

חלק שלישי: מאמרים

על אוריינות כימית

מאת: יעל שורץ¹

הגדרת אוריינות כימית וקביעת סטנדרטים להוראת הכימיה חייבים, בראש ובראשונה, להתיישב עם התפיסות הרווחות כיום לגבי אוריינות מדעית בכלל. אוריינות מדעית כוללת כמה מרכיבים מרכזיים:

ידע: הכרת עקרונות ורעיונות מרכזיים במדע.

מיומנויות קוגניטיביות: חשיבה רציונלית, יכולת הצדקת טיעונים, תפיסה מערכתית, הפעלת ביקורתיות, וכן מיומנויות קוגניטיביות נוספות. **פרמטרים סוציו-פרגמטיים:** הבנת חשיבות המדע לאיכות חיי הפרט והחברה, תקשורת בין אנשים בהקשרים הנוגעים למדע, קבלת החלטות בסוגיות בעלות הקשר מדעי, צרכנות נבונה ועוד.

כחלק מהאוריינות המדעית, קיימת כיום מגמה המנסה להגדיר אוריינות דיסציפלינרית, כלומר להגדיר אוריינות פיזיקלית, אוריינות כימית, אוריינות ביולוגית, כלומר: סוגי אוריינות הכלולים במונח הרחב מאוד "אוריינות מדעית".

הוראת הכימיה יכולה לשמש נדבך חשוב בהקניית אוריינות מדעית לתלמידים, וזאת מהסיבות הבאות:

1. הכימיה היא "צומת מדעים", כלומר בעלת עקרונות ויישומים משותפים הן לתחומי הפיזיקה והן לתחומי הביולוגיה.
 2. הכימיה היא "תפאורה מתאימה" להצגת מאפייני המדע כפי שהם מצטיירים בספרות המדעית: מהי תאוריה מדעית וכיצד היא נבחנת? חשיבת חקר, הפורמליזציה המתמטית של הידע המדעי ועוד.
 3. הרלוונטיות הרבה של הכימיה והזיקה לתופעות וליישומים בחיי היומיום של כל אזרח.
- לגבי מרכיב הידע באוריינות כימית כחלק מאוריינות מדעית מקובלות שתי גישות מרכזיות:

¹ שורץ, י' (2003). מאמר זה הוא חלק מעבודת מחקר לקראת תואר שלישי בהנחיית פרופ' אבי הופשטיין וד"ר רות בן צבי, מכון ויצמן למדע, רחובות.

מאמרים

הגישה האחת שמה את מבנה הדעת של הכימיה במרכז הדיון ושואלת: מהם הרעיונות המרכזיים בכימיה? מהם מאפייני תחום הדעת? מהי הצגת המושגים השלמה והנכונה מבחינה מדעית? גישה זו עוסקת בהרחבה בחקר טעויות המשגה של תלמידים ובבחינת אסטרטגיות קוגניטיביות לתיקון טעויות אלו, ועוסקת פחות במידת הרלוונטיות של המושגים הנלמדים לחיי התלמיד.

הגישה השנייה מעמידה את האזרח וצרכיו במרכז ושואלת מהו הידע, בהקשר לכימיה שיכול לתרום לחיי האזרח – ידע שיהיה רלוונטי עבורו. מטבע הדברים, על פי גישה זו, הצגת הרעיונות בכימיה כתחום דעת תהיה כללית יותר, וההתמקדות היא במחקר העוסק בתפיסת הכימיה, בתרומתה וברלוונטיות שלה לחיי האזרח.

מיהו בר-אוריין בכימיה – עקרונות כלליים

באבחנה שבין הבור לבין המומחה, יש מקום של כבוד לאדם הנאור, המשכיל, לבר-אוריין. זהו האזרח שאליו מכוונים לימודי המדע בבית הספר התיכון. תפקיד לימודי המדע ברמת הקניית האוריינות אינו הכשרת מדענים; מטרתם היא לכוון לקראת אוריינות. אם ננסה לאפיין את תרומתם של לימודי הכימיה לאוריינות, הרי שבר-אוריין הוא –

- מי שמפתח עניין אישי בכימיה ויחס חיובי למקצוע.
- מי שרואה את הכימיה כעוסקת בשני תחומים: **תחום מחקרי** העוסק בסוגיה כיצד ניתן להסביר תופעות בעולם שסביבנו (תופעות ברמת המקרו) תוך שימוש במודלים ברמת המיקרו; **תחום יישומי** העוסק בסוגיה כיצד ניתן ליישם את הידע שלנו לגבי מבנה החומר ליצירת חומרים חדשים על פי צרכינו.
- מי שמבין את הרעיונות המרכזיים בכימיה ובונה לעצמו מפת מושגים המקשרת נכונה בין מושגי המפתח בדיסציפלינה; ובייחוד מי שמבין כי הכימיה עוסקת בתיאור תופעות ובהסברתן ברמת המבנה, האנרגיה והדינמיקה. כמו כן הוא מבין שאי אפשר ליצור חציצה מוחלטת בין שלושת התחומים וכי הם שלובים זה בזה.
- מי שרואה את הרלוונטיות של נושאי הלימוד לחייו ולסוגיות חברתיות.

