

הקדמה

נאסף ונערך בעברית ע"י פרופ' צבי קם

התיק מכיל מצגות של ההסטוריה של המדע לפי החלקים הבאים:

הקדמה

1. לפה"ס עד המאה 5: העולם העתיק והקלאסי

א) רפואה-ביולוגיה

ב) כימיה

ג) מכאניקה

ד) אופטיקה

ה) אסטרונומיה

ו) מספרים-1 ז) מספרים-2

ח) גיאומטריה

ט) אלגברה

י) סיכום

2. מאות 6-15: ימי הביניים

3. מאה 16: הרנסאנס

4. מאה 17: עידן התבונה

5. מאה 18: עידן הנאורות

6. מאה 19: הרומנטית

א) מתמטיקה

ב) מדעי כדור הארץ, אסטרונומיה וביולוגיה

ג) פיזיקה+כימיה

א) מתמטיקה

ב) מדעי כדור הארץ, אסטרונומיה וביולוגיה

ג) פיזיקה+כימיה

7. מאה 20: הטכנולוגית

8. מאה 21: הדיגיטלית

המצגות אינן ספר לימוד למדעים, אלא יותר רשימות של מדענים והמצאותיהם.

הרשימות סודרו באופן כרונולוגי יחד עם איסוף לפי נושאים, ולכן לא ניתן לסדרן בסידור קוי חד ממדי, ויש לעיתים חזרות, למשל עקב שיוך תרומות מדעיות לתחומים שונים. כדי להקל על העיון הוספת תמונות, דיאגרמות ואיורים שיעזרו בקליטה, תיוק וזכרון של החומר.

המצגות אינן self contained, אלא נקודות ציון למרצה היודע את החומר, וירחיב בהרצאות לפי טעמו וטעמים של התלמידים כשהמצגת ברקע לעזרה.

עם זאת, כדי לאפשר הרחבת הנושאים המוזכרים במצגות הקפדתי לצטט את שמות המדענים באנגלית. כך ניתן לערוך חיפושי רשת בקלות, להמנע מבעיית אי האחידות באיות שמות בעברית, ולעקוף את בעיית החומר המדעי המוגבל בעברית.

יש בשקפים רבים **קופסאות צהובות**, המכילות שאלות לשמירת ערנות התלמידים, לאיתגור הבנתם וכגרעין לדיונים.

המטרה העיקרית באוסף, שמיועד לשעורי העשרה לתלמידי תיכון במגמות מדעיות, היא להציג את תולדות המדע כסיפור שגיבוריו אינם דוקא המדענים, אלא הבעיות שהם חקרו. מעניין לגלות איך שאלות כמעט זהות העסיקו את המדענים מראשית ההסטוריה הכתובה ועד היום, ואיך תשובות לשאלות אלה נמצאו מספקות לתקופת מה, אך אותגרו כשחוקי הטבע תוארו ונמדדו בדיוק ובפירוט הולכים וגדלים. ההסטוריה של המדע אינה יכולה לנבא את התפתחותו בעתיד, אך היא מראה שוב ושוב איך התקדמות מזערית בחזית רחבה מאפשרת פריצת דרך סינגולארית.

המטרה השניה היא ללא ספק הדגמה, החוזרת לאורך כל ההסטוריה, של זרימת ידע מדעי בסיסי לידע שימושי ופיתוח טכנולוגי. זרימת ידע זו מדגישה גם את החופפות ויחסי התן-וקח בין כל תחומי המדע. בולט היום הצורך כמעט בכל תחום מעשי-טכנולוגי או מחקרי-מדעי בידע רב-תחומי. חשוב לכן לבנות תשתיות הוראה שיכינו את התלמידים בעתיד ללימוד והשתלמות עצמית בכל תחום שיידרש בעבודתם, ולא רק להקנות להם בסיס ידע בתחומים מוגבלים.

המצגות מכילות נושאים שאינם בחומר הלימוד, כגון מדעי כדור הארץ ואסטרונומיה. לראשון חשיבות עכשוית מפאת העניין הגובר בשמירת הסביבה והתחממות כדור הארץ, ובשני סקרנות מדעית לעקוב אחר תגליות הקשורות בהתפתחות היקום והמרוץ לחלל.

עשיתי מאמץ להכיל את מירב שמות המדענים שקשורים בתרומות להתפתחות המדעים. במאות האחרונות נעזרתי בזוכי פרסים, כמו מדליות הרוי וקופליי של האגודה המדעית המלכותית, וכמובן פרסי נובל בפיזיקה, כימיה רפואה וכלכלה, וטורנינג ופילדס במתמטיקה. אשמח לקבל תוספות ותיקונים.

חלק נכבד מהחמר לוקט באיטרנט, בעיקר בעזרת וויקפידיה. אין צורך ברשיונות לצורכי שימוש להוראה, ולכן לא טרחתי לצטט מקורות ו-copyright לחמר המופיע במצגות. המצגות באתר נשמרו ב-pdf מפאת גודלן. הן לכן אינן דינאמיות ולא מציגות סרטים רבים הכלולים במצגות האורגינאליות בפורמט pptx. אשמח לשלוח אותן בתכנת שיתוף קבצים למי שייבקשן.

צבי קם,

פרופ' אמריטוס, המחלקה לביולוגיה מולקולארית, מכון ויצמן למדע, רחובות.

Zvi.kam@weizmann.ac.il

מוקדש לדני מצר ז"ל, אנציקלופדיה מהלכת לתולדות המדע.

המדענים והמדעים

נאסף ונערך בעברית ע"י פרופ' צבי קם

המדענים והמדעים

ההיסטוריה של התפתחות המדעים שלובה בקשר הדוק לתולדות האנושות והתרבות. סיפורי ההיסטוריה של האנושות שזורים לכן בסיפריהם של המדענים. ביחד נספר סיפורים אלה וכל אחד ימצא את הענין שלו בעולם המדע הרחב, בין אם במתמטיקה, אסטרונומיה, פיסיקה, כימיה, ביולוגיה, רפואה או תחומי הטכנולוגיה וההנדסה.

גם אם חלקכם חושבים שאחד מתחומי המדעים לא יהיה המיקצוע האהוב עליו, אני רוצה שנלמד כולנו להעריך את חשיבות תרומת תחומי המדעים המדויקים השונים גם במדעי החברה ואפילו באמנויות (קולנוע, וידאו), וגם ההפך: כשתמריצים למחקרים מדעיים נבעו מהמדעים ההומאניסטים.

בודאי שחשובים המדעים בעולם טכנולוגי כדי להבין את השימושים היומיומיים והכח של הטכנולוגיות בהם אנו משתמשים, אבל גם המגבלות והסכנות.

המדע העתיק שאל שאלות ברורות ונתן תשובות פשוטות להבנה. עם התקדמות המדע נעשו השאלות יותר מפורטות והתשובות יותר קשות להבנה. לכן לימוד המדע דרך ההיסטוריה הוא לימוד מהקל אל הכבד.

ננסה להבין שבניגוד לדעה הנפוצה, המדע אינו מחפש אמת, אלא שואף לתאר ולהבין את העולם סביבנו בכלים הניסיוניים והמחשבתיים הטובים ביותר המצויים בידינו, ואף לפתח ולשפר כלים אלה. תורות מדעיות צריכות לעמוד במבחנים שוב ושוב!

וגם: לבעיות לרוב אין פתרון נכון אחד. בבואנו לפתור בעיה צריך לאסוף מידע, לסווג יתרונות וחסרונות ולהבין שכל בחירה היא פשרה (דוגמא: אנרגיה נקיה)

תולדות המדע

הוא תחום שעיקרו כסיפור מתח של חיפוש וגילוי, וכגורם מעורר השראה, אך אינו יכול לנבא.

נילס בוהר אמר: "קשה לנבא, בעיקר את העתיד".

מקס פלק אמר: "התקדמות מוגבלת ע"י היכולת שלנו לבטל אמונות מקובלות".

ומקסוול אמר: "פעם האמננו בתורה החלקיקית של האור corpuscular ועכשיו בתורת הגלים, זאת משום שהמאמינים בתורה החלקיקית מתו". הוא לא שער כמה מהר הם ייחיו מחדש...

ספקנות של מדען היא קרקע פוריה לתורות חדשות, אך גם משמשת את הקהילה המדעית ככור היתוך לפני שתורות חדשות מחליפות את התורות המקובלות. בניגוד לתדמית המקובלת, המדענים הדגימו במהלך ההסטוריה שוב ושוב גישה שמרנית. שינוי תפישות מדעיות מקובלות היה כרוך ב"מלחמות" שגרמו עוול (וגם הוצאות להורג) למדענים פורצי הדרך, אך גם דרשו מהם הוכחות מדעיות נוקבות הן להזמת התורות השגויות הקיימות, והן לאישוש התורות החדשות שהם מציעים.

דוגמאות: קופרניקוס, גלילאו. ובמדע המודרני: איינשטיין, תורת הקוונטים, החומר הגנטי

מחשבה ביקורתית הכרחית במדע ניסיוני – לתיכנון מדידות שלא רק יחזקו את התורה המוצעת, אלא גם יערערו את התורות האחרות. מאחר ובכל שלב בהסטוריה של המדע היו לטכנולוגיות הנסיוניות מיגבלות של דיוק מדידה, האתגר של מדע ניסיוני קשור באתגר מחשבתי תיאורטי של בחירת מערכות נסיוניות ובעריכת נסיונות מתאימים.

דוגמאות: בקטריות ווירוסים בשרות הביולוגיה המולקולארית: כוח ניסיוני שלא נחשב רלוונטי לבעלי חיים "גבוהים" עד שהתבררה האחידות של הגנטיקה בכל עולם החי וצומח.

רעיונות שגויים של Albert Szent-Gyorgyi דוגמא ליוקרה של מדען שגרמה (לזמן מה) להאמין בתורות לא נכונות שהציע למנגנוני הפעלת הכוחות בשרירים.

מדע ויהדות

היהדות כיבדה בעלי מקצוע, כמו בצלאל בונה המקדש, מרפאים, כמו אלישע שידע להנשים ילד ולהחיותו, ומתמטיקאים, כרבן גמליאל שידע לחשב חשבון העיבור וקביעת לוח השנה. אמנם בתקופת בית שני וההשפעה ההלניסטית סיווגו את לימוד המדעים כ"חכמה חיצונית", אך כעם יודע קרוא וכתוב חכמי יהדות ספרד והשרים היהודים ששרתו בחצרות שליטי ערב ואירופה למדו והשתמשו במתמטיקה לא רק לחישובי השנה אלא גם בחיי יומיום ובמסחר. במיוחד יוזכרו הרמב"ם במאה-12 בספרד שהיה מדען ורופא, הגאון מוילנה, ראשית המאה ה-19, שהטיל על תלמידיו לתרגם סיפרי לימוד במתמטיקה, והחת"ם סופר שלחם בהשכלה אך הבין כי "אי אפשר להגיע לקבל עדות החדש מבלי שנדע כל דיקדוקי הילוך החמה והלבנה ומסלוליהם... וחלוקת ארץ ישראל מבלי ידיעת מדידת הארץ וחכמת השיעור".

היהדות לא רק תרמה לאנושות את התנ"ך. היא הנחילה בסיס לוגי למשפט וחוקה, ועד היום נלמד התלמוד בכל בתי הספר למשפט בעולם. היהדות היתה התרבות הראשונה שהבינה חשיבות ההגיינה בחיי יומיום.

כיום אנו מכירים מספר רב של מדענים יהודים, דתיים וחילוניים, מהם רבים חתני פרסי נובל. מספר המדענים היהודיים בעולם עולה בהרבה על חלקנו באוכלוסיה. אין זה "הגנום היהודי" אלא תוצאה ישירה של המורשת היהודית: להציב ידע ולימוד במקום גבוה בסולם הערכים.

האם חוקי הטבע ברורים ופשוטים?

כולנו יודעים שכדור הארץ סובב סביב השמש. מי יודע מה ההוכחות?
הרי השמש בבקר במזרח ונודדת במשך היום למערב. "ואנו עומדים על מקומנו"?

אנו יודעים על חוק המשיכה. אך האם תוכלו להוכיח שגופים קלים וכבדים נופלים במהירויות זהות?
הרי כולנו יודעים שפיסת ניר נופלת לאט יותר מכדור מתכת.

כולנו משתמשים במצלמה. האם אנו מבינים את הדרך שבה נוצרת תמונה?
מדוע היוונים חשבו שקרני האור יוצאות מהעין? מדוע רק אחרי אלף וחמש מאות שנים ניבנו טלסקופים ומיקרוסקופים שיצרו תמונות מוגדלות וברורות?

אנו יודעים להגיד שחלינו ונשארנו בבית עם חום. מדוע רק לפני 150 שנה קישרו מחלות לנגיפים ובקטריות?
מדוע הסבירו מות ממגיפות שפקדו את אירופה בכישופי מכשפות ומעשי כפירה? ומדוע שיטות הריפוי התבססו על מעשי כישוף?

אנו רגילים למצגות גראפיות. מתי התפתחה המתמטיקה של פונקציות?
מה דחף את המתמטיקאים כשפיתחו תורת מספרים, אלגברה, גיאומטריה וחשבון דיפרנציאלי?

מהם מדעי הטבע?

מה כלול במדעי הטבע?

שטחי המדע היסודיים: מתמטיקה, פיסיקה, כימיה, ביולוגיה, רפואה, פסיכולוגיה.

מהמדעים המדויקים למדויקים פחות --->>>

תחומי מדע מודרניים: סטטיסטיקה, פרמקולוגיה, מחשבים, בניה וארכיטקטורה

איזה מדעים אינם כלולים במדעי הטבע?

סוציולוגיה, כלכלה, פילוסופיה, מוסיקה, ריקוד, סיפרות, אמנות ציור ופיסול

האמנם הם אינם תלויים במדעים המדויקים? תנו דוגמאות.

האם ניתן לשייך כל תחום לשטח מדעי מסויים?

מחשבים = פיסיקה+אלקטרוניקה+מתמטיקה+לוגיקה

האם ניתן לסווג תחום כמדע בסיסי, מדע שימושי, או טכנולוגיה?

עם הזמן מדע בסיסי הופך לטכנולוגיה שימושית.

טרמודינאמיקה – הנדסת מכונות, פיסיקה גרעינית – הנדסת כורים.

מדע הוא מיסודו השאיפה להבין את העולם בו אנו חיים.

הבעיות שהעולם מציג לנו אינן מבחינות בין תחומי המדע –

ולכן חשיבות החינוך הרחב לחשיבה ביקורתית, יוצרת ורב-תחומית!!!

מדענים גדולים בהסטוריה היו רב-תחומיים

אריסטו מאתונה – פילוסוף ומדען

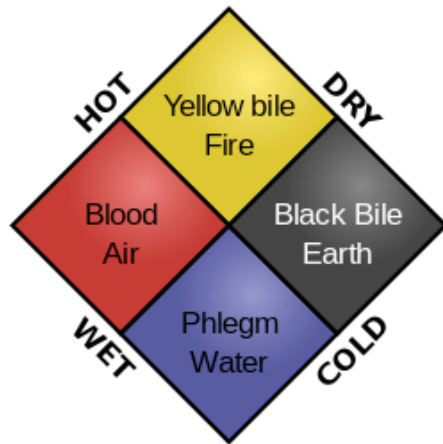
תלמידו של אפלטון, חי בתחילת תקופת בית שני (מורו של אלכסנדר מוקדון)
עסק בכימיה, ביולוגיה (אנטומיה), מכאניקה ואסטרונומיה

תורות שגויות:

מודל סיבוב השמש והכוכבים סביב הארץ (החזיק ~2000 שנים עד קופרניקוס)
נפילת גופים כבדים מהירה מנפילת גופים קלים (החזיק ~2000 שנים עד גלילאו)
אברי גוף האדם והחיות ותפקידם: הלב – מרכז המחשבה והידע (החזיק עד סוף ימי הביניים)
בריאות האדם – איזון בין ארבעת המרות (נוזלי הגוף) – דם, מרה שחורה, מרה צהובה, וליחה
(החזיק עד למאה ה-17)

תורות נכונות:

צמחים, כמו חיות, צריכים מזון. חיות זקוקות לצמחים אך צמחים לא זקוקים לחיות.
אך שגה בקביעת מזונם של הצמחים: אדמה ומים (החסיר אור ואויר)



מדוע תורות לא נכונות כאלה שרדו מאות ואלפי שנים?

