

同学们好!

第一篇 力学

关于力学中的几个基本问题

一、力学：研究物体机械运动规律的科学

1、运动学：研究物体运动状态的变化规律而不涉及其原因的科学。

2、动力学：研究物体间的相互作用，以及由此引起的物体的运动状态变化的科学。

注：（1）1687年，牛顿《自然哲学的数学原理》的发表奠定了经典力学的基础。

（2）经典力学不适用于描述微观粒子以及高速运动物体的力学规律。

高速运动物体：爱因斯坦的相对论

微观粒子：玻恩、狄拉克等的量子力学

（3）经典力学一般研究少体问题（一个或几个物体的相互作用规律），对于多体、系综问题则是统计物理的范畴。

二、牛顿力学的决定论与微观体系的非决定论

1、牛顿力学的决定论：物体的运动状态可精确的测量、唯一的确定。

2、近代物理中微观体系的非决定论：

- (1) 微观粒子的量子力学的不确定关系
- (2) 多粒子系统中个别粒子的统计不确定性
- (3) 非线性动力系统不可预言性

一、质点的运动

1. 如何描述物体（质点）的运动状态
2. 在给定的条件下，建立和求解质点（物体）的运动方程

§ 1-1 质点 参考系 运动方程

1. 质点

物体：具有大小、形状、质量和内部结构的物质形态。

一般情况下，物体各部分的运动不相同，在运动的过程中大小、形状可能改变，这使得运动问题变得复杂。

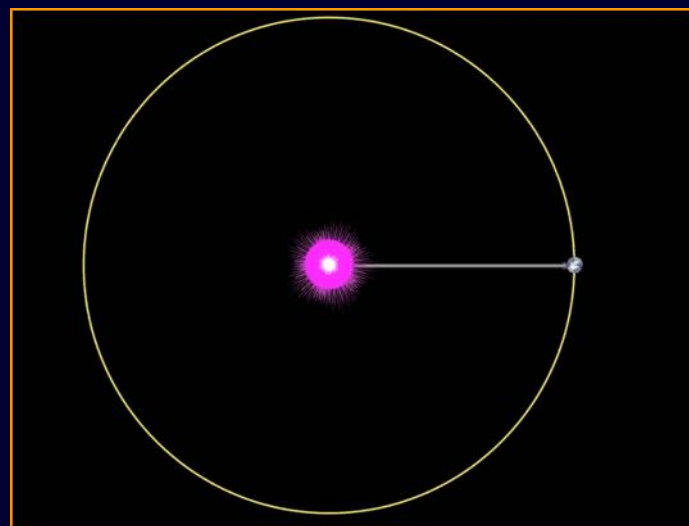
某些情况下，物体的大小、形状不起作用，或者起次要作用而可以忽略其影响——简化为质点模型。

质点：具有一定质量没有大小或形状的理想物体。

- 说明：**
- (1) 可以作为质点处理的物体的条件：大小和形状对运动没有影响或影响可以忽略。
 - (2) 质点是一个理想化模型，是进一步研究复杂物体的基础。
 - (3) 质点的选取是相对的。

例如： 研究地球公转

$$\frac{R_{ES}}{R_E} = \frac{1.5 \times 10^8}{6.4 \times 10^3} \approx 2.4 \times 10^4 \gg 1$$

