

למידה בסביבה היגדים

עודד רייכספלד, roded@braude.ac.il

המכללה הטכנולוגית אורט בראודה, כרמיאל

הקדמה:

אנשי האקדמיה העוסקים בחינוך, פוליטיקאים, מומחים ויועצים רבים ממליצים מזה שנים רבות לקובעי המדיניות במערכת החינוך לעבור מהוראה הממוקדת בהקניית ידע להוראה המקדישה את מירב המאמצים לרכישת מיומנויות הקשורות לטיפול במידע. טענות אלו מבוססות על ההסכמה וההנחה שאנו נמצאים בעידן המידע. חיים בעידן המידע דורשים מהאדם שליטה במיומנויות טיפול במידע כמו איסוף מידע, סינון מידע, ארגון מידע, הסקת מסקנות ואף קבלת החלטות על סמך מידע שנאסף כמתואר בדוגמה.

דוגמה:

קניית מצלמה מתחילה בדרך כלל בהגדרת המאפיינים של המצלמה שאנו מעוניינים בה. לשם כך צריך ללמוד כיצד מאפיינים מצלמה כלומר, מה פירושם של מונחים כמו זמן חשיפה, רגישות החיישן ומספר הפיקסלים. יש ללמוד כיצד כל אחד מגורמים אלו משפיע על השימוש במצלמה ועל איכות התמונה שתתקבל בסוף תהליך הצילום. כדי לבנות בתודעה את משמעות המושגים ופירושם צריך לאסוף מידע ממקורות מידע, מגוונים כמו מומחים, כתבי עת ומרשת האינטרנט.

אחרי הגדרת הדרישות, פונים שוב למקורות מידע מגוונים ובכללם רשת האינטרנט. הפעם, המטרה היא לבדוק אילו דגמי מצלמות יספקו את דרישותינו. בשלב זה הקונה נדרש לקרוא בקפדנות את מפרט היצרן שכן ברור שהיצרן ישתדל להבליט את נקודות החזקה של מוצריו ולהצניע את נקודות התורפה שלהם. משימה זו דורשת מהקונה הפוטנציאלי לבחון בעצמו האם מצלמה מסוימת עונה לדרישותיו או לא.

גם אחרי שהקונה הפוטנציאלי היגע מצא מצלמה מתאימה לו עדיין לא תם המסע. עכשיו צריך שוב "לכתת רגליים" ולמצוא את החנות שתיתן לנו את העסקה הטובה והמשתלמת ביותר. יכול להיות שנשתתף במכרזים, נבצע השוואות נקבל החלטות ולבסוף אולי נקנה.....

הליך זה של איסוף סינון עיבוד מידע וקבלת החלטות על סמך המידע מאפיין גם החלטות נוספות כמו איזה טיפול רפואי לבחור? היכן לגור? מה ללמוד? לאן לצאת לנופש? ... ניתן להעריך שבעתיד מספר החלטות שנצטרך לקבל בדרך זו ילך ויגדל.

אחת מהטענות כלפי מערכת החינוך היא שלמרות הדרישה והצורך בהקניית מיומנויות חשיבה, היא ממשיכה להקנות לבוגריה בעיקר ידע. הסיבות לכך הן בודאי רבות ומגוונות אולם במסגרת זו נדון בכך שאחת מהן נעוצה בשיטת ההערכה של התלמידים. רוב בחינות הבגרות בנויות במתכונת המעריכה ידע ומכאן כדי לשפר את הישגי התלמידים המשתקפים במערכות הערכה אלו יש לעסוק בהקניית ידע.

פועל יוצא הוא שכדי לעודד את מערכת החינוך לעבור להקניית מיומנויות חשיבה יש למצוא דרכים שיאפשרו את הערכתם במבחנים כתובים דוגמת המבחנים המקיימים בבית הספר ואלו המתקיימים ברמה הארצית. מאמר זה מתאר שיטה הנהוגה במבחני מגמת הנדסת מכונות בשנים האחרונות הנקראת למידה בסביבת היגדים.

