猿题库 整理出品

语文
数学
英语
化学

高考 学霸笔记

高中物理知识（下）

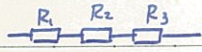
物理

张玮星，2017年高考649分，
现录取至华中科技大学深造。

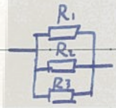
生物
政治
历史
地理

笔记编号：NO.9

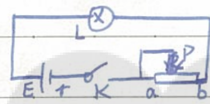
第二部分、基础知识

一、串联分压：

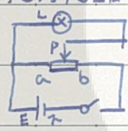
$$\begin{cases} U_1 : U_2 : U_3 = R_1 : R_2 : R_3 \\ U_1 = \frac{R_1}{R_1+R_2+R_3} U \end{cases}$$

二、并联分流：

$$\begin{cases} I_1 : I_2 : I_3 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3} \\ I_1 = \frac{\frac{R_2 R_3}{R_2+R_3}}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2+R_3}} I \end{cases}$$ （R_2、R_3合并）

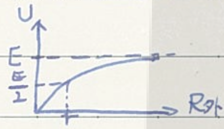
三、限流电路（滑动变阻器）

1. $I = \frac{E}{R_L+R+r}$
2. $U_L \geq \frac{R_L}{R_L+R_m+r} E$
3. $U_L \leq \frac{R_L}{R_L+r} E$
4. 使用条件：R为R_L的几倍即可

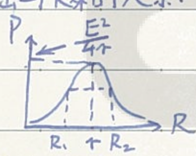
四、分压电路：

1. $0 \leq U \leq E$（忽略内阻）
2. 选择：R选小的

五、路端电压U与$R_外$的关系：$U = \frac{R_外}{R_外+r} E = \frac{E}{1+\frac{r}{R_外}}$

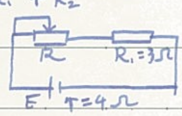


六、$P_出$与$R_外$的关系：1. $P_出 = I^2 R = \frac{E^2}{(R+r)^2} \cdot R = \frac{E^2}{\frac{(R-r)^2}{R}+4r}$

2. 

当R=r时有P_{max}

$r^2 = R_1 \cdot R_2$.

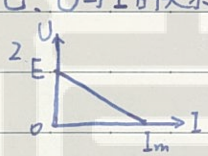
3. 例 

① R= 0 Ω时，$P_总$最大　④ R= 1 Ω时，$P_出$最大

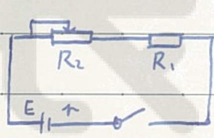
② R= 0 Ω时，P_r最大　⑤ R= 7 Ω时，P_R最大

③ R= 0 Ω时，P_{R_1}最大

七、U与I的关系：1. $E = U + Ir \Rightarrow U = E - r \cdot I$

2. 

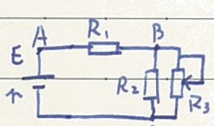
$I_m = \frac{E}{r}$；$\frac{|\Delta U|}{|\Delta I|} = r$.

3. 例：

调R_2：$U_1 \to U_1'$，$I \to I'$，$U_2 \to U_2'$

则：$\frac{|U_1 - U_1'|}{|I - I'|} = R_1$　$\frac{|U_2 - U_2'|}{|I - I'|} = R_1 + r$（$R_1+r$视为内阻）

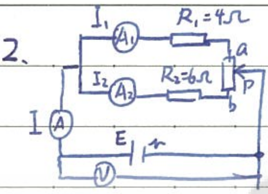
八、电路分析

1. 串反并同：

当R_3↑：I_1↓，I_2↑，I_3↓

U_{AC}↑，U_{AB}↓，U_{BC}↑

半偏法口诀：{ V偏大，R选小；A偏小，E选大 }

2、 

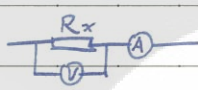
P由a→b： I：先↓后↑　　$I_1=\frac{U}{R_1+R_上}$：↓

U：先↑后↓　　$I_2=\frac{U\uparrow}{R_2+R_下\downarrow}$：↑

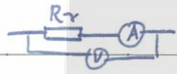
看它

看它：$I_2\uparrow$ 又 $I\downarrow$ ⇒ $I_1\downarrow$

九、测电阻的方法：

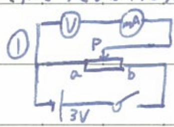
1. 伏安法：①外接： 

$\begin{cases} R_测=\frac{U}{I} \\ R_真=\frac{U}{I-I_V} \end{cases}$ ⇒ $R_测<R_真$ （电压表分流）（选V大的）

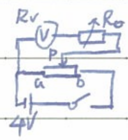
②内接： 

$\begin{cases} R_测=\frac{U}{I} \\ R_真=\frac{U-U_A}{I} \end{cases}$ $R_测>R_真$ （电流表分压）（选A小的）　{ 大内偏大；小外偏小 }

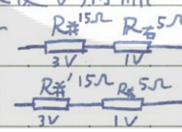
2. 测 R_V 的方法（0~3V，$R_V\approx3000\Omega$）

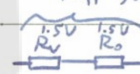
① 

$R_V=\frac{U}{I}$ { mA：选0~1mA（$\frac{3V}{3000\Omega}=1mA$）；$R_滑$：选小的（0~20Ω） }

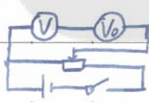
② 

步骤：$R_0=0$，调R使V满偏 ⇒ 不动R，调R_0使V半偏 ⇒ $R_V\approx R_0$

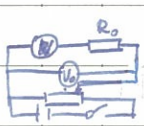
（半偏法） 原理： 

（$R_并'$稍大于$R_并$，但可忽略） 

误差：∵ $R_并<R_并'$，∴ ~~R_0~~ $U_{R_并'}>3V$，$R_0>R_V$，但将 $R_0=R_V$，∴ $R_测>R_真$

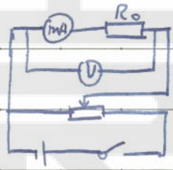
③串联分压 

∴ $\frac{U}{U_0}=\frac{R_V}{R_{V0}}$ ⇒ $R_V=\frac{U}{U_0}\cdot R_{V0}$

④ 

$\frac{U}{U_0-U}=\frac{R_V}{R_0}$ ⇒ $R_V=\frac{U}{U_0-U}\cdot R_0$ （知R_0求R_V；知R_V求R_0）

3. 测电流表的内阻（0~10mA，$R_A\approx10\Omega$）

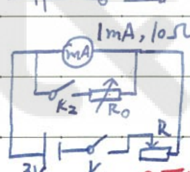
①伏安法： 

$R_A=\frac{U}{I}-R_0$

① E=3V：$\frac{3V}{1mA}=3000\Omega$，$R=2990\Omega$

② E=6V：$\frac{6V}{1mA}=6000\Omega$，$R=5990\Omega$

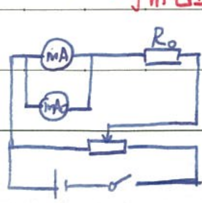
闭K_2后②比①相对I变化更小，误差小

②半偏法： 

步骤：合K_1，断K_2，调R使mA满偏 ⇒ 合K_2，调R_0使半偏 ⇒ $R_A\approx R_0$

误差：$R_测<R_真$（mA分得I比R_0分得I小，故$R_真>R_0$）

R可用电阻箱替代　改进：一般选E大的，但前提是R足够。

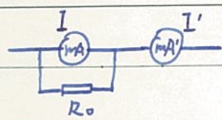
③并联分流 

$IR_测=I_0R_{A0}$ ⇒ $R_测=\frac{I_0R_{A0}}{I}$

（mA_0与R_0交换位置）

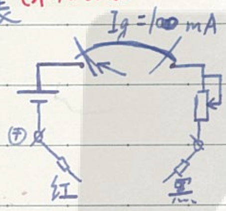
$IR_测=(I_0-I)R_0$

1. 分压
2. 保护电阻R_0

④并联分流 

$IR_{测} = (I'-I)R_0 \Rightarrow R_{测} = \frac{I'-I}{I}R_0$

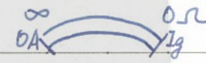
4. 欧姆表(不估读)



①欧姆调零：红黑表笔短接，调R使为I_g.

