

עבודת גמר בכימיה

מעודכן תשרי תשפ"ו

10.2025

איש קשר להתייעצות מקצועית

שלומציון כהן

דוא"ל: shlomzi2@gmail.com

מטרת המסמך

מסמך זה מספק מידע חיוני לכל המעורבים בתהליך הכנת עבודות הגמר בכימיה. הוא מיועד לתלמידים, למנחים, לרכזי עבודות גמר, למנהלי בתי ספר ולמורים לכימיה המלווים תלמידים בכתיבת עבודותיהם.

ההנחיות מתמקדות בהיבטים הפדגוגיים הייחודיים לתחום הכימיה. חשוב לציין שהן אינן מחליפות את ההנחיות המנהליות הכלליות של משרד החינוך, המפורסמות באתר "הפיקוח על עבודות הגמר" ורלוונטיות לכלל המקצועות.

קישורים רלוונטיים:

- [מידעון עבודות הגמר של משרד החינוך](#)
- [חוזר מנכ"ל בטיחות במעבדה](#)

תוכן העניינים - עבודת גמר בכימיה

3.....	מבוא והנחיות כלליות לעבודת הגמר
3.....	מבוא לעולם הכימיה
3.....	קהל היעד ודרישות קדם בסיסיות
4.....	אופי העבודה - "לא-צמודה"
4.....	מועדי הכנה והגשה
4.....	חלוקת זמן נדרשת
5.....	כתיבה עצמאית ושפה
5.....	הנחיית העבודה
5.....	המנחה האקדמי
5.....	דרישות אקדמיות ומקצועיות
5.....	איתור המנחה האקדמי
6.....	תפקיד המנחה האקדמי
6.....	המורה המלווה - רכז עבודות הגמר
7.....	שלבי הכנת עבודת הגמר
8.....	בחירת נושא ותכנון מערך המחקר בעבודת הגמר בכימיה
8.....	נושאי עבודת הגמר בכימיה
8.....	אפשרות לעבודה רב-תחומית (אינטרדיסציפלינארית)
9.....	חדשנות מצופה - מבט חדש על מציאות מחקרית
9.....	השפה המדעית בעבודת הגמר
9.....	שילוב עבודה מעשית ועיונית
9.....	אופי שאלות המחקר ומשתנים
10.....	שימוש במעבדה ומכשור ייחודי
10.....	ביבליוגרפיה
10.....	ההצעה לעבודת הגמר
10.....	כתיבת ההצעה לעבודה
13.....	מבנה עבודת הגמר
15.....	ארגון עבודת הגמר ורישום המקורות
17.....	הערכת העבודה
18.....	א. הערכת הפרזנטציה (מעמד הצגת הידע) – 20% מהציון (חדש!)
18.....	ב. הערכת העבודה הכתובה (60% מהציון) שגיאה! הסימניה אינה מוגדרת.
19.....	ג. הערכת שיחת הגנה עם המעריך (20% מהציון)
19.....	מעמד עבודת הגמר וסייגים

מבוא והנחיות כלליות לעבודת הגמר

מבוא לעולם הכימיה

הכימיה היא מדע מרכזי העוסק בחקר המבנה, התכונות והפעילות של חומרים, וביצירת חומרים חדשים. היותה צומת מדעי מאפשרת לכימיה לספק הסברים לתחומים רבים, כמו ביולוגיה מולקולרית, הנדסה גנטית וחקר החלל, ולסייע בפיתוח של חומרים חדשים, תרופות, מוצרי פלסטיק, חומרי הדברה ועוד.

ההתפתחויות בכימיה, ובמיוחד השילוב של גישות חישוביות ותיאורטיות עם טכניקות ניסיוניות, הובילו לפיתוח שיטות מחקר חדשניות. לדוגמה, הדמיה מולקולרית ממוחשבת מאפשרת לחוקרים לצפות במבנים תלת-ממדיים של חומרים, לשנות אותם ולבחון את השפעת השינוי על תכונות החומר. בנוסף, הדמיה זו משמשת לפיתוח חומרים חדשים ולהבנת מנגנוני הפעולה שלהם. השילוב בין מחקר תיאורטי וניסויי מאמת השערות, מחזק את המחקר ומקדם את הידע האנושי.

קהל היעד ודרישות קדם בסיסיות

עבודת הגמר בכימיה היא עבודה **מחקרית**, המבוצעת על ידי התלמידים מתוך בחירה. עבודת הגמר מיועדת לתלמידים המבקשים להרחיב ולהעמיק את ידיעותיהם בתחום הכימיה ולהתנסות בתהליכי המחקר האופייניים למקצוע. עבודת הגמר מתאימה לתלמידים בעלי יכולות למידה גבוהות, בעלי כושר התמדה, היכולים להתמודד בכוחות עצמם עם חומר מדעי חדש, ולהבין את הבעיה הנחקרת במשמעותה המקצועית הרחבה.

דרישות לימודים:

עבודת הגמר מתאימה לתלמידים הלומדים את מקצוע הכימיה ברמה מוגברת (5 יח"ל). תלמידים שאינם לומדים כימיה בהיקף זה, אך מעוניינים בכתיבת עבודת גמר, עלולים להתקשות בהבנת הרציונל של המחקר בעת ביצועו, בכתיבת העבודה וסיכומה ובהבנת הנושא והמחקר. לכן חובה עליהם להרחיב את ידיעותיהם בכוחות עצמם ולהכיר לעומק את מושגי היסוד ותכני הליבה הרלוונטיים בכימיה ברמה של 5 יחידות.

השליטה בנושא העבודה בלבד אינה מספיקה. כדי להגיע להישגים הולמים, יש להכיר את הרעיונות המרכזיים בכימיה, את פרקי הליבה הרלוונטיים ואת נושאי ההעמקה המשיקים לנושא הנחקר.

דוגמאות לצורך בהעמקה:

- אם העבודה עוסקת בפיתוח חומרים ננוטכנולוגיים, על התלמיד להכיר היטב את פרקי הליבה "מבנה החומר" ו"קינטיקה", ואת נושא ההעמקה "כימיה פיזיקלית".
 - אם העבודה עוסקת במחזור פלסטיק, יש להכיר את פרקי הליבה "מבנה החומר" "תרמודינמיקה" ו"חומצות ובסיסים", ואת נושא ההעמקה "כימיה סביבתית".
- בנוסף, יש להכיר את שיטות העבודה במעבדה הרלוונטיות לתחום. במקרה של התלבטות לגבי התכנים שעל התלמידים להכיר, ניתן לפנות למדריכי עבודות הגמר בכימיה.

