



## היום הייתי מהנדס/ת בטיחות במפעל!

רותי שטנגר<sup>1</sup> ומירי קסנר<sup>2</sup>

- למעבדות המוצגות במאמר זה מספר מאפיינים דומים:
- הידע הכימי הנלמד בכיתה מספיק כדי לבצע את המעבדות, ואין צורך בלימוד נוסף של נושאים תעשייתיים.
  - במסגרת המעבדה התלמידים משמשים כבעלי תפקידים שונים במפעל הנדרשים לספק למפעל מידע נחוץ. את המידע הם יכולים לספק לאחר ביצוע ניסוי וניתוח תוצאותיו.
  - התלמידים משמשים במעבדות השונות כמהנדסי בטיחות במחלקת התכנון ההנדסי של המפעל, כמהנדסי בטיחות האחראיים לטיפול בתקלות במפעל, ככימאים בצוות הפיתוח של תהליכים חדשים במפעל וכיו"ב - משחק תפקידים שמעורר עניין נוסף ושונה במעבדות.

בשנה שעברה נפתח [האתר הלימודי החדש - כימיה ותעשייה כימית בשירות האדם](#), שבו מגוון רב של חומרים המותאמים לתכנית הלימודים הנוכחית. במאמר זה נציג ארבע מעבדות ברמה 2 וברמה 2 חלקי הנמצאות באתר. מעבדות אלה משלבות את הידע הכימי הנלמד בכיתה במסגרת ה-70%, בסיטואציות אמיתיות הלקוחות מן התעשייה הכימית. מעבדות אלה מתאימות הן למחצית יחידת המעבדה שהיא חובה במסגרת ה-70%, והן למחצית יחידת המעבדה שהיא בחירה במסגרת ה-30%.

כזכור, ב-70% יש לבצע מעבדה אחת ברמה 2 חלקי ושלוש מעבדות ברמה 2 (או מעבדה אחת ברמה 3), ואילו ב-30%, אם בוחרים בחצי יחידת מעבדה, יש לבצע שתי מעבדות ברמה 1, מעבדה אחת ברמה 2 חלקי ומעבדה אחת ברמה 2.<sup>3</sup>

1. רותי שטנגר, מכון דוידסון לחינוך מדעי והמחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.  
 2. ד"ר מירי קסנר, ראש המרכז לקשר בין התעשייה הכימית ומערכת החינוך, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.  
 3. [תכנית הלימודים](#) מאתר המפמ"רית.

פי ההנחיה בדפים, מספר בדיקות של החומרים המגיבים ושל התגובה הכימית שאותה הם חוקרים, וכן עורכים חיפוש נתונים פיזיקליים ומידע בטיחותי באינטרנט. בשלב השני הם מתכננים ומבצעים ניסוי שמטרתו מעקב אחר התגובה.

### שיתוך

התלמידים קוראים ידיעה עיתונאית על התנהלות לא תקינה של אחסון חומצה במפעל בחבית מתכת. כמהנדסי בטיחות במפעל, עליהם לבדוק מהו המכל המתאים לאחסון תמיסת חומר כלשהו, שאותה קיבלו מן המורה. התלמידים עונים על שאלות לאחר קריאת המאמר כדי להבין מהי התקלה שהתרחשה במפעל. לאחר מכן הם מתכננים ניסוי שבו הם בודקים מספר חומרים המוצעים לשמש כחומרי מבנה למכלי האחסון של התמיסה.

### חומר מנטרל

התלמידים קוראים שתי ידיעות עיתונאיות המתארות תאונות שבהן נשפכה חומצה, ומגלים שתהליך נטרול החומצה היה לקוי. בעקבות מקרים אלה עליהם לבדוק ולהמליץ, כצוות הבטיחות במפעל, מהי שיטת הנטרול הטובה ביותר אם יתרחש שוב מקרה דומה. התלמידים עונים על שאלות לאחר קריאת המאמרים כדי להבין מהם הקריטריונים הנדרשים מחומר מנטרל טוב. לאחר מכן עליהם לבדוק מספר חומרים אופציונליים לנטרול תמיסה חומצית שניתנת להם על ידי המורה, ולהחליט מה החומר המנטרל המתאים ביותר.

