



高等学校教材经典同步辅导丛书物理类
配高教社《大学基础物理学》第2版 张三慧 编著

University Fundamental Physics

大学基础物理学 (第2版) 上、下册合订本

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 高玉斌

本书主编 清华大学 张霄鹏

◆紧扣教材 ◆知识精讲 ◆习题全解
◆应试必备 ◆联系考研 ◆网络增值

中国矿业大学出版社

高等学校教材经典同步辅导

大学基础物理学

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 高玉斌

本书主编 清华大学 张霄鹏

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是清华大学出版社出版,张三慧主编的《大学基础物理学》(第2版)教材的配套辅导书。全书由考试要点、知识点归纳及课后习题全解等部分组成,旨在帮助读者掌握知识要点,学会分析问题和解决问题的方法技巧,并且提高学习能力及应试能力。

本书可供高等院校物理学课程的同步辅导使用,也可作为研究生入学考试的复习资料,同时可供本专业教师及相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学基础物理学同步辅导及习题全解/张霄鹏主编.

徐州:中国矿业大学出版社,2007.2

(高等学校教材经典同步辅导丛书)

ISBN 978 -7- 81107 -593 -9

I. 大… II. 张… III. 物理学—高等学校—教学参考资料 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 022447 号

书 名 大学基础物理学同步辅导及习题全解
主 编 张霄鹏
责任编辑 罗 浩
选题策划 孙怀东
特约编辑 时虎平
出版发行 中国矿业大学出版社
印 刷 北京市昌平百善印刷厂
经 销 新华书店
开 本 720×960 1/16 本册印张 16.50 本册字数 370 千字
印 次 2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 3 次印刷
总 定 价 81.30 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

高等学校教材

经典同步辅导丛书编委会

主 任：清 华 大 学 王 飞

副主任：清 华 大 学 夏应龙

清 华 大 学 倪铭辰

中国矿业大学 李瑞华

编 委 (按姓氏笔画排序):

于志慧	王海军	王 焯	韦爱荣
-----	-----	-----	-----

甘 露	丛 维	师文玉	吕现杰
-----	-----	-----	-----

朱凤琴	朵庆春	刘胜志	刘淑红
-----	-----	-----	-----

严奇荣	杨 涛	李 丰	李凤军
-----	-----	-----	-----

李 冰	李 波	李炳颖	李 娜
-----	-----	-----	-----

李晓光	李晓炜	李雅平	李燕平
-----	-----	-----	-----

何联毅	邹绍荣	宋 波	张旭东
-----	-----	-----	-----

张守臣	张鹏林	张 慧	陈晓东
-----	-----	-----	-----

陈瑞琴	范亮宇	孟庆芬	高 锐
-----	-----	-----	-----

前言

PREFACE

大学基础物理学是高等院校各理工科专业的一门重要基础理论课。张三慧编著的《大学基础物理学》(第2版)(上、下册)以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点,成为这门课程的经典教材,被全国许多院校采用。

大学物理学是为提高学生的现代科学素质服务的。它在开阔学生的解题思路、培养学生的科学思维方法、激发学生的探索创新精神及增强学生的适应能力方面起着重要的作用。学好物理学,运用物理学的基本定律和基本原理求解具体问题有助于加深对基本概念和物理定律的理解,这对学生在校学习起着十分重要的作用,并且对学生在以后的工作中进一步学习新理论、新技术都将产生深远影响。

为了帮助读者更好地学习这门课程,掌握更多的知识,我们根据多年的教学经验编写了这本《大学基础物理学同步辅导及习题全解》(第2版)。本书旨在使广大读者理解基本概念,掌握基本知识,学会基本的解题方法与解题技巧,进而提高应试能力。

本书作为一种辅助性的教材,具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性。

考虑到本课程的特点,我们在内容上做了以下安排:

1. 考试要点 根据大学物理学教学的要求,总结各章的重点、难点及考点。

2. 知识点归纳 串讲概念,总结性质和定理,使知识全面系统,便于掌握。

3. 课后习题全解 本书给出了张三慧编著的《大学基础物理学》(第2版)(上、下册)各章习题的答案。我们不仅给出了详细的解题过程,而且对有难度或综合性较强的习题做了分析和小结,从而更好地帮助学生理解和掌握每一知识点。

本书在编写时参考了大量的优秀教材和权威考题。在此,谨向有关作者及对本书的出版给予帮助和指导的所有老师、同仁表示衷心的感谢!

