

ביוכימיה

שתי יחידות לימוד

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעתיים וחצי.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים.

פרק ראשון	25	נקודות
-----------	----	--------

פרק שני	45	נקודות
---------	----	--------

פרק שלישי	30	נקודות
-----------	----	--------

סה"כ	100	נקודות
------	-----	--------

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

1. בפרק הראשון עליך לסמן את התשובות **בדף התשובות** שבנספח א'. הדבק את מדבקת

הנבחן שלך על דף התשובות, וצרף אותו למחברתך.

2. בפרק השני ובפרק השלישי עליך לענות במחברת הבחינה.

3. בתשובה לשאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם

בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

בשאלון זה 18 עמודים ו-5 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,

אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון (25 נקודות)

ענה על עשר מבין השאלות 1-12 (לכל שאלה – 2.5 נקודות).
לכל שאלה ארבע תשובות, שרק אחת מהן נכונה. הקף את האות המסמלת את התשובה הנכונה בדף התשובות שבנספח א'. הדבק את מדבקת הנבחן שלך בנספח זה, במקום המיועד לכך. כשתסיים לענות על השאלות בפרק זה, הדק את הנספח למחברת הבחינה שלך.

שאלה 1

באיזה צמד של חומצות אמיניות יהיו קבוצות ה- R טעונות במטען מנוגד כאשר ה- $pH = 9.5$?

- א. חומצה אספרטית וגליצין
- ב. פנילאלנין וחומצה גלוטמית
- ג. ציסטאין וארגינין
- ד. היסטידין וחומצה אספרטית

שאלה 2

איזה גורם מבין הגורמים שלפניך משפיע על הזיקה (ערך ה- K_m) של האנזים לסובסטר?

- א. ריכוז האנזים
- ב. הטמפרטורה במערכת התגובה
- ג. ריכוז הסובסטר
- ד. מעכב לא תחרותי

שאלה 3

בזמן מאמץ גופני, זיקת ההמוגלובין לחמצן בשריר:

- א. גדלה, בגלל עלייה בלחץ החלקי של ה- CO_2 וירידה ב- pH .
- ב. גדלה, בגלל ירידה בלחץ החלקי של ה- CO_2 ועלייה ב- pH .
- ג. קטנה, בגלל עלייה בלחץ החלקי של ה- CO_2 וירידה ב- pH .
- ד. קטנה, בגלל ירידה בלחץ החלקי של ה- CO_2 ועלייה ב- pH .

שאלה 4

מדוע DNA טעון שלילית ב- $\text{pH} = 7$ (פיזיולוגי)?

- א. כי הבסיס החנקני טעון שלילית.
- ב. כי קבוצת הסוכר טעונה שלילית.
- ג. כי קבוצת הפוספט טעונה שלילית.
- ד. כי קשרי המימן מגדילים את המטען השלילי.

שאלה 5

חוקרים השתמשו במסננת מולקולרית כדי להפריד בין חלבון A לחלבון B. לאחר שחרור החלבונים מהעמודה, נבדקה נוכחות החלבונים במקטעי השטיפה, והתברר שבמבחנה מספר 20 התקבל חלבון A בלבד, ובמבחנה מספר 40 התקבל חלבון B בלבד. מכאן ניתן להסיק ש-:

- א. לחלבון A יש מטען גדול מזה של חלבון B.
- ב. לחלבון A יש משקל מולקולרי גבוה מזה של חלבון B.
- ג. לחלבון A יש מטען קטן מזה של חלבון B.
- ד. לחלבון A יש משקל מולקולרי נמוך מזה של חלבון B.

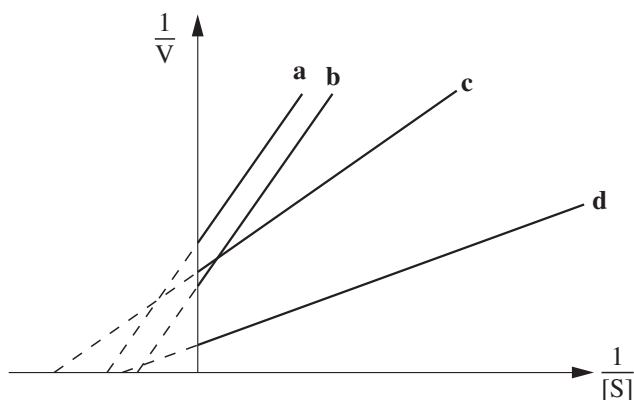
שאלה 6

אילו שיירים בנוגדן ובאנטיגן יכולים להיקשר זה לזה באינטראקציה חשמלית?