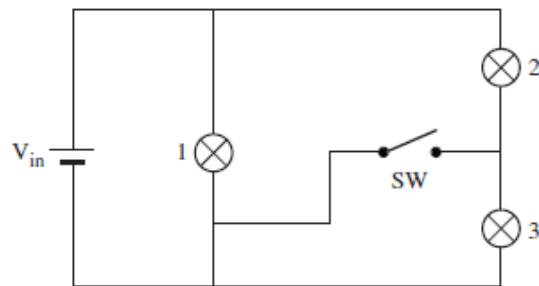
מהי למידה בסביבת היגדים?

למידה בסביבת היגדים (Statements) היא גישת הוראה והערכה המבוססת על הצגת מערכת, נתוניה ומערך היגדים הנוגעים לה ולאופן תפקודה. כל אחד מההיגדים כתוב כך שהוא יכול להיות נכון או לא נכון בלבד. במהלך המבחן נדרש התלמיד לקבוע האם היגד מסוים הוא נכון או לא ולנמק את תשובתו.

דוגמה:

שאלה 9

באיור לשאלה זו מתואר מעגל חשמלי:



איור לשאלה 9

רכיבי המעגל:

- שלוש נורות זהות המצוינות בספרות 1, 2 ו-3 שעוצמת האור שהן מפיקות תלויה בהספק הנצרך על ידן.
 - מקור מתח, V_{in}
 - מפסק SW
- קבע לגבי כל אחד מההיגדים שלהלן אם הוא **נכון** או **לא נכון**. נמק את קביעתך.
- א. כאשר המפסק SW סגור, נורה מס' 3 אינה דולקת.
 - ב. כאשר המפסק SW פתוח, עוצמת האור של נורה מס' 2 גבוהה מזו של נורה מס' 3.
 - ג. כאשר המפסק SW סגור, עוצמת האור שמפיקות נורות מס' 1 ו-2 זהה.
 - ד. כאשר המפסק SW פתוח, עוצמת האור שמפיקות נורות מס' 2 ו-3 **ביחד** שווה לעוצמת האור של נורה מס' 3.

מקור שאלה 9 בחינה במכטרוניקה תשס"ט 1 יח"ל

יש להניח ששאלה "רגילה" שהייתה דנה במעגל דומה הייתה מתמקדת בחישוב ערכם של משתנים במעגל. מבנה הבחינות הקלאסי מחייב שהשאלה תהייה כמותית כדי לאפשר הערכה אובייקטיבית של השאלה בקנה מידה ארצי. מנגד, גורמים כמו: הזמן המוקצה לפתרון השאלה, הקצאת זמן הדרוש לביצוע חישובים ובדיקתם גורם לכך שלא ניתן לבצע חקר מעמיק של המעגל במצבים שונים ולבחון האם התלמיד גם מבין מה המעגל מתאר. יוצא איפה ששאלה "רגילה" הייתה מנתבת חלק גדול ממשאבי החשיבה והזמן שעומדים לרשות התלמיד לביצוע חוזר של פעולות שהוא כבר למד ויודע במקום לשכלל את הידע והמיומנויות של התלמיד. בשאלת הדוגמה, ההיגדים המצורפים למעגל הנתון משמשים אמנם להערכת התלמיד (כאמור זה חלק מבחינה חיצונית) אבל הם יכולים גם לשמש כבסיס או מניע ללמידה.

בניית סביבת למידה המבוססת על היגדים תאפשר לתלמיד לדון בעצמו או עם חברו לספסל הלימודים מה נכון, מה לא נכון, ומדוע. כך יכולה השאלה לשמש גם כמניע ללמידה, גם אמצעי להערכה מעצבת המאפשר למורה לראות מה מובן לתלמידיו ומה לא וגם כהערכה מסכמת.

למידה בסביבת היגדים מפתחת מיומנויות חשיבה רבות אך מאמר זה יתמקד בהדגשת המיומנויות הבאות: ראייה מערכתית, חשיבה ביקורתית, ויכולת ביטוי טכנולוגית.

ראייה מערכתית

הגדרה:

"ראייה מערכתית היא היכולת להבחין בהשפעות ההדדיות של המרכיבים השונים על כלל המערכת. חשיבה מערכתית היא חשיבה לרוחב לא לעומק".

יישום:

בשאלה המתוארת מתוארים רכיבים שונים. מקור מתח, נורות ומפסק. כל אחד מארבעת הסעיפים שבשאלה הוא היגד המתאר קשר בין גורמים שונים במערכת. ההיגדים העוסקים במערכת מדורגים מן הפשוט והמידי אל המורכב והמופשט יותר. באופן זה מתאפשרת למידה ספירלית או לחליפין מתאפשר להעריך את עומק הראייה המערכתית של התלמיד.

