



普通物理疑难 解答手册

马德录 编著
辽宁教育出版社

普通物理疑难解答手册

马德录 编著

辽宁教育出版社

1987年·沈阳

普通物理疑难解答手册

马德录 编著

辽宁教育出版社出版 辽宁省新华书店发行
(沈阳市南京街6段1里2号) 锦州印刷厂印刷

字数: 154,000 开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 7 $\frac{3}{8}$

印数: 1—5,645

1987年11月第1版 1987年11月第1次印刷

责任编辑: 王越男 责任校对: 马 慧

封面设计: 刘 琰

统一书号: 7371·474 定价: 1.35元

ISBN 7-5382-0143-2

前 言

物理学是研究最基本最普遍的物质运动形式的科学，它包括机械运动、分子热运动、电磁运动以及原子、基本粒子、夸克和亚夸克的运动等等。物理学所研究的运动普遍地存在于其他高级的、复杂的物质运动形式之中。因此，物理学所研究的运动具有很大的普遍性。可以这样说，物理学是一切自然科学的基础，也是工程技术的重要支柱。

普通物理学是大学理工科各专业的一门重要的基础课。根据多年的教学实践，我认为要学好普通物理，第一，要弄清物理学中的基本概念和定律；第二，要多做练习题。鉴于目前国内已出版了许多中、外普通物理教科书和习题集及解答，因此，本书将侧重点放在弄清物理学的基本概念和定律上。

本书根据普通物理学教学的重点、难点以及学生在学习中经常感到疑惑的问题，按力学、气体分子运动论和热力学基础、电磁学、光学及近代物理基础五部分，以解答问题的方式进行了讲解，力图对读者弄清普通物理学中的基本概念和定律有所帮助。本书的大部分内容都是理工科各专业普通物理教学大纲所共同要求的，只是在有些地方为了把问题讲清和讲透彻而适当地深化了一些。本书只有一小部分内容超出了教学大纲的要求，这部分内容主要是涉及当代物理的一

些新成就，这主要是为了开阅读者的眼界，以便使读者了解物理学前沿的一些新进展。

本书在编写过程中，参考了较多的中、外书籍，限于篇幅，不能一一列在书后的参考书目中，在这里一并表示感谢。限于水平，书中的缺点、错误在所难免，欢迎批评指正。

编 者

目 录

第一部分 力学

- 1—1 物理学中的基本量与导出量…………… 1
- 1—2 位移和路程，在什么情况下它们是相
同的？在什么情况下它们是不同的？…………… 2
- 1—3 围绕地球做椭圆运动的人造卫星，若
以太阳为参照系，它的运动轨道是什么样的？…………… 4
- 1—4 在匀速圆周运动中的离心力和惯性离
心力有什么区别？…………… 5
- 1—5 地球自转对重力加速度的影响是什么？… 6
- 1—6 怎样理解引力质量与惯性质量？…………… 8
- 1—7 已知物体的运动轨道是回转半径相
同、螺距相等的螺旋线，你如何处理这种运动？…………… 10
- 1—8 位移 \vec{r} 对时间 t 的一阶导数 $\frac{d\vec{r}}{dt}$ 表示质点
运动的速度，位移 \vec{r} 对时间 t 的二阶导数 $\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$ 表示质
点运动的加速度，那么位移 \vec{r} 对时间 t 的三阶导数

$\frac{d^3 \vec{r}}{dt^3}$ 以及更高阶的导数 $\frac{d^4 \vec{r}}{dt^4}$ 、 $\frac{d^5 \vec{r}}{dt^5}$ … 有物理意义吗? …11

