



איזון של שיווי משקל

אסנת רוה*
רציונל

אותו ממכש הלחץ שלפני הבגרות (אנחנו מגישים ב-י"ב), ולהעביר אותו לכיתה י"א, בתור הנושא המרכזי של יום השיא. הרעיון היה להפוך את הפירמידה. לצמצם את הלימוד הקונבנציונלי, הבסיסי, למינימום ההכרחי שמאפשר את הבנת הנושא, ולעומת זאת לנסות להרחיב ולמקסם את המשמעות הנגזרת ממנו למגוון ההיבטים המקיפים אותנו בחיי היום-יום. כל זאת מתוך הרצון לתת יותר הקשר ומשמעות ללימודי שיווי משקל, ובעיקר על מנת להעצים את חוויית הלימוד ולחזק את הקשר בין התלמידים לבין מקצוע הכימיה והלמידה בכלל. לדוגמה, הידע כי מה שמעלה את קצב הנשימה בזמן פעילות גופנית הוא עיקרון כימי בשם לה שטלייה, שניתן להבין וללמוד אותו, כמו גם חדות הלמידה המגיעה בעקבות רכישת הידע הזה - עשויים ללוות את הלומדות למשך שנים ארוכות לאחר סיום לימודי התיכון.

מכנה יום השיא

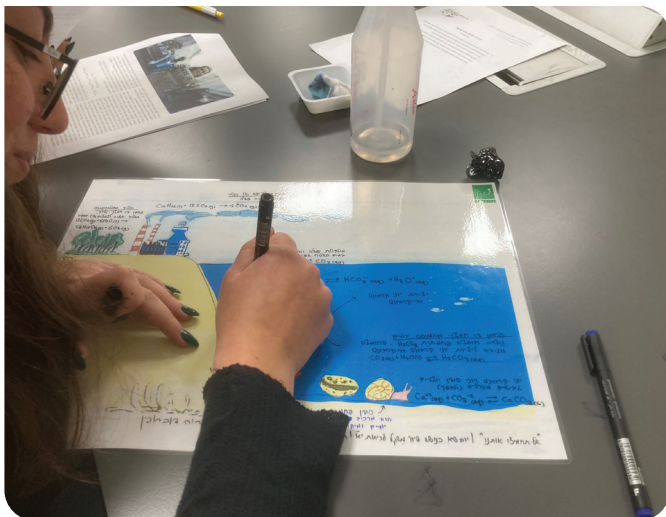
יום השיא נערך לכל תלמידי ותלמידות כיתות י"א כימיה בחמד"ע ביחד. חילקנו את התלמידים אקראית לשש קבוצות שונות. כלומר בקבוצה אחת ישבו תלמידות ותלמידים מבתי ספר שונים מכל רחבי העיר, בתי ספר מדרום תל אביב ומיפו עם בתי ספר ממרכז תל אביב וצפון תל אביב. תלמידים מכל

מאז שהונהגה תוכנית ההערכה החלופית (המוכרת בכינוי 30-70), עבר נושא 'שיווי משקל כימי' לחלק של ההערכה החלופית ה-30%. רובנו המשכנו להעריך תלמידות ותלמידים באמצעות בחינה בנושא זה, כמו גם בנושא תרמודינמיקה. עם הזמן פותחו מספר אפשרויות להערכה חלופית של תרמודינמיקה, אך נושא שיווי משקל (שו"מ) נשאר בעיקר בצורת מבחנים או תרגילים או צירוף כלשהו של שניהם. עם כניסת הקורונה לחיינו, נוצר לחץ לעמוד בלוח זמנים ומכורח הנסיבות התכווץ עוד יותר נושא שו"מ. בנוסף, הרצף של י"ב המכיל את הנושאים: סוכרים, שו"מ, תרמודינמיקה, יחידת בחירה וניסויים, הנו רצף של נושאים שכמעט שאינם קשורים זה לזה, ועובדה זו מקשה להתחבר אליהם - גם לנו וגם לתלמידות ולתלמידים.

