

פחית הפלא - ניסוי חקר ותיכון מוצר במסגרת יחידת המעבדה בדגש תעשייתי

שרה שני*



מעבדה

במאמר זה מתוארת עבודה שביצעו תלמידיי במסגרת יחידת המעבדה בדגש תעשייתי - המיזם התעשייתי. בעבודה זו באה לידי ביטוי המיוחדות של יחידת מעבדה זו ביחס ליחידות מעבדה אחרות שכן היא כוללת ומשלבת בתוכה את המרכיבים הבאים:

♦ **דגש תעשייתי** - הדגשת היבטים רלוונטיים ויישומיים של הכימיה בתעשייה הכימית וההשלכות שלה על חיי היומיום.

♦ **דגש על הקניית מיומנויות מידענות ותקשוב** - חיפוש מידע ברשת והתמודדות עם מקורות מידע והערכתם.

♦ **שילוב ניסויי מעבדה בסגנון של ניסויי חקר על-פי תכנית הלימודים החדשה בכימיה עם משימות תיכון** שבהן אנו עושים שימוש בעקרונות כימיים ותעשייתיים לחקר ולתכנון של מוצרים המשמשים אותנו בחיי היומיום.

העבודה שנושאה "פחית הפלא" תוכננה בעקבות כתבה שפורסמה בעיתון "ידיעות אחרונות" ובה מסופר על פיתוח של פחית משקה שמתחממת בלחיצת כפתור, וכעבור 3 דקות ניתן לשתות ממנה קפה נמס חם. בכתבה יש גם תרשים סכמטי של הפחית, ללא פירוט החומרים המצויים במערכת.

מי מאתנו לא ישמח להשתמש בפחית כזו? איך לא חשבו על פטנט כזה קודם?

את הכתבה, את דפי העבודה לתלמידים, את דפי ההנחיה למורים ואת המחווה להערכת התלמידים ניתן למצוא באתר הלימודי "כימיה ותעשייה כימית בשירות האדם" שכתובתו היא:

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

מיזם תעשייתי ← אוסף ניסויים ברמות שונות של חקר

העבודה בכיתה בנויה מ-3 שלבים:

שלב א': קריאה ודיון בכתבה, תוך שימוש בידע הכימי שנלמד, וחיפוש אחר נתונים (החשובים לתכנון המערכת והניסוי) באתרי אינטרנט.

התלמידים עונים על השאלות האלה:

1. מהו סיקרון הפסולה של פחית הפלא? פרטו.

2. נסו לחשוב על "זוג חומרים כימיים" שמסוגלים לזכזכ את פסולת החימום המצויה בכתבה. פרטו וסנו:

א. איזו גבולות אדם "מחפשים"?

ב. הסוג הצפוי לזוג/זוגות של חומרים מאוימים.

ג. רשמו נוסחאות, מצבי צבירה וניסוח גלולה לכל זוג חומרים שהצעתם.

ניתן להשתמש בספר האימות, ספר ענינים, מאגרי מידע....

ד. חשבו את כמות האנרגיה הדרושה לחימום כוס הקפה. פרטו את חישוביכם.

ענינים: נפח הקפה - 150 מ"ל. טמפר' התחלית של המים - 25°C. צפיפות של מים - 1 גר/מ"ל.

* שרה שני, מורה לכימיה, תיכון רביבים והגימנסיה הראלית, ראש"צ; מכון דוידסון, מכון ויצמן למדע.

הטמ' הדרושה להכנת הקדח - 65°C (אפשר לחזור נענים אחרים).

חוס סג'ו' של מים - 4.2 ג'ו' / גר' מלח.

4. מן הדרושות הזיכיונות מ"החומרים הכימיים" המלאוים שימוש בקחית הפלא? קרטו.

5. מליזה חומר או מליזו חומרי מזנה צריכה להיות בניה הפחית? קרטו.

6. חקשו מידע זיכיוני של החומרים שזחרטס, באתר שכלזטו היא: <http://physchem.ox.ac.uk/MSDS>

או באתרי MSDS אחרים (אלו הם אתרים המכילים מידע זיכיוני של חומרים שונים) והעתיקו את הנענים שנראים לכם חשודים.

