

初中物理公式

物理量 单位 公式

名称 符号 名称 符号

质量 m 千克 kg $m=ρv$

温度 t 摄氏度 $^{\circ}C$

速度 v 米 / 秒 m/s $v=s/t$

密度 ρ 千克 / 米³ kg/m^3 $\rho=m/v$

力 (重力) F 牛顿 (牛) N $G=mg$

压强 P 帕斯卡 (帕) Pa $P=F/S$

功 W 焦耳 (焦) J $W=Fs$

功率 P 瓦特 (瓦) w $P=W/t$

电流 I 安培 (安) A $I=U/R$

电压 U 伏特 (伏) V $U=IR$

电阻 R 欧姆 (欧) $R=U/I$

电功 W 焦耳 (焦) J $W=UIt$

电功率 P 瓦特 (瓦) w $P=W/t=UI$

热量 Q 焦耳 (焦) J $Q=cm(t-t^{\circ})$

比热 c 焦 / (千克 $^{\circ}C$) $J/(kg^{\circ}C)$

真空中光速 3×10^8 米 / 秒

g 9.8牛顿 / 千克

$15^{\circ}C$ 空气中声速 340米 / 秒

安全电压 不高于36伏

初中物理基本概念概要

一、测量

1.长度 L : 主单位:米; 测量工具:刻度尺; 测量时要估读到最小刻度的下一位; 光年的单位是长度单位。

2.时间 t : 主单位:秒; 测量工具:钟表; 实验室中用停表。1时=3600秒, 1秒=1000毫秒。

3.质量 m : 物体中所含物质的多少叫质量。主单位: 千克; 测量工具: 秤; 实验室用托盘天

平。

二、机械运动

1.机械运动：物体位置发生变化的运动。

参照物：判断一个物体运动必须选取另一个物体作标准，这个被选作标准的物体叫参照物。

2.匀速直线运动：

①比较运动快慢的两种方法：a 比较在相等时间里通过的路程。b 比较通过相等路程所需的时间。

②公式：1米 / 秒=3.6千米 / 时。

三、力

1.力F：力是物体对物体的作用。物体间力的作用总是相互的。

力的单位：牛顿（N）。测量力的仪器：测力器；实验室使用弹簧秤。

力的作用效果：使物体发生形变或使物体的运动状态发生改变。

物体运动状态改变是指物体的速度大小或运动方向改变。

2.力的三要素：力的大小、方向、作用点叫做力的三要素。

力的图示，要作标度；力的示意图，不作标度。

3.重力G：由于地球吸引而使物体受到的力。方向：竖直向下。

重力和质量关系： $G=mg$ $m=G/g$

$g=9.8$ 牛 / 千克。读法：9.8牛每千克，表示质量为1千克物体所受重力为9.8牛。

重心：重力的作用点叫做物体的重心。规则物体的重心在物体的几何中心。

4.二力平衡条件：作用在同一物体；两力大小相等，方向相反；作用在一直线上。

物体在二力平衡下，可以静止，也可以作匀速直线运动。

物体的平衡状态是指物体处于静止或匀速直线运动状态。处于平衡状态的物体所受外力的合力为零。

5.同一直线二力合成：方向相同：合力 $F=F_1+F_2$;合力方向与 F_1 、 F_2 方向相同；

方向相反：合力 $F=F_1-F_2$ ，合力方向与大的力方向相同。

6.相同条件下，滚动摩擦力比滑动摩擦力小得多。

滑动摩擦力与正压力，接触面材料性质和粗糙程度有关。【滑动摩擦、滚动摩擦、静摩擦】

7. 牛顿第一定律也称为惯性定律其内容是：一切物体在不受外力作用时，总保持静止或匀速

直线运动状态。 惯性：物体具有保持原来的静止或匀速直线运动状态的性质叫做惯性。

四、密度

1.密度 ρ ：某种物质单位体积的质量，密度是物质的一种特性。

公式： $m = \rho V$ 国际单位：千克 / 米³，常用单位：克 / 厘米³，

关系：1克 / 厘米³ = 1×10^3 千克 / 米³； $\rho_{\text{水}} = 1 \times 10^3$ 千克 / 米³；

读法：10³ 千克每立方米，表示1立方米水的质量为10³ 千克。

2.密度测定：用托盘天平测质量，量筒测固体或液体的体积。

面积单位换算：

1厘米² = 1×10^{-4} 米²，

1毫米² = 1×10^{-6} 米²。

五、压强

1.压强 P：物体单位面积上受到的压力叫做压强。

压力 F：垂直作用在物体表面上的力，单位：牛 (N)。

压力产生的效果用压强大小表示，跟压力大小、受力面积大小有关。

压强单位：牛/米²；专门名称：帕斯卡 (Pa)

公式： $F = PS$ 【S：受力面积，两物体接触的公共部分；单位：米²。】

改变压强大小方法：①减小压力或增大受力面积，可以减小压强；②增大压力或减小受力面积，可以增大压强。

2.液体内部压强：【测量液体内部压强：使用液体压强计 (U 型管压强计)。】

产生原因：由于液体有重力，对容器底产生压强；由于液体流动性，对器壁产生压强。

规律：①同一深度处，各个方向上压强大小相等②深度越大，压强也越大③不同液体同一深度处，液体密度大的，压强也大。 [深度 h，液面到液体某点的竖直高度。]

公式： $P = \rho gh$ h：单位：米； ρ ：千克 / 米³； $g = 9.8$ 牛 / 千克。

3.大气压强：大气受到重力作用产生压强，证明大气压存在且很大的是马德堡半球实验，测定大气压强数值的是托里拆利 (意大利科学家)。托里拆利管倾斜后，水银柱高度不变，长度变长。

1个标准大气压 = 76厘米水银柱高 = 1.01×10^5 帕 = 10.336米水柱高

测定大气压的仪器：气压计 (水银气压计、盒式气压计)。

大气压强随高度变化规律：海拔越高，气压越小，即随高度增加而减小，沸点也降低。

六、浮力

1. 浮力及产生原因：浸在液体（或气体）中的物体受到液体（或气体）对它向上托的力叫浮力。方向：竖直向上；原因：液体对物体的上、下压力差。

2. 阿基米德原理：浸在液体里的物体受到向上的浮力，浮力大小等于物体排开液体所受重力。即 $F_{浮} = G_{液排} = \rho_{液} g V_{排}$ 。（ $V_{排}$ 表示物体排开液体的体积）

3. 浮力计算公式： $F_{浮} = G - T = \rho_{液} g V_{排} = F_{上、下压力差}$

4. 当物体漂浮时： $F_{浮} = G_{物}$ 且 $\rho_{物} < \rho_{液}$ 当物体悬浮时： $F_{浮} = G_{物}$ 且 $\rho_{物} = \rho_{液}$
当物体上浮时： $F_{浮} > G_{物}$ 且 $\rho_{物} < \rho_{液}$ 当物体下沉时： $F_{浮} < G_{物}$ 且 $\rho_{物} > \rho_{液}$

