

אוניברסיטת בר אילן
הפקולטה לחינוך
המרכז לפיתוח ותמיכה במעבדות הביולוגיה

מדינת ישראל
משרד החינוך
מינהל טכנולוגיה וחדשנות
הפיקוח על הוראת הביולוגיה

מכון הנרייטה סאלד
המרכז לבחינות בגרות

מכשיר להערכה של מבחני מעבדה בביולוגיה

(ניסויים 1,2,3 – מחזור בוקר)

תשפ"ו – 2026

נטלי שלו

תמי בן דור

אפרת לינק

שרה ורטהימר

למורים

מכשיר ההערכה (המחווון) משמש את המעריכים בבואם להעריך את בחינות הבגרות במעבדה. אנו מפרסמים אותו לכלל המורים ככלי עזר פדגוגי לשילוב במהלך ההוראה השוטפת.

בעמוד 4 תמצאו תרשים המסכם את נושאי הניסויים בכל אחד מחלקי הבחינה.

ניסויים 1, 2, 3 שובצו במחזור בוקר.

לנוחיותכם הטמענו במחווון את השאלות המקוריות מתוך הבחינה, והן צבועות בצבע אפור, כמו כן העתקנו את הקטעים "לידיעתכם" ששולבו במהלך הבחינה.

בכל אחת מהשאלות הוספנו את המיומנות הנבדקת בשאלה והיא מודגשת, לדוגמה:

בניית טבלה לסיכום מערך ניסוי ותוצאותיו

השאלונים כוללים מספור רציף לכלל השאלות מחמשת הניסויים (בוקר וצהריים). להלן פירוט מספרי השאלות לכל ניסוי במחזור בוקר:

מספר הניסוי	מספרי שאלות
1	1 – 12
2	13 – 24
3	25 – 36

להלן הערות כלליות המתייחסות למכשיר ההערכה:

- * יש להדגיש שהדוגמאות לתשובות המופיעות בקובץ זה, הן **דוגמאות בלבד**.
- * יש דוגמאות לתשובות שבהן משולבות סוגריים מרובעים [...]. בסוגריים המרובעים מובאים פרטים שאינם חייבים להופיע בתשובה של התלמידים במבחן. **עם זאת במהלך ההוראה, רצוי ללמד ולדרוש מהתלמידים את שילובם כחלק מתשובה מלאה.**
- * יש דוגמאות לתשובות בהן מופיע הסימן "/". הלוכסנים מציינים תשובה חלופית, כלומר די באחת התשובות.
- לדוגמה בשאלה 3.א**

מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם?

זיהוי רכיבי ניסוי (משתנה תלוי)

דוגמה:

קצב / מידת / שיעור / עוצמת [תהליך] הפוטוסינתזה.

- * **יש לבדוק התאמה של תשובות התלמידים לתוצאות שקיבלו**, אלא אם התלמידים מנמקים היעדר התאמה כזו (הנחיה ברוח זו מופיעה בשאלוני הבחינה ובהנחיות למעריכים).
- אם תוצאות התלמידים שונות מהצפוי – יש לקרוא בעיון את תשובותיהם ולקבל הסבר מתאים המבוסס על ידע ביולוגי.

* בטבלאות: ציון יחידות מידה (מ"ל, % וכד') יכול להופיע בכותרות העמודות או ליד כל נתון.

הצגה גרפית:

- * שם המשתנה בדיאגרמת עמודות יכול להירשם על ציר X או מעל העמודות או בסמוך אליהן.
- * בתצוגה גרפית בה יש שני משתנים בלתי תלויים, אפשר לציין מקרא בסמוך לעקומים או לצד התרשים.
- * בחלק ג של הבחינה, התלמידים נדרשים לסרטט גרף על סמך תוצאות מחקר שפורסמו במאמר בעיתון מדעי. לאור זאת בתוצאות המוצגות לתלמידים אין סטיות חריגות בתוצאות, והתלמידים אינם נדרשים לחשב ולסרטט קו מגמה, בנתונים אלו התלמידים יכולים לסרטט גרף רציף ולחבר בין הנקודות או לסרטט דיאגרמת עמודות (בהתאם למשתנה הבלתי תלוי).

במחון שולבו הערות למורים המופיעות בתיבות טקסט. הערות אלו כוללות התייחסות לקשיים שכיחים של תלמידים בכתיבת התשובות, פירוט של רכיבי התשובה המלאה, התייחסות לשגיאות נפוצות של תלמידים וכן הפניות למאמרים ולמצגות המרחיבים בנושא המיומנויות הנדרשות. מאמרים ומצגות אלו זמינים באתר **"המרכז לפיתוח ותמיכה במעבדות הביולוגיה"** באוניברסיטת בר אילן.

תרשים הניסויים במחזור בוקר

ניסוי 3	ניסוי 2	ניסוי 1	
הכרות עם שיטת המדידה – טיטרציה. הוספת תמיסת בסיס NaOH לתמיסה שנשפו לתוכה.		צפייה במיקרוסקופ באפידרמיס של עלה סלק (מגולד)	חלק א
ניסוי: בדיקת ההשפעה של הטמפרטורה על קצב הנשימה התאית בנבטי לוביה (מש).	ניסוי: בדיקת ההשפעה של הנבטה בתמיסות מלח (NaCl) בריכוזים שונים, על קצב הנשימה התאית בנבטי לוביה (מש).	ניסוי: בדיקת ההשפעה של המרחק מן האור על קצב תהליך הפוטוסינתזה בעלי סלק (מגולד).	חלק ב
ניתוח תוצאות מחקר: ההשפעה של ההתחממות העולמית על תהליכים המתרחשים בצמחי "עשב הים" (<i>Zostera marina</i>).			חלק ג

ניסוי 1

בניסוי זה תבדקו תהליך המתרחש בתאים של עלה סלק.

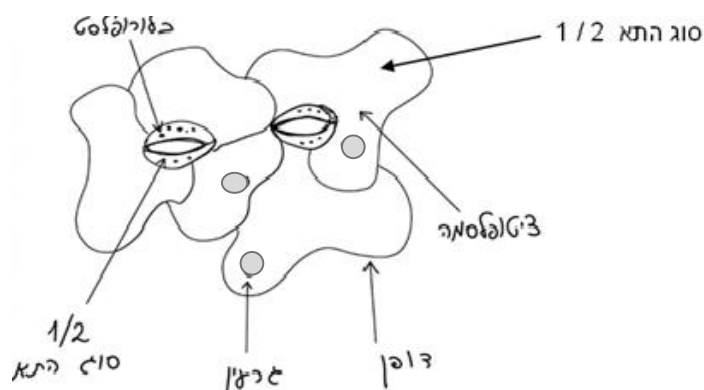
חלק א – צפייה במיקרוסקופ באפידרמיס של עלה סלק (מגולד)

1. בתכשיר אפשר לראות שני סוגים של תאים.

- ציירו במחברת ציור של שני תאים מכל סוג תא שנצפה בתכשיר.
- סמנו את התאים מסוג אחד בספרה "1", ואת התאים מהסוג האחר בספרה "2".
- סמנו בציור שני חלקי תא, וציינו את שמם.
- כתבו כותרת לציור, ורשמו את ההגדלה במיקרוסקופ שבה צפיתם בתכשיר. (8 נקודות)

ציור וסימון על סמך צפייה במיקרוסקופ

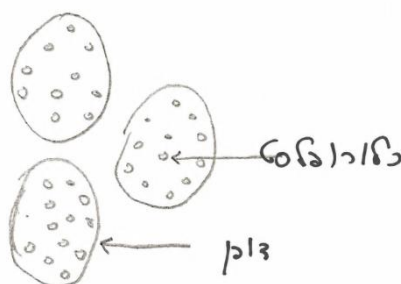
כותרת: אפידרמיס / תאים של עלה סלק [מגולד].



הגדלה: X400

רכיב התשובה	פירוט הדרישות
כותרת הציור	אפידרמיס של עלה סלק [מגולד]
ציון הגדלה	הגדלה של עדשת העין (אוקולר) X עדשת אובייקטיב: [אוקולר] X5 / X10, אובייקטיב X40 / X10 או הגדלה כוללת: X400 / X100
ציור וסימון התאים	ציור של שני סוגי התאים בהם צפה, שני תאים מכל סוג (1, 2)
ציון שם של שני חלקי תא וחיצים מתאימים בתא אחד או בשני תאים שונים	החץ מצביע לאחד מחלקי התא ויש התאמה בין החץ ובין אחד מחלקי התא: דופן, ציטופלסמה / חלולית, כלורופלסט, גרעין,

הצרה: במקרים רבים ניתן לראות תאי פרנכימה בתכשיר. תאים אלה מכילים כלורופלסטים. בהחינה, התלמידים לא נדרשו לזהות שאלו תאי פרנכימה ולא תאי אפידרמיס, אך במהלך ההוראה רצוי להראות לתלמידים דגם של עלה ולהבחין בין רקמת האפידרמיס לרקמות הפנימיות של העלה.

תאי פרנכימה:

2.א. קבעו באיזה משני סוגי התאים, 1 או 2, מתרחש תהליך הפוטוסינתזה. **נמקו** את קביעתכם. (4 נקודות)

הצרה: נדרשת התאמה בין מספר או סוג התא שצוין לבין האזאות כלורופלסטים.

יישום ידע קודם וידע מהתצפית במיקרוסקופ**דוגמה:**

בתאי [השמירה של] הפיוניות / בתא 1 / 2

נימוק: ניתן להבחין כלורופלסטים [ירוקים] / בצבע ירוק / באברונים ירוקים.

ולכן ניתן לשער שהם [מכילים כלורופיל ו] מבצעים פוטוסינתזה.

למורים:

יש תלמידים שקבעו שבתאי הפיונית מתרחש תהליך הפוטוסינתזה. נימוק: דרך הפיוניות מתאפשרת כניסת CO_2 הדרוש לפוטוסינתזה. שימו לב, נימוק זה אינו עונה על השאלה.

2.ב. התאמת מבנה לתפקוד הוא עיקרון ביולוגי חשוב.

התבססו על התצפית שלכם ברקמת האפידרמיס וציינו מבנה המאפשר לצמח לאבד פחות מים. **הסבירו** כיצד מבנה זה מאפשר זאת. (4 נקודות)

יישום ידע קודם**דוגמאות:**

1. פיונית / תא 1 / תא 2 במצב של מחסור במים / בתנאי יובש, [תאי השמירה של] הפיונית נסגרת / תאי השמירה נצמדים, איבוד המים מופחת / [קצב] הדיות יורד.
2. האפידרמיס / תא 1 / תא 2 / צפיפות התאים מקטינה איבוד מים מן [מן המרווחים בין התאים] העלה [מרקמות העלה הפנימיות].

חלק ב – בדיקת ההשפעה של המרחק מן האור על תהליך המתרחש בעלי סלק (מנגולד)

לידיעתכם 1: שחרור הגזים הנמצאים בעלים גורם לכניסת נזל לחללים הבין – תאיים ובעקבות זאת לשקיעת דסקיות העלה בתמיסה.

לידיעתכם 2:

- תמיסה מימית של נתרן ביקרבונט היא מקור של פחמן דו חמצני (CO_2).
- אחד מתוצרי התהליך המתרחש בדסקיות העלים הוא גז ולכן הדסקיות צפות.

3.א. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שערכתם? (3 נקודות)
זיהוי רכיבי ניסוי (משתנה בלתי תלוי)

דוגמה: עצמת / כמות האור

הצרכה: ניתן לקבל את ציין משתנה בלתי תלוי ניסוי: זמן שהיה באמצע.

למורים:

יש תלמידים שמתקשים בהבחנה בין המשתנה הבלתי תלוי לבין אופן השינוי שלו:
שינוי המרחק של הכלים מן המנורה הוא אופן השינוי של המשתנה הבלתי תלוי (עצמת האור).

3.ב. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם? (4 נקודות)

זיהוי רכיבי ניסוי (משתנה תלוי)

דוגמאות:

1. קצב / מידת / שיעור / עוצמת [תהליך] הפוטוסינתזה.
2. כמות החמצן / הגז / בועות שנפלטת [בפוטוסינתזה] במשך 10 דקות / במשך זמן.

הצרכה: בדוגמה 2 יש התייחסות לכמות החמצן שנפלטת ליחידת זמן – מחליף את המושג "קצב".

למורים:

יש תלמידים שמתקשים להבחין בין המשתנה התלוי (התהליך שנבדק) לבין שיטת המדידה, וענו לדוגמה: מספר הדסקיות שצפו כעבור 5 – 10 דקות.
במהלך ההוראה רצוי לנסח את ההשערה שעל פיה תוכנן הניסוי, ולהתייחס לתהליך הנבדק / לתופעה הנבדקת. ניסוח ההשערה יסייע לתלמידים להבחין בין המשתנה התלוי לבין דרך המדידה שלו.

יש תלמידים שמזהים את המשתנה התלוי (התהליך), אך לא מתייחסים לממד הכמותי:
קצב / מידה / שיעור, של התהליך.

4. כתבו כותרת לטבלה 1 שבמחברת. כתבו כותרות לעמודות. (15 נקודות)

הצרכ: בהצרכה של התשובה שלאלה 4 נכללת גם הצרכה של הכנת טבלה 1 שמחברת והשלמת כל הפרטים בטבלה (סעיפים 16 - יח).

השלמת פרטים בטבלה

רכיבי התשובה: **כותרת לטבלה**, **כותרות לעמודות**, **פרטי מערך ניסוי ותוצאותיו**

כותרת מתאימה לטבלה

הכותרת לטבלה צריכה לכלול שלושה רכיבים:

התייחסות למשתנה הבלתי תלוי או לדרך השינוי:

השפעה של / הקשר בין עצמת האור / המרחק מן האור / המרחק מן המנורה.

התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה:

[קצב] הפוטוסינתזה / ציפת הדסקיות / פליטת חמצן / מספר הדסקיות שצפות.

התייחסות לאורגניזם הנבדק: [דסקיות עלה] / סלק / מנגולד.

דוגמה לכותרת הטבלה: השפעת עצמת האור / המרחק מן האור על [קצב] הפוטוסינתזה / על [קצב] ציפת

דסקיות [עלה] סלק.

הצרכ: אם לא כלל בכותרת: השפעה של / הקשר בין, ובכותרת יש התייחסות לרכיבים הנ"ל, אך בסדר שונה. לדוגמה: ציפת דסקיות של עלה סלק במרחקים שונים מן האור – אפשר לקבל.

למורים:

בכותרת הטבלה אנו מאפשרים להתייחס למשתנה התלוי או לדרך המדידה.

ב"ביוחקר" התלמידים מגדירים את שאלת החקר ואת המשתנה התלוי, ולכן יש להתייחס בכותרת של טבלת התוצאות למשתנה התלוי.

בבחינה, התלמידים לא נדרשים לנסח את שאלת החקר שנבדקה בניסוי, ולא מנסחים את ההשערה, לכן ניתן לקבל בכותרת התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה.

במהלך ההוראה בכיתה, בכל ניסוי רצוי לנסח את שאלת החקר ואת ההשערה.

בבניית טבלה או גרף, עדיף להתייחס למשתנה התלוי, בכותרת הטבלה ובכותרת הגרף.

