

GEHA1004  
科技文明通论  
2023-2024年  
第二学期

# 科学革命

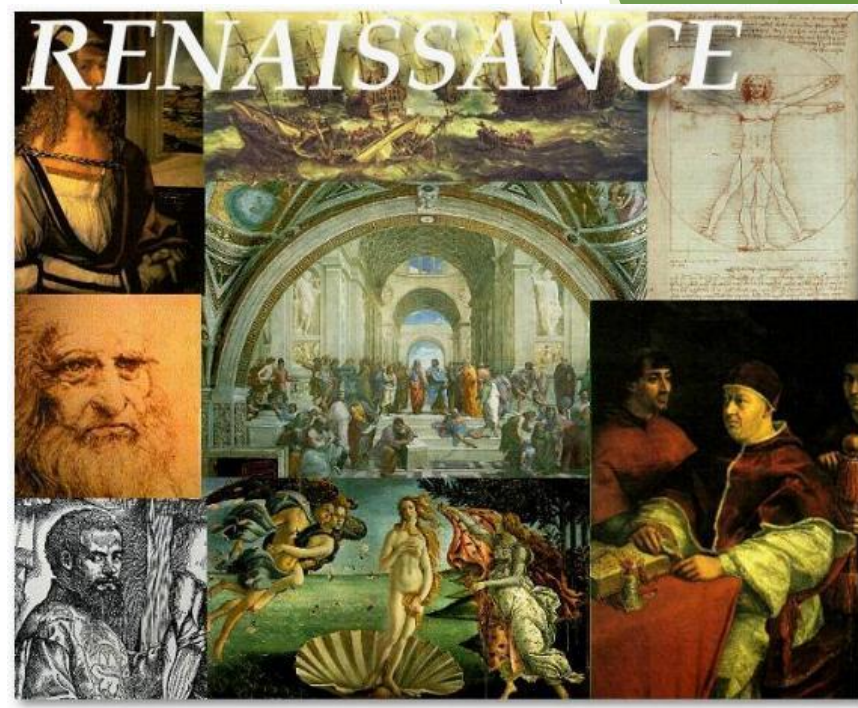
邹亚文  
人文科学研究院  
上海科技大学

# 大纲

- ▶ 文艺复兴和宗教改革
- ▶ 哥白尼天文学革命
  - ▶ 哥白尼掀起革命
  - ▶ 第谷和开普勒的观测
  - ▶ 伽利略与牛顿的贡献
- ▶ 现代科学的特征和发展模式
- ▶ 现代化学的发展
- ▶ 启蒙运动与政治革命

# 文艺复兴（14世纪到17世纪）

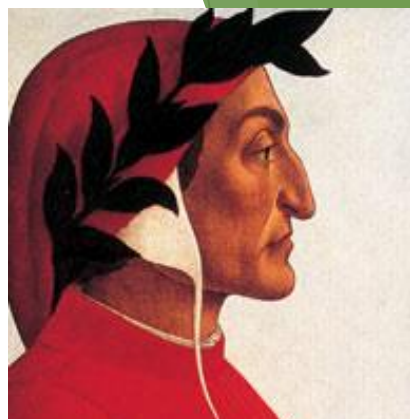
- ▶ 文艺复兴的目标：复兴旧文化（古希腊和古罗马文化）
- ▶ 文艺复兴影响不仅是在艺术领域，事实上是整个思想的活跃
- ▶ 对神学的撼动
- ▶ 实验精神
- ▶ 人本主义



# 发源地

- ▶ 最早发生在意大利佛罗伦萨，从意大利传播到欧洲其他地区
- ▶ 为什么首先发生在佛罗伦萨？
  - ▶ 美第奇家族的影响力
  - ▶ 佛罗伦萨是意大利一个相对自治的州
  - ▶ 许多著名艺术家出生在佛罗伦萨附近（莱昂纳多·达芬奇、但丁、米开朗基罗等）
  - ▶ 由于东罗马帝国的衰落，大量希腊学者出现在佛罗伦萨
  - ▶ 资本主义的萌芽

# 但丁 (Dante Alighieri, 1265-1321)



- ▶ 意大利诗人、文艺复兴的先驱
- ▶ 恩格斯说过: "The end of the feudal middle ages and the beginning of the era of modern capitalism are marked by a great man, Dante, an Italian. He is the last poet in the middle ages and the first poet in the new era".
- ▶ 但丁的《神曲》 讽刺教皇的独裁统治, 因为他对教皇非常不满, 被流放了20多年
- ▶ 文学中首次使用白话文

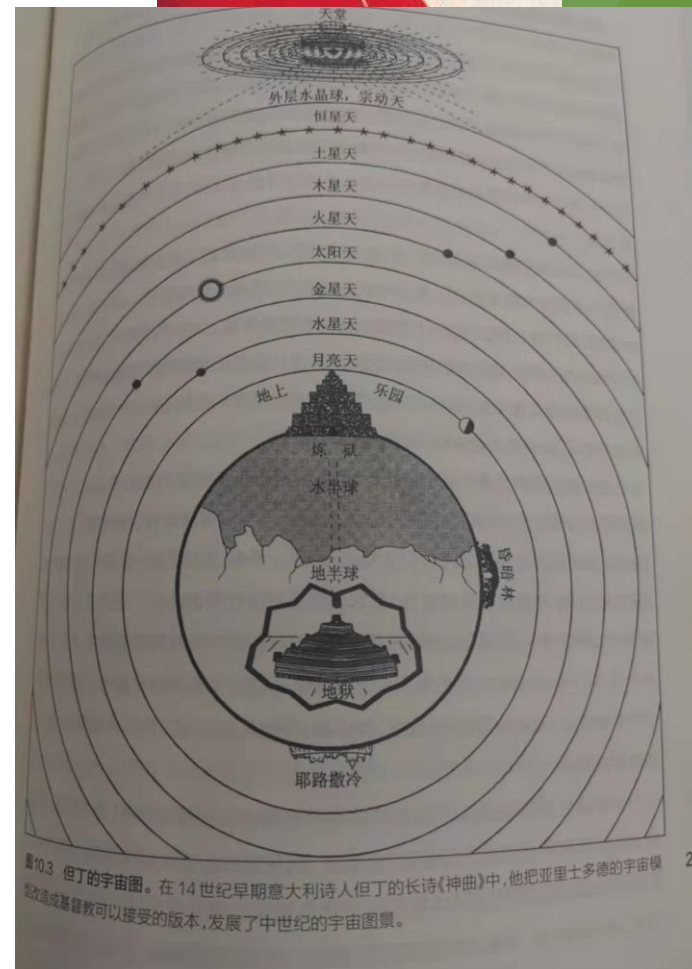
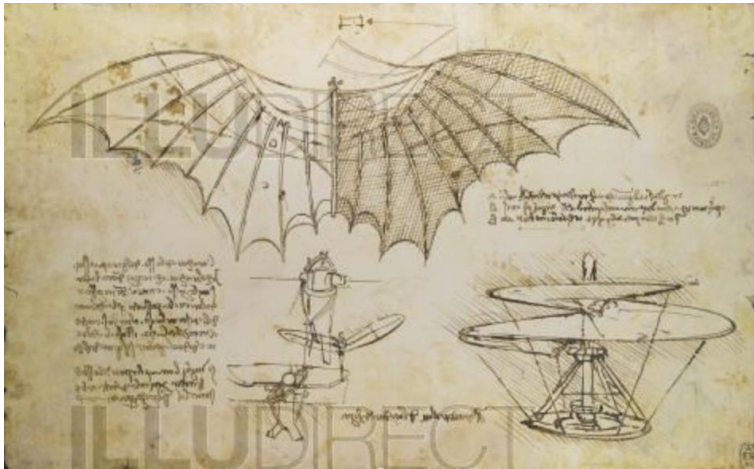