七、简单机械

1. 杠杆平衡条件： $F_1 l_1 = F_2 l_2$ 。力臂：从支点到力的作用线的垂直距离

通过调节杠杆两端螺母使杠杆处于水位置的目的：便于直接测定动力臂和阻力臂的长度。

定滑轮：相当于等臂杠杆，不能省力，但能改变用力的方向。

动滑轮：相当于动力臂是阻力臂2倍的杠杆，能省一半力，但不能改变用力方向。

2. 功：两个必要因素：①作用在物体上的力；②物体在力方向上通过距离。 $W = FS$ 功的单位：焦耳

3. 功率：物体在单位时间里所做的功。表示物体做功的快慢的物理量，即功率大的物体做功快。

$W = Pt$ P 的单位：瓦特； W 的单位：焦耳； t 的单位：秒。

八、光

1. 光的直线传播：光在同一种均匀介质中是沿直线传播的。小孔成像、影子、光斑是光的直线传播现象。

光在真空中的速度最大为 3×10^8 米 / 秒 = 3×10^5 千米 / 秒

2. 光的反射定律：一面二侧三等大。【入射光线和法线间的夹角是入射角。反射光线和法线间夹角是反射角。】

平面镜成像特点：虚像，等大，等距离，与镜面对称。物体在水中倒影是虚像属光的反射现象。

3.光的折射现象和规律：看到水中筷子、鱼的虚像是光的折射现象。

凸透镜对光有会聚光线作用，凹透镜对光有发散光线作用。光的折射定律：一面二侧三随大四空大。

4.凸透镜成像规律：[$U=f$ 时不成像 $U=2f$ 时 $V=2f$ 成倒立等大的实像]

物距 u 像距 v 像的性质 光路图 应用

$u>2f$ $f<v<2f$ 倒缩小实 照相机

$f<u<2f$ $v>2f$ 倒放大实 幻灯机

$u<f$ 放大正虚 放大镜

5.凸透镜成像实验：将蜡烛、凸透镜、光屏依次放在光具座上，使烛焰中心、凸透镜中心、光屏中心在同一个高度上。

九、热学：

1.温度 t ：表示物体的冷热程度。【是一个状态量。】

常用温度计原理：根据液体热胀冷缩性质。

温度计与体温计的不同点：①量程，②最小刻度，③玻璃泡、弯曲细管，④使用方法。

2.热传递条件：有温度差。热量：在热传递过程中，物体吸收或放出热的多少。【是过程量】

热传递的方式：传导（热沿着物体传递）、对流（靠液体或气体的流动实现热传递）和辐射（高温物体直接向外发射出热）三种。

3.汽化：物质从液态变成气态的现象。方式：蒸发和沸腾，汽化要吸热。

影响蒸发快慢因素：①液体温度，②液体表面积，③液体表面空气流动。蒸发有致冷作用。

4.比热容 C ：单位质量的某种物质，温度升高 1°C 时吸收的热量，叫做这种物质的比热容。

比热容是物质的特性之一，单位：焦 /（千克 $^{\circ}\text{C}$ ） 常见物质中水的比热容最大。

$C_{\text{水}}=4.2\times 10^3$ 焦 /（千克 $^{\circ}\text{C}$ ） 读法： 4.2×10^3 焦耳每千克摄氏度。

物理含义：表示质量为1千克水温度升高 1°C 吸收热量为 4.2×10^3 焦。

5.热量计算： $Q_{\text{放}}=cm\Delta t$ 降 $Q_{\text{吸}}=cm\Delta t$ 升

Q 与 c 、 m 、 Δt 成正比， c 、 m 、 Δt 之间成反比。 $\Delta t=Q/cm$

6. 内能：物体内所有分子的动能和分子势能的总和。一切物体都有内能。内能单位：焦耳
物体的内能与物体的温度有关。物体温度升高，内能增大；温度降低内能减小。

改变物体内能的方法：做功和热传递（对改变物体内能是等效的）

7. 能的转化和守恒定律：能量即不会凭空产生，也不会凭空消失，它只会从一种形式转化为

其它形式，或者从一个物体转移到另一个物体，而能的总量保持不变。

十、电路

1.电路由电源、电键、用电器、导线等元件组成。要使电路中有持续电流，电路中必须有电源，且电路应闭合的。电路有通路、断路（开路）、电源和用电器短路等现象。

2.容易导电的物质叫导体。如金属、酸、碱、盐的水溶液。不容易导电的物质叫绝缘体。如木头、玻璃等。

绝缘体在一定条件下可以转化为导体。

3.串、并联电路的识别：串联：电流不分叉，并联：电流有分叉。

【把非标准电路图转化为标准的电路图的方法：采用电流流径法。】

十一、电流定律

1.电量 Q ：电荷的多少叫电量，单位：库仑。

电流 I ：1秒钟内通过导体横截面的电量叫做电流强度。 $Q=It$

电流单位：安培(A) 1安培=1000毫安 正电荷定向移动的方向规定为电流方向。

测量电流用电流表，串联在电路中，并考虑量程适合。不允许把电流表直接接在电源两端。

2.电压 U ：使电路中的自由电荷作定向移动形成电流的原因。电压单位：伏特(V)。

测量电压用电压表(伏特表)，并联在电路（用电器、电源）两端，并考虑量程适合。

3.电阻 R ：导电物体对电流的阻碍作用。符号： R ，单位：欧姆、千欧、兆欧。

电阻大小跟导线长度成正比，横截面积成反比，还与材料有关。【 】

导体电阻不同，串联在电路中时，电流相同（1：1）。导体电阻不同，并联在电路中时，电压相同（1:1）

4.欧姆定律：公式： $I=U/R$ $U=IR$ $R=U/I$

导体中的电流强度跟导体两端电压成正比，跟导体的电阻成反比。

导体电阻 $R=U/I$ 。对一确定的导体若电压变化、电流也发生变化，但电阻值不变。

5.串联电路特点：

① $I=I_1=I_2$ ② $U=U_1+U_2$ ③ $R=R_1+R_2$ ④ $U_1/R_1=U_2/R_2$

电阻不同的两导体串联后，电阻较大的两端电压较大，两端电压较小的导体电阻较小。

例题：一只标有“6V、3W”电灯，接到标有8伏电路中，如何联接一个多大电阻，才能使小灯泡正常发光？

解：由于 $P=3$ 瓦， $U=6$ 伏

$$\therefore I = P / U = 3 \text{瓦} / 6 \text{伏} = 0.5 \text{安}$$

由于总电压8伏大于电灯额定电压6伏，应串联一只电阻 R_2 如右图，

因此 $U_2 = U - U_1 = 8 \text{伏} - 6 \text{伏} = 2 \text{伏}$

$$\therefore R_2 = U_2 / I = 2 \text{伏} / 0.5 \text{安} = 4 \text{欧}。 \text{答：（略）}$$

6.并联电路特点：

$$\textcircled{1} U = U_1 = U_2 \quad \textcircled{2} I = I_1 + I_2 \quad \textcircled{3} 1/R = 1/R_1 + 1/R_2 \quad \text{或} \quad \textcircled{4} I_1 R_1 = I_2 R_2$$

电阻不同的两导体并联：电阻较大的通过的电流较小，通过电流较大的导体电阻小。

例：如图 $R_2=6$ 欧， K 断开时安培表的示数为0.4安， K 闭合时， A 表示数为1.2安。求：① R_1 阻值 ② 电源电压 ③ 总电阻

已知： $I=1.2$ 安 $I_1=0.4$ 安 $R_2=6$ 欧

求： R_1 ； U ； R

解： $\because R_1、R_2$ 并联

$$\therefore I_2 = I - I_1 = 1.2 \text{安} - 0.4 \text{安} = 0.8 \text{安}$$

根据欧姆定律 $U_2 = I_2 R_2 = 0.8 \text{安} \times 6 \text{欧} = 4.8 \text{伏}$

又 $\because R_1、R_2$ 并联 $\therefore U = U_1 = U_2 = 4.8 \text{伏}$

$$\therefore R_1 = U_1 / I_1 = 4.8 \text{伏} / 0.4 \text{安} = 12 \text{欧}$$

$$\therefore R = U / I = 4.8 \text{伏} / 1.2 \text{安} = 4 \text{欧} \text{ (或利用公式 计算总电阻) 答：（略）}$$