$\therefore I_g = \frac{E}{R_g + r + R} = \frac{E}{R_{内}}$

②接入R_x. $I = \frac{E}{R_{内}+R_x}$



例：若$I = \frac{1}{3}I_g$，则$R_x = 2R_{内}$.

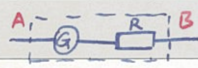
③挡位：×1、×10、×100、×1k

④若E↓，但仍能欧姆调零，则R_x偏 大 。($R_{测}$)

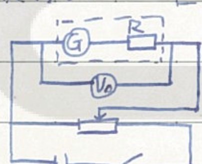
十、改表

1. 认识表头 { Ⓖ <0~0.1mA, R_g=300Ω> ; ⓜⓥ <0~30mV, R_v=300Ω> } ⇒ 一样的

2. 利用半偏法测R_g.  (同左页)

3. 改为3V的伏特表： 

$R = \frac{U}{I_g} - R_g = 29700\Omega = 29.7k\Omega$ [$U_{AB} = I_{实际} \cdot (R_g + R)$]

校表： 

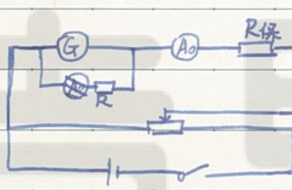
若示数比V_0略小，则：I_g比I_{V_0}小，R偏大

方法：给R并一个$R_0 \gg R$.

4. 改为1A的电流表： 

$\frac{R_g}{R} = \frac{1}{I_g}$ (近似) $\Rightarrow R = \frac{I_g R_g}{I_总 - I_g} \approx 0.03\Omega$ ← 准确值

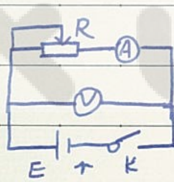
($I_{AB} = I_{实际} \cdot \frac{R_g}{R}$)

校表： 

若示数比A_0略小，则：I_g比I_{A_0}小，R偏小

方法：给R串一个$R_0 \ll R$

十一、测E、r.

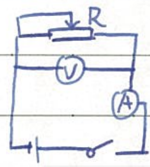
1. 伏安法：① 

a. 计算法：读2组数：
$\begin{cases} E = U_1 + I_1 r \\ E = U_2 + I_2 r \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E = \frac{I_1U_2 - I_2U_1}{I_1 - I_2} \\ r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} \end{cases}$

误差：Ⓥ分流

b. 真实值：
$\begin{cases} E = U_1 + (I_1 + \frac{U_1}{R_V})r \\ E = U_2 + (I_2 + \frac{U_2}{R_V})r \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_{真} = \frac{I_1U_2 - I_2U_1}{I_1 - I_2 - \frac{U_2 - U_1}{R_V}} \\ r_{真} = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2 - \frac{U_2 - U_1}{R_V}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_{真} > E_{测} \\ r_{真} > r_{测} \end{cases}$

② 外接：

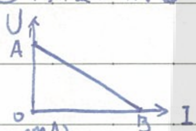


a. 计算值：$\begin{cases} E=\frac{I_1U_2-I_2U_1}{I_1-I_2} \\ r=\frac{U_2-U_1}{I_1-I_2} \end{cases}$

误差：Ⓐ分压

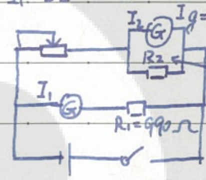
b. 真实值：$\begin{cases} E=U_1+I_1(R_A+r) \\ E=U_2+I_2(R_A+r) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_{真}=\frac{I_1U_2-I_2U_1}{I_1-I_2} \\ r_{真}=\frac{U_2-U_1}{I_1-I_2}-R_A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_{真}=E_{测} \\ r_{真}<r_{测} \end{cases}$

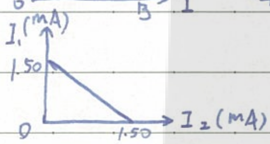
③ 内接法的U-I图：



$\begin{cases} 读E \\ 算r=\frac{\Delta U}{\Delta I} \end{cases}$

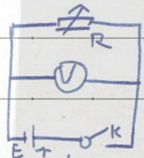
改为：





$\therefore E=1.50V，r=5\Omega$

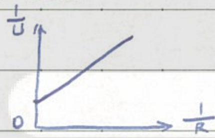
2. 伏阻法：



① 原理：$U=\frac{R}{R+r}E$　误差：未计R_V　$\frac{1}{U}=\frac{1}{E}+\frac{r}{E}\cdot\frac{1}{R}$

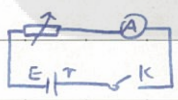
② 计算法：$\begin{cases} U_1=\frac{R_1}{R_1+r}E \\ U_2=\frac{R_2}{R_2+r}E \end{cases}$

③ $\frac{1}{U}-\frac{1}{R}$图：



先算E，再算r.

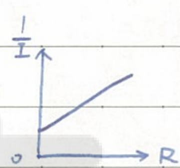
3. 安阻法：



① 原理：$I=\frac{E}{R+r}$　误差：未计R_A　$\frac{1}{I}=\frac{r}{E}+\frac{1}{E}\cdot R$

② 计算法：$\begin{cases} I_1=\frac{E}{R_1+r} \\ I_2=\frac{E}{R_2+r} \end{cases}$

③ $\frac{1}{I}-R$图：



先算E，再算r.

第八章、磁场

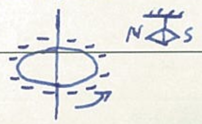
第一单元、磁场及对电流的作用

一、磁现象及其本质

1、电流的磁效应：奥斯特⇒电流周围空间产生磁场

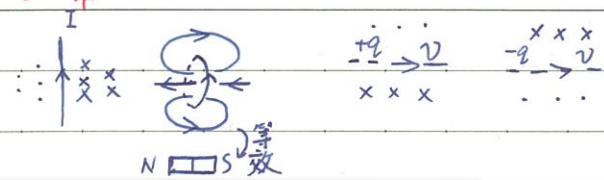
① 引申：运动电荷产生磁场

罗兰实验：

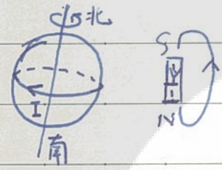


$B=\frac{kI}{r}$

② 安培定则(右手螺旋定则)：



③ 地磁场：



∴地球带负电

2、安培分子电流(环形电流)假说：一切物质微粒内部都存在环形电流(电子绕核运动)，每个环形电流都相当于一个小磁体。

3、磁化与未磁化：都有环形电流 $\begin{cases}\text{磁化} \Rightarrow \text{取向一致} \\ \text{未磁化} \Rightarrow \text{取向杂乱}\end{cases}$

4、分子电流假说说明了：

磁现象的电本质：一切磁场的本质都是电荷的运动。

5、磁场的基本性质：对放入其中的电流或磁体有力的作用。

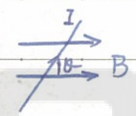
二、B与安培力的讨论：

1. B的定义式：$\begin{cases} B=\frac{F}{IL} \quad (\text{B与F、I、L无关，由自身因素决定}) \\ B\perp I、B\perp L \end{cases}$ 单位：$1T=1N/(A\cdot m)=1\frac{kg}{A\cdot s^2}$

2、安培力问题：① 大小：$B /\!/ I(L)$：$F=0$

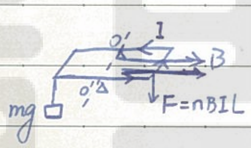
$B\perp I(L)$：$F=BIL$

θ角：



$F=B\sin\theta\cdot IL$

② 电流天平：称B.

