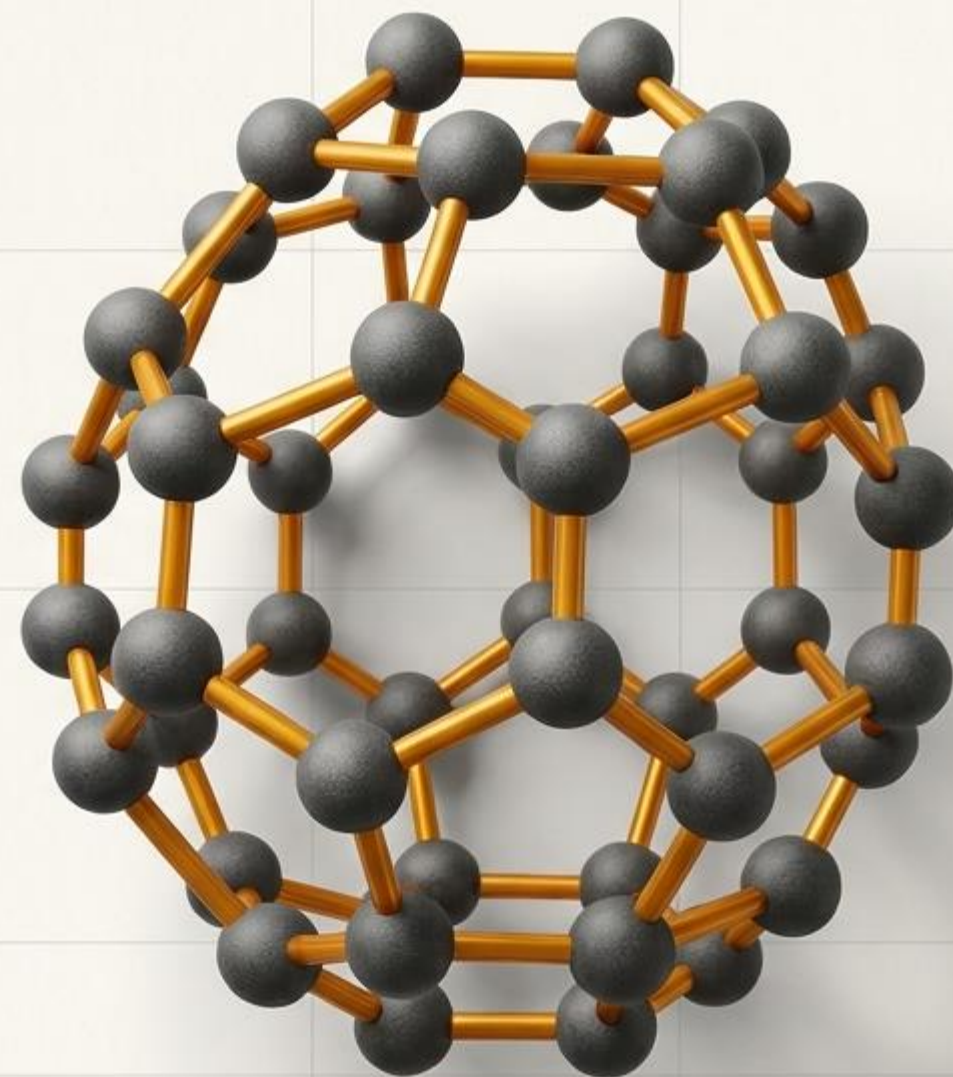
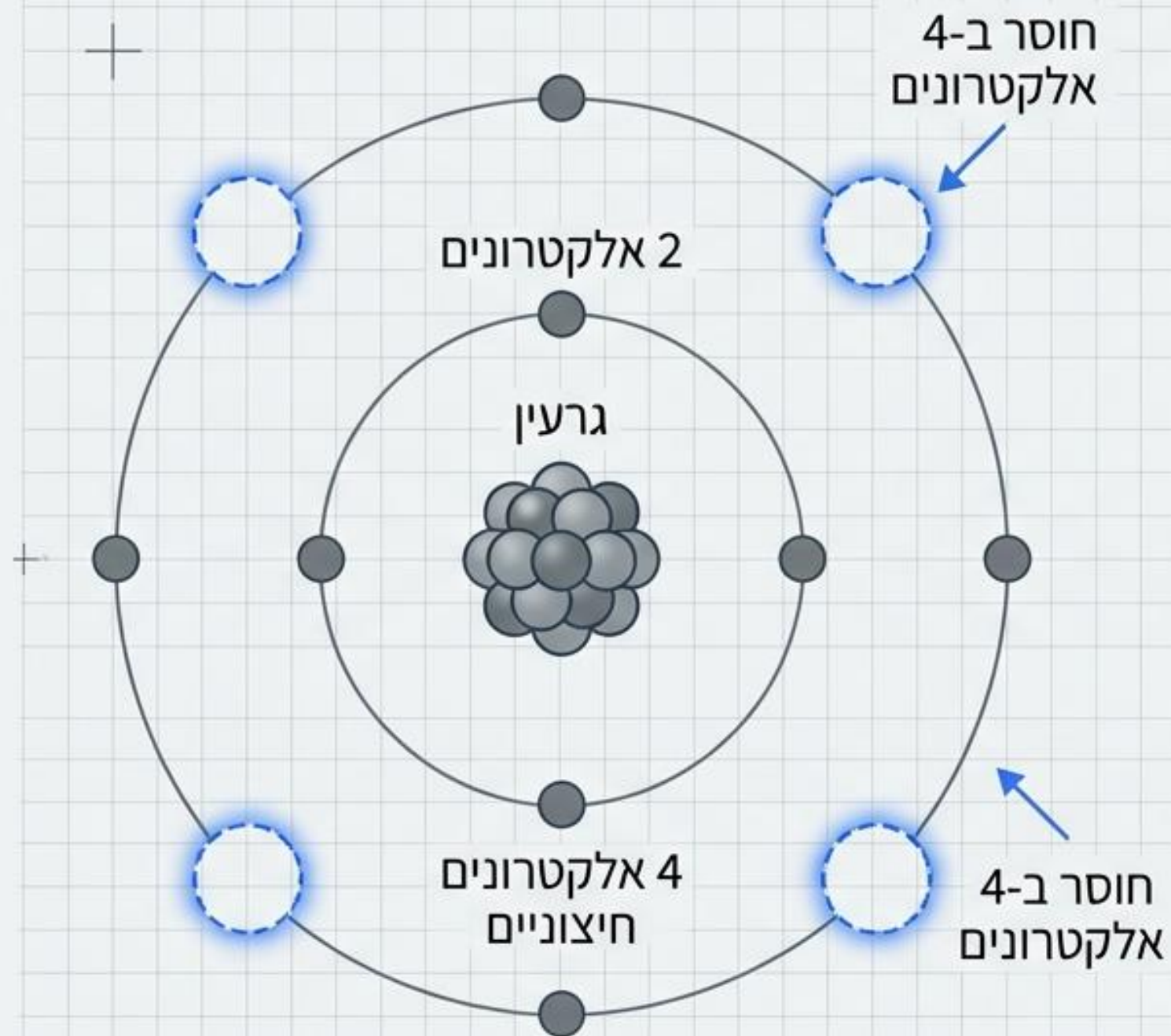




מולקולת פחמן –
מכדור זעיר לעולם
שלם של חומרים

הכירו את כדור באק' C_{60}

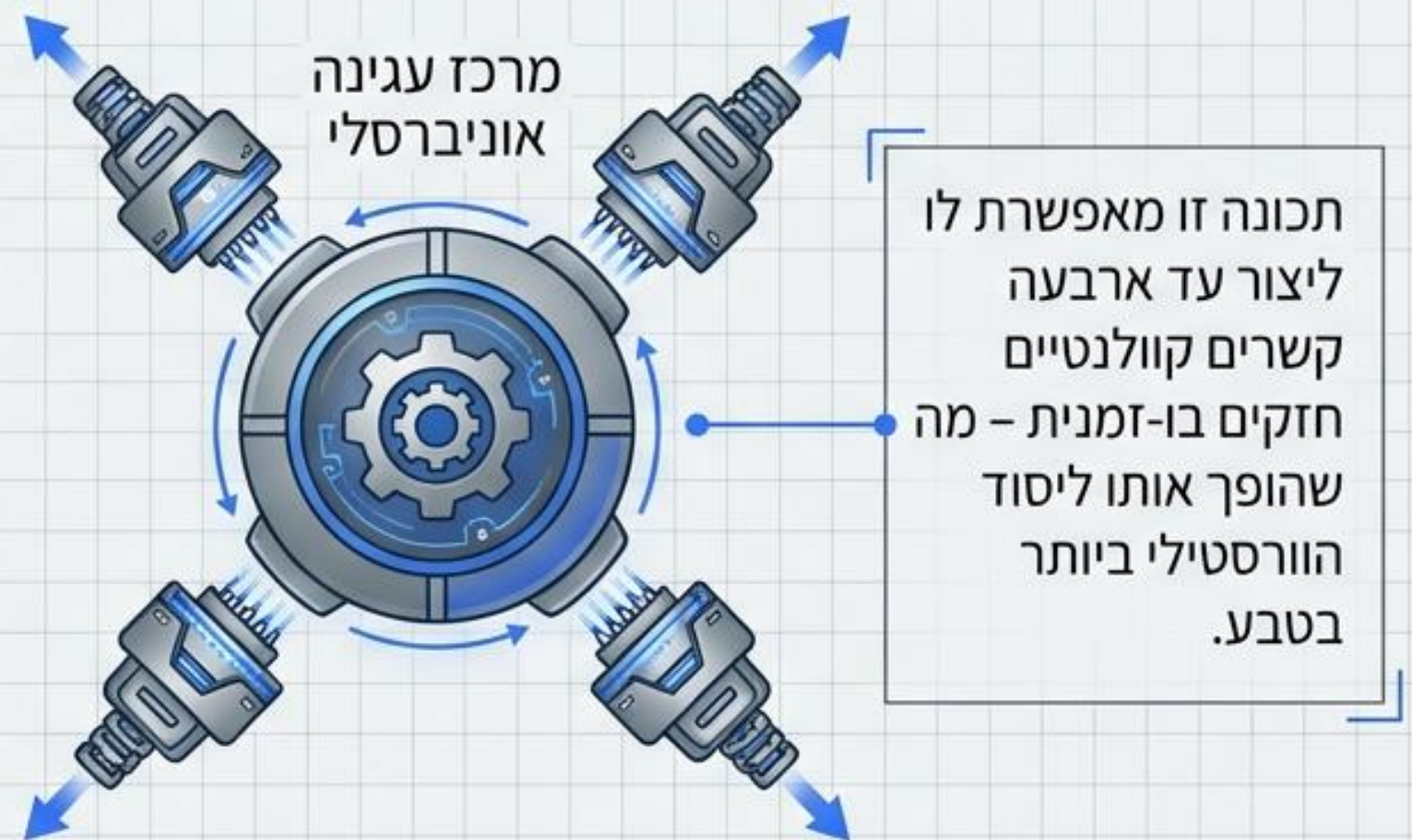




אטום פחמן (C)