十二、电能

1.电功 W ：电流所做的功叫电功。电流做功过程就是电能转化为其它形式的能。

公式： $W = UQ$ $W = UIt = U^2 t / R = I^2 R t$ $W = Pt$ 单位： W 焦 U 伏特 I 安培 t 秒 Q 库 P 瓦特

2.电功率 P ：电流在单位时间内所作的电功，表示电流做功的快慢。【电功率大的用电器电流做功快。】

公式： $P = W/t$ $P = UI$ ($P = U^2/R$ $P = I^2 R$) 单位： W 焦 U 伏特 I 安培 t 秒 Q 库 P 瓦特

3.电能表（瓦時計）：测量用电器消耗电能的仪表。1度电 = 1千瓦时 = 1000瓦 \times 3600秒 = 3.6×10^6 焦耳

例：1度电可使二只“220V、40W”电灯工作几小时？

解 $t = W/P = 1 \text{千瓦时} / (2 \times 40 \text{瓦}) = 1000 \text{瓦时} / 80 \text{瓦} = 12.5 \text{小时}$

十三、磁

1. 磁体、磁极【同名磁极互相排斥，异名磁极互相吸引】

物体能够吸引铁、钴、镍等物质的性质叫磁性。具有磁性的物质叫磁体。磁体的磁极总是成对出现的。

2. 磁场：磁体周围空间存在着一个对其它磁体发生作用的区域。

磁场的基本性质是对放入其中的磁体产生磁力的作用。

磁场方向：小磁针静止时 N 极所指的方向就是该点的磁场方向。磁体周围磁场用磁感线来表示。

地磁北极在地理南极附近，地磁南极在地理北极附近。

3. 电流的磁场：奥斯特实验表明电流周围存在磁场。

通电螺线管对外相当于一个条形磁铁。

通电螺线管中电流的方向与螺线管两端极性的关系可以用右手螺旋定则来判定。

高中物理公式、规律汇编表

一、力学公式

1、胡克定律： $F = kx$ （ x 为伸长量或压缩量, K 为倔强系数，只与弹簧的原长、粗细和材料有关）

2、重力： $G = mg$ （ g 随高度、纬度、地质结构而变化， $g_{极} > g_{赤}$ ， $g_{低} > g_{高}$ ）

3、求 F_1 、 F_2 两个共点力的合力的公式： $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$

注意：(1) 力的合成和分解都均遵从平行四边行法则。

(2) 两个力的合力范围： $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$

(3) 合力大小可以大于分力、也可以小于分力、也可以等于分力。

4、两个平衡条件：

共点力作用下物体的平衡条件：静止或匀速直线运动的物体，所受合外力为零。

$$\sum F = 0 \quad \text{或} \quad \sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0$$

推论：(1) 非平行的三个力作用于物体而平衡，则这三个力一定**共点**。

(2) 几个共点力作用于物体而平衡，其中任意几个力的合力与剩余几个力（一个力）的合力一定**等值反向**

5、摩擦力的公式：(1) 滑动摩擦力： $f = \mu N$

说明：a、 N 为接触面间的弹力，可以大于 G ；也可以等于 G ；也可以小于 G

b、 μ 为滑动摩擦系数，只与接触面材料和粗糙程度有关，与**接触面积大小、接触面相对运动快慢以及正压力 N 无关**。

(2) 静摩擦力：由物体的平衡条件或牛顿第二定律求解，与正压力**无关**。

大小范围： $0 \leq f_{静} \leq f_m$ （ f_m 为最大静摩擦力，与正压力有关）

a、摩擦力可以与运动方向相同，也可以与运动方向相反，还可以与运动方向成一定夹角。

b、摩擦力可以作正功，也可以作负功，还可以不作功。

c、摩擦力的方向与物体间**相对运动的方向或相对运动趋势的方向相反**。

d、静止的物体可以受滑动摩擦力的作用，运动的物体可以受静摩擦力的作用。

6、浮力： $F = \rho g V_{\text{排}}$ （注意单位）

7、万有引力： $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

(1) 适用条件 ($d \ll r$) (2) G 为万有引力恒量

(3) 在天体上的应用： M 一天体质量 R 一天体半径 g 一天体表面重力加速度

a、万有引力=向心力 $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{V^2}{(R+h)} = m\omega^2(R+h) = m \frac{4\pi^2}{T^2}(R+h) = mg'$

b、在地球表面附近，重力=万有引力 $mg = G \frac{Mm}{R^2}$ $g = G \frac{M}{R^2}$

c、第一宇宙速度 $mg = m \frac{V^2}{R}$ $V = \sqrt{gR} = \sqrt{GM/R}$

8、库仑力： $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ （适用条件：点电荷： $d \ll r$ ）

9、电场力： $F = qE$ (F 与电场强度的方向可以相同，也可以相反)

10、磁场力：

(1) 洛伦兹力：磁场对运动电荷的作用力。 公式： $f = qBV$ ($B \perp V$) 方向—左手定则

(2) 安培力：磁场对电流的作用力。 公式： $F = BIL$ ($B \perp I$) 方向—左手定则

11、牛顿第二定律： $F_{\text{合}} = ma$ 或者 $\sum F_x = m a_x$ $\sum F_y = m a_y$

理解：(1) 矢量性 (2) 瞬时性 (3) 独立性 (4) 同体性 (5) 同系性 (6) 同单位制

12、匀变速直线运动：

基本规律： $V_t = V_0 + a t$ $S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

几个重要推论：

(1) $V_t^2 - V_0^2 = 2as$ （匀加速直线运动： a 为正值 匀减速直线运动： a 为负值）

(2) A B 段中间时刻的即时速度: $V_{t/2} = \frac{V_0 + V_t}{2} = \frac{s}{t}$ (3) AB 段位移中点的即时速度: $V_{s/2}$

$$= \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$$

匀速: $V_{t/2} = V_{s/2}$; 匀加速或匀减速直线运动: $V_{t/2} < V_{s/2}$

(4) **初速为零**的匀加速直线运动,

在 1s 、 2s、 3s...ns 内的位移之比为 $1^2: 2^2: 3^2 \dots: n^2$;

在第 1s 内、第 2s 内、第 3s 内...第 ns 内的位移之比为 $1: 3: 5 \dots (2n-1)$;

在第 1 米内、第 2 米内、...第 n 米内的时间之比为 $1: (\sqrt{2}-1): (\sqrt{3}-\sqrt{2}) \dots$

$$(\sqrt{n} - \sqrt{n-1})$$

(5) 初速无论是否为零, 匀变速直线运动的质点, 在连续相邻的相等的时间间隔内的位移之

差为一常数: $\Delta s = aT^2$ (a 一匀变速直线运动的加速度 T 一每个时间间隔的时间)

13、竖直上抛运动: 上升过程是匀减速直线运动, 下落过程是匀加速直线运动。全过程是初

速度为 V_0 、加速度为 $-g$ 的匀减速直线运动。

(1) 上升最大高度: $H = \frac{V_0^2}{2g}$ (2) 上升的时间: $t = \frac{V_0}{g}$

(3) 上升、下落经过同一位置时的加速度相同, 而速度等值反向

(4) 上升、下落经过同一段位移的时间相等。从抛出到落回原位置的时间: $t = \frac{2V_0}{g}$

(5) 适用全过程的公式: $S = V_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ $V_t = V_0 - g t$

$$V_t^2 - V_0^2 = -2 g S \quad (\text{S、} V_t \text{的正、负号的理解})$$

14、匀速圆周运动公式

线速度: $V = \omega R = 2\pi f R = \frac{2\pi R}{T}$ 角速度: $\omega = \frac{\phi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

