

אסטרונומיה

נופר מימון

מנהיגות מדעית

מה אנחנו

רואים בשמיים ?

אסטרונומיה???

מהי?

▶ **אסטרונמיה (אסטרונום - כוכב נומוס - תנועה)**

היא מדע החוקר את התנועה, מבנה, התהוות
והתפתחות של גרמי השמיים והיקום בכלל

▶ **האסטרונמיה נחשבת למדע העתיק בעולם**

▶ נושאי מחקר :

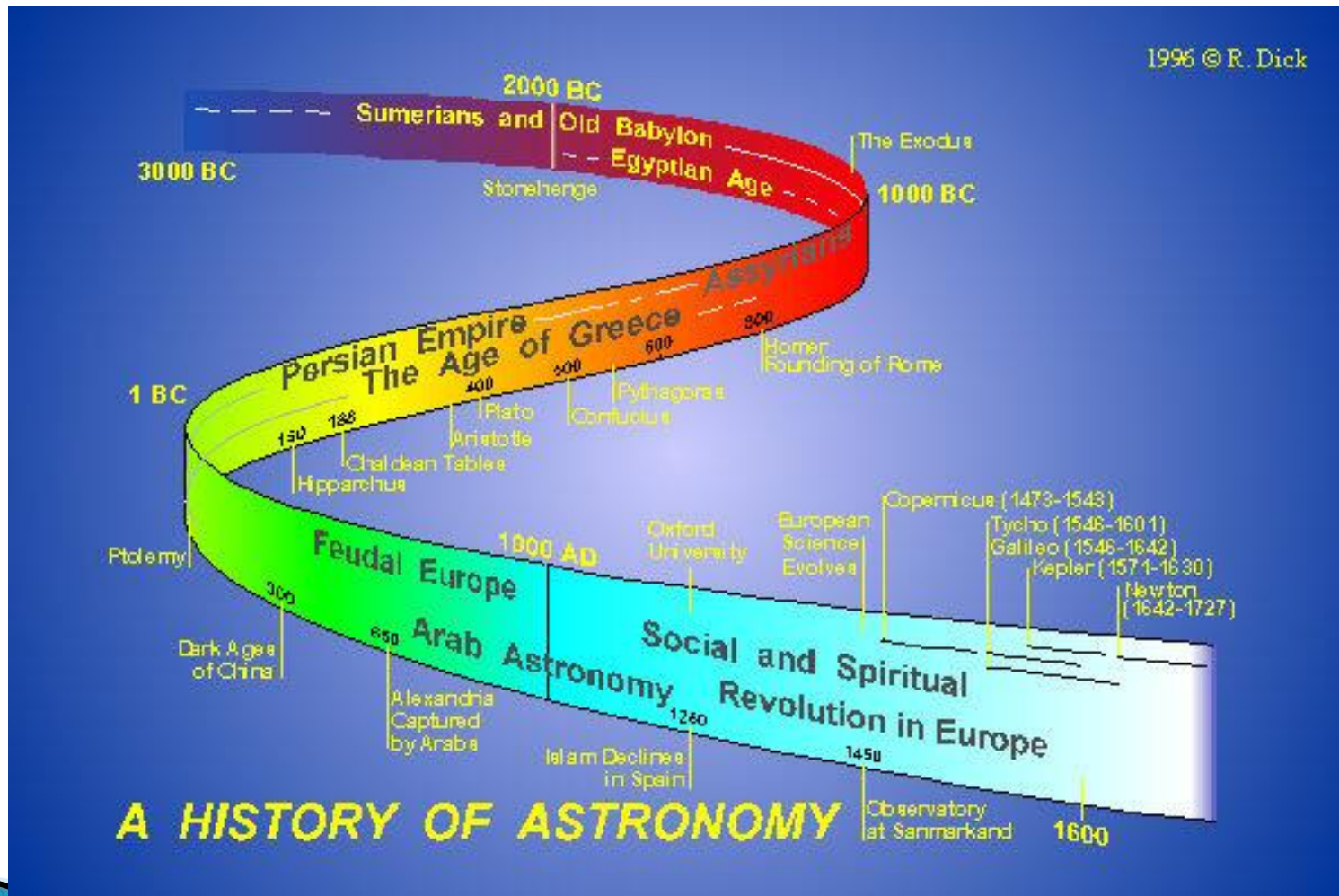
▶ **אסטרוביולוגיה** - חקר ההופעה והאבולוציה של המערכות הביולוגיות ביקום.

