



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - מדריך למורה

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

ברצוננו להודות (לפי א"ב) :

♥ לאהוד אבירן, אוונאס אבו-נימר, אורי צדוק, אורית אבירן, אירנה ריינין, אמאל ג'ראיסי, גבי שוורץ, סמיר דלאשה ורנא עבד על סיועם בפיתוח המדריך למורה הכולל תשובות לשאלות בספר התלמיד, משימות נוספות ומצגות.

♥ לד"ר מיכל נחשון, מפמ"ר מוט"ב, לד"ר רקפת דנאי, רכזת תחום מוט"ב, משרד החינוך ופרופ. דוד בן-חיים, ראש מל"מ על עידודם לפיתוח המדריך למורה.

♥ לעדינה אילן, הפקולטה לכימיה בטכניון, על קריאת המדריך ומתן הערות.

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאכסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012

הקדמה

המהדורה המעודכנת והמורחבת של הספר כוללת שישה פרקים אשר הותאמו מבחינת המידע המדעי-סביבתי ומבחינת התפיסה החינוכית-סביבתית למקובל כיום בארץ ובעולם.
בכל פרק, מלבד קטעי מידע, משולבים מגוון פעילויות המסומנות באייקונים המזהים הבאים:



ניתוח מידע שיכול להיות כללי, מגרף, טבלה, תרשים או איתור מידע



חשיבה יצירתית, חשיבה ביקורתית, נקיטת עמדה או העלאת טיעונים בעד ונגד



חקר אירוע - פעילות המבוססת על כתבה מדעית פופולרית (פרוט בהמשך)



פעילות קבוצתית המבוססת על דיון כללי, דיון ממוקד בהעלאת טיעונים בעד ונגד או משחק

תפקידים



משימת סיכום - אירגון והצגת מידע

מה כולל המדריך למורה?

המדריך כולל את התשובות לשאלות המופיעות בספר לתלמיד, הצעות למשימות/פעילויות נוספות בנושא הנילמד, הצעות להערכת התלמיד (בוחר, מבחן ממוקד), מצגות לנושאי הפרקים השונים, ניתוח רמות חשיבה וציון המיומנויות הנדרשות כדי לפתור חלק מהמשימות.
התשובות לפעילויות השונות בכל פרקי הספר מלוות ברקע קצר המציג את הרציונל לשאלות המוצגות בפעילות ו"טיפים" במה להתמקד בהוראת הפעילות בכיתה.

להלן ריכוז הנושאים הכלולים במדריך למורה:

פרק	פרוט סעיפי המדריך לפרק
מה אנו נושמים?	• תשובות לשאלות • משימות נוספות ✓ חקר אירוע - שריפת הענק ביערות הכרמל – לא מה שחשבתם! ✓ משימה קבוצתית להכרת חוק אוויר נקי ✓ מבנה האטמוספירה - סרטונים ברשת לצפייה ולהעשרה • מצגות

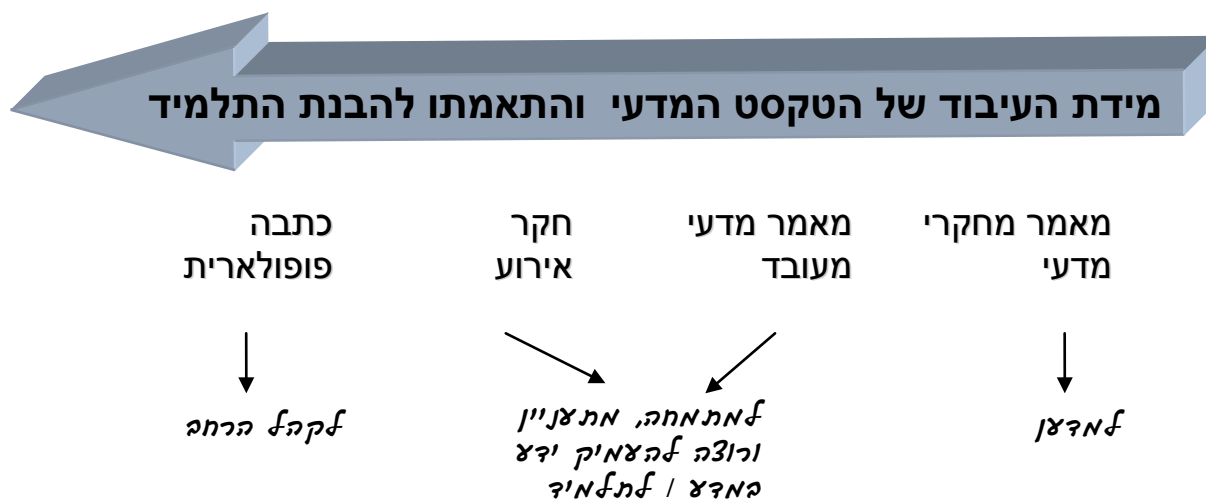
פרק	פרוט סעיפי המדריך לפרק
	✓ מצגת אינטראקטיבית בנושא מיון מזהמים
תחמוצות חנקן	• תשובות לשאלות • משימות נוספות ✓ תחקיר וראיון בנושא איכות אוויר לתוכנית "לונדון וקירשנבאום" ✓ מחוון ביצועים למשימת התחקיר ✓ השלמת תרשים מסכם לפרק תחמוצות החנקן • מצגות ✓ הצגת תכני הפרק והמיומנויות המשולבות בו
תחמוצות גפרית וחלקיקים	• תשובות לשאלות • משימות נוספות ✓ משימת סיכום - מושגים, תופעות ותהליכים בפרק תחמוצות הגפרית ✓ מחוון ביצועים למשימת הסיכום • מצגות ✓ הצגת תכנים ומיומנויות בפרק תרכובות גפרית וחלקיקים
התחממות העולמית ותחמוצות הפחמן	• תשובות לשאלות • משימות נוספות ✓ מיקבץ שאלות נוספות לסיכום ולחזרה ✓ פעילות סביב כתבה מדעית: אתגר גלובלי – הזדמנות מקומית • מצגות ✓ הצגת המבנה ותכני הפרק
ה"חור" באוזון	• תשובות לשאלות • משימות נוספות ✓ במת דיון - משפט ציבורי בנושא: ייצור חומרים הפוגעים באוזון בתעשייה בישראל ✓ מחוון ביצועים מפורט למשימה של משפט ציבורי • מצגות • מצגת סיכום תכני הפרק • מצגת מבנה, משימות ורציונל מגוון המיומנויות בפרק
סיכום	• תשובות לשאלות • משימות נוספות ✓ דף עבודה מסכם • מצגות

פרק	פרוט סעיפי המדריך לפרק
	✓ מצגת תכני הפרק

הרחבה - מה בין חקר אירוע למאמר מדעי מעובד?

שילוב מאמרים מדעיים וחקר של אירועים אמיתיים בהוראה מומלץ על ידי חוקרים ואנשי חינוך מהמובילים בתחום הוראה/למידה בגישה המשלבת מדע-טכנולוגיה וחברה. חוקרים מדגישים את חשיבות הלמידה תוך התנסות עצמית, הנעזרת בתכנים מציאותיים ומוכרים לתלמיד ומשפרת את רמת העניין והמוטיבציה שלו ללמוד. כוונת למידה זו הינה לערב את התלמיד בתהליך הלמידה, לפתח בו מיומנויות חשיבה גבוהות ולהדגיש הבנה של תהליכים ויישומם בבעיות יום-יומיות. בתהליך התמודדות עם בעיות אמיתיות, באים לידי ביטוי חשיבה ביקורתית, שאלת שאלות וחיפוש פתרונות אפשריים כשמטרת העל היא להביא את התלמיד לא רק למודעות והבנה, אלא לרמה של מעורבות וקבלת החלטות על בסיס ערכי וקבלת אחריות.

בפעילות עם מאמרים מדעיים, ניתן להבחין בהדרגתיות של רמת העיבוד של המאמר כפי שמתואר באיור הבא (מידת העיבוד בציר איננה ליניארית):



המאמרים המדעיים נכתבים על-ידי מדענים עבור קהילת המדענים בתחום וכוללים מבנה מחקרי מאורגן תוך שימוש במושגים מחקריים בתחום. מאמר מדעי מעובד נכתב על-ידי אנשי חינוך בהתבסס על המאמרים המדעיים (בדרך כלל בהתבסס על ספרות מדעית פופולרית) ונועד לפעילות של תלמידים. ככזה, האירוע מכיל מוקד מדעי ברור וקשור לתחומי העניין והלמידה של התלמיד. חקר אירוע הינו מאמר מדעי מעובד, תוך התאמה רבה יותר לרמת התלמיד וכולל גם פעילות מלווה של שאלות ומשימות ברמות חשיבה שונות. הכתבה הפופולרית, כפי שניתן למצוא בעיתונות יומית, נועדה לקהל הרחב וככזו מידת העיבוד של המידע המדעי גבוהה מאוד ולעיתים רמת הדיוק אינה מספקת והמידע המדעי בה כללי מדי לתלמידי מדעים.

חקר אירוע מאפשר פעילות לימודית רחבה המעוררת דיון והעמקה בנושאים המדעיים הנילמדים. הפעילות כוללת את האירוע ואת הפעילות המלווה לו. האירוע הינו קטע מידע המוצג בצורה תיאורית-סיפורית ועוסק במצבים אמיתיים בעלי השלכה ללומד. האירוע חייב להכיל מוקד מדעי ועליו להציג נושא, חומר, תהליך או תופעה מעוררת

עניין ו/או בעיה שאין לה בהכרח פתרון אחד ולכן מעורר העמקה נוספת. האירוע מלווה בשאלות מנחות ברמות חשיבה שונות, תוך עידוד הלומד להעלות שאלות נוספות.

מקורות להרחבה:

קברמן, ששון והרשקוביץ (2004). חקר אירוע ושילובו בהוראת הכימיה. אתר משרד החינוך:

http://meyda.education.gov.il/files/Tochniyot_Limudim/Chimia/Nispach3.pdf

Dori, Y.J. & Herscovitz, O. (1999). Question Posing Capability as an Alternative Evaluation Method: Analysis of an Environmental Case Study. *Journal of Research in Science Teaching*, **36**(4), 411-430.

Y.J. Dori & O. Herscovitz (2005). Case-based long-term professional development of science teachers. *International Journal of Science Education*, **27**, 1413–1446.

Herscovitz, O., Kaberman, Z., Saar, L. & Dori, Y.J. (2012). The relationship between metacognition and the ability to pose questions in chemical education. In: Zohar A. & Y.J. Dori (Eds). *Metacognition in Science Education*. Springer. N.Y., pp. 165-195.

ברוכים הבאים למשחק - "מצא את ההבדל" !?"



מתוך: "איכות האוויר סביבנו", הרשקוביץ, א. ודורי, י. מהדורה מעודכנת ומורחבת 2012

הוראות המשחק

- התחלקו לקבוצות בכיתה
- לפניכם שתי תמונות מרכזיות בעלות מאפיין מרכזי שונה כלשהו.
- המטרה שלכם היא לחשוב מה המאפיין ששונה בין התמונות.

רמז:

**חשבו מה כל תמונה מייצגת
וכיצד ניתן למיין כל אחד
מהמאפיינים**

מצא את ההבדל!?



וזה הבדל הוא..



**מזהמים מלאכותיים
שאינם מופיעים
בטבע**



**מזהמים טבעיים
שרמתם מוגברת על-
ידי האדם**



מיהם מזהמי האויר?

❖ חומרים בעלי השפעה מזיקה או עלולים לגרום נזק לאדם ולסביבה.

❖ צורות הופעה:

חלקיקים, אבק ועשן, טיפות, גזים

❖ מזהמי אוויר נפוצים: תחמוצות חנקן, גפרית, פחמן, פיח

מזהו זיהום אוויר?

אוויר המכיל חומרים זרים למרכיביו הטבעיים של האוויר, העלולים לסכן את בריאות האדם או להשפיע על איכות חייו, לגרום לפגיעה בבעלי-חיים, בצמחים או בסביבה.



מקורות זיהום

האוויר:



מקורות טבעיים כגון:

סופות חול שנושאות

אבק, הרי געש שפולטים

תרכובת גפרית ושריפות

יער.

פעילות האדם הגורמת

לפליטת חומרים בצורת

חלקיקים וגזים לאוויר.

מכיר מזהמים

ישנן מספר דרכים למיין מזהמים:

- מזהמים ראשוניים
- מזהמים משניים

- חלקיקים מוצקים
- גזים

- מזהמים טבעיים
- שרמתם מוגברת על-ידי האדם
- מזהמים מלאכותיים
- שאינם מופיעים בטבע

מזהמים ראשוניים	מזהמים משניים
מזהמים שנוצרים מהמקור המזהם ישירות לאטמוספירה.	מזהמים שנוצרים באטמוספירה כתוצאה מתגובות בין מזהמים ראשוניים.
דוגמא : חומרים שמקורם בתהליכי שריפה: CO, NO, SO₂ 	דוגמא : חומרים שהיווצרותם מזהמים ראשוניים כתוצאה מתגובות בין מזהמים ראשוניים : <u>האוזון</u> 
דוגמא : חומרים שמקורם בתהליכים תעשייתיים: NH₃, HCl, HF 	דוגמא : חומרים שהיווצרותם מזהמים ראשוניים כתוצאה מתגובות בין מזהמים ראשוניים : <u>האוזון</u> 

2. מיון לפי תכונות כימיות



9. משימה;

בהתבסס על מה שלמדנו עד כה, הציעו שתי פעולות שונות- מעשי ידי האדם המזהמות את הסביבה והציעו כיצד ניתן להקטין את זיהום האוויר הנוצר

כיצד ניתן להקטין את זיהום האוויר בביצוע פעולה זו?	פעולה 2 הגורמת לפליטת מזהמים מעשי האדם שאינם מופיעים בטבע	כיצד ניתן להקטין את זיהום האוויר בביצוע פעולה זו?	פעולה 1 הגורמת לפליטת מזהמים מעשה ידי האדם המופיעים גם בטבע



אמא ובי



האוזון - מצוי בשתי שכבות אטמוספריות

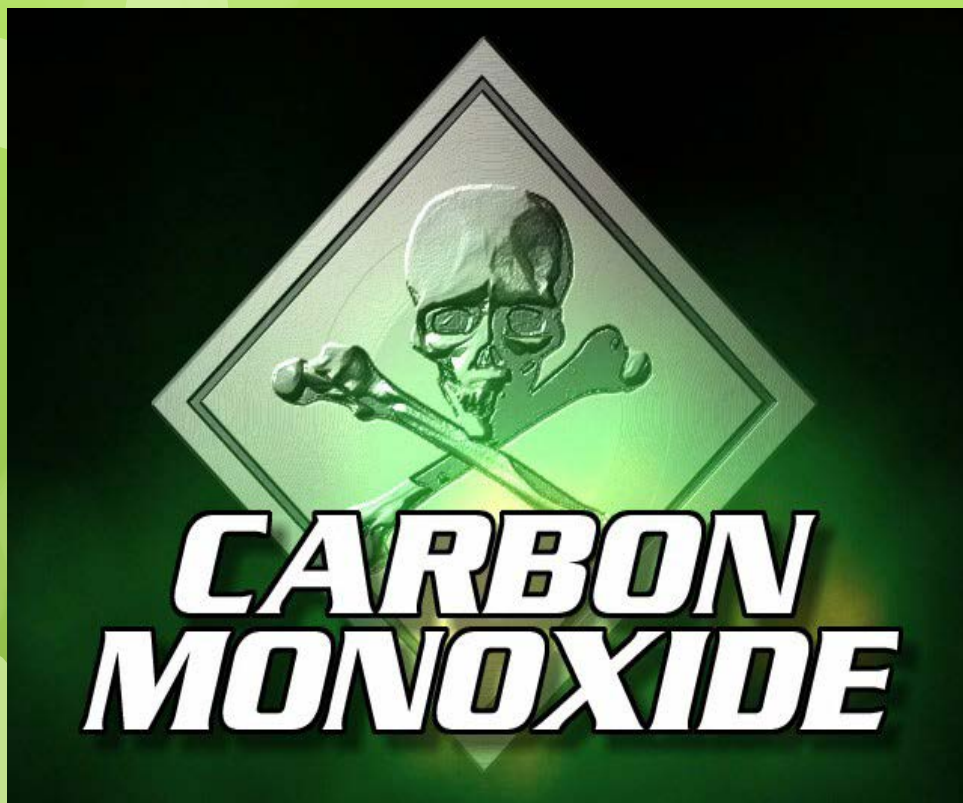


בשכבת הטרופוספירה:

- אוזון הוא מזהם אוויר רעים ומסוכן.
- נוצר בריאקציה בין תחמוצות חנקן , פחמימנים ובין השמש.
- יוצר את הערפית באוויר .

בשכבת הסטרטוספירה:

האוזון מגן עלינו מפני חדירה של קרניים אולטרה סגולות



[\(http://he.wikipedia.org/wiki/\)](http://he.wikipedia.org/wiki/)*

פחמן חד חמצני ;

גז הנוצר בעקבות שריפה בלתי
מושלמת

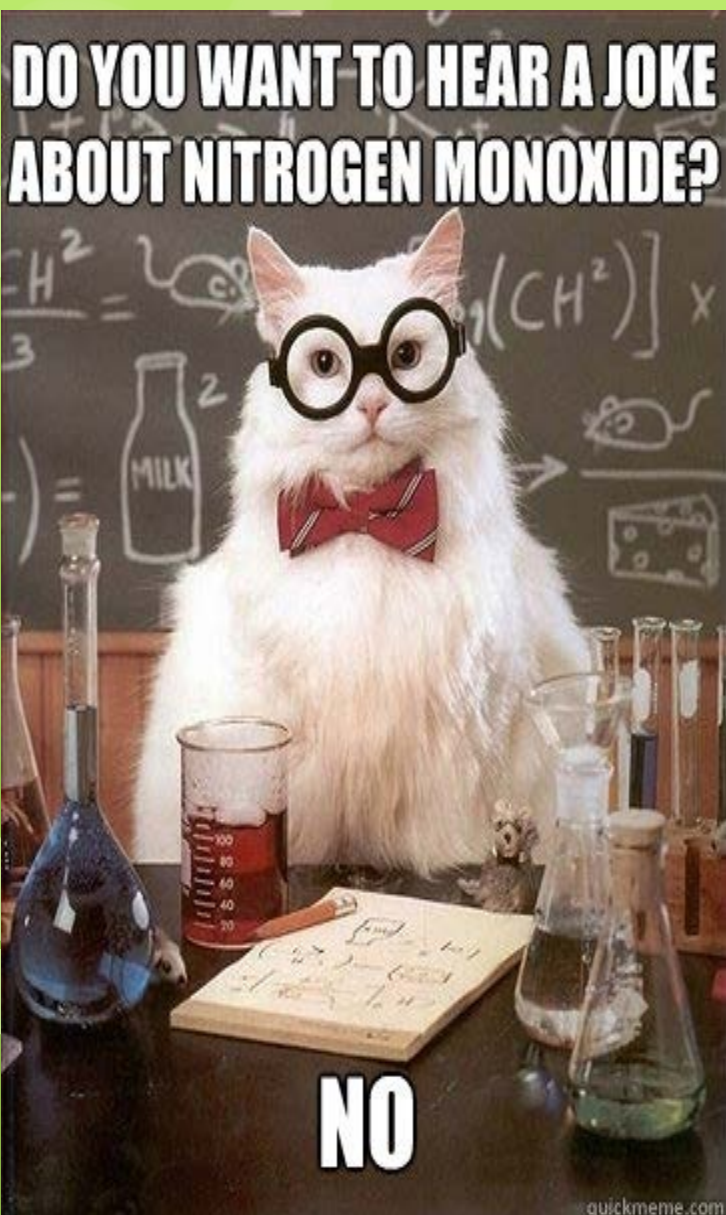
בחשיפה לריכוזים גבוהים- חלה ירידה
ביכולת חריכוז- פגיעה
בערנות וביכולות הפיזיות - הקטנת
היכולת לתפקד ולמלא משימות
יומיומיות בנוסף באזורים סגורים-
עלולה לגרום להרעלה חריפה
שתוצאותיה הן אובדן הכרה ואף
מוות כתוצאה מחנק



גפרית דו-חמצנית;

מזהם אוויר הנוצר באופן טבעי בהתפרצויות
של הרי געש
שריפת חומרי דלק המכילים גופרית בתחנות
כוח ובתעשייה הם גם מקור לגפרית דו-
חמצנית באוויר

(<http://he.wikipedia.org/wiki/>)*



חנקן חמצני:

מזהם אוויר רעיל שנוצר על
ידי מנועי מכוניות ותחנות כוח

(<http://he.wikipedia.org/wiki/>)*

חזרה

חומצה פורמית;

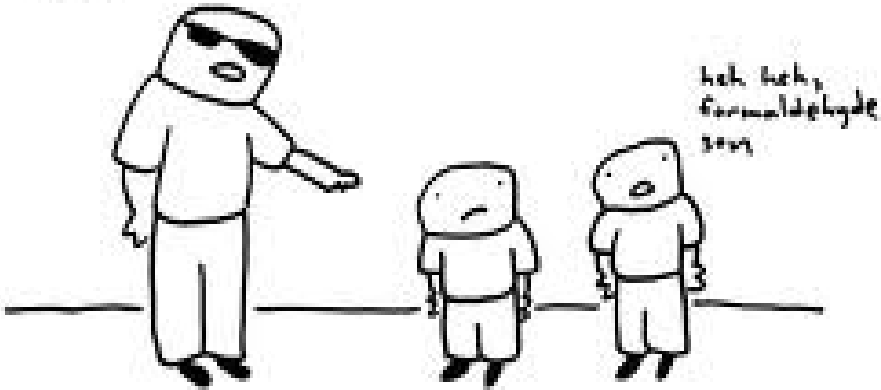


בטבע- החומצה הפורמית
נמצאת בעקיצות
ונשיכות חרקים- לכן
קוראים לחומר גם חומצת
נמלים

(<http://he.wikipedia.org/wiki/>)*

חזרה

when i put these
glasses on... you...
you're a normal son...
but you... formaldehyde
son!



Footprints for Elinor.com

DANGER
FORMALDEHYDE
IRRITANT & POTENTIAL
CANCER HAZARD
AUTHORIZED PERSONNEL ONLY



פורמאלדהיד;

פורמלין הוא חומר משמר הוא משמש בין השאר
לשימור רקמות למחקר פתולוגי ולטיחור אזורים
נגועים בתוצרי לוחמה ביולוגית- כגון גחלת
פורמלין הוא חומר מסוכן הגורם לכוויות-
לסרטן ולפגמים גנטיים

(<http://he.wikipedia.org/wiki/>)*

חזרה



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - משימות נוספות לפרק: מה אנו נושמים?

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאכסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה.
שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012

שריפת הענק ביערות הכרמל – לא מה שחשבתם!

השרפה שפרצה ביערות הכרמל בשנת 2010 הייתה אסון השרפה הכבד ביותר בתולדות מדינת ישראל, וגבתה את חייהם של 44 בני אדם וכן מחיר אקולוגי כבד מן החי והצומח. לשרפות מסדר גודל כזה עשויות להיות גם השלכות בריאותיות שיימשכו הרבה לאחר שהכרמל יחזור לפרוח, ואת ההשפעות של אירועים כאלו בוחנים מדענים המתמחים בתחום הבריאות הסביבתית.

מחקר כזה נערך עכשיו באוניברסיטת חיפה, ואחד הממצאים מצביע על כך שהאסון לא הביא לעלייה משמעותית של זיהום אוויר באזור חיפה, אפילו עם כמויות העשן המאסיביות. החוקרים טוענים כי בארץ, רוב הזיהום והאבק מגיעים בכלל מחו"ל, נישאים ברוחות אזוריות. לטענתם, בזמן השרפה בכרמל לא היה זיהום אוויר גבוה, ודווקא שבועיים לאחר מכן היה אירוע של זיהום אוויר עקב סופת אבק שחדרה לאזורנו.

כיצד יתכן ששריפת הענק לא גרמה לזיהום אוויר משמעותי? ומה קרה לכל הפיח שבכל זאת נוצר במהלך השרפה? כנראה שתנאי מזג האוויר – אשר גרמו לשגשוג האש במקור – תרמו גם לסילוק מהיר של ענני האפר והפיח לעומק הים. אולם, האנשים שנחשפו לעשן ולפיח בזמן השרפה עצמה, בעיקר הכבאים, בכל זאת עלולים לסבול מפגיעתו.

מעובד מתוך "ריאות סביבתית – עשן בריאותיך", דורית פרנס, סיינטיפיק אמריקן ישראל, 26.05.2011, <http://sciam.co.il/archives/3396>

1. נסחו שאלה אחת לדיון בעקבות קריאת הקטע.
2. לפי המידע בקטע, כיצד יתכן כי השריפה ביערות הכרמל לא גרמה לעלייה משמעותית בזיהום האוויר?
3. כיצד לדעתכם, גורמות סופות אבק לעלייה ברמת זיהום האוויר?
4. א. מדוע לדעתכם, הכבאים עלולים לסבול מפגיעת האפר והפיח שניפלטו בזמן השריפה בכרמל?
ב. מה אחריות המדינה בעניין זה? נמקו.

בניספח 2 בספר לתלמיד ישנה התייחסות לחוק אוויר נקי כחלק מהחוקים והתקנות במדינת ישראל בהקשר לאיכות האוויר. התייחסות לחוק נמצאת בפרק ההתחממות העולמית (עמ' 57). ניתן לשלב את הפעילות הבאה במסגרת פרק הפתיחה למיבנית או כהרחבה לפרק ההתחממות העולמית.

משימה קבוצתית להכרת חוק "אוויר נקי" בישראל

החל מ- 1/1/2011 - נכנס לתוקפו החוק שיביא לשיפור איכות האוויר ימנע ויצמצם את זיהום האוויר בישראל. חוק אוויר נקי מסדיר את הטיפול בגורמי זיהום האוויר השונים במסגרת חוקית אחת, בניגוד למצב הנוכחי שבו הסמכויות והאחריות למניעת מפגעי הזיהום מפוזרים בין גורמים שונים, אשר לא לכולם אינטרסים ומטרות דומות. מטרות החוק: "להביא לשיפור של איכות האוויר וכן למנוע ולצמצם את זיהום האוויר, בין השאר על ידי קביעת איסורים וחובות בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, והכל לשם הגנה על חיי אדם, בריאותם ואיכות חיים של בני אדם, ולשם הגנה על הסביבה, לרבות משאבי הטבע, המערכות האקולוגיות והמגוון הביולוגי, למען הציבור ולמען הדורות הבאים ובהתחשב בצורכיהם..."

על פי החוק, המשרד להגנת הסביבה הוא הגורם המוביל הן מבחינת האחריות והן מבחינת הסמכויות במניעת מפגעי זיהום אוויר.

השר להגנת הסביבה, גלעד ארדן, על יום כניסת החוק לתוקף: "היום החל עידן חדש בו על מקורות זיהום האוויר בישראל חלים איסורים וחובות בהתאם לעקרון הזהירות המונעת. החוק יגן על חיי אדם, בריאותם וישפר את איכות החיים של הציבור במדינה והוא מעמיד את ישראל בשורה אחת עם המדינות המפותחות בעולם".

להלן עיקרי החוק:

- ✓ הסדרת הטיפול בגורמי זיהום האוויר השונים במסגרת חוקית אחת.
- ✓ קביעת ערכי איכות-אוויר (תקני סביבה) ועדכונם.
- ✓ הכנת תכנית לאומית להפחתת הפליטות לאוויר וזיהום האוויר, על מנת להגיע לתקני הסביבה.
- ✓ חיוב מפעלים בעלי פוטנציאל לגרימת זיהום-אוויר גבוה להצטייד בהיתרי-פליטה כתנאי להמשך פעילותם.
- ✓ קביעת תמריצים כלכליים להפחתת פליטות לאוויר.
- ✓ הרחבת סמכויות המשרד לאיכות הסביבה בכל הקשור לפליטת זיהום-אוויר ממקורות ניידים (כלי תחבורה).
- ✓ נקיטת אמצעי-אכיפה מרתיעים ומחמירים כנגד מפירי החוק המסכנים את בריאות האזרחים.
- ✓ שקיפות ושיתוף ציבור.

שאלות

1. מדוע לדעתכם היה צורך לחוקק את חוק "אוויר נקי" בישראל?
2. היעזרו באתר המשרד להגנת הסביבה (לחץ על [הקישור](#)), בחרו אחד מהנושאים בהם המשרד יעסוק על מנת לאכוף את החוק (סעיפים 1-11) והתייחסו לשאלות הבאות:
 - א. מדוע בחרתם בנושא זה? מהי חשיבותו להפחתת זיהום האוויר?
 - ב. אילו קשיים עלולים לצוץ ביישום בפועל של הנושא שבחרתם?
3. הכינו כרזת פרסומת (בריסטול) המיועדת למשרדי מפעלים שונים אשר תפרסם את חוק אוויר נקי. בכרזה עליכם להתייחס ל:
 - ✓ סכנות שבזיהום אוויר
 - ✓ מידע אודות חוק אוויר נקי (מטרתו, עיקריו וכו')
 - ✓ הסבר מדוע כדאי ליישם את החוק (ניתן להעזר גם [בקישור](#))



מבנה האטמוספירה - סרטונים ברשת לצפייה ולהעשרה

הערה: הסרטונים הם באנגלית

סרטון בנושא מבנה האטמוספירה

<http://www.youtube.com/watch?v=WaikvaAw2nk&feature=related>

מסע במטוס דרך שכבות האטמוספירה השונות - סרטון (כ- 7 דקות) של ה-BBC

<http://www.youtube.com/watch?v=3CerJbZ-dm0&feature=related>

סרטון הסבר על הרכב האטמוספירה הקדומה על כדור הארץ וההרכב כיום

<http://www.youtube.com/watch?v=0vcHBNMw2h0&feature=related>

סרטון המסביר את חשיבות ותפקידי החמצן:

<http://www.youtube.com/watch?v=bC-ZG6mAVpc>



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - תשובות לשאלות לפרק: מה אנו נושמים?

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאכסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012

משימה 1: ניתוח מידע - תרשים



המשימה נועדה לבחון את הבנת התלמידים בהקשר למבנה האטמוספירה כפי שפורט בקטע המידע והוצג בתרשים. התלמידים מתבקשים להציג הבנה זו בטבלה, המאפשר תירגול שלהם במעבר בין ייצוגי מידע.

1. טבלת השוואה:

מאפיינים	שיכבת אטמוספירה
- השיכבה הנמוכה באטמוספירה בה אנו חיים. - מכילה את רוב המסה של האטמוספירה (כ- 75%) - כל התהליכים האקלימיים מתרחשים בה. - גובה משתנה ונע בין 8 ק"מ ועד 18 ק"מ (בקו המשווה)	טרופוספירה
- לחץ האוויר בה נמוך מאשר בשיכבת הטרופוספירה - נושבות בה רוחות חזקות המנוצלות לתנועת מטוסי סילון - עוברים בה גלים אלקטרומגנטיים - יש בה בליעה ופיזור של אנרגיית השמש וכן שאריות של פיצוצים גרעיניים והתפרצויות וולקניות - בשכבה זו מצוי אוזון שבולע את קרינת ה- V.U מהשמש המסוכנת לנו (מצוי בגובה של כ- 20 ק"מ מעל פני כדור הארץ).	סטרטוספירה
- נמצאות בגובה של כ- 50 ק"מ מעל פני כדור הארץ - מכילות מולקולות מועטות של גזים בפיזור רב - נעים בהן לוויינים במסלולים סביב כדור הארץ	כמוספירה ויוניספירה

2. זיהום האוויר המתרחש בשיכבת הטרופוספירה בה אנו חיים משפיע ביותר בריאותינו.

משימה 2: פעילות קבוצתית - דיון



משימה זו ניתנת בשלבים התחלתיים של הכרות עם נושא איכות האוויר ומטרתה לרכז את הידע המצוי אצל התלמידים מרקע קודם ולעורר דיון ממוקד יותר בהיבטים הקשורים באיכות האוויר. מומלץ לרשום את עיקרי הצעות התלמידים לשאלות השונות בלוח ולהתייחס לנקודות נכונות שהעלו התלמידים ולנקודות מוטעות שהעלו.

משימה זו יכולה לשמש כשאלון מקדים ומאבחן את ידע התלמידים בנושא.

משימה 3: ניתוח מידע - טבלה



שאלות 1 ו-2 במשימה זו ממוקדות בניתוח טבלת הרכב הגזים באוויר נקי. זו הזדמנות ראשונה להנחות את התלמידים בקריאת טבלה מורכבת יחסית. מומלץ להתייחס ליחידות השונות בטבלה. שאלה 3 דורשת הבנה של קטע המידע והתרשים של משמעות שיווי משקל דינמי. עקב חשיבותו של מושג זה ברעיון המדעי: פעולות האדם משפיעות (או עשויות להשפיע) על התנאים במערכת האקולוגית, במודע ושלא במודע, מומלץ להתעכב על שאלה זו בדיון בכיתה (פרוט בתשובה לשאלה להלן).

1. א. המרכיבים העיקריים: חנקן - מהווה כ- 78% מנפח האוויר וחמצן - מהווה קרוב ל- 21% מנפח האוויר. הבחירה בשני מרכיבים אלו כמרכיבים העיקריים (למרות ההבדל הרב בניהם, יחס של 1:4), היא יחסית לשאר המרכיבים אשר חלקם באוויר קטן בסדרי גודל משני מרכיבים אלו.

ב. הם מהווים יחד 99% מהרכב הגזים באוויר.

2. אחוז המזהמים באוויר נקי (יחסית) נמוך מאוד (פחות מ- 5ppm)

הרכב האוויר נישאר קבוע יחסית עקב קיום של שיווי משקל דינמי בין כמות הפחמן הדו-חמצני ובין כמות החמצן באוויר. משמעותו של שיווי משקל דינמי זה, היא קיום שני התהליכים ההפיכים: נשימה ופוטוסינתזה זה לצד זה. כאשר אחד התהליכים מתגבר, מופר האיזון וכתוצאה מוגבר התהליך ההפוך המחזיר את המערכת לשיווי משקל. אילו תהליכים טיבעיים הקימים בטבע ומאפשרים לשמור מערכות בשיווי-משקל. המערכת יוצאת מאיזון כאשר אחד התהליכים מוגבר ברמה שהמערכת אינה מסוגלת באופן טיבעי להגביר במידה מספקת את תהליך ההופכי ולהקטין את ההפרעה לשיווי המשקל.

משימה 4: ניתוח מידע

השאלות במשימה זו דורשות הבנה ברמה גבוהה: השאלה הראשונה מעלה סתירה כביכול והשניה דורשת הבנה של משמעות המושג מזהם מישני. מומלץ לתת לתלמידים להתמודד עם שאלות אלו כמשימת בית ולאחר מכן לדון בהם בכיתה.

1. חומרים כגון: פחמן דו-חמצני, גפרית דו-חמצנית וכדומה קיימים באופן טיבעי בטבע אך כאשר כמותם גבוהה או מצויה באזורים קרובים לאדם הם עלולים לגרום לנזקים או מטרדים לאדם ולכן הם נחשבים כמזהמים. זה תואם את ההגדרה לאוויר מזוהם המופיעה בפרק: "אוויר מזוהם הוא אוויר המכיל תוספות מלאכותיות למרכיבי האוויר הרגילים, בכמויות העלולות לגרום נזקים או מטרדים לאדם, לחי ולצומח".
2. כאשר ניפלטים מזהמים ראשוניים לחלל האוויר, הם עלולים לעבור תגובות כימיות בניהם או עם מרכיבי האוויר האחרים וליצור חומרים חדשים המהווים מזהמים (קרויים מזהמים מישניים) ולכן אם נימנע את פליטת המזהמים הראשוניים, נקטין את הסיכוי ליצירת מזהמים מישניים.

משימה 5: חקר אירוע

במשימה זו מוצג חקר אירוע הקשור באיכות האוויר בישראל. המידע הינו כללי ומתאים לשלב ההכרות ההתחלתית של התלמידים לנושא. אחת מהאסטרטגיות של קריאה משמעותית הינה הדגשת משפטים חשובים בקטע. התלמידים נדרשים לסמן משפטים מרכזיים לדעתם, דבר המצריך אותם לקרוא באיטיות ובריכוז את המידע. בשלב זה אין חשיבות אילו משפטים התלמידים סימנו אלא העובדה שכל תלמיד בחר לעצמו משפטים חשובים. בהמשך הפעילויות הממוקדות בחקר אירוע ניתן לדון עם התלמידים במשמעות של משפטי מפתח בחקר אירוע המתייחסים למידע משמעותי להבנת האירוע וכוללים מושגים מרכזיים החשובים להבנת הנושא. המשפטים האחרים, שלא ניבחרו הם אלו המוסיפים את הרקע "הסיפורי" למידע ומהווים את הרקע, הרצף ו/או הקישור בין משפטי המפתח.

השאלות המלוות את האירוע הן כלליות ומתאימות לידע הראשוני של התלמידים בשלב זה בנושא איכות האוויר.

בשאלה 1, מתבקשים התלמידים לחבר שתי שאלות לקטע שקראו. משימה זו חשובה גם היא כאסטרטגית קריאה הדורשת קריאה מעמיקה וחשיבה. מומלץ לרשום את מגוון השאלות שמעלים התלמידים על הלוח ולמיינם לשאלות ברמת חשיבה נמוכה (שאלות שהתשובה מצויה בקטע) ושאלות ברמת חשיבה גבוהה (שהתשובה אינה בקטע). העלאת שאלות על-ידי התלמידים הינה בעלת חשיבות מרובה גם כחלק מיכולתם לחקור במטרה להבין את המידע המוצג. חשוב להעביר את המסר שיש חשיבות לשאלות שמעוררות בהם עניין ואין להם תשובה. הם יכולים לאתר את המידע המתאים במקורות מידע מחוץ לקטע או לפנות למומחים אשר יכולים להשיב. אין צורך להשיב בשלב זה על שאלות אלו. החשיבות היא בהעלאת השאלות.

האירוע מסתיים במשפט המעורר למחשבה נוספת: "בעיות איכות האוויר בארץ הן לרוב קשות יותר מאשר במרבית המדינות המערביות המתקדמות, ולכך שתי סיבות עיקריות", ורמזים לסיבות אלו מוצגים בשאלה 4.

1. דוגמה לשאלה שהתשובה מצויה בקטע:

כיצד משפיעה העלייה ברמת החיים על בעיות איכות האוויר בישראל?

תשובה מהקטע: עליה מתמדת ברמת החיים, מביאה להגדלה ניכרת בפליטת מזהמי האוויר לאטמוספירה בשל פעולות מעשה ידי אדם כגון: הפקת אנרגיה, תחבורה ותעשייה.

דוגמאות לשאלות המעוררות מחשבה ודיון בעקבות הקריאה:

• כיצד ניתן לצמצם את בעיית זיהום האוויר מתעשייה ותחבורה?

• כיצד תנאי האיוור משפיעים על בעיות זיהום אוויר?

• מה מאפיין את זיהום האוויר מתעשייה?

• האם זיהום אוויר מתעשייה שונה מזיהום אוויר מתחבורה?

2. א. מקורות האנרגיה העיקריים הינם חומרי הדלק הפוסיליים: פחם, נפט וגז טבעי. הפקת

האנרגיה נעשית בתהליך של שריפת הדלק וכתוצאה מכך נוצרות תרכובות חדשות וחלקן הן גזים הניפלטים לאוויר ונחשבים כמזהמים.

ב. ניתן לייצר אנרגיה ללא זיהום אוויר כאשר אין שריפה של דלק פוסילי. קיימות אפשרויות שונות הקרויות: אנרגיה ירוקה והמשותף להן שהשפעתן מזיקה לסביבה במידה פחותה לעומת שריפת דלק פוסילי. דוגמאות: הפקת אנרגיה ממים, גלים, רוח, שמש או שימוש בדלקים חלופיים כגון: ביודיזל ואתנול.

כדאי לציין כי כיום אין אפשרות לייצר אנרגיה ללא זיהום אוויר אם כי בהחלט ניתן לצמצם מאד את זיהום האוויר בעזרת אנרגיה חלופית. אמנם השימוש באנרגית רוח או אנרגיה

סולארית כדוגמה, אינו מזהם את האוויר אך ייצור מתקני האנרגיה כמו גם השלכתם לפסולת או במקרה הטוב למחזור כרוך בזיהום האוויר. אמנם בחשבון הכללי יש כאן שיפור ניכר ביחס לשימוש בדלקים הפוסיליים אך עדיין יש צורך בתכנון מעמיק יותר בכל הקשור לייצור המתקן ומחזורו.

3. ההשלכות של חריגה מתקני איכות האוויר היא עלייה בכמות האוויר המזוהם בסביבתנו ולכן השפעות מזיקות רבות:

- נזק בריאותי ישיר המעלה את שכיחות מחלות הריאה ודרכי הנשימה והשפעה עקיפה: כגון, אכילת מזון מזוהם.
- נזק למבנים ולתשתיות: שחיקה, קורוזיה, השחרה, פירור, החלשה ושבירה.
- נזק לצמחיה: נזק מכאני, לכלוך על פירות וירקות ונזק אורגני, פגיעה בצמח ובפרי.
- נזק לבעלי החיים: הרעלת בהמות בית כתוצאה מרעייה בשדה שזוהם והפרעות בגדילה של בעלי חיים וירידה בתנובתם.
- נזקים נוספים: לתיירות, נזק כלכלי עקב ירידה ביבול חקלאי, תרומה להתחממות העולמית.

4. א. ישראל נחשבת כאחת המדינות המפותחות אשר מתקיימת בה פעילות כלכלית ברמה גבוהה הנלוות לה: התפתחות תעשייתית, שימוש נרחב בתחבורה הפרטית וייצור חשמל המתאים לרמת החיים הגבוהה. התפתחות כלכלית וטכנולוגית כזו מצריכה ייצור אנרגיה מוגבר הקיים כיום בעיקר ממקורות מאובנים (פחם, נפט וגז טבעי) הגורמים לפליטת חומרים מזהמים הפוגעים באיכות האוויר. בנוסף, שטחה הקטן של המדינה גורם לצפיפות אוכלוסייה הנחשבת מהגבוהות בעולם ולכן האוכלוסייה נחשפת יותר לזיהום האוויר הנגרם עקב ריבוי מפעלים, מבני תעשייה וכלי תחבורה בקירבת אזורי המגורים. לכן, זיהום האוויר פוגע בעיקר באזורים המאוכלסים של המדינה, כגון: גוש דן, מישור החוף ומפרץ חיפה.

