

הנחיות לכתיבת הצעה לעבודת גמר בכימיה

תחום הידע:

כימיה

אנשי קשר להתייעצות מקצועית :

שם: שלומציון כהן

דוא"ל: shlomzi2@gmail.com

הקדמה כללית – מה מצופה מתלמיד החוקר וכותב עבודת גמר בתחום ידע זה :

מבוא:

הכימיה היא מדע העוסק בהבנת המבנה והפעילות של חומרים קיימים וביצירת חומרים חדשים. כימיה הוא תחום מרכזי במדעי הטבע והחידושים שפותחו בו תרמו רבות להתפתחות הטכנולוגית המהירה של המאה העשרים, שכן נושאים רבים במדע המודרני מבוססים על הבנת מבנה החומר ויחסי הגומלין שבין מרכיביו. הכימיה, כצומת מדעי, נותנת הסבר לתחומים מדעיים רבים, כמו ביולוגיה מולקולרית, הנדסה גנטית, חקר החלל ועוד. הכימיה מספקת כלים לפיתוח של חומרים חדשים, תרופות, מוצרי פלסטיק, חומרי הדברה, חומרים מרוכבים לתעשיות שונות ועוד.

ההתפתחויות בתחומי הכימיה, הביאו לפיתוחן של שיטות מחקר חדישות המשלבות גישות תיאורטיות, חישוביות וטכניקות ניסוייות. ההדמיה המולקולרית באמצעות המחשב מאפשרת שילוב של צפייה במודלים תלת-ממדיים של מרכיבי-החומר, שינוי במבנה החומר ובחינת השפעות השינוי במבנה על תכונות החומר. כמו כן, ניתן להשתמש בהדמיה לצורכי פיתוח של חומרים חדשים והבנת המנגנונים של חומרים אלו בתהליכים שונים. השילוב בין המחקר באמצעות ההדמיה ובין ביצוע ניסויים במעבדה מאמת את ההשערות התיאורטיות ומחזק את המחקר והידע האנושי.

מטרות עבודת גמר

עבודת הגמר בכימיה - תלמידים

עבודת הגמר בכימיה היא עבודה **מחקרית**, המבוצעת על ידי התלמיד/ה מתוך בחירה. עבודת הגמר מיועדת לתלמיד/ה המבקש/ת להרחיב ולהעמיק את ידיעותיו/ה 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, להבין את הבעיה הנחקרת במשמעותה המקצועית הרחבה.

עבודת הגמר בכימיה – הכנת עבודת הגמר

הכנת העבודה מתבססת על רקע לימודי מתאים וידע מעמיק במקצוע הכימיה. תלמידים החסרים רקע מתאים (שאינם לומדים כימיה ברמה של 5 יח"ל) עלולים להתקשות בהבנת הרציונל של המחקר בעת ביצועו, בכתיבת העבודה וסיכומה ובהבנת הנושא והמחקר. על פי ההנחיות, כל תלמיד המעוניין בכך יכול להכין עבודת גמר "לא- צמודה" (עבודה בבחירה) - גם אם אינו לומד את המקצוע ברמה מוגברת. הכנת עבודה במעמד זה **מחייבת** את התלמיד ללמוד **בכוחות עצמו** את מושגי היסוד הנלמדים במסגרת לימודי הכימיה (ברמה של 5 יח"ל) ולהגיע לשליטה נאותה במושגי היסוד בכימיה. זאת, בנוסף לידיעת החומר הספציפי הקשור בנושא עבודתו. לכן, מוצע לשקול ולבדוק היטב את יכולתו של תלמיד שאינו לומד כימיה בצורה מורחבת, להכין עבודת גמר במקצוע זה, על כל הנדרש בה.

מיקוד הנושא הנחקר :

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
- סיכום של מגוון מקורות מידע (ספרים, מאמרים וכיוב').

עיבוד נתונים (ממחקרים אחרים), או ביצוע סקרים לא ייחשבו כעבודת גמר בכימיה.

מידת ההעמקה הנדרשת :

עבודת הגמר בכימיה – הנושאים

הנושאים הנחקרים בעבודת גמר בכימיה יהיו נושאי מחקר שניתן לבצעם **במעבדת המחקר** האקדמי, בתעשייה, בבתי חולים, וכיו"ב. הנושאים והמחקר הכרוך בהם יהיו בעלי שיטות מחקר מקובלות, אשר יהלמו את רמת ידיעותיו/ורמת יכולתו/ה של התלמיד/ה, 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 שיכלל 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.

עבודת הגמר בכימיה – שפה מדעית

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.

