מעבדה

הכנה לבחינת הבגרות במעבדה

נושאי השיעור

מבוא:
- מבנה הבחינה
- נושאי המעבדה הנפוצים
- בסיס הידע הנדרש
- סוגי השאלות במבחן

חלק א'

מרכיבי הניסוי:
- שאלת חקר
- סוג המדידה: כמותי/איכותי
- השערה
- בסיס ביולוגי להשערה
- משתנה בלתי תלוי
- משתנה תלוי
- דרך מדידת המשתנה התלוי
- גורמים קבועים
- בקרות
- חזרות

תיאור והסבר תוצאות הניסוי:
- בניית טבלה המתארת את מערך הניסוי ותוצאותיו
- בחירת סוג הגרף הנכון ותיאור התוצאות בגרף
- תיאור מילולי של התוצאות
- הסבר התוצאות
- אקסטרפולציה ואינטרפולציה

חלק ב'
- ניסוי איכותי וניסוי כמותי

© מטח - כל הזכויות שמורות

מבנה בחינת הבגרות במעבדה

מבנה הבחינה

הבחינה נערכת בסוף כיתה י"ב.
התלמידים מקבלים דף הוראות, ובו הם נדרשים, לבצע ניסוי מעבדה, שבדרך כלל כולל שני שלבים:
שלב ראשון: ניסוי קטן מקדים שנועד להכרת שיטת המדידה.
שלב שני*: הניסוי עצמו.
במהלך ביצוע הניסויים ולאחריהם התלמידים נדרשים לענות על שאלות בכתב.
התשובות נשלחות לבדיקה במשרד החינוך, והציון בבחינה נקבע על פי התשובות.
*בשלב השני, שליש מתלמידי הכיתה אינם עושים ניסוי "רטוב", אלא מתארים, מנתחים ומסבירים תוצאות ניסוי הניתנות להם אגב שימוש ב"אקסל" ליצירת טבלאות וגרפים.
שאר התלמידים עושים ניסוי בפועל, מנתחים ומתארים את התוצאות בטבלאות וגרפים שהם יוצרים באופן ידני.

הנושאים הנפוצים בבחינת המעבדה

אנזימים והגורמים המשפיעים על פעולתם, דרכי מעבר חומרים דרך קרומים (דיפוזיה, אוסמוזה), נשימה תאית ופוטוסינתזה, החומרים המרכיבים את התאים.

בסיס הידע הנדרש

נושאי הליבה.

© מטח - כל הזכויות שמורות

סוגי השאלות המופיעות בבחינת הבגרות במעבדה

א. **שאלות שקשורות למרכיבי הניסוי ולתוצאותיו**
בשאלות אלו נעסוק במצגת זו.

ב. **שאלות ידע, הבנה ויישום בביולוגיה מן הסוגים הבאים:**
שאלות ידע והבנה (ויותר מכך) כלליות בביולוגיה המתקשרות לנושא המעבדה.
שאלות "רוחב" חוצות נושאים.
שאלות המתייחסות לקשר שבין הרעיונות המרכזיים בביולוגיה לבין נושאי המעבדה.
בשאלות אלו נעסוק במצגת מיוחדת המוקדשת לנושא זה.

Montyred, Wikimedia commons<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hua_Yi_Secondary_School_Chemistry_Laboratory.JPG> (CC BY-SA 3.0<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>)

הבנת השאלות וזיהוי סוגי השאלות יכולים לסייע בהצלחה במבחן.
אלו הן המטרות המודגשות במצגת זו.

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלות העוסקות במרכיבי הניסוי ובתוצאותיו

בשאלות העוסקות במרכיבי הניסוי ובתוצאותיו נדרשות מיומנויות של זיהוי, הבנה וניסוח של מרכיבי הניסוי הבאים:

- שאלת חקר
- סוג המדידה: כמותי/איכותי
- השערה
- בסיס ביולוגי להשערה
- משתנה בלתי תלוי ודרך שינויו
- משתנה תלוי
- דרך מדידת המשתנה התלוי
- גורמים קבועים
- בקרות
- חזרות

ומיומנויות של תיאור והסבר תוצאות הניסוי הבאות:

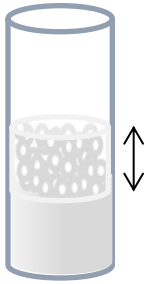
- בניית טבלה המתארת את מערך הניסוי ותוצאותיו
- בחירת סוג הגרף הנכון ותיאור התוצאות בגרף
- תיאור מילולי של התוצאות
- הסבר התוצאות

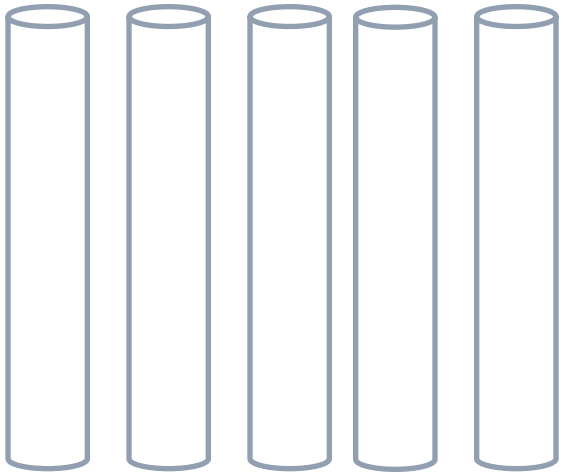
© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 1: תכנון ניסוי

על מנת ללמוד להבין ולזהות את סוגי השאלות השונים ניקח לדוגמה ניסוי העוסק באנזימים.
שאלת החקר שאנו רוצים לבדוק היא:
האם יש קשר בין ריכוז המצע לבין קצב פעילות האנזים?

שאלה 1:
תכננו ניסוי לבדיקת שאלת החקר.
לרשותכם: מבחנות, תמיסת אנזים, תמיסת מצע.
נניח שאנו רוצים לבדוק את קצב פירוק מי חמצן ע"י האנזים קטלאז.
מי חמצן מפורקים ע"י האנזים למים ולחמצן. החמצן נפלט בתור בועות גז.
אחת הדרכים למדידת קצב פעילות הקטלאז היא:
מדידת גובה שכבת בועות החמצן שנוצרת במבחנה.





© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 1:

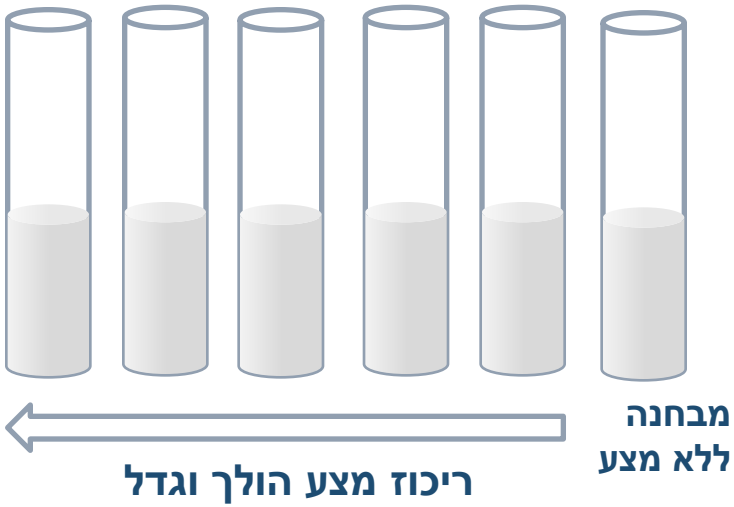
תכננו ניסוי לבדיקת שאלת החקר.