ב. התנאים בארץ שונים מאשר בצפון אמריקה או אירופה. קרינת השמש בארץ חזקה מאוד וקיימים הרבה מאוד ימי שמש בשנה. זה מעודד יצירת מזהמים מישניים, בעיקר אוזון (פליטת תחמוצות חנקן ופחמימנים מכלי רכב הופכת בהשפעת השמש ליצירת האוזון). כמו כן, תנאי הפיזור של מזהמים בארץ מוגבל עקב תנאים מטאורולוגיים. לכן, הבעיה העיקרית של זיהום אוויר בארץ היא יצירת אוזון (ערפיח פוטוכימי) וחלקיקים באוויר.

ניתן לסכם את הגורמים לבעיית זיהום האוויר בארץ באיור הבא :



עליה במקורות זיהום האוויר, קרבה למקומות מאוכלסים וכתוצאה פגיעה גדולה יותר באוכלוסייה

תחמוצות החנקן -

מבנה הפרק



מתוך: "איכות האוויר סביבנו", הרשקוביץ, א. ודורי, י. מהדורה מעודכנת ומורחבת 2012

הנושאים העיקריים בפרק



נושא 1: ערפיח פוטוכימי

שלב א- חקר אירוע

מטרות:

- (1) הגדרות המושג ערפיח פוטוכימי
- (2) הבנת הבעייתיות שקיימת בנושא

אמצעים ליישום המטרה:

- (1) מענה על שאלות על סמך הקטע שקראו
- (2) חיבור שאלות באופן עצמאי

שלב ב- ניתוח מידע

מטרות:

- (1) תהליך היווצרות הערפיח ברמת המאקרו והסמל
- (2) מרכיבי הערפיח

אמצעים ליישום המטרה:

- (1) תיאור ברמת הסמל עבור התהליך המתרחש
- (2) שאלות מחשבה על סמך המידע שניתן להם

שלב ג- ניתוח גרף

מטרות:

- ניתוח גרפי של השתנות ריכוזי מרכיבי הערפיח כתלות בשעת היממה

אמצעים ליישום המטרה:

- (1) תיאור באופן מילולי של השינויים בגרף
- (2) הסקת מסקנות על סמך הגרף

נושא 2: זיהום מתחמוצות חנקן בארץ

הערכת הידע באמצעות מיומנויות חשיבה שונות

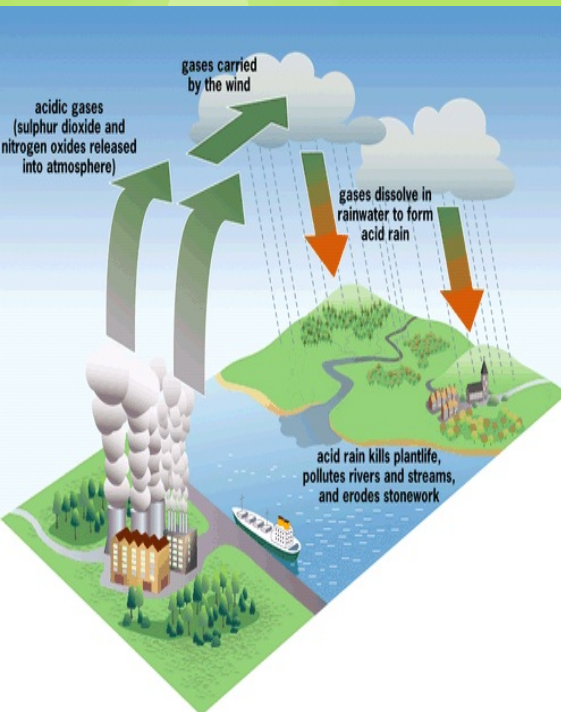
- ניתוח ניתוני גרף
- הסקת מסקנות על סמך הנתונים
- שאלות לחשיבה נוספת

אמצעי לימוד

קטע קריאה שבו נתונים
"יבשים" לגבי תקני איכות
אוויר וחריגות מהם



נושא 3: היווצרות תחמוצות חנקן ותכונותיהן



מידע על היווצרות
תחמוצות חנקן
באמצעות טקסט

ארגון הקרטיונים
שבטקסט ע"י
התלמיד

תרשים זרימה של
היווצרות ופיזור
תחמוצות חנקן

סיכום דרכים
להווצרות ופיזור
תחמוצות חנקן

הנושא מתמקד
בארגון מידע
ומעבר בין
דרכי ייצוג
שונות



נושא 4: מחזור חנקן בטבע

תרשים מסכם בנושא
מחזור חנקן

+

קטע קריאה בנושא מחזור
החנקן בטבע

ארגון מידע

+

ניתוח מידע

יצירת דיאגרמה
חדשה

1) שאלות על סמך
הקטע והתרשים
2) הסקת מסקנות על
סמך הקטע והתרשים

נושא 5: המכונית - מזהם על גלגלים?

נושא	אופן הצגתו	פעילות
מקורות מזהמי אוויר עיקריים בחיפה	ארבעה גרפי עוגה	1. מעבר בין צורת ייצוג של גרף לצורת ייצוג של טבלה 2. ניתוח הגרף והטבלה ומענה על שאלות
כמות מזהמים הנפלטים מכלי רכב שונים בהתאם לסוג הדלק	טבלה	1. מענה על שאלות על סמך הטבלה 2. חישוב סך הזיהום ומילוי טבלה במקום המתאים 3. ניסוח מסקנה בנושא
פליטת תחמוצות חנקן בתנאי נסיעה שונים	טבלה	1. שאלות מחשבה על סמך הטבלה 2. עריכת דיון בנושא
צפיפות כלי הרכב במדינות שונות ובשנים שונות	טבלה	1. שאלות על סמך הטבלה 2. העלאת השערות בנוגע להשלכות המצב הקיים
הצעת פתרונות לבעיית הזיהום מכלי רכב	הצגת פתרון ע"י מומחים	העלאת טיעונים בעד ונגד ע"י דיון והתייחסות להיבטים שונים בפתרון



נושא 6: הממיר הקטליטי צעד קטן לנהג, צעד גדול לסביבה

מידע על הממיר
הקטליטי באמצעות
טקסט קריאה

משימה: דיון קבוצתי והעלאת
טיעונים בעד ונגד
מטרה: גיבוש עמדה בנושא
התקנת ממירים קטליטיים

משימה: ניתוח מידע
מטרה:
1. הבנת עקרון פעולת הממיר
הקטליטי
2. הסבר על יתרונותיו ומגבלותיו
של הממיר

נושא 7: מכונית חשמלית - המהפכה מגיעה לישראל

דיון קבוצתי:

- (1) חיפוש מידע במקורות שונים בנושא.
- (2) טיעוני בעד ובנגד
- (3) המגבלות והבעייתיות ברכישה ובפיתוח

• טקסט קריאה המציג:

- רקע היסטורי של המכונית החשמלית
- התפתחות השיטה כיום
- יתרונות השיטה



סיכום הפרק

אמצעים לסיכום

(יש לבחור רק אחד)

- מצגת
- פוסטר
- משחק לימודי

נושא

- זיהום אוויר מכלי רכב
- פתרונות אפשריים
- בעיית הערפיח
- הפוטנציאל והמצב בארץ

אז מה היה לנו בפרק?



הבנה
ולימוד
של נושא
תחמוצות
החנקן





משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - משימות נוספות לפרק: תחמוצות חנקן

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה.
שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012



פעילות:

תחקיר וראיון בנושא איכות אוויר לתוכנית

"לונדון וקירשנבאום"

תחקיר מקדים

הינך מדען בתחום מדעי הסביבה המתמחה בזיהום אוויר. התבקשת להתראיין בטלוויזיה לתוכנית "לונדון וקירשנבאום" ולהסביר לציבור על היווצרות תחמוצות החנקן ככלל ועריפת פוטוכימי בפרט. כחלק מהתחקיר המקדים לראיון, עליך למצוא נתונים עדכניים של זיהום האוויר בארץ ולנתחם.

במסגרת התחקיר, גיבשתה צוות חשיבה. היכנסו לאתר של נתוני איכות האוויר של המשרד להגנת הסביבה:

<http://www.svivaqnm.net/Default.rtl.aspx>

האתר שהינכם נמצאים בו מציג באופן דינאמי את מצב איכות האוויר בעשרה אזורים גיאוגרפיים עיקריים בארץ. הנתונים המתפרסמים מופיעים כמדד זיהום אוויר שהינו שקלול של כל המזהמים הנמדדים באזור. לפניכם מפת מדד איכות האוויר. מדד זיהום אוויר מובא לפי קטגוריות של נמוך, בינוני, גבוה וגבוה מאד ומוצג בצבעים שונים.

הנתונים מפורסמים פעמיים ביום בשעות הבוקר והצהריים בימים א' – ה'.

עליכם לעקוב במשך 3 ימים אחרי הנתונים באתר ולתעד את ממצאיכם בטבלה הבאה:

איזור	תאריך: _____		תאריך: _____		תאריך: _____	
	מדד זיהום האוויר בבוקר	מדד זיהום האוויר בצהריים	מדד זיהום האוויר בבוקר	מדד זיהום האוויר בצהריים	מדד זיהום האוויר בבוקר	מדד זיהום האוויר בצהריים

1. מה תוכלו להסיק לגבי מצב איכות האוויר בארץ?

2. האם מסקנה זו מתאימה לכל ימות השנה?

3. האם מדד זה מאפשר לדעת מה חלקן של תחמוצות החנקן בזיהום האוויר המוצג?

הראיון

לונדון: שלום לך פרופסור פלוני אלמוני ותודה רבה לך שבאת התראיין אצלנו בתוכנית. לאחרונה אנו שומעים הרבה על זיהום באוויר כתוצאה מהיווצרות תחמוצות חנקן וערפיח פוטוכימי. תוכל להסביר בקצרה את הקשר בין תחמוצות החנקן ובין הערפיח הפוטוכימי?

מרואיין:

קירשנבאום: האם יש שוני באזורים שונים בארץ מבחינת הסכנה להיווצרות הערפיח הפוטוכימי? האם יש קשר לעונות בשנה?

מרואיין:

לונדון: מהי בעצם הסכנה של התופעה?

מרואיין:

קירשנבאום: הבאת לתוכנית נתונים שאספת בימים האחרונים על מצב זיהום האוויר בארץ. האם תוכל לפרט קצת לגבי נתונים אלו ומה משמעותם?

מרואיין:

קירשנבאום: האם נתונים אלו שהצגת מאפשרים לנו להסיק לגבי זיהום אוויר מתחמוצות חנקן?

מרואיין:

לונדון: אני טוען כי תחמוצות החנקן הינם מזהמים הרסניים הגורמים למפגעים רבים. לעומת זאת קירשנבאום ידידי טוען כי אנו זקוקים לתחמוצות החנקן ותלויים בהן. התוכל לומר לנו מה עמדתך האישית בנושא בתור פרופסור מומחה בתחום ומדוע המחלוקת הזו קיימת מלכתחילה?

מרואיין:

קירשנבאום: לסיכום אני רוצה לשאול אותך כיצד אתה ממליץ לציבור להתנהג על מנת למזער את הפליטות של תחמוצות החנקן. מה עליהם לעשות?

מרואיין:

לונדון וקירשנבאום: תודה רבה לך על שהערת את עינינו. בהחלט נושא חשוב.

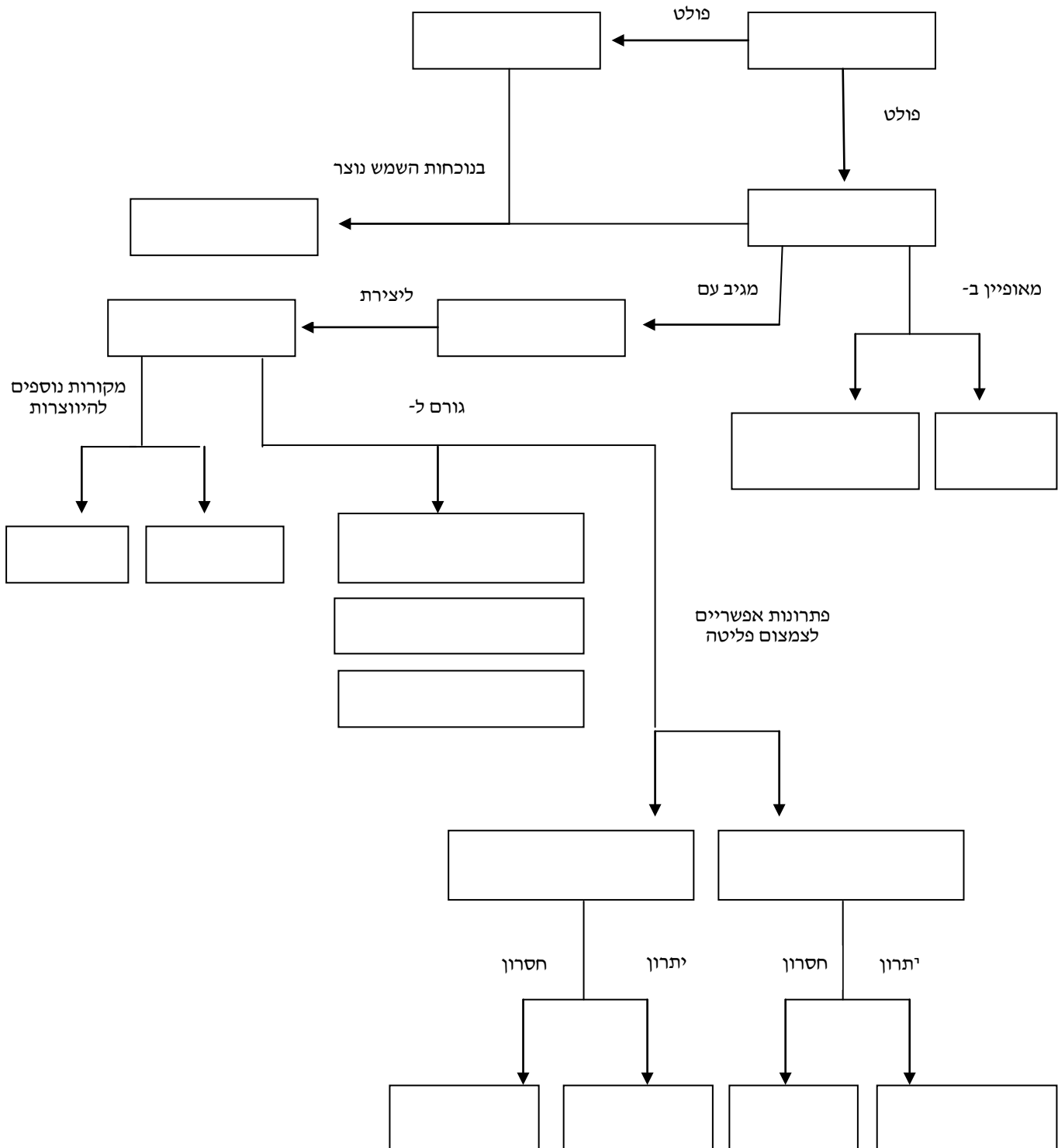
מחווון ביצועים

למשימת התחקיר והראיון בנושא איכות האוויר לתוכנית "לונדון וקירשנבאום"

מרכיב	קריטריון	רמת ביצוע גבוהה	רמת ביצוע בינונית	רמת ביצוע נמוכה
תחקיר	מילוי הטבלה הסקת מסקנות	מילוי כל הטבלה, הסקת מסקנות רלוונטיות לנתוני הטבלה, נימוקים נכונים וממוקדים	מילוי כל הטבלה, הסקת מסקנות רלוונטיות לנתוני הטבלה, נימוקים מעורפלים או חלקיים	מילוי כל הטבלה או חלקה, מסקנות לא רלוונטיות לנתוני הטבלה, ללא נימוקים
ראיון	הסבר המושגים המדעיים	הסבר מדויק של המושגים: ערפיח פוטוכימי ותחמוצות חנקן, השוני ביניהם וסכנת הערפיח	הסבר המושגים אך ללא קישור מתאים ביניהם, מתייחס לסכנת הערפיח	הסבר לא מדויק של אחד או שני המושגים, ללא קישור ברור ביניהם, התייחסות חלקית לסכנה או ללא התייחסות
ראיון	תיאור ממצאי התחקיר	הצגה מדויקת של הנתונים שנאספו בתחקיר, כולל משמעותם	התייחסות מדויקת לנתונים שנאספו בתחקיר אך משמעותם לא מדויקת	התייחסות כללית לנתונים שנאספו בתחקיר ללא התייחסות למשמעותם
ראיון	הסבר מדעי והבעת עמדה אישית (בנוגע לנושא של תחמוצות החנקן השנוי במחלוקת)	הצגה מדויקת ובשפה מדעית את התועלת בתחמוצות החנקן לעומת הסכנה מהן כולל עמדה אישית לגבי המחלוקת לגביהן	הצגה כללית של התועלת בתחמוצות החנקן לעומת הסכנה מהן ללא ביטוי לשפה מדעית מדויקת או שימוש בשפה מדעית אך ללא עמדה אישית ברורה לגבי המחלוקת לגביהן	הצגה חלקית של התועלת בתחמוצות החנקן למול הסכנה מהן, ללא שימוש בשפה מדעית וללא הבעת דיעה מבוססת לגבי המחלוקת לגביהן
ראיון	הצעות והמלצות להפחתת פליטת תחמוצות חנקן	התייחסות לממיר הקטליטי ולמכונת חשמלית תוך הסבר מורחב של יתרונות וחסרונות של כל אחד מהם והוספת רעיון יישומי נוסף (שלא נילמד בכיתה) העשוי לסייע בהקטנת הפליטה	התייחסות לממיר הקטליטי ולמכונת חשמלית תוך הסבר מצומצם של יתרונות וחסרונות של כל אחד מהם, ללא הוספת רעיון יישומי נוסף (שלא נילמד בכיתה) העשוי לסייע בהקטנת הפליטה	התייחסות לממיר הקטליטי ולמכונת חשמלית ללא הסבר יתרונות וחסרונות של כל אחד מהם, אין הוספת רעיון יישומי נוסף

תרשים מסכם לפרק תחמוצות החנקן

לפניכם תרשים המתייחס לנושא תחמוצות החנקן. השלימו את התיבות החסרות. השתמשו במחסן המילים שלרשותכם למטה.



מחסן מילים לתרשים:

רכב,
חסר צבע וריח,
ממיר קטליטי,
קיבוע ביולוגי,
NO,
חמצן,
פגיעה במבנים ויבול,
ברקים,
ערפיח פוטוכימי,
אינו מזיק לסביבה,
יצירת גשם חומצי,
מכונית חשמלית,
מניעת אספקת חמצן לגוף,
NO₂,
פחמימנים,
הופך גזים מזהמים ללא מזהמים,
ניתן להשתמש בו זמן רב,
יעילותו אינה 100%,
עלות כלכלית גבוהה,
הפחתת זיהום האוויר



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - תשובות לשאלות לפרק: תחמוצות חנקן

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאכסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012

תחמוצות החנקן -

מבנה הפרק



הנושאים העיקריים בפרק



נושא 2: זיהום מתחמוצות חנקן בארץ

הערכת הידע באמצעות מימוניות חשיבה שונות

- ניתוח ניתוני גרף
- הסקת מסקנות על סמך הנתונים
- שאלות לחשיבה נוספת

אמצעי לימוד

קטע קריאה שבו נתונים "יבשים" לגבי תקני איכות אוויר וחריוגות מהם



נושא 1: ערפיח פוטוכימי

שלב א- חקר אירוע

מטרות:
(1) הגדרת המושג ערפיח פוטוכימי
(2) הבנת הבעיות שקיימת בנושא

אמצעים ליישום המטרה:
(1) מענה על שאלות על סמך הקטע שקראו
(2) חיבור שאלות באופן עצמאי

שלב ב- ניתוח מידע

מטרות:
(1) תהליך היווצרות הערפיח ברמת המאקרו והסמל
(2) מרכיבי הערפיח

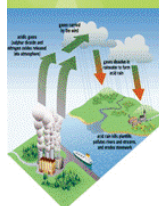
אמצעים ליישום המטרה:
(1) תיאור באופן מילולי של השינויים בגרף
(2) הסקת מסקנות על סמך הגרף

שלב ג- ניתוח גרף

מטרות:
ניתוח גרפי של השתנות ריכוזי מרכיבי הערפיח כתלות בשעת היממה

אמצעים ליישום המטרה:
(1) תיאור ברמת הסמל עבור התהליך המתרחש
(2) שאלות מחשבה על סמך המידע שניתן להם

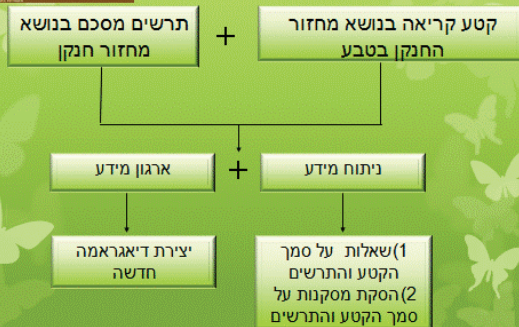
נושא 3: היווצרות תחמוצות חנקן ותכונותיהן



מידע על היווצרות תחמוצות חנקן באמצעות טקסט
ארגון הקטריונים שבסקסט ע"י התלמיד
תרשים זרימה של תהליך היווצרות תחמוצות חנקן
סיכום דרכים לתחמוצות חנקן

הנושא מתמקד בארגון מידע ומעבר בין דרכי ייצוג שונות

נושא 4: מחזור חנקן בטבע



נושא 6: הממיר הקטליטי
צעד קטן לנהג, צעד גדול לסביבה

מידע על הממיר הקטליטי באמצעות טקסט קריאה

משימה: דיון קבוצתי והעלאת טיעונים בעד ונגד

מטרה: גיבוש עמדה בנושא התקנת ממירים קטליטיים

משימה: ניתוח מידע

מטרה:

1. הבנת עקרון פעולת הממיר הקטליטי
2. הסבר על יתרונותיו ומגבלותיו של הממיר

נושא 5: המכונית - מזהם על גלגלים?

נושא	אופן הצגתו	פעילות
מקורות מזהמי אוויר עיקריים בחיפה	ארבעה גרפי עוגה	1. מעבר בין צורת ייצוג של גרף לצורת ייצוג של טבלה 2. ניתוח הגרף והטבלה ומענה על שאלות
כמות מזהמים הנפלטים מכלי רכב שונים בהתאם לסוג הדלק	טבלה	1. מענה על שאלות על סמך הטבלה 2. חישוב סך הזיהום ומילוי טבלה במקום המתאים 3. ניסוח מסקנה בנושא
פליטת תחמוצות חנקן בתנאי נסיעה שונים	טבלה	1. שאלות מחשבה על סמך הטבלה 2. עריכת דיון בנושא
צפיפות כלי הרכב במדינות שונות ובשנים שונות	טבלה	1. שאלות על סמך הטבלה 2. העלאת השערות בנוגע להשלכות המצב הקיים
הצעת פתרונות לבעיית הזיהום מכלי רכב	הצגת פתרון ע"י מומחים	העלאת טיעונים בעד ונגד ע"י דיון והתייחסות להיבטים שונים בפתרון

סיכום הפרק

נושא

- זיהום אוויר מכלי רכב
- פתרונות אפשריים
- בעיית הערפיח
- הפוטנציאל והמצב בארץ

אמצעים לסיכום (יש לבחור רק אחד)

- מצגת
- פוסטר
- משחק לימודי

נושא 7: מכונית חשמלית - המהפכה מגיעה לישראל

דיון קבוצתי:

1. חיפוש מידע במקורות שונים בנושא
2. טיעוני בעד ובנגד
3. המגבלות והבעייתיות ברכישה ובפיתוח

טקסט קריאה המציג:

- רקע היסטורי של המכונית החשמלית
- התפתחות השיטה כיום
- יתרונות השיטה



למצגת לחץ כאן



משימת הפתיחה לפרק מציגה את בעיית הערפיח הפוטוכימי והאירוע בלוס-אנג'לס המהווה אירוע היסטורי בו הכירו בתופעה כגורמת לסכנה בריאותית ולשיבוש בחיי הקהילה. השאלות המלוות הן בסיסיות ומתקמדות בעיקר בהבנת האירוע וקישורו לחיים בארץ.

בשאלה 3 - חיבור שאלות, מומלץ לרשום את שאלות התלמידים בלוח. מומלץ בשלב זה להתמקד בשאלות שמעוררות דיון ומחשבה בעקבות קריאת הקטע ואשר אין להן תשובות בקטע. כדאי לכוון את התלמידים לכך, שרצוי ששאלות אלו יהיו מורכבות והמידע עליהם אכן יתרום להבנה ולהרחבה נוספת של האירוע. אם עולות שאלות טכניות או נקודתיות כדאי להסביר כי אלו שאלות שוליות שלא תורמות בהרבה להעמקת האירוע.

1. הבעיה שהוצגה בקטע: עקב צפיפות אוכלוסין גבוהה ותנועת כלי רכב צפופה, האוויר בלוס אנג'לס הפך לאובך חום מלווה בעשן ובריחות בלתי נעימים. האוויר המזוהם גורם לראות לקויה, פגיעה בעיניים, בגרון, בדרכי הנשימה ונגרם גם נזק ליבולים. אירוע חמור של מצב זה, הקרוי ערפיח פוטוכימי גרם בעבר לסגירת שדה התעופה בעיר, סגירת בתי ספר ומקומות עבודה.

2. (א) ערפיח פוטוכימי נגרם כתוצאה מתגובות כימיות בין מזהמי אוויר שונים בנוכחות קרינת השמש. בישראל, רוב ימות השנה יש טמפרטורות גבוהות וקרינת שמש חזקה (מזג אוויר דומה לזה שבקליפורניה), כתוצאה מכך נצפה שיוצר ערפיח פוטוכימי.

(ב) התנאים להיווצרות ערפיח פוטוכימי הם נוכחות גבוהה של מזהמים באוויר עקב צפיפות אוכלוסין ותנועת כלי רכב, וקרינת שמש חזקה. האזורים שנצפה שיווצר בהם ערפיח פוטוכימי הם האזורים שבהם מתקיימים התנאים הדרושים וזה יקרה בעיקר ערים ראשיות (גם ריכוז מזהמים גבוה וגם קרינת שמש).

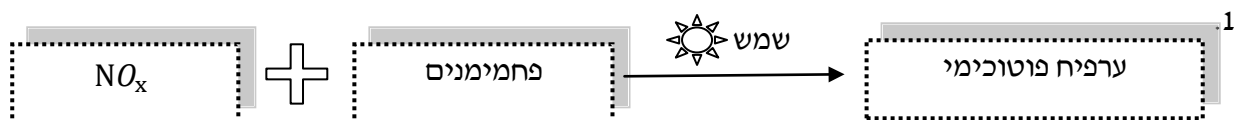
3. (א) שאלה לדוגמא 1: מה התנאים הדרושים להיווצרות ערפיח פוטוכימי? (ניתן למצוא תשובה בטקסט)
שאלה לדוגמא 2: אלו מזהמים באוויר משתתפים בתגובה שבה נוצר הערפיח הפוטוכימי בנוכחות אנרגיית השמש? (לא ניתן למצוא תשובה בטקסט).

(ב) תשובה לשאלה 1: התנאים הדרושים ליצירת ערפיח פוטוכימי הם: נוכחות של מזהמי אוויר שונים בנוכחות קרינת שמש.

תשובה לשאלה 2: המזהמים הם פחמימנים שנפלטו בזמן שריפת הדלק, ותחמוצות החנקן.

(במידה ולא יודעים את התשובה לשאלה ניתן להיעזר במקורות כגון: ספרי לימוד, אינטרנט, מורים וכדומה).

משימה 2: ניתוח מידע – תרשים



2. ניתן להסביר זאת כך: בשעות הצהריים מתקיימים התנאים ליצירת הערפיח הפוטוכימי: התנועה בכבישים רבה ולכן פליטת המזהמים לאוויר כתוצאה משריפת דלק ממנועי כלי הרכב, כגון חנקן חד חמצני ופחמימנים היא גדולה יותר. כמו כן, בצהריים קרינת השמש חזקה וגורמת להיווצרות התגובה שבין הפחמימנים לתחמוצות החנקן. בשעות הערב, עוצמת אנרגיית השמש נמוכה הרבה יותר וגם תנועת הרכבים פוחתת. כתוצאה מכך הערפיח הפוטוכימי נמוג.

3. אחד התנאים המרכזיים להיווצרות ערפיח פוטוכימי הוא נוכחות של קרינת שמש. גם אם בערב תהיה תנועה מאסיבית של רכבים, לא תהיה מספיק אנרגיית שמש על מנת לקיים את התגובה שבין תחמוצות החנקן לפחמימנים ליצירת ערפיח פוטוכימי לפועל. כתוצאה מכך לא תהיה סכנה ממשית להיווצרות ערפיח פוטוכימי בשעות הערב.

משימה 3: ניתוח מידע – גרף



משימה זו ממוקדת בניתוח גרף מורכב יחסית המכיל שלש עקומות. מומלץ לעבוד עם התלמידים על קריאת הגרף. השאלות במשימה זו עוסקות הן בקריאת הגרף והן בפרשנות של הממצאים בו. חשוב לעשות את ההבחנה בין קריאת הנתונים בגרף ובין הפרשנות של הממצאים. מומלץ גם להתייחס לכך שהגרף הינו רציף ויש משמעות לכל נקודה בגרף.

מיומנות חשובה נוספת בשאלה זו היא המעבר בין ייצוגי מידע שונים: מגרף לטבלה.

1. הטבלה:

הזמן ביום	ריכוז NO	ריכוז NO ₂	ריכוז O ₃ אוזון
מוקדם בבוקר 06:00	גבוה	נמוך	נמוך
לפני הצהריים 11:00	נמוך	גבוה	נמוך
בצהריים 14:00	נמוך	בינוני	גבוה
בערב 18:00	נמוך	בינוני	בינוני

2. (א) ריכוז NO: מתחיל לעלות באופן הדרגתי משעות הבוקר המוקדמות ומגיע לריכוז מקסימלי בשעה 06:00 בבוקר. החל מהשעה זו ריכוזו מתחיל לרדת באופן הדרגתי עד שמגיע למינימום בשעה 15:00 ומשעה זו אין שינויים משמעותיים בריכוזו.
- (ב) ריכוז NO₂: ריכוז קבוע יחסית ונמוך עד שעות הבוקר המוקדמות (06:00). לאחר מכן, מתחילה עלייה הדרגתית בריכוזו כאשר היא מגיעה למקסימום בסביבות השעה 12:00. החל מהשעה הזו מתחילה ירידה הדרגתית בריכוזו והיא מגיעה למינימום בלילה.
- (ג) ריכוז אוזון: עד השעה 11:00 לערך אין שינוי בריכוז האוזון והוא נמוך ביותר. החל משעה זו, מתחילה עלייה הדרגתית בריכוז האוזון כאשר היא מגיעה למקסימום בצהריים בסיבות השעה 14:00. החל מהשעה הזו, ריכוז האוזון מתחיל לרדת בהדרגתיות עד שמגיע למינימום בלילה.
3. ניתן לשים לב כי ריכוזי המזהמים הללו מגיע למקסימום בשעות היום /הבוקר. אצל חנקן חד חמצני הריכוז מגיע למקסימום בשעה 06:00, אצל חנק דו-חמצני הריכוז המקסימלי הוא בשעה 12:00. שעות הבוקר הן שעות עמוסות ובהן יש תנועת רכבים עמוסה וכתוצאה מכך, שריפת דלק ופליטה של חנקן חד-חמצני. החנקן הדו-חמצני נוצר בתגובה בין חמצן אטמוספרי לחנקן חד-חמצני, ולכן ניתן לראות עלייה של מזהם זה רק בשעות מאוחרות יותר בצהריים ובמקביל יריד בריכוז החנקן החד-חמצני. בערב, גם תנועת הרכבים מצומצמת וגם קרינת השמש פוחתת, כתוצאה מכך יורד גם ריכוזם של המזמים הללו.
4. (א) העובדה הזו מתבטאת בגרף בכך שאנו רואים עלייה גבוהה בריכוזי האוזון בשעות הצהריים- כאשר קרינת השמש היא חזקה. כמו כן ניתן לראות שכאשר ריכוז האוזון עולה, ריכוז תחמוצות החנקן יורד- כלומר, תחמוצות החנקן והפחמימנים מגיבים ביניהם ליצירת האוזון ולכן ריכוזם מתחיל לרדת.
- (ב) האוזון נוצר דווקא בצהריים משתי סיבות עיקריות: האחת היא אנרגיית שמש וקרינת שמש חזקה בשעות הללו. בנוסף לכך ניתן לראות עפ"י הגרף כי ריכוז חנקן דו חמצני בשעות הצהריים הוא מכסימלי. חנקן דו חמצני הוא אחד מן המגיבים ליצירת האוזון ולכן כאשר ריכוזו גבוה- גם אוזון יתחיל להיווצר. כמו כן המגיבים הנוספים ליצירת האוזון שאלו הם הפחמימנים, נפלטם בצורה מאסיבית בצהריים גם כן עקב תנועת מכוניות מוגברת.

משימה 4: ניתוח מידע - גרף



במשימה זו שתי שאלות: השאלה הראשונה מתייחסת להבנת המידע בקטע המקדים. השאלה השנייה ממוקדת בהבנת גרף עמודות (בניגוד לגרף במשימה הקודמת שהיה גרף רציף). גם גרף זה מורכב יחסית מכיוון שהוא מכיל שלושה קריטריונים בציר ה- X אך לכל אחד חמישה ערכים בציר ה- Y. כלומר, כל עמודה בגרף מתייחסת למקום הניטור, לשנה בה בוצע הניטור ולריכוז השנתי שנימדד. כדאי להבחין בין סעיף א של שאלה 2 העוסק בקריאת הגרף לבין סעיפים ב ו- ג העוסקים בפרשנות של הגרף.

1. (א) תחמוצות החנקן נפלטות הישר משריפת דלק של המכוניות. כתוצאה מכך, תחנת הניטור שנמצאת בגובה הכביש מודדות ישירות רת ריכוזי תחמוצות חנקן הניפלטם מכלי הרכב. תחמוצות החנקן הניפלטות מתפזרות באוויר ולכן בתחנות ניטור הנמצאות בגובה רב יותר נמדדים ריכוזים נמוכים יותר.

ב) בגובה הכביש ברור שחשוב לנטר את ריכוז התחמוצות כי הם נמצאות בגובה נשימתם של הנהגים והולכי הרגל. חשוב לנטר ריכוזי תחמוצות חנקן גם בגבהים מעל הכביש כי במידה וריכוזם גבוה שם ולא נהיה מודעים לכך הוא יכול לגרום נזק רב לאוכלוסיה והציבור שמתגוררים שם כגון זיהומים נשימתיים, חידקיים ונגיפיים.

2. א) המגמה המסתמנת היא כי במהלך השנים ריכוז תחמוצות החנקן הולך ופוחת במקומות השונים בגוש דן. ב) ההסבר העיקרי האפשרי הוא השימוש בהתקנים המורידים את ריכוז תחמוצות החנקן באוויר ע"י תגובות כימיות שונות - ממיר קטליטי בכלי רכב שהינו חובה בארץ. עם השנים יותר כלי רכב מכילים את הממיר הקטליטי וכלי רכב ישנים שלא הכילו אותו יורדים מהכביש. כל זאת גם לאור העובדה שיש יותר כלי רכב על הכבישים עם התקדמות השנים. אפשרות אחרת היא הגברת הנסיעה בתחבורה ציבורית ולא ברכבים פרטיים עם העלייה במודעות הציבור לנושא.

ג) ישנן שתי מגמות מנוגדות - האחת, מעבר לשימוש רחב יותר של מכוניות היברידיות ומכוניות חשמליות המקטינות את רמת זיהום האוויר ומצד שני, צפויה עלייה בכמות כלי הרכב בכבישים כך שקשה לצפות. לאור המודעות האזרחית ובעיקר הממשלתית לנושא, אם יהיה עידוד למעבר לשימוש בכלי רכב עם רמת זיהום נמוכה יותר יש להניח שמגמת הירידה תמשיך.

משימה 5: ניתוח מידע - תרשים



במשימה זו שתי שאלות: הראשונה קשורה בהבנת קטע המידע בנושא היווצרות תחמוצות החנקן תוך מעבר בין ייצוג מילולי בקטע לייצוג בטבלה. השאלה השנייה קשורה בהבנת התרשים-סכמה של היווצרות ופיזור חנקן דו-חמצני באטמוספירה ומעבר בין ייצוג זה לייצוג בטבלה. אילו מיומנויות חשובות של מעברים בין ייצוגי מידע. בנוסף, במשימה זו רצוי להדגיש את הרעיון המדעי הבא לידי ביטוי כאן: כל החומרים בנויים מחלקיקים. הרכב החלקיקים והקשרים ביניהם, קובעים את תכונות החומר.

1. סיכום תכונותיהן של תחמוצות החנקן:

חנקן חד-חמצני	חנקן דו-חמצני
צבע	חוסר צבע
ריח	ריח חריף
היווצרות	תגובה בין חנקן וחמצן
נזקים	אינו מזיק יחסית למזהמים אחרים
	תגובה בין חנקן חד-חמצני ובין חמצן
	יכול לחדור למערכת הדם ולמנוע אספקת חמצן
	סדירה לגוף

2. דרכים להיווצרות ופיזור NO_2 באטמוספירה :

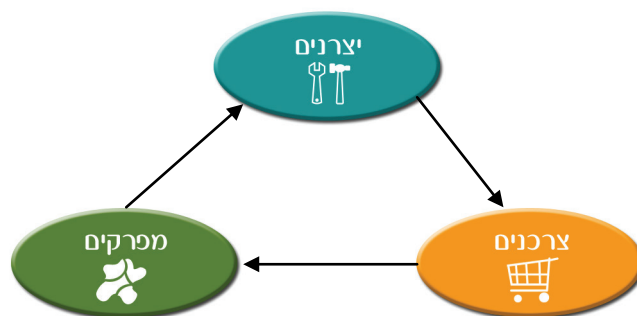
דרכים להיווצרות NO_2	דרכים לפיזור NO_2
קבוע ביולוגי של חיידקים	קרינת שמש ופחמימנים שתגרום להיווצרות ערפיח פוטוכימי
פעילות ברקים	אדי מים שיהפכו לחומצה חנקתית ובהמשך למלח חנקה
חמצון איטי של חנקן חד חמצני ע"י חמצן אטמוספרי	
חמצון מהיר של חנקן חד חמצני ע"י אוזון אטמוספרי	

משימה 6: ניתוח מידע



במשימה זו, מעבר למיומנות של ניתוח מידע, מומלץ להדגיש כאן את הרעיון המדעי הבא: פעולות האדם משפיעות על התנאים במערכות האקולוגיות במודע או שלא במודע.

1. כיוון מעבר החומרים האורגניים במערכת האקולוגית :



2. עומס יתר של תרכובות חנקן גורם לנזק ולהפרת האיזון במערכות אקולוגיות. עלייה בתרכובות חנקן באטמוספירה גורמת לכך, שיותר תרכובות חנקן חוזרות מהאוויר לקרקע, לימים ולאוקיינוסים. עודפי תרכובות חנקן בקרקע נשטפים על-ידי גשמים והשקיה, ומגיעים למי תהום, לנחלים ולנהרות. ועלולים לגרום לנזק רב.

3. ההיבט הראשון של תחמוצות החנקן מתבסס על כך שחנקן הוא מרכיב חיוני ליצירת חלבון בחי ובצומח. הצמחים יכולים לקלוט דרך השורשים תרכובות חנקן מינראליות כמו מלחי אמוניה או בעיקר תחמוצות חנקן מומסות במים שבקרקע, ולהפוך אותן בתאיהם לתרכובות חנקן אורגניות. רק באמצעות הצמחים נכנס החנקן למארג המזון ומכאן שהתהליך הנ"ל מאוד חשוב וחיוני למערכת האקולוגית. מצד שני הריכוז הגבוה של תחמוצות חנקן באוויר, בקרקע ובמים הינו קטלני ויכול לגרום לנזקים בלתי הפיכים לציבור, לצמחים ולבעלי החיים, כלומר, לכלל המערכת האקולוגית.

משימה 7: ניתוח מידע – גרף וטבלה



משימה זו ממוקדת במיומנות של קריאת גרפים והבנתם. יש להתייחס לכל אחד מארבעת גרפי העוגה בניפרד וכן להשוות בניהם בהתייחס למזהמים שונים (שאלות 1-3). שאלות 4-6 מתמקדות בהבנת טבלאות בעלות דרגות קושי עולות (ככל שיש יותר עמודות בטבלה, כמות המידע הנתונה גדלה ודרגת הקושי להבנתה עולה אף היא).

1. בהתייחס לגרפים המתארים את מקורות מזהמי האוויר העיקריים בחיפה, מלאו את הטבלה הבאה :

הזיהום	% הזיהום הנוצר מכלי רכב
תחמוצות חנקן	47%
תחמוצות גפרית	1%
חלקיקים	20%
תרכובות אורגניות נדיפות	43%

2. שלושת הזיהומים המרכזיים שלהם גורמים כלי רכב הם : תחמוצות חנקן, חלקיקים ותרכובות אורגניות נדיפות.

3. חלקם של בתי הזיקוק והמפעלים בחיפה על זיהום האוויר :

הזיהום	% הזיהום הנוצר מבתי זיקוק	% הזיהום הנוצר מתחנות כוח	% הזיהום הכולל משני מקורות אלו
תחמוצות חנקן	29%	10%	39%
תחמוצות גפרית	53%	21%	74%
חלקיקים	30%	17%	47%
תרכובות אורגניות נדיפות	16%	-	16%

4. (א) ניתן לראות כי השוני הגדול ביותר קיים במזהם של חלקיקים : 1.7 ק"ג לטון דלק במנוע בנזין לעומת 15.8 ק"ג לטון דלק במנוע דיזל.

(ב) סה"כ הזיהום הנפלט ממנוע בנזין : 55.5 ק"ג לטון דלק וממנוע דיזל : 78.6 ק"ג לטון דלק נישרף. המסקנה שעולה היא שמנועי דיזל גורמים לזיהום רב יותר מאשר מנועי בנזין.

(ג) לא כדאי להרחיב את השימוש במנועי דיזל בערים הגדולות מכיוון שניתן לראות לפי הטבלה כי פליטת המזהמים שלו ביחס למנוע בנזין גדולה הרבה יותר ובעיקר כמות הזיהום החלקיקי (כמעט פי 10 יותר מאשר במנוע בנזין). פליטות כה משמעותיות של מזהמים ובעיקר חלקיקים אותם נושמים בני-אדם, יכולות לגרום לנזק בלתי הפיך לציבור ולאוכלוסייה שמתגוררת בערים הגדולות.

