

物理

成人高考
高起本



考试形式及试卷结构

一、考试方法和时间

闭卷考试，时间120分钟。试卷分I、II两卷，I卷为选择题，II卷为非选择题，共150分。

二、试卷内容比例

物理部分75分（化学 75分），其中

- | | | |
|----------------|------|-------|
| (1) 力学 | 约40% | (30分) |
| (2) 电磁学 | 约40% | (30分) |
| (3) 热学、光学、原子物理 | 约20% | (15分) |
| 实验（包含在上述内容中） | 约6% | |

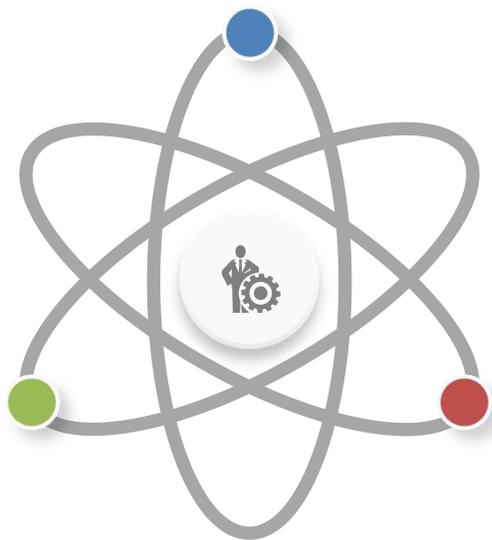


第一章 第一节

力学



目 录



- 一、力的概念，矢量和标量
- 二、重力，万有引力及其关系
- 三、弹力
- 四、静摩擦力
- 五、滑动摩擦力与静摩擦力及其两者间关系

一：力的概念，矢量和标量

力的定义：

- 定义：力是物体对物体的作用，力不能脱离物体而存在，只要有力发生，就一定有受力物体和施力物体。
- 单位：在国际单位制中，力的单位是牛顿，力的常用单位还有千克力，两者关系为 $1\text{千克力}=9.8\text{牛顿}$ 。
- 三要素：力的大小，方向和作用点



一：力的概念，矢量和标量

矢量和标量：

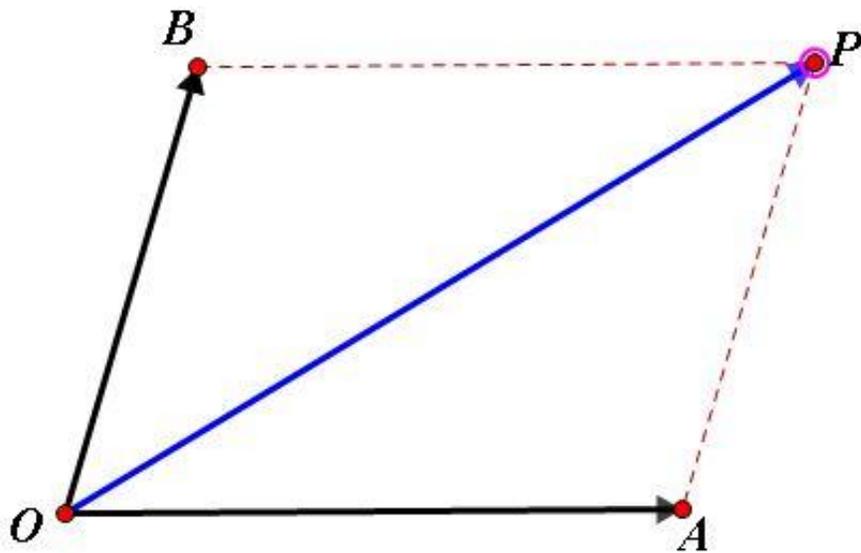
力不但有大小，而且有方向。物理量可分为**矢量**和**标量**。矢量是既有大小又有方向的物理量。如：力，速度，加速度等。标量是只有大小而无方向的物理量，如时间，路程，质量等。





一：力的概念，矢量和标量

力是矢量，两个力相等指的是大小相等，方向相同。力的合成遵循矢量合成法则：平行四边形法则。



二：重力，万有引力及其关系

1、定义

(1) **重力定义**：重力是由于地球的吸引而使物体受到的力。

(2) **万有引力定义**：万有引力是自然界有质量的物体之间存在相互的相互吸引的力。

二：重力，万有引力及其关系

2、理解及掌握

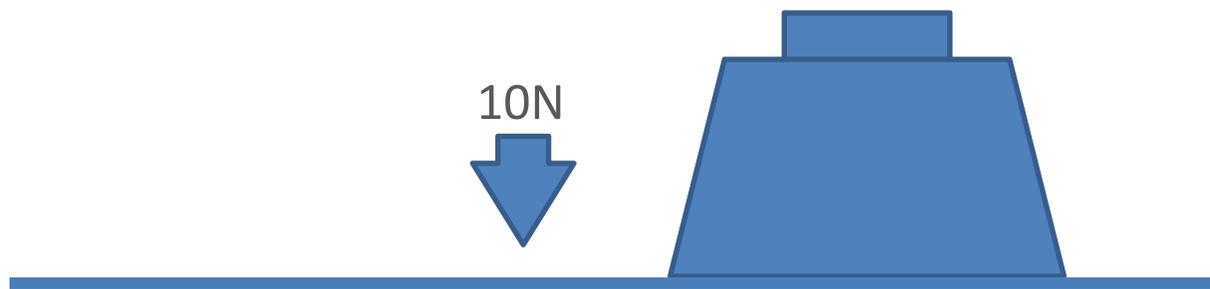
(1) **重力**是由于地球的吸引而产生的，但是重力不等于万有引力，因为地球的引力除产生重力外还产生使物体随地球自转所需的向心力。

(2) **万有引力**大小由万有引力定律 $F=Gm_1m_2/(r^2)$ 确定，其中**G**为万有引力恒量，**m1**，**m2**分别为两质点质量，**r**为两质点距离，**g**为重力加速度。在地球表面附近重力约等于万有引力，在粗略计算中认为重力与万有引力相等。

二：重力，万有引力及其关系

2、理解及掌握

(3) **重力的大小**：物体受到的重力的大小，也叫做物体的重量。例如一个物体受到的重力为10N，我们就说这个物体重10N。重力 G 的大小等于挂在绳子上的静止物体拉紧悬绳的力，或者等于放在水平支持面上的静止压在支持面上的的力。

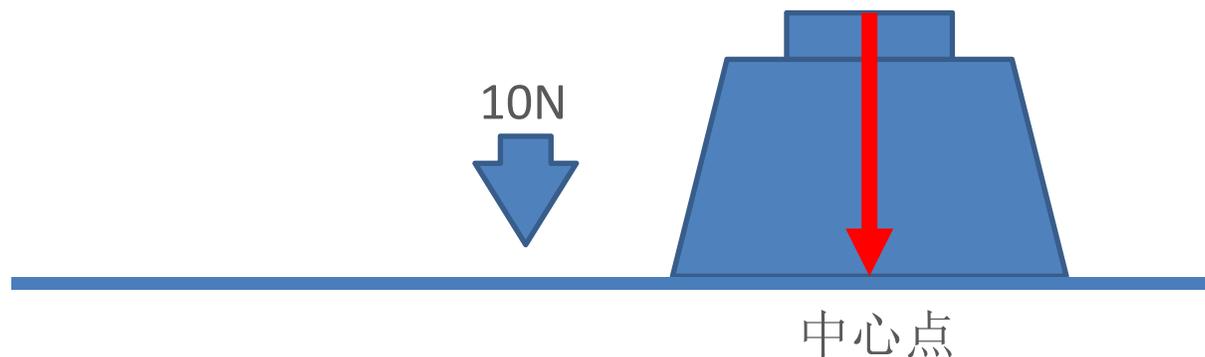


二：重力，万有引力及其关系

2、理解及掌握

(4) **重力的方向**：重力的方向是竖直向下的。

(5) **重心是重力的作用点**：物体的重心的位置与物体形状和质量分布有关，一般地，形状规则，质量分布均匀的物体，其重心在物体的几何中心。重心不一定在物体上。



三：弹力

1、弹力的定义：

发生弹性形变的物体由于要恢复原状，就给与它接触的物体一个力的作用，这个力称为弹力。

在一定限度内，发生形变的物体，当外力消失后，仍然恢复原来的形状，这种能恢复原来的形叫做**弹性形变**。超过了弹性限度，发生形变的物体，就不能再恢复原状。

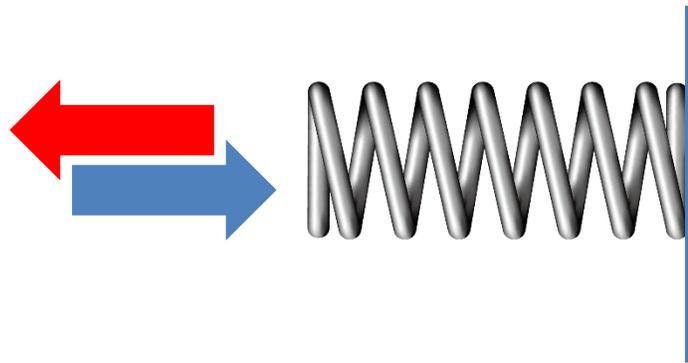
三：弹力

2、弹力的方向：

(1)弹力的方向总是和施加弹力的物体的形变方向相反，或者说，总是和使物体发生形变的外力的方向相反。

(2)绳的拉力的方向，总是沿着绳指向绳收缩的方向。

(3)压力或支持力的方向，总是垂直于支持面指向被压或被支持的物体。





三：弹力

3、弹力的大小:

(1)在弹性限度内弹簧发生弹性形变时，弹力大小由胡克定律表示，其表达式为 **$F=kx$**

即弹力的大小正比于弹簧的变化量， **x** 为弹簧**伸长或缩短**的长度， **h** 为弹性系数。弹性系数在数值上等于弹簧伸长或缩短单位长度时的弹力，在国际单位制中 **k** 的单位名称为牛/米，单位符号为 **N/m** 。

三：弹力

3、弹力的大小：

(2)一般情况下弹力大小的判断

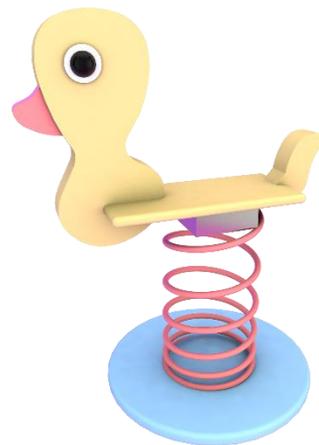
一般根据物体**受力情况**、**物体运动状态**和**相应遵守**的物理规律来确定弹力大小。

三：弹力

4、弹力产生条件:

(1) **两物体直接接触**;

(2) **产生弹性形变**，也就是说，相互接触的物体之间不一定有弹力作用，若有弹力则两物体必须发生相互挤压，产生弹性形变。





四：静摩擦力

1、定义：

两个相互接触面保持相对静止的物体，当一个物体在另一个物体的表面上有相对运动的趋势时，要受到另一个物体对它的静摩擦力，阻碍两物体的相对运动趋势。静摩擦力的大小，与使受力物体产生相对运动趋势的，平行于接触面(或接触面切线方向)的外力的大小相等，静摩擦力的方向总跟接触面相切，并且跟物体相对运动趋势的方向相反。

四：静摩擦力

静摩擦力是很常见的。比如，拿在手中的瓶子，毛笔不会滑落，就是静摩擦力作用的结果。再如，皮带运输机是靠货物和传送带之间的静摩擦力，把货物送往别处的。



四：静摩擦力

2、理解及掌握

(1) 静摩擦力的产生有两个条件，一是两物体要相互**接触**，且发生**弹性形变**；二是两个物体间有**相对**运动趋势。

(2) 静摩擦力可以作物体运动的**阻力**，也可以作物体运动的**动力**。

(3) 静摩擦力方向的判定方法：首先由假设法判断相对运动趋势的方向，假设接触面光滑，则物体相对于与它接触的物体，或是相对于此静摩擦力的施力物体的可能运动方向为相对运动趋势方向。



四：静摩擦力

2、理解及掌握

(4)最大静摩擦力:放置于水平面上的物体, 在受到一个水平力 F 的作用时没有运动, 这时物体所受到的静摩擦力的大小总是和外力 F 相等.随着 F 的不断增大, 静摩擦力也跟着增大, 但静摩擦力的增大有一个限度, 当外力 F 超过这个限度时物体就不再保持静止而开始滑动。静摩擦力的这一限度即静摩擦力的最大值称为最大静摩擦力.

五：滑动摩擦力与静摩擦力及其两者间关系

1、定义：

相互接触的两个物体，如果有相对运动，则两个物体接触面上就会产生阻碍相对运动的力，这种力叫**滑动摩擦力**。滑动摩擦力的方向总跟接触面相切，并且跟物体相对运动的方向相反。





五：滑动摩擦力与静摩擦力及其两者间关系

2、理解及掌握

(1)滑动摩擦力与静摩擦力都可作物体运动的阻力，也都可作物体运动的动力。

(2)物体之间摩擦力的方向总是与物体之间的接触面相切，滑动摩擦力一定和相对运动的方向相反，静摩擦力定和相对运动趋势的方向相反。弹力也是一种接触力，当两物体有相对运动或有相对运动趋势，接触面处有摩擦力，且一定有弹力，其方向垂直于接触面，相反的情况，两物体之间若有弹力，则不一定有摩擦力。



五：滑动摩擦力与静摩擦力及其两者间关系

2、理解及掌握

(3)滑动摩擦力的大小，可用公式 $f = \mu N$ 计算，公式中 μ 是动摩擦系数， N 是两物体之间的弹力，动摩擦因数跟相互接触物体的材料有关，还跟接触面的粗糙程度有关，动摩擦因数是两个力的比值，没有单位。当两物体确定，滑动摩擦力与两物体之间的弹力 N 成正比，注意公式 $f = \mu N$ 不适合于计算静摩擦力的大小。



五：滑动摩擦力与静摩擦力及其两者间关系

2、理解及掌握

(4)不能绝对地说静止的物体受到的摩擦力一定是静摩擦力，运动的物体受到的摩擦力一定是滑动摩擦力，静摩擦力是相对静止的两物体之间的摩擦力，受静摩擦力作用的物体不一定静止，滑动摩擦力是具有相对滑动的两物体之间的摩擦力，受滑动摩擦力作用的两个物体不一定都滑动。

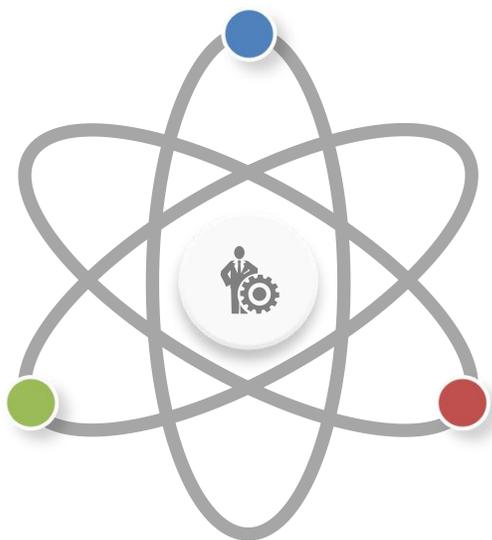


第一章 第二节

力和受力的分析



目 录

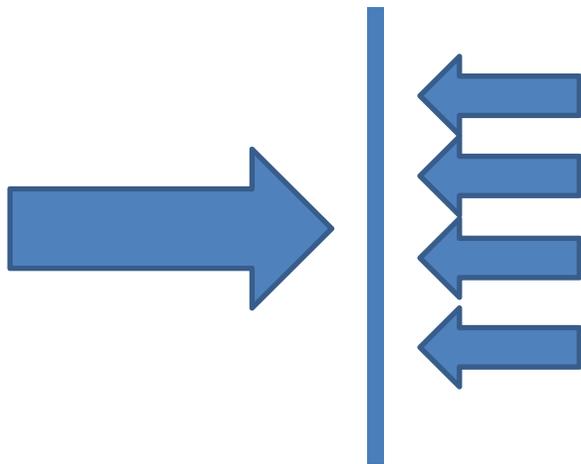


- 一、力的合成和分解
- 二、物体的受力分析
- 三、共点力的平衡条件

一：力的合成和分解

1、合力和分力：

如果一个力对物体作用产生的效果跟几个力对物体共同作用产生的效果相同，这个力就是那几个力的**合力**，而那几个力就是这个力的**分力**。



一：力的合成和分解

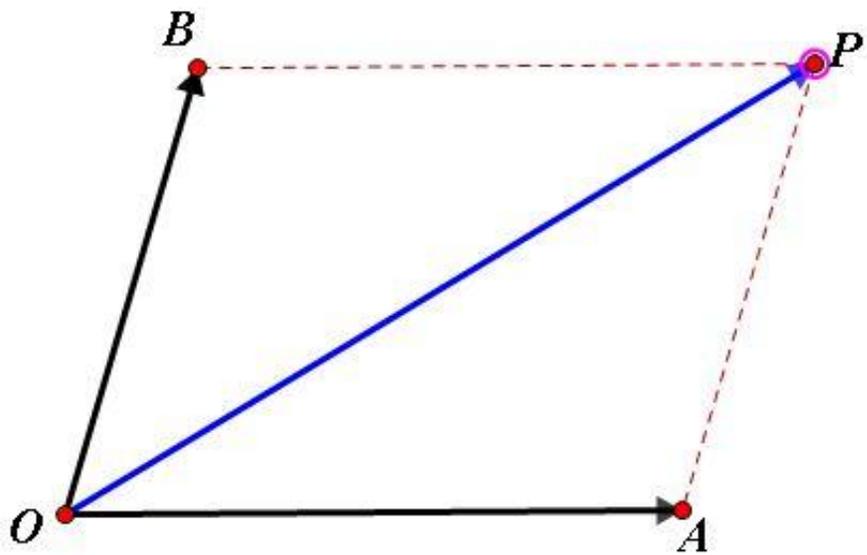
2、合力和分解：

求几个已知力的合力，叫**力的合成**。求一个已知力的分解，叫做力的分解。

一：力的合成和分解

3、力的平行四边形定则：

求互成角度的两个共点力的合力时，可以用表示这两个力的线段为邻边作平行四边形，则这两个邻边之间的对角线就表示合力的大小和方向。





一：力的合成和分解

4、掌握及理解：

(1)合力的效果和它的所有分力的效果**总是等效的**。在研究合力或分力的作用时，应该认为合力或分力已不存在。

(2)几个力的作用点如果都在被作用物体的同一点上，或它们的作用线交于同一点，这几个力就叫做**共点力**。共点力的合成和分解，遵循平行四边形法则。

二：物体的受力分析

- 1、**概述**：物体的运动状态及其运动状态的改变，取决于物体的受力情况，正确的分析物体的受力是正确解决力学问题的关键。
- 2、**重要原则**：就是要客观地判断作用在物体上有哪些力。有力必有施力物体，没有脱离开施力物体的作用而独立存在的力。



二：物体的受力分析

3、分析方法及注意的问题

(1)确定所研究的物体，然后找出周围有哪些物体对它产生作用。注意不要找该物体施于其他物体的力，也不要把作用在其他物体上的力错误的认为是通过“力的传递”作用在研究对象上。

(2)要养成良好的按步骤分析的习惯

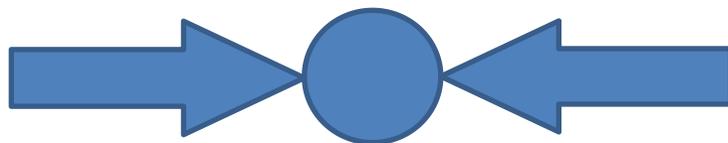
(3)画完受力图后要进行检查

(4)如果有一个力的方向难以确定，可以采用假设法分析。

(5)合力和分力不能重复地列为物体所受的力

三：共点力的平衡条件

1、概述：几个共点力同时作用于一个物体，各个力所产生的效果相互抵消，物体处于静止或匀速直线运动的平衡状态，这叫做**共点力的平衡**。





三：共点力的平衡条件

2、理解与掌握：

(1)在共点力作用下处于平衡状态的物体，可以是静平衡，即物体处于静止状态；也可以是动平衡，即物体做匀速直线运动。无论是静平衡还是动平衡，物体的受力情况是没有区别的，区别在于物体的初始运动状态，即物体开始处于平衡的同时，它是静止的还是运动的。



三：共点力的平衡条件

2、理解与掌握：

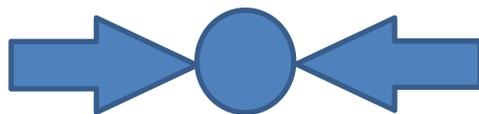
(2)此知识点的考察有两个：一是已知物体处于平衡状态，求各力之间的关系。通常用的方法是若物体共受 n 个力，则 $n-1$ 个力的合力与第 n 个力是一对平衡力；二是物体原来处于平衡状态，突然撤去了一个力，分析物体的运动状态。分析方法是撤去该力后物体立即处于加速运动状态，其合力为其余各力的合力，该合力与撤去的这个力大小相等，方向相反。



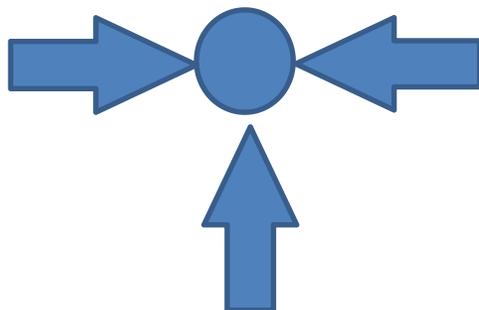
三：共点力的平衡条件

3、共点力的平衡与求解

如果平衡物体受到两个力，这两个力一定大小相等、方向相反；



如果平衡物体受到三个力，其中任意两个力的合力跟另外一个力一定大小相等、方向相反。

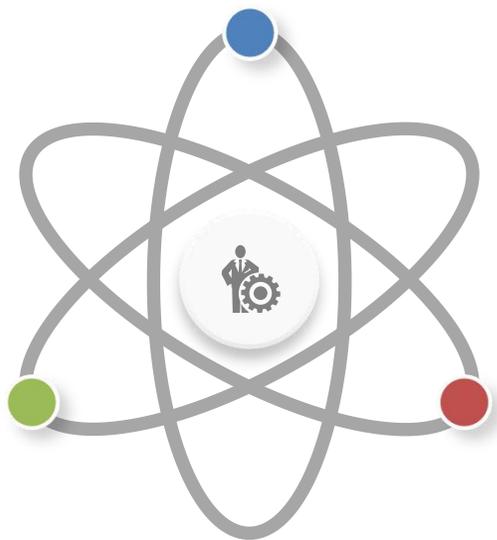




直线运动



目 录



- 一、质点
- 二、参照物
- 三、位移和路程
- 四、时间间隔和时刻
- 五、速度
- 六、匀速直线运动
- 七、匀变速直线运动、加速度
- 八、自由落体运动和重力加速度

