

**מדינת ישראל**

משרד החינוך

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים  
מועד הבחינה: אביב תשפ"א, 2021  
סמל השאלון: 716913  
נספחים: טבלת החומצות האמיניות + טבלת הקוד  
הגנטי

## ביוכימיה

### הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

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

פרק ראשון 20 נקודות

פרק שני 48 נקודות

פרק שלישי 32 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.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

כתוב "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת

הבחינה!

**בשאלון זה 18 עמודים ו-4 עמודי נספחים.**

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,

אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

**בהצלחה!**

**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 × במשבצת שמתחת לאות המציינת את התשובה שבחרת.**

### שאלה 1

מה **משותף** למולקולת RNA ולמולקולת DNA ?

- א . סוג הסוכר
- ב . ארבעת הבסיסים החנקניים
- ג . הקשר הפוספודיאסטרי
- ד . המבנה הדו-גדילי

### שאלה 2

לפניך 4 היגדים לגבי מבנה החלבון, מהו ההיגד הנכון?

- א . מבנה  $\alpha$  הליקס מיוצב על-ידי קשרי מימן
- ב . קשרים הידרופוביים אינם תורמים למבנה המרחבי של החלבון
- ג . משטח  $\beta$  מיוצב על-ידי קשרי גופרית
- ד . קשרים יוניים אינם תורמים למבנה שלישוני

### שאלה 3

באתר הקישור של אנזים הוחלפה החומצה האמינית פנילאלנין בחומצה האמינית ואלין. כיצד

תשפיע ההחלפה על אתר הקישור?

- א . ההחלפה תביא לפירוק אתר הקישור.
- ב . אתר הקישור יהיה פחות הידרופילי.
- ג . אתר הקישור יהיה פחות הידרופובי.
- ד . ההחלפה לא תשפיע על אתר הקישור.

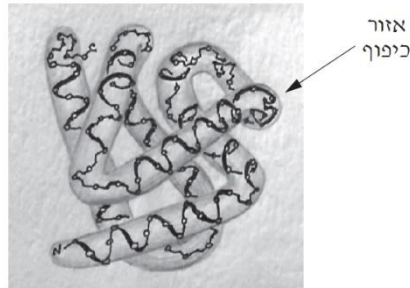
### שאלה 4

איזה מבין הזוגות הבאים **אינו** מייצג חומר מוצא ותוצר?

- א . אמוניה ← אוריאה
- ב . פירובט ← אצטיל-CoA
- ג . גליצרול ← חומצת שומן
- ד . פירובט ← לקטט

### שאלה 5

באיור לשאלה מתואר מבנה גלובולרי של מולקולת חלבון. איזו חומצה אמינית תימצא באזורי הכיפוף של המולקולה?



- א . לאוצין
- ב . פרולין
- ג . ליזין
- ד . חומצה גלוטמית

### איור לשאלה 5

### שאלה 6

נתונה תגובה אנזימטית המתנהגת לפי משוואת מיכאליס-מנטן. ערך ה- $V_{max}/2$  הוא 0.9 מיקרומול תוצר בדקה, כאשר ריכוז הסובסטרט הוא 0.2 מיקרומול.

ערך ה- $K_m$  של התגובה הוא:

- א . 0.9 מיקרומול סובסטרט
- ב . 0.4 מיקרומול סובסטרט
- ג . 0.2 מיקרומול סובסטרט
- ד . 1.8 מיקרומול סובסטרט

### שאלה 7

אם ברצונך להשקיע חלבון, באיזו מבין השיטות הבאות תבחר?

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

### שאלה 8

מעבירים חלבון מתמיסה שה pH שלה הוא 5 לתמיסה שה pH שלה הוא 3. ארבע החומצות האמיניות שלהלן מצויות בשרשרת החלבון הזה. באיזו מהן יתרחש השינוי הגדול ביותר במטען?

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

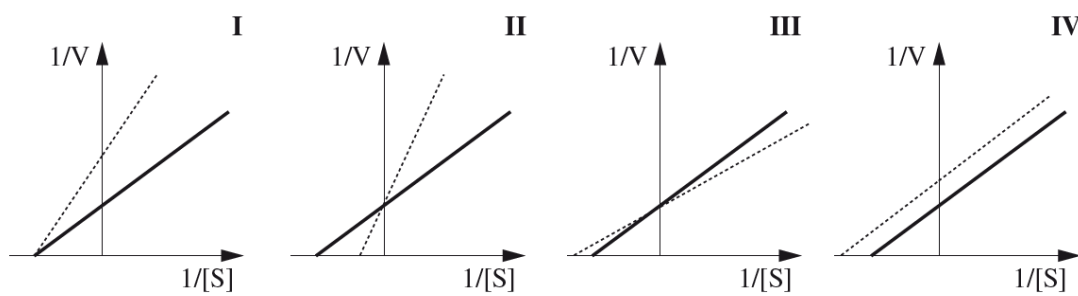
### שאלה 9

איזו מבין התופעות הבאות קשורה במחזור השתן וגורמת להצטברות  $\text{NH}_4^+$ ?

- א. עלייה בסינתזת החלבונים
- ב. תזונה עתירת ארגינין (arginine)
- ג. חסר של האנזים argininosuccinate synthetase
- ד. עלייה בסינתזת הסוכרים

### שאלה 10

לפניך עקומות Lineweaver-Burk של פעילות אנזימית נתונה (קו רציף). לאנזים הוסיפו מעכב תחרותי (קו מקווקו). איזה מבין הגרפים הבאים מתאר את השפעת הגורם המעכב על פעילות האנזים?



