ניסוי עולמי במסגרת שנת הכימיה הבינלאומית

אתגר המזקקה הסולרית

במסמך זה מתוארת הפעילות **אתגר המזקקה הסולרית** שהינה חלק מהניסוי העולמי הנערך במסגרת שנת הכימיה הבינלאומית 2011.

בפעילות זו התלמידים יבנו מזקקת מים סולרית וימדדו את יעילותה. הם יפתחו הבנה על מים במצב נוזלי וגזי ויחקרו כיצד ניתן להשתמש בזיקוק לטיהור מים. האתגר שיוצג להם הוא כיצד לתכנן ולבנות מזקקה יעילה. תרשים וצילום של המזקקה הסולרית היעילה ביותר בכיתה יישלחו למסד הנתונים של הניסוי העולמי יחד עם נתוני היעילות.

ניתן לבצע את הפעילות כחלק מסדרה של ארבע פעילויות המרכיבות יחד עם הניסוי העולמי, או לבצע אותה כפעילות בודדת שתאפשר לתלמידים לקחת חלק בשנת הכימיה הבינלאומית.

תוכן העניינים

- הוראות לשליחת התוצאות למסד הנתונים העולמי 1
- הוראות לפעילות (**לתלמיד**) 3
- דף תוצאות לתלמיד 5
- הערות למורה 7
- איך פועלת המזקקה 9
- תוצאות לדוגמה 11
- בניית מזקקה חלופית 13

שליחת תוצאות למסד הנתונים העולמי

יש לשלוח את הנתונים הבאים למסד הנתונים המקוון. אם כבר נשלחו פרטי בית הספר ומיקומו, יש לקשר את התוצאות הנוכחיות לנתונים הקודמים שכבר הוגשו.

תאריך נטילת הדגימה: _____

סוג המים: _____(מי ברז, נחל, ים וכו')

שם קובץ השרטוט: _____

שם קובץ התמונה: _____

יעילות המזקקה: _____

מספר התלמידים שהשתתפו: _____

מספר רישום של בית הספר/הכיתה: _____

פעילויות הניסוי העולמי תוכננו על ידי צוות הניסוי העולמי בכימיה של שנת הכימיה הבינלאומית.

פעילויות אלה זמינות תחת רישיון Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA). רישיון זה מאפשר לאחרים לשנות, לעבד וליצור יצירה נגזרת המתבססת על עבודתכם ואשר אינה מיועדת לצרכים מסחריים, כל עוד ניתן קרדיט לשנת הכימיה הבינלאומית ויוענק רישיון ליצירות החדשות תחת אותם תנאים.

אתגר המזקקה הסולרית

האתגר

בפעילות זו תבנו מזקקת מים סולרית ותגלו כיצד ניתן לטהר מים באמצעותה. האתגר שלכם יהיה להשתמש בידע שלכם כדי לבנות מזקקה סולרית יעילה יותר.

המים מכסים את רוב שטחו של פני כדור הארץ (כ-70%), אך כמעט כל המים שנמצאים באוקיינוסים הם מלוחים. רוב המים העיליים ומי התהום מלוחים גם הם או שאינם מתאימים לשימוש בני האדם. האתגר של גילוי דרכים לטיהור מים גדל ככל שאוכלוסיית כדור הארץ מתרבה.

המזקקה הסולרית היא מתקן שעושה שימוש באנרגיית השמש לטיהור מים. מזקקות בגרסאות שונות משמשות להתפלת מי ים, בערכות הישרדות למדבר, ולטיהור מים ביתיים.

(לכיתות שיש להן גישה לציוד מעבדה, מוצעת שיטה חלופית לחלק א' בסוף המסמך.)

