1 电场

3 .

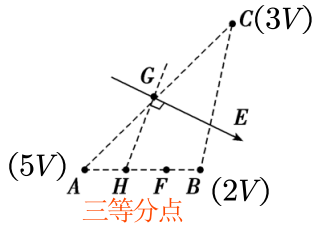
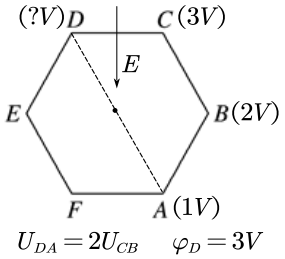
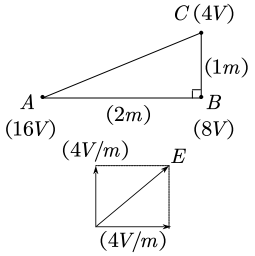


4． **电势差与电场强度的关系**

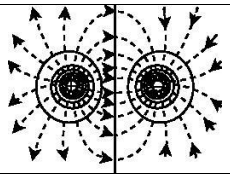
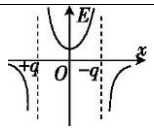
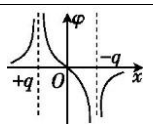
(1)匀强电场中电势差与场强的关系式：$U_{AB}=Ed$，其中 d 为电场中两点间沿电场方向的距离。

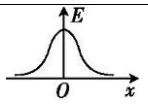
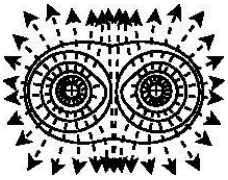
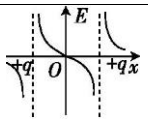
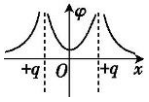
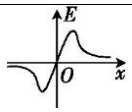
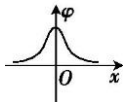
(2)电场强度的方向和大小：沿电场强度的方向电势降低最快。在匀强电场中，场强在数值上等于沿电场方向每单位距离上降低的电势。

（3）已知**三点电势求场强**

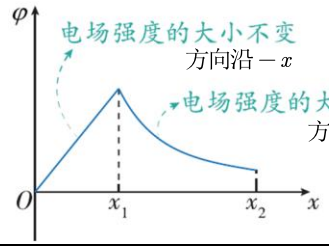
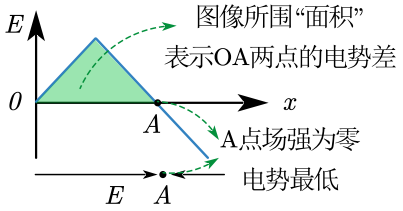
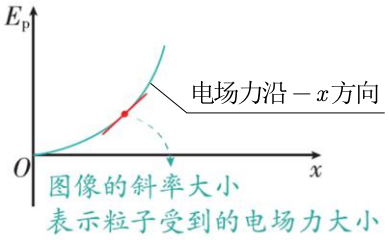
等分法	平行结论法	正交分解法
	 $U_{DA}=2U_{CB}$ $\varphi_D=3V$	
匀强电场中同一条直线上的两段电势差正比于线段长度。	匀强电场中若两线段平行，则这两段电势差正比于线段长度。题中出现平行线时可用此方法。	匀强电场中，利用 $E=U/d$，分别求出两垂直方向的场强，再求出合场强。只有垂直时才能用此方法。

5．等量点电荷的电场电场强度与电势分布规律

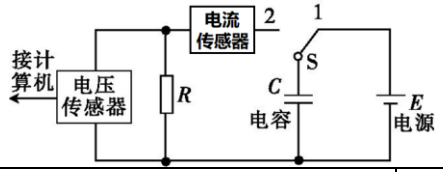
电场	等势面(实线)	E-x	φ-x
等量异号点电荷的电		 两电荷连线上	 两电荷连线上

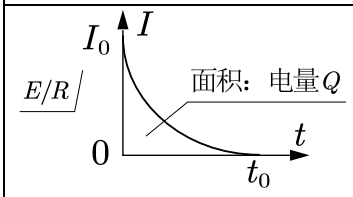
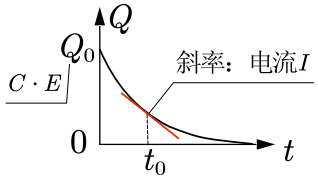
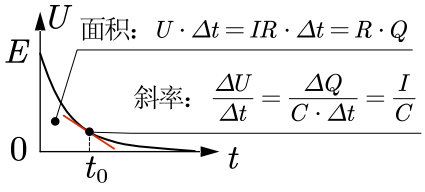
场		 连线中垂线上	连线中垂线 上各点电势 相等且为零
等量同 号正点 电荷的 电场		 两电荷连线上	 两电荷连线上
		 连线中垂线上	 连线中垂线上

6．**电场中的图像问题**

φ-x 图像	*E-x* 图像	E_P-*x* 图像
		
斜率:电场强度	面积：电势差	斜率:电场力

7．**电容器放电过程中的 *I-t* 图、*Q-t* 图、*U-t* 图**



***I-t* 图**	***Q-t* 图**	***U-t* 图**
		

8．**平行板电容器的动态分析方法**

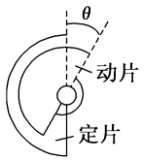
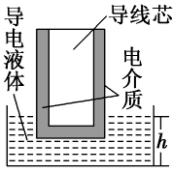
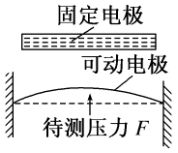
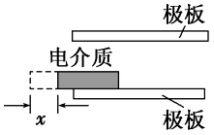
(1)确定不变量⟶分析是电压不变还是所带电荷量不变。

(2)用决定式 $C=\frac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$⟶分析平行板电容器电容的变化。

(3)用定义式 $C=\frac{Q}{U}$⟶分析电容器所带电荷量或两极板间电压的变化。

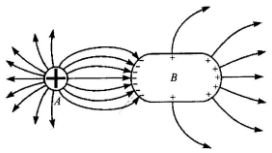
(4)用 $E=\frac{U}{d}$⟶分析电容器极板间电场强度的变化。

9．**常见电容式传感器**

			
测定角度 θ 的电容式传感器	测定液面高度 h 的电容式传感器	测定压力 F 的电容式传感器	测定位移 x 的电容式传感器

10．**静电平衡状态**

导体中（包括表面）没有电荷定向移动的状态叫做静电平衡状态。静电平衡状态下导体具有的特征总结为以下四点：



(1) 导体内部场强为零；

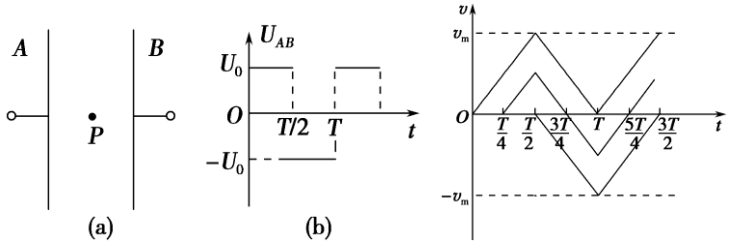
(2) 净电荷仅分布在导体表面上（孤立导体的净电荷仅分布在导体的外表面上）；

(3) 导体为等势体，导体表面为等势面，电场线与导体表面处处垂直。

(4) 静电平衡时内部场强为零的现象，在技术上用来实现静电屏蔽。

11．**图像法分析带电粒子在交变电场中的运动**

不计重力时，粒子在电场中运动的加速度 $a=\dfrac{qU}{md}$，根据 U-t 图画出 a-t 图，再画出 v-t 图，利用图像的面积可求出位移。注意粒子开始运动的时刻不同，使得物体可能做单向直线运动，也可能做往复直线运动。