אופי העבודה - "לא-צמודה"

כתיבת עבודה "לא-צמודה" היא דרך מחקר המאפשרת לתלמידים לחקור לעומק היבטים שונים בכימיה, כהשלמה ללימודיהם ולא כתחליף להיבחות במקצוע. ההנחיות המלאות לעבודות גמר נמצאות [באתר הפיקוח על עבודת הגמר](#).

מועדי הכנה והגשה

- ניתן להתחיל לכתוב הצעה לעבודת גמר בכיתה י' או י"א.
- יש להגיש את החלק הכתוב של העבודה בשנה העוקבת בכיתה י"א או י"ב, על פי התאריכים המתפרסמים בהנחיות של אותה השנה, באתר הפיקוח על עבודות הגמר.
- כל עבודה מחוייבת בהגשת הצעת מחקר ובאישורה.

חלוקת זמן נדרשת

להלן לוח זמנים להכנת הצעת המחקר ועבודת הגמר, התואם את מועדי הגשת הצעות המחקר והעבודות. תשומת לבכם למועדי ההגשה כפי שמופיעים [במידעון](#).

התקופה	הביצוע המומלץ	שכבת הגיל של התלמיד
ספטמבר - דצמבר	איתור מנחה אקדמי וכתיבת הצעה לעבודת גמר	כיתה י"א
זמני הגשה מפורטים במידעון עבודות הגמר בתשפ"ו: - החל מ - 1.12.2025 - עד ל - 1.3.2026 * תיקונים להצעות יש להגיש <u>עד חודש מיום קבלת המשוב</u> להצעה, מועד אחרון להגשת תיקונים בתשפ"ו 31.5.2026.	מועד אחרון להגשת ההצעה לעבודת הגמר	כיתה י"א
דצמבר – פברואר	כתיבת סקר ספרות	כיתה י"א
מרץ – מאי	תכנון הניסויים	כיתה י"א
יוני – אוגוסט	ביצוע הניסויים	כיתה י"א
ספטמבר – דצמבר	ארגון ועיבוד התוצאות, הסקת מסקנות כתיבת העבודה	כיתה י"ב
זמני הגשה מפורטים במידעון עבודות הגמר בתשפ"ו (סבב ראשון, פתוח לכלל המגישים, י"ב וי"א): - החל מ - 4.1.2026 - עד ל - 8.2.2026	הגשת עבודת הגמר	כיתה י"ב
בהתאם למועד ההיבחות שישלח לתלמיד. ראו מידעון עבודות הגמר	היבחות: פרזנטציה ושיחת הגנה	כיתה י"ב

תלמידים המגישים עבודתם בכיתה י"א (כדוגמת תלמידי תכנית אלפא) – יכולים להבחן על עבודותיהם בסבב השני. ראו תאריכי הגשה והיבחנות [במידעון](#).

חשוב להביא את לוח הזמנים המומלץ לידיעת המורים המלווים, והמנחים האקדמיים, כדי למנוע תקלות במהלך התקין של העבודה.

כתיבה עצמאית ושפה

על התלמידים להכין את ההצעה לעבודה באופן עצמאי ולכתוב אותה בעצמם ובשפתם. ניתן להיעזר במנחה לצורך כתיבת ההצעה, אולם הכתיבה הסופית תתבצע על ידי התלמידים.

שפת כתיבת הצעת המחקר: את הצעת המחקר ניתן לכתוב בעברית בלבד. יש לציין בדף השער של ההצעה את השפה שבה תיכתב העבודה הסופית.

שפת כתיבת עבודת הגמר: ניתן להגיש עבודות גמר בכימיה רק בעברית או בערבית. ההערכה, כולל השיחה עם המעריך, תתקיים בשפה שבה נכתבה העבודה. במידה ורוצים לכתוב את העבודה בשפות נוספות יש להגיש בקשה כמפורט במידעון עבודות הגמר של משרד החינוך.

הנחיית העבודה

המנחה האקדמי

דרישות אקדמיות ומקצועיות

מנחה אקדמי בהכנת עבודת גמר בכימיה יהיה:

- בעל השכלה אקדמית (בעל תואר שני או שלישי) בתחום אקדמי זה.
- מומחה בתחומו ובנושא העבודה.
- עובד פעיל במוסד מחקרי בישראל.
- בעל ניסיון במחקר.

איתור המנחה האקדמי

איתור מנחה אקדמי ייעשה על ידי בית הספר (על ידי מרכז עבודות הגמר ובסיועו של המורה לכימיה), באמצעות יצירת קשר עם מוסדות מחקר הנגישים לתלמיד. ניתן להיעזר בפיקוח על הוראת הכימיה באיתור המנחה האקדמי.

בית הספר יביא לידיעת המנחה האקדמי את כל הנדרש בעבודת גמר ויעדכן אותו בכל כללי ההכנה, הנהלים ולוח הזמנים.

תפקיד המנחה האקדמי

תפקידו העיקרי של המנחה האקדמי הוא להנחות את התלמיד בכל הנוגע להיבטים המקצועיים-מדעיים של נושא המחקר:

- הפנייה לספרות מקצועית מתאימה.
- הדרכה באיסוף המאמרים האקדמיים הרלוונטיים.
- תכנון המחקר.
- סיוע בכתיבת ההצעה לעבודה.
- הכרת שיטות עבודה.
- ביצוע המחקר.
- עיבוד הממצאים וסיכומם.

המנחה האקדמי יעניין בעבודה עם השלמתה, יעיר עליה ויכוון את תיקונה, על פי הצורך.

הגבלות והדרישות המיוחדות

- עבודת הגמר לא תונחה על ידי מורה לכימיה בבית הספר בו לומד התלמיד ולא תתבצע במעבדה של בית הספר.
- המנחים לא ידריכו יותר מ-5 תלמידים בעת ובעונה אחת.
- נאסר על הורה או בן משפחה קרוב לשמש מדריך מקצועי, אף אם נושא העבודה הוא בתחום מומחיותם.