向心加速度: $a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2} R = 4\pi^2 f^2 R$

$$\text{向心力: } F = ma = m \frac{v^2}{R} = m\omega^2 R = m \frac{4\pi^2}{T^2} R = m4\pi^2 n^2 R$$

注意: (1) 匀速圆周运动的物体的向心力就是物体所受的合外力, 总是指向圆心。

(2) 卫星绕地球、行星绕太阳作匀速圆周运动的向心力由万有引力提供。

(3) 氢原子核外电子绕原子核作匀速圆周运动的向心力由原子核对核外电子的库仑力提供。

15、直线运动公式: 匀速直线运动和初速度为零的匀加速直线运动的合运动

水平分运动: 水平位移: $x = v_0 t$ 水平分速度: $v_x = v_0$

竖直分运动: 竖直位移: $y = \frac{1}{2} g t^2$ 竖直分速度: $v_y = g t$

$$\text{tg}\theta = \frac{V_y}{V_0} \quad V_y = V_0 \text{tg}\theta \quad V_0 = V_y \text{ctg}\theta$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + V_y^2} \quad V_0 = V \cos\theta \quad V_y = V \sin\theta$$

在 V_0 、 V_y 、 V 、 x 、 y 、 t 、 θ 七个物理量中, 如果已知其中任意两个, 可根据以上公式求出其它五个物理量。

16、动量和冲量: 动量: $P = mV$ 冲量: $I = F t$

17、动量定理: 物体所受合外力的冲量等于它的动量的变化。

公式: $F_{\text{合}} t = mv' - mv$ (解题时受力分析和正方向的规定是关键)

18、动量守恒定律: 相互作用的物体系统, 如果不受外力, 或它们所受的外力之和为零, 它们的总动量保持不变。 (研究对象: 相互作用的两个物体或多个物体)

公式: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ 或 $\Delta p_1 = -\Delta p_2$ 或 $\Delta p_1 + \Delta p_2 = 0$

适用条件:

(1) 系统不受外力作用。 (2) 系统受外力作用, 但合外力为零。

(3) 系统受外力作用, 合外力也不为零, 但合外力远小于物体间的相互作用力。

(4) 系统在某一个方向的合外力为零, 在这个方向的动量守恒。

19、功: $W = Fs \cos\theta$ (适用于恒力的功的计算)

(1) 理解正功、零功、负功

(2) 功是能量转化的量度

重力的功-----量度-----重力势能的变化

电场力的功-----量度-----电势能的变化

分子力的功-----量度-----分子势能的变化

合外力的功-----量度-----动能的变化

20、动能和势能：动能： $E_k = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{p^2}{2m}$ 重力势能： $E_p = mgh$ (与零势能面的选择有关)

21、动能定理：外力对物体所做的总功等于物体动能的变化（增量）。

公式： $W_{\text{合}} = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2$

22、机械能守恒定律：机械能 = 动能+重力势能+弹性势能

条件：系统只有内部的重力或弹力做功。

公式： $mgh_1 + \frac{1}{2}mV_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mV_2^2$ 或者 $\Delta E_{p\text{减}} = \Delta E_{k\text{增}}$

23、功率： $P = \frac{W}{t}$ (在 t 时间内力对物体做功的平均功率)

$P = FV\cos\theta$ (F 为牵引力，不是合外力；V 为即时速度时，P 为即时功率；V 为平均速度时，P 为平均功率；P 一定时，F 与 V 成正比， θ 为 F 和 P 夹角)

24、简谐振动： 回复力： $F = -kx$ 加速度： $a = -\frac{k}{m}x$

单摆周期公式： $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ (与摆球质量、振幅无关)

注：L 为等效摆长，g 为等效重力加速度=不摆时绳子拉力除质量

*弹簧振子周期公式： $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$ (与振子质量有关、与振幅无关) 单摆的 $k=mg/L$

25、波长、波速、频率的关系： $v = \lambda f = \frac{\lambda}{T}$ (适用于一切波)

二、热学：

1、热力学第一定律： $W + Q = \Delta E$

符号法则： 体积增大，气体对外做功，W 为“-”； 体积减小，外界对气体做功，W 为“+”。

气体从外界吸热，Q 为“+”； 气体对外界放热，Q 为“-”。

温度升高，内能增量 ΔE 是取“+”； 温度降低，内能减少， ΔE 取“-”。

三种特殊情况： (1) 等温变化 $\Delta E=0$ ， 即 $W+Q=0$

(2) 绝热膨胀或压缩： $Q=0$ 即 $W=\Delta E$

(3) 等容变化： $W=0$ ， $Q=\Delta E$

2、理想气体状态方程： (1) 适用条件： 一定质量的理想气体， 三个状态参量同时发生变化。

(2) 公式：
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \text{ 或 } \frac{PV}{T} = \text{恒量}$$

*3、克拉白龙方程： $PV=n RT=\frac{M}{\mu} RT$ (R 为普适气体恒量， n 为摩尔数)

三、电磁学

(一)、直流电路

1、电流强度的定义： $I = \frac{Q}{t}$ (I=nesv)

2、电阻定律：(只与导体材料性质和温度有关， 与导体横截面积和长度无关)

3、电阻串联、并联：

串联： $R=R_1+R_2+R_3+\dots+R_n$

并联： $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ 两个电阻并联： $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

4、欧姆定律： (1)、部分电路欧姆定律： $I = \frac{U}{R}$ $U=IR$ $R = \frac{U}{I}$

(2)、闭合电路欧姆定律： $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ 路端电压： $U = \varepsilon - I r = IR$

输出功率： $P_{\text{出}} = I \varepsilon - I^2 r = I^2 R$ 电源热功率： $P_r = I^2 r$

电源效率： $\eta = \frac{P_{\text{出}}}{P_{\text{总}}} = \frac{U}{\varepsilon} = \frac{R}{R+r}$

(3). 电功和电功率：

电功: $W=IUt$ 电热: $Q=I^2Rt$ 电功率: $P=IU$

对于纯电阻电路: $W=IUt=I^2Rt=\frac{U^2}{R}t$ $P=IU$

对于非纯电阻电路: $W=IUt > I^2Rt$ $P=IU > I^2r$

(4) 电池组的串联每节电池电动势为 ε_0 内阻为 r_0 ,

n 节串联时电动势: $\varepsilon = n\varepsilon_0$ 内阻: $r = nr_0$ 并联时电动势: $\varepsilon = \varepsilon_0$ 内阻: $r = r_0/n$

(5)、伏安法测电阻: $R = \frac{U}{I}$ (注: 两表内外接法和滑动变阻器分压接法和限流接法)

(二) 电场和磁场

1、库仑定律: $F = k \frac{Q_1Q_2}{r^2}$, 其中, Q_1 、 Q_2 表示两个点电荷的电量, r 表示它们间的距离, k

叫做静电力常量, $k=9.0 \times 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ 。(适用条件: 真空中两个静止点电荷)

2、电场强度:

(1) 定义是: $E = \frac{F}{q}$

F 为检验电荷在电场中某点所受电场力, q 为检验电荷。单位牛/库伦 (N/C), 方向, 与正电荷所受电场力方向相同。描述电场具有力的性质。

注意: E 与 q 和 F 均无关, 只决定于电场本身的性质。(适用条件: 普遍适用)

