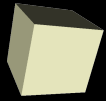


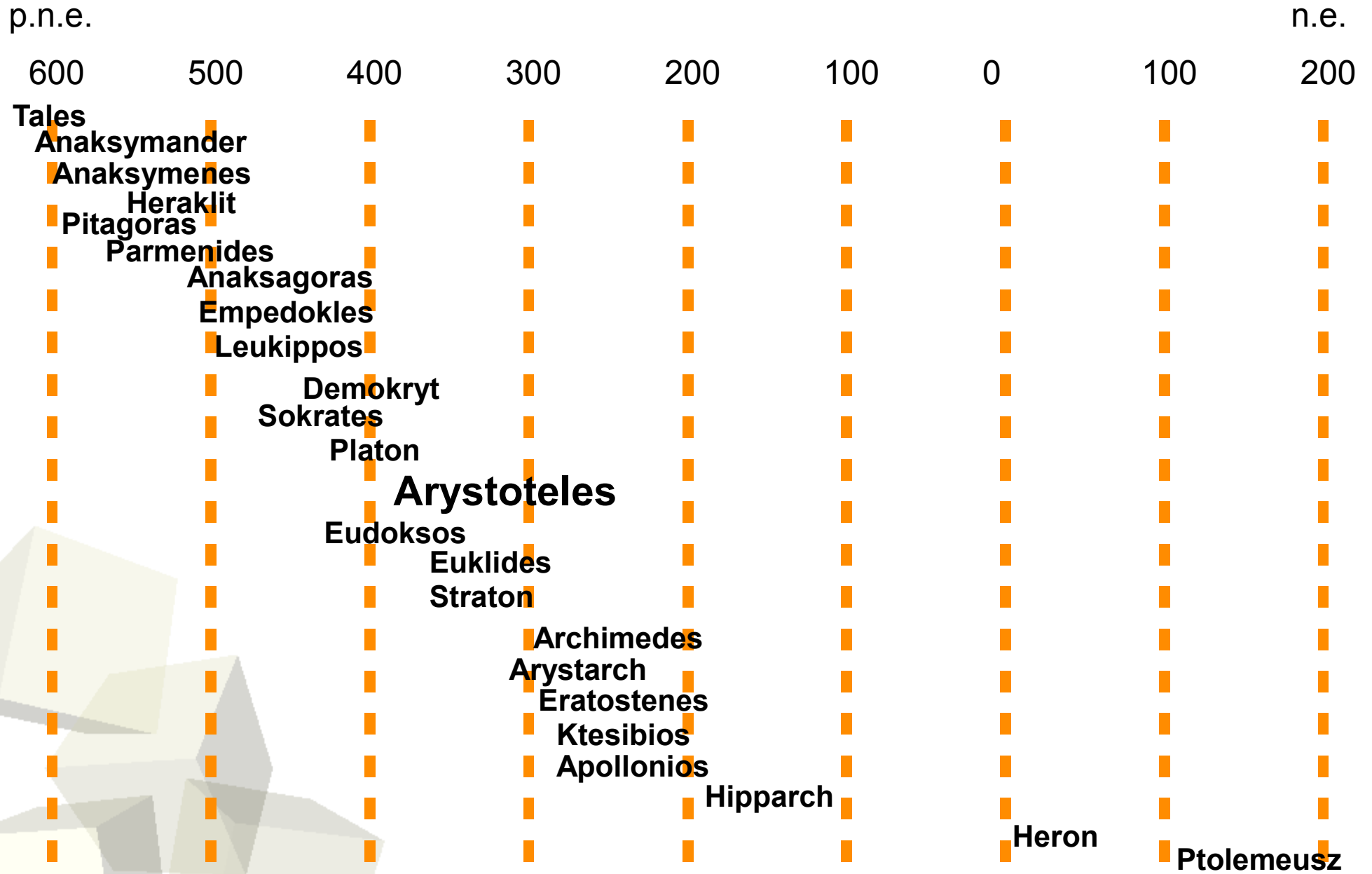


Grecy





Uczni greccy chronologicznie





Zasady filozofii greckiej

- Opis świata – filozofia, zaczyna się przede wszystkim od kosmogonii, czyli organizacji świata jako takiego i jego ewentualnego stworzenia
- Podstawy świata:
 - ◆ Z czego jest stworzony
 - ◆ Wedle jakich zasad
 - ◆ jak możemy go badać?
- Filozofia jest nauką ogólną, czyli opis fizyczny i astronomiczny ma się zgadzać z opisem przyrodniczym i społecznym, także politycznym (i ewentualnie religijnym)
- Główna zasada – brak jakichkolwiek eksperymentów, ewentualne obserwacje
- Uwaga – mało zachowanych dzieł!