נלמד ונערוך נסיונות כדי להבין את הקושי הנסיוני להזים תיאוריה

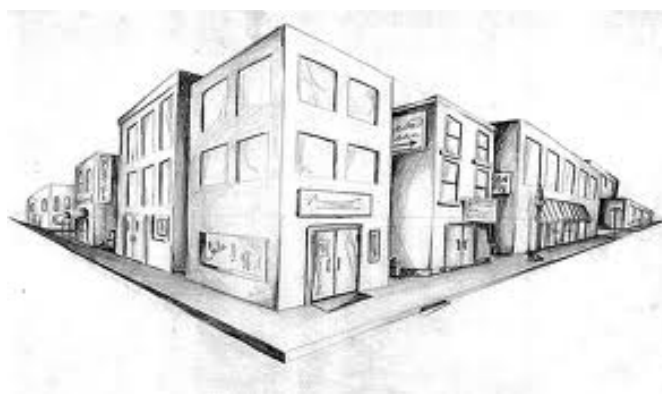
אוקלידס מאלכסנדריה – מתמטיקאי ואופטיקאי:

הגיאומטריה, מבוססת על אכסיומות

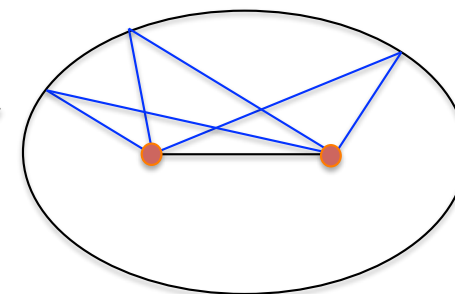
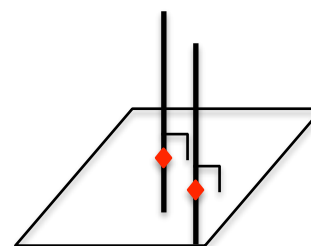
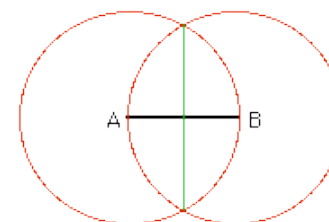
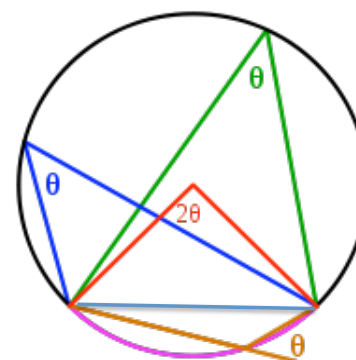
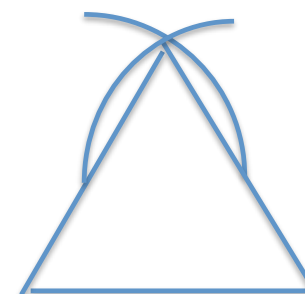
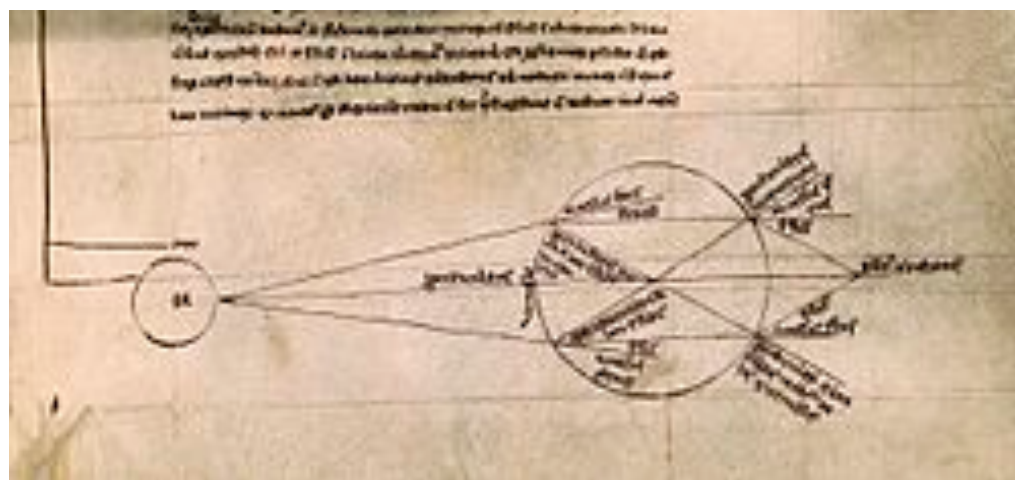
בניות בסרגל ומחוגה

הבסיס הלוגי לבנית תורות מתמטיות

השלכות כדור ופרספקטיבה
הבסיס לציור מפות

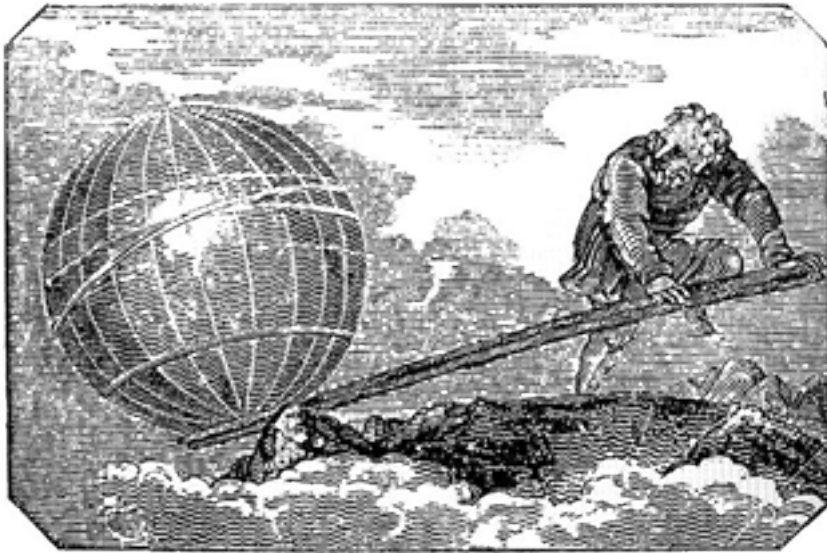


שבירת אור בכדור זכוכית – הבסיס לאופטיקה



ארכימדס מסירקוס – מתמטיקאי ופיסיקאי:

חוקי המכניקה של המנוף, חוקי הציפה, נפחי צורות גיאומטריות וגופי סיבוב



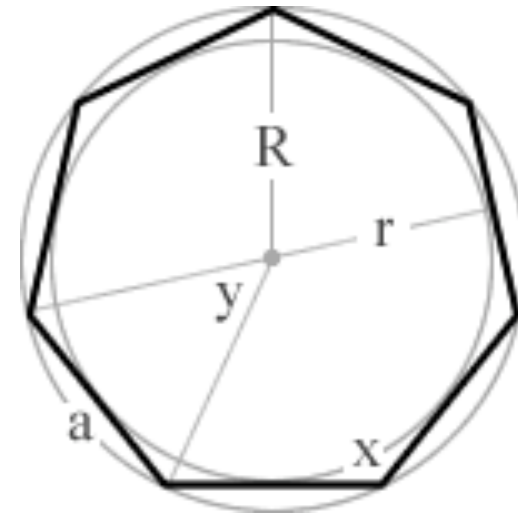
תנו לי נקודת משען וארים את כדור הארץ



האם כתרו של המלך הירו עשוי מזהב טהור?



נפחי צורות גיאומטריות



חישוב הקף המעגל

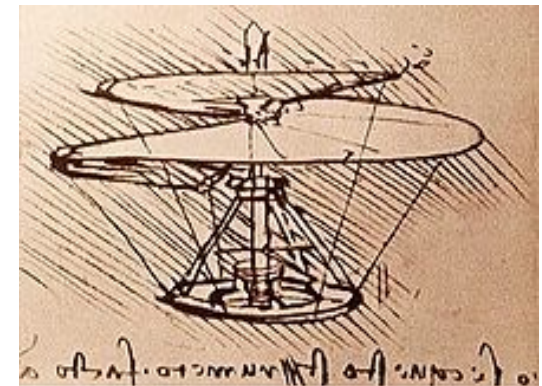
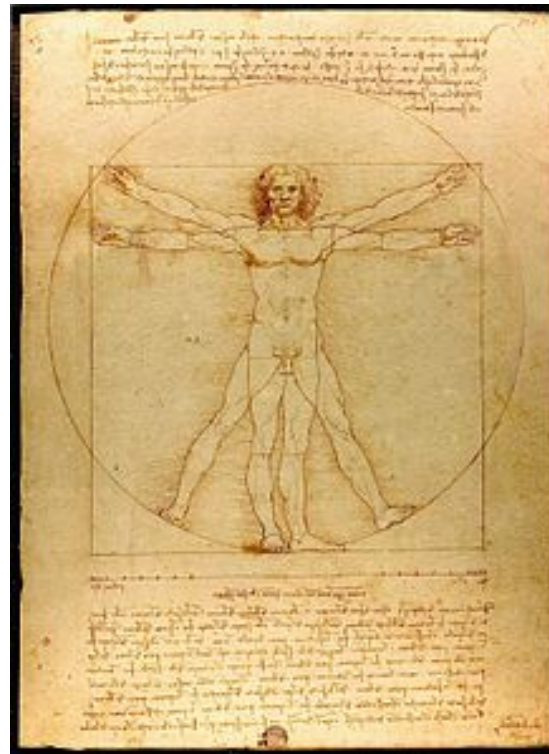
ליאונרדו דה וינצי – צייר ומדען:

אנטומיה של אדם וסוס, פרחים, ממציא מכונות תעופה: הליקופטר, דאון ומצנח, רובה, תותח, כלי נגינה, טנק,

מונה ליזה (לה ג'וקונדה)



לוגו למחקר רפואי



מדוע יש חשיבות למדעי הטבע?

סקרנות ותבונה – הרצון להבין את חוקי הטבע והעולם סביבנו:

סווג חיות וצמחים במשפחות – בוטניקה וזאולוגיה
מתמטיקה תיאורטית, פיסיקה של אנרגיות גבוהות, אסטרונומיה

חשיבות מעשית – פתרון לבעיות היומיום:

גיאומטריה למדידות בנינים ומיפוי, לוח השנה, בריאות, אנרגיה ומים, מזון וחקלאות

יוקרה אישית ולאומית – תרומה לאיכות חיים ולכלכלה

בישראל: השקיה חסכונית, הי-טק, מכונית חשמלית, תרופות.

לצערנו השתמשו במדע גם במלחמות

רכב הברזל של הפלישתים,
המצאות ארכימדס להגנת סירקוס נגד הרומאים,
שימוש בחמרי נפץ לא רק במכרות (נובל) אלא גם לרובים ותותחים,
שיפור טווח תותחי נפוליון מהבנת חוקי הבליסטיקה
ועד למלחמה הקרה בין הגושים

היום מתמחים בתחום אחד של המדע

מדוע?

ריבוי הידע שצריך ללמוד.

מאידך, בגלל עירוב התחומים: כינוך רב-תחומי והכשרה בין-תחומית.

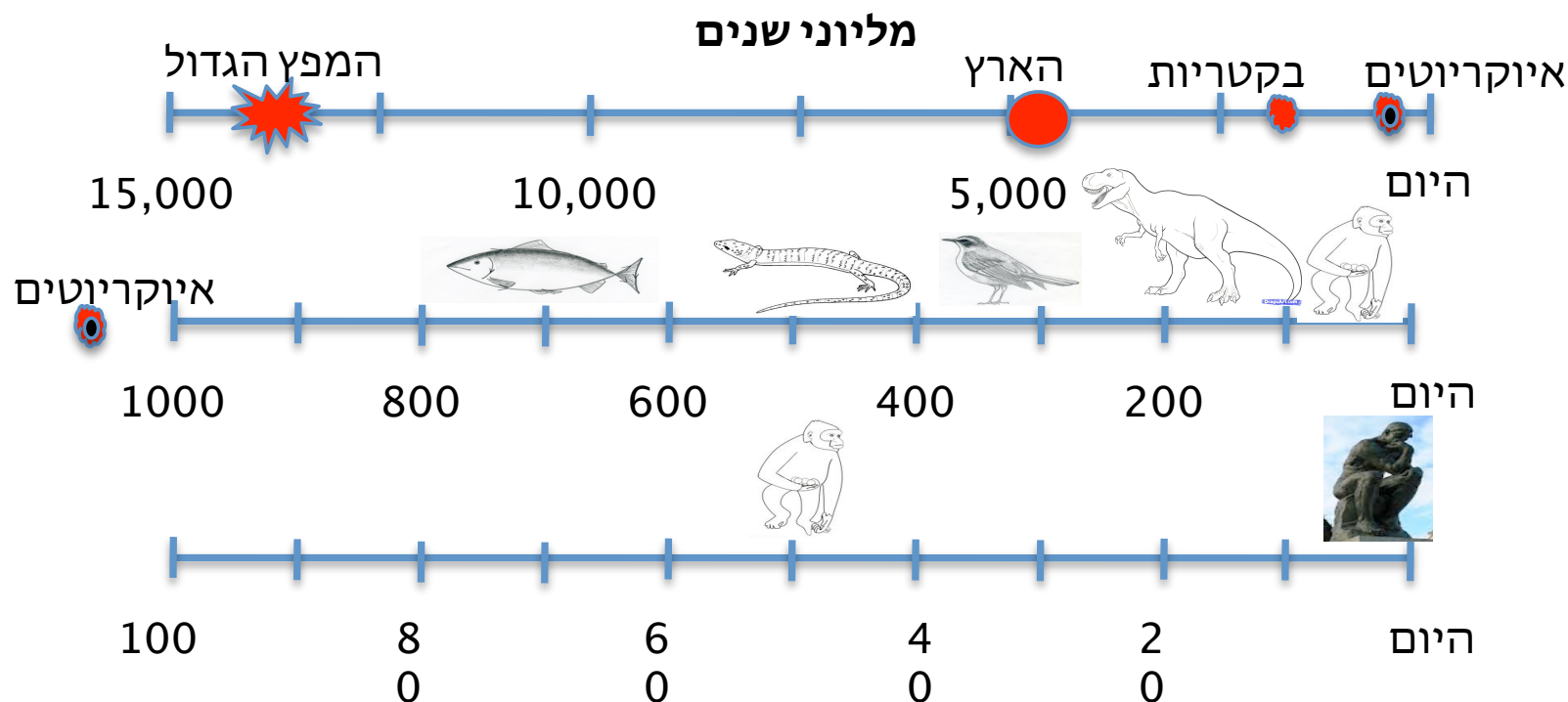
הפתרון:

הקניית בסיס מדעי רחב כתשתית שתאפשר לאדם ללמוד כל נושא מדעי ייחודי שידרש בחייו: "ללמוד לחשוב" לא סתם לצבור מידע.

אני מקווה שכשנלמד איך חשבו המדענים בעבר נשפר את יכולתנו שלנו לחשוב.

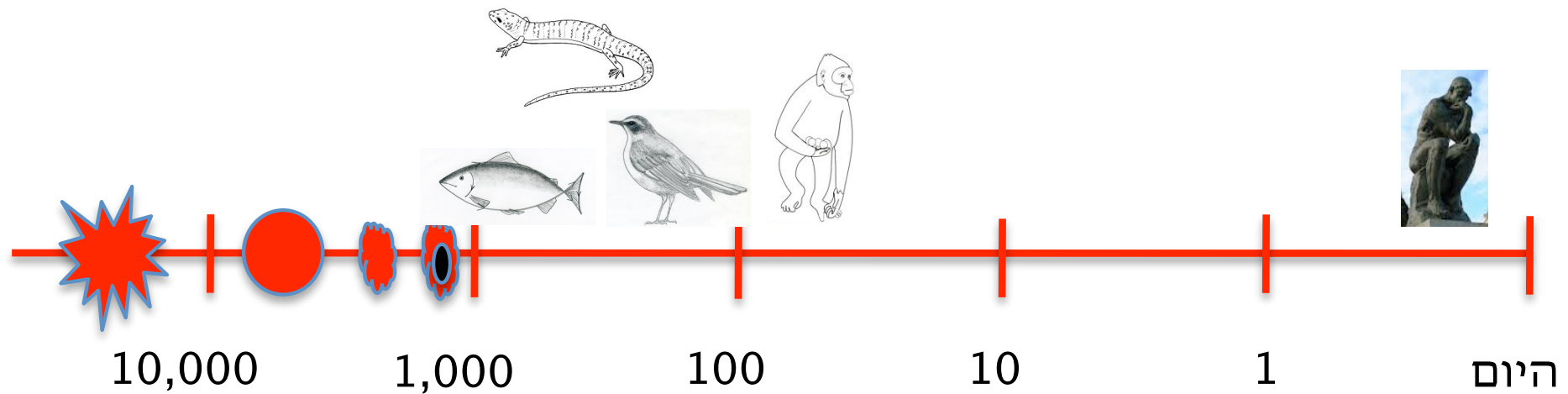
סקלות זמן בעולם:

אמר לי חבר מדען דתי שששת ימי הבריאה הם ששה ימים מטפוריים – ששה ימים של הבורא אינם ששה ימים שלנו. גיליתי להפתעתי שסדר הבריאה בתורה מקביל לסדר הווצרות הצומח והחיים על כדור הארץ לפי הבנת האבולוציה במדע המודרני.
הבריאה בתנ"ך: א: אור וחשך, ב: מים ושמים, ג: ים יבשה וצמחים, ד: מאורות בשמים, ה: דגים חרקים ועופות, ו: בעלי חיים ואדם. הסדר נובע מהבנת הסיבוכיות ביקום.
הווצרות היקום לפי המדע: (בהמשך נלמד איך גילו את המידע הזה)



אם המפץ הגדול קרה לפני יום, קיום האדם על כדור הארץ קרתה בערך לפני שניה אחת!!!

