

צופים בניסויים: מבינים קשרי מימן

שכבת גיל

חטיבה עליונה – כיתות י' – י"א

תקציר הפעילות

בפעילות זו יצפו התלמידים בסרטונים, חלקם סרטונים אינטראקטיביים שמכילים שאלות. התלמידים יתרגלו את הנושא "קשרי מימן" בהקשרים קונקרטיים שמופיעים בסרטונים ובשאלות, תוך כדי התייחסות לתפיסות שגויות נפוצות בנושא.

משך הפעילות

שיעור אחד, אם התלמידים מכינים את הפעילות בבית ובכיתה צופים רק בסרטון הראשון, ואחר כך מבצעים את הבדיקה והסיכום. שני שיעורים, אם כל הפעילות נערכת בכיתה.

מטרות הפעילות

- לבחון את הבנת הנושא "קשרי מימן" שנלמד בכיתה.
- לשרש טעויות ושגיאות נפוצות בנושא.
- לתרגל שאלות בנושא בעזרת מקרים וניסויים ספציפיים המוצגים בסרטונים.
- להראות את הרלוונטיות של קשרי המימן בחיי היום-יום.

מושגים מתוכנית הלימודים

קשרי מימן, קשר קוולנטי קוטבי, קשרים בין מולקולריים

מיומנויות

חשיבה ביקורתית, פחנטציה, יצירתיות, הבניית ידע, יישום ידע, שיתוף פעולה

אופי הלמידה

צוותים

סוג הפעילות

- פעילות לסיכום הנושא
- פעילות להקניית הנושא

קישור לסרטונים

כל אחד מהסרטונים הבאים:

- "קשרי מימן במים": <https://bit.ly/35FHQyZ>
- "סחיטת מגבת ספוגה במים בתחנת חלל": <http://bit.ly/30eyNi1>
- "ויטמינים – למה, כמה ואיך?": <https://bit.ly/35R7Phu>
- "מים בורחים מכוס" (עד דקה 1:48): <http://bit.ly/302QtNa>
- "קיסמי שיניים זזים מעצמם ויוצרים כוכב": <http://bit.ly/304uW6L>
- "הכינו פרח מלבלב": <http://bit.ly/2T7EDAc>

הכנות לקראת הפעילות

- לסיים ללמד את הנושא "מבנה וקישור".
- לדאוג לאמצעי הקרנה בכיתה כדי לצפות בסרטון הראשון, "קשרי מימן".
- אם כל הפעילות מתרחשת בכיתה, יש לדאוג למחשב לכל זוג תלמידים.
- לחלק את הכיתה לזוגות.

מה עושים?

- צפו בסרטון "קשרי מימן במים" המסביר כיצד נוצרים קשרי מימן בין מולקולות מים ואיך משפיעים קשרי מימן אלה על תכונות המים.
להלן רשימת כל הסרטונים בפעילות, התופעה המוצגת בהם וההסבר לתופעה:

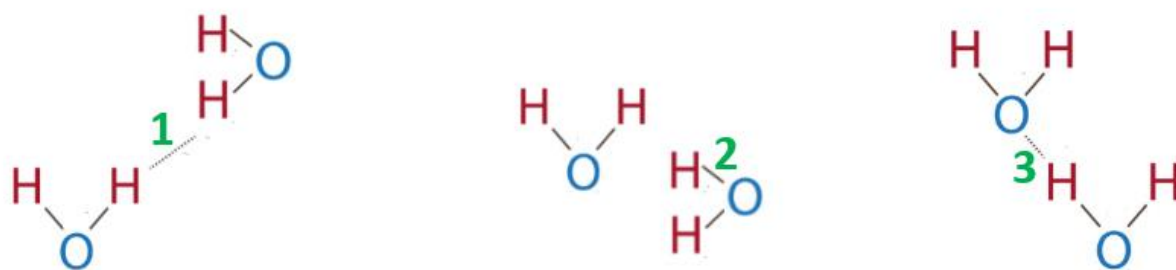
מס'	שם הסרטון וקישור אליו	הקטע לצפייה מתוך הסרט	התופעה המוצגת	הסבר	הערות
1	"קשרי מימן במים": https://bit.ly/35FHQyZ	כל הסרטון	הסבר כללי על היווצרות קשרי מימן בין מולקולות מים והשפעתם על תכונות המים	-----	
2	"סחיטת מגבת ספוגה במים בתחנת החלל": http://bit.ly/30eyNi1	כל הסרטון	מים שנשחטים מתוך מגבת בתחנת החלל מצטברים על ידיו של האסטרונאוט	בהיעדר כוח משיכה, מולקולות המים נשארות על הידיים, כשהן קשורות אחת לשנייה בקשרי מימן קבועה. אחת גדולה.	
3	"ויטמינים – למה, כמה ואיך?" https://bit.ly/35R7Phu סרטון אינטראקטיבי	עד דקה 2:50	ויטמינים מסוימים מתמוססים במים, ואחרים – בליפידים (שומן)	ויטמין C וויטמינים B השונים מתמוססים במים, כי בין המולקולות שלהם למולקולות המים נוצרים קשרי מימן. ויטמינים כמו E ו-D אינם מתמוססים במים, כי אינם יכולים ליצור קשרי מימן עם מולקולות המים.	

