

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים
מועד הבחינה: אביב תשע"ט, 2019
סמל השאלון: 716913
נספחים: א. טבלת החומצות האמיניות
ב. טבלת הצופן הגנטי

ביוכימיה

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

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

פרק ראשון	20 נקודות
פרק שני	60 נקודות
פרק שלישי	20 נקודות
סה"כ	100 נקודות

ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר.

ד. הוראות מיוחדות:

- ענה על השאלות לפי ההוראות המפורטות בראש כל פרק.
- בתשובה על שאלת חישוב, עליך להציג בפירוט את שלבי הפתרון ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

בשאלון זה 19 עמודים ו-4 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,
אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון (20 נקודות)

ענה על עשר מבין השאלות 1–12 בתשובון שבעמוד 19 במחברת הבחינה שלך (לכל שאלה – 2 נקודות).
לכל שאלה ארבע תשובות, שרק אחת מהן נכונה. סמן $\times$ במשבצת שמתחת לאות המציינת את התשובה
שבחרת.

שאלה 1

איזו מהפעולות הבאות אינה גורמת לדנטורציה של חלבונים?

- א. הוספת בסיס חזק
- ב. הקפאה
- ג. הוספת אוריאה
- ד. הרתחה

שאלה 2

איזו מהחומצות האמיניות הבאות, כשהיא ברצף החלבון, מפריעה למבנה סליל α ?

- א. פרולין
- ב. לאוצין
- ג. ואלין
- ד. תראונין

שאלה 3

איזה חלק במבנה הנוגדן מאפשר גמישות?

- א. השרשרת הקלה
- ב. השרשרת הכבדה
- ג. אזור ה- Fe^{2+}
- ד. אזור הציר

שאלה 4

נתונים שני בופרים: בופר A שה-pH שלו הוא 3, ובופר B שה-pH שלו הוא 6.

איזה מההיגדים הבאים מבטא מסקנה נכונה מתוך הנתונים?

- א. ריכוז יוני המימן בבופר A גבוה פי 2 מריכוז יוני המימן בבופר B.
- ב. ריכוז יוני המימן בבופר A גבוה פי 1000 מריכוז יוני המימן בבופר B.
- ג. ריכוז יוני המימן בבופר B גבוה פי 2 מריכוז יוני המימן בבופר A.
- ד. ריכוז יוני המימן בבופר B גבוה פי 1000 מריכוז יוני המימן בבופר A.

שאלה 5

קשרים פפטידיים הם:

- א. קשרים קוולנטיים.
- ב. קשרים יוניים.
- ג. קשרי מימן.
- ד. קשרי ואן דר ואלס.

שאלה 6

הריצו המוגלובין על ג'ל SDS-PAGE. כמה פסים התקבלו בג'ל (בהנחה שלא ניתן לראות הבדל של 4–5 חומצות אמיניות)?

- א. 1
- ב. 2
- ג. 3
- ד. 4

שאלה 7

בטבלה מוצגות ארבע אפשרויות (א-ד) של השוואה בין מיוגלובין (Mb) לבין המוגלובין (Hb) מבחינת הזיקה לחמצן ומבחינת ערכי P_{50} (הלחץ החלקי של החמצן שבו 50% מהאתרים תפוסים) של חלבונים אלה.

בחר באפשרות הנכונה.

P_{50}	זיקה לחמצן	
Mb > Hb	Mb > Hb	א.
Mb < Hb	Mb > Hb	ב.
Mb > Hb	Mb < Hb	ג.
Mb < Hb	Mb < Hb	ד.

שאלה 8

במערכת אנזימטית הגדילו את ריכוז האנזים ולא שינו את ריכוז המצע. כיצד השפיע הדבר על ערכי ה- V_{max} וה- K_m ?

- ערך ה- V_{max} עלה וגם ערך ה- K_m עלה
- ערך ה- V_{max} עלה וערך ה- K_m לא השתנה
- ערך ה- K_m עלה וערך ה- V_{max} לא השתנה
- ערך ה- K_m ירד וערך ה- V_{max} עלה

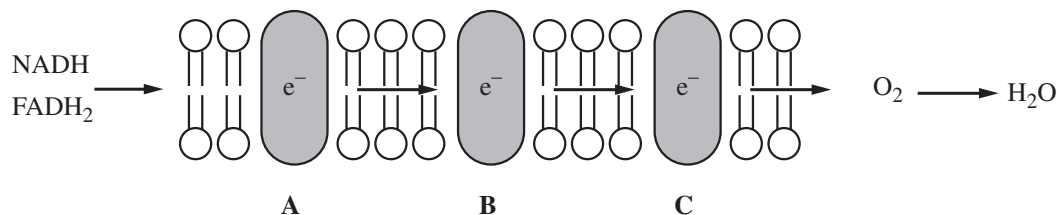
שאלה 9

לחומצת שומן X טמפרטורת היתוך נמוכה מזו של חומצת שומן Y. מה ניתן להסיק מכך?

- חומצת שומן X היא רוויה וחומצת שומן Y היא בלתי רוויה.
- מספר אטומי הפחמן בחומצת שומן X גדול מזה שבחומצת שומן Y.
- מספר היוד של חומצת שומן X גבוה יותר מזה של חומצת שומן Y.
- מספר הסיבון של חומצת שומן X נמוך יותר מזה של חומצת שומן Y.