שילוב אפשרי של עבודה מעשית ועיונית בעבודת גמר:

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

אופי שאלות המחקר, משתנים, הגבלה של זמן ומקום:

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.
- ניתנות לבחינה בדרך ניסיונית, כלומר לתלמיד ברור האופן שבו ניתן לשנות את המשתנה הבלתי תלוי.
- ניתן למדוד את השינוי במשתנה התלוי.

2. שאלה הבודקת סינתזה של חומרים חדשים וכיו"ב, ואינה מנוסחת עם משתנה תלוי ומשתנה בלתי תלוי.

ביבליוגרפיה נדרשת בהצעה – היקף, מגוון ושימוש בהצעה, ציטוט מספרות מדעית ולא רק ממקורות מידע פופולאריים :

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.

שימוש במעבדה / מכשור ייחודי – היקף ואופי :

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 וכיו"ב, המאפשרים תנאים **מתאימים הכוללים**

מעבודות מתקדמות ומערכות מחשוב חדשניות לביצוע המחקר. לא ניתן לבצע את המחקר הנדרש במעבדת בית הספר או באשכול פ.ס.

שימוש בשאלונים :

אינו רלוונטי לעבודת גמר בכימיה

תהליך העבודה כפי שבא לידי ביטוי בחלוקה לראשי פרקים :

שלבים מרכזיים בהכנת עבודת הגמר:

1. בחירת נושא והכנת הצעה לעבודת הגמר.
 2. הגשת ההצעה לאישור הפיקוח על הוראת הכימיה במשרד החינוך. הגשת ההצעה על פי הדרישות המקצועיות וקבלת אישור הפיקוח על ההצעה וטיבה הם תנאי להגשת העבודה להערכה. ללא תיקון והתייחסות לכל ההערות לא תאושר ההצעה. ללא אישור מטעם הפיקוח על הוראת הכימיה לא ניתן יהיה להגיש את העבודה להערכה.
 3. ביצוע המחקר, הכנת העבודה וכתבייתה בהנחיית המנחה האקדמי.
 4. הגשת העבודה להערכה - לאגף הבחינות, במשרד החינוך.
- הכנת ההצעה והעבודה יהיו על פי הכללים וההנחיות שקבע הפיקוח על עבודות הגמר ובהתאם לדרישות המקצועיות וההנחיות שקבע הפיקוח המקצועי על הוראת הכימיה.

מבנה ההצעה לעבודת הגמר

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.

ההצעה לעבודת הגמר תנוסח באופן קצר ותמציתי ותתייחס לכל לנקודות הבאות:

1. נושא העבודה
 2. מטרות העבודה
 3. שאלות המחקר
 4. רקע עיוני לעבודה
- שאלות המחקר עולות מהרקע העיוני ועליו מבוסס המחקר המוצע. יש להתייחס במפורש למאמר מדעי עדכני שעליו מבוסס הרעיון למחקר ולציין בביבליוגרפיה.
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.

חשוב לוודא שעבודת הגמר 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 ייעשה 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 מטרת 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 רישום ואזכור של המקורות בעבודת הגמר

1. רישום הפרקים, הסעיפים ותת-הסעיפים

רצוי שהרישום ייעשה במספרים.

דוגמה:

1. מבוא

1.1 שאלות המחקר

1.2 מטרת 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

2. מיספור 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".

3. 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.

4. 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 אל"ף-בי"ת 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 הוצאה 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: עתידיה, 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), מס' הכרך, מס' החוברת (בסוגריים), מס' העמודים. בין פריט מידע אחד לשני, יש לשים סימני פיסוק מתאימים.

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

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). אין התייחסות לסוגיה זו של התקציר בשיטה הראשונה.
- המספר בגוף הטקסט נכתב **בכתב עילי** כדי להפרידו מגוף הטקסט, כאשר יש צורך בסימני פיסוק כגון נקודה או פסיק ההפניה תכתב במספר בכתב עילי לאחר הנקודה או הפסיק. לדוגמא¹:

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

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

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" לדוגמא:

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

- כאשר יש צורך גם בהפניות בעלות מספרים עוקבים וגם שאינם עוקבים יש להשתמש גם במספרים העוקבים במקף ולהפריד ביניהם למספרים האחרים בפסיק וללא רווחים, כמו כן המספרים יופיעו בסדר עולה, לדוגמא:

Modified NAD⁺ derivatives were linked to polymeric matrices,^{3-5,6-8,12,17}

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 ומפורזות אלא להשתדל להיות ממוקדים ולצטט את המאמר הרלוונטי ביותר לעניין הנדון, עם זאת, החוקרים חייבים להתייחס לכל הפרסומים הקודמים בהם חלקים של עבודתם הנוכחית הופיעו.
- 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. המחבר יכול לדווח עליהם בגוף הטקסט כעבודות שעדיין לא פורסמו.