חיפוש מתמיד אחר השלמה

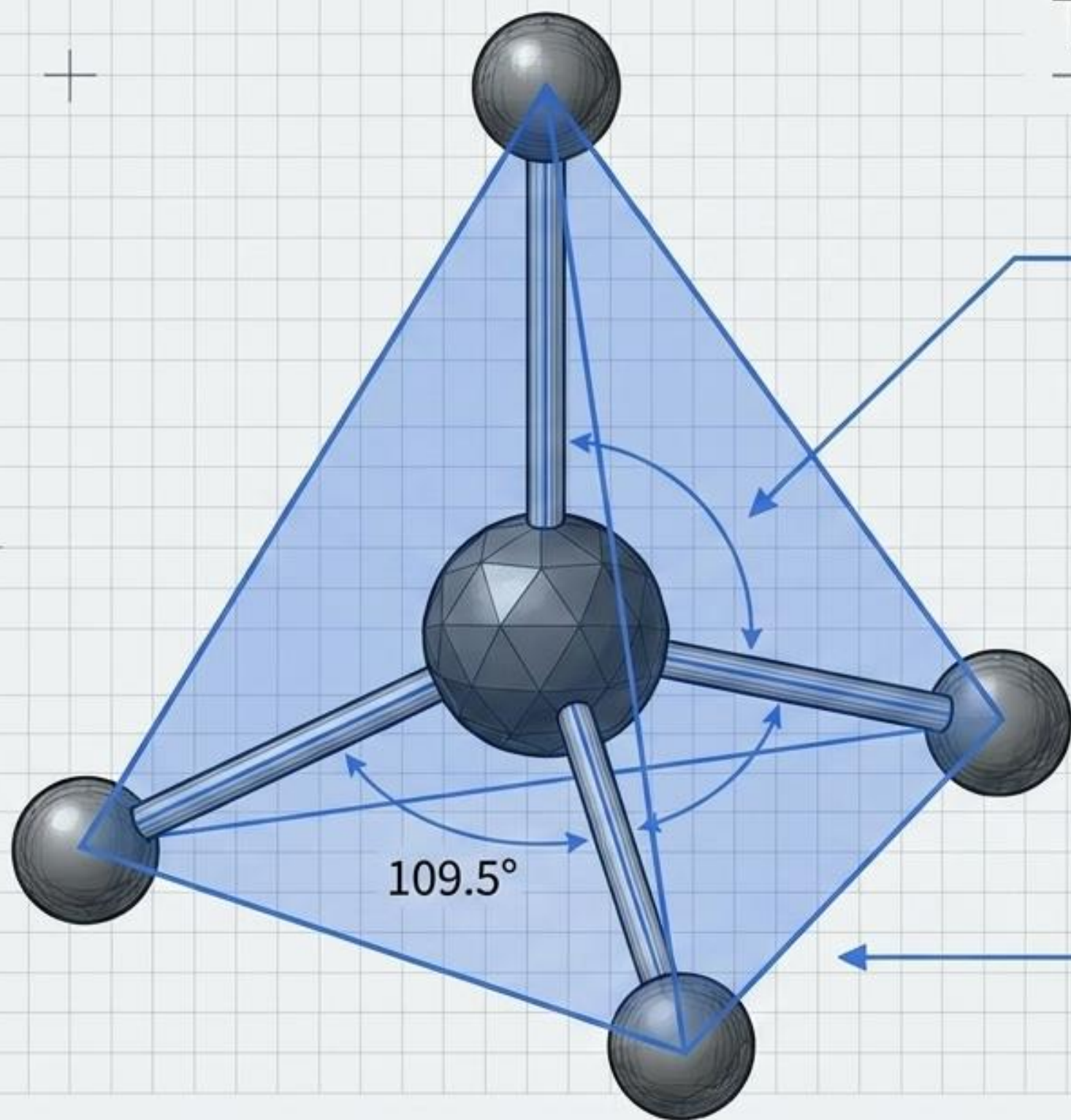
אטום הפחמן (מספר אטומי 6) מכיל 4 אלקטרונים בקליפה החיצונית שלו. כדי להגיע ליציבות (כלל השמינייה), עליו למצוא עוד 4 אלקטרונים.





כל דבר סביבנו – השולחן, המים, והגוף שלנו – בנוי מהחלקיקים הזעירים האלו.

הטראדר: פחמן בתלת-ממד



פריסה מרחבית: האלקטרונים דוחים זה את זה ומתרחקים לזווית מקסימלית של 109.5 מעלות.

יסודות תלת-ממדיים:
בניגוד לציורים דו-ממדיים בספרי לימוד, הפחמן בונה נפח. צורה גיאומטרית זו היא הבסיס למבנים המרחביים של כל החלבונים וה-DNA בגופנו.

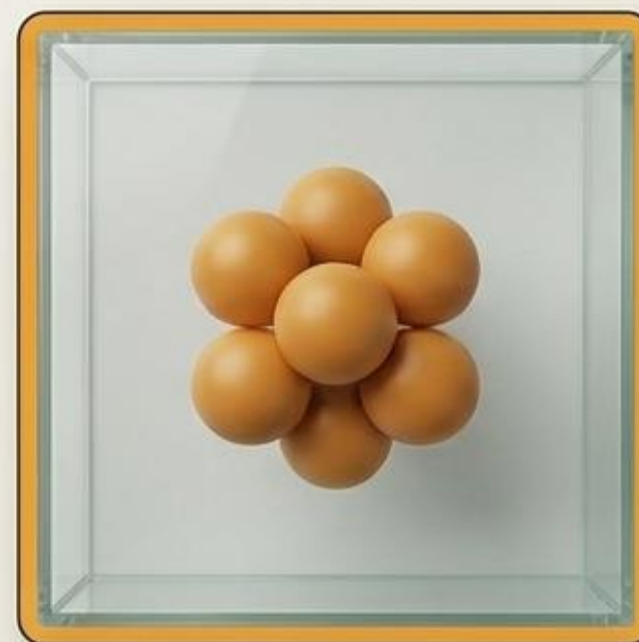
תעודת הזהות של החומר: היסוד



מימן = פרוטון 1



חמצן = 8 פרוטונים

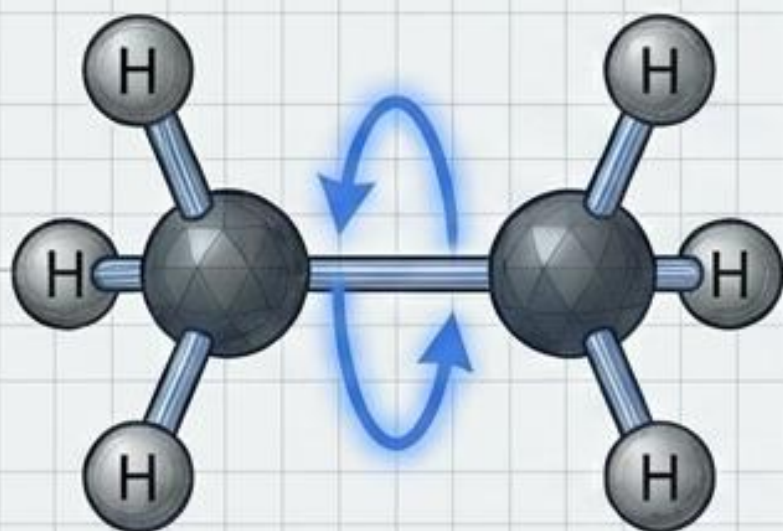


פחמן = 6 פרוטונים

יסוד הוא חומר שבו לכל האטומים יש בדיוק את אותו מספר פרוטונים בגרעין.