מאמרים

- מי שמיישם את הידע והמיומנויות שרכש לפתרון בעיות בחייו ולהשתתפות מושכלת בדיונים בסוגיות ציבוריות.
- מי שמסוגל לראות קישורים רלוונטיים: התכונה המאפיינת יותר מכל את בר-האוריין היא הקישוריות, כלומר: היכולת לקשור בין הרעיונות המרכזיים בכימיה, היכולת לראות את הקשר בין כימיה לבין תחומים אחרים ובינה לחיי היומיום וכדומה, ולא לראות את הכימיה כאוסף עובדות בלבד.

הגדרת האוריינות הכימית היא כלי שימושי למורי הכימיה בכל הנוגע לקביעת מטרות ההוראה ולאפיון "התוצר" שהם מצפים לו.

הגדרת אוריינות כימית בממדי הידע, המיומנויות והקישוריות

I. ממד הידע

הרעיונות המרכזיים שעל בר-האוריין לדעת; הכימיה היא:

1. מדע המסביר את הקשר בין תכונות חומר (מקרו) לבין המבנה החלקיקי שלו (מיקרו) – **הדגשת ההיבט המבני**. מכאן, שיש לראות בכימיה מדע העוסק בקישור בין סדרי גודל קטנים לגדולים.
2. מדע המאפיין שינוי חומרים – **הדגשת ההיבט הדינמי**.
3. מדע החוקר ומאפיין יחסי מסה-אנרגיה – **הדגשת ההיבט האנרגטי**.
4. מדע המנסה למצוא חוקיות ולהסבירה: מדוע מתרחשות תגובות?
5. דיסציפלינה מדעית שיש לה שפה משלה.²

² סעיף זה מתמקד בעיקר בהבנת חשיבותה העקרונית של תקשורת מדעית בשפה המובנת לכול: בר-אוריין יבין כי התבססות שפת הכימאים כשפה המקובלת על כל המדענים העוסקים בתחום היוותה מנוף חשוב להתפתחות המקצוע. אף כי שליטה בסימולים, זכירת תגובות בעל-פה וכיוצא באלה אינם הכרחיים לבר-האוריין, עליו להבין כי אלמנטים שונים בשפת הכימאים מספקים מידע שקשה להעבירו בצורה מילולית. כך, למשל, הביטוי H_2O מביע מידע על הרכבה של המולקולה שאינו מובע במילה מים. נוסחת מבנה או ניסוח תהליך כימי מביעים אף מידע רב יותר. בר-אוריין בכימיה ישלוט באוצר מילים בסיסי המאפיין את הדיסציפלינה וישתמש בו בקריאה, כתיבה והתבטאות בעל-פה. בר-אוריין בכימיה יבין כי בכימיה, כמו בשאר המדעים, ניתן ביטוי מתמטי לתופעות ולחוקיות מסוימת. תופעות עשויות להיות מתוארות על ידי גרפים, משוואות וכדומה.

מאמרים

6. מדע ניסויי.

7. מדע החוקר את תהליכי החיים ברמה הבסיסית ביותר.

8. מדע וכתחום-דעת תומך בתחומי מדע אחרים.

II. ממד המיומנויות

בר-אוריין יהיה מסוגל לבטא מגוון כישורי חשיבה ומיומנויות אחרות, שיפורטו להלן, בהקשרים הנוגעים לכימיה. אין זאת אומרת שרק באמצעות הכימיה ניתן להקנות מיומנויות אלו, אלא שלימודי הכימיה צריכים לתרום תרומה משמעותית להקניית המיומנויות, ולהתאים למטרות החינוך הכלליות בבית הספר התיכון.

המיומנויות הן אלה:

מיומנויות אורייניות:

הבנת הנקרא, כתיבה עצמאית (בניגוד ל-cut & paste), הבעה בעל פה והקשבה.

מיומנויות למידה:

חיפוש מידע, יכולת לקרוא צורות שונות של ייצוג ידע (גרף, טבלה, איור), יכולת לעבד מידע באופנים שונים.

מיומנויות חקר:

הבנת המושגים האלה: תצפית, עובדה, חוק, תאוריה מדעית ואת יחסי הגומלין ביניהם. אבחנה בין ממצאים ונתונים לבין מסקנות.

מיומנויות חברתיות:

– צרכנות נבונה – בר-אוריין יהיה צרכן נבון של מוצרים טכנולוגיים שיש להם קשר לכימיה, כגון: מסנני מים, מסנני קרינה, דלק לסוגיו, ויטמינים ותוספי מזון אחרים.

– קבלת החלטות (היכולת לאתר סיכונים, יכולת שיפוט ונקיטת עמדה) – בר-אוריין יוכל ליטול חלק בדיון ציבורי הנוגע לסוגיות מדעיות וכימיות ולנקוט עמדה ולנמקה וכן להבין את טיעוני הצדדים השונים.