ככלל, אנחנו בצוות הכימיה במרכז לחינוך מדעי על שם שוורץ רייסמן בתל אביב (חמד"ע) שואפים להעניק לתלמידות ולתלמידים חוויה לימודית מאתגרת, מגוונת, מעשירה וברמה גבוהה. חמד"ע מרכז את לימודי הכימיה והפיזיקה לבגרות בעיריית תל אביב-יפו. צוות ההוראה בכימיה בחמד"ע מונה 12 מורות ומורים. לחמד"ע מגיעים תלמידות ותלמידים מבתי ספר מכל רחבי תל אביב-יפו ללמוד כימיה, פיזיקה, לימודי מ"ח, פיזיקה מחקרית או כימיה מעבדתית. מגמת הכימיה בבתי הספר שלנו היא תלת שנתית. על מנת לגוון וליצור עניין, אנו שואפים לשבץ בכל שנה (י', י"א, י"ב) סיור לימודי ואירוע ייחודי נוסף, כך שכל הבוגרות והבוגרים יעברו בתום שלוש שנים שלוש סיורים ושלושה אירועים ייחודיים. השנה, תשפ"ג, בנינו יום שיא לכיתות י"א המגיעות מ-14 בתי ספר שונים.

הצבנו לעצמנו תנאי, שיום השיא לא יגרום לעומס נוסף על הרצף הלימודי הקיים, ושהתלמידות והתלמידים יקבלו עליו קרדיט, מכאן שהוא צריך להתמקד באחד מנושאי הלימוד הקיימים לבגרות. בהתחלה חשבנו על האקונום ולילה לבן, אבל הרעיון נפל ממגוון סיבות. למרות זאת, אני מציינת את הרעיון כאן כי אני מקווה שעוד נממש אותו בעתיד.

חיברנו בעיה לפתרון והחלטנו להעביר את נושא השו"מ מן המקום ה"מסורתי" שלו ברצף הלימוד - לאחר נושא האנרגיה - להוציא



סדנא עיונית בנושא החמצת האוקיינוסים

* ד"ר אסנת רוה מורה בחמד"ע כ-16 שנה, מרכזת לסירוגין את כיתות י"א-י"ב בחמד"ע, מדריכה לשעבר במחוז תל אביב, מרצה לכימיה, פיזיקה ופיזיולוגיה בקריה האקדמית אונגו.

ומקוריות להפליא. לבסוף יום השיא כלל שש סדנאות: שלוש עיוניות ושלוש מעבדתיות. כל קבוצת תלמידים עברה במהלך היום שתי סדנאות: אחת שבה נלמד נושא חדש בדרך מיוחדת, ואחת מעשית שכללה ניסוי מעבדה.

הערכת התלמידות והתלמידים

במהלך הסדנאות שמעו התלמידות והתלמידים הרצאות קצרות, ולאחר מכן השתתפו בפעילויות השונות ובסופן הגיש כל אחד בנפרד סיכום בכתב על הפעילות. בסדנאות המעבדה נדרש הסבר לתצפיות הן מבחינה מיקרוסקופית והן ברמת הסמל. בסדנאות העיוניות נעשתה רוב העבודה בזוגות אל מול חומרי קריאה, מצגות או איוורים. התוצרים הכתובים שהוגשו הוערכו על ידי הצוות לפי מחוון ייחודי לכל סדנה. ההערכה הזאת תשמש אותנו בתיק העבודות של הערכה חלופית. אנחנו התרשמנו כי חובת ההגשה של הסיכום לסדנה הייתה מנוף נפלא לאווירת למידה ושיתוף פעולה של התלמידות והתלמידים.

נושאי הסדנאות

סדנאות עיוניות

בכל סדנה נלמד נושא אחר וחדש לתלמידות ולתלמידים, תופעה שההסבר לה נעוץ בשיווי משקל כימי ובעיקרון לה-שטלייה. הלימוד נעשה בשיטות של למידה פעילה, חומרי קריאה, הדגמות, ואיוורים.

תגובות שיווי משקל בתהליכי היצירה של מערות נטיפים. תהליכי המסה של סלעים ויצירת מערות ונטיפים הם רובם ככולם תגובות כימיות של שיווי משקל, שבהן מעורב פחמן דו חמצני. בסדנה נלמדו התגובות העיקריות, ודנו בדרך שבה עקרון לה שטלייה משפיע על יצירת המערות ועל יצירת הנטיפים והזקיפים.

תהליכי איון חומצה-בסיס בדם, והשפעה על קצב הנשימה. שמירה על רמת ה-pH בדם בתחום צר וקבוע היא חיונית לתפקודן של כלל המערכות הפיזיולוגיות בגוף. למדנו על הרכב הבופר בדם, וכיצד הוא שומר באמצעות עקרון לה שטלייה על ריכוז יוני ההידרוניום בדם מפני שינויים המתרחשים בעקבות פעולות יומיומיות. כך לדוגמה, פעילות גופנית העלולה להעלות את החומציות, תגרום לעליית קצב הנשימה, שמוריד את ריכוז יוני ההידרוניום.

