

תהליכים ביוטכנולוגיים ב'

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	15	נקודות
פרק שלישי	60	נקודות
סה"כ	100	נקודות

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות: בתשובה לשאלה חישובית, עליך להציג את כל שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

בשאלון זה 21 עמודים.

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

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

השאלות

פרק ראשון (25 נקודות)

ענה על עשר מבין השאלות 1–12 בתשובון שבעמוד 19 במחברת הבחינה שלך
(לכל שאלה – 2.5 נקודות).

לכל שאלה ארבע תשובות, שרק אחת מהן נכונה. סמן X במשבצת שמתחת לאות
המציינת את התשובה שבחרת.

הנדסה גנטית

שאלה 1

אתר הגבלה מסוים מורכב מרצף של שמונה בסיסים. לפניך ארבעת הבסיסים הראשונים ברצף:

5' AATG _ _ _ _ 3'

מהם ארבעת הבסיסים בהמשכו?

א. 3' GGGG 5'

ב. 3' AATG 5'

ג. 3' GTAA 5'

ד. 3' CATT 5'

שאלה 2

חוקר במעבדה רצה להגביר באמצעות PCR רצף DNA מסוים שמקורו בגנום של עכבר. מאחר
שלא היה ברשותו של החוקר אנזים Taq-פולימראז, הוא שקל להשתמש באנזים DNA-פולימראז
שהפיק מתאי לבלב של אדם. האם ניתן לבצע בעזרת אנזים זה הגברה בשיטת PCR ?

א. לא ניתן. אנזים שהופק מתאי אדם לא מתאים להגביר רצף DNA שמקורו בעכבר.

ב. לא ניתן. הנוקליאוטידים החופשיים במערכת ה-PCR אינם מתאימים לפעילותו של ה-DNA-
פולימראז שהופק מתאי אדם.

ג. ניתן לבצע, בתנאי שלאחר שלב הפרדת הגדילים בכל מחזור PCR יוסיפו למבחנת הריאקציה
מנת אנזים חדשה.

ד. ניתן לבצע. האנזים DNA-פולימראז שהופק מתאי אדם מתאים לביצוע ה-PCR בתנאים
השוררים.

שאלה 3

נתון מקטע DNA **מעגלי** בגודל של 7 kb . המקטע הוכנס למבחנה שהכילה אנזים הגבלה. בתום ריאקציית החיתוך הופרדו תוצרי החיתוך באלקטרופורזה בג'ל והתקבלו שלושה פסים: פס של 3 kb , פס של 2 kb , ופס **עבה** של 1 kb .

כמה אתרי היכרות בפלסמיד נחתכו על-ידי האנזים?

א. 2

ב. 3

ג. 4

ד. 5

שאלה 4

חוקרים מעוניינים לאתר את רצף הבקרה (מקדם) של הגן X הנמצא בתאי אדם. לשם כך הם איחו את רצף ה-DNA החשוד כרצף הבקרה (מקדם) של הגן X עם הגן המקודד לחלבון GFP , והחדירו את מקטע ה-DNA המאוחד לחיידקים.

באיזה מקרה אפשר לקבוע שהרצף שנבדק הוא אכן רצף בקרה?

א. כאשר החיידקים מצליחים לגדול על-גבי מצע מזון המכיל אנטיביוטיקה.

ב. כאשר החלבון המקודד על-ידי הגן X נמצא בתאי החיידקים.

ג. כאשר מולקולות mRNA-שליח של הגן X נמצאות בתאי החיידקים.

ד. כאשר מתפתחות מושבות חיידקים בצבע פלואורסצנטי ירוק על-גבי מצע המזון.

שאלה 5

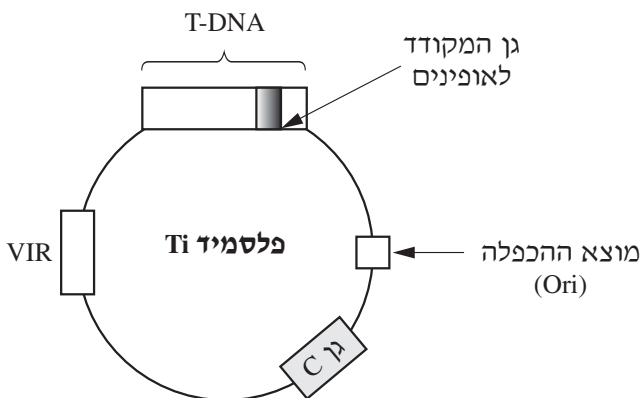
חוקרים ביקשו לבדוק אם גן מסוים, המקודד לחלבון X, מתבטא בתא בתגובה לתנאים של עקת חום. לשם כך גידלו החוקרים את התאים הנבדקים בטמפרטורה גבוהה.

מהן הפעולות הבאות שעליהם לבצע?

- להפיק חלבונים מהתאים הנבדקים ולבצע תספיג מערבי עם נוגדן ספציפי לחלבון X.
- להפיק DNA מהתאים הנבדקים ולבצע PCR.
- להפיק חלבונים מהתאים הנבדקים ולהוסיף להם מגיב (ריאגנט) שמזהה חלבונים.
- להפיק RNA מהתאים הנבדקים ולבצע תספיג מערבי.

