

# 3+X 考试

## 用题型与解题训练手册

本书编委会



### ④ 考试当用题型与解题思路·技巧(中)

- 物理估算与计算题的解法
- 物理论证说理题的解题方法
- 物理综合题的解法
- 物理实验题的解法
- 物理图像题的解法
- 物理条件“不足”或“多余”及“临界”题的解法



中国致公出版社

**《3+X·考试当用题型与解题训练手册·物理卷》④**

(学生用)

**3+X·物理**

**考试当用题型与解题思路·技巧(中)**

- 3+X·物理估算与计算题的解法
- 3+X·物理论证说理题的解法
- 3+X·物理综合题的解法
- 3+X·物理实验题的解法
- 3+X·物理图像题的解法
- 3+X·物理条件“不足”或“多余”及“临界”题的解法

**图书在版编目(CIP)数据**

3+X·考试当用题型与解题训练手册.物理卷/王波波,晓辰编.——北京:中国致公出版社,2001.1

ISBN 7-80096-777-8/G·494

I. 3… II. ①王…②晓… III. 物理课—高中—升学参考资料  
N. G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第88007号

---

**3+X·考试当用题型与解题训练手册·物理卷**

---

编 著:王波波 晓辰

执行主编:冯克诚

责任编辑:钱叶用

封面设计:中版在线

---

出版发行:中国致公出版社

(北京市西城区太平桥大街4号 电话:66168543 邮编:100034)

经 销:全国新华书店

印 刷:北京通县华龙印刷厂

---

开 本:850×1168 1/32开

印 张:43.5

字 数:941千字

版 次:2001年1月第1版

---

ISBN 7-80096-777-8/G·494

定 价:128.00元(全5册)

---

版权所有 翻印必究

# 《3+X·考试当用题型与解题训练手册》

## 出版说明

没有不考试的学习

没有不解题的考试

## 3 + X

考试的革命？

逐步取代全国统一高考的最终形式！

3+X 作为即在全国逐步推行的高考制度,作为中国考试改革经多年探索而确立下来的将逐步取代全国统一高考的最终形式,虽然只是一种考试制度,甚至只是一种高校招生考试制度,但其重视学生综合素质的考察和通过课程课业学习进行学生综合能力培养与训练的精神实质和指导思想,已然成为一种观念,直接和即将影响到学校课堂教学和学生课业学习的方方面面和每一个层次的每一个环节,涉及到教师教学方法和学生的学习方法的各方面。可以说是具有一定的革命性的改革。实践证明:把考试与素质教育对立起来,甚至想取消考试,是教育理论和实践中的一个极大的误区。“没有不考试的学习”解决问题的唯一方法,不是要取消考试,而是要使考试更为科学化、规范化,提高和确保考试的效度和信度。

必须承认,考试是检测学生综合素质和教师教学水平的最好形式,应考能力和效果是学生课业学习的综合素质和能力的最有效和最集中的反映和表现。脱离课业学习,进行学生的所谓素质教育是违背教育方针和教育规律的愚蠢的行为。

考试最直接的形式是解题。“没有不解题的考试”。

**解题是课业学习的基本形式——解题是课业学习的主要内容——解题是课业学习的存在目的——解题是课业学习的兴奋中心。**

课业学习是对人类经过千百年的理论和实践探索所形成的需经过严肃的科学思维整理的知识体系所形成的课程的学习,是一种艰苦的

接受性的智力劳动,而不是纯探索的、再发现的或者试误的学习。千百年的教育实践证明,解题是进行这种学习的不可取代的方式和环节。也是考查学习效果的最好形式。所以,解题教学的科学化、规范化直接影响到学生课业学习的质量,也直接影响到课堂教学的质量和学生的综合素质水平。因此,我们编撰本书:

1.3+X的考试制度,涉及到教学过程的,就是解题教学的环节。本书即按3+X考试改革体系所强调的重视和考察学生综合素质和通过课业学习培养学生解决问题的综合能力的精神,整理解题教学和训练的思想方法,形成完整、科学、规范的解题教学与指导训练体系,使其既适用于高考解题教学与指导、又适用于作为教学环节的各级各类考试训练指导、使其于中小学各级考试:招生、入校、入学、平时检测、中期、期末、阶段、单元、年级、升学、中考、高考等各级考试的解题教学都具有直接的实用价值。

2.强化各级各类教学中的解题教学与训练环节,使这一环节不仅是教师课堂教学和学生课业学习过程中的一个有机环节,而且也使这环节完全遵循自身相对独立的存在规律和模式,成为教学过程的集中体现,集中解决教学过程中出现的矛盾和问题。形成“解题教学——作业练习复习——考试解题技巧方法训练”的科学范式。

3.把解题的思想方法和思维训练放在培养解题能力的核心地位。把各学科的常用思想方法、思维方法和解决问题的思维模式纳入解题教学之中。

4.学生在解题教学与训练中是真正的主体,注意培养和激发学生解题的兴趣、主动的精神。本书不是教辅,更不是题库,它集中介绍的解决问题的实用思路、策略、方法和技巧。

5.3+X考试常用题型与解题技巧是总结多年来的常见题型及解题方法,着重从题型入手,综合分析运用解题教学与训练的成果进行解题的思路、策略、方法、技巧的训练。是解题教学的直接应用。

本书编委会

2001年元月

# 《3 + X·考试当用题型与解题训练手册》

—— 编 委 会 ——

■ 执行主编

冯克诚

■ 编 委 会

冯克诚 程方平 毕 诚 劳凯声

檀传宝 王 坦 施克灿 金生宏

李五一 丁家棟 吴龙辉 顾 春

雒启坤 刘焯铿 王孚生 刘敬尧

冯振飞 冯月文 肖乃明 胡定南

董英伟 孙英志 孙晋平 李清乔

李明杨 方学俊 龚国玉 陈 丽

尚 斌 迟为强 何 光 向南屏

贺新兴



## 3 + X·物理考试当用题型与解题思路·技巧(中)

### 第三部分

#### 3 + X·物理估算与计算题的解法

物理估算题的题型特点 .....	(1)
物理估算题的分类导析 .....	(3)
物理估算题及其七种解法 .....	(5)
物理估算题的五种类型及其解法 .....	(10)
解物理估算题四要 .....	(14)
高中物理估算问题的求解思路与方法 .....	(17)
高考估算题的特点和解答四法 .....	(20)
“估算”类竞赛题解法 .....	(25)
初探初中物理计算题中已知条件的五种类型 .....	(27)
忽略不计与具体问题具体分析 .....	(30)
物理计算题的六种变化及解法特点 .....	(33)
解计算题的五种方法 .....	(37)
穷解法在解计算题中的运用 .....	(42)
初步判断物理计算题答案·一法 .....	(43)
计算题得分率下降的原因及对策 .....	(44)
文字计算题的解题训练 .....	(49)
文字计算题中的单位 .....	(56)
初中物理解题中有关数据处理的三个问题 .....	(57)
中考物理计算题类型 .....	(59)
高考综合计算题与智能素质培养 .....	(60)

### 第四部分

#### 3 + X·物理论证说理题的解题方法

物理论证题的解答 .....	(67)
----------------	------

解物理问答题四要 .....	(69)
说理题的解答步骤与方式 .....	(71)
物理说理题的答法 .....	(72)
三段论法解说量题 .....	(74)
用数学式子解问答题 .....	(75)
提高解答说理题能力的三条基本途径 .....	(76)
提高解答物理问答题能力的六种方法 .....	(78)
解答物理说理题的指导方法 .....	(80)
解答初中物理问答题四诀 .....	(82)
初中物理说理题五种类型及解法 .....	(83)
初中物理问答题解题方法的指导 .....	(86)
初中物理说理题的作用 .....	(88)
初中生解答说理题常见的十五种错误 .....	(91)