(2) 点电荷场强公式: $E = k \frac{Q}{r^2}$

k 为静电力常量, $k=9.0 \times 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$, Q 为场源电荷 (该电场就是由 Q 激发的), r 为场点到 Q 距离。(适用条件: 真空中静止点电荷)

(3) 匀强电场中场强和电势差的关系式: $E = \frac{U}{d}$

其中, U 为匀强电场中两点间的电势差, d 为这两点在平行电场线方向上的距离。

3、电势差： $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$

W_{AB} 为电荷 q 在电场中从 A 点移到 B 点电场力所做的功。单位：伏特 (V)，标量。数值与电势零点的选取无关，与 q 及 W_{AB} 均无关，描述电场具有能的性质。

4、电场力的功： $W_{AB} = qU_{AB}$

5、电势： $\varphi_A = \frac{W_{AO}}{q}$

W_{AO} 为电荷 q 在电场中从 A 点移到参考点电场力所做的功。数值与电势零点的选取有关，但与 q 及 W_{AO} 均无关，描述电场具有能的性质。

6、电容：(1) 定义式： $C = \frac{Q}{U}$

C 与 Q 、 U 无关，描述电容器容纳电荷的本领。单位，法拉 (F)， $1F=10^6 \mu F=10^{12}pF$

(2) 决定式： $C = \frac{\epsilon S}{4\pi kd}$

7、磁感应强度： $B = \frac{F}{IL}$ ($I \perp B$)

描述磁场的强弱和方向，与 F 、 I 、 L 无关。当 $I // B$ 时， $F=0$ ，但 $B \neq 0$ ，方向：垂直于 I 、 L 所在的平面。

8、带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动： $qvB = \frac{mv^2}{r}$

轨迹半径： $r = \frac{mv}{qB}$ 运动的周期： $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$

(圆心在与 v 垂线和弦中垂线交点)

(三) 电磁感应和交变电流

1、磁通量： $\Phi = BS$ (条件， $B \perp S$) 单位：韦伯 (Wb)

2、法拉第电磁感应定律： $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

导线切割磁感线产生的感应电动势： $E = BLv$ （条件，B、L、v 两两垂直）

3、正弦交流电：（从中性面开始计时）

(1) 电动势瞬时值： $e = E_m \sin \omega t$ ，其中，最大值 $E_m = nBS\omega$

(2) 电流瞬时值： $i = I_m \sin \omega t$ ，其中，最大值 $I_m = \frac{E_m}{R}$ （条件，纯电阻电路）

(3) 电压瞬时值： $u = U_m \sin \omega t$ ，其中，最大值 $U_m = I_m R'$ ， R' 是该段电路的电阻。

(4) 有效值和最大值的关系： $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ （只适用于正弦交流电）

4、理想变压器： $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ （注意： U_1 、 U_2 为线圈两端电压）

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ （条件，原、副线圈各一个）

5、电磁振荡：周期 $T = 2\pi\sqrt{LC}$ ， $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

四、光学

1、折射率： $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ （ i ，真空中的入射角； r ，介质中的折射角）

$n = \frac{c}{v}$ （ c ，真空中光速。 v ，介质中光速）

2、全反射临界角： $C = \arcsin \frac{1}{n}$ （条件：①光线从光密介质射向光疏介质；②入射角大于临界角）

3、波长、频率、和波速的关系： $c = \lambda\nu$

4、光子能量： $E = h\nu$ (h ，普朗克常量， $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{JS}$ ， ν ，光的频率)

5、爱因斯坦光电方程： $\frac{mv^2}{2} = h\nu - W$ 极限频率： $\nu_0 = \frac{W}{h}$

五、原子物理学

1、玻尔的原子理论： $h\nu = E_2 - E_1$

2、氢原子能级公式： $E_n = \frac{1}{n^2} E_1$ 氢原子轨道半径公式： $r_n = n^2 r_1$ ($n=1, 2, 3, \dots$)

3、核反应方程：

衰变： ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$ (α 衰变)

${}_{90}^{234}\text{Th} \rightarrow {}_{91}^{234}\text{Pa} + {}_{-1}^0\text{e}$ (β 衰变)

${}_{7}^{14}\text{N} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_8^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H}$ (人工核反应；发现质子) 卢瑟福

${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1\text{n}$ ， ${}_{15}^{30}\text{P} \rightarrow {}_{14}^{30}\text{Si} + {}_{-1}^0\text{e}$ (获得人工放射性同位素) 居里

${}_4^9\text{Be} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_6^{12}\text{C} + {}_0^1\text{n}$ (发现中子) 查德威克

${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{38}^{90}\text{Sr} + {}_{54}^{136}\text{Xe} + 10{}_0^1\text{n}$ (裂变) (原子弹)

${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$ (聚变) (氢弹)

4、爱因斯坦质能方程： $E = mc^2$ 核能： $\Delta E = \Delta mc^2$ (Δm ，质量亏损)

大学物理第一学期公式集

概念（定义和相关公式）

1. 位置矢量： \vec{r} ，其在直角坐标系中： $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ ； $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ 角位置： θ

2. 速度： $\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt}$ 平均速度： $\bar{\vec{V}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$ 速率： $V = \frac{ds}{dt}$ ($|\vec{V}| = V$) 角速度：

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

角速度与速度的关系： $V = r\omega$

3. 加速度： $\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt}$ 或 $\vec{a} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$ 平均加速度： $\bar{\vec{a}} = \frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t}$ 角加速度： $\beta = \frac{d\omega}{dt}$

在自然坐标系中 $\vec{a} = a_\tau\vec{\tau} + a_n\vec{n}$ 其中 $a_\tau = \frac{dV}{dt}$ ($= r\beta$)， $a_n = \frac{V^2}{r}$ ($= r^2\omega^2$)

4. 力： $\vec{F} = m\vec{a}$ (或 $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$) 力矩： $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$ (大小： $M = rF\cos\theta$ 方向：右手螺旋法则)

5. 动量： $\vec{p} = m\vec{V}$ ，角动量： $\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{V}$ (大小： $L = rmv\cos\theta$ 方向：右手螺旋法则)

6. 冲量： $\vec{I} = \int \vec{F} dt$ ($= \vec{F} \Delta t$)；功： $A = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$ (气体对外做功： $A = \int PdV$)

7. 动能： $mV^2/2$

8. 势能： $A_{保} = -\Delta E_p$ 不同相互作用力势能形式不同且零点选择不同其形式不同，在默认势能零点的情况下：

机械能： $E = E_K + E_P$

9. 热量： $Q = \frac{M}{\mu} CRT$ 其中：摩尔热容

$$F = \left\{ \begin{array}{ll} mg(\text{重力}) & \rightarrow mgh \\ -kx(\text{弹性力}) & \rightarrow kx^2/2 \\ -G \frac{Mm}{r^2} \hat{r} (\text{万有引力}) & \rightarrow -G \frac{Mm}{r} \\ \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r} (\text{静电力}) & \rightarrow \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r} \end{array} \right\} = E_p$$

量 C 与过程有关，等容热容量 C_v 与等压热容量 C_p 之间的关系为： $C_p = C_v + R$

10. 压强： $P = \frac{F}{S} = \frac{I}{\Delta t S} = \frac{2}{3} n \bar{\omega}$

11. 分子平均平动能： $\bar{\omega} = \frac{3}{2} kT$ ；理想气体内能： $E = \frac{M}{\mu} (t + r + 2s) RT$