כותרות מתאימות לעמודות

דוגמה: ראו עמודות 1 – 5 בטבלה 1

טבלה 1:

5	4	3	2	1		
מספר הדסקיות שצפות כעבור 10 דקות	מספר הדסקיות שצפות כעבור 5 דקות	המרחק מן המנורה (ס"מ)	מספר דסקיות [עלה סלק]	[תמיסת] נתרן ביקרבונט	הכוס	כותרות לעמודות
6	4	6	6	+	1	השלמת פרטים
2	1	16	6	+	2	
0	0	30	6	+	3	

הערות:

1. במקום הצמודה של תמיסת נתרן ביקרבונט, אפשר להוסיף מתחת לטבלה את המשפט:
"כלל הכוסות הוספה תמיסת נתרן ביקרבונט" כך גם לאבי מספר הדסקיות: "כלל הכוסות 6 דסקיות צלה".
2. במקום צמודה 2 ניתן לרשום בכותרת של צמודה זו: 6 דסקיות צלה ולסמן "+" בכל טיפול.
3. ניתן לקבל בצמודה 1: אלה תמיסת ביקרבונט 2 ס"מ.

למורים:

ההנחיה לתלמידים הייתה: "הכינו טבלה לסיכום מערך הניסוי ותוצאותיו על פי סעיפים טו – יח". יש תלמידים שכללו בטבלה רק את המרחק מן המנורה (העתקה מטופס הבחינה), את תוצאות הניסוי כעבור 5 דקות וכעבור 10 דקות. מטבלה כזו לא ניתן להבין את מערך הניסוי.

רכיבי החובה בטבלה:

- המשתנה הבלתי תלוי או דרך השינוי שלו: מרחק הכוס מן המנורה.
 - תוצאות המדידה: מספר דסקיות העלים הצפות כעבור 5 דקות וכעבור 10 דקות.
 - הגורמים הקבועים המהותיים למערכת הניסוי:
 - נפח תמיסת נתרן ביקרבונט: מקור לפחמן דו-חמצני, חומר המוצא לתהליך הפוטוסינתזה.
 - האורגניזם הנבדק: 6 דסקיות עלה בכל כוס, כנקודת ייחוס הכרחית למדידת קצב התהליך.
 - משך זמן השהיה: ציון זמני המדידה בעמודות הרלוונטיות
- ניתן להתייחס לגורמים הקבועים בעמודות מתאימות או בהוספת מידע מתחת לטבלה.

בטבלה 1 לא כלול משך זמן שהיית הדסקיות בכוס מאחר ובכותרת של עמודות 4 ו- 5 מצוין משך הזמן.

ללא ציון נתונים אלה, אי אפשר להבין מתוך הטבלה את מערך הניסוי ואי אפשר להסביר את התוצאות.

5. האם שיטת המדידה של המשתנה התלוי היא שיטה איכותית או כמותית? נמקו את קביעתכם. (4 נקודות)

הבנת שיטת המדידה**דוגמה:**

שיטת המדידה היא כמותית. ספירה של הדסקיות שצפות / התוצאה היא מספר.

למורים:**שיטה כמותית**

שיטה זו מתמקדת בנתונים מספריים שניתן למדוד ולספור. עונה על השאלה "כמה?"

דוגמה: מדידת קצב הפוטוסינתזה על ידי מדידת מספר הדסקיות שצפות.

בניסויים אחרים בפוטוסינתזה: מדידת המרחק שהתקדם קו הנוזל בפיפטה (מדד לכמות חמצן שנפלטת), או ספירת מספר בועות החמצן שפולט צמח בדקה.

שיטה כמותית מאפשרת השוואה אובייקטיבית.

שיטה איכותית (איכותנית)

שיטה זו מתמקדת בתיאור ובזיהוי מאפיינים שאינם ניתנים תמיד לכימות מספרי.

דוגמה: בניסוי מסוים, התוצאה נקבעת על פי צבע האינדיקטור צהוב או כחול.

שימו לב: יש תלמידים שמתייחסים לשיטה איכותית / איכותנית כשיטה בעלת איכות גבוהה ולא כאל שיטת מדידה שאינה כמותית.

6. הסבירו את תוצאות הניסוי שהתקבלו בכל אחד מן הטיפולים (הכוסות), כעבור 5 דקות וכעבור 10 דקות מן השעה שרשמתם. התבססו על הקטע "לידיעתכם 2". בתשובתכם התייחסו גם לשיטת המדידה. (6 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

הערות

1. כאשר אין מראה ברורה של התוצאות, יתקבל הסבר המבוסס על תוצאות התלמיד, אך אינו סותר ידע ביוֹלוֹגִי.
2. ניתן לקבל תשובה בה התלמיד מסביר את התוצאות של כל טיפול בנפרד, אך בתשובתו יש התייחסות למאמת ההשפעה של עצמת האור.

דוגמאות להסבר תוצאות כעבור 5 דקות:

1. ככל שעצמת האור חזקה / גבוהה יותר או: המרחק מן המנורה קטן יותר, [קצב תהליך] הפוטוסינתזה מהיר יותר. נפלט / נוצר יותר [גז] חמצן [ולכן כעבור 5 דקות] מספר הדסקיות הצפות גדול יותר.
 2. [כעבור 5 דקות] הדסקיות לא צפו בכוסות א – ג.
עדיין לא נוצר / נפלט מספיק [גז] חמצן בתהליך הפוטוסינתזה למרות החשיפה לאור.
- הערה:** בהסבר תוצאות מתייחסים למשתנה הבלתי תלוי. מכיוון שבניסוי זה התלמיד לא מדד את עצמת האור הוא התייחס לאופן השינוי שלו: המרחק מן האור. לכן קיבלנו הסבר המתייחס לאופן השינוי של המשתנה הבלתי תלוי.

דוגמאות להסבר תוצאות כעבור 10 דקות:

1. [כעבור 10 דקות/ בהמשך] צפו יותר דסקיות בכל הטיפולים / בחלק מהטיפולים, תהליך הפוטוסינתזה המשיך ונוצר עוד חמצן.
2. [כעבור 10 דקות] לא צפו יותר דסקיות כי במשך הזמן הנוסף לא נוצר מספיק חמצן.

רכיבי התשובה	
עצמת האור או המרחק מן המנורה	כעבור 5 דקות
משתנה תלוי: קצב תהליך הפוטוסינתזה	
נפלט / משתחרר יותר [גז] חמצן [שגורם לדסקיות לצוף]	
שיטת המדידה: יותר דסקיות צפות	
ציפת דסקיות נוספות / לא צפו יותר דסקיות.	כעבור 10 דקות
המשך תהליך הפוטוסינתזה / נפלט / משתחרר עוד חמצן, או לא נפלט / משתחרר מספיק חמצן	

למורים:

הסבר מלא של תוצאות הניסוי צריך להתייחס לקטעי המידע "לידיעתכם" שניתנים לתלמיד, וגם לידע נוסף המבוסס על פרקי הליבה הרלוונטיים לנושא.

רכיבי התשובה צריכים לכלול את המשתנה הבלתי תלוי, את התהליך הנבדק (המשתנה התלוי), ואת תוצאות התהליך (תוצאות הניסוי) על פי שיטת המדידה.

למרות ניסוח השאלה: "... תוצאות הניסוי שהתקבלו **בכל אחד** מן הטיפולים", התלמידים **לא** נדרשים להסביר את התוצאות בכל טיפול לחוד, אלא אפשר להכליל את ההסבר על פי מגמת השינוי בתוצאות בטווח נבדק מסוים של המשתנה הבלתי תלוי.

יש לקבל כל תוצאה שהתקבלה בניסוי, עם זאת, אם התוצאה אינה כצפוי התלמיד נדרש להתייחס לכך ולענות שהתוצאה אינה צפויה, לשער מהי לדעתו התוצאה הצפויה (או: גדול / קטן מערך מסוים), או להציע הסבר אפשרי על פי הדוגמאות בטבלה.

להלן הסברים מתאימים לתוצאות שונות מהצפוי:

תוצאות לא צפויות	הסבר אפשרי
לאחר 5 ו-10 דקות לא צפו דסקיות באף אחד מהטיפולים.	קצב תהליך הפוטוסינתזה היה איטי בכל הטיפולים, לא נוצר מספיק חמצן שיגרום לציפת הדסקיות.
כל הדסקיות צפו בכל הטיפולים לאחר 5 ו-10 דקות.	- קצב תהליך הפוטוסינתזה היה מהיר בכל הטיפולים, נוצר מספיק חמצן שגרם לציפת כל הדסקיות. - ייתכן שלמרות הוצאת הגזים באמצעות המזרק, עדיין נשארו גזים ברקמות העלה.
הדסקיות בכוס 1 לא צפו כעבור 5 או 10 דקות.	בעוצמת אור מאוד חזקה יש פגיעה בתהליך הפוטוסינתזה.

7. תלמיד ערך ניסוי דומה עם תמיסת נתרן ביקרבונט בריכוז שונה.

א. התלמיד הוסיף 16 מ"ל מים ל-4 מ"ל תמיסת ביקרבונט בריכוז 2%. מהו ריכוז התמיסה שהתקבלה? פרטו

במחברת את החישוב. (3 נקודות)

יישום ידע קודם

דוגמה:

רכיבי התשובה: הצבה בנוסחה, תוצאת החישוב של ריכוז התמיסה, יחידות:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$2 \times 4 / 20 = 0.4\%$$

או: התלמיד מהל תמיסה בריכוז 2% פי 5. ולכן הריכוז של התמיסה המהולה הוא 0.4%.

ריכוז (C) (%)	נפח (V) (מ"ל)	
2 (C ₁)	4 (V ₁)	תמיסת ה"אם"
0.4 (C ₂)	4+16 (V ₂)	התמיסה לאחר המיהול

הצרה: רוב התלמידים לא נעזרים בטבלה לחישוב ריכוז התמיסה. בחרנו להציג את הטבלה כדי שתוכלו להיעזר בה בהוראה:

למורים:

- בשאלה זו, התלמידים נדרשו להציג את פירוט חישוב הריכוז של תמיסת נתרן ביקרבונט שנמהלה. רצוי להנחות את התלמידים לחשוב על הריכוז של תמיסת ביקרבונט לאחר המיהול, לפני שמציבים בנוסחה ומחשבים. כדאי שיבררו לעצמם שתוצאת החישוב צריכה להיות יותר נמוכה מריכוז תמיסת האם.
- כדאי לדון בשגיאות נפוצות כגון אלה המוצגות להלן:
- * כאשר יחידת הריכוז של תמיסת ה"אם" היא "%", יש תלמידים שמציבים במחשבון את הריכוז ב-% ותוצאת החישוב קטנה פי 100.
 - * לא מכפילים בריכוז תמיסת ה"אם".
 - * מחלקים בנפח המים במקום בנפח הסופי.
 - * התוצאה גבוהה מריכוז תמיסת ה"אם" או לא מחלקים בנפח הסופי.
 - * לא מציינים את יחידות הריכוז או מציינים יחידות שגויות.

7.ב. שערך כיצד ריכוז התמיסה שהכין התלמיד, כמפורט בסעיף א, עשוי להשפיע על תוצאות הניסוי של התלמיד בהשוואה לניסוי שאתם ערכתם. (אין צורך לחשב במספרים). **נמקו** את קביעתכם. (4 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

דוגמה:

ריכוז תמיסת הנתרן ביקרבונט [שבה השתמש התלמיד] נמוך יותר מהריכוז בניסוי [2%] ולכן יש / נוצר, פחות CO_2 בתמיסה [התמיסה מהווה מקור ל CO_2], קצב הפוטוסינתזה יהיה איטי יותר / ייווצר פחות חמצן / גז. מספר הדסקיות שיצופו קטן יותר / קצב ציפת הדסקיות יהיה איטי יותר [יחסית לניסוי שאנחנו בצענו] / הדסקיות לא יצופו.

8. תלמיד הציע להוסיף טיפול בקרה לניסוי שערכתם. הטיפול הנוסף הוא כוס ובה דסקיות. הכוס עטופה ברדיד אלומיניום ואטומה למעבר אור. מרחק הכוס מן המנורה זהה למרחק של כוס 1 בניסוי שערכתם. הסבירו מהי החשיבות של טיפול בקרה זה במערך הניסוי שערכתם. (4 נקודות)

הבנת חשיבות רכיבי ניסוי (בקרה)

דוגמאות:

1. לשלול הסבר [חלופי] שעל פיו ציפת הדסקיות לא נגרמה בגלל עצמת האור, אלא בגלל גורם אחר.
2. לוודא שהחשיפה לאור / שעוצמת האור, היא הגורם המשפיע על קצב הפוטוסינתזה / מספר הדסקיות שצפות, ולא גורם אחר.
3. לשלול הסבר [חלופי] שעל פיו ציפת הדסקיות נגרמת מתהליך אחר המשחרר גזים מהעלים / מנשימה תאית / שנותרו בדסקיות.
4. לוודא שרק החמצן שנפלט בפוטוסינתזה גורם לציפת הדסקיות.

למורים:

ניסוח החשיבות של טיפול הבקרה מהווה אתגר לתלמיד ולמורים.
יש תלמידים שמאפיינים את הבקרה או מתארים אותה: בקרה ללא אור - המשתנה הבלתי תלוי, בקרה חיצונית, חלק מבקרה פנימית, טיפול זה היה אטום לאור.

יש המשתמשים ב"סיסמאות" להסבר חשיבות הבקרה, כגון: שלילת הסבר חלופי, לתת תוקף למסקנה מהניסוי.

הצרה: האפיון "בקרה חיצונית" אינו מקובל ואין להשתמש בו. הוא מראה שהבקרה אינה חלק מהניסוי אלא חיצונית לו, כל בקרה היא חלק בלתי נפרד מהניסוי.

חשוב להבחין בין הסבר התוצאה בטיפול הבקרה לבין הסבר חשיבותה במערכת הניסוי. הסבר התוצאה: ללא אור לא מתרחש תהליך פוטוסינתזה ולכן הדסקיות לא יצופו. להסבר חשיבות הבקרה ראו בדוגמאות בשאלה 8.

טעות המעידה על חוסר הבחנה בין חשיבות הבקרה לבין חשיבות החזרות: התוצאות אינן מקריות / התוצאות יותר מהימנות / יותר אמינות / הניסוי יותר מדויק.

תשובה מלאה, המתייחסת ל"שלילת הסבר חלופי" (כמו בדוגמאות 1, 3) מסובכת לתלמידים, ולכן בבחינת הבגרות המעשית, אנו מאפשרים גם ניסוח במשפט חיובי, ובו התלמידים משתמשים במונחים כמו "לזוודא", "להוכיח", אף כי ידוע לנו שהבדיקה הזאת אינה יכולה לזוודא באופן מוחלט את השפעת המשתנה הבלתי תלוי על התהליך.

במהלך ההוראה בכיתה, חשוב להשתמש במונחים המדויקים להסבר החשיבות של הבקרה, ולדון עם תלמידים על ההבדל בין הניסוחים הנ"ל.