חשיבה ביקורתית Critical Thinking

הגדרה:

"חשיבה ביקורתית מבקשת לעודד תלמידים להטיל ספק מושכל במה שסמכויות – מורים, מומחים, ספרי לימוד, ספרים, עיתונים, טלוויזיה – אומרות להם".

יישום:

כדי לגרות לחשיבה ביקורתית, התלמיד צריך לקבוע האם ההיגד שקיבל מהמורה או ההיגד הרשום בבחינה נכון או לא. מבנה היגדים זה מוכיח שלא כל מה שכתוב (ואפילו אם ההיגד כתוב בבחינת הבגרות) הוא בהכרח נכון. סביבת למידה ובחינה זו נותנת לתלמיד את הזכות לטעון שהיגד מסוים אינו נכון בתנאי שיוכיח את טענתו.

יכולת ביטוי טכנולוגית

הגדרה:

"היכולת לקרוא ולהבין טקסט טכנולוגי הכולל מידע גרפי ומידע מילולי"

יישום:

בדרך כלל חלק מהנתונים המצורפים להיגדים מתוארים בצורה גרפית בתוך איורים המלווה בסדרת משפטים קצרה המשלימה ומוסיפה למידע הנתון באיור מידע נוסף.

שאלות מסוג זה מניחות שלתלמיד/נבחן יש ידע סמוי בתחומי ידע רבים ונוספים. לאחר קריאת ההיגד, התלמיד נדרש לבחון מחדש לאורו של ההיגד את הנתונים וכך להעריך האם ההיגד המסוים הוא נכון או לא. בכל מקרה התלמיד חייב לנמק את תשובתו בעזרת טקסט (או איור). הנימוק יכול להיות חישוב פשוט שיראה קשר בין משתנים או טקסט קצר שיתמוך בהיגד או יסתור אותו.

מקרה דוגמה – חיבור וחיסור של כוחות וקטורים.

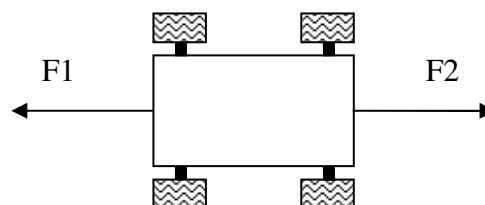
המקרה המתואר להלן יכול לשמש כחלק מסביבת למידה ללימוד נושא חיבור וחיסור של וקטורים. נניח שבנקודת זמן זו לימדנו כבר את התלמיד מהו כוח. הראנו לו שניתן לתאר כוח על ידי חץ המראה את כיוון הפעולה, נקודת הפעולה והגודל. עכשיו אנחנו רוצים ללמד את התלמיד שכאשר מספר כוחות פועלים על גוף, ניתן לומר שעל הגוף פועל בעצם הכוח השקול.

לפני שנפנה ללמידה נזכור שקרוב לוודאי שהתלמיד כבר יודע את זה, לפחות באופן אינטואיטיבי. קרוב לוודאי שהוא הסיע מכונית צעצוע, רכב על אופניים או היה נוכח במצב בו מספר כוחות פעל על גוף שהתנהג בסופו של דבר בהתאם לפעולת הכוח השקול. נראה כיצד ניתן ללמד זאת בסביבת היגדים. לשם כך, מחלקים לכל תלמיד או לכל זוג תלמידים את דפי העבודה הבאים הכוללים שלוש שאלות שבכל אחת ארבעה היגדים.

שאלה ראשונה

באיור שלפניך מתואר מבט על של עגלה שעליה פועלים שני כוחות F_1 ו F_2 כמתואר.

$$F_1 = F_2 = 5[N]$$



איור לשאלה 1

קבע לגבי כל אחד מההיגדים שלהלן אם הוא נכון או לא נכון ונמק את תשובתך.

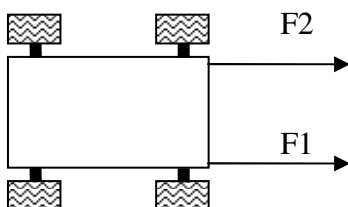
- א. שני הכוחות שווים בגודלם והפוכים בכיוונם.
- ב. כתוצאה מפעולת הכוחות העגלה תנוע.
- ג. סכום הכוחות הפועל על העגלה הוא אפס.
- ד. הגדלת שני הכוחות במידה שווה תגרום לעגלה לנוע מהר יותר.