¹ הדוגמאות נלקחו מהמאמר:

Bardea, A.; Katz, E.; Bückmann, A.F.; Willner, I., *J. Am. Chem. Soc.* **1997**, *119*, 9114.

מקורות ממאמר מכתב עת מדעי (Journal).

המקור יכלול את הפרטים הבאים:

1. שמות המחברים.
2. שם המאמר.
3. שם כתב העת בו המאמר התפרסם.
4. שנת פרסום.
5. מספר הכרך (אם יש).
6. מספר עמוד.

שמות המחברים:

- נכתבים לפי סדר הופעתם בכותרת המאמר.
- שם משפחה מופיעה במלואו ולאחריו פסיק ורווח.
- שם פרטי נכתב בקיצור הכולל את האות הראשונה ואחריה נקודה, כאשר יש כמה שמות פרטיים הם יכתבו ברצף באותו הפורמט דלעיל עם רווח ביניהם.
- בין שם לשם יפריד נקודה-פסיק.
- השמות מופרדים בפסיק והשם האחרון מופרד במילה "and".
- במידה ויש יותר מעשרה מחברים יש אפשרות לכתוב את עשרת המחברים הראשונים ולאחריהם להוסיף את הקיצור הלטיני et al. (ואחרים-semicolon).

דוגמאות:

- (1) Betzig, E. and Chichester, R. J.
(2) Schafer, D. A.; Gelles, J.; Sheetz, M. P; Joo, C.; Balci, H.; Ishitsuka, Y.;
Buranachai, C.; Kühnemuth, R.; Seidel, C. A. M.; Ishii, Y.; Yanagida, T. et al.

שם כתב העת שבו המאמר התפרסם.

- שם כתב העת נכתב בכתב נטוי.
- שם כתב העת נכתב בקיצורו בסטנדרט ידוע. הקיצורים המוסכמים נמצאים באתר

CASSI-Chemical Abstracts Service Source Index:

<http://cassi.cas.org/search.jsp>

<http://www.cas.org/products/print/cassipr/index.html>

שנת פרסום:

- מופיעה לאחר שם כתב העת. נכתבת בהדגשה ולאחריה פסיק.
- במידה והמאמר התקבל לעיתון ועדיין לא הודפס יש להוסיף את המילים "In Press" במקום שנת הפרסום, כרך ועמוד. במידה והמאמר התקבל ועדיין לא התפרסם הוא מקבל (digital object identifier) 2DOI. דוגמא:
(3) Ishii, Y.; Yanagida, T. In Press.

מספר הכרך:

מופיע לאחר שנת הפרסום בכתב נטוי ולאחריו פסיק.

מספר עמוד:

² מזהה עצם דיגיטלי (באנגלית: Digital object identifier, או בראשי תיבות: DOI) הוא קוד מזהה קבוע הניתן למסמך אלקטרוני. הקוד אינו תלוי במיקומו הפיזי של המסמך (כמו כתובת URL).

מספר העמוד מופיע בסוף בפורמט הבא: עמוד הראשון, מקף ועמוד אחרון ולאחריו נקודה.

דוגמאות:

- (4) Kühnemuth, R.; Seidel, C. A. M. *Single Molecules* 2001, 2, 251–254.
(5) Joo, C.; Balci, H.; Ishitsuka, Y.; Buranachai, C.; Ha, T. *Annual Review of Biochemistry* 2008, 77, 51–76.

ספר כמקור או מקורות בספר:

ציטוט ספר יכלול את הפרטים הבאים:

1. שם או שמות המחברים.
2. שם הספר.
3. שם ההוצאה.
4. שנת פרסום.
5. מספר הכרך אם יש.

שמות המחברים:

שם או שמות המחברים יכתבו באותו פורמט כמו ציטוט מכתב עת, ראה לעיל.

שם הספר

שם הספר יופיע בכתב נטוי ובסופו נקודה פסיק. לאחר מכן שם ההוצאה, הפרדה של פסיק ואז שנת הפרסום ולאחריה נקודה פסיק ולבסוף מספר הכרך המופיע בקיצור. Vol.

לדוגמא:

Yacynych, A. M. *Advances in Biosensors*; JAI Press Ltd.: London, 1992; Vol. 2.

ציטוט מספר

אם מעוניינים לציטוט פרק בספר או קטע בו יש צורך להוסיף לאחר מספר הכרך את מספרי העמודים אליהם מתייחסים בפורמט הבא: pp 58-60.