המורה המלווה - רכז עבודות הגמר

מינוי וכישורים

בית הספר ימנה מטעמו מורה שהוא רכז עבודות הגמר.

תפקידי הרכז

רכז עבודות הגמר ילווה את עבודת התלמיד לכל אורך תהליך הכנת העבודה ויעמוד בקשר רצוף עם המנחה האקדמי ועם הפיקוח על עבודות הגמר והפיקוח על הוראת הכימיה במשרד החינוך. רכז עבודות הגמר יעמוד בקשרי התייעצות עם המורה לכימיה.

תפקידים ספציפיים:

- מעקב אחר התקדמות התלמיד בעבודתו.
- סיוע בקריאת חומר מדעי.
- הנחיה בכתיבת העבודה וההצעה לעבודה.
- עריכה וניסוח העבודה.

- פתרון בעיות שונות העולות במהלך הכנת העבודה.

רכז עבודות הגמר יקרא את העבודה לפני השלמתה והגשתה להערכה ויעיר את הערותיו (מוצע שגם המורה לכימיה יעיין בהצעה ובעבודה לפני השלמתן והגשתן).

סדנת הדרכה

בבית ספר שקיימת בו קבוצה של תלמידים המכינים עבודות גמר, מוצע לקיים סדנת הדרכה וליווי לתלמידים, אשר תונחה בידי רכז עבודות הגמר.

מודגש כי אחריות בית הספר היא לעבוד לפי ההנחיות דרך מערכת השילובית ולפי לוח הזמנים הנדרש על ידי הפיקוח ושאושר בהצעה לעבודת הגמר.

שלבי הכנת עבודת הגמר

שלב 1: בחירת נושא והכנת הצעה לעבודה, פירוט בהמשך

שלב 2: הגשת הצעה לאישור הפיקוח במשרד החינוך.

ההצעה תוגש על פי הדרישות המקצועיות, ובמידת הצורך תידרש הגשת תיקון להצעה. קבלת אישור הפיקוח על ההצעה וטיבה היא תנאי להגשת העבודה להערכה. ללא התיקון והתייחסות לכל ההערות לא תאושר ההצעה. **אין להתחיל את ביצוע החקר ללא אישור ההצעה.**

שלב 3: ביצוע המחקר.

שלב 4: עיבוד ממצאי העבודה וכתיבתה.

העיבוד והכתיבה יתבצעו בהנחיית המנחה-החוקר.

שלב 5: הגשת העבודה להערכה.

העבודה תוגש לאגף הבחינות במשרד החינוך.

שלב 6: הערכת העבודה.

החל משנת תשפ"ו, הערכת העבודה על ידי מעריך חיצוני שימונה על ידי הפיקוח על הכימיה תכלול מרכיב של פרזנטציה בנוסף לשיחת ההגנה ולהערכת העבודה הכתובה.

הפרזנטציה היא מרכיב חובה בעבודת הגמר וערכה 20% מהציון החיצוני החל משנת תשפ"ו.

בחלק זה יציג התלמיד מגיש העבודה את עיקרי הדברים מתוך תהליך המחקר שערך, בדיבור בעל פה, במפגש פנים אל פנים עם המעריך, באופן תמציתי, ממוקד ובהיר, תוך הבחנה בין עיקר וטפל. ניתן לקבל מידע מורחב על חלק הפרזנטציה במידעון עבודות הגמר.

בחירת נושא ותכנון מערך המחקר בעבודת הגמר בכימיה

נושאי עבודת הגמר בכימיה

בחירת הנושא

נושא העבודה יכול להיות מכל אחד מתחומי הכימיה ומכל יישומיה או מתחומים המשיקים למקצוע. בחירת הנושא והכנת העבודה חייבים להתבסס על:

- ידע מעמיק בכימיה.
 - לימודי הכימיה על פי תכנית הלימודים 5 יח"ל.
 - בדיקת חומרים במעבדה מתקדמת בישראל.
 - סיכום של מגוון מקורות מידע (ספרים, מאמרים וכיב').
- עיבוד נתונים (ממחקרים אחרים) או ביצוע סקרים לא ייחשבו כעבודת גמר בכימיה.

מאפייני הנושאים המתאימים

הנושאים הנחקרים בעבודת גמר בכימיה יהיו נושאי מחקר שניתן לבצעם במעבדת המחקר האקדמי, בתעשייה, בבתי חולים וכיוצא באלה בישראל. הנושאים והמחקר הכרוך בהם יהיו בעלי שיטות מחקר מקובלות, אשר יהלמו את רמת ידיעותיו ורמת יכולתו של התלמיד, הן מבחינת התוכן והן מבחינת המורכבות ודרכי הביצוע שלהם.

הנושא הנבחר לא יהיה נושא הנלמד בבית הספר ו/או נכלל בתכנית הלימודים 5 יח"ל. הנושא יכול להיות הרחבה והעמקה של נושא הנלמד בבית הספר בתנאי שכלול פיתוח של אספקטים שלא טופלו בלמידה הבית-ספרית הרגילה.

בחירת הנושא תיעשה לאחר איתור מנחה אקדמי מתאים ומוסד המחקר - תוך תיאום עם התלמיד, המורה לכימיה ורכז עבודות הגמר בבית הספר.

אפשרות לעבודה רב-תחומית (אינטרדיסציפלינארית)

בבחירת נושא רב-תחומי יודגש ההיבט הכימי של הנושא והבעיה הנחקרת. בעבודה מסוג זה, השאלות המרכזיות שיוצגו תהיינה מתחום הכימיה ותהיה התייחסות לחומרים ולתהליכים הכימיים. בהיות עבודת הגמר רב-תחומית, מובן כי היא תכיל התייחסות לתחום דעת נוסף, אם כי לא בהדגשה הנדרשת בכימיה.

מחקר השוואתי

אינו רלוונטי לכימיה.

חדשנות מצופה - מבט חדש על מציאות מחקרית

עבודת הגמר בכימיה אינה חייבת להיות חדשנית ומקורית בהיבט המחקר המדעי. היא יכולה לחזור על ידע שנרכש על ידי החוקר האקדמי בתחום המחקרי בו הוא עוסק ועל ניסויים שבוצעו על ידו.