שאלה 10

בחידק מסוים מתרחשת שרשרת הנשימה הבאה:



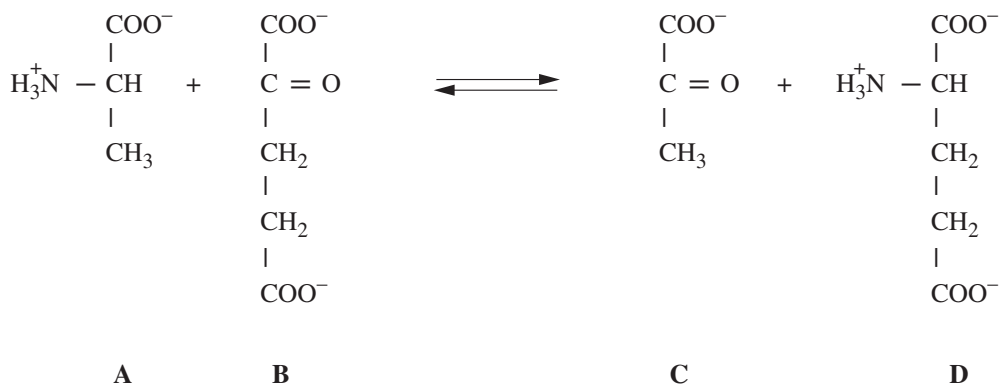
איור לשאלה 10

החומר X מעביר את שרשרת הנשימה של החידק, בין נשא A לנשא B. אם יוסיפו למצע הגידול של החידק את החומר X – אילו מהנשאים A, B ו-C יהיו במצב מחוזר, ואילו יהיו במצב מחומצן?

- נשא B יהיה מחוזר, ונשאים A ו-C – מחומצנים
- נשא A יהיה מחומצן, ונשאים B ו-C – מחוזרים
- נשא B יהיה מחומצן, ונשאים A ו-C – מחוזרים
- נשא A יהיה מחוזר, ונשאים B ו-C – מחומצנים

שאלה 11

לפניך ניסוח של תהליך טרנסאמינציה:



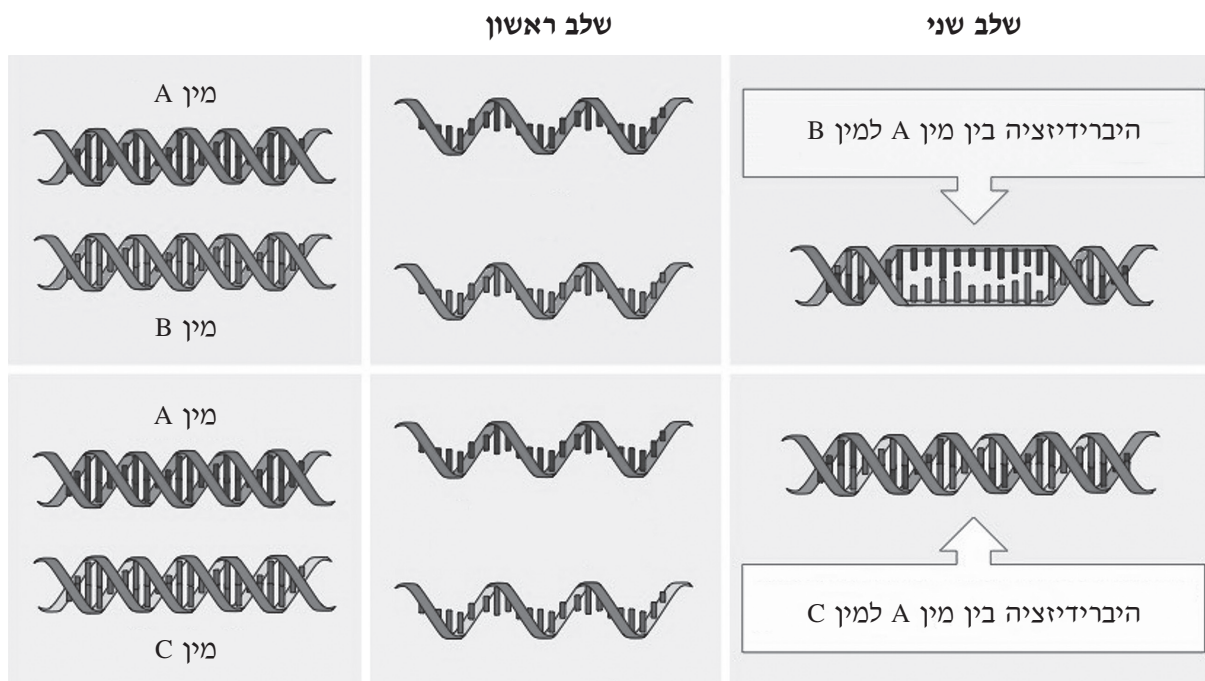
איור לשאלה 11

איזה מההיגדים הבאים נכון לגבי החומרים המשתתפים בתהליך?

- A ו-B הן חומצות אלפא-קטו, C ו-D הן חומצות אמיניות.
- C ו-D הן חומצות אלפא-קטו, A ו-B הן חומצות אמיניות.
- B ו-C הן חומצות אלפא-קטו, A ו-D הן חומצות אמיניות.
- A ו-D הן חומצות אלפא-קטו, B ו-C הן חומצות אמיניות.

