קובץ זה מכיל: **פתרון למשחק**, **דף עבודה** שיכול ללוות את המשחק ו**דף משוב** שאשמח מאד לקבל בחזרה ממורים שניסו את המשחק עם כיתתם.

תודה ותהנו!

<u>פתרון המשחק</u>

שלושת המשימות הראשיות מצוינות בפתרון זה *<u>בפונט הזה</u>*

חידות ספציפיות בכל משימה מצוינות בכותרות הכחולות

מומלץ לקרוא כל פעם רמז אחד ולנסות להמשיך לבד. אם לא מצליחים לקרוא את הרמז הבא...

להיכנס למעבדה:

1. לכו עד שתראו דלת בצד השמאלי של המסך. לחצו על חלון הדלת ובחרו בזכוכית מגדלת.
2. השתמשו במפתח שבשק החפצים על הדלת.
3. לכו אחורה וקחו את מטף הכיבוי.
4. השתמשו במטף הכיבוי על חלון הדלת.
5. לחצו על החלון השבור ובחרו בגלגל שיניים בכדי להיכנס למעבדה.

בתוך המעבדה:

<u>השגת חיידקים מהונדסים</u>

חידת אייפד

6. קודם כל עליכם לדעת איפה נמצאים החיידקים המהונדסים, לשם כך עליכם לפתור את החידה הנועלת את האייפד (שנמצא בחלק השמאלי תחתון במעבדה). בכדי לדעת את הזוגות הנכונים לחידת האייפד – הסתכלו על הפוסטר של דוגמאות בהנדסה גנטית, הנמצא על הקיר בצד השמאלי של המעבדה.
7. לאחר פתרון חידת האייפד, תגלו שחיידקים מהונדסים מוחזקים במקרר 80-. גשו למקרר ופתחו אותו. הסתכלו על הפריטים שבמקרר ובפרט על התווית הקרועה – החיידקים נעלמו!!

חידת מחשב נייד + מי זה שמדבר איתי ואומר נייט כל הזמן?

8. אין ברירה, עליכם להנדס חיידקים בעצמכם... לא להילחץ! גשו למחשב הנייד הנמצא בחלק התחתון של המעבדה, השתמשו בו וגלו שצריך סיסמא.
9. הגיע הזמן לפגוש את ג'ניה!

חידת רדיו

10. בשביל לשמוע משהו ברדיו אנחנו צריכים לדעת לאיזו תחנה לכוון אותו. צריך מספר עם ארבע ספרות. מצאתם מספר כזה?
11. הסתכלו על התמונה בשחור לבן של שני אנשים הנמצאת על הקיר האחורי במעבדה. שימו לב לשנה המצוינת. הכניסו את השנה ברדיו ושמעו את השיר.
12. גשו לפאנל עם הכפתורים הכתומים הנמצא בחלק הימיני של המעבדה על הקיר האחורי. כל כפתור כתום משמיע צליל אחד – חלק מהצלילים הופיעו במנגינה מהרדיו. עליכם ללחוץ על הכפתורים בסדר הנכון כדי לחקות את המנגינה שנשמע ברדיו.
13. תגידו שלום יפה לג'ניה. דברו איתו ושאלו אותו על הסיסמא למחשב, על מקרר 4 מעלות ועל איך אפשר לשחרר אותו. כנסו למחשב בעזרת הסיסמא שקיבלתם מג'ניה (nyet rulz). עקבו אחר ההסברים במחשב עד שתקבלו את המשימה הראשונה.

חידת חיידקים נוחים לגידול

14. האם נתקלתם כבר בפוסטר במעבדה המסביר על סוגים שונים של חיידקים? יש פוסטר כזה בקיר השמאלי במעבדה. מצאו את החיידק שנוח לגידול ולשימוש במחקר. רישמו בפניכם את שמו המלא באנגלית: escherichia coli.
15. באופן מאוד נוח (ולא ממש מציאותי) ישבמעבדה מכונה לשליפת חיידקים, מצאתם אותה? היא נמצאת בחלק האחורי של המעבדה, קרוב לתמונה הענקית של נייטיצ'ב. השתמשו במכונה, הכניסו את השם המלא של החיידק ו.. יש לכם חיידקים שאפשר להנדס!
16. חזרו למחשב הנייד להמשך הנחיות. צריכים למצוא פלסמידים! זוכרים איפה אפשר לראות היכן במעבדה נמצאים החומרים השונים?
17. הסתכלו באייפד וגלו שפלסמידים מוחזקים במקרר 4 מעלות.

