



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית, אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
על-שם עמוס דה-שליט



מרכז מורים ארצי
למו"ט בחט"ב



המחלקה להוראת המדעים

אוגדן פעילויות בהוראה דיפרנציאלית בלימודי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים

תשע"ט 2018–2019



מירב ברילנט

כתיבת האוגדן

ד"ר יעל שוורץ

ראש המרכז הארצי למו"ט חט"ב

מרכז ארצי למורי מדע

הוצאה לאור

בחטיבת הביניים

מכון ויצמן למדע, רחובות

ציפי עובדיה

עריכה, עיצוב וגרפיקה

תוכן

4.....	רשימת איורים.....
5.....	מבוא למורה
7.....	קריטריונים מנחים לבחירת נושא לפיתוח פעילות להוראה דיפרנציאלית
8.....	שיקולים בתכנון שיעור בהוראה דיפרנציאלית.....
9.....	הצעות לתכנים לשילוב הוראה דיפרנציאלית
11.....	נושאי הרחבה מתוכנית הלימודים המעודכנת.....
12.....	שתי פעילויות להוראה דיפרנציאלית
14.....	הנחיות למורה לפעילות ראשונה
16.....	כרטיסיות לפעילות עבור שיעור אחד
36.....	מחווך לכרטיסיות עבור שיעור אחד
40.....	הוראות למורה לפעילות עבור שיעור כפול
46.....	כרטיסיות לתלמיד עבור פעילות של שני שיעורים.....
48.....	הנחיות למורה לפעילות שנייה
51.....	כרטיסיות לפעילות שנייה
76.....	מקורות.....
76.....	תודות.....

רשימת איורים

- [איור 1: יתוש האנופלים \(Anopheles\) שמעביר את טפילי המלריה](#)
- [איור 2: חדק יתוש אדס מצרי \(Aedes\) שמעביר את נגיף הזיקה](#)
- [איור 3: סנדלי חבלנים](#)
- [איור 4: מבנה סנדלי חבלנים](#)
- [איור 5: סולה](#)
- [איור 6: רשת עכביש](#)
- [איור 7: יישומון בנושא לחץ נוזלים](#)
- [איור 8: סרטון: חוק הכלים השלובים](#)
- [איור 9: השלדג וקטר הרכבת היפנית שינקנסו](#)
- [איור 10: האבלון](#)
- [איור 11: מכשיר למדידת לחץ דם](#)
- [איור 12: קפה](#)
- [איור 13: סרטן דפניה](#)
- [איור 14: השפעת הזמן על רמת האדרנלין בעכברים](#)
- [איור 15: חדר תא לחץ](#)
- [איור 16: פנים תא הלחץ](#)
- [איור 17: דאודורנטים](#)
- [איור 18: כריות אוויר](#)
- [איור 19: נוסחת תהליך הפוטוסינתזה](#)
- [איור 20: תא פיונית ותאי אפידרמיס בעלה מצמת יהודי הנווד](#)
- [איור 21: צמח יהודי הנווד](#)
- [איור 22: אפידרמיס תחתון של עלה יהודי הנווד](#)
- [איור 23: הקשר בין תהליך הדיות לתהליך הפוטוסינתזה](#)
- [איור 24: ספקטרום הקרינה האלקטרומגנטית](#)
- [איור 25: ספקטרום הבליעה של כלורופיל וקרוטנואידים](#)
- [איור 26: עלים בשלכת](#)
- [איור 27: מגוון צבעי השלכת](#)
- [איור 28: מבנה המערכת](#)
- [איור 29: עלים של צמח יהודי הנווד](#)
- [איור 30: יהודי הנווד בפריחה](#)
- [איור 31: שלב ראשון בחיתוך העלה](#)
- [איור 32: שלב שני בחיתוך העלה](#)
- [איור 33: שלב שלישי בחיתוך העלה](#)
- [איור 34: הידוק שתי הרצועות \(אם נדרש\)](#)
- [איור 35: שלבי העמדת הניסוי](#)
- [איור 36: פירוט מערכת מדידה לתוצר תהליך הפוטוסינתזה](#)
- [איור 37: שלבי פירוק נטרן ביקרבונט](#)
- [איור 38: מכשיר Labdisc biochem של חברת גלוביסנס](#)
- [איור 39: איסוף הנתונים של דרגת ה PH לפני הניסוי](#)

מערכת החינוך בישראל מחויבת לתת מענה לתלמידים המאופיינים ביכולות וצרכים ייחודיים ושונים. ישנה שונות רבה בין בתי ספר הנמצאים במקומות שונים ברחבי הארץ ושונות רבה בין תלמידים בתוך כל כיתה. שונות זו מהווה כיום את אחד האתגרים הגדולים העומדים בפני מערכת החינוך הפועלת כיום על פי עקרונות הגישה הקונסטרוקטיביסטית. השונות יכולה להיות, בין השאר, קוגניטיבית, תרבותית או שונות בהרכב של חוזקות והעדפות למידה (קשת-מאור, 2017). בעוד שבחטיבה העליונה התלמידים מחולקים לרב למגמות או רמות לימוד על פי יכולות קוגניטיביות ותחומי עניין, הרי שבחטיבת הביניים הכיתות הטרונגניות מאוד והלימוד בשיטת one size fits all הנו חוויה מתסכלת לרב למורה ולתלמידים רבים.

הוראה דיפרנציאלית (מבדלת) היא הוראה המכוונת להתחשבות בהעדפות הלמידה ובמתן בחירה לתלמידים, הן בדרך הלמידה שלהם והן בדרך שבה יציגו את הידע. ראיית הצרכים הייחודיים של התלמיד היא תנאי חשוב לחיזוק תחושת השייכות והביטחון של התלמיד. הוראה זו מאפשרת למורה ללמד את אותו החומר במגוון דרכי למידה, או לחילופין מאפשרת למורה להבנות ידע במגוון רמות חשיבה המתבססות על היכולת של כל תלמיד. היתרונות בשיטת הוראה זו:

- למידה דיפרנציאלית יעילה הן לתלמיד בעל יכולות גבוהות והן לתלמיד בעל יכולות נמוכות.
- אפשרות בחירת דרך הלימוד ודרך הצגת תוצרי הלמידה גורמת לתלמיד לקחת אחריות על תהליך הלמידה.

החסרונות בשיטת הוראה זו:

- תכנון שיעור מורכב על ידי המורה המלמד
 - קשיים פסיים ואמצעים טכנולוגיים בכיתה המאפשרת לימוד מגוון (Weselby, 2014)
- יש הטוענים כי מטרת בית הספר כיום היא לרכוש כלים ללמידה ובסיס ידע במקצועות השונים. יש אף שמחדדים וטוענים שהמטרה החשובה יותר היא לבנות את המסוגלות והמוטיבציה של התלמיד, ולגרום לכל אחד מהתלמידים לדעת שהוא יכול ללמוד כל דבר שיבחר בעתיד, תוך הכרה בחוזקות ובחולשות האישיים וצבירת כלים להתמודדות במצבים שונים ביחס לתכונות אלו (רוטמן, 2018). ישנם תלמידים שיודעים בוודאות מהי הדרך הטובה ביותר עבורם ללמידה, אך ישנם תלמידים רבים שאינם מודעים לכך שדרך אחת של למידה פחות יעילה עבורם מדרך למידה אחרת. במקרים של תלמידים עם לקויות למידה, על אחת כמה וכמה הכרה של סגנונות הלמידה יכולה להקל על התסכול מלמידה בדרך שאינה מתאימה להם ולהגביר את המוטיבציה ואת המסוגלות לתפקד בלמידה בדרכים היעילות והמתאימות להם.

יצירת סביבת לימודים מאתגרת רצויה לכל תלמיד אך הכרחית לתלמיד המחונן. הוראה דיפרנציאלית נותנת מענה לכל תלמיד בכך שהיא מאפשרת להתאים את הלמידה ברמת התוכן, התהליך והתוצר גם לתלמידים עם יכולת קוגניטיבית גבוהה (משרד החינוך, 2019)

ניתן לאפיין את דרכי הלמידה של תלמיד על פי מספר רבדים:

- ערוצי למידה חזקים של התלמיד: ויזואלי, שמיעתי, חושי, תנועתי ועוד.
- תנאי למידה עדיפים לתלמיד: סביבה שקטה או סביבה רועשת ומלאה בגירויים.
- תהליכי הזכירה והעיבוד של התלמיד אשר משקפים את ערוצי הלמידה והזיכרון שלו.

שיטת הוראה דיפרנציאלית משלבת בתוכה מגוון אסטרטגיות למידה מסדר גבוה המאפשר לתלמיד לבחור את תהליכי הלמידה והצגת הידע על פי סגנון הלמידה האישי של כל תלמיד. שיטה זו מעודדת את התלמיד לחוות למידה בדרך יצירתית ומאתגרת תוך שילוב חקר מדעי אותנטי.

באוגדן זה הפעילויות מיועדות בעיקר כהעשרה והעמקה באופן המיישם מתן אפשרות בחירה ללומד. אוסף המאמרים והמידע הרב תחומי בלימודי המדע מוצגים באוגדן בשני נושאים מרתקים מתחום המדע. זאת, מתוך הכרה שאזרח העתיד יידרש לתת את הדעת ולחשוב באופן רפלקטיבי וביקורתי על היבטים חברתיים ואתיים של ידע ותגליות מדעיות המאפשרים לתלמיד לשפר את מיומנות האוריינות במדעים.

שתי הערות:

1. בנושא הלחץ בחרנו לכלול גם פעילות על לחץ נפשי ולא להתעלם מהשימוש באותה מילה לתיאור תופעה שונה לחלוטין מהתופעה הפיסיקלית של כח ליחידת שטח. חשוב לעמוד על ההבדל בין המשמעות הפיסיקלית של לחץ – pressure לבין המשמעות הביולוגית – stress.
2. נושא הפוטוסינתזה למרות היותו רעיון מרכזי בביולוגיה הפך לנושא הרחבה בחט"ב, והיקף הוראתו צומצם מאד בתיכון. בשל חשיבותו – נראה לנו נכון להציע לתלמידים פעילויות העמקה בתחום זה.

אוגדן זה נועד להעמיק את הידע של מורי המדעים והטכנולוגיה בחט"ב בנושא הוראה דיפרנציאלית. האוגדן כולל ארגז כלים עשיר בדרכי למידה ובדרכי הערכת הידע של התלמיד במגוון נושאים במדעים בדרכים חלופיות. בנוסף, האוגדן מכיל אבני דרך לבניית מערכי שיעור מגוונים שיאפשרו לתת מענה לסגנונות למידה שונים ולהעלאת המוטיבציה והסקרנות. הנושאים שנבחרו מבוססים על תכנית הלימודים המעודכנת למדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים תשע"ט.

אוגדן פעילויות בנושא הוראה דיפרנציאלית במדעים תשע"ט
קריטריונים מנחים לבחירת נושא לפיתוח פעילות להוראה דיפרנציאלית

- א. בחירת נושא מרכזי מתוך תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה המכיל מגוון נושאי העשרה והעמקה בביולוגיה/כימיה/פיסיקה
- ב. נושא מרכזי המאפשר הן לימוד התכנים והן מזמן הוראה מפורשת של המיומנויות הנדרשות במדע וטכנולוגיה: מיומנויות חקר מדעי, מיומנויות פתרון בעיות בטכנולוגיה ומיומנויות מידענות. הגישה המקובלת היא כי יש להקנות מיומנויות אלו לתלמידים באמצעות התנסות. הוראה מפורשת המלווה בתהליכי מטה-קוגניציה וכוללת תהליך של הבניית ידע ותרגול מיומנויות
- ג. בחירת נושא מרכזי המאפשר לתלמיד אוטונומיה בבחירת תחום העניין המגביר את המוטיבציה ללמידה
- ד. בחירת נושא העמקה שניתן לראות קשיים בלימוד תכניו
- ה. בחירת נושא הרחבה הטומן בתוכו מגוון תכנים ללמידה דיפרנציאלית
- ו. נושא המאפשר לימוד ביחיד או בקבוצות
- ז. נושא שניתן למצוא עבורו מידע במגוון מקורות מידע המותאמים לתלמידים
- ח. נושא המאפשר ביצוע חקר מידעני או ניסוי חקר מעשי
- ט. נושא המאפשר למידה בכיתה רגילה, כיתה מתקשבת או בפעילות חוץ כיתתית
- י. נושא המאפשר יצירת מגוון פעילויות ברמות קושי שונות
- יא. נושא בו ניתן להציג את תוצר הלימוד בדרכים מגוונות כגון: דו"ח מסכם, פוסטר מדעי/טכנולוגי, דגם מדעי/טכנולוגי, סרטון, הצגה, ציור, מפות
- יב. נושא המאפשר שילוב ידע טכנולוגי שנרכש והטמעתו בתוצר כגון: לימוד בניית מצגת ב- Power Point, לימוד עריכת סרטים/אנימציות, לימוד הכנת סרט אודיו
- יג. נושא מרכזי המאפשר פיתוח שאלות מסוגים שונים (פתוחות, השלמה, רבות ברירה, התאמות, בחירה מרובה, השלמת מילים ועוד) ברמות חשיבה שונות (ידע, הבנה, יישום, אנליזה, סינתזה, הערכה).

שיקולים בתכנון שיעור בהוראה דיפרנציאלית

הוראה דיפרנציאלית היא לא אסופה של מתכוני הוראה שונים. מדובר בשינו תהליך החשיבה על הוראה ולמידה, שינוי המתרחש על מנת להבטיח שכל תלמיד יחווה חוויות שהולמות את צרכיו בכיתה (Tomlinson, 2003).

1. חלוקת השיעור לשלושה חלקים: פתיחה, עבודה בקבוצות/יחידים, סיכום
 - הפתיחה יכולה להכיל מידע אקטואלי, הצגת דילמה או הצגת הנושא הנלמד
 - חלוקה לקבוצות עבודה על פי בחירת התלמיד
 - סיכום הכולל ייצוג של כל קבוצה או הצגת התוצרים על ידי המורה
2. תכנון שיעור לשעת לימוד אחת - 45 דקות או תכנון שיעור לשעתיים - 90 דקות
3. הפעילות מתאימה גם לכיתה הטרוגנית וגם לכיתה מצוינות
4. בחירת מתחם מתאים לביצוע השיעור: כיתה רגילה, כיתת מחשבים, חצר בית הספר, אולם ספורט, חדר אומנות, אולם תאטרון.
5. נוכחות לבורנט במשימה המשלבת ניסוי
6. תכנון זמן זהה לביצוע המשימות בקבוצות העבודה השונות
7. תכנון משימות ברמות קושי שונות
8. תכנון משימות המשלבות מגוון דרכי אוריינות שונות
9. תכנון משימות המשלבות שימוש במגוון אמצעי עזר כגון: מחשב/טבלט, ספרים, מאמרים, חומרי אומנות (בריסטול, צבעים, סרגל, עפרונות צבעוניים, מספריים)

הצעות לתכנים לשילוב הוראה דיפרנציאלית

נושאי חובה מתכנית הלימודים המעודכנת

מספר	שכבת גיל	כימיה	ביולוגיה	פיסיקה	טכנולוגיה
1	ז	חומרים תכונות ושימושים – הקשר בין תכונות החומר לשימוש בו	מאפייני החיים	שינוי פיסיקאלי בחומר – הקשר בין טמפרטורה לבין שינוי בלחץ ובנפח של גוף	תהליך התיכון
2	ז	מצבי צבירה (מוצק גז ונוזל) – תכונות ושימושים	מבנה תאים ותפקודם	שינוי פיסיקאלי בחומר – חוק שימור המסה	השפעת הטכנולוגיה על המדע, חברה, סביבה, חקלאות
3	ז	נפח ומסה של גופים	חשיבות המים ביצורים חיים	חימום וקירור – דרכים להולכת חום בין גופים: הולכה, הסעה וקרינה.	
4	ז	מודל החלקיקים	מערכת ההולה ביצורים חיים – צמח, סנדלית, בע"ח רב תאי	סוגי אנרגיה	
5	ז		מערכת ההובלה באדם – מבנה ותפקיד של כלי הדם, הלב, תאי הדם	חוק שימור האנרגיה	
6	ז		מחלות במערכת ההובלה וכלי הדם		
7	ז		מאזן המים/חום בגוף האדם		
8	ח	מבנה החומר- סוגי חלקיקים	המגוון הביולוגי – מגוון בתי גידול, מגוון מינים וחיבותם	אנרגיה חשמלית – דרכים שונות להפקת אנרגיה חשמלית	קיימות – תועלת ונזק בשימוש בחומרים והשפעתם על הסביבה
9	ח	יסודות ומבנה האטום	השפעת גורמים אביוטיים על אורגניזמים שונים	כוחות ושינוי – אינטראקציה בין גופים	מערכות טכנולוגיות – מבנה ופעולה

אוגדן פעילויות בנושא הוראה דיפרנציאלית במדעים תשע"ט

מספר	שכבת גיל	כימיה	ביולוגיה	פיסיקה	טכנולוגיה
10	ח	טבלת היסודות	השפעת גורמים ביוטיים על גורמים אביוטיים	כוחות בחיי היום יום – חיכוך, מגנטי, גובה	השפעת הטכנולוגיה על המדע, חברה, סביבה, חקלאות
11	ח	תרכובות	התאמת צמחים ובע"ח לסביבתם	משקל ומסה	קיימות – דרכים להקטנת הנזק הסביבתי באנרגיה חשמלית
12	ח	תערובות	יחסי גומלין בים יצורים	הקשר בין אנרגיה לכוח	השפעת הטכנולוגיה על תהליכי רבייה בחקלאות ובאדם
13	ח	תהליך כימי - תוצרים ומגיבים	מבנה תאים ותפקודם		
14	ח		צורות רבייה שונות ביצורים חיים		
15	ט	סוגי קשרים כימיים	מאפייני חיים בדגש דרכים שונות לביטוי מאפיין חיים כגון ברביה (מינית/אל מינית)	אנרגית גובה	קיימות – תועלת ונזק בשימוש בחומרים והשפעתם על הסביבה
16	ט	היסוד פחמן ותרכובותיו	אברונים בתא ותפקודם בתאים חיים	אנרגית תנועה	טכנולוגיה לקיום שיפור מערכות חיים
17	ט	פולימרים	אנזימים ותפקודם בתא	אנרגית חום	
18	ט	חומר אורגני וחומר אנאורגני	דרכי הזנה שונות (הטרורופית/אוטורופ ית)	אנרגיה חשמלית	
19	ט	מאפייני מרכיבי מזון	ההבדל בין תהליך הנשימה ונשימה תאית	המרות אנרגיה	
20	ט		אורך חיים בריא דיאטות שונות		
21	ט		מחלות תורשתיות, מוטציות ב DNA		

נושאי הרחבה מתוכנית הלימודים המעודכנת

מספר	שכבת גיל	כימיה	ביולוגיה	פיסיקה
1	ז	מים, – תכונות ושימושים	הובלה בצמחים	
2	ז	מוצקים – תכונות ושימושים	מגוון היצורים	
3	ז	מתכות – תכונות ושימושים	מחלות במערכת הדם	
4	ז	חומרים – תועלת ומחיר סביבתי		
5	ח	תרכובות יוניות	תקשורת	אנרגיה הפקה ושימושים
6	ח	חומצות ובסיסים	בריאות ומערכת העצבים	אנרגיה תועלת ומחיר סביבתי
7	ח	המרות אנרגיה בתהליכים כימיים	התפתחות צמחים	לחץ
8	ח	הגוף כמערכת על	הגוף כמערכת על	כוח העילוי
9	ט	תהליכים גרעיניים	בריאות ותורשה	אנרגיית קרינה והשימושים בה
10	ט		יחסי גומלין	אנרגיה גרעינית ומערכות להמרתה
11	ט		קיימות	קרינה אלקטרומגנטית – שימושים, מחיר ופתרונות
12	ט		מגוון ביולוגי	בריאות ואנרגיית קרינה רדיואקטיבית
13	ט		פוטוסינתזה	

שתי פעילויות להוראה דיפרנציאלית



1. פעילות בעזרת המשחק איקס עיגול

פעילות המאפשרת לתלמיד לבחור העדפות לדרכי למידה ודרך בה יציג את תוצר הלמידה. במשחק זה התלמיד יבחר מתוך 9 שאלות חשיבה שונות 3 שאלות בעזרתן נדרש להשלים שורה, אלכסון או טור בריבוע. הפעילות עוסקת בנושא **לחץ** בהיבט רב תחומי.

הנימוק לבחירת הנושא - נושא זה אינו נלמד בתחום הפיסיקה בשכבות הגיל השונות כולל במגמת פיסיקה, אך קשור מאוד לנושא הכוחות מעצם הגדרתו (כוח ליחידת שטח) לנושא תכונות הגזים ומשיק לנושאי הרחבה רבים במדעי החיים – למשל לחץ דם. הרחבה בנושא זה מאפשרת למידה רב תחומית בנושאי המדע השונים הטומנת בתוכה קישר לחיי היום יום.

הגדרת מטרת הפעילות – "לחץ" הוא גודל פיסקאלי שנוכח סביבנו בעולם ויש לו ביטוי בתופעות רבות ורב תחומיות. התלמיד ייחשף למגוון נושאים אשר יעוררו בו עניין, אתגר לימודי ופיתוח יכולת חשיבה יצירתית.

הצעות דידקטיות ללימוד הנושא –

רצף הוראה ראשון	רצף הוראה שני
הגדרה פורמלית של לחץ (מורה/כרטיסיה/לוח)	3 כרטיסיות
3 כרטיסיות	הצגת נושא הלחץ בהיבט רב-תחומי
הצגת נושא הלחץ בהיבט רב-תחומי	דיון בכיתה: מהו לחץ? כיצד יוגדר מדעית?
רפלקציה	רפלקציה

2. פעילות המתייחסת לסגנונות למידה המתפרסים על פני ארבעה צירים עיקריים: לומד חושי, לומד ויזואלי, לומד אקטיבי ולומד ליניארי. הפעילות עוסקת בנושא **פוטוסינתזה** בשילוב מגוון ניסויים עם דגשים מעולם הביולוגיה והכימיה. ניסויים אלו לא באו להחליף ניסויים קלאסיים הבודקים את השפעת האור על תהליך הפוטוסינתזה שניתן למצוא בספרי הלימוד בישראל.

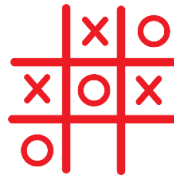
הנימוק לבחירת הנושא - נושא הפוטוסינתזה נלמד בהקשר של הזנה בצמחים בכיתה ט'. תהליך הפוטוסינתזה הוא מסלול מטבולי קדום, שהתפתח בדרכים שונות בקבוצות שונות של יצורים. בנוסף, תהליך הפוטוסינתזה הוא תהליך שהמזון שאנו ויצורים אחרים ניזונים ממנו לא היה יכול להיווצר בלעדיו. הרחבה בנושא זה מאפשרת הבנת התהליך שבו יצורים אוטוטרופיים מיצרים בעצמם מזון והגורמים המשפיעים עליו.

