

GEHA 1004  
科技文明通论  
2023-2024学年第二学期

# 古希腊、希腊化和罗马科学

邹亚文  
上海科技大学  
人文科学研究院

# 大纲

- ▶ 前苏格拉底哲学家（米利都学派、毕达哥拉斯学派、变化哲学家、原子论者）
- ▶ 柏拉图与理型论
- ▶ 亚里士多德
- ▶ 希腊化时代的科学
- ▶ 罗马帝国时代的科学

# 古希腊地图

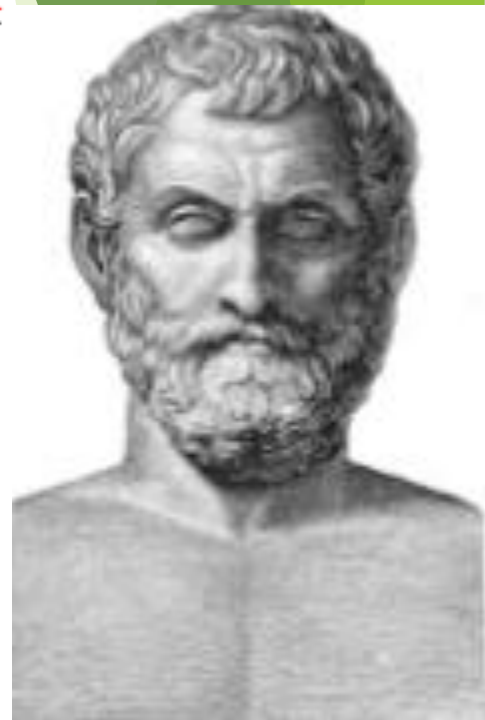
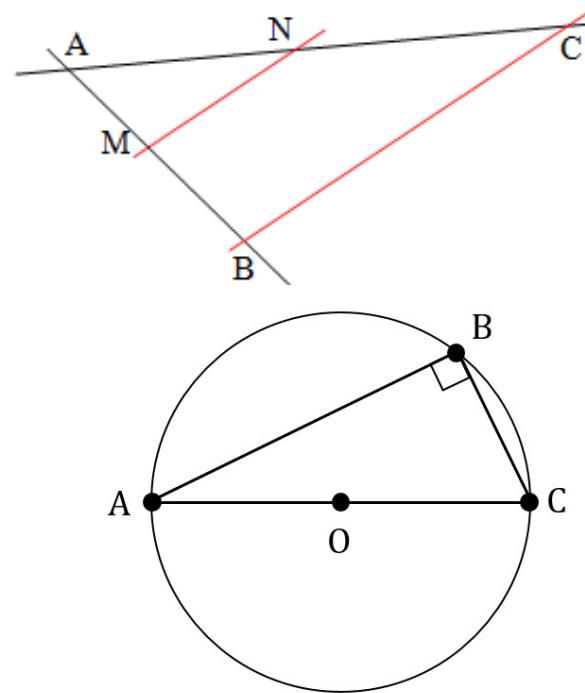


# 前苏格拉底自然哲学家

- ▶ 米利都学派
  - ▶ 代表人物：泰勒斯
- ▶ 毕达哥拉斯学派
  - ▶ 代表人物：毕达哥拉斯
- ▶ 变化哲学家
  - ▶ 代表人物：赫拉克利特
- ▶ 原子论者：
  - ▶ 代表人物：德谟克里特

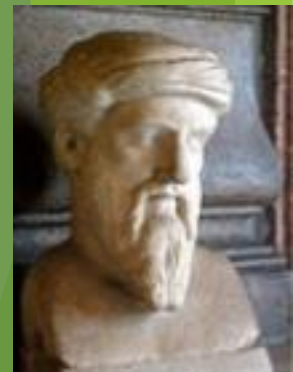
# 泰勒斯 (约公元前624年-546年)

- 古希腊七贤之一，来自米利都的哲学家和数学家
- 古希腊第一位哲学家
- 第一个去埃及和巴比伦，并把几何学带回希腊的人
- 发现了许多数学命题
- 使用几何图形计算金字塔的高度
- 万物的本源是水

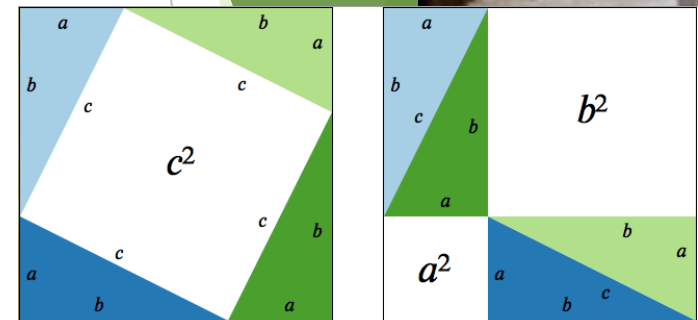




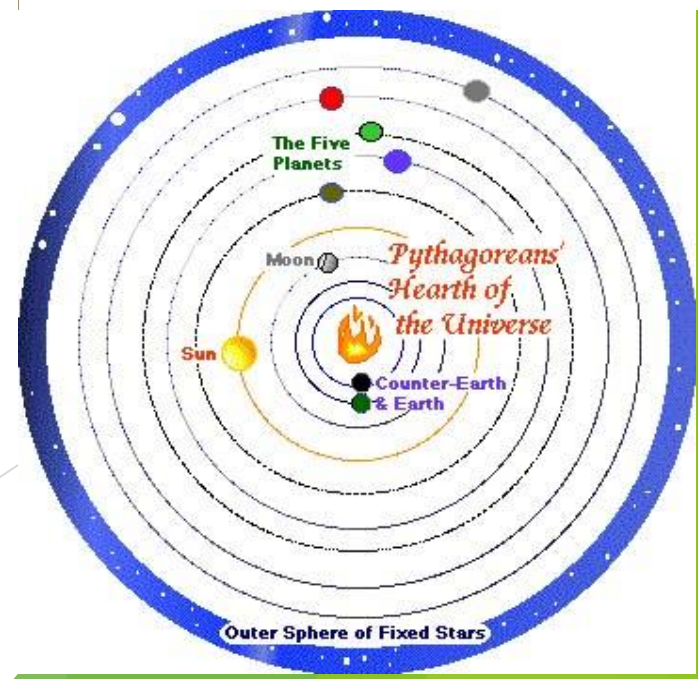
# 毕达哥拉斯（约公元前570年-495年）



- ▶ 生于萨莫斯的希腊哲学家和数学家
- ▶ 万物皆为数
- ▶ 数字是现实最基本的方面，因此数学是研究现实的基本工具
- ▶ 毕达哥拉斯定理首先由毕达哥拉斯证明
- ▶ 发现了有理数（例如 $1/3$ ）和无理数（例如 $\sqrt{2}$ ）
- ▶ 结合了代数和几何