שאלה 12

הגן המקודד לחלבון המוגלובין הופק מעכבר, מצפרדע ומחולדה. בשלב ראשון הופרדו הגדילים, ובשלב שני נערכה היברידיזציה על פי המתואר באיור לשאלה.



איור לשאלה 12

איזה מההיגדים הבאים נכון על-פי האיור?

- א. בשלב הראשון יש לקרר את התמיסה, ובשלב השני – לחמם אותה.
- ב. אם מין A הוא צפרדע, אז מין B הוא חולדה ומין C הוא עכבר.
- ג. ההיברידיזציה בין מין A למין B מתרחשת בטמפרטורה גבוהה יותר מאשר ההיברידיזציה בין מין A למין C.
- ד. אם מין A הוא עכבר, אז מין B הוא צפרדע ומין C הוא חולדה.

פרק שני (60 נקודות)

ענה על שלוש מבין השאלות 13–17 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 13

האנזים אלפא-גלאקטוזידאז (AGAL) הוא הומודימר (מורכב משתי תת-יחידות זהות). תת-היחידות קשורות ביניהן בקשרים שאינם קוולנטיים. המשקל של כל תת-יחידה הוא 57 kDa .

(5 נק') א. חוקרים הריצו את האנזים AGAL באלקטרופורזה בג'ל SDS . על הג'ל הורצו גם סמני גודל. תאר את תמונת האלקטרופורזה שהתקבלה, והסבר אותה.

חוקרים במעבדה רצו לייצב את החלבון AGAL ולכן החליטו לחבר בתגובה כימית (בקשר קוולנטי) בין שתי תת-היחידות. המשקל המולקולרי של המולקולה המקשרת הוא 2 kDa . החוקרים הוסיפו לחלבון את המולקולה המקשרת, ולאחר התגובה הריצו דוגמה של התוצרים באלקטרופורזה בג'ל SDS . כמו כן הריצו סמני גודל.

(6 נק') ב. 1. הסבר כיצד תיראה תמונת האלקטרופורזה שהתקבלה בעקבות התגובה עם המולקולה המקשרת.

2. במערכת התגובה של האנזים עם המולקולה המקשרת התקבלו, מלבד החלבון הרצוי, גם חלבונים שמשקליהם המולקולריים היו 59 ו-234 . הסבר מה ההרכב של חלבונים אלו.

(5 נק') ג. בהמשך המחקר, מצאו החוקרים שה-pI של האנזים המקורי היה 5.3 , ואילו ה-pI של האנזים עם המולקולה המקשרת היה 4 . לשיירים של אֵילו חומצות אמיניות יכולה הייתה להיקשר המולקולה המקשרת? הסבר.

(4 נק') ד. בבדיקת האנזים עם המולקולה המקשרת, התברר שהאנזים איבד את פעילותו. הצע הסבר **אחד** לאובדן פעילותו של האנזים.

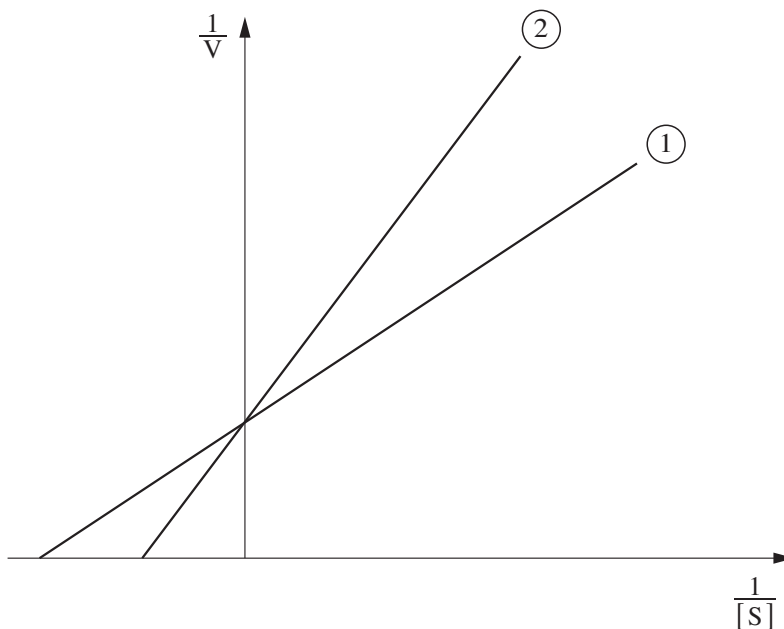
שאלה 14

האנזים ליפוקסיגנאז מחמצן חומצה לינולאית (חומצת שומן) על-פי התגובה שלהלן:



(4 נק') א. התבונן בתגובה והצע שתי דרכים לעקוב אחר קצב הפעילות האנזימטית.

במעבדת מחקר ניסו לבדוד את האנזים ליפוקסיגנאז ממיצוי של גרעיני סויה. לצורך הבידוד השתמשו בעמודת זיקה של פולימר אינרטי (רזין) הקשור לחומצה לינולאית. במהלך ההפרדה בעמודת הזיקה בודדו החוקרים שני איזו-אנזימים של ליפוקסיגנאז: איזו-אנזים A שנותק ראשון מהעמודה, ואיזו-אנזים B שנותק שני מהעמודה. במעבדה נבדקו הקבועים הקינטיים של שני האיזו-אנזימים והתוצאות שהתקבלו מוצגות באיור א' לשאלה.



