

העברת השתלמות בשינוי נושא נוסחה למורי 3 יח"ל

המפגש הוכן על ידי גאולה סבר ודוד פיילכנפלד

מפגש ההשתלמות בנושא עוסק בעיקר בדידקטיקה של הנושא ולא במתמטיקה המסתתרת מאחוריו. העיקרון המתמטי היחיד העומד כאן הוא בידוד המשתנה המבוקש, והטכניקה הנדרשת לכך איננה מסובכת במיוחד. למרות זאת, מורים רבים חשים שקיים קושי רב בהעברת הנושא, או שהעברתו באופן ראוי גוזלת משאבי זמן רבים, החורגים מעבר לחשיבות הנושא כפי שבא לידי ביטוי בשאלוני הברגרות.

המטרה שלנו: למצוא את הדרך ללבם של המורים כדי להבהיר שאין כאן בזבוז זמן אלא חיסכון בזמן. בזבוז זמן הוא הוראה של נושא שנופל על אוזניים לא קשובות של התלמידים. הדרך לכך היא הצגה של הדידקטיקה המתאימה לתלמידי 3 יח"ל בתחום זה.

בכל המקרים שבהם נדרש שינוי נושא נוסחה כל הדרוש מהתלמידים זה בידוד נעלם, ואין כמעט כל חשיבות לסוג הדוגמא שמביאים כדי לבנות פלטפורמה לנושא.

תלמידים טובים מאד (כגון תלמידי 5 יח"ל) מסוגלים לטפל בנוסחה מופשטת, והם יכולים לבדוד משתנה מבלי להבין את המשמעות של הנוסחה. תלמידים חלשים יותר כגון רוב אוכלוסיית 3 יח"ל צריכים קונקרטיזציה. הם אינם יכולים ואינם צריכים לבדוד משתנה בנוסחה שהיא חסרת משמעות עבורם.

לכן, עיקר ההוראה של הנושא צריך להתמקד בהסבר של משמעות הנוסחה, מהיכן היא מגיעה וההשפעה של כל פרמטר על מה שקורה בה. בכל שינוי נושא נוסחה יש עיקרון אחיד של בידוד משתנה. המורה צריך לטפח בהוראה את ה"חוש לאלגברה", זיהוי המבנה המאפיין את הביטוי האלגברי. המבנה הזה חוזר על עצמו בבעיות רבות. ברגע שאני כמורה מבין זאת, ואני כמורה מעביר זאת לתלמידים, הכל מתקבל באופן פשוט על ידי התלמידים בכיתה.

הדוגמאות שעליהן נלמד הנושא הן מגוונות: טוב יהיה אם הנושא יוטרם בפני התלמידים בהקשרים שונים שנלמדים בלאו הכי, עוד לפני הוראת הנושא עצמו. שינוי נושא נוסחה בא לידי ביטוי במגוון הקשרים שונים כגון טריגונומטרייה, סטטיסטיקה או גאומטרייה אנליטית. מהרגע שבו תלמיד מכיר את הטכניקה הנדרשת בנושאים הללו, עלינו להציג בפניו את שאר הדוגמאות שבהן הדרישה עשויה לבוא לידי ביטוי.

את דוגמאות השאלות שקיימות במאגר ניתן למיין לקבוצות שונות בהתאם לשני קריטריונים:

1. הטכניקה הנדרשת כוללת פעולות ליניאריות או ריבועיות:
רוב הדוגמאות כוללות פעילות ליניארית בלבד שהיא פשוטה יותר ואינטואיטיבית יותר למרבית התלמידים. מומלץ להתחיל וללמד דוגמאות כאלה. בכיתות טובות יותר ראוי להמשיך וללמד גם את הדוגמאות הריבועיות בסבב נוסף. בכיתות חלשות יותר ניתן להסתפק בדוגמאות הליניאריות. למעשה, ניתן להצליח בציון סביר בשאלון הראשון כולו ללא כל ידע בטכניקה ריבועית.