הגדרת מטרת הפעילות – פוטוסינתזה הוא אחד התהליכים המרתקים בעולם הצומח שניתן להדגים בעזרתו תתי-נושאים שונים במגוון דרכי למידה תוך כדי שילוב חקר מדעי אוטנטי. התלמיד ייחשף למיומנויות חקר ולאוריינות מדעית בו זמנית בכל אחת מהפעילויות השונות על צמח יהודי הנודד.

הצעות דידיקטיות ללימוד הנושא –

רצף הוראה ראשון	רצף הוראה שני
הגדרה פורמלית של מבנה תא צמח, מבנה המיקרוסקופ ותהליך הפוטוסינתזה	3 כרטיסיות
3 כרטיסיות	הצגת נושא הפוטוסינתזה בהיבט רב-תחומי
הצגת נושא הפוטוסינתזה בהיבט רב-תחומי	דיון בכיתה: מהו תהליך הפוטוסינתזה? היכן מתרחש התהליך? מהם הגורמים המשפיעים על התהליך?
רפלקציה	רפלקציה

המשחק איקס-עיגול



פעילות לשיעור אחד: לפני התלמידים מוצג ריבוע ובו תשע שאלות חשיבה השונות זו מזו ברמת המורכבות וההפשטה בציר אחד, ובציר השני בסגנון השאלה – שאלות הדורשות בניית תרשים, כתיבת טיעון, שאילת שאלות או ניתוח רעיון. כל תלמיד נדרש להשלים שורה, אלכסון או טור בריבוע. משימה ברמה גבוהה מסומנת עם סימון X, ואילו משימה ברמה נמוכה מסומנת עם סימון O

רמת מורכבות והפשטה וסגנון השאלה		
<p>X 13 עובדות שאולי לא ידעתם על יתושים.</p> <p>שאלה: מה הקשר בין מאמר זה לנושא לחץ?</p>		<p>X כיצד משפיע סוג המזון על לחץ הדם שלנו?</p> <p>שאלה: בנה תרשים זרימה לכל אחד מבין המזונות (מלח, שמן וקפאין) המתאר את השפעתם על לחץ הדם בגופינו.</p>
	<p>O איך העכביש טווה את קוריו?</p> <p>שאלה: מהו היתרון בכך שהמשי הדביק מופרש בלחץ הידרוסטטי ולא באמצעות שרירים?</p>	
<p>O סנדלי חבלנים</p> <p>שאלה: כיצד סנדלי החבלנים מסייעים לחבלן במילוי תפקידו? הסבר</p>		<p>X כיצד עופות ימיים צוללים בלי להיפצע?</p> <p>שאלה: כיצד צלילת ראש יכולה להיות גורם מסכן לאדם ואף לסולה?</p>

פעילות לשיעור כפול: לפני התלמידים מוצג ריבוע ובו תשע משימות השונות זו מזו ברמת המורכבות וההפשטה בציר אחד, ובציר השני בסגנון השאלה – שאלות הדורשות תוצר יצירתי, בניית משחק, בניית דגם, כרטיסיות למידה וכדומה. התלמיד נדרש לבחור משימה אחת. ניתן לבחור משימה על פי רמת הקושי: משימה עם צורת X ומשימה עם צורת O.

הסבר מהו לחץ? (בלי לחץ – הידען)

- ✓ **מהו לחץ?** - לחץ הוא כוח שמופעל על יחידת שטח. ככל שהכוח גדול יותר, הלחץ גדול יותר. הלחץ גדל גם ככל שהשטח עליו פועל הכוח קטן יותר.
- ✓ **מהו לחץ מים?** - בתוך מים פועל לחץ שהמים יוצרים – ככל שמעמיקים במים, הלחץ גבוה יותר. לחץ של עמוד נוזל נקרא לחץ הידרוסטטי. הלחץ ההידרוסטטי תלוי בעומק הנוזל ובמשקל הסגולי שלו. הלחץ ההידרוסטטי בנוזל הוא משקל עמוד הנוזל על יחידת שטח.
- ✓ **מהו לחץ של גז (אוויר)?** - עמוד האוויר מפני הים ועד לחלקים העליונים של האטמוספירה יוצר לחץ ששווה ללחץ ההידרוסטטי של כעשרה מטרים וחצי מים, או 76 סנטימטר כספית. לחץ זה נקרא "אטמוספירה אחת".
- ✓ **כיצד מודדים לחץ?** - לחץ מביעים ביחידות של אטמוספירה (מסומן אטמ'). בגובה פני הים לחץ האוויר הוא כ-1 אטמ'. אפשר להביע לחץ גם ביחידות של גובה עמוד נוזל שיוצר לחץ כזה. למשל, לחץ אטמוספירה שווה ללחץ של 760 מילימטר כספית.

מגוון הנושאים בנושא לחץ

- א. לחץ מכני (מאמר) - [13 עובדות שאולי לא ידעתם על יתושים](#)
- ב. לחץ מכני (מאמר) - [סנדלי חבלנים](#)
- ג. לחץ הידרוסטטי (מאמר) - [כיצד עופות ימיים צוללים בלי להיפצע](#),
- ד. לחץ הידרוסטטי (מאמר) - [איך העכביש טווה את קורויו?](#)
- ה. לחץ אוויר (ניסוי) - [בקבוק המים הנמער ומתמלא מעצמו](#)
- ו. לחץ הידרוסטטי (ניסוי) - [לחץ נוזלים](#)
- ז. לחץ אוויר (מאמר) - [הסוד השקט של השלדג](#)
- ח. לחץ מכני (מאמר) - [סוד החוזק של העכביש](#)
- ט. לחץ מכני (מאמר) - [סוד הקשיחות של הצדפה](#)
- י. לחץ הידרוסטטי (מאמר) - [כיצד משפיע המזון על לחץ הדם שלנו?](#)
- יא. לחץ נפשי (מאמר) - [אדרנלין במצבי לחץ ובמאמץ](#)
- יב. לחץ חמצן גבוה (מאמר) - [טיפול בחמצן בלחץ גבוה \(היפרברי\)](#)
- יג. דאודורנט (מאמר) - [לחץ הגז במודל החלקיקים הצבע הצהוב של הזיעה](#)
- יד. לחץ הגז בכריות אוויר ברכב (מאמר) - [כיצד עובדת כרית אוויר ברכב?](#)

13 עובדות שאולי לא ידעתם על יתושים



איור 1: יתוש האנופלוס (Anopheles) שמעביר את טפילי המלריה

היתוש הזכר הוא יצור תמים ובלתי מזיק, שבדומה לפרפרים ניזון בכלל מצוף של פרחים. הנקבות הן אלו שמוצצות את הדם, שכן הן זקוקות לחלבונים הנמצאים בדם כדי לייצר כמה שיותר ביצים.

הם בעלי חיישני גז מדויקים

נקבת היתוש מצוידת בחוש מיוחד שמאפשר לה לאתר את הקורבנות שלה: היא מצליחה לחוש את ריכוז הגז פחמן דו-חמצני (CO_2) שפולטים כל בעלי החיים בעת הנשימה. היתושה מחפשת את המקום שבו ריכוז הגז הכי גבוה. לאחר שהיא מגיעה לקרבת הקורבנות, היתושה מפעילה חושים אחרים: היא מרגישה את החום הנפלט מהגוף (בצורה של קרינה תת-אדומה), ומריחה כימיקלים שנפלטם מהגוף בזמן הנשימה ובזיעה. מחקר משנת 2004 מצא שהיריון מושך את היתושים כמעט כפליים. כנראה זה קורה מפני שאישה הרה פולטת לסביבה יותר פחמן דו-חמצני, וגם טמפרטורת הגוף שלה גבוהה יותר.

הם מבקרי מסעדות אנינים

ליתושות יש העדפות קולינריות – למשל הן מעדיפות את הריח של החומצה הלקטית שנמצא בזיעה של חלק מהאנשים על פני ריח של חומצה בוטירית. במחקר משנת 2004 לקחו עשרות מתנדבים עם סוגי דם שונים, וישמו אותם בחדר עם יתושים. נמצא כי היתושות מעדיפות בביורור אנשים עם סוג דם O. סוג הדם משפיע גם על חומרים הנמצאים ברוק שלנו או על העור, שהיתושות מסוגלות לחוש אותם. מחקרים מצאו שגם הריכוז של תוצרי הפירוק של כולסטרול, שתיית אלכוהול, המטען הגנטי והרכב החיידקים על העור משפיעים על מידת המשיכה של יתושים לאנשים שונים.

הם מזריקים חומרים לגוף

חדק המציצה של היתושה כולל צינורות שמשמשים אותה לא רק לשאיבת דם מהגוף אלא גם כדי להזריק חומרים פנימה. הנקבה מחדירה לגוף חומרים שמונעים את קרישת הדם, כדי שתוכל למצוץ אותו כמה שיותר זמן בלי שייקרש. החומרים הללו גם גורמים לתאי הגוף לשחרר בקרבת העקיצה חומר שנקרא היסטמין. ההיסטמין גורם להרחבת כלי הדם באזור המציצה ולשחרור נזלים מתוכם, ולכן אנו רואים נפיחות במקום העקיצה. ההיסטמין משפיע גם על מערכת העצבים והוא הגורם להרגשת גירוד.

החדק שלהם מומחה בניווט

מדענים ממכון פסטר בצרפת הצליחו לצלם באמצעות מיקרוסקופ (בעכברים מורדמים), את מה שמתרחש מתחת לעור כשחדק המציצה חודר אליו. מסתבר שמשמש כמו חדק של פיל, חדק המציצה של היתושה נהנה מיכולת תנועה מרשימה, ויכול אפילו להתכופף ב-90 מעלות. חיישנים על פני החדק מנווטים אותו אל עבר כלי הדם הקרוב, ורק אחרי שהוא מאתר את כלי הדם וחודר אלי מתחילה הסעודה החגיגית.

הם לא שותים את הדם – הם אוכלים אותו

תוך כדי שאיבת הדם היתושה מצליחה לסנן את המים שבדם החוצה ולהפריש אותם בטיפות מהחלק האחורי של גופה. היתושה, כאמור, צריכה את החלבונים שבדם כדי ליצר ביצים ולהתרבות. המים שבדם לא מזינים אותה, אלא סתם מכבידים עליה, לכן היא מסננת אותם במהירות החוצה.

הם בעלי כושר נשיאה מדהים

יתושה מסוגלת לשאוב כ-6 מיליגרמים של דם, זה אולי לא נשמע הרבה, אבל מבחינה משקלית מדובר בכמות ששווה למשקל גופה ואפילו עולה עליו! שרירי התעופה שלה מותאמים לכך מראש, כך שהיא מצליחה להתעופף בסיום המציצה למרות משקלה הכפול – אם כי היא עפה לאט יותר ולכן קל יותר לתפוס יתושים כשהם שבעים.

הם חיים מעקיצה לעקיצה

לאחר העקיצה היתושה נחה יומיים-שלושה בזמן שהיא מעכלת את הדם ויוצרת ביצים מפותחות, לאחר מכן היא מאתרת מקור מים עומדים להטיל בו את ביציה. אחרי ההטלה הנקבה תחזור לחפש קורבן חדש לעקיצה, כך שוב ושוב במשך כל מהלך חייה, שיכולים להימשך כחודש! כלומר כל יתושה יכולה לעקוץ כעשר פעמים בחייה.

הם רוצחי המונים

כיוון שהיתושות יכולות לעקוץ כמה אנשים במהלך חייהן, הן מפיצות בקלות מחלות. למעשה, היתושות הם בעלי החיים הקטלניים ביותר בעולם – מדי שנה מתים כ-750 אלף בני אדם בעולם ממחלות שעוברות בעקיצת יתוש – למשל מלריה, קדחת צהובה, קדחת דנגי, קדחת הנילוס המערבי ונגיף הזיקה.



איור 2: חדק יתוש אדס מצרי (Aedes שמעביר את נגיף הזיקה)

שאלה:

- א. כיצד מצליח חדק היתושה לחדור את העור?
- ב. ציין מהן 13 העובדות המציניות במאמר בנוגע ליתושים
- ג. בנה תרשים זרימה המתאר את מחזור החיים של יתושה



סנדלי חבלנים

סנדלי חבלנים הינו מוצר ייחודי המיועד לאפשר הליכה על מוקשים מבלי להפעיל אותם. משתמש המצויד בסנדלי החבלנים יכול לעבוד בתוך שדה מוקשים ולחצותו מבלי להפעיל את המוקשים. על-ידי שימוש בסנדלי החבלנים, המשתמש יכול לבצע בבטחה פעילות גילוי מוקשים, פינוי פצוע משדה המוקשים או פשוט לחצות את שדה המוקשים לצורך מילוי משימה אחרת.



איור 3: סנדלי חבלנים

רישיון [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) "4.0 בין-לאומי".

עיקרון הפעולה

רוב המוקשים נגד אדם הקיימים בעולם מופעלים על-ידי משקל האדם הדורך עליהם ולפיכך נקראים גם מוקשי לחץ. סנדלי החבלנים מפזרים את משקל המשתמש על פני שטח גדול, כך שהלחץ המופעל על מוקש הנמצא מתחת לסנדלי החבלנים, נמוך מסף ההפעלה של המוקש. שימוש בסנדלי החבלנים אפשרי בכל כל סוג קרקע ובכל תוואי שטח. פיזור משקל המשתמש באופן אחיד על פני הקרקע מושג על-ידי משטח דריכה קשיח בחלק העליון של הסנדלים, הרתום למעטפת גמישה, המכילה אויר, בצדו התחתון של הסנדל. היכולת למנוע הפעלת מוקש מושגת על-ידי חלוקת משקל החייל על פני שטח גדול באופן אחיד, בצורה כזו שהלחץ המופעל על המוקש הנמצא מתחת לסנדל הינו נמוך מסף המשקל הדרוש לשם הפעלתו.

סנדלי החבלנים עשויים מארבע מרכיבים מרכזיים:

מבנה המוצר

- ✓ משטח דריכה קשיח עשוי פלסטיק.
- ✓ רצועות רתום נעל המשתמש למשטח.
- ✓ מעטפת בד גמישה בעלת 5 תאים.
- ✓ מערכת אויר הכוללת 5 כריות אויר וצנרת חיבור.



איור 4: מבנה סנדלי חבלנים

רישיון: [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) בין-לאומי.

מעטפת הבד הגמישה מכילה 5 תאים, שבכל אחד מהם נמצאת כרית אוויר. כריות אלו מחוברות בניהן באמצעות צינורית אוויר. בחלקה העליון של המעטפת רתום משטח הדריכה ואליו רצועות חיבור נעל המשתמש אל המשטח. גמישות הסנדלים מאפשרת להם התאמה מושלמת לתוואי הקרקע, ועל-ידי כך מושג הפיזור האחיד של משקל המשתמש על פני הקרקע. סנדלי החבלנים אינם מכילים חומרים מתכתיים העלולים להפריע בעת עבודה עם גלאי מתכות ולפיכך גם אינם יכולים להפעיל מוקשים מגנטיים.

מאפיינים מיוחדים לסנדלי החבלנים:

- ✓ בטוחים ואמינים.
- ✓ עמידים וקלי משקל.
- ✓ פשוטים להפעלה ולתחזוקה.
- ✓ שילוב של חומרים שונים למניעת תקרים.
- ✓ אמצעי ניפוח מהיר בחירום – אופציונאלי.
- ✓ אורך חיים גדול.

נתונים טכניים:

- ✓ גודל: 35x70x13 ס"מ.
- ✓ כל סנדל יכול לשאת עד - 150 ק"ג.
- ✓ משקל 2.3 ק"ג.

שאלה:

- א. כיצד סנדלי החבלנים מסיעים לחבלן במילוי תפקידו? הסבר.
- ב. באיזה אזורים על פני כדור הארץ היית ממליץ להתהלך עם נעלים מסוג זה? הסבר.
- ג. אנשים המרותקים למיטה ולכיסאות גלגלים נמצאים בסיכון להופעת פצעי לחץ. איזה מוצר היית ממליץ לאנשים אלו ומדוע?



כיצד עופות ימיים צוללים בלי להיפצע?

עופות ימיים הם עופות שהסתגלו לחיים ביבשה ובמים. יש מהם שנוהגים לצלול אל תוך המים כחלק מטכניקת ציד, וביניהם עופות שהתמחו בצלילה במהירויות גבוהות במיוחד. במהלך צלילה שגרתית עופות אלו מגיעים למהירויות של 90 קמ"ש ואף למעלה מזה. לשם השוואה, בענף הספורט האולימפי קפיצה למים מגיעים הספורטאים למהירויות שבין 60 ל-70 קמ"ש, ורק בענף הספורט האתגרי קפיצה ממצוקים הקופצים מתקרבים לציפורים הצוללות, כאשר הם מגיעים למהירות בתחום שבין 80 ל-90 קמ"ש.

בבני אדם, צלילה למים במהירות 90 קמ"ש עלולה לגרום לשברים חמורים בעמוד השדרה, ואם מהירות הצלילה עולה על 108 קמ"ש אף נסתכן במוות. אם כן, כיצד מצליחים עופות המים לצלול בלי פגע במהירויות כה גבוהות?

ידוע שמבנה הגוף של עופות אלו מסייע להם בצלילה: הצוואר המוארך והישר, מבנה הראש והמקור המחודד ועוד, מאפשרים להם להגיע למהירויות גבוהות במיוחד. עם זאת, אותם יתרונות שמשמרים את מהירותם מביאים לכך שמופעל על גופם לחץ רב מאוד בזמן הצלילה למים. במחקר חדש שפורסם בכתב העת PNAS, ניסתה קבוצת חוקרים מאוניברסיטת הרווארד שבארצות הברית להסביר כיצד הצלילה המהירה מתאפשרת. החוקרים, בהובלתו של בריאן צ'אנג (Chang), התמקדו בעוף הימי סולה (gannet; Morus Bassanus) כדי לחקור את המנגנונים של תופעת הצלילה. הם חילקו את הצלילה לכמה שלבים, כאשר החלק הקריטי ביותר הוא החלק שבו הצוואר חודר אל תוך המים (air cavity phase).



איור 5: סולה

מדוע הצוואר קריטי יותר מראש?

הראש נכנס ראשון למים, והמים מאטים את מהירותו. בזמן ששאר הגוף נמצא מחוץ למים הראש ממשיך בתנועתו כלפי מטה ותאוצתו קטנה. תאוצת הגוף גבוהה מתאוצת הראש, והפרש ביניהן גורם לעומס רב על הצוואר. כאשר החזה של העוף נכנס אל תוך המים קטנה גם תאוצתו, והעומס על הצוואר מוקל. (תאוצה - היא קצב שינוי מהירות של גוף נע) אם כך, הצוואר הוא החוליה החלשה בתהליך: ככל שהוא אלסטי יותר, כך יהיה מסוגל לשאת בעומס גדול יותר מבלי לספוג פגיעה. כדי להעריך את האלסטיות של הצוואר בחנו החוקרים את צורת הראש ואת שרירי הצוואר.

הם ניסו לשחזר צלילות המתרחשות בטבע באמצעות הדמיה עם מודל שבו פישטו אלמנטים בגוף הסולה, וייצרו אותם בהדפסה תלת-ממדית: ראש הסולה הפך לחרוט קשיח, וצווארה לקורה אלסטית. החוקרים מצאו כי ככל שמהירות הצלילה גבוהה יותר והקורה ("הצוואר") ארוכה יותר, כך עולה הסיכוי לפגיעה. גם היקף הגולגולת וזווית המפתח של המקור משפיעים על הכוח שמופעל בסופו של דבר על הצוואר, וככל שהם גדלים, גדל גם הסיכוי לפגיעה.

גם שרירי הצוואר משחקים תפקיד בצלילות הבטוחות של עופות המים. סריקות CT של גוף העופות הראו כי צווארם שרירי במיוחד, כאשר השרירים מרוכזים בעיקר בחיבור שבין הראש לצוואר ובין הצוואר לחזה. במצב רפוי השרירים מצויים בצורת S, אך כאשר העוף צולל הם מתכווצים, מתיישרים בכיוון הצוואר ומספקים תמיכה ענפה לעמוד השדרה. כך הם מייצבים אותו והופכים אותו לחסין מפני פגיעות על אף הלחץ והעומס שמופעלים עליו בשלבים קריטיים של הצלילה במהירויות גבוהות. לסיכום, גופם של העופות הצוללים מותאם במיוחד לצלילות במהירויות גבוהות; היחס בין גודל ומבנה הראש, הצוואר ואף המקור שלהם מגן עליהם בזמן שלבים קריטיים בצלילה. זאת ועוד, הצוואר השרירי שלהם מספק תמיכה לעמוד השדרה ומקטין עוד יותר את הסיכוי לפגיעה. היכולת לצלול במהירויות גבוהות כאסטרטגיית ציד מקנה לעופות אלו יתרון רב לעומת עופות ימיים אחרים.

שאלה:

- א. מה הקשר בין פעולת צלילה של העוף הימי סולה לבין לחץ?
- ב. כיצד צלילת ראש יכולה להיות גורם מסכן לאדם ואף לסולה?
- ג. החוקרים השתמשו במחקר במודל שניבנה על ידי מדפסת תלת-ממדית. מה היתרונות והחסרונות בשימוש במודל זה?

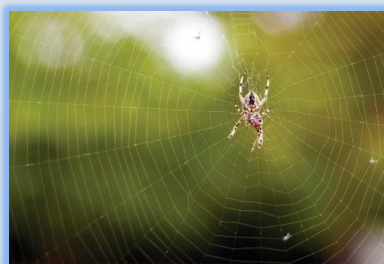


איך העכביש טווה את קוריו?

העכביש הוא פרוק רגליים טורף בעל שמונה רגליים. בדרך כלל הוא צד חרקים קטנים, שאותם הוא לוכד ברשת דביקה שהוא טווה. חוזקה של הרשת נובע מהחומר החלבוני שממנו היא עשויה. העכביש טווה את קוריו ממשי שמגיע מבלוטות מיוחדות. לרוב העכבישים יש חמש בלוטות משי בחלל הבטן, וכל בלוטה מייצרת חומר קצת שונה. חלקן מייצרות משי שמתייבש אחרי שהעכביש טווה אותו. בלוטות אחרות מייצרות משי דביק שאותו הן מפרישות בלחץ הידרוסטטי (לחץ של תנועת הנוזל) ולא באמצעות שרירים.