איור א' לשאלה 14

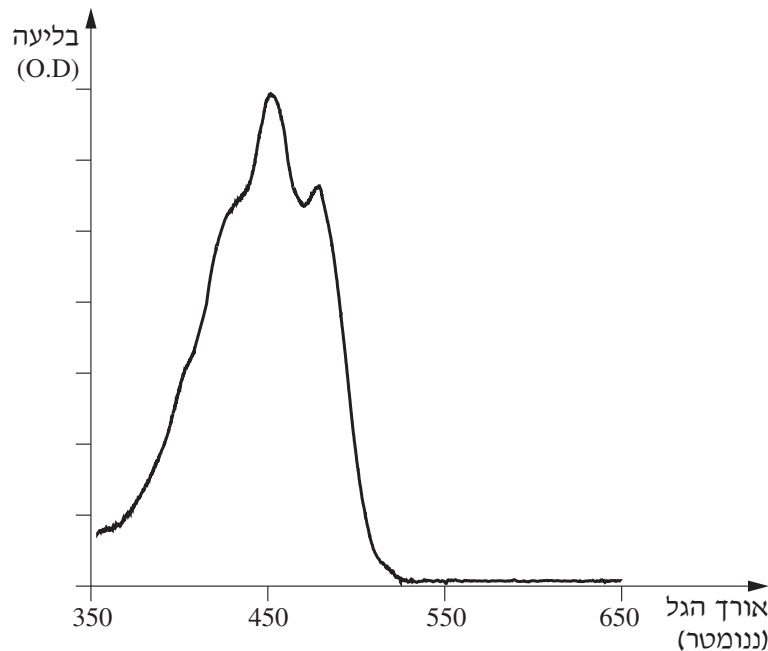
(6 נק') ב. 1. על-פי איור א', במה דומים ובמה נבדלים שני האיזו-אנזימים?

2. איזו מהעקומות 1 ו-2 מבטאת את הפעילות של איזו-אנזים A, ואיזו מהן מבטאת את הפעילות של איזו-אנזים B? נמק את תשובתך בהתייחס לערכי ה- K_m וה- V_{max} של שני האיזו-אנזימים ולסדר ניתוקם מעמודת הזיקה.

החוקרים הפרידו בין שני האיזואנזימים A ו-B בדרך נוספת: הם הכינו במעבדה נוגדנים לאיזואנזים A וקשרו אותם לעמודת זיקה של חומר אינרטי שהכינו. החוקרים הטעינו בשלב הראשון את המיצוי הגולמי של גרעיני הסויה לעמודה ובשלב השני שטפו את העמודה בבופר שטיפה.

(5 נק') ג. הסבר כיצד התרחשה ההפרדה בשיטה זו. התייחס לשני השלבים שתוארו.

בתעשייה משתמשים באנזים ליפוקסיגנאז להלבנת קמח. האנזים מפרק את הקרוטן שמצוי בקמח וכך גורם להלבנתו. באיור ב' לשאלה נתון ספקטרום הבליעה של הפיגמנט קרוטן.

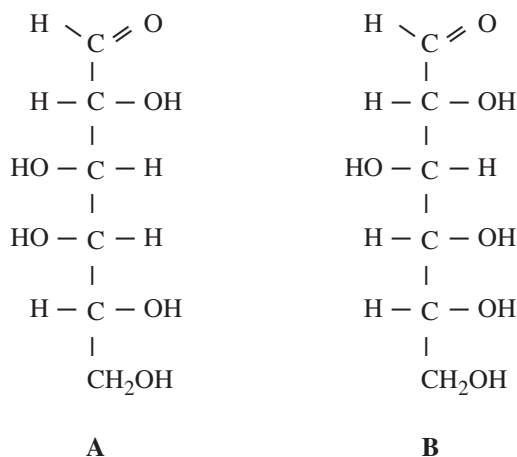


איור ב' לשאלה 14

(5 נק') ד. התבונן באיור והצע שיטה לקביעת קצב ההלבנה של קרוטן על-ידי האנזים ליפוקסיגנאז.

שאלה 15

באיור א' לשאלה נתונות נוסחאות פישור של החד-סוכרים A ו-B.

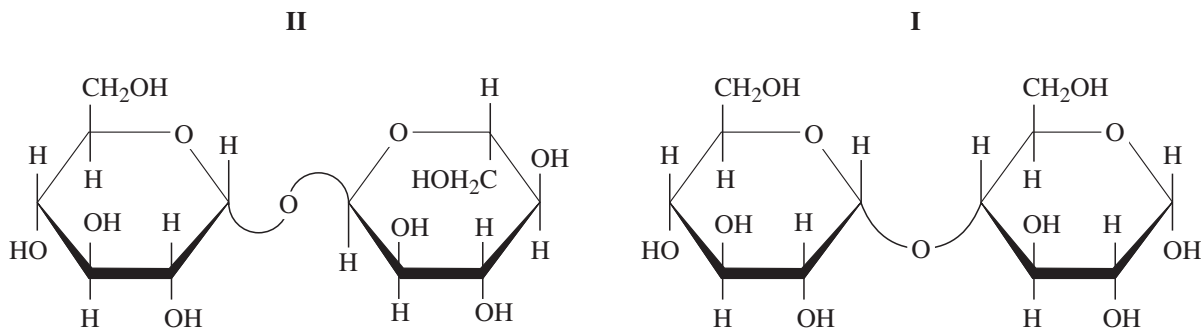


איור א' לשאלה 15

1. **א.** איזו נוסחה - A או B - מייצגת גלוקוז?