- א. שייר של לויצין באזור הקבוע של הנוגדן ושייר של היסטידין באנטיגן
- ב. שייר של לויצין באזור המשתנה של הנוגדן ושייר של היסטידין באנטיגן
- ג. שייר של ארגינין באזור הקבוע של הנוגדן ושייר של חומצה אספרטית באנטיגן
- ד. שייר של ארגינין באזור המשתנה של הנוגדן ושייר של חומצה אספרטית באנטיגן

שאלה 7

לפניך גרף לינאאר-ברק המתאר את הפעילות של ארבעה אנזימים.



איור לשאלה 7

מהו האנזים שערך ה- V_{max} שלו הוא הנמוך ביותר?

- א. אנזים a
- ב. אנזים b
- ג. אנזים c
- ד. אנזים d

שאלה 8

המבנה הרביעוני של חלבון מיוצב, בין היתר, על-ידי קשרי גופרית שנוצרים בחלבון:

- א. בין שתי חומצות אמיניות מסוג ציסטאין באותה תת-יחידה.
- ב. בין שתי חומצות אמיניות מסוג מתיונין באותה תת-יחידה.
- ג. בין ציסטאין בתת-יחידה אחת ובין ציסטאין בתת-יחידה שנייה.
- ד. בין מתיונין בתת-יחידה אחת ובין מתיונין בתת-יחידה שנייה.

שאלה 9

אילו קשרים מייצבים את סלילי α ואילו קשרים מייצבים את משטחי β ?

- א. את סלילי α מייצבים קשרי מימן ואת משטחי β מייצבים קשרי ון-דר-וולס.
- ב. את סלילי α מייצבים קשרי ון-דר-וולס ואת משטחי β מייצבים קשרי מימן.
- ג. את סלילי α מייצבים קשרי מימן בין-שרשרתיים ואת משטחי β מייצבים קשרי מימן תוך-שרשרתיים.
- ד. את סלילי α מייצבים קשרי מימן תוך-שרשרתיים ואת משטחי β מייצבים קשרי מימן בין-שרשרתיים.

שאלה 10

מהו ההבדל בין מיוגלובין ובין המוגלובין?

- א. מיוגלובין בנוי מיחידה אחת, וזיקתו לחמצן נמוכה מזו של המוגלובין.
- ב. מיוגלובין מורכב מארבע תתי-יחידות, וזיקתו לחמצן גבוהה מזו של המוגלובין.
- ג. המוגלובין בנוי מיחידה אחת, וזיקתו לחמצן גבוהה מזו של מיוגלובין.
- ד. המוגלובין מורכב מארבע תתי-יחידות, וזיקתו לחמצן נמוכה מזו של מיוגלובין.

שאלה 11

הבסיס החנקני אורציל דומה במבנהו ל-:

- א. תימין
- ב. אדנין
- ג. ציטוזין
- ד. גואנין

שאלה 12

ערך ה- $\frac{V_{max}}{2}$ של תגובה אנזימתית המתנהגת לפי משוואת מיכאליס-מנטן הוא 0.7 מיקרומולר תוצר בדקה, כאשר ריכוז הסובסטרט הוא 0.3 מיקרומולר. ערך ה- K_m של התגובה הוא:

- א. 0.3 מיקרומולר סובסטרט.
- ב. 0.6 מיקרומולר סובסטרט.
- ג. 0.7 מיקרומולר סובסטרט.
- ד. 1.4 מיקרומולר סובסטרט.

פרק שני (45 נקודות)

ענה על שתיים מבין השאלות 13–16 (לכל שאלה – 22.5 נקודות).

שאלה 13

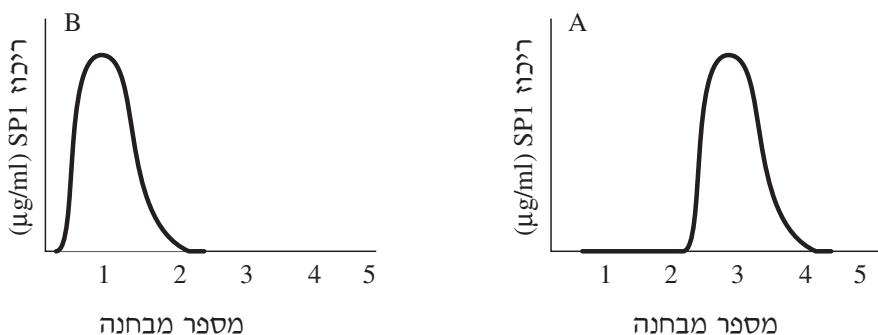
החלבון SPI, הקיים בצמחים, משתייך למשפחה של חלבונים שידועים ביציבותם ושמאפשרים לצמחים לשרוד בטמפרטורות גבוהות ובריכוזים גבוהים של מלחים.

