

מדינת ישראל

המזכירות הפדגוגית המנהל הפדגוגי

הפיקוח על הוראת הביולוגיה אגף הבחינות

אוניברסיטת בר אילן

בית הספר לחינוך

המרכז לפיתוח ותמיכה במעבדות הביולוגיה

מכון הנרייטה סאלד

המרכז לבחינות בגרות

מכשיר להערכה של מבחני מעבדה בביולוגיה

תשפ"ג – 2023

שרה ורטהימר, אפרת לינק, תמי בן-דור, הדיה שור-שוסטר

למורה

מכשיר ההערכה (המחונן) משמש את המעריכים בבואם להעריך את בחינות הבגרות במעבדה. אנו מפרסמים אותו לכלל המורים כדי שתשתמשו ותיעזרו בו במהלך ההוראה.

בעמודים 4 ו-39 תמצאו תרשימים המסכמים את נושאי הניסויים בכל אחד מחלקי הבחינה. בעיות 1,2,3 שובצו במחזור בוקר ואילו בעיות 4,5 שובצו במחזור צהרים. חלק א בכל אחת מהבעיות 1,2,3 ובכל אחת מהבעיות 4,5 זהה. השנה, הניסויים בחלק ב של הבעיות במחזור דומים, אך שונים במשתנה הבלתי תלוי. חלק ג – זהה בכל הבעיות של כל אחד מהמחזורים. לנוחיות המעריכים והמורים העתקנו את השאלות מהבחינה, והן צבועות בצבע אפור, כמו הן העתקנו את הקטעים "לידיעתכם" ששולבו במהלך הבחינה.

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

בניית טבלה לסיכום הניסוי ודיווח על תוצאות הניסוי.

להלן הערות כלליות המתייחסות למבנה השאלון (סמל שאלון 43386) ולמכשיר ההערכה.

בשאלונים ניתן מספור עוקב לשאלות שבכל שש הבעיות. בטבלה הבאה מפורטים **מספרי השאלות** בכל הבעיות:

מספר בעיה	מספרי שאלות
1	1 – 12
2	13 – 24
3	25 – 36
4	37 – 48
5	49 – 60

הערות כלליות:

- * 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 לדרוש מהתלמידים תשובה מלאה.**
- * יש דוגמאות לתשובות בהן מופיע הסימן "/". הלוכסן מציין תשובה חלופית, כלומר די באחת התשובות. לדוגמה בשאלה 3: הבדיקה היא איכותנית / מאפשרת רק לקבוע הימצאות חלבון / אין שימוש במכשיר שמודד את עוצמת הצבע / אין סולם צבעים / התוצאה לא מדירה / התוצאה לא כמותית.
- * **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.
- * בשאלה המבקשת הסבר: "מדוע חשוב לשמור שגורם מסוים יישמר קבוע במערך הניסוי?", בבחינה בדרך כלל **לא נדרש הסבר המפרט מהי** השפעת אותו גורם על המשתנה התלוי או על דרך המדידה, אך במהלך ההוראה חשוב לדרוש מהתלמידים שיסבירו בפירוט מדוע וכיצד הגורם הקבוע משפיע.
- * 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, התלמיד נדרש לסרטט גרף על סמך תוצאות שהתקבלו במחקר מדעי ופורסמו במאמר בעיתונים מדעיים. לאור זאת בתוצאות המוצגות לתלמיד אין סטיות חריגות בתוצאות, ולא נדרש מהתלמיד לחשב ולסרטט קו מגמה, בנתונים כאלו התלמיד יכול לסרטט גרף רציף ולחבר בין הנקודות או לסרטט דיאגרמת עמודות (בהתאם למשתנה הבלתי תלוי).
- * סרטוט קו מגמה צריך להתבסס על הנתונים וחישוב מתמטי. פעולות אלו לא ניתנות לביצוע במהלך בחינת המעבדה. עם זאת, תלמיד שיסרטט קו מגמה ויצרף נימוק הגיוני - לא יורדו לו נקודות.

בחוברת זו הוספנו למחווה הערות למורה המופיעות בתיבות טקסט. בהערות אלו יש התייחסות לקושי במתן התשובה על ידי התלמיד, הכוונה למרכיבי התשובה המלאה, התייחסות לשגיאות נפוצות של תלמידים או הפניות למאמרים ומצגות המרחיבים בנושא המיומנויות הנדרשות ומופיעים באתר המרכז לפיתוח ותמיכה במעבדות הביולוגיה באוניברסיטת בר אילן.

תרשים בעיות בוקר

בעיה 1	בעיה 2	בעיה 3	
בדיקה של הימצאות חלבונים בתסנין מזרעי סויה ובתסנין מורתח			חלק א
הניסוי: השפעת ריכוז תמיסת אוראה על קצב פעילות האנזים אוראז בתסנין מזרעי סויה. שיטת המדידה: טיטרציה של כמות בסיס אמוניום שנוצרת	הניסוי: השפעת ריכוז תמיסת נחושת גופרתית על קצב פעילות האנזים אוראז בתסנין מזרעי סויה. שיטת המדידה: טיטרציה של כמות בסיס אמוניום שנוצרת	הניסוי: השפעת ריכוז תסנין על קצב פעילות האנזים אוראז בתסנין מזרעי סויה. שיטת המדידה: טיטרציה של כמות בסיס אמוניום שנוצרת	חלק ב
ניתוח תוצאות מחקר: השפעת דישון בכמויות שונות של אוראה ומעכב אוראז (NBPT) על משקל יבול חיטה.			חלק ג

פתיח (משותף לבעיות 1, 2, 3)

חלק א – בדיקת הימצאות של חלבונים בזרעי סויה.

הבדיקה תיערך באמצעות שתי תמיסות: תמיסת בסיס הנתרן (NaOH) חסרת צבע, ותמיסת נחושת גופרתית (CuSO_4), שצבעה תכלת. בנוכחות תערובת של שתי התמיסות האלה, צבעו של נוזל שיש בו חלבונים יהפוך לסגול.

בעיות 1, 2, 3 – חלק א

הצרה

החלק א, בסעיף ח נכתב כך:

רשמו "תסנין מורתח" על פיפטת 5 מ"ל.

– הצבירו באמצעות 1 מ"ל תסנין מורתח מן המבחנה "תסנין מורתח" למבחנה 2.

התסנין המורתח הוכן יום לפני מועד הבחינה. החלבונים שעברו דנטורציה שקעו במבחנה. לא הייתה הנחיה לערבב את הנוזל במבחנה, ולכן חלק מהתלמידים שאבו 1 מ"ל מהנוזל העליון שבו היו מעט חלבונים והצבע שהתקבל בבדיקת ביוורט היה כחול-סגול או כחול.

לכן יש להנחות את הלבורנטים לפקוק את המבחנה "תסנין מורתח" בפקק (ולא בפראפילם).

הוסיפו הנחיה זו לתלמידים, בסעיף ח:

- פקקו היטב את המבחנה "תסנין מורתח" וצריבו את הנוזל שמבחנה על

ידי הפיכת המבחנה פלאייט.

- רשמו "תסנין מורתח" על פיפטת 5 מ"ל וכו'

1. 13. 25. העתיקו למחברת את הטבלה שלפניכם, והשלימו אותה, קבעו הימצאות של חלבונים בתמיסות על פי המידע שבפתיח של חלק א. (6 נקודות)

השלמת טבלה לסיכום הבדיקה ודיווח על תוצאות הבדיקה והסקת מסקנה

דוגמה:

טבלה 1: בדיקת הימצאות חלבון בתמיסות

המבחנה	התמיסה הנבדקת	תוצאת הבדיקה (צבע)	הימצאות חלבונים (יש / אין)
1	תסנין	סגול	יש
2	תסנין מורתח	סגול / כחול סגול	יש
3	מים	תכלת / כחול / טורקיז / ירקרק	אין

הצרות:

אין להוריד ציון אט:

1. צוין צמצום/אין הצבע הסגול או דווח על כחול סגול (בתסנין מורתח)
2. התוצאות שונות מהצפוי, והדיווח על הימצאות חלבונים בהתאם לתוצאות
3. אין להוריד אט בצמדות התמיסה הנבדקת הוסיפו גם בסיס נתרן ונחושת גופרתית

2. 14. 26. הסבירו מהי חשיבות הבדיקה שערכתם במבחנה 3. (3 נקודות)

הבנת חשיבות מרכיבי ניסוי (בקרה לשלילת הסבר חלופי)

דוגמאות:

1. כדי לשלול הסבר חלופי/אחר, שעל פיו שינוי הצבע / הצבע הסגול, נגרם בגלל ערבוב התמיסות / הימצאות בסיס נתרן ונחושת גופרתית, אלא [שהצבע הסגול] הוא תוצאה של הימצאות חלבונים.
2. כדי להשוות את הצבע [הסגול] של התמיסה בנוכחות חלבון, לצבע [תכלת] שמתקבל בהיעדר חלבון / בנוכחות מים בלבד [בקרת צבע].
3. כדי לבדוק שהימצאות חלבונים / סוג התסנין, משפיע/ה על צבע התמיסה, והצבע אינו מושפע מגורם אחר.
4. כדי לוודא שבמים [שהשתמשו בהם לבדיקה / להכנת התסנין] אין חלבונים, כי אז אפשר יהיה לקבוע שבתסנין / תסנין מורתח, יש חלבונים [על פי הצבע הסגול, כי גם בו יש מים].

למורה:

תלמידים רבים התקשו במתן הסבר מלא לחשיבות הבדיקה במבחנה 3. הם הסבירו באופן חלקי את חשיבות הבדיקה, או אפיינו את הבדיקה (ללא הסבר), כגון: בקרת צבע, שלילת הסבר חלופי, בקרה חיצונית / שלילית, בקרה ללא המשתנה הבלתי תלוי. היו תלמידים שתיארו את הטיפול במבחנה: במבחנה זו יש רק מים / אין חלבון / אין תסנין. שגיאה נוספת היא חוסר הבחנה בין חשיבות הבקרה לחשיבות החזרות: לוודא שהתוצאות אינן מקריות / שהתוצאות יותר מהימנות / שהניסוי יותר מדויק.

תשובה מלאה המתייחסת ל"שלילת הסבר חלופי" (כמו בדוגמא 1) מסובכת לתלמידים, ולכן בבחינת הבגרות המעשית, אנו מאפשרים גם ניסוח במשפט חיובי, ובו התלמידים משתמשים במונחים "לוודא", "להוכיח", אף כי ידוע לנו שהבדיקה הזאת אינה יכולה לוודא באופן מוחלט שבמים אין חלבונים, כי ייתכן שהבדיקה לא רגישה לריכוזים נמוכים של חלבון וכו'. במהלך ההוראה בכיתה, חשוב להשתמש במונחים המדויקים להסבר חשיבות הבקרה, ולדון עם תלמידים על ההבדל בין הניסוחים הנ"ל.

לקריאה נוספת: מאמר "סודות הבקרה" <https://www.biu-edulab.org.il/research/hs-strategy>
ומצגת: סודות הבקרה – מסע אל תוך החקר <https://www.biu-edulab.org.il/t-materials>

3. 15. 27. האם אפשר לקבוע מהו ריכוז החלבונים בתסנין הסויה שבמבחנה 1 על סמך הבדיקה שערכתם? נמקו. (4 נקודות)

הבנת דרך הבדיקה**דוגמה:**

אי אפשר [לקבוע את ריכוז החלבונים בתסנין על פי הבדיקה שערכנו].
נימוק: הבדיקה היא איכותית / מאפשרת רק לקבוע הימצאות חלבון / אין שימוש במכשיר שמודד את עוצמת הצבע / אין סולם צבעים / התוצאה לא מדידה / התוצאה לא כמותית.

אם בתסנין האורתח הצבע היה באופן כחול סאף / סאף בהיר לצומת הצבע הסאף של התסנין, ניתן לקבל תשובה זו כתשובה חלקית:

אפשר לקבוע, כי הצבע הכחול סגול / סגול בהיר, מעיד על ריכוז נמוך יותר של חלבונים. [עדיין לא מאפשר לקבוע את הריכוז כפי שנדרש בשאלה]

למורה:

תלמידים נימקו, באופן שגוי, שחסרים נתונים על ריכוז התסנין ההתחלתי בזרעי סויה, או נתונים אחרים המאפשרים להשתמש בנוסחת המיהולים $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$. רצוי לדון בהבדל בין בדיקה / ניסוי איכותני לבין בדיקה / ניסוי כמותי.

במחווון השתמשנו במונח "איכותי", כי הוא נפוץ יותר. על פי האקדמיה ללשון עברית מצד הדקדוק ניתן להשתמש בשני המונחים: איכותי ואיכותני. אף כי יש משמעות כפולה למונח "איכותי", בתשובה זו אנו משתמשים במונח במשמעות qualitative study.

בעיה 1 – חלק ב**ניסוי: בדיקת פעילות של האנזים אוראז בתסנין מזרעי סויה.**התרכובת **אוראז** היא תוצר של תהליכי חילוף חומרים בתאים חיים.ביצורים שונים (ובהם צמח סויה) מצוי האנזים **אוראז** המזרז את פירוק האוראז.אחד מתוצרי הפירוק של אוראז הוא אמוניה (NH_3) שבסביבה מימית מתרכבת עם מים ונוצר החומר **בסיס האמוניום**.

לידיעתכם 1: פנול אדום הוא חומר בוחן (אינדיקטור) בניסוי שתערכו צבעו אדום - ורוד בסביבה בסיסית, וצהוב - כתום בסביבה חומצית.

לידיעתכם 2: ככל שכמות הבסיס שנוצרה בתמיסה רבה יותר, תידרש כמות גדולה יותר של חומצה כדי לנטרל את הבסיס ולשנות את הצבע של חומר הבוחן (אינדיקטור) פנול אדום.

4. חשבו את הריכוז של תמיסת האוראז בכל אחת מן המבחנות א-ה לאחר הוספת התסנין (בסעיפים יב – יג), שימו לב: הריכוז של תמיסת האוראז שהשתמשתם בה הוא 1%, והנפח הסופי בכל מבחנה הוא 4 מ"ל (אין לכלול בחישוב את הנפח של פנול אדום שהוספתם למבחנות).
רשמו את תוצאות החישובים במחברת. פרטו את חישוביכם בנוגע למבחנות ב ו'ג בלבד (6 נקודות).

יישום ידע קודם**דוגמה:**

מבחנה	ריכוז אוראז (%)
א	0
ב	0.025
ג	0.075
ד	0.25
ה	0.25

פירוט החישוב למבחנות ב ו'ג:הצבה בנוסחה וחישוב הערך של ריכוז התמיסה: $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

מבחנה ב: חישוב הריכוז $X = 0.1 \times 1:4$ **מבחנה ג:** חישוב הריכוז $X = 0.3 \times 1:4$
או הצבת נתונים בטבלה:

דוגמה למבחנה ב:**דוגמה למבחנה ג:**

ריכוז (C) (%)	נפח (V) (מ"ל)	
$(C_1) 1$	$(V_1) 0.3$	תמיסת ה"אם" /המקור
$(C_2) = 0.075$	$(V_2) 4$	התמיסה לאחר המיהול

ריכוז (C) (%)	נפח (V) (מ"ל)	
$(C_1) 1$	$(V_1) 0.1$	תמיסת ה"אם" /המקור
$(C_2) = 0.025$	$(V_2) 4$	התמיסה לאחר המיהול

- 5א. - הכינו טבלה שתסכמו בה את כל מערך הניסוי שערכתם בחלק ב ואת תוצאותיו (סעיפים י - יח).
 - הוסיפו לטבלה עמודה וכתבו בה את תוצאות החישוב של ריכוז תמיסת האוראה (שאלה 4).
 - רשמו במקום המתאים בטבלה את הטיפה האחת שהוספתם למבחנה א (סעיף טו)
 - העתיקו לטבלה את תוצאות הניסוי שכתבתם בסעיפים יז - יח. (13 נקודות)

בניית טבלה לסיכום הניסוי ודיווח על תוצאות הניסוי

הניקוד העיקרי בטבלת התוצאות ניתן על דיווח על מספר הטיפות שנדרשו לטיטריציה
 דוגמה:

5	4	3 העתקה מתשובה 4	2	1		
[מספר] טיפות חומצה שנדרשו עד לקבלת צבע צהוב/לטיטריציה / לנטרול בסיס	נפח תסנין (מ"ל)	ריכוז אוראה (%)	נפח מים, (מ"ל)	נפח [תמיסת] אוראה [1%] (מ"ל)		תשובה לשאלה ב5
1	3	0	1	0	א	תשובה לשאלה א5
3	3	0.025	0.9	0.1	ב	
7	3	0.075	0.7	0.3	ג	
16	3	0.25	0	1	ד	
1	3 תסנין מורתח	0.25	0	1	ה	

הערות:

1. אפשר במקום צמודה 4

- * להציג שתי צמודות: האחת לנפח תסנין והשנייה לנפח תסנין מורתח.
 * לפרט מתחת לטבלה: הוספת 3 מ"ל תסנין למבחנות א-ד, ו 3 מ"ל תסנין מורתח
 למבחנה ה.
 * לסכם בצמודה זו:

3 מ"ל תסנין / תסנין מורתח
+
+
+
+
מורתח

2. ניתן להוסיף לטבלה עוד צמודות אלה: משק זמן המתנה (3 דקות), צבע התמיסה
 לאחר 3 דקות (סעיף יד), חומציות/בסיסיות התמיסה (סעיף טו), אק אין צורך בכך.

ב. - הוסיפו כותרת לטבלה.**- הוסיפו כותרות לעמודות. (3 נקודות)****השלמת פרטים בטבלה (כותרת לטבלה וכותרות לעמודות)****כותרת הטבלה:**הכותרת לטבלה צריכה לכלול **שלושה** מרכיבים:התייחסות למשתנים הבלתי תלויים: השפעה של / הקשר בין, ריכוז [תמיסת] אוראה, ומקור התסנין / בתסנין ובתסנין מורתח.התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה: [קצב] פעילות אוראז / אנזים, או פירוק אוראה או מספר טיפות חומצה עד לקבלת צבע צהוב, או דרגת pH או כמות בסיס האמוניום.התייחסות לאורגניזם: [תסנין] סויה.**כותרות העמודות**: ראו דוגמה בטבלה עמודות 1 - 5**למורה:**בכותרת טבלה 2 ניתן להתייחס למשתנה התלוי **או** לדרך המדידה.