由于编者的水平有限,本书难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

联系我们

华腾教育网:

<http://www.huatengedu.com.cn>

电子邮件:

huateng@huatengedu.com

华腾教育教学与研究中心

第 1 篇 力 学

第 1 章 质点运动学	3
考试要点	3
知识点归纳	3
课后习题全解	4
第 2 章 牛顿运动定律	16
考试要点	16
知识点归纳	16
课后习题全解	17
第 3 章 动量与角动量	30
考试要点	30
知识点归纳	30
课后习题全解	31
第 4 章 功和能	37
考试要点	37
知识点归纳	37
课后习题全解	38
第 5 章 刚体的定轴转动	50
考试要点	50
知识点归纳	50
课后习题全解	51

第 6 章 相对论	62
考试要点	62
知识点归纳	62
课后习题全解	63

第 2 篇 热 学

第 7 章 温度和气体动理论	73
考试要点	73
知识点归纳	73
课后习题全解	75
第 8 章 热力学第一定律	84
考试要点	84
知识点归纳	84
课后习题全解	85
第 9 章 热力学第二定律	94
考试要点	94
知识点归纳	94
课后习题全解	95

第 3 篇 电磁学

第 10 章 静电场	103
考试要点	103
知识点归纳	103
课后习题全解	104
第 11 章 电势	115
考试要点	115
知识点归纳	115
课后习题全解	116
第 12 章 电容器和介电质	126
考试要点	126

知识点归纳·····	126
课后习题全解·····	127
第 13 章 电流和磁场 ·····	135
考试要点·····	135
知识点归纳·····	135
课后习题全解·····	137
第 14 章 磁力 ·····	144
考试要点·····	144
知识点归纳·····	144
课后习题全解·····	145
第 15 章 物质的磁性 ·····	154
考试要点·····	154
知识点归纳·····	154
课后习题全解·····	155
第 16 章 电磁感应和电磁波 ·····	160
考试要点·····	160
知识点归纳·····	160
课后习题全解·····	161

第 4 篇 波动与光学

第 17 章 振动 ·····	175
考试要点·····	175
知识点归纳·····	175
课后习题全解·····	176
第 18 章 波动 ·····	187
考试要点·····	187
知识点归纳·····	187
课后习题全解·····	189

第 19 章 光的干涉	199
考试要点	199
知识点归纳	199
课后习题全解	200
第 20 章 光的衍射	206
考试要点	206
知识点归纳	206
课后习题全解	207
第 21 章 光的偏振	213
考试要点	213
知识点归纳	213
课后习题全解	214

第 5 篇 量子物理基础

第 22 章 量子物理的基本概念	219
考试要点	219
知识点归纳	219
课后习题全解	221
第 23 章 原子中的电子	227
考试要点	227
知识点归纳	227
课后习题全解	229
第 24 章 固体中的电子	236
考试要点	236
知识点归纳	236
课后习题全解	237
第 25 章 核物理	241
考试要点	241
知识点归纳	241
课后习题全解	242

第 1 篇 力 学

DIYIPIAN LIXUE

- ◇ 第 1 章 质点运动学
- ◇ 第 2 章 牛顿运动定律
- ◇ 第 3 章 动量与角动量
- ◇ 第 4 章 功和能
- ◇ 第 5 章 刚体的定轴转动
- ◇ 第 6 章 狭义相对论基础

第 1 章

质点运动学

III 考试要点

1. 参考系的概念, 运动函数的定义。
2. 速度、加速度的矢量定义、导数定义式、SI 单位。
3. 匀加速运动、匀加速直线运动、抛体运动及圆周运动中各种速度、加速度表示式。
4. 相对运动、伽利略速度变换式。