12．电偏转

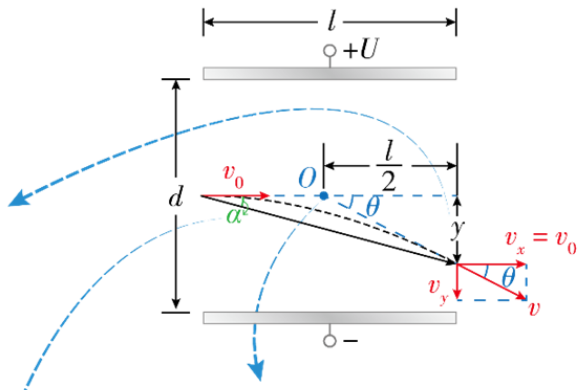
01 沿初速度 v_0 方向做匀速直线运动，沿电场力方向做匀加速直线运动。

02 加速度 $a=\dfrac{F}{m}=\dfrac{Eq}{m}=\dfrac{qU}{md}$

03 离开电场时的偏移量 $y=\dfrac{1}{2}at^2$，$t=\dfrac{l}{v_0}$，解得 $y=\dfrac{qUl^2}{2mdv_0^2}$

04 离开电场时的速度偏转角 $\tan\theta=\dfrac{v_y}{v_0}$，$v_y=at=\dfrac{qU}{md}\cdot\dfrac{l}{v_0}$，解得 $\tan\theta=\dfrac{qUl}{mdv_0^2}$

05 位移偏转角 $\tan\alpha=\dfrac{y}{l}=\dfrac{qUl}{2mdv_0^2}$，速度偏转角正切值（$\tan\theta$）等于位移偏转角正切值（$\tan\alpha$）的两倍（$\tan\theta=2\tan\alpha$）。

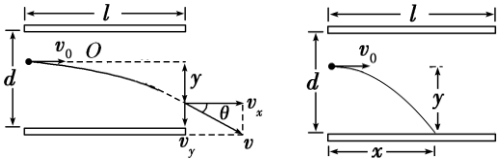


06 粒子经电场偏转后，合速度 v 的反向延长线与初速度延长线的交点 O 为粒子水平位移的中点，即 O 到偏转电场边缘的距离为 $\dfrac{l}{2}$。

13．**偏移、偏转角和动能增量**

质量为 m 电荷量为 q（不计重力）的带电粒子以平行于极板的初速度 v_0 射入长 L 板间距离为 d 的平行板电容

器间，两板间电压为 U。



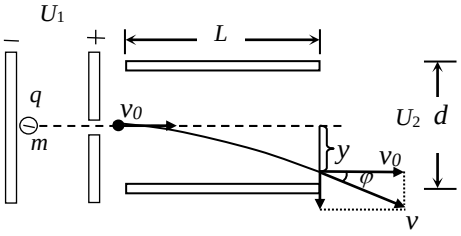
加速度 $a=\dfrac{qU}{md}$；时间 $t=\dfrac{L}{v_0}$（水平）、$t=\sqrt{\dfrac{2y}{a}}=\sqrt{\dfrac{2ymd}{qU}}$（竖直）

(1)偏移：$y=\dfrac{1}{2}at^2=\dfrac{1}{2}\dfrac{qU}{md}\dfrac{L^2}{v_0^2}$（粒子出电场）；$y=\dfrac{1}{2}at^2=\dfrac{1}{2}\dfrac{qU}{md}\dfrac{x^2}{v_0^2}$（粒子未出电场，打板）

(2)偏角：$\tan\varphi=\dfrac{v_y}{v_x}=\dfrac{at}{v_0}=\dfrac{qUL}{mdv_0^2}$（粒子出电场）；$\tan\varphi=\dfrac{qUx}{mdv_0^2}$（粒子未出电场，打板）

(3)穿越电场过程的动能增量：$\Delta E_K=qEy$（注意，一般来说不等于 qU）

14．**先加速后偏转**



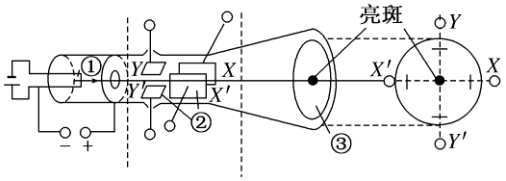
不同的带电粒子由静止开始经过同一电场(U_1)加速后，再从同一偏转电场(电压 U_2、板宽 d、板长 L)射出时的偏移 y、偏转角度 φ 总是相同的。证明：

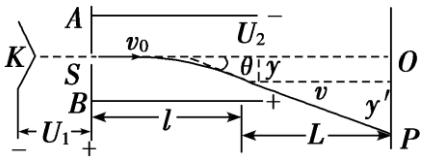
(1)由 $qU_1=\dfrac{1}{2}mv_0^2$；$y=\dfrac{1}{2}\dfrac{qU_2L^2}{mdv_0^2}$ 得 $y=\dfrac{U_2L^2}{4U_1d}$

(2)由 $qU_1=\dfrac{1}{2}mv_0^2$；$\tan\varphi=\dfrac{qU_2L}{mdv_0^2}$，得 $\tan\varphi==\dfrac{U_2L^2}{2U_1d}$。

15．示波管的工作原理

在示波管模型中，带电粒子经加速电场 U_1 加速，再经偏转电场 U_2 偏转后，需要经历一段匀速直线运动才会打到荧光屏上而显示亮点 P，如图所示．确定最终偏移：





思路一：

确定加速后的 v_0 → [确定偏移 y / 确定偏角 θ] → 确定匀速偏移 $y'=L\tan\theta$ → 确定 $OP=y+y'$

思路二：

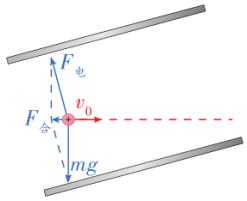
确定加速后的 v_0 → 确定偏移 y —三角形相似→ 确定 OP：$\dfrac{y}{OP}=\dfrac{\frac{l}{2}}{\left(\frac{l}{2}+L\right)}$

16．带电体在复合场中的运动

带电体在复合场（电场、重力场）中的运动

直线运动

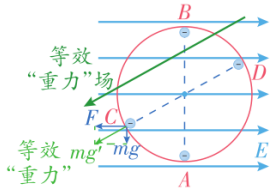
条件：带电体所受合力 $F_{合}=0$，带电体静止或做匀速直线运动；带电体所受合力 $F_{合}\neq 0$，但与 初速度 方向在同一条直线上，带电体做匀加速或匀减速直线运动。



圆周运动

常考情景：带电体在电场和重力场的复合场中，在绳或轨道的束缚下在竖直平面内做变速圆周运动。

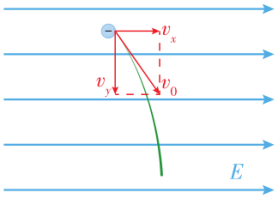
处理方法：用等效“重力”法，类比在重力场中竖直平面内的圆周运动处理。



一般曲线运动

条件：带电体所受合力 $F_{合}\neq 0$，且与 初速度 方向不在同一条直线上。

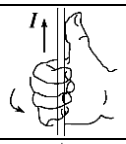
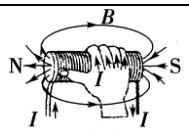
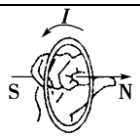
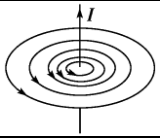
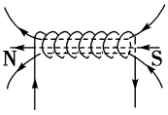
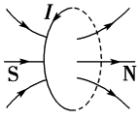
处理方法：用运动合成与分解的方法处理，将复杂的曲线运动分解成两个方便求解的直线运动。



