

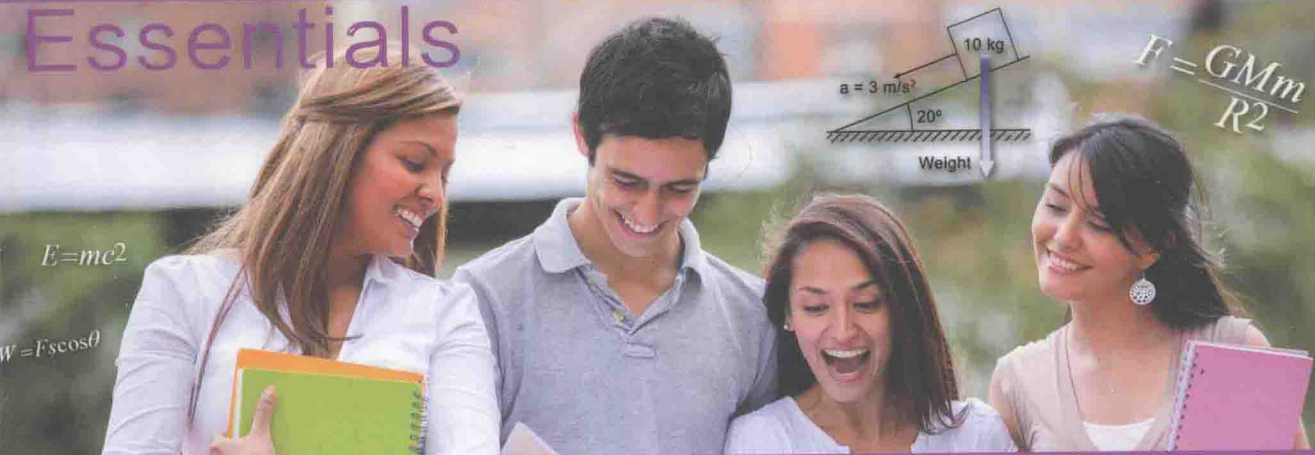
AP Physics B



富臣教育
FORTUNE EDUCATION

以ACT和SAT (I & II) 为主干、以AP为龙头的美国留学高端课程体系，
为历届富臣常春藤学员所实践，已经取得了良好的效果。

Essentials



陈 兵
申 庆 / 编著

AP 物理B 基础教程

(1) 全面覆盖AP物理B的考点，中英双语讲解，知识点讲解深入浅出，例题丰富得当。

(2) 例题及答案解析大部分采用中文格式，方便学生对知识点的理解和掌握；课后习题采用英文格式，

符合AP物理的考试风格。

(3) 附全真模拟试题及详解一套。

(4) 本书同时适合作为SAT II 物理的指导用书。



中国人民大学出版社

AP

物理 B 基础教程



陈 兵 申庆徽 编著

中国人民大学出版社
• 北京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

AP 物理 B 基础教程 / 陈兵, 申庆徽编著. —北京: 中国人民大学出版社, 2014. 4
ISBN 978-7-300-18808-9

I. ①A… II. ①陈… ②申… III. ①物理学-高等学校-入学考试-美国-自学参考资料 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 015602 号

AP 物理 B 基础教程

陈 兵 申庆徽 编著

AP Wuli B Jichu Jiaocheng

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街31号

电 话 010-62511242 (总编室)

010-82501766 (邮购部)

010-62515195 (发行公司)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.lkao.com.cn> (中国1考网)

经 销 新华书店

印 刷 北京宏伟双华印刷有限公司

规 格 185 mm × 260 mm 16 开本

印 张 22

字 数 517 000

邮政编码 100080

010-62511770 (质管部)

010-62514148 (门市部)

010-62515275 (盗版举报)

