

力学讲义

目录

1	数学知识	2
2	质点动力学	2
2.1	运动的基本问题	2
2.2	相对运动与参考系	3
3	刚体与刚体动力学	3

1 数学知识

力学部分所需的数学知识并不复杂，一般而言，只要是在大学学过一学期的高等数学的课程，就可以轻松应对本部分出现的数学推导。对于高中生而言，也可以通过简单地接触一些高等数学的概念来快速上手。由于本讲义主要是以物理学概念的讲述为主，并不会很系统的涉及到数学内容，所以需要读者对以下知识有所了解。

1. 极限相关知识：包括简单的极限计算、泰勒展开公式等。
2. 微分、积分运算：包括熟悉导数和微分、能利用牛顿-莱布尼茨公式计算积分等。
3. 常微分方程：能用分离变量的方法解决简单的常微分方程。
4. 以及对未知事物的好奇心！

2 质点动力学

质点是我们很熟悉的一个概念，高中物理中的绝大部分力学问题都是解决一个质点的运动。在本部分的内容中，我们将在高中学习内容的基础上，构建一个更加完善的理论体系，并补充一些物理的分析方法。

2.1 运动的基本问题

在坐标系中描述一个质点的运动，我们常用的物理量是时间 t 、位置矢量 \vec{r} 、位移 \vec{x} 、速度 \vec{v} 和加速度 \vec{a} 。这些物理量之间的关系如下：

$$\begin{aligned}\vec{x} &= \Delta \vec{r} & \vec{v} &= \frac{d\vec{x}}{dt} & \vec{a} &= \frac{d\vec{v}}{dt} \\ \vec{x} &= x_0 + \int \vec{v} dt & \vec{v} &= v_0 + \int \vec{a} dt\end{aligned}$$

通常对于一个简单的直线运动，我们可以很容易地利用上述公式解决质点的运动问题。

例 2.1.1: 一个质点在 x 轴上沿着正方向运动，其运动速度与时间的关系为 $v(t) = t + \sin t$ ，那么从 $t=0$ 到 $t = \pi$ 的时间内，质点运动的距离是多少？

$$\begin{aligned}\Delta x &= \int_0^\pi t + \sin t dt \\ \Delta x &= \frac{1}{2}\pi^2 + 2\end{aligned}$$

进一步，我们可以来研究圆周运动。圆周运动的基本量是角度 θ 、角速度 ω 和角加速度 α ，这些物理量可以与上述的三个物理量相对应，其数学关系也是一致的，这里不再赘述。

2.2 相对运动与参考系

一般我们在研究运动问题时，都是描述物体相对于大地的运动，这种方式可以很清楚地描述每个物体的具体运动方式。有时候我们可以用相对运动的方式去分析，这可以让我们把注意力放在需要被研究的对象上，而不用去考虑其他物体的运动，使得问题更加简洁。

相对运动的理论基础是**伽利略变换**，实际上，当我们说物体 A 相对于物体 B 的运动时，就是将物体 A 的参考系从大地参考系 S, 变换为了物体 B 的参考系 S' 。

例 2.2.1: 一个生活中常见的问题，在雨天中，经过相同的距离，是跑着淋雨更多，还是走着淋雨更多？（假设没有风，人可以抽象为立方体）

人（作为一个立方体）在雨中前进，其运动方向前的那个面和上面是被雨淋的面。现在我们假设雨是静止的，人在充满雨滴的空间中运动，其运动速度是向前的速度 v_x 和向上的速度 v_y 。两种情况下运动距离 x 一致，但水平速度 v_x 不同，因而运动的时间 t 不同。

3 刚体与刚体动力学

在高中阶段，大家研究的最多的物理模型是质点。质点是一个没有大小和形状的点，