1—9 我们知道行星绕太阳运动的轨道为一椭圆, 太阳在椭圆的一个焦点上, 在这种情况下, 行星运动的速度和加速度何时垂直, 它们永远垂直吗? ……12

1—10 据牛顿第三定律, 作用力和反作用力大小相等、方向相反, 为什么拔河比赛会有胜有负呢? ……14

1—11 什么是保守力? 什么是非保守力? ……15

1—12 汽车的轮胎印上花纹是为了增加滚动摩擦力, 有利于汽车的运动, 而玻璃球在平板上滚动一段距离却由于滚动摩擦力而停止了, 这是矛盾的吗? ……17

1—13 物体滚动时, 摩擦力的功如何考虑? ……18

1—14 任意平面曲线运动中的切向加速度和法向加速度 ……19

1—15 根据力的性质, 当前已知自然界有哪几种相互作用? 它们存在在哪里? ……21

1—16 惯性系和非惯性系, 非惯性系中的力学定律是什么样的? ……23

1—17 怎样应用动能原理和功能原理处理力学问题? ……24

1—18 第一、第二和第三宇宙速度 ……26

1—19 动量和动能有什么区别? 有什么联系? ……29

1—20	冲力和冲量有什么不同？有什么联系？…	31
1—21	应用动量守恒定律需要注意的问题…	32
1—22	火箭的工作原理是什么？…	34
1—23	刚体转动的角速度和角动量的关系…	36
1—24	刚体转动的转动惯量和平行轴定理…	38
1—25	如何处理刚体的平面运动？…	40
1—26	角冲量和角动量守恒定律…	42
1—27	陀螺、回转仪和进动…	43
1—28	应力、应变、弹性模量和倔强系数…	45
1—29	什么是一维线性谐振子，如何计算它的势能？…	47
1—30	研究谐振动的参考圆表示法和矢量图表示法…	49
1—31	在悬线下端系一小球，做成一个单摆，我们把小球从平衡位置拉开，使摆线与竖直方向成一小角 ϕ ，然后松手使其自由摆动，若从松手起计算时间，此 ϕ 角是否是初位相？…	51
1—32	共振往往使桥梁遭到破坏，这样巨大的能量是从哪里来的？遵守能量守恒定律吗？…	52
1—33	质点振动的速度和质点振动传播的波速有什么不同？…	54
1—34	怎样理解波的能流、能流密度和波的吸收等概念…	56
1—35	声压、声强的物理意义和声强级的单位——分贝…	58

1—36	怎样理解回声和交混回响的物理意义? …60
1—37	液体的压强具有什么样的性质? 怎样解释? ……61
1—38	怎样理解高速运动的时钟变慢以及乘高速飞船的人年轻的问题? ……63
1—39	伽利略相对性原理和爱因斯坦相对性原理有什么不同? ……64
1—40	在相对论中, 多粒子体系静止能量的含义是什么? ……66
1—41	如何理解相对论中给出的质能关系式? …68

第二部分 气体分子运动论和热学

2—1	关于理想气体的基本假设是什么? ……70
2—2	什么是动力学规律性? 什么是统计规律性? ……71
2—3	麦克斯韦分布和玻尔兹曼分布有什么区别? ……73
2—4	怎样理解分子之间的相互作用既有吸引力又有排斥力。 ……75
2—5	为什么水在 4°C 时密度最大? ……76
2—6	物质在溶解时为什么需要溶解热? 在汽化时需要汽化热? ……78
2—7	什么是涨落现象? 它有哪些表现形式? …80
2—8	温度的本质是什么? ……81

2—9	为什么范德瓦尔斯方程中的修正量仅考虑气体分子间的作用力而不考虑容器壁分子对气体分子的作用力？	83
2—10	流体（气体和液体）中的内摩擦是怎样产生的？	85
2—11	人们是怎样认识热的本质的？	86
2—12	怎样理解内能的概念？它与功和热量有什么区别？有什么联系？	88
2—13	对于理想气体，在 $P-V$ 图上，为什么等温线与绝热线不能有两个交点？	90
2—14	气体比热的数值为什么是不确定的？	91
2—15	怎样说明热力学第二定律的克劳修斯表述和开尔文表述是等价的，为什么热力学第二定律有许多不同的表述？	93
2—16	怎样理解熵的概念？为什么熵不能减少？	94