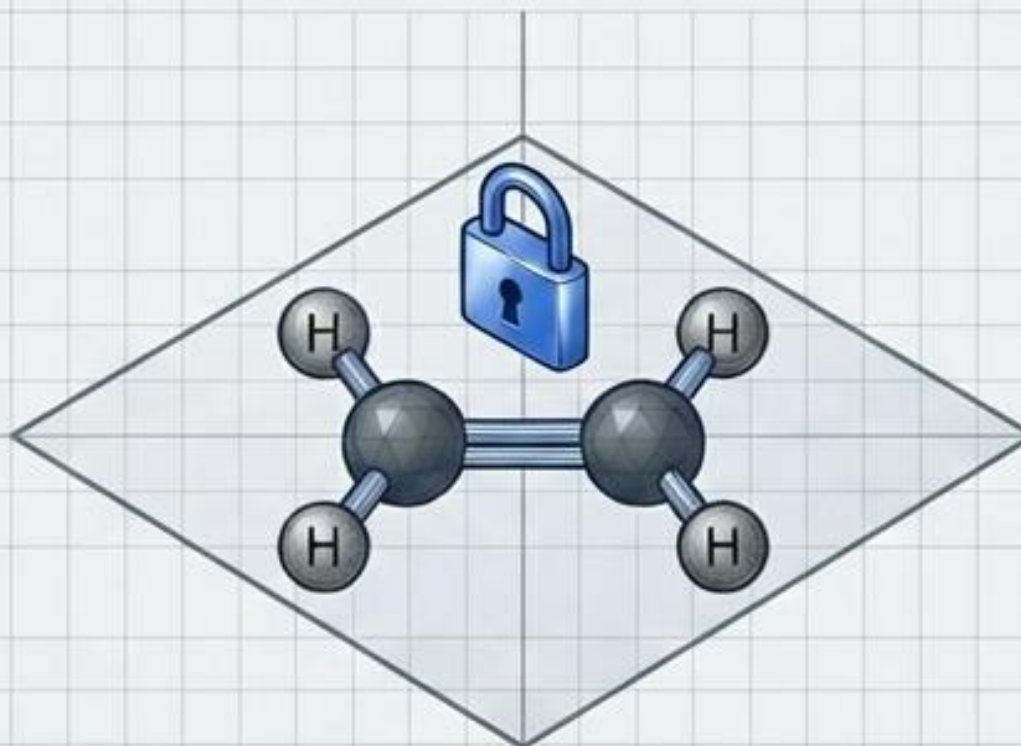
גמישות מול קשיחות: הנדסת קשרים

קשר יחיד



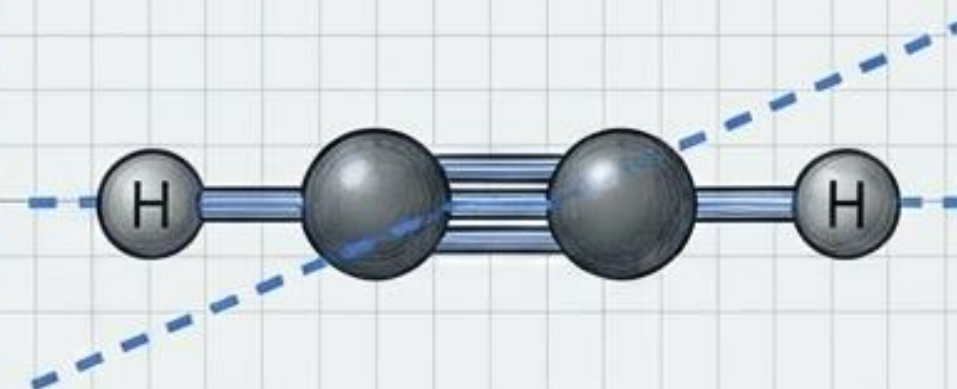
חופש תנועה. קשר יחיד מאפשר סיבוב חופשי סביב ציר הקשר. צורה מרחבית: טטראדר.

קשר כפול



נעול ומישורי. הקשר הכפול מונע סיבוב ונועל את האטומים במקומם. צורה מרחבית: מישורית.

קשר משולש



ישר וחזק. הקשר המשולש יוצר מבנה קשיח וקווי. צורה מרחבית: ליניארית.

מפת אבני הבניין של הטבע

6

C

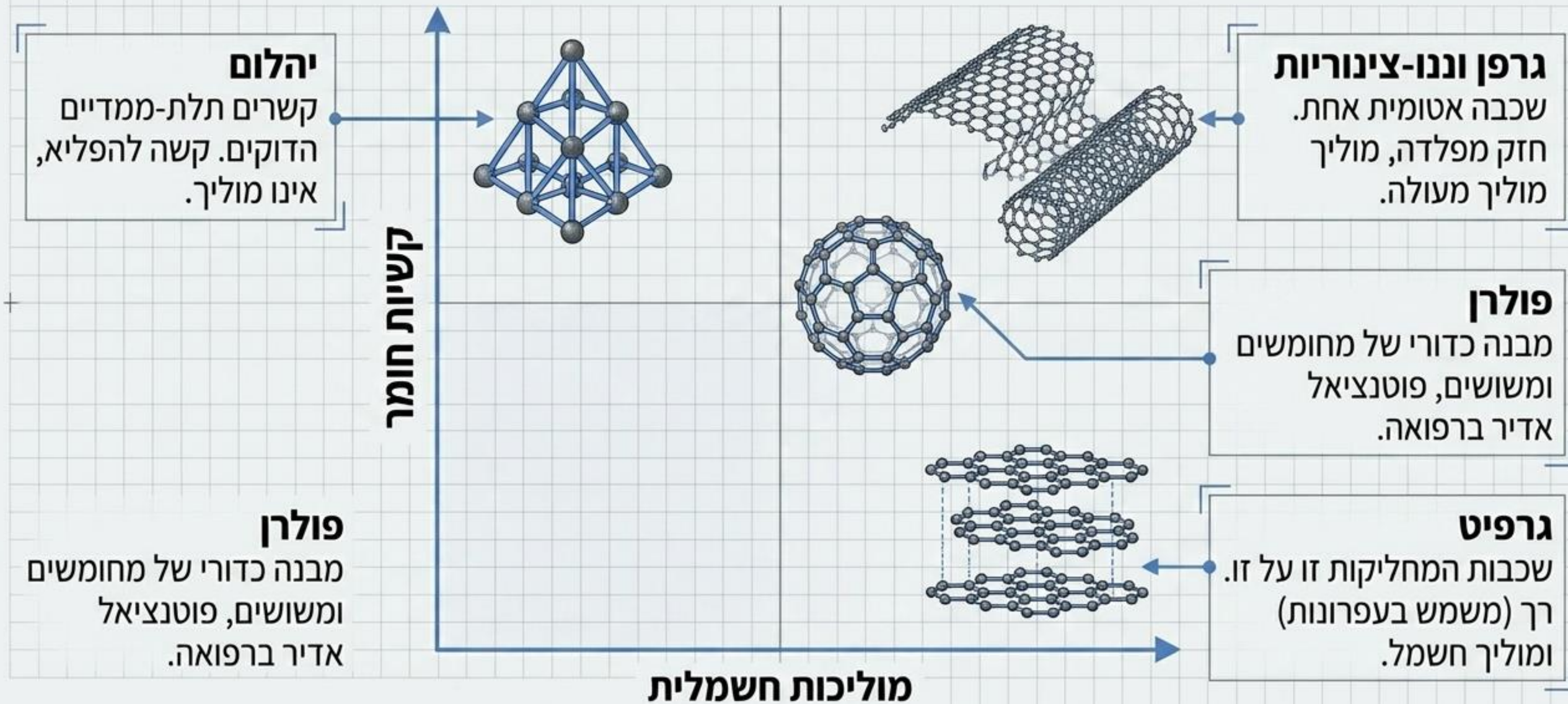
פחמן

26.355

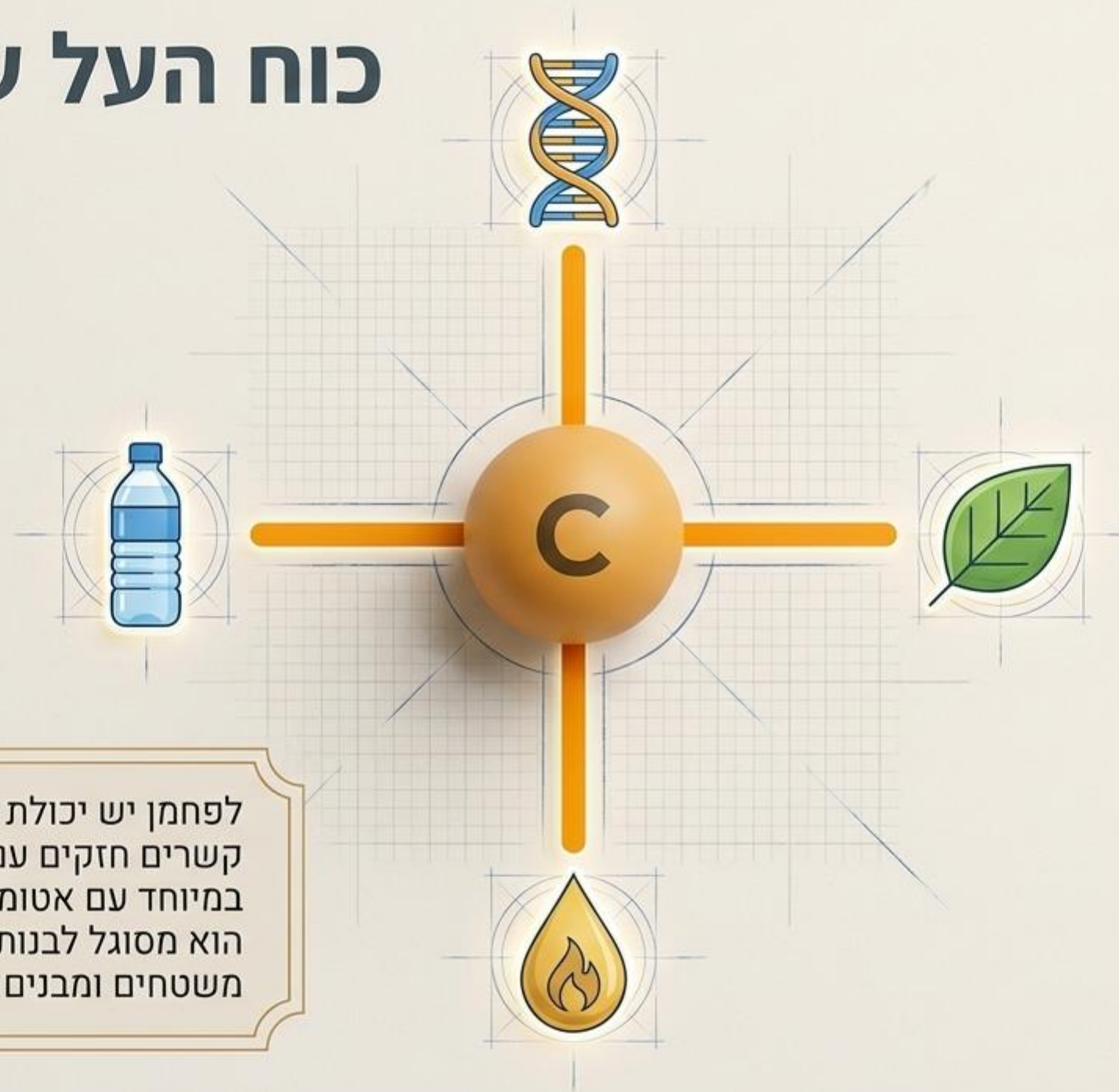
מפת אבני הבניין של הטבע

- הטבלה המחזורית מציגה את 118 היסודות הכימיים המוכרים כיום.
- הפחמן (C) ממוקם במשבצת מספר 6.

ספקטרום האלוטרופים: חומרים שונים, יסוד אחד



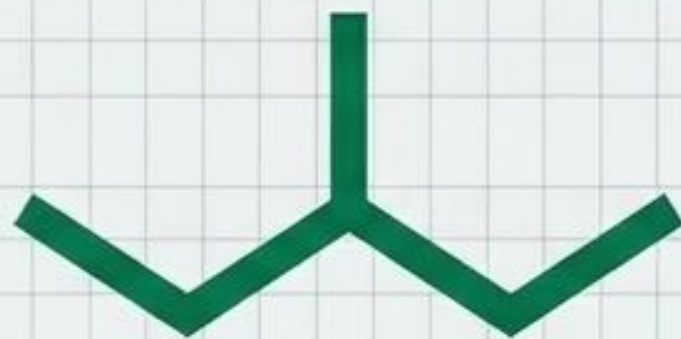
כוח העל של הפחמן



לפחמן יש יכולת ייחודית ליצור 4 קשרים חזקים עם אטומים אחרים – במיוחד עם אטומי פחמן אחרים. הוא מסוגל לבנות שרשראות, טבעות, משטחים ומבנים תלת־ממדיים מורכבים.