אם התלמיד כבר הגדיר את שאלת המחקר ואת המשתנה התלוי (כמו שנדרש ב"ביוחקר"), רצוי להתייחס בכותרת של טבלת התוצאות למשתנה התלוי.

אך בבחינה, התלמיד לא נדרש לנסח את שאלת החקר שנבדקה בניסוי, ולא ניסח את ההשערה, לכן יש לקבל התייחסות למשתנה התלוי **או** לדרך המדידה.

במהלך ההוראה בכיתה, רצוי לדון עם התלמידים ולנסח את שאלת המחקר וההשערה. בבניית הטבלה (ואם מסרטטים גרף על פי התוצאות) להתייחס בכותרת הטבלה והגרף למשתנה התלוי.

6. א. הסבירו את תוצאות הניסוי במבחנות ב – ד. בהסבר התייחסו גם לשיטת המדידה. (6 נקודות)**לידיעתכם 2:** ככל שכמות הבסיס שנוצרה בתמיסה רבה יותר, תידרש כמות גדולה יותר של חומצה כדי לנטרל את הבסיס ולשנות את הצבע של החומר הבוחן (אינדיקטור) פנול אדום.**יישום ידע קודם וידע מהניסוי****הצרכה:** אם אין מלמה ברורה f התוצאות, יתקבל הסבר האפוסס על תוצאות הניסוי, כל עוד אין סותר ידע ביוכימי.**דוגמה:**

בתסנין יש אנזים [אוראז/ המזרז פירוק אוראה]. ככל שריכוז אוראה גבוה יותר [בטווח 0.025% - 0.25%], כך קצב פעילות האנזים גבוה יותר [סיכויי המפגש בין האנזים ובין הסובסטרט גבוהים יותר] / קצב פירוק אוראה גדל, נוצר יותר בסיס האמוניום / התמיסה יותר בסיסית, [הצבע של פנול אדום / של התמיסה, הופך לוורוד]. ולכן נדרשו יותר טיפות של חומצה כדי לנטרל (או לסתור) את הבסיס / עד שצבע האינדיקטור הופך לצהוב.

מרכיבי התשובה
אנזים אוראז בתסנין
ריכוז תמיסת אוראה
קצב תהליך פירוק אוראה / פעילות אוראז
כמות תוצר בסיסי
מספר טיפות שנדרשו
נטרול (או סתירה או טיטרציה) של הבסיס / שינוי צבע אינדיקטור

למורה:

הסבר מלא של תוצאות הניסוי צריך לכלול את קטעי המידע שניתנים לתלמיד, וגם ידע נוסף המבוסס על פרקי הליבה הרלוונטיים לנושא. כמו כן ההסבר צריך לקשר בין המשתנה הבלתי תלוי בניסוי, המשתנה התלוי ושיטת המדידה (תוצאות המדידה).

תלמידים רבים ענו תשובה חלקית שהתייחסה רק לצבע האינדיקטור, ולא התייחסו בהסבר לקשר שבין **קצב** התהליך, **כמות** התוצר הבסיסי ובין **מספר** הטיפות שנדרשו לטיטרציה, על אף שהנתון של מספר הטיפות היה בטבלת התוצאות.

6. ב. הטיפול במבחנה א הוא טיפול בקרה. הסבירו את החשיבות של הטיפול במבחנה א במערך הניסוי.
(3 נקודות)

הבנת חשיבות מרכיבי ניסוי (בקרה לשלילת הסבר חלופי)

תזכורת: במבחנה א אין אוראה/סובסטרט ולכן לא נוצר בסיס / צבע האינדיקטור לא השתנה לוורוד.

דוגמאות:

1. כדי לשלול הסבר חלופי שעל פיו שינוי דרגת החומציות / בסיסיות / pH / צבע אינדיקטור, [במבחנות ב – ד], מתרחש עקב תהליך **אחר** שגורם לשינוי pH ואינו קשור למידת פירוק אוראה ע"י האנזים.
2. כדי להשוות את הצבע שהתקבל לאחר הוספת חומצה לכל אחת מהמבחנות, לצבע האינדיקטור במבחנה א [בקרת צבע/ בלנק].
3. כדי להיווכח / לוודא שללא סובסטרט / אוראה אין בתסנין תהליך שגורם לשינוי בסיסיות/חומציות של התמיסה.
4. כדי לוודא שהגורם המשפיע בניסוי על קצב פעילות האנזים / על מספר הטיפות שנדרשו לטיטרציה / כמות הבסיס שנוצרה / דרגת ה-pH, הוא אוראה ולא גורם אחר.

למורה:

תלמידים רבים התקשו במתן הסבר מלא לחשיבות הבקרה במבחנה א. הם הסבירו באופן חלקי את חשיבות הבדיקה, או אפיינו את הבדיקה (ללא הסבר), כגון: בקרת צבע, שלילת הסבר חלופי, בקרה חיצונית / שלילית, בקרה ללא המשתנה הבלתי תלוי. היו תלמידים שתיארו את הטיפול במבחנה: במבחנה זו אין אוראה / יש רק תסנין. שגיאה נוספת היא חוסר הבחנה בין חשיבות הבקרה לחשיבות החזרות: לוודא שהתוצאות אינן מקריות / שהתוצאות יותר מהימנות / שהניסוי יותר מדויק.

תשובה מלאה המתייחסת ל"שלילת הסבר חלופי" (כמו בדוגמא 1) מסובכת לתלמידים, ולכן בבחינת הבגרות המעשית, אנו מאפשרים גם ניסוח במשפט חיובי, ובו התלמידים משתמשים במונחים "לוודא", "להוכיח", אף כי ידוע לנו שהבדיקה הזאת אינה יכולה לוודא באופן מוחלט שאין תהליך אחר שגורם לשינוי דרגת ה- pH. במהלך ההוראה בכיתה, חשוב להשתמש במונחים המדויקים להסבר חשיבות הבקרה, ולדון עם תלמידים על ההבדל בין הניסוחים הנ"ל.

אנו ממליצים לקיים דיון עם התלמידים בשלילת הסבר חלופי **נוסף** שקשור לניסוי זה: ניתן היה להסביר את תוצאות הניסוי במבחנות א – ד באופן הזה: מבחינה כימית תמיסת אוראה היא בסיס חלש מאד (תלמידים אינם אמורים לדעת מידע זה), הצעה להסבר חלופי: ככל שהריכוז של תמיסת אוראה גבוה יותר (בטווח מ 0% - 0.25%), כך תכולת הנוזל במבחנות בסיסית יותר, ונדרשות יותר טיפות חומצה כדי לנטרל את הבסיס. ניתן לשלול הסבר זה על פי הבדיקה שנערכה במבחנה ה (תסנין מורתח), שבה ריכוז אוראה הוא גבוה יחסית (0.25%) והתגובה עם פנול אדום הראתה סביבה חומצית.

לקריאה נוספת: מאמר "סודות הבקרה" <https://www.biu-edulab.org.il/research/hs-strategy>
ומצגת: סודות הבקרה – מסע אל תוך החקר <https://www.biu-edulab.org.il/t-materials>

7. א. התבססו על תוצאות הבדיקה שערכתם בחלק א, ועל תוצאת הניסוי במבחנה ה, וענו על התת-שעפים (1)-(2): (7 נקודות)
(1). האם הרתחת התסנין השפיעה על הימצאות חלבונים? נמקו על פי התוצאות

יישום ידע מהניסוי**דוגמאות:**

1. [לא השפיעה] על פי בדיקת התסנין המורתח [מבחנה 2 בחלק א] יש חלבונים / התקבל צבע סגול.

הצרכ:

אם התשובה "כן" (להימצאות החלבון), ואתוק המשק התשובה ניתן להבין שההרתחה לא השפיעה על הימצאות חלבון, כי יש חלבון בתסנין המורתח – אין להוריד ציון.

הערה: אם התלמידים יערבבו את התסנין המורתח כפי שמומלץ בעמ' 4, יש להניח שיקבלו צבע סגול בבדיקת ביורט בתסנין המורתח.

אם במבחנה 2 בחלק א, התקבל צבע סגול בהיר / כחול סגול אפשר לקבל תשובה זו:
2. [כן השפיעה], בתסנין המורתח הצבע שהתקבל היה סגול בהיר [יותר מאשר בתסנין], מה שמעיד על ריכוז נמוך / כמות נמוכה, של חלבונים.

אם במבחנה 2 בחלק א, התקבל צבע כחול והמסקנה שאין חלבונים, יש לקבל תשובה זו:
3. [כן השפיעה] על פי בדיקת התסנין המורתח אין חלבונים / התקבל צבע כחול.

(2). האם הרתחת התסנין השפיעה על פעילות האנזים אוראז? נמקו על פי התוצאות.

יישום ידע מהניסוי

דוגמה:

כן. במבחנה שבה היה תסנין מורתח (מבחנה ה), לא הייתה פעילות אנזים.
 נימוק: נדרשה רק טיפה אחת כדי שצבע התמיסה יהיה צהוב בהיר (כמו במבחנה שבה לא היה סובסטרט) / צבע התמיסה נשאר צהוב / התמיסה נשארה חומצית / התמיסה לא הפכה לבסיסית.

הערה:

אם באבחנת תסנין מורתח, נדרשה יותר מטיפה אחת לטריציה, ניתן לנמק שפעילות האנזים הייתה נמוכה/מאד נמוכה.

7.ב. האם תשובתכם על תת סעיף א (2) תהיה דומה בנוגע להשפעת הרתחה על הפעילות של כל האנזימים בטבע? נמקו את תשובתכם. (4 נקודות)

יישום ידע קודם

דוגמאות:

1. לא. כי יש אנזימים בטבע שפעילים גם בטמפרטורות גבוהות [מאד].
2. לא, לאנזימים שונים יש פעילות מיטבית / עוברים דנטורציה, בטמפרטורות שונות.
3. לא, כי אי אפשר להסיק מההשפעה של הרתחת אנזים אחד, על כל האנזימים בטבע.

למורה: חלק מהתלמידים אינם מבחינים בין חימום להרתחה ונמקו תוך התייחסות לחימום אנזימים לטמפרטורה גבוהה או טמפ' מעל האופטימום של האנזים, אך לא התייחסו להרתחה ולכן חלקם השיבו "כן".

8. א. לפניכם ארבעה מבין רכיבי הניסוי שערכתם בחלק ב. העתיקו אותם למחברת.

עבור כל רכיב, כתבו במחברת אם הוא משתנה בלתי תלוי או גורם קבוע או דרך המדידה של המשתנה התלוי.
רכיבי הניסוי: (4 נקודות)

- * הנפח הכולל של התמיסה במבחנה
- * מספר טיפות חומצה שנדרשו לשינוי הצבע של פנול אדום
- * ריכוז תסנין במבחנות א – ד
- * ריכוז אוראה במבחנות הניסוי

זיהוי רכיבי ניסוי**תשובה:**

נפח כולל של התמיסה במבחנה	גורם קבוע
מספר טיפות החומצה שנדרשו לשינוי הצבע של פנול אדום	דרך המדידה של המשתנה התלוי
ריכוז התסנין במבחנות א – ד	גורם קבוע
ריכוז אוראה במבחנות הניסוי	משתנה בלתי תלוי

8. ב. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם בחלק ב? (3 נקודות)**זיהוי רכיבי ניסוי: משתנה תלוי****דוגמאות:**

1. קצב / מידת, פעילות האנזים / אוראז
2. קצב / מידת, פירוק אוראה / יצירת [בסיס] האמוניום

למורה:

חשוב לחזור ולדון עם תלמידים על ניסוח מדויק של המשתנה התלוי (קצב / מידה), ועל ההבחנה בינו ובין שיטת המדידה.

הקושי בזיהוי המשתנה התלוי נובע מכך שבדרך המדידה יש **מספר** שלבי ביניים שנתפסים על ידי התלמיד **כתהליך הנבדק**: שינוי דרגת pH, שינוי צבע האינדיקטור, ולבסוף מדידת מספר טיפות החומצה שנדרשו לטיטרציה.

רצוי לנסח עם התלמידים את ההשערה שנבדקת בניסוי, ולהדגיש שבהשערה מתייחסים למשתנה התלוי – התהליך שנבדק.

8. ג. טמפרטורת התמיסה במבחנות היא גורם קבוע בניסוי שערכתם. הסבירו מדוע חשוב לשמור שדווקא טמפרטורת התמיסה במבחנות תהיה גורם קבוע בניסוי שערכתם. (4 נקודות)

הבנת חשיבות שמירה על גורם קבוע**דוגמה:**

טמפרטורה משפיעה על קצב פעילות אנזים. בניסוי בדקנו השפעת משתנה בלתי תלוי אחר / השפעת ריכוז אוראה, [ולכן שאר הגורמים צריכים להיות קבועים].

למורה: 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 מרכיבים:

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 לבדוק משתנים ולבדוק את השפעתו של גורם אחד בלבד בכל ניסוי, (עיקרון בידוד המשתנים).

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](#)".

יט. תלמיד ערך ניסוי זהה לניסוי שערכתם. הוא הוסיף לתמיסות שבמבחנות ג – ד טיפות חומצה (סעיף יח) עד שצבע התמיסות נעשה צהוב.

I. צבע צהוב מעיד על סביבה חומצית/בסיסית.

כעבור דקות אחדות צבע התמיסות השתנה שוב וחזר להיות ורוד.

II. צבע ורוד מעיד על סביבה חומצית / בסיסית.

הערה: סעיף יט, הוא סעיף עזר. מצופה מהתלמידים להקיף את התשובה הנכונה וכך יוכלו לענות יותר בקלות על שאלה 9, בהמשך. גם התבוננות במבחנות ג – ד בשלב זה של הבחינה, תסייע לתלמידים.

9. א. מהו ההסבר האפשרי לשינוי הצבע, כעבור כמה דקות, בתמיסות שבמבחנות ג וד?

להלן ארבע אפשרויות לתשובה. קבעו מהי התשובה הנכונה והעתיקו רק אותה למחברת. (2 נקודות)

- האנזים עבר דנטורציה בסביבה החומצית, ולכן הסביבה השתנתה לבסיסית.
- האנזים המשיך להיות פעיל גם בסביבה החומצית ופעילותו גרמה לשינוי הסביבה לבסיסית.
- האנזים עבר דנטורציה בסביבה הבסיסית, ולכן הסביבה השתנתה לחומצית.
- האנזים המשיך להיות פעיל גם בסביבה הבסיסית ופעילותו גרמה לשינוי הסביבה לחומצית.

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

תשובה: האנזים המשיך להיות פעיל גם בסביבה החומצית ופעילותו גרמה לשינוי הסביבה לבסיסית.

9. ב. נמקו את קביעתכם. (2 נקודות)**יישום ידע קודם וידע מהניסוי****דוגמאות:**

1. האנזים המשיך לזרז פירוק אוראה [למרות הסביבה החומצית וצבע אינדיקטור צהוב], והתוצר [הבסיסי] / ובסיס האמוניום, הפך את הסביבה [בחזרה] לסביבה בסיסית [וצבע אינדיקטור חוזר להיות ורוד].

2. נימוק בדרך השלילה:
אם האנזים לא היה פעיל / עובר דנטורציה (בסביבה החומצית), לא היה נוצר בסיס ולכן הסביבה הייתה נשארת חומצית. [וצבע האינדיקטור היה נשאר צהוב].

3. (שלילת המסיחים): **ניקוד מלא יינתן רק על שלילת שלוש המסיחים**

שלילת המסיח הראשון: לאחר הוספת החומצה / כאשר התקבל צבע צהוב, הסביבה הייתה חומצית (ולא בסיסית).

שלילת המסיח השלישי: אם האנזים היה עובר דנטורציה הוא לא היה גורם לשינוי הסביבה לבסיסית / לא היה נוצר בסיס [ולא היה מתקבל צבע ורוד].

שלילת המסיח הרביעי: אחר זמן הצבע הפך לוורוד מה שמעיד על כך שהסביבה השתנתה ל**בסיסית** (ולא חומצית).

בעיה 2 – חלק ב

ניסוי: בדיקת פעילות של האנזים אוראז בתסנין מזרעי סויה והשפעת מעכב על פעילות האנזים.

התרכובת **אוראז** היא תוצר של תהליכי חילוף חומרים בתאים חיים.

ביצורים שונים (ובהם צמח סויה) מצוי האנזים **אוראז** המזרז את פירוק האוראז.

אחד מתוצרי הפירוק של אוראז הוא אמוניה (NH_3) שבסביבה מימית מתרכבת עם מים ונוצר החומר **בסיס האמוניום**.

16. חשבו את הריכוז של תמיסת נחושת גופרתית בכל אחת מן המבחנות א-ד לאחר הוספת התסנין והאוראז (בסעיפים יג, יד, יז).