לקריאה נוספת: מאמר "[סודות הבקרה - מסע אל תוך החקר](#)"

מצגת: "[סודות הבקרה - מסע אל תוך החקר](#)"

תרגול: [דוגמאות לשאלות בנושא בקרה בניסוי](#)

שימו לב להסברים חלקיים או שגויים על חשיבות הבקרה בדוגמאות להלן. כדאי לדון בכתה מה חסר או שגוי בכל אחת מן הדוגמאות:

- * לזוודא שהמשתנה הבלתי תלוי / המשפיע (לא מציין את המשתנה הבלתי תלוי שבניסוי) ...
- * לזוודא שהגורם אותו אני משנה הוא אכן המשתנה הבלתי תלוי / משפיע על התוצאות (לא מתייחס לתהליך או לשיטת המדידה)
- * לשלול את האפשרות שגורמים אחרים משפיעים על תוצאות הניסוי
- * הטיפול הוא בקרה חיצונית / בקרת עם / בלי
- * הטיפול הוא ללא הגורם הנבדק
- * לשלול הסבר חלופי / אחר
- * לזוודא שהתוצאות אינן מקריות / התוצאות יותר מהימנות / הניסוי יותר מדויק

9.א. ציינו שני גורמים קבועים במערך הניסוי שערכתם (מלבד ריכוז תמיסת הנתרן ביקרבונט). בחרו באחד הגורמים שצינתם, והסבירו מדוע חשוב שדווקא הגורם הזה יהיה גורם קבוע במערך הניסוי שביצעתם בחלק ב. (6 נקודות)

הבנת רכיבי ניסוי (גורם קבוע)

דוגמאות: ראו בטבלה

תשובה מלאה צריכה לכלול את הרכיבים האלה:

1. ציון שני גורמים קבועים. יש לקבל כל גורם שיכול להשפיע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה.
 2. הסבר השפעתו של גורם קבוע אחד על התהליך הנבדק / המשתנה התלוי או על דרך המדידה.
 3. התייחסות למשתנה הבלתי תלוי / לגורם שבדקנו את השפעתו על המשתנה התלוי.
- הצגה:** כצ"ל אורט קבוע אין להסתפק בהאזרה חלקית כאן: הדסקיות התמיסה, לאן, הצלה....

גורם קבוע שאלה 9א	חשיבות שמירה על הגורם קבוע הסבר השפעה של הגורם הקבוע. חשיבותו: לוודא שרק המשתנה הבלתי תלוי הוא הגורם המשפיע
גודל הדסקיות / השטח דסקיות / מספר דסקיות / מקור העלים	מספר התאים שמבצעים פוטוסינתזה ישתנה / כמות הכלורופיל / הכלורופלסטים תשתנה. או: משקל הדסקיות ישתנה ותידרש כמות שונה של גז כדי להציף את הדסקיות / יידרש משך זמן שונה כדי להציף את הדסקיות. בניסוי נבדקה ההשפעה של עוצמת האור / המרחק מן המנורה / משתנה בלתי תלוי אחר / גורם אחר / [ולכן כל שאר הגורמים צריכים להישמר קבועים]
נפח / גובה התמיסה בכלי משך זמן הניסוי	המרחק שעוברת הדסקית עד לציפה ישתנה / עשוי להשפיע על הזמן עד לציפה. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר... משפיע על נפח הגז / החמצן שמשתחרר [ועל ציפת הדסקיות]. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר ...
טמפרטורה [בחדר]	פוטוסינתזה הוא תהליך אנזימטי, טמפרטורה משפיעה על קצב פעילות / המבנה מרחבי, של אנזימים. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר...
דרגת ה-pH	תהליך הפוטוסינתזה הוא תהליך אנזימטי, דרגת ה-pH משפיעה על המבנה המרחבי של אנזימים / חלבונים / פעילות האנזימים. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר..... (גורם זה התקבל כתשובה לגורם קבוע, למרות שלא נבדק)
טיפול מוקדם בדסקיות	משפיע על כמות הגז שיש בדסקיות ולכן על הציפה שלהן. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר...

למורים:

תלמידים בדרך כלל מזהים גורמים קבועים בניסוי שבוצע על ידם, אך מתקשים בהסבר חשיבות שמירה על גורמים אלה קבועים.

שימו לב שבתשובה מלאה לחשיבות גורמים קבועים בניסוי נדרשים **שני** רכיבים:

1. הסבר ההשפעה של הגורם הקבוע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה.
 2. **רק** גורם שיכול להשפיע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה, הוא גורם רלוונטי שחשוב לשמור אותו קבוע.
- הסבר מדוע חשוב לבודד משתנים ולבדוק את השפעתו של גורם אחד בלבד (המשתנה הבלתי תלוי) בכל ניסוי, (עיקרון בידוד המשתנים).

* יש תלמידים שמסבירים רק באופן כללי או חלקי: הגורם... משפיע על תוצאות הניסוי.
במהלך ההוראה חשוב לדרוש מהתלמידים שיסבירו בפירוט מדוע וכיצד הגורם הקבוע משפיע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה.

תשובות חלקיות אלה הן רק **אחד** הרכיבים של התשובה המלאה:
 * במערך הניסוי יש רק משתנה בלתי תלוי אחד ושאר הגורמים צריכים להיות קבועים.

* כדי לבודד משתנים.

ראו בטבלה את המבנה של רכיבי התשובה המלאה.

* בכתה כדאי לדון בכך שה pH – והטמפרטורה לא נמדדו במהלך הניסוי ולכן לא ידוע אם השתנו במהלכו.

* אם הניסוי הוגדר כהליך שנבדק בעלה סלק, קביעה שגורם קבוע הוא "סוג הצמח" אינה מתאימה, מאחר שמטרת הניסוי מתייחסת לעלי סלק (ראו בכותרות של חלק א וחלק ב של הניסוי).
 לעומת זאת, הגורמים: מקור העלים / מין / זן / גיל הסלק, הם גורמים שיש לשמור עליהם קבועים.

תשובות שגויות:

* שמירה על גורם קבוע מגדילה את מהימנות הניסוי

* התוצאות יותר מדויקות

בדיון עם תלמידים בנושא הזיהוי והתכנון של גורמים קבועים בניסוי, והסבר החשיבות של שמירתם קבועים, תוכלו להיעזר במאמר "[גורמים קבועים קל לזהות קשה להסביר](#)".
 מומלץ לעיין בעמ' 16 במאמר בו מובאות דוגמאות שגויות או חלקיות של תשובות תלמידים וניתוח השגיאות.

9.ב. הסבירו מדוע חשוב לכלול בכל טיפול 6 דסקיות, ואי אפשר להסתפק בדסקית אחת בלבד. (4 נקודות)

הבנת חשיבות של דגימות ביולוגיות בניסוי

דוגמאות:

1. בדיקה של מספר דסקיות מקטינה את ההשפעה של תוצאה מקרית של דסקית אחת / מקזזת סטיות [אקראיות].
2. דסקית אחת לא מייצגת כי: חלק מהדסקיות לא צפות / הדסקית יכולה להיות פגומה / לא הוציאו את כל הגז (דוגמאות לשונות בין הדסקיות).
3. **או:** בדיקה של מספר דסקיות מקטינה את ההשפעה של דסקית חריגה / משפרת את מהימנות הניסוי. דסקית אחת לא מאפשרת לבצע ניסוי כמותי.
4. [כאשר מספר הדסקיות גדול יותר] כמות החמצן / הגז, שנפלט [מכלל הדסקיות] גדולה יותר [ויש לכך השפעה על הציפה של כלל הדסקיות] הזמן עד לציפה קצר יותר.

למורים:

התלמידים נוטים לענות ב"סיסמאות": כדי שהתוצאות יהיו אמינות, מדויקות, אמיתיות ולכן כדאי לדון בתשובות מלאות.

- * חזרות מסוג דגימות ביולוגיות בניסוי (ריבוי פריטים) מאפשרות לקזז את ההשפעה של גורמים גנטיים או סביבתיים בלתי נשלטים העלולים להוביל להטיות בתוצאות.
- * בשאלה זו התלמיד לא נדרש להשתמש במונח "חזרות מסוג דגימות ביולוגיות".

*** תשובות שגויות:**

יש תלמידים שהתייחסו בטעות ל-6 הדסקיות כ"מדידות חוזרות". 6 הדסקיות נכללו כולן באותו כלי בכל טיפול, ולכן אין אלו מדידות חוזרות על הניסוי וחשוב להבחין בין שני המושגים.

לו היו מניחים את הדסקיות, כל אחת בכלי אחר ניתן היה להתייחס למדידות חוזרות, אך לא כך נעשה בניסוי זה.

ראו פירוט נוסף במאמר: [דיוק, אמינות ומהימנות – מה בעצם ההבדל?](#) מאת: ד"ר עומר חורש.

ניסויים 2, 3 – חלק א**השאלות בשאלון זה ממוספרות 13 – 24, 25 – 36****חלק א - הכרת שיטת המדידה**

לידיעתכם 1: ברומותימול כחול הוא חומר בוחן (אינדיקטור) לחומצה ובסיס. בסביבה בסיסית, דרגת ה-pH < 8 צבעו כחול, בסביבה בה דרגת ה-pH היא $6 < \text{pH} < 8$ צבעו בין כחול לירוק, בסביבה חומצית דרגת ה-pH > 6 - צבעו צהוב.

לידיעתכם 2: בתגובה בין פחמן דו חמצני (CO_2) לבין מים נוצרת חומצה (פחמתית) הגורמת לירידה בדרגת ה-pH.

13, 25. העתיקו את טבלה 1 למחברת.

- רשמו בטבלה 1 **שבמחברת** בעמודה המתאימה את צבע התמיסה ההתחלתי בכל אחת מן המבחנות 1, 2, 3, שרשמתם בסעיף ב.

- השלימו בטבלה את המידע החסר בעמודות 3, 4, 5, 6, 7. (8 נקודות)

דוגמה:

טבלה 1

המבחנה	1	2	3	4	5	6	7	8
	תמיסה A	שתי טיפות של תמיסת ברומותימול כחול	צבע התמיסה ההתחלתי לאחר הוספת ברומותימול כחול	טיפה אחת של תמיסת חומצת מלח HCl שהוספתם למבחנה	טיפה אחת של תמיסת בסיס NaOH שהוספתם למבחנה	נשיפה לנוזל במבחנה	צבע התמיסה לאחר ביצוע סעיפים ג+ד (כחול/כחול-ירוק/צהוב)	מספר הטיפות של "תמיסת NaOH לחלק א" שהוספתם למבחנה 3
1	5	+	כחול	-	+	-	כחול	-
2	5	+	כחול	+	-	-	צהוב	-
3	5	+	כחול	-	-	+	ירוק / צהוב	11

14, 26. א. הסבירו מה גרם לשינוי הצבע במבחנה 3 לאחר נשיפה לתוך הנוזל. (4 נקודות)

יישום ידע קודם עם ידע מהניסוי

דוגמה:

בנשיפה מעשירים את התמיסה ב- CO_2 / נפלט CO_2 . בתגובה בין CO_2 למים נוצרת חומצה [פחמתית] [שגורמת לירידה ב-pH]. [כאשר ה-pH יורד מתחת ל-8 / בסביבה יותר חומצית], צבע האינדיקטור ירוק / צהוב.

14, 26. ב. הסבירו מה גרם לשינוי הצבע במבחנה 3 לאחר הוספת תמיסת NaOH. (4 נקודות)

יישום ידע קודם עם ידע מהניסוי

דוגמה:

[לאחר הנשיפה], הוספת תמיסת NaOH, גורמת לעלייה ב pH / לעליה בבסיסיות **או:** סתירה / נטרול / תגובה, עם החומצה ולכן צבע האינדיקטור / **ברומותימול כחול**, משתנה [מצבע ירוק / צהוב], לצבע כחול.

15, 27. בחלק א השתמשתם בשתי שיטות - שינוי צבע אינדיקטור וטיטרציה. קבעו איזו שיטה היא איכותית ואיזו שיטה היא כמותית. נמקו את קביעתכם. (4 נקודות)

הבנת שיטת העבודה

דוגמה:

שיטה איכותית – שינוי צבע האינדיקטור / ברומותימול כחול.

נימוק: הקביעה מסתמכת על חוש הראיה / היא לפי העין / על פי הערכה / אין ערך מספרי / לא מראה את דרגת ה - pH / הצבע מראה אם התמיסה חומצית או בסיסית .

שיטה כמותית – טיטרציה / טפטפנו בסיס [לחומצה].

נימוק: ספרנו את הטיפות שהוספנו [לתמיסה] / כי התוצאה מספרית / כמותית.

למורים:

שיטה כמותית

שיטה זו מתמקדת בנתונים מספריים שניתן למדוד ולספור. עונה על השאלה "כמה?"

דוגמה: מספר הטיפות של תמיסת בסיס NaOH שנדרשו עד לקבלת צבע כחול.

שיטה כמותית מאפשרת השוואה אובייקטיבית.

דוגמה נוספת למדידה כמותית של תהליך הנשימה התאית - ניסוי 1, 2019. מדידת המרחק

שהתקדם קו הנוזל בפיפטה (מדד לכמות חמצן שנקלטת).

שיטה איכותית (איכותנית)

שיטה זו מתמקדת בתיאור ובזיהוי מאפיינים שאינם ניתנים תמיד לכימות מספרי.

דוגמה: בניסוי זה התוצאה נקבעה גם בשיטה של קביעת צבע האינדיקטור צהוב או כחול.

שימו לב: יש תלמידים שמתייחסים לשיטה איכותית / איכותנית כשיטה בעלת איכות גבוהה ולא כאל שיטת מדידה שאינה כמותית.

ניסוי 2 - חלק ב – ניסוי: ההשפעה של הנבטה בתמיסות מלח (NaCl) על תהליך ביולוגי שמתרחש בנבטי לוביה.

16. כתבו כותרת לטבלה 2 שבמחברת.
- כתבו כותרות לעמודות. (15 נקודות)

השלמת פרטים בטבלה

הצרכה לאורית: הצרכה של התשובה לשאלה 16 כוללת גם הצרכה של הכנת טבלה 2 שמאחזקת והשלמת כל הפרטים בטבלה (סעיפים 5 - יח).

השלמת פרטים בטבלה (כותרת לטבלה, כותרות לעמודות, פרטי מערך ניסוי ותוצאותיו)

כותרת מתאימה לטבלה

הכותרת לטבלה צריכה לכלול שלושה רכיבים:
התייחסות למשתנה הבלתי תלוי:

השפעה של / הקשר בין ריכוז המלח [במהלך ההנבטה]

התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה:

[קצב] נשימה תאית / [קצב] פליטת CO₂ / מספר הטיפות של בסיס שהוספו / שנדרשו, [לקבלת צבע כחול].

התייחסות לאורגניזם הנבדק:

[נבטי] לוביה / מש

דוגמה לכותרת הטבלה: השפעת ריכוז המלח [בהנבטה] על [קצב] נשימה תאית / מספר הטיפות של בסיס, שנדרשו לטיטציה / לשינוי צבע האינדיקטור לכחול של נבטי לוביה.

הצרכה: אפשר לקבל אם לא כלל כותרת: השפעה של / הקשר בין, וכותרת יש התייחסות לרכיבים הנ"ל, אך בסדר שונה. לדוגמה: [קצב] נשימה תאית של נבטי לוביה כריכוזי מלח שונים.

למורים:

בכותרת הטבלה אנו מאפשרים להתייחס למשתנה התלוי או לדרך המדידה.

ב"ביוחקר" התלמידים מגדירים את שאלת החקר ואת המשתנה התלוי, ולכן יש להתייחס בכותרת של טבלת התוצאות למשתנה התלוי.

בבחינה, התלמידים לא נדרשים לנסח את שאלת החקר שנבדקה בניסוי, ולא מנסחים את ההשערה, לכן ניתן לקבל בכותרת התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה.

במהלך ההוראה בכיתה, בכל ניסוי רצוי לנסח את שאלת החקר ואת ההשערה.