III 知识点归纳

1. 参考系

一个固定在参考物上的坐标系和相应的一套同步的钟叫做一个参考系。

2. 运动函数

运动函数是表示运动中的质点的位置随时间变化的函数。质点的位置用位矢(从坐标原点到质点所在点的矢量线段) r 表示, 运动函数为

$$r=r(t)$$

用直角坐标系表示则有

$$r(t)=x(t)i+y(t)j+z(t)k$$

其中 i, j, k 分别为沿 x, y 和 z 轴的单位矢量。

质点在时间间隔 t 到 $t+\Delta t$ 的位移矢量为

$$\Delta r=r(t+\Delta t)-r(t)$$

Δr 是位矢大小(即位矢长度)的差 $[r(t+\Delta t)-r(t)]$ 在曲线运动中

$$|\Delta r| \neq \Delta r$$

Δs 指质点沿轨道经过的路程

$$|\Delta r| \approx \Delta s, \quad |dr| = ds$$

3. 速度和加速度

$$\boldsymbol{v} = \frac{d\boldsymbol{r}}{dt}, \quad \boldsymbol{a} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt} = \frac{d^2\boldsymbol{r}}{dt^2}$$

在直角坐标系中

$$\boldsymbol{v} = v_x \boldsymbol{i} + v_y \boldsymbol{j} + v_z \boldsymbol{k} \quad (v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2})$$

$$\boldsymbol{a} = a_x \boldsymbol{i} + a_y \boldsymbol{j} + a_z \boldsymbol{k} \quad (a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2})$$

(1) 匀加速运动

$$\boldsymbol{a} = \text{常矢量}$$

$$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}_0 + \boldsymbol{a}t$$

$$\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}_0 + \boldsymbol{v}_0 t + \frac{1}{2} \boldsymbol{a} t^2 \quad (\boldsymbol{r}_0, \boldsymbol{v}_0 \text{ 为初始条件})$$

(2) 抛体运动 (以抛出点为坐标原点)

$$a_x = 0, \quad a_y = -g$$

$$v_x = v_0 \cos \theta, \quad v_y = v_0 \sin \theta - gt$$

$$x = v_0 \cos \theta \cdot t, \quad y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

(3) 圆周运动

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{v}{R}, \quad \alpha = \frac{d\omega}{dt}$$

$$\boldsymbol{a} = \boldsymbol{a}_n + \boldsymbol{a}_t, \quad a_n = \frac{v^2}{R} = R\omega^2, \quad a_t = \frac{dv}{dt} = R\alpha$$

4. 伽利略速度变换

设 S' 参考系在 S 参考系中以速度 $\boldsymbol{u}$ 匀速运动, 在 S' 系中质点的速度为 $\boldsymbol{v}'$, 则在同一时刻它在 S 系中的速度为

$$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}' + \boldsymbol{u}$$

课后习题全解

1.1 木星的一个卫星——木卫1——上面的珞玑火山喷发出的岩块上升高度可达 200 km, 这些石块的喷出速度是多大? 已知木卫1上的重力加速度为 1.80 m/s^2 , 而且在木卫1上没有空气。

解 $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 1.80 \times 200 \times 10^3} = 849 \text{ (m/s)}$

1.2 一种喷气推进的实验车, 从静止开始可在 1.80 s 内加速到 1600 km/h 的速率。按匀加速运动计算, 它的加速度是否超过了人可以忍受的加速度 $25 g$? 这 1.80 s 内该车跑了多大距离?

【分析】 本题为初速度为零的匀加速度直线运动, 应用公式 $a = \frac{v}{t}$, $s = \frac{1}{2} at^2$ 即可求解。

解 实验车的加速度为

$$a = \frac{v}{t} = \frac{1600 \times 10^3}{3600 \times 1.80} = 2.47 \times 10^2 \text{ (m/s}^2\text{)} \approx 25 \text{ g}$$

基本上未超过 25 g。

1.80 s 内实验车跑的距离

$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 2.47 \times 10^2 \times 1.80^2 \approx 400 \text{ (m)}$$

1.3 一辆卡车为了超车,以 90 km/h 的速度驶入左侧逆行道时,猛然发现前方 80 m 处一辆汽车正迎面驶来。假定该汽车以 65 km/h 的速度行驶,同时也发现了卡车超车。设两司机的反应时间都是 0.07 s(即司机发现险情到实际启动刹车所经过的时间),他们刹车后的减速度都是 7.5 m/s^2 ,试问两车是否会相撞? 如果会相撞,相撞时卡车的速度多大?

