

**משימת ביצוע מדע וטכנולוגיה חט"ב
פיתוח מודל מדעי**

אודע'ק ההוראת אדע וטכנולוגיה

תוכן עניינים:

<u>שקופית 3</u>	מטרות יחידת למידה-הערכה: מודלים
<u>שקופית 4</u>	מתודולוגיה לפיתוח מודל
<u>שקופית 5</u>	מודל מדעי
<u>שקופית 9</u>	מאפייני מודל- המשך
<u>שקופית 10</u>	מודלים של סיבה ותוצאה
<u>שקופית 11</u>	מודלים מבניים
<u>שקופית 14</u>	מודלים התפתחותיים
<u>שקופית 15</u>	מודלים של מיון
<u>שקופית 17</u>	מודלים של קנה מידה
<u>שקופית 18</u>	ניתוח כשלים במודלים קיימים
<u>שקופית 20</u>	מקורות מידע

מטרות יחידת למידה-הערכה: מודלים

1. הבניית ידע מדעי, ביסוס ידע מדעי
2. עידוד המוטיבציה ללמידה/ הכוונה עצמית
3. תרגול ושיפור מיומנויות, יכולות ליבה ואבני דרך מתוך "תפיסת הלמידה המתחדשת"

הפעולה: לזהות, להשתמש, להעריך ולבנות מודלים אבני הדרך לפי שכבות הגיל:

כתות ז, ח: להשתמש ולפתח מודלים לייצוג תופעות, לפתור בעיות. להעריך את היתרונות והחסרונות (לדוגמה מגבלות, אידיאליזציה) של כל מודל בהקשר לממצאים ולעדויות התומכים / מפריכים אותו.
כתה ט: לשפר ולעדכן מודלים לפי הראיות

במשימה משולבות מיומנויות של:

- **אוריינות דיגיטלית:** שימוש בכלים דיגיטליים לאיתור ולהערכת מקור מידע ולהצגת תוצר סופי
- **אוריינות מידע:** איתור, הערכה, ארגון, שימוש וייצוג של מידע
- **חשיבה ביקורתית:** בחינה והערכה של מידע ורעיונות באופן מושכל, בחינה בין חלופות וקבלת החלטות מנומקות
- **חשיבה יצירתית:** מקוריות וגמישות מחשבתית, יצירת הקשרים חדשים ויישומם
- **אוריינות לשונית:** הבנה והפקה של טקסטים דבורים וכתובים

מתודולוגיה לפיתוח מודל

הפקה ופיתוח

בניית המודל:

- הגדרת הרכיבים החזותיים ו/או המילוליים
- הגדרת יחסי הגומלין והקשרים בין רכיבי המודל



הפקת מסמך נלווה:

- כתיבת סקירה ספרותית קצרה
- השוואה בין המודל למציאות
- הגדרת יתרונות המודל וחסרונותיו



הערכת מורה:

קבלת משוב מורה



תיקון ע"י התלמיד (במידת הצורך)

הרצאה: הצגת התוצר (אופציונלי)



הערכת מורה:

קבלת משוב מורה

משוב עמיתים (אופציונלי)

רפלקציה אישית

תכנון

הגדרת המסגרת התוכנית של המודל:

- הגדרת קהל היעד
- הגדרת ראשי התכנים של הנושא
- הגדרת ההיבט של המערכת/תהליך/תופעה



מאפייני המודל:

- קביעת סוג המודל
- הגדרת הרכיבים החזותיים שיכללו במודל
- הגדרת הרעיונות המרכזיים/מושגים/ראיות מדעיות שיבוטאו במודל
- ניסוח כותרת
- חשיבה ביקורתית: הערך המוסף של המודל ביחס למודלים קיימים



עיצוב המודל:

תכנון החומרים/הציוד/האלמנטים להכנת המודל



רישום מתווה ראשוני של המודל:

הכנת סקיצה ראשונית של המודל



בדיקת היתכנות:

בדיקת פוטנציאל פיתוח (בטיחותי, ניתן ליישום במסגרת לוחות הזמנים, זמינות ציוד וחומרים, וכו')



הערכת מורה:

קבלת משוב מורה



תיקון ע"י התלמיד (במידת הצורך)

ידע מומחים: ארגון המידע

הבנה והפקה של טקסט כתוב:

- הגדרת נושא המשימה
- איתור מידע רלבנטי לנושא, הערכתו וארגונו
- מיזוג בין רעיונות ופרטי מידע ליצירת ידע חדש.



