2． 大学物理(下)重要知识点

（一）静电学　电场强度、电势、静电场力及其做功、静电感应、真空及有电介质时的高斯定理、电通量、有电介质时的电场与电位移、电容、电场能量

（二）磁学及电磁感应　磁感应强度、磁矩、洛伦兹力（不考霍尔效应）、磁力、磁力矩及其做功、安培环路定理、磁通量、电磁感应、感应电动势的计算、自感、磁能。（不考互感、第20章）

（三）近代物理　洛仑兹变换、时间膨胀、尺度收缩、狭义相对论动力学问题、光电效应、康普敦效应、德布罗意波、(不考不确定关系)、波函数性质（概率波，不考薛定谔方程）、氢原子光谱及跃迁，氢原子的量子力学结论（能级、轨道角动量、角动量空间量子化）、四个量子数、壳层结构、不相容原理

（三）近代物理

狭义相对论： 洛仑兹变换、时间膨胀、尺度收缩、狭义相对论动力学问题

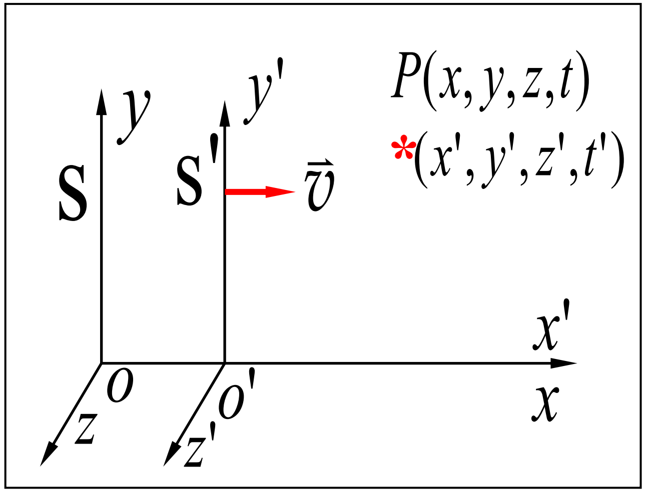
➢洛仑兹坐标变换

正变换

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

逆变换

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



➢时间膨胀

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$$

➢尺度收缩

$$l = l_0\sqrt{1-(v/c)^2}$$

➢相对论动力学问题

□质速关系

$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \Rightarrow p = mv = \frac{m_o}{\sqrt{1-(v/c)^2}}v$$

□功和动能

$$E_K = E - E_0 = mc^2 - m_o c^2$$

$$W = \Delta E = m_2 c^2 - m_1 c^2$$

□能量和动量关系

$$E^2 = E_0^2 + p^2c^2 \Rightarrow \text{光子} p = \frac{E}{c}$$

8. （2011级，洛仑兹变换, 同时的相对性）

(1)对某观察者来说，发生在某惯性系中同一地点、同一时刻的两个事件，对于相对该惯性系作匀速直线运动的其它惯性系中的观察者来说，它们是否同时发生？

(2)在某惯性系中发生于同一时刻、不同地点的两个事件，它们在其它惯性系中是否同时发生？

关于上述两个问题的正确答案是：

(A) (1)同时，(2)不同时.　　(B) (1)不同时，(2)同时.

(C) (1)同时，(2)同时.　　(D) (1)不同时，(2)不同时.　　[A]

$$t'=\frac{t-\frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \Rightarrow \Delta t'=\frac{\Delta t-\frac{v}{c^2}\Delta x}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \Rightarrow \begin{array}{l}\Delta t=0,\Delta x=0,\text{则}\Delta t'=0\\ \Delta t=0,\Delta x\neq 0,\text{则}\Delta t'\neq 0\end{array}$$

18．(2012级，时间膨胀)

μ子是一种基本粒子，在相对于μ子静止的坐标系中测得其寿命为$\tau_0=3\times 10^{-6}$ s．如果μ子相对于地球的速度为$v=0.8c$ (c为真空中光速)，则在地球坐标系中测出的μ子的寿命τ=________________秒．

$$\tau=\frac{\tau_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$$

8．(2012级，尺度收缩)

边长为a的正方形薄板静止于惯性系K的Oxy平面内，且两边分别与x，y轴平行．今有惯性系K'以$0.8c$（c为真空中光速）的速度相对于K系沿x轴作匀速直线运动，则从K'系测得薄板的面积为

(A) $0.6a^2$． (B) $0.8a^2$． (C) a^2． (D) $a^2/0.6$．[A]

长度收缩只发生在运动方向上，在与运动方向垂直的方向上不发生长度收缩。

$$l_x = l_{x0}\sqrt{1-(v/c)^2} = a\sqrt{1-(0.8c/c)^2} = 0.6a \qquad S = 0.6a \times a = 0.6a^2$$

7．（2011级，相对论动力学问题）

把一个静止质量为m_0的粒子，由静止加速到$v=0.6c$（c为真空中光速）需作的功等于

$$W = mc^2 - m_0c^2$$

(A) $0.18m_0c^2$． **(B) $0.25\ m_0c^2$．**

(C) $0.36m_0c^2$． **(D) $1.25\ m_0c^2$．** **[ ]**

早期量子论：光电效应、康普敦效应、德布罗意波、(不考不确定关系)

➢光电效应

电子吸收光子能量后，一部分消耗于电子逸出金属表面时所做的功（逸出功A），另一部分转化成电子的动能

爱因斯坦光电效应方程

$$\boxed{h\nu = A + \frac{1}{2}mv^2}$$

红限频率ν_0或红限波长λ_0：刚好能发生光电效应的入射光最小频率或最大波长

$$h\nu_0 = h\frac{c}{\lambda_0} = A$$

当反向电压增至U_c(截止电压or遏止电压)时，光电流为零。

$$\frac{1}{2}mv^2 = eU_c$$

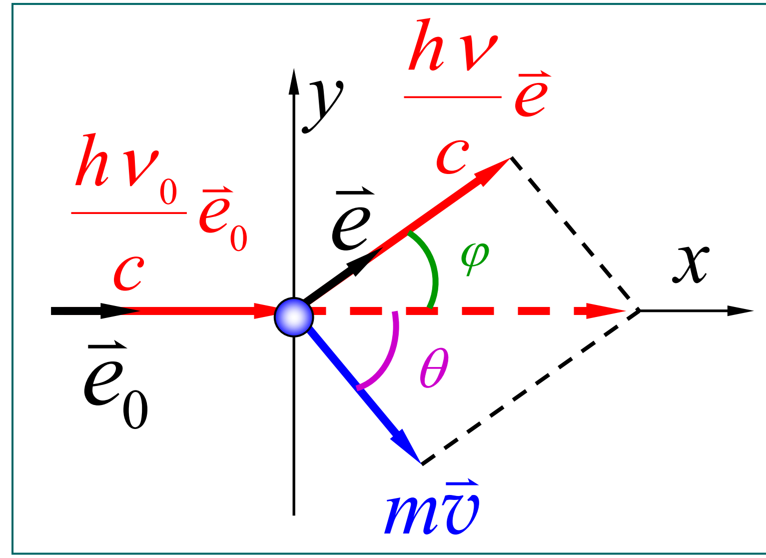
- **德布罗意波** $\nu = E/h \quad \lambda = h/p$ 光子

