

2022年云南特岗教师考试

考前

30分

物理

目 录

【提分技巧】	1
一、选择题提分技巧	1
二、计算题提分技巧	2
【高频考点】	3



【提分技巧】

一、选择题提分技巧

选择题除了直接判断和定量计算这两种常规方法，还有一些巧解方式，针对题目特点“对症下药”，达到避繁就简快速得到答案的目的。

1. 特值代入法

有些选择题理论性很强，需经过繁琐的公式推导，且物理表达式比较复杂，此时可遵从题意，选择一些能直接反应物理量关系的特殊值，代入有关算式进行推算，依据结果对选项进行判断。

2. “二级结论”法

“二级结论”是由基本规律和基本公式导出的推论，巧用“二级结论”可以使计算简化，节约解题时间。常用的二级结论有：(1)等时圆规律；(2)平抛运动速度的反向延长线过水平位移的中点；(3)不同质量和电荷量的同性带电粒子由静止相继经过同一加速电场和偏转电场，轨迹重合；(4)直流电路中动态分析的“串反并同”结论；(5)平行通电导线同向相吸，异向相斥；(6)带电平行板电容器与电源断开，改变极板间距离不影响极板间匀强电场的强度等。

3. 逆向思维法

有时顺着题意切入无论是分析还是计算都有一定的困难，这时不妨改变思考问题的顺序，从相反的方向进行思考，进而解决问题，这种解题方法称为逆向思维法。逆向思维法的运用主要体现在可逆性物理过程中(如运动的不可逆性、光路的可逆性等)，逆向思维法是一种具有创造性的思维方法。

4. 等效替换法

等效替换法是把陌生、复杂的物理现象、物理过程在保证某种效果、特性或关系相同的前提下，转化为简单、熟悉的物理现象、物理过程来研究，从而认识研究对象本质和规律的一种思想方法。等效替换法广泛应用于物理问题的研究中，如：力的合成与分解、运动的合成与分解、等效场、等效电源等。

5. 类比分析法

所谓类比分析法，就是将两个(或两类)研究对象进行对比，分析它们的相同或相似之处、相互的联系或所遵循的规律，然后根据它们在某些方面有相同或相似的属性，进一步推断它们在其他方面也可能有相同或相似的属性的一种思维方法。在处理一些物理背景较新颖的题目时，可以尝试着使用这种方法。

6. 极限思维法

将某些物理量的数值推向极值(如设动摩擦因数趋近零或无穷大、电源内阻趋近零或无穷大、物体的质量趋近零或无穷大、斜面的倾角趋于 0° 或 90° 等)，并根据一些显而易见的结果、结论或熟悉的物理现象进行分析和推理的一种办法。

7. 对称思维法

对称情况存在于各种物理现象和物理规律中，应用这种对称性可以帮助我们直接抓住问题的实质，避免复杂的数学演算和推导，快速解题。

8. 比较排除法

通过分析、推理和计算，将不符合题意的选项一一排除，最终留下的就是符合题意的选项。如果选项是完全肯定或否定的判断，可通过举反例的方式排除；如果选项中有相互矛盾或者是相互排斥的选项，则两个选项中只可能有一种说法是正确的，当然，也可能两者都错。

二、计算题提分技巧

1.看题：“看题”是从题目中获取信息的最直接方法，要全面、细心，看题时不必急于求解，先对题中关键的词语多加思考，厘清其含义，对特殊字、句、条件要用着重号加以标注；不能漏看、错看或看不全题目中的条件，要重点看清题中隐含的物理条件、括号内的附加条件等。

2.读题：“读题”是物理信息抽取的过程，它能解决漏看、错看等问题，一定要怀着轻松的心情逐字逐句研究，边读边思索、联想相应情境，以弄清题中所涉及的现象和过程，排除干扰因素，充分挖掘隐含条件，准确还原各种模型，找准物理量之间的关系。

3.思题：“思题”就是充分挖掘大脑中所储存的知识信息，准确、全面、快速思考，分析各物理过程的细节、内在联系、完成过程拆分及规律的选取。即

(1)过程拆分——快速建模

物理计算题中研究对象所经历的过程往往比较复杂，在审题获取关键词语、隐含条件后，就要建立相应的物理模型，即对研究对象的各个运动过程进行剖析，建立清晰的物理图景，确定每一个过程对应的物理模型、规律及各过程间的联系。

(2)活用规律——准确答题

解答物理计算题时，在透彻分析题给物理情境的基础上，要灵活选用规律和方法分步列式、联立求解。

(3)规范书写——清晰呈现

物理计算题并不是得到结果即可，相反，对物理过程的分析及必要描述也是分值的采纳点。因此在列出物理表达式前需用简洁的文字进行描述其来因，并对各物理量的字符表示进行标注。物理的计算题并非考查数学的运算，因此在物理规律表达式的基础上，直接以“代入数据，可求得”即可出对应结果，其中间的运算过程不必呈现。同时需注意各数据结果的单位要统一规范，避免无谓的失分。

【高频考点】

【考点 1】匀变速直线运动的四个基本公式

1.位移公式： $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ ；

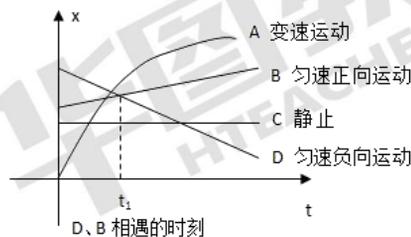
2.速度公式： $v = v_0 + a t$ ；

3.速度位移公式： $v_t^2 - v_0^2 = 2 a s$ ；

4.位移平均速度公式： $s = \frac{v_0 + v_t}{2} t$ ；

【考点 2】运动图像

1.x-t 图像

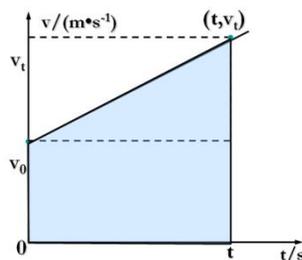


物理意义：反映了物体做直线运动的位移随时间变化的规律。

斜率的意义：图线上某点切线斜率的大小表示物体速度的大小，斜率正负表示物体速度的方向。

2.v-t 图像

对于匀变速直线运动来说，其速度随时间变化的 v-t 图线如图所示



对于该图线，应把握的有如下三个要点

- (1) 纵轴上的截距其物理意义是运动物体的初速度 v_0 ；
- (2) 图线的斜率其物理意义是运动物体的加速度 a ；
- (3) 图线下的“面积”其物理意义是运动物体在相应的时间内所发生的位移 s 。

【考点 3】平衡条件

平衡状态是静止或匀速直线运动状态；在共点力的作用下的物体的平衡条件是：物体所受到的合外力为零，即 $\sum F = 0$ 。

【考点 4】超重与失重

运动情况	超重、失重	视重 (F)
$a = 0$	不超重、不失重	$F = mg$
a 的方向竖直向上	超重	$F = m(g + a)$
a 的方向竖直向下	失重	$F = m(g - a)$
a 的方向竖直向下 $a = g$	完全失重	$F = 0$

