

# השתלמות מחוז בכימיה

אשכול פיס

באר שבע

ד' בסיון תשע"ד  
2-jun-14

## תכניית ניסויים



הקסם של הכימיה

ד"ר מרדכי גולדמן

משעול קורא 2  
באר-שבע 84721  
טל. 08-6432843  
נייד: 050-7729226  
E-mail: mord0018@yahoo.com

ד"ר מרדכי גולדמן

דוא"ל: [mordechai5ish@gmail.com](mailto:mordechai5ish@gmail.com)

נייד: 050.815.5682

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

### פתח דבר

“SCIENCE (**CHEMISTRY**) is a VERB”

את ההנחיה הזאת למדתי ממורי הדגולים באומנות הוראת המדעים בכלל והוראת הכימיה בפרט. כדי ללמוד כימיה צריכים לעשות אותה – אם זה להכיר תופעות בטבע ולחקור אותן, אם זה ניסויי תלמידים, אם זה ניסויי הדגמה ע"י המורה, ואם זה מופעים שבהם כל החושים שלנו מתעוררים ע"י החשיפה ל"קסם של הכימיה". הנסיון מלמד שכל אחד ואחת מאיתנו יכול ללמד את מה שהוא הכי אוהב, את מה שנשמתו הכי מתחברת אליו. זה הכלל.

והפרט הוא שאם תחום אהבתנו הוא מדעים, אזי הדרך הטובה ללמדו היא ע"י שהתלמידים מרטיבים את הידיים. ובזה ניתן למלא כמה שנות לימודים – ולא רק ואחת או שתיים – עם ניסויי תלמידים. אלא –

שיש חומרים ויש דרכי התנסות שרק האיש המנוסה רשאי לעסוק בהם, וזה המקום של ניסויי הדגמה. ואם השאיפה החומרית היא לשתף את התלמיד בתופעות שהוא אינו מכיר אותן על-מנת שהוא ילמד מהן, שאיפה לא פחות חשובה היא המחשבתית, הרעיונית, הרוחנית – והיא להבין שכל מה שאנחנו רואים בעולם שלנו, יוצר אחד יש. לפי דברי אברהם אבינו – יש מנהיג לבירה.

אנחנו חורשים את הקרקע ומכניסים את הזרע הקטן מתחת לפני האדמה. אנחנו משקים אותו ומדשנים אותו ע"מ שיגדל להיות הצמח המתוכנן מראש בקוד הגנטי של אותו זרע. מבלי השקעתנו, הזרע לא יצמח. אך לא אנחנו קובעים למה הוא יגדל.

כמו-כן, עלינו בתור מדענים לגלות את הכוחות שיש בטבע וללמוד איך לשלוט בהם כדי שנפיק את מירב התועלת מהטבע. אך לא אנחנו יוצרים כוחות אלה – לא את כח המשיכה ולא את תנועת הסיבוב של כדור הארץ. לא אנחנו קובעים את מידת החום שנותנת לנו השמש לחיות בכוכב הלכת הזה ולא באף מקום אחר. ולא אנחנו קובעים שלכל חלקיק ותת-חלקיק ביקום יש תנועה. כל זה אינו לא בשליטתנו ולא באחריותנו. תפקידנו הוא לפתח את העולם, או כפי שה' ית' מברך את אדם וחוה בגן עדן:

“וַיִּבְרָךְ אֹתָם אֱלֹקִים וַיֹּאמֶר לָהֶם אֱלֹקִים - פָּרוּ וּרְבוּ וּמְלֵאוּ אֶת-הָאָרֶץ וּכְבָשׁוּהָ...”

מילה זו, **וּכְבָשׁוּהָ**, היא ציווי אלוהי להוציא את כל מה שיש בעולם (במובן הרחב ביותר של המילה) מהכח אל הפועל.

זה מה שמסתתר מאחורי סידרת הניסויים שלפנינו – תופעות שונות שע"י חקירתן נוכל למלא – אילו אף במעט – את הציווי הזה.

בניסויים אלה, רובם ככולם, ההיבטים הבטיחותיים הם חשובים ביותר. אך לא ייחדתי מקום להבהיר את זה, מתוך שיקול שמורים לכימיה מודעים לסכנות הכרוכות בשימוש, אף בשימוש **נפוץ**, בחומרים כימיים. אם המורים סבורים שיש לציין בדיוק במה להיזהר בכל ניסוי וניסוי אוסיף את זה.

על ההצלחות שלכם בשימוש בניסויים אלה – זכות היוצרים היא שלכם. אתם יודעים שבין מה שכתוב לבין מה שעושים בפועל, ה-input של המורה הוא קריטי. על הטעויות והכשלונות – אקח אחריות ואם אוכל להבהיר דבר/ים כדי שתצליחו יותר – אשמח בחלקי.

עבודה נעימה!

