

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים

מועד הבחינה: אביב תשע"ח, 2018

סמל השאלון: 716913

נספחים: א. טבלת החומצות האמיניות

ב. טבלת הצופן הגנטי

ג. מילון מונחים

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:

1. ענה על השאלות לפי ההוראות המפורטות בראש כל פרק.

2. בתשובה על שאלת חישוב, עליך להציג בפירוט את שלבי הפתרון ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

3. לנחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

בשאלון זה 24 עמודים ו-5 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

- מהו ההיגד הנכון לגבי הקשרים המייצבים את מבנה החלבון?
- סלילי α מיוצבים על-ידי קשרי ון-דר-ולס תוך-שרשרתיים.
 - סלילי α מיוצבים על-ידי קשרים בין שיירים של פרולין.
 - משטחי β מיוצבים על-ידי קשרי מימן בין-שרשרתיים.
 - משטחי β מיוצבים על-ידי קשרים דיסולפדיים.

שאלה 2

לפניך ההרכב של שלושה פפטידים:

A: Ala-Met-Val

B: Arg-Lys-Ala

C: Cys-Asp-Trp

מהו ההיגד הנכון?

- פפטיד A יכול ליצור קשרים דיסולפדיים עם פפטיד C.
- פפטיד C יכול ליצור קשרים דיסולפדיים עם פפטיד C נוסף.
- לפפטיד B יש נקודה איזואלקטרית (pI) נמוכה מ-7.
- פפטיד A הוא הידרופילי.

שאלה 3

מעבירים חלבון מתמיסה שה-pH שלה הוא 5 לתמיסה שה-pH שלה הוא 3. באיזו מבין החומצות האמיניות שלפניך (שכולן מצויות בשרשרת החלבון הזה) יתרחש השינוי הגדול ביותר במטען?

- א. ארגינין
- ב. חומצה אספרטית
- ג. טירוזין
- ד. פרולין

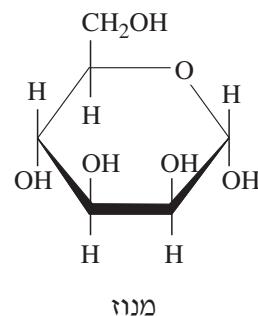
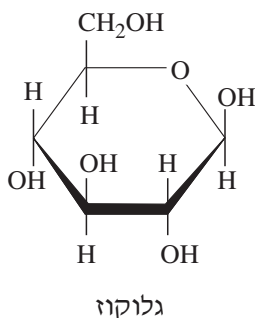
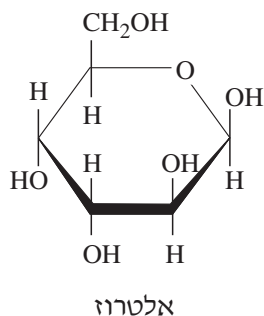
שאלה 4

נוגדן טופל ב- β -מרקפטואתנול (חומר מחזר) והורץ על ג'ל SDS-PAGE. כמה פסים יתקבלו בג'ל?

- א. 1
- ב. 2
- ג. 3
- ד. 4

שאלה 5

לפניך נוסחאות מבנה של שלושה חד־סוכרים.



איור לשאלה 5

מהו ההיגד הנכון?

- מנוז הוא אפימר של גלוקוז.
- אלטרוז וגלוקוז שונים זה מזה בכיוון קבוצת ההידרוקסיל על הפחמן 4.
- באיור מוצג אנומר β של מנוז.
- באיור מוצג אנומר α של אלטרוז.

שאלה 6

נתונה משוואת קו המגמה של עקום לינאאר־ברק: $y = 1.52x + 1.51$.

מהם ערכי ה- K_m וה- V_{max} ?

- $K_m = 1.01$, $V_{max} = 0.66$
- $K_m = -1.01$, $V_{max} = -0.99$
- $K_m = -1.51$, $V_{max} = 1.52$
- $K_m = -0.99$, $V_{max} = 1.51$

שאלה 7

מהו ההיגד הנכון לגבי חומצות שומן רוויות?

- א. הן רוויות בקשרים כפולים
- ב. הן רוויות במימנים
- ג. הן רוויות בטריגליצרידים
- ד. הן רוויות בחמצנים

שאלה 8

לאיזו מחומצות השומן שלפניך מספר הסיבון הנמוך ביותר ומספר היוד הגבוה ביותר?

- א. 18:1
- ב. 16:3
- ג. 24:1
- ד. 24:3

שאלה 9

איזה מההיגדים שלפניך נכון לגבי rRNA ?

- א. הוא נשא של חומצות אמיניות.
- ב. הוא אחד ממרכיביו של הריבוזום.
- ג. הוא משמש כתבנית לתרגום חלבונים.
- ד. הוא נוצר בתהליך של שכפול ה-DNA.

שאלה 10

איזו שיטה משמשת להשקעת חלבונים?

- א. דיאליזה
- ב. Gel filtration
- ג. מחליף יונים
- ד. Salting out

שאלה 11

לפניך היגדים המתייחסים לבקרה הורמונלית של גליקוגן. מהו ההיגד הנכון?

- א. אינסולין מעודד ייצור של גליקוגן בכבד.
- ב. לאינסולין ולאפינפרין יש השפעה דומה על המטבוליזם של גליקוגן.
- ג. לגלוקגון ולאפינפרין השפעות מנוגדות על המטבוליזם של גליקוגן.
- ד. גלוקגון מזרז את פעילות האנזים גליקוגן סינתאז.

שאלה 12

איזו מהמולקולות שלפניך אינה משמשת לבקרה על ביטוי גנים?