【考点 5】平抛运动的规律

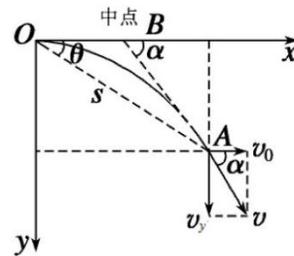
以抛出点为坐标，水平初速度 v_0 的方向为 x 轴方向，竖直向下方向为 y 轴方向

水平方向： $v_x = v_0$, $x = v_0 t$

竖直方向： $v_y = gt$, $y = \frac{1}{2}gt^2$

合速度： $v_t = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$

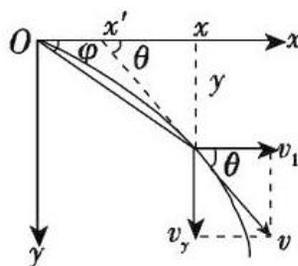
方向： $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$



【考点 6】平抛运动的两个重要推论

推论 1：做平抛（或类平抛）运动的物体在任一时刻任一位置处，设其末速度方向与水平方向的夹角为 θ ，位移与水平方向的夹角为 φ ，则 $\tan \theta = 2 \tan \varphi$

推论 2：做平抛（或类平抛）运动的物体，任意时刻的瞬时速度方向的反向延长线一定通过此时水平位移的中点。



【考点 7】描述匀速圆周运动的物理量

物理量	符号	单位	定义	定义式	转化式	关系及说明
线速度	v	m/s	质点在单位时间转过的弧长	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	$v = \frac{2\pi r}{T}$	$v = \omega r$
角速度	ω	rad/s	质点在单位时间转过的圆心角	$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$	
向心加速度	a	m/s^2	单位时间速度的变化	$a = \frac{v^2}{r}$	$a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$	
周期	T	s	质点运动一周所用的时间	$T = \frac{2\pi r}{v}$	$T = \frac{2\pi}{\omega}$	$f = \frac{1}{T}$
频率	f	Hz	质点在 1s 内完成圆周运动的次数	$f = \frac{1}{T}$		转速 n 与频率相当

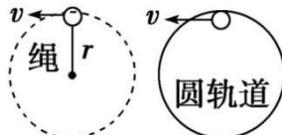
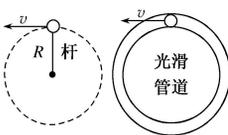
【考点 8】向心力

1.作用：产生向心加速度，只改变速度的方向，不改变速度的大小。因此，向心力对匀速圆周运动的物体不做功。

2.大小： $F = ma = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$

3.方向：总是沿半径指向圆心且时刻在变化，即向心力是变力。

【考点 9】竖直面内圆周运动的临界问题分析

	轻绳模型	轻杆模型
类型		
过最高点的临界条件	由 $mg = m \frac{v^2}{r}$ 得 $v_{\text{临}} = \sqrt{gr}$	由小球能运动即可，得 $v_{\text{临}} = 0$
讨论分析	<p>(1) 过最高点时，$v \geq \sqrt{gr}$，$F_N + mg = m \frac{v^2}{r}$，绳、轨道对球产生弹力 F_N</p> <p>(2) 不能过最高点时 $v < \sqrt{gr}$，在到达最高点前小球已经脱离了圆轨道</p>	<p>(1) 当 $v = 0$ 时，$F_N = mg$，F_N 为支持力，沿半径背离圆心</p> <p>(2) 当 $0 < v < \sqrt{gr}$ 时，$-F_N + mg = m \frac{v^2}{r}$，$F_N$ 背离圆心且随 v 的增大而减小</p> <p>(3) 当 $v = \sqrt{gr}$ 时，$F_N = 0$</p> <p>(4) 当 $v > \sqrt{gr}$ 时，$F_N + mg = m \frac{v^2}{r}$，$F_N$ 指向圆心并随</p>

	v 的增大而增大
--	----------

【考点 10】万有引力定律

1. 定律的表述:

宇宙间的一切物体都是相互吸引的, 两个物体间的引力大小跟它们的质量乘积成正比, 跟它们的距离平方成反比, 引力方向沿两个物体的连线方向。

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

2. 定律的适用条件:

用于计算引力大小的万有引力公式一般只适用于两质点间引力大小的计算, 如果相互吸引的双方是标准的均匀球体, 则可将其视为质量集中于球心的质点。

【考点 11】三个宇宙速度

第一宇宙速度: $v_1 = 7.9 \text{ km/s}$, 是人造地球卫星环绕地球运行的最大速度, 也是人造卫星的最小发射速度。

第二宇宙速度: $v_2 = 11.2 \text{ km/s}$, 是物体挣脱地球引力束缚的最小发射速度。

第三宇宙速度: $v_3 = 16.9 \text{ km/s}$, 是物体挣脱太阳引力束缚的最小发射速度。

【考点 12】人造地球卫星各运动参量随轨道半径的变化关系

由于卫星绕地球做匀速圆周运动, 所以地球对卫星的引力充当卫星所需的向心力, 于是有

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma_{\text{向}} = m \frac{v^2}{r} = m \omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

由此可知: 绕地球做匀速圆周运动的卫星各个参量随轨道半径 r 的变化情况分别如下:

1. 向心加速度 $a_{\text{向}}$ 与 r 的平方成反比. $a_{\text{向}} = \frac{GM}{r^2}$

2. 线速度 v 与 r 的平方根成反比 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

3. 角速度 ω 与 r 的三分之三次方成反比 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$

4. 周期 T 与 r 的二分之三次方成正比 $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$

【考点 13】卫星的变轨问题

当卫星由于某种原因速度突然改变时，万有引力不再等于向心力，卫星将做变轨运行：

- 1.当卫星的速度突然增加时， $G\frac{Mm}{r^2} < m\frac{v^2}{r}$ ，即万有引力不足以提供向心力，卫星将做离心运动，

脱离原来的圆轨道，轨道半径变大，当卫星进入新的轨道稳定运行时由 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ 可知其运行速度比原轨道时减小；

- 2.当卫星的速度突然减小时， $G\frac{Mm}{r^2} > m\frac{v^2}{r}$ ，即万有引力大于所需要的向心力，卫星将做近心运动，

脱离原来的圆轨道，轨道半径变小，当卫星进入新的轨道稳定运行时，可知其运行速度比原轨道时增大；卫星的发射和回收就是利用这一原理。

【考点 14】地球同步卫星

1.轨道平面一定：轨道平面和赤道平面重合。

2.周期一定：与地球自转周期相同，即 $T = 24h = 86400s$ 。

3.角速度一定：与地球自转的角速度相同。

4.高度一定：据 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 得 $r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = 4.2 \times 10^4 km$ ，卫星离地面高度 $h = r - R \approx 6R$ （为恒量）。

5.绕行方向一定：与地球自转的方向一致。

【考点 15】功

1.一个物体受到力的作用，如果在力的方向上发生一段位移，这个力就对物体做了功。

2.功的两个不可缺少的要素

一是要有作用在物体上的力，二是物体必须在力的方向上有位移。两个条件缺一不可，而且必须注意力是在位移方向上的力：位移是力的方向上的位移。

【考点 16】动能定理

1.动能定理的内容：合外力对物体做的总功等于物体动能的改变量。

2.动能定理的物理意义：提出了做功与物体动能改变量之间的定量关系。

3.动能定理的表达式： $W=E_{K2}-E_{K1}=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$ 。