一：质点

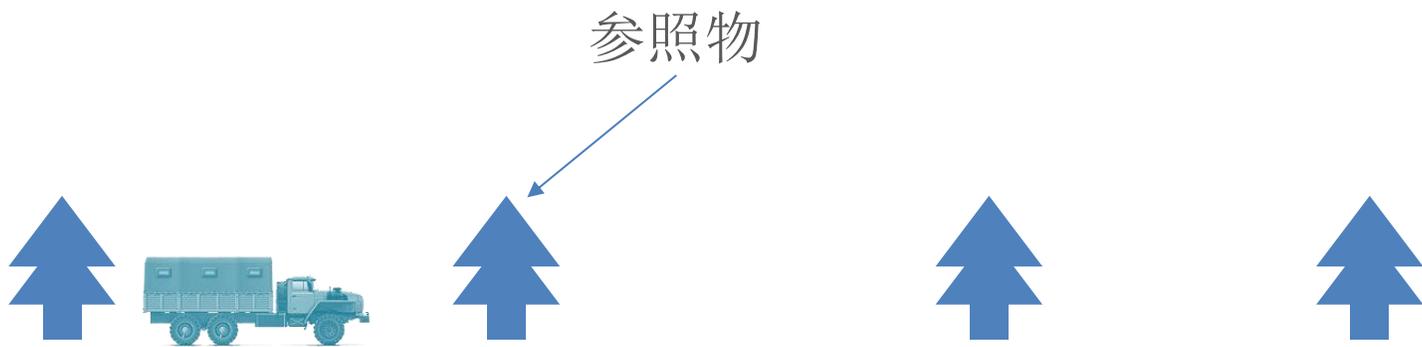
定义：质点是用来代替实际物体的有质量的点。

质点是一种理想化的物理模型物理学中将不考虑大小及形状，只考虑位置并把质量看作集中在一点的物体，叫做质点。

二：参照物

定义：

- 自然界中一切物体都在运动，静止是相对的。通常说一个物体是运动的还是静止的，首先必须选择一个物体作为标准，这个被作为标准的物体叫做参照物。



三：位移和路程

1、位移的定义：

是表示物理位置变化的物理量，即从起点到终点的有向线段





三：位移和路程

2、路程的定义：

质点从空间的一个位置到另一个位置，运动轨迹的长度。

路程只有大小，没有方向，是标量，位移是矢量。

其单位都是长度单位

只有在单向直线运动中，质点通过的路程才等于位移的大小

四：时间间隔和时刻

物理学中的时间有两个含义：

- 某一瞬间的时间叫**时刻**。
- 两个时刻之间的时间叫**时间间隔**。

五：速度

1、定义：速度是用来描述物体运动快慢和运动方向的物理量。速度是矢量，有大小也有方向。

2、平均速度：在变速运动中物体通过的路程和所用时间的比值，

其定义式为 $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

3、平均速度：物体运动的路程和所用时间的比值。

其定义式为 $v = \frac{s_{\text{路}}}{t}$

4、瞬时速度：物体运动在某一时刻（或某一位置处）的速度。

 **5、瞬时速率：**瞬时速度的大小就是瞬时速率。



六：匀速直线运动

定义：物体在一条直线上运动，如果在相等时间内通过的位移相等，这种运动就叫做匀速直线运动；

物体做直线运动，如果在相等的时间内位移不相等，这种直线运动就叫做变速直线运动。





六：匀速直线运动

- 1、速度和速率的**国际单位都是米/秒**，常用单位还有千米/小时，两者关系是 $1\text{米/秒}=3.6\text{千米/小时}$ 。
- 2、物体的运动规律不但可以用公式来表示。常用的图像有**位移时间图像和速度时间图像**。

七：匀变速直线运动、加速度

1、加速度定义：速度的变化与发生这种变化所用时间的比值，叫做加速度。加速度的单位为米/秒²，符号为m/s²。

加速度的方向：加速度的方向总是与物体所受外力的方向一致，加速度方向取决于物体所受合力的方向。

2、匀变速直线运动的定义：物体在一条直线上运动，如果在相等的时间内，速度的改变量相同，这种运动叫做匀变速直线运动，匀变速直线运动是a不变的运动。

匀变速直线运动的规律

基本公式：

$$\text{速度公式 } v_t = v_0 + at$$

$$\text{位移公式 } S = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

重要导出公式：

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as$$

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{1}{2}(v_0 + v_t) = v_0 + \frac{1}{2}at$$



八：自由落体运动和重力加速度

1、自由落体运动的定义：物体只在重力作用下，从静止开始下落的运动，叫做自由落体运动。

重力加速度是由于地面附近物体受重力而产生的加速度。符号为 g ，单位为加速度单位，即在国际单位制中为 m/s^2 。

地球表面的重力加速度大小约为 $9.8m/s^2$ 。

2、自由落体运动的规律：由于自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动，所以匀变速运动的基本公式以及它们的推论都适用于自由落体运动，只是初速度 $v=0$ ，加速度 $a=g$ 。位移为下落高度 h ，

故有 **基本公式：**速度公式 $v_t = gt$

$$\text{位移公式 } h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{导出公式： } v_t^2 = 2gh$$



八：自由落体运动和加速度

竖直上抛运动：

物体以一定的初速度竖直向上抛出，并且在运动过程中只受重力作用，物体的这种运动叫做竖直上抛运动。

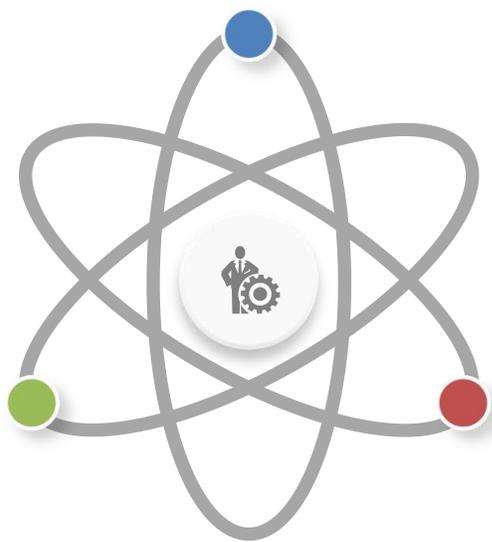
竖直上抛运动是典型的**匀变速直线运动**





牛顿运动定律

目 录

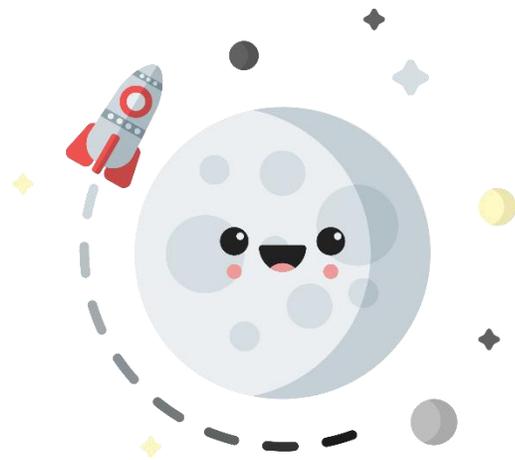


- 一、牛顿第一定律、惯性
- 二、牛顿第二定律
- 三、牛顿第三定律



一：牛顿第一定律、惯性

1、**概述**：任何物体都保持其静止或匀速直线运动状态，除非作用在它上面的力迫使它改变这种状态为止。



一：牛顿第一定律、惯性

2、理解及掌握

(1)牛顿第一定律是力学是基础，首先提出了物体的惯性概念。它是指物体本身具有一种保持原有运动状态不变的性质，或者说物体具有反抗运动状态变化的性质，这就是物体的惯性，所以，此定律又称为**惯性定律**。

(2) 第一定律还提出了“力”的概念

定性地指出了力与运动的关系。

力是物体间的一种作用，是改变运动状态的原因，不是维持物体运动的原因。

一：牛顿第一定律、惯性

2、理解及掌握

(3)实际上，任何物体都受到力的作用。当物体所受的外力互相平衡，即合外力为0零 ($F_{合}=0$)时，物体就**保持**它原来的静止状态或者匀速直线运动状态。

(4)第一定律又给出了惯性系的定义。一个不受任何外力作用的物体将保持其原来的运动状态不变，这只有在特定的参考系中才成立，这样的参考系叫**惯性系**。



一：牛顿第一定律、惯性

2、理解及掌握

(5) 物体在没有受到外力作用或所受的外力合力为零的情况下，究竟是静止还是做匀速直线运动，这除了和参考系有关外，一般要看**初始运动状态**。

如果**初始**这时刻物体处于静止状态，它将保持静止；如果这一时刻物体处于运动状态，则它将以当时的速度做匀速直线运动。



一：牛顿第一定律、惯性

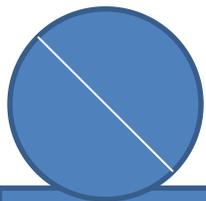
3、惯性

物体保持静止或是匀速直线运动状态的性质，叫做惯性。惯性是物体固有的属性，任何物体都具有惯性。

4、质量是物体惯性大小的量度

质量**越大**的物体运动状态越难改变，表明它的惯性**越大**

质量**越小**的物体运动状态越容易改变，表明它的惯性**越小**。



二：牛顿第二定律

1、概述

物体在外力作用下，将获得加速度

加速度的大小与合外力成正比，与物体的质量成反比，加速度的方向与合外力的方向相同。

用公式表示为： $a = \frac{F}{m}$ 或 $F = ma$ 。

二：牛顿第二定律

2、理解及掌握

(1) 牛顿第二定律

$F=kma$ 中的 k 受单位制约，由于**力的单位是牛顿**，而 $1\text{牛}=1\text{千克}\cdot\text{米}/\text{秒}^2$ ，故 $k=1$

(2) 不要把力的方向和物体的运动方向联系在一起，不能认为物体向那个方向运动，它所受的合外力就向这个方向，必须抓住加速度方向和合外力方向一致这个关键性问题，合外力方向决定了物体的加速度方向，加速度的方向正好反映了物体所受合外力的方向。

二：牛顿第二定律

2、理解及掌握

(3)从牛顿第二定律我们知道，力是**产生加速度**的原因(而不是维持速度的原因)加速度与合外力是**即时对应**的，物体在每一时刻的即时加速度的大小跟该时刻物体所受合外力的大小**成正比**。

恒力产生恒定的加速度，变力产生变化的加速度。

二：牛顿第二定律

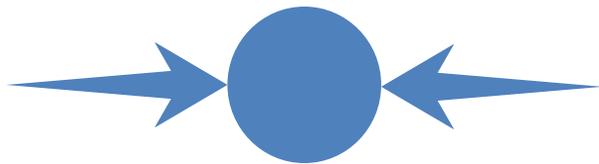
2、理解及掌握

(4)物体在某方向有合外力或其分量作用，就在这一方向产生加速度。跟物体在这一方向原来有无**初速度**无关，跟物体在其他方向上**受力情况**及**运动情况**无关。

三：牛顿第三定律

1、作用力与反作用力

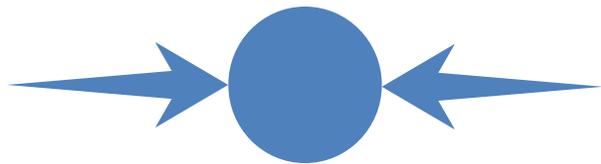
两个物体间相互作用的这一对方向相反的力，叫做**作用力与反作用力**，我们可以把这一对力中的任何一个力叫做**作用力**，另一个就叫做**反作用力**。



三：牛顿第三定律

2、概述

对于每一个作用力，必然有一个**等值反向**的反作用力，作用力和反作用力总是成对出现的，它们总是同时产生，同时消失，分别作用在相互作用的两个物体上，大小相等，方向相反，作用在一条直线上。





三：牛顿第三定律

3、第三定律的理解与掌握

(1)第三定律强调的是两个物体之间的**相互作用**，作用力与反作用力总是等值、反向、共线、同时存在、同时消失，但是，分别作用在两个相互作用的物体上，所以**不会抵消**。

(2)**作用力与反作用力**一定是**同一性质**的力，此外，作用力和反作用力是**完全相互**的。作用力与反作用力的名称完全可以互相置换。

三：牛顿第三定律

3、第三定律的理解与掌握

(3)在低速运动范围内，不论是**静止**物体之间的相互作用，还是**加速**物体之间的相互作用，不论是**持续**的相互作用，还是**短暂**的相互作用，都遵循**第三定律**。

三：牛顿第三定律

3、第三定律的理解与掌握

(4)正确区分**平衡力**跟**作用力**和**反作用力**，分别作用在两个物体上的作用力与反作用力。尽管等值、反向，但都谈不上平衡或不平衡的问题，它们和作用在同一个物体上的两个力的平衡力、两个力的合力，是完全不同的。

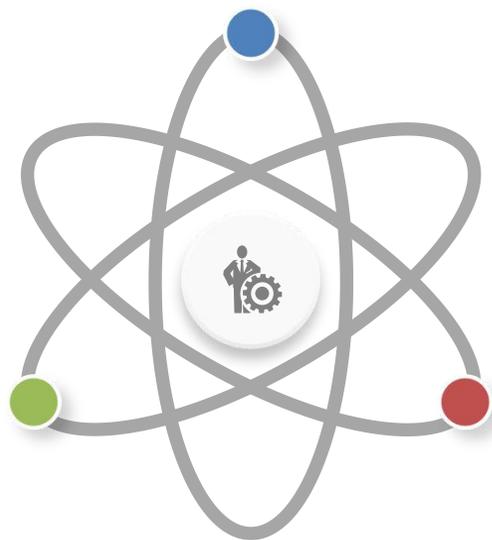




功和能



目 录



一、功、功率

二、功和动能的变化关系

三、功和势能的变化

四、机械能，机械能守恒定律

及其应用

一：功、功率

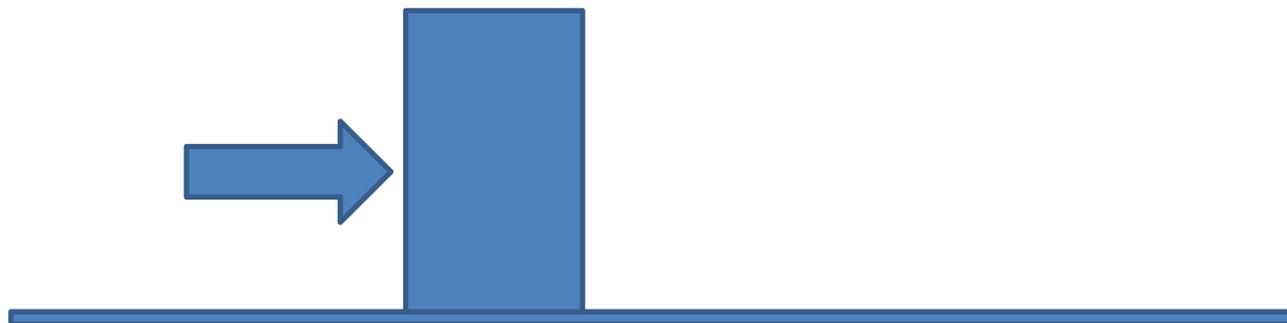
1、**功的概念**:在力的作用下，物体沿力的方向通过了一段位移，我们说这个力对物体做了功，功是力对空间的积累。





一：功、功率

2、功的两个不可缺少的因素:力和在 (力的方向上的) 位移, 是做功的两个不可缺少的因素, 而且力对物体做功的大小与物体的**运动性质、速度、加速度无关**。



一：功、功率

3、功的计算公式

(1) F和S同方向情况: $W=FS$

(2) F和S不同方向: $W=FS\cos\theta$ (θ 为F与S的夹角)

注意:

①上述计算功的公式, 只有计算恒力做功的大小, 而不能计算变力做功的大小;

②公式中的位移s, 必须是恒力持续作用下的位移;

③功是力的大小和位移的大小确定的, 它只有大小, 没有方向, 功是标量, 但是功有正负.



一：功、功率

4、**功的单位:**焦耳(牛·米)。

5、**功的正负判定方法:**功只有大小，没有方向，是标量，功的正负既不描述方向，也不描述大小，某力若促进物体运动，则功为正；若阻碍物体运动，则功为负。

(1) $0 \leq \theta < 90^\circ$ 时， $0 < \cos\theta \leq 1$ w 为正

(2) 当 $\theta = 90^\circ$ 时， $\cos\theta = 0$ ， $W = 0$

(3) $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$ 时， $-1 \leq \cos\theta < 0$ W 为负

一：功、功率

6、在曲线运动中，功的正负判定方法：

看力 F 与速度 v 的夹角 θ 。

7、注意：讲“功”一定要指明是哪个**力**对哪个**物体**做的功。

8、功的概念：功跟完成这些功所用时间的比值叫做功率，功率是表示做功快慢的物理量。单位是**瓦特**，简称**瓦** (W)。

9、功率的计算方法：（1） $p=W/t$ 是平均功率。

（2）在中学物理中，功率的计算还有 **$P=FV$** 。



二：功和动能的变化关系

1、**动能的概念**: 如果一个物体能做功，就表明它具有能。物体由于运动而具有的能量叫做动能，其定义式为 $E_k = mv^2/2$

2、**动能定理**: 作用在物理上的各外力所做的功的代数和，等于物体动能的增量，其公式为

$$W_1 + W_2 + \dots + W_n = mv_2^2/2 - mv_1^2/2 \text{ 或}$$

$$W_{\text{总}} = mv_2^2/2 - mv_1^2/2$$

二：功和动能的变化关系

3、**动能的单位**：动能是一种能量，单位为能量单位，为**焦耳**，符号表达为**J**，是标量。



二：功和动能的变化关系

4、理解及掌握

(1) **动能具有相对性**：由于速率是一个相对量，所以动能也是一个相对量，通常我们选择对地速率来计算动能。

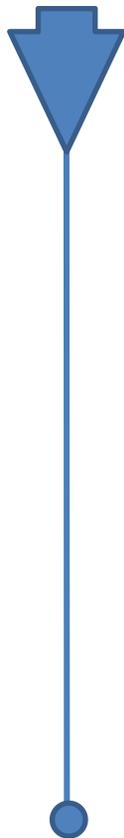
(2) **功与能有密切关系**，又有本质区别，动能定理就揭示了功与能关系，是反映**物体本身**运动状态的物理量，物体运动状态一确定，动能就确定了。

(3) 动量定理并不是力学中的一个新的独立的定律，它从功和能的定义出发，直接应用牛顿第二定律导出的，应用动能定理解决某些问题。



三：功和势能的变化

1、**势能**：一些物体具有与物体（或物体各部分）间的相对位置有关的能，叫做**势能**。例如，打桩机的重锤从高处落下时，能把木桩或钢铁构件打进地基里；闹钟里卷的弹簧放松时也做功，能使指针走动。因此它们都具有势能。
势能的单位同动能一样，也是**焦耳**。



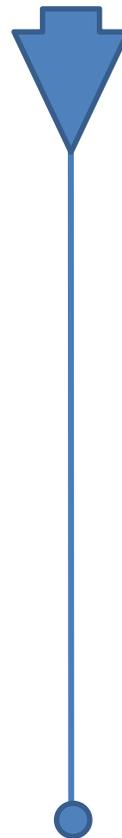


三：功和势能的变化

2、**重力势能**：地球与地面附近各物体之间的引力而决定的能量。若以地球表面为零势能点，则物体的重力势能为

$E_p = mgh$.其中 h 是物体离地面的高度， g 为重力加速度。

3、**弹性势能**：物体形变时，由于各部分之间存在弹力的相互作用而具有的势能。





三：功和势能的变化

4、理解

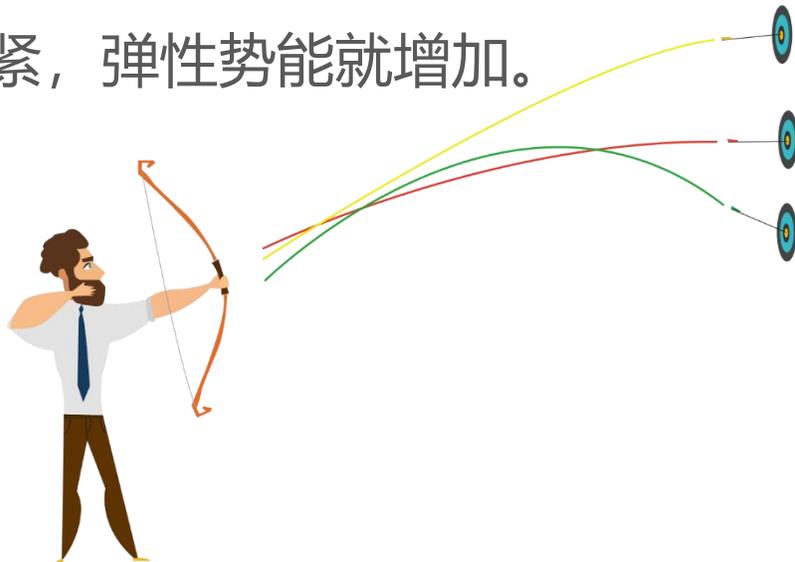
(1)重力势能的大小及正负与零势能面的选择有关，所以重力势能有相对意义，而没有绝对意义。

(2) 被压缩的弹簧和具有弹性势能。在弹性限度内，若以弹簧的自然长度为零势能点，则弹资的弹性势能为： $E_p = \frac{1}{2}kx^2$
其中k是弹簧的劲度系数，x是弹簧被拉伸或压缩的距离。

三：功和势能的变化

4、理解

(3)具有弹性势能的物体都能对其他物体做功，例如射箭运动员拉开的弓，能把箭射到远方。跟重力势能相似，具有弹性势能的物体对其他物体做功，它的弹性势能就减少;如果用外力上发条，发条会卷紧，弹性势能就增加。