מרדכי גולדמן

תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

ניסוי

- 1/ הכל כפי שזה נראה?
- א. פלא הסיבוב
- ב. Mason Jar
- ג. S.A.P. - לאן נעלמו המים?
- ד. נר עם סליל הנחושת (Candle - Cu)
- ה. הפרדת החלמון מחלבון הביצה
- ו. עתון - חיתוך/דבק הקסם
- 2/ צבירה של מה?
- ז. חול
- ח. בועה
- ט. הילת הזכוכית
- 3/ "ואד יעלה מן הארץ..."
- י. בלון בארלנמאיר
- יא. הפחית הקורסת
- יב. הארלנמאיר
- יג. מכת הדם
- 4/ צבעי הקשת
- יד. בקבוק הלימודים
- טו. "שעון הגאולה" (שעון יוד)
- טז. "בקבוק בראשית" (שעון בריגס-ראושר)
- 5/ האם רוצים להלהיב?
- יז. הסנה הבוער
- יח. פצצת H<sub>2</sub> - הבקבוק החלול
- יט. פצצת H<sub>2</sub> - Pringles
- כ. פצצת Me/EtOH - בקבוק מי עדן

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

### הכל כפי שזה נראה?

/1

- א. **פלא הסיבוב**
- ב. **Mason Jar**
- ג. **S.A.P - לאן נעלמו המים?**
- ד. **נר עם סליל הנחושת (Candle - Cu)**
- ה. **הפרדת החלמון מחלבון הביצה**
- ו. **עתון - חיתוך/דבק הקסם**



**פלא הסיבוב:**

ר' את הסרטון: [סיבוב הכוס - בכל כיוון](#)

### **Mason Jar**



ר' את הסרטון: [מיסון ג'אר - המים אינם יוצאים?](#)

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

### S.A.P. - לאן נעלמו המים?

ציוד וחומרים:

- 3 כוסות קל-קר
- 3 כוסות חד-פעמיות במידה גדולה יותר במעט מזו של כוסות הקל-קר
- כ-0.5 גר' SAP פולימר ([sodium polyacrylate](#))
- כ-25 מ"ל, בכוס קטנה, מים מזוקקים (כושר ספיגת הפולימר רב יותר במים מזוקקים מאש במי ברז)

מהלך:

1. לפני הניסוי להכניס כוס קל-קר לתוך כל אחת מהכוסות החד-פעמיות
2. לערוך את 3 זוגות הכוסות בשורה לפני הקהל, כך שייראה כאילו כל אחת היא כוס בלבד.
3. לפני תחילת הניסוי, להעביר את פולימר ה-SAP לתוך אחת הכוסות מבי ידיעת הקהל.
4. למזוג את המים לאחת הכוסות (זוג הכוסות), דווקא לאחת שאין בה ה-SAP.
5. לשחק משחק – לערבב את הכוסות בזריזות כדי (כאילו) שלא יוכלו לדעת באיזו מן הכוסות המים.
6. אחר כמה שניות של ערבוב, לעצור, לבקש שינחשו היכן המים.
7. לחזור על המשחק, אלא לשים את המים בכוס השניה שאין בה ה-SAP.
8. ושוב, בזאת הפעם השלישית, כן לשים את המים בכוס המכילה את הפולימר. תוך כמה רגעים, הפולימר סופג את המים. בינתיים, מעבירים את הכוסות כמו קודם.
9. אחרי שניחשו היכן המים, כאשר בודקים כוס, כוס – מגלים שהמים אינם נמצאים באף אחת מן הכוסות!...

ר' את הסרטונים: 1. [S.A.P.-1](#) ו- [S.A.P.-2](#)

### נר עם סליל הנחושת (Candle - Cu)

ציוד וחומרים:

נר שעווה, פמוט, גפרורים, סליל נחושת (עשוי מחוט חשמל לאחר הסרת הבידוד)

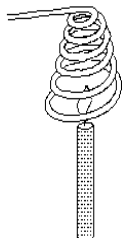
מהלך:

על הנר הבוער, שמים סליל נחושת סביב הלהבה. נראה כאילו הלהבה כבתה. אך כשנרים את הסליל מעל לנר, הוא שוב בוער.