- א. פקטור שעתוק
- ב. Micro-RNA
- ג. tRNA-מעביר (tRNA)
- ד. דכאן (רפרסור)

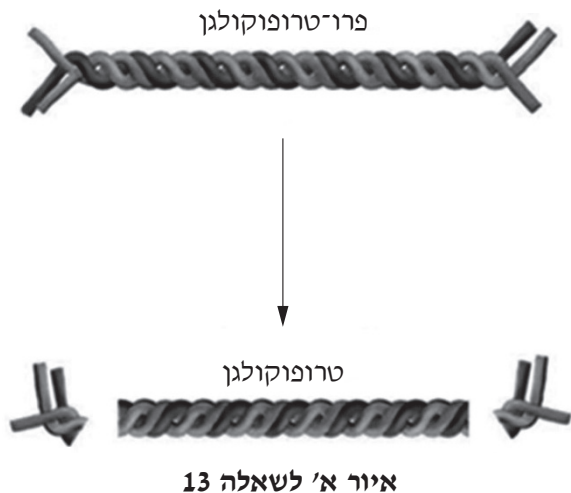
פרק שני (60 נקודות)

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

שאלה 13

קולגן הוא החלבון השכיח ביותר בגוף האדם. הוא מורכב מיחידות רבות של טרופוקולגן הקשורות זו לזו.

טרופוקולגן מורכב משלוש שרשראות חלבון: שתי שרשראות מסוג $\alpha 1$ ושרשרת אחת מסוג $\alpha 2$. תהליך הביוסינתזה של הטרופוקולגן נעשה בשני שלבים. בשלב א' נוצר פרו־טרופוקולגן כאשר שלוש השרשראות נשזרות יחד, ובשלב ב' הקצוות של השרשראות נחתכים ומתקבל טרופוקולגן. תהליך ההיווצרות של טרופוקולגן מתואר באיור א' לשאלה 13.



בטבלה שלהלן נתונים המשקלים המולקולריים של שרשראות החלבון השונות:

סוג השרשרת	המשקל המולקולרי (kDa)
$\alpha 1$ בפרו־טרופוקולגן	136
$\alpha 2$ בפרו־טרופוקולגן	127
$\alpha 1$ בטרופוקולגן	95
$\alpha 2$ בטרופוקולגן	92

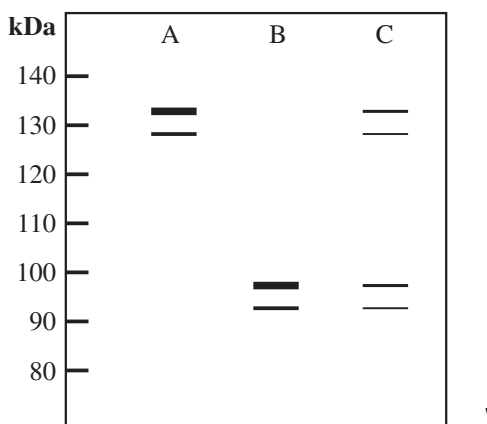
חוקרת הפיקה טרופוקולגן על-ידי חיתוך אנזימתי של פר-טרופוקולגן.

א. הצע דרך לבדוד את הטרופוקולגן שהתקבל מיתר התוצרים שהתקבלו בתגובה האנזימתית. הסבר את תשובתך.

מקורו של האנזים שהחוקרת השתמשה בו הוא בגוף האדם, והטמפרטורה האופטימלית שלו קרובה ל- 30°C .

החוקרת רצתה לבדוק את יעילות החיתוך של הפר-טרופוקולגן בשתי טמפרטורות - 15°C ו- 30°C . היא הריצה בג'ל SDS-PAGE דגימה אחת של פר-טרופוקולגן לפני החיתוך, ושתי דגימות של טרופוקולגן שהתקבלו לאחר חיתוך הפר-טרופוקולגן - האחת ב- 15°C והאחרת ב- 30°C .

באיור ב' לשאלה 13 שלפניך מתואר הג'ל לאחר הרצת הדגימות.

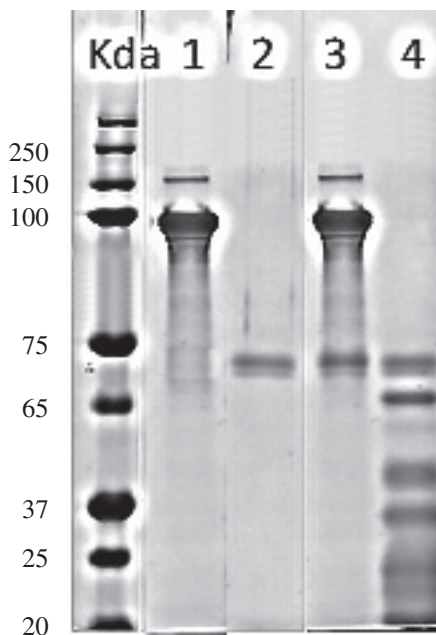


איור ב' לשאלה 13

ב. הסבר את התוצאות שהתקבלו בג'ל. התייחס בתשובתך **למיקום** הפסים על הג'ל, **לעובי** הפסים **ולמספרם**. התאם את A, B ו-C לכל אחת משלוש הדגימות - לפר-טרופוקולגן שלא עבר חיתוך, לפר-טרופוקולגן שעבר חיתוך ב- 15°C , ולפר-טרופוקולגן שעבר חיתוך ב- 30°C . נמק את קביעתך.

קולגן מכיל אחוז גבוה של פרולין. האנזים פרולין הידרוקסילאז מזרז את הפיכתם של חלק משיירי הפרולין להידרוקסיפרולין בתהליך המכונה הידרוקסילציה. תהליך ההידרוקסילציה גורם לכך שהטרופוקולגן הופך לטרימר יציב **ועמיד** בפני האנזים הפרוטאוליטי פפסין (שמפרק קשרים פפטידיים בחלבון).

חוקרים רצו לבדוק את עמידות הטרופוקולגן בפני האנזים פפסין. היו ברשותם דגימות טרופוקולגן משני סוגים: האחת נלקחה מאדם בריא, והאחרת נלקחה מאדם שלוקה בחסר בוויטמין C (ויטמין C משמש כקופקטור לאנזים הידרוקסילאז). החוקרים הדגירו את הדגימות משני הסוגים עם פפסין, ולאחר ההדגרה הריצו את הדגימות בג'ל SDS-PAGE. תוצאות ההרצה מוצגות באיור ג' לשאלה 13:



מקרא לאיור

- עמודה 1: טרופוקולגן תקין שלא הודגר עם האנזים פפסין
 עמודה 2: האנזים פפסין
 עמודות 3 ו-4: שתי דגימות של טרופוקולגן (מאדם בריא ומאדם חולה) שהודגרו עם האנזים פפסין.

