



לומדים מהחלל

מערך שיעור:

פיזיקה – איזה צורה יש למים

מערך שיעור שהוגש בשם מאור מדמון



מידע כללי

מטרות השיעור:

- התלמידים יגלו סוג חדש של כוחות – כוחות משיכה בין-מולקולריים.
- התלמידים יכירו את המושג "מתח פנים", יבינו אותו וייחסו לו משמעות.
- תרגול השיטה המדעית – התבוננות בתוצאות ניסוי, הסקת מסקנות, תיקון תאוריות שהתבררו כשגויות.
- הבהרת הצורך בניסויים במיקרו-כבידה – לגילוי אינטראקציות חלשות משמעותית מכוח המשיכה.

רשימת עזרים לטובת השיעור:

- כוס מלאה מים
- קערה מלאה מים
- אגרטל מלא מים
- מטבע של 10 אגורות – אחד לזוג
- טפי – אחד לזוג
- בקבוקון מים – אחד לזוג
- מקרן
- רמקולים
- מחשב
- כבל HDMI

רקע, ידע קודם:

אין צורך בידע קודם.

תקציר:

המים הם הנוזל הנפוץ ביותר ביקום, והם גם תנאי הכרחי לקיומם של חיים כפי שאנו מכירים אותם. אבל מה הצורה שלהם? אנחנו יודעים שהם תופסים את צורת הכלי שבו הם נמצאים, אבל אם נתבונן עליהם בתנאי מיקרו-כבידה נגלה דברים שלא ידענו.

מסך הזמן	כותרת	
10 דקות	מבוא – תכונות המים על פני כדור הארץ	חלק 1
10 דקות	תכונות המים בתנאי מיקרו-כבידה	חלק 2
10 דקות	אז איזו צורה יש למים?	חלק 3

חלק 1: מבוא – תכונות המים על פני כדור הארץ

עזרים: כוס, קערה ואגרטל מלאים מים. מטבע של 10 אגורות, טפי ובקבוקון עם מים לכל זוג תלמידים.

המים הם הנוזל הנפוץ ביותר ביקום, והם גם תנאי הכרחי לקיומם של חיים כפי שאנו מכירים אותם. אבל מה הצורה שלהם? התשובה נראית פשוטה – נתבונן במים בכוס, בקערה ובאגרטל. הם תמיד תופסים את צורת הכלי שבו הם נמצאים.

אבל מה יקרה אם לא יהיה כלי שיחזיק אותם? האם תמיד הם ישפכו?
נבצע ניסוי:

איזו צורה יש למים?

ניסוי 1 – טיפות על מטבע:

ציוד: מטבע, טפי, בקבוקון עם מים.

מהלך הניסוי: נטפטף מים על המטבע ונספור כמה טיפות יצטברו עליו עד שהמים ישפכו.

תוצאות: (כל תלמיד מסכם במילותיו) איור:

דיון: מה קרה? האם המים נזקקו לדפנות שיחזיקו אותם? מה החזיק אותם?

מסקנות: קיים כוח שמתנגד לכוח המשיכה ומחזיק את המים גם כשאין דפנות לכלי. הכוח לא כל כך חזק, ולכן כשמטפטפים יותר מדי טיפות - כוח המשיכה מנצח.

גילינו שאפשר להסתדר גם עם כלי שאין לו דפנות, אך גם שלבסוף המים זולגים ונשפכים מהמטבע. אבל מה לו כוח הכבידה לא השפיע?

כדי להמשיך ולחקור את תכונות המים, נצפה בניסויים שביצע האסטרונאוט **איתן סטיבה**, שנמצא בתחנת החלל הבינלאומית.

עזרים: מקרן, רמקולים, מחשב, כבל HDMI.

הערות: אין

איתן סטיבה יציג את תחנת החלל ויסביר את התנאים המיוחדים השוררים בה – מכיוון שהתחנה נמצאת בנפילה חופשית מתמדת, השפעות כוח הכבידה כמעט ואינן מורגשות עליה. היתרון: זה מאפשר לנו לבדוק את התכונות של חומרים שאנחנו מכירים, ללא ההשפעה של כוח הכבידה.

היום נבדוק מה הן התכונות של המים בסדרת ניסויים:

1. טיפה מרחפת: איתן יתהה מה יקרה למים אם הוא יוציא אותם מהשקית שממנה הוא שותה. אין השפעה של כוח הכבידה אז המים לא ייפלו, אבל מה כן יקרה להם?