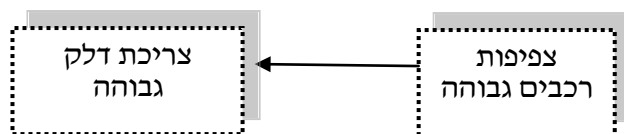
5. א) תחמוצות חנקן נוצרות כתוצאה מהטמפרטורה הגבוהה השוררת בתא השריפה אשר גורמת לתגובה בין החנקן והחמצן באוויר. ככל שגביר את המהירות, טמפרטורת המנוע תיגדל ושריפת הדלק תגדל וכתוצאה מכך יוצר ריכוז גבוה יותר של תחמוצות החנקן שייפלט.

ב) עפ"י הטבלה שראינו קודם לכן, % פליטת תחמוצות גופרית מרכב הוא מזערי ולכן יהיה זניח במהירויות גבוהות יותר. לעומת זאת פחמימנים נוצרים גם כן בזמן שריפת הדלק ולכן נצפה שבמהירויות גבוהות יותר יגדל, ישרף יותר דלק וריכוז הפחמימנים הנפלטים מהרכב יגדל.

ג) קשה יהיה מאוד להגביל את תנועת המשאיות בעיר עקב העובדה שהעיר הוא מקום דינאמי שזקוק לאספקה תמידית של חומרי גלם (שמגיעים בדרך-כלל ע"י משאיות). אם זאת, ניתן להגביל את תנועתן של המשאיות לשעות בוקר מוקדמות או שעות ערב ולילה בהן עומס התנועה נמוך יותר וזיהום האוויר מכלי רכב אחרים נמוכה יותר וכך תרומתן לזיהום בשעות העומס והפעילות יהיה קטן יותר.

6. א) עפ"י הנתונים שבטבלה ניתן לראות כי המגמות לגבי צפיפות כלי הרכב משתנות ממדינה למדינה. בישראל וירדן ניתן לראות מגמה של עלייה משמעותית בצפיפות הרכבים במהלך השנים. בארה"ב והונג קונג ניתן לראות מגמה דומה ביניהן: ירידה משמעותית של צפיפות הרכבים ולאחר מספר שנים עלייה מתונה בצפיפות הרכבים. באנגליה ניתן לראות מגמה הפוכה מזו של ארה"ב והונג קונג: תחילה יש עלייה בצפיפות הרכבים לאחר מספר שנים ירידה.

ב) א. ככל שצפיפות הרכבים גבוהה יותר, צריכת הדלק גבוהה יותר ביחס ישר מכיוון שיותר רכבים נמצאים על הכביש בזמן נתון.



II. ככל שצפיפות הרכבים גבוהה יותר, תהיה צרכיה מוגברת יותר של דלק וכתוצאה מכך גם ריכוז תחמוצות החנקן באוויר יהיה גבוה יותר.



III. פליטת תחמוצות גפרית כתוצאה מכלי רכב היא מזערית (1% עפ"י האויר). כתוצאה מכך צפיפות הרכבים הגבוהה לא תשפיע באופן משמעותי על ריכוז תחמוצות הגפרית באוויר כי כבר מלכתחילה הפליטה ע"י רכבים היא נמוכה (ביחס למזהמים אחרים).

IV. המגמה בשיעור פליטת הפחמימנים תהיה דומה לזו של תחמוצות החנקן. פחמימנים נפלטים כתוצאה משריפה בלתי מושלמת של הדלק. כתוצאה מכך ככל שצפיפות הרכבים תעלה, צריכת הדלק תגדל ומזהמים כגון פחמימנים ייפלטו לאוויר בקצב מוגבר יותר.



משימה 8: חשיבה – העלאת טיעונים בעד ונגד



משימה זו מתאימה לדיון כיתתי או דיון קבוצתי והצגת סיכומי הקבוצות ביחס לפיתרון המוצע.

נקודות להתייחסות:

- שיפור השריפה של הדלק תקטין את פליטת הפחמימנים והפחמן החד-חמצני.
- שיפור השריפה לא קשור לפליטת תחמוצות חנקן כיוון שאילו יוצרו בכל מיקרה בתא השריפה עקב הטמפרטורה הגבוהה הגורמת לתגובה בין החנקן והחמצן באוויר בתא השריפה.
- תהיה השפעה מסוימת לכוון של הקטנת תופעת הערפיח עקב פליטה קטנה יותר של פחמימנים אך זה לא ימנע את התופעה כי תחמוצות חנקן ממשיכות להיפלט.
- כדי למנוע/להקטין את היווצרות הערפיח יש למנוע את פליטת תחמוצות החנקן ואת זה יש לעשות באמצעות הפיכתן לגז חנקן שאינו מזיק. זה נעשה בממיר קטליטי.

משימה 9: ניתוח מידע



משימה בסיסית של הבנת מידע מקטע.

יתרונות ומגבלות של הממיר הקטליטי:

יתרונות	מגבלות
מקטין את ריכוזיהם של מזהמים באוויר	אינו יעיל ב- 100% ויעילות זו שונה ביחס למזהמים שונים
נידרש שימוש בדלק נטול עופרת וזה מקטין את הנזק של פליטת עופרת מדלק המכיל עופרת	זמן השימוש בו מוגבל. אם לא יוחלף יעילותו יורדת ולכן נדרשת עכיפה בעיניין זה.
בנוי בצורה המגדילה את שטח המגע עם הגזים ומעלה את יעילותו	

משימה 10: פעילות קבוצתית - דיון והעלאת טיעונים בעד ונגד



משימה המתאימה לדיון בקבוצות והעלאת טיעונים בעד ונגד השימוש בממירים קטליטיים בהתאם לנילמד בפרק וקטע המידע המצורף. יש לשים לב להעלאת טיעונים רלוונטיים ונימוקים. חשוב שכל קבוצה תיתמקד הן בטיעונים בעד והן בטיעונים שכנגד. בעיקבות כך עליהם לקבל החלטה מושכלת ולנמקה. מומלץ כאן להתייחס בצורה ביקורתית לממצאי המחקר המוצג ולבחון את מידת הנזק בשימוש לעומת התועלת.

משימה 11: פעילות קבוצתית - דיון



המשימה משלבת פעילות קבוצתית של הבנת קטע המידע בנושא מכונית חשמלית, הבעת דעה מנומקת וחיפוש מידע ברשת. בשאלה 2 מומלץ לעודד הבעת טיעונים בעד קניית מכונית חשמלית ונגד ולהתייחס למעורבות הלאומית של המדינה אשר יכולה להזיל את המס על מכוניות חשמליות ובכך להוזילן ולעודד את קנייתן.

1. הבעיות שמנעו בעבר את השימוש במכוניות המונעות ע"י סוללות חשמליות:

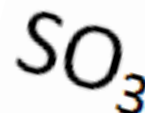
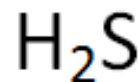
(א) הצורך בטעינה ממושכת של הסוללות

(ב) עלות יקרה של ייצור הסוללה



תחמוצות גופרית וחלקיקים

מתוך: "איכות האוויר סביבנו", הרשקוביץ, א. ודורי, י. מהדורה מעודכנת ומורחבת 2012



מה כלול בפרק?

סיפור מקרה:

אירוע לונדון

מיומנויות: חקר אירוע, ניתוח גרפים, העברה בין צורות שונות של ייצוג מידע, דיון קבוצתי.
תכנים ומושגים מרכזיים: תחמוצות גפרית, יחידות ריכוז ppm, אינברסיה, השפעת תקופות היסטוריות על רמות זיהום האוויר וכו'.

סיפור מקרה:

זיהום אוויר
חריג בעתלית

ניתוח מידע והשוואה לאירוע לונדון

קטע קריאה:

תכונות
חלקיקים
באטמוספירה

מיומנויות: ניתוח מידע מטקסט.
תכנים ומושגים מרכזיים: גדלי חלקיקים והשפעתם על רמת הזיהום שהחלקיקים יוצרים, יכולת חדירות של חלקיקים לגוף האדם והסכנה הטמונה בכך וכו'.

מה כלול בפרק?

קטע קריאה:

זיהום
מתחמוצות
גפרית

מיומנויות: ניתוח מידע מתרשים, מטבלאות, מגרפים ומטקסט, חשיבה יצירתית.
תכנים ומושגים מרכזיים: גשם חומצי, תופעת הסינרגיזם, כיצד מסבות תחמוצות הגפרית (בייחוד **גפרית דו-חמצנית** SO_2) נזק לאדם וכו'.

פרסומת:

פרסומת בז"ן

מיומנויות: קריאה וחשיבה ביקורתית, הנמקה וחקר מתוקשב עצמאי.
תכנים ומושגים מרכזיים: תקני פליטת מזהמים, מפגעי ריח, "פרסום ירוק" וכו'.

קטע קריאה:

דלק דל-גפרית

מיומנויות: ניתוח מידע מטקסט.
תכנים ומושגים מרכזיים: דלק דל גפרית, דלק דל-דל גפרית, ריכוז גפרית בדלקים וכו'.

בסוף הפרק ישנה משימת סיכום, בה מתבקשים התלמידים להציג את מה שלמדו בפרק בצורה ויזואלית.

מטרות הפרק

הבט כימי	✓ הכרת תרכובות של גופרית המזהמות את הסביבה ✓ הכרת שמות, נוסחאות ותהליכי היווצרות של תרכובות גפרית המזהמות את הסביבה ✓ הכרת תכונות החלקיקים באטמוספירה ✓ הכרת תהליך היווצרות ופיזור תחמוצות גפרית באטמוספירה ✓ הכרת תכונות הדלק בו משתמשים בתעשייה ובתחנות הכוח
הבט סביבתי	❖ הכרת מצבים שונים של שכבות האוויר ❖ תחמוצות גפרית כגורמים לזיהום סביבתי
הבט חברתי / אישי	• הקניית מודעות להשפעת חומרים כימיים בכלל ותחמוצות גפרית בפרט על בריאות האדם • חשיבות אירועים היסטוריים ואפשרות מניעתם או הקטנת תוצאתן החמורות • הכרת בתי זיקוק לישראל בע"מ (בז"ן) כגורם מזהם אך העושה מאמץ בתחום הסביבתי וההסברתי

תכנים ומושגים מרכזיים – הבט כימי

- תחמוצות גפרית: H_2SO_4 , H_2S , SO_3 , SO_2 ועוד
- תכונות החלקיקים באטמוספירה
- גשם חומצי
- תכונות גפרית דו-חמצנית SO_2
- תהליכים כימיים של היווצרות תרכובות מזהמים באוויר
- פליטת תחמוצות גפרית בישראל משריפת דלק והשינוי בפליטה במשך השנים (מעבר לדלקים דלי גפרית)
- דלק דל-דל גפרית

תכנים ומושגים מרכזיים

היבט חברתי

- ההשפעה של שימוש בסוגי דלקים שונים על התעשייה (כלכלית וסביבתית)
- "פרסום ירוק" – כיצד התעשייה הכבדה (בתור מקור לפליטת מזהמים) ממתגת את עצמה בעין הציבור

היבט סביבתי

- מערכות מטרולוגיות
- אינברסיה
- תופעת הסינרגיזם (כיצד מספר גורמים הנישאים באוויר גורמים יחד לנזק משמעותי)

מיומנויות חשיבה

- חקר אירוע: קטע הנוגע לאירוע זיהום האוויר החמור שהתרחש בלונדון בשנת 1952; פיתוח וכתיבת שאלות, הבעת דעה והעלאת נימוקים.
- ניתוח גרפים: ניתוח השוואתי של נתונים בצורת גרף והסקת מסקנות מהנתונים הויזואליים.
- העברה בין צורות שונות של ייצוג מידע (מגרף לטבלה)

מיומנויות חשיבה

● ניתוח מידע והשוואה: ניתוח

קטע טקסט נוסף הנוגע לזיהום אוויר באזור השריפה בכרמל והשוואתו למקרה לונדון שנדון לפני כן.

● בהמשך הפרק ישנה עוד

מטלת ניתוח קטע, הנוגע לחלקיקים באוויר, הדורשת יכולת זיהוי חלקי טקסט (פסקאות) ומתן כותרת לפסקאות השונות

● דיון קבוצתי: פיתוח דיון

קבוצתי בנוגע למספר שאלות בנושא מקרה לונדון, הכולל סימולציה של "וועדה" הדנה בפן הטכנולוגי של פתרונות לנושא.

● בסיום המטלה יש להציג

סיכום הדיון בפני הכתה – סיכום, תמצות והצגה מול קהל.

מיומנויות חשיבה

● ניתוח מידע מתרשים:

בקטע הנוגע לזיהום אוויר הנוצר מתחמוצות גפרית, על התלמיד לשאוב מידע רלוונטי מתרשים זרימה.

● חשיבה יצירתית: על

התלמיד להפיק חמשיר או כרזה, שיציגו את התכונות של גפרית דו-חמצנית והנזקים שהיא גורמת

● ניתוח מידע מטבלה:

מטבלאות המרכזות מידע בנוגע לריכוזי גפרית בדלקים שונים, ורמות פליטה של גפרית משריפת דלקים בישראל, על התלמיד לשאוב את הנתונים הנדרשים ע"מ לענות על שאלות וכן להעלות השערות ולחוות את דעתו – ולתמוך את טיעוניו.

מיומנויות חשיבה

● ניתוח מידע מגרפים: בהמשך

יידרש התלמיד לבצע ניתוח דומה לגרף עמודות (נתוני פליטות תחמוצות גפרית ברמה בינ"ל), למצוא מגמה ולהשוות למצב בישראל כפי שהוא עולה מהגרף הקודם.

● התלמיד מתבקש גם להעלות

השערות הנוגעות לנתונים יוצאי-הדופן בגרף שלפניו.

● ניתוח מידע מגרפים:

בהתבסס על נתוני פליטת גפרית בישראל משריפת דלקים (הפעם בצורת גרף קווי), על התלמיד להסיק על נתונים נקודתיים ועל מגמה, וכן לבצע השוואה עם נתוני השאלה הקודמת, שנגעה לאותו נושא.

מיומנויות חשיבה

○ חשיבה ביקורתית: ניתוח

פרסומת של בז"ן (בתי זיקוק לישראל בע"מ) המופיעה באתר האינטרנט של החברה. על התלמיד למצות את העיקר מהטקסט, להביע דעה עליו (האם השתכנע מהפרסומת) ולהמשיך לחקור את פעילויות בז"ן למען הסביבה (משימה מתוקשבת)



ניתוח מידע: בהמשך לקטע הנוגע לדלקים בעלי תכולת גפרית נמוכה (דלי-גפרית) על התלמיד להביע את דעתו על נקודות שונות ולנמק אותה, וכן לערוך טבלה של האתגרים במעבר לדלקים משופרים (בעלי תכולת גפרית נמוכה יותר) והקשיים בכרוכים במעבר לדלקים אלו.

משימת סיכום

אפשרי
לביצוע גם
כעבודה
קבוצתית

- על התלמידים לעבד את הנושאים שלמדו והנקודות בהן עסקו בנושא תחמוצות גפרית, חלקיקים מרחפים וזיהום האוויר שהם יוצרים, לכדי מצגת, פוסטר או משחק לימודי.
- התלמידים מונחים לערוך מחקר מעמיק יותר בנושא, תוך שימוש באינטרנט ככלי מחקר.



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - משימות נוספות לפרק: תחמוצות גפרית וחלקיקים

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה.
שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012

משימת סיכום

מושגים, תופעות ותהליכים בפרק תחמוצות הגפרית

המשימה מתאימה לסיכום הפרק כחזרה על מונחים שנילמדו בפרק. המשימה מתאימה לפעילות קבוצתית ויש להניח כי תעורר דיון בין חברי הקבוצה היכן למקם כל מונח. ניתן להרחיב את המשימה להכנת פוסטר בו כל נציג מקבוצה יציג את מפת קבוצתי וינמקה. מעבר לחזרה על המונחים השונים, יש במשימה דגש על שילוב תחומי התוכן השונים המודגשים לאורך כל הספר ובעצם במהות מוט"ב.

לפניכם תרשים המתאר את שלושת התחומים שנידונו בפרק: כימיה, חברה וסביבה. בתרשים יש אזורים הקשורים רק לתחום אחד (כימיה, חברה או סביבה), אזורים הקשורים לשני תחומים ואזור משותף לכל שלושת התחומים. א. שבצו את המונחים (מושגים/תופעות/תהליכים) שברשימה להלן בתוך התרשים לפי האזורים השונים.

רשימה:

שריפת דלק פוסילי, גפרית דו-חמצנית, חלקיקים, מידת פיזור מזהמים באוויר, גשם חומצי, פגיעה במקורות מים, פגיעה ביבולים חקלאיים ובקרקע, נפט, חומצה גפריתית, זיהום אוויר, דלק דל-גפרית, "פרסום ירוק", אינברסיה



- ב. הוסיפו **שלושה** מונחים נוספים הקשורים לפרק ושבצו אותם באזורים השונים בתרשים.
- ג. בחרו מונח **אחד** לכל איזור: כימיה, סביבה, חברה, כימיה-סביבה, כימיה-חברה, סביבה-חברה, כימיה-חברה-סביבה. חברה-סביבה והסבירו מדוע בחרתם למקמו באזור מסוים.
- ד. בין מונחים שונים יש קישורי השפעה של האחד על השני. בחרו **חמישה** מונחים והכינו תרשים בו תסמנו על-ידי חיצים את ההשפעה של מונח אחד על השני. כמה קישורים קיבלתם בין המונחים השונים?

מחווון ביצועים למשימת הסיכום

קריטריון	רמת ביצוע גבוהה	רמת ביצוע בינונית	רמת ביצוע נמוכה
שיבוץ המונחים הנתונים בתרשים	10-13 מהמונחים הנתונים שובצו בצורה נכונה בתרשים	6-9 מהמונחים הנתונים שובצו בצורה נכונה בתרשים	חמישה או פחות מונחים שובצו בצורה נכונה בתרשים
הוספת מונחים חדשים ושיבוץם בתרשים	ניבחרו שלושה מונחים בעלי משמעות (ושונים מהאחרים הנתונים) ולפחות שניים מהם שובצו בצורה נכונה בתרשים	ניבחרו שלושה מונחים בעלי משמעות אך רק אחד מהם שובץ בצורה נכונה בתרשים, או ניבחרו רק שני מונחים בעלי משמעות אשר שובצו נכון (לפחות שניים מהם) בתרשים	רק מונח אחד הינו בעל משמעות והוא שובץ נכון בתרשים, או ניבחרו 2-3 מונחים בעלי משמעות אך רק אחד מהם שובץ נכון בתרשים
הסבר שיבוץ המושגים באיזורים השונים	הסבר ממוקד תוך שימוש בשפה מדעית עבור לפחות 5 אזורים בתרשים	הסבר ממוקד תוך שימוש בשפה מדעית עבור 2-4 אזורים בלבד או הסבר כללי ולא ממוקד עבור מספר אזורים	הסבר ממוקד תוך שימוש בשפה מדעית עבור עבור עבור אחד בלבד או הסבר שגוי עבור ולא ממוקד עבור בחירת המונחים
תרשים קישרי השפעה בין המונחים השונים	קישורים נכונים בין המונחים הכוללים מארג של קישורים (ולא רק קישור בכוון אחד בין מונח למונח)	קישורים נכונים אך מספר מועט של קישורים בין המונחים	קישורים שגויים בחלק מהמונחים



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - תשובות לשאלות לפרק: תחמוצות גפרית

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאכסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012



משימת הפתיחה לפרק מציגה אירוע היסטורי - אירוע לונדון הנחשב כאירוע בו קישרו בפעם הראשונה בין אירוע של זיהום אוויר חמור ובין תחלואה ומקרי מוות.

בשאלה 1 - חיבור שאלות, מומלץ לרשום את שאלות התלמידים בלוח. מומלץ בשלב זה להתמקד בשאלות שמעוררות דיון ומחשבה בעקבות קריאת הקטע ואשר אין להן תשובות בקטע. כדאי לכוון את התלמידים לכך, שרצוי ששאלות אלו יהיו מורכבות והמידע עליהם אכן יתרום להבנה ולהרחבה נוספת של האירוע. אם עולות שאלות טכניות או נקודתיות כדאי להסביר כי אלו שאלות שוליות שלא תורמות בהרבה להעמקת האירוע. אין צורך לענות על כל השאלות שעולות ולהסביר כי חשוב להעלות שאלות ולדעת היכן למצוא את התשובה או לאיזה מומחה מתאים לפנות. יש שאלות שכדאי בכל זאת לענות כמו הסבר לגבי תופעת הסינרגיזם - צרוף המזהמים הוא זה שהווה סכנה. חלקיקי הפיח שימשו כגרעיני גיבוש למולקולות הגז (תחמוצות הגפרית) ואותם בני-אדם נושמים כטיפות של חומצה גפרתית ומכאן השפעתן המסוכנת.

שאלה 5 עוסקת בתופעת האינטורסיה. מומלץ להרחיב בהיבט זה ולעבור לפרק הסיכום בעמ' 87-89 ולדון במצבים מטאורולוגיים שונים המשפיעים על פיזור מזהמים.

1. א) דוגמה לשאלה שאת התשובה ניתן למצוא בקטע :

ריכוז ה- SO_2 המהווה סיכון בריאותי הוא 10 ppm, אך הריכוז המרבי בזמן התקרית לא התקרב לריכוז זה.

אם כך, מה גרם למקרי המוות הרבים באירוע?

דוגמה לשאלה שאין עליה תשובה בקטע :

מהם הגורמים המניעים ליצירת צירוף חלקיקי העשן והפיח עם ה- SO_2 ? כיצד זה מתרחש?

2. עובדה 1: נוצר ערפל כבד שלא התפזר והטמפרטורה נשארה קרובה לאפס. את הערפל ניתן היה לראות ולהבחין

בכך שהוא אינו מתפזר, ואת הטמפרטורה ניתן היה למדוד ולהבחין בכך שהיא אינה עולה מעל האפס. אלו מדידות עובדתיות, ולפיכך מדובר בעובדה ולא בהשערה.

עובדה 2: ב-12 אזורים בלונדון נמדדה עלייה משמעותית מאד בריכוזי גפרית דו-חמצנית SO_2 ובריכוז חלקיקים. כפי שהיה בעובדה הראשונה, נקודה זו מבוססת על מדידות שבוצעו בפועל.

השערה 1: נוצרו טיפות של חומצה גפרתית כתוצאה מחמצון SO_2 . כפי שנאמר בטקסט, מאחר ולא נעשו מדידות מתאימות באותו הזמן, עניין זה נותר בגדר השערה בלבד.

השערה 2: עובי שכבת הערפל היה כ-100 מטר. לא סביר שגובה שכבת הערפל נמדד באופן מדויק, מה עוד שקשה לחשוב על דרך לעשות כן. לפיכך מדובר על השערה, אולי אפילו מבוססת על הנחה הגיונית – אך עדיין השערה ולא עובדה מדויקת.

3. כללית סביר להניח כי מקרי המוות התרחשו בעיקר בשכבת האוכלוסיה הפגיעה יותר: הילדים הקטנים והזקנים

וכן אנשים הרגישים יותר לזיהומים בדרכי הנשימה, ובעלי מחלות נשימה (אסטמה). כמו כן, אנשים העובדים

ונמצאים מחוץ לבית או למישרד היו חשופים יותר לפגיעה מהזיהום.

4. כנראה החלה רוח אשר עירבלה את שכבות האוויר ופיזרה את הצטברות המזהמים.

5. א. טמפרטורת האוויר משפיעה על הצפיפות שלו, מה שגורם לאוויר קר להיות כבד יותר ולשקוע בעוד אוויר חם נוטה לעלות לגובה. לפיכך, כאשר האוויר הקר נמצא מתחת לאוויר החם, הם אינם מתערבלים זה עם זה, אינם מחליפים חום זה עם זה ונוצר מצב יציב.

ב. עליית הטמפרטורה של הקרקע עקב זריחת השמש, או כניסת רוח חזקה מאד שתניע את גושי האוויר כך שיתקיים ערבול – יכולים להביא לשינוי המצב ולהפגת האינברסיה.

ג. שריפת פחם בבתיים ובמפעלים הביאה ליצירה מוגברת של פיח בגובה נמוך (מארובות הבתים ומפעלי התעשייה), שהצטבר באוויר והביא ליצירת ענן הערפית.

משימה 2: ניתוח מידע – גרף



המשימה ממוקדת בהבנת גרפים. חשוב להסביר כי הגרפים מוצגים גרפים רציפים אך ציר ה- X הוא ציר של ימים ולכן יש משמעות רק לנקודות המוצגות בגרף. בין הנקודות אין משמעות לערכים בגרף. הסיבה לשימוש בגרפים רציפים כאן, (ולא בגרף עמודות המתאים לערכים הבדידים כמו כאן) היא כדי להדגיש את המגמה של התהליך בימי האירוע. זה מקובל בהצגה מדעית של נושא אך יש להבין את משמעות הגרף. שאלה 1 עוסקת במעבר בין ייצוג גרפי לטבלה וכרוכה בקריאה נכונה של הגרפים. שאלה 2 עוסקת בתיאור הגרף - חשוב לבחון שהתלמידים מבינים את משמעות תיאור גרף ולא מערבים פרשנות בתיאור הגרף (מדובר בעובדות). השאלות האחרות עוסקות בהבנה ופרשנות של המידע בגרפים.

1.

יום	ריכוז העשן (מ"ג/מ"ק)	ריכוז ה- SO_2 (ppm)	מספר מקרי מוות ליום
4	0.4	0.1	300
6	1.5	0.5	550
8	1.5	0.6	900
10	0.4	0.1	580

2. א. בשני הימים הראשונים של האירוע, חלה עליה משמעותי בריכוז העשן, ביום השלישי והרביעי הריכוז נשאר יציב, ובשני הימים האחרונים ריכוז העשן ירד וחזר להיות כקודם (לפני תחילת האירוע).

ב. בשני הימים הראשונים של האירוע חלה עליה ניכרת בריכוז הגופרית הדו-חמצנית. ביום הרביעי לאירוע ריכוזו מגיע לשיא. בשני הימים האחרונים חלה ירידה ניכרת בריכוזו שלו והוא חוזר למצב הרגיל.

ג. בשני הימים הראשונים של האירוע חלה עליה ניכרת במספר מקרי המוות. ביום הרביעי לאירוע מספר מקרי המוות מגיע לשיא. בשני הימים האחרונים חלה ירידה במספר מקרי המוות אך הוא נישאר גבוה יחסית לימים שלפני האירוע, כניראה בגלל השפעה מתמשכת של תחלואה.

3. ניתן להסיק כי שיש קשר בין ריכוז העשן, תחמוצות הגפרית ומספר מקרי המוות. ככל שריכוז העשן גדל וריכוז ה-SO₂ גדל, גם מספר מקרי המוות גדל. באופן דומה, עם הירידה בריכוז העשן וריכוזי SO₂, מספר מקרי המוות קטן אך החזרה למצב הקודם איטית יותר ויש השפעה ארוכת טווח על מקרי המוות גם אחרי שהאירוע הסתיים.

4. הסיבה היא כפי הנראה השפעה מתמשכת של התחלואה שאירעה במהלך האירוע ולכן המשך כמות מיקרי המוות הגבוהים.

5. סך מקרי המוות שאירעו בימים 4-10 של האירוע הינו כ- 4,000. זה מספר גבוה מאוד של אנשים, שאולי אפשר היה למנוע את מותם אילו הייתה מודעות לרמת הזיהום הגבוהה ומתן אזהרה לנשים בעלי סיכון גבוה להיפגע להימנע מיציאה החוצה.

משימה 3: פעילות קבוצתית - דיון



המשימה מתאימה מאוד לפעילות קבוצתית. רצוי להציע לכל קבוצה דובר שיציג את סיכום הדיון בקבוצתו או אף להרחיב את המשימה ולבקש מהתלמידים להכין מצגת מסכמת או כרזה מצומצמת לסיכום הדיון.

נקודות לדיון בקבוצות:

א. חשוב ללמוד על אירועים היסטוריים מסוג זה. קודם כל למידת אירועים אלו תורמת לאוריינות המדעית שלנו, שנית תהיה לנו מודעות לגבי זיהומי האוויר שיכולים לחול בסביבה ולהיזהר מהם. לפיכך חשוב במיוחד ללמד אוכלוסיות הרגישות לפגיעת זיהומים (זיהומי אוויר בפרט) כגון קשישים, תינוקות והסובלים ממחלות בדרכי הנשימה.

ב. אפשר למנוע אירועים אלו על ידי שמירה על איכות הסביבה והאוויר אותו אנחנו נושמים. אי אפשר להפסיק את התעשייה על מנת להקטין ריכוז החומרים המסוכנים באוויר, אבל כן אפשר לעביר את המפעלים לאזור תעשייתי, בו אין אנשים גרים. בנוסף, פיקוח רציף וניטור יעיל של כמויות המזהמים באוויר, בשילוב עם מערכת הסברה לציבור והקמת אמצעי טיפול ופינוי לאוכלוסייה ימנע פגיעה רחבה בה.

ג. יכול להתרחש אירוע כזה בארץ - למשל באזור מפרץ חיפה, שם יש ריכוז גבוה של מפעלים, היוצרים רמת זיהום גבוהה, והמפרץ חשוף לתנאי מזג אוויר היכולים להיות דומים לאלו שהתקיימו בלונדון בימי האירוע – אוויר חם מהים שנכלא ע"י אוויר קר בדיוק מעל המפעלים בימים מסוימים בעונת החורף. אם זאת, בארץ יש משטר רוחות שונה מאשר בלונדון ופחות סביר שיהיו כמה ימים ללא רוחות אשר יגרום למצב יציב לאור זמן. לכן יכול להתרחש אירוע כזה אך לזמן קצר בהרבה.

ד. דוגמאות לנקודות לברור:

היבטים כימיים: אילו תהליכים כימיים גרמו לצירוף החומרים המזהמים יחד? והאם נוכל למנוע צירוף זה בעתיד? בנוסף, האם ישנם תהליכים מסויימים שיועילו לפירוק מזהמים כאלה, במידה ויווצרו?

היבטים ביולוגיים: איך הזיהום הסביבתי משפיע על בריאות האנשים? אלו אמצעים ניתן לנקוט כדי לסתור את פעולות הרעלנים, לאחר שאלו כבר נשאפו לגוף?

היבטים פיסיקליים: איך נמנע זיהום באוויר, האם ניתן להשפיע עליו וכיצד ניתן לרתום זאת לטובתנו?

היבטים טכנולוגיים: איך פועלות מערכות סינון וניקוי לארובות הבתים והמפעלים? מערכות ניקור ובקרה על רמות מזהמים?

משימה 4: ניתוח מידע



המשימה מתמקדת בהבנת וניתוח קטע מידע קצר. המיומנות המודגשת היא השוואה - התופעות שהיו באירוע לונדון לבין תופעות של אירוע זיהום אוויר בארץ.

נקודות הדמיון בין שני האירועים נוגעת לקיום אירוע חמור של זיהום אוויר. בשני המקרים דובר על זיהום חלקיקי שאיים על בריאות התושבים באזור וכן מדובר בתקופת חורף, אשר מאופיינת בטמפרטורות נמוכות. הבדלים בין שני האירועים: א) בארץ מצוין זיהום חריג מחלקיקים ואין מידע לגבי זיהום מתחמוצות גפרית. באזור עתלית אין ריכוז מיפעלים גדולים ולכן לא סביר שיווצר מצב דומה כמו בלונדון. ב) החורף בארץ שונה מאשר בלונדון, אין טמפרטורות נמוכות וסביר שאין הצטברות גבוהה לאוויר קר על הקרקע לזמן ממושך אשר "כולא" בתוכו ריכוז גבוה של מזהמים ג) בארץ יש מודעות לנושא ופורסמה אזהרה לתושבים להימנע מלצאת החוצה ולנשום את האוויר המזוהם. בלונדון לא הייתה מודעות לזיהום והציבור לא הוזהר. ריכוז הזיהום לא הגיע לשיאו כך שיגרם מוות לאנשים ב) הטמפרטורה איננה נמוכה מספיק שתגרם לאיסוף המזהמים ביחד, דבר שעלול להיות מאוד מסוכן ג) ריכוז המזהמים משתנה מאזור לאחר ד) באירוע לונדון עיקר הזיהום הוא מהמפעלים, אילו באירוע הזה עיקר הזיהום נגרם על ידי שריפת יערות הכרמל.

משימה 5: ניתוח מידע



המשימה מתמקדת בניתוח מידע אשר מכיל נתונים רבים. כדי לתת משמעות לקריאת מידע כזה, מומלץ להתמקד בשאלה 1, בה יש הנחיות לתת כותרת לכל פסקה. זוהי אסטרטגיה מקובלת המאפשרת לתת משמעות לקטעי המידע כדי לתת משמעות ורציפות לכל הקטע.

1. פסקה 1 – הגדרה של חלקיקים

פסקה 2 – מקור החלקיקים

פסקה 3 – הקשר בין גודל החלקיקים לבין תכונותיהם

פסקה 4 – גודל החלקיק והשפעתו על המערכת הבריאותית

2. בעירה של דלק מחצבי ברכבים ובתחנות כוח; פעילות תעשייתית כמו כרייה ותהליכי בערה בתעשיות שונות;

הבערת עצ לחימום ובישול, הבערת צמחייה, סופות חול ממידבריות.

3. החלקיקים בקטנים הם המסוכנים לבריאות כי ניתן לנשום אותם והם מגיעים למערכת הנשימה. הבעיה העיקרית איתם היא לא רק נשימה שלהם, אלא כשהם מרחפים באוויר הם סופחים עליהם מולקולות של מזהמים שונים וכך נושמים לא רק חלקיקים אלא מזהמים שונים אשר חודרים כך לגוף ועוברים למערכת הדם ולתאים.

משימה 6: ניתוח מידע



שאלה 1 במשימה זו מתמקדת באירגון מידע מילולי מקטע ומתרשים בתוך טבלאות. זו גם אסטרטגיה חשובה בהבנה וניתוח מיד מקטע. שאלה 2 קשורה בחשיבה לוגית וסינתזה של מידע שניצבר עד כה בנושא איכות האוויר.

מקורות להיווצרות SO ₂ באוויר	דרכים לפיזור SO ₂ באוויר
- התכת מתכות - זיקוק נפט - שריפת דלק פוסילי המכיל גפרית - חמצון של מימן גופרי גזי, הנוצר מפירוק טבעי של חומר אורגני, בהרי געש ובתעשייה	בליעה באוקינוס ועל ידי צמחים

1.

מקורות להיווצרות SO ₃ באוויר	דרכים לפיזור SO ₃ באוויר
חמצון של SO₂	- תגובה עם אמוניה ויצירת ארוסולים של מלחי גופרה - תגובה עם מים ויצירת ארוסולים של חומצה גפרתית

2. SO₂ הנוצר כתוצאה ממעשי האדם נוצר באיזורים צפופי אוכלוסיה ובגובה נמוך יחסית, דבר הגורם לסיכון רב יותר לאדם. כמו כן, באזורי תעשייה נוצרים מזהמים נוספים, אשר ביחד עם SO₂ מעלים את השפעתו המסוכנת.

משימה 7: חשיבה יצירתית



דוגמה לחמשיר:

הגפרית הדו-חמצנית היא ממש "אסונית"
 לקשיי נשימה היא גורמת
 ואת האוויר מזהמת
 בלי בושה ובלי כל רצון
 באוויר נמצא אותה המון

משימה 8: ניתוח מידע – טבלה



המשימה כוללת ניתוח של שתי טבלאות. הראשונה פשוטה יותר (שתי עמודות) והשנייה מורכבת ומכילה מידע רב. ניתוח הטבלאות כולל הבנת אירגון המידע בתוכן, יישום ידע קודם בנושא, העלאת השערות, הבעת דעה.

1. א. הדלק שיגרום לזיהום החמור ביותר של SO_2 הוא מזוט כבד. הוא מכיל את אחוז הגפרית גבוה ביותר.
ב. כמעט ולא. תכולת הגפרית בדלק למכוניות קטנה יחסית, אם כי קיימת. שריפת דלק במכוניות יוצרת זיהום של תחמוצות חנקן וחלקיקים ורק מעט מאוד תחמוצות גפרית.
2. א. פחם ומזוט
ב. הטבלה מתצייחסת לנתוני פליטת תחמוצות גפרית בארץ בלבד.
ג. ניתן לראות כי עם התקדמות השנים בעשור האחרון, פליטת המזהמים המיוחסת לגז טבעי הלכה ועלתה בכל שנה, מה שמעיד על כך שהשימוש בגז טבעי הולך וגובר. במקביל פליטת התחמוצות ממזוט ופחם יורדת.
ד. ניכרת מגמת ירידה בפליטת תחמוצות גפרית ממזוט ופחם.
ה. השערות לסיבות יכולות להיות: ירידה בשימוש בדלקים אלו בתחנות כוח וכן מעבר לשימוש בפחם דל-גפרית.
ו. אם יש פחות גפרית בדלק, יוצרו בזמן שריפתו פחות תחמוצות גפרית וזה בא לידי ביטוי במגמת הירידה בפליטת תחמוצות גפרית השנתיות משריפת דלקים אלו.
ז. ההסבר לכך הוא שמידת השימוש בפחם גבוהה בארץ ולכן הכמויות של פחם ששורפים בתחנות כוח גדולה מאשר שריפת מזוט (יש יותר תחנות כוח הפועלות על פחם מאשר על מזוט).
ח. לפי הטבלה יש פליטה נמוכה יחסית של תחמוצות גפרית מכלי רכב וזה תואם את המידע בטבלה שבשאלה הקודמת.
ט. בשורה של המידע לגבי בנזין. סביר שהסיבה לכך היא העלייה במספר כלי הרכב על הכבישים, הנובעת מעלייה ברמת החיים. כמו כן, המעבר של אנשים רבים למגורים מחוץ לעיר גורמת להם להגיע בכלי רכב לתוך העיר לצורך עבודה ובילוי. זה בהחלט בעייתי ולכן רצוי לעודד את השימוש בכלי רכב ציבוריים, אשר מצד אחד הופכים ליותר "ירוקים" ומצד שני יכולים להסיע כמות רבה של אנשים ובכך להוריד את כמות כלי הרכב בכבישים בעיקר בתוך ערים. כמו כן חשוב לעודד מעבר למכוניות חשמליות שלא מזהמות.

משימה 9: ניתוח מידע – גרף



במשימה זו יש ניתוח של שני גרפים. בשאלה 1 הגרף הוא רציף ובשאלה 2 גרף עמודות. כדאי להתייחס למשמעות של גרף 2, בו ציר ה-Y מתייחס לשיעור בפליטת תחמוצות הגופרית: פליטה בשנת 2005 פחות הפליטה בשנת 2000 ולא לערכים מוחלטים של הפליטה. לכן, יש אפשרות לערכים חיוביים, שמשמעותם עלייה בפליטת תחמוצות הגופרית, ולערכים שליליים, שמשמעותם ירידה בפליטת תחמוצות הגופרית בשנת 2005 לעומת שנת 2000. בשני הגרפים יש התמקדות במיומנויות הכרפיות הבאות: איתור מידע מהגרף, הבנת עקומת הגרף ומשמעותה, השוואה בין נתונים או למידע קודם.

1. א.

I. כמות תחמוצות הגופרית שניפלטה בארץ בשנת 2001 הייתה 245 אלף טון.

II. כמות תחמוצות הגופרית שניפלטה בארץ בשנת 2005 הייתה 195 אלף טון.

ב. המגמה בגרף היא שעם השנים, כמות תחמוצות הגופרית הנפלטת בארץ משריפת דלק הולכת וקטנה.

ג. לפי הטבלה במשימה 8, שאלה 2, ערכי הפליטות של תחמוצות גפרית בכל שנה הולך ויורד וזה מתאים למגמה המוצגת בגרף בשאלה זו.

2. א. אירלנד היא המדינה שהורידה את רמת פליטת תחמוצות הגופרית במידה הרבה ביותר. ניתן לראות כי אחוז השינוי הגדול בגרף מיוחס לה (-50).

ב. רוב המדינות הורידו את רמת פליטת תחמוצות הגופרית, חוץ משתי מדינות: יוון ואוסטרליה. לכן אפשר להגיד שבאופן כללי רמת פליטת תחמוצות הגופרית בעולם קטנה.

ג. מצבה של ישראל ביחס למגמה זו הינו טוב מאוד, כאשר היא נמצאת במקום הרביעי מבין 12 מדינות, שהורידו את רמת פליטת תחמוצות הגופרית.

ד. הנתונים בסעיף זה תואמים את הנתונים שיש בגרף של סעיף 1. ניתן לראות מהגרף של סעיף 1 כי יש מגמת ירידה ניכרת בפליטת תחמוצות הגופרית משריפת הדלק לאורך השנים, ובגרף שיש בסעיף זה רואים שישראל השיגה רמת ירידה ניכרת בפליטת תחמוצות הגופרית גם ביחס למדינות אחרות.

ה. יוון ואוסטרליה הן המדינות היחידות שלא השיגו ירידה בפליטת תחמוצות הגופרית, אלא דווקא מפגינות עלייה ברמת הפליטה. יכול להיות שהתעשייה אצלם הולכת וצומחת כך שצריכת הדלק הולכת וגדלה, ויכול להיות כי אין להם מקור שיספק כמות מספקת של גז טבעי שעשוי להוריד רת כמוצ פליטת תחמוצות הגופרית משריפת דלקים.



משימה 10: חשיבה ביקורתית – ניתוח פרסומת

המשימה ממוקדת בחשיבה ביקורתית על פרסומת של חברת בזן. יש להניח כי יהיו דעות שונות בקרב התלמידים לגבי הפירסומת וחשוב להדגיש כי הם נדרשים לנמק את דעתם על סמך נתונים ועובדות ולהשתמש במונחים ושפה מדעית (ולא רק ריגשית).

א. המסר הוא שחברת בתי זיקוק נפט בע"מ (בזן) היא חברה אשר איכות הסביבה חשובה לה ביותר, אפילו שבמסגרת פעולתה השוטפת היא אמונה על ייצור חומרים מזהמים כבדים כגון תזיקי נפט ודלקים וגם תהליך הייצור גורם לזיהומים לא מעטים. עם זאת, היא עושה זאת תחת תקנים מחמירים בהקשר לשמירה על איכות הסביבה ועומדת בהם.

ב. כחברה שעיקר עיסוקה הוא ייצור חומרים מזהמים, הדגשת פעולותיה למען הסביבה אמורה לעמוד בניגוד לדימוי שנוצר לחברה כמזהמת סביבתית כבדה באזור מיפרץ חיפה, ולהשפיע לטובה על הדימוי הציבורי של החברה. יש לה דימוי ציבורי כמיפעל שגורם לנזק סביבתי ובעל עבר של אירועים הקשורים בתקלות חוזרות ונשנות של פליטת מזהמים לאוויר ושל שפיכת כמויות גדולות של מזהמים למי הקישון.

