

שם היחידה: הפעלת הכדור המתחמם

פרק 2. כיצד שריפת דלקי מאובנים פולטת פד"ח?

מטרות:

- איסוף ראיות לכך ששריפת דלקי מאובנים ונשימה תאית מגדילות את ריכוז הפד"ח באוויר, ואילו פוטוסינתזה מקטינה את ריכוז הפד"ח באוויר.
- היכרות עם התכונות של פד"ח.
- הבנה של הקשר בין הפחמן שבאטמוספירה לגוף שלנו ולאנרגיה שאנחנו צורכים.

רצף ההוראה

מספר שיעורים	נושא	שאלה מנחה
3	היכרות עם תהליכים הפולטים וסופגים פד"ח. מדידה של ריכוזי פד"ח: • נשימה של בני אדם ובע"ח • שרפת דלקים • פוטוסינתזה המסקנות העולות מהתוצאות חיבור למודל מחזור הפחמן	2.1 מדוע אנו ושריפת דלקי מאובנים זקוקים לחמצן ופולטים פד"ח?
2	א. היכרות עם פחמן דו-חמצני: 1. פחמן דו-חמצני (CO_2) מורכב מפחמן ומחמצן. 2. תכונות כימיות ופיזיות ב. הרכב האוויר (אפשרות הרחבה): התכונות הפיזיקליות והכימיות של הגזים האחרים באוויר (חנקן, חמצן). ג. למה חשוב לדבר על CO_2 אף על פי שהחלק שלו (אחוז) בהרכב האטמוספירה קטן מאוד? תרשים עוגה.	2.2 מהו פחמן דו-חמצני?
1	• תרכובות פחמן מהוות את רוב המסה של העצים בכדור הארץ. • התרכובות האלה נוצרות בתהליך הפוטוסינתזה, שבו צמחים סופגים פחמן דו-חמצני מהאטמוספירה (הניסוי של יאן בפטיסט ואן הלמונט) • מאין מגיע הפחמן ולאן הוא הולך? חזרה למחזור הפחמן (המודל) כדי להסביר את הקשר בין הפחמן ב-CO_2 לפחמן בתרכובות פחמן אחרות. • הוספת מארג המזון למודל הפחמן • סיכום מחזור הפחמן	2.3 מאיפה מגיע הפחמן ולאן הוא הולך?

שיעור 2.1 מדוע אנו ושריפת דלקי מאובנים זקוקים לחמצן ופולטים פד"ח? שקופיות 2-16

*בשיעור הזה נלמד על כמה תהליכים כימיים שבהם פד"ח הוא חלק מהתהליך. אחרי הדיון בביתה מומלץ לתת לתלמידים זמן לרשום במחברות שלהם איך בדיוק מתרחש כל אחד משלושת התהליכים- בעירה, נשימה, פוטוסינתזה? אילו חומרים נדרשים? ומהם התוצרים של התהליך? הדגש הוא לדעת בכל תהליך אם הוא צורך / פולט פד"ח וחמצן, ולא צריך לדרוש מהתלמידים מעבר לכך. בקובץ פרוטוקול הניסוי יש הסבר מפורט וניתן להדפיס לתלמידים.

ציוד נדרש:

3 גלאי פד"ח CO2
עלי תרד לחים (שקונים בסופר)
מיכל פלסטיק שקוף עם מכסה (או ניילון נצמד)
שקית נייר חומה
מנורת שולחן (נורת לד) או חלון עם אור שמש עקבי (או לבצע את הניסוי בחצר ביה"ס)

שקופית 3 :

(אפשר לחזור על הסבר פעילות חיישן ה-CO2 שבו התנסיתם בפרק הראשון)
בקשו מהתלמידים להעתיק את הטבלה הריקה למחברות שלהם או חלקו עותק של הטבלה לכל תלמיד.ה.
הסבירו שלניסוי/הדגמה היום יש 3 חלקים שמפורטים בפרוטוקול ניסוי פוטוסינתזה. ניתן להדפיס לכל שולחן עותק או להקרין בביתה .