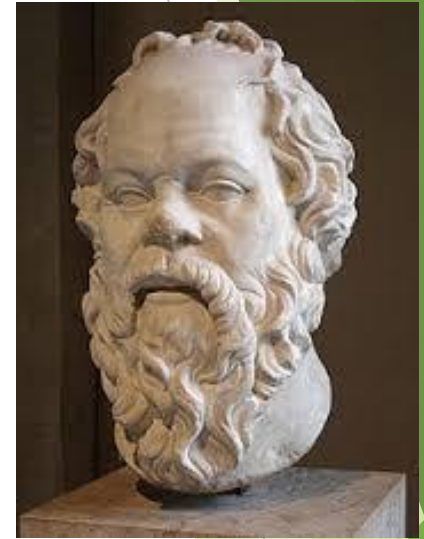


$$c^2 = a^2 + b^2$$



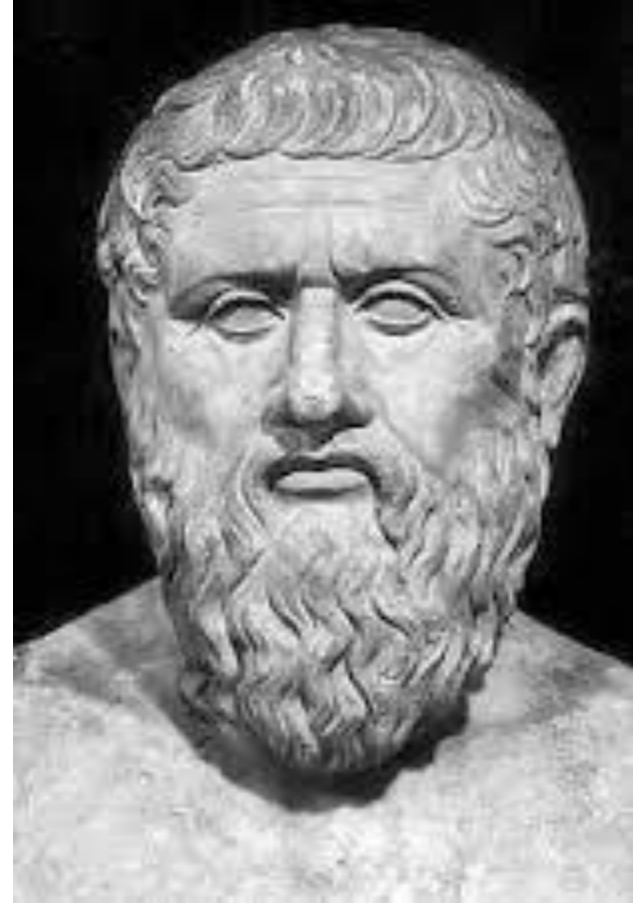
# 苏格拉底（公元前470/469~399年）

- ▶ 母亲是助产士
- ▶ 从仰望星空到洞察人心
- ▶ 长相丑陋；最喜在雅典与人们辩论
- ▶ 德尔菲神庙的神谕：世界上最聪明的人
- ▶ 在民主审判后去世，罪名是不信神和腐化年轻人



# 柏拉图（公元前428-348年）

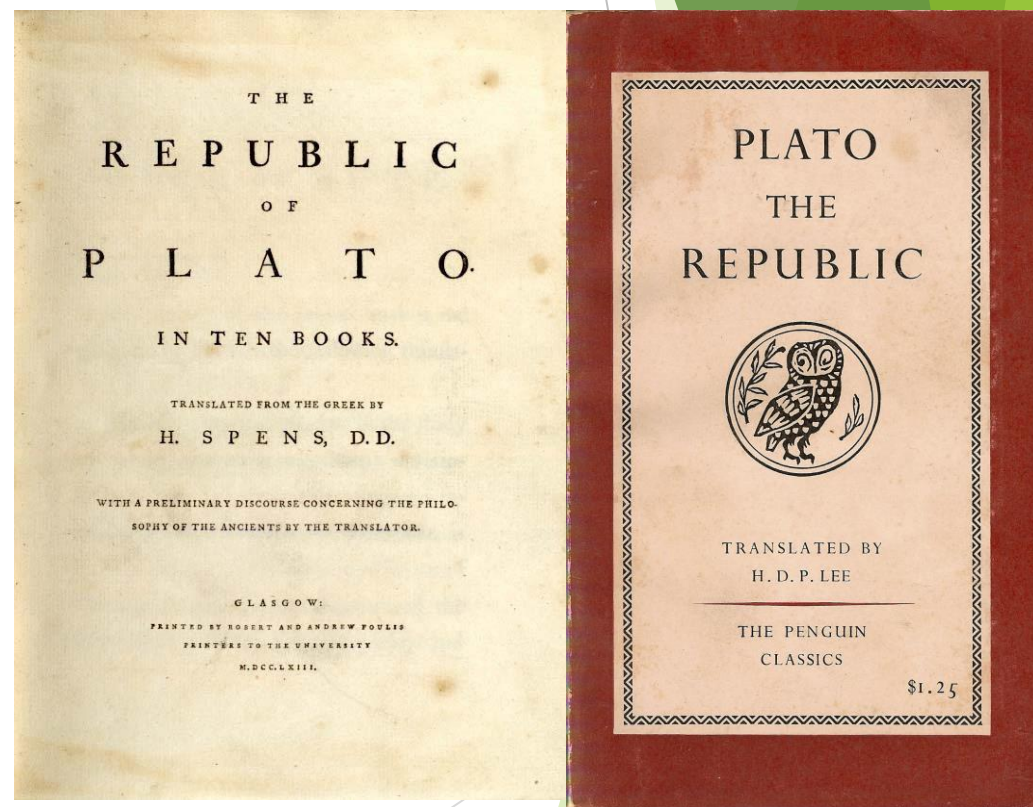
- ▶ 出生于贵族家庭（雅典国王的后裔），三十僭主中克里蒂亚斯，查米德斯是柏拉图的亲戚
- ▶ 受到荷马、赫拉克利特、巴门尼德和毕达哥拉斯的重要影响。
- ▶ 公元前408年成为苏格拉底的学生
- ▶ 去叙拉古从政，服务于狄奥尼修斯一世和二世
- ▶ 雅典学院的创始人，是西方第一所高等教育机构