【考点 17】重力势能

1.定义：物体由于被举高而具有的能量叫做重力势能，用符号 E_p 表示，单位是焦耳（ J ）。

2.定义式： $E_p=mgh$ ，即物体的重力势能 E_p ，等于物体的重量 mg 和它的高度 h 的乘积。

3.重力做功与重力势能变化的关系

(1) 重力对物体做正功，重力势能就减小；重力对物体做负功，重力势能就增大。

(2) 定量关系：重力对物体做的功等于物体重力势能的减少量，即 $W_G=-(E_{p2}-E_{p1})=E_{p1}-E_{p2}$ 。重

力势能的变化是绝对的，与参考面的选取无关。

【考点 18】弹性势能

1.弹力做功与弹性势能变化的关系类似于重力做功与重力势能变化的关系，用公式表示： $W=-\Delta E_p$ 。

2.对于弹性势能，一般物体的弹性形变量越大，弹性势能越大。

内容	重力势能	弹性势能
概念	物体由于被举高而具有的能	物体由于发生弹性形变而具有的能
大小	$E_p=mgh$	与形变量及劲度系数有关
矢标性	标量	标量
相对性	大小与所选取的参考平面有关	一般选弹簧形变为零的状态为弹性势能零点

【考点 19】机械能守恒定律

在只有重力或弹力做功的物体系统，动能与势能可以相互转化，而总的机械能保持不变。

观点	表达式
守恒观点	$E_{k1}+E_{p1}=E_{k2}+E_{p2}$
转化观点	$\Delta E_k=-\Delta E_p$
转移观点	$\Delta E_A=-\Delta E_B$

【考点 20】动量与冲量

- 1.定义：物体的质量及其运动速度的乘积称为该物体的动量 $p = mv$ 。
- 2.特征：①动量是状态量，对应物体某时刻的运动情况；
②动量是矢量，其方向与物体运动速度的方向一致。
- 3.冲量：恒力的冲量可直接根据定义式来计算，即用恒力 F 乘以其作用时间 Δt 而得。

【考点 21】动量定理

- 1.表述：物体所受合外力的冲量等于其动量的变化 $I = \Delta p$ ，也即 $F\Delta t = mv_t - mv_0$ 。
- 2.导出：动量定理实际上是在牛顿第二定律的基础上导出的，由牛顿第二定律 $F = ma$ 两端同乘合外力 F 的作用时间，即可得： $F\Delta t = ma\Delta t = m(v_t - v_0) = mv_t - mv_0$ 。

【考点 22】动量守恒定律的适用条件

- 1.标准条件：系统不受外力或系统所受外力之和为零。
- 2.近似条件：系统所受外力之和虽不为零，但比系统的内力小得多（如碰撞问题中的摩擦力、爆炸问题中的重力等外力与相互作用的内力相比小得多），可以忽略不计。
- 3.分量条件：系统所受外力之和虽不为零，但在某个方向上的分量为零，则在该方向上系统总动量的分量保持不变。

【考点 23】动量守恒定律

动量守恒定律的数学表达式

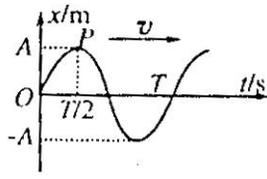
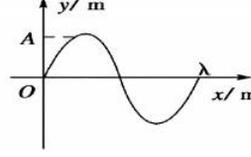
1. $p = p'$ （系统相互作用前总动量等于相互作用后总动量 p' ）。
2. $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$ （相互作用的两个物体组成的系统，作用前动量和等于作用后动量和）。
3. $\Delta p_1 = -\Delta p_2$ （相互作用的两个物体组成的系统，两物体动量增量大小相等、方向相反）
4. $\Delta p = 0$ （系统总动量前后差为零）。

【考点 24】碰撞

碰撞又分弹性碰撞、非弹性碰撞、完全非弹性碰撞三种。

- 1.弹性碰撞：碰撞过程中不但系统的总动量守恒，而且碰撞前后动能也守恒。一般地两个硬质小球的碰撞，都很接近弹性碰撞。
- 2.非弹性碰撞：碰撞过程中只有动量守恒，动能并不守恒。
- 3.完全非弹性碰撞：两个物体碰撞后粘在一起。 $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$ 。

【考点 25】 振动图象与波动图象的比较

		简谐运动的振图象	机械波的波动图象
图象			
函数关系		一个质点做简谐运动时，它的位置 x 随时间 t 变化的关系	在某一时刻某一直线上各个质点的位置所形成的图象（横波）
坐标	横轴	一个质点振动的的时间	各质点平衡位置距坐标原点的位置（距离）
	纵轴	一个质点不同时刻相对平衡位置的位移	各质点相对各自平衡位置的位移
形状		正弦函数或余弦函数的图象	
由图象可直观得到的数据		周期 T 振幅 A	波长 λ 振幅 A 波峰及波谷的位置
图象上某一点的意义		在某时刻（横轴坐标）做简谐运动的物体相对平衡位置的位移（纵轴坐标）	在某时刻，距坐标原点的距离一定（横轴坐标）的该质点的位移（纵坐标）

【考点 26】 分子间存在着相互作用的分子力

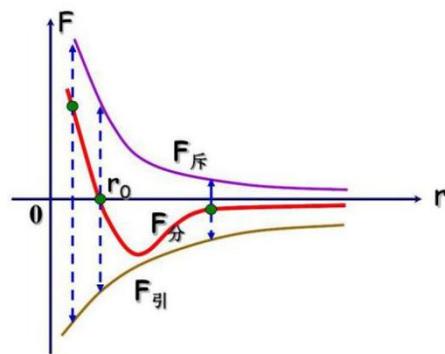
1. 分子间的引力 $f_{引}$ 与斥力 $f_{斥}$ 同时存在，表现出的分子力是其合力。
2. 分子间的引力 $f_{引}$ 与斥力 $f_{斥}$ 均随分子间距 r 的增大而减小，但斥力 $f_{斥}$ 随间距 r 衰减得更快些。
3. 分子间距存在着某一个值 r_0 （数量级为 $10^{-10}m$ ）

当 $r > r_0$ 时， $f_{引} > f_{斥}$ ， 分子力表现为引力；

当 $r = r_0$ 时， $f_{引} = f_{斥}$ ， 分子力为零；

当 $r < r_0$ 时， $f_{引} < f_{斥}$ ， 分子力表现为斥力；

4. 当分子间距当 $r > 10r_0$ 时， 分子间引力、斥力均可



忽略。

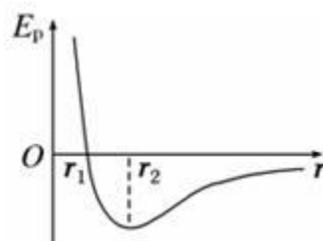
5. 分子间引力 $f_{引}$ ， 斥力 $f_{斥}$ 及分子力 f 随分子间距 r 的变化情况如图所示。