שקופית 4 :

חלק 1 - הצבת חיישן פד"ח – השאירו אותו במקום אחד למספר דקות.
מדידה של רמות הפד"ח בביתה: בתחילת השיעור הניחו את הגלאי בקדמת הכיתה וקראו את המדידות באוזני התלמידים. (גם אם לא סוגרים את חלונות הכיתה, כמות הפד"ח עולה).
הערה למורה: רשמו את קריאות החיישן הראשוניות על הלוח ותנו לתלמידים להעתיק אותן למחברת .

שקופית 5:

חלק 2 - נשימה תאית בצמחים .
בזמן שממחים לניסוי אפשרי להשתמש בחיישן נוסף ולראות עם התלמידים מה קורה למדידת ריכוז הפד"ח כשנושפים לתוך החיישן (חלק 1ג').
מסקנה: בדומה לאנשים, ללא אור (סביבה חשוכה) צמחים פולטים רק פד"ח (וצורכים חמצן) .

שקופית 6: תהליך חילוף הגזים בגוף. סיכום של חלקים 1 + 2 של הניסוי .

שקופית 7: הרחבה

הקשר בין מערכת הנשימה ומערכת הדם/ההובלה .
מטרת שקופית זו היא לקשר בין הנשימה התאית למערכת הנשימה (אין צורך להיכנס לפרטים של מחזור הדם):

לפי תכנית הלימודים, התלמידים נחשפו לנושא מערכת ההובלה בביה"ס היסודי: מערכת הנשימה מאפשרת לחמצן להיכנס לגופנו דרך הריאות, ומשם הוא מובל אל כל תאי הגוף. בכל תא בגוף מתרחשת נשימה תאית שמייצרת אנרגיה ומשחררת פחמן דו-חמצני אל הדם. הפחמן הדו-חמצני נישא דרך הוורידים בחזרה אל הלב והריאות, ומשם משוחרר בנשיפה.

שקופית 8: שאלות לסיכום והבהרה, התלמידים מעתיקים למחברות ומשלימים את המשפטים.
פתרון :

1. אוויר עשיר בחמצן נכנס דרך האף והפה אל הריאות.
2. חמצן מהאוויר מוזרם, דרך כלי הדם, אל כל תאי הגוף.
3. בתוך כל אחד מתאי הגוף מתרחש תהליך נשימה תאית אשר צורך חמצן ופולט פד"ח.
4. פד"ח נישא דרך מערכת ההובלה אל הריאות ומשם החוצה דרך הפה והאף.

שקופית 9: הזכירו לתלמידים את ניסוי הנר מהשיעור הקודם. הזכירו לתלמידים שרמות הפד"ח הגבוהות ליד הנר הדולק הן תוצאה של בעירת השעווה (תרכובת פחמנית). הבעירה פלטה CO₂ ואנרגיה.

שקופית 10: חלק 3 כיצד צמחים מייצרים תרכובות פחמן?

איך צמחים מפיקים אנרגיה?

צמחים משתמשים במים ופחמן דו-חמצני ובעזרת אנרגיה הנקלטת מהשמש, מייצרים בתהליך הפוטוסינתזה סוכר (סוג של תרכובת פחמן) המשמש כמקור אנרגיה לצמח וחומר גלם לבניית הצמח. הגז חמצן הוא תוצר לוואי של התהליך. מסקנה של חלק 3 - ככל שהעלים נמצאים בסביבה מוארת ריכוז הפד"ח יורד עם הזמן (עד גבול מסוים). הצמחים צורכים פד"ח.

שקופית 11: כיצד צמחים מייצרים לעצמם את המזון (תרכובות פחמן)?

מסקנה: ככל שהעלים נמצאים בסביבה מוארת ריכוז הפד"ח יורד עם הזמן (עד גבול מסוים). הצמחים צורכים פד"ח.

שקופית 12: סיכום שלבי הניסוי: אנחנו מצפים לירידה בפד"ח בתהליך הפוטוסינתזה. אנחנו מצפים לעלייה

בפד"ח בתהליך הנשימה התאית (חלק ב' + חלק 2)

ניתן להזכיר כי במקביל לפוטוסינתזה, הצמחים מבצעים גם נשימה תאית רגילה וצורכים גם חמצן/ומשחררים פד"ח (כפי שראינו בחלק 2),

כלומר שני התהליכים (נשימה ופוטוסינתזה) מתרחשים במקביל.

מה ניתן לומר על יעילות/קצב שחרור הפד"ח בכל אחד מהתהליכים הללו לאור התוצאות שראינו?