בבניית טבלה או גרף, עדיף להתייחס למשתנה התלוי, בכותרת הטבלה ובכותרת הגרף.

כותרות מתאימות לעמודות

דוגמה: ראו עמודות 1 – 5 בטבלה 2.

הצרכה: יתכן ותמיסה A הייתה ניטרלית או רק מעט בסיסית והתלמיד מדווח על צבע התחלתי ירוק.

טבלה 2:

		1	2	3	4	5
		סעיף ח	סעיף יא	העתקת מידע	סעיף טז	סעיף יח
כותרות לעמודות	המבחנה	מספר נבטים	צבע התחלתי	ריכוז המלח במהלך ההנבטה (%)	צבע לאחר שהיה באמבט	מספר טיפות בסיס שהוספנו
השלמת פרטים בטבלה סעיפים ז - יח	א	15	כחול	0	ירוק	10
	ב	15	כחול	2	ירוק / כחול	5
	ג	15	כחול	5	כחול	1
	ד	-	כחול	-	כחול	-

הערות:

1. במקום רישום של מספר נבטים בכל מבחנה, ניתן לרשום בכותרת של עמודה זו: 15 נבטים של לוביה ולסמן + / - בכל טיפול.
2. יש להוסיף לטבלה או מתחת לטבלה את האורמים הקבוצים האלה: נפח תמיסה A, טמפרטורת האמבט, זמן השחייה באמבט.

למורים:

ההנחיה לתלמידים הייתה: הכינו טבלה לסיכום מערך הניסוי (סעיפים ז - יח). בסעיפים אלה נכללו גורמים קבועים כמו מספר הנבטים ומשך זמן השהיה באמבט, וכן נדרשו לדווח על הצבע ההתחלתי של התמיסה במבחנות א - ד. בנוסף, ניתנה הנחיה להוסיף לטבלה שתי עמודות לרישום תוצאות: עמודה לדיווח הצבע שהתקבל, ועמודה לרישום מספר טיפות הבסיס שנדרשו לקבלת צבע כחול.

רכיבי החובה בטבלה:

- המשתנה הבלתי תלוי או דרך השינוי של: ריכוז המלח בתמיסת ההנבטה.
- תוצאות המדידה: מספר הטיפות של בסיס שנדרשו לקבלת צבע כחול
- הגורמים הקבועים המהותיים למערך הניסוי:
 - צבע התמיסה ההתחלתי – נקודת ייחוס להשוואת קצב התהליך (דרגת pH התחלתית זהה בכל הטיפולים).
 - האורגניזם הנבדק: 15 נבטי לוביה

ניתן להתייחס לגורמים הקבועים בעמודות מתאימות או בהוספת מידע מתחת לטבלה.

בטבלה 2 לא כללנו עמודה של הוספת ברומותימול כחול, מאחר בכותרת עמודה 2 מוזכר הצבע ההתחלתי של הברומותימול הכחול.

ללא ציון נתונים אלה, אי אפשר להבין מתוך הטבלה את מערך הניסוי ואי אפשר להסביר את התוצאות.

17.א. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שערכתם בחלק ב? (3 נקודות)

זיהוי רכיבי ניסוי (משתנה בלתי תלוי)

דוגמה: ריכוז המלח [בתמיסה במהלך ההנבטה]

הצרה: יתכן שתלמיד בחר משתנה בלתי תלוי נוסף מספר הנבטים במבחנה (במבחנה ד אין נבטים) במקרה זה אין להוריד ציון.

17.ב. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם בחלק ב? (4 נקודות)

זיהוי רכיבי ניסוי (משתנה תלוי)

דוגמאות:

1. קצב / מידת / שיעור / עוצמת [תהליך] הנשימה התאית.

2. כמות ה- CO_2 שנפלטת מהנבטים / לתמיסה [בנשימה התאית] במשך 10 דקות / בזמן מסוים.

הצרה: בדוגמה 2 יש התייחסות לכמות ה- CO_2 שנפלטת ליחידת זמן – הצהרה זו מחליפה את המושג "קצב".

למורים:

יש תלמידים שמתקשים להבחין בין המשתנה התלוי (התהליך שנבדק) לבין שיטת המדידה, וענו לדוגמה: מספר טיפות הבסיס שנדרשו לקבלת צבע כחול. במהלך ההוראה רצוי לנסח את ההשערה שעל פיה תוכנן הניסוי, ולהתייחס לתהליך הנבדק / לתופעה הנבדקת. ניסוח ההשערה יסייע לתלמידים להבחין בין המשתנה התלוי לבין דרך המדידה שלו. יש תלמידים שמזהים את המשתנה התלוי (התהליך), אך לא מתייחסים לממד הכמותי: קצב / שיעור / מידה / רמה, של התהליך.

לידיעתכם 3: המלח נתרן כלורי (NaCl) מתמוסס במים ומתפרק ליונים. בריכוזים מסוימים יוני הנתרן שמקורם במלח חודרים לתאים ומשפיעים על המבנה המרחבי של החלבונים.

18.א. הסבירו את התוצאות שהתקבלו במבחנות א, ב, ג. התבססו על הקטע "לידיעתכם 3" ועל התוצאות המפורטות בטבלה 2 שבמחברת. בתשובתכם התייחסו גם לשיטת המדידה. (5 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

הצרה: נבטי הצלופיה נחשפו לתמיסות מלח בריכוזים שונים במהלך הנבטה.

דוגמה:

המלח גורם לשינוי מבנה מרחבי באנזימים / בחלבונים, המשתתפים בתהליך הנשימה התאית.

ככל שריכוז המלח [שאליו נחשפו הנבטים] גבוה יותר [בטווח 0% - 5%]

[קצב] הנשימה התאית איטי יותר. נפלט פחות CO_2 / נוצרת פחות חומצה.

נדרשות פחות טיפות בסיס לקבלת צבע כחול / לסתור את החומצה / לנטרל את החומצה / להעלות את

ה- pH / להשוואת הצבע למבחנת הבקרה / למבחנה ד.

הצרות:

1. ניתן לקבל תשובה בה התלמיד מסביר את התוצאות של כל טיפול בנפרד. אך בתשובתו יש התייחסות למאמת ההשפעה של ריכוז המלח.

2. אם אין מאמה ברורה של התוצאות, יתקבל הסבר המבוסס על תוצאות התלמיד, אך אינו סותר ידע ביולוגי.

רכיבי התשובה
המלח גורם לשינוי מבנה מרחבי באנזימים/ בחלבונים
משתנה בלתי תלוי: ככל שריכוז המלח גבוה יותר
משתנה תלוי: [קצב] הנשימה התאית איטי יותר
נפלט פחות CO ₂ / נוצרת פחות חומצה [פחמתית]
שיטת המדידה: נדרשות פחות טיפות בסיס לטיטרציה

למורים:

הסבר מלא של תוצאות הניסוי צריך להתייחס לקטעי המידע "לידיעתכם" שניתנים לתלמיד, וגם לידע נוסף המבוסס על פרקי הליבה הרלוונטיים לנושא.

רכיבי התשובה צריכים לכלול את המשתנה הבלתי תלוי, את התהליך הנבדק (המשתנה התלוי), ואת תוצאות התהליך (תוצאות הניסוי) על פי שיטת המדידה.

למרות ניסוח השאלה: "... תוצאות הניסוי שהתקבלו במבחנות א, ב, ג", התלמידים לא נדרשים להסביר את התוצאות בכל טיפול לחוד, אלא אפשר להכליל את ההסבר על פי מגמת השינוי בתוצאות בטווח נבדק מסוים של המשתנה הבלתי תלוי.

על פי ניסוח השאלה לא נדרש הסבר למבחנה ד – בקרה.

יש לקבל כל תוצאה שהתקבלה בניסוי, עם זאת, אם התוצאה אינה כצפוי התלמיד נדרש להתייחס לכך ולענות שהתוצאה אינה צפויה, לשער מהי לדעתו התוצאה הצפויה (או : גדול / קטן מערך מסוים), או להציע הסבר אפשרי על פי הדוגמאות בטבלה.

להלן הסברים מתאימים לתוצאות שונות מהצפוי:

תוצאות לא צפויות	הסבר אפשרי
מספר טיפות זהה בכל המבחנות	טווח ריכוזי המלח שהשתמשו בניסוי אינו משפיע על קצב הנשימה התאית בנבטים
אין שינוי צבע אבל ניתן לראות הבדל במספר טיפות הבסיס שהוספו	שינוי צבע האינדיקטור היא שיטה פחות רגישה, לעומת טיטרציה בעזרת תמיסת בסיס

18.ב מבחנה ד היא טיפול בקרה. הסבירו מהי חשיבות טיפול זה במערך הניסוי שערכתם. (5 נקודות)

הבנת חשיבות רכיבי ניסוי (בקרה לשלילת הסבר חלופי)

למורים: במבחנה ד אין נבטים ולכן לא נוצרת חומצה / לא השתנה צבע האינדיקטור.

דוגמאות:

1. בקרה להשוואה של צבע התמיסה לאחר הטיטרציה / לקביעת נקודת הסיום של תהליך הטיטרציה [בכל אחת ממבחנות הניסוי].
2. לשלול הסבר [חלופי] שעל פיו שינוי צבע האינדיקטור, אינו קשור לנשימה של הנבטים אלא מתרחש בעקבות השהיה ב - 40°C / עקב תהליך אח [שגורם לשינוי pH].
3. לוודא ששינוי צבע האינדיקטור מתרחש בהשפעת [נשימת] הנבטים ולא בהשפעת גורם אחר.
4. לוודא ש**רק** תהליך הנשימה / ה - CO₂ שנפלט / הימצאות הנבטים, גורם / גורמים לשינוי צבע האינדיקטור.

למורים:

ניסוח החשיבות של טיפול הבקרה מהווה אתגר לתלמיד ולמורים.

יש תלמידים שמאפיינים את הבקרה או מתארים אותה: בקרה חיצונית, בקרה ללא נבטים, בקרה ללא המשתנה הבלתי תלוי (תשובה שגויה במערך ניסוי זה), חלק מבקרה פנימית.

הערך: האפיון "בקרה חיצונית" אינו מקובל ולכן אין להשתמש בו, כי הוא מראש שהבקרה אינה חלק מהניסוי אלא חיצונית לו, כל בקרה היא חלק בלתי נפרד מהניסוי.

יש המשתמשים ב"סיסמאות" להסבר חשיבותה כגון: שלילת הסבר חלופי, לתת תוקף למסקנה מהניסוי. **ללא הסבר נוסף תשובות אלה הן חלקיות או שגויות** (ראו דוגמאות בהמשך).

חשוב להבחין בין **הסבר התוצאה** במבחנת הבקרה לבין **הסבר חשיבותה** במערך הניסוי. הסבר התוצאה: ללא נבטים לא מתרחש תהליך נשימה ולכן צבע התמיסה אינו משתנה. הסבר זה איננו התשובה לשאלה על חשיבות טיפול הבקרה. הסבר חשיבות הבקרה ראו בדוגמאות בשאלה 18ב.

טעות המעידה על חוסר הבחנה בין חשיבות הבקרה לבין חשיבות החזרות: התוצאות אינן מקריות / התוצאות יותר מהימנות / יותר אמינות / הניסוי יותר מדויק.

בניסוי זה התשובה המתאימה ביותר היא: טיפול בקרה להשוואת צבע על פי דוגמה 1.

ניתן לקבל גם תשובה מלאה, המתייחסת ל "שלילת הסבר חלופי" (כמו בדוגמה 2). ניסוח זה מורכב לתלמידים, ולכן בבחינת הבגרות המעשית, אנו מאפשרים גם ניסוח במשפט חיובי, ובו התלמידים משתמשים במונחים כמו "לוודא", "להוכיח", אף כי ידוע לנו שהבדיקה הזאת אינה יכולה לוודא באופן מוחלט את השפעת המשתנה הבלתי תלוי על התהליך.

במהלך ההוראה בכיתה, חשוב להשתמש במונחים המדויקים להסבר החשיבות של הבקרה, ולדון עם תלמידים על ההבדל בין הניסוחים הנ"ל.

לקריאה נוספת: מאמר "[סודות הבקרה - מסע אל תוך החקר](#)"

מצגת: "[סודות הבקרה – מסע אל תוך החקר](#)"

תרגול: [דוגמאות לשאלות בנושא בקרה בניסוי](#).

שימו לב להסברים חלקיים או שגויים על חשיבות הבקרה בדוגמאות להלן. כדאי לדון בכיתה מה חסר או שגוי בכל אחת מן הדוגמאות:

- * טיפול זה הוא בקרת צבע.
- * לשלול את האפשרות שגורמים אחרים משפיעים על תוצאות הניסוי.
- * לוודא שרק ריכוז המלח משפיע על קצב הנשימה (למרות שמבחנה ד אינה טיפול "ללא המשתנה הבלתי תלוי").
- * במבחנה ד אין נבטים / יש רק תמיסה A.
- * מבחנה ד היא בקרה חיצונית / שלילית או בקרת עם/בלי או ללא הגורם הנבדק.
- * לשלול הסבר חלופי / אחר.
- * לוודא שהמשתנה הבלתי תלוי הוא זה שמשפיע על התהליך / תוצאות הניסוי.
- * לוודא שהתוצאות אינן מקריות / התוצאות יותר מהימנות / הניסוי יותר מדויק.

19. א. ציינו שני גורמים שנשמרו קבועים במערך הניסוי שערכתם. (2 נקודות)

זיהוי רכיבי ניסוי (גורם קבוע)

דוגמאות לגורמים קבועים ראו בטבלה בתשובה לסעיף ב.

יש לקבל כל גורם שיכול להשפיע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה.

הצרכה: *מציון אורט קמוצ אין להסתפק בהצדקה חלקית כאן: הנבטים, הזמן, התמיסה....*

19. ב. בחרו באחד מן הגורמים הקבועים שציינתם, והסבירו מדוע חשוב שדווקא הגורם הזה יהיה גורם קבוע

במערך הניסוי שביצעתם בחלק ב. (4 נקודות)

הבנת חשיבות שמירה על גורם קבוע

התשובה צריכה לכלול את הרכיבים האלה:

1. הסבר השפעתו של גורם קבוע אחד על התהליך הנבדק / המשתנה התלוי או על דרך המדידה.

2. התייחסות למשתנה הבלתי תלוי / לגורם שבדקנו את השפעתו על המשתנה התלוי.