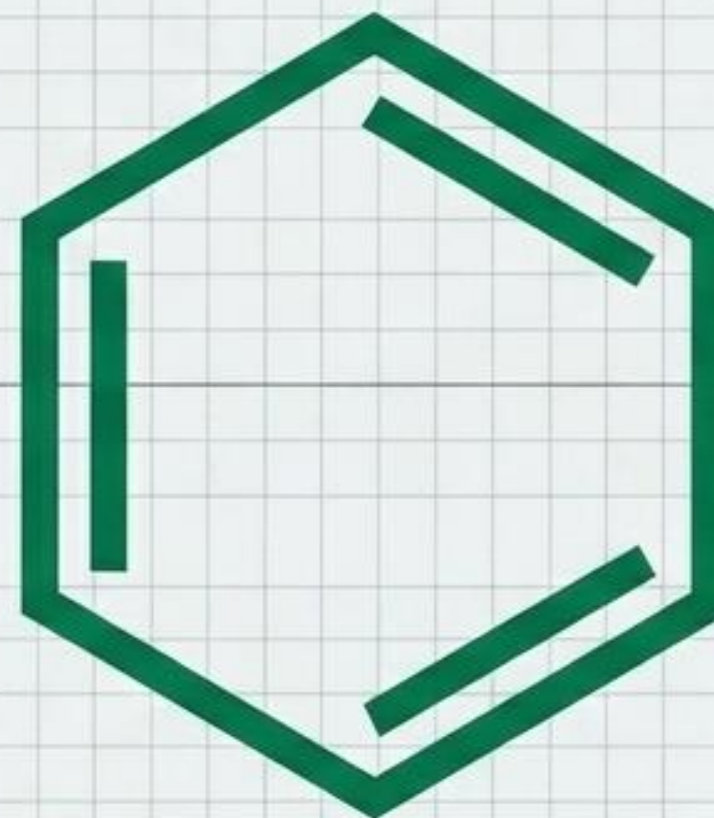
אבני הלגו של הטבע: שרשראות וטבעות

פחמימנים אליפטיים



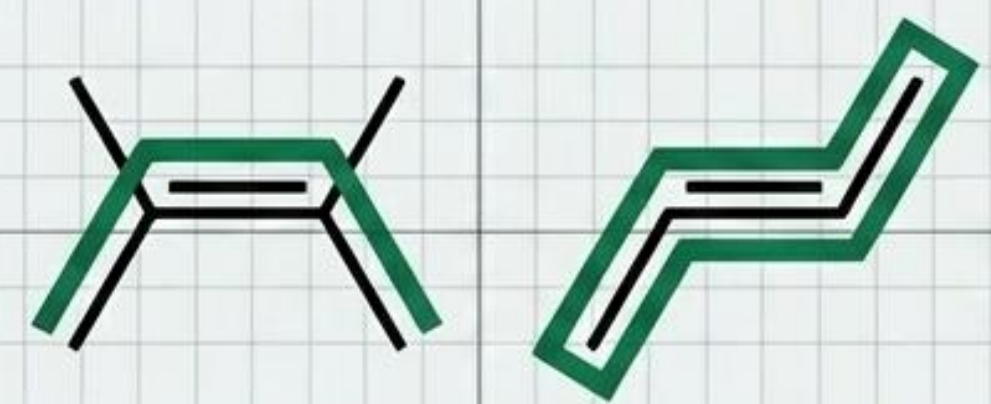
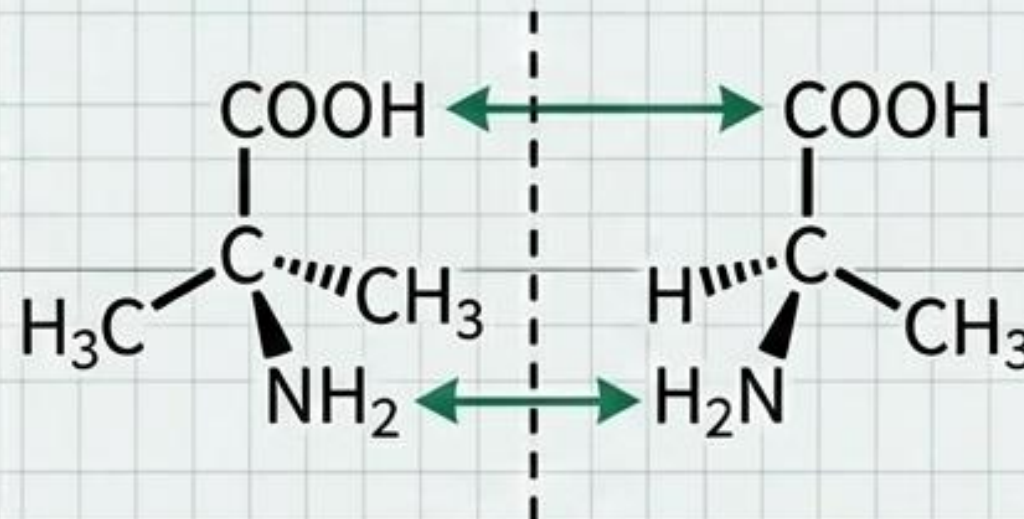
שרשראות ליניאריות או מסועפות. אלו הם השלדים של שומנים, דלקים וגז בישול.

פחמימנים ארומטיים



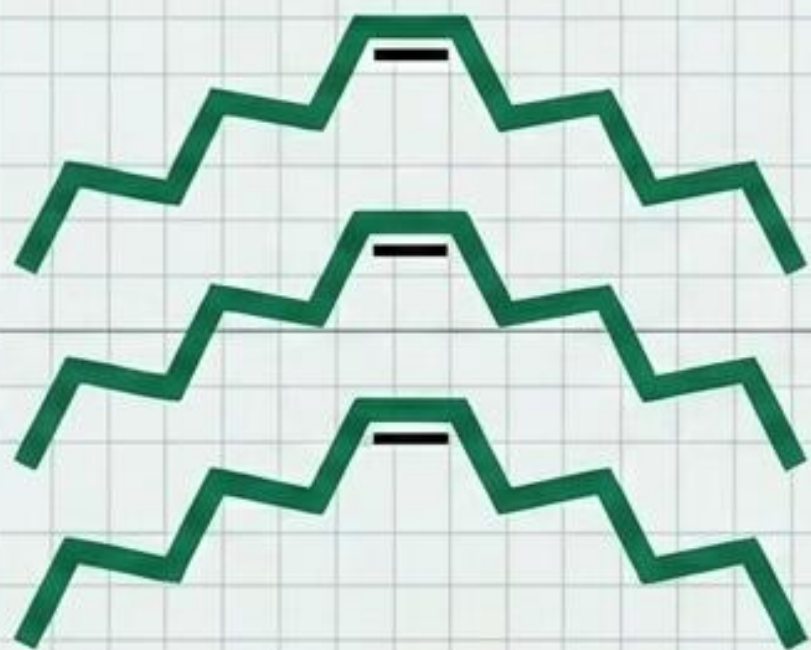
טבעות סגורות. מבנה משושה יציב ביותר הנמצא בהורמונים (טסטוסטרון ואסטרוגן), תרופות תרופות וצבעים.

מטריצת האיזומרים: אותם אטומים, ארכיטקטורה שונה

איזומרים מבניים	איזומרים גיאומטריים	אננטיומרים
		
ההבדל: חיבור האטומים לשלד שונה. השפעה: נקודות רתיחה שונות (גז בישול מול גז קירור).	ההבדל: כיוון הקבוצות סביב קשר כפול נעול. השפעה: קובע אם שומן יהיה נוזלי או מוצק.	ההבדל: תמונת מראה מרחבית (כמו כפות ידיים). השפעה: קריטי בביולוגיה - הגוף מזהה רק צורה אחת.

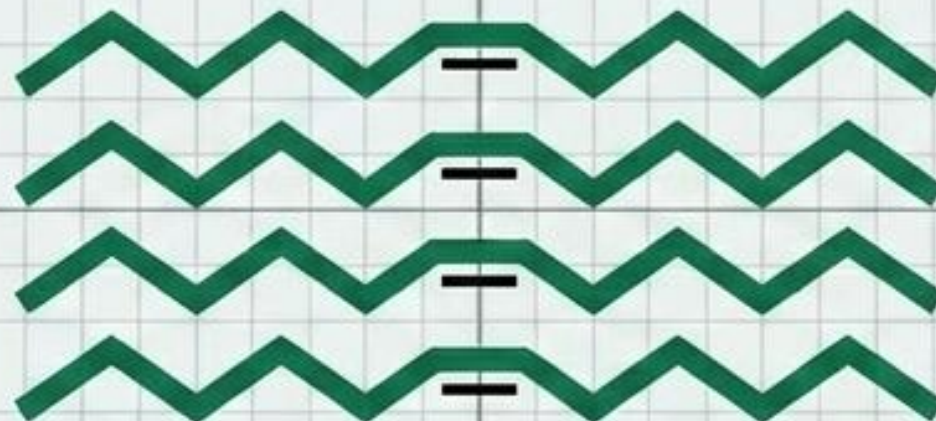
גיאומטריה של התזונה: למה שמן הוא נוזלי וחמאה היא מוצקה?