תשובה צפויה: כיוון שבחלק 3 (מדידת פוטוסינתזה). ראינו שריכוז הפד"ח בכלי ירד למרות שהעלים ביצעו גם נשימה, ניתן לומר שקצב צריכת הפד"ח בפוטוסינתזה גבוהה משמעותית (פי 2 לפחות) מקצב הפרשת/שחרור הפד"ח בתהליך הנשימה התאית שמבצע העלה.

שקופית 13: מסקנות מהניסוי - אם לא נעשה סיכום לכל שלב בניסוי.

שקופית 14: סיכום פוטוסינתזה ונשימה תאית (ובעירה)
פוטוסינתזה ונשימה תאית הם תהליכים הפוכים .

שקופית 15: חזרו למודל ממקבץ שיעורים 1:
החיצים המתייחסים לשרפת דלקי מאובנים מסומנים בשחור.
שאלו את התלמידים מה קורה בתהליכים האלה (הדלקים מתרכבים עם החמצן ופולטים אנרגיה ו- CO_2).
בקשו מהתלמידים להתחלק לקבוצות קטנות ולהוסיף למודלים שלהם עוד שני תהליכים: נשימה ופוטוסינתזה.
הציעו לתלמידים לסמן בחיצים תהליכים המייצרים והפולטים פד"ח, ולצבוע בצבעים שונים תהליכים טבעיים ומלאכותיים.

***הערה חשובה למורה** - הפרה מייצגת בע"ח (ובני אדם), ואפשר לייצג אותם בבע"ח אחרים או בבני אדם
ובע"ח - דווקא אפשרויות מרובות של בע"ח שונים של הזוגות השונים יביא להבנה טובה יותר של התלמידים
בכיתה

מסקנות מהשיעור: יש כמה דרכים לוודא שהתלמידים יראו את התמונה המלאה:

- ציירו על הלוח את המודל שהכיתה הסכימה עליו.
- השתמשו במודל מהמצגת (שקופית 16 בהסתר).
- בדקו את המודלים של הקבוצות. העירו הערות תוך כדי העבודה של התלמידים או בקשו מכל קבוצה להגיש את המודל בתום העבודה.

שקופית 16 (הסתר): המודל המלא יחד עם החצים החדשים, המורה בוחרת אם יש צורך להראות את המודל.
במידה והתלמידים הגיעו למודל דומה בעצמם, אין צורך לפתוח את המודל בשקופית

שיעור 2.2 מהו פחמן דו-חמצני? שקופיות 17 - 26

שקופית 18: ממה מורכב פחמן דו-חמצני?
דיברנו הרבה על CO₂ בלי לתאר את התכונות שלו ובלי להסביר ממה הוא מורכב.
פחמן דו-חמצני (CO₂) מורכב מפחמן ומחמצן.
פחמן דו-חמצני הוא סוג של תרכובת פחמן.
פחמן דו-חמצני הוא חלקיק (מולקולה) המורכב משלושה חלקיקים קטנים יותר (אטומים): אטום פחמן אחד ושני אטומי חמצן.
לפי המודל החלקיקי, בין החלקיקים המרכיבים את מולקולת הפחמן הדו-חמצני יש ריק (ואקום). כפי שאפשר לראות בתרשים, כל חלקיק של הגז מורכב מאטום פחמן ומשני אטומי חמצן. בין החלקיקים יש ריק.
אפשר להביא לכיתה דגם מולקולרי כדי להראות לתלמידים איך נראית מולקולה של פד"ח. לחלופין, התלמידים יכולים להכין דגם בעצמם בכיתה.

שקופית 19: תכונות פחמן דו חמצני
התלמידים כותבים במחברותיהם את ההשערות שלהם לשאלות הבאות:

1. האם אפשר לראות או להריח פד"ח?
2. האם פד"ח הוא גז כבד/קל ביחס לגז האוויר?
3. האם פד"ח הוא גז דליק?
4. האם פד"ח מסיס במים?

בשלב זה התלמידים לא למדו עדיין את התשובות לשאלות אלו, כמו בכל ניסוי, כותבים את ההשערה לפני הניסוי עצמו.
כעת נערוך ניסויים להדגמת תכונות של פד"ח:

שקופית 20 : על פי מדידות קודמות שערכנו בכיתה, ראינו שכמות הפד"ח השתנתה אבל לא יכולנו להריח או לראות את זה.