איך נוכל לצרף את כל האירועים מבלייוני שנים ועד מליונים בודדים בציר אחד של זמן?



במקום שכל יחידה היא נאמר 100 מליון שנים, כל יחידה היא עתה **פי 10 שנים** מהיחידה שלמינה. כך קבלנו יחידה ראשונה מהיום עד לפני מליון שנים, יחידה שניה ממליון עד 10 מליון, וכו' בחמש יחידות הגענו עד $10^5 \times$ מליון שנים שהם 100 בליון שנים

בהמשך נלמד את החשיבות של ציר מכפילתי (לוגריטמי) – במקום ציר חיבורי (ליניארי)

גם התפתחות המדע הטכנולוגיה והתבונה האנושית נעשית בציר זמן מכפילתי, מדוע?

רמז: "תוספת" הידע המדעי יחסית לידע הקיים: נחזור לזה בדיאגרמת המדענים בסוף הפרק.

נסקור קצת היסטוריה עתיקה מאד של הידע האנושי – החל מאנשי המערות לאור התייעוד שנשאר לנו בציורים, בבניה ובכתבים עתיקים, וננסה להבין איזה טכנולוגיות נדרשו להגיע להשגים בעולם העתיק.

בשעורים הבאים נסקור את שטחי המדעים בעולם העתיק והקלאסי

נתחיל בביולוגיה וברפואה מאחר והם בעיקר תיאוריים – אבל נדגים כמה נסיונות פשוטים כדי להבין מה היו הקשיים בתיאור נכון של תופעות הטבע.

נמשיך בכימיה, במכאניקה, אופטיקה ואסטרונומיה.

לבסוף נקדיש זמן למתמטיקה: מספרים, אלגברה וגיאומטריה

בפגישה האחרונה

למדנו על סקלות זמן של יצירת היקום והחיים והגדרנו סקלה ליניארית (חיבורית) ולוגריטמית (מכפלתית).

שוחחנו על חשיבות המדעים בסקרנות האנושית, בישומים לרווחתנו, וגם ביוקרה ובתרומה למלחמות.

הדגשנו שכיום שטחי המדעים (מדעי הטבע ומדעי החברה) אינם מופרדים אלא חופפים רוב המחקר המדעי הוא בין-תחומי: דורש מומחיות ביותר מתחום אחד.

לבסוף הראינו שהתפתחות הידע האנושי תלוי בידע הקיים ולכן גדל בגידול מכפילתי (פי x כל y שנים)

ולכן כמות הידע גדל אקפוננציאלי (כמו A^b)

ציוני דרך בהתפתחות התבונה האנושית.

לפני כמה זמן התפתחה הלשון?

איננו יודעים בדיוק, אבל כנראה לפני 10,000 שנים החלו בני אדם לפתח שפת דיבור הדומה לשפה הנוכחית. צורך חברתי, וצורך להעברת מסרים לפעולה שיתופית. יש תיאוריות שונות הטוענות לבסיס משותף ואחיד לכל שפות הדיבור (הבלשן נעם חומסקי מ-MIT).

והכתב?

כ- 5,000 שנים!!! התחיל כנראה בצורך אירגוני ותיעודי של השלטון.

מראשית ההסטוריה המתועדת קרו מעט שינויים פיזיולוגיים (וגנטיים), אך "האבולוציה השיכלית" של האדם מהירה בהרבה מאבולוציה ביולוגית: השינויים בצורת החיים שלנו עצומים. הסיבה: הצטברות הידע האנושי. זה התאפשר ע"י הדיבור והכתב.

מענין שבהיסטוריה האנושית השמידו ידע: נוצרים שרפו את ספרית אלכסנדריה, והקיסר הסיני Shih Huang Ti משלשלת קין (Qin) ב-213 לפה"ס שרף כתבי מתמטיקה וכנראה גם הרג את המדענים ב"רפורמה החינוכית" שלו. האינקויזיציה הקתולית שרפה או במקרה הטוב גנזה ספרים של מדעני יון הקלאסית, הנאצים שרפו ספרות "יהודית" והטליבאן שרפו כל ספר שאינו הקוראן.

כוח המידע מאיים על רודנות חשוכה, מאחר והוא מאפשר מחשבה חפשית. אך כוח המדע גם יכול להתגייס לשליטם של רודנים המדכאים חופש. (סירטי ג'יימס בונד)

ציוני דרך בהתפתחות הטכנולוגיה?

תקופת האבן – 25,000 שנים לפני הספירה

הידע שלנו: מממצאים במערות האדם הקדמון

- * מזון: מלקטים פרות, זרעים ושרשים
- ציידים: יצירת כלי אבן לציד (ראשי חץ), חיתוך בשר הציד, גילוף כלי עץ, איזה טכנולוגיה צריך לייצור קשת וחיצים: (גידים, חץ עם ראש מאבן צור חדה)
- דיג: איזה טכנולוגיה דרושה לדיג (חבלים סלים ורשתות מסיבי תמרים, חכות, צילצלים)
- * אש מאבני צור !!! כנראה הגורם שאיפשר הגירה מאפריקה לאירופה ואסיה הקרות.
- * חיים במערות בקבוצות, ציד חיות קטנות, צפרים ודגים ובהמשך צבאים ועם חניתות עץ – ציד חיות גדולות. מה צריך כדי לצוד חיות גדולות (צוות הפועל בתיאום. אמצעים לשמירת הבשר)
- * ביגוד ונעלים: עורות, פרוות, צמר, חוטים מצמחים סיביים,
- איזה טכנולוגיה צריך לביגוד: (מחטים מעצמות, שזירת חבלים, טווית חוטים מצמר ומפשתן, עיבוד עורות)
- * תכשיטים מאבני חן, שיניים, צדפים, עצמות (מאוחר יותר מכסף וזהב)
- * קבורת המתים, טקסים דתיים, ציורי מערות (חיים בקרבת מים)
- מה הצורך ה"קיומי" בדת?
- שיתוף חברתי, הסבר לתופעות טבע לא מובנות ומפחידות, ביסוס הנהגה,
- * היררכיה בחברה: כהני דת, מלכים, חוקים



כלי אבן וצור פרהיסטוריים. מה פשר הצורות? הציעו שימושים אפשריים.



אבל לא רק כלים שימושיים, גם תרבות הפנאי במערה...
ציורי מערות בבימבקטה, הודו - איזה צבעים? ממה ייצרו אותם?



ציורי מערות בצבעים בלסקו, צרפת, לפני 13,000 – 25,000
מדוע הופיע שחור בצרפת ולא בהודו? (רמז: צרפת קרה בחרף)



ציור סוס במערות לסקו, צרפת. חשוב על תיחכום שיטת הרישום והצביעה.

הבה נעשה תרגיל מחשבתי קטן: נדמיין שאנו אנשי המערות.

המצאה של איש המערות

חשוב על המצאה לאור הידע והכלים שהיו מצויים לאיש המערות, הצורך והפתרון.

תקופה מזוליטית (אבן אמצעית): 10,000–20,000 לפה"ס

- חיות מבויתות: תרנגולים, ברווזים, עיזים וכבשים, פרות, חמורים, גמלים וסוסים, בסין: חזירים, באמריקה: לאמות.
כפרים, אהלי עורות, בתי קש ובוץ, עץ ועורות [איגלו, במבוק וניר]

תקופה ניאוליטית (אבן חדשה): 10,000 לפה"ס

- * חקלאות: חריש, טיוב זרעים, (תלות בעונות השנה), מחזור זריעה.
- * השקיה: הצפת הנהר, השקיה בדלי, תעלות השקיה, שאיבה (גלגל)
- צבירת עודפי מזון: ממגורות לגרעיני חיטה (יעקב ירד מצרימה לשבור שבר) וקיטניות יבשות, דיסה, לחם (שמרים), בישול טיבול והמלחת בשר, כדי וסירי חרס לבישול, נאדות לחלב וגבינות, יין

המהפכה החקלאית:

- ארז-סין, תירס, תפוחי אדמה, עגבניות ודלעת-אמריקה, סוכר ובננות-גינאה
- 7000–8 לפה"ס: מזה"ת-תבואות (לחם), קיטניות, סולת (דיסות)
- מכפרים לערים וממלכות:
תרבויות מפותחות: שומר (פרת וחידקל), מצרים (נילוס), סין (ינג-צה) פרו (אמזונס)
הודו (אינדוס) (המשותף: תרבויות על נהרות גדולים)
- * הובלה ומסחר בין ערים (חמורים, דוברות נהר, עגלות)
- * אירגון ממלכות, מלחמות



חריש בעזרת שוורים, מצרים 1200 לפה"ס. ממה עשויה המחרשה? (רמז: טרום תקופת הברזל)

מה משותף לבניה באזורים שונים בעולם לפני 4000 שנה?

התלות במים – להשקיה, לתחבורה, להגיינה.
מצרים על הנילוס, מסופוטמיה על הפרת והחידקל, תרבות הינדית על הגנגס

לעומת זאת אין נהרות גדולים בערי יוון הקלאסית או המאיה, מדוע?
(ערים קטנות. טכנולוגית אגירת מים. תלות בחקלאות מיובאת: יוון מאסיה הקטנה, מאיה אזורים טרופיים גשומים).

המיבנים הראשונים היו ארמונות מלכים ומקדשים. לבנייתם נצרך כוח אדם רב ואמצעי חציבת אבנים והסעתם מהמחצבה לבנין. (דחיפה על גיזרי עץ כגלגלים)
הפירמידות דרשו אלפי אבנים שגדלו עם הדורות. הבניה – תל אבנים מסוטטות.

איך חצבו לפני תקופת הברזל?

קידוח חור באבן גיר במוט עץ שבקצהו אבן צור, הכנסת עץ יבש לחור והספגתו במים – כשהתנפח ביקע את האבן.
אפשר לראות את חריצי החורים במחצבות באזור קיסריה בכביש החוף.

מדוע נשמרו מקדשים וארמונות ולא בתים של פשוטי העם?

(רמז: קשה להרוס או להשתמש באבנים גדולות לבתים פשוטים)



שער מקדש במלטה - תמיכת תקרה באבנים גדולות מסף לסף



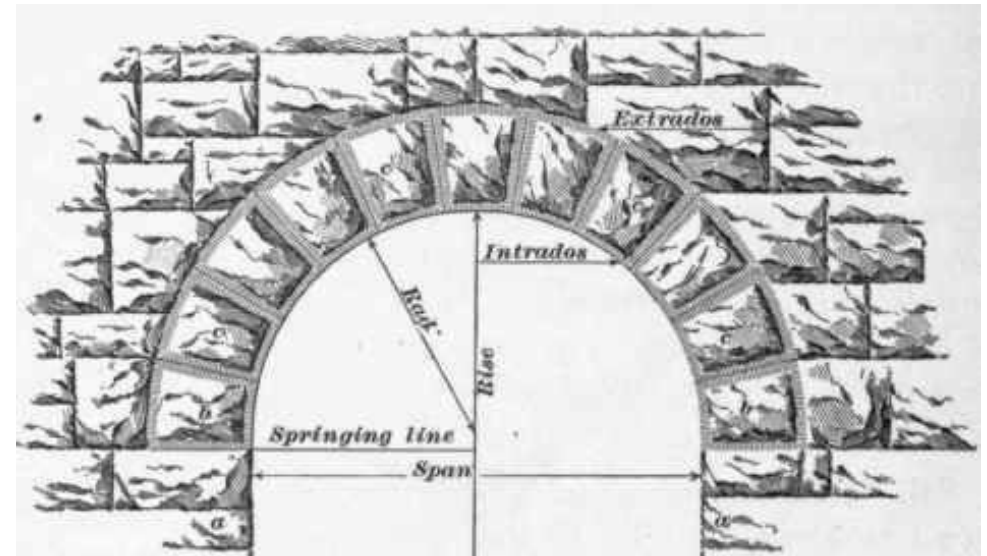
אנגליה, לפני כ-4500-4000 שנה Stonehenge

מה משותף בין מעגל אבנים זה למקדש במלטה (רמז: מבנה השער)

ממגורים ארעיים (אהלים) לערים וכפרים קבועים ובתי אבן.

פיתוח שיטות בניה באבן שאינה דורשת אבנים עצומות ואלפי בנאים:

1. קירות מאבנים לא מסוטטות ותיקרות מעץ
2. תמיכת גגות אבן ע"י קשתות מאבנים קטנות (אבן ראש)



איזה חמרים משמשים אותנו היום בבניה ומה הם מאפשרים לבנות?

(פלדה, ביטון, גבס, אלומיניום, זכוכית, פלסטיק)

תקופת הברונזה 3000 לפה"ס

סגסוגת נחושת ובדיל נמסה ב- 900° (מעלות צלזיוס). קשה מנחשת ומבדיל.

טמפרטורת היתוך של נחושת- 1084° בדיל- 232°

מכרה תמנע: עפרות עשירות במלחי נחשת Cu_2S CuFeS_2 בחימום עם סליקה הופכות לתחמוצות, ובשחרור חמצן בחום - למתכת.



**האם הכלים דומים לכלי הצור?
במה הם שונים?**

(שימושים דומים: ראשי חץ, סכינים, מחטי תפירה, כוסות, חרזי קישוט

אך דקים קלים חדים ועדינים יותר-מסרק)

בתנ"ך: תוֹבֵל קִין—לֹטֶשׁ, כָּל-חֵרֶשׁ נְחֹשֶׁת וּבָרָזֶל

(קצת בעייתי - מאחר וקדם לתקופת הברזל ...)

תקופת הברזל 1200 לפה"ס, כיבוש הארץ ע"י יהושע

ברזל ניתן ב-1536 מעלות צלזיוס. להב המחרשה, גלגלים וסרנים, פטישי אבן וריקוע נחשת, אך גם חרבות – פלדה ע"י תוספת פחמן.

איזה טכנולוגיות צריך לפתח: (כבשנים חמים יותר וללא חמצן, כימיקלים)

לפלישתים היה רכב ברזל שמנע מהישראלים להתישב באזור שפלת החוף

טכנולוגיה לתחבורה ביבשה בים ובאוויר

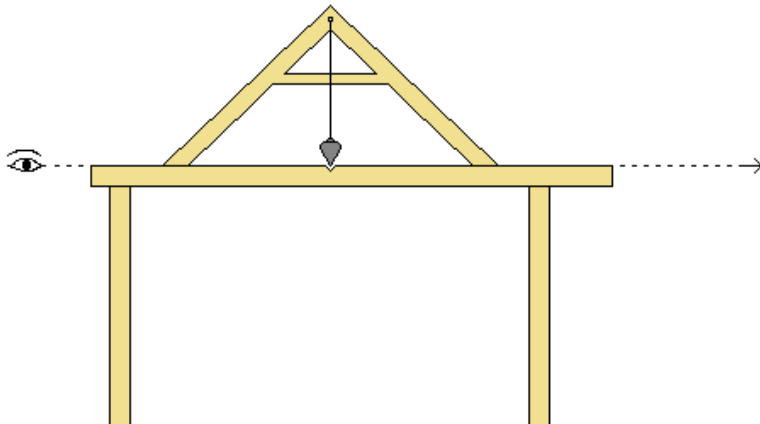
- * דחיפה וגרירה ונשיאה ע"י אנשים
- * הסעה על גזרי עץ (בנית הפירמידות)
- * סלים נשאים על חמורים (לא צריך דרכים סלולות)
- * עגלות עם צירים וגלגלים נמשכות ע"י שוורים ומרכבות סוסים (דורש דרכים)
- כיום: אופניים מייסבים צמיגים מהיתרון כל אחד?
- * דוברות נהר (תיבת נח: זכר קדום לספנות)
- * סירות ואניות בים האדום ובמפרץ הפרסי, (חירם מלך צור)
- הפיניקים: סירות מפרש במרחבי הים התיכון. מסחר בין מצרים והאיים היווניים.
- ובאוויר:
- * כנפים, מצנח, דאון, (סיפור איקרוס ודדלוס – נסיונות לתעופה)
- * בלון (חם, הליום) רק לפני 200 שנים
- * פרופלור, סילון, רקטה – החל לפני 100 שנים
- * מנוע יונים – בניסוי בחלל

מספרים, מידות ומשקלות:

מספרים שלמים ושברים: הצרכים שהביאו להתפתחותם.
יחידת אורך, מיפוי חלקות (סימון מחדש אחרי גאות הנילוס).
שטח קרקע ומבנה, נפח (כמה אבנים לפירמידה) אנך ומאוזן.
משקל ונפח מזון – תקנים למסחר הוגן.
גיאומטריה, מספרים לא רציונאליים: אורך מיתר במשולש ישר זווית, (פיתגורס) יחס הקף
מעגל לקטרו (בתנ"ך=3).
מידת זמן – אסטרונומיה וחשיבות לחקלאות.