ג. כאן יכולות להיות דעות שונות כגון:

תלמיד שהשתכנע מהפירסומת שהחברה אכן משקיעה רבות למען איכות הסביבה ואף מפרסמת טלפון לדיווחים על מיפגעי ריח וזיהום אוויר. בסך הכל מוצרי החברה חשובים ביותר לקיום המשק ועם זאת היא מנסה להתחשב באיכות הסביבה ולעשות את המירב.

תלמיד אחר יכול לטעון שלא השתכנע מכך, כי מדובר בחברה שצריכה להרוויח וזו עיקר מטרתה. היא מפרסמת שהיא עושה למען הסביבה כי היא מחויבת לעשות זאת, אך לא נראה שזה באמת חשוב לה. [זהו טיעון בעייתי כי לא ממש מסתמך על מידע מוצק אלא יותר ריגשי].



משימה 11: ניתוח מידע

משימה המשלבת ניתוח מידע מקטע עם איתור מידע מהאינטרנט וארגון המידע בטבלה.

א. דלק דל-גפרית יקר יותר מדלק המכיל גפרית בריכוז גבוה יותר, ולפיכך חיוב המפעלים לעבור לשימוש קבוע בדלק זה היה מייקר את התפעול השוטף שלהם ופוגע ברווחים שלהם ובמקביל גורר העלאת מחירים של הדלק לצרכן ושל מוצרים רבים הקשורים בשריפת דלק כחלק מתהליך הייצור. בנוסף, למפעלים עצמם היו מאגרים של דלק "רגיל" אשר כבר שולם, וחיוב המפעלים לעבור באופן מיידי לשימוש בדלק דל-גפרית היה מאלץ אותם לזרוק כמויות גדולות של דלק "רגיל", מה שהיה פוגע במפעלים מבחינה כלכלית וייתכן שאף בסביבה.

ב. כנראה שמדובר בתנאים הדומים לאלו שהיו באירוע לונדון – תנאי מזג אוויר המונעים פיזור של זיהום האוויר וגורמים להצטברות מסוכנת שלו (במצב של אינברסיה למשל). במקרים כאלה, המשך שריפת דלקים עשירים בגפרית יביא לייצור מואץ של תחמוצות גפרית, מה שיכול לגרום לפגיעה משמעותית בבריאות כל התושבים המתגוררים באזור.

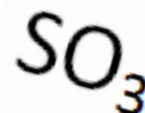
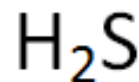
2. בערים צפופות כמו ת"א וחיפה יש גם ריכוז גבוה של כלי רכב כבדים המשתמשים בסולר, מה שאומר פליטה מוגברת של תחמוצות גפרית באזור צפוף יחסית וכתוצאה, מפגע בריאותי מסוכן מאד. על-מנת להפחית את הסיכון וההשפעה המזיקה של פליטת תחמוצות גפרית מכלי רכב כבדים באזורים אלו, יש חשיבות מרובה לתקנות המחייבות את תחנות הדלק להשתמש בדלקים דלי-גפרית, מה שיגרום להפחתה בריכוז תחמוצות הגפרית הכולל בסביבה.

3. **הערה:** משרד התשתיות הלאומיות של ישראל נקרא עכשו משרד האנרגיה והמים (הוחלף לאחרונה כולל גם אתר המישרד). ניתן למצוא מידע על האתגרים במעבר לדלקים משופרים בכניסה ללשונית "תחומי פעילות ובתוכה להיכנס ל- "דלק" ול- "דלק ואיכות הסביבה" [לקישור לחץ כאן](#).



תחמוצות גופרית וחלקיקים

מתוך: "איכות האוויר סביבנו", הרשקוביץ, א. ודורי, י. מהדורה מעודכנת ומורחבת 2012



מה כלול בפרק?

סיפור מקרה:

אירוע לונדון

מיומנויות: חקר אירוע, ניתוח גרפים, העברה בין צורות שונות של ייצוג מידע, דיון קבוצתי.
תכנים ומושגים מרכזיים: תחמוצות גפרית, יחידות ריכוז ppm, אינברסיה, השפעת תקופות היסטוריות על רמות זיהום האוויר וכו'.

סיפור מקרה:

זיהום אוויר
חריג בעתלית

ניתוח מידע והשוואה לאירוע לונדון

קטע קריאה:

תכונות
חלקיקים
באטמוספירה

מיומנויות: ניתוח מידע מטקסט.
תכנים ומושגים מרכזיים: גדלי חלקיקים והשפעתם על רמת הזיהום שהחלקיקים יוצרים, יכולת חדירות של חלקיקים לגוף האדם והסכנה הטמונה בכך וכו'.

מה כלול בפרק?

קטע קריאה:

זיהום
מתחמוצות
גפרית

מיומנויות: ניתוח מידע מתרשים, מטבלאות, מגרפים ומטקסט, חשיבה יצירתית.
תכנים ומושגים מרכזיים: גשם חומצי, תופעת הסינרגיזם, כיצד מסבות תחמוצות הגפרית (בייחוד **גפרית דו-חמצנית** SO_2) נזק לאדם וכו'.

פרסומת:

פרסומת בז"ן

מיומנויות: קריאה וחשיבה ביקורתית, הנמקה וחקר מתוקשב עצמאי.
תכנים ומושגים מרכזיים: תקני פליטת מזהמים, מפגעי ריח, "פרסום ירוק" וכו'.

קטע קריאה:

דלק דל-גפרית

מיומנויות: ניתוח מידע מטקסט.
תכנים ומושגים מרכזיים: דלק דל גפרית, דלק דל-דל גפרית, ריכוז גפרית בדלקים וכו'.

בסוף הפרק ישנה משימת סיכום, בה מתבקשים התלמידים להציג את מה שלמדו בפרק בצורה ויזואלית.

מטרות הפרק

הבט כימי	✓ הכרת תרכובות של גופרית המזהמות את הסביבה ✓ הכרת שמות, נוסחאות ותהליכי היווצרות של תרכובות גפרית המזהמות את הסביבה ✓ הכרת תכונות החלקיקים באטמוספירה ✓ הכרת תהליך היווצרות ופיזור תחמוצות גפרית באטמוספירה ✓ הכרת תכונות הדלק בו משתמשים בתעשייה ובתחנות הכוח
הבט סביבתי	❖ הכרת מצבים שונים של שכבות האוויר ❖ תחמוצות גפרית כגורמים לזיהום סביבתי
הבט חברתי / אישי	• הקניית מודעות להשפעת חומרים כימיים בכלל ותחמוצות גפרית בפרט על בריאות האדם • חשיבות אירועים היסטוריים ואפשרות מניעתם או הקטנת תוצאתן החמורות • הכרת בתי זיקוק לישראל בע"מ (בז"ן) כגורם מזהם אך העושה מאמץ בתחום הסביבתי וההסברתי

תכנים ומושגים מרכזיים – הבט כימי

- תחמוצות גפרית: H_2SO_4 , H_2S , SO_3 , SO_2 ועוד
- תכונות החלקיקים באטמוספירה
- גשם חומצי
- תכונות גפרית דו-חמצנית SO_2
- תהליכים כימיים של היווצרות תרכובות מזהמים באוויר
- פליטת תחמוצות גפרית בישראל משריפת דלק והשינוי בפליטה במשך השנים (מעבר לדלקים דלי גפרית)
- דלק דל-דל גפרית

תכנים ומושגים מרכזיים

היבט חברתי

- ההשפעה של שימוש בסוגי דלקים שונים על התעשייה (כלכלית וסביבתית)
- "פרסום ירוק" – כיצד התעשייה הכבדה (בתור מקור לפליטת מזהמים) ממתגת את עצמה בעין הציבור

היבט סביבתי

- מערכות מטרולוגיות
- אינברסיה
- תופעת הסינרגיזם (כיצד מספר גורמים הנישאים באוויר גורמים יחד לנזק משמעותי)

מיומנויות חשיבה

- חקר אירוע: קטע הנוגע לאירוע זיהום האוויר החמור שהתרחש בלונדון בשנת 1952; פיתוח וכתיבת שאלות, הבעת דעה והעלאת נימוקים.
- ניתוח גרפים: ניתוח השוואתי של נתונים בצורת גרף והסקת מסקנות מהנתונים הויזואליים.
- העברה בין צורות שונות של ייצוג מידע (מגרף לטבלה)

מיומנויות חשיבה

● ניתוח מידע והשוואה: ניתוח

קטע טקסט נוסף הנוגע לזיהום אוויר באזור השריפה בכרמל והשוואתו למקרה לונדון שנדון לפני כן.

● בהמשך הפרק ישנה עוד

מטלת ניתוח קטע, הנוגע לחלקיקים באוויר, הדורשת יכולת זיהוי חלקי טקסט (פסקאות) ומתן כותרת לפסקאות השונות

● דיון קבוצתי: פיתוח דיון

קבוצתי בנוגע למספר שאלות בנושא מקרה לונדון, הכולל סימולציה של "וועדה" הדנה בפן הטכנולוגי של פתרונות לנושא.

● בסיום המטלה יש להציג

סיכום הדיון בפני הכתה – סיכום, תמצות והצגה מול קהל.

מיומנויות חשיבה

● ניתוח מידע מתרשים:

בקטע הנוגע לזיהום אוויר הנוצר מתחמוצות גפרית, על התלמיד לשאוב מידע רלוונטי מתרשים זרימה.

● חשיבה יצירתית: על

התלמיד להפיק חמשיר או כרזה, שיציגו את התכונות של גפרית דו-חמצנית והנזקים שהיא גורמת

● ניתוח מידע מטבלה:

מטבלאות המרכזות מידע בנוגע לריכוזי גפרית בדלקים שונים, ורמות פליטה של גפרית משריפת דלקים בישראל, על התלמיד לשאוב את הנתונים הנדרשים ע"מ לענות על שאלות וכן להעלות השערות ולחוות את דעתו – ולתמוך את טיעוניו.

מיומנויות חשיבה

- ניתוח מידע מגרפים: בהמשך יידרש התלמיד לבצע ניתוח דומה לגרף עמודות (נתוני פליטות תחמוצות גפרית ברמה בינ"ל), למצוא מגמה ולהשוות למצב בישראל כפי שהוא עולה מהגרף הקודם.
- התלמיד מתבקש גם להעלות השערות הנוגעות לנתונים יוצאי-הדופן בגרף שלפניו.

- ניתוח מידע מגרפים: בהתבסס על נתוני פליטת גפרית בישראל משריפת דלקים (הפעם בצורת גרף קווי), על התלמיד להסיק על נתונים נקודתיים ועל מגמה, וכן לבצע השוואה עם נתוני השאלה הקודמת, שנגעה לאותו נושא.

מיומנויות חשיבה

● חשיבה ביקורתית: ניתוח

פרסומת של בז"ן (בתי זיקוק לישראל בע"מ) המופיעה באתר האינטרנט של החברה. על התלמיד למצות את העיקר מהטקסט, להביע דעה עליו (האם השתכנע מהפרסומת) ולהמשיך לחקור את פעילויות בז"ן למען הסביבה (משימה מתוקשבת)



ניתוח מידע: בהמשך לקטע הנוגע לדלקים בעלי תכולת גפרית נמוכה (דלי-גפרית) על התלמיד להביע את דעתו על נקודות שונות ולנמק אותה, וכן לערוך טבלה של האתגרים במעבר לדלקים משופרים (בעלי תכולת גפרית נמוכה יותר) והקשיים בכרוכים במעבר לדלקים אלו.

משימת סיכום

אפשרי
לביצוע גם
כעבודה
קבוצתית

- על התלמידים לעבד את הנושאים שלמדו והנקודות בהן עסקו בנושא תחמוצות גפרית, חלקיקים מרחפים וזיהום האוויר שהם יוצרים, לכדי מצגת, פוסטר או משחק לימודי.
- התלמידים מונחים לערוך מחקר מעמיק יותר בנושא, תוך שימוש באינטרנט ככלי מחקר.



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - משימות נוספות לפרק: תחמוצות גפרית וחלקיקים

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה.
שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012

משימת סיכום

מושגים, תופעות ותהליכים בפרק תחמוצות הגפרית

המשימה מתאימה לסיכום הפרק כחזרה על מונחים שנילמדו בפרק. המשימה מתאימה לפעילות קבוצתית ויש להניח כי תעורר דיון בין חברי הקבוצה היכן למקם כל מונח. ניתן להרחיב את המשימה להכנת פוסטר בו כל נציג מקבוצה יציג את מפת קבוצתי וינמקה. מעבר לחזרה על המונחים השונים, יש במשימה דגש על שילוב תחומי התוכן השונים המודגשים לאורך כל הספר ובעצם במהות מוט"ב.

לפניכם תרשים המתאר את שלושת התחומים שנידונו בפרק: כימיה, חברה וסביבה. בתרשים יש אזורים הקשורים רק לתחום אחד (כימיה, חברה או סביבה), אזורים הקשורים לשני תחומים ואזור משותף לכל שלושת התחומים. א. שבצו את המונחים (מושגים/תופעות/תהליכים) שברשימה להלן בתוך התרשים לפי האזורים השונים.

רשימה:

שריפת דלק פוסילי, גפרית דו-חמצנית, חלקיקים, מידת פיזור מזהמים באוויר, גשם חומצי, פגיעה במקורות מים, פגיעה ביבולים חקלאיים ובקרקע, נפט, חומצה גפריתית, זיהום אוויר, דלק דל-גפרית, "פרסום ירוק", אינברסיה



- ב. הוסיפו **שלושה** מונחים נוספים הקשורים לפרק ושבצו אותם באזורים השונים בתרשים.
- ג. בחרו מונח **אחד** לכל איזור: כימיה, סביבה, חברה, כימיה-סביבה, כימיה-חברה, סביבה-חברה, כימיה-חברה-סביבה. חברה-סביבה והסבירו מדוע בחרתם למקמו באזור מסוים.
- ד. בין מונחים שונים יש קישורי השפעה של האחד על השני. בחרו **חמישה** מונחים והכינו תרשים בו תסמנו על-ידי חיצים את ההשפעה של מונח אחד על השני. כמה קישורים קיבלתם בין המונחים השונים?

מחווון ביצועים למשימת הסיכום

קריטריון	רמת ביצוע גבוהה	רמת ביצוע בינונית	רמת ביצוע נמוכה
שיבוץ המונחים הנתונים בתרשים	10-13 מהמונחים הנתונים שובצו בצורה נכונה בתרשים	6-9 מהמונחים הנתונים שובצו בצורה נכונה בתרשים	חמישה או פחות מונחים שובצו בצורה נכונה בתרשים
הוספת מונחים חדשים ושיבוץם בתרשים	ניבחרו שלושה מונחים בעלי משמעות (ושונים מהאחרים הנתונים) ולפחות שניים מהם שובצו בצורה נכונה בתרשים	ניבחרו שלושה מונחים בעלי משמעות אך רק אחד מהם שובץ בצורה נכונה בתרשים, או ניבחרו רק שני מונחים בעלי משמעות אשר שובצו נכון (לפחות שניים מהם) בתרשים	רק מונח אחד הינו בעל משמעות והוא שובץ נכון בתרשים, או ניבחרו 2-3 מונחים בעלי משמעות אך רק אחד מהם שובץ נכון בתרשים
הסבר שיבוץ המושגים באיזורים השונים	הסבר ממוקד תוך שימוש בשפה מדעית עבור לפחות 5 אזורים בתרשים	הסבר ממוקד תוך שימוש בשפה מדעית עבור 2-4 אזורים בלבד או הסבר כללי ולא ממוקד עבור מספר אזורים	הסבר ממוקד תוך שימוש בשפה מדעית עבור עבור עבור עבור אחד בלבד או הסבר שגוי עבור ולא ממוקד עבור בחירת המונחים
תרשים קישרי השפעה בין המונחים השונים	קישורים נכונים בין המונחים הכוללים מארג של קישורים (ולא רק קישור בכוון אחד בין מונח למונח)	קישורים נכונים אך מספר מועט של קישורים בין המונחים	קישורים שגויים בחלק מהמונחים



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - תשובות לשאלות לפרק: תחמוצות גפרית

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאכסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012



משימת הפתיחה לפרק מציגה אירוע היסטורי - אירוע לונדון הנחשב כאירוע בו קישרו בפעם הראשונה בין אירוע של זיהום אוויר חמור ובין תחלואה ומקרי מוות.

בשאלה 1 - חיבור שאלות, מומלץ לרשום את שאלות התלמידים בלוח. מומלץ בשלב זה להתמקד בשאלות שמעוררות דיון ומחשבה בעקבות קריאת הקטע ואשר אין להן תשובות בקטע. כדאי לכוון את התלמידים לכך, שרצוי ששאלות אלו יהיו מורכבות והמידע עליהם אכן יתרום להבנה ולהרחבה נוספת של האירוע. אם עולות שאלות טכניות או נקודתיות כדאי להסביר כי אלו שאלות שוליות שלא תורמות בהרבה להעמקת האירוע. אין צורך לענות על כל השאלות שעולות ולהסביר כי חשוב להעלות שאלות ולדעת היכן למצוא את התשובה או לאיזה מומחה מתאים לפנות. יש שאלות שכדאי בכל זאת לענות כמו הסבר לגבי תופעת הסינרגיזם - צרוף המזהמים הוא זה שהווה סכנה. חלקיקי הפיח שימשו כגרעיני גיבוש למולקולות הגז (תחמוצות הגפרית) ואותם בני-אדם נושמים כטיפות של חומצה גפרתית ומכאן השפעתן המסוכנת.

שאלה 5 עוסקת בתופעת האינטורסיה. מומלץ להרחיב בהיבט זה ולעבור לפרק הסיכום בעמ' 87-89 ולדון במצבים מטאורולוגיים שונים המשפיעים על פיזור מזהמים.

1. א) דוגמה לשאלה שאת התשובה ניתן למצוא בקטע :

ריכוז ה- SO_2 המהווה סיכון בריאותי הוא 10 ppm, אך הריכוז המרבי בזמן התקרית לא התקרב לריכוז זה.

אם כך, מה גרם למקרי המוות הרבים באירוע?

דוגמה לשאלה שאין עליה תשובה בקטע :

מהם הגורמים המניעים ליצירת צירוף חלקיקי העשן והפיח עם ה- SO_2 ? כיצד זה מתרחש?

2. עובדה 1: נוצר ערפל כבד שלא התפזר והטמפרטורה נשארה קרובה לאפס. את הערפל ניתן היה לראות ולהבחין

בכך שהוא אינו מתפזר, ואת הטמפרטורה ניתן היה למדוד ולהבחין בכך שהיא אינה עולה מעל האפס. אלו מדידות עובדתיות, ולפיכך מדובר בעובדה ולא בהשערה.

עובדה 2: ב-12 אזורים בלונדון נמדדה עלייה משמעותית מאד בריכוזי גפרית דו-חמצנית SO_2 ובריכוז חלקיקים. כפי שהיה בעובדה הראשונה, נקודה זו מבוססת על מדידות שבוצעו בפועל.

השערה 1: נוצרו טיפות של חומצה גפרתית כתוצאה מחמצון SO_2 . כפי שנאמר בטקסט, מאחר ולא נעשו מדידות מתאימות באותו הזמן, עניין זה נותר בגדר השערה בלבד.

השערה 2: עובי שכבת הערפל היה כ-100 מטר. לא סביר שגובה שכבת הערפל נמדד באופן מדויק, מה עוד שקשה לחשוב על דרך לעשות כן. לפיכך מדובר על השערה, אולי אפילו מבוססת על הנחה הגיונית – אך עדיין השערה ולא עובדה מדויקת.

3. כללית סביר להניח כי מקרי המוות התרחשו בעיקר בשכבת האוכלוסיה הפגיעה יותר: הילדים הקטנים והזקנים

וכן אנשים הרגישים יותר לזיהומים בדרכי הנשימה, ובעלי מחלות נשימה (אסטמה). כמו כן, אנשים העובדים

ונמצאים מחוץ לבית או למישרד היו חשופים יותר לפגיעה מהזיהום.

4. כנראה החלה רוח אשר עירבלה את שכבות האוויר ופיזרה את הצטברות המזהמים.

5. א. טמפרטורת האוויר משפיעה על הצפיפות שלו, מה שגורם לאוויר קר להיות כבד יותר ולשקוע בעוד אוויר חם נוטה לעלות לגובה. לפיכך, כאשר האוויר הקר נמצא מתחת לאוויר החם, הם אינם מתערבלים זה עם זה, אינם מחליפים חום זה עם זה ונוצר מצב יציב.

ב. עליית הטמפרטורה של הקרקע עקב זריחת השמש, או כניסת רוח חזקה מאד שתניע את גושי האוויר כך שיתקיים ערבול – יכולים להביא לשינוי המצב ולהפגת האינברסיה.

ג. שריפת פחם בבתיים ובמפעלים הביאה ליצירה מוגברת של פיח בגובה נמוך (מארובות הבתים ומפעלי התעשייה), שהצטבר באוויר והביא ליצירת ענן הערפית.

משימה 2: ניתוח מידע – גרף



המשימה ממוקדת בהבנת גרפים. חשוב להסביר כי הגרפים מוצגים גרפים רציפים אך ציר ה- X הוא ציר של ימים ולכן יש משמעות רק לנקודות המוצגות בגרף. בין הנקודות אין משמעות לערכים בגרף. הסיבה לשימוש בגרפים רציפים כאן, (ולא בגרף עמודות המתאים לערכים הבדידים כמו כאן) היא כדי להדגיש את המגמה של התהליך בימי האירוע. זה מקובל בהצגה מדעית של נושא אך יש להבין את משמעות הגרף. שאלה 1 עוסקת במעבר בין ייצוג גרפי לטבלה וכרוכה בקריאה נכונה של הגרפים. שאלה 2 עוסקת בתיאור הגרף - חשוב לבחון שהתלמידים מבינים את משמעות תיאור גרף ולא מערבים פרשנות בתיאור הגרף (מדובר בעובדות). השאלות האחרות עוסקות בהבנה ופרשנות של המידע בגרפים.

1.

יום	ריכוז העשן (מ"ג/מ"ק)	ריכוז ה- SO_2 (ppm)	מספר מקרי מוות ליום
4	0.4	0.1	300
6	1.5	0.5	550
8	1.5	0.6	900
10	0.4	0.1	580

2. א. בשני הימים הראשונים של האירוע, חלה עליה משמעותי בריכוז העשן, ביום השלישי והרביעי הריכוז נשאר יציב, ובשני הימים האחרונים ריכוז העשן ירד וחזר להיות כקודם (לפני תחילת האירוע).

ב. בשני הימים הראשונים של האירוע חלה עליה ניכרת בריכוז הגופרית הדו-חמצנית. ביום הרביעי לאירוע ריכוזו מגיע לשיא. בשני הימים האחרונים חלה ירידה ניכרת בריכוזו שלו והוא חוזר למצב הרגיל.

ג. בשני הימים הראשונים של האירוע חלה עליה ניכרת במספר מקרי המוות. ביום הרביעי לאירוע מספר מקרי המוות מגיע לשיא. בשני הימים האחרונים חלה ירידה במספר מקרי המוות אך הוא נישאר גבוה יחסית לימים שלפני האירוע, כניראה בגלל השפעה מתמשכת של תחלואה.

3. ניתן להסיק כי שיש קשר בין ריכוז העשן, תחמוצות הגפרית ומספר מקרי המוות. ככל שריכוז העשן גדל וריכוז ה-SO₂ גדל, גם מספר מקרי המוות גדל. באופן דומה, עם הירידה בריכוז העשן וריכוזי SO₂, מספר מקרי המוות קטן אך החזרה למצב הקודם איטית יותר ויש השפעה ארוכת טווח על מקרי המוות גם אחרי שהאירוע הסתיים.

4. הסיבה היא כפי הנראה השפעה מתמשכת של התחלואה שאירעה במהלך האירוע ולכן המשך כמות מיקרי המוות הגבוהים.

5. סך מקרי המוות שאירעו בימים 4-10 של האירוע הינו כ- 4,000. זה מספר גבוה מאוד של אנשים, שאולי אפשר היה למנוע את מותם אילו הייתה מודעות לרמת הזיהום הגבוהה ומתן אזהרה לנשים בעלי סיכון גבוה להיפגע להימנע מיציאה החוצה.

משימה 3: פעילות קבוצתית - דיון



המשימה מתאימה מאוד לפעילות קבוצתית. רצוי להציע לכל קבוצה דובר שיציג את סיכום הדיון בקבוצתו או אף להרחיב את המשימה ולבקש מהתלמידים להכין מצגת מסכמת או כרזה מצומצמת לסיכום הדיון.

נקודות לדיון בקבוצות:

א. חשוב ללמוד על אירועים היסטוריים מסוג זה. קודם כל למידת אירועים אלו תורמת לאוריינות המדעית שלנו, שנית תהיה לנו מודעות לגבי זיהומי האוויר שיכולים לחול בסביבה ולהיזהר מהם. לפיכך חשוב במיוחד ללמד אוכלוסיות הרגישות לפגיעת זיהומים (זיהומי אוויר בפרט) כגון קשישים, תינוקות והסובלים ממחלות בדרכי הנשימה.

ב. אפשר למנוע אירועים אלו על ידי שמירה על איכות הסביבה והאוויר אותו אנחנו נושמים. אי אפשר להפסיק את התעשייה על מנת להקטין ריכוז החומרים המסוכנים באוויר, אבל כן אפשר לעביר את המפעלים לאזור תעשייתי, בו אין אנשים גרים. בנוסף, פיקוח רציף וניטור יעיל של כמויות המזהמים באוויר, בשילוב עם מערכת הסברה לציבור והקמת אמצעי טיפול ופינוי לאוכלוסייה ימנע פגיעה רחבה בה.

ג. יכול להתרחש אירוע כזה בארץ - למשל באזור מפרץ חיפה, שם יש ריכוז גבוה של מפעלים, היוצרים רמת זיהום גבוהה, והמפרץ חשוף לתנאי מזג אוויר היכולים להיות דומים לאלו שהתקיימו בלונדון בימי האירוע – אוויר חם מהים שנכלא ע"י אוויר קר בדיוק מעל המפעלים בימים מסוימים בעונת החורף. אם זאת, בארץ יש משטר רוחות שונה מאשר בלונדון ופחות סביר שיהיו כמה ימים ללא רוחות אשר יגרום למצב יציב לאור זמן. לכן יכול להתרחש אירוע כזה אך לזמן קצר בהרבה.

ד. דוגמאות לנקודות לברור:

היבטים כימיים: אילו תהליכים כימיים גרמו לצירוף החומרים המזהמים יחד? והאם נוכל למנוע צירוף זה בעתיד? בנוסף, האם ישנם תהליכים מסויימים שיועילו לפירוק מזהמים כאלה, במידה ויווצרו?

היבטים ביולוגיים: איך הזיהום הסביבתי משפיע על בריאות האנשים? אלו אמצעים ניתן לנקוט כדי לסתור את פעולות הרעלנים, לאחר שאלו כבר נשאפו לגוף?

היבטים פיסיקליים: איך נמנע זיהום באוויר, האם ניתן להשפיע עליו וכיצד ניתן לרתום זאת לטובתנו?

היבטים טכנולוגיים: איך פועלות מערכות סינון וניקוי לארובות הבתים והמפעלים? מערכות ניקור ובקרה על רמות מזהמים?

משימה 4: ניתוח מידע



המשימה מתמקדת בהבנת וניתוח קטע מידע קצר. המיומנות המודגשת היא השוואה - התופעות שהיו באירוע לונדון לבין תופעות של אירוע זיהום אוויר בארץ.

נקודות הדמיון בין שני האירועים נוגעת לקיום אירוע חמור של זיהום אוויר. בשני המקרים דובר על זיהום חלקיקי שאיים על בריאות התושבים באזור וכן מדובר בתקופת חורף, אשר מאופיינת בטמפרטורות נמוכות. הבדלים בין שני האירועים: א) בארץ מצוין זיהום חריג מחלקיקים ואין מידע לגבי זיהום מתחמוצות גפרית. באזור עתלית אין ריכוז מיפעלים גדולים ולכן לא סביר שיווצר מצב דומה כמו בלונדון. ב) החורף בארץ שונה מאשר בלונדון, אין טמפרטורות נמוכות וסביר שאין הצטברות גבוהה לאוויר קר על הקרקע לזמן ממושך אשר "כולא" בתוכו ריכוז גבוה של מזהמים ג) בארץ יש מודעות לנושא ופורסמה אזהרה לתושבים להימנע מלצאת החוצה ולנשום את האוויר המזוהם. בלונדון לא הייתה מודעות לזיהום והציבור לא הוזהר. ריכוז הזיהום לא הגיע לשיאו כך שיגרם מוות לאנשים ב) הטמפרטורה איננה נמוכה מספיק שתגרם לאיסוף המזהמים ביחד, דבר שעלול להיות מאוד מסוכן ג) ריכוז המזהמים משתנה מאזור לאחר ד) באירוע לונדון עיקר הזיהום הוא מהמפעלים, אילו באירוע הזה עיקר הזיהום נגרם על ידי שריפת יערות הכרמל.

משימה 5: ניתוח מידע



המשימה מתמקדת בניתוח מידע אשר מכיל נתונים רבים. כדי לתת משמעות לקריאת מידע כזה, מומלץ להתמקד בשאלה 1, בה יש הנחיות לתת כותרת לכל פסקה. זוהי אסטרטגיה מקובלת המאפשרת לתת משמעות לקטעי המידע כדי לתת משמעות ורציפות לכל הקטע.

1. פסקה 1 – הגדרה של חלקיקים

פסקה 2 – מקור החלקיקים

פסקה 3 – הקשר בין גודל החלקיקים לבין תכונותיהם

פסקה 4 – גודל החלקיק והשפעתו על המערכת הבריאותית

2. בעירה של דלק מחצבי ברכבים ובתחנות כוח; פעילות תעשייתית כמו כרייה ותהליכי בערה בתעשיות שונות;

הבערת עצ לחימום ובישול, הבערת צמחייה, סופות חול ממידבריות.

3. החלקיקים בקטנים הם המסוכנים לבריאות כי ניתן לנשום אותם והם מגיעים למערכת הנשימה. הבעיה העיקרית איתם היא לא רק נשימה שלהם, אלא כשהם מרחפים באוויר הם סופחים עליהם מולקולות של מזהמים שונים וכך נושמים לא רק חלקיקים אלא מזהמים שונים אשר חודרים כך לגוף ועוברים למערכת הדם ולתאים.

משימה 6: ניתוח מידע



שאלה 1 במשימה זו מתמקדת באירגון מידע מילולי מקטע ומתרשים בתוך טבלאות. זו גם אסטרטגיה חשובה בהבנה וניתוח מיד מקטע. שאלה 2 קשורה בחשיבה לוגית וסינתזה של מידע שניצבר עד כה בנושא איכות האוויר.

מקורות להיווצרות SO ₂ באוויר	דרכים לפיזור SO ₂ באוויר
- התכת מתכות - זיקוק נפט - שריפת דלק פוסילי המכיל גפרית - חמצון של מימן גופרי גזי, הנוצר מפירוק טבעי של חומר אורגני, בהרי געש ובתעשייה	בליעה באוקינוס ועל ידי צמחים

1.

מקורות להיווצרות SO ₃ באוויר	דרכים לפיזור SO ₃ באוויר
חמצון של SO₂	- תגובה עם אמוניה ויצירת ארוסולים של מלחי גופרה - תגובה עם מים ויצירת ארוסולים של חומצה גפרתית

2. SO₂ הנוצר כתוצאה ממעשי האדם נוצר באיזורים צפופי אוכלוסיה ובגובה נמוך יחסית, דבר הגורם לסיכון רב יותר לאדם. כמו כן, באזורי תעשייה נוצרים מזהמים נוספים, אשר ביחד עם SO₂ מעלים את השפעתו המסוכנת.

משימה 7: חשיבה יצירתית



דוגמה לחמשיר:

הגפרית הדו-חמצנית היא ממש "אסונית"
 לקשיי נשימה היא גורמת
 ואת האוויר מזהמת
 בלי בושה ובלי כל רצון
 באוויר נמצא אותה המון

משימה 8: ניתוח מידע – טבלה



המשימה כוללת ניתוח של שתי טבלאות. הראשונה פשוטה יותר (שתי עמודות) והשנייה מורכבת ומכילה מידע רב. ניתוח הטבלאות כולל הבנת אירגון המידע בתוכן, יישום ידע קודם בנושא, העלאת השערות, הבעת דעה.

1. א. הדלק שיגרום לזיהום החמור ביותר של SO_2 הוא מזוט כבד. הוא מכיל את אחוז הגפרית גבוה ביותר.
ב. כמעט ולא. תכולת הגפרית בדלק למכוניות קטנה יחסית, אם כי קיימת. שריפת דלק במכוניות יוצרת זיהום של תחמוצות חנקן וחלקיקים ורק מעט מאוד תחמוצות גפרית.
2. א. פחם ומזוט
ב. הטבלה מתצייחסת לנתוני פליטת תחמוצות גפרית בארץ בלבד.
ג. ניתן לראות כי עם התקדמות השנים בעשור האחרון, פליטת המזהמים המיוחסת לגז טבעי הלכה ועלתה בכל שנה, מה שמעיד על כך שהשימוש בגז טבעי הולך וגובר. במקביל פליטת התחמוצות ממזוט ופחם יורדת.
ד. ניכרת מגמת ירידה בפליטת תחמוצות גפרית ממזוט ופחם.
ה. השערות לסיבות יכולות להיות: ירידה בשימוש בדלקים אלו בתחנות כוח וכן מעבר לשימוש בפחם דל-גפרית.
ו. אם יש פחות גפרית בדלק, יוצרו בזמן שריפתו פחות תחמוצות גפרית וזה בא לידי ביטוי במגמת הירידה בפליטת תחמוצות גפרית השנתיות משריפת דלקים אלו.
ז. ההסבר לכך הוא שמידת השימוש בפחם גבוהה בארץ ולכן הכמויות של פחם ששורפים בתחנות כוח גדולה מאשר שריפת מזוט (יש יותר תחנות כוח הפועלות על פחם מאשר על מזוט).
ח. לפי הטבלה יש פליטה נמוכה יחסית של תחמוצות גפרית מכלי רכב וזה תואם את המידע בטבלה שבשאלה הקודמת.
ט. בשורה של המידע לגבי בנזין. סביר שהסיבה לכך היא העלייה במספר כלי הרכב על הכבישים, הנובעת מעלייה ברמת החיים. כמו כן, המעבר של אנשים רבים למגורים מחוץ לעיר גורמת להם להגיע בכלי רכב לתוך העיר לצורך עבודה ובילוי. זה בהחלט בעייתי ולכן רצוי לעודד את השימוש בכלי רכב ציבוריים, אשר מצד אחד הופכים ליותר "ירוקים" ומצד שני יכולים להסיע כמות רבה של אנשים ובכך להוריד את כמות כלי הרכב בכבישים בעיקר בתוך ערים. כמו כן חשוב לעודד מעבר למכוניות חשמליות שלא מזהמות.

משימה 9: ניתוח מידע – גרף



במשימה זו יש ניתוח של שני גרפים. בשאלה 1 הגרף הוא רציף ובשאלה 2 גרף עמודות. כדאי להתייחס למשמעות של גרף 2, בו ציר ה-Y מתייחס לשיעור בפליטת תחמוצות הגופרית: פליטה בשנת 2005 פחות הפליטה בשנת 2000 ולא לערכים מוחלטים של הפליטה. לכן, יש אפשרות לערכים חיוביים, שמשמעותם עלייה בפליטת תחמוצות הגופרית, ולערכים שליליים, שמשמעותם ירידה בפליטת תחמוצות הגופרית בשנת 2005 לעומת שנת 2000. בשני הגרפים יש התמקדות במיומנויות הכרפיות הבאות: איתור מידע מהגרף, הבנת עקומת הגרף ומשמעותה, השוואה בין נתונים או למידע קודם.

1. א.

I. כמות תחמוצות הגופרית שניפלטה בארץ בשנת 2001 הייתה 245 אלף טון.

II. כמות תחמוצות הגופרית שניפלטה בארץ בשנת 2005 הייתה 195 אלף טון.

ב. המגמה בגרף היא שעם השנים, כמות תחמוצות הגופרית הנפלטת בארץ משריפת דלק הולכת וקטנה.

ג. לפי הטבלה במשימה 8, שאלה 2, ערכי הפליטות של תחמוצות גפרית בכל שנה הולך ויורד וזה מתאים למגמה המוצגת בגרף בשאלה זו.

2. א. אירלנד היא המדינה שהורידה את רמת פליטת תחמוצות הגופרית במידה הרבה ביותר. ניתן לראות כי אחוז השינוי הגדול בגרף מיוחס לה (-50).

ב. רוב המדינות הורידו את רמת פליטת תחמוצות הגופרית, חוץ משתי מדינות: יוון ואוסטרליה. לכן אפשר להגיד שבאופן כללי רמת פליטת תחמוצות הגופרית בעולם קטנה.

ג. מצבה של ישראל ביחס למגמה זו הינו טוב מאוד, כאשר היא נמצאת במקום הרביעי מבין 12 מדינות, שהורידו את רמת פליטת תחמוצות הגופרית.

ד. הנתונים בסעיף זה תואמים את הנתונים שיש בגרף של סעיף 1. ניתן לראות מהגרף של סעיף 1 כי יש מגמת ירידה ניכרת בפליטת תחמוצות הגופרית משריפת הדלק לאורך השנים, ובגרף שיש בסעיף זה רואים שישראל השיגה רמת ירידה ניכרת בפליטת תחמוצות הגופרית גם ביחס למדינות אחרות.

ה. יוון ואוסטרליה הן המדינות היחידות שלא השיגו ירידה בפליטת תחמוצות הגופרית, אלא דווקא מפגינות עלייה ברמת הפליטה. יכול להיות שהתעשייה אצלם הולכת וצומחת כך שצריכת הדלק הולכת וגדלה, ויכול להיות כי אין להם מקור שיספק כמות מספקת של גז טבעי שעשוי להוריד רת כמוצ פליטת תחמוצות הגופרית משריפת דלקים.



משימה 10: חשיבה ביקורתית – ניתוח פרסומת

המשימה ממוקדת בחשיבה ביקורתית על פרסומת של חברת בזן. יש להניח כי יהיו דעות שונות בקרב התלמידים לגבי הפירסומת וחשוב להדגיש כי הם נדרשים לנמק את דעתם על סמך נתונים ועובדות ולהשתמש במונחים ושפה מדעית (ולא רק ריגשית).

א. המסר הוא שחברת בתי זיקוק נפט בע"מ (בזן) היא חברה אשר איכות הסביבה חשובה לה ביותר, אפילו שבמסגרת פעולתה השוטפת היא אמונה על ייצור חומרים מזהמים כבדים כגון תזיקי נפט ודלקים וגם תהליך הייצור גורם לזיהומים לא מעטים. עם זאת, היא עושה זאת תחת תקנים מחמירים בהקשר לשמירה על איכות הסביבה ועומדת בהם.

ב. כחברה שעיקר עיסוקה הוא ייצור חומרים מזהמים, הדגשת פעולותיה למען הסביבה אמורה לעמוד בניגוד לדימוי שנוצר לחברה כמזהמת סביבתית כבדה באזור מיפרץ חיפה, ולהשפיע לטובה על הדימוי הציבורי של החברה. יש לה דימוי ציבורי כמיפעל שגורם לנזק סביבתי ובעל עבר של אירועים הקשורים בתקלות חוזרות ונשנות של פליטת מזהמים לאוויר ושל שפיכת כמויות גדולות של מזהמים למי הקישון.

ג. כאן יכולות להיות דעות שונות כגון:

תלמיד שהשתכנע מהפירסומת שהחברה אכן משקיעה רבות למען איכות הסביבה ואף מפרסמת טלפון לדיווחים על מיפגעי ריח וזיהום אוויר. בסך הכל מוצרי החברה חשובים ביותר לקיום המשק ועם זאת היא מנסה להתחשב באיכות הסביבה ולעשות את המירב.

תלמיד אחר יכול לטעון שלא השתכנע מכך, כי מדובר בחברה שצריכה להרוויח וזו עיקר מטרתה. היא מפרסמת שהיא עושה למען הסביבה כי היא מחויבת לעשות זאת, אך לא נראה שזה באמת חשוב לה. [זהו טיעון בעייתי כי לא ממש מסתמך על מידע מוצק אלא יותר ריגשי].



משימה 11: ניתוח מידע

משימה המשלבת ניתוח מידע מקטע עם איתור מידע מהאינטרנט וארגון המידע בטבלה.

א. דלק דל-גפרית יקר יותר מדלק המכיל גפרית בריכוז גבוה יותר, ולפיכך חיוב המפעלים לעבור לשימוש קבוע בדלק זה היה מייקר את התפעול השוטף שלהם ופוגע ברווחים שלהם ובמקביל גורר העלאת מחירים של הדלק לצרכן ושל מוצרים רבים הקשורים בשריפת דלק כחלק מתהליך הייצור. בנוסף, למפעלים עצמם היו מאגרים של דלק "רגיל" אשר כבר שולם, וחיוב המפעלים לעבור באופן מיידי לשימוש בדלק דל-גפרית היה מאלץ אותם לזרוק כמויות גדולות של דלק "רגיל", מה שהיה פוגע במפעלים מבחינה כלכלית וייתכן שאף בסביבה.

ב. כנראה שמדובר בתנאים הדומים לאלו שהיו באירוע לונדון – תנאי מזג אוויר המונעים פיזור של זיהום האוויר וגורמים להצטברות מסוכנת שלו (במצב של אינברסיה למשל). במקרים כאלה, המשך שריפת דלקים עשירים בגפרית יביא לייצור מואץ של תחמוצות גפרית, מה שיכול לגרום לפגיעה משמעותית בבריאות כל התושבים המתגוררים באזור.

2. בערים צפופות כמו ת"א וחיפה יש גם ריכוז גבוה של כלי רכב כבדים המשתמשים בסולר, מה שאומר פליטה מוגברת של תחמוצות גפרית באזור צפוף יחסית וכתוצאה, מפגע בריאותי מסוכן מאד. על-מנת להפחית את הסיכון וההשפעה המזיקה של פליטת תחמוצות גפרית מכלי רכב כבדים באזורים אלו, יש חשיבות מרובה לתקנות המחייבות את תחנות הדלק להשתמש בדלקים דלי-גפרית, מה שיגרום להפחתה בריכוז תחמוצות הגפרית הכולל בסביבה.

3. **הערה:** משרד התשתיות הלאומיות של ישראל נקרא עכשו משרד האנרגיה והמים (הוחלף לאחרונה כולל גם אתר המישרד). ניתן למצוא מידע על האתגרים במעבר לדלקים משופרים בכניסה ללשונית "תחומי פעילות ובתוכה להיכנס ל- "דלק" ול- "דלק ואיכות הסביבה" [לקישור לחץ כאן](#).