איור לשאלה 10

- א. I
- ב. II
- ג. III
- ד. IV

### שאלה 11

איזו מהמולקולות הבאות תיצור מבנה של מיצלות בתמיסה מימית?

א . גליקוליפיד

ב . כולסטרול

ג . טריגליצריד

ד . גליצרול

### שאלה 12

חברה המפתחת תרופה נגד מחלת הסרטן, מתמקדת בעיכוב ההתחלקות של התאים.

איזה מהמעכבים הבאים יהיה יעיל **בעיכוב** ההתחלקות של התאים:

א . מעכב לאנזים גלוקוזידאז ( $\alpha(1 \rightarrow 4)$  .

ב . מעכב לאנזים ליגאז.

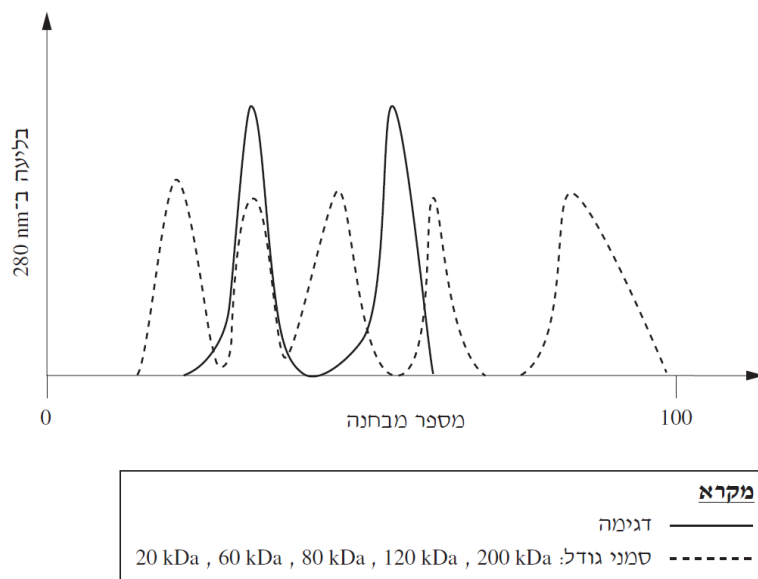
ג . מעכב לאנזים גלוקוז אוקסידאז.

ד . מעכב לאנזים רוורס טרנסקריפטאז.

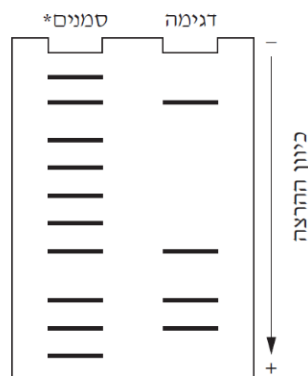
## פרק שני (48 נקודות) ענה על שלוש מבין השאלות 13 – 17 (לכל שאלה – 16 נקודות).

### שאלה 13

בתא קיימים חלבונים קושרי DNA. כדי לאפיין חלבונים אלו, השתמשו חוקרים בעמודת זיקה המכילה רצפי DNA אקראיים הקשורים לשרף. החוקרים העבירו בעמודה מיצוי של תאי שמר, ולאחר האילוציה מהעמודה הורצו דגימות של החלבונים שהתקבלו בעמודת מסננת מולקולרית. תוצאות ההרצה מוצגות באיור א' לשאלה. במקביל, הריצו החוקרים את דגימות החלבונים בג'ל SDS-PAGE לאחר טיפול ב-בטא-מרקפטואתנול. תוצאות ההרצה מוצגות באיור ב' לשאלה.



איור א' לשאלה 13



\* סמני גודל:

10 kDa, 20 kDa, 30 kDa, 40 kDa, 50 kDa, 60 kDa, 70 kDa, 80 kDa, 100 kDa, 120 kDa

איור ב' לשאלה 13

המשך שאלה 13 בעמוד הבא

- א. 1. עיין באיור א', ציין כמה חלבונים קושרי DNA נקשרו לעמודת הזיקה, ופרט את משקלם.
2. הסבר את התוצאות שהתקבלו בג'ל SDS-PAGE. פרט את המשקלים המולקולריים שהתקבלו בדגימה.
- אחד החוקרים הריץ את דגימת החלבונים בג'ל, SDS-PAGE אבל שכח להוסיף בטא-מרקפטואתנול. להפתעתו, התקבלו בג'ל רק שני פסים.
- ב. 1. הסבר בקצרה מדוע התקבלו שני פסים, וציין את משקלו המולקולרי של כל אחד מהם.
2. מה אפשר להסיק על מבנהו של כל אחד משני החלבונים? הסבר את תשובתך על-סמך התוצאות המוצגות באיור א' ובאיור ב' לשאלה.
- בהמשך גילה החוקר בחלבונים את אתר הקישור ל-DNA. לפניך הרצף של האתר:  
 $\text{H}_2\text{N}-\text{Arg}-\text{Arg}-\text{Lys}-\text{His}-\text{Arg}-\text{Arg}-\text{Lys}-\text{His}-\text{Arg}-\text{Arg}-\text{Lys}-\text{His}-\text{COOH}$
- ג. הסבר מדוע רצף זה קושר DNA.
- ד. ציין שני תפקידים של חלבונים קושרי DNA.