版 次 2014 年 8 月第 1 版

印 次 2014 年 8 月第 1 次印刷

定 价 45.00 元

版权所有

侵权必究

印装差错

负责调换

富臣美国留学考试图书编委会名单

主 任：刘胜利

副 主 任：李惠敏 吕小康 Callin Xu

编 委：宋 淳 刘 珊 曹亚琴 张 晴
朱 昀 陈 兵 申庆徽 孙丰舟



Preface

AP 基础教程系列教材总序

AP 全称为美国大学先修课程 (Advanced Placement), 是美国大学理事会 (College Board) 推出的面向优秀高中学生的大学基础课。AP 考试已经在全球 80 个国家举行, 包括哈佛大学、耶鲁大学、哥伦比亚大学、麻省理工学院等在内的 3 600 多所大学认可 AP 成绩并给予通过者不同程度的学分。现在的 AP 课程分为 3 大类 30 多门, 包括语言类、数学与科学类、社会科学与历史类。AP 考试每年举行一次, 报名时间为 3 月中上旬, 考试日期为 5 月前两周, 在国内, 北京、上海、南京等多个城市有常设考点。AP 考试采用的是 5 分制, 从 1 分到 5 分, 3 分以上的成绩为大多数的大学所接受, 但顶尖级大学 (TOP 30) 多要求 4 分或 5 分。学生在入读这些大学时, 可以将考试通过的 AP 学折抵大学学分, 减免大学课程数量, 达到缩短学时、节省学费的目的。

AP 的所有课程和考试均由著名的大学教授团队和高中教师一起设计, 使用的教材均为美国大学主流教材。其试卷也由美国大学理事会公开招聘、统一培训的专业人士批改, 阅卷人中多数是大学专业教师。设计 AP 课程的包括耶鲁大学、普林斯顿大学的著名教授和全美最著名的高中教师。例如, 斯坦福大学获得普利策奖的大卫·肯尼迪 (David Kennedy) 教授以及 27 岁即成为哈佛大学经济学终身教授、前美国总统经济顾问委员会主席曼昆 (Gregory Mankiw) 都曾分别担任过 AP 美国历史和 AP 经济课程开发委员会的主席。AP 的作用主要有三点: (1) 配合 ACT、SAT 和 TOEFL 成绩, 申请名牌大学和奖学金; (2) 抵扣大学学分, 缩短大学教育时间, 降低大学教育成本; (3) 在国内提前解决学习方式适应问题。

在美国, 能参加 AP 课程学习的学生本身就十分优秀, 具有出众的学习能力。提交 AP 成绩能够使美国一流名校确信学生敢于挑战难度。据 AP 官方统计, 进入名牌大学的

学生平均都会提交 2~3 门的 AP 成绩来增加申请时的优势。在这种情况下, 如果一个学生未在申请名校时提交 AP 成绩, 只依靠学校成绩就很难在众多申请者中脱颖而出。另外, 根据美国教育部的研究报告, 在高中期间上了 AP 课程的学生, 大学的毕业率远高于没有上过 AP 课程的学生。上过 2 门以上 AP 课程的 61% 的学生可以在四年以内获得学士学位, 上过 1 门的有 45%, 而没有上过的学生中只有 29% 能够在四年内获得学士学位。同时, 根据美国大学理事会 2010 年的研究报告, 如果多读一年公立大学, 则意味着要多交 8 000 美元~19 000 美元的学费(选择州内公立大学入学的学费平均为 7 662 美元一年; 选择州外公立大学入学的学费平均为 18 529 美元一年)。而私立大学的学费则更可能高达 4 万美元~5 万美元一年, 如果能以 AP 成绩完成抵扣而提前或准时毕业, 可以有效地降低家庭的经济支出。

2000 年后, AP 考试的参加人数扩展迅速。我们根据 AP 官方于 2012 年提供的数据制作了图 1 和图 2, 从中可以直观地了解到 AP 项目的全球发展趋势。

