# 力学复习

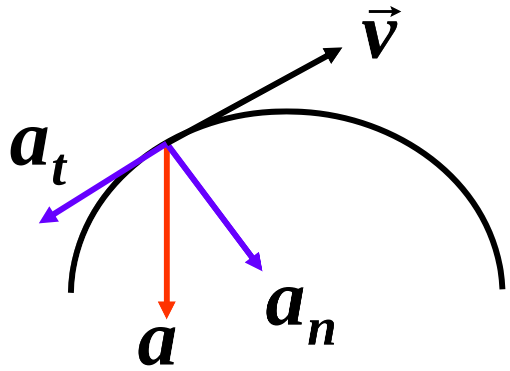
# 第1章　质点运动学

一、基本概念：　$\vec{r},\Delta\vec{r},\vec{v},\vec{a}$

$$\begin{cases} a_t = \dfrac{dv}{dt} \\ a_n = \dfrac{v^2}{\rho} \end{cases}$$

二、运动方程和轨迹方程：

1. $\vec{r} = \vec{r}(t) = x\vec{i} + y\vec{i} + z\vec{k}$　　2. $\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$




三、质点的圆运动（设半径R）

1、角量　　$d\vec{\theta},\vec{\omega} = d\vec{\theta}/dt,\vec{\beta} = d\vec{\omega}/dt$

2、线量与角量的关系　$\begin{cases} s = \theta R, v = \omega R \\ a_t = \beta R, a_n = \omega^2 R \end{cases}$

四、相对运动：

$$\begin{cases} \vec{r}_{A对C} = \vec{r}_{A对B} + \vec{r}_{B对C} \\ \vec{v}_{A对C} = \vec{v}_{A对B} + \vec{v}_{B对C} \\ \vec{a}_{A对C} = \vec{a}_{A对B} + \vec{a}_{B对C} \end{cases}$$

# 第 2 章　质点动力学

## 一、基本概念

**1**、质点的动量：　$\vec{P} = m\vec{v}$

**2**、质点的角动量（动量矩）：

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \quad \Rightarrow \quad (\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F})$$

## 二、基本规律

**1**、三个定律：牛顿一、二、三定律。

**2**、三个定理

*动量定理：$\int_{t_0}^{t} \vec{F} dt = \vec{p} - \vec{p}_0$

*角动量定理：$\begin{cases} \vec{M} = d\vec{L}/dt \\ \int_{t_0}^{t} \vec{M} dt = \vec{L} - \vec{L}_0 \end{cases}$

*动能定理：$A = \int_{r1}^{r2} \vec{F} \cdot d\vec{r} = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$

## 3、三个守恒定律

*动量守恒定律： 当$\vec{F}=0$时，$\vec{P}=$恒矢量

*角动量守恒定律： 当$\vec{M}=0$时，$\vec{L}=$恒矢量

*机械能守恒定律：
$$\begin{cases} \text{当} A_{\text{外}} + A_{\text{非保内}} = 0 \text{时} \\ E = E_k + E_p = \text{恒量} \end{cases}$$

注意：

*保守力做功： $A_{\text{保}} = \int \vec{F}_{\text{保}} \cdot d\vec{r} = -(E_{p2} - E_{p1})$

*三种势能： $E_p = mgh$，$E_p = \frac{1}{2}kx^2$，$E_p = -G\frac{Mm}{r}$

*功能原理： $A_{\text{外}} + A_{\text{非保内}} = E_2 - E_1 = \Delta E$

*对质点系： 动量定理 $\int_{t_0}^{t} (\Sigma \vec{F}_i)\, dt = (\Sigma \vec{P}_i)_2 - (\Sigma \vec{P}_i)_1$

动量守恒 当$\Sigma \vec{F}_i = 0$时，$\Sigma \vec{P}_i =$恒矢量

时间累积效应

$$\int_{t_1}^{t_2} \vec{M} \cdot dt = \vec{L}_2 - \vec{L}_1$$

$\vec{M} = 0$

$\vec{L}_1 = \vec{L}_2$ 角动量守恒

$$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F} \cdot dt = \vec{P}_2 - \vec{P}_1$$

$\vec{F} = 0$

$\vec{P}_1 = \vec{P}_2$ 动量守恒

$$\boxed{\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}}$$

瞬时效应

$$\int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r} = E_{k_2} - E_{k_1}$$

$$\int_1^2 \vec{F}_{外} \cdot d\vec{r} + \int_1^2 \vec{f}_{内非} \cdot d\vec{r} = E_2 - E_1$$

$A_{外} = 0 \quad A_{内非} = 0$

$E_1 = E_2$ 机械能守恒

空间累积效应

# 第3章　　刚体的定轴转动

## 一、基本概念、基本规律：

1、描述刚体定轴转动的物理量及运动学公式：

* 角速度 $\vec{\omega} = \dfrac{d\vec{\theta}}{dt}$　* 角加速度 $\vec{\beta} = \dfrac{d\vec{\omega}}{dt}$　*角动量 $\vec{L} = J\vec{\omega}$

* 距转轴 r 处质元线量与角量的关系：

$$\begin{cases} v = r\omega \\ a_t = r\beta \\ a_n = r\omega^2 \end{cases}$$

*匀角加速转动公式：

$$\begin{cases} \omega = \omega_0 + \beta t \\ \theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\beta t^2 \\ \omega^2 - \omega_0^2 = 2\beta\theta \end{cases}$$