הסבר:

חוט הנחושת מוליך חום ומעביר את אנרגיית החום מהנר הבוער. פעמים הוא עושה זאת עד כדי כיבוי הנר, כיוון שהטמפרטורה בסביבת הנר היא נמוכה מטמפרטורת הצתת הנר. אך פעמים החוט 'זוכה' רק לשנות את גוון הלהבה מצהוב לכחול בהיר (בד"כ, זה סימן של בעירה מושלמת יותר...). גוון זה אינו נבחן בבירור ע"י העין באור היום. כאשר מחשיכים את החדר, יותר קל לראות את הלהבה. (ר': [Copper coil candle snuffer](#))

4.20



## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

### הפרדת החלמון מחלבון הביצה

#### ציוד וחומרים:

- ביצה טרייה (או יותר מאחת...)
- בקבוק מים (500 מ"ל) פלסטי, נקי ויבש
- 2 צלחות



#### מהלך:

1. לפתוח ביצה טרייה ולשים אותה באחת הצלחות.
2. ללחוץ **מעט** על בקבוק המים הריק כדי להוציא אוויר.
3. במצב הנתון הזה, להצמיד את פי הבקבוק לחלמון ולשאוב את החלמון לתוך הבקבוק (זה עובד!).
4. אפשר לחזור ולהכניס יותר מחלמון אחד לתוך הבקבוק (ר' את הסרטון: [חלמון מחלבון](#))
5. בסוף, אפשר להחזיר את החלמון לצלחת עם החלבון.

### עתון - חיתוך/דבק הקסם

#### ציוד וחומרים:

- רצועת עתון באורך של כ-30 ס"מ מקופל וברוחב של 7-8 ס"מ
- מספריים
- כוס ריקה עם מכסה, שכתוב עליה "דבק קסם"
- דבק נוזלי – Elmer's rubber cement
- טלק
- מטלית יבשה

#### מהלך:

#### הכנת הנייר לפני הצגתו

1. למרוח את הדבק ב-2 הקצוות נייר העתון וכן באמצע הנייר, בצד הפנימי שלו כמתואר בסקיצה:



קיפול בנייר

2. לחכות כ-10 דקות לדבק להתייבש.
3. לפזר מעט אבקת טלק על המשטחים הדביקים ולשפשף אותו בעדינות לכסות את הדבק היבש.
4. להשתמש במטלית כדי להסיר את עודף הטלק ולהעלימו מהעין לגמרי.

כאשר מציגים את הנייר לפני הקהל, חותכים אותו במצב מקופל בקצה המקופל ומוזגים "מנה דגושה" של דבק הקסם על מקום החיתוך, ופותחים. כאילו לא חתכת!  
חוזרים ועושים את זה שוב בצד הפתוח של הנייר. אחרי הטיפול בדבק הקסם, פותחים ו...!

### צבירה של מה?

/2

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

- ז. **חול**  
 ח. **בועה**  
 ט. **הילת הזכוכית**

ציוד וחומרים:

כוס עם חול

צנצנת עם תמיסת בועות סבון

פיפטת פסטור מזכוכית

מבער (אמגזית)

לשלושת החומרים האלה – חול, בועות סבון וזכוכית – יש תכונות הן של מוצק (שלשתם), הן של נוזל (שלשתם) הן של גז (בועה).

יש להבהיר לתלמידים שאין כאן כוונה לבלבל אותם, ושאלכן 3 מצבי הצבירה המוכרים להם הם מגדירים את המצב של וב סוגי החומרים. אך יש להבהיר שקיימים חומרים שהם במצבי ביניים (דבק, דבש, מים רותחים) ויש חומרים כמו אלה בתרגיל זה שהם "גם וגם".

בנוסף, הסבר זה גם מדגיש את הצורך לציין את הטמפרטורה כאשר משיבים על השאלה: "מהו מצב הצבירה?"  
 ...1

יש להביא אותם להבנה על מה זה צבירה. למה מצבים אלה מכונים "מצבי צבירה"?

-----

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

### "ואד יעלה מן הארץ..."

/3

- י. **בלון בארלנמאיר**
- יא. **הפחית הקורסת**
- יב. **הארלנמאיר**
- יג. **מכת הדם**

מטרת קבוצה זו של ניסויים היא להדגים את אחת התכונות המיוחדות של מים – הוואקום שנוצר ע"י שינוי הנפח כאשר מתעבים אדי מים בכלי סגור...

### **בלון בארלנמאיר**

#### ציוד וחומרים:

- ארלנמאיר 500 מ"ל
- בלון
- כוס עם כ-20 מ"ל מים
- קשית
- מצת/גפרורים
- אמגזית, או מקור אש חלופי
- מלקחיים
- קערה (כליטר) עם כ-500 מ"ל מים



#### מהלך:

1. מנסים לנפח את הבלון לתוך הארלנמאיר ללא הצלחה רבה!
2. אחרי שיחה, מסתבר שיש פתרון – מחזירים את הקשית בין הבלון היושב בפי הארלנמאיר לבין דופן הארלנמאיר ומנפחים! האוויר נפלט דרך הקשית.
3. אך, כדי לשמור את המצב המנופח, צריכים לקשור את הבלון או להחזיק אותו. על מנת להשאיר אותו מנופח מבלי לסגור אותו ...
4. מוציאים את הבלון מהכוס, מוזגים כ-20 מ"ל מים לתוכה, מחממים את המים עד כדי רתיחה, ומפסיקים את החימום.
5. מלבישים את הבלון על פני הארלנמאיר ומחכים לכוס להתקרר. אפשר לזרוז שלב זה ע"י טבילת הכוס בקערת מים.
6. מה קורה? מאיין נוצר הוואקום?
7. התהליך הוא הפיך – חימום המים שבכוס יוצר שוב אדים שדוחפים את הבלון החוצה.