פטמות הטוויה הן איברים דמויי אצבע הנמצאים בקצה הבטן ושמשמשים את העכביש לטוויית הקורים. קצה פטמות הטוויה נקרא משטח טוויה, והוא מכוסה במאות צינורות טוויה שדרכן מופרש החוצה קור נוזלי. הקור מתקשה והופך צמיגי יותר כשהוא מופרש. פטמות הטוויה מזכירות מעט אצבעות באופן עבודתן. העכביש יכול למתוח קורי משי, למשוך ולחבר אותם כדי ליצור קורים בגדלים שונים. העכביש שבסרטון השני, ממשפחת הגלגלניים, טווה את הקורים הכי מורכבים והכי יפים שיש. ראשית הוא מכין קור משי יחיד – גשר שממנו יהיו שאר הקורים תלויים. זה השלב הקשה ביותר מבחינתו: הוא שולח סיב משי בתקווה שהרוח תישא אותו לענף קרוב. אם הקור אכן נדבק, העכביש פוסע עליו בזהירות ומחזק אותו בסיבים נוספים. העכביש חוזר על המסלול כמה פעמים עד שהקור מספיק חזק בשביל לשאת את משקל הרשת השלמה.

לאחר מכן הוא טווה קורי יסוד שתוחמים את אזור הטוויה של מלכודת החרקים – האזור העיקרי של הרשת. משסיים לתחום את אזור הטוויה, העכביש יוצר קורים מהמרכז החוצה שנראים כמו שלד של גלגל. לאחר מכן הוא טווה קורים של משי יבש בצורה סלילית כלפי חוץ, שמחזיקים את הקורים במקומם, בהמשך הוא חוזר על אותו מסלול עם קורים דביקים שבהם ילכוד את החרקים, ולבסוף הוא מסיר את הקורים היבשים שהחזיקו את הרשת. כעת העכביש יכול להשתמש ברשת לציד חרקים.



איור 6: רשת עכביש

שאלה:

- א. מנה 3 תכונות הקשורות ברשת העכביש
- ב. מהו היתרון בכך שהמשי הדביק מופרש בלחץ הידרוסטטי (לחץ של תנועת הנוזל) ולא באמצעות שרירים?

הסרטונים המופיעים בקישור מתארים איך העכביש טווה את רשתו. הסרטון הראשון עוסק בתהליך הטוויה של סיבי הקורים והשני עוסק במבנה הקורים. [איך העכביש טווה את קוריו?](#)



בקבוק המים הנמער ומתמלא מעצמו

בניסוי הזה נמער בקבוק מים בלי שנלחץ עליו, וגם נגרום למים להישאב לתוכו "מעצמם". לחץ האוויר החיצוני יעשה את העבודה בשבילנו בעוצמה רבה ובמהירות מדהימה.

יש לבצע את הניסוי רק תחת השגחה של מבוגר!

ציוד:

בקבוק שתייה קטן (חצי ליטר) מפלסטיק

תנור מיקרוגל

קערה גדולה

מים

כפפות חסינות חום

מהלך הניסוי:

את מהלך הניסוי תוכלו לראות בסרטון הבא: [בקבוק המים הנמער ומתמלא מעצמו](#)

הסבר:

הניסוי מתחלק לשני שלבים מנוגדים:

בשלב הראשון אנו מחממים את הבקבוק ומרתיחים את המים שבתוכו למשך כמה שניות באמצעות תנור מיקרוגל. אדי המים הרוותחים ממלאים במהירות את כל חלל הבקבוק ודוחקים החוצה את האוויר שהיה בו.

בשלב השני מקררים את הבקבוק במהירות, הקירור המהיר גורם לאדי המים שמילאו אותו להתעבות, כלומר להפוך בחזרה ממצב גזי (אדי מים) למצב של מים נוזלים. כיוון שהנפח של מים נוזלים קטן בהרבה מהנפח של אדים, נוצר בבקבוק ריק (ואקום) – בחלק שבו היה האוויר בהתחלה. את התהליך אפשר לראות ולהבין טוב יותר בעזרת האנימציה המופיעה באותו האתר.

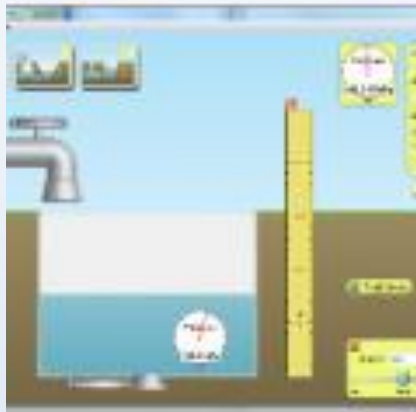
שאלה:

- א. מדוע לדעתך לחץ האוויר בבקבוק יורד במצב קור?
- ב. מדוע לדעתך לחץ האוויר עולה בבקבוק בחום?
- ג. מה הקשר בין המודל החלקיקי לבין התופעה הנצפת בניסוי?
- ד. כיצד ניתן ליישם תופעות פיזיקליות אלו בזיקוק נפט?



לחץ נוזלים

כשאנחנו צוללים לעומק רב, הלחץ במעמקי הים גדל הרבה מעבר ללחץ הרגיל של האטמוספירה. העובדה הזו ידועה היטב, במיוחד לאלו העוסקים בצלילה. מדוע? מה הקשר בין עומק המים ללחץ שלהם? ומה קובע את הלחץ בנוזלים אחרים? היישומן שלפנינו יעזור לנו להבין מה הסיבה ללחץ הגובר בתוך נוזלים ומה הקשר שלו לגובה המים. כמו כן נבין איך תופעה כמו חוק הכלים השלובים קשורה ללחץ הנוזל.



איור 7: יישומן בנושא לחץ נוזלים

היישומן הופק במסגרת פרויקט PhET של אוניברסיטת קולורדו. להורדת היישומן ולהרצתו על המחשב לחצו על הקישור למאמר [לחץ נוזלים](#) נתחיל בלשונית השמאלית והפשוטה ביותר, שבה תוכלו למלא או לרוקן בריכת מים יחידה באמצעות הברז ופתח הניקוז שמופיעים שם. ראשית מלאו את הבריכה במים, ובסיום תוכלו לסמן בצד ימין למעלה את אופציית הסרגל והרשת, כך שיהיה נוח להבחין בגובה הנוזל. כדי למדוד את הלחץ תצטרכו לגרור את מד הלחץ, ולהניח אותו בגובה כלשהו בעומק הנוזל. הבה נתחיל במצב דמיוני יחסית שבו האטמוספירה כבויה. הציבו את מד הלחץ בכמה עומקים שונים. עכשיו, כשהבנו את הקשר הזה, ננסה לשנות פרמטר אחר. עמדו במקום מסוים עם מד הלחץ ושנו את הכבידה. הלחץ ישתנה ביחד איתה. ראו מה הקשר בין מקדם הכבידה והלחץ. כעת עשו זאת שוב עם צפיפות הנוזל.

שאלה:

- א. מהו הקשר בין העומק, כוח הכבידה וצפיפות הנוזל ללחץ?
- ב. לסיום סקירת הלשונית הזו הפעילו את האטמוספירה. הלחץ בכל מקום שבו תמדדו יגדל, בכמה?

כלים שלובים

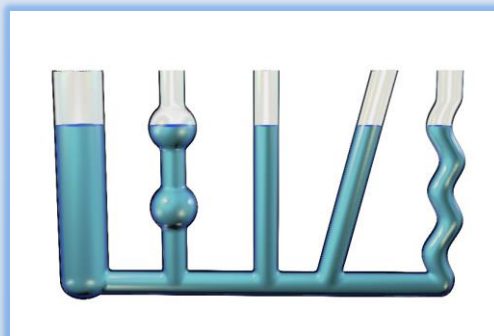
נעבור ללשונית השנייה. כעת הבריכה מחולקת לשני חלקים המחוברים בחיבור דק. מלאו את הבריכה ותוכלו לראות שלא משנה מהו הגובה שתגיעו אליו בבריכה אחת, הוא מיד ישתווה גם בבריכה השנייה. מדדו את לחץ המים בקווים שווים גובה בשתי הבריכות.

שאלה:

מה היה קורה אם בבריכה אחת היה גובה המים גבוה יותר מאשר בבריכה השנייה? נעבור ללשונית השלישית. גם הפעם הבריכה שלנו מחולקת לשתי בריכות מחוברות. הפעם תוכלו להוסיף משקלות על פני המים באחת הבריכות. כאשר תוסיפו משקלות יראה כאילו חוק הכלים השלובים נשבר.

שאלה:

שתי הבריכות אמנם מחוברות אבל גובה המים בהן אינו זהה. מדוע? העזר במד הלחץ ובדוק את הלחץ בשתי נקודות בגובה זהה בגבהים שונים בשתי הבריכות. צפה בסרטון "חוק הכלים השלובים", שהקישור לו מופיע מתחת לתמונה, והסבר מה קורה בשני המצבים המודגמים בו: 1. מצב בו ממלאים צינור אחד בנוזל 2. מצב בו ממלאים צינור אחד בנוזל ובצינור אחר חוסמים את הפתח עם האצבע.



איור 8: סרטון: [חוק הכלים השלובים](#)



הסוד השקט של השלדג

הרכבת היפנית המהירה שינקנסן (Shinkansen Bullet Train), היא אחת הרכבות המהירות בעולם, והיא מגיעה למהירויות של 320 קילומטר בשעה. המהירות הגבוהה יוצרת בעיית רעש משמעותית במהלך נסיעה ובעיקר ביציאה ממנהרה, כשלחץ האוויר משתנה. במצב זה נוצר גל רעש חזק המפריע לתושבים ברדיוס של 80 ק"מ! עיקר מאמצי המחקר של הצוות ההנדסי התמקדו בהפחתת הרעש הנגרם מן הרכבות בלי לפגוע במהירותן.

השראה ראשונית קיבלו המהנדסים ממשפחת הינשופים (Strigidae) הידועים כעופות השקטים ביותר. צוות התכנון של הרכבת גילה שהמעוף השקט של העופות ממשפחה זו קשור לנוצות הכנף, המעוצבות על ידי הרבה נוצות קטנטנות משוננות הבולטות משפת הנוצות הבסיסיות. עיצוב זה נעדר אצל ציפורים אחרות. הנוצות המשוננות יוצרות מערבולות קטנות באוויר ששוברות את מערבולת האוויר הגדולה היוצרת רעש. לאחר ארבע שנות מחקר ופיתוח מאומצות הצליחו המהנדסים ליישם עיקרון זה על ידי יצירת מבנה דמוי נוצות משוננות על חלק מרכזי בפנטוגרף, והפחיתו את הרעש בהתאם לתקנים העולמיים. טכנולוגיה זו נקראת "מחולל מערבולות" (Vortex Generator), והיא כבר יושמה בעולם התעופה. אפקט גל הרעש ביציאה ממנהרה קשור לעובדה שהרכבת עוברת בין שני תווכים בעלי לחץ אוויר שונה. המהנדס הראשי של הרכבת, חובב ציפורים נלהב, שאל את עצמו: "האם יש משהו בטבע העובר במהירות ובצורה חלקה בין שני תווכים שונים?"

ואכן, מקור ההשראה נמצא בדמות השלדג (Kingfisher), הצולל לתוך המים מהאוויר (מלחץ נמוך ללחץ גבוה בהתאמה) תוך איבוד אנרגיה מינימלי. באמצעות המבנה האווירודינמי של מקור השלדג, הוא מצליח להתגבר על השינוי הפתאומי בהתנגדות, וכמעט שאינו מתיז מים בחדירתו למים. בעזרת טכניקות של מידול ממוחשב עוצבה מחדש צורתו של קטר הרכבת בהשראת מקור השלדג. התוצאה היא רכבת שקטה, המנצלת 15% פחות אנרגיה גם כאשר הרכבת נוסעת 10% מהר יותר.



איור 9: השלדג וקטר הרכבת היפנית שינקנסן

שאלה:

- א. כיצד מבנה מקור השלדג מהווה מקור השראה לבניית קטר רכבת?
- ב. מהו היתרון של תעופה שקטה של הינשופים, וכיצד היא מתאפשרת?
- ג. אלו מוצרים נוספים ניתן לפתח על פי אותה ההשראה שנמצאה אצל עופות אלו?



סוד החוזק של העכביש

מכוניות, מטוסים, מבנים וגשרים הם חלק בסיסי בעולמנו. כולנו שואפים לנסוע במכוניות קלות, עמידות, חזקות ובטיחותיות - אך נעות בקלילות. לשם כך דרושים חומרים בעלי חוזק רב ומשקל קטן. כיום משתמשים בתעשיית הרכב והמבנים בפלדה. הפלדה היא סגסוגת המורכבת ברובה מברזל ומכילה ריכוז נמוך של פחמן. תהליך ייצור כולל חימום לטמפרטורות של 1200°C .

בתעשיית התעופה משתמשים ב-Kevlar (יריעות של חומרים מרוכבים המעושרים בתוספים מיוחדים לשיפור תכונותיהם). על מנת לייצרו יש צורך בחומצה גופרתית, לחץ גבוה וטמפרטורה של מאות מעלות צלזיוס. בהסתכלות כללית, בתהליך ייצור הפלדה וה-Kevlar נעשה שימוש בכמויות גדולות של אנרגיה תוך ייצור מוצרי לוואי רעילים. בטבע קיימים חומרים חזקים וקלים שאינם מצריכים חימום לטמפרטורות גבוהות, לחצים גבוהים, או חומצות מאכלות. אחד מהם הוא **קורי העכביש**.

העכביש טווה את רשתו בסיבים מסוגים שונים ובהם סיב המסגרת (Dragline Silk). קורי עכביש דק פי 30 משערה אנושית, אך בולט בחוזקו. סיב זה מתאפיין בקשיחות בסיסית גבוהה ובאלסטיות רבה. הוא חזק יותר (עד פי 6) מניילון ומפלדה באותו עובי, חזק יותר מ-Kevlar ויכול להימתח בכ-40% מעבר לצורתו המקורית ולחזור לגודלו המקורי (30% יותר מיכולת ההימתחות של ניילון). חוקרים טוענים כי קורי העכביש חזק וגמיש עד שרשת גדולה של קורי עכביש תוכל לעצור מטוס נוסעים. בנוסף, קורי העכביש עמיד לקור ואינו נשבר בטמפרטורות נמוכות.

חומר הגלם ליצירת קורי העכביש הוא חלבון נוזלי המיוצר בבלוטות בבטן העכביש. משם הוא עובר דרך נימיות ונלחץ דרך שש פטמיות טווייה (זרבוביות קטנות) בגב העכביש. במגע עם האוויר הוא הופך לצמיג. בעזרת טופרי רגליו ובעזרת מסרקות ומברשות זעירות העכביש הופך את הסיבים לקור שעוביו אינו עולה על מיקרונים אחדים. סיב המסגרת מורכב בעיקר משני חלבונים מבניים בעלי רצף דומה. חוקרים מעריכים כי חוזק קורי העכביש טמון במבנה המרחבי של החלבונים. חלבונים אלו מכילים אזורים קטנים של קשרי מימן חלשים הפועלים במשותף לשם התנגדות לכוח המופעל עליהם ולפיזור האנרגיה הנספגת בתוכם. מבחינה יישומית, באמצעות הבנת המבנה המולקולרי האחראי לחוזק קורי העכביש נוכל לבסס קווים מנחים שיובילו לסינתזה של חומרים יעילים, חזקים וגמישים. במסגרת פיתוח סיבים דמויי קורים ממקורות טבעיים, יושם דגש גם על יכולתם להתפרק על-ידי אנזימים שמקורם באורגניזמים חיים, בדומה לקורים הנאכלים על ידי העכביש. תנאי היצור של סיבים אלו יהיו ידידותיים לסביבה, ללא שימוש בטמפרטורות ולחצים גבוהים ובלי לפלוט רעלנים לסביבה. כך למשל, ייצור המוני של סיבים, שעובי האחד אלפית המילימטר, עשוי לשמש בעתיד לייצור אפודי מגן, חוטי תפירה כירורגית, מיקרו-מוליכים, סיבים אופטיים, מצנחים, כבלים לגשרים ועוד.

שאלה:

- מה הקשר בין מעבר נוזל בנימיות בפטמיות הטווייה ללחץ גבוה?
- מנה שלושה טיעונים מדוע חומר הגלם המצוי בקורי העכביש יכול להוות מקור לשימוש האדם ביישומים שונים.

שאלון עם סרטון בנושא קורי העכביש



סוד הקשיחות של הצדפה

קרמיקה היא חומר מוצק שאינו אורגני או מתכתי, והיא משמשת למגוון גדול של מוצרים בחיינו. יצור הקרמיקה כרוך בכבישה בלחצים של 400-4,000 טונות ושריפה בתנורים בטמפרטורה של 1000°C לפחות, תהליך הצורך אנרגיה רבה ומזהם את הסביבה. מעבר לבעיה הסביבתית הכרוכה בתהליך ייצור הקרמיקה, הקרמיקות הן לרוב שבירות ובעלות חוזק נמוך, ולכן טווח שימושן מוגבל ואינו מתאים לאפליקציות מבניות.

על מנת לשפר את חוזקה ואת אמינותה של הקרמיקה יש צורך לשפר את קשיות המבנה שלה, תוך הקטנת הרגישות שלה לסדקים. מסתבר שגם את האתגר הזה הטבע כבר פתר בצורה הרבה יותר אלגנטית וללא שימוש בלחצים גבוהים או טמפרטורות הרסניות.

אחד האורגניזמים שנתן השראה לייצור קרמיקה משופרת וידידותית יותר לסביבה הוא האבלון (Abalone). האבלון היא רכיכה ימית שצדפתה עשויה מסיידן פחמני, אותו החומר שממנו עשוי הגיר הרך. למרות רכות חומר היסוד הפכה הצדפה לשיריון יעיל, עקב מבנה מתוחכם שמגביר את חוזקה פי 3,000 יחסית למבנים אחרים מאותו החומר. הצדפה מורכבת משכבות מתחלפות של חומר קשה וחומר רך, כך שסדקים בחומר הקשה נספגים בחומר הרך. מבנה השכבות הזה מעניק לצדפה את חוזקה. התוצאה המתקבלת היא שריון שעוצמתו מתקרבת לזו של שכבת Kevlar, החומר שממנו עושים אפודים המשמשים את כוחות הביטחון להגנה מפני קליעים!

צדפה זו חזקה פי שניים מכל קרמיקה שאנו מכירים. במקום להישבר כמו קרמיקה, הצדפה מתעוותת תחת הלחץ כמו מתכת. כך למשל, מכונית הדורסת צדפה זו לא תפגע בה. בהשראת האבלון פותחה קרמיקה חזקה יותר המחקה את מבנה השכבות של האבלון ומשלבת מינרלים וחלבונים. חומר זה יכול לשמש לגופי מכוניות או לכל חומר שצריך להיות קל ועמיד בפני שברים.



איור 10: האבלון

שאלה:

- א. מהו הלחץ המופעל על צדפה כאשר מכונית דורסת אותה? הסבר.
- ב. מה ההבדל בין מינרלים לחלבונים?
- ג. אילו פיתוחים נוספים לצרכי האדם ניתן לבצע לדעתך בהשראת האבלון?



כיצד משפיע סוג המזון על לחץ הדם שלנו

לחץ הדם מתאר את הלחץ הקיים בתוך כלי הדם – או במילים אחרות את הכוח שמפעיל הדם על דפנות כלי הדם. מבחינה פיסיקלית עלייה בלחץ דם תהיה תוצאה של אחד מהתהליכים הבאים:

1. עלייה בנפח הדם.

2. עלייה בהתנגדות לזרימת הדם.

ההתנגדות לזרימה יכולה להיות תוצאה של חסימה נקודתית או רציפה. בשני המקרים הלב, אשר במידה ויש "בעיות זרימה" מקבל אותות על חוסר חמצן ברקמות הגוף, מגביר את פעילותו ודוחס את הדם בלחץ גבוה יותר.

3. התכווצות של כלי הדם – בגוף קיימים מנגנונים המאפשרים את כיווץ כלי הדם והקטנת נפחם. אחת התוצאות הישירות של כיווץ כלי הדם היא עלייה בלחץ שבתוכם.

כאשר אנו אוכלים אוכל עשיר במלח ריכוז המלח בדם גוררת מעבר של נוזלים מהחללים הבין תאיים בגוף אל נוזל הדם. כך נוצרת עלייה בנפח הדם, המתורגמת לעלייה בלחץ הדם. לגוף מנגנוני היפטרות יעילים מעודפי מלח, כך שברוב המקרים אין בעיה באכילת מזון עשיר במלח. התגובתיות של לחץ הדם לצריכת כמויות מלח גבוהות משתנה מאדם לאדם, ויש רגישים יותר ורגישים פחות. יש לציין שצריכת מלח הינה חיונית לגופנו. לרוב, הימנעות מהמלחה מומלצת רק לאנשים אשר אובחנו כבעלי בעיה של עליית לחץ דם.

כאשר אנו אוכלים מזון עשיר בשומנים, נרשמת עלייה בסמיכות הדם. דם סמיך מתאים פחות למעבר בכלי הדם ויש עלייה בהתנגדות לזרימה. העלייה בהתנגדות לזרימת הדם מקשה על זרימתו, ומאלצת את הלב להגביר את פעילותו ולדחוס את הדם בלחץ גבוה, על מנת לשמר את אספקת הצרכים של רקמות הגוף המרוחקות ממנו. צריכת שומנים במזון היא חיונית, אך כמו הרבה דברים חשוב לשמור על מידתיות.

שני סוגי המזונות (המלוח והשמן) עשויים להשפיע על לחץ הדם באמצעות שינוי של נוזל הדם: הראשון ממליח את הדם וגורר את עליית נפחו, השני מסמיך את הדם ומעלה את ההתנגדות לזרימה.



איור 11: מכשיר למדידת לחץ דם

צריכה של **חומרים מעוררים**, גם כן יכולה לגרור עלייה בלחץ הדם, אך במקרה זה לא דרך השפעה על נוזל הדם אלא באמצעות השריית כיווצם של כלי הדם. כיווץ כלי הדם מקטין את הנפח בו שוהה הדם וגורר עליית לחץ. חומרים מעוררים רבים אינם מוגדרים מזון, וביניהם הקוקאין וסמים נוספים. אחת הסיבות לנזק שהם גורמים היא עלייה משמעותית בלחץ הדם הגוררת נזקים בלתי הפיכים. לצד אותם סמים מעוררים קיים גם רכיב הנמצא במזון, אשר הינו גם כן חומר מעורר – הקפאין. הקפאין מצוי במשקאות אנרגיה, בקולה, בקפה, בתה ובשוקולד. קיים דיון לגבי השפעתו של הקפאין על לחץ הדם. מצד אחד, אכן הראו שבאנשים מסוימים נגרמת עלייה רגעית בלחץ הדם לאחר שתיית כוס קפה. מצד שני, לגוף מנגנוני היפטרות יעילים מקפאין. בנוסף, קיימת סברה שאנשים הצורכים קפאין באופן קבוע מפתחים עמידות להשפעותיו. יש רופאים הממליצים לאנשים בעלי לחץ דם גבוה להפחית את צריכת הקפאין שלהם, יחד עם זאת יש לזכור שלקפאין מיוחסות גם השפעות חיוביות, כנוגד חימצון.