איור ג' לשאלה 13

ג. הסבר כיצד הבקורות – עמודות 1 ו-2 – משמשות להבנת תוצאות הניסוי.

ד. קבע איזו עמודה – 3 או 4 – מתארת את הטרופוקולגן שנלקח מהאדם הבריא ושהודגר עם האנזים פפסין, ואיזו עמודה מתארת את הטרופוקולגן שנלקח מהאדם שסובל מחסר בוויטמין C ושהודגר עם פפסין. נמק את קביעתך.

שאלה 14

ליפוזומים הם מבנים מיקרוסקופיים שעשויים משתי שכבות של פוספוליפידים שנסגרים בצורה מעגלית. בענף התרופות משתמשים בליפוזומים לצורך אריזת תרופות. לאחר הנטילה, התרופה משתחררת מתוכם באיטיות.

בחברת תרופות מעוניינים לפתח תרופה שארוזה בליפוזומים, לצורך טיפול במחלת כבד. אחד החוקרים בחברה הציע ליצור ליפוזומים אשר דומים בהרכבם השומני לליפופרוטאינים כדי שיגיעו בעיקר לכבד.

א. הסבר מהם ליפופרוטאינים ומהו תפקידם בגוף.

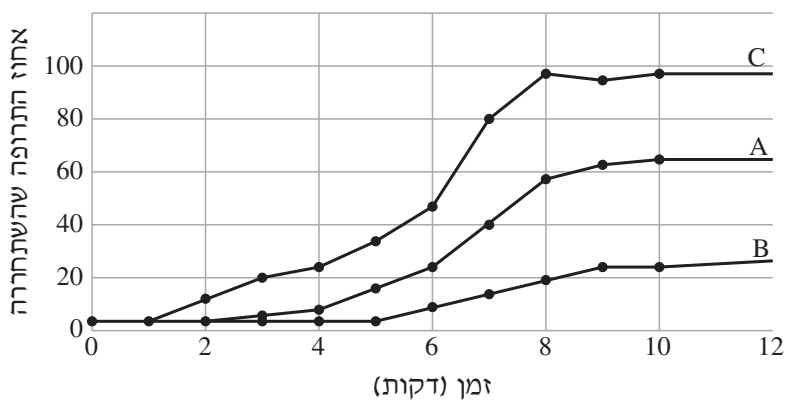
החוקרים בחברה החליטו לארוז בתוך הליפוזומים תרופה הידרופילית. לשם כך הם בדקו שלושה סוגים של ליפוזומים – A, B ו- C – הנבדלים זה מזה בהרכב הפוספוליפידים שלהם.

להלן שלושת ההרכבים:

הליפוזום	כולסטרול	פוספוליפידים	טריגליצרידים
A	30%	14:0 20%, 14:1 30%	20%
B	30%	18:0 40%, 16:1 10%	20%
C	30%	14:0 10%, 14:2 40%	20%

ב. כאשר ליפוזומים נחשפים לחום הם עשויים לשנות את מצב הצבירה שלהם, ועקב כך התרופה הכלואה בהם משתחררת. לאיזה מבין הליפוזומים A, B או C יש טמפרטורת ההיתוך הגבוהה ביותר? נמק את תשובתך.

בחברה החליטו לבדוק את קצב שחרור התרופה משלושת הליפוזומים. תוצאות הבדיקה מוצגות באיור לשאלה 14.



איור לשאלה 14

- ג. על-פי נתוני הגרף ועל-פי נתוני הליפוזומים, איזו תכונה של הפוספוליפיד משפיעה על קצב שחרור התרופה? הסבר כיצד התכונה שציינת יכולה להשפיע על תכונות הממברנה של הליפוזום, ובעקבות זאת על קצב שחרור התרופה.
- ד. בחברת תרופות כלאו תרופה הידרופובית בליפוזום. תאר כיצד תתמקם התרופה בתוך הליפוזום.

שאלה 15

מדענים חוקרים מחלה מסוימת אשר נובעת מבעיה בשעתוק של mRNA של פפטיד X החיוני לגוף.

א. ציין **ארבעה** רכיבים בתא הנדרשים לצורך סינתזה של RNA מ-DNA בתהליך השעתוק.

ב. ציין מהם **שלושת** שלבי השעתוק.

במחלה זו נוצרת מולקולת mRNA פגומה, עקב מוטציה נקודתית. מוטציה זו **מונעת את**

היווצרותו של פפטיד X.

לפניך הרצפים של מולקולות ה-mRNA – התקינה והמוטנטית.

הרצף של מולקולת mRNA תקינה:

5' AAAUCAUAUAUGACAAAAGGUCGAGCGUCAA AUUGACGGGGCGCA 3'

הרצף של מולקולת mRNA מוטנטית:

5' AAAUCAUAUAUCACAAAAGGUCGAGCGUCAA AUUGACGGGGCGCA 3'

ג. הסבר כיצד מנעה המוטציה את היווצרותו של פפטיד X.

קיימת מחלה נוספת, אשר נובעת ממוטציה אחרת במולקולת ה-mRNA הזאת. המוטציה גורמת להיווצרות של פפטיד X קצר יותר.

לפניך הרצף של המולקולה המוטנטית הזאת:

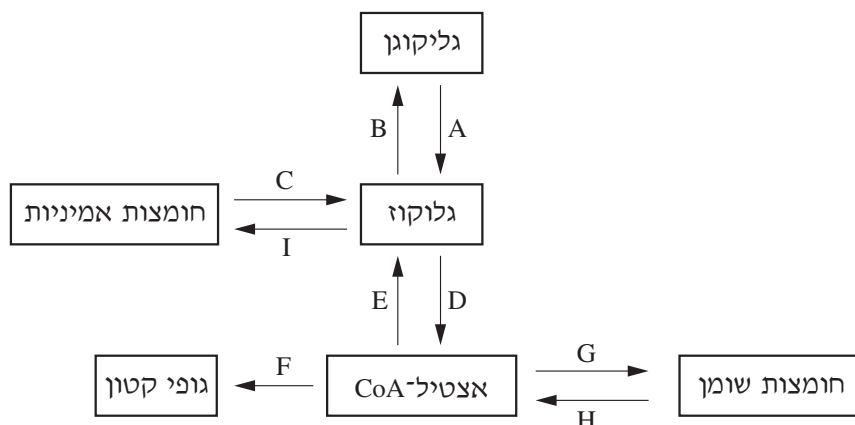
5' AAA|UCA|UAU|AUG|ACA|UAA|GGUCGAGCGUCAA AUUGACGGGGCGCA 3'

ד. הסבר כיצד גרמה המוטציה להיווצרותו של פפטיד X מקוצר.