שומן בלתי רווי - Cis



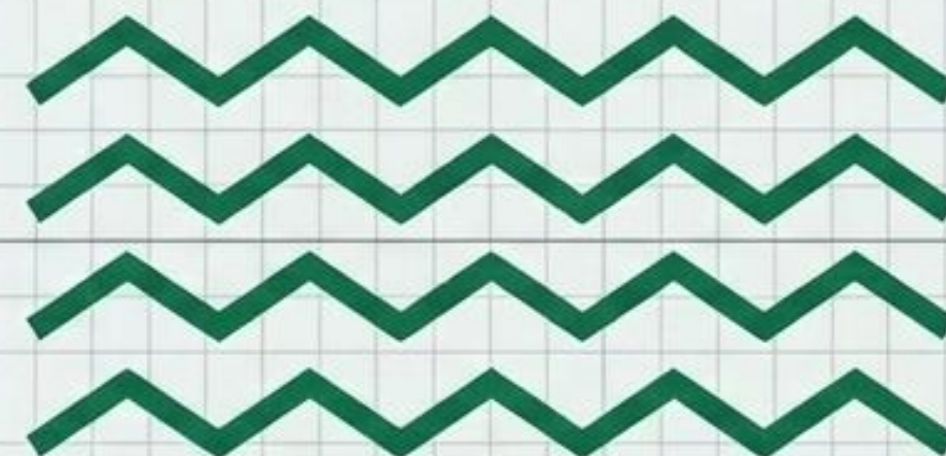
מבנה מכופף. המולקולות לא נארזות בצפיפות.
התוצאה: שמן נוזלי בטמפרטורת החדר.

שומן טראנס



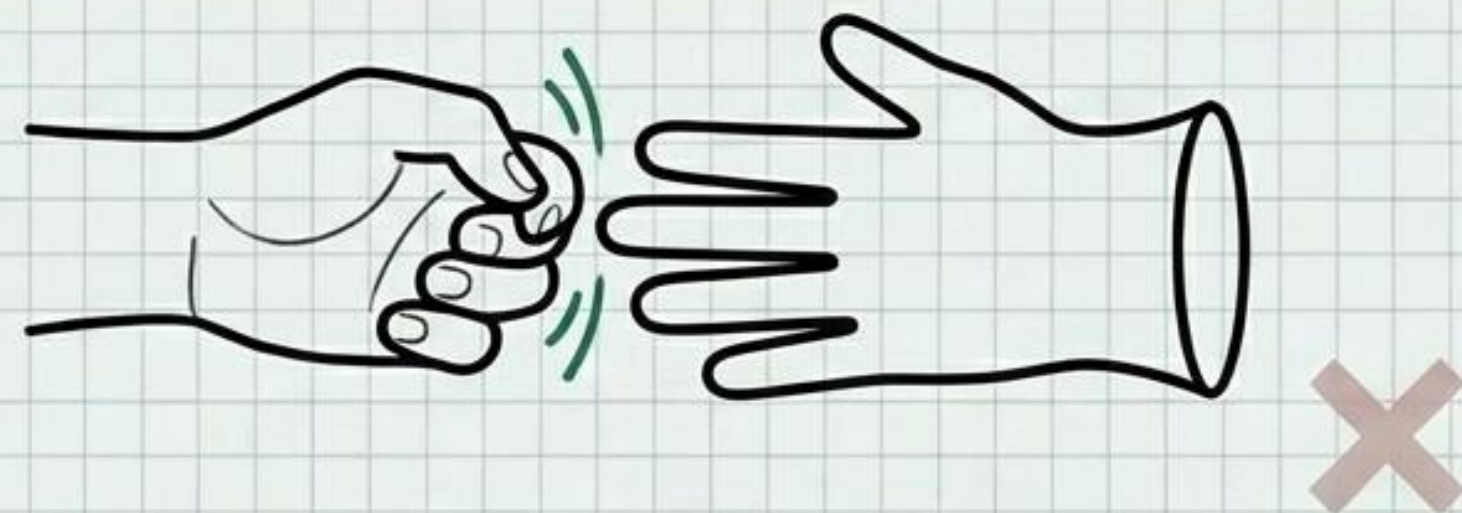
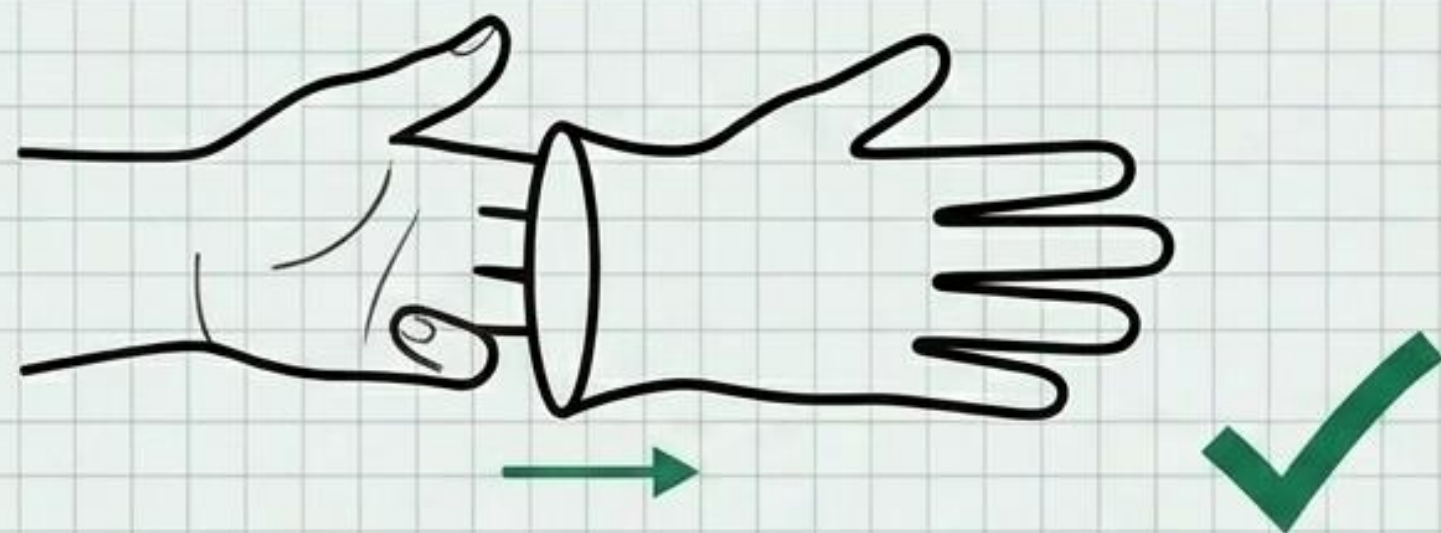
מבנה ישר וסינתטי. נארזות בצפיפות גבוהה.
התוצאה: שומן מוצק (מרגרינה), מקושר לתחלואות לב.

שומן רווי



רווי לחלוטין במימן. שרשרת ישרה וגמישה.
התוצאה: שומן מוצק מהחי (חמאה).

מנעול ומפתח: תמונות מראה במערכות ביולוגיות



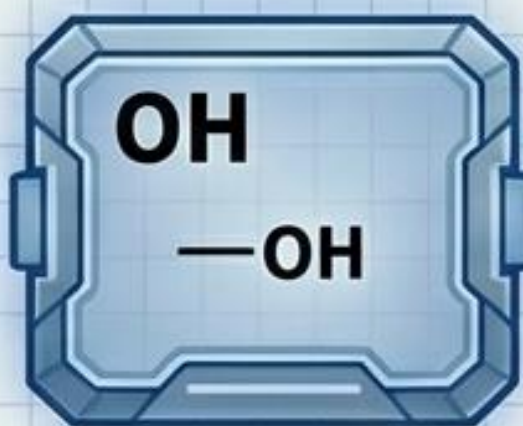
L-Amino Acid



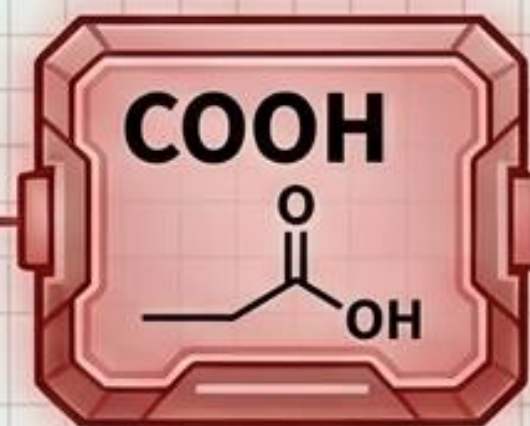
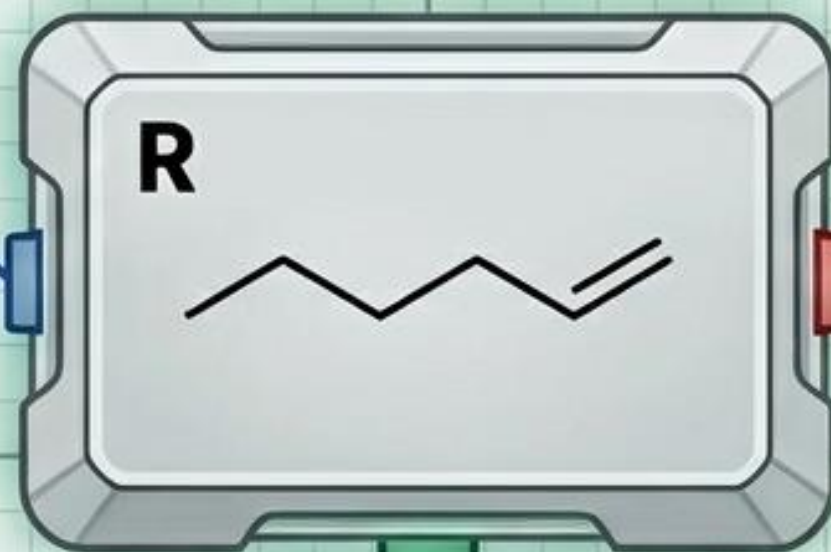
D-Amino Acid

בטבע, מולקולות (כמו חומצות אמינו) מגיעות **בתצורת תמונת מראה (L ו-D)**.
האנזימים בגופנו בנויים לקלוט אך ורק צד אחד. חלבוני הגוף משתמשים רק בחומצות אמינו מסוג L, בעוד שהפוטוסינתזה מייצרת רק סוכר מסוג D.

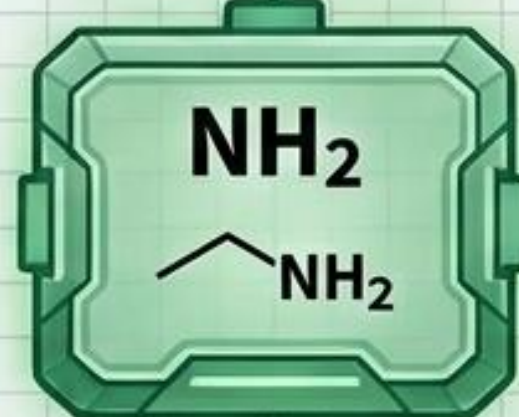
לוח הבקרה המולקולרי: קבוצות פונקציונליות



קבוצת הידרוקסיל.
הופכת את המולקולה
לקוטבית ואנרגט ומסיסה במים
(כמו באלכוהול).