(הערה: עליכם לחפש את החומר על-פי סדר אותיות ה-ABC).

בשלב זה התלמידים חוזרים על הנלמד בכיתה י"א: הם מחפשים תגובות אקזותרמיות (חמצון-חיזור, חומצות ובסיסים) ומחשבים את Q הדרוש לתהליך.

כמו-כן הם נחשפים להיבטים בטיחותיים וטכנולוגיים של מוצרים - שלב הכרחי בפיתוח של כל מוצר.

שלב ב': תכנון וביצוע ניסוי לחישוב ΔH של התגובה .

לכנן זכצו ניסוי לחישוב ΔH של תגובה שזחרטס. היטלרו זמורה לקציעת ריכולים וכאוויר.

בניסוי זה התלמידים בוחרים תגובה אקזותרמית כלשהי, קובעים כמויות ומתכננים את הניסוי.

אנחנו החלטנו בשלב זה "ליישר קו" ובחרנו ביחד תגובה אחת שכל תלמידי הכיתה יבצעו, כמובן עם כמויות שונות של חומרים. התגובה שנבחרה הייתה תגובת חמצון-חיזור בין תמיסת נחושת כלורית - CuCl_2 - לבין רדיד אלומיניום - $\text{Al}_{(s)}$. התגובה אקזותרמית ומרשימה מאוד.

בסופו של ניסוי חישבנו את ΔH הממוצע על-פי התוצאות שקיבלו כל הקבוצות.

המטרה של שלב זה היא להזכיר לתלמידים כיצד לבצע ניסויים בנושא של אנרגיה ולהדגיש היבטים בטיחותיים וטכנולוגיים אשר באים לידי ביטוי ב"פחית הפלא".

שלב ג': תכנון וביצוע ניסוי חקר

זחוק זה של העבודה עליכם לכנן ניסוי מעצב' שזו גיכאו לחקור את תגובה שזחרטס. לשם כך עליכם אנסח תחילה "שאלת חקר". השאלה צריכה להיות מנוסחת בצורה הזאה:

כיצד משפיע (המשפנה הזל' גלוי) על (המשפנה תל'וי)?

עליכם לציין ולהדגיש:

- איזו גורמים נשארו קבועים?
- מה המשפנה תל'וי?
- מה המשפנה הזל' גלוי?

1. רשמו בקצרה השערה מנומקת לגבי מה שצפוי, אצלכם, להתרחש בניסוי. המצטו זהשחרטס על ידע קודם ואל מידע שאספתם במהלך החיפוש באתרי מידע.



2. תכנן ניסוי שמטרתו לבדוק את ההשערה שניסחתם. הניסוי צריך לכלול:

- מהלך שבוצע מדויק.
- רשימת ציוד וחומרים הדרושים לכם לביצוע הבדיקה, כולל כמות וריכוזים.
- טבלה לרישום תוצאות המדידות והחישובים. הלישו את התכנית לאישור המורה.

ביצוע הניסוי

בצעו את הניסוי שתכננתם ובכל שלב רשמו את התצפיות ואת תוצאות המדידות בצורה ברורה ומסודרת.

סיכום התוצאות, מסקנות וסיכום

סכמו, נחו והסבירו את תוצאות הניסוי הן הנייחיות ואלה החקר וההשערה. במידת הצורך שרכו טבלאות ושרטוטרפים.

1. איזו גורמים אלוים אלרום לאי-דיוק בניסויים שביצעתם? הציבו דרכים לשיפור הניסוי.

2. איזו טאלות ורעיונות נוספים ממעוררים בעקבות הניסוי?

3. ציינו מה היה חלקו של כל אחד מחברי הקבוצה בעבודה.

4. ציינו את הקשר בין נושא העבודה לבין:

א. תכנית הלימודים.

ב. תגשייה הכימית.

