מדינת ישראל
משרד החינוך
סוג הבחינה: בגרות לבתי־ספר על־יסודיים
מועד הבחינה: קיץ תשע"ו, 2016
סמל השאלון: 842201
תרגום לערבית (2)

دولــة إســرائــيــل
وزارة التّربيــة والتّعليــم
نوع الامتحان: بچروت للمدارس الثانويّة
موعد الامتحان: صيف 2016
رقم النموذج: 842201

תהליכים ביוטכנולוגיים ב'

שתי יחידות לימוד

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעתיים וחצי.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה 3 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.

عمليّات بيوتكنولوجيّة "ب"

وحدتان تعليميّتان

تعليمات للمُمتحَن

أ. **مدّة الامتحان:** ساعتان ونصف.

ب. **مبنى النموذج وتوزيع الدرجات:**
في هذا النموذج ثلاثة فصول.

الفصل الأوّل	25	درجة
الفصل الثاني	15	درجة
الفصل الثالث	60	درجة
المجموع	100	درجة

ج. **موادّ مُساعِدة يُسمَح باستعمالها:** آلة حاسبة.

د. **تعليمات خاصّة:** عند إجابتك عن سؤال حسابيّ، يجب أن تعرض جميع مراحل الحلّ بالتفصيل وأن تشرحها باختصار. إنّ حصولك على أكبر عدد من الدرجات مشروط بتنفيذ هذا الطلب.

في هذا النموذج 21 صفحة.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.
التعليمات في هذا النموذج مكتوبة بصيغة المذكّر، لكنّها موجَّهة للمُمتحَنات وللمُمتحَنين على حدٍّ سواء.

בהצלחה! **نتمنّى لك النجاح!**

המשך מעבר לדף ◀ التتمّة على الصفحة التالية ◀

الأسئلة

الفصل الأوّل (25 درجة)

أجب عن عشرة من بين الأسئلة 1-12 في ورقة الإجابات التي في صفحة 19، في دفتر الامتحان الخاصّ بك. (لكلّ سؤال – 2.5 درجة).
لكلّ سؤال أربع إجابات، واحدة منها فقط صحيحة. أَشِر بـ X في الخانة التي تحت الحرف الذي يشير إلى الإجابة التي اخترتها.

الهندسة الوراثيّة

السؤال 1

يتركّب موقع تحديد (אתר הגבלה) معيَّن من تَسَلْسُل فيه ثماني قواعد. أمامك القواعد الأربع الأولى في التسَلْسُل: 5' AATG _ _ _ _ 3'

ما هي القواعد الأربع التالية في التسَلْسُل؟

أ. 5' GGGG 3'

ب. 5' AATG 3'

ج. 5' GTAA 3'

د. 5' CATT 3'

السؤال 2

أراد باحث في مختبر تضخيم (הגברה) تَسَلْسُل DNA معيَّن مصدره في جينوم فأر، وذلك بواسطة PCR. وبما أنّه لم يَكُن مع الباحث إنزيم Taq-بوليميراز، ففكَّر في استعمال إنزيم DNA-بوليميراز الذي اسْتَخْلَصَه من خلايا بنكرياس إنسان. هل يُمْكِن بواسطة هذا الإنزيم إجراء تضخيم بطريقة PCR ؟

أ. لا يُمْكِن. الإنزيم الذي اسْتُخْلِص من خلايا إنسان هو غير ملائم لتضخيم تَسَلْسُل DNA مصدره في فأر.

ب. لا يُمْكِن. النوكليئوتيدات الحرّة في منظومة الـ PCR غير ملائمة لنشاط الـ DNA-بوليميراز الذي اسْتُخْلِص من خلايا إنسان.

ج. يُمْكِن إجراء ذلك، بشرط أنّه بعد مرحلة فَصْل الجدائل في كلّ دورة PCR ، تُضاف وجبة إنزيم جديدة إلى أنبوب الاختبار الذي يَجْري التفاعل فيه.

د. يُمْكِن إجراء ذلك. الإنزيم DNA-بوليميراز الذي اسْتُخْلِص من خلايا إنسان هو ملائم لإجراء الـ PCR في الظروف السائدة.

يتبع في الصفحة 3

السؤال 3

معطى مَقْطَع DNA **حلقيّ** (מעגלי) بحجم 7 kb . أُدْخِل المَقْطَع إلى أنبوب اختبار يحتوي على إنزيم تحديد . في نهاية تَفاعُل القَطْع، تمّ عَزْل (הופרדו) نواتج القَطْع بواسطة إلكتروفوروزا في الجلّ وتكوَّنت ثلاثة خطوط : خطّ 3 kb ، خطّ 2 kb ، وخطّ **سميك** 1 kb .

كم عدد مواقع التعارُف (אתרי היכרות) في البلازميد التي قَطَعَها الإنزيم؟

أ. 2

ب. 3

ج. 4

د. 5

السؤال 4

يريد باحثون إيجاد تَسَلْسُل المُراقَبة (הבקרה) للجين X الموجود في خلايا إنسان . لهذا الهدف، لَحَم (איחו) الباحثون تَسَلْسُل الـ DNA المُشْتَبَه فيه على أنّه تَسَلْسُل المُراقَبة للجين X ، بالجين المُشفّر للزلال GFP ، ومن ثمّ أَدْخَلوا مَقْطَع الـ DNA الملحوم إلى بكتيريا .

في أيّ حالة يُمْكِن أن نحدِّد أنّ التسَلْسُل الذي تمّ فحصه هو بالفعل تَسَلْسُل مُراقَبة؟

أ. عندما تنجح البكتيريا في النموّ على وسط غذائيّ يحتوي على مضادّات حيويّة .

ب. عندما يكون الزلال المشفّر بواسطة الجين X موجودًا في خلايا البكتيريا .

ج. عندما تكون جزيئات الـ RNA-رسول للجين X موجودة في خلايا البكتيريا .

د. عندما تتطوّر مُستعمَرات بكتيريا بِلَوْنٍ فلوريسنتيّ (مُتَأَلِّق) أخضر على الوسط الغذائيّ .

يتبع في الصفحة 4

السؤال 5

أراد باحثون أن يفحصوا إنْ كان جين معيّن، مُشفّر للزلال X ، يَظْهَر في الخليّة كَرَدّ فِعْل على ظروف ضائقة الحَرّ (עקת חום). لهذا الهدف، قام الباحثون بتنمية الخلايا المفحوصة في درجة حرارة عالية.

ما هي الأعمال التالية التي يجب عليهم أن يقوموا بها؟

أ. اِستخلاص زلاليّات من الخلايا المفحوصة وإجراء تشرُّب غربيّ (תספיג מערבי) مع جسم مضادّ خاصّ (ספציפי) بالزلال X.