图10.3 但丁的宇宙图。在14世纪早期意大利诗人但丁的长诗《神曲》中,他把亚里士多德的宇宙模型改造成为基督教可以接受的版本,发展了中世纪的宇宙图景。



# 达芬奇 (Leonardo Da Vinci, 1452-1519)

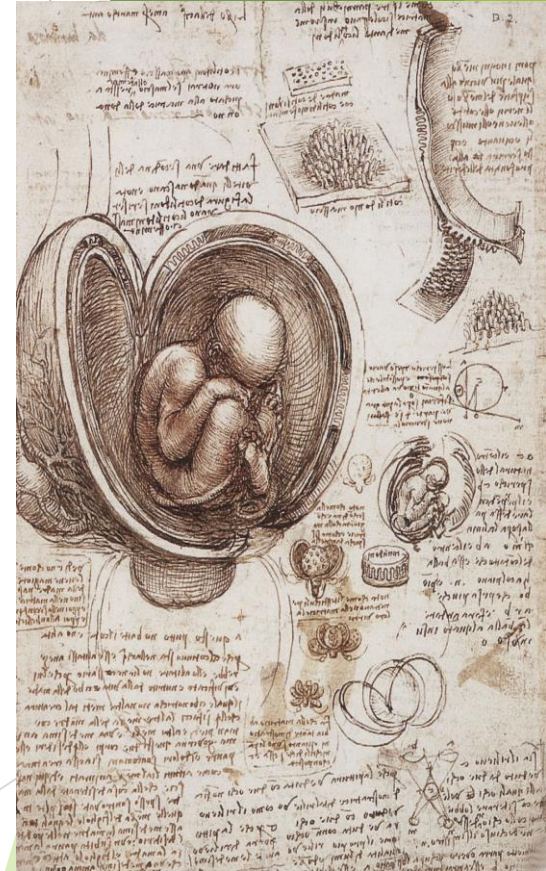
- ▶ 画家、科学家、工程师
- ▶ 自学自然科学的内容
- ▶ 实验精神：他解剖了30多具人体，是人体解剖学的早期先驱
- ▶ 他的笔记本显示他有许多发现和发明



