📋 עיצוב בהשראת הטבע: איך קיפול מניפה מחזק נייר – ומה אפשר לעצב בעזרתו

כיתה ה' · 🎨 אומנות · 45 דק' · מערך שיעור למורה · לפי מעגל הלמידה

מטרה מרכזית: התלמידים/ות יסבירו מהו ביומימיקרי וינמקו, בעזרת נתוני ניסוי הגשר שערכו בקבוצה, כיצד קיפול מניפה משנה את הקשיחות של דף נייר בלי להוסיף חומר, ויעצבו סקיצה ואב־טיפוס ראשוני של מוצר לבית המבוסס על העיקרון.

מטרות אופרטיביות:

- התלמידים/ות יזהו בתצלומים של עלה דקל, קונכייה וכנף חרק מבנה של קפלים או תלמים, וישוו אותו למבנה של מוצר מעשה ידי אדם.
- התלמידים/ות יבצעו ניסוי הוגן (אותו דף, אותו מרחק בין ערימות הספרים, אותו סוג מטבע ואותה נקודת הנחה), ירשמו את התוצאות בטבלה וישרטטו גרף עמודות.
- התלמידים/ות ינסחו מסקנה במבנה "ככל ש... כך..." ויסבירו מדוע קיפול מניפה הופך את הנייר לקשיח יותר.
- התלמידים/ות ישרטטו סקיצה מתויגת של מוצר לבית (מעמד לטלפון, כלי לעפרונות או אהיל) המבוסס על קיפול מניפה, ויקפלו אב־טיפוס ראשוני מנייר.

עיגון בתוכנית הלימודים: אומנות ליסודי, כיתה ה' – עיצוב: צורה, מבנה וחומר; התבוננות בצורות מהטבע כמקור השראה לעיצוב, ותהליך עיצובי (סקיצה, אב־טיפוס, בדיקה ושיפור) בהוראה דיאלוגית המאפשרת ריבוי פתרונות. קישור למדע וטכנולוגיה: מבנים בטבע ותכנון ניסוי הוגן.

> „התוכנית מעודדת הוראה משתפת המבוססת על דיאלוג ועל סובלנות לריבוי דעות ופתרונות. הוראה המבוססת על דיאלוג תאפשר בחינה רחבה של נושאים, אמצעים ופרשנויות."

מקור: משרד החינוך – תוכנית הלימודים באומנות ליסודי – https://pop.education.gov.il/tchumey_daat/visual-art/elementary/pedagogy-of-visual-art/curriculum/

ידע קודם: קיפול נייר בסיסי (קיפול הלוך ושוב בקו ישר). · קריאת טבלה פשוטה ושרטוט גרף עמודות (נלמד במתמטיקה בכיתות ג'–ד'). · המושג "השערה" ושלבי חקר בסיסיים מתחום המדע.

מושגים: ביומימיקרי (עיצוב בהשראת הטבע) · מבנה · קשיחות · קיפול מניפה · ניסוי הוגן: גורם משתנה וגורמים קבועים · סקיצה · אב־טיפוס

חומרים: כרטיסיית החקר האישית מהעמוד "תחנת הטבע המהנדס" (סיפור הפתיחה, אתגר החקר, טבלת התצפיות, שרטוט הגרף ושאלות הסיכום) · דפי A4 – ארבעה דפים זהים לכל קבוצה · מטבעות מאותו סוג או אטבים זהים · ספרים לתמיכה (שתי ערימות בגובה זהה לכל קבוצה) וסרגל לקביעת מרחק קבוע · נעל או תיק עם סקוץ' (צמדנית) וזכוכיות מגדלות · תצלומים מוגדלים של זרעים קוצניים, עלה דקל, קונכייה וכנף חרק · קרטון משומש מקופסאות (לשיעור ההמשך) ומכונת החיתוך של בית הספר לחריצת קווי קיפול · כרזה עם מדדי ההצלחה ובנק מילים

בטיחות: מניחים את הספרים על השולחן ולא בקצהו; מטבעות ואטבים נאספים לקופסה בסוף הבדיקה; בשיעור ההמשך מכונת החיתוך מופעלת על ידי המורה בלבד.