איתן יבצע את הניסוי – הוא יסחט מעט מים אל מחוץ לשקית ויגלה באיזו צורה המים מסתדרים.

הסבר: כוחות משיכה פועלים בין מולקולות המים. כל מולקולה מושכת את כל המולקולות שסביבה. מולקולה שנמצאת בתוך הטיפה מוקפת במולקולות שמושכות אותה מכל הכיוונים, בכוחות שווים.

אבל מה לגבי מולקולה על פני השטח? היא נמשכת פנימה ע"י המולקולות שבתוך הטיפה, ונמשכת לצדדים ע"י המולקולות שעל פני השטח מסביבה. הכוחות שמפעילות המולקולות המושכות הצידה על פני השטח מתבטלים, כי הם בכיוונים מנוגדים. עם זאת, אין שום כוח שמתנגד לכוח שמפעילות המולקולות המושכות אותה מבפנים, כי היא נמצאת על פני השטח. על המולקולות האלה פועל כוח משיכה פנימה, אל תוך הטיפה, שיוצר תופעה מעניינת הקרויה "מתח פנים".

דמיינו זאת כך: המוקד הניחה במרכז הכיתה משהו שכולכם רוצים לקחת, לדוגמה חפיסת שוקולד. ברור שכל התלמידים בכיתה רוצים לקחת מהשוקולד, אז הם ילכו לשולחן הזה. אם כולם הולכים לשם בו זמנית, לא כולם יוכלו להגיע לשוקולד, אבל כולם ידחפו וינסו להגיע הכי קרוב שהם יכולים. אם מישהו יסתכל מבחוץ, באיזו צורה הוא יראה את התלמידים עומדים? די ברור שמדובר במעגל, הרי כולכם מנסים להגיע כמה שיותר קרוב לשוקולד (שבמרכז המעגל).

דבר דומה קורה לטיפת המים המרחפת: על המולקולות שעל פני השטח פועל כוח שמושך אותן פנימה. הן מנסות להיכנס, אבל בפנים כבר יש מולקולות אחרות. לכן הן מתקרבות כמה שניתן, ויוצרות צורה של כדור.

אבל הכוחות האלו לא משפיעים רק על הצורה. הכוח הלא-מאוזן שפועל על המולקולות החיצוניות גורם להן להתנהג כמו מעטפת מסביב לטיפה – זו ההתנהגות שאנחנו קוראים לה: מתח פנים.

בניסוי הבא נראה עד כמה מתח הפנים חזק.

2. פינג-פונג מים: איתן ידגים התמסרות בטיפת מים בעזרת משטח פלסטיק.

הסבר: כבר אמרנו שמתח הפנים של הטיפה מתנהג קצת כמו מעטפת. עכשיו אנחנו רואים עד כמה הוא חזק. למרות שהכינו בטיפה בעזרת המשטח, מתח הפנים מחזיק אותה ביחידה אחת. היא אינה מתפרקת או מתפזרת, אלא נעה כגוף אחד לכיוון שאליו חבטנו בה, ממש כאילו היא כדור.

למה זה קורה? ראינו שהטיפה שינתה קצת את הצורה שלה, הכדור "נמעך" מעט. ניזכר שעל שטח הפנים של הטיפה פועלים כוחות שמושכים פנימה, המולקולות עדיין נמשכות להסתדר בצורת כדור.

הכוחות האלו, שהם מתח הפנים, גורמים לטיפה לחזור לצורת כדור ולא להתפרק ברגע הפגיעה במשטח.

מעבר לניסוי הבא: גילינו שמתח הפנים של המים חזק כל-כך שהוא יכול לעמוד בחבטות מבחוץ ולהחזיק את כל מולקולות המים ביחד.

מה יקרה אם ננסה להכניס משהו פנימה, אל תוך הטיפה, ונפעיל מספיק כוח כדי להתגבר על מתח הפנים? האם הוא ייקרע כמו קרום או שקית והמים יתפזרו? ננסה זאת בסעיף הבא:

3. כדור פינג-פונג וסוכריות M&M בתוך מים: הדגמה כיצד מכניסים האביזרים נ"ל לתוך טיפת מים.