הערכת מורה:

קבלת משוב מורה



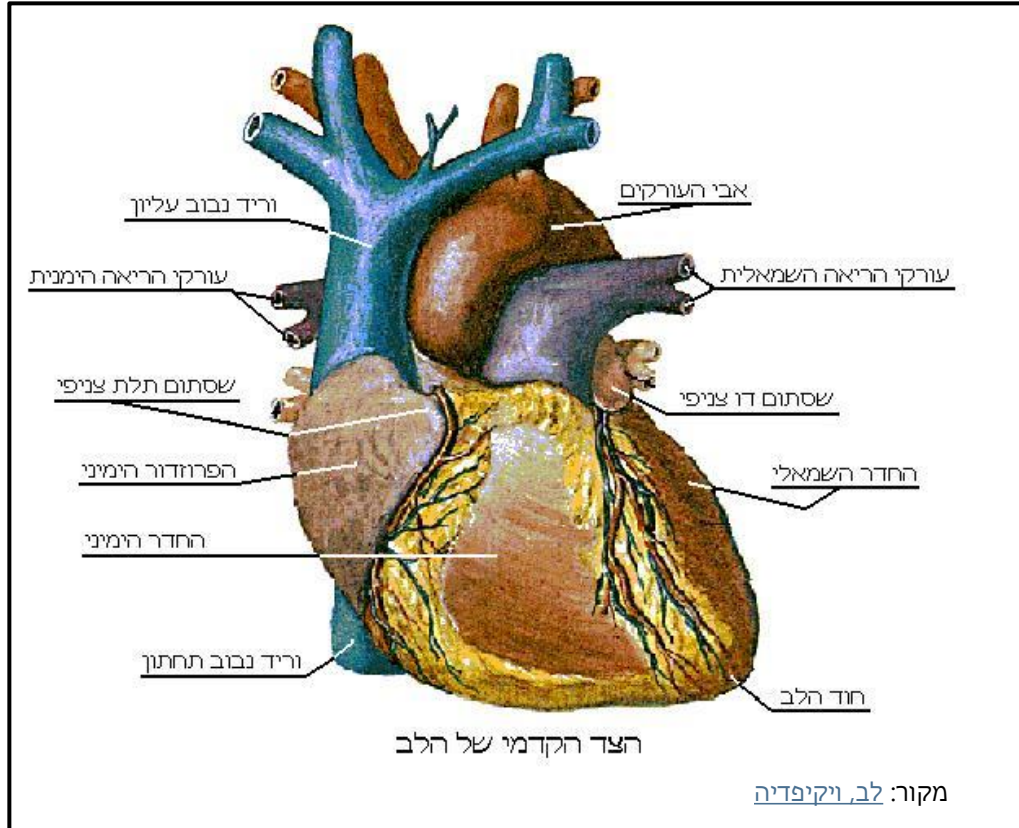
תיקון ע"י התלמיד (במידת הצורך)

מודל מדעי הוא ייצוג תאורטי, מתמטי או פיסיקלי מופשט של תופעה טבעית שמטרתו לתאר את התופעה בהיבט או בהיבטים אחדים שלה.

מודלים משמשים לתייעוד, להסבר, ולניבוי של תופעות, להבנה מעמיקה שלהן ושל התהליכים העומדים בבסיסן. הם גם משמשים לניסוח שאלות מחקר חדשות, ליצירת רעיונות חדשים ולהצגה של תוצרים של מחקר אמפירי המסייע להבין את העולם.

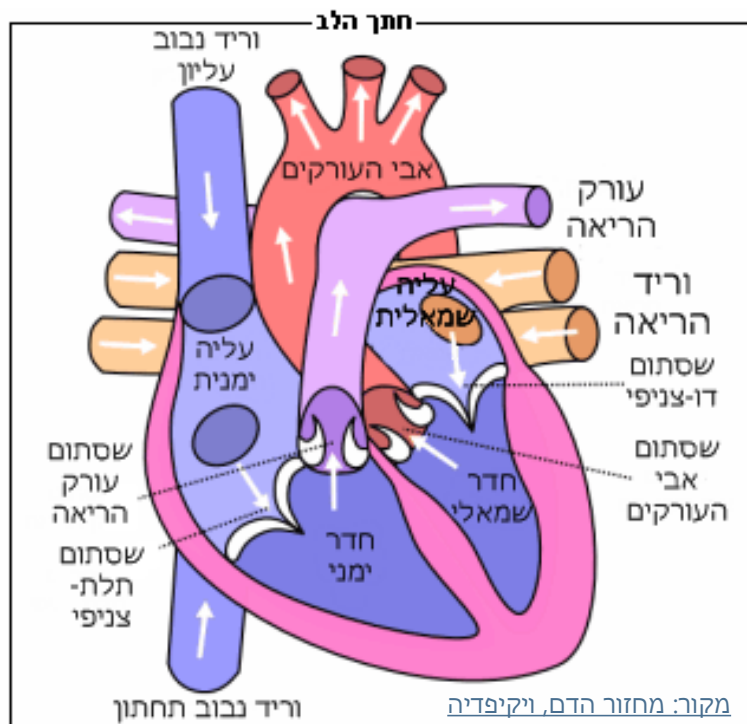
בכל מודל יש הנחות גלויות או סמויות המתבססות על עובדות מוכחות, נתונים או ראיות או קירוב סביר שלהן.

מודלים מדעיים אינם מתארים התופעה במלואה- אינם העתק גמור שלה- אלא מתייחסים להיבטים מוגדרים ומצומצמים שלה.



מודל הלב שמשמאל ממחיש את **מבנה הלב על חלקיו השונים**, אך אין בו למשל התייחסות להיבטים הבאים:

- מבנה לב בחתך אורך
- פעולת הלב
- נפח הדם המזרם מהלב בכל פעימה
- מיקומו של הלב במרכז בית החזה/ בגוף האדם, מיקומו ביחס לריאות ולצלעות
- מערכת ההולכה החשמלית של הלב
- בעיות בתפקוד הלב



חתך אורך של הלב

המודל משמאל מתאר אף הוא את חלקי הלב, אך בנוסף קיימת בו התייחסות לכיווניות זרימת הדם בלב.