**אך זהירות!** יש להטות את הכוס כדי לחמם את המים בצד, במקום שגומי הבלון אינו נוגע בזכוכית!

### **הפחית הקורסת**

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

### ציוד וחומרים:

- פחית ריקה ויבשה (נפחה כ-330 מ"ל)
- כוס עם כ-20 מ"ל מים
- מצת/גפרורים
- אמגזית
- מלקחיים ו/או כפפות מבודדות
- קערה (כליטר) עם כ-500 מ"ל מים

### מהלך:

1. מוזגים כ-20 מ"ל מים לתוך הפחית, מחממים את המים עד כדי רתיחה, ומפסיקים את החימום.
2. בשלב הראשון, טובלים את הפחית עם הראש למעלה לתוך הקערה. מזמינים את הצופים להעיר אם קרה/השתנה משהו מפעולה זו. (הפחית התקררה, אך צורתה לא השתנתה)
3. חוזרים לחמם את המים בפחית עד כדי רתיחה.
4. הפעם, בזה השלב השני, הופכים את הפחית וממתינים כמה רגעים תוך כדי לשפוך את המים החמים שבתוכה החוצה לתוך הקערה. אחרי שיצאו ממנה "הטיפות האחרונות", טובלים אותה, **ראש למטה**, לתוך המים שבקערה.
5. המים נשאבים/עולים לתוך הפחית והפחית אט-אט שוקע בתוך המים. מוציאים אותה מן המים, רואים ע"י כמות המים היוצאים ממנה מה שקרה. ועוד, כאשר היא ריקה ממים, רואים שהפחית **אינה** שוקעת במים אלא צפה בהם.
6. חוזרים ולפעם השלישית מרתיחים כ-20 מ"ל מים בפחית.
7. הפעם, הופכים את הפחית **מבלי להמתין למים להתרוקן ממנה** וטובלים אותה ישר לתוך המים שבקערה. הפחית מצטמקת מיידית, **וגם** מתמלאת במים.
8. 2 סרטונים אלה, **סרטון 1** ו-**סרטון 2**, מדגימים תהליך דומה בפח בגודל של 55 גאלון (~210 ליטר).

## הארלנמאיר

### ציוד וחומרים:

- ארלנמאיר ריק ויבש (נפחה 500 מ"ל)
- כוס עם כ-20 מ"ל מים
- מצת/גפרורים
- אמגזית
- מלקחיים ו/או כפפות מבודדות
- קערה (כליטר) עם כ-500 מ"ל מים, **שיש בהם צבע מאכל**

### מהלך:

1. בדומה לתהליך שלב (2) של הפחית אלא שהפעם הכלי הוא שקוף, מוזגים את 20 מ"ל המים לארלנמאיר הריק ומחממים אותם עד כדי רתיחה.
2. הופכים את הארלנמאיר, נותנים למים החמים להתרוקן ממנו, וטובלים אותו לתוך הקערה שבה המים צבעוניים – כדי להקל על צפיית המתרחש.
3. המים שבקערה נשאבים לתוך הארלנמאיר, לפעמים עד הסוף ולפעמים במהירות כך שנוצר אטם בין פי הארלנמאיר לתחתית הקערה! הפעם התלמידים רואים את כניסת המים בגלל הוואקום שנוצר מקירור ועיבוי אדי המים בכלי סגור (טבול).

## מכת הדם

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה



### ציוד וחומרים:

- אביק, 1 ליטר עם תחתית שטוחה
  - פקק המתאים לפתח האביק, שדרכו עוברת פיפטה (פלסטית, אך לא חד-פעמית)
  - כוס – 250 מ"ל, עם מי נילוס
  - כוס – 250 מ"ל ריקה
  - נייר אלומיניום
  - אמגזית
  - כפפות מבודדות
  - תמיסת  $\text{AgNO}_3$  (0.1N) – 30 מ"ל (חסרת צבע)
  - כוס המכילה תמיסת "מי נילוס" ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$  0.1N) – 250 מ"ל (צבעה צהוב)
  - שקית קטנה (או מקור אחר) של  $\text{NaCl}$
- או לחלופין:
- תמיסת  $\text{NH}_4\text{SCN}$  (0.1N) – 30 מ"ל
  - תמיסת  $\text{FeCl}_3$  (0.1N) – 250 מ"ל

