

מגלים: גופים ארכימדיים בטבע

שכבת גיל

חטיבה עליונה

תקציר הפעילות

בפעילות זו התלמידים יכירו שתי משפחות של גופים מרחביים – הפאונים האפלטוניים והפאונים הארכימדיים. בפרט, התלמידים יראו כי מבנים אלו מופיעים בטבע במקומות רבים, כגון מולקולות, נגיפים, מינרלים, ועוד. הפעילות מחברת בין הנושא "גיאומטריה במרחב" ובין מבנים מולקולריים בכימיה. לא נדרש ידע קודם בכימיה, אם כי הוא יכול לעזור. הפעילות מתאימה להעשרה ולהעמקה.

משך הפעילות

שני שיעורים

מטרות הפעילות

- להעמיק את הידע בגיאומטריה במרחב.
- להכיר משפחות של פאונים.
- לחזק קשרים בין מתמטיקה למדעים אחרים (בעיקר כימיה).

מושגים מתוכנית הלימודים

צלע, מקצוע, מצולע, פאון, קוביה

מיומנויות

יצירתיות; הבניית ידע; יישום ידע; שיתוף פעולה; בניית טיעון; חיפוש מידע

אופי הלמידה

זוגות; כיתתי

סוג הפעילות

פעילות לפתיחת הנושא; פעילות לסיכום הנושא

קישורים לסרטונים ולכתבות

הסרטון הבא:

· " איך לבנות כדורגל מנייר ללא דבק": <http://bit.ly/362PAXR>

הכתבה הבאה:

· "איך לבנות כדורגל מנייר": <https://goo.gl/KkVPno>

הכנות לקראת הפעילות

- לדאוג לגישה לאינטרנט של התלמידים, כדי שיוכלו לבצע את המטלות של חיפוש מידע.
- כדאי לחלק את התלמידים לזוגות.
- לבניית פאון מנייר (בסעיף 2 ד') – מספריים והדפסת הדגמים לגזירה מתוך [חוברת הפאונים](#).

מה עושים?

חלקו את התלמידים לעבודה בזוגות.

לפעמים קשה להאמין שהיהלום והגרפיט בעיפרון עשויים שניהם מאותו יסוד כימי – פחמן. ההבדל בתכונות של שני החומרים האלו – ובפרט בחוזק שלהם – קשור למבנה המרחבי שיוצרים אטומי הפחמן.

1. באיור הבא מוצגים ארבעה גופים, מבנים מרחביים שאטומי הפחמן יכולים ליצור בטבע. כל נקודה מייצגת אטום בודד, והקו המחבר בין שני אטומים מתאר קשר ביניהם – חזק (קו רציף) או חלש (קו מקווקו).

א. תארו כל אחד מהמבנים, הן את הצורה המרחבית והן את המצולעים המרכיבים אותה.

מבנה 1 מורכב משכבות שטוחות של משושים. השכבות מחוברות זו לזו בקשרים חלשים.

מבנה 2 מורכב מארבעונים: כל אטום מחובר לארבעה אטומים אחרים.

מבנה 3 הוא גליל: שכבה שטוחה של משושים (ומחומש אחד), ששתיים משפתיה חוברו זה לזה.

מבנה 4 הוא פאון המורכב ממחומשים וממשושים, בדומה לכדורגל.

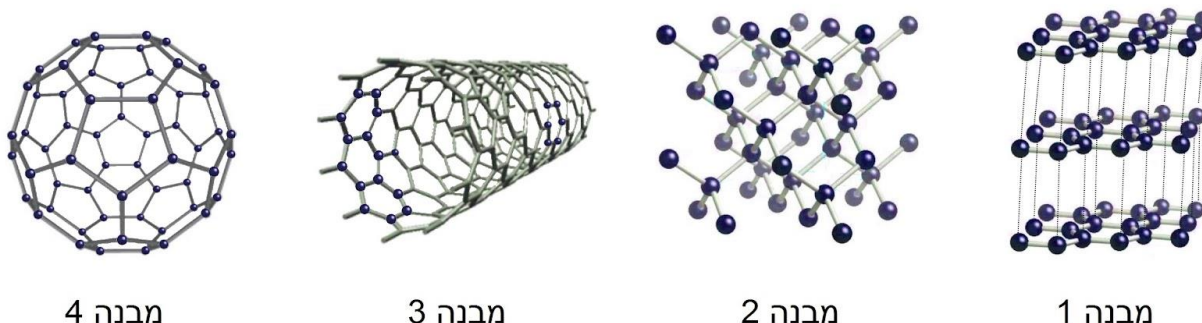
ב. הציעו דירוג של חוזק המבנים לפי סוג המבנה, ונמקו את בחירתכם.

מבנה 1 מתאר **גרפיט** והוא החלש ביותר. קל מאוד להפריד בין השכבות, כי הקשרים ביניהן חלשים, ואכן הגרפיט בעיפרון נשבר בקלות.

מבנה 2 מתאר **יהלום**, שהוא המינרל הקשה ביותר בטבע.

מבנה 3 מתאר **צינור ננו-פחמני**, שיכול להימתח ולהתרחב אך אינו קשה כמו יהלום.