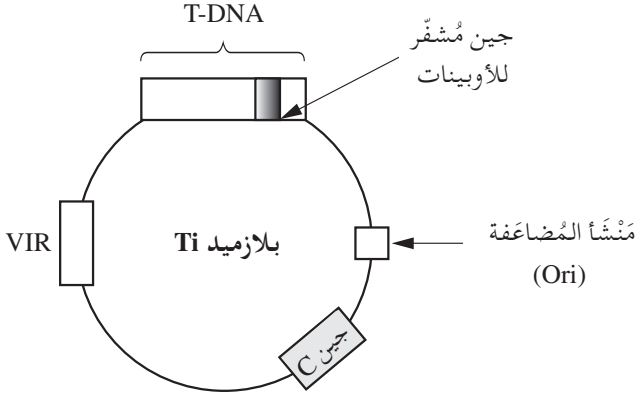
ب. اِستخلاص DNA من الخلايا المفحوصة وإجراء PCR .

ج. اِستخلاص زلاليّات من الخلايا المفحوصة وإضافة كاشف (ריאגנט) مُشَخِّص للزلاليّات إليها.

د. اِستخلاص RNA من الخلايا المفحوصة وإجراء تشرُّب غربيّ.

السؤال 6

أراد باحثون استنساخ (לשבט) الجين C لنبتة معيّنة ثنائيّة الفلقة. لهذا الهدف، قاموا بإدخال بلازميد يحتوي على الجين C (أُنْظُر الرسم التوضيحيّ) إلى بكتيريا أغروبكتريوم. بعد ذلك، قام الباحثون بإعداء (הדביקו) النبتة بهذه البكتيريا.



الرسم التوضيحيّ للسؤال 6

اِخْتَر القول الصحيح.

أ. سيتمّ التعبير عن الجين C (יתבטא) في خلايا النبتة، والجين المُشفّر للأوبينات لن يتمّ التعبير عنه.

ب. لكي يتمّ التعبير عن الجين C في خلايا النبتة، يجب إدخاله إلى منطقة VIR في بلازميد.

ج. سيتمّ التعبير عن الجين المُشفّر للأوبينات في خلايا النبتة، والجين C لن يتمّ التعبير عنه.

د. لكي يتمّ التعبير عن الجين C في خلايا النبتة، يجب نَقْل مَنْشَأ المُضاعَفة إلى منطقة الـ T-DNA.

يتبع في الصفحة 5

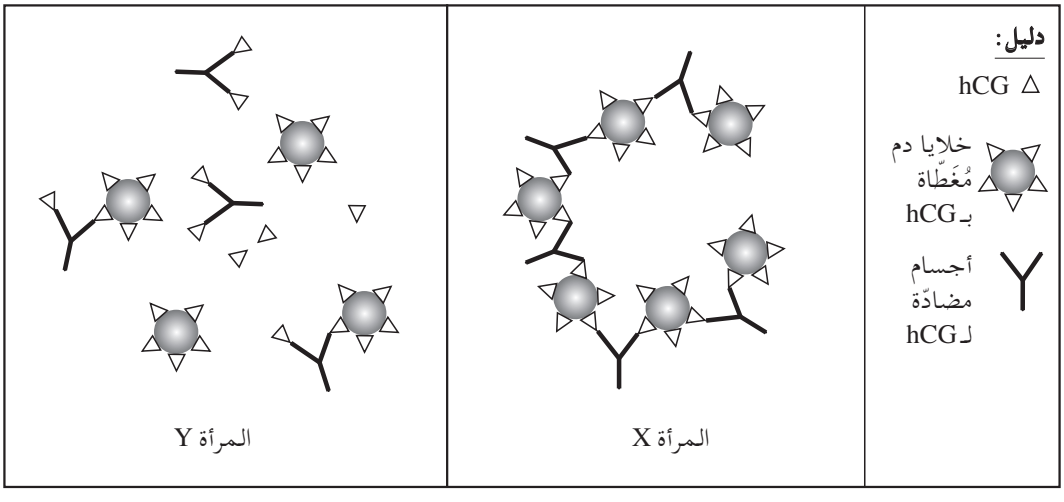
التشخيص المناعيّ

السؤال 7

في أحد المختبرات يتمّ إجراء فحص لِكَشْف الحمل لامرأتَيْن (X وَ Y). أنبوب الاختبار للفحص يشمل:

- خلايا دم حمراء مرتبط بها الهورمون hCG .
- أجسام مضادّة للهورمون hCG .

أخذوا عيّنات بول من الامرأتَيْن، وأضافوا كلّ عيّنة من العيّنات إلى أنبوب اختبار لِكَشْف الحمل.
النتائج التي حصلوا عليها مبيّنة في الرسم التوضيحيّ للسّؤال.



الرسم التوضيحيّ للسؤال 7

ما الذي يُمْكِن تحديده بموجب النتائج؟

أ. المرأة X حامل لأنّ الـ hCG الذي في بولها ارتبط بخلايا الدم الحمراء.

ب. المرأة X حامل لأنّ الـ hCG الذي في بولها سَمَح لخلايا الدم الحمراء وللأجسام المضادّة بأنْ ترتبط.

ج. المرأة Y حامل لأنّ الـ hCG الذي في بولها مَنَع ارتباط قسم من خلايا الدم الحمراء بالأجسام المضادّة.

د. المرأة Y حامل لأنّ الـ hCG الذي في بولها لم يرتبط بالأجسام المضادّة.

يتبع في الصفحة 6

السؤال 8

أضاف باحثون مادّة مُخْتَزِلة، تُحَلِّل رابطًا ثنائيّ الكبريت S-S ، إلى أنبوب اختبار يحتوي على مُستخلَص أجسام مضادّة أحاديّة النسيلة (מונוקלונליים). بعد ذلك، حرّك الباحثون محتوى أنبوب الاختبار في جلّ SDS ومن ثمّ قاموا بإجراء تشرُّب غربيّ.

ما هي النتائج المتوقّعة؟

أ. ستظهر أربعة خطوط.

ب. سيظهر خطّان.

ج. سيظهر خطٌّ واحد.

د. لن تظهر خطوط.

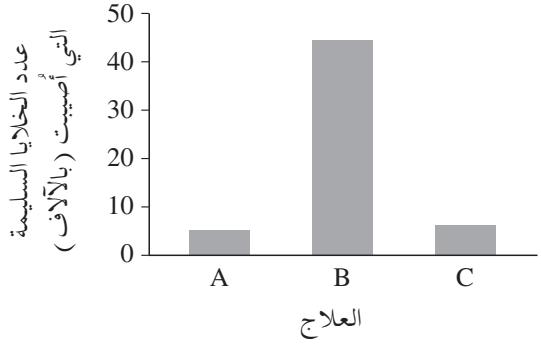
السؤال 9

عزل باحث أجسامًا مضادّة خاصّة (ייחודיים) (فيما يلي : الجسم المضادّ A) ترتبط بجزئيات يتمّ التعبير عنها بوضوح شديد على سطح خلايا سرطانيّة.