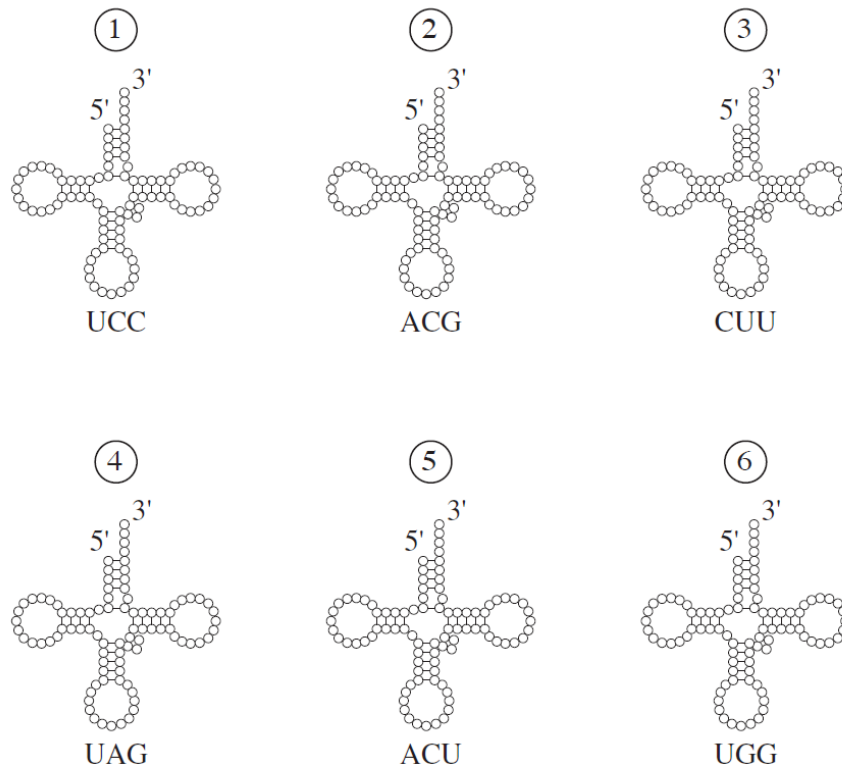
## שאלה 14

- הריבוזום נחשב כ"בית החרושת" לייצור חלבונים בתא. בתהליך התרגום של החומר הגנטי לחלבונים מעורבים שלושה סוגי RNA.
- א. הסבר את תפקידו של כל אחד מסוגי ה-RNA בתא.
- במעבדה החוקרת ריבוזומים בודדו את תת-היחידה 30s, שהיא תת-היחידה הקטנה של הריבוזום החיידקי. באנליזה של החומרים המרכיבים את היחידה הזו התקבלו התוצאות האלה:

| החומר<br>בתת-היחידה | הכמות (%)<br>בתת-היחידה |
|---------------------|-------------------------|
| חומצות אמיניות      | 35                      |
| אדנין               | 12                      |
| אורציל              | 18                      |
| גואנין              | 23                      |
| ציטוזין             | 12                      |
| תימידין             | 0                       |
| סה"כ                | 100                     |

המשך שאלה 14 בעמוד הבא

**ב .** הריבזום מורכב משרשראות נוקליאוטידים וחלבונים. עיין בטבלה שלעיל, וקבע אם השרשראות הנוקליאוטידים הן חד-גדיליות או דו-גדיליות, ומה סוגן. נמק את קביעתך. באיור לשאלה מוצגות שש מולקולות RNA מעביר (tRNA), המסודרות על-פי סדר כניסתן לריבזום (1-6) בעת תרגום פפטיד באורך של 6 חומצות אמיניות.



#### איור לשאלה 14

- ג . 1 .** היעזר בנספח ב', ורשום בעבור כל tRNA בנפרד, איזו חומצה אמינית הוא מעביר לריבזום.
- 2 .** היעזר בנספח ב', ורשום את רצף הפוליפפטיד המתקבל, על-פי סדר המספרים (1-6). ציין את הקצה האמיני ואת הקצה הקרבוקסילי של הפוליפפטיד.
- ד .** רשום את רצף ה-RNA השליח (mRNA) המהווה תבנית לקודונים שבאיור, וציין את קצה 5' ואת קצה 3' של גדיל ה-RNA .

## שאלה 15

בנסיוב הדם מצוי האנזים אסטרזאז (PON1) המפרק, על-פי מיכאליס מנטן, בתהליך הידרוליטי שני סובסטרטים: פנילאצטט ופראוקסון. האתר הפעיל של האנזים מורכב מאתר קשירה ומאתר קטליטי. מדענים רצו לחקור את האתר הפעיל של האנזים. לשם כך הם בדקו את פעילות האנזים בשלושה ניסויים (כמתואר בטבלה 1): פירוק של פנילאצטט, פירוק של פראוקסון, ופירוק של פראוקסון בנוכחות פנילאצטט. בבדיקה מצאו החוקרים את ערך הקבוע מיכאליס מנטן ( $K_m$ ) של פעילות האנזים. בכל הניסויים ערך ה  $V_{max}$  – של האנזים היה זהה.

| הסובסטרט הנבדק            | ערך ה $K_m$ (mM) |
|---------------------------|------------------|
| פנילאצטט                  | 0.61             |
| פראוקסון                  | 0.16             |
| פראוקסון בנוכחות פנילאצטט | 0.44             |

### טבלה 1

- א. 1. הסבר את השינוי שחל בערך ה  $K_m$  – בפירוק פראוקסון בנוכחות פנילאצטט.
2. קבע לפי התוצאות אם באתר הפעיל של האנזים אסטרזאז (PON1) יש אתר קשירה אחד משותף או אתר קשירה נפרד לכל אחד משני הסובסטרטים. נמק את קביעתך.