### 第五部分

## 3+X·物理综合题的解法

物理综合题解题探讨 .....	(95)
物理综合题及其解法 .....	(99)
解初中物理综合题的两种方法 .....	(102)
分解拆零化繁为简解综合题 .....	(105)
物理链式题及其解法指导 .....	(108)
物理链式题的编拟与解法 .....	(110)

### 第六部分

## 3+X·物理实验题的解法

物理实验考查的六种命题类型 .....	(113)
五类实验题型及解法 .....	(121)
综合性实验题 .....	(126)
物理实验“表格题”的命题三种类型及解法 .....	(128)
实验选择题的类型及解法 .....	(131)



物理实验习题的解题指导	(134)
物理实验试题解题中综合素质的培养	(137)
物理实验题的编选	(142)
中考物理实验题型归类及解法	(147)
全国中考物理实验题分类解法	(152)
初中物理实验题的设计	(158)
农村中学物理实验习题解法指导	(160)
高考物理实验题型分析与应试对策	(163)
高考物理实验题分类及解法	(170)
高考物理实验题特点	(176)

### 第七部分

## 3 + X·物理图像题的解法

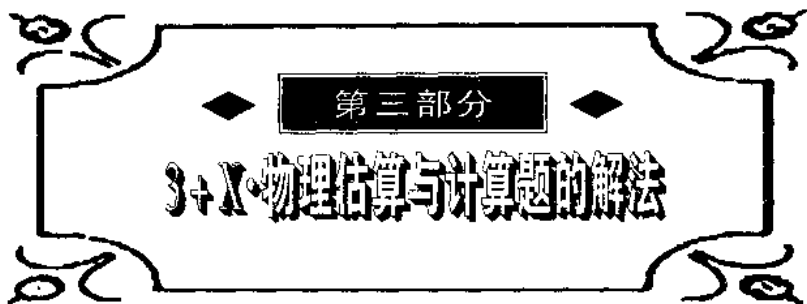
图像习题解法	(179)
初中物理画图题及其解法	(182)
中考作图题的七种类型及其解法	(186)
高考物理题的题图与题解	(191)
高考物理图像题的六种类型及解法	(194)
高考物理图像题的五种类型及解法	(200)
创设物理图景三法	(203)
图线在物理解题中的运用	(207)
解析法和图像法	(210)
以“图”助“解”的方法	(222)
五种函数图像在解物理题中的运用	(223)

### 第八部分

## 3 + X·物理条件“不足”或“多余”及“临界”题的解法

题设条件“不足”的试题解法	(229)
题设条件不足试题的多种类型和解法	(231)
题设条件“不足”问题的三种解法	(233)

“条件似少”物理问题七种解法·····	(238)
“缺条件”物理题的七种解法·····	(241)
“模糊习题”的特点及求解四法·····	(244)
初中物理习题中的条件不足与条件不定及其求解五法·····	(249)
未知量多于方程数的物理题求解三法(一)·····	(253)
未知量多于方程数的物理题求解三法(二)·····	(257)
未知量多于方程数题的求解四法·····	(259)
多条件题的类型、作用和设计求解·····	(264)



### □物理估算题的题型特点

近年来物理估算题在物理教学中已逐渐受到人们的注意和重视。青海民族学院预科朱登浩老师总结物理估算题的题型大致有以下四个特点。

1. 有相当一部分物理估算题,作为隐含条件其取值有一定范围。所以估算题对运算结果的精确度要求不高,有些则要求数量级正确即可,体现了“估算”的特点

例1. 有一真空容器,在室温下容器内的气压为  $10^{-8}$  帕。估算该容器内 1 厘米<sup>3</sup> 气体中的分子数。估算时取一位有效数字。(1 标准大气压 =  $1 \times 10^5$  帕。阿伏伽德罗常数  $N = 6 \times 10^{23}$  摩<sup>-1</sup>。)

解: 设 1 厘米<sup>3</sup> 中气体分子数为  $x$  个, 只要求出容器内 1 厘米<sup>3</sup> 中气体的摩尔数  $n$ , 即可由  $x = nN$  求得。  $n = \frac{pV}{RT}$ , 这里作为隐含条件的室温  $T$  有一取值范围。若  $T$  取 273K(0℃),  $x_1 = 3 \times 10^5$  个;  $T$  取 300K(27℃),  $x_2 = 2 \times 10^6$  个。

例2. 功率为 100 瓦的白炽灯泡, 工作时大约有 10% 的电能转化为可见光, 试估算它每秒钟辐射出多少个可见光的光子?