حَضَّرَ الباحث ثلاثة أنواع من الأدوية المُوَجَّهة التي ترتكز على الجسم المضادّ A :

النوع "أ" – الجسم المضادّ A مرتبط بنظير مُشِعّ،
النوع "ب" – الجسم المضادّ A مرتبط بالسُّمّ،
النوع "ج" – الجسم المضادّ A حُرّ.

أراد الباحث أن يفحص الأعراض الجانبيّة للأدوية الثلاثة. حَقَن الباحث حيوانات تعاني من ورم سرطانيّ بكلّ دواء من الأدوية التي حَضَّرَها، وبعد عدّة أيام أحصى الخلايا **السليمة** (غير المصابة بالسرطان) الموجودة حول الورم، التي أُصيبت بسبب العلاج. النتائج مبيّنة في الرسم التوضيحيّ للسّؤال :



الرسم التوضيحيّ للسؤال 9

يتبع في الصفحة 7

اِخْتَر القول الصحيح.

أ. العمود A ملائم للدّواء من النوع "أ".

ب. العمود B ملائم للدّواء من النوع "أ".

ج. العمود B ملائم للدّواء من النوع "ب".

د. العمود B ملائم للدّواء من النوع "ج".

مُستنبَتات خلايا

السؤال 10

تتمّ تنمية مُستنبَتات خلايا من مصدر حيوانيّ (مَصْدَرها من نسيج خلايا حيوانات) بواسطة ثلاثة أنواع من الأوعية: صحن بتري، قنّينة دوّارة وميكروحاملات. في أيّ أوعية تكون مساحة السطح كبيرة بالنّسبة لحجم الوسط الغذائيّ؟

أ. في صحن بتري وفي القنّينة الدوّارة.

ب. في القنّينة الدوّارة وفي الميكروحاملات.

ج. في صحن بتري وفي الميكروحاملات.

د. في الأنواع الثلاثة للأوعية.

السؤال 11

أمامك جُمَل تتطرّق إلى مُستنبَت خلايا أوّليّ (תרבית תאים ראשונית) وإلى خطّ خلايا (קו תאים).
اِخْتَر القول الصحيح.

أ. ظروف تنمية مختلفة تُمَكِّن إنتاج خطوط خلايا مختلفة من مُستنبَت خلايا أوّليّ.

ب. الخلايا في خطّ الخلايا لها قدرة تكاثُر لا نهائيّة، والخلايا في مُستنبَت خلايا أوّليّ لا يوجد لها هذه القدرة.

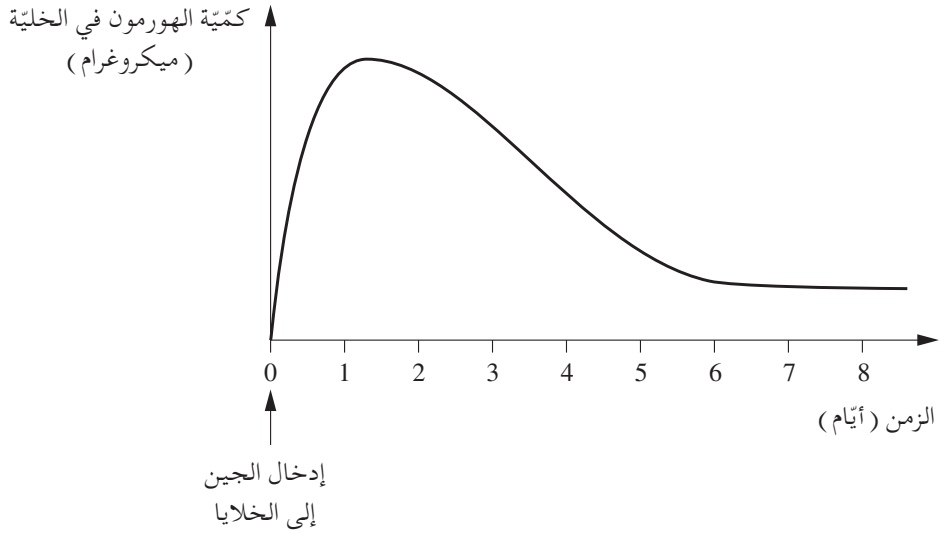
ج. خطّ الخلايا يشمل مجموعة مُتباينة (הטרוגנית) من الخلايا، ومُستنبَت خلايا أوّليّ يشمل مجموعة مُتجانِسة (הומוגנית) من الخلايا.

د. مُستنبَت خلايا أوّليّ هو ثابت ومتجانس أكثر من خطّ الخلايا.

يتبع في الصفحة 8

سؤال 12

قام باحث بإدخال جين مُشفّر لهورمون X إلى خلايا فأر وقام بتنمية هذه الخلايا في مُستنبَت. بعد عمليّة الإدخال، راقب الباحث، لعدّة أيّام، كمّيّة الهورمون X في الخلايا (أُنْظُر الرسم التوضيحيّ).



الرسم التوضيحيّ للسؤال 12

أيّ من الأقوال التالية يفسِّر النتائج الموصوفة في الرسم التوضيحيّ؟

أ. الجين انْدَمَج في جينوم الخلايا التي فُحِصَت.

ب. الجين دَخَل إلى أنوية الخلايا، لكنّه لم يندمج في جينوم الخلايا.

ج. الجين الْتَحَق (הסתפח) بغشاء الخليّة، لكنّه لم يَدْخُل إلى داخل الخليّة.

د. الجين دَخَل إلى سيتوبلازما الخلايا، لكنّه لم يَدْخُل إلى النواة.