כדי לבדוק את ספציפיות האתר הקטליטי של האנזים, יצרו המדענים מוטציות בשתי חומצות אמיניות, באתר הפעיל של האנזים. לאחר מכן, בחנו את פעילותם של האנזים הטבעי (אנזים מספר 1) ושל האנזימים המוטנטיים (אנזים מספר 2 ואנזים מספר 3) בפירוק שני הסובסטרטים, פנילאצטט ופראוקסון, כל אחד בנפרד, כמתואר בטבלה 2.

| מספר האנזים | האנזים אסטרזאז (PON1) הנבדק     | פירוק פנילאצטט | פירוק פראוקסון |
|-------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| 1           | אנזים טבעי                      | +              | +              |
| 2           | מוטציה בחומצה האמינית היסטידין  | –              | +              |
| 3           | מוטציה בחומצה האמינית פנילאלנין | +              | –              |

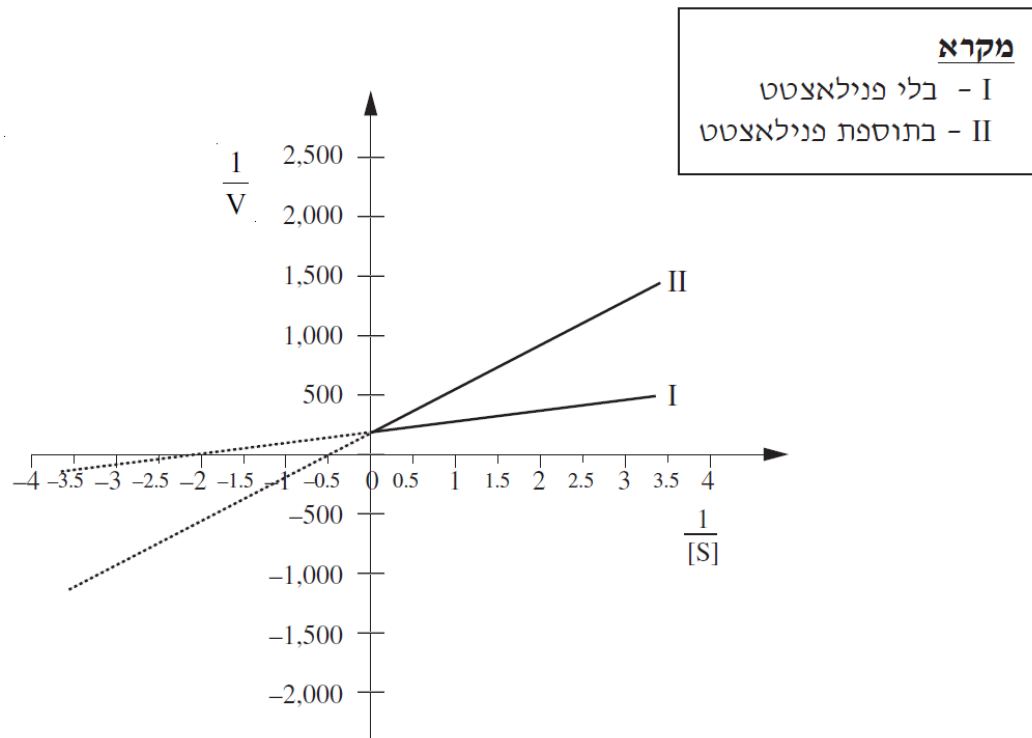
+ יש פירוק – אין פירוק

### טבלה 2

- ב. מהי חשיבותן של החומצות האמיניות היסטידין ופנילאלנין בקביעת פעילות האנזים, לפי התוצאות שבטבלה 2?

המשך שאלה 15 בעמוד הבא

המדענים בדקו את פעילות האנזים המוטנטי מספר 2 בפירוק פראוקסון, בלי הוספת פנילאצטט, ובמקביל - בתוספת פנילאצטט, בשיטת לינוויאר-ברק, כמתואר באיור לשאלה.



### איור לשאלה 15

- ג. 1. חשב על-פי האיור לשאלה את ערכי ה- $K_m$  של פעילות האנזים המוטנטי מספר 2 בפירוק פראוקסון בלי פנילאצטט, ובתוספת פנילאצטט.
2. הסבר את ההשפעה של פנילאצטט על פעילות האנזים המוטנטי מספר 2 בפירוק פראוקסון. התייחס בתשובתך לנתונים שבאיור ובטבלה 2.
- ד. האם באתר הפעיל של האנזים הטבעי אסטרז (PON1) יש אתר קטליטי אחד משותף לשני הסובסטרטים או שלכל אחד מהם יש אתר קטליטי נפרד? נמק את תשובתך על-סמך התוצאות המוצגות בטבלה 2 ובאיור לשאלה.

**שאלה 16**

במעבדה החוקרת את התמודדות החיידקים עם עקת חום, השוו את הרכב חומצות השומן בפוספוליפידים שבממברנה של שני חיידקים: חיידק תרמופילי, המשגשג בטמפרטורות גבוהות (מעל  $50^{\circ}\text{C}$ ) וחיידק שמשגשג בטמפרטורה של  $37^{\circ}\text{C}$ . טבלה I שלפניך מפרטת את ממצאי החוקרים:

| נוכחות חומצת השומן בפוספוליפידים שבממברנת החיידק (אחוזים) |         | חומצת השומן |
|-----------------------------------------------------------|---------|-------------|
| חיידק B                                                   | חיידק A |             |
| 14                                                        | 16      | 14:0        |
| 56                                                        | 28      | 16:0        |
| 12                                                        | 24      | 16:1        |
| 18                                                        | 32      | 18:1        |

טבלה I

א. נתון כי לשני החיידקים אחוז דומה של פוספוליפידים בממברנה. קבע איזה מן החיידקים (A או B) מייצג את החיידק התרמופילי ואיזה — את החיידק המשגשג ב- $37^{\circ}\text{C}$ , נמק את תשובתך.