מודלים של ריאות

שלושת המודלים הבאים מתארים את מבנה הריאות (רמה מאקרוסקופית) ואת צורתן. בכולם קיימת התייחסות להתפצלות כל אחת מהסמפונות לסמפונונים, ואולם:

- במודל הימני ישנה גם התייחסות למבנה רקמת הריאה (רמה מיקרוסקופית; מבטא עיקרון יחס שטח פנים לנפח) ולמיקומן של הריאות ביחס לצלעות ולסרעפת.
- במודל האמצעי ישנה גם התייחסות למיקומן של הריאות בבית החזה.



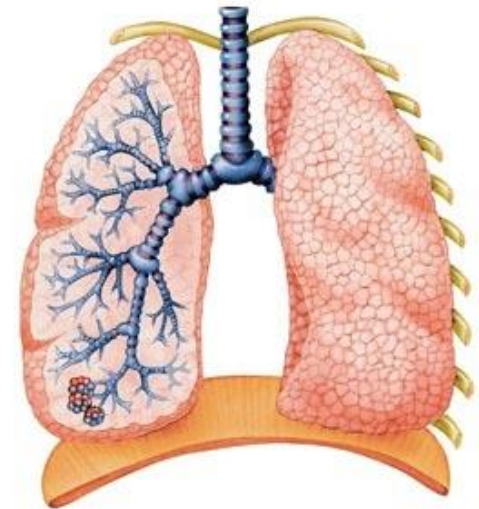
מקור:

<http://il.mhb-tech.com/medical-3d-printing/3d-printed-medical-model/>



מקור:

<https://www.livescience.com/52250-lung.html>



מקור:

https://sites.google.com/site/humensystems/home/mrkt-hnsymh?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplate_s%2Fprint%2F&showPrintDialog=1

מאפייני מודל- המשך

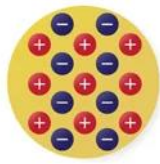
- מודלים הם דינמיים, משתנים באופן קבוע ומתפתחים לאור ראיות ומידע חדשים.
- מודלים תקפים כל עוד לא הוכח אחרת, כל עוד הם יכולים להסביר תופעות קיימות או שנצפו בעבר, ואין שום תופעה הסותרת אותן, או תופעה שאת קיומה הם אינם מצליחים לנבא או להסביר.

במהלך הזמן מודלים יכולים לעבור התאמה על בסיס ידע חדש ורלוונטי, להתחלף במודלים אחרים, להיזרק או להמשיך ולהתקיים בצד מודלים חדשים אחרים.

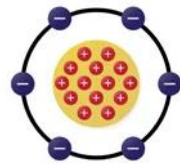
ATOMIC MODELS



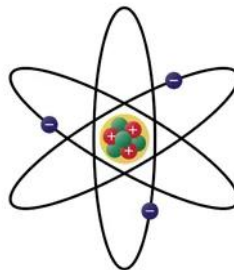
1803
JOHN DALTON



1904
J.J. THOMSON



1911
ERNEST RUTHERFORD



1913
NIELS BOHR



1926
ERWIN SCHRÖDINGER

לדוגמא:

התפתחות מודל האטום

מקור:

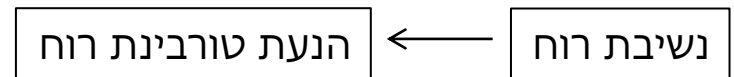
<https://www.scienceabc.com/pure-sciences/how-do-we-know-so-much-about-atoms-when-we-cant-see-them.html>

מודלים של סיבה ותוצאה:

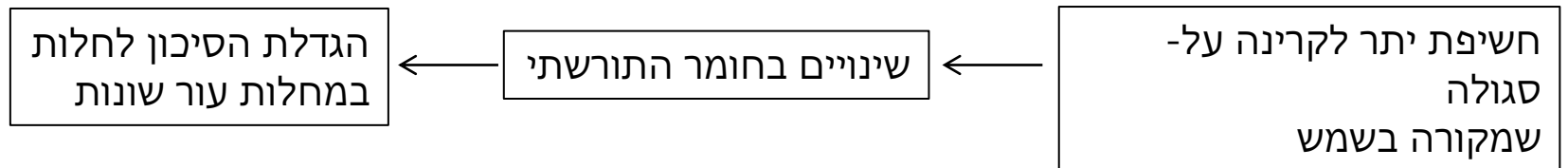
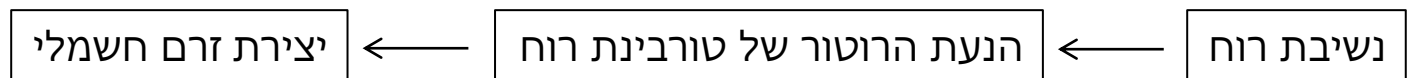
מודלים המציגים את השתלשלות הגורמים או השינויים המובילים לתוצאה מסוימת, ואת יחסי **סיבה-תוצאה** ביניהם.