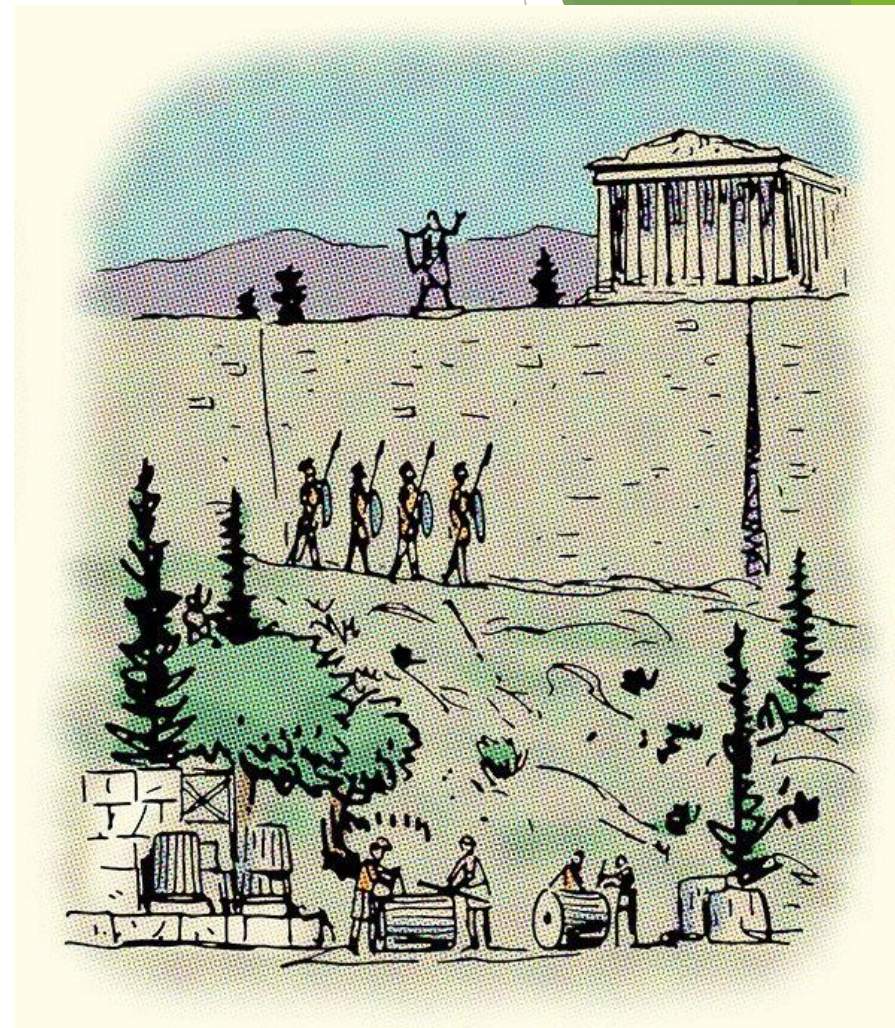
# 著名作品

- ▶ 英国数学家和哲学家阿尔弗雷德·怀特黑德说过：“对欧洲哲学传统最安全的概括是，它由对柏拉图作品的一系列脚注组成。”
- ▶ 他的一些著名作品：
  - ▶ 早期: *Apology* (申辩篇)
  - ▶ 中期: *Symposium* (会饮篇);  
*Republic* (理想国); *Phaedo* (斐多篇)
  - ▶ 晚期: *Laws* (法律篇)



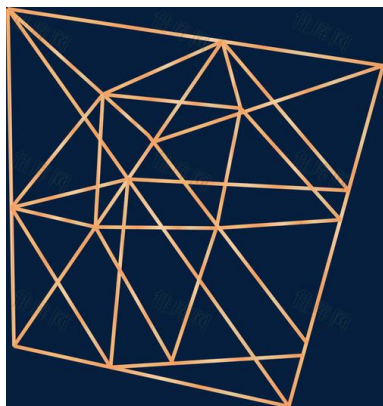
# 理想国 (*Republic*, 380BC)

- Kallipolis (卡利波利斯, 一个假想的城邦)
- 社会的三层体系
  - 哲学王：学习数学、几何和天文学。
  - 战士：学习艺术、音乐、体育和荷马。
  - 工匠：很少提及。
- 理型的世界和物质的世界





根据柏拉图，哪一个属于理型的世界？



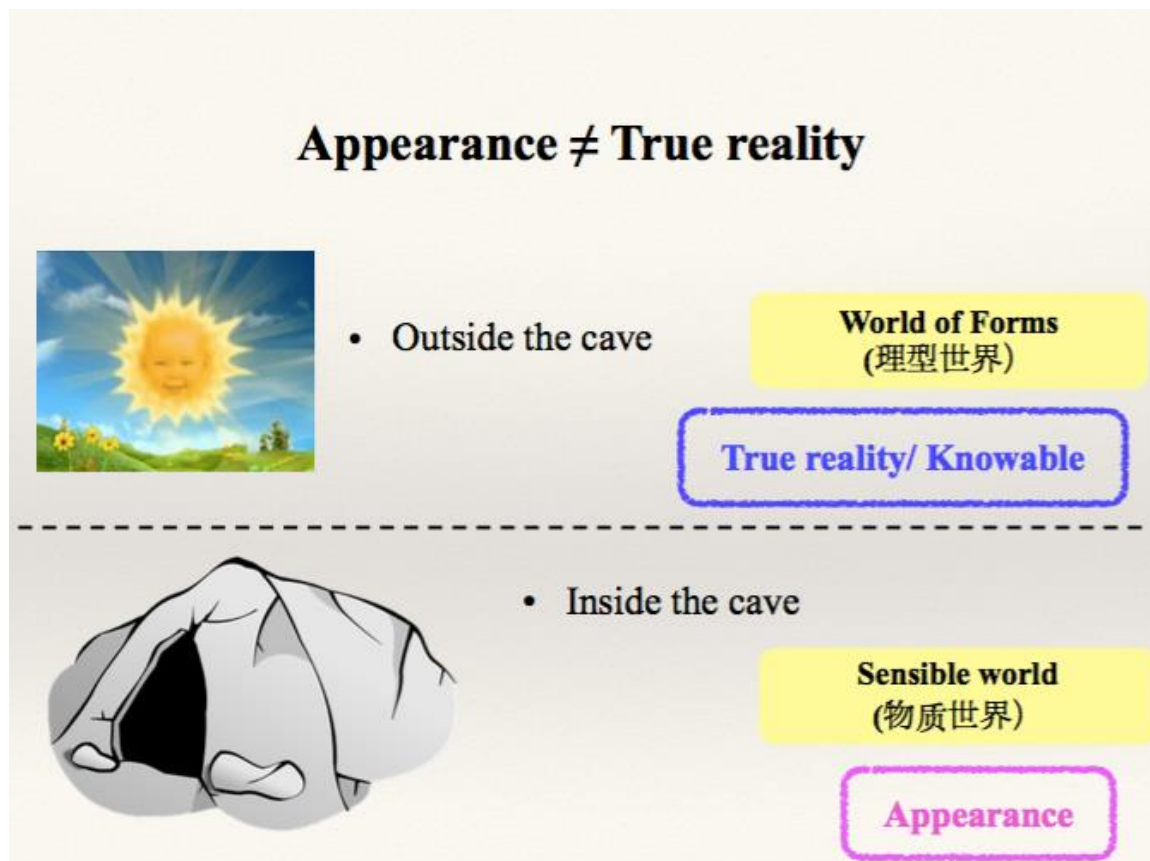
$$1+1=2$$

# 理型论 (The theory of forms)

## ► 两个世界：理型的世界和物质的世界

| 物质的世界     | 理型的世界            |
|-----------|------------------|
| 变化的，容易腐朽的 | 永恒不变的            |
| 不完美       | 完美的              |
| 第二性的非真实存在 | 第一性的客观存在         |
| 感官可感知的    | 感官不可感知的，只有思维才能达到 |