מבנה ונושאי הפרק:

ההתחממות העולמית ותחמוצות פחמן

מתוך: "איכות האוויר סביבנו", הרשקוביץ, א. ודורי, י. מהדורה מעודכנת ומורחבת 2012

מבנה כללי ותת-נושאים שמרכיבים את הפרק :



תופעת ההתחממות העולמית

השמש שולחת אנרגיה מסוגים שונים אל כדור הארץ



חלק מאנרגיה זו נקלטת בקרקע ובאטמוספירה ע"מ לחמם את כדה"א וחלק נפלט לחלל



גזי החממה "בולעים" חלק מאנרגיית השמש כך שלא מתפזרת לחלל



עלייה בריכוזם של גזי החממה בעיקר כתוצאה מפעילות אנושית

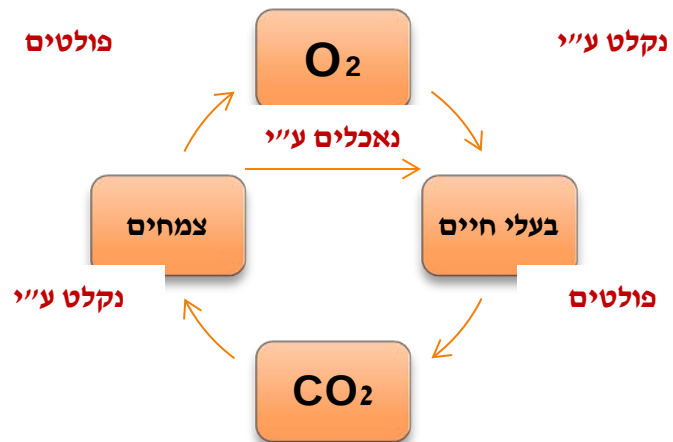


הגברה של "אפקט החממה" והפרת מאזן האנרגיה בכדה"א

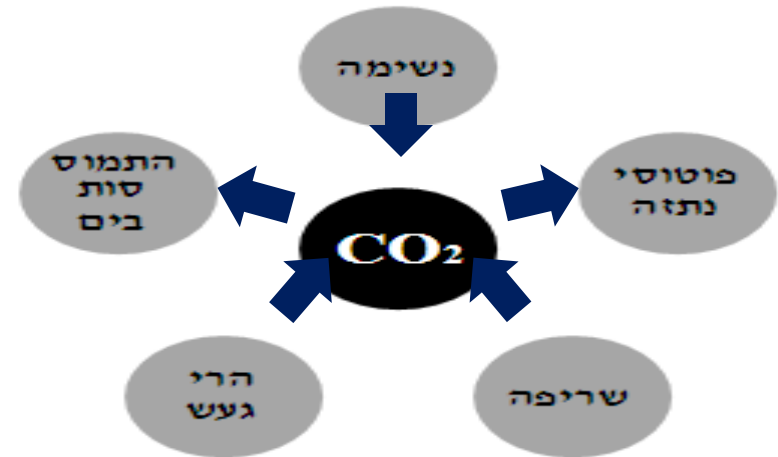


עליית הטמפרטורה באטמוספירה וכתוצאה בכדה"א – התחממות עולמית

התלות בין בעלי החיים לצמחים

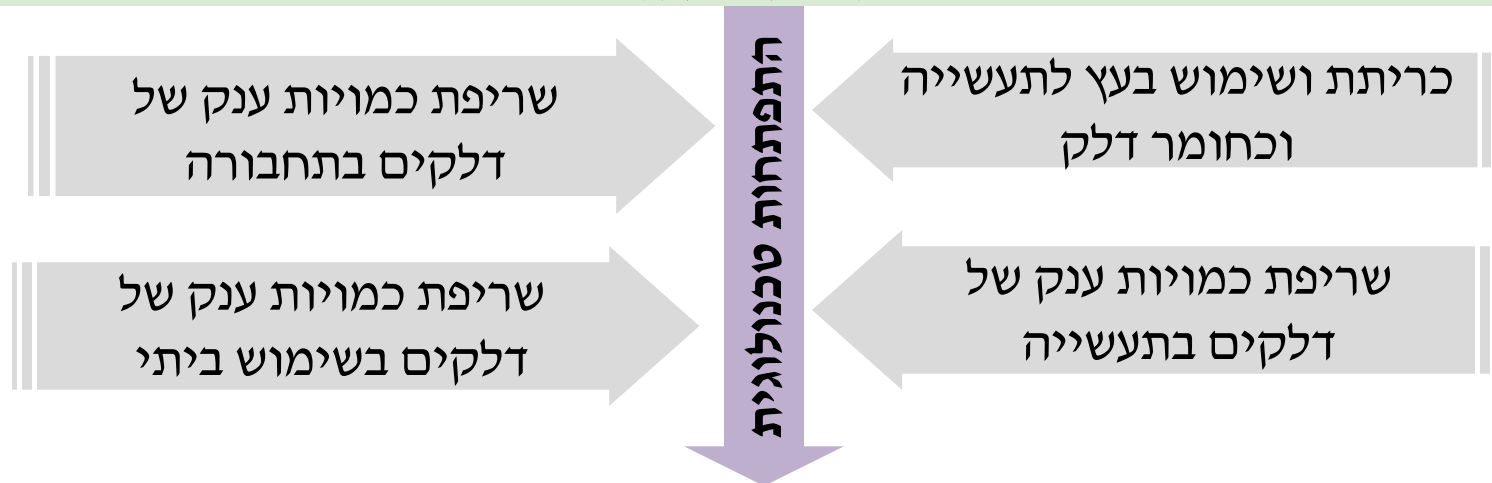


מחזור הפחמן בטבע



סיבות ומגמות לעליית ריכוז ה- CO₂ בעולם:

חמישה תהליכים שומרים על איזון בטבע ועל ריכוז קבוע יחסית של פחמן דו חמצני באטמוספירה



הפרת האיזון בטבע - ריכוז פחמן דו חמצני עולה

וגזי חממה אחרים גורמים לתופעת ההתחממות העולמית
CO₂

יצירת הפחמן החד חמצני

באופן טבעי

חמצון טבעי של מתאן

ע"י צמחים



מפעילות אנושית

שריפה

בתנאים של מחסור בחמצן

בתנאים של עודף חמצן

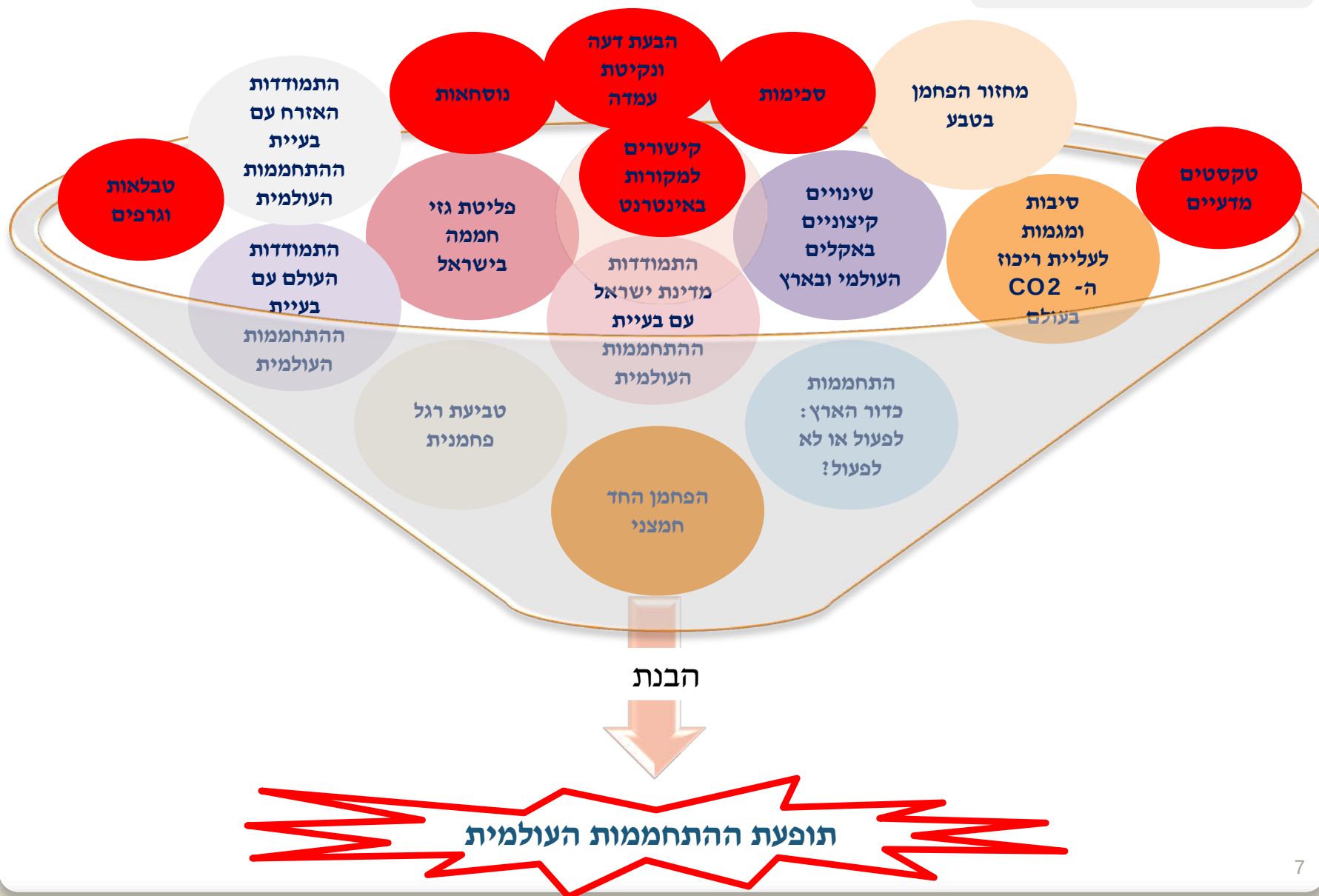
שריפה לא שלמה

שריפה שלמה

פחמן חד-חמצני ומים

פחמן דו-חמצני ומים

סיכום הפרק





משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - משימות נוספות לפרק: ההתחממות העולמית

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה.
שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012

מיקבץ שאלות נוספות לסיכום ולחזרה

שאלה 1

- מקובלת כיום הסברה כי ההתפתחות הטכנולוגית והתעשייתית בעולם גרמה לשינוי באטמוספירה בה אנו חיים. שינוי זה גורם לתופעת ההתחממות העולמית.
- א. מהו השינוי אשר חל באטמוספירה?
- ב. הסבירו את הקשר בין שינוי זה לבין תופעת ההתחממות העולמית.

שאלה 2

- קיימים בעולם חמישה תהליכים צורכי ופולטי פחמן דו-חמצני. תהליכים אלו מווסתים את כמות הפחמן הדו-חמצני בטבע ושומרים על האיזון הטבעי. נשימה תאית ופוטוסינתזה הינן שניים מתהליכים אלה.
- א. איך משפיע כל אחד מתהליכים אלה, על האיזון הטבעי של הפחמן דו-חמצני?
- ב. השלימו את התגובות הבאות באמצעות מילים מתאימות:

נשימה



פוטוסינתזה:



שאלה 3

"כריתת יערות באזורים הטרופיים, בקנדה ובסיביר, הוא אחד התהליכים המוגדרים כ"מפירי איזון אקולוגי" בעלי השפעה רבה. האדם כורת את עצי היער כדי להשתמש בעץ כמשאב להסקה, לבנייה, לתעשיית הרהיטים והנייר, או לשם פינוי שטחים כדי ליישב בהם אנשים או כדי לנצלם לשימושים חקלאיים".

- א. הסבירו את הנזק הנגרם לטבע כתוצאה מתהליך כריתת העצים. התייחסו גם לקשר לתופעת ההתחממות העולמית.
- ב. למרות היתרונות לאדם בשימוש בעצי היער הכרותים, הסבירו את הנזק הצפוי לאדם כתוצאה מתהליך כריתת העצים.

שאלה 4

בטבלה הבאה מוצגים נתונים של פליטת פחמן דו-חמצני במספר מדינות בשנת 2009 (ביחידות של טון לראש)¹

מצרים	ארגנטינה	סין	איטליה	ישראל	גרמניה	יפן	רוסיה	ע. הסעודית	קנדה
2.4	4.12	4.57	7.83	9.19	9.71	9.68	11.27	14.79	17.37

בהתייחס לנתונים המוצגים בטבלה:

- א. האם ניתן להתייחס לישראל כמדינה מתפתחת מבחינת פליטת CO₂ לנפש? נמקו.
- ב. האם ניתן לקבוע כי ישראל מפותחת כלכלית יותר מאיטליה? נמקו.
- ג. האם ניתן לקבוע כי סך כמות פליטת CO₂ בישראל (ברמת מדינה) היא גדולה יותר מזו אשר בסין? נמקו.

שאלה 5

בהתייחס לטבלה הבאה אשר מציגה נתונים של אחוזי ייצור החשמל בפחם ובגז טבעי במדינת ישראל משנת 2003 ועד 2010*:

שנה:	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
פחם %	79	78	75	71	70	65	64	61
גז טבעי %	0	9	12	18	20	26	33	73

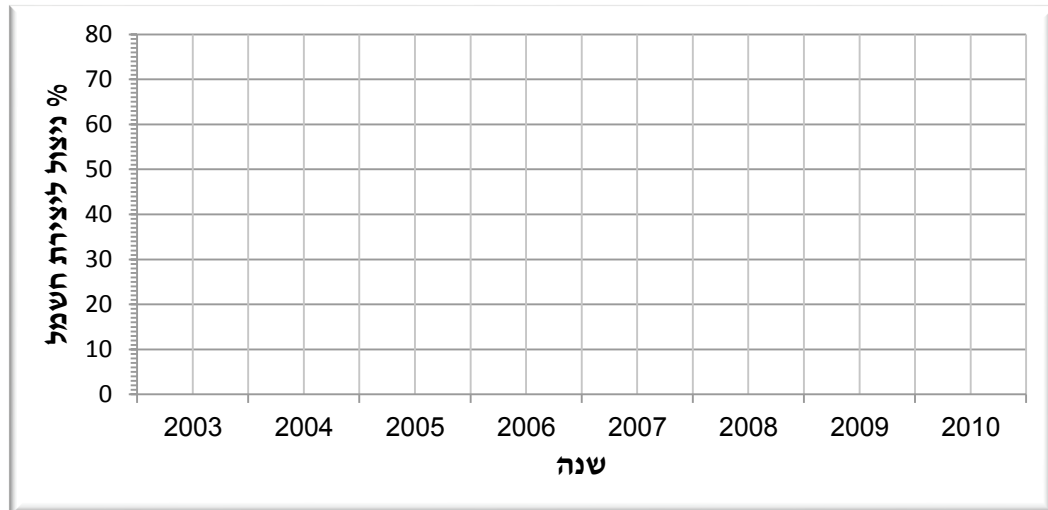
* השאר מיוצר במזוט ובסולר

1. א. מהי המגמה בניצול פחם לייצור חשמל משנת 2003 ועד 2010?
ב. מהי המגמה בניצול גז טבעי לייצור חשמל משנת 2003 ועד 2010?
2. א. מהי הסיבה למגמות האלו של השימוש בפחם וגז טבעי לייצור חשמל?

¹ http://www.carbonplanet.com/country_emissions

ב. האם ואם כן כיצד שינוי זה משפיע על תופעת ההתחממות העולמית?

3. שרטטו שני גרפים - האחד גרף המתאר את נתוני השימוש בגז הטבעי והשני בפחם. חישבו איזה סוג גרף תיבחרו לשרטט.



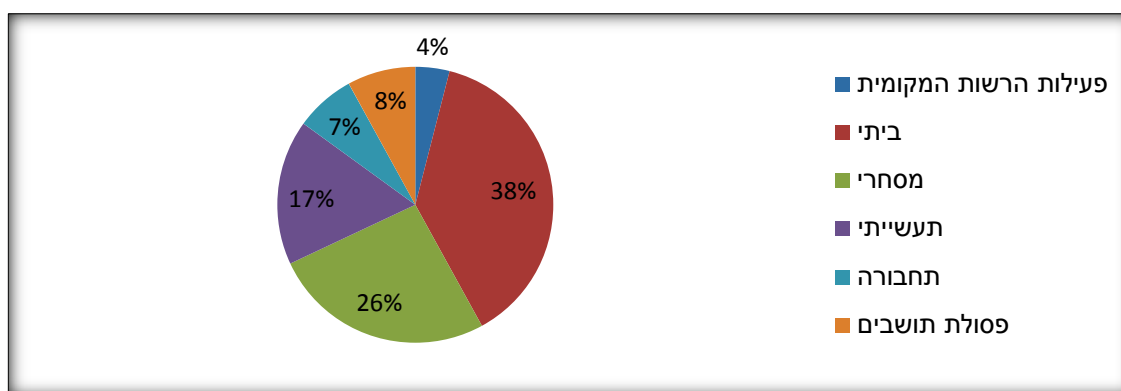
4. חברת החשמל לישראל עושה מאמצים רבים לשמור על הסביבה הן ע"י הגדלת השימוש בגז טבעי על חשבון השימוש בפחם, והן ע"י עידוד החיסכון בחשמל. הציעו שינוי בפעולה שאתם מבצעים מידי יום ביומו, שינוי שיביא לחיסכון כלכלי עבור הוריהם, ישרת את מגמת החיסכון של חברת החשמל, ויתרום לשמירת הסביבה. הסבירו כיצד כיצד שינוי זה יתרום.

אתגר גלובלי – הזדמנות מקומית

אחד האיומים המדאיגים ביותר הניצבים בפני האנושות כיום הנו משבר האקלים והתחממות הגלובלי¹. תופעות אלו הן תוצאה ישירה של מעשה ידי האדם ומקורם בעלייה ברמת החיים בעשורים האחרונים וההתפתחויות הטכנולוגיות והתעשייתיות. מדינות העולם התאחדו לפעולה סביב מטרה משותפת זו וחתמו על אמנות והסכמים מחייבים להפחתה משמעותית בפליטות גזי חממה משטחן. במישור המקומי, לנקיטת צעדים להפחתת פליטות גזי חממה תועלות רבות החורגות מההשלכות הגלובליות של אפקט החממה. צעדים להפחתת פליטות גזי החממה צפויים להביא להפחתה במזהמים נוספים הפוגעים באיכות הסביבה ובבריאות הציבור ולהבטיח תכנון מושכל ובר קיימא אשר בצידו חיסכון כלכלי משמעותי. יתרה מכך, ברור לכל כי עיקר הפליטות של גזי החממה ומזהמי האוויר, מקורם בפעילות המתרחשת ברמה המקומית ומכאן החשיבות של פעילות של השלטון המקומי לשינויים. מקורות הפליטה המשמעותיים של גזי חממה ברשויות מקומיות, הן: תחבורה, צריכה וייצור אנרגיה, איסוף וטיפול בפסולת. לרשות המקומית תפקיד מפתח בהובלת תהליכים של צמצום פליטות בהיותה גורם בעל אחריות ציבורית שפעילותיו מהוות דוגמא אישית עבור התושבים והציבור בכללותו. לאור זאת, מרכז השלטון המקומי הציב כיעד מרכזי לשנים 2010-2011 את נושא ההתייעלות בצריכת משאבים בכלל והתייעלות בצריכת החשמל והאנרגיה בפרט ברשויות המקומיות.

מבוסס על: "תג הסביבה" - תכנית להתייעלות סביבתית וחסכון במשאבים ברשויות המקומיות, דצמבר 2010
http://www.kayamut.org.il/sites/default/files/hatocnit_final.pdf

1. מדוע יש חשיבות מרובה לפעילות להקטנת פליטות גזי חממה דווקא בקרב רשויות מקומיות?
2. מקורות הפליטה המשמעותיים של גזי חממה ברשויות מקומיות, הן: תחבורה, צריכה וייצור אנרגיה, איסוף וטיפול בפסולת.
 - א. הסבירו כיצד כל אחד ממקורות אילו גורם לפליטת גזי חממה.
 - ב. כיצד יכולות הרשויות להקטין את פליטת גזי החממה במקורות אילו?
3. לפניכם גרף המתאר את התפלגות הפליטות של עיר בת כ- 200 אלף תושבים במרכז הארץ:



- א. מהו חלקה של פעילות הרשות המקומית בסך כל הפליטות של העיר?
- ב. מהם שני המקורות העיקריים בעיר הגורמים למירב פליטת גזי חממה בעיר?
- ג. כיצד יכולה ההרשות המקומית להקטין את הפליטות של שני המקורות שציינתם בסעיף ב?

4. נסחו שתי שאלות אותן תירצו לשאול את ראש העיר שאתם גרים בה בנושא הנידון.



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - תשובות לשאלות לפרק: התחממות עולמית

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאכסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012



המשימה ממוקדת בניתוח והבנת המידע בקטע הפתיחה של הפרק. בקטע מוצג הרעיון המדעי של שיווי-משקל דינמי השומר על איזון טיבעי של אנרגיה על פני כדור הארץ והשפעת האדם על איזון זה. רעיון מדעי זה לא פשוט להבנה ולכן מומלץ להתעמק בשאלות המשימה.

בשאלה 1 - חיבור שאלות, מומלץ לרשום את שאלות התלמידים בלוח. מומלץ בשלב זה להתמקד בשאלות שמעוררות דיון ומחשבה בעקבות קריאת הקטע ואשר אין להן תשובות בקטע. כדאי לכוון את התלמידים לכך, שרצוי ששאלות אלו יהיו מורכבות והמידע עליהם אכן יתרום להבנה ולהרחבה נוספת של האירוע. אם עולות שאלות טכניות או נקודתיות כדאי להסביר כי אלו שאלות שוליות שלא תורמות בהרבה להעמקת האירוע. אין צורך לענות על כל השאלות שעולות ולהסביר כי חשוב להעלות שאלות ולדעת היכן למצוא את התשובה או לאיזה מומחה מתאים לפנות.

1. א. דוגמה לשאלה שהתשובה נימצאת בקטע:

מהו אפקט החממה?

דוגמאות לשאלות שהתשובה אינה בקטע:

אילו סוגי קרינה מגיעים מהשמש?

מדוע יש גזים אשר "בולעים" חלק מקרינת השמש ואחרים שלא?

ב. ניתן למצוא תשובות לשאלות במאגרי מידע או שניתן לפנות למומחים באתר "בשער ברשת".

2. א. מאזן האנרגיה על פני כדה"א נמצא בשיווי משקל דינמי. **שיווי משקל דינמי הינו**: שיווי משקל בו המאזן בין אנרגיית השמש הנקלטת בקרקע ובאטמוספירה לבין זו הנפלטת לחלל נותר קבוע. כלומר, כל הזמן ניקלטת אנרגיה ומוחזרת אנרגיה (דינמיות) אך המאזן נישאר קבוע.

ב. גזי החממה "קולטים" את הקרינה החוזרת מכדור הארץ. אם ריכוזם עולה מעבר לריכוז השומר על מאזן האנרגיה, כמות גדולה של אנרגיה "ניבלעת" ולא מוחזרת לחלל מכיוון שהגזים נמצאים באטמוספירה של כדור הארץ.

3. עלייה בריכוז של CO_2 , בעיקר כתוצאה מפעילות אנושית, גורמת לזה שהוא "קולט" את הקרינה הנפלטת מכדור הארץ ובכך מונע מאנרגיית השמש הנקלטת על פני כדה"א לחזור חזרה לחלל. עודף אנרגיה זה גורם לעליה בטמפרטורת כדור הארץ.

4. התחממות כדור הארץ עלולה לשנות את האקלים הקיים, לגרום לאירועי מזג אוויר קיצוניים (בצורות ויובש באזורים מסוימים ושיטפונות באזורים אחרים) וכן לגרום להמסת קרחונים בקטבים, דבר שעלול להציף אזורים.

5. בעקבות ביצוע הניסוי:

א. הפלסטיק מייצג את גזי החממה.

ב. חיסרון הדגם הוא בהשוואה של גזי חממה לכיסוי הפלסטיק אשר מתפקד בצורה שונה מגזי החממה. חשוב להדגיש כי אפקט החממה הוא תנאי חשוב ביותר לקיום החיים על פני כדור הארץ. בהיעדר תופעה זו הייתה הטמפרטורה על פני כדור הארץ צונחת למידת הקיפאון. הבעיה היא התעצמות האפקט הגורמת להתחממות העולמית. את ההתעצמות הזו הדגם לא ממחיש.

ג. יתרונות הדגם הוא בפשטותו וקבלת תוצאות מידיות של שינויי טמפרטורה בין שני צידי כיסוי הפלסטיק.

ד. ההבדל בטמפרטורות נעוץ בעובדה הפיסיקלית הבאה: אור יכול לחדור ללא קושי דרך זכוכית, האור פוגע באדמה וחלקו נהפך לחום. זכוכית מהווה מבודד טוב למעבר חום, דבר המביא להצטברות של חום בחממה ולעלייה בטמפרטורה השוררת בתוכה.

6. מצד אחד, העובדה שכל העולם חשוף לסכנת ההתחממות העולמית יכולה לגרום לשיתוף מאמצים להתמודדות עם הבעיה. מצד שני, הצורך בשיתוף מדינות רבות יוצר קשיים מכיוון שחלק מהמדינות מתנגדות לחלוקה זהה של הנטל בהתמודדות עם הבעיה אם מכיוון שחלקן בהיווצרותה קטן או אם אין להן משאבים לכך.

משימה 2: חקר אירוע



המשימה מתצייחת לאירוע אשר הוא מורכב יחסית וכולל מידע רב. המשימה משלבת מספר מיומנויות: הבחנה בין עובדות והשערות כבסיס להבנת הקטע, קריאה דוח מהאינטרנט וניתוח כולל הבעת דיעה והתייחסות ביקורתית למדענים המתנגדים לקשר בין השפעת האדם (עליית ריכוז גזי חממה) ובין ההתחממות העולמית.

1. דוגמאות לעובדות:

- ב- 50 השנים האחרונות חלו שינויים באקלים במיזרח התיכון.
- מספר אסונות הטבע גדלו פי ארבעה בשני העשורים האחרונים.

דוגמאות להשערות:

- עליית הטמפרטורה הממוצעת גרמה לגידול באירועים אקלימיים קיצוניים.
- אם תימשך המגמה של פליטת גזי חממה לאוויר יגברו מאד במהלך המאה הנוכחית אירועי גשם קיצוניים לצד שנות בצורת קשות.

2. בהתבסס על הדו"ח לוועדת הכנסת משנת 2007 (קישור):

א. להתחממות העולמית השפעה רבה על תחומים עולמיים רבים. **בתחום המים** צפויה ירידה בזמינות המים לשיטת מתושבי כדור הארץ עקב הפשרה חלקית של קרחונים והמסת שלגים בחלק מרכסי ההרים. אמנם בתחילה הפשרת שלגים למשל תביא לעלייה בכמות המים אך יש לזכור שמאגר המים המתוקים הגדול ביותר הינו בקרחונים. הידלדלותם תביא בסופו של דבר לירידה בזמינותם של מים באזורים רבים. הידלדלות זו תביא לריבוי אזורים מוכי בצורת יחד עם ריבוי בשיטפונות באזורים אחרים. **בתחום המזון** הדבר יביא לפגיעה בגידולים החקלאיים באזורים הנמוכים עקב שיטפונות ובמקומות אחרים עקב בצורות. עקב הפשרת

הקרחונים יעלו פני המים בים ותחול נסיגה משמעותית בקו החוף. הדבר יכול להביא להצפות, להיעלמותם של ישובים אל מתחת לפני הים ולפגיעה קשה במיליונים של בני אדם. בנוסף לכך תתרחש פגיעה קשה באוכלוסיית האלמוגים? (תופעת "הלבנת אלמוגים") עקב עליית ריכוזו של הפחמן הדו חמצני במים ועליית חומציות המים כתוצאה מכך. בתחום הבריאות תהיה להתחממות העולמית השפעה באזורים מוכי שיטפונות ובצורות. מחלות, מגפות באזורים אלו הינן תוצאה ברורה. בתחום הסביבתי שינוי במעל 2.5°C יביא להכחדה של כ- 20% עד 30% מהצמחים ומבעלי החיים.

ב. השפעת ההתחממות העולמית על מדינת ישראל. החוקרים אינם תמימי דעים בקשר להשלכות הצפויות מעליית הטמפרטורה הממוצעת על פני כדה"א. ישנם הטוענים שעד 2100 צפויה טמפרטורה זו לעלות במעט עד שתי מעלות ואחרים פסימיים יותר מצביעים על עלייה של עד חמש מעלות. כמובן שהתוצאות תהיינה דרמטיות יותר עם עליית הטמפרטורה הממוצעת. בתחום המים לא ברור בכמה יעלה מפלס המים בים, אך ברור שיש סכנה לערי החוף עקב נסיגה אפשרית של קו החוף, וקיים חשש להמלחת אקוויפר החוף עקב עליית פני המים. תחול עלייה במספר אירועי האקלים הקיצוניים, יותר ימי יובש ולצידם יותר גשמים סוערים לזמן קצר, דבר המקשה על אגירתם. גם בחקלאות התמונה מעורבת. עליית ריכוזו של הפחמן הדו חמצני יכולה להביא להתרבות מקבילה בעולם הצומח ולהגדלת יבולים, אך הפגיעה במשק המים הזמין לחקלאות תביא לירידה בתוצרת החקלאית. ישראל נמצאת על סף המדבר וירידה צפויה במשקעים יכולה להוסיף למידבור חלקים בארץ ישראל. בתחום הבריאות קיים חשש שעקב העלייה במספר הימים בעלי עומס חום גבוה, יש סכנה לתמותה רבה יותר של בני אדם מקרב האוכלוסיות הרגישות. גם בתחום התיירותי קיים חשש לפגיעה באזורים ייחודיים כמו אילת עקב עליית מפלס המים ובאזורים אחרים עקב השינויים באקולוגיה הימית והיבשתית.

ג. כאזרחים חובתנו להשפיע על הקטנת הנזקים המוזכרים בדרכים שונות: 1. ברמת הפרט נדאג לחשוב ירוק ולצמצם עד כמה שאפשר את פליטת תחמוצות הפחמן הקשורות להתנהגויות יום יומיות שלנו; 2. נידאג להפצת חשיבות הנושא בכל מקום ובמיוחד במערכות החינוך אשר מעצבות את האזרח העתידי; 3. לציית להוראות ולהמלצות הגופים העוסקים בתחום זה.

3. בסרטון הנמצא [בקישור](#) מסביר הפיסיקאי פרופסור ניר שביבכי תרומתם של גזי החממה להתחממות העולמית קטנה בהרבה מהניטען ונובעת בעיקרה מפעילות שמקורה בשמש. לכן הצמצום בפליטת גזי החממה ישפיע במידה קטנה ביותר על הקטנת התחממות כדה"א. קשה לחוות דעה בעניין זה מאחר שלא ניתן כל הסבר נוסף למהותה של פעילות שמשית זו. מקום מסוים לספק בהחלט ישנו, אם כי קטן. ברור שבכדי להשתכנע יותר יש לקבל נתונים יותר מפורטים בעניין פעילות השמש.

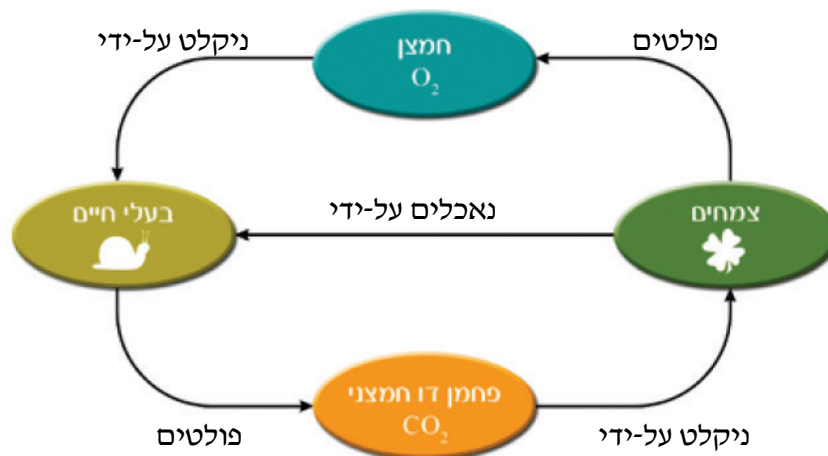
משימה 3: ניתוח מידע

המשימה ממוקדת בהבנת קטעי המידע בנושא מחזור הפחמן בטבע באמצעות ייצוגים סכמתיים שונים.

1. בחלק מהתהליכים המווסתים את כמות ה- CO_2 בטבע נקלט פחמן דו חמצני ובחלקם הוא נפלט. השלמת משפטים:

- ♦ בתהליך הפוטוסינתזה נקלט פחמן דו חמצני ע"י צמחים ירוקים.
- ♦ בתהליך הנשימה התאית נפלט פחמן דו חמצני ע"י בעלי החיים.
- ♦ בתהליכים גיאוכימיים נפלט פחמן דו חמצני ע"י התפרצות הרי געש ושחיקת סלעים.
- ♦ בתהליך התמוססות נקלט פחמן דו חמצני ע"י מי ים.
- ♦ בתהליך שריפת דלק פוסילי נפלט פחמן דו חמצני ע"י האדם.

2. השלמת הסכמה המתארת את התלות בין בעלי החיים והצמחים:



3. א. חדר סגור בו נמצאים בני אדם. בחדר אין צמחים - ריכוז CO_2 יעלה. היות ובני אדם ימשיכו בתהליך הנשימה אליו נלוות פליטת CO_2 וצריכת חמצן. העדרם של הצמחים (פוטוסינתזה) ימנע קליטתו של CO_2 המיוצר בנשימה וכך יעלה ריכוזו.

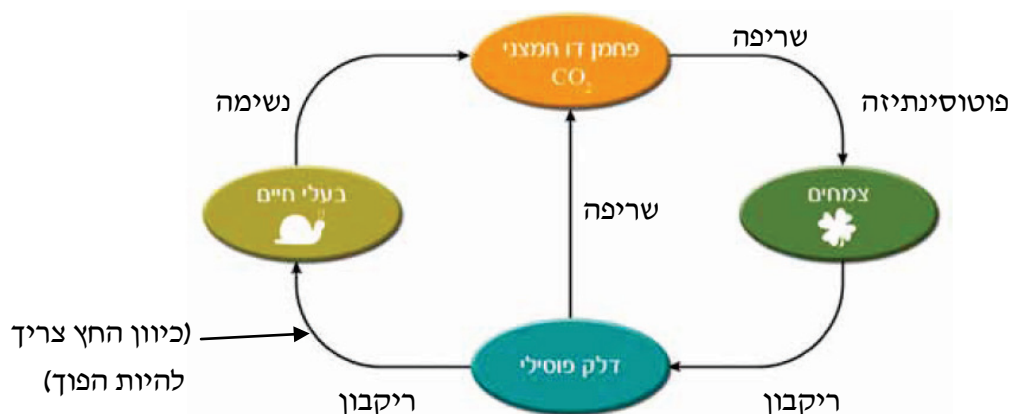
ב. אקווריום ובו דגים וצמחים. ריכוז CO_2 לא ישתנה. היות ומצד אחד תהיה פליטת CO_2 מתהליך הנשימה של הדגים ומצד שנית, תהיה קליטה שלו בתהליך הפוטוסינתזה של הצמחים באותו אקווריום. דבר אשר ישמור על איזון וריכוז לא משתנה.

ג. ג'ונגל בו נכרתו רוב העצים. ריכוז CO_2 יעלה. כריתת העצים מנעה קיום תהליך הפוטוסינתזה וניצול ה- CO_2 , בהתחשב בזה שתהליכי הנשימה של שאר בעלי החיים בג'ונגל נמשכו ופליטת ה- CO_2 גם כן נמשכה, בנוסף למקורות אחרים.

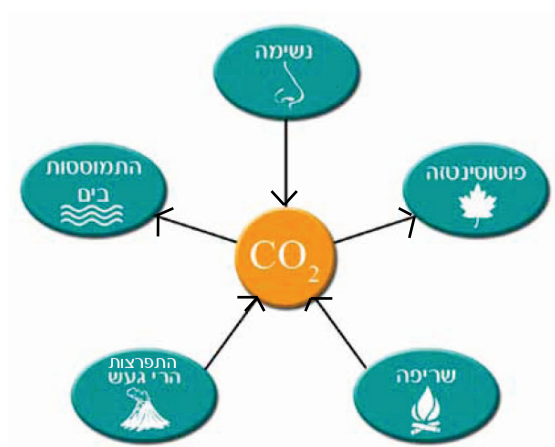
ד. אויר מעל יער בזמן שריפה. ריכוז CO_2 יעלה. היות ותהליך השריפה יגרום לפליטת CO_2 בנוסף להיותו פוגע בצמחים אשר עשויים לנצל את ה- CO_2 בתהליך הפוטוסינתזה אותו הם מבצעים.

4. בתקופה בה פני האדמה היו מכוסים בצמחייה עבותה ומעט בעלי חיים, ריכוז ה- CO_2 היה נמוך בהשוואה לריכוזו היום מהסיבה הפשוטה שפליטת גז זה ממספר מצומצם של בעלי חיים ומשריפת דלקים זניחה, נמוכה בהרבה ביחס למצב כיום. מה עוד שכמות הצמחים צורכי CO_2 היתה גדולה יותר.

5. גילגולי הפחמן הדו-חמצני בטבע:



6. א.

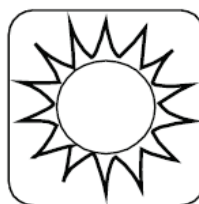


ב.



פוטוסינתזה

התמוססות



7. א. משוב חיובי. הסיבה: עליית ריכוזו של CO_2 תגרום בסופו של דבר לעלייה נוספת בריכוזו.
 ב. משוב שלילי. הסיבה: התחממות כדה"א תביא בסופו של דבר לירידה בטמפרטורת כדה"א ולכן המשוב שלילי.

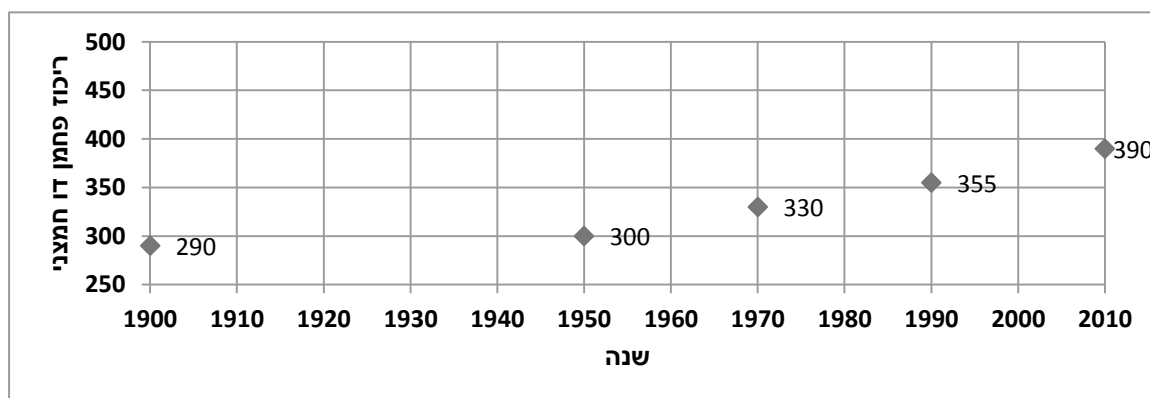
משימה 4: ניתוח מידע - גרף וטבלה



במשימה באים לידי ביטוי מגוון מיומנויות: בשאלה 1 הבנת קטע מידע, בשאלה 2 מיומנויות של הבנת ייצוג מידע בטבלה והמרתו לגרף, שירות גרף, הוצאת מידע מגרף, הסקת מסקנות, בשאלה 3 הבעת דעה, בשאלה 4 הסבר לממצאים סותרים ובשאלה 5 שאלת שאלות.

1. האדם גרם לעלייה בריכוז ה- CO_2 ע"י כריתת יערות, שריפת דלקים בתעשייה, בתחבורה ובשימוש ביתי.

2. א.



- ב. הגרף מצביע על עלייה ברורה בריכוז פחמן דו חמצני. העלייה אינה ליניארית.

- ג. בין 1900 ל-1950 ריכוז הפחמן הדו חמצני עלה ב-10 ppm.

- בין 1950 ל-1970 הייתה עלייה של 30 ppm.

- עלייה זו ממשיכה וגדלה לאורך השנים.

3. הגברת הזיהום החלקיקי עשוי אכן להפחית את אפקט החממה. עם זאת הפתרון אינו טוב מהסיבה שאנו מזהמים בכך את האוויר, על כל המשתמע מכך. פתרון בעיה אחת יוצר בעיה אחרת.

4. פחמן דו חמצני הכרחי לחיים כחלק ממחזור הנשימה והפוטוסינטיזה. ללא פחמן דו חמצני, יפסק יצור החמצן ויגרום למותם של כל בעלי החיים כתוצאה מכך. מצד שני עודף פחמן דו-חמצני גורם להתחממות עולמית ועלול לגרום לאסונות רבים. דוגמא נוספת לסתירה לכאורה מעין זו הינה למשל: גשמים רבים יביאו לגידול בצמחייה אך יכולים לגרום לשיטפונות ולהרג החי והצומח.

5. שאלה 1: המספר $3/4$ (שלושה רבעים) מופיע פעמיים בפסקה זו. באילו הקשרים הוא מופיע?
שאלה 2: מדינות המערב הן התורמות במידה הרבה ביותר לפליטת הפחמן הדו-חמצני. האם הם תורמות גם במידה הרבה ביותר להקטנת התופעה?

6. תשובה לשאלה 2 ניתן למצוא בהמשכו של הפרק זה תחת הכותרת "התמודדות העולם עם בעיית ההתחממות העולמית" או באתרים הקשורים לאיכות הסביבה או של המשרד לאיכות סביבה. בנוסף, ניתן להציג את השאלה למומחים באתר "בשער ברשת".

משימה 5: ניתוח מידע – טבלה וגרף



משימה המתמקדת בניתוח מידע מטבלה וגרף. שאלות 3 ו-4 משלבות הבנה וחשיבה נוספת.