2、定轴转动定律：

$$\vec{M} = J\vec{\beta}$$

3、机械能守恒定律：

在只有保守力矩作功时

$$\frac{1}{2}J\omega^2 + mgh_c = \text{常量}$$

4、角动量定理：$\vec{M}dt = d\vec{L}$

5、角动量守恒定律：

$\sum \vec{M} = 0$　时

$$J\vec{\omega} = \text{常量}$$

# 第4章　流体力学

## 1、理想流体的运动

**连续性方程:**　$S_1 v_1 = S_2 v_2$ 或 $Sv = C$

分支流管的连续性方程 $\boxed{S_1 v_1 = S_2 v_2 + S_3 v_3}$

**伯努利方程** $\boxed{P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = constant}$

伯努利方程的应用

1. 空吸

2. **小孔流速** $\boxed{v_B = \sqrt{2gh}}$

3. **流速计(比托管)，流量计**

## 2、黏性流体的运动

1、牛顿黏滞定律 $F=\eta\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x}S$

2、层流、湍流、雷诺数 $Re=\dfrac{\rho v d}{\eta}$

$Re<2000$, 层流;
$Re>3000$, 湍流;

3、黏性流体的伯努利方程

$$p_1+\rho g h_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2=p_2+\rho g h_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2+w$$

4、泊肃叶定律 $Q=\dfrac{\pi R^4(p_1-p_2)}{8\eta L}$

5、斯托克司定律 $f=6\pi\eta r v$

（固体在黏性流体中运动）

## 第5章 狭义相对论（运动学、动力学）

### 一、基本概念、基本规律：

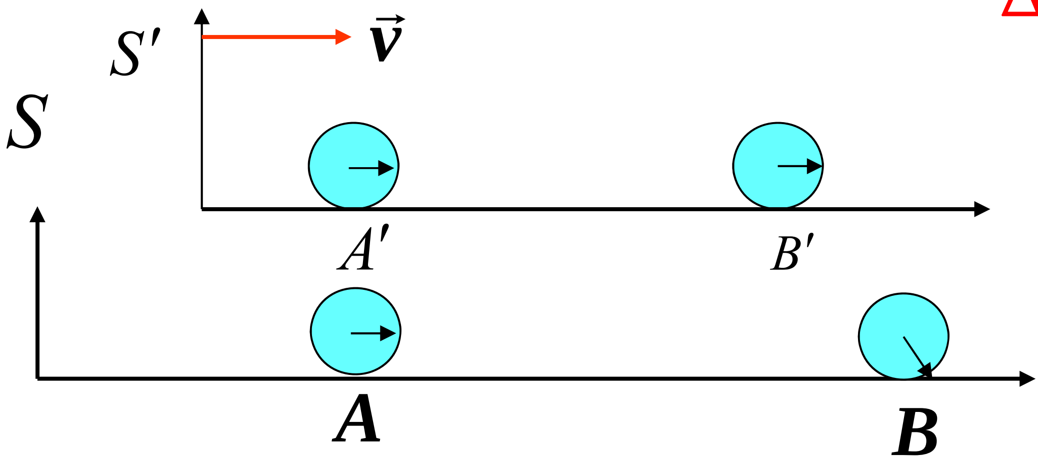
**爱因斯坦相对性原理，光速不变原理。**

### 1、洛仑兹坐标变换：

$$
\begin{cases}
x' = \dfrac{x - vt}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \\
y' = y \\
z' = z \\
t' = \dfrac{t - v\,x/c^2}{\sqrt{1-(v/c)^2}}
\end{cases}
\qquad
\begin{cases}
x = \dfrac{x' + vt'}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \\
y = y' \\
z = z' \\
t = \dfrac{t' + v\,x'/c^2}{\sqrt{1-(v/c)^2}}
\end{cases}
$$

**3、同时性的相对性：**沿两个惯性系相对运动方向上**不同地点**发生的两个事件，若在一个惯性系中表现为同时，则在另一惯性系中观察总是在前一惯性系运动的后方的那个事件先发生。（又问：同一地点如何？）

$$\Delta x = \frac{\cancel{\Delta x'} + v\Delta t'}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$




$$\boxed{\Delta t = \frac{\cancel{\Delta t'} + \dfrac{v}{c^2}\Delta x'}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}}$$

## 4、时间间隔的相对性（时间的膨胀及原时的概念）。

在某一参照系中同一地点先后发生的两个事件之间的时间之隔为原时，它是由静止于此参照系中该地点的一只钟测出的，原时最短。

$\Delta t'$ 为原时（固有时间)

$$\boxed{\Delta t = \frac{\Delta t' + \cancel{\frac{v}{c^2}\Delta x'}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}}$$

$$\boxed{\text{非原时} = \frac{\text{原时}}{\sqrt{1-\beta^2}}}$$

## 5、长度缩及原长的概念

棒静止时测得的长度叫棒的原长（固有长度、最长）。 运动的棒沿运动方向的长度比原长短，这是同时性的相对性的必然结果。

$$\Delta x' = \frac{\Delta x - v\cancel{\Delta t}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$\Delta x$：测长

$$\Delta L = \Delta L' \sqrt{1 - (v/c)^2}$$

$\Delta L'$ 为原长（固有长度）

$$\boxed{测长 = 原长 \times \sqrt{1 - \beta^2}}$$

## 6、相对论质量与速度的关系：

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$$

**相对论质量** $m = m_o \frac{1}{\sqrt{1-\left(v/c\right)^2}}$

**相对论动量** $\vec{p} = \frac{m_o}{\sqrt{1-\left(v/c\right)^2}}\vec{v}$

**相对论能量** $E = mc^2$

**静止能量** $E_o = m_o c^2$

**相对论动能** $E_K = mc^2 - m_0 c^2$

**质量变化，能量随之变化** $\Delta E = \Delta m c^2$

**相对论中动量与能量的关系** $E^2 = p^2 c^2 + m_0{}^2 c^4$

**对于光子** $m_o = 0$ $m = E/c^2$ $E = pc$

# 第6章　静　电　场

§6.1　电荷和库仑定律

§6.2　静电场、电场强度

§6.3　静电场的高斯定理

§6.4　静电场的环路定理

§6.5　电势差和电势

§6.6-7　静电场中的导体和电介质

§6.8　静电场的能量

# 1 库仑定律

电荷的相互作用，叠加原理

$$\vec{F}_i = k\frac{q_i \cdot q}{r_i^2}\hat{r}_i = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_i \cdot q}{r_i^2}\hat{r}$$