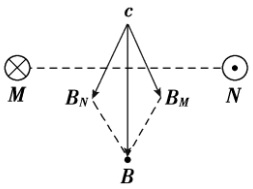
1 磁场

1．磁感应强度和磁感线

（1）电流产生的磁场方向

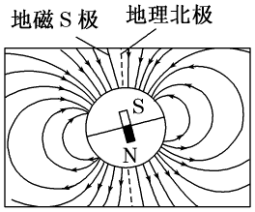
安培定则			
立体图			

（2）磁感应强度的叠加——平行四边形法则



（3）地磁场特点

①地磁场的 N 极在地理南极附近，地磁场的 S 极在地理北极附近，磁感线分布如图所示。



图

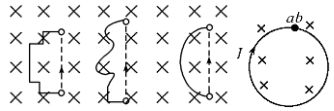
②地磁场 B 的水平分量(B_x)总是从地理南极指向地理北极，而竖直分量(B_y)，在南半球垂直地面向上，在北半球垂直地面向下。赤道处的地磁场沿水平方向，指向北。

2． 安培力

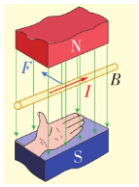
安培力公式 $F=BIL$，要求两两垂直，应用时要满足：

(1)B 与 L 垂直；

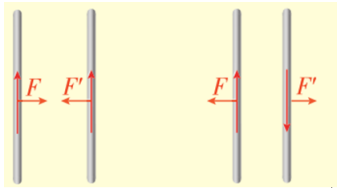
(2)L 是有效长度，即垂直磁感应强度方向的直线长度，如弯曲导线的有效长度 L 等于两端点所连直线的长度(如图所示)，相应的电流方向沿 L 由始端流向末端。



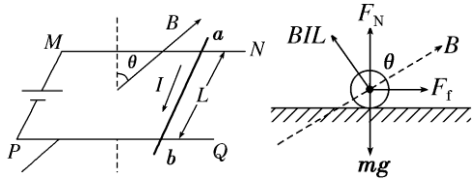
（3）安培力的方向——左手定则



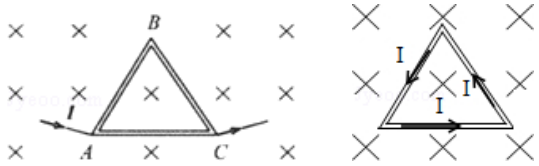
(4)两平行通电直导线的相互作用： “同流合污”



（5）安培力作用下的平衡问题，解题的关键是要根据立体图画出受力的平面图。



（6）两种电路连接方式所受安培力的区别



3．匀速圆周运动半径公式和周期公式

若 $v\perp B$，带电粒子仅受洛伦兹力作用，在垂直于磁感线的平面内以入射速度 v 做匀速圆周运动．

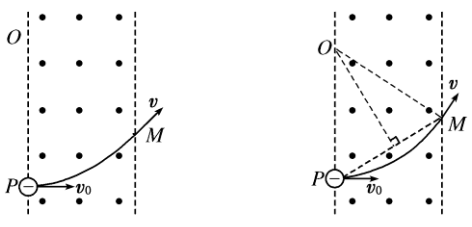
基本公式：$qvB=m\dfrac{v^2}{R}$ → 导出公式：半径 $R=\dfrac{mv}{Bq}$，周期 $T=\dfrac{2\pi R}{v}=\dfrac{2\pi m}{qB}$

说明：①$R\propto mv$（动量），$R=\dfrac{\sqrt{2mE_k}}{qB}$

②T 与速度 v 无关。

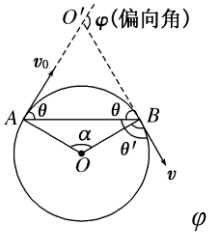
4.．带电粒子在有界磁场中的运动

（1）圆心的确定



甲　　乙

（2）半径的确定和计算



$\varphi=\alpha=2\theta$

（3）运动时间的确定：$t=\frac{\alpha}{360°}T$(或 $t=\frac{\alpha}{2\pi}T$)，$t=\frac{l}{v}$(l 为弧长)。

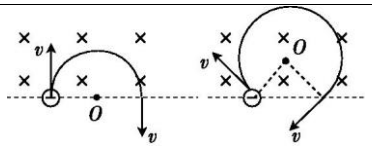
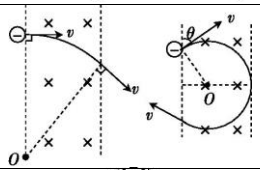
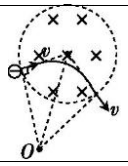
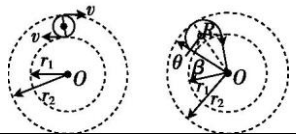
【巧学活用】（1）处理该类问题常用的几个几何关系

① 3 个点:入射点、出射点、轨迹圆心；

② 3 条线:入射点、出射点与圆心的连线——半径，入射点与出射点的连线——弦；

③ 3 个角:速度偏转角、圆心角、弦切角,其中偏转角等于圆心角,也等于弦切角的两倍。

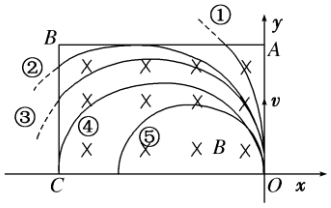
（2）带电粒子在不同边界磁场中的运动：

类别	特点	图示
直线边界	进出磁场具有对称性	
平行边界	存在临界条件	
圆形边界	沿径向射入必沿径向射出	
环形边界	与边界相切	

5．带电粒子在磁场中运动的临界与极值问题

（1）动态放缩法

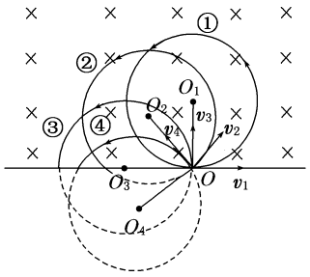
当带电粒子射入磁场的方向确定，但射入时的速度 v 大小或磁场的强弱 B 变化时，粒子做圆周运动的轨道半径 r 随之变化。在确定粒子运动的临界情景时，可以以入射点为定点，将轨道半径放缩，作出一系列的轨迹，从而探索出临界条件。如图所示，粒子进入长方形边界 $OABC$ 形成的临界情景为②和④。



图

（2）定圆旋转法

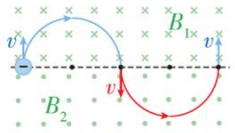
当带电粒子射入磁场时的速率 v 大小一定，但射入的方向变化时，粒子做圆周运动的轨道半径 r 是确定的。在确定粒子运动的临界情景时，可以以入射点为定点，将轨迹圆旋转，作出一系列轨迹，从而探索出临界条件，如图所示为粒子进入单边界磁场时的情景。