2. האם A ו-B הם אפימרים? נמק את תשובתך.

מלטוז הוא תוצר הידרוליזה של עמילן, וטרלהוז הוא סוכר שנמצא בפטריות, בשמרים ובחרקים. באיור ב' לשאלה נתונות נוסחאות המבנה של מלטוז וטרלהוז (מסומנים ב-I ו-II).



איור ב' לשאלה 15

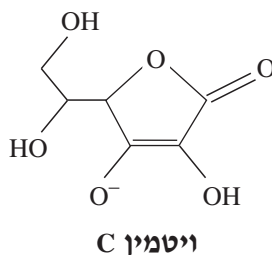
- (3 נק')** ב. ידוע כי הקשר הגליקוזידי במלטוז הוא מסוג (1-4) וכי הקשר הגליקוזידי בטרהלוז הוא מסוג (1-1) . קבע איזה מהדו־סוכרים I ו־II הוא מלטוז, ואיזה הוא טרהלוז.
- (6 נק')** ג. 1. האם מלטוז וטרהלוז יכולים לעבור מוטרוטציה בתמיסה מימית? נמק את תשובתך.
2. קבע עבור כל אחד מהדו־סוכרים מלטוז וטרהלוז, אם הוא מגיב עם ריאגנט סמנר. הסבר את קביעתך.
- (5 נק')** ד. האם קיים דו־סוכר הבנוי משני שיירים של גלוקוז, אשר הקשר הגליקוזידי בו הוא מסוג $\alpha(1-5)$? נמק את תשובתך.

שאלה 16

לנולין (Lanolin) הוא חומר צהוב ושומני המופרש מבלוטות חלב בעור הכבשים ומונע מטיפות מים להצטבר על הצמר שלהם. לנולין מורכב מתערובת של כולסטרול ושעוות (שעוות הן מולקולות הידרופוביות מאוד המורכבות מחומצות שומן ארוכות-שרשרת הקשורות בקשר אסטרי לכהלים ארוכי-שרשרת).

חוקרים ביקשו ליצור משחה לטיפול ביובש בשפתיים, בתפוחית חיתולים או בעור יבש ומגרד. לצורך זה החליטו לכלוא לנולין וויטמין C בתוך ליפוזומים.

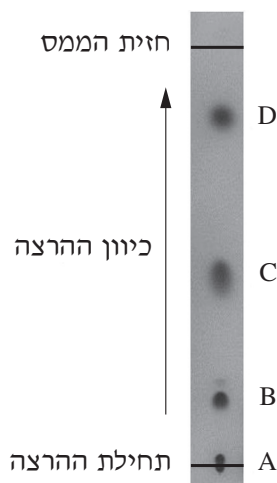
להלן הנוסחה של ויטמין C.



איור לשאלה 16

4 נק') א. בשלב ראשון יצרו החוקרים תמיסה: הם הכניסו לכלי את המרכיבים לנולין, פוספוליפידים וויטמין C. יצירת הליפוזומים בתמיסה נעשית באמצעות הפוספוליפידים. הסבר מדוע הפוספוליפידים מתאימים ליצירת מבנה הליפוזום.

החוקרים הריצו דגימה מהתמיסה בכרומטוגרפיה בשכבה דקה - TLC, בנוכחות ממס הידרופובי. באיור א' לשאלה מתוארות תוצאות ההפרדה.



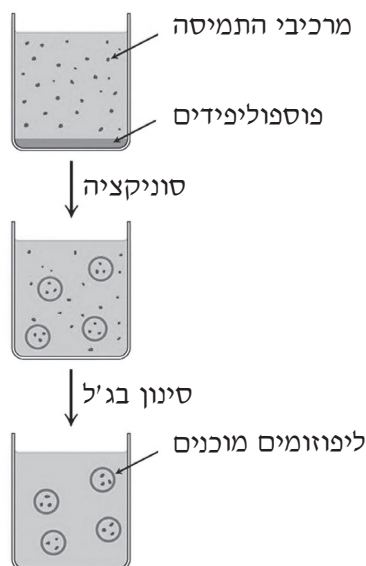
איור א' לשאלה 16

1. **ב. (6 נק')** התאם את הכתמים שהתקבלו ב-TLC (מסומנים באותיות D-A) למרכיבים שבתמיסה - כולסטרול, שעוות, פוספוליפידים וויטמין C.

2. אילו ממרכיבי התמיסה יכולים לעבור תהליך סיבון? נמק את תשובתך.

תהליך היצירה של הליפוזומים נעשה בשני שלבים: שלב ראשון - סוניקציה, הגורמת לטלטול המערכת ולהיווצרות הליפוזומים הכולאים תוך כדי היווצרותם את מרכיבי התמיסה האחרים; שלב שני - סינון בג'ל (Gel filtration).