מכשירי מדידה:

- * לבניה: אנך ופלס (איך בנוי?)
- * לאורך: אמה, רגל – יחידה חוזרת, חלוקת היחידה $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ וכו'
- * למשקל: מספר גרעיני שעורים או זיתים – מאזנים.
- * לזמן: תזוזת שמש וכוכבים, עונות שנה (הכנות חקלאיות), לזמנים קצרים – שעון חול.
- * נפח נוזלים: כלי מדידה תקינים.
- * זווית ישרה – משולש עם צלעות 3 4 5.



מדידת נפח בעזרת אורך: הבינו כי נפח כדור נקבע ע"י הקפו

מזוג לי בבקשה חצי הקאט יין אדום

שיטת מדידה עתיקה של נפחים שחשפו ארכיאולוגים ומתמטיקאים, שאינה מבוססת על מטרים, שופכת אור על המסחר בימי קדם

אסף שטול-טראורנינג

שיתוף פעולה מתמיך בין ארכיאולוגים ומתמטיקאים באוניברסיטת תל אביב חשף שיטת מדידה מתחילת שנות השתמשו במשך מאות שנים סוחרים מצרים ופניקים, החל מלפני 3,500 שנה. החוקרים טוענים כי השיטה - אותה חשפו באמצעות בדיקות שערכו בעשרות חפצים חרסיים בישראל, קפריסין וארצות הברית - כללנה שיטות מדידה ויחידות מדידה שונות באופן משמעותי מהשיטה המטרית המודרנית. שיטת איתור כיום.

כשאנו מעוניינים למדוד נפח של גוף, אנו משתמשים בשיטת יחידות מדידה שונות הקשורות זו בזו בקשר מובנה - המטר הלטר. הקשר הזה מבוסס על הצורה הבסיסית של קובייה, לכן, כאשר מחשבים נפח קובייה, שאורך כל אחת מרפנותיה הוא עשרה סנטימטרים, הנפח שיתקבל הוא ליטר אחד, וכך אין צורך בחישובים מסובכים. קשר מובנה זה בין יחידות המדידה מאפשר חישובים במספרים עגולים.

כאשר חוקרים מודרניים בוחנים כלי חרס כדוריים, ששימשו למכירת בשמן, ביין ובמצרים נהגו וליים אחרים, עולה השאלה כיצד סוחרים אמרו את כמויות הנחוצות בכלים אלה. עד כה, הניחו החוקרים שהתחשבו בצורה הכדורית של כלי החרס, האומדן לא היה יכול להיות מבוסס על שיטת מדידה מוטית, רת כמו השיטה המטרית, אלא על מדידת ערך כלכלי.

"ארכיאולוגים המודרניים סבורים כי סוחר העתיקה יכלו רק 'לערוך' בעין את תכולת הכלי לים העגולים מבלי לירות אותם, אומדן פרופ' יצחק בנגסון מתמטיקאים

פרופ' יצחק בנגסון וילנה זפסקי מודדים את כלי החרס העתיקים תצלום: ניר כפר



נפח = 0.5 קאט (4.8 ליטר)

המחקר החדש מגלה שסוחרים ידעו בדיוק מהו הנפח, שכן הגדירו את יחידת המדידה שלו (הקאט) על בסיס יחידות האורך של אותה תקופה (אמה)

עד כה סבור חוקרים שבתקופות קדם היו אומדים נפח של כלי כדור על בסיס מראית עין בלבד, משום שהשיטה המטרית לא הומצאה

תגלית עם נפח 10 ס"מ x 10 ס"מ x 10 ס"מ נפח = 1 ליטר

נקלשטיין במגזין ובאתרים אחרים באזור הלבנט ומצרים. הממצאים פורסמו במכתב העת PLoS ONE. ארכיאולוגים יודעים לומר כי יחידת הנפח ששימשה את המצרים בתקופה הזו הייתה הקאט (bekat), השווה ערך לכ-4.8 ליטר. ואחת מיחידות האורך המקובלות הייתה האמה המלכותית (royal cubit), שאורכה כ-52 סנטימטר. כאשר חוקרים ילנה זפסקי החלה למדוד

השימוש בשיטה מראה על עוצמתה של מצרים באזור פרופ' ישראל פינקלשטיין

כולם הניחו שאם תהיה שיטת מדידת נפחים, היא תהיה כמו שלנו פרופ' יצחק בנגסון

"המחקר שלנו מראה שבמאות ה-14 עד 10 לפני הספירה, המצרים והפניקים השתמשו בשיטת פשוט

היא תהיה מבוססת על הקובייה, כמו בשיטה שלנו. לכן אף אחד לא חשב על זה". אמנם השיטה המצרית כוללת שיטת מדידה המבוססת על הקובייה, אבל זו מוגבלת למדידת נפח ארמה בחפירות. מעבר לכך - בנמלים ובסוחרים, בהם הסוחרים השתמשו בכלים מעוגלים - השיטה המקובלת למדידת הנפח הייתה מבוססת על צורת הכדור. עם זאת, הקשר בין יחידות האורך ליחידות הנפח המצריות לא היה מבוסס על נוסחה כזו או אחרת: למצרים לא הייתה היכולת המתמטית האחת. שתי היחידות פותחו בידור, ביחס זה לזה, כך שבגדלים מסוימים הם קיימו קשר מובנה של מספרים עגולים.

החוקרים רצו לוודא שהקשר שהתגלה בין יחידת האמה המלכותית ליחידת הקאט אינו קשר מקרי, וייתכן שהגדירו אותו על ידי צדדים מסתירים או פיזיולוגיים. כך למשל, גורלי כלי החרס, ששימשו בין היתר גם לשתית בירה, עשויים היו להיקבע על ידי יכולת הקיבולת של השותים. אך כשהחוקרים השוו את כלי החרס המצרים והפניקים לכלים ממוצא אשורי, לא התגלו קשרים דומים בין יחידות המדידה. הארכיאולוגים מציניים שהם התרשמו מהעובדה שהשיטה המצרית אומצה על ידי סוחרים פניקים גם לאחר גפילת הממלכה החורית של מצרים, שהייתה הגורם הדומיננטי באזור. עד שהתמוססה בשלהי המאה ה-12 לפנה"ס. "מצאנו שכלי ה'טורפרי' - קנקנים גבוהים וצרים שהועמסו על ספינות הפניקים במאה ה-8 לפנה"ס, הכילו גודלים אחרים גיתו היה למדוד במספר שלם של הקאטים, אמר ר"ד יובל גדות. "כשהאשורים כבשו את האזור הם הביאו שיטות מדידה משלהם, והשיטה המצרית נעלמה בהדרגה".

המדידה מרשים יותר מכפי שהיא נראה במבט ראשון של אדם המודרני. בשיטה המטרית כפי שהיחידות המטריות מתחלקות בעשר ובמאה, בשיטה המצרית היחידות מתחלקות במילימטר או סנטימטר. אף כי, כפי שסנטימטר או מילימטר נחשבים מספרים עגולים, ולא שברים אקראיים, גם חצי הקאט נחשב על ידי המצרים מספר עגול. לכן, החוקרים טוענים שהקשר שהתגלה בין יחידת האמה המלכותית

מה החשיבות של תקנים של מידות ומשקלות?

למסחר (סחר חליפין ומסחר בשווי כספים ושטרות) לתשלומים עבור עבודה שכירה למדידות נחלות קרקע לתיכנון וביצוע מפעלי בניה

עם פיתוח כלי עבודה פיזיים – גם פיתוח כלי מחשבה!

*** שפת דיבור ותרבות משותפת: אירגון קבוצת עבודה**

שותפות בטקסים דתיים – ריקוד, שירה, נגינה

ציורי קיר במערות: (פחמים, בוץ, צבעים מפירות, מחלזונות)

צביעת בגדים וקישוטי גוף

*** כתב: רישומי רכוש ומיסים, שבח למושל, חוקי המלך (חמורבי) [נחזור בהמשך]**

הטבעה בחרס רך (3700 – לפה"ס בשומר, כתב יתדות)

סיתות באבן גיר של ציורים וכתב (צור, איזמל מתכת) – לוחות הברית

רישום על עורות חיה (התורה)

רישום בדיו על פפירוס (מצרים) (הכימיה של דיו) חכמת החרטומים...

*** מתמטיקה:**

אריתמטיקה, גיאומטריה

באותו הזמן במקומות שונים – המאה הששית לפה"ס –

ישעיהו הנביא, הפילוסופים היווניים הראשונים (תאלס, אנקסימנדר, הרקליטוס), גאוטמה בודהה בהודו, קונפוציוס ולא-צה בסין. צורך של חברה מפותחת במדעים, תרבות ודת.

לאחר מפלת הפרסים, ביוון (מאה חמישית לפה"ס) פריחה אקדמית (סוקרטס, אפלטון, אריסטו ותלמידיהם) שמהווה את הבסיס למדעים (טבע וחברה). הפריחה עברה מיוון ואסיה הקטנה לאלכסנדריה תחת בית תלמאי. הספריה באלכסנדריה – אוסף ראשון כתוב של הידע האנושי. (אגב – גם כלל את תרגום השבעים של התנ"ך ליוונית)

התפתחות הכתב

- * 3500 לפה"ס שומר – כתב יתדות
- * 3200 לפה"ס הירוגליפים במצרים
- * 2000 לפה"ס אלפבת בבבל (הברות או ניקוד)
- * 1200 לפה"ס כתב בסין
- * 1000 לפה"ס כתב חבלים במרכז אמריקה
- * 900 אחה"ס מספרים ערביים
- * 2000 אחה"ס מספרים בינאריים במחשב



אבן חמורבי
1750 לפה"ס
כתובה בכתב יתדות:
חוקה וסדר ממלכתי
מוצגת בלובר, פריז

סוגי כתב:

כתב ציורי (פיקטוגראפי) – סימן לכל מילה – מצרים, מאיה.
כתב לוגוגראפי – סימן לכל הברה פונטית: רוב השפות כיום (סינית ויפנית – שימוש בחלק מהאותיות כפונטיות)
ובכתיבת מספרים? – מעבר מבסיס 60 לשימוש במעט סימנים (10 או 2 במחשב)

מה הקשר בין צורת האותיות לשיטת הכתיבה וה"ניר"? אסוף דוגמאות.

(קוי, מעוגל, ציורי, תבניות חוזרות, כוון כתיבה: ימין-לשמאל, אנכי,)



שומר-כתב יתדות

יוונית

αβγδεζηκλμνυθψφωπρστυφχ

לטיני

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

नमः बालः बाला स सा तौ ते
bow (namaste) boy girl he she they (m) they (f) many

पठ पठति लिख पच खाद चल हस धाव
read reads write cook eat walk laugh run

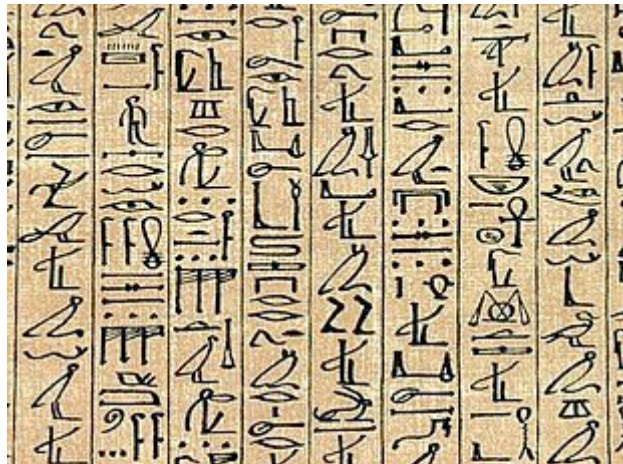
खेल वद शाखा पत अम्बा जनक
play speak branch fall mother father

पुत्र एव च न कुत्र अत्र तत्र
son also and no where? here there

अज गज अश्व सिंह ति तः त्ति
goat elephant horse lion does-singular does-two does-many