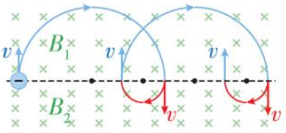
6．运动的往复性形成多解

01

粒子在两个磁场中交替运动时，运动具有周期性而形成多解。



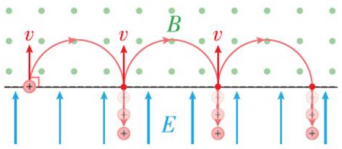
如图所示，两个磁场方向相反时，轨迹在两个磁场的交界处外切。



如图所示，两个磁场方向相同时，轨迹在两个磁场的交界处内切。

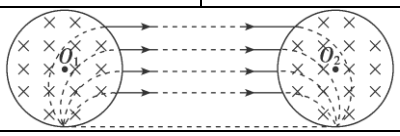
02

带电粒子在部分是电场、部分是磁场空间运动时，往往具有周期性，因而形成多解。

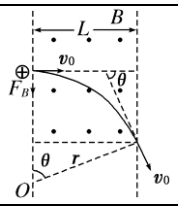
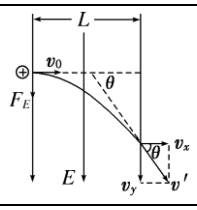


如图所示，带正电的粒子垂直进入上方的匀强磁场做匀速圆周运动，然后进入匀强电场做匀变速直线运动（先做匀减速直线运动，后做匀加速直线运动），又再次进入匀强磁场中做匀速圆周运动，如此循环下去。

7．“磁发散”和“磁聚焦”

磁发散	磁聚焦
带电粒子从圆形有界匀强磁场边界上同一点射入，如果轨迹半径与磁场半径相等，则粒子出射方向与入射点的切线方向平行	带电粒子平行射入圆形有界匀强磁场，如果轨迹半径与磁场半径相等，则粒子从磁场边界上同一点射出，该点切线与入射方向平行
	

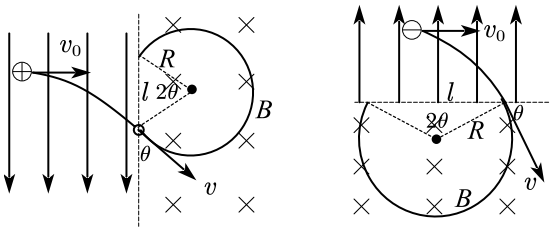
8．“电偏转”和“磁偏转”的比较

	垂直进入磁场(磁偏转)	垂直进入电场(电偏转)
情景图		
受力	$F_B=qv_0B$ 大小不变，方向总指向圆心，方向变化，F_B 为变力	$F_E=qE$，F_E 大小、方向不变，为恒力

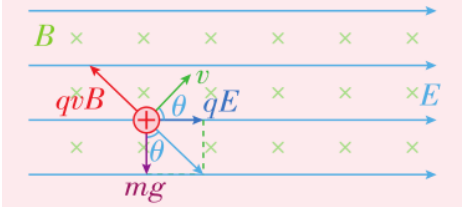
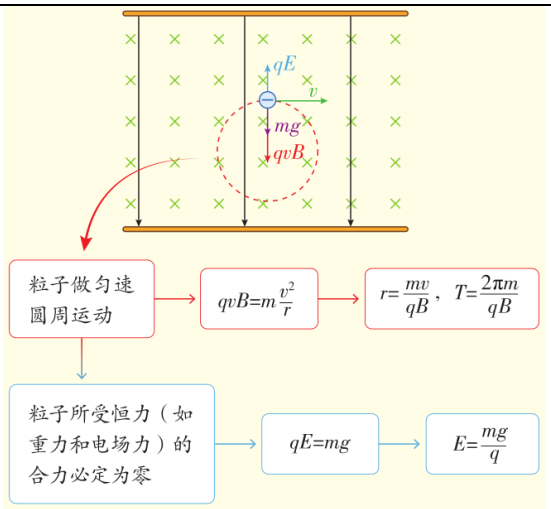
运动规律	匀速圆周运动 $r=\frac{mv_0}{Bq}$，$T=\frac{2\pi m}{Bq}$	类平抛运动 $v_x=v_0$，$v_y=\frac{Eq}{m}t$ $x=v_0t$，$y=\frac{Eq}{2m}t^2$
运动时间	$t=\frac{\theta}{2\pi}T=\frac{\theta m}{Bq}$	$t=\frac{L}{v_0}$，具有等时性
动能	不变	变化

9．**弦长公式**

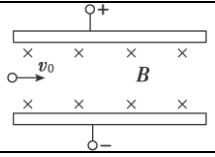
弦长$l=2R\sin\theta=2\frac{mv}{qB}\sin\theta=2\frac{mv_\perp}{qB}$

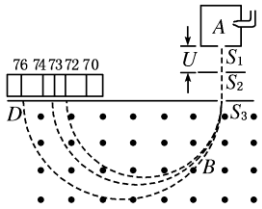
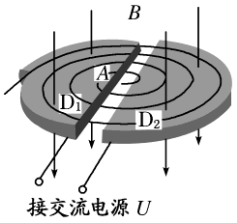
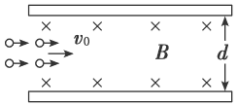
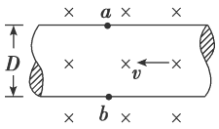
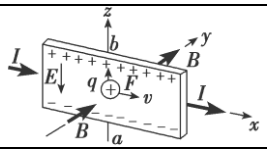


10．**带电粒子在复合场中的两类典型运动**

匀速直线运动	匀速圆周运动
磁场、电场与重力场并存 电场力、洛伦兹力与重力三力平衡，粒子做匀速直线运动。 解题关键：其中任意一个力均与其他两个力的合力大小相等，方向相反。 	

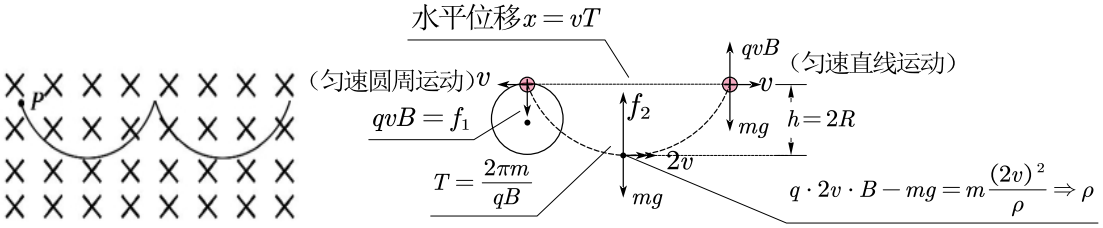
11．带电粒子在叠加场中运动的实例分析

装置	原理图	规律
速度选择器		若$qv_0B=Eq$，即$v_0=\frac{E}{B}$，粒子做匀速直线运动

质谱仪		由 $qU=\frac{1}{2}mv^2$ 和 $qvB=m\frac{v^2}{r}$ 两式，可得 $r=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$，$m=\frac{qr^2B^2}{2U}$，$\frac{q}{m}=\frac{2U}{B^2r^2}$。
回旋加速器		交流电的周期和粒子做圆周运动的周期相等，粒子在做圆周运动的过程中一次一次地经过 D 形盒缝隙，两盒间的电势差一次一次地反向，粒子就会被一次一次地加速，由 $qvB=\frac{mv^2}{R}$，得 $E_{km}=\frac{q^2B^2R^2}{2m}$，可见粒子获得的最大动能由磁感应强度 B 和 D 形盒半径 R 决定，与加速电压无关。
磁流体发电机		等离子体射入，受洛伦兹力偏转，使两极板带正、负电，两极电压为 U 时稳定，$q\frac{U}{d}=qv_0B$，$U=v_0Bd$
电磁流量计		$\frac{U}{D}q=qvB$，所以 $v=\frac{U}{DB}$ 所以流量 $Q=vS=\frac{\pi DU}{4B}$
霍尔元件		当磁场方向与电流方向垂直时，导体在与磁场、电流方向都垂直的方向上出现电势差