הסבר: כשזרקנו את הכדור / הסוכריות לתוך הטיפה, הפעלנו כוח גדול מספיק כדי "לשבור" את מתח הפנים, כלומר כוח שיתגבר על הכוחות המושכים את מולקולות המים זו לזו, אבל בניגוד לשקית, הכוחות האלו לא נעלמים ברגע שמתגברים עליהם. ממש כמו כוח המשיכה של כדור הארץ, הכוחות האלו קיימים תמיד. לכן ברגע שהכדור / הסוכריות נכנסו לתוך הטיפה, המולקולות הסתדרו מחדש בצורת כדור, ומתח הפנים עדיין החזיק את הטיפה מסביב.

הרחבה: אם זרקנו את האביזר (הכדור / הסוכריות) מספיק חזק כדי להכניסו לתוך הטיפה, למה הוא לא יוצא מהצד השני?

מתח הפנים פועל לכל אורך שטח הפנים של הטיפה, והוא מתנגד לציאה של האביזר החוצה כמו שהוא התנגד לכניסתו פנימה. האביזר שזרקנו האט את מהירותו כשנכנס אל הטיפה וכשעבר בתוכה, ותנועתו נחלשה כך שלא היה בה די כדי להתגבר על מתח הפנים ביציאה מהטיפה.

מעבר לניסוי הבא: ראינו שמתח הפנים מחזיק את המים בצורת טיפה, שהוא חזק מספיק כדי לעמוד בחבטות ושהוא ממשיך להשפיע גם אם הצלחנו להתגבר עליו לרגע. אבל מה יקרה אם ננסה לדחוף לתוך הטיפה משהו שיותר גדול ממנה? האם עכשיו היא תתפרק?

חלק 3: אז איזו צורה יש למים?

עזרים: אין.

הערות: אין.

נסכם את מסקנותינו מהניסויים:

ניסוי 2 – טיפת מים בתחנת החלל הבינלאומית

מהלך הניסוי: נתבונן בטיפת מים מרחפת בתחנת החלל הבינלאומית.

תוצאות: כל תלמיד מסכם במילותיו. איור:

מסקנות: קיימים כוחות משיכה בין מולקולות המים.

כשאין כוחות אחרים שפועלים, המים מסתדרים בצורת כדור כדי להגיע לשיווי משקל בין הכוחות שמפעילות המולקולות.

דיון: האם אפשר לראות את זה קורה גם כאן בכדור הארץ? ואם כן, מתי?

(כן, בערך: בגשם, בטיפות על החלון, בטפטוף מברז)

ניסוי 3 – התמסרות בטיפות מים

מהלך הניסוי: נצפה באסטרונואוט חובט בכדור מים בעזרת משטח פלסטיק, בתנאי מיקרו-כבידה.

תוצאות: כל תלמיד מסכם במילותיו. איור:

מסקנות: מתח הפנים שומר על מולקולות המים על פני-השטח של הטיפה שיהיו צמודות אחת לשנייה גם כשמפעילים עליהן כוחות (כמו חבטה) והוא גורם לטיפה לנוע כגוף אחד, גם אם הכוח הופעל רק על חלק מהמולקולות.

דיון: האם המסקנות מניסוי מס' 4 מתיישבות עם המסקנות מהניסוי הזה?

(לא. למדנו משהו חדש ותיקנו את התאוריה שלנו לגבי מתח פנים וצורתם של המים)

אז איזו צורה יש למים? מסתבר שהצורה שלהם תלויה בכוחות הפועלים עליהם. אם אלו רק כוחות המשיכה בין המולקולות לבין עצמן – צורתם כדור, ואם לא – הצורה משתנה כך שיהיה שיווי משקל בין הכוחות.

ניסוי 4 – חפצים בתוך כדור מים

מהלך הניסוי: נראה מה קורה לכדור פינג-פונג, לצמר גפן ולסוכריות M&M כשדוחפים אותם לתוך כדור מים בתנאי מיקרו-כבידה.

תוצאות: כל תלמיד מסכם במילותיו. איור:

מסקנות: אם מפעילים כוח מספיק חזק, אפשר להתגבר על מתח הפנים, אבל זה לא מבטל אותו לחלוטין. כוחות המשיכה בין המולקולות יחזירו את הטיפה למבנה המקורי שלה – כדור.