【考点 27】 分子平均动能与温度的关系

由于分子热运动的无规则性，所以各个分子热运动动能不同，但所有分子热运动动能的平均值只与温度相关，温度是分子平均动能的标志，温度相同，则分子热运动的平均动能相同，对确定的物体来说，总的分子动能随温度单调增加。

【考点 28】分子势能与距离的关系

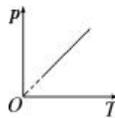
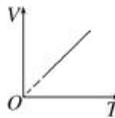
分子势能与分子力相关：分子力做正功，分子势能减小；分子力做负功，分子势能增加。而分子力与分子间距有关，分子间距的变化则又影响着大量分子所组成的宏观物体的体积。这就在分子势能与物体体积间建立起某种联系。考虑到分子力在 $r < r_0$ 时表现为斥力，此时体积膨胀时，表现为斥力的分子力做正功。因此分子势能随物体体积呈非单调变化的特征。



【考点 29】改变内能的两种方式

改变物体的内能通常有两种方式：做功和热传递。做功涉及到的是内能与其它能间的转化；而热传递则只涉及到内能在不同物体间的转移。

【考点 30】气体实验定律

	玻意耳定律	查理定律	盖-吕萨克定律
内容	一定质量的气体，在温度不变的情况下，压强与体积成反比	一定质量的气体，在体积不变的情况下，压强与热力学温度成正比	一定质量的某种气体，在压强不变的情况下，其体积与热力学温度成正比
表达式	$p_1V_1 = p_2V_2$ 或 $pV = \text{恒量}$	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ 或 $\frac{P}{T} = \text{恒量}$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ 或 $\frac{V}{T} = \text{恒量}$
图象			
微观解释	一定质量的气体，温度保持不变时，分子的平均动能一定。在这种情况下，体积减小时，分子的密集程度增大，气体的压强就增大。	一定质量的气体，体积保持不变时，分子的密集程度保持不变。在这种情况下，温度升高时，分子的平均动能增大，气体的压强就增大。	一定质量的气体，温度升高时，分子的平均动能增大。只有气体的体积同时增大，使分子的密集程度减小，才能保持压强不变。

【考点 31】理想气体的状态方程

1.内容：一定质量的某种理想气体发生状态变化时，压强跟体积的乘积与热力学温度的比值保持不变。

2.公式： $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ 或 $\frac{PV}{T} = C$ (C 是与 p、V、T 无关的常量)。

【考点 32】热力学第一定律

1.内容：物体内能的增量 ΔE 等于外界对物体做的功 W 和物体吸收的热量 Q 的总和。

2.表达式： $W+Q=\Delta E$

3.符号法则：外界对物体做功， W 取正值，物体对外界做功， W 取负值；物体吸收热量 Q 取正值，物体放出热量 Q 取负值；物体内能增加 ΔE 取正值，物体内能减少 ΔE 取负值。

【考点 33】热力学第二定律

1.表述形式：

(1) 不可能使热量由低温物体传递到高温物体，而不引起其他变化。

(2) 不可能从单一热源吸收热量并把它全部用来做功，而不引起其他变化。

两种表述是等价的，并可从一种表述导出另一种表述。

2.对热力学第二定律的理解

热力学第二定律的两种表述都有“而不引起其他变化”，这是我们理解这一定律的关键。表述(1)说明热传导的过程是有方向性的。这个过程可以向一个方向自发地进行，但是向相反的方向不会自发进行。要实现相反方向的过程，必须借助外界帮助，因而产生了其他影响或引起其他变化。也就是说在引起了其他变化的情况下，热量了可以从低温物体传到高温物体。

【考点 34】能的转化和守恒定律

能量既不能凭空产生，也不能凭空消失，它只能从一种形式转化为别的形式，或从一个物体转移到另一个物体。

【考点 35】电场强度

1.定义：放入电场中某点的电荷受到的电场力 F 与它的电荷量 q 的比值。

2.定义式： $E = \frac{F}{q}$ 。

3.单位：N/C 或 V/m。

4.矢量性：规定正电荷在电场中某点所受电场力的方向为该点电场强度的方向。

5.点电荷的场强： $E = k \frac{q}{r^2}$ ，适用于计算真空中的点电荷产生的电场。

【考点 36】电场线

1.定义：为了形象地描述电场中各点场强的强弱及方向，在电场中画出一些曲线，曲线上每一点的切

线方向都跟该点的场强方向一致，曲线的疏密表示电场的强弱。

2.特点：电场线从正电荷或无限远处出发，终止于负电荷或无限远处；电场线在电场中不相交，不中断，不闭合；在同一电场里，电场线越密的地方场强越大；电场线上某点的切线方向表示该点的场强方向；沿电场线方向电势逐渐降低；电场线和等势面在相交处互相垂直。

【考点 37】电势与电势差

如果在电场中选一个参考点（零电势点），那么电场中某点跟参考点间的电势差，就叫作该点的电势。电场中某点的电势在数值上等于单位正电荷由该点移动到参考点（零电势点）时，电场力所做的功。电势的单位：伏特（V）。

电荷 q 在电场中由一点 A 移到另一点 B 时，电场力所做的功 W_{AB} 跟它的电荷量 q 的比值，叫作 A、B 两点间的电势差。定义式为：
$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$$

电势差是标量，有正负，无方向。A、B 间电势差 $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$ ，显然 $U_{AB} = -U_{BA}$ ，电势差的值与零电势的选取无关。

【考点 38】电势能

由电荷在电场中的相对位置决定的能量叫作电势能。

①电荷在电场中每一个位置都有一定的电势能，电势能的大小与电荷所在的位置有关。

②电势能的大小具有相对性，电荷在电场中电势能的数值与选定的零电势能位置有关，通常取无穷远处或大地为电势能的零点。而电势能的变化是绝对的，与零电势能位置的选择无关。

③电势能有正负，电势能为正时表示该点电势能比参考点的电势能高，反之则低

④电势能是属于电荷和电场所共有，没有电场的存在，就没有电势能，仅有电场的存在，而没有电荷时也没有电势能

⑤电荷在电场中某点的电势能在数值上等于把电荷从这点移到电势能为零处（电势为零处）电场力所做的功，则有 $E_p = W = Uq = q\varphi$ 。

⑥电荷电势能的变化仅由电场力对电荷做功引起，与其他力对电荷做功无关。

【考点 39】等势面

一般来说，电场中各点的电势不同，但电场中也有许多点的电势相等，把电场中电势相等的点构成的面叫作等势面。等势面具有以下特点：

- (1) 在同一等势面上的任意两点间移动电荷，电场力不做功。
- (2) 等势面一定跟电场线垂直，即跟场强的方向垂直
- (3) 沿着电场线方向电势越来越低。电场线不但与等势面垂直，而且由电势较高的等势面指向电势较低的等势面
- (4) 导体处于静电平衡时，整个导体是一个等势体，导体表面是一个等势面
- (5) 不同的等势面是不会相交的，也不能相切。
- (6) 等差等势面的疏密表示电场的强弱。等差等势面密的地方场强大，等差等势面疏的地方场强小

【考点 40】电容

电容器所带的电荷量 Q （任一个极板所带电量的绝对值）与两个极板间的电势差 U 的比值叫作电容器的电容。电容表示电容器的带电本领的高低。定义式为 $C = \frac{Q}{U}$