第三部分 电磁学

3—1	点电荷 q 不在导体球壳的中心点，球壳内、外表面的电荷分布是怎样的？	97
3—2	静电平衡时，导体内部不含有净电荷吗？	98
3—3	把质量为 m ，电量为 q 的点电荷放在电场中，由静止状态释放，此点电荷是否沿电力线	

运动?	100
3—4 点电荷和试验电荷有什么不同?	102
3—5 取无穷远处为电势 0 点和取大地为电势 0 点应该注意的问题。	103
3—6 为什么只有在电荷分布具有某种对称性时, 才能用高斯定理计算电场强度?	105
3—7 在应用高斯定理计算电场强度时, 应该怎样选取高斯面?	107
3—8 为什么要用电场强度和电势两个物理量来描述电场的性质?	108
3—9 导体和电介质在静电场中有什么重要的不同表现?	110
3—10 在电介质的电场中, 为什么要引进电位移强度矢量 \vec{D} ? 它与电场强度矢量 \vec{E} 有什么不同?	111
3—11 稳恒电场和静电场有哪些相同点和哪些不同点? 它们的关系如何?	113
3—12 有人说, 开关接通以后, 灯泡很快亮了是由于电子运动速度很快的缘故, 这种看法对吗?	115
3—13 电势差与电源电动势有什么相同点和不同点?	116
3—14 导体中电荷的体密度 ρ 和电流密度 \vec{j} 有什么关系?	118
3—15 有人说: “若干个电容串联或并联时, 如果其中的任一个电容数值增大, 则总电容也增	

大”。这种说法对吗？……………120

3—16 为什么说静电力是保守力，静电场是保守力场？……………121

3—17 什么是热功率密度？焦耳—楞次定律的微分形式有什么意义？……………124

3—18 电位移矢量 \vec{D} 、电场强度 \vec{E} 和电极化强度 \vec{P} 之间的关系？……………126

3—19 电容器是怎样充电放电的？……………127

3—20 毕奥—萨伐尔—拉普拉斯定律 $d\vec{H} = \frac{\mu}{4\pi} \frac{Id\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$ 中的电流 I 包括位移电流吗？……………130

3—21 从磁荷观点和分子电流观点看永久磁铁的磁场与电流的磁场有什么相同点？有什么不同点？……………132

3—22 在真空中做匀速直线运动的点电荷在空间某一点所产生的磁场是恒定不变的吗？……………133

3—23 静电屏蔽和磁屏蔽有什么不同？……………135

3—24 怎样用霍尔效应区分N型半导体和P型半导体？……………137

3—25 磁学中的三个基本定律——毕奥—萨伐尔—拉普拉斯定律、磁通量连续性定律和安培环路定律之间的关系？……………139

3—26 磁学中的安培环路定律 $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \Sigma I$ 和电学中的高斯定律 $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{s} = \Sigma q$ 有何相似之处？……………141

3—27 回旋加速器是怎样把带电粒子加速到 高能量的?	143
3—28 为什么说静电场的电场强度 \vec{E} 和稳恒 电流磁场的磁感应强度 \vec{B} 相对应, 而静电场的电位 移矢量 \vec{D} 和稳恒电流磁场强度 \vec{H} 相对应?	145
3—29 如何用法拉第电磁感应定律 $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$ 来确定感应电动势的方向?	147
3—30 为什么电子感应加速器中的电子只在 磁场变化的四分之一周期被加速?	149
3—31 如何理解磁场具有能量?	150
3—32 磁介质是怎样分类的? 顺磁质与铁磁 质的磁化曲线有什么不同?	152
3—33 为什么线性关系 $\vec{B} = \mu \vec{H}$ 不适用于铁 磁质, 而在某些用铁磁材料做铁芯的问题中又常常 用到它?	154
3—34 怎样理解永久磁铁内部磁感应强度 \vec{B} 和磁场强度 \vec{H} 的方向相反?	155
3—35 麦克斯韦电磁场理论与实验验证	157
3—36 麦克斯韦引入的位移电流与传导电流 有什么相同和不同之处?	159
3—37 电磁学中的两个重要常数——真空介 电常数 ε_0 和真空磁导率 μ_0 是怎样确定的?	161
3—38 如何理解电场与磁场的相对性?	163
3—39 怎样理解电磁场的物质性?	165