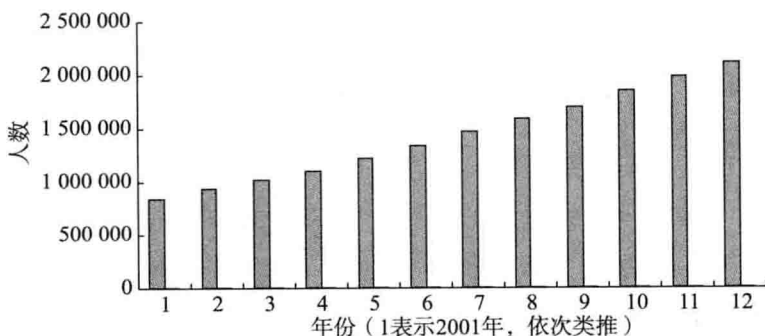


图 1 2001—2012 年 AP 考试人数递增趋势

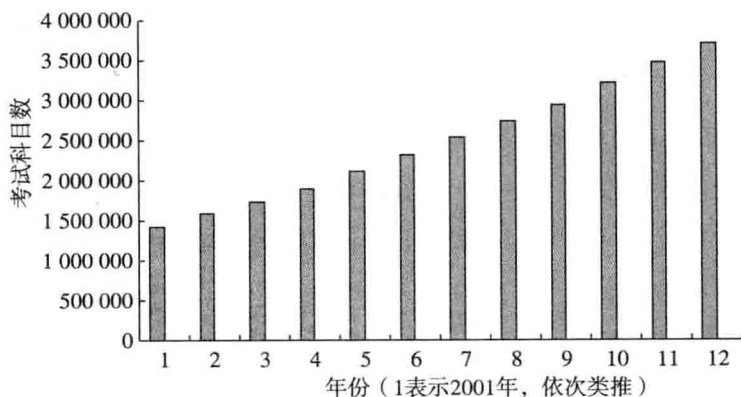


图 2 2001—2012 年 AP 考试科目数递增趋势

与此同时, 中国考生的数目也在飞速增长, 从 2009 年的不到 500 人, 3 年内迅速发

展到 2012 年的 1.2 万人，并一举成为最大的海外 AP 考试参加国。而根据美国开放报告的数据，2011 年成功申请到美国大学本科教育的学生不过 5.7 万多人。2012 年的留学人数比这更多，但从比例中也大致可以看出，有一大部分中国留美学生已经在国内接触过 AP 课程。在这种大背景下，国内成绩中等的学生要上美国一流的大学，国内成绩优秀的学生要上美国顶尖的大学，AP 课程是必不可少的选择。

2013 年，在中国大陆开考的 AP 课程达到 21 门。涵盖的科目除了有数理化生以外，还有音乐、艺术、历史、经济、计算机、外语等，其中很多课程并不适合一般中国学生。如美国历史、美国政治等需要有很强的英文能力和思考深度，考生往往很难在规定时间内完成数篇难度和长度绝不低于 SAT 作文的论述题，而音乐理论、艺术史、拉丁语类等课程在中国中学里相当不普及，中国学生基础太弱，也不太适合一般学生报考。一般而言，中国学生学 AP、考 AP，可以先从自己比较擅长的、有基础的、对英文水平要求相对较低的学科入手，微积分 AB、微积分 BC、统计学、化学、物理 B、物理 C（分为力学与电磁学，需要微积分基础）、微观经济学、宏观经济学等课程比较适合中国学生。

另外，英语语言类课程是美国大学的基础课程，类似于中国大学的大学语文，属于美国大学里的最基础课程，也是最受欢迎的课程之一。尽管它对中国学生而言难度较大，但仍建议中国学生选修，以掌握主流美国大学的主流课程，并通过这一课程的学习，反过来促进其英语理解与写作水平的提高。这对于学生在考完 AP 之后继续冲刺托福或 ACT、SAT 考试是有极大帮助的，因此也建议基础较好的同学参加这门考试。当然，对于学有专长的同学，选择一些“冷门”的科目，可以增加课程选择的多样性，在力所能及的情况下，也是可以采取的一种报考策略。总体而言，高一（极优秀的同学可以在初三时开始）、高二时先参加能够获得高分的科目，高三时再冲刺感兴趣的科目，是比较适宜的 AP 备考战略。