电容单位：法拉（F），微法（ μF ），皮法（pF）， $1\text{F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^{12} \text{pF}$ 。

电容的大小与 Q 、 U 无关，与电容器是否带电及带电多少无关， C 由电容器本身的物理条件（导体大小、形状、相对位置及电介质）决定。

【考点 41】平行板电容器

1. 影响因素：平行板电容器的电容与正对面积成正比，与介质的介电常数成正比，与两板间的距离成反比。

2. 决定式： $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ ， k 为静电力常量。

特别提醒 $C = \frac{Q}{U}$ 适用于任何电容器，但 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 仅适用于平行板电容器。

3. 电容器两类问题的比较

分类	充电后与电池两极相连	充电后与电池两极断开
不变量	U	Q
d 变大	C 变小 \rightarrow Q 变小、 E 变小	C 变小 \rightarrow U 变大、 E 不变
S 变大	C 变大 \rightarrow Q 变大、 E 不变	C 变大 \rightarrow U 变小、 E 变小
ϵ_r 变大	C 变大 \rightarrow Q 变大、 E 不变	C 变大 \rightarrow U 变小、 E 变小

【考点 42】电流的表达式

1.定义式: $I = \frac{q}{t}$

2.微观表达式: $I = nqSv$

【考点 43】电阻定律与电阻率

1.电阻定律: 同种材料的导体, 其电阻与它的长度成正比, 与它的横截面积成反比, 导体的还与构成

它的材料及温度有关。公式为: $R = \rho \frac{L}{S}$

2.电阻率: $\rho = \frac{RS}{L}$

(1) 物理意义: 反映导体导电性能的物理量, 是导体材料本身的属性。

(2) 电阻率与温度的关系: 金属的电阻率随温度升高而增大; 半导体的电阻率随温度升高而减小; 当温度降低到绝对零度附近时, 某些材料的电阻率突然减小为零, 成为超导体。

【考点 44】闭合电路的欧姆定律

研究闭合电路, 主要物理量有 E 、 r 、 R 、 I 、 U , 前两个是常量, 后三个是变量。闭合电路欧姆定律的表达形式有:

$E = U_{\text{外}} + U_{\text{内}}$ (适用于外电路为非纯电阻的电路)

$I = \frac{E}{R+r}$ (I 、 R 间关系)

$U = E - Ir$ (U 、 I 间关系)

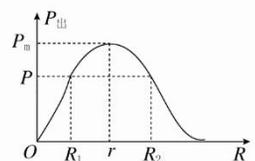
$U = \frac{R}{R+r} E$ (U 、 R 间关系)

【考点 45】电源的效率

$\eta = \frac{P}{P_E} = \frac{U}{E} = \frac{R}{R+r}$ (最后一个等号只适用于纯电阻电路)。当 $R=r$ 时, 电源有最大输出功率时,

效率仅为 50%。

电源的输出功率 $P = \frac{E^2 R}{(R+r)^2} = \frac{4Rr}{(R+r)^2} \frac{E^2}{4r} \leq \frac{E^2}{4r}$ 可见电源输出功率随外



电阻变化的图线如图所示，而当内外电阻相等时，电源的输出率最大，为 $P_m = \frac{E^2}{4r}$ 。

【考点 46】电路动态分析的方法

1. 程序法

电路结构的变化 $\rightarrow R$ 的变化 $\rightarrow R_{\text{总}}$ 的变化（与 R 变化趋势相同） $\rightarrow I_{\text{总}}$ 的变化 $\rightarrow U_{\text{端}}$ 的变化 \rightarrow 固定支路 \rightarrow 变化支路。

2. “串反并同” 结论法

(1) 所谓“串反”，即某一电阻增大时，与它串联或间接串联的电阻中的电流、两端电压、电功率都将减小，反之则增大。

(2) 所谓“并同”，即某一电阻增大时，与它并联或间接并联的电阻中的电流、两端电压、电功率都将增大，反之则减小。

【考点 47】磁感线

用来形象地描述磁场中各点的磁场方向和强弱的曲线。磁感线上每一点的切线方向就是该点的磁场方向，也就是在该点小磁针静止时 N 极的指向。磁感线的疏密表示磁场的强弱。

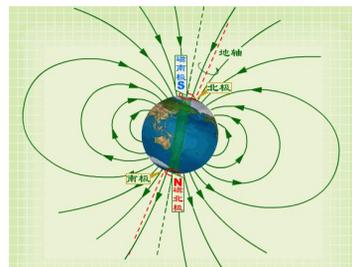
磁感线是封闭曲线（和静电场的电场线不同）。

【考点 48】地磁场

地球是一个巨大的磁体，磁场的 N 极在地球的南极附近，S 极在地球的北极附近，磁感线分布和条形磁体磁场分布近似。

地磁场 B 的水平分量 (B_x) 总是从地球南极指向北极，而竖直分量 (B_y) 则南北相反，在南半球垂直地面向上，在北半球垂直地面向下。

在赤道平面上，距离地球表面高度相等的各点，磁感应强度相等，且方向水平向北。



【考点 49】安培力

1. 安培力的大小

(1) 安培力的计算公式： $F = BIL$ ，条件为磁场 B 与直导体 L 垂直。

(2) 当导体与磁场垂直时，安培力最大；当导体与磁场平行时，安培力为零。

(3) $F = BIL$ 要求 L 上各点处磁感应强度相等，故该公式一般适用于匀强磁场。

2. 安培力的方向

(1) 安培力的方向用左手定则判定。

(2) F、B、I 间的方向关系：已知 B、I 的方向（B、I 不平时），可用左手定则确定 F 的唯一方向： $F \perp B$ ， $F \perp I$ ，则 F 垂直于 B 和 I 所构成的平面，但已知 F 和 B 的方向，不能唯一确定 I 的方向。由于 I 可在平面 a 内与 B 成任意不为零的夹角。同理，已知 F 和 I 的方向也不能唯一确定 B 的方向。

【考点 50】洛伦兹力

1. 洛伦兹力的大小

(1) 洛伦兹力计算式为 $F = qvB$ ，条件为磁场 B 与带电粒子运动的速度垂直。

(2) 当 $v \parallel B$ 时， $F = 0$ ；当 $v \perp B$ 时，F 最大。

2. 洛伦兹力的方向

(1) 洛伦兹力的方向用左手定则判定。

(2) F、v、B 间的方向关系。已知 v、B 的方向，可以由左手定则确定 F 的唯一方向： $F \perp v$ 、 $F \perp B$ ，则 F 垂直于 v 和 B 所构成的平面；但已知 F 和 B 的方向，不能唯一确定 v 的方向，由于 v 可以在 v 和 B 所确定的平面内与 B 成不为零的任意夹角。同理，已知 F 和 v 的方向，也不能唯一确定 B 的方向。

【考点 51】带电粒子在磁场中运动

带电粒子在匀强磁场中仅受洛伦兹力而做匀速圆周运动时，洛伦兹力充当向心力，由此可以推导出该圆周运动的半径公式和周期公式： $r = \frac{mv}{Bq}$ ， $T = \frac{2\pi m}{Bq}$ 。