ב. האם אחוז הפוספוליפידים בממברנה משפיע עמידות החיידק לחום? הסבר את תשובתך.

החוקרים מיצו מחיידק אחר, חיידק C, את הפוספוליפידים (X, Y, Z) מן הממברנה וקבעו את מספר היוד ואת מספר הסיבון. התוצאות מוצגות בטבלה II שלפניך:

| פוספוליפיד | מספר יוד | מספר סיבון |
|------------|----------|------------|
| X          | 9        | 160        |
| Y          | 65       | 260        |
| Z          | 24       | 210        |

טבלה II

ג. 1. איזה מבין הפוספוליפידים, X, Y, Z הוא בעל המספר הגבוה ביותר של קשרים כפולים? הסבר את קביעתך.

2. דרג את הפוספוליפידים שבטבלה על-פי גודלם. הסבר את תשובתך.

המשך שאלה 16 בעמוד הבא

על-מנת לאמת את התוצאות שבטבלה II, הופרדו הפוספוליפידים של חיידיק C, לאחר הרוויית חומצות השומן במימנים, בכרומטוגרפיית רובד דק, כאשר הפאזה הנעה היא הידרופובית. באיור שלפניך מוצגות תוצאות ההפרדה.



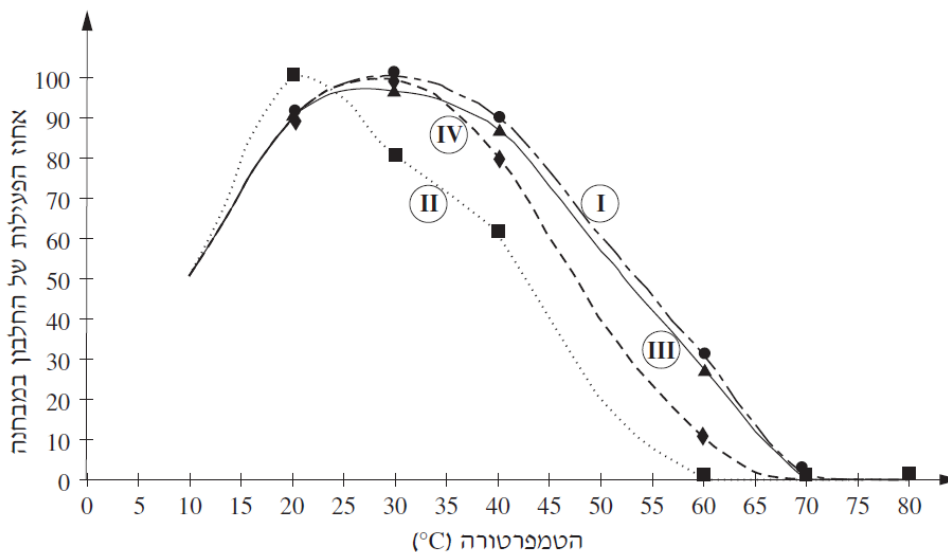
### איור לשאלה 16

ד. עיין באיור לשאלה, וקבע איזו חומצת שומן (Z, Y, X) מיוצגת על-ידי כל אחד מן הכתמים (I, II, III), הסבר את קביעתך.

### שאלה 17

ידוע כי חיבור סוכרים לחלבון נעשה בשלב שלאחר התרגום וכי החיבור נעשה לשיירים של החומצה האמינית אספרגין (Asn). מדען חקר את החלבון B שהפיק משמרים. כדי לבדוק את יציבות החלבון, חימם המדען את החלבון B בטמפרטורות שונות, ובדק את פעילותו לאחר החימום. המדען ערך את אותה הבדיקה עם חלבון B שעבר טיפולים שונים כמתואר באיור לשאלה.

תוצאות הניסוי מוצגות באיור לשאלה:



| מקרא        |                                                                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|
| —●—         | חלבון I : חלבון B המקורי                                          |
| .....■..... | חלבון II : חלבון B ללא החומצה האמינית אספרגין                     |
| —▲—         | חלבון III : חלבון B שעבר טיפול עם האנזים גלוקוזידאז (1-4) $\beta$ |
| -◆-         | חלבון IV : חלבון B שעבר טיפול עם האנזים גלוקוזידאז (1-4) $\alpha$ |

### איור לשאלה 17

- א. 1. דרג את יציבות החלבונים I-IV על-פי 50% של פעילות החלבון.  
 2. מהו תפקידם של הסוכרים בשמירה על יציבות מולקולה של חלבון? הסבר את תשובתך על-פי התוצאות של חלבונים I ו-II.  
 ב. איזה סוג של קשרים קיים בקבוצות הסוכריות הקשורות לחלבון B? נמק את תשובתך.  
 ג. הצע הסבר להבדל בין היציבות של חלבון IV לבין היציבות של חלבון II.

המדען בדק את מסיסותם של החלבון B המקורי (I) והחלבון B ללא החומצה האמינית אספרגין (II) בשני סוגי מְמָסִים: מים ושמן. הוא בדק כמה גרם מכל חלבון ניתן להמיס בכל מְמָס. הוא סימן את המבחנות X ו-Y התוצאות של הניסוי מוצגות לפניה:

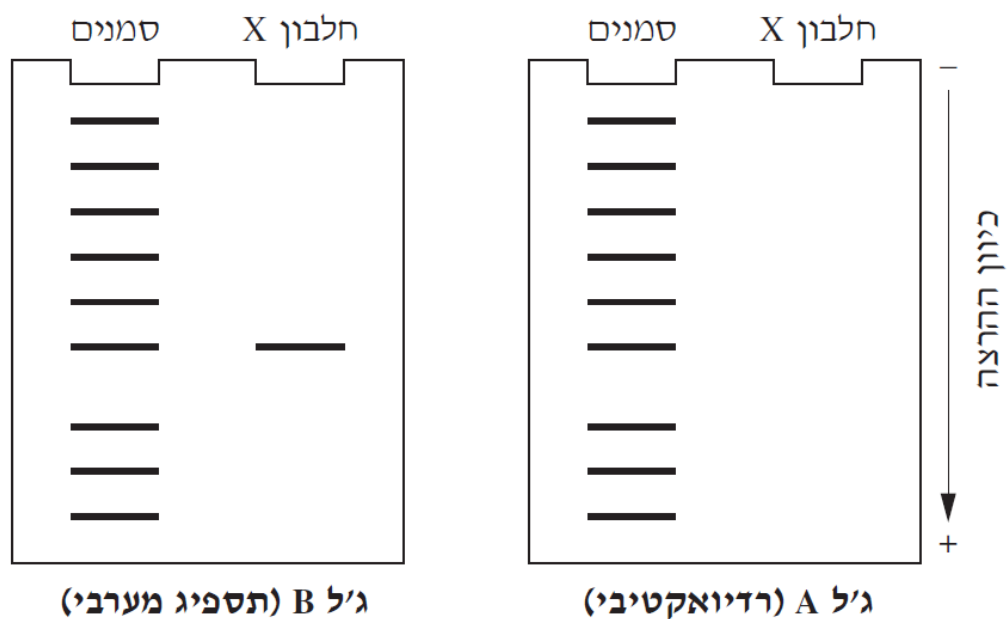
| Y     | X     |     |
|-------|-------|-----|
| 2 גר' | 6 גר' | מים |
| 7 גר' | 2 גר' | שמן |

- ד. התאם את המבחנות X ו-Y לחלבונים I ו-II על-פי התוצאות שבטבלה והסבר את קביעתך.

**פרק שלישי ( 32 נקודות )**  
**ענה על ארבע מבין השאלות 18 — 23 (לכל שאלה — 8 נקודות).**

**שאלה 18**

חוקרים מעוניינים לחקור חלבון X, שנמצא בחיידקים. לצורך הניסוי, גידלו החוקרים את החיידקים בנוכחות גופרית מסומנת בסמן רדיואקטיבי. הם ניקו את החלבון X משאר חלבוני החיידקים, והריצו דגימה בשני ג'לים של SDS-PAGE (A ו-B) בג'ל A הריצו דגימה וסמנים רדיואקטיביים, וחשפו את הג'ל לסרט צילום רגיש לקרינה רדיואקטיבית. בג'ל B הריצו דגימה וסמני גודל וביצעו תספיג מערבי (western blot) עם נוגדן ספציפי לחלבון X. באיור לשאלה מוצגות תוצאות ההרצה בשני הג'לים.



**איור לשאלה 18**

- א .** הסבר מדוע יש הבדל בין תוצאות שתי ההרצות, ומה מלמד הבדל זה על הרכב החלבון X.
- ב .** הצע דרך אחרת לאתר את חלבון X המנוקה, על גבי סרט צילום הרגיש לסמנים רדיואקטיביים.

## שאלה 19

מדען חקר את שרידותם של תאים אנימליים במצע בעל ריכוז גבוה של מלח ובמצע בעל ריכוז נמוך של מלח. החוקר השווה את הרכב הציטופלזמה של שני סוגי תאים A ו-B בתנאי גידול זהים. הממצאים מוצגים בטבלה שלפניך.

| ריכוז המומסים בתאי B | ריכוז המומסים בתאי A | המרכיב בציטופלזמה |
|----------------------|----------------------|-------------------|
| 0.9%                 | 0.9%                 | מלח               |
| 1.1%                 | 3.5%                 | חד-סוכר           |
| 0.8%                 | 3.5%                 | גליצרול           |

א. התבונן בריכוזי המומסים בתאים A ו-B וקבע איזה משני סוגי התאים (A או B) שורד

בריכוז גבוה של מלח. נמק את תשובתך.

ב. הסבר על פי תהליך האוסמוזה, מה יקרה לתאי A כאשר יגדלו אותם במצע המתאים

לתאי B, ומה יקרה לתאי B כאשר יגדלו אותם במצע המתאים לתאי A.

## שאלה 20

לפניך נוסחת מבנה של חומצת השומן (A פלמיטאט), המכילה פחמן אחד רדיואקטיבי (המסומן בכוכבית):

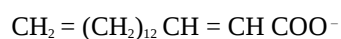


החומצה עוברת פירוק על-ידי חמצון ליצירת Acetyl-CoA.

א. 1. באיזו מולקולה יימצא הפחמן הרדיואקטיבי לאחר מחזור אחד של פירוק על-ידי חמצון? הסבר את תשובתך.

2. היכן יימצא הפחמן המסומן לאחר שני מחזורי חמצון? הסבר את תשובתך.