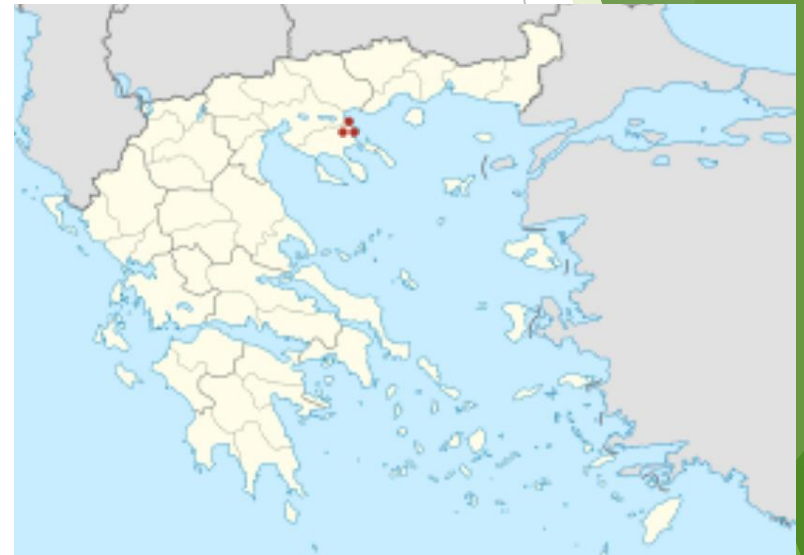
# 洞穴的比喻





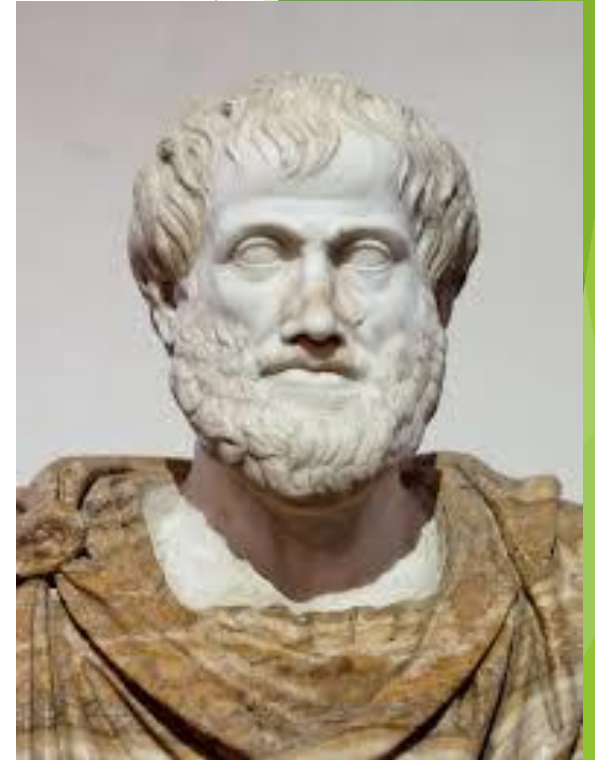
# 亚里士多德（公元前384-322年）

- ▶ 生于古希腊的斯塔吉拉，靠近马其顿
- ▶ 18岁加入学园，直到37岁时柏拉图去世
- ▶ 41岁开始辅导亚历山大大帝
- ▶ 49岁时建立了吕克昂学校
- ▶ 61岁逃离雅典，一年后死去，享年62岁
- ▶ “我不会允许雅典人对哲学犯两次罪”  
——亚里士多德



# 亚里士多德著作

- 他的作品都是在死后出版的，而且大部分已丢失
- 现存约30本书，大部分是本不打算出版的课堂讲稿，与柏拉图现存的20篇对话体书籍形成对比
- 亚里士多德的研究领域：
  - ▶ 形而上学、逻辑学和认识论
  - ▶ 自然哲学：物理学、天文学、生物学、医学、心理学和地质学
  - ▶ 实践研究：诗歌、戏剧、音乐、修辞学、语言学、政治学、政府学、伦理学等



# 形而上学(Metaphysics)

- ▶ 严复曾经翻译成“玄学”
- ▶ 形而上学的由来：“形而上者谓之道，形而下者谓之器”
- ▶ 第一哲学，理解存在的本质
- ▶ 形而上学包括以下主题：
  - ▶ 事物的本质是什么？什么是存在？
  - ▶ 什么是现实？
  - ▶ 什么是变化？如何解释变化？
  - ▶ ...



# 拉斐尔名画：雅典学园 (1511)





Plato is my friend, but truth is a better friend.

~ Aristotle



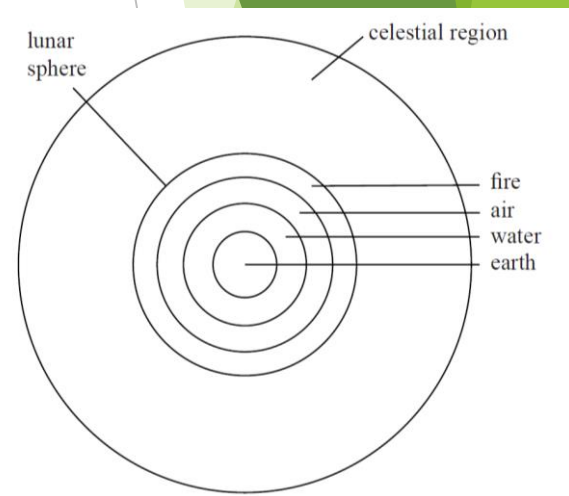
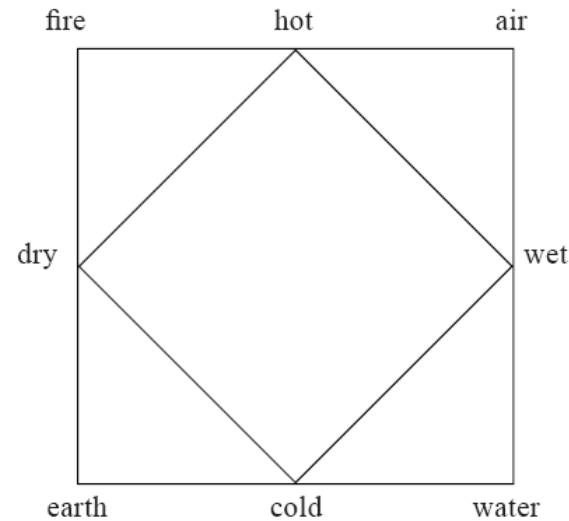
# 柏拉图和亚里士多德的区别

| 柏拉图                    | 亚里士多德                     |
|------------------------|---------------------------|
| 理型和物质是可分的              | 形式和物质是不可分的，任何物体都是形式和物质的结合 |
| 理型是不变和完美的              | 形式可以变，但是物质不会变             |
| 理型的存在是第一性的，而物质是从理型衍生出的 | 形式决定于物质，并非第一存在            |
| 理型是真实的，而物质是虚幻的         | 形式和物质都是真实的                |

- ▶ 认识论 (Epistemology): 对怎么获得知识的研究
- ▶ 理念主义 (Idealism), 国内常翻译成唯心主义: 现实从根本上说是精神的和非物质的，只有通过心灵才能接近现实
- ▶ 经验主义 (Empiricism) : 我们可以通过材料和经验的世界获得知识