שאלה 6

חוקרים ביקשו לשבט את הגן C לצמח דו-פסיגי מסוים. לשם כך הם החדירו פלסמיד הכולל את הגן C (ראה איור) לחיידקי אגרובקטריום. לאחר מכן הם הדביקו את הצמח בחיידקים אלו.



איור לשאלה 6

בחר בהיגד הנכון.

- הגן C יתבטא בתאי הצמח, והגן המקודד לאופינים לא יתבטא בהם.
- כדי שהגן C יתבטא בתאי הצמח יש להחדירו לאזור VIR בפלסמיד.
- הגן המקודד לאופינים יתבטא בתאי הצמח, והגן C לא יתבטא בהם.
- כדי שהגן C יתבטא בתאי הצמח, יש להעביר את מוצא ההכפלה לאזור ה-T-DNA.

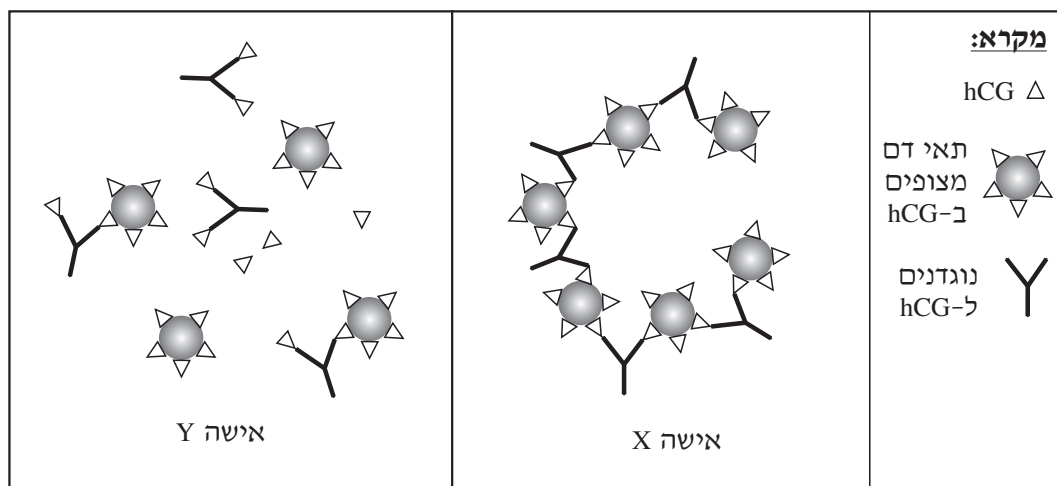
אימונודיאגנוסטיקה

שאלה 7

עורכים במעבדה מבחן לקביעת היריון לשתי נשים (X ו-Y). מבחנת הבדיקה מכילה:

- תאי דם אדומים שקשור אליהם ההורמון hCG.
- נוגדנים להורמון hCG.

לקחו דגימות שתן משתי הנשים והוסיפו כל אחת מהדגימות למבחנה לבדיקת היריון. התוצאות שהתקבלו מוצגות באיור לשאלה.



איור לשאלה 7

מה ניתן לקבוע לאור התוצאות?

- א. נבדקת X בהיריון כי ה-hCG בשתן שלה נקשר לתאי הדם האדומים.
- ב. נבדקת X בהיריון כי ה-hCG בשתן שלה איפשר לתאי הדם האדומים ולנוגדנים להיקשר.
- ג. נבדקת Y בהיריון כי ה-hCG בשתן שלה מנע קשירה של חלק מתאי הדם האדומים לנוגדנים.
- ד. נבדקת Y בהיריון כי ה-hCG בשתן שלה לא נקשר לנוגדנים.

שאלה 8

חוקרים הוסיפו חומר מחזר, המפרק קשר דיסולפדי S-S, למבחנה שהכילה מיצוי של נוגדנים מונוקלונליים. לאחר מכן הריצו החוקרים את תכולת המבחנה בג'ל SDS וביצעו תספיג מערבי.

מהן התוצאות הצפויות?

- א. יתקבלו ארבעה פסים (בנדים)
- ב. יתקבלו שני פסים (בנדים)
- ג. יתקבל פס (בנד) אחד
- ד. לא יתקבלו פסים (בנדים)

שאלה 9

חוקר בודד נוגדנים ייחודיים (להלן נוגדן A) הנקשרים למולקולות שמתבטאות ביתר על-פני תאים סרטניים.

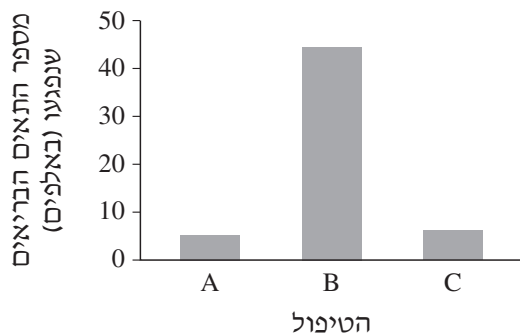
החוקר הכין שלושה סוגים של תרופות מונחות המבוססות על נוגדן A:

סוג א' – נוגדן A שקשור לאיזוטופ רדיואקטיבי,

סוג ב' – נוגדן A שקשור לרעלן,

סוג ג' – נוגדן A חופשי.