לרשותכם: מבחנות, תמיסת אנזים, תמיסת מצע.

תשובה:

נוסיף לסדרת מבחנות נפחים הולכם וגדלים של תמיסת מי חמצן,
ונשלים עם מים עד ליצירת נפח נוזלים קבוע בכל המבחנות.
נוסיף לכל המבחנות (פרט למבחנה אחת), נפח קבוע של תמיסת אנזים.
שאר הגורמים קבועים.

ריכוז האנזים בכל המבחנות קבוע.
גם כל שאר הגורמים קבועים.
(נדון בגורמים הקבועים בהרחבה בהמשך).



© מטח - כל הזכויות שמורות

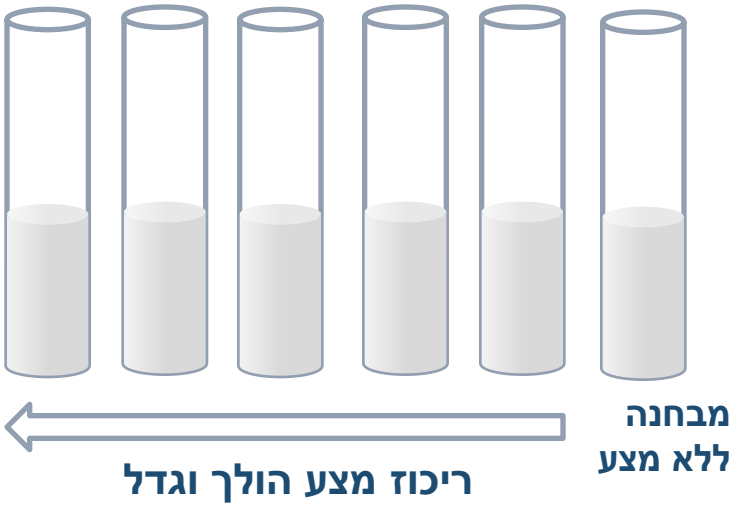
שאלה 2: זיהוי המשתנים – משתנה בלתי תלוי ומשתנה תלוי

המשתנה הבלתי תלוי הוא הגורם שעל פי ההשערה משפיע על המשתנה התלוי.
הוא הגורם שנקבע על ידי מתכנן הניסוי, הרוצה לבדוק את השפעתו על המשתנה התלוי. הוא הגורם השונה בין המבחנות.

המשתנה התלוי הוא הגורם המושפע בניסוי. במהלך ביצוע הניסוי החוקר עוקב אחר השינוי בגורם זה. המשתנה התלוי הוא במקרים רבים קצב תהליך מסוים, או שיעור תופעה מסוימת.

שאלה 2:
מהו המשתנה הבלתי תלוי, ומהו המשתנה התלוי בניסוי שתכננתם?

ריכוז האנזים בכל המבחנות קבוע.
גם כל שאר הגורמים קבועים.
(נדון בגורמים הקבועים בהרחבה בהמשך).



© מטח - כל הזכויות שמורות

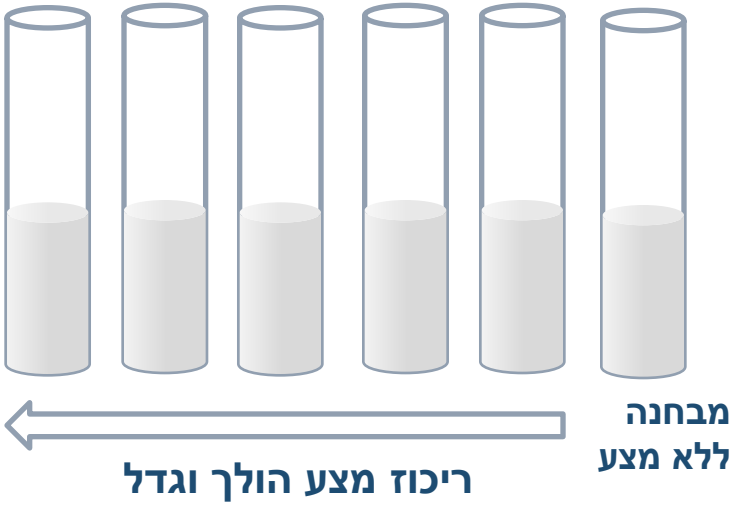
שאלה 2:

תשובה:
המשתנה הבלתי תלוי: ריכוז המצע.
המשתנה התלוי: קצב פעילות האנזים.

שאלה 3:

א. מהי דרך שינוי המשתנה הבלתי תלוי? כלומר איך תיצרו ריכוזי מצע שונים במבחנות?
ב. מהי דרך מדידת המשתנה התלוי, כלומר איך אפשר למדוד את קצב פעילות האנזים?

ריכוז האנזים בכל המבחנות קבוע.
גם כל שאר הגורמים קבועים.
(נדון בגורמים הקבועים בהרחבה בהמשך).



© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 3:

תשובה:

א. אפשר ליצור ריכוזי מצע שונים ע"י הוספת נפחים הולכים וגדולים של תמיסת מצע לסדרת מבחנות, והשלמה עם מים עד לנפח נוזלים קבוע.

ב. אפשר למדוד קצב פעילות האנזים ע"י מדידת כמות המצע שפורק בפרק זמן מסוים (ע"י מדידת כמות המצע ההתחלתית והסופית וחישוב ההפרש ביניהם, או מדידת כמות התוצר שנוצר בפרק זמן מסוים. במקרה של הניסוי שלנו, דרך מדידת המשתנה התלוי (שהוא קצב פעילות האנזים) היא: מדידת גובה שכבת בועות החמצן שנפלטו מכל אחת מן המבחנות בפרק זמן מסוים.

שימו ❤ !!!

תלמידים נוטים להתבלבל ולא להבחין בין <u>המשתנה התלוי</u> ובין <u>אופן מדידתו</u>.

זכרו: המשתנה התלוי הוא במקרים רבים קצב התהליך או שיעור של תופעה מסוימת.

לעתים ייתכנו כמה דרכים למדידת המשתנה התלוי.

הדרך הנבחרת ע"י מבצע הניסוי היא הדרך הזמינה לו והעומדת לרשותו.

לדוגמה במקרה שלנו:

משתנה תלוי:

קצב פעילות האנזים קטלאז

אופן מדידת המשתנה התלוי:

<u>מדידת התוצר הנוצר</u> בפרק זמן מסוים לדוגמה: נפח החמצן הנפלט הנמדד על פי גובה שכבת הבועות.

<u>מדידת כמות המצע שפורק</u> באמצעות מדידת כמות מי החמצן בתחילת התהליך ובסופו.

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 4: זיהוי המשתנה התלוי והבלתי תלוי בשאלת החקר

שאלה 4:

נחזור לשאלת החקר:

האם יש קשר בין ריכוז המצע לבין קצב פעילות האנזים?

בשאלת החקר צריכים להופיע המשתנה הבלתי תלוי והמשתנה התלוי.