### סיכום הנושא בכיתה

עם סיום ביצוע מעבדה, כדאי לבקש מן התלמידים להציג את מסקנותיהם/המלצותיהם בפני הנהלת המפעל (כל שאר הכיתה). ישנה גם אפשרות לבצע את כל ארבע המעבדות בכיתה במקביל, כך שכל קבוצה מבצעת מעבדה אחרת.

ארבע המעבדות מכסות יחד את מגוון התהליכים השונים במפעל:

□ תוך כדי ביצוע המעבדה התלמידים מבינים את יחסי הגומלין בין הידע המדעי הנלמד בכיתה לבין יישום הידע במפעל כימי (טכנולוגיה) בהתחשב במגבלות בטיחותיות וסביבתיות (חברה).

לפניכם המעבדות שנבחרו למאמר זה:

שם המעבדה	הרמה	נושאי הלימוד
<a href="#">ייצור <math>KNO_3</math></a>	2 חלקי	חומצות ובסיסים
<a href="#">בקרת תהליכים</a>	2	חומצות ובסיסים אנרגיה כימית
<a href="#">שיתוך</a>	2 חלקי	חומצות ובסיסים חמצון-חיזור
<a href="#">חומר מנטרל</a>	2 חלקי	חומצות ובסיסים אנרגיה כימית

### תיאור המעבדות

#### ייצור $KNO_3$

התלמידים מתבקשים למצוא שתי תגובות שונות לייצור  $KNO_3$ . לאחר בדיקת נתונים פיזיקליים, מידע בטיחותי של החומרים ומחיריהם באינטרנט, עליהם להחליט איזו שיטה עדיפה לייצור החומר במעבדה. לאחר מכן עליהם להשוות את השיטה שבחרו לשיטת הייצור בתעשייה, ולהבין מדוע בחרו בתעשייה בשיטה זו. התלמידים מפיקים  $KNO_3$  בשיטה שבחרו, כך שבסוף התהליך הם יכולים לשקול את מסת החומר שהתקבל.

#### בקרת תהליכים

התלמידים נדרשים לתכנן שיטת בקרה למעקב אחר תהליך ייצור של חומר במפעל. כל קבוצה אחראית לתהליך ייצור של חומר אחר. בראשית המעבדה התלמידים מבצעים, על



במפגש הסיכום כל קבוצה משתפת את הקבוצות האחרות בתהליך שעברה (הוראת עמיתים). כמו כן אפשר לערוך את אירוע הסיכום במסגרת יום מגמה.

במהלך העבודה כדאי לבקש מכל קבוצת תלמידים לערוך טבלה ולחלק לשלוש קבוצות את המושגים הרלוונטיים למעבדה שביצעו: מושגים מדעיים, מושגים טכנולוגיים/תעשייתיים ומושגים חברתיים/סביבתיים. במפגש הסיכום מאחדים בטבלה אחת את המושגים מכל הקבוצות. לדוגמה:

מושגים מדעיים	מושגים טכנולוגיים/תעשייתיים	מושגים חברתיים/סביבתיים
אקזותרמי/אנדותרמי	בקרה	בטיחות
תגובת חומצה ובסיס	נטרול	...
שיתוך	...	...

רצ"ב משוב לפעילות: אפשר לתת לתלמידים את המשוב המודפס או קישור למשוב מקוון, כדוגמת [משוב זה](#).

## משוב

- האם מעבדה זו הייתה שונה, מבחינתך, ממעבדות אחרות שעשית?      כן      לא
- במה?
- במעבדה זו היית בעל/ת תפקיד במפעל והיית צריך/ה לעמוד במשימה. האם נהנית מזווית ראייה שונה זו במעבדה?
- כן      לא
- האם מעבדה מסוג זה תרמה לך דברים נוספים שלא היו במעבדות אחרות?      כן      לא
- פירוט:
- האם היית רוצה לעשות עוד מעבדות בסגנון זה?      כן      לא
- האם יש לך רעיונות למעבדות אחרות בסגנון זה?
- פירוט:

פעילות מהנה!