▶ **אסטרופיזיקה** - חקר הפיזיקה של היקום.

▶ **אסטרומטריה** - חקר המיקום של העצמים בשמים ושינוי המיקום בשמיים.

▶ **אסטרונומיה גלקטית** - חקר המבנה והמרכיבים של גלקסיית שביל החלב.

האסטרונומיה לאורך ההיסטוריה



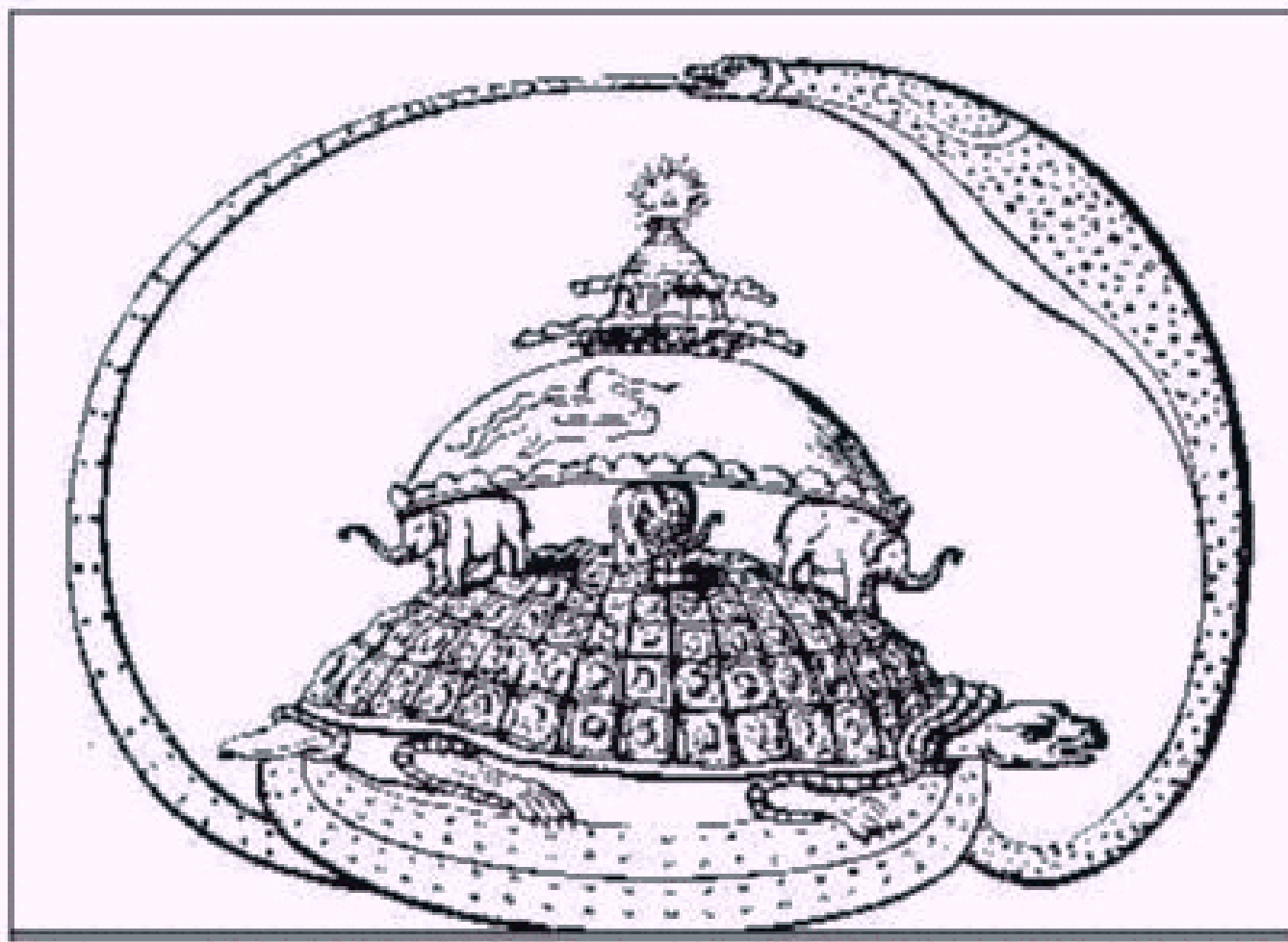
האסטרונומיה לאורך ההיסטוריה

- האסטרונומיה היא המדע העתיק ביותר בתרבות האנושית
- שורשיו של מדע מסקרן זה נעוצים כבר בתקופות פרהיסטוריות שבהן האדם היה שרוי בחשכה
- אנו מניחים שהאדם היה בחוסר מעש משקיעת החמה והשמים זרועי הכוכבים סיפקו לו מקור לא נדלה לסקרנות

ימי קדם

- בעיניהם של הקדמונים היו המראות והמאורעות בשמים ביטוי למעשיהם ולעוצמתם של האלים
- ואכן, בכל התרבויות הקדומות אנו מוצאים פולחן של גרמי השמים ואלים מיוחדים לירח, לשמש ולכוכבים

העולם לפי ההינדו



סטונהנג'



המקדשים הראשונים ששימשו גם מרכזי תרבות נבנו סביב מדע האסטרונומיה

- מבנים ענקיים שימשו אתרי פולחן דתיים
לאלו השמים כמו סטונהנג' בדרום אנגליה

- הפירמידות של המצרים

- הפירמידות בערי המאיה המסתוריות בדרום
אמריקה

מה חשוב היוונים?

המאה ה-5 עד המאה ה-2 לפני הספירה

רעיונותיהם של היוונים על מבנה
השמים ועל היקום השתנו והתפתחו