- **康普敦效应**：**X射线**被物质散射时，散射光中不仅有与入射光相同的波长成分，更有波长大于入射光波长的成分——证明了光具有粒子性。

康普顿公式：$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c}(1-\cos\varphi) = \lambda_C(1-\cos\varphi)$$

康普顿波长

康普顿效应：高能光子与静止自由电子弹性碰撞



□能量守恒

$$h\nu_0 + m_0c^2 = h\nu + mc^2$$

□动量守恒

x方向： $$\frac{h\nu_0}{c} = \frac{h\nu}{c}\cos\varphi + mv\cos\theta$$

y方向： $$0 = \frac{h\nu}{c}\sin\varphi - mv\sin\theta$$

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

联立方程 $$\frac{c}{\nu} - \frac{c}{\nu_0} = \frac{h}{m_0c}(1-\cos\varphi) \Rightarrow \lambda - \lambda_0 = \frac{h}{m_0c}(1-\cos\varphi)$$

康普顿波长 $$\boxed{\lambda_C = \frac{h}{m_0c} = 2.43\times10^{-12}\,\text{m} = 2.43\times10^{-3}\,\text{nm}}$$

9（2012级，光电效应）

已知一单色光照射在钠表面上，测得光电子的最大动能是 1.2 eV，而钠的红限波长是 540nm，那么入射光的波长是

(A) 535nm. (B) 500nm.

(C) 435nm. (D) 355nm. [**D**]

(普朗克常量 h=6.63×10^{-34} J·s，1 eV =1.60×10^{-19} J)

$$\left.\begin{array}{l} h\nu = A+\dfrac{1}{2}mv^2 \\ \lambda = c/\nu \end{array}\right\} \lambda = \frac{ch}{A+1/2\,mv^2} = \frac{ch}{hc/\lambda_0 + E_k} = \frac{1}{1/\lambda_0 + E_k/hc}$$

7（2010级，光电效应，洛仑兹力）

在均匀磁场 B 内放置一极薄的金属片，其红限波长为 λ_0．今用单色光照射，发现有电子放出，有些放出的电子(质量为 m，电荷的绝对值为 e)在垂直于磁场的平面内作半径为 R 的圆周运动，那么此照射光光子的能量是：

(A) $\dfrac{hc}{\lambda_0}$. (B) $\dfrac{hc}{\lambda_0}+\dfrac{(eRB)^2}{2m}$.

$$R=\frac{mv}{qB} \Rightarrow v=\frac{eBR}{m}$$

(C) $\dfrac{hc}{\lambda_0}+\dfrac{eRB}{m}$. (D) $\dfrac{hc}{\lambda_0}+2eRB$. [**B**]

光子能量$h\nu = A+\dfrac{1}{2}mv^2 = h\dfrac{c}{\lambda_0}+\dfrac{1}{2}m\left(\dfrac{eBR}{m}\right)^2$

10（2012级，康普顿效应）

在康普顿散射中，如果设反冲电子的速度为光速的 60%，则因散射使电子获得的能量是其静止能量的

(A) 2 倍. (B) 1.5 倍.

(C) 0.5 倍. (D) 0.25 倍.

$$\frac{\Delta E}{E_0}=\frac{E-E_0}{E_0}=\frac{mc^2-m_oc^2}{m_oc^2}=0.25$$

[D]

表面是康普顿效应，其实是相对论力学

19（2011级，德布罗意波，康普顿效应，相对论动力学）

令 $\lambda_c = h/(m_e c)$ (称为电子的康普顿波长，其中 m_e 为电子静止质量，c 为真空中光速，h 为普朗克常量)．当电子的动能等于它的静止能量时，它的德布罗意波长是 $\lambda =$ ________ λ_c .

$$E_k = E - E_0 = E_0 \Rightarrow E = 2E_0$$

$$E^2 = E_0^2 + p^2c^2 \Rightarrow p = \sqrt{E^2 - E_0^2}/c = \sqrt{3}E_0/c = \sqrt{3}m_e c$$

$$\lambda = h/p = h/\sqrt{3}m_e c = \lambda_c/\sqrt{3}$$

量子力学初步：波函数性质（概率波，不考薛定谔方程）、氢原子光谱及跃迁，氢原子的量子力学结论（能级、轨道角动量、角动量空间量子化）、四个量子数、壳层结构、不相容原理

➢ 氢原子光谱及跃迁

$$E_n = E_1 / n^2 = -13.6eV / n^2$$

电子从E_n向E_k跃迁放出光子的频率：

$$\nu = \frac{E_n - E_k}{h} = \frac{13.6eV}{h}\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right) \quad k<n$$

里德伯公式

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

R:里德伯常数

➢ 不相容原理

在一个原子中不可能有两个或两个以上的电子处于相同的状态，即不可能具有相同的四个量子数。

给定的主量子数(主壳层)n，最多容纳电子数$2n^2$

➢波函数的性质

在a到b内发现粒子的概率：

$$P=\int_a^b |\Psi(x,t)|^2\, dx=\int_a^b |\psi(x)|^2\, dx$$

概率密度：$|\Psi(x,t)|^2=|\psi(x)|^2$

□某一时刻在整个空间内发现粒子的概率：

$$\int |\Psi|^2 \mathrm{d}V=1$$

归一化条件

□有限性 $\int |\Psi|^2 \mathrm{d}V \le 1$

□单值性 $|\Psi|^2$ 是单值的

□连续性 Ψ和$\mathrm{d}\Psi/\mathrm{d}x$一般连续

➢量子数

量子数	名称	取值	物理意义
n	主量子数	**1,2,3,…**	能量是量子化 $E_n = -\frac{1}{n^2}\frac{me^4}{8\varepsilon_0{}^2h^2} = -\frac{13.6eV}{n^2}$
l	轨道量子数	**0,1,2,…,*n*-1**	“轨道”角动量是量子化 $L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$
m_l	(轨道)磁量子数	**0, ±1, ±2, …, ±*l***	角动量的空间取向是量子化 $L_z = m_l\hbar,$
m_s	自旋磁量子数	**±1/2**	自旋的空间取向是量子化 $S_z = m_s\hbar,$