12. 麦克斯韦速率分布函数： $f(V) = \frac{dN}{NdV}$ (意义：在 V 附近单位速度间隔内的分子数所占比率)

13. 平均速率： $\bar{V} = \int V \frac{dN}{N} \int_0^\infty Vf(V) dV = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$

方均根速率： $\sqrt{\bar{V}^2} = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$ ；最可几速率： $V_p = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$

14. 熵: $S = K \ln \Omega$ (Ω 为热力学几率, 即: 一种宏观态包含的微观态数)
15. 电场强度: $\vec{E} = \vec{F} / q_0$ (对点电荷: $\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r}$)
16. 电势: $U_a = \int_a^\infty \vec{E} \cdot d\vec{r}$ (对点电荷 $U = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$); 电势能: $W_a = qU_a (A = -\Delta W)$
17. 电容: $C = Q/U$; 电容器储能: $W = CU^2/2$; 电场能量密度 $\omega_e = \epsilon_0 E^2/2$
18. 磁感应强度: 大小, $B = F_{\max}/qv(T)$; 方向, 小磁针指向 ($S \rightarrow N$)。

定律和定理

1. 矢量叠加原理: 任意一矢量 \vec{A} 可看成其独立的分量 \vec{A}_i 的和。即: $\vec{A} = \sum \vec{A}_i$ (把式中 \vec{A} 换成 \vec{r} 、 \vec{V} 、 \vec{a} 、 \vec{F} 、 \vec{E} 、 \vec{B} 就分别成了位置、速度、加速度、力、电场强度和磁感应强度的叠加原理)。
2. 牛顿定律: $\vec{F} = m \vec{a}$ (或 $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$); 牛顿第三定律: $\vec{F}' = -\vec{F}$; 万有引力定律:

$$\vec{F} = -G \frac{Mm}{r^2} \hat{r}$$
3. 动量定理: $\vec{I} = \Delta \vec{p} \rightarrow$ 动量守恒: $\Delta \vec{p} = 0$ 条件 $\sum \vec{F}_{\text{外}} = 0$
4. 角动量定理: $\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} \rightarrow$ 角动量守恒: $\Delta \vec{L} = 0$ 条件 $\sum \vec{M}_{\text{外}} = 0$
5. 动能原理: $A = \Delta E_k$ (比较势能定义式: $A_{\text{保}} = -\Delta E_p$)
6. 功能原理: $A_{\text{外}} + A_{\text{非保内}} = \Delta E \rightarrow$ 机械能守恒: $\Delta E = 0$ 条件 $A_{\text{外}} + A_{\text{非保内}} = 0$
7. 理想气体状态方程: $PV = \frac{M}{\mu} RT$ 或 $P = nkT$ ($n = N/V$, $k = R/N_0$)
8. 能量均分原理: 在平衡态下, 物质分子的每个自由度都具有相同的平均动能, 其大小都为 $kT/2$ 。
9. 热力学第一定律:

$$\Delta E = Q + A$$
10. 热力学第二定律:
 孤立系统: $\Delta S > 0$
 (熵增加原理)
11. 库仑定律:

$$\vec{F} = k \frac{Qq}{r^2} \hat{r} \quad (k = 1/4\pi\epsilon_0)$$
12. 高斯定理: $\oiint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$ (静电场是有源场) \rightarrow 无穷大平板: $E = \sigma / 2\epsilon_0$
13. 环路定理: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$ (静电场无旋, 因此是保守场)

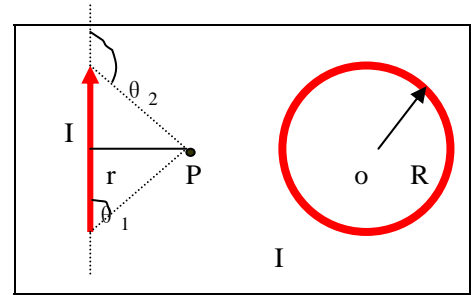
克劳修斯表述: 不可能把热量从低温物体传到高温物体而不产生其它影响。
 开尔文表述: 不可能从单一热源吸取热量, 使之完全变为有用的功而不产生其它影响。
 实质: 在孤立系统内部发生的过程, 总是由热力学概率小的宏观状态向热力学概率大的状态进行。亦即在孤立系统内部所发生的过程总是沿着无序性增大的方向进行。

14. 毕奥—沙伐尔定律: $d\vec{B} = \frac{\mu_0 I d\vec{l} \times \hat{r}}{4\pi r^2}$

直长载流导线: $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$

无限长载流导线: $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

载流圆圈: $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2R}$, 圆弧: $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2R} \frac{\theta}{2\pi}$



大学物理第二学期公式集

电磁学

1. 定义:

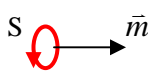
① \vec{E} 和 \vec{B} :
$$\begin{cases} E = F/q_0 & \text{单位: N/C = V/m} \\ B = F_{\max}/qv & \text{方向, 小磁针指向 (S} \rightarrow \text{N); 单位: 特斯拉 (T) = } 10^4 \text{ 高斯 (G)} \end{cases}$$

$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{V} \times \vec{B})$ 洛仑兹公式

② 电势: $U = \int_r^\infty \vec{E} \cdot d\vec{r}$

电势差: $U = \int_+^- \vec{E} \cdot d\vec{l}$ 电动势: $\varepsilon = \int_-^+ \vec{K} \cdot d\vec{l}$ ($\vec{K} = \frac{\vec{F}_{\text{非静电}}}{q}$)

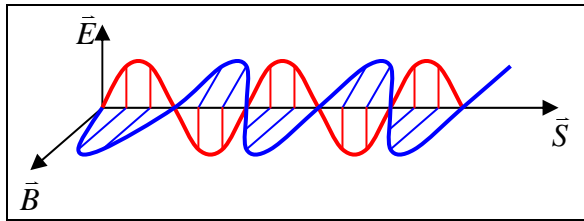
③ 电通量: $\phi_e = \iint \vec{E} \cdot d\vec{S}$ 磁通量: $\phi_B = \iint \vec{B} \cdot d\vec{S}$ 磁通链: $\Phi_B = N\phi_B$ 单位: 韦伯 (Wb)

④ 电偶极矩: $\vec{p} = q\vec{l}$  磁矩: $\vec{m} = I\vec{S} = IS\hat{n}$ 

⑤ 电容: $C = q/U$ 单位: 法拉 (F)
 * 自感: $L = \Psi/I$ 单位: 亨利 (H)
 * 互感: $M = \Psi_{21}/I_1 = \Psi_{12}/I_2$ 单位: 亨利 (H)

⑥ 电流: $I = \frac{dq}{dt}$; * 位移电流: $I_D = \varepsilon_0 \frac{d\phi_e}{dt}$ 单位: 安培 (A)

⑦ * 能流密度: $\vec{S} = \frac{1}{\mu} \vec{E} \times \vec{B}$



2. 实验定律

① 库仑定律: $\vec{F} = \frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \vec{r}_0$ ② 毕奥—沙伐尔定律: $d\vec{B} = \frac{\mu_0 Id\vec{l} \times \hat{r}}{4\pi r^2}$ ③ 安培定律: $d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B}$

④ 电磁感应定律: $\varepsilon_{\text{感}} = -\frac{d\phi_B}{dt}$
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{动生电动势: } \varepsilon = \int_-^+ (\vec{V} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} \\ \text{感生电动势: } \varepsilon = \int_+^- \vec{E}_i \cdot d\vec{l} \quad (\vec{E}_i \text{ 为感生电场}) \end{array} \right.$$

