

高考物理复习资料汇编

资料目录

高考物理知识及解题模型概要.....	1
高考要求的学生实验（19个）.....	20
物理高考考纲.....	28
高考物理解答题规范化要求.....	33
突破物理计算题的策略.....	34
高考物理定理、定律、公式表.....	35

高考物理知识及解题模型概要

警记：固步自封是进步的最大障碍，欢迎同行交流教学

学好物理要记住：最基本的知识、方法才是最重要的。

学好物理重在理解（概念、规律的确切含义，能用不同的形式进行表达，理解其适用条件）

（最基础的概念、公式、定理、定律 最重要）

每一题弄清楚(对象、条件、状态、过程)是解题关键

力的种类：（13个性质力） 说明：凡矢量式中用“+°号都为合成符号 “受力分析的基础”

重力： $G = mg$

弹力： $F = Kx$

滑动摩擦力： $F_{滑} = \mu N$

静摩擦力： $0 \leq f_{静} \leq f_m$

浮力： $F_{浮} = \rho g V_{排}$

压力： $F = PS = \rho g h s$

万有引力： $F_{引} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 电场力： $F_{电} = q E = q \frac{u}{d}$ 库仑力： $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ (真空中、点电

荷)

磁场力： (1)、安培力：磁场对电流的作用力。公式： $F = BIL$ ($B \perp I$) 方向:左手定则

(2)、洛伦兹力：磁场对运动电荷的作用力。公式： $f = BqV$ ($B \perp V$) 方向:左手定则

分子力： 分子间的引力和斥力同时存在,都随距离的增大而减小,随距离的减小而增大,但斥力变化得快。

核力： 只有相邻的核子之间才有核力，是一种短程强力。

运动分类：（各种运动产生的力学和运动学条件、及运动规律）重点难点

高考中常出现多种运动形式的组合 匀速直线运动 $F_{合} = 0$ $V_0 \neq 0$ 静止

匀变速直线运动：初速为零，初速不为零，

匀变速直曲线运动(决于 $F_{合}$ 与 V_0 的方向关系) 但 $F_{合} =$ 恒力

只受重力作用下的几种运动：自由落体，竖直下抛，竖直上抛，平抛，斜抛等

圆周运动：竖直平面内的圆周运动(最低点和最高点)；

匀速圆周运动(是什么力提供作向心力)

简谐运动；单摆运动； 波动及共振； 分子热运动；

类平抛运动；带电粒子在 $f_{洛}$ 作用下的匀速圆周运动

物理解题的依据：力的公式 各物理量的定义 各种运动规律的公式 物理中的定理定律及数学几何关系

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta} \quad |F_1 - F_2| \leq F \leq |F_1 + F_2| \quad \text{三力平衡：} F_3 = F_1 + F_2$$

非平行的三个力作用于物体而平衡，则这三个力一定共点，按比例可平移为一个封闭的矢量三角形
多个共点力作用于物体而平衡，其中任意几个力的合力与剩余几个力的合力一定等值反向

匀变速直线运动：

基本规律： $V_t = V_0 + at$ $S = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 几个重要推论：

(1) 推论： $V_t^2 - V_0^2 = 2as$ (匀加速直线运动： a 为正值 匀减速直线运动： a 为正值)

(2) AB段中间时刻的即时速度： (3) AB段位移中点的即时速度：

$$V_{v/2} = \bar{V} = \frac{V_0 + V_t}{2} = \frac{s}{t} = \frac{S_{N+1} + S_N}{2T} = V_N \leq V_{s/2} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$$

$$(4) S_{第t秒} = S_t - S_{t-1} = (v_0t + \frac{1}{2}at^2) - [v_0(t-1) + \frac{1}{2}a(t-1)^2] = V_0 + a(t - \frac{1}{2})$$

(5) 初速为零的匀加速直线运动规律

① 在1s末、2s末、3s末... n s末的速度比为1: 2: $3^{1/2}$: n ;

② 在1s、2s、3s... n s内的位移之比为1²: 2²: $3^{2/2}$: n^2 ;

③ 在第1s内、第2s内、第3s内...第 n s内的位移之比为1: 3: $5^{1/2}$: $(2n-1)$;

④ 从静止开始通过连续相等位移所用时间之比为1: $(\sqrt{2} - 1)$: $\sqrt{3} - \sqrt{2}$: ... $(\sqrt{n} - \sqrt{n-1})$

⑤ 通过连续相等位移末速度比为1: $\sqrt{2}$: $\sqrt{3}$: ... \sqrt{n}

(6) **匀减速直线运动至停**可等效认为反方向初速为零的匀加速直线运动。

(7) **通过打点计时器在纸带上打点（或照像法记录在底片上）来研究物体的运动规律**

初速无论是否为零,匀变速直线运动的质点,在连续相邻的相等的时间间隔内的位移之差为一常数;

匀变速直线运动的物体 中时刻的即时速度等于这段的平均速度

(1) 是判断物体是否作匀变速直线运动的方法。 $s = aT^2$

$$(2) \text{求的方法 } V_N = \bar{V} = \frac{s}{t} = \frac{S_{N+1} + S_N}{2T} \quad V_{v/2} = v_{\text{平}} = \frac{v_0 + v_t}{2} = \frac{s}{t} = \frac{S_{n+1} + S_n}{2T}$$

$$(3) \text{求} a \text{方法} \quad \textcircled{1} \quad s = aT^2 \quad \textcircled{2} \quad S_{N+3} - S_N = 3 aT^2 \quad \textcircled{3} \quad S_m - S_n = (m-n) aT^2 \quad (m > n)$$

④ 画出图线根据各计数点的速度,图线的斜率等于 a ;

识图方法：一轴、二线、三斜率、四面积、五截距、六交点

研究匀变速直线运动实验：

右图为打点计时器打下的纸带。选点迹清楚的一条，舍掉开始比较密集的点迹，从便于测量的地方取一个开始点 O ，然后每5个点取一个计数点 $A、B、C、D$ 。测出相邻计数点间的距离 $s_1、s_2、s_3$ 。利用打下的纸带可以：

(1) 求任一计数点对应的即时速度 v : 如 $v_c = \frac{s_2 + s_3}{2T}$

(其中 $T=5 \times 0.02s=0.1s$)

(2) 利用“逐差法”求 a : $a = \frac{(s_4 + s_5 + s_6) - (s_1 + s_2 + s_3)}{9T^2}$

(3) 利用上图中任意相邻的两段位移求 a : 如 $a = \frac{s_3 - s_2}{T^2}$

(4) 利用 $v-t$ 图象求 a : 求出 $A、B、C、D、E、F$ 各点的即时速度, 画出 $v-t$ 图线, 图线的斜率就是加速度 a 。

注意: a 纸带的记录方式, 相邻记数间的距离还是各点距第一个记数点的距离。

b 时间间隔与选计数点的方式有关(50Hz, 打点周期 0.02s, (常以打点的 5 个间隔作为一个计时单位))

c 注意单位, 打点计时器打的点和人为选取的计数点的区别

竖直上抛运动: (速度和时间的对称)

上升过程匀减速直线运动, 下落过程匀加速直线运动, 全过程是初速度为 V_0 加速度为 g 的匀减速直线运动。

(1) 上升最大高度: $H = \frac{V_0^2}{2g}$ (2) 上升的时间: $t = \frac{V_0}{g}$ (3) 从抛出到落回原位置的时间: $t = \frac{2V_0}{g}$

(4) 上升、下落经过同一位置时的加速度相同, 而速度等值反向

(5) 上升、下落经过同一段位移的时间相等。

(6) 适用全过程 $S = V_0 t - \frac{1}{2} g t^2$; $V_t = V_0 - g t$; $V_t^2 - V_0^2 = -2gS$ ($S、V_t$ 的正、负号的理解)

几个典型的运动模型: 追及和碰撞、平抛、竖直上抛、匀速圆周运动等及类似的运动

牛二: $\mathbf{F}_{\text{合}} = m \mathbf{a}$ 理解: (1) 矢量性 (2) 瞬时性 (3) 独立性 (4) 同体性 (5) 同系性 (6) 同单位制

万有引力及应用: 与牛二及运动学公式

1 思路: 卫星或天体的运动看成匀速圆周运动, $F_{\text{心}} = F_{\text{万}}$ (类似原子模型)

2 方法: $F_{\text{引}} = G \frac{Mm}{r^2} = F_{\text{心}} = m \mathbf{a}_{\text{心}} = m \frac{v^2}{R} = m \omega^2 R = m \frac{4\pi^2}{T^2} R = m 4\pi^2 n^2 R$

地面附近: $G \frac{Mm}{R^2} = mg \Rightarrow GM = gR^2$ (黄金代换式)

轨道上正常转: $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 【讨论 (v 或 E_k) 与 r 关系, $r_{\text{最小}}$ 时为地球半径,

$v_{\text{第一宇宙}} = 7.9 \text{ km/s}$ (最大的运行速度、最小的发射速度); $T_{\text{最小}} = 84.8 \text{ min} = 1.4 \text{ h}$ 】

$G \frac{Mm}{r^2} = m \omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r \Rightarrow M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{gR^2} \Rightarrow \rho = \frac{3\pi}{GT^2}$

($M = \rho V_{\text{球}} = \rho \frac{4}{3} \pi r^3$) $S_{\text{球面}} = 4\pi r^2$ $s = \pi r^2$ (光的垂直有效面接收, 球体推进辐射) $S_{\text{球冠}} = 2\pi R h$

3 理解近地卫星: 来历、意义 万有引力 \approx 重力 = 向心力, $r_{\text{最小}}$ 时为地球半径、

最大的运行速度 = $v_{\text{第一宇宙}} = 7.9 \text{ km/s}$ (最小的发射速度); $T_{\text{最小}} = 84.8 \text{ min} = 1.4 \text{ h}$

4 同步卫星几个一定: 三颗可实现全球通讯(南北极有盲区)

轨道为赤道平面 $T = 24 \text{ h} = 86400 \text{ s}$ 离地高 $h = 3.56 \times 10^4 \text{ km}$ (为地球半径的 5.6 倍)

$V = 3.08 \text{ km/s} < v_{\text{第一宇宙}} = 7.9 \text{ km/s}$ $\omega = 15^\circ/\text{h}$ (地理上时区) $a = 0.23 \text{ m/s}^2$

5 运行速度与发射速度的区别

6 卫星的能量:

r 增 \Rightarrow v 减小 (E_k 减小 $<$ E_p 增加), 所以 $E_{总}$ 增加; 需克服引力做功越多, 地面上需要的发射速度越大
应该熟记常识: 地球公转周期 1 年, 自转周期 1 天 = 24 小时 = 86400s, 地球表面半径 6.4×10^3 km 表面重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 月球公转周期 30 天

典型物理模型:

连接体是指运动中几个物体或叠放在一起、或并排挤放在一起、或用细绳、细杆联系在一起的物体组。

解决这类问题的基本方法是整体法和隔离法。

整体法是指连接体内的物体间无相对运动时, 可以把物体组作为整体考虑分受力情况, 对整体用牛二定律列方程

隔离法是指在需要求连接体内各部分间的相互作用(如求相互间的压力或相互间的摩擦力等)时, 把某物体从连接体中隔离出来进行分析的方法。

$$\text{两木块的相互作用力 } N = \frac{m_2 F_1 + m_1 F_2}{m_1 + m_2}$$

讨论: ① $F_1 \neq 0; F_2 = 0$

$$N = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F \quad (\text{与运动方向和接触面是否光滑无关})$$

保持相对静止

② $F_1 \neq 0; F_2 = 0$

$$N = \frac{m_2 F_1 + m_1 F_2}{m_1 + m_2}$$

$$F = \frac{m_1 (m_2 g) + m_2 (m_1 g)}{m_1 + m_2}$$

$F_1 > F_2 \quad m_1 > m_2 \quad N_1 < N_2$ (为什么)

$$N_{5 \text{ 对 } 6} = \frac{m}{M} F \quad (m \text{ 为第 6 个以后的质量}) \quad \text{第 12 对 13 的作用力 } N_{12 \text{ 对 } 13} = \frac{(n-12)m}{nm} F$$

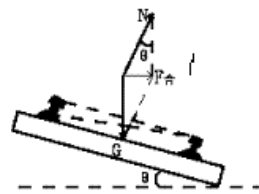
水流星模型(竖直平面内的圆周运动)

竖直平面内的圆周运动是典型的变速圆周运动研究物体通过最高点和最低点的情况, 并且经常出现临界状态。(圆周运动实例) ① 火车转弯 ② 汽车过拱桥、凹桥 ③ 飞机做俯冲运动时, 飞行员对座位的压力。

④ 物体在水平面内的圆周运动 (汽车在水平公路转弯, 水平转盘上的物体, 绳拴着的物体在光滑水平面上绕绳的一端旋转) 和物体在竖直平面内的圆周运动 (翻滚过山车、水流星、杂技节目中的飞车走壁等)。

⑤ 万有引力——卫星的运动、库仑力——电子绕核旋转、洛仑兹力——带电粒子在匀强磁场中的偏转、重力与弹力的合力——锥摆、(关键要搞清楚向心力怎样提供的)

(1) **火车转弯**: 设火车弯道处内外轨高度差为 h , 内外轨间距 L , 转弯半径 R 。由于外轨略高于



内轨，使得火车所受重力和支持力的合力 $F_{\text{合}}$ 提供向心力。

$$\text{由 } F_{\text{合}} = mg \tan \theta \approx mg \sin \theta = mg \frac{h}{L} = m \frac{v_0^2}{R}$$

$$\text{得 } v_0 = \sqrt{\frac{Rgh}{L}} \quad (v_0 \text{ 为转弯时规定速度})$$

①当火车行驶速率 V 等于 V_0 时， $F_{\text{合}}=F_{\text{向}}$ ，内外轨道对轮缘都没有侧压力

②当火车行驶 V 大于 V_0 时， $F_{\text{合}}<F_{\text{向}}$ ，外轨道对轮缘有侧压力， $F_{\text{合}}+N=mv^2/R$

③当火车行驶速率 V 小于 V_0 时， $F_{\text{合}}>F_{\text{向}}$ ，内轨道对轮缘有侧压力， $F_{\text{合}}-N'=mv^2/R$

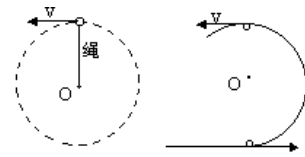
即当火车转弯时行驶速率不等于 V_0 时，其向心力的变化可由内外轨道对轮缘侧压力自行调节，但调节程度不宜过大，以免损坏轨道。

(2) **无支承**的小球，在竖直平面内作圆周运动过最高点情况：

1 临界条件：由 $mg+T=mv^2/L$ 知，小球速度越小，绳拉力或环压力 T 越小，但 T 的最小值只能为零，此时小球以重力为向心力，恰能通过最高点。即 $mg=mv_{\text{临}}^2/R$

结论：绳子和轨道对小球没有力的作用（可理解为恰好转过或恰好转不

过的速度），只有重力作向心力，临界速度 $v_{\text{临}}=\sqrt{gR}$



②能过最高点条件： $V \geq v_{\text{临}}$ （当 $V \geq v_{\text{临}}$ 时，绳、轨道对球分别产生拉力、压力）

③不能过最高点条件： $V < v_{\text{临}}$ （实际上球还未到最高点就脱离了轨道）

最高点状态： $mg+T_1=mv_{\text{高}}^2/L$ （临界条件 $T_1=0$ ，临界速度 $v_{\text{临}}=\sqrt{gR}$ ， $V \geq v_{\text{临}}$ 才能通过）

最低点状态： $T_2 - mg = mv_{\text{低}}^2/L$ 高到低过程机械能守恒： $1/2mv_{\text{低}}^2 = 1/2mv_{\text{高}}^2 + mgh$

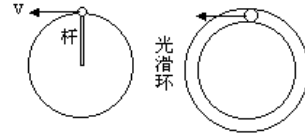
$T_2 - T_1 = 6mg$ (g 可看为等效加速度)

半圆： $mgR=1/2mv^2$ $T-mg=mv^2/R \Rightarrow T=3mg$

(3) **有支承**的小球，在竖直平面作圆周运动过最高点情况：

①临界条件：杆和环对小球有支持力的作用

(由 $mg - N = m \frac{U^2}{R}$ 知) 当 $V=0$ 时， $N=mg$ （可理解为小球恰好转过或恰好转不过最高点）



②当 $0 < v < \sqrt{gR}$ 时，支持力 N 向上且随 v 增大而减小，且 $mg > N > 0$

③当 $v = \sqrt{gR}$ 时， $N = 0$

④当 $v > \sqrt{gR}$ 时， N 向下(即拉力)随 v 增大而增大，方向指向圆心。

当小球运动到最高点时，速度 $v < \sqrt{gR}$ 时，受到杆的作用力 N （支持）但 $N < mg$ ，（力的大小用有向线段长短表示）

当小球运动到最高点时，速度 $v = \sqrt{gR}$ 时，杆对小球无作用力 $N = 0$

当小球运动到最高点时，速度 $v > \sqrt{gR}$ 时，小球受到杆的拉力 N 作用

恰好过最高点时，此时从高到低过程 $mg2R=1/2mv^2$ 低点： $T-mg=mv^2/R \Rightarrow T=5mg$

注意物理圆与几何圆的最高点、最低点的区别

(以上规律适用于物理圆，不过最高点，最低点， g 都应看成等效的)

2. 解决匀速圆周运动问题的一般方法

- (1) 明确研究对象，必要时将它从转动系统中隔离出来。
- (2) 找出物体圆周运动的轨道平面，从中找出圆心和半径。
- (3) 分析物体受力情况，千万别臆想出一个向心力来。

(4) 建立直角坐标系（以指向圆心方向为x轴正方向）将力正交分解。

(5) 建立方程组
$$\begin{cases} \sum F_x = m \frac{v^2}{R} = m\omega^2 R = m \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R \\ \sum F_y = 0 \end{cases}$$

3. 离心运动

在向心力公式 $F_n = mv^2/R$ 中, F_n 是物体所受合外力所能提供的向心力, mv^2/R 是物体作圆周运动所需要的向心力。当提供的向心力等于所需要的向心力时, 物体将作圆周运动; 若提供的向心力消失或小于所需要的向心力时, 物体将做逐渐远离圆心的运动, 即离心运动。其中提供的向心力消失时, 物体将沿切线飞去, 离圆心越来越远; 提供的向心力小于所需要的向心力时, 物体不会沿切线飞去, 但沿切线和圆周之间的某条曲线运动, 逐渐远离圆心。

斜面模型

斜面固定: 物体在斜面上情况由倾角和摩擦因素决定

$\mu = \tan \theta$ 物体沿斜面匀速下滑或静止 $\mu > \tan \theta$ 物体静止于斜面

$\mu < \tan \theta$ 物体沿斜面加速下滑 $a = g(\sin \theta - \mu \cos \theta)$ 搞清物体对斜面压力为零的临界条件

超重失重模型

系统的重心在竖直方向上有向上或向下的加速度(或此方向的分量 a_y)

向上超重(加速向上或减速向下); 向下失重(加速向下或减速上升)

难点: 一个物体的运动导致系统重心的运动

1 到 2 到 3 过程中	绳剪断后台称示数
(13 除外)超重状态	系统重心向下加速

斜面对地面的压力?	铁木球的运动
地面对斜面摩擦力?	用同体积的水去补充 导致系统重心如何运动

轻绳、杆模型

绳只能承受拉力, 杆能承受沿杆方向的拉、压、横向及任意方向的力

杆对球的作用力由运动情况决定

只有 $\theta = \arctan(a/g)$ 时才沿杆方向 最高点时杆对球的作用力

最低点时的速度?, 杆的拉力?