# 物质的五元素说 (Five Elements )

- ▶ 五元素：土、水、气、火、以太 (Aether, 亚里士多德自己发明的元素)
  - ▶ 两个对立的性质：热与冷，湿与干
  - ▶ 元素可以转换 (不同于原子论)
- ▶ 月亮划分了天界和地界
  - ▶ 地上空间 (月下空间)：土、水、气、火
  - ▶ 天上空间 (月上空间)：以太

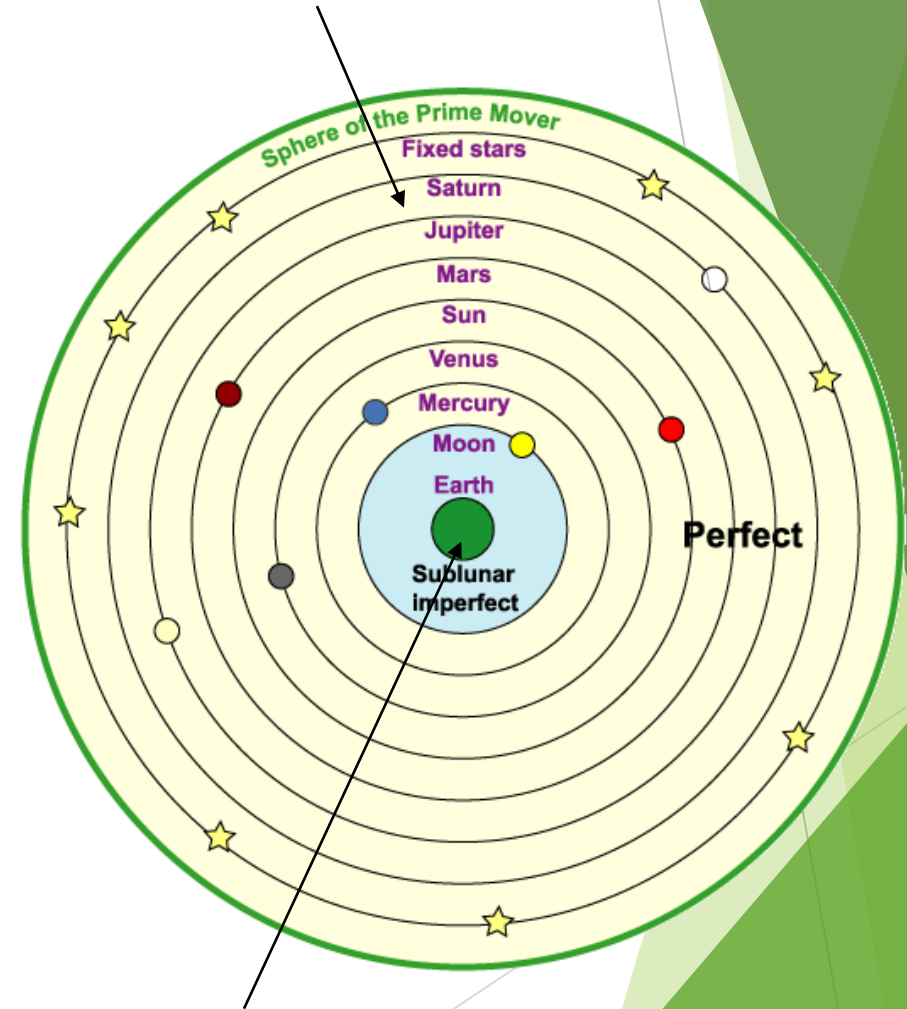


# 亚里士多德的宇宙观

在哥白尼时代之前，西方对宇宙的理解一直以亚里士多德的《论天》为主导

- ▶ 太阳、月亮、五大行星和“固定”的恒星位于同心球体中
- ▶ 宇宙是永恒的，没有起点也没有终点，虚空是不存在的
- ▶ 天上的一切都是完美的；地球上的事物是不完美的
- ▶ 天体的运动完美而匀称，球体处于自然运动状态，而非强迫运动
- ▶ 每个星球都有它自己的推动者，但也有一个终极推动者：第一推动者。第一推动者不是希腊的神

天区：完美；永远不变；以太构成



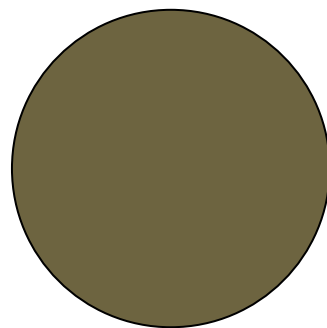
地区：不完美；变化的；由四个元素组成

# 地上运动

- ▶ 运动是一种真实的变化
- ▶ 自然运动（推动者是事物的本性）
  - ▶ 例如土的自然位置是宇宙的中心，而火的自然位置是在地球的外部
- ▶ 受迫运动（推动者是外部的力量）
- ▶ 没有推动者就没有运动
- ▶ 怎么理解抛物运动？
- ▶ 亚里士多德的力、阻力、重量和速度之间的关系是完全错误的，因为亚里士多德的物理学是基于观察和直觉，而不是数学计算和实验



为了变得更完美，  
它会回到它的自然  
位置，因此下降并  
停止。



地球的中心是土的自然位置，由土元素构成

# 希腊化时代(The Hellenistic period )

- ▶ 希腊化时代始于公元前330年波斯帝国灭亡，结束于公元前30年托勒密王朝灭亡
- ▶ 希腊以外的许多地区都受到希腊文化的影响，包括地中海地区和中亚地区。到了罗马帝国时代，这些地区在政治上属于罗马人，但在智力上属于希腊人。
- ▶ 希腊化时期最重要的自然哲学家包括欧几里得、阿基米德、盖伦和托勒密等。

## 亚历山大帝国版图：





# 亚历山大里亚 (Alexandria)

- ▶ 亚历山大里亚位于埃及北部，以亚历山大大帝的名字命名
- ▶ 在尊重知识的托勒密一世统治下，它成为学术界的知识中心
- ▶ 亚历山大里亚的图书馆是古代世界最大的图书馆，是一个名为“缪塞昂”（Mouseion）的研究机构（教育和科研机构）的一部分，意为献给缪斯女神，后演变成Museum的意思
- ▶ 缪塞昂有：动物园、植物园、天文台、实验室、图书馆、博物馆等



# 希腊化几何学集大成者： 欧几里得(Euclid, fl. 300BC)

- ▶ 亚历山大的欧几里德，常被称为“几何之父”
- ▶ 关于这个历史人物是否真实存在有争议，他整合了希腊古典时代的定理证明
- ▶ 在柏拉图学园中受教育，来到缪塞昂研究和讲学
- ▶ 名言1：“没有通往几何的皇家之路。”
- ▶ 名言2：“给他三便士，因为他必须从所学中获益。”