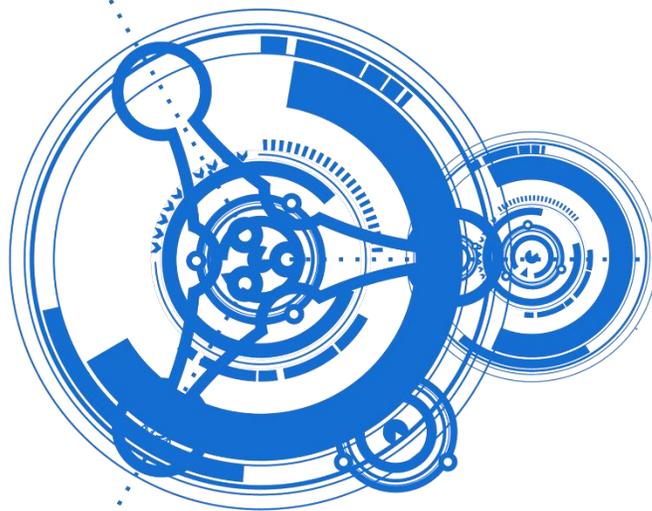


四：机械能，机械能守恒定律及其应用

1、机械能：物体动能和势能的总和，常用E表示，即

$$E = E_p + E_k$$

注意：动能和势能可以相互转化。





四：机械能，机械能守恒定律及其应用

2、机械能守恒定律：在只有重力和弹力做功的物体系内，动能和势能(重力势能和弹性势能)可以相互转化，而总的机械能保持不变:即 $E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$

其中 E_{k1} 、 E_{k2} 、 E_{p1} 、 E_{p2} ,分别表示物体系初状态的动能和势能及末状态的动能和势能。

条件：只有重力（或弹力）做功。（没有其它力或者有其它力，但其它力不做功）。



四：机械能，机械能守恒定律及其应用

3、理解

(1)要注意机械能守恒定律的条件，即物体系内只有**重力、弹力**做功，其他一切力都不做功.同时要注意，机械能的守恒是系统总机械能不变，但就物体系内单个物体而言，其机械能是可以变化的，就系统来说，各物体之间的动能和势能是可以**互相转化**的。

(2)如果物体系内所有力都不做功(包括重力和弹力)，这是机械能守恒的**特例**，系统的机械能守恒，系统内的各物体的动能不变，势能不变，动能和势能不互相转化。



四：机械能，机械能守恒定律及其应用

3、理解

(3) 如果除重力和弹力外，还有其它力对物体系内各物体做功，但是这些功的代数和为**零**，物体系的**总机械能不变**，如果认为“不变”即“守恒”，那么这也可以看作是机械能守恒的更为普遍的情况。

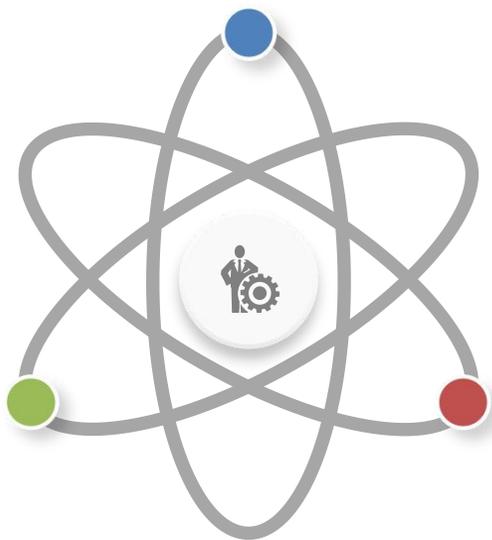
(4)**机械能守恒定律**是力学中的一条重要规律，用机械能守恒的观点分析物理现象或力学问题，有时能简洁地得出正确结论。



第一章 第六节

动量

目 录



一、动量定理

二、动量守恒定律及其应用

一：动量定理

1、**动量定义**：物体的质量跟其速度的乘积，叫做物体的动量。其公式表示为 $P=mv$ 。

2、**冲量定义**：作用在物体上的力和力的作用时间的乘积叫做该力对物体的冲量。其公式表示为 $I=Ft$ 。冲量 I 为矢量，方向为力 F 的方向，其单位为**牛顿·米/秒**。



一：动量定理

动量定理：物体动量的增量，等于相应时间内，物体所受合外力的冲量，其公式表示为 $I = \Delta P$ 或 $F_{\text{合}} t = mv_2 - mv_1$ 。

动量是描述物体运动状态的物理量，是状态量；冲量是作用在物体上的力对时间的累积效应，是过程量。物体受外力中击后。它的动量一定改变，因此冲量和动量的变化相联系，和动量并没有直接关系。



一：动量定理

- 1、冲量和动量矢量
- 2、公式中是物体受的合外力，所以不能轻易忽略重力
- 3、动量定理不仅说明了外力的冲量和物体的动量变化之间的数量关系，而且也说明了它们之间的方向问题



二：动量守恒定律及其应用

1、**内力和外力**：如果几个物体之间有相互作用，这几个物体就构成一个系统，系统中各物体之间的相互作用为叫内力，系统外部物体对系统内部物体的作用力叫做外力。

2、**定理概述**：相互作用的物体，如果不受外力作用，或者它们所受的外力之和为零，它们的总动量保持不变，这个结论叫做**动量守恒定律**。

表达式： $m_1 v_1 + m_2 v_2 + \dots + m_n v_n = m_1 v_1' +$

$m_2 v_2' + \dots + m_n v_n' = P_1 + P_2 + \dots + P_n = P_1' + P_2' + \dots + P_n'$

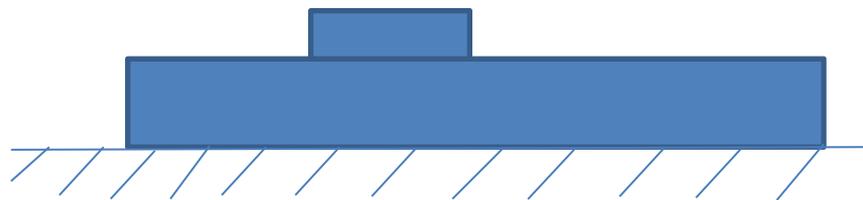
二：动量守恒定律及其应用

3、动量守恒条件：

系统不受外力或系统现受外力的合力为零。

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

系统所受外力的合力虽不为零，但比系统的内力小得多、如碰撞问题中的摩擦力、爆炸过程中的重力等外力比起相互作用的内力小得多，可以忽略不计，也可认为动量守恒。

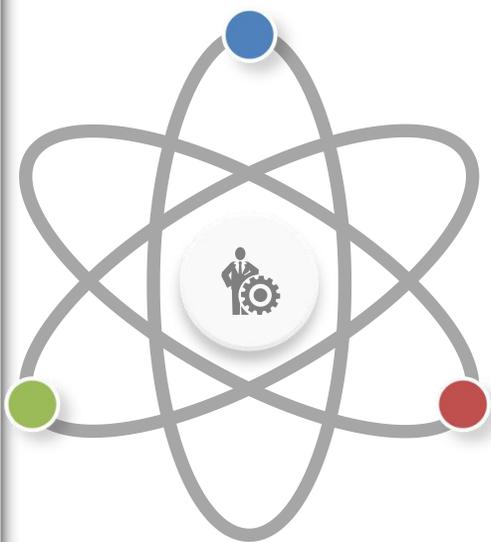




曲线运动



目 录



- 一、曲线运动、平抛运动
- 二、匀速圆周运动、线速度、角速度、周期
- 三、向心力、向心加速度、万有引力
- 四、人造地球卫星、第一宇宙速度



一：曲线运动 平抛运动

定义：物体运动轨迹是曲线时，它的运动就叫做曲线运动。

曲线运动中速度的方向曲线上这一点的**切线**方向。

曲线运动的条件：合力方向与速度方向不在一条直线上而是成一角度时将做曲线运动。



曲线运动时速度方向不断改变，曲线运动是**变速**运动。



一：曲线运动

运动的合成与分解：

- 1、实际运动可以看成由两个运动或两个以上的运动合成。
- 2、**合运动与分运动的关系 同时进行同时结束，等时性。**

各个分运动的效果与合运动的效果相同，等效性。

运动的独立性原理：一个物体同时参与几个分运动，其中任意一分运动都不因其他分运动的存在而有所改变。



二：平抛运动

定义：水平抛出的物体只在重力的作用下运动。

性质：是加速度恒为 g 的变加速曲线运动，应当注意的是平抛运动的速率随时间的变化是不均匀的，随时间均匀变化的是速度矢量。

匀变速运动：平抛运动的轨迹是抛物线，他的速度方向时刻在改变，某一点瞬时速度方向就是通过这一点的曲线的切线方向，所以平抛运动是变速运动，若不计空气阻力，平抛运动过程中只受重力作用，因此平抛运动是变速曲线运动。



二：平抛运动

研究方法：可以分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动

公式： 速度公式 $v_1 = v_2$ $v_y = gt$
位移公式 $x = v_0 t$ $y = \frac{1}{2} gt^2$

轨迹方程 $y = \frac{gx^2}{2v_0^2}$ **落地时间** $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

水平射程 $x_m = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$ **某一时刻速度大小与水平夹角**

$$v = \sqrt{v_0^2 + \{gt\}^2} \quad \theta = \arctan \frac{gt}{v_0}$$



三：匀速圆周运动

定义： 轨迹是圆周运动的运动叫圆周运动 若在相同时间内通过的弧长相等 这就是匀速圆周运动。

性质： 加速度大小不变 而加速度的方向时刻在改变的曲线运动。

加速度： 仅是速度方向变化而大小不变，只有向心加速度没有切向加速度。



三：匀速圆周运动

向心力：只存在向心加速度，故合外力就是产生向心加速度的力，合外力充当向心力。

质点做匀速圆周运动的条件：合外力大小不变，始终和速度方向垂直且指向圆心。



三：线速度 角速度

线速度：

1. 做圆周运动的物体 所通过的弧长与通过这段弧长用的时间的比值为线速度的大小。
2. 方向 圆弧切点的切线方向。
3. 大小 $v = \frac{s}{t}$
4. 物理意义 描述质点沿圆周运动的快慢。



三：线速度 角速度

角速度：

1.做匀速圆周运动的物体 连接物体和圆心半径转过的角度 ϕ 跟所用时间的比值叫做角速度。

2.大小 $\omega = \frac{\phi}{t}$ rad/s

3.物理意义 描述质点绕圆心转动的快慢。

| 周期 | 质点运动一周所用的时间 | 频率 | 质点单位时间内绕圆心转过的周数 |
|-------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| $T = \frac{1}{f}$ | $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ | $\nu = \frac{2\pi r}{T}$ | $v = \omega r$ |



三：向心力 向心加速度 万有引力

向心力：

1. 匀速圆周运动的加速度方向总指向圆心，匀速圆周运动的物体受到的合外力方向一定总指向圆心，叫向心力。
2. 向心力是按力的作用效果命名的，不是一种新的性质的力。
3. 作用效果：只改变线速度的方向，不改变线速度的大小，对物体不做功。
4. 大小 $F=ma=\frac{mv^2}{r}=\omega^2mr=\frac{4\pi^2mr}{T^2}=4\pi^2mf^2r$
5. 方向 总指向圆心。



三：向心加速度 万有引力

向心加速度：物体做匀速圆周运动速度方向时刻变化，是变速运动，加速度方向时刻指向圆心叫向心加速度。

$$a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

万有引力：重力是由于地面上的物体吸引而产生的，自然界中任何物体之间都存在相互吸引的作用力，这就是万有引力。万有引力的大小跟两个物体的质量的乘积成正比，与距离的二次方成反比。



四：人造地球卫星 第一宇宙速度

人造地球卫星的 绕行运行速度 角速度 周期 半径的关系

$$G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r} = \omega^2 mr = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad v \propto \sqrt{\frac{1}{r}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}} \quad \omega \propto \sqrt{\frac{1}{r^3}}$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}} \quad T \propto \sqrt{r^3}$$



四：人造地球卫星 第一宇宙速度

第一宇宙速度

想让物体围绕地球表面作圆周运动，那就必须达到第一宇宙速度，即 7.9km/s ，这是允许人造地球卫星所发射的最小速度



$$V_{\min} = 7.9 \text{ km/s}$$



四：人造地球卫星 第一宇宙速度

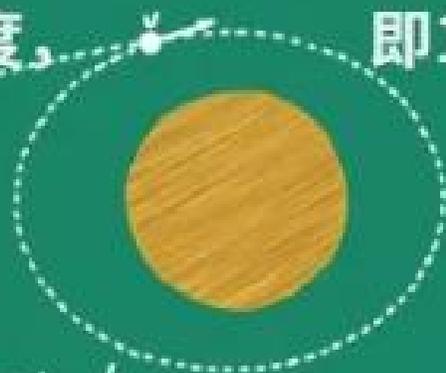
第二宇宙速度

想让物体完全摆脱地球引力的束缚，飞离地球，就需要把它加速到第二宇宙速度，即11.2km/s

这是物体在太阳系内自行飞行的最小速度



$$V_{\text{min}} = 11.2 \text{ km/s}$$



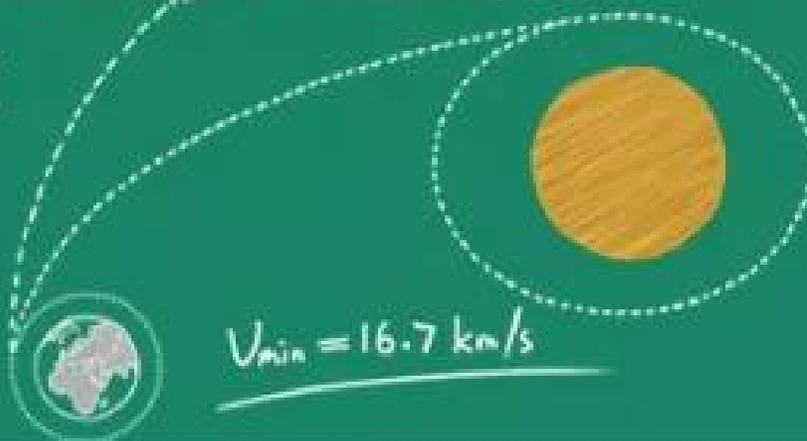


四：人造地球卫星 第一宇宙速度

第三宇宙速度

想让地球上发射的物体摆脱太阳引力束缚，飞出太阳系，那就需要把它加速到第三宇宙速度，即 16.7km/s

这样才可以去探索更
广阔的宇宙

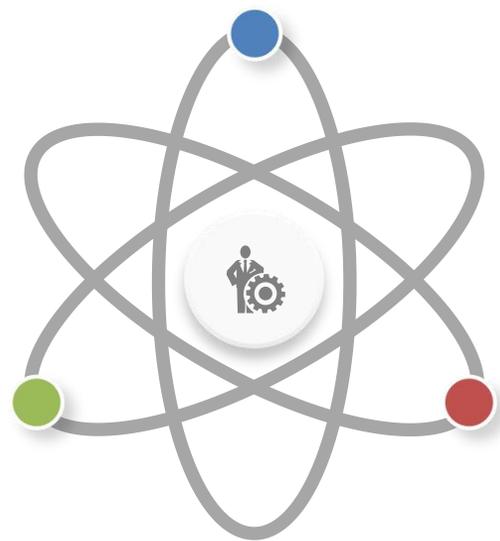




机械振动



目 录



- 一、机械振动
- 二、简谐振动、弹簧振子
- 三、单摆
- 四、机械波、横波和纵波
- 五、波长、频率和波速
- 六、波的叠加、衍射现象



一：机械振动

1、机械振动的定义

物体（或物体的一部分）在平衡位置附近所做的**往复运动**，叫做机械运动，简称**振动**。

2、振幅、周期、频率

振幅：振动物体离开平衡位置的最大位移的大小叫做**振幅**。

周期：振动物体完成一次全振动所需的时间叫做**周期**。

频率：单位时间内（即一秒内）完成全振动的次数叫做**频率**。

频率的单位是赫兹，符号是**Hz**。

周期T与频率之间的关系是 **$T=1/f$** 或 **$f=1/T$**

二：简谐运动

1、**定义**：物体在跟位移大小成正比，并且方向总是指向平衡位置的恢复力作用下的振动叫做简谐运动。

2、**简谐振动的力学特征**: $F = -kx$

其中F是振子系统的恢复力，k是比例系数，x是振子相对于平衡位置的位移。

在简谐运动中。物体的加速度的大小总跟位移的大小成正比，**加速度的方向总是跟位移的方向相反**，总是指向**平衡位置**的。



二：简谐运动

3、简谐运动的运动学特征：振子的位移随时间按正(余)弦规律变化。

4、特点

(1)周期性，重复性，每经过一个周期，就重复一个全振动。

(2)对称性:对平面位置的对称点。所有物理量的大小均相等。



二：简谐运动

5、简谐振动的位移时间图象：

(1)图象的物理意义:表示振动质点在各时刻的位移.

(2)形状:简谱振动的图象为正(余)张函数图象.

(3)应用:a. 直接读取指幅, 周期以及注意时刻的位移及位移的变化情况。

b. 判断任意时刻恢复力及加速度的方向, 并比较恢复力及加速度的变化情况。

C.判断振动质点的能量转化情况。

二：简谐运动

5、简谐振动的位移时间图象（1图象）：

振动图象直观地表示出振动的情况，振动图象还表示出振幅和周期。曲线的最大值表示振幅，相邻两个正(负)的最大值之间的间隔表示周期。



二：简谐运动

6、简谐振动的实例:弹簧振子

(1)概念:一根轻质弹簧一端固定, 另一端系一质点就构成弹簧振子,

(2) 恢复力:水平方向上振动的弹簧振子, 其恢复力由弹簧的弹力提供。竖直方向上的弹簧振子, 其恢复力由弹簧的弹力和重力的合力提供,

(3)振子振动过程中, 各物理量的大小、方向的变化情况

三：单：摆

1、**单摆的概念**：一根不可伸长的轻绳悬挂一个质点，就构成了一个单摆。



三：单：摆

2、理解及掌握

(1)单摆的回复力:摆球的重力沿切线方向的分力 F' ，如果摆角为 θ ，则 $F_{\square}=F' = mgsin\theta$

(2)单摆振动可视为简谐振动的条件为：摆角 A 足够小，一般 A 小于5度即可

(3)单摆做简谐振动的周期为： $T=2\pi \sqrt{l/g}$

(4)注意：若振子是小球，则摆长应为从悬点到球心的距离，即 $L=L' +R$ 其中 L 为摆长， L' 为悬线长， R 为小球半径。

四：机械波、横波和纵波

1、概念：

机械振动在弹性介质中的传播叫做机械波，若传播过程中介质中各质点振动与波传播方向在一条直线上，则该机械波叫纵波；若质点振动方向与波的传播方向相互垂直，则该机械波叫横波。

四：机械波、横波和纵波

2、波的传播特点：

(1)机械振动在介质中传播形成机械波时，每个质点都以自己的平衡位置为中心做简谐运动，在波的传播方向上，后一质点的振动总是落后于前一质点。

(2)参与波动的介质质点，没有随波一起向前运动，即在波的传播方向上，介质中的物体本身并没有随着波一起迁移，向外传播的只有振动的形式和振动的能量。



四：机械波、横波和纵波

3、理解及掌握：

(1)机械波的形成条件是：一是要有波源，即振源；二是要有能够传播这种机械波的介质。两个条件缺一不可。

(2)波是振动这一运动形式的传播，不是物体本身的传播，波动过程中的媒质质点只在平衡位置附近振动，而并不沿着振动的传播方向迁移，波传递的是能量，原来不动的质点，在波动传来时发生了振动，获得了能量。(足球场上的人浪)



四：机械波、横波和纵波

3、理解及掌握：

(3)传播机械波的介质的各质点间有弹性力。若有一个质点因外界扰功而离开平衡位置时，周围的质点将对它产生弹力作用，使它回到平衡位置，同时周围质点也受到它的弹力作用而离开各自的平衡位置提动起来。这样就形成了振动由近及远的传播，即形成了机械波。

(4)横波的传播过程，沿着波的传播方向形成凸状和凹状，即波峰和波谷，纵波的传播过程沿波的传播方向形成密部和疏部。一般固体既可传播横波，又可传播纵波，液体和气体只能传播纵波。



四：机械波、横波和纵波

4、波的图像

(1)波的图象的物理意义:表示介质中波的传播方向上的一系列质点在某一时刻相对平衡位置的位移。

(2)图象直接反映的物理量:波长 λ (相邻两个波峰或波谷间距离), 质点的振幅(曲线的最大值), 该时刻各质点的位移、速度的方向, 加速度的方向:回复力的方向:

(3)由图象及波的传播方向确定各质点振动方向(或由质点的振动方向确定波的传播方向)

四：机械波、横波和纵波

4、波的图像

方法一,特殊点法:在质点P靠近波源一方附近(不超过 $\lambda/4$) 图象上找另一点P', 若P'在P的上方, 则P点向上运动若P'在P点的下方, 则P点向下运动.

发的传播方向相互垂直。

方法二微平移法:作出做小时间 ΔT ($\Delta T < T/4$)后的波形, 就知道了各质点经过 ΔT 后到的位置, 运动方向就知道了.