תהליך יצירת הליפוזומים מתואר באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 16

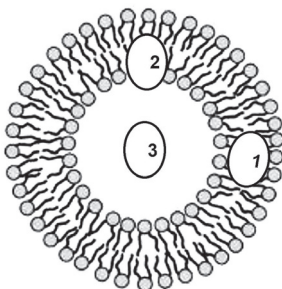
1. **ג. (6 נק')** מה מטרת שיטת הסינון בג'ל בשלב השני?

2. הצע שיטה חלופית לביצוע שלב זה.

3. **ד. (4 נק')** באיור ג' לשאלה מתואר מבנה של ליפוזום והמרכיבים שכלואים בו.

התאם את המרכיבים הכלואים בליפוזום - כולסטרול, שעוות, ויטמין C - למספרים שבאיור.

הסבר את בחירתך לגבי כל מרכיב.



איור ג' לשאלה 16

שאלה 17

TRH הוא הורמון שמשפיע על שחרור ההורמון תירוקסין מבלוטת התריס. להורמון תירוקסין יש פעילות פיזיולוגית בתחום המטבוליזם של פחמימות, חלבונים ושומנים. ההורמון **TRH** הוא פפטיד המורכב **משלוש חומצות אמיניות**.
לפניך רצף ה-DNA של אחד הגדילים בגן המקודד להורמון **TRH**.

1 5 10 15 20 25
5' C A C G G C A T G G A G C A C C C G T G A T C G A 3'

- (3 נק')** א. רשום את רצף גדיל ה-DNA המשלים לגדיל הנתון, וסמן על רצף ה-DNA שרשמת את הכיוונים של הקצוות (5',3').
- (3 נק')** ב. רשום את רצף ה-mRNA שישועתק מהגדיל המשלים, וסמן על רצף ה-mRNA שרשמת את הכיוונים של הקצוות (5',3').
- (5 נק')** ג. אתר את מסגרת הקריאה של הפפטיד, ורשום את רצף החומצות האמיניות שמתורגם מה-mRNA. סמן על רצף הפפטיד שרשמת את המיקום של הקצה האמיני והקרבווקסילי (C, N).
- (9 נק')** ד. מוטציה בגן עלולה לגרום לפעילות נמוכה של ההורמון או לחוסר פעילות מוחלט שלו המתבטא בתסמינים כמו חולשה, עייפות, עצירות, יובש בעור, עלייה במשקל ואיסבילות לקור.
- רשום כיצד המוטציות הבאות בגדיל הנתון של ה-DNA ישפיעו, אם בכלל, על הרכב ההורמון:
1. G בעמדה 5 יוחלף ב-A.
 2. G בעמדה 10 יוחלף ב-T.
 3. A בעמדה 7 יוחלף ב-T.
 4. C בעמדה 15 יוחלף ב-T.
 5. C בעמדה 15 יוחלף ב-A.
 6. יושמט הנוקלאוטיד G בעמדה 10.

פרק שלישי (20 נקודות)

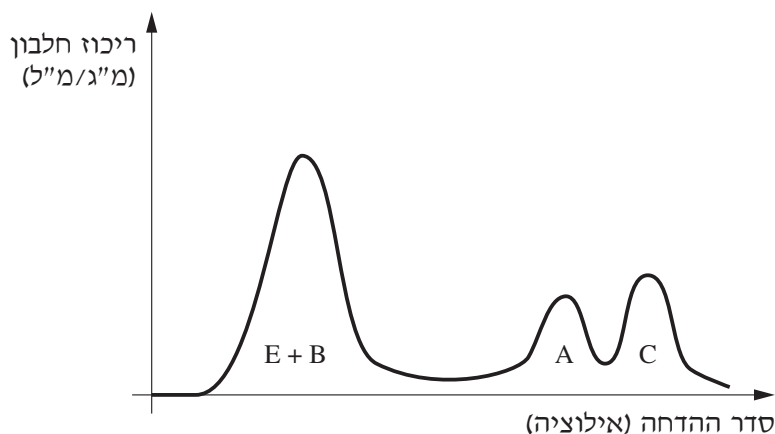
ענה על ארבע מבין השאלות 18-23 (לכל שאלה - 5 נקודות).

שאלה 18

בידי חוקרת תערובת של ארבעה חלבונים 1-4. בטבלה שלהלן נתונים המשקל המולקולרי והנקודה האיזואלקטרית (pI) של כל אחד מהחלבונים.

הנקודה האיזואלקטרית (pI)	המשקל המולקולרי (kDa)	החלבון
5	15	1
7	20	2
5	49	3
3	50	4

החוקרת הייתה מעוניינת לנקות מהתערובת את האנזים E, שהוא אחד מהחלבונים 1-4. היא עשתה זאת בשני שלבים. בשלב הראשון היא הריצה את התערובת על עמודת מסננת מולקולרית. סדר הדחתם של החלבונים מהעמודה מוצג באיור לשאלה.



איור לשאלה 18

2. (נק') א. שייד כל אחד מהחלבונים שבטבלה (1-4) לאות המסמלת את סדר יציאתו מהעמודה (E, C, B, A). הסבר את שיקולך.

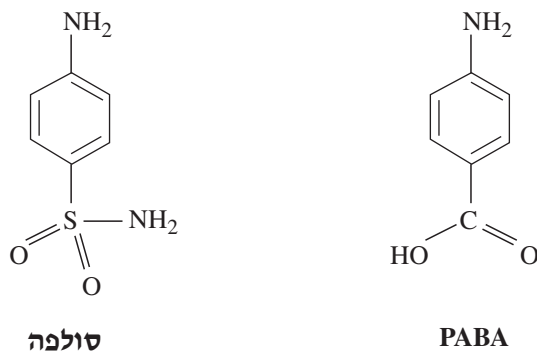
בשלב השני החוקרת השתמשה בעמודת מחליף אניונים.