החוקר ביקש לבדוק את תופעות הלוואי של שלוש התרופות. הוא הזריק כל אחת מהתרופות שהכין לבעלי-חיים שיש להם גידול סרטני, וכעבור כמה ימים הוא ספר את התאים הבריאים (שאינם סרטניים) בסביבת הגידול, שנפגעו מהטיפול. התוצאות מוצגות באיור לשאלה:



איור לשאלה 9

בחר בהיגד הנכון.

- א. עמודה A מתאימה לתרופה מסוג א'.
- ב. עמודה B מתאימה לתרופה מסוג א'.
- ג. עמודה B מתאימה לתרופה מסוג ב'.
- ד. עמודה B מתאימה לתרופה מסוג ג'.

תרביות תאים

שאלה 10

גידול של תרביות תאים ממקור אנימלי (שמקורו מרקמת תאים של בעלי-חיים) מתבצע בשלושה סוגים של כלים: צלחת פטרי, בקבוק סובב ומיקרונשאים. באילו מהכלים שטח הפנים גדול ביחס לנפח המצע?

- א. בצלחת פטרי ובבקבוק סובב
- ב. בבקבוק סובב ובמיקרונשאים
- ג. בצלחת פטרי ובמיקרונשאים
- ד. בשלושת הסוגים של הכלים

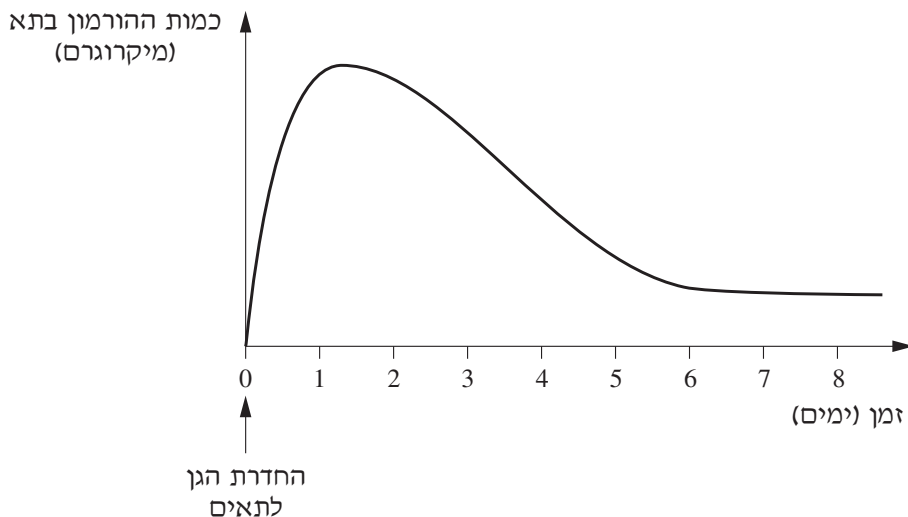
שאלה 11

לפניך משפטים המתייחסים לתרבית תאים ראשונית ולקו תאים. בחר בהיגד הנכון.

- א. תנאי גידול שונים מאפשרים ליצור קווי תאים שונים מתרבית תאים ראשונית.
- ב. התאים בקו תאים הם בעלי יכולת ריבוי אין סופית והתאים בתרבית תאים ראשונית אינם בעלי יכולת כזו.
- ג. קו תאים כולל אוכלוסייה הטרוגנית של תאים, ותרבית תאים ראשונית כוללת אוכלוסייה הומוגנית של תאים.
- ד. תרבית תאים ראשונית יציבה ואחידה יותר מקו תאים.

שאלה 12

חוקר החדיר את הגן המקודד להורמון X לתאי עכבר וגידל את התאים בתרבית. לאחר ההחדרה עקב החוקר במשך כמה ימים אחר כמות ההורמון X בתאים (ראה איור).



איור לשאלה 12

איזה מההיגדים שלהלן מסביר את התוצאות המתוארות באיור?

- א. הגן השתלב בגנום של התאים הנבדקים.
- ב. הגן נכנס לגרעין התאים אך לא השתלב בגנום שלהם.
- ג. הגן הסתפח לקרום התא אך לא חדר לתוך התא.
- ד. הגן נכנס לציטופלזמה של התאים אך לא נכנס לגרעין.

פרק שני (15 נקודות)

**ענה על שאלה אחת מבין השאלות 13–14: ניתוח כתבה או סיור לימודי
(לכל שאלה – 15 נקודות)**

שאלה 13 – ניתוח כתבה

קרא את הקטע וענה על הסעיפים א'–ד' שבסופו.

