

הדגמה לתופעת האינברסיה

כרטיס איפיון של הפעילות

הפעילות משתלבת	משאב האוויר
רעיון/תכנים	תהליכים אטמוספריים ותנאים טופוגרפיים המשפיעים על מידת הפיזור והסילוק של מזהמים באוויר.
מושגים קרובים לנושא	טמפרטורה, אוויר, רוח, אינברסיה רום; אינברסיית קרקע; תנועת אוויר אנכית; אטמוספירה בלתי יציבה
סוג הפעילות	הדגמה
מיומנויות	תצפית
הפעילות מבוססת על	פעילות מקורס מורים מובילים במדעי הסביבה תשע"ב בריכוזה של רבקה משגב. עיבוד במסגרת המרכז הארצי למורי ביולוגיה ולמורי מדעי הסביבה. הפעילות מעובדת מתוך: כאוויר לנשימה (1997), בלום, האוניברסיטה העברית בירושלים.

[דפים לתלמיד](#)

[דפים למורה](#)

[רשימת כלים וחומרים](#)

عرض توضيحي لظاهرة الانقلاب الحراري (الانفيرسيا)

أوراق للطالب

ما سنقوم به في هذه الفعالية هو عرض لظاهرة الانقلاب الحراري واتصالها بظاهرة الحركة العامودية. وسوف تُعرض الظاهرة بواسطة حركة مياه مصبوغة بين زجاجتين اختباريتين متجاورتين. خاصة أن مسبب هذه الحركة المائية هو الفرق في درجات حرارة الماء في الزجاجتين.

طريقة العمل

علموا زجاجتين اختباريتين وقوموا بملئها حتى النهاية حسب الجدول:

رقم الزجاجة	مياه مقطرة	ألوان طعام
1-أ'	مياه باردة 5°C – 2°	بدون
1-ب'	مياه ساخنة 55°C – 50°	5 قطرات + خلط

ا. غطّوا الزجاجة الاختبارية 1أ' بواسطة ورق نشّاف مربع، يجب التأكد من تثبيت الورقة بالماء في عنق الزجاجة الاختبارية بدون أن تتواجد أي فقاعات هواء.

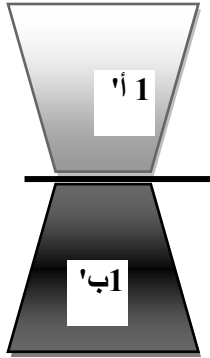
أمسكوا الورقة بقوة لا تمكّن خروج السائل من الزجاجة.

ب. ضعوا الزجاجة 1أ' والمغطاة بالورقة بشكل مقلوب فوق الزجاجة 1ب' (بشكل تفصل من خلاله الورقة بين فتحتي الزجاجتين- انظروا الشكل).

لبدء التجربة أزيلوا الورقة الفاصلة بين فتحتي الزجاجات بعناية وبسرعة ، وتابعوا العملية لمدة 3 دقائق.

سجلوا ماذا يحدث كل 20 ثانية بالتقريب (يمكن تصوير الجهاز). سجلوا المشاهدات في القسم الأيمن في الجدول لاحقاً.

ج. علموا زجاجتين اختباريتين اضافيتين وقوموا بملئها حتى النهاية حسب الجدول:

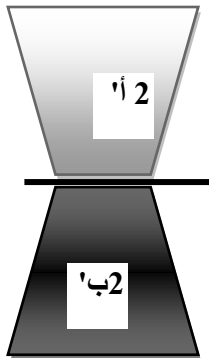


رقم الزجاجة	مياه مقطرة	ألوان طعام
2-أ'	مياه ساخنة 55°C – 50°	بدون
2-ب'	مياه باردة 5°C – 2°	5 قطرات

د. كرّروا الخطوات من أ- ب مع مجموعة الزجاجات الاضافية.

قوموا بتسجيل ماذا يحدث كل 20 ثانية بالتقريب مرة أخرى ، ثم سجلوا المشاهدات في القسم

الأيسر من الجدول لاحقاً.