1. א. המגמה בישראל בעשור הראשון של המאה ה-21 מבחינת פליטת CO_2 הינה של ירידה מתונה.
ב. בארה"ב קיימת מגמה של יציבות ובשנים האחרונות ירידה אך קטנה יותר מזו אשר בישראל.
ג. I. העובדה שבארה"ב פליטת ה- CO_2 לאדם גבוהה כמעט פי 2 מזו אשר בישראל מעידה על יצור תעשייתי וצריכה ביתית גבוהים יותר מאשר בישראל.
II. לא ניתן על סמך הנתון הנ"ל לומר כי הצריכה בארה"ב גבוהה פי שניים מאשר בישראל מאחר שהנתון הינו לנפש ואינו לוקח בחשבון את גדלי האוכלוסיות.

2. על-פי הגרף, המקור העיקרי לפליטת גזי חממה בישראל הינו שריפת דלקים.

3. לא ניתן להסיק זאת כי לא ידוע כמה תחנות נוספות יש בארץ ומה היקף ייצור החשמל שלהן.

4. מדינת ישראל יכולה לצמצם את פליטת גזי החממה במעבר לדלקים פחות מזהמים בתחנות הכח (גז טבעי במקום פחם או מזוט), בניית תשתיות לעידוד השימוש בתחבורה ציבורית, הורדת מיסים על מוצרים ירוקים כדי לעודד את צריכתם, עידוד בנייה ירוקה, ביחוד הציבורית כדוגמה ללקיחת אחריות סביבתית.

משימה 6: ניתוח מידע וחשיבה - נקיטת עמדה



1. דוגמאות לשאלות:

- כיצד ניתן לייצב את ריכוז גזי החממה באטמוספירה?
- כיצד נקבעת הרמה של גזי החממה בה לא יגרמו נזק?
- מהם הקריטריונים לקביעת מדינה כמתפתחת או מפותחת?

2. הסיבה היא שמירב פליטת גזי החממה היא מהמדינות המפותחות וכן יש להן משאבים כספיים להשקיע בצימצום הבעיה. יש בכך הצדקה אך על המדינות המתפתחות להשקיע גם כן, במידה מתאימה, במעבר לצריכה הקטנה את פליטת גזי החממה, בעיקר כשעכשו יש מודעות לכך. יש בכך לקיחת אחריות והשתתפות בנטל. עקב העובדה שבמדינות מתפתחות אין פיקוח חמור כמו במפותחות על ייצור "ירוק", לעיתים מיפעלים עוברים ממדינות מפותחות למתפתחות כדי, בין היתר, להימנע מהשקעת משאבים במעבר לאנרגיות ירוקות.

3. ארה"ב פרשה מפרוטוקול קיוטו מסיבות כלכליות ברורות. היא רצתה שגם המדינות המתפתחות תחויבנה בצמצום גזי החממה שאם לא כן הדבר יפגע בצמיחתן הכלכלית של המדינות המפותחות. אבל, למרות שטענה זו מוצדקת כלכלית, במיוחד לאור המשברים הכלכליים הפוקדים את העולם המערבי, לא ניתן להצדיק טענה זו מבחינה מוסרית בהתבסס על כל ההשלכות השליליות הקשורות להחלטה כזו בכל הקשור לסביבה ובריאות ובעיקר לעובדה שארה"ב מהווה כיום מודל לחיקוי במערב.

משימה 7: ניתוח מידע וחשיבה - העלאת טיעונים



במשימה זו בא לידי ביטוי ההקשר והרלוונטיות של נושא ההתחממות העולמית לעולמו של התלמיד כאזרח במדינה ישראל. שאלות 3-5 מתאימות במיוחד לפעילות קבוצתית ו/או דיון כיתתי היכול להעלות טיעונים שונים ומנוגדים ולעורר התייחסויות שונות לבעיה.

1. השימוש ההולך וגובר בכלי רכב מעלה את פליטות גזי החממה, דבר התורם להתחממות העולמית.

2. א. חוק "אוויר נקי" נחקק במטרה לשפר את איכות האוויר (ואיתה את איכות החיים) בישראל באמצעות צמצום ופיקוח על מזהמים בארץ.

ב. חוק "אוויר נקי" יכול לסייע בהקטנת הזיהום האזורי ובכך לתרום למיתון ההתחממות העולמית. אם זאת, כמויות הזיהום ממדינת ישראל קטנים יחסית לכלל העולם אך כחלק מתרומה כלל עולמית, אם כל מדינה תיתרום את תרומתה לצימצום פליטת מזהמים לאוויר (ובעיקר גזי חממה), תהיה בכך תרומה למיתון ההתחממות העולמית.

3. ההחלטה לקנות מכונית היברידית הינה נכונה. החיסכון בדלק יכול גם לעזור חלקית במימון של עלות המכונית. אם זאת, העלויות הגבוהות מהוות מיכשול ולעיתים השיקול הכספי משמעותי יותר למישפחה. המדינה צריכה לעודד קניית מכוניות היברידיות על-ידי הורדת המיסוי עליהן והגברת הפירסום.

4. א. משמעות השם "מענה לוקלי למשבר גלובלי" מצביע על כיוון הדו"ח לטפל באתגר ההתחממות העולמית בכלים העומדים לרשותנו והנתונים לאחריותנו כלומר להפחית את פליטת גזי החממה בתחומנו ובכך לתרום לבעייה העולמית.

ב. בהתבסס על מסמך העקרונות "מענה לוקלי למשבר גלובלי" (בקישור) להלן עיקרי ההמלצות בדוח:

✓ להשתתף במימון תוכניות אסטרטגיות לחיסכון באנרגיה, ולצמצם פליטות גזי החממה.

✓ לעודד ולתמוך במיזמים ירוקים.

✓ לפתח תחבורה ירוקה.

✓ לייצר מערכת תמריצים לבנייה ירוקה.

הדו"ח ממליץ לרשויות המקומיות:

✓ רכש מוצרים ודלקים ירוקים.

✓ צמצום זיהום אוויר וחיסכון אנרגטי בתאורת חוץ.

✓ בנייה מרחבית חסכונית וירוקה.

✓ פתוח גינות ופרקים ירוקים.

✓ ניהול מצאי של פליטות גזי חממה.

✓ קביעת יעד להפחתת פליטות לשנת היעד.

✓ עידוד התושבים לשימוש מושכל בחשמל ובדלק.

✓ שימוש באנרגיה ירוקה.

✓ שבילים לאופניים ולהולכי רגל.

✓ בדיקות קבועות של זיהומי אוויר.

✓ עידוד צרכנות נבונה.

5. בהתבסס על אתר "ביו-דיזל בישראל" (בקישור) וממנו לקישור העוסק ב-"עוברים לנסוע על גז – כן או לא" להלן היתרונות והחסרונות של השימוש בגז כתחליף לבנזין במכונית:

יתרונות:

לגז ישנם יתרונות ברורים על פני הבנזין. הוא זול בכ-50% ביחס לבנזין. פעולתו נקייה יותר דבר המצמצם את פליטת ה- CO_2 . התחשיב הינו ש-1000 מכוניות הממונעות בגז יחסכו כ-600 טון פחמן דו חמצני, (לא כתוב באתר כמה זמן נדרש לחסכון זה). תוצרי הבעירה אינם מכילים גורמים מסרטנים כמו בנזין. השריפה הנקייה יותר של הגז ביחס לבנזין מקטינה את בלאי המנוע וחוסכת בתדירות הטיפולים התחזוקתיים.

הרשקוביץ, א. ודורי, י. (2012). איכות האוויר סביבנו - מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב, פרק: ההתחממות העולמית

חסרונות:

צריכת ליטרים גבוהה יותר ב-5% ביחס לבנזין (הדבר מתקזז בקלות מול עלות נמוכה בחצי של הגז ביחס לבנזין). ותא מטען הנתפס בחלקו ע"י מערכת הגז. חיסרון נוסף הוא זמינות חלקית של תחנות למילוי הגז (אך יכול להיפטר אם מכוניות רבות יעברו לנסוע על גז).

לאור זאת, נראה שאין ספק שאנשים המרבים בנסיעות, טוב יעשו אם יעברו לשימוש בגז ויתרמו בכך הן לכיסם והן לסביבתם. אבל, המלצה כזו תהיה חזקה יותר ואפילו עם שאיפה לחסות חוקית כאשר יתאפשרו מקורות מקומיים לגז, אך תשאר בעייתית כל עוד מסתמכים על מקורות ממדינות אחרות.

משימה 8: איתור וניתוח מידע

גם במשימה זו בא לידי ביטוי ההקשר והרלוונטיות של נושא ההתחממות העולמית לעולמו של התלמיד כאזרח מדינה ישראל. המשימה מתאימה במיוחד לפעילות קבוצתית ו/או דיון כיתתי להעלות הצעות מגוונות ויצירתיות כנידרש בשאלות.

1. א. כמעט כל פעילות שלנו הקשורה בצריכת מוצרים שלשם ייצורם היה צורך בשריפת דלקים גורמת להגברת ההתחממות העולמית. דוגמאות: נסיעה במכונית, הדלקת חשמל בבית, שימוש במכשירי חשמל ועוד.
ב. בהתבסס על הפירסום ממסמך של חברת חשמל ([בקישור](#)):

I. באיור מופיעים מכשירים חשמליים ביתיים כמו תנור אפיה, מכונת כביסה, מדיח ומקרר. לצידם מופיע הכיתוב "היום לא קונים מכשיר חשמלי בלי לבדוק את תוית האנרגיה!" ולצידו תוית האנרגיה. מטרת איור זה הינה להגביר את מודעות הצרכן להתבונן בתוית האנרגיה הצמודה לכל מכשיר חשמלי על מנת שידע האם המכשיר יעיל וחסכוני באנרגיה או שהוא בזבזני. לאחר שבדק, טוב יעשה באם יכניס נתון חשוב זה לשיקוליו, איזה מוצר לקנות. ברור שמכשיר חסכוני באנרגיה גם יחסוך בהוצאותיו התפעוליות.

II. לחברת החשמל יש עניין לפרסם מסמך זה מסיבות שונות. מצד אחד, חברת החשמל נמצאת לא פעם מול אתגרי צריכה שקשה לה לספקם וחיסכון צרכני יעזור לה להתמודד עם אתגרי צריכה אלו. מאידך, לחברת החשמל עניין ברור להצטייר כירוקה ולעזור בכך לתודעה הסביבתית.

2. מבחינה מעשית, מעט אנשים יחליפו מזגן עובד במזגן חסכוני. הדרך לשכנעם הינה להראות להם את החישוב בכמה זמן החיסכון בחשמל יקטין את ההשקעה הראשונית, להערכתנו עדיין התחשיב יהיה לא כלכלי ועל מנת להפכו לכלכלי על הממשלה להפחית באופן משמעותי את המיסים על מזגנים. יתכן שאז יחד עם השיקול הסביבתי ייעתר הצרכן להחליף את מזגנו הבזבזני בחסכוני.

3. א. בהתבסס על [הקישור](#), שימוש נכון במזגן יביא לחיסכון משמעותי הן בגזי החממה והן בהוצאות הכספיות. לשם כך ההמלצות הינן:

בקיץ לכוון את הטמפרטורה ל-25-26 מעלות, ובחורף ל-18-20 מעלות. דבר זה יביא לחיסכון של 2 טון גזי חממה בשנה וחיסכון של 900 ₪ בשנה עבור כל שני מזגנים הנמצאים בבית. יש להקפיד על כיבוי אוטומטי של המזגן לאחר מספר שעות עם ההליכה לישון. כמו כן, לשמור על זרימת אוויר חופשית של המזגן.
ב. דוגמה להצעה לפירסומת:

"שימוש נכון במזגן - למען סביבתך, כיסך ובריאותך"



משימה 9: ניתוח מידע - גרף ואיתור מידע

המשימה ממוקדת בהיבט האישי של התלמיד - טביעת הרגל הפחמנית שלו. במשימה מודגש הכוון החינוכי-סביבתי תוך הכוונה לעורר מודעות ואחריות אישית לנושא הסביבתי. מבחינת מיומנויות, השאלה הראשונה מתמקדת בהבנת גרף עוגה והשאלות האחרות באיתור מידע והתייחסות אישית אליו. מומלץ לתת לתלמידים למלא את השאלון בשאלה 2 ולהשוות את התוצאות של תלמידים שונים בכיתה. בעיקבות כך לעורר דיון על המודעות והאחריות לסביבה של כל אזרח.

1. א. שלושת השימושים הגורמים למירב פליטת CO₂ במשפחה הינם:

שימוש ישיר בדלק בבית (3.5) טון CO₂ לשנה.

תעופה ותחבורה (3.2) טון CO₂ לשנה.

שימוש בחשמל בבית (3.0) טון CO₂ לשנה.

ב.

סוג שימוש ביתי	תאור התרומה לפליטה
מכוניות פרטיות	שריפת הדלק במנוע משחררת לאוויר גזים כמו פחמן חד ודו חמצני, תחמוצות חנקן, חלקיקים.
שימוש ישיר בדלק בבית	שימוש בדלק בבית לצורך חימום או בישול משחרר אף הוא גזי חממה כמו פחמן חד ודו חמצני.
שימוש בחשמל בבית	שימוש במוצרים חשמליים פוגע בסביבה מאחר שחשמל מגיע מתחנות הכח וככל שנצרך יותר חשמל כך הן תשרופנה יותר דלק הפולט יותר תחמוצות פחמן לאוויר.
תעופה ותחבורה	ככל שנשתמש יותר בכלי תחבורה כך נגרום ליותר שריפת דלקים המשמשים להנעת כלי התחבורה וכמובן ליותר פליטות של גזי חממה.
פנאי בילויים, ותיירות	שעות הפנאי הבילויים והתיירות קשורים לא פעם לקניות מוצרים שייצורם מצריך אנרגיה.
מזון ומשקאות	יצור מזון ומשקאות קשור בהשקעת אנרגיה הן ביצור המזון והן באריזתו. יש להעדיף אריזה הניתנת למחזור, למרות שגם תהליך המחזור כרוך בהשקעת אנרגיה ובהכרח לפליטות.
מכשירי חשמל ביתיים	ככל שנשתמש יותר במכשירים חשמליים כך נצרך יותר חשמל והעומס על חברת החשמל יגדל.
בריאות, היגיינה וחינוך	בריאות והיגיינה קשורים ליצור מוצרים רבים, לתרופות. זוהי תעשייה אדירה הצורכת אנרגיה רבה. גם תחום החינוך מונע ע"י השקעות רבות במבנים, ריהוט, מחשבים, ספרים ועוד שיצורם מצריך אנרגיה רבה.

2. השאלון נועד להגביר את המודעות האישית ליכולתנו לצמצם את פליטת גזי החממה. השאלון מורכב מ-11 שאלות רב – בררניות שתשובה על אחת מהאפשרויות תזכה אותנו בניקוד מסוים. ככל שהניקוד נמוך יותר כך אנו ירוקים יותר.

(I) **שתי השאלות הראשונות** עוסקות באופן בו הילדים מגיעים לביה"ס וההורים לעבודה. נסיעה במכונית המשפחתית נחשבת לבזבזנית אנרגיה וככל שניסע בתחבורה ציבורית שבו יותר אנשים משתמשים באותו כלי רכב נחסך בפליטת גזי חממה. כמובן שרכיבה על אופניים והליכה רגלית גם חוסכת באנרגיה בטווח המידי ובתקווה גם לטווח הארוך בכך שאלו הן פעילויות היכולות להוסיף לבריאותנו ולדחוק טיפולים רפואיים שבסופו של דבר תורמים לפליטת גזי חממה.

שאלות 3 ו-5 קשורות באכילת מזון מהיר ושתיית משקאות קלים שכל שנצרך מהם יותר כך נעסיק יותר מפעלים לייצור מזון מהיר ומשקאות קלים, שלא פעם הינם צרכני אנרגיה גדולים הן בתחום הייצור והן בתחום סילוק השפכים שהינם לרוב עתירי BOD ו- COD.

שאלה 4 קשורה באם יש לנו דשא בבית. תשובה חיובית משמעה צריכת מים, השקיה, כסוח, דישון וכד' שלכל אחת מפעולות אלו השפעה ברורה על פליטת גזי חממה.

שאלות 6 ו-7 קשורות לאופן בו אנו עושים כביסה ומייבשים אותה. ככל שנשתמש יותר במכונת כביסה נצרך יותר חשמל ונתרום לפליטת גזי החממה. לאופן בו נייבש את הכביסה בחוץ או במייבש תקבע אף היא את כמות האנרגיה שנצרך.

שאלות 8 ו-9 קשורות לאופן בו אנו משתמשים בתאורה בביתנו. האם אנו משתמשים בנורות חסכוניות או בנורות ליבון הצורכות הרבה יותר חשמל ותורמות בכך לפליטת גזי החממה. והאם אנו מקפידים לכבות את האור ביוצאנו מהחדר.

שאלות 10 ו-11 עוסקות בהרגלי נשיאת המזון שלנו ועטיפתו. האם אנו משתמשים בשקיות או בכלים רב פעמיים לאריזת המזון או שמא אנו צרכנים המשתמשים בשקיות פלסטיק חד-פעמיות ללא התחשבות בסביבה?

פעילויות שסביר שהתלמידים ענו שהם מוכנים לשנות הן: נסיעה לביה"ס באופניים ולא במכונית המשפחתית, ולשנות את מנורות הליבון לנורות PL. באופן זה מקטינים את הניקוד ב-5 נקודות.

3. לאחר כניסה [לאתר](#) וקריאת העצות הקשורות לפעולות במישור האישי והמשפחתי היכולות לחסוך בפליטת גזי החממה נדרשים התלמידים לערוך טבלה בה הם מעריכים אילו פעולות הם מוכנים לאמץ וליישם מיד ואילו פעולות לא. להלן דוגמה לטבלה כזו:

פעולה	האם לאמץ?	לדחות? מדוע?
עוברים לנוורות CFL	בכוונתנו לאמץ צעד זה.	
לא לכוסות חד פעמיות	כן. ניתן לאמץ	
מכשירי חשמל ירוקים		ברשותנו מזגן מהדור הישן העובד נפלא וקשה לנו לעמוד בהוצאה של אלפי שקלים לרכישת מזגן ירוק. מה גם שהמזגן יתרום להצטברות פסולת שכרגע ניתן לדחותה.
הקטנת כמות הפסולת		בעייתי. תלוי בכמות הצריכה ובבמידת המיחזור.
למחזר יותר	בכוונתנו לאמץ גם מחזור של כורסאות ע"י מסירתן לרפד	
לכבות את האור	בהחלט ניישם זאת.	
כביסה נבונה	ברב המקרים ניתן לאמץ זאת.	כביסה לבנה לא יוצאת נקייה בטמפ' של 30 מעלות. אלא אם אעדיף דטרגנטים אגרסיביים לסביבה. לכן אעדיף להשתמש בטמפ' של 60 מעלות.
בלי עטיפה בבקשה		עדיין קשה לוותר על עטיפת ספר או מתנה באריזה הולמת. אבל נעדיף עטיפה שניתנת למיחזור או מנייר ממוחזר.
לנסוע פחות	ניתן ליישום ע"י צמצום השימוש במכונית ב - 10%	
נהיגה חכמה	מיד לאמץ. חשוב הן לסביבה והן לבטיחות האישית.	
צמיגים תקינים.	כן"ל	
מדיח מלא	לאמץ	
קומפוסט		בעייתי. לא תלוי רק בנו.
מכוונים מזגן	חשוב ומוכנים לאמץ.	
מתקלחים בצ"ק	נישתדל	
לא להשאיר תקע בשקע		נראה לי שהטרחה לא שווה את החיסכון.
חבלי כביסה	אין לנו מדיח.	
לטעת עץ	חשוב.	



משימה 10: פעילות קבוצתית - משחק תפקידים

משימה מותאמת למישחק תפקידים ומתאימה לדיון בנושא ההתחממות העולמית כחלק מחינוך למעורבות בנושא.

ההתלבטות לגבי השאלה הקריטית: האם אכן צריך וניתן לצמצם את ההתחממות הגלובלית על ידי צמצום פליטת הפחמן הדו-חמצני, יוצרת שני תרחישים:

תרחיש ראשון	תרחיש שני
"כן לפעול וכן להשקיע כי אחרת, כדה"א יתחמם, הקרחונים יפשירו, יעלה מפלס המים ובחלוף עשרות שנים יתברר שטעינו וכך, כמעט נפסיד את הכול, ויהיה מאוחר לפעול" בעד תרחיש זה: - היום אין חולקים על העובדה שהעולם מתחמם, ושהתחממות זו מלווה גם בהתרבות של אירועים אסוניים. - רוב המדענים סבורים שאפקט החממה מוגבר בשל פעילות אנושית - שריפת דלקים בתעשייה ותחבורה, וכריתת יערות - המעלה את ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה. - גם אם ישנם היום הפסדים בגלל פעולת הריסון, הרי הפסדי העתיד יהיו גבוהים יותר. - פעולות הריסון לטובת מניעת המשך ההתחממות יפיק תועלת בתחומים אחרים בסביבה, במיוחד בכל הקשור לחומרים המזיקים לבעלי החיים ובעיקר האדם, תפוקה זו נקבל כתוצאה מהריסון אפילו אם יתברר אח"כ כי טעינו לגבי ההתחממות. - המחיר של תרחיש כזה תמיד יהיה לטובת הסביבה והאדם, ללא שום קשר לעובדה המדעית אשר תוכח אח"כ. נגד התרחיש השני: - זו גישה "עסקית", חלשה מדעית ועיקר המאמינים בה הם אלו אשר מרגישים איום על הרווח הכלכלי שלהם. - אחוזי הנזק כתוצאה מתמיכה בו גבוהים בהרבה מאחוזי	"לא לפעול ולא להשקיע, היות ואין התחממות גלובלית ואם אכן יש אולי מקורה בשמש ובטבע, ואז הפסדנו מיליונים ופגיעה בצמיחה ובכושר הייצור!" בעד תרחיש זה: - נכון שאין חולקים על העובדה שישנה התחממות אבל, כן חולקים על העובדה כי זה נגרם בעיקר בשל פעילות אנושית. - עיקר התומכים בעובדת ההתחממות הינם מדענים אבל גם עיקר התומכים בתרחיש זה הינם מדענים. - ניצול משאבים קיימים והתרחקות מחיפוש אחר מקורות אנרגיה חלופיים יחסוך מליונים לעולם. נגד התרחיש הראשון: - ההפסדים בעקבות הקריאות לריסון הינם גדולים מדי דבר אשר יפגע קשות בהתפתחות העולם. - עיקר התומכים בתרחיש הראשון הינם פולטקאים או אלו שאינם מתחום המדע. - שינויי האקלים הם המצאה של מדענים שמטרתה השגת כספי מחקר. - גם אם מתרחשים שינויים אזי הגורמים להם אינם קשורים לבני האדם אלא לפעילות השמש. הערה: עיצוב טענות בעד ונגד התבסס על המידע אשר נמצא בקישור.

תרחיש ראשון	תרחיש שני
הנזק הנגרמים כתוצאה מתמיכה בתרחיש הראשון, אפילו ויוכח אח"כ כלא נכון.	נראה כי קשה להגיע להחלטה במיוחד כי הוויכוח מתבסס על חילוקי דעות בין המדענים עצמם, וכל עוד לא תהיה הוכחה מדעית מובהקת להצדקת צד אחד או השני ימשיך הוויכוח. בכ"ז עדיף לכוון את התלמידים לכיוון התרחיש הראשון במיוחד במערכות החינוך שלנו.
3. בעל שכל שפוי נוטה להאמין לדעות נתמכות ע"י מספר מדענים רב יותר מאשר מספר קטן כמו בתרחיש השני.	
4. אפשרות התיקון, עד שתובהר העובדה המדעית לגבי ההתחממות, הקיימת בתרחיש הראשון אינה ריאלית בהתאם לתרחיש השני במיוחד ויהיה מאוחר מדי.	

משימה 11: ניתוח מידע



המשימה עוסקת בפחמן החד-חמצני ומוקדת בהבנת מקורותיו, הסכנות ממנו ופתרונות. המשימה לא מורכבת ומומלץ לתת לתלמידים להתמודד איתה בעצמם.

1. פחמן חד חמצני נוצר בתנאים של שריפה בסביבה הדלה בחמצן. במנוע המכונית מנוצל התהליך של שריפת הדלק על מנת להניע בסופו של דבר את המכונית. כאשר בתא השריפה במכונית אין די חמצן, נוצר CO במקום CO₂.

2. בתעשייה שריפת הדלקים לייצור אנרגיה היא מבוקרת ובתנאים של שריפה מלאה ולכן תרומתה בפליטת CO קטנה יחסית.

3. הסיבה לסכנה זו הינה בעובדה שתהליכים המייצרים CO ע"י האדם מתרחשים בסביבה בו נמצא האדם, בעוד שאלו הנובעים מפעילות טבעית אינם מתרחשים בהכרח במקומות מאוכלסים. מכאן נובעת הסכנה הגבוהה יותר מחשיפה ל-CO שמקורו בתהליכים הנובעים מפעילות אדם.

4. א. CO הנפלט מעשן הסיגריות נקלט בגוף דרך הריאות ונספג בדם, מתחרה עם החמצן על הקישור עם ההמוגלובין. הלב פועל לאורך כל חיי האדם ויכולתו לעמוד בכך תלויה באספקת חמצן סדירה לכל תאיו. במידה ותחול הפרעה באספקת החמצן ללב יבוא הדבר לידי ביטוי במחלות לב.

ב. ישנם חוקרים הסבורים שהתקנת הממיר הקטליטי אמנם תורמת להקטנת ריכוז ה-CO באוויר אך היא יוצרת בעיה חדשה של שחרור CO₂ המגביר את אפקט החממה.

5. במקרים הבאים טמונה סכנה גדולה יותר לבני אדם עקב חשיפה לריכוזים מסוכנים של CO:

א. בתל אביב עקב עומס תחבורתי גדול לאין ערוך מזה שבדימונה.

ב. ברחוב ראשי בתל אביב טמונה סכנה גדולה יותר מאחר שנוסעות בו הרבה יותר מכוניות.

ג. חניון תת קרקעי חשוף לריכוזים גבוהים יותר של CO עקב אוורור מועט ביחס לחניון פתוח. אוורור טוב יסלק את המזהמים וידלל את ריכוזם המקומי.

ד. בזמן של פקקי תנועה הסכנה לריכוזי זיהום גבוהים גדולה יותר מהסיבות הבאות: צפיפות גבוהה ביותר של מכוניות פר שטח ביחס לתנועה רגילה, ומכוניות עומדות או נוסעות באיטיות אינן יוצרות את משבי האוויר האופייניים לזמן נסיעה ותורמות תרומה נוספת לריכוזי מזהמים עקב תנועת אוויר קטנה ופיזור נמוך של מזהמים.

ה. מכונית חדשה תגרום לזיהום קטן יותר של CO עקב התקנת הממיר הקטליטי ברכב דבר המקטין באופן משמעותי את פליטת ה-CO. במכוניות ישנות, (שתאריך ייצורן נעשה עד שנת 1994), אין ממיר קטליטי ופליטת ה-CO ממנועם גבוהה יותר, או שהן אינן מתוחזקות היטב והשריפה לא מלאה.

מבנה, משימות ומגוון המיומנויות בפרק: ה"חור" באוזון

מתוך: "איכות האוויר סביבנו", הרשקוביץ, א. ודורי, י. מהדורה מעודכנת ומורחבת 2012

פתיח: "ריקוד האוזון", שיר מאת אריאל זילבר



בעקבות השיר – קטע ניתוח מידע:

התלמידים מתבקשים לנתח את הנאמר בשיר
בעזרת מגוון משימות ברמות שונות, החל מסימון
מילים (מיומנות חשיבה פשוטה) וכלה בחיבור
שאלות חדשות (מיומנות חשיבה גבוהה).



... ויש לי עוד סיפור כמו זה האחרון

על גז כזה שנקרא אוזון

והוא ממלא את השמיים

וסימנו O_2 ולא O_3

והוא הוא ההגנה מפני השמש והקרינה

ואם לא נשמור עליו במהרה

הוא יעלם מהאטמוספירה

ויש עוד גז שאני לא מכיר

והוא נמצא במטערי אוויר

וכל ספריי - כפי שאומרים באנגלית

ומי שלא משתמש בו שיקום ויגיד

וכשפסס... משתחרר ועולה לשמיים

אוכל ונוגס מן האוזון

ואם הוא לא יהיה פה במהרה

תהיה לנו כאן איזה תבערה

והמבול יבוא שנית

וזה עיקר התחזית ...

קטע מידע: האוזון ופעילותו באטמוספירה

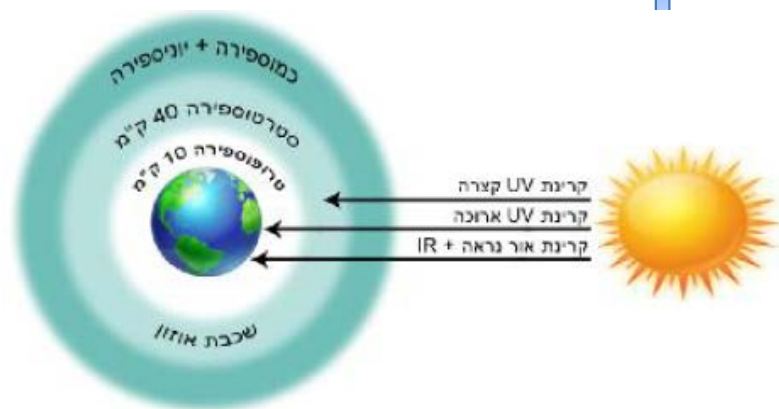
קטע המתאר את היווצרות האוזון באטמוספירה, את ההבדלים בין אוזון לחמצן ואת התפקידים השונים שאוזון ממלא (האוזון "הטוב" והאוזון ה"רע")

משימה בעקבות הקטע: ניתוח מידע

חלק ראשון: שאלות כגון סימון תכונות חיוביות ושליליות של האוזון ולאחר מכן מתן תשובה מילולית והסבר לדואליות של האוזון (מזיק ומועיל).	
הבנה	אנאליזה
התלמיד מתבקש לסכם את הקטע ואת בטבלה ולמיין את תכונותיו של האוזון לפי נזק/תועלת	התלמיד מתבקש להסביר כיצד יתכן כי האוזון גם מועיל וגם מזיק

חלק שני: שאלות בעקבות קריקטורה. התלמיד מתבקש להסיק מסקנות ולקשר בין הנראה באיור לבין החומר הנלמד.		
הבנה	יישום	אנאליזה, סינתזה
כיצד מתקשרת הקריקטורה לבעיית האוזון?	התלמיד נדרש להסביר מה תרומתה של התקשורת במקרים כאלו	התלמיד מתבקש להמציא פרסומת לעיתונות שתעסוק בבעיית האוזון

תרשים: שכבות האטמוספירה והקרינה בהן



קטע מידע: סכנת הקרינה האולטרה סגולה

הקרינה האולטרה סגולה כמחוללת מוטציות: מהי מוטציה וכיצד עלול היווצר סרטן כתוצאה ממנה.

הבנה, יישום וניתוח נתונים	אנאליזה והסקת מסקנות	
יש להסביר כיצד קרינה אולטרה סגולה מחוללת סרטן	בהסתמך על הקטע, על התלמיד ליישם את הידע וההבנה ולספק הסבר לשאלה: למי מסוכנת יותר הקרינה, לבהירי עור או כהי עור?	משימה בעקבות הקטע: ניתוח מידע
ניתוח תרשים ושליפת נתונים מתוכו	הסקת מסקנות בעקבות התרשים: היכן רצוי ריכוז גבוה של אוזון והיכן ריכוז נמוך?	משימה: ניתוח מידע מתרשים

קטע מידע: היווצרות ופירוק של אוזון

שרשרת התגובות הפוטו-כימיות הגורמות להיווצרות ופירוק של אוזון בשכבת הסטרטוספירה.

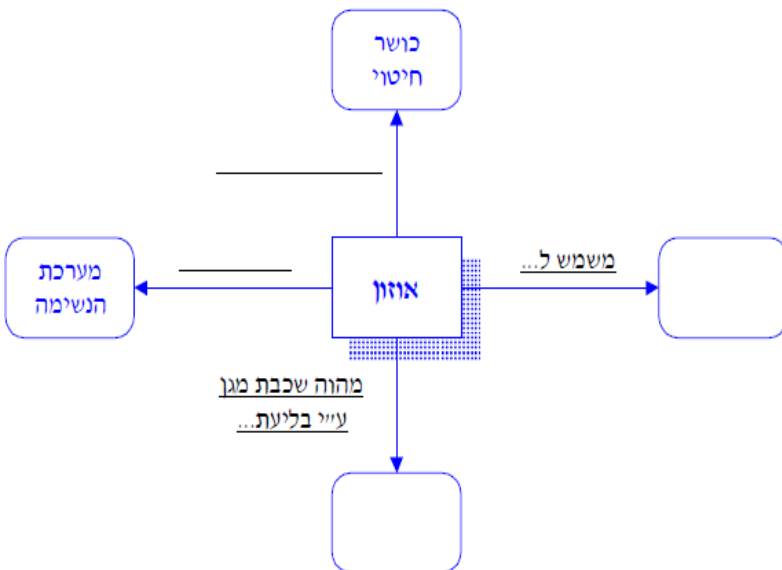
משימה: ניתוח מידע

הבנה, יישום, סינתזה

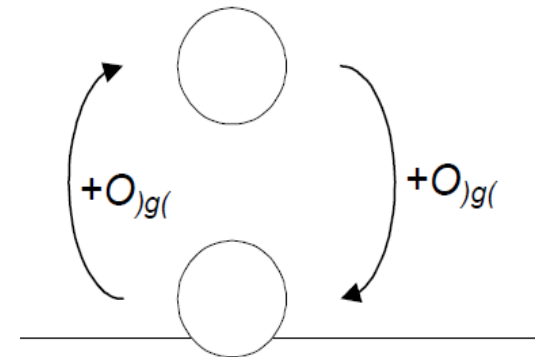
התלמיד מתבקש למלא שני תרשימים:

- ✓ תרשים ראשון בו יש לבטא את התהליכים המפורטים בקטע הקריאה בצורה ויזואלית
- ✓ סיכום ביניים: מפת מושגים למילוי

מפת מושגים – סיכום ביניים:



פירוק ויצירת האוזון – תרשים סכמטי:

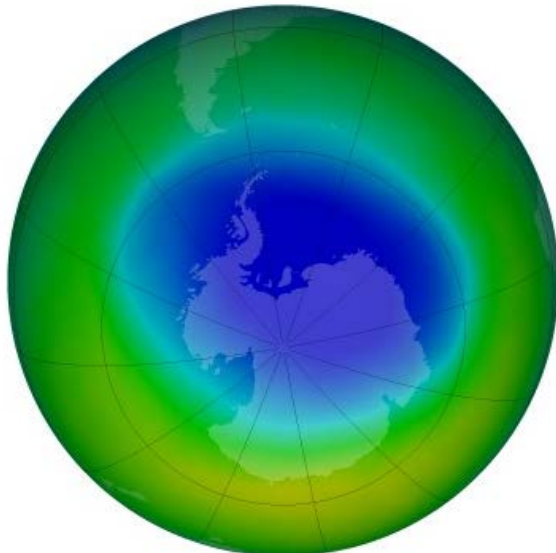


ה"חור" באוזון

"מדעני הרשות האמריקנית לאוקינוגרפיה ואטמוספירה מנטרים את שכבת האוזון מאז שנת 1962 ולאורך השנים הם גילו כי שכבת האוזון מעל הקוטב הדרומי מדלדלת..."

משימה: איתור וניתוח מידע

November 2011



0 100 200 300 400 500 600 700
Total Ozone (Dobson units)

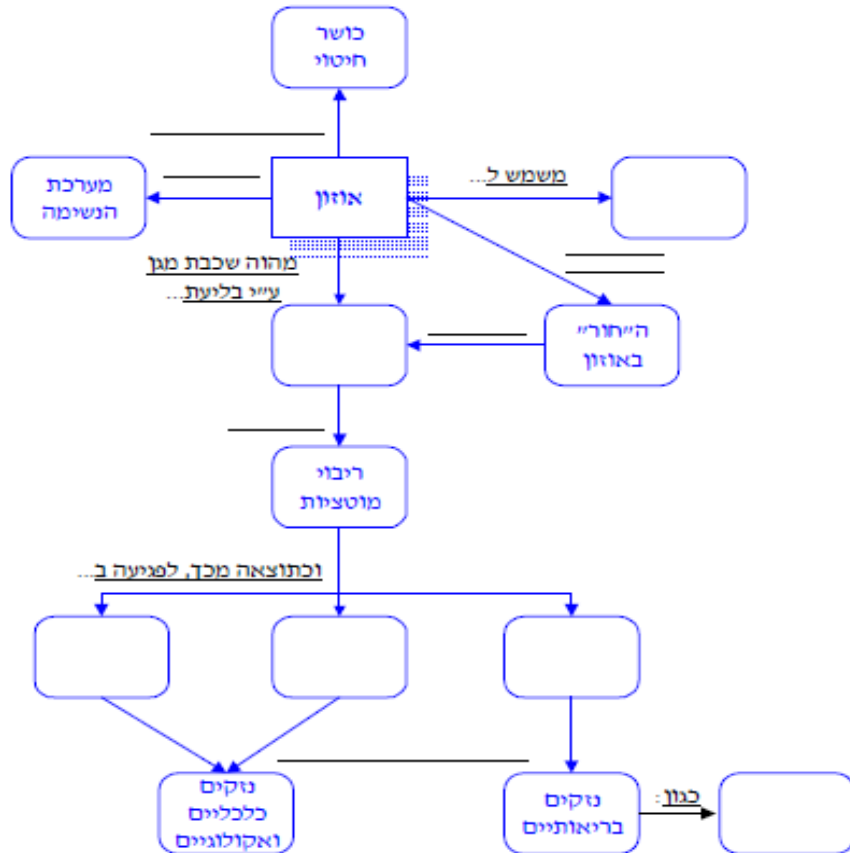
סינתזה	חקר
נתון קטע קריאה ומתוך המידע שבקטע ומידע נוסף שעל התלמיד לחפש לבד עליו לענות על שאלות (כאשר המענה על השאלות איננו טריויאלי ודורש חקר נוסף).	חשיבה מעבר לחומר הקטע הקריאה, התלמיד נדרש לחפש מידע בעצמו באתר נאס"א ולחקור דרך הדמיות.

השפעת ה"חור" באוזון על חיינו

"שכבת האוזון באמוספירה מגינה על היצורים החיים מפני נזקים הנגרמים על ידי הקרינה האולטרה- סגולה שמקורה בשמש ויכולה לגרום לסרטן עור ולירוד בעין (קטרקט)..."

משימה: ניתוח מידע

מפת מושגים:



סינתזה	חקר
נתון מידע ממאמר ויש לחברו בסדר המתאים למאמר חדש, יש לתת שם למאמר ומתוך המידע יש לענות על שאלות (כאשר המענה על השאלות איננו טריויאלי ודורש חקר נוסף).	חשיבה מעבר לחומר הקטע הקריאה, התלמיד נדרש לחפש מידע בעצמו.

הפריאונים (CFC) ושימושיהם

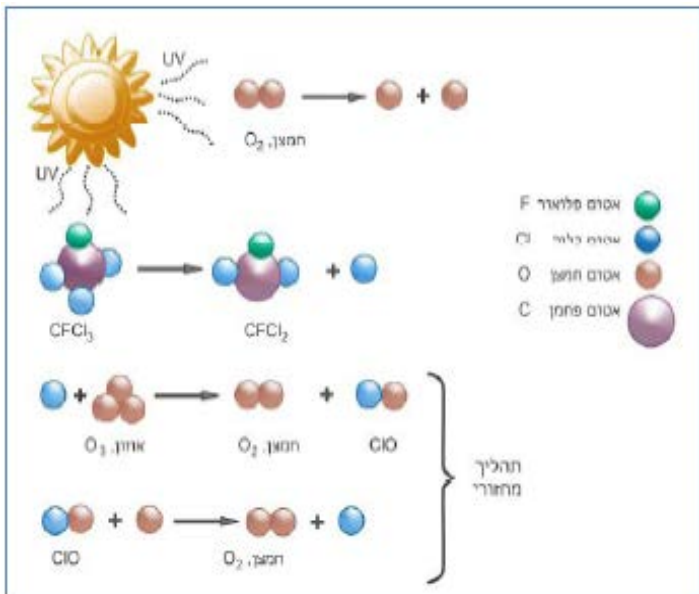
"הלו- פחמימנים הם חומרים כימיים סינתטיים (מעשה ידי אדם), המכילים פחמן ואטומים של הלוגנים כמו: ברום, כלור ופלואור..."

השנה	ארצות הברית (כמות באלפי טונות)	שאר העולם (כמות באלפי טונות)
1960	110	40
1965	170	105
1970	265	225
1975	380	440
1980	195	430

משימה: ניתוח נתונים מטבלה וגרף

קישור לחיי היום יום	חקר	סינתזה
על התלמידים לחפש חומרים הנמצאים בשימוש יום יומי המצאות של פריאונים.	התלמיד נדרש לחפש בסופר הקרוב לביתו מענה לשאלות.	על התלמיד לדעת להעביר נתונים מטבלה לגרף ומתוך המידע יש לענות על שאלות (כאשר המענה על השאלות איננו טריויאלי ודורש חקר נוסף).

מה הנזק בשימוש בפריאונים?



"השימוש הנרחב בפריאונים נובע מיציבותם מבחינה כימית והעובדה שאינם רעילים. חומרים אלו, המתפזרים באוויר, אינם מגיבים עם הגזים שבו ואינם מתכלים. פריאונים המשתחררים כעת ישהו באטמוספירה עוד כ- 50 שנה עד שיתפרקו..."

משימה: ניתוח מידע כימי וחשיבה יצירתית

קישור לחיי היום יום	סינתזה	יצירתיות
הבנת בעיות של איכות הסביבה ושימוש המידע ברפואת שיניים.	הבנה של תגובות כימיות ושימוש בהן למענה של שאלות.	שיווק מוצרים שלא מכילים פריאונים.

התמודדות העולם עם בעיית ה"חור באוזון"- פרוטוקול מונטריאול



United Nations Environment Programme

" בשנת 1977 ריכזה התוכנית הסביבתית של האו"ם תוכנית להגנה על שכבת האוזון, שהעלתה למודעות הציבור את הנזק שנגרם לשכבת האוזון כתוצאה משימוש בחומרים המכלים את שכבת האוזון..."

משימה: ניתוח מידע וחשיבה ביקורתית

קישור לחיי היום יום	סינתזה וניתוח המידע	חשיבה ביקורתית
התמודדות עולמית עם בעיה הנוגעת לכולנו.	על התלמיד להשתמש במידע שקרא ובידע נוסף שעליו לרכוש בנושא על מנת לשער השערות ולהביע עמדה.	על התלמיד להביע את דעתו בנושא בצורה ביקורתית.