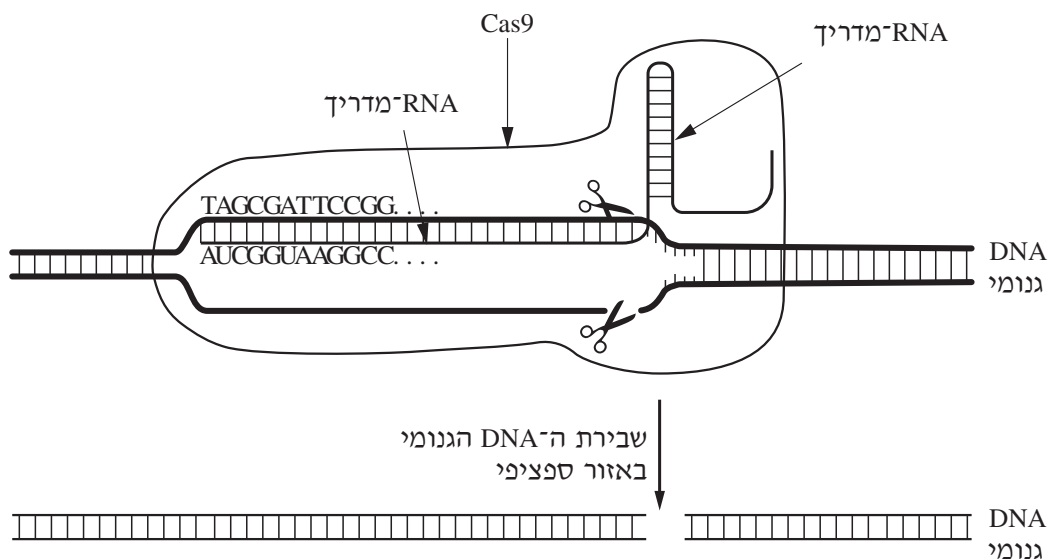
בעשורים האחרונים הושקעו מאמצים רבים בניסיון לרפא מחלות גנטיות באמצעות תיקון ה-DNA (ריפוי גני). השיטה שניסו להשתמש בה עד כה מבוססת על שימוש בנגיפים מהוונדסים. בשיטה זו מוציאים את גורמי האלימות מהחומר התורשתי של הנגיף ומחדירים במקומם גן תקין רצוי. לאחר מכן מחדירים את הנגיף המהונדס לתא החולה, החומר התורשתי הנגיפי מתאחה עם גנום התא באופן אקראי, והגן הרצוי מתבטא. שיטה זו זכתה להצלחה מסוימת, אולם במקרים רבים הופיעו אצל המטופלים גידולים ממאירים.

בשנת 2013 דיווחו החוקרים שרפנטטייה ודודנה על תגליתם: האנזים Cas9, שמקורו בחיידקים, יכול לשמש ככלי לעריכת הגנום. השניים גילו שאפשר להשתמש באנזים זה כב"מספרי חיתוך" מולקולריים: הוא שובר את ה-DNA הדו-גדילי באתרים מסוימים, והתא, שמתקן את השבר, משלב לעתים חומר גנטי זר שהמדען ממקם בגרעין. השיטה הזאת קרויה "קריספר" (CRISPR – clustered regularly interspaced short palindromic repeats). בשיטה זו האנזים Cas9 יוצר תצמיד עם מולקולה של RNA-מדריך המובילה אותו למטרה ב-DNA. בחפשו את המטרה, התצמיד Cas9-RNA עובר לאורך ה-DNA עד שהוא מוצא את הרצף המשלים ל-RNA-מדריך: האנזים נצמד ל-DNA, פותח את הסליל הכפול ו"בודק" אם הגדילים שבו מתאימים ל-RNA-מדריך. רק כשה-DNA מתאים ל-RNA-מדריך, יחתוך האנזים Cas9 את גדיל ה-DNA באזור המתאים (ראה איור לשאלה). לפני שהתגלתה שיטה זו, המדענים היו צריכים להתאים אנזים הגבלה ספציפי לכל שינוי גנטי שרצו לבצע – תהליך מסורבל, יקר וארוך.

בשיטת הקריספר, ניתן להכין מאגר של מולקולות RNA-מדריך בקלות יחסית, לחבר RNA-מדריך לאנזים Cas9 וכך להגיע לכל מטרה בגנום. שיטת הקריספר מאפשרת למחוק גן, להחליף גן פגום בגן תקין, או ליצור מוטציה.

ביוני 2014 דיווחו חוקרים ב-MIT על ריפוי עכברים מבוגרים מטירוזינמיה (הפרעת כבד נדירה שנגרמת בשל מוטציה באחד האנזימים), באמצעות שיטת הקריספר. הם יצרו תצמידים בין האנזים Cas9 ובין שלושה סוגים של RNA-מדריך והחדירו אותם ואת הגן התקין, לעכברים חולים. הגן

התקין חדר לגנום של אחד מכל 250 תאים בכבדי העכברים. חודש לאחר הטיפול, תאי הכבד הבריאים התרבו ובסופו של דבר העכברים התגברו על המחלה.



איור לשאלה 13

- א. פגיעה בבקרת החלוקה של תאים מתבטאת לעיתים בהופעת גידולים סרטניים. הסבר מדוע השימוש בשיטה שמבוססת על נגיפים יכול לגרום להתפתחות של גידולים סרטניים.
- ב. הסבר מדוע בשיטת הקריספר אין צורך להתאים אנזים הגבלה ספציפי לכל שינוי גנטי שרוצים לבצע ואילו בשיטות אחרות יש צורך בכך.
- ג. ציין יתרון אחד שיש לשיטת הקריספר על-פני שיטות אחרות המוזכרות בכתבה (מלבד היתרון שהוצג בסעיף ב). הסבר את היתרון שציינת.
- ד. הסבר כיצד ניתן "למחוק" כמה גנים במקביל באמצעות שיטת הקריספר.