Matematyka – system liczbowy

- System liczbowy grecki był bardzo skomplikowany i niespecjalnie nadający się do porządných obliczeń

Liczba arabska	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Liczba grecka	α	β	γ	δ	ϵ	\digamma	ζ	η	θ
Nazwa grecka	alfa	beta	gamma	delta	epsilon	digamma	zeta	eta	theta

Liczba arabska	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Liczba grecka	ι	κ	λ	μ	ν	ξ	\omicron	π	ρ
Nazwa grecka	iota	kappa	lambda	mi	ni	ksi	omikron	pi	koppa

Liczba arabska	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Liczba grecka	ϱ	σ	τ	υ	ϕ	χ	ψ	ω	π
Nazwa grecka	ro	sigma	tau	upsilon	fi	chi	psi	omega	sampi

- Podstawowym działem matematyki była więc geometria i teoria liczb – dowody twierdzeń!



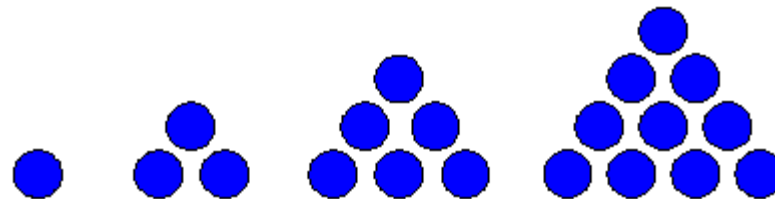
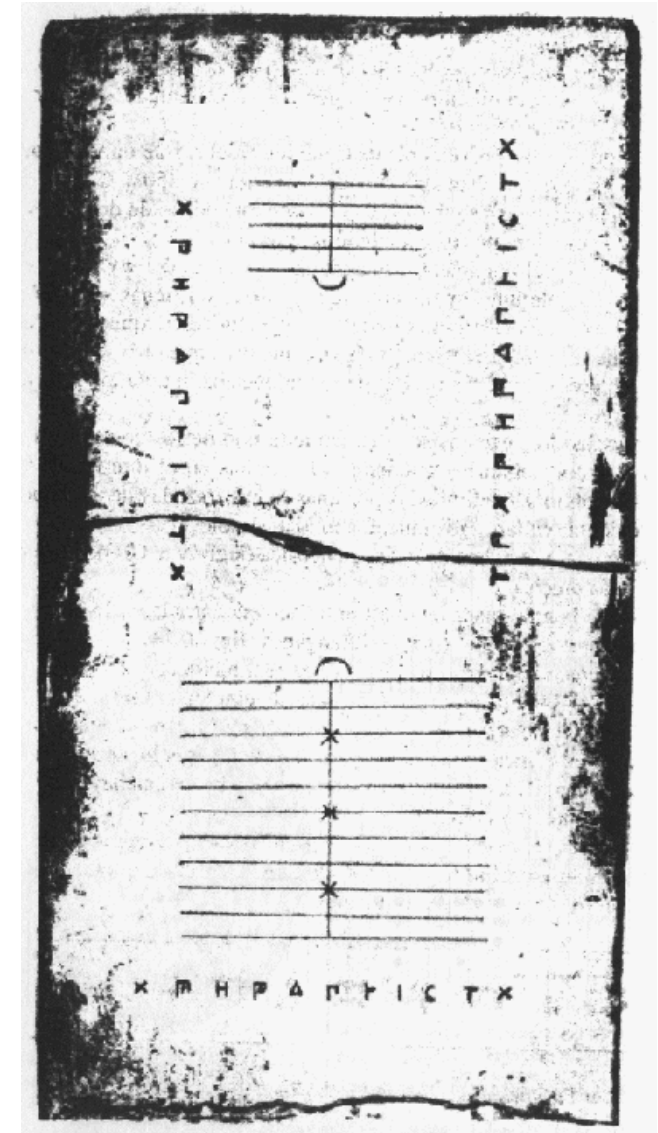
Arytmetyka grecka

■ Abacus (abak):



■ Rozważania pseudogeometryczne:

- ◆ liczby kwadratowe
- ◆ liczby trójkątne





Matematyka i matematycy

■ Tales

- ♦ Geometria – rozważania na temat podobieństwa trójkątów

■ Pitagoras

- ♦ Szkoła pitagorejczyków, teoria liczb, trójkąty, harmonia

■ Euklides

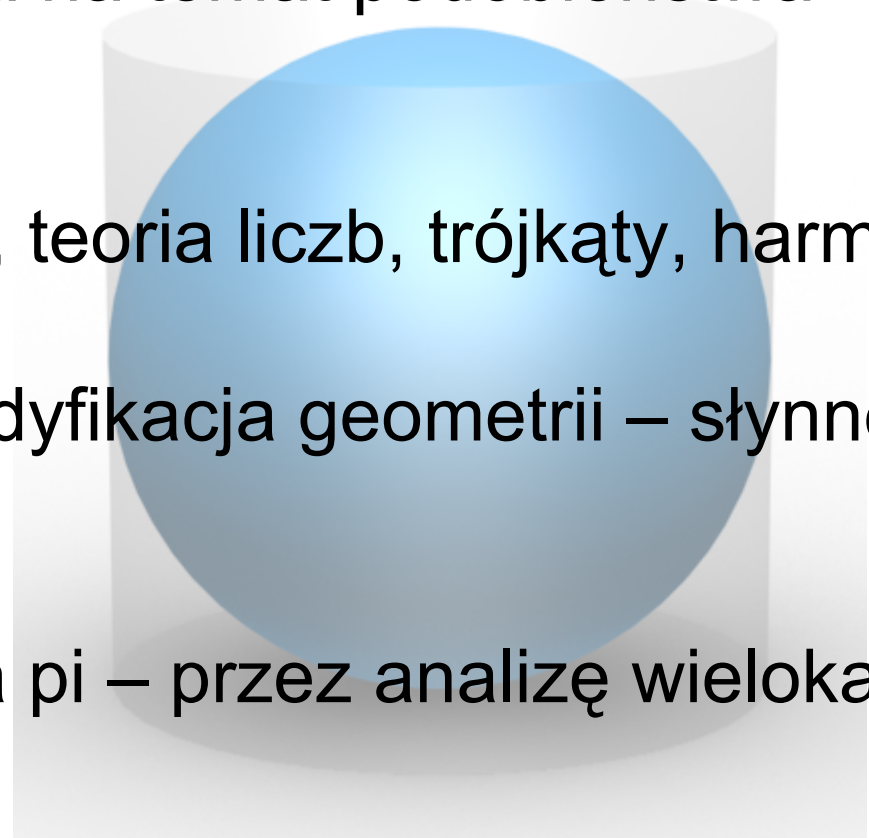
- ♦ Podstawowe dzieło i kodyfikacja geometrii – słynne postulaty

■ Archimedes

- ♦ krzywe stożkowe, liczba pi – przez analizę wielokątów, objętość kuli, walca

■ Apollonios

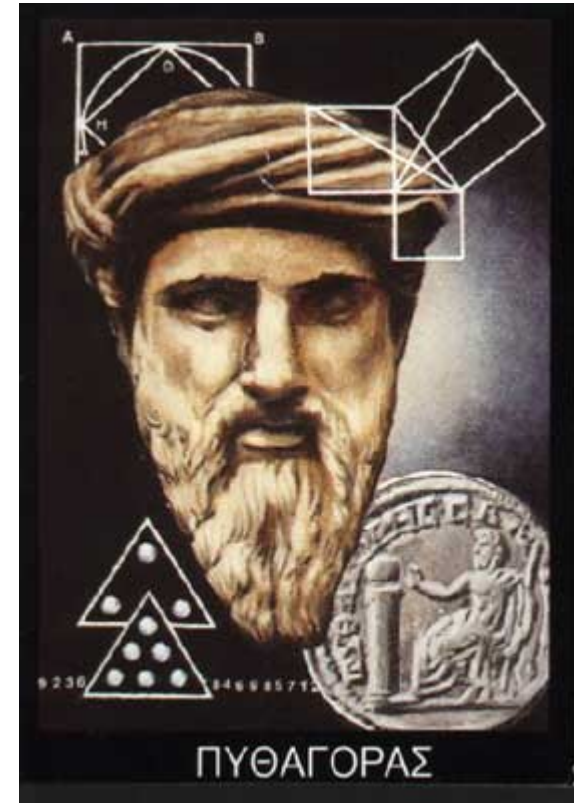
- ♦ krzywe stożkowe, od niego pochodzi nazwa elipsa, parabola, hiperbola