* ⑤ 欧姆定律: $U = IR$ ($\vec{E} = \rho \vec{j}$) 其中 ρ 为电导率

3. * 定理 (麦克斯韦方程组)

电场的高斯定理: $\oiint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$
$$\left\{ \begin{array}{l} \oiint \vec{E}_{\text{静}} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_0} \quad (\vec{E}_{\text{静}} \text{ 是有源场}) \end{array} \right.$$

$$\oiint \vec{E}_{\text{感}} \cdot d\vec{S} = 0 \quad (\vec{E}_{\text{感}} \text{是无源场})$$

磁场的高斯定理: $\oiint \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$

$$\left\{ \begin{array}{l} \oiint \vec{B}_{\text{稳}} \cdot d\vec{S} = 0 \quad (\vec{B}_{\text{稳}} \text{是无源场}) \\ \oiint \vec{B}_{\text{感}} \cdot d\vec{S} = 0 \quad (\vec{B}_{\text{感}} \text{是无源场}) \end{array} \right.$$

电场的环路定理: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\phi_B}{dt}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \oint \vec{E}_{\text{静}} \cdot d\vec{l} = 0 \quad (\text{静电场无旋}) \\ \oint \vec{E}_{\text{感}} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\phi_B}{dt} \quad (\text{感生电场有旋; 变化的磁场产生感生电场}) \end{array} \right.$$

安培环路定理: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I + \mu_0 I_d$

$$\left\{ \begin{array}{l} \oint \vec{B}_{\text{稳}} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I \quad (\text{稳恒磁场有旋}) \\ \oint \vec{B}_{\text{感}} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\phi_e}{dt} \quad (\text{变化的电场产生感生磁场}) \end{array} \right.$$

4. 常用公式

① 无限长载流导线: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ 螺线管: $B = n \mu_0 I$

② 带电粒子在匀强磁场中: 半径 $R = \frac{mV}{qB}$ 周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$

磁矩在匀强磁场中: 受力 $F=0$; 受力矩 $\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}$

③ 电容器储能: $W_c = \frac{1}{2} CU^2$ * 电场能量密度: $\omega_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$ } 电磁场能量密度: $\omega = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2\mu_0} B^2$

* 电感储能: $W_L = \frac{1}{2} LI^2$ * 磁场能量密度: $\omega_B = \frac{1}{2\mu_0} B^2$ } 电磁场能流密度: $S = \omega V$

④ * 电磁波: $C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 在介质中 $V = C/n$, 频率 $f = \nu = \frac{1}{2\pi \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$

波动学

1. 定义和概念

简谐波方程: x 处 t 时刻相位

$$\xi = A \cos(\underbrace{\omega t + \phi}_{\text{相位}} - \underbrace{2\pi x/\lambda}_{\text{相位}})$$

振幅 (振动量) | 0 点处相位 | 0 点处初相 | x 处落后 0 点的相位

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{简谐振动方程: } \xi = A \cos(\omega t + \phi) \\ \text{波形方程: } \xi = A \cos(2\pi x/\lambda + \phi') \end{array} \right.$$

相位 Φ —— 决定振动状态的量

振幅 A —— 振动量最大值

初相 ϕ —— $x=0$ 处 $t=0$ 时相位

频率 ν —— 每秒振动的次数

圆频率 $\omega = 2\pi \nu$

决定于初态 (x_0, V_0) $\left\{ \begin{array}{l} x_0 = A \cos \phi \\ V_0 = -A \omega \sin \phi \end{array} \right.$

决定于波源如: 弹簧振子 $\omega = \sqrt{k/m}$

周期 T ——振动一次的时间

单摆 $\omega = \sqrt{g/l}$

波速 V ——波的相位传播速度或能量传播速度。决定于介质如：
 绳 $V = \sqrt{T/\mu}$ 光速 $V = C/n$
 空气 $V = \sqrt{B/\rho}$

波的干涉：同振动方向、同频率、相位差恒定的波的叠加。

光程： $L = n x$ （即光走过的几何路程与介质的折射率的乘积）。

相位突变：波从波疏媒质进入波密媒质时有相位 π 的突变（折合光程为 $\lambda/2$ ）。

拍：频率相近的两个振动的合成振动。

驻波：两列完全相同仅方向相反的波的合成波。

多普勒效应：因波源与观察者相对运动产生的频率改变的现象。

衍射：光偏离直线传播的现象。

自然光：一般光源发出的光

偏振光（亦称线偏振光或称平面偏振光）：只有一个方向振动成份的光。

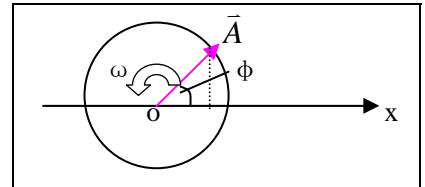
部分偏振光：各振动方向概率不等的光。可看成相互垂直两振幅不同的光的合成。

2. 方法、定律和定理

① 旋转矢量法：

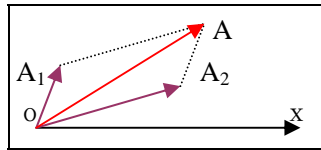
如图，任意一个简谐振动 $\xi = A \cos(\omega t + \phi)$ 可看成初始角位置为 ϕ

以 ω 逆时针旋转的矢量 \vec{A} 在 x 方向的投影。



相干光合成振幅：

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos \Delta \phi}$$

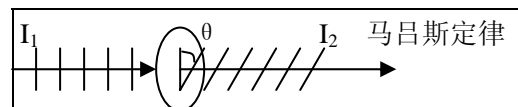


其中： $\Delta \phi = \phi_1 - \phi_2 - \frac{2\pi}{\lambda} (r_2 - r_1)$ 当 $\Delta \phi = \begin{cases} 2k\pi & \text{极大 (明纹)} \\ (2k+1)\pi & \text{极小 (暗纹)} \end{cases}$

当 $\phi_1 - \phi_2 = 0$ 时，光程差 $\delta = (r_2 - r_1) = \begin{cases} k\lambda & \text{极大 (明纹)} \\ (2k+1)\lambda/2 & \text{极小 (暗纹)} \end{cases}$

② 惠更斯原理：波面子波的包络面为新波前。（用来判断波的传播方向）

③ 菲涅尔原理：波面子波相干叠加确定其后任一点的振动。

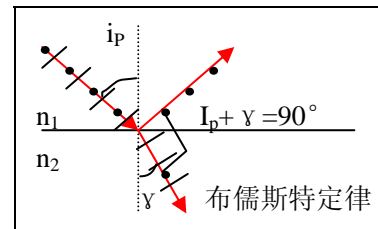


④ *马吕斯定律： $I_2 = I_1 \cos^2 \theta$

⑤ *布儒斯特定律：

当入射光以 i_p 入射角入射时则反射光为垂直入射面振动的完全偏振光。 i_p 称布儒斯特角，其满足：

$$\tan i_p = n_2/n_1$$



3. 公式

振动能量： $E_k = mV^2/2 = E_k(t)$
 $E_p = kx^2/2 = (t)$
 $E = E_k + E_p = kA^2/2$

*波动能量： $\bar{w} = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2$ $I = \bar{w}V = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2 V \propto A^2$

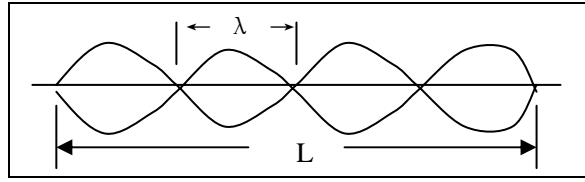
*驻波:

波节间距 $d = \lambda / 2$

基波波长 $\lambda_0 = 2L$

基频: $\nu_0 = V / \lambda_0 = V / 2L$;

谐频: $\nu = n \nu_0$

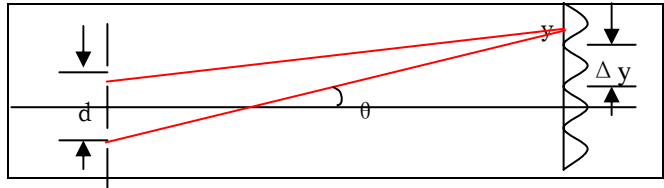


*多普勒效应:

机械波 $\nu' = \frac{V + V_R}{V - V_s} \nu$ (V_R ——观察者速度; V_s ——波源速度)

对光波 $\nu' = \sqrt{\frac{C - V_r}{C + V_r}} \nu$ 其中 V_r 指光源与观察者相对速度。

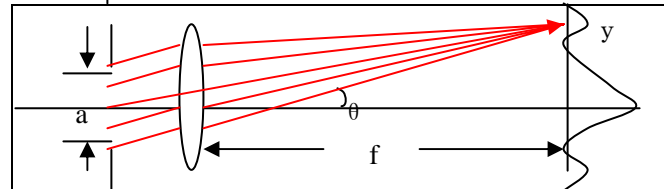
杨氏双缝: $\begin{cases} d \sin \theta = k \lambda \text{ (明纹)} \\ \theta \approx \sin \theta \approx y / D \\ \text{条纹间距 } \Delta y = D / \lambda d \end{cases}$



单缝衍射 (夫琅禾费衍射):

$a \sin \theta = k \lambda$ (暗纹)

$\theta \approx \sin \theta \approx y / f$



瑞利判据:

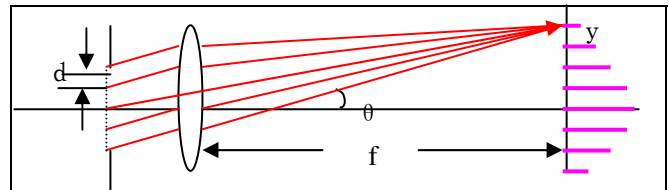
$\theta_{\min} = 1.22 \lambda / D$ (最小分辨角)

光栅:

$d \sin \theta = k \lambda$ (明纹即主极大满足条件)

$\tan \theta = y / f$

$d = 1/n = L/N$ (光栅常数)

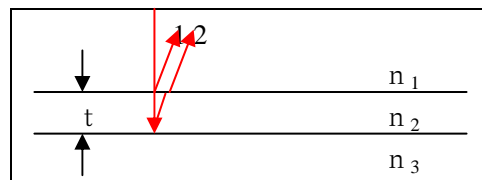


薄膜干涉: (垂直入射)

$\delta_{\text{反}} = 2n_2 t + \delta_0 \left[\delta_0 = \begin{cases} 0 & \text{中} \\ \lambda/2 & \text{极} \end{cases} \right]$

增反: $\delta_{\text{反}} = (2k+1) \lambda / 2$

增透: $\delta_{\text{反}} = k \lambda$



现代物理

(一) 量子力学

1. 普朗克提出能量量子化: $\epsilon = h \nu$ (最小一份能量值)

2. 爱因斯坦提出光子假说: 光束是光子流。

光电效应方程: $h \nu = \frac{1}{2} m v^2 + A$ 其中: $\left\{ \begin{array}{l} \text{逸出功 } A = h \nu_0 \text{ (} \nu_0 \text{ 红限频率)} \\ \text{最大初动能 } \frac{1}{2} m v^2 = e U_a \text{ (} U_a \text{ 遏止电压)} \end{array} \right.$

3. 德布罗意提出物质波理论: 实物粒子也具有波动性。

则实物粒子具有波粒二象性: $\left\{ \begin{array}{l} \epsilon = h \nu = mc^2 \\ \lambda = h / mv \end{array} \right.$ 对比光的二象性: $\left\{ \begin{array}{l} \epsilon = h \nu = mc^2 \\ \lambda = c / \nu \end{array} \right.$

$$p=h/\lambda =mv$$

$$p=h/\lambda =m c$$

注：对实物粒子： $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} > 0$ 且 $v \neq c/\lambda$ 亦 $v \neq V/\lambda$ ；而对光子： $m_0=0$ 且 $v=C/\lambda$

4. 海森伯不确定关系： $\Delta x \Delta p_x \geq h/4\pi$ $\Delta t \Delta E \geq h/4\pi$

波函数意义： $|\psi|^2 = \psi_0^2$ = 粒子在 t 时刻 r 处几率密度。

归一化条件： $\iiint |\psi|^2 dV = 1$ Ψ 的标准条件：连续、有限、单值。

(二) 狭义相对论：

1. 两个基本假设：①光速不变原理：真空中在所有惯性系中光速相同，与光源运动无关。

②狭义相对性原理：一切物理定律在所有惯性系中都成立。

2. 洛伦兹变换：

$$\begin{array}{l} \Sigma' \text{系} \rightarrow \Sigma \text{系} \\ \left\{ \begin{array}{l} x = \gamma (x' + vt') \\ y = y' \\ z = z' \\ t = \gamma (t' + vx'/c^2) \end{array} \right. \end{array} \qquad \begin{array}{l} \Sigma \text{系} \rightarrow \Sigma' \text{系} \\ \left\{ \begin{array}{l} x' = \gamma (x - vt) \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \gamma (t - vx/c^2) \end{array} \right. \end{array}$$

其中： $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ 因 V 总小于 C 则 $\gamma \geq 0$ 所以称其为膨胀因子；称 $\beta = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ 为收缩因子。

3. 狭义相对论的时空观：

①同时的相对性：由 $\Delta t = \gamma (\Delta t' + v \Delta x'/c^2)$ ， $\Delta t' = 0$ 时，一般 $\Delta t \neq 0$ 。称 x'/c^2 为同时性因子。

②运动的长度缩短： $\Delta x = \Delta x' / \gamma \leq \Delta x'$

③运动的钟变慢： $\Delta t = \gamma \Delta t' \geq \Delta t'$

4. 几个重要的动力学关系：

① 质速关系 $m = \gamma m_0$

② 质能关系 $E = mc^2$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{粒子的静止能量为：} E_0 = m_0 c^2 \\ \text{粒子的动能为：} E_K = mc^2 - m_0 c^2 = \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) m_0 c^2 = \frac{1}{2} m_0 V^2 + \frac{2m_0 V^4}{8c^2} + \dots \end{array} \right.$

当 $V \ll c$ 时， $E_K \approx mV^2/2$

*③ 动量与能量关系： $E^2 - p^2 c^2 = E_0^2$

*5. 速度变换关系：

$$\begin{array}{l} \Sigma' \text{系} \rightarrow \Sigma \text{系：} \quad u_x = \frac{u_x' + v}{1 + \frac{v}{c^2} u_x'} \quad u_y = \frac{u_y' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v}{c^2} u_x'} \quad u_z = \frac{u_z' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v}{c^2} u_x'} \\ \Sigma \text{系} \rightarrow \Sigma' \text{系：} \quad u_x' = \frac{u_x - v}{1 - \frac{v}{c^2} u_x'} \quad u_y' = \frac{u_y \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 - \frac{v}{c^2} u_x'} \quad u_z' = \frac{u_z \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 - \frac{v}{c^2} u_x'} \end{array}$$