במשך השנים

▶ הפילוסוף **תאלס** שחי כ-600 שנים לפני הספירה, האמין, למשל, שהארץ היא שטוחה, מעין אי המוקף בים אינסופי

▶ תלמידו, **אנכסימנדר**, טען שהארץ היא דמוית גליל, המוקף בכדור מלא כוכבים

פיתגורס

הפילוסוף והמתמטיקאי הגדול, **פיתגורס**, שחי במאה ה-6 לפני הספירה, קבע שהארץ היא כדור המוקף ב-7 כדורי בדולח ובתוכם השמש, הירח, כוכבי-הלכת והכוכבים הקבועים.

אריסטו (322-384 לפני הספירה)

אריסטרכוס מסאמוס היה אחד מענקי הפילוסופים היווניים. בן המאה ה-4 לפני הספירה.

היה הראשון שניסה לחשב את מרחקו של כדור-הארץ מהירח. הוא טען שכדור-הארץ סובב סביב השמש, כפי שאנו יודעים היום.

תפיסתו החדשנית שעמדה בניגוד למקובל באותה תקופה, הושמה ללעג ובוטלה מכל וכל.

אריסטו (322-384 לפני הספירה)

אריסטו ידע שהארץ היא כדורית אך, הניח שהיא ניצבת ללא נוע במרכז היקום.

סביב הארץ, בתוך 54 כדורי בדולח שקופים נעים כל גרמי השמים: הירח, השמש וכוכבי-הלכת.

אריסטו (322-384 לפני הספירה)

המדע המודרני, שמתבסס על תצפיות בטבע, הוכיח שרבות מקביעותיו של אריסטו היו שגויות ומוטעות.

למרות זאת, בשל השפעתו הרבה, נשארו הדברים שכתב אריסטו, יסוד למדע ולתרבות המערבית במשך כמעט אלפיים שנה.