2. הדוגמא המובאת ניתנת להמחשה חזותית או מישושית:
רוב הדוגמאות מתייחסות לצורות במישור או גופים במרחב שאותם ניתן להדגים באופן

חוויתי לתלמידים לצורך תובנה טובה של מקור הנוסחה הנלמדת. לימוד של שינוי נושא נוסחה במקרה הניתן להמחשה חזותית קל במידה רבה מלימוד מקרה מופשט יותר, כגון המרת יחידות. מומלץ להתחיל וללמד דוגמאות בעלות המחשה חזותית. לכן מומלץ להיעזר במודלים מוחשיים (קוביות משחק של ילדים, קופסאות נעליים, גלילי קרטון פנימיים של ניר טואלט שניתנים לגזירה, טיול לילי ליד פנס הרחוב וכו'). מודלים מוחשיים כאלה הם חווייתיים ומסבירים לתלמידים מהיכן הדברים לקוחים. בהמשך באה הגיאוג'ברה לעזרתנו. כאן מצורפים יישומונים שהם מאד טובים ומועילים. כאן גם ניתן להראות לכל תלמיד על מנת שיווכח בעצמו מהי ההשפעה של כל פרמטר.

בהתאם לשני הקריטריונים הללו ניתן למיין את 19 הדוגמאות לשאלות המופיעות במאגר השאלות: בטבלה שלפנינו מוצגים מספרי השאלות במאגר בהתאם לשיוכם.

ללא המחשה חזותית	בעלי המחשה חזותית	
19 11 4	18 17 16 10 9 8 7 6 5 3 1	דוגמאות ליניאריות
14 13 12	16 3 2	דוגמאות ריבועיות
	15	דוגמאות נוספות (חזקה שלישית)

ניתן לראות שהטיפול בדוגמאות הפשוטות ביותר, שבהן הטכניקה ליניארית ויש להן המחשה חזותית, כולל את רוב הדוגמאות.

המרת יחידות (אורך, שטח, נפח או זמן) נדרשת מכל אחד מאיתנו כמעט באופן יומיומי. ניתן להכניס דוגמא לכך כמעט בכל שאלה בבגרות, כאשר הנתונים מוצגים לתלמיד ביחידה אחת (למשל סנטימטר) ואת התשובה הוא נדרש לתת ביחידה אחרת (למשל מילימטר). במפגש זה מוצגות מספר דוגמאות לכך. יש לשים לב שהמרת יחידות הכוללת כפל (כגון מעבר מסנטימטרים למילימטרים) קלה לתלמידים בהרבה מההמרה ההפוכה שבה יש חילוק (כגון מעבר ממילימטרים לסנטימטרים).

הפעלת ההשתלמות

החומר של ההשתלמות מספיק למפגש בן 3 שעות. יש להקפיד על שמירה של מתח התקדמות לכל אורך המפגש כדי להספיק אותו.