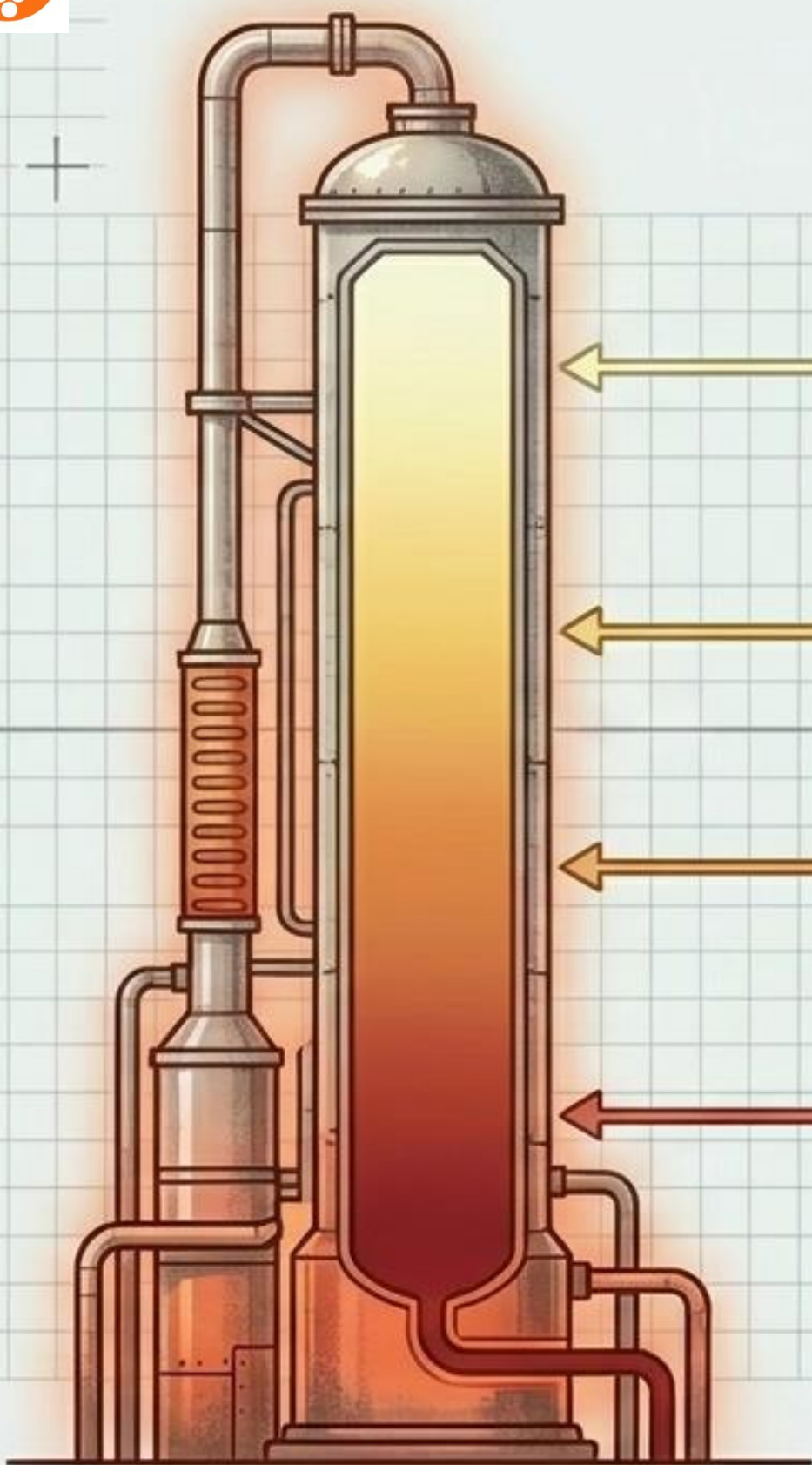
קבוצת קרבוקסיל.
הופכת את המולקולה לחומצית
ולמוסרת יוני מימן (חומצות אמינו ושומן).



קבוצת אמינו.
מתנהגת כבסיס.
מרכיב קריטי בבניית חלבונים.

עמוד השדרה הפחמני מספק את המבנה. הקבוצות הפונקציונליות מספקות את ההתנהגות הכימית.

זיקוק גלם: מהתנור אל הכביש



שרשרת קצרה (C1-C4).
מצב צבירה: גז (גז בישול/פרופאן).
נקודת רתיחה נמוכה.



שרשרת בינונית (C5-C10).
מצב צבירה: נוזל קל (בנזין למכוניות).



שרשרת ארוכה (C11-C18).
מצב צבירה: נוזל סמיך (סולר/קרוסין למטוסי סילון).



שרשרת ענקית (C22+).
מצב צבירה: נוזל צמיג/מוצק (מזוט לאוניות וזפת לכבישים).



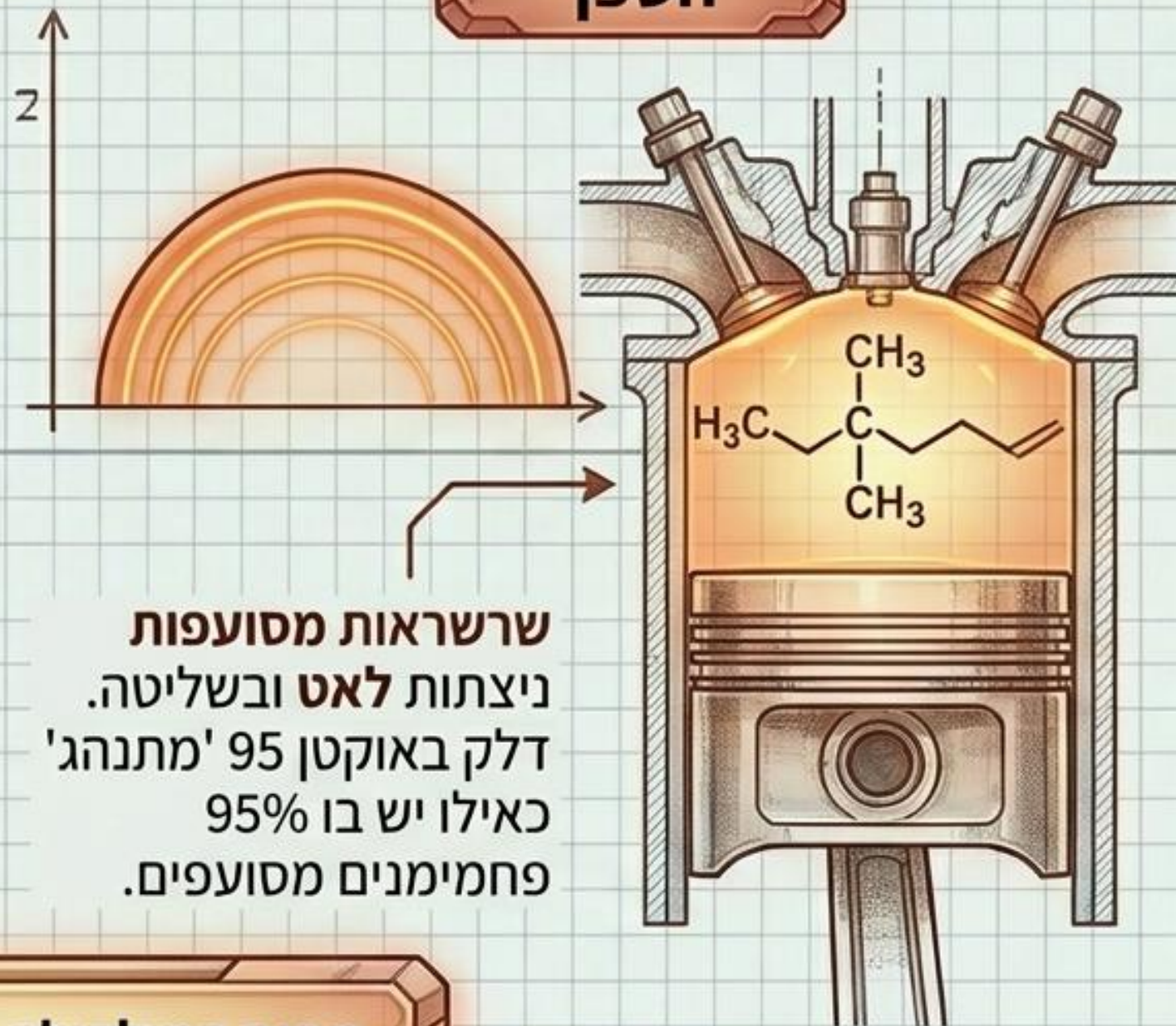
אורך שרשרת הפחמן מכתוב ישירות את המצב הפיזיקלי של החומר ואת השימוש האנושי בו.