דיון:

- 1 היגד זה מזכיר לתלמיד שכוח מאופיין בגודל ובכיוון. על השאלה אם הכוחות שווים בגודלם ניתן לענות בעזרת הנתון המילולי וכדי לענות על השאלה הנוגעת לכיוון יש לבחון מה מתואר באיור. תשובת התלמיד מאשרת את ההיגד והנימוק הוא שימוש בנתוני השאלה.
- 2 כאמור, התלמיד לא למד בכיתה כיצד לענות על שאלה זו והוא צריך להחליט בעצמו או עם חברו לספסל הלימודים כיצד להשיב. קרוב לודאי שההגיון הפשוט וזכרון מתחרות משיכת חבל או אירוע דומה יעזור לו להכריע. התשובה היא שההיגד לא נכון והנימוק הוא שפעולת הכוחות ההפוכים בכיוונם מבטלת זה את זה.
- 3 גם אם התשובה להיגד השני לא הייתה נכונה (אחרי הכל התלמיד לא למד האם זה נכון או לא), תפקידו של היגד זה הוא לבקש מהתלמיד לבחון שוב את תשובתו להיגד השני. היגד זה גם מציע מונח חדש "סכום כוחות" שבעזרתו אפשר להסביר מדוע בעצם העגלה לא נעה. פעולת כוח אחד ועוד פעולת הכוח השני (או סכומם) גורם לכך שהעגלה לא נעה. התלמיד יכול לאשר היגד זה או לדחות אותו. הנימוק ישכלל את יכולת הביטוי שלו בין אם הוא צודק או לא.
- 4 היגד זה מכניס שינוי במערכת ומחייב את התלמיד לחשוב האם מה שענה בהיגד ב נשאר תקף גם כאשר שני הכוחות גדלים. כאן הוא כבר יכול להעזר במושג שרכש בהיגד (ג) "סכום כוחות" כדי להסביר את הנחתו. די ברור שהעגלה לא תנוע כי ברור באופן אינטואיטיבי שלגודל הכוחות אין חשיבות כל זמן שהם שווים.

תהליך הלמידה ממשיך אל השאלה השניה. בשאלה זו משאירים את הכול אותו דבר חוץ מהזזת נקודת הפעולה של אחד מהכוחות. שינוי זה גורם לשינוי מהותי במערכת ובנכונות ההיגדים. ההיגדים בשאלה זו נשארים כמו בשאלה הקודמת אבל נכונות ההיגד משתנה.

שאלה שניה



באיור שלפניך מתואר מבט על של עגלה שעליה פועלים שני כוחות F_1 ו F_2 כמתואר.

$$F_1 = F_2 = 5[N] \text{ נתון ש}$$

איור לשאלה 1

קבע לגבי כל אחד מההיגדים שלהלן אם הוא נכון או לא נכון ונמק את תשובתך.

- א. שני הכוחות שווים בגודלם והפוכים בכיוונם.
- ב. כתוצאה מפעולת הכוחות העגלה תנוע.
- ג. סכום הכוחות הפועל על העגלה הוא אפס.
- ד. הגדלת שני הכוחות במידה שווה תגרום לעגלה לנוע מהר יותר.

דיון:

- א. השינוי בתשובה לסעיף זה, מוביל להבנה שיכולים להיות שינויים נוספים. חשיבותו של היגד זה היא בכך שניתן לראות ששינוי במערכת יכול להפוך היגד שהיה נכון ללא נכון ולהפך.
- ב. התלמיד לא למד כיצד לענות על שאלה זו אבל הוא זוכר שכאשר שני הכוחות פועלים זה נגד זה העגלה לא זזה אבל כאן שני הכוחות פועלים באותו כיוון. זה יכול להזכיר שני שלחיצה בשתי הידיים על ידית העגלה בחנות גורמת לה לנוע. לכן יהיה לו קל להכריע שהיגד זה נכון והנימוק הוא ששני הכוחות משתפים פעולה.
- ג. היגד זה מעלה שוב את המונח שבעזרתו אפשר להסביר בשפה במקובלת בתחום מה ההבדל העקרוני בין המצב שתואר בשאלה אחת ובין המצב שתואר בשאלה שתיים. ההבדל הוא שבשאלה אחת הסכום היה אפס וההיגד היה נכון וכעת הסכום הוא לא אפס ולכן ההיגד לא נכון יותר.
- ד. כאן נדרש התלמיד לחזק את מושג סכום הכוחות. על העגלה יפעל כוח גדול יותר ולכן ניתן להניח שהיא תנוע מהר יותר.