שקף	הערות והבהרות
1.	שער
2.	למה מאגר חדש? מעבר לכל ההסברים הטכניים על חידוש המאגר, ארגון ורענון, יש לציין שזוהי הזדמנות מבחינתנו לרענן את גישת ההוראה: כדברי מלכה ברנדר – "לא ללמד את זה אלא ללמד כזה". התלמידים נדרשים לדעת לפתור גם שאלות דומות לדוגמאות המופיעות במאגר.
3.	הדגשים שבשקף אינם תלויי תוכן. אלה דגשים שילוו אותנו לכל אורך ההשתלמות בכל הנושאים. יש לציין אותם להזכירם ולהדגים אינספור פעמים.
4.	4 השורות הראשונות צריכות לתת מוטיבציה כללית לשינוי גישת ההוראה. 2 השורות האחרונות אמורות לצקת מוטיבציה ספציפית לרענון גישת ההוראה בנושאים שמוזכרים במפגש זה.
5.	הצהרת כוונות לגבי הטרמת הנושא בפני התלמידים בהקשרים שונים שנלמדים בלאו הכי, עוד לפני הוראת הנושא עצמו.
6.	דוגמא א': שאלה ראשונה במאגר בטריגו, הדורשת שינוי נושא נוסחה לפיתרון. התלמידים לומדים אז את המיומנות לבידוד משתנה, ועל כן אם יעשה ההקשר הם לא אמורים להתקשות בדוגמאות אחרות.
7.	דוגמא ב': שאלה ראשונה במאגר בגאומטרייה אנליטית, הדורשת שינוי נושא נוסחה לפיתרון. ניתן לפתור את השאלה במגוון דרכים: בצד שמאל במסגרת האדומה – הדרך הקלאסית: הצבת כל מה שיש לי ואז מתברר שרק b לא נתון ואותו מבודדים באופן מספרי. בצד ימין במסגרת הירוקה – פעילות עם תובנה שאותה יש להציג: תובנה מראש שהמשתנה לבידוד הוא b, בידוד עם פרמטרים והצבה רק לאחר מכן. זוהי הטרמה מושלמת לשינוי נושא נוסחה. ישנן בכל הנושאים הרבה דוגמאות נוספות שבהן ניתן להשחיל את הרעיון המתמטי של בידוד המשתנה עוד לפני הוראת הנושא בנושא.
8.	דרך נוספת לפתרון אותה דוגמא באמצעות הזזת הישר. חשוב מאד להציג לתלמידים מגוון אפשרויות פתרון (גם אם זה מבלבל) ולתת לכל תלמיד לבחור את הדרך הנוחה והמתאימה לו. בכל כיתה יושבים תלמידים רבים עם מגוון של גישות חשיבה, ואין לכפות על כולם גישה יחידה.
9.	דוגמא ג': שאלה בסטטיסטיקה לגבי חישוב ממוצע. את הציון החמישי ניתן למצוא באמצעות שינוי נושא נוסחה. גם כאן, התלמידים מוצאים בקלות את הציון החסר למרות שהטיפול בבידוד הציון הוא דו שלבי: כפל פי 5 וחיסור 300.
10.	טכניקה אלגברית – "החוש למבנה באלגברה" (דרייפוס) – לפתח את החוש לראות מאחורי הסימנים האלגבריים. שימוש בדוגמאות מספריות. ישנן תבניות אלגבריות (או חשבוניות) שחוזרות על עצמן ברוב הבעיות. הדוגמאות של טריגו – חילוק / כפל הדוגמא של גאומטרייה אנליטית - חיבור/ חיסור הדוגמא של סטטיסטיקה – שילוב של שתי הפעולות.
11.	שקף מעבר סיום הטרמה באמצעות נושאים שונים סביב שלוש הדוגמאות טריגו סטטיסטיקה וגאומטרייה אנליטית. שלב חדש כניסה לנושא עצמו באמצעות מיון סוגי השאלות לפי שני קריטריונים
12.	שטח מרובע שאלכסונו מאונכים זה לזה הערת אוריינות: כדי למנוע עומס קריאה חזותי, רצוי לא להציג מלכתחילה בפני התלמידים את השאלה על כל סעיפיה, ולהסתפק בשלב הראשון רק בתיאור המצב