מתחת למכסה המנוע: הכימיה של מספר האוקטן

המשלת

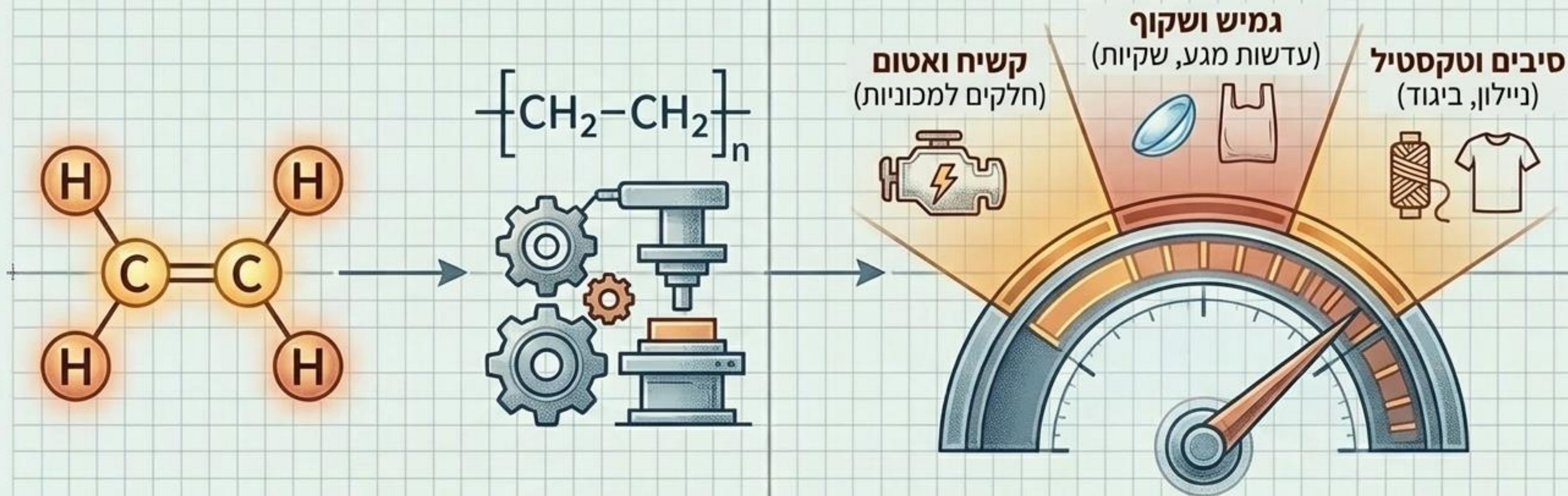


הספן



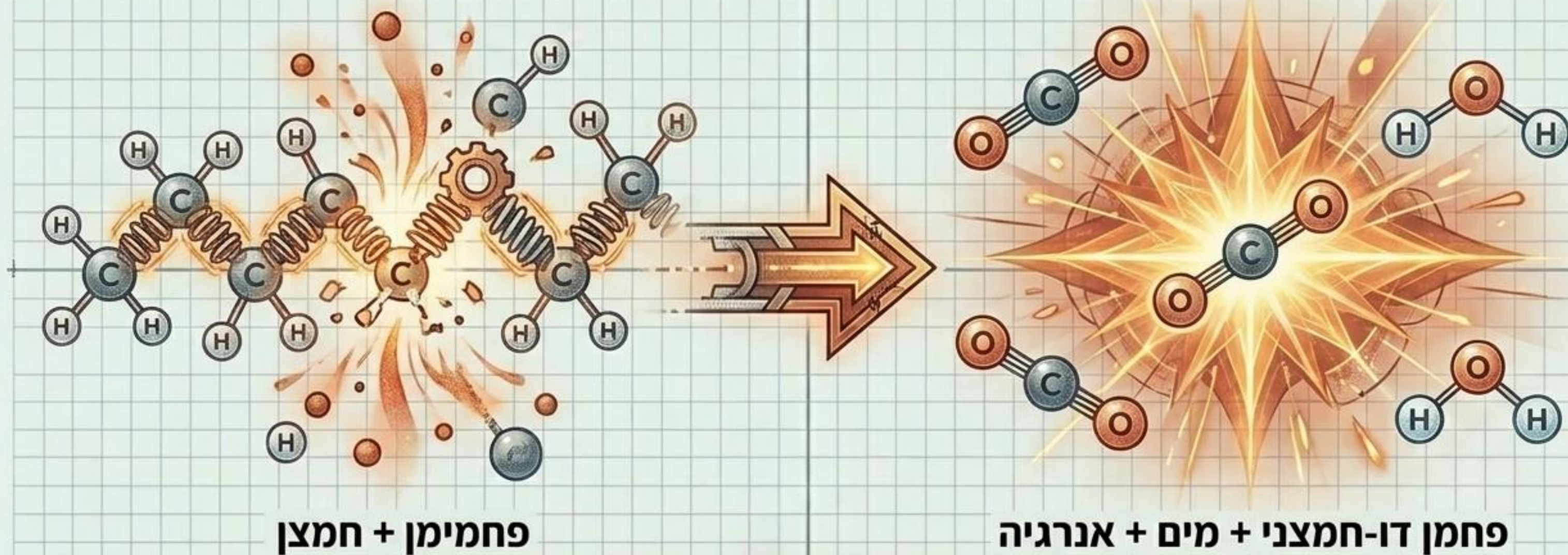
מבנה המולקולה, ולא רק ההרכב שלה,
מכתיב את איכות האנרגיה.

עידן הפלסטיק: הנדסת חומרים לפי דרישה



במאה ה-20 למדנו **לחקות** את פולימרי הטבע, ויצרנו תרכובות פחמן **סינתטיות** שעיצבו מחדש את ההיסטוריה האנושית.

שחרור העוצמה: תגובת החמצון (שריפה)



הקשרים הקוולנטיים בפחמימנים אוצרים כמות עצומה של אנרגיה. כאשר המולקולות מתפרקות (בשריפת מנוע או בנשימה תאית), האנרגיה הזו משתחררת.

מנוע פלנטרי כפול: מחזורי הפחמן

	המחזור הביולוגי (המהיר)	המחזור הגאולוגי (האיטי)
סקלת זמן	ימים, חודשים, שנים.	100 עד 200 מיליון שנים.
מנגנון	פוטוסינתזה (צמחים) ונשימה תאית/ריקבון (בעלי חיים וחיידקים).	בליה כימית של סלעים, שקיעה באוקיינוס, ופעילות טקטונית/וולקנית.
מאגרים	הביוספירה (כל היצורים החיים) והאטמוספירה.	קרום כדור הארץ (65,500 מיליארדי טונות בסלעים) וקרקעית האוקיינוס.

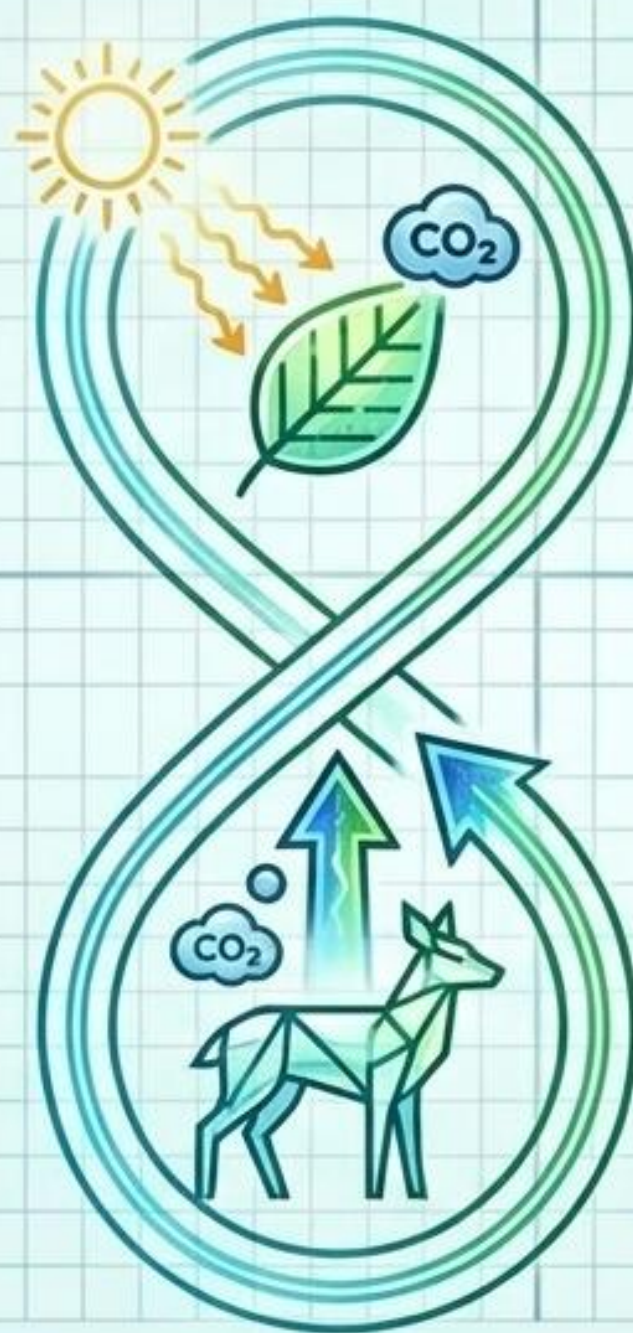
המחזור המהיר: נשימת הביוספירה

פוטוסינתזה

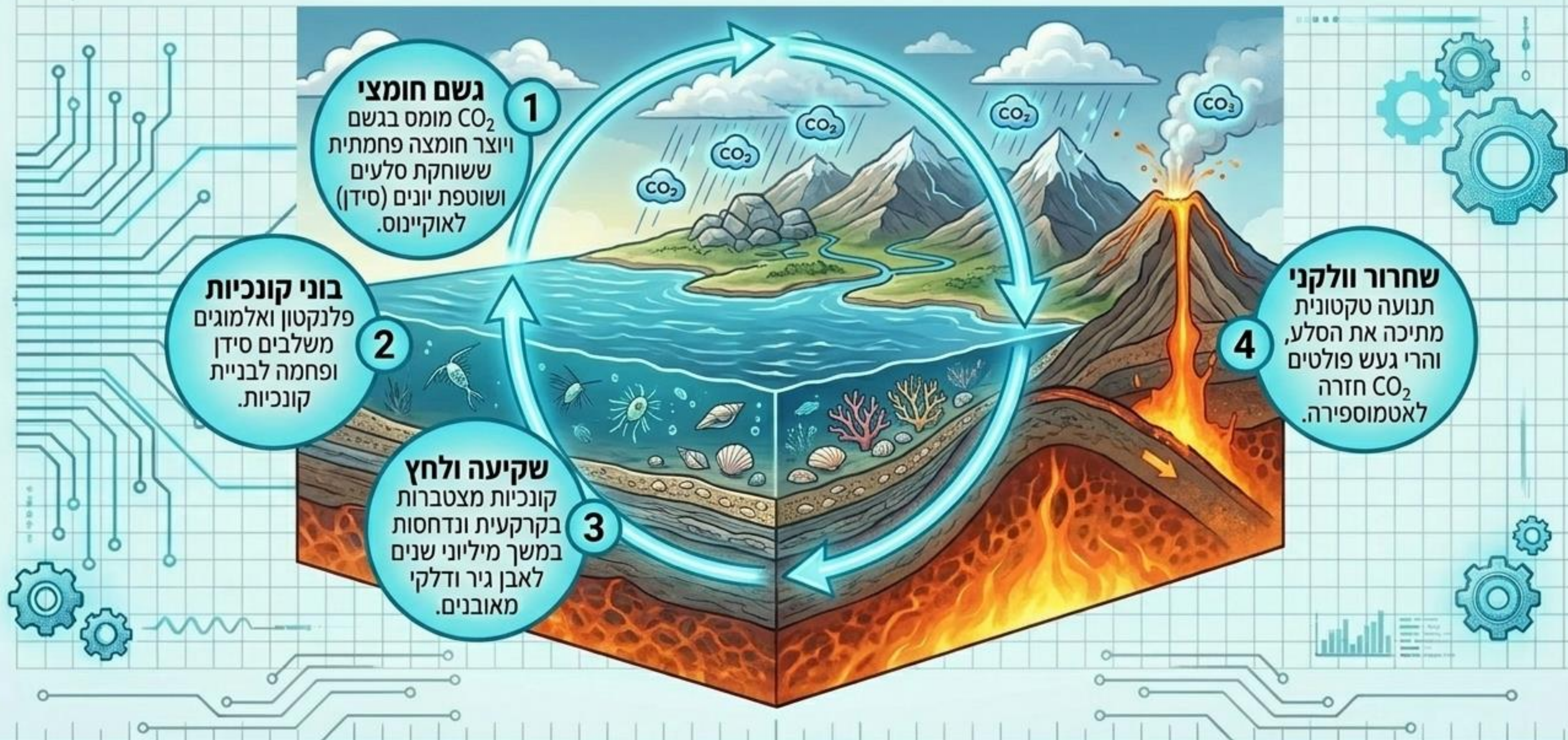
יצרנים (צמחים) קולטים פחמן דו-חמצני ומשתמשים בו לבניית פחמימות (גלוקוז). הפחמן הופך מאי-אורגני לאורגני עתיר אנרגיה.