מסביר נכון את חשיבות שמירת הגורם קבוע	
תשובה לסעיף א	תשובה לסעיף ב: הסבר השפעה של הגורם הקבוע. חשיבותו: לוודא שרק המשתנה הבלתי תלוי הוא הגורם המשפיע.
מספר הנבטים	משפיע על כמות האנזימים שמבצעים נשימה תאית. או: משפיע על כמות ה- CO_2 שמשתחררת בנשימה ולכן על דרגת החומציות של התמיסה. בניסוי זה נבדקה השפעה של ריכוז המלח במהלך הנביטה / משתנה בלתי תלוי אחר / גורם אחר [ולכן כל שאר הגורמים צריכים להישמר קבועים].
הטמפרטורה באמבט	משפיעה על קצב תהליך הנשימה התאית שהוא תהליך אנזימטי. או: משפיעה על המבנה המרחבי של חלבונים ולכן על קצב תהליך הנשימה תאית. או: משפיעה על מסיסות ה- CO_2 בתמיסה ולכן על דרגת החומציות של התמיסה. בניסוי זה נבדקה השפעה של ריכוז המלח במהלך הנביטה / משתנה בלתי תלוי אחר / גורם אחר [ולכן כל שאר הגורמים צריכים להישמר קבועים].
נפח התמיסה A	נפח תמיסה A יכול להשפיע על כמות ה- CO_2 שמתמוסס בתמיסה ולכן על צבע התמיסה הסופי (בנוכחות האינדיקטור) / על דרגת החומציות הסופית. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר...
סוג התמיסה [A]	סוג התמיסה משפיע על ה- pH ההתחלתי / כמות [ריכוז] ה- CO_2 שמתמוסס בתמיסה ולכן ישפיע על צבע התמיסה הסופי / על דרגת החומציות הסופית. בניסוי נבדקה...
כמות / ריכוז הברומותימול כחול	הכמות של האינדיקטור משפיעה על צבע התמיסה (גוון / עצמה). בניסוי נבדקה.....
סוג האינדיקטור (ברומותימול כחול)	משפיע על צבע / גוון התמיסה. בניסוי נבדקה..
pH התחלתי	משפיע על דרגת החומציות הסופית / על צבע התמיסה. בניסוי נבדקה...
מקור הנבטים	קצב הנשימה התאית של נבטים ממקורות שונים יכול להיות שונה. בניסוי נבדקה...
גיל הנבטים	קצב הנשימה התאית שונה בין נבטים בגילאים שונים. בניסוי נבדקה...
משך זמן השהיה באמבט [10 דקות]	משפיע על כמות ה- CO_2 שמשתחררת ולכן על דרגת החומציות בתמיסה. בניסוי נבדקה...

למורים:

תלמידים בדרך כלל מזהים גורמים קבועים בניסוי שבוצע על ידם, אך מתקשים בהסבר חשיבות שמירה על גורמים אלה קבועים.
שימו לב שבתשובה מלאה נדרשים **שני** רכיבים:

1. הסבר ההשפעה של הגורם הקבוע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה.
רק גורם שיכול להשפיע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה, הוא גורם רלוונטי שחשוב לשמור אותו קבוע.
2. הסבר מדוע חשוב לבודד משתנים ולבדוק את השפעתו של גורם אחד בלבד בכל ניסוי, (עיקרון בידוד המשתנים).

* יש תלמידים שמסבירים רק באופן כללי או חלקי: הגורם... משפיע על תוצאות הניסוי.
במהלך ההוראה חשוב לדרוש מהתלמידים שיסבירו בפירוט מדוע וכיצד הגורם הקבוע משפיע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה.

תשובות חלקיות אלה הן רק **אחד** הרכיבים של התשובה המלאה:

- * במערך הניסוי יש רק משתנה בלתי תלוי אחד ושאר הגורמים צריכים להיות קבועים
- * כדי לבודד משתנים.
- ראו בטבלה את המבנה של רכיבי התשובה המלאה.

תשובות שגויות:

- * שמירה על הגורם הקבוע מגדילה את מהימנות הניסוי.
- * התוצאות יותר מדויקות.

הערה: היו תלמידים שהסבירו שחשוב לשמור על טמפרטורה קבועה כדי שלא תהיה דנטורציה (של האנזים/החלבון), או הסבירו שבטמפרטורה נמוכה פעילות האנזימים נמוכה.
תלמידים אלו התייחסו **לערך** של הטמפרטורה (חשוב שלא יהיה גבוה / נמוך מדי), ולא נימקו מדוע חשוב שתהיה **קבועה** בכל מבחנות הניסוי.

במקרה זה כדאי לדון עם תלמידים בשאלה: אם מבחנות הניסוי תהיינה, כל אחת, בטמפרטורות **שונות** בטווח האופטימלי (בין 30°C–40°C) – האם תהיה בכך שמירה על טמפ' כגורם קבוע?

בדיון עם תלמידים בנושא : זיהוי ותכנון גורמים קבועים בניסוי, והסבר החשיבות על שמירתם קבועים תוכלו להיעזר במאמר: "[גורמים קבועים קל לזהות קשה להסביר](#)".
מומלץ לעיין בעמ' 16 במאמר בו מובאות דוגמאות שגויות או חלקיות של תשובות תלמידים וניתוח השגיאות.

20. בניסוי בחלק ב השתמשו בתמיסת NaOH בריכוז 0.005 M.

א. תלמיד הוסיף 30 מ"ל מים ל-10 מ"ל תמיסת NaOH בריכוז 0.1 M. **חשבו** מהו ריכוז התמיסה המהולה. **פרטו** את החישוב במחברת. (3 נקודות)

יישום ידע קודם

רכיבי התשובה: הצבה בנוסחה, תוצאת החישוב, יחידות.

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$0.1 \times 10 / 40 = 0.025 \text{ M} \text{ או: } 1/40 \text{ M}$$

או: התלמיד מהל תמיסה בריכוז 0.1 M פי 4 ולכן הריכוז של התמיסה המהולה הוא 0.025 M

הצרה: כוה התלמידים לא נצלרים בטבלה לחישוב ריכוז התמיסה. בחרנו להציג את הטבלה כדי שתוכלו להיצר בה בהוראה:

ריכוז (C) (M)	נפח (V) (מ"ל)	
0.1 (C ₁)	10 (V ₁)	תמיסת ה"אם"
0.025 או: 1/40 (C ₂)	30+10 (V ₂)	התמיסה לאחר המיהול

למורים:

בשאלה זו, התלמידים נדרשו להציג את פירוט חישוב הריכוז של תמיסת NaOH שנמהלה. רצוי להנחות את התלמידים **לחשוב** על הריכוז של תמיסת NaOH לאחר המיהול, לפני שמציבים בנוסחה ומחשבים. כדאי שיבררו לעצמם שתוצאת החישוב צריכה להיות **יותר נמוכה** מריכוז תמיסת האם.

כדאי לדון בשגיאות נפוצות כגון אלה המוצגות להלן:

* לא מכפילים בריכוז תמיסת ה"אם".

* מחלקים בנפח המים במקום בנפח הסופי.

* התוצאה גבוהה מריכוז תמיסת ה"אם" או לא מחלקים בנפח סופי.

* לא מצינים את יחידות הריכוז (M) או מצינים יחידות שגויות.

20.ב. תלמיד ערך את אותו ניסוי שאתם ערכתם בחלק ב. במהלך הניסוי כשהגיע לסעיף יז, הוא השתמש

בתמיסת NaOH בריכוז שחשבתם בשאלה **20.א.** הוא טפף את התמיסה למבחנה א, וספר את מספר

הטיפות שנדרשו לו לקבלת צבע יציב.

לדעתכם, האם נדרשו לו יותר טיפות, פחות טיפות או אותו מספר טיפות בהשוואה למספר הטיפות שנדרשו

לכם? נמקו את תשובתכם. (4 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

דוגמה:

ריכוז ה- NaOH בתמיסה המהולה [0.025M] גבוה מהריכוז בו השתמשנו בניסוי [0.005M] ולכן נדרשות פחות טיפות של תמיסת הבסיס כדי לסתור את / לנטרל את / להעלות את רמת ה- pH של החומצה.

או בסדר הפוך: הריכוז שאנחנו השתמשנו נמוך מ....

21. הסבירו מדוע חשוב בכל טיפול להשתמש ב-15 נבטים של לוביה ואי אפשר להסתפק בנבט אחד בלבד.

(4 נקודות)

הבנת חשיבות של דגימות ביולוגיות בניסוי

דוגמאות:

1. בדיקה של מספר נבטים מקטינה את ההשפעה של תוצאה מקרית של נבט אחד / מקזזת סטיה [אקראיות].
2. יתכן שנבט אחד פגום / לא התפתח. בדיקה של מספר נבטים מקטינה את השפעה של נבט חריג / בדיקה של מספר נבטים משפרת את מהימנות הניסוי.

אפשר לקבל גם:

[כאשר מספר הנבטים גדול יותר] כמות ה- CO_2 שנפלטת גדולה יותר.
והירידה ב pH מהירה יותר / ניתן לראות מהר יותר את שינויי הצבע של התמיסה.
או: אם היה נבט אחד, כמות ה- CO_2 שנפלטת קטנה מאד, הירידה ב- pH תהיה איטית / מהירות שינוי הצבע תהיה איטית.

למורים:

התלמידים נוטים לענות ב"סיסמאות" שגויות: כדי שהתוצאות יהיו אמינות, מדויקות, אמיתיות ולכן כדאי לדון בתשובות מלאות.

* חזרות מסוג דגימות ביולוגיות בניסוי (ריבוי פריטים) מאפשרות לקזז את ההשפעה של גורמים גנטיים או סביבתיים בלתי נשלטים העלולים להוביל להטיות בתוצאות.

* בשאלה זו התלמיד לא נדרש להשתמש במונח "חזרות מסוג דגימות ביולוגיות".

תשובות שגויות:

יש תלמידים שהתייחסו בטעות ל-15 הנבטים כ"חזרות – מדידות חוזרות". 15 הנבטים נכללו כולם באותו כלי בכל טיפול, ולכן אין אלו מדידות חוזרות על הניסוי וחשוב להבחין בין שני המושגים.
לו היו מניחים כל נבט בכלי נפרד ניתן היה להתייחס למדידות חוזרות, אך לא כך בניסוי זה.

ראו פירוט נוסף במאמר: [דיוק, אמינות ומהימנות – מה בעצם ההבדל?](#) ? מאת: ד"ר עומר חורש

ניסוי 3 - חלק ב – ניסוי: ההשפעה של הטמפרטורה על תהליך ביולוגי שמתרחש בנבטי לוביה.

28. כתבו כותרת לטבלה 2 שבמחברת.

- כתבו כותרות לעמודות. (15 נקודות)

השלמת פרטים בטבלה

הצרכה לאוריים: הצרכה של התשובה לאלה 28 כוללת גם הצרכה של הכנת טבלה 2 במחברת והשלמת כל הפרטים בטבלה (סעיפים 1 – 4).

רכיבי התשובה: כותרת לטבלה, כותרות לעמודות, פרטי מערך ניסוי ותוצאותיו**כותרת מתאימה לטבלה**

הכותרת לטבלה צריכה לכלול שלושה רכיבים:

התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה:

השפעה של / הקשר בין הטמפרטורה

התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה:

[קצב] נשימה תאית / [קצב] פליטת CO₂ / מספר הטיפות של בסיס שהוספו / שנדרשו [לקבלת צבע כחול].

התייחסות לאורגניזם הנבדק:

[נבטי] לוביה / מש.

דוגמה לכותרת הטבלה: השפעת הטמפרטורה על [קצב] נשימה תאית / מספר הטיפות של בסיס שנדרשו לטיטציה / לשינוי צבע האינדיקטור לכחול של נבטי לוביה.

הצרכה: אפשר לקבל גם לא כלל כותרת: השפעה של / הקשר בין, וכותרת יש התייחסות לרכיבים הנ"ל, אך בסדר שונה. לדוגמה: [קצב] נשימה תאית של נבטי לוביה בטמפרטורות שונות.

כותרות מתאימות לעמודות

דוגמה: ראו עמודות 1 – 5 בטבלה 2.

למורים:

בכותרת הטבלה אנו מאפשרים להתייחס למשתנה התלוי או לדרך המדידה.

ב"ביוחקר" התלמידים מגדירים את שאלת החקר ואת המשתנה התלוי, ולכן יש להתייחס בכותרת של טבלת התוצאות למשתנה התלוי.

בבחינה, התלמידים לא נדרשים לנסח את שאלת החקר שנבדקה בניסוי, ולא מנסחים את ההשערה, לכן ניתן לקבל בכותרת התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה.

במהלך ההוראה בכיתה, בכל ניסוי רצוי לנסח את שאלת החקר ואת ההשערה. בבניית טבלה או גרף, עדיף להתייחס למשתנה התלוי, בכותרת הטבלה ובכותרת הגרף.

הצרכה: יתכן ותמיסה A הייתה ניטראטית או מצט כסיסת והתלמיד מדווח על צבע התחלתו ירוק.

טבלה 2:

		1	2	3	4	5
		סעיף ז	סעיף יא	העתקת מידע	סעיף יט	סעיפים כ - כא
כותרות לעמודות	המבחנה	מספר נבטים	צבע התחלתי	הטמפרטורה (°C)	צבע לאחר שהיה באמבט	מספר טיפות בסיס שהוספנו
השלמת פרטים בטבלה סעיפים ו - כא	א	15	כחול	45 / 50	ירוק בהיר	13
	א1	0 / - / אין	כחול	45 / 50	כחול	0 / -
	ב	15	כחול	20 / 25	ירוק	12
	ב1	0 / - / אין	כחול	20 / 25	כחול	0 / -
	ג	15	כחול	10 / 5	כחול - ירוק	7
	ג1	0 / - / אין	כחול	10 / 5	כחול	0 / -

הערות:

1. במקום רישום של מספר נבטים בכל מבחנה, ניתן לרשום בכותרת של צמודה זו: 15 נבטים של לוביה או ולסמן + / - בכל טיפול.
2. יש להוסיף לטבלה או מתחת לטבלה את הזרמים קבוצים האלה: נפח תמיסה A, מספר טיפות ברומותימול כחול, זמן השחייה באמבט.

למורים:

ההנחיה לתלמידים הייתה: הכינו טבלה לסיכום **מעריך הניסוי (סעיפים ו - כא)**. בסעיפים אלה נכללו גורמים קבועים כמו מספר הנבטים ומשך זמן השהיה באמבט, וכן נדרשו לדווח על הצבע ההתחלתי של התמיסה בכל שש המבחנות. בנוסף, ניתנה הנחיה להוסיף לטבלה שתי עמודות לרישום תוצאות עמודה לדיווח הצבע שהתקבל, ועמודה לרישום מספר טיפות הבסיס שנדרשו לקבלת צבע כחול. רכיבי החובה בטבלה:

- המשתנה הבלתי תלוי או דרך השינוי של: ריכוז המלח בתמיסת ההנבטה.
- תוצאות המדידה: מספר הטיפות של בסיס שנדרשו לקבלת צבע כחול
- הגורמים הקבועים המהותיים למעריך הניסוי:
 - צבע התמיסה ההתחלתי – נקודת ייחוס להשוואת קצב התהליך (דרגת pH התחלתית זהה בכל הטיפולים).
 - האורגניזם הנבדק: 15 נבטי לוביה

ניתן להתייחס לגורמים הקבועים בעמודות מתאימות או בהוספת מידע מתחת לטבלה.

ניתן להתייחס לגורמים הקבועים בעמודות מתאימות או בהוספת מידע מתחת לטבלה.

בטבלה 2 לא כללנו עמודה של הוספת ברומותימול כחול, מאחר בכותרת עמודה 2 מוזכר הצבע ההתחלתי של הברומותימול הכחול.

ללא ציון נתונים אלה, אי אפשר להבין מתוך הטבלה את מעריך הניסוי ואי אפשר להסביר את התוצאות.

29. א. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שערכתם בחלק ב? (3 נקודות)

זיהוי רכיבי ניסוי (משתנה בלתי תלוי)

דוגמה: הטמפרטורה באמבט / של המים במבחנה

הערה: יתכן שתלמיד בחר משתנה בלתי תלוי נוסף מספר הנבטים במבחנה (במבחנות א1, ב1, ג1, ד1, אין נבטים) במקרה זה אין להוסיף ציון.