يتبع في الصفحة 9

الفصل الثاني (15 درجة)

أجب عن سؤال واحد من بين السؤالَيْن 13-14: تحليل مقالة أو جولة تعليميّة
(لكلّ سؤال - 15 درجة)

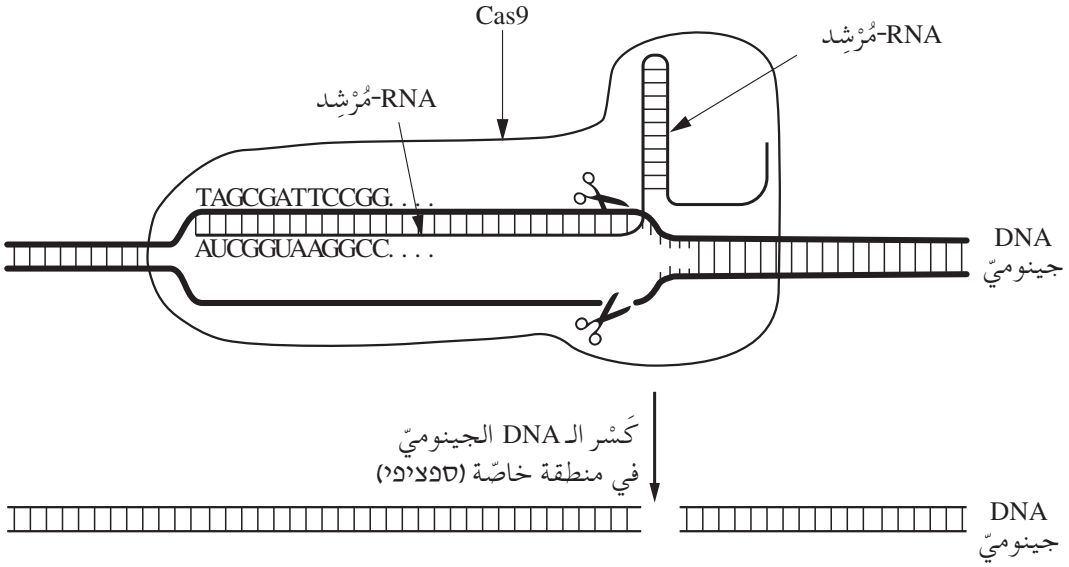
سؤال 13 - تحليل مقالة

اِقرأ القطعة وأجب عن البنود أ-د التي في نهايتها.

في العقود الأخيرة بُذِلَت جهود كثيرة في محاولة لعلاج أمراض وراثيّة عن طريق إصلاح الـ DNA (علاج جينيّ). الطريقة التي حاولوا استعمالها حتّى الآن ترتكز على استعمال فيروسات مُهندَسة وراثيًّا.
في هذه الطريقة يُخْرِجون مُسَبِّبات العنف من المادّة الوراثيّة للفيروس ويُدْخِلون مكانها جينًا سليمًا مرغوبًا. بعد ذلك، يُدْخِلون الفيروس المُهندَس إلى الخليّة المريضة، فتلتحم المادّة الوراثيّة الفيروسيّة مع جينوم الخليّة بشكلٍ عشوائيّ، وبذلك يتمّ التعبير عن الجين المرغوب. كان لهذه الطريقة نجاح معيّن، لكن في حالات كثيرة ظهرت لدى المُعالَجين أورام خبيثة.
في العام 2013، نشر الباحثان، شربنتيي ودُودْنا، اكتشافهما: الإنزيم Cas9، الذي مصدره في البكتيريا، يُمْكِن أن يُستخدَم كأداة لإجراء تغييرات في الجينوم. اِكْتَشَف الباحثان أنّه من المُمْكِن استخدام هذا الإنزينم كَـ"مقصّ قَطْع" جزيئيّ: الإنزيم يَكْسِر الـ DNA ثنائيّ الجديلة في مواقع معيّنة، والخليّة، التي تُصْلِح الكَسْر، تدمج أحيانًا مادّة وراثيّة غريبة يَضَعُها العالِم في النواة. تُسمّى هذه الطريقة طريقة الـ "كريسبر" (CRISPR – clustered regularly interspaced short palindromic repeats). في هذه الطريقة يقوم الإنزيم Cas9 بإنتاج مُتراكِب (תצמיד) مع جزيء RNA-"مُرْشِد" الذي يقوده إلى المكان الصحيح في الـ DNA. وخلال بحثه عن هذا المكان، مُتراكِب Cas9–RNA يَمُرّ على طول الـ DNA إلى أنْ يجد التسَلْسُل المُكمِّل لِـ RNA-مُرْشِد: الإنزيم يلتصق (נצמד) بالـ DNA، يفتح اللولب المزدوج (הסליל הכפול) و"يفحص" إنْ كانت الجدائل التي فيه ملائمة لِـ RNA-مُرْشِد. فقط عندما يكون الـ DNA ملائمًا لِـ RNA-مُرْشِد، يقوم الإنزيم Cas9 بِقَطْع جديلة الـ DNA في المنطقة الملائمة (اُنْظُر الرسم التوضيحيّ للسّؤال). قَبْل اكتشاف هذه الطريقة، كان على العلماء أن يلائموا إنزيم تحديد خاصًّا لكلّ تغيير وراثيّ أرادوا أن يقوموا به، وهذه عمليّة معقّدة، مُكلِفة وطويلة.
في طريقة الـ"كريسبر"، يمكن تحضير مُستودَع (بنك) جزيئات RNA-مُرْشِد بسهولة نسبيّة، رَبْط RNA-مُرْشِد بإنزيم Cas9 والوصول بهذه الطريقة إلى كلّ مكان في الجينوم. طريقة الـ"كريسبر" تُمَكِّن من مَحْو جين، استبدال جين فيه خلل بجين سليم، أو إنتاج طفرة جينيّة.
في شهر حزيران 2014، أعلن باحثون في معهد الـ MIT عن شفاء فئران بالغة من مرض "تيروزينناميا" (اضطراب كبديّ نادر سَبَبُه طفرة جينيّة في أحد الإنزيمات)، وذلك بواسطة طريقة الـ"كريسبر".

يتبع في الصفحة 10

أنتج الباحثون مُتراكِبات من الإنزيم Cas9 وثلاثة أنواع من الـ RNA-مُرْشِد وأدخلوها هي والجين السليم إلى فئران مريضة. الجين السليم دخل إلى جينوم خليّة واحدة من كلّ 250 خليّة في خلايا أكباد الفئران. بعد شهر من العلاج، تكاثَرَت خلايا الكبد السليمة وفي نهاية الأمر تَغلَّبَت الفئران على المرض.



الرسم التوضيحيّ للسؤال 13

أ. أحيانًا، يتمثَّل الخلل في مُراقَبة انقسام الخلايا بظهور أورام سرطانيّة. اِشْرَح لماذا استخدام طريقة ترتكز على الڤيروسات يُمْكِن أن يُسبِّب تطوُّر أورام سرطانيّة.

ب. اِشْرَح لماذا في طريقة الـ"كريسبر" لا يوجد حاجة لمُلاءَمة إنزيم تحديد خاصّ لكلّ تغيُّر وراثيّ نريد إجراءه، لكن هناك حاجة لذلك في طُرُق أخرى.

ج. اُذْكُر أفضليّة **واحدة** لطريقة الـ"كريسبر" على طُرُق أخرى ذُكِرَت في المقالة (عدا عن الأفضليّة التي عُرِضَت في البند "ب"). اِشْرَح الأفضليّة التي ذَكَرْتَها.