שאלה 14 – סיור לימודי

במסגרת לימודיך במגמת ביוטכנולוגיה השתתפת בסיורים לימודיים במכוני מחקר/מפעלים.

א. ציין את שם המקום שסיירת בו ואת נושא הסיור.

ב. 1. ציין **שתי** שיטות עבודה שנחשפת להן במהלך הסיור.

2. הסבר למה נועדה כל שיטה.

3. הצג בתרשים זרימה את השלבים בכל שיטת עבודה (כל תרשים צריך להכיל לפחות

ארבעה שלבים).

ג. חוקרים שיבטו גן המקודד לחלבון X בתא חיידק. בחר בשיטה **אחת** מבין השיטות שהצגת בתשובתך לסעיף ב', והסבר כיצד ניתן לוודא בעזרתה את ההצלחה של השיבוט.

פרק שלישי (60 נקודות)

ענה על שלוש מבין השאלות 15-20, שאלה אחת מכל נושא: הנדסה גנטית, אימונודיאגנוסטיקה ותרביות תאים (לכל שאלה – 20 נקודות).

הנדסה גנטית

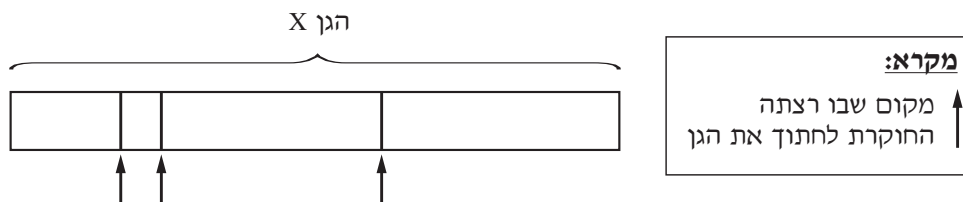
שאלה 15

מדענית חקרה את הגן X אשר מוטציות בו גורמות למחלה. המדענית רצתה לשבט את הגן X לתוך פלסמיד. בתחילה היא הגבירה את הגן X באמצעות ריאקציית PCR.

א. 1. הסבר מדוע משתמשים באנזים Taq-פולימראז לביצוע הריאקציה ולא באנזים פולימראז רגיל.

2. מהי הטמפרטורה שבה מתרחשת הסינתזה של ה-DNA בריאקציית ה-PCR ומדוע יש לבצע את הסינתזה דווקא בטמפרטורה זו?

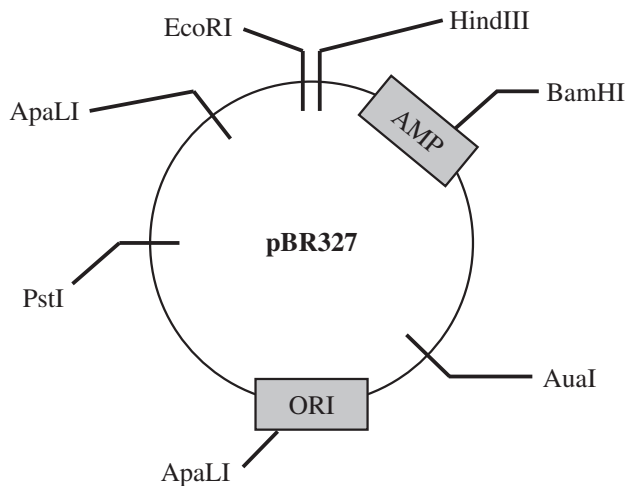
בהמשך ביקשה המדענית לחתוך את הגן באמצעות אנזימי הגבלה שונים, כדי לבדוק אילו מקטעים בגן אחראים למחלה. היא רצתה לחתוך את הגן לארבעה מקטעים, כפי שמוצג באיור א' לשאלה, ולשבט כל מקטע בפלסמיד אחר. לצערה, לא נמצאו אתרי חיתוך במקומות הרצויים בגן.



איור א' לשאלה 15

ב. הסבר כיצד החוקרת יכולה לקבל את ארבעת המקטעים ללא צורך בחיתוך הגן.

באיור ב' לשאלה 15 מוצגת מפת הפלסמיד שהחוקרת ביקשה לשבט בו את מקטעי הגן.

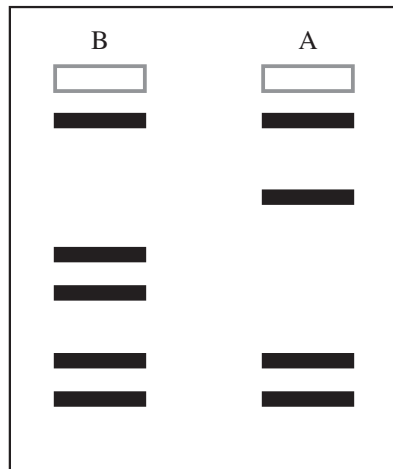


איור ב' לשאלה 15

ג. אילו מבין האנזימים המוצגים באיור **אינם** מתאימים לשיבוט מקטעי הגן בפלסמיד? נמק את תשובתך.

ד. הסבר כיצד תוכל המדענית לוודא שהמקטע אכן נכנס לתוך הפלסמיד.