חידת מקרר 4 מעלות

18. כששאלתם את ג'ניה איפה מקרר 4 מעלות הוא אמר שני שמות – אונקופלטוס ומיקסובולוס, האם נתקלתם בשמות אלו במעבדה?
19. הם מופיעים על שתי התמונות הצדדיות הנמצאות על הקיר השמאלי במעבדה. חקרו אותן מקרוב יותר (<u>רק אחרי ששאלתם את ג'ניה על מקרר 4 מעלות</u>). ניתן להסיר את התמונות...!
20. יש שם כפתורים אדומים חשובים ביותר – אבל צריך ללחוץ עליהם בו זמנית! האם יש מישהו במעבדה שיכול לעזור לכם?
21. ג'ניה יכול לעזור. בקשו ממנו עזרה. אם ג'ניה עדיין לכוד, ראו 'חידת שחרור ג'ניה' – סעיפים 52-58.
22. לאחר שג'ניה יגיע לעמוד ליד אחד הכפתורים, גשו לכפתור השני ולחצו עליו...
23. כעת יש לכם גישה לכל חלל המעבדה, כולל מקרר 4 מעלות.
24. קחו ממקרר 4 מעלות את הפלסמידים וחזרו למחשב הנייד להמשך ההנחיות.
25. כעת אנחנו צריכים מקטע DNA עם המידע לרעלן. איפה זה נמצא?
26. האייפד אומר שזה במקרר 20-.

חידת מקרר 20-

27. גשו למקרר 20- - הוא נעול בחידה!
28. האם ראיתם איפשהו במעבדה את הדוגמאות המוזרות בחידה?
29. הן נמצאות בתמונות הפרפרים המפוזרות במעבדה. שימו לב לחתימות המופיעות בכל תמונה.
30. יש שתי תמונות על קיר המעבדה האחורי – אחת בצד ימין של המעבדה, והשנייה בצד שמאל.
31. יש תמונה נוספת במגירה האדומה האמצעית.
32. המספר המופיע החתימה של כל ציור פרפר מציין את הסדר בו יש ללחוץ על הפרפרים בחידה על המקרר 20-.
33. לחצו לפי הסדר הנכון והמקרר יפתח.
34. כעת קחו את מבחנת הDNA עם המידע לרעלן וחזרו למחשב הנייד להמשך הנחיות.
35. הדבר הבא שצריך הוא אנזים הגבלה – איזה יופי, לפי האייפד גם הוא נמצא במקרר 20-! גשו למקרר וקחו את האנזים הגבלה וחזרו למחשב הנייד להנחיות.

חידת ערבוב חומרים

36. כעת עליכם לערבב את התוכן של שלושת המבחנות – אנזים, רעלן ופלסמידים. אך אנחנו לא יכולים לעשות זאת בידיים. האם מצאתם מכשיר מתאים ללקיחה של נפחים קטנים של נוזלים?
37. במגירה האדומה התחתונה ביותר יש מכשיר בשם 'פיפטור' שעושה בדיוק זאת.
38. לא ניתן להשתמש בפיפטור ללא טיפים (נמצאים בקופסה קטנה בחלק התחתון של המעבדה). חברו את הפיפטור והטיפים יחד.
39. כעת ניתן לערבב את שלושת המבחנות פשוט על-ידי גרירתן אחת על השניה (הסדר לא חשוב).
40. חזרו למחשב הנייד להנחיות נוספות.
41. כעת עליכם להוסיף את חיידקי הקולי ששלפתם מהמכונה למבחנה הראשית שנוצרה בעקבות הערבוב שביצעתם בשלב 39.
42. חזרו למחשב הנייד להנחיות נוספות.