סמנו בשאלת החקר את המשתנים האלה.

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 4:

נחזור לשאלת החקר:

האם יש קשר בין ריכוז המצע לבין קצב פעילות האנזים?

בשאלת החקר צריכים להופיע המשתנה הבלתי תלוי והמשתנה התלוי.

סמנו בשאלת החקר את המשתנים האלה.

תשובה:

האם יש קשר בין ריכוז המצע לבין קצב פעילות האנזים?

משתנה בלתי תלוי **משתנה תלוי**

© מטח - כל הזכויות שמורות

השערה

לשאלת החקר ייתכנו בדרך כלל כמה הסברים אפשריים. הניסוי בודק את אחד ההסברים האלה. למעשה, ההשערה היא התוצאות הצפויות במקרה שההסבר נכון.
ההשערה צריכה להיות מבוססת על ידע מדעי, ולא לסתור ידע מדעי קיים.
ההשערה צריכה להיות מנוסחת בתור משפט **ולא** בתור שאלה (שימו ❤️! זו טעות נפוצה אצל תלמידים).

בסיס ביולוגי

הבסיס הביולוגי הוא ההנמקה לבחירת ההשערה. ההנמקה מבוססת על ידע ביולוגי.

שאלה 5:

א. מהי ההשערה שלכם לניסוי זה?
ב. בהשערה צריכים להופיע המשתנה הבלתי תלוי והמשתנה התלוי. סמנו אותם בהשערה שניסחתם.
ב. מהו הבסיס הביולוגי להשערתכם, כלומר על סמך איזה ידע מדעי שיערתם את ההשערה?

© מטח - כל הזכויות שמורות

השערה

לשאלת החקר ייתכנו בדרך כלל כמה הסברים אפשריים. הניסוי בודק את אחד ההסברים האלה. למעשה, ההשערה היא התוצאות הצפויות במקרה שההסבר נכון.
ההשערה צריכה להיות מבוססת על ידע מדעי, ולא לסתור ידע מדעי קיים.

שאלה 5:

א. מהי ההשערה שלכם לניסוי זה?

ב. בהשערה צריכים להופיע המשתנה הבלתי תלוי והמשתנה התלוי. סמנו אותם בהשערה שניסחתם.

ב. מהו הבסיס הביולוגי להשערתכם, כלומר על סמך איזה ידע מדעי שיערתם את ההשערה?

תשובה:

א. ככל שריכוז המצע גדל (עד גבול מסוים), כך קצב פעילות האנזים גדל.*

משתנה בלתי תלוי משתנה תלוי

***השערה המנוסחת בדרך זו: "ככל ש.....כך....." מתאימה לניסוי שהמשתנה הבלתי תלוי בו כמותי. בניסויים איכותיים, או בניסויים כמותיים שבהם המשתנה הבלתי תלוי בדיד, תנוסח ההשערה בתור משפט חיובי קצר. נעסוק בניסויים מסוגים אלו בחלק השני של המצגת.**

ב. הבסיס הביולוגי: ככל שריכוז המצע גדל, כך יש התנגשויות אנזים־מצע רבות יותר, ולכן יעלה קצב הפעילות. מעל לריכוז מצע מסוים לא יעלה קצב הפעילות כי מולקולות האנזים פועלות בקצב מרבי.

© מטח - כל הזכויות שמורות

גורמים קבועים

כל הגורמים המהווים חלק מן הניסוי, ושידוע שהם משפיעים על התהליך הנבדק, חייבים להיות זהים פרט למשתנה הבלתי תלוי.
הסיבה לכך היא שאם יהיה יותר מגורם אחד שונה, לא יהיה אפשר לדעת איזה גורם השפיע וגרם לתוצאות שהתקבלו בניסוי.

הסבר חשיבות שמירה על הגורם הקבוע בניסוי

יש להסביר באיזה אופן גורם מסוים זה משפיע על המשתנה התלוי, ולא להסתפק רק בהסבר הכללי שצוין למעלה.

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 6:

ציינו מהם הגורמים שצריכים להישמר קבועים בניסוי שלנו ונמקו את תשובתכם.

גורם קבוע	בהתבסס על סמך הידע המדעי שלכם הסבירו מדוע גורם זה צריך להישמר קבוע (זהה בכל המבחנות).

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 6:

גורם קבוע	בהתבסס על סמך הידע המדעי שלכם הסבירו מדוע גורם זה צריך להישמר קבוע.
הטמפרטורה	הטמפרטורה משפיעה על קצב הפעילות האנזימתית. ככל שהיא עולה (עד גבול מסוים*), קצב תנועת המולקולות עולה ויש התנגשויות אנזים־מצע רבות יותר. לכן הטמפרטורה בכל המבחנות צריכה להיות זהה. *בטמפרטורות גבוהות מאוד, האנזימים עוברים דנטורציה.
דרגת ה־pH	דרגת ה־pH משפיעה על המבנה המרחבי של האנזימים (חלבונים). המבנה המרחבי של האנזים קובע את מידת ההתאמה למצע, ולכן הוא משפיע על פעילות האנזים. ולכן דרגת ה־pH צריכה להיות זהה בכל המבחנות.
ריכוז האנזים	ככל שריכוז האנזים גדול יותר (עד גבול מסוים), כך יהיו התנגשויות אנזים־מצע רבות יותר, וקצב הפעילות יעלה. לכן ריכוז האנזים צריך להיות זהה בכל המבחנות.
זמן	ברור שככל שמשך הזמן ארוך יותר, כך תהיה הפעילות האנזימתית ארוכה יותר, ולכן משך זמן הפעילות צריך להיות זהה בכל המבחנות.

© מטח - כל הזכויות שמורות

נדון בשני סוגים עיקריים של בקרות:

בקרה בלי הגורם המשפיע

בקרה זו היא טיפול הזהה לשאר הטיפולים בניסוי, אך הושמט בו המשתנה הבלתי תלוי. לדוגמה, בניסוי שבו נבדקת השאלה אם במיצוי מגזר יש אנזים קטלאז המפרק מי חמצן, בקרה בלי הגורם המשפיע היא מבחנה המכילה מי חמצן ואינה מכילה מיצוי גזר (ומבחנת הניסוי מכילה מי חמצן ומיצוי מגזר).
חשיבותה של בקרה זו היא שלילת הסבר חלופי לתוצאות הניסוי. לדוגמה: המצע מתפרק באופן ספונטני ("מעצמו") בלי קשר לפעילות האנזים.

בקרה פנימית־השוואתית

מערך ניסוי שבו הגורם המשפיע משתנה בהדרגה וכולל השוואה בין טיפולים שונים, הוא מערך שמתקיימת בו בקרה פנימית. הסיבה לכך היא שההבדל היחיד בין הטיפולים הוא הגורם המשפיע, ואילו שאר הגורמים האחרים קבועים, ולכן אפשר לייחס את ההבדל בתוצאות להשפעת הגורם המשפיע.
בניסויים שבהם המשתנה הבלתי תלוי הוא טמפרטורה או דרגת ה־pH אין אפשרות לבצע בקרה בלי הגורם המשפיע. (אי אפשר לבצע טיפול "בלי טמפרטורה" או בלי pH).