换为绳时: 先自由落体, 在绳瞬间拉紧(沿绳方向的速度消失)有能量损失, 再下摆机械能守恒

假设单 B 下摆, 最低点的速度 $v_B = \sqrt{2gR} \leftarrow mgR = \frac{1}{2}mv_B^2$

整体下摆 $2mgR = mg \frac{R}{2} + \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2$

$$v_B^2 = 2v_A^2 \Rightarrow v_A^2 = \frac{3}{5}gR ; v_B^2 = 2v_A^2 = \frac{6}{5}gR > v_B^2 = 2gR$$

所以 AB 杆对 B 做正功, AB 杆对 A 做负功

若 $v_0 < \sqrt{gR}$ ，运动情况为先平抛，绳拉直沿方向的速度消失

即是有能量损失，绳拉紧后沿圆周下落。不能够整个过程用机械能守恒。

求水平初速及最低点时绳的拉力？

动量守恒：内容、守恒条件、不同的表达式及含义：

列式形式： $p = p^{\text{C}}$ ； $\Delta p = 0$ ； $\Delta p_1 = -\Delta p_2$

实际中的应用： $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1^{\text{C}} + m_2 v_2^{\text{C}}$ ；

$0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$ $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_{\text{共}}$

注意理解四性：系统性、矢量性、同时性、相对性

解题步骤：选对象，划过程；受力分析。所选对象和过程符合什么规律？用何种形式列方程；

（有时先要规定正方向）求解并讨论结果。

碰撞模型：特点？和注意点：

① 动量守恒；

② 碰后的动能不可能比碰前大；

③ 对追及碰撞，碰后后面物体的速度不可能大于前面物体的速度。

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1^{\text{C}} + m_2 v_2^{\text{C}} \quad (1) \quad \sqrt{2m_1 E_{k_1}} + \sqrt{2m_2 E_{k_2}} = \sqrt{2m_1 E_{k_1}^{\text{C}}} + \sqrt{2m_2 E_{k_2}^{\text{C}}}$$

$$\frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} m v_1^{\text{C}2} + \frac{1}{2} m v_2^{\text{C}2} \quad (2) \quad \frac{P_1^2}{2m_1} + \frac{P_2^2}{2m_2} = \frac{P_1^{\text{C}2}}{2m_1} + \frac{P_2^{\text{C}2}}{2m_2}$$

$$v_1^{\text{C}} = \frac{2m_2 v_2 + (m_1 - m_2) v_1}{m_1 + m_2} \quad v_2^{\text{C}} = \frac{2m_1 v_1 + (m_2 - m_1) v_2}{m_1 + m_2}$$

一动一静的弹性正碰：即 $m_2 v_2 = 0$ ； $\frac{1}{2} m_2 v_2^2 = 0$ 代入（1）、（2）式

$$v_1^{\text{C}} = \frac{(m_1 - m_2) v_1}{m_1 + m_2} \quad (\text{主动球速度下限}) \quad v_2^{\text{C}} = \frac{2m_1 v_1}{m_1 + m_2} \quad (\text{被碰球速度上限})$$

若 $m_1 = m_2$ ，则 $v_1' = v_2, v_2' = v_1$ ，交换速度。 $m_1 \gg m_2$ ，则 $v_1' = v_1, v_2' = 2v_1 - v_2$ 。

$m_1 \ll m_2$ ，则 $v_1' = 2v_2 - v_1, v_2' = v_2$

一动一静：若 $v_2=0$, $m_1=m_2$ 时, $v_1'=0, v_2'=v_1$ 。 $m_1 \gg m_2$ 时, $v_1'=v_1, v_2'=2v_1$ 。

$m_1 \ll m_2$ 时, $v_1'=-v_1, v_2'=0$ 。

一动静的完全非弹性碰撞 (子弹打击木块模型) 重点

$$mv_0+0=(m+M)v^{\text{C}} \quad v^{\text{C}}=\frac{mv_0}{m+M} \quad (\text{主动球速度上限, 被碰球速度下限})$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}(m+M)v^{\text{C}2}+E_{\text{损}} \quad E_{\text{损}}=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}(m+M)v^{\text{C}2}=\frac{mMv_0^2}{2(m+M)}$$

由上可讨论主动球、被碰球的速度取值范围

$$\frac{(m_1-m_2)v_1}{m_1+m_2} < v_{\text{主}} < \frac{mv_0}{m+M} \quad \frac{mv_0}{m+M} < v_{\text{被}} < \frac{2m_1v_1}{m_1+m_2}$$

讨论: ① $E_{\text{损}}$ 可用于克服相对运动时的摩擦力做功转化为内能

$$E_{\text{损}}=fd_{\text{相}}=\mu mg'd_{\text{相}}=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}(m+M)v^{\text{C}2}=\frac{mMv_0^2}{2(m+M)} \Rightarrow d_{\text{相}}=\frac{mMv_0^2}{2(m+M)f}=\frac{mMv_0^2}{2\mu g(m+M)}$$

② 也可转化为弹性势能;

③ 转化为电势能、电能发热等等

人船模型:

一个原来处于静止状态的系统, 在系统内发生相对运动的过程中, 在此方向遵从动量守恒

$$mv=MV \quad ms=MS \quad s+S=d \Rightarrow s=\frac{M}{m+M}d \quad \frac{M}{m}=\frac{L_m}{L_M}$$

机械振动、机械波:

基本的概念, 简谐运动中的力学运动学条件及位移, 回复力, 振幅, 周期, 频率及在一次全振动过程中各物理量的变化规律。

单摆: 等效摆长、等效的重力加速度 影响重力加速度有:

- ① 纬度, 离地面高度
- ② 在不同星球上不同, 与万有引力圆周运动规律 (或其它运动规律) 结合考查
- ③ 系统的状态 (超、失重情况)
- ④ 所处的物理环境有关, 有电磁场时的情况
- ⑤ 静止于平衡位置时等于摆线张力与球质量的比值

注意等效单摆 (即是受力环境与单摆的情况相同)

$$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow g=\frac{4\pi^2L}{T^2} \quad \text{应用: } T_1=2\pi\sqrt{\frac{L_0}{g}} \quad T_2=2\pi\sqrt{\frac{L_0-\Delta L}{g}} \Rightarrow g=\frac{4\pi^2\Delta L}{T_1^2-T_2^2}$$

$$\text{沿光滑弦 cda 下滑时间 } t_1=t_{oa}=\sqrt{\frac{2R}{g}}=\sqrt{2}\sqrt{\frac{R}{g}}$$

$$\text{沿 ced 圆弧下滑 } t_2 \text{ 或弧中点下滑 } t_3: \quad t_2=t_3=\frac{T}{4}=\frac{2\pi}{4}\sqrt{\frac{R}{g}}=\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{R}{g}}$$

共振的现象、条件、防止和应用

机械波:基本概念,形成条件、

特点:传播的是振动形式和能量,介质的各质点只在平衡位置附近振动并不随波迁移。

- ①各质点都作受迫振动,
- ②起振方向与振源的起振方向相同,
- ③离源近的点先振动,
- ④没波传播方向上两点的起振时间差=波在这段距离内传播的时间
- ⑤波源振几个周期波就向外传几个波长

波长的说法: ①两个相邻的在振动过程中对平衡位置“位移”总相等的质点间的距离

②一个周期内波传播的距离

③两相邻的波峰(或谷)间的距离

④过波上任意一个振动点作横轴平行线,该点与平行线和波的图象的第二个交点之间的距离为一个波长

波从一种介质传播到另一种介质,频率不改变,波速 $v=s/t=\lambda/T=\lambda f$

波速与振动速度的区别 **波动与振动的区别:**

研究的对象:振动是一个点随时间的变化规律,波动是大量点在同一时刻的群体表现,

图象特点和意义 联系:

波的传播方向 \Leftrightarrow **质点的振动方向** (同侧法、带动法、上下波法、平移法)

知波速和波形画经过 (Δt) 后的波形 (特殊点画法和去整留零法)

波的几种特有现象:叠加、干涉、衍射、多普勒效应,知现象及产生条件

热学 分子动理论:

①物质由大量分子组成,直径数量级 10^{-10}m 埃 A 10^{-9}m 纳米 nm, 单分子油膜法

②永不停息做无规则的热运动,扩散、布朗运动是固体小颗粒的无规则运动它能反映出液体分子的运动

③分子间存在相互作用力,注意:引力和斥力同时存在,都随距离的增大而减小,但斥力变化得快。

分子力是指引力和斥力的合力。

热点:由 r 的变化讨论分子力、分子动能、分子势能的变化

物体的内能:决定于物质的量、 t 、 v 注意:对于理想气体,认为没有势能,其内能只与温度有关,

一切物体都有内能(由微观分子动能和势能决定而机械能由宏观运动快慢和位置决定)

有惯性、固有频率、都能辐射红外线、都能对光发生衍射现象、对金属都具有极限频率、对任何运动物体都有波长与之对应(德布罗意波长)

内能的改变方式：做功（转化）外对其做功 $E_{增}$ ；热传递（转移）吸收热量 $E_{增}$ ；注意（符合法则）
热量只能自发地从高温物体传到低温物体，低到高也可以，但要引起其它变化（热的第二定律）

热力学第一定律 $\Delta E = W + Q \Leftrightarrow$ 能的转化守恒定律 \Leftrightarrow 第一类永动机不可能制成.

热力学第二定律 \Leftrightarrow 第二类永动机不能制成

实质：涉及热现象(自然界中)的宏观过程都具有方向性,是不可逆的

①热传递方向表述：不可能使热量由低温物体传递到高温物体,而不引起其它变化
(热传导具有方向性)

②机械能与内能转化表述：不可能从单一热源吸收热量并把它全部用来做功,而不引起其它变化
(机械能与内能转化具有方向性)。知第一、第二类永动机是怎样的机器？

热力学第三定律：热力学零度不可达到

一定质量的理想气体状态方程： $\frac{PV}{T} = \text{恒量}$ （常与 $\Delta E = W + Q$ 结合考查）

动量、功和能（重点是定理、定律的列式形式）

力的瞬时性 $F = ma$ 、时间积累 $I = Ft$ 、空间积累 $w = Fs$

力学： $p = mv = \sqrt{2mE_k}$

动量定理 $I = F_{合}t = F_1t_1 + F_2t_2 + \dots = \Delta p = p_{末} - p_{初} = mv_{末} - mv_{初}$

动量守恒定律的守恒条件和列式形式：

$p = p'$ ； $\Delta p = 0$ ； $\Delta p_1 = -\Delta p_2$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$$

求功的方法：

力学：① $W = Fscos\alpha$

$$\textcircled{2} W = P \cdot t \quad (\Rightarrow p = \frac{w}{t} = \frac{FS}{t} = Fv)$$

③动能定理 $W_{合} = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \Delta E_k = E_{末} - E_{初}$ (W 可以不同的性质力做功)

④功是能量转化的量度(易忽视) 贯穿整个高中物理的主线

重力功(重力势能的变化) 电场力功 分子力功 合外力的功(动能的变化)

电学： $W_{AB} = qU_{AB} = F_{电}d = qEd_E \Rightarrow$ 动能(导致电势能改变)

$$W = QU = UIt = I^2Rt = U^2t/R \quad Q = I^2Rt$$

$$E = I(R+r) = u_{外} + u_{内} = u_{外} + Ir \quad P_{电源} = uIt = +E_{其它} \quad P_{电源} = IE = I U + I^2Rt$$

$$\text{安培力功 } W = F_{安}d = BILd \Rightarrow \text{内能(发热)} = B \frac{BLV}{R} L = \frac{B^2L^2V}{R}$$

单个光子能量 $E = hf$

一束光能量 $E_{总} = Nhf$ (N 为光子数目)

光电效应 $mV_m^2/2 = hf - W_0$

跃迁规律： $h\nu = E_{末} - E_{初}$ 辐射或吸收光子

$\Delta E = \Delta mc^2$ 注意换算

单位: J $eV=1.9\times 10^{-19}J$ $度=kw/h=3.6\times 10^6J$ $1u=931.5MeV$

与势能相关的力做功特点:

如重力,弹力,分子力,电场力它们 做功与路径无关,只与始末位置有关.

机械能守恒条件:

(功角度)只有重力,弹力做功; (能角度)只发生重力势能,弹性势能,动能的相互转化

机械能守恒定律列式形式:

$$E_1=E_2(\text{先要确定零势面}) \quad P_{\text{减(或增)}}=E_{\text{增(或减)}} \quad E_{A\text{减(或增)}}=E_{B\text{增(或减)}}$$

除重力和弹簧弹力做功外,其它力做功改变机械能

滑动摩擦力和空气阻力做功 $W=fd_{\text{路程}} \Rightarrow E_{\text{内能(发热)}}$

特别要注意各种能量间的相互转化

物理的一般解题步骤:

- 1 审题:明确已知和待求,从语言文字中挖掘隐含条件(是最薄弱的环节)
(如:光滑,匀速,恰好,缓慢,距离最大或最小,有共同速度,弹性势能最大或最小等等)
- 2 选对象和划过程(整体还是隔离,全过程还是分过程)
- 3 选坐标,规定正方向.依据(所选的对象在某种状态或划定的过程中)
的受力,运动,做功及能量转化的特点,
选择适当的物理规律,并确定用何种形式建立方程,有时可能要用到几何关系式.
- 5 统一单位制,代入求解,并检验结果,必要时进行分析讨论,最后结果是矢量要说明其方向.

静电场: 概念、规律特别多,注意理解及各规律的适用条件; 电荷守恒定律, 库仑定律
三个自由点电荷的平衡问题: “三点共线, 两同夹异, 两大夹小”:

$$\text{中间电荷量较小且靠近两边中电量较小的: } \sqrt{q_1q_2} + \sqrt{q_2q_3} = \sqrt{q_1q_3}$$

只要有电荷存在周围就存在电场

力的特性: 电场中某位置场强: $E = \frac{F}{q}$ $E = \frac{Q}{r^2}$ $E = \frac{U}{d}$

某点电势 φ 描述**电场能的特性**: $\varphi = \frac{W_{A \rightarrow 0}}{q}$ (相对零势点而言)

理解电场线概念、特点; 常见电场的电场线分布要求熟记,

特别是等量同种、异种电荷连线上及中垂线上的场强特点和规律

能判断: 电场力的方向 \Rightarrow 电场力做功 \Rightarrow 电势能的变化 (这些问题是基础)

两点间的电势差 U 、 U_{AB} : (有无下标的区别)

静电力做功 U 是(电能 \Rightarrow 其它形式的能) 电动势 E 是(其它形式的能 \Rightarrow 电能)

$$U_{AB} = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q} = \varphi_A - \varphi_B = Ed (\text{与零势点选取无关})$$

电场力功 $W=qu=qEd=F_{\text{电}}S_E$ (与路径无关)

等势面(线)的特点, 处于静电平衡导体是个等势体,其表面是个等势面,导体外表面附近的电场线垂直于导体表面(距导体远近不同的等势面的特点?), 导体内部合场强为零,导体内部没有净电荷,净电荷只分布于导体外表面; 表面曲率大的地方等势面越密,E越大,称为尖端放电静电感应, 静电屏蔽

电容器的两种情况分析

始终与电源相连 U 不变; 当 d 增 \Rightarrow C 减 \Rightarrow Q=CU 减 \Rightarrow E=U/d 减 仅变 s 时, E 不变。

充电后断电源 q 不变: 当 d 增 \Rightarrow c 减 \Rightarrow u=q/c 增 \Rightarrow E=u/d = $\frac{q/c}{d} = \frac{4\pi kq}{\epsilon s}$ 不变($\frac{q}{s}$ 面电荷密度)仅变 d 时, E 不变;

带电粒子在电场中的运动: ① 加速 $W = qu_{加} = qEd = \frac{1}{2}mv^2$ $v = \sqrt{\frac{2qu_{加}}{m}}$

② 偏转(类平抛)平行 E 方向: $L = v_0 t$

竖直: $y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2 = \frac{1}{2} \frac{qU_{偏}}{md} t^2 = \frac{U_{偏} L^2}{4dU_{加}} = \frac{qU_{偏} L^2}{2mv_0^2}$ $\tan \theta = \frac{V_{\perp}}{V_0} = \frac{at}{V_0} = \frac{U_{偏} L}{2dU_{加}}$

速度: $V_x = V_0$ $V_y = at$ $\tan \beta = \frac{V_y}{V_0} = \frac{gt}{V_0}$ (β 为速度与水平方向夹角)

位移: $S_x = V_0 t$ $S_y = \frac{1}{2}at^2$ $\tan \alpha = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{V_0 t} = \frac{gt}{2V_0}$ (α 为位移与水平方向的夹角)

③ 圆周运动

④ 在周期性变化电场作用下的运动

结论: ① 不论带电粒子的 m、q 如何, 在同一电场中由静止加速后, 再进入同一偏转电场, 它们飞出时的侧移和偏转角是相同的(即它们的运动轨迹相同)

② 出场速度的反向延长线跟入射速度相交于 O 点, 粒子好象从中心点射出一样 (即 $b = \frac{y}{\tan \alpha} = \frac{L}{2}$)

证: $\tan \beta = \frac{V_y}{V_0} = \frac{gt}{V_0}$ $\tan \alpha = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{V_0 t} = \frac{gt}{2V_0}$ $\tan \beta = 2 \tan \alpha$ ($\alpha \beta$ 的含义?)