איור 12: קפה

שאלות:

- א. בנה תרשים זרימה לכל אחד מבין המזונות (מלח, שומן וקפאין) המתאר את השפעתם על לחץ הדם בגופינו.
- ב. האם היית ממליץ לאדם לאמץ דיאטה נטולת מלח ושומן? הסבר
- ג. במחקר נימצא שהימצאות סרטן הדפניה במים המכילים קפאין מעלה את קצב הלב שלו. האם ניתן ליחס מסקנה זו לבני אדם הצורכים קפאין?



איור 13: סרטן דפניה

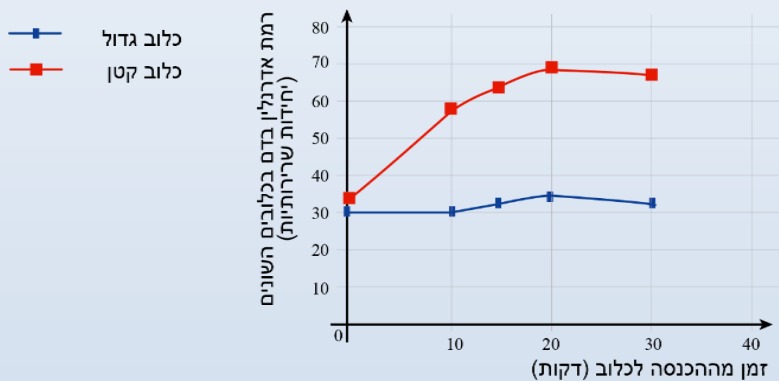
אדרנלין במצבי לחץ ובמאמץ



כשאנו נוסעים ברכבת הרים או מרגישים מפוחדים. ההורמון אדרנלין משפיע על תחושה זו. הורמון זה ממלא תפקיד מרכזי בהתמודדות עם סכנות. הפרשתו מאפשרת לגוף לעבור במהירות ממצב של רגיעה למצב של בריחה או התמודדות עם הסכנה.

הורמון הוא חומר המיוצר ומופרש על ידי בלוטה אנדוקרינית. זוהי בלוטה המייצרת ומפרישה הורמונים ישירות לזרם הדם אל מערכות ואברי גוף מרוחקים. באמצעות פעילות ההורמונים מווסתות מערכות הגוף. לכל הורמון קולטן על איברי המטרה. הורמון אדרנלין מופרש מבלוטת יותרת הכליה (האדרנל) במצבי מתח, מאמץ גופני ופחד ומכין את הגוף להתמודד עם מצבים אלה. אדרנלין מגביר את קצב פעילות הלב, מעלה את לחץ הדם, מגביר את זרימת הדם אל השרירים ומפחית את זרימת הדם אל מערכת העיכול. כמו כן משפיע אדרנלין על רמת הסוכר בגוף.

במחקרים שמטרתם הייתה להבין טוב יותר את המנגנונים הפועלים בגוף במצב לחץ בהשוואה לאלה הפועלים במצב רגיעה, נבדקה תגובת עכברים למצבים אלה. חוקרים ערכו ניסוי בשתי קבוצות עכברים. בכל קבוצה נכללו 100 עכברים בריאים באותו הגיל. קבוצה אחת של עכברים נחשפה לתנאי לחץ על-ידי העברתם לכלובים קטנים, וקבוצה אחרת הוחזקה בכלובים גדולים ומרווחים. החוקרים עקבו אחרי רמת האדרנלין בדם העכברים במשך 30 דקות. בגרף הבא מתוארת רמת האדרנלין בתנאי לחץ ובתנאי רגיעה, במשך 30 דקות מזמן הכנסת העכברים לכלוב.



איור 14: השפעת הזמן על רמת האדרנלין בעכברים

שאלה :

- מהי השפעת החשיפה של העכברים לתנאי לחץ על רמת האדרנלין בדם על פי הגרף?
- מדוע חשוב היה לחקור מאה עכברים ולא להסתפק במספר עכברים קטן?
- מדוע הקפידו החוקרים לבחור בעכברים במצב בריאותי טוב ובאותו גיל?
- ההורמון אדרנלין מופרש גם במצבים של פעילות גופנית מאומצת, ומגביר את זרימת הדם לשרירים. מה יכול להיות היתרון של הזרמת דם רבה יותר לשרירים בזמן מאמץ?
- ההורמון אדרנלין מתקשר לקולטנים המצויים בדופן הפנימית של העורקים, וגורם לעליה בלחץ הדם. קיימת תרופה המתקשרת לקולטנים אלה ומונעת את התקשרות האדרנלין אליהם. מהי השפעתה הצפויה של תרופה זו על לחץ הדם של החולה? הסבר.

טיפול בחמצן בלחץ גבוה (היפרברי)

הטיפול בחמצן בלחץ גבוה (היפרברי – מעל 1 אטמוספירה) הינו טיפול בנשימת חמצן כאשר המטופל נמצא בתוך תא לחץ סביבתי הגבוה מהלחץ האטמוספרי ונושם 100% חמצן בלחץ הסביבה. בתנאים אלה החמצן עובר מהריאות לדם בו הוא מומס ועושה דרכו לרקמות בכמויות הגדולות יותר ממה שההמוגלובין בכדוריות האדומות יכול להעביר, עד פי 20 מכמותו הרגילה הנורמאלית בדם ובצורה בטוחה מאוד. בשיטה זו מעשירים את רקמות הגוף בכמויות גדולות מאוד של חמצן הגורמות למנגנונים פיזיולוגים שונים לפעול ביתר ולהאיץ מנגנוני ריפוי טבעיים. שיטת טיפול זו הוכחה כשיטת טיפול מהבטוחות ביותר הקיימות בטיפול רפואי בכלל. יתרה מכך, השיטה מאפשרת לאזורים במוח שנפגעו בעבר, אף לפני זמן רב, להתעורר ממצב תרדמה ולחזור לתפקוד מלא.

הטיפול בתא לחץ החל להתפתח בעולם רק בשנות ה-60. בארץ החל בתחילת שנות ה-70 כתוצאה מפעילות רפואת הצלילה במכון לרפואה ימית של חיל הים בו היה תא הלחץ הראשון בארץ בפיקודו של דר' יהודה מלמד ובשיתוף פעולה עם בית החולים רמב"ם הסמוך לבסיס חיל הים בחיפה בהנהלתו של פרופ' שמעון בורשטיין ז"ל.



איור 15: חדר תא לחץ

בשנים האחרונות חלה תאוצה רבה בהתפתחותה של הרפואה ההיפרברית, זאת כתוצאה משילוב אמצעי הדמיה משוכללים בעבודות מחקר מבוקרות קליניות יחד עם גילויים משמעותיים מעבדתיים על מעורבות החמצן במנגנונים פיזיולוגים רבים הרבה מעבר לתפקידו כדלק מטבולי. למנגנונים אלה הקשורים למינון החמצן, מינון עליו ניתן לשלוט בתא לחץ, תפקידים רבים בטיפול במצבים פתולוגיים שונים. הטיפול בחמצן היפרברי מזרז החלמתם של מגוון רחב מאוד של מצבים פתולוגיים שהמשותף להם ברוב המקרים חוסר חמצון מספיק ברקמה על רקע הפגימה הפתולוגית.

עקרונות הטיפול בחמצן בלחץ גבוה:

- ✓ מעלה משמעותית רמת החמצן ברקמות הסובלות מרמת חמצן נמוכה
- ✓ עוזר בהחשת ריפוי פצעים במיוחד אצל חולי סוכרת וחולים עם בעיות כלי דם
- ✓ גורם לבניית כלי דם נימיים חדשים במיוחד ברקמות פגועות מנזקי קרינה
- ✓ מעודד יצירת רקמת עצם חדשה על ידי פעילות יתר של סוגי תאי העצם
- ✓ משפר יעילותן של כדוריות הדם הלבנות הנלחמות בזיהומים
- ✓ יעיל מאוד בטיפול בבצקות על רקע פתולוגיה בכלי דם ולאחר חבלות
- ✓ מהווה טיפול יעיל אנטי דלקתי גם בדלקות על רקע אוטואימוני
- ✓ מעודד, מחיש וגורם לריבוי יצור והתמיינות תאי גזע המיוצרים במח עצם
- ✓ גורם לעליה משמעותית ביצור עצמי של אנזימים אנטיאוקסידנטים

תאי הלחץ בארץ הינם גלילים גדולים עשויים פלדה ובהם מקומות ישיבה למטופלים ולצוות הרפואי המטפל. הלחץ הטיפולי מושג על ידי הזרמת אוויר דחוס לתוך התא וכשמושג הלחץ הטיפולי המטופל נושם חמצן ממסכה אישית או ברדס בדיוק בלחץ הסביבה. בעת הטיפול המטופל יכול לשמוע מוסיקה, לקרוא או לכתוב.



איור 16: פנים תא הלחץ

שאלה:

- א. כיצד חמצן בלחץ גבוה מהווה סביבת טיפול יעילה?
- ב. מהתבוננות בעקרונות הטיפול בלחץ חמצן גבוה ניתן לומר שטיפול זה יעיל בעידוד יצירת רקמות חדשות. מנה 3 סוגי רקמות.
- ג. [בסרטון](#) הבא מוצגת גישה טיפולית זו בתחום נוסף. איזה מקרה הרשים אותך ומדוע?

דאודורנט

כשהאבולוציה פיתחה את יכולת ההזעה שלנו, היא לא התחשבה בהכרח בהיגיינה ובניקיון אישי. הזיעה חשובה מאוד לוויסות חום הגוף, שכן ההתאיידות שלה מפני העור קולטת חום מהסביבה ומותיר את העור קריר יותר. זו הסיבה שאנחנו מזיעים יותר כשחום הגוף שלנו עולה, למשל במהלך פעילות גופנית מאומצת או כשאנחנו חולים.

ראשית, חשוב להבדיל בין שני סוגים של זיעה שאנחנו מפרישים. מרבית שטח עורנו מכוסה בבלוטות זיעה שנקראות בלוטות אקרניות ותפקידן הוא להפריש תמיסת מלח חסרת ריח שמסייעת לווסת את חום הגוף. מקור הריח המזוהה עם הזיעה הוא בבלוטות מסוג אחר, שמכונות בלוטות אפוקרניות. הן נמצאות רק באזורים ספציפיים בגוף, ביניהם בית השחי, מסביב לפטמות, תעלת האוזן ואיברי המין. בלוטות אלו לא מפרישות תמיסת מלח בלבד אלא גם תערובות של שומנים, סוכרים וחלבונים שמספקות כר גידול פורה לחיידקים ויצורים מיקרוסקופיים אחרים. אלה בתורם מפרקים את החומרים הללו לתוצרים שמקנים לזיעה את ריחה. בעולם החי הריחות האלה משמשים כפרומונים, מולקולות ריחניות שמסייעות בתקשורת ובמשיכה המינית בין בעלי חיים, אך מבחינת בני אדם מדובר בעיקר בתופעה לא נעימה.

כדי לטפל בריח הזיעה פותחו דאודורנטים להתמודדות עם הבעיה. המרכיב הפעיל ברוב התכשירים המסחריים הוא אלומיניום כלורוהידראט, סוג של מלח אלומיניום שיעיל ביותר במניעת הזעה. חלקיקי האלומיניום שבדאודורנט שוקעים עם הפרשות הזיעה בתוך תעלות הבלוטה ויוצרים גל עמיד שחוסם פיזית את יציאת הזיעה. מלחי האלומיניום מצטרפים לאלכוהול שבדאודורנט כדי לעכב את גדילתם של חיידקים ופטריות, וכך מפחיתים את ריח הזיעה.



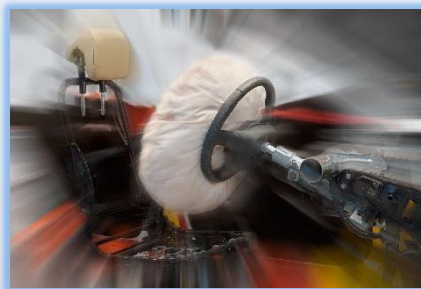
איור 17: דאודורנטים

שאלה:

- א. כנס לאתר גלים של מדע וטכנולוגיה בנושא [לחץ הגז במודל החלקיקים](#) ופתור את השאלות
- ב. אילו עוד מוצרים בנויים על שימוש בפיזור נוזל על ידי לחץ?
- ג. כנס לאתר דוידסון בנושא [הצבע הצהוב של הזיעה](#) והסבר מדוע הזיעה משאירה כתמים בהירים על הבגדים שלנו?

כריות אוויר

ברוב כלי הרכב הנמכרים כיום מותקנת כרית אוויר במושב הקדמי. תפקיד הכרית הוא להתנפח בזמן תאונה ולמנוע חבטה של ראש הנהג בשימשה הקדמית. כרית האוויר פועלת בעזרת תגובה כימית מאוד פשוטה המתבצעת במערכת סגורה ומופעלת על ידי חום הנוצר בעקבות המכה. כאשר רכב בעל כרית אוויר עובר תאונה, ההאטה הפתאומית במהירות הרכב גורמת להפעלת מתג המתחיל תגובה כימית היוצרת גז. תגובה זו היא פירוק סודיום אזיד (NaN_3) לנתרן (מוצק) וחנקן (גז). תגובה זו היא אקסותרמית (פולטת חום). מחמצן מוסף לתגובה על מנת שגיב עם הנתרן ליצירת דו תחמוצת הנתרן (Na_2O). היות והתגובה יוצרת חום הגז מתפשט (בהתאם לחוק בויל), אך לאחר זמן קצר (50 אלפיות השנייה) מתקרר והכרית מתכווצת חלקית ומאפשרת לנוסעים מרחב תנועה. המערכת שתוארה כאן היא מערכת סגורה, כלומר לא התווספו חומרים חדשים, אלא נעשה שימוש בחומרים הקיימים, השינוי היחיד שחל היה הוספת האנרגיה על ידי האטה פתאומית של הרכב. ההבדל שנוצר בנפח התגובה נגרם בעקבות יצירת גז שהתפשט בחום שנוצר.



איור 18: כריות אוויר

שאלה:

- א. כנס לאתר דוידסון בנושא [כיצד עובדת כרית האוויר](#) ובצע את שתי הפעילויות הבאות:
 - 1 - בודקים ומסבירים: חוק שימור החומר
 - 2 – מגלים צורך ומוצר: כימיה בשירות האדם (לפעילות של שעתיים)
- ב. אילו עוד תגובות כימיות אקסותרמיות (תגובה בה האנרגיה עוברת מהמערכת לסביבה) מוכרות לך מחיי היום יום?

מחווון לכרטיסיות עבור שיעור אחד

א. 13 עובדות שאולי לא ידעתם על יתושים

שאלה א – לחץ הוא כוח הפועל על יחידת שטח. ישנו קשר ישיר בין היכולת לחדור עצם לכוח המופעל והשטח שעליו מופעל הלחץ. ככל שהשטח קטן יותר, הכוח מרוכז לנקודה קטנה יותר. לכן עוצמה זו ממוקדת בנקודה זו. זו הסיבה שיתוש מזערי וחלש זקוק למעט מאוד כוח בכדי לעקוץ.

שאלה ב – 1. רק הנקבות עוקצות. 2. הזכר ניזון מצוף של פרחים. 3. הם בעלי חיישני גז מדויקים. 4. המטען הגנטי והרכב החיידקים על העור משפיעים על מידת המשיכה של יתושים לאנשים שונים. 5. הם מזריקים חומרים לגוף. 6. החדק שלהם מומחה בניווט. 7. הם לא שותים את הדם – הם אוכלים אותו. 8. הם בעלי כשר נשיאה מדהים. 9. הם חיים מעקיצה לעקיצה. 10. הם רוצחים המוניים. 11. זמן החיים של יתושה הוא כחודש. 12. הם הגורם להעברת מחלות. 13. הם מעדיפים לעקוץ אנשים בעלי סוג דם O. יש עוד תשובות אפשריות.

שאלה ג – ביצה ← יתוש בוגר ← יתוש עוקץ ומעכל דם ← יתוש יוצר ביצים ← הטלת ביצים במקור מים ← עקיצה עד 10 פעמים ← מוות.

ב. סנדלי חבלנים

שאלה א - סנדלי החבלנים מפזרים את משקל המשתמש על פני שטח גדול, כך שהלחץ המופעל על מוקש הנמצא מתחת לסנדלי החבלנים, נמוך מסף ההפעלה של המוקש.

שאלה ב - אזור שבו יש שלג. הליכה עם נעלי שלג, אזורים של דיונות חול.

שאלה ג - פצע לחץ יכול להיווצר במהירות רבה, להזדהם, לגרום לכאבים קשים ואף במקרים חמורים לגרום לנמק. הוא עשוי לעכב החלמה בצורה משמעותית ובמקרים החריפים ביותר אף לגרום למוות. אביזרים כגון מזרון וכריות יכולים לסייע. האביזרים מפזרים את הלחץ על שטח פנים גדול יותר, מקלים על תנועה, שינוי תנוחה וכדומה.

ג. כיצד עופות ימיים צוללים בלי להיפצע?

שאלה א – מהירות הצלילה של הסולה מביאה לכך שמופעל על גופה לחץ רב מאוד בזמן הצלילה למים.

שאלה ב – מהירות כניסת הראש למים יכולה לגרום לשבירת צוואר ועמוד שידרה אצל אדם ואצל הסולה. תאוצת הגוף גבוהה מתאוצת הראש, וההפרש ביניהן גורם לעומס רב על הצוואר.

שאלה ג – החיסרון: המודל שניבנה אינו מהווה מודל מדויק לאור העובדה שישנם סביב הצוואר גם שרירים המסייעים לשמור על גמישותו ולא רק מבנה אלסטי. היתרון: הבנת הקשר בין תאוצה של אזורים שונים (מקור/צוואר/גוף) בזמן הצלילה למים והנזק הפוטנציאלי. דבר הנמדד על ידי חיישנים המחוברים למחשב המתארים את השתנות הלחץ בכל רגע.

ד. איך העכביש טווה את קוריו?

שאלה א – תכונה ראשונה: חוזק הנובע מחומר חלבוני, תכונה שנייה: מופרש על ידי לחץ הידרוסטטי מפטמות (בלוטות מיוחדות), תכונה שלישית: ישנם שני סוגי קורים – דביק ויבש שהופך לצמיגי.

שאלה ב – יציאת הנוזל על ידי לחץ הידרוסטטי (תהליך פיסיקלי) אינו דורש אנרגיה, לעומת תהליך בו משתתפים שרירים (תהליך ביולוגי) שמצריך אנרגיה (אנרגיה הנוצרת בתהליך הנשימה תאית)

ה. בקבוק המים הנמער ומתמלא מעצמו

שאלה א - לחץ האוויר יורד משתי סיבות. האחת היא תהליך העיבוי של חלק מהגז הכלוא בבקבוק, והשנייה היא ירידה באנרגיה הקינטית. לכן המהירות של מולקולות האוויר יורדת ועצמת ההתנגשות שלה והתכיפות שלה בדופן הכלי יורדת.

שאלה ב - לחץ האוויר עולה משתי סיבות. האחת היא שהנוזל הופך לגז. והשנייה היא שהאנרגיה הקינטית של מולקולות האוויר עולה ולכן עוצמת ההתנגשות ותכיפות שלה בדופן הכלי עולה. שאלה ג – התופעה הנצפת בניסוי הוא ששינוי ברמת האנרגיה הקינטית של החלקיקים משפיע ישירות על הלחץ בבקבוק והוא תלוי טמפרטורה. כמין כן, לפי המודל החלקיקי המרחק בין המולקולות הוא תלוי מצב צבירה.

שאלה ד – תופעת עיבוי של אדי דלקים שונים בטמפרטורות שונות משמשת כחלק מתהליך זיקוק נפט.

ו. לחץ הנוזלים

שאלה א – הלחץ קשור קשר ישיר לעומק, לכוח הכבידה ולצפיפות החומר. ככל שצוללים יותר עמוק, כך הלחץ גובר. ככל שכוח הכבידה פועל על נוזל הלחץ גדל וככל שצפיפות החומר גדולה יותר הלחץ גדל.

שאלה ב - המערכת הייתה חוזרת למצב של שיווי משקל וגובה המים בשתי הברכות היה משתווה.

שאלה ג – הלחץ בפני המים בשני צדי הכלים השלובים היה זהה, והוא הלחץ האטמוספרי והמערכת הייתה בשיווי משקל. לאחר הוספת המשקולות המערכת יצאה משיווי משקל. בצד אחד הלחץ בפני המים גבר והוא סכום הלחצים של הלחץ האטמוספרי והלחץ של המשקולות. ואילו בצד השני הלחץ בפני הנוזל נשאר הלחץ האטמוספרי. בכדי לחזור למצב של שיווי משקל של שוויון לחצים גובה עמוד המים עלה בכדי להגדיל את הלחץ ההידרוסטטי.

ז. הסוד השקט של השלדג

שאלה א - לשלדג יש מקור עם מבנה אווירודינמי. כאשר השלדג צולל לתוך המים מהאוויר הוא עובר מלחץ נמוך ללחץ גבוה תוך כדי איבוד אנרגיה מינימלי. המבנה של המקור מאפשר מעבר לתוך המים ללא התזת מים.

שאלה ב – היתרון: הינשופים הם ציפורים דורסים מזונם מתבסס בעיקר על יונקים קטנים, ולכן תעופה שקטה מאפשרת לכידת הטרף באופן מיטבי. המבנה של נוצות הינשופים מעוצבות על ידי הרבה נוצות קטנטנות משוננות הבולטות משפת הנוצות הבסיסיות. הנוצות המשוננות יוצרות מערבולות קטנות באוויר ששוברות את מערבולת האוויר הגדולה היוצרת רעש.

שאלה ג - מטוסים, טורבינות רוח, מזל"ט

ח. סוד החוזק של העכביש

שאלה א - ככל שנוזל עובר בצינור דק יותר, אזי הלחץ בו נמוך יותר. (לחץ נימי מתאפשר הודות ליכולתו של נוזל לזרום במקום צר כגון במעלה צינור דקיק, ללא כל עזרה של כוחות חיצוניים ולעיתים אף בניגוד אליהם לדוגמה בניגוד לכוח המשיכה).

שאלה ב – הטיעון הראשון: המבנה המולקולרי של הקור מאפשר לבנות חומרים יעילים חזקים וגמישים. הטיעון השני: אנזימים המצויים בעכביש יכולים להוות מקור לפיתוח חומר המפרק סיבים. הטיעון השלישי: תנאי היצור של סיבים אלו יהיו ידידותיים לסביבה, ללא שימוש בטמפרטורות ולחצים גבוהים ובלי לפלוט רעלנים לסביבה.

ט. סוד הקשיחות של הצדפה

שאלה א – הלחץ המופעל על הצדפה הינו לחץ מכני. לחץ הוא כוח שמופעל על יחידת שטח. ככל שהכוח גדול יותר, הלחץ גדול יותר. הלחץ גדל גם ככל שהשטח עליו פועל הכוח קטן יותר.

שאלה ב – מינרלים הם חומרים אנאורגניים, וחלבונים הם חומרים אורגניים.