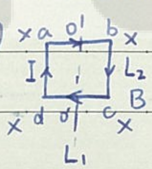


$\therefore B=\frac{mg}{nIL}$

③ 方向：$F_安\perp$ 面BnI ⇒ $F_安\perp B$，$F_安\perp I$，但B、I不一定垂直

3、$F_安$的定性分析

①

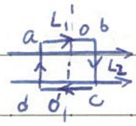


n匝 $F_{ab}=F_{cd}=nBIL_1$

$F_{bc}=F_{ad}=nBIL_2$

$F_合=0$

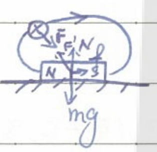
合力矩 $M_合=0$ 有扩张趋势

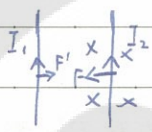
②  n匝　$F_{ab}=F_{cd}=0$　　合力矩 $M_合=2\times nBIL_2\cdot\frac{L_1}{2}=nBIS$
（磁力矩）

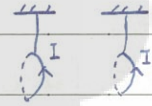
力偶 → $F_{ad}=F_{bc}=nBIL_2$

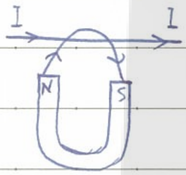
$\therefore F_合=0$（视为质点）

从图示位置转过θ时的磁力矩 $M_合=nBIS\cos\theta$（不考虑电磁感应）

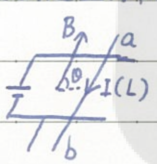
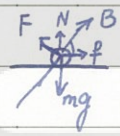
③ 

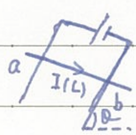
④  同向电流相互吸引

⑤  向右摆且收缩 ⇒  相互吸引且扩张

⑥  俯视逆时针转动同时下落

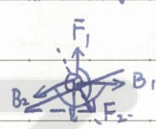
4、F安的定量分析

①   $F=BIL$，$f=BIL\sin\theta$

②  光滑，静止　

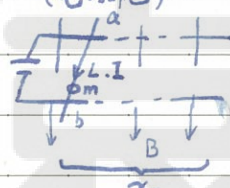
a、$F_{安min}=mg\sin\theta$，沿斜面向上.

b、若使能静止，求B的方向范围.

 $B_1\sim B_2$夹角

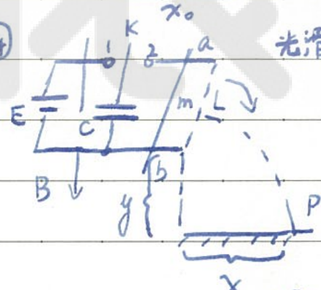
对应 $F_1\sim F_2$（顺时针）

（电磁炮）

③  $B=100T$，$I=100A$，$L=1m$，$x_0=50m$，$m=1kg$

$\therefore BILx_0=\frac{1}{2}mv_t^2-0$

$\therefore v_t=10^3 m/s$

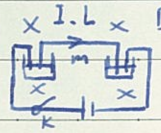
④  光滑，先合K1，再合K2；ab杆在右边缘；落在P处，求q=___.

K1：充电：$Q=E\cdot C$

K2：放电：$I=\Delta P \Rightarrow BIL\Delta t=mv_0-0 \Rightarrow q=\frac{mv_0}{BL}$

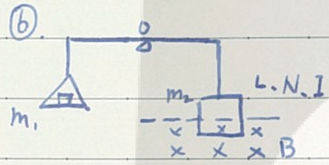
平抛：$\begin{cases}x=v_0t\\ y=\frac{1}{2}gt^2\end{cases} \Rightarrow$ 求出t、v_0.

PS：电容器剩余电量：$\Delta Q=Q-q$.

⑤ 

K闭合，线框上升最高为H，mg的冲量忽略不计，求q= ____.

$$\begin{cases} BIL\Delta t = mv_0 - 0 \quad q = I\cdot\Delta t. \\ H = \frac{v_0^2}{2g} \end{cases}$$

⑥ 

通电后原平衡；当I改变（方向）后，左方再加m则平衡.

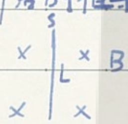
原：$m_1g = m_2g - NBIL$ ①

现：$m_1g + mg = m_2g + NBIL$ ②

∴ ②-①：$mg = 2NBIL$

第二单元. 磁场对运动电荷的作用力

一、$f_洛$的推导：



自由电荷数：$N = nSL$

合力与分力：$F_安 = Nf_洛$

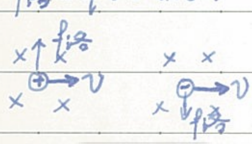
∴ $BIL = Nf_洛 = BnqSv\cdot L = nSL\cdot f_洛$

∴ $f_洛 = qvB$.（条件：$v\perp B$）

二、$f_洛$的大小与方向：

1. 大小：
$$\begin{cases} v /\!/ B: f_洛 = 0 \\ v\perp B: f_洛 = qvB \\ \theta: \quad f_洛 = qvB\sin\theta. \end{cases}$$

2. 方向：左手定则：



∴ $f_洛\perp v.B$平面 ⇒ $f_洛\perp v$，$f_洛\perp B$.

⇒ $W_{f洛} = 0$.

三、带电粒子（不计重力）在磁场中的运动

1. $v /\!/ B$：匀速直线运动

2. $v\perp B$：匀速圆周运动
$$\begin{cases} qvB = m\frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{qB} = \frac{P}{qB} \\ T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB} \\ f\text{的作用：改变}v\text{的方向} \end{cases}$$

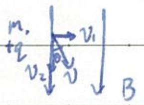
3. 讨论：① v变化 ⇒ P变化，E_k不变，速率不变

② ^1_1H（质子）、^4_2He（α粒子）
$$\begin{cases} \text{以相同的}v\text{进入：} r_H : r_{He} = 1:2 \\ \text{以相同的}P\text{进入：} r_H : r_{He} = 2:1 \\ \text{以相同的}E_k\text{进入：} r_H : r_{He} = 1:1 \end{cases}$$

$r = \frac{m}{qB}\cdot\sqrt{\frac{2E_k}{m}}$

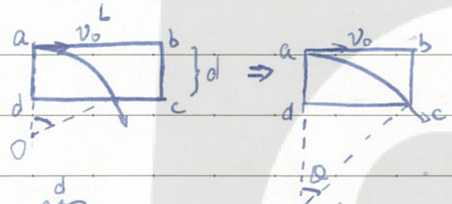
$= \frac{1}{qB}\cdot\sqrt{2E_km}$

4、当 v 与 B 有 θ：
$$\begin{cases} f = qv\sin\theta \cdot B. \\ d(\text{螺距}) = v\cos\theta \cdot \dfrac{2\pi m}{qB}. \end{cases}$$



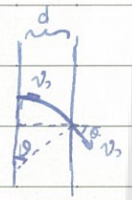
四、$v \perp B$，求 r 的几种方法

1.



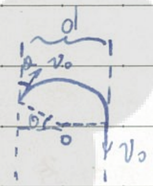
$\therefore r^2 = L^2 + (r-d)^2$

2.



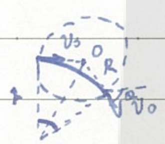
$\therefore r\sin\theta = d.$

3.



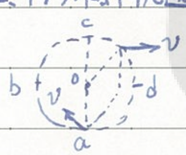
$\therefore r\cos\theta + r = d.$

4.



$\tan\frac{\theta}{2} = \frac{R}{r}$

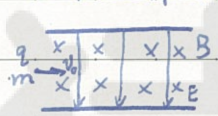
五、特殊的轨迹



从a点向B中以速率均为 v 的、方向不同射出粒子，且 $r = R = \frac{mv}{qB}$.
则所有粒子将水平射出.