配速法

粒子的初速度为零，可分解为水平向右的速度 v 和水平向左的速度 v，其中水平向右的速度 v 对应的洛伦兹力与重力平衡：qvB=mg；因此，粒子的运动是水平向右速度为 v 的匀速直线运动和初速度水平向左，大小为 v 的逆时针匀速圆周运动的合运动，圆周运动的半径：$R=\frac{mv}{qB}$，$h=2R=2\frac{mv}{qB}=\frac{2v^2}{g}$。从静止释放到最低点时间等于半个周期。

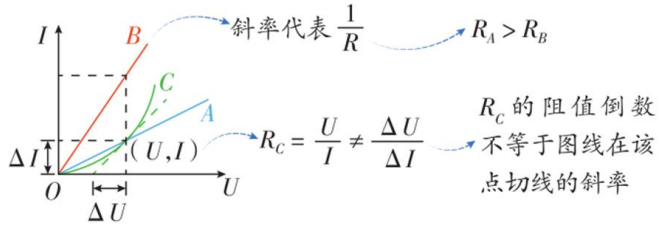


1 恒定电流

1． 三个定律

（1）欧姆定律（部分电路）

①伏安特性曲线



I–U 图像（伏安特性曲线）

②电流的三个表达式：(i)$I=\frac{q}{t}$（定义式）；(ii) $I=\frac{U}{R}$（决定式，欧姆定律）；（iii）$I=neSv$（微观决定式）

（2）电阻定律

表达式：$R=\rho\frac{l}{S}$（决定式）；**电阻**定义式：$R=\frac{U}{I}$。

（3）焦耳定律

（1）电功和电热

①电功：$W=qU=\underline{UIt}$。

②电热：电流流过一段导体时产生的热量 $Q=\underline{I^2Rt}$（焦耳定律）。

③纯电阻电路与非纯电阻电路对比

	纯电阻电路	非纯电阻电路
实例	白炽灯、电炉、电饭锅、电热毯、电熨斗及转子被卡住的电动机等	电动机、电解槽、日光灯等
电功与电热	$W=UIt$，$Q=I^2Rt=\frac{U^2}{R}t$，$W=Q$	$W=UIt$，$Q=I^2Rt$，$W>Q$

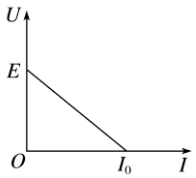
2． 闭合电路欧姆定律

（1）**路端电压 *U* 与电流 *I* 的关系**：$U=\underline{E-Ir}$.

①当电路断路即 $I=0$ 时，纵坐标的截距为电源电动势.

②当外电路短路即 $U=0$ 时，横坐标的截距为短路电流.

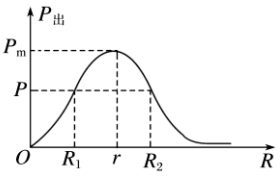
③图线的斜率的绝对值为电源的内阻.



（2）**纯电阻电路中输出功率随 *R* 的变化关系**：$P_{出}=I^2R=\frac{E^2R}{(R+r)^2}$

①当 $R=r$ 时，电源的输出功率最大为 $P_m=\frac{E^2}{4r}$.

②当 $P_{出}<P_m$ 时，每个输出功率对应两个外电阻 R_1 和 R_2，且 $R_1R_2=r^2$.



3． **含电容器电路的分析**

（1）电路的简化“先去后并”：不分析电容器的充、放电过程时，把电容器所处的支路视为断路，简化电路时可以去掉，求电荷量时再在相应位置补上.

（2）处理方法：电路稳定后，与电容器串联的电路中没有电流，同支路的电阻相当于导线，即电阻不起降低电压的作用，与电容器串联的电阻视为等势体．电容器的电压为与之并联的电阻两端的电压.

（3）电容器所带电荷量的变化的计算：

①如果变化前后极板带电的电性相同，那么通过所连导线的电荷量等于初、末状态电容器所带电荷量之差；

②如果变化前后极板带电的电性相反，那么通过所连导线的电荷量等于初、末状态电容器所带电荷量之和.

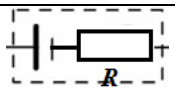
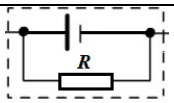
4． **电路的动态分析常用方法：**

(1)程序法：电路结构的变化(电阻变化)→总电阻的变化→总电流的变化→路端电压的变化→固定支路电压、电流的分析→变化支路电压、电流的分析。

(2)极限法：因滑动变阻器滑片滑动引起的电路变化问题，可将滑动变阻器的滑动端分别滑至两个极端去讨论。

(3)串反并同：当电路中电阻变化时，与变化电阻成串联关系的用电器的电流变化情况与电阻变化情况相反，与变化电阻成并联关系的用电器的电流变化情况与电阻变化情况相同。

5.**两类等效电源**

等效电源法	第一类：	第二类：
等效电动势	$E_{等效}=E$	$E_{等效}=\dfrac{R}{r+R}E$
等效内阻	$r_{等效}=R+r$	$r_{等效}=\dfrac{Rr}{r+R}$

6．***U/I*和Δ*U*/Δ*I*区别**

（1）对于定值电阻 R：$R=\dfrac{U}{I}=\dfrac{\Delta U}{\Delta I}$；

（2）对于可变电阻：$R=\dfrac{U}{I}\neq\dfrac{\Delta U}{\Delta I}$；

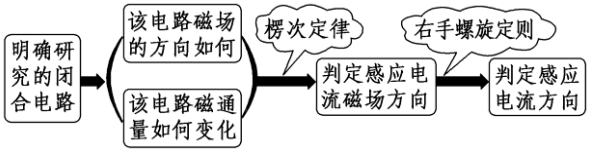
（3）等效电源的内阻:电路的动态分析中,等效电源的内阻等于路端电压的变化量 U 与干路电流的变化量 ΔI 的比值的绝对值,即 $r=\dfrac{\Delta U}{\Delta I}$.

1 电磁感应

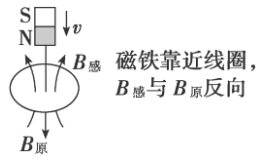
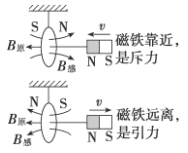
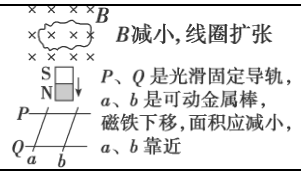
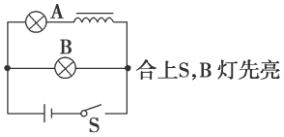
1． **判断感应电流方向**

（1）用楞次定律判断

①楞次定律判断感应电流方向的步骤



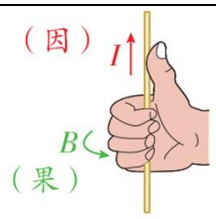
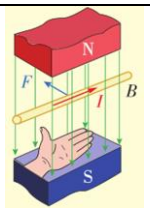
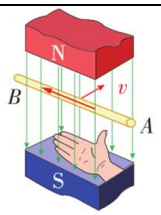
②楞次定律中“阻碍”的含义：

 磁铁靠近线圈，$B_{感}$与$B_{原}$反向			
阻碍原磁通量变化——“增反减同”	阻碍相对运动——“来拒去留”	使回路面积有扩大或缩小的趋势——“增缩减扩”	阻碍原电流的变化——“增反减同”