د. اِشْرَح كيف يُمْكِن أن "نمحو" عدّة جينات في نفس الوقت بواسطة طريقة الـ"كريسبر".

يتبع في الصفحة 11

السؤال 14 – جولة تعليميّة

في إطار تعليمك في فرع البيوتكنولوجيا شارَكْتَ في جولات تعليميّة في معاهد بحث/مصانع.

أ. أُذْكُر اسم المكان التي أَجْرَيْتَ فيه الجولة، واذْكُر موضوع الجولة.

ب. 1. أُذْكُر **طريقتَي** عمل رأيتهما خلال الجولة.

2. اِشْرَح ما هو الهدف من كلّ طريقة.

3. اِعْرِض بواسطة مخطَّط جَرَيان مراحل كلّ طريقة عمل (كلّ مخطَّط يجب أن يشمل على الأقلّ **أربع** مراحل).

ج. قام باحثون باستنساخ جين مُشفّر للزّلال X في خليّة بكتيريا. اِخْتَر طريقة **واحدة** من الطريقتَيْن اللّتَيْن عرضتهما في إجابتك عن البند "ب"، واشْرَح كيف يُمْكِن أن نتأكّد بواسطتها من نجاح عمليّة الاستنساخ.

يتبع في الصفحة 12

الفصل الثالث (60 درجة)

أجب عن ثلاثة من بين الأسئلة 15-20، سؤال واحد من كلّ موضوع: الهندسة الوراثيّة، التشخيص المناعيّ ومُستنبَتات الخلايا (لكلّ سؤال – 20 درجة).

الهندسة الوراثيّة

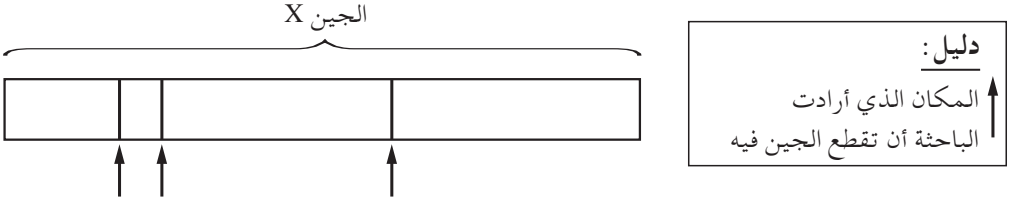
السؤال 15

أَجْرَت عالمة بحثًا عن الجين X الذي طفرات فيه تُسبِّب الأمراض. أرادت العالمة أن تستنسخ الجين X إلى داخل بلازميد. في البداية، قامت العالمة بتضخيم (הגברה) الجين X بواسطة تَفاعُل PCR .

أ. 1. اِشْرَح لماذا يستعملون الإنزيم Taq-بوليميراز لإجراء التّفاعُل وليس إنزيم بوليميراز عاديًّا.

2. ما هي درجة الحرارة التي يجري فيها إنتاج الـ DNA في تَفاعُل PCR ، ولماذا يجب إجراء عمليّة الإنتاج بالذّات في درجة الحرارة هذه؟

بعد ذلك، أرادت العالمة قَطْع الجين بواسطة إنزيمات تحديد مختلفة وذلك كي تفحص أيّ مقاطع في الجين هي المسؤولة عن المرض. أرادت الباحثة أن تَقْطَع الجين إلى أربعة مقاطع، كما هو معروض في الرسم التوضيحيّ "أ" للسّؤال، وأن تَسْتَنْسِخ كلّ مقطع في بلازميد آخر. لكن، لأسفها، لم تكن هناك مواقع قَطْع في الأماكن المرغوبة في الجين.

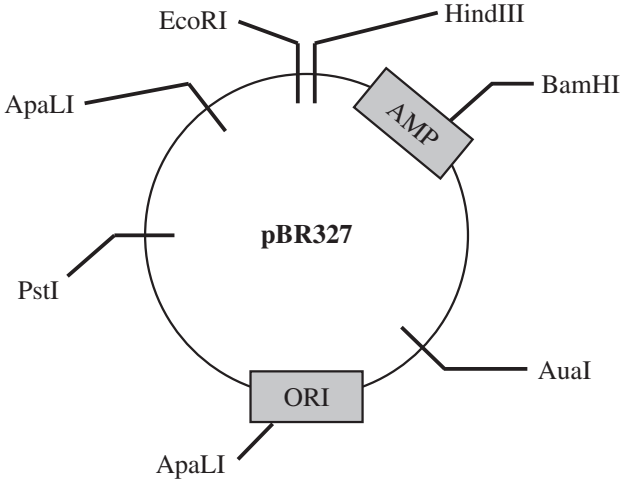


الرسم التوضيحيّ "أ" للسؤال 15

ب. اِشْرَح كيف يُمْكِن للباحثة أن تحصل على المقاطع الأربعة دون الحاجة إلى قَطْع الجين.

يتبع في الصفحة 13

في الرسم التوضيحيّ "ب" للسّؤال 15، هناك خريطة للبلازميد الذي أرادت الباحثة أن تَسْتَنْسِخ فيه مقاطع الجين.



الرسم التوضيحيّ "ب" للسؤال 15

ج. أيّ من بين الإنزيمات المعروضة في الرسم التوضيحيّ **غير** ملائمة لاستنساخ مقاطع الجين في البلازميد؟ عَلِّل إجابتك.

د. اِشْرَح كيف يُمْكِن للباحثة أن تتأكّد من أنّ المقطع قد دخل البلازميد بالفعل.

يتبع في الصفحة 14

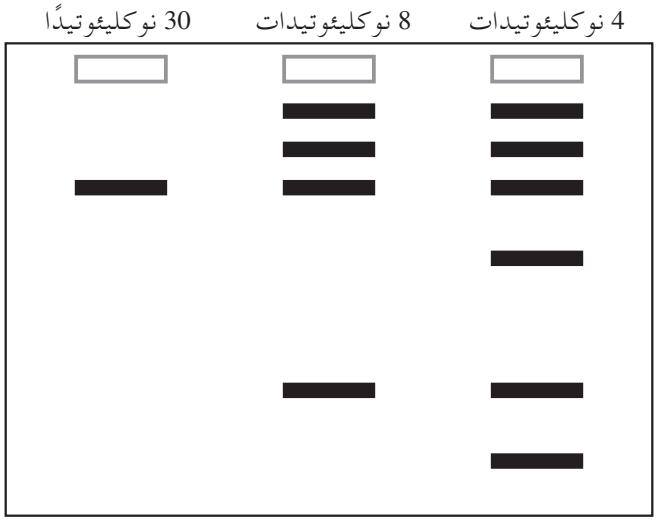
السؤال 16

أراد باحث في مجال السرطان أن يفحص تعبيرًا للجين X الذي يحتوي على طفرة مُسبِّبة للسرطان. اسْتَخلَص الباحث RNA من الخلايا السرطانيّة، وأجرى تشرُّبًا شماليًّا بواسطة كاشِف (גלאי) خاصّ للجين X .