第三单元、运用

一、速度选择器（重力不计）



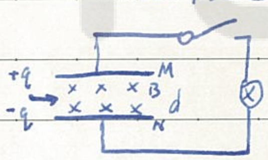
匀速直线：$Eq = qv_0B \Rightarrow v_0 = \frac{E}{B} \Rightarrow$ 与电性无关

v_0、E、B 三者方向相互制约

1. 当 $v > v_0$：向 $f_洛$ 方向偏移，$W_电 < 0$

射出时偏移 y：$-Eqy = \frac{1}{2}mv_t^2 - \frac{1}{2}mv^2$

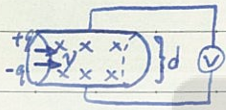
二、磁流体发电机



最终第 $(N+1)$ 对粒子匀速：$Eq = qvB \Rightarrow E = Bv \Rightarrow U_{MN} = Bdv$

$\therefore Q = cU_{MN} = cBdv = Nq \Rightarrow N = \frac{cBdv}{q}$

三、磁流量计（流量 Q <m^3/s>）

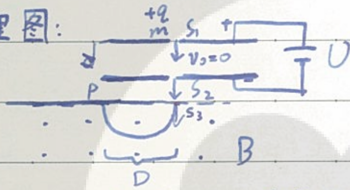


$U = Bdv \Rightarrow v = \frac{U}{Bd}$

$\therefore Q = v \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4} = \frac{U\pi d}{4B}$

四、质谱仪：利用谱线测 $\frac{q}{m}$ 的仪器

1. 理论原理图：

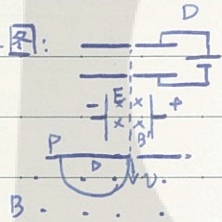


U中：$Uq = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2Uq}{m}}$

B中：$\frac{D}{2} = \frac{m}{qB}\sqrt{\frac{2Uq}{m}} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2Um}{q}}$

$\therefore \frac{q}{m} = \frac{8U}{B^2D^2}$

2. 实际图：

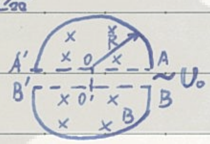


加个速度选择器：$\begin{cases} v = \frac{E}{B'} \\ r = \frac{D}{2} = \frac{mv}{qB} \end{cases}$

$\therefore \frac{q}{m} = \frac{2E}{DBB'}$

五、回旋加速器

1. 基本型：



从O点射出 $+q, m, v_0 = 0$（向下）

$U_0q = \frac{1}{2}mv_1^2 - 0$

① $r_{max} = R = \frac{mv_t}{qB} \Rightarrow v_t = \frac{RqB}{m}$

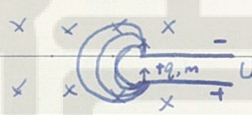
② $E_{km} = \frac{1}{2}mv_t^2 = \frac{R^2q^2B^2}{2m}$　　③ $T = \frac{2\pi m}{qB}$

④ 加速次数：$N = \frac{E_{km}}{U_0q} = \frac{R^2qB^2}{2U_0m}$

⑤ 不计加速时间：$t_总 = N \cdot \frac{T}{2} = \frac{\pi R^2}{2U_0}$

⑥ 若电场宽d，加速时间：$\begin{cases} Nd = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_0q}{md} t'^2 \\ v_t = \frac{U_0q}{md} t' \end{cases}$

2. 直流型：

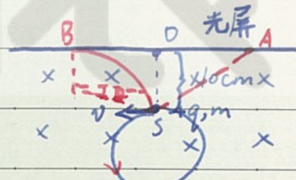


$r_t = \frac{mv_t}{qB} = \frac{m}{qB}\sqrt{\frac{2U_0q}{m}} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2U_0m}{q}}$

若保证每次 $r = R$，则：$\begin{cases} R = \frac{m}{qB}\sqrt{\frac{2NU_0q}{m}} \Rightarrow B_n = \cdots \\ T_n = \frac{2\pi m}{qB_n} \Rightarrow T_n = \cdots \end{cases}$

（N次加速后）

例：



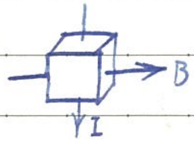
速率为v，向各方向发射，已知 $+q, m, B, v$

求得 $r = \frac{mv}{qB} = 8\,cm$；求打到屏上的长度。

轨迹圆过定点S ⇒ 将该圆"绕S"旋转.

$\begin{cases} \text{右边最远处 } AS = 16cm\text{（直径）} \Rightarrow OA = 2\sqrt{39}\,cm \\ \text{左边最远处 B 是相切（左右不对称）} \Rightarrow \sin\theta = \frac{2}{8} = \frac{1}{4} \Rightarrow \text{求出 OB.} \end{cases}$

六、霍尔效应（电子偏转）

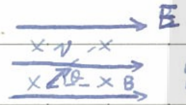


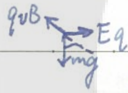
通过导体的是电子

故电势：$\varphi_{前} > \varphi_{后}$

第四单元、带电粒子在复合场中的运动

一、运用(一)：受力分析；运动状态的确定。

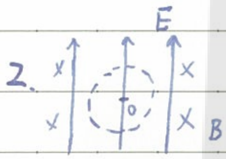
1. 



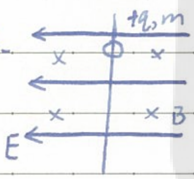
粒子进入后匀速运动：①电性：正电荷 ②运动：匀速直线运动

③ $Eq = mg\tan\theta$，$qvB = \frac{mg}{\cos\theta}$

若无B，仍做直线运动：一个匀变速；负电荷 $\begin{cases} Eq = mg\cot\theta \\ a = \frac{g}{\sin\theta} \end{cases}$

2. 

匀速圆周运动：①正电荷 ②逆时针 ③ $Eq = mg$，$qvB = m\frac{v^2}{R}$

3. 

静止释放，$mg > \mu Eq$.

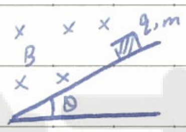
① 开始：$a_0 = \frac{mg - \mu Eq}{m}$ ⇒ a↑的加速

② 当 $a_m = g$ 时 $v_1 = \frac{Eq}{qB} = \frac{E}{B}$ （$qv_1B = Eq$，无N，无f）⇒ a↓的加速

③ 当 $a = 0$ 时 $mg = \mu(qv_2B - Eq)$ ⇒ $v_2 = \frac{mg + \mu Eq}{\mu qB}$

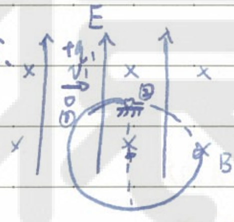
④ 最后以 v_2 匀速

⑤ 从 $v=0 \to v_2$ 时：$mgH = Q + \frac{1}{2}mv_2^2$ （H已知）

4. 

绝缘光滑斜面足够长，由静止释放，一段时间后离开斜面。

① 负电荷. ② $\begin{cases} qvB + N = mg\cos\theta \\ a = g\sin\theta \end{cases}$ ③ 离开：$\begin{cases} qv_mB = mg\cos\theta \\ v_m^2 = 2ax_m \end{cases}$

5. 

$B = 0.5T$，$\frac{q_1}{m_1} = 4C/kg$，$m_1g = Eq_1$，2不带电，静止于悬空支架上，

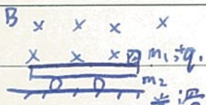
$v_1 = 23.59m/s$ 与2正碰，碰后经 $0.75s$ 再次相碰，电量不变.

相碰：$m_1v_1 = -m_1v_1' + m_2v_2'$ ①

球1圆周：$T = \frac{2\pi m}{qB} = 1s$ ⇒ $t = \frac{3}{4}T$.

∴ $r = y = \frac{1}{2}gt^2$ ⇒ $r = \cdots$ ⇒ $r = \frac{m_1v_1'}{q_1B}$ ⇒ $v_1' = \cdots$

代入①可得 $\frac{m_1}{m_2} = \cdots$

6. 
m_1、m_2间有μ. 小车v_0向右, 轻放m_1

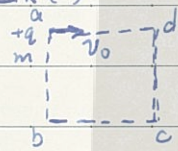
开始: $a=\mu g$. 向右加速

飞起: $qv_1B=m_1g \Rightarrow v_1=\cdots$

水平方向动量守恒: $m_2v_0=m_1v_1+m_2v_2 \Rightarrow v_2=\cdots$

$\therefore \frac{1}{2}m_2v_0^2=\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2+Q \Rightarrow Q=\cdots$

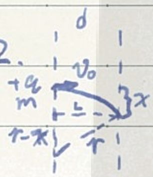
二、运用(二):

1. 
重力不计, 正方形区域; 当加E(向下)恰从c飞出; 当加B(向外)也恰从c飞出, 求E/B=?