שימו לב: הריכוז של תמיסת CuSO_4 שהשתמשתם בה הוא 0.05% והנפח הסופי בכל מבחנה הוא 5 מ"ל (אין לכלול בחישוב את הנפח של פנול אדום שהוספתם למבחנות).
רשמו את תוצאות החישובים במחברת. פרטו את חישוביכם בנוגע למבחנות ג ו-ד בלבד. (6 נקודות)

יישום ידע קודם

דוגמה:

מבחנה	ריכוז תמיסת CuSO_4 (%)
א	0
ב	0
ג	$0.001 / 10^{-3}$
ד	$0.01 / 10^{-2}$

הצבה בנוסחה וחישוב הערך של ריכוז התמיסה $C_2 \times V_2 = C_1 \times V_1$

מבחנה ג: חישוב הריכוז $X = 0.001$ $X = 0.1 \times 0.05 : 5$

מבחנה ד: חישוב הריכוז $X = 0.01$ $X = 1 \times 0.05 : 5$

או הצבת נתונים בטבלה:

דוגמה למבחנה ד:

ריכוז (C) (%)	נפח (V) (מ"ל)	
$(C_1) 0.05$	$(V_1) 1$	תמיסת ה"אם"
$(C_2) = 0.01$	$(V_2) 5$	התמיסה לאחר המיהול

דוגמה למבחנה ג:

ריכוז (C) (%)	נפח (V) (מ"ל)	
$(C_1) 0.05$	$(V_1) 0.1$	תמיסת ה"אם"
$(C_2) = 0.001$	$(V_2) 5$	התמיסה לאחר המיהול

- 17א.** - הכינו טבלה שתסכמו בה את כל מערך הניסוי שערכתם בחלק ב ואת תוצאותיו (סעיפים י – כב).
 - הוסיפו לטבלה עמודה וכתבו בה את תוצאות החישוב של ריכוז תמיסת נחושת גופרתית (שאלה 16).
 - רשמו במקום המתאים בטבלה את הטיפה האחת שהוספתם למבחנה א (סעיף כ)
 - העתיקו לטבלה את תוצאות הניסוי שכתבתם בסעיפים כא – כב. (13 נקודות)

בניית טבלה לסיכום הניסוי ודיווח על תוצאות הניסוי

הניקוד העיקרי בטבלת התוצאות ניתן על דיווח על מספר הטיפות שנדרשו לטיטריציה
דוגמה:

6	5	4	3 העתקה מתשובה 16	2	1		
מספר טיפות חומצה שנדרשו עד לקבלת צבע צהוב/לטיטריציה / לנטרול בסיס	נפח [תמיסת] אוראה (מ"ל)	נפח תסנין (מ"ל)	ריכוז נחושת גופרתית (%)	נפח מים (מ"ל)	נפח תמיסת נחושת גופרתית (מ"ל)		תשובה לשאלה 17ב
1	1	3 תסנין מורתח	0	1	0	א	תשובה לשאלה 17א
13	1	3	0	1	0	ב	
6	1	3	0.001	0.9	0.1	ג	
0 / 2	1	3	0.01	0	1	ד	

אפשר במקום עמודות 4 ו-5 בטבלה לעיל, לסכם בעמודות אלה:

אוראה 1 מ"ל	3 מ"ל תסנין / [תסנין מורתח]
+	מורתח
+	+
+	+
+	+

הערות:

- אפשר להציג במקום צמודה 4 שתי צמודות: האחת לנפח תסנין והשנייה לנפח תסנין מורתח.
- אפשר להוסיף לטבלה עוד צמודות אלה: מסק לנפח המתנה (3 דקות), צבע התמיסה לאחר 3 דקות (סעיף יד), חומציות/בסיסיות התמיסה (סעיף 16), אק אין צורך בכך.
- אפשר להציג את נפח האוראה כמספר קבוע מתחת לטבלה

17. ב. - הוסיפו כותרת לטבלה.

- הוסיפו כותרות לעמודות. (3 נקודות)

השלמת פרטים בטבלה (כותרת לטבלה וכותרות לעמודות)**כותרת הטבלה:**הכותרת לטבלה צריכה לכלול **שלושה** מרכיבים:

התייחסות למשתנים הבלתי תלויים: ההשפעה של / הקשר בין, ריכוז, [תמיסת] נחושת גופרתית, ומקור התסנין / בתסנין ובתסנין מורח

התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה: [קצב] פעילות אוראז / אנזים או פירוק אוראז **או** מספר טיפות חומצה עד לקבלת צבע צהוב, **או** דרגת pH **או** כמות בסיס האמוניום.

התייחסות לאורגניזם: [תסנין] סויה**כותרות העמודות**: ראה דוגמה בטבלה עמודות 1 – 6**למורה:**בכותרת טבלה 2 מאפשרים להתייחס למשתנה התלוי **או** לדרך המדידה.

אם התלמיד כבר הגדיר את שאלת המחקר ואת המשתנה התלוי (כמו שנדרש ב"ביוחקר"), רצוי להתייחס בכותרת של טבלת התוצאות למשתנה התלוי.

אך בבחינה, התלמיד לא נדרש לנסח את שאלת המחקר שנבדקה בניסוי, ולא ניסח את ההשערה, לכן יש לקבל התייחסות למשתנה התלוי **או** לדרך המדידה.

במהלך ההוראה בכיתה, רצוי לדון עם התלמידים ולנסח את שאלת המחקר וההשערה. ובבניית הטבלה (ואם מסרטטים גרף על פי התוצאות) להתייחס בכותרת הטבלה והגרף למשתנה התלוי.

לידיעתכם 1: בתמיסת CuSO_4 יש יוני נחושת (Cu^{2+}). יוני נחושת מעכבים פעילות אנזימית רבים וביניהם גם האנזים אוראז.

לידיעתכם 2: פנול אדום הוא חומר בוחן (אינדיקטור) שצבעו אדום - ורוד בסביבה בסיסית, וצהוב - כתום בסביבה חומצית.

לידיעתכם 3: ככל שכמות הבסיס שנוצרה בתמיסה רבה יותר, תידרש כמות גדולה יותר של חומצה כדי לנטרל את הבסיס ולשנות את צבע החומר הבוחן (אינדיקטור) פנול אדום.

18. א. הסבירו את תוצאות הניסוי במבחנות ג וד. בהסבר התייחסו גם למידע ב"לידיעתכם 1" וגם לשיטת המדידה. (6 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי**הצרכה:**

אם אין מראה ברורה של התוצאות, יתקבל הסבר המבוסס על תוצאות הניסוי, כל עוד אין סותר ידע ביוכימי.

דוגמה:

בתסנין יש אנזים אוראז [המזרז פירוק אוראה], בתמיסה יש יוני נחושת המעכבים פעילות האנזים אוראז, במבחנה ד שבה הריכוז של נחושת גופרתית גבוה יותר מאשר במבחנה ג / ככל שריכוז תמיסת נחושת גופרתית גבוה יותר [בטווח שבין 0.001% – 0.01%], כך קצב פעילות האנזים אוראז/ פירוק אוראה, נמוך יותר. נוצר פחות בסיס האמוניום / התמיסה פחות בסיסית. [הצבע של פנול אדום / של התמיסה נשאר צהוב] ולכן נדרשו פחות מספר טיפות חומצה כדי לנטרל (או לסתור) את הבסיס / עד שצבע האינדיקטור צהוב.

למורה:

הסבר מלא של תוצאות הניסוי צריך לכלול את קטעי המידע שניתנים לתלמיד, וגם ידע נוסף המבוסס על פרקי הליבה הרלוונטיים לנושא. כמו כן ההסבר צריך לקשר בין המשתנה הבלתי תלוי בניסוי, המשתנה התלוי ושיטת המדידה (תוצאות המדידה).

תלמידים רבים ענו תשובה חלקית שהתייחסה רק לצבע האינדיקטור, ולא התייחסו בהסבר לקשר שבין **קצב** התהליך, **כמות** התוצר הבסיסי ובין **מספר** הטיפות שנדרשו לטיטרציה, על אף שהנתון של מספר הטיפות היה בטבלת התוצאות.

הצעה לשיפור הניסוי:

בבחינה הסתפקנו בשני ריכוזים של נחושת גופרתית, כדי שהניסוי לא יתארך (בהשוואה לבעיות 1 ו-3). כאשר מבצעים את הניסוי בכיתה, רצוי להוסיף עוד מבחנת ניסוי שבה הריכוז של תמיסת נחושת גופרתית בין 0.003% – 0.005%.

18. ב. הטיפול במבחנה ב הוא טיפול בקרה. הסבירו מהי החשיבות של טיפול הבקרה במבחנה ב במערך הניסוי. (3 נקודות)

הבנת חשיבות מרכיבי ניסוי (בקרה לשלילת הסבר חלופי)

תזכורת: במבחנה ב אין נחושת גופרתית ומספר טיפות חומצה שנדרשו לטיטור הגבוה ביותר, טיפול זה **לא** היה בקרת צבע.

דוגמאות:

1. כדי לשלול הסבר חלופי שעל פיו שינוי דרגת החומציות / בסיסיות / pH / צבע אינדיקטור [במבחנות ג ו-ד], מתרחש עקב תהליך אחר שגורם לשינוי pH, **ואינו** קשור למידת עיכוב האנזים על ידי נחושת גופרתית.

2. כדי להשוות את פעילות אוראז ללא מעכב/ נחושת גופרתית, לפעילותו בנוכחות מעכב / נחושת גופרתית.

3. כדי להיווכח / לוודא שהגורם המשפיע על פעילות אוראז / מספר הטיפות שנדרשו לטיטרציה / כמות הבסיס שנוצרה / דרגת ה-pH, הוא נחושת גופרתית.

למורה:

תלמידים רבים התקשו במתן הסבר מלא לחשיבות הבקרה במבחנה ב. הם הסבירו באופן חלקי את חשיבות הבדיקה, או אפיינו את הבדיקה (ללא הסבר). כגון: שלילת הסבר חלופי, בקרה חיצונית / שלילית, בקרה ללא המשתנה הבלתי תלוי. היו תלמידים שתיארו את הטיפול במבחנה: במבחנה זו אין נחושת גופרית / יש רק תסנין. שגיאה נוספת היא חוסר הבחנה בין חשיבות הבקרה לחשיבות החזרות: לוודא שהתוצאות אינן מקריות / שהתוצאות יותר מהימנות / שהניסוי יותר מדויק.

תשובה מלאה המתייחסת ל"שלילת הסבר חלופי" (כמו בדוגמא 1) מסובכת לתלמידים, ולכן בבחינת הבגרות המעשית, אנו מאפשרים גם ניסוח במשפט חיובי, ובו התלמידים משתמשים במונחים "לוודא", "להוכיח", אף כי ידוע לנו שהבדיקה הזאת אינה יכולה לוודא באופן מוחלט שאין תהליך אחר שגורם לשינוי דרגת- pH. במהלך ההוראה בכיתה, חשוב להשתמש במונחים המדויקים להסבר חשיבות הבקרה, ולדון עם תלמידים על ההבדל בין הניסוחים הנ"ל.

ניתן לקיים דיון עם תלמידים בשלילת הסבר חלופי **נוסף** שקשור לניסוי זה. כדי שהתלמידים יבינו את ההסבר החלופי כדאי לחזור ולהדגים את המבחנות הרלוונטיות לפני הכיתה. ניתן היה להסביר את תוצאות הניסוי במבחנות ג – ד באופן הזה: תמיסת נחושת גופרית היא תמיסה חומצית, ולכן כאשר ריכוזה גבוה יותר (בטווח מ 0.001% - 0.01%), תכולת הנוזל במבחנות יותר חומצית, ונדרשות פחות טיפות חומצה כדי להגיע לנקודת הסיום של הטיטרציה (מבחנת א – שהייתה מבחנת הייחוס = בלנק).

ניתן לשלול הסבר חלופי זה על פי התהליך שמתרחש במבחנות ב – ד לאחר מספר דקות בתום הניסוי, כפי שמובא בסעיף כב. אם מוסיפים למבחנות ב – ד, פנול אדום **לפני** הוספת אוראה, ניתן להיווכח שהתמיסות כולן חומציות (צבע כתום – צהוב). לאחר הוספת אוראה נוצר בסיס האמוניום במבחנות ב ו ג. במבחנה ד, נוצר מעט מאד בסיס או לא נוצר בכלל.

לאחר הטיטרציה דרגת pH הופכת לחומצית כמו במבחנה ד, אך לאחר מספר דקות רק במבחנות ב ו ג האנזים ממשיך לפעול וצבע האינדיקטור חוזר להיות ורוד ובמבחנה ד, שבה ריכוז המעכב היה גבוה יותר, אף שהחומציות ההתחלתית הייתה דומה, האנזים לא ממשיך לפעול. מכאן שההשפעה של חומציות תמיסת נחושת גופרית אינה **הגורם העיקרי** שמשפיע על שינוי החומציות בתסנין, אלא שליוני הנחושת יש השפעה מעכבת על פעילות האנזים.

לקריאה נוספת: מאמר "סודות הבקרה" <https://www.biu-edulab.org.il/research/hs-strategy>
ומצגת: סודות הבקרה – מסע אל תוך החקר <https://www.biu-edulab.org.il/t-materials>

19. א. התבססו על תוצאות הבדיקה שערכתם בחלק א, ועל תוצאת הניסוי במבחנה א, וענו על שני התת סעיפים (1) – (2). (7 נקודות)
(1). האם הרתחת התסנין השפיעה על הימצאות חלבונים? נמקו על פי התוצאות.

יישום ידע מהניסוי**דוגמאות:**

1. לא [השפיעה] על פי בדיקת התסנין המורח [מבחנה 2 בחלק א] יש חלבונים / התקבל צבע סגול.

הערה:

אם התשובה "כן" (להימצאות החלבון), ואתוק המשק התשובה ניתן להקין שההרתחה לא השפיעה על הימצאות החלבון, כי יש חלבון בתסנין המורח – אין להוריד ציון.

הערה: אם התלמידים יערבבו את התסנין המורח כפי שמומלץ בעמ' 4, יש להניח שיקבלו צבע סגול בבדיקת ביורט בתסנין המורח.

אם במבחנה 2 בחלק א, התקבל צבע סגול בהיר / כחול סגול אפשר לקבל תשובה זו:
2. [כן] השפיעה [בתסנין המורח הצבע שהתקבל היה סגול בהיר] יותר מאשר בתסנין, מה שמעיד על ריכוז נמוך / כמות נמוכה, של חלבונים.

אם במבחנה 2 בחלק א, התקבל צבע כחול והמסקנה שאין חלבונים, יש לקבל תשובה זו:
3. [כן] השפיעה [על פי בדיקת התסנין המורח אין חלבונים / התקבל צבע כחול.

(2). האם הרתחת התסנין השפיעה על פעילות האנזים אוראז? נמקו על פי התוצאות.

יישום ידע מהניסוי**דוגמה:**

כן. במבחנה שבה היה תסנין מורח (מבחנה א), לא הייתה פעילות אנזים. נימוק: נדרשה רק טיפה אחת כדי שצבע התמיסה יהיה צהוב בהיר / צבע התמיסה נשאר צהוב / התמיסה נשארה חומצית / התמיסה לא הפכה לבסיסית.

הערה:

אם באבחנת תסנין מורח, נדרשה יותר מטיפה אחת לטריציה, ניתן לנמק שפעילות האנזים הייתה נמוכה/מאד נמוכה.

19.ב. האם תשובתכם על תת-סעיף א(2) תהיה דומה בנוגע להשפעת הרתחה על הפעילות של כל האנזימים בטבע? נמקו את תשובתכם. (4 נקודות).

יישום ידע קודם**דוגמאות:**

1. לא. כי יש אנזימים בטבע שפעילים גם בטמפרטורות גבוהות [מאד].
2. לא, לאנזימים שונים יש פעילות מיטבית / עוברים דנטורציה, בטמפרטורות שונות.
3. לא, כי אי אפשר להסיק מההשפעה של הרתחת אנזים אחד, על כל האנזימים בטבע.

למורה:

חלק מהתלמידים אינם מבחינים בין חימום להרתחה ונמקו תוך התייחסות לחימום אנזימים לטמפרטורה גבוהה או טמפ' מעל האופטימום של האנזים, אך לא התייחסו להרתחה ולכן חלקם השיבו "כן".

20. א. לפניכם ארבעה מבין רכיבי הניסוי שערכתם בחלק ב. **העתיקו אותם למחברת**. (4 נקודות)
עבור כל רכיב, כתבו **במחברת** אם הוא משתנה בלתי תלוי או גורם קבוע או דרך המדידה של המשתנה התלוי.

רכיבי הניסוי:

- * ריכוז תמיסת CuSO_4 במבחנות הניסוי
- * מספר הטיפות של פנול אדום
- * מספר טיפות החומצה שנדרשו לשינוי הצבע של פנול אדום
- * הנפח הכולל של התמיסה במבחנה

זיהוי רכיבי ניסוי

תשובה:

ריכוז תמיסת CuSO_4 במבחנות הניסוי	משתנה בלתי תלוי
מספר הטיפות של פנול אדום	גורם קבוע
מספר טיפות החומצה שנדרשו לשינוי הצבע של פנול אדום	דרך המדידה של המשתנה התלוי
הנפח הכולל של התמיסה במבחנה	גורם קבוע

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

זיהוי מרכיבי ניסוי: משתנה תלוי

דוגמאות:

1. קצב / מידת, פעילות האנזים / אוראז
2. קצב / מידת, פירוק אוראה / יצירת [בסיס] האמוניום

למורה:

חשוב לחזור ולדון עם תלמידים על ניסוח מדויק של המשתנה התלוי (קצב / מידה), ועל ההבחנה בינו ובין שיטת המדידה.
הקושי בזיהוי המשתנה התלוי נובע מכך שבדרך המדידה יש **מספר** שלבי ביניים שנתפסים על ידי התלמיד **כתהליך** הנבדק:
שינוי דרגת pH, שינוי צבע האינדיקטור, ולבסוף מדידת מספר טיפות החומצה שנדרשו לטיטרציה.
רצוי לנסח עם התלמידים את ההשערה שנבדקת בניסוי, ולהדגיש שבהשערה מתייחסים למשתנה התלוי – התהליך שנבדק.

20. ג. הריכוז ההתחלתי של אוראה במבחנות הוא גורם קבוע בניסוי שערכתם. הסבירו מדוע חשוב **שדווקא** הריכוז ההתחלתי של אוראה יהיה גורם קבוע בניסוי שערכתם. (4 נקודות)

הבנת חשיבות שמירה על גורם קבוע

דוגמה: אוראה היא הסובסטרט וריכוזה משפיע על קצב פעילות אנזים. בניסוי בדקנו השפעת משתנה בלתי תלוי אחר / השפעת ריכוז נחושת גופרתית [ולכן שאר הגורמים צריכים להיות קבועים].

למורה:

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** מרכיבים:

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 לבדוק ולבודד משתנים ולבודק את השפעתו של גורם אחד בלבד בכל ניסוי, (עיקרון בידוד המשתנים).

מומלץ לדון עם התלמידים מדוע הגדרת הגורם הקבוע היא : הריכוז **ההתחלתי** של אוראה, ומדוע לא מסתפקים בהגדרה: ריכוז אוראה.

בדיון עם תלמידים בנושא : זיהוי ותכנון גורמים קבועים בניסוי, והסבר החשיבות על שמירתם קבועים תוכלו להיעזר במאמר: "[גורמים קבועים קל לזהות קשה להסביר](#)"

כג. תלמיד ערך ניסוי זהה לניסוי שערכתם. הוא הוסיף לתמיסות שבמבחנות ב – ג טיפות חומצה (סעיף כב) עד שצבע התמיסות נעשה צהוב.

I. צבע צהוב מעיד על סביבה חומצית / בסיסית.

קעבור דקות אחדות צבע התמיסות השתנה שוב וחזר להיות ורוד.

II. צבע ורוד מעיד על סביבה חומצית / בסיסית.

הערה: סעיף כג, הוא סעיף עזר. מצופה מהתלמידים להקיף את התשובה הנכונה וכך יוכלו לענות יותר בקלות על שאלה 21, בהמשך. גם התבוננות במבחנות ב – ג בשלב זה של הבחינה, תסייע לתלמידים.