חוקר החליט להפריד את החלבון SPI מתוך תערובת חלבונים שהפיק ממיצוי של צמח מדברי, ולנקות אותו. בשלב ראשון חימם החוקר את המיצוי של הצמח לטמפרטורה של 80°C .

א. הסבר לשם מה חימם החוקר את המיצוי.

בהמשך תהליך הניקוי, הטעין החוקר את הנוזל העליון של המיצוי, שהכיל את החלבון SPI, על עמודת מחליף אניונים (שרף טעון חיובי) עם בופר הטענה, ואסף את הדגימה שיצאה מהעמודה למבחנה 1. לאחר מכן שטף החוקר את העמודה בתמיסות בופר שחרור, שהכילו מלח בריכוזים עולים. החוקר אסף את המקטעים שיצאו מהעמודה במבחנות 2–5, ובדק את ריכוז החלבון בכל מבחנה.

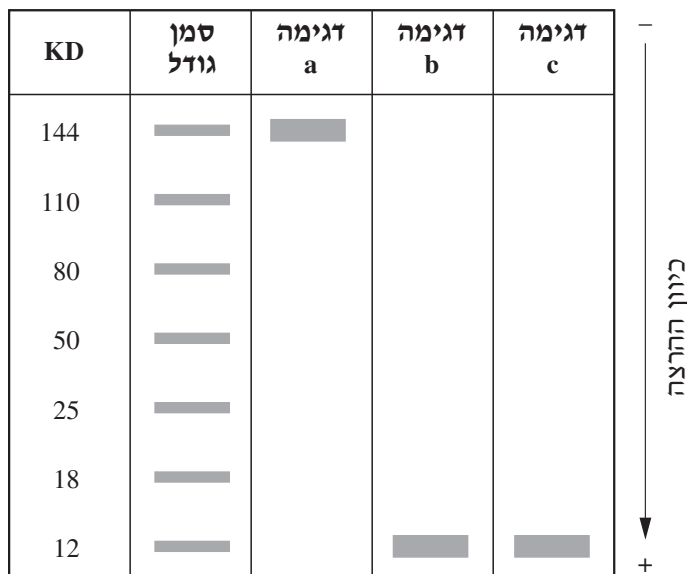
באיור א' לשאלה נתונים שני גרפים – A ו-B – שבהם מתוארות שתי אפשרויות של תוצאות שהיו יכולות להתקבל בתהליך ההפרדה שביצע החוקר בעזרת העמודה.



איור א' לשאלה 13

ב. עיין בשני הגרפים וקבע מהו סוג מטען החלבון SPI (חיובי או שלילי) המתאים לתוצאות המתוארות בגרף A ומהו סוג מטען החלבון המתאים לתוצאות המתוארות בגרף B. הסבר את קביעתך לגבי כל גרף תוך כדי התייחסות לשלב קשירת החלבון לעמודה ולשלב שחרור החלבון מהעמודה.

החלבון SP1 מורכב מ-12 תתי־יחידות זהות. המשקל של כל תתי־יחידה הוא 12 KD. בהמשך המחקר הריץ החוקר שלוש דגימות של החלבון (c-a) באלקטרופורזה בג'ל. כל דגימה עברה טיפול שונה, כמתואר במקרא של איור ב' לשאלה.



מקרא:

דגימה a – החלבון SP1 הנקי ללא טיפול.

