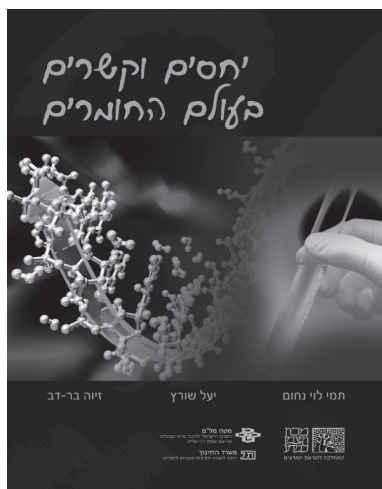




"יחסים וקשרים בעולם החומרים" מבנית חובה, 3 יח"ל

זיוה בר-דב*, תמי לוי נחום** ויעל שורץ***



המבנית פותחה בקבוצת הכימיה, במחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, בראשותו של פרופ' אבי הופשטיין. ריכוז הצוות: ד"ר רחל ממלוק-נעמן וד"ר יעל שורץ, צוות הפיתוח והכתיבה: תמי לוי נחום, ד"ר יעל שורץ, זיוה בר-דב וד"ר רות בן-צבי. יועץ פדגוגי: פרופ' אבי הופשטיין, יועצים מדעיים: ד"ר ליאור קרוניק ופרופ' רון נעמן.

תכנית הלימודים החדשה מצדדת בהצגת תופעות בכימיה בהקשרים המתאימים ובקידום האוריינות של התלמידים בתחום הדעת. מגמת התכנית היא לבנות אצל התלמידים בסיס מוצק להבנה מעמיקה ככל האפשר של המושגים והעקרונות המרכזיים בכימיה – מדע ניסויי הנמצא בחזית המחקר המדעי. גישה זו מצריכה הצבת מטרות הוראה המתאפשרות הן לקידום הבנת המשמעות של מושגי המפתח והן ליכולת של התלמידים ליישם הבנה זו.

תיאור המבנית "על קצה המזלג"

המבנית "יחסים וקשרים בעולם החומרים" היא מבנית חובה שפותחה בהתאם לתכנית הלימודים החדשה לשלוש יחידות לימוד, כפי שהתפרסמה על ידי משרד החינוך, תשס"ה. המבנית מציגה בגישה אחרת את הנושאים המוכרים "מבנה וקישור" ו"סטוכיומטריה" וכוללת גם פרק נוסף שעוסק במצב הגזי.

הספר כולל שלושה פרקים:

פרק I: הקשרים שבחומר

פרק II: חומרים – יחסים וכמויות

פרק III: גזים – יחסים וכמויות

את הספר מלווה אתר אינטרנט שפותח ועוצב על ידי ד"ר שלי ליבנה, וכתובתו:

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/materials/>

באתר תוכלו למצוא:

- **קישורים** לפעילויות שמתוארות בספר ולפעילויות נוספות
- **לומדות מלוות** שפותחו על ידי ד"ר רות בן-צבי ומלכה יאיון
- **מדריך למורה**
- **פורום למורים**

הפרק הראשון – "הקשרים שבחומר" – עוסק בקישור הכימי ובמבנה החומרים בהתאם למושגים ולעקרונות המופיעים בסילבוס החדש, ולכן משולבים בו נושאים שבעבר לא נכללו ב"מבנה וקישור" כמו – תרכובות הפחמן, איזומרים, קבוצות פונקציונליות, פולימרים

* זיוה בר-דב, חברת קבוצת הכימיה, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

** תמי לוי נחום, דוקטורנטית בהנחיית פרופ' אבי הופשטיין וד"ר רחל ממלוק-נעמן, קבוצת הכימיה, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

*** ד"ר יעל שורץ, סיימה דוקטורט בהנחייתם של ד"ר רות בן-צבי ופרופ' אבי הופשטיין, קבוצת הכימיה, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע. נמצאת עתה בבית דוקטורנט באוניברסיטה של מישגן אן-ארבור, ארה"ב.

התאורטי המקובל כיום, ויש להבין גם שאת התפיסה הזו ניתן להציג באופן מוחשי בכמה דרכים.

בפרק משולבות פעילויות רבות: דפי עבודה עם שאלות חשיבה ושאלות תרגול, פעילויות ברשת האינטרנט ובהן המחשבות ואנימציות מצוינות לקשרים, למבנה ולתכונות החומרים; ניסויי חקר, פעילויות בקבוצות, מפות מושגים וצפייה בסרטים.

דרכי ההערכה, השאלות והפעילויות בפרק זה מותאמות לדגשים ולרציונל של הפרק ולרוח התכנית החדשה. הגישה החדשה להוראת הקישור הכימי, כפי שהיא באה לידי ביטוי במבנית זו, מתוארת בהרחבה בגיליון זה, במאמר שבעמוד 50.