恒定电流: $I = \frac{q}{t}$ (定义) $I = nesv$ (微观) $I = \frac{u}{R}$ $R = \frac{u}{I}$ (定义) $R = \rho \frac{L}{S}$ (决定)

$W = QU = UIt = I^2 Rt = U^2 t / R$ $Q = I^2 Rt$ $P = W/t = UI = U^2 / R = I^2 R$

$E = I(R+r) = u_{外} + u_{内} = u_{外} + Ir$ $P_{电源} = uIt = +E_{其它}$ $P_{电源} = IE = IU + I^2 Rt$

单位: J $ev = 1.9 \times 10^{-19} J$ 度 = kw/h = $3.6 \times 10^6 J$ $1u = 931.5 Mev$

电路中串并联的特点和规律应相当熟悉

路端电压随电流的变化图线中注意坐标原点是否都从零开始

电路动态变化分析(高考的热点)各灯表的变化情况

1 程序法: 局部变化 $\Rightarrow R_{总} \Rightarrow I_{总} \Rightarrow$ 先讨论电路中不变部分(如:r) \Rightarrow 最后讨论变化部分

局部变化 $R_i \uparrow \Rightarrow R_{总} \uparrow \Rightarrow I_{总} \downarrow \Rightarrow U_{内} \downarrow \Rightarrow U_{露} \uparrow \Rightarrow$ 再讨论其它

2 直观法:

- ① 任一个 R 增必引起通过该电阻的电流减小,其两端电压 U_R 增加.(本身电流、电压)
 ② 任一个 R 增必引起与之 **并联支路电流 $I_{并}$ 增加**; **与之串联支路电压 $U_{串}$ 减小** (称串反并同法)

$$\text{局部 } Ri \uparrow \Rightarrow \begin{cases} I_i \downarrow \\ U_i \uparrow \end{cases} \Rightarrow \text{与之串、并联的电阻} \begin{cases} I_{并} \uparrow \\ U_{串} \downarrow \end{cases}$$

当 $R=r$ 时, 电源输出功率最大为 $P_{max}=E^2/4r$ 而效率只有 50%,

电学实验专题

测电动势和内阻

(1)直接法: 外电路断开时, 用电压表测得的电压 U 为电动势 $E \quad U=E$

(2)通用方法: **AV 法测**要考虑表本身的电阻,有内外接法:

- ① 单一组数据计算, 误差较大
 ② 应该测出多组 (u, I) 值, 最后算出平均值
 ③ 作图法处理数据, (u, I) 值列表, 在 $u-I$ 图中描点, 最后由 $u-I$ 图线求出较精确的 E 和 r 。

(3)特殊方法

(一) 即计算法: 画出各种电路图

$$\begin{aligned} E &= I_1(R_1 + r) \\ E &= I_2(R_2 + r) \end{aligned} \quad E = \frac{I_1 I_2 (R_1 - R_2)}{I_2 - I_1} \quad r = \frac{I_1 R_1 - I_2 R_2}{I_2 - I_1} \quad (\text{一个电流表和两个定值电阻})$$

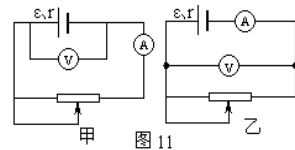
$$\begin{aligned} E &= u_1 + I_1 r \\ E &= u_2 + I_2 r \end{aligned} \quad E = \frac{I_1 u_2 - I_2 u_1}{I_1 - I_2} \quad r = \frac{u_2 - u_1}{I_1 - I_2} \quad (\text{一个电流表及一个电压表和一个滑动变阻器})$$

$$\begin{aligned} E &= u_1 + \frac{u_1}{R_1} r \\ E &= u_2 + \frac{u_2}{R_2} r \end{aligned} \quad E = \frac{u_1 u_2 (R_1 - R_2)}{u_2 R_1 - u_1 R_2} \quad r = \frac{(u_1 - u_2) R_1 R_2}{u_2 R_1 - u_1 R_2} \quad (\text{一个电压表和两个定值电阻})$$

(二) 测电源电动势 ϵ 和内阻 r 有甲、乙两种接法, 如图

甲法中所测得 ϵ 和 r 都比真实值小, ϵ/r 测 $= \epsilon/r$ 真;

乙法中, ϵ 测 $= \epsilon$ 真, 且 r 测 $= r + r_A$ 。



(三) 电源电动势 ϵ 也可用两阻值不同的电压表 A、B 测定, 单独使用 A

表时, 读数是 U_A , 单独使用 B 表时, 读数是 U_B , 用 A、B 两表测量时, 读数是 U ,

则 $\epsilon = U_A U_B / (U_A - U)$ 。

电阻的测量

AV 法测: 要考虑表本身的电阻,有内外接法; 多组 (u, I) 值, 列表由 $u-I$ 图线求。怎样用作图法处理数据

欧姆表测: 测量原理

两表笔短接后, 调节 R_0 使电表指针满偏, 得 $I_g = E / (r + R_g + R_0)$

接入被测电阻 R_x 后通过电表的电流为 $I_x = E / (r + R_g + R_0 + R_x) = E / (R_{中} + R_x)$

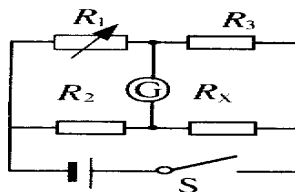
由于 I_x 与 R_x 对应, 因此可指示被测电阻大小

使用方法: 机械调零、选择量程(大到小)、欧姆调零、测量读数时注意挡位(即倍率)、拨 off 挡。

注意:测量电阻时,要与原电路断开,选择量程使指针在中央附近,每次换挡要重新短接欧姆调零。

电桥法测

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_x} \Rightarrow R = \frac{R_2 R_3}{R_1}$$



半偏法测表电阻 断s,调 R₀使表满偏; 闭s,调 R'使表半偏.则 R_表=R'

一、测量电路(内、外接法) 记忆诀调“内”字里面有一个“大”字

类型	电路图	R _测 与R _真 比较	条件	计算比较法 已知R _v 、R _A 及R _x 大致值时
内		$R_{测} = \frac{U_R + U_A}{I} = R_x + R_A > R_x$	$R_x \approx R_v \square R_A$ 适于测大电阻	$R_x > \sqrt{R_A R_v}$
外		$R_{测} = \frac{U}{I_v + I_R} = \frac{R_x R_v}{R_x + R_v} < R_x$	$R_x \approx R_A \square R_v$ 适于测小电阻	$R_x < \sqrt{R_A R_v}$

当R_v、R_A及R_x未知时,采用实验判断法:

动端与a接时(I₁; u₁), I有较大变化(即 $\frac{|u_1 - u_2|}{u_1} < \frac{|I_1 - I_2|}{I_1}$) 说明v有较大电流通过,采用内接法

动端与c接时(I₂; u₂), u有较大变化(即 $\frac{|u_1 - u_2|}{u_1} > \frac{|I_1 - I_2|}{I_1}$) 说明A有较强的分压作用,采用内接法

测量电路(内、外接法)选择方法有(三)

①R_x与R_v、R_A粗略比较

②计算比较法 R_x与 $\sqrt{R_A R_v}$ 比较

③当R_v、R_A及R_x未知时,采用实验判断法:

二、供电电路(限流式、调压式)

电路图	电压变化范围	电流变化范围	优势	选择方法
限流	$\frac{R}{R_x + R_{滑}} E \sim E$	$\frac{E}{R_x + R_{滑}} \sim \frac{E}{R_x}$	电路简单 附加功耗小	R _x 比较小、R _滑 比较大, R _{滑全} >n倍的R _x 通电前调到最大
调压	0~E	$0 \sim \frac{E}{R_x}$	电压变化范围大 要求电压 从0开始变化	R _x 比较大、R _滑 比较小 R _{滑全} >R _x /2 通电前调到最小

以“供电电路”来控制“测量电路”:采用以小控大的原则

电路由测量电路和供电电路两部分组成,其组合以减小误差,调整处理数据两方便

三、选实验试材(仪表)和电路,

按题设实验要求组装电路,画出电路图,能把实物接成实验电路,精心安排操作步骤,过程中需要测?物理量,结果表达式中各符号的含义.

选量程的原则: 测 u I , 指针超过 $1/2$, 测电阻刻度应在中心附近.

方法: 先画电路图,各元件的连接方式(先串再并的连线顺序)

明确表的量程,画线连接各元件,铅笔先画,查实无误后,用钢笔填,

先画主电路,正极开始按顺序以单线连接方式将主电路元件依次串联,后把并联无件并上.

注意事项: 表的量程选对, 正负极不能接错; 导线应接在接线柱上,且不能分叉; 不能用铅笔画用伏安法测小电珠的伏安特性曲线: 测量电路用外接法, 供电电路用调压供电。

微安表改装成各种表: 关键在于原理

首先要知: 微安表的内阻、满偏电流、满偏电压。

采用半偏法先测出表的内阻; 最后要对改装表进行较对。

(1)改为 V 表: 串联电阻分压原理

$$\frac{u_g}{R_g} = \frac{u - u_g}{R} \Rightarrow R = \left(\frac{u - u_g}{u_g}\right)R_g = (n-1)R_g \quad (n \text{ 为量程的扩大倍数})$$

(2)改为 A 表: 串联电阻分流原理

$$I_g R_g = (I - I_g)R \Rightarrow R = \frac{I_g}{I - I_g} R_g = \frac{1}{n-1} R_g \quad (n \text{ 为量程的扩大倍数})$$

(3)改为欧姆表的原理

两表笔短接后,调节 R_0 使电表指针满偏, 得 $I_g = E/(r+R_g+R_0)$

接入被测电阻 R_x 后通过电表的电流为 $I_x = E/(r+R_g+R_0+R_x) = E/(R \text{ 中} + R_x)$

由于 I_x 与 R_x 对应, 因此可指示被测电阻大小

磁场 基本特性,来源,

方向(小磁针静止时极的指向,磁感线的切线方向,外部(N → S)内部(S → N)组成闭合曲线

要熟悉五种典型磁场的磁感线空间分布 (正确分析解答问题的关键)

脑中要有各种磁源产生的磁感线的立体空间分布观念

能够将磁感线分布的立体、空间图转化成不同方向的平面图 (正视、符视、侧视、剖视图)

会从不同的角度看、画、识 各种磁感线分布图

安培右手定则: 电产生磁 安培分子电流假说, 磁产生的实质(磁现象电本质)奥斯特和罗兰实验

安培左手定则(与力有关) 磁通量概念一定要指明“是哪一个面积的、方向如何”且是双向标量

$F_{安} = B I L \xrightarrow{\text{推导}} f_{洛} = q B v$ 建立电流的微观图景(物理模型)

典型的比值定义

$$(E = \frac{F}{q} \quad E = k \frac{Q}{r^2}) \quad (B = \frac{F}{IL} \quad B = k \frac{I}{r^2}) \quad (u = \frac{W_{a \rightarrow b}}{q} \quad \varphi_A = \frac{W_{A \rightarrow 0}}{q}) \quad (R = \frac{u}{I} \quad R = \rho \frac{L}{S}) \quad (C = \frac{Q}{u} \quad C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d})$$

磁感强度 B : 由这些公式写出 B 单位, 单位 \Leftrightarrow 公式

$$B = \frac{F}{IL} ; B = \frac{\phi}{S} ; E = BLv \Rightarrow B = \frac{E}{Lv} ; B = k \frac{I}{r^2} \quad (\text{直导体}) ; B = \mu NI \quad (\text{螺线管})$$

$$qBv = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} \Rightarrow B = \frac{mv}{qR} ; qBv = qE \Rightarrow B = \frac{E}{v} = \frac{u}{\frac{d}{dv}} = \frac{u}{dv}$$

电学中的三个力： $F_{电} = qE = q \frac{u}{d}$ $F_{安} = BIL$ $f_{洛} = qBv$

注意：①、 $B \perp L$ 时， $f_{洛}$ 最大， $f_{洛} = qBv$

($f B v$ 三者方向两两垂直且力 f 方向时刻与速度 v 垂直) \Rightarrow 导致粒子做匀速圆周运动。

②、 $B \parallel v$ 时， $f_{洛} = 0 \Rightarrow$ 做匀速直线运动。③、 B 与 v 成夹角时，(带电粒子沿一般方向射入磁场)，可把 v 分解为(垂直 B 分量 v_{\perp} ，此方向匀速圆周运动；平行 B 分量 v_{\parallel} ，此方向匀速直线运动。) \Rightarrow 合运动为等距螺旋线运动。

带电粒子在磁场中圆周运动 (关键是画出运动轨迹图,画图应规范)。

规律： $qBv = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$ (不能直接用) $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$

1、找圆心：①(圆心的确定)因 $f_{洛}$ 一定指向圆心， $f_{洛} \perp v$ 任意两个 $f_{洛}$ 方向的指向交点为圆心；
②任意一弦的中垂线一定过圆心； ③两速度方向夹角的角平分线一定过圆心。

2、求半径(两个方面)：①物理规律 $qBv = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$

②由轨迹图得出几何关系方程 (解题时应突出这两条方程)

几何关系：速度的偏向角 $\varphi =$ 偏转圆弧所对应的圆心角(回旋角) $\alpha = 2$ 倍的弦切角 θ

相对的弦切角相等，相邻弦切角互补 由轨迹画及几何关系式列出：关于半径的几何关系式去求。

3、求粒子的运动时间：偏向角(圆心角、回旋角) $\alpha = 2$ 倍的弦切角 θ ，即 $\alpha = 2\theta$

$$t = \frac{\text{圆心角(回旋角)}}{2\pi(\text{或}360^\circ)} \times T$$

4、圆周运动有关的对称规律：特别注意在文字中隐含着的临界条件

a、从同一边界射入的粒子，又从同一边界射出时，速度与边界的夹角相等。

b、在圆形磁场区域内，沿径向射入的粒子，一定沿径向射出。

注意：均匀辐射状的匀强磁场，圆形磁场，及周期性变化的磁场。

电磁感应：

法拉第电磁感应定律：电路中感应电动势的大小跟穿过这一电路的磁通量变化率成正比 这就是法拉第电磁感应定律。

[感应电动势的大小计算公式]

1) $E = BLv$ (垂直平动切割)

2) $E = n\Delta\Phi/\Delta t = n\Delta BS/\Delta t = n B\Delta S/\Delta t$ (普适公式) (法拉第电磁感应定律)

3) $E = nBS\omega \sin(\omega t + \Phi)$; $E_m = nBS\omega$ (线圈转动切割)

4) $E = BL^2\omega/2$ (直导体绕一端转动切割)

5)*自感 $E_{自} = n\Delta\Phi/\Delta t = L\Delta I/\Delta t$ (自感)

楞次定律：感应电流具有这样的方向，即感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量变化，这就是楞次定律。

$B_{感}$ 和 $I_{感}$ 的方向判定：楞次定律(右手)深刻理解“阻碍”两字的含义($I_{感}$ 的 B 是阻碍产生 $I_{感}$ 的原因)

$B_{原}$ 方向?; $B_{原}$?变化(原方向是增还是减); $I_{感}$ 方向?才能阻碍变化; 再由 $I_{感}$ 方向确定 $B_{感}$ 方向。
 能量守恒表述: $I_{感}$ 效果总要反抗产生感应电流的原因

电磁感应现象中的动态分析, 就是分析导体的受力和运动情况之间的动态关系。

一般可归纳为:

导体组成的闭合电路中磁通量发生变化 \Rightarrow 导体中产生感应电流 \Rightarrow 导体受安培力作用 \Rightarrow 导体所受合力随之变化 \Rightarrow 导体的加速度变化 \Rightarrow 其速度随之变化 \Rightarrow 感应电流也随之变化周而复始地循环, 最后加速度小致零(速度将达到最大)导体将以此最大速度做匀速直线运动

功能关系: 电磁感应现象的实质是不同形式能量的转化过程。因此从功和能的观点入手, 分析清楚电磁感应过程中能量转化关系, 往往是解决电磁感应问题的关键, 也是处理此类题目的捷径之一。

光学: 反射定律(物像关于镜面对称);

$$\text{折射定律 } n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{c}{v_{介}} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin C} = \frac{\lambda_{空}}{\lambda_{介}}$$

色散中从红到紫光,

由偏折情况判断各色光的: n 、 v 、 f 、 λ 、 $C_{临}$ $E_{光子}$ 大小、能否发生光电效应等, 全反射的条件: 光密到光疏; 入射角等于或大于临界角

全反射现象: 让一束光沿半圆形玻璃砖的半径射到直边上, 可以看到一部分光线从玻璃直边上折射到空气中, 一部分光线反射回玻璃砖内. 逐渐增大光的入射角, 将会看到折射光线远离法线, 且越来越弱. 反射光越来越强, 当入射角增大到某一角度 $C_{临}$ 时, 折射角达到 90° , 即是折射光线完全消失, 只剩下反射回玻璃中的光线. 这种现象叫全反射现象. 折射角变为 90° 时的入射角叫临界角

应用: 光纤通信(玻璃 SiO_2) 内窥镜 海市蜃楼 沙漠蜃景 炎热夏天柏油路面上的蜃景
 水中或玻璃中的气泡看起来很亮.

理解: 同种材料对不同色光折射率不同; 同一色光在不同介质中折射率不同。

几个结论: 1 紧靠点光源向对面墙平抛的物体, 在对面墙上的影子的运动是匀速运动。

2、两相互正交的平面镜构成反射器, 任何方向射入某一镜面的光线经两次反射后一定与原入射方向平行反向。

3、光线由真空射入折射率为 n 的介质时, 如果入射角 θ 满足 $\tan \theta = n$, 则反射光线和折射光线一定垂直。

4、由水面上看水下光源时, 视深 $d \textcircled{=} d/n$; 若由水面下看水上物体时, 视高 $d \textcircled{=} nd$ 。

5、光线以入射角 i 斜射入一块两面平行的折射率为 n 、厚度为 h 的玻璃砖后, 出射光线仍与入射光线平行,

$$\text{但存在侧移量 } \Delta x = dsini(1 + \frac{\cos i}{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}}) \quad \text{两反射光间距 } \Delta x \textcircled{=} \frac{d \sin 2i}{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}}$$

双缝干涉: 条件 f 相同, 相位差恒定(即是两光的振动步调完全一致) 当其反相时又如何?