# 诺贝尔获得奖，丁肇中“三问三不知”上热搜



张阳爱音乐

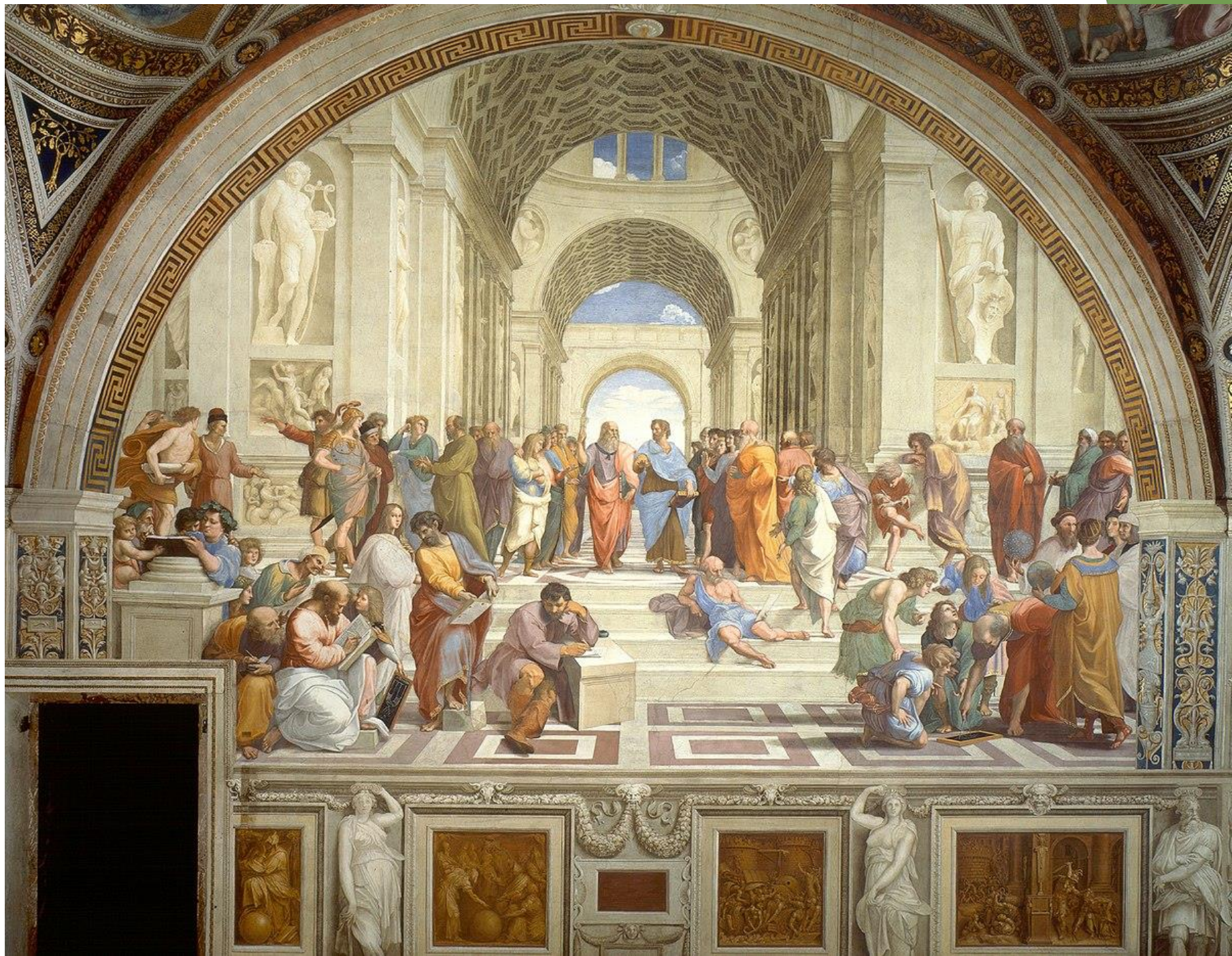
2023-05-22 04:36 · 广东

6670

著名物理学家丁肇中，为南航师生作学术报告。有同学提问：“您觉得人类在太空能找到暗物质和反物质吗？”“不知道。”“您觉得您从事的科学实验有什么经济价值吗？”“不知道。”“您能不能谈谈物理学未来20年的发展方向？”“不知道。”三问三不知！这让在场的所有同学意外，但不久就赢得全场热烈的掌声。这位诺贝尔奖得主，表情自然、诚恳，没有明知不说的矫揉造作，没有故弄玄虚，也绝没有“卖关子”。丁教授坦言不知道，不但无损于他的科学家形象，凸显了他严谨的科学态度，令人肃然起敬。













# 《几何原本》 (Euclid' s *Elements*)

- ▶ 发行量仅次于《圣经》
- ▶ 用作教科书，简明易读
- ▶ 牛顿的《自然哲学的数学原理》具有与《几何原本》相似的结构
- ▶ “欧几里德的《几何原本》被称为有史以来最伟大的数学教科书，这本书从古希腊一直到现在都被研究。” (Dunham, 1994 )

# 欧式几何的特征

- ▶ 依靠可折叠的圆规和直尺
- ▶ 令人印象深刻的逻辑严谨性
- ▶ 纯几何性质，而非数值性质
- ▶ 纯粹的思想（非物质的，永恒的）



www.teddy.com

# 欧几里得对科学的影响

- ▶ “几何学的荣耀在于，在别处获得的原理如此之少，却成就了如此之多。”

--艾萨克·牛顿，《自然哲学的数学原理》序言

- ▶ “如果欧几里得未能激发你年轻的热情，那么你就不是天生的科学思想家。”

--阿尔伯特·爱因斯坦

- ▶ “我是由一位私人教师教欧几里得的，我清楚地记得清晰的几何证明给了我极大的满足感。”

--查尔斯·达尔文，《查尔斯·达尔文自传》

Text 11b

from  
**Elements**  
by Euclid

BOOK I

## Definitions

1. A *point* is that which has no part.
2. A *line* is breadthless length.
3. The *extremities* of a line are points.
4. A *straight line* is a line which lies evenly with the points on itself.
5. A *surface* is that which has length and breadth only.
6. The *extremities* of a surface are lines.
7. A *plane surface* is a surface which lies evenly with the straight lines on itself.
8. A *plane angle* is the inclination to one another of two lines in a plane which meet one another and do not lie in a straight line.
9. And when the lines containing the angle are straight, the angle is called *rectilinear*.
10. When a straight line set up on a straight line makes the adjacent angles equal to one another, each of the equal angles is *right*, and the straight line standing on the other is called a *perpendicular* to that on which it stands.
11. An *obtuse angle* is an angle greater than a right angle.
12. An *acute angle* is an angle less than a right angle.

Text 3b

from  
**The Principia:  
Mathematical Principles  
of Natural Philosophy**

by Isaac Newton

## DEFINITIONS.

### Definition 1

*Quantity of matter is a measure of matter that arises from its density and volume jointly.*

If the density of air is doubled in a space that is also doubled, there is four times as much air, and there is six times as much if the space is tripled. The case is the same for snow and powders condensed by compression or liquefaction, and also for all bodies that are condensed in various ways by any causes whatsoever. For the present, I am not taking into account any medium, if there should be any, freely pervading the interstices between the parts of bodies. Furthermore, I mean this quantity whenever I use the term “body” or “mass” in the following pages. It can always be known from a body's weight, for—by making very accurate experiments with pendulums—I have found it to be proportional to the weight, as will be shown below.