Szkoła pitagorejczyków

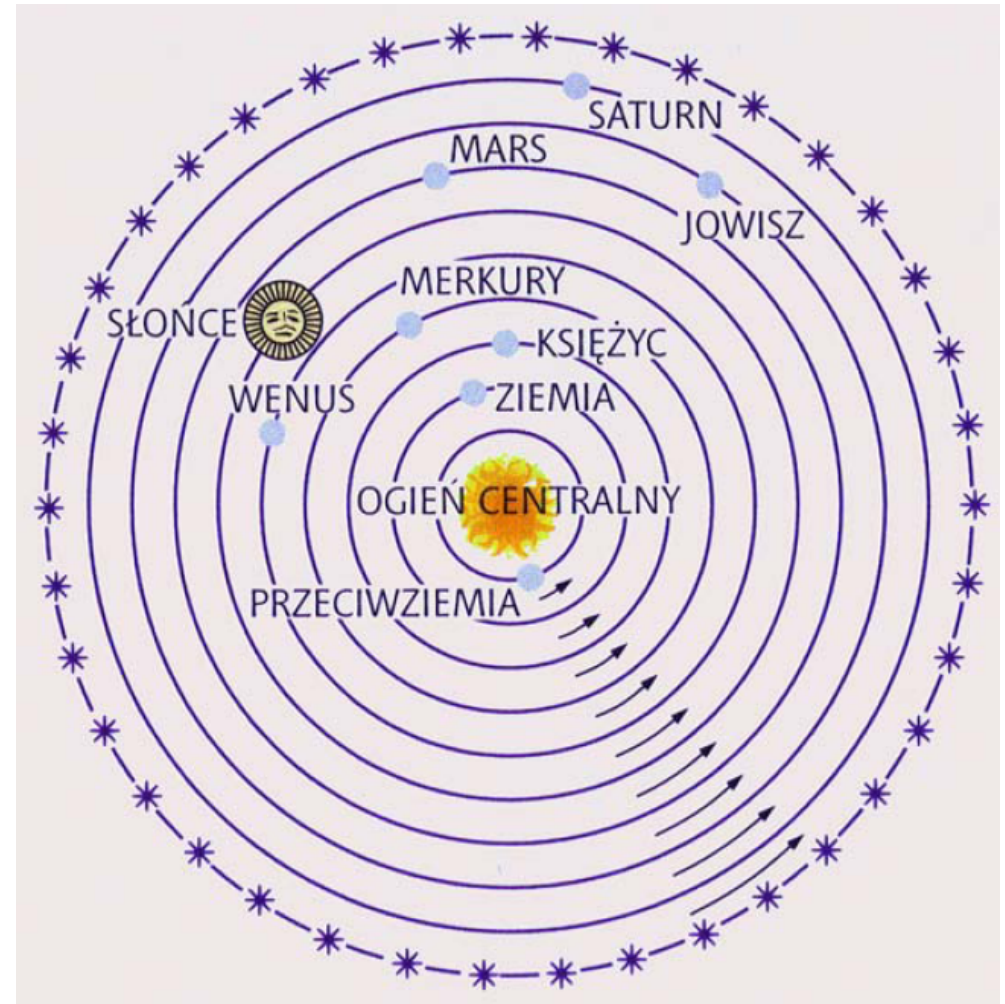
- Matematyka to nie tylko nauka, ale religijna i kosmogoniczna podstawa świata, a liczby mają znaczenia metafizyczne
- Wszelkie skomplikowane zjawiska da się zredukować do prostych
- Zastosowanie filozofii do rządzenia
- Całkowite odcięcie się od obserwacji – jeżeli obserwacja przeczy idei, tym gorzej dla niej
- Wszystkie odkrycia pitagorejczyków przypisywane są Pitagorasowi, właściwie nie ma dowodów na to, że cokolwiek działał on sam
- Astronomia jako geometria stosowana, muzyka jako arytmetyka





Kosmogonia pitagorejczyków

- Liczba 10 jest doskonałością ($1+2+3+4$) – 10 planet (dodanie Antichton, Antyziemi)
- Sfery niebieskie o promieniach o określonym stosunku wytwarzają muzykę o określonej harmonii
- Najdoskonalszym ciałem jest kula – stąd Ziemia jest kulą
- Doskonałe krzywe to okręgi, więc wszystko we Wszechświecie krąży po okręgach
- Pojęcie „kosmos” - porządek ład, przeciwieństwo chaosu