29. ב. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם בחלק ב? (3 נקודות)

זיהוי רכיבי ניסוי (משתנה תלוי)

דוגמאות:

1. קצב / מידת / שיעור / עוצמת [תהליך] הנשימה התאית. כמות ה- CO_2 שנפלטת מהנבטים / לתמיסה [בנשימה התאית] במשך 10 דקות / בזמן מסוים.

הערה: בדוגמה 2 יש התייחסות לכמות ה- CO_2 שנפלטת ליחידת זמן – העדירה זו מחליפה את המושג "קצב".

30.א. הסבירו את התוצאות שהתקבלו במבחנות א, ב, ג. בהסבר התבססו על התוצאות המוצגות בטבלה 2 שבמחברת. בתשובתכם התייחסו גם לשיטת המדידה. (5 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

דוגמה:

תהליך הנשימה התאית הוא תהליך אנזימטי, טמפרטורה משפיעה על מספר המפגשים בין אנזים לסובסטרט / על קצב תהליך אנזימטי.
 ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר [בטווח $5^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$ / שבדקנו], [קצב] הנשימה התאית גבוה יותר [עד גבול מסוים].
 נפלט יותר CO_2 / נוצרת יותר חומצה.
 נדרשות יותר טיפות בסיס לקבלת צבע כחול / לסתור את החומצה / לנטרל את החומצה / להעלות את ה- pH / להשוואת הצבע למבחנת הבקרה / א, 1, ב, 1, ג, 1.

למורים:

יש תלמידים שמתקשים להבחין בין המשתנה התלוי (התהליך שנבדק) לבין שיטת המדידה, וענו לדוגמה: מספר טיפות הבסיס שנדרשו לקבלת צבע כחול.
 במהלך ההוראה רצוי לנסח את ההשערה שעל פיה תוכנן הניסוי, ולהתייחס לתהליך הנבדק / לתופעה הנבדקת. ניסוח ההשערה יסייע לתלמידים להבחין בין המשתנה התלוי לבין דרך המדידה שלו.
 יש תלמידים שמזהים את המשתנה התלוי (התהליך), אך לא מתייחסים לממד הכמותי: קצב / שיעור / מידה / רמה, של התהליך.

הצרות:

1. ניתן לקבל תשובה כה התלמיד מסביר את התוצאות של כל טיפול בנפרד, אך בתשובתו יש התייחסות למאמת ההשפעה של הטמפרטורה.
2. אם אין מאמה ברורה של התוצאות, יתקבל הסבר המבוסס על תוצאות התלמיד, אך אינו סותר ידע ביולוגי.

רכיבי התשובה
השפעת טמפרטורה על קצב פעילות אנזימים
משתנה בלתי תלוי: ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר
משתנה תלוי: [קצב] הנשימה התאית מהיר יותר
נפלט יותר CO_2 / נוצרת יותר חומצה [פחמתית]
שיטת המדידה: נדרשות יותר טיפות בסיס לניטרציה

למורים:

הסבר מלא של תוצאות הניסוי צריך לכלול את קטעי המידע "לידיעתכם" שניתנים לתלמיד, וגם לידע נוסף המבוסס על פרקי הליבה הרלוונטיים לנושא.

רכיבי התשובה צריכים לכלול את המשתנה הבלתי תלוי, את התהליך הנבדק (המשתנה התלוי), ואת תוצאות התהליך (תוצאות הניסוי) על פי שיטת המדידה.

למרות ניסוח השאלה: "... תוצאות הניסוי שהתקבלו **בכל אחת** מן המבחנות", התלמידים **לא** נדרשים להסביר את התוצאות בכל מבחנה לחוד, אלא אפשר להכליל את ההסבר על פי מגמת השינוי בתוצאות בטווח נבדק מסוים של המשתנה הבלתי תלוי.

על פי ניסוח השאלה לא נדרש הסבר למבחנות א1, ב1, ג1 – בקרה.

יש לקבל כל תוצאה שהתקבלה בניסוי, עם זאת, אם התוצאה אינה כצפוי התלמיד נדרש להתייחס לכך ולענות שהתוצאה אינה צפויה, לשער מהי לדעתו התוצאה הצפויה (או : גדול / קטן מערך מסוים), או להציע הסבר אפשרי ע"פ הדוגמאות בטבלה.

להלן הסברים מתאימים לתוצאות שונות מהצפוי:

תוצאות לא צפויות	הסבר אפשרי
מספר טיפות זהה בכל המבחנות	טווח הטמפרטורות שבדקנו אינו משפיע על קצב הנשימה התאית בנבטים
אין שינוי צבע אבל ניתן לראות הבדל במספר טיפות הבסיס שהוספו	שינוי צבע האינדיקטור היא שיטה פחות רגישה לעומת טיטרציה בעזרת תמיסת בסיס
קצב הנשימה במבחנה א איטי ביותר	הטמפרטורה הגבוהה יחסית גורמת לדנטורציה של אנזימי הנשימה

30.ב. מבחנות א1, ב1, ג1 הן טיפולי בקרה. הסבירו מהי החשיבות של טיפולי בקרה אלה במערך הניסוי שערכתם. (5 נקודות)

הבנת חשיבות רכיבי ניסוי (בקרה לשלילת הסבר חלופי)

מאוריס: באבחנות א1, ב1, ג1 אין נבטים ולכן לא נוצרת חומצה / לא השתנה צבע האינדיקטור.

דוגמאות:

1. בקרה להשוואה של צבע התמיסה לאחר הטיטרציה / לקביעת נקודת הסיום של תהליך הטיטרציה [בכל אחת ממבחנות הניסוי].
2. לשלול הסבר [חלופי] שעל פיו שינוי צבע אינדיקטור אינו קשור ל [קצב] נשימה תאית בנבטים אלא מתרחש עקב תהליך אחר [שגורם לשינוי pH] / אלא מתרחש עקב השפעת טמפרטורה על האינדיקטור.
3. לוודא שהטמפרטורה אינה משפיעה על דרגת ה-pH / על צבע האינדיקטור, אלא רק על קצב הנשימה התאית.
4. לוודא שרק תהליך הנשימה / ה- CO_2 שנפלט / הימצאות הנבטים, גורם/גורמים לשינוי צבע האינדיקטור.

למורים:

ניסוח החשיבות של טיפול הבקרה מהווה אתגר לתלמיד ולמורים. יש תלמידים שמאפיינים את הבקרה או מתארים אותה: בקרה חיצונית, בקרה ללא נבטים, בקרה ללא המשתנה הבלתי תלוי, חלק מבקרה פנימית,

הצרה: האפיון "בקרה חיצונית" אינו מקובל ולכן אין להשתמש בו, כי הוא מראה שהבקרה אינה חלק מהניסוי אלא חיצונית לו, כל בקרה היא חלק בלתי נפרד מהניסוי.

יש המשתמשים ב"סיסמאות" להסבר חשיבותה כגון: שלילת הסבר חלופי, לתת תוקף למסקנה מהניסוי. **ללא הסבר נוסף תשובות אלה הן חלקיות או שגויות** (ראו דוגמאות בהמשך).

חשוב להבחין בין **הסבר התוצאה** במבחנת הבקרה לבין **הסבר חשיבותה** במערך הניסוי. הסבר התוצאה: ללא נבטים לא מתרחש תהליך נשימה ולכן צבע התמיסה אינו משתנה. הסבר זה **אינו** התשובה לשאלה על חשיבות טיפול הבקרה. הסבר חשיבות הבקרה ראו בדוגמאות בשאלה 30.ב.

טעות נפוצה המעידה על אי הבנה של מהות הבקרה, ומעידה על חוסר הבחנה בין חשיבות הבקרה לבין חשיבות החזרות: התוצאות אינן מקריות / התוצאות יותר מהימנות / הניסוי יותר מדויק.

בניסוי זה התשובה המתאימה ביותר היא: טיפולי בקרה להשוואת צבע על פי דוגמה 1.

ניתן לקבל גם תשובה מלאה, המתייחסת ל "שלילת הסבר חלופי" (כמו בדוגמה 2) ניסוח זה מורכב לתלמידים, ולכן בבחינת הבגרות המעשית, אנו מאפשרים גם ניסוח במשפט חיובי, ובו התלמידים משתמשים במונחים כמו "לוודא", "להוכיח", אף כי ידוע לנו שהבדיקה הזאת אינה יכולה לוודא באופן מוחלט את השפעת המשתנה הבלתי תלוי על התהליך.

במהלך ההוראה בכיתה, חשוב להשתמש במונחים המדויקים להסבר החשיבות של הבקרה, ולדון עם תלמידים על ההבדל בין הניסוחים הנ"ל.

לקריאה נוספת: [מאמר "סודות הבקרה - מסע אל תוך החקר"](#)

מצגת: [סודות הבקרה – מסע אל תוך החקר](#)

תרגול: [דוגמאות לשאלות בנושא בקרה בניסוי](#).

שימו לב להסברים חלקיים או שגויים על חשיבות הבקרה בדוגמאות להלן. כדאי לדון בכיתה מה חסר או שגוי בכל אחת מן הדוגמאות:

- * טיפול זה הוא בקרת צבע.
- * לשלול את האפשרות שגורמים אחרים משפיעים על תוצאות הניסוי.
- * לוודא שרק הטמפרטורה משפיעה על קצב הנשימה (למרות שמבחנות א1, ב1, ג1 אינן טיפול "ללא המשתנה הבלתי תלוי").
- * במבחנות א1, ב1, ג1 אין נבטים / יש רק תמיסה A.
- * מבחנות אלה הן בקרה חיצונית / שלילית או בקרת עם/בלי או ללא הגורם הנבדק.
- * לשלול הסבר חלופי / אחר.
- * לוודא שהמשתנה הבלתי תלוי הוא זה שמשפיע על התהליך / תוצאות הניסוי.
- * לוודא שהתוצאות אינן מקריות / התוצאות יותר מהימנות / הניסוי יותר מדויק.

31.א. ציינו שני גורמים שנשמרו קבועים במערך הניסוי שערכתם. (2 נקודות)

זיהוי רכיבי ניסוי (גורם קבוע)

דוגמאות לגורמים קבועים ראו בטבלה בתשובה לסעיף ב.
יש לקבל כל גורם שיכול להשפיע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה.
הצרכה: מציון ארבע קבוצות אין להסתפק בהצדקה חלקית כאן: הנבטים, הזמן, התמיסה.

31.ב. בחרו באחד הגורמים הקבועים שצינתם, והסבירו מדוע חשוב שדווקא הגורם הזה יהיה גורם קבוע במערך הניסוי שביצעתם בחלק ב. (4 נקודות)

הבנת חשיבות שמירה על גורם קבוע

התשובה צריכה לכלול את הרכיבים האלה:

1. הסבר השפעתו של גורם קבוע אחד על התהליך הנבדק / המשתנה התלוי או על דרך המדידה.
2. התייחסות למשתנה הבלתי תלוי / לגורם שבדקנו את השפעתו על המשתנה התלוי.

מסביר נכון את חשיבות שמירת הגורם קבוע	
תשובה לסעיף א גורם קבוע	תשובה לסעיף ב: הסבר השפעה של הגורם הקבוע. חשיבותו: לוודא שרק המשתנה הבלתי תלוי הוא הגורם המשפיע.
מספר הנבטים	משפיע על כמות האנזימים שמבצעים נשימה תאית. או: משפיע על כמות ה- CO_2 שמשתחררת בנשימה ו[לכן על דרגת החומציות של התמיסה]. בניסוי זה נבדקה השפעה של טמפרטורה באמבט / משתנה בלתי תלוי אחר / גורם אחר [ולכן כל שאר הגורמים צריכים להישמר קבועים].
נפח התמיסה A / הנוזל במבחנות	נפח תמיסה A יכול להשפיע על כמות ה- CO_2 שמתמוסס בתמיסה ולכן על צבע התמיסה הסופי / על דרגת החומציות הסופית. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר...
סוג התמיסה [A]	סוג התמיסה משפיע על ה- pH ההתחלתי / כמות [ריכוז] ה- CO_2 שמתמוסס בתמיסה ולכן ישפיע על צבע התמיסה הסופי / על דרגת החומציות הסופית. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר...
כמות / ריכוז הברומותימול כחול	הכמות של האינדיקטור משפיעה על צבע התמיסה (גוון / עצמה). בניסוי זה נבדקה ...
סוג האינדיקטור (ברומותימול כחול)	משפיע על צבע / גוון התמיסה [ולכן ישפיע צבע התמיסה הסופי] בניסוי זה נבדקה ...
pH התחלתי	משפיע על דרגת החומציות הסופית / על צבע התמיסה. בניסוי זה נבדקה ...
מקור הנבטים	קצב הנשימה התאית של נבטים ממקורות שונים יכול להיות שונה. בניסוי זה נבדקה ...
גיל הנבטים	קצב הנשימה התאית שונה בין נבטים בגילאים שונים. בניסוי זה נבדקה ...
משך זמן השהיה באמבט [10 דקות]	משפיע על כמות ה- CO_2 שמשתחררת בנשימה ולכן על דרגת החומציות בתמיסה. בניסוי זה נבדקה ...

למורים:

תלמידים בדרך כלל מזהים גורמים קבועים בניסוי שבוצע על ידם, אך מתקשים בהסבר חשיבות שמירה על גורמים אלה קבועים.
שימו לב שבתשובה מלאה נדרשים **שני** רכיבים:

1. הסבר ההשפעה של הגורם הקבוע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה.
רק גורם שיכול להשפיע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה, הוא גורם רלוונטי שחשוב לשמור אותו קבוע.
2. הסבר מדוע חשוב לבודד משתנים ולבדוק את השפעתו של גורם אחד בלבד (המשתנה הבלתי תלוי) בכל ניסוי, (עיקרון בידוד המשתנים).

* יש תלמידים שמסבירים רק באופן כללי או חלקי: הגורם... משפיע על תוצאות הניסוי.
במהלך ההוראה חשוב לדרוש מהתלמידים שיסבירו בפירוט מדוע וכיצד הגורם הקבוע משפיע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה.

תשובות חלקיות אלה הן רק **אחד** הרכיבים של התשובה המלאה:
* במערך הניסוי יש רק משתנה בלתי תלוי אחד ושאר הגורמים צריכים להיות קבועים
* כדי לבודד משתנים.
ראו בטבלה את המבנה של רכיבי התשובה המלאה.

תשובות שגויות:

- * שמירה על הגורם קבוע מגדילה את מהימנות הניסוי.
- * התוצאות יותר מדויקות.

בדיון עם תלמידים בנושא : זיהוי ותכנון גורמים קבועים בניסוי, והסבר החשיבות על שמירתם קבועים תוכלו להיעזר במאמר: "[גורמים קבועים קל לזהות קשה להסביר](#)"
מומלץ לעיין בעמ' 16 במאמר בו מובאות דוגמאות שגויות או חלקיות של תשובות תלמידים וניתוח השגיאות.

32.א. בניסוי שערכתם בחלק ב השתמשתם בתמיסת NaOH בריכוז 0.005 M.

תלמיד הוסיף ל- 40 מ"ל מים ל- 10 מ"ל תמיסת NaOH בריכוז 0.1 M.