* לעתים, מערך הניסוי כולל בקרות נוספות כגון בקרה לשינוי צבע או בקרות שבהן משמיטים אחד מן הגורמים הקבועים. לא נעסוק בהן במצגת זו.

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 7:

ציינו מהן הבקרות במערך הניסוי שלנו והסבירו את חשיבותן.

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 7:

ציינו מהן הבקרות במערך הניסוי שלנו והסבירו את חשיבותן.

תשובה:

בקרה בלי הגורם המשפיע:

מבחנה עם אנזים בלי מצע.

חשיבותה:

שלילת האפשרות שמסיבה בלתי צפויה כלשהי, תמיסת האנזים הכילה מראש את תוצרי הפירוק, או שהיא הכילה את המצע.

כלומר הבקרה מאפשרת לנו לקבוע בביטחון שהחומרים שנוצרים במבחנות האחרות הן תוצרי פירוק המצע שהוספנו למבחנות.

בקרה פנימית

כל אחת מן המבחנות מכילה ריכוז מצע שונה.

חשיבותה: מכיוון שההבדל היחידי בין המבחנות הוא ריכוז המצע, אפשר לקבוע בביטחון שההבדל בין התוצאות במבחנות השונות נובע מהשפעת ריכוז המצע.

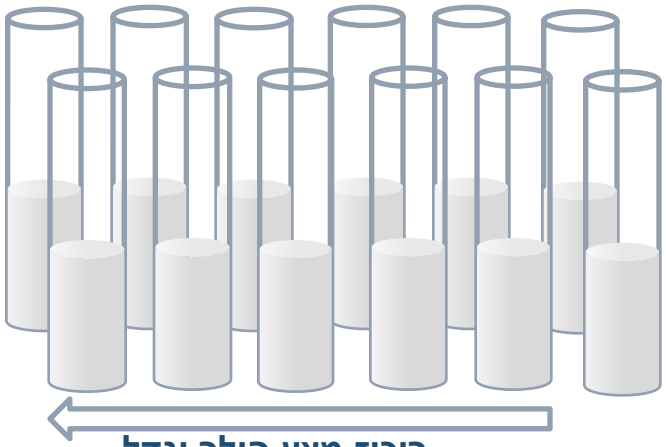
שימו ❤ !

בתשובה על שאלה העוסקת בחשיבות הבקרה, כדאי להסביר מה הבקרה שוללת, וגם מה היא מאשרת ביחס לתוצאות המבחנות האחרות.

כדאי להוסיף עוד בקרה: מבחנה עם מצע בלי אנזים. חשיבותה: שלילת האפשרות שמי החמצן מתפרקים באופן ספונטני ("מעצמם") בלי קשר לפעילות האנזים.

© מטח - כל הזכויות שמורות

ככל שהניסוי מבוצע פעמים רבות יותר, מהימנותן של התוצאות גדלה.
אפשר לבצע שני סוגי חזרות:



א. **ריבוי פריטים**
באותו מערך הניסוי אפשר לעשות כמה טיפולים מאותו הסוג.

ב. **חזרות**
אפשר לחזור על כל הניסוי בנקודת זמן אחרת.

בכל המקרים עושים ממוצע של התוצאות בכל החזרות על אותו הטיפול.
<u>חשיבות החזרות משני הסוגים היא</u>: צמצום האפשרויות לטעות מקרית.

© מטח - כל הזכויות שמורות

תיאור תוצאות הניסוי והסברן

עד כה עסקנו במרכיבי הניסוי הבאים:

- ✓ שאלת חקר
- ✓ השערה
- ✓ בסיס ביולוגי
- ✓ משתנה בלתי תלוי ודרך שינויו
- ✓ משתנה תלוי
- ✓ דרך מדידת המשתנה התלוי
- ✓ גורמים קבועים
- ✓ בקרות
- ✓ חזרות

נניח שביצענו את הניסוי ויש בידינו תוצאות. כעת נעסוק במיומנויות הקשורות לתיאור התוצאות ולהסברן. המיומנויות הנדרשות הן:

- **כתיבת טבלה לתיאור מהלך הניסוי ותוצאותיו**
- **בחירת סוג הגרף הנכון ותיאור התוצאות בגרף**
- **תיאור התוצאות**
- **הסבר התוצאות**

© מטח - כל הזכויות שמורות

בניית טבלה הכוללת את מערך הניסוי ותוצאותיו + שאלה 8

לעתים קרובות בבחינה התלמידים נדרשים לבנות טבלה הכוללת את מערך הניסוי ותוצאותיו.
שימו לב לכללים הבאים:

- **כותרת הטבלה**: הטבלה צריכה להיות מלווה בכותרת מתאימה. כותרת הטבלה צריכה לכלול את המשתנה הבלתי תלוי ואת המשתנה התלוי או את דרך המדידה שלו.
- **בידוד מרכיבי הניסוי בעמודות נפרדות**: כל עמודה בטבלה מתארת גורם אחד בלבד בניסוי.
- **ציון יחידת המדידה בכותרת העמודות**: יש להקפיד בכותרת כל אחת מן העמודות על ציון יחידת המדידה (^0C, מ"ל וכדומה).
- **הכללת הגורמים הקבועים בטבלה או מתחתיה**: אפשר לכלול את הגורמים הקבועים בטבלה. כל גורם בעמודה נפרדת, או לציין את רשימת הגורמים הקבועים במשפט מתחת לטבלה.

שאלה 8:

בנו טבלה לתיאור מערך הניסוי שלנו ותוצאותיו. הקפידו על מתן כותרת מתאימה לטבלה.

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 8:

בנו טבלה לתיאור מערך הניסוי שלנו ותוצאותיו. הקפידו על מתן כותרת מתאימה לטבלה.

תשובה:

כותרת הטבלה: הקשר בין נפח מי החמצן (המצע) ובין גובה שכבת החמצן שנפלט (התוצר)

מס' מבחנה	נפח מי החמצן (מ"ל)	נפח תמיסת האנזים (מ"ל)	נפח מים מ"ל	נפח נוזלים סופי במבחנה	גובה שכבת בועות החמצן (בס"מ)

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 9:

בניסוי יש להוסיף מים בכל המבחנות עד לקבלת נפח סופי קבוע (12 מ"ל). השלימו את נפח המים שיש להוסיף לכל אחת מהמבחנות, והסבירו מהי החשיבות של שמירת נפח נוזלים קבוע בכל המבחנות.

מס' מבחנה	נפח מי החמצן (מ"ל)	נפח תמיסת האנזים (מ"ל)	נפח מים מ"ל	נפח נוזלים סופי במבחנה	גובה שכבת בועות החמצן (בס"מ)
1	0	2		12	0
2	2	2		12	0.5
3	4	2		12	1
4	6	2		12	1.3
5	8	2		12	1.5

***התוצאות נקבעו באופן שרירותי רק לצורך הלימוד.**

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 9:

בניסוי יש להוסיף מים בכל המבחנות עד לקבלת נפח סופי קבוע (12 מ"ל). השלימו את נפח המים שיש להוסיף לכל אחת מהמבחנות, והסבירו מהי החשיבות של שמירת נפח נוזלים קבוע בכל המבחנות.