### מהלך:

1. לפני שמציגים את הניסוי, מוזגים את תמיסת ה- $\text{AgNO}_3$  (או לחלופין,  $\text{NH}_4\text{SCN}$ ) לתוך האביק ומכסים את גוף האביק בנייר אלומיניום.
  2. בשעת ההדגמה, מסירים את "המסוה" ומחממים את התמיסה שבתוך האביק עד כדי רתיחה.
  3. כאשר המים (וכן, כך מציגים אותם) רותחים, מכבים את האש ופוקקים את האביק עם הפקק/פיפטה.
  4. הופכים את האביק וטובלים את הקצה הגלוי של הפיפטה לתוך הכוס המכיל את מי הנילוס (תמיסת ה- $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (או לחלופין,  $\text{FeCl}_3$ ) ומחכים.
  5. להזהר מה'דם' שנוצר!
  6. אחרי סיום יצירת ה"דם", שופכים את תכולת שקית המלח לתוך כוס (250 מ"ל) ריקה, ומוזגים את ה"דם" לתוכה
- ...



(צבע דם)                      ("מי נילוס")                      [בתוך האביק]



-----

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

י.ד.	<b>בקבוק הלימודים</b>
טו.	<b>"שעון הגאולה" (שעון יוד)</b>
טז.	<b>"בקבוק בראשית" (שעון בריגס-ראושר)</b>

### בקבוק הלימודים



ציוד וחומרים:

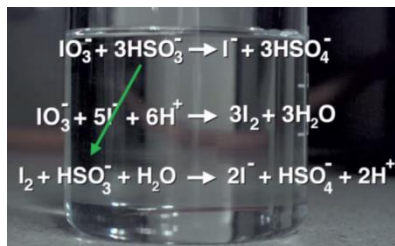
בקבוק עם פקק – 750 מ"ל  
 תמיסת גלוקוזה – 3 גר' ב-125 מ"ל מים  
 תמיסת KOH – 5 גר' ב-125 מ"ל  
 תמיסת מתילן כחול

מהלך:

1. להבין מראש את 2 התמיסות – של הגלוקוזה ושל ה-KOH.
  2. כ-3 שעות לפני ההצגה, למזוג את 2 התמיסות לבקבוק, יחד עם 3-4 טיפות מתילן כחול ולסגור עם הפקק.
  3. בשעת ההצגה, לנער את הבקבוק (או להזמין מתנדב לעשות כך). צבעה של התמיסה משתנה מצהבהב לכחול בהיר.
  4. כאשר הבקבוק עומד לכמה רגעים, צבעה של התמיסה חוזר לצהבהב. את הפעולה הזאת אפשר לעשות מספר רב של פעמים.
  5. אם מוסיפים טיפה של פנולפתלאין לתמיסה, שינויי הצבע הן מסגול לוורוד וחלילה. בכך, הוא דומה למערכת הדם בגופנו, אלא שהשינוי הוא בכיוון הפוך. כלומר, כאשר הדם עשיר בחמצן, צבעו יותר אדום. ב'בקבוק הלימודים', אחרי נייעור - התמיסה עשירה יותר בחמצן אך צבעה סגול, וההיפך...
- ר' סרטונים: [Blue bottle - 1](#) ו-[Blue bottle - 2](#)

**"שעון הגאולה" (שעון יוד)**

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה



### ציוד וחומרים:

- תמיסת A – 3 בקבוקים עם 25 מ"ל בכל אחד
- תמיסת B – 3 בקבוקים עם 25 מ"ל בכל אחד
- בקבוק אחד – תכולתו – 50 מ"ל
- 3 כוסות – 250 מ"ל כ"א
- כוס (500 מ"ל) מים (מים מזוקקים רצויים, אך אינם נחוצים)
- בקבוק שקוף – 250 מ"ל
- DBM (דיברומו-מתאן) (אופציה)
- Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> – תמיסה רוויה (אופציה)

### הכנה:

1. הרכב תמיסת A:  
4.3 גר' KIO<sub>3</sub> בליטר אחד מים
2. הרכב תמיסת B:  
תמיסת עמילן (1%) – 250 מ"ל  
0.65 גר' Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>  
9 גר' H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> מרוכזת  
להשלים את כל הנ"ל לליטר אחד

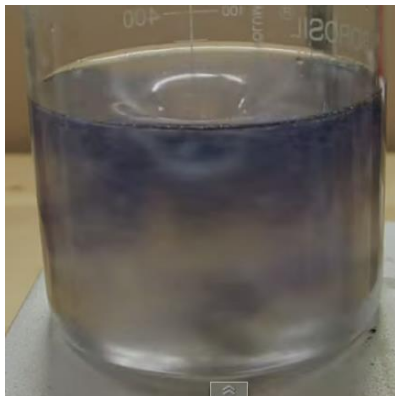
### מהלך:

1. לערוך את 3 הכוסות בשורה על השלחן. ליד כל כוס זוג בקבוקים – אחד של תמיסת A, ואחד של תמיסת B.
2. למזוג לכל כוס את תמיסת B השייכת לה.
3. לכוס הראשונה למזוג בקבוק (60 מ"ל) מים.
4. לכוס השנייה למזוג 2 בקבוקי מים.
5. לכוס השלישית – 3 (או 4) בקבוקי מים.
6. לכוס הראשונה – למזוג את תמיסת A, ולהתחיל לספור שניות עד לקבלת הצבע הכהה של הקומפלקס יוד-עמילן.
7. לחזור על שלב (6) גם בכוס השנייה וגם בכוס השלישית, בכל פעם סופרים את הזמן עד לקבלת הצבע.
8. (יש מקום כאן לבצע מחקר - ...)
9. כאשר מעבירים כ-20 מ"ל של התמיסה הכחולה לבקבוק המכיל כמות דומה של DBM ומנערים היטב – הצבע עובר מהשכבה המימית לשכבה האורגנית והגוון משתנה מכחול כהה לוורוד...
10. כאשר מוסיפים כמה מ"ל תמיסת Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> רוויה לתמיסה הכחולה, הצבע נעלם לגמרי...

סרטונים: [Iodine clock-1](#) ו-[Iodine clock-2](#)

"בקבוק בראשית" (שעון בריגס-ראושר)

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה



### ציוד וחומרים:

- בוזש מגנטי ומגנט (אופציה)
- משורה או בקבוק (זכוכית שקופה) – 500 מ"ל
- תמיסת A – 140 מ"ל
- תמיסת B – 140 מ"ל
- תמיסת C – 140 מ"ל
- תמיסת D – 20 מ"ל

### הכנה:

תמיסת A – 14.3 גר'  $KIO_3$

3 גר'  $H_2SO_4$  מרוכזת ב-100 מ"ל מים  
233 מ"ל מים

תמיסת B – 5.0 גר' חומצה מלוגית

1.13 גר'  $MnSO_4 \cdot H_2O$   
333 מ"ל מים

תמיסת C – עמילן (1%)

תמיסת D – 75 מ"ל  $H_2O_2$  (35%)  
260 מ"ל מים

### מהלך:

1. לתוך המשורה למזוג 140 מ"ל תמיסת A.
2. להוסיף לתמיסה זו, מנה אחרי מנה, את 140 מ"ל של תמיסת B וכ-25 מ"ל תמיסת C.
3. לערבב היטב ואז להוסיף את 140 מ"ל של תמיסת D.
4. התמיסה מתחילה לקבל גוון חום בהיר ואט-אט הופך להיות כחול כהה. כעבור כמה רגעים, התמיסה מתחילה להתבהר ואף מגיעה לעתים למצב של חוסר צבע בכלל. שינוי זה חוזר על עצמו מספר פעמים – לפעמים עד 10 דקות ויותר, עד שהצבע נשאר בסוף – כחול כהה. כאשר הצבע נהיה כחול, אומרים "ויהי ערב". וכאשר הצבע מתבהר, אומרים "ויהי בוקר" – ומכאן הכינוי, "בקבוק בראשית".

סרטונים: [B-R Oscillation Clock-1](#) ו-[B-R Oscillation Clock-2](#)

**האם רוצים להלהיב?**

/5

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

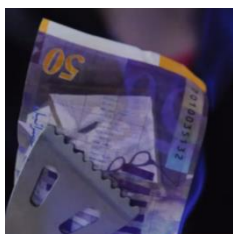
- יז. **הסנה הבוער**
- יח. **פצצת H<sub>2</sub> - הבקבוק החלול**
- יט. **פצצת H<sub>2</sub> – Pringles**
- כ. **פצצת Me/EtOH - בקבוק מי עדן**

### הסנה הבוער



ציוד וחומרים:

בד יבש אורך 70 ס"מ (לפחות), עדיף בצבע כהה  
מצת/גפרור  
מלקחיים



אמגזית

מיכל בקוטר 12 ס"מ (לפחות) – מתאים לרוחב כף היד  
תמיסה "דליקה"  
מגבות נייר

הכנת ה"תמיסה הדליקה":

לערבב היטב, עם 100 מ"ל מים, בין 50 ל-100 מ"ל כוהל איזו-פרופיל (שניתן להשיגו בכל בית מרקחת).  
זה עניין של ניסוי וטעיה – מתחילים עם 100 מ"ל מים, מוסיפים 50 מ"ל כוהל, בודקים. אם אין מספיק כוהל, להוסיף עוד – במנות קטנות כל פעם, עד שהבד "בוער ואינו אוכל"....