亮条纹位置: $\Delta S = n\lambda$;

$$\text{暗条纹位置: } \Delta S = \frac{(2n+1)\lambda}{2} \quad (n=0,1,2,3,\dots);$$

$$\text{条纹间距} : \Delta X = \frac{L}{d} \lambda = \frac{a}{n-1} \Rightarrow \lambda = \frac{d\Delta x}{L} = \frac{da}{L(n-1)}$$

(ΔS :路程差(光程差); d 两条狭缝间的距离; L : 挡板与屏间的距离) 测出 n 条亮条纹间的距离 a

薄膜干涉:由膜的前后两表面反射的两列光叠加,

实例:肥皂膜、空气膜、油膜、牛顿环、光器件增透膜

(厚度是绿光在薄膜中波长的 $1/4$,即增透膜厚度 $d=\lambda/4$)

衍射:现象,条件 单缝 圆孔 柏松亮斑(来历) 任何物体都能使光发生衍射致使轮廓模糊

三种圆环区别

单孔衍射

中间明而亮,周围对称排列亮度减弱,条纹宽变窄的条纹

空气膜干涉环

间隔间距等亮度的干涉条纹

牛顿环

内疏外密的干涉条纹

干涉、衍射、多普勒效应(太阳光谱红移 \Rightarrow 宇宙在膨胀)、偏振都是波的特有现象,证明光具有波动性,

衍射表明了光的直线传播只有一种近似规律;说明任何物理规律都受一定的条件限制的.

光五种学说: 原始微粒说(牛顿),波动学说(惠更斯),电磁学说(麦克斯韦),

光子说(爱因斯坦),波粒两相性学说(德布罗意波)概率波

各种电磁波产生的机理,特性和应用,光的偏振现象说明光波是横波,也证明光的波动性.

激光的产生特点应用(单色性,方向性好,亮度高,相干性好)

爱因斯坦光电效应方程: $mV_m^2/2 = hf - W_0$

光电效应实验装置,现象,所得出的规律(四)爱因斯坦提出光子学说的背景

一个光子的能量 $E = hf$ (决定了能否发生光电效应)

光电效应规律:实验装置、现象、总结出四个规律

①任何一种金属都有一个极限频率,入射光的频率必须大于这个极限频率,才能产生光电效应;低于这个极限频率的光不能产生光电效应。

②光电子的最大初动能与入射光的强度无关,只随入射光频率的增大而增大。

③入射光照到金属上时,光子的发射几乎是瞬时的,一般不超过 $10^{-9}s$

④当入射光的频率大于极限频率时,光电流强度与入射光强度成正比。

康普顿效应(石墨中的电子对 x 射线的散射现象)这两个实验都证明光具粒子性 光波粒二象性:

?情况体现波动性(大量光子,转播时, λ 大),?粒子性 光波是概率波(物质波) 任何运动物体都有 λ 与之对应

原子和原子核

汤姆生发现电子从而打开原子的大门,枣糕式原子模型,

卢瑟福 α 粒子散射实验装置,现象,从而总结出核式结构学说

而核式结构又与经典的电磁理论发生矛盾①原子是否稳定,②其发出的光谱是否连续

玻尔补充三条假设

定态----原子只能处于一系列不连续的能量状态(称为定态),电子虽然绕核运转,但不会向外辐射能量.

跃迁----原子从一种定态跃迁到另一种定态,要辐射(或吸收)一定频率的光子

(其能量由两定态的能量差决定)

能量和轨道量子化----定态不连续,能量和轨道也不连续;(即原子的不同能量状态跟电子沿不同的圆形轨道

绕核运动相对应,原子的定态是不连续的,因此电子的可能轨道分布也是不连续的)

光子的发射与吸收(特别注意跃迁条件):原子发生定态跃迁时,要辐射(吸收)一定频率的光子: $hf = E_{初} - E_{末}$

氢原子的激发态和基态的能量(最小)与核外电子轨道半径间的关系是: $E_n = E_1/n^2$, $r_n = n^2 r_1$,

其中 $E_1 = -13.6eV$, $r_1 = 5.3 \times 10^{-10}m$,

(大量)处于 n 激发态原子跃迁到基态时的所有辐射方式共有 ${}^2_n C = n(n-1)/2$ 种

$E_{51}=13.06$ $E_{41}=12.75$ $E_{31}=12.09$ $E_{21}=10.2$; (有规律可依)

$E_{52}=2.86$ $E_{42}=2.55$ $E_{32}=1.89$; $E_{53}=0.97$ $E_{43}=0.66$; $E_{54}=0.31$

氢原子在 n 能级的动能、势能, 总能量的关系是: $E_p = -2E_k$, $E = E_k + E_p = -E_k$ 。

由高能级到低能级时, 动能增加, 势能降低, 且势能的降低量是动能增加量的 2 倍, 故总能量(负值)降低。

(类似于卫星模型)

核变化从贝克勒耳发现天然放射现象开始衰变(用电磁场研究):



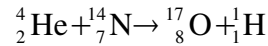
α 衰变形成外切(同方向旋), β 衰变形成内切(相反方向旋),

且大圆为 α 、 β 粒子径迹。 $\alpha\beta$ 衰变的实质

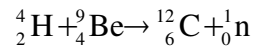
β 衰变是核内的中子转变成了质子和中子

半衰期(由核决定,与物理和化学状态无关)、同位素等重要概念 放射性标志

质子的发现(卢瑟福)用 α 粒子轰击氮核,并预言中子的存在。



中子的发现(查德威克)钋产生的 α 射线轰击铍



正电子的发现(约里奥居里和伊丽芙居里夫妇) α 粒子轰击铝箔 ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + {}^1_0\text{n}$; ${}^{30}_{15}\text{P} \rightarrow {}^{30}_{14}\text{Si} + {}^0_{+1}e$

四种核反应变化(衰变,人工核转变,重核裂变,轻核聚变)

做平抛运动物体, 任意时刻速度的反向延长线, 一定通过此时刻速度的反向延长线沿抛出方向水平总移的中点。

2、带电粒子做类平抛运动中, 所有带电粒子射出电场的速度的反向延长线交于极板中点。

3、两通电直导线通过磁场相互作用:

不平行: 有转动到平行且电流同向趋势, 再吸引。

平行时: 同向电流吸引, 反向电流排斥。

交流电: 正弦式交流电的产生, 规律 $e = NBS\omega \sin \omega t$ (各量的含义、计时起点、图线特征、且与线圈形状和轴的位置无关, 明确四值: 瞬时值, 最大值, 有效值(根据电流的热效应定义)、平均值(波形与时间轴面积跟时间的比值))

正弦波: $U_{\text{有效}} = \frac{u_m}{\sqrt{2}}$ $e = 311 \sin \omega t = 311 \sin 314t$

不对称方波: $I = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_2^2}{2}}$ 不对称的正弦波 $I = \frac{\sqrt{I_{m1}^2 + I_{m2}^2}}{2}$

电容: 隔直通(交) **线圈**: 通低频, 阻高(交)频

变压器: 原理电磁感应

理想 $P_{\text{入}} = P_{\text{出}}$, $\frac{u_1}{u_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$ 注意多组副线圈的情况

远距离输电 电压关系 $u_{升} = u_{线} + u_{降} = IR_{线} + U_{降}$ $P_{出} = P_{线} + P_{降}$ (或 $Iu_{升} + Iu_{降}$)

变压器输入功率随(负载电阻和副线圈匝数)的变化而变化的两种情况

电磁波, 麦克斯韦电磁场理论: 变化的磁场产生电场; 变化的电场产生磁场。

理解: ? 变化的电场 \Leftrightarrow 怎样变化的磁场

LC 振荡电路, 各物理量对应关系, 变化规律, 充放电过程中物理量的变化情况 $T = 2\pi\sqrt{LC}$ L 因素:

越粗, 越长, 匝数密, 有铁芯, L 大 C 因素: 介质 s/d

高考要求的学生实验（19个）按广东高考考点

编制

广东省兴宁市罗岗中学 刘远辉 2006年4月 QQ:280541381

113 长度的测量

会使用游标卡尺和螺旋测微器,掌握它测量长度的原理和方法.

114. 研究匀变速直线运动

右图为打点计时器打下的纸带.选点迹清楚的一条,舍掉开始比较密集的点迹,从便于测量的地方取一个开始点 O , 然后(每隔5个间隔点)取一个计数点 $A、B、C、D$ 。测出相邻计数点间的距离 $s_1、s_2、s_3$ 。利用打下的纸带可以:

(1) 求任一计数点对应的即时速度 v : 如 $v_c = \frac{s_2 + s_3}{2T}$

(其中 $T=5 \times 0.02s=0.1s$)

(2) 利用“逐差法”求 a : $a = \frac{(s_4 + s_5 + s_6) - (s_1 + s_2 + s_3)}{9T^2}$

(3) 利用上图中任意相邻的两段位移求 a : 如 $a = \frac{s_3 - s_2}{T^2}$

(4) 利用 $v-t$ 图象求 a : 求出 $A、B、C、D、E、F$ 各点的即时速度, 画出如右的 $v-t$ 图线, 图线的斜率就是加速度 a 。

注意事项 1、每隔5个时间间隔取一个计数点,是为求加速度时便于计算。

2、所取的计数点要能保证至少有一位有效数字

115.探究弹力和弹簧伸长的关系（胡克定律）探究性实验

利用右图装置,改变钩码个数,测出弹簧总长度和所受拉力(钩码总重量)的多组对应值填入表中。算出对应的弹簧的伸长量。在坐标系中描点,根据点的分布作出弹力 F 随伸长量 x 而变的图象,从而确定 $F-x$ 间的函数关系。解释函数表达式中常数的物理意义及其单位。该实验要注意区分弹簧总长度和弹簧伸长量。对探索性实验,要根据描出的点的走向,尝试判定函数关系。(这一点和验证性实验不同。)

116.验证力的平行四边形定则

目的:实验研究合力与分力之间的关系,从而验证力的平行四边形定则。

器材:方木板、白纸、图钉、橡皮条、弹簧秤(2个)、直尺和三角板、细线

该实验是要用互成角度的两个力和另一个力产生相同的效果,看其用平行四边形定则求出的合力与这一个力是否在实验误差允许范围内相等,如果在实验误差允许范围内相等,就验证了力的合成的平行四边形定则。

注意事项:

1、使用的弹簧秤是否良好(是否在零刻度),拉动时尽可能不与其它部分接触产生摩擦,拉力方向应与轴线方向相同。

2、实验时应该保证在同一水平面内

3、结点的位置和线方向要准确

117.验证动量守恒定律

由于 v_1 、 v_1' 、 v_2' 均为水平方向，且它们的竖直下落高度都相等，所以它们飞行时间相等，若以该时间为时间单位，那么小球的水平射程的数值就等于它们的水平速度。在右图中分别用 OP 、 OM 和 $O'N$ 表示。因此只需验证： $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot (O'N - 2r)$ 即可。

注意事项：

(1) 必须以质量较大的小球作为入射小球（保证碰撞后两小球都向前运动）。要知道为什么？

(2) 入射小球每次应从斜槽上的同一位置由静止开始下滑

(3) 小球落地点的平均位置要用圆规来确定：用尽可能小的圆把所有落点都圈在里面，圆心就是落点的平均位置。

(4) 所用的仪器有：天平、刻度尺、游标卡尺（测小球直径）、碰撞实验器、复写纸、白纸、重锤、两个直径相同质量不同的小球、圆规。

(5) 若被碰小球放在斜槽末端，而不用支柱，那么两小球将不再同时落地，但两个小球都将从斜槽末端开始做平抛运动，于是验证式就变为： $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$ ，两个小球的直径也不需测量了。

讨论此实验的改进方法：

118.研究平抛物体的运动（用描迹法）

目的：进一步明确，平抛是水平方向和竖直两个方向运动的合成运动，会用轨迹计算物体的初速度

该实验的实验原理：

平抛运动可以看成是两个分运动的合成：

一个是水平方向的匀速直线运动，其速度等于平抛物体的初速度；

另一个是竖直方向的自由落体运动。

利用有孔的卡片确定做平抛运动的小球运动时的若干不同位置，然后描出运动轨迹，测出曲线任一点的坐标 x 和 y ，利用

$x = vt$ $y = \frac{1}{2}gt^2$ 就可求出小球的水平分速度，即平抛物体的初速度。

此实验关键：如何得到物体的轨迹（讨论）

该试验的注意事项有：

(1) 斜槽末端的切线必须水平。 (2) 用重锤线检验坐标纸上的竖直线是否竖直。

(3) 以斜槽末端所在的点为坐标原点。(4) 每次小球应从斜槽上的同一位置由静止开始下滑

(5) 如果是用白纸，则应以斜槽末端所在的点为坐标原点，在斜槽末端悬挂重锤线，先以重锤线方向确定 y 轴方向，再用直角三角板画出水平线作为 x 轴，建立直角坐标系。

119.验证机械能守恒定律

验证自由下落过程中机械能守恒，图示纸带的左端是用夹子夹重物的一端。

(1) 要多做几次实验，选点迹清楚，且第一、二两点间距离接近 2mm 的纸带进行测量。

(2) 用刻度尺量出从 0 点到 1、2、3、4、5 各点的距离 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 、 h_5 ，

利用“匀变速直线运动中间时刻的即时速度等于该段位移内的平均速度”，

算出 2、3、4 各点对应的即时速度 v_2 、 v_3 、 v_4 ，验证与 2、3、4 各点对应的重力势能减少量 mgh 和

动能增加量 $\frac{1}{2}mv^2$ 是否相等。

(3) 由于摩擦和空气阻力的影响，本实验的系统误差总是使 $mgh > \frac{1}{2}mv^2$

(4) 本实验不需要在打下的点中取计数点。也不需要测重物的质量。

注意事项：

- 1、先通电源,待打点计时器正常工作后才放纸带
- 2、保证打出的第一个点是清晰的点
- 3、测量下落高度必须从起点开始算
- 4、由于有阻力，所以 ΔE_k 稍小于 ΔE_p
- 5、此实验不用测物体的质量（无须天平）

120.用单摆测定重力加速度 由于 g ；可以与各种运动相结合考查

本实验用到刻度尺、卡尺、秒表的读数（生物表脉搏），1米长的单摆称秒摆，周期为2秒
摆长的测量：让单摆自由下垂，用米尺量出摆线长 L' （读到0.1mm），用游标卡尺量出摆球直径（读到0.1mm）算出半径 r ，则摆长 $L=L'+r$

开始摆动时需注意：摆角要小于 5° （保证做简谐运动）；

摆动时悬点要固定，不要使摆动成为圆锥摆。

必须从摆球通过最低点（平衡位置）时开始计时(倒数法)，

测出单摆做30至50次全振动所用的时间，算出周期的平均值 T 。

改变摆长重做几次实验，

计算每次实验得到的重力加速度，再求这些重力加速度的平均值。

若没有足够长的刻度尺测摆长，可否靠改变摆长的方法求得加速度

121.用油膜法估测分子的大小

① 实验前应预先计算出每滴油酸溶液中纯油酸的实际体积：先了解配好的油酸溶液的浓度，再用量筒和滴管测出每滴溶液的体积，由此算出每滴溶液中纯油酸的体积 V 。

② 油膜面积的测量：油膜形状稳定后，将玻璃板放在浅盘上，将油膜的形状用彩笔画在玻璃板上；将玻璃板放在坐标纸上，以1cm边长的正方形为单位，用四舍五入的方法数出油膜面

122 用描迹法画出电场中平面上等势线

目的：用恒定电流场(直流电源接在圆柱形电极板上)模拟静电场(等量异种电荷)描绘等势线方法

实验所用的电流表是零刻度在中央的电流表，在实验前应先测定电流方向与指针偏转方向的关系：

将电流表、电池、电阻、导线按图1或图2连接，其中 R 是阻值大的电阻， r 是阻值小的电阻，用导线的 a 端试触电流表另一端，就可判定电流方向和指针偏转方向的关系。

该实验是用恒定电流的电流场模拟静电场。与电池正极相连的 A 电极相当于正点电荷，与电池负极相连的 B 相当于负点电荷。白纸应放在最下面，导电纸应放在最上面（涂有导电物质的一面必须向上），复写纸则放在中间。

电源6v：两极相距10cm并分为6等分，选好基准点，并找出与基准点电势相等的点。(电流表不偏转时这两点的电势相等)

注意事项：

- 1、电极与导电纸接触应良好，实验过程中电极位置不能变运动。
- 2、导电纸中的导电物质应均匀，不能折叠。
- 3、若用电压表来确定电势的基准点时，要选高内阻电压表

123.测定金属的电阻率（同时练习使用螺旋测微器）

被测电阻丝的电阻(一般为几欧)较小，所以选用电流表

外接法；可确定电源电压、电流表、电压表量程均不宜太大。

本实验不要求电压调节范围，可选用**限流电路**。

因此**选用下面左图**的电路。开始时滑动变阻器的滑动触头应该在右端。

本实验通过的电流不宜太大，通电时间不能太长，以免电阻丝发热后电阻率发生明显变化。

实验步骤：

- 1、用刻度尺测出金属丝长度
- 2、螺旋测微器测出直径(也可用积累法测)，并算出横截面积。
- 3、用外接、限流测出金属丝电阻
- 4、设计实验表格记录数据（难点）注意多次测量求平均值的方法

$$\text{原理：} \quad \frac{U}{I} = R = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{L}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2} \Rightarrow \rho = \frac{U\pi D^2}{4IL}$$

124. 描绘小电珠的伏安特性曲线

器材：电源(4-6v)、直流电压表、直流电流表、滑动变阻器、小灯泡(4v,0.6A 3.8V,0.3A) 灯座、单刀开关，导线若干

注意事项：

- ① 因为小电珠（即小灯泡）的电阻较小（10Ω左右）所以应该选用安培表**外接法**。
- ② 小灯泡的电阻会随着电压的升高，灯丝温度的升高而增大，且在低电压时温度随电压变化比较明显,因此在低电压区域内,电压电流应多取几组,所以得出的 $U-I$ 曲线不是直线。
为了反映这一变化过程，
- ③ 灯泡两端的电压应该由零逐渐增大到额定电压(电压变化范围大)。所以滑动变阻器必须选用**调压接法**。
在上面实物图中应该**选用上面右面的那个图**，
- ④ 开始时滑动触头应该位于最小分压端（使小灯泡两端的电压为零）。
由实验数据作出的 $I-U$ 曲线如图，
- ⑤ 说明灯丝的电阻随温度升高而增大，也就说明金属电阻率随温度升高而增大。
(若用 $U-I$ 曲线，则曲线的弯曲方向相反。)
- ⑥ 若选用的是标有“3.8V 0.3A”的小灯泡，电流表应选用 0-0.6A 量程；电压表开始时应选用 0-3V 量程，当电压调到接近 3V 时，再改用 0-15V 量程。

125.把电流表改装为电压表

微安表改装成各种表：关键在于原理

首先要知：微安表的内阻 R_g 、满偏电流 I_g 、满偏电压 U_g 。

步骤：

(1)半偏法先测出表的内阻 R_g ；最后要对改装表进行较对。

(2) 电流表改装为电压表：串联电阻分压原理

$$\frac{u_g}{R_g} = \frac{u - u_g}{R} \Rightarrow R = \left(\frac{u - u_g}{u_g}\right)R_g = (n - 1)R_g \quad (n \text{ 为量程的扩大倍数})$$

(3) 弄清改装后表盘的读数 $U^{\text{Ⓢ}} = \frac{I}{I_g} U$

(I_g 为满偏电流， I 为表盘电流的刻度值， U 为改装表的最大量程， $U^{\text{Ⓢ}}$ 为改装表对应的刻度)

(4) 改装电压表的较准(电路图?)