对于多个施力电荷，用力的叠加原理：

$$\vec{F}_q = \sum_{i=1}^{n}\vec{F}_i = \sum_{i=1}^{n}\frac{q_i \cdot q}{4\pi\varepsilon_0 r^2{}_i}\hat{r}_i$$

电荷连续分布时力的计算（电荷元）

## 2　静电场、电场强度

电场强度　$\vec{E}=\dfrac{\vec{F}}{q_0}$

点电荷的电场　$\vec{E}=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\hat{r}_1$

点电荷系的电场（场强叠加原理）

$$\vec{E}=\sum_i \frac{q_i}{4\pi\varepsilon_0 r_i^2}\hat{r}_i$$

电偶极矩 $\vec{p}=q\vec{l}$　电偶极矩所受力矩 $\vec{M}=\vec{p}\times\vec{E}$

（负点电荷指向正点电荷）

电荷元的电场公式： $d\vec{E} = \dfrac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\hat{r}$

带电体总电场为： $\boxed{\vec{E} = \int d\vec{E} = \int \dfrac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\hat{r}}$

注：矢量积分，通常用其分量式求解。

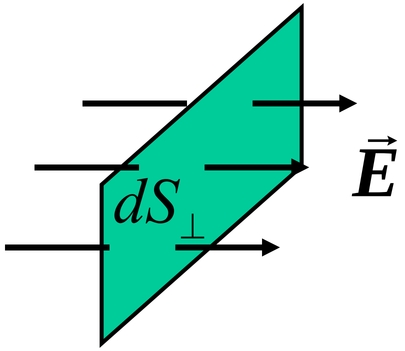
$$\vec{E} = \int (dE_x\vec{i} + dE_y\vec{j} + dE_z\vec{k})$$

**求 $E$ 的关键是正确的写出 $dq$**

电荷分布的三种方式：
$$\begin{cases} \text{线分布：} & dq = \lambda dl \\ \text{面分布：} & dq = \sigma ds \\ \text{体分布：} & dq = \rho dV \end{cases}$$

# 3 高斯定理

## 一、电场(力)线 —— 形象描述电场的矢量线




$$\therefore E=\frac{\Delta N}{dS_\perp}$$

$\boxed{\text{电场线密度}}$

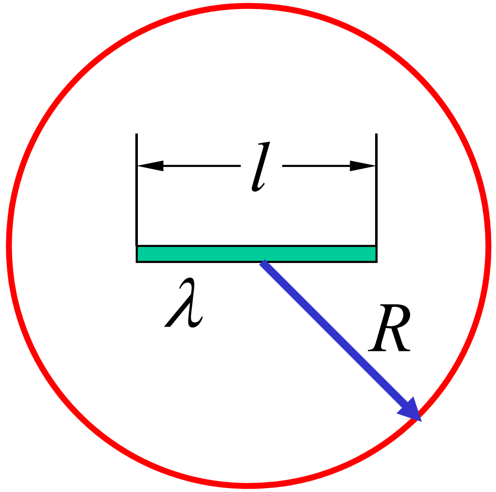
## 二、电通量

$$\Phi_e=\int d\Phi_e=\iint_S \vec{E}(\vec{r})\cdot d\vec{S}$$

闭合曲面S的外法向为正

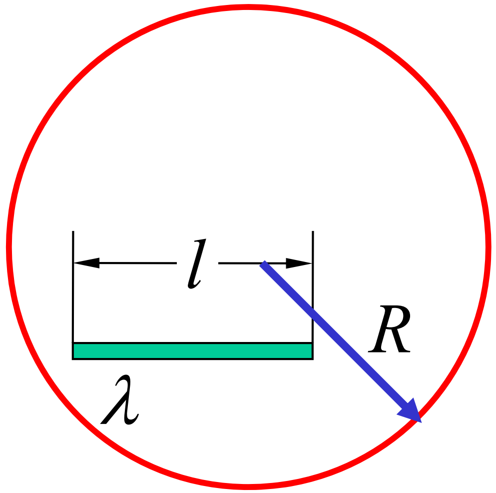
$\boxed{\text{只要点电荷在任意曲面内，电荷对曲面的电通量是相同的，与曲面形状和电荷位置无关。}}$

电通量与电荷在球面内的位置无关




$$\Rightarrow \quad \Phi_e = \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0}$$

但是电荷在球面内移动会影响球面上各点的电场强度分布。



任意曲面的电通量的计算可以用下式计算：

$$\boxed{\Phi_e = \oiint_s \vec{E}(\vec{r}) \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0}\sum_i q_i}$$

**S**曲面称为**高斯面**

若S内的电荷是连续分布：
$$\frac{1}{\varepsilon_0}\sum_i q_i = \frac{1}{\varepsilon_0}\int_V \rho \mathrm{d}V$$

说明：1. 定理中的$E$是$S$曲面上的各点的**电场强度**，由空间分布的**全部电荷**决定。

2. 该电场强度对某一个封闭曲面的**电通量**仅由空间分布在**高斯面内的电荷**决定。

如果以计算电场强度为目的应用高斯定理就必须使高斯面的选取满足一定条件：**设法构造高斯面，使$E$能从积分中移出！**

$$\oint\!\!\oint_{s} \vec{E}(\vec{r}) \cdot d\vec{S} = \sum_{j} q_j / \varepsilon_0$$

| 电场的对称性 | 高斯面 | $\iint_S \vec{E}(\vec{r}) \cdot d\vec{S}$ |
|---|---|---|
| (1) 球对称 | 同心球面 | $E(\vec{r}) \cdot 4\pi r^2$ |
| (2) 轴对称 | 同轴圆柱面 | $E(\vec{r}) \cdot 2\pi r L$ |
| (3) 面对称 | 底面平行于对称面的圆柱面 | $2 \cdot E \cdot \Delta S$ |