四：机械波、横波和纵波

5、报动图象和波动图象的区别

(1)研究对象不同 前者是一个质点，后者是一系列质点：

(2)意义不同：

(3) 坐标不同：

(4)两个相邻峰值间的距离的意义不同。前者是周期，后者是波长。



五：波长，频率和波速

1、波长：在波的传播方向上，两个相邻的振动情况完全相同的质点间的距离叫做一个波长。

2、理解及掌握：

(1)波长反映了波在空间的周期性，即波的传播方向每通过一个波长，质点的振动形式就重复一次；

(2)对于横波，相邻两个波峰或波谷间的距离等于一个波长，对于纵波，相邻两个密部或疏部中央之间的距离等于一个波长。

五：波长，频率和波速

3、周期：波形重复出现一次所需的时间

理解及掌握：

- (1) 周期反映了波在时间上的周期性
- (2) 波的周期等于振源的振动周期
- (3) 周期和波长的对应关系：波在空间上传播多少个波长，在时间上就经历多少个周期；
- (4) 频率和周期之间的关系 $T=1/F$

五：波长，频率和波速

4、**波速**：在数值上等于单位时间内波沿波的传播方向前进的距离。它反映了机械振动在介质中**传播的快慢**。

理解及掌握：

(1)波速不是质点的振动速度。

(2)在同一均匀介质中，波速是一定值，即机械波的波速由介质决定。

(3)波长、波速、周期的关系： $v = \lambda / t = \lambda f$



六：波的叠加、衍射现象

- 1、波的叠加：**几列波相遇时每列波都能保持各自的特性而不相互干扰，只是在重叠的区域里，任一质点的总位移等于各列波分别引起位移的**矢量和**。
- 2、波的干涉：**频率相同的两列波叠加，使某些区域的振动加强，使某些区域的振动减弱，并且加强的区域和减弱的区域相互间隔开来的现象。产生稳定的干涉现象的一个必要条件是两列波的频率相同。



六：波的叠加、衍射现象

3、理解及掌握

(1)稳定干涉图样中，振动加强加强的区域或减弱的区域的空间位置是不变的，加强区域中心振幅等于两列波的振幅之和，减弱区域中心的振幅等于两列波的振幅之差，一切波都能发生干涉，**干涉是波特有的现象。**

(2)加强的条件是两列波源到该区域中心的距离之**差**于波长的**整数倍**；减弱的条件是两列波源到该区域中心的距离之**差**等于半波长的**奇数倍**。



六：波的叠加、衍射现象

4、波的衍射：

(1)波**绕过**障碍物继续传播的现象，叫做波的衍射。

(2)一切波都能发生衍射，衍射也是波**特有**的现象。

实验证明：只有当缝或孔的宽度或障碍物线度跟波的波长可以比拟时，才能观察到明显的衍射现象。

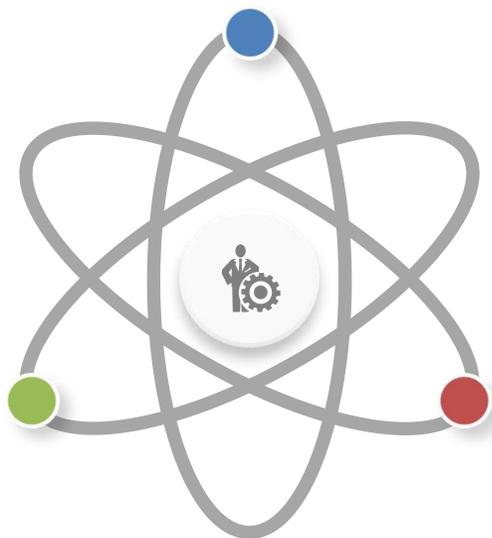


第二章 第一节

分子动理论



目 录



一、概述

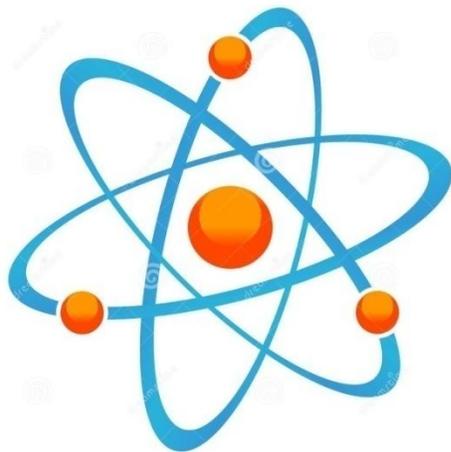
二、热运动

三、分子动理论的理解和
掌握

一：概述

基本内容：

- 宏观物体是由大量的分子组成的，物体不同，它的分子也不同。
- 分子在永不停息的做无规则运动。
- 分子间存在着相互作用力。





二：热运动

热运动

是组成物质分子的无规则运动，
热运动的激烈程度与温度有关，
温度越高，分子则运动越剧烈。



三：分子动理论的理解和掌握

1、分子非常小，其直径的数量级为 10^{-10}m 。

例如：水分子的直径约为 $4 \times 10^{-10}\text{m}$ ，氢气分子的直径约为 $2 \times 10^{-10}\text{m}$ ，粗略测定分子直径的方法是油膜法，精确测定分子直径的大小可以用电子显微镜。





三：分子动理论的理解和掌握

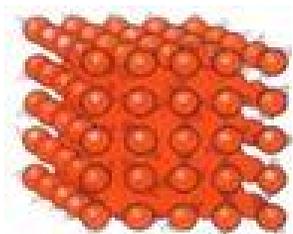
2、**1mol**（摩尔）的任何物质都含有相同的微粒数，这个数值叫**阿伏伽德罗常数**，用**NA**， $NA=6.02 \times 10^{23}$ 。

3、分子质量很小，例如一个水分子的质量约为 3×10^{-26} kg，分子质量的计算公式为：

$$\text{分子质量} = \frac{\text{摩尔质量}}{\text{阿伏伽德罗常数}}$$

三：分子动理论的理解和掌握

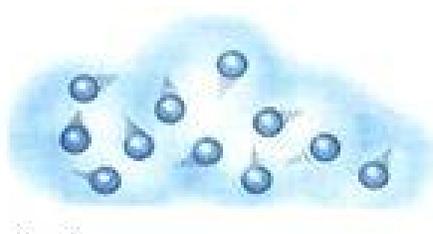
4、不同的物质相互接触时，可以彼此进入到对方去，这种现象叫做扩散现象，扩散现象说明了各种物质分子都在不停地运动着。



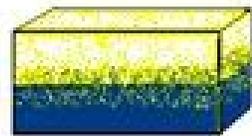
固态



液态



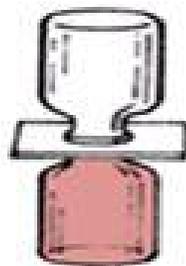
气态



固体的扩散



液体的扩散

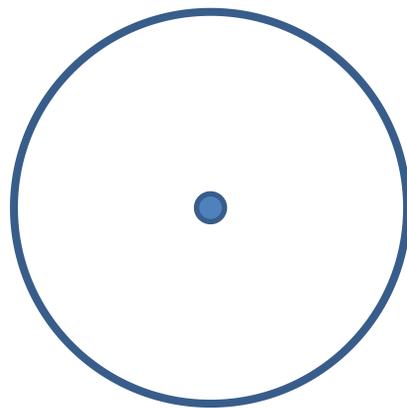


气态的扩散



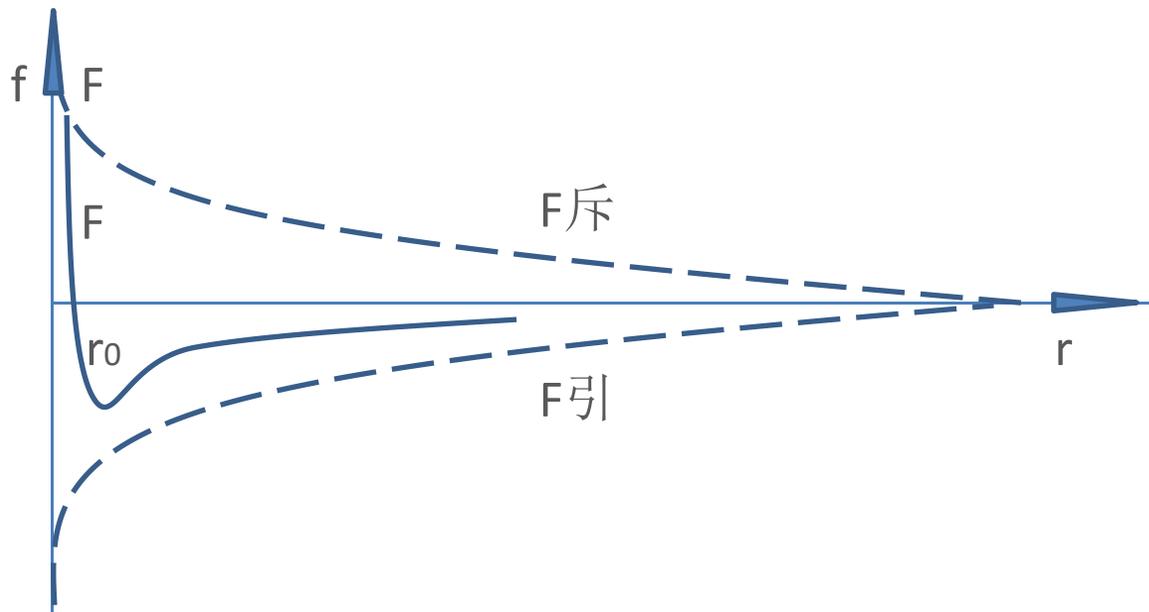
三：分子动理论的理解和掌握

5、悬浮在液体或气体中的微小微粒，所做的永不停息的无规则运动叫布朗运动。布朗运动的原因是由于颗粒周围的液体或气体不断地、无规律地碰撞它而产生的，所以布朗运动不是分子的运动，但它的运动是分子永不停息地、无规律运动的实验证据，布朗运动的激烈程度与颗粒的大小、温度的高低有关：颗粒越小，温度越高越激烈。



三：分子动理论的理解和掌握

6、分子间还同时存在着引力和斥力的作用。某一瞬间分子力究竟表现为斥力还是引力，取决于它们之间的合力，这个合力就是分子力与距离的关系。

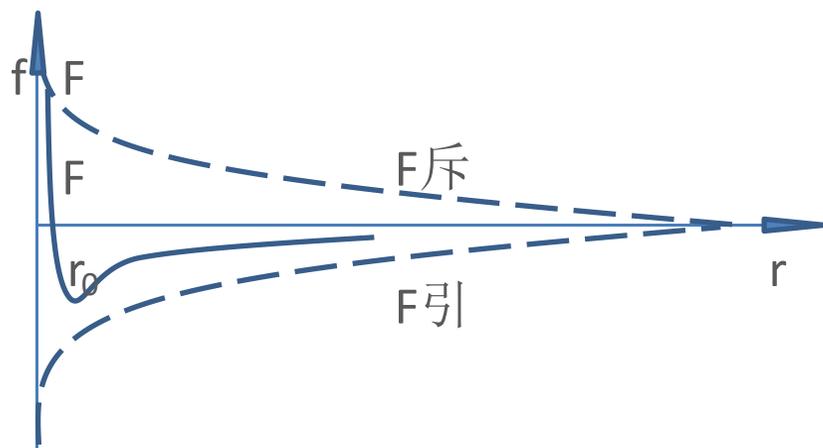


三：分子动理论的理解和掌握

$r=r_0$ 时，引力和斥力作用力抵消，分子力为零的数量级为 10^{-10}

$r > r_0$ 时，（在 10^{-10} 到 10^{-9} 之间），引力、斥力都随距离的增加而减小，而斥力减小的快，分子力表现为引力。当距离超过 10^{-9} m，分子间作用力变得十分微弱，这是可以分子间已没有相互作用力。

$r < r_0$ 时，引力、斥力都随距离的减小而迅速扩大，其中斥力增加的快，分子力表现为斥力。





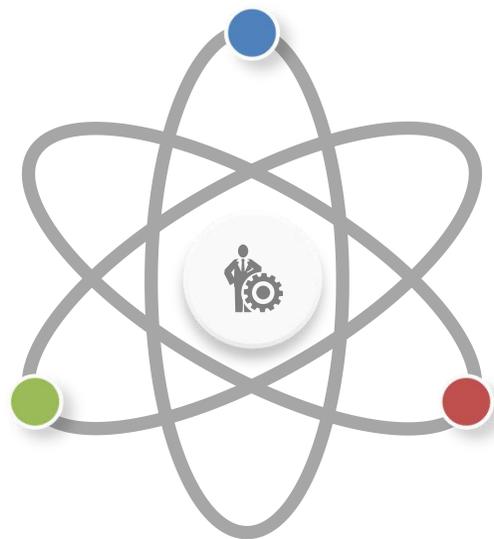
第二章 第二节

物体的内能



目 录

- 一、物体的内能
- 二、分子的动能、分子的势能
- 三、平均动能



一：物体的内能

基本内容：

- **1、概念：**组成物体的分子总是在不停地运动着，因此，像：一切运动着的物体一样，运动着的分子也具有运动能.分子由于热运动而具有的能量叫分子的**动能**。

一：物体的内能

- 1、概念：组成物体的所有分子具有分子动能和分子势能的总和叫物体的内能。

➤ 分子动能

+

=

内能

➤ 分子势能



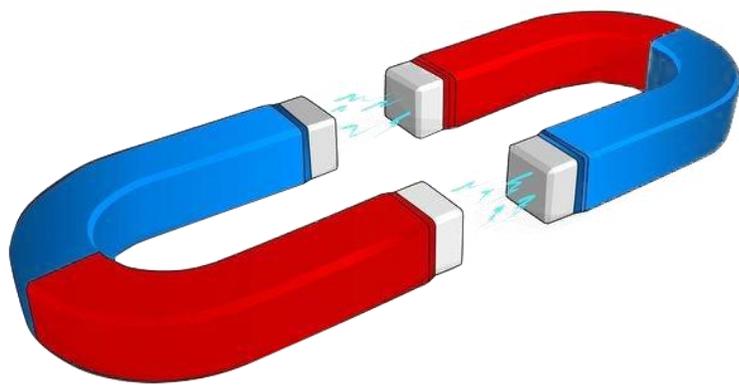
一：物体的内能

➤ 2、理解及掌握

- (1) 由于分子动能与温度有关，分子势能与体积有关，所以物体的内能与温度和体积有关。
- (2) 一切物体都是由不停地做无规则的势运动并相互作用着的分子组成，因此任何物体都具有内能。
- (3) 物体的内能是不同于机械能的另一种形式的能量，创如静止的物体，其机械能可以为零，而内能不可能为零
- (4) 理想气体分子之间的作用力可以忽略，则理想气体的分子势能可以忽略不计。

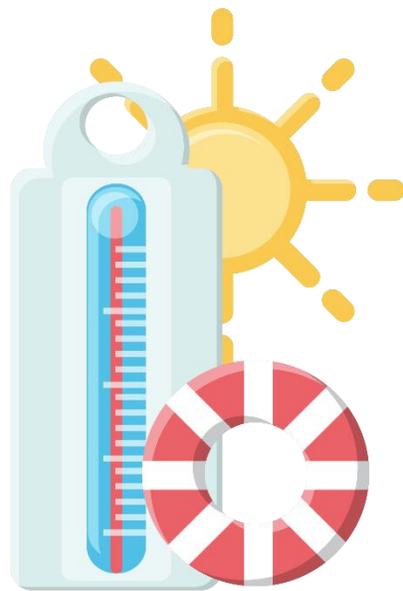
二：分子势能

分子间由于有相互作用力而具有的由分子间相对位置所决定的能量叫**分子势能**。



二：分子的动能、分子的势能

物体是由大量分子组成的。由于分子在做永不停息的无规则运动，所以分子具有动能，物体內所有分子动能的平均值叫分子的平均动能。分子平均动能大小与温度有关，**温度**是分子平均动能大小的标志



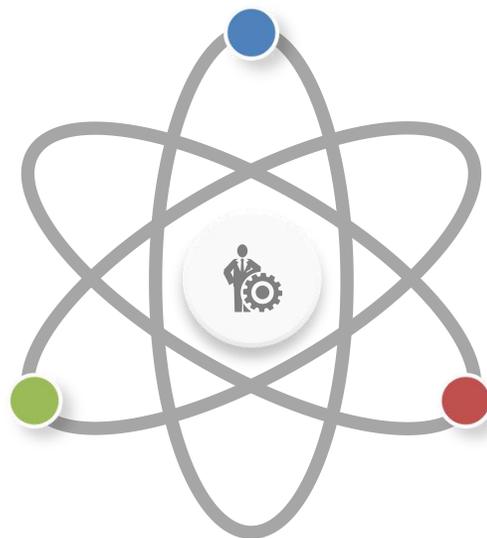


第二章 第三节

能量守恒定律

目 录

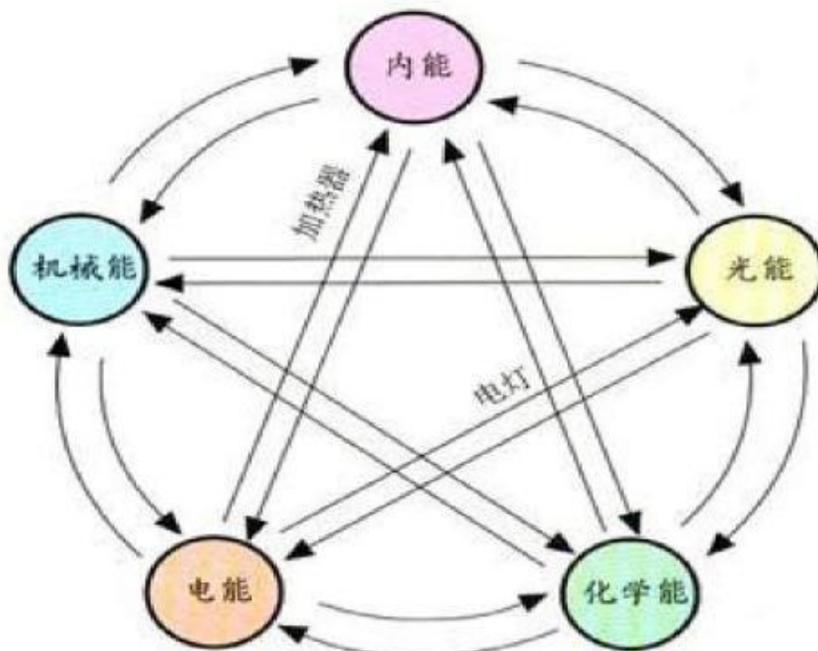
- 一、概述
- 二、理解及掌握



一：概述

基本内容：

- 能量既不能凭空产生，也不能凭空消失，它只能从一种形式转化为另一种形式，或由一个物体转移给另一个物体，这就是能的转化和守恒定律。





二：理解及掌握

- (1)**能量守恒定律**是自然界普遍适应的定律，
- (2)物质的不同运动形式对应不同形式的能量，各种形式的能量可以**相互转化**，表示物质的运动形式也在不断地转化和转移。
- (3)焦耳在研究能量的转化和守恒定律时，得出1卡的热量相当于4.2焦耳的功，为何相当，而不是等于？原因是做功是不同种形式能量的**转化**，而热传递是同一种形式能量的**转移**，两者之间只是在作用于系统这一效果上具有等效性，而不能简单地将功和热等同起来，所谓“1卡热量和4.18焦耳的功相等”的说法是不确切的



二：理解及掌握

- (4) **内能是能量的一种形式**，是状态量，状态确定，系统的内能也随之确定，要使系统的内能发生变化，可以通过热传递或做功两种过程来完成，就某一状态而言，只有“内能”根本不存在什么“**热量**”和“**功**”，因此不能说系统含有“**多少热量**”或“**多少功**”。
- (5) **热传递是两个有温度差的物体之间内能的转移**，热传递的结果可以使系统温度发生变化，也可以使物态发生变化。因此说：“系统吸收热量越多，温度变化越大”是**错误**的。另外，“系统的温度越高，它放出的热量越多”也是**错误**的。



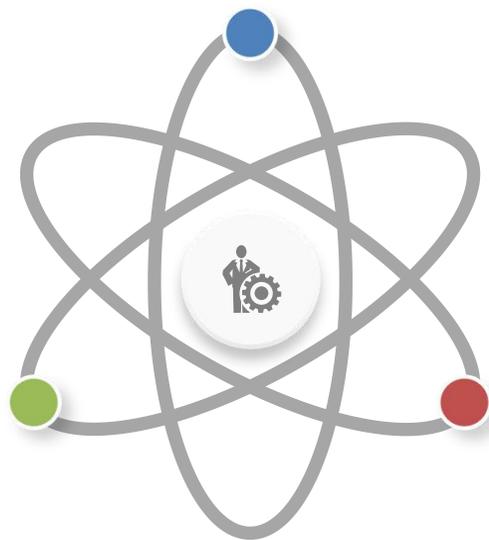
第三章 第一节

电场



目 录

- 一、基础知识掌握
- 二、两种电荷
- 三、点电荷 真空中的库仑定律
- 四、电场 电场强度 电场线
- 五、电势 电势能 电势差
- 六、电势差与电场强度的关系
- 七、电容器 电容
- 八、带电粒子在匀强电场中的运动



一：两种电荷

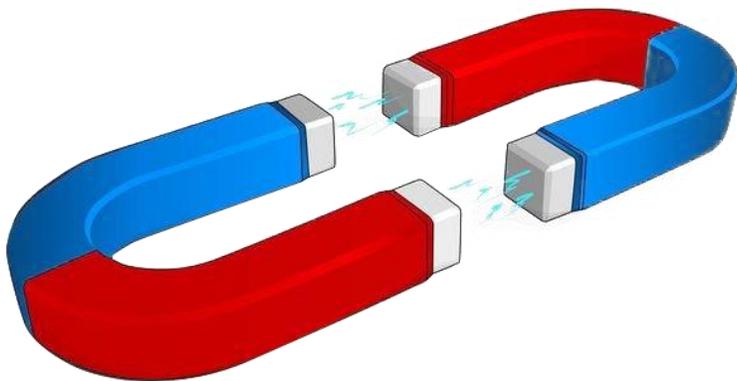
1、带电体

- 自然界一切物体都是由原子构成的，原子是由带负电的电子和带正电的原子核组成的，在正常情况下，两种电量相等，物体呈中性，当因某种原因(如摩擦、加热、化学变化等，失去或获得一部分电子时，就成为具有吸引其他微小物体的性质的带电体。

一：两种电荷

2、概念：

电荷是物质的一种属性，自然界中只有正电荷和负电荷两种电荷，同性电荷相斥，异性电荷相吸。





一：电场

3、电荷守恒定律：

电荷既不能创造，也不能消灭，在任何物理过程中(既包括宏观过程，也包括微观过程)，各物体的电荷可以变化，但各物体所带电荷的代数和始终不变.这个结论称为电荷守恒定律。

一：电场

4、理解及掌握：

- (1) 电荷本身不是物质，但电荷与物质不可分离，自然界中不存在脱离物质而单独存在的电荷
- (2) 迄今为止的实验表明，自然界中任何物质带电荷的电量都是电子电量的整数倍，所以常把电子所带的电荷叫元电荷，元电荷即基本电荷，其所具有的电荷量为 $e=1.6\times 10^{-19}$ 库仑.
- (3) 物质所带电荷的多少叫电荷量，简称电量，国际单位制中电量的单位是**库仑(C)**.



二：点电荷 真空中的库仑定律

概述：

(1)点电荷:带电体的大小相比它们之间的距离小得多，以致带电体的体积和形状对电荷之间的作用力的影响可以忽略不计，这种带电体就可以看成是点电荷.