الأسئلة لاحقاً

الأسئلة

جدول لتوثيق المشاهدات

وصف مشاهدات بند د	وصف مشاهدات بند ب	الزمن من بداية العرض (دقائق)
		0.5 دقيقة
		1 دقيقة
		1.5 دقيقة
		2 دقائق
		2.5 دقائق
		3 دقائق

1. أي طبقة هواء تُمثّل في كل زجاجة؟

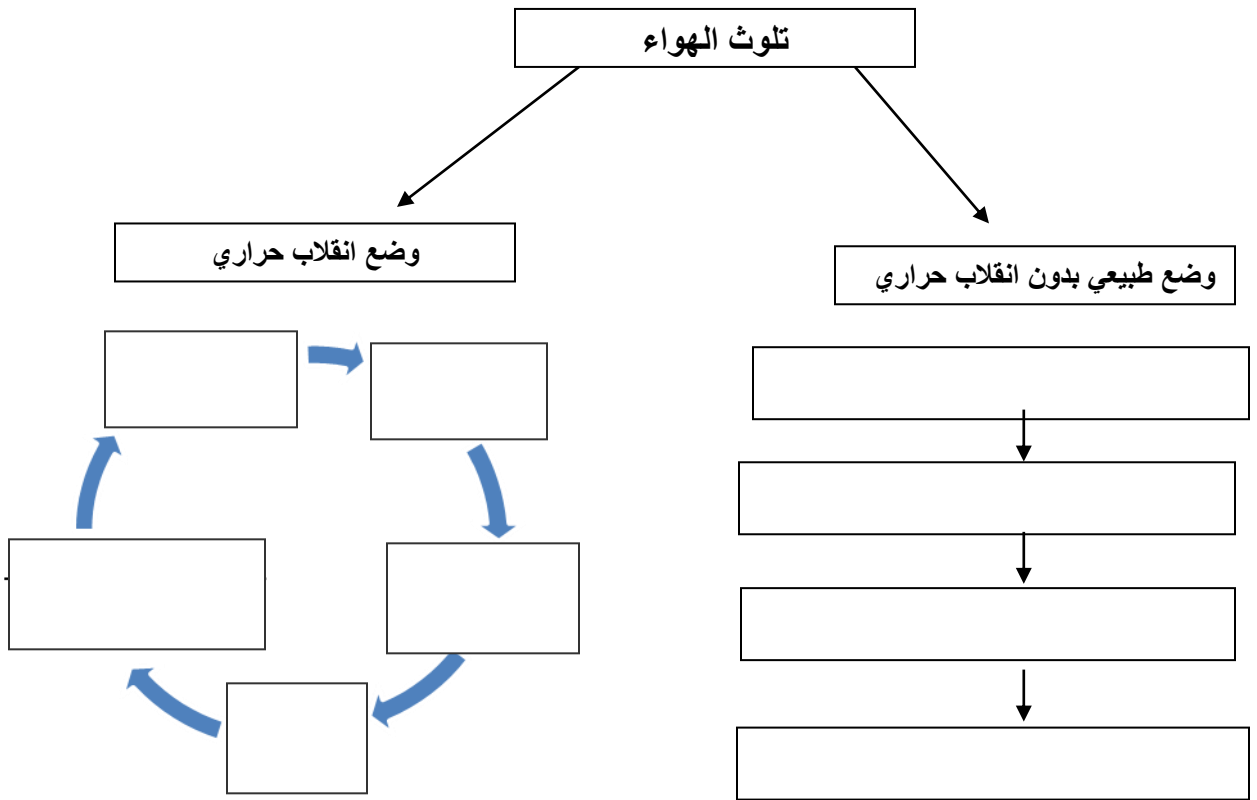
2. أي مرحلة من مراحل العرض التوضيحي يلائم لوضع غير اعتيادي للغلاف الجوي وأي مرحلة تلائم لوضع الانقلاب الحراري؟ فسّروا اختياركم.