主壳层　具有相同主量子数n的电子构成一个壳层

n	1	2	3	4	5	6	7
	K	L	M	N	O	P	Q

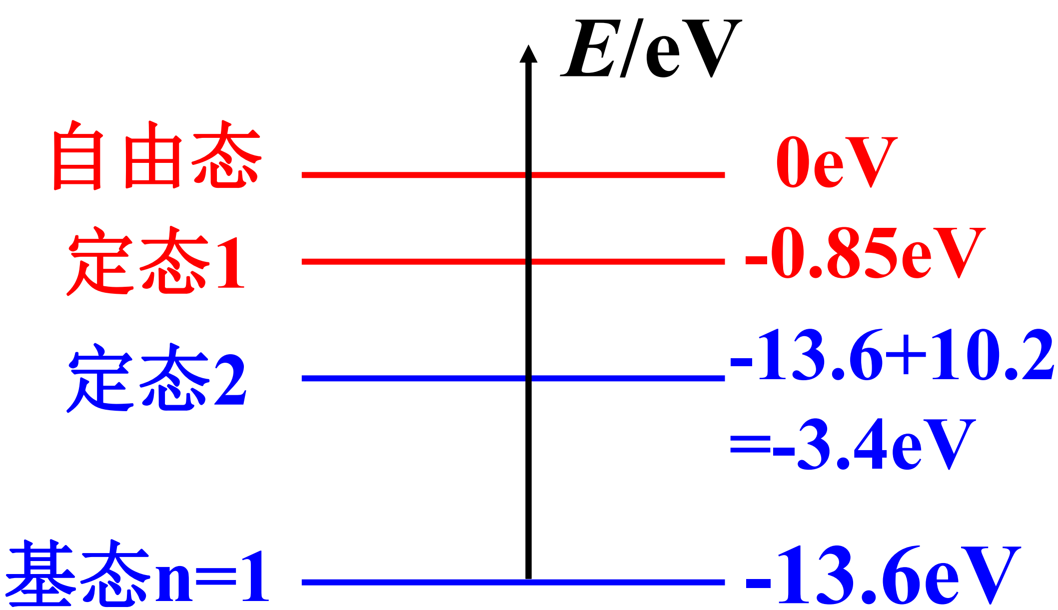
次壳层

l	0	1	2	3	4	5	6
	s	p	d	f	g	h	i

18（2009级，氢原子光谱及跃迁）

氢原子由定态 1 跃迁到定态 2 可发射一个光子．已知定态 1 的电离能为 0.85 eV，又知从基态使氢原子激发到定态 2 所需能量为 10.2 eV，则在上述跃迁中氢原子所发射的光子的能量为____________eV．

氢原子电离能：从定态(不一定是基态)到自由态(0eV)所需最小能量。



光子能量：

-0.85-(-3.4)=2.55eV

20（2012级，不相容原理，量子数）

在主量子数$n=3$，自旋磁量子数$m_s=\frac{1}{2}$的量子态中，能够填充的最大电子数是____________________。 $m_s=1/2$, 最大容纳电子数n^2

10（2011级，量子数）

下列各组量子数中，哪一组可以描述原子中电子的状态？

(A) $n=2$，$l=2$，$m_l=0$，$m_s=\frac{1}{2}$.

(B) $n=3$，$l=2$，$m_l=-1$，$m_s=-\frac{1}{2}$.

(C) $n=1$，$l=2$，$m_l=1$，$m_s=\frac{1}{2}$.

(D) $n=1$，$l=0$，$m_l=1$，$m_s=-\frac{1}{2}$.

根据量子数的取值规定 [B]

9（2010级，量子数）

在氢原子的M壳层中，电子可能具有的量子数(n,l,m_l,m_s)是

(A) (3，2，0，$\frac{1}{2}$).

(B) (2，0，0，$\frac{1}{2}$).

M壳层，n=3

(C) (3，3，1，$-\frac{1}{2}$).

(D) (2，1，0，$-\frac{1}{2}$).

[A]

20（2011级，波函数性质（概率波））

粒子在一维无限深方势阱中运动（势阱宽度为 a），其波函数为

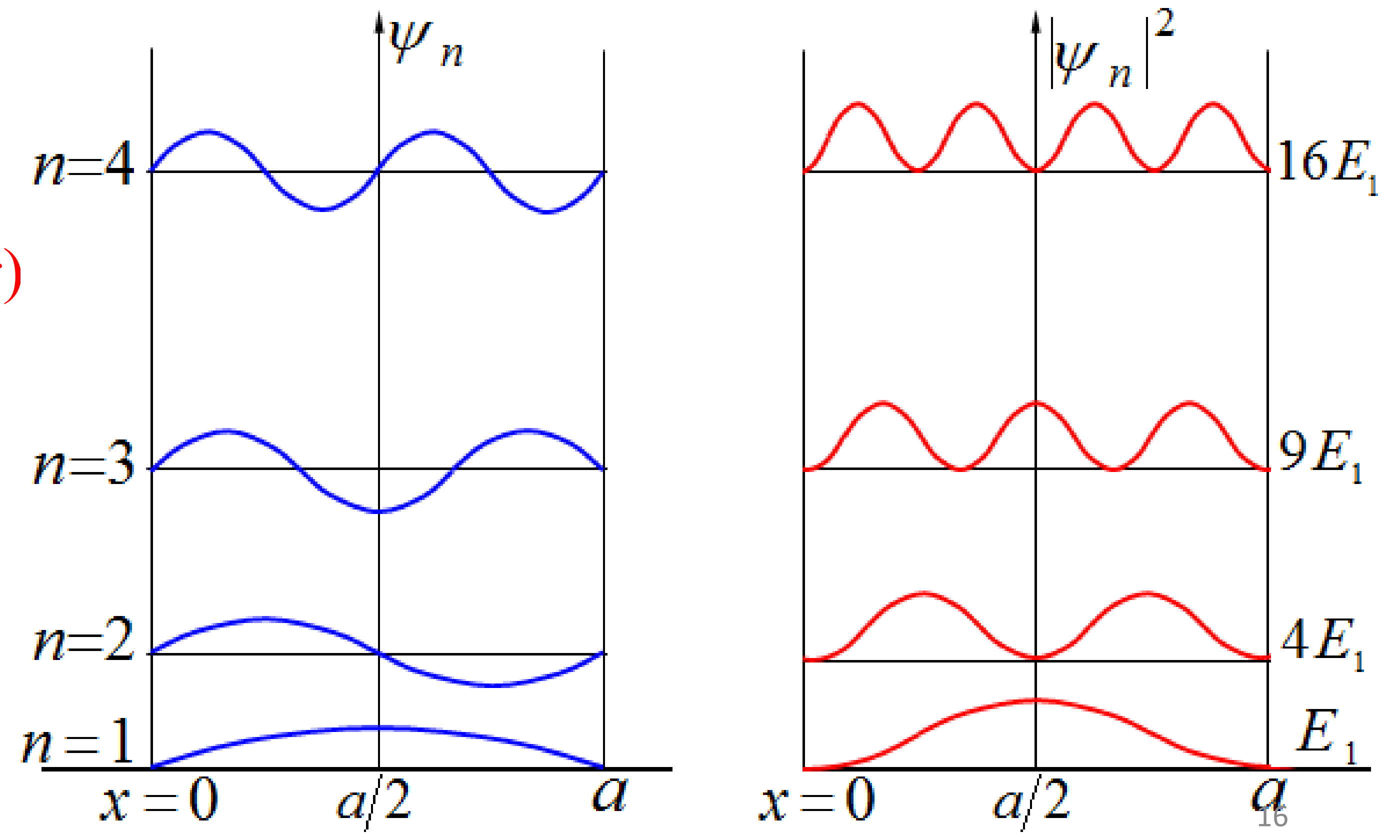
$$\psi(x)=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin\frac{3\pi x}{a}\qquad (0<x<a),$$