(2)真空中的库仑定律:真空中两个点电荷之间的相互作用力的大小与它们的电量 Q_1 和 Q_2 的乘积呈正比，和它们之间的距离 r 的平方呈反比;作用力的方向，沿着它们的连线方向，同性电荷相排斥，异性

电荷相吸引，表达式为 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$

式中 k 为静电力恒量， $k=9 \times 10^9$ 牛·米²/库仑²



二：点电荷 真空中的库仑定律

理解及掌握：

(1)库仑定律的适用条件为真空中点电荷之间的相互作用，由于在空气中电荷之间的作用力与真空中很接近，所以在粗略计算中，空气中的点电荷间的**作用力**也按库仑定律进行运算。

(2) 如果空间的电荷不止两个，则任意两个电荷之间的作用力与其他电荷的存在与否无关，任意一个电荷所受的作用力是其他各个电荷对它作用力的**矢量和**。



三：电场 电场强度 电场线

概念：

1、电场：电荷周围存在的一种特殊的物质，只要有电荷存在，带电体和周围I、就存在着电场。

2、电场强度：用来表示电场的强弱和方向的物理量，它的大小等于检验电荷在电场中某点所受的电场力F和这个检验电荷电量q的比值，方向规定为正电荷在电场中该点所受电场力的方向 $E = F / q$

3、场强的单位：在国际单位制中是**牛顿 / 库仑或伏特 / 米**



四：电势 电势能 电势差

电势： 电场中某点的电势在数值上等于单位正电荷由该点移动到标准位置(零电势点)时，电场力做的功

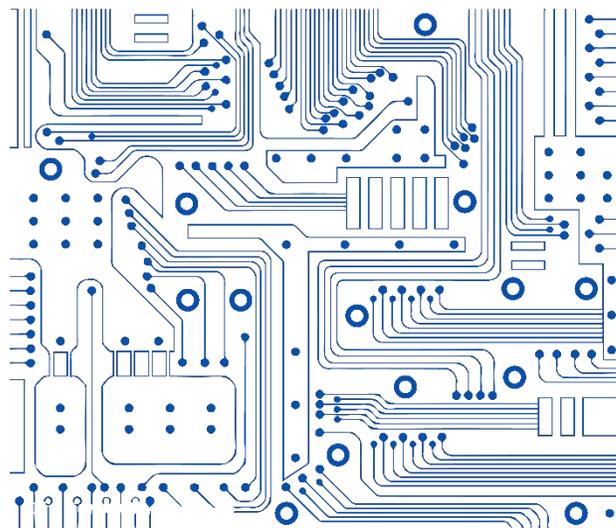
电势能： 电荷在电场中由电场及其位置面决定的能量，电荷在电场中某点具有的电势能在数值上等于把该电荷从电场中的这点移出到零电势能的点电场力做的功

电势差： 电荷在电场中两点间移动时，电场力做的功与电荷电量的比值，叫电场中这两点间是家的电势差，也鲜电压符号为U，公式为 $U=w/q$

五：电势差与电场强度的关系

1、概述：

在匀强电场中，沿场强方向的两点间的电势差等于场强和这两点间距离的乘积.即 $U=Ed$





五：电势差与电场强度的关系

2、理解及掌握

(1) 由 $U=Ed$ 得 $E=U/d$ 所以,电场强度可以看成是由电势差 U 对空间距离的变化率决定的。画电场中的等势面时如果相邻的等势面的电势差相等,那么由 $E=U/d$ 可以得出结论,等势面密的地方电场强度就大,等势面疏的地方电场强度就小。

(2) 由于电场中某电势的高低与零电势点的选择有关,所以电势没有绝对意义,只有相对意义。所以电场中某点的电势与场强没有直接关系,也就是说电场强度大的点,电势不一定高,电场强度低的点,电势也不一定低。电场强度为零的点,电势不一定为零,或电势为零的点,电场强度不一定为零。



六：电容器 电容

定义式：

概述：

任何两个彼此绝缘而又互相靠近的导体，都可以看作是一个**电容器**。

电容是描述电容器储存电荷本领大小的物理量，电容器的电容定义为电容器所带的电量 Q 与电容器两导体电势差的比值，即 $C=Q/U$ 电容器的电容是反映电容器本身性质的物理量，从 $C=Q/U$ 只来分析， U 变大时 Q 就成比例变大，所以 C 的大小与电容器所带电量的多少及是否带电无关。



七：带电粒子在匀强电场中的运动

处理有关带电粒子在匀强电场中运动的问题时，应明确以下几个问题：

(1) 带电粒子，按其质量的大小般可分为两类：一类是质量很小的带电粒子，如电子、质子、 α 粒子等，由于它们所受重力远小于电场力，故这些粒子在电场中运动时，重力可以略去不计，一般只考虑电场力的作用；另一类是带电小球、带电液滴、带电微粒等，由于它们所受重力可以与电场力相比拟，不能略去，若没有特殊说明，在电场与重力场(地球表面附近)中，必受变化率决定电场力与重力的作用。



七：带电粒子在匀强电场中的运动

处理有关带电粒子在匀强电场中运动的问题时，应明确以下几个问题：

(2) 在匀强电场中，各点的电场强度完全相同，因此带电粒子在匀强电场中运动时，所受的力是恒力，这样，就能够运用牛顿第二定律及运动学公式进行计算。

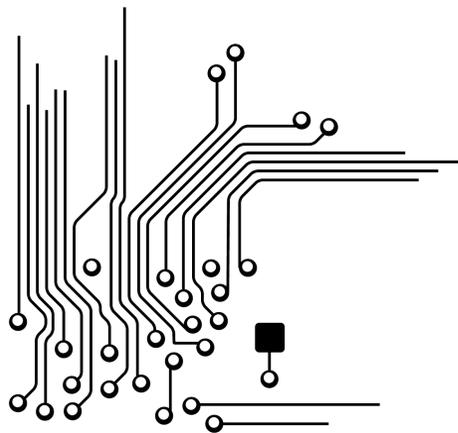


恒定电流



目 录

- 一、基础知识掌握
- 二、电流强度 电流
- 三、欧姆定律
- 四、电功 电功率
- 五、焦耳定律
- 六、串联电路及其分压作用 并联电路及其分流作用
- 七、电动势
- 八、闭合电路欧姆定律 路端电压
- 九、串联电池组
- 十、伏安法测电阻



一：电流强度 电流

概念：

电流是电荷的定向运动，电流强度是反映电流强弱的物理量
通过导体截面积的电量用时间的比值为通过导体的电流强度，

$$\text{公式为 } I = q/t$$

电流强度的单位：国际单位制中为**安培**。



一：电流强度 电流

理解及掌握：

(1) **电流强度是标量，只有大小，没有方向。**通常所说电流的方向，实际上指电路中电流向，一般规定正电荷运动方向为电流方向。

(2) **产生电流的条件是：**

a.存在可以移动的自由电荷:b.导体两端有一定的电势差，

(3) 电流方向不随时间改变的电流叫**直流电**，电流方向及大小都不随时间改变的电流叫稳态直流电。



二：欧姆定律

概念：

通过导体的电流与导体两端所加的电压成正比;与导体的电阻成反比，即 $I=U/R$ ，这就是欧姆定律。

欧姆定律分为部分电路欧姆定律及闭合电路欧姆定律，

$I=U/R$ 为部分电路欧姆定律。



德国物理学家乔治·西蒙·欧姆

三：电功 电功率

定义：

当电流通过段电路时，电场力对电荷做的功叫电功与单位时间内电场力做的功就叫电功率

单位：

在国际单位制中，电功的单位是焦耳，常用单位还有度，即千瓦时。

1度=3.6×10⁴焦耳在国际单位制中电功率的单位是瓦特



四：焦耳定律

概念：

焦耳定律又叫**电热定律**，是反应通过用电器所产生热量多少的规律，内容是通过用电器所产生的热量与电流强度的平方成正比，与导体的电阻成正比，与通电时间成正比。 $Q=I^2Rt$

五：串联电路及其分压作用

1、串联电路的特点(例如三个导体相串)

(1)电流强度处处相等

$$I=I_1=I_2=I_3$$

(2)总电压等于各部分电压之和

$$U=U_1 + U_2 + U_3$$

(3)总电阻等于各电阻之和

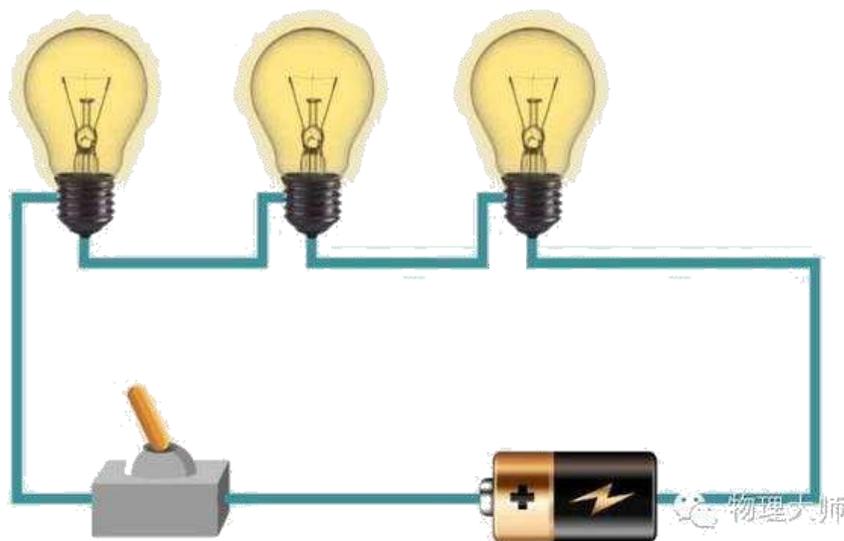
$$R=R_1 + R_2 + R_3$$

(4)电压与电阻成正比

$$U_1:U_2:U_3=R_1:R_2:R_3$$

(5)功率与电阻成正比

$$P_1:P_2:P_3=R_1:R_2:R_3$$



五：串联电路及其分压作用

2、并联电路的特点(例如三个导体相并)

(1)干路电流等于各支路电流之和

$$I=I_1+I_2+I_3$$

(2)各支路两端电压相等

$$U=U_1=U_2=U_3$$

(3)总电阻的倒数等于各支路电阻的倒数之和

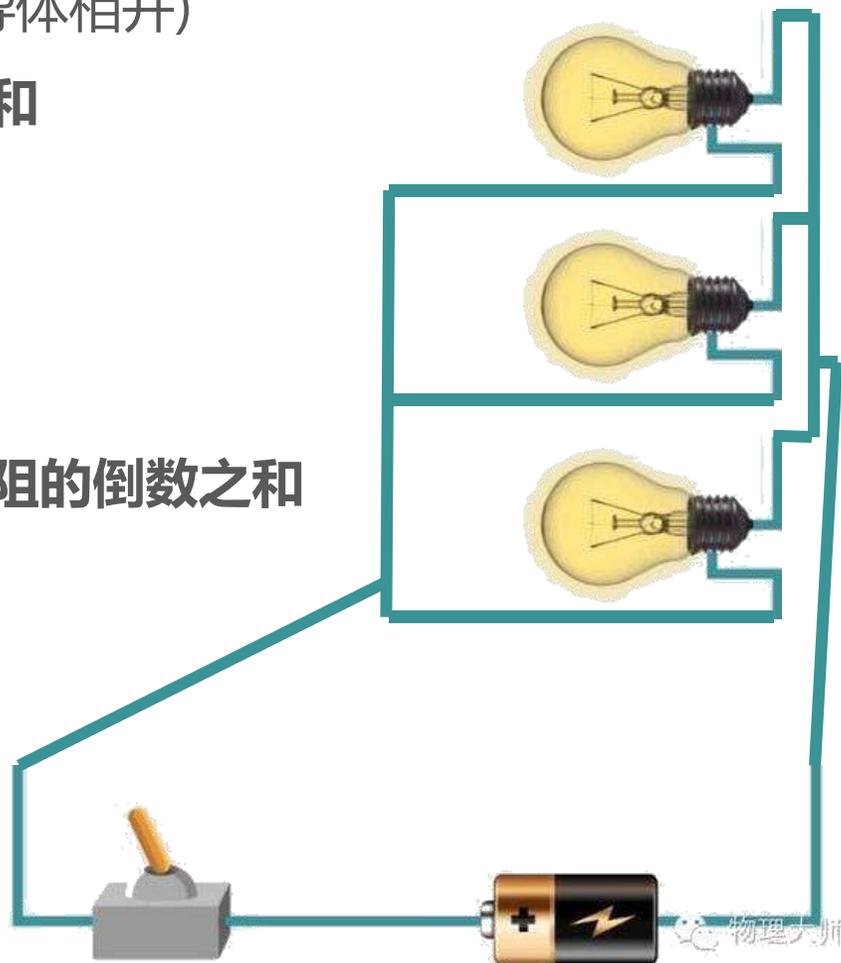
$$1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3$$

对于两个电阻并联有

$$R_1=R_1R_2/(R_1+R_2)$$

对于n个相同的电阻并联有

$$R=R_1/n,$$



五：串联电路及其分压作用

(4) 电流与电阻成反比

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 = I_3 R_3$$

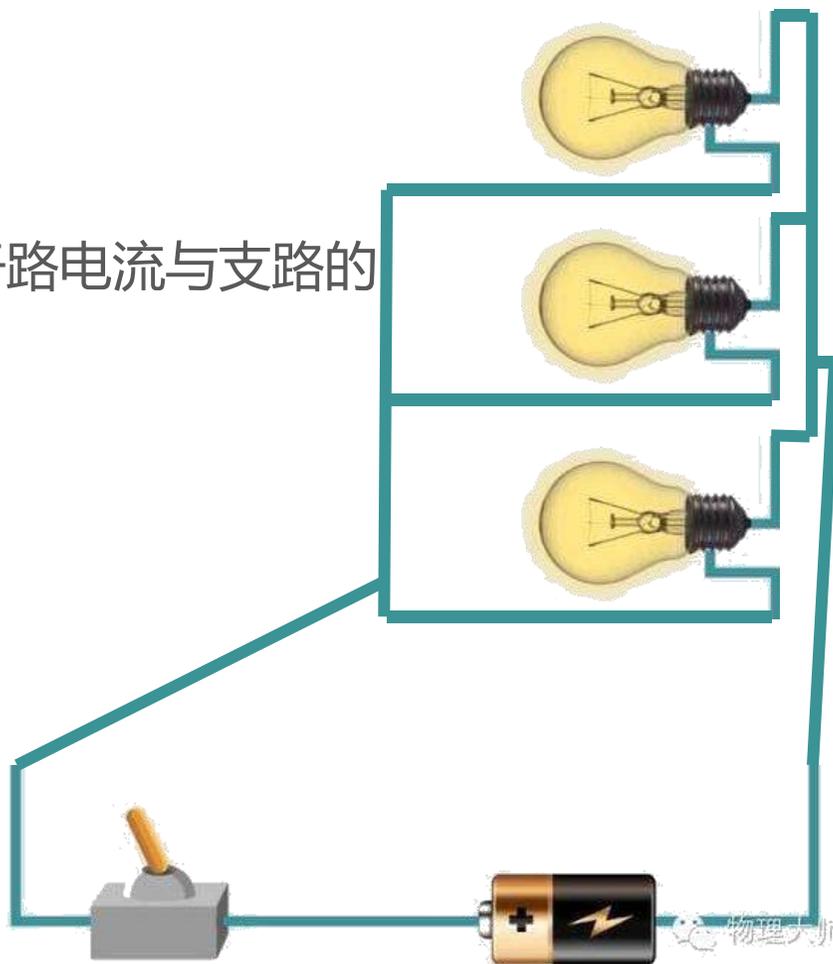
对于R₁、R₂两个电阻并联，干路电流与支路的电流关系

$$I_1 = R_2 I / (R_1 + R_2)$$

$$I_2 = R_1 I / (R_1 + R_2)$$

(5) 功率与电阻成反比

$$P_1 R_1 = P_2 R_2 = P_3 R_3 = U^2$$





六：电动势

1、概念：

电源的电动势是反映电源提供电能的本领的物理量，它在数值上等于电源没有接入电路时，两极间的电压.在国际单位制中，电动势的单位是伏特

六：电动势

2、理解与掌握

(1) 电源是一个能量转换器，即把其他形式的能转化为电能。干电池的电动势是1.5伏特，可以理解为电源把1库仑的正电荷从负极搬运到正极，使电势能增加1.5焦耳，或者留在干电池内，把化学能转化为电能时，可以使1库仑的电量具有1.5焦耳的电能。

(2) 电源的电动势反映电源本身的性质，其大小与是否接入电路无关，也与接入电路的外路电阻的大小无关。



七： 闭合电路欧姆定律 路端电压

概念：

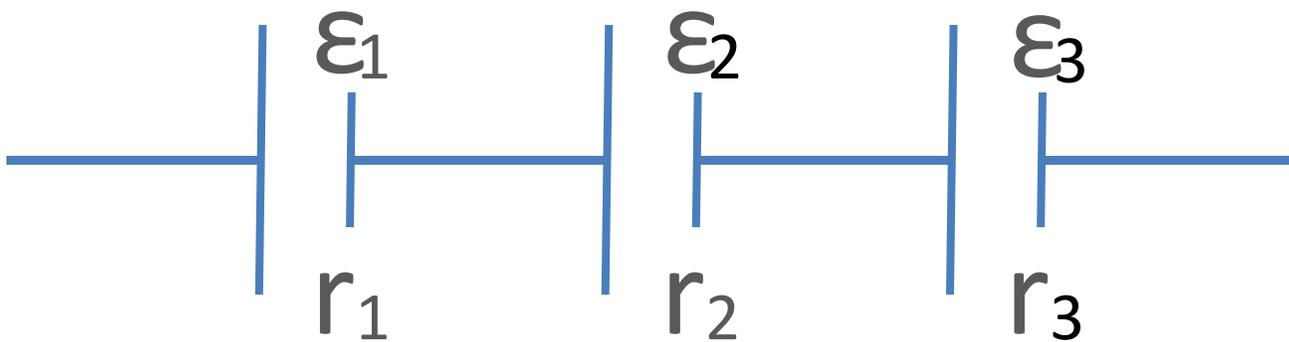
通过闭合电路的电流强度 I 跟电源的电动势 ε 成正比，
跟电路电阻和电源内阻的和 $R+r$ (即闭合电路的总电阻)
成反比 $I = \varepsilon / (R+r)$

八：串联电池组

顺向串联：

$$\varepsilon_{\text{总}} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$$

$$R_{\text{总}} = r_1 + r_2 + r_3$$



九：伏安法测电阻

1、根据欧姆定律导出式 $R=U/I$ ，只要测出电阻两端的电压及电流，就可求出伏特表和安培表接入电路进行测量时，由于两种表本身都有电阻，这就给测量结果带来了误差

2、测量方法一:安培表内接法

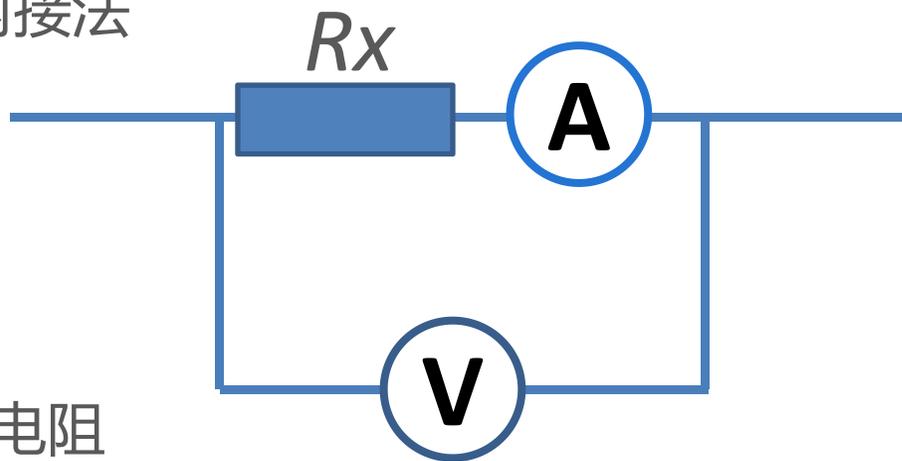
(1) $R_{\text{测}}=U / I$

(2) $R_{\text{真}}=U/I-R$

其中R是安培表的电阻

应用条件 $R_X \gg R$ 即被测电阻

是最大值时应用因为R一般比较小



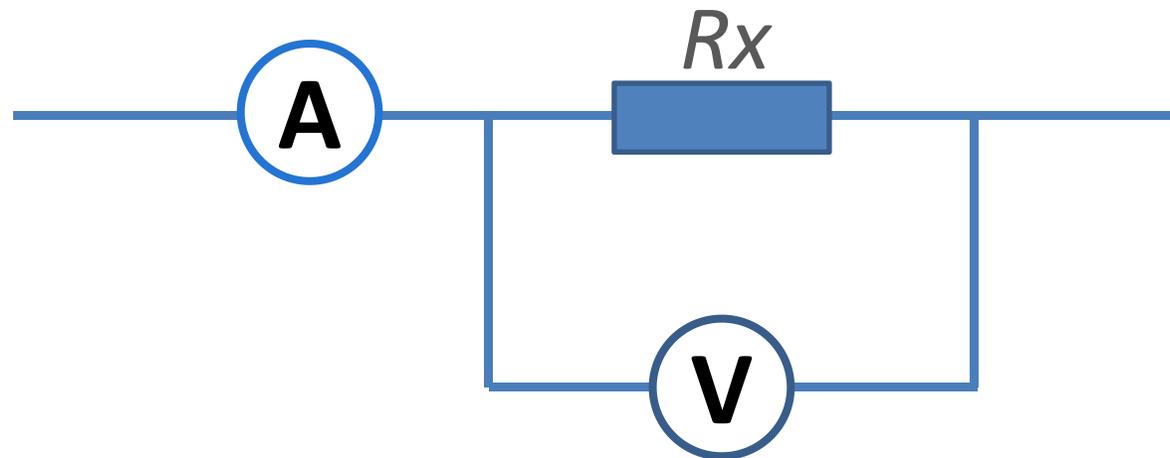
九：伏安法测电阻

3、测量方法二：

1、 $R_{\text{测}} = U/I$

2、 $R_{\text{真}}$ 与 $R_{\text{测}}$ 的关系为 $R_{\text{测}} = R_X R_a / (R_X + R_a)$ 即测得值为 R ，与伏特表电阻并联所得的阻值。