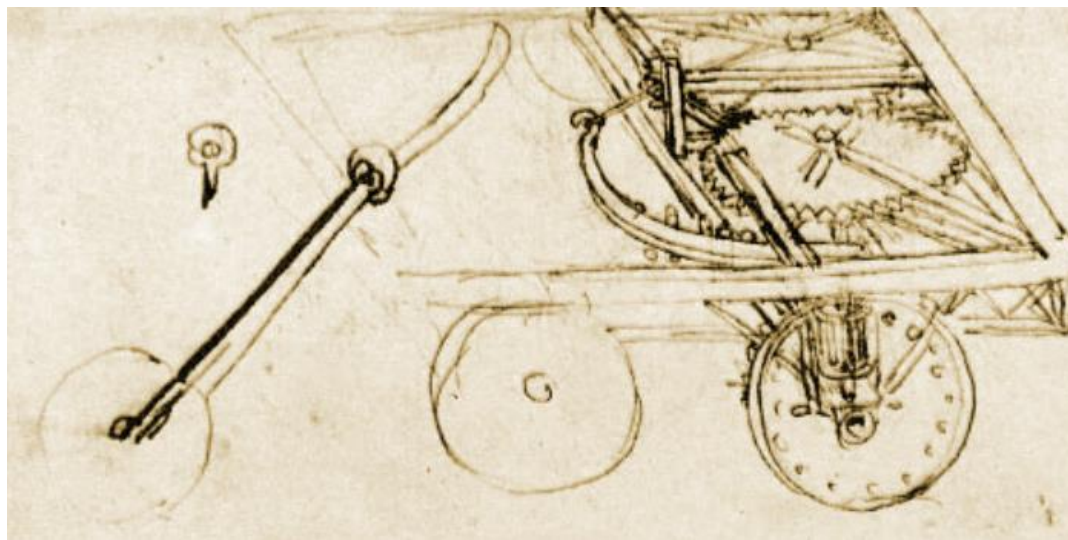
直升机



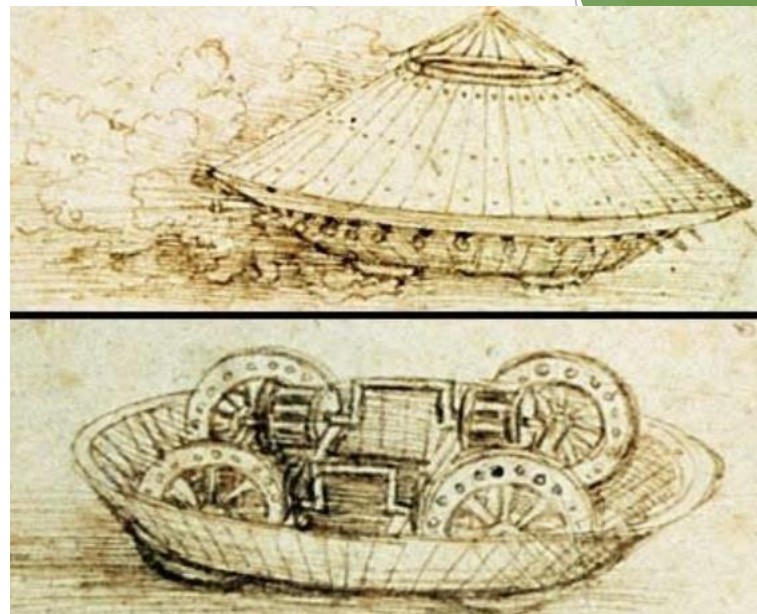
降落伞



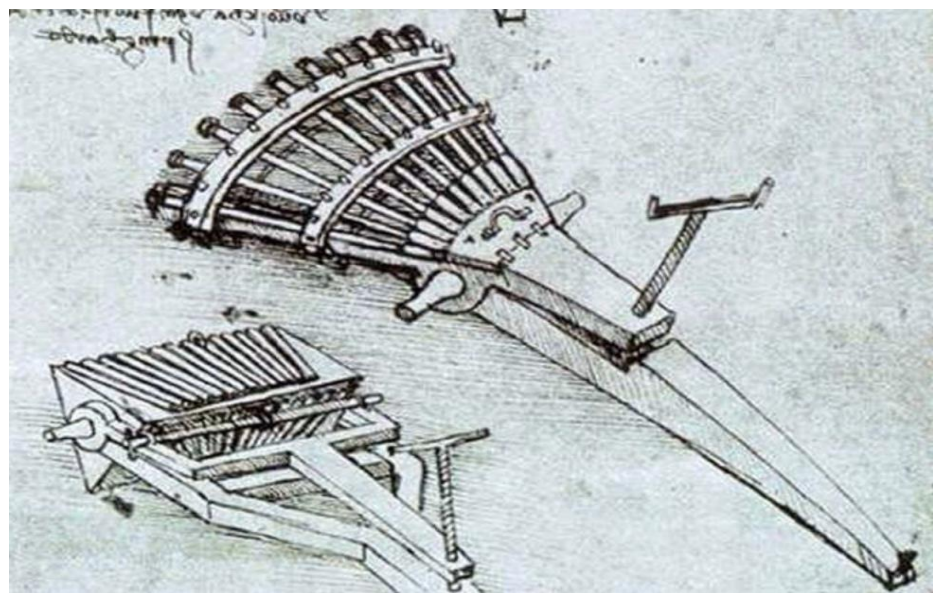




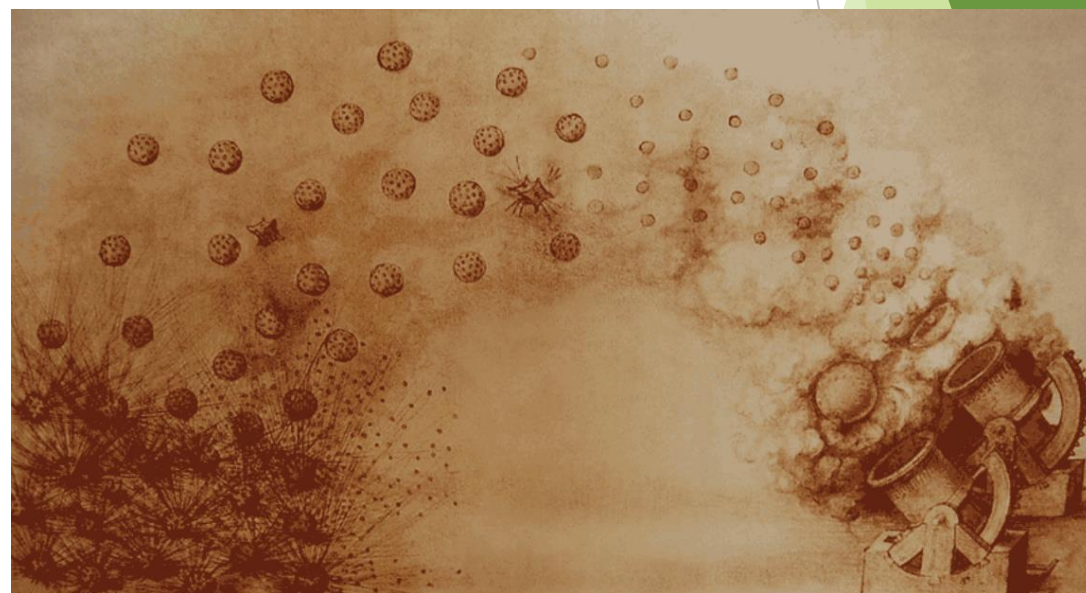
汽车



坦克



机枪



炮弹

# 人本主义(Humanism)

- ▶ 希腊哲学家普罗泰戈拉的再发现(Protagoras), 他的名言“人是万物的尺度”成了人本主义的口号
- ▶ “人是多么伟大的作品啊, 他的理性多么高尚, 他的才能多么无限, 他的形式和行动多么生动, 多么令人钦佩, 他的行动多么像天使, 他的忧虑多么像上帝!”  
——威廉·莎士比亚 (1564-1617) 选自《哈姆雷特》