הלימה: מטרה – פעילות – עדות

מטרה	פעילות	עדות להשגה
זיהוי מבנה קפלים בטבע והשוואה למוצר	פתיחה: השוואה בזכוכית מגדלת בין סקוץ' לזרעים קוצניים; התנסות: איתור קפלים ותלמים בתצלומים	תיאור בעל פה של הדמיון בין הזרעים לסקוץ' ובין עלה הדקל לדף המקופל; סימון הקפלים בתצלומים
ביצוע ניסוי הוגן, רישום בטבלה ושרטוט גרף עמודות	התנסות: בדיקת ארבעה גשרים (שטוח, 4, 8, 16 קפלים) ורישום בכרטיסייה	טבלת התצפיות וגרף העמודות בכרטיסייה, בדיקת המורה שהגורמים הקבועים נשמרו
ניסוח מסקנה והסבר מדוע קיפול מחזק	המשגה: הדגמת המורה, ניתוח משותף של גרף, ניסוח מסקנה במבנה "ככל ש... כך..."	המסקנה בכרטיסייה ושאלה 1 בכרטיס היציאה
סקיצה ואב־טיפוס של מוצר לבית בעיקרון קיפול מניפה	יישום: שרטוט סקיצה מתויגת וקיפול אב־טיפוס מנייר ובדיקה אם הוא עומד	הסקיצה והאב־טיפוס, משפט הנימוק "המוצר שלי משתמש בעיקרון ___ מהטבע כי ___"

מהלך השיעור

1. פתיחת המעגל – איתור ידע קודם **5 דק'**	*איתור ידע קודם ועורר סקרנות: מה אפשר ללמוד מהטבע לצורך עיצוב* 1. מעבירה בין הקבוצות נעל עם סקוץ' ותצלום מוגדל של זרעים קוצניים: "הסתכלו בזכוכית המגדלת על שני הדברים. מה דומה ביניהם?" 2. מספרת: "בשנות ה־40 של המאה ה־20 יצא המהנדס השווייצרי ז'ורז' דה מסטרל לטייל עם הכלב שלו. זרעים קוצניים נתפסו בבגדיו ובפרווה של הכלב. הוא בחן אותם וגילה ווים זעירים – ובעקבות זה פיתח את הסקוץ'." 3. מפנה לסיפור הפתיחה בכרטיסייה ושואלת: "מנחם שאל אם גם הקפלים בעלה הם פתרון של הטבע. מה אתם חושבים?" **התלמידים:** משווים בזכוכית מגדלת בין הסקוץ' לזרעים · קוראים את סיפור הפתיחה בכרטיסייה · משתפים דוגמאות לחפצים שמזכירים להם משהו מהטבע **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: "בשניהם יש ווים קטנים שנתפסים." • תפיסה שגויה: "הממציא העתיק את הזרע בדיוק כמו שהוא." ← תגובת המורה: "הוא לא העתיק את הזרע, הוא הבין את העיקרון – ווים שנאחזים בלולאות – ויצר ממנו מוצר חדש מחומר אחר. זה ההבדל בין העתקה להשראה."