<p>קדם סעיפי השאלה.</p> <p>שלב 1: יש להראות לתלמידים את מקור הנוסחה. כל תלמיד יכול לצייר על דף משובץ שני קטעים מאונכים שנחתכים (לאו דווקא חוצים). מכאן ניתן לשרטט מרובע המורכב מ-4 משולשים ישרי זווית שנוח למצוא את השטח של כל אחד מהם ולחבר. לכל התלמידים בכיתה יש דוגמא שמעידה על נכונות הנוסחה.</p> <p>שלב 2: אותו דבר אלא שמתייחסים לשני משולשים בעלי צלע משותפת ולא ל-4 משולשים ישרי זווית. מתקבל אלכסון כפול מחצית האלכסון השני.</p> <p>שלב 3: בדיקת התפקיד של כל פרמטר. זה יכול להתבצע באמצעות השוואה בין מרובעים שונים שהתלמידים שרטטו, או באמצעות יישומון הגאוגברה המצורף. כדאי לשאול שאלות כגון:</p> <p>כיצד ישתנה שטח המרובע אם נקטין את אחד האלכסונים? איך רואים זאת בנוסחה? כיצד ישתנה (והאם בכלל) שטח המרובע אם נזיז את אחד האלכסונים? נמקו והתייחסו גם לנוסחה.</p> <p>אם נתון שטח המרובע ונקטין את אחד האלכסונים, כיצד ישתנה האלכסון השני? (ביישומון הדינאמי- ניתן להזיז את האלכסון AC, הזזת הקודקוד B יזיז את האלכסון BD. הזזת D תשנה את אורך BD. הזזת A ו-D ישנו את שני האלכסונים)</p>	
<p>טרפז: הדגמה נוספת של אותו רעיון.</p> <p>הערת אוריינות: כדי למנוע עומס קריאה חזותי, רצוי לא להציג מלכתחילה בפני התלמידים את השאלה על כל סעיפיה, ולהסתפק בשלב הראשון רק בתיאור המצב קדם סעיפי השאלה.</p> <p>כדאי לשים לב לסדר הסעיפים שאיננו אחיד בכל הדוגמאות שבמאגר. בשאלה זו ניתן להציב מספרים ולבודד את H באופן מספרי. רק אחר כך יש בקשה לבידוד H באופן אלגברי. לא בכל השאלות זהו סדר הסעיפים. יש לטפל בחוזקות ובחולשות של הצגת סדר זה לעומת סדר הפוך, וניתן לקיים על כך דיון בין המשתלמים. בסופו של דבר, טוב יהיה אם חלק מהדוגמאות תוצגנה בסדר זה, וחלק אחר תוצגנה בסדר ההפוך. גם כאן, יש למצוא הסבר מדוע שטח הטרפז נתון בנוסחה.</p> <p>בדיקת המשמעויות של הפרמטרים השונים בנוסחה בעזרת גיאוגיבריה: כיצד ישתנה גובה הטרפז אם נגדיל את השטח? כיצד ניתן לראות זאת בנוסחה? כיצד ישתנה גובה הטרפז אם נגדיל את אחד הבסיסים? כיצד ניתן לראות זאת בנוסחה?</p> <p>נסחו את הנוסחה באופן מילולי. נסחו מחדש את סעיף א באופן מילולי. צרו בעיה חדשה.</p> <p>טכניקה אלגברית – להדגיש שבכדי לבודד את H, יש להסתכל על $a+b$ כעל גורם אחד. (סכום הבסיסים) ואז רואים ששוב יש כאן תבנית כפל/חילוק.</p>	13.
<p>העולם שמסביבנו מלא בדוגמאות לחישובי שטחים ונפחים. מומלץ וכדאי להביא לכיתה עצמים מוחשיים בכדי להמחיש את הבעיות ולהפוך אותן לקונקרטיות.</p>	14.
<p>תיבה</p> <p>הערת אוריינות: רצוי להדגיש בפני התלמידים את העיקר של תיאור המצב, וללמד אותם רמזים כיצד למצוא את העיקר ולסמנו.</p> <p>גם כאן, כמקודם, רצוי לא להציג מלכתחילה בפני התלמידים את השאלה על כל סעיפיה, ולהסתפק בשלב הראשון רק בתיאור המצב קדם סעיפי השאלה.</p> <p>כדאי לשים לב גם לטכניקה אלגברית – למה התבנית הזו דומה? (לבעיית הטרפז).</p>	15.
<p>תיבה:</p> <p>כדאי לבקש מהתלמידים להביא תיבות שונות לכיתה (קופסאות נעליים קופסאות גפרורים, קופסאות שוקולד, צעצועי משחק בצורת תיבה...). כדאי לפתוח תיבה ולראות את הפריסה.</p> <p>דוגמאות שונות ניתן לראות גם ביישום הדינאמי. שאלות:</p> <p>אם נתון שטח המעטפת – האם זה קובע באופן יחיד את התיבה? מצאו תיבות שונות ששטח המעטפת שלהן 36. (האם תתכן קובייה כזו?) כיצד ישתנה שטח המעטפת אם נתון בסיס התיבה ונגדיל את הגובה? כיצד ישתנה גובה התיבה אם נתון בסיס התיבה ונגדיל את שטח המעטפת? כיצד ישתנה גובה התיבה אם נתון שטח המעטפת התיבה ונגדיל את שטח הבסיס? כיצד ישתנה שטח הבסיס התחתון אם נשנה את הגובה של התיבה? בעיות דומות אבל שונות – שטח פנים של תיבה ונפח של תיבה.</p>	16.