המחקר והניסויים חייבים להיות חדשים ובלתי מוכרים לתלמיד המבצע את עבודת הגמר. יחד עם זאת מומלץ כי בעבודת הגמר תהיה חדשנות מדעית המקדמת את הידע המדעי, במטרה להעצים את חוויית הלמידה של התלמידים.

השפה המדעית בעבודת הגמר

בעבודת הגמר, על התלמיד להשתמש בשפה המדעית המקובלת בכימיה, בנוסחאות (של החומרים והתהליכים), במודלים, בתיאוריות ובהשערות.

הכתיבה והצגת הדברים בהצעה ובעבודה יהיו משולבים בנוסחאות של החומרים, בניסוח תגובות ותהליכים ובחישובים מתאימים כמקובל במקצוע הכימיה.

אין להזכיר בעבודת הגמר או בהצעה לעבודת הגמר חומרים או תגובות ללא צרופ הנוסחה הכימית או ניסוח התגובה המתאימים.

שילוב עבודה מעשית ועיונית

עבודת הגמר בכימיה היא עבודה מחקרית המסתמכת על רקע מדעי מתאים - דהיינו ספרות מקצועית מעמיקה ופרסומים מדעיים בעברית ובשפות זרות. עבודת G ואמר חייבת להיות בעלת מרכיב של ביצוע ניסוי (מעבדתי ו/או הדמיה במחשב). מטרת הניסוי לבחון את ההשערות הנגזרות משאלות המחקר אותן מבקשים לבדוק.

אופי שאלות המחקר ומשתנים

שאלות המחקר מכוונות תמיד לניסוי שניתן לביצוע באופן מעשי (או על ידי הדמיית מחשב).

ניתן להבחין בין שני סוגי שאלות מחקר:

1. שאלה המנוסחת עם משתנה תלוי ומשתנה בלתי תלוי

- נדרש לנסח לפחות **שתי** שאלות מחקר.
- לכל שאלה נדרש לבצע לפחות **4 שינויים** במשתנה הבלתי תלוי.

אופן הניסוח של שאלות המחקר:

- ניתן לזהות בהן בבירור את המשתנים הנחקרים. המשתנה התלוי והבלתי תלוי צריכים להיות מוגדרים היטב.
- ניתנות לבחינה בדרך ניסיונית, כלומר לתלמיד ברור האופן שבו ניתן לשנות את המשתנה הבלתי תלוי.
- ניתן למדוד את השינוי במשתנה התלוי.

2. שאלה הבדוקת סינתזה של חומרים חדשים וכיוצא באלה

שאלה זו אינה מנוסחת עם משתנה תלוי ומשתנה בלתי תלוי.

שימוש במעבדה ומכשור ייחודי

הכנת עבודת הגמר מאפשרת לתלמידים לבצע מחקר בהנחייתו של מנחה אקדמי שהוא חוקר המומחה לנושא ולתחום, תוך קיום קשר וזיקה למחקר המדעי האקדמי המתקדם: קשר עם החוקר ו/או צוות חוקרים, הכרת דרכי עבודתם והתוודעות אל העולם המדעי-מחקרי והליכי הלימוד והעבודה המקובלים בו.

הכנת עבודת הגמר בכימיה תהיה במוסד אקדמי ו/או מוסד מחקרי כגון: אוניברסיטה, מכון מחקר, מעבדות מחקר ופיתוח (מו"פ) בתעשייה וכיוצא באלה, המאפשרים תנאים מתאימים הכוללים מעבדות מתקדמות ומערכות מחשוב חדשניות לביצוע המחקר. לא ניתן לבצע את המחקר הנדרש במעבדת בית הספר או באשכול פיס.

ביבליוגרפיה

דרישות כלליות:

1. חובה להתייחס למאמר מדעי עדכני אחד לפחות.
2. ספרי לימוד של התיכון לא ייחשבו כמקורות מידע מתאימים להצעה.
3. אין להשתמש בוויקיפדיה ובאנציקלופדיות.
4. הרישום של הביבליוגרפיה צריך להיות בהתאם לכללים המופיעים בהמשך.

ההצעה לעבודת הגמר

הצעת עבודת הגמר בכימיה מהווה את **המתווה והתשתית המחקרית** שעליה תתבסס העבודה כולה, ולכן יש חשיבות מכרעת להכנתה היסודית, בפרט לביסוסה על ספרות מקצועית מתאימה שנסקרה על ידי התלמידים, להשגת הבנה כוללת של הבעיה הנחקרת ולהכרת התהליך המחקרי בשלמותו.

התלמידים המעוניינים בכתיבת העבודה יכינו את ההצעה באופן עצמאי ובלשונם, בהדרכה ובהכוונה של המנחה המקצועי, וזאת לאחר בחירת הנושא ועיבודו.

חובה שההצעה תכלול את הנוסחאות הכימיות של כל החומרים המופיעים בה, וכן את נוסחת התגובה הכימית הרלוונטית (במידה וישנה).

ההצעה (בקובץ Word) תוגש לאישור בשילובית על פי המועדים שנקבעו במידעון עבודות הגמר כאשר אישור ההצעה ותיקונה הם תנאי הכרחי להמשך הכנת העבודה ולהגשתה להערכה (ללא אישור מנחה, לא ניתן להגיש). בהצעה יש להבהיר את הבסיס המחקרי לשאלה המוצעת וכן להגדיר בצורה ברורה שתי שאלות מחקר או הצעה לסינתזה, והכנתה תתבצע בהתאם להנחיות המפורטות בחוזר הפיקוח על עבודות הגמר [ובאתרו](#).

כתיבת ההצעה לעבודה (הצעת מחקר)

ההצעה לעבודה והצגת הדברים בה יהיו מנוסחים כמקובל בעבודות מחקר בכימיה.

ההצעה תנוסח באופן בהיר והיא תכיל את המרכיבים הבאים:

א. דף פותח - ההצעה לעבודת הגמר תכיל דף פותח הכולל את הפרטים הבאים:

1. פרטים על ההצעה לעבודת הגמר

שם המקצוע, נושא העבודה.

2. פרטים על התלמיד

שם התלמיד, מס' זהות, מס' טלפון נייד, דוא"ל, שם בית הספר, סמל מוסד.

3. פרטים על המנחה האקדמי

שם המנחה האקדמי, תואר אקדמי, תחום הדעת, שם מוסד המחקר שבו תתבצע העבודה, כתובתו, דוא"ל, מספר טלפון שבו ניתן להשיגו.