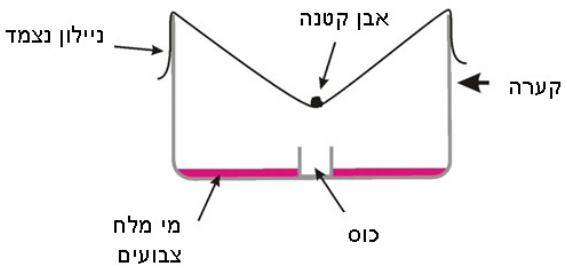
השיטה – חלק א' – בניית מזקקה סולרית

1. מזגו לקערה מים חמים (בגובה של כס"מ אחד).
2. הוסיפו צבע מאכל וכפית מלח למים שבקערה.
3. הוציאו את כל הציוד לאור השמש, והניחו על משטח ישר.
4. הניחו את הכוס או הספל באמצע הקערה ושימו לב שלא ניתזים מים לתוכה.
5. כסו את הקערה בצורה רופפת בניילון נצמד, ואטמו את הניילון בשולי הקערה. (השתמשו בסרט דביק או בחוט אם צריך.)
6. הניחו את האבן הקטנה במרכז הניילון הנצמד מעל הכוס.
7. השאירו את המזקקה כך למשך כשעה (ככל שהזמן ממושך יותר, כן ייטב) ואז בדקו שיש מעט מים בתוך הכוס.
8. הכניסו את המזקקה חזרה לכיתה, הסירו את הניילון הנצמד והוציאו את הכוס מבלי להתיז מים לתוכה או מתוכה.
9. מדדו את כמות המים בכוס.
10. התבוננו בצבע המים בכוס ובדקו אם יש בו מלח.

ציוד

- קערה גדולה ממתכת או מפלסטיק
- כוס או ספל קטנה ולא גבוהה (נקייה)
- משורה או כד עם קווי מדידה
- ניילון נצמד (רחב יותר מהקערה)
- אבן קטנה (חלוק נחל)
- מים חמים
- צבע מאכל ומלח

המזקקה הסולרית



11. חשבו את אחוז המים שטוהרו מתוך כמות המים הראשונית:

$$\% \text{ המים המטוהרים} = x \frac{\text{הנפח שנאסף}}{\text{כמות שהוכנסה למזקקה}} 100$$

התבוננו בתוצאות שלכם – האם תוכלו להסביר מה קרה למים? מדוע הם נקראים "מים מטוהרים"? רשמו את הצעותיכם בדף התוצאות תחת שאלה 1.

חלק ב' – אתגר התכנון

האתגר שלכם הוא להכניס שינויים במזקקה הסולרית שבניתם בחלק א', או ליצור מזקקה אחרת יעילה ממנה.

12. רשמו כמה רעיונות לשיפור המזקקה. לדוגמה, ייתכן שתרצו להשתמש במכלים בצבעים שונים כדי לגלות אילו מהם סופגים את אור השמש בצורה היעילה ביותר.
13. שוחחו על הרעיונות שלכם עם המורה וקבלו את אישור המורה לביצוע הניסוי.
14. בצעו את הניסוי ורשמו את נפח המים שעמו התחלתם ואת נפח המים המטוהרים.
15. חשבו את אחוז המים שטוהרו ורשמו אותו בלוח התוצאות.
16. אם יש לכם זמן, תוכלו להמשיך ולפתח את העיצוב שלכם. הקפידו לקבל רשות מהמורה לכל ניסוי שאתם עורכים.
17. הכינו שרטוט של המזקקה היעילה ביותר שיצרתם, המראה מדוע היא יעילה יותר מהמזקקה הראשונה. צלמו את המזקקה אם ניתן.
18. השיבו ליתר השאלות שבדף התוצאות.
19. מסרו את התוצאות למורה כדי לבחור את המזקקה היעילה ביותר וכדי להעלות אותה למסד הנתונים של הניסוי העולמי.

דף תוצאות לתלמיד

רשמו את התוצאות שקיבלתם וחשבו את אחוז המים שטוהרו.

ניסוי	נפח המים ההתחלתי (מ"ל)	הנפח שנאסף (מ"ל)	% המים שטוהרו
חלק א' – המזקקה הראשונה			
חלק ב' -			

חלק א'

1. הסבירו במילים שלכם כיצד פועלת מזקקת המים.

2. ציינו דרך אחת שבה תוכלו לייעל את פעולת המזקקה.

חלק ב'

3. הסבירו מהו מבנה המזקקה שיפעל בצורה יעילה יותר מהמזקקה שבניתם בחלק א', ושוחחו עם המורה על רעיונותיכם.

4. (לאחר שסיימתם לבדוק את המזקקה החדשה שלכם.)
שרטטו תרשים שמראה איך פועלת המזקקה החדשה.

5. הדביקו לכאן תמונה של המזקקה החדשה:

הערות למורה

הוראות לפעילות

מסמך זה מציג שתי גישות שונות לביצוע הפעילות. הראשונה מתאימה לכל התלמידים, עושה שימוש בפריטים שנמצאים בכל בית להכנת המזקקה, והיא פשוטה להכנה ולשימוש. השנייה מתאימה לתלמידים מתקדמים שיש להם נגישות לכלי זכוכית וציוד נוסף במעבדה.