# 希腊化的代数

- ▶ 古希腊数学几乎等同于几何学，几何学发展大于代数发展
- ▶ 希腊化晚期产生的代数家：刁番都
  - ▶ 生于公元3世纪中叶，活跃于亚历山大里亚
  - ▶ 他的一生：童年时代占六分之一，青少年时代占十二分之一，再过一生的七分之一他结婚，婚后五年有了孩子，孩子只活了他父亲一半的年纪就死了，孩子死后四年刁番都也去世了。所以刁番都多少岁？
  - ▶ 著作：《算数》，六卷本，一共189个代数问题



# 物理学代表：阿基米德（公元前287-212年）

- ▶ 希腊数学家、物理学家、工程师、天文学家和发明家
- ▶ 生于叙拉古，来亚历山大里亚欧几里得那里学习几何学
- ▶ 希腊化精神的体现：古希腊的纯粹科学+东方人的实用精神
- ▶ 成就：计算几何对象的面积和体积；求 $\pi$ 的精确近似值( $\pi$ )；浮力定律；杠杆原理。
- ▶ 他发明了螺旋提水器, 复合滑轮, 和防御性战争机器
- ▶ 阿基米德死于对叙拉古的围攻



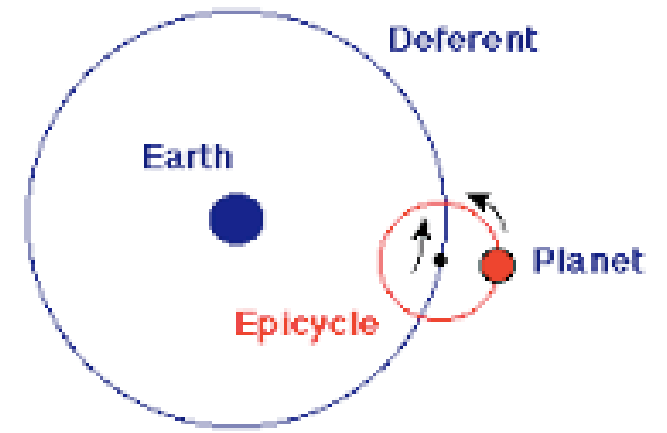
# 天文学代表：克劳迪斯·托勒密（公元100-170年）

- ▶ 托勒密活跃于亚历山大里亚，人们对他的生平了解不。
- ▶ 他在天文学方面的工作写入了Mathematical Syntaxis (翻译成《天文学大成》，也被阿拉伯人称为Almagest《至大论》)。
- ▶ 他在地理学的著作是《地理学》
- ▶ 他继承并发展了亚里士多德的理论，直到第谷·布拉赫和伽利略时代，他的天文学一直统治着西方



# 托勒密地心说系统

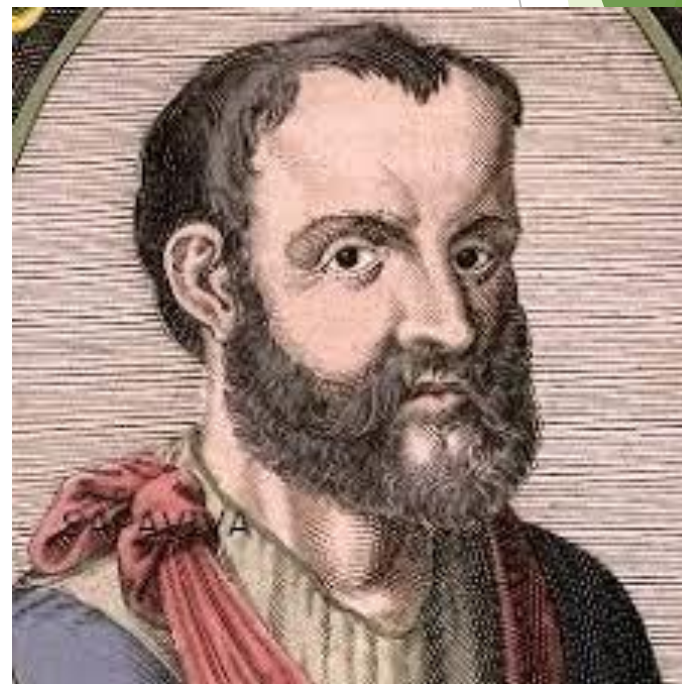
- ▶ 托勒密提出了本轮(epicycle) 和均轮(deferent)模型来解释逆行运动。
- ▶ 偏心(Eccentric)轨道：行星在其轨道的不同部分以不同的速度移动，轨道的中心不是地球的中心。
- ▶ 测算出月地距离是地球半径的59倍（真实值是60倍）



# 希腊化医学集大成者

## 盖伦 (Galen, 公元130-210年)

- ▶ 盖伦出生于小亚细亚（今土耳其的贝加莫），在接受医学培训之前学习了数学和哲学，所有这些都是在希腊教育
- ▶ 当时的医学主要是基于希波克拉底（公元前460-370年）的工作
- ▶ 盖伦在公元157年成为角斗士的外科医生，公元162年被召唤为御医，移居罗马。
- ▶ 他的解剖主要基于对猴子和动物的解剖，因为在罗马帝国，人体解剖是被禁止的。





# 体液说

## THE FOUR TEMPERAMENTS

The Four Humours Theory (Hippocrates & Galen)

| Humour      | Temperament | Element | Qualities   | Characteristic / Personality |
|-------------|-------------|---------|-------------|------------------------------|
| Blood       | Sanguine    | Air     | Hot, moist  | Courageous, hopeful, amorous |
| Yellow bile | Choleric    | Fire    | Hot, dry    | Short tempered, ambitious    |
| Black bile  | Melancholy  | Earth   | Cold, dry   | Introspective, sentimental   |
| Phlegm      | Phlegmatic  | Water   | Cold, moist | Calm, unemotional            |

# 希腊化时代的终结

## 亚历山大图书馆被烧毁

- ▶ 48年，凯撒不小心烧毁了亚历山大图书馆
- ▶ 391年左右，提奥菲卢斯主教烧毁了图书馆的藏品
- ▶ 世界上第一位女数学家希帕蒂亚（Hypatia，370-415）因异端而被基督徒迫害致死
- ▶ 640年，穆斯林强行烧毁了图书馆



希帕蒂亚 (370-415)

# 罗马帝国的崛起

- ▶ 罗马兴建于公元前753年
- ▶ 公元前146年，罗马人完成了对希腊的统治
- ▶ 公元前31年，屋大维和安东尼的最后一次战争屋大维胜出，标志着罗马帝国的崛起，中国史称大秦
- ▶ 屋大维被称为奥古斯都（拉丁语Augustus，意为“神圣的”，“至尊的”）





# 罗马人重视的领域

- ▶ 军事发达：崇尚武力和军事征服（罗马军团和海军）
- ▶ 罗马法律系统发达
- ▶ 罗马建筑：混凝土的发明，拱形建筑，西方建筑师的鼻祖维特鲁维出版《论建筑》，万神庙和圆形竞技场等
- ▶ 大型工程：引水渠工程，罗马交通系统发达