21. א. מהו ההסבר האפשרי לשינוי הצבע, לאחר כמה דקות, בתמיסות שבמבחנות ב ו-ג? (2 נקודות)
להלן ארבע אפשרויות לתשובה. קבעו מהי התשובה הנכונה **והעתיקו רק אותה** למחברת.

- האנזים המשיך להיות פעיל גם בסביבה החומצית ופעילותו גרמה לשינוי הסביבה לבסיסית.
- האנזים עבר דנטורציה בסביבה החומצית, ולכן הסביבה השתנתה לבסיסית.
- האנזים המשיך להיות פעיל גם בסביבה הבסיסית ופעילותו גרמה לשינוי הסביבה לחומצית.
- האנזים עבר דנטורציה בסביבה הבסיסית, ולכן הסביבה השתנתה לחומצית.

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

תשובה: האנזים המשיך להיות פעיל גם בסביבה החומצית ופעילותו גרמה לשינוי הסביבה לבסיסית.

21. ב. נמקו את קביעתכם. (2 נקודות)**יישום ידע קודם וידע מהניסוי****דוגמאות:**

1. האנזים המשיך לזרז פירוק אוראה [למרות הסביבה החומצית וצבע אינדיקטור צהוב], והתוצר [הבסיסי] / ובסיס האמוניום, הפך את הסביבה [בחזרה] לסביבה בסיסית [וצבע אינדיקטור חוזר להיות ורוד] .
2. נימוק בדרך השלילה:
אם האנזים לא היה פעיל / עובר דנטורציה (בסביבה החומצית), לא היה נוצר בסיס ולכן הסביבה הייתה נשארת חומצית [וצבע האינדיקטור היה נשאר צהוב].
3. (שלילת המסיחים): **ניקוד מלא יינתן רק על שלילת שלוש המסיחים**
שלילת המסיח השלישי: לאחר הוספת החומצה / כאשר התקבל צבע צהוב, הסביבה הייתה חומצית, (ולא בסיסית).
- שלילת המסיח הרביעי : אחר זמן הצבע הפך לוורוד מה שמעיד על כך שהסביבה השתנתה ל**בסיסית** (ולא חומצית).
- שלילת המסיח השני: אם האנזים היה עובר דנטורציה הוא לא היה גורם ל**שינוי** הסביבה לבסיסית / לא היה נוצר בסיס [ולא היה מתקבל צבע ורוד].

בעיה 3 – חלק ב**ניסוי: בדיקת פעילות של האנזים אוראז בתסנין מזרעי סויה.**התרכובת **אוראז** היא תוצר של תהליכי חילוף חומרים בתאים חיים.ביצורים שונים (ובהם צמח סויה) מצוי האנזים **אוראז** המזרז את פירוק האוראז.אחד מתוצרי הפירוק של אוראז הוא אמוניה (NH_3) שבסביבה מימית מתרכבת עם מים ונוצר החומר **בסיס האמוניום**.

לידיעתכם 1: פנול אדום הוא חומר בוחן (אינדיקטור) בניסוי שתערכו צבעו אדום - ורוד בסביבה בסיסית, וצהוב - כתום בסביבה חומצית.

לידיעתכם 2: ככל שכמות הבסיס שנוצרה בתמיסה רבה יותר, תידרש כמות גדולה יותר של חומצה כדי לנטרל את הבסיס ולשנות את הצבע של חומר הבוחן (אינדיקטור) פנול אדום.

28 . חשבו את הריכוז של התסנין במבחנה א (טבלה 2) . רשמו את תוצאות החישוב במחברת.
- חשבו את הריכוז של התסנין בכל אחת מן המבחנות ב-ה לאחר הוספת אוראז (בסעיף יג).
שימו לב: הריכוז של התסנין שהשתמשתם בו נחשב 100%, והנפח הסופי בכל מבחנה הוא 4 מ"ל (אין לכלול בחישוב את הנפח של פנול אדום שהוספתם למבחנות).
רשמו את תוצאות החישוב במחברת. פרטו את חישוביכם בנוגע למבחנות ב ו-ג בלבד. (6 נקודות)

יישום ידע קודם

מבחנה	ריכוז תסנין (%)
א	75
ב	25
ג	50
ד	75
ה	75

פירוט החישוב למבחנות ב ו-ג:הצבה בנוסחה וחישוב הערך של ריכוז התמיסה $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$ **מבחנה ב:** חישוב הריכוז $X = 1 \times 100 : 4$ **מבחנה ג:** חישוב הריכוז $X = 2 \times 100 : 4$ **או הסבר מילולי:****במבחנה ב:** ל-1 מ"ל תסנין בריכוז 100% הוסיפו מים ואוראז לנפח כולל 4 מ"ל, מהלו את התמיסה פי 4 ולכן הריכוז ירד פי 4. $100/4=25\%$ **במבחנה ג:** ל-2 מ"ל, תסנין בריכוז 100% הוסיפו מים ואוראז לנפח כולל 4 מ"ל, מהלו את התמיסה פי 2 ולכן הריכוז ירד פי 2. $100/2 = 50\%$

או הצבת נתונים בטבלה:

דוגמה למבחנה ג

ריכוז (C) (%)	נפח (V) (מ"ל)	
$(C_1) 100$	$(V_1) 2$	תמיסת ה"אם"
$(C_2) = 50$	$(V_2) 4$	התמיסה לאחר המיהול

דוגמה למבחנה ב

ריכוז (C) (%)	נפח (V) (מ"ל)	
$(C_1) 100$	$(V_1) 1$	תמיסת ה"אם"
$(C_2) = 25$	$(V_2) 4$	התמיסה לאחר המיהול

29א. - הכינו טבלה שתסכמו בה את כל מערך הניסוי שערכתם בחלק ב ואת תוצאותיו (סעיפים י' – יח).
 - הוסיפו לטבלה עמודה וכתבו בה את תוצאות החישוב של ריכוז התסנין (שאלה 28)
 - רשמו במקום המתאים בטבלה את הטיפה האחת שהוספתם למבחנה א (סעיף טז)
 - העתיקו לטבלה שהכנתם את תוצאות הניסוי שכתבתם בסעיפים יז – יח. (13 נקודות)

בניית טבלה לסיכום הניסוי ודיווח על תוצאות הניסוי

הניקוד העיקרי בטבלת התוצאות ניתן על דיווח על מספר הטיפות שנדרשו לטיטריציה

דוגמה:

5	4	3 העתקה מתשובה 28	2	1		
[מספר] טיפות חומצה שנדרשו עד לקבלת צבע צהוב/לטיטריציה / לנטרול בסיס	נפח [תמיסת] אוראה (מ"ל)	ריכוז תסנין (%)	נפח מים (מ"ל)	נפח תסנין (מ"ל)		תשובה לשאלה 29ב
1	0	75	1	3	א	תשובה לשאלה 29א
6	0.5	25	2.5	1	ב	
10	0.5	50	1.5	2	ג	
16	0.5	75	0.5	3	ד	
1	0.5	75	0.5	3 תסנין מורתח	ה	

הערות:

- אפשר להציג במקום עמודה 1, שתי עמודות: האחת לנפח תסנין והשנייה לנפח תסנין מורתח.
- ניתן להוסיף לטבלה עוד עמודות אלה: משק לזמן המתנה (3 דקות), צבע התמיסה לאחר 3 דקות (סעיף יד), חומציות/בסיסיות התמיסה (סעיף טו), אק אין צורך בכך.

29ב. - הוסיפו כותרת לטבלה.

- הוסיפו כותרות לעמודות. (3 נקודות)

השלמת פרטים בטבלה (כותרת לטבלה וכותרות לעמודות)

הכותרת לטבלה צריכה לכלול **שלושה** מרכיבים:

התייחסות למשתנים הבלתי תלויים: השפעה של / הקשר בין, ריכוז, תסנין / אנזים, [הימצאות] ומקור התסנין/ בתסנין ובתסנין מורחב

התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה: [קצב] פעילות אוראז / אנזים או פירוק אוראז או מספר טיפות חומצה עד לקבלת צבע צהוב או דרגת pH או כמות בסיס האמוניום. התייחסות לאורגניזם: [תסנין] סויה.

כותרות העמודות: ראו דוגמה בטבלה עמודות 1 - 5

למורה:

בכותרת טבלה זו ניתן להתייחס למשתנה התלוי **או** לדרך המדידה.

אם התלמיד כבר הגדיר את שאלת המחקר ואת המשתנה התלוי (כמו שנדרש ב"ביוחקר"), רצוי להתייחס בכותרת של טבלת התוצאות למשתנה התלוי.

אך בבחינה, התלמיד לא נדרש לנסח את שאלת החקר שנבדקה בניסוי, ולא ניסח את ההשערה, לכן יש לקבל התייחסות למשתנה התלוי **או** לדרך המדידה.

במהלך ההוראה בכיתה, רצוי לדון עם התלמידים ולנסח את שאלת המחקר וההשערה. ובבניית הטבלה (ואם מסרטטים גרף על פי התוצאות) להתייחס בכותרת הטבלה והגרף למשתנה התלוי.

לידיעתכם 2: ככל שכמות הבסיס שנוצרה בתמיסה רבה יותר, תידרש כמות גדולה יותר של חומצה כדי לנטרל את הבסיס ולשנות את הצבע של החומר הבוחן (אינדיקטור) פנול אדום.

30. א. הסבירו את תוצאות הניסוי במבחנות ב – ד, בהסבר התייחסו גם לשיטת המדידה. (6 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

הצרכה:

אם אין מראה ברור של התוצאות, יתקבל הסבר המבוסס על תוצאות הניסוי, כל עוד אין סותר ידע ביוכימי.

דוגמה:

בתסנין יש אנזים אוראז [המזרז פירוק אוראז] / אוראז הוא הסובסטרט של האנזים שבתסנין.

ככל שריכוז התסנין / האנזים גבוה יותר [בטווח 25% - 75%] כך קצב פעילות האנזים / פירוק אוראז גבוה יותר [סיכויי המפגש בין האנזים ובין הסובסטרט גבוהים יותר], נוצר יותר בסיס האמוניום / והתמיסה יותר בסיסית. [הצבע של פנול אדום / של התמיסה ורוד]. ולכן נדרשו יותר טיפות של חומצה כדי לנטרל (או לסתור) את הבסיס/ עד שצבע האינדיקטור הופך לצהוב.

מרכיבי התשובה
אנזים אוראז בתסנין / אוראז סובסטרט של האנזים
ריכוז תסנין/אנזים
קצב תהליך פירוק אוראז / פעילות אוראז
כמות תוצר בסיסי
מספר טיפות שנדרשו
נטרול (או סתירה או טיטרציה) של הבסיס / שינוי צבע אינדיקטור

למורה:

הסבר מלא של תוצאות הניסוי צריך לכלול את קטעי המידע שניתנים לתלמיד, וגם ידע נוסף המבוסס על פרקי הליבה הרלוונטיים לנושא. כמו כן ההסבר צריך לקשר בין המשתנה הבלתי תלוי בניסוי, המשתנה התלוי ושיטת המדידה (תוצאות המדידה).

תלמידים רבים ענו תשובה חלקית שהתייחסה רק לצבע האינדיקטור, ולא התייחסו בהסבר לקשר שבין **קצב** התהליך, **כמות** התוצר הבסיסי ובין **מספר** הטיפות שנדרשו לטיטרציה, על אף שהנתון של מספר הטיפות היה בטבלת התוצאות.

30. ב. הטיפול במבחנה א הוא טיפול בקרה. הסבירו מהי החשיבות של טיפול הבקרה במבחנה א במערכת הניסוי. (3 נקודות)

הבנת חשיבות מרכיבי ניסוי (בקרה לשלילת הסבר חלופי)

תזכורת: במבחנה א אין אוראה/סובסטרט ולכן לא נוצר בסיס / צבע האינדיקטור לא השתנה לזרוד.

דוגמאות:

1. כדי לשלול הסבר חלופי שעל פיו שינוי דרגת החומציות / בסיסיות / pH / צבע אינדיקטור [במבחנות ב – ד], מתרחש עקב תהליך **אחר** שגורם לשינוי pH **ואינו** קשור למידת פירוק אוראה ע"י האנזים.
2. כדי לשלול הסבר חלופי שעל פיו שינוי דרגת החומציות / בסיסיות / pH / צבע אינדיקטור נגרם בגלל השינוי בריכוז התסנין **ואינו** קשור למידת פירוק אוראה ע"י האנזים.
3. כדי להשוות את הצבע שהתקבל לאחר הוספת חומצה לכל אחת מן המבחנות לצבע האינדיקטור במבחנה א [בקרת צבע]
4. כדי להיווכח / לוודא, שללא סובסטרט/אוראה אין בתסנין תהליך שגורם לשינוי בסיסיות/חומציות של התמיסה.

למורה:

תלמידים רבים התקשו במתן הסבר מלא לחשיבות הבקרה במבחנה א. הם הסבירו באופן חלקי את חשיבות הבדיקה, או אפיינו את הבדיקה (ללא הסבר), כגון: בקרת צבע, שלילת הסבר חלופי, בקרה חיצונית / שלילית.

היו תלמידים ששגו בכך שאפיינו את טיפול הבקרה במבחנה א, כטיפול ללא המשתנה הבלתי תלוי. שימו לב שהמשתנה הבלתי תלוי בניסוי זה הוא ריכוז התסנין (האנזים). בניסוי זה (בעיה 3) לא היה טיפול ללא המשתנה הבלתי תלוי (ללא תסנין).

היו תלמידים שתיארו את הטיפול במבחנה: במבחנה זו אין אוראה / יש רק תסנין. שגיאה נוספת היא חוסר הבחנה בין חשיבות הבקרה לחשיבות החזרות: לוודא שהתוצאות אינן מקריות / שהתוצאות יותר מהימנות / שהניסוי יותר מדויק.

תשובה מלאה המתייחסת ל"שלילת הסבר חלופי" (כמו בדוגמאות 1, 2) מסובכת לתלמידים, ולכן בבחינת הבגרות המעשית, אנו מאפשרים גם ניסוח במשפט חיובי, ובו התלמידים משתמשים במונחים "לוודא", "להוכיח", אף כי ידוע לנו שהבדיקה הזאת אינה יכולה לוודא באופן מוחלט שאין תהליך אחר שגורם לשינוי דרגת ה- pH. במהלך ההוראה בכיתה, חשוב להשתמש במונחים המדויקים להסבר חשיבות הבקרה, ולדון עם תלמידים על ההבדל בין הניסוחים הנ"ל.

לקריאה נוספת: מאמר "סודות הבקרה" <https://www.biu-edulab.org.il/research/hs-strategy> ומצגת: סודות הבקרה – מסע אל תוך החקר <https://www.biu-edulab.org.il/t-materials>

31. א. התבססו על תוצאות הבדיקה שערכתם בחלק א, ועל תוצאת הניסוי במבחנה ה, וענו על שני התת סעיפים (1) ו (2): (7 נקודות)

(1). האם הרתחת התסנין השפיעה על הימצאות חלבונים? נמקו על פי התוצאות.

יישום ידע מהניסוי**דוגמאות:**

1. לא [השפיעה]. על פי בדיקת התסנין המורחת [מבחנה 2 בחלק א] יש חלבונים / התקבל צבע סגול.

הצרכה:

אם התשובה "כן" (להימצאות החלבון), ואתוק המשק התשובה ניתן להכין שההרתחה לא השפיעה על הימצאות חלבון, כי יש חלבון בתסנין המורחת – אין להוריד ציון.

הערה: אם התלמידים יערבבו את התסנין המורחת כפי שמומלץ בעמ' 4, יש להניח שיקבלו צבע סגול בבדיקת ביורט בתסנין המורחת.

אם במבחנה 2 בחלק א, התקבל צבע סגול בהיר / כחול סגול אפשר לקבל תשובה זו:
2. [כן השפיעה] בתסנין המורחת הצבע שהתקבל היה סגול בהיר [יותר מאשר בתסנין], מה שמעיד על ריכוז נמוך / כמות נמוכה, של חלבונים.

אם במבחנה 2 בחלק א, התקבל צבע כחול והמסקנה שאין חלבונים, יש לקבל תשובה זו: 3. [כן השפיעה] על פי בדיקת התסנין המורחח אין חלבונים / התקבל צבע כחול.

(2). האם הרתחת התסנין השפיעה על פעילות האנזים אוראז? נמקו על פי התוצאות.

יישום ידע מהניסוי

דוגמה:

כן. במבחנה שבה היה תסנין מורחח (מבחנה ה), לא הייתה פעילות אנזים. נימוק: נדרשה רק טיפה אחת כדי שצבע התמיסה יהיה צהוב בהיר [כמו במבחנה שבה לא היה סובסטרט] / צבע התמיסה נשאר צהוב / התמיסה נשארה חומצית / התמיסה לא הפכה לבסיסית.

הצרה:

אם באבחנת תסנין מורחח, נדרשה יותר מטיפה אחת לטיטריציה, ניתן לנמק שפעילות האנזים הייתה נמוכה/מאד נמוכה.

31. ב. האם תשובתכם על תת סעיף א(2) תהיה דומה בנוגע להשפעת הרתחה על הפעילות של כל האנזימים בטבע? נמקו את תשובתכם. (4 נקודות)

יישום ידע קודם

דוגמאות:

1. לא. כי יש אנזימים בטבע שפעילים גם בטמפרטורות גבוהות [מאד].
2. לא, לאנזימים שונים יש פעילות מיטבית / עוברים דנטורציה, בטמפרטורות שונות.
3. לא, כי אי אפשר להסיק מההשפעה של הרתחת אנזים אחד, על כל האנזימים בטבע.

למורה: חלק מהתלמידים אינם מבחינים בין חימום להרתחה ונמקו תוך התייחסות לחימום אנזימים לטמפרטורה גבוהה או טמפ' מעל האופטימום של האנזים, אך לא התייחסו להרתחה ולכן השיבו "כן".

32. א. לפניכם ארבעה מבין רכיבי הניסוי שערכתם בחלק ב. העתיקו אותם למחברת.

עבור כל רכיב כתבו במחברת אם הוא משתנה בלתי תלוי, אגורם קבוע או דרך המדידה של המשתנה התלוי.