(2)改为 A 表：串联电阻分流原理

$$I_g R_g = (I - I_g)R \Rightarrow R = \frac{I_g}{I - I_g} R_g = \frac{1}{n - 1} R_g \quad (n \text{ 为量程的扩大倍数})$$

(3)改为欧姆表的原理

两表笔短接后,调节 R_0 使电表指针满偏, 得 $I_g = E / (r + R_g + R_0)$

接入被测电阻 R_x 后通过电表的电流为 $I_x = E / (r + R_g + R_0 + R_x) = E / (R_{\text{中}} + R_x)$

由于 I_x 与 R_x 对应, 因此可指示被测电阻大小

126 测定电源的电动势和内电阻

外电路断开时, 用电压表测得的电压 U 为电动势 E $U = E$

原理: 根据闭合电路欧姆定律: $E = U + Ir$,

$$\begin{aligned} E &= u_1 + I_1 r & E &= \frac{I_1 u_2 - I_2 u_1}{I_1 - I_2} & r &= \frac{u_2 - u_1}{I_1 - I_2} \\ E &= u_2 + I_2 r \end{aligned}$$

(一个电流表及一个电压表和一个滑动变阻器)

①单一组数据计算, 误差较大

②应该测出多组(u , I)值, 最后算出平均值

③ **作图法处理数据**, (u , I)值列表, 在 $u-I$ 图中描点, 最后由 $u-I$ 图线求出较精确的 E 和 r 。

本实验电路中电压表的示数是准确的，电流表的示数比通过电源的实际电流小，所以本实验的系统误差是由电压表的分流引起的。为了减小这个系统误差，电阻 R 的取值应该小一些，所选用的电压表的内阻应该大一些。

为了减小偶然误差，要多做几次实验，多取几组数据，然后利用 $U-I$ 图象处理实验数据：将点描好后，用直尺画一条直线，使尽量多的点在这条直线上，而且在直线两侧的点数大致相等。这条直线代表的 $U-I$ 关系的误差是很少的。

它在 U 轴上的截距就是电动势 E （对应的 $I=0$ ），它的斜率的绝对值就是内阻 r 。

（特别要注意：有时纵坐标的起始点不是 0，求内阻的一般式应该是 $r = \frac{\Delta U}{\Delta I}$ 。

为了使电池的路端电压变化明显，电池的内阻宜大些（选用使用过一段时间的 1 号电池）

127. 用多用电探索黑箱内的电学元件

熟悉表盘和旋钮

理解电压表、电流表、欧姆表的结构原理

电路中电流的流向和大小与指针的偏转关系

红笔插“+”；黑笔插“-”且接内部电源的正极

理解：半导体元件二极管具有单向导电性，正向电阻很小，反向电阻无穷大

步骤：

①、用直流电压档（并选适当量程）将两笔分别与 A、B、C 三点中的两点接触，从表盘上第二条刻度线读取测量结果，测量每两点间的电压，并设计出表格记录。

②、用欧姆档（并选适当量程）将红、黑表笔分别与 A、B、C 三点中的两点接触，从表盘的欧姆标尺的刻度线读取测量结果，任两点间的正反电阻都要测量，并设计出表格记录。

128. 练习使用示波器（多看课本）

129. 传感器的简单应用

传感器担负采集信息的任务，在自动控制、信息处理技术都有很重要的应用。

如：自动报警器、电视遥控接收器、红外探测仪等都离不开传感器

传感器是将所感受到的物理量(力热声光)转换成便于测量的量(一般是电学量)的一类元件。

工作过程：通过对某一物理量敏感的元件，将感受到的物理量按一定规律转换成便于利用的信号，转换后的信号经过相应的仪器进行处理，就可以达到自动控制等各种目的。

热敏电阻，升温时阻值迅速减小

光敏电阻，光照时阻值减小，导致电路中的电流、电压等变化来达到自动控制

光电计数器

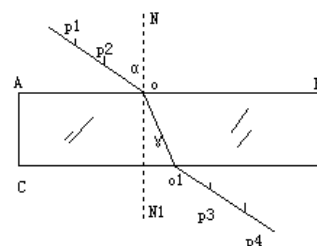
集成电路 将晶体管，电阻，电容器等电子元件及相应的元件制作在一块面积很小的半导体晶片上，使之成为具有一定功能的电路，这就是集成电路。

130. 测定玻璃折射率

实验原理：如图所示，入射光线 AO 由空气射入玻璃砖，经 OO' 后由 O'B 方向射出。作出法线 NN'，

$$\text{则由折射定律 } n = \frac{\sin i}{\sin \gamma} = \frac{c}{v_{\text{介}}} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin C} = \frac{\lambda_{\text{空}}}{\lambda_{\text{介}}}$$

对实验结果影响最大的是光在玻璃中的折射角 γ 的大



小

应该采取以下措施减小误差:

- 1、采用宽度适当大些的玻璃砖，以上。
- 2、入射角在 15 至 75 范围内取值。
- 3、在纸上画的两直线尽量准确，与两平行折射面重合，为了更好地定出入、出射点的位置。
- 4、在实验过程中不能移动玻璃砖。

注意事项:

手拿玻璃砖时，不准触摸光洁的光学面，只能接触毛面或棱，
严禁把玻璃砖当尺画玻璃砖的界面； 实验过程中，玻璃砖与白纸的相对位置不能改变；
大头针应垂直地插在白纸上，且玻璃砖每一侧的两个大头针距离应大一些，以减小确定光路方向造成的误差；
入射角应适当大一些，以减少测量角度的误差。

131.用双缝干涉测光的波长

器材: 光具座、光源、学生电源、导线、滤光片、单缝、双缝、遮光筒、毛玻璃屏、
测量头、刻度尺、

相邻两条亮(暗)条纹之间的距离 ΔX ；用测量头测出 a_1 、 a_2 (用积累法)

测出 n 条亮(暗)条纹之间的距离 a ， 求出 $\Delta X = \frac{|a_2 - a_1|}{n - 1}$

双缝干涉: 条件 f 相同，相位差恒定(即是两光的振动步调完全一致) 当其反相时又如何?

亮条纹位置: $\Delta S = n\lambda$;

暗条纹位置: $\Delta S = \frac{(2n + 1)}{2} \lambda$ ($n=0,1,2,3,\dots$) ;

条纹间距 : $\Delta X = \frac{L}{d} \lambda = \frac{a}{n - 1} \Rightarrow \lambda = \frac{d\Delta x}{L} = \frac{da}{L(n - 1)}$

(ΔS : 路程差(光程差); d 两条狭缝间的距离; L : 挡板与屏间的距离) 测出 n 条亮条纹间的距离 a

补充实验:

1. 伏安法测电阻

伏安法测电阻有 a 、 b 两种接法， a 叫(安培计)外接法， b 叫(安培计)内接法。

① 估计被测电阻的阻值大小来判断内外接法:

外接法的系统误差是由电压表的分流引起的，测量值总小于真实值，小电阻应采用外接法
内接法的系统误差是由电流表的分压引起的，测量值总大于真实值，大电阻应采用内接法。

② 如果无法估计被测电阻的阻值大小，可以利用试触法:

如图将电压表的左端接 a 点，而将右端第一次接 b 点，第二次接 c 点，观察电流表和电压表的变化，

若电流表读数变化大，说明被测电阻是大电阻，应该用内接法测量;

若电压表读数变化大，说明被测电阻是小电阻，应该用外接法测量。

(这里所说的变化大，是指相对变化，即 $\Delta I/I$ 和 $\Delta U/U$)。

(1) 滑动变阻器的连接

滑动变阻器在电路中也有 a 、 b 两种常用的接法： a 叫限流接法， b 叫分压接法。

分压接法： 被测电阻上电压的调节范围大。

当要求电压从零开始调节，或要求电压调节范围尽量大时应该用分压接法。

用分压接法时，滑动变阻器应该选用阻值小的；“以小控大”

用限流接法时，滑动变阻器应该选用阻值和被测电阻接近的。

(2) 实物图连线技术

无论是分压接法还是限流接法都应该先把伏安法部分接好；

对限流电路：

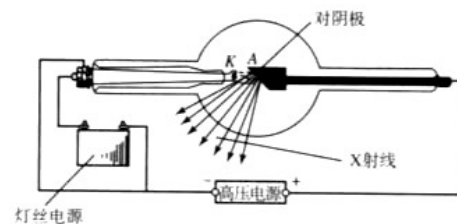
只需用笔画线当作导线，从电源正极开始，把电源、电键、滑动变阻器、伏安法四部分依次串联起来即可（注意电表的正负接线柱和量程，滑动变阻器应调到阻值最大处）。

对分压电路，

应该先把电源、电键和滑动变阻器的全部电阻丝三部分用导线连接起来，然后在滑动变阻器电阻丝两端之中任选一个接头，比较该接头和滑动触头两点的电势高低，根据伏安法部分电表正负接线柱的情况，将伏安法部分接入该两点间。

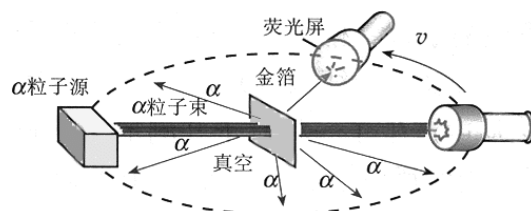
12. 伦琴射线管

电子被高压加速后高速射向对阴极，从对阴极上激发出 X 射线。在 K 、 A 间是阴极射线即高速电子流，从 A 射出的是频率极高的电磁波，即 X 射线。X 射线粒子的最高可能的频率可由 $Ue=h\nu$ 计算。



13. α 粒子散射实验 (第二册 257 页)

全部装置放在真空中。荧光屏可以沿着图中虚线转动，用来统计向不同方向散射的粒子的数目。观察结果是，绝大多数 α 粒子穿过金箔后基本上仍沿原来方向前进，但是有少数 α 粒子发生了较大的偏转。



14. 光电效应实验(第二册 244 页)

把一块擦得很亮的锌板连接在灵敏验电器上,用弧光灯照锌板,验电器的指针就张开一个角度,表明锌板带了电.进一步检查知道锌板带()电.这表明在弧光灯的照射下,锌板中有一部分()从表面飞了出去,锌板中少了(),于是带()电.

物理高考考纲 (广东卷)

I. 考试性质

普通高等学校招生全国统一考试(简称“高考”)是由合格的高中毕业生和具有同等学力的考生参加的选拔性考试.高等学校根据考生的成绩,按已确定的招生计划,德、智、体全面衡量择优录取.因此,高考应有较高的信度、效度、必要的区分度和适当的难度.

II. 考试内容

根据普通高等学校对新生文化素质的要求,参照教育部颁发的《全日制普通高级中学教学大纲》、并考虑中学教学实际,制定以下考试内容:

一、知识内容

对各部分知识内容要求掌握的程度,在“知识内容表”中用字母A、B标出.A、B的含义如下:

- A. 对所列知识要知道其内容及含义,并能在有关问题中识别和直接使用。
- B. 对所列知识要理解其确切含义及与其他知识的联系,能够进行叙述和解释,并能在实际问题的分析、综合、推理和判断等过程中运用。

二、能力要求

高考把对能力的考核放在首要位置.要通过考核知识及其运用来鉴别考生能力的高低,但不应当把某些知识与某种能力简单地对应起来.

目前,高考物理科要考查的能力主要包括以下几个方面:

- 1、**理解能力**:理解物理概念、物理规律的确切含义,理解物理规律的适用条件,以及它们在简单情况下的应用;能够清楚认识概念和规律的表达形式(包括文字表述和数学表达);能够鉴别关于概念和规律的似是而非的说法;理解相关知识的区别和联系。
- 2、**推理能力**:能够根据已知的知识和所给物理事实、条件,对物理问题进行逻辑推理和论证,得出正确的结论或作出正确的判断,并能把推理过程正确地表达出来。
- 3、**分析综合能力**:能够独立地对所遇问题进行具体分析,弄清其中的物理状态、物理过程和物理情境,找出其中起主要作用的因素及有关条件;能够把一个复杂问题分解为若干较简单的问题,找出它们之间的联系;能够灵活地运用物理知识综合解决所遇的问题。
- 4、**应用数学处理物理问题的能力**:能够根据具体问题列出物理量之间的关系式,进行推导和求解,并根据结果得出物理结论;必要时能运用几何图形、函数图象进行表达、分析。
- 5、**实验能力**:能独立完成“知识内容表”中所列的实验,能明确实验目的,能理解实验原理和方法,能控制实验条件,会使用仪器,会观察、分析实验现象,会记录、处理实验数据,并得出结论.能灵活地运用已学过的物理理论、实验方法和实验仪器去处理问题。

III. 考试形式及试卷结构

一、闭卷，笔试，考试时间为 120 分钟。试卷满分为 150 分。

二、试卷包括 I、II 两卷

选择题为 I 卷(10 题共 40 分)，其中选择题包括四选一的选择题和四选多的选择题；

非选择题为 II 卷(8 题共 110 分)，包括实验题、论述题、计算题。

三、内容比例：

力学 约 38%；电磁学 约 38%；热学 约 8%；光学 约 8%；原子物理学 约 8%

实验(包括在以上各部分内容中)约 13%；

试卷中易、中、难试题的占分比例控制在 3：5：2 左

I 卷选择题的分数约 26.7%

II 卷实验题的分数约 13.3%；论述、计算题的分数 约 60% (决定高考分值高低)

附：知识内容表：

一、质点的运动

1. 机械运动，参考系，质点。
2. 位移和路程 B
3. 匀速直线运动、速度、速率、位移公式 $s=vt$ 、 $s-t$ 图、 $v-t$ 图 B
4. 变速直线运动、平均速度、 B
5. 瞬时速度（简称速度）
6. 匀变速直线运动加速度公式 $v_t=v_0+at$ 、 $s=v_0t+at^2/2$ 、 $v_t^2-v_0^2=2as$ 、 $v-t$ 图。 B
7. 运动的合成和分解。
8. 曲线运动中质点的速度沿轨道的切线方向，且必具有加速度。
9. 平抛运动。 B
10. 匀速率圆周运动，线速度和角速度。周期。圆周运动的向心加速度 $a=v^2/R$ B
说明：不要求会推导向心加速度的公式 $a=v^2/R$

二、力

11. 力是物体间的相互作用，是物体发生形变和物体运动状态变化的原因 B
力是矢量，力的合成和分解。
12. 万有引力定律。重力。重心。 B
13. 形变和弹力。胡克定律。 B
14. 静摩擦。最大静摩擦力 B
15. 滑动摩擦。滑动摩擦定律。 B
说明：1. 地球表面附近，可认为重力近似等于万有引力
2. 不要求知道静摩擦因素

三、牛顿三定律

16. 牛顿第一定律。惯性 B
17. 牛顿第二定律。质量。圆周运动中的向心力。 B
18. 牛顿第三定律。 B
19. 牛顿力学的适用范围
20. 牛顿定律的应用 B
21. 万有引力定律的应用，人造地球卫星的运动（限于圆轨道） B
22. 宇宙速度，
23. 超重和失重。
24. 共点力作用下的物体的平衡 B

四、动量、机械能

- 25. 动量、冲量. 动量定理. B
- 26. 动量守恒定律 B
- 27. 功, 功率. B
- 28. 动能, 做功跟动能改变的关系 (动能定理) B
- 29. 重力势能. 重力做功与重力势能改变的关系 B
- 30. 弹性势能.
- 31. 机械能守恒定律 B
- 32. 动量知识和机械能知识的应用 (包括碰撞、反冲、火箭) B
- 33. 航天技术的发展和宇宙航行

说明: 动量定理和动量守恒定律的应用只限于一维的情况.

五、振动和波

- 34. 弹簧振子, 简谐振动, 简谐振动的振幅、周期和频率, 简谐振动的位移--时间图象. B
- 35. 单摆, 在小振幅条件下单摆作简谐振动, 周期公式. B
- 36. 振动中的能量转化
- 37. 受迫振动, 受迫振动, 受迫振动的振动频率. 共振及其常见的应用.
- 38. 振动在介质中的传播——波. 横波和纵波. 横波的图象, 波长、频率和波速的关系 B
- 39. 波的叠加. 波的干涉. 衍射现象
- 40. 声波, 超声波及应用
- 41. 多普勒效应

六、分子动理论、热和功、气体

- 42. 物质是由大量分子组成的.阿佛加德罗常量.分子的热运动布朗运动、分子间的相互作用力.
- 43. 分子热运动的动能, 温度是物体的热运动平均动能的标志.物体分子间的相互作用势能. 物体的内能
- 44. 做功和热传递是改变物体内能的两种方式. 热量. 能的转化守恒定律.
- 45. 热力学第一定律
- 46. 热力学第二定律
- 47. 永动机不可能
- 48. 热力学第三定律(绝对零度不可达到)
- 49. 能量的开发和利用. 能源的利用与环境保护
- 50. 气体的状态和状态参量.热力学温度.
- 51. 气体的体积、温度、压强之间的关系
- 52. 气体分子运动的特点
- 53. 气体压强的微观意义

七、电场

- 54. 两种电荷、电荷守恒定律
- 55. 真空中的库仑定律. 电荷量 B
- 56. 电场、电场强度、电场线、点电荷的场强、匀强电场. 电场强度的叠加。 B
- 57. 电势能、电势差、电势、等势面、电动势。 B
- 58. 匀强电场中电势差跟电场强度的关系 B
- 59. 静电屏蔽
- 60. 带电粒子在匀强电场中的运动 B
- 61. 示波管、示波器及其应用
- 62. 电容器. 电容. B

63. 平行板电容器的电容. 常用的电容器

说明: 带电粒子在匀强电场中的运动的计算, 只限于带电粒子进电场时速度平行或垂直于场强的情况

八、稳恒电流

64. 电流. 欧姆定律. 电阻和电阻定律 B

65. 电阻率与温度的关系

66. 半导体及其应用、超导及其应用

67. 电阻的串、并联. 串联电路的分压作用. 并联电路的分流作用 B

68. 电功, 电功率. 串联、并联电路的功率分配 B

69. 电源的电动势和内电阻. 闭合电路的欧姆定律. 路端电压. B

70. 电流、电压和电阻的测量: 电流表、电压表和欧姆表的使用. 伏安法测电阻 B

九、磁场

71. 电流的磁场.