如运动电荷在匀强磁场中除洛伦兹力外其他力均忽略不计（或均被平衡），则其运动有如下三种形式：

1. 当 $v \parallel B$ 时，所受洛伦兹力为零，做匀速直线运动；

2. 当 $v \perp B$ 时，所受洛伦兹力充当向心力，做半径和周期分别为 $r = \frac{mv}{Bq}$ ， $T = \frac{2\pi m}{Bq}$ 的匀速圆周运动；

3. 当 v 与 B 夹一般角度时，由于可以将 v 正交分解为 v_{\parallel} 和 v_{\perp} （分别平行于和垂直于）B，因此电荷一方向以 v_{\parallel} 的速度在平行于 B 的方向上做匀速直线运动，另一方向以 v_{\perp} 的速度在垂直于 B 的平面内做匀速圆周运动。

【考点 52】磁通量概述

磁通量是磁感应强度 B 与面积 S 的乘积。它是判断是否产生电磁感应，计算感应电动势大小、感应电

流通过导体截面的电量等物理量的基础。计算公式为 $\Phi = BS$

适用条件：①匀强磁场；②S 是指垂直磁场并在磁场中的有效面积。

物理意义：磁通量表示穿过某一面积的磁感线的条数。磁通量是标量，但有正、负，其正负表示是正穿还是反穿。

【考点 53】楞次定律

感应电流的磁场总阻碍引起感应电流的原磁场的磁通量的变化。

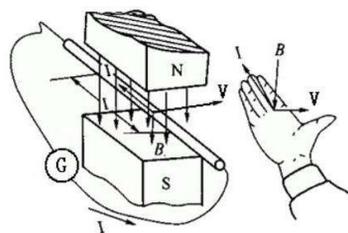
对楞次定律的正确理解

第一，楞次定律的核心内容是“阻碍”二字，这恰恰表明楞次定律实质上就是能的转化和守恒定律在电磁感应现象中的特殊表达形式；第二，这里的“阻碍”，并非是阻碍引起感应电流的原磁场，而是阻碍原磁场磁通量的变化；第三，正因阻碍的是“变化”，所以，当原磁场的磁通量增加（或减少）而引起感应电流时，则感应电流的磁场必与原磁场反向（或同向）而阻碍其磁通量的增加（或减少），概括起来就是：

1. 感应电流的磁场总是阻碍原磁场或原磁通量的变化——“增反减同”
2. 感应电流所受原磁场的安培力总是阻碍（导体的）相对运动——“来拒去留”
3. 磁通量增加，线圈面积“缩小”；磁通量减小，线圈面积“扩张”——“增缩减扩”
4. 感应电流总是阻碍原电流的变化（自感现象）

【考点 54】右手定则

伸开右手，使拇指与其余四个手指垂直，并且都与手掌在同一个平面内，让磁感线从掌心进入，并使拇指指向导线运动的方向，这时四指所指的方向就是感应电流的方向。



【考点 55】法拉第电磁感应定律

1. 内容：闭合电路中感应电动势的大小，跟穿过这一电路的磁通量的变化率成正比。

2. 公式：
$$E = n \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

3. 感应电动势大小的决定因素

(1) 感应电动势的大小由穿过闭合电路的磁通量的变化率和线圈的匝数共同决定，而与磁通量 Φ 、磁通量的变化量 $\Delta \Phi$ 的大小没有必然联系。

(2) 当 $\Delta \Phi$ 仅由 B 引起时, 则 $E = n \frac{\Delta B}{\Delta t} S$; 当 $\Delta \Phi$ 仅由 S 引起时, 则 $E = n \frac{\Delta S}{\Delta t} B$ 。

4. 磁通量的变化率是 $\Phi-t$ 图象上某点切线的斜率。

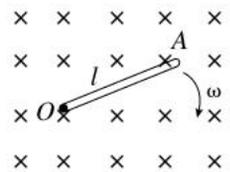
【考点 56】导体切割磁感线的情形

1. 一般情况: 运动速度 v 和磁感线方向夹角为 θ , 则 $E = Blv \sin \theta$ 。

2. 常用情况: 运动速度 v 和磁感线方向垂直, 则 $E = Blv$ 。

3. 导体棒在磁场中转动

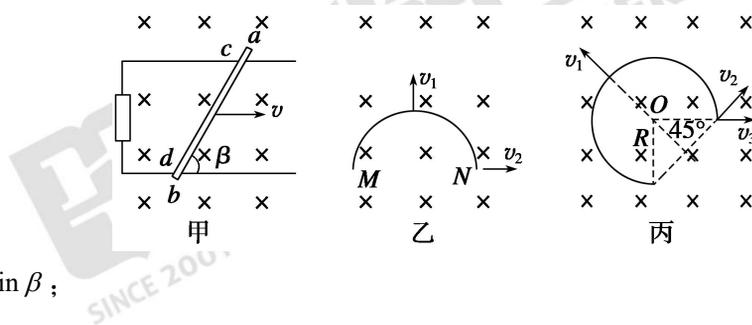
导体棒以端点为轴, 在匀强磁场中垂直于磁感线方向匀速转动产生感应电动势



$$E = BL\bar{v} = \frac{1}{2} BL^2 \omega。$$

4. 切割的“有效长度”

公式中的 l 为有效切割长度, 即导体与 v 垂直的方向上的投影长度。图中有效长度分别为:



甲图: $L = cd \sin \beta$;

乙图: 沿 v_1 方向运动时, $L = MN$; 沿 v_2 方向运动时, $L = 0$ 。

丙图: 沿 v_1 方向运动时, $L = \sqrt{2}R$; 沿 v_2 方向运动时, $L = 0$; 沿 v_3 方向运动时, $L = R$ 。

【考点 57】自感现象

1. 概念: 由于导体本身的电流变化而产生的电磁感应现象称为自感, 由于自感而产生的感应电动势叫做自感电动势。

2. 表达式: $E = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ 。

3. 自感系数 L 的影响因素: 与线圈的大小、形状、匝数以及是否有铁芯有关。

4. 单位: 亨利 (H)。1H = 10³mH, 1mH = 10³μH

【考点 58】描述交变电流的物理量

1. 周期 (T): 交变电流完成一次周期性变化 (线圈转一周) 所需的时间, 单位是秒 (s), 公式

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

2. 频率 (f): 交变电流在 1s 内完成周期性变化的次数。单位是赫兹 (Hz)。

3. 周期和频率的关系: $T = \frac{1}{f}$ 或 $f = \frac{1}{T}$ 。

4. 电动势 e 随时间变化的规律: $e = E_m \sin \omega t$ 。

5. 负载两端的电压 u 随时间变化的规律: $u = U_m \sin \omega t$ 。

6. 电流 i 随时间变化的规律: $i = I_m \sin \omega t$ 。其中 ω 等于线圈转动的角速度, $E_m = nBS\omega$ 。

7. 瞬时值: 交变电流某一时刻的值, 是时间的函数 $e = E_m \sin \omega t$ 。

8. 峰值: 交变电流的电流或电压所能达到的最大值, 也叫最大值 $E_m = nBS\omega$ 。

9. 有效值: 对正弦交流电, 其有效值和峰值的关系为: $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}, U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ 。