אתגר המזקקה הסולרית

הדרך הטובה ביותר לבצע פעילות זו היא בזוגות, אם כי יש אפשרות שכל תלמיד יעבוד בנפרד.

תחילה, ב**חלק א'**, התלמידים מכינים מזקקה פשוטה ומשתמשים בה לטיהור מים. הם מתבקשים להסביר כיצד המזקקה פועלת.

- לסיכום חלק א' יש לנהל דיון בכיתה, ולוודא שהתלמידים יודעים לתת הסבר מדעי לאופן הפעולה של המזקקה (ראו להלן).

לאחר מכן, ב**חלק ב'** מציגים לתלמידים את האתגר לשפר את תפוקת המים המטוהרים על ידי שינוי המזקקה או אופן השימוש בה.

- יש לבדוק את הצעות התלמידים כדי לוודא שהן בטיחותיות ולהנחות אותם לפתח עיצובים שמנצלים את הידע שלהם על דרכי הפעולה של המזקקה.

לאחר שהתלמידים ערכו את הניסויים, הם משרטטים תרשים שמסביר כיצד שיפר העיצוב שלהם את אחוז המים המטוהרים, כמדד של יעילות המזקקה. רצוי, אם ניתן, לכלול צילום של המזקקה הסולרית המשופרת.

- בסיום הפעילות, אספו את העבודה מכל הקבוצות שסיימו את האתגר ובחרו את המזקקה הזוכה באתגר. ניתן להפוך זאת ל**אירוע השיא** של הניסוי העולמי ולערב את הכיתה בבחירת הזוכים.

בטיחות

פעילות זו אינה כרוכה בסכנות משמעותיות. לפי כללי הבטיחות הרגילים במעבדה, על התלמידים להימנע מטעימה או הרחה של המוצרים המעורבים בפעילות, ולכן יש להורות לתלמידים לא להשתמש בטעם כמבחן למליחות המים המטוהרים.

התרשים (והצילום הנלווה) של המזקקה שהפיקה את התפוקה הגבוהה ביותר בכיתה יישלח למסד הנתונים של הניסוי הגלובלי.

תוצאות הלמידה

במהלך פעילות זו התלמידים:

- לומדים על המצב הנוזלי והמצב הגזי של חומר (מים) ועל ההמרות בין מצבי הצבירה (אידוי והתעבות).
- לומדים על השימוש בתהליך הזיקוק לטיהור מים.
- מפתחים את היכולת לנסח הסבר מדעי על תהליך הזיקוק ברמה המתאימה לגילם.
- משתמשים בידע שלהם על זיקוק לביצוע תהליך טכנולוגי לשיפור היעילות של מזקקה סולרית.

רמזים לשיפור הפעולה של המזקקה הסולרית, חלק א':

- בצעו את הפעילות ביום לא מעונן, רצוי בשיעור שקרוב יותר לשעת צהריים.
- השתמשו במים חמימים בתחילת התהליך כדי להאיץ את התהליך, אלא אם כן מדובר ביום חם במיוחד.
- עזרו לתלמידים לוודא שהמזקקה אטומה לאוויר כדי למנוע איבוד מים.
- השימוש במי מלח צבועים הוא שיטת ביקורת טובה כדי לוודא שהמזקקה פועלת בצורה תקינה.
- אם אין אור שמש, ניתן לבצע את הפעילות על ידי חימום עדין של כלי מתאים, כמו מחבת גדולה, על פלטה חשמלית. במקרה זה צריך לבודד את הכוס או הספל מתחתית המחבת.

הכנות לאתגר התכנון, חלק ב':

זוהי הזדמנות לתלמידים להשתמש בכושר ההמצאה שלהם כדי לשפר את יעילות המזקקה הסולרית. בה בעת, התלמידים לומדים על הקשר בין טכנולוגיה למדע. התהליך הטכנולוגי מחייב בדרך כלל קריטריונים שלפיהם שופטים את יעילות המוצר הטכנולוגי.

במקרה שלנו, חשוב להסביר בבירור מהו הקריטריון עבור אתגר התכנון. הקריטריון הפשוט של אחוז המים המטוהרים הוא התחלה טובה לתלמידי בית הספר היסודי, אך לתלמידים בוגרים יותר צריך לקבוע קריטריון מתוחכם יותר. לדוגמה, אפשר לקבוע קריטריון לגבי משך הזמן של איסוף המים.