שאלה 16

התסמונת "מוות בעריסה" (Sudden Infant Death Syndrome – SIDS) היא תופעה של מוות פתאומי של תינוק בריא לכאורה, ללא הסבר רפואי. אצל כ-10% מהתינוקות שמתו בעריסה אובחן פגם גנטי באנזים אציל-CoA דהידרוגנאז (האנזים המזרז את השלב הראשון בחמצון β של חומצות שומן). אצל תינוקות בריאים עולה ריכוז הגלוקוז בעקבות היניקה. לאחר זמן ריכוז יורד, והאנרגיה מסופקת לגוף התינוקות באמצעות חמצון חומצות שומן. תינוקות שסובלים מבעיה באנזים אציל-CoA דהידרוגנאז אינם מסוגלים לחמצן חומצות שומן, דבר שעשוי לגרום לחסר באספקת אנרגייה שוטפת בין הארוחות ולמוות פתאומי בעריסה. התברר שבעקבות אלה חלה מוטציה באנזים: במקום שייר ליזין 304, ישנו שייר גלוטמט. שינוי זה גורם לערעור מבני של האנזים ולעיכוב פעילותו.

א. הסבר כיצד החלפת החומצה האמינית באנזים אציל-CoA דהידרוגנאז פגמה במבנה האנזים. בתרשים שלפניך מוצגים מסלולים שונים המעורבים באיזון חומרים במצבים של רעב ושובע. אחד המסלולים שבתרשים **אינו** מתקיים.



איור לשאלה 16

- ב.** 1. איזה מבין המסלולים, A עד I, המוצגים בתרשים, אינו מתקיים בתא?
2. קבע מהו שמו של כל אחד מהמסלולים, A עד I, מתוך רשימת השמות שלפניך: גליקוליזה, קטוגנזה, β -אוקסידציה, גלוקונאוגנזה, ביוסינתזה של חומצות אמיניות, גליקוגנוליזה, ליפוגנזה, גליקוגנזה (זכור, אחד מהמסלולים **אינו** מתקיים).

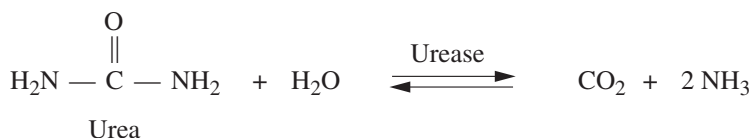
ג. ציין אילו מהמסלולים מתקיימים בגופו של תינוק לאחר ארוחה משביעה.

- ד. 1. אילו מסלולים מתקיימים בגופו של תינוק בריא (שהאנזים אציל CoA-דהידרוגנאז שלו תקין) במצב של רעב (לאחר שריכוז הגלוקוז בדמו ירד מאוד)?
2. אילו מסלולים מתקיימים בגופו של תינוק שהאנזים אציל CoA-דהידרוגנאז שלו פגום, במצב של רעב (לאחר שריכוז הגלוקוז בדמו ירד מאוד)?

שאלה 17

אבנים בכליות הן גבישים דמויי אבן שנוצרים בכליה. אבן שנוצרת בכליה עלולה לנדוד מהכליה לאורך מערכת השתן, להיתקע ולחסום חלק ממערכת השתן. חסימה כזאת עלולה לגרום לכאב חמור בבטן, לזיהום ולנזק לכליות.

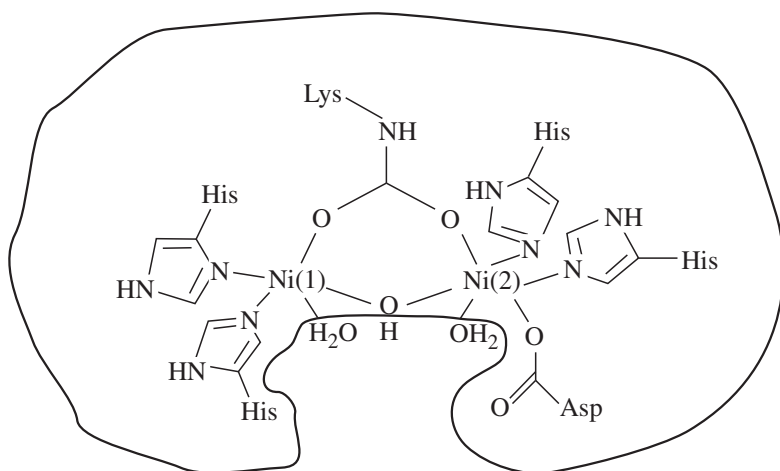
אחד מסוגי האבנים נוצר בעקבות זיהום בדרכי השתן על-ידי חיידקים שמכילים את האנזים אוריאז (urease). אנזים זה מפרק אוריאה לאמוניה ולפחמן דו-חמצני. האמוניה מתרכבת עם מגנזיום וזרחן חמצני וכך נוצרת האבן. פעילות האוריאז מוצגת בתגובה שלהלן:



ניתן לבדוק את פעילות האוריאז באמצעות טיטור האמוניה (בסיס) בעזרת HCl (חומצה), בנוכחות אינדיקטור מתיל אדום. בסביבה בסיסית צבעו של האינדיקטור צהוב, ובסביבה חומצית – צבעו ורוד.