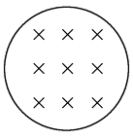
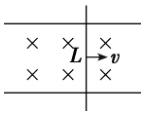
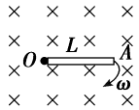
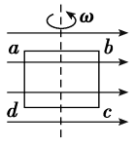
（2）用右手定则判断

楞次定律、右手定则、左手定则、安培定则的比较

应用的定则	安培（右手螺旋）定则	左手定则	右手定则

手势图			
因果关系	电生磁	电受力	动生电
形象记忆	“磁”的右半边“兹”螺旋写法，用右手螺旋；	“力”的最后一笔“丿”方向向左，用左手；	“电”的最后一笔“乚”方向向右，用右手。

2． 感应电动势大小

情景图				
法拉第电磁感应定律 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	回路(不一定闭合)	一段直导线(或等效成直导线)	绕一端转动的一段导体棒	绕与 B 垂直且在导线框平面内的轴转动的导线框
	$E=ns\frac{\Delta B}{\Delta t}$	$E=BLv$	$E=\frac{1}{2}BL^2\omega$	$E=NBS\omega\sin(\omega t+\varphi_0)$

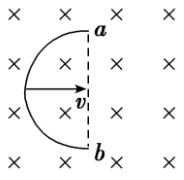
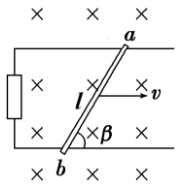
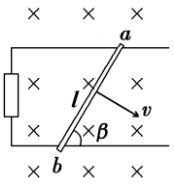
【临考叮嘱】

①公式 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 求解的是一个回路中某段时间内的平均电动势，在磁通量均匀变化时，瞬时值才等于平均值。

②公式 $E=ns\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 可用于计算平均感应电动势，此时 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 为一段时间磁感应强度的平均变化率；也可用于计算瞬时感应电动势，此时 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 为某时刻磁感应强度的瞬时变化率，对应 B-t 图象中为某点的斜率，S 为该时刻的有效面积；

③有效性：$E=Blv$ 中的 l 为切割磁感线的导体棒的有效长度，即导体与 v 垂直的方向上的投影长度。

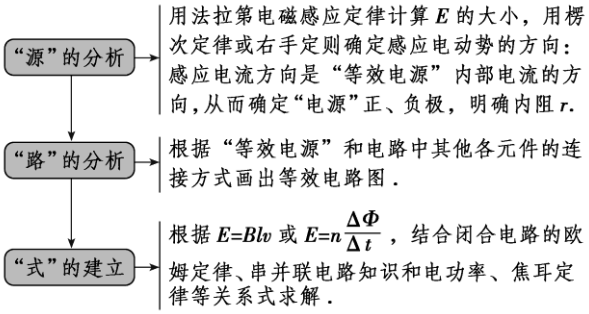
两个有效长度的区别

图例			
$E=Blv$ 中的有效长度 l	为 ab 间的直线距离	为 ab 的投影长度 $l\sin\beta$	为 ab 长 l
安培力 $F=BIl$ 中的有效长度 l	为 ab 间的直线距离	为 ab 长 l	为 ab 长 l

④相对性：$E=Blv$ 中的速度 v 是相对于磁场的速度，若磁场也运动时，应注意速度间的相对关系。

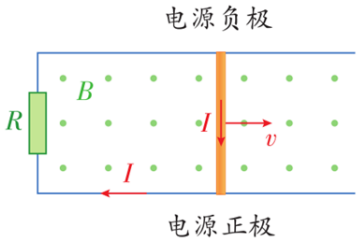
3．电磁感应中的电路问题

（1）解决电磁感应中的电路问题三部曲

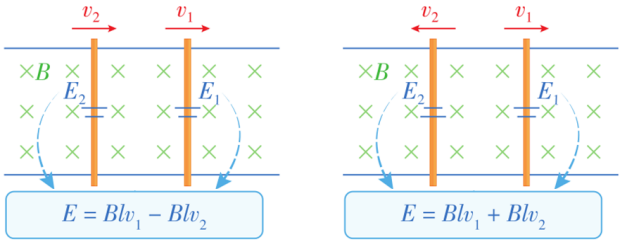


（1）电源正负极：导体棒可以等效为电源。在外电路,电流从正极流向负极;在电源内部,电流从负极流向正极。(如图甲)

（2）双电源：在分析双杆切割磁感线产生的感应电动势时，要注意是同向还是反向，可以根据切割磁感线产生的感应电流的方向来确定。（如图乙）



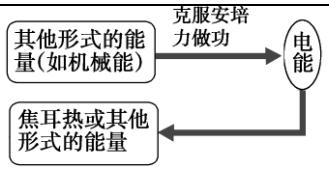
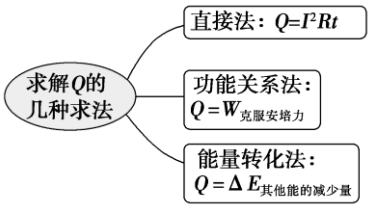
图甲



图乙

（3）**感应电量** $q=n\dfrac{\Delta\Phi}{R_{总}}$，通过回路截面的电荷量 q 仅与 n、$\Delta\Phi$ 和回路总电阻 $R_{总}$有关，与时间长短无关。

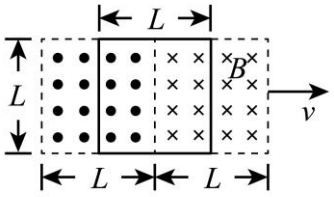
（4）**能量转化及焦耳热的求法**

(1)能量转化	(2)求解焦耳热 Q 的几种方法
	

易错点

N 匝线圈部分进入磁场受到的安培力 $F_{安}=\dfrac{N^2B^2L^2v}{R}$；


(a)

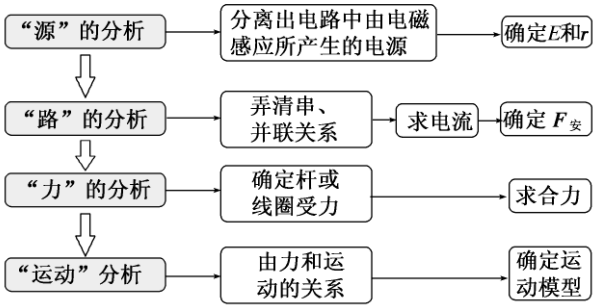


(b)

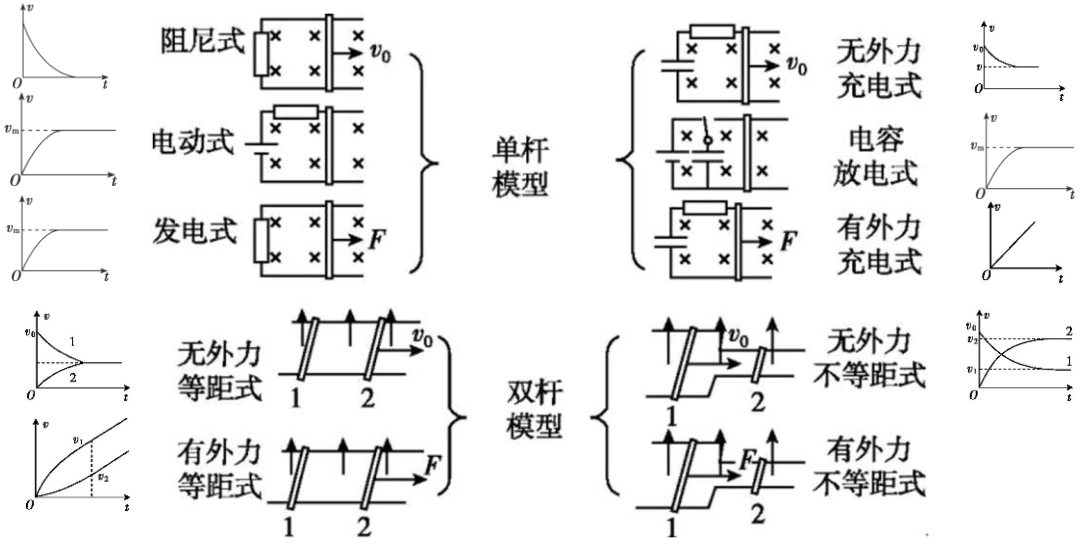
磁场带动下，N 匝线圈受到的安培力 $F_{安}=\dfrac{(2N)^2B^2L^2(v_1-v_2)}{R}$

