



המזכירות הפדגוגית- אגף א' מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

אתגר מס' 2 בתוכנית

שיא- (C) 100

אתגרי מים

נושא האתגר:
ניהול יעיל של שימוש והולכת מים
- לחטיבות הביניים -



ים של טיפות

פעילות חקר מדעי בנושא ניהול יעיל של הולכת מים

במשימת האתגר השנייה התלמידים יתנסו בשתי פעילויות: בפעילות הראשונה התלמידים יערכו מדידות במטרה להעריך את כמות המים שאובדים בנזילה מברז דולף. זוהי פעילות מדעית הכוללת אומדן, מדידה וחישוב של נפח מים. התלמידים יחקרו מודל של ברז מטפטף (כוס עם חור בתחתית), ולאחר מכן יתייחסו לטיבו של המודל הזה. בפעילות השנייה התלמידים צריכים לבנות סיפון אוטומטי. התלמידים יתעדו את שלבי העבודה שלהם ואת תהליך השיפור של הדגמים שהם יבנו. התיעוד יוצר מסגרת מחשבתית רציונלית לתהליך השיפור ומקדם מיומנויות של חשיבה ביקורתית וחשיבה יצירתית.

המשימות באתגר זה מיועדות לעבודה קבוצתית עצמאית ומהנה. מצורפים דפי הנחיות לתלמידים הכוללים הנחיות לעבודה הקבוצתית (בדפים יש מקום לרשום חישובים ותשובות). המסמך הזה כולל את ההנחיות למורים, והצעות לניהול הפעילות בהובלתכם.



טיפת פעילות 1

בפעילות זו התלמידים ילמדו ויחקרו יחד כיצד לחשב כמה בקבוקי משקה בנפח 500 מ"ל אפשר יהיה למלא בטיפות מברז דולף במשך יממה. לשם כך הם יחקרו מודל מבני של ברז דולף אותו הם יוצרים בעצמם. חקירה של מודלים היא מאפיין של המדע. יחד עם הלמידה ממודל, עלינו להשתמש בחשיבה ביקורתית על מנת להבין את המגבלות של המודל. ניתן לקרוא עוד על מודלים באריח הערכה חלופית - מודל מדעי בקישור הבא **לקריאה לחצו** בנוסף, התלמידים יעריכו את מספר טיפות המים שיש בכנרת שלנו. התלמידים יעשו שימוש במושגים פיסיקליים (ויחידות) של כמות חומר, נפח וקצב זרימה (ספיקה) ובאופן מובלע גם במושג הצפיפות. מיומנויות מתמטיות שבאות לידי ביטוי הן חישוב ממוצע, חישוב נפח וגם אומדן, הערכת דיוק ופרופורציה.

חלקו את התלמידים לקבוצות עבודה של 4-5 תלמידים, ציידו כל קבוצה עם רשימת הציוד ועם דף ההנחיות לפעילות הראשונה.

רשימת ציוד לכל קבוצה:

- ~ כלי מדידה של 100 מ"ל
- ~ שעון עצר
- ~ כוסות חד פעמיות (מומלץ להיערך עם כוסות פלסטיק וניר, לפחות אחת מפלסטיק שקוף כך שניתן יהיה לסמן מבחוץ את גובה המים בכוס).
- ~ מיכל לאיסוף מים
- ~ נעץ או בורג חד (יש לשמור על בטיחות בזמן השימוש בחפץ ולכן רצוי להניח את החפץ החד בקופסה סגורה כדי לא להידקר). מומלץ להשתמש בנעץ המתאים ללוח שעם.
- ~ נייר דבק שימש לאיטום חורים בכוס ולאפשר בה שימוש רב פעמי
- ~ מרקר לא מחיק לציון גובה המים בכוס
- ~ סרגל

הנחיות ביצוע:

א. שאלו את התלמידים, האם דליפה של ברז בבית גורמת לבזבז מים משמעותי? הסבירו לתלמידים שבפעילות הבאה הם יחקרו ויחשבו כמה בקבוקי משקה בנפח 500 מ"ל אפשר יהיה למלא בטיפות מברז דולף במשך יממה. לפני שיתחילו, בקשו מהם לשער כמה בקבוקים הם מעריכים שיתמלאו בתנאים אלה. כתבו את ההשערות של כל קבוצה על הלוח. ניתן להקרין את התמונה הזו כרקע לדיון.