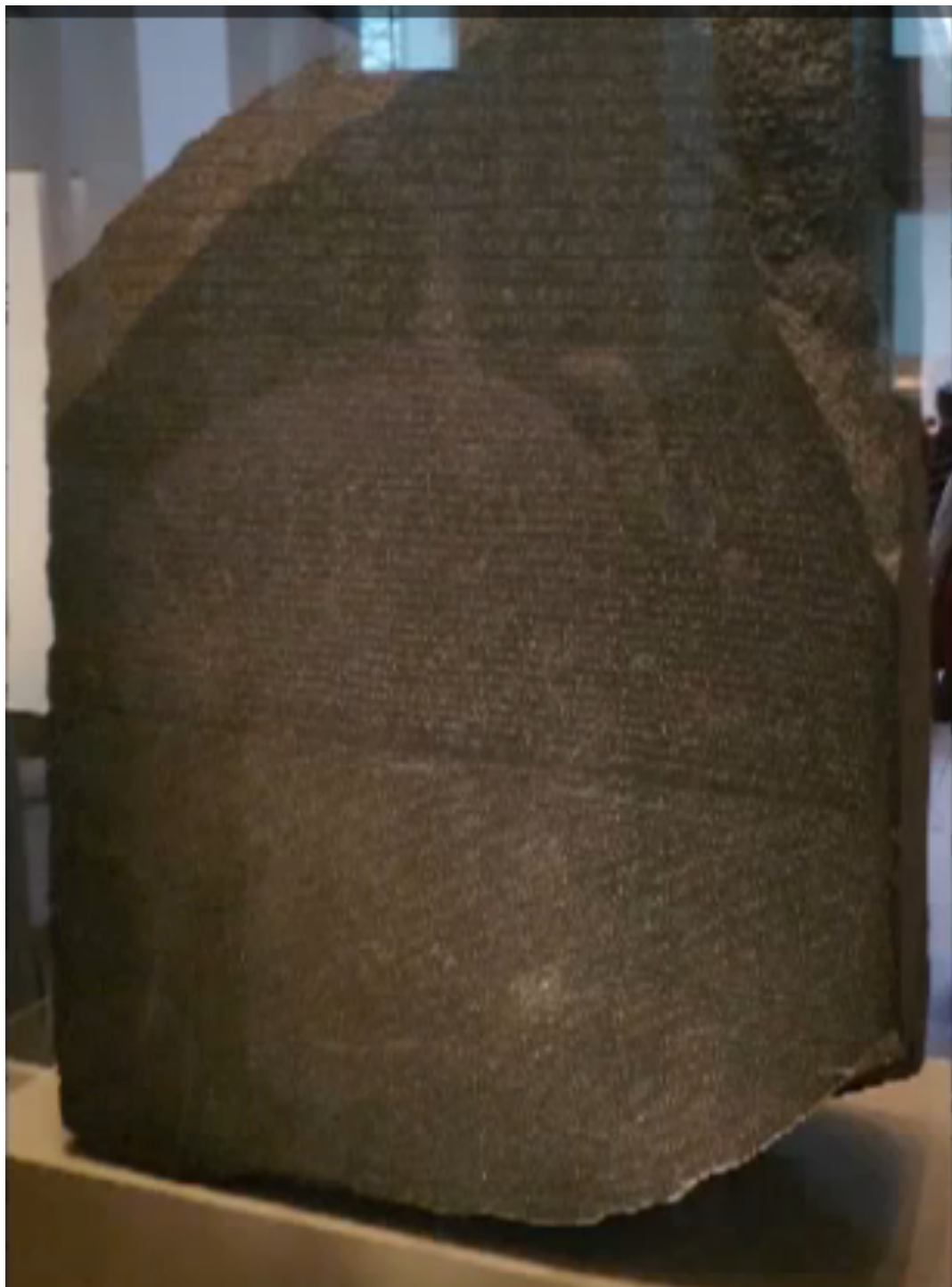
הודו-סנסקריט

מצרים- כתב החרטומים -
 נחרט באבן גיר ובשיש
 ונכתב בדיו על פפירוסים



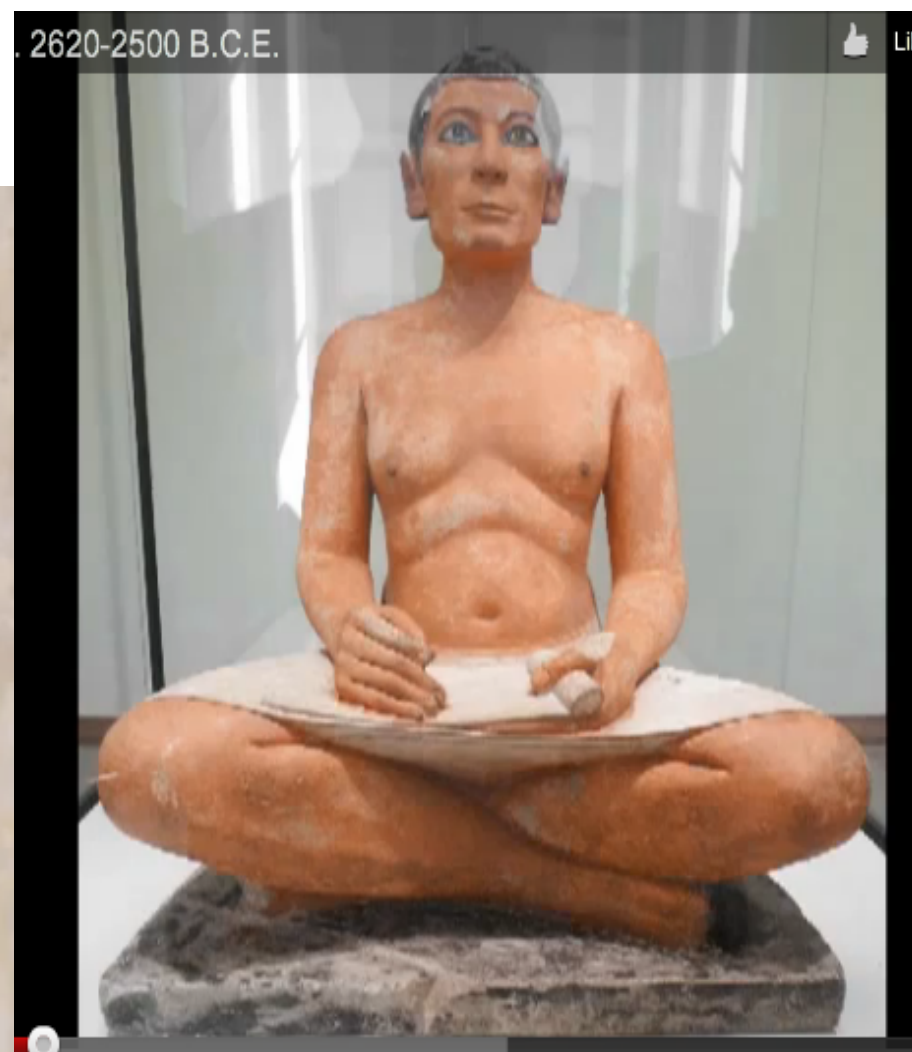
כתב היראטי (Hieratic script)
 דומה לכתב החרטומים אך מאפשר כתיבה
 מהירה בדיו ובציפורן (מקנה סוף) על פפירוס

איך פוענך כתב החרטומים?



אבן הרוזטה:
פיענוח כתב החרטומים
נתגלתה ע"י חיל בצבא נפוליון
למעלה: הירוגליפים,
במרכז: כתב מיצרי מאוחר
למטה: יונית קדומה
פוענחה ע"י ינג ושמפליון.
כיום במוזיאון הבריטי

פסל עץ של סופר מיצרי הכותב על פפירוס וקטע ציור של חרטומי מצרים





THE HAAB - month signs from the 365 day calendar

אמריקה-כתב המאיה-
פיסול באבן



סין - כתיבה במכחול
משערות של חיות

為此所能兼

Chinese Writing
Language Edition

美狂友

運氣
Luck "lei"

樂
Happiness "le"

熱情
Passion "reng cheng"

權力
Power "chuan li"

和平
Peace "he ping"

智慧
Wisdom "ji zhi"

性感
Sexy "xing gan"

狂
Crazy "kuang"

信
Faith "xin"

友
Friend "you"

愛
Love "ai"

美
Beauty "mei"

本紀第一

梁

大明南京國子監 祭酒 趙用賢

司業 張一桂同校

高帝上

太祖高皇帝諱道成字紹伯姓蕭氏小諱闢將

漢相國蕭何二十四世孫也何子鄴定侯延生

侍中彪彪生公府掾章章生皓皓生仰仰生御

史大夫望之望之生光祿大夫育育生御史中

書

צורת האותיות העבריות

התפתחות האלפבית העברי - באבן ובעט על קלף

אלפבית פרוטו-כנעני / פרוטו-סינאי

אלפבית פיניקי

הכתב העברי הקדום

אלפבית שומרוני

אלפבית ארמי

א	ב	ג	ד	ה	ו	ז	ח	ט	י	כ	ל	מ	נ	ס	ע	פ	צ	ק	ר	ש	ת
𐤀	𐤁	𐤂	𐤃	𐤄	𐤅	𐤆	𐤇	𐤈	𐤉	𐤊	𐤋	𐤌	𐤍	𐤎	𐤏	𐤐	𐤑	𐤒	𐤓	𐤔	𐤕

כֹּה אָמַר יְהוָה אֱלֹהֵינוּ
פָּשְׁעֵינוּ וְדָמָנוּ אֶרְבֵּעַ
לֹא אֲשִׁיבוּנוּ עַל דְּוָשָׁם
בְּחֻקֵּי צִדִּיק חֲבִדּוֹ לֵאמֹר
הִגְדֵּנוּ עַד וְשָׁלַחְתָּן אִישׁ
בְּבֵית חֹזֵא לֹא מִלֵּה אֲרָמֵנוּ
בְּהִלָּה וְשִׁבְרֵנוּ בְּרִיחַ

אות	כנסית	כנסית	כנסית	אות	כנסית	כנסית	כנסית
מ/ם	𐤌	𐤍	𐤎	ז/ז	𐤅	𐤆	𐤇
נ/ן	𐤏	𐤐	𐤑	ק	𐤒	𐤓	𐤔
ס	𐤕	𐤖	𐤗	ר	𐤘	𐤙	𐤚
ע	𐤛	𐤜	𐤝	ש	𐤞	𐤟	𐤠
פ/ף	𐤡	𐤢	𐤣	ת	𐤤	𐤥	𐤦

אות	כנסית	כנסית	כנסית	אות	כנסית	כנסית	כנסית
א	𐤀	𐤁	𐤂	ז	𐤅	𐤆	𐤇
ב	𐤈	𐤉	𐤊	ח	𐤌	𐤍	𐤎
ג	𐤏	𐤐	𐤑	ט	𐤒	𐤓	𐤔
ד	𐤕	𐤖	𐤗	י	𐤙	𐤚	𐤛
ה	𐤜	𐤝	𐤞	כ	𐤠	𐤡	𐤢
ו	𐤣	𐤤	𐤥	ל	𐤨	𐤩	𐤪

א	ב	ג	ד	ה	ו	ז	ח	ט	י	כ	ל	מ	נ	ס	ע	פ	צ	ק	ר	ש	ת
𐤀	𐤁	𐤂	𐤃	𐤄	𐤅	𐤆	𐤇	𐤈	𐤉	𐤊	𐤋	𐤌	𐤍	𐤎	𐤏	𐤐	𐤑	𐤒	𐤓	𐤔	𐤕
א	ב	ג	ד	ה	ו	ז	ח	ט	י	כ	ל	מ	נ	ס	ע	פ	צ	ק	ר	ש	ת
א	ב	ג	ד	ה	ו	ז	ח	ט	י	כ	ל	מ	נ	ס	ע	פ	צ	ק	ר	ש	ת

כתב כנעני

כתב פרוטו-כנעני

חותמות עבריות

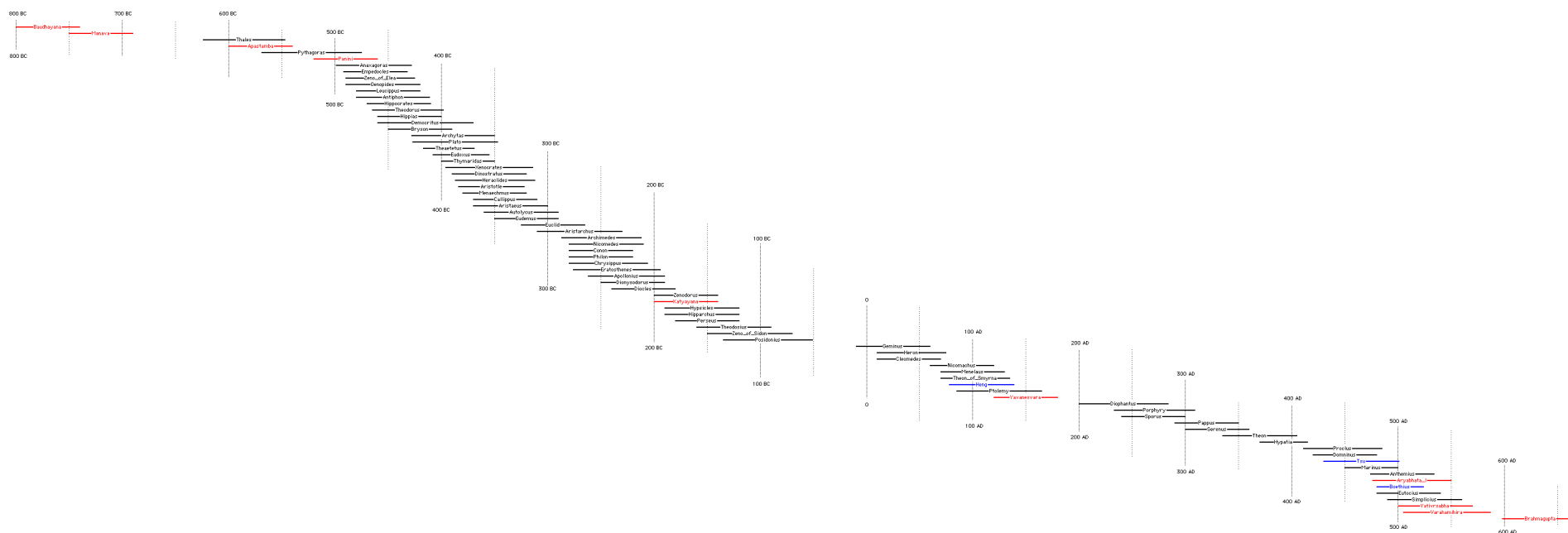
כתב עברי מרובע

**נחזור להתקדמות המדע
וננסה לראותו באופן גראפי**

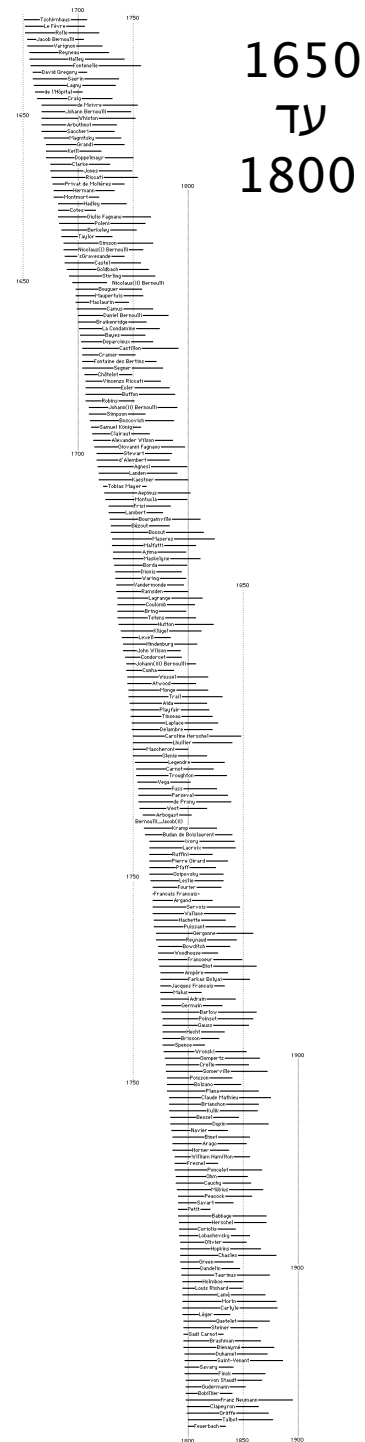
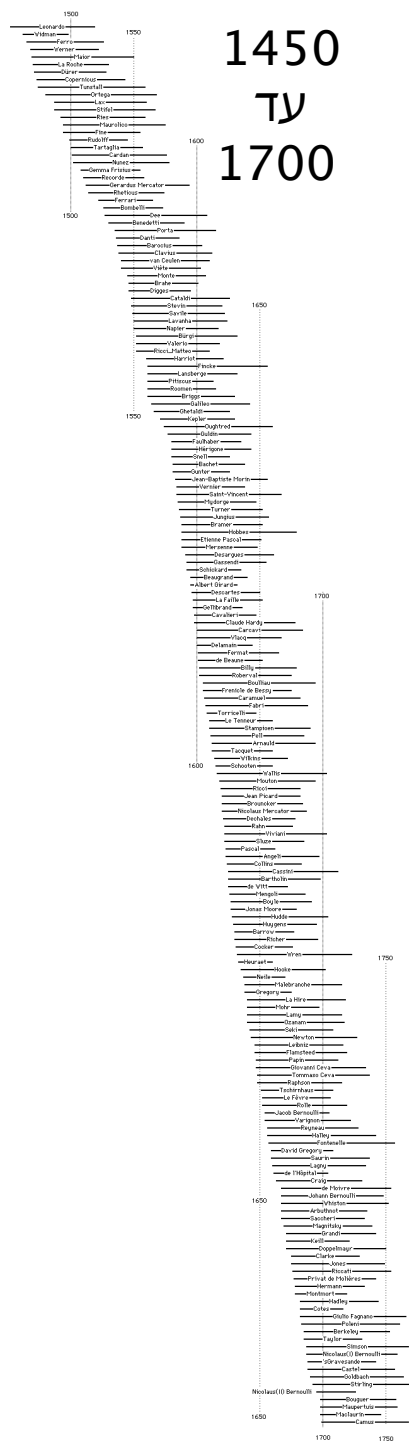
קוי זמן של מדענים

נצייר קו עבור כל מדען בציר אפקי - זמן - מלידתו עד מותו
הקווים במרחקים קבועים בציר האנכי

<http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Timelines>



700 לפה"ס – 800 אחה"ס אדום – מתמטיקאים הודים כחול – מתמטיקאים שאינם יוונים

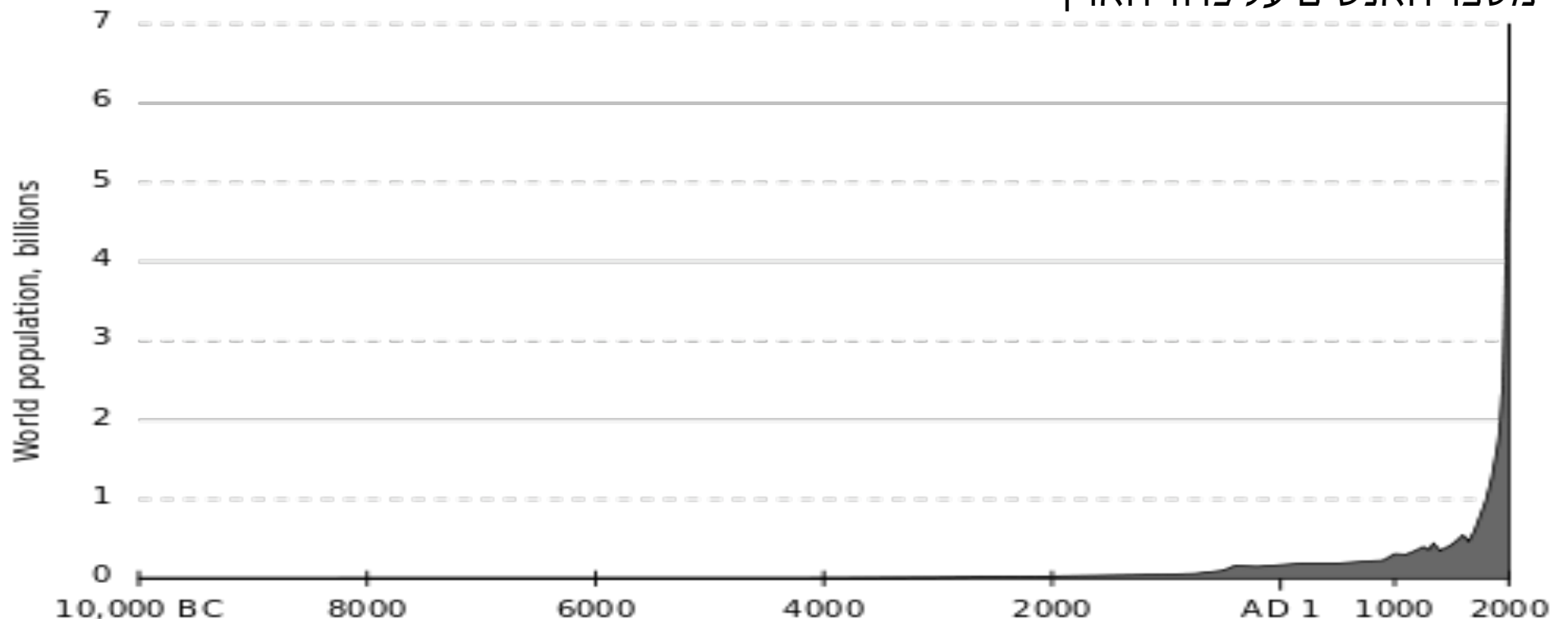


מדוע העקומה הולכת ונעשית ותלולה?