【考点 59】理想变压器

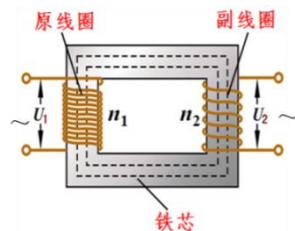
(1) 功率关系: $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$

(2) 电压关系: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$; 若 $n_1 > n_2$, 为降压变压器; 若 $n_1 < n_2$, 为升压

变压器

(3) 电流关系: 只有一个副线圈时, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$; 有多个副线圈时, $U_1 I_1 =$

$U_2 I_2 + U_3 I_3 + \dots + U_n I_n$ 。

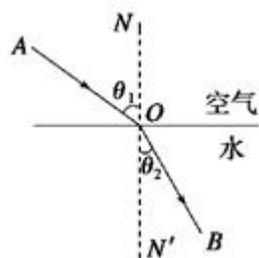


【考点 60】折射定律

1. 内容: 如图所示, 折射光线与入射光线、法线处在同一平面内, 折射光线与入射光线分别位于法线的两侧; 入射角的正弦与折射角的正弦成正比。

2. 表达式: $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ 。

3. 在光的折射现象中, 光路是可逆的。



【考点 61】折射率

1. 折射率是一个反映介质的光学性质的物理量。

2. 定义式：
$$n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

3. 计算公式：
$$n = \frac{c}{v}$$
，因为 $v < c$ ，所以任何介质的折射率都大于 1。

4. 当光从真空（或空气）射入某种介质时，入射角大于折射角；当光由介质射入真空（或空气）时，入射角小于折射角。

【考点 62】全反射现象

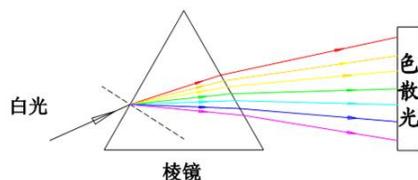
1. 现象：光从光密介质入射到光疏介质的分界面上时，光全部反射回光密介质的现象。

2. 临界角：折射角等于 90° 时的入射角，用 C 表示，
$$\sin C = \frac{1}{n}$$
。

3. 条件：光从光密介质射入光疏介质；入射角大于或等于临界角

【考点 63】光的色散

白光通过三棱镜后，在光屏上形成一条彩色光带—光谱，这就是光的色散，如图所示，光谱中红光在最上端，紫光在最下端，中间是橙、黄、绿、蓝、靛、紫 7 种单色光。



1. 光的色散现象说明白光是复色光，是由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫 7 种单色光组成的。

2. 光的色散现象表明，复色光通过棱镜，红光偏折最小，紫光偏折最大。

3. 同一种介质对不同色光的折射率 n 不同，对红光的折射率最小，对紫光的折射率最大。

(1) 由 $n = \frac{c}{v}$ 可知，在同一种介质中，红光的光速最大，紫光的光速最小，但各种颜色的光在真空中的光速都是 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。

(2) 由 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知，在同一种介质中，红光发生全反射的临界角最大，紫光发生全反射的临界角最小。

【考点 64】光的干涉现象

定义：两列频率相同、振动情况相同的光波相叠加，某些区域出现振动加强，某些区域出现振动减弱，并且加强区域和减弱区域总是相互间隔的现象叫光的干涉现象。

相干条件：只有相干光源发出的光叠加，才会发生干涉现象。相干光源是指频率相同、相位相同（振动情况相同）的两列光波。

【考点 65】双缝干涉

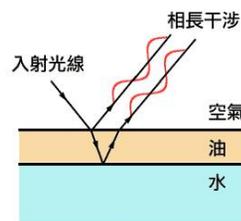
由同一光源发出的光经双缝后，在屏上出现明暗相间的条纹。白光的双缝干涉的条纹是中央为白色条纹，两边为彩色条纹，单色光的双缝干涉中相邻亮条纹间距离为 $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$ 。

【考点 66】薄膜干涉

定义：光照射在薄膜上，从膜的前表面和后表面反射回来的光再次相遇，而产生的干涉现象。

说明：

- 1.若单色光照在上述薄膜上，将形成明暗相间的条纹
- 2.若白光照在上述薄膜上，将形成彩色条纹
- 3.水面上的油膜、肥皂泡等在白光的照射下，出现灿烂的彩色，都是薄膜干涉现象

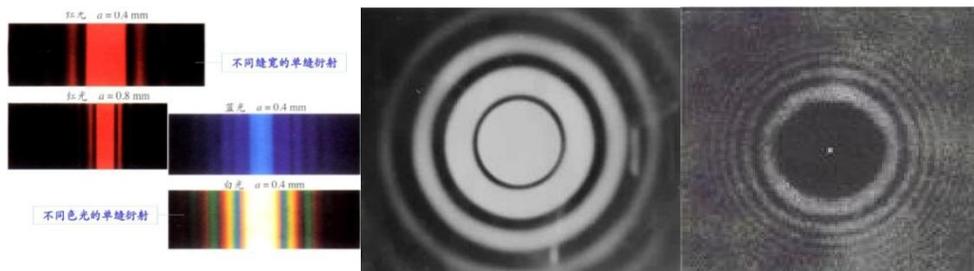


【考点 67】光发生明显衍射现象的条件

当孔或障碍物的尺寸比光波波长小，或者跟波长差不多时，光才能发生明显的衍射现象。

【考点 68】常见的光的衍射现象

- 1.单缝衍射现象：单色光通过狭缝时，在屏幕上出现明暗相间的条纹，中央为明纹。中央条纹较宽较亮，往两边条纹渐窄渐暗。白光通过狭缝时，在屏上出现彩色条纹。中央为白条纹。
- 2.圆孔衍射现象：光通过小孔时（孔很小）在屏上会出现明暗相间的不等距圆环，中间亮斑很亮。
- 3.泊松亮斑：当光照到不透明的小圆板上，在屏上圆板的阴影中心，出现亮斑。这是光能发生衍射现象的有力证据之一。



【考点 69】干涉和衍射的对比

		单缝衍射	双缝干涉
不同点	条纹宽度	条纹宽度不等，中央最宽	条纹宽度相等
	条纹间距	各相邻条纹间距不等	各相邻条纹等间距
	亮度	中央条纹最亮，两边变暗	清晰条纹，亮度基本相等
相同点	干涉、衍射都是波特有的现象，属于波的叠加； 干涉、衍射都有明暗相间的条纹		

【考点 70】光子说对光电效应的解释

1.光子照射到金属上时，光子一次只能将其全部能量传递给一个电子，一个电子一次只能获取个光子的能量，它们之间存在着一对一的关系。电子吸收光子后，能量增加，如果能量足够大，就能摆脱金属中正电荷对其的束缚，从金属表面逸出，成为光电子。

2.如果光子的能量较小（频率较低），电子吸收光子后的能量不足以克服金属中正电荷对其的束缚，则立即会将其转化为系统的内能，而不能从金属中逸出，这就是入射光的频率较低时，尽管照射时间足够长，也不能发生光电效应的原因。