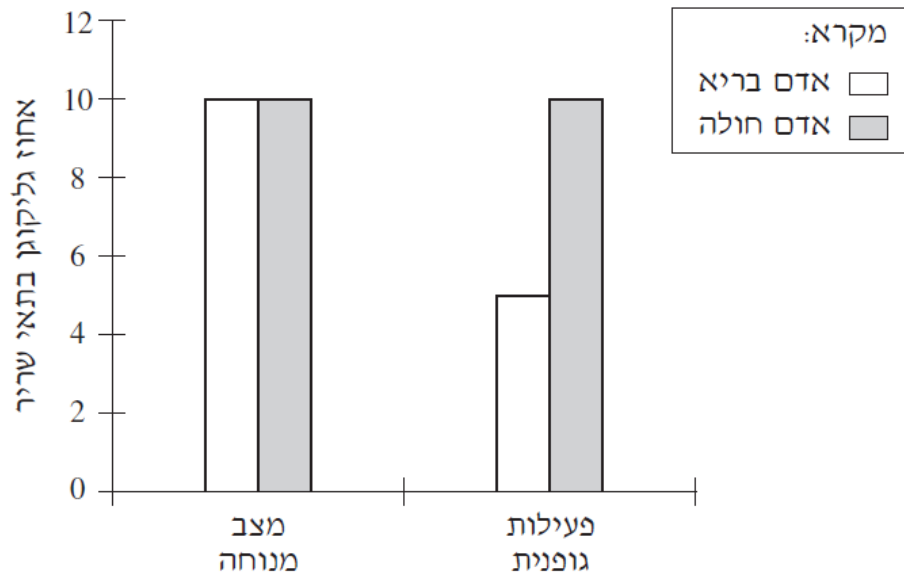
ב. לפניך נוסחה של חומצת השומן B:



הידרוליזה של איזו חומצת שומן (A או B) תביא ליצירת יותר מולקולות של ATP? נמק את קביעתך.

## שאלה 21

לפניך גרף המשווה את המטבוליזם של הגליקוגן בתאי השריר אצל אדם בריא ואצל אדם הסובל ממחלה הקשורה בתהליך הזה.

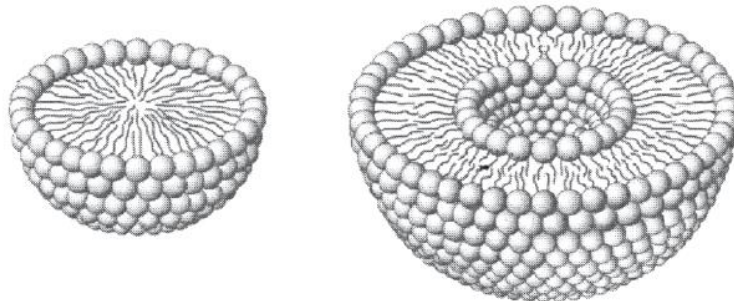


### איור לשאלה 21

- א. 1. עיין באיור לשאלה וקבע מהי הבעיה המטבולית שממנה סובל האדם החולה. בתשובתך התייחס להבדל באחוז הגליקוגן אצל אדם בריא ואצל אדם חולה.
2. ממה צפוי אותו חולה לסבול בעת פעילות גופנית? הסבר את תשובתך.
- ב. ניתן להקל על חולה כזה על-ידי מתן ארוחה עתירת פחמימות לפני פעילות גופנית. הסבר על איזה מסלול מטבולי מתבססת תזונה זו.

## שאלה 22

חוקר רצה להחדיר מקטע של DNA של גן לתוך תאים אנימליים. עמדו בפניו שתי אפשרויות: להשתמש **במיצלה** או להשתמש ב**ליפוזום** (ראה איור לשאלה).



Micelle  
מיצלה

Liposome  
ליפוזום

## איור לשאלה 22

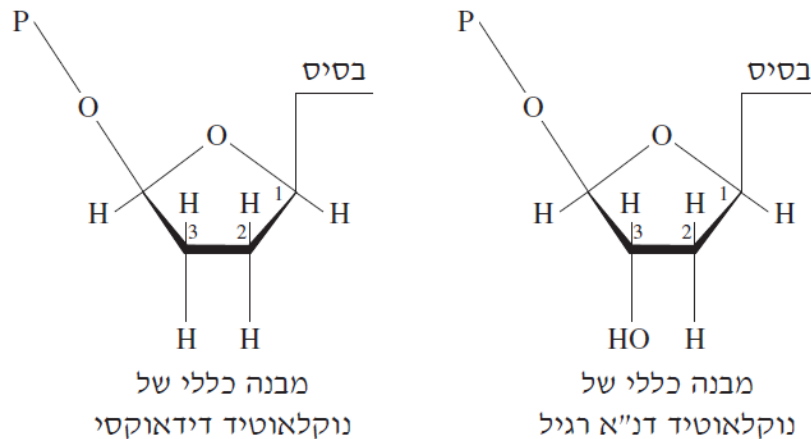
החוקר ערך שני ניסויים להחדרת הגן לתאים.

**א.** בניסוי הראשון ניסה החוקר להחדיר את מקטע ה-DNA למרכז המיצלות (לליבה), אך הניסוי לא הצליח. הסבר מדוע.

**ב.** בניסוי השני ניסה החוקר להחדיר את מקטע ה-DNA לתאים בעזרת ליפוזומים. עמדו בפניו שתי אפשרויות: להשתמש בליפוזום אניוני או להשתמש בליפוזום קטיוני. באיזה סוג של ליפוזום בחר החוקר כדי שהניסוי יצליח? הסבר מדוע.

## שאלה 23

כדי לרצף מקטע דנ"א, משתמשים המדענים בריאקציה שהמציא החוקר סנגר. הריאקציה מתבססת על תהליך של סינתזת דנ"א דו-גדילי במבחנה המכילה את האנזים דנ"א פולימראז, תבנית דנ"א חד-גדילית, נוקליאוטידים וכן נוקליאוטידים שהם דיאוקסי (ראה איור לשאלה). נוקליאוטידים שהם דיאוקסי אינם מאפשרים לאנזים דנ"א פולימראז להמשיך את ריאקציית הפילמור, ולכן נוצרים מקטעים קצרים מהמקטע המקורי.



## איור לשאלה 23

א. על-פי האיור לשאלה, הסבר מדוע לא ניתן ליצור רצף של דיאוקסי נוקליאוטידים על-ידי האנזים דנ"א פולימראז.