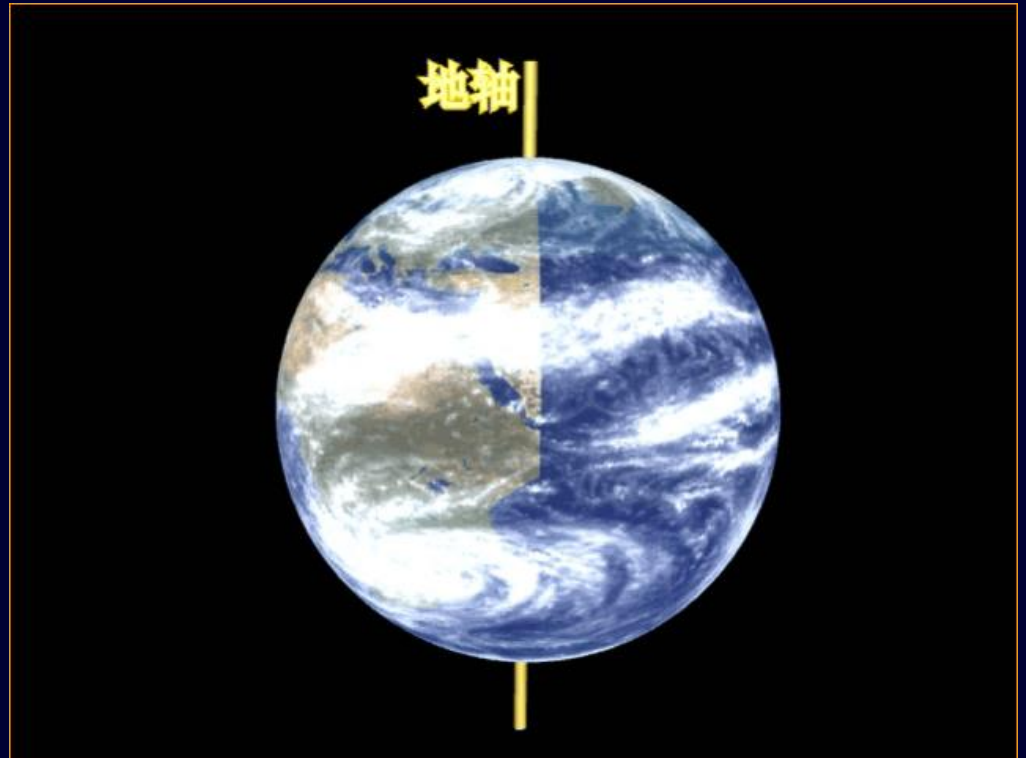


地球上各点的公转速度相差很小，忽略地球自身尺寸的影响，作为质点处理。

研究地球自转

$$v = \omega R$$

地球上各点的速度相差很大，因此，地球自身的大小和形状不能忽略，这时不能作质点处理。

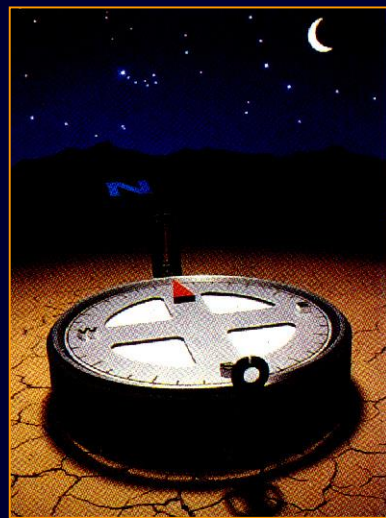


2. 机械运动、参考系和坐标系

静止是相对的，运动是绝对的。例如地球绕太阳运动，太阳在银河系中运动，银河系在总星系中运动。因此判断物体运动与否，首先要选择统一的物体作参考。



银河系



指南针

机械运动： 物体相对于其它物体的位置的变化、指向的变化以及物体各部分之间的相对运动。

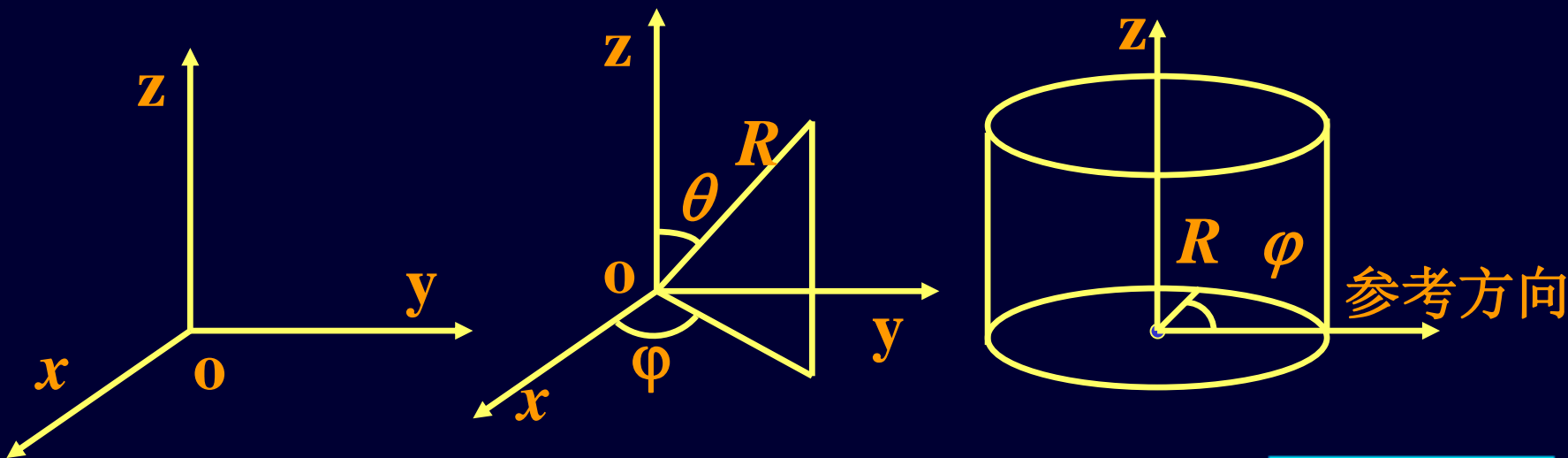
参照系： （1）运动是绝对的，运动本身的绝对性决定了参照系的必要性和重要性。

（2）参照系选择的任意性决定了运动的描述是相对的。

（3）**时间和时刻：** 经典的时空观、时间的均匀性和单向性。

参考系与坐标系： 描述物体运动时，被选作参考的物体，称为参考系。要定量描述物体的位置与运动情况，就要运用数学手段，采用固定在参考系上的坐标系。

常用的坐标系有直角坐标系 (x, y, z) ，极坐标系 (ρ, θ) ，球坐标系 (R, θ, φ) ，柱坐标系 (R, φ, z) 。



3. 空间和时间

空间反映了物质的广延性，与物体的体积和位置的变化联系在一起。