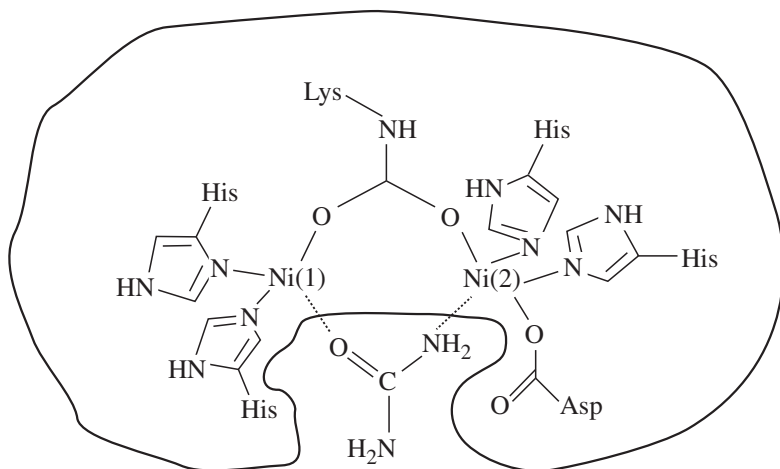
- א. 1. תאר את אופן הביצוע של תהליך הטיטור במעבדה. פרט באילו כלים יש להשתמש וכיצד נקבע סיום תהליך הטיטור.
 2. תאר ניסוי שבעזרתו ניתן לתרגם את נפח החומצה שנדרשה לטיטור לערכים של ריכוז האמוניה שנוצרה בתגובה. בתשובתך התייחס גם לעיבוד הנתונים של הניסוי.
- קבוצת חוקרים מהודו הציעה להשתמש במעכבים של האנזים אוריאז כדי למנוע היווצרות של אבנים בכליות אצל חולים הסובלים מזיהום חוזר ונשנה בדרכי השתן.
- ב. הסבר כיצד עיכוב של האנזים אוריאז יכול למנוע היווצרות של אבנים בכליות.

באתר הפעיל של האנזים אוריאז פועלים שני יוני ניקל כקופקטורים שחיוניים לתהליך הקטליטי. באיור א' לשאלה 17 מתואר האתר הפעיל של האנזים אוריאז.



איור א' לשאלה 17

באיור ב' לשאלה 17 מתואר האתר הפעיל של האנזים עם כניסת האוריאזה לתוכו:



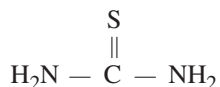
איור ב' לשאלה 17

התהליך הקטליטי מתבצע בעיקר על ידי אטום החמצן שנמצא בין שני יוני הניקל, אבל הוספה של יוני ניקל וחמצן בצורה חופשית לאוריאה, ללא אנזים, לא תזרז את פירוק האמוניה.

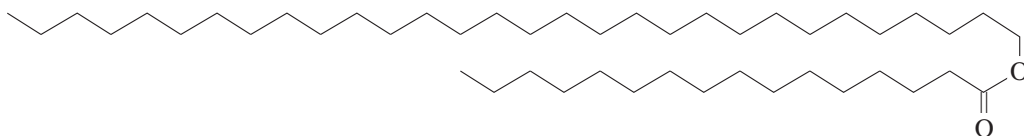
ג. מהו תפקידן של החומצות האמיניות שבאתר הפעיל של האנזים בפירוק האוריאה?

החוקרים בדקו שני מעכבים של האנזים אוריאז. לפניך נוסחאות המבנה שלהם.

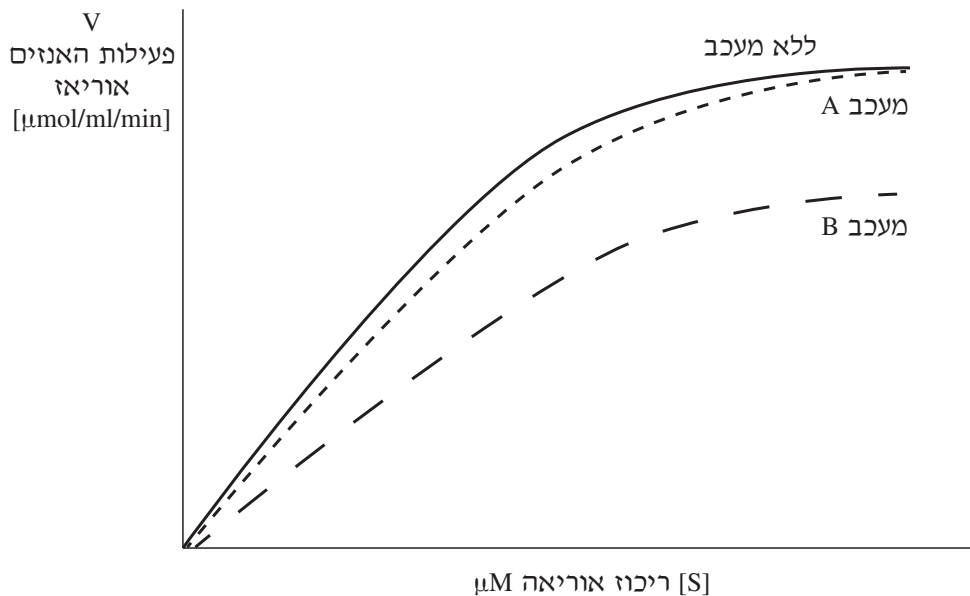
נוסחת המעכב - תיאוריאה:



נוסחת המעכב - טריאקנטיל פלמיטט: מוריד את ה- $V_{\max}$ של האנזים



החוקרים בדקו את הקינטיקה של מעכבים אלו, וסיכמו את תוצאות הבדיקה בתרשים המוצג באיור ג' לשאלה.



איור ג' לשאלה 17

ד. העתק למחברתך את הטבלה הבאה והשלם אותה.

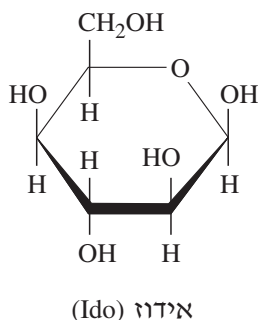
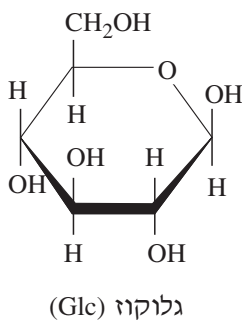
שם המעכב	העקום בתרשים המתאים למעכב (A או B)	סוג אתר הקישור (אתר הקישור לסובסטרט/אתר אחר)	סוג העיכוב - (תחרותי או לא תחרותי)
תיואוריאאה			
טריאקנטייל פלמיטט			

פרק שלישי (20 נקודות)

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

שאלה 18

לפניך נוסחאות היורות של שני חד-סוכרים.