תשובה:

מס' מבחנה	נפח מי החמצן (מ"ל)	נפח תמיסת האנזים (מ"ל)	נפח מים מ"ל	נפח נוזלים סופי במבחנה	גובה שכבת בועות החמצן (בס"מ)
1	0	2	10	12	0
2	2	2	8	12	0.5
3	4	2	6	12	1
4	6	2	4	12	1.3
5	8	2	2	12	1.5

*התוצאות נקבעו באופן שרירותי רק לצורך הלימוד.

נפח הנוזלים הכולל משפיע על ריכוז המצע (ככל שהנפח גדול המצע מהול יותר, כלומר ריכוזו נמוך יותר). לכן, על מנת שריכוז המצע יהיה קבוע, יש להקפיד על נפח נוזלים קבוע במבחנה.

© מטח - כל הזכויות שמורות

שרטוט גרף המתאר את תוצאות הניסוי: בחירת סוג הגרף

בחירת סוג הגרף (עקום או עמודות)

סוג הגרף נקבע לפי המשתנה הבלתי תלוי (בהנחה שהמשתנה התלוי בניסוי רציף):

עבור משתנה בלתי תלוי רציף: עקום. [ובלבד שיש די נתונים (מקובל: מינימום 3), ויש מגמה שעל פיה אפשר לשרטט את הגרף].

עבור משתנה בלתי תלוי בדיד: עמודות.

דוגמאות למשתנים רציפים: טמפרטורה, ריכוז אנזים, ריכוז מצע, זמן.

הסבר "לא פורמלי": מהו משתנה רציף ומשתנה בדיד:

משתנה רציף: בכל מבחנות הניסוי ישנו אותו הגורם, לדוגמה, טמפרטורה, ורק הערך המספרי שלו משתנה. בין הערכים שנמדדו יכול להימצא ערך ביניים.

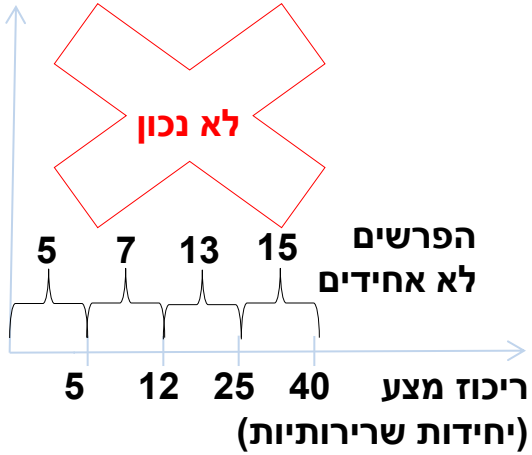
משתנה בדיד: הגורם עצמו שונה בין המבחנות.

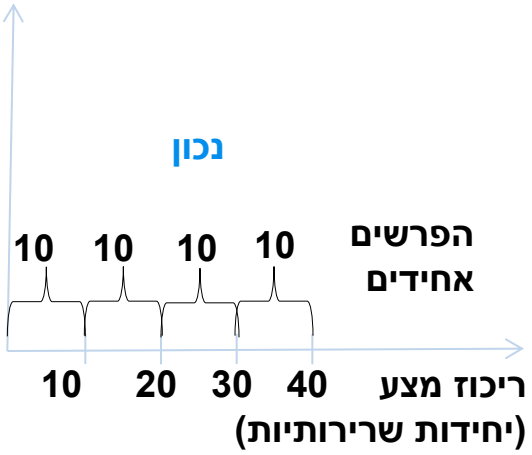
לדוגמה: ניסוי שבו נבדק קצב פעילות האנזים קטלאז, שמוצה מירקות שונים (עגבנייה, גזר, מלפפון) – המשותף בין המבחנות הוא שהמשתנה הבלתי תלוי הוא ירק, ואולם סוג הירק שונה.

© מטח - כל הזכויות שמורות

הגדרת הצירים

ציר X מתאר את המשתנה הבלתי תלוי (הגורם שאת השפעתו אנו בודקים).
ציר Y מתאר את המשתנה התלוי (התוצאה).
הקפידו על מתן כותרות לצירים בצירוף יחידת המדידה.
הקפידו על קנה מידה אחיד בכל ציר. (בכל ציר בנפרד. שניהם אינם חייבים להיות באותו קנה המידה).
שימו ❤ לטעות נפוצה!!!
בגרפים שהמשתנה הבלתי תלוי בהם רציף, תלמידים אינם מקפידים על קנה מידה אחיד בציר X וקובעים אותו על פי ערכי המשתנה הבלתי תלוי שהיה במבחנות הניסוי,
או בציר Y, לפי התוצאות שהתקבלו במבחנות השונות.
לדוגמה:





כותרת הגרף

היא כמו כותרת הטבלה. היא צריכה לכלול את המשתנה הבלתי תלוי ואת המשתנה התלוי (או את דרך המדידה שלו).

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 10:

א. מהו סוג הגרף המתאים לתיאור תוצאות הניסוי: עקום או עמודות? נמקו.

ב. שרטטו את הגרף.

מס' מבחנה	נפח מי החמצן (מ"ל)	נפח תמיסת האנזים (מ"ל)	נפח מים מ"ל	נפח נוזלים סופי במבחנה	גובה שכבת בועות החמצן (בס"מ)
1	0	2	10	12	0
2	2	2	8	12	0.5
3	4	2	6	12	1
4	6	2	4	12	1.3
5	8	2	2	12	1.5

***התוצאות נקבעו באופן שרירותי רק לצורך הלימוד.**

© מטח - כל הזכויות שמורות

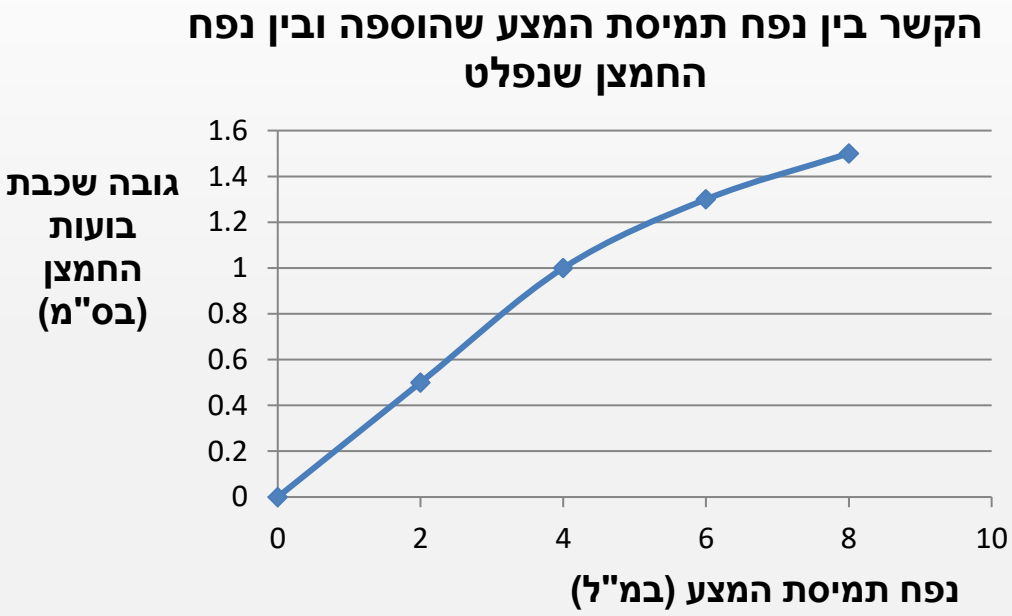
שאלה 10:

א. מהו סוג הגרף המתאים לתיאור תוצאות הניסוי: עקום או עמודות? נמקו.