(1) $r$ 为球面半径

(2) $r$ 为柱面半径, $L$为柱面的高

(3) △S 为柱面的底面面积

## 4 环路定理，电势和电势差

保守场： $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$

电势差： $\boxed{V_1 - V_2 = \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{l}}$

电势： $\boxed{V_p = \int_p^{V=o} \vec{E} \cdot d\vec{l}}$ $\boxed{V = \int_q \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r}}$

E与V的关系： $\boxed{\vec{E} = -\nabla V}$ $\Rightarrow \begin{cases} E_x = -\dfrac{\partial U}{\partial x} \\ E_y = -\dfrac{\partial U}{\partial y} \\ E_z = -\dfrac{\partial U}{\partial z} \end{cases}$

电场力所作的功： $A = q(V_1 - V_2)$

## 5　静电场中的导体和电介质

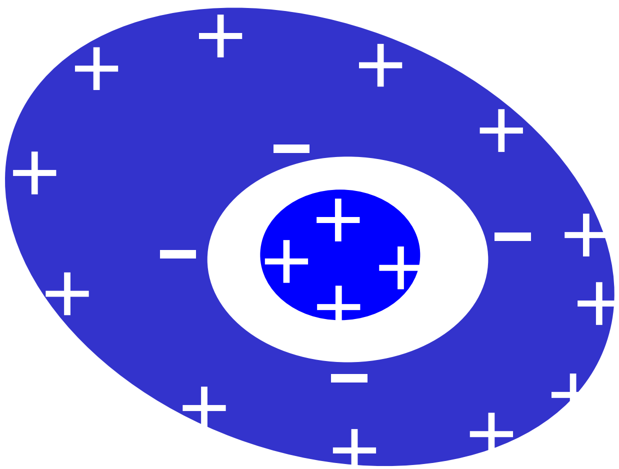
### （1）导体静电平衡的条件

$$\vec{E}_{内} = 0 \qquad \vec{E}_{表面} \perp 导体表面$$

导体是等势体，导体表面是等势面

### （2）静电平衡时导体上电荷的分布 $E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_o}$

### （3）静电屏蔽现象



## （3）介质中的高斯定理：

$$\oint_S \vec{D}\cdot d\vec{S}=\sum q_i$$

$$\vec{D}=\varepsilon_o\vec{E}+\vec{P}=\varepsilon_r\varepsilon_0\vec{E}$$

$$\vec{P}=\chi_e\varepsilon_0\vec{E} \qquad \varepsilon_r=1+\chi_e$$

$$\sigma'=\vec{P}\cdot\vec{n}$$

电容的定义：$C = Q/V$

平行板电容器：$C = \dfrac{\varepsilon S}{d}$

电容的并联、串联时电荷和电势的分布

$$\mathrm{C}=\mathrm{C}_1+\mathrm{C}_2+\cdots+\mathrm{C}_k$$

$$\frac{1}{\mathrm{C}}=\frac{1}{\mathrm{C}_1}+\frac{1}{\mathrm{C}_2}+\cdots+\frac{1}{\mathrm{C}_k}$$

电容器的能量：$W = \dfrac{1}{2}CV^2 = \dfrac{Q^2}{2C} = \dfrac{1}{2}QV$

电场能量密度：$w_e = \dfrac{1}{2}\varepsilon E^2 = \dfrac{1}{2}\vec{D}\cdot\vec{E}$

## 4　静电场的能量

电荷（系）在外电场中的静电位能

$$\mathbf{W} = \sum \mathbf{q_i U_i} \qquad \mathbf{W} = \int \mathbf{U dq}$$

电偶极子的电势能：$\boldsymbol{W} = -\vec{\boldsymbol{p}} \cdot \vec{\boldsymbol{E}}$

电荷系的静电能：$\boldsymbol{W} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{q_i U_i} \qquad W = \frac{1}{2}\int U dq$