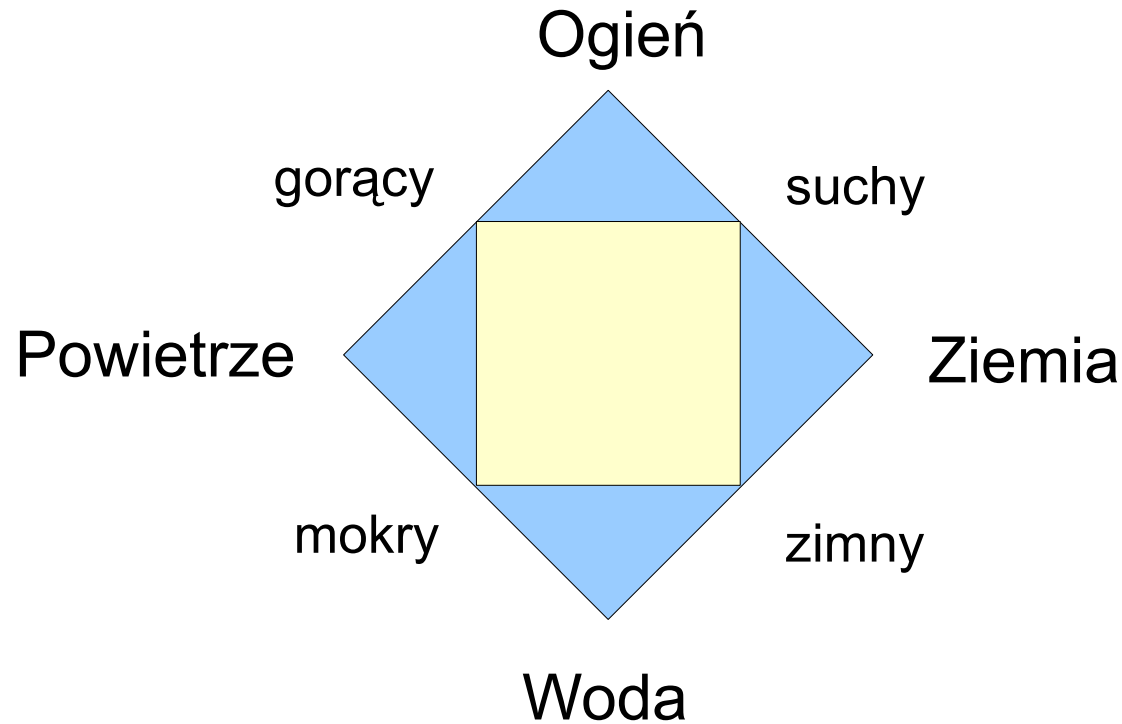


Z czego stworzony jest świat

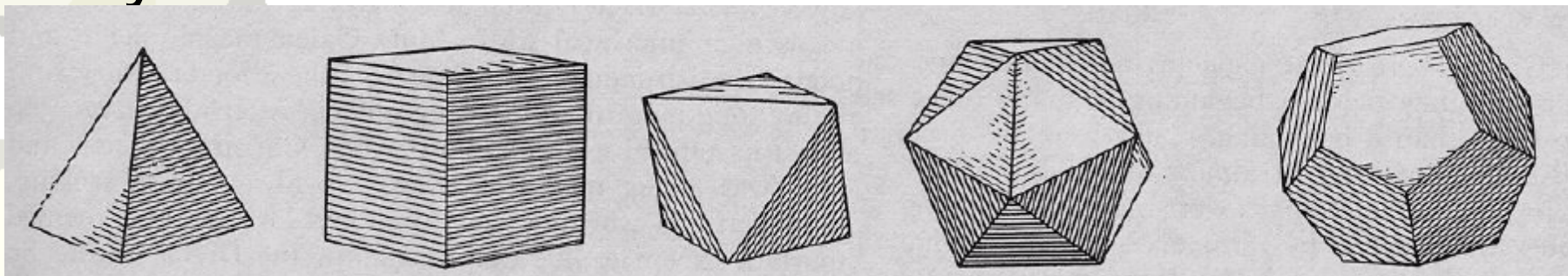
- Tales
 - ♦ z wody
- Anaksymander
 - ♦ z *apejronu*, dosłownie „bezkresu”, z którego przez ruch powstają cztery podstawowe żywioły – woda, ziemia, powietrze i ogień
- Anaksymenes
 - ♦ z powietrza
- Heraklit
 - ♦ z ognia, jako że wszystko się zmienia, a ogień jest najbardziej zmienny ze wszystkiego
- Eudoksos
 - ♦ klasyfikacja czterech podstawowych żywiołów
- Szkoła atomistyczna (Leukippos, Demokryt)
 - ♦ z atomów

Żywioły wg Eudoksosa i Platona

- Zasady – miłość i nienawiść (łącznie i rozdzielanie)



- Do żywiołów Eudoksosa Platon dodał *eter*



Ogień

Ziemia

Powietrze

Woda

Eter



- Leukippos i jego uczeń Demokryt – przyroda składa się z atomów, najdrobniejszych cząstek, niepodzielnych i wiecznych, pomiędzy którymi znajduje się próżnia (obserwacja pyłków)
 - ♦ „Uczniowie Leukipposa i Demokryta nazywali najmniejsze ciała pierwotne atomami i twierdzili, że w zależności od różnicy ich kształtów, położenia i porządku, ciała z nich ułożone są gorące czy ogniste, jeżeli składają się z atomów bardziej ostrych, drobniejszych, których wzajemne położenie jest podobne, podczas gdy ciała zimne i wodniste składają się z atomów przeciwnych; pierwsze są błyszczące i jasne, drugie matowe i ciemne.”