4	"מים בורחים מכוס": https://bit.ly/396ooYs סרטון אינטראקטיבי	עד דקה 2:11	מים מכוס אחת עוברים לכוס שנייה דרך "גשר" עשוי מחתיכת נייר	מולקולות המים נקשרות בקשרי מימן לשרשרות התאית ולכן הן מתקדמות לאורך הנייר. הן גם קשורות אחת לשנייה בקשרי מימן ולכן הן גם מושכות אחת את השנייה מעלה.	
5	"קיסמי שיניים זזים מעצמם ויוצרים כוכב": https://bit.ly/3bgRmX4 סרטון אינטראקטיבי	כל הסרטון	מניחים קסמי שיניים שבורים ומכופפים על פני מים, הכיפופים נפתחים ונוצרת צורת כוכב	מולקולות המים חודרות בין שרשרות התאית ויוצרות קשרי מימן עם השרשרות. הקיסם מתנפח בגלל חדירת המים, ולכן שני חלקי הקיסם המכופף מתרחקים זה מזה ונוצרת צורת הכוכב.	כדאי לתת לתלמידים לבצע בעצמם בבית את הניסוי כפי שנראה בסרטון: "הכינו פרח מבלבל": http://bit.ly/2T7EDAc ולבקש מהתלמידים להסביר את הניסוי. בסרטון נראים פרחי נייר מקופלים שצפים על פני מים ונפתחים. ההוראות לניסוי הן חלק מהדף לתלמיד.

- התחלקו לזוגות על פי הנחיות המורה.
- עבדו על פי ההנחיות הבאות:

- צפו בסרטון "[סחיטת מגבת ספוגה במים בתחנת החלל](#)".
- המים נשארים קבועה גדולה על הידיים של האסטרונאוט, מכיוון שבין מולקולות המים יש קשרי מימן רבים המחברים בין המולקולות.

לפניכם שלושה איורים שבכל אחד מהם מופיעות שתי מולקולות מים. בכל איור קיים קשר אחד ממוספר. איזה מספר מתאר קשר מימני? הסבירו את בחירתכם והסבירו מדוע בשני השרטוטים האחרים הקשר הממוספר אינו קשר מימני.



תשובה: 3.

מסומן קשר בין שתי מולקולות. במולקולת המים כל מימן טעון במטען חלקי חיובי, $\delta+$, וכל חמצן טעון במטען חלקי שלילי, $\delta-$. קשרי המימן נוצרים בגלל המשיכה החשמלית בין מימן טעון $\delta+$ על מולקולה אחת ובין חמצן טעון $\delta-$ על מולקולה סמוכה.

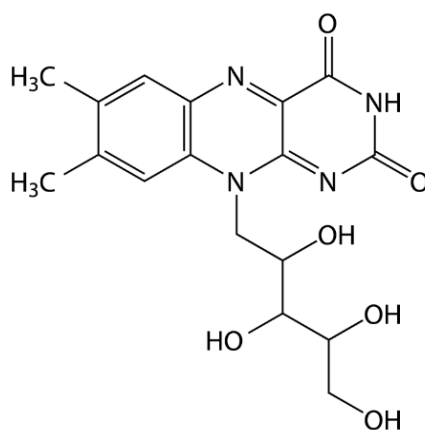
- 1 - מסומן קשר בין שתי מולקולות, אך קשר זה אינו אפשרי שכן משיכה בין שני מטענים חיוביים $\delta+$ אינה אפשרית.
- 2 - מסומן קשר קוולנטי בתוך המולקולה. קשר מימני הוא בין-מולקולרי ולא תוך-מולקולרי.

כדאי להדגיש:

- קשרי מימן הם קשרים בין מולקולות ולא בתוך מולקולות.
- למרות שמם, קשרי מימן אינם נוצרים בין שני מימנים, אלא בין אטום מימן הטעון במטען חלקי חיובי, $\delta+$, על מולקולה אחת, ובין אטום הטעון במטען חלקי שלילי, $\delta-$, על מולקולה סמוכה.

○ צפו בסרטון "[ויטמינים - למה, כמה ואיך?](#)", וענו על השאלות בגוף הסרטון.