3、应用条件： $R_X < R_a$ ，即被测电阻是小值电阻时应用，因为 R_a 一般比较大。





第三章 第三节

磁场



目 录

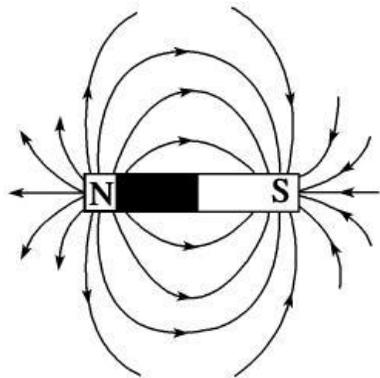
- 一、磁 场
- 二、电流的磁场
- 三、磁感应强度
- 四、磁通量
- 五、磁场对通电导线的作用



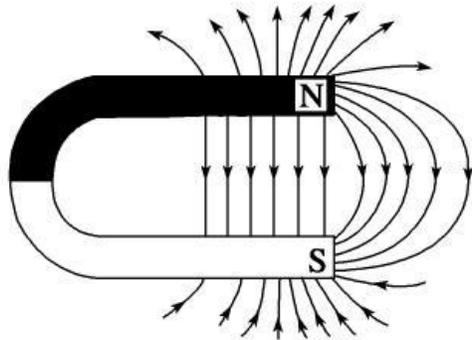
一：磁场

1、概述：

磁体周围或运动电荷周围存在的种特殊的物质。磁场的本质原因是运动电荷，即磁杨是由运动电荷所激发的，它的属性是对处于其中的电流或运动电荷施以力的作用。



条形磁铁



蹄形磁铁

一：磁场

2、理解及掌握：

(1)永久磁体周围有磁场，但永久磁体的磁性本质上是由内部分子电流引起的，所以，其周围磁场亦是由电流产生的。

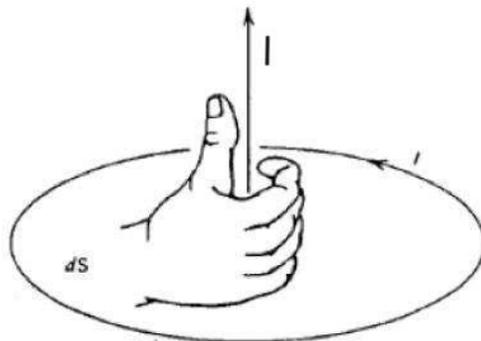
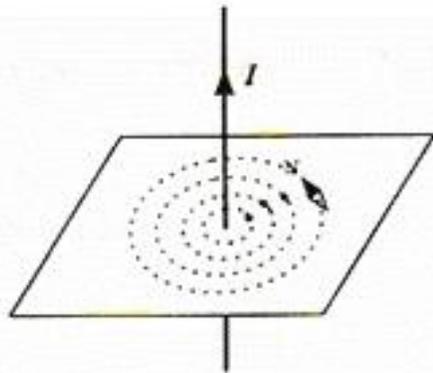
(2)磁场线是为了形象地描绘磁场大小、方向及分布而假想存在的曲线，与电场线相似，曲线上各点的切线方向表示该点磁场的方向，曲线的疏密程度表示该处磁场的强弱。与电场线不同的是，磁场线是闭合曲线。

二：电流的磁场

1、概述：电流周围空间存在磁场，用安培定则可以确定直线电流、环形电流和通电螺线管周围磁场的方向。

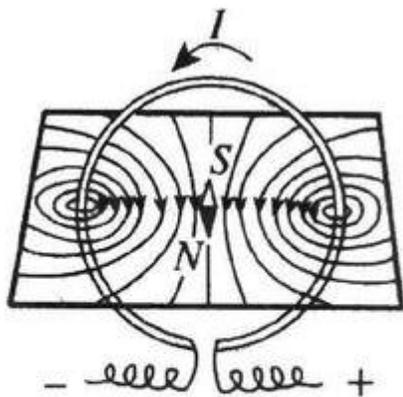
直线电流的磁感线是一些在与导线垂直的平面上，以导线与平面的交点为圆心的同心圆

2、安培定则：磁感线的方向可以用安培定则判定:用右手握住导线，使大拇指沿电流方向伸直，四指弯曲，那么四指所指的方向就是磁感线的绕行方向，见图

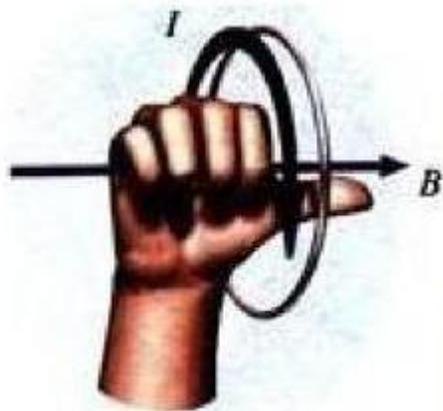


二：电流的磁场

环形电流的磁感线是一些围绕环形导线的闭合曲线，在环形导线的中心轴上、磁感线与环形导线所在平面垂直，磁感线的方向用安培定则判定，让右手弯曲四指滑着环形电流方向，那么伸直的大拇指所指的方向就是环形导线中心轴曲线上磁感线的方向，见图



甲 磁感线分布

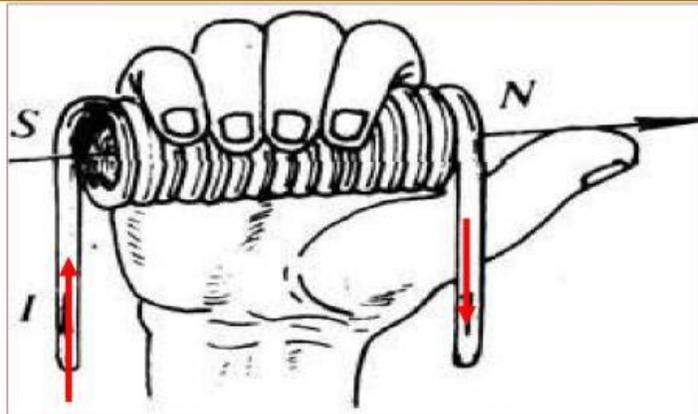


乙 安培定则

二：电流的磁场

通电螺线管管外的磁场与条形磁铁周围的磁场相似，磁感线也相似，通电螺线管两侧相当于条形磁铁的两个磁板，两个磁极的磁性与电流方向有关，可以用安培定则确定：用右手握住螺线管，让弯曲的四指沿电流方向，那么大拇指所指的一端就是通电螺线管的 N 极，另一端是 S 极，如图

四指弯曲：与螺线管中的电流方向一致

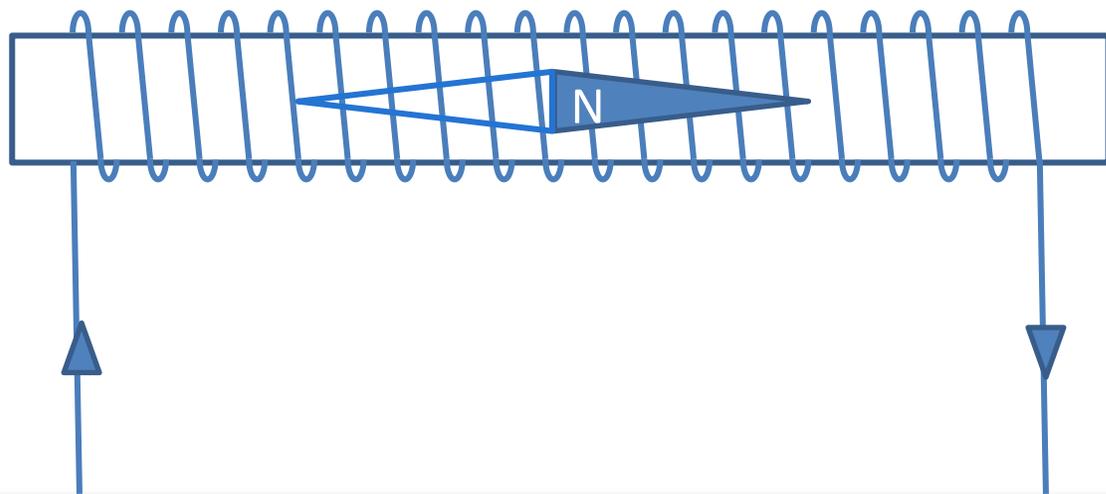


大拇指指向：通电螺线管的 N 极



二：电流的磁场

注意：通电螺管内部的磁场非常接近匀强磁场，磁场方向是通电螺线管的S极到N极，若在通电螺线管内部某处放置一个小磁针，则小磁针的N极所指的方向应为该处磁场的方向，小磁针N极指向通电螺线管的N极还是S极呢？答案是**N极**。





三：磁感应强度

1、定义

磁感应强度是描述磁场强弱和方向的物理量，它们大小为：在磁场中垂直于磁场方向的通电导线，受到的磁场力，跟电流强度和导线长度乘积的比值，它的方向是小磁针 S极受力的方向，磁感应强度的单位是特斯拉，符号为T， $1\text{T}=1\text{N/A}\cdot\text{m}$

2、理解及掌握

(1)磁感应强度不但有大小，而且有方向，是矢量，磁场中某点磁场的方向，规定为小磁针N极在该处所受磁场力方向

(2) 匀强磁场：某区域内磁感应强度大小处处相等，方向处处相同，这个区域的磁场叫匀强磁场。匀强磁场的磁感线是平行均匀直线

四：磁通量

1、概念

通过某曲面磁感线的总条数叫做通过该曲面的磁通量，用 φ 表示： $\varphi = B S$ ($B = \varphi / s$)

其中 S 是所研究曲线在垂直于 B 的方向上的投影面的面积，磁通量的单位是韦伯，特号为 W_b ， $1W_b = 1T \times 1m^2$ 。 Φ 是标量。

2、理解及掌握

由 $\varphi = B.S$ ，得 $B = \varphi / S$ 即磁感应强度 B 可以理解为穿过单位面积的磁感线的条数，即磁通密度，或者说某处磁感线密度越大，该处磁场就越强；某处磁感线密度越小，该处磁场就越弱。

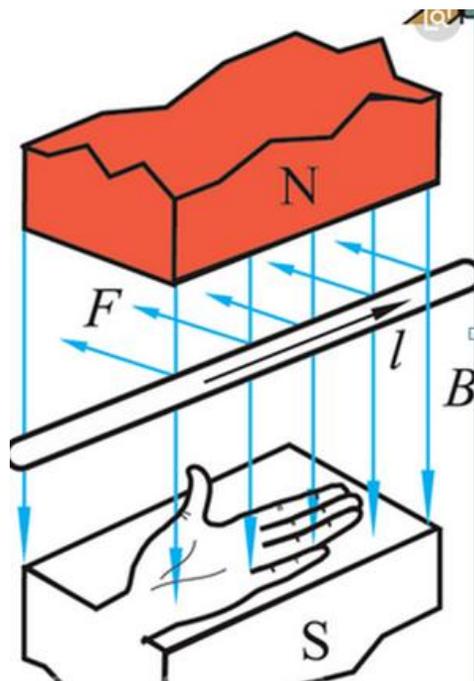
五：磁场对通电导线的作用、左手定则

1、概念

垂直于磁场方向的通电导线，受到磁场作用力的大小跟导线中的电流强度*I*的大小有关，跟导线在磁场中的长度*L*有关，

$$F = BIL$$

*F*的方向用**左手定则**来判定:伸开左手，使大拇指和其余四指垂直，把手放入磁场中，让磁感线垂直穿入手，使四指指向电流的方向，拇指所指的方向，就是通电导线在磁场中受磁场力的方向。





五：磁场对通电导线的作用、左手定则

2、理解及掌握

(1)公式 $F = BIL$ 只适用于 B 和 I 垂直的情况，且 L 是导线的有效长度。

(2)当导线电流 I 与磁场 B 平行时， F 最小 $=0$ 。

(3) 当 L 与 B 夹角为 θ 时，即安培力一般表示式为： $F = BIL \sin \theta$ 。

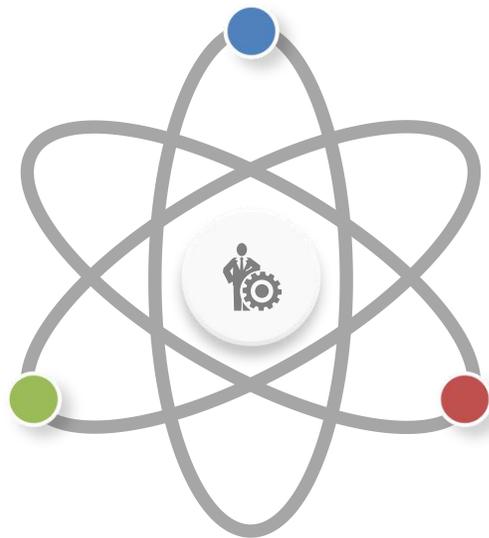


电磁感应



目 录

- 一、电磁感应现象
- 二、法拉第电磁感应定律、磁感应电动势
- 三、交变电流
- 四、表征交流电的物理量
- 五、理想变压器





一：电磁感应现象

概述：

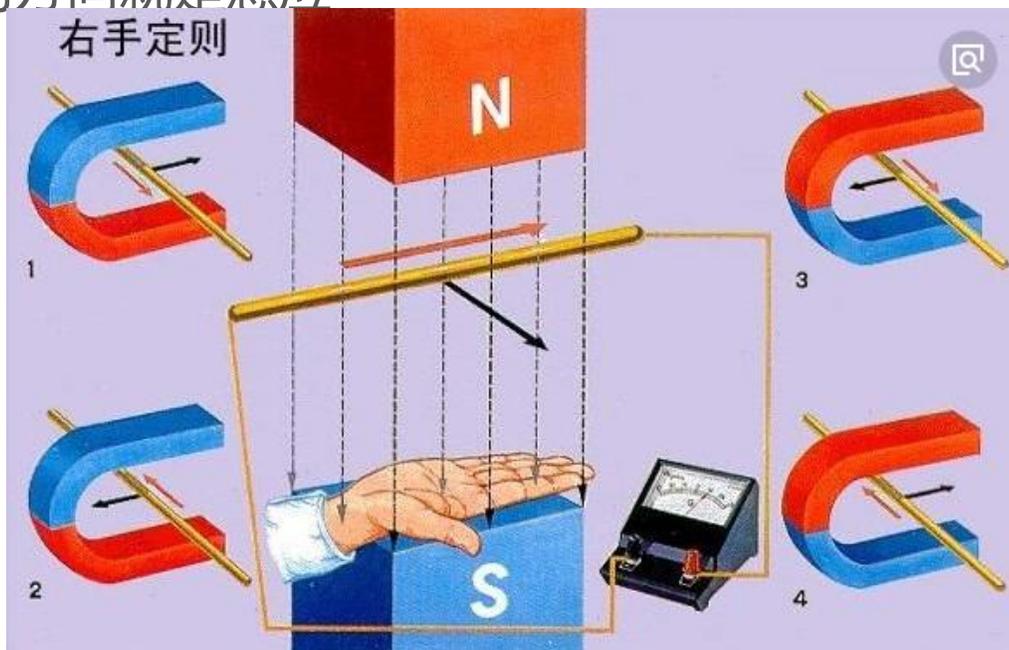
- 1、由于导体在磁场中作切割磁感线运动，或由于穿过回路中的磁通量发生变化，而产生电流或电动势的现象叫做电磁感应现象，由此产生的电流和电动势，分别叫做**感应电流**和**感应电动势**。
- 2、产生感应电流的条件：a**闭合回路**，b**磁通量变化**，两个条件同时具备。

一：电磁感应现象

3、导线切割磁感线产生感应电流方向的判定(**右手定则**):伸开右手,使大拇指跟其余四个手指垂直,并且都跟手掌在一个平面内,把右手放入磁场中,让磁感线垂直穿过手心,大拇指指向导体运动方向,那么其余四个手指所指的方向就是感应

电流的方向。

(如图所示)





二：法拉第电磁感应定律

定义：当闭合回路的磁通量发生变化时，回路中的感生电动势E

感的大小和穿过回路磁通量的变化率 $\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ 成正比 **$E_{\text{感}} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$**

进一步导出 **$E_{\text{感}} = BLv$**

导体切割磁感线运动产生的感应电流方向由右手定则进行判定，

$E_{\text{感}} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ 若线圈为n匝 $\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ 为穿过单匝的磁通量变化率 则

$$E_{\text{感}} = n \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

三：交变电流

交流电

1.概述:大小和方向都随时间作周期性变化的电流叫交变电流,交变电流中最常见的一种叫正弦交变电流,正弦交变电流简称正弦交流电,其大小和方向按正弦规律变化。



三：表征交流电的物理量

1. 交流电的有效值

交流电的有效值是根据电流的热效应规定的，让交流电和直流电通过相同阻值的电阻，如果它们在相同的时间内产生的热量相等，就把这直流电的电压叫该交流电电压的有效值，这个直流电电流叫该交流电电流的有效值。

2. 有效值和最大值的关系

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

或 $e = 0.707e$, $I = 0.707I$, $U = 0.707U$

注意: (1) 正弦交流电的有效值与交流电的平均值不同，在一个周期内，正弦交流电的平均值为零，而有效值不为零。

(2) 一般讲交流电的电压、电流、电动势时，都是指有效值，例如交流电压为220V，是指该交流电电压有效值为220V，其最大值为 $220\sqrt{2} = 310V$ ，再如通过某电灯的电流为0.5A，是指交流电的有效值为0.5A 数值都是有效值。



三：理想变压器

1. 变压器的构造及原理

变压器是由一个闭合铁芯和绕在铁芯上的两个线圈组成的，与电源相连接的线圈叫原线圈，跟负载相连接的线圈叫副线圈。当原线圈中有交流电时，在原副线圈中产生交变的磁通量，产生交变的感应电动势，从而产生交变电流，这种由于原、副线圈中有交流电而互相感应的现象叫互感现象，这就是变压器的原理。

2. 理想变压器的变压比及变流比

理想变压器是一个本身不清耗电能的传输系统。 $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$ $I_1 U_1 = I_2 U_2$

$$U_1 = \varepsilon_1 = n_1 \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



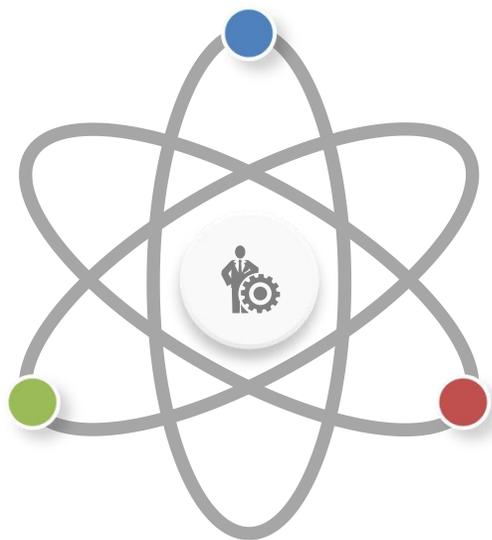
第四章

Optics

光学

几何光学

目 录

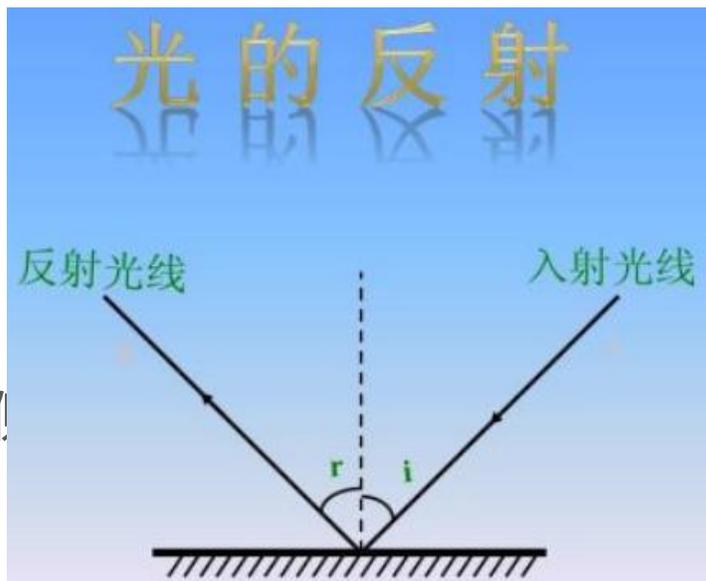


- 一、光的反射概念理解
- 二、折射定律及相关概念
- 三、光的干涉、衍射概念

一：光的反射

定义：

- 光从一种介质反射到另一介质，在其界面上一部分光仍能回到第一种介质中，这就叫光的反射。
- 光的传播具有反射性。
- 反射定律：
 - 1、反射光线位于入射光线所决定的平面内。
 - 2、反射光线和入射光线分居于法线两侧。
 - 3、反射角等于入射角。

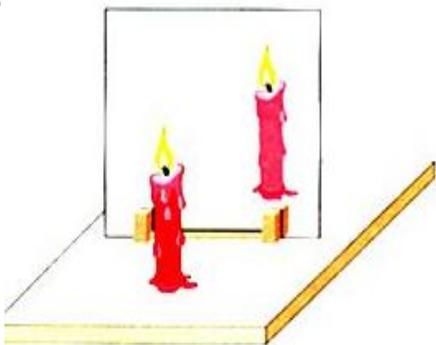


二：平面镜成像作图法

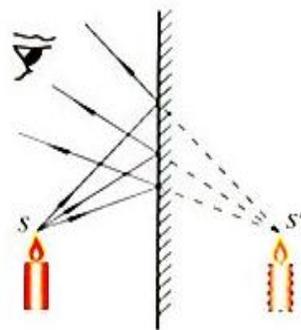
定义：

➤ 物体的像：从一点光源 S 射出的光线是发散的，若这些光线经光学仪器折射和反射后聚于一点 S' ，则 S' 为 S 的实像。若折射后仍发散但反向延长线交于一点 S' ，则 S' 为 S 的虚像。