粒子出现的概率最大的各个位置是 $x=$____________.

一维无限深势阱

$$\varphi(x)=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin(\frac{n\pi}{a}x)$$

$$n=3$$



（一）静电学

真空中的静电场： 电场强度、电势、静电场力及其做功

➢电场强度

$$\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q_0}$$

点电荷 $\vec{E}=\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Q}{r^2}\vec{e}_r$

无限长带电直线 $E=\dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$ 电荷线密度

无限大带电平面 $E=\dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ 电荷面密度

在电介质中时，ε_0换成$\varepsilon=\varepsilon_0\varepsilon_r$

➢静电场力及其做功

$$\vec{F}=q\vec{E} \qquad A=\int_l q\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{l}$$

静电场力做功仅与始末位置有关，与路径无关，是保守力。

沿闭合路径一周，电场力作功为零 $\oint_l \vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=0$

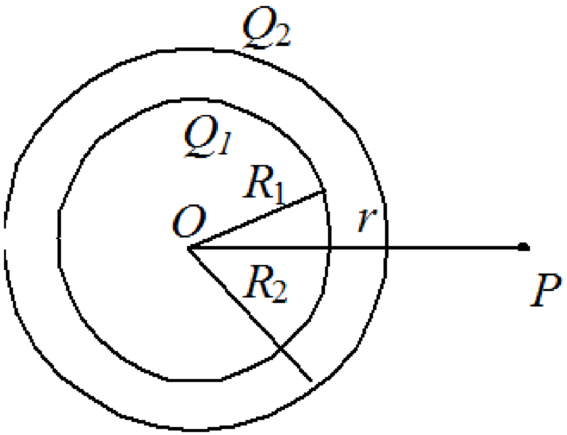
➢电势

$$U_{AB}=U_A-U_B=\int_A^B \vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{l} \qquad U_A=\int_{\mathrm{A}}^{\infty}\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{l}$$

点电荷电势 $U=\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$

1（2012级，电场强度）

如图所示，两个同心均匀带电球面，内球面半径为R_1、带有电荷Q_1，外球面半径为R_2、带有电荷Q_2，则在外球面外面、距离球心为r处的P点的场强大小E为：



(A) $\dfrac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$.

(B) $\dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 (r-R_1)^2}+\dfrac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 (r-R_2)^2}$.

(C) $\dfrac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 (R_2-R_1)^2}$.

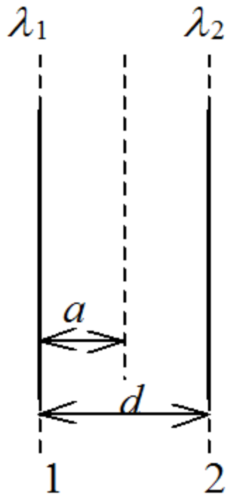
(D) $\dfrac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$.

[A]

$\vec{E}=\sum\limits_i \vec{E}_i$ 或直接高斯定理

11（2012级，电场强度）

两根相互平行的“无限长”均匀带正电直线 1、2，相距为 d，其电荷线密度分别为$+\lambda_1$和$+\lambda_2$如图所示，则场强等于零的点与直线 1 的距离 a 为 $\underline{\dfrac{\lambda_1}{\lambda_1+\lambda_2}d}$.

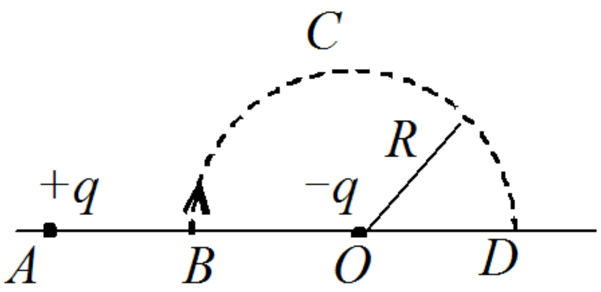


无限长带电直线 $E=\dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$

$$E_1+E_2=\frac{\lambda_1}{2\pi\varepsilon_0 a}-\frac{\lambda_2}{2\pi\varepsilon_0 (d-a)}=0$$

13（2012级，静电场力及其做功）

图示 BCD 是以 O 点为圆心，以 R 为半径的半圆弧，在 A 点有一电荷为$+q$ 的点电荷，O 点有一电荷为$-q$ 的点电荷．线段$\overline{BA}=R$．现将一单位正电荷从 B 点沿半圆弧轨道 BCD 移到 D 点，则电场力所作的功为____________________.