17.	<p>את הספסל אפשר להמחיש בבנייתו בעזרת קופסת נעליים עם מכסה שממנה נגזרו 2 פאות. יש חשיבות רבה להמחשה חזותית ולהמחשה מישושית כדי להבין את מקור הנוסחה שמופיעה בהמשך השאלה.</p> <p>כדי למנוע עומס קריאה חזותי, רצוי לא להציג מלכתחילה בפני התלמידים את השאלה על כל סעיפיה. בדוגמא זו החשיפה לתלמידים נעשית אפילו ללא הצגת הנוסחה. ניתן לבקש מהתלמידים להגיע בעצמם לנוסחה תוך כדי דיון כיתתי.</p>
18.	<p>סיווד חדרים : שלבים בבניית התבונה ניתן להציג רק את 3 השורות הראשונות מהו שטח התקרה? אם ניתן לצבוע 5 מ"ר בליטר צבע, כמה ליטר צבע דרושים לתקרה? אם מחיר ליטר צבע הוא x ₪ לליטר, מהי עלות צביעת התקרה. כני"ל לשטחי הקירות. המורה מתבקש להבנות את נוסחת חישוב העלות.</p>
19.	<p>שאלת הספסל במלואה. לאחר הבנת השאלה בשלבים ובניית נוסחאות ביניים, נתפנה להבין את הנוסחה הנתונה בשאלה.</p>
20.	<p>גליל א : הערת אוריינות : כדי למנוע עומס קריאה חזותי, רצוי לא להציג מלכתחילה בפני התלמידים את השאלה על כל סעיפיה, ולהסתפק בשלב הראשון רק בתיאור המצב קדם סעיפי השאלה. רצוי להדגיש בפני התלמידים את העיקר של תיאור המצב, וללמד אותם רמזים כיצד למצוא את העיקר ולסמנו. כדאי לשים לב לסדר הסעיפים שאיננו אחיד בכל הדוגמאות שבמאגר. בשאלה זו הסדר הפוך ממה שהיה בדוגמת הטרפז. כאן יש לבדוד את H בעזרת הפרמטר P (לאחר שהוצב R) ולא באופן מספרי. רק אחר כך יש בקשה לחישוב H באופן מספרי. לא בכל השאלות זהו סדר הסעיפים. יש לטפל בחוזקות ובחולשות של הצגת סדר זה לעומת סדר הפוך (ניתן לעשות זאת כאן או בשקף של הטרפז או הכל מקום אחר, אך אין צורך להעלות את הנושא לדיון כל פעם מחדש אלא רק לאזכרו), וניתן לקיים על כך דיון בין המשתלמים. בסופו של דבר, טוב יהיה אם חלק מהדוגמאות תוצגנה בסדר זה, וחלק אחר תוצגנה בסדר ההפוך. תהליך בידוד H מורכב כאן יותר מבדוגמאות הקודמות, אך הוא עדיין לינארי: הצבת R ופאי, חיסור 157 משני האגפים, וחלוקה ב- 31.4. התלמידים מיומנים בסדר זה מבידוד משתנה במהלך פתרון משוואות. גם כאן, כבדוגמאות הקודמות יש להמחיש לתלמידים את מקור הנוסחה. מודל טוב להצגת הפריסה של הגליל הוא חלק הקרטון הפנימי של גליל ניר טואלט. את הגליל ניתן לגזור באמצעות מספרים וכך לקבל מלבן. עלינו לזכור שבמסגרת התוכנית החדשה של חטיבת הביניים, שטח עיגול והיקפו מוזכרים ומטופלים לאורך כל שלוש השנים, וקיים אז גם טיפול בגליל.</p>
21.	<p>גליל ב : כאן מצורף יישומון שמראה את פריסת הגליל, וכן את ההשפעה הפרמטרית של P על הפריסה ועל הגובה H. למתעמקים, ניתן להוסיף גם את ההשפעה של R על H בהינתן P קבוע.</p>
22.	<p>סיכום הגישה הדידקטית לטיפול בדוגמא.</p>
23.	<p>חרוט א : אין הבדל עקרוני בין הדוגמא של החרוט לבין קודמותיה. מעביר ההשתלמות יכול להחליט האם הוא מסתפק בהצגה חטופה של הדוגמא, או שהוא בוחר להעמיק גם בה כבקודמותיה, או שניתן לבצע הפעלה של המורים בהשתלמות על בסיס הדוגמאות הקודמות. יש לשים לב לכך שרק סעיף א בשאלה מתאים לסבב ההוראה הלינארי. שני הסעיפים הבאים של אותה הדוגמא צריכים להילמד בשלב מאוחר יותר במסגרת הסבב השני הנעזר בטכניקה ריבועית, במקרה זה- הוצאת שורש.</p>
24.	<p>חרוט ב : יישומון שהפעלתו נתונה לשיקול הדעת של מעביר ההשתלמות, בהתאם לשקף הקודם.</p>