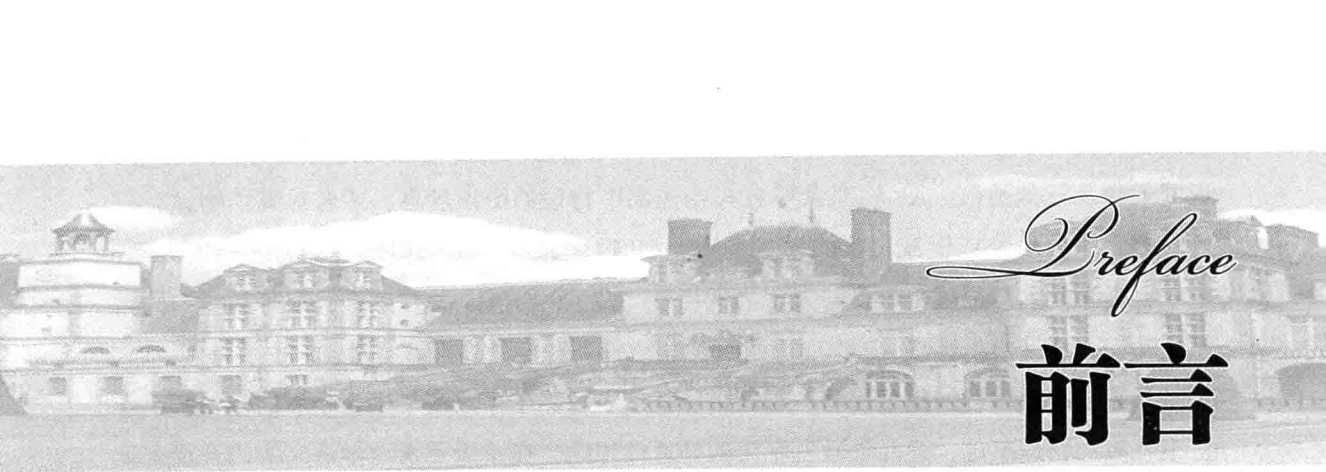
为了满足国内学生日益增长的学习 AP 课程的需求，富臣教育特意邀请富有经验的大学专业教师和富臣职业 AP 授课教师，组织编写了 AP 基础教程系列教材，旨在为广大 AP 学子提供内容框架上的搭建和解题方法上的点拨，同时向中学生介绍美国大学课程的基本理念和相关内容。每本书都兼顾课程知识体系的自身完整性以及知识点与 AP 考试的契合性，既能照顾 AP 的难度，又不完全拘泥于考试本身，以体现大学学习的专业性和严肃性。因此，本系列教材既可以作为已经学过 AP 相关内容的同学的应急考前辅导书，又可以作为从零开始的同学的基础教材，循序渐进地讲解各专业课程知识，结合富臣职业团队

的 AP 辅导经验介绍相关的考试技巧。本系列教材还可以作为使用美国本土教材的国际学校或公立学校国际部的教师和学生选用为辅导教材或自学教材，也可以作为培训学校的独立培训教材使用。