שקופית 21: (הרחבה): ניסוי מעבדה 1: -מלאו שני בלונים: אחד באוויר ואחד בפד"ח (את הבלון השני צריך להכין מראש). הנחיות:
ניפוח בלון בפד"ח: מלאו ארלנמיייר בחומץ עד מחצית הגובה שלו. שפכו בזהירות שלוש כפיות סודה לשתייה לתוך הבלון.
מתחו את פי הבלון והלבישו אותו על פתח הבקבוק. הרימו את הבלון כדי שהסודה שבתוכו תישפך אל תוך החומץ.
בתגובה הכימית ייפלט פד"ח וימלא את הבלון.
ניפוח בלון אוויר: בקשו מהתלמידים לנפח בלון (באמצעות הפה) לגודל זהה לגודלו של בלון הפד"ח. הזכירו לתלמידים להיות כמה שיותר מדויקים.
-האם יש הבדלים בין הבלונים? מה ההבדלים ביניהם?
-האם אפשר למדוד את ההבדלים האלה?
למורה:
ל-CO₂ יש צפיפות גבוהה יותר מלואוויר, ולכן בלון CO₂ יהיה כבד יותר מבלון אוויר.

שקופית 22: ניסוי מעבדה 2:

2.3. צפיפות ובעירה: ניסוי "מערת הכלבים".

הניחו את הנרות על המדרגות בתוך מכל שקוף והדליקו אותם.

ריכוז הפד"ח במכל יעלה בהדרגה. הנרות יכבו בזה אחר זה, מהנמוך לגבוה.

תוצאות:

בקשו מהתלמידים לתאר מה קרה.

מסקנות:

4. אילו תנאים צריכים להתקיים כדי שהנרות יידלקו או ימשיכו לדלוק?

5. איך הנרות כבו? הסבירו את התהליך שהתרחש.

6. הניסוי הזה הדגים שתי תכונות של פד"ח. מהן?

הערה למורה: הסבירו לתלמידים שמטפי כיבוי אש מכילים קצף פד"ח כי פד"ח מעכב בעירה.

שקופית 23: אנחנו מדברים הרבה על פד"ח אבל האחוז שלו באויר קטן מאוד! מהו הרכב הגזים באויר? תארו לפי הגרף.

גז הפד"ח הוא גז חממה, לכן, למרות שהוא מופיע באחוזים מאוד נמוכים, ההשפעה שלו חשובה.

הרכב האויר

שאלו את התלמידים: דיברנו על חמצן ועל פחמן דו-חמצני. האם אלה הגזים היחידים באויר?

הנחו דיון כיתתי על הקשר בין הקריאות של גלאי הפד"ח (ב-ppm) לשיעורי הפד"ח באויר. ערכו את החישוב עם התלמידים:

400 חלקיקים למיליון (ppm = $400/1,000,000 = 0.0004 = 0.04\%$) מהאויר.

אם CO₂ מהווה רק חלק קטן מאוד מהאויר, אילו חומרים מהווים את רוב האויר? האויר שאנחנו נושמים הוא

78% חנקן (N₂) ו-21% חמצן (O₂).

מה מאפיין CO₂?

למה חשוב לדבר על CO₂ אף על פי שהשיעור שלו בהרכב האטמוספירה קטן מאוד?

שקופית 24: חזרה לגרפים משיעור 1.2. סיכום כיתתי

קשרו את הדיון למה שהתלמידים למדו על אפקט החממה בשיעור 1.2.

תארו את שני הגרפים מה אתם רואים?

האם יש קשר בין שני הגרפים?

פד"ח לוכד חום (כמו באפקט החממה): הזכירו לתלמידים מהו אפקט החממה.

שקופית 25: סיכום (במחברות של התלמידים):

של כל התכונות שהדגמנו בניסויים שערכנו.

שקופית 26 (הסתר): המודל השלם לשימוש המורה.

שיעור 2.3 מאיפה מגיע הפחמן ולאן הוא הולך ? שקופיות 27 – 31

שקופית 28: מארג המזון

כל בעלי החיים עשויים מרכובות פחמן: המזון שהם אוכלים (צמחים ובעלי חיים אחרים) מגדיל את המסה שלהם.

כל המסה של בעלי החיים – מקורה בצמחים.