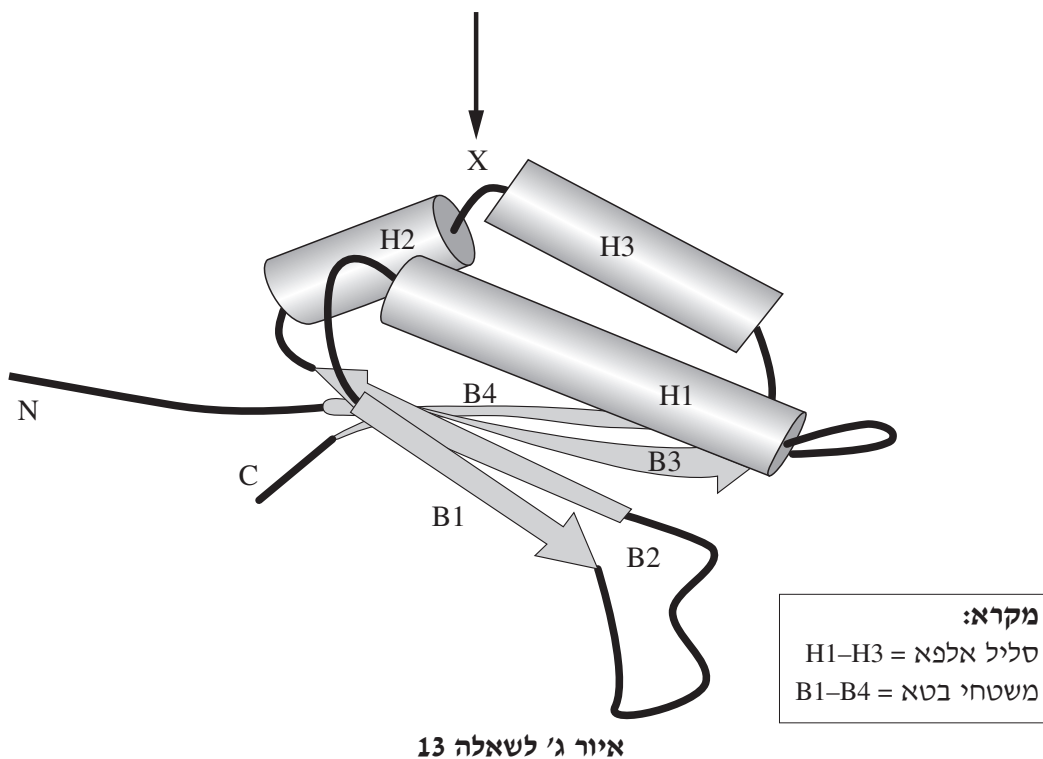
דגימה b – החלבון SP1 הנקי לאחר הרתחה וטיפול ב-SDS.

דגימה c – החלבון SP1 הנקי לאחר הרתחה וטיפול ב-SDS בחומר מחזר (מרקפתואטנול).

איור ב' לשאלה 13

1. תאר את התוצאות שהתקבלו, והסבר את ההבדלים בין התוצאות של דגימה a ובין התוצאות של דגימות b ו-c.
2. על-פי תוצאות ההרצה בג'ל של דגימות b ו-c, אילו קשרים לא קיימים בין התתי־יחידות של החלבון? נמק את תשובתך.

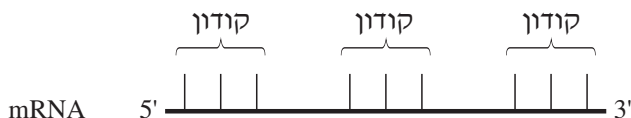
באיור ג' לשאלה מוצגת תתי־יחידה של החלבון SP1.



ד. עיין באיור וציין איזו חומצה אמינית יכולה להופיע ברצף החלבון במיקום X המסומן בחץ. נמק את תשובתך.

שאלה 14

מדען מעוניין לסנתז במבחנה די־פפטיד המורכב משתי חומצות אמיניות, X ו־Y. הוא הכניס למבחנה מיצוי של תאים ותבנית של mRNA, כמתואר באיור לשאלה.



איור לשאלה 14

א. ציין שני סוגי RNA נוספים המצויים במיצוי התאים, שנוכחותם חיונית לסינתזת החלבון במבחנה, והסבר בקצרה את תפקידם בביסנתזה.

ב. 1. ציין מהו הכיוון של תרגום ה־mRNA בכניסתו לריבוזום.

2. כיצד ממוקם האנטיקודון של ה־tRNA ביחס לקודון של ה־mRNA, ואיזה סוג של קשרים נוצרים ביניהם?

לפניך טבלה המציגה שתי מולקולות של tRNA – I ו־II – המובילות את שתי החומצות האמיניות X ו־Y אל ה־mRNA לבניית הדי־פפטיד.

החומצה האמינית המובלת	האנטיקודון ב־tRNA	סוג ה־tRNA
X	5' UCU 3'	I
Y	5' CAU 3'	II

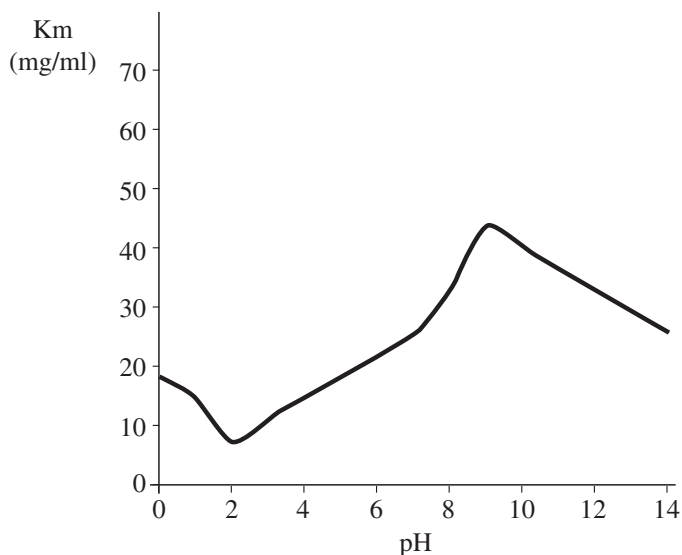
ג. 1. קבע מהם הקודונים המתאימים לאנטיקודונים המצוינים בטבלה, וציין את שמות החומצות האמיניות X ו־Y. היעזר בנספח ג'.