התלמידים יכולים לחקור מגוון מעניין של גורמים, כולל:

- משך הזמן
- סוג המכל
- צבע המכל
- כמות המים
- צורת המזקקה
- מנגנון האיסוף

כיצד פועלת המזקקה

תקציר

כאשר המים במזקקה מתחממים, כמויות הולכות וגדלות של מים מתאדים אל האוויר. המים הללו מתעבים על משטחים קרירים, כולל הניילון הנצמד, והופכים חזרה לנוזל. כאשר הנוזל מתעבה על הניילון הוא נאסף בצורת טיפות, שזולגות על הניילון לכיוון האבן ואז נושרות לתוך הכוס.

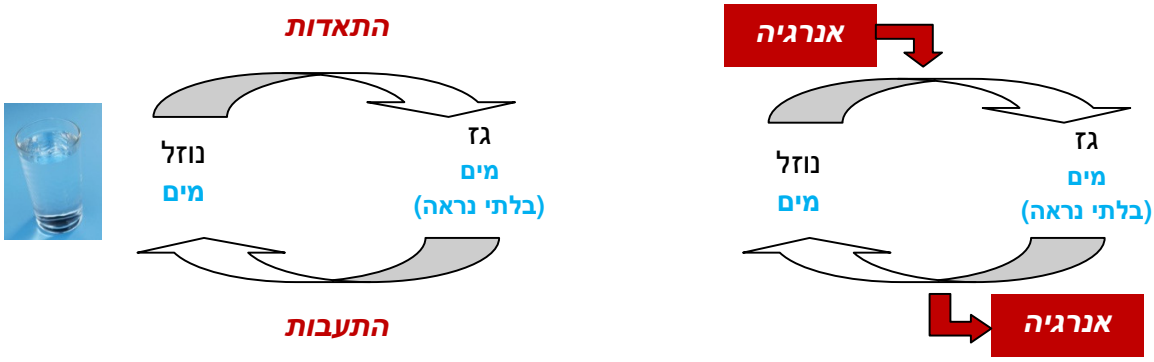
הטיהור עובד מפני שהן המלח והן צבעי המאכל לא מתאדים.

אפשר להציע הסבר מעמיק יותר אם התלמידים כבר למדו על חלקיקי החומר ועל מושג האנרגיה:

אור השמש שחודר למזקקה נספג על ידי המים והמיכל. התוצאה היא שהמולקולות והיונים סופגים את האנרגיה. חלק ממולקולות המים סופגות די אנרגיה כדי להשתחרר מהמים הנוזליים והופכות למולקולות גז שמרחפות בתוך המכל. חלק מהמולקולות המרחפות הללו מתנגשות בניילון הנצמד, מאבדות אנרגיה לניילון, ונצמדות לניילון. מולקולות המים מאבדות אנרגיה נוספת כאשר הן נצמדות זו לזו ויוצרות טיפות של מים טהורים, שנושרים לתוך הכוס.

רקע

אף שהפעילות מבוססת על ההקשר של טיהור מים, צריך שהתלמידים יהיו מודעים לכך שמדובר בתהליך כללי של נוזלים וגזים. תהליך זה הוא מרכזי להבנת שלל אירועים יומיומיים, החל מהסיבה לכך שאנו מרגישים קרירות כשאנחנו עומדים ברוח, ועד לאופן הפעולה של המקרר הביתי והיווצרות מים טריים בעולם ממחזור המים.



רעיון מרכזי להבנת התהליך כרוך בתפקידה של האנרגיה אשר דרושה להתאדות ומשתחררת בהתעבות. במקרה של תחושת הקרירות המורגשת כשהרוח נושבת, נבין את האפקט אם נבין שהרוח מאדה לחות מהעור ואנרגיה נספגת מהגוף, וכתוצאה מכך אנו מרגישים קרירות. במקרה של המזקקה הסולרית, דרושה אנרגיה כדי לאדות את המים במזקקה ובמקרה זה אנו רותמים את אנרגיית האור החופשית שמגיעה מהשמש.

הבנת תהליך ההתאדות וההתעבות מאפשרת לתלמידים לנתח את מבנה המזקקה הסולרית ולהעלות רעיונות לשיפורה (באתגר התכנון). אולם היא לא מקנה הבנה על האופן שבו מתרחש טיהור המים.