בשאלה השלישית נשנה את כיוון הפעולה של הכוח. נתאר מנורת שולחן העומדת על שולחן ומפעילה עליו כוח. ידוע שהמנורה לא זזה (כלומר סכום הכוחות הפועל עליה הוא אפס) אבל היכן פועל כוח נוסף?

שאלה שלישית

באיור שלפניך מתוארת מנורת שולחן העומדת על שולחן. משקל המנורה הוא $F1 = 5[N]$ קבע לגבי כל אחד מההיגדים שלהלן אם הוא נכון או לא נכון ונמק את תשובתך.



איור לשאלה 3

- א. המנורה מפעילה כוח על השולחן.
- ב. כתוצאה מפעולה הכוח המנורה נעה.
- ג. סכום הכוחות הפועל על המנורה הוא אפס.
- ד. השולחן מפעיל כוח על המנורה.

דיון:

- א. לפי הנתון המנורה מפעילה כוח על השולחן. ברור שהיגד זה נכון ואזכורו משמש בסיס לשאלה שמעורר ההיגד הבא. ברור שהמנורה מפעילה כוח על השולחן וכרגע אין דרישה לדיון במקור הכוח המנוגד.
- ב. התשובה לסעיף זה נעוצה בניסיון החיים של התלמיד היודע שהמנורה לא נעה. הנימוק במקרה זה לא כל כך פשוט היות ולא ברור האם פועל כוח נוסף ומי מפעיל אותו.
- ג. אם התלמיד לא הבין עדיין שפועל כאן כוח נוסף, היגד זה מביא אותו למסקנה שחייב לפעול כאן כוח נוסף השווה בגודלו והפוך בכיוונו למשקל המנורה. ההיקש הלוגי שהוא שלפי היגד (ב) המנורה לא נעה כי סכום הכוחות הפועל עליה הוא אפס ולפי היגד (א) פועל עליה כוח. מכאן, נובע שפועל על המנורה כוח השווה בגודלו למשקל המנורה אבל הפוך בכיוונו.
- ד. היגד זה מציע תשובה אפשרית לשאלה. התלמיד לא יודע אם הוא נכון או ותשובת התלמיד להיגד זה צריכה ממילא לקבל חיזוק בשיעור נוסף.

סיכום

מאמר זה הציג שיטה להוראה המבוססת על היגדים המאפשרים ללומד למידה עצמית תוך סיפוק של משוב (הערכה מעצבת). בדוגמה שתוארה מודגם כיצד ניתן בעזרת כלי זה לבנות נדבך על נדבך מבנה ידע הכולל גם חשיבה ביקורתית והטמעה של החומר הנלמד. בנוסף למשוב שמקבל התלמיד גם המורה יכול לקבל משוב לכל תלמיד ומשוב כיתתי המראה את רמת ההבנה והידע של התלמידים.

סביבת הוראה זו מפתחת ראייה מערכתית, חשיבה ביקורתית ויכולת ביטוי טכנולוגית.

ראיה מערכתית: בדוגמה שתוארה הומחש כיצד שינוי של נתון אחד במערכת יכול לשנות את כל התנהגותה מקצה לקצה.

חשיבה ביקורתית: התלמיד נדרש לקבוע אם היגד מסוים הוא נכון או לא. במהלך הלמידה נדרש התלמיד לקבוע שהיגד מסוים הוא נכון בתנאים מסוימים ואותו היגד מפסיק להיות נכון כאשר משנים אחד מתנאי ההתחלה.

יכולת ביטוי טכנולוגית: התלמיד נדרש לענות במשפט קצר מדוע הוא חושב שהיגד מסוים נכון או לא. כך הוא משכלל את יכולת הביטוי שלו ויכול להיות שיעשה שימוש גם במונחים שלמד מהשאלות עצמן.