- ג. 1. הסבר מהי המשמעות של עובי הפס.
2. הסבר מדוע התקבלו תוצאות שונות אף-על-פי שהשתמשו באותו גלאי בכל הרקמות.
- ידוע כי אנזים הגבלה מסוים חותך את הגן **התקין** 4 פעמים. החוקר הגביר את הגן X מגנום של אדם חולה ומגנום של אדם בריא, חתך את תוצרי ההגברה בעזרת אנזים ההגבלה והריץ את התוצרים בג'ל. התוצאות מוצגות באיור ב' לשאלה 16.



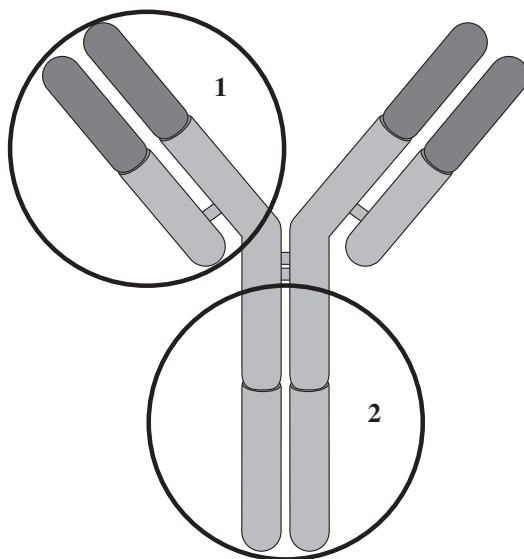
איור ב' לשאלה 16

- ד. איזה טור, A או B, מתאר את התוצאות של האדם החולה? נמק את תשובתך.

אימונודיאגנוסטיקה

שאלה 17

באיור לשאלה מתואר נוגדן.



איור לשאלה 17

- א.** תאר בקצרה את מבנה הנוגדן. הסבר מהו תפקידו הביולוגי של כל אחד מהאזורים 1 ו-2 המסומנים באיור.
- ב.** תאר בקצרה את שלבי התגובה החיסונית המתרחשת עקב חדירה ראשונית של אנטיגן זר לגוף. בחברה ביוטכנולוגית העוסקת בדיאגנוסטיקה של מחלות נגיפיות, מעוניינים לפתח נוגדן כנגד האנטיגן הנגיפי X. תאי דם שנדבקו בנגיף מבטאים על קרום התא שלהם את האנטיגן הנגיפי. לשם כך חיסן חוקר בחברה ארנבות באמצעות האנטיגן X, המתין להתפתחות תגובה חיסונית, ובודד מסרום הארנבות את כלל הנוגדנים.
- ג.** 1. האם הנוגדנים שבודד החוקר הם נוגדנים חד-שבטיים (מונוקלונליים) או רב-שבטיים (פוליקלונליים)? נמק את תשובתך.
2. ציין חיסרון אחד שיש לשיטה זו של ייצור נוגדנים.

החוקר רצה לפתח שיטה לזיהוי האנטיגן X בדם החולים. לצורך כך הוא ערך מבחן ELISA המבוסס על הנוגדנים שבודד מהארנבות. להלן שלבי הניסוי שערך החוקר:

- הוא ציפה באריות באנטיגן X, הוסיף חלבון אינרטי ושטף את הבאריות;
 - הוסיף תערובת של הנוגדנים כנגד אנטיגן X עם דגימת דם של הנבדקים ושטף את הבאריות שוב;
 - הוסיף נוגדן שניוני מצומד לאנזים ושטף שוב את הבאריות;
 - הוסיף לבאריות סובסטרט.
- ד. 1. האם מבחן ה-ELISA שביצע החוקר הוא תחרותי או לא-תחרותי? נמק את תשובתך.
2. באיזו דגימת דם תתקבל קריאת O.D. גבוהה יותר במבחן ה-ELISA – בדגימת דם שנלקחה מאדם חולה או בדגימת דם שנלקחה מאדם בריא? נמק את תשובתך.

שאלה 18

בחברה ביוטכנולוגית ייצרו נוגדן מונוקלונלי כנגד קולטן בשם ROR1 אשר מתבטא באופן ייחודי על תאי סרטן דם (לוקמיה).

א. תאר שיטה לייצור של נוגדנים מונוקלונליים.

ב. החוקרים בחברה ערכו בדיקה אימונופלווארסצנטית (F.I.A.) כדי לבחון את יכולתו של הנוגדן שייצרו להגיע לתאי המטרה שלו. באמצעות איזו שיטת סימון – ישירה או עקיפה – עדיף להשתמש כדי לקבל עוצמת צביעה פלואורסצנטית גבוהה? נמק את תשובתך.

כדי לשפר את פעילות הנוגדן נגד תאי הסרטן, הוחלט בחברה ליצור תצמיד של הנוגדן עם רעלן הדיפטריה או עם איזוטופ רדיואקטיבי.

ג. תאר יתרון אחד של שימוש בתצמיד של נוגדן עם איזוטופ רדיואקטיבי על-פני תצמיד של נוגדן עם רעלן.

רעלן הדיפטריה מורכב משתי תת-יחידות: תת-יחידה α אשר אחראית לפעילות האנזימטית הציטוטוקסית של הרעלן ותת-יחידה β אשר אחראית לקישור לא ספציפי של הרעלן לקרומי תאים מסוגים שונים בגוף ולכניסת הרעלן לתאים.