3. (נק') ב. 1. תאר כיצד יכולה החוקרת להפריד בשיטה זו בין האנזים E לחלבון B.

2. כיצד תבדוק החוקרת איזה מקטע מבין המקטעים שהתקבלו בשיטה זו מכיל את האנזים?

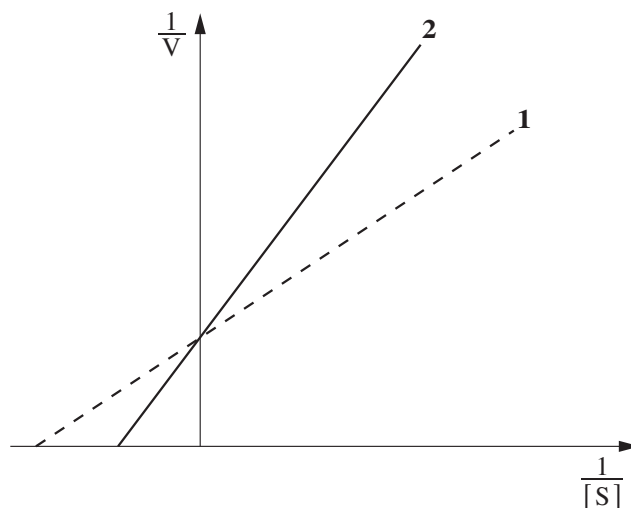
שאלה 19

לפני כמה שנים הרבו להשתמש בתרופת סולפה לצורך טיפול בדלקות שנגרמו מחיידקים. החיידקים מסתגלים לעצמם חומצה פולית החיונית לקיומם. אחד האנזימים המשתתף בסנתזה הוא דהידרו־פטרואט סינתאז. המצע לתהליך זה הוא תרכובת PABA. בתרופת הסולפה הוחלפה אחת הקבוצות שב-PABA בקבוצה סולפוניית, כמתואר באיור א' לשאלה.



איור א' לשאלה 19

(2 נק') **א.** התייחס לאיור א' והסבר מדוע מהווה תרכובת הסולפה מעכב תחרותי לאנזים דהידרו־פטרואט סינתאז. באיור ב' לשאלה מוצגות שתי עקומות לינאר־ברק.



איור ב' לשאלה 19

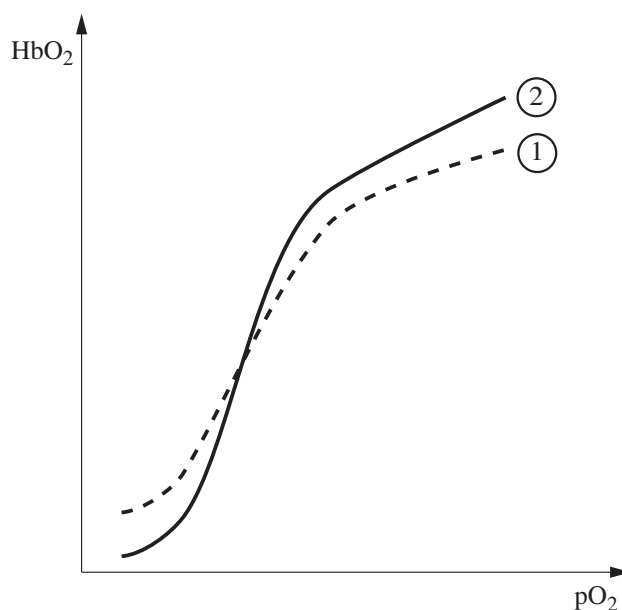
- (3 נק') **ב.**
1. איזו מהעקומות 1 ו-2 מתארת את פעילות האנזים בנוכחות סולפה, ואיזו מהן מתארת את פעילות האנזים ללא סולפה? הסבר את תשובתך.
 2. הסבר מדוע חולה שמטופל בסולפה ממשיך ליטול את התרופה גם לאחר שיש הקלה במחלתו הדלקתית.

שאלה 20

(2 נק') א. מתחרים בריצה למרחקים ארוכים נוהגים לשאוף ולנשוף בקצב מהיר במשך חצי דקה בסמוך לתחרות, כדי להקטין את ריכוז ה- CO_2 בדם שבראות. הסבר מה הסיבה לכך. בתשובתך התייחס להשפעת ריכוז ה- CO_2 על הזיקה של ההמוגלובין לחמצן.

בעת מאמץ, הרקמות ובעיקר השרירים משחררים יותר CO_2 לדם. באיור לשאלה מוצגות שתי עקומות 1 ו-2 המבטאות את הקשר בין הלחץ החלקי של החמצן בדם לבין מידת הרוויה של ההמוגלובין בחמצן.

(3 נק') ב. קבע איזו עקומה מבטאת מצב מנוחה, ואיזו מבטאת מצב מאמץ. הסבר את קביעתך.



איור לשאלה 20

שאלה 21

במסגרת לימודיך עקבת במעבדה אחר פעילות האנזים β -עמילאז בריכוזים שונים של מצע.

