



成都东软学院
Chengdu Neusoft University

“课程思政”示范课程申报支撑材料


大学物理 I

电子教案

日期：二〇二〇年十月

1 - 4 牛顿定律 物理学简明教程

牛顿首先解答了这些问题



牛顿 Issac Newton
(1643-1727) 杰出的英国物理学家，经典物理学的奠基人。他的不朽巨著《自然哲学的数学原理》总结了前人和自己关于力学以及微积分学方面的研究成果。他在光学、热学和天文学等学科都有重大发现。

第一章 质点的运动及其运动规律 1

1 - 4 牛顿定律 物理学简明教程

- 牛顿，在创立经典力学的过程中，遵循唯物主义，取得了伟大的成就，被世界所公认，然而到了后期，他投入到神学方面的研究，成为了一个唯心主义者，这样世界观出现了问题，所以他在后期在科学领域没有大的贡献。
- 从牛顿的变化，告诫我们，世界是物质的，物质是运动的，运动时有规律的，规律是可以被认识的。自然科学的发展五部遵从这一规律，由此可知，坚持马克思唯物主义世界观的重要性。

第一章 质点的运动及其运动规律 1

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

1-4 牛顿定律

一 牛顿三定律

1 牛顿第一定律

任何物体都要保持其静止或匀速直线运动状态，直到外力迫使它改变运动状态为止。

表明： $F = 0$ 时， $v = \text{恒矢量}$

1. 任何物体都具有保持其运动状态不变的性质——**惯性**，因此又称惯性定律。
2. **力**是改变物体运动状态的原因。

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

2 牛顿第二定律

物体动量随时间的变化率等于作用于物体的合外力

其数学表达式为：

$$F = \frac{d p}{d t} = \frac{d(m v)}{d t}$$

当 $v \ll c, m = c$ 时 $F = m \frac{d v}{d t}$ $F = m a$

- 说明：
1. 只适用于质点的运动和物体的平动
 2. 是瞬时关系式

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

3. \vec{F} 是质点所受的一切外力的合力 ($\sum \vec{F}_i$)

4. 是矢量式

直角坐标系中

$$\begin{aligned}\vec{F} &= m \frac{dv_x}{dt} \vec{i} + m \frac{dv_y}{dt} \vec{j} + m \frac{dv_z}{dt} \vec{k} \\ &= ma_x \vec{i} + ma_y \vec{j} + ma_z \vec{k}\end{aligned}$$

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

3 牛顿第三定律

两个物体之间的作用力和反作用力，沿同一直线，大小相等，方向相反，分别作用在两个物体上。

$$\vec{F} = -\vec{F}'$$

说明：1. 同生、同灭、同性质的力。

2. 二力大小相等，方向相反，分别作用在两个物体上，不能相互抵消。

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

力的空间累积效应: \vec{F} 对 \vec{r} 积累 $\rightarrow W$, 动能定理.

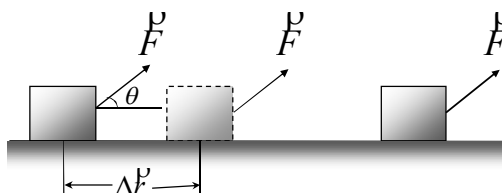
一、功 力对空间的累积效应

1、恒力的功

$$W = F \Delta r \cos \theta$$

$$\text{记作 } W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r}$$

$$\text{位移无限小时: } dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} \quad dW \text{ 称为元功}$$



功等于质点受的力和它的位移的点积

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

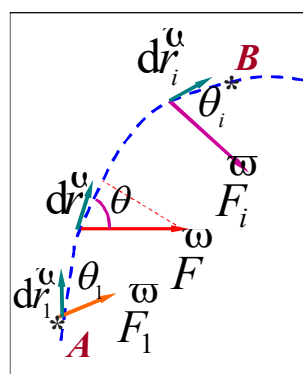
2、变力的功

设质点在力的作用下沿一曲线运动, 则功的计算如下:

$$\text{元功: } dW \quad \text{元位移: } d\vec{r}$$

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} = F \cos \theta dr$$

在元位移中将力视为恒力, 力沿 AB 的功为所有无限小段位移上的元功之和。



$$W = \int_A^B dW = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r} \quad \text{——变力的功}$$

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

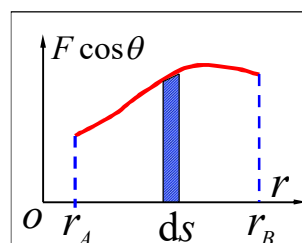
说明:

➤ 功是标量，但功有正负，取决于力和位移之间的夹角。

$0^\circ < \theta < 90^\circ$ $W > 0$ 正功

$90^\circ < \theta < 180^\circ$ $W < 0$ 负功

$\theta = 90^\circ$ $W = 0$ 不作功



➤ 功的图示法

曲线下的面积表示变力所作的功。

➤ 合力的功等于各分力功的代数和。

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{P} = \int \vec{F}_1 \cdot d\vec{P} + \int \vec{F}_2 \cdot d\vec{P} + \Lambda = W_1 + W_2 + \Lambda$$

➤ 功的单位: $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

- 科学家追求真理的过程是无比坚定的。
- 波兰天文学家哥白尼为宣传日心说奋斗一生，中世纪教会统治时期，他对“上帝创造世界，地球是万物中心”提出挑战，但受到教会打压。
- 在哥白尼逝世后，意大利科学家布努诺继续宣传日心说。他直接向教会宣战，结果被处8年囚禁，最后被教皇以“顽固异端分子”的罪名烧死在罗马的鲜花广场上。

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

- 现在我们都知悉，地球绕太阳运动这一科学真理，它为人造卫星上天，载人航天器发射，以及对宇宙、太空的探索奠定了良好的物理基础。
- 通过这个例子我们知悉真理是无价的，它可以造福人类，而获取真理的过程并不是一帆风顺的。因此我们在追求真理的过程中，要有顽强的意志，优良的品质和奉献精神。

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

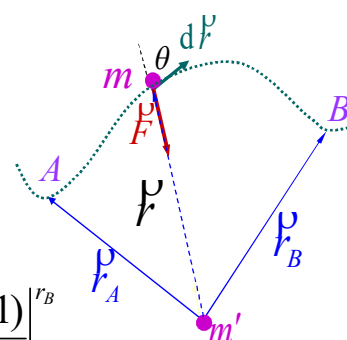
物理学简明教程

二、保守力与非保守力 势能

1. 几种力做功的特点

(a) 万有引力做功

$$\begin{aligned}
 W &= \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r} \\
 &= \int_A^B G \frac{m'm}{r^2} |d\vec{r}| \cos(\pi - \theta) \\
 &= -Gm'm \int_{r_A}^{r_B} \frac{1}{r^2} dr = -Gm'm \left. \frac{(-1)}{r} \right|_{r_A}^{r_B} \\
 &= -\left[\left(-G \frac{m'm}{r_B}\right) - \left(-G \frac{m'm}{r_A}\right) \right]
 \end{aligned}$$



特点：万有引力做功只与质点的始末位置有关，而与所经过的路径无关。

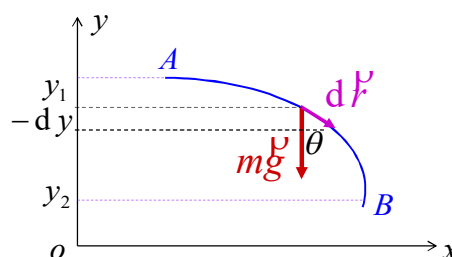
第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

(b) 重力做功

$$\begin{aligned}
 W &= \int m\vec{g} \cdot d\vec{r} \\
 &= \int mg \cos\theta ds \\
 &= \int_{y_1}^{y_2} mg(-dy) \\
 &= -mg \int_{y_1}^{y_2} dy \\
 &= -(mgy_2 - mgy_1)
 \end{aligned}$$



特点：重力做功只与质点的始末位置有关，而与所经过的路径无关。

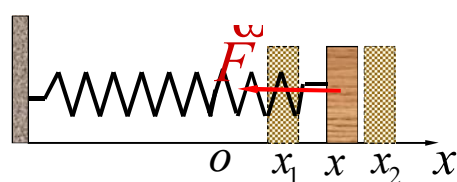
第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

(c) 弹性力做功

$$\begin{aligned}
 W &= \int \vec{F} \cdot d\vec{r} \\
 &= \int_{x_1}^{x_2} -kx dx \\
 &= -\left(\frac{1}{2}kx_2^2 - \frac{1}{2}kx_1^2\right)
 \end{aligned}$$