ב. שרטטו את הגרף.

תשובה:

א. עקום. נימוק: המשתנה הבלתי תלוי – ריכוז המצע, הוא משתנה רציף.



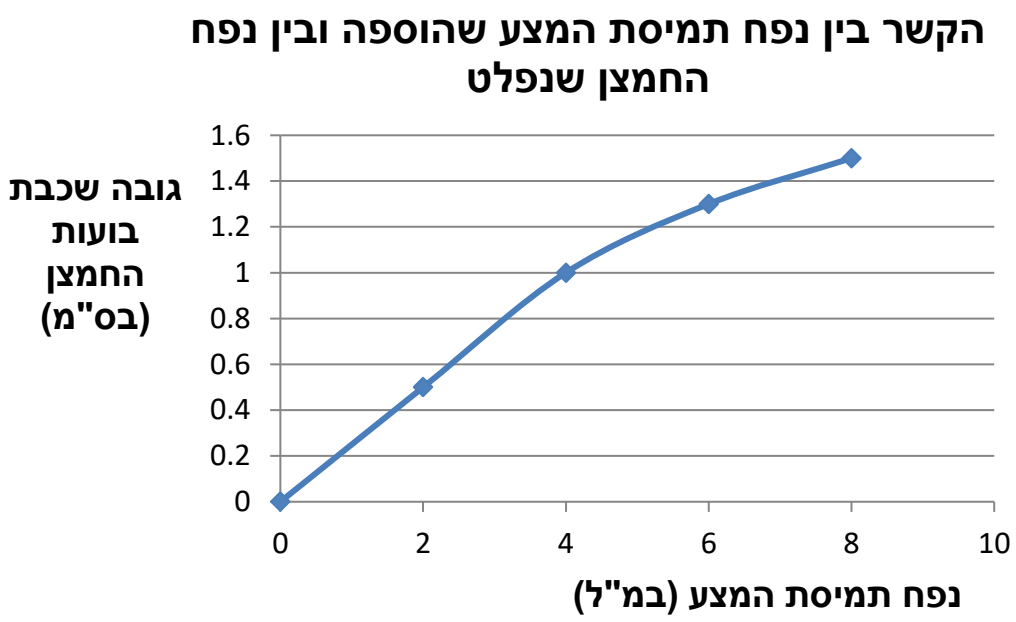
- **נכון יותר לחשב את ריכוז המצע בכל אחת מן המבחנות, ולהציב את ריכוז המצע בציר X ולא את נפח תמיסת המצע שהוספה למבחנה.**
- **בשלב זה נסתפק בהצבת נפח תמיסת המצע.**
- **בחישוב ריכוזים נעסוק במצגת מיוחדת העוסקת בסוגי החישובים הנדרשים בבחינת המעבדה.**

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 11:

תארו את התוצאות/את הגרף.

או: מהו הקשר בין נפח תמיסת המצע ובין נפח החמצן שנפלט.



שימו ❤ !!!

- יש לתאר את התוצאות באובייקטיביות, בלא הסברים.
- אם הגרף מורכב מכמה קטעים בעלי שיפועים שונים יש לתאר כל קטע בנפרד ולציין את ערכי הקצה שלו.
- תיאור גרף טוב הוא כזה שאפשר לצייר על פיו את צורת הגרף הכללית.

© מטח - כל הזכויות שמורות

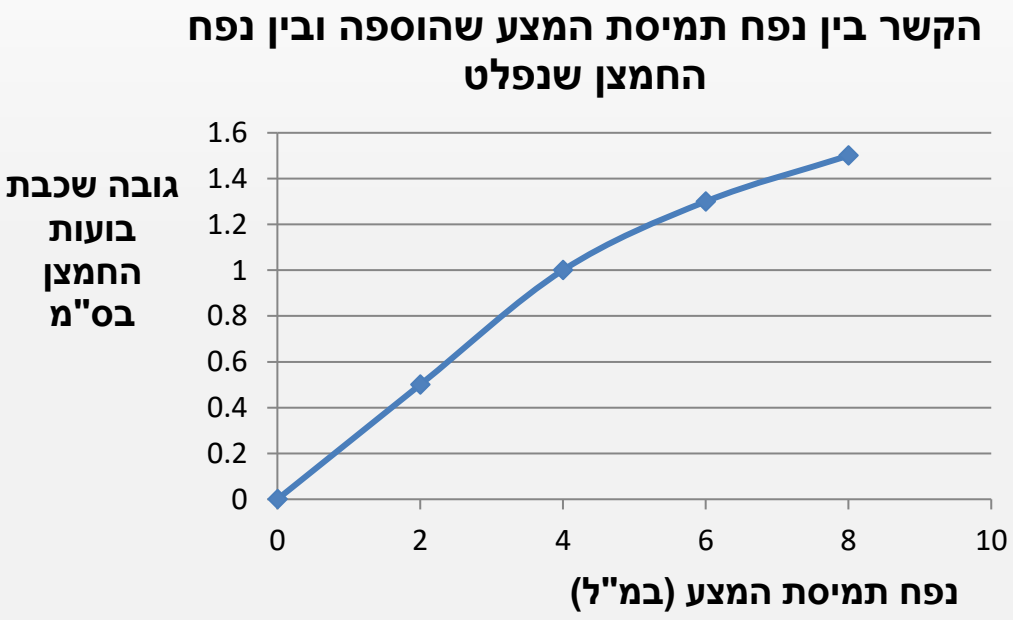
שאלה 11:

תארו את התוצאות/את הגרף.

או מהו הקשר בין נפח תמיסת המצע ובין נפח החמצן שנפלט.

תשובה:

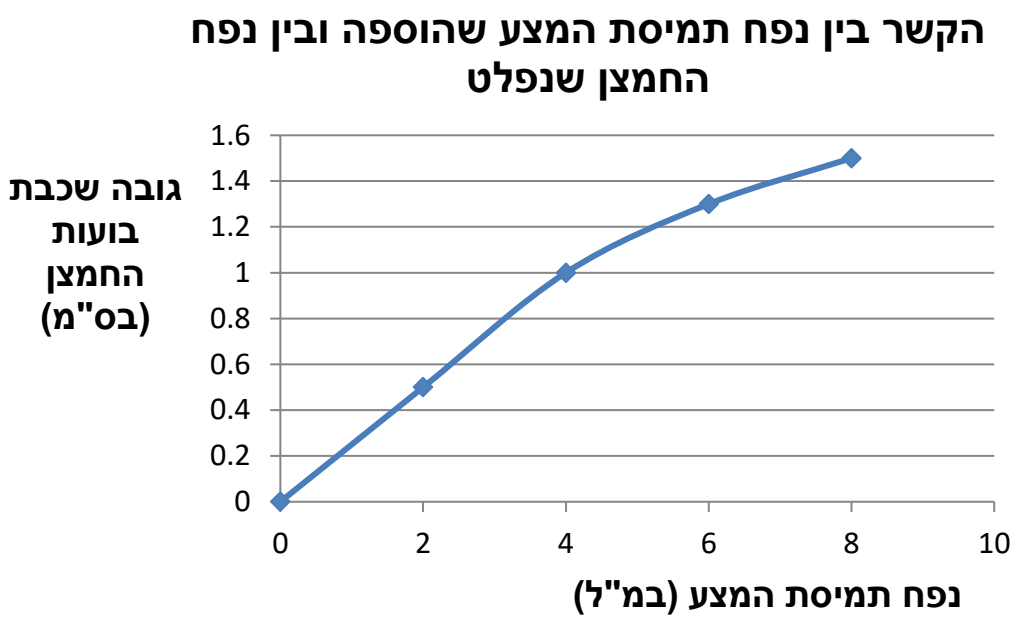
ככל שנפח מי החמצן עולה מ־0 עד 8 מ"ל, נפח החמצן שנפלט עולה מ־0 עד 1.5 מ"ל.



© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 21:

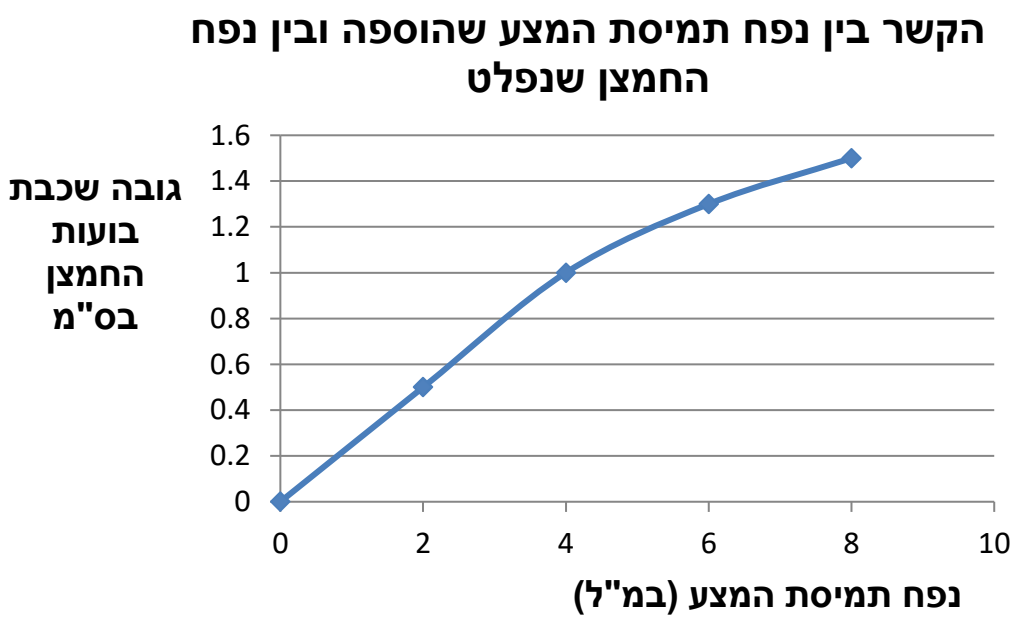
הסבירו את התוצאות שהתקבלו.



© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 12:

הסבירו את התוצאות שהתקבלו.



תשובה:

ככל שנפח תמיסת מי החמצן שהוספה גדול יותר כך ריכוזם במבחנה גדול יותר. ככל שריכוז המצע (מי החמצן) עולה כך יש התנגשויות אנזים־מצע רבות יותר ולכן קצב הפירוק עולה.

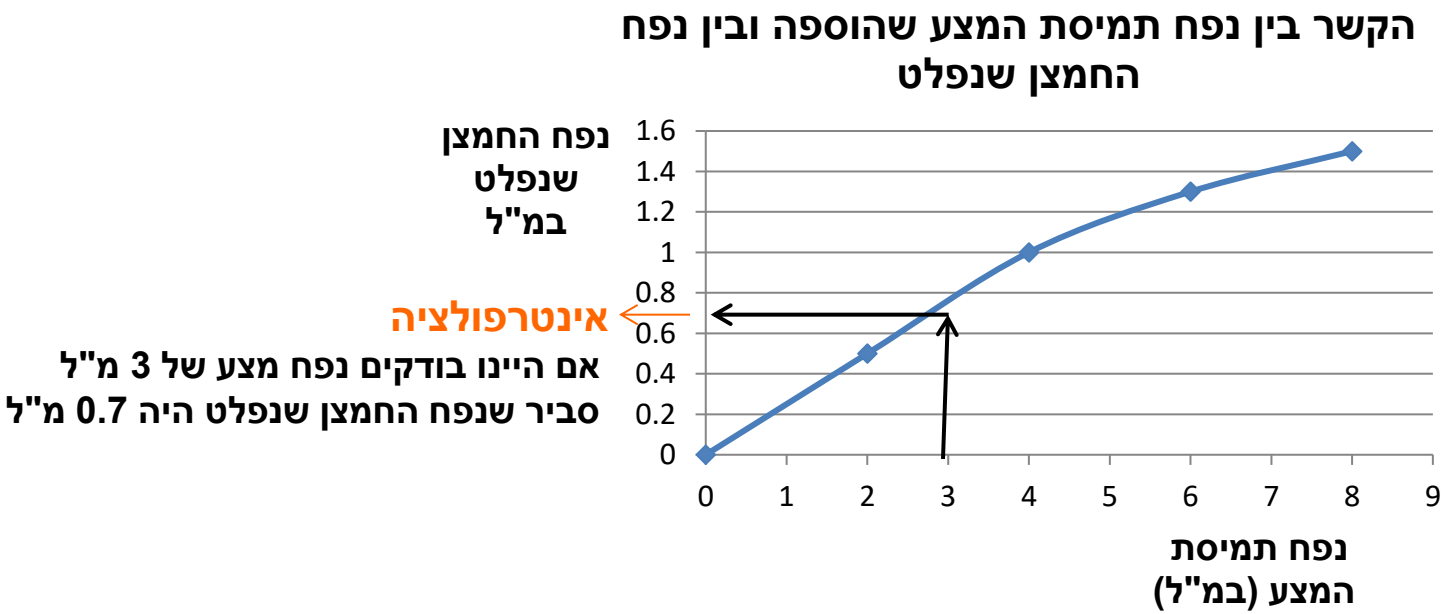
© מטח - כל הזכויות שמורות

כאשר מתקבלות תוצאות שמראות על קשר ברור בין המשתנה הבלתי תלוי ובין המשתנה התלוי, כפי שמצאנו בניסוי שלנו (ככל שהמשתנה הבלתי תלוי עולה כך המשתנה התלוי עולה), אנו יכולים לחבר בין הנקודות בגרף, ולהניח שזו הייתה מגמת התוצאות המתקבלת גם בנפחי תמיסת מצע שלא בדקנו.

אפשר למצוא תוצאות משוערות שהיינו מקבלים אילו היו נכללות בניסוי גם מבחנות עם נפחי מצע שונים מאלו שנבדקו, ע"י הורדת אנכים מנקודה מסוימת בגרף לציר X ולציר Y.

פעולה זו נקראת **אינטרפולציה**.