72. 磁感应强度、磁感线. 地磁场 B

73. 磁性材料、分子电流假说、磁现象的本质

74. 磁场对通电直导线的作用、安培力、左手定则 B

75. 磁电式电表的原理.

76. 磁场对运动电荷的作用. 洛伦兹力. 带电粒子在匀强磁场中的运动 B

77. 质谱仪、回旋加速器

说明: 1. 安培力的计算只限于直导线跟 B 平行或垂直的两种情况

2. 洛伦兹力的计算只限于 v 跟 B 平行或垂直的两种情况

十、电磁感应

78. 电磁感应现象、磁通量、法拉第电磁感应定律. 感应电流的方向 (右手定则、楞次定律). B

79. 导体切割磁感线时的感应电动势、右手定则 B

80. 自感现象

81. 日光灯

说明: 1. 导体切割磁感线时感应电动势的计算, 只限于 v 垂直于 B 、 v 的情况

2. 在电磁感应现象里, 不求判断内电路中各点电势的高低

十一、交变电流

82. 交流发电机及其产生正弦交流电流的原理, 正弦式电流的图象. 最大值与有效值, 周期与频率. B

83. 电阻、电感和电容对交变电流的作用

84. 变压器的原理, 电压比和电流比 B

85. 电能的输送.

只要求讨论单相理想变压器

十二、电磁振荡和电磁波

86. 振荡电路、电磁波、电磁波的周期、频率、波长和频率

87. 无线电波的发射和接收

88. 电视、雷达

十三、光的反射和折射

89. 光的直线传播. 本影和半影

90. 光的反射, 反射定律. 平面镜成像作图法 B

91. 光的折射, 折射定律, 折射率. 全反射和临界角 B

92. 光导纤维

93. 棱镜, 光的色散

十四、光的波动性和微粒性

94. 光本性学说的发展简史.
95. 光的干涉现象、双缝干涉、薄膜干涉、双缝干涉的条纹间距与波长的关系.
96. 光的衍射
97. 光的偏振现象
98. 光谱和光谱分析. 红外线、紫外线、X射线、Y射线以及它们的应用, 光的电磁本性. 电磁波谱
99. 光电效应、光子、爱因斯坦光电效应方程 **B**
100. 光的波粒二象性、物质波
101. 激光的特性及应用

十五、原子和原子核

102. α 粒子散射实验. 原子的式结构.
103. 氢原子的能级结构、光子的发射和吸收 (玻尔模型) **B**
104. 氢原子的电子云
105. 原子核的组成、天然放射现象. α 射线、 β 射线、 γ 射线. 衰变、半衰期
106. 原子核的人工转变. 核反应方程、放射性同位素及应用
107. 放射性污染和防护
108. 核能. 质量亏损. 爱因斯坦的质能方程 **B**
109. 重核的裂变. 链式反应. 核反应堆
110. 轻核的聚变. 可控热核反应
111. 人类对物质结构的认识

十六、单位制 112. 单位制 中学物理中涉及到的国际单位制的基本单位和其它物理量的单位

小时、分、摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)、标准大气压、毫米汞柱、升、电子伏特(eV)

知道国际单位制中规定的单位符号.

十七、实验

113. 长度的测量
114. 研究匀变速直线运动
115. 研究弹力和弹簧伸长的关系
116. 验证力的平行四边形定则
117. 验证动量守恒定律
118. 研究平抛物体的运动.
119. 验证机械能守恒定律.
120. 用单摆测定重力加速度
121. 用油膜法估测分子的大小
122. 用描迹法画出电场中平面上的等势线
123. 测定金属的电阻率 (同时练习使用螺旋测微器).
124. 描绘小电珠的伏安特性曲线
125. 把电流表改装为电压表
126. 测电池的电动势和内电阻.
127. 用多用表探索黑箱内的电学元件
128. 练习使用示波器
129. 传感器的简单应用
130. 测定玻璃的折射率
131. 用双缝干涉测光波的波长

说明: 1. 要求会正确使用的仪器主要有: 刻度尺、游标卡尺、螺旋测微器、天平、秒表、打点计时器、弹簧秤、温度表、电流表、电压表、多用电表、滑动变阻器、电阻箱, 等等

2. 要求认识误差问题在实验中的重要性，了解误差的概念，知道系统误差和偶然误差；知道用多次测量求平均值的方法减小偶然误差；能在某些实验中分析误差的主要来源；不要求计算误差
3. 要求知道有效数字的概念，会用有效数字表达直接测量的结果间接测量的有效数字不作要。

总结：共有 50 个 B 级知识要求，有 21 条定律，19 个实验

高考物理解答题规范化要求

广东省兴宁市罗岗中学 刘远辉 2006 年 4 月 QQ:280541381

物理计算题可以综合地考查学生的知识和能力，在高考物理试题中，计算题在物理部分中的所占的比分很大(60%)，单题的分值也很高。一些考生考后感觉良好但考分并不理想，一个很重要的原因便是解题不规范导致失分过多。在高考的物理试卷上对论述计算题的解答有明确的要求：“**解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分，有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。**”具体地说，物理计算题的解答过程和书写表达的规范化要求，主要体现在以下几个方面。

一、文字说明要清楚

必要的文字说明是指以下几方面内容◆

- ① 对非题设字母、符号的说明。题中物理量有给定符号的，必须严格按题给符号表示，无需另设符号；题中物理量没有给定符号的，应该按课本习惯写法（课本原始公式）形式来设定。◆
- ② 对于物理关系的说明和判断。如在光滑水平面上的两个物体用弹簧相连，“在两物体速度相等时弹簧的弹性势能最大”，“在弹簧为原长时物体的速度有极大值。”◆
- ③ 说明方程的研究对象、所处的状态、所描述的物理过程或物理情境的要点，关键的条件作必要的分析判断。即说明某个方程是关于“谁”的，是关于“哪个状态或过程”的。
- ④ 说明列出方程的根据，这是展示考生思维逻辑严密性的重要步骤。◆
- ⑤ 选择物理规律的列式形式；按课本公式的“原始形式”书写。
- ⑥ 诠释结论：说明计算结果中负号的物理意义，说明矢量的方向。◆
- ⑦ 对于题目所求、所问的答复，说明结论或者结果。

二、主干方程要突出（在高考评卷中，主干方程是得分的重点）

主干方程是指物理规律公式或数学的三角函数、几何关系式等

- (1) 主干方程式要有依据，一般表述为：依 xx 物理规律得；由图几何关系得，根据……得等。
- (2) 主干方程列式形式得当、书写规范，严格按课本“原始公式”的形式列式，而不能列变形式或结果计算式
- (3) 列方程时，物理量的符号要用题目中所给符号，不能自己另用字母符号表示，若题目中没有给定物理量符号，应该先设定，设定也有要求（按课本形式设定），
如：U 表示两点间的电压， φ 表示某点的电势，E 表示电动势， ε 表示电势能

- (4) 主干方程单独占一行，按首行格式放置；式子要编号，号码要对齐。
- (5) 对所列方程式（组）进行文字（符号）运算，推导出最简形式的计算式，具体推导过程只在草稿纸上演算而不必写在卷面上。如果题目有具体的数值运算，则只在最简形式的计算式中代入数值算出最后结果，切忌分步进行代数运算。
- (6) 要用原始式联立求解，不要用连等式，不断地用等号连等下去，因为这样往往因某一步的计算错误会导致整个等式不成立而失分。

三、书写布局要规范

(1) 文字说明的字体要书写工整、版面布局合理整齐、段落清晰、美观整洁。详略得当、言简意赅、逻辑性强。一定要突出重要解题观点。

(2) 要用规范的物理语言、式子准确地表达你的解答过程，准确求得结果并得出正确结论。

四、总结为一个要求：

就是要用最少的字符，最小的篇幅，表达出最完整的解答，以使评卷老师能在最短的时间内把握你的答题信息，就是一份最好的答卷。

突破物理计算题的策略

一、主干、要害知识重点处理

在清楚明确整个高中物理知识框架的同时，对主干知识（如牛顿定律、动量定理、动量守恒、能量守恒、闭合电路欧姆定律、带电粒子在电场、磁场中的运动特点、法拉第电磁感应定律、全反射现象等）的公式来源、使用条件、常见应用特别要反复熟练，在弄懂弄通的基础上抓各种知识的综合应用、横向联系，形成纵横交错的网络。

二、熟练、灵活掌握解题方法

基本方法：审题技巧、分析思路、选择规律、建立方程、求解运算、验证讨论等

技巧方法：指一些特殊方法如整体法、隔离法、模型法、等效法、极端假设法、图象法、极值法等。在习题训练中，应拿出一定时间反复强化解题时的一般步骤，以形成良好的科学思维习惯，在此基础上辅以特殊技巧，将事半功倍。

此外，还应掌握三优先四分析的解题策略，即优先考虑整体法、优先考虑动能定理、优先考虑动量定理；分析物体的受力情况、分析物体的运动情况、分析力做功的情况、分析物体间能量转化情况。形成有机划、多角度、多侧面的解题方法网络。

三、专题训练要有的放矢

专题训练的主要目的是通过解题方法指导，总结出同类问题的一般解题方法与其变形、变式。而且要特别注意四类综合题的系统复习：

- 1、强调物理过程的题，要分清物理过程，弄清各阶段的特点、相互之间的关系、选择物理规律、选用解题方法、形成解题思路。
- 2、模型问题，如平衡问题、追击问题、人船问题、碰撞问题、带电粒子在复合场中的加速、偏转问题等，只要将物理过程与原始模型合理联系起来，就容易解决。
- 3、技巧性较高的题目，如临界问题、模糊问题，数理结合问题等，要注意隐含条件的挖掘、“关键点”的突破、过程之间“衔接点”的确定、重要词的理解、物理情景的创设，逐步掌握较高的解题技巧。
- 4、信息给予题。步骤：（1）阅读理解，发现信息（2）提炼信息，发现规律（3）运用规律，联

想迁移（4）类比推理，解答问题

四、强化解题格式规范化

- 1、对概念、规律、公式表达要明确无误
- 2、对图式分析、文字说明、列方程式、简略推导、代入数据、计算结果、讨论结论等步骤应完整、全面、不可缺少
- 3、无论是文字说明还是方程式推导都应简洁明了，言简意赅，注意单位的统一性和物理量的一致性。

物理规范解题的要求

一、要明确研究对象，如：以***为研究对象。有的题目涉及的物体比较多，这时明确研究对象是很重要的，必须针对不同的问题灵活选取研究对象。

二、作必要的示意图或函数图象要规范

三、要说明研究对象所经历的物理过程。不同的物理过程所对应的函数关系式就不同，对不同的过程必须一一说明。

四、列方程式要规范。

首先，列方程所依据的物理规律、定理、公式一定要加以文字说明，如：由***定理得。

其次，列方程的字母要规范，题设中没有说明的字母在应用时必须加以说明，如：设物体 A 的速度为 v 等。

最后，所列方程必须是用题设中字母表示的原始式子，而不是变形式或带入数据之后的式子，如：不要直接用 $R=mv/qB$ ，而应先写出 $qvB=mv^2/R$

高考物理定理、定律、公式表

(罗岗中学刘远辉编)

2006年4月

总结了一个公式: A(成功) = X(艰苦的劳动) + Y(正确的方法) + Z(少说空话)。(编好)

一、质点的运动(1)-----直线运动

1) 匀变速直线运动

1. 平均速度 $V_{\text{平}} = s/t$ (定义式)
2. 有用推论 $V_t^2 - V_0^2 = 2as$
3. 中间时刻速度 $V_{t/2} = V_{\text{平}} = (V_t + V_0)/2$
4. 末速度 $V_t = V_0 + at$
5. 中间位置速度 $V_{s/2} = [(V_0^2 + V_t^2)/2]^{1/2}$
6. 位移 $s = V_{\text{平}}t = V_0t + at^2/2 = V_{t/2}t$
7. 加速度 $a = (V_t - V_0)/t$ {以 V_0 为正方向, a 与 V_0 同向(加速) $a > 0$; 反向则 $a < 0$ }
8. 实验用推论 $\Delta s = aT^2$ { Δs 为连续相邻相等时间(T)内位移之差}
9. 主要物理量及单位: 初速度(V_0): m/s; 加速度(a): m/s²; 末速度(V_t): m/s; 时间(t)秒(s); 位移(s): 米(m); 路程: 米; 速度单位换算: 1 m/s = 3.6 km/h.

注: ① 平均速度是矢量, ② 物体速度大, 加速度不一定大,

③ $a = (V_t - V_0)/t$ 只是量度式, 不是决定式,

④ 其它相关内容: 质点、位移和路程、参考系、时间与时刻、s-t图、v-t图、速度与速率、瞬时速度。

2) 自由落体运动

1. 初速度 $V_0 = 0$ $a = g$;
2. 末速度 $V_t = gt$
3. 下落高度 $h = gt^2/2$ (从 V_0 位置向下计算)
4. 推论 $V_t^2 = 2gh$

注: ① 自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动, 遵循匀变速直线运动规律;

② $a = g = 9.8 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$ (重力加速度在赤道附近较小, 高山处比平地小, 方向竖直向下)。

3) 竖直上抛运动

1. 位移 $s = V_0t - gt^2/2$
2. 末速度 $V_t = V_0 - gt$ ($g = 9.8 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$)
3. 有用推论 $V_t^2 - V_0^2 = -2gs$
4. 上升最大高度 $H_m = V_0^2/2g$ (抛出点算起)
5. 往返时间 $t = 2V_0/g$ (从抛出落回原位置的时间)

注: ① 全过程处理: 是匀减速直线运动, 以向上为正方向, 加速度取负值;

② 分段处理: 向上为匀减速直线运动, 向下为自由落体运动, 具有对称性;

③ 上升与下落过程具有对称性, 如在同点速度等值反向等。

二、质点的运动(2) ----曲线运动、万有引力

1) 平抛运动

1. 水平方向速度: $V_x = V_0$
2. 竖直方向速度: $V_y = gt$
3. 水平方向位移: $x = V_0t$
4. 竖直方向位移: $y = gt^2/2$
5. 运动时间 $t = (2y/g)^{1/2}$ (通常又表示为 $(2h/g)^{1/2}$)
6. 合速度 $V_t = (V_x^2 + V_y^2)^{1/2} = [V_0^2 + (gt)^2]^{1/2}$ 合速度方向与水平夹角 $\beta: \text{tg}\beta = V_y/V_x = gt/V_0 = 2\text{tg}\alpha$;
7. 合位移: $s = (x^2 + y^2)^{1/2}$ 位移方向与水平夹角 $\alpha: \text{tg}\alpha = y/x = gt/2V_0 = \text{tg}\beta/2$
8. 水平方向加速度: $a_x = 0$; 竖直方向加速度: $a_y = g$

注: ① 平抛运动是匀变速曲线运动, 加速度为 g , 通常可看作是水平方向的匀速直线运动与竖直方向的自由落体运动的合成;

② 运动时间由下落高度 $h(y)$ 决定与水平抛出速度无关;

③ θ 与 β 的关系为 $\text{tg}\beta = 2\text{tg}\alpha$;

④ 在平抛运动中时间 t 是解题关键;

⑤ 做曲线运动物体必有加速度, 当速度方向与所受合力(加速度)方向不在同一直线上时, 物体做曲线运动。

2) 匀速圆周运动

1. 线速度 $V = s/t = 2\pi r/T$
2. 角速度 $\omega = \Phi/t = 2\pi/T = 2\pi f$

3.向心加速度 $a=V^2/r=\omega^2r=(2\pi/T)^2r$ 4.向心力 $F_{心}=mV^2/r=m\omega^2r=m(2\pi/T)^2r=m\omega v=F_{合}$

5.周期与频率: $T=1/f$ 6.角速度与线速度的关系: $V=\omega r$

7.角速度与转速的关系 $\omega=2\pi n$ (此处频率与转速意义相同)

8.主要物理量及单位: 弧长(s):米(m); 角度(Φ): 弧度(rad); 频率(f): 赫(Hz); 周期(T): 秒(s); 转速(n): r/s; 半径(r):米(m); 线速度(V): m/s; 角速度(ω): rad/s; 向心加速度: m/s^2 。

注:①向心力可以由某个具体力提供,也可以由合力提供,还可以由分力提供,方向始终与速度方向垂直指向圆心。

②做匀速圆周运动的物体,其向心力等于合力,并且向心力只改变速度的方向,不改变速度的大小,因此物体的动能保持不变,向心力永不做功,但动量不断改变。

(3)万有引力

1.开普勒第三定律: $T^2/R^3=K=4\pi^2/GM$

(R:轨道半径, T:周期, K:常量(与行星质量无关, 取决于中心天体的质量))

2.万有引力定律: $F=Gm_1m_2/r^2$ ($G=6.67\times 10^{-11}N\cdot m^2/kg^2$, 方向在它们的连线上)

3.天体上的重力和重力加速度: $GMm/R^2=mg$; $g=GM/R^2$ (R:天体半径(m), M: 天体质量(kg))

4.卫星绕行速度、角速度、周期: $V=(GM/r)^{1/2}$; $\omega=(GM/r^3)^{1/2}$; $T=2\pi(r^3/GM)^{1/2}$ {M: 中心天体质量}

5.第一(二、三)宇宙速度 $V_1=(g_{地}r_{地})^{1/2}=(GM/r_{地})^{1/2}=7.9km/s$; $V_2=11.2km/s$; $V_3=16.7km/s$