משימה: חקר ארוע (בקשר ישראל)

שיא ישראלי בצריכת מתיל ברומיד (כתבה שפורסמה ב- Ynet ביוני 2008)
מתיל ברומיד היא תרכובת גז רעילה המשמשת לחיטוי ולהכשרת קרקע חקלאית. השימוש במתיל ברומיד נאסר לשימוש בארצות מתפתחות בפרוטוקול מונטריאול (עליה גם ישראל חתומה) עקב פגיעה באוזון..."

קישור לחיי היום יום	חקר ארוע	סינתזה	חשיבה ביקורתית
הכתבה מיעדת לציבור הישראלי, וכל המידע רלוונטי לחיינו.	שאלת שאלות על הקטע הכתבה, חיפוש מידע במושא מעבר לזה הנתון בכתבה.	על ידי שימוש בידע שרכש, על התלמיד לשער מדוע השימוש בחומר הרעיל כה נפוץ בישראל, להביא טיעונים בעד ונגד.	על התלמיד להביע את דעתו בנושא.

משימת סיכום

מצגת, פוסטר או משחק לימודי.
יש להוסיף מידע עדכני מעבר למידע שבפרק. מומלץ להעזר באתרים המשולבים בפרק.

נושאים מרכזיים	הדרגתיות בנושאי הלימוד	הדרגתיות במיומנויות הלמידה
האזון ופעילותו באטמוספירה. סכנת הקרינה האולטרה- סגולה. הווצרות ופירוק של אזון בסטרטוספירה.	הפרק מתחיל בהסבר כללי על האזון, מרכיביו, היווצרותו ופעולתו.	תחילה נדרשות מהתלמידים מיומנויות פשוטות יחסית: הבנה, אנליזה, יישום והסקת מסקנות.
ה"חור" באזון. השפעת ה"חור" באזון על חיינו. הפריאונים (CFC) ושימושיהם. מה הנזק בשימוש בפריאונים?	המשך הפרק הוא בנושאים יותר ממוקדי בעיה- החור באזון, חומרים מזיקים והנזק הנגרם.	בהמשך ישנה עלייה ברמת הקושי. מתווספות מיומנויות נוספות: חקר, יצירתיות, סינתזה וקישור לחיי היום יום.
התמודדות ההעולם עם בעיית ה"חור באזון"- פרוטוקול מונטריאול. שיא ישראלי בצריכת מתיל ברומיד. סיכום	החלק האחרון של הפרק עוסק בהתמודדות בבעיה, דרכי פתרון, הקשר הישראלי וסיכום הפרק.	לקראת סוף הפרק שוב יש עליית מדרגה ברמת המיומנויות הנדרשות. מתווספות מיומנויות נוספות: ניתוח מידע וחשיבה ביקורתית.





משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - משימות נוספות לפרק: ה"חור" באוזון

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה.
שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012

במת דיון - ייצור חומרים הפוגעים באוזון בתעשייה בישראל

רציונל הפעילות

לאחר סיום לימוד הפרק ה"חור" באוזון וביצוע המטלות שבן, יתנסו התלמידים בדילמה מחיי היום יום בישראל. הפעילות המוצעת היא בהיקף של שיעור כפול וכל התלמידים משתתפים בה. מטרת הפעילות היא לסכם את הידע שנרכש בנושא ה"חור" באוזון בדרך יצירתית: במת דיון (משפט ציבורי) תוך חיפוש מידע נוסף ורלוונטי לתעשייה בארץ. בפעילות זו מושם דגש על מיומנות של העלאת טיעונים מנומקים בעד ונגד הנושא, תוך ניסוח טיעונים אלו בכתב בצורה מאורגנת ולוגית.

מבנה הפעילות

הצגת הבעיה:

קבוצת חוקרים תובעים את איגוד התעשיינים בישראל עקב שימוש בחומרים המזיקים לסביבה ופוגעים בשכבת האוזון – פראונים, הלונים, תרכובות ברום ועוד.

התלמידים יחולקו לשלוש קבוצות – קבוצת החוקרים (נגד שימוש בחומרים המזיקים לאוזון), קבוצת התעשיינים (העושים שימוש בחומרים אלו) וקבוצת השופטים-מגשרים.

1. שלב ההכנה לדיון (כ-25 דקות): על התלמידים לחקור ולנמק את עמדתם בהסתמך על ארבעה מקורות מידע מהימנים לפחות¹.

על כל קבוצה לחקור את עמדתם ולערוך רשימת טיעונים: בעד העמדה שלהם ונגד העמדה של הקבוצה היריבה, לסכם את הטענות בנייר עמדה מפורט (כולל רשימת מקורות) שיוגש לשופטים ולהכין רשימת טיעונים תמציתית לשלב הטיעונים (לרשותה של כל קבוצה עד 10 דקות של הצגת טיעונים). בזמן שקבוצות החוקרים והתעשיינים שוקדים על טיעוניהם, קבוצת השופטים-מגשרים מחפשת אמצעים לגישור בין הצדדים: מידע אודות תחליפים לחומרים הנ"ל, היקף השימוש, מה משמעות הפסקת השימוש, האם ישנה אפשרות לצמצם פליטות החומרים ומה המצב מבחינת ייצור חומרים אלו בעולם. גם קבוצה זו מכינה מסמך עמדה (כולל מקורות) המסכם את עבודתם. בתום שלב זה יוצאים להפסקה קצרה של כמה דקות.

בזמן העבודה, המורה עובר בין הקבוצות ומסייע במידת הצורך.

2. שלב הטיעונים (כ-30 דקות): כל קבוצה תציג את עמדתה באמצעות נציג מטעמה (כ-20 דקות). לאחר מכן, תינתן לכל צד האפשרות להגיב בזמן של עד 3 דקות לטיעוני הצד השני (כ-6 דקות). בזמן הצגת הטיעונים, חברי קבוצת השופטים ממלאים את דף סיכום העמדות המצורף בהמשך.

3. שלב הניסיון לפשרה (כ-10 דקות): בתום שלב הטיעונים יתאפשרו ניסיונות גישור בין שני הצדדים, שיערכו ע"י קבוצת המגשרים, על מנת להגיע לפשרה ולחתום על הסכם המשך פעילות. קבוצת השופטים-מגשרים תציג בפני הצדדים את האפשרויות העומדות בפניהם, תוך כדי התייחסות לטיעונים השונים שהועלו ע"י הקבוצות.

¹ לרשותה של כל קבוצה תעמוד רשימת אתרים מומלצים. מצ"ב בהמשך. במידה ואין אפשרות לקיים את הפעילות בכיתה המכילה מחשבים, ניתן לתת לתלמידים את הפעילות להכנה בבית או להדפיס להם דפי מידע.

4. שלב הסיכום: לאחר ניסיונות הפשרה, הקבוצות תתכנסנה לדיון בפשרה שהוצעה (עד 10 דקות). באם תתקבל הפשרה, יחתמו שני צדדים על הסכם פשרה מחייב. באם לא תתקבל הפשרה, קבוצת השופטים-מגשרים ידונו בנפרד (כ-10 דקות) ויחליטו על תוצאות המשפט - האם יותר השימוש בחומרים המזהמים או ייאסר?

בסיום התהליך, כל קבוצה תגיש למורה:

1. את מסמך העמדה שהכינה
2. את סיכום הדיון כולו על גבי מסמך הסיכום המצורף בהמשך.
3. בנוסף, כל תלמיד יגיש רפלקציה אישית קצרה על התנסותו (הנחיות בהמשך).

רשימת אתרים מומלצים לשימוש (נועד כדי לוודא את טיב המידע בו התלמידים משתמשים):

- ✓ <http://www.industry.org.il/environment> התאחדות התעשיינים בישראל - איכות הסביבה
- ✓ <http://www.adamteva.org.il> עמותת אדם, טבע ודין
- ✓ <http://www.sviva.gov.il> המשרד להגנת הסביבה
- ✓ ביי"ס "מעין שחר" - כלכלת ישראל
- http://www.hefer.org.il/htmls/page_7177.aspx?c0=28605&bsp=28572
- ✓ <http://lib.cet.ac.il> הספרייה הוירטואלית של מט"ח
- ✓ <http://www.greennet.org.il/> הרשת הירוקה
- ✓ <http://he.wikipedia.org> ויקיפדיה
- ✓ <http://www.iec.co.il/environment> חברת חשמל לישראל - איכות הסביבה
- ✓ <http://ichut.macam.ac.il> מופ"ת - אתר איכות הסביבה
- ✓ <http://davidson.weizmann.ac.il/davidson-online> מכון דוידסון לחינוך מדעי - "דוידסון אונליין"
- ✓ <http://earthweb.tau.ac.il/> משאבי הטבע ברשת (אוניברסיטת תל-אביב)

בנוסף לאתרים אלו, התלמידים חופשיים להשתמש בכל מקור שיראו לנכון, ובלבד שיצינו אותו במסמך העמדה.

שאלות מנחות לדף הרפלקציה האישי:

- אילו דברים חדשים למדתי בפעילות זו?
- האם הצלחתי ליישם את הידע שלמדתי בפרק? באיזה אופן?
- כיצד תרמתי לקבוצה?
- מה עניין אותי במיוחד בפעילות?
- מה לא אהבתי בפעילות זו?
- אם תהיה פעילות דומה או פעילות קבוצתית אחרת, האם אעשה דברים אחרת? כיצד? מדוע?



בתי המשפט

בית המשפט לאיכות הסביבה

בעניין: שימוש בחומרים הפוגעים בשכבת האוזון לצורכי תעשייה בארץ

קבוצת חוקרים (הטוענים)

נגד

קבוצת תעשיינים (המשיבים)

טענות נגד	טענות בעד

ניסיון הגישור בין שני הצדדים:

מחווון להערכת הפעילות

קריטריון	סעיפים להערכה	רמה נמוכה	רמה בינונית	רמה גבוהה
שימוש במקורות מידע 25	מספר המקורות	התלמיד משתמש במקור אחד או שניים בלבד. (חלוקת הניקוד היא לפי דיוק רישום המקורות)	התלמיד משתמש בשלושה עד ארבעה מקורות מידע. (חלוקת הניקוד היא לפי דיוק רישום המקורות)	התלמיד משתמש בחמישה מקורות מידע או בשלושה עד ארבעה אך אחד מהם לפחות שונה מאלו שניתנו לו.
	ניקוד יחסי	0-4	5-7	8-10
	אופן השימוש במקורות המידע	התלמיד העתיק ממקור האינטרנט ללא הבחנה בין מידע רצוי למיותר ובין מידע נכון ללא נכון.	התלמיד מעתיק ממקור האינטרנט מידע רלוונטי ונכון בלבד, בתשובותיו הביע עמדה.	התלמיד ידע לארגן את המידע מהמקורות ובתשובותיו הביע גם עמדה וגם חשיבה ביקורתית.
טיעונים 45	ניקוד יחסי	0-5	6-10	10-15
	חוזק/רלוונטיות	התלמיד מציין טענות ללא קשר לנושא או לעמדה שעליו לייצג/התלמיד מציין טענות שנוגד את עמדתו או שגויה.	התלמיד מציין טענות המחזקים את טענתו אך ניתנים לסתירה בקלות/התלמיד מציין טענות שוליים בעלי השפעה מועטה	התלמיד מציין טענות רלוונטיות.
	ניקוד יחסי	0-5	6-10	11-15
	מספר טענות	טיעון אחד או שניים	2-3 טענות.	4 טענות ומעלה
	ניקוד יחסי	0-2	3-4	5-10
	נימוקים	הטיעון איננו מנומק/הנימוק לא מספק או שגוי.	לא כל הטיעונים מנומקים/ הנימוק חלקי או חסר.	נימוק מלא לכל הטיעונים או רובם
	ניקוד יחסי	0-8	9-15	16-20
השתתפות בדיון הכיתתי* 15	אופי ההשתתפות	איננו משתתף או משתתף רק כשפונים אליו/השתתפות אינה תורמת לדיון	משתתף אך לא תורם משמעותית לדיון, עונה על שאלות כאשר נדרש, משתתף פעולה עם קבוצתו	מראה השתתפות פעילה, מניע את הדיון/שואל שאלות/יוזם
	ניקוד יחסי	0-5	6-10	11-15
סיכום רפלקטיבי* 15	עומק הסיכום	התלמיד התייחס לחלק מהסעיפים או התייחס לכולם בצורה קצרה וסתמית	התלמיד התייחס לכל הסעיפים אך רק לחלקם נימק בצורה מפורטת	התלמיד התייחס לכל הסעיפים ונימק את תשובותיו בצורה רלוונטית
	ניקוד יחסי	0-5	6-10	11-15

* ניקוד אישי לכל תלמיד



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - תשובות לשאלות לפרק: "החור" באוזון

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאכסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012



משימת פתיחה לפרק ומטרתה היא הכרות ראשונה עם האוזון באמצעות קריאה וניתוח של קטע קצר (שיר). בשיר מידע על האוזון הן מבחינת סימנו הכימי והן מבחינת תכונותיו. בשיר מוזכר גם הגז הנמצא במטהרי אוויר הפוגע באוזון, עליו מורחב בהמשך הפרק. מומלץ לשלב דיון קצר סביב השאלות במשימה כדי להכיר מהו הרקע הידוע לתלמידים על הנושא (הנילמד גם בחטיבת הביניים).

בשאלה 5 - חיבור שאלות, מומלץ לרשום את שאלות התלמידים בלוח. מומלץ בשלב זה להתמקד בשאלות שמעוררות דיון ומחשבה בעקבות קריאת השיר ואשר אין להן תשובות בשיר. כדאי לכוון את התלמידים לכך, שרצוי ששאלות אלו יהיו מורכבות והמידע עליהם אכן יתרום להבנה ולהרחבה נוספת של הנושא. אם עולות שאלות טכניות או נקודתיות כדאי להסביר כי אלו שאלות שוליות שלא תורמות בהרבה להעמקת האירוע. אין צורך לענות על כל השאלות שעולות ולהסביר כי חשוב להעלות שאלות ולדעת היכן למצוא את התשובה או לאיזה מומחה מתאים לפנות.

2. הבעיה המרכזית בשיר קשורה בגז האוזון, אשר נמצא בסכנת פגיעה עקב חומרים אחרים שפוגעים בו ("אוכל ונוגס מהאוזון") ואשר כתוצאה מפגיעה זו עלול להיעלם.

3. הבעיה המתוארת היא עולמית. גז האוזון נמצא בשמיים השייכים לכולנו.

4. תפקיד האוזון לפי השיר הוא להגן עלינו מפני השמש והקרינה.

5. דוגמה לשאלה שהתשובה נמצאת בשיר : מהי הסכנה בגז אשר במטהרי האוויר?
דוגמאות לשאלות שהתשובה אינה בשיר :

- כיצד האוזון מגן עלינו מקרינת השמש? (את התשובה ניתן למצוא במקור מידע, אך לא בשיר עצמו)
- במה שונה האוזון מן החמצן? (את התשובה ניתן למצוא במקור מידע, אך לא בשיר עצמו)
- כיצד ניתן לגרום לאנשים להפסיק להשתמש בספריי? (תשובה שאיננה חד-משמעית ומזמנת נימוקים שונים והצעות לפיתרון)

משימה 2: ניתוח מידע

המשימה ממוקדת בניתוח קטע מידע קצר אך מורכב למדי, הכולל הן מידע כימי ומושגים שונים (חמצן אטומרי, ערפיח, קרינה אולטרה-סגולה, מחמצן ועוד) והן התייחסות לדילמה הקשורה באוזון - הוא "טוב" או רע"? השאלות במשימה משלבות מגוון מיומנויות: ייצוג מידע מהקטע בטבלה, נימוקים לדואליות של האוזון, ניתוח קריקטורה, הבעת דיעה וחשיבה יצירתית (חיבור סיסמא לעיתון). מומלץ להתעכב על משימה זו בכיתה.

1. תכונות האוזון:

תכונות מזיקות	תכונות תורמות
העובדה שהאוזון הוא מחמצן חזק, הפעיל במיוחד כלפי חומרים אורגניים גורמת לו להיות מסוכן לצמחים ולבעלי-חיים.	האוזון מחמצן חזק ומשמש כחומר חיטוי למי שתייה וכחומר להפגת ריחות רעים.
האוזון נוצר באטמוספירה גם בנוכחות מזהמים וכך מהווה חלק מהערפיח הפוטוכימי, הנמצא בשכבה הנמוכה של האטמוספירה. המצאותו בשכבה זו מהווה סכנה לבריאות עקב השפעתו המזיקה על הנשימה.	מהווה שכבת מגן בסטרטוספירה ובולע קרינה אולטרה סגולית מזיקה, אשר לו הייתה מגיעה במלוא עוצמתה אל כדור הארץ הייתה גורמת למגוון בעיות.

2. מצד אחד, האוזון משמש כחוצץ בין הקרינה האולטרה סגולה הגורמת לכוויות, שינויים בתאים וסרטן הנגרם על-ידי בליעתה. מצד שני, נוכחות אוזון בשכבות נמוכות באטמוספירה עלולה לסכן את הצמחים והיצורים החיים עקב היותו מחמן חזק הפוגע בחומרים אורגניים.

3. א. בקריקטורה מתוארת משפחה "מבלה" בים. המשפחה לבושה במגוון אמצעי הגנה (כובעים כפולים, כיסוי מלא של הגוף בחליפה וכו'). הילד שואל את אביו כיצד זה היה נראה פעם, כלומר, מדובר בקריקטורה שמתארת תרחיש עתידי.

ב. אם ההידרדרות במצב שכבת האוזון תמשיך, נמצא את עצמנו לא מוגנים מפני הקרינה המסוכנת ונאלץ כנראה ללכת לים במיגון מלא...

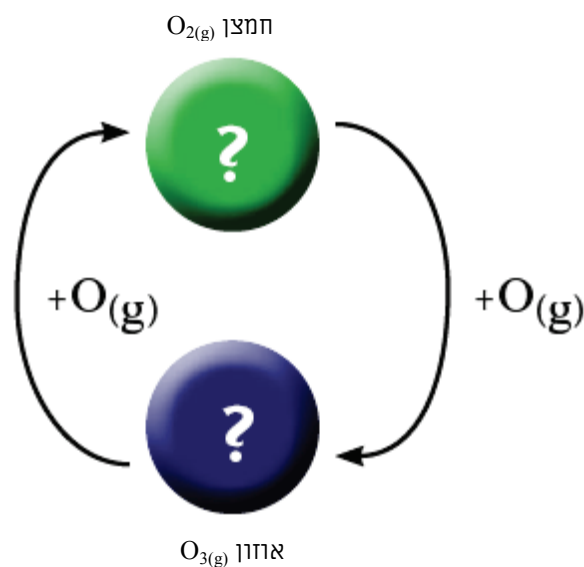
ג. אמצעי התקשורת יכולים להעביר מסר לקהל רחב. כך למשל אפשר לפרסם את חשיבות השמירה על שכבת האוזון וכיצד לפעול כדי לעשות זאת. הקריקטורה מהווה דוגמה למסר המועבר באמצעי תיקשורת.



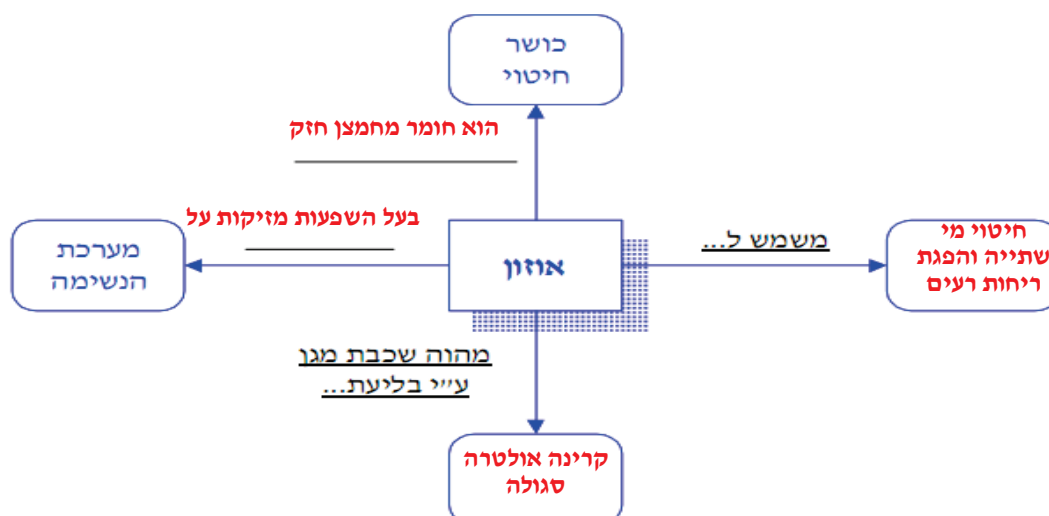
המשימה מתייחסת לקטע המידע הקצר החדן בהיווצרות ופירוק האוזון בסטרטוספירה. הקטע קשה יחסית כיוון שמכיל מידע מדעי-כימי ומומלץ להתעכב על משמעות המידע. בקטע זה ניתן להתייחס לשני רעיונות מדעיים: האחד - פעולות האדם משפיעות (או עשויות להשפיע) על התנאים במערכת האקולוגית, במודע ושלא במודע - ובהתאם להתייחס למשמעות מערכת של שיווי-משקל דינמי. הרעיון השני: התכונות של החומר נקבעות על ידי תכונות החלקיקים הבונים אותו, מספרם, היחס המספרי ביניהם, והכוחות הפועלים ביניהם - וכאן להתייחס להבדלים בין חמצן ואוזון - שניהם מורכבים מאטומי חמצן אך תכונותיהם שונות כי הרכב המולקולה (תרכובת) שלהם שונה. ניתן לעשות טבלת השוואה בין אוזון לבין חמצן.

מבחינת מיומנויות, המשימה כוללת הבנת משוואה כימית וייצוג המידע שבה כאיור, וכן השלמת מפת מושגים קצרה. במידה והתלמידים לא מכירים מפת מושגים מומלץ להתעכב ולבנות איתם את המושגים ומשפטי הקישור, כשהדגש הוא ביכולת לקרוא רצף של מושגים המקושרים על-ידי מילות קישור ומהווים יחד משפט בכל משמעות.

1. היווצרות ופרוק האוזון בסטרטוספירה:



2. לפי התרשים נראה כי קיים שיווי משקל דינמי בין ריכוז האוזון וריכוז החמצן בטבע וללא התערבות חיצונית לא יגדל ריכוזו של האוזון.



משימה 4: איתור וניתוח מידע



המשימה מתמקדת בהבנת קטע המידע המציג את תופעת ה"חור" באוזון. מומלץ להתמקד בשאלה 1, בה מתבקשים התלמידים לחבר שאלות על הקטע. חיבור שאלות על-ידי התלמידים חשוב, הן כאסטרטגית קריאה הדורשת קריאה מעמיקה וחשיבה והן כדי לעורר עניין. במידה והתלמידים לא התנסו בחיבור שאלות, מומלץ לרשום את מגוון השאלות שמעלים התלמידים על הלוח ולמיינם לשאלות שאינן מוסיפות מידע משמעותי לקטע (שאלות טכניות שונות) ושאלות ברמת חשיבה גבוהה אשר קבלת תשובה עליהן תוסיף מידע והעמקה לקטע. העלאת שאלות על-ידי התלמידים הינה בעלת חשיבות מרובה גם כחלק מיכולתם לחקור במטרה להבין את המידע המוצג. חשוב להעביר את המסר שיש חשיבות לשאלות שמעוררות בהם עניין ואין להם תשובה. הם יכולים לאתר את המידע המתאים במקורות מידע מחוץ לקטע או לפנות למומחים אשר יכולים להשיב. אין צורך להשיב בשלב זה על שאלות אלו. החשיבות היא בהעלאת השאלות.

1. דוגמאות לשאלות שאין עליהן תשובה בקטע:

- מדוע נמדדת ירידה במידה רבה בשכבת האוזון בתחילת האביב?
- מדוע תופעת "החור" באוזון התגלתה דווקא באנטארטיקה?
- מהי הסכנה בתופעה?
- מה ניתן לעשות כדי "להשלים" את "החור"?

2. I. תופעה זו נקראת ה"חור" באוזון מכיוון שבאיזורים מסויימים כמות האוזון יורדת ויוצרת מעין "חור" בשכבה.

II. ניתן לקרוא לתופעה גם דלדול האוזון משום שאין לנו באמת "חור" באוזון עצמו אלא הידלדלות בכמות האוזון באטמוספירה.

3. ניתן לראות כי לאורך העשורים האחרונים החור באוזון תחילה גדל, אך המגמה השתנתה ובעשר השנים האחרונות הוא קטן, אם כי לא בצורה רציפה ויש עדיין תנודות.

משימה 5: ניתוח מידע - תרשים

משימה הממוקדת בהבנת תרשים של שכבות האטמוספירה וסוגי הקרינה החודרים אליהם וקישור המידע לידע קודם לגבי זיהום אוויר - תופעת הערפיח הפוטוכימי, בו נוצר אוזון כחלק ממרכיביו.

1. א. אנו חיים בשכבת הטרופוספירה וחודרת אליה קרינת UV-A ארוכה, קרינת אור נראה וקרינת IR.
ב. קרינת UV-B ניבלעת בסטרטוספירה (על-ידי האוזון) ואיננה חודרת לטרופוספירה.

2. א. בשכבת הטרופוספירה בה אנו חיים רצוי ריכוז נמוך של אוזון, מכיוון שיש לו השפעה מזיקה על בעלי חיים וצמחים, עקב היות מחמצן חזק.

ב. בשכבת הסטרטוספירה רצוי ריכוז גבוה של אוזון כדי ש"יבלע" את קרינת ה-UV-B המזיקה לנו.

משימה 6: ניתוח מידע

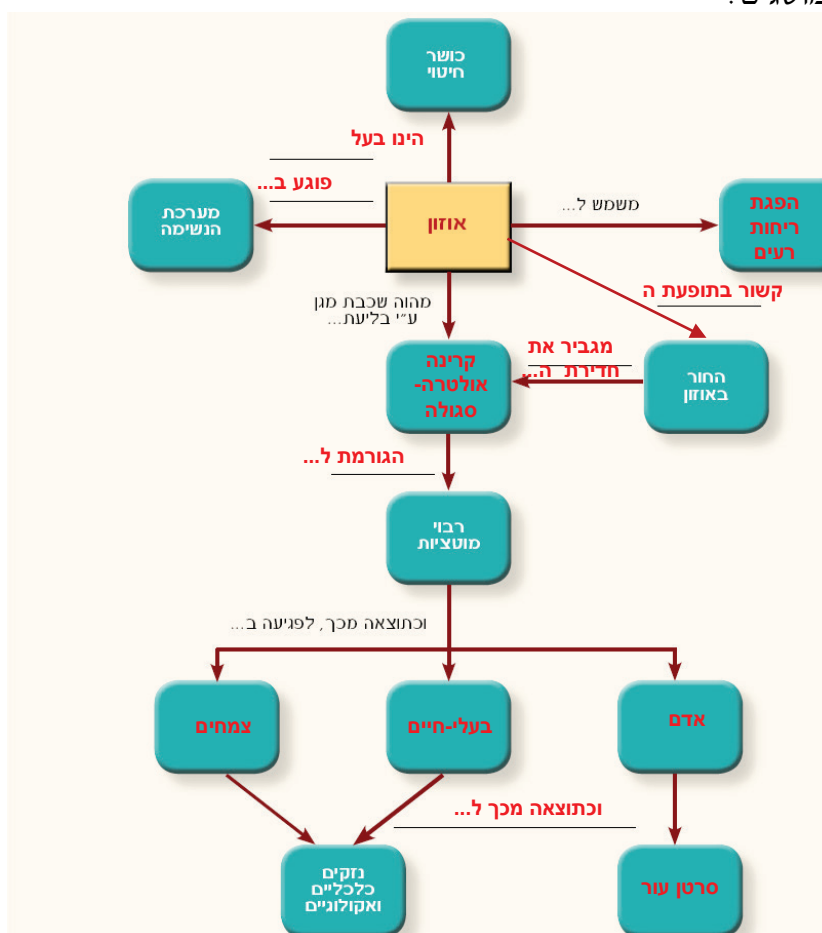
במשימה זו שני חלקים. החלק הראשון ממוקד ביכולת להבין קטע מידע רציף לפי משפטים שאינם נתונים בסדר הנכון. דרך "משחקית" זו מצריכה הבנה הגיונית של הנושא תוך קישור לידע קודם ותוך כדי רכישת ידע חדש על פגיעה של הקרינה האטולטה-סגולה מהשמש. ניתן לערוך "תחרות" בין התלמידים, מי מצליח ראשון למצוא את הסדר הנכון וההגיוני של קטע המידע.

החלק השני כולל מפת מושגים מורחבת המסכמת את הנושא של האוזון, תפקידו וחשיבותו. מומלץ לבקש מהתלמידים להכין ריבועי נייר ועליהם לרשום את המושגים החסרים ומילות הקישור החסרות ואז לארגנם על גבי המפה כך שכל הקישורים יהיו הגיוניים. גם כאן ניתן לערוך תחרות בין התלמידים.

1. שכבת האוזון באטמוספירה מגנה על יצורים חיים מפני נזקים הנגרמים על ידי הקרינה האולטרה סגולה שמקורה בשמש. כאשר ישנה הדלדלות בשכבת האוזון, קרינה רבה יותר חודרת לכדור הארץ וגורמת לנזקים (פגיעה בעיניים ובעור).

2. א. סדר משפטי המאמר: מצאו כי קרינה אולטרה-סגולה גורמת לשבירתו של חלבון הידוע בכינויו 32KDa-D1, הממלא תפקיד מרכזי בפרוטסינתזה. בתהליך הפרוטסינתזה נקלטת אנרגיה מהשמש. אנרגיה זו משמשת לתהליכי יצירה של חומרים אורגניים המרכיבים את הצמח ומאפשרים את קיום החיים עלי אדמות. ירידה בתהליך זה תגרור ירידה משמעותית ביבולים.
- ב. כותרת אפשרית: "הקשר בין הקרינה האולטרה-סגולה לירידה ביבולים".
- ג. החלבון 32KDa-D1 ממלא תפקיד מרכזי בתהליך הפרוטסינתזה. בתהליך זה, נקלטת אנרגיה מהשמש המאפשרת את קיום התהליך. במידה וקרינת השמש תכיל גם קרינה אולטרה-סגולה הפוגעת בחלבון, יפגע התהליך וזה יגרום לירידה משמעותית ביבולים.
- ד. הגורם המשותף הוא הקרינה אולטרה-סגולה מהשמש הפוגעת בחלבונים גם בתאי בגוף האדם וגם בתאי הצמחים.
- ה. תהליך הפרוטסינתזה הוא הבסיס לקיומם של כמעט כל היצורים החיים על פני כדור הארץ עקב יצירת החומרים האורגניים (כתוצאה מיצירת גלוקוז בתהליך). אם התהליך יפגע, עקב פגיעה של קרינה אולטרה-סגולה בחלבון 32KDa-D1, יפגע תהליך יצירת המזון לבעלי-החיים וזה עלול להביא לרעב, מחלות ותמותה.

3. השלמת מפת המושגים:



משימה 7: ניתוח מידע - טבלה וגרף



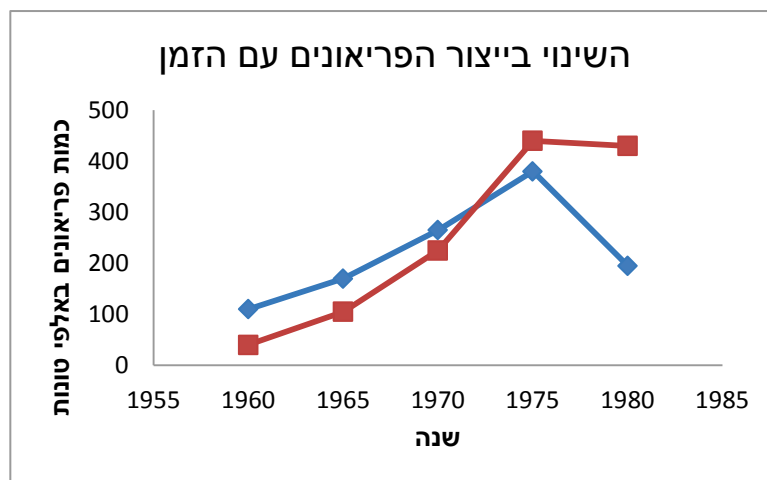
המשימה כוללת חלק ראשון של קישור נושא הפריאונים לחיי-היום-יום של התלמידים וחלק שני המתמקד בתירגול מיומנות של הבנת טבלאות נתונים והצגתם בייצוג גרפי. השאלות המלוות ממוקדות בהבנת הגרפים, השוואה בניהם והסקת מסקנות. המשימה מתאימה כעבודת בית לתלמידים והשוואת התשובות שלהם בכיתה, תוך פתיחת דיון בנושא הקטנת השימוש בפריאונים, כהקדמה לנזקים שלהם ולחקיקה העולמית בנושא.

1. מוצרים היכולים להכיל פריאונים בשימוש ביתי: מטהרי אויר, דאודורנטים, חומרי הדברה נגד מזיקים, מזגנים, מקררים.

2. להלן מידע על מספר מוצרים:

שם המוצר ותפקידו	מכיל פריאונים (CFC)?
פרש אוטומטיק- מטהר אויר	ללא CFC במפורש
לוריאל- ספריי לשיער	אין מידע מפורש
דאב- דאודורנט לאשה	ללא CFC במפורש
ליידי ספיד סטיק- דאודורנט לאשה	אין מידע מפורש
אולד ספייס- דאודורנט לגבר	ללא CFC במפורש

3. בגרף הבא, העקומה בצבע כחול מייצגת את ארה"ב והעקומה בצבע אדום מייצגת את שאר העולם.



א. על פי הגרף ניתן לראות כי בארה"ב חלה עליה בכמויות ה-CFC שיוצרו עד 1975 ולאחר מכן חלה ירידה משמעותית.

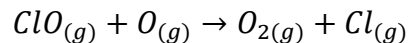
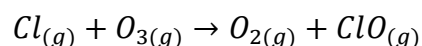
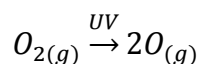
ב. בשאר מדינות העולם, הייצור, שהיה נמוך מאשר בארה"ב, הלך ועלה ולא מסתמנת ירידה אלא יציבות. יש להניח שתחול ירידה בהמשך.

ג. סיבה אפשרית למגמת הירידה יכולה להיות הגברת המודעות הכלל עולמית לבעיית השימוש בפריאונים, דבר שהוביל לחקיקה בנושא, אכיפה וענישה.

משימה 8: ניתוח מידע וחשיבה יצירתית

החלק הראשון של המשימה ממוקד בהבנת תרשים התהליך של פירוק מולקולות אוזון על-ידי מולקולת פריאון אחת. מומלץ להתעכב על הבנת התהליך. שאלה 1 מתמקדת בייצוג בשפה הכימית של התרשים - שימוש בנוסחאות כימיות. כאן יש להדגיש את ההבדל בין אטום למולקולה כי זה המפתח להבנת התהליך - פירוק מולקולות לאטומים ולהיפך. החלק השני מתקשר לחיי היום-יום של התלמידים - ביקור אצל רופא השיניים והיכולת לקשר בין ביקור זה לידע שנרכש בנושא האוזון והפריאונים. שאלה 5 מאפשרת יצירתיות בעיצוב פירסומת אשר תשלב בתוכה גם מסר וגם הסבר מדעי מדויק. אפשר גם לנתח פירסומות קיימות בנושא זה ולהתייחס למסר המועבר ולמידע והדיוק המדעי בהן.

1.



2. אטום הכלור מפרק את מולקולת האוזון

3. אטום הכלור פעיל מאוד מבחינה כימית ומגיב עם מולקולת האוזון תוך יצירת כלור חד-חמצני ומולקולת חמצן. הכלור החד-חמצני מתרכב עם אטום חמצן פעיל (שהשתחרר ממולקולת חמצן בהשפעת קרינת UV) וזה גורם לשיחרור אטום כלור נוסף המפרק עוד מולקולת אוזון. שני תהליכים אלו חוזרים על עצמם וגורמים כך לפירוק מולקולות רבות של אוזון.

4. א. עקב שחרור הגז CF_2Cl_2 לאטמוספירה, ישתחררו אטומי כלור אשר יגיבו עם מולקולות האוזון ויפרקו אותן. הדבר מגביר את הדלדלות שיכבת האוזון בסטרוספירה וכתוצאה להגברת החדירה של הקרינה האולטרה סגולה המזיקה לבני האדם ולסביבה.

ב. ניתן למשל לבדוק רגישות על-ידי מים קרים. היתרון: חומר זמין ולא מזיק. חסרון: תחושת הקור עלולה להיות סובייקטיבית - יכולה להיות תחושת קור ללא חור בשן וגם להיפך (חור בשן שלא יוביל לרגישות למים קרים) וכן ייווצרו מים בפה שיש לרוקן אותם.



משימה 9: ניתוח מידע וחשיבה ביקורתית

המשימה מתייחסת לקטע המידע בנושא פרוטוקול מונטריאול. השאלות מערבות חשיבה ביקורתית על הצלחת האמנה, המדינות המחויבות לה והשוואה בינה ובין ההתמודדות העולמית בנושא ההתחממות העולמית. מומלץ לערוך דיון על התייחסות התלמידים לשאלות השונות ולהעלות דיעות שונות תוך נימוקן.

1. גם אם לא כל המדינות משתמשות ב-CFC, כולם נפגעים מהנזק אותו יוצרים החומרים האלה. הפגיעה בשיכבת האוזון משפיעה על כל העולם ולכן ההתמודדות עם הבעיה צריכה להיות על-ידי שיתוף פעולה של כל המדינות.

2. מדינות מערביות אלו הן בעלות כלכלה חזקה, שיכולה לאפשר למדינות אלו לייצר/לרכוש תחליפים לחומרים הפוגעים בשכבת האוזון ולקיים מחקרים על מנת לפתח חומרים חדשים. בנוסף מדינות אלו הן היצרניות הגדולות בעבר של ייצור הפריאונים ולכן בהן המודעות למצב החמור של הדלדלות האוזון היא גבוהה ועליהן מוטלת האחריות לטפל בנושא זה.

3. יש לכך שתי סיבות עיקריות:

א. השימוש בפריאונים פחת בעיקר במדינות המפותחות, אך עדיין ישנו ייצור של פריאונים במדינות מתפתחות, דבר הממשיך לפגוע בשכבת האוזון.

ב. גם כאשר כל המדינות יפסיקו את ייצור הפריאונים, ייקח זמן עד ששכבת האוזון תשתקם מהנזק הגדול שנגרם לה עד כה מכיוון שיש עדיין אטומי כלור באטמוספירה הממשיכים לפרק מולקולות של אוזון.

4. עובדה זו דווקא מעלה את מחויבות העולם להפסקת השימוש בחומרים הפוגעים באוזון, מכיוון שאין בידינו שליטה על הגורמים האחרים. עלינו להקטין את הפגיעה באוזון עד כמה שאפשר כל עוד זה כתוצאה מפעילות האדם.

5. ההשערה היא שהמעבר לשימוש בתחליפים לפריאונים לא פגע קשות בכלכלת העולם המערבי ולכן מחויבות המדינות הייתה גבוהה. בנושא ההתחממות העולמית, המעבר לדלקים חלופיים להקטנת פליטת ה- CO_2 קשה ויקר יותר וכן מדובר בתחומי שימוש רבים בחיי היום-יום בהם יש פליטת CO_2 ולכן ההצלחה בשיתוף פעולה עולמי בתחום זה קטנה יותר.

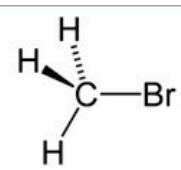
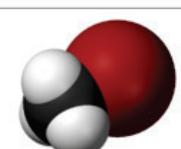
משימה 10: חקר אירוע



המשימה כוללת מיגוון מיומנויות חשיבה: שאלת שאלות (שאלה 1), איתור מידע מהאינטרנט (שאלה 2), העלאת השערה מנומקת (שאלה 3), העלאת טיעונים בעד ונגד (שאלה 4), הבעת דיעה מנומקת (שאלה 5). המשימה מתאימה במיוחד לפעילות קבוצתית והשוואת התייחסות הקבוצות השונות לשאלות.

1. דוגמה לשאלה שהתשובה לה מצויה בקטע: לשם מה ישראל משתמשת במתיל ברומיד?
דוגמה לשאלה שהתשובה איננה בקטע: כאשר ישראל לא תמשיך לייצר את המתיל הברומיד, במה תישמש לחיטוי הקרקע לחקלאות?

2. להלן מידע כימי על מתיל ברומיד:

נקודת התכה	-93.66°C	נוסחה כימית	CH_3Br	 
נקודת רתיחה	3.56°C	שמות אחרים	ברומומתאן; מונוברומומתאן	
צפיפות	3.974 g/l	מסה מולרית	94.94 g/mol	
מסיסות	15.22 gr/l	מראה	גז חסר צבע בעל ריח של כלורופורם	
		מספר CAS	[74-83-9]	

מידע כללי:

שימושו העיקרי של המתיל ברומיד הנם בחקלאות, כחומר חיטוי לקרקעות. בו זמנית הוא פועל כנגד תולעי קרקע הניזונות משורשי הצמחים, פטריות, מחלות נגיפיות ובקטריאליות, חרקים ועשבים שוטים. ייחודו הוא בחדירה טובה לקרקע וכושר קטילה רחב.

הוא משמש גם לחיטוי מוצרי חקלאות במהלך אחסון, פירות יבשים, חיטה, קמח, אגוזים ועוד. מעבר לשימושו החקלאיים משמש החומר לחיטוי של בולי עץ ורהיטים ובתהליכי מיצוי שמן מאגוזים וזרעים שונים.

מולקולת המתיל ברומיד נמצאה כגורמת לפגיעה בשיכבת האוזון בסטרטוספירה עקב שיחרור אטום הברום, בדומה לשיחרור אטום כלור ממולקולות פריאונים.

3. בישראל מייצרים מתיל ברומיד בכמות רבה מאחר ואחד המחצבים הטבעיים שלנו הוא ים המלח, העשיר במלחי אשלגן, ברום, ועוד. זה מאפשר כרייה של מלחי ברום המשתמשים להפקת מתיל-ברומיד

4. טיעונים בעד ונגד ייצור מתיל-ברומיד בישראל:

נגד ייצור ושימוש במתיל ברומיד	בעד ייצור ושימוש במתיל ברומיד
- בעל רעילות גבוהה לאדם.	- מאפשר להשתמש במצבי ים-המלח
- פוגע בשכבת האוזון (פריאון).	- שברשותינו.
- מתאדה מאוד מהר ועלול לגרום להרעלה נשימתית לנושמים אותו.	- מצוין כחומר חיטוי בעל חדירה טובה
	- לקרקע וכושר קטילה רחב.
	- לא משאיר שאריות טוקסיות בקרקע.