25.	חרוט ג : דוגמא אפשרית נוספת להפעלה עם חרוט.
26.	צל : מקור הנוסחה כלל איננו אינטואיטיבי, ויש לעבוד על כך. שלב א – כפי שרשום בשקף, אפשר לשלוח את התלמידים לטיול לילי סביב הפנס בשכונה (ואולי אף לצלם או ליצור סרטון). ניתן לראות כיצד משתנה הצל כאשר מתקרבים או מתרחקים מהפנס, וכן מה קורה לצל כאשר הולכים סביב הפנס בעיגולים. לימוד חווייתי (להזכירכם – כל התלמידים הם עדיין ילדים) יכול להועיל מאד בהפנמת ההיגיון הבסיס של הנוסחה והוא כשהמרחק מהפנס גדל, גדל גם הצל. כאשר גובה האדם גדל, גדל גם הצל. ניתן גם להציג עקרון זה גם בעזרת היישום הדינאמי בשקף הבא.
27.	הנימוק לנוסחה מבוסס על ידע במיון משולשים שנלמד בכיתה ח. המשולשים הדומים הרלבנטיים הם רק המשולש הימני התחתון והמשולש השמאלי העליון. הערת אוריינות : לאחר הבנת הנוסחה אין צורך לענות על סעיפי השאלה. עדיף לקיים דיון כיתתי לגבי מה ניתן לשאול בהתייחס לנתוני השאלה, כלומר לאלו מסקנות ניתן להגיע מתוך הנתונים. מומלץ לשנות את הפרמטרים ביישומון הדינאמי ולהעלות השערות ומתוכן לגזור נוסחאות מתאימות. מורים עשויים להיות מופתעים לגבי רמת דיון גבוהה שעשויה לצמוח כאן, וכן מהעובדה שתלמידים עשויים להציע שאלות קשות בהרבה מהסעיפים בדוגמא עצמה, ולהשיב עליהן בהצלחה. הערת האגב מהווה תזכורת והטרמה לקראת החלק השני של ההשתלמות : בכל שאלה ניתן להכניס בקלות רבה גם המרת יחידות.
28.	נפח פירמידה : זוהי דוגמא נוספת שאיננה שונה מקודמותיה. מעביר ההשתלמות יכול להחליט האם הוא מסתפק בהצצה חטופה אל הדוגמא, או שהוא בוחר להעמיק גם בה כבקודמותיה, או שניתן לבצע הפעלה של המורים בהשתלמות על בסיס הדוגמאות הקודמות. התמונה של השוקולדים היא מתן מוטיבציה חיצונית לחשיבות של מציאת נפח פירמידה. (אם בנמצא, כדאי להביא לכיתה קופסה שכזו). יש לשים לב שהנושא קשור לתכני טריגונומטרייה הנלמדים לקראת שאלון ב. התרגיל כול מבוסס באופן טהור רק על כפל וחילוק, וככזה הוא יחסית פשוט.
29.	שטח פנים של פירמידה – דוגמא נוספת.
30.	סיכום של החלק הליניארי חזותי, ותזכורת לכך שיש גם דוגמאות אחרות.
31.	חשיפה לשתי דוגמאות לשאלות המרת יחידות טמפרטורה. בשאלות אלה קיים קושי כפול : אין אמצעי המחשה חזותיים מוצלחים, ושינוי נושא הנוסחה מבוסס הן על חיבור/חיסור והן על כפל/חילוק.
32.	טוב גם להרחיב את אופקי הידע של התלמידים ולתת רקע היסטורי ותרבותי קצרצר. יחידות המידה הן פרי יצירת האדם וההחלטה עליהן שרירותית. מה מקור יחידות המידה השונות לטמפרטורה? העברת המידע הזה בכיתה, איננה יכולה להמשך יותר מדקות ספורות והיא מתאימה כאתנחתא.
33.	בכל זאת יש ניסיון להמחשה חזותית. באמצעות הסרטון הכרות עם מד חום הנמצא בכל בית, בו יש שתי סקאלות זו לצד זו. הפעלת היישומון מעוררת התפעלות בקרב התלמידים. נוסחת המרת היחידות של הטמפרטורה לינארית ולכן נוח לייצגה כישר. ניתן לעצור ולשאול מה משמעות נקודות מיוחדות על הישר וכדומה. ועוד עניין : עד כמה חשוב לדייק בהמרת הטמפרטורה? אם מדובר באפיית עוגה ניתן להשתמש במודל המרה פשוט יותר : במקום תשע חמישיות – 2. במקום 32 – 30. הרבה יותר פשוט אך פחות מדויק. מה גודל השגיאה? עד כמה זה קריטי? במדידת חום של נער חולה זה מאד קריטי. במדידת חום של תנור אפייה זה חסר חשיבות. כרגיל, ההקשר קובע את הכל.
34.	המרת יחידות אלה הם ההמרות המיידיות שנדרשות מכל אחד. טוב היה אילו ידעו התלמידים גם להמיר יחידות מורכבות יותר כגון המרת מהירות מקמ"ש למטר לשנייה וההיפך. יש להגביל את מידת הדרישות מהתלמידים, אך ההמרות המצוינות בשקף הן יומיומיות