מאמרים

III. ממד הקישוריות

- בר-אוריין יכיר בחשיבות הכימיה בחיי היומיום ויוכל לתת דוגמאות לחשיבותה בתחומים שונים (מזון, דלקים, מלחים, בריאות, בשמים וקוסמטיקה, מטבח, כביסה, תכשיטנות, כימיה פורנזית, זכוכית, חקלאות, צילום ועוד).
- בר-אוריין יכיר את תפקידה של הכימיה בעיצוב פני החברה בעבר וכיום – השפעתה על התפתחות רעיונות פילוסופיים-קיומיים, על הכלכלה, על מדיניות החוץ ועל סגנון החיים.
- בר-אוריין יהיה מסוגל להסביר תופעות שונות בחיי היומיום.
- בר-אוריין יהיה מסוגל לפתור בעיות תוך שימוש ויישום הידע הכימי שרכש (שימוש נכון בממסים שונים, שימוש מושכל באמצעים שונים לאספקת אנרגיה, הבנת משמעות המושגים ריכוז, מיהול, חומר פעיל [בתרופה], הבנת ההבדל בין מרכיבי מזון לבין ערכו התזונתי וכדומה).

היבטים רגשיים (אָפְקְטִיבִּיִּים) בהגדרת אוריינות כימית

- בר-אוריין ידע להעריך את תרומתה של הכימיה לשיפור איכות חיינו ויוכל לציין תחומים שבהם תרומתה היא מכרעת (ייצור מקורות מזון, ייצור דשנים, ייצור תרופות, תעשיית הפולימרים).
- בר-אוריין ינקוט גישה אובייקטיבית ומושכלת כלפי הכימיה ויישומיה.
- בר-אוריין יבין כי מדע הכימיה ותגליותיו אינם חיוביים או שליליים כשלעצמם. הסיווג הערכי תלוי בחברה ובשימוש שהיא עושה בידע המדעי. (לדוגמה: המצאת חומר הנפץ על ידי אלפרד נובל נוצלה לטובה – פריצת דרכי תחבורה, פיצוץ מבוקר של מבנים מסוכנים; ולרעה – כאמצעי לוחמה וטרור. חומר מסוים עלול להיות פסולת מטרידה בסיטואציה מסוימת או חומר גלם חשוב לתעשייה בסיטואציה אחרת.) באוזני בר-אוריין המילה "כימיקלים" לא תישא משמעות שלילית דווקא.
- בר-אוריין ירצה להעמיק ידיעותיו בתחום (הן באופן פורמלי והן באופן לא פורמלי).
- ההבדל העיקרי בין תלמידי כימיה במסלולים השונים (מוט"ב³, יחידה ראשונה, יחידה שנייה ויחידה שלישית, או יחידה רביעית ויחידה חמישית) יהיה ברמת ההעמקה והפירוט שבה יילמדו הנושאים המרכזיים בדיסציפלינה. על פי תפיסתנו, ביחידה הראשונה יש להציג את הרעיונות המרכזיים

³ מוט"ב – מדע וטכנולוגיה בחברה, תכנית לימודי מדעים בחטיבה העליונה לתלמידים שאינם בוחרים מקצוע מדעי.

מאמרים

בכימיה ובמדעים אחרים, תוך הדגשת הרלוונטיות ופיתוח המיומנויות. בכיתות י"א-י"ב שבהן מתמחים בכימיה ולומדים לקראת בחינת הבגרות, יש להמשיך ולהעמיק באותם רעיונות מרכזיים תוך הדגשת האופן שבו התפתחו התאוריות המרכזיות, לעמוד על הרצף של ההתפתחות המדעית ולציין את נקודות המפנה החשובות. בד בבד תכלול ההוראה המשך פיתוח המיומנויות.

המשך רכישת אוריינות כימית גם לאחר סיום בית הספר

על פי תפיסתנו, רכישת אוריינות מדעית וכימית היא תהליך הנמשך כל החיים, וראוי שבר-האורייין ימשיך להתעניין בתחום ולהעמיק את ידיעותיו. לצערנו, אין הנאמר לעיל מובן מאליו. **המטרה העיקרית בלימודי מדעים וכלימודי הכימיה היא להגיע למצב שבו תלמידינו יהיו בני-אורייין. כלומר, להביא את כל אזרחי העתיד למצב שבו יתעניינו בכימיה וירגישו מסוגלים להתמודד עם מידע או עם סוגיות הנוגעות לכימיה.**

היות שרכישת אוריינות היא "מחויבות לכל החיים" (Life-time Commitment), אין לקבוע כי רמת אוריינותו של תלמיד עם סיום לימודיו היא רמת אוריינותו הסופית, אלא לנסות ולבדוק האם קיים בו הפוטנציאל, הבסיס, להמשך פיתוח אוריינותו המדעית. בהשאלה ניתן לומר כי אנו מנסים לבדוק האם גרעין הידע והמיומנויות שנזרע בו במהלך לימודיו, נובט ומבלבל, או שמא הצטמק ולא נותר ממנו דבר (או גרוע מזה – אם מבחינה רגשית נותרו בו משקעים ורגשות שליליים כלפי המדע).