המערכת המעגלית

של תלמי

Ptolemy

בערך 140 לפני הספירה



תלמי

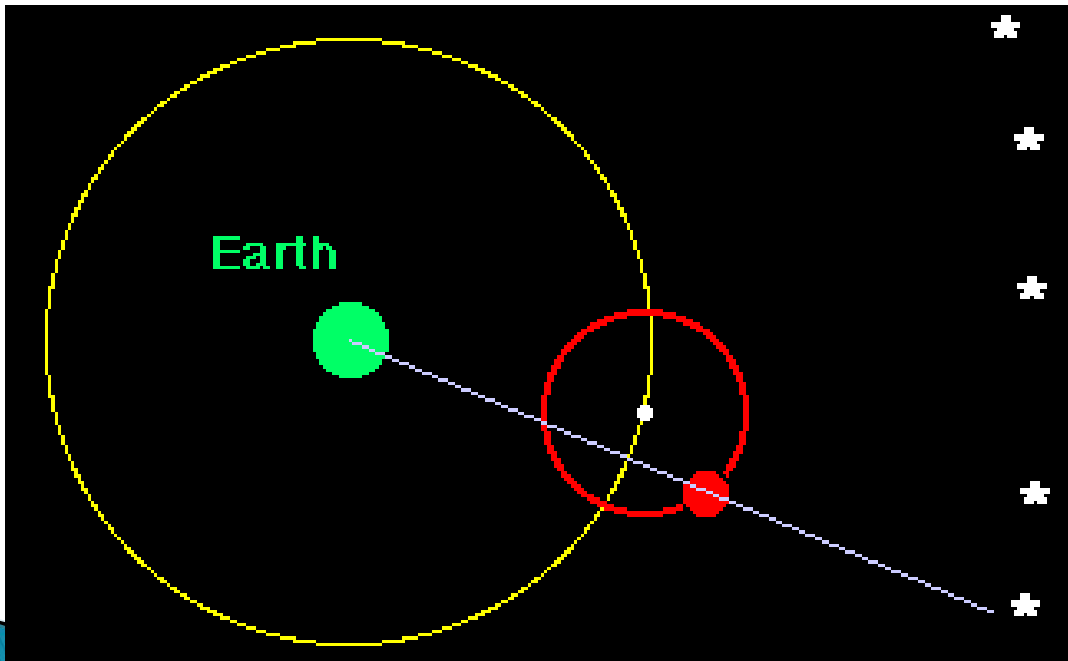
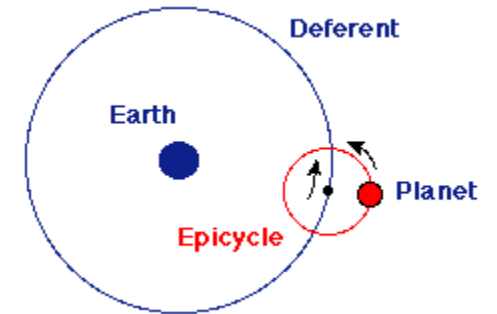
בערך 140 לפני הספירה

- ▶ תלמי היה מתמטיקאי ואסטרונום ממוצא מצרי או יווני.
- ▶ הפרטים האישיים אודותיו אינם ידועים, אך ידוע שחי ופעל במאה ה-2 לפני הספירה באלכסנדריה, עיר נמל מצרית לחופי הים התיכון.
- ▶ באותה העת שלטה בעולם העתיק התפיסה היוונית לפיה הכוכבים והרקיע הם עולם מושלם ובו תיאום מופלא. הארץ נחשבה למרכז וסביבה נעו כל הגופים במעגלים מושלמים - צורה סימטרית ויפה.

המערכת המעגלית של תלמי

Ptolemy

בערך 140 לפני הספירה



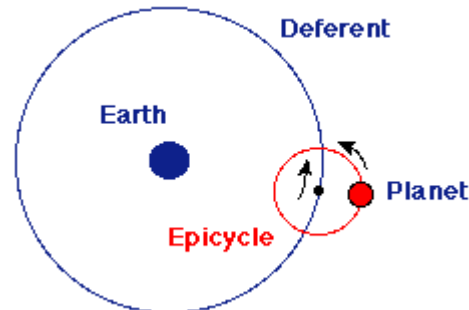
המערכת המעגלית של תלמי

Ptolemy

בערך 140 לפני הספירה

▶ בספרו "חיבורים מתמטיים", המציא תלמי מבנה של מעגלים בתוך מעגלים כדי לחזות תופעות שונות במסלולי כוכבי-הלכת שהיוונים לא הצליחו להסביר.

▶ ההסבר שלו היה מורכב ומסובך, אבל אפשר היה לחזות בעזרתו את תנועת הכוכבים באופן מדויק למדי.