חידת קרח, פלטת חימום ושוק חום

43. כעת עליכם לארגן סלסלת קרח ופלטת חימום – יש פלטה במעבדה אבל הכבל שלה לא תקין...
44. מצאתם כבל במגירה האדומה העליונה, השתמשו בו על פלטת החימום.
45. קחו את סל הקרח הכתום והשתמשו בו על מכונת הקרח הנמצאת בחלק הימני של המעבדה.
46. חזרו למחשב להנחיות.
47. כעת עליכם לגרום לפלסמידים להיכנס אל תוך החיידקים על-ידי תהליך של שוק חום המוסבר במחשב הנייד.
48. השתמשו במבחנה הראשית (הכחולה) על סל הקרח המלא, כעת השתמשו במבחנה הכחולה על פלטת החימום המתוקנת, לסיום השתמשו שוב במבחנה הכחולה על סל הקרח.
49. זהו! אתם כמעט שם חזרו למחשב הנייד להנחיות.

חידת מנורת אולטרה-סגול

50. השתמשו במבחנה הכחולה על מנורת האולטרה-סגול הנמצאת בחלקה השמאלי של המעבדה. הפעילו את המנורה ו... הצלחתם! החיידקים מהונדסים!
51. חזרו למחשב הנייד לסיכום.

חידת שחרור ג'ניה

52. ג'ניה מציין משהו בקשר לעין של נייטיצ'ב. הסתכלו מקרוב על התמונה הגדולה של נייטיצ'ב (<u>רק אחרי ששאלתם את ג'ניה לגבי השחרור שלו</u>).
53. אחת מהעיניים נראית חשוד מאוד – יש שם פתח קטן! קטן מדי בשביל האצבעות של לנה.
54. האם מצאתם משהו קטן ושפיצי? יש בחלק התחתון של המעבדה קופסה עם טיפים... קחו כמה.
55. השתמשו בטיפים על העין החשודה – מפתח!
56. אבל המפתח הזה לא מתאים לכלוב של ג'ניה... לאן הוא כן יכול להתאים?
57. גשו לשידת המגירות האדומות, והשתמשו במפתח כדי לפתוח את <u>המגירה העליונה.</u> מהמגירה תקבלו מפתח וכבל חשמל.
58. השתמשו במפתח כדי לשחרר את ג'ניה! כעת בקשו ממנו שוב לעזור עם הכפתורים האדומים.

<u>השגת התוכניות הסודיות</u>

59. התוכניות נמצאות בכספת – האם מצאתם אותה?
60. הכספת נמצאת מאחורי הקיר בחלקה השמאלי של המעבדה – האם פתחתם כבר את הקיר? (סעיפים 18-22)
61. בכספת יש פאנל שליטה המכיל חמישה צבעים אותם צריך להתאים לחמישה ערכים מספריים. האם נתקלתם בצבעים האלו במעבדה?
62. במעבדה מפוזרים ארלנמיירים מלאים בנוזלים צבעוניים באותם צבעים שבחידת הכספת.
63. כמות הנוזל הצבעוני בכל ארלנמייר מעידה על הערך המספרי היחסי שיש לתת לו בחידת הכספת.
64. לדוגמה, הארלנמייר עם הנוזל האדום מלא יותר מכל שאר הארלנמיירים – לכן הצבע האדם צריך להוביל למספר הגבוה ביותר (200).
65. הסדר המלא הוא: אדום-200, ירוק – 155, סגול – 100, צהוב- 75, כתום-50.
66. הכספת נפתחה! בחנו את תוכנה וקחו את התוכניות הסודיות.