电场能和静电能：（提供新的计算电容的方法）

带电体的静电能 = 该带电体激发电场的能量

$$W = \frac{Q^2}{2C} = \int \frac{1}{2}\varepsilon E^2$$

# 第7章　稳恒磁场

# 本章介绍了几个基本概念、两个基本定律和两个重要定理

## 一、几个基本概念

4.磁感应强度 $\vec{B}$： 描写磁场基本性质的物理量

大小： $\boxed{B = \dfrac{f_{\max}}{qv}}$ 方向：小磁针Q 极指向。

$\vec{B}$的计算： （1）毕萨定律

（2）安培环路定理

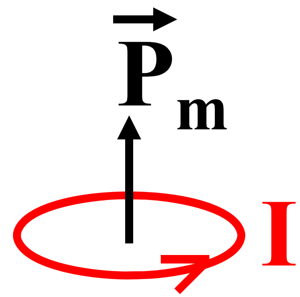
51磁通量 $\phi_p$ ：穿过某一曲面的磁力线条数。

定义：
$$\boxed{\phi_m = \int_S \vec{B} \bullet d\vec{S}}$$

单位：韦伯， Z e

6.磁矩 $\vec{p}_m$ ：描写线圈性质的物理量。

定义：
$$\boxed{\vec{p}_m = NIS\,\vec{\mathrm{n}}}$$




单位：安培·米$^{5}$

方向：与电流满足右手螺旋。

## 7.载流线圈在磁场中受到的力矩$\vec{M}$

**定义：** $$\boxed{\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}}$$

**单位：牛顿·米**

## 8.带电粒子垂直于磁场方向进入磁场

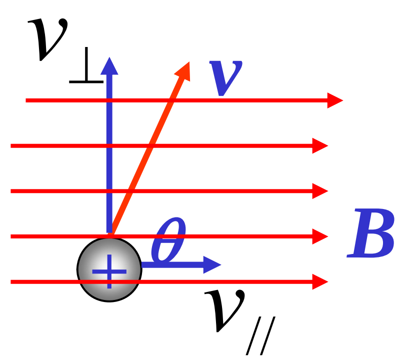
**作圆周运动**

**轨道半径：** $$\boxed{U = \frac{py}{tE}}$$

**周期：** $$\boxed{W = \frac{5\pi p}{tE}}$$

## 6、电荷以任意角度进入磁场，作螺旋线运动。

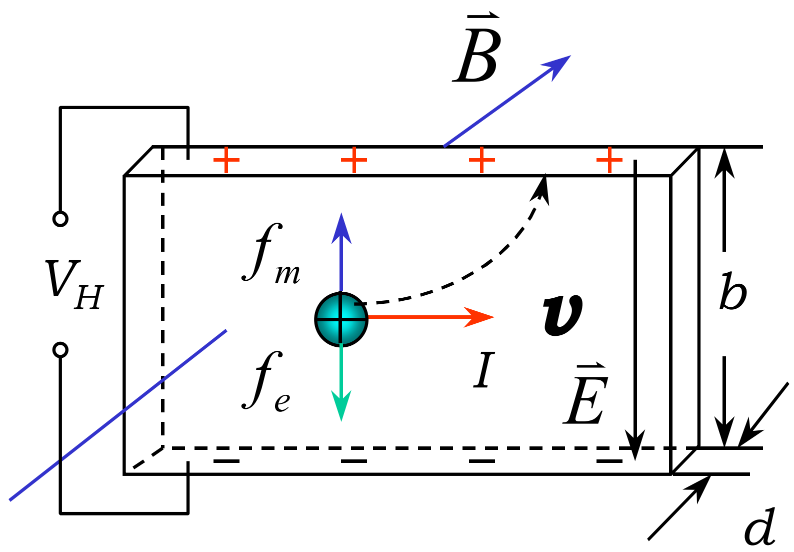
$$R=\frac{mv\sin\theta}{qB}\qquad T=\frac{2\pi m}{qB}$$




螺距$h$：$$\boxed{h=\frac{2\pi mv\cos\theta}{qB}}$$

## 7、霍尔电压 $\boxed{V_H=\frac{IB}{nqd}}$

霍尔系数 $\boxed{R_H=\frac{V_H}{I}=\frac{B}{nqd}}$



## 二.两个基本定律

### 4.毕奥--萨伐尔定律

电流元的磁场 $$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\vec{l}\times\vec{r}}{r^3}$$

运动电荷的磁场 $$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\vec{r}}{r^3}$$

### 5 1安培定律

电流元在磁场中受的安培力： $$\mathrm{d}\vec{F} = I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}$$

运动电荷在磁场中受到的洛仑兹力：

$$\vec{f} = q\vec{v}\times\vec{B}$$

## 三.两个重要定理

### 4 磁场中的高斯定理

$$\oint_S \vec{B} \cdot \mathrm{d}\vec{S} = 0$$

### 5 安培环路定理

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I_i$$

电流的正、负号规定：电流方向与$L$的环绕方向满足右手螺旋关系时，$I$ 为正，否则为负。

注意

环路定理反映的是 $\vec{B}$ 的环流与所包围的电流 I 的关系，但环路上各点的 $\vec{B}$ 由**所有**电流产生。

# 四.几个典型载流导体的磁场

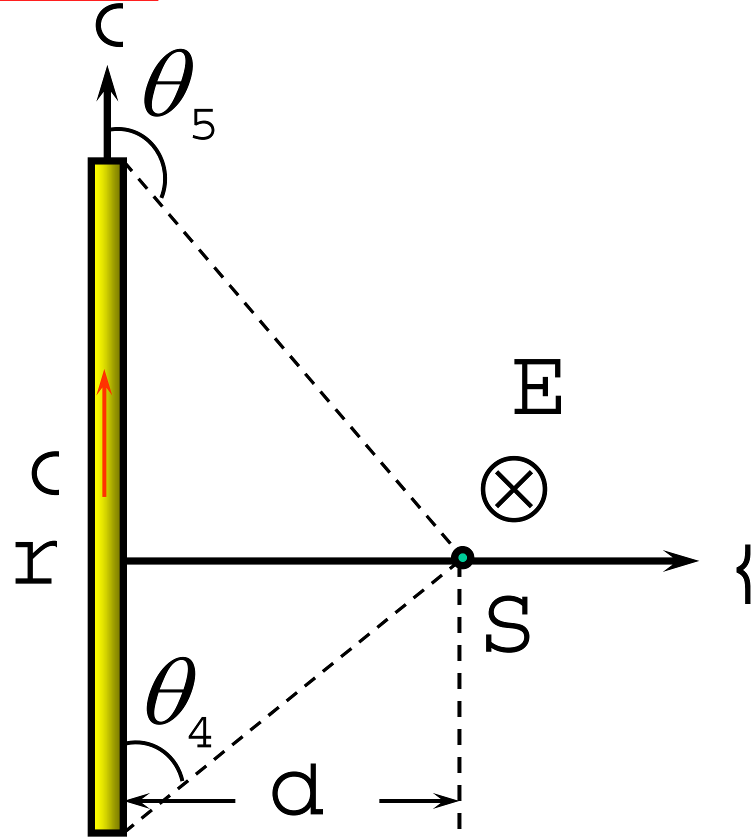
## 4 1载流直导线

**有限长载流直导线：**

$$E = \frac{\mu_3 I}{7\pi d}\left(\mathrm{frv}\,\theta_4 - \mathrm{frv}\,\theta_5\right)$$