3. أمامكم تخطيط لحالتين: أ. وضع الانقلاب الحراري ب. الوضع الاعتيادي.

أمامكم تسع جمل : قسم منها ينتمي لوصف وضع بدون انقلاب حراري والقسم الآخر ينتمي لوصف وضع فيه انقلاب حراري. عليكم إكمال المخطط بالجمل بترتيب منطقي.

الجمل :

- طبقة الهواء القريبة من الأرض تسخن.
- يتفرق تلوث الهواء.
- طبقة الهواء القريبة من الأرض تبقى باردة.
- تسخن الشمس سطح الارض ويوجد رياح.
- لا يوجد حركة عامودية للهواء.
- الهواء الساخن يرتفع إلى الأعلى والهواء البارد ينزل للأسفل، يوجد حركة عامودية للهواء.
- يتراكم التلوث ويبقى محصوراً في طبقة الهواء الباردة.
- طبقة التلوث تعكس أشعة الشمس للفضاء.



4. كيف تؤثر حالة الطقس على انتشار الملوثات في الهواء؟ تناولوا حالات الطقس الثلاث التالية: يوم شتاء لطيف بدون رياح من بعد ليلة صافية؛ يوم شتاء ماطر وعاصف؛ يوم صيف لطيف بدون رياح.

דפים למורה

מטרות הפעילות

1. להבין מהי תנועת אוויר אנכית.
2. להבין מהי אינברסיה.
3. להבין את הקשר בין תהליכים אטמוספריים ופיזור זיהום.

שיטת העבודה

בניסוי זה תודגם תופעת האינברסיה וכן התופעה של תנועה אנכית. התופעה תודגם על ידי תנועת מים+צבע בין שני בקבוקים הצמודים זה לזה כשהגורם לתנועה הוא הפרש הטמפרטורה של המים בשני הבקבוקים.

רקע עיוני/מדעי

בדרך כלל, שכבת האוויר הסמוכה לקרקע מתחממת כאשר היא באה במגע עם האדמה. האוויר החם, שצפיפותו קטנה מצפיפות אוויר קר, עולה למעלה, והאוויר הקר יורד למטה. כאשר האוויר הקר מגיע לקרקע הוא מתחמם שוב ועולה למעלה, וחוזר חלילה. זאת תנועה אנכית מתמדת של אוויר וערבול שכבות האוויר.

במקרים בהם שכבת האוויר הקרובה לקרקע מזוהמת, הזיהום עולה למעלה עם האוויר ומתפזר ברום ובכך ריכוז המזהמים קטן ופיזורם גדל.

אינברסיה (אינברסיה = היפוך, מצב הפוך מהמצב הרגיל)

אינברסיה היא תופעה שבה פני הקרקע קרים מאוד ושכבת האוויר שקרובה לקרקע אינה מתחממת ואינה יכולה לעלות, אין תנועת אוויר אנכית. מעל שכבת האוויר הקר והמזוהם ישנה שכבת אוויר שיכולה להתחמם מקרינת השמש. נוצר מצב של שתי שכבות: אחת נמוכה קרה ומזוהמת והשנייה זו שמעל שמתחממת. שתי השכבות אינן מתערבבות זו בזו.

מצב זה שכיח בדרך כלל בייחוד בחורף, כאשר האוויר הקר אינו יכול לעלות למעלה או להתפזר לצדדים בעמקים, או במישור מוקף הרים (מתוך הספר כאוויר לנשימה, מהדורת ניסוי, 1997).

אינברסיית הקרקע - פני הקרקע קרים מאוד ושכבת האוויר שקרובה לקרקע אינה

מתחממת ואינה יכולה לעלות, אין תנועת אוויר אנכית. מעל שכבת האוויר הקר והמזוהם ישנה שכבת אוויר שיכולה להתחמם מקרינת השמש. נוצר מצב של שתי שכבות: אחת

נמוכה קרה ומזוהמת והשנייה, שמעליה, שמתחממת. שתי השכבות אינן מתערבבות זו בזו. ממוצע בסיס האינברסיה הוא 100 מטר.