2. התנסות **12 דק'**	*התנסות לפני הגדרה: תצפית במבנים מהטבע וניסוי הוגן בגשרי נייר* 1. מראה תצלומים של עלה דקל, קונכייה וכנף חרק: "חפשו בכל תמונה קפלים או תלמים וסמנו אותם באצבע." 2. מציגה את אתגר החקר מהכרטיסייה ומבקשת לכתוב השערה בסעיף 1: "אני משער/ת ש... כי..." 3. קובעת את התנאים הקבועים בקול: "כל הקבוצות: מרחק של 15 ס"מ בין ערימות הספרים, אותו סוג מטבע, ומניחים כל מטבע במרכז הגשר. מה משתנה בכל בדיקה?" 4. עוברת בין הקבוצות ובודקת שהמרחק והמטבעות נשמרים, ושואלת: "אם קבוצה אחת תשים את המטבעות בקצה – האם נוכל להשוות?" **התלמידים:** מסמנים קפלים ותלמים בתצלומים · כותבים השערה מנומקת בכרטיסייה · בונים ובודקים ארבעה גשרים: דף שטוח, 4, 8 ו־16 קפלים (קיפול מניפה), מוסיפים מטבע אחר מטבע עד שהגשר קורס · רושמים בטבלת התצפיות את מספר המטבעות ומה ראו כשהגשר קרס **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: "מה שמשתנה זה רק מספר הקפלים." • תפיסה שגויה: "הגשר המקופל חזק יותר כי יש בו יותר נייר." ← תגובת המורה: "בואו נבדוק: לכל הגשרים השתמשנו באותו דף בדיוק. כמות הנייר לא השתנתה – רק הצורה שלו." • תפיסה שגויה: "לא משנה איפה שמים את המטבעות." ← תגובת המורה: "נסו להניח מטבע אחד בקצה ואחד במרכז – מה קורה? לכן קבענו נקודה אחת לכולם." **שאלות מסדר חשיבה גבוה:** • מדוע חשוב שכל הקבוצות ישתמשו באותו מרחק ובאותו סוג מטבע? מה יקרה לתוצאות אם לא? 🎬 **סרטון:** שיעור אמנות עם המורה גילעד - מבנה תלת מימדי מתקפל (אסתר כהן תעיזי) youtube.com/watch?v=5d1rgyxdz6l
3. המשגה **10 דק'**	*המשגה: מהנתונים להגדרה של קשיחות, קיפול מניפה וביומימיקרי, בהוראה מפורשת* 1. אני מדגימה: "אני משרטטת על הלוח גרף עמודות לפי הטבלה של קבוצה אחת: על הציר האופקי – מספר הקפלים, על הציר האנכי – מספר המטבעות. לכל גשר עמודה אחת בגובה התוצאה." 2. אני מדגימה: מחזיקה דף שטוח ודף מקופל במאוזן: "הדף השטוח מתכופף מיד. בדף המקופל כל קפל יוצר דופן קטנה שעומדת לגובה, והדפנות יחד מחזיקות את הנייר כך שקשה לכופף אותו. לתכונה הזאת קוראים קשיחות." 3. נעשה יחד: "נקרא יחד את הגרף שעל הלוח. איזו עמודה הכי נמוכה? איזו הכי גבוהה? נשלים יחד: ככל ש... כך..." 4. עכשיו לבד: "כל קבוצה משרטטת בכרטיסייה גרף עמודות לפי הטבלה שלה וכותבת מסקנה." 5. מגדירה בעקבות הממצאים: "ביומימיקרי הוא עיצוב שלומד מהמבנים ומהפתרונות שקיימים בטבע ומשתמש בעיקרון שלהם. גם עלה הדקל מקופל כמו מניפה – וכך הוא קשיח יחסית לעובי שלו." 6. שואלת: "בקבוצה שלנו גשר 16 הקפלים לא החזיק יותר מגשר 8 הקפלים. איך אפשר להסביר את זה?" **התלמידים:** צופים בהדגמה ומשתתפים בקריאת הגרף המשותף · משרטטים גרף עמודות בכרטיסייה · מנסחים מסקנה במבנה "ככל ש... כך..." · משווים בין הגרפים של הקבוצות **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: "ככל שיש יותר קפלים, כך הגשר מחזיק יותר מטבעות." • תשובה צפויה מעמיקה: "ב־16 קפלים כל קפל נמוך וצר יותר, אז הדפנות קטנות ולפעמים זה פחות טוב." • תפיסה שגויה: "תמיד – יותר קפלים זה יותר חזק." ← תגובת המורה: "בואו נבדוק בכל הגרפים בכיתה. האם בכולם העמודה של 16 היא הגבוהה ביותר? כשמקפלים הרבה, כל קפל נעשה נמוך יותר. לכן מעצבים מחפשים את המספר המתאים, לא את המספר הגדול ביותר." **שאלות מסדר חשיבה גבוה:** • השוו בין הגרפים של שתי קבוצות: אם התוצאות שונות, מה יכולות להיות הסיבות? • הסבירו: מדוע הטבע 'בחר' בעלה מקופל ולא בעלה עבה יותר?