**无限长载流直导线：**

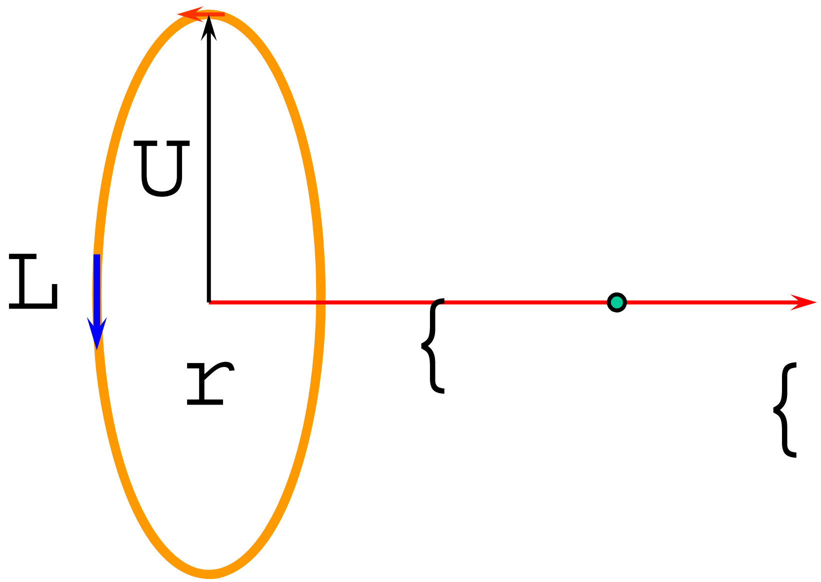
$$E = \frac{\mu_3 I}{5\pi d}$$



# 5 1载流圆环

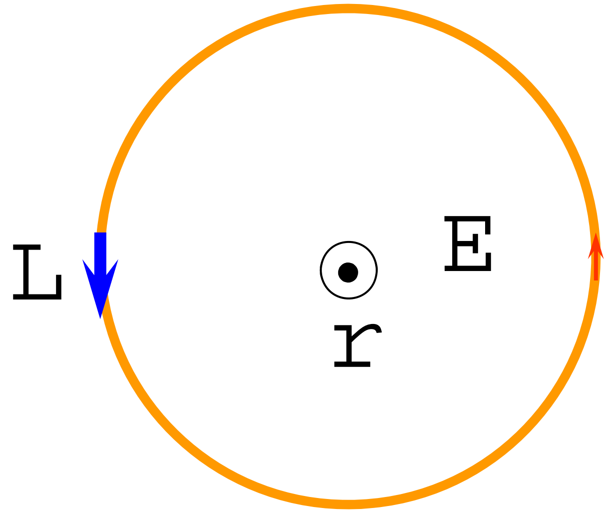
## 轴线上一点：

$$E = \frac{\mu_3 L U^5}{5\left(\{^5 + U^5\right)^{6\,25}}$$



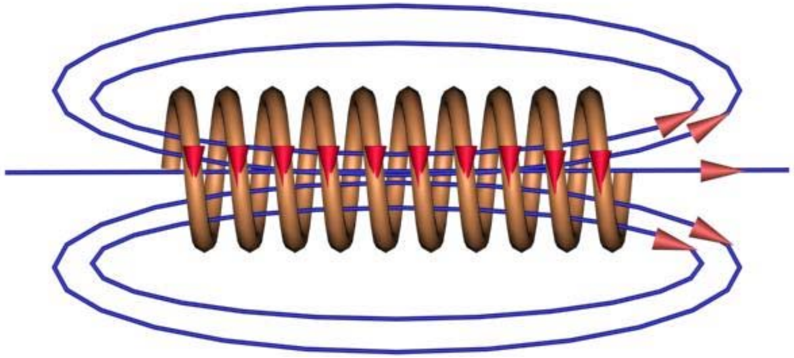

## 环心处：

$$E_r = \frac{\mu_3 I}{5U}$$



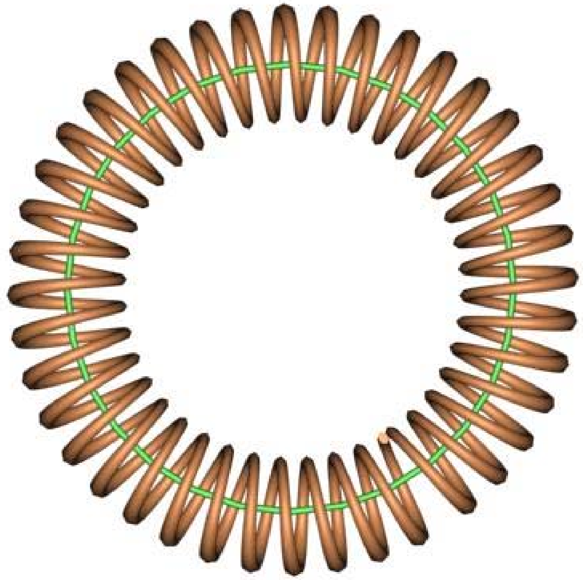
## 61长直螺线管内：

$$\boxed{B = \mu_0 nI}$$



## 7、螺绕环内：

$$\boxed{E = \frac{\mu_3 QL}{5\pi u}} \approx \mu_0 nI$$



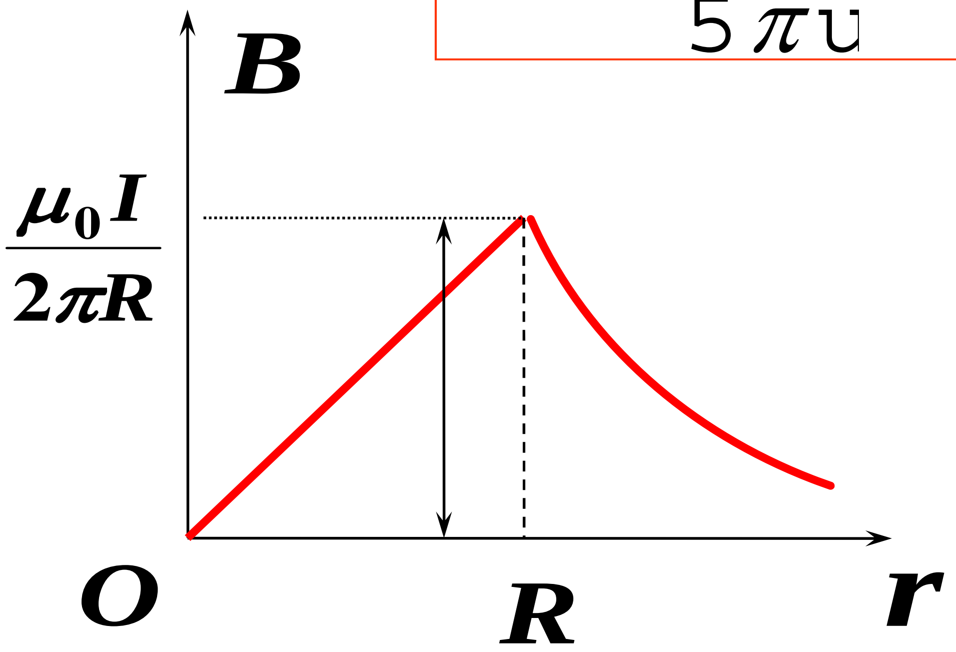
# 8 1载流圆柱体

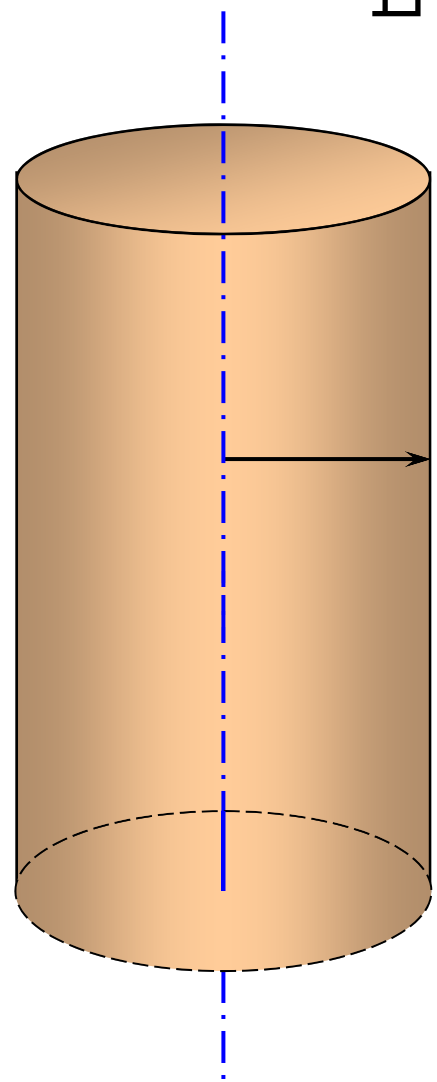
**圆柱体内**

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r \propto r$$