特点：弹性力做功只与质点的始末位置有关，而与所经过的路径无关。

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

2. 保守力与非保守力

保守力：做功只与物体始末位置有关，而与路径无关。

如：万有引力、重力、弹性力。

物体沿任意闭合路径运动一周时，保守力对它所做的功为零。

$$W = \oint_l \vec{F} \cdot d\vec{r} = 0 \quad \text{——保守力做功特点}$$

非保守力：做功与路径有关。

如：摩擦力。

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

- 在光学的发展过程，人们对光的本性认识存在两大学说，一种是以牛顿为代表的微粒学说，另一种是以惠更斯为代表的波动学说。
- 由于牛顿对力学的突出贡献，威望很高，人们自然认为牛顿的微粒学说是正确的。然而，托马斯·杨的双缝干涉实验又充分证明了惠更斯光的波动理论的正确性，光的波动理论占据主导地位。
- 二十世纪初，黑体辐射、光电效应和康普顿效应的实验结果，用光的波动理论无法解释这些现象。

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

- 为解决这些问题，普朗克提出了能量量子理论，解释了黑体辐射的实验规律。爱因斯坦提出光量子假设，解释了光电效应的实验规律，并解释了康普顿效应的实验规律。至此，人们认为光是一种具有波粒二象性的物质。
- 至此，光从最初牛顿提出的微粒学说，再到目前认为的光量子理论，自然科学的发展也是遵循马克思主义的唯物辩证法思想，即否定之否定规律，任何事物的发展，前途是光明的，道路是曲折的。事物总是波浪式前进，螺旋式上升。

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

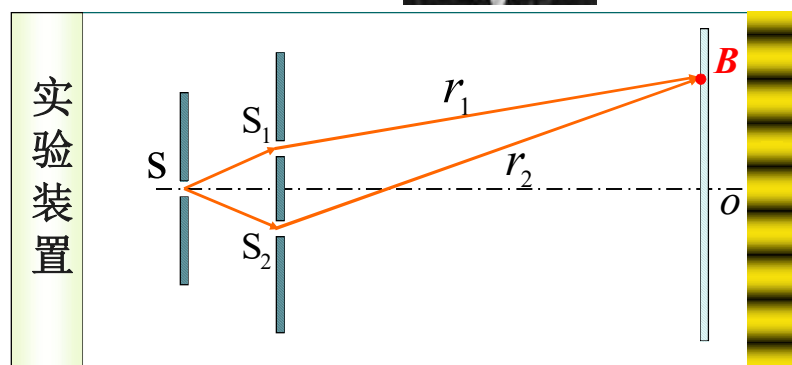
物理学简明教程

二 杨氏双缝干涉实验

1 实验装置



1801年由英国物理学家托马斯·杨提出并实现的

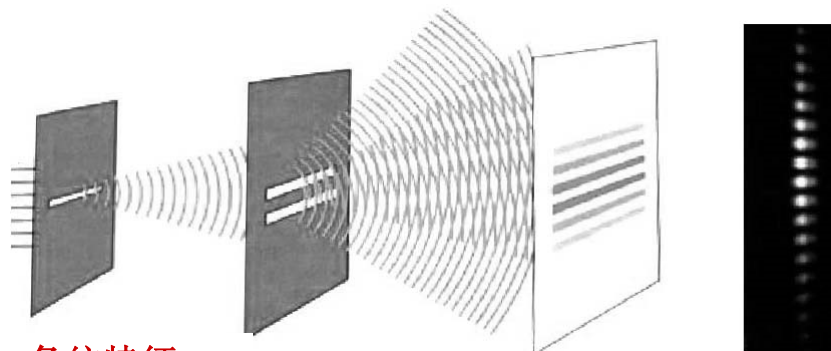


第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

杨氏双缝干涉实验



条纹特征

- (1) 明暗相间直条纹对称分布在中央明纹两侧.
- (2) 条纹等间距 (相邻两明纹或暗纹之间)

第一章 质点的运动及其运动规律

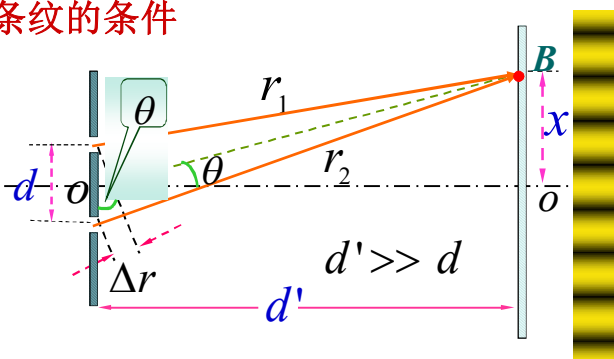
1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