שאלה ג - כלי בית, משחקים, ועוד... כל מוצר שישנה חשיבות ליצירת מוצר חזק שאינו שביר ועומד בלחץ מכני.

י. כיצד משפיע סוג המזון על לחץ הדם שלנו

שאלה א -

✓ ריכוז מלח גבוה ← מעבר מים מהנוזל הבין תאי אל נוזל הדם ← עליה בנפח הדם ← לחץ דם גבוה

✓ ריכוז שומן גבוה ← דם סמיך ← עליה בהתנגדות זרימת הדם ← הגברת פעילות הלב

✓ ריכוז קפאין גבוה ← עליה בלחץ הדם ← מנגנון פירוק קפאין ← ירידה בלחץ הדם

שאלה ב - לא הייתי ממליץ כיוון שמלח שייך לקבוצת המינרלים החשובה במזון עבור תהליכי חיים שונים. שומן הוא חומר אורגני החשוב בבניית מבנים בתא כגון קרום התא.

שאלה ג – מסקנות מניסוי על סרטן אינן יכולות להיות מיוחסות לבני אדם, כיוון שהם לא שייכים לאותו קבוצת מין (species)

יא. אדרנלין במצבי לחץ ובמאמץ

שאלה א – בכלוב קטן הלחץ גדל ככל שעובר הזמן. לדוגמא בזמן של 20 דקות רמת האדרנלין עלתה מ- 30 יחידות שריריות ל- 70. בכלוב גדול יש עליה מתונה מ- 30 יחידות שריריות ל- 35.

שאלה ב- 100 עכברים מהווים חזרות רבות על הניסוי. כלומר, מאפשרים לקבל תוצאה מהימנה ומחזקות את העובדה שאין מקריות בתוצאות הניסוי.

שאלה ג – ישנה חשיבות על שמירה על גורמים קבועים בניסוי. בחירת גיל זהה ומצב בריאותי מאפשרת שמירה על משתנה בלתי תלוי אחד הנבדק בניסוי.

שאלה ד- יותר דם ← יותר חמצן ← קצב תהליך נשימה תאית גבוה ← קצב ייצור אנרגיה רבה (ATP) עבור פעילות גופנית

שאלה ה – ירידה בלחץ הדם. הסבר: תרופה נקשרת לקולטנים בדופן העורקים ← מניעת היקשרות אדרנלין לקולטנים ← ירידה בלחץ הדם בעורקים.

יב. טיפול בחמצן בלחץ גבוה (היפרברי)

שאלה א – בשיטה זו מעשירים את רקמות הגוף בכמויות גדולות מאוד של חמצן הגורמות למנגנונים פיזיולוגיים שונים לפעול ביתר ולהאיץ מנגנוני ריפוי טבעיים.

שאלה ב – רקמת דם : תאי דם אדומים, תאי דם לבנים ותאי גזע, רקמת חיבור ורקמת עצם.

שאלה ג – סידרת טיפולים מאפשרת לאזורים רדומים במח לצאת ממצב רדום ולהחזיר תפקוד מלא כגון דיבור (אזור ברוקה במוח), הפסקת גמגום, זיכרון והליכה.

יג. דיאודורנט

שאלה ב - מוצרים נוספים שנוזל יוצא כגז הם: בושם, ספרי לשיער, ספרי לטיהור ריח בשירותים/משרדים ועוד.

שאלה ג - הצבע הצהוב של הזיעה נוצר מתגובה כימית בין האלומיניום שבתכשירים לבין החלבונים והשומנים שמופרשים בזיעה, שיוצרת משקעים צהבהבים. המשקעים חודרים אל בין סיבי הבגד ומקשיחים אותם למגע כשהזיעה מתייבשת.

יד. כריות אוויר

שאלה ב – דוגמא לתגובה אקסותרמית מחיי היום יום היא הוספת סודה לשתייה בהכנת בצק לעוגה

הוראות למורה לפעילות עבור שיעור כפול

א. 13 עובדות שאולי לא ידעתם על יתושים –

לחץ הוא כוח הפועל על יחידת שטח. ישנו קשר ישיר בין היכולת לחדור עצם לכוח המופעל והשטח שעליו מופעל הלחץ. ככל שהשטח קטן יותר, הכוח מרוכז לנקודה קטנה יותר. לכן עוצמה זו ממוקדת בנקודה זו. זו הסיבה שיתוש מזערי וחלש זקוק למעט מאוד כוח בכדי לעקוץ.

התלמיד יקרא את המאמר יענה על השאלות. בנוסף, התלמיד יבנה דף פרסום או פוסטר עם מידע על יתושים, או יחבר משחק הכולל את אוסף העובדות המופיעות במאמר.

דוגמאות למשחק: תשבץ, משחק הזיכרון עם קלפים, משחק מי רוצה להיות מיליונר, משחק Quizlet, משחק Kahoot, משחק Socrative

ב. סנדלי חבלנים –

רוב המוקשים נגד אדם (מוקשי נ"א) הקיימים בעולם מופעלים על ידי משקל האדם הדורך עליהם ולפיכך נקראים גם מוקשי לחץ. סנדלי החבלנים מפזרים את משקל המשתמש על פני שטח גדול, כך שהלחץ המופעל על מוקש הנמצא מתחת לסנדלי החבלנים, נמוך מסף ההפעלה של המוקש.

התלמיד יקרא את המאמר ויענה על השאלות. בנוסף, התלמיד יבנה סנדלי חבלנים מחומרים כגון: קרטון/פלסטיק, חבלים, גליל ניילון בועות (פצפצים). לתכנן סנדלי חבלנים במדפסת תלת מימד. תוכנות אפשריות לעבודה במדפסות תלת מימד:

FreeCAD, Google SketchUp, DCrafter3, DVia Shape Blender– 3

ג. כיצד עופות ימיים צוללים בלי להיפצע

הכוח שמפעיל עמוד המים ליחידת שטח. הלחץ ההידרוסטטי הממוצע בגובה פני הים הוא 1 אטמוספירה, וככל שמעמיקים בים הוא עולה בשיעור של אטמוספירה אחת לכל 10 מטרים. לדוגמה, הלחץ בעומק של 10 מטרים הוא 2 אטמוספרות, בעומק של 20 מטר - 3 אטמוספרות וכן הלאה (מט"ח).

התלמיד יקרא את המאמר ויענה על השאלות. בנוסף, התלמיד יחפש באינטרנט מידע על בעל-חיים בעל ההתאמה המיטבית לצלילה ולהתמודדות עם לחץ ויסכם את המידע עליו, או לחילופין יבנה דגם של ציפור המכילה את מגוון ההתאמות המאפשרים צלילה.

ד. איך העכביש טווה את קוריו?

הכוח שמפעיל עמוד המים ליחידת שטח. הלחץ ההידרוסטטי הממוצע בגובה פני הים הוא 1 אטמוספירה, וככל שמעמיקים בים הוא עולה בשיעור של אטמוספירה אחת לכל 10 מטרים. לדוגמה, הלחץ בעומק של 10 מטרים הוא 2 אטמוספרות, בעומק של 20 מטר - 3 אטמוספרות וכן הלאה (מט"ח)

התלמיד יקרא את המאמר ויענה על השאלות. בנוסף, התלמיד יחבר 7 שאלות / חידות ותשובות על הקטע שקרא ויכתוב אותן על כרטיסיות למידה (Flash Card). ניתן גם לאפשר לתלמיד לבנות רשת עכביש מחוט צמר שתחובר על בריסטול. על הרשת ייטלו כרטיסיות הלמידה.

ה. הסוד השקט של השלדג

תעופתו של ינשוף הינה קלילה וחרישית, דבר שמסייע לו להיות "שומע ואינו נשמע" תוך כדי תעופת הציד. הינשוף ניזון בעיקר מיונקים קטנים. לעומתו, השלדג ניזון בין היתר מדגים אותם הוא בולע בשלמותם. במהלך שנות האבולוציה פיתחו בעלי חיים שונים מבנים קלים אך עמידים מאוד המותאמים לתנועה ולתעופה. כדוגמה ניתן להתבונן בנוצות ובמקורי עופות. מבנים אלו עשויים מחומרים שהם גם קלים וגם אינם מתעקמים, בו-זמנית. רובם בנויים בצורה דמוית שפופרת בעלת קוטר רחב למדי. עם זאת, כשהקוטר מגיע לגודל מסוים, השפופרת עלולה להתעקם. כדי להגביר את עמידות המבנה, ממולאות השפופרות במרכיב דמוי קצף. כך למשל, פנים מקורו של עוף הטוקן הטרופי - 'קצף' מוקשה שמורכב מסיבים גרמיים וממברנות דמויות תוף המסודרים כמו סנדוויץ' בין שכבות חיצוניות של קרטין (החלבון שבונה ציפורניים, שיער וקרניים). עוביין של לבני הקרטין הוא מיקרומטר בודד וקוטרן 50 מיקרומטר. התוצאה הסופית הינה 'קצף' מוצק המורכב מתאים צפופים מלאים אוויר המעניקים למקור קשיחות נוספת. לדעתו של מאירס, המבנה המיוחד של מקור הטוקן יכול להעניק השראה בעיצובם של כלי תעופה אולטרה-קלים ורכיבים לכלי רכב. ([איזה חומרים בטבע כדאי לנו לחקות?](#))

התלמיד יקרא את המאמר ויענה על השאלות. בנוסף, התלמיד יחפש מידע על חומרים שנוצרו כחיקוי לחומרים בטבע כמו חליפות השחייה שעוצבו עבור שחינים אולימפיים להקטנת החיכוך במים בדומה לעורו של הכריש ויעלה רעיונות למוצרים נוספים שניתן לפתח ויצג אותם בכיתה.

ו. סוד החוזק של העכביש

בחינה מעמיקה של חומרים בטבע כדוגמת קורי העכביש, תוביל אותנו ליצירת אפודים טובים יותר, כלי תעופה קלים וחזקים יותר וחומרים גמישים יותר. החוקר מאירס מהתוכנית למדעי החומר בביה"ס להנדסה ע"ש ג'ייקובס באוניברסיטת קליפורניה בסן דייגו, טוען כי קורי העכביש הינם "חומר חזק יותר מכל חומר אחר כמעט". הקורים עשויים ממשטחים מתקפלים של ננו-

גבישים שמחוברים בקשרי מימן ומשובצים בגדילי חלבונים. בלחץ נמוך גדילי החלבון מתיישרים, בדומה לביו-פולימרים. בלחץ גבוה מועבר העומס לננו-גבישים. במידת הצורך, חלק מקשרי המימן נשמטים ומאפשרים בכך לכל המבנה להימתח מבלי להיהרס. ([איזה חומרים בטבע כדאי לנו לחקות?](#))

התלמיד יקרא את המאמר ויענה על השאלות. בנוסף, התלמיד יחפש מידע על חומרים שנוצרו כחיקוי לחומרים בטבע כמו חליפות השחייה שעוצבו עבור שחיינים אולימפיים להקטנת החיכוך במים בדומה לעורו של הכריש ויציג אותו בכיתה.

ז. סוד הקשיחות של הצדפה

לחומרים בטבע אסטרטגיות שונות כדי למנוע יצירת סדקים. דרך אחת היא שיבוץ סיבי קולגן נמתחים במינרלים פריכים. דרך אחרת היא שימוש בממשקים בין שכבות חומרים ליצירת מכשולים. דוגמה ברמת הננו היא צדפת האבלון הבנויה מאלפי שכבות של 'אריחי' סידן פחמתי, כל אחת מהן באורך 10 מיקרומטר ובעובי של 0.5 מיקרומטר. סידור האריחים הדקיקים שובר אור בדרך המאפיינת את הצבע של אם הפנינה. האריחים בעצם מסודרים במבנה המזכיר בניית לבנים. מפתח להבנת החוזק של צדפה זו הוא דבק חלבוני הנקשר לחלק העליון ולחלק התחתון של משטח לבני הסידן הפחמתי. הדבק חזק דיו כדי להחזיק ערימות לבנים יחדיו, אך חלש מספיק כדי לאפשר לשכבות להחליק זו מעל זו ולספוג אנרגיה של מכה חזקה תוך כדי התהליך. רכיכות הצדפות ממלאות במהרה את הסדקים הנוצרים עקב פגיעה, וגם מפקידות "רצועות גדילה" של חומר אורגני המחזקות את המבנה, בזמן עונות רגיעה של גדילת הצדפות. החוקרים מקיטריק ומאירס, מהתוכנית למדעי החומר בביה"ס להנדסה ע"ש ג'ייקובס באוניברסיטת קליפורניה בסן דייגו סבורים שעיצובים בהשראת מבנה זה ישפרו באופן משמעותי חומרים קרמיים בעתיד. ([איזה חומרים בטבע כדאי לנו לחקות?](#))

התלמיד יקרא את המאמר ויענה על השאלות. בנוסף, התלמיד יחפש מידע על חומרים שנוצרו כחיקוי לחומרים בטבע כמו חליפות השחייה שעוצבו עבור שחיינים אולימפיים להקטנת החיכוך במים בדומה לעורו של הכריש.

ח. כיצד משפיע סוג המזון על לחץ הדם שלנו

הדם בגופנו זורם מהלב אל האיברים השונים. בעת זרימתו מפעיל הדם לחץ על הדפנות של כלי הדם. המצב שבו הלחץ הזה גבוה מהרגיל מכונה "לחץ דם גבוה". בעזרת מכשיר מדידה ניתן למדוד את לחץ הדם. המדידה נותנת שני מספרים: ערך סיסטולי (הגבוה) וערך דיאסטולי (הנמוך). אם הערכים המתקבלים גבוהים מ-140/90, משמעות הדבר שהנבדק סובל מלחץ דם

גבוה. לחץ דם גבוה הוא גורם מרכזי למחלות רבות ומסוכנות - ולכן מכונה "הרוצח השקט". (קופת חולים כללית)
מזונות מלוחים, שומניים ועתירי קפאין משפיעים על לחץ הדם של האדם.

התלמיד יקרא את המאמר ויענה על השאלות. בנוסף, התלמיד יחבר דף פרסום המזהיר את הציבור מפני דיאטה עשירה במזונות אלו או לחילופין דף פרסום לדיאטה מאוזנת שמונעת עליה בלחץ דם. ניתן גם להביא מד לחץ דם ולמדוד לתלמיד את לחץ הדם שלו בשני מצבים שונים (ישיבה, לאחר ריצה של 3 דקות במקום).

ט. אדרנלין במצבי לחץ ובמאמץ

תופעה של מתח היא הכנה של הגוף לקראת אתגר, בין אם פסיכולוגי (כמו מבחן) ובין אם פיזי (תחרות ספורט או להבדיל ניתוח). מתח נולד מן הצורך להישמר מפני גורם שמאיים על הקיום. אך גם בעידן המודרני, כששום חיית פרא אינה עומדת לפתע בפתח המערה שלנו, החלק הסימפטי של מערכת העצבים האוטונומית מגיב על ידי תגובת דחק (The Stress Response). תופעה זו תוארה לראשונה עוד בשנות ה-20 של המאה הקודמת על ידי הפיזיולוג וולטר קנון ונחקרה רבות על ידי האנדוקרינולוג הנס סלייה. האחרון פיתח את "מודל ההסתגלות" ולפיו הגוף מושפע מן המתח בשלושה שלבים. בשלב הראשון, שלב "האזעקה", מתגייסות מערכות הגוף לפעולה של "לחימה או בריחה" (The Fight or Flight Response): פרץ אדרנלין משוחרר, קצב פעימות הלב מוגבר, יש נשימה מהירה ושטחית יותר, רמת הקורטיזול בדם עולה, פעילות מערכת העיכול מואטת ועוד. מה שאנו חשים זה "פרפרים בבטן" - עצבנות, יובש בפה, קושי להתרכז ולחשוב בבהירות. (קופת חולים כללית) במאמר מתואר ניסוי שנעשה על עכברים המוכנסים לכלוב קטן, דבר שגורם להם לעלייה במדדים המאפיינים תופעה של לחץ נפשי.

התלמיד יקרא את המאמר ויענה על השאלות. בנוסף, התלמיד יתכן ניסוי נוסף בו יבחן נושא הלחץ בעכברים תוך שימוש בכל מאפייני החקר: שאלת החקר, השערה, משתנה בלתי תלוי וכיצד ישנה אותות, משתנה תלוי וכיצד ימדוד אותו, גורמים קבועים וחזרות/ריבוי פריטים.

י. טיפול בחמצן בלחץ גבוה (היפרברי)

תאי הלחץ של חברת HAUX הגרמנית הם מהמתקדמים בעולם וכוללים מערכות בטיחות מתקדמות, מערכת בקרה משוכללת, מערכות לטיפול בחולים מונשמים וטלוויזיות במעגל סגור (בתוך התא). התאים מרווחים, מודרניים ומאפשרים מגוון טיפולים חדשניים ואבחנות בשלל בעיות רפואיות.
לתוך התאים מוזרם חמצן טהור בלחץ גבוה יותר מהלחץ האטמוספרי, לחץ המאפשר להעלות את מינוני החמצן בדם וברקמות - לערכים הגבוהים עד פי 20 מהערכים הנורמאליים. בעקבות כך,

נוצרות תגובות פיזיולוגיות במערכות הגוף, שמגבירות את תהליכי הריפוי במצבי חולי שונים. הכמויות הגדולות של החמצן משפרות גם את תפקוד תאי הדם הלבנים ומסייעות בדיכוי של מרבית סוגי החיידקים, באופן יעיל יותר ממרבית סוגי האנטיביוטיקה. הטיפול בחמצן, אף מזרז תהליכי ריפוי בזיהום כרוני ועיקש בעצמות.

התלמיד יקרא את המאמר ויענה על השאלות. בנוסף, התלמיד יתכן ניסוי על ספורטאי-על בו יבחן נושא השימוש בלחץ חמצן גבוה תוך שימוש בכל מאפייני החקר: שאלת החקר, השערה, משתנה בלתי תלוי וכיצד ישנה אותו, משתנה תלוי וכיצד ימדוד אותו, גורמים קבועים וחזרות/ריבוי פריטים.

יא. דאודורנט

המילה דאודורנט היא צירוף של המילים "דה" (בלטינית "לא" או "נגד") ו"אודורנט" ("חומר בעל ריח") – ובמיוחד "חומר מונע ריח". הריח שהדאודורנט מיועד למנוע הוא ריח הזיעה האנושית, שניחוחה חריף במיוחד בבית השחי. הריח הזה נובע מאוכלוסיות חיידקים שמשגשות בסביבה הלחה של הזיעה, והחום השורר מתחת לבית השחי תורם לה עוד יותר. מניעת הריח מושגת בכמה דרכים, שהעיקרית שבהן היא צמצום ההפרשה של זיעה מבלוטות הזיעה או מניעתה המוחלטת. את זה עושים באמצעות תת-קבוצה של דאודורנטים שנקראים "אנטי-פרספירנטים" ובעברית "נוגדי זיעה". אנטי-פרספירנטים מכילים לרוב מלחי אלומיניום, שמגיבים עם התמיסות מוליכות החשמל שבזיעה ויוצרים חומר דמוי ג'ל שסותם את הצינורות של בלוטות הזיעה. כך נמנעת הפרשת הזיעה מהן. כמו כן, הם מייבשים את נקבוביות העור, גורמים להן להתכווץ וכך מונעים מהזיעה להגיע אל פני העור. כאן טמונה הבעיה.

התלמיד יקרא את המאמר ויענה על השאלות. בנוסף, התלמיד יחפש מידע על מוצרים נוספים מחומרים טבעיים שניתן להשתמש בהם על פי אותו העיקרון של פיזור נזל על ידי לחץ.

יב. כריות אוויר

כרית האוויר (Airbag) לכלי הרכב הומצאה על ידי חברת מרצדס בנץ בשנת 1971. בשנת 1974 הוציאה לשוק חברת ג'נרל מוטורס האמריקאית את המכונת המסחרית הראשונה שצוידה בכרית אוויר שכזו. כיום כרית אוויר היא ציוד בטיחות חובה במכוניות המודרניות ונחשבת לאחת מההמצאות החשובות בתולדות התחבורה. כריות אוויר מונעות מהנוסעים מוות או פציעה קשה בעת תאונה או בלימת חירום. הן עושות זאת על ידי התנפחות מהירה שמונעת מפניו של הנוסע לפגוע בחלון הקדמי ובחלקו הקדמי של תא הנוסעים. הנוסע אמנם חוטף חבטה מהכרית המתנפחת במהירות הבזק אל פניו, אך מלבד חבטות יבשות הוא יוצא בחלק גדול מהמקרים ללא פגע. סכנת פתיחה מקרית של כרית אוויר חלפה מהעולם. החיישנים המודרניים של כריות האוויר

פותרים אותן כיום רק במקרה של תאונה המפעילה כוחות רציניים על כלי הרכב כולו. עם השנים גם פותחו כריות אוויר לצדי הרכב, לגג, מתחת למושב, במושבים האחוריים ואפילו להולכי רגל שבהם עלול לפגוע הרכב.

התלמיד יבצע את הפעילות השנייה באתר

הסבר על סוגי משחקים:

- **Quizlet** הוא כלי המאפשר יצירת פעילויות לתרגול החומר הנלמד בכיתה: התאמת מושגים לפירוש/תמונה, תרגיל חשבוני לתוצאה, מילה לפירוש, הפכים, לימוד שפה.
- **Kahoot** הוא כלי המאפשר יצירת פעילויות לתרגול החומר הנלמד בכיתה אף בניית חידון, בוחן באופן מקוון.
- **Socrative** הוא אתר מצוין ליצירה והגשת שאלונים (Quizzes). הוא מאפשר הזנת שאלות אמריקאיות, פתוחות, מלוות בתמונות ועוד, ובנוסף מאפשר להציג את הישגי התלמידים לכיתה בצורת טבלאות וגרפים, בצרוף שמות התלמידים או באופן אנונימי. ניתן להשתמש בסוקראטיב באתר או להוריד אפליקציית מורה או סטודנט לטאבלט או לסמרטפון.

13 עובדות שאולי לא ידעתם על יתושים – פעילות לשני שיעורים

קרא את הכרטיסייה בנושא 13 עובדות שאולי לא ידעתם על יתושים וענה על השאלות. בנה דף פרסום או פוסטר עם מידע על יתושים, או חבר משחק הכולל את אוסף העובדות המופיעות במאמר. דוגמאות למשחק: תשבץ, משחק הזיכרון עם קלפים, משחק מי רוצה להיות

סנדלי חבלנים – פעילות לשני שיעורים

קרא את הכרטיסייה בנושא סנדלי חבלנים וענה על השאלות. בנה סנדלי חבלנים מחומרים כגון: קרטון/פלסטיק, חבלים, גליל ניילון בועות (פצפצים). ניתן לתכנן סנדלי חבלנים בתכנה מסוימת במדפסת תלת מימד.