静电场力做功仅与始末位置有关，与路径无关

正电荷做的功

$$A=\int_l q_0\vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{l}=\int_R^{3R}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}dr=\frac{q}{6\pi\varepsilon_0 R}$$

负电荷不做功（r不变）

静电场中的导体和电介质：静电感应、真空及有电介质时的高斯定理、电通量、有电介质时的电场与电位移、电容、电场能量

➢静电感应　　静电平衡

- 导体内部任何一点处的电场强度为零
- 导体表面处的电场强度的方向，都与导体表面垂直
- 导体是等势体
- 实心导体：导体内部无净电荷，电荷只能分布于导体外表面。
- 有空腔导体
    - •腔内无电荷：电荷分布在外表面上（内表面无电荷）
    - •空腔内有电荷$+q$: 内表面因静电感应出现等值异号的电荷$-q$，外表面有感应电荷 $+q$(电荷守恒)

➢真空及有电介质时的高斯定理

真空：$\oint_S \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0}\sum q$　　有电介质：$\oint_S \vec{D}\cdot \mathbf{d}\vec{S} = \sum q_{\text{自由}}$

➢有电介质时的电场与电位移 $\vec{E}=\vec{D}/\varepsilon=\vec{D}/\varepsilon_0\varepsilon_r$

真空中场强E_0与有介质场强E_r的关系 $\vec{E}=\vec{E}_0/\varepsilon_r$ $\vec{D}=\varepsilon_0\varepsilon_r\vec{E}=\varepsilon_0\vec{E}_0$

➢电通量 $\Phi_e=\int_S\vec{E}\cdot d\vec{S}=\int_S E\cos\theta dS$

➢电容 孤立导体电容 $C=\dfrac{Q}{V}$ 电容器电容 $C=\dfrac{Q}{U}=\dfrac{Q}{Ed}$ 平行板电容器 $C=\dfrac{\varepsilon_0\varepsilon_r S}{d}$

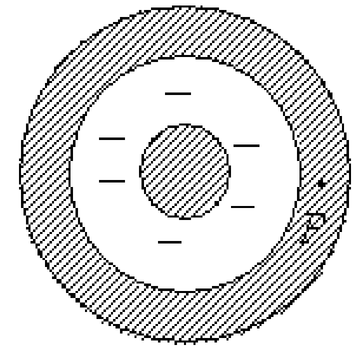
电容器间电场强度为两极板(无限大带电平面)电场的叠加，但两极板各自感受到的电场强度为极板间电场强度的一半。

电容串联 $\dfrac{1}{C}=\dfrac{1}{C_1}+\dfrac{1}{C_2}+\cdots\cdots+\dfrac{1}{C_n}$ 电容并联 $C=C_1+C_2+\cdots+C_n$

➢电场能量 电容器电能 $W_e=\dfrac{Q^2}{2C}=\dfrac{1}{2}QU=\dfrac{1}{2}CU^2$ 电场能量密度 $w_e=\dfrac{1}{2}\varepsilon E^2=\dfrac{1}{2}ED$

2（2012级，静电感应，电势）

如图所示，一带负电荷的金属球，外面同心地罩一不带电的金属球壳，则在球壳中一点 P 处的场强大小与电势(设无穷远处为电势零点)分别为：



(A) $E=0$，$U>0$.　　(B) $E=0$，$U<0$.

(C) $E=0$，$U=0$.　　(D) $E>0$，$U<0$.

静电平衡导体内部电场为零，是等势体

$$U_A=\int_A^{\infty}\vec{E}\cdot d\vec{l}$$

[B]

12（2012级，电场能量，电容）

一空气电容器充电后切断电源，电容器储能 W_0，若此时在极板间灌入相对介电常量为 ε_r 的煤油，则电容器储能变为 W_0 的________倍．如果灌煤油时电容器一直与电源相连接，则电容器储能将是 W_0 的__________倍．

$$C_0=\frac{\varepsilon_0 S}{d}\qquad C=\frac{\varepsilon_0\varepsilon_r S}{d}=\varepsilon_r C_0$$

切断电源，Q不变

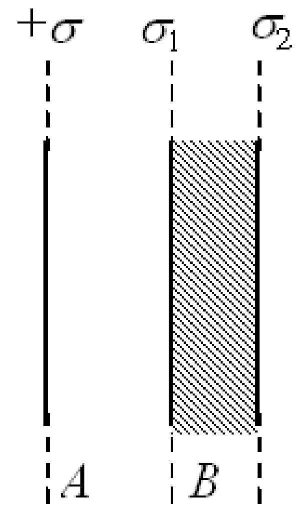
$$W_e=\frac{Q^2}{2C}=\frac{W_0}{\varepsilon_r}$$

连接电源，U不变

$$W_e=\frac{1}{2}CU^2=\varepsilon_r W_0$$

2（2011级，静电感应，电场强度）

一"无限大"均匀带电平面 A，其附近放一与它平行的有一定厚度的不带电的"无限大"平面导体板 B，如图所示．已知 A 上的电荷面密度为 $+\sigma$，则在导体板 B 的两个表面 1 和 2 上的感生电荷面密度为：



(A) $\sigma_1 = -\sigma$， $\sigma_2 = +\sigma$．

(B) $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma$， $\sigma_2 = +\frac{1}{2}\sigma$．

(C) $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma$， $\sigma_2 = -\frac{1}{2}\sigma$．

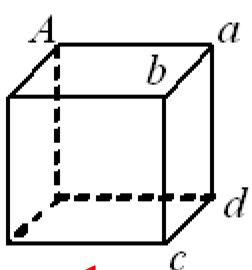
(D) $\sigma_1 = -\sigma$， $\sigma_2 = 0$．

无限大带电平面 $E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$$\left.\begin{aligned}&\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}+\frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}-\frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}=0\\ &\text{原来不带电}\quad \sigma_1+\sigma_2=0\end{aligned}\right\}\sigma_1=-\frac{1}{2}\sigma,\sigma_2=\frac{1}{2}\sigma$$

12（2011级，电通量，高斯定理）

如图所示，一点电荷 q 位于正立方体的 A 角上，则通过侧面 $abcd$ 的电场强度通量 ϕ_e =____________.



以A为中心，用8个立方体构建一个2*2*2的大立方体，其外表面的电通量，根据高斯定理：

$$\phi=\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{q}{\varepsilon_0}\qquad \phi_e=\frac{1}{24}\phi=\frac{q}{24\varepsilon_0}$$

（二）磁学及电磁感应

稳恒磁场：磁感应强度，磁矩，安培环路定理、磁通量

➢磁感应强度

□电流元在空间产生的磁场（毕-萨定律）

$$\boxed{\mathrm{d}\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{r}}{r^3}}\qquad \mathrm{d}B=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\mathrm{d}l\sin\theta}{r^2}$$

➢磁感强度叠加原理

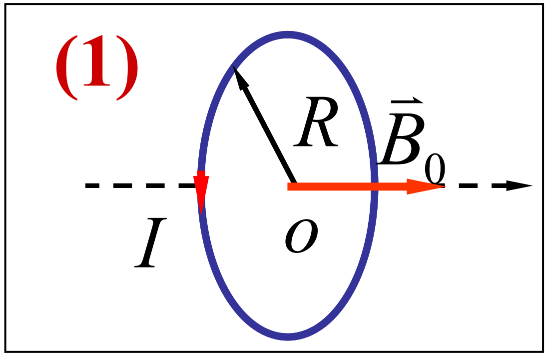
$$\vec{B}=\int\mathrm{d}\vec{B}=\int\frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{r}}{r^3}$$