מבנה 4 מתאר **פולרן** (Fullerene), או כדור באקי. הוא מכופף יותר ממבנים 2,3 ובעל חלל גדול ולכן גם פחות קשה מהיהלום ומהצינור הננו-פחמני.



ג. ארבעת המבנים האלו הם דוגמאות לאלוטרופים (Allotropes) של פחמן. כמה מבנים כאלו התגלו עד כה? מהם שמות ארבעת האלוטרופים המופיעים באיור לעיל?

כדי לענות על שאלה זו על התלמידים לחפש מידע ברשת. סביר שיעזרו בוויקיפדיה, ולכן בסעיף זה ניתן להם השם המדויק של המבנים. סה"כ ידועים כארבעים אלוטרופים של פחמן. אלה שמות ארבעת האלוטרופים שבאיור לעיל: גרפיט (Graphite), יהלום (Diamond), צינור ננו-פחמני (Carbon nanotube), ובאקמינסטרפולרן C_{60} (או C_{60} buckminsterfullerene), שנקרא על שם האדריכל האמריקני באקמינסטר פולר.

2. כדור באקי (פולרן), שראינו למעלה בתור מולקולה כדורית שמורכבת מ-60 אטומי פחמן, הוא פאון המורכב ממשושים משוכללים וממחומשים משוכללים, שלשניהם אותו אורך צלע. זהו סוג של פאון ארכימדי.

א. מהו פאון ארכימדי ובמה הוא דומה לפאון אפלטוני או שונה ממנו?
פאון ארכימדי הוא פאון המורכב משני סוגים או יותר של מצולעים, בעוד פאון אפלטוני בנוי מסוג יחיד של מצולע משוכלל, והוא בעל צורה סימטרית. בשני סוגי הפאונים כל המצולעים הם בעלי אותו אורך צלע.

ב. כמה פאונים (תלת-ממדיים) מכל סוג קיימים?
קיימים חמישה גופים אפלטוניים תלת-ממדיים – ארבעון (טֶטְרָהֶדֶר), קובייה, תִּמְנִיּוֹן (אוקטהדרון), תריסרון (דודקהדרון), עשרימון (איקוסהדרון).
קיימים 13 גופים ארכימדיים תלת-ממדיים. אפשר לקבל חמישה מתוכם גם על ידי "קטימה" של הגופים האפלטוניים. ראו הרחבה בשאלה 3.

ג. על שם מי נקרא כל סוג פאון?
הפאונים האפלטוניים קרויים על שמו של המתמטיקאי והפילוסוף היווני אפלטון (428–348 לפני הספירה), שראה בהם את סמל היופי המושלם.
הפאונים הארכימדיים קרויים על שמו של המתמטיקאי והממציא היווני ארכימדס (287–212 לפני הספירה), שבדומה לאמנים רבים ראה בהם צורות טהורות.

ד. בחרו דגם אחד של פאון ארכימדי מתוך [חוברת הפאונים](#), ובנו אותו מנייר. תוכלו לראות דוגמה לפאון כזה [בסרטון הזה](#).

3. מינרלים רבים בטבע מסודרים בצורה של פאונים ארכימדיים. השלימו את הטבלה הבאה עבור כל אחד מהפאונים.

כדאי להסביר לתלמידים את שמות הגופים השונים. למשל, ביונייט איקוסי = 20, דו-דקא = 12.

	שם הפאון	כמה מצולעים מכל סוג?	שימושים בטבע, בתרבות ובתעשייה
1	ארבעון קטום	4 משולשים, 4 משושים	הפאזל Tetraminx
2	קובייה קטומה	8 משולשים, 6 מתומנים	המינרל Pharmacosiderite
3	תמניון קטום	8 משושים, 6 ריבועים	גבישים של המינרל Faujasite
4	קובוקטהדרון (Cuboctahedron)	8 משולשים, 6 ריבועים	פסטיבל פנסי השמן Vesak Kudu בסרי לנקה
5	קובוקטהדרון קטום	12 ריבועים, 8 משושים, 6 מתומנים	חלק ממולקולת Calixarene
6	רומביקובוקטהדרון (Rhombicuboctahedron)	18 ריבועים, 8 משולשים	מבנה גבישי של קרבווקסילט
7	דודקהדרון קטום	20 משולשים, 12 מעושרים	קליפת חלבון (קפסיד) של נגיף CPMV
8	איקוסידהדרון קטום	20 משושים, 12 מחומשים	כדור באקי (באקמינסטרפולרן C_{60})
9	איקוסיידודקהדרון	20 משולשים, 12 מחומשים	קאל-טו, משחק היגיון וולקני ב"מסע בין כוכבים"
10	קובייה מסותתת (Snub cube)	32 משולשים, 6 ריבועים	מבנה מרחבי של חלבון TRAP
11	איקוסיידודקהדרון קטום	30 ריבועים, 20 משושים, 12 מעושרים	קליפת חלבון של נגיף Pariacoto (PaV)
12	רומביקוסיידודקהדרון (Rhombicosidodecahedron)	30 ריבועים, 20 משולשים, 12 מחומשים	מולקולת פלדיום Pd_{60}
13	דודקהדרון מסותת	80 משולשים, 12 מחומשים	מבנה אפשרי של זהב ($I-Au_{60}$)