值得一提的是，本系列教材的所有图书在出版之前均已经过数个轮次的内部培训使用。实际上，为了能够把握 AP 考试的动态，从 2009 年起，我们每年均会派出骨干教师队伍参加 AP 的年会和在国内各地举办的各种教学研讨会，与 AP 官方培训教师 and 国内同行切磋教学和应试经验，同时将这些经验应用于富臣内部学员的教学实践。由于认识到英语并未完全过关的中国学生单纯使用国外英语教材的不足，我们从 2009 年起便着手编辑内部培训讲义，并经过任课教师与专业人员的反复讨论，同时根据学生反馈意见进行了仔细的删改与校对，最终才定稿出版。原讲义中的许多疏漏之处，已经消灭在多轮次的内部试讲过程中。因此，本系列教材的出版是所有编写人员、培训老师和诸多富臣 AP 学子共同努力的心血结晶，我在这里也要向所有使用过内部讲义的富臣学子表示衷心的感谢！同时，这也决定了富臣的 AP 基础教程系列教材比起某些为追求市场影响而短期编排的辅导教材具有更高的专业品质，接受过更严格的实践检验。当然，这并不是说富臣的这些教材已经达到完美的状态，对于其中依然可能存在的失误之处，我们衷心期盼广大学子与同行提出诚恳的批评与建议！

最后，我谨代表富臣教育所有教师和工作人员，祝愿所有 AP 学子能够从 AP 基础教程系列教材中获得实实在在的收益，并最终奔赴理想的美国大学，开启辉煌人生的崭新篇章！

富臣教育校长 刘胜利



Preface

前言

一、物理学的基本内容

物理学是一门以实验为基础,研究物质结构、物质相互作用最普遍、最基本规律的自然科学。在古代欧洲,物理学一词是自然科学的总称。直到 16 世纪后,物理学才开始发展成为一门范围较为明确的学科,并且在 19 世纪末逐步形成了力学、热学与分子物理学、电磁学、光学等分支,这些分支可统称为经典物理学。20 世纪以来,物理学的发展进一步深入到微观领域,并建立了原子物理学和量子力学、原子核物理学、固体物理学和凝聚态物理学、粒子物理学、宇宙学等分支。物理学的进展,揭示了自然界的许多奇特的奥秘,极大地扩展了人们的眼界,有力地增强了人们认识自然和改造自然的能力。

物理学的生命力还表现在能够不断地从它的比较成熟的分支生长分离出工程技术和应用性学科,例如热力学和热工学、材料力学、电工学和电子技术、原子能技术、真空技术、激光和同步辐射技术以及超导技术等。现代物理学的发展,还有力地促进了化学、生物学、天文学、地学的进一步发展,并形成了众多的边缘学科。物理学的这些应用和发展,不断地促进了生产技术和生产力的发展和变革,从而不断地改善了科学研究和人类生产、工作、生活的条件,不断地改变着人们的生活方式和思维方式,甚至还影响到人类自身的演化过程。

物理学的内容是自然界规律的数学抽象,因此数学是物理学习的重要工具,灵活运用数学工具解决物理问题是学好本门课程的重要前提。目前的 AP 物理课程有两类,AP 物理课程 B 和 AP 物理课程 C,物理课程 C 中又包含物理 C——力学和物理 C——电磁学。课程 B 的内容宽泛,涵盖牛顿力学(占 35%)、流体力学与热物理(占 15%)、电磁学(占 25%)、波与光学(占 15%)、原子物理与核物理(占 10%)等多个物理分支,但深度相当于

美国各高校为非理工科专业的本科生开设的物理入门课程,所用的数学工具不涉及微积分,仅需代数及三角函数。AP 物理课程 B 与中国高中物理的衔接度高,适合对高中物理有较好掌握、主修生物或健康门类的学生选修。AP 物理课程 C 是一门以计算为基础的力学、电学、磁学类入门课程,难度与大学物理相当。在 AP 物理课程 C 中涉及高等数学中的微积分知识,这就要求选修 AP 物理课程 C 的学生具备一定的数学基础。