2. כתוב את רצף הדי־פפטיד המתקבל, וציין את הקצה האמיני ואת הקצה הקרבווקסילי שלו.

ד. באיור לשאלה מתואר קודון שלישי על גדיל ה־mRNA. האם לקודון זה נקשרת מולקולת tRNA? נמק את תשובתך.

שאלה 15

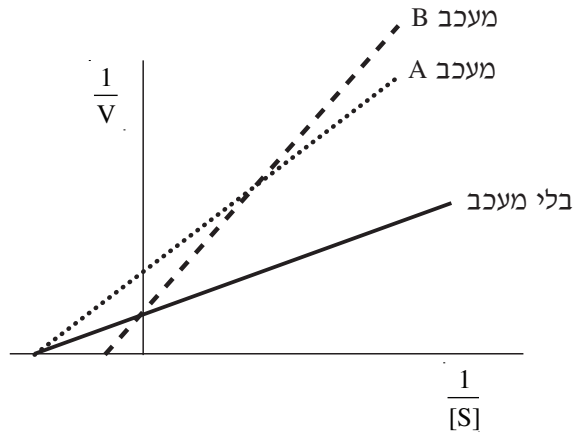
חוקרים גילו זן חדש של חיידקים בקיבה של חולים בכיב קיבה (אולקוס). מדובר בחיידקים העמידים לאנטיביוטיקה ספקטינומיצין. במחקר התברר כי חיידקים אלה מייצרים אנזים המפרק את האנטיביוטיקה. האנזים בודד מהחיידקים, וערכי ה- K_m שלו נבדקו בתנאי pH שונים (ראה איור א' לשאלה).



איור א' לשאלה 15

- א. הסבר מדוע משתנים ערכי ה- K_m כשהתגובה מתרחשת בתנאי pH שונים.
- ב. קבע על-סמך האיור מהו ה-pH המיטבי לפעילות האנזים, וציין מהו ערך ה- K_m באותה נקודה. הסבר את קביעתך.

החוקרים בדקו חומרים כדי למצוא מעכבים אפשריים לאנזים. החיידקים גודלו בנוכחות חומרים אלה, יחד עם האנטיביוטיקה (לחומרים שנבדקו אין השפעה על גידול החיידקים). בבדיקה התגלו שני מעכבים – A ו-B. תוצאות הניסוי מוצגות באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 15

ג. עיין באיור וקבע איזה סוג עיכוב מקיים כל אחד משני המעכבים A ו-B. נמק את קביעתך.

החוקרים ניקו את האנזים על עמודת זיקה שבנויה מפולימר הקשור לאנלוג של האנטיביוטיקה (חומר הדומה במבנה שלו לאנטיביוטיקה). החוקרים הכינו שלוש דגימות של האנזים: דגימה אחת עם מעכב A, דגימה שנייה עם מעכב B, ודגימה שלישית בלי מעכב. הם הטעינו כל דגימה על עמודת זיקה נפרדת, ובדקו את קישור האנזים לשלוש העמודות. התוצאות מוצגות בטבלה:

קישור האנזים לעמודה	בלי מעכב	בנוכחות מעכב A	בנוכחות מעכב B
	+	+	-

+ יש קישור לעמודה - אין קישור לעמודה

ד. הסבר את תוצאות הניסוי. התייחס בתשובתך לסוג העיכוב של כל אחד משני המעכבים A ו-B.