(Simplikios, komentarz do Fizyki Arystotelesa)

- Późniejsze rozwinięcie – Epikur



Podstawy fizyki Arystotelesa

- Dychotomiczny podział świata na części rządzone odmiennymi prawami (Tam Na Górze i Tu Na Dole):
 - ♦ sfera podksiężycowa - cztery żywioły,
 - ♦ sfera ponadksiężycowa – eter
- Ruch - urzeczywistnienie bytu potencjalnego, wymaga przyczyny
- Cztery rodzaje przyczyn - materialna, formalna, sprawcza i celowa
- Pojęcie miejsca naturalnego
- Ruch przemieszczający: naturalny lub wymuszony – ciała ciężkie i lekkie
- Zasady dynamiki Arystotelesa dla sfery podksiężycowej:
 - ♦ Ciało nie poddane wpływom zewnętrznym jest w spoczynku
 - ♦ Prędkość ciała wprawianego w ruch przez zewnętrzną przyczynę jest proporcjonalna do działającej siły i odwrotnie proporcjonalna do oporu ośrodka
- Próżnia nie może istnieć!



Arystoteles – opis ruchu

- Świat ponadksiężycowy:
 - ◆ ruch wieczny, po okręgu
- Świat podksiężycowy
 - ◆ ruch naturalny, czyli dążenie do naturalnego miejsca danej substancji (ziemia na dół, powietrze czy ogień – do góry), przy czym ciała cięższe spadają szybciej
 - ◆ ruch wymuszony, pod działaniem *impetusu* – po utracie styczności z ciałem popychającym dalej popycha ośrodek, wpadający w „śląd” ciała
- Ważne koncepcje do opisu ruchu – tak przestrzeń jak i czas są ciągłe, „nieskończenie podzielne”, nie istnieje najmniejsza jednostka czasu ani przestrzeni



Rozumowanie a obserwacja

- Eksperymentu w ogóle brak – technika jest dobra dla niewolników i innych niższych form
- Obserwacje są przydatne:
 - ◆ Anaksymenes (meteorologia)
 - ◆ Leukippos
 - ◆ Anaksagoras (obserwacje nieba i meteorytów)
 - ◆ Arystoteles
- Obserwacje, jako efekt działania zawodnych zmysłów są co najmniej podejrzane, a właściwym działaniem jest rozumowanie
 - ◆ Anaksymander (m.in. Ziemia jako walec)
 - ◆ Pitagorejczycy
 - ◆ eleaci (np. Parmenides)
 - ◆ Platon (koncepcja „cieni na ścianie”, obserwacji ludzkich jako przybliżenia Idei)



■ Argumenty za:

- ♦ jak może się poruszać ciało, a zwłaszcza jedno ciało przenikać drugie, jeżeli nie ma „pustej przestrzeni” pomiędzy ciałami?
- ♦ próżni wymagały absolutnie teorie atomistyczne

■ Przeciw:

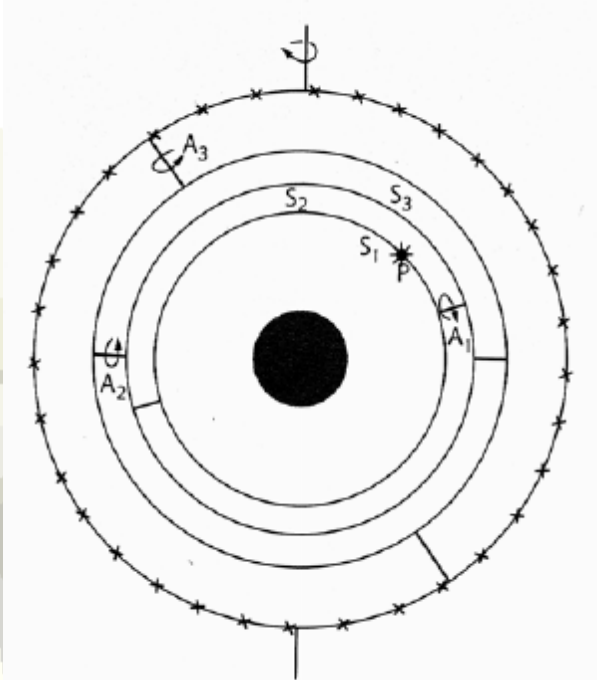
- ♦ Parmenides: "Trzeba z konieczności powiedzieć i myśleć, że tylko to, co jest, istnieje. *Bo byt jest, a niebytu nie ma*". Dalej wnioskował, iż byt jest ciągły (gdyby nie był – każda nieciągłość byłaby niebytem), nieruchomy i niezmienny.
- ♦ Arystoteles: ponieważ ciała poruszają się z prędkością zależną od oporu ośrodka, to próżnia, jako ośrodek pusty, dawałaby prędkość nieskończoną – sprzeczność ze zdrowym rozsądkiem