לתמונה לחצו

לאחר מכן, חלקו לכל קבוצה את הציוד הנדרש, יחד עם דף ההנחיות המתאים.

- ג. לאחר שהתלמידים הצליחו ליצור מערכת המדמה ברז דולף, עליהם לבצע מדידות ולחשב כמה בקבוקי 500 מ"ל ניתן למלא ב-24 שעות בעזרת הברז הדולף. לעיתים קרובות תלמידים אינם רגילים לתעד את דרך החישוב ומייחסים חשיבות רק לתשובה הסופית. הדגישו את חשיבות הפירוט של הדרך.
- ד. שימו לב: כחלק מתהליך החישוב, יהיה על התלמידים לחשב את נפחה הממוצע של טיפה אחת. על כן עליהם לתעד את מספר הטיפות ולא רק את הנפח המצטבר של המים שטפטפו.
- ה. לאחר שכל הקבוצות הגיעו לתוצאה סופית, כתבו את התוצאה של כל קבוצה לצד ההשערות של חברי הקבוצה.
- ו. לסיכום, יש לדון עם התלמידים בממצאים מהניסויים שלהם. עד כמה מודל הכוס המחוררת הוא מודל טוב לברז דולף? בקשו מהם להתייחס למאפיינים שונים של ברז דולף, כגון גודל הטיפות וקצב הטפטוף. בקשו מהם להתייחס להבדלים בין הממצאים של קבוצות שונות בכיתה. לבסוף, יש לדון במשמעות הסביבתית של הממצאים. מה אפשר ללמוד על כמות המים שמתבזבזת על ידי דליפה של טיפות קטנות? הערה: השימוש בחקירה של מערכת מודל הוא אחד המאפיינים של הפעילות המדעית. גם הדין במגבלות של המודל הוא מאפיין של עשייה מדעית כמו גם של חשיבה ביקורתית. כדאי לקרוא על כך בהקשר הרחב בכלי הערכה חלופית באתר מפמ"ר, מודל מדעי. בקישור הבא **לקריאה לחצו**
- ז. הנחו את התלמידים לברר במרשתת מהו הנפח הממוצע של המים בכנרת. דונו יחד עם התלמידים, כיצד ניתן לקבוע אילו מקורות מידע במרשתת הינם מקורות מידע מהימנים? תוכלו לצפות בסרטון הבא שנושאו הערכת מקורות מידע באינטרנט **לצפייה לחצו**
- ח. לאחר מכן, על התלמידים לחשב כמה טיפות מים (ממוצעות) יש במי הכנרת. עליהם להסביר את דרך החישוב. כדאי לדון עם התלמידים אודות מידת הדיוק הנדרשת במשימת חישוב מעין זו. טיבה של השאלה מצביע על כך שהתשובה אינה צריכה (ואינה יכולה) להיות מדויקת. הרי אין לכנרת נפח קבוע ומדויק. לכן יש לחשב "סדר גודל" של התשובה. אין הגדרה אחת למידת הדיוק הרצויה, ואפשר לדון בכך עם הכיתה.
- מספר הטיפות שממלאות את נפח המים שבכנרת הוא מספר גדול מאוד ואפשר לדון גם בצורת הכתיבה של מספרים גדולים. בחלק מהמקורות יש ציון של נפח הכנרת בקילומטרים מעוקבים, שהם מיליארד מטרים מעוקבים ($1,000,000,000 \text{ m}^3$).



כמה מילים על יחידות מדידה:

אפשר להפנות את תשומת ליבם של התלמידים לשם של תוכנית אתגרי המים © **100 שיא** אשר ההגייה שלו רומזת ליחידות הנפח CC - cubic centimeter.

- **סנטימטר מעוקב, CC**, הוא בקירוב נפח של קוביית משחק אופיינית (קובייה שאורכי הצדדים שלה, הנקראים מקצועות, הם סנטימטר אחד).
- יחידות הנפח הנפוצות **מ"ל** (מיליליטר) זהות ליחידות ה-CC.
- **מיליליטר** (מ"ל, ml) הוא אלפית הליטר. לשם המחשה, באריזת קרטון של ליטר חלב יש 1000 מ"ל, כלומר נפח השווה לנפחן של 1000 קוביות של סמ"ק.
- **קו"ב** (מטר מעוקב) הוא נפח השווה ל-1000 ליטרים.
- **ליטר אחד של מים** (1000 מ"ל או 1000 סמ"ק) מכיל **קילוגרם אחד** של חומר. בשפת יום-יום אומרים שליטר אחד של מים שוקל קילוגרם, ומתכוונים בכך לאותו הדבר. מאחר שאנחנו משתמשים במשקל כדי למדוד מסה (כמות חומר) משלבים בשפה הדבורה בין הגודל הנמדד (משקל) לגודל המחושב (מסה - כמות חומר).
- העובדה **שכמות החומר במ"ל מים היא גרם אחד**, וכמות החומר בליטר מים היא ק"ג מתבטאת במושג הצפיפות.
- **צפיפות המים היא גרם לסמ"ק או קילוגרם לליטר**. ב-1000 ליטרים של מים יש 1000 ק"ג, כלומר טון.