רכיבי הניסוי: (4 נקודות)

- מספר הטיפות של פנול אדום
- ריכוז התסנין במבחנות א-ד
- הנפח כולל של התמיסה במבחנה
- מספר טיפות החומצה שנדרשו לשינוי הצבע של פנול אדום (4 נקודות)

זיהוי רכיבי ניסוי

תשובה:

מספר הטיפות של פנול אדום	גורם קבוע
ריכוז התסנין במבחנות א - ד	משתנה בלתי תלוי
הנפח הכולל של התמיסה במבחנה	גורם קבוע
מספר טיפות החומצה שנדרשו לשינוי הצבע של פנול אדום	דרך המדידה של המשתנה התלוי

32. ב. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם בחלק ב? (3 נקודות)**זיהוי מרכיבי ניסוי: משתנה תלוי****דוגמאות:**

1. קצב / מידת, פעילות האנזים / אוראז
2. קצב / מידת, פירוק אוראה / יצירת [בסיס] האמוניום

למורה:

חשוב לחזור ולדון עם תלמידים על ניסוח מדויק של המשתנה התלוי (קצב / מידה), ועל ההבחנה בינו ובין שיטת המדידה.
הקושי בזיהוי המשתנה התלוי נובע מכך שבדרך המדידה יש **מספר** שלבי ביניים שנתפסים על ידי התלמיד **כתהליך הנבדק**: שינוי דרגת pH, שינוי צבע האינדיקטור, ולבסוף מדידת מספר טיפות החומצה שנדרשו לטיטרציה.
רצוי לנסח עם התלמידים את ההשערה שנבדקת בניסוי, ולהדגיש שבהשערה מתייחסים למשתנה התלוי – התהליך שנבדק.

32. ג. הריכוז ההתחלתי של אוראה במבחנות ב – ה הוא גורם קבוע בניסוי שערכתם. הסבירו מדוע חשוב שדווקא הריכוז ההתחלתי של אוראה יהיה גורם קבוע בניסוי שערכתם. (4 נקודות)

הבנת חשיבות שמירה על גורם קבוע**דוגמה:**

אוראה היא הסובסטרט וריכוזה משפיע על קצב פעילות אנזים. בניסוי בדקנו השפעת משתנה בלתי תלוי אחר/השפעת ריכוז תסנין [ולכן שאר הגורמים צריכים להיות קבועים].

למורה:

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** מרכיבים:

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 לבדוד משתנים ולבדוק את השפעתו של גורם אחד בלבד בכל ניסוי, (עיקרון בידוד המשתנים).
- מומלץ לדון עם התלמידים מדוע הגדרת הגורם הקבוע היא: הריכוז ההתחלתי של אוראה, ומדוע לא מסתפקים בהגדרה: ריכוז אוראה.
- בדיון עם תלמידים בנושא: זיהוי ותכנון גורמים קבועים בניסוי, והסבר החשיבות על שמירתם קבועים תוכלו להיעזר במאמר: "[גורמים קבועים קל לזהות קשה להסביר](#)".

יט. תלמיד ערך ניסוי זה לניסוי שערכתם. הוא הוסיף לתמיסות שבמבחנות ג – ד טיפות חומצה (סעיף יח) עד שצבע התמיסות נעשה צהוב.

א. צבע צהוב מעיד על סביבה חומצית/בסיסית.

כעבור דקות אחדות צבע התמיסות השתנה שוב וחזר להיות ורוד.

א. צבע ורוד מעיד על סביבה חומצית / בסיסית.

הערה: סעיף יט, הוא סעיף עזר. מצופה מהתלמידים להקיף את התשובה הנכונה וכך יוכלו לענות יותר בקלות על שאלה 33, בהמשך. גם התבוננות במבחנות ג – ד בשלב זה של הבחינה, תסייע לתלמידים)

33. א. מהו ההסבר האפשרי לשינוי הצבע, כעבור דקות אחדות, בתמיסות שבמבחנות ג ו-ד? (2 נקודות)
להלן ארבע אפשרויות לתשובה. קבעו מהי התשובה הנכונה **והעתיקו רק אותה** למחברת.

- האנזים עבר דנטורציה בסביבה הבסיסית, ולכן הסביבה השתנתה לחומצית.
- האנזים עבר דנטורציה בסביבה החומצית, ולכן הסביבה השתנתה לבסיסית.
- האנזים המשיך להיות פעיל גם בסביבה הבסיסית ופעילותו גרמה לשינוי הסביבה לחומצית.
- האנזים המשיך להיות פעיל גם בסביבה החומצית ופעילותו גרמה לשינוי הסביבה לבסיסית.

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

תשובה: האנזים המשיך להיות פעיל גם בסביבה החומצית ופעילותו גרמה לשינוי הסביבה לבסיסית.

33. ב. נמקו את קביעתכם. (2 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

דוגמאות:

1. האנזים המשיך לזרז פירוק אוראה [למרות הסביבה החומצית וצבע אינדיקטור צהוב], והתוצר [הבסיסי] / ובסיס האמוניום, הפך את הסביבה [בחזרה] לסביבה בסיסית [וצבע אינדיקטור חוזר להיות ורוד].

2. נימוק בדרך השלילה:
אם האנזים לא היה פעיל/ עובר דנטורציה (בסביבה החומצית), לא היה נוצר בסיס ולכן הסביבה הייתה נשארת חומצית [וצבע האינדיקטור היה נשאר צהוב].

3. (שלילת המסיחים): **ניקוד מלא יינתן רק על שלילת שלוש המסיחים**

שלילת המסיח הראשון : אחר זמן הצבע הפך לוורוד מה שמעיד על כך שהסביבה השתנתה ל**בסיסית**, (ולא חומצית)

שלילת המסיח השני: אם האנזים היה עובר דנטורציה הוא לא היה גורם לשינוי הסביבה לבסיסית/ לא היה נוצר בסיס [ולא היה מתקבל צבע ורוד].

שלילת המסיח השלישי: לאחר הוספת החומצה / כאשר התקבל צבע צהוב, הסביבה הייתה חומצית, (ולא בסיסית).

פרק ג – ניתוח תוצאות מחקר: שימוש באוראה ובמעכב האנזים אוראז בחקלאות

...אוראה היא תרכובת אורגנית, המכילה אטומי חנקן (N), שחקלאים מוסיפים לקרקע כדי להגדיל את היבולים. הצמחים קולטים תרכובות החנקן, כגון אוראה, מן האדמה. תרכובות אלה משמשות בתאי הצמחים לבניית תרכובות אורגניות אחרות המכילות חנקן ובהן כלורופיל.

10. 22. 34. א. ציינו שתי תרכובות אורגניות נוספות (מלבד אוראה וכלורופיל), המצויות בצמחים ומכילות אטומי חנקן (N). (2 נקודות)

יישום ידע קודם

דוגמאות: חומצות גרעין, DNA, RNA, נוקליאוטידים, בסיס חנקני, ATP, ADP, חלבונים, חומצות אמיניות, NAD, NADP, ויטמינים [מקבוצה B]

הערות:

- * אין להוריד ציון אם מציין שמות של שתי חומצות אמיניות, או שמות של שני בסיסים חנקניים
- * יקבל את מלוא הציון רק אם החומרים אינם חופפים

דוגמאות לחפיפה: חומצות גרעין ו-DNA, חומצות גרעין ו-RNA

DNA, נוקליאוטידים / בסיס חנקני

mRNA, tRNA, rRNA, RNA

ATP, ADP

NAD, NADP

חלבונים, חומצות אמינו

שם של אנזים, חלבון

תוצאות הניסוי בחלקה 1

יבול של גרגרי חיטה (טונה / יחידת שטח)	כמות אוראה (ק"ג/יחידת שטח)
2.5	0
2.7	30
3.5	60
3.8	90
4.0	120

10. 22. 34. ב. התבססו על המידע שבפתיח בנוגע לכלורופיל, והסבירו את תוצאות הניסוי בחלקה 1. (5 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי להסבר תוצאות

דוגמה:

ככל שמוסיפים לקרקע יותר אוראה, נוצר יותר כלורופיל, שהוא [פיגמנט] קולט אור בפוטוסינתזה / דרוש לתהליך פוטוסינתזה בצמח, ולכן [ככל שנוצר יותר כלורופיל] קצב פוטוסינתזה עולה. נוצרים יותר חומרים אורגניים / סוכרים שמגדילים את יבול גרגרי חיטה. התשובה צריכה לכלול את המרכיבים האלה:

הגדלת כמות אוראה
נוצר יותר כלורופיל
תפקודו / חשיבותו של כלורופיל בפוטוסינתזה
קשר בין כמות כלורופיל וקצב פוטוסינתזה
קשר בין פוטוסינתזה לייצור חומרים אורגניים / סוכרים
קשר בין ייצור תרכובות אורגניות להגדלת היבול

למורה:

הסבר מלא של תוצאות הניסוי צריך לכלול את המידע שניתן לתלמיד, וגם ידע נוסף המבוסס על פרקי הליבה.

בשאלה, התבקשו התלמידים להתייחס למידע אודות כלורופיל ולהסביר את תוצאות הניסוי. אך תלמידים רבים רק העתיקו את המידע שדישון באוראה משפיע על ייצור תרכובות אורגניות, בלי קישור בין המידע על הקשר שבין דישון באוראה וסינתזת כלורופיל, והקשר בין כלורופיל, פוטוסינתזה ויצירת חומרים אורגניים בצמח שמשפיעים על היבול.

כמו כן היו תשובות שהתייחסו לתהליך פוטוסינתזה כתהליך שבו מופקת אנרגיה. שימו לב לתפיסה שגויה זו, בה אין הבחנה בין ניצול אנרגיית האור לבניית תרכובות אורגניות ובין תהליך הנשימה התאית שבו מופקת אנרגיה כימית.

טבלה 4

יבול גרגרי חיטה (טונה / יחידת שטח)		
חלקה 2	חלקה 1	
בתוספת NBPT	ללא NBPT	כמות אוראה (ק"ג/יחידת שטח)
לא נבדק	2.5	0
3.0	2.7	30
4.0	3.5	60
4.3	3.8	90
4.6	4.0	120

11. 23 35 א. (1)

איזה סוג של הצגה גרפית הוא המתאים ביותר לתיאור התוצאות המוצגות בטבלה 4 – גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נמקו את התשובה.

(2). הציגו במחברת, בדרך גרפית מתאימה, את תוצאות הניסוי שבטבלה 4 שימו לב: אין צורך לסמן בתצוגה הגרפית את הנקודה שצוין עליה: לא נבדק. (10 נקודות)

(1) הסבר שיטת עיבוד תוצאות

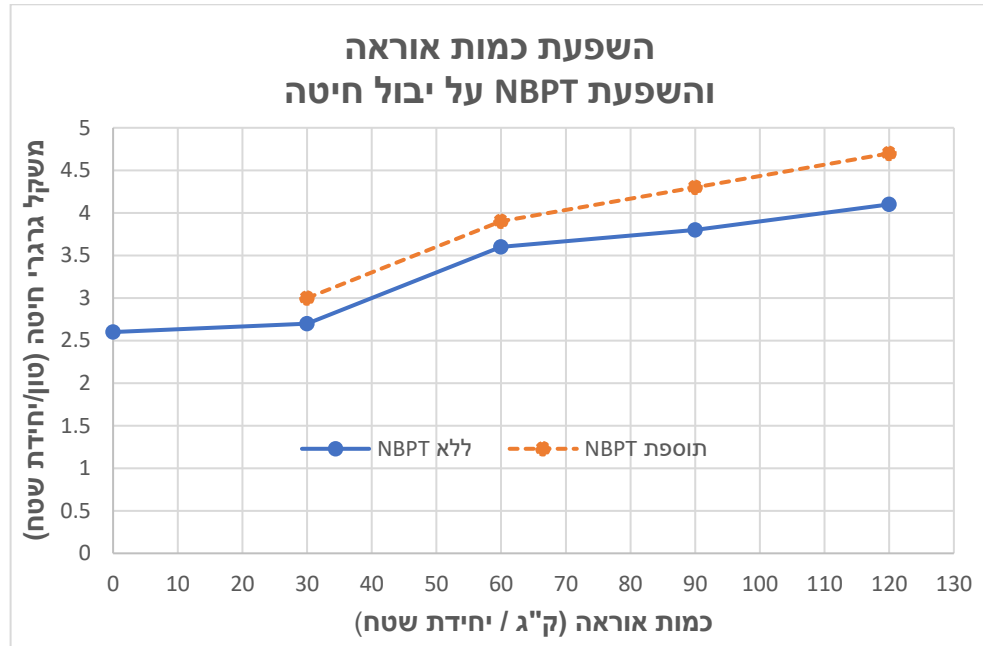
דוגמה: בגרף רציף / עקום / פיזור XY.

נימוק: המשתנה הבלתי תלוי / כמות אוראה, הוא משתנה רציף / כמותי / מדיד / יש משמעות לערכי הביניים.

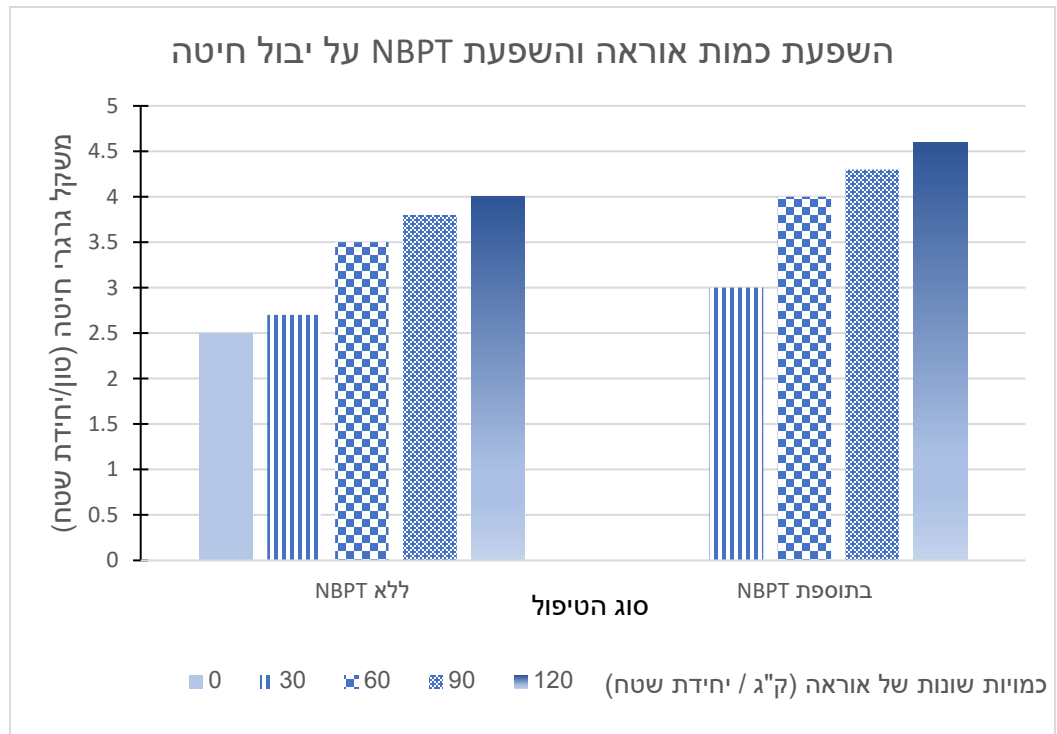
הצרה:

אין להוריד ציון אם בחר דיאגנזה צמודות, ונימק שהמשתנה הבילתי תלוי הטיפול/סול החלקה הוא בדיד.

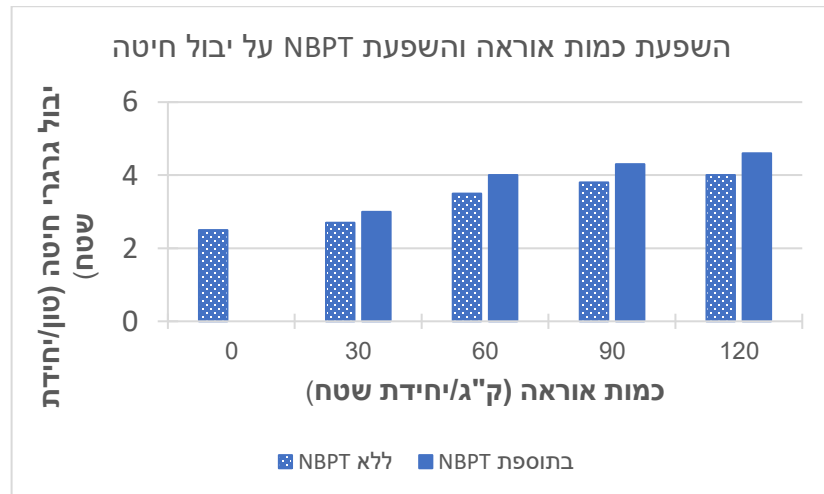
(2) הצגה גרפית מתאימה, יש כותרת, בחירת משתנים וסימונם נכון, סרטוט ההצגה הגרפית כראוי דוגמה 1:



דוגמה 2: דיאגרמת עמודות מתאימה למשתנה בלתי תלוי **בדיד** (סוג הטיפול)



דוגמה 3: דיאגרמת עמודות שגויה, שאינה מתאימה למשתנה בלתי תלוי **רציף** (כמות אוראה)



ליקויים בהצגה הגרפית
ההצגה הגרפית נכונה אך אינה מתאימה לתשובה בסעיף א
בחר בדיאגרמת עמודות ונימק נכון (משתנה בדיד) אך סרטט דיאגרמת עמודות שבציר X הציב כמות אוראה (משתנה רציף) ראו דוגמה 3
אין כותרת להצגה הגרפית
כותרת שגויה להצגה הגרפית / שם משתנה שגוי לציר
חסר ציון שם המשתנה / חסרות יחידות על הציר
חסרים ערכים על הציר
קנה המידה בציר Y או בציר X שגוי / משתנה לאורך הציר
החלפת ציר X בציר Y
סימון הנקודות אינו מתאים לתוצאות הרשומות בטבלה / חסרות תוצאות
הוסיף נקודה של המשקל ב־0 אוראה בגרף של תוספת NBPT (למרות ההנחיה)
בחר גרף רציף ולא חיבר בקו את הנקודות
סרטט רק עקום אחד מתוך שניים
סרטט גרף קטן מאד
חסר מקרא
מקרא שגוי או חלקי (חלקה 1, חלקה 2)
סרטט לכל אחת מהחלקות גרף נפרד ובכל אחד כל המרכיבים נכונים

11. 23. 35. ב. תארו את התוצאות של הניסוי על פי ההצגה הגרפית (6 נקודות)

תיאור תוצאות

דוגמה:

ככל שכמות אוראה גדולה יותר [בטווח שבין 0 / 30 – 120 ק"ג/יחידת שטח], בשתי החלקות, כך גדל משקל יבול גרגרי חיטה.
בחלקה שבה הוסיפו NBPT משקל היבול גדול יותר מאשר בחלקה ללא NBPT [בכל הטווח מ 30 – 130 ק"ג אוראה].
הצרה: אין להוסיף ציון אם במקום התייחסות למשקל גדול יותר, מפרט את טווח הצרכים fe היבול: היבול גדל מ-2.5 ל-4, ופנוכחות NBPT היבול גדל מ-3 ל-4.6

למורה:

לקריאה נוספת בנושא תיאור תוצאות ותרגול עם תלמידים בדוגמאות שונות תוכלו למצוא במצגת :
תיאור תוצאות, הסקת מסקנות והקשר ביניהם <https://www.biu-edulab.org.il/t-materials> - בפרט
בשקפים 10 – 19.