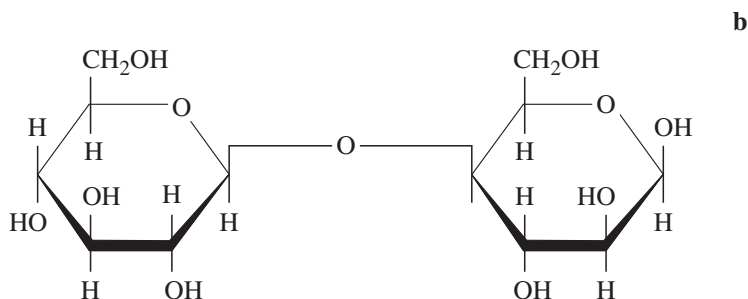
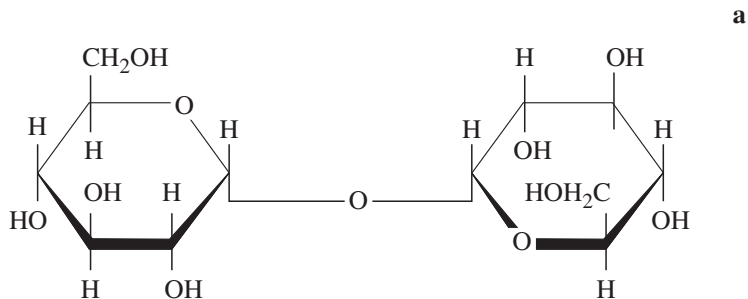


איור א' לשאלה 18

בתגובה בין גלוקוז לאידוז עשויים להיווצר דו-סוכרים שונים. לפניך נוסחאות מקוצרות של שני דו-סוכרים (I ו-II) שנוצרים בתגובת דחיסה בין גלוקוז לאידוז.



לפניך שתי נוסחאות היורות, a ו-b, של הדו־סוכרים I ו-II :



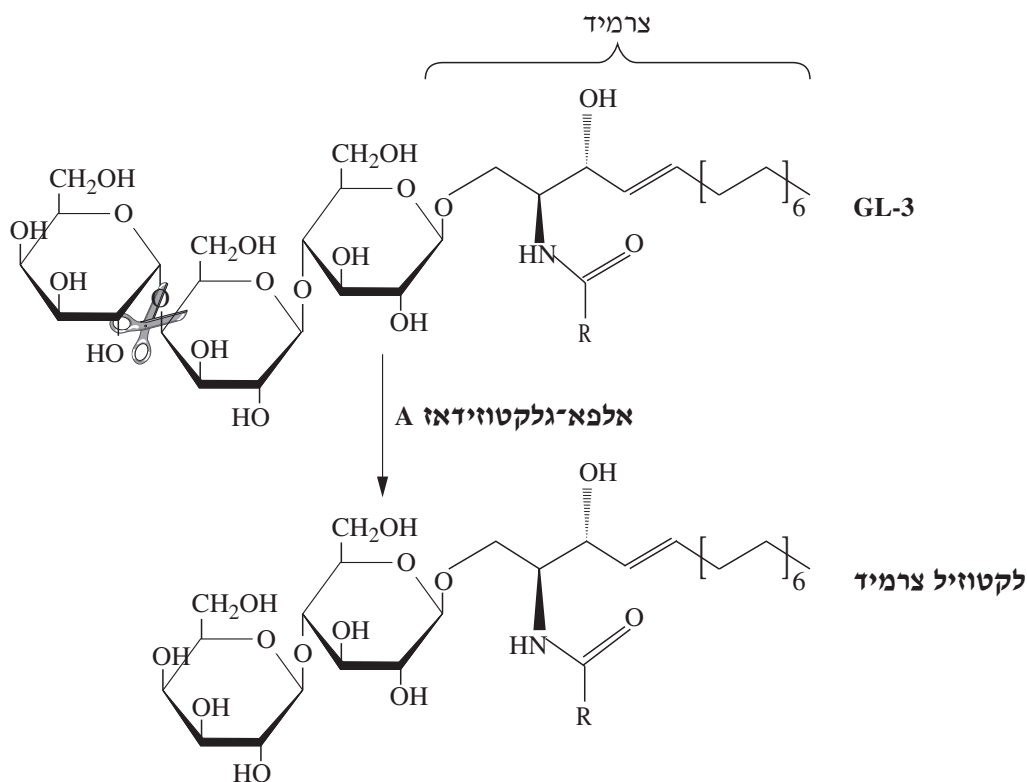
איור ב' לשאלה 18

- א.** איזו נוסחת היורות, a או b, מתאימה לדו־סוכר I, ואיזו מתאימה לדו־סוכר II?
- ב.** חלק מהדו־סוכרים שנוצרים בתגובה בין גלוקוז לאידוז עוברים מוטרוטציה.
- הסבר מהי מוטרוטציה.
 - ציין לגבי כל אחד מהדו־סוכרים, I ו-II, אם הוא יכול לעבור מוטרוטציה. נמק את תשובתך.

שאלה 19

מחלת פברי היא מחלת אגירה ליזוזומלית. זוהי מחלה תורשתית נדירה שבאה לידי ביטוי בירידה ברמת הפעילות של האנזים אלפא-גלקטוזידאז A. עקב כך, נפגע הפירוק של חומר שומני-סוכרי בשם GL-3, אשר נאגר ומצטבר בתאים שונים בגוף.

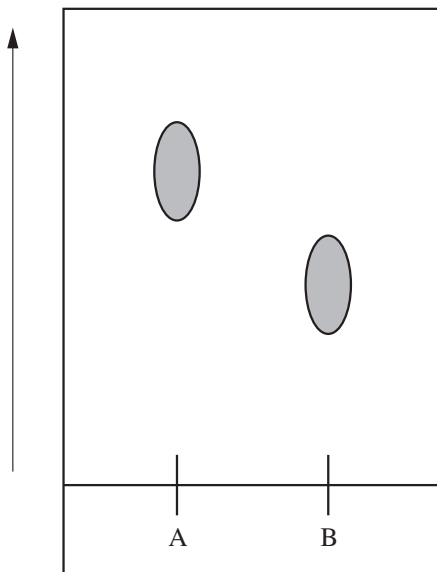
באיור א' לשאלה 19 מתואר תהליך הפירוק של ה-GL-3 על-ידי האנזים אלפא-גלקטוזידאז A.