解: 可见光的频率范围在  $3.9 \times 10^{14} \sim 8.6 \times 10^{14}$  Hz 之间, 所以可见光的光子能量  $E = h\nu$  在  $2.6 \times 10^{-19} \sim 5.7 \times 10^{-19}$  焦之间。

灯泡每秒钟辐射的可见光光子数可用  $x = \frac{Pt\eta}{h\nu}$  求出,  $x$  在  $2 \times 10^{19}$  到  $4 \times 10^{19}$  之间。

2. 有些估算题内容密切联系教材, 对指导学生认真仔细阅读教材、灵活掌握课本知识、训练发散思维和培养逻辑推理、综合分析等能力很帮助

例3.高中物理下册第十章中讲到原子半径约是 $10^{-10}$ 米。试设计一种估算常见金属元素—铝原子半径的方法。已知铝的原子量为27,密度为 $2.7 \times 10^3/\text{米}^3$ 。

解:一摩尔铝的质量为 $2.7 \times 10^{-2}$ 千克,其体积 $V = \frac{m}{\rho} = \frac{2.7 \times 10^{-2}}{2.7 \times 10^3} = 1.0 \times 10^{-5} \text{米}^3$ 。

一摩尔铝含有原子数 $N = 6 \times 10^{23}$ 个,将铝原子假想为球形,且一个个紧挨着排列,则每个铝原子所占体积 $V' = \frac{V}{N} = \frac{1 \times 10^{-5}}{6 \times 10^{23}} \approx 1.7 \times 10^{-29} \text{米}^3$ 。由 $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ 得 $R = \sqrt[3]{\frac{3V'}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3 \times 1.7 \times 10^{-29}}{4 \times 3.1}} \approx 1.6 \times 10^{-10} \text{米}$ 。

例4.试估算包围地球的大气层空气的总重力。已知1标准大气压 $= 1.0 \times 10^5$ 帕。

解:本题如采用 $G = mg$ 这一计算物体重力的常规方法则无法估算。因为 $G = mg = \rho_{\text{空}} Vg$ 中空气密度 $\rho_{\text{空}}$ 和重力加速度 $g$ 均随高度变化而改变,大气层厚度也未给出,可从压强与压力之间的关系另辟蹊径。 $G = mg = F = p \cdot s = p_0 \cdot 4\pi R^2 = 1.0 \times 10^5 \times 4 \times 3.1 \times (6.4 \times 10^6)^2 \approx 5 \times 10^{19} \text{牛}$ 。

例5.试估算一颗在赤道上空相对地球静止的同步卫星离开地面的高度。已知地球的平均半径为6370千米,自转角速度为 $7.3 \times 10^{-5}$ 弧度/秒。

解:设同步卫星离地高度为 $H$ , $H$ 处的重力加速度为 $g_H$ ,地球表面的重力加速度为 $g$ ,则由 $mg = G \frac{Mm}{R^2}$ , $mg_H = G \frac{Mm}{(R+H)^2}$ ,得 $g_H = \frac{R^2}{(R+H)^2} g$ 。

由 $F = mg_H = \frac{mgR^2}{(R+H)^2} = m\omega^2(R+H)$ 得

$$H = \sqrt[3]{\frac{R^2 g}{\omega^2}} - R = \sqrt[3]{\frac{(6.37 \times 10^6)^2 \times 9.8}{(7.3 \times 10^{-5})^2}} - 6.37 \times 10^6 = 35730 \text{千米}。$$