טיפת פעילות 2

בפעילות זו התלמידים יחקרו ויבנו יחד מערכת לשאיבת מים הפועלת בעזרת סיפון אוטומטי.

הסיפון הוא התקן שבו מים זורמים ממיכל אחד למיכל אחר באמצעות צינור בצורת U (ישר או הפוך). זהו התקן שכבר הקדמונים הכירו. המים מטפסים בצדו האחד של הצינור ויורדים בצדו השני. זרימת המים מתקיימת כאשר כל הצינור מלא במים ברצף. תנאי הכרחי לפעולת הסיפון הוא היותו אטום, ללא פתחים לאוויר (חוץ מאשר בקצוות).

סיפונים שימשו לעתים במערכות להספקת מים. בנחל מתאפשרת הספקת מים טבעית, על ידי זרימת המים במורד, בכוח הכבידה. המים זורמים לפי תוואי הקרקע במסלול מפותל, עם שיפוע תמידי כלפי מטה. מערכות מלאכותיות להספקת מים ממקומות מרוחקים היו מבוססות על אמות מים, שהן תעלות פתוחות, שמסלולן הוא בשיפוע מתמשך מאתר המוצא לאתר היעד. דוגמות לתעלות כאלו הן המוביל הארצי ואמת המים בקיסריה.

כיוון שמדובר במסלולים ארוכים, השיפוע חייב להיות מתון מאוד לכל אורך התוואי אך לעתים תנאי השטח אינם מאפשרים לעשות זאת. במקרים כאלה, המים עברו, במקטעים מסוימים, דרך סיפון סגור ולא דרך תעלה פתוחה. דוגמה לכך אפשר למצוא בנחל עמוד (בו עוברים מי המוביל הארצי מגדה אחת של הערוץ לגדה השנייה).

באזור הבא מופיעות שתי דוגמאות של צינורות. בדוגמה בצד משמאל הצינור עובר בגיא, המים יורדים תחילה ועולים אחר כך.

בדוגמה מצד ימין, הצינור עובר מעל גבעה, המים עולים תחילה ויורדים אחר כך - זהו סיפון. עתה יבנו התלמידים סיפון בכוחות עצמם.



רשימת ציוד לכל קבוצה:

- ~ 15-20 קשיות שתייה מתקפלות
- ~ נייר דבק (סלוטייפ או מסקינגטייפ, עדיף איזולירבנד שמשמש לבידוד חשמלי)
- ~ מספרים
- ~ שתי כוסות רב פעמיות
- ~ מים

ציוד כיתתי - בקבוק פלסטיק (קנקל) לאיסוף כל קשיות השתייה בסוף השיעור על מנת שיגיעו למחזור המתאים לפלסטיק ולא יזהמו את הסביבה!

הנחיות ביצוע:

א. חלקו את התלמידים לקבוצות עבודה בנות 4-5 תלמידים. חלקו לכל קבוצה את הציוד המצוין ברשימה לעיל, יחד עם דפי ההנחיות לפעילות השנייה. צפו יחד בסרטון הבא (הסרטון באנגלית, ניתן להוסיף לו

לצפייה לחצו

כתוביות בעברית/ערבית) עתה יתבקשו התלמידים לבנות סיפון "אוטומטי" (כלומר סיפון שמתחיל ללא צורך ביניקה) בהשראת הסרטון בו צפו. יש להבהיר לתלמידים שהאתגר הוא לבנות דגם סיפון שמתחיל לשאוב את המים כל פעם שמכניסים אותו לכוס הגבוהה. כלומר - לא דגם שעבד רק פעם אחת. מבחינה הנדסית ושימושית ברור מדוע אנחנו מעוניינים בדגם שעובד תמיד. גם מבחינה מדעית, היכולת לחזור על ניסוי ולקבל את אותן התוצאות חשובה מאוד, ונקראת הִדְרִירוּת (reproducibility). אם התוצאות לא חוזרות על עצמן - לא ניתן ללמוד מהמערכת על עקרון הפעולה.