למשל:

- מודל פשוט של **סיבה-תוצאה** המציג סיבה אחת ותוצאה אחת:



- מודל מורכב יותר של **סיבה-תוצאה** המציג ההשתלשלות הסיבתית של כמה אירועים:

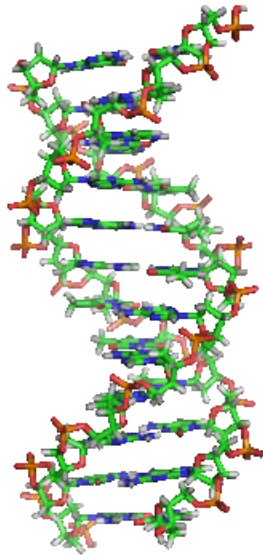


מודלים מבניים:

מודלים המציגים את הרכב המערכת ואת הקשרים שיש בין מרכיביה.

לדוגמה:

- מודל הדנ"א המתאר את מבנה הדנ"א ברמה המיקרוסקופית.



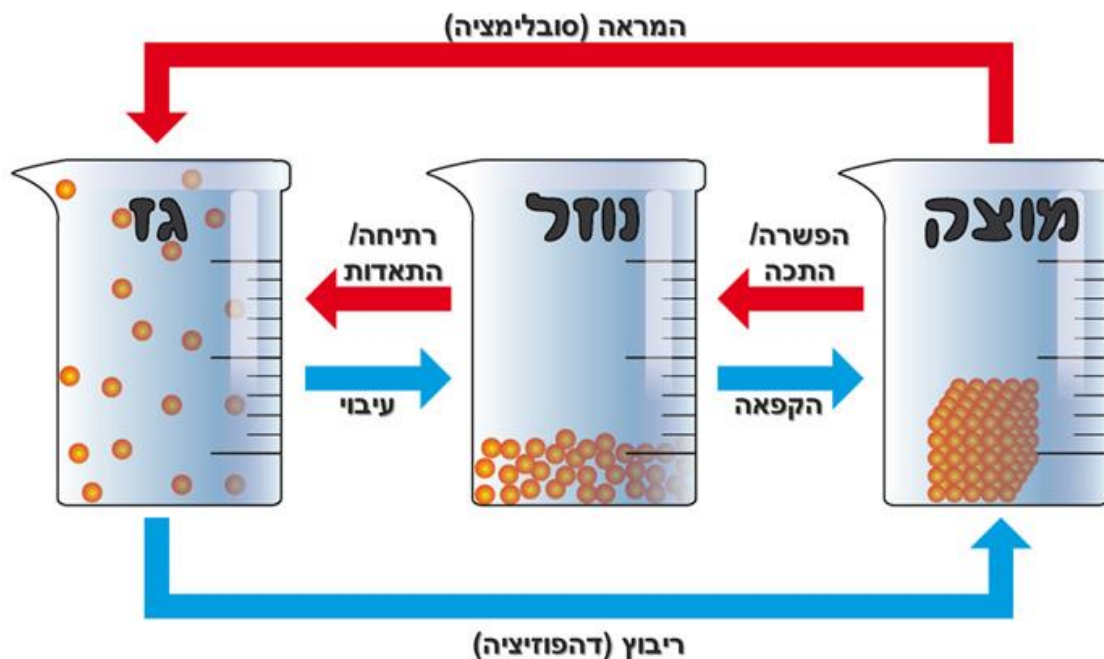
מודל הדנ"א שמשמאל ממחיש את מבנה הדנ"א על מרכיביו השונים (מבנה הנוקלאוטידים/ החוקיות בזיווג הבסיסים / כיווניות הגדילים המשלימים, ההרכב הכימי של שלד מולקולת הדנ"א, וכו'), אך אין בו למשל התייחסות לקשרי המימן בין זוגות הבסיסים, ו/או התייחסות אמיתית לתצורות המולקולה במרחב (קיימות 3 צורות של הדנ"א; DNA-A, DNA-B ו-DNA-Z).

מקור:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Desoxyribonukleins%C3%A4ure>

- מודל החלקיקים של החומר המתאר את מבנה החומר ברמה המיקרוסקופית.
- מודלים של מעגלים חשמליים (במקביל או בטור).

מודל החלקיקים של החומר: מצבי צבירה ומעברים בין מצבי צבירה



מודל 'מבני' ומודל של 'סיבה ותוצאה'

המודל שלעיל מייצג הן את מאפייני מבנה החומר ברמה המיקרוסקופית בשלושת מצבי צבירה (החומר מורכב מחלקיקים, בין החלקיקים קיים ריק, היערכות החלקיקים בכל אחד ממצבי הצבירה) והן את השינויים המתחוללים במבנה החומר במעברים בין מצבי הצבירה, בהשפעת חימום או קירור.

מגבלות המודל:

אינו מייצג את מספר החלקיקים בכלי במציאות, את גודלם האמיתי, המרחקים ביניהם, אופן תנועתם, מהירותם היחסית או את כוחות המשיכה ביניהם.