טיהור המים במזקקה מתרחש מפני שחומרים מסוימים מתאדים בקלות רבה יותר מאחרים. מלח וצבעי מאכל, לדוגמה, כמעט לא ניתן לאדות, וחומרים ביולוגיים מסוכנים במים כמו חיידקים ווירוסים גם הם אינם מתאדים בקלות. (יש עם זאת חומרים אחרים שמוסיפים למים, כמו אלכוהול, שכן מתאדים בקלות, ואכן כדי להפריד אלכוהול ממים דרושות מזקקות עם מבנה מתוחכם יותר.)

המונח נדיפות משמש לתיאור קלות ההתאדות. מלח וצבעי מאכל אינם נדיפים אפוא, ואילו אלכוהול ומים הרבה יותר נדיפים. אפשר להבין ביתר קלות את הסיבה להתנהגויות השונות הללו אם בוחנים את החומרים ברמה המולקולרית.

ברמה המולקולרית, מלחים עשויים מיונים ונדרשות כמויות גדולות מאוד של אנרגיה כדי להפריד בין יונים, כך שהאידוי שלהם כמעט בלתי אפשרי. במקרה של צבעי מאכל, המולקולות גדולות ויוניות, ולכן גם הן בלתי נדיפות.

המים פחות נדיפים מאלכוהול (אתנול), והדבר נראה מפתיע על פניו מפני שמולקולות המים פחות מסיביות ממולקולות האלכוהול. אולם מולקולות מים נצמדות זו לזו בצורה חזקה במיוחד. כימאים מכנים את האינטראקציה הזו קשר מימני (hydrogen bonding) והוא אחראי לרבות מן התכונות החשובות של המים. במקרה של התאדות, מכיוון שמתרחשות אינטראקציות רבות של קשר מימני בין מולקולות המים, נדרשת יותר אנרגיה.

מענה לאתגר

האתגר מבוסס על כך שיעילות המזקקה תלויה במספר משתנים שונים. משך הזמן של שהיית המזקקה בשמש הוא קריטי, וייתכן שתרצו לקבוע את הזמן סביב 3 או 4 שעות כדי להקל על ההחלטה הסופית לגבי בחירת המזקקה היעילה ביותר. השפעתם של יתר הגורמים דקה יותר, אך גם הם חשובים. לדוגמה, מאפיין במבנה של רוב המזקקות המסחריות הוא הפרדת שלב האידוי משלב העיבוי כך שכל אחד מהם מתרחש בחלקים שונים של המזקקה.

תוצאות לדוגמה – דף תוצאות לתלמיד

(דוגמה מתלמידי כיתה ז')

רשמו את התוצאות שקיבלתם וחשבו את אחוז המים שטוהרו.

ניסוי	נפח המים ההתחלתי (מ"ל)	הנפח שנאסף (מ"ל)	% המים שטוהרו
חלק א' – המזקקה הראשונה	*100*	*12*	*12*
חלק ב' – *ניסוי שני, מזקקה ראשונה*	*50*	*16*	*32*
ניסוי שלישי – מזקקה ראשונה	*50*	*22*	*44*
מזקקה שנייה	*50*	*27*	*54*

חלק א'

1. הסבירו במילים שלכם כיצד פועלת מזקקת המים.

המזקקה פועלת באמצעות חימום המים על ידי קרני השמש. חלק מהמים מגיעים לאוויר, אבל אי אפשר לראות אותם מפני שהם בצורת גז ולא נוזל. המים הופכים חזרה לנוזל כשהם נוגעים בניילון, ואפשר לראות את הטיפות שזורמות אל האבן ונושרות לתוך הכוס.

2. ציינו דרך אחת שבה תוכלו לייעל את פעולת המזקקה.

אפשר לשפר את פעולת המזקקה אם נתחיל עם פחות מים. לקח הרבה זמן עד שנוצרו הטיפות הראשונות מפני שהיה יום מעונן והשמש לא הייתה חמה במיוחד. כמויות קטנות יותר של מים יתחממו מהר יותר.

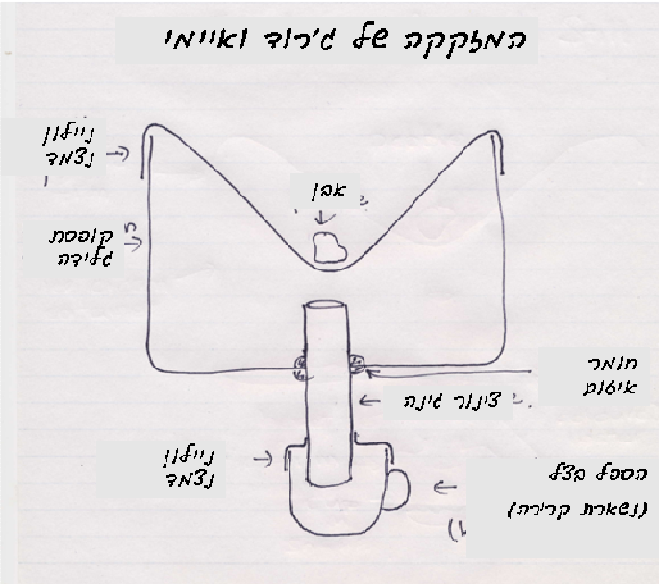
חלק ב'