【分析】 本题为匀减速运动问题。先根据匀加速直线运动公式 $v^2 - v_0^2 = 2as$ 分别求出卡车与汽车从发现对方到假设不相撞的情况下彼此停止而行驶的路程,再与已知条件中所给的距离比较即可判断是否相撞。根据 $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 和 $v = v_0 + at$ 可求出相撞时卡车的速度。

解 卡车初速 $v_{10} = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$,汽车初速 $v_{20} = 65 \text{ km/h} = 18 \text{ m/s}$,初始距离 $s_0 = 80 \text{ m}$,时间间隔 $\Delta t = 0.70 \text{ s}$,加速度 $a = 7.5 \text{ m/s}^2$ 。

两车开始刹车时,它们之间的距离为

$$s'_0 = s_0 - (v_{10} + v_{20})\Delta t = 80 - (25 + 18) \times 0.70 = 50 \text{ (m)}$$

卡车到停止需继续行驶的距离为

$$s_1 = \frac{v_{10}^2}{2a} = \frac{25^2}{2 \times 7.5} = 41.7 \text{ (m)}$$

汽车到停止需继续行驶的距离为

$$s_2 = \frac{v_{20}^2}{2a} = \frac{18^2}{2 \times 7.5} = 21.7 \text{ (m)}$$

因为 $s_1 + s_2 > s'_0$,所以两车会相撞。

以 t 表示两车刹车后到相撞所用的时间,据题意有

$$s'_0 = v_{10}t - \frac{1}{2}at^2 + v_{20}t - \frac{1}{2}at^2 = (v_{10} + v_{20})t - at^2$$

代入已知数据,并整理得

$$50 = (25 + 18)t - 7.5t^2$$

解得

$$t = 1.62 \text{ s}, \quad t = 4.11 \text{ s (舍去)}$$

相碰时卡车的速度为

$$v_1 = v_{10} - at = 25 - 7.5 \times 1.62 = 12.9 \text{ (m/s)} = 46 \text{ (km/h)}$$

1.4 跳伞运动员从 1200 m 高空下跳,起初不打开降落伞作加速度运动。由于空气阻力的作用,会加速到一“终极速率”200 km/h 而开始匀速下落。下降到离地面 50 m 处时打开降落伞,很快速率会变为 18 km/h 而匀速下降着地。若起初加速运动阶段的平均加速度按 $g/2$ 计,此跳伞运动员在空中一共经历了多长时间?

【分析】 本题为先匀加速,后匀速的运动,首先运动员从起跳到达到“终极速率”这个过

程是一个初速度为零的、加速度 a_1 为 $\frac{g}{2}$ 的匀加速直线运动, 这段的时间 t_1 可由 $v_1 = v_0 + a_1 t_1$ 求出。 t_1 时间段通过的距离 $h_1 = \frac{v_1^2}{2a_1}$ 。然后, 运动员做速度为 200 km/h 的匀速运动, 这段时间 t_2 由 $s = v_2 t_2$ 求出。 s 由初始高度 1 200 m 减去 h_1 , 再减去 h_2 得到, 其中 $h_2 = 50$ m。最后, 运动员做速度为 18 km/h 的匀速运动, 这段时间 t_3 由 $s = v_3 t_3$ 求出。

解 依题意有 $v_1 = 200 \text{ km/h} = 55.6 \text{ m/s}$, 则

加速时间为

$$t_1 = \frac{v_1}{g/2} = \frac{2 \times 55.6}{9.8} = 11.3 \text{ (s)}$$

通过距离为

$$h_1 = \frac{v_1^2}{2g/2} = \frac{v_1^2}{g} = \frac{55.6^2}{9.8} = 315 \text{ (m)}$$

以速率 v_1 匀速运动的时间为

$$t_2 = \frac{h_0 - h_1 - h_2}{v_1} = \frac{1200 - 315 - 50}{55.6} = 15.0 \text{ (s)}$$

以速率 v_2 匀速运动的时间为

$$t_3 = \frac{h_2}{v_2} = \frac{50}{5} = 10 \text{ (s)}$$

总共经历的时间为

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 11.3 + 15.0 + 10 = 36.3 \text{ (s)}$$

1.5 由消防水龙带的喷嘴喷出的水的流量是 $q = 280 \text{ L/min}$, 水的流速 $v = 26 \text{ m/s}$ 。若这喷嘴竖直向上喷射, 水流上升的高度是多少? 在任一瞬间空中有多少升水?