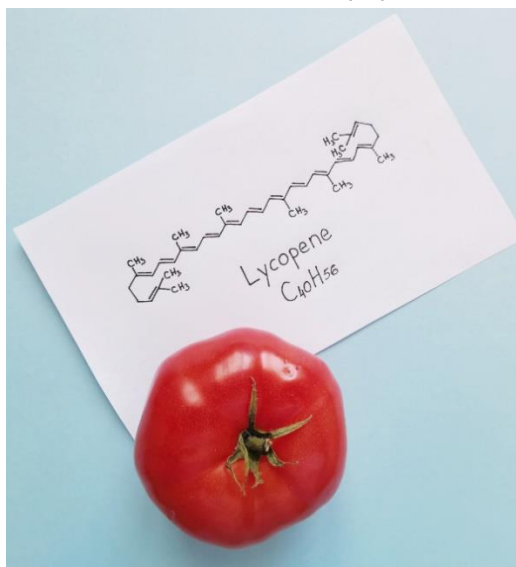
- לפניכם נוסחת מבנה של ויטמין כלשהו (שאינו מופיע בסרטון). האם ויטמין זה מתמוסס במים? נמקו היטב.



איור: shutterstock

תשובה: למולקולות של החומר המצויר (ויטמין B2) יש מוקדים רבים ליצירת קשרי מימן המפחזרים על חלקים נרחבים של המולקולה, ולכן בין מולקולות אלה ובין מולקולות המים ייווצרו קשרי מימן והוויטמין מתמוסס במים. יש להראות לתלמידים את המוקדים ליצירת קשרי מימן: את כל אטומי המימן בעלי מטען חלקי חיובי, $\delta+$, ואת כל האטומים הטעונים במטען חלקי שלילי, $\delta-$. יש להראות להם גם את אטומי המימן שאינם טעונים ב- $\delta+$ (אלה הקשורים לאטומי פחמן).

- ליקופן הוא החומר בעל הצבע האדום בעגבניות, ומשתמשים בו גם כצבע מאכל טבעי לצביעת מוצרי מזון שונים. לפניכם נוסחת המבנה של הליקופן:



תמונה: shutterstock

האם אפשר להשתמש בליקופן לצביעת מזון שהמרכיב העיקרי שלו הוא מים (כמו משקאות קלים)? הסבירו היטב. **תשובה:** לא. למולקולות הליקופן אין מוקדים ליצירת קשרי מימן, ולכן בין מולקולות אלה ובין מולקולות המים לא נוצרים קשרי מימן. הליקופן לא מתמוסס במים, ואי אפשר לצבוע בעזרתו מזון שמרכיבו העיקרי הוא מים. (הליקופן מתמוסס היטב בשמן, ולכן אפשר לצבוע בעזרתו מזון שהמרכיב העיקרי שלו הוא שמן או שומן). יש להראות לתלמידים כי למרות שבמולקולה מימנים רבים (56 במספר!), אף אחד מהם אינו מוקד ליצירת קשרי מימן, כי לאף אחד מהם אין מטען חלקי חיובי, $\delta+$; זאת מכיוון שהמימנים קשורים לאטומי פחמן בקשר קוולנטי שאינו מספיק קוטבי. כדי שהקשר הקוולנטי יהיה קוטבי ועל אטום מימן יהיה מטען חלקי חיובי, $\delta+$, הוא צריך להיות קשור לאטום בעל אלקטרו-שליליות גבוהה: N או O או F.

- כשאוכלים פלפל חריף, שתיית מים לא מצליחה לשטוף את החומר החריף – קפסאיצין – מהפה. לפניכם נוסחת המבנה של קפסאיצין. הסבירו מדוע.



תמונה: shutterstock

תשובה: על כל מולקולת קפסאיצין יש מעט מוקדים ליצירת קשרי מימן הנמצאים על קצה אחד של המולקולה. מוקדים אלה מעטים יחסית לחלקים ההידרופוביים של המולקולה. לכן קפסאיצין אינו מתמוסס היטב במים, ואם רוצים לשטוף אותו מהפה כדאי לאכול מזון שמכיל שמן או שומן: טחינה, סלט עם רוטב שמכיל שמן, מיונז וכו'. יש להראות לתלמידים את המוקדים ליצירת קשרי מימן: את כל אטומי המימן בעלי מטען חלקי חיובי, $\delta+$, ואת כל האטומים הטעונים במטען חלקי שלילי, $\delta-$. יש להראות כי במולקולה ישנם עוד אטומי מימן רבים ללא מטען חלקי חיובי, $\delta+$, והם אינם יכולים ליצור קשרי מימן. הנוסחה המולקולרית של קפסאיצין היא $C_{18}H_{27}NO_3$, אך מתוך 27 המימנים רק שניים הם מוקדים ליצירת קשרי מימן, בנוסף לאטומי החמצן והחנקן.