מהלך:

1. למזוג את התמיסה ה"דליקה" לתוך המיכל, ולטבול את הבד בתוך התמיסה כדי שיספוג את התמיסה כליל.
2. לסחוט את הבד עד כדי שלא ייצא נוזל ממנו.
3. לנגב היטב את הידיים ולהרחיק מהסביבה את כל ההתמיסות הדליקות.
4. מכבים את האורות.
5. להדליק את האמגזית, מחזיקים את הבד במלקחיים ומקרבים את קצהו התחתון של הבד ללהבה, עד שיתפוס את האש.
6. סוגרים את האמגזית, ו...נהנים!

סרטון: [ניסוי הסנה הבוער](#)

### פצצת H<sub>2</sub> - הבקבוק החלול



## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

### ציוד וחומרים:

סטטיבה

2 קלמרות עם מחזיקי קלמרה

מערכת ליצירת גז מימן (ר' תרשים)

בקבוק פלסטי (1.5 ליטר), עם תחתיתו חתוכה – יבש ונקי

פקק עם צינור (זכוכית) עובר דרכו, קוטרו מתאים לפתח הבקבוק (יש בפקק רק צינור אחד, ולא שניים כפי שנראה בתמונה)

צינור גומי גמיש ודק המחבר בין המערכת לבין הצינור המחובר לבקבוק הפלסטי כד מים

גומי, או אמצעי קישור אחר, כדי לקשור את הפקק לבקבוק בעת הפיצוץ

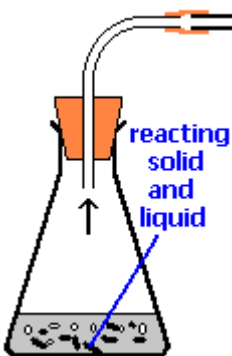
גרגירי אבץ (Zn)

תמיסת HCl מרוכזת

מצת/גפרור

שיפוד עץ

דלי מים



### מהלך:

2. מחברים לסטטיבה, באמצעות הקלמרות, את המערכת ליצירת המימן ואת הבקבוק הפלסטי החלול
3. מעבירים כמה גרגירי אבץ לתוך המערכת המיועדת ליצירת גז המימן.
4. מוסיפים כ-20 מ"ל HCl מרוכזת למערכת וסוגרים מיד.
5. גז המימן ( $H_2$ ) המתחולל, עובר מהמערכת דרך הצנרת לבקבוק הפלסטי החלול.
6. כעבור כ-2 דקות, מנתקים את הצינור הגומי מצינור הזכוכית שנמצא בבקבוק הפלסטי, ממלאים את המערכת ליצירת המימן עם מים כדי להאיט את קצב התגובה, ומרחיקים אותה ממקום האש.
7. מכבים את האורות, מדליקים את השיפוד ומקרבים את הלהבה לפי צינור הזכוכית.
8. בד"כ יישמע קול רועם של פיצוץ תוך שניות – אם לא מייד – מהדלקת המימן בבקבוק.

**H<sub>2</sub> – Pringles**

ציוד וחומרים:

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

סטטיבה

קלמרה עם מחזיק קלמרה

מערכת ליצירת גז מימן (כנ"ל)

צנצנת פרינגלס, יבש ונקי, עם חור קטן (בקוטרו של מסמר קטן) בתחתית המתכתית של הצנצנת, וחור בקוטר של פיפטה בצידה התחתון של הצנצנת או במכסה הפלסטי של הצנצנת (ר' דוגמה בסרטון)

סרט דביק ("טייפ")

צינור גומי גמיש ודק המחבר בין המערכת לבין צנצנת הפרינגלס

כד מים

גרגירי אבץ (Zn)

תמיסת HCl מרוכזת

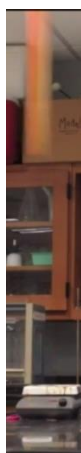
מצת/גפרור

שיפוד עץ

דלי מים

### מהלך:

1. מחברים לסטטיבה, באמצעות הקלמרה, את המערכת ליצירת המימן.
2. מחברים את הצינור הגומי מהמערכת לצנצנת ה-Pringles. בשלב זה, עומדת הצנצנת הפוך עם התחתית המתכתית למעלה והמכסה הפלסטי למטה. במכסה המתכתי למעלה – חור באמצע שמודבק עליו פיסת סרט דביק.
3. מעבירים כמה גרגירי אבץ לתוך המערכת המיועדת ליצירת גז המימן.
4. מוסיפים כ-20 מ"ל HCl מרוכזת למערכת וסוגרים מיד.
5. גז המימן ( $H_2$ ) המתחולל, עובר מהמערכת דרך הצנרת לצנצנת ה-Pringles.
6. כעבור כ-2 דקות, מנתקים את הצינור הגומי מצינור הזכוכית שבמערכת, ממלאים את המערכת ליצירת המימן עם מים כדי להאיט את קצב התגובה, ומרחיקים אותה ממקום האש.
7. מכבים את האורות, מסירים את ה"טייפ" שמכסה את החור למעלה, מדליקים את השיפוד ומקרבים את הלהבה לפי צינור הזכוכית במקום החור.
8. אם יש מספיק מימן בתוך הצנצנת, אחרי ההדלקה המימן יבער עד שהוא מגיע ליחס הנפיץ עם החמצן שבאוויר שבתוך הצנצנת. לקראת הפיצוץ, מתחיל להישמע צליל בתדר גבוה – סימן שעומד לקרות 'משהו'... ואז - יישמע קול רועם של פיצוץ והצנצנת עף למעלה...