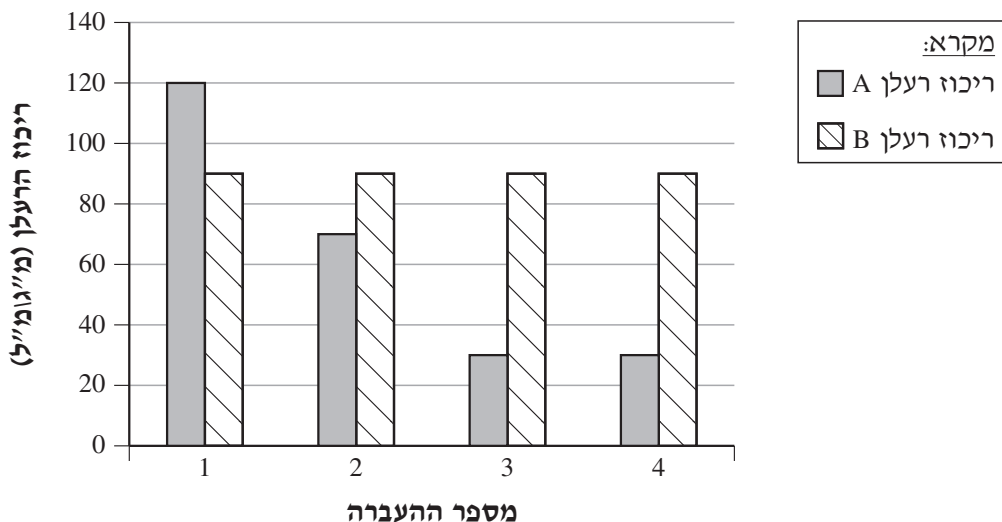
שאלה 16

בתעשייה משתמשים בנוגדנים כדי להרחיק חומרים רעילים ממי השתייה. מדענים העבירו מים שהכילו שני רעלנים (A ו-B) בעמודת זיקה שקשורים אליה נוגדנים פוליקלונליים. העמודה ניתנת לשימוש חוזר.

א. ציין יתרון אחד וחסרון אחד שיש לשימוש בנוגדנים פוליקלונליים בעמודת זיקה.

ב. מהו סוג הקשר שבו קשרו החוקרים את הנוגדנים לעמודת הזיקה? הסבר מהי הסיבה שבחרו בסוג קשר זה.

ג. המדענים לקחו דגימה של המים המזוהמים, והעבירו אותה ארבע פעמים באותה עמודה, ללא שטיפה של העמודה בין העברה להעברה. לאחר כל העברה מדדו המדענים את הריכוז של כל אחד מהרעלנים A ו-B בדגימת המים. התוצאות שהתקבלו מוצגות באיור לשאלה.



איור לשאלה 16

1. על-פי התוצאות המוצגות בגרף, קבע איזה רעלן - A או B - נקשר לנוגדנים הפוליקלונליים שבעמודת הזיקה. נמק את קביעתך.

2. הסבר מדוע ריכוז הרעלן A בדגימת המים לא השתנה בין ההעברה השלישית להעברה הרביעית, כמתואר באיור.

ד. האם ניתן לעשות שימוש חוזר בעמודת הזיקה לאחר שטיפתה בחומר מחזר? נמק את תשובתך.

פרק שלישי (30 נקודות)

ענה על שלוש מבין השאלות 17–21 (לכל שאלה – 10 נקודות).

שאלה 17

מדען בודד איזואנזימים – YI ו-YII – משני מיקרואורגניזמים שונים. שני האיזואנזימים מפרקים את אותו מצע – X. המדען קבע את המסה המולרית ואת ערך ה- K_m של כל אחד מהאיזואנזימים YI ו-YII. לרשות המדען היו נוגדנים חד-שבטיים כנגד אזורים שונים במולקולות האיזואנזימים, והוא בדק את הקישור של הנוגדנים לאיזואנזימים YI ו-YII שבודד. התוצאות מוצגות בטבלה שלפניך.

האיזואנזים	המסה המולרית (KDa)	Km לפירוק המצע X (מ"ג/מ"ל)	נוגדן כנגד המקטע C terminal	נוגדן כנגד המקטע N terminal	נוגדן כנגד המקטע האמצעי באנזים
YI	23	6	+	+	–
YII	30	0.2	+	+	+

+ יש קישור

– אין קישור

א. כיצד ההבדל במסה המולרית בין שני האיזואנזימים מסביר את תוצאות הקישור של הנוגדנים אל האיזואנזימים?

ב. על-פי התוצאות המוצגות בטבלה, קבע איזה מקטע במולקולת האנזים חיוני לקשירתו למצע X. נמק את תשובתך.