11. 23. 35. ג. התבססו על המידע שבעמוד זה הציעו הסבר לתוצאות הניסוי בחלקה 2 (בתוספת NBPT). (4 נקודות)

מידע בפרק ג:

האנזים אוראז (שבדקתם בחלק ב), מצוי גם בקרקע, ומקורו ברקמות של צמחים מתים ובחיידקים. האנזים אוראז מזרז פירוק של אוראה לאמוניה (NH_3). בעקבות פעילות האנזים חלק מן האוראה שמוסיפים לקרקע מתפרק. בפירוק נוצר הגז אמוניה שחלקו מתנדף לאוויר בתנאי סביבה מסוימים. החומר NBPT פועל כמעכב של האנזים אוראז **שבקרקע** וחקלאים מוסיפים אותו לקרקע בעת הוספת אוראה. בדרך כלל NBPT אינו גורם נזק לצמח.

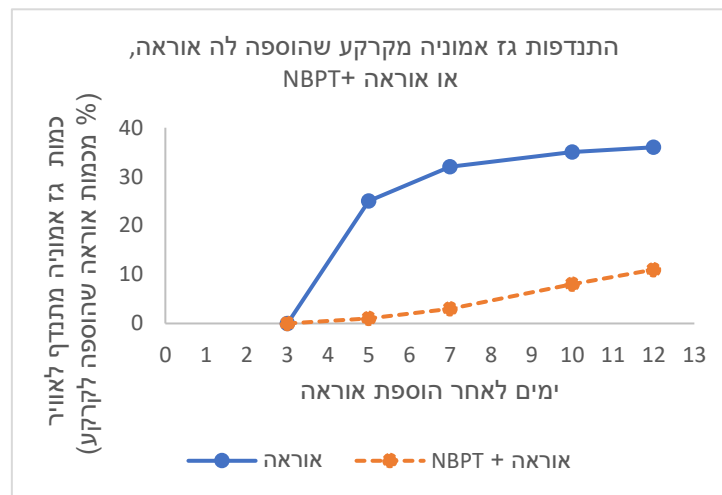
יישום ידע מהניסוי להסבר תוצאות ניסוי

דוגמה:

אוראז שבקרקע מזרז פירוק אוראה. NBPT מעכב את פעילות האוראז בקרקע. כתוצאה מכך יש יותר אוראה זמינה לצמחים. [על פי התוצאות בחלקה 1] ככל שכמות אוראה גדולה יותר כך משקל היבול גדל.

מידע בפרק ג:

במדינות רבות מחפשים דרכים להפחית את הכמות של הגז אמוניה שנוצר מפירוק אוראה בקרקע ומתנדף לאוויר, כי הגז אמוניה עלול לפגוע בבריאות האדם, במגוון הביולוגי ובמערכות אקולוגיות שונות.



12. 24. 36. התבססו על התוצאות המוצגות בגרף, והסבירו כיצד הוספת NBPT לאוראה יכולה להשפיע על מידת הנזק שעלול להגרם לסביבה בעקבות הוספת האוראה לקרקע. (3 נקודות)

יישום ידע מהניסוי

דוגמה:

כאשר מוסיפים NBPT כמות האמוניה המתנדפת לאוויר קטנה יותר, ולכן [הוספת NBPT] מקטינה את הנזק.

תרשים בעיות צוהריים

בעיה 5	בעיה 4	
הכרת שיטת המדידה: מדידה של כמות חומצה בתמיסה (טיטרציה).		חלק א
הניסוי: השפעת ריכוזי גלוקוז ותמיסת אתנול על קצב נשימה תאית בשמרים מקובעים באגר.	הניסוי: השפעת ריכוזי אתנול ותמיסת מגנזיום כלוריד ($MgCl_2$) על קצב נשימה תאית בשמרים מקובעים באגר.	חלק ב
ניתוח תוצאות מחקר: השפעת אתנול וטרהלוז על קצב התרבות שמרים.		חלק ג

בעיות 4, 5 – חלק א

בבעיה זו תבדקו גורמים המשפיעים על תהליך הנשימה התאית בשמרים

חלק א – הכרת שיטת המדידה

שלב א1: הכרת תכונות החומר הבוחן (האינדיקטור) פנול-פתלאין

37.א. 49.א העתיקו למחברת את טבלה 1 שלפניכם.
 התבוננו בתמיסות שהתקבלו במבחנות לאחר טפטוף בסיס או חומצה.
 קבעו את צבע התמיסה שהתקבל בכל אחת מן המבחנות וכתבו במקום המתאים בטבלה שבמחברת (שלב I) את הצבע (ורוד או חסר צבע). (5 נקודות)

העתקת טבלה ודיווח על תוצאות הבדיקה

דוגמה: טבלה 1 ועמודה 4

טבלה 1:

שאלה 38 / 50 (סעיף ד)	שאלה 37 / א. 49.א			
שלב II	שלב I			
	4	3	2	1
תוצאות: מספר טיפות בסיס NaOH שהוספתם עד לקבלת צבע וורוד	צבע התמיסה שהתקבל. (ורוד או חסר צבע)	נפח חומצת HCl (מספר טיפות)	נפח בסיס NaOH (מספר טיפות)	המבחנה
-	ורוד	-	3	א
5	חסר צבע	1	-	ב
13	חסר צבע	3	-	ג

ב. העתיקו למחברת את שני המשפטים שלפניכם והשלימו בכל משפט את הפרט החסר. (2 נק')

צבע האינדיקטור פנול פתלאין בסביבה בסיסית הוא: _____

צבע האינדיקטור פנול פתלאין בסביבה חומצית הוא: _____

הסקת מסקנה / הבנת מערך ניסוי

צבע האינדיקטור פנול פתלאין בסביבה בסיסית הוא: ורוד.

צבע האינדיקטור פנול פתלאין בסביבה חומצית הוא: חסר צבע.

שלב א2: הכרת שיטה למדידת כמות של חומצה בתמיסה (טיטרציה)

סעיף ד: באמצעות פיפטת פסטר המסומנת "NaOH" טפטפו למבחנה טיפה אחר טיפה של תמיסת הבסיס NaOH. **סיפרו את הטיפות** עד שיתקבל במבחנה **ב** צבע ורוד יציב במשך 10 שניות - **ודומה ככל האפשר לצבע התמיסה שבמבחנה א.**

- כתבו את מספר הטיפות שטפטפתם למבחנה **ב** במקום המתאים בטבלה 1 (שלב II) שבמחברת.

50.38 הסבירו מדוע בכל אחת מן המבחנות ב - ג נדרש מספר אחר של טיפות עד לקבלת צבע הדומה לצבע התמיסה במבחנה א. (4 נקודות)

דיווח מדויק ומלא של התוצאות והבנת שיטת המדידה

דוגמה:

דיווח תוצאות: ראו טבלה 1 שלב II

הבנת שיטת המדידה:

כאשר מספר הטיפות / הנפח / הריכוז, של החומצה בתמיסה גדול יותר נדרשת כמות גדולה יותר של טיפות בסיס / NaOH כדי לנטרל / להגיב עם החומצה עד לקבלת צבע ורוד יציב / דומה לצבע התמיסה במבחנה א.

חלק ב – ניסוי: השפעת אתנול ומגנזיום כלורי ($MgCl_2$) על קצב תהליך הנשימה התאית בשמרים**לידיעתכם 1:**

א. אתנול הוא חומר הממס שומנים וגורם לשינויים במבנה מרחבי של חלבונים.
 ב. מגנזיום כלורי ($MgCl_2$) בתמיסה מימית מתפרק ונוצרים יוני מגנזיום (Mg^{+2}). יוני מגנזיום נקשרים לאנזימים רבים בתא וכתוצאה ומיעלים את פעילותם. כמו כן יוני המגנזיום משפרים את היציבות של קרומי התאים.

שלב ב1: הכנת דסקיות שמרים מקובעים באגר

39. חשבו את ריכוז האתנול בכל אחת מהתמיסות במבחנות 1 – 4. רשמו את תוצאות החישובים במחברת.
שימו לב: ריכוז האתנול בתמיסה בה השתמשתם הוא 70%, והנפח הסופי בכל מבחנה הוא 8 מ"ל. **רשמו את תוצאות החישובים במחברת. פרטו את דרך החישוב** בנוגע למבחנות 2 ו-3 בלבד. (6 נקודות)

לידיעתכם 2:

האגר הוא חומר בעל מרקם של ג'לי אשר אינו פוגע בתאי השמרים. כאשר דסקיות של שמרים מקובעים באגר מושרות בתמיסה, האגר מאפשר מעבר חומרים מן התמיסה החיצונית אל תאי השמרים, ומן השמרים אל התמיסה.

יישום ידע קודם

תשובה לשאלה 39	
מבחנה	ריכוז תמיסת אתנול (%)
1	0
2	8.75
3	35
4	35

או הצבת נתונים בטבלה:

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

דוגמה למבחנה 2:

ריכוז (C) (%)	נפח (V) (מ"ל)	
70 (C_1)	1 (V_1)	תמיסת ה"אם" / המקור
8.75 (C_2)	8 (V_2)	התמיסה לאחר המיהול

דוגמה למבחנה 3:

ריכוז (C) (%)	נפח (V) (מ"ל)	
70 (C_1)	4 (V_1)	תמיסת ה"אם" / המקור
35 (C_2)	8 (V_2)	התמיסה לאחר המיהול

שלב ב2: בשלב זה תבדקו את הכמות היחסית של החומצה בכל אחת מהמבחנות D – A

לידיעתכם 3: בתגובה בין פחמן דו-חמצני (CO_2) ובין מים נוצרת חומצה [פחמתית].

40. א. לפניכם ארבעה מבין רכיבי הניסוי שערכתם בחלק ב. **העתיקו אותם למחברת.**
עבור כל רכיב כתבו **במחברת** אם הוא גורם קבוע או משתנה תלוי או דרך המדידה של המשתנה התלוי.
רכיבי הניסוי: (7 נקודות)

- * קצב נשימה תאית בשמרים מקובעים
- * מספר טיפות בסיס NaOH שנדרשו לשינוי צבע התמיסה לוורוד
- * הריכוז ההתחלתי של גלוקוז במבחנות
- * טמפרטורת המים באמבט

זיהוי רכיבי ניסוי

תשובה

קצב נשימה תאית בשמרים מקובעים באגר	משתנה תלוי
מספר טיפות בסיס NaOH שנדרשו לשינוי צבע התמיסה לוורוד	דרך המדידה של המשתנה התלוי
הריכוז ההתחלתי של גלוקוז במבחנות	גורם קבוע
טמפרטורת המים באמבט	גורם קבוע

40. ב. המצאות מגנזיום כלורי (MgCl_2) במבחנות היא משתנה בלתי תלוי בניסוי שערכתם.
מהו המשתנה הבלתי תלוי האחר בניסוי? (3 נקודות)

זיהוי רכיבי ניסוי (משתנה בלתי תלוי)

תשובה:

ריכוז האתנול [בתמיסות בהן שרו השמרים].

41. א. הכינו במחברת טבלה חדשה שתסכמו בה את מערך הניסוי ואת ותוצאותיו. יש לכלול בטבלה רק את הרכיבים האלה: (13 נקודות)

- ריכוז אתנול (שאלה 39)
- נפח תמיסת MgCl_2
- המצאות דסקיות שמרים
- המצאות גלוקוז (סעיף ג)
- תוצאות הניסוי במבחנות D – A (בסעיפים יט – כ)

בניית טבלה לסיכום מערך הניסוי ודיווח על תוצאות

דוגמה:

5	4	3	2	1		
סעיפים יט - כ	סעיף יג			העתקה מתשובה 39		
[מספר] טיפות בסיס / (NaOH), שהוספו לקבלת צבע ורוד	[המצאות] גלוקוז	[המצאות] דסקיות שמרים	נפח תמיסת מגנזיום [כלורי] (מ"ל)	ריכוז [תמיסת] אתנול (%)	המבחנה	תשובה לשאלה ב.41 כותרות לעמודות
13	+ / 4 מ"ל / יש	+ / 8 / יש	0	0	1 / A	תשובה לשאלה א.41
8	+ / 4 מ"ל / יש	+ / 8 / יש	0	8.75	2 / B	
4	+ / 4 מ"ל / יש	+ / 8 / יש	0	35	3 / C	
14	+ / 4 מ"ל / יש	+ / 8 / יש	4	35	4 / D	

הצרה: אפשר להוסיף לטבלה עוד עמודות כמו: משק למן המתנה (6, 10 דקות), טמפרטורת האמבט, אק אין צורק לעשות זאת.

41. ב. - הוסיפו כותרת לטבלה.

- הוסיפו כותרות לעמודות. (4 נקודות)

השלמת פרטים בטבלה (כותרת לטבלה וכותרות לעמודות)**כותרת הטבלה:**

הכותרת לטבלה צריכה לכלול שלושה מרכיבים:

התייחסות למשתנים הבלתי תלויים: השפעה של / הקשר בין, ריכוז אתנול [והימצאות] מגנזיום כלוריד

התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה: קצב נשימה תאית או מספר טיפות בסיס / NaOH [שהוספו

לתמיסות] או דרגת pH או כמות פד"ח .

התייחסות לאורגניזם הנבדק: ב[תאי] שמרים / בשמרים מקובעים באגר

למורה:

בכותרת טבלה זו ניתן להתייחס למשתנה התלוי או לדרך המדידה.
אם התלמיד כבר הגדיר את שאלת המחקר ואת המשתנה התלוי (כמו שנדרש ב"ביוחקר"), רצוי להתייחס בכותרת של טבלת התוצאות למשתנה התלוי.
אך בבחינה, התלמיד לא נדרש לנסח את שאלת החקר שנבדקה בניסוי ולא ניסח את ההשערה, לכן יש לקבל התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה, למרות שבשאלה הקודמת זיהה את המשתנה התלוי. במהלך ההוראה בכיתה, רצוי לדון עם התלמידים ולנסח את שאלת המחקר וההשערה. בבניית הטבלה (ואם מסרטטים גרף על פי התוצאות) להתייחס בכותרת הטבלה והגרף למשתנה התלוי.

42. לכל אחת מן התמיסות בניסוי הוספתם 8 דסקיות שמרים מקובעים באגר. הסבירו מדוע חשוב שדווקא מספר דסקיות יהיה גורם קבוע בניסוי שערכתם. (4 נקודות)

הבנת חשיבות שמירה על גורם קבוע**דוגמה:**

כמות השמרים / התאים / האנזימים משפיעה על קצב תהליך הנשימה התאית / תהליך אנזימתי. בניסוי נבדקה ההשפעה של משתנה בלתי תלוי אחר / ריכוז האתנול והמצאות מגנזיום כלורי [ולכן כל שאר הגורמים צריכים להישמר קבועים].

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

שימו לב שבתשובה מלאה נדרשים שני מרכיבים:

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 לבדוק משתנים ולבדוק את השפעתו של גורם אחד בלבד בכל ניסוי (עיקרון בידוד המשתנים).

בדיון עם תלמידים בנושא: זיהוי ותכנון גורמים קבועים בניסוי והסבר החשיבות על שמירתם קבועים תוכלו להיעזר במאמר: "[גורמים קבועים קל לזהות קשה להסביר](#)"

43.א. הציעו הסבר לתוצאות הניסוי שהתקבלו בכל אחת מן המבחנות A - C. בהסבר התייחסו גם למידע שבקטעים "לידיעתכם" 1 ו- 3 וגם לשיטת המדידה. (6 נקודות)

הצגות:**יישום ידע קודם וידע מהניסוי**

ככל שריכוז האתנול גבוה יותר [בטווח 0% ל 35%] / במבחנה C/3 שבה הריכוז של אתנול גבוה יותר מאשר במבחנה B/2, כך הפגיעה [של האתנול], בתאי השמרים / בקרומים / בחלבונים / גדולה יותר, קצב תהליך הנשימה [התאית] נמוך יותר. כתוצאה מכך נוצר פחות CO₂ ונוצרת פחות חומצה [פחמתית] ולכן נדרש מספר קטן יותר של טיפות בסיס עד לקבלת צבע ורוד / לנטרול (או לסתירת) החומצה.

מרכיבי התשובה
ריכוז של אתנול
פגיעה / השפעה של אתנול על קרום התא או על חלבונים
קצב הנשימה התאית
כמות / ריכוז CO_2
כמות / ריכוז חומצה
מספר הטיפות שנדרשו
לשינוי הצבע לוורוד / לנטרול החומצה

למורה:

תלמידים רבים ענו תשובה חלקית ולא התייחסו בהסבר לקשר שבין קצב התהליך, כמות / ריכוז CO_2 / חומצה, ובין מספר הטיפות שנדרשו לניטרציה, על אף שהנתון של מספר הטיפות היה בטבלת התוצאות.

במהלך הבחינה המעשית נבדקו רק שלושה ריכוזי אתנול (0%, 8.75% ו-35%) מומלץ להוסיף טיפול עם ריכוז נוסף למשל של 20% אתנול.

43. ב. הציעו הסבר להבדל בין התוצאה שקיבלתם במבחנה C לתוצאה במבחנה D. בהסבר התייחסו גם למידע שבקטעים "לידיעתכם" 1 ו-3. (4 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי**דוגמה:**

ההבדל בין הטיפולים C ו- D הוא המצאות מגנזיום כלוריד בטיפול D. הוספת מגנזיום כלוריד לשמרים מייצבת את קרומי התאים / מיעלת את פעילות של האנזימים, ולכן בטיפול זה / מבחנה D [קצב] הנשימה [התאית] היה גבוה מאשר במבחנה C [עם אתנול בלבד וללא מגנזיום]. כתוצאה מכך נוצר יותר CO_2 ונוצרת יותר חומצה [פחמתית] ולכן נדרש מספר גדול יותר של טיפות בסיס עד לקבלת צבע ורוד / לנטרול / לסתירת החומצה.