- Tales – przewidywanie zaćmień Słońca (Egipt? Babilon?)
- Problem pomiaru czasu:
 - Grecki filozof Hezjod w traktacie "Noce i dni" pisze: "Skoro się córy Atlasa, Plejady, ukążą, czas zacząć Żniwa, a kiedy zachodzą, niech orka się wtedy rozpocznie".
- Pitagoras – Gwiazda Poranna i Wieczorna to to samo, nachylenie orbity Księżyca,
- Filolaos – pitagorejska koncepcja Wszechświata
- Eudoksos z Knidos – podstawowa koncepcja geocentryczna – stworzenie modelu sfer (jako teorii matematycznej!)
- Arystoteles – model Eudoksosa jako fizyczny

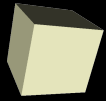
Kosmos Eudoksoza i Arystotelesa

- Ziemia w środku
- Sfera gwiazd stałych wieczna i niezmienna
- Arystoteles potrzebował 55 sfer do opisu planet



Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .

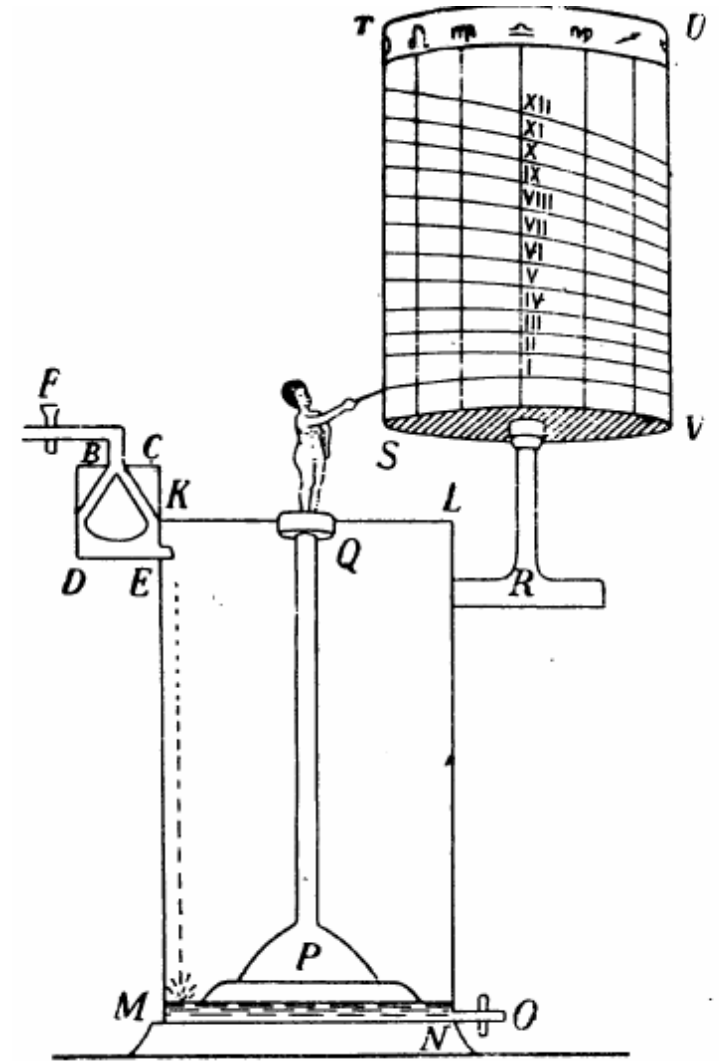
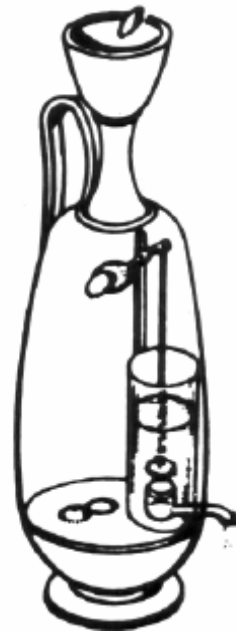
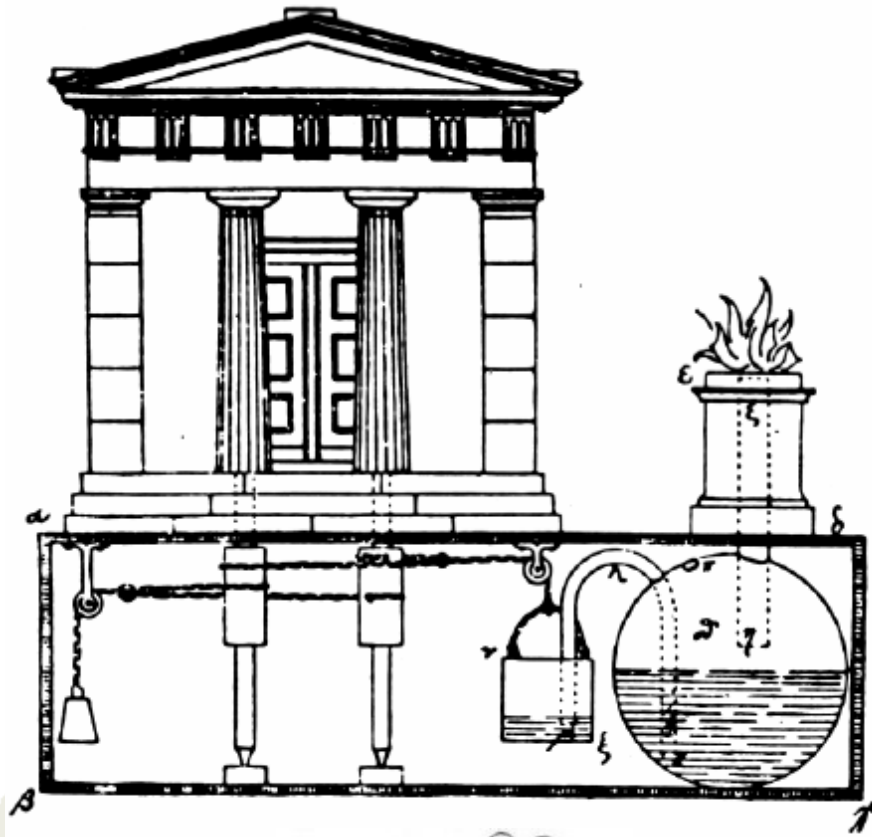