时间反映物理事件的顺序性和持续性，与物理事件的变化发展过程联系在一起。具有单方向性。

各个时代有代表性的时空观：

墨子：空间是一切不同位置的概括和抽象；时间是一切不同时刻的概括和抽象。



莱布尼兹：空间和时间是物质上下左右的排列形式和先后久暂的持续形式，没有具体的物质和物质的运动就没有时空间和时间，强调时间空间的客观性而忽略与运动的联系。



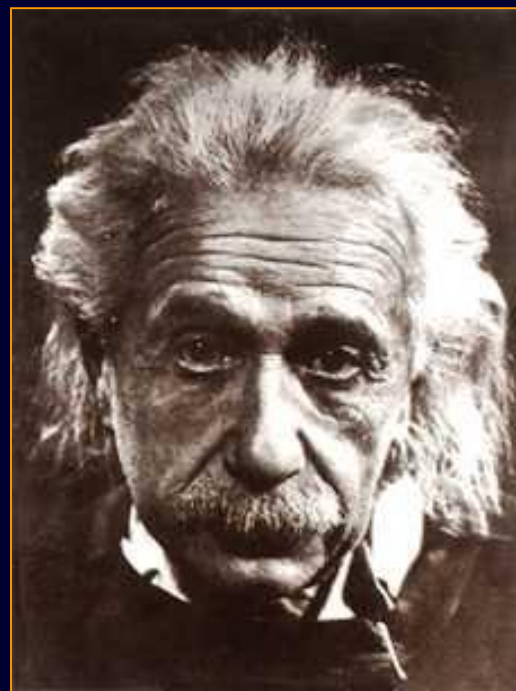
莱布尼兹



牛 顿

牛顿：空间和时间是不依赖于物质的独立的客观存在，强调与运动的联系忽略客观性。

爱因斯坦：相对论时空观，时间与空间客观存在，与运动密不可分。



爱因斯坦

目前的时空观范围：宇宙的尺度 10^{26}m (20亿光年)到微观粒子尺度 10^{-15}m ，从宇宙的年龄 10^{18}s (20亿年，宇宙年龄)到微观粒子的最短寿命 10^{-24}s 。

物理理论指出，空间和时间都有下限：分别为普朗克长度 10^{-35}m 和普朗克时间 10^{-43}s 。

4. 运动方程 轨迹方程

在一定的坐标系中，质点的位置随时间按一定规律变化，位置用坐标表示为时间的函数，叫做运动方程。

$$x = x(t) \quad y = y(t) \quad z = z(t)$$

例如： $x = x_0 + vt$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

将运动方程中的时间消去，
得到质点运动的轨迹方程。一
般情况轨迹方程是空间曲线。

$$f(x, y, z) = 0$$