从高校人才培养的角度来看,物理学课程的学习除了可以使学生为今后的学习和工作打下扎实的物理基础,还能够激发学生的创造性思维。在《费曼物理学讲义》的开篇有这么一段话很具有启发性:“我们在科学上所关心的事物具有无数的形式和许多属性,举例来说,假如我们站在岸边眺望大海,将会看到:这里有海水、拍击的浪花、飞溅的泡沫以及汹涌的波浪,还有太阳、光线、蔚蓝的天空、白云以及空气的流动——风;在海边有沙粒,不同色纹和硬度的岩石;在海里浮游着生物,自生自灭;最后,还有我们这些站在海岸边的观察者;甚至还有幸福的怀念。在自然界的其他场合,也同样出现种种纷繁复杂的事物。无论在哪里,到处都是这样错综复杂和变化无穷。好奇心驱使我们提出问题,把事物联系起来,将它们的种种表现理解为或许是由较少量的基本事物相互作用以无穷多的方式组合所产生的结果。”因此,AP 物理课程作为一种高级学习课程,其主要目标并非是将学生限定于能够解决所设定的物理主题,而是更关注培养学生的分析问题、解决问题的能力,使学生养成良好的科学思维习惯。通过物理学课程的学习,可以开阔学生的视野,使他们自觉地去接触自然,了解自然,认识自然。通过物理学学习的深入,启发学生从某种复杂的自然现象中抽象出关键和本质的东西,从而促使他们更好地把握其内在规律。

二、AP 物理 B 考试大纲

AP 物理 B 与 AP 物理 C 相比,从难度上说容易许多,最直观的体现是删除掉了涉及微积分方面的内容,但是从内容的广度上来说涉及普通物理中的力、热、光、电、磁、原子物理等方面的内容。在学习该部分的内容时,考生应着重关注对基本概念的理解及应用,对于课本中的公式要加以记忆。以电磁学部分的“平行板电容器”知识点来说,在 AP 物理 B 中,大家仅仅要记住电容的表达式,定性地知道电容值取决的因素,判断外界条件的改变对其影响。但从 AP 物理 C——电磁学角度来讲,不仅仅要知道以上几点,更重要的是要理解上述结论的根本,也就是说平行板电容器两极板间的电压关系、电容的定义、极板上电荷分布规律等。下面是 AP 官方给出的物理 B 的内容。

1. 牛顿力学 (Newtonian mechanics) 【所占比重 35%】

A. 运动学 (kinematics) 【所占比重 7%】

1. Motion in one dimension
2. Motion in two dimensions, including projectile motion
- B. 牛顿定律 (Newton's laws of motion) 【所占比重 9%】
 1. Static equilibrium (first law)
 2. Dynamics of a single particle (second law)
 3. Systems of two or more objects (third law)
- C. 功和能 (work, energy, power) 【所占比重 5%】
 1. Work and work-energy theorem
 2. Forces and potential energy
 3. Conservation of energy
 4. Power
- D. 线性动量 (linear momentum) 【所占比重 4%】
 1. Impulse and momentum
 2. Conservation of linear momentum, collisions
- E. 圆周运动和转动 (circular motion and rotation) 【所占比重 4%】
 1. Uniform circular motion
 2. Torque and rotational statics
- F. 机械振动和万有引力 (oscillations and gravitation) 【所占比重 6%】
 1. Simple harmonic motion (dynamics and energy relationships)
 2. Mass on a spring
 3. Pendulum and other oscillations
 4. Newton's law of gravity
 5. Orbits of planets and satellites
- Circular
- II. 流体力学、热物理 (fluid mechanics and thermal physics) 【所占比重 15%】
 - A. 流体力学 (fluid mechanics) 【所占比重 6%】
 1. Hydrostatic pressure
 2. Buoyancy
 3. Fluid flow continuity
 4. Bernoulli's equation
 - B. 温度与热 (temperature and heat) 【所占比重 2%】
 1. Mechanical equivalent of heat

2. Heat transfer and thermal expansion

C. 热力学 (kinetic theory and thermodynamics) 【所占比重 7%】

1. Ideal gases

a. Kinetic model

b. Ideal gas law

2. Laws of thermodynamics

a. First law (including processes on pV diagrams)

b. Second law (including heat engines)