מדען רצה לקבוע רצף של מקטע דנ"א: 5'-TTGAGGTCACATGTACTCC-3'. הוא השתמש בשתי מבחנות: במבחנה א' שם המדען את התבנית של המקטע, תערובת של ארבעת סוגי הנוקליאוטידים והאנזים דנ"א פולימראז. במבחנה ב' שם המדען את התבנית, האנזים דנ"א פולימראז, שלושה סוגי הנוקליאוטידים הרגילים (A, C, G) ונוקליאוטיד T דיאוקסיריבוז. בכל מבחנה התקבלו תוצרי הסינתזה.

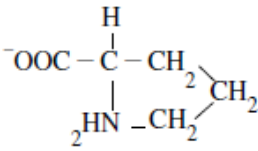
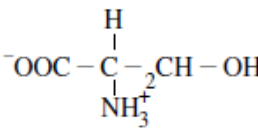
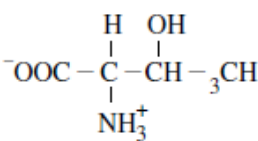
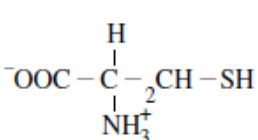
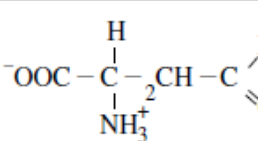
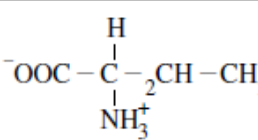
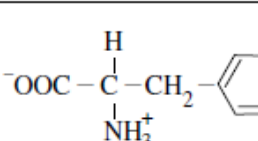
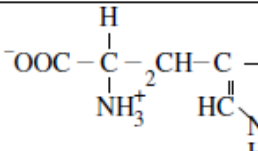
- ב. 1. איזה מקטע דו-גדילי יתקבל בכל מבחנה? רשום את רצף הבסיסים.
2. באיזו מן המבחנות (א' או ב') מקטע הדנ"א הדו-גדילי יהיה בעל טמפרטורת התכה נמוכה יותר? נמק את תשובתך.

## בהצלחה!

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

| השם בעברית    | נוסחת מבנה                                                                                                                                                                                                      | קיצור באנגלית | pK <sub>a</sub> | pK <sub>b</sub> | pK <sub>R</sub> |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1. גליצין     | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$                                                                                                        | Gly           | 2.4             | 9.8             | –               |
| 2. אלנין      | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$                                                                                                     | Ala           | 2.3             | 9.9             | –               |
| 3. 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           | 2.3             | 9.6             | –               |
| 4. לויצין     | $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\   \quad / \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \quad \backslash \\ \text{NH}_3^+ \quad \text{CH}_3 \end{array}$                            | Leu           | 2.3             | 9.6             | –               |
| 5. איזולויצין | $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\   \quad   \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \quad \quad \quad   \\ \text{NH}_3^+ \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$ | Ile           | 2.4             | 9.7             | –               |
| 6. מתיונין    | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ ^-\text{OOC} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{S} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$                                                  | Met           | 2.3             | 9.2             | –               |
| 7. 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           | 1.8             | 9.1             | –               |

סמל 716913, אביב תשפ"א

| השם בעברית   | נוסחת מבנה                                                                           | קיצור באנגלית | pK <sub>a</sub> | pK <sub>b</sub> | pK <sub>R</sub> |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 8. פרולין    |    | Pro           | 2.0             | 10.6            | –               |
| 9. סרין      |    | Ser           | 2.6             | 10.4            | –               |
| 10. תראונין  |    | Thr           | 2.6             | 10.4            | –               |
| 11. ציסטאין  |   | Cys           | 1.8             | 10.8            | 8.3             |
| 12. אספרגין  |  | Asn           | 2.0             | 8.8             | –               |
| 13. גלוטמין  |  | Gln           | 2.2             | 9.1             | –               |
| 14. טירוזין  |  | Tyr           | 2.2             | 9.1             | 10.9            |
| 15. טריפטופן |  | Trp           | 2.4             | 9.1             | –               |

סמל 716913, אביב תשפ"א

| pK <sub>R</sub> | pK <sub>b</sub> | pK <sub>a</sub> | קיצור<br>באנגלית | נוסחת<br>מבנה                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | השם בעברית        |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 3.9             | 10.0            | 2.0             | Asp              | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}^- \end{matrix} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$                                                                                                                          | 16. חומצה אספרטית |
| 4.3             | 9.7             | 2.2             | Glu              | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \nearrow \text{O}^- \\ \searrow \text{O} \end{matrix} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$                                                                                                              | 17. חומצה גלוטמית |
| 6.0             | 9.2             | 1.8             | His              | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH} \\   \qquad \qquad \qquad +\text{NH} \quad \diagdown \quad \diagup \text{NH} \\ \text{NH}_3^+ \qquad \qquad \qquad \quad \text{C} \\ \qquad \qquad \qquad \quad   \\ \qquad \qquad \qquad \quad \text{H} \end{array}$ | 18. היסטידין      |
| 10.8            | 9.1             | 2.2             | Lys              | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+ \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$                                                                                                                                                     | 19. ליזין         |
| 12.5            | 9.0             | 1.8             | Arg              | $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ ^-\text{OOC}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}\begin{matrix} \parallel \text{NH}_2 \\ \diagup \text{NH} \end{matrix} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$                                                                                      | 20. ארגינין       |

נספח ב'  
לשאלון 716913, אביב תשפ"א

הצופן הגנטי

אות שנייה

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

אות שלישית