43. ג. תלמיד הציע להוסיף למערך הניסוי טיפול אחר - מבחנה ובה 12 מ"ל מים ו-8 דסקיות שמרים בלבד (בלי תוספת של תמיסת גלוקוז).

שערו אם בתמיסה שתילקח ממבחנה זו מספר הטיפות הבסיס שיידרש עד לקבלת צבע ורוד יהיה קטן, שווה או גדול בהשוואה למספר הטיפות שהוספתם במבחנה A. הסבירו את השערתכם. (4 נקודות)

הבנת מערך ניסוי ופירוש תוצאות**דוגמה:**

בטיפול זה מספר טיפות ה- NaOH שיידרש עד לקבלת צבע ורוד יהיה קטן יותר [בהשוואה למבחנה A / 1] מכיוון שלטיפול זה לא הוסף גלוקוז שהוא המגיב / סובסטר בתהליך הנשימה התאית.

44. הטיפול במבחנה 1 הוא טיפול בקרה. הסבירו מהי החשיבות של הטיפול במבחנה 1 במערך הניסוי? (3 נקודות)

הבנת חשיבות מרכיבי ניסוי (בקרה לשלילת הסבר חלופי)

דוגמאות:

1. כדי לשלול הסבר חלופי שעל פיו שינוי דרגת החומציות / בסיסיות / pH / מספר טיפות, [במבחנות A - C], מתרחש עקב תהליך אחר שגורם לשינוי pH ואינו קשור להשפעת אתנול על קצב הנשימה התאית.
2. כדי להשוות את הצבע שהתקבל לאחר הוספת בסיס לכל אחת מהמבחנות, לצבע האינדיקטור במבחנה 1 / במבחנה ללא אתנול [בקרת צבע/ בלנק].
3. כדי לוודא שהגורם המשפיע בניסוי על קצב הנשימה / על מספר הטיפות שנדרשו לטיטרציה / כמות החומצה שנצרכה / דרגת ה-pH, הוא אתנול ולא גורם אחר.
4. כדי להשוות את קצב תהליך הנשימה התאית בנוכחות אתנול, לקצב התהליך ללא אתנול.

למורה:

תלמידים רבים התקשו במתן הסבר מלא לחשיבות הבקרה במבחנה 1. הם הסבירו באופן חלקי את חשיבות הבדיקה, או אפיינו את הבדיקה (ללא הסבר), כגון: שלילת הסבר חלופי, בקרה חיצונית / שלילית, בקרה ללא משתנה בלתי תלוי.

היו תלמידים שתיארו את הטיפול במבחנה : במבחנה זו אין אתנול / יש רק שמרים וגלוקוז. שגיאה נוספת היא חוסר הבחנה בין חשיבות הבקרה לחשיבות החזרות: לוודא שהתוצאות אינן מקריות / שהתוצאות יותר מהימנות / שהניסוי יותר מדויק.

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

ניתן היה לטעון שהירידה במספר הטיפות של בסיס שנדרשו לטיטרציה, נגרמה בגלל ריכוז אתנול גבוה יותר שמשפיע על דרגת pH (ולא בגלל השפעת האתנול על תהליך הנשימה התאית).

אפשר לשלול טענה זו על ידי טיטרציה של תמיסת אתנול בריכוזים שנבדקו בניסוי (ללא נוכחות שמרים וגלוקוז). תמיסת אתנול היא מעט חומצית, ולכן לכאורה אם ריכוז אתנול גבוה יותר, התמיסה היתה צריכה להיות יותר חומצית, בניגוד לתוצאות שהתקבלו בניסוי.

במהלך ההוראה בכיתה, כדאי להוסיף טיפול שמוצע בשאלה 43ג (ללא גלוקוז) למערך הניסוי. טיפול זה יכול להיות מבחנת ייחוס (בלנק) לסיום הטיטרציה במבחנות הניסוי האחרות.

תשובה מלאה המתייחסת ל "שלילת הסבר חלופי" (כמו בדוגמאות 1, 2) מסובכת לתלמידים, ולכן בבחינת הבגרות המעשית, אנו מאפשרים גם ניסוח במשפט חיובי, ובו התלמידים משתמשים במונחים "לוודא", "להוכיח", אף כי ידוע לנו שהבדיקה הזאת אינה יכולה לוודא באופן מוחלט שאין תהליך אחר שגורם לשינוי דרגת ה-pH.

לקריאה נוספת: מאמר "סודות הבקרה" <https://www.biu-edulab.org.il/research/hs-strategy>
ומצגת: סודות הבקרה – מסע אל תוך החקר <https://www.biu-edulab.org.il/t-materials>

45. תלמידים שערכו את הניסוי שערכתם (בחלק ב), טענו שהשפעת אתנול על קצב נשימה תאית דומה בכל היצורים החיים. האם טענת התלמידים נכונה? הסבירו את תשובתכם. (4 נקודות)

יישום ידע קודם

דוגמאות:

אפשר לענות בשני כיוונים:

1. כן. **לכל** התאים יש חלבונים / קרומים. אתנול פוגע בחלבונים / בקרומי תאים [ולכן השפעת האתנול תהיה דומה בכל היצורים].

2. לא. תתכן שונות / קיים הבדל במבנה החלבונים / קרומי התאים, **או** במנגנוני העמידות / הסבילות לאתנול, של יצורים שונים [לכן השפעת האתנול תהיה שונה ביצורים שונים].

או:

3. לא. כי לא ניתן להסיק מהשפעת האתנול על יצור אחד / על שמרים, להשפעה על כל היצורים החיים.

בעיה 5

בבעיה זו תבדקו גורמים המשפיעים על תהליך הנשימה התאית בשמרים
חלק ב – ניסוי השפעת אתנול וגלוקוז על קצב תהליך הנשימה התאית בשמרים

לידיעתכם 1: אתנול הוא חומר הממס שומנים וגורם לשינויים במבנה המרחבי של חלבונים

שלב ב1: הכנת דסקיות שמרים מקובעים באגר

לידיעתכם 2:

האגר הוא חומר בעל מרקם של ג'לי אשר אינו פוגע בתאי השמרים. כאשר דסקיות של שמרים מקובעים באגר מושרות בתמיסה, האגר מאפשר מעבר חומרים מן התמיסה החיצונית אל תאי השמרים, ומן השמרים אל התמיסה.

51. חשבו את ריכוזי הגלוקוז בכל אחת מהתמיסות במבחנות 1 – 3 בסעיף יד – בשלב שהיו בכל מבחנה 10 מ"ל תמיסה (לפני שהוצאתם ממנה תמיסה).
חשבו את ריכוז הגלוקוז במבחנה 4 בסעיף יד – כשבמבחנה 9 מ"ל.
שימו לב: ריכוז הגלוקוז בתמיסה שהעברתם למבחנות 1 ו-4 הוא 0.5M.
רשמו את תוצאות החישובים במחברת.
פרטו את דרך החישוב למבחנות 1 ו-2 בלבד. (6 נקודות)

יישום ידע קודם / מחשב נכון את הריכוז לאחר המיהול ומסביר את אופן החישוב
דוגמה:

או:

מבחנה	ריכוז תמיסת גלוקוז (M)
1	1/4
2	1/40
3	1/400
4	1/4

מבחנה	ריכוז תמיסת גלוקוז (M)
1	0.25
2	0.025
3	0.0025
4	0.25

פירוט דרך החישוב למבחנות 1 ו-2

הצבה בנוסחה וחישוב הערך של ריכוז התמיסה:

מבחנה 1: חישוב ריכוז הגלוקוז: $0.5 \cdot 5 = X \cdot 10$ $X = 0.25$

מבחנה 2: חישוב ריכוז הגלוקוז: $0.25 \cdot 1 = X \cdot 10$ $X = 0.025M$

או הסבר מילולי:

במבחנה 1: הוסיפו 5 מ"ל תמיסת גלוקוז בריכוז 0.5M ל-5 מ"ל מים, מהלו את התמיסה פי 2 ולכן הריכוז

ירד פי 2. $0.5/2=0.25$

במבחנה 2: הוסיפו 1 מ"ל תמיסת גלוקוז בריכוז 0.25M ל-9 מ"ל מים, מהלו את התמיסה פי 10 ולכן הריכוז

ירד פי 10. $0.25/10=0.025$

או הצבת נתונים בטבלה:

דוגמה: במבחנה 1:

במבחנה 2:

ריכוז (C) (M)	נפח (V) (מ"ל)	
$(C_1) 0.25M$	$(V_1) 1$	תמיסת ה"אם"
$[(C_2) = 0.025M]$	$(V_2) 10$	התמיסה לאחר המיהול

ריכוז (C) (M)	נפח (V) (מ"ל)	
$(C_1) 0.5M$	$(V_1) 5$	תמיסת ה"אם"
$[(C_2) = 0.025M]$	$(V_2) 10$	התמיסה לאחר המיהול

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

שלב ב2: בשלב זה תבדקו את הכמות היחסית של החומצה בכל אחת מהמבחנות D – A

לידיעתכם 3: בתגובה בין פחמן דו-חמצני (CO_2) ובין מים נוצרת חומצה [פחמתית].

52. א. לפניכם ארבעה מבין רכיבי הניסוי שערכתם בחלק ב. העתיקו אותם למחברת. עבור כל רכיב כתבו במחברת אם הוא גורם קבוע או משתנה תלוי או דרך המדידה של המשתנה התלוי. רכיבי הניסוי: (7 נקודות)

- * מספר טיפות NaOH שנדרשו לשינוי הצבע לוורוד.
- * קצב נשימה תאית בשמרים מקובעים באגר.
- * טמפרטורת המים באמבט.
- * מספר טיפות של פנול פתלאין.

זיהוי רכיבי ניסוי

תשובה:

מספר טיפות בסיס NaOH שנדרשו לשינוי צבע התמיסה לוורוד	דרך המדידה של המשתנה התלוי
קצב נשימה תאית בשמרים מקובעים באגר	משתנה תלוי
טמפרטורת המים באמבט	גורם קבוע
מספר טיפות של פנול פתלאין	גורם קבוע

52. ב. הימצאות אתנול במבחנות היא משתנה בלתי תלוי בניסוי שערכתם. מהו המשתנה הבלתי תלוי האחר בניסוי? (3 נקודות)

זיהוי רכיבי ניסוי (משתנה בלתי תלוי)

תשובה:

ריכוז הגלוקוז [בתמיסות בהן שרו השמרים].

53. א. הכינו טבלה שתסכמו בה את מערך הניסוי ואת תוצאותיו. יש לכלול בטבלה רק את הרכיבים האלה: (13 נקודות)
- ריכוז גלוקוז (שאלה 51).
 - נפח תמיסת האתנול (טבלה 2).
 - הימצאות דסקיות שמרים (סעיף י).
 - תוצאות הניסוי במבחנה D – A (בסעיפים כא - כב).

בניית טבלה לסיכום הניסוי ודיווח על תוצאות הניסוי**דוגמה:**

4	3	2	1 העתקה מתשובה 51		
NaOH / טיפות בסיס / שהוספו לקבלת צבע ורוד	[המצאות] דסקיות שמרים	נפח [תמיסת] אתנול (מ"ל)	ריכוז [תמיסת] הגלוקוז (M)	המבחנה	תשובה לשאלה ב.53 כותרות לעמודות
13	יש / 8 / +	0	0.25	1 / A	תשובה לשאלה א.53
8	יש / 8 / +	0	0.025	2 / B	
4	יש / 8 / +	0	0.0025	3 / C	
3	יש / 8 / +	4.5	0.25	4 / D	

הצרה:

אפשר להוסיף לטבלה עוד עמודות כמו: משק למן המתנה (6, 10 דקות), טמפרטורת האמבט, אק אין צורך לעשות זאת.

ב.53.

- הוסיפו כותרת לטבלה.
- הוסיפו כותרות לעמודות. (4 נקודות)

השלמת פרטים בטבלה (כותרת לטבלה וכותרות לעמודות)**כותרת הטבלה:**

הכותרת לטבלה צריכה לכלול שלושה מרכיבים:

התייחסות למשתנים הבלתי תלויים: השפעה של / הקשר בין, ריכוז גלוקוז / [והימצאות] [תמיסת] אתנול
התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה: קצב נשימה תאית או: מספר טיפות בסיס / NaOH שהוספו
לתמיסות.

התייחסות לאורגניזם הנבדק: ב[תאי] שמרים / בשמרים מקובעים באגר.

למורה:

בכותרת טבלה זן אנו מאפשרים להתייחס למשתנה התלוי או לדרך המדידה.

אם התלמיד כבר הגדיר את שאלת המחקר ואת המשתנה התלוי (כמו שנדרש ב"ביוחקר"), רצוי להתייחס בכותרת של טבלת התוצאות למשתנה התלוי.

אך בבחינה, התלמיד לא נדרש לנסח את שאלת המחקר שנבדקה בניסוי ולא ניסח את ההשערה, לכן יש לקבל התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה, למרות שבשאלה הקודמת זיהה את המשתנה התלוי. במהלך ההוראה בכיתה, רצוי לדון עם התלמידים ולנסח את שאלת המחקר וההשערה. בבניית הטבלה (ואם מסרטטים גרף על פי התוצאות) להתייחס בכותרת הטבלה והגרף למשתנה התלוי.

54. לכל אחת מן התמיסות בניסוי הוספתם 8 דסקיות שמרים מקובעים באגר. הסבירו מדוע חשוב **שדווקא** מספר הדסקיות יהיה גורם קבוע בניסוי שערכתם. (4 נקודות)

הבנת חשיבות שמירה על גורם קבוע

דוגמה:

כמות השמרים / התאים / האנזימים משפיעה על קצב תהליך הנשימה התאית / התהליך האנזימתי. בניסוי נבדקה ההשפעה של משתנה בלתי תלוי אחר / ריכוז גלוקוז והמצאות אתנול [ולכן כל שאר הגורמים צריכים להישמר קבועים].

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

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).

בדיון עם תלמידים בנושא: זיהוי ותכנון גורמים קבועים בניסוי, והסבר החשיבות על שמירתם קבועים תוכלו להיעזר במאמר: ["גורמים קבועים קל לזהות קשה להסביר"](#)

55. א. הציעו הסבר לתוצאות הניסוי שהתקבלו בכל אחת מהמבחנות C - A. בהסבר התייחסו גם למידע שבקטעים "לידיעתכם" 1 ו-3 וגם לשיטת המדידה. (6 נקודות)

1. **אם אין מלאכה ברורה של התוצאות, יתקבל הסבר המבוסס על תוצאות התלמיד, כל עוד אין סותר ידע ביוכימי.**

2. **אין להוריד ציון אם ציין שנוצרת כמות חומצה פחמתית ולא ציין ירידה ב- CO_2**

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

דוגמה:

הגלוקוז הוא מגיב / מצע / סובסטרט בתהליך הנשימה התאית. ככל שריכוז הגלוקוז גבוה יותר [בטווח 0.0025M ל 0.25M], קצב תהליך הנשימה [התאית] גבוה יותר. כתוצאה מכך נוצר יותר CO_2 ונוצרת יותר חומצה [פחמתית] ולכן נדרש מספר גדול יותר של טיפות בסיס עד לקבלת צבע ורוד / לנטרול החומצה / לסתירה.

מרכיבי התשובה
גלוקוז הוא מגיב / סובסטרט / מצע בנשימה התאית
התייחסות לריכוז הגלוקוז בתמיסה
קצב הנשימה התאית
כמות / ריכוז CO_2
כמות / ריכוז חומצה
מספר הטיפות שנדרשו
שינוי הצבע לוורוד / לנטרול החומצה

למורה: הסבר מלא של תוצאות הניסוי צריך לכלול את קטעי המידע שניתנים לתלמיד, וגם ידע נוסף המבוסס על פרקי הליבה הרלוונטיים לנושא. כמו כן ההסבר צריך לקשר בין המשתנה הבלתי תלוי בניסוי, המשתנה התלוי ושיטת המדידה (תוצאות המדידה).

תלמידים רבים ענו תשובה חלקית ולא התייחסו בהסבר לקשר שבין **קצב** התהליך, **כמות / ריכוז** CO_2 / חומצה, ובין **מספר** הטיפות שנדרשו לטיטרציה, על אף שהנתון של מספר הטיפות היה בטבלת התוצאות.

הצעה לשיפור הניסוי:

בבחינה לא נכללה במערך הניסוי מבחנת בקרה שבה אין גלוקוז (כמו בשאלה 56.א), כדי שהניסוי לא יתארך (בהשוואה לבעיה 4).
כאשר מבצעים את הניסוי בכיתה, רצוי להוסיף מבחנת בקרה נוספת זו ולדון בחשיבות הוספת בקרה זו (ראו שאלה 56.ב).

55. ב. הציעו הסבר להבדל בין התוצאה שקיבלתם במבחנה D לתוצאה במבחנה A. בהסבר התייחסו גם למידע שבקטעים "לידיעתכם" 1 ו-3. (4 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

[תזכורת: במבחנות A ו- D ריכוז גלוקוז זהה 0.25M. מבחנה D מכילה גם אתנול.]

דוגמה:

במבחנה D / 4 קיים אתנול בניגוד למבחנה A / 1 האתנול פוגע בקרומי תאי השמרים / בחלבונים / באנזימי הנשימה ולכן [קצב] תהליך הנשימה התאית איטי יותר. כתוצאה מכך נוצר פחות CO_2 נוצרת פחות חומצה [פחמתית] ולכן נדרש מספר קטן יותר של טיפות בסיס עד לקבלת צבע ורוד / לנטרול החומצה / לסתירה.

56.א. תלמיד הציע להוסיף למערך הניסוי טיפול אחר - מבחנה ובה 9 מ"ל מים ו-8 דסקיות שמרים **בלבד** (בלי תוספת של תמיסת גלוקוז).