4. יישום – ביצועי הבנה **12 דק'**	*ביצוע הבנה בהקשר חדש: עיצוב מוצר לבית לפי עיקרון קיפול המניפה* 1. מציגה את המשימה: "עצבו מוצר לבית שמשתמש בקיפול מניפה: מעמד לטלפון, כלי לעפרונות או אהיל. שרטטו סקיצה, תייגו בחץ איפה נמצאים הקפלים וכתבו מה הם עושים." 2. מדגימה במהירות סקיצה מתויגת על הלוח: "כאן הקפלים – כדי שהדופן תעמוד ולא תקרוס." 3. מנחה: "אחרי הסקיצה קפלו אב־טיפוס מדף A4 ובדקו: האם הוא עומד? האם הוא מחזיק עיפרון או טלפון?" 4. מסבירה: "בשיעור הבא נבנה את המוצר מקרטון משומש. מכונת החיתוך תחריץ את קווי הקיפול, ונשווה בין קיפול ביד לקיפול לפי החריצים." **התלמידים:** משרטטים סקיצה מתויגת · מקפלים אב־טיפוס ראשוני מנייר ובודקים אותו · כותבים משפט נימוק: "המוצר שלי משתמש בעיקרון ___ מהטבע כי ___" **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: "מעמד לטלפון עם קפלים בגב כדי שלא ייפול." • תפיסה שגויה: "אקשט את המוצר בציור של עלה וזה ביומימיקרי." ← תגובת המורה: "ציור של עלה הוא קישוט. ביומימיקרי הוא שימוש בעיקרון שהעלה משתמש בו. איזה עיקרון מהטבע עובד במוצר שלך?" **שאלות מסדר חשיבה גבוה:** • איך תשנו את העיצוב אם המוצר צריך להחזיק משקל כבד יותר? נמקו לפי תוצאות הניסוי.
5. סגירת המעגל – הערכה וסיכום **6 דק'**	*סיכום, רפלקציה וכרטיס יציאה הבודק את המטרה המרכזית* 1. מבקשת משתי קבוצות להציג במשפט אחד את המוצר ואת העיקרון מהטבע שהוא מנצל. 2. שואלת לרפלקציה (שאלות הסיכום בכרטיסייה): "מה למדתי מהטבע היום, ואיך הניסוי שלנו הראה את זה?" "איזו בעיה בבית הייתי רוצה לפתור בהשראת צמח או בעל חיים?" 3. מחלקת כרטיס יציאה ומפנה למדדי ההצלחה שעל הכרזה. **התלמידים:** מציגים בקצרה · עונים על שאלות הסיכום בכרטיסייה · ממלאים כרטיס יציאה **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: "למדתי שצורה יכולה לחזק בלי להוסיף חומר." • תפיסה שגויה: "ביומימיקרי זה לעשות דברים מחומרים מהטבע." ← תגובת המורה: "הסקוץ' עשוי מפלסטיק, ובכל זאת הוא ביומימיקרי. מה לקחנו מהטבע – את החומר או את הרעיון?" **כרטיס יציאה:** מהו ביומימיקרי? כתבו הגדרה במשפט אחד, ונמקו בעזרת התוצאות של הגשרים שלכם מדוע קיפול מניפה מחזק דף נייר. • ההגדרה מציינת שלמידה מהטבע היא של עיקרון או מבנה (ולא של חומר) לצורך עיצוב. • הנימוק מתבסס על נתון מהניסוי (מספר מטבעות של גשר שטוח לעומת גשר מקופל). • ההסבר מציין שהצורה השתנתה ולא כמות הנייר. תלמידים/ות שעמדו בכל הקריטריונים יתחילו בשיעור הבא מיד בבניית המוצר מקרטון. לתלמידים/ות שחסר להם הנימוק מהנתונים – פתיחה של 5 דקות בקבוצה קטנה עם הגרף ומשפט הפתיחה "ככל ש... כך..."; לתלמידים/ות שהגדירו ביומימיקרי כשימוש בחומר מהטבע – השוואה קצרה בין זרע קוצני לסקוץ' לפני הבנייה.

התאמה לשונות

תמיכה	• כרטיסייה עם טבלה מוכנה ושלושה גשרים בלבד (שטוח, 4 קפלים, 8 קפלים). • דף מקופל לדוגמה שהמורה הכינה מראש, להעתקת קיפול המניפה. • משפטי פתיחה: "אני משער/ת ש... כי..."; "ככל ש... כך..."; "המוצר שלי משתמש בעיקרון ___ מהטבע כי ___". • בנק מילים על הכרזה: ביומימיקרי, קשיחות, קפל, מבנה, סקיצה, אב־טיפוס. • צירי גרף משורטטים מראש עם שנתות.
ליבה	• ניסוי בארבעה גשרים, גרף עמודות, מסקנה וסקיצה מתויגת עם אב־טיפוס מנייר.
העשרה	• לבדוק צורות גשר אחרות באותו דף (גליל, משולש) ולהסביר לפי הגרף איזו צורה יעילה יותר ומדוע. • לחשב פי כמה החזיק הגשר המקופל הטוב ביותר לעומת הגשר השטוח, ולנסח טענה מנומקת. • לחקור דוגמה נוספת לביומימיקרי (למשל חרטום רכבת בהשראת מקור של שלדג) ולהציג לכיתה את העיקרון מהטבע ואת הבעיה שהוא פתר.