	<p>והכרחיות לתפקוד נאות בחיי יומיום. תזכורת למורים: סעיפים כאלה עשויים להופיע במגוון שאלות: שאלות מילוליות, קריאת גרפים, טריגונומטריה וכו'.</p>
35.	<p>המרת אורך: מה יקרה כאשר התלמיד יתבקש להציג את האורך של H ביחידות של מילימטרים או של מטרים? מה יקרה כאשר הוא יידרש לשטח המעטפת ביחידות של מילימטר רבוע? ההמרות מיחידות גדולות לקטנות יותר (המסומנות בצבע ירוק) הן כפולות ועל כן פשוטות יותר. ההמרות מיחידות קטנות לדגולות יותר (המסומנות באדום) הן חילוקיות ולכן קשות יותר. חשוב לבסס היטב את ההמרות הירוקות לפני האדומות. אין צורך בכל דוגמא להציג את מלוא אפשרויות ההמרה, אך מעת לעת במגוון תרגילים ראוי להציג סעיף כזה.</p>
36.	<p>המרת שטח: מורכבת יותר בגלל שהיא ממבוססת על פעמיים המרה: המרת אורך והמרת רוחב. הריבוע המחולק ל-100 משבצות מדגים זאת היטב.</p>
37.	<p>המרת נפח: העלאת רמת המורכבות של ההמרה.</p>
38.	<p>הדגמת הדרך לפתרון הקושי באמצעות חלוקת קובייה אחת ל-1000 קוביות קטנות. בהקשר זה עדיף לחזור שוב על חוקיות חלוקת הקוביות לקוביות קטנות יותר כאשר לאורך כל מקצוע מונחות 2, 3 או 4 קוביות קטנות, והנפח מתמלא בעזרת 8, 27 או 64 קוביות קטנות בהתאמה.</p>
39.	<p>המרת זמן: שינוי של מילה אחת בשאלה משנה את התשובה. במקרה זה כפל פי 60. יש להזכיר לתלמידים שסדרת המרות הזמן היא שונה משלב לשלב: 60 שניות בדקה, 60 דקות בשעה, 24 שעות ביממה, 7 ימים בשבוע, וכו'.</p>
40.	<p>המרת זמן: מתוך הרחבת המאגר מוצג גרף המתאר את זמני היציאה וההגעה של רכבות באירופה. מה קורה אם ציר הזמן מוסט וחולף על פני חצות? יש לדעת לטפל בנושא. מומלץ לכל מורה לברר עם תלמידיו כמה דקות חולפות בין השעה אחת עשרה ורבע בלילה, לבין השעה אחת ועשרים. צפויות להתקבל מגוון רחב של תשובות, שרק אחת מהן עשויה להיות נכונה.</p>