3.有不少估算题取材新颖、贴近生活、联系实际,能引起学生的兴趣,激发他们的解题欲

例6.试设计一种估算你家彩电功率的方法。

解:打开彩电把音量放到适中位置,停止使用家中其他用电器,然后仔细观察并记录自家使用的电度表的转盘速度。假如转盘每转一圈所用时间约50秒,而该电度表上标明每千瓦时转1200圈。由此可估算出这台彩电的功率为

$$\frac{1000}{(50 \div 3600/1200)} \approx 60 \text{瓦}。$$

例7.一位老人看书时,必须把书放在离两眼15厘米处才能勉强看清,为此他必须佩戴眼镜,你估计他应佩戴什么镜片?焦距多大?

解:因为该老人的明视距离及近点均大于正常人眼的明视距离(25厘米)和近

点(10—22厘米)。所以他应佩戴凸透镜,设凸透镜的焦距为 $f$ 。书离凸透镜的距离为 $a$ ,明视距离为 $b$ 。则由 $\frac{1}{f} = \frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{1}{25} - \frac{1}{35} = \frac{1}{87.5}$ ,即焦距 $f$ 为87.5厘米。

例8.在著名的阿基米德称皇冠的故事里,假设国王的皇冠在空气中称量时,弹簧秤的读数为4.90牛,在水中称量时弹簧秤的读数为4.60牛。试估算工匠在这顶皇冠里掺有多少白银?已知金和银的密度分别为 $\rho_{\text{金}} = 19.3 \times 10^3$ 千克/米<sup>3</sup>, $\rho_{\text{银}} = 10.5 \times 10^3$ 千克/米<sup>3</sup>。

解:由阿基米德定律可知,皇冠浸在水中所受浮力等于皇冠排开水的重力。

即 $F_{\text{浮}} = m_{\text{水}}g = 4.9 - 4.6 = 0.3$ 牛;皇冠排开水的体积 $V_{\text{排}} = \frac{m_{\text{水}}}{\rho_{\text{水}}} = V_{\text{金}} + V_{\text{银}}$ ,故可得

$$\begin{cases} m_{\text{金}}g + m_{\text{银}}g = 4.9, & \text{①} \\ \frac{m_{\text{金}}}{\rho_{\text{金}}} + \frac{m_{\text{银}}}{\rho_{\text{银}}} = \frac{4.9 - 4.6}{\rho_{\text{水}}}. & \text{②} \end{cases}$$

联立解①、②得 $m_{\text{银}} = 117.3$ 克。

4. 估算题不仅知识覆盖面广且组题灵活。除计算题外,选择题、填充题、实验题等也均可估算,可根据不同需要编题组合

例9.已知空气的密度等于 $1.3$ 千克/米<sup>3</sup>,一个成年人所受到的浮力最接近于

- A.  $7 \times 10^{-3}$ 牛;      B.  $7 \times 10^{-2}$ 牛;  
C. 0.7牛;            D. 70牛。

解:由 $F_{\text{浮}} = m_{\text{空}}g = \rho_{\text{空}}V_{\text{空}}g = \rho_{\text{空}}V_{\text{人}}g = \rho_{\text{空}}\frac{m_{\text{人}}}{\rho_{\text{人}}}g$ 可估算浮力,但不知人的密度 $\rho_{\text{人}}$ ,但从人在水中可浮可沉这一事实即可判断 $\rho_{\text{人}} \approx \rho_{\text{水}} = 1.0 \times 10^3$ 千克/米<sup>3</sup>,故可算得正确答案为C。

例10.英国著名物理学家卡文迪许曾确定过引力常数和地球的平均密度。你能估算出地球的平均密度吗?