כל הצמחים עשויים מרכובות פחמן: תרכובות הפחמן שבצמחים – מקורן בפוטוסינתזה, תהליך הצורך פד"ח. מסקנה: המסה של כל האורגניזמים החיים (צמחים ובעלי חיים), מקורה בפד"ח.

כשצמחים ובעלי חיים נקברים מתחת לאדמה לזמן רב, הם מתאבנים. התוצאה: דלקי מאובנים.

כשיצורים חיים צורכים אנרגיה (נושמים) וכשדלקי מאובנים נשרפים, פד"ח נפלט אל האטמוספירה.

אחרי כל שאלה, תנו לתלמידים לשתף את בני ובנות הזוג שלהם בדעתם. לאחר מכן, דונו בתשובה לשאלה עם כל הכיתה והמשיכו לשאלה הבאה.

שקופית 29: הוסיפו למודל של מחזור הפחמן מארג מזון

שקופית 30 (הסתר): המודל של מחזור הפחמן עם תוספת של מארג המזון, אין הכרח להראות לתלמידים באם הגיעו בעצמם למודל זה.

שקופית 31: אם כמורה את מרגישה שהתלמידים לא הפנימו את מחזור הפחמן, אחרי העבודה על המודל, אפשר לתת להם משימת ביצוע הבנה כמשימת בית / משימת כיתה / משימה עם ציון או לדלג ולהמשיך לפרק 3 המסכם.

חזרה למחזור הפחמן:

כתבו: המקור הראשוני של כל האנרגיה שאנחנו צורכים בבית הוא השמש – איך זה קורה? למורה: קרינה מהשמש היא מקור האנרגיה לצמחים, והם קולטים אותה בתהליך הפוטוסינתזה.

בעלי חיים אוכלים את הצמחים ומקבלים מהם אנרגיה.

כשבעלי החיים מתים, הם מתאבנים בתהליך של מיליוני שנים.

התוצאה: דלקי מאובנים.

בני האדם שורפים את דלקי המאובנים ומחממים מים כדי להפיק קיטור. הקיטור מסובב טורבינה כדי להפיק חשמל.

שאלות נוספות שאפשר לשאול:

1. היכן נמצאות תרכובות הפחמן במודל?

2. למה קוראים למודל "מחזור הפחמן"?

3. כתבו סיפור על אטום פחמן היוצא מהאטמוספירה, מגיע לתוך פרה ואז לתוך תחנת כוח ולבסוף חוזר אל האטמוספירה.

תשובות למורה:

1. תרכובות פחמן מצויות ב:

כל האורגניזמים (בעלי חיים וצמחים)

דלקי מאובנים

CO₂ באוויר

2. קראנו למודל "מחזור הפחמן" כי הוא עוקב אחר התנועה של הפחמן בין הקרקע לאטמוספירה.

פחמן הוא המרכיב המרכזי בכל התרכובות הביולוגיות.

3. אטום פחמן מהאטמוספירה, כלומר מתוך מולקולת CO₂ באוויר, נכנס לתוך צמח בתהליך של פוטוסינתזה. אם פרה תאכל את הצמח, האטום יהפוך להיות חלק מהפרה. כשהפרה תמות, היא תתאבן בתהליך של מיליוני שנים ותהפוך לדלק מאובנים. אולי בעתיד הרחוק בני אדם יחלצו את דלק המאובנים מהקרקע וישרפו אותו בתחנת כוח כדי לסובב טורבינה, להפעיל גנרטור ולהפיק חשמל. כשדלקי מאובנים נשרפים, נפלט פד"ח, וכך אטום הפחמן יחזור אל האטמוספירה.

כתבו/ציירו: המקור הראשוני של כל האנרגיה שאנחנו צורכים בבית הוא השמש – איך זה קורה?
למורה:

השמש מקרינה אנרגיה על הצמחים, והם קולטים אותה באמצעות פוטוסינתזה. בעלי חיים אוכלים את הצמחים ומקבלים מהם אנרגיה. כשבעלי החיים מתים, הם מתאבנים בתהליך של מיליוני שנים. התוצאה: דלקי מאובנים. בני האדם שורפים את דלקי המאובנים ומחממים מים כדי להפיק קיטור. הקיטור מסובב טורבינה כדי להפיק חשמל.