41.	<p>עם תום הוראת הדוגמאות המבוססות על טכניקה ליניארית, מגיע הזמן (רק אם הוא מגיע) לטפל בדוגמאות הדורשות טכניקה ריבועית. בהוראה זו אין כל חידוש ביחס למה שנלמד קודם מלבד ההיכרות של הקשר בין פעולת ההעלאה בריבוע לבין פעולת מציאת השורש.</p>
42.	<p>דוגמאות לשימושים ריבועיים בחרוט ובכדור.</p>
43.	<p>פירמידה: בעוד סעיפים א ב ג הם ליניאריים, סעיפים ד ה ו באותה דוגמא דורשים טכניקה ריבועית.</p>
44.	<p>BMI דוגמא לשאלה הדורשת טכניקה ריבועית, ללא המחשה חזותית. שאלת ה-BMI העוסקת במשקל תקין וחרגה ממנו כלולה במאגר ועשויה לחשוף בעיה רגישה המעסיקה בני נוער רבים. קיימות גישות שונות להוראת הנושא. גישה 1: עיסוק בבעיה ובגרף טוב להשתלמות, אך אסור בשום אופן להראות דבר כזה בכיתה מכיוון שזה עוד אלמנט שדוחף נערים ונערות כאחד להפרעות אכילה. גישה 2: חלק מתפקידנו כמורים למתמטיקה הוא להיות מחנכים. בעיית המשקל והפרעות אכילה היא בעיה קשה ומאד אוטנטית שמעסיקה בני נוער רבים. זו הזדמנות פז לשוחח על הבעיה מחיי התלמידים, להדגיש שהמדד ממליץ על משקל תקין כמדד לבריאות. (והמשרעת של כל קטיגוריה היא די רחבה). ומה עושים ומה לא עושים בכדי להיות בתחום התקין. זה עשוי לעורר את התלמידים להיפתח ולספר סיפורים אישיים על דאגותיהם, הצלחות וכו'. אפשר גם להביא סיפורים טרגיים (מהעיתונות למשל) ולשוחח עליהם ולהעלות את המודעות. זה שלא נעלה את הבעיה בכיתה, זה לא אומר שהיא לא קיימת! כל מורה עליו לבחור ברגישות מה מתאים לו ולכיתתו.</p>

45.	יישום דינאמי להמחשת הנוסחה של BMI, ומציגה בבהירות אך גם בחריפות את הנושא של הפרעות אכילה. ביישום עצמו ניתן לבדוק מקרים פרטיים של משקל לעומת גובה.
46.	נפילה חופשית – דוגמא נוספת לשאלה הדורשת טכניקה ריבועית, ולא מופיעה כאן המחשה חזותית. למרות שרוב התלמידים אינם תלמידי פיסיקה, עדיין ניתן לשאול – למה הנוסחה קשורה?
47.	אספקת מים - דוגמא נוספת לשאלה הדורשת טכניקה ריבועית, ושאין לה המחשה חזותית.
48.	שקף סיכום א
49.	שקף סיכום ב