① E: $L=\frac{1}{2}\cdot\frac{Eq}{m}t^2=\frac{1}{2}\cdot\frac{Eq}{m}\cdot(\frac{L}{v_0})^2 \Rightarrow E=\frac{2mv_0^2}{qL}$

② B: $r=L=\frac{mv_0}{qB} \Rightarrow B=\frac{mv_0}{qL}$

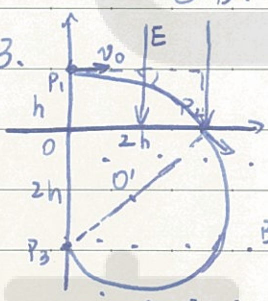
$\therefore \frac{E}{B}=2v_0$.

2. 
加E, 从右边界飞出, 下移x_0; 加B也从右边界飞出, 求下移x.

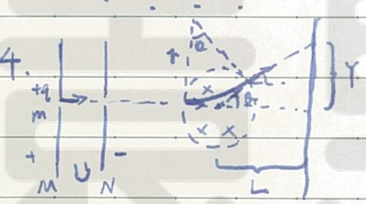
已知+q, m, d, E, B.

① 由E求出v_0

② B: $r=\frac{mv_0}{qB} \Rightarrow r^2=d^2+(r-x)^2 \Rightarrow x=\cdots$

3. 
$P_1\to P_2$: $\begin{cases}2h=v_0t,\\ \tan\theta=\frac{v_y}{v_0}=2\tan\varphi=2\frac{h}{2h}=1 \Rightarrow v_y=v_0\\ a=\frac{Eq}{m}=\frac{v_y}{t},\end{cases}$ $\Rightarrow v_{P_2}=\sqrt{2}v_0$

B $P_2\to P_3$: $r=\sqrt{2}h$, ...

4. 
$Uq=\frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow v_0=\sqrt{\frac{2Uq}{m}}$

$r=\frac{mv_0}{qB}=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2Um}{q}}$

$\frac{R}{r}=\tan\frac{\theta}{2} \Rightarrow \theta \Rightarrow Y=L\tan\theta$.

第九章、电磁感应

一、磁通量（ϕ — Wb）

1. 表示穿过某个面的磁感线条数。
2. 标量，有正负，表方向。
3. 运用：①

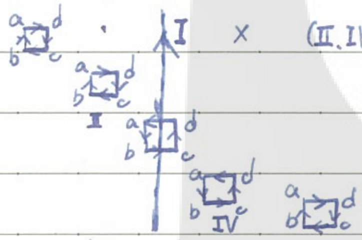
翻转180°：$\Delta\phi = 2BS$

②

ϕ_{II} 最大。

二、E感与I感的方向

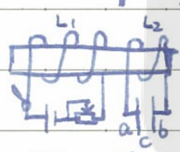
1、



（II、IV边缘靠近导线）

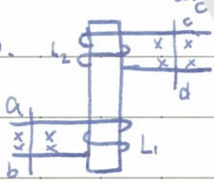
F安方向：始终向左，阻碍相对运动

2.



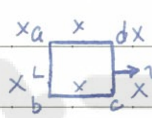
闭合开关：$\varphi_a > \varphi_b$.（L_2是I感的电源，电源不是C）

3.



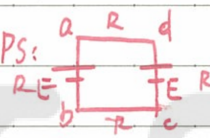
ab在外力下：
- 向右匀速 ⇒ cd 静止
- 向右匀加速 ⇒ cd 向左加速
- 向左匀减速 ⇒ cd 向左加速

4.



$E_{合}=0$，$U_{ad}=0$，$U_{ab}=BLv$

PS：

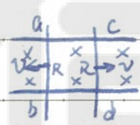


$\because U_{ad} = IR = 0$

$\therefore$ 相当于两电池并联断路

$\therefore U_{ab} = U_{dc} = E$.

5.

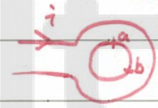


$I = \frac{2BLv}{2R} = \frac{BLv}{R}$，$E_{总} = 2BLv$

而 $E_{ab内} = IR = E_{cd内} = BLv$

$\therefore$ 电动势"自产自销"，$U_{ab}=0$.

类似：



若 i↑

则电流 b→a

但 $U_{ab}=0$.

6、法拉第圆盘与涡流的区别：

法：

B不变，盘转：

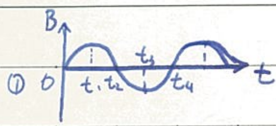
$r=0$. $E=\frac{1}{2}B\omega l^2$

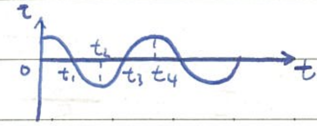
涡：

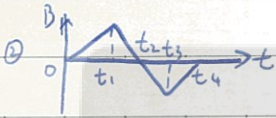
盘不动，B变：

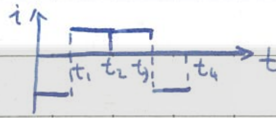
相当于无数个同心圆线圈

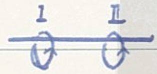
7. 

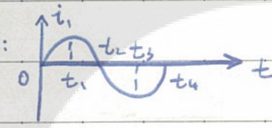
① 



② 



8. 

I: 

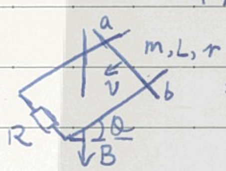
① 0、t_1、t_2、t_3、t_4 时均无相互作用

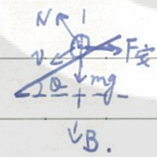
② $t_1 \to t_2$ 内：吸引．（阻碍变化）

三、法拉第电磁感应定律

1. 表达式：$E = n\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ （变化率；斜率）

2. 推广：$E = BLv$ $\begin{cases} \text{有效B、有效L} \\ \text{两两相互垂直} \end{cases}$

如：

$\Rightarrow$ 

$E = BLv\cos\theta$，$I = \frac{E}{R+r}$

$F_{安} = BIL$

$mg\sin\theta = F_{安}\cos\theta$

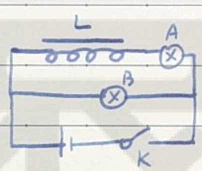
3. $q = n\frac{\Delta\phi}{R_{总}}$：$\begin{cases} q = I\Delta t = \frac{n\Delta\phi}{\Delta t R_{总}}\cdot\Delta t = n\frac{\Delta\phi}{R_{总}} \\ q\text{指通过电源的总电量。}(1C = 1Wb/\Omega) \end{cases}$

4. 自感现象：

① $E_{自} = n\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = n\frac{\Delta B\cdot S}{\Delta t} \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\therefore E_{自} = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$，L－亨利

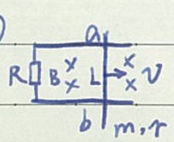
② 表现：$\begin{cases} \text{合上K} \Rightarrow \text{断路} \\ \text{稳定时} \Rightarrow \text{导线} \\ \text{断开K} \Rightarrow \text{电源} \Rightarrow \text{I方向} \end{cases}$

③ 

K合上：B立即亮、A逐渐亮

K断开：A、B均闪一下后熄灭；B中I方向相反。

5. 导体切割运动：

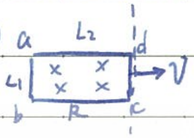
① 

光滑，以v匀速．$E = BLv$，$I = \frac{E}{R+r}$，$U_{ab} = \frac{R}{R+r}E = IR$．

$F_{安} = BIL = \frac{B^2L^2v}{R+r} \Rightarrow F_{外} = F_{安}$

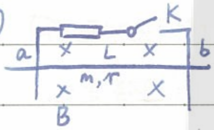
$P_{电} = \frac{E^2}{R+r}$，$P_{安} = -F_{安}v$，$P_{外} = F_{外}v$

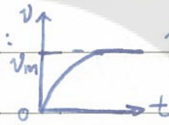
② 若初速v_0，无外力：做$a\downarrow$的加速：$Q_R=\frac{R}{R+r}\cdot\frac{1}{2}mv_0^2$

③ 

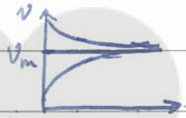
以v匀速拉出，n匝.

$$\begin{cases} q=\frac{nBL_1L_2}{R} \\ F_{ab安}=nBIL_1=\frac{n^2B^2L_1^2v}{R} \\ Q=F_{ab安}\cdot L_2=I^2R\cdot\frac{L_2}{v} \end{cases}$$

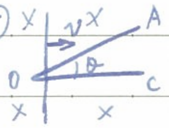
④ 

a. 合上K同时释放ab： 

$v_m=\frac{mg(R+r)}{B^2L^2}$

b. 先释放ab，后合上K： 

3种情况.