**圆柱体外**

$$E = \frac{\mu_3 L}{5\pi u} \propto \frac{4}{u}$$

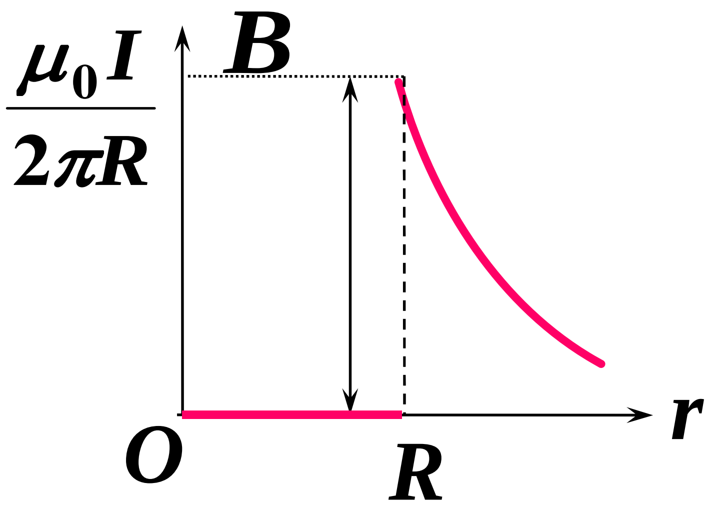


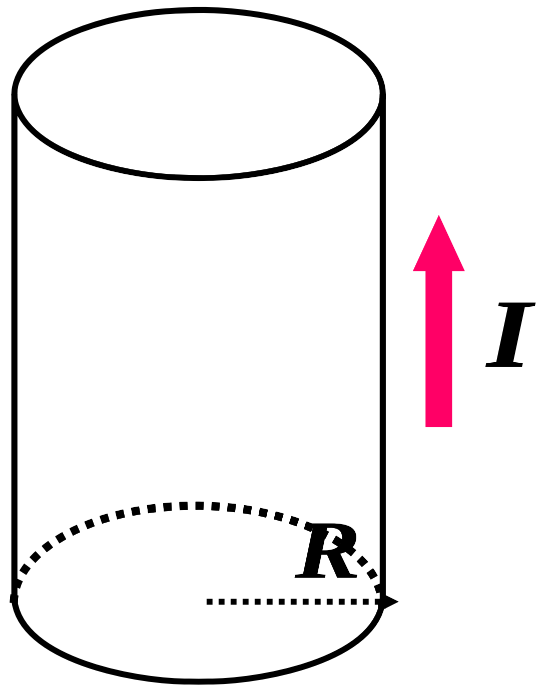



# 9 载流圆柱面

**圆柱面内** $\boxed{B = 0}$

**圆柱面外** $$\boxed{E = \frac{\mu_3 I}{5\pi u} \propto \frac{4}{u}}$$



# 有磁介质时计算磁场的分布：

$$\oint_L \vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = \sum I_{内} \quad \rightarrow H（对称性分析）$$

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0 \mu_r} \quad \rightarrow B$$

$$\vec{M} = \frac{\mu_r - 1}{\mu_0 \mu_r}\vec{B} \quad \rightarrow M$$

$$\left.\begin{aligned} \vec{j}' &= \vec{M}\times\hat{n} \\ \vec{J}' &= \nabla\times\vec{M} \end{aligned}\right\} \rightarrow 磁化电流$$