5．**用“四步法”分析电磁感应中的动力学问题**

（1）解决电磁感应中的动力学问题的一般思路是“先电后力”，具体思路如下：



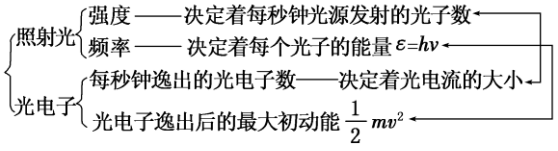
（2）导轨问题



近代物理

1． 光电效应

(1)两条研究线索：



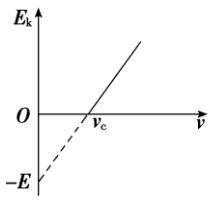
(2)**定量分析光电效应时应抓住的三个关系式**

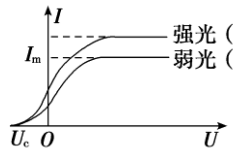
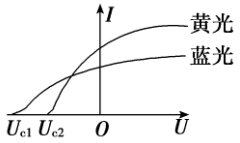
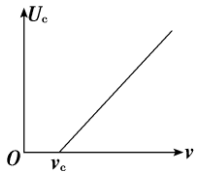
①爱因斯坦光电效应方程：$E_k = h\nu - W_0$.

②最大初动能与遏止电压的关系：$E_k = eU_c$.

③逸出功与极限频率、极限波长 λ_c 的关系：$W_0 = h\nu_c = h\dfrac{c}{\lambda_c}$.

（3） 四类图象

图象名称	图线形状	由图线直接(间接)得到的物理量
最大初动能 E_k 与入射光频率 ν 的关系图线		①极限频率：图线与 ν 轴交点的横坐标 ν_c ②逸出功：图线与 E_k 轴交点的纵坐标的值 $W_0 = \lvert -E\rvert = E$ ③普朗克常量：图线的斜率 $k = h$

颜色相同、强度不同的光，光电流与电压的关系		①遏止电压 U_c：图线与横轴的交点 ②饱和光电流 I_m：电流的最大值 ③最大初动能：$E_{km}=eU_c$
颜色不同时，光电流与电压的关系		①遏止电压 U_{c1}、U_{c2} ②饱和光电流 ③最大初动能 $E_{k1}=eU_{c1}$，$E_{k2}=eU_{c2}$
遏止电压 U_c 与入射光频率 v 的关系图线		①截止频率 v_c：图线与横轴的交点 ②遏止电压 U_c：随入射光频率的增大而增大 ③普朗克常量 h：等于图线的斜率与电子电量的乘积，即 $h=ke$.(注：此时两极之间接反向电压)

2．波粒二象性

(4)由光子的能量 $\varepsilon=h\nu$，光子的动量 $p=\frac{h}{\lambda}$表达式也可以看出，由以上两式和波速公式 $c=\lambda\nu$ 还可以得出：$\varepsilon=pc$。

（5）物质波：任何一个运动着的物体，小到微观粒子大到宏观物体都有一种波与它对应，其波长 $\lambda=\frac{h}{p}$，p 为运动物体的动量，h 为普朗克常量.

3．玻尔的原子模型

解答氢原子能级图与原子跃迁问题的注意事项

1.能级之间跃迁时放出的光子频率是不连续的.

2.能级之间发生跃迁时放出(吸收)光子的频率由 $h\nu=E_m-E_n$ 求得.若求波长可由公式 $c=\lambda\nu$ 求得.

3.一个氢原子跃迁发出可能的光谱线条数最多为 $n-1$.

4.一群氢原子跃迁发出可能的光谱线条数的两种求解方法：

①用数学中的组合知识求解：$N=C_n^2=\frac{n(n-1)}{2}$.

②利用能级图求解：在氢原子能级图中将氢原子跃迁的各种可能情况一一画出，然后相加.

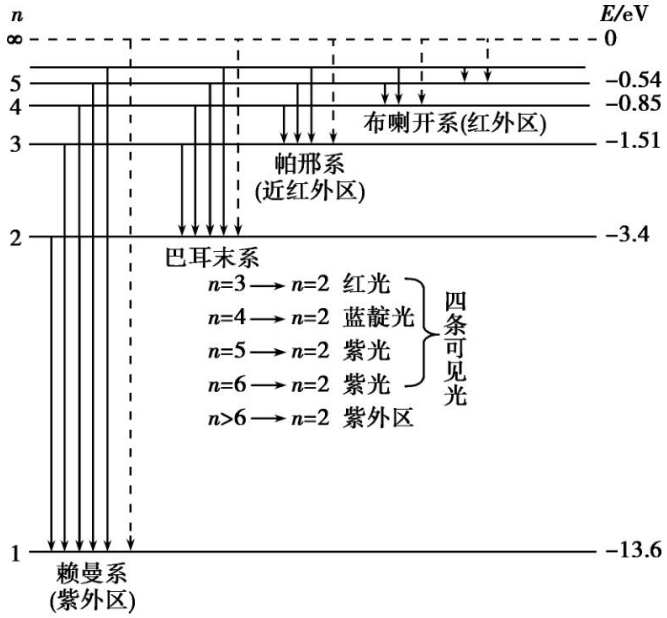
一群处于 $n=4$ 氢原子自发跃迁的规律

表 4:一群处于 $n=4$ 氢原子自发跃迁的规律

项目	规律	说明
光子频率	$C_4^2=6$ 种不同频率	①氢原子能级公式为 $E_n=\frac{E_1}{n^2}$ ②电子跃迁时光子能量为 $h\nu=\Delta E$
最大频率	$h\nu_{max}=E_4-E_1$	
最大波长	$h\frac{c}{\lambda_{max}}=E_4-E_3$	
相邻频率	$\nu_{42}=\nu_{43}+\nu_{32}$	
相邻波长	$\frac{1}{\lambda_{42}}=\frac{1}{\lambda_{43}}+\frac{1}{\lambda_{32}}$	