# 宗教改革 (The Reformation ,1517-1648)

## ► 背景:

- 教会内部，在宗教改革之前，早期改革运动也在发生
- 早期的欧洲主权国家开始寻求摆脱教皇的控制（西班牙、法国、英国等）

## ► 定性:

- 一场挑战教皇权威和天主教世俗化的运动
- 它主张将权力从贵族牧师重新分配给研读圣经的牧师
- 圣经开始变得比教会更重要

## ► 后果:

- 从马丁·路德开始，约翰·加尔文和约翰·卫斯理等其他改革者紧随其后
- 宗教改革导致了新教和罗马天主教的分离

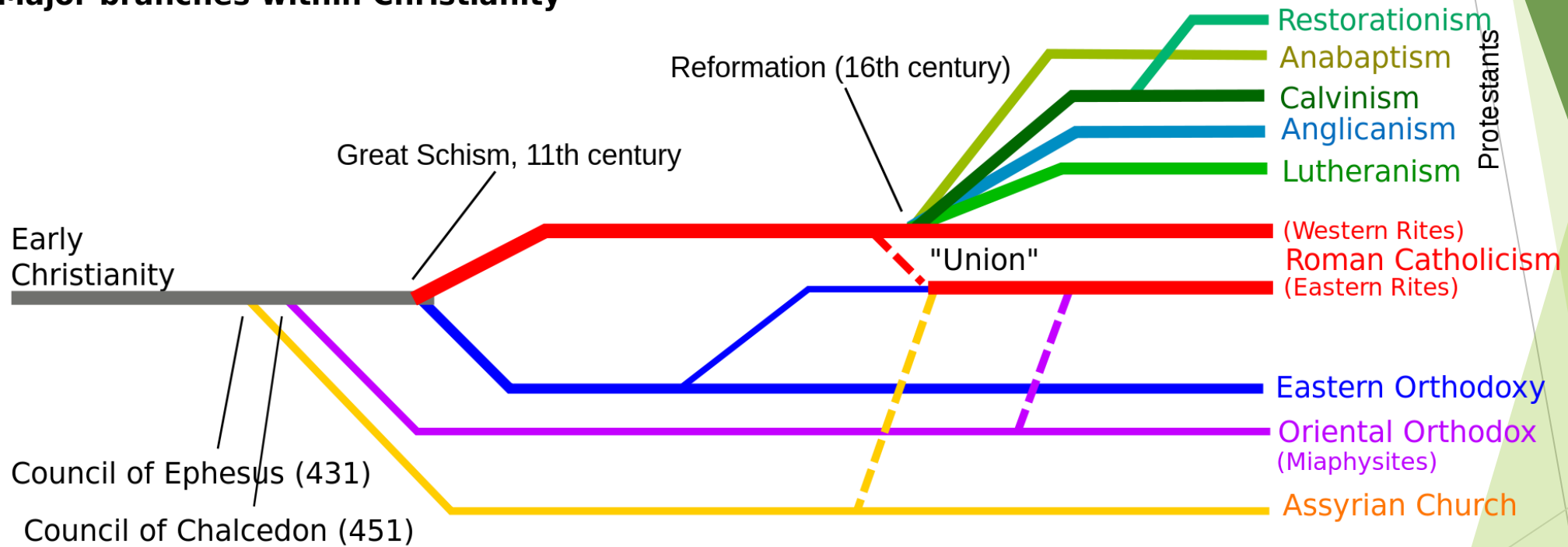
# 马丁·路德 (Martin Luther, 1483-1546)

- ▶ 德国的神学教授和牧师
  - ▶ 他在1517年发表了《九十五条论纲》，开启了新教改革
  - ▶ 他批评罗马天主教会发放赎罪券等敛财行为
  - ▶ 他相信圣经应该是教义和信仰的唯一来源(所谓“因信称义”)
  - ▶ 他把圣经从拉丁语翻译成德语，提高民众普及度
- ▶ 1521年由教皇签署文件，他被开除教籍



# 基督教的不同分支

## Major branches within Christianity



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

# 科学革命

- ▶ 开始：哥白尼的《天体运行论》出版的1543年
- ▶ 结束：牛顿发表《自然哲学的数学原理》的1687年
- ▶ 牛顿说：“如果我看得更远，那就是站在巨人的肩膀上。”  
这些巨人是谁？



# 尼古拉斯·哥白尼 (Nicholas Copernicus, 1473-1543)

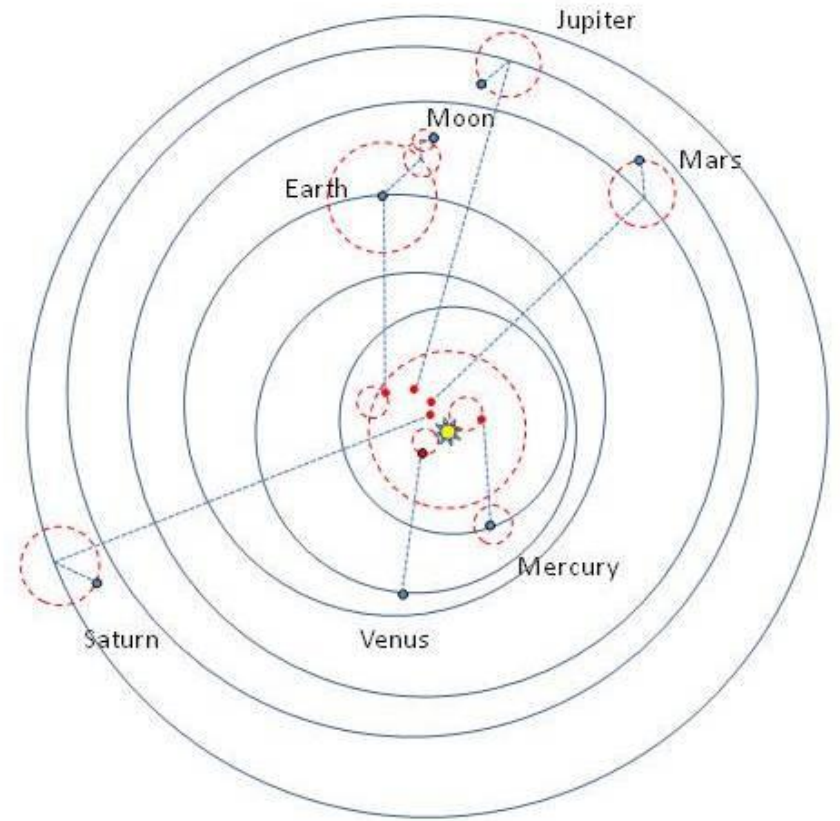
- ▶ 哥白尼在18岁时学习医学，法律和神学
- ▶ 1512年，他成为一名牧师
- ▶ 他在40多岁时建立了日心体系，但直到去世时的1543才发表《天体运行论》
- ▶ 哥白尼提出了日心系统的数学模型，但准确度不高