אינברסיית רום - גושי אוויר חמים שנפלטים סמוך לקרקע עולים וכאשר מגיעים לשכבת האינברסיה משתווה הטמפ' שלהם לטמפ' הסביבה, ועלייתם מואטת עד שנפסקת. שכבת האוויר שבה קיימת תנועת אוויר כלפי מעלה היא שכבת העירוב, וככל שהיא דקה יותר ייכלאו המזהמים בשכבה דקה יותר וריכוזם בשכבה זו יהיה גבוה יותר. נוצרת כאשר לשכבות הגבוהות של אטמוספירה מגיע אוויר חם יחסית לזה שמתחתיו. מצב זה קיים בישראל בעיקר בקיץ. בשכבות הגבוהות של האטמוספירה יש שקיעה והתחממות של אוויר מרום האטמוספירה, ובשכבות התחתונות הסמוכות לקרקע ישנה תנועת אוויר קריר ולח המגיע מהים. גובהה הממוצע של בסיס אינברסיית הרום בקיץ (התקופה העיקרית שבה היא נפוצה) הוא בין 400 ל-2000 מ'.

אטמוספירה יציבה: מצב שבו גוש אוויר עם מזהמים שנפלטו ממקור כלשהוא בטמפ' גבוהה במעט מטמפ' הסביבה, ובגובה נמוך יחסית תשווה הטמפ' שלו לטמפ' הסביבה, ועלייתו תואט עד שתיעצר. במצב זה, המעיד על זיהום אוויר, פיזור המזהמים מצומצם, והם סמוכים לקרקע. **אטמוספירה בלתי יציבה**: מצב שבו גוש אוויר עם מזהמים שנפלט ממקור כלשהוא נשאר חם מסביבתו, כי הטמפ' בסביבה יורדת במהירות עם העלייה לגובה, והוא עולה למעלה ללא הפרעה. פיזור המזהמים טוב, והם יעלו למעלה, מצב רצוי.

הערות והמלצות למורה

- חלק א מדגים את תנועת האוויר האנכית ומסביר את מושג אטמוספירה בלתי יציבה ואת תנועת האוויר האנכית.
- חלק ב' מדגים את חוסר התנועה האנכית, מסביר את המושג אטמוספירה יציבה ואת תופעת האינברסיה.
- להצלחת ההדגמה רצוי לתרגל את דרכ הביצוע לפני ניסוי ההדגמה בעזרת 2 בקבוקים מלאים במי ברז.
- לפני הפעילות לתת דף עבודה לתלמידים (מצורף בסוף הפעילות)
- אפשר לבצע את חלק א' + ב' כהדגמה או את חלק א' כהדגמה ואת חלק ב' לפתח עם התלמידים לתיכנון הדגמת האינברסיה תוך כדי העלאת השערה ותיכנון דרך העבודה.

- לסיכום ההדגמה רצוי להתייחס לנושא האטמוספירה והשפעת התהליכים שהודגמו בניסוי על האטמוספירה (יציבה, בלתי יציבה).