איור א' לשאלה 19

א. רשום נוסחה מקוצרת של האוליגוסכריד הקשור לצרימד במולקולת ה-GL-3. פרט בנוסחה את שמות הסוכרים ואת סוג הקשרים (במספרים).

חוקרים הריצו את המצע GL-3 ואת התוצר לקטוזיל צרימד על TLC. הפאזה הנייחת היא משטח סיליקה הידרופילי והפאזה הניידת היא ממס אורגני הידרופובי. התוצאות שהתקבלו מוצגות באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 19

- ב. 1. איזו תרכובת הידרופילית יותר – GL-3 או לקטוזיל צרמיד?
2. איזה חומר מיוצג על-ידי A ואיזה חומר מיוצג על-ידי B ? נמק את תשובתך.

שאלה 20

בידי חוקרים תערובת של ארבעה אנזימים בעלי ערכי pH איזואלקטרי (pI) שונים, כמפורט בטבלה שלהלן.

האנזים	ערך ה-pI
A	4.8
B	5.8
C	6.4
D	7.0

החוקרים רצו לבדוד את אנזים D. הם הריצו את תערובת האנזימים על עמודה של מחליף קטיוניים (שרף בעל מטען שלילי).

- א. 1. מהו טווח ה-pH של הבופר שבו עליהם להשתמש כדי להפריד ביעילות את אנזים D מהתערובת? נמק את תשובתך.

2. באיזה בופר עליהם להשתמש כדי להדיח את אנזים D מהעמודה?

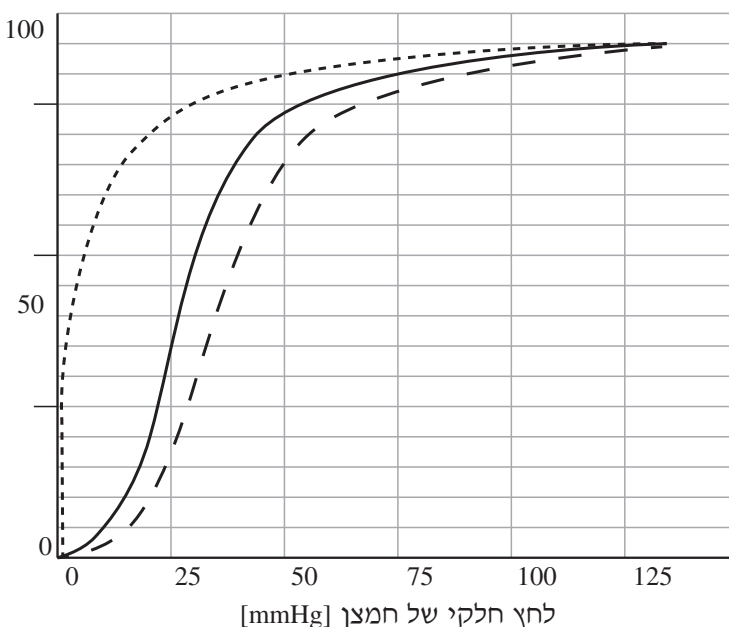
- ב. הצע שיטה נוספת להפרדה של האנזים D מהתערובת. הסבר כיצד הוא יופרד בשיטה שהצעת.

שאלה 21

שלפוחיות המוגלובין (HbV – Hemoglobin vesicles) הן נשאי חמצן מלאכותיים שבהן ההמוגלובין ארוז בליפוזומים. הן אינן מכילות אנטיגנים ולכן אפשר להשתמש בהן כדם אוניברסלי הניתן כעירוי דחוף ללא בדיקת סוג דם וללא חשש של זיהום. קוטרן של שלפוחיות ההמוגלובין קטן בהרבה מזה של כדוריות דם אדומות. ניתן לארוז את ההמוגלובין ב-HbV עם או ללא PLP (פירידוקסל 5 פוספט). ערך ה- $p50$ שלהן עולה מאוד כאשר אורזים אותן עם PLP.

בתרשים המוצג באיור לשאלה שלוש עקומות המתארות את אחוז הרוויה של ההמוגלובין בחמצן כפונקצייה של הלחץ החלקי של החמצן. העקומות מייצגות כדוריות דם אדומות (RBC), HbV, ו-HbV המכיל PLP.

רוויה של חמצן [%]



מקרא:

כדוריות דם (RBC) —————
 HbV - - - - -
 HbV+PLP - . - . -

איור לשאלה 21

- א. 1. כיצד משפיע ה-PLP על הזיקה של HbV לחמצן? הסבר את תשובתך.
2. לחץ החמצן ברקמות הגוף הוא נמוך. הסבר מדוע מעדיפים לתת עירווי של HbV עם PLP על פני עירווי ללא PLP. התייחס בתשובתך לתפקוד של ההמוגלובין המצוי ב-HbV, באזור הרקמות.
- ב. האם קוטרן הקטן של HbV ביחס לכדוריות דם אדומות מסייע או מפריע לשלפוחיות להוביל חמצן? נמק את תשובתך.

שאלה 22

סטודנט קיבל שלושה תכשירים המכילים מיצוי של האנזים קטלאז. כל תכשיר מכיל מיצוי קטלאז ממקור אחר – מִכְבֵּד של כֶּבֶשׂ, מִדָּם של כֶּבֶשׂ, ומעגבנייה. הסטודנט ערך את הבדיקות האלה:

1. בדיקת ריכוזי החלבון בשיטת ביורט
 2. בדיקת רמת הפעילות של האנזים ב-1 ml תכשיר בעזרת מי חמצן ו- KMnO_4 .
- התוצאות מוצגות בטבלה שלפניך.