הפרק השני "חומרים – יחסים וכמויות" עוסק בהיבטים כמותיים בכימיה המסייעים בהבנה מעמיקה יותר של תגובה כימית, הוא עוסק גם בדרכם של כימאים "לספור" חלקיקים וביחס בין המגיבים לבין התוצרים בתגובה. התלמידים יכירו מושגים חדשים כגון "מול", "מסה מולרית", "ריכוז מולרי" וילמדו איך מושגים אלה מאפשרים לשקול ולמדוד כמויות שונות של חומרים – במקום לספור חלקיקים – ולחשב את כמויות החומרים המשתתפים בתגובה. בהתאם לתכנית הלימודים החדשה, מתמקד הפרק בהבנת עקרונות כלליים, דהיינו, בהבנה עקרונית של מושג המול וחשיבותו. מומלץ לא להתיש את התלמידים בחישובים רבים במהלך הוראת פרק זה, אלא לשלב חישובים סטוכיומטריים בכל מקום



"על קצה המזלג" ומבנה אמורפי של מוצקים. הפרק מבוסס על מודל חדש להוראת הנושא. על פי מודל זה הקשר הכימי נלמד תוך התבססות על עקרונות היסוד המשותפים לכל הקשרים הכימיים: חוק קולון, נקודת האיצון בין כוחות הדחייה ובין כוחות המשיכה, אנרגיית הקשר, אורך הקשר, אלקטרושליליות ומושג האורביטל. הקשרים מוצגים כרצף של חוזקי קשרים על הרצף מהקשר היוני, דרך הקשרים הקוטביים, הקשר הקוולנטי הטהור, קשרי המימן ועד אינטראקציות ואן-דר-ואלס. לצד המשותף בין כל הקשרים, מודגשים גם ההבדל בחוזק הקשרים ובמאפייניהם וגם השלכותיהם של הבדלים אלו על תכונות החומר ועל תופעות מוכרות. המסע מתחיל באטום הבודד, ממשיך בדיון העוסק במה שקורה כשאטום "פוגש" אטום, לאחר מכן נלמדים מאפייני המולקולות הבודדות, ובסוף המסע מתגלה עולם החומרים הכולל את מבנה החומרים ותכונותיהם.

בפרק זה הדגשנו גם את חשיבותם של ריבוי המודלים הוויזואליים, ולכן מוצגות מולקולות ומבנים גבישיים במגוון מודלים: מודל לואיס, נוסחאות מבנה (מפורטות ומקוצרות), מודל "כדור-מקל", מודל ממלא מרחב וייצוגים קוונטיים המציגים את ההסתברות למציאת אלקטרון או אלקטרונים במרחב שסביב הגרעינים. הדיון בחשיבותו של כל מודל, במגבלותיו ובהיבטים שהוא מדגיש לעומת היבטים שאינם מיוצגים על ידו – הוא חיוני בלימודי המדע. חשובה גם ההבנה של המודל

מבנה הפרק

א. מבוא.	}	חלק I
ב. תהליכים בכימיה.		
ג. כימאים סופרים חלקיקים.	}	חלק II
ד. צעד אחד קדימה – דרכו של הכימאי "לספור" חלקיקים באמצעות המול.		
ה. מסה מולרית.		
ו. המול ותגובות בכימיה.		
ז. עוד על היבטים כמותיים...	}	חלק III



לימוד הפרק מתחיל בהכנת עוגת שוקולד ובחישוב כמויות הדרושות לעוגה אחת, למאה עוגות, לייצור מסחרי. הפעילות מדגישה את העובדה כי היחס בין המרכיבים נשאר קבוע למרות הכמויות המשתנות.

הפרק ממשיך בחזרה ובהעמקה בנושא איזון תגובות ברמה החלקיקית ובחוק שימור החומר, אגב שימת דגש על ריבוי ייצוגים לתגובה כימית (ציורים, ניסוח תגובה). כמו כן, נעשה שימוש באנימציות ממוחשבות ובאנלוגיות שונות המוכרות לתלמידים להבנת המושג "גורם מגביל".

בחלק ה- II של הפרק מוזמנים התלמידים למסע קניות מחשבתי. באילו יחידות רוכשים לחם? חלב? ענבים? פיצוחים? טיטולים? ביצים? האם היינו מעלים בדעתנו לעמוד במרכול ולספור 1000 גרגרי מלח?



שבו הם רלוונטיים לחומר הנלמד ולאורך כל שנת הלימודים.