5. נראה כי יש הגיון בטענה זו מכיוון שכל עוד אין יעדים ברורים עם לוחות זמנים, מדינות שונות עדיין מייצרות מתיל-ברומיד והפגיעה בשכבת האוזון תימשך. מצד שני, גם עם חלק או רוב המדינות יפסיקו את השימוש במתיל-ברומיד, עם השנים הנזק לאוזון יקטן כי כמות המתיל-ברומיד שתשתחרר לאוויר תיקטן. אך כמובן זה לא יעצור את התופעה.

תקציר סיכום הפרק:

ה"חור" באוזן

מתוך: "איכות האוויר סביבנו", הרשקוביץ, א. ודורי, י. מהדורה מעודכנת ומורחבת 2012

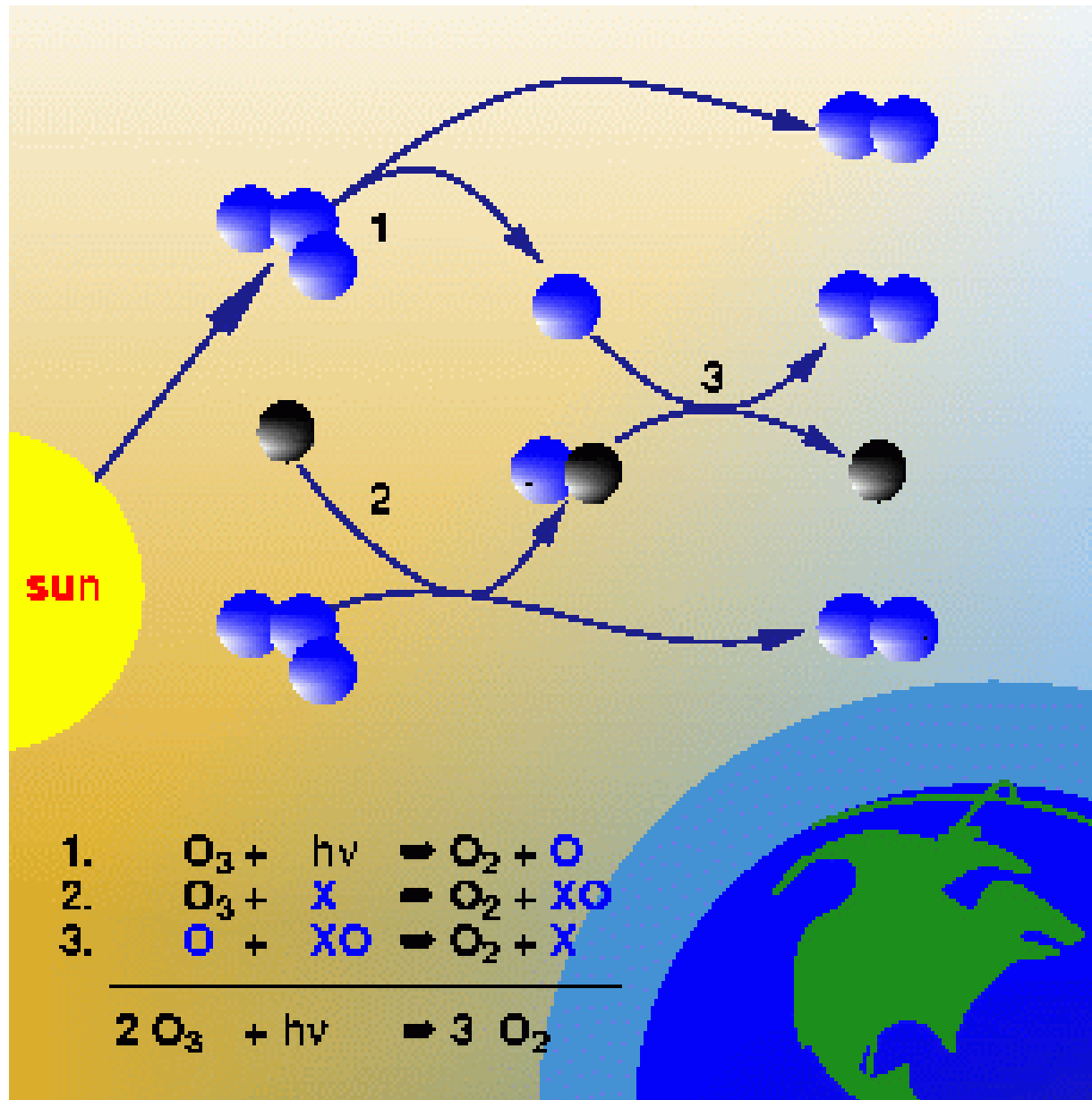
יצירת האוזון באטמוספירה

כאשר מתרחשות התפרקויות חשמליות באויר, כמו ברקים, חלים בגז החמצן שינויים. מחמצן, שהוא גז חסר ריח לגמרי, מתקבל אוזון שמצטיין בריח חריף. טמפרטורת הרתיחה של האוזון גבוהה משל החמצן וגם צפיפותו גדולה יותר.

החמצן האטומרי (חד ערכי) מקנה לאוזון את פעילותו הרבה ולכן האוזון הינו חומר מחמצן חזק.

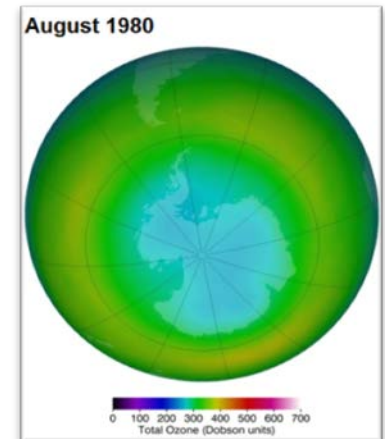
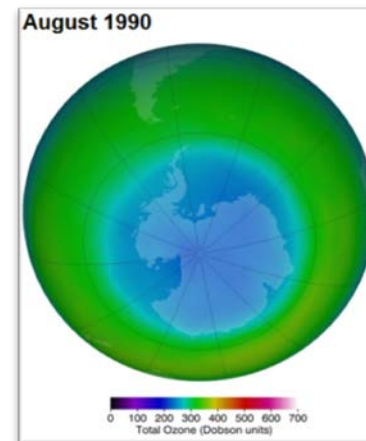
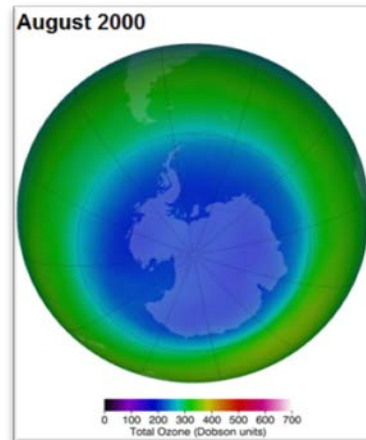
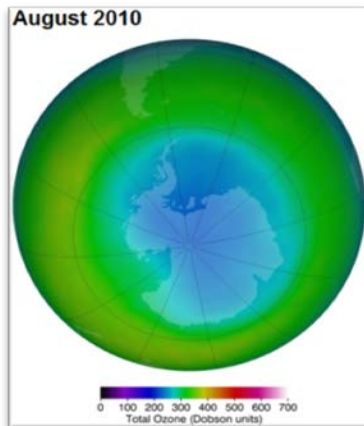
האוזון נוצר באטמוספירה גם כאשר ישנם ריכוזים גבוהים של מזהמים כמו תחמוצות חנקן ופחמימנים, אשר בהשפעת קרינת השמש יוצרים את הערפיח הפוטוכימי, המכיל חומרים מחמצנים וביניהם אוזון.

מעגל היווצרות ופרוק האוזון



תופעת ה"חור באוזון"

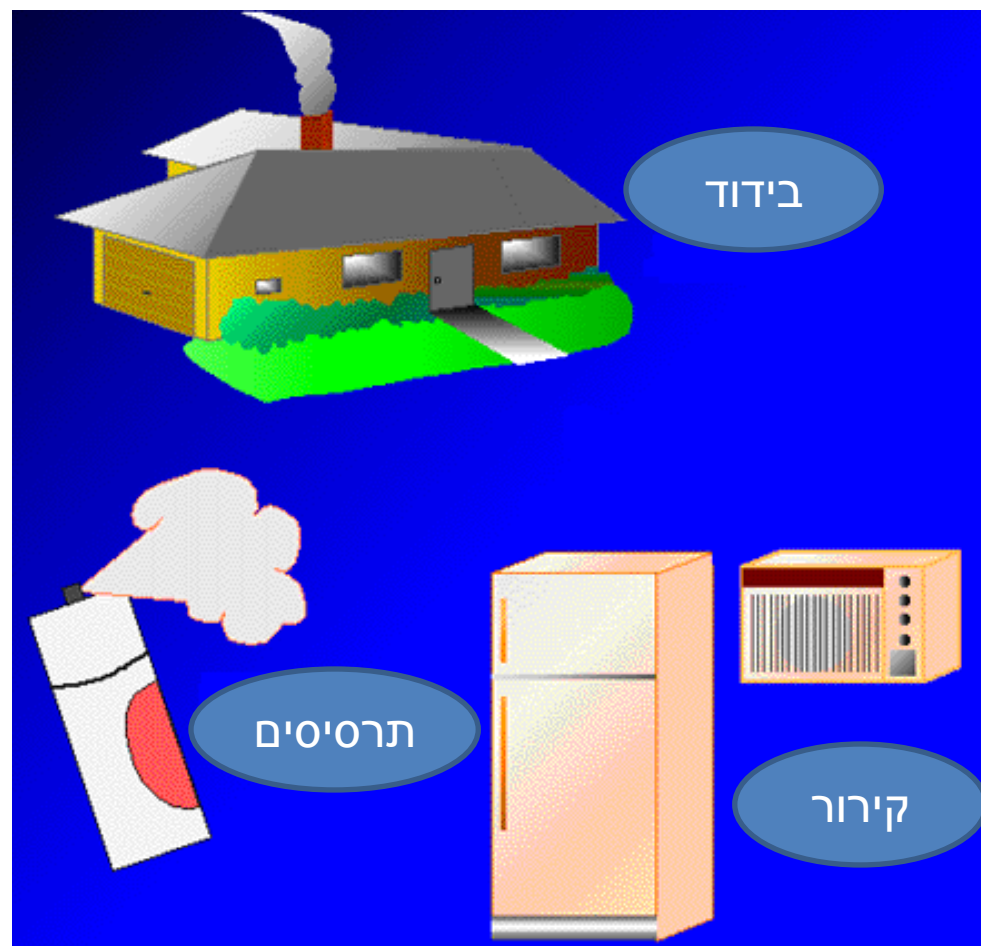
שכבת מולקולות האוזון נמצאת באטמוספירה בגובה שבין 10-40 ק"מ מעל פני הקרקע. התופעה של הידלדלות בשכבת האוזון, הקרויה: ה"חור" באוזון התגלתה בתחילת שנות ה-80 של המאה ה-20 מעל אנטארקטיקה בעקבות מדידות שנתיות וצילומי לוין של שכבת האוזון באיזור. בשנים שלאחר מכן נערך מעקב אחר שכבת האוזון והאיזורים בהם השכבה נמצאה קטנה מהערך הממוצע, נחשבים כ"חור" באוזון.



חומרים הפוגעים באוזון

פריאונים- הם חומרים כימיים
סינתטיים (מעשה ידי אדם),
המכילים פחמן ואטומים של הלוגנים
כמו: ברום, כלור ופלואור.

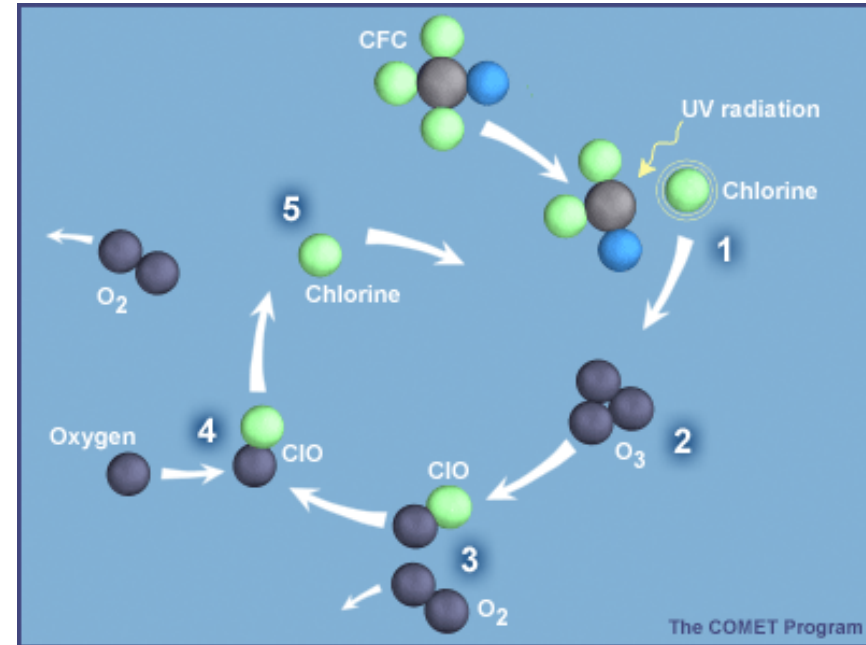
הם יוצרו לראשונה בשנת 1923,
במטרה לשמש חומרי קירור
במערכות קירור. מאוחר יותר הורחב
השימוש בהם.
ארצות המערב הן היצרניות
העיקריות של הפריאונים ובמיחד
ארה"ב.



פעולת הפריאונים לפירוק האוזון

בשנות ה-70 של המאה ה-20, נמצא כי מולקולות הפריאונים משתחררת לאטמוספירה (בה מצוי האוזון) ומתפרקות בה בהשפעת קרינה אולטרה סגולה, תוך שחרור אטום כלור חופשי.

אטום הכלור פעיל מאוד מבחינה כימית ומגיב עם מולקולות האוזון תוך יצירת כלור חד חמצני ומולקולת חמצן. על פי התגובות ניתן לראות שבמהלך תגובות כימיות המתרחשות באטמוספירה, אטום הכלור משתחרר מהחמצן ויכול להגיב שוב ושוב. כך הוא יכול לגרום לפירוק של המון מולקולות אוזון.



ההתמודדות העולמית עם התופעה והדרכים לצמצמה

בשנת 1977 ריכזה התוכנית הסביבתית של האו"ם תוכנית להגנה על שכבת האוזון, שהעלתה למודעות הציבור את הנזק שנגרם לשכבת האוזון כתוצאה משימוש בחומרים המכלים את שכבת האוזון.

ב- 1985 נחתמה אמנת וינה, שהצביעה על אחריותן של מדינות לשמירה על בריאות התושבים והסביבה לנוכח הידלדלותה של שכבת האוזון.

אמנה זו יצרה את המסגרת הכללית לפרוטוקול מונטריאול, שנכנס לתוקף ב- 1989.

המדינות החתומות עליו מחויבות לשיתוף פעולה

באמצעות תצפיות שיטתיות, מחקר וחלופי מידע,

אימוץ אמצעים תחיקתיים או מנהליים, ניסוי אמצעים

נהלים ותקנים וכו'.



אנחנו אחראים על עתיד העולם,
בואו נשמור עליו!



מצגת תכנים בפרק הסיכום

מתוך: "איכות האוויר סביבנו", הרשקוביץ, א. ודורי, י. מהדורה מעודכנת ומורחבת 2012

מקורות טבעיים לזיהום אוויר



מקורות מלאכותיים לזיהום אוויר



קנה מידה שונים של נזקי זיהום אוויר

מעגל הפלואורידים

- השפעה מקומית.
- נפילים ממפעלים
בייצור דשנים
זרחתיים,
אלומיניום
וזכוכית.

מעגל הגפרית

- השפעה איזורית.
- נפלט מדלק
פוסילי וכורים.
- גורם ליצרת גשם
חומצי.

מעגל הפחמן

- השפעה עולמית.
- ריכוז ה CO_2 הולך
ועולה.
- גורם להתחממות
האטמוספירה.

פיזור מזהמים באטמוספירה (מטאורולוגיה)

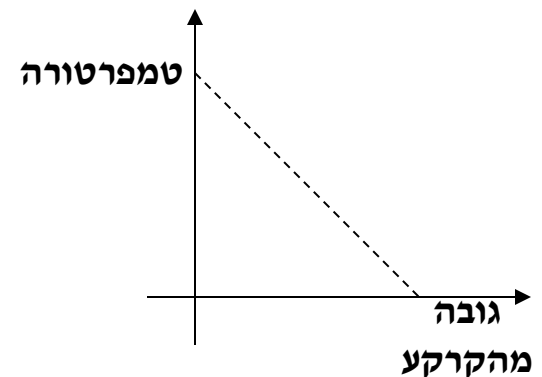
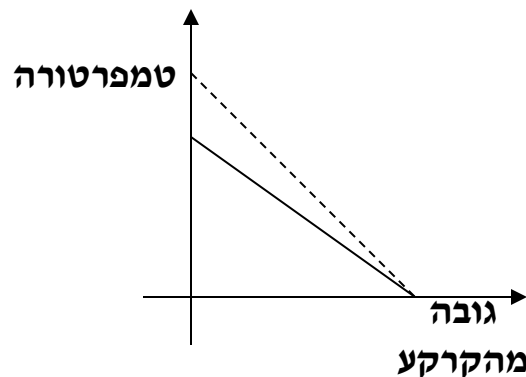
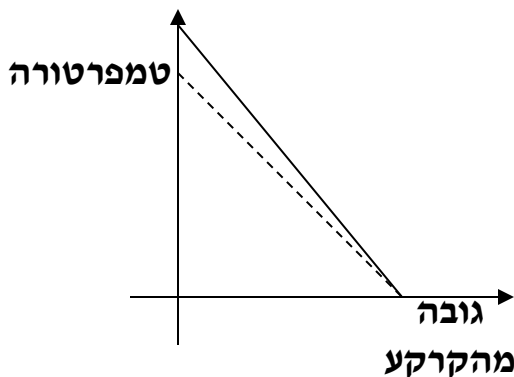
- פיזור אופקי – תלוי בכיוון הרוח ובמהירותה.

- פיזור אנכי – תלוי במפל הטמפרטורה.

- המודל התיאורטי: ירידה של 1°C בכל עלייה של 100 מטרים בגובה.

- ירידה מתונה יותר מאשר במודל התיאורטי מוגדרת כאטמוספירה יציבה, ערבוב השכבות קטן.

- בקיץ, פני הקרקע חמים יותר, ירידת הטמפ' חדה יותר, זה מצב של אטמוספירה בלתי יציבה.



אינוורסיה אטמוספרית

מצב בו שכבת אוויר חמה וקלה מצויה מעל שכבה קרה וכבדה ממנה.

- אינוורסיית קרקע – נוצרת בלילות בהירים, כך ששכבת האוויר הקרובה לפני הקרקע קרה משכבת האוויר שמעליה, נוצר ערפל.

- אינוורסיית רוח – נוצרת בשכבות אוויר הגבוהה מפני הקרקע, נוטה לכסות שטח נרחב, ונמשכת פרק זמן ארוך.

פיזור מזהמים במצבים אטמוספריים שונים

1.



2.



3.



אופי פיזור הפלומה:

**מודל
תיאורטי**

- מצב רגיל
- צורת קונוס

מצב יציב

- אוויר חם
- צורה מניפה,
- קונוס צר

**מצב לא
יציב**

- אוויר קר
- צורת לולאה

נזקי זיהום האוויר לבריאות האדם

שריפת עופרת

- חודרת למערכת הדם
- חודרת גם לריאות

פחמן חד חמצני

- מתרכב עם ההומוגלובין
- גורם לירידה בכושר האדם

אוזון

- פוגע בריאות
- גורם לקרישת דם מוגבלת

תחמוצות החנקן

- פוגע בריאות
- גורם לקרישת דם מוגבלת

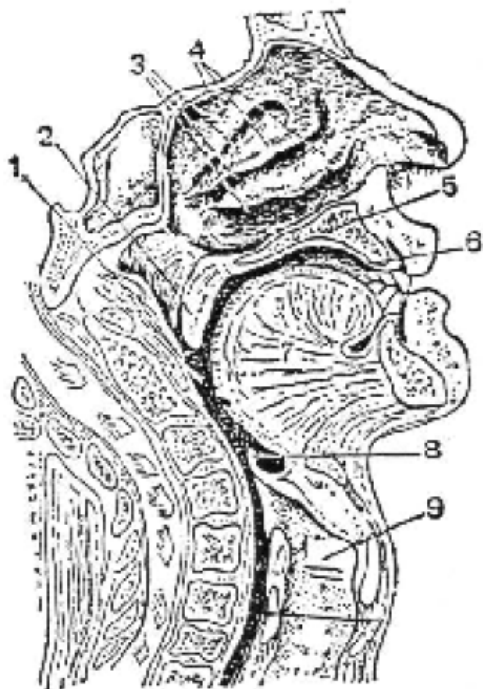
תחמוצות הגפרית

- גורמת לגירוי דרכי הנשימה

פחמימות

- גורמות למחלות סרטן

מערכת הנשימה וזיהום אוויר



תפקודי מערכת הנשימה הם:

העברת האוויר אל הריאות ומהן אל כלי הדם

הרטבת וחימום האוויר הנשאף

סינון האוויר הנשאף מזיהומים

פליטת הגזים הבלתי רצויים

משימת סיכום

משימת סיכום

כאזרחים בעלי מודעות סביבתית גבוהה בעקבות למידת הנושא "איכות האוויר סביבנו", תכננו מחאה ציבורית תחת הכותרת: "העם דורש אוויר נקי". במסגרת זו:

1. הציעו מספר סיסמאות לשלטים מתאימים.
2. נסחו את דרישותיכם במסמך אותו תוכלו לפרסם בדף פייסבוק מתאים, בו אתם קוראים למחאה ציבורית בנושא.
3. כדי להתכונן להוביל מחאה ציבורית כזו, הכינו רשימת תגובות אפשריות של אנשים שונים: חלקם התומכים בקריאתכם וחלקם המתנגדים או מטילים ספקות בהצלחת המחאה.



דיאגרמת סיכום

תת פרק	נושאים	משימות	מטרות התת פרק והמשימות	היבטים
מקורות זיהום אוויר	- מקורות טבעיים לזיהום אוויר - מקורות מלאכותיים לזיהום אוויר	ניתוח ו ארגון מידע - לערוך טבלה מסכמת. - להרכיב מפת מושגים. - להשלים טבלה נתונה.	- התלמיד יכיר מקורות טבעיים ומלאכותיים לזיהום אוויר. - התלמיד ישווה בין זיהום טבעי ומלאכותי. - התלמיד ינתח טבלה ויענה על שאלות. - התלמיד יבנה מפת מושגים.	סביבה כימיה
קנה מידה שונים של נזקי זיהום אוויר	- מעגל הפחמן - מעגל הגפרית - מעגל הפלואורידים	ניתוח ו ארגון מידע - לערוך טבלה מסכמת. - לענות על שאלות מהטבלה.	- התלמיד ייחשף לנושא הקנה מידה של הזיהומים. - התלמיד יכיר את המושגים: עולמי, מקומי, איזורי. - התלמיד יערוך טבלה מסכמת וידרג נתונים.	סביבה
מטאורולוגיה של זיהום אוויר	- פיזור אופקי ואנכי - מודל תיאורטי - אטמוספירה יציבה ולא יציבה	ניתוח גרף להתאים גרפים למצבים.	- התלמיד ייחשף לנושא המטאורולוגיה של זיהום אוויר. - התלמיד יבין וינתח גרפים.	סביבה
אינוורסיה אטמוספרית	- אינוורסיית קרקע - אינוורסיית רוח	ניתוח, ארגון ואיסוף מדע - להשלים קטע במקומות החסרים - לצייר צורות פליטת העשן	- התלמיד ייחשף לנושא האינוורסיה אטמוספרית ויכיר מושגים חדשים. - התלמיד ישלים קטע במקומות חסרים ויעזר ברשימת מילים. - התלמיד יקשר בין מה שלומד למציאות.	סביבה חברה
זיהום ובריאות	- השפעת תרכובות הזיהום לבריאות האדם. - מערכת הנשימה וזיהום האוויר.	ניתוח מידע להתאים חלקי מערכת הנשימה לאיור.	- התלמיד ייחשף לנושא הזיהום ובריאות האדם ויכיר מושגים חדשים. - התלמיד יתאים שמות חלקי מערכת הנשימה לאיורים.	כימיה ביולוגיה בריאות
משימת סיכום		לתכנן מחאה ציבורית	- לכוון ולחנך את הילד לערכים. - לצור קשר בין הילד לחברה.	חינוך לערכים חברה



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - משימות נוספות לפרק: סיכום - מקורות, מטאורולוגיה ונוזקים של זיהום אוויר לבריאות האדם

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012

שאלות לסיכום הפרק

שאלה 1:

- א. ציינו שני מקורות טבעיים ושני מקורות מלאכותיים לזיהום אוויר.
ב. ב. התייחסו למזהמים הניפלטים ממקורות אלו
ג. השוו בין מידת הנזק ממקורות אלו. נמקו.

שאלה 2:

לפניכם שלושה מזהמים.

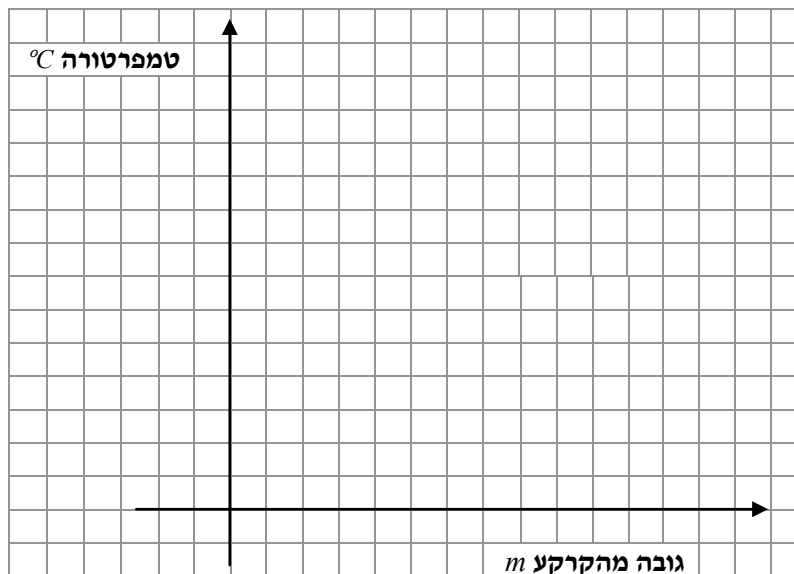
- א. העבירו קו בין החומר המזהם לבין קנה המידה של הזיהום.

קנה מידה של הזיהום	המזהם
מקומי	CO_2
עולמי	SO_2
איזורי	פלואורידים

- ב. הסבירו את משמעות קנה המידה האלו.

שאלה 3:

המודל התיאורטי לשינוי הטמפרטורה עם הגובה מתייחס לירידה של $1^{\circ}C$ בכל עלייה של 100 מטרים בגובה. ציירו גרף מתאים למודל זה והסבירו כיצד קבעתם את מיקום הקו.



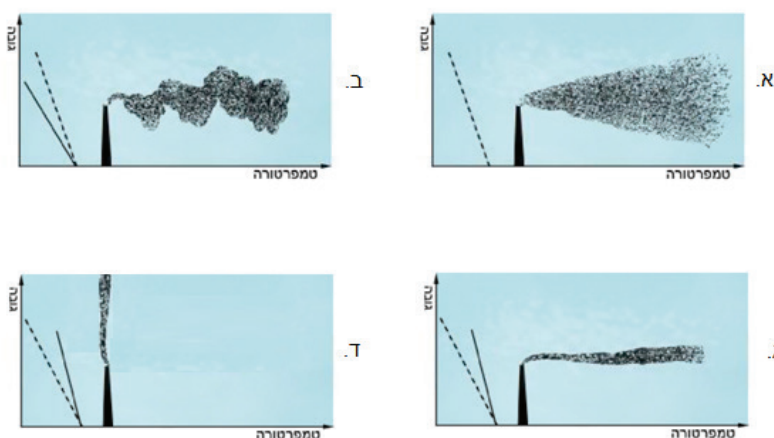
שאלה 4:

סמנו בעיגול בכל אחד מהסעיפים הבאים : נכון או לא נכון

לא נכון	נכון	שריפות גדולות ביערות נחשבות כנזקים הנגרמים ממקור טבעי
לא נכון	נכון	הרי געש פעילים פולטים גזים מזהמים כמו SO_2 , CH_4 , H_2S .
לא נכון	נכון	הזיהום שמקורו בטבע הוא יציב וקבוע, ולכן יש אפשרות לפקח עליו.
לא נכון	נכון	זיהום מצריכה אישית גבוה בהרבה מהזיהום הנוצר ממקור תעשייתי.

שאלה 5:

מי מהציורים הבאים מתאים לפלומה במצב לא יציב? הסברו.



שאלה 6:

מה ההבדל בין פיזור אופקי לפיזור אנכי? ממה מושפע כל אחד מהם?

שאלה 7:

בחרו שנים מהמזהמים הבאים, והסבירו בכמה מילים איך מזהם זה פוגע בבריאות האדם.
 עופרת Pb , פחמן חד-חמצני CO , אוזון O_3 , תחמוצות החנקן: NO_2 , NO_3 , תחמוצת הגפרית: SO_2 , SO_3 ,
 פחמימנים



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה המדעים
קבוצת הכימיה

איכות האוויר סביבנו - תשובות לשאלות לפרק: סיכום - מקורות, מטאורולוגיה ונזקים של זיהום אוויר לבריאות האדם

ד"ר אורית הרשקוביץ

פרופ. יהודית דורי

© כל הזכויות שמורות

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאכסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמחברים.

מדריך למורה למהדורה המורחבת והמעודכנת, תשע"ב - 2012

משימה 1 : ניתוח וארגון מידע



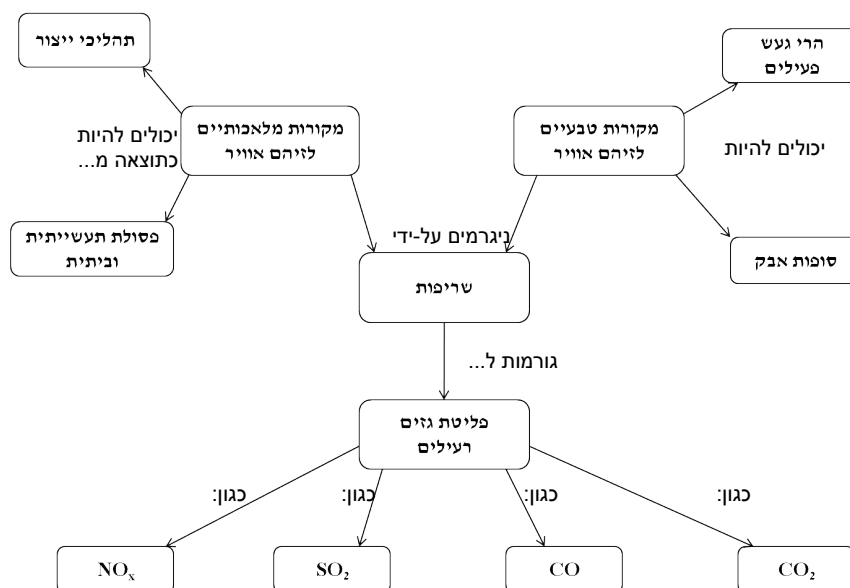
המשימה כוללת מיומנויות של ניתוח וארגון מידע: מעבר מייצוג טקסט לייצוג בטבלה, בניית מפת מושגים, הבנת טבלה מורכבת וכן קישור לידע שנרכש במבניצ על המזהמים השונים.

בשאלה 2 - בניית מפת מושגים, יכולות להיות מפות שונות. מומלץ לבקש מתלמידים שונים להראות ולהסביר את המפה שיצרן ולבדוק שכל הקישורים נכונים. הקישורים צריכים לכלול מילות קישור מתאימות.

1. מקורות למזהמי אוויר טיבעיים ומעשה ידי אדם:

מקורות עיקריים למזהמי אוויר טבעיים	מקורות עיקריים למזהמי אוויר מלאכותיים
הרי געש - פליטת גזים מזהמים	שריפה - למטרות כמו: חימום, בבתי זיקוק, תחנות כוח, בישול ועוד.
שריפות גדולות ביערות - פליטת עשן, פחממנים, תחמוצות	זיהום כתוצאה מתהליכי ייצור
סופות אבק	צריכה אישית בחיי היום-יום - שימוש במכוניות, תנורי חימום ובישול ועוד
אוקיינוסים - פליטת אירוסולים לסביבה	פסולה תעשייתית וביתית - בעיקר שריפה שלה
עצים וצמחים - אלרגיות	
אגמים מלוחים וגזי גפרית ממעיינות מרפא	

2. דוגמה למפת מושגים אפשרית:



3. א. SO_2 משריפת דלק הוא המזהם אשר כמותו כתוצאה ממעשה ידי אדם גדולה מאשר ממקור טיבעי. הסיבה לכך היא הכמות הגדולה הנוצרת משריפת דלק (בעיקר בתעשייה) בכל העולם. ממקור טיבעי נוצרת התחמוצת מהרי געש אך כמות הרי הגעש הפעילים בעולם קטנה וגם ההתפרצויות המשמעותיות הן נמוכות יחסית.

ב. כל שאר המזהמים המופיעים בטבלת הסיכום, כמותם השנתית ממקור טיבעי גדולה מכמותם השנתית ממקור מעשה ידי אדם - HCl , Cl_2 , CHCl_3 , CO_2 , (CH_4) , CH_4 , N_2O , NH_3 , NO , NO_2 , CO , H_2S .

ג. "מזהמים" ממקור טיבעי אינם מהווים סכנה לאדם באופן כללי כי הם מתרחשים במקומות מצומצמים בעולם, חלקם באזורים פחות מיושבים וניתן במקרים רבים להתגונן מהם (התפרצות של הר געש למשל - ניתן להתריע מראש או להימנע מיציאה לאזור בתקופת ההתפרצות). מזהמים מעשה ידי אדם נמצאים בסביבה בה האדם חי, בגובה הנשימה והם קיימים בצורה רציפה כל השנה (זיהום מתעשייה, כלי רכב וכדומה) ולכן סכנתם המצטברת גדולה יותר.

4. פתרונות למזהמי האוויר השונים :

תרבות/ מזהם	פתרונות אפשריים
1 SO_x	מעבר לדלקים דלי-גפרית או למקורות אנרגיה ירוקים
2 חלקיקים	התקנת טכנולוגיות לאיסוף החלקיקים (בתי-שקים) כדי למנוע פיזורם לסביבה.
3 NO_x	שימוש בממיר קטליטי ומעבר למכוניות חשמליות
4 O_3	הפחתת השימוש בדלקים ממקור פחמני בכלי רכב (וכך למנוע את פליטת תחמוצות החנקן אשר יוצרים את האוזון כחלק מתחופעת הערפיח הפוטוכימי), מעבר למכוניות חשמליות
5 CO_2	הקטנת השימוש בשריפת דלק פוסילי (פחם, נפט גולמי), הקנת צריכת האנרגיה לצריכה ביתית ותעשיתית, מעבר למקורות אנרגיה חלופיים.
6 CO	שימוש בממיר קטליטי ומעבר למכוניות חשמליות
7 פריאונים	להפסיק את הייצור והשימוש בהם בתרסיסים, במזגנים וכו'.



משימה 2: פעילות קבוצתית - משחק תפקידים

המשימה מתאימה לפעילות בקבוצה והצגת מסקנות הדיון על-ידי כל קבוצה. אפשרות אחרת היא חלוקת הכיתה לשלש קבוצות: אזרחים, המדינה ואירגון בין-לאומי. כל קבוצה מסכמת את השפעת הנזקים של זיהום אוויר ומה ניתן לעשות בעניין זה. לאחר מכן, נערך דיון בו כל קבוצה מציגה את טיעונה. נקודות מומלצות לדיון:

- השפעה מקומית יכולה להיות משמעותית והרסנית כי היא פוגעת ישירות בתושבי הסביבה ולכן נזק מפלואורידים יכול להיות חמור מאוד. לאזח ולמדינה יש תפקיד חשוב בהתערעה וטיפול בזיהום כזה.
- השפעה אזורית מצריכה התערבות של המדינה ולעיתים אם מדובר באזור הכולל כמה מדינות, יש צורך בשיתוף פעולה בניהם.
- בעיה כמו עלייה בכמות דו-תחמוצת הפחמן באטמוספירה היא בעיה עולמית המצריכה התערבות של אירגון בין-לאומי, כי רק שיתוף פעולה ומחויבות של מדינות יכול להשפיע. בעיה זו גם קשורה לכלל התושבים בעולם, כי כולם ניפגעים ויש מחויבות גם לדורות הבאים.



משימה 3: ניתוח וארגון מידע

המשימה ממוקדת בניתוח מידע באמצעות השוואה מושכלת לגבי הנתונים של קנה המידה השונים של נזקי זיהום אוויר.

1. מזהמים והשפעתם על האדם:

מזהם	השפעה על בריאות האדם
CO ₂	גורם להתחממות האטמוספירה, לשינויים אקלימיים הפוגעים באורח החיים (התחממות, מידבור ויובש, סערות ושיטפונות חזקים במיוחד בחלקים שונים בעולם).
תחמוצות גפרית	יצירת גשם חומצי המשפיע על חומציות האגמים, מי שתייה והקרקע ובכך פוגע במקורות המים והחקלאות של האדם. נשימה של תחמוצות גפרית מסוכנת לבריאות (לדוגמה - באירוע לונדון) ובעיקר כשהיא מלווה בחלקיקים באוויר.
פלואורידים	גורמים נזק לשיניים ולמבנה העצמות (הנגרם מאכילת היבול או אכילת בשר בעלי חיים שאכלו מהיבול באזור שנחשף לפלואורידים שנוצרו כחומרי לוואי מתעשיות שונות).

2. כדי לדרג את הנזקים יש לקבל מידע על מידת החשיפה לאדם - היקפים, זמן החשיפה ועוצמת הסכנה. לעיתים חשיפה אזורית לפלואורידים היא בקנה מידה מקומי מצומצם אך הזק ישיר ומסוכן.

3. ישנן מספר קבוצות גיל הרגישות במיוחד לזיהום אוויר: האחת היא קבוצת הקשישים כי הם בגיל מתקדם וסביר להניח שיש להם מחלות נוספות ומערכת החיסון נחלשה אצלם. ה קבוצה השניה היא קבוצת התינוקות כי מערכת החיסון אצלם עדיין לא התפתחה מספיק. אוכלוסיות נוספות הרגישות לזיהום אוויר הן: נשים מניקות והסובלים ממחלות בדרכי הנשימה (אסטמה) והריאות.

משימה 4: ניתוח גרף



משימה זו כוללת הן הבנת שלושה גרפים וההבדלים בניהם (הבנת משמעות השיפועים השונים בגרפים) והן שילוב הבנה זו בהבנת המידע בקטע. מומלץ להתעכב על הבנת הגרפים ומשמעותם.

1. בהתייחס לגרף I המייצג את המודל התיאורטי, גרף II מייצג מצב של אטמוספירה יציבה (ירידת טמפרטורה מצוה, ערבוב נמוך בין שכבות האוויר), גרף III מייצג אטמוספירה לא יציבה (ירידה חדה של הטמפרטורה, התחממות האוויר בשכבות הנמוכות ויצירת עירבול עם השכבות הגבוהות יותר).

2. עדיף מצב של אטמוספירה לא יציבה כי אז יש עירבול של שכבת האוויר הנמוכה עם הגבוהה וכך המזהמים הנוצרים בשכבות הנמוכות מתפזרים. אם זאת, זה גורף לפיזור הזיהום לאזורים נרחבים יותר, אך בריכוז נמוך יותר.

3. התקופות בהן אין רוחות הן תקופות בהן האטמוספירה יציבה ויש חשש לזיהום אוויר השווה זמן רב יותר ופחות מתפזר. יכול להיות בעונות שונות של השנה, בעיקר בקיץ.

משימה 5: ניתוח מידע



משימה פשוטה של השלמת מילים ליצירת קטע מידע רציף בהתאם למידע בשני קטעי הקריאה. מומלץ כמשימה כיתתית ואף תחרותית.

1. אופקי	2. מהירות	3. מפל הטמפרטורה	4. במודל התיאוריטי	5. גדול
6. מערבולות	7. נמוך	8. מזערי	9. חמה	10. קרה
11. ערבול	12. פליטת חום	13. קצר	14. אובך	15. מזהמים
16. גבוהה	17. ארוך	18. חזקה	19. מתחת	20. תקטן.

משימה 6: ניתוח מידע - גרף

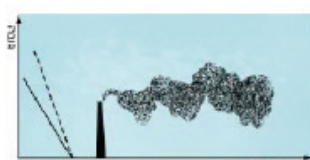


במשמה זו, שאלות 1 ו-2 מתמקדות בהבנת קטע המידע ושאלה 3 מתמקדת בהבנת המידע בטבלה נתונה וייצוגה בייצוג גרפי. מומלץ להתעכב על ייצוגי מידע אלו.

1. א. ארובה בגובה של 120 תפלוט את העשן מתחת לשכבת האינוורסיה.
- ב. המזהמים מתפזרים לשכבות הגבוהות של האטמוספירה.

2. בארובה בגובה של 220 מטר, המזהמים לכודים בשכבת האינוורסיה.

3.



מצב לא יציב



מודל תיאוריטי



מצב יציב

משימה 7: ניתוח מידע

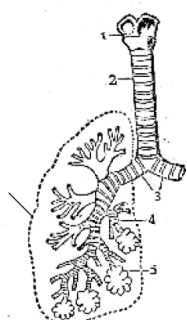


משימת הרחבה העוסקת בנזקי זיהום האוויר למערכת הנשימה.

1. א. הריסים מסיעים את הריר המופרש על ידי רירית האף לאחור ויחד עמו את האבק שנדבק וכך מתנקה האוויר שאנו נושמים.
- ב. הריסים מגנים עלינו מפני הזיהומים שבאוויר, הם מנקים לנו את האוויר אשר אנו נושמים. פעולתם דומה לסינון המזהמים.

3. היתרון בקיום של רשת נימי דם דקיקים הוא הגדלת שטח הפנים.

4. התאמה לאיור:



1. גרון
2. קנה הנשימה
3. סימפונות
4. ברונכיול
5. נאדיות הריאה
6. ריאה