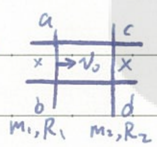
⑤ 

从O以v向右匀速：$E=B\,vt\tan\theta\cdot v$

$$I=\frac{Bvt\tan\theta\,v}{\rho\frac{vt+vt\tan\theta+\frac{vt}{\cos\theta}}{S_0}}$$ 恒定，与v有关

若静止以a匀加速：$E=B\cdot\frac{1}{2}at^2\tan\theta\cdot at$

$$I=\frac{B\cdot\frac{1}{2}at^2\tan\theta\cdot at}{\rho\frac{\frac{1}{2}at^2+\frac{1}{2}at^2\tan\theta+\frac{1}{2}at^2/\cos\theta}{S_0}}\propto t$$ 一次函数

⑥ (i) 

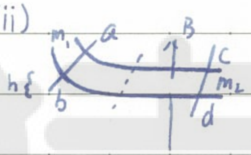
光滑 ⇒ 可达$v_共$

ab: $I_{ab}=m_1v_共-m_1v_0$　　又$I_{ab}=-I_{cd}$

cd: $I_{cd}=m_2v_共-0$

$\therefore m_1v_0=(m_1+m_2)v_共$

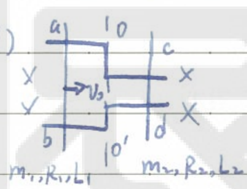
$$Q_{R_1}=\frac{R_2}{R_1+R_2}\left[\frac{1}{2}m_1v_0^2-\frac{1}{2}(m_1+m_2)v_共^2\right]$$

(ii) 

光滑，ab静止释放：$m_1gh=\frac{1}{2}m_1v_0^2\Rightarrow v_0=\cdots$

$m_1v_0=(m_1+m_2)v_共$　(同(i))

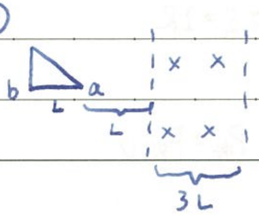
…

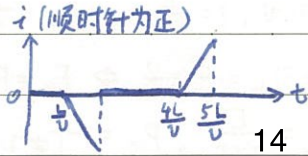
(iii) 

$L_1=2L_2$，光滑，ab不达OO'.

$\therefore BL_1v_1=BL_2v_2\Rightarrow v_2=2v_1$

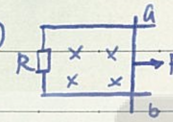
$$\begin{cases} ab: I_{ab}=m_1v_1-m_1v_0 \\ cd: I_{cd}=m_2v_2-0 \end{cases}$$ 又$I_{ab}=-2I_{cd}$

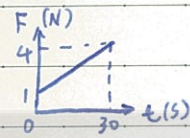
⑦ 



6. 运用:

①



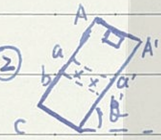


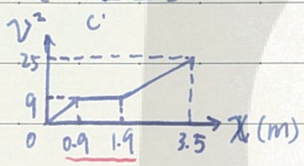
光滑 $R=1\Omega$, $L=0.2m$, $B=0.5T$. 匀加速.

$$F-\frac{B^2L^2at}{R}=ma$$

$\therefore F=ma+\frac{B^2L^2at}{R}$ 一次函数, 可求 a 与 m.

②





正方形线框, $m=0.1kg$, $R=0.5\Omega$, $\mu=0.5$

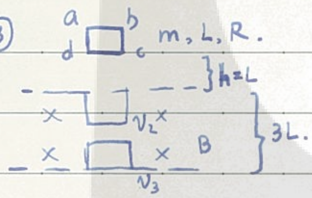
① 求θ: $v^2=2ax \Rightarrow a \Rightarrow \theta$.

② 求正方形边长: $2L=1 \Rightarrow L=0.5m$.

③ 求B: $\frac{B^2L^2v}{R}=ma$ ($\because mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma$)

④ Q焦耳热 $=F_{安}\cdot 1m=ma\cdot 1m$.

③



cd边出磁场时匀速, 求框通过磁场产生的Q.

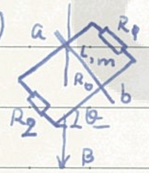
cd出: $mg=\frac{B^2L^2v_3}{R}$

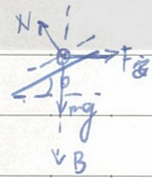
$\therefore v_3^2-v_2^2=2g\cdot 2L$.

$\therefore \begin{cases} Q_1=mg\cdot 2L-\frac{1}{2}mv_2^2 \\ Q_2=mgL \end{cases} \Rightarrow Q=Q_1+Q_2$

PS、$\begin{cases}匀速直线 \\ a\downarrow 的加速 \\ a\downarrow 的减速\end{cases}$

④





光滑, 达匀速时通过R_1为q_0, $R_1=R_2=R_0$. 求过程中R_1产生焦耳热.

匀速: $mg\sin\theta=\frac{2B^2L^2v}{3R_0}\cos\theta$. $\Rightarrow v$.

$2q_0=n\frac{\Delta\phi}{R}=\frac{B\cos\theta\cdot Lx}{\frac{3}{2}R} \Rightarrow x$.

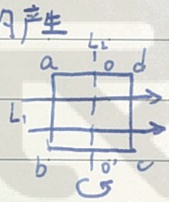
$\therefore mgx\sin\theta=\frac{1}{2}mv^2+Q \Rightarrow Q$.

$\therefore Q_{R_1}=\frac{1}{2}\times\frac{1}{3}Q=\frac{1}{6}Q$

第十章、交流电

一、交流电的产生

1. 原理:



根据 $E=BLv$: $e=BL_1v\times 2\times n$

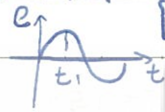
又 $v=\frac{L_2w}{2}$

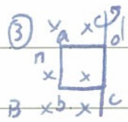
$\therefore e=nBL_1L_2w=nBSw=n\phi w$.

$\begin{cases} e_{即}=nBSw\cos wt. \\ \phi=BS\sin wt \end{cases} \Rightarrow e\propto\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$.

2.理解：①从与中性面夹θ角计时：$e=E_m\sin(\omega t+\theta)=E_m\cos(\omega t+90°-\theta)$

②t_1时刻：$\begin{cases}与中性面夹角：90° \ (\phi=0) \\ \frac{\Delta\phi}{\Delta t} 为max\end{cases}$



③ 

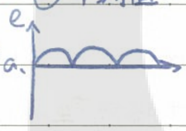
有效值：$\frac{(\frac{E_m}{\sqrt{2}})^2}{R}\times\frac{T}{2}=\frac{U_有^2}{R}\times T$

$\therefore U_有=\frac{E_m}{2}$.

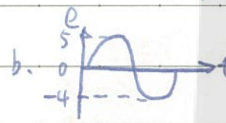
3.几个物理量：①最大值：$E_m=nBS\omega$

②平均值：$\bar{E}=n\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=n\frac{BS\sin\omega t}{\frac{T}{6}}$，$T=\frac{2\pi}{\omega}$ （比如60°）

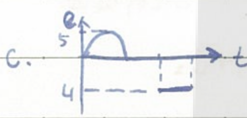
③有效值：

a. 