2 干涉明、暗条纹的条件

波程差

$$\begin{aligned} \Delta r &= r_2 - r_1 \\ &\approx d \sin \theta \\ &\approx d \tan \theta \end{aligned}$$



$$\Delta r = d \frac{x}{d'} = \begin{cases} \pm k\lambda & \text{明纹中心} \\ \pm (2k+1)\frac{\lambda}{2} & \text{暗纹中心} \end{cases} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律 物理学简明教程

明暗条纹中心在屏幕上位置 $\begin{cases} x = \pm k\lambda \frac{d'}{d} & \text{明纹中心 (1)} \\ x = \pm(2k+1)\frac{\lambda d'}{2d} & \text{暗纹中心 (2)} \end{cases} \quad k=0,1,2\Lambda$

由 (1) 式 $k=0 \quad x=0$ O点为中央明纹中心
 $k=1 \quad x = \pm\lambda \frac{d'}{d}$ 第一级明纹中心

由 (2) 式 $k=0 \quad x = \pm\frac{\lambda d'}{2d}$ 第一级暗纹中心
 $k=1 \quad x = \pm\frac{3\lambda d'}{2d}$ 第二级暗纹中心

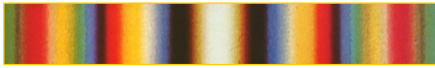
第一章 质点的运动及其运动规律 ▶ ◀ ⏪ ⏩

1 - 4 牛顿定律 物理学简明教程

条纹位置 $\begin{cases} x = \pm \frac{d'}{d} k\lambda & \text{明纹中心 (1)} \\ x = \pm \frac{d'}{d} (2k+1)\frac{\lambda}{2} & \text{暗纹中心 (2)} \end{cases} \quad k=0,1,2\Lambda$

相邻明（暗）纹间距 $\Delta x = x_{k+1} - x_k = \frac{d'}{d} \lambda$

讨论 条纹间距与 λ 的关系； d 、 d' 一定时， $\Delta x \propto \lambda$
 用白光照射时，只有中央条纹是白色，两侧形成由紫而红的彩色条纹。

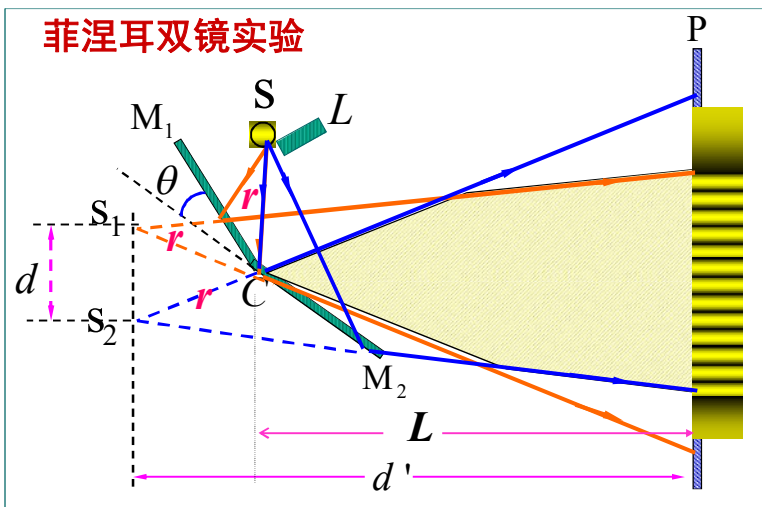


第一章 质点的运动及其运动规律 ▶ ◀ ⏪ ⏩

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

菲涅耳双镜实验



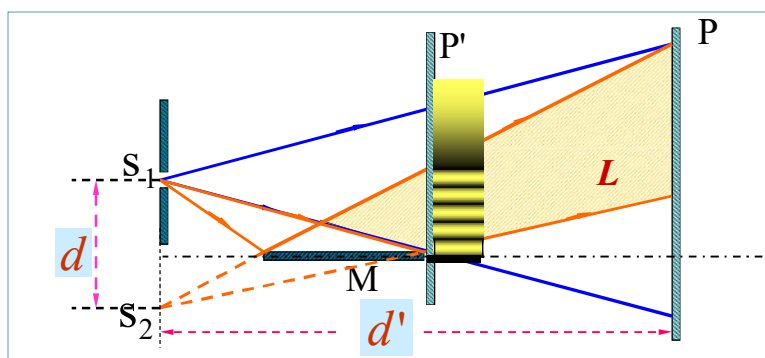
$$\Delta x = \frac{d'\lambda}{d} = \frac{(r \cos \theta + L)\lambda}{2r \sin \theta}$$