失窃的古书中最珍贵的一本，是著名波兰天文学家哥白尼的巨著、1566年版的《天体运行论》，价值21.5万英镑。



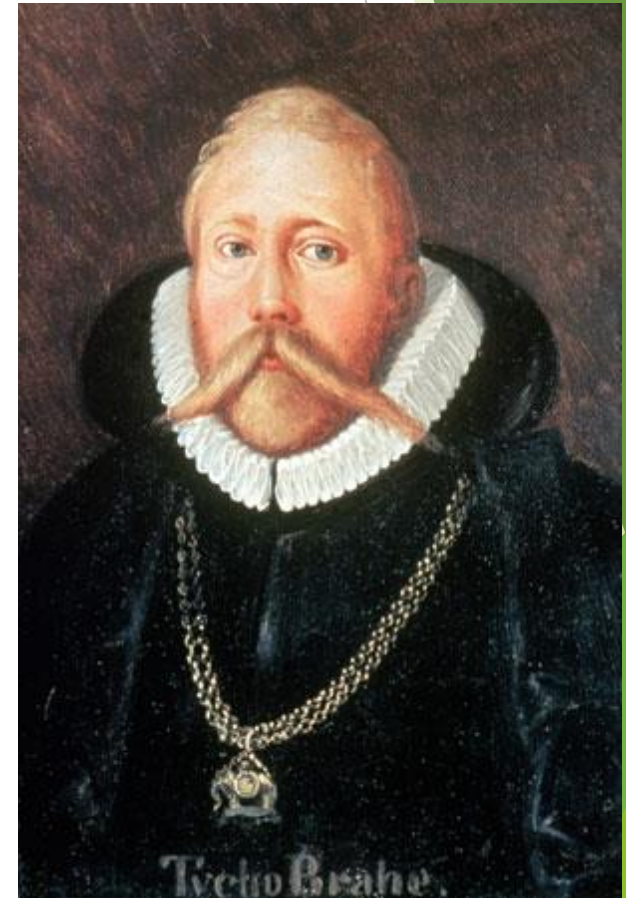
Ptolemaic Model



Copernican Model

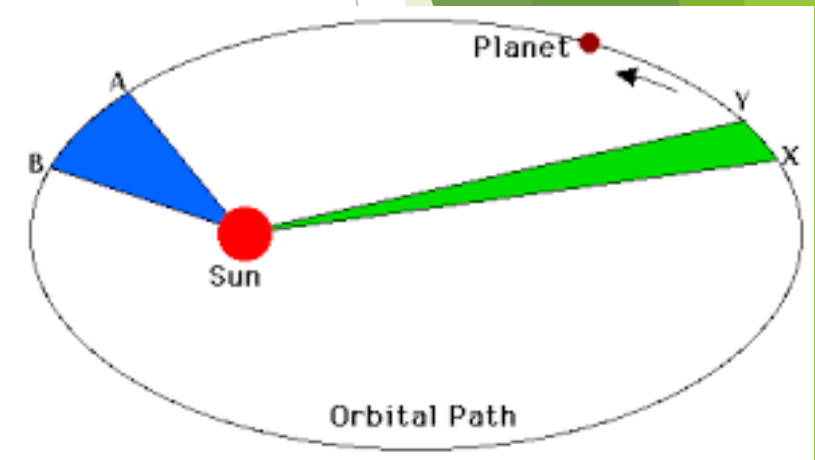
# 第谷 (Tycho Brahe, 1546-1601).

- ▶ 丹麦天文学家，第谷对行星进行了20多年的精确观测
- ▶ 他在1572年发现了新星，并在1577年发现了彗星，对亚里士多德体系构成了挑战
- ▶ 提出了第谷式混动系统，即太阳绕地球运行，其他行星绕太阳运行
- ▶ 开普勒最初是第谷的助手，从第谷那里继承了准确的观测数据



# 开普勒 (Johannes Kepler, 1571-1630)

- ▶ 开普勒是毕达哥拉斯的狂热粉丝，他相信数字神秘主义
- ▶ 他出版了《宇宙的奥秘》，支持哥白尼的理论
- ▶ 开普勒行星运动三定律：
  - ▶ 第一定律：行星以椭圆轨道运动，太阳是两个焦点之一。  
=> 开普勒面临巨大压力
  - ▶ 第二定律：一条连接行星和太阳的线在相同的时间内扫过相同面积
  - ▶ 第三定律：行星的轨道周期的平方与半长轴的立方成正比
- ▶ 后来，他成为鲁道夫三世皇帝的帝国数学家，但还是死于贫困



来自太阳的流动灵魂



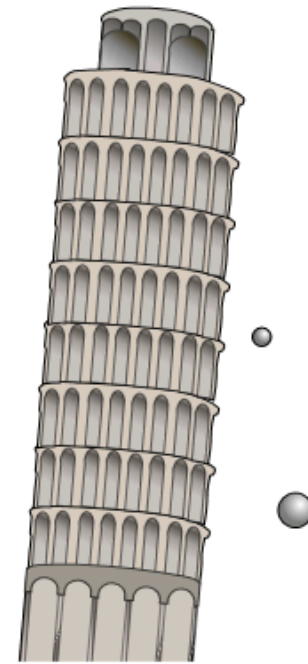
# 伽利略 (Galileo Galilei, 1564-1642)

伽利略出生于比萨, 1589年成为比萨大学数学系教授, 后来移居帕多瓦大学

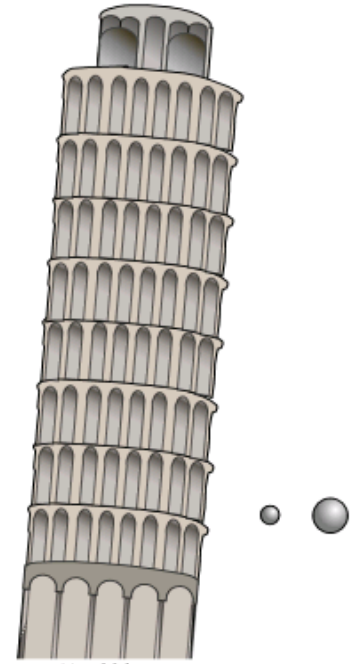
伽利略1610年改进了望远镜, 观测到月球上的山脉、太阳黑子, 土星环, 还有木星的卫星