3. הסבירו מהו מבנה המזקקה שיפעל בצורה יעילה יותר מהמזקקה שבניתם בחלק א', ושוחחו עם המורה על רעיונותיכם.

הדבר הראשון שעשינו כדי לייעל את המזקקה הוא להשתמש בפחות מים, כדי לחמם אותם מהר יותר, ובנוסף השתמשנו במים חמים לפני שהתחלנו. שני השינויים גרמו למזקקה לפעול בצורה יעילה יותר.

אחר כך, חתכנו חור בתחתית המכל (קופסת גלידה) והכנסנו חתיכה של צינור גינה לתוך החור. השתמשנו בחומר איטום כדי למנוע דליפה, ואז אספנו את המים בכוס, שהמים בה נשמרו צוננים הודות לצל של המכל. אחר כך הצלחנו לאסוף יותר ממחצית כמות המים שהייתה לנו בהתחלה.

4. (לאחר שסיימתם לבדוק את המזקקה החדשה שלכם.)
שרטטו תרשים שמראה איך פועלת המזקקה החדשה.



השתמשנו בשני כיסאות והנחנו עליהם את המזקקה כשהצינור בין הכיסאות. את הספל הנחנו על ערימת ספרים.

5. הדביקו לכאן תמונה של המזקקה החדשה:

(ראו למטה דוגמה של מזקקה שנבנתה באמצעות כלי זכוכית מהמעבדה.)

תכנון חלופי של מזקקה סולרית בעזרת ציוד מעבדה

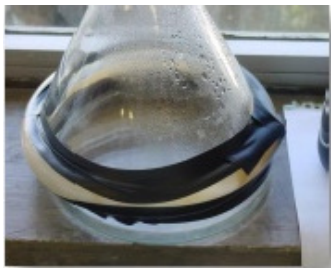
אם יש לכם גישה לציוד מעבדה, תהיה לתלמידים אפשרות לבצע מגוון רחב יותר של שינויים במבנה המזקקה. לדוגמה, השיטה הבאה מתארת מזקקה שמשתמשת במשפך גדול ובצלחת פטרי.

השיטה

- קחו משפך זכוכית וסגרו את הפתח שלו בפקק גומי.
- עשו חתך בצינור הפלסטיק לכל אורכו, 50 ס"מ.
- הרכיבו את צינור הפלסטיק סביב השוליים הרחבים של המשפך.
- מזגו כמות מדודה של מים לצלחת פטרי (כ-100 מ"ל).
- כסו את צלחת הפטרי במשפך כשהוא הפוך, ואטמו בעזרת סרט דביק.
- הניחו את צלחת הפטרי על גיליון שחור.
- הניחו באור השמש עד שתבחינו בשינוי משמעותי של גובה המים בצלחת הפטרי.
- הוציאו בזהירות את המשפך והסירו את הצינור היכן שהתעבו המים שהתאדו.
- שפכו את המים המותפלים לתוך כוס מעבדה או משורה גבוהה ומדדו את הנפח.
- חשבו את אחוז המים המטוהרים שאספתם.

ציוד

- כלי בעל שטח פנים גדול, כמו צלחת פטרי, Ø= 15 ס"מ.
- משפך זכוכית, Ø= 15 ס"מ.
- פקק גומי שמתאים לפתח המשפך.
- צינור פלסטיק, Ø=2 ס"מ, אורך 50 ס"מ.
- יריעת פלסטיק שחורה.
- סרט דביק.
- משורה למדידת נפח המים.



הערות

1. שיטה זו באה במקום **חלק א' – בניית מזקקה סולרית** שתואר קודם.
2. במזקקה זו ניתן להשתמש גם לחקירת המליחות המתוארת בפעילות **מים מלוחים**. ניתן לבצע את הפעילויות בזו אחר זו, או לצרף אותן יחד, ובמקרה זה יש להשתמש בשיטת הניסוי המתוארת בפעילות **מים מלוחים**.