<u>הפללת דנוצ'קה</u>

67. בשביל להפליל את דנוצ'קה נזדקק לתמונה שלו.
68. יש תמונה של דנוצ'קה בעיתון הנמצא במעבדה – מצאתם אותו? האם כבר פתחתם את הקיר הסודי? (סעיפים 18-22)
69. כעת נרצה לגזור את התמונה – יש מספריים בחלק השמאלי של המעבדה (אחרי שהקיר נפתח).
70. השתמשו במספריים על התמונה.
71. כעת נרצה להדביק את התמונה – יש סלוטייפ היכן שהיו המספריים (סעיף 69).
72. השתמשו בסלוטייפ על התמונה.

73. היכן נראה לכם שיהיה הכי בולט ומעצבן לנייטיצ'ב שנדביק את התמונה של דנוצ'קה?
74. השתמשו בתמונה עם הסלוטייפ על התמונה הראשית של נייטיצ'ב (בקיר האחורי של המעבדה).

אחרי שסיימתם את שלושת המשימות, אפשר לברוח מהמעבדה!

75. לכו לקצה הימני של המעבדה ולחצו על היציאה ובחרו בגלגל השיניים.
76. ג'ניה יציע לכם להישאר לחקור מעבר סודי! אם נשארו לכם יותר מ15דק' – שווה להישאר.

המרתף הסודי

77. אם החלטתם להישאר לחקור ג'ניה ירמוז לכם שכדי להגיע למעבר הסודי צריך לבדוק את התשבוחת הימנית. האם יש משהו שמשבח מישהו בצד ימין כלשהו?
78. בדקו את התעודה התלויה מצד ימין לתמונה של נייטיצ'ב... בחרו אותה ולחצו על גלגל השניים.
79. רדו במעבר שנפתח.
80. לפניכם מסדרון אפל עם חמש תמונות, התמונה הימנית ביותר מקובעת לקיר. קחו את ארבע התמונות הנותרות ותלו אותן מחדש על המסמרים לפי הסדר (מהקטן לגדול). כשתצליחו התמונות יעלמו, ובמקומן יופיע מסך ענק.
81. דחפו את הפח שג'ניה עומד עליו.
82. בחנו את החור שהתגלה מאחורי הפח ושכנעו את ג'ניה להיכנס אליו.
83. נסו לנווט את ג'ניה במבוך. ברגע שאפשר בקשו ממנו להרים את החפץ שעל הריצפה. לאחר שהרים את החפץ בקשו ממנו לצאת החוצה להתארגנות מחדש.
84. ג'ניה יתן לכם את החפץ שהרים – שלט! על מה לדעתכם הוא יעבוד?
85. השתמשו בשלט על המסך הענק – כעת יש לכם מפה של כל המבוך!
86. בקשו מג'ניה להיכנס שוב, ונווטו אותו קודם כל אל המגילה שרואים בצד שמאל של המפה, ואח"כ אל המפתח שרואים בחלק העליון של המפה.
87. לאחר שג'ניה יוצא אליכם עם הדברים. הסתכלו בשק החפצים על המכתב (הבידיוני כמובן) שמצא – אמאל'ה!
88. השתמשו במפתח כדי לפתוח את הדלת.
89. גשו לחלק השמאלי, גלו את דנוצ'קה!
90. הסכימו להסיר את כיסוי העיניים של דנוצ'קה.
91. נסו לגשת אל המפתח שתלוי בחלק האחורי של המזדרון החום. אוי לא... הערתם את איגור!
92. תנו לדנוצ'קה את הבננה.
93. כשאיגור מוסח ע"י הבננה, גשו לקחת את המפתח.
94. השתמשו במפתח לשחרר את דנוצ'קה.
95. האם יכול להיות שדנוצ'קה השאיר אחריו משהו???
96. אם כן, הרימו את זה ובדקו בשק החפצים שלכם...
97. לכו לצד הימני ביותר שאפשר וברחו מהמעבדה!
98. כל הכבוד!!! סיימתם בהצלחה את המשימה!!! :-) מקווה שנהנתם!

דף עבודה – המעבדה של נייטיצ'ב

1. מהו פלסמיד?

2. מדוע יחסית פשוט יותר להעביר תכונות חדשות לחיידקים? הסבירו.

3. כיצד ניתן להוסיף לפלסמיד תכונות חדשות?