实验物理学之父: 他提出了速度和加速度等概念, 并分析了落体、钟摆, 以及抛物线的运动

伽利略反对亚里士多德主义, 并最终接受了日心说=> 1615年受到了罗马宗教裁判所调查



Old idea

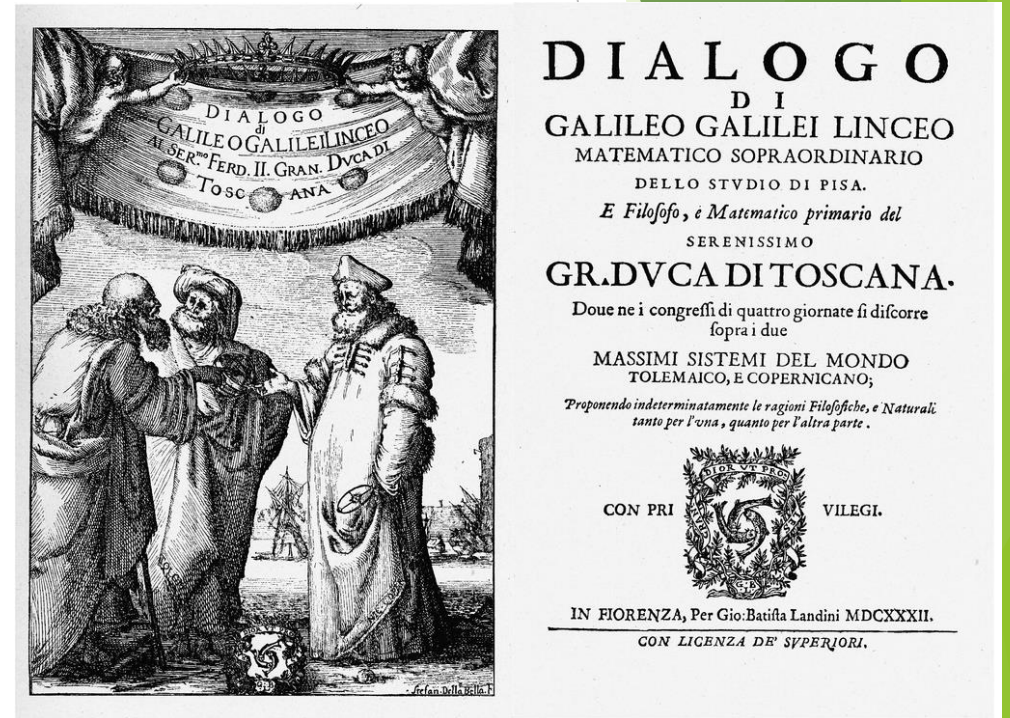


Galileo



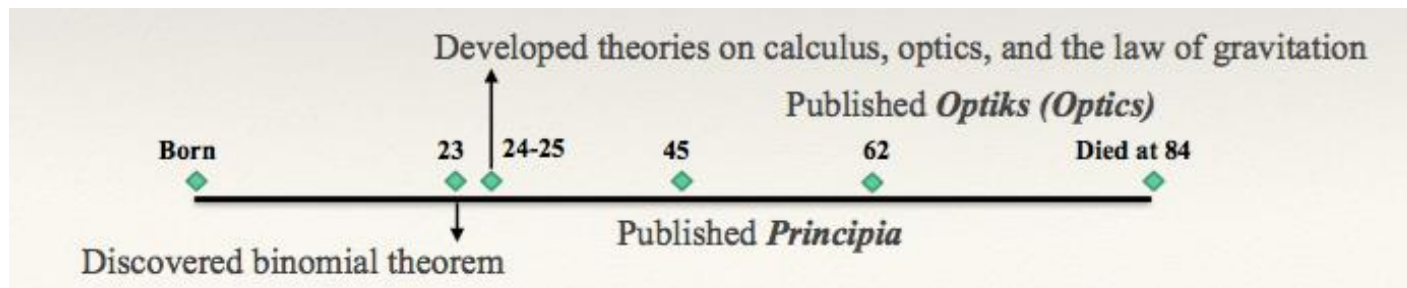
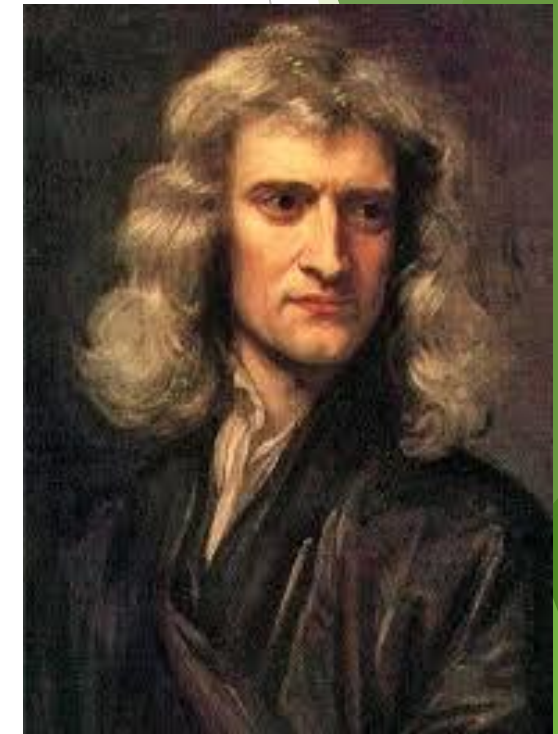
# 伽利略受宗教迫害

- 1632年发表了《关于世界两大体系的对话》  
(关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话)
- 导致了罗马宗教裁判所的再次调查 (1633年)  
=> 软禁在家
- 他于1642年去世, 第二年牛顿出生
  - 对于伽利略来说, 纯圆周运动仍然是惯性的。=> 牛顿第一定律
  - 伽利略是加速度的发现者=> 牛顿第二定律



# 艾萨克·牛顿 (Isaac Newton, 1643-1727)

- 数学家、物理学家、天文学家和神学家
- 就读于剑桥大学三一学院
- 经典力学的创始人
- 1703-1727年英国皇家学会（1660年成立）主席
- 晚年致力于《圣经》年表研究和炼金术



# 对牛顿的评价

- ▶ 哈雷在《原理》前言中写道：“在理性光芒的照耀下，愚昧无知的乌云终将被科学所驱散”
- ▶ “宇宙只有一条定律，牛顿发现了它。”——约瑟夫·路易斯·拉格朗日评价牛顿发现了万有引力定律
- ▶ “大自然和大自然的法则隐藏在黑夜里；上帝说‘让牛顿出世’，然后就有光了。”——诗人亚历山大·波普为牛顿书写的墓志铭



# 科学的制度化

- ▶ 英国皇家学会是英国的科学学会，最初由12名对科学感兴趣的人士（包括罗伯特·波义尔）创立
- ▶ 1663年4月23日，英国国王宣布担任“伦敦皇家自然知识增进学会”的创始人，罗伯特·胡克是该学会的第一位实验布置人
- ▶ 1665年，英国皇家学会出版了第一本学术期刊《哲学学报》
- ▶ 法国科学院成立于1666年