ימי הביניים - הכנסייה נגד שינויים

עד שנת 1200 לספירה

- ▶ לאחר מותו של תלמי תמה האסטרונומיה היוונית.
- ▶ עם התפשטות הממלכות הערביות במזרח התיכון ובאירופה, היו אלה המלומדים המוסלמים שתרגמו ועיבדו את ספריו של תלמי לערבית.
- ▶ ספרו הידוע, "חיבורים מתמטיים", קיבל את השם הערבי "אלמגיסטי" ("הגדול מכולם"), ותפיסתו התקבלה ללא ערעור.

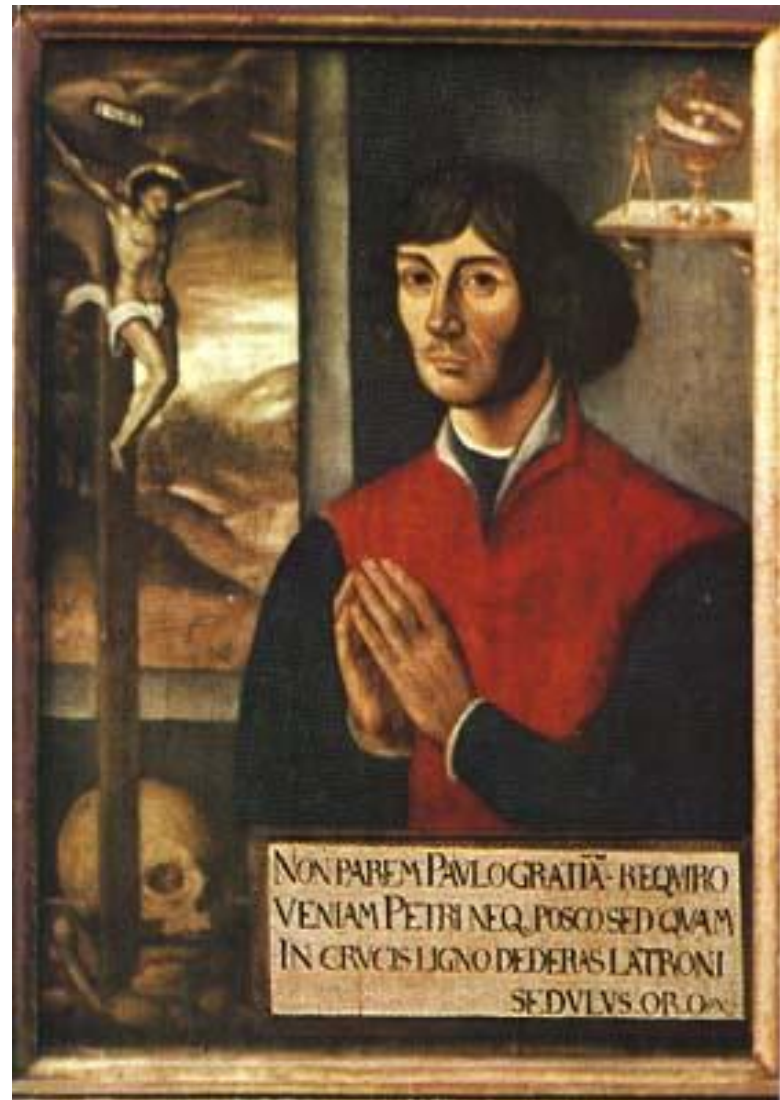
ימי הביניים - הכנסייה נגד שינויים

עד שנת 1200 לספירה

- ▶ החל משנת 1200 החלו הנוצרים בספרד לדחוק את רגלי המוסלמים, ובמקביל החלו לתרגם את אוצרות התרבות שלהם ללטינית.
- ▶ כך הפך שם ספרו של תלמי ל"אלמג'סט", ושימש כיסוד לתפיסה **הגיאוצנטרית**, ששלטה עד סוף ימי הביניים.
- ▶ תפיסה זו התאימה לאמונת הכנסייה הנוצרית, לפיה כדור-הארץ הוא מרכז הבריאה האלוהית, וכל מי שהעז לכפור בכך - כאילו כפר באל ובכנסייה, ודינו נגזר למות.