- 若P点在直电流延长线上 $B=0$
- 无限长载流导线的磁场 $B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$
- 半无限长直线电流，在一端的垂线上， $B_P=\dfrac{\mu_0 I}{4\pi r}$

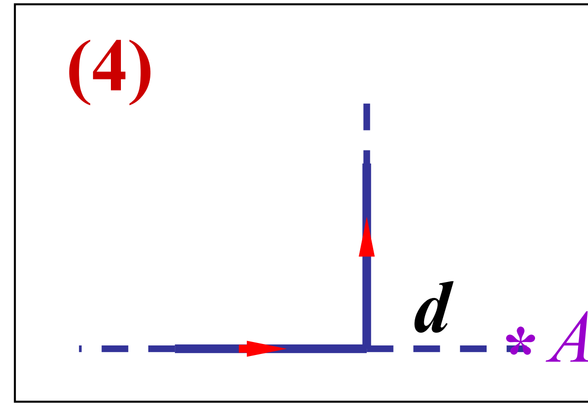
电流与磁感强度成右手螺旋

一个圆环

$$B_0=\frac{\mu_0 I}{2R}$$

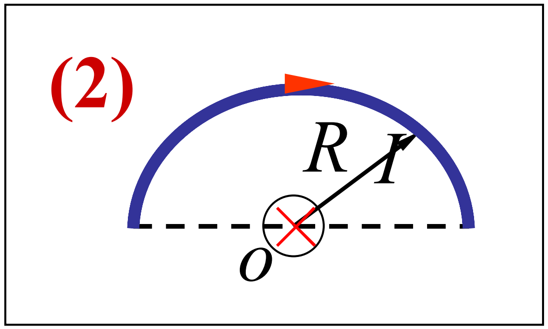


$$B_A=\frac{\mu_0 I}{4\pi d}$$

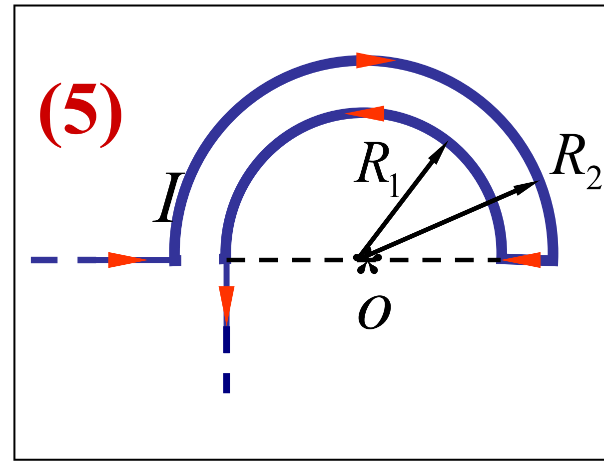


半个圆环

$$B_0=\frac{\mu_0 I}{4R}$$

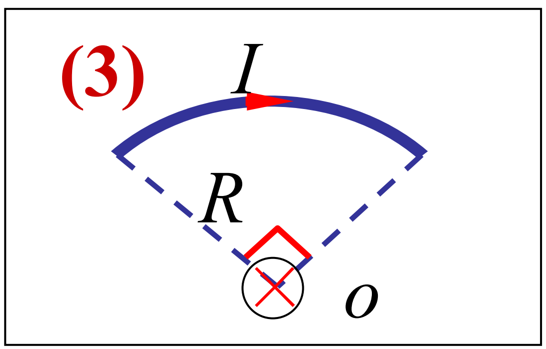


$$B_0=\frac{\mu_0 I}{4R_2}-\frac{\mu_0 I}{4R_1}-\frac{\mu_0 I}{4\pi R_1}$$



四分之一圆环

$$B_0=\frac{\mu_0 I}{8R}$$



在磁介质中，μ_0换成$\mu=\mu_0\,\mu_r$

无限长的螺线管 $B=\mu_0 nI$ n:单位长度的匝数

半无限长螺线管的一端 $B=\mu_0 nI/2$

4（2012级，磁感应强度）

边长为 l 的正方形线圈，分别用图示两种方式通以电流 I (其中 ab、cd 与正方形共面)，在这两种情况下，线圈在其中心产生的磁感强度的大小分别为

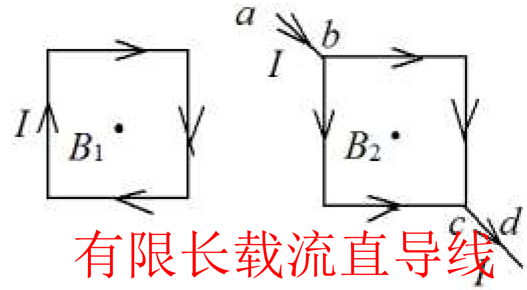
(A) $B_1=0$，$B_2=0$.

(B) $B_1=0$，$B_2=\dfrac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$.

(C) $B_1=\dfrac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$，$B_2=0$.

(D) $B_1=\dfrac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$，$B_2=\dfrac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$.

[**C**]



$B_1\neq 0, B_2=0$

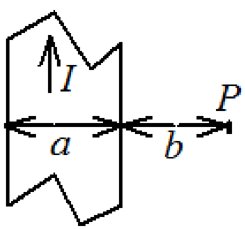
有限长载流直导线

$$B=\frac{\mu_0 I}{4\pi d}(\cos\alpha_1-\cos\alpha_2)$$

$$=\frac{\mu_0 I}{2\pi l}(\cos 45^{\circ}-\cos 135^{\circ})=\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi l}$$

6（2009级，磁感应强度）

有一无限长通电流的扁平铜片，宽度为 a，厚度不计，电流 I 在铜片上均匀分布，在铜片外与铜片共面，离铜片右边缘为 b 处的 P 点(如图)的磁感强度 $\vec{B}$ 的大小为



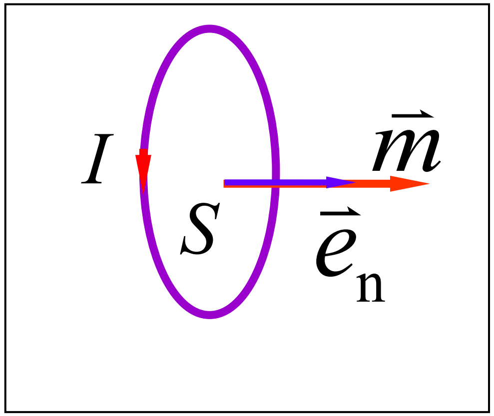
(A) $\dfrac{\mu_0 I}{2\pi(a+b)}$ (B) $\dfrac{\mu_0 I}{2\pi a}\ln\dfrac{a+b}{b}$ (C) $\dfrac{\mu_0 I}{2\pi b}\ln\dfrac{a+b}{b}$ (D) $\dfrac{\mu_0 I}{\pi(a+2b)}$.