解:L由密度 $\rho = M/V$ 知,需估算地球的质量 $M$ 和体积 $V$ 。

质量为 $m$ 的物体在地球表面所受重力

$$F = mg = G \frac{Mm}{R^2} \text{ 得 } M = \frac{gR^2}{G}, \text{ 而 } V = \frac{4}{3}\pi R^3,$$

$$\therefore \rho = \frac{gR^2/G}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3g}{4\pi RG}. \text{ 取 } g = 9.8 \text{ 米/秒}^2.$$

得 $R = 6.4 \times 10^6$ 米,  $G = 6.7 \times 10^{-11}$ 牛·米<sup>2</sup>/千克<sup>2</sup>代入得 $\rho =$

$$\frac{3 \times 9.8}{4 \times 3.1 \times 6.4 \times 10^6 \times 6.7 \times 10^{-11}} \approx 5.5 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3.$$

比结果与现公认的地球密度的平均值 $5.518 \times 10^3$ 千克/米<sup>3</sup>相符。

## □物理估算题的分类导析

物理估算题具有题型新颖、知识覆盖面广、组题灵活、隐含条件多及贴近生活的特点。通常学生对题目长、综合性强的物理题能得心应手地解答,面对题目短且只有一个(或几个)简单数据的估算往往觉得无从入手。近年来物理估算题在高考中已多次地出现,而估算题的分往往又是最差的。因此,解答估算题的方法与技巧已越来越受到师生的重视。上海市鞍山中学段海建老师就物理估算题的几种类型作了如下的分类导析:

### 1. 隐含条件型

有很大一部分物理估算题,虽然题目短,数据少,但解题时有很多隐含条件需要根据题意寻找,作为隐含条件其取值又有一定的范围,而这又是解答这类估算题的关键。

[例1]一个房间的地面面积是  $15 \text{ m}^2$ ,高3米,试估算该房间内空气的质量。已知空气的平均摩尔质量是  $2.9 \times 10^{-2}$  千克/摩尔(1989年全国高考题)

解:本题的隐含条件为:在标准状态下,任何种类的气体每摩尔的体积为22.4升,由于是估算,可近似认为房内空气处于标准状态。故房间内空气质量的摩尔数  $n$  为:

$$n = \frac{V}{22.4 \text{ 升}} = \frac{15 \times 3}{22.4 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^3 \text{ 摩尔数。}$$

故房间内空气总质量为:  $m = 2 \times 10^3 \times 2.9 \times 10^{-2} = 58$  千克。值得一提的是本题在评分时凡答案在50~60之间都给分,体现了估算的思想。

### 2. 联系实际型

这类估算题不仅隐含着一定的条件,而且大多贴近生活,在一定程度上能够提高学生解决实际问题的能力。同时,这类估算题对估算结果的精确度要求不高,有些则要求数量级正确即可。

[例2]设在平直的公路上以一般速度行驶的自行车,所受阻力约为车、人总重量的0.02倍。则骑车人的功率最接近于:

(A)  $10^{-1}$  千瓦; (B)  $10^{-1}$  千瓦; (C) 1 千瓦; (D) 10 千瓦。

(1988年上海市高考题)

解:由生活经验知:车速约  $4 \text{ m/s} \sim 5 \text{ m/s}$ ,人、车总重约在90公斤~100公斤。若取总质量为  $m = 90$  千克,车速  $v = 5 \text{ m/s}$ ,且认为自行车近似作匀速运动,则骑车人的功率可估算如下:  $p = F \cdot v = f \cdot v = 0.02mg \cdot v = 0.02 \times 90 \times 10 \times 5 = 90 \text{ 瓦} = 0.1 \text{ 千}$

瓦,备选答案(A)正确。

### 3. 分析综合型

由于这类估算题知识覆盖面广因而要求学生平时应认真仔细地阅读教材,灵活掌握课本知识,对训练学生的发散思维和培养逻辑思维都很有帮助。

[例3]将  $1\text{cm}^3$  的油酸溶于酒精,制成  $200\text{cm}^3$  的油酸酒精溶液。已知  $1\text{cm}^3$  溶液有 50 滴,现取 1 滴油酸酒精溶液滴到水面上,随着酒精溶于水,油酸在水面上形成一单分子薄层,已测出这一薄层的面积为  $0.2\text{米}^2$ 。由此可估测油酸分子的直径为\_\_\_\_\_米。

(1992年上海市高考题)