3—40 为什么在国际单位制中，库仑定律的

比例系数写成 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ 的形式? ... 166

第四部分 光学

- 4—1 光的干涉和光的衍射有什么区别? 169
- 4—2 产生半波损失的原因是什么? 171
- 4—3 什么是光的相干性? 怎样获得相干光? 172
- 4—4 什么是光程、光程差? 它与位相差的关系是什么? 174
- 4—5 菲涅尔衍射与夫琅和费衍射的区别是什么? 175
- 4—6 怎样理解光栅刻痕和未刻到部分的作用? 177
- 4—7 晶体X射线衍射的发现及重大意义是什么? 179
- 4—8 什么是光的偏振性? 布儒斯特定律给出了哪些结论? 180
- 4—9 怎样用惠更斯原理解释光的双折射现象? 182
- 4—10 椭圆偏振光和圆偏振光是怎样产生的? 184
- 4—11 研究黑体辐射的意义是什么? 185

4—12	怎样认识光的本质？	187
4—13	相速度和群速度的差别是什么？	189
4—14	为什么说光电效应实验证明光具有粒子性？	191
4—15	在光电效应实验中，光电子能否吸收多个光子而逸出？	192

第五部分 近代物理学基础

5—1	卢瑟福的 α 粒子散射实验怎样导致原子核模型的建立？	195
5—2	索末菲的原子椭圆轨道是怎样给出的？	197
5—3	什么是空间量子化？它是怎样给出的？	99
5—4	怎样理解德布罗意波函数是复数？	201
5—5	德布罗意波的频率的物理含义是什么？它可以直接测量吗？	203
5—6	德布罗意波的相速度 U_{ϕ} 和群速度 U_g 的物理含义如何？	205
5—7	怎样理解测不准关系？	207
5—8	时间和能量的测不准关系的重要意义是什么？	208
5—9	晶体中的能带是怎样形成的？价带、满带、导带和禁带的物理含义是什么？	210

5—10	什么是本征导电？怎样获得电子和空穴型杂质半导体？	212
5—11	原子核中的质子和中子是怎样结合在一起的？	214
5—12	原子弹爆炸时所产生的巨大能量是从哪里来的？	215
5—13	目前受控热核反应尚有哪些重大技术难题未解决？	217

第一部分 力学

1—1 物理学中的基本量与导出量

物理学是研究物质运动的最普遍最基本形式的科学，如机械运动、分子热运动、原子、原子核运动、基本粒子乃至夸克、亚夸克的运动等。同时，物理学经过漫长的发展过程，已经成为一门定量的科学。也就是说，它是精确地、定量地研究上述诸运动的科学。因此，物理学也被称为量度的科学。著名英国物理学家开尔文（Kelvin 1824~1907）说：“我常说，假如你能够量度你所谈的东西，并能用数量表示它，你就对它有些了解了；假如你不能用数量表示它，你对它的知识就是贫乏而不能令人满意的。这也许是知识的入门，但不管怎样，你的知识还没有提高到科学的程度。”

因此，物理学中物理量的定义，一般都给出根据其他能够量度的物理量来计算这个物理量的一套规则。例如，动量定义为质量和速度的乘积（ $\vec{P} = m\vec{v}$ ）。这样就给出了计算动量的规则，即首先测量质量 m 和速度 \vec{v} 的大小，然后相乘就可以得知动量的大小，而速度 \vec{v} 的方向就是动量 \vec{P} 的方向。

由于一个物理量的定义往往取决于其他物理量，因此，在物理学中最后总存在一些无法定义的物理量，我们称这些