ניסוח מסקנות בדבר הלימות התוצאות לתיאוריית הניסוי 4. ניסוח מסקנות בדבר הלימות התוצאות למטרות הניסוי 5. פירוט הנימוקים המובילים למסקנות	ו. רפלקציה

נספח ג' – קריטריונים לבחינת המעבדה

הבחינה של כל תלמיד תתקיים בשני חלקים :

א. בחינת הפעילות המרכזית, לפי החלטת הבוחן (90%).

ב. 1-2 שאלות על אחת מהפעילויות האחרות שביצע התלמיד (10%).

משקל (אחוזים)	הנושא	המרכיב	משקל (אחוזים)
15	הבחינה על הפעילות המרכזית יש להתייחס לכל אחד מהקריטריונים 1-6	1. התופעה ומערכת הניסוי	90
15		2. אופן איסוף הנתונים	
15		3. הצגת הממצאים	
15		4. עיבוד הממצאים	
15		5. מסקנות הניסוי	
15		6. בקרה על המסקנות וממצאי הניסוי	
	אחת הפעילויות שהבוחן בחר מומלץ להתייחס למרכיב אחד מתוך המרכיבים 1-4	1. מרכיב עיוני	10
		2. תיאור המערכת ואיסוף נתונים	
		3. הצגת הנתונים ועיבודם	
		4. הסקת מסקנות וגורמי שגיאה	
15	תיאור התופעה. תיאור מלא של מרכיבי מערכת הניסוי/ההדמייה כולל רשימת ציוד, הקשר בין המרכיבים, התפקיד של כל מרכיב וכדומה.		
15	תיאור של אופן איסוף הנתונים : בידוד משתנים והאופן שבו נאספו הנתונים של כל אחד מהם. הדגמת מדידה (בהתאם למבנה הבחינה).		
15	הצגה של ממצאים באמצעות טבלה וגרף מתאימים, ביחידות מדידה נכונות.		
15	בחירה של קו מגמה מתאים לקשר הנחקר כולל המשוואה שלו. במידת הצורך תיאור של ביצוע שינוי משתנים כדי לקבל גרף שצורתו קו ישר (לא חובה באמצעות קו ישר). חישוב קבוע פיזיקאלי, או פרמטר קבוע בניסוי.		
15	הצגת מסקנות המתאימות לממצאים באופן בהיר. קשר בין המסקנות לבין עקרונות וחוקים בפיזיקה.		
15	חישוב שגיאה יחסית גורמי שגיאה - אם מדובר בהדמיה, יש להתייחס לגורמי שגיאה במידה והניסוי היה מתבצע בפועל.		
		תיאור התופעה, רקע תיאורטי קצר, מטרת/מטרות הניסוי	
		תיאור של מרכיבי מערכת הניסוי/ההדמייה, התפקיד של כל מרכיב וכדומה. תיאור של אופן איסוף הנתונים : בידוד משתנים והאופן שבו נאספו הנתונים של כל אחד מהם.	
		הצגת ממצאים באמצעות טבלה וגרף מתאימים, ביחידות מדידה נכונות. בחירה של קו מגמה מתאים לקשר הנחקר כולל המשוואה שלו. במידת הצורך תיאור של ביצוע שינוי משתנים כדי לקבל גרף שצורתו קו ישר (לא חובה באמצעות קו ישר). חישוב קבוע פיזיקאלי, או פרמטר קבוע בניסוי.	
		מסקנות המתאימות לממצאים. קשר בין המסקנות לבין עקרונות וחוקים בפיזיקה. חישוב שגיאה יחסית. גורמי שגיאה - אם מדובר בהדמיה, יש להתייחס לגורמי שגיאה במידה והניסוי היה מתבצע בפועל.	