频率可直接加减，波长的倒数可加减。

光谱系



入射光子和入射粒子的区别

入射光子与氢原子跃迁、电离关系

01 入射光子的能量大于氢原子的电离能时，氢原子直接电离。

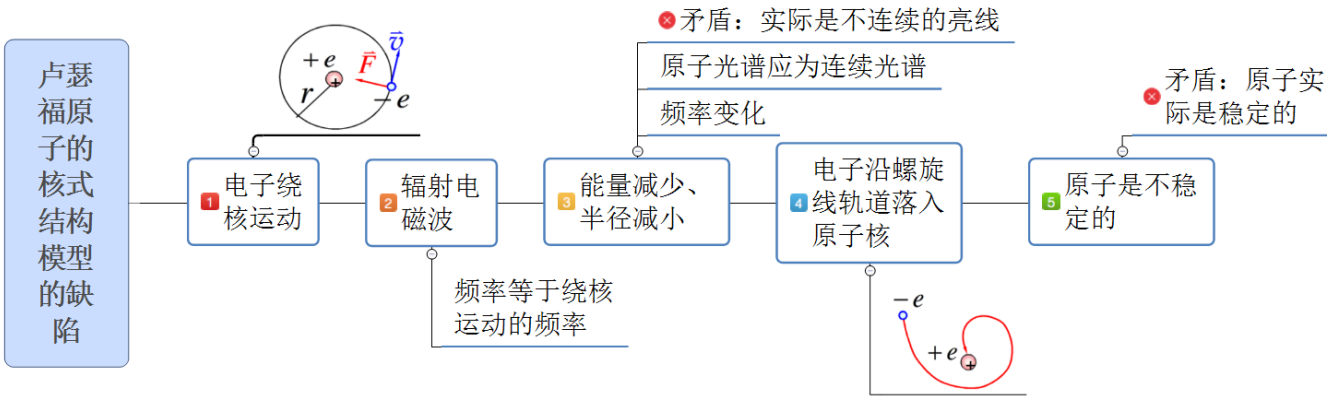
02 入射光子的能量小于氢原子的电离能时，且恰好等于氢原子的能级差的数值，则氢原子能够吸收光子，发生跃迁。此时存在关系 $h\nu=E_m-E_n$。

03 入射光子的能量小于氢原子的电离能时，且不等于氢原子的能级差的数值，则氢原子不吸收光子，不发生跃迁。

入射实物粒子(如电子)与氢原子跃迁、电离关系

01 入射实物粒子的动能大于氢原子电离能时，氢原子发生电离。

02 入射实物粒子的动能小于氢原子电离能时，只要大于氢原子最近的能级差的数值，则氢原子会吸收部分能量发生跃迁，吸收的能量为 $\Delta E=E_m-E_n$。



4． 核反应类型与核反应方程

（1）核反应的四种类型

类型		可控性	核反应方程典例	
衰变	α 衰变	自发	$^{238}_{92}U\rightarrow^{234}_{90}Th+^{4}_{2}He$	
	β 衰变	自发	$^{234}_{90}Th\rightarrow^{234}_{91}Pa+^{0}_{-1}e$	
人工转变		人工控制	$^{14}_{7}N+^{4}_{2}He\rightarrow^{17}_{8}O+^{1}_{1}H$ (卢瑟福发现质子)	
			$^{4}_{2}He+^{9}_{4}Be\rightarrow^{12}_{6}C+^{1}_{0}n$(查德威克发现中子)	
			$^{27}_{13}Al+^{4}_{2}He\rightarrow^{30}_{15}P+^{1}_{0}n$	(约里奥·居里夫妇发现放射性同位素，同时发现正电子)
			$^{30}_{15}P\rightarrow^{30}_{14}Si+^{0}_{+1}e$	
重核裂变（核电站、原子弹）		比较容易进行人工控制	$^{235}_{92}U+^{1}_{0}n\rightarrow^{144}_{56}Ba+^{89}_{36}Kr+3^{1}_{0}n$	
			$^{235}_{92}U+^{1}_{0}n\rightarrow^{136}_{54}Xe+^{90}_{38}Sr+10^{1}_{0}n$	
轻核聚变（太阳、氢弹）		很难控制	$^{2}_{1}H+^{3}_{1}H\rightarrow^{4}_{2}He+^{1}_{0}n$	

（3）解答有关核反应方程问题的技巧

(1)熟记常见基本粒子的符号——是正确书写核反应方程的基础．如质子($^{1}_{1}H$)、中子($^{1}_{0}n$)、α 粒子($^{4}_{2}He$)、β 粒子($^{0}_{-1}e$)、正电子($^{0}_{+1}e$)、氘核($^{2}_{1}H$)、氚核($^{3}_{1}H$)等．

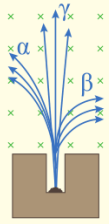
(2)掌握核反应方程遵守的规律——是正确书写核反应方程或判断某个核反应方程是否正确的依据，所以要理解并应用好质量数守恒和核电荷数守恒的规律．

(3)明白核反应过程是不可逆的——核反应方程只能用箭头连接并表示反应方向，不能用等号连接．

（4）．三种射线

小积累

三种射线



名称	构成	符号	电荷量	电离能力	贯穿能力
α射线	氦核	$^{4}_{2}He$	$2e$	最强	最弱
β射线	电子	$^{0}_{-1}e$	$-e$	较强	较强
γ射线	光子	—	0	最弱	最强

(5)半衰期

②影响因素：放射性元素衰变的快慢是由核内部自身的因素决定的，跟原子所处的化学状态和外部条件没有关系.半衰期是统计规律，对个别、少数原子无意义.

③公式：$N_{余}=N_{原}\cdot(\frac{1}{2})^{\frac{t}{\tau}}$　　$m_{余}=m_{原}\cdot(\frac{1}{2})^{\frac{t}{\tau}}$　　t 表示衰变时间、τ 表示半衰期.

5．**核能的计算方法**

(1)根据 $\Delta E=\Delta mc^2$ 计算时，Δm 的单位是“kg”，c 的单位是“m/s”，ΔE 的单位是“J”.

(2)根据 $\Delta E=\Delta m\times 931.5$ MeV 计算时，Δm 的单位是“u”，ΔE 的单位是“MeV”.

(3)根据核子比结合能来计算核能：原子核的结合能＝核子比结合能×核子数.

(4)借助动量守恒和能量守恒计算.

6．比结合能与原子核稳定的关系：

(1)比结合能的大小能够反映原子核的稳定程度，比结合能越大，原子核就越难拆开，表示该原子核就越稳定。

(2)核子数较小的轻核与核子数较大的重核，比结合能都比较小，表示原子核不太稳定；中等核子数的原子核，比结合能较大，表示原子核较稳定。

(3)当比结合能较小的原子核转化成比结合能较大的原子核时，就可能释放核能。例如，一个核子数较大的重核分裂成两个核子数小一些的核，或者两个核子数很小的轻核结合成一个核子数大一些的核，都能释放出巨大的核能。

特别提醒：(1)结合能大的原子核，比结合能不一定大，结合能小的原子核，比结合能不一定小。

(2)核的大小与原子核稳定的关系方面：中等大小核的比结合能最大、原子核最稳定。

应用阿伏加德罗常数计算核能

若要计算具有宏观质量的物质中所有原子核都发生核反应所放出的总能量，应用阿伏加德罗常数计算核能较为简便。其解题的基本思路为：

①根据物体的质量 m 和摩尔质量 M，由 $n=\frac{m}{M}$ 求出物质的量，并求出原子核的个数 $N=N_{\mathrm{A}}n=N_A\frac{m}{M}$；

②由题设条件求出一个原子核与另一个原子核反应放出或吸收的能量 E_0(或直接从题目中找出 E_0).

③再根据 $E=NE_0$ 求出总能量.

***α* 衰变、*β* 衰变在匀强磁场中运动轨迹形状**

衰变类型	α 衰变	β 衰变
衰变方程	${}^{A}_{Z}\mathrm{X}\rightarrow{}^{A-4}_{Z-2}Y+{}^{4}_{2}\mathrm{He}$	${}^{A}_{Z}\mathrm{X}\rightarrow{}^{A}_{Z+1}\mathrm{Y}+{}^{0}_{-1}\mathrm{e}$
匀强磁场中轨迹形状	