Ⅲ. 电磁学 (electricity and magnetism) 【所占比重 25%】

A. 静电学 (electrostatics) 【所占比重 5%】

1. Charge and Coulomb's law

2. Electric field and electric potential (including point charges)

B. 导体、电容和绝缘体 (conductors, capacitors and dielectrics) 【所占比重 4%】

1. Electrostatics with conductors

2. Capacitors

a. Capacitance

b. Parallel plate

C. 电路 (electric circuits) 【所占比重 7%】

1. Current, resistance, power

2. Steady-state direct current circuits with batteries and resistors only

3. Capacitors in circuits

Steady state

D. 磁场 (magnetic fields) 【所占比重 4%】

1. Forces on moving charges in magnetic fields

2. Forces on current-carrying wires in magnetic fields

3. Fields of long current-carrying wires

E. 电磁场 (electromagnetism) 【所占比重 5%】

Electromagnetic induction (including Faraday's law and Lenz's law)

Ⅳ. 波与光学 (waves and optics) 【所占比重 15%】

A. 波动 【wave motion (including sound)】 【所占比重 5%】

1. Traveling waves

2. Wave propagation

3. Standing waves

4. Superposition

B. 波动光学 (physical optics) 【所占比重 5%】

1. Interference and diffraction

2. Dispersion of light and the electromagnetic spectrum

C. 几何光学 (geometric optics) 【所占比重 5%】

1. Reflection and refraction

2. Mirrors

3. Lenses

V. 原子物理与核物理 (atomic and nuclear physics) 【所占比重 10%】

A. 原子物理与量子效应 (atomic physics and quantum effects) 【所占比重 7%】

1. Photons, the photoelectric effect, compton scattering, x-rays

2. Atomic energy levels

3. Wave-particle duality

B. 核物理 (nuclear physics) 【所占比重 3%】

1. Nuclear reactions (including conservation of mass number and charge)

2. Mass-energy equivalence

三、应试建议及本书使用指南

AP 物理考试分为两大题型：70 道单项选择题 (multiple choice) (5 选 1) 和 6 道大题，即开放问答题 (free response questions)，各自的考试时间都是 90 分钟，中间有 10 分钟休息时间。单项选择题有 5 个可能选项，但是只有一个是正确的，同学们所需要做的是选出那个正确的答案。选择正确得 1.25 分，选错不扣分。参加考试的同学在此部分不允许用计算器。与电脑评分的单项选择题不同，开放问答题是由高中或者大学的老师按照评分标准进行评判的，你的每一正确步骤都会得到相应的分数，所以在计算结果并不一定正确的情况下仍然可以得到很高的分数。在这一部分，准许使用计算器 (能编程的或者制图表的都可以，但打字机式、带键盘的计算器除外)。在这一部分中，还会提供给同学们一个公式表。选择题与大题各占全部分值的 50%。与其他科目相同，AP 物理考试的评分也是 5 分制。一般而言，美国大学要求考到 4 分以上才可以抵扣学分；而名牌大学如哈佛、斯坦福等，多数都要求 5 分才可抵扣学分。

表 1 给出了 AP 物理的等级分与原始分转换表。

表 1 AP 物理的等级分与原始分转换表

AP Exam Score	Recommendation	College Course Grade Equivalent
5	Extremely well qualified	A ⁺ 或A
4	Well qualified	A ⁻ , B ⁺ 或B
3	Qualified	B ⁻ , C ⁺ 或C
2	Possibly qualified	
1	No recommendation	

表 2 给出 2012 年物理 C——电磁学，物理 C——力学与物理 B 的成绩分布：

表 2 2012 年 AP 物理的成绩分布

等级分	AP Physics C: Electricity & Magnetism	AP Physics C: Mechanics	AP Physics B
5	32.6%	31.3%	15%
4	24%	26.5%	19.1%
3	13.9%	18.9%	26.8%
2	17.5%	12.9%	17.2%
1	12%	10.4%	21.9%
4分以上 总计	56.6%	57.8%	34.4%