ב. סביר להניח שהסיפונים הראשונים שהתלמידים יבנו לא יפעלו כהלכה, לדוגמא, כאשר אין אטימה מוחלטת בין הקשיות המחוברות. חשוב לעודד את התלמידים לאתר את התקלות בסיפון שבנו ולחשוב יחד על פתרונות אפשריים.

תהליך הלמידה שהתלמידים יעברו עד לבניית סיפון תקין מאפשר לתלמידים להתנסות בתהליכי פתרון של בעיות הנדסיות ולפתח מיומנות של חשיבה יצירתית. הנחו את התלמידים ליצור קובץ שיתופי ובו לתעד את התקדמות העבודה בהתאם לטבלה הבאה:

מספר דגם	צילום הדגם	תיאור הבעיה/ות בדגם (התייחסו במפורש לחלק בו מופיעה הבעיה)	הצעה לפתרון/ת ויישום בדגם הבא

ג. לאחר שהתלמידים יצליחו לבנות סיפונים אוטומטיים, יהיה עליהם לדון בקבוצות על עקרון הפעולה של הסיפון. על התלמידים לרשום שתי שאלות הנוגעות לעקרון הפעולה של הסיפון. למעשה - המשימה היא לפרק את השאלה "כיצד סיפון פועל" לשאלות משנה ממוקדות יותר. ניסוח שאלות ברורות אינו דבר פשוט, התלמידים מתבקשים לבצע חשיבה ביקורתית בקבוצה ולגבש שאלות ברורות. מומלץ להשתמש בחלק מהשאלות שעלו כבסיס לדיון בכיתה.

דוגמאות לשאלות ממוקדות אפשריות: "האם סיפון סימטרי (עם שתי זרועות U שוות באורכן) יכול לעבוד?", "האם סיפון יכול לעבוד ללא כבידה?", "איך קצב זרימת המים בסיפון מושפע מהפרש האורכים של זרועות הסיפון?", "איך קצב זרימת המים בסיפון מושפע מהפרש הגבהים של פני המים בשני הצדדים (כוסות) של הסיפון?", "אילו כוחות פועלים על המים בכל אחת מהזרועות של הסיפון, ומי מפעיל אותם?" ועוד.

הדיון יכול להתייחס לאופן ניסוח השאלה וכמובן גם לתשובות אפשריות. נציין שמיומנות ניסוח שאלות הינה מיומנות חשובה מאוד, וממשיכה להיות רלוונטית גם בתקופה בה ניתן להשתמש ב"מחוללי תשובות" (AI) זמינים לכול.

ד. במקורות המידע הבאים יוכלו התלמידים ללמוד מידע נוסף אודות העקרונות שעומדים בבסיס פעולת הסיפון ועל שימושים אפשריים לעקרון הפעולה שלו. הנחו את התלמידים לנסות למצוא מענה לשאלות שהם ניסחו בשלב הקודם דרך איתור מקורות מידע מהימנים נוספים.

מהו סיפון
ויקיפדיה

סיפון
במכונת כביסה

סיפון
משאבת מים אוטומטית



עיצוב תוצרי למידה קבוצתיים

חלק מהותי מעבודתם של מדעניות ומדענים הוא לתעד את המחקר, ובכלל זה את שיטת העבודה, את התוצאות ואת המסקנות. בפעילות הזו, אנחנו מזמינים את התלמידים, בתור חוקרים וחוקרות צעירים, לתעד את התנסותם המדעית כמצגת / ניוזלטר / מסמך או כל פלטפורמה אחרת. חשוב שיכללו בתיעוד את מטרת ההתנסות, תיאור מהלך ההתנסות, טבלאות סיכום של המדידות שערכו וכמובן מסקנות. אפשר ואף רצוי לשלב תמונות ממהלך החקירה המדעית ומעבודתם כצוות. הקבוצות ישתמשו במה שרשמו בדפי ההנחיות במהלך הפעילויות עצמן. אפשר להשתמש בתבנית תיעוד הניתנת לעריכה במרחב הפדגוגי. ("תבנית לפוסטר חקר מדעי")