ר' את הסרטון: [Pringles can hydrogen explosion](#)

## תוכנית ניסויים - השתלמות מחוז בכימיה

### פצצת Me/EtOH - בקבוק מי עזן



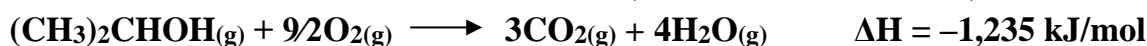
רקע:

כוחלים הרתוחים בטמפרטורות נמוכות יחסית (מתנול, אתנול ואיזו-פרופנול) מתאדים בקלות, וכאשר מכניסים את הכוהל בכד בפי קטן שתכולתו כ-20 ליטר, הוא יוצר תערובת נדיפה ונפיצה עם האוויר. גפרור דלוק ליד פי הבקבוק מספק את אנרגיית השפעול הדרושה לבעירת תערובת האלכוהול / אוויר.

רק כמות קטנה של האלכוהול נצרכת ומתאדה במהירות לאדים כבדים מאוויר. אדי האלכוהול והאוויר הם כל מה שנותר בבקבוק. (את עודף הנוזל מוציאים ע"י ריקון הבקבוק לפני ההדלקה). מולקולות האלכוהול הן מרוחקות יותר זו מזו והן בעלות שטח פנים רב יותר בפאזה הגאזית מאשר בפאזה הנוזלית. לכן תגובת הבעירה המתרחשת היא מהירה מאוד.

כיוון שהבעירה היא כל כך מהירה ומתרחשת בכד שנפחו 20 ליטר - במרחב מצומצם יחסית - ושצווארו קטן, הצליל שמפיק הוא מעניין מאוד, נשמע כמו "ווש".

המשוואה לתגובת הבעירה של איזו-פרופיל אלכוהול היא כדלקמן, כאשר מול 1 של אלכוהול מגיבה עם 4.5 מולים של חמצן כדי ליצור 3 מולים של פחמן דו-חמצני ו-4 מולים של מים:



ציוד וחומרים:

- כד המים מאחת מחברות יצרני המים – נפחו 20 ל'
- כוהל – אחד מ: מתנול, אתנול, איזו-פרפנול
- שיפור עץ
- מצת/גפרור
- כוס לאיסוף עודף הנוזל מהכד



מהלך:

1. מוזגים לתוך הכד כ-25 מ"ל כוהל.
2. מסובבים את המיכל לכל כיוון במאמץ לאדות את הכוהל בתוך הכד. ר' את הסרטונים כדי לראות איך עושים זאת. (אני מסתובב באולם וגם "דופק" על תחתית המיכל כחלק מהפעילות הזו...)
3. מרוקנים מהבקבוק את עודף הנוזל שבבקבוק
4. מרחיקים כל נוזל דליק מהסביבה (בטיחות!)
5. מדליקים את שיפוד העץ ומקרבים את הלהבה לפי הכד.
6. Woosh!
7. הרעש וההדף מהתגובה הם חזקים כאשר הכוהל הוא מתנול (בזהירות!), וככל ש-MW הכוהל גדל, התופעה משנה את אופיה ונהיה עדינה יותר...
8. תרגום העצה הרשומה כאן (והיא מתאימה גם לניסויים רבים אחרים...):

=לצפות לבלתי הצפוי. במהלך השיעור הראשון שלך, השיעור יעבוד בצורה מושלמת. במהלך השיעור השני שלך, בדיוק אותו שיעור ייכשל כישלון חרוץ. תתרגל לזה.

הצלחה היא מורה גרועה. היא מפתה אנשים חכמים לחשוב שהם הלא יכולים להפסיד. [ביל גייטס]

יש גישות שונות לצד הבטיחות בניסוי זה – יש שמדגישים אותו, ויש שכביכול מתעלמים ממנו. לא כדאי. כמו בכל ניסוי כימי – גם אלה שמצליחים יותר, גם אלה שמצליחים פחות – תמיד תמיד יכול לקרות הבלתי-צפוי. אין חלקי חילוף לאברי הגוף.

[Woosh Bottle Directives - Flinn Sci.](#)  
 סרטונים: [Woosh Bottle-1](#) ו-[Woosh Bottle-2](#)