从表中可以看出物理 C 课程的高分率比物理 B 课程高很多，这并不是因为物理 C 简单，而主要是因为选择该门课程考生人数相对较少，而且考生的物理水准较高，许多没有基础或者基础不好的同学，都选择了物理 B，这就造成物理 B 的低分率较高。对于我国考生而言，其基础水平与其他国家的考生平均水平相比具有很大的优势，我们有理由相信只要我们的考生经过充分的准备与合理的练习，一定可以拿到该拿的分数。

目前，国内外有关物理学的优秀教材不胜枚举，但是专门为 AP 量身定做的物理学教材还相当少。英文版的物理学教材和相关的 AP 培训书也比较多，但是对中国学生而言，语言障碍会大大降低学生学习的预期效果。因此，在本学科的学习中，我们完全可以在一定程度上“屏蔽”语言因素，而只关注学科的内容本身；待物理基础打扎实后，再补足相关的专业语言表达也不迟。这就决定了我们在编写此书时，最为关注的，就是突出物理学的本质内容。先进行中文讲解，再进行英文练习。实际上，多数习题中的英文表达非常简练，完全构不成阅读障碍。当然，在讲解过程中，所有重要的概念和定理，都会给出其相应的英文表述，以便同学们在学习重要概念、定理的过程中及时熟悉这些英文词汇。同时，本书在重要概念之后安排了丰富的中、英文例题，以便学生掌握和复习相关内容。对于英文例题，请同学们注意总结和模仿解题格式。每章最后都会给出 AP 风格的英文习题，以便大家检测对本章内容的掌握程度。

虽然我们对本书的内容进行了精心的安排，但对于多数同学而言学习过程所涉及的基本概念以及数学公式总是呆板、枯燥和抽象的。通过本书的学习，我们一方面希望所有考生能够取得理想的成绩，并成功迈进美国高校的大门，同时更希望各位考生在学习的过程能够发现物理学的美与强大。

目录

Contents

Chapter 1	Particle Kinematics	1
第1章	质点运动学	
1.1	基本概念	1
1.2	质点运动的描述	4
1.3	用图像表示物体的运动	10
1.4	加速度为恒量的直线运动	15
1.5	曲线运动	18
1.6	习题自测	22
1.7	本章词汇小结	25
Chapter 2	Newton's Laws of Motion	26
第2章	牛顿运动定律	
2.1	力的叠加原理	26
2.2	牛顿力学定律	28
2.3	几种常见的力和力矩	32
2.4	牛顿定律的应用	34
2.5	万有引力定律和开普勒定律	38
2.6	习题自测	42
2.7	本章词汇小结	49
Chapter 3	Momentum	51
第3章	动量	
3.1	动量定理	51
3.2	动量守恒定律	55
3.3	碰撞	57
3.4	习题自测	60
3.5	本章词汇小结	63

Chapter 4	Work and Energy	64
第4章	功和能	
4.1	功及功率	64
4.2	动能和动能定理	67
4.3	势能	69
4.4	机械能守恒定律	72
4.5	习题自测	75
4.6	本章词汇小结	79
Chapter 5	Mechanical Vibration	80
第5章	机械振动	
5.1	简谐振动	80
5.2	描述简谐振动的特征量	82
5.3	常见的简谐振动系统	84
5.4	简谐振动的能量	85
5.5	习题自测	87
5.6	本章词汇小结	91
Chapter 6	Hydrodynamics	92
第6章	流体力学	
6.1	流体的压强	92
6.2	浮力	95
6.3	流体的连续性	99
6.4	伯努利方程	100
6.5	习题自测	103
6.6	本章词汇小结	106
Chapter 7	Kinetic Theory of Gases and Thermodynamics	107
第7章	气体动理论与热力学	
7.1	气体分子动理论	107
7.2	气体的物态参量及其微观意义	109
7.3	物体内能的变化	112
7.4	气体的宏观性质	115
7.5	理想气体的物态方程	116
7.6	热容	120
7.7	循环过程	122