6.地球同步卫星 $GMm/(r_{地}+h)^2=m4\pi^2(r_{地}+h)/T^2$ { $h\approx 36000km$:距地球表面的高度, $r_{地}$:地球的半径}

注:①天体运动所需的向心力由万有引力提供, $F_{向}=F_{万}$;

②应用万有引力定律可估算天体的质量密度等;

③地球同步卫星只能运行于赤道上空, 运行周期和地球自转周期相同; 线速度、离地高度、加速度都恒定。

④卫星轨道半径变小时,势能变小、动能变大、速度变大、周期变小(一同三反);

⑤地球卫星的最大环绕速度和最小发射速度均为 $7.9km/s$ 。

三、力(常见的力、力的合成与分解)

1) 常见的力

1.重力 $G=mg$ (方向竖直向下, $g=9.8m/s^2\approx 10m/s^2$, 作用点在重心, 适用于地球表面附近)

2.胡克定律 $F=kx$ (方向沿恢复形变方向, k: 劲度系数(N/m), x: 形变量(m))

3.滑动摩擦力 $F=\mu F_N$ (与物体相对运动方向相反, μ : 摩擦因数, F_N : 正压力(N))

4.静摩擦力 $0\leq f_{静}\leq f_m$ (与物体相对运动趋势方向相反, f_m 为最大静摩擦力)

5.万有引力 $F=Gm_1m_2/r^2$ ($G=6.67\times 10^{-11}N\cdot m^2/kg^2$,方向在它们的连线上)

6.静电力 $F=kQ_1Q_2/r^2$ ($k=9.0\times 10^9N\cdot m^2/C^2$,方向在它们的连线上)

7.电场力 $F=qE$ (E: 场强 N/C, q: 电量 C, 正电荷受的电场力与场强方向相同)

8.安培力 $F=BIL\sin\theta$ (θ 为 B 与 L 的夹角, 当 $L\perp B$ 时: $F=BIL$, $B//L$ 时: $F=0$)

9.洛伦兹力 $f=qBV\sin\theta$ (θ 为 B 与 V 的夹角, 当 $V\perp B$ 时: $f=qVB$, $V//B$ 时: $f=0$)

注:①劲度系数 k 由弹簧自身决定;

②摩擦因数 μ 与压力大小及接触面积大小无关, 由接触面材料特性与表面状况等决定;

③ f_m 略大于 μF_N , 一般视为 $f_m\approx\mu F_N$; ④其它相关内容: 静摩擦力(大小、方向)(见课本);

⑤物理量符号及单位 B: 磁感强度(T), L: 有效长度(m), I: 电流强度(A), V: 带电粒子速度(m/s), q: 带电粒子电量(C);

⑥安培力与洛伦兹力方向均用左手定则判定。

2)力的合成与分解

1.同一直线上力的合成 同向: $F=F_1+F_2$, 反向: $F=F_1-F_2$ ($F_1>F_2$)

2.互成角度力的合成: $F=(F_1^2+F_2^2+2F_1F_2\cos\alpha)^{1/2}$ (余弦定理) $F_1\perp F_2$ 时(即正交): $F=(F_1^2+F_2^2)^{1/2}$

3.合力大小范围: $|F_1-F_2|\leq F_{合}\leq |F_1+F_2|$

4.力的正交分解: $F_x=F\cos\beta$, $F_y=F\sin\beta$ (β 为合力与 x 轴之间的夹角 $\tan\beta=F_y/F_x$)

注: ①力(矢量)的合成与分解遵循平行四边形定则;

②合力与分力的关系是等效替代关系,可用合力替代分力的共同作用,反之也成立;

- ③除公式法外，也可用作图法求解,此时要选择标度,严格作图;
- ④ F_1 与 F_2 的值一定时, F_1 与 F_2 的夹角(α 角)越大，合力越小;
- ⑤同一直线上力的合成，可沿直线取正方向，用正负号表示力的方向，化简为代数运算。

四、动力学（运动和力）

- 1.牛顿第一运动定律(惯性定律): 物体具有惯性，总保持匀速直线运动状态或静止状态,直到有外力迫使它改变这种状态为止
- 2.牛顿第二运动定律: $F_{合}=ma$ 或 $a=F_{合}/m$ (a 由合外力决定,与合外力方向一致)
- 3.牛顿第三定律: $F=-F'$ {负号表方向相反,两力各自作用在对方.平衡力与作用力反作用力区别.实际应用:反冲运动}
- 4.共点力的平衡 $F_{合}=0$ ，推广 {正交分解法、三力汇交原理}
- 5.超重: $F_N>G$ ，失重: $F_N<G$ {加速度方向向下，均失重，加速度方向向上，均超重}
- 6.牛顿运动定律的适用条件: 适用于解决低速运动问题，适用于宏观物体，不适用于处理高速问题，不适用于微观粒子（见课本） 注:平衡状态是指物体处于静止或匀速直线状态,或者是匀速转动。

五、振动和波（机械振动与机械振动的传播）

- 1.简谐振动 $F=-kx$ { F :回复力, k :比例系数, x :位移, 负号表示 F 的方向与 x 始终反向}
 - 2.单摆周期 $T=2\pi(L/g)^{1/2}$ { L :摆长(m), g :当地重力加速度值, 成立条件:摆角 $\theta<10^\circ$; $L>r$ }
 - 3.受迫振动频率特点: $f=f_{驱动力}$
 - 4.发生共振条件: $f_{驱动力}=f_{固有}$ ， $A=\max$ ，共振的防止和应用（见课本）
 - 5.机械波、横波、纵波（见课本）
 - 6.波速 $v=s/t=\lambda f=\lambda/T$ {波传播过程中，一个周期向前传播一个波长；波速大小由介质本身所决定}
 - 7.声波的波速(在空气中) $0^\circ\text{C}: 332\text{m/s}$; $20^\circ\text{C}: 344\text{m/s}$; $30^\circ\text{C}: 349\text{m/s}$; (声波是纵波)
 - 8.波发生明显衍射（波绕过障碍物或孔继续传播）条件：障碍物或孔的尺寸比波长小，或者相差不大， λ 大（ f 小）衍射明显。
 - 9.波的干涉条件：两列波频率相同、(相位相同)，
 振动加强：到两振源的距离=波长整数倍 $\Delta S=n\lambda$
 振动减弱：到两振源的距离=半个波长的奇数倍 $\Delta S=(2n+1)\lambda/2$
 - 10.多普勒效应:由于波源与观测者间的相互运动，导致波源发射频率与接收频率不同 {相互接近，接收频率增大，反之，减小（见课本）}
- 注:①物体的固有频率与振幅、驱动力频率无关，取决于振动系统本身；
 ②加强区是波峰与波峰或波谷与波谷相遇处（振动步调相同的地方），这些点也在作振动。
 减弱区则是波峰与波谷相遇处；（振动步调反相的地方）
 ③波只是传播了振动形式，质点本身不随波发生迁移（只在平衡位置附近振动），是传递能量的一种方式；也传递信号。
 ④反射、干涉、衍射、多普勒效应等是波特有的现象；
 ⑤振动图象与波动图象区别；
 ⑥其它相关内容：超声波及其应用、振动中的能量转化（见课本）。

六、冲量与动量(物体的受力与动量的变化)

- 1.动量: $p=mv=\sqrt{2mE_k}$ { p :动量(kg/s), m :质量(kg), v :速度(m/s), 方向与速度方向相同}
- 3.冲量: $I=Ft$ { I :冲量($\text{N}\cdot\text{s}$), F :恒力(N), t :力的作用时间(s), 方向由 F 决定}
- 4.动量定理: $I=\Delta p$ 或 $Ft=mv_t-mv_0$. { Δp :动量变化 $\Delta p=mv_t-mv_0$, 是矢量式}
- 5.动量守恒定律: $p_{前总}=p_{后总}$ (或 $p=p'$) 也可以是 $m_1v_1+m_2v_2=m_1v_1'+m_2v_2'$
- 6.弹性碰撞: $\Delta p=0$; $\Delta E_k=0$ {即系统的动量和动能均守恒}
- 7.非弹性碰撞 $\Delta p=0$; $0<\Delta E_k<\Delta E_{km}$ { ΔE_k : 损失的动能, E_{km} : 损失的最大动能}
- 8.完全非弹性碰撞 $\Delta p=0$; $\Delta E_k=\Delta E_{km}$ {碰后连在一起成一整体}

9.物体 m_1 以 v_1 初速度与静止的物体 m_2 发生弹性正碰:

$$v_1' = (m_1 - m_2)v_1 / (m_1 + m_2) \quad v_2' = 2m_1v_1 / (m_1 + m_2)$$

10.由 9 得的推论-----等质量弹性正碰时二者交换速度(动能守恒、动量守恒)

11.子弹 m 水平速度 v_0 射入静止置于水平光滑地面的长木块 M , 并嵌入其中一起运动时的机械能损失

$$E_{\text{损}} = mv_0^2/2 - (M+m)v_t^2/2 = fs_{\text{相对}} \quad \{v_t: \text{共同速度}, f: \text{阻力}, s: \text{相对子弹相对长木块的位移}\}$$

注: ①正碰又叫对心碰撞, 速度方向在它们“中心”的连线上;

②以上表达式除动能外均为矢量运算, 在一维情况下可取正方向化为代数运算;

③系统动量守恒条件: 合外力为零或系统不受外力, 则系统动量守恒(碰撞问题、爆炸问题、反冲问题等);

④碰撞过程(时间极短, 发生碰撞的物体构成的系统)视为动量守恒, 原子核衰变时动量守恒;

⑤爆炸过程视为动量守恒, 这时化学能转化为动能, 动能增加;

⑥其它相关内容: 反冲运动、火箭、航天技术的发展和宇宙航行(见课本)。

七、功和能 (功是能量转化的量度)

1.功: $W = Fscos\alpha$ {定义式}{功(J), F:恒力(N), s:位移(m), α :F、s 间的夹角}

2.重力做功: $W_{ab} = mgh_{ab}$ {m:物体质量, $g=9.8m/s^2 \approx 10m/s^2$, h_{ab} : a 与 b 高度差($h_{ab} = h_a - h_b$)}

3.电场力做功: $W_{ab} = qU_{ab}$ {q:电量(C), U_{ab} :a 与 b 之间电势差(V)即 $U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$ }

4.电功: $W = UIt$ (普适式) {U: 电压(V), I:电流(A), t:通电时间(s)}

5.功率: $P = W/t$ (定义式) {P:功率[瓦(W)], W:t 时间内所做的功(J), t:做功所用时间(s)}

6.汽车牵引力的功率: $P = Fv$; $P_{\text{平}} = Fv_{\text{平}}$ {P:瞬时功率, $P_{\text{平}}$:平均功率}

7.汽车以恒定功率启动、以恒定加速度启动、汽车最大行驶速度($v_{\text{max}} = P_{\text{额}}/f$)

8.电功率: $P = UI$ (普适式) {U: 电路电压(V), I: 电路电流(A)}

9.焦耳定律: $Q = I^2Rt$ {Q:电热(J), I:电流强度(A), R:电阻值(Ω), t:通电时间(s)}

10.纯电阻电路中 $I = U/R$; $P = UI = U^2/R = I^2R$; $Q = W = UIt = U^2t/R = I^2Rt$

11.动能: $E_k = mv^2/2 = p^2/2m$ { E_k :动能(J), m: 物体质量(kg), v:物体瞬时速度(m/s)}

12.重力势能: $E_p = mgh$ { E_p :重力势能(J), g:重力加速度, h:竖直高度(m)(从零势能面起)}

13.电势能: $\varepsilon_A = q\varphi_A$ { E_A :带电体在 A 点电势能(J), q:电量(C), φ_A :A 点的电势(V)(从零势能面起)}

14.动能定理(对物体做正功,物体的动能增加):

$$W_{\text{合}} = mv_t^2/2 - mv_0^2/2 \text{ 或 } W_{\text{合}} = \Delta E_k \quad \{W_{\text{合}}: \text{外力对物体做的总功}, \Delta E_k: \text{动能变化 } \Delta E_k = (mv_t^2/2 - mv_0^2/2)\}$$

15.机械能守恒定律: $\Delta E = 0$ 或 $E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$ 也可以是 $mv_1^2/2 + mgh_1 = mv_2^2/2 + mgh_2$

16.重力做功与重力势能的变化(重力做功等于物体重力势能增量的负值) $W_G = -\Delta E_p$

注:①功率大小表示做功快慢,做功多少表示能量转化数量;

② $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ 做正功; $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ 做负功; $\alpha = 90^\circ$ 不做功(力的方向与位移(速度)方向垂直时该力不做功);

③重力(弹力、电场力、分子力)做正功, 则重力(弹性、电、分子)势能减少

④重力做功和电场力做功均与路径无关(见 2、3 两式);

⑤机械能守恒成立条件: 除重力(弹力)外其它力不做功, 只是动能和势能之间的转化;

⑥能的其它单位换算: $1kWh(\text{度}) = 3.6 \times 10^6 J$, $1eV = 1.60 \times 10^{-19} J$; $1u = 931.5 \text{ Mev}$

⑦*弹簧弹性势能 $E = kx^2/2$, 与劲度系数和形变量有关。

八、分子动理论、能量守恒定律

1.阿伏加德罗常数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$; 分子直径数量级 10^{-10} 米、埃; 10^{-9} 米纳米。

膜法测分子直径 $d = V/S$ {V:单分子油膜的体积(m^3), S:油膜表面积(m^2)}

3.分子动理论内容: 物质由大量分子组成; 大量分子在做规则的热运动; 分子间存在相互作用力。

4.分子间的引力和斥力 (1) $r < r_0, f_{\text{引}} < f_{\text{斥}}$, F 分子力表现为斥力

(2) $r = r_0, f_{\text{引}} = f_{\text{斥}}$, F 分子力 = 0, E 分子势能 = E_{min} (最小值)

(3) $r > r_0, f_{\text{引}} > f_{\text{斥}}$, F 分子力表现为引力

(4) $r > 10r_0, f_{\text{引}} < f_{\text{斥}} \approx 0$, F 分子力 ≈ 0 , E 分子势能 ≈ 0

5.热力学第一定律 $\Delta E=W+Q$;-----能的转化守恒定律;-----第一类永动机不可能制成.

{(做功和热传递,这两种改变物体内能的方式,在效果上是等效的),W:外界对物体做的正功(J),Q:物体吸收的热量(J), ΔU :增加的内能(J),涉及到第一类永动机不可造出}

6.热力学第二定律---第二类永动机不能制成---实质:涉及热现象(自然界中实际)的宏观过程都具方向性.

热传递表述:不可能使热量由低温物体传递到高温物体,而不引起其它变化(热传导的方向性);

机械能与内能转化表述:不可能从单一热源吸收热量并把它全部用来做功,而不引起其它变化(机械能与内能转化的方向性)

7.热力学第三定律:热力学零度不可达到 {宇宙温度下限: -273.15 摄氏度(热力学零度)}

注:①布朗粒子不是液体分子,而是固体颗粒,能够反映液体分子的无规则运动,布朗颗粒越小,布朗运动越明显,温度越高越剧烈;

②温度是分子平均动能的标志;

③分子间的引力和斥力同时存在,都随分子间距离的增大而减小,但斥力减小得比引力快;

④分子力做正功,分子势能减小,在 r_0 处 $F_{引}=F_{斥}$;且分子势能最小;

⑤气体膨胀,外界对气体做正功 $W>0$,内能增大 $\Delta E>0$;温度升高,吸收热量, $Q>0$,内能增大 $\Delta E>0$;

⑥物体内能是指物体所有分子动能和分子势能的总和,对于理想气体分子间作用力为零,分子势能为零;

⑦ r_0 为分子处于平衡状态时,分子间的距离;

⑧其它相关内容:能的转化和守恒定律、能源的开发与利用、环保、物体的内能、分子的动能、分子势能。

九、气体的性质

1.气体的状态参量:

温度:宏观上:物体的冷热程度;微观上:物体内部分子无规则运动的剧烈程度的标志,

热力学温度与摄氏温度关系: $T=t+273$ {T:热力学温度(K), t:摄氏温度($^{\circ}C$)}

体积V:气体分子所能占据的空间, 单位换算: $1m^3=10^3L=10^6mL$

压强p:单位面积上,大量气体分子频繁撞击器壁而产生持续、均匀的压力,

标准大气压: $1atm=1.013\times 10^5Pa=76cmHg(1Pa=1N/m^2)$

2.气体分子运动的特点:分子间空隙大;除了碰撞的瞬间外,相互作用力微弱;分子运动速率很大

3.理想气体的状态方程: $p_1V_1/T_1=p_2V_2/T_2$ { $PV/T=$ 恒量, T为热力学温度(K)}

注:①理想气体的内能与理想气体的体积无关,与温度和物质的量有关;

②公式3成立条件为一定质量的理想气体,使用注意温度的单位, t为摄氏温度($^{\circ}C$), T为热力学温度(K)。

十、电场

1.两种电荷、电荷守恒定律、元电荷: ($e=1.60\times 10^{-19}C$);带电体电荷量等于元电荷的整数倍

2.库仑定律: $F=kQ_1Q_2/r^2$ (在真空中) F :点电荷间的作用力(N), k :静电力常量 $k=9.0\times 10^9N\cdot m^2/C^2$, $Q_1、Q_2$:两点电荷的电量(C), r :两点电荷间的距离(m),方向在它们连线上,作用力与反作用力,同种电荷互相排斥,异种电荷互相吸引

3.电场强度: $E=F/q$ (定义式、计算式) { E :电场强度(N/C)是矢量(电场的叠加原理) q :检验电荷的电量(C)}

4.真空点(源)电荷形成的电场 $E=kQ/r^2$ { r :源电荷到该位置的距离(m), Q :源电荷的电量}

5.匀强电场的场强 $E=U_{AB}/d$ { U_{AB} :AB两点间的电压(V), d :AB两点在场强方向的距离(m)}

6.电场力: $F=qE$ { F :电场力(N), q :受到电场力的电荷的电量(C), E :电场强度(N/C)}

7.电势与电势差: $U_{AB}=\varphi_a-\varphi_b$, $U_{AB}=W_{AB}/q=-\Delta E_{AB}/q$

8.电场力做功: $W_{AB}=qU_{AB}=qEd$ { W_{AB} :带电体由A到B时电场力所做的功(J), q :带电量(C), U_{AB} :电场中A,B两点间电势差(V)(电场力做功与路径无关), E :匀强电场强度, d :两点沿场强方向的距离(m)}

9.电势能: $E_A=q\varphi_A$ { E_A :带电体在A点的电势能(J), q :电量(C), φ_A :A点的电势(V)}

10.电势能的变化 $\Delta E_{AB}=E_B-E_A$ {带电体在电场中从A位置到B位置时电势能的差值}

11. 电场力做功与电势能变化 $\Delta \varepsilon_{AB} = -W_{AB} = -qU_{AB}$ (电势能的增量等于电场力做功的负值)

12. 电容 $C = Q/U$ (定义式, 计算式) {C: 电容(F), Q: 电量(C), U: 电压(两极板电势差)(V)}

13. 平行板电容器电容 $C = \varepsilon S/4\pi kd$ (S: 两极板正对面积, d: 两极板间的垂直距离, ε : 介电常数)

电容器两种动态分析: ① 始终与电源相接 u 不变; ② 充电后与电源断开 q 不变. 距离 d 变化时各物理量的变化情况

14. 带电粒子在电场中的加速($V_0 = 0$): $W = \Delta E_k$ 或 $qU = mV_t^2/2$, $V_t = (2qU/m)^{1/2}$

15. 带电粒子沿垂直电场方向以速度 V_0 进入匀强电场时的偏转(不考虑重力作用的情况下)

类平抛运动: 垂直电场方向: 匀速直线运动 $L = V_0 t$ (在带等量异种电荷的平行极板中: $E = U/d$)

平行电场方向: 初速度为零的匀加速直线运动 $d = at^2/2$, $a = F/m = qE/m$

注: ① 两个完全相同的带电金属小球接触时, 电量分配规律: 原带异种电荷的先中和后平分, 原带同种电荷的总量平分;

② 静电场的电场线从正电荷出发终止于负电荷, 电场线不相交, 切线方向为场强方向, 电场线密处场强大, 顺着电场线电势越来越低, 电场线与等势线垂直; 变化电场的电场线是闭合的: 电磁场.