תהליכי שיווי משקל בתופעת החמצת האוקיינוסים. שימוש בתוכן שפורסם בעיתון על כימיה לצורך יצירת מפה אינפוגרפית המסכמת את הנושא. לקריאה נוספת ופרטים נוספים על הסדנה [בגיליון זה](#).

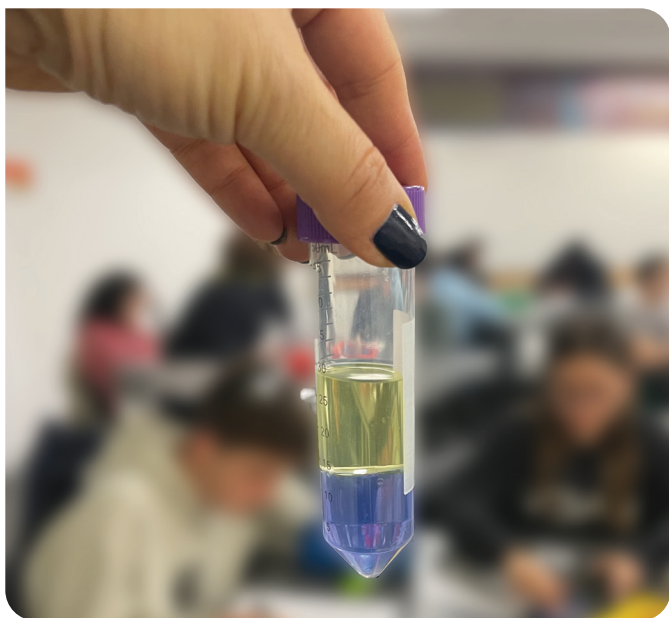
הדתות מבתי ספר דתיים ומבתי ספר חילוניים. השילוב המלא העניק אופי של כנס אקדמי משום שהתלמידות והתלמידים למדו נושאים כימיים עם מורות ומורים אחרים שאינם המורים שלהם. בנוסף השילוב המלא עצמו יצר אווירה חגיגית, תרם ללמידה, העביר מסר חשוב של שוויון, והיה לו ערך בפני עצמו. שיתוף שכזה אינו מוגבל רק למודל של חמד"ע וישים בהחלט גם בבתי ספר אחרים. לדוגמה, ניתן לערוך יום שכזה על ידי שיתוף פעולה בין 2-3 בתי ספר סמוכים.

בחרנו לערוך את יום השיא בתחילת פברואר, בתפר הצר שבין בחינות החורף לבחינות האביב. שיקול עיקרי היה שבזמן זה רוב הכיתות כבר רכשו ידע סביר בכימיה, והן בשלות ללימוד ראשוני של הנושא. בנוסף התקיים יום השיא מיד לאחר סיום פרק חומצה-בסיס, שבו רבות מן התופעות קשורות לשיווי משקל, אבל אינן באות לידי ביטוי במהלך י"א, ברצף המקובל. החלטנו שהתלמידות והתלמידים יגיעו ליום השיא עם רקע בסיסי בשיווי משקל. לפני יום השיא עצמו נלמדו בכיתות המושגים הבסיסיים של הנושא: מהו מצב שיווי משקל ברמת המקרו והמיקרו, מהו קבוע שיווי המשקל, כיצד נראה גרף ריכוזים לאורך זמן במצב שיווי משקל, מהם הגורמים המפריעים לשיווי משקל ומהו עקרון לה שטלייה. במהלך הלימודים בכיתה י"ב ננסה לשבץ העמקה נוספת בנושא. לשלב תכנים מתוך הנושא בסוף הוראת אנרגיה וקינטיקה על מנת לסגור קצוות, ואז לשלב גם חישובים.

כמה חודשים לפני יום השיא התכנסנו כולנו, 12 המורות והמורים לכימיה בחמד"ע, והעלינו נושאים ורעיונות על פי נטיית הלב של כל אחת ואחד. התחלקנו לזוגות, וכל זוג בחר נושא והכין סדנה. הסדנאות שנוצרו היו מגוונות, מושקעות



סדנה מעבדתית עם קומפלקסים של יוני קובולט



סדנא מעבדתית בנושא אינדיקטורים של חומצה בשתי פאזות כמחווה לדגל אוקראינה

שנלמדו בכיתות, ולא להסתפק בהקניית המושגים. באירוע שיא הבא נרצה להוסיף מליאת תלמידים לפני החלוקה לסדנאות ובמסגרתה לערוך הרצאה או פעילות משותפת. בנוסף, יש ליצור גיבוי לאלו המפספסים את יום האירוע מסיבות כגון מחלה או היעדרות מוצדקת אחרת. ואולי הכי טוב לצטט את מה שכתבו התלמידות והתלמידים במשוב:

"אהבתי לראות את הנושא שלמדתי בכיתה עם המורה הקבוע שלי, ממורים אחרים ואיך הם מעבירים את הנושא".