יש לציין אם המנחה הוא מורה בבית ספר.

4. אופי העבודה

האם העבודה צמודה או לא צמודה.

ב. מבנה ההצעה

בהצעה יש להתייחס בצורה קצרה אך ממצה לכל לנקודות הבאות:

1. נושא העבודה

2. מטרות העבודה

3. רקע עיוני לעבודה-

המכיל את נוסחאות החומרים ו/או ניסוח התגובות הכימיות המופיעות בעבודה שאלות המחקר עולות מהרקע העיוני ועליו מבוסס המחקר המוצע. יש להתייחס במפורש למאמר מדעי עדכני שעליו מבוסס הרעיון למחקר ולציין בביבליוגרפיה.

4. שאלות המחקר

במחקר מהסוג הראשון יש לנסח לפחות **שתי** שאלות מחקר שונות.

5. מערך המחקר

בחלק זה יפורטו הדרכים והניסויים לבדיקת שאלות המחקר.

כל שאלת מחקר תלווה בתיאור קצר של מערך הניסוי המתאים לבדיקתה (כמפורט בתכנית העבודה).

לכל שאלת מחקר מהסוג הראשון נדרש לבצע **4 שינויים** במשתנה הבלתי תלוי. במערך הניסוי יש לפרט כיצד יימדד המשתנה התלוי. מומלץ לבצע לפחות שתי חזרות על כל מערכת ניסוי.

6. תכנית העבודה המעשית

התכנית תכלול פירוט של החומרים, הכלים, המכשירים, שיטות העבודה וכלי המחקר, גודל המדגם, חזרות ולוח זמנים משוער. אין צורך לפרט את הפרוצדורה של הניסויים. על התלמיד להיות שותף פעיל בתהליך המחקרי, וליטול חלק בתכנון המחקר ובביצועו. התלמיד אינו יכול לשמש עוזר טכני או משקיף על עבודתם של אחרים.

7. רשימת מקורות ראשונית (ביבליוגרפיה)

הרשימה תהיה כתובה במדויק, כמקובל בעבודות מדעיות. היא תכלול פריטים רלוונטיים לנושא העבודה והמחקר. ייכלל בה, לפחות, מאמר מחקרי רלוונטי עדכני אחד. הרשימה תכלול פריטים שהתלמיד קרא והבין.

אם הפריטים הם בשפה זרה – אנגלית, למשל – יש לבדוק את יכולתו של התלמיד להתמודד עם קריאה בשפה זו.
 פרקים מספרי לימוד הנלמדים בבית הספר, ערכים מאנציקלופדיה ומקורות בלתי-מזוהים מהאינטרנט – אינם יכולים להוות חלק מרשימת המקורות להכנת עבודת-גמר.

נושא שאין לגביו סקירת ספרות רחבה ועדכנית, אינו יכול להיות נושא למחקר בעבודת גמר.

ג. לוח זמנים להכנת ההצעה לעבודה

בלוח הזמנים תהיה התייחסות לאיסוף המידע הראשוני על נושא המחקר, הגשת ההצעה, ביצוע המחקר, ארגון הנתונים, הכתיבה וההגשה של העבודה בהתאם לכללים להגשת עבודת גמר.

משך הזמן לכתיבת עבודת גמר הוא שנה אחת בלבד.

ד. עיצוב ההצעה

יש להקפיד על העיצוב של ההצעה על פי ההנחיות, כך שתהיה בהירה ונוחה לקריאה. יש להקפיד שגופן הטקסט יהיה בגודל 11 או 12, שגודל הגופן של הכותרת לא יעלה על 16 ושהמרווחים בין השורות יהיו 1.5. כמו כן יש להקפיד על שוליים כמקובל ומיספור ברור של העמודים בכותרת התחתונה.

עצמאות בעבודה

אם תלמידים אחדים מכינים עבודות גמר באותה מעבדת מחקר, יש להבטיח שתישמר עצמאות בעבודה ואי-תלות ביניהם, וזאת בכל שלבי העבודה: בהכנת ההצעה, בביצוע הניסויים ובכתיבת העבודה.

תהליך הטיפול בהצעת המחקר לעבודת הגמר בכימיה

תהליך הטיפול בהצעת עבודת הגמר מתחיל בכך שהיא תיקרא ותיבדק על ידי המנחה ורכזי עבודות הגמר. לאחר מכן, רכזי עבודות הגמר יעלו את ההצעה לשילובית, תוך הקפדה על סימון העבודה כלא צמודה (וסימון נוסף מתאים לתלמידי אלפא, במידת הצורך).

ההצעה תיבדק על ידי הפיקוח על עבודות הגמר והפיקוח על הוראת הכימיה, אשר יספקו חוות דעת שעל בסיסה יינתן האישור הרשמי להצעה ולהגשת העבודה להערכה. חשוב לציין כי גרסת ההצעה המאושרת תעמוד בבסיס הערכת העבודה כולה ותובא לידיעת המעריך.

מומלץ שבטרם ההגשה, ההצעה תיבדק על ידי מורי הכימיה בבית הספר, גם אם אינם מעורבים באופן ישיר בהגשתה.

בתהליך האישור נדרשים לעתים תיקונים, שינויים או הבהרות. כאשר נדרש תיקון, יש לבצע בסיוע המנחה המקצועי בתוך זמן קצר (עד חודש ימים מהבקשה) ולהגיש את ההצעה המתוקנת פעם נוספת באמצעות מערכת השילובית לחוות דעת הפיקוח. ללא תיקון העומד בדרישות, ההצעה לא תאושר.

אין להתחיל לבצע עבודה שהצעתה לא אושרה, ועבודה שלא אושרה לא תיבדק והתלמיד לא יקבל עליה ציון.

חשוב לוודא שעבודת שתוגש תהיה בהתאמה לגרסה האחרונה של ההצעה, אשר אושרה על ידי הפיקוח על הוראת הכימיה.

מבנה עבודת הגמר

להלן הצעה למבנה עבודת הגמר בכימיה. העבודה תכלול תוכן עניינים ואת הפרקים הבאים: מבוא, סקר ספרות, שאלות מחקר והשערות הנגזרות מהן, מהלך המחקר, תוצאות, דיון, הסקת מסקנות ורשימת מקורות (ביבליוגרפיה).