המהפכה הגדולה

1543-1473 - ניקולס קופרניקוס



המהפכה הגדולה

ניקולס קופרניקוס - 1473-1543

- ▶ המהפכה הגדולה בתפיסת היקום התרחשה תודות לנזיר הפולני - ניקולס קופרניקוס. הוא פרסם ספר ובו טען שבמרכז מערכת השמש נמצאת השמש ולא כדור-הארץ!
- ▶ תפיסה זו נקראת "התפיסה ההליוצנטרית":
"הליו" - פירושו "שמש", "צנטרי" - פירושו "מרכזי".
- ▶ על-פי תפיסה זאת כוכבי-הלכת מקיפים את השמש ולא את כדור-הארץ!!!

המהפכה הגדולה

ניקולס קופרניקוס - 1473-1543

- ▶ כל העולם קיבל את דברי אריסטו והאמין בהם. האנשים אהבו את המחשבה שכדור-הארץ נמצא במרכז היקום.
- ▶ קופרניקוס הגיע למסקנה שתורה זו אינה נכונה. הוא חישב ומצא שהשמש נמצאת במרכז! כל שאר הכוכבים, וגם כדור-הארץ, כמובן - מקיפים אותה.
- אולם, מפחד הכנסייה הוא נזהר ולא פרסם את תוצאות חישוביו.

טיכו ברהא

1601-1546



טיכו ברהא

1601-1546

- ▶ בהיותו בן למשפחת אצילים דנית, קיבל טיכו מתנה מהמלך כריסטיאן - אי קטן, ועליו הוא בנה את מצפה הכוכבים המשוכלל ביותר באותה העת.
- ▶ טיכו היה צופה חרוץ וקפדן ורשם את המיקום המדויק של יותר מ-1000 כוכבים. היו לו מכשירים מצוינים במצפה הכוכבים הפרטי שלו, והוא ניהל תצפיות על כוכבי-הלכת ותנועתם וניסה להבין את מסלוליהם.
- ▶ לקראת שנת 1600 עזב טיכו את האי שלו ונדד עם פמליה ענקית אל חצר הנסיך בבוהמיה (צ'כיה). הוא התיישב בטירה ליד העיר פראג, ושם המשיך בתצפיותיו.

טיכו ברהא

1601-1546

▶ טיכו ניהל התכתבות ממושכת עם קפלר, המתמטיקאי הגרמני הצעיר, ולאחר שנפגשו הסכים למסור לו את נתוני המסלולים של כוכבי-הלכת, שבהם צפה.

▶ טיכו ידע שלא יצליח לפענח בעצמו את סוד המסלולים. הוא מת מספר שנים אחר-כך, ועל ערש דווי השביע את קפלר שימשיך את עבודתו ויביא לכך שכל שנות התצפית הארוכות שלו לא יירדו לטמיון.

יוהנס קפלר

1630-1571



יוהנס קפלר

1630-1571

▶ יוהנס קפלר חי ופעל בגרמניה בראשית המאה ה-17.

▶ ימי הביניים הסתיימו זה מכבר ועידן חדש פרץ:
עידן של שגשוג למדע ולאמנות.

▶ קפלר היה מתמטיקאי ומומחה לחישובים וגם אסטרונום
וחוקר כוכבים. הוא הצליח לשלב בגאוניות שני תחומים
אלה - אסטרונומיה ומתמטיקה ובכך, חולל מהפכה במדע
ותרם לו תרומה עצומה.

יוהנס קפלר

1630-1571

- ▶ הוא היה הראשון שהצליח למצוא שלושה חוקים פשוטים שבעזרתם אפשר לדעת במדויק את תנועתם של כוכבי-הלכת סביב השמש ולחזות אותם.
- ▶ חוקים אלה קרויים עד ימינו בשם "חוקי קפלר", והם נתנו ביטוי מתמטי מדויק לתורה ההליוצנטרית (השמש במרכז) של קופרניקוס.

יוהנס קפלר

1630-1571

▶ קפלר הגרמני שמע על התצפיות של טיכו ברהא הדני ועל המכשור המדויק שלו והתחיל להתכתב עמו.