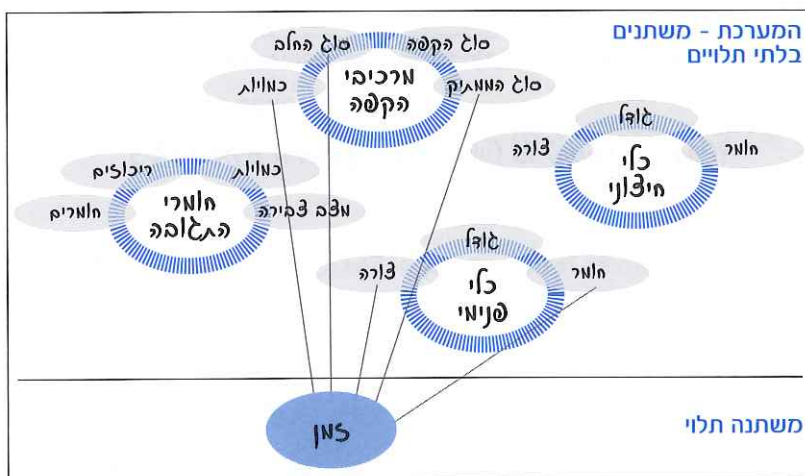
ג. כימיה בחיי היומיום.

כיצד מנסחים שאלות חקר?

לצורך כך נוח מאוד לבנות תרשים המתאר את המערכת (המשתנה הבלתי תלוי) ואת התצפיות (המשתנה התלוי). שיטה זו מבוססת על גישה שהוצגה על-ידי רולי אינטרטור, תיכון אזורי "הרצוג", בית חשמונאי בכנס מורים והותאמה על-ידי רותי שטנגר, עירוני ג' חיפה.

<http://www.mkm-haifa.co.il/schools/ironig/chemistry/inthelab.htm>

בשלב ראשון אנו מתייחסים לכל מרכיב במערכת ומפרטים את כל המשתנים האפשריים לגביו. בשלב השני ניתן "לחבר" כל מרכיב במערכת לכל מרכיב בתצפיות ולנסח לגביהם שאלות חקר.



בניסוח השאלות חשוב להקיף על העקרונות האלה:

1. השאלה איננה טריוויאלית - התשובה איננה ברורה מראש.
 2. השאלה מבטאת קשר בין המשתנים.
 3. השאלה חד-משמעית.
 4. ניתן לברר את השאלה על-ידי ניסוי שמתאים למעבדת בית הספר.
- הערה: בניסוי שערכנו בכיתתי, הוגדר Δt כגורם קבוע בכל הניסויים, בהנחה שיש טמפרטורה רצויה לשתית הקפה. ולכן הזמן היה המשתנה התלוי היחיד. ניתן כמובן לתת לתלמידים לבחור ב- Δt שונים, ובהתאם לזה יוגדר משתנה תלוי נוסף שהוא Δt .

דוגמאות לשאלות חקר של תלמידים:

1. כיצד משפיע סוג החלב על זמן החימום?
2. כיצד משפיע סוג הממתיק על זמן החימום?
3. כיצד משפיע החומר שממנו עשוי הכלי הפנימי על זמן החימום?
4. כיצד משפיעה כמות החלב על זמן החימום?
5. כיצד משפיעה צורת הכלי הפנימי על זמן החימום?
6. כיצד משפיע מופע הנחושת כלורית (תמיסה, אבקה) על זמן החימום?



מדידת השפעת החומר ממנו עשוי הכלי הפנימי על מהירות החימום

בכיתתי בחרו רוב הקבוצות לבדוק את השפעת מרכיבי הקפה על זמן החימום. אף קבוצה לא בחרה לחקור את מרכיבי התגובה הכימית. ולכן בדיון משותף הוחלט לבצע את החימום באמצעות פלטה חשמלית או מבער בוזן ולא באמצעות התגובה שנבחנה בשלב הקודם; שכן שיטת החימום היא גורם קבוע ולא חלק מהמשתנים בשאלת החקר.

תוצאות של ניסויי התלמידים

● כיצד משפיע סוג הממתיק על זמן החימום?