解:从油酸最终在水面上形成一个单分子薄层知,这滴油酸酒精溶液中的油酸体积为直径  $d$  与油膜面积  $S$  之积,即

$$V_{\text{油}} = S \cdot d \quad \text{①}$$

由于  $200\text{cm}^3$  的油酸酒精溶液内纯油酸的体积为  $V_0 = 1\text{cm}^3$ ,根据题意,1 滴油酸酒精溶液含有纯油酸的体积为

$$V_{\text{油}} = \frac{1}{50} \times \frac{V_0}{200} \quad \text{②}$$

由①、②式解得  $d = 5 \times 10^{-5}\text{米}$ 。

## □物理估算题及其七种解法

物理估算题在现行高中物理教材和近几年的高考试题中,都占一定的数量。重视估算题的教学,对掌握物理知识,培养思维能力,都有重要意义和作用。陕西大荔县大荔中学徐定保老师分析了解题的环节和类型:

### 1. 估算题求解的主要环节

(1)建立理想化的物理模型。估算题通常具有更丰富的实际内容,这是它的特点之一。所以,解答估算题,必须突出主要因素,忽略次要因素,对研究对象进行科学的抽象,使其成为理想化模型(包括理想化对象、过程、状态等),这样才能较好的建立实际物理事件与物理知识间的必然联系。

(2)分析挖掘题设条件。条件是求解物理问题的前提,而估算题题型灵活、叙述简便、条件隐含,这是它的特点之二。估算题的隐含条件常常是:物理恒量(如万有引力恒量  $G$ 、静电力恒量  $K$ 、普朗克恒量  $h$ 、

气体摩尔恒量  $R$  及各种比例恒量等);物理常数(如真空光速  $c$ 、标准大气压强  $P_0$ 、理想气体标准状态体积  $V_0$ 、基本电荷电量  $e$ 、阿伏伽德罗常数  $N$  等);实验经验数据(如可见光频率、室温  $27^\circ\text{C}$ 、绝对零度  $-273^\circ\text{C}$ 、地球平均半径、水的比热等);其它物理条件(如一些物理现象、过程和状态应满足的条件、关系或限制等)。因此解答估算题,既要对于中学物理所能涉及的物理恒量、常数、实验经验数据有全面、深刻的记忆及理解,又要善于从错综复杂的物理问题中发现关键的、含而不露的物理条件,使转化为一定的数理形式,以便应用。

(3)揭示物理关系,明确估算依据。一定的物理现象,过程,总与一定的物理概念及规律密切相关。在揭示物理关系时,我们要建立已知和已知(看看缺什么)、未知和未知(看看关联什么?)已知和未知(看看跨越了什么?)等三层基本关系,并由此进行必要的转换与延伸,就会发现决定事物发展的本质东西——物理过程产生的原因、条件和实质,作为估算的依据。

(4)理出思路,精化解法。针对研究对象,把握题设条件,依据物理关系,分层次地进行分析、推理、扩展、派生、转换、比较、判断、筛选,形成简明的思路和高效率的解法。

## 2. 估算题的分类

从估算题本身的特征出发,可把估算题分为以下几类:

### (1)利用物理模型的估算题

例1. 试估算水分子的直径。

解析:估算此题时,首先把水分子理想化为紧密排列(近似)的球体(假设)。其次,本题中有三个隐含条件:水的摩尔质量  $m = 1.8 \times 10^{-2} \text{kg}$ ,水的密度  $\rho = 10^3 \text{kg/m}^3$ ,阿氏常数  $N = 6 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ 。解题依据是:阿氏常数  $N$  是联系宏观量(摩尔质量和摩尔体积)与微观量(分子质量和分子体积)的桥梁。所以由:

$$v = \frac{m}{\rho}, v = \frac{V}{N} = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 \text{ 可得:}$$

$$d = 2 \times \sqrt[3]{\frac{3m}{4\pi\rho N}} = 4 \times 10^{-10} \text{ 米。}$$

实际上分子间是有空隙的,故分子直径必比  $4 \times 10^{-10}$  米小,但其数量级总为  $10^{-10}$  米。

例2. 从  $\alpha$  粒子散射实验估算金原子核的大小。设金原子序数为 79,  $\alpha$  粒子的速度为  $1.6 \times 10^7 \text{m/s}$ , 质子的质量为  $1.67 \times 10^{-27} \text{kg}$ ,  $\alpha$  粒子的电势能为  $KQq_{\alpha T}$ 。