שאלה 18

נתון רצף של פפטיד ב- pH פיזיולוגי ($\text{pH} = 7$) :

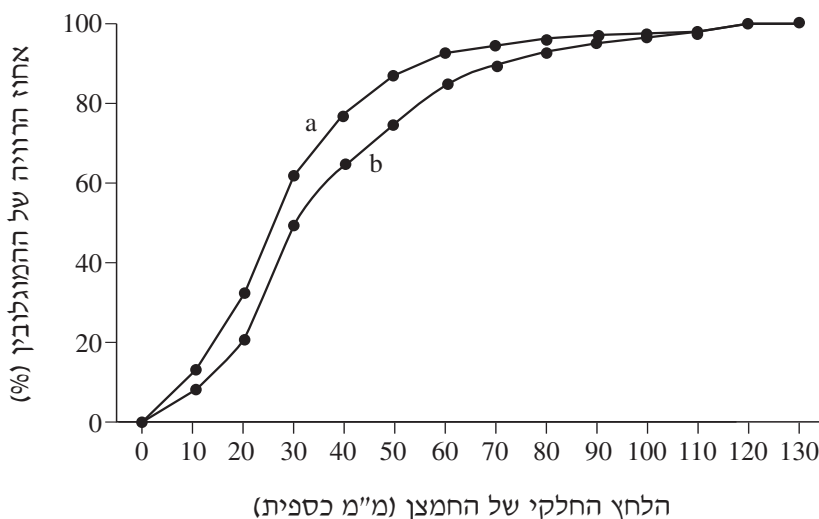


- א.** חשב מהו סכום המטענים של הפפטיד ב- $\text{pH} = 5$. הצג את חישוביך.
- ב.** הפפטיד עבר תגובה כימית, שבעקבותיה נחסמו כל הקבוצות האמיניות שלו (על-ידי קבוצות שאינן טעונות).
1. מהו סכום המטענים של הפפטיד החדש ב- $\text{pH} = 5$? הסבר את תשובתך.
 2. הפפטיד המקורי והפפטיד החדש הורצו בג'ל אלקטרופורזה ב- $\text{pH} = 5$. איזה פפטיד יעבור מרחק רב יותר בג'ל לעבר האלקטרודה החיובית? נמק את קביעתך.

שאלה 19

קשירת החמצן להמוגלובין בדם תלויה בערך ה- pH של הסביבה.
א. הסבר את השפעת ה- pH על מידת הזיקה של ההמוגלובין לחמצן.

לפניך שתי עקומות המתארות את השפעת הלחץ החלקי של החמצן על אחוז הרוויה של ההמוגלובין, בשתי רקמות שונות: ברקמה X ב- $\text{pH} = 7.2$ וברקמה Y ב- $\text{pH} = 7.4$.

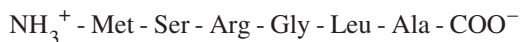


איור לשאלה 19

- ב. 1. התאם בין העקומות a ו-b ובין ה- pH שבו נמדד אחוז הרוויה של ההמוגלובין. נמק את קביעותיך.
2. איזו עקומה מתאימה לרקמה שיש בה CO_2 בריכוז נמוך, ואיזו עקומה מתאימה לרקמה שיש בה CO_2 בריכוז גבוה? נמק את תשובתך.

שאלה 20

לפניך רצף החומצות האמיניות של פפטיד קצר, המיוצר בתאי כבד של אדם ומשמש כהורמון חיוני בגוף.



בסריקת מולקולות של tRNA-שליח (mRNA) בתאי כבד, נמצא tRNA-שליח המכיל רצף של נוקליאוטידים שכולל מידע לבניית הפפטיד הנתון. רצף הנוקליאוטידים הוא:



א. 1. מהו רצף הנוקליאוטידים של ה-tRNA-שליח הנכלל במסגרת הקריאה? העתק אותו והסבר את קביעתך.

2. רשום את רצף הנוקליאוטידים של ה-DNA המשלים לרצף הנוקליאוטידים של ה-tRNA במסגרת הקריאה.

חוקרים מעוניינים לסנתז פפטיד זה בחיידק, אך התברר כי בחיידק לא קיימות מולקולות של tRNA-מסיע (tRNA) המכילות את רצפי האנטיקודונים המוצגים בטבלה שלהלן.

רצפי האנטיקודונים של tRNA-מסיע (tRNA) שאינם קיימים בחיידק
5' – UAA – 3'
5' – CAA – 3'

ב. כדי שהחוקרים יוכלו לסנתז את הפפטיד הנתון בחיידק יש להחליף את אחד הקודונים שב-tRNA-שליח. רשום איזה קודון יש להחליף, והצע קודון חלופי. הסבר את תשובתך. **הערה:** בתשובתך היעזר בנספח ג'.

שאלה 21

חלבון המורכב מ-200 חומצות אמיניות טופל באנזים פרוטאוליטי (אנזים המפרק קשר פפטידי). החלבון נחשף לאנזים לפרק זמן שאיפשר פירוק של כל הקשרים הפפטידיים. בתום הפירוק נבדקו שלושה גורמים:

(1) מספר קבוצות ה- R^- ;

(2) מספר קבוצות הקרבוקסיל;

(3) מספר החומצות האמיניות.