בתכנון הניסוי התלבטו התלמידים לגבי הכמויות שצריך לקחת מכל ממתיק (גורם קבוע). בסופו של דבר הם החליטו לקחת מכל ממתיק כמות מתאימה כך שהקפה "יהיה טעים":

2 כפיות סוכר, 2 טבליות סוכרזית, כפית גדושה של דבש...

הגורמים הקבועים היו: נפח הקפה, סוג החלב וכמותו, הכלי שבו בוצע החימום, שיטת החימום (פלטה חשמלית).

המדידות הראו כי:

ביקורת ללא ממתיק	דבש
סוכרזיט	סוכר לבן
שוקולד	סוכר חום
מהירות חימום עולה	

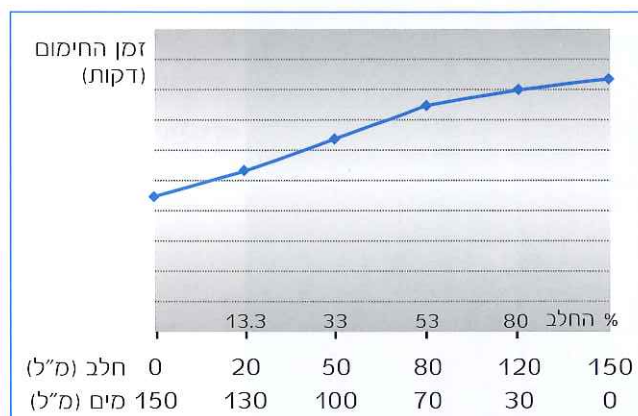
מתוצאות הניסוי עולה כי יש השפעה לסוג הממתיק וכנראה גם לכמות הממתיק על החום הסגולי של התמיסה. מובן שהתלמידים העירו כי בחישובים שתמיד עשינו, התעלמנו ממומסים הנמצאים בתמיסה והשתמשנו בחום הסגולי של מים. אך כאן ריכוז המומסים גבוה מאוד, ולכן השפעתם ניכרת.

● כיצד משפיעה כמות החלב על זמן החימום?

הגורמים הקבועים בניסוי היו: נפח הקפה, סוג החלב, הכלי שבו בוצע החימום, צורת החימום (פלטה חשמלית). המדידות הראו כי: ככל שכמות החלב גדולה יותר - זמן החימום עולה. גם כאן הייתה למומס השפעה ניכרת על החום הסגולי של הקפה.



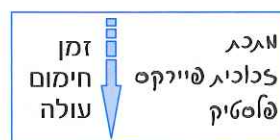
בדיקת השפעת אחוז החלב על מהירות החום



● כיצד משפיע החומר שממנו עשוי הכלי הפנימי על זמן החימום?

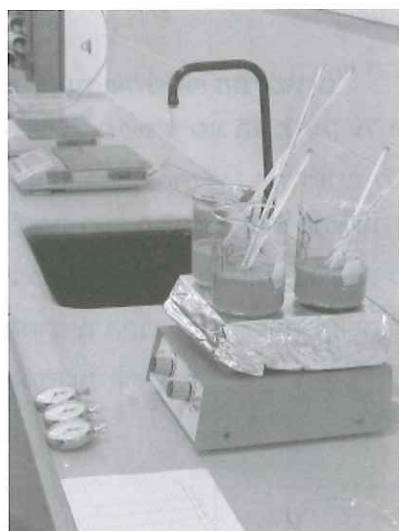
הגורמים הקבועים היו: הקפה על כל מרכיביו, גוף החימום (פלטה חשמלית).

התוצאות שהתקבלו התאימו לידע של התלמידים בנושא מבנה וקישור:



לסיכום

- התלמידים נהנים מאוד.
 - המטרות הלימודיות מושגות (מיומנויות ותכנים).
 - הניסוי מעודד את לימודי הכימיה בבית הספר.
 - הניסוי משפר את הישגי התלמידים.
- את שיעור המעבדה סיימנו בשתיית כוס קפה - לא במעבדה, כמובן.



בדיקת השפעת סוג הממתיק על מהירות החימום