א. שערך אם בתמיסה שתילקח ממבחנה זו מספר הטיפות הבסיס שיידרש עד שיתקבל צבע ורוד יהיה קטן, שווה או גדול בהשוואה למספר הטיפות שהוספתם במבחנה A (סעיף כא). הסבירו את השערתכם. (4 נקודות)

הבנת מערך ניסוי ופירוש תוצאות

דוגמה:

בטיפול זה מספר טיפות ה- NaOH שיידרש עד לקבלת צבע ורוד יהיה קטן יותר [בהשוואה למבחנות A / 1] מכיוון שלטיפול זה לא הוסף גלוקוז שהוא המגיב/סובסטר בתהליך הנשימה התאית.

ב. הסבירו מהי החשיבות של הוספת טיפול בקרה זה למערך הניסוי. (3 נקודות)
 [תזכורת: בטיפול מבחנה עם דסקיות שמרים ומים, ללא גלוקוז / סובסטרט. מספר טיפות בסיס מאד נמוך. טיפול זה יכול להיות גם בקרת צבע]

הבנת חשיבות מרכיבי ניסוי (בקרה לשלילת הסבר חלופי)

דוגמאות:

1. כדי לשלול הסבר חלופי שעל פיו שינוי דרגת החומציות / בסיסיות / pH / צבע האינדיקטור, [במבחנות A - C], מתרחש עקב תהליך אחר שגורם לשינוי pH ואינו קשור להשפעת גלוקוז על קצב תהליך הנשימה התאית בשמרים.
2. כדי להיווכח / לוודא שללא גלוקוז אין בשמרים תהליך שגורם לשינוי בסיסיות/חומציות של התמיסה.
3. כדי לוודא שהגורם המשפיע בניסוי על קצב נשימה תאית / על מספר הטיפות שנדרשו לטיטרציה / כמות פד"ח שנוצרה / דרגת ה-pH, הוא גלוקוז ולא גורם אחר.
4. **אם מוסיפים את הטיפול הזה למערך הניסוי, אפשר להשתמש בו כמבחנת בקרת צבע (במקום מבחנה A).**
 כדי להשוות את הצבע שהתקבל לאחר הוספת חומצה לכל אחת מהמבחנות, לצבע האינדיקטור במבחנה זו [בקרת צבע/ בלנק].

למורה:

תלמידים רבים התקשו במתן הסבר מלא לחשיבות הבקרה במבחנה זו.
 הם הסבירו באופן חלקי את חשיבות הבדיקה או אפיינו את הבדיקה (ללא הסבר). כגון: בקרת צבע, שלילת הסבר חלופי, בקרה חיצונית / שלילית, בקרה ללא המשתנה הבלתי תלוי.
 היו תלמידים שתיארו את הטיפול במבחנה: במבחנה זו אין גלוקוז / יש רק שמרים.
 שגיאה נוספת היא חוסר הבחנה בין חשיבות הבקרה לחשיבות החזרות: לוודא שהתוצאות אינן מקריות / שהתוצאות יותר מהימנות / שהניסוי יותר מדויק.

תשובה מלאה המתייחסת ל "שלילת הסבר חלופי" (כמו בדוגמא 1) מסובכת לתלמידים, ולכן בבחינת הבגרות המעשית, אנו מאפשרים גם ניסוח במשפט חיובי, ובו התלמידים משתמשים במונחים "לוודא", "להוכיח", אף כי ידוע לנו שהבדיקה הזאת אינה יכולה לוודא באופן מוחלט שאין תהליך אחר שגורם לשינוי דרגת ה-pH.
 במהלך ההוראה בכיתה, חשוב להשתמש במונחים המדויקים להסבר חשיבות הבקרה, ולדון עם תלמידים על ההבדל בין הניסוחים הנ"ל.

הצעה לשיפור הניסוי:

בבחינה לא נכללה הבקרה (שאלה 56) למערך הניסוי, כדי שהניסוי לא יתארך (בהשוואה לבעיה 4). כאשר מבצעים את הניסוי בכיתה, רצוי להוסיף עוד מבחנת בקרה זו

לקריאה נוספת: מאמר "סודות הבקרה" <https://www.biu-edulab.org.il/research/hs-strategy>
 ומצגת: סודות הבקרה – מסע אל תוך החקר <https://www.biu-edulab.org.il/t-materials>

57. תלמידים שערכו את הניסוי שערכתם (בחלק ב) טענו שהשפעת אתנול על קצב נשימה תאית דומה בכל היצורים החיים. האם טענת התלמידים נכונה? הסבירו את תשובתכם. (4 נקודות)

יישום ידע קודם

דוגמאות:

אפשר לענות בשני כיוונים:

1. כן. לכל התאים יש חלבונים / קרומים. אתנול פוגע בחלבונים / בקרומי תאים [ולכן השפעת האתנול תהיה דומה בכל היצורים].
2. לא. תתכן שונות / קיים הבדל במבנה החלבונים / קרומי התאים, **או** במנגנוני העמידות / הסבילות לאתנול של יצורים שונים [לכן השפעת האתנול תהיה שונה ביצורים שונים].

או: לא. כי לא ניתן להסיק מהשפעת האתנול על יצור אחד / על שמרים על כלל היצורים בטבע.

פרק ג – בעיות 4, 5
חלק ג – ניתוח תוצאות ניסוי: השפעת ריכוז אתנול על התרבות השמרים

ניסוי 1:

לפניכם נתונים על קצב ההתרבות של השמרים שבתמיסה בריכוזי אתנול שונים.

טבלה 5

קצב התרבות השמרים (יחידות יחסיות)		
זן ב	זן א	ריכוז אתנול (%)
2	1.9	0
2.1	1.9	4
1.8	1.3	8
1.6	0.7	10
1.3	0.2	12
0.5	0	16

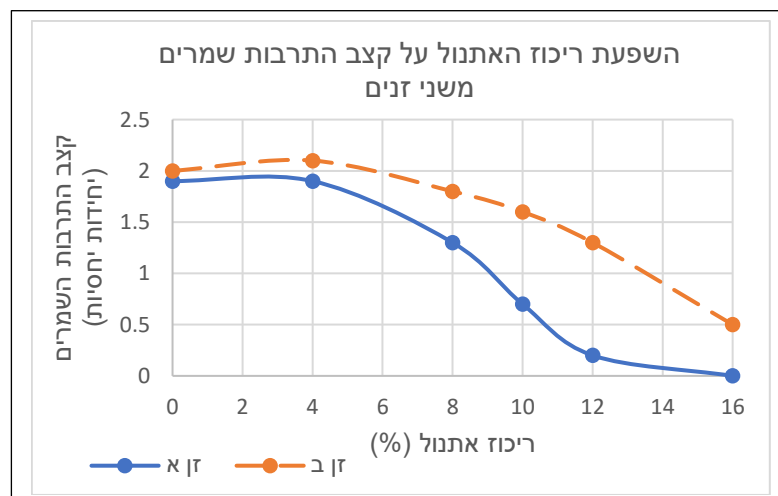
46.א.58. (1). איזה סוג של הצגה גרפית הוא המתאים ביותר לתיאור התוצאות המוצגות בטבלה 5 – גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נמקו את התשובה
(2). הציגו במחברת הבחינה בדרך גרפית מתאימה, את תוצאות הניסוי שבטבלה 5.
 (10 נקודות)

(1) הסבר שיטת עיבוד תוצאות

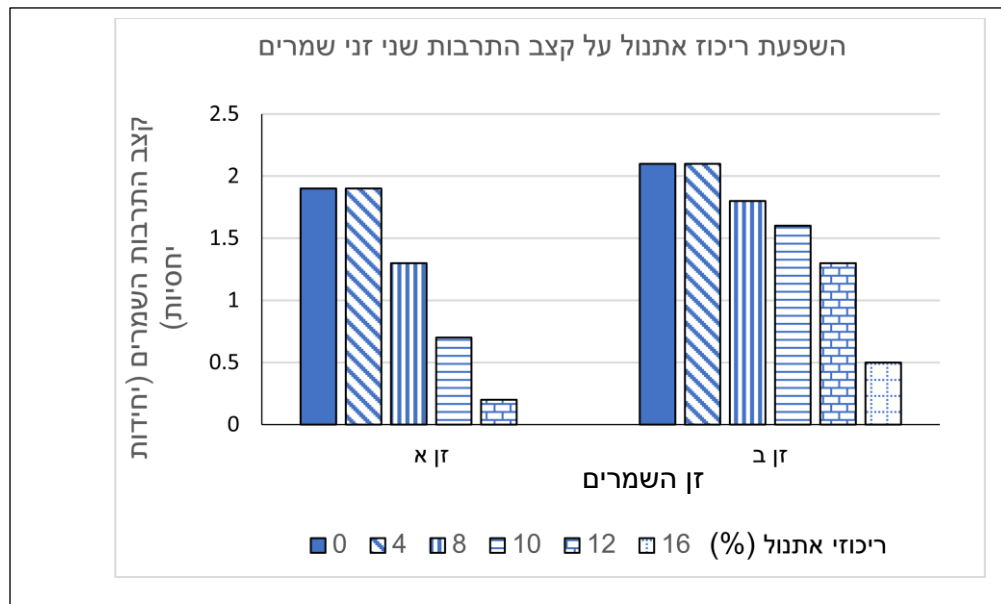
דוגמה: בגרף רציף / עקום / פיזור XY.
נימוק: המשתנה הבלתי תלוי / ריכוז אתנול, הוא משתנה רציף / כמותי / מדיד / יש משמעות לערכי הביניים.
הצרה: אין להוריד ציון אם בחר דיאגרמת עמודות, ונימק שהמשתנה הבלתי תלוי – זן השמרים הוא קדיק.

(2) הצגה גרפית

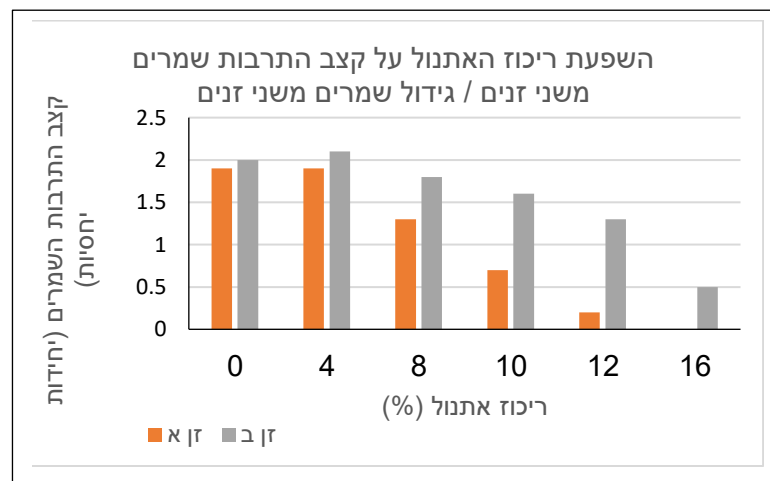
בחירת הצגה גרפית מתאימה, יש כותרת, בחירת משתנים וסימון נכון, סרטוט ההצגה הגרפית כראוי.
 דוגמה 1:



דוגמה 2: דיאגרמת עמודות מתאימה למשתנה בלתי תלוי זן השמרים:



דוגמה 3: דיאגרמת עמודות שגויה שאינה מתאימה למשתנה בלתי תלוי רציף (ריכוז אתנול):



ליקויים בהצגה הגרפית
ההצגה הגרפית נכונה אך אינה מתאימה לתשובה בסעיף א.
בחר בדיאגרמת עמודות ונימק נכון (משתנה בדיד) אך סרטט דיאגרמת עמודות שבציר X שלה הציב ריכוזי אתנול (משתנה רציף), ראו דוגמה 3
אין כותרת להצגה הגרפית
כותרת שגויה להצגה הגרפית / שם משתנה שגוי לציר
חסר ציון שם המשתנה / חסרות יחידות על הציר
חסרים ערכים על הציר
קנה המידה בציר Y או בציר X שגוי / משתנה לאורך הציר
החלפת ציר X בציר Y
סימון הנקודות אינו מתאים לתוצאות הרשומות בטבלה / חסרות תוצאות
בחר גרף רציף 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 מהזנים גרף נפרד ובכל אחד כל המרכיבים נכונים

46.ב.58. תארו את תוצאות של ניסוי 1 על פי ההצגה הגרפית. (6 נקודות)

תיאור תוצאות

דוגמה:

בטווח ריכוזי אתנול 0 – 4% אין [כמעט] שינוי בקצב ההתרבות של שני הזנים [2 יחידות יחסיות].
 ככל שריכוז האתנול גבוה יותר [מ 4% עד 16%] קצב ההתרבות של שני הזנים יורד. קצב ההתרבות של זן ב יורד
 לאט יותר בהשוואה לזן א / קצב ההתרבות של זן ב יותר גבוה מאשר זן א.

46.ג.58. קבעו איזה מבין שני הזנים - זן א או זן ב - עמיד יותר להשפעות האתנול? נמקו את קביעתכם.
 בתשובתכם התבססו על התוצאות המוצגות בגרף שסרטטתם. (3 נקודות)

הסקת מסקנה

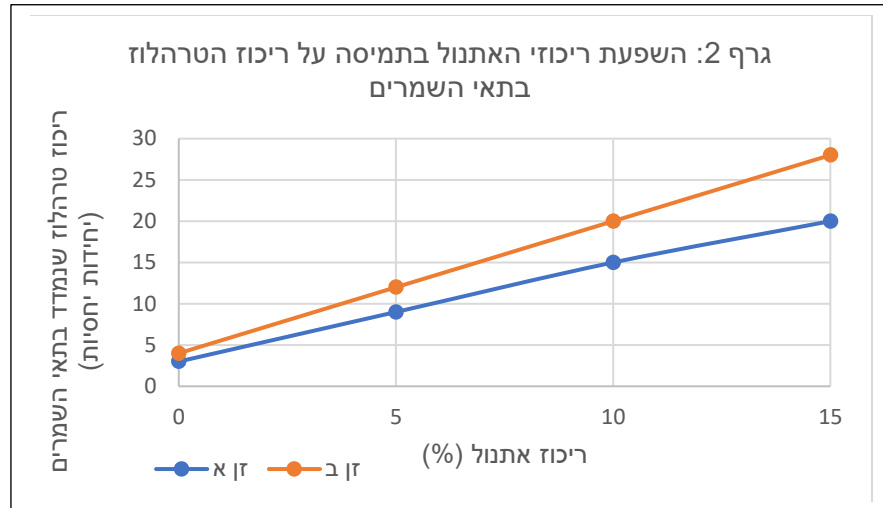
זן ב [עמיד יותר להשפעות האתנול].

נימוק: ניתן לראות שככל שמעלים את ריכוז האתנול קצב ההתרבות של זן ב גבוה יותר [בהשוואה לזן א].
 או:

בריוז הגבוה ביותר שנבדק / בריכוז 16% אתנול בזן ב קצב התרבות נמוך לעומת זן א שלא התרבה.

ניסוי 2:

בתאי השמרים קיים הסוכר טרהלוז המשמש חומר תשמורת. במחקרים נמצא שהמצאות טרהלוז בתאי השמרים מגינה עליהם מפני הנזקים שגורם האתנול לקרומי התא ולחלבונים. התוצאות מוצגות בגרף 2.



47. 59 התבססו על התוצאות המוצגות בגרף 2 ועל המידע בנוגע לסוכר טרהלוז והסבירו את תוצאות של זן ב המוצגות בגרף שסרטטתם (שאלה 46). (5 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי המתואר**דוגמה:**

בזן ב יש יותר טרהלוז [ככל שריכוזי האתנול גבוהים יותר]. טרהלוז מגן מפני השפעת האתנול, ולכן קצב ההתרבות של זן ב גבוה יותר [בהשוואה לזן א].

מידע:

בתאי השמרים יש אנזים שבונה את הסוכר טרהלוז מחד סוכרים, ויש אנזים אחר שמפרק אותו לחד סוכרים. אנזימים אלו פעילים בתא בהתאם לריכוזי האתנול בתא ובסביבתו.

חוקרים בדקו את פעילות האנזים המפרק טרהלוז בתא לחד סוכרים בשני זני השמרים. נמצא שבתמיסה שבה ריכוז 10% אתנול, קצב פעילות האנזים המפרק טרהלוז בזן ב נמוך בהשוואה לזן א, וקצב ההתרבות של זן ב גבוה יותר.

48. א. 60. הסבירו מדוע בתמיסה שבה ריכוז האתנול הוא 10% - קצב הפעילות הנמוך של האנזים המזרז פירוק טרהלוז מאפשר קצב התרבות גבוה של זן ב בהשוואה לזן א. (4 נקודות)

יישום ידע קודם

[בריכוז אתנול 10%] פעילות האנזים המפרק טרהלוז בתאי השמרים נמוכה יותר, כמות הטרלהלוז [שנשארת] בתאי השמרים גדולה יותר. הטרלהלוז מגן על תאי השמרים מפני נזקי האתנול. ולכן זן ב מוגן יותר / עמיד יותר / קצב ההתרבות שלו גדול משל זן א.

מרכיבי התשובה:
התייחסות לקצב פעילות האנזים בתמיסה של 10% אתנול
התייחסות לכמות הטרהלוז שאינו מפורק / שנשאר בתא
התייחסות לתפקודה הטרהלוז בהגנה על קרום התא
קישור בין תקינות קרום התא לקיום תהליכים בתא כולל התרבות
התייחסות להבדל בין שני הזנים

48.ב.60. הסבירו כיצד הגנה על קרום התא בסביבה בה יש אתנול מאפשרת לתאי השמרים לשמור על הומיאוסטזיס. (3 נקודות)

הצרה: תתקבל כל תשובה נכונה שאינה סותרת ידע ביוֹלוֹגִי

יישום ידע קודם

מרכיבי התשובה
האתנול פוגע בקרום התא / בפוספוליפידים שבקרום התא / בחלבונים בתא
הגנה על קרום התא, מאפשרת שמירה על בררנות הקרום / על פעילות החלבונים בתא
או: מפחיתה חדירת אתנול לתא ומקטינה פגיעה בפעילות חלבונים / תהליכים בתא / נשימה תאית / תהליכים אנזימטיים / חלוקת התא
הסביבה הפנימית שונה מהחיצונית ויש שמירה על מאזן מומסים / הומיאוסטאזיס.

למורה:

ההסבר צריך לכלול את המידע שניתן לתלמיד, וגם ידע נוסף המבוסס על פרקי הליבה. בשאלה, התבקשו לשלב באופן נכון בין המידע על אתנול המשפיע על קרום התא ועל חלבונים, ועל ידע מוקדם: הבנת המושג הומיאוסטאזיס ותפקוד קרום התא בשמירה על הומיאוסטאזיס ובין מנגנון ההגנה של השמרים.