הסבר תופעות באמצעות המודל החלקיקי

באמצעות מודל החלקיקים של החומר ניתן להסביר תופעות רבות הקיימות בכל מצבי הצבירה כגון:

- התפשטות של גז והתפשטות מוגבלת מאד של נחל או מוצק
- דחיסה של גז וקושי בדחיסה של נחל ומוצק
- פעפוע של גז בנחל, של נחל בנחל ושל מוצק בנחל המתרחש בעקבות התמוססות, וכן של גז בגז.

לדוגמא, ההסבר וההשוואה בין פעפוע של גז בגז לעומת פעפוע של גז בריק, מתבסס על מרכיבי מודל החלקיקים של הגז:

- (1) חלקיקי הגז נמצאים בתנועת מתמדת ואקראית. במצב הגזי יש לחלקיקים גם תנועת מעתק ולכן הם מתפזרים באופן אחיד בכל נפח הכלי שבו הם מצויים;
- (2) חלקיקי הגז רחוקים זה מזה;
- (3) חלקיקי הגז **מתנגשים** זה בזה כל הזמן.

על בסיס המרכיבים הללו, ניתן לטעון כי:

כאשר מוכנס גז A לכלי שבו מצוי גז B;

- החלקיקים של גז A ינועו בכלי, תוך התנגשויות עם החלקיקים של גז B הנמצא כבר בכלי.
- תנועת חלקיקי גז A תעוכב במידה מסוימת בשל התנגשויות אלה עד לפיזורם האחד בנפח הנתון.

כאשר יוכנס גז A לתוך כלי ריק (בעל אותו נפח ובאותם תנאים וכמויות);

- החלקיקים של הגז יתפזרו באופן אחיד בכל נפח הכלי ללא הפרעה. פיזורם בכל נפח הכלי יהיה מהיר יותר.

מקור ההסבר: המודל החלקיקי של החומר, ערכת ה.ל.ה.

מודלים התפתחותיים:

מודלים המייצגים שינויים לאורך זמן.

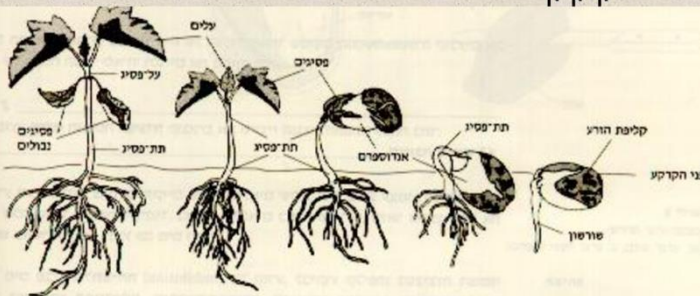
לדוגמה:

- מודל התפתחות של פרפר
- מודל התפתחות של צמח

שלבי התפתחות צמח

נביטה על-אדמתית

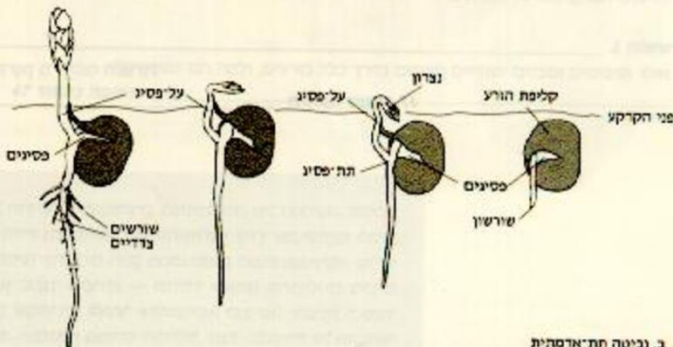
• קיקיון



א. נביטה על-אדמתית

נביטה תת-אדמתית

• אפון

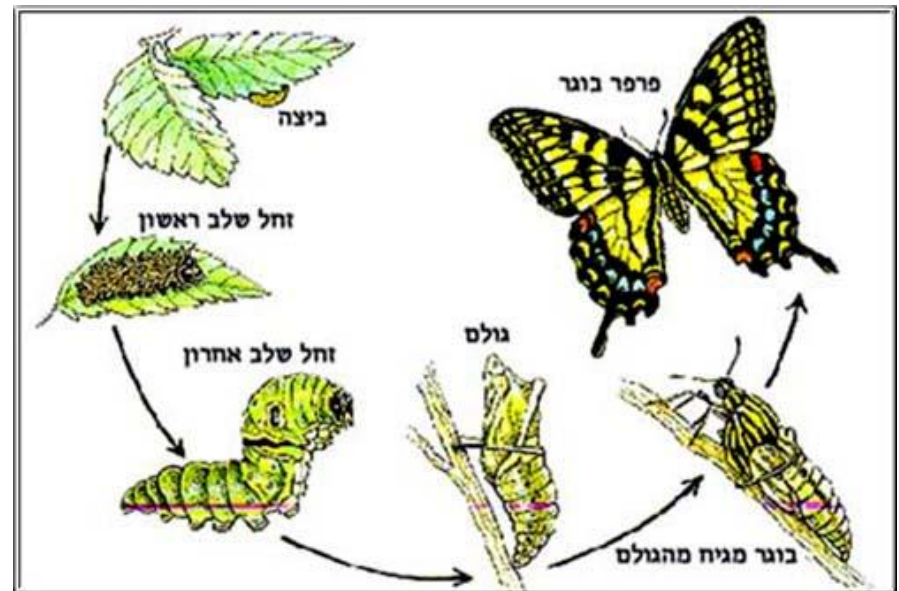


ב. נביטה תת-אדמתית

מקור:

<https://slideplayer.co.il/slide/15616654/>

גלגול מלא של זנב הסנונית



מקור:

<https://tukupedia.com/printthread.php?tid=578>

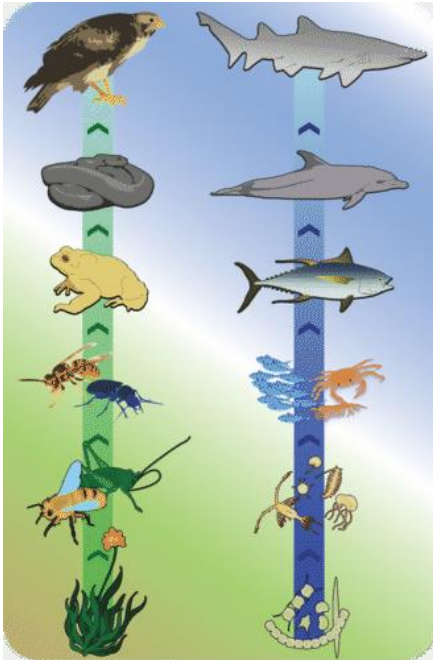
מודלים של מיון:

מודלים המציגים קשר בין סוגים שונים של רכיבים, אירועים או רעיונות.

לדוגמה:

- שרשרת מזון

- שרשראות המזון משמאל מציגות את קשרי ההזנה (מעבר החומרים והאנרגיה) בין היצורים במערכות אקולוגיות מורכבות.
- היצורים במודל ממוינים לפי דרך הזנתם (יצרנות/ צרכנות)
- המודל מציג קשר היררכי בין רכיביו, ואת יחסי התלות שלהם.



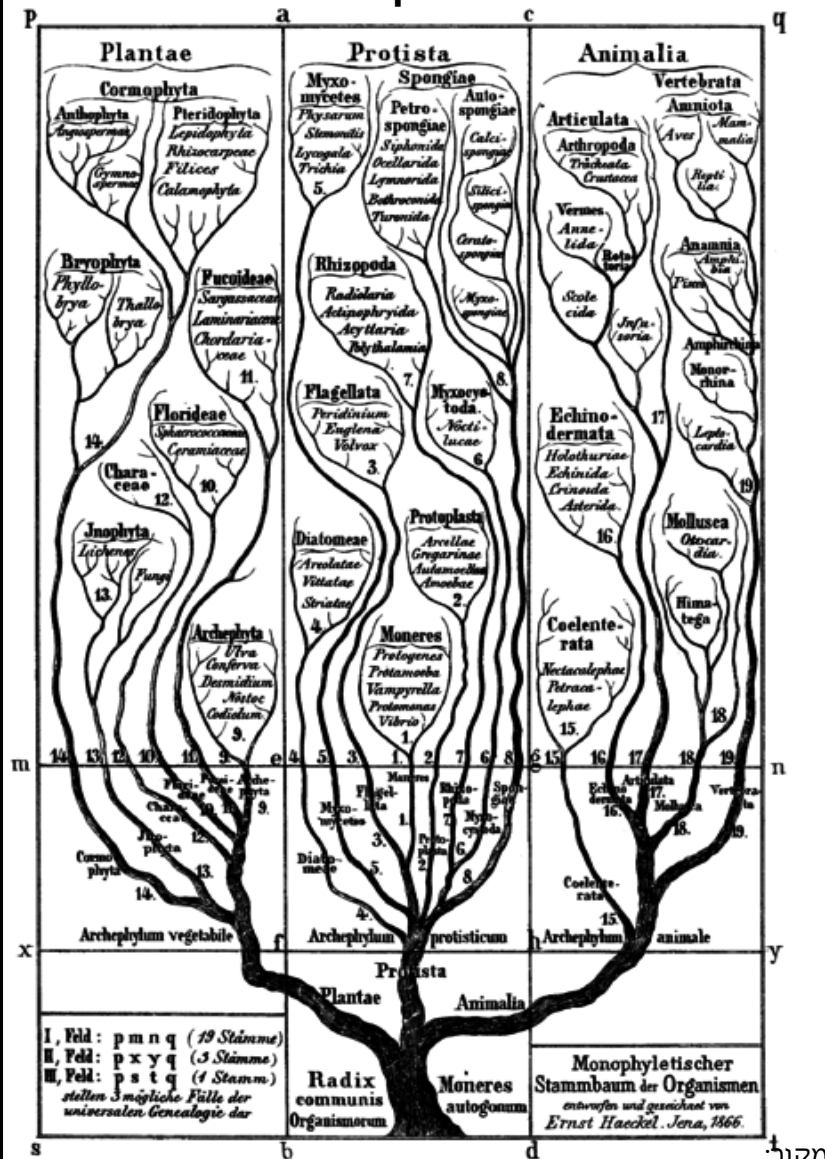
מקור:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Simplified_food_chain.svg

svg

- טקסונומיה הירארכית של חרקים (טקסונומיה המשווה את דרגות ההתפתחות של חרקים שונים).
- רמות ארגון ביצור ובמערכת אקולוגית.