"אהבתי את הערבוב בין בתי הספר השונים. בנוסף הלמידה הייתה מאוד מסודרת ועזרה להבין את החומר כמו שצריך".

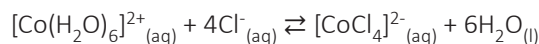
"הייתה פעילות פצצתית! נהנינו ממש! למדנו כיצד נוצרים נטיפים תת קרקעיים, ומה עלול לפגוע בהם. קישרנו את החומר הנלמד לנושא שיווי משקל והעמקנו בחומר, תוך כדי הדגמה של חומצה בסיס ורענון של רקע כימי. היה מקסים ומארגן".

ד"ר איתן קריין, רכז צוות הכימיה בחמד"ע תל אביב מסכם כך: לפני האירוע התלבטנו אם אפשר להקדים וללמד שיווי משקל בשלב מוקדם כל כך, לפני שלימדנו אנרגיה וקינטיקה. התלבטנו אם הנושא ידרוש זמן רב מדי במהלך השנה ויגרום לקשיים בהמשך השנה. והתלבטנו אם הצבת הנושא בשלב מוקדם של רצף הלמידה לא יאלץ אותנו להסברים פשטניים מדי. בדיעבד, רוב החששות התבדו, האירוע תרם גם לצוות וגם לתלמידים והעניק להם תובנות רבות.

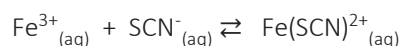
סדנאות מעבדתיות

שלוש הסדנאות הציגו מערכות צבעוניות של שיווי משקל, שבהן קל להבחין בהשפעת שינויים חיצוניים על סמך שינוי הצבע. בכל סדנה ביצעו התלמידים והתלמידות שינויים במערכת (הוספת מגיבים/תוצרים, שינוי טמפרטורה, הרחקת מגיבים/תוצרים), צפו בהשפעות ונדרשו להסביר את התוצאות.

קומפלקסים של יוני קובלט - בחנו את מערכת השיווי משקל הנעה מהצבע הכחול העז של קומפלקסים של קובלט כלורי לוורוד של הקומפלקס עם מים:



ברזל תיאוציאנט - בחנו את תגובת שיווי המשקל:



לקומפלקס ברזל תיאוציאנט צבע אדום עז, הקומפלקס נוצר כשמערבבים תמיסה בעלת צבע חלש עם תמיסה חסרת צבע. צבע הקומפלקס היה סמן טוב להשפעות של שינויים כימיים שביצענו על מצב שיווי המשקל.

אינדיקטור חומצה-בסיס בשתי פאזות - אינדיקטורים של חומצה בסיס הם דוגמה מצוינת למערכת שיווי משקל, ואפשר להסביר את שינוי הצבע שלהם על פי עקרון לה שטליה. בנוסף אינדיקטורים מסוימים, כמו ברומופנול כחול שבו השתמשנו, מסיסים באופן בררני בממסים שונים - גם החלוקה בין הפאזות מושפעת מעקרון לה שטליה. יצרנו מערכת של שתי שכבות: כחולה וצהובה, כמחווה לדגל אוקריינה. נושאים נוספים שעלו כהצעות לסדנה ונתרו "על שולחן העריכה" היו: קישור בין חמצן להמוגלובין בדם, ניסוי מנטוס וקולה, וניסוי חלוקת המסיסות של אינדיקטור מתיל רד בין מים ואצטון.

במבט רפלקטיבי

בכוונתנו להמשיך ולערוך את יום השיא גם בשנים הבאות. כרכות שכבת י"א, אני מאמינה כי אכן הידע והחוויות הלימודיות שהענקנו לתלמידות ולתלמידים ביום זה יישארו איתם גם לאחר סיום הלימודים, ואף ייתכן שיהיו הגורמים המכריעים בבחירת כימיה כאחד ממסלולי לימודי ההמשך. למרות זאת העיסוק בנושאים עצמם של הסדנאות והלימוד הרחב כרוכים מעצם טבעם בוותירות. לדוגמה, ויתור על לימוד שכרוך בתרגול והבנה עמוקה של החומר. לכולנו היה קשה מאוד לוותר על כך, אולם הוותור הכרחי על מנת לייצר זמן להעשרה. מומלץ לתרגל קצת לפני יום השיא את מושגי היסוד