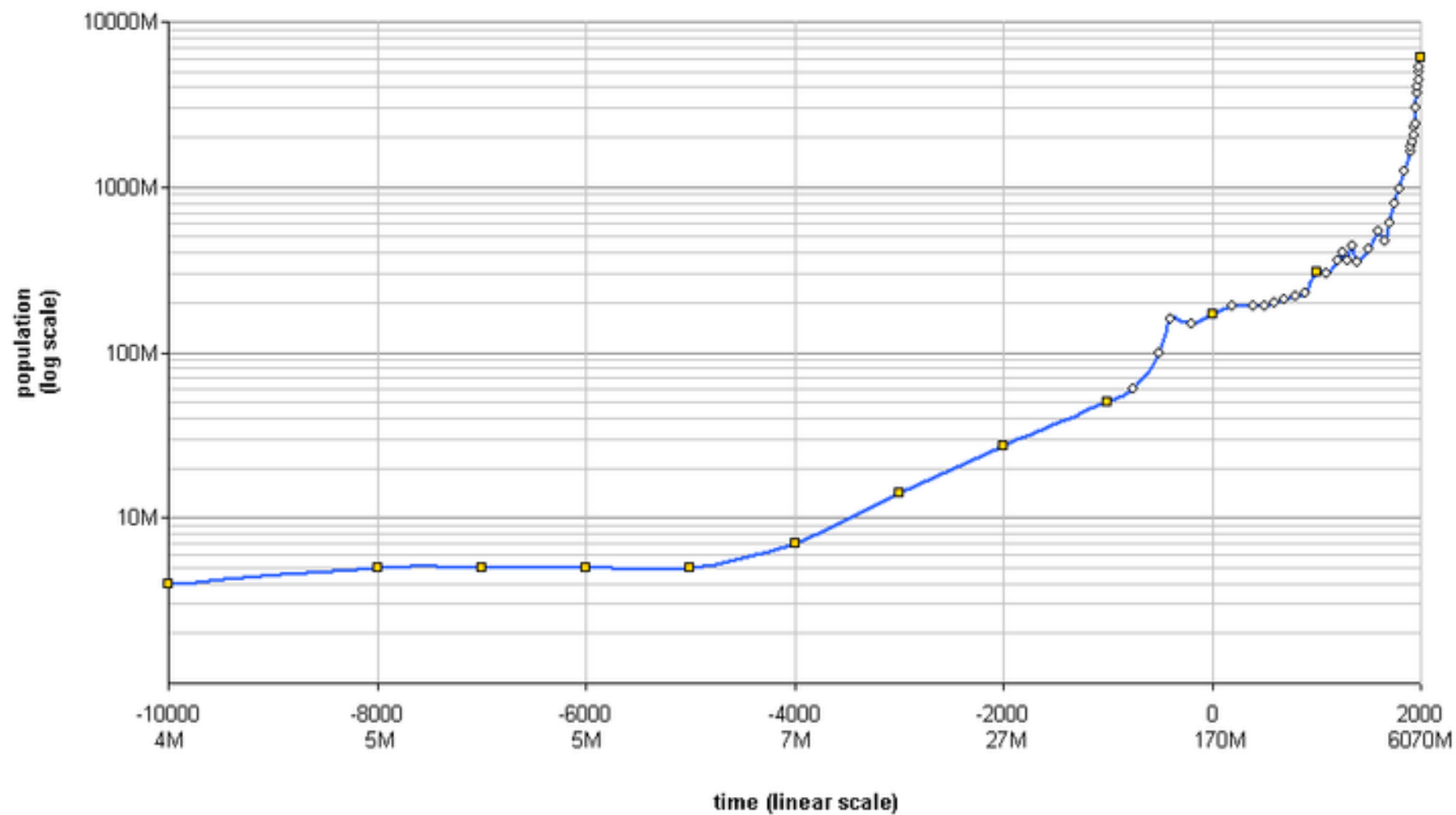
- * יותר מדענים בכל מאה חדשה?
- * אנו מכירים יותר מדענים ככל שתקופתם יותר קרובה לנו
- * השימוש הגובר בכתבים משמר עבודתם של יותר מדענים
- * השימוש בכתב מאפשר לצבור את הידע ומקל על התקדמות המדע

מספר מדענים עולה אקספוננציאלית בחברות מערביות,
וגם ביחס לגידול האוכלוסיה מספרם עולה

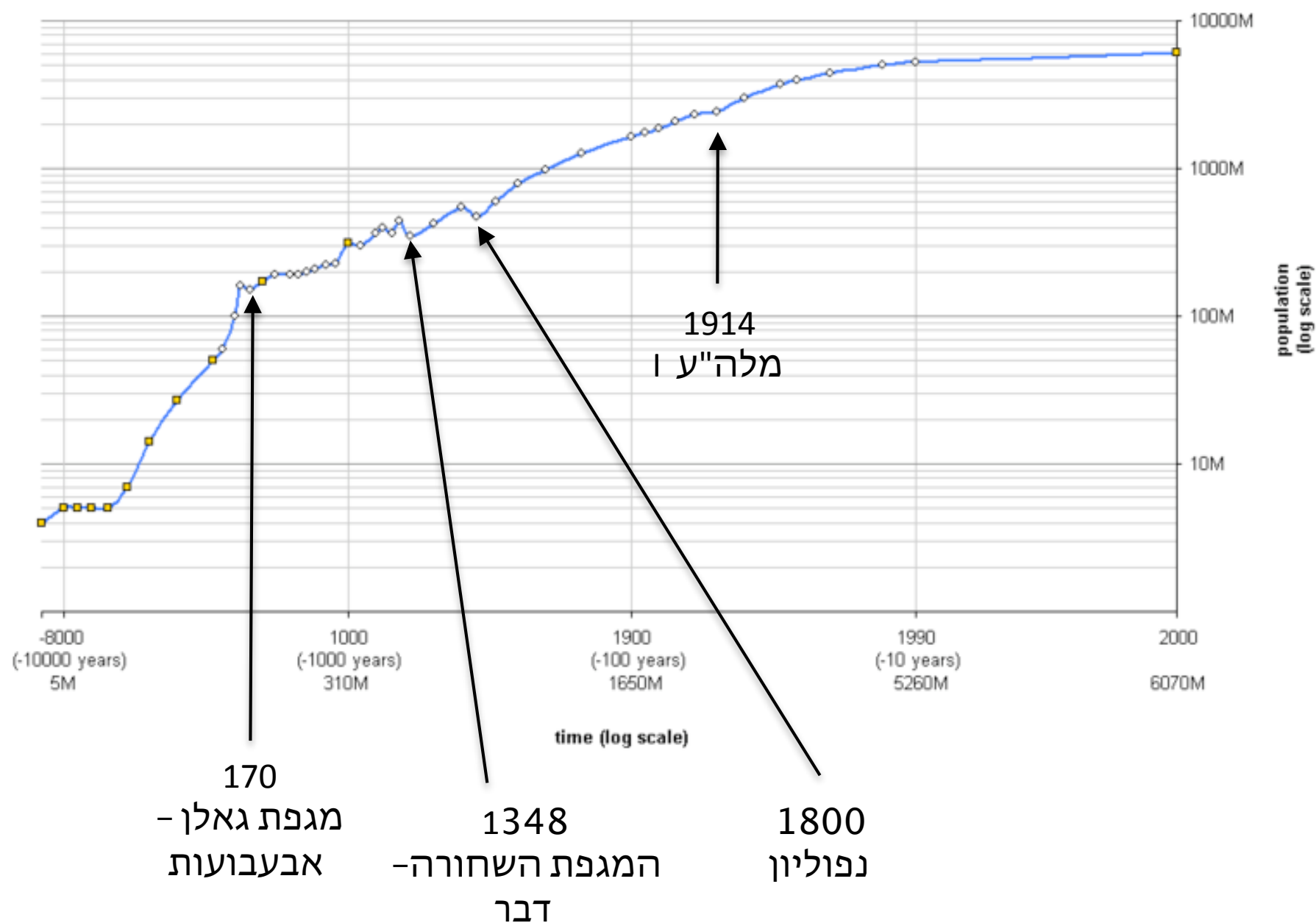
מספר האנשים על כדור הארץ



מספר האנשים על כדור הארץ בציר לוגריטמי: ניתן לקרוא נתונים בהרבה סדרי גודל.



ובציר לוגריטמי גם לזמן: ניתן לזהות את תאריכי המגיפות הגדולות



**נספח: רשימת מדענים
בעולם העתיק והקלאסי**

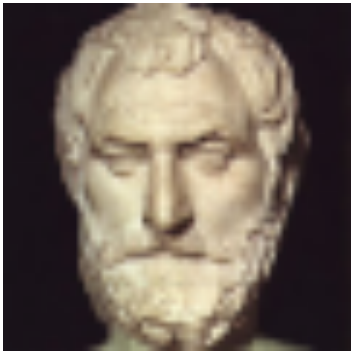


2650 BC Imhotep, Architect of the Pyramid of Djoser (3rd pharaoh dynasty)



750 BC Baudhayana Author of one of the earliest Sulbasutras: documents containing some of the earliest Indian mathematics.

Manava 750-690BC Author of the Indian geometric text of *Sulba Sutras*



625-547 BC Thales of Miletus, the 1st Greek philosopher who proposed that the Earth is a disc which floats on water. Did not discriminate magnetic and electrical forces (rubbed amber [electron in Greek] attracts pieces of feather) .

Thales was a geometer, military engineer, astronomer, and logician. Probably influenced by Babylonians and Egyptians, Thales **discovered the solstice and equinox**, and is credited with predicting a battle*-stopping eclipse thought to be on 8 May 585 B.C. He **invented abstract geometry**, including the notion that a circle is bisected by its diameter, and that the base angles of isosceles triangles are equal.



610-545 BC Anaximander of Miletus, book of prose, a treatise about nature. Gnomon: Sun dial, Map of earth, Celestial globe

The Greeks had a water clock or klepsydra that kept track of short periods of time. Anaximander invented (or took from the Babilonians) the **gnomon on the sundial**, providing a way to keep track of time, and he **created a map of the known world**.



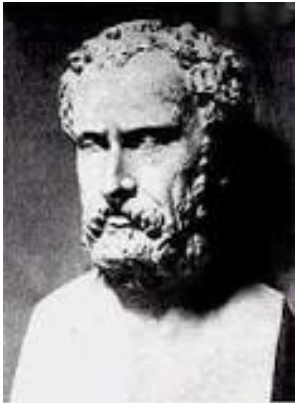
Apastamba 570 BC Author of Dharmasūtra: 30 "questions" of geometry needed in ritual ceremonies.



605 to 562 BC - Nebuchadnezzar creates the Hanging Gardens of Babylon - one of the 7 wonders of the old world: Light house of Alexandria, Status of Zeus at Olympia, Temple of Artemis in Ephesus (Asia minor), The great Pyramids of Egypt, The Mausoleum at Halicarnassus, Asia minor (tomb of king Mausolus), The colossus of Rhodes (large statue at the port entrance)

Anaximenes of Miletus 585-525 BC

Archelaus of Athens 5th BC



Xenophanes of Colophon 570-480BC Greek philosopher poet, and social and religious critic



569-475 BC - Pythagoras of Samos, student of Tales. Nature is all of numbers. In addition to discovering the famous property of right triangles, he proposed that the Earth is a sphere and that planets move in circles. Related pitch to string length.

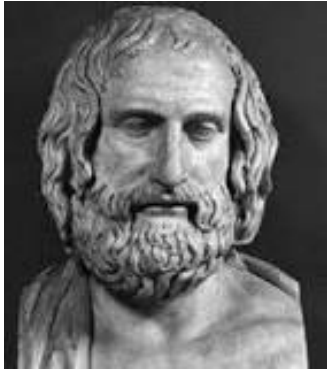
Pythagoras realized that the earth and sea are not static: where once was land is now sea and where once was sea is now land; valleys are formed by running water and hills are eroded by water. He stretched string to produce specific notes in octaves after having **discovered the numerical relations between the notes of the scale**.

In the field of astronomy, Pythagoras may have thought of the universe as rotating daily around an axis corresponding with the axis of the earth. He may have thought of the sun, moon, planets, and even the earth as spheres. He is credited with being **the first to realize the Morning Star and Evening Star were the same**. Presaging the heliocentric concept, a follower of Pythagoras, Philolaus, said the earth revolved around the "'central fire' of the universe

Alcmaeon of Croton (6th BCE) contemporary or student of Pythagoras



Panini 500 BC Author of Ashtadhyayi, a Sanskrit grammar book, a way to understand spiritual knowledge



Anaxagoras of Clazomenae 500-428BC

Anaxagoras was the first philosopher to bring philosophy from Ionia to Athens. Influenced by Thales. Anaxagoras made important contributions to astronomy. Moon reflects sun light. He saw valleys, mountains and plains on the moon. He determined the **cause of an eclipse** -- the moon coming between the sun and earth or the earth between the sun and moon depending on whether it's a lunar or solar eclipse. He **recognized that the planets Jupiter, Saturn, Venus, Mars, and Mercury move**. Agathemerus refers to his world map. He saw particle matter as moving in infinite ether (atomism).

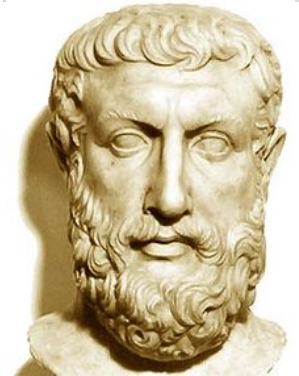


Empedocles 495-435BC

Greek pre-Socratic philosopher, cosmogenic theory of the four Classical elements: fire, water, air & earth. A myth tells he perished under the flames of an eruption of mount Etna



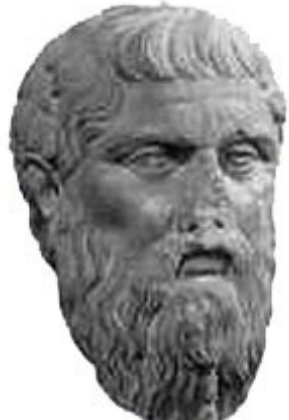
Heraclitus of Ephesus 535-475BC pre-Socratic Greek philosopher



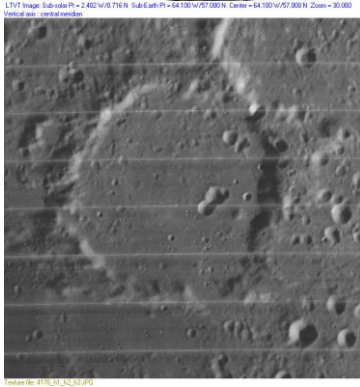
Parmenides of Elea 515 / 540 BC pre-Socratic Greek philosopher founder of the Eleatic school of philosophy. Wrote a poem about nature



Zeno of Elea, 490-430BC Inventor of the dialectic. His paradoxes preceded infinitesimal mathematics.