לעתים, כאשר יש מקום להניח שמגמת הגרף תימשך בלא שינוי גם מעל לתחום שנבדק, אפשר למצוא את התוצאות המשוערות בערכים הגבוהים מן הטווח שנבדק ע"י הארכת הגרף באותה המגמה והורדת אנכים לצירים. פעולה זו נקראת **אקסטרפולציה**. במקרה שלנו, אי אפשר להניח בוודאות שמגמת הגרף תימשך בלא שינוי, כי בריכוזי מצע גבוהים מאוד צפוי שהגרף יתיישר, ולכן לא נכון לבצע אקסטרפולציה במקרה זה.



© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 13: מדוע שיטת המדידה מתאימה למדידת המשתנה התלוי

שאלה 13:

מדוע שיטת המדידה שנבחרה (מדידת גובה שכבת בועות החמצן) מתאימה לבדיקת קצב פעילות האנזים קטלאז?

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 13:

מדוע שיטת המדידה שנבחרה (מדידת גובה שכבת בועות החמצן) מתאימה לבדיקת קצב פעילות האנזים קטלאז?

תשובה:

האנזים קטלאז מפרק מי חמצן למים וחמצן. תוצר התהליך, החמצן, נפלט בתור בועות גז.
ככל שקצב הפירוק גדול כך ייפלטו יותר בועות חמצן.

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 14: תכנון ניסוי שהמשתנה הבלתי תלוי בו בדיד

שאלה 14:

מי חמצן נוצרים בתהליכים מטבוליים בתאי אורגניזמים רבים. מי החמצן הם חומר רעיל העלול להזיק לתאים, ולכן בתאים של אורגניזמים רבים מצוי האנזים קטלאז, המזרז פירוק מי חמצן. פעילות האנזים מונעת את הצטברות מי החמצן.

ידוע שגם בירקות שונים (עגבנייה, גזר, פלפל) יש אנזים קטלאז. ברצוננו להשוות את עצמת פעילות האנזים בירקות האלה. אפשר להכין מיצוי מירקות אלו ולהוסיף למיצוי מי חמצן.

תכננו את מערך הניסוי בעזרת מילוי הטבלה הבאה:

המשתנה הבלתי תלוי	
דרך שינוי המשתנה הבלתי תלוי	
המשתנה התלוי	
דרך מדידת המשתנה התלוי	
הגורמים הקבועים בניסוי	
הבקרות בניסוי	
סוג הגרף המתאים לתיאור תוצאות הניסוי + נימוק	

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 14:

מי חמצן נוצרים בתהליכים מטבוליים בתאי אורגניזמים רבים. מי החמצן הם חומר רעיל העלול להזיק לתאים, ולכן בתאים של אורגניזמים רבים מצוי האנזים קטלאז, המזרז פירוק מי חמצן. פעילות האנזים מונעת את הצטברות מי החמצן.

ידוע שגם בירקות שונים (עגבנייה, גזר, פלפל) יש אנזים קטלאז. ברצוננו להשוות את עצמת פעילות האנזים בירקות האלה. אפשר להכין מיצוי מירקות אלו ולהוסיף למיצוי מי חמצן.

תכננו את מערך הניסוי בעזרת מילוי הטבלה הבאה:

תשובה:

המשתנה הבלתי תלוי	סוג הירק (עגבנייה, מלפפון, פלפל)
דרך שינוי המשתנה הבלתי תלוי	הכנת מיצוי מירקות אלו.
המשתנה התלוי	קצב פירוק מי חמצן ע"י האנזים המצוי במיצוי.
דרך מדידת המשתנה התלוי	מדידת גובה שכבת בועות החמצן הנוצרת במבחנה.
הגורמים הקבועים בניסוי	ריכוז המיצוי (הנקבע על פי משקל רקמת הירק שממנה הוכן המיצוי, וכמות המים שהוספה לצורך הכנת המיצוי) נפח המיצוי שהוסף למבחנות, הטמפרטורה במהלך הניסוי, ה־pH במבחנות, משך התהליך, ריכוז ונפח תמיסת מי החמצן שהוספה למבחנות.
הבקרות בניסוי	בקרה פנימית (כל אחת מן המבחנות בהשוואה לאחרות), בקרה בלי הגורם הנבדק (מבחנה בלי מיצוי).
סוג הגרף המתאים לתיאור תוצאות הניסוי + נימוק	עמודות. נימוק: המשתנה הבלתי תלוי (סוג הירק) הוא משתנה בדיד.

© מטח - כל הזכויות שמורות

עד כה עסקנו בניסויים כמותיים.

ניסוי כמותי הוא ניסוי שבו מודדים את המשתנה התלוי.
יש שני סוגים של ניסויים כמותיים, הנבדלים זה מזה בטיב המשתנה הבלתי תלוי:

ניסויים שבהם המשתנה הבלתי תלוי רציף, כמו הניסוי לבדיקת השפעת ריכוז המצע על קצב פעילות הקטלאז.

ניסויים שבהם המשתנה הבלתי תלוי בדיד, כמו הניסוי להשוואת קצב פעילות הקטלאז בירקות שונים.

ישנם גם ניסויים איכותיים.
ניסוי איכותי הוא ניסוי שבו מתארים את המשתנה התלוי.
לדוגמה, ניסוי הבודק אם בתפוח אדמה יש אנזים (קטלאז) המפרק מי חמצן.
השאלה הבאה עוסקת בניסוי איכותי.

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 15:

כשמוסיפים למי חמצן חתיכת תפוח אדמה הם מתפרקים למים ולחמצן הנפלט בתור בועות גז. תכננו ניסוי לבדיקת השאלה: "מה גורם לפירוק מי חמצן בנוכחות רקמת תפוח אדמה?" בעזרת מילוי הטבלה.

השערה	
הבסיס הביולוגי להשערה	
המשתנה הבלתי תלוי	
דרך שינוי המשתנה הבלתי תלוי	
המשתנה התלוי	
דרך מדידת המשתנה התלוי	
הגורמים הקבועים בניסוי	
הבקרה בניסוי	

© מטח - כל הזכויות שמורות

שאלה 15:

תשובה:

השערה	בתפוח האדמה יש אנזים המזרז פירוק מי חמצן.
הבסיס הביולוגי להשערה	מי חמצן נוצרים בתהליכים מטבוליים בתאי אורגניזמים רבים. מי החמצן הם חומר רעיל העלול להזיק לתאים. ידוע שבתאי אורגניזמים רבים, כולל צמחים, מצוי האנזים קטלאז, המזרז פירוק מי חמצן. פעילות האנזים מונעת את הצטברות מי החמצן.
המשתנה הבלתי תלוי	הירק (תפוח אדמה).
דרך שינוי המשתנה הבלתי תלוי	הכנת מיצוי מתפוח אדמה.
המשתנה התלוי	פירוק מי חמצן.
דרך מדידת המשתנה התלוי	תצפית: אם נפלטות בועות חמצן.
הגורמים הקבועים בניסוי	הטמפרטורה במהלך הניסוי, ה־pH במבחנות, משך התהליך, ריכוז ונפח תמיסת מי החמצן שהוספה למבחנות.
הבקרה בניסוי	בקרה בלי הגורם הנבדק (מבחנה בלי מיצוי, רק עם מי חמצן). בקרה נוספת: מי חמצן ורקמת תפוח אדמה שהורתחה.

© מטח - כל הזכויות שמורות