חלק א'

1. מבוא

- הצגת הבעיה הנחקרת והרקע התיאורטי שממנו עולות שאלות המחקר.
- ניסוח שאלות המחקר.
- ניסוח מטרות העבודה והמחקר.
- סיכום קצר של הרקע התיאורטי הנדרש להבנת המחקר והגדרת המושגים ומילות המפתח שבהם משתמשים במחקר.

2. סקר ספרות

המטרה: לאפשר לתלמיד ללמוד על הידע הקיים בשטח, שבו יבוצע המחקר ועל ידי-כך לבחון היכן וכיצד משתלב מחקרו החדש.

בסקר הספרות תהיה סקירה של הגישות התיאורטיות והממצאים המחקריים העוסקים בבעיה הנחקרת, כולל התייחסות למחקרים שבוצעו בנושאים קרובים לנושא הנחקר, או דומים לו. גם אם שאלת המחקר היא חלוצית, יש להתייחס בסקר הספרות למחקרים שבהם נבדקו שאלות דומות, תוך הפניה לרשימת מקורות.

3. שאלות המחקר וההשערות הנגזרות מהן - יש לרשום במפורש את שאלות המחקר כפי שאושרו בגרסה האחרונה של ההצעה של עבודת הגמר.

חלק ב'

1. מערך המחקר

בחלק זה יוצגו **העקרונות** של מערך הניסוי שמטרתו לבדוק את המטרות והשאלות שהוצגו ומהן נגזרו ההשערות (האיכותיות או הכמותיות). מערך הניסויים יכלול תיאור מדויק של פרוט הדרכים והכלים להשגת המטרות.

בפרק זה יש להציג:

- הגדרות אופרטיביות למשתנים.
- דרכי מדידה.
- אופן ביצוע השינויים.
- מספר מערכות הניסוי (המדגמים).
- מספר החזרות.
- דרכי בקרה.
- מהימנות המדידה וגבולות השגיאה.

חלק ג'

1. מהלך המחקר

בפרק זה יוצג **תיאור מדויק ומפורט** של הניסויים, לפי סדר ביצועם, לרבות חזרות, אירועים בלתי צפויים (אם היו) ושינויים שנעשו בעקבותיהם במהלך המחקר.

2. התוצאות ועיבודן

בפרק זה יוצגו הממצאים וירכזו תוצאות המדידה באופן מילולי ובאמצעות טבלאות, גרפים וצילומים.

כל טבלה וגרף יקבלו מספר וכותרת. ההפניה לתוצאות בגוף העבודה תהיה על-ידי אזכור מספר הגרף וכיו"ב.

עיבוד התוצאות יעשה בהתאם לטיבם של הנתונים שנאספו במחקר. יש לפרט מהו העיבוד שנעשה בנתונים ומהם השיקולים לשימוש בדרך עיבוד שנבחרה. עיבוד התוצאות יאפשר להעריך את תוקף ההשערות שהוצגו במבוא לעבודה והן עומדות בבסיס המחקר והבדיקה, שבעבודה.

חלק ד'

1. דיון

פרק זה מתמקד בתוצאות והסברן.

אם התוצאות שונות מהצפוי, או מן הדיווחים בספרות, יש לנסות ולהסביר את מקור ההבדל.

כל תוצאה היא חשובה משום שאין תוצאות נכונות או לא נכונות. ההסבר הוא החלק החשוב בדיון.

פרק זה יכלול:

1. תמצית התוצאות שהושגו בהתייחסות לשאלות המחקר שהוצגו.
2. התייחסות לרקע התיאורטי ולסקר ספרות שבמבוא והסבר הממצאים לאורם.
3. הסבר התוצאות.

2. מסקנות

בפרק זה יוצגו המסקנות שהוסקו מהדיון בתוצאות (ראה: חלק ג' וחלק ד' 1) ובהתייחס לתיאוריה העומדת ברקע המחקר. זה המקום להמליץ על יישומים אפשריים של מסקנות אלו ולהציע עוד נושאים למחקר.

סיכום

חלק זה יכתב בסיום כתיבת העבודה ויתאר באופן תמציתי ביותר את שאלת המחקר מטרות העבודה ומסקנותיה.

חלק ה'

רשימת מקורות (ביבליוגרפיה) ומראי מקום

רשימת המקורות תכלול את כל המקורות שהוזכרו בגוף העבודה, בחלקיה השונים. על הרשימה להיות כתובה באופן אחיד ומדויק כמקובל בעבודות מדעיות. לאורך העבודה יהיה אזכור של המקורות באחת משתי שיטות ובאופן עקבי:

1. על-ידי ציון שם המחבר ושנת הפרסום.
2. על ידי מספור אשר אף הוא יהיה רשום כמקובל בחיבורים מדעיים.

אין לרשום מקורות שלא הוזכרו בעבודה, גם אם התלמיד קרא אותם כחומר רקע שסייע בידו להבין את הנושא.

חלק ו'

נספחים

נספחים יכולים להיות נתונים גולמיים, חישובים סטטיסטיים ועוד.
על הנספחים להיות ממוספרים באופן שיטתי ואחיד. אין לכלול נספחים שלא קיימת התייחסות ישירה אליהם במהלך העבודה. במידת הצורך, יש ללוות את הנספח בהסבר.

ארגון עבודת הגמר ורישום המקורות

א. רישום הפרקים, הסעיפים ותת-הסעיפים

רצוי שהרישום יעשה במספרים.

דוגמה:

1. מבוא 1.1 שאלות המחקר 1.2 מטרות המחקר
2. סקר ספרות – לדוגמה 2.1 : עובדות בנושא: אנרגיה בתגובות כימיות 2.2 עובדות בנושא: שיווי משקל בתגובות כימיות 2.3 עובדות בנושא: תרמודינמיקה

ב. מספור ציורים, גרפים וטבלאות

ציורים, תמונות וגרפים ימוספרו בסדר רץ בתוך אותו הפרק ויהיו בעלי כותרות מתאימות. לדוגמה, אם בפרק 3 נועד הציור לתאר את מערך הניסוי באופן סכמתי, יהיה כתוב תחתיו "ציור 3.4 תיאור סכמתי של מערך הניסוי".