【分析】 本题为竖直上抛运动。注意空中水的含意, 任意瞬间空中水即为水喷出落回地面这段时间内喷出的水的总体积。先由竖直上抛运动公式 $v^2 = 2gh$ 求出水流上升的高度 h 。然后, 由公式 $v = gt$ 求出任意一滴水达到最高点所需的时间, 这样便可求得任意一滴水在空中的运动时间 $T = 2t$, 再由流量 q 即求出任意瞬间空中水的体积 $V = qT$ 。

解 水流上升的高度为 $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{26^2}{2 \times 9.8} = 34.5 \text{ (m)}$

$$T = \frac{2v}{g} = \frac{2 \times 26}{9.8} = 5.31 \text{ (s)}$$

空中水的体积为 $V = qT = 280 \times \frac{5.31}{60} = 24.8 \text{ (L)}$

1.6 一质点在 xy 平面上运动, 运动函数为 $x = 2t, y = 4t^2 - 8$ (采用国际单位制)。

(1) 求质点运动的轨道方程并画出轨道曲线;

(2) 求 $t_1 = 1 \text{ s}$ 和 $t_2 = 2 \text{ s}$ 时, 质点的位置、速度和加速度。

【分析】 本题为二维问题, 质点运动的轨道方程可以通过运动函数的 x, y 分量消去时间 t 得到。特定时刻的位矢可以通过运动方程直接求解; 特定时刻的速度和加速度可以通过对运动方程求微分得到。

解 (1) 消去 t , 可得轨道方程为

$$y = x^2 - 8$$

轨道曲线如图 1.1 所示。

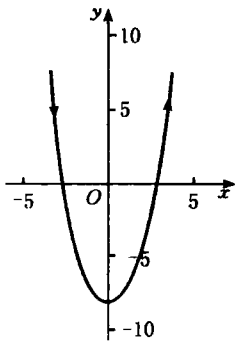


图 1.1

(2) 由

$$\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} = 2t\mathbf{i} + (4t^2 - 8)\mathbf{j}$$

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = 2\mathbf{i} + 8t\mathbf{j}$$

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = 8\mathbf{j}$$

$t = 1$ s 时

$$\mathbf{r}_1 = 2\mathbf{i} - 4\mathbf{j}, \quad \mathbf{v}_1 = 2\mathbf{i} + 8\mathbf{j}, \quad \mathbf{a}_1 = 8\mathbf{j}$$

$t = 2$ s 时

$$\mathbf{r}_2 = 4\mathbf{i} + 8\mathbf{j}, \quad \mathbf{v}_2 = 2\mathbf{i} + 16\mathbf{j}, \quad \mathbf{a}_2 = 8\mathbf{j}$$

1.7 女子排球的球网高度为 2.24 m。球网两边的场地大小都是 9.0 m × 9.0 m。一运动员采用跳发球, 其击球点高度为 2.8 m, 离网的水平距离是 8.5 m, 球以 28.0 m/s 的水平速度被击出。(1) 此球能否过网? (2) 此球是否落在了对方场地界内? (忽略空气阻力)

【分析】 此题考查抛体运动, 由抛体运动公式结合初始条件算出到达网处球的排球高度及落地时的水平位移即可判断。

解 如图 1.2 所示, 由抛体运动公式

$$x = v_0 \cos \theta t$$

$$y = y_0 + v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2} g t^2$$

可以推出

$$y = y_0 + x \tan \theta - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \theta} \quad (1)$$

将初始条件 $v_0 = 28.0$ m/s, $\theta = 0$, $y_0 = 2.8$ m 代入①式, 得

$$\begin{cases} y = y_0 - \frac{g x^2}{2 v_0^2} \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} x = \sqrt{\frac{2(y - y_0)}{g}} v_0 \end{cases} \quad (3)$$