איך העכביש טווה את קוריו? – פעילות לשני שיעורים

קרא את הכרטיסייה בנושא איך העכביש טווה את קוריו וענה על השאלות. חבר 7 שאלות ותשובות על הקטע שקרא ויכתוב אותן על כרטיסיות למידה (Flash Card). ניתן לבנות רשת עכביש מחוט צמר שתחובר על בריסטול. על הרשת ייטלו כרטיסיות הלמידה.

הסוד השקט של השלדג – פעילות לשני שיעורים

קרא את הכרטיסייה בנושא הסוד השקט של השלדג וענה על השאלות. חפש מידע על חומרים שנוצרו כחיקוי לחומרים בטבע כמו חליפות השחייה שעוצבו עבור שחיינים אולימפיים להקטנת החיכוך במים בדומה לעורו של הכריש.

סוד החוזק של העכביש – פעילות לשני שיעורים

קרא את הכרטיסייה בנושא סוד החוזק של העכביש וענה על השאלות. חפש מידע על חומרים שנוצרו כחיקוי לחומרים בטבע כמו חליפות השחייה שעוצבו עבור שחיינים אולימפיים להקטנת החיכוך במים בדומה לעורו של הכריש.

סוד הקשיחות של הצדפה – פעילות לשני שיעורים

קרא את הכרטיסייה בנושא סוד הקשיחות של הצדפה וענה על השאלות. חפש מידע על חומרים שנוצרו כחיקוי לחומרים בטבע כמו חליפות השחייה שעוצבו עבור שחיינים אולימפיים להקטנת החיכוך במים בדומה לעורו של הכריש.

כיצד משפיע סוג המזון על לחץ הדם שלנו – פעילות לשני שיעורים

קרא את הכרטיסייה בנושא כיצד משפיע סוג המזון על לחץ הדם שלנו וענה על השאלות.
א. בנה דף פרסום המזהיר את הציבור מפני דיאטה עשירה במזונות אלו או לחילופין דף פרסום לדיאטה מאוזנת שמונעת עליה בלחץ דם.
ב. מדדו את לחץ הדם שלך בשני מצבים שונים: ישיבה, לאחר ריצה במקום של 3 דקות.

אדרנלין במצבי לחץ ובמאמץ – פעילות לשני שיעורים

קרא את הכרטיסייה בנושא אדרנלין במצבי לחץ ובמאמץ וענה על השאלות.
תכנן ניסוי נוסף בו יבחן נושא הלחץ בעכברים תוך שימוש בכל מאפייני החקר: שאלת החקר, השערה, משתנה בלתי תלוי וכיצד ישנה אותות, משתנה תלוי וכיצד ימדוד אותו, גורמים קבועים וחזרות/ריבוי פריטים.

טיפול בחמצן בלחץ גבוה (היפרברי) – פעילות לשני שיעורים

קרא את הכרטיסייה בנושא טיפול בחמצן בלחץ גבוה (היפרברי) ענה על השאלות.
תכנן ניסוי על ספורטאי-על בו יבחן נושא השימוש בלחץ חמצן גבוה תוך שימוש בכל מאפייני החקר: שאלת החקר, השערה, משתנה בלתי תלוי וכיצד ישנה אותו, משתנה תלוי וכיצד ימדוד אותו, גורמים קבועים וחזרות/ריבוי פריטים.

דאודורנט – פעילות לשני שיעורים

קרא את הכרטיסייה בנושא דאודורנט וענה על השאלות.
חפש מידע על מוצרים נוספים מחומרים טבעיים שניתן להשתמש בהם על פי אותו העיקרון של פיזור נוזל על ידי לחץ וסכם את המידע עליהם.

כריות אוויר – פעילות לשני שיעורים

קרא את הכרטיסייה בנושא כריות אוויר וענה על השאלות.
כנס לאתר דוידסון בנושא כיצד עובדת כרית האוויר ועשה את הפעילות השנייה בנושא מגלים צורך ומוצר: כימיה בשירות האדם.

הנחיות למורה לפעילות שנייה

פעילות המתייחסת לסגנונות למידה המתפרסים על פני ארבעה צירים עיקריים: **לומד חושי – לומד אינטואיטיבי, לומד ויזואלי – לומד ורבאלי, לומד אקטיבי – לומד רפלקטיבי ולומד ליניארי – לומד גלובאלי.**

הכיתה ההטרוגנית מכילה תלמידים בעלי שונות מגוונות. כל אחד מהם חושב אחרת, כל אחד מהם יודע אחרת וכל אחד מהם זקוק לתנאים מותאמים כדי לקלוט מידע ולהתפתח. סגנונות למידה המתפרסים על פני ארבעה צירים עיקריים:

לומד חושי ----- לומד אינטואיטיבי

הלומד החושי יבין טוב יותר את החומר באמצעות הסבר מובנה המלווה בדוגמאות, ואילו הלומד האינטואיטיבי יעדיף גילוי עצמאי של הקשרים בין יחידות המידע בדרך חדשנית.

לומד ויזואלי ----- לומד ורבאלי

הלומד הוויזואלי יקלוט ביעילות רבה יותר מידע שמאורגן במבעים גראפיים ושרשום על הלוח, ואילו הלומד הוורבאלי יעדיף למידה מתוך האזנה להרצאה ושיחה במליאה או בקבוצה.

לומד אקטיבי ----- לומד רפלקטיבי

הלומד האקטיבי מסוגל להתמודד עם עומס פרטים באמצעות דיון כיתתי, שיחה, למידה בקבוצה, ואילו הלומד הרפלקטיבי יבחר לעבד את החומר באופן עצמאי תוך הפעלת תהליכי חשיבה היעילים עבורו.

לומד ליניארי ----- לומד גלובאלי

הלומד הליניארי זקוק למידע המוצג באופן מאורגן, מן הפרטים לשלם, ואילו הלומד הגלובאלי ינסה לקשר ידע חדש עם ידע קודם, ינסה להבין את מבנה העל וישבץ בתוכו את הפרטים. (משרד החינוך המנהל הפדגוגי, 2015)

המורה ישאף בתהליך הלמידה למצוא דרכי למידה משותפות לכל התלמידים אשר יערכו בהצגת הנושא ובסיכומו. בנוסף, המורה יתאים את אופן הצגת המידע והבניתו לכל תלמיד על פי סגנון הלמידה שלו המורכב מארבעת הממדים האלו תוך התייחסות לקשיי התלמיד הלימודיים והנפשיים.

הפעילות עוסקת בנושא **פוטוסינתזה** המהווה נושא מורכב בשל היותו טומן בתוכו שתי עובדות חשובות:

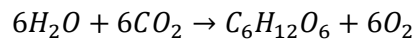
1. חומר המוצא בתהליך הפוטוסינתזה הוא CO_2 . פחמן דו-חמצני הוא חומר אי-אורגני הנמצא באטמוספירה בריכוז נמוך, והוא מקובע בתהליך הפוטוסינתזה לתרכובת אורגנית.
2. תוצר תהליך הפוטוסינתזה היא מולקולת גלוקוז. אך הגלוקוז, וסוכרים פשוטים אחרים, הופכים מיד לסוכרוז, ולשאר פחמימות – תוצריו הסופיים באמת של התהליך. פחמימות מהוות מקור אנרגיה פוטנציאלית זמינה לתהליכי חיים שונים כמו גם לבניית חומרים אורגניים נוספים במערכות אקולוגיות שונות.

הפעילות תאפשר לתלמיד להיחשף למגוון נושאים, מבנים ותהליכים שניתן ללמוד בנושא הפוטוסינתזה. הפעילות נערכת במעבדת ביולוגיה והיא כוללת שלוש כרטיסיות המאפשרות לימוד הנושא באופן הדרגתי תוך שילוב מידע מקדים והתנסות של התלמיד במעבדה. הפעילות מתאימה לשתי שעות לימוד.

בתחילת כל כרטיסיה יצוין מידע בשלושה נושאים:

- א. מהו הדגש הפדגוגי בפעילות
- ב. מהם נושאי הלימוד שילמדו
- ג. מהו הציוד עבור הפעילות במעבדה

אור



כלורופיל

איור 19: נוסחת תהליך הפוטוסינתזה

הסבר על מושגים המרכיבים את מעבדת החקר

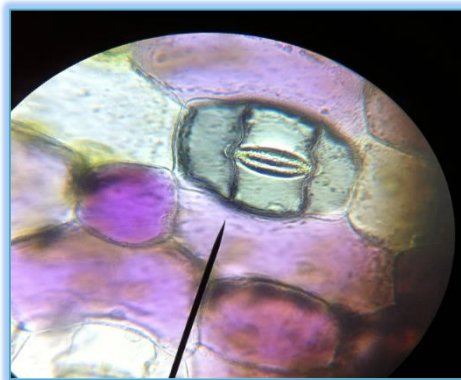
- ❖ **מטרת החקר** – העמקה בסוגיה מחומר הלימוד או בעקבות תצפית ראשונית בתופעת טבע.
- ❖ **שאלת החקר** – זיהוי שאלה מתוך אוסף עובדות / תופעות המאפשר ביצוע ניסוי וחקירה. ברוב המקרים שאלת החקר מתייחסת לקשר שבין גורם מסוים (משתנה בלתי תלוי) לבין תהליך או תופעה (משתנה תלוי). שאלת חקר מתחילה עם מילת שאלה כגון: מהי מידת ההשפעה... מהו הקשר בין...
❖ **השערה** – ניסוח תשובה אפשרית לשאלת החקר, המבטא את מידת ההשפעה של המשתנה הבלתי תלוי על המשתנה התלוי. (ניתן לנסח יותר מהשערה אחת). השערה מנוסחת כך: "אם...אז", או "ככל ש...אז...". לאחר קבלת התוצאות ניתן לאשש את ההשערה (מחזקים או תומכים בהשערה) או לדחות (להפריך) אותה. כל ניסוי שתוצאותיו/מסקנותיו מאפשרות לאשש השערה או לדחותה, מקדם את הידע על התופעה. לכן גם ניסויים שתוצאותיהם מובילות לדחיית השערה הם צעד חשוב במדע, ואינם צריכים לעורר תחושת כישלון.
- ❖ **משתנה בלתי תלוי** – הגורם המשפיע על התהליך. הגורם שהחוקר משנה / מפעיל בניסוי.
- ❖ **משתנה תלוי** – הגורם המושפע בניסוי. הגורם שמשתנה בעקבות השינויים שהחוקר מבצע במשתנה הבלתי תלוי.
- ❖ **דרך מדידה של המשתנה התלוי** – יש לבחור מהי דרך המדידה: תצפית / ניסוי מדעי ולקבוע כיצד מודדים את התוצאות ובאילו יחידות.
- ❖ **גורמים קבועים** - כאשר בודקים את השפעת גורם אחד על תופעה או תהליך כלשהו, חייבים לדאוג שכל הגורמים האחרים בניסוי יהיו שווים.
- ❖ **בקרה** – הבקרה בודקת את כל הגורמים בניסוי פרט לגורם שאת השפעתו רוצים לבדוק. יש שני סוגי בקרה: בקרה חיצונית – ללא הגורם הנבדק. בקרה פנימית השוואתית – במקרים בהם לא ניתן לבצע בקרה חיצונית אנו משווים בין טיפולים שונים כמו לדוגמה: טמפרטורה, דרגת Ph.
- ❖ **חזרות** - חובה לבצע את הניסוי כמה פעמים באותם תנאים על מנת לוודא שהתוצאות הניסוי מהימנות.

כרטיסיה ראשונה:



תא הפיונית – התא האחראי על שני משאבים יקרים

- **הדגש הפדגוגי:** לומד חושי, ויזואלי, רפלקטיבי ולינארי
- **נושא הלימוד:** תהליך הפוטוסינתזה, תהליך הדיות, מפל ריכוזים, מבנה תאי אפידרמיס ותאי פיונית בעלה של צמח יהודי הנודד
- **ידע מקדים:** עבודה עם מיקרוסקופ אור, מבנה תא צמח
- **ציוד מעבדה:**
מיקרוסקופ
עלה של צמח יהודי נודד
ציוד הכנת תכשיר למיקרוסקופ: זכוכית נושאת, זכוכית מכסה, בקבוק טפי קטן עם מים מזוקקים, ניר סופג, פינצטה, סכין.



איור 20: תא פיונית ותאי אפידרמיס בעלה מצמת יהודי הנודד הגדלה X 400

תא הפיונית - התא האחראי על שני משאבים יקרים

רקע כללי: העלה הוא האיבר העיקרי בו מתבצע תהליך הפוטוסינתזה. היות ומבנה העלה דק ושטוח, מתאפשרת קליטת אור וחילוף גזים יעיל בין העלה לסביבתו. התבוננות ברקמת אפידרמיס של עלה יהודי הנווד מאפשרת לראות שני טיפוסים של תאים: תאי אפידרמיס ותאי פיונית. רקמת אפידרמיס היא שכבת התאים החיצונית שעוטפת את העלה משני צדדיו. האפידרמיס של העלה מכוסה בשכבת קוטיקולה העשויה חומר שקוף, חדיר לאור אך אטום למים וגזים. כמו כן, יש בה פיוניות שדרכן מתרחש חילוף הגזים עם האוויר בסיבית הצמח. בצמחים מסוימים יש פיוניות משני צדי העלה, ובאחרים – רק בצד אחד.

כל פיונית מוקפת בשני תאי שמירה המווסתים את מידת פתיחתה. כאשר שני תאי השמירה מלאים במים, פתח הפיונית פתוח, וכאשר חסרים בהם מים, פתח הפיונית סגור. לכן, כל עוד פתח הפיונית פתוח, CO_2 נקלט דרכה, אך בה-בעת נפלטים דרכה אדי מים בהתאם למפל הריכוזים, בתהליך הנקרא דיות. כאשר הפיונית סגורה, אדי מים אינם נפלטים, אך גם CO_2 אינו נקלט וקצב תהליך הפוטוסינתזה קטן. מכאן, ניתן לומר שתא הפיונית אחראי על קליטת משאב חשוב - CO_2 המהווה חומר המוצא לתהליך הפוטוסינתזה, אך מנגד הוא מאבד משאב חשוב אחר שהוא המים H_2O .

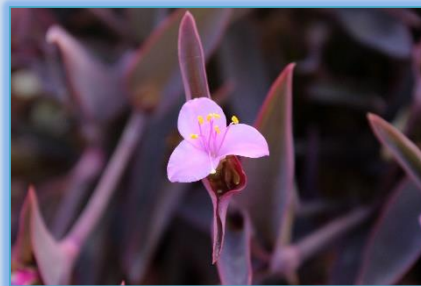
הציוד הדרוש:

מיקרוסקופ

עלה של צמח יהודי נווד

ציוד להכנת תכשיר למיקרוסקופ: זכוכית נושאת, זכוכית מכסה, בקבוק טפי קטן עם מים

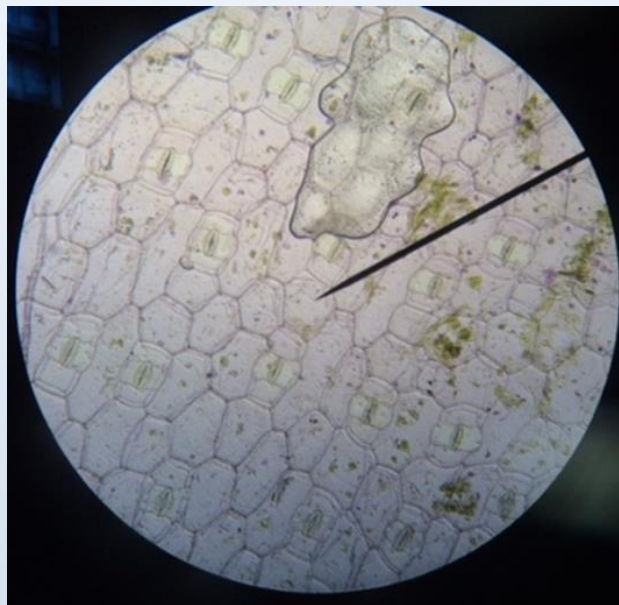
מזוקקים, ניר סופג, פינצטה, סכין



איור 21: צמח יהודי הנווד

מהלך הניסוי:

- בחר עלה של צמח יהודי נודד, והחזק אותו עם הצד הקמור כלפי מעלה
- קפל את העלה לשניים, ומשוך חלק אחד כלפי מעלה וחלק אחד כלפי מטה. כך תוכל להפריד את רקמת האפידרמיס התחתונה של העלה (רקמה סגולה דקה)
- הנח על זכוכית נושאת את רקמת האפידרמיס וחתוך בעזרת סכין חתיכה קטנה
- הוסף טיפת מים מזוקקים
- כסה בזכוכית מכסה את רקמת האפידרמיס וספוג את יתרת המים
- הנח את התכשיר על שולחן המיקרוסקופ בעזרת שני הטפסנים
- כוון את המיקרוסקופ להגדלה של X40, ולאחר מכן להגדלה של X100
- צייר בעיפרון תא פיונית וסביבו תאי אפידרמיס ורשום את חלקי התא הנראים לך



איור 22: אפידרמיס תחתון של עלה יהודי הנודד הגדלה X 100

שאלה:

- א. בתא פיונית ניתן לראות עיגולים ירוקים רבים. מהו אברון זה ומה תפקידו?
- ב. מנה 3 גורמים המשפעים על פתיחת וסגירת הפיונית בצמח יהודי הנודד
- ג. מה היתרון שיש לצמח יהודי הנודד מכך שתא הפיונית נסגר בחושך?
- ד. צייר מפת מושגים המתארת את הקשר בין תהליך הפוטוסינתזה לתהליך הדיות
- ה. האם בתאי רקמת אפידרמיס של בצל ניתן יהיה לראות תאי פיונית? הסבר
- ו. האם לדעתך ניתן לקבוע שצמח יהודי הנודד מכיל תאי פיונית על סמך התבוננות ברקמת אפידרמיס אחת? הסבר

מחווון לכרטיסיה ראשונה

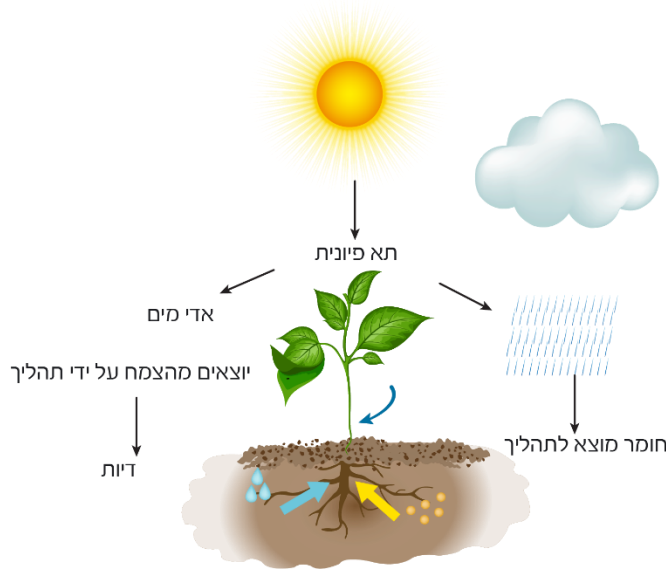
א. בתאי השמירה של תא הפיונית, ואף בתאי אפידרמיס ניתן לראות את הכלורופלסטים שהם אברונים ירוקים הנמצאים ברקמת האפידרמיס של העלה. הצבע הירוק הוא צבעו של הכלורופיל הנמצא בהם. תפקידם של הכלורופלסטים הוא קליטת אנרגיית האור והמרתה לאנרגיה כימית.

ב. הגורמים המשפיעים על מצב הפיונית הם:

פיונית פתוחה	פיונית סגורה
אור	חושך
מאזן מים תקין/ עודף מים	מאזן מים לא תקין
ריכוז נמוך של CO ₂	ריכוז נמוך של CO ₂

ג. היתרון הוא שבחושך לא מתקיים תהליך הפוטוסינתזה (ברב הצמחים) ולכן פיונית סגורה תאפשר שמירת מאזן המים בצמח.

ד. מפת המושגים המראה את הקשר בין תהליך הדיות לתהליך הפוטוסינתזה



איור 23: הקשר בין תהליך הדיות לתהליך הפוטוסינתזה

ה. בתאי רקמת אפידרמיס של בצל לא יופיעו תאי פיונית, כיוון שהמידע התורשתי להופעתן אינו בה לידי ביטוי בחלק תת-אדמתי זה להבדיל מחלקים על-אדמתיים. יש לציין בפני התלמיד שהמידע התורשתי ליצירת תאי פיונית מצוי בכל תאי הצמח.

ו. ישנה חשיבות לבצע בכל ניסוי חזרות בכדי לקבוע קביעה זו. ביצוע הבדיקה בכמה עלים שונים באותם תנאים מאפשר לוודא שהתוצאות הניסוי מהימנות.

כרטיסיה שנייה:



איך צמחים בעלי עלים צבעוניים מבצעים פוטוסינתזה?

- **הדגש הפדגוגי:** לומד חושי, ויזואלי, רפלקטיבי ולינארי
- **נושא הלימוד:** תהליך הפוטוסינתזה, אורכי גל, צבענים (פיגמנטים), מבנה תאי אפידרמיס ותאי פיונית בעלה של צמח יהודי הנודד
- **ידע מקדים:** עבודה עם מיקרוסקופ אור, מבנה תא צמח, אורכי גל
- **ציוד מעבדה לגרסה א':** (מעבדה בביולוגיה 5 יח"ל בעיה 5 חלק ב' 2014)
מיקרוסקופ
עלה של צמח יהודי נודד
ציוד הכנת תכשיר למיקרוסקופ: זכוכית נושאת, זכוכית מכסה, בקבוק טפי קטן עם מים מזוקקים, ניר סופג, פינצטה, סכין.
- **ציוד מעבדה לגרסה ב':** (מעבדה בביולוגיה 5 יח"ל בעיה 4 חלק ב' שנת 2014)
מכתש ועלי
מספריים
עלה של צמח יהודי נודד
אתנול - מבחנה פקוקה ובה 3 מ"ל אתנול 70%, מסומנת "אתנול",
מים - כלי ובו 10 מ"ל מי ברז, מסומן "מים"
2 פיפטות (1 מ"ל, 5 מ"ל) + פיפטור מתאים
משפך
פיסת גזה (8 שכבות)
ניר סינון
פיפטת פסטר
כף פלסטיק
טוש שחור
ז. ברקמת אפידרמיס אחת? הסבר

לא עוצרים בירוק: הכימה של עלי השלכת

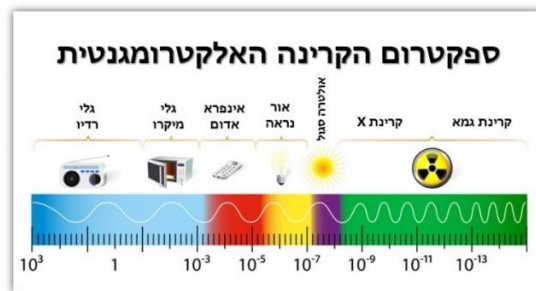


תכונות האור

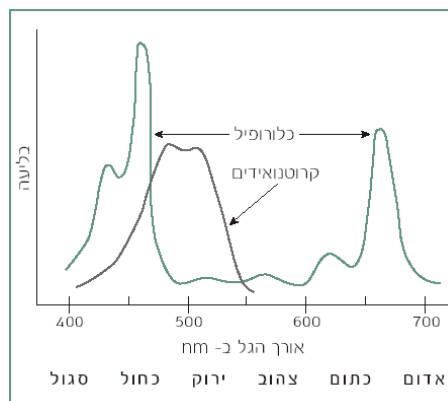
האנרגיה המשתחררת מהשמש מתפשטת בחלל בתנודות הדומות במקצת לתנועתם של גלים באוקיינוס. בשני המקרים אנו משתמשים במושג אורך גל שהוא המרחק האופקי בין שני שיאים עוקבים של גלים. תחום ארכי הגל של אנרגיית קרינה רחב מאוד: מקרני גמא, שאורכן 10^{-5} , ועד לגלי רדיו, שאורכם יותר מעשרה קילומטרים. תחום ארכי הגל כולו נקרא הספקטרום האלקטרומגנטי. היצורים הפוטואוטוטרופים קולטים רק את ארכי הגל שבין 400-750 ננומטרים. זהו תחום האור הנראה שאנו חשים אותו כצבעים שונים.