אותו הדין חל גם על טבלאות בתוך העבודה. מספור הטבלאות יהיה בלתי תלוי במספור הציורים, התמונות והגרפים. לדוגמה, אם הטבלה השנייה בפרק 5 מתארת את תלות עוצמת הבליעה של התמיסה בטמפרטורה, יהיה כתוב תחתיה: "טבלה 5.2: התלות של עוצמת הבליעה של התמיסה בטמפרטורה".

ג. אזכור מקורות בתוך עבודת הגמר

רשימת המקורות שתוצג בסופה של העבודה תכלול את כל המקורות שהוזכרו בגוף העבודה, בחלקיה השונים. עליה להיות רשומה באופן אחיד ומדויק כמקובל בעבודות מדעיות. לאורך העבודה יהיה אזכור של המקורות, אשר אף הוא יהיה רשום כמקובל בחיבורים מדעיים. אין לרשום מקורות שלא הוזכרו בעבודה, גם אם התלמיד קרא אותם כחומר רקע שסייע בידו להבין את הנושא.

קיימות דרכים שונות לרישום המקורות, אולם חשוב להקפיד על רישום אחיד ומקובל.

ד. עריכת הרישום בפרק רשימת מקורות (ביבליוגרפיה) ומראי מקום

ניתן לרשום רשימת מקורות ואזכור מקורות בעבודה לפי אחת משתי השיטות המפורטות להלן:

1. גישת APA

2. גישת ACS

אפשרות מספר 1 לעריכת רשימת המקורות – גישת APA

אזכור מקורות בתוך עבודת הגמר יהיה ברישום בתוך סוגריים של שם המחבר ואת שנת הפרסום.

אם מדובר במחבר אחד, יש לרשום רק את שם המשפחה. אם יש יותר ממחבר אחד, יש לרשום אחרי שם המשפחה גם את השם הפרטי ופסיק מפריד ביניהם.

אם מאזכרים פרסומים נוספים מאותה שנה של אותו המחבר, יצוינו הפרסומים באותיות א', ב' או A, B.

דוגמאות:

• (אונא, 1982)

• (בירנבוים, מ' 1993)

• (March, T. 1998)

המקורות יירשמו בפרק זה בסדר אלף-בית של שם המחבר. בתחילה המקורות בעברית ואחר כך המקורות באנגלית.

רישום של ספר: שם המחבר (שם משפחה ושם פרטי או שם משפחה והאות הראשונה של השם הפרטי) עד שלושה מחברים, שנת ההוצאה בסוגריים, שם הספר (באות שונה, בולטת או מודגשת בקו), מקום הוצאה, שם הוצאה. אם יש יותר משלושה מחברים, מציינים רק את השלושה הראשונים. בין פריט מידע אחד לשני, יש לשים סימני פיסוק מתאימים.

לדוגמה: עתידה, יהודית (1990). גנטיקה. ירושלים: האוניברסיטה העברית, המרכז להוראת המדעים.

רישום של מאמר: שם מחבר המאמר (שם משפחה ושם פרטי או שם משפחה והאות הראשונה של השם הפרטי) עד שלושה מחברים, שנת פרסום בסוגריים, "שם המאמר" (במרכאות), שם כתב העת (אות שונה או מודגש בקו), מספר הכרך, מספר החוברת (בסוגריים), מספר העמודים. בין פריט מידע אחד לשני, יש לשים סימני פיסוק מתאימים.

לדוגמה: גינזבורג, מ' (1990). "מוצא תאי הזוויג", מדע, לג (5) 234-237.

אפשרות מספר 2 לעריכת רשימת המקורות – גישת ACS (American Chemical Society)

הפניות ממוספרות בגוף הטקסט:

- ההפניות למקורות ממוספרות בסדר עולה כפי שהן מוזכרות בגוף המאמר או הפרק.
- ההפניות למקורות נמצאות רק בגוף המאמר ולא בתקציר (Abstract).
- המספר בגוף הטקסט נכתב בכתב עילי כדי להפרידו מגוף הטקסט.

כאשר יש צורך בסימני פיטוק כגון נקודה או פסיק, ההפניה תכתב במספר בכתב עילי לאחר הנקודה או הפסיק.

לדוגמה Diffusional electron transfer mediators were used to electrically contact enzyme redox sites and electrodes.³

הטיפול במספר הפניות:

- כאשר יש צורך בהפניה לשני מקורות, המספרים יופרדו בפסיק (בין שהמספרים עוקבים ובין שאינם עוקבים) וללא רווחים

לדוגמה Other methods to generate electrical communication between redox biocatalysts and electrode supports include the chemical modification of the proteins with electron relay groups that mediate electron transfer^{4, 5} and the immobilization of the proteins in redox polymers associated with electrodes.^{6, 12}

- כאשר יש צורך בהפניה למספר מקורות עוקבים אפשר להשתמש במקף כדי לסמן "עד"

לדוגמה Various redox mediators were used to catalyze the oxidation of NAD(P)H,¹³⁻¹⁵

רשימת מקורות - הוראות כלליות:

- חשוב כי המחברים יהיו מדויקים בציטוטים ויודאו כי הציטוט מדויק בכל פרטיו.
- יש למצוא את המידה הנכונה בציטוט ולא להפנות לרשימות מאמרים ארוכות ומופרזות.
- הציטוטים חייבים להיות ממוקמים ביחד בסוף הטקסט.
- הציטוטים ממוספרים בסדר עולה, כאשר המספר מוקף בסוגריים: (1)...(2),
- מאמרים שהוגשו לעיתון ועדיין לא התקבלו אינם יכולים להיות מצוטטים ברשימת הציטוטים.

****מקורות**

הערכת העבודה

הערכת עבודת הגמר בכימיה: קריטריונים ומרכיבים חדשים

עם השלמתה, עבודת הגמר תיבדק תחילה על ידי המנחה המקצועית ומרכז/ת עבודות הגמר ולאחר מכן תועבר להערכה לאגף הבחינות במשרד החינוך, שיעבירה להערכת מומחה בתחום. הגשת העבודה תלווה במכתב מלווה מטעם המנחה ובציון הגשה.

קביעת הציון הסופי ומרכיבי ההערכה (מבנה מעודכן החל משנת תשפ"ו)

הציון הסופי של העבודה נקבע על פי המרכיבים הבאים: 30% ציון הגשה, 70% ציון חיצוני.