מקור מיצוי הקטלאז	שיטת ביורט (בליעה באורך גל של 540 nm)	נפח תמיסת ה- KMnO_4 הנדרש לטיטור לאחר זקה של פעילות האנזים (ml)	נפח תמיסת ה- KMnO_4 הנדרש לטיטור ללא פעילות האנזים (ml)
כבד כבש	0.4	10	20
דם כבש	0.3	5	21
עגבנייה	1.2	12	18

- א. למבחנות הביקורת הוסיף הסטודנט את החומצה H_2SO_4 לפני הוספת האנזים. הסבר מדוע. הסטודנט ערך שני ניסויים נוספים לצורך הכנת שתי עקומות כיוול:
- בניסוי הראשון הוא בדק את הבליעה באורך גל 540 nm של תמיסות החלבון BSA בריכוזים ידועים, ועל-פי העקומה שבנה – חישב את ריכוזי החלבון בכל אחד מהתכשירים.
- בניסוי השני הוא בדק את נפח תמיסת ה- KMnO_4 הנדרש לטיטור של מי חמצן בריכוזים ידועים (μM). משוואת הקו שהתקבלה היא: $y = 0.95x + 0.2$.

ב. 1. העתק למחברתך את הטבלה שלפניך והשלם אותה.

מקור מיצוי הקטלאז	הפרש הנפחים של תמיסת KMnO_4 הנדרש לטיטור (ml)	ריכוז החלבון (mg/ml)	רמת הפעילות של האנזים ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{ml}$)	פעילות ספציפית ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$)
כבד כבש		1.95		
דם כבש		1.45		
עגבנייה		5.95		

2. באיזה מהתכשירים התקבל הקטלאז הנקי ביותר? נמק את תשובתך.

שאלה 23

האנזים קריאטין פוספוקינאז (CPK) חשוב לתהליך יצירת אנרגייה בתאים. אנזים זה הוא חלבון דימרי המורכב משני סוגים של תת-יחידות, M ו-B. תת-יחידה B קטנה מתת-יחידה M. כל אחת מתת-יחידות אלה מקודדת על-ידי גן נפרד.

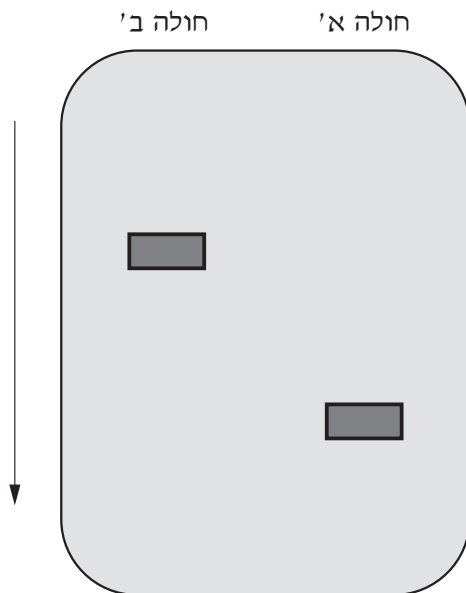
שתי תת-יחידות מתחברות כך שמתקבלים שלושה תת-סוגים של האנזים, המכונים איזו-אנזימים, והם מתבטאים באופן שונה ברקמות השונות כמפורט להלן:

1. CPK-MM – מורכב משתי תת-יחידות מסוג M ונמצא בעיקר בשרירי השלד.
2. CPK-MB – מורכב מתת-יחידה מסוג M ומתת-יחידה מסוג B ונמצא בעיקר בשריר הלב.
3. CPK-BB – מורכב משתי תת-יחידות מסוג B ונמצא בעיקר במוח.

בתהליך סרטני ניתקים תאים מהגידול הראשוני, נודדים בזרם הדם למקומות אחרים בגוף ויוצרים גידולים משניים הנקראים גרורות. כדי לדעת כיצד לטפל במחלה, יש צורך לזהות את המקור של הגרורה, ולצורך כך מנצלים את העובדה שהאיזו-אנזימים של CPK מתבטאים באופן שונה ברקמות השונות.

לבית חולים הגיעו שני חולים – חולה א' וחולה ב' – לשניהם גרורות בריאות. הרופא ביקש לדעת מה מקור הגידול הראשוני שלהם. לצורך כך, שלח למעבדה דגימה מהגרורות של כל חולה. במעבדה בדקו את שתי הדגימות בבדיקת Northern Blot. בבדיקה השתמשו בשני גלאים: האחד לאיתור mRNA של תת-יחידה B, והשני לאיתור mRNA של תת-יחידה M.

התוצאות מוצגות באיור לשאלה 23.



איור לשאלה 23

- א.** מהו מקור הרקמה של הגרורה אצל כל אחד מהחולים? נמק את תשובתך.
- ב.** האם הרופא יוכל להסיק מה מקור הגרורות באמצעות בדיקת הרקמה בשיטת Southern Blot? נמק את תשובתך.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
 אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

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	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH}_2 \\ \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{N}^+ - \text{CH}_2 \end{array}$	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	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{---} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \text{HC} \diagdown \text{N} \diagup \text{H} \end{array} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	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	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH} \\ \quad \quad \quad \\ \text{NH}_3^+ \quad \quad \quad \text{}^+\text{NH} \quad \text{NH} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$	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	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{NH}_3^+ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{NH}_2^+ \end{array}$	Arg	10.8	1.8	9.0	12.5

נספח ב': טבלת הצופן הגנטי الملحق "ב" : جدول الشيفرة الوراثية

לשאלון 716913, אביב תשע"ח للنموذج 716913، ربيع 2018

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

נספח ג': מילון מונחים
לשאלון 716913, אביב תשע"ח

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
Gene expression	Выражение генов	تعبير عن الجينات	ביטוי גנים
Probe	Прибор для обнаружения	كاشف / مِسْبَار	גלאי
Contamination	Загрязнение	تلوُّث	זיהום
Amino acid	Аминокислота	حامض أمينيّ	חומצה אמינית
Fatty acid	Жирные кислоты	حامض دهنيّ	חומצת שומן
Titration	Титрование	مُعَايرة	טיטור
Kidneys	Почки	كَلَى	כליות
Mutation	Мутация	طفرة	מוטציה
Extract	Экстракт	استخلاص	מיצוי
β sheet	Поверхность β	مُسَطَّح β	משטח β
α helix	Спираль α	لَوِّل α	סליל α
Saturated	Насыщенный	مُشَبَّع	רווי
Tissue	Ткань	نسيج	רקמה
Transcription	Транскрипция	نَسْخ	שעתוק
Translation	Трансляция	ترجمة	תרגום
Sub-unit	Подгруппа	مونومير	תת־יחידה