Protagoras 490-420BC One of the Sophists (teacher of virtue)



Oenopides of Chios ~490-420BC A moon crater on his name.

Determined the angle of 24° between the plane of the celestial equator, and the zodiac (the yearly path of the sun in the sky, and the Great Year: the shortest interval of time that is equal to both an integer number of years and an integer number of months. As the relative positions of the sun and moon repeat themselves after each Great Year, this offers a means to predict solar and lunar eclipses.



Socrates 470-399 BC Philosopher, teacher of Plato. Lived in Athens during the Peloponnesian war with Sparta. The oracle at Delphi told him he was the wisest man, which he denied until he realized other man were stupid but believed they were wise, unlike him... He was accused of corrupting the minds of young Athenians and not believing in Athens gods, and sentenced to death, drinking poison.



Leucippus, (475 BC) 1st theory of atomism

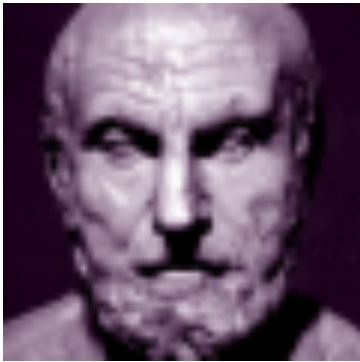


Democritus 460-370 BC Atomic theory

Democritus thought **(realized) the Milky Way was composed of millions of stars**. He was the author of one of the earliest paraepgmata (sg. παράπηγμα) tables of astronomical calculations. He is said to have written a geographical survey, as well. Goldstein and Bowen say that Democritus thought of the earth as disc-shaped and slightly concave. Burch ["Counter-Earth," by George Bosworth Burch; *Osiris* (1954), pp. 267-294] says Democritus thought the sun was made of stone.

Pythagoras Leucippus & Democritus Athens school - atomism. Fled with his brotherhood from Greece to Italy.

Antiphon



460 BC - 380 BC Hippocrates of Kos, the father of Medicine

Previously, illness had been thought to be a punishment from the gods. Medical practitioners were priests of the god Asclepius (Asculapius). Hippocrates studied the human body and **discovered there were scientific reasons for ailments**. He told physicians to watch especially when fever peaked. He made diagnoses and prescribed simple treatments like diet, hygiene, and sleep.



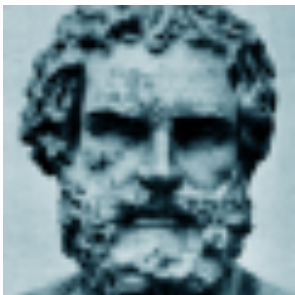
Theodorus of Cyrene 5th century BC

Greek mathematician. Quoted in three of Plato's dialogues: the Theaetetus, the Sophist, and the Statesman.



Hippias 6th century BC

Tyrant of Athens, succeeded his father, Peisistratus in 527 BC. His son is Hipparchus



460 BC - Democritus of Abdera, suggested that the world is made up of only vacuum and atoms - an infinite number of tiny, hard, indestructible particles which combine in different ways to produce the variety of everything in the world, both living and non-living.



Archytas 428-347 founder of mathematical mechanics. Designed and built the first artificial, self-propelled flying device, *The Pigeon*, a bird-shaped model propelled by a jet of what was probably steam, and suspended on a wire or pivot for its flight. Archytas' theory of proportions (book VIII of Euclid's *Elements*) where is the construction for two proportional means, equivalent to the extraction of the cube root, was the first in which geometry was studied with concepts of mechanics. The Archytas curve, which he used in his solution of the doubling the cube problem, is named after him.

Herodotus of Halicarnassus 490-430 BC Persian-Greek war history - First historian



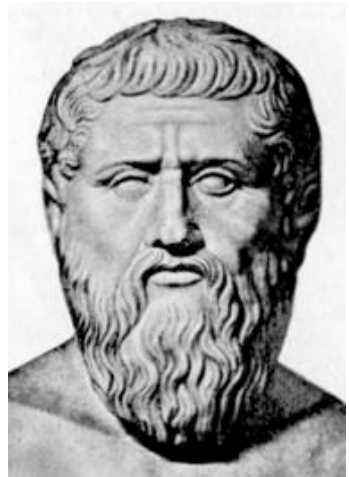
Antisthenes 445-365BC

Greek philosopher and a pupil of Socrates in Athens. First learned rhetoric under Gorgias before becoming an ardent disciple of Socrates.



Aristippus of Cyrene 435-356BC

Founder of the Cyrenaic school of Philosophy. He was a pupil of Socrates, but adopted a very different philosophical outlook, teaching that the goal of life was to seek



427-347 BC - Plato, Greek philosopher who proposed that all objects in the Universe moved in perfect circles around the Earth. "Academy". True exists prior to experiment.



Diogenes of Sinope (Laertius) 404-323BC

A Greek philosopher and one of the founders of Cynic philosophy. Also known as Diogenes the Cynic, he was born in Sinope, an Ionian colony on the Black Sea, and died at Corinth



Theaetetus of Athens ~417-369BC

Quoted by Plato: First to construct the so-called five solids, and by Pappus: square roots, proportions in geometry etc.



Eudoxus of Cnidus ~408-347BC

Greek astronomer, mathematician, scholar and student of Plato.

Using only uniform circular motions, Eudoxus was able to “save” the rather complex planetary motions with some success. His theory required four homocentric spheres for each **planet** and three each for the Sun and Moon. Eudoxus improved the sundial (called an arachne or spider), made a map of the known stars, **devised a theory of proportion, which allowed for irrational numbers, a concept of magnitude, and developed a method for finding areas and volumes of curvilinear objects.** Eudoxus used deductive mathematics to explain astronomical phenomena, turning astronomy into a science. He developed a model in which the earth is a fixed sphere inside a larger sphere of the fixed stars which rotate around the earth in circular orbits.

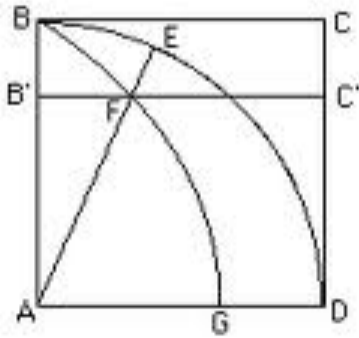
Thymaridas of Paros 400-350BC

Greek mathematician and Pythagorean noted for his work on prime numbers and simultaneous linear equations.



Xenocrates 396-314BC

Greek philosopher, mathematician, and leader of the Platonic Academy from 339/8 to 314/3 BC. His teachings followed those of Plato, which he attempted to define more closely, often with mathematical elements.



Dinostratus 390-320BC

mathematician and geometer, and the brother of Menaechmus. He is known for using the quadratrix to solve the problem of squaring the circle.



Heraclides of Pontus 387-312BC

Proposed that the earth rotates on its axis, from west to east, once every 24 hours. He is also frequently hailed as the originator of the heliocentric theory, although this is doubted.

Crates of Thebes 365-285BC

Cynic philosopher. Crates gave away his money to live a life of poverty on the streets of Athens. He married Hipparchia of Maroneia who lived in the same manner that he did.





350 BC Pytheas Merchant and explorer of Massilia (Marseille) and greatBritain

388 BC - Heraklides of Pontus, Greek philosopher and astronomer who taught that the Earth turns on its axis once every 24 hours.



384 BC - 322 BC Aristotle (of Stagira), Greek philosopher studied under Plato. Taught that everything in the material world is composed of four elements - fire, earth, air, and water.

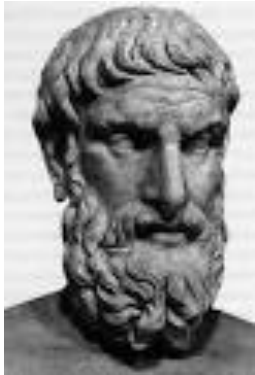
Plato & Aristotle were teachers of Alexander the Great, 356-323 BCPlato's "Academy" True exists posterior to experiment. "Lyceum" training by research (not thinking only...).

Aristotle **decided the earth must be a globe**. The concept of a sphere for the earth appears in Plato's *Phaedo*, but Aristotle elaborates and estimates the size. Aristotle **classified animals and is the father of zoology**. He saw a chain of life running from the simple to more complex, from plant through animals.

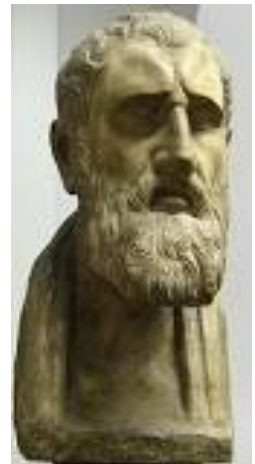


Alexander the great of Macedon 356-323BC

king of Macedon, a state in northern ancient Greece. Alexander was tutored by Aristotle until the age of 16. Established an empire spanning from Greece and Egypt to the Indus river in India, after overthrowing king Darius III from Persia. Preached for religious and cultural plurality, he was gladly accepted by the Jews who opened the gates of Jerusalem to him and showed him the book of Daniel and a prophecy of his success. Spread Hellenism. Built 20 cities on his name, most notably Alexandria in Egypt.

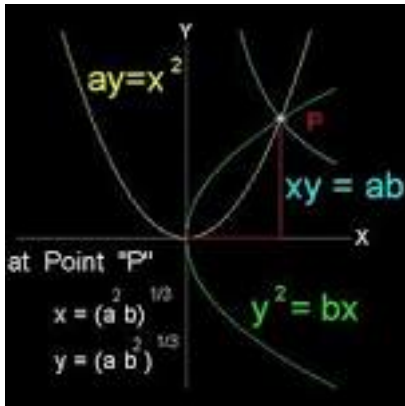


Epicurus 341-269BC Philosopher founder of the school of philosophy called Epicureanism



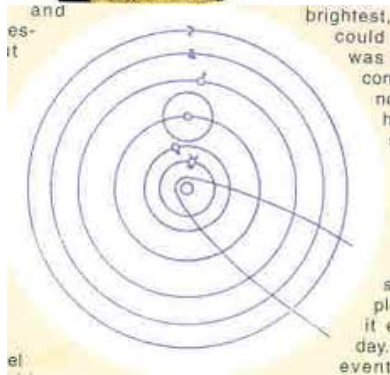
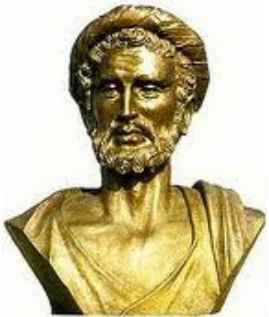
Zeno of Citium 334-262BC

Greek thinker from Citium, Cyprus. He was probably of Phoenician descent. Zeno was the founder of the Stoic school of philosophy, which he taught in Athens from about 300 BC.



Menaechmus 380-320 BC

Friend with Plato Discovery of conic sections and his solution to the then-long-standing problem of doubling the cube using the parabola and hyperbola.



Callippus of Cyzicus 370-300BC

Greek astronomer and mathematician. Studied under Eudoxus of Cnidus at the Academy of Plato. Extended Eudoxus model of planetary motion with more spheres.

Aristaeus 350-330 BC

Pythagorean philosopher, who succeeded Pythagoras as head of the school, and married his widow. Further developments in conic sections.

Autolycus 360-290BC

Astronomer quoted in the Almagest. Great circles, including meridian circles and latitudinal parallels. Visible and invisible areas produced by a light source shining on a rotating sphere. Propositions and proofs. Supported Eudoxus homocentric spheres theory, tried to explain the variability in brightness of Venus and Mars and eclipses, with no real success.

Eudemus of Rhodes 370-300BC

The first historian of science. Aristotle's most important pupils, editing his teacher's work and making it more easily accessible.

Theophrastus of Eresus (371-287BC)

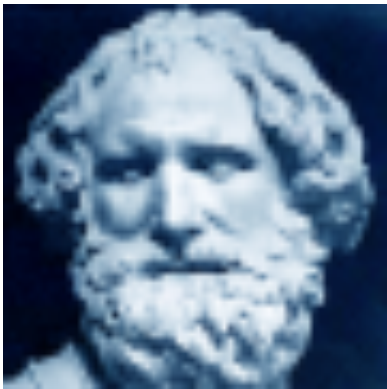
Theophrastus was the first botanist we know of. He described about 500 different types of plants and divided them into trees herbs and shrubs.



325 BC - 265 BC Euclid of Alexandria, established Euclidean geometry. Euclid thought that **light travels in straight lines or rays**. He wrote a textbook on algebra, number theory, and geometry that is still relevant.



310-230 BC Aristarchus of Samos, 1st to suggest heliocentric model. Aristarchus is held to be the **original author of the heliocentric hypothesis**. He thought the sun was immovable, like the fixed stars. He knew that day and night were caused by the earth turning around on its axis. There were no instruments to verify his hypothesis, and evidence of the senses -- that the earth is stable -- testified to the contrary. He was not believed by many.



287-212 BC Archimedes of Syracuse discovers the law of buoyancy and specific gravity. Lever. Archimedes **discovered the usefulness of the fulcrum and lever**. He began the measurement of the specific gravity of objects. He is credited with having **invented what is called the screw of Archimedes for pumping up water or so they say, as well as an engine to throw heavy stones at the enemy**. A work attributed to Archimedes called *The Sand-Reckoner*, which Copernicus probably knew, contains a passage discussing Aristarchus' heliocentric theory. During the Renaissance, Petrarch and Leonardo credited Archimedes with creating the cannon.

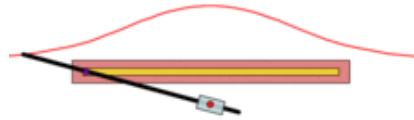
Apollonius of Perga 235 BC

Eratosthenes 276-195 BCE



Nicomedes 280-210BC BC

criticized Eratosthenes' method of doubling the cube. Apollonius of Perga called a curve of his creation a "sister of the conchoid," suggesting that he was naming it after Nicomedes' already famous Conchoid curve.



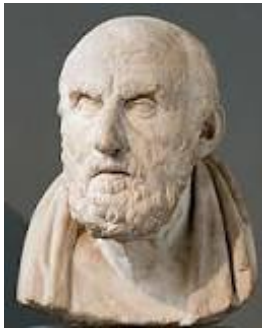
Conon of Samos 280-220BC

A friend of Archimedes whom he probably met in Alexandria. Probably discovered the spiral of Archimedes. Astronomer - constellation "Bernice's Hair" named after Ptolemy II wife who sacrificed her hair in exchange for her husband's safe return from the Third Syrian War, which began in 246 BC.



Philon (Philo Judaeus) of Alexandria (of Byzantium) 260-180 BCE

Attempt to fuse and harmonize stoic Greek philosophy with Jewish philosophy.

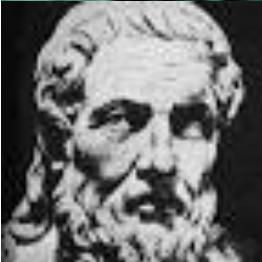


Chrysippus of Soli 280-207BC

Greek Stoic philosopher. Pupil of Cleanthes in the Stoic school of Athens. Logical propositions (if ... then ..., and, either ... or ..., because ..., more/less).

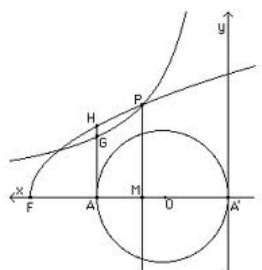


Eratosthenes of Cyrene 275-194 BC director of the library, measured earth diameter



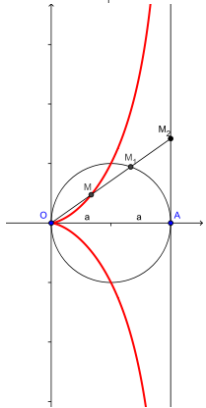
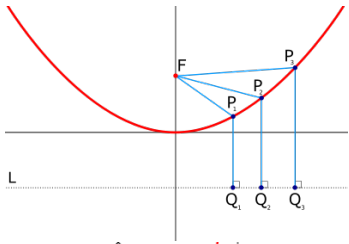
Appolonius of Prega 262-190BC

Greek geometer and astronomer noted for his writings on conic sections. Parabola connects with the area of a square rectangle



Dionysodorus 250-190BC

Solved the cubic equation by means of the intersection of a rectangular hyperbola and a parabola.