חוקר בחברה קשר את רעלן הדיפטריה לנוגדן והזריק את הנוגדן המצומד לחיית מודל אשר חולה בלוקמיה. כאשר בדק את תוצאות הטיפול מצא שהנוגדן פגע בתאים הסרטניים, אולם הוא פגע גם ברקמות בריאות בגוף החיה.

ד. מה גרם להרס של הרקמות הבריאות ומה החוקר יכול לעשות כדי שייפגעו רק תאים סרטניים ולא רקמות בריאות?

תרביות תאים

שאלה 19

חוקר רצה להקנות לתאי צמח העגבנייה עמידות בפני קוטלי עשבים. לשם כך הוא החליט להחדיר לצמח גן נגד קוטלי עשבים בעזרת החיידק אגרובקטריום.

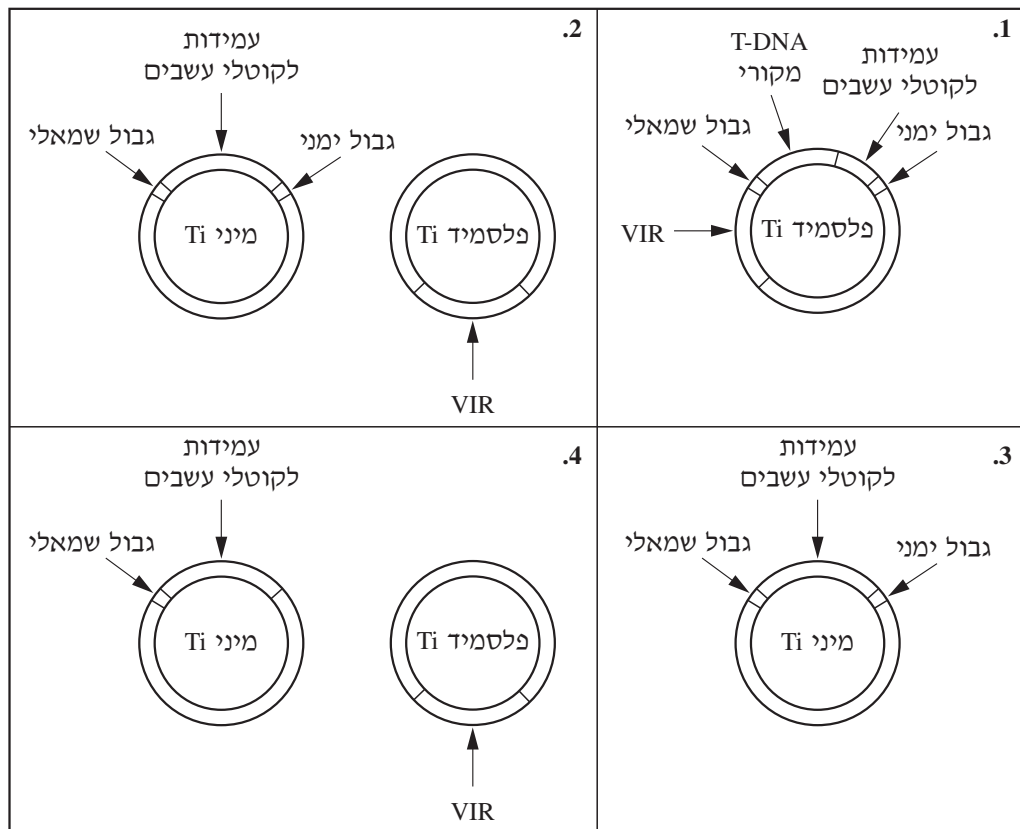
א. להלן חמישה שלבים בתהליך החדרת גן לצמח באמצעות אגרובקטריום:

- החדרת פלסמיד לחיידקי אגרובקטריום
- ברירה של תאים עמידים לקוטלי עשבים
- הדבקת תאי רקמת צמח בחיידקי אגרובקטריום
- יצירת צמח מתרבית רקמה
- שיבוט גן לתוך פלסמיד

רשום את השלבים במחברתך לפי הסדר הכרונולוגי של ביצועם.

ב. לאיזו תרבית רקמה של צמח העגבנייה צריך החוקר להחדיר את הגן כדי שיוכל לייצר צמח שלם ולשמר את עמידות הצמח לקוטלי עשבים? נמק את תשובתך.

החוקר התלבט בין כמה סוגי פלסמידים שבאמצעותם יחדיר את הגן לצמח. באיור לשאלה נתונות ארבע אפשרויות (1-4).



איור לשאלה 19

- ג. באיזו מהאפשרויות כדאי לחוקר להשתמש כדי לקבל צמח בריא ועמיד לקוטלי עשבים? נמק את תשובתך.
הסבר בקצרה מדוע כל אחת מהאפשרויות האחרות אינה מתאימה.
- ד. החוקר החדיר את הגן אל תאי צמח העגבנייה. הוא רצה לברור את התאים **העמידים לקוטלי עשבים**. הסבר כיצד ניתן לברור תאים אלו.