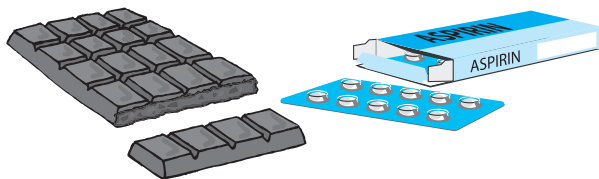
בייחוד אמורים הדברים לגבי נושא הריכוז המולרי. התרגול העיקרי בנושא זה יעשה בפרקים הדנים בשיווי-משקל ובחומצות ובסיסים.

במידת האפשר קושר הפרק את נושאי הלימוד למצבים מוכרים וקרובים לתלמידים מחיי היום-יום – אפיית עוגת שוקולד, קניית מוצרים שונים הנמדדים ביחידות מידה שונות בסופרמרקט, ריכוז חומר פעיל בתרופה, ריכוז סירופ במיץ פטל, אחוז לפי מסה של מרכיבי מזון כפי שהוא מופיע בתוויות מזון, ניטור זיהום אוויר אגב שימוש ביחידה מספר חלקים למיליון ועוד.

מטרות הפרק

- חזרה על איזון של ניסוחי תגובות ומשמעותם ברמה החלקיקית.
- הצגת המול כדרכו של הכימאי "לספור" חלקיקים.
- המחשה של גודל המול.
- הצגת המושג "מסה מולרית" כמושג שמאפשר לבצע חישובים כמותיים בתגובות כימיות.
- הסבר המשמעות של המושגים "מול" ו"מסה מולרית" עבור סוגים שונים של חומרים: מולקולריים, מתכתיים, יוניים, אטומריים.
- הצגת הקשר בין המושגים "מול" ו"מסה מולרית" לבין ניסוח תגובה מאוזן.
- חישובים על פי ניסוח תגובה.
- בהוראת הפרק יש לשים דגש על עקרונות היסוד האלה:
 - המול הוא מספר קבוע ומוסכם של חלקיקים.
 - להבנת תגובה כימית נדרשת חשיבה ברמה חלקיקית. עם זאת, לביצוע תגובות כימיות יהיה זה מעשי יותר לשקול כמויות שונות של חומרים – במקום לספור חלקיקים.
 - בתגובה כימית קיים יחס קבוע (יחס בין חלקיקים ויחס בין מולים של חלקיקים) בין המגיבים לתוצרים.
 - קישוריות בין ההיבט הכמותי למושגים נוספים ותחומי תוכן נוספים.
 - שימור העניין של התלמידים בנושא הנלמד.

שוקולד, קביעת ריכוז יוני כלור במי שתייה, קביעת אחוז החומר הפעיל בגלולת אספירין; פעילויות ברשת האינטרנט; דפי עבודה המכילים שאלות חשיבה ושאלות תרגול.



המדריך למורה לפרק השני מכיל פתרונות מלאים לכל הפעילויות והערות לפעילויות אלו, ועוד הרבה פעילויות מומלצות שאינן מופיעות בספר לתלמיד: ניסויים, סרטים, פעילויות ברשת אינטרנט, מאמרים, דפי עבודה, ניתוח טעויות המשגה של תלמידים בנושא "סטוכיומטריה", שאלות מבחניות בגרות (חלקן מעובדות) בנושא "סטוכיומטריה".

הפרק השלישי "גזים – יחסים וכמויות" עוסק בהיבטים הייחודיים למצב הגזי של החומרים.

בעזרת הלומדה "תכונות הגזים", שהוכנה על ידי ד"ר רות בן-צבי, יכירו התלמידים באמצעות הסימולציות של הניסויים המתאימים את חוקי הגזים. הם יתוודעו גם אל משוואת המצב של גזים אידאליים הממחישה איך מדענים מבטאים באופן מתמטי את היחס בין המשתנים השונים המאפיינים את המצב הגזי. התלמידים ילמדו



לאחר מכן מוצג מושג המול, שבאמצעותו יכול הכימאי "לספור" חלקיקים. משמעות המול והמסה המולרית עבור סוגים של חומרים שונים מודגמת ומומחשת תוך שימוש באנלוגיות. לאחר לימוד מושג המול מוסברת התועלת הטמונה בהבנת תפקידו של המול בחישובים בתגובות כימיות.

$$6.02 \times 10^{23}$$



בחלק ה-III של הפרק נחשפים התלמידים "על קצה המזלג" למושג הריכוז. העיקרון המרכזי הוא כי ניתן למדוד ריכוז חומר ביחידות שונות. מוצגות היחידות של ריכוז

מולרי, מספר חלקיקים במיליון – ppm, אחוז לפי מסה. עיקר התרגול בנושא הריכוז ייעשה במבניות הבאות, מתוך הבנת ההקשר והמשמעות של החישוב לסוגיה הנחקרת.