Diocles 240-180BC

first person to prove the focal property of the parabola: The distance from any point on the parabola to the focus ($P_n F$) equals the perpendicular distance from the same point on the parabola to the directrix ($P_n Q_n$). His name is associated with the geometric curve called the Cissoïd of Diocles, which was used by Diocles to solve the problem of doubling the cube.

Zenodorus 200-140BC

Find a mirror surface such that when it is placed facing the sun the rays reflected from it meet a point and thus cause burning. Studies isometric figures enclosed in circles and spheres.

Katyayana, 3rd century BC

Sanskrit grammarian, mathematician and Vedic priest who lived in ancient India.





Hypsicles, 190-120BC

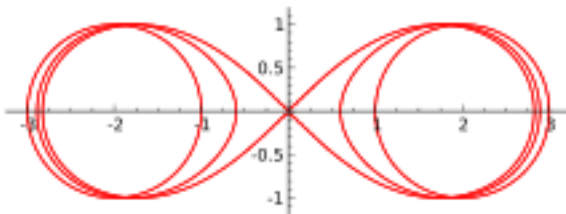
Greek mathematician and astronomer known for authoring *On Ascensions* and the spurious Book XIV of Euclid's *Elements*.



190 BC - 120 BC Hipparchus, Astronomer, Cataloged 1000 stars. Invented Trigonometry

Perseus ~150BC

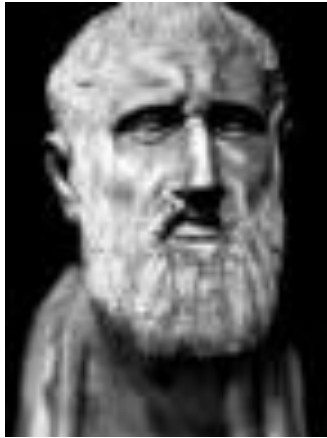
Spiric section of Perseus: intersection of a torus with a plane that is parallel to the rotational symmetry axis of the torus: 4-th order curves (conic sections are second order)





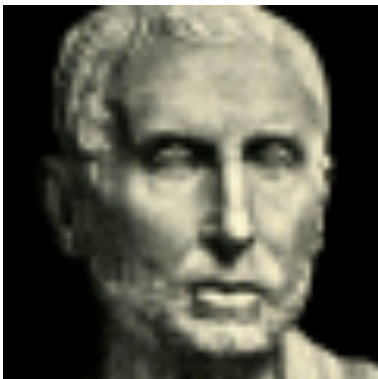
Theodosius 160-100BC Greek astronomer and mathematician, geometry of the sphere. sundial suitable for any place on Earth. Spherical geometry.

Zeno of Sidon 150-75BC



Epicurean philosopher from the Phoenician city of Sidon. Criticized Euclid, seeking to show that deductions from the fundamental principles of geometry cannot, on their own, be proved.

Posidonius of Apameia, Seria (Rhodes), 135-51 BC lost work



Geminus of Rhodes 1st century BC

Book on astronomy, including the zodiac, the motion of the Sun; the constellations; the celestial sphere; days and nights; the risings and settings of the zodiacal signs; luni-solar periods and their application to calendars; phases of the Moon; eclipses; star phases; terrestrial zones and geographical places; and the foolishness of making weather predictions by the stars.



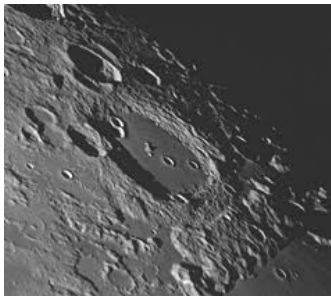
Strabo 63BC - 24

Geographer - 17 books about history of people



Heron of Alexandria 10-70,

experimental nature and math. compositions: dioptra



Cleomedes 1st century BC

Astronomer who is known for his book On the Circular Motions of the Celestial Bodies.



Plutarch 45-120AD

Plutarch then named, on his becoming a Roman citizen, Lucius Mestrius Plutarchus, c. 46 – 120 AD, was a Greek historian, biographer, and essayist, known primarily for his Parallel Lives and Moralia. He is considered today to be a Middle Platonist.



Lucius Annaeus Seneca the younger 4 BC-65 AD

Roman Stoic philosopher, statesman, dramatist, and in one work humorist, of the Silver Age of Latin literature. He was tutor and later advisor to emperor Nero.



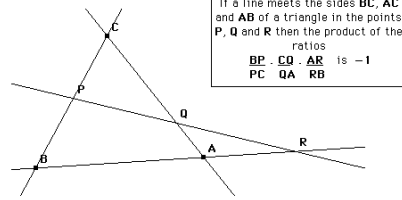
Nicomachus 60-120AD

Arithmetic and Manual of Harmonics

Nicomachus theorem: $1^3 + 2^3 + \dots + n^3 = (1 + 2 + \dots + n)^2$

$$\left(\sum_{n=1}^k n \right)^2 = \sum_{n=1}^k n^3$$

Menelaus's Theorem



Menelaus 70-140AD

Greek mathematician and astronomer, the first to recognize geodesics on a curved surface as natural analogs of straight lines.



Zhang Heng 78 - 139

Chinese astronomer & math



Theon of Smyrna ~100AD

Books about Plato's mathematics. numbers and music harmony.



90-168 - Ptolemy,

Greek astronomer who taught that the stars were attached to a single crystal sphere surrounding the Earth. Theory held till Copernicus, 1543.



Pausanias 120-180 (Times of Marcus Aurelius)

Geographer. Description of ancient Grece from firsthand observations



Galen of Pergamun 129-217

Physician and medical researcher. Cannon till Vesalius, 1543



Dionysius 470-544

Christian calendar

Yavanesvara



Diophantus, born 200-214, died 284-298 at age of 84. Wrote "Arithmetica"

- solution of algebric equations. Father of ALGEBRA



Porphyry of Tyre 234-305AD

Neoplatonic philosopher, opponent of Christianity and defender of Paganism: *Philosophy from Oracles*

Sporus 240-300

squaring the circle and duplicating the cube. Approximations->integrals



Papus 4th century AD

Books about Arithmetics, multiplications, geometry, astronomy and mechanics



Serenus of Antinoeia (Egypt) 300-360AD

Sections of cones and cylinders

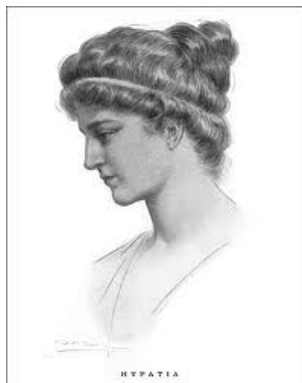
Theon of Alexandria 335-405

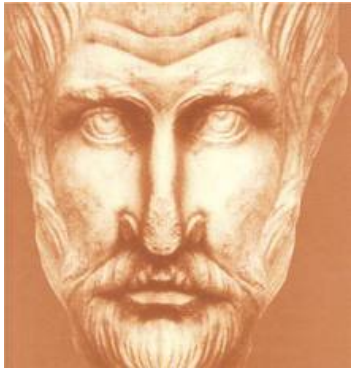
Astrolab - used by the Arabs

Hypatia of Alexandria 350-415

Greek Neoplatonist philosopher in Roman Egypt who was the first well-documented woman in mathematics. Daughter of Theon.

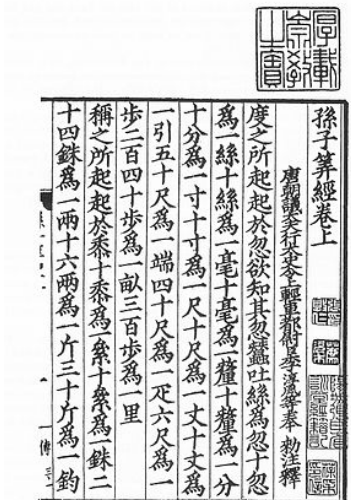
Was murdered by Christians after their slaughter by pagans and Jews (a fraud that the church was burning)





Proclus 412-485 AD

Athens and Constantiopol. Greek Neoplatonist philosopher, one of the last major Classical philosophers.



Domnius

Sun Tsu ~3-5th century

astronomy, calendar, Diophantine equations, Chinese remainder theorem.

Marinus of Neapolis (Israel) ~500AD

Possibly a Jew from Samaria

Anthemius 474-558 AD

professor of Geometry in Constantinople and architect, who collaborated with Isidore of Miletus to build the church of Hagia Sophia.

String construction of the ellipse, and light focusing properties.



Aryabhata_I, 476-550

Math & Astronomy. Inventor of digit ZERO



Boethius 480-524 AD

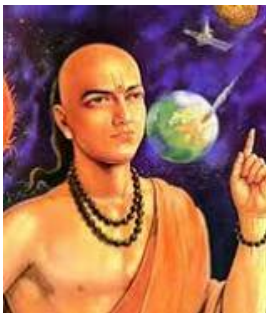
His books were very influential on middle ages science.

Eutocius 480-540 AD

wrote commentaries on Apollonius and on Archimedes.

Simplicius of Cilicia 490-560 AD

commentaries on Aristotle



Yativrasabha

Varahamihira 505-587 AD

Astronomer and astrologer (horoscopes)



Brahmagupta, 598-670

Math & Astronomy.



Bhaskara_I 600-680

first to write numbers in the Hindu-Arabic decimal system with a circle for the zero. approximation of the sine function

$$\sin x \approx \frac{16x(\pi - x)}{5\pi^2 - 4x(\pi - x)}, \quad (0 \leq x \leq \frac{\pi}{2})$$

520 לספירה – תרגום כתבי אריסטו ללטינית ע"י הפילוסוף הרומאי
בואתיוס

Isidore of Seville 560-636 CE wrote "Etymologies" collection of ancient wisdom

Boethius 480-524 CE translated to Latin Aristo, Plato, Ptolemy

Thomas Aquinas (1225-1274)

John Scotus Eriugena (815-877) Irish theologian Neoplatonist & poet.

Procopius of Gaza (465-528) - describes earthquake that partly destroyed Hagia Sophia. Describes the water system to Jerusalem.

Timothy of Gaza (491-518) - Book of Animals: zoology

John Philoponus of Constantinople (490-570) Aristotelian scientist.
Quoted by Galilei.

Hierocles (6th century) - Byzantine geographer, author of Synecdemus: list of administrative divisions and cities in the Byzantine empire

Hesychius (end of 5th century) - compilation of ancient writings

Anthemius of Tralles (474-558) & Isidore of Miletus (532-537) -
Architecture: St. Sophia

Justinian (530-533)- digest of Roman law

Michael Psellus (1018-1096) -Byzantine historian

Claudius Aelian (3rd Century) *On the Nature of Animals*

Agathemerus (1st CE) - "Geography" earth is a sphere, Delphi is the center. Info from Alexander the Great's conquests, and Hecataeus & Herodotus work.

Marcellinus Ammianus (325-395 CE) historian under Constantinus II & III

Arrian (89-180 CE) Roman hoistorian

Asclepiades of Bithynia (1st BC) - Greek physician, flourished in Rome. Against Hippocrates humors, diseases treated by diet, bathing, exercise, induce vomiting and bleeding, wine. First to open direct airway to breath by incision in the neck.



Athenaeus (3rd CE) Greek rhetorician and grammarian

Marcus Aurelius (121-180 CE) Roman Emperor (good) and stoic philosopher, wrote "Meditation" self control.

Augustine Aurelius (354-430 CE) early Christian theologian

Julius Caesar (100-44 BC) Emperor, Latin prose writer. Calendar.

Marcus Porcius Cato (Elder) (234-149 BC) History of Italy, Speeches.

Celsus (25 CE) Greek philosopher, encyclopedist, medical compilations, and opponent of Early Christianity

Cicero (106-43 BCE) Roman lawyer speaker and political theorist.

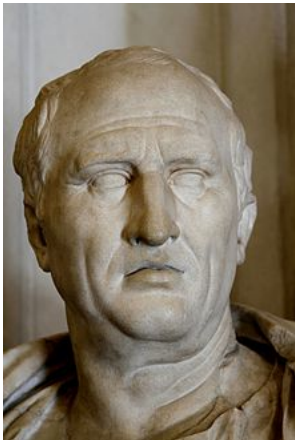
Lucius Junius Moderatus Columella (5BCE-60CE) writer on agriculture of the Roman empire

Diogenes of Apollonia (late 5th BC) Philosopher, known through Diogenes Laërtius and Simplicius: air source of all.

Epictetus (55-135 CE) Slave who became philosopher in Nero ceasar's court

Erasistratus (304–250 BC) Greek anatomist and royal physician under Seleucus I Nicator of Syria.

Erasistratus(275-194 BC) ???



Eunapius (5th CE) Greek sophist and historian

Sextus Julius Frontinus (late 1st CE) Roman statesman: senator & consul

Hecataeus of Miletus (500BC) early Greek historian & geographer: world map

Hellanicus of Lesbos (5th BC) ancient Greek logographer and historian

Heraclides of Pontus (390–310 BC) Greek astronomer: star move because of earth rotation. irregular planet motion explained if earth move and sun is still.



Hero (62-152 CE) Alexandria inventor, physicist and mathematician. Fascinated by air and water. Vacuum and kinetic energy. Boiling water steam whistler, turns a ball, holds a ball in stream, etc.

Herophilus of Chalcedon (3rd BC) Dictionary of Medicine, pioneering neuroscientist.

Hesiod (late 8th BC) Ancient Greek poet, probably a bit after Homer.

Hippo of Croton (late 5th BC) one of the most eminent natural philosophers and medical theorists of antiquity.

הרו: מכונת הקיטור
הראשונה



Homer (8th BC) The greatest Greek poet. Wrote Iliad & Odissey.

Iamblichus (250-325 CE) Syrian Neoplatonist philosopher, wrote about Pythagorean philosophy

Julian (331-363 CE). reasons for Earthquakes ("pneuma" gas, winds, fog, rain, dry land)

Lucretius (1st BC) Roman poet and epic philosopher

Maximus of Ephesus (4th CE) Neoplatonist philosopher and a magician in Rome. Influenced emperor Julian, but executed to death after he died.

Nearchus of Crete (360-312 BC) Officer in Alexander the Great army. Wrote about his trips in the Indus valey.

Oribasius (4th CE) Greek medical writer and the personal physician of the Roman emperor Julian the Apostate

Palladius (mid-4th BC) a Roman writer on agriculture: activity for each month in farms and caring of animals.

Philolaus (5th BC: 470–385 BC) Greek Pythagorean and Presocratic philosopher: limiting and limitless. Earth is not the center of the universe, but some body made of fire.

Philostratus (170-250 CE) Greek sophist of the Roman imperial period

Pliny the Elder (23-79 CE) Roman author of encyclopedia, naturalist and geographer.

Pliny the Younger (61-113 CE) Lawyer, author, and magistrate in Rome.

Plotinus (205-270 CE) philosopher of the ancient world who is widely considered the founder of Neoplatonism

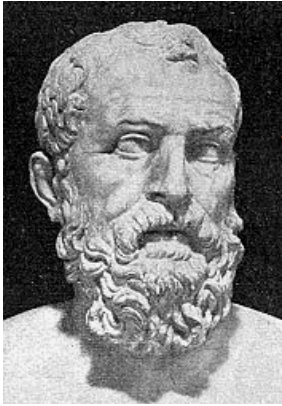
Polybius (208-126 BCE) Greek historian of the Hellenistic period and rise of the Roman republic. Separation of powers

Porphyry (234-305 CE) Neoplatonic philosopher wrote introduction to logics and philosophy.



Posidonius of Rhodes (135-50 BC) Greek Stoic philosopher, politician, astronomer, geographer, historian

Pytheas of Massilia (late 4th BC) Greek geographer and explorer



Solon (640-560 BC) Athenian statesman, lawmaker, and poet. Set the constitution in Athens.

Tacitus (56-117 CE) senator and a historian of the Rome (Tiberius, Claudius Nero)

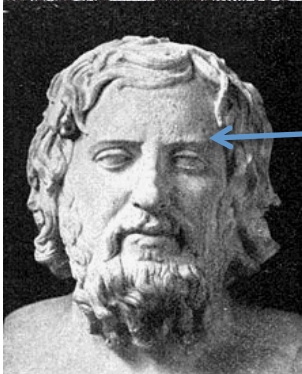
Themistius (317-388 CE) Statesman, rhetorician & philosopher



Thucydides (460-400 BC) Greek historian and Athenian general described the Peloponnesian war between Sparta and Athens

Varro (116-27 BC) Ancient Roman scholar and writer

Vitruvius (25 BC) Roman author, architect, and engineer. First book on architecture



Xenophon (430-355 BC) Greek historian, soldier, mercenary, philosopher. Life in Athens (supported Socrates) and Persia. Was exiled from Athens.