מחוון

- ניסוי הוגן: הגורמים הקבועים נשמרו, והתוצאות רשומות בטבלה במלואן.
- גרף עמודות: צירים מתויגים ועמודות בגובה התואם את הטבלה.
- מסקנה מנומקת: "ככל ש... כך..." עם התבססות על הנתונים.
- עיצוב: סקיצה מתויגת ואב־טיפוס שעומד, עם נימוק לעיקרון מהטבע שבו המוצר משתמש.

רב-תחומיות

- מדע וטכנולוגיה: התלמידים/ות מתכננים ניסוי הוגן – גורם משתנה אחד (מספר הקפלים) וגורמים קבועים (דף, מרחק, סוג מטבע, נקודת הנחה) – ומסיקים מסקנה מנתונים, וכן מתבוננים במבנים בטבע כפתרונות הנדסיים.
- מתמטיקה: התלמידים/ות סופרים מטבעות, משרטטים גרף עמודות עם צירים מתויגים, קוראים אותו ומשווים פי כמה החזיק הגשר המקופל לעומת השטוח.

🎨 אומנות · כיתה ה' · כרטיסיית חקר אישית

🌿 שיעור בהשראות הטבע: קיפול שאחנק

🧭 תחנה: תחנת הטבע האהנדס

שם: _____ תאריך: _____

✉️ שלום תלמידים יקרים!

אנחם ושניצה חברו אטיות בשדה, והשרביים שלהם היו אלאוים צרעים קוצניים.

"הם נדבקים כאו סקוע!" צחקה שניצה.

האורה סיפרה שפה בדיוק אה שקרה לאאביו הסקוע": צרעים כאולה נתפסו בשבדיו ובפרוות הכלב שלו, והוא החלים לחקות אוותם.

אנחם הסתכל על שלה דקל אקופל ושאל: "אולי גם הקפלים בשלה הם פתרון של הטבע?"

בתחנה הבאות נאאד אהטבע ונבדוק אות הרעיון בשאנו.

🔎 אתגר החקר

כיצד אשפיע אספר הקפלים בדף נייר על כאות האשקל שהוא יכול לשאת?

🎯 מיומנות השיעור: תכנון מערך מחקר · 🧩 הכלי שלנו: גרף עמודות – הגרף מראה במבט אחד את הקשר בין מספר הקפלים לחוזק, ובעתיד נשתמש בו כדי להשוות תוצאות בכל מקצוע.

🧰 הציוד הנדרש

- דפי A4
- מטבעות או אוטבים לשקילה
- ספרים לתאיכה
- קרטון אאוחבר
- בכוכית אדידת
- תלוואים של שלים, קונכיות וכפיים

🪜 מהלך החקר

1. **שערו: אויבה "בשר" נייר ישאו הכי הרבה מטבעות – שטוח, שם 4, שם 8 או שם 16 קפלים? נאקו.**
2. בנו בשר אדף A4 בין שתי ערימות ספרים בשאותו ארחק בכל הבדיקות.
3. הוסיפו מטבעות אוחד אוחד שד שהבשר קורס, וספרו.
4. רשאו בטבלה אות התוצאה של כל סוג בשר.
5. שרטטו ברף עמודות לפי הטבלה.
6. כתבו אסקנה: אה הקשר בין אספר הקפלים לחוזק הבשר?

📋 טבלת תצפיות ותיעוד

מספר קפלים	השערה: כמה מטבעות	כמה מטבעות נשאו בפועל	מה ראינו כשקרס

1 השערה: כיצד שפיץ מספר הקפלים על כוחות המשקל שהגשר יחזיק? נמקו.

אני משער/ת ש

.....

כי

.....

2 בדקו כל גשר ורשמו את מספר המטבעות שבו שקרס.

מספר קפלים	מספר מטבעות

3 שרטטו גרף עמודות לפי הטבלה.

❓ שאלות חקר וסיכום

1. מה למדתי מהטבע היום, ואיך הניסוי שלנו הראה את זה?

2. איפו בעיה בבית הייתי רוצה לפתור בהשראת 3מח או בעל חיים?

היבש שלמדתי היום הוא _____

חותמת פיצוח!
אישור המדריכה