חשבו מהו ריכוז התמיסה המהולה. **פרטו** את החישוב במחברת. (3 נקודות)

יישום ידע קודם

רכיבי התשובה: הצבה בנוסחה, תוצאת החישוב, יחידות

$$C_2 \times V_2 = C_1 \times V_1$$

$$0.02M = 0.1 \times 10 / 50 \text{ או } 1/50 M$$

או: התלמיד מהל תמיסה בריכוז 0.1 M פי 5 ולכן הריכוז של התמיסה המהולה הוא 0.02 M

הצרה: כוח התלמידים לא נצלנים בטבלה לחישוב ריכוז התמיסה. בחרנו להציג את הטבלה כדי שתוכלו להיעזר בה בהוראה:

ריכוז (C) (M)	נפח (V) (מ"ל)	
$0.1 (C_1)$	$10 (V_1)$	תמיסת ה"אם"
0.02 או: $1/50 (C_2)$	$40+10 (V_2)$	התמיסה לאחר המיהול

למורים:

בשאלה זו, התלמידים נדרשו להציג את פירוט חישוב הריכוז של תמיסת NaOH שנמהלה. רצוי להנחות את התלמידים **לחשוב** על הריכוז של תמיסת NaOH לאחר המיהול, לפני שמציבים בנוסחה ומחשבים. כדאי שיבררו לעצמם שתוצאת החישוב צריכה להיות **יותר נמוכה** מריכוז תמיסת האם. כדאי לדון בשגיאות נפוצות כגון אלה המוצגות להלן:

* לא מכפילים בריכוז תמיסת ה"אם".

* מחלקים בנפח המים במקום בנפח הסופי.

* התוצאה גבוהה מריכוז תמיסת ה"אם" או לא מחלקים בנפח סופי.

* לא מציינים את יחידות הריכוז (M) או מציינים יחידות שגויות.

32.ב. תלמיד ערך את אותו הניסוי שאתם ערכתם בחלק ב. כשהגיע לסעיף כ, הוא השתמש בתמיסת NaOH

בריכוז שחישבתם בשאלה **32.א.** הוא טפטף את התמיסה למבחנה א, וספר את מספר הטיפות שנדרשו לו לקבלת צבע יציב.

לדעתכם, האם נדרשו לו יותר טיפות, פחות טיפות או אותו מספר טיפות בהשוואה למספר הטיפות שנדרשו לכם? נמקו את תשובתכם (4 נקודות).

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

דוגמה:

ריכוז ה- NaOH בתמיסה המהולה $[0.02M]$ גבוה מהריכוז בו השתמשנו בניסוי $[0.005M]$ ולכן נדרשות פחות טיפות של תמיסת הבסיס כדי לסתור / לנטרל / להעלות את רמת ה- pH [את אותה כמות] של החומצה.
או בסדר הפוך: הריכוז שאנחנו השתמשנו נמוך מ....

33. הסבירו מדוע חשוב בכל טיפול להשתמש ב-15 נבטים של לוביה ואי אפשר להסתפק בנבט אחד בלבד (4 נקודות)

הבנת חשיבות של ריבוי פריטים

דוגמאות:

1. בדיקה של מספר נבטים מקטינה את ההשפעה של תוצאה מקרית / מקזזת סטיה [אקראיות].
2. יתכן שנבט אחד פגום / לא התפתח. בדיקה של מספר נבטים מקטינה את השפעה של נבט חריג / בדיקה של מספר נבטים משפרת את מהימנות הניסוי.

אפשר לקבל גם:

[כאשר מספר הנבטים גדול יותר] כמות ה- CO_2 שנפלטת גדולה יותר והירידה ב- pH מהירה יותר / ניתן לראות מהר יותר את שינוי הצבע של התמיסה.
או: אם היה נבט אחד, כמות ה- CO_2 שנפלטת קטנה מאד, הירידה ב- pH תהיה איטית / מהירות שינוי הצבע תהיה איטית.

למורים:

התלמידים נוטים לענות ב"סיסמאות" שגויות: כדי שהתוצאות יהיו אמינות, מדויקות, אמיתיות ולכן כדאי לדון בתשובות מלאות.

* חזרות מסוג דגימות ביולוגיות בניסוי (ריבוי פריטים) מאפשרות לקזז את ההשפעה של גורמים גנטיים או סביבתיים בלתי נשלטים העלולים להוביל להטיות בתוצאות.

* בשאלה זו התלמיד לא נדרש להשתמש במונח "חזרות מסוג דגימות ביולוגיות".

תשובות שגויות:

יש תלמידים שהתייחסו בטעות ל-15 הנבטים כ"חזרות – מדידות חוזרות". 15 הנבטים נכללו כולם באותו כלי בכל טיפול, ולכן אין אלו מדידות חוזרות על הניסוי וחשוב להבחין בין שני המושגים. לו היו מניחים כל נבט בכלי נפרד ניתן היה להתייחס לחזרות אך לא כך בניסוי זה.

ראו פירוט נוסף במאמר: [דיוק, אמינות ומהימנות – מה בעצם ההבדל?](#) מאת: ד"ר עומר חורש

חלק ג – ניתוח תוצאות מחקר: ההשפעה של ההתחממות העולמית על תהליכים המתרחשים בצמחי "עשב הים" (*Zostera marina*)

ניסוי 1 לידיעתכם 3, ניסוי 2 לידיעתכם 4, ניסוי 3 לידיעתכם 3:

פחמן דו – חמצני (CO_2) הוא אחד מגזי החממה. גזים אלה תורמים לעלייה בטמפרטורה הממוצעת של האוויר

טבלה 2, 3, 3: ריכוז CO_2 באוויר והשינויים בממוצע השנתי של הטמפרטורות בכמה השנים

שנה	הריכוז הממוצע של CO_2 באוויר (יחידות יחסיות)	השינוי בטמפרטורה השנתית הממוצעת (בהשוואה לממוצע שנמדד בשנת 1875 ($^{\circ}\text{C}$))
1974	330	+ 0.35
1990	354	+ 0.55
2007	383	+ 0.75
2024	423	+ 1.55

10. 22. 34. א. תארו את הקשר בין השינוי בריכוז של CO_2 באוויר ובין השינוי בטמפרטורה הממוצעת, על פי הנתונים המוצגים בטבלה 2. (2 נקודות)

תיאור נכון על פי נתונים בטבלה

דוגמה:

ככל שריכוז ה- CO_2 באוויר עולה [מ - 330 יחידות יחסיות בשנת 1974 ל - 423 יחידות יחסיות בשנת 2024] גדל גם השינוי בטמפרטורה [מ - 0.35°C ל - 1.55°C].

10. 22. 34. ב. הסבירו כיצד עלייה בריכוז של CO_2 באוויר עשויה להשפיע על קצב הגדילה של צמחי "עשב הים". (5 נקודות)

יישום ידע קודם

90 – 100 – מיישם נכון ידע קודם

דוגמאות:

1. CO_2 הוא חומר מוצא / מגיב בתהליך הפוטוסינתזה.
ככל שריכוזו [באוויר] יעלה, [ריכוזו במים עולה], קצב תהליך הפוטוסינתזה יעלה.
ייווצרו יותר חומרים אורגניים / ייווצרו יותר סוכרים / גלוקוז. קצב הגדילה של עשב הים יעלה [עד גבול מסוים].
2. ככל שריכוז CO_2 יעלה, גם הטמפרטורה [של האוויר] תעלה [טמפרטורת המים תעלה].
תהליך הפוטוסינתזה הוא תהליך אנזימתי, ולכן קצב הפוטוסינתזה יעלה [עד לטמפרטורה מסוימת].
ייווצרו יותר חומרים אורגניים / סוכרים / גלוקוז. קצב הגדילה של עשב הים יעלה [עד גבול מסוים].
3. CO_2 הוא חומר מוצא / מגיב בתהליך הפוטוסינתזה. קצב תהליך הפוטוסינתזה לא ישתנה למרות העלייה בריכוז CO_2 . בגלל שיתכן שקיים גורם מגביל אחר [כמו כמות אנזימי הפוטוסינתזה בתא / כמות הכלורופיל] ולא יהיה שינוי בקצב הגדילה של עשב הים.

למורים:

דוגמאות 1 ו - 3 לכאורה סותרות אחת את השנייה אבל כל אחת מהן נשענת על ידע ביולוגי מבוסס.

טבלה 3, 4, 4:

קצב פוטוסינתזה* (מיקרומול חמצן /יחידת שטח עלה /דקה)	קצב נשימה תאית** (מיקרומול חמצן /יחידת שטח עלה /דקה)	טמפרטורת המים (°C)
0.30	0.05	10
0.65	0.10	15
0.90	0.20	25
0.90	0.25	30
0.55	0.30	35

* כמות החמצן הנפלטת ** כמות החמצן הנקלטת

11. 23. 35 א. (1) איזה סוג של הצגה גרפית הוא המתאים ביותר לתיאור התוצאות המוצגות בטבלה 3 –

גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נמקו את תשובתכם.

(2) הציגו במחברת בדרך גרפית מתאימה את תוצאות הניסוי בטבלה 3. (10 נקודות)

הערה: בתצוגה הגרפית סרטטו את קצב הפוטוסינתזה ואת קצב הנשימה התאית באותה מערכת צירים.

(1) הסבר שיטת עיבוד תוצאות (3 נקודות)

דוגמאות:

1. גרף רציף / עקום / פיזור XY.

נימוק: המשתנה הבלתי תלוי / טמפרטורה, הוא משתנה רציף / כמותי / מדיד / יש משמעות לערכי הביניים.הצרה: אפשר לקבל כנימוק: [שני] המשתנים [הבלתי תלוי והתלוי] / הטמפרטורה וכמות, חמצן, הם רציפים/כמותיים/מדידים.

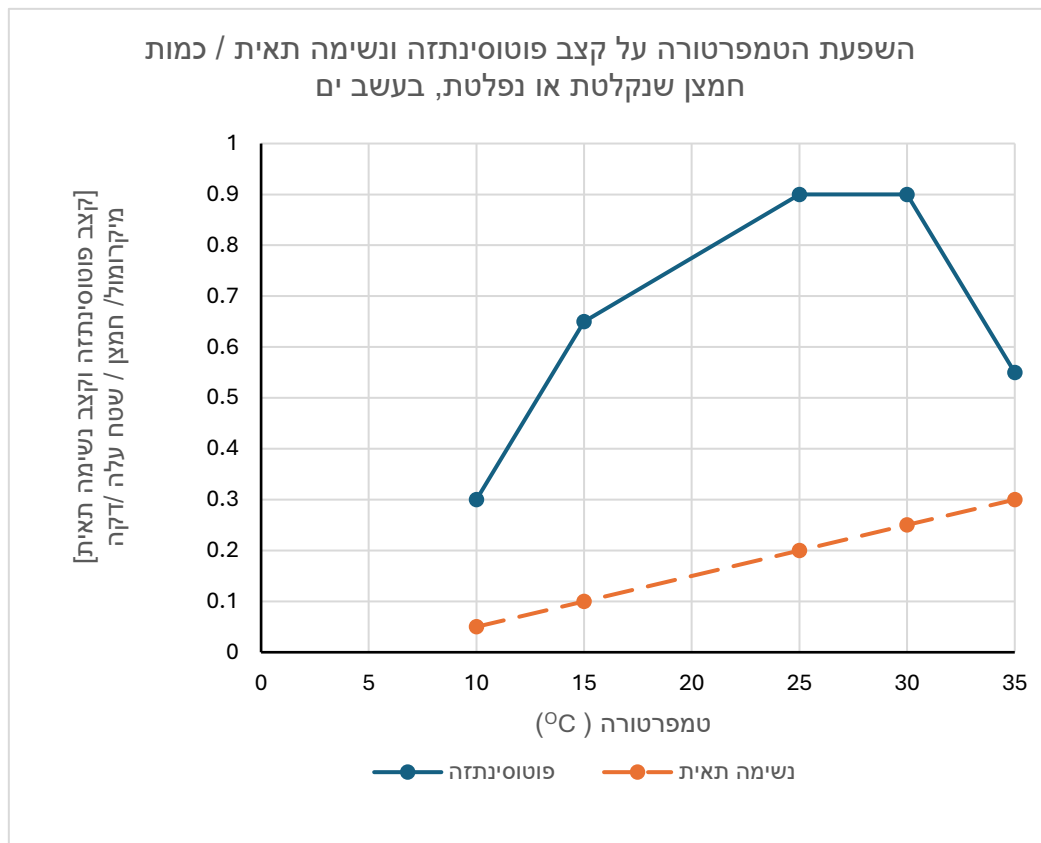
2. דיאגרמת עמודות.

נימוק: המשתנה הבלתי תלוי: סוג התהליך [פוטוסינתזה, נשימה תאית] הוא משתנה בדיד.

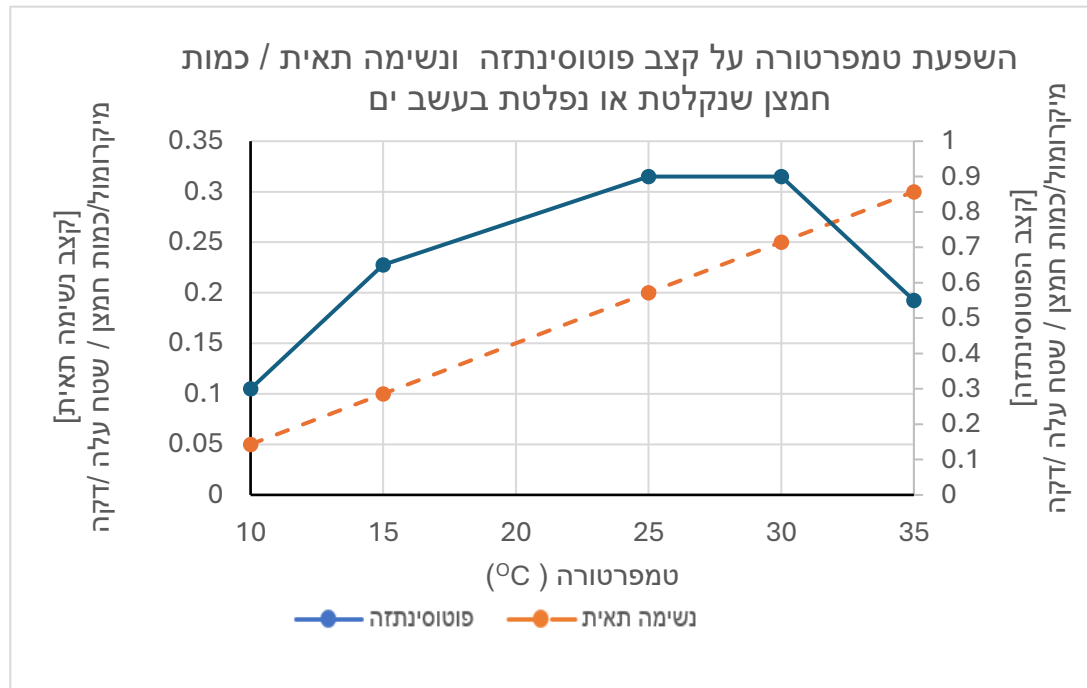
(2) הצגה גרפית מתאימה, יש כותרת, בחירת משתנים וסימונם נכון, סרטוט ההצגה הגרפית כראוי

(7 נקודות)