א. ציין לגבי כל אחד משלושת הגורמים שנבדקו אם הוא השתנה לאחר הפירוק האנזימטי. נמק את תשובתך.

ב. האם טיפול בחלבון בחומר מחזר, כדוגמת β -מרקפטואתנול, ישפיע על הקשרים הפפטידיים? נמק את תשובתך.

בהצלחה!

נספח א': דף תשובות לפרק הראשון

לשאלון 831207, קיץ תשע"ז

מקור מפקדת נחמן

שאלה 1	א	ב	ג	ד
שאלה 2	א	ב	ג	ד
שאלה 3	א	ב	ג	ד
שאלה 4	א	ב	ג	ד
שאלה 5	א	ב	ג	ד
שאלה 6	א	ב	ג	ד
שאלה 7	א	ב	ג	ד
שאלה 8	א	ב	ג	ד
שאלה 9	א	ב	ג	ד
שאלה 10	א	ב	ג	ד
שאלה 11	א	ב	ג	ד
שאלה 12	א	ב	ג	ד

לאחר שענית על השאלות, הדק את דף התשובות למחברת הבחינה שלך.

נוסחאות מבנה, ערכי pK וערכי pH איזואלקטרי של החומצות האמיניות

שם החומצה		שם מקוצר (באנגלית)	pH איזואלקטרי	pK _a	pK _b	pK _R
גליצין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Gly	6.1	2.4	9.8	—
אלנין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Ala	6.1	2.3	9.9	—
ואלין	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \quad / \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH} \\ \quad \backslash \\ \text{NH}_3^+ \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Val	6.0	2.3	9.6	—
לאוצין	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \quad / \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH} \\ \quad \backslash \\ \text{NH}_3^+ \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Leu	6.0	2.3	9.6	—
איזולאוצין	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Ile	6.0	2.4	9.7	—
מתיונין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Met	5.7	2.3	9.2	—
פנילאלנין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Phe	5.5	1.8	9.1	—
פרולין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{N}^+-\text{CH}_2 \end{array}$	Pro	6.1	2.0	10.6	—

נוסחאות מבנה, ערכי pK וערכי pH איזואלקטרי של החומצות האמיניות (המשך)

שם החומצה	נוסחת המבנה	שם מקוצר (באנגלית)	pH איזואלקטרי	pK _a	pK _b	pK _R
סרין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Ser	5.7	2.6	10.4	—
תראונין	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{OH} \\ \quad \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Thr	5.6	2.6	10.4	—
ציסטאין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{SH} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Cys	5.1	1.8	10.8	8.3
אספרגין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{NH}_2 \\ \searrow \text{O} \end{array} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Asn	5.4	2.0	8.8	—
גלוטמין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{NH}_2 \\ \searrow \text{O} \end{array} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Gln	5.6	2.2	9.1	—
טירוזין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{OH} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Tyr	5.7	2.2	9.1	10.9
טריפטופן	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{C}_6\text{H}_5 \\ \searrow \text{HC} \begin{array}{l} \nearrow \text{N} \begin{array}{l} \nearrow \text{H} \end{array} \end{array} \end{array} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Trp	5.9	2.4	9.1	—

נוסחאות מבנה, ערכי pK וערכי pH איזואלקטרי של החומצות האמיניות (המשך)

שם החומצה	נוסחת המבנה	שם מקוצר (באנגלית)	pH איזואלקטרי	pK _a	pK _b	pK _R
חומצה אספרטית	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Asp	2.9	2.0	10.0	3.9
חומצה גלוטמית	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O}^- \\ \searrow \text{O} \end{array} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Glu	3.2	2.2	9.7	4.3
היסטידין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH} \\ \qquad \qquad \qquad \quad \\ \text{NH}_3^+ \qquad \qquad \text{}^+\text{NH} \quad \text{NH} \\ \qquad \qquad \qquad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \qquad \qquad \qquad \text{C} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \qquad \qquad \qquad \text{H} \end{array}$	His	7.6	1.8	9.2	6.0
ליזין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+ \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Lys	10.0	2.2	9.1	10.8
ארגינין	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \\ \text{NH}_3^+ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2^+ \end{array}$	Arg	10.8	1.8	9.0	12.5

נספח ג': טבלת הצופן הגנטי الملحق "ج": جدول الشيفرة الوراثية

לשאלון 831207, קיץ תשע"ז للنموذج 831207، صيف 2017

הצופן הגנטי

אות שנייה

	U	C	A	G	
U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA סיום UAG סיום	UGU } Cys UGC } UGA סיום UGG Trp	U C A G
C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G
A	AUU } AUC } Ile AUA } AUG Met	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G
G	GUU } GUC } Val GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	U C A G

אות
ראשונה

אות
שלישית