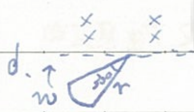
$\frac{(\frac{E_m}{\sqrt{2}})^2}{R}T=\frac{U_有^2}{R}\times T$

b. 

$\frac{(\frac{5}{\sqrt{2}})^2}{R}\times\frac{T}{2}+\frac{(\frac{4}{\sqrt{2}})^2}{R}\times\frac{T}{2}=\frac{U_有^2}{R}\times T$.

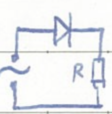
c. 

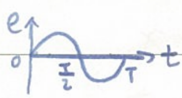
$\frac{(\frac{5}{\sqrt{2}})^2}{R}\times\frac{T}{3}+\frac{4^2}{R}\times\frac{T}{3}=\frac{U_有^2}{R}\times T$

d. 

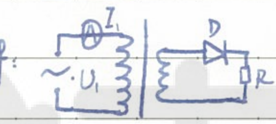
$E=\frac{\omega r}{2}\cdot B\cdot r=\frac{Br^2\omega}{2}$

$\therefore I=\frac{B\omega r^2}{2R}$ $\therefore I^2\cdot R\cdot\frac{T}{6}=I_有^2\cdot R\cdot T$.

e. 



$\frac{(\frac{E_m}{\sqrt{2}})^2}{R}\times\frac{T}{2}=\frac{U_有^2}{R}\times T$.

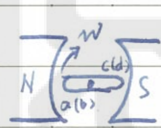
f: 

当接入二极管时为I_1，不接二极管为I_2，则$\frac{I_1}{I_2}=?$

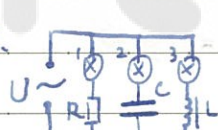
不接：$U_1I_2=\frac{U_R^2}{R}=\frac{(\frac{E_m}{\sqrt{2}})^2}{R}=\frac{E_m^2}{2R}$

接：$U_1I_2'=\frac{U_R^2}{R}=\frac{(\frac{E_m}{2})^2}{R}=\frac{E_m^2}{4R}$ $\Rightarrow \frac{I_1}{I_2}=\frac{1}{2}$.

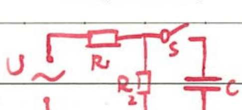
U_2算法同2.③.

4. 

$E=NBS\omega$ 恒定大小.

5. 

$\begin{cases}X_C=\frac{1}{2\pi fC} \\ X_L=2\pi fL.\end{cases}$ U不变，f↑，则：1不变，2变亮，3变暗



$R_1=R_2$

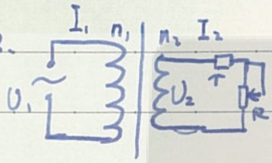
闭合S：$U_2<\frac{U}{2}$ 在交流电中要考虑C的电阻.

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

二、变压器

1. 原理：互相电磁感应现象。

2.



① 只使 $R\downarrow$：U_1，U_2，n_1，n_2 不变，$I_2\uparrow$，$I_1\uparrow$，$P\uparrow$

② 只使 $n_2\downarrow$：U_1，n_1 不变，$U_2\downarrow$，$R_总$ 不变，$I_2\downarrow$，$I_1\downarrow$，$P\downarrow$

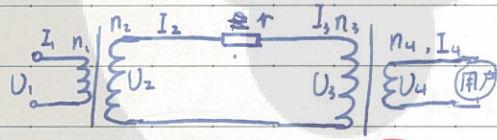
$P_入=U_1I_1=U_2I_2=\frac{U_2^2}{R_总}$

3.

4个灯相同，均正常发光为 U_0，则 $U_1=4U_0$.

三、远距离输电

1. 画示意图：

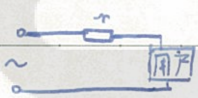


2. 理想输电：知 $P_入$ 恒定，U_1，r，U_4，$P_损$

$P_损=I_2^2r \Rightarrow I_2$，$P_入=U_1I_1 \Rightarrow I_1$ $\Rightarrow \frac{n_1}{n_2}$

$P_用=P_入-P_损=U_4I_4 \Rightarrow I_4$，$I_2=I_3$ $\Rightarrow \frac{n_3}{n_4}$.

3. 不变压：



$P_送=U_送I_送$，$I_送=\frac{P_送}{U_送}$

$U_损=I^2r=\frac{P_送}{U_送}\cdot r$

$P_损=I^2r=\frac{P_送^2}{U_送^2}r=\frac{U_损^2}{r}$.

4. 实际输电：U_1 恒定，$P_送$ 变化

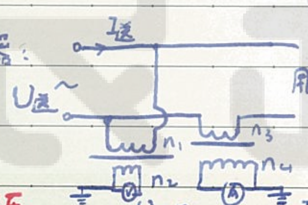
① 用户 $\uparrow$ ($R\downarrow$)：假设 U_4 不变 $\Rightarrow I_4\uparrow$，$I_2=I_3\uparrow$，$I_1\uparrow$，$P_送\uparrow$

$U_损\uparrow$，$U_3\downarrow$，$U_4\downarrow$

② $n_2\uparrow$：$U_2\uparrow \Rightarrow$ 假设 I_2 不变 $\Rightarrow U_损-$，$U_3\uparrow$，$U_4\uparrow$，$I_4\uparrow$，$I_3=I_2\uparrow$

$P_用\uparrow$，$P_损\uparrow$，$P_送\uparrow$.

5. 互感器：



降压 升流 $U_V=\frac{U_送n_2}{n_1}$ $I_A=\frac{I_送n_3}{n_4}$ 升压 降流

$I_V=I_送-I_用$ 故很小. $U_A=U_送-U_用$ 故很小.

原子物理归纳:

1. 汤姆生发现电子：阴极射线(电子流)；测出比荷 $\frac{e}{m_e}$.

后人：$m_e=9.1\times10^{-31}kg$.

2. 密立根测元电荷(最小电量)：$e=1.6\times10^{-19}C$

3. 汤姆生的原子模型(枣糕模型)：①正电荷构成密度均匀的球体、占据几乎全部质量；电子镶嵌在里面。② 电子振动⇒发光

4. 卢瑟福的原子模型

① α粒子散射实验(^4_2He)：轰击金原子
- 绝大部分α粒子仍按原方向射出
- 有的α粒子偏转较大
- 个别α粒子被弹回

② 核式结构：a、所有正电荷和几乎全部质量集中在核内($10^{-15}m$)，电子在核外高速旋转⇒ 原子大小：$10^{-10}m$

b、电子旋转加速⇒发光(玻尔)

↳与经典理论的矛盾：发光辐射能量⇒$E_k\downarrow$⇒向心运动⇒电子落入原子核中⇒

以H原子为例：$\frac{ke^2}{r^2}=m_e\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot r=m_e4\pi^2f^2r$ ⇒ $r\downarrow$, $f\uparrow$ ⇒ f逐渐增大⇒发光应是连续的

5. 光谱：(1)分类：{发射光谱 / 吸收光谱} → {连续光谱 / 线状光谱 ⇒每条线对应一个频率的光}

(2) 连续谱：炽热的固体、液体及高压气体发光。

线状谱：处于游离的原子、稀薄气体发光 ⇒光谱分析(灵敏而迅速)

正解：
- 发射光谱中的线状谱：相对高温；又称明线光谱⇒如稀薄高温铁蒸气
- 吸收光谱中的线状谱：相对低温；又称暗线光谱⇒如稀薄低温铁蒸气

(3) 多普勒现象：某恒星远离地球→接收光谱$f\downarrow$, $\lambda\uparrow$ → "红移"

6. 玻尔理论(氢原子)
- 定态理论：n=1 基态；n≥2 激发态
- 跃迁理论：
  - $r_1=0.53\times10^{-10}m$, $r_n=n^2r_1$,
  - $E_1=-13.6eV$, $E_n=\frac{E_1}{n^2}$