③ 常见电场的电场线分布要求熟记, 特别是等量同种电荷和等量异种电荷连线上及中垂线上的场强

④ 电场强度(矢量)与电势(标量)均由电场本身决定, 而电场力与电势能还与带电体带的电量多少和电荷正负有关;

⑤ 处于静电平衡导体是个等势体, 其表面是个等势面, 导体外表面附近的电场线垂直于导体表面(距导体远近不同的等势面的特点?), 导体内部合场强为零, 导体内部没有净电荷, 净电荷只分布于导体外表面;

⑥ 电容单位换算: $1F = 10^6 \mu F = 10^{12} PF$;

⑦ 电子伏(eV)是能量的单位, $1eV = 1.60 \times 10^{-19} J$;

⑧ 其它相关内容: 静电屏蔽、示波管、示波器及其应用、等势面(见课本)。

十一、恒定电流

1. 电流强度: 宏观: $I = q/t$ (定义式) (I: 电流强度(A), q: 在时间 t 内通过截面的电量(C), t: 时间(s))

微观: $I = nesv$ (n 单位体积自由电荷数, e 自由电荷电量, s 导体截面积, v 自由电荷定向移动速率)

2. 欧姆定律: $I = U/R$ {I: 导体电流强度(A), U: 导体两端电压(V), R: 导体阻值(Ω)}

3. 电阻、电阻定律: $R = \rho L/S$ { ρ : 电阻率($\Omega \cdot m$), L: 导体的长度(m), S: 导体横截面积(m^2)}

4. 闭合电路欧姆定律: $I = E/(r+R)$ 或 $E = Ir + IR$ 也可以是 $E = U_{内} + U_{外}$

{I: 电路中的总电流(A), E: 电源电动势(V), R: 外电路电阻(Ω), r: 电源内阻(Ω)}

5. 电功与电功率: $W = Pt = UIt$, $P = UI$ {W: 电功(J), U: 电压(V), I: 电流(A), t: 时间(s), P: 电功率(W)}

6. 焦耳定律: $Q = I^2 Rt$ {Q: 电热(J), I: 通过导体的电流(A), R: 导体的电阻值(Ω), t: 通电时间(s)}

7. 纯电阻电路中: 由于 $I = U/R$, $W = Q$, 因此 $W = QU = UIt = I^2 Rt = U^2 t/R$

8. 电源总功率、电源输出功率、电源效率: $P_{总} = IE$, $P_{出} = IU$, $\eta = P_{出}/P_{总}$

{I: 电路总电流(A), E: 电源电动势(V), U: 路端电压(V), η : 电源效率}

9. 电路的串/并联 串联电路(P、U 与 R 成正比) 并联电路(P、I 与 R 成反比)

电阻关系(串同并反) $R_{串} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ $1/R_{并} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots$

电流关系 $I_{总} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$ $I_{并} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$

电压关系 $U_{总} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$ $U_{总} = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$

功率分配 $P_{总} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$ $P_{总} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$

10. 欧姆表测电阻

(1) 电路组成 内电路和外电路

(2) 测量原理

两表笔短接后, 调节 R_0 使电表指针满偏, 得 $I_g = E/(r + R_g + R_0)$

接入被测电阻 R_x 后通过电表的电流为 $I_x = E/(r + R_g + R_0 + R_x) = E/(R_{中} + R_x)$

由于 I_x 与 R_x 对应, 因此可指示被测电阻大小

(3) 使用方法: 机械调零、选择量程、欧姆调零、测量读数 {注意挡位(倍率)}、拨 off 挡。

(4) 注意: 测量电阻时, 要与原电路断开, 选择量程使指针在中央附近, 每次换挡要重新短接欧姆调零。

11. 伏安法测电阻

电流表内接法:

电压表示数: $U = U_R + U_A$

R_x 的测量值 $= U/I = (U_A + U_R)/I_R$

$$= R_A + R_x > R_{真}$$

选用电路条件 $R_x \gg R_A$ [或 $R_x > (R_A R_V)^{1/2}$]

电流表外接法:

电流表示数: $I = I_R + I_V$

R_x 的测量值 $= U/I = U_R/(I_R + I_V)$

$$= R_V R_x / (R_V + R) < R_{真}$$

选用电路条件 $R_x \gg R_V$ [或 $R_x < (R_A R_V)^{1/2}$]

12. 滑动变阻器在电路中的限流接法与分压接法

限流接法

电压调节范围小, 电路简单, 功耗小

便于调节电压的选择条件 $R_p > R_x$

注: ①单位换算: $1A = 10^3mA = 10^6\mu A$; $1kV = 10^3V = 10^6mA$; $1M\Omega = 10^3k\Omega = 10^6\Omega$

②各种材料的电阻率都随温度的变化而变化, 金属电阻率随温度升高而增大;

③串联总电阻大于任何一个分电阻, 并联总电阻小于任何一个分电阻;

④当电源有内阻时, 外电路电阻增大时, 总电流减小, 路端电压增大;

⑤当外电路电阻等于电源电阻时, 电源输出功率最大, 此时的输出功率为 $E^2/(4r)$; 效率 50%

⑥其它相关内容: 电阻率与温度的关系半导体及其应用超导及其应用 (见课本)。

调压供电

电压调节范围大, 电路复杂, 功耗较大

便于调节电压的选择条件 $R_p < R_x$

十二、磁场

1. 磁感应强度是用来表示磁场的强弱和方向的物理量, 是矢量, 单位: (T), $1T = 1N/A \cdot m$

2. 安培力 $F = BIL$; (注: $L \perp B$) {B: 磁感应强度(T), F: 安培力(F), I: 电流强度(A), L: 导线长度(m)}

3. 洛仑兹力 $f = qVB$ (注 $V \perp B$); 质谱仪 (见课本) {f: 洛仑兹力(N), q: 带电粒子电量(C), V: 带电粒子速度(m/s)}

4. 在重力忽略不计(不考虑重力)的情况下, 带电粒子进入磁场的运动情况(掌握两种):

(1) 带电粒子沿平行磁场方向进入磁场: 不受洛仑兹力的作用, 做匀速直线运动 $V = V_0$

(2) 带电粒子沿垂直磁场方向进入磁场: 做匀速圆周运动, 规律如下:

(a) $F_{向} = f_{洛} = mV^2/r = m\omega^2 r = m(2\pi/T)^2 r = qVB$;

$$r = mV/qB; \quad T = 2\pi m/qB;$$

(b) 运动周期与圆周运动的半径和线速度无关, 洛仑兹力对带电粒子不做功(任何情况下);

(c) 解题关键: 画轨迹、找圆心、定半径、圆心角 = 二倍弦切角。

注: 1 安培力和洛仑兹力的方向均可由左手定则判定, 只是洛仑兹力要注意带电粒子的正负;

2 磁感线的特点及其常见磁场的磁感线分布要掌握 (见课本);

(d) 其它相关内容: 地磁场、磁电式电表原理、回旋加速器、磁性材料 (见课本)

十三、电磁感应

1. [感应电动势的大小计算公式]

1) $E = n\Delta\Phi/\Delta t = n\Delta BS/\Delta t = n B\Delta S/\Delta t$ (普适公式) {法拉第电磁感应定律},

E: 感应电动势(V), n: 感应线圈匝数, $\Delta\Phi/\Delta t$: 磁通量的变化率, $\Delta B/\Delta t$ 磁感强度变化快慢}

2) $E = BLV$ (垂直切割磁感线运动) {L: 有效长度(m)}

3) $E = nBS\omega \sin(\omega t + \Phi)$; $E_m = nBS\omega$ (交流发电机最大的感应电动势, E_m : 感应电动势峰值)

4) $E = BL^2\omega/2$ (导体一端固定以 ω 旋转切割) { ω : 角速度(rad/s), V: 速度(m/s)}

5)* 自感电动势 $E_{自} = n\Delta\Phi/\Delta t = L\Delta I/\Delta t$ {L: 自感系数(H)(线圈 L 有铁芯比无铁芯时要大), ΔI : 变化电流,

Δt : 所用时间, $\Delta I/\Delta t$: 自感电流变化率(变化的快慢)}

2. 磁通量 $\Phi = BS$ { Φ : 磁通量(Wb), B: 匀强磁场的磁感应强度(T), S: 正对面积(m²)}

3. 感应电动势的正负极可利用感应电流方向判定(注意) {电源内部的电流方向: 由负极流向正极}

注: ①感应电流的方向可用楞次定律或右手定则判定, 楞次定律应用要点 (见课本);

②自感电流总是阻碍引起自感电动势的电流的变化;

③单位换算: $1H = 10^3mH = 10^6\mu H$ 。

④其它相关内容: 自感、日光灯 (见课本)。

十四、交变电流（正弦式交变电流）

1. 电压瞬时值 $e = E_m \sin \omega t$ 电流瞬时值 $i = I_m \sin \omega t$; ($\omega = 2\pi f$)
2. 电动势峰值 $E_m = nBS\omega = 2BLv$ 电流峰值(纯电阻电路中) $I_m = E_m/R$ 总
3. 正(余)弦式交变电流有效值: $E = E_m/(2)^{1/2}$; $U = U_m/(2)^{1/2}$; $I = I_m/(2)^{1/2}$
4. 理想变压器原副线圈中的电压与电流及功率关系
 $U_1/U_2 = n_1/n_2$; $I_1/I_2 = n_2/n_1$; $P_{入} = P_{出}$
5. 在远距离输电中,采用高压输送电能可以减少电能在输电线上的损失: $P_{损} = I^2 R = (P/U)^2 R$;
 $P_{损}$:输电线上损失的功率, P :输送电能的总功率, U :输送电压, R :输电线电阻) (见课本);
6. 公式 1、2、3、4 中物理量及单位: ω :角频率(rad/s); t :时间(s); n :线圈匝数; B :磁感强度(T); S :线圈的面积(m^2); U :(输出)电压(V); I :电流强度(A); P :功率(W)。
注:①交变电流的变化频率与发电机中线圈的转动的频率相同即: $\omega_{电} = \omega_{线}$, $f_{电} = f_{线}$;
②发电机中,线圈在中性面位置磁通量最大,感应电动势为零,过中性面电流方向就改变;
③有效值是根据电流热效应定义的,没有特别说明的交流数值都指有效值;
④理想变压器的匝数比一定时,输出电压由输入电压决定,输入电流由输出电流决定,输入功率等于输出功率,当负载的消耗的功率增大时输入功率也增大,即 $P_{出}$ 决定 $P_{入}$;
⑤其它相关内容: 正弦交流电图象、电阻、电感和电容对交变电流的作用(见课本)。

十五、电磁振荡和电磁波

1. LC 振荡电路 $T = 2\pi(LC)^{1/2}$; $f = 1/T$ { f :频率(Hz), T :周期(s), L :电感量(H), C :电容量(F)}
2. 电磁波在真空中传播的速度 $c = 3 \times 10^8 m/s$ $c = \lambda / T = \lambda f$, $\lambda = c/f$ { λ :电磁波的波长(m), f :电磁波频率}
注:(1)在 LC 振荡过程中,电容器电量最大时,振荡电流为零;电容器电量零时,振荡电流最大;
(2)麦克斯韦电磁场理论:变化的电(磁)场产生磁(电)场;
(3)其它相关内容: 电磁场、电磁波、无线电波的发射与接收、电视雷达(见课本)。

十六、光的反射和折射（几何光学）

1. 反射定律 $\alpha = i$ { α :反射角, i :入射角}
2. 绝对折射率(光从真空中到介质) $n = c/v = \sin i / \sin r$,
{ n :折射率, c :真空中的光速, v :介质中光速, i :入射角, r :折射角; 光的色散说明可见光中红光折射率小, }
3. 全反射: 1) 光从介质中进入真空或空气中时发生全反射的临界角 C : $\sin C = 1/n$
2) 全反射的条件: 光密介质射入光疏介质; 入射角等于或大于临界角
注:①平面镜反射成像规律:成等大正立的虚像,像与物沿平面镜对称;
②三棱镜折射成像规律:成虚像,出射光线向底边偏折,像的位置向顶角偏移;
③光导纤维是光的全反射的实际应用,放大镜是凸透镜,近视眼镜是凹透镜;
④熟记各种光学仪器的成像规律,利用反射(折射)规律、光路的可逆等作出光路图是解题关键;
⑤白光通过三棱镜发色散规律:紫光靠近底边出射见(光学应多看课本)。

十七、光的本性（物理光学:光既有粒子性,又有波动性,称为光的波粒二象性）

1. 两种学说:微粒说(牛顿)、波动说(惠更斯)(第三册)
2. 双缝干涉:中间为亮条纹;
亮条纹位置: $\Delta S = n\lambda$; 暗条纹位置: $\Delta S = (2n+1)\lambda/2$ ($n=0,1,2,3, \dots$);
条纹间距: $\Delta x = L\lambda/d$ $\lambda = d\Delta x/L = da/L(n-1)$
{ ΔS :路程差(光程差); λ :光的波长; $\lambda/2$:光的半波长; d 两条狭缝间的距离; L : 挡板与屏间的距离}
3. 光的颜色由光的频率决定,光的频率由光源决定,与介质无关,光的传播速度与介质有关,光颜色按频率从低到高的排列顺序是:红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫(助记:紫光的频率大,波长小)
4. 薄膜干涉:增透膜的厚度是绿光在薄膜中波长的 $1/4$,即增透膜厚度 $d = \lambda/4$ (见第三册)
5. 光的衍射:光在没有障碍物的均匀介质中是沿直线传播的,在障碍物的尺寸比光的波长大的情况下,光的衍射现象不明显可认为沿直线传播,反之,不能认为光沿直线传播(第三册)

6.光的偏振:光的偏振现象说明光是横波(见第三册)

7.光的电磁说:光本质是一种电磁波。电磁波谱(按波长从大到小排列):无线电波、红外线、可见光、紫外线、伦琴射线、 γ 射线。红外线、紫外、伦琴射线的发现和特性、产生机理、实际应用(见第三册)

8.光子说,一个光子的能量 $E=hf$ { h :普朗克常量= $6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$, f :光的频率}

9.爱因斯坦光电效应方程: $mV_m^2/2=hf-W_0$

{ $mV_m^2/2$:光电子初动能, hf :单个光子能量, W_0 :金属的逸出功}

注:①要会区分光的干涉和衍射产生原理、条件、图样及应用,如双缝干涉、薄膜干涉、单缝衍射、圆孔衍射、圆屏衍射等;②其它相关内容:光的本性学说发展史、泊松亮斑、发射光谱、吸收光谱、光谱分析、原子特征谱线、光电效应的规律光子说、光电管及其应用、光的波粒二象性、激光、物质波(见课本)。

十八、原子和原子核

1. α 粒子散射试验结果:(a)大多数的 α 粒子不发生偏转;(b)少数 α 粒子发生了较大角度的偏转;

(c)极少数 α 粒子出现大角度的偏转(甚至反弹回来)

2.原子核的大小:核半径约 $10^{-15}\sim 10^{-14}\text{m}$, 原子的半径约 10^{-10}m (原子的核式结构)

3.光子的发射与吸收:原子发生定态跃迁时,要辐射(或吸收)一定频率的光子: $hf=E_{\text{初}}-E_{\text{末}}$ {能级跃迁}

4.原子核的组成:质子和中子(统称核子),

{ A =质量数=质子数+中子数, Z =电荷数=质子数=核外电子数=原子序数(见第三册)}

5.天然放射现象: α 射线(α 粒子是氦原子核)、 β 射线(高速运动的电子流)、 γ 射线(波长极短的电磁波)、 α 衰变与 β 衰变、半衰期(有半数以上的原子核发生了衰变所用的时间)。 γ 射线是伴随 α 射线和 β 射线产生的

6.爱因斯坦的质能方程: $E=mc^2$ { E :能量(J), m :质量(Kg), c :光在真空中的速度}

7.核能的计算 $\Delta E=\Delta mc^2$ {当 Δm 的单位用kg时, ΔE 的单位为J;当 Δm 用原子质量单位u时,算出的 ΔE 单位为 uc^2 ; $1uc^2=931.5\text{MeV}$ } (见第三册)。

注:①常见的核反应方程(重核裂变、轻核聚变等核反应方程)要求掌握,②熟记常见粒子的质量数和电荷数;

③质量数和电荷数守恒,依据实验事实,是正确书写核反应方程的关键;

④其它相关内容:氢原子的能级结构、氢原子的电子云、放射性同位素及其应用、放射性污染和防护、重核裂变、链式反应、链式反应的条件、核反应堆、轻核聚变、可控热核反应、人类对物质结构的认识。

总之热学、光学、原子物理学概念多,以多了解课本为根本。(完) 图不完整。