הצבענים (Pigments) הם הגשר המולקולרי בין אור לתהליך הפוטוסינתזה. מולקולות אלה בולעות אור, והיצורים משתמשים בו במגוון דרכים. ספקטרום הבליעה הוא תרשים המראה באיזו מידה בולעת מולקולת צבען אור בארכי גל שונים. הצבענים העיקריים המשתתפים בפוטוסינתזה הם הכלורופילים. צבענים אלה בולעים את כל ארכי הגל מלבד הירוקים והצהובים-ירוקים, שאותם הם מעבירים. משום כך חלקי הצמח המכילים כלורופיל נראים לנו ירוקים. ביצורים פוטואוטוטרופיים שונים ישנם גם צבעני עזר המקנים לרקמות המכילות אותם צבעים שונים.

(טגראט & סטאר, 2001)



איור 24: ספקטרום הקרינה האלקטרומגנטית



איור 25: ספקטרום הבליעה של כלורופיל וקרוטנואידים

איך צמחים בעלי עלים צבעוניים מבצעים פוטוסינתזה?

רקע כללי: ישנם צמחים שמתהדרים בעלים אדומים כל חודשי השנה וישנם המסתפקים בצבע ירוק. ידוע שתהליך הפוטוסינתזה מתבסס על הכלורופיל, שנותן לעלים את צבעם הירוק. איך בכל זאת מצליחים להתקיים צמחים עם עלים אדומים? פיגמנט (צָבֵעַן) הוא כל חומר צבעוני שנמצא בתאים חיים. לכל פיגמנט יש אורכי גל אופייניים שהוא בולע ואורכי גל אחרים שהוא מחזיר. אורך הגל של האור המוחזר מהפיגמנט יקבע באיזה צבע נראה אותו. פיגמנט מסוים יראה לנו ירוק אם הוא בולע אורכי גל שמתאימים לאור כחול ואדום ומחזיר את אורך הגל שמתאים לצבע הירוק. את הפיגמנטים בעלי הצמחים אפשר לחלק לשלוש קבוצות עיקריות:

- **כלורופיל** הוא פיגמנט שמחזיר אורכי גל ירוקים, ולכן מקנה לעלים את צבעם הירוק. מולקולת כלורופיל מכילה אטום של מגנזיום. ברוב הצמחים אפשר למצוא יותר מסוג אחד של כלורופיל.
- **קרטנואידיים** הם משפחה אחרת של פיגמנטים, שבולעים את האור הירוק והכחול ומחזירים אור בצבע צהוב-כתום. הקרטנואידי הנודע ביותר הוא הקרוטן, שמקנה לגזר ולמשמש את צבעם הכתום. חבר נוסף במשפחה הוא הליקופן, שנמצא בפירות אדומים כמו עגבניות ואבטיחים. הקרטנואידיים מסייעים לצמח בתהליך הפוטוסינתזה.
- **אנתוציאנינים** הם בולעים אור בצבעי כחול וירוק ומחזירים אור אדום וסגול. בין הפירות שמכילים אנתוציאנינים בריכוז גבוה נמצאים בין השאר תפוחים אדומים וענבים סגולים. אנתוציאנינים נמצאים גם בפרחים סגולים ואדומים כמו רקפת וכלנית.

הפוטוסינתזה היא תהליך חיוני לקיום הצמח, ולכן צמח שאינו מכיל כלורופיל לא יכול לקיים פוטוסינתזה פשוט לא ישרוד. עלים אדומים הם עלים שמכילים כלורופיל, אולם בגלל ריכוז האנתוציאנינים הגבוה בהם הם נראים לנו יותר אדומים מירוקים. זה קורה משום שכלל שהריכוז של פיגמנט מסוים גבוה יותר, כך צבעו של העלה שבו הוא נמצא יתאים יותר לצבעו של הפיגמנט. הצבע הירוק של הכלורופיל מתחבא למעשה מאחורי הצבע האדום – פחות בולט ממנו, אבל עדיין שם.

התאמה מעניינת של הפיגמנטים לתנאי התאורה אפשר לראות בצמחים בעלי עלים אדומים או סגולים שחשופים לרמות שונות של שמש. העלים שגדלים בצל עשויים להראות ירוקים יותר מעלים אחרים של אותו צמח שגדלים באור, מכיוון שבצל הם חשופים פחות לאור ולכן זקוקים ליותר כלורופיל כדי לספוג את האור שכן מגיע אליהם!

בסתיו, כשהטמפרטורות יורדות וחלים שינויים בלחות ובתנאי האור, מתרחשים תהליכים פנימיים בעצים נשירים שגורמים לעלים להאדים ולהצהיב, ובסופו של דבר לנשור. הירידה בטמפרטורות והתקצרות הימים גורמים לירידה ביצירת הכלורופיל. לכן, כשעלה הופך מירוק לצהוב או אדום הוא לא מתחיל לייצר פיגמנטים אדומים או צהובים, אלא למעשה הפיגמנטים האלה היו שם כל הזמן אבל אי אפשר היה להבחין בהם בשל ריכוזי הכלורופיל הגבוהים. כשהכלורופיל שנתר בצמח מתפרק, העלה משנה את צבעו, כלומר אנו מתחילים להבחין בפיגמנטים האחרים, האדומים או הצהובים, שהיו שם כל הזמן. (כהן, 2013)

מהלך הניסוי (גרסה א'):

צפייה בעלים צבעוניים דרך מיקרוסקופ

- לרשותך עלה של יהודי הנווד. הצבע הסגול מקורו בצבענים (פיגמנטים).
- הכן תכשיר מרקמות העלה לבדיקה במיקרוסקופ, בדרך זו: הנח פיסה קטנה של עלה על זכוכית נושאת. באמצעות סכין חד, חתוך מהעלה 2-3 חתיכות קטנות מאוד (ברוחב של כ- 0.2 ס"מ)
- על החתיכות הקטנות של העלה הנח פיסה של נייר סופג. באמצעות מחט מתקן לחץ כמה פעמים על הנייר הסופג, כדי לשטח את הרקמה הצמחית.
- הסר את הנייר הסופג, טפטף טיפת מים על הרקמה וכסה בזכוכית מכסה.
- ספוג בנייר סופג את עודף הנוזל שעל הזכוכית נושאת.
- בדוק בהגדלה הקטנה של המיקרוסקופ את התכשיר שהכנת X40.
- אתר בשולי אחת מחתיכות העלה אזור שבו ניתן להבחין בצבע סגול-אדום או ורוד. — העבר אזור זה למרכז שדה הראייה של המיקרוסקופ, ועבור להגדלה הבינונית X100.
- — זהה ברקמת העלה תאים שצבעם סגול-אדום או ורוד. תאים אלה הם חלק מרקמת האפידרמיס של העלה.
- חזור להגדלה קטנה X40, אתר אזור שבו אפשר להבחין בצבע ירוק.
- העבר אזור זה למרכז שדה הראייה, ועבור להגדלה הבינונית X100. זהה תאים שבהם צבע ירוק.



איור 26: עלים בשלכת

שאלה:

- א. האם שני הצבענים נמצאים באותם תאים או שכל צבען נמצא בתא אחר?
- ב. היכן נמצא הכלורופיל בתאי הצמח ומה תפקידו?
- ג. מדוע הכלורופיל מהווה "שחקן מפתח" בתהליך הפוטוסינתזה?
- ד. מהם שלושת סוגי הפיגמנטים בצמחים, ומה מאפיין כל אחד מהם?
- ה. מה היתרון לצמח המכיל מגוון של פיגמנטים בעליו?
- ו. מהי שאלת המחקר שניתן לחבר לניסוי זה?
- ז. מהי ההשערה שניתן לשער?

מחונן לכרטיסיה שנייה (גרסה א'):

- א. שני הצבעים נמצאים בתאים שונים (צבע סגול בתא אפידרמיס וצבע ירוק בתאי השמירה של הפיונית)
- ב. הכלורופיל נמצא בכלורופלסט, ותפקידו לבלוע את האור ולגרום לשינוי כימי המלווה בהמרת אנרגיית האור לאנרגיה כימית.
- ג. הפעילות המתבצעת בו מהווה את תחילתו של תהליך הפוטוסינתזה.
- ד. שלושת הפיגמנטים הם:
- ✓ כלורופיל הוא פיגמנט שמחזיר אורכי גל ירוקים, ולכן מקנה לעלים את צבעם הירוק.
 - ✓ קרטנואידים שבולעים את האור הירוק והכחול ומחזירים אור בצבע צהוב-כתום. הקרטנואידים מסייעים לצמח בתהליך הפוטוסינתזה.
 - ✓ אנתוציאנינים הם בולעים אור בצבעי כחול וירוק ומחזירים אור אדום וסגול.
- ה. כתוצאה משינויים המתרחשים בסביבה (עלייה בלחות, ירידה בטמפרטורה, התקצרות שעות האור), ישנה ירידה בייצור הכלורופיל. הימצאותם של פיגמנטים נוספים בעלה מאפשרת קליטת אורכי גל נוספים לביצוע תהליך הפוטוסינתזה.
- ו. שאלת המחקר: האם בעלה הסגול של יהודי הנווד ישנם מספר צבענים?
- ז. ההשערה היא: ככל שיש יותר צבען מסוג אנתוציאנין כך צבעו של עלה מצמח יהודי הנווד יהיה סגול יותר.

התאמה מעניינת של הפיגמנטים לתנאי התאורה אפשר לראות בצמחים בעלי עלים אדומים או סגולים שחשופים לרמות שונות של שמש. העלים שגדלים בצל עשויים להיראות ירוקים יותר מעלים אחרים של אותו צמח שגדלים באור, מכיוון שבצל הם חשופים פחות לאור ולכן זקוקים ליותר כלורופיל כדי לספוג את האור שכן מגיע אליהם!

בסתיו, כשהטמפרטורות יורדות וחלים שינויים בלחות ובתנאי האור, מתרחשים תהליכים פנימיים בעצים נשירים שגורמים לעלים להאדים ולהצהיב, ובסופו של דבר לנשור. הירידה בטמפרטורות והתקצרות הימים גורמים לירידה ביצירת הכלורופיל. לכן, כשעלה הופך מירוק לצהוב או אדום הוא לא מתחיל לייצר פיגמנטים אדומים או צהובים, אלא למעשה הפיגמנטים האלה היו שם כל הזמן אבל אי אפשר היה להבחין בהם בשל ריכוזי הכלורופיל הגבוהים. כשהכלורופיל שנתר בצמח מתפרק, העלה משנה את צבעו, כלומר אנו מתחילים להבחין בפיגמנטים האחרים, האדומים או הצהובים, שהיו שם כל הזמן. (כהן, 2013)

מהלך הניסוי (גרסה ב'):

הפרדת צבענים (פיגמנטים) בעלים צבעוניים

- לצבענים שונים המצויים בעלי צמחים יש מסיסות שונה במים ובאתנול. בניסוי זה תבדוק את סוגי הצבענים המצויים בעלה מצמח יהודי הנודד.
- על שולחןך עלי ומכתש. החזק 2 עלים של צמח יהודי הנודד מעל המכתש וגזור אותם בעזרת מספריים לחתיכות קטנות.
- כתוש את חתיכות העלים שבמכתש.
- על שולחןך מבחנה המסומנת "אתנול" ובה תמיסת אתנול, וכלי ובו מי ברז.
- סמן פיפטה אחת "מים" ואת האחרת — "אתנול".
 - הוסף למכתש 1 מ"ל מים והמשך לכתוש את העלים.
 - הוסף למכתש 2 מ"ל אתנול ופקוק את המבחנה "אתנול".
 - המשך לכתוש עד שתקבל רסק.
 - סמן מבחנה "מיצוי".
- הנח משפך במבחנה "מיצוי" ורפד אותו בפיסת גזה (8 שכבות).
- באמצעות הכף העבר את כל רסק העלים ואת כל הנוזל מהמכתש אל המשפך שבמבחנה. כשיתיים הסינון סחט את הגזה כדי להוציא את שאריות הנוזל. העבר את המשפך עם הגזה לכלי הפסולת.
- לרשותך רצועה של נייר סינון. היעזר בסרגל וסמן בעיפרון קו לרוחב רצועת הנייר, במרחק 1.5 ס"מ מקצה אחד שלה.

- טבול פיפטת פסטר בנוזל שקיבלת במבחנה "מיצוי". הוצא את הפיפטה, וגע איתה בעדינות במרכז הקו שסימנת על הנייר, כך שטיפה אחת תיספג בנייר. המתן שהאתנול יתנדף והטיפה תתייבש. תוכל לזרז את הייבוש על ידי נפנוף קל של רצועת הנייר.
- באותו אופן הוסף עוד 8-10 טיפות מיצוי באותו מקום שטפטפת בו את הטיפה הראשונה.
- לאחר שהטיפות התייבשו, הכנס את רצועת הנייר למבחנה שבה אתנול, כך שהקצה המסומן בקו טבול בתמיסת האתנול. פקוק את המבחנה והעמד אותה בכן המבחנות. האתנול ייספג בנייר ויעלה כלפי מעלה.
- עליך להמתין כ-8 דקות. שים לב: אין לטלטל את המבחנה.
- רשום את השעה: ____
- בדוק מדי כמה דקות את רצועת הנייר שבמבחנה. כאשר אתה מבחין ביותר מצבע אחד על רצועת הנייר, היעזר במלקטת והוצא אותה מהמבחנה.

לידיעתך: תמיסת האתנול שבמבחנה היא "נוזל מריץ". הנוזל נע לאורך רצועת הנייר בכוח הנימיות, ויחד אתו נעים הצבענים (הפיגמנטים) השונים. כל צבען מתקדם בקצב שונה האופייני לו.



איור 27: מגוון צבעי השלכת

שאלה:

- א. רשום את הצבעים שהתקבלו בניסוי
- ב. מהי התכונה המאפיינת את כל הצבענים?
- ג. היכן נמצא הכלורופיל בתאי הצמח ומה תפקידו?
- ד. מדוע הכלורופיל מהווה "שחקן מפתח" בתהליך הפוטוסינתזה?
- ה. מהם שלושת סוגי הפיגמנטים בצמחים, ומה מאפיין כל אחד מהם?
- ו. מה היתרון לצמח המכיל מגוון של פיגמנטים בעליו?
- ז. מהי שאלת המחקר שניתן לחבר לניסוי זה?
- ח. מהי ההשערה שניתן לשער?

- א. אדום, סגול, ורוד וירוק
- ב. התכונה המאפיינת את כל הצבענים היא היכולת לבלוע גלי אור באורכי גל ייחודיים
- ג. הכלורופיל נמצא בכלורופלסט, ותפקידו לבלוע את האור ולגרום לשינוי כימי המלווה בהמרת אנרגיית האור לאנרגיה כימית.
- ד. הפעילות המתבצעת בו מהווה את תחילתו של תהליך הפוטוסינתזה.
- ה. שלושת הפיגמנטים הם:
- ✓ כלורופיל הוא פיגמנט שמחזיר אורכי גל ירוקים, ולכן מקנה לעלים את צבעם הירוק.
- ✓ קרטנואידים שבולעים את האור הירוק והכחול ומחזירים אור בצבע צהוב-כתום.
- הקרטנואידים מסייעים לצמח בתהליך הפוטוסינתזה.
- ✓ אנתוציאנינים הם בולעים אור בצבעי כחול וירוק ומחזירים אור אדום וסגול.
- ו. כתוצאה משינויים המתרחשים בסביבה (עלייה בלחות, ירידה בטמפרטורה, התקצרות שעות האור), ישנה ירידה בייצור הכלורופיל. הימצאותם של פיגמנטים נוספים בעלה מאפשרת קליטת אורכי גל נוספים לביצוע תהליך הפוטוסינתזה.
- ז. שאלת המחקר: האם בעלה של יהודי הנודד ישנם מספר צבענים?
- ח. ההשערה היא: ככל שיש יותר צבענים על הניר סופג, כך ניתן להסיק שבעלה יהודי הנודד ישנם יותר צבענים.

כרטיסיה שלישית:

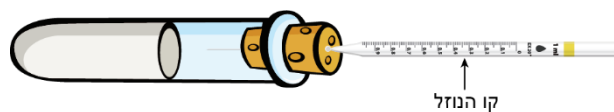


השפעת ריכוז פחמן דו חמצני על תהליך הפוטוסינתזה בעלים צבעוניים

- **הדגש הפדגוגי:** לומד חושי, ויזואלי, רפלקטיבי וגלובלי
- **נושא הלימוד:** תהליך הפוטוסינתזה בעלה של צמח יהודי הנודד, חומצה ובסיס
- **ידע מקדים:** עבודה עם פיפטה, מכשיר PH מטר או שילוב מעבדה ממוחשבת עם מערך חיישנים של חברת גלוביסנס
- **ציוד מעבדה:** (מבוסס בחלקו על מעבדה בביולוגיה 5 יח"ל בעיה 4 חלק א' 2014)
 - עלים של צמח יהודי נודד
 - 4 מבחנות + כן מבחנות
 - צלחת חד פעמית
 - מנורת שולחן
 - סכין חד
 - סרגל (15 ס"מ)
 - שדכן משרדי קטן + סיכות
 - פקק מתאים למבחנות ובו מחט מזרק + צינור גומי גמיש + פיפטה בנפח 1 מ"ל
 - כלי ובו 50 מ"ל תמיסת נתרן ביקרבונט בריכוז 2%, מסומן "נתרן ביקרבונט 2%"
 - כלי ובו 50 מ"ל תמיסת נתרן ביקרבונט בריכוז 2%, מסומן "נתרן ביקרבונט 1%"

הסברים נוספים:

- א. הכן את המערכת לפי ההוראות האלה:
- הכנס את מחט המזרק לתוך פקק הגומי כך שהקצה החד של המחט יבלוט 0.5 - 1 ס"מ בצדו הצר של הפקק.
 - בדיקת המחט: חבר את המחט למזרק מלא במים ובדוק את תקינותה על ידי התזת מים. אם המחט אינה מאפשרת מעבר מים, הוצא את הגומי הסותם אותה בעזרת מלקטת (פינצטה), צינור מתכת דק או מחט אחרת. בדוק שנית את תקינות המחט.
 - חבר את צינורית הגומי לחלק הפלסטי של המחט
 - חבר לצינורית את הקצה הצר של הפיפטה. וודא שהצינורית צמודה לפיפטה.



איור 28: מבנה המערכת

אוגדן פעילויות בנושא הוראה דיפרנציאלית במדעים תשע"ט

- ב. כלי ובו תמיסת נתרן ביקרבונט 2%
להכנת ליטר תמיסה: להמיס 20 גרם NaHCO_3 ב-400 מ"ל מים מזוקקים ולהשלים
לנפח של 1 ליטר. אפשר להכין מספר ימים לפני המעבדה.
- ג. כלי ובו תמיסת נתרן ביקרבונט 1%
להכנת 500 מ"ל תמיסה: להמיס 5 גרם NaHCO_3 ב-100 מ"ל מים מזוקקים ולהשלים
לנפח של 500 מ"ל. אפשר להכין מספר ימים לפני המעבדה.
- ד. צמח יהודי נודד
- הסוג בעל עלים מוארכים סגולים משני צידיו.
 - תלמיד יזדקק לשני עלים ארוכים (כ-13 ס"מ). אם אין עלים ארוכים, אפשר לתת
ארבעה עלים קצרים.
 - ניתן להשריש ענפים של יהודי נודד ולגדל בעציצים או אדניות. אפשר לגדל את
היהודי הנודד במקום מואר אך ללא חשיפה לשמש ישירה.
 - ביום המעבדה יש לחלק את העלים לכלים עם מים, המסומנים "יהודי נודד"



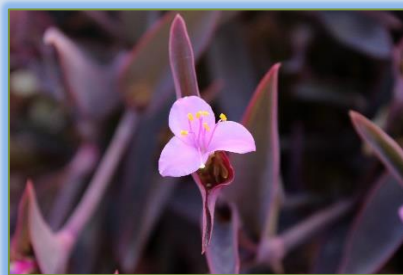
איור 29: עלים של צמח יהודי הנודד

השפעת ריכוז פחמן דו חמצני על תהליך הפוטוסינתזה בעלים צבעוניים

רקע כללי: חומר המוצא בתהליך הפוטוסינתזה הוא CO_2 . פחמן דו-חמצני הוא חומר אי-אורגני הנמצא באטמוספירה בריכוז נמוך, והוא מקובע בתהליך הפוטוסינתזה לתרכובת אורגנית. במחקרים שנערכו בשנות החמישים של המאה ה-20 הצליחו החוקרים לברר את השלבים שבהם נוצר "שלד פחמני" ממולקולת CO_2 , שבו מחוברים זה לזה כמה אטומי פחמן. זהו תהליך מעגלי הנקרא "מעגל קלווין", על שם החוקר שגילה אותו – (Melvin Calvin 1997-) (1911) והוא מתקיים באברון הכלורופלסט (גלעד, נוסיונוביץ, נעמן-נאמן, & בשן, 2011) קיבוע ה- CO_2 , בתהליך הפוטוסינתזה הוא בעל משמעות רבה לא רק לצמחים, לאצות ולחיידקים פוטוסינתטיים אלא גם למערכת האקולוגית כולה. הפוטוסינתזה הוא אחד התהליכים המקשרים בין הסביבה האביוטית לבין הסביבה הביוטית, שכן המים וה- CO_2 נקלטים מן הסביבה (האטמוספירה או המים) ובעזרת אנרגיית אור מהשמש, האורגניזם הפוטוסינתטי מייצר מהם פחמימות וחומרים נוספים (אמיר, 1995).