أ. اِشْرَح ما هو التشرُّب الشماليّ، واذْكُر خمس مراحل في تنفيذ التشرُّب.

أجرى الباحث التشرُّب الشماليّ بمساعدة ثلاثة أنواع من الكواشف: كواشف قصيرة بطول 4 نوكليئوتيدات وبطول 8 نوكليئوتيدات، وكاشف طويل بطول 30 نوكليئوتيدًا.

يعرض الرسم التوضيحيّ "أ" للسّؤال صورة للتشرُّب الذي حصل عليه.



الرسم التوضيحيّ "أ" للسؤال 16

ب. اِشْرَح لماذا حصل الباحث على خطٍّ واحدٍ فقط في التشرُّب الذي أُجْرِيَ بواسطة الكاشِف الطويل، بينما حصل على خطوط كثيرة في التشرُّبات التي أُجْرِيَت بواسطة الكواشف القصيرة.

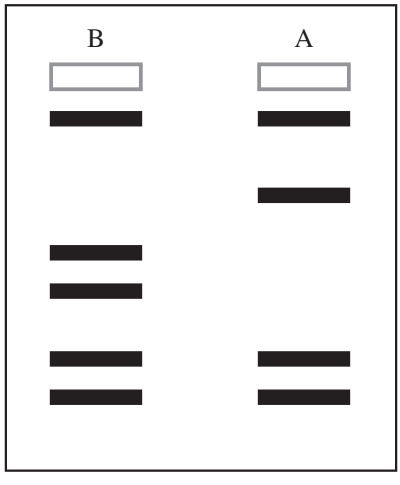
اسْتَخْلَص الباحث الـ RNA من خلايا ثلاثة أنسجة مختلفة لإنسان مريض، وأجرى تشرُّبًا شماليًّا بواسطة كاشِف خاصّ للجين X .
في أحد الأنسجة لم تَنْتُج خطوط، وفي نسيج آخر نَتَج خطٌّ دقيق، وفي نسيج ثالث نَتَج خطٌّ سميك.

يتبع في الصفحة 15

ج. 1. اِشْرَح ما هو معنى سُمْك الخطّ.

2. اِشْرَح لماذا حصل الباحث على نتائج مختلفة على الرغم من أنّه استعمل نفس الكاشف في جميع الأنسجة.

من المعروف أنّ إنزيم تحديد معيّن يقطع الجين **السليم** 4 مرّات. قام الباحث بتضخيم (הגברה) الجين X من جينوم إنسان مريض ومن جينوم إنسان سليم، ثمّ قَطَع نواتج التضخيم بمساعدة إنزيم تحديد وحَرَّك (הריץ) النواتج في جلّ. النتائج معروضة في الرسم التوضيحيّ "ب" للسّؤال 16.



الرسم التوضيحيّ "ب" للسؤال 16

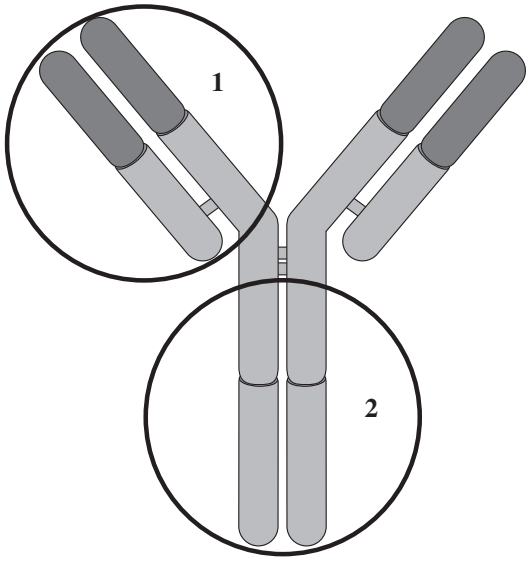
د. أيّ عمود، A أو B ، يصف نتائج الشخص المريض؟ عَلِّل إجابتك.

يتبع في الصفحة 16

التشخيص المناعيّ

السؤال 17

في الرسم التوضيحيّ للسّؤال وَصْفٌ لجسم مضادّ.



الرسم التوضيحيّ للسؤال 17

أ. صِف باختصار مبنى الجسم المضادّ. اِشْرَح ما هي الوظيفة البيولوجيّة لكلّ واحدة من المنطقتَيْن 1 وَ 2 المُشار إليهما في الرسم التوضيحيّ.

ب. صِف باختصار مراحل ردّ الفعل المناعيّ الذي يحدث في أعقاب أوّل دخول لأنتيجين غريب إلى الجسم.

شركة بيوتكنولوجيّة تعمل في مجال تشخيص الأمراض الڤيروسيّة تريد تطوير جسم مضادّ ضدّ الأنتيجين الڤيروسيّ X. خلايا الدم التي أُصيبت بالڤيروس تُعبِّر عن الأنتيجين الڤيروسيّ على أغشية خلاياها. لهذا الهدف، طَعَّم أحد الباحثين في الشركة أرانب بواسطة الأنتيجين X، ثمّ انْتَظَر تطوُّر ردّ فعل مناعيّ، وعَزَلَ من مَصْل (סרום) الأرانب جميع الأجسام المضادّة.

ج. 1. هل الأجسام المضادّة التي عَزَلَها الباحث هي أجسام مضادّة أحاديّة النسيلة (מונוקלונליים) أو متعدّدة النسيلة (פוליקלונליים)؟ عَلِّل إجابتك.

2. اُذْكُر سيّئة **واحدة** لطريقة إنتاج الأجسام المضادّة هذه.

يتبع في الصفحة 17

أراد الباحث تطوير طريقة لتشخيص الأنتيجين X في دم المرضى. لهذا الهدف، أجرى الباحث فحص ELISA يرتكز على الأجسام المضادّة التي عزلها من الأرانب. فيما يلي مراحل التجربة التي أجراها الباحث:

- ملأ آبارًا بأنتيجين X ، أضاف زلالًا حياديًّا (אינרטי) وغسل الآبار؛
- أضاف خليطًا مكوَّنًا من أجسام مضادّة ضدّ الأنتيجين X ومن عيّنة من دم المفحوصين وغَسَل الآبار مرّةً أخرى؛
- أضاف جسمًا مضادًّا ثانويًّا مُتراكِبًا (מצומד) لإنزيم وغسل الآبار مرّةً أخرى؛
- أضاف سوبستراتًا إلى الآبار.