2.5 נק') א. בניסוי הכנת שתי סדרות של מבחנות – אחת לביקורת ואחת לבדיקה. הסבר מדוע נדרש להכין סדרה שלמה של מבחנות ביקורת.

2.5 נק') ב. אחת התלמידות לא חישבה את פעילות האנזים לדקה אלא הסתפקה בשינוי בבליעה לאחר 5 דקות. האם תלמידה זו קיבלה ערכי V_{max} ו- K_m שונים מאלה שקיבלו התלמידות שחישבו את פעילות האנזים לדקה? הסבר את תשובתך.

שאלה 22

כל אחת משלוש מבחנות הממוספרות 1, 2 ו-3 מכילה אחד משלושה סוכרים: סוכרוז, לקטוז ומלטוז.

לא ידוע איזה מהסוכרים מצוי בכל מבחנה.

כדי לזהות איזה סוכר מצוי בכל מבחנה, ערכו חוקרים שתי בדיקות שתוצאותיהן מובאות בטבלה שלהלן.

הבדיקה	מבחנה 1	מבחנה 2	מבחנה 3
כושר חיזור	לא מחזר	מחזר	מחזר
הידרוליזה חומצית	שני תוצרים	תוצר אחד	שני תוצרים

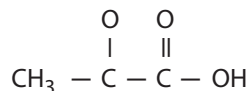
2 נק') א. על סמך התוצאות שבטבלה, קבע איזה משלושת הסוכרים הנתונים מצוי בכל מבחנה. נמק את קביעותיך.

3 נק') ב. לפניך שלושה אמצעים לזיהוי סוכרים: כושר החיזור שלהם; תוצרי ההידרוליזה חומצית שלהם; תוצרי ההידרוליזה אנזימטית שלהם. באיזה מהאמצעים תשתמש כדי לזהות כל אחד מהרב-סוכרים: עמילן, תאית וגליקוגן? הסבר עבור כל אחד משלושת האמצעים, מדוע הוא יכול או לא יכול לשמש לזיהוי כל רב-סוכר.

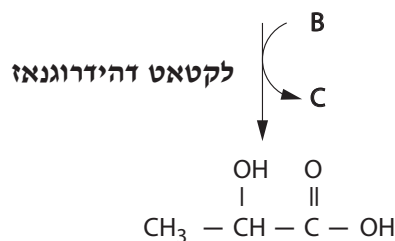
שאלה 23

חומצה פירובית היא התוצר הסופי של תהליך הגליקוליזה. החומצה הפירובית יכולה לעבור מסלולים שונים, ששניים מהם מוצגים באיור לשאלה.

מסלול 2

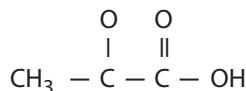


חומצה פירובית

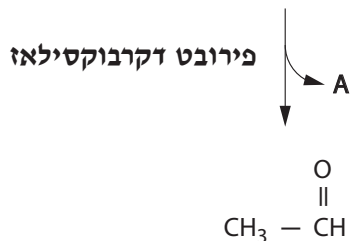


חומצה לקטית

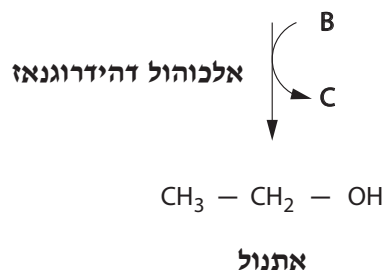
מסלול 1



חומצה פירובית



אצטאלדהיד



איור לשאלה 23

- 2 (נק') א. איזה משני המסלולים - 1 או 2 - מתרחש בגוף האדם, ובאיזו רקמה הוא מתרחש?
- 3 (נק') ב. 1. האות A המסומנת בתרשים מייצגת חומר המשתחרר בתהליך, והאותיות B ו-C מייצגות קופקטורים המשתתפים בתהליך. רשום מהו כל אחד מחומרים אלה.
2. חומצה לקטית ואתנול הם תוצרים שמתקבלים במסלולים 1 ו-2 ואינם נחוצים לאורגניזמים. הסבר מהי חשיבות המסלולים שמביאים ליצירתם.

בהצלחה!

נוסחאות מבנה, ערכי pK וערכי pH איזואלקטרי של החומצות האמיניות

שם החומצה	נוסחת המבנה	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	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{C}_6\text{H}_5 \\ \searrow \text{HC} \begin{array}{l} \parallel \\ \text{N} \begin{array}{l} \nearrow \text{H} \\ \searrow \text{H} \end{array} \end{array} \end{array} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	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	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH} \\ \qquad \qquad \qquad \quad \\ \text{NH}_3^+ \qquad \qquad \text{}^+\text{NH} \quad \text{NH} \\ \qquad \qquad \qquad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \qquad \qquad \qquad \quad \text{C} \\ \qquad \qquad \qquad \quad \\ \qquad \qquad \qquad \quad \text{H} \end{array}$	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	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \\ \text{NH}_3^+ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2^+ \end{array}$	Arg	10.8	1.8	9.0	12.5

נספח ב': טבלת הצופן הגנטי

לשאלון 716913, אביב תשע"ט

الملحق "ب": جدول الشيفرة الوراثية

للمنموذج 716913، ربيع 2019

הצופן הגנטי

אות שנייה

אות ראשונה

אות שלישית

	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