כאשר הציטוט מספר שהוא אסופת מאמרים של מחברים שונים אז מחבר המאמר יופיע בתחילה באותו פורמט למעלה ולפני שם הספר תופיע המילה "ח" (לא בכתב נטוי), שם העורך הספר יופיע לאחר שם הספר כאשר לאחריו פסיק וקיצור המילה עורך: "Ed", לאחר מכן נקודה פסיק. ההמשך כמו למעלה עם הוספת מספרי העמודים בסוף.

לדוגמא:

Buttry, D. A. In *Electroanalytical Chemistry*; Bard, A. J., Ed.; Marcel Dekker: New York, 1991; Vol. 17, pp 1-85.

מקור מרשת האינטרנט

אתרי אינטרנט לכשעצמם אינם מקורות ספרות.

אתר האינטרנט הוא מקום בו מצוי מידע רלוונטי, או דרכו ניתן להגיע לחומר רלוונטי.

אם משתמשים, לצורך העבודה, במאמר שמצוי ברשת, יש לבדוק את טיבו: מקור, שם כותב המאמר, מועד הכתיבה, מקום הכתיבה והפרסום.

בעת רישום הפריט (המובא מהאינטרנט) ברשימת הספרות המלווה את ההצעה, או העבודה יש לציין את:

- שמו המדויק של הפריט
- שם הכותב
- מתי נכתב
- היכן נכתב / פורסם
- מאין נלקח- כתובת אינטרנט מלאה ומדויקת.

אין להשתמש במקור שאין יודעים את מקורותיו.

אין לציין את הפריט עפ"י כתובתו ברשת בלבד - WWW. (אפשר לציין כתובת זו – בצירוף פירוט כל המפורט לעיל).

יש להקפיד ולנהוג עפ"י המצוין כאן.

יש לכתוב את כתובת המקור באופן מדויק כך שבהעתקה יוכל הקורא להגיע למקור ברשת האינטרנט. דוגמא:

<http://www.weizmann.ac.il/davidson/maagarmada>

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.

חלוקת זמן נדרשת :

שכבת הגיל של התלמיד	הביצוע המומלץ	התקופה
כיתה י"א	איתור מנחה אקדמי וכתובת הצעה לעבודת גמר	ספטמבר - דצמבר באותה שנה
כיתה י"א	מועד אחרון להגשת ההצעה לעבודת הגמר	ראו פירוט מועדי הגשה במידעון עבודות הגמר
כיתה י"א	כתיבת סקר ספרות	דצמבר – פברואר
כיתה י"א	תכנון הניסויים	מרץ - מאי
כיתה י"א	הגשת תיקונים להצעות	ראו מועד אחרון להגשת תיקונים במידעון עבודות הגמר
כיתה י"א	ביצוע הניסויים	יוני - אוגוסט
כיתה י"ב	ארגון ועיבוד התוצאות, הסקת מסקנות כתיבת העבודה	ספטמבר - דצמבר
כיתה י"ב	הגשת עבודת הגמר	ראו מועדי הגשת העבודות במידעון עבודות הגמר

דרישות אקדמיות ומקצועיות מהמנחה האקדמי:

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.
- בעל ניסיון במחקר.

איתור מנחה אקדמי, יעשה 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 לידיעתו של המנחה האקדמי את כל הנדרש בעבודת גמר ויעדכן אותו בכל כללי ההכנה, הנהלים ולוח-הזמנים.

המנחה האקדמי תפקידו העיקרי הוא להנחות את התלמיד בכל הנוגע להיבטים המקצועיים-מדעיים של נושא המחקר: הפניה לספרות מקצועית מתאימה, הדרכה באיסוף המאמרים האקדמיים הרלוונטיים, תכנון המחקר, סיוע בכתיבת ההצעה לעבודה, הכרת שיטות עבודה, ביצוע המחקר, עיבוד הממצאים וסיכומם.

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

עבודת הגמר לא תונחה על ידי מורה לכימיה ולא תתבצע במעבדה של בית הספר.

מורה מלווה בית ספרי - בית הספר ימנה מטעמו מורה שהינו מרכז עבודות הגמר. מרכז 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. מרכז עבודות הגמר יעמוד בקשרי התייעצות עם המורה לכימיה. הוא יעקוב אחר התקדמות התלמיד בעבודתו, יסייע לו בקריאת חומר מדעי, בהנחיה בכתיבת העבודה וההצעה לעבודה, בעריכה, בניסוח העבודה ובפתרון של בעיות שונות העולות במהלך הכנת העבודה. מרכז עבודות הגמר יקרא את העבודה לפני השלמתה והגשתה להערכה ויעיר את הערותיו (מוצע, שגם המורה לכימיה יעיין בהצעה ובעבודה לפני השלמתן והגשתן).

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

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.

אפשרות למחקר השוואתי :

לא רלוונטי לכימיה