חלוקת עולם הטבע לשלוש ממלכות, בספרו של ארנסט הקל משנת 1866



מודל מיון טקסונומי של יצורים

מודל הממין והמארגן את כל היצורים במדרג אחד

מקור: [https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%98%D7%A7%D7%A1%D7%95%D7%A0%D7%95%D7%9E%D7%99%D7%94_\(%D7%91%D7%99%D7%95%D7%9C%D7%95%D7%92%D7%99%D7%94\)](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%98%D7%A7%D7%A1%D7%95%D7%A0%D7%95%D7%9E%D7%99%D7%94_(%D7%91%D7%99%D7%95%D7%9C%D7%95%D7%92%D7%99%D7%94))

מודלים של קנה מידה:

מודלים המציגים העתקים מדויקים ומוקטנים של מערכות אמתיות.

לדוגמה:

מודל מוקטן של מערכת כדור הארץ והירח.

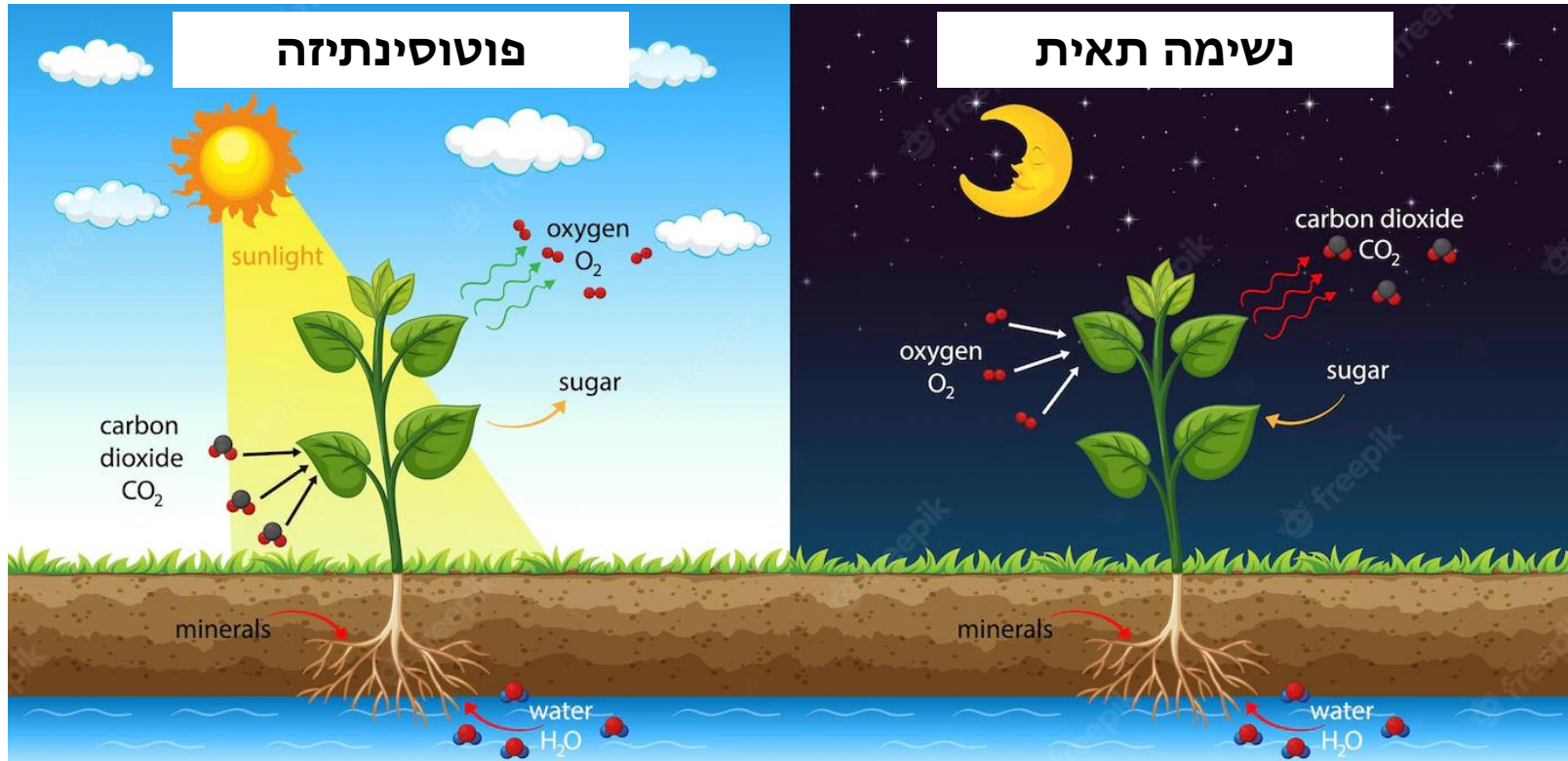


מקור:

<https://www.amazon.in/GLOBE-EARTH-MODEL-SIZE-LARGE/dp/BoB2LNHFRC>

ניתוח כשלים במודלים קיימים

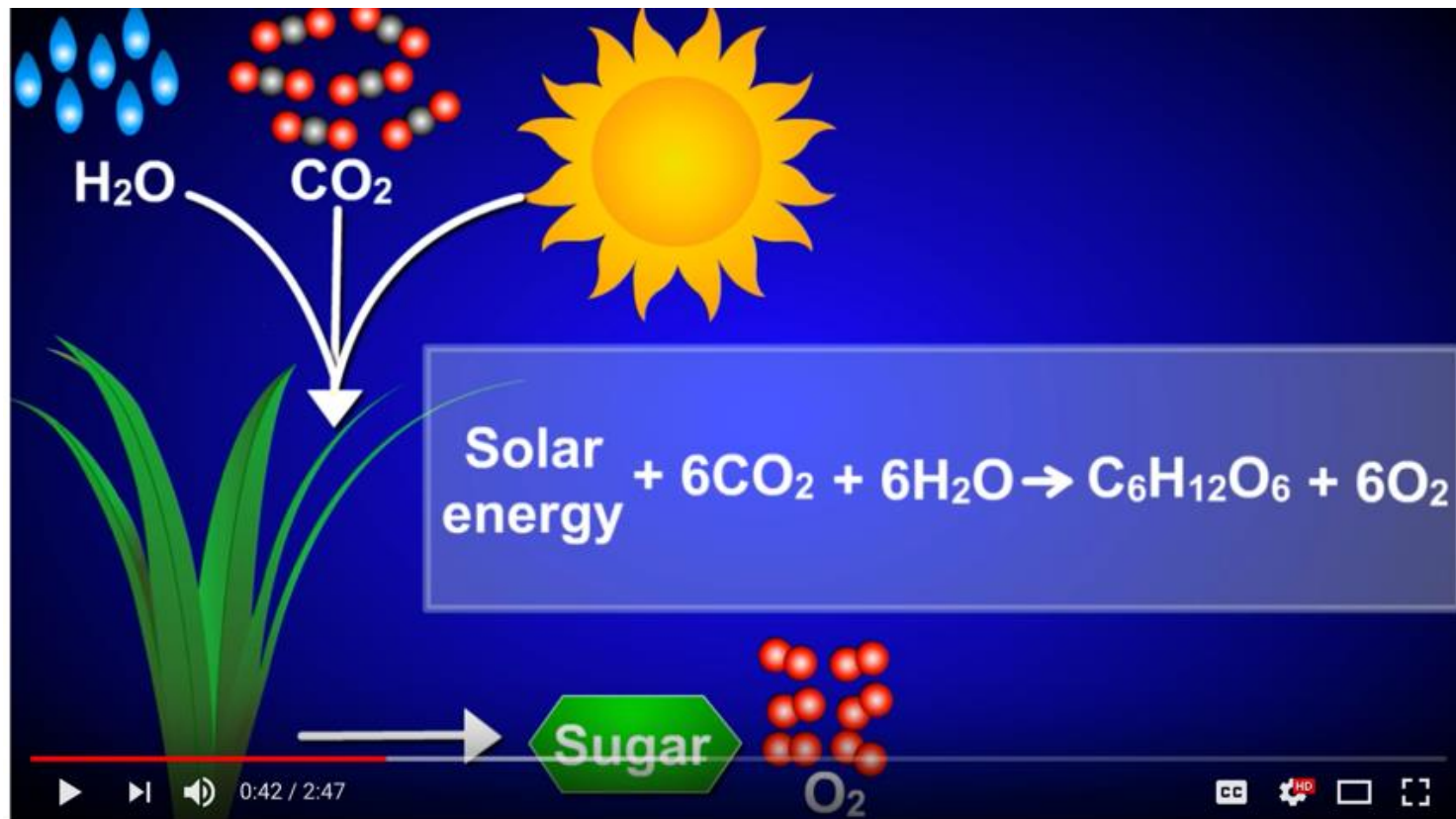
תפיסה שגויה: פוטוסינתזה מתקיימת רק ביום ונשימה תאית מתקיימת רק בלילה.



https://www.freepik.com/premium-vector/diagram-showing-cellular-respiration-photosynthesis_26349137.htm

ניתוח כשלים במודלים קיימים

- אנרגיית האור מוצגת כמגיב בתהליך הפוטוסינתזה.
- קושי באבחנה בין רמת המיקרו לרמת המאקרו: חלק מהחומרים מתוארים ברמה המיקרוסקופית וחלקם ברמה המאקרוסקופית.



מקור:

<https://ricochetscience.com/video-review-photosynthesis/>

מקורות מידע

1. ארנברג, ר., אורעד, י. (2018). "הבו לנו מודלים – מודלים בהוראת המדעים". המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
2. לאוב, פ. (2007). "מודלים במדע ובהוראת המדעים". בצלאל
3. אדלר, ד. (2010). "מה הוא "מודל"? מדוע מודלים הם כה פופולרים במחקר המדעי". הידען
4. "Science uses models to explain aspects of the real world". (2012). ScienceOrNot
5. Rogers, K. "Scientific modeling". Briannica