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

劳埃德镜



半波损失：光从光速较大（折射率较小）的介质射向光速较小的介质时，反射光的相位与入射光的相位相比跃变了 π ，相当于反射光与入射光之间附加了半个波长的波程差，称为半波损失。

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

- 物理学理论的每一次重大突破，都会推动人类社会的巨大进步。
- 热学的发展，蒸汽机的发明推动了第一次工业革命；法拉第电磁感应定律的建立，标志了电气时代的到来，推动了第二次工业革命；量子理论的创立，核能的利用，半导体物理的发展，为集成电路成为现实打下良好的基础，使社会发展进入高科技时代。
- 当代大学生要为人类社会发展做出自己的贡献，首先树立好正确的世界观和人生观，刻苦学习，坚持科技创新。

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

法拉第 (Michael Faraday, 1791-1867)，伟大的英国物理学家和化学家。他创造性地提出场的思想，磁场这一名称是法拉第最早引入的。他是电磁理论的创始人之一，**于1831年发现电磁感应现象**，后又相继发现电解定律，物质的抗磁性和顺磁性，以及光的偏振面在磁场中的旋转。



第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

当穿过闭合回路所围面积的**磁通量发生变化**时，
不管这种变化是由于什么原因引起的，回路中就有电
流，这种现象叫作**电磁感应现象**。

回路中出现的电流——**感应电流**

由于磁通量变化而引起的电动势——**感应电动势**。

回路**闭合**时， Φ 变化, 产生 I_i ε_i

回路**不闭合**时， Φ 变化, 只产生 ε_i

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律

物理学简明教程

二 电磁感应定律

$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$

通过 N 匝线圈的磁通量（磁通匝数、磁链） $\Psi = N\Phi$

N 匝线圈中的感应电动势 $\varepsilon_i = - \frac{d\Psi}{dt} = -N \frac{d\Phi}{dt}$

感应电流 $I_i = - \frac{1}{R} \frac{d\Phi}{dt}$

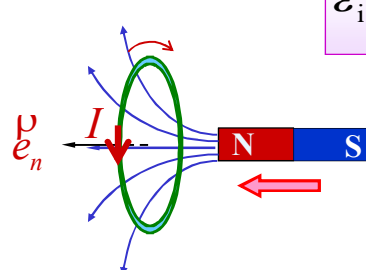
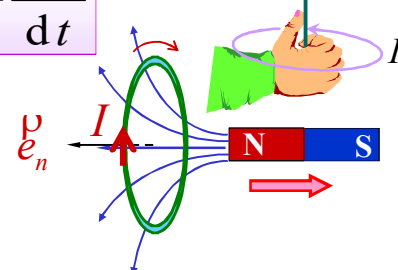
感应电荷 $q = \int_{t_1}^{t_2} I_i dt = - \frac{1}{R} \int_{\Phi_1}^{\Phi_2} d\Phi = \frac{1}{R} (\Phi_1 - \Phi_2)$

第一章 质点的运动及其运动规律

1 - 4 牛顿定律 物理学简明教程

三 楞次定律

$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$\Phi > 0 \quad \frac{d\Phi}{dt} > 0 \quad \varepsilon_i < 0$

$\Phi > 0 \quad \frac{d\Phi}{dt} < 0 \quad \varepsilon_i > 0$

楞次定律: 闭合的导线回路中所出现的感应电流，总是使它自己所激发的磁场反抗任何引发电磁感应的原因（反抗相对运动、磁场变化或线圈变形等）。

第一章 质点的运动及其运动规律

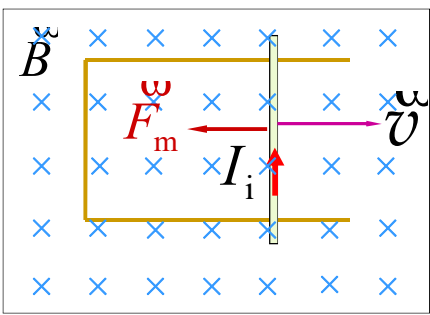
1 - 4 牛顿定律 物理学简明教程

楞次定律是能量守恒定律的一种表现。

机械能

⇔

焦耳热



维持滑杆运动必须外加一力，此过程为外力克服安培力做功转化为焦耳热。

第一章 质点的运动及其运动规律