▶ הוא רצה מאוד לקבל מברהא מידע ונתונים על תנועת כוכבי-הלכת, אולם ברהא היה "קמצן" ולא סיפר יותר מדי על תצפיותיו.

יוהנס קפלר

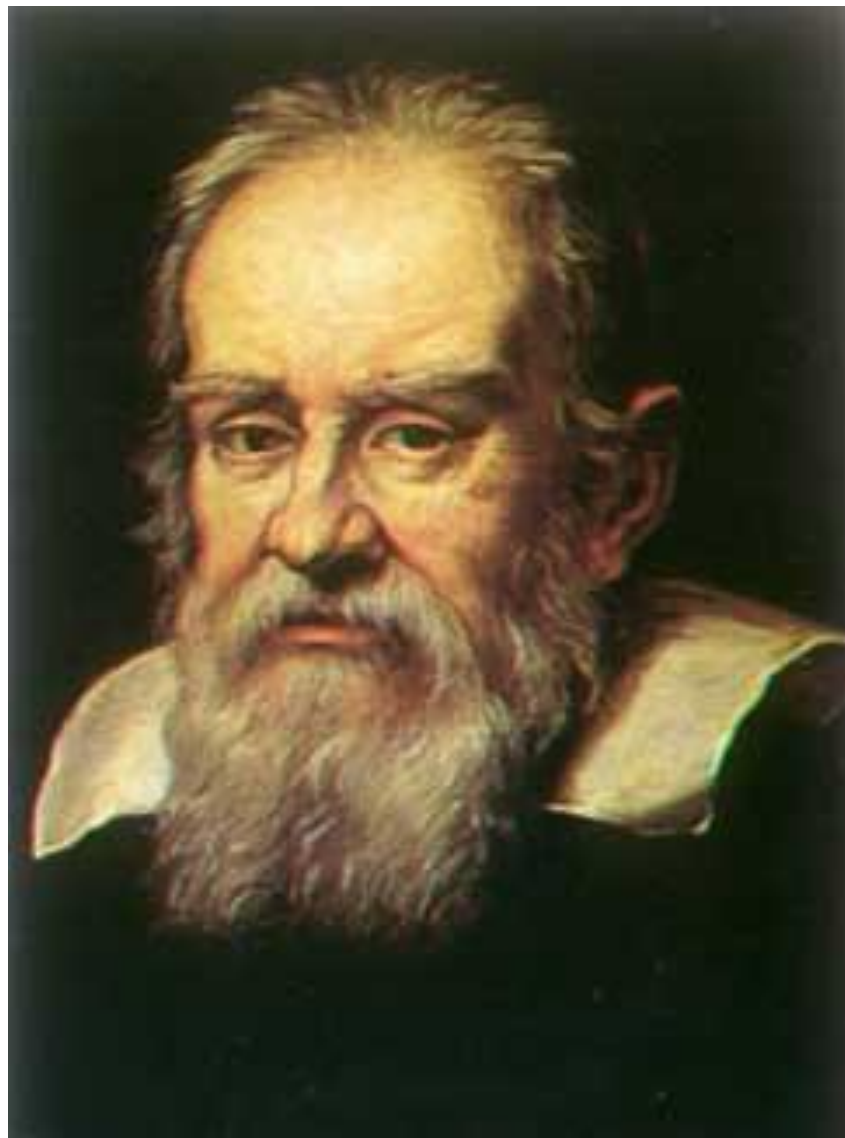
1630-1571

▶ אלמלא פגישתם של קפלר וברהא ספק רב אם היה קפלר מצליח לגלות את שלושת החוקים המפורסמים שלו.

▶ את תוצאות עבודתו הוא פרסם בספרים "אסטרונומיה חדשה" ו"ההרמוניה של העולם", שהיו לספרים מבוקשים בכל אירופה והסעירו את כל מדעני התקופה.