3.每一种金属，正电荷对电子的束缚能力都不同，因此，电子逸出所需做的最小功也不一样。光子频率小于该频率，无论如何都不会发生光电效应，这就是每一种金属都存在极限频率的原因。

4.金属中的电子对于光子的吸收是十分迅捷的，电子一次性获得的能量足够时，逸出也是也是十分迅速的，这就是光电效应具有瞬时效应的原因。

【考点 71】爱因斯坦光电效应方程

爱因斯坦光电效应方程为：

$$E_{km} = h\nu - W$$

假如 $h\nu < W$ ，电子不能脱离金属的表面。对于一定的金属，产生光电效应的最小光频率（极限频率）

ν_0 由 $h\nu_0 = W$ 确定，相应的极限波长为 $\lambda = \frac{c}{\nu_0} = \frac{hc}{W}$ 。发光强度增加使照射到物体上的光子的数量增加，

因而发射的光电子数和照射光的强度成正比。

【考点 72】物质波（德布罗意波）

由光的波粒二象性的思想推广到微观粒子和任何运动着的物体上去，得出物质波（德布罗意波）的概念：

任何一个运动着的物体都有一种波与它对应，该波的波长 $\lambda = \frac{h}{p}$ 。

【考点 73】玻尔的原子理论——三条假设

1.轨道假设：原子中的电子在库仑引力的作用下，绕原子核做圆周运动，电子绕核运动的轨道是量子化的。

2.定态假设：电子在不同的轨道上运动时，原子处于不同的状态，因而具有不同的能量，即原子的能量是量子化的。这些不同的状态叫定态。在各个定态中，原子是稳定的，不向外辐射能量。

3.跃迁假设：原子从一个能量状态向另一个能量状态跃迁时要吸收或放出一定频率的光子，该光子的能量等于两个状态的能量差，即 $h\nu = E_m - E_n$ 。

在玻尔理论中，原子的各个可能状态对应的量值叫能级。能量最低的状态叫基态；其他能量状态叫激发态。

【考点 74】氢原子能级

1.氢原子能级

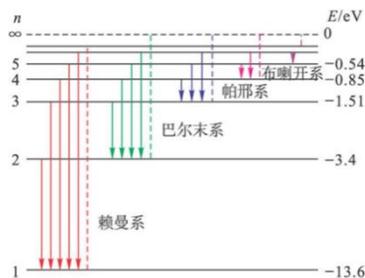
对氢原子而言，核外的一个电子绕核运行时，若半径不同，则对应着的原子能量也不同，若使原子电离，外界必须对原子做功，使电子摆脱它与原子核之间的库仑力的束缚，所以原子电离后的能量比原子其他状态的能量都高。我们把原子电离后的能量记为 0，即选取电子离核无穷远处时氢原子的能量为零，则其他状态下的能量值都是负值。

(1) 能级公式： $E_n = \frac{1}{n^2} E_1 (E_1 = -13.6eV)$ ；

(2) 半径公式： $r_n = n^2 r_1 (r_1 = 0.53A)$ 。

2.能级图

氢原子的能级图如右图所示。



【考点 75】对氢原子跃迁的理解

1.原子从低能级向高能级跃迁：吸收一定能量的光子，当一个光子的能量满足 $h\nu = E_{末} - E_{初}$ 时，才能被某一个原子吸收，使原子从低能级 $E_{初}$ 向高能级 $E_{末}$ 跃迁，而当光子能量 $h\nu$ 大于或小于 $E_{末} - E_{初}$ 时都

不能被原子吸收。

2.原子从高能级向低能级跃迁时，以光子的形式向外辐射能量，所辐射的光子能量恰等于发生跃迁时的两能级间的能量差。

3.当光子能量大于或等于 13.6eV 时，也可以被氢原子吸收，使氢原子电离；当氢原子吸收的光子能量大于 13.6eV，氢原子电离后，电子具有一定的初动能。一群氢原子处于量子数为 n 的激发态时，可能辐射

出的光谱线条数为
$$N = \frac{n(n-1)}{2} = C_n^2$$

4.原子还可吸收外来实物粒子（例如自由电子）的能量而被激发。由于实物粒子的动能可全部或部分被原子吸收，所以只要入射粒子的能量大于或等于两能级的能量差值（ $E = E_m - E_n$ ），均可使原子发生能级跃迁。

5.跃迁时电子动能、原子势能与原子能量的变化。当轨道半径减小时，库仑引力做正功，原子的电势能 E_p 减小，电子动能增大，原子能量减小。反之，轨道半径增大时，原子电势能增大，电子动能减小，原子能量增大。

【考点 76】原子核

1.原子的组成和符号

原子核由质子和中子组成，两者统称为核子。原子核用 ${}_Z^AX$ 表示， X 为元素符号，上角标 A 表示原子核的质量数，下角标 Z 表示原子核的电荷数（原子序数）。

2.天然放射象

能够自发地放出射线（可穿透黑纸，使照相底片感光）的元素叫作放射性元素，这种现象叫作天然放射现象。天然放射现象的发现，说明原子核具有复杂的结构。

3.放射性和放射元素

物质发射某种看不见的射线的性质叫放射性，具有放射性的元素叫放射性元素。通过对放射现象的研究，人们发现原子序数大于 83 的所有天然存在的元素都有放射性，原子序数小于 83 的天然存在的元素有些也具有放射性，它们放射出的射线共有三种，分别是 α 射线、 β 射线、 γ 射线。

(1) α 射线：它是高速的氦原子核（ ${}_2^4\text{He}$ ）粒子流。其速度约为光在真空中速度的 1/10，贯穿本领很小，电离作用和感光作用很强。

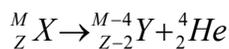
(2) β 射线：它是高速的电子 (${}_{-1}^0e$) 流，速度接近光速，贯穿本领较强，电离作用较弱。

(3) γ 射线：它是频率很高的 γ 光子流。贯穿本领最强，电离作用最弱。

【考点 77】放射性元素的衰变

原子序数大于 83 的天然存在的元素的原子核都不稳定，会自发地放出射线变为另一种元素的原子核，这种变化叫作原子核的衰变。

1. α 衰变：原子核放出 α 粒子的衰变。



2. β 衰变：原子核放出 β 粒子的衰变。 ${}_Z^M X \rightarrow {}_{Z+1}^M Y + {}_{-1}^0 e$

3. γ 衰变：原子核放出光子，是伴随 α 粒子或 β 粒子产生而向外辐射的。

天然放射现象中三种射线及其物质微粒的有关特性的比较

种类	α 射线	β 射线	γ 射线
组成	高速氦核流	高速电子流	光子流（高频电磁波）
带电荷量	2e	-e	0
质量	$4m_p$ ($m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$)		静止质量为零
符号	He	${}_{-1}^0 e$	γ
速度	0.1c	0.99c	c
在电磁场中	偏转	与 α 射线反向偏转	不偏转
贯穿本领	最弱，用纸能挡住	较强，穿透几毫米的铝板	最强，穿透几厘米的铅板
对空气的电离作用	很强	较弱	很弱

4. 衰变规律。衰变前原子核的质量数和电荷数与衰变后生成的新核及放出的粒子的质量数与电荷数是守恒的。