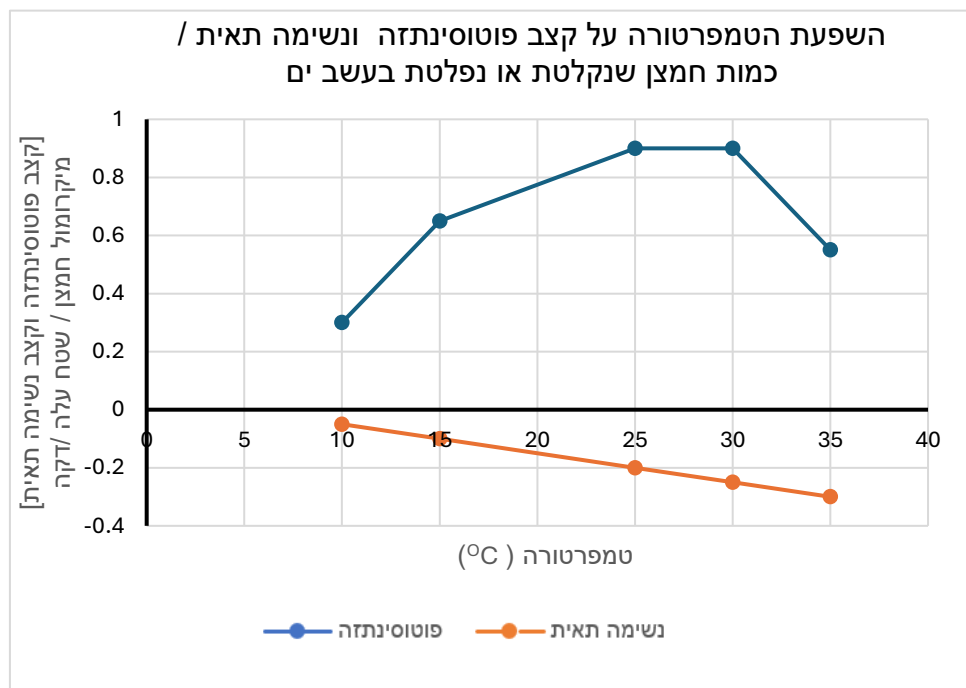
דוגמה 1:

**הצרה: אפשר להתחיל את ראשית הציריט בצדק של הטמפרטורה 10°C**

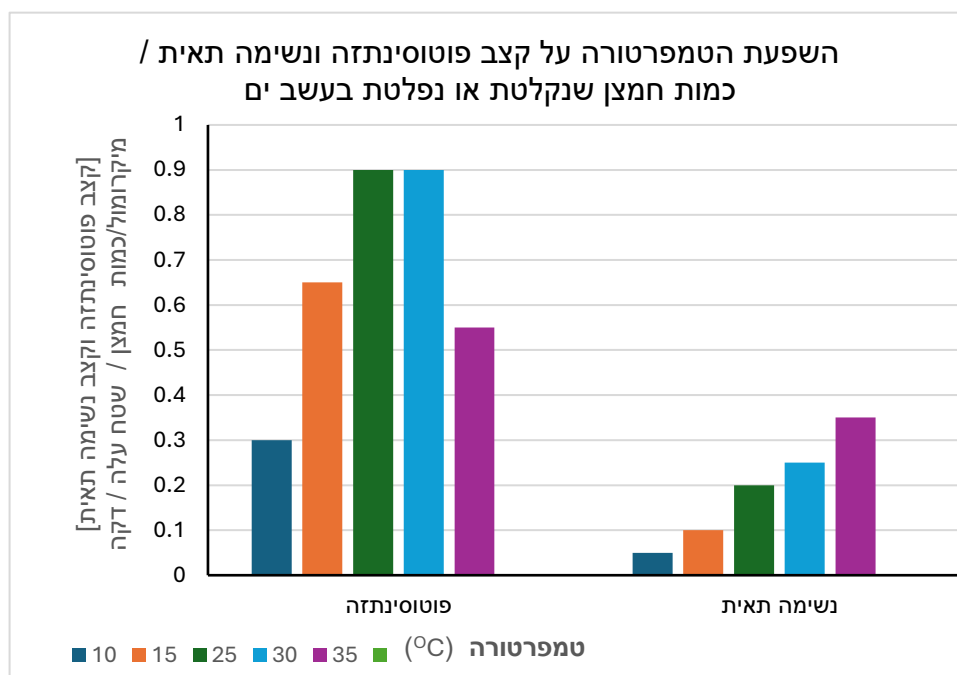
דוגמה 2: מתאימה למשתנה רציף. גרף רציף עם שני צירי Y:



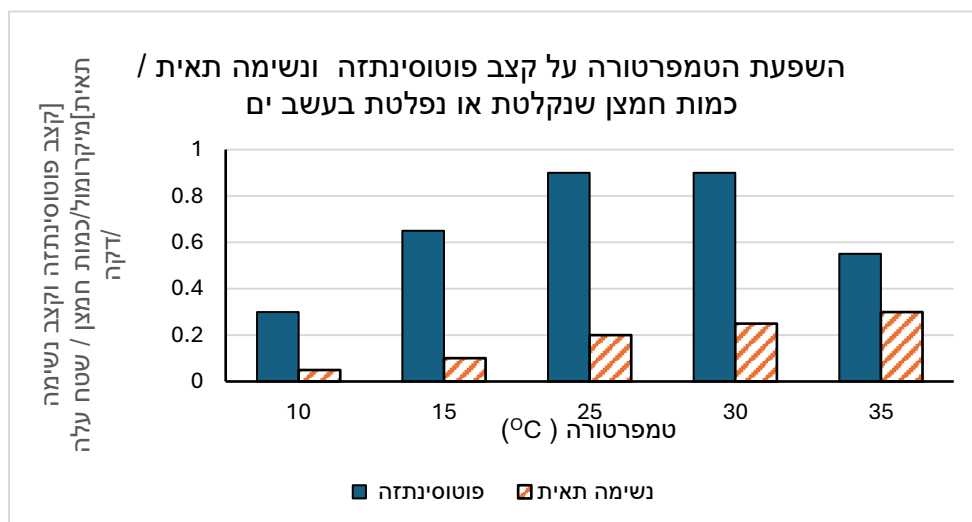
דוגמה 3: מתאימה למשתנה רציף. ערכי חמצן נקלט מוצגים בצירי Y.



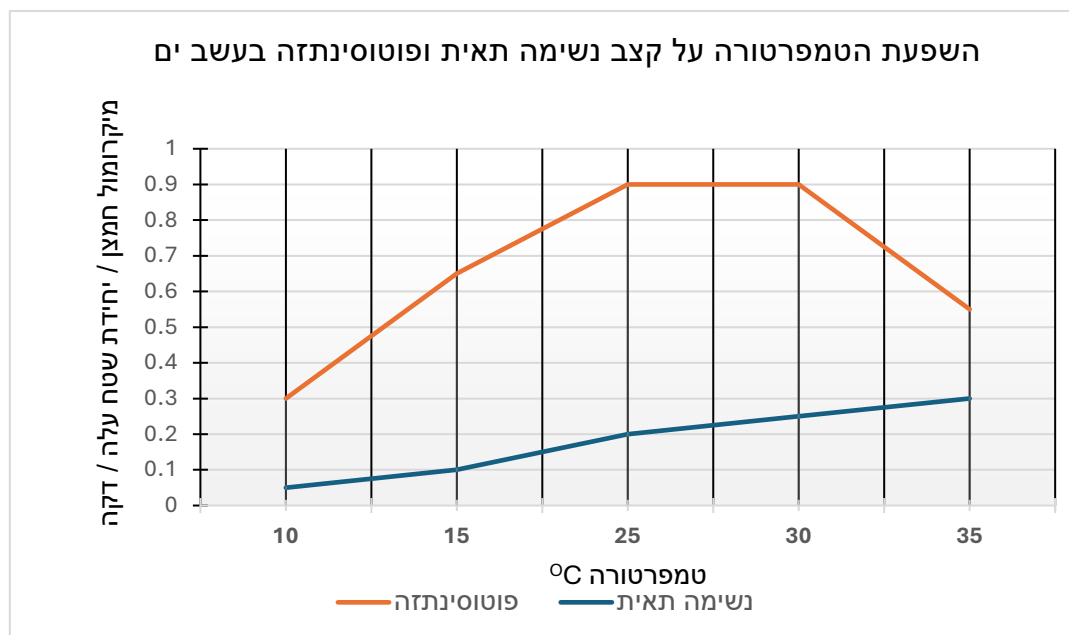
דוגמה 4: מתאימה למשתנה בלתי תלוי בדיד:



דוגמה 5: דיאגרמת צמודות שאינה מתאימה למשתנה בלתי תלוי בדיד



דוגמה 6: גרף רציף וקנה המידה בציר X של



ליקויים בהצגה הגרפית
בחר בדיאגרמת עמודות ונימק נכון (משתנה בדיד) אך סרטט דיאגרמת עמודות שבציר X הציב טמפרטורה (משתנה רציף) ראו דוגמה 5
בחר בדיאגרמת עמודות ולא נימק נכון או לא נימק, בסעיף א(2) סרטט דיאגרמת עמודות לפי דוגמה 5.
ההצגה הגרפית נכונה אך אינה מתאימה לתשובה בסעיף א (1)
אין כותרת להצגה הגרפית
כותרת שגויה להצגה הגרפית / שם משתנה שגוי לציר
חסר ציון שם המשתנה / חסר ציון שיטת המדידה / חסרות יחידות מדידה על הציר
חסרים ערכים על הציר
חיבר את הקווים לראשית הצירים (0, 0)
קנה המידה בציר Y או בציר X שגוי / משתנה לאורך הציר (ראו דוגמה 6, לקנה מידה שגוי בציר X)
החלפת ציר X בציר Y
סימון הנקודות אינו מתאים לתוצאות הרשומות בטבלה / חסרות תוצאות
גרף מסורטט כקו ללא נקודות
בחר גרף רציף, סימן נקודות ולא חיבר בקו את הנקודות
סרטט רק עקום אחד מתוך שניים
סרטט גרף קטן מאד
חסר מקרא
מקרא שגוי או חלקי
אם סרטט לכל אחד מהתהליכים (פוטוסינתזה ונשימה תאית) גרף נפרד ובכל אחד כל הרכיבים נכונים

11. 23. 35 ב. תארו את תוצאות הניסוי על פי התצוגה הגרפית שהכנתם במחברת. (4 נקודות)

תיאור תוצאות

90 - 100 - מתאר נכון את כל התוצאות

דוגמה:

ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר בין 10°C - 25°C / 30°C עד 30°C , קצב הפוטוסינתזה / כמות החמצן שנפלטת עולה [בצמח עשב הים].
בין 30°C - 35°C קצב הפוטוסינתזה יורד / כמות החמצן שנפלטת יורדת.
ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר [בין 10°C - 35°C], קצב הנשימה התאית / כמות החמצן שנקלטת עולה.
בכל טווח הטמפרטורות שנבדק [בין 10°C - 35°C] קצב הפוטוסינתזה גבוה יותר מקצב הנשימה.

רכיבי תשובה	
פוטוסינתזה	
משתנה בלתי תלוי	1
טווח נבדק 10°C - 25°C / 30°C	2
משתנה תלוי או שיטת המדידה	3
מגמת השינוי	4
טווח נבדק 30°C - 35°C ומגמת השינוי	5
נשימה תאית	
משתנה בלתי תלוי [טווח נבדק / בין 10°C - 35°C]	6
משתנה תלוי או שיטת המדידה	7
מגמת השינוי	8
רכיב השוואה בין הקצב של שני התהליכים	9

למורים:

לקריאה נוספת בנושא תיאור תוצאות ותרגול עם תלמידים בדוגמאות שונות תוכלו למצוא במצגת: [תיאור תוצאות הסקת מסקנות והקשר ביניהם](#) - בפרט בשקפים 10 – 19.
כאשר בניסוי נבדקים שני תהליכים, שני זנים, וכדו' – מטרת הניסוי היא גם להשוות ביניהם ועל כן חשוב להתייחס בתיאור להשוואה זו. תלמידים רבים אינם משווים את הקצב של שני התהליכים ומסתפקים בתיאור כל אחד מהתהליכים בנפרד.

12. 24. 36 א. שער מה תהיה ההשפעה של העלייה בטמפרטורה לטווח של $30^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$, לאורך זמן, על כמות החומר האורגני בצמחי עשב הים. הסבירו את השערתכם. בהסברכם התייחסו לקצב תהליך הפוטוסינתזה ולקצב תהליך הנשימה התאית בניסוי שערכו החוקרים. (6 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

דוגמה:

- השערה:** תהיה ירידה בכמות החומר האורגני בעשב הים. **הסבר:** בטווח הטמפרטורות הזה קצב פוטוסינתזה יורד, לכן תהיה פחות יצירה של חומרים אורגניים / גלוקוז / סוכרים. [בטווח טמפרטורות זה] קצב הנשימה [התאית] עולה, יש יותר פירוק של חומרים אורגניים / חומרי תשמורת.
- הצרה:** השערה זו מבוססת על השפעת הצלייה של הטמפרטורה $30^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$.
בתשובה יש השוואה בין כמות החומר האורגני בטמפרטורה 30°C לצומת טמפרטורה 35°C .

- השערה:** תהיה עליה (בקצב איטי יותר) בכמות החומר האורגני בעשב הים. **הסבר:** בטווח הטמפרטורות הזה תהליך הפוטוסינתזה מתקיים, יש יצירה של חומרים אורגניים / סוכרים / גלוקוז. בטווח טמפרטורות זה קצב הנשימה [התאית] עולה, ויש פירוק של חומרים אורגניים. כיוון שקצב של תהליך הפוטוסינתזה גבוה מקצב הנשימה התאית קצב יצירה של חומר אורגני גדולה מקצב הפירוק שלו.

הצרה: בתשובה זו יש התייחסות לכמות החומר האורגני הנוצרת כאשר הצומת 35°C נמצא בטמפרטורה 35°C .

ניסוי 1 לידיעתכם 4:

בתגובה בין פחמן דו-חמצני (CO_2) לבין מים נוצרת חומצה (פחמתית) הגורמת לירידה בדרגת ה-pH.
הצרה: הניסויים 2+3 מ'דע רשום בתחילת הניסוי (בקטע לידיעתכם 2).

12. 24. 36 ב. כשהטמפרטורה של המים בכלים שבהם גידלו החוקרים את עשב הים הייתה בטווח של $30^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$, נמצאה עלייה בחומציות של המים (ירידה בדרגת ה-pH). הסבירו ממצא זה.
בתשובתכם התבססו על תוצאות הניסוי של החוקרים (טבלה 3) ועל המידע בקטע "לידיעתכם 4".
ניסוי 2, 3: בתשובתכם התבססו על תוצאות הניסוי שביצעתם בחלק א ועל תוצאות הניסוי של החוקרים (4 נקודות).

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

- בטווח הטמפרטורות הזה קצב הפוטוסינתזה [בצמח עשב הים] יורד ופחות CO_2 נקלט. קצב הנשימה התאית עולה ולכן יותר CO_2 נפלט.
בסביבה מימית, CO_2 יוצר חומצה פחמתית שגורמת לעלייה בחומציות / לירידה ב-pH.
- הצרה:** גם תשובה זו מבוססת על השפעת הצלייה של הטמפרטורה $30^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$ (צומת טמפרטורות נמוכות יותר).
"החמצת" מי האוקיאנוסים נגרמת בעיקר בגלל צלייה בריכוז CO_2 באטמוספירה, אשר

*מתמוסס במים ואורג ליירידה בדרכת pH. אק בשאלה זו התלמידים התבקשו להתבסס על
הנתונים במחקר של צב היט.*