4. כיצד ניתן לגרום לפלסמיד להיכנס לחיידקים?

5. כיצד ניתן לדעת שהפלסמיד אכן נכנס לחיידקים ומדוע זה עובד כך?

1. על-ידי מי התגלה מבנה הDNA ובאיזו שנה?

6. באופן טבעי, היכן נמצאים חיידקי *Escherichia coli*, הידועים בנוחות העבודה איתם ואשר רבות מהתגליות בביולוגיה בסיסית התגלו בהם?

7. אילו חששות יכולים להעלות אנשים המתנגדים להנדסה גנטית?

8. ציינו שלוש דוגמאות להנדסה גנטית שבוצעה בעבר:

דף עבודה – המעבדה של נייטיצ'ב תשובות

2. מהם פלסמידים?
מקטע DNA מעגלי קטן הנמצא בחיידקים ומכיל באופן טבעי תכונות מסוימות כגון עמידות לאנטיביוטיקה.

9. מדוע יחסית פשוט יותר להעביר תכונות חדשות לחיידקים? הסבירו.
כיוון שחיידקים נוטים להעביר מקטעי DNA מאחד לשני (פלסמידים) באופן טבעי ובכך להעביר תכונות זה לזה. אנו מנצלים עובדה זו כדי להחדיר תכונות רצויות לפלסמידים, ואז להחדיר את הפלסמידים לחיידקים.

3. כיצד ניתן להוסיף לפלסמיד תכונות חדשות?
ניתן לחתוך את הפלסמידים בעזרת אנזימי הגבלה ואז קטע DNA חדש יכול להיכנס באזור החתוך.

4. כיצד ניתן לגרום לפלסמיד להיכנס לחיידקים?
בעזרת תהליך של מעבר חד בין טמפ' נמוכה (קרח) לומפ' גבוהה (42 מעלות). תהליך זה נקרא "שוק חום" והוא גורם להתרחבות רגעית של קרום החיידק ולהכנסת הפלסמיד.

5. כיצד ניתן לדעת שהפלסמיד אכן נכנס לחיידקים ומדוע זה עובד כך?
על-ידי הוספה של תכונה נראית לעין לפלסמיד – כגון זהירה בירוק בנכחות אור אולטרה סגול. כך כל חיידק שקלט את הפלסמיד יבטא את התכונה הנראית לעין.

6. על-ידי מי התגלה מבנה הDNA ובאיזו שנה?
ווטסון, קריק ופרנקלין ב1953.

7. באופן טבעי, היכן נמצאים חיידקי *Escherichia coli*, הידועים בנוחות העבודה איתם ואשר רבות מהתגליות בביולוגיה בסיסית התגלו בהם?
במעיים של יונקים (ובהם בני האדם).

8. אילו חששות יכולים להעלות אנשים המתנגדים להנדסה גנטית?
השבחה של בני אדם. העברת תכונות מסוכנות ויצירת נשק ביולוגי קטלני. (אלא הדוגמאות המופיעות במשחק, כמובן שיש עוד רבות אחרות...)

9. ציינו שלוש דוגמאות להנדסה גנטית שבוצעה בעבר:

חיידקיים מייצרי דיזל

אורז עם ויטמין A

עגבניות שלא קופאות

(במשחק ישנן דוגמאות נוספות: ביצי תרנגולת עם חלבונים תרופתיים, זרעים עקרים, יצורים זוהרים באור אולטרה סגול, חיסון אכיל בבנה, יתושים מונעי מחלות עזים המייצרות חלבון עכביש בחלב).

דף משוב למורה – המעבדה של נייטיצ'ב

1. איזה ביה"ס ואיזו כיתה?
2. כמה תלמידים שיחקו במשחק?
3. בהערכה גסה – איזה אחוז מהם סיים?
4. באיזו מידה הצליחו התלמידים לענות על דף העבודה?
5. באיזו מידה התלמידים נהנו?
6. כל משוב אחר שנראה רלוונטי:

בבקשה לשלוח משוב בחזרה ל: planariastd@gmail.com

תודה רבה!! ☺