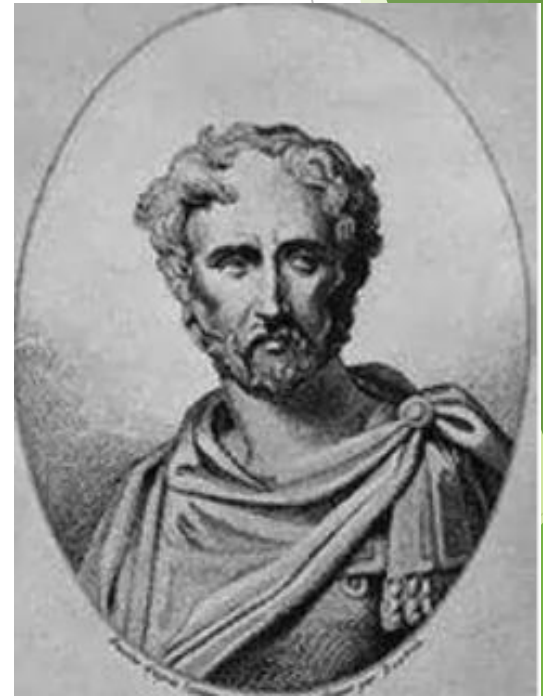


# 罗马人的科学

- ▶ 罗马的农业：重视农业，大法官瓦罗（公元前116-前27年）发表《农业论》。
- ▶ 罗马的医学：继承了希腊医学，除了盖伦以外，塞尔苏斯编写《医术》；重视医疗卫生，行省设有医疗中心和医院。
- ▶ 天文学：现在使用的公历来自于罗马的儒略令，以凯撒（Julius Caesar, 前辈天文学家将Caesar翻译成儒略）名字命名（7月和8月是大月，是因为凯撒和屋大维的生日在这两个月）
- ▶ 罗马的自然史：卢克莱修和老普林尼

# 老普林尼(Gaius Plinius Secundus, 公元23-79年)

- ▶ 作家、哲学家、历史学家，为了解火山爆发原因吸入含硫气体而死。
- ▶ 他出版了《自然史》（*Naturalis Historia*）：罗马帝国的百科全书，为农业和手工业人所写，涉及到天文、地理、医学、农学等。=》被用到中世纪末期
- ▶ 里面含有不少错误：如中国的丝绸来自于树上的绒，经过漂洗之后得来。



# 基督教的兴起

- ▶ 基督教在公元一世纪与犹太教分离
- ▶ 公元313年，君士坦丁大帝在罗马帝国将基督教非刑事化
- ▶ 公元330年，君士坦丁大帝将首都迁往拜占庭，改名为君士坦丁堡
- ▶ 公元380年，基督教成为罗马帝国的国教
- ▶ 公元395年，基督教会内部的分裂在罗马帝国的分裂中起了一定作用。东西方教会之间的更多差异导致了罗马天主教和东正教的分离

# 罗马的衰落

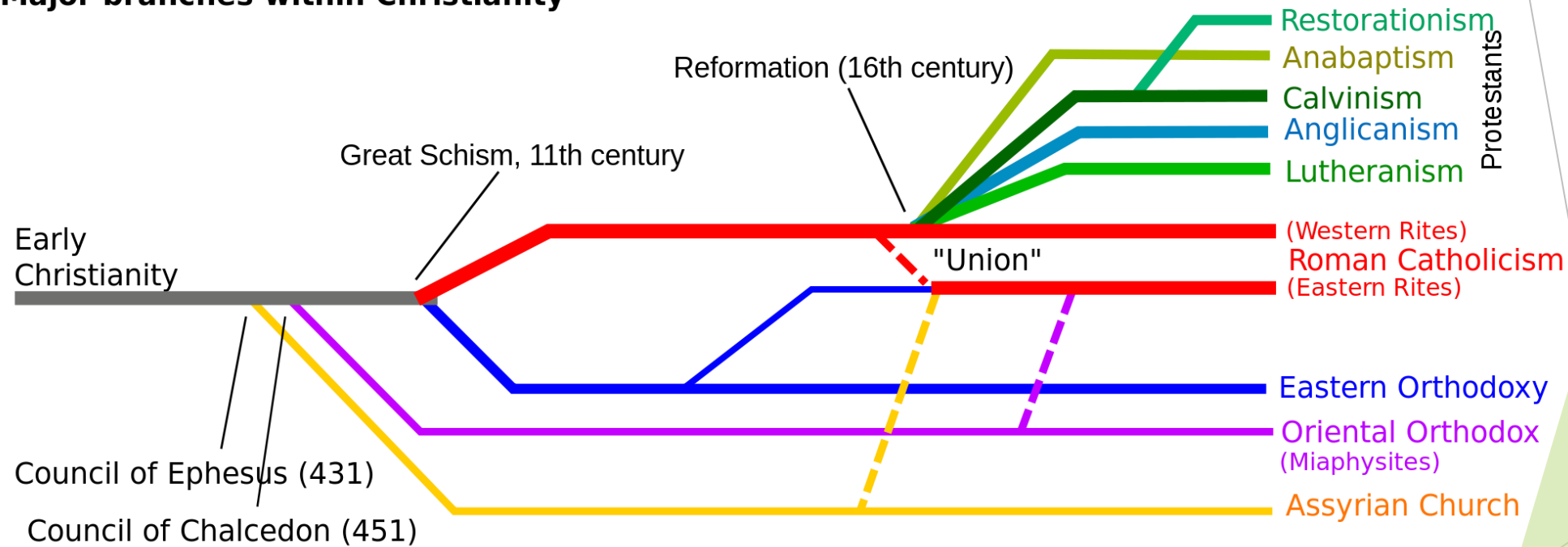
- ▶ 公元395年罗马帝国分为东部和西部
- ▶ 410年西罗马帝国的罗马被征服（原因包括贫富悬殊、高税收、军事力量衰落、内战），公元476年罗马在西帝国的统治结束，西方进入中世纪
- ▶ 东部成为拜占庭帝国，从395年持续到1453年（奥斯曼帝国入侵）
  - ▶ 继承了古希腊的学问，后又丧失
  - ▶ 关闭柏拉图学园
  - ▶ 被阿拉伯人吸收





# 基督教的不同分支

## Major branches within Christianity



Retrieved from <https://origins.osu.edu/article/2090/maps/>

# 罗马人和希腊人的显著不同

- ▶ 罗马人是务实的，希腊人是哲学的
  - ▶ 罗马人擅长法律、军事、建筑和大型工程，但对自然哲学（科学）不太感兴趣
  - ▶ 罗马人也学习希腊哲学，但只是把它作为一种训练心灵的方式
- ▶ 罗马帝国总体来说在科学发展方面，罗马人对希腊遗产的发扬光大所做甚微，丢失了希腊的科学精神
  - ▶ 罗马学者西塞罗（前106年-前43年）：“希腊人在纯粹数学上遥遥领先，而我们只能做点计算和测量工作。”