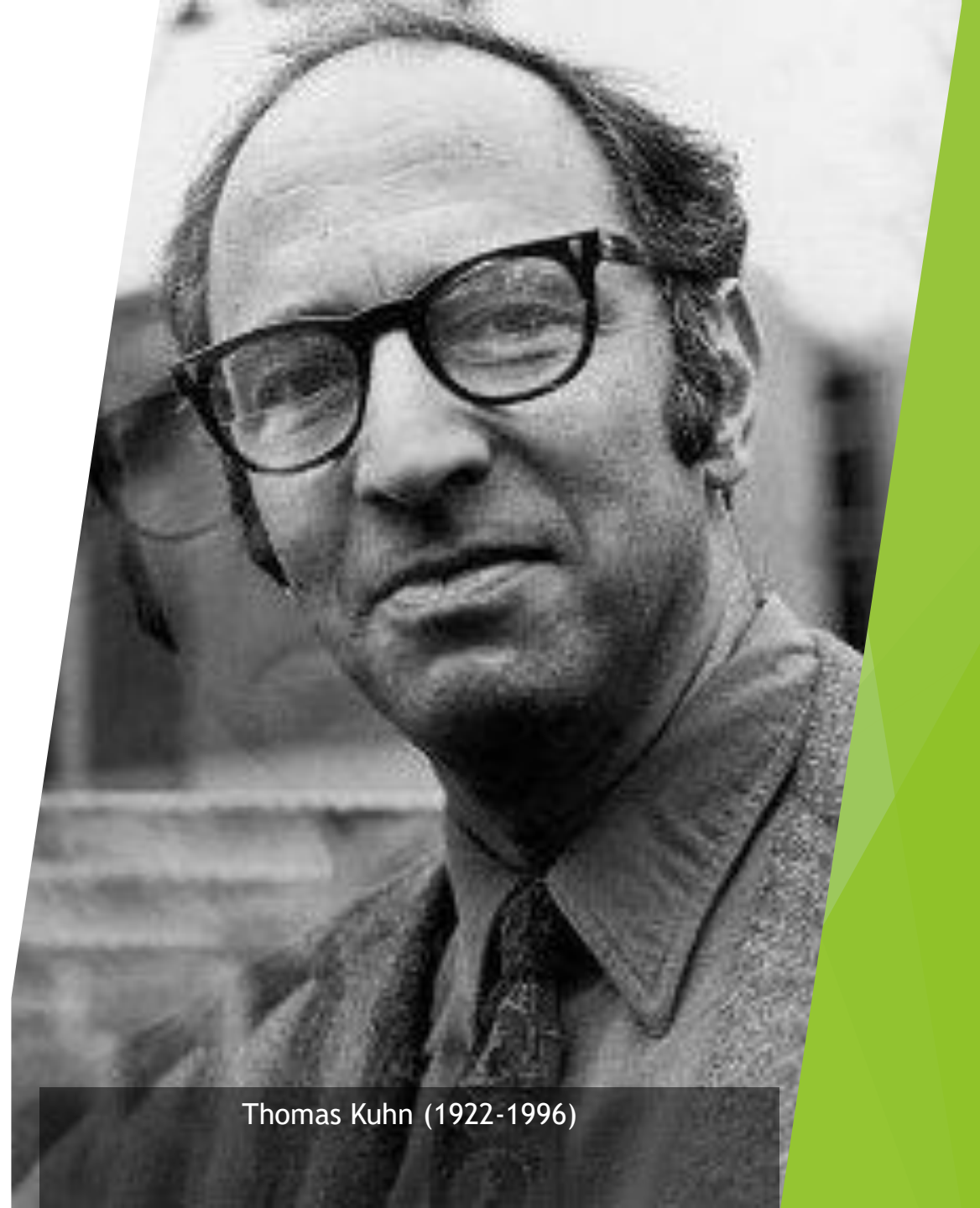
# 何为现代科学

## ► 现代科学的特征：

- 1：摆脱神学的束缚
- 2：从形而上学/最终原因过渡到自然的和机械的原因(“我怀疑一切”，“我不杜撰假说”)
- 3：观察+实验
- 4：严谨的数学推理+逻辑
- 5：科学已经制度化（创建了科学共同体和学术期刊）
- 6：培根、笛卡尔等哲学家开始关注科学方法（“知识就是力量”）

# 理解科学发展的进程

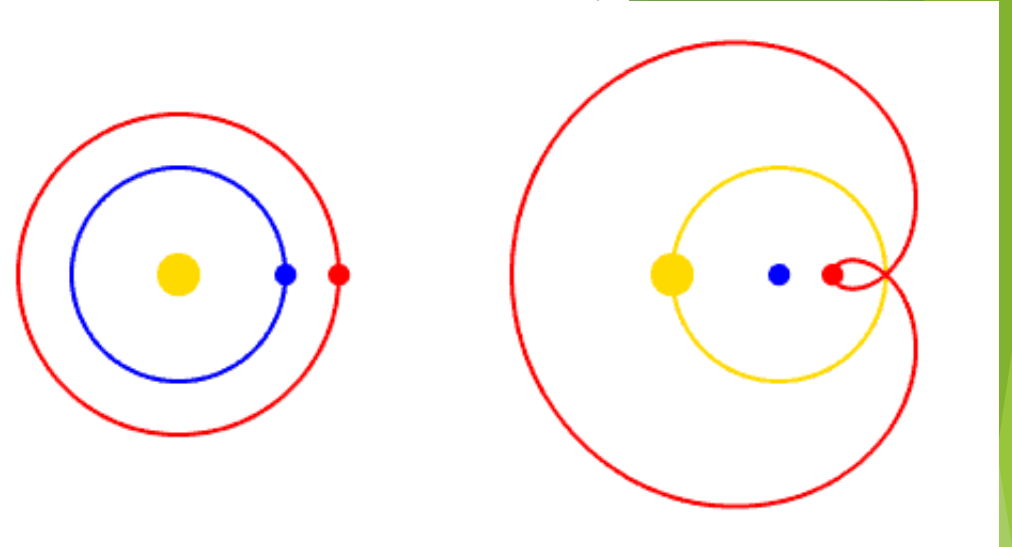
- 托马斯·库恩 (Thomas Kuhn) 在哈佛大学学习物理学和科学史
- 1962年出版了《科学革命的结构》
- 库恩提出了一种科学发展模式：科学的发展不是线性的，而是采用周期性的革命
- 库恩推广了范式 (Paradigm) 这个概念的使用。范式：“一个概念、结果和程序的框架，在这个框架内后续的工作是结构化的” (牛津哲学词典)。