$1eV=1J/1.6\times10^{-19}C$

推导：
- $\frac{ke^2}{r_1^2}=m\frac{v_1^2}{r_1}$ ⇒ $E_{k1}=\frac{ke^2}{2r_1}=\frac{9\times10^9\times(1.6\times10^{-19})^2}{2\times0.53\times10^{-10}}J\approx13.6eV$
- $E_{势1}=-\frac{ke^2}{r_1}\approx-27.2eV$

∴ $E_1=E_{k1}+E_{势1}=-13.6eV$

(1) 玻尔频率条件：$h\nu=E_n-E_m$　h：普朗克常量，$h=6.626\times10^{-34}J\cdot s$；$\nu$：频率

例1：$E_2=-3.4eV$，$E_3=-1.51eV$　若从 $2\to3$：吸收一个光子：$h\nu=E_3-E_2\Rightarrow\nu=\cdots$

例2：电子在1轨道：
- 用光子(13.8eV)照 ⇒ 电离了
- 用光子(10.5eV)照 ⇒ 不吸收

1. 原子核的组成

(1) 卢瑟福发现质子：$^{14}_{7}N+^{4}_{2}He\longrightarrow^{17}_{8}O+^{1}_{1}H$

(2) 卢瑟福预言了不带电的核子（中子）。

(3) 查德威克发现中子：$^{9}_{4}Be+^{4}_{2}He\longrightarrow^{12}_{6}C+^{1}_{0}n$

⇒ 质子：$^{1}_{1}H$　中子：$^{1}_{0}n$　核子：$^{1}_{1}H+^{1}_{0}n$

(4) 核力（强力；吸引力）：相邻两个核子之间的引力；短程力：$10^{-15}m$ 内。

2. 放射性

(1) 贝克勒尔首先发现了天然放射现象：某些元素自发地发射某种"射线"，而变成另外一种新的元素。
- 原子序数大于83的所有重核带有放射性。
- 小于83的核有些具有放射性。

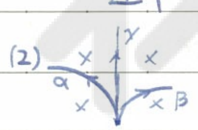
(2) 自发变化：衰变：
- α衰变：$^{238}_{92}U\longrightarrow^{234}_{90}Th+^{4}_{2}He+\gamma$
- β衰变：$^{234}_{90}Th\longrightarrow^{234}_{91}Pa+^{0}_{-1}e+\gamma$　实质：$^{1}_{0}n\longrightarrow^{1}_{1}H+^{0}_{-1}e$
- γ衰变：放射后原子核的电荷数不变

(3) 由 $^{226}_{88}Ra$ 衰变为 $^{206}_{82}Pb$：经过5次α衰变与4次β衰变。

(4) 半衰期(T)：
$$n=n_0\left(\tfrac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$
$$m=m_0\left(\tfrac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

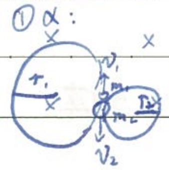
3. 三种射线：

	α	β	γ
(1) 组成	$^{4}_{2}He$	$^{0}_{-1}e$	光子
穿透	极弱	较弱	很强
电离	很强	较强	极弱
速率	约 $\frac{1}{10}c$	近 c	c

(2)


$r=\frac{mv}{qB}$

(3) 衰变中的动量守恒：若 $r_1/r_2=45/1$：

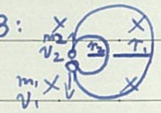
① α：


$0=m_1v_1-m_2v_2$

又 $r=\frac{mv}{qB}=\frac{P}{qB}$

$\therefore\frac{r_1}{r_2}=\frac{45}{1}=\frac{90}{2}=\frac{q_2}{q_1}$

原核的质量数为92.

② B: 

$r_1/r_2 = 45/1$ ⇒ 旧核序数为：44.

10、原子核的结合能

(1) 质能方程：$\begin{cases} E = mc^2 \\ \Delta E = \Delta m c^2 \end{cases}$

(2) $_0^1n + {}_1^1H \rightarrow {}_1^2H + \Delta E$ （m_1、m_2、m_3）

$m_1 = 1.6749 \times 10^{-27}\,kg$　　$m_2 = 1.6726 \times 10^{-27}\,kg$

$m_3 = 3.3436 \times 10^{-27}\,kg$

$\therefore \Delta m = m_1 + m_2 - m_3 = 0.0039 \times 10^{-27}\,kg$

$\Delta E = \Delta m c^2 = 0.0039 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16}\,J = 0.0351 \times 10^{-11}\,J = 2.2\,MeV$

若 1kg $_0^1n$ 与 1kg $_1^1H$ 结合：

$\Delta E = 1000 \times 6.02 \times 10^{23} \times 0.035 \times 10^{-11}\,J = 2.12 \times 10^{14}\,J$

标煤发热量：$Q = 2.9 \times 10^7\,J/kg$

∴ 需标煤质量 $M = \frac{2.12 \times 10^{14}}{2.9 \times 10^7} = 0.73 \times 10^7\,kg = 7300\,t$

11、(1) 裂变（重核分裂）：原子弹

$^{235}_{92}U + {}_0^1n \rightarrow {}^{144}_{56}Ba + {}^{89}_{36}Kr + 3\,{}_0^1n + \Delta E$

(2) 聚变：氢弹

$_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n + \Delta E$　（热核反应）⇒ 恒星内部

一、光的波粒二象性

1. 光是一种波（电磁波）：$\lambda = \frac{c}{\nu}$ ⇒ 光的干涉（$\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$）和衍射.

代表人物：惠更斯

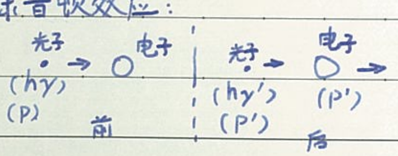
2. 光是一种粒子：光子（爱因斯坦），用 ν（频率）

① 光子的能量：$E_0 = h\nu$（一个光子）　$h = 6.63 \times 10^{-34}\,J \cdot s$，普朗克常量

一束光的能量由光子数 N 决定（$Nh\nu$）⇒ 宏观表现：光的强度（亮度）

② 光子的动量 P ⇒ 表现：光电效应、康普顿效应

二、康普顿效应：



$\therefore \nu > \nu'$ （$\lambda < \lambda'$）

三、德布罗意物质波：1、公式：$P=\frac{h}{\lambda}$

2、例、一群电子 $m=9.1\times10^{-31}kg$，$v=100m/s$

$\therefore P=mv=\frac{h}{\lambda}\Rightarrow\lambda=\frac{h}{mv}=\cdots$

四、光电效应

1、概念：光（包括不可见光）照射金属"表面"，金属"板"中电子吸收光子能量，克服核的吸引而逸出的现象。

2、图示：

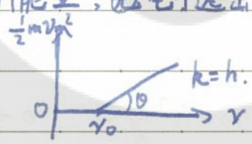
3、特征：① 发生光电效应时间极短 $10^{-9}s$ （截止频率）

② 对某金属而言，只有 $\nu>\nu_0$（极限频率）的光照才会发生光电效应。

③ 一个电子只吸收一个光子的能量；逸电子逸出形成光电流，其强度与光的强度成正比。

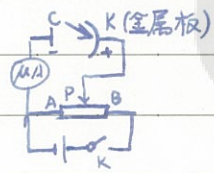
④ $\frac{1}{2}mv_m^2=h\nu-W_{逸}$

电子　光子　金属



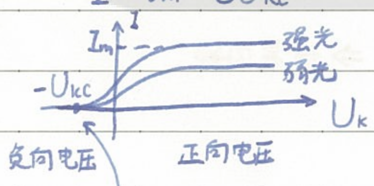
$W_{逸}=h\nu_0$

4、如何求 $\frac{1}{2}mv_m^2$？



电子逸出做减速，将P从A向右调至 μA 恰为0：

$\frac{1}{2}mv_m^2=eU_{KC}$



$\frac{1}{2}mv_m^2=eU_{KC}=h\nu-W_{逸}$ （入射光的 ν 相同）