➤ 平面镜改变的是光的传播方向，并不能改变光束的性质。



图甲



图乙

三：光的折射

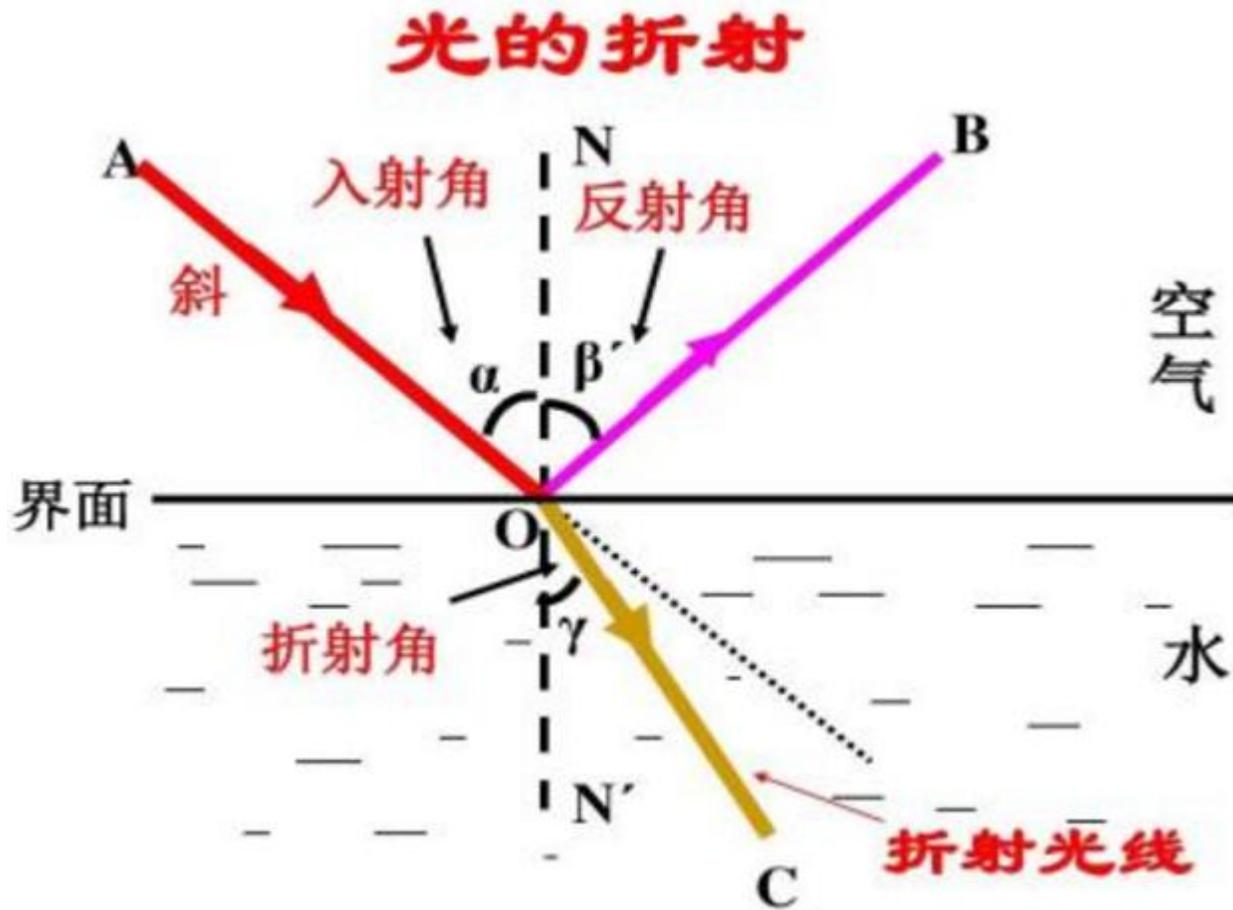
定义：

- 光由一种介质反射向第二种介质时，界面上有一部分光进入第二种介质的现象，叫做光的折射。
- 折射定律：
 - 1、折射光线位于入射光线和法线所决定的平面；
 - 2、折射光线和入射光线分别在法线两侧；
 - 3、入射角 α 的正弦和折射角 γ 的正弦的比值对

两种媒介来说是一个定值 $\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \text{常数}$



三：光的折射示意图



三：光的折射

理解与掌握：

1、折射角与入射角的正弦之比与入射角无关，是一个介质与光的频率有关的常数。

2、折射定律对其他电磁波及机械波同样成立。

3、折射率：光从真空向某种介质发生折射时，入射角的正弦与折射角的正弦之比叫做这个媒介的绝对

折射率

简称为 媒介的折射率为 n ， $n = \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}$

三：光的折射

折射率：

媒介的折射率等于真空中的光速与媒介中的光速之比

$$n = \frac{c}{v}$$

- 1、光在真空中传播速度最大，介质折射率总大于1。
- 2、不同频率的光在同一种均匀媒介中传播时，其传播速度与光的频率有关，不同频率的光在同一种介质中传播时，其折射率不同。
- 3、可见光中紫外线折射率最大，红外线折射率最小。

三：光的折射

全反射：

定义：光从光密介质射向光疏介质中时，使光全部返回到原媒质中的现象叫做全反射。

1、全反射现象只是光从光密媒质射向光疏媒质时在界面发生折射的现象的特例。

2、发生全反射的条件是光从光密媒质射向光疏媒质，并且入射角大于临界角。

3、光从媒质射向真空中临界角的计算：由折射定律及光路可逆性得

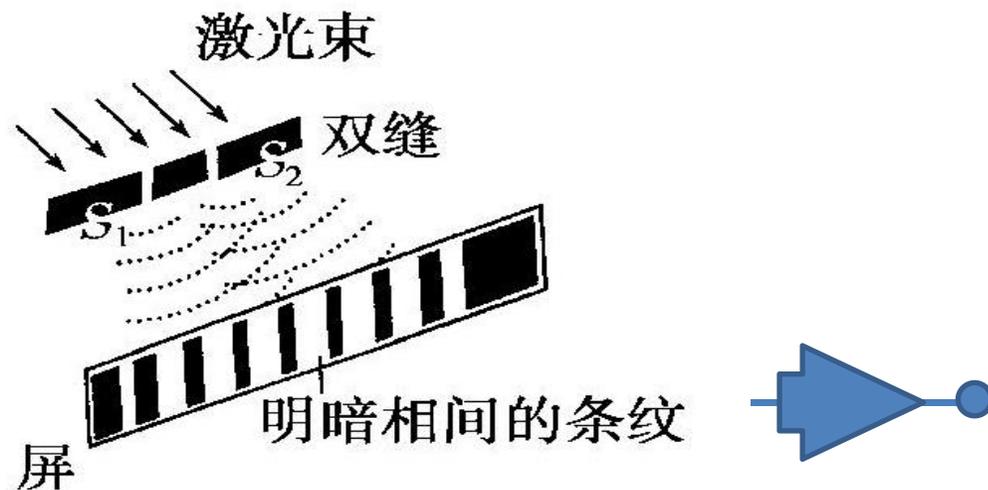
$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin c} \quad \sin c = \frac{1}{n}$$



四：光的干涉

定义：

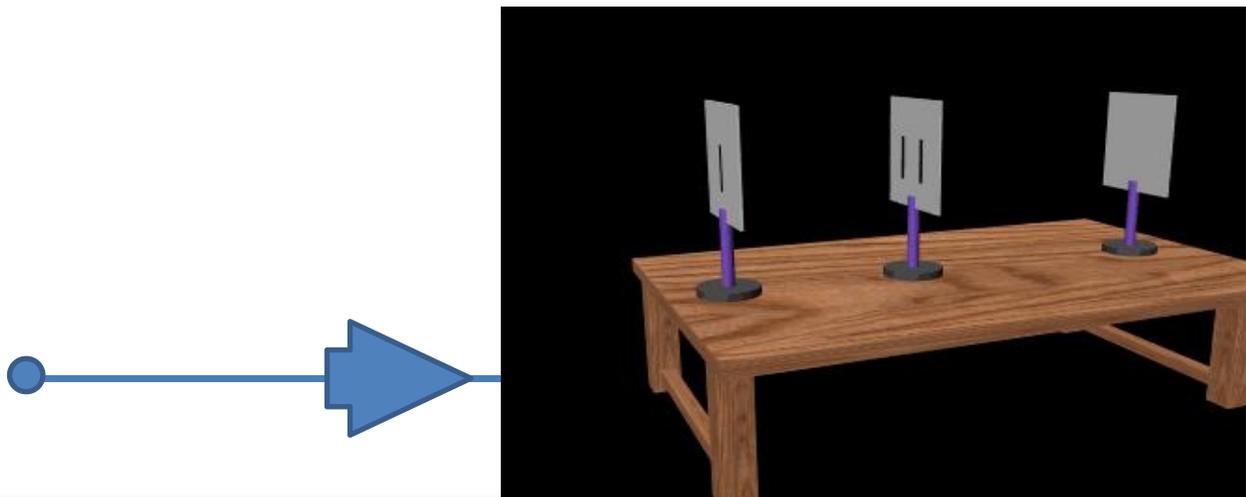
两列频率相同的光波在空间相遇时互相叠加，在某些区域加强，在另一些区域减弱，并且加强和减弱互相间隔，形成稳定的干涉图样。



四：光的干涉

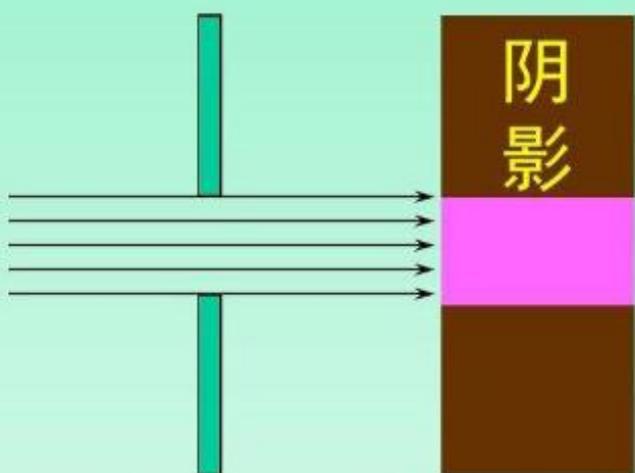
理解掌握：

- 1、干涉现象说明光具有波动性。
- 2、普通光源上的两个点发出的光不会产生稳定的干涉图样，要想满足相干条件，只有把一个光源的同一部分发出的光，设法分为两列，再使它们相遇，就可以产生稳定的干涉图样。

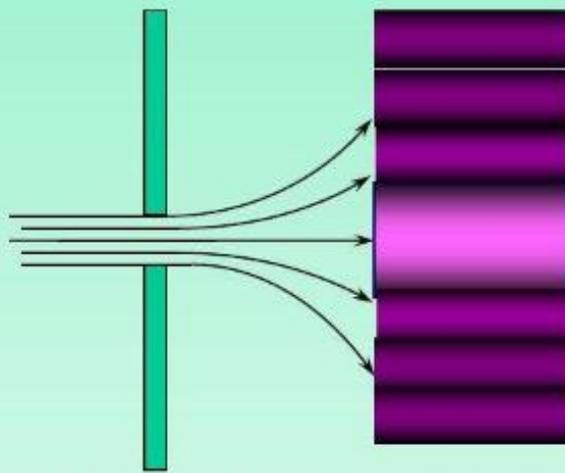


四：光的衍射

定义：光绕过障碍物而偏离直线传播的现象叫光的衍射现象。



缝较大时，光是直线传播的



缝很小时，衍射现象明显

衍射：当波遇到障碍物，波动的传播偏离直线传播，强度发生重新分布的现象。



四：光的衍射

理解掌握：

- 1、光能发生衍射，说明光具有波动性。
- 2、光的衍射满足波的衍射的条件：障碍物或孔的尺寸小于或相当于波长。由于光的波长很短，通常的物体都比它大得多，因此很难看到光的衍射现象。当光线经过针孔(比小孔成像的孔要小得多)、狭缝、细丝时，就会出现衍射现象，在屏上会得到衍射图样。



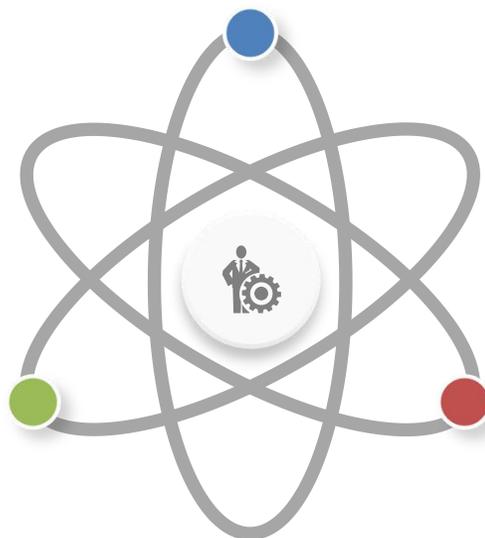
第四章 第一节

光的本性



目 录

- 一、光的电磁本性
- 二、光的波粒二象性



一：光的电磁本性

定义：

概述：麦克斯韦根据电磁波跟光波的一些相似性（电磁波的传播速度等于光速）指出，**光是一种电磁波**，这就是光的电磁说。

光波是电磁波，在传播过程中就不需要别的什么介质，在真空中可以传播，而机械波必须在某种介质中传播。

一：光的电磁本性

理解与掌握：

1、把电磁波按频率或波长的顺序排列起来，就组成了电磁波谱。电磁波按照频率由**小到大的**排列顺序是：

无线电波、微波、红外线、可见光、紫外线、伦琴射线(x 射线)和r射线。

2、各种电磁波的频率不同(也有重叠的)，它们的特性、产生的机理也不同，如下图：

一：光的电磁本性

| 电磁波种类 | 无线电波 | 红外线 | 可见光 | 紫外线 | 伦琴射线 | γ 射线 |
|--------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|-----------------------|
| 频率 f/Hz | 10^4 — 3×10^{12} | 10^{12} — 3.9×10^{14} | 3.9×10^{14} — 7.5×10^{14} | 7.5×10^{14} — 5×10^{16} | 3×10^{16} — 3×10^{20} | 3×10^{19} 以上 |
| 真空中波长 λ/m | 3×10^4 — 10^{-4} | 3×10^{-4} — 7.7×10^{-7} | 7.7×10^{-7} — 4×10^{-7} | 4×10^{-7} — 6×10^{-9} | 10^{-8} — 10^{-12} | 10^{-11} 以下 |
| 观察方法 | 无线电技术 | 利用热效应 激发荧光 利用贯穿本领 照相底片感光 (化学效应) | | | 核技术 | |
| 产生方式 | LC电路中自由电子的振荡 | 原子的外层电子受到激发 | | | 原子的内层电子受到激发 | 原子核受到激发 |
| 用途 | 通讯, 广播, 导航 | 加热烘干、遥测遥感, 医疗, 导向等 | 照明, 照相, 加热 | 日光灯, 黑光灯, 手术室杀菌消毒, 治疗皮肤病等 | 检查探测, 透视, 治疗等 | 探测, 治疗等 |



二：光的波粒二象性

1、概述：

光的干涉、衍射现象表明了光具有波动的性质，它是一种电磁波。爱因斯坦根据电效应现象提出了光子说，认为光是由一粒一粒具有一定的能量的光子形成的，光子以光速运动。近代物理实验表明，**光既有波动性，又具有粒子性**，它具有波动、粒子二象性，这就是光的波粒二象性。

二：光的波粒二象性

2、理解及掌握：

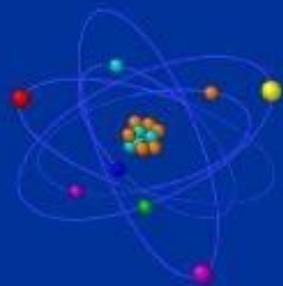
(1)光的波粒二象性是对光的完整的认识。

(2)光的波动、粒子性是既矛盾又统一两个方面。光作为波动，具有波长和频率；光作为粒子，又具有能量和动量，它们统一在 $E=h\nu$ 这个基本关系中。（ $E=h\nu$ 。E表示能量，h表示普朗克常量， ν 是电磁波的频率。）

(3)不但光具有波粒二象性，而且所有的微观粒子都具有波动性和粒子性，既具有波粒二象性。



第五章 原子物理



原子物理学

Atomic Physic



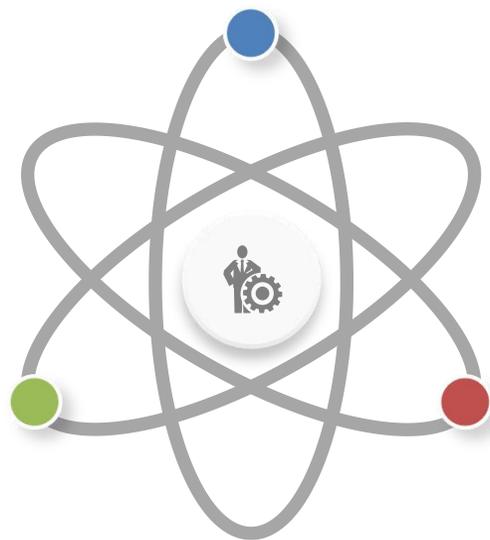
第五章 第一节

原子、原子核



目 录

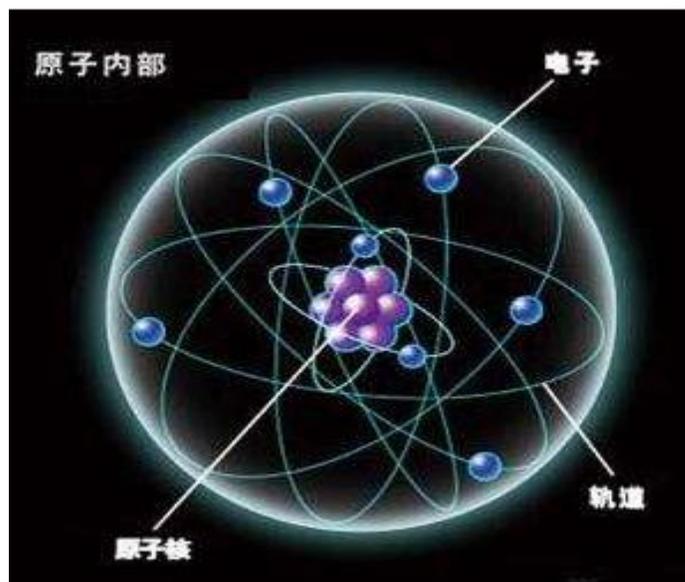
- 一、原子核式结构
- 二、氢原子的能级结构
- 三、天然放射现象
- 四、原子核的人工转变、原子核的组成



一：原子的核式结构

原子核的概念：

在原子中心有一个很小的核，叫做原子核，原子的全部正电荷和几乎全部质量都集中到原子核里。电子在核外空间里绕着原子核旋转，电子绕核旋转的向心力就是核对它的库仑引力。



一：原子的核式结构

理解及掌握：

由实验测定可知，原子的直径为 10^{-10}m ，原子核的直径为 $10^{-15}\text{m}\sim 10^{-14}\text{m}$ ，约为原子直径的十万分之一到万分之一。

1、**汤姆生的原子模型**认为，正电荷均匀分布在原子球体中(球的直径的数量级是 10^{-10}m)，带负电的电子散布在原子中，这些电子“嵌”在原子固定的位置上，汤姆生的这种层子模型在一段时间内曾得到广泛的承认。后来被卢瑟福的核式结构所取代。



一：原子的核式结构

2、**卢瑟福的 α 粒子散射实验**: α 粒子是从放射性元素中放射出来的, 带有两个单位的正电荷, 质量大约是氢原子质量的四倍。 α 粒子从放射性元素中射出的速度可达 10^7 m/s,因而有很大的动能。 α 粒子通过金箔后, 绝大多数 α 粒子穿过几百或几千层原子后仍沿原来方向前进, 表明原子中绝大部分区域是“空”的。极少数 α 粒子发生了大角度偏转, 这表明 α 粒子在原子中碰到了质量比 α 粒子大的东西, 如果碰上电子不会发生这种现象, 因为电子质量很小, 不到 α 粒子的七千分之一, α 粒子碰到它, 运动方向不会发生显著改变, 根据 α 粒子散射实验的结果, 卢瑟福提出了原子的核式结构。从而用实验事实否定了汤姆生的“**葡萄干蛋糕**”结构。



二：氢原子的能级结构

玻尔原子模型

- 1、原子只能处于一系列不连续的能量状态中，在这些状态中原子是稳定的。电子虽然绕核运动，但并不向外辐射能量，这些状态叫做定态。
- 2、原子从一种定态跃迁到另一种定态，它辐射一定频率的光子，光子的能量由这两种定态的能量差决定。 $h\nu = E_{\text{初}} - E_{\text{终}}$
- 3、原子的不同能量状态跟电子沿不同的圆形轨道绕核运动相对应。原子的定态是不连续的，因此电子的可能轨道的分布也是不连续的。



二：氢原子能级结构

理解掌握：

- 1、原子及微粒运动不遵循电磁原理及牛顿运动原理，而是遵循量子力学中的规律。
- 2、核外电子的轨道半径是不连续的，各轨道上电子的能量也是不连续的。
- 3、 $R_n = n^2 r_1$ r_1 为轨道半径 $n=1$ 时为基态 当 $n=2、3、4$ 时氢原子处于较高的能级，原子处于高能级的叫做**激发态**。



三：天然放射现象

概述

放射性元素自发地放出某种看不见的射线的现象叫天然放射现象。具有放射性的元素叫做放射性元素。放射性元素的射线分为三种： α 射线、 β 射线、 γ 射线这三种射线都是从原子核里放射出来的。



三：天然放射现象

理解及掌握

(1) α 射线是从放射性物质射出来的一种粒子流， α 粒子就是氦原子核， α 射线的穿透能力很小，一张薄纸通常就能把它挡住，但是它有很强的电离作用。



三：天然反射现象

(2) β 射线是高速电子流。 β 射线的贯穿本领较大，能穿透几毫米厚的铝板，但它的电离能力较弱， β 射线不是原子的核外电子，而是从原子核内发出的高速电子。原子核内没有电子为什么能放出电子呢？原来，核内一个中子转化为一个质子的同时就要释放出一个电子。

(3) γ 射线是种很短的电磁波(光子)，它的贯穿本领很强，能穿透几厘米的铅板，但它的电离作用很小。



四：原子核的人工转变

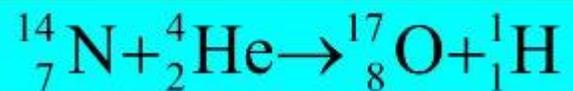
概述：

人为地用已知粒子(如 α 粒子或质子)去轰击某种元素的原子核，使该原子核发生转变，这个过程叫原子核的人工转变。人们通过原子核的人工转变发现了质子和中子，并确定了原子核是由质子和中子组成的，而且发现了许多种新的粒子。