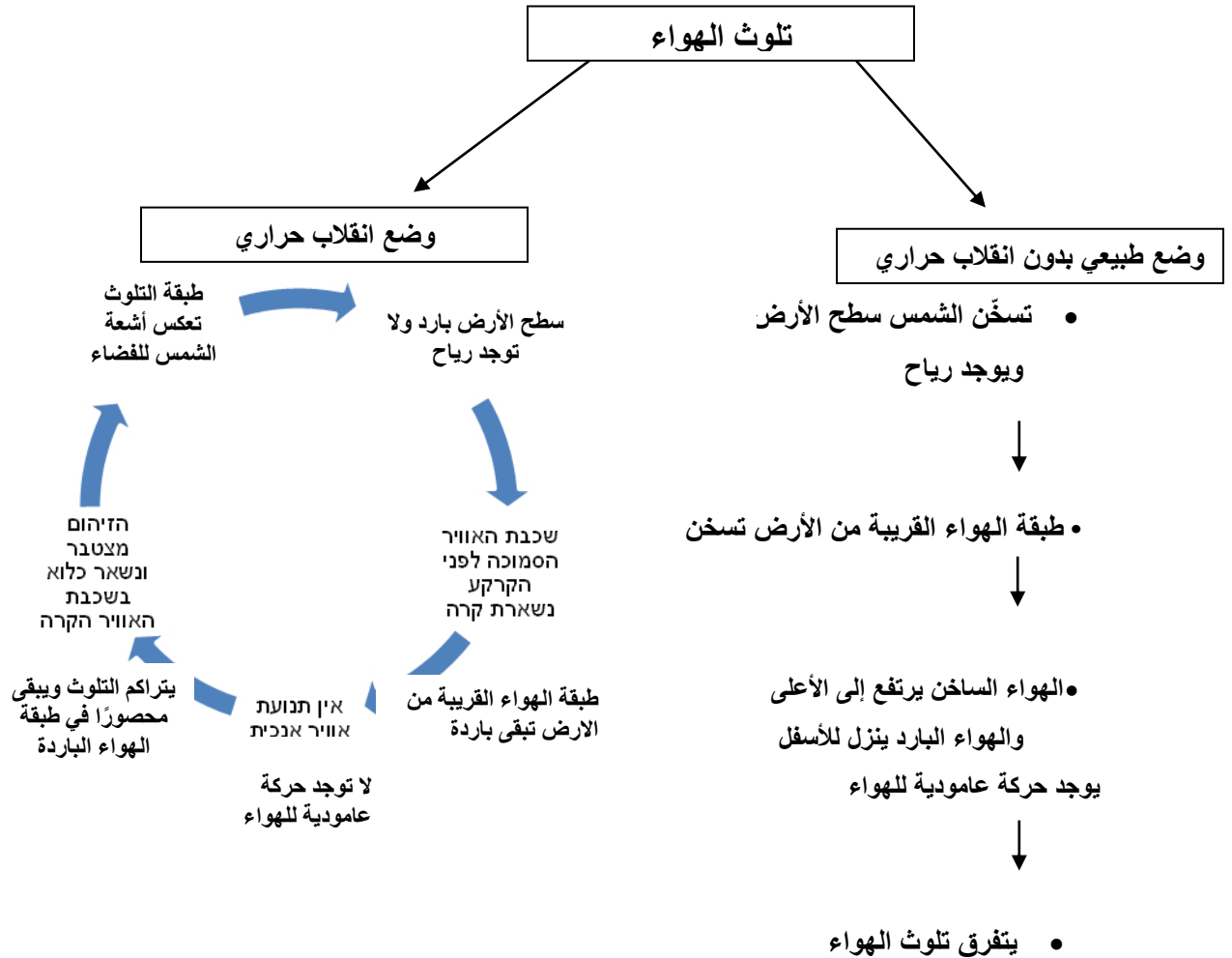
إجابات للأسئلة

1. איזו שכבת אוויר מיוצגת בכל בקבוק?
طبقة الهواء البارد تُمثّل في الزجاج 1 'أ' والزجاجة 2 'ب'.
طبقة الهواء الساخن تُمثّل في الزجاج 1 'ب' والزجاجة 2 'أ'.
2. איזה שלב בהדגמה מתאים למצב של אטמוספירה בלתי יציבה ואיזה למצב אינברסיה?
הסבירו את קביעתכם.
في المرحلة 'أ' يصف العرض التوضيحي الوضع الاعتيادي لطبقات الهواء في الطبيعة ، الهواء الساخن والذي تكون كثافته أقل من كثافة الهواء البارد يرتفع للأعلى، والهواء البارد ينزل للأسفل. عندما يصل الهواء البارد للأرض يسخن مرة أخرى ويرتفع نحو الأعلى، وهلم جرا. هذه حركة عامودية دائمة للهواء ولاختلاط طبقاته ببعضها.
- في المرحلة 'ب' يصف العرض التوضيحي وضع الانقلاب الحراري. وهذه ظاهرة يكون فيها سطح الأرض باردًا جدًا وطبقة الهواء القريبة من سطح الأرض لا تسخن ولا يمكنها الارتفاع إلى الأعلى. ولذلك لا توجد حركة عامودية للهواء. فوق طبقة الهواء الباردة والملوثة توجد طبقة هواء يمكنها أن تسخن بسبب أشعة الشمس. تنتج حالة فيها طبقتان من الهواء، واحدة منخفضة وباردة وملوثة، والثانية، تتواجد فوقها وتكون ساخنة. ولا تختلط الطبقتان ببعضهما البعض.

3. לפניך תרשים זרימה של שני מצבים: א. בתנאי אינברסיה ב. במצב הנורמאלי-הרגיל.
להלן תשעה משפטים שכמה מהם שייכים לתיאור מצב רגיל ללא אינברסיה וחלקם שייכים לתיאור במצב אינברסיה. עליך להשלים את התרשים במשפטים ובסדר ההגיוני