נשימה תאית וריקבון

צרכנים ומפרקים נוטלים את האנרגיה, ומחזירים את הפחמן לאטמוספירה כגז נטול אנרגיה, וסוגרים את המעגל.



המחזור האיטי: גאולוגיה של מיליוני שנים



מאזן האימה של הפחמן: ההשפעה האנרגטית

קופת חיסכון גאולוגית

-77,450,000
הוצאה



הוצאה מהירה: כריית פחם, שאיבת נפט, ותעשיית המלט.

**הוצאה מהירה
הפקדת יתר**

חשבון עובר ושב

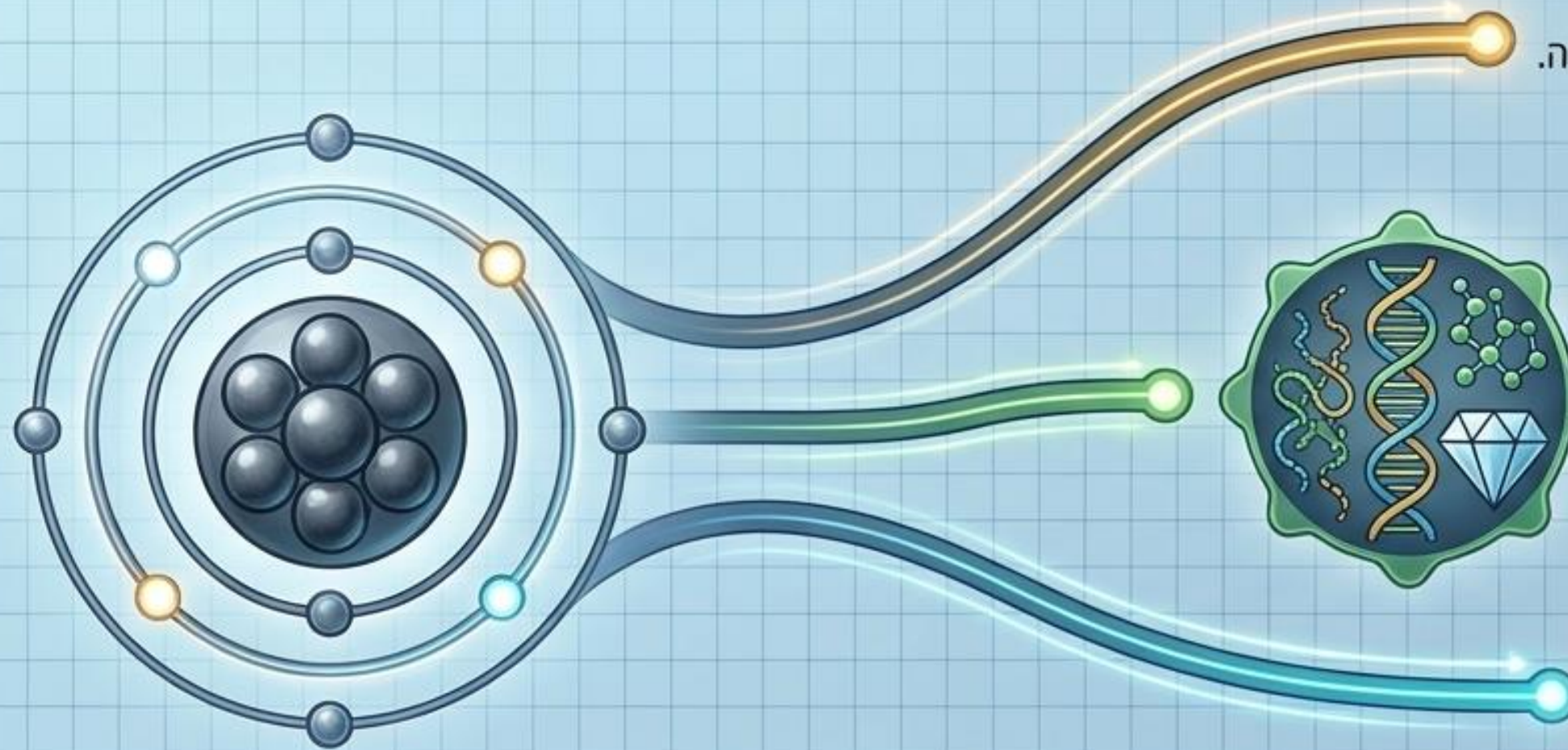
+184,422,000
הפקדת יתר



הפקדת יתר: שחרור מיליארדי טונות של גז חממה לאטמוספירה בשבריר בשבריר שנייה גאולוגית.

הבעיה אינה הפחמן עצמו, אלא הקצב. אנו לוקחים פחמן שהיה כלוא במשך מיליוני שנים במחזור האיטי, וזורקים אותו אל תוך המחזור המהיר, בקצב שהמערכת אינה מסוגלת לווסת. בנוסף, בירוא יערות מקטין את יכולת הקליטה של המערכת.

התיאוריה המאוחדת של הפחמן



סוללת אנרגיה

הקשרים אוצרים אנרגיה עצומה.
(דלקי מאובנים וגלוקוז)



שלד מבני

צורת הטראדר בונה
צורות תלת-ממדיות.
(DNA, פלסטיק, יהלומים)



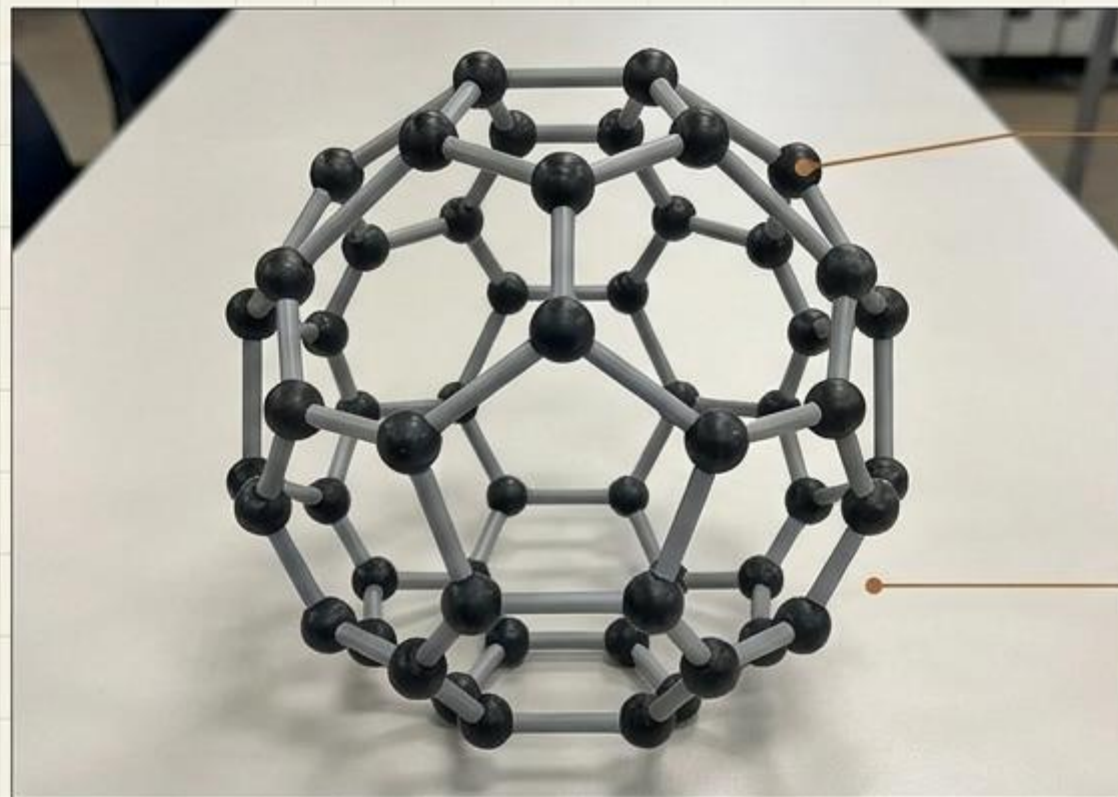
תרמוסטט פלנטרי

היכולת לקשור ולשחרר
חמצן בקלות.
(מחזור האקלים הגלובלי)



היכולת של הפחמן לאגור אנרגיה, לבנות צורות אינסופיות,
ולווסת את אקלים כדור הארץ – כולן נובעות מאותו נתון
פיזיקלי פשוט: ארבעה אלקטרונים שמחפשים שלמות.
הוא אדריכל המציאות שלנו.

מהמודל הווירטואלי אל השולחן שלכם



נקודות החיבור =
אטומי פחמן

המקלות =
הקשרים הכימיים

המולקולה האמיתית קטנה מכדי לראותה, אז אנו בונים מודל מוגדל כדי להבין את צורתה במרחב.