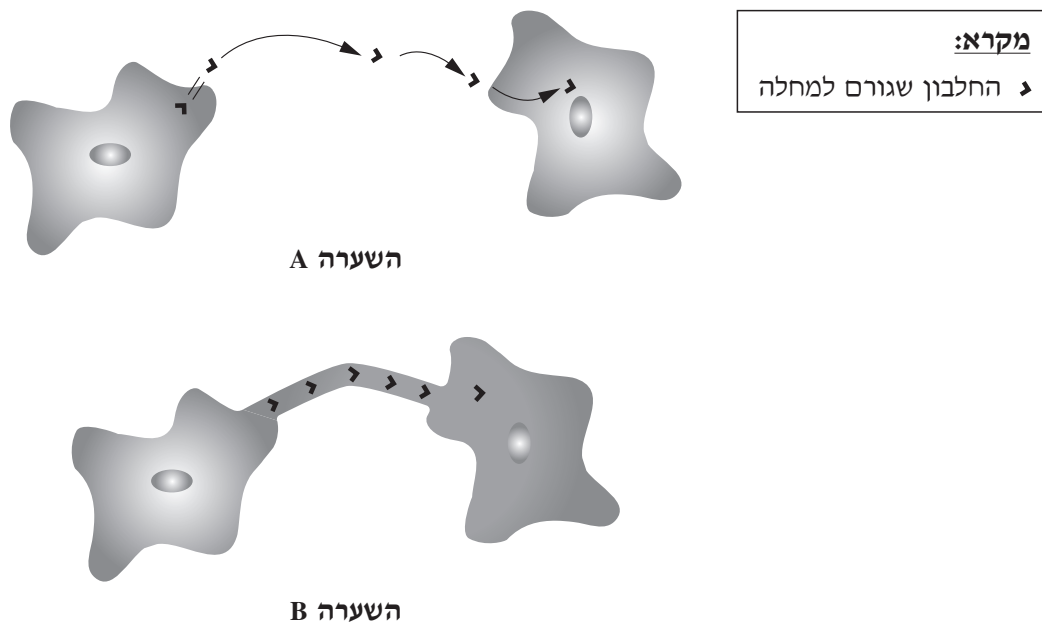
שאלה 20

חוקרת בחנה את תהליך ההתפשטות של מחלה מסוימת בגופם של בעלי-חיים. גורם המחלה פוגע בתאים בודדים ומועבר מתא לתא בדרך שאינה ידועה לחוקרת.

א. ציין **ארבעה** הבדלים (בתכונות או בתנאי הגידול) בין תא מיקרוביאלי ובין תא שמקורו בבעלי-חיים.

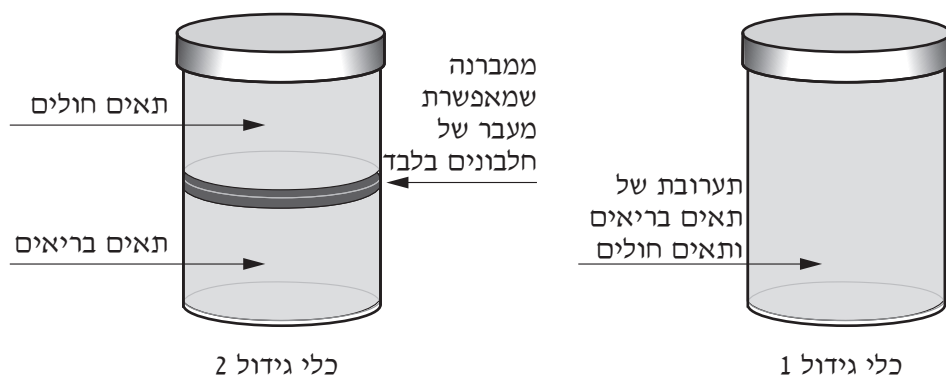
ב. החוקרת רצתה לקבל קו תאים מרקמה של עכבר. רשום את השלבים שיש לבצע כדי לקבל קו תאים מרקמה.

ידוע שהמחלה מתפשטת בגוף כשחלבון מסוים הגורם למחלה עובר מתא אחד לתא אחר. לחוקרת היו שתי השערות לגבי דרך ההעברה של החלבון גורם המחלה. ההשערות מתוארות באיור א' לשאלה.



איור א' לשאלה 20

כדי לבדוק את השערותיה, גידלה החוקרת שני קווי תאים רציפים – האחד הכיל תאים מודבקים ("חולים") והאחר הכיל תאים לא מודבקים ("בריאים"). החוקרת גידלה את התאים הבריאים ואת התאים החולים בשני אופנים, כפי שמתואר באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 20

ג. החוקרת גילתה שבכלי הגידול 1, התאיים הבריאים הודבקו במחלה ואילו בכלי הגידול 2 התאיים הבריאים לא הודבקו במחלה. לפי תוצאות הניסוי, איזו השערה נכונה – A או B ? נמק את תשובתך.

כדי להקנות לבעלי־חיים עמידות למחלה, החליטה החוקרת להחדיר לתאיים של בעלי־חיים גן שימנע את הידבקותם במחלה.

קיימות שלוש שיטות המשמשות להחדרת ה־DNA הזר לתוך התאיים: באמצעות הוספת חומר כימי, באמצעות אלקטרופורזיה ובאמצעות מיקרו־הזרקה.

ד. ציין יתרון אחד וחיסרון אחד שיש למיקרו־הזרקה לעומת שתי השיטות האחרות.

בהצלחה!