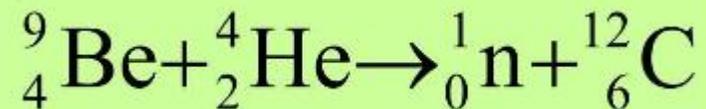
四：原子核的人工转变 原子核的组成

质子的发现：

1919年**卢瑟福**用 α 粒子轰击氮核发现了质子



1930年**查德威克**用 α 粒子轰击铍原子核发现中子





四：原子核的组成

原子核的组成：由质子和中子组成



原子核的电荷数 = 质子数

原子核的质量数 = 质子数 + 中子数

从放射性元素的原子核中释放出来的 α 射线就是两个质子和两个中子结合在一起放出的
具有相同的质子数和不同的中子数的原子互称 **同位素**





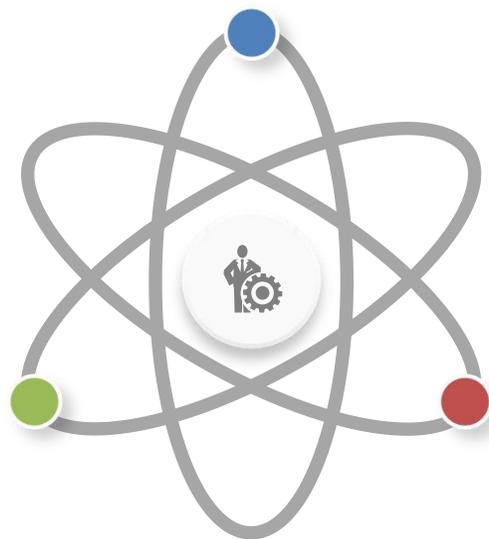
第五章 第二节

核能



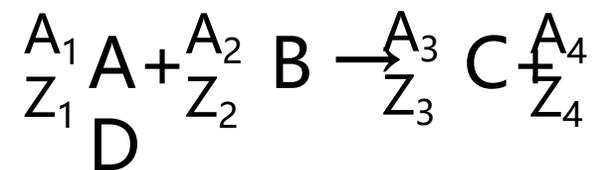
目 录

- 一、核反应方程
- 二、核能
- 三、重核的裂变
- 四、轻核的聚变
- 五、人类对物质结构的认识



一：核反应方程

一般的表示



核反应方程满足质量数守恒和电荷数守恒

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$$

二：核能

1、概述

核子结合为原子核时释放的能量或原子核分解为核子时所吸收的能量，亦称为**核能**。

核能的计算：在核反应过程中，生成物质量之和比反应物质量之和少 Δm ，核反应过程中质量的减少 Δm 叫做质量亏损，若质量亏损为 Δm ，则亏损的这些质量一定以能量的形式释放出来了。即 $\Delta E \approx \Delta mc^2$

三：重核的裂变

个别重核(质量数比较大的核)在俘获一个中子后能裂变成两个中等质量的核或两个以上中等质量的核，并且同时释放出巨大的核能，这个过程叫重核的裂变。

反应释放能量 $\Delta E \approx \Delta mc^2$

(1) 重核裂变是人们利用核能的一个途径，受控核反应堆可以为人类提供大量的核能。

(2) 发生链式反应的条件是铀块的纯度及体积达到一定的指标。



四：轻核的聚变

1、概述

某些轻核结合成质量较大的核时，能释放出更多的能量，这个过程叫轻核的聚变。

一个氘核和一个氚核结合成一个氦核时，释放出的能量为

$$\Delta E = 17.6 \text{ MeV}$$

(1)轻核聚变所需的条件是几百万度的高温，人工方法使轻核发生聚变需要用原子弹来引爆，而原子弹是采用重核裂变的原理制成的。

(2)热核反应(即轻核聚变反应)在宇宙间很普遍，太阳内部及许多恒星内部都发生着热核反应。



五：人类对物质结构的认识

我们所讨论的对物质的描述是最简单的，这也是**1945**年前后，大多数物理学家所接受的一种说法：所有物质是由分子组成的，而分子是原子组成的。不同的原子大概只有100多种，原子则是由原子核及围绕其旋转的电子组成的，原子核由质子和中子组成，这里包括了**质子、中子、两电子**、以及对应的**反粒子**、电磁辐射的**光子**和神秘的**中微子**。

1940年以后，核物理学家们着手更仔细地研究原子核，发现了很多种**亚原子粒子**，总之人们对微观世界的研究永远不会终止，并且会越来越积极。



第六章

物理实验



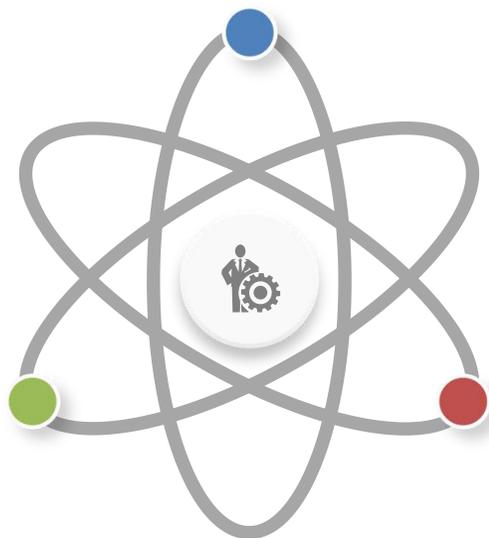
第六章 第一节

误差与有效数字



目 录

- 一、误差
- 二、误差的表示
- 三、有效数字



一：误差

在物理测量中，测量值与真实值的差异叫**实验误差**。实验误差分为**偶然误差**和**系统误差**两种。

(1) 偶然误差是由于偶然因素的影响而造成的误差。

例如：用一根直尺去测量一个长方形桌面的面积，在不同次测量中，由于诸多偶然因素的影响，测量结果各不相同。

偶然误差的特点是正、负偏差的几率相等，可由多次测量取平均值的方法来减小偶然误差；

一：系统误差

(2) **系统误差**是由于实验仪器不精确或实验原理不完善而造成的误差。

例如：要测一定状态下，某电路中的电流，所用的电流表不准确，测量结果与真实值就有偏差，电流表接入电路后对电路有影响(总电阻变大，总电流变小)，测量值与真实值就有偏差，这两种情况的误差都属于系统误差，**系统误差的特点是单方向偏差**，只有靠选用精确仪器及完善实验原理来减小。





二：误差的表示

测量误差的大小可用**相对误差**和**绝对误差**两种方法来表示。

(1) 绝对误差就是测量值与真实值之差，例如某物体长1.00米，某人用直尺测得值为1.05米，则绝对误差 ΔL 为

$$\Delta L = L_{\text{测}} - L_{\text{真}} = 1.05 - 1.00 = 0.05 \text{米}$$

(2) 相对误差等于绝对误差占真值的百分比，例如上面测某物体长度，相对误差为

$$E = \frac{\Delta L}{L_{\text{真}}} \times 100\% = \frac{1.05 - 1.00}{1.00} = 5\%$$

(3) 例子：测一只蚂蚁的身高



二：误差的表示

在物理量的测量中，有时是**不知道真值**的，那么就用多次测量所取的平均值来代表真值。例如上述测长度的实验，若1.00 米是多次测量所得的平均值，0.05米是多次测量绝对误差的平均值，则测量结果可表示为：

$$L=1.00\text{mm}\pm 0.05\text{mm}$$

三：有效数字

含有一位不可靠数字的近似数字叫**有效数字**，假如测物体长度，直尺的最小刻度是mm。量要求一般为要测出测量仪器最小分度的十分之，其中最后一位，即最小分度的十分之一位是估读出的，也就是不可靠的，所以要测到mm的十分之一刻度。例如某次测量值为45.5mm；其中0.5mm是估读的，不可靠，整毫米位的5及十毫米位4是准确的，这个数字叫三位有效数字，这样的表示是正确的。该数字还可表示为0.0455m，“0.0455”为三位有效数字，而不是5位有效数字，即有效数字455前面的零不是有效数字。





三：有效数字

有效数字中处于估计位置上的0不能去掉，如测量出某物体长度为34.0mm,则表示估计数是0，尺的最小刻度是毫米，若把34.0mm写成34mm,则是错误的。即小数点后面的0是有效数字，不能随便去掉，如果把34.0mm写成34000 μm ,则是错误的，因为34.0mm与34000 μm 在测量精确度上是不同的，即小数点后面的零是有效数字不能随便增多或减少，按照科学计数法34.0mm可以记成

$$34.00\text{mm}=34.0\times 10^{-3}\text{m}=3.40\times 10^{-2}\text{m}=3.40\times 10^4\mu\text{m}$$

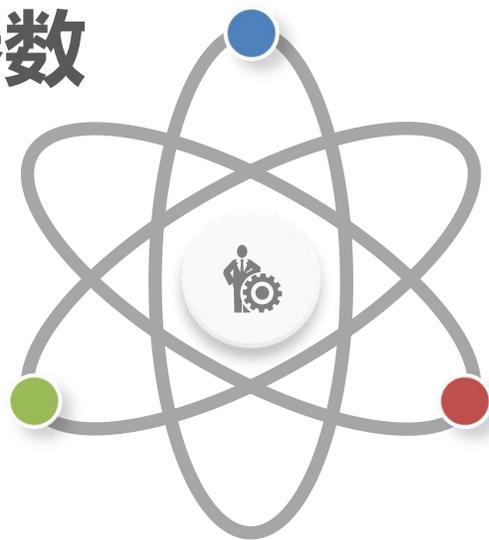


常用的物理仪器



目 录

- 一、托盘天平的主要技术参数
- 二、电流表和电压表
- 三、多用电表





一：托盘天平的主要技术参数

- 1、**全称量**：天平所能称量的最大质量。
- 2、**感量**：使天平指针从平衡位置偏转到刻度盘1分度所需的最大质量。感量也叫分度值，这一数值愈小，天平愈灵敏。

3、托盘天平使用注意事项：

- (1)被测物体质量不能超过天平的全称量。
- (2)待测物和砝码的位置应为“**左物右码**”
- (3)取放物或加减砝码时应使天平静止。
- (4)待测物的质量等于砝码的总质量加上游码的读数。

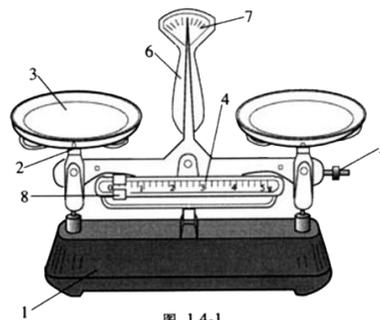


图 1.4-1

1.底座 2.托盘架 3.托盘 4.标尺 5.平衡螺母 6.指针
7.分度盘 8.游码



一：托盘天平的主要技术参数

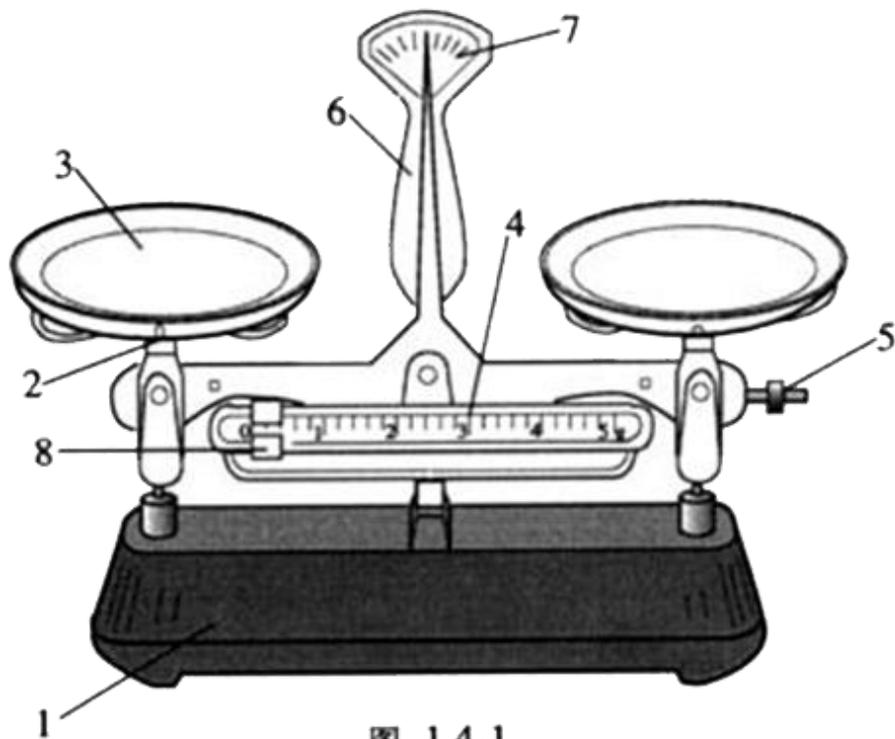


图 1.4-1

- 1.底座 2.托盘架 3.托盘 4.标尺 5.平衡螺母 6.指针
7.分度盘 8.游码

二：电流表和电压表

根据被测电流和大小选择量程，便别量误差太大。
试数时应使视线以免损坏电表线垂直于刻度表面，乘直于列 读到最小分度的1/0一般都要估读到电表V量程估读到最小分度。





三：多用电表

多用电表(称万用电表)是种多用测量仪器但测量精确度稍差种测量都有几个量程，使用简单，携带方便。

测量前应根据估计阻值选用适当的量程，由于欧姆档刻度的非线性，使用欧姆档测电阻时，测得值比较准确时，表头指针用转过大过小都有较大误差。

每变换一次量程，都要重新进行欧姆调零。

测量时待测电阻要用其他元件和电源都断开。



四：常用物理仪器

1.米尺

2.游标卡尺

3.螺旋测微器

4.弹簧测力计

5.天平

6.停表

7.电流表

8.电压表

9.滑动变阻器

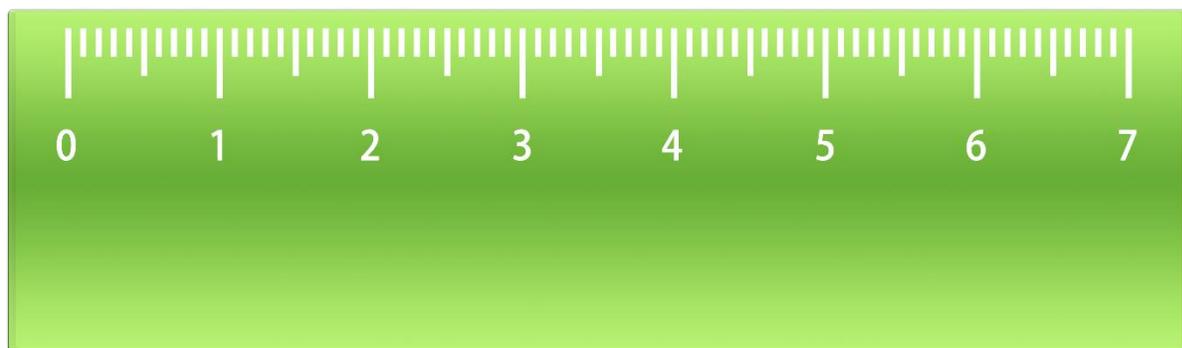


几个具体实验



一：实验一

长度的测量



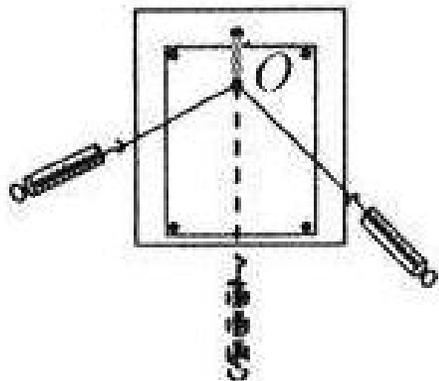


二：实验二

互成角度的两个共点力的合成

注意事项：

- (1)测力计在使用前要先调准零点，再用标准砝码检查示值是否准确。
- (2)弹簧的伸长方向要和所测拉力方向致，弹簧、指针、拉杆都不要与刻度板和刻度板的末端的限位卡发生摩擦。





二：实验二

(3) 实验中为减小测量的相对误差，两个分力和合力都应尽可能大些。

(4) 为减小作图误差，拉皮筋的细线要长些，标记每条细线方向的方法是使视线通过细线垂直于纸面，在细线下面的纸上点出两个定位点，这两点的距离要尽量远些，终点O的定位更应力求准确，并且每次要相同。作图要用尖铅笔，图的比例要尽量大些，应用严格的几何方法做出平行四边形，图旁要画出代表单位力的线段，图中要标注每个力的大小。



三：实验三

用单摆测定重力加速度

1.实验目的:利用单摆测定重力加速度

2.实验原理:当单摆的摆角小于 5° 时,单摆的运动可以认为是简谐振动,其

周期与单摆的振幅和小球的质量无关,满足关系式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

测出单摆的摆长 l 和振动周期 T ,即可得到重力加速度 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$



三：实验三

5.注意事项

- (1) 为了使装置近似单摆，并且在摆动过程中摆线长度变化极小，应当使用直径较小的摆；摆球的材料密度要尽可能大，如用铜球或钢球；摆线长度要在1m以上，用细而不易伸长的线如单根尼龙丝或胡琴丝弦等。
- (2) 为了使摆线上端悬点固定且易于调节摆长，应该用铁夹等来夹持摆线。
- (3) 摆长应为 绳长+小球的半径。
- (4) 摆渡幅度在5度以内。
- (5) 摆球摆动时，要使之保持在同一个竖直平面内，不要形成圆锥摆。

误差分析:(1)偶然误差是测T和L引入的;

(2)系统误差:公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 对于单摆来说也是近似公式，实际上摆是复摆，并受到空气阻力和浮力，本实验的系统误差远小于偶然误差，

(3)g的测量值可取三位有效数字

四：实验四

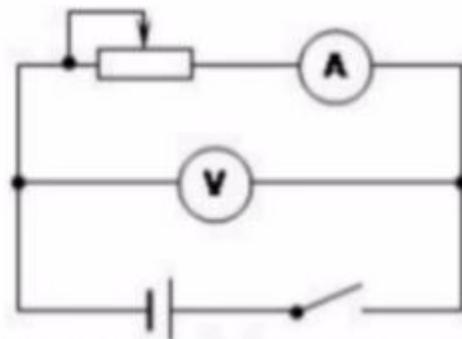
用伏安法测定电池的电动势和内电阻

实验目的:应用伏特表和安培表测定干电池的电动势和内电阻

只要求改变R的大小，测出I U的数据代入方程联立得

$$E = U_1 + I_1 r \quad E = U_2 + I_2 r$$

$$E = \frac{I_2 U_1 - I_1 U_2}{I_3 - I_1}$$



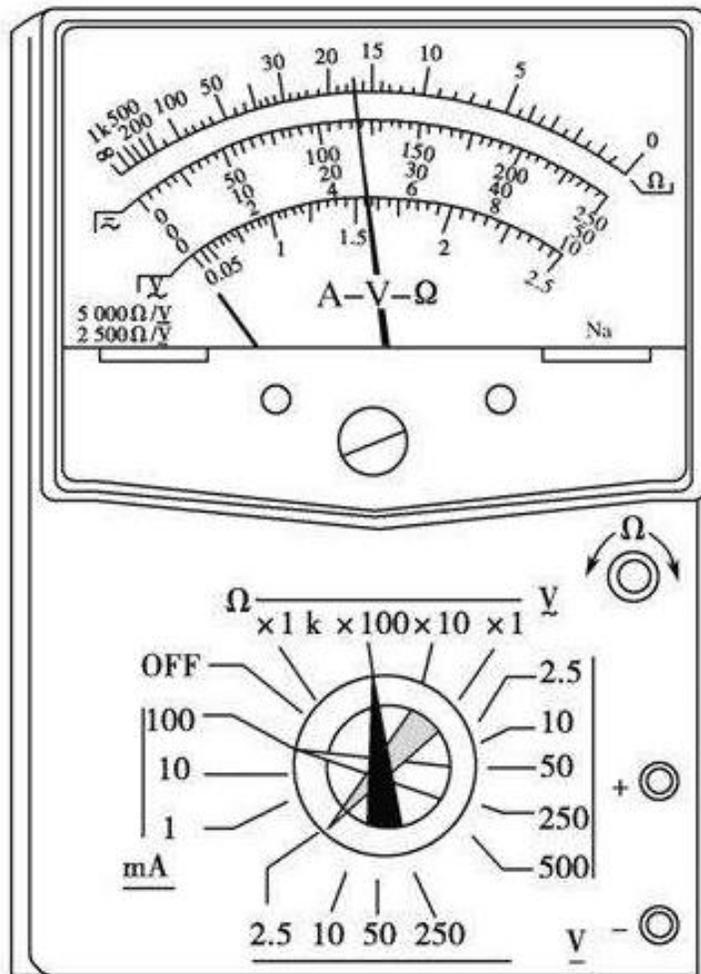
注意事项

- (1)被测电池应选内阻比较大的旧电池为宜；
- (2)要测出不少于6组的I、U数据，且变化范围要大些，再用两组测得值联立求出E、r,然后再取平均值，以减小测量误差.
- (3)也可以根据所测的6组数据做出该电源的U-I图像，该图像为一倾斜直线，由闭合电路欧姆定律得 $U = E - Ir$,即直线的纵截距表示电源的电动势，横截距表示短路电流，斜率的绝对值为内阻。
- (4)本实验的系统误差是由电压表的分流引起的，故 $r_{测} < r_{真}$ ， $E_{测} < E_{真}$ 。



五：实验五

多用电表





五：实验五

练习使用多用电表

实验目的：了解多用电表的结构，学会用多用电表测电压、电流、电阻。

注意事项：多用电表可测电压、电流、电阻等，并且每种测量都有不同的量程，其外形图如图6-3所示，上半部是表头，表盘上有电阻、电流、电压等各种测量的刻度，有的刻度是均匀的，因此合用一个刻度，多用电表的下半部分是选择开关，它的四周刻着各种测量项目和量程，电流和电压有直流；

五：实验五

测量前应先检查交流之分，表什是否在左端的"0"位置。

如果没有停在零位置，要用小螺丝刀轻测量时不要弄错。转动表盘下边中间的机械调零定位螺丝，使指针指零。然后将红表笔和黑表笔分别插入正负(-)测试笔孔中。