מהלך הניסוי:

- באמצעות עט לסימון זכוכית, סמן שלוש מבחנות באותיות א, ב, ג.
 - על שולחן כלי ובו תמיסת נתרן ביקרבונט (NaHCO_3) בריכוז 1%, וכלי ובו תמיסת נתרן ביקרבונט בריכוז 2% וכלי ובו מים מזוקקים.
- עליך למלא את מבחנות א-ג בתמיסות הבאות עד כשלושה רבעים מנפחן:
- מלא את מבחנה א בתמיסת נתרן ביקרבונט בריכוז 1%.
 - מלא את מבחנות ב, ג בתמיסת נתרן ביקרבונט בריכוז 2%.
- ג. על שולחן שתי צלחות לשימוש חד-פעמי. סמן אותן באותיות א-ב. על שולחן עלים של צמח יהודי נודד, עבוד על פי ההנחיות

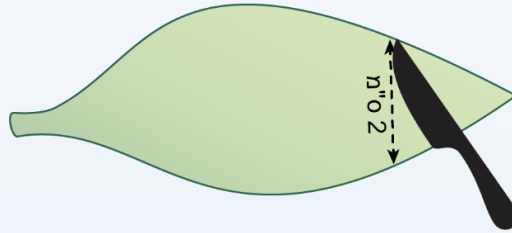


איור 30: יהודי הנודד בפריחה

לידיעתך: תמיסה מימית של נתרן ביקרבונט היא מקור של פחמן דו-חמצני לצמח.

הנחיות להכנת עלים של יהודי נודד למעבדה

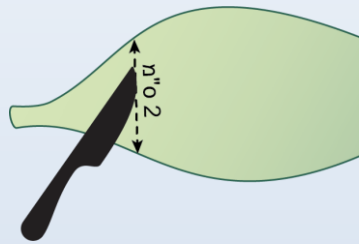
- ד. עליך להכין שתי רצועות של עלה ברוחב כ- 1 ס"מ ובאורך כולל של 12 ס"מ. היעזר באיורים (1-4) אמספר בהמשך) ובצע זאת כך:
- בחר את העלה הגדול ביותר והנח אותו על נייר מגבת. הנח את הסרגל בקצה העליון של העלה במקום שרוחבו 2 ס"מ.
 - בעזרת סכין חתוך את העלה לרוחבו.



איור 31: שלב ראשון בחיתוך העלה

איור 30: חיתוך החלק העליון של העלה

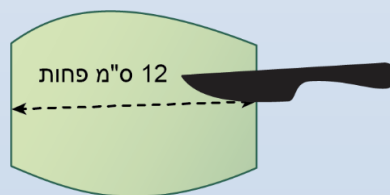
- חזור על הפעולה בקצה האחר של העלה.



איור 32: שלב שני בחיתוך העלה

איור 31: חיתוך החלק התחתון של העלה

- הנח את הסרגל במרכז העלה לאורכו. חתוך את העלה לאורך הסרגל כך שתקבל שתי רצועות ארוכות של עלה.

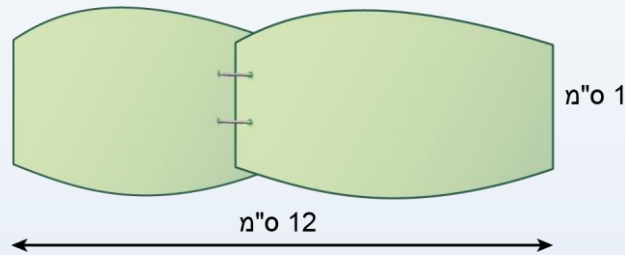


איור 33: שלב שלישי בחיתוך העלה

איור 32: חיתוך העלה לרצועות אורך

- רצועה אחת הנח בצלחת א' ורצועה שניה הנח בצלחת ב'
- רשום את אורך הרצועות שהכנת ____ ס"מ
- אם הרצועה שהכנת באורך 12 ס"מ או יותר, עבור לסעיף ו.

- ה. אם הרצועה שהכנת קצרה מ- 12 ס"מ, חזור על ההוראות בסעיף ד: הכן שתי רצועות נוספות ברוחב כ- 1 ס"מ ובאורך שישלים את אורך הרצועה שהכנת קודם ל- 13 ס"מ.
- הוסף רצועה אחת לצלחת א', ואת הרצועה האחרת לצלחת ב'.
 - הנח את שתי הרצועות שבצלחת א' על השולחן.
 - הנח את הקצה של אחת הרצועות על הקצה של הרצועה האחרת, וחבר אותן זו לזו בעזרת "מהדק משרדי" (שדכן). הקפד שהסיכה תמוקם לאורך הרצועה.



איור 34: הידוק שתי הרצועות (אם נדרש)

- באותו אופן חבר את שתי הרצועות שבצלחת ב'.
 - שמור את חלקי העלים הגזורים להמשך העבודה.
- ו. הכנס כל אחת מהרצועות שהכנת לפי ההוראות בסעיף ד' או ה' לכל אחת מהמבחנות א-ב.
- אם רצועות העלים "נשברות", התעלם מכך.
 - אל תכניס רצועות עלה למבחנה ג'.

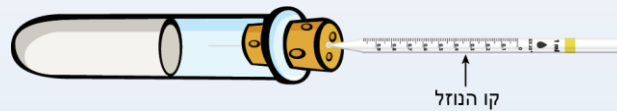


איור 35: שלבי העמדת הניסוי

קרא את ההוראות בסעיפים ז-יא לפני שתמשיך לעבוד.

ז. הוסף למבחנה א תמיסת נתרן ביקרבונט בריכוז 1% עד שהמבחנה תהיה מלאה לגמרי.
 ח. לרשותך פקקים שבכל אחד מהם נעוצה מחט המחוברת לפיפטה באמצעות צינורית גומי.
 פרוס נייר מגבת על השולחן.

החזק את המבחנה א מעל צלחת, ופקוק אותה היטב בפקק המחובר לפיפטה, כך שכמות
 קטנה מהנוזל שבה תעבור דרך המחט אל הצינורית, וממנה אל הפיפטה (ראה איור 36).



איור 36: פירוט מערכת מדידה לתוצר תהליך הפוטוסינתזה

- הנוזל שנשפך מהמבחנה אינו מסוכן למגע.
- ט. הנח את המבחנה הפקוקה על נייר מגבת.
- אם אינך רואה את קו הנוזל בפיפטה, הרם את המבחנה ושחרר את הפקק ממנה, הוסף תמיסת ביקרבונט 1%, ושוב הדק היטב את הפקק.
- י. הוסף למבחנות ב ו-ג תמיסת נתרן ביקרבונט 2% עד שהמבחנות יהיו מלאות לגמרי.
- חזור על ההוראות בסעיפים ח-ט עם מבחנות ב-ג ועם תמיסת נתרן ביקרבונט 2%.
- הנח את שלוש המבחנות על נייר המגבת צמודות זו לזו, כך שהעלים בשתי המבחנות יפנו כלפי מעלה באופן דומה ככל האפשר.
- יא. כוון את המנורה כך שהמרחק בין המנורה ובין המבחנות יהיה כ- 10 ס"מ והדלק אותה.
 על המנורה להאיר מלמעלה את כל המבחנות באופן אחיד.
- המתן 3 דקות להתייצבות מערכת הניסוי.
- כעבור 3 דקות סמן על כל פיפטה, בעזרת עט את המקום של קו הנוזל. זהו קו הנוזל ההתחלתי.
- רשום את השעה: _____ עליך להמתין 20 דקות.

לידיעתך: פליטת גז במחנה גורמת לדחיקת הנוזל מהמבחנה אל הפיפטה, על כן יש התקדמות של קו הנוזל בפיפטה.

בדיקת תוצאות הפוטוסינתזה בעלים (חלק א)

- יב. לאחר שעברו 20 דקות כבה את המנורה ובכך יסתיים הניסוי.
 סמן את המקום של קו הנוזל בכל אחת מהפיפטות המחוברות למבחנות א-ג.
- מדוד באמצעות סרגל את המרחק בין שני הקווים, התחלתי וסופי, שעל הפיטה של כל אחת מהמבחנות, ורשום אותו:
 - המרחק בין שני הקווים שעל הפיטה המחוברת למבחנה א: _____ ס"מ.
 - המרחק בין שני הקווים שעל הפיטה המחוברת למבחנה ב: _____ ס"מ.
 - המרחק בין שני הקווים שעל הפיטה המחוברת למבחנה ג: _____ ס"מ.

שאלה:

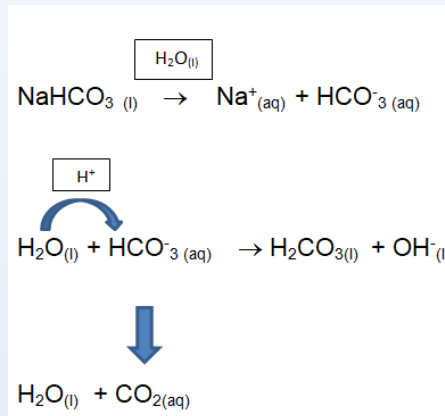
1. א. השלם את הטבלה המסכמת את מערך הניסוי שערכת ותוצאותיו
 שם הטבלה: השפעת ריכוז תמיסת נתרן ביקרבונט על קצב תהליך הפוטוסינתזה

מס' מבחנה	ריכוז תמיסת נתרן ביקרבונט	נוכחות עלה	המרחק שעבר הנוזל בפיטה במ"מ
א	1%	+	
ב	2%	+	
ג	2%	-	

2. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שערכת?
 3. א. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכת?
 ב. התבסס על המידע שבקטע "לידיעתך" והסבר את הקשר בין המשתנה התלוי לבין דרך המדידה שלו.
 4. מבחנה ג היא מבחנת בקרה. הסבר מדוע היה חשוב לכלול אותה בניסוי.
 5. הסבר את ההבדל בין התוצאה שהתקבלה במבחנה א לבין התוצאה שהתקבלה במבחנה ב.
 6. א. הסבר מדוע היה חשוב להשתמש בכמות שווה של עלים בכל אחת מבחנות הניסוי.
 ב. כתוב שני גורמים קבועים שנשמרו במהלך הניסוי.

בדיקת תוצאות הפוטוסינתזה בעלים (חלק ב)

בחלק זה של הניסוי תבדוק את דרגת החומציות של הנוזל במבחנה בעזרת מכשיר PH מטר. נתון ביקרבונט (NaHCO_3), הוא השם הכימי לאבקת אפייה המשמש במטבח כדי להפיק בועות פחמן דו-חמצני בדברי מאפה, אשר יוצר מרקם קל ונפוח. כאשר נתון ביקרבונט מתמוסס במים, הוא מפיק פחמן דו-חמצני המתמוסס במים לפי התהליך הבא:



איור 37: שלבי פירוק נתון ביקרבונט

לכן תמיסה מימית של נתון ביקרבונט היא מקור של פחמן דו-חמצני לצמח. בנוסף, פחמן דו חמצני שמתמוסס במים יוצר חומצה הנקראת חומצה פחמתית (H_2CO_3).

ציוד מעבדה:

- 3 כוסות כימיות של 50 מ"ל
- עט לסימון על זכוכית
- מכשיר PH מטר מכויל

מהלך הניסוי:

- סמן בעזרת עט על גבי 3 כוסות כימיות של 50 מ"ל את האותיות: א', ב', ג'
- שפוך את הנוזל מכל מבחנה לכלי המתאים (כלי א', כלי ב', כלי ג')
- בדוק בעזרת מכשיר PH מטר את מידת חומציות התמיסה

שאלה:

- רשום את התוצאה שנקראה במכשיר PH מטר לגבי מידת החומציות של כל תמיסה שנאספה מהמבחנות א', ב', ו-ג'.
 - ממה נובע ההבדל בתוצאות בין המבחנות לדעתך?
- הוראות לביצוע הניסוי עם טאבלט Globisens ניתן למצוא [באוגדן למורה](#) שימוש במעבדות דיגיטליות בתהליך ההוראה והלמידה של מקצוע מו"ט בחט"ב, תשע"ז עמודים 92-93.

מחווון לבדיקת תוצאות הפוטוסינתזה בעלים (חלק א)

1. שם הטבלה: השפעת ריכוז תמיסת נתרן ביקרבונט על קצב תהליך הפוטוסינתזה

מס' מבחנה	ריכוז תמיסת נתרן ביקרבונט	נוכחות עלה	המרחק שעבר הנוזל בפיפטה במ"מ	המרחק שעבר הנוזל בפיפטה במ"ל
א	1%	+	27	0.16
ב	2%	+	35	0.22
ג	2%	-	0	0
מידע נוסף	H ₂ O	+	17	0.09

2. המשתנה הבלתי תלוי הוא ריכוז הפחמן הדו חמצני (CO₂)

3. המשתנה התלוי הוא קצב תהליך הפוטוסינתזה או קצב פליטת החמצן

א. תשובות אפשריות לקצב תהליך הפוטוסינתזה:

- נמדד שינוי מקומו של קו הנוזל, כי הגז/החמצן שנפלט בתהליך דוחק את הנוזל.
- נמדד נפח חמצן שנפלט, כי הוא תוצר של פוטוסינתזה (אינו מסיס במים)
- בתהליך פוטוסינתזה נפלט חמצן, ובנשימה נקלט חלק מהחמצן, בניסוי נמדד השינוי (נטו) בנפח החמצן במערכת, על פי השינוי בקו הנוזל.

ב. תשובות אפשריות לקצב פליטת חמצן:

- נמדד המרחק בס"מ, כי הגז דחק את הנוזל בפיפטה ואפשר למדוד את השינוי במרחק
 - נמדד שינוי מקומו של קו הנוזל, כי הגז/החמצן שנפלט בתהליך דוחק את הנוזל
4. חשיבות הבקרה: מבחנה ג' ללא צמח היא מבחנה שמוכיחה שתהליך הפוטוסינתזה מתרחש רק בנוכחות עלה מצמח יהודי הנווד. כמו-כן היא מאפשרת להשוות למבחנות אחרות בהן היה עלה במבחנה. מאפשרת לשלול אפשרות שמתמיסת נתרן ביקרבונט נפלט גז חמצן.
5. הסבר ההבדל בין תוצאות מבחנה א' למבחנה ב': ההבדל נובע מריכוז שונה של נתרן ביקרבונט המצוי במים. ככול שריכוזו גבוה יותר כך ריכוז ה-CO₂ במבחנה גבוה יותר. ריכוז גבוה של פחמן דו-חמצני המהווה חומר מוצא לתהליך הפוטוסינתזה מאפשר קצב תהליך גבוה יותר דבר שגורם לדחיקת הנוזל בפיפטה על ידי החמצן שניפלט.
6. א - שמירה על כמות עלים זהה במבחנות מאפשרת שמירה על תנאים זהים לקיום תהליך הפוטוסינתזה כגון: מספר פיוניות, מספר תאים מבצעי פוטוסינתזה.
- ב - גורמים קבועים נוספים הינם: טמפרטורה בה נערך הניסוי, הזן של יהודי הנווד, כמות זהה של נתרן ביקרבונט.

מחווין בדיקת תוצאות הפוטוסינתזה בעלים (חלק ב)

א. נתונים שנמדדו בעזרת מכשיר PH מטר

HANNA instruments (PH 211 Microprocessor PH Meter)

דרגת חומציות PH של חומרים שונים לפני הניסוי:

PH	החומר
5.8	מים
8.15	נתרן ביקרבונט 1%
8.15	נתרן ביקרבונט 2%

תוצאות הניסוי:

דרגת PH לאחר 20 דקות	ריכוז נתרן ביקרבונט	נוכחות עלה	מספר מבחנה
8.48	1%	+	א
8.62	2%	+	ב
8.15	2%	-	ג

ב. נתונים שנמדדו על ידי מכשיר Lab disc biochem של חברת גלוביסנס

דרגת חומציות PH של חומרים שונים לפני הניסוי:

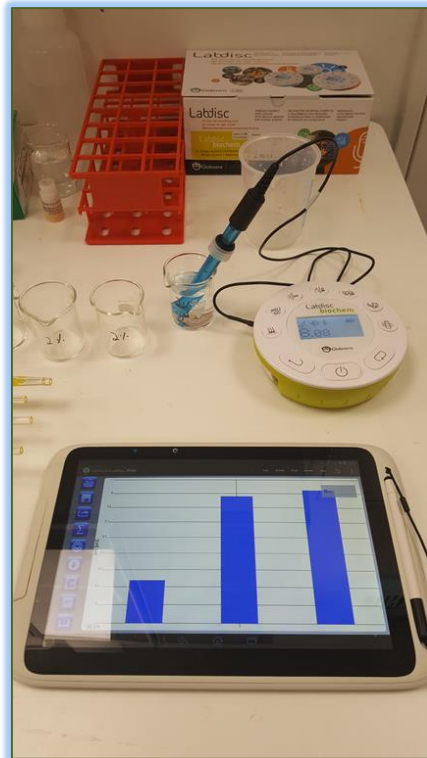
PH	החומר
5.55	מים
7.91	נתרן ביקרבונט 1%
8.10	נתרן ביקרבונט 2%

תוצאות הניסוי:

דרגת PH לאחר 20 דקות	ריכוז נתרן ביקרבונט	נוכחות עלה	מספר מבחנה
7.78	1%	+	א
8.00	2%	+	ב
8.10	2%	-	ג
5.64	H ₂ O	+	מידע נוסף



איור 38: מכשיר Labdisc biochem של חברת גלוביסנס



איור 39: איסוף הנתונים של דרגת ה PH לפני הניסוי

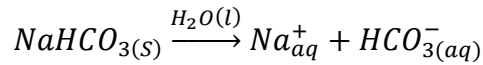
ג. דרגת החומציות של מים מזוקקים הינה בסביבות 6.0. ככל שהתמיסה מכילה ריכוז גבוה יותר של נתרן ביקרבונט כך התמיסה יותר בסיסית. עם זאת, מבדיקת התמיסות בתחילת הניסוי ניתן לראות שדרגת ה-PH זהה בשני הריכוזים.

ריכוז גבוה של נתרן ביקרבונט מהווה סביבה עשירה בריכוז גבוה של פחמן דו חמצני המהווה חומר מוצא לתהליך הפוטוסינתזה, ולכן ניצולו בזמן זה גרם לירידה בריכוז בתמיסה ולהפיכת התמיסה ליותר בסיסית, או לחילופין אי נצילותו גורם ליצירת חומצה פחמתית.

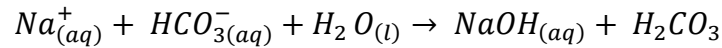
ההסבר הכימי הוא: תהליך פירוק נתרן ביקרבונט הוא תהליך דו צדדי ולכן כאשר מרכיב אחד נצרך בניסוי (CO_2) יותר H_2CO_3 מתפרק לפחמן דו חמצני. במים נותר הבסיס החזק $NaOH_{(aq)}$ שיוצר PH בסיסי.

במבחנה ג' לא היה עלה של יהודי הנודד, ולכן לא חל שינוי בדרגת החומציות. כיוון שלא התרחש בה תהליך הפוטוסינתזה.

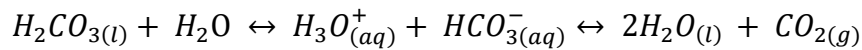
הסבר כימי מורחב: NaHCO_3 סודיום בי קרבונט הוא מלח יוני קל תמס המתפרק באופן מלא (100%) ליונים במים על פי הנוסחה הבאה:



אלו יונים המגיבים עם המים.



הבסיס החזק $\text{NaOH}_{(aq)}$ מתפרק ליונים $\text{Na}_{(aq)}^+$, $\text{OH}_{(aq)}^-$ ב-100%, ואילו החומצה החלשה H_2CO_3 אינה מתפרקת ליונים באופן מלא ונמצאת בשיווי משקל עם היונים שלה על פי הנוסחה הבאה:



בנוסחה ניתן לראות תהליכי שיווי משקל. הגז פחמן דו-חמצני נצרך כחומר מוצא בתהליך הפוטוסינתזה. ככל שהתהליך מתקדם כך מוסט שיווי המשקל ימינה (כדי לייצר עוד פחמן דו-חמצני שריכוזו קטן) יותר חומצה מתפרקת (H_2CO_3) עד שמתכלת. במים נותר הבסיס החזק ($\text{NaOH}_{(aq)}$) שיוצר PH בסיסי.

מקורות

- Differentiating Instruction in Response to Student Readiness, Interest, and .(2003) 'Tomlinson, C'-A *Journal for the Learning Profile in Academically Diverse Classrooms: A Review of Literature* .Education of the Gifted Vol. 27 , (2/3), 119-145 .
- Weselby, C (אוקטובר 2014) .education.cu-portland.edu .אוחזר מתוך <https://education.cu-portland.edu/blog/classroom-resources/examples-of-differentiated-instruction>
- אמיר, ר'. (1995). פוטוסינתזה פרקי הרחבה. ירושלים: המרכז להוראת המדעים ע"ש עמוס דה שליט האוניברסיטה העברית.
- גלעד, ב', נוינוביץ, ר', נעמן-נאמן, ר', & בשן, נ'. (2011). הזנה בצמחים ובעלי חיים. ירושלים: האוניברסיטה העברית בירושלים, המרכז להוראת המדעים.
- החינוך, מ'. (אפריל 2019). מחונן .net .אוחזר מתוך המחונן 24/7 אתגר בכיתה: <https://gifted.cet.ac.il>
- טגראט, & סטאר. (2001). ביולוגיה האחידות והמגוון של החיים (מהדורה 8, כרך כרך א'). רעננה: האוניברסיטה העברית הפתוחה.
- כהן, ד'. (7 נובמבר 2013). מכון דוידסון. אוחזר מתוך הזרוע החינוכית של מכון ויצמן למדע: <https://davidson.weizmann.ac.il>
- משרד החינוך המנהל הפדגוגי. (ינואר 2015). הוראה בכיתה ההטרורוגנית. הכלה למעשה(איגרת מספר 2), 15-17.
- קשת-מאור, ג'. (2017). הוראה דיפרנציאלית במאה ה-21. אוחזר מתוך http://avneyrosha.org.il/resourcecenter/Pages/Differential_Teaching.aspx
- רוטמן, ס'. (25 פברואר 2018). הוראה מותאמת בכיתה שלמה: זה אפשרי! אוחזר מתוך הגיע זמן חינוך: <https://www.edunow.org.il>

תודות

- ✓ לד"ר יעל שוורץ, על שפתחה בפני דלת ואפשרה לי יד חופשית בפיתוח אוגדן ללמידה דיפרנציאלית המאפשר למורה ולתלמיד ליישם בפועל דרך הוראה חדשנית מלווה במסע חקר החושף את התלמיד לחדשנות רב-תחומית.
- ✓ עדן ברילנט, בתי היקרה, על התמונות מניסויי עבודת הביוחקר
- ✓ ד"ר יוליה חזינה – עוזרת מחקר במחלקה להוראת המדעים
- ✓ יוליה וולקוב – לבורנטית במחלקה להוראת המדעים
- ✓ ענת אתיאל – מורה לכימיה בתיכון המושבה, זיכרון יעקב