כדאי להדגיש:

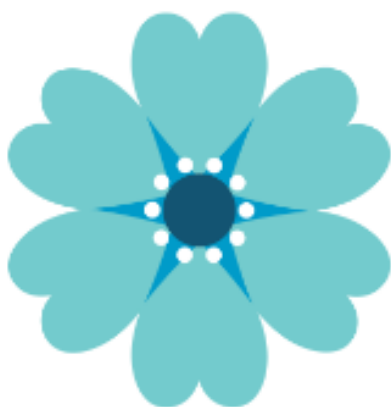
- לא כל מימן במולקולה הוא מימן שיכול ליצור קשרי מימן. רק מימן שקשור לאטום בעל אלקטרו-שליליות גבוהה, כמו N, O, F הוא מימן בעל מטען חלקי חיובי, $\delta+$, שיכול ליצור קשרי מימן.
 - קשרי המימן נוצרים בין מימן בעל מטען חלקי חיובי, $\delta+$, במולקולה אחת, ובין אטום N, O, F הטעון במטען חלקי שלילי, $\delta-$, במולקולה סמוכה.
- (שימו לב: אטומי N, O, F מופיעים פעמיים: אטום כזה קשור למימן בקשר קוולנטי קוטבי במולקולה אחת (ולכן המימן הוא בעל מטען חלקי $\delta+$), ואטום כזה נמצא במולקולה אחרת ויוצר קשר מימני עם אטום המימן בעל המטען החלקי $\delta+$ במולקולה הראשונה.)

- צפו בסרטון "[מים בורחים מכוס](#)" (עד דקה 2:11). ענו על השאלות המשולבות בסרטון וקראו את ההסברים המצורפים.
- ההסברים נמצאים בגוף הסרטון.
- צפו בסרטון "[קיסמי שיניים זזים מעצמם ויוצרים כוכב](#)", ענו על השאלות המשולבות בסרטון וקראו את ההסברים המצורפים.
- כדי להסביר לתלמידים מדוע הקיסם המכופף נפתח כששמים אותו במים, אפשר להיעזר באנלוגיה הבאה:
אם נלביש על היד המכופפת שרוול עבה מאוד ומרופד, לא נוכל לקפל אותה כמו בזווית שבצילום, אלא רק בזווית קהה יותר. כשהקיסם המקופל סופג מים אף הוא נעשה תפוח יותר, ולכן הזווית כבר אינה יכולה להיות חדה כפי שהייתה והיא נפתחת.



תמונה: shutterstock

- הדפיסו את אחד הפרחים המופיעים כאן, או ציירו פרח בגודל דומה על דף נייר.



איור: shutterstock

○ גזרו את הפרח וקפלו את עלי הכותרת כפי שנראה בתצלום.



○ קחו קערית עם מים והניחו את הפרח המקופל על המים, כשהצד הלבן מונח על המים והצד הצבעוני כלפי מעלה.

○ התבוננו כמה דקות במתרחש והסבירו מה קרה.

הסבר: המים יוצרים קשרי מימן עם התאית של הנייר ונספגים בנייר. הנייר נעשה תפוח יותר, ולכן זוויות הקיפול נפתחות כדי שיהיה מקום לשרשרות התאית והמים, שנכנסו בין השרשרות.

הערה:

בנוסף להדגשים שצוינו במהלך הפעילות, כדאי גם להזכיר לתלמידים כי קשרים בין-מולקולריים מכל סוג קיימים רק במצבי הצבירה מוצק ונוזל. בגז (אידיאלי) מניחים שאין כלל קשרים בין-מולקולריים בין החלקיקים.

אפשר לתרגל זאת בעזרת שתי השאלות הבאות:

1. באילו מהחומרים הבאים קיימים קשרי מימן בין המולקולות?



תשובות:

א. a, b, d

ב. c, d

ג. a, d

ד. a, c

התשובה הנכונה היא ג.

2. כתבו תיאור מילולי לסימול הכימי $\text{NH}_3_{(l)}$

התשובה הנכונה: מולקולות שבכל אחת מהן אטום חנקן הקשור בשלושה קשרים קוולנטיים יחידים קוטביים לשלושה אטומי מימן. בין המולקולות קיימים קשרי מימן הנוצרים בין זוג האלקטרונים החופשיים על אטום חנקן במולקולה אחת למימן חשוף מאלקטרונים על מולקולה שנייה.

כדאי גם לתרגל תיאור מילולי ל- $\text{NH}_3_{(g)}$, שם לא קיימים קשרי מימן בין המולקולות.