הציון החיצוני הוא הציון הניתן על ידי מעריך העבודה והבוחנים.

הציון החיצוני של העבודה ייקבע על בסיס **שלושה** מרכיבים:

1. **הערכת העבודה הכתובה: 60%** מהציון החיצוני.
2. **הערכה של פרזנטציה** (מעמד הצגת הידע): **20%** מהציון החיצוני.
3. **הערכה של שיחת הגנה** עם התלמידים: **20%** מהציון החיצוני.

א. הערכת העבודה הכתובה (60% מהציון)

- **היבטים נבדקים:** איכות ההגשה, סקירת הספרות, שימוש במקורות מידע והגדרת מונחים, הצגת שאלות המחקר, תוכנית העבודה ומערך המחקר (כולל הצגת **נוסחאות כימיות ותגובות**), אופן הצגת התוצאות והטיפול בהן, דיון, היבטים יישומיים והצעת שאלות להמשך מחקר.
- **הערה:** חלק זה של המחוון (המנוקד במקור מ-80 נקודות) יהווה כעת **60%** מהציון הסופי.
- **המחוון בכימיה:**

<https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:AP:3136b378-84dc-4c73-8bce-b5cd97cdafe9>

ימי היבחנות ארציים פנים אל פנים (הערכת הפרזנטציה ושיחת ההגנה)

החל משנת תשפ"ו יתקיימו ימי היבחנות ארציים פנים אל פנים. הפרזנטציה ושיחת ההגנה יערכו במסגרת ימי היבחנות ארציים פנים אל פנים.

- **ימי היבחנות ומיקום:** ההיבחנות תתקיימן בימי היבחנות מרוכזים, אשר יתקיימו **במרכז היבחנות במרכז הארץ** (בתשפ"ו בפתח תקווה).
- **זימון:** הזמנה לבחינה תישלח רק לתלמידים אשר הצעת המחקר שלהם אושרה ועבודתם הכתובה הוגשה **בשילובית** במועדים המחייבים.
- **שיבוץ:** לא ניתן לבחור מועד; השיבוץ ייקבע על פי שיקולי הפיקוח על עבודות הגמר והפיקוח על הוראת הכימיה.
- **מועדים:** יתקיימו שלושה ימי היבחנות למגישי העבודה במועד הראשון (תלמידי י"ב או י"א) ושני מועדים למגישים במועד השני (תלמידי י"א).
- ההגשה תתאפשר **פעם אחת בלבד**. אין מועד ב' ליום ההיבחנות. המועד בזימון מחייב.

לפרטים מלאים אודות יום ההיבחנות ראו [מידעון עבודות הגמר](#).

ב. הערכת הפרזנטציה (מעמד הצגת הידע) – 20% מהציון (חדש!)

- **מהות הפרזנטציה:** התלמידים יציגו באופן תמציתי, ממוקד ובהיר את **עיקרי הדברים מתוך תהליך המחקר** שערכו. נדרשת הבחנה בין עיקר לטפל.

- **נוכחים:** התלמיד מגיש העבודה בלבד רשאי להציג, ללא סיוע של המנחה/אדם אחר. הפרזנטציה תוצג מול **שני מעריכים** (בוחנים), ללא קהל וללא מלווים (למעט זכאים להתאמה).
- **משך הפרזנטציה:** לפחות 7 דקות ועד 10 דקות ברצף. חל איסור לחרוג ממשך זה.
- **שפת ההגשה:** הפרזנטציה תוגש בשפת העבודה הכתובה בלבד (עברית או ערבית).
- **אמצעי המחשה:** ניתן להסתייע באמצעי המחשה (מצגת, סרטון קצר, פוסטר, דגם וכדומה), שנערכו והוכנו על ידי התלמיד עצמו. השימוש אינו חובה, אך חייב לשרת את הפרזנטציה כמכלול ולא להחליף את ההצגה העצמאית בדיבור.
- **לפרטים מלאים אודות הפרזנטציה ראו מידעון עבודות הגמר.**

ג. שיחת הגנה עם המעריך (20% מהציון)

- **מהלך השיחה:** השיחה תתקיים לאחר קריאת העבודה, על סמך שאלות שהכין/ה המעריך/ה. השיחה תהיה בשפת העבודה הכתובה (עברית או ערבית).
- **היבטים נבדקים:** מידת השליטה של התלמידים בתוכן העבודה ובנושא הנחקר, הכרת העקרונות הכימיים הקשורים בה, יכולת הסבר הממצאים והתייחסות לשיטות עבודה ומידת עצמאותם בעבודה.
- **נוכחים בשיחה:** בשיחת ההגנה יהיו נוכחים מעריך העבודה הכתובה והתלמיד בלבד, ללא קהל וללא מלווים (מנחה, מורה, הורה וכד').
- **אמצעי עזר:** לא ניתן להעזר באמצעי המחשה. ניתן להסתייע בעבודה הכתובה בלבד.
- **משך השיחה:** כ - 30 דקות והיא תיערך פנים אל פנים ביום ה היבחנות הארצי, לאחר הגשת הפרזנטציה.
- **שפת השיחה:** השיחה תתקיים בשפת כתיבת העבודה בלבד.
- **לפרטים מלאים אודות שיחת ההגנה ראו מידעון עבודות הגמר.**

מעמד עבודת הגמר וסייגים

- **היקף השקעה:** העבודה דורשת השקעת זמן דומה לזו הנדרשת בלימוד נושא בהיקף 5 יחידות-לימוד (כ-450 שעות).
- **עבודה אישית:** העבודה (וההצעה) תוגש על ידי תלמיד יחיד/ה בלבד. לא תיכתב עבודה משותפת.
- **מעבדת בית ספר:** עבודת גמר לא תיעשה במעבדת בית ספר, אלא אם התקבל לכך אישור מיוחד מהפיקוח על הוראת הכימיה, המותנה בכך שבמעבדה קיים ציוד מחקר ברמה אקדמית.
- **בטיחות ושינויים:** על התלמידים חלות כל הנחיות בטיחות מעבדה. לאחר אישור הצעת המחקר, כל שינוי מחייב הגשת הצעה מתוקנת לאישור מחודש.
- **יומן ניסוי:** העבודה לא תיבדק ללא יומן ניסוי מפורט המכיל תיעוד של עשיית התלמידים והיכרות עם מרכיבי הניסוי.