[**B**]

无限长载流直导线 $B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$$B=\int\frac{\mu_0 dI}{2\pi r}=\frac{\mu_0}{2\pi}\int_b^{a+b}\frac{I}{a}\frac{dr}{r}=\frac{\mu_0 I}{2\pi a}\ln\frac{a+b}{b}$$

➢磁矩 $\vec{p}_m = NIS\vec{e}_n$



单位正法线矢量 $\vec{e}_n$ 的方向与电流方向满足右手螺旋关系。

6（2011级，磁感强度，磁矩）

有一半径为 R 的单匝圆线圈，通以电流 I，若将该导线弯成匝数 $N = 2$ 的平面圆线圈，导线长度不变，并通以同样的电流，则线圈中心的磁感强度和线圈的磁矩分别是原来的

(A) 4 倍和 1/8. (B) 4 倍和 1/2.

(C) 2 倍和 1/4. (D) 2 倍和 1/2. [**B**]

圆心处磁感强度 $B_0 = \dfrac{\mu_0 I}{2R}$ $\dfrac{B_2}{B_1} = \dfrac{I_2 R_1}{I_1 R_2} = \dfrac{2}{1}\dfrac{2}{1} = 4$

磁矩 $\vec{p}_m = IS\vec{e}_n$ $\dfrac{p_{m_2}}{p_{m_1}} = \dfrac{I_2 S_2}{I_1 S_1} = \dfrac{2}{1}\dfrac{1}{4} = \dfrac{1}{2}$

➢真空及有磁介质时的安培环路定理 $\vec{B}=\mu\vec{H}=\mu_0\mu_r\vec{H}$

真空 $\oint_L \vec{B}\cdot\mathbf{d}\vec{l}=\mu_0\sum I$ 有磁介质 $\oint_L \vec{H}\cdot\mathbf{d}\vec{l}=\sum I_{传导}$

无限大均匀平面电流 (线密度为i)的磁场 $B=\dfrac{\mu_0 i}{2}$

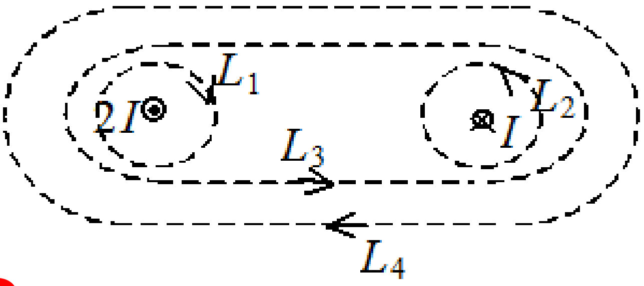
➢磁通量

$\Phi=\int_s \vec{B}\cdot d\vec{S}$ 磁场的高斯定理 $\oint_S \vec{B}\cdot d\vec{S}=0$

注意面积S或面积元dS的方向：若计算某一面积的磁通量，只要选择与磁场方向夹角为锐角的法向(垂直于该面积)作为S的方向；若需计算通电线圈的磁通量（例如：计算磁力做功），应选择与线圈电流满足右手螺旋的法向作为S的方向。

5（2012级，安培环路定理）

如图，流出纸面的电流为 $2I$，流进纸面的电流为 I，则下述各式中哪一个是正确的？



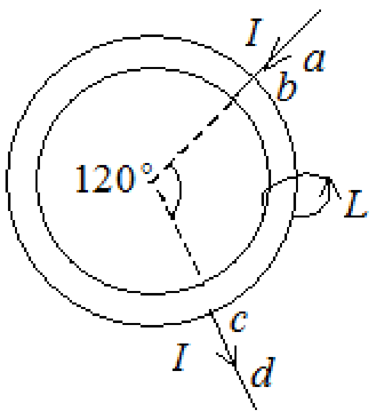
(A) $\oint_{L_1} \vec{H}\cdot d\vec{l} = 2I$.　　(B) $\oint_{L_2} \vec{H}\cdot d\vec{l} = I$

(C) $\oint_{L_3} \vec{H}\cdot d\vec{l} = -I$.　　(D) $\oint_{L_4} \vec{H}\cdot d\vec{l} = -I$.　　**D**

电流I正负的规定：I与 L成右螺旋时，I为正；反之为负.

3（2011级，安培环路定理）

如图，两根直导线ab和cd沿半径方向被接到一个截面处处相等的铁环上，稳恒电流I从a端流入而从d端流出，则磁感强度$\vec{B}$沿图中闭合路径L的积分$\oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l}$等于



(A) $\mu_0 I$.　　(B) $\frac{1}{3}\mu_0 I$.

(C) $\mu_0 I/4$.　　(D) $2\mu_0 I/3$.　　[**D**]

$$R_{bc} = \frac{1}{3}R_{铁环} \qquad I_{bc} = \frac{2}{3}I_{总} \qquad \oint_L \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{bc} = \mu_0 \frac{2}{3} I_{总}$$

磁场对电流的作用：洛伦兹力（不考霍尔效应）、磁力、磁力矩及其做功

➢洛仑兹力(带电粒子受到的磁场力)

洛伦兹力不做功

$$\vec{F}_{\mathrm{m}} = q\vec{v}\times\vec{B}$$

回旋半径　回旋周期

□在均匀磁场中

$$\begin{cases} \vec{v}_0 \perp \vec{B} \quad qv_0B = m\dfrac{v_0^2}{R} \quad R = \dfrac{mv_0}{qB} \quad T = \dfrac{2\pi m}{qB} \\ \vec{v} = \vec{v}_{//} + \vec{v}_{\perp} \end{cases}$$

螺距 $d = v_{//}T = v\cos\theta(2\pi m/qB)$

➢磁力(安培力) $\vec{F} = \int_l I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}$