解析:本题应把 $\alpha$ 粒子与金原子核想像成可无限近且恰好接触(近似)的对应弹性碰撞的点电荷(假设)。除题设条件外,隐含条件有:基本电荷电量 $1.6 \times 10^{-19}$  C;静电力恒量 $9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ ;  $\alpha$ 粒子的质量数的电荷数。由 $\alpha$ 粒子的动能全部转化为系统的电势能得:

$$m_{\alpha} v_{\alpha}^2 / 2 = KQ_{\alpha} / T \quad \therefore T = 2KQ_{\alpha} / m_{\alpha} v_{\alpha}^2 = 4.3 \times 10^{-14} (\text{米})$$

$\alpha$ 粒子只能接近而不可能真正碰到“金”核,故金核的半径应小于上述结果,但金核半径的数量级 $10^{-14}$ 米是正确的。

例3.已知阳光从太阳射到地球需要500秒,试估算太阳的质量。(取两位有效数字)。

解析:本题应把地球与太阳视为质点(理想);地球绕太阳作匀速圆周运动(近似)。隐含条件有:光以光速直线传播;地球绕太阳的公转周期为 $T$ 。其思路是:

$$\text{公转半径 } T = ct$$

$$\text{万有引力提供向心力 } F = F_{\text{万}} = GMm/r^2 = 4\pi^2 mr/T^2$$

$$\text{其中 } c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \quad T = 365 \text{ 天} = 3.15 \times 10^7 (\text{s})$$

$$\text{解得: } M = 2.0 \times 10^{30} \text{ kg}$$

(2)取标准值计算的估算题。 此类题求解时要注意:①研究对象与哪些标准值有关 ②标准值与题设条件的关系。

例1.试估算地球大气层空气的总重量(取一位有效数字)。

解析:本题有两个隐含条件:地球平均半径 $R = 6400 \text{ km}$ ;标准大气压强 $P_0 = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ 。解题依据是:大气压是由大气重量产生的,大气层空气的总重量就是空气对地球表面压力数值的总和。依思路解法是:

$$\text{由 } P_0 = G/S \text{ 得: } G = P_0 S = P_0 \times 4\pi R^2$$

$$\text{代入数值解得: } G = 5 \times 10^{19} \text{ N}$$

例2.有一容器,在室温条件下容器内的气压为 $10^{-6}$ 帕,估算该容器内1立方厘米体积中气体的分子数。估算时,取一位有效数字。

解析:本题把气体视为理想气体。隐含条件有:1标准大气压强 $P_0 = 1 \times 10^5$ 帕;阿氏常数 $N = 6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ;1mol气体的标准体积 $V_{\text{标}} = 22.4$ 升;室温为 $27^\circ\text{C}$ 或 $0^\circ\text{C}$ 。

$$\text{由气态方程 } P_0 V_0 / T_0 = PV/T$$

$$\text{气体的摩尔数 } n = V_0 / V_{\text{标}}; \text{气体的分子数 } x = nN$$

$$\text{可解得 } x \approx 2 \times 10^6 \text{ 个(室温为 } 27^\circ\text{C)} \text{ 或 } x \approx 3 \times 10^6 \text{ 个(室温为 } 0^\circ\text{C)}$$

(3)只确定数量级的估算题

例1.功率为1瓦的手电灯泡大约有8%的电能为转化为可见光,试估算1秒钟内能释放出多少可见光子。

解析:本题涉及可见光的频率为 $(3.9 - 8.6 \times 10^{14} \text{ Hz})$ 灯泡发出的是哪些频率的