לתבנית לחצו

הערכה ומשוב של תוצרי הלמידה

לפני תחילת העבודה על גיבוש תוצרי הלמידה, צרו יחד עם התלמידים מחוון להערכת התוצרים, באופן הבא:

- הנחו את התלמידים לדון בקבוצות: מהם התבחינים (קריטריונים) על פיהם יש להעריך את תוצר הלמידה? על כל קבוצה לגבש רשימה של 3-4 תבחינים לכל היותר. דוגמאות לתבחינים: בהירות ניסוח שאלה, תיאור מלא ונכון של חישוב, הצגה ברורה של המסקנות, עבודת צוות וכדומה.
- הנחו את הקבוצות לתת משקל לכל תבחין בהערכה הכוללת. מה המשקל היחסי שיש לתת לכל תבחין? על התלמידים לפרט מה כולל כל תבחין במחווון ועל מה יינתן ניקוד חלקי/מלא.
- סכמו את הדיונים הקבוצתיים במליאה: מהם התבחינים המפורטים על פיהם יש להעריך את תוצר הלמידה? בנו מחווון כיתתי על פיו תעריכו את תוצרי הלמידה בכיתה. להלן הצעה למחווון להערכת תוצרי התלמידים.

שם התבחין	תיאור התבחין	הצעה למשקל יחסי
פעילות הנדסית ומדעית	<ul style="list-style-type: none">בנייה של לפחות שלושה דגמי סיפון עד לבנייה של סיפון תקין.ביצוע מדיק ועקבי של ההתנסות ההנדסית על כל שלביה.שמירה על כללי בטיחות בעת ביצוע ההתנסויות.בניית דגם תקין של סיפון.	25%
תוצר קבוצתי (מצגת / ניוזלטר / מסמך)	<ul style="list-style-type: none">התוצר כולל את מטרת ההתנסות, שלבי הביצוע, תיאור הממצאים ומסקנות.התוצר אסתטי, מושקע מבחינה ויזואלית (הדגשת כותרות, כתוב לפי רצף נושאים הגיוני, וכולל תמונות להמחשה).התוצר הוצג במליאה באופן בהיר, מדיק ומעניין.	25%
יצירתיות ומקוריות	התלמידים גילו יצירתיות בשלבים שונים של האתגר: בביצוע ההתנסויות, בדיונים הקבוצתיים, במליאה ובשאלות שאלות בעקבות ההתנסות	20%
עבודת צוות	<ul style="list-style-type: none">שיתוף של כל התלמידים בקבוצה בביצוע ותיעוד ההתנסויותעבודת צוות יעילה הכוללת שיתוף פעולה וסיוע הדדימתן תפקיד לכל תלמיד בקבוצה	30%

ד. קבעו מועד סופי להכנת התוצרים המוגמרים. לאחר שהתוצרים יהיו מוכנים, כל צוות יציג לפני הכיתה את תוצרי הלמידה שלו וימלא את המחווון עבור כל קבוצה שהציגה.

הגשת התוצרים

להגשה לחצו

עליכם להגיש את התוצרים בטופס המקוון



צוללים וחוקרים בכיוונים חדשים!

כעת, לאחר שהתלמידים למדו והעמיקו, ניתן להמשיך לחקור יחד איתם אודות טיפות המים. אפשר לגבש שאלות חקר יחד עם התלמידים בעקבות הפעילות שביצעו. לדוגמה, השפעה של משתנים שונים על מסת הטיפה:

~ גובה המים בכלי הקיבול

~ טמפרטורה

~ הרכב המים (מומסים כגון מלח או סוכר או סבון)

~ החומר ממנו עשויה הכוס

~ קוטר החור בתחתית הכוס (מומלץ למדוד את גודל החור על ידי מדידת הקוטר של הכלי החד שיצר את החור. חקר כמה מתאים לקבוצות מתקדמות).

כאשר אתם בודקים את השפעת משתנה אחד על קצב הטפטוף יש להקפיד לשמור על שאר התנאים קבועים (הפרדת משתנים). ניתן לגבש שאלות חקר גם בנושא הסיפון.

אתגרי המים נבנו כך שהאתגר הבא (השלישי), מיועד לכוון את התלמידים לעבודת תיכון הנדסי. על כן, הרחבת האתגר הנוכחי לעבודת חקר אינה הכרחית גם אם מעוניינים להוביל את הכיתה בתהליך חקר או תיכון. האתגר השלישי יתפרסם בקרוב.

נראה באתגר הבא! צוות אתגרי המים