המשפטים

- שכבת האוויר הסמוכה לפני הקרקע מתחממת
- זיהום האוויר מתפזר
- פני הקרקע קרים ואין רוח
- שכבת האוויר הסמוכה לפני הקרקע נשארת קרה
- השמש מחממת את פני הקרקע ויש רוח
- אין תנועת אוויר אנכית
- האוויר החם עולה והאוויר הקר יורד, יש תנועת אוויר אנכית
- הזיהום מצטבר ונשאר כלוא בשכבת האוויר הקרה
- שכבת הזיהום מחזירה את קרינת השמש לחלל



4. כיצד משפיעים תנאי מזג האוויר על פיזור המזהמים באוויר? התייחסו שלושת מצבי מזג האוויר הבאים: יום חורף נאה ללא רוח לאחר לילה בהיר; יום חורף גשום וסוער; יום קיץ נאה ללא רוח.

- א. פי נהר שנתאי לטיף חלֵי מן הריח פי אַעֻב לילה סאֻפיה – ינתג אנֻבֻל חררֵי אַרְצֵי וְדֵי יוֹדֵי אֵלֵי אַנתֻשָׁר המלוטות פי אַרְתַּע מֻנְחַפֻּז נֻסְבִּיָּא , וְלִדֻּלֵּךְ תֻּכֻּן גֻּוֹדֵה הַהוּוּא סֵינֵיָּה.
- ב. פי יוּמ שְׁנַתֵּי מֵאֻר וְעֵאֻפ – לֵא יוּגֵד אַנֻבֻל חררֵי וְלִדֻּלֵּךְ תֻּקֻּם הַרֵיחַ הַקּוּיָּה בְּנֻשָׁר המלוטות בֻּסוֹרֵה גֵיידֵה נְחוֹ אֵלֵי.
- ג. פי יוּמ סֵיפֵי לַטֵּיף וְחֵלֵי מֵן הַרֵיחַ - אִדָּא תוּאֻד אַנֻבֻל חררֵי אַרְצֵי פֻסוּף יֻחַנְפֵי , וְסֵיכֻן אַנתֻשָׁר המלוטות גֵיידָּא.

רשימת כלים וחומרים

מים חמים, מים קרים, צבע מאכל אדום מרוכז
4 בקבוקי ארלנמייר 0.25 ליטר,
מקל זכוכית באורך כ-35 ס"מ,
תרמומטר (בטווח של עד 90 או 100) מעלות צלסיוס.
2 שקפים גדולים מפתח הארלנמייר, סטופר ומרקר (הכותב על זכוכית)