任意平面载流导线在均匀磁场中所受的力，与其始点和终点相同的载流直导线所受的磁场力相同。

➢磁力矩

均匀磁场中，任意形状刚性闭合平面通电线圈 $\vec{F}_{合}=0$

磁力矩 $\vec{M}=NIS\vec{e}_{\mathrm{n}}\times\vec{B}$

$=\vec{p}_{m}\times\vec{B}$

➢磁力矩做功

$$A=I\Delta\Phi_{m}$$

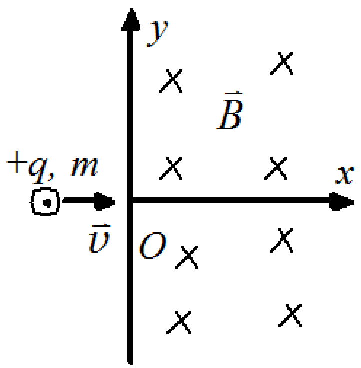
计算磁通量时注意，面积元的方向应与线圈电流成右手螺旋关系

在均匀磁场中，对任一形状的闭合电流回路，不论是形状改变还是位置改变，磁力或磁力矩作的功都等于电流与磁通增量的乘积。

32

3（2012级，洛仑兹力）

如图，一个电荷为$+q$、质量为 m 的质点，以速度 $\vec{v}$ 沿 x 轴射入磁感强度为 B 的均匀磁场中，磁场方向垂直纸面向里，其范围从 $x = 0$ 延伸到无限远，如果质点在 $x = 0$ 和 $y = 0$ 处进入磁场，则它将以速度 $-\vec{v}$ 从磁场中某一点出来，这点坐标是 $x = 0$ 和



(A) $y = +\dfrac{mv}{qB}$.　　(B) $y = +\dfrac{2mv}{qB}$.

(C) $y = -\dfrac{2mv}{qB}$.　　(D) $y = -\dfrac{mv}{qB}$.　　[**B**]

$\vec{F}_{\mathrm{m}} = q\vec{v} \times \vec{B}$

判断方向

直径 $d = 2R = \dfrac{2mv_0}{qB}$

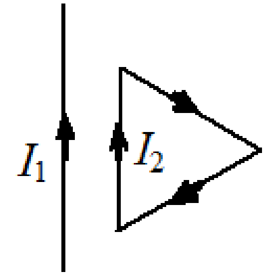
19. **（2013级，磁力）**

一根导线长为 0.2m，载有电流 3A，放在磁感应强度为 10T 的均匀磁场中，并与磁场成30°角，则导线受到的磁力为________N.

$$\vec{F}=\int_l I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}=BIL\sin\theta=10\times3\times0.2\times\sin30^\circ=3N$$

5. **（2011级，磁力&磁力矩）**

如图，无限长直载流导线与正三角形载流线圈在同一平面内，若长直导线固定不动，则载流三角形线圈将



(A) 向着长直导线平移.　　(B) 离开长直导线平移.

(C) 转动.　　(D) 不动.　　[**A**]

$$\vec{M}=NIS\vec{e}_\mathrm{n}\times\vec{B}=\vec{p}_m\times\vec{B}=p_mB\sin0=0\quad\text{不转}$$

$$\vec{F}=\int_l I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}=I\int_l \mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}$$

16（2012级，磁力矩）

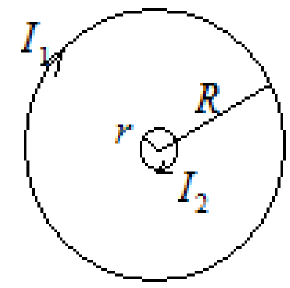
将一个通过电流为 I 的闭合回路置于均匀磁场中，回路所围面积的法线方向与磁场方向的夹角为 α．若均匀磁场通过此回路的磁通量为 Φ，则回路所受磁力矩的大小为________________________．

$$\vec{M} = IS\vec{e}_{\mathrm{n}} \times \vec{B}$$

$$\left.\begin{aligned} M &= ISB\sin\alpha \\ \Phi &= \int \vec{B}\cdot d\vec{S} = BS\cos\alpha \end{aligned}\right\} M = I\Phi\tan\alpha$$

15（2012级，磁力矩做功）

两个在同一平面内的同心圆线圈，大圆半径为 R，通有电流 I_1，小圆半径为 r，通有电流 I_2，电流方向如图，且 $r \ll R$．那么小线圈从图示位置转到两线圈平面相互垂直位置的过程中，磁力矩所作的功为________________．



小圆很小，可看成匀强磁场 $B_0 = \dfrac{\mu_0 I_1}{2R}$ $\Rightarrow$ $A = I_2\Delta\Phi = I_2(0 - BS) = -I_2\dfrac{\mu_0 I_1}{2R}\pi r^2$

电磁感应：电磁感应、感应电动势的计算、自感、磁能。（不考互感、第20章）

- 电磁感应&感应电动势的计算　　参考计算题部分

- 自感：回路中的电流发生变化时，引起自身回路的磁通量发生变化，从而在回路自身产生感生电动势的现象。

自感电动势：$\varepsilon_L = -L\dfrac{dI}{dt}$　　自感系数：$L = \psi / I = N\Phi / I$

步骤：先设电流 $\boldsymbol{I}$→根据安培环路定理求 $\boldsymbol{H}$→ $\boldsymbol{B}$→ψ →$\boldsymbol{L}$

长直密绕螺线管　$L = \mu n^2 Sl = \mu n^2 V$　V：螺线管的体积

- 磁能

自感线圈磁能　$W_{\mathrm{m}} = \dfrac{1}{2}LI^2$　　磁场能量密度　$w_{\mathrm{m}} = \dfrac{B^2}{2\mu} = \dfrac{1}{2}\mu H^2 = \dfrac{1}{2}BH$

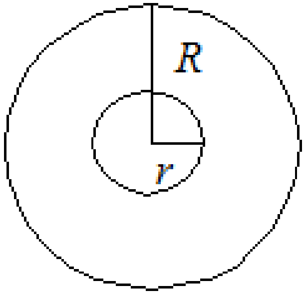
17（2012级，磁能，自感）

真空中两只长直螺线管 1 和 2，长度相等，单层密绕匝数相同，直径之比 d_1/d_2 =1/4．当它们通以相同电流时，两螺线管贮存的磁能之比为 W_1/W_2=____________．

$$\left.\begin{aligned} W_m &= \frac{1}{2}LI^2 \\ L &= \mu n^2 Sl = \mu n^2 V \end{aligned}\right\} \quad W_1:W_2 = L_1:L_2 = S_1:S_2 = 1:16$$

17（2010级，感应电动势）

半径为 r 的小绝缘圆环，置于半径为 R 的大导线圆环中心，二者在同一平面内，且 $r \ll R$．在大导线环中通有电流 $I=t$ 安培，其中 t 为时间，则任一时刻小线环中感应电动势的大小为________________________．



小圆很小，可看成匀强磁场 $B_0 = \dfrac{\mu_0 I}{2R} = \dfrac{\mu_0 t}{2R}$ ⇒ $\varepsilon = -\dfrac{d\Phi}{dt} = -\dfrac{dBS}{dt} = -\dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\mu_0 t}{2R}\pi r^2\right) = -\dfrac{\mu_0}{2R}\pi r^2$