# 电磁感应复习

# 一、感应电动势与感应电场

1、感应电动势产生的条件：穿过回路的磁通量发生变化

法拉第电磁感应定律

$$\varepsilon_i = -N\frac{d\phi}{dt} \Rightarrow \phi = \int_s \vec{B}\cdot d\vec{s}$$

2、感应电动势的两种基本类型

感生电动势：$\varepsilon_i = -\int_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}\cdot d\vec{s} = \oint_L \vec{E}_i \cdot d\vec{l}$

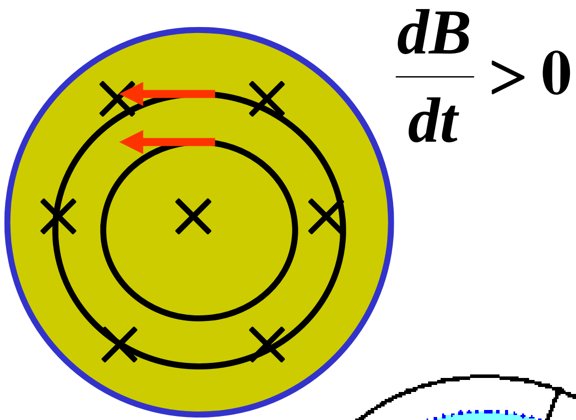
动生电动势：$\varepsilon_i = \int_L (\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}$

感应电场

非静电场Ek

## 3、感应电场

变化的磁场在空间激发一种非静电场，从而在空间回路中产生感生电动势。只有在导体回路中才产生感应电流。




注意:

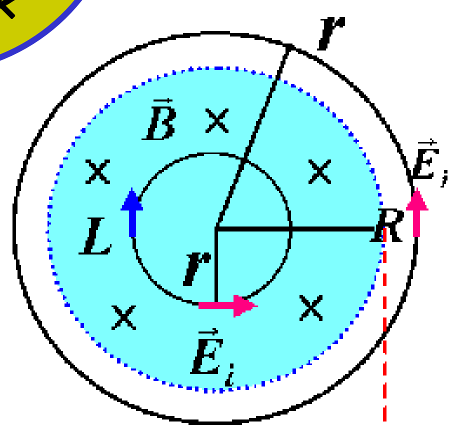
（1）判别 $\varepsilon_i$、$E_i$ 的方向：
右手定则、楞次定律

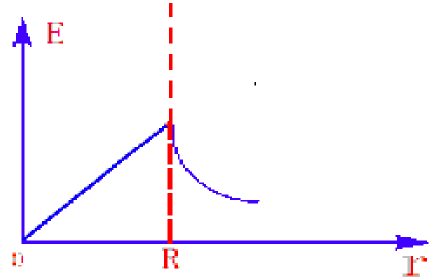
（2）$\oint \vec{E}_i \cdot d\vec{l} = -\dfrac{d\phi}{dt}$

$$\boxed{r \le R \quad E_i = \frac{r}{2}\frac{\partial B}{\partial t}}$$

$$\boxed{r \ge R \quad E_i = \frac{R^2}{2r}\frac{\partial B}{\partial t}}$$

方向逆时针




（3）感应电场与静电场的区别和联系

静电场与感生电场的区别和联系

| | 静电场 | 感生电场 |
|---|---|---|
| 相同点 | 对电荷有力的作用，并作功。 | |
| 不同点 | 静电荷所激发 | 变化的磁场激发 |
| | $\oiint \vec{E}_e \cdot d\vec{S} = \dfrac{q}{\varepsilon_0}$<br>$\oint \vec{E}_e \cdot d\vec{l} = 0$ | $\oiint \vec{E}_i \cdot d\vec{S} = 0$<br>$\oint \vec{E}_i \cdot d\vec{l} = -\dfrac{d\Phi_m}{dt}$ |
| | 电力线由正电荷指向负电荷或无穷远处。可引入位置势能函数，即电势$U$　　。 | 电力线呈涡旋状，不可引入位置势能函数，但有电动势存在$\varepsilon_i$ 。 |

## 二、自感与互感

1、 $L=\dfrac{\psi}{I}$ $\qquad \varepsilon_L=-\dfrac{d\psi}{dt}=-L\dfrac{dI}{dt}$

2、 $M=\dfrac{\psi_{12}}{I_1}=\dfrac{\psi_{21}}{I_2}$ $\qquad \varepsilon_{12}=-\dfrac{d\psi_{12}}{dt}=-M\dfrac{dI_1}{dt}$

各向同性的线性介质条件

$$\vec{D}=\varepsilon\vec{E}$$

$$\vec{H}=\vec{B}/\mu$$

$\vec{j}=\sigma\vec{E}=\vec{E}/\rho$ 传导电流

## 三、电磁场能量密度

$$w=\frac{1}{2}\vec{B}\cdot\vec{H}+\frac{1}{2}\vec{E}\cdot\vec{D}$$

$$W=\int wdV=\frac{1}{2}LI^2+\frac{1}{2}CU^2$$

## 四、电磁场的普遍规律

1. 位移电流 $I_D = {d\phi_D}/{dt}$ $\vec{j}_D = {\partial \vec{D}}/{\partial t}$

2. 位移电流与传导电流的异同

3. 电磁感应的相互性 $\begin{cases} \text{变化的磁场激发感应电场} \\ \text{变化的电场激发感应磁场（}I_D\text{ 的磁场）} \end{cases}$

4、麦克斯韦方程组的积分形式及意义

$$
\begin{cases}
\oint \vec{D}\cdot d\vec{S} = \sum q_i \\
\oint \vec{E}\cdot d\vec{l} = -\int \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}\cdot d\vec{S} \\
\oint \vec{B}\cdot d\vec{S} = 0 \\
\oint \vec{H}\cdot d\vec{l} = I + \int \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}\cdot d\vec{S}
\end{cases}
$$