הפרק שם דגש על מספר עקרונות העומדים בבסיסה של הקניית אוריינות מדעית:

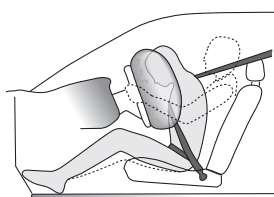
- "למידה מתוך צורך" – יצירת מצב שבו הלומדים מבינים את הצורך במידע נוסף, בקביעת מושג מדעי חדש (המול) וכו'.

- קישוריות המושגים המדעיים הן לחיי יום-יום כפי שפורט לעיל, והן לתחומי מדע המשיקים לכימיה. כך למשל, נדון הקשר בין חוק שימור החומר ובין התכלות משאבי הטבע, והקשר בין חוק שימור החומר לבין הנוסחה המפורסמת – $E=mc^2$. הפרק מכיל קטעי העמקה בנושאים ספקטרומטר מסות וקביעה ניסויית של מספר אבוגדרו.

בפרק משולבות פעילויות כגון: עבודה בקבוצות וניסויים עם חומרים שמוכרים לתלמידים, כפי שעולה מהדוגמאות האלה: קביעת "מסה מולרית" של קוביות

בעת התנפחותה. מוצגות מספר שאלות מובילות, שהתשובות עליהן מובילות את הלומדים להעמקת ההבנה של תגובות כימיות שבהן מעורבים גזים. השאלות המובילות הן:

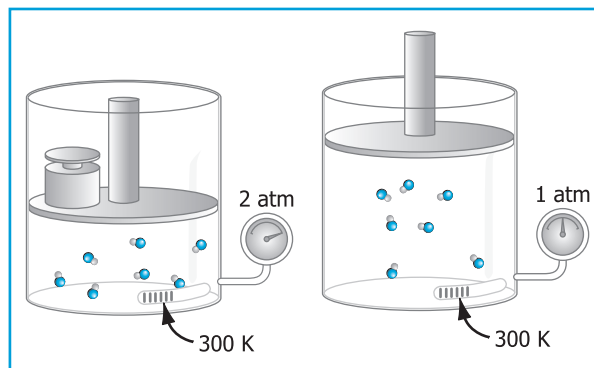
- מהי המסה שיש לקחת מכל אחד מהחומרים המגיבים, על מנת לקבל נפח מספיק של חנקן (הנפח המרבי של גז בכרית אוויר הוא כ-70 ליטר)?
- מה יקרה אם נפח החנקן שייפלט כתוצאה מהתגובות יהיה גדול יותר מנפח השקית?
- מהי ההשפעה של טמפרטורת הסביבה על נפח הגז בכרית? (כלומר, מה יהיה נפח הגז שייפלט ביום חורף שבו הטמפרטורות נמוכות במיוחד, או ביום קיץ לוחט?)



בפרק משולבות פעילויות כגון עבודה בקבוצות; ניסוי שבו מפיקים חמצן בתגובה של פירוק מי חמצן; צפייה מונחית בסרט; פעילויות ברשת האינטרנט, דפי עבודה המכילים שאלות חשיבה ושאלות תרגול.

המדריך למורה לפרק השלישי כולל פתרונות מלאים לכל הפעילויות והערות לפעילויות אלו, ועוד הרבה פעילויות מומלצות שאינן מופיעות בספר לתלמיד: ניסויים, סרטים, פעילויות ברשת האינטרנט, מאמרים, שאלות – ניתוח קטע ממאמר מדעי, דפי עבודה, ניתוח טעויות המשגה של תלמידים בנושא "המצב הגזי", שאלות מבחניות בגרות (חלקן מעובדות) בנושא "המצב הגזי".

באופן איכותי על ההבדל בין גזים אידאליים ובין גזים שקיימים במציאות, ועל יישומי התהליכים הכימיים שבהם מעורבים גזים, כגון כרית אוויר במכונית וכדור פורח. אין הכוונה לבצע תרגילים חישוביים בעזרת המשוואה של גזים אידאליים, אלא להמחיש לתלמידים כי המדענים מבטאים באופן מתמטי את היחס בין המשתנים השונים המאפיינים את המצב הגזי (לחץ, טמפרטורה, נפח וכמות הגז).



מטרות הפרק הן הקניית ההבנה של חוקי הגזים והיכולת להסביר ברמה החלקיקית, הבנת מספר עקרונות בסיסיים בתאוריה הקינטית-מולקולרית, הבנת השערת אבוגדרו והמושג "נפח מולרי" ויישומם בתהליכים כימיים שבהם מעורבים גזים.



בהתאם לעיקרון "למידה מתוך צורך", פותח הפרק בהצגת נושא בטיחות של הנוסעים במכונית ומתמקד בכרית האוויר, במנגנון הפעלתה ובתגובות המתרחשות