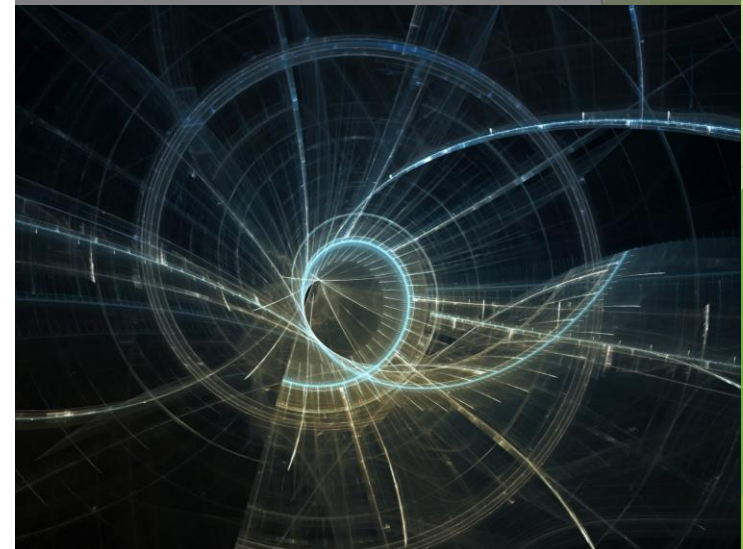
Thomas Kuhn (1922-1996)

# 科学史上的几次科学革命

- ▶ 哥白尼革命：从托勒密模型（地心模型）到日心模型
- ▶ 量子力学革命：从牛顿力学到量子力学
- ▶ 达尔文革命：从神创论到进化论



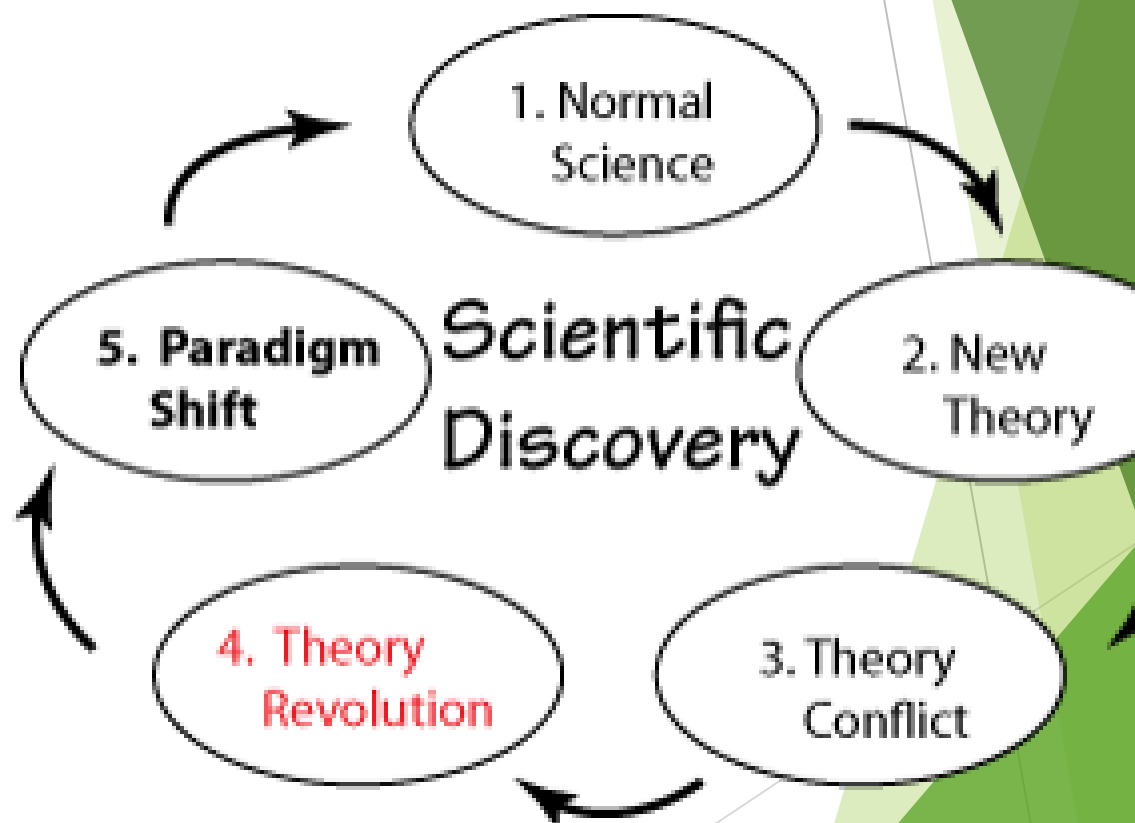
Left: heliocentric model. Right: Geocentric model





# 库恩的科学发展循环

- ▶ 常规科学：“研究基于一个或多个过去的科学成就，某些科学界一段时间内承认的成就为其进一步的实践提供了基础。”（《科学革命的结构》，1962，P.10）。
- ▶ 理论冲突：当前范式未能整合观察到的现象
- ▶ 范式更替：发生在一种范式迅速取代前一种范式的时候。



# 化学领域的科学进展

- ▶ 现代物理学产生之后，化学和生物学逐渐现代化
- ▶ 从炼金术到现代化学的转变
- ▶ 罗伯特·波义耳（1627-1691）是现代化学的创始人之一
  - ▶ 1662年的波义耳定律：如果温度在封闭系统内保持恒定，则绝对压力与气体体积成反比。
- ▶ 安托万·拉瓦锡（1743-1794）在1789年宣布了氧的发现，驱除了燃素说

# 启蒙运动与政治革命

- ▶ 17世纪英国资产阶级革命（1640）、光荣革命（1688）为启蒙运动打下了政治基础
- ▶ 启蒙运动发生在18世纪的欧洲，带来一套全新的政治、哲学体系
- ▶ 一个以“自由”、“民主”、“理性”和“进步”为特征的时期：反封建、反教会、反王权
- ▶ 法国、英国、德国、意大利、美国和其他西方思想家阅读彼此作品，合作产生的一场思想解放运动，包括康德、霍布斯、洛克、伏尔泰、卢梭等
- ▶ 启蒙运动为1775年的美国大革命，1789年法国大革命爆发奠定思想基础

# 对科学革命的总结

- ▶ 日心说替代了地心说，旧的宇宙观被推倒
- ▶ 宗教观的逐步瓦解，破除神学和形而上学
- ▶ 现代唯物主义的世界观得以建立
- ▶ 科学方法和现代科学的出现，使知识的快速积累成为可能，我们由此进入现代早期。