د. 1. هل فَحْص ELISA الذي أجراه الباحث هو تنافسيّ أو غير تنافسيّ؟ عَلِّل إجابتك.

2. في أيّ عيّنة دم سيحصل الباحث على قراءة O.D. أعلى في فحص ELISA: في عيّنة دم أُخِذَت من إنسان مريض أو في عيّنة دم أُخِذَت من إنسان سليم؟ عَلِّل إجابتك.

السؤال 18

أنتجت شركة بيوتكنولوجيا جسمًا مضادًّا أحاديّ النسيلة (מונוקלונלי) ضدّ مُسْتَقْبِل (קולטן) اسمه ROR1 الذي يظهر بشكلٍ خاصّ على خلايا سرطان الدم (لوكيميا).

أ. صِف طريقة لإنتاج أجسام مضادّة أحاديّة النسيلة.

ب. أجرى الباحثون في الشركة فحصًا إيمونوفلوروسنتيًّا (F.I.A.) لكي يفحصوا قدرة الجسم المضادّ الذي أنتجوه على الوصول إلى خلايا الهدف الخاصّة به. أيّ طريقة تأشير – مباشرة أو غير مباشرة – من المفضّل استعمالها للحصول على شدّة تلوين فلوروسنتيّة عالية؟ علِّل إجابتك.

من أجل تحسين عمل الجسم المضادّ ضدّ الخلايا السرطانيّة قرّرت الشركة إنتاج مُتراكِب (תצמיד) للجسم المضادّ مع سُمّ الديفيتريا أو مع نظير مُشعّ.

ج. صِف أفضليّة **واحدة** لاستخدام متراكب جسم مضادّ مع نظير مُشِعّ على استخدام متراكب جسم مضادّ مع سُمّ.

سُمّ الديفيتريا مركَّب من وحدتَيْن فرعيّتَيْن: وحدة فرعيّة α ، المسؤولة عن النشاط الإنزيميّ السامّ (הציטוטוקסי) للسُّمّ، ووحدة فرعيّة β ، المسؤولة عن الربط غير الخاصّ (קישור לא ספציפי) للسُّمّ مع أغشية خلايا من أنواع مختلفة في الجسم، وعن دخول السُّمّ إلى الخلايا.

يتبع في الصفحة 18

ربط أحد الباحثين في الشركة سُمّ الديفيتريا مع جسم مضادّ وَحقَن الجسم المضادّ المُتراكِب (המצומד) لحيوان نموذج (חיית מודל) مريض بسرطان الدم (لوكيميا). عندما فحص الباحث نتائج العلاج وَجَد أنّ الجسم المضادّ قد أصاب الخلايا السرطانيّة، لكنّه أصاب أيضًا أنسجة سليمة في جسم الحيوان.

د. ما الذي سَبَّب هدم الأنسجة السليمة وماذا يُمْكِن للباحث أن يفعل لكي تُصاب الخلايا السرطانيّة فقط ولا تُصاب الأنسجة السليمة؟

مُستنبَتات خلايا

السؤال 19

أراد باحث أن يُكْسِب خلايا نبتة البندورة قدرةً على الصمود (עמידות) أمام مُبيدات الأعشاب. لهذا الهدف، قرّر الباحث إدخال جين ضدّ مُبيدات الأعشاب إلى النبتة، بمساعدة البكتيريا أغروبكتيريوم.

أ. فيما يلي خمس مراحل في عمليّة إدخال جين إلى النبتة بواسطة أغروبكتيريوم:

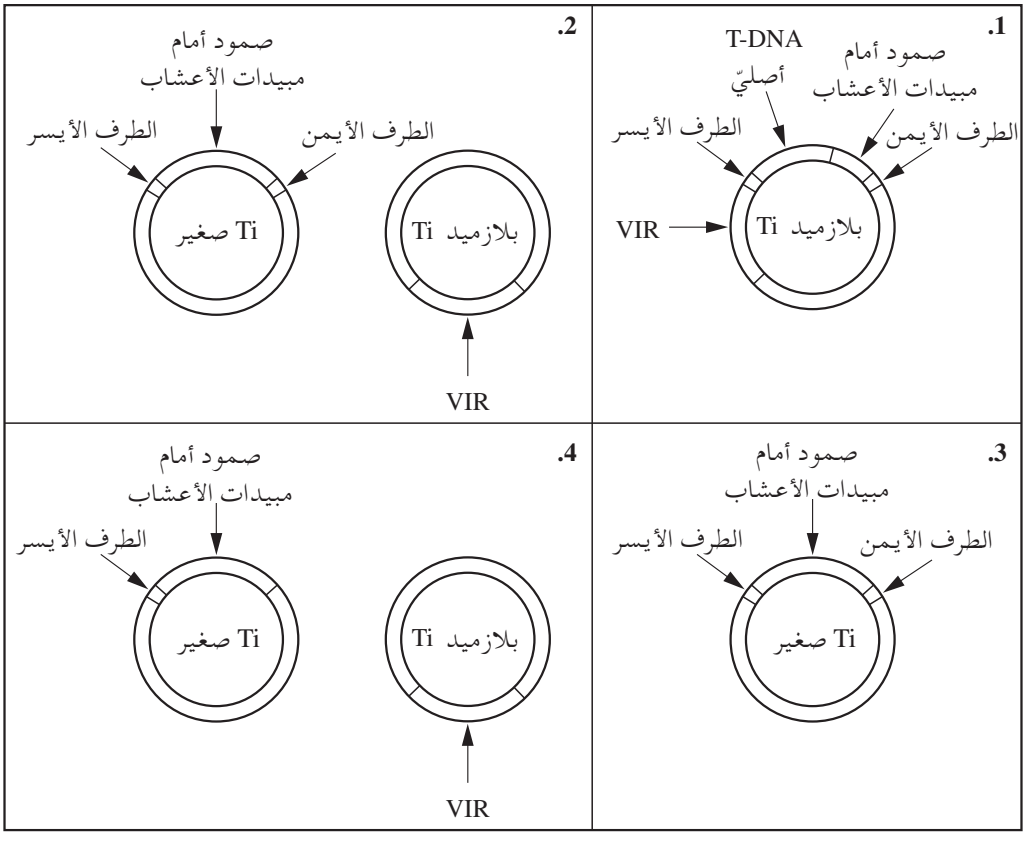
- إدخال بلازميد إلى بكتيريا أغروبكتيريوم.
- اِنتقاء خلايا ذات قدرة على الصمود أمام مبيدات الأعشاب.
- إعداء (הדבקה) خلايا نسيج نباتيّ ببكتيريا أغروبكتيريوم.
- إنتاج نبتة من مُستنبَت نسيج.
- اِستنساخ جين إلى داخل بلازميد.

أُكْتُب المراحل في دفترك بحسب ترتيب تنفيذها.