- Apolloniusz z Pergii – deferent (ze środkiem niekoniecznie w środku Ziemi) i epicykl
- Hipparch – poprawki na bazie obserwacji babilońskich, odkrycie precesji, katalog gwiazd,
- Arystarch – koncepcja heliocentryczna i zakładająca, że Księżyc i planety składają się z tej samej materii co Ziemia (rzadkość i herezja), pomiar odległości do Księżyca i Słońca
- Ptolemeusz – kompletna kodyfikacja systemu deferentów i epicykli, dodanie pojęcia ekwantu. Jego dzieło, *Mathematike syntaxis* (zwane później *Megale syntaxis*, a przez Arabów *Almagest*) na kilkanaście wieków ustanowiło obraz świata, pomimo oczywistych wad (np. obraz Księżyca)

A gdzie w tym wszystkim fizyka?

- Obserwacje meteorologiczne
 - ◆ Anaksymenes
 - ◆ Arystoteles
- Prawa ruchu Arystotelesa
- Optyka –
 - ◆ Euklides (prawa rozchodzenia się, odbicie światła),
 - ◆ Ptolemeusz (m.in. prawo załamania światła)
- Archimedes –
 - ◆ dźwignia,
 - ◆ prawo wyporu, pojęcie środka ciężkości
- Heron –
 - ◆ opis wszystkich maszyn prostych,
 - ◆ opis atomistyczny problemów ciśnienia powietrza
 - ◆ rozszerzalność cieplna wody, powietrza
- Pomiar Ziemi – Eratostenes, Posejdonios





Mechanizm z Antykithiry

- Wyłowiony w 1900 roku, właściwie odkryty w 1902
 - Tarcza z przodu pokazywała ruch Słońca i Księżyca na tle zodiaku. Ukazywała też fazy Księżyca (przy pomocy cykli odkrytych przez Metona i Kallipposa).
- Autor – Hipparch? Posejdonios? Archimedes? W każdym razie najprawdopodobniej z Rodos