גלילאו גאליליי

1642-1564



גלילאו גליליי

1642-1564

- ▶ גלילאו גליליי שחי לפני כ-400 שנים בצפון איטליה, היה פיסיקאי, אסטרונום, פרופסור למתמטיקה וממציא בעל ידי-זהב.
- ▶ גלילאו בנה טלסקופים וגילה בעזרתם תגליות חשובות בתחום האסטרונומיה. הוא הצליח לנסח חוקים פיסיקליים חשובים העוסקים בתנועת גופים.
- ▶ הוא הוכיח כי בתורתו של אריסטו, שהייתה מקובלת בתקופתו, יש שגיאות. לגלילאו הייתה גישה חדשה למחקר המדעי, והוא התנגד לשיטתם של מדענים אחרים בתקופתו שהסתמכו על תורתו של אריסטו היווני.

גלילאו גליליי

1642-1564

▶ בשנת 1610 כתב גלילאו את הספר "שליח הכוכבים" ובו תיאר את תצפיותיו בטלסקופ על הירחים של צדק ועל הירח של כדור-הארץ.

▶ תגליותיו המדהימות של גלילאו זעזעו את הממסד המדעי ואת הכנסייה: הוא הראה שהשמים אינם כל-כך מושלמים - הם משתנים! יש הרים על הירח, כתמים על השמש... וכדור-הארץ איננו במרכז!

גלילאו גאלילוי

1642-1564

גלילאו היה המדען הראשון שאימת בתצפית את התפיסה של קופרניקוס. הוא זכה לעידוד נלהב של קפלר בן-תקופתו, אך נקלע לעימות חזיתי עם אנשי הכנסייה. הכמרים והבישופים לא אהבו את רעיונותיו של גלילאו, עד שגזרו עליו מאסר בית.

האסטרונומיה המודרנית

▶ הידע על גבולותיה של מערכת השמש לא השתנה מאז ימי גלילאו במשך יותר מ-150 שנה, עד שבשנת 1781 התגלה כוכב-הלכת אורנוס על-ידי האסטרונום האנגלי, וויליאם הרשל.

תגלית זו כמעט הכפילה את גודלה של מערכת השמש

▶ השתכללות הטלסקופים והדיוק הגובר של התצפיות הוסיפו מידע רב ומדויק יותר על המסלולים של כוכבי-הלכת.

מערכת השמש במסורת היהודית

▶ כוכבי-הלכת צדק ושבטאי נזכרים במקרא בשמותיהם האשוריים ובדרך כלל, בהקשר של עבודה זרה ושל פולחן הכוכבים.

למשל, בישעיהו: "ואתם עוזבי ה', השכחים את הר קודשי, העורכים לגד שולחן, והממלאים למני ממסך" (סה, יא).
גד הנזכר כאן, הוא, כנראה, כוכב-הלכת צדק, אל ההצלחה של עמי כנען. מני הוא, כנראה, אל הגורל, המזוהה עם אחד מכוכבי-הלכת, ולכבודו היו שותים יין (ממסך).

מערכת השמש במסורת היהודית

▶ בספרות התלמודית וגם במאמרים וחיבורים מאוחרים יותר נמצאות הוכחות שחכמינו ידעו אסטרונומיה. אולם, כל ספרי ישראל נכתבו על-פי התפיסה הגיאוצנטרית של תלמי, ששלטה במחשבה המדעית עד ימי-הביניים. לפי גישה זו כדור-הארץ הוא במרכז העולם, והשמש וכוכבי-הלכת מקיפים אותו במסלולים מעגליים.

מערכת השמש במסורת היהודית

▶ בספרות חז"ל, ואף בספרות המאוחרת יותר, לא נמצאו כתבים שנכתבו על-פי התפיסה ההליוצנטרית (לפיה השמש במרכז), אשר הוצגה על-ידי קופרניקוס רק במאה ה-16. התגליות הראשונות של האסטרונומיה המודרנית מופיעות בספרות היהודית בעיקר בתקופת ההשכלה, שהגיעה לשיאה במאה ה-18.

בא נדבר קצת
על גדלים...

קצת יחידות..

▶ **מטר** = 100 סנטימטר

▶ **קילומטר** = 1000 מטר

▶ **יחידה אסטרונומית** = כמרחקו הממוצע של כדור הארץ מהשמש, כ-149.6 מיליון קילומטרים

▶ **שנת אור** = 9,460,730,472,580.8 קילומטר

ולסיום..

<http://www.youtube.com/watch?v=HEeh1BH34Q>

שאלות?

תודה על ההקשבה!