ب. إلى أيّ مُستنبَت نسيج لنبتة البندورة يجب على الباحث أن يُدخل الجين لكي يتمكّن من إنتاج نبتة كاملة ولكي يحفظ قدرة النبتة على الصمود أمام مبيدات الحشرات؟ عَلِّل إجابتك.

اِختار الباحث بين عدّة أنواع من البلازميد التي بواسطتها سيُدخل الجين إلى النبتة. في الرسم التوضيحيّ للسّؤال معطاة أربع إمكانيّات (1-4).

يتبع في الصفحة 19



الرسم التوضيحيّ للسؤال 19

ج. أيّ إمكانيّة من المفضَّل للباحث أن يستخدمها لكي يحصل على نبتة سليمة وذات قدرة على الصمود أمام مبيدات الأعشاب؟ علِّل إجابتك.
اِشْرَح باختصار لماذا كلّ واحدة من الإمكانيّات الأخرى غير ملائمة.

د. أَدْخَل الباحث الجين إلى خلايا نبتة البندورة. أراد الباحث أن ينتقي الخلايا **ذات القدرة على الصمود أمام مبيدات الأعشاب**. اِشْرَح كيف يُمْكِن انتقاء هذه الخلايا.

يتبع في الصفحة 20

السؤال 20

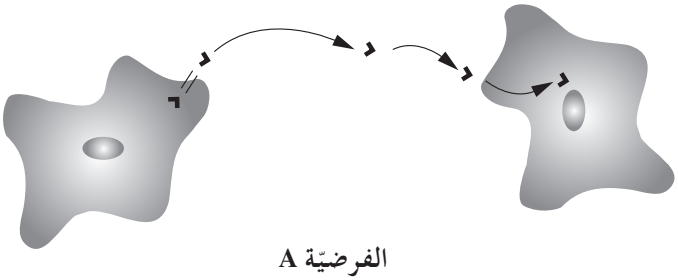
فَحَصَت إحدى الباحثات عمليّة انتشار مرض معيّن في أجسام حيوانات. مُسَبِّب المرض يَضُرّ بعددٍ قليل من الخلايا وينتقل من خليّة إلى أخرى بطريقة لا تَعْرِفُها الباحثة.

أ. اُكْتُب **أربعة** فروق (في الصِّفات أو في ظروف التنمية) بين خليّة ميكروبيّة وبين خليّة مصدرها من الحيوان.

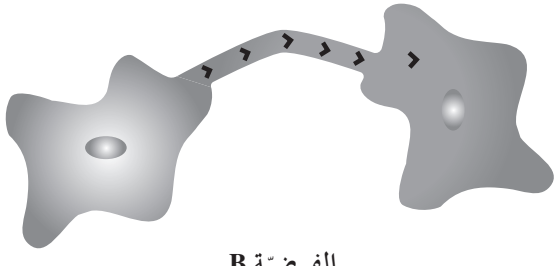
ب. أرادت الباحثة أن تحصل على خطّ خلايا من نسيج فأر. اُكْتُب المراحل التي يجب تنفيذها للحصول على خطّ خلايا من نسيج.

من المعروف أنّ المرض ينتشر في الجسم عندما ينتقل زلال معيّن مُسَبِّب للمرض من خليّة إلى أخرى. كانت للباحثة فرضيّتان فيما يتعلّق بطريقة نَقْل الزلال المُسَبِّب للمرض. الفرضيّتان موصوفتان في الرسم التوضيحيّ "أ" للسّؤال.

دليل:
ג الزلال المُسَبِّب للمرض



الفرضيّة A

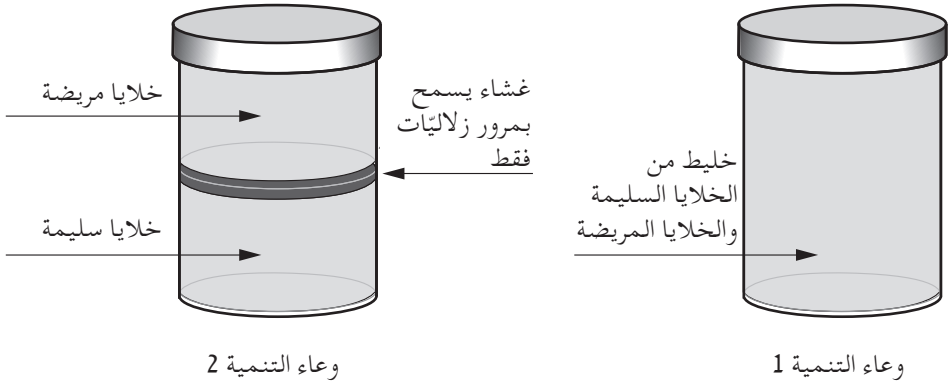


الفرضيّة B

الرسم التوضيحيّ "أ" للسؤال 20

لكي تفحص فرضيّتَيْها، قامت الباحثة بتنمية خطَّيْ خلايا متواصلَيْن – الخطّ الأوّل احتوى على خلايا أُعْدِيَتْ بالمرض ("مريضة") والخطّ الآخر احتوى على خلايا لم تُعْدَ بالمرض ("سليمة"). قامت الباحثة بتنمية الخلايا السليمة والخلايا المريضة بطريقتَيْن، كما هو موصوف في الرسم التوضيحيّ "ب" للسّؤال.

يتبع في الصفحة 21



الرسم التوضيحيّ "ب" للسؤال 20

ج. اِكْتَشَفَت الباحثة أنّه في وعاء التنمية 1 ، أُصيبت الخلايا السليمة بالمرض، بينما في وعاء التنمية 2 لم تُصَب الخلايا السليمة بالمرض. بحسب نتائج التجربة، أيّ فرضيّة هي الصحيحة، A أو B ؟
عَلِّل إجابتك.

من أجل إكساب الحيوانات قدرة على الصمود أمام المرض، قَرَّرَت الباحثة أن تُدْخِل إلى خلايا حيوانات جينًا يمنع إصابتها بالمرض.

هناك ثلاث طُرُق تُستخدم لإدخال الـ DNA الغريب إلى الخلايا: بواسطة إضافة مادّة كيميائيّة، بواسطة الثَّقْب الكهربائيّ (אלקטרופורציה) وبواسطة الحَقْن الدقيق (מיקרו־הזרקה).

د. اُكْتُب أفضليّة (حسنة) **واحدة** ونقصًا (سيّئة) **واحدًا** لطريقة الحَقْن الدقيق مُقارَنةً بالطريقتَيْن الأُخريَيْن.

نتمنّى لك النجاح!

حقوق الطبع محفوظة لدولة إسرائيل.
النسخ والنشر ممنوعان إلا بإذن من وزارة التّربية والتّعليم.