



|物理学笔记|

万有能量的哲学原理

王吉绯·著



当代中国出版社
Contemporary China Publishing House



|物理学笔记|

万有能量的哲学原理

王南绯 · 著



当代中国出版社
Contemporary China Publishing House

图书在版编目(CIP)数据

万有能量的哲学原理/王吉绯著. —北京: 当代中国出版社,
2013.2

ISBN 978-7-5154-0230-7

I. ①万… II. ①王… III. ①物理学—理论物理学—能量—运动 IV. ①O41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 019096 号

出 版 人 周五一
策划编辑 布茂利 方 圆
责任编辑 宗 边
责任校对 康 莹
装帧设计 姚 洁
出版发行 当代中国出版社
地 址 北京市地安门西大街旌勇里 8 号
网 址 <http://www.ddzg.net> 邮箱: ddzgcbs@sina.com
邮政编码 100009
编 辑 部 (010)66572154 66572264 66572132
市 场 部 (010)66572281 或 66572155/56/57/58/59 转
印 刷 北京润田金辉印刷有限公司
开 本 720×1020 毫米 1/16
印 张 19 印张 2 插页 插图 71 幅 213 千字
版 次 2013 年 2 月第 1 版
印 次 2013 年 2 月第 1 次印刷
定 价 30.00 元

版权所有,翻版必究;如有印装质量问题,请拨打(010)66572159 转出版部。

爱不是吸引，而是推送。我的母亲很爱我，她把我推送到一千公里以外的地方生活和工作。

太阳对地球也是如此……

如果我们的母亲如地球一般没有太阳那么大的能量，她会以另一种方式爱我们，那就是：

张开怀抱迎接下落的苹果！

——王吉绯的引力观

引言

万有引力公式的 81 种写法

理查德·菲利普·费恩曼 (Richard Phillips Feynman, 1918—1988) 在《物理之美》(The Character of Physical Law) 中说, 不知道数学的人很难真正地理解大自然的美, 尤其是最深刻的自然之美。

只有通过数学才能抓住错综复杂的变化过程, 找到最基本、最普遍的规律。几乎每一条物理学定律的表达都需要数学给出一个准确或近似的公式, 以及定量的结果和预测。因此艾萨克·牛顿 (Isaac Newton, 1643—1727) 将自己的旷世之作命名为《自然哲学的数学原理》。从此以后, 物理学才真正形成一门独立学科, 并且成为整个自然科学的基础。

在所有物理学公式中, 我最喜欢的有两个, 一个是万有引力定律, 一个是质能方程。如果这两个公式可以合二为一, 既能像万有引力定律一样建立万物的普遍联系, 又能像质能方程一样打通物质和能量的界限, 那它一定是最美的物理学公式。

在寻找最美物理学公式的过程中, 我写下了很多关于万有引力的表达式, 最终整理在这篇引言当中的有 81 个。其中, 第一组公式并非出自我手, 而是来自物理学传统的珍贵遗产, 包括牛顿经典力学、开普勒第三定律和广义相对论等。其余各组公式则是我从不同的角度提出或推导出的新公式。比如

能量表达的万有引力公式 10, 通过能量描述引力其实是斥力;

角度表达的万有引力公式 21, 通过超光锥半顶角描述引力现象体现阴阳能量平衡;

半径表达的万有引力公式 29, 建立引力与天体半径的关联;

修正表达的万有引力公式 37, 引入完整的开普勒第三定律, 解释空间如何“弯曲”;

微观表达的万有引力公式 65，使用宏观物理量描述微观强核力，说明强核力和引力是同一种力；

常数表达的万有引力公式 72，使用微观精细结构常数描述宏观引力，表明四种基本力内在机制相通；

统一表达的万有引力公式 81，能量引力公式适用于所有的力。

从数学的角度看，这 81 种万有引力公式的写法都不复杂。因为数学工具仅仅是工具，正如阿尔伯特·爱因斯坦（Albert Einstein, 1879—1955）说的，“不是所有有价值的都能被计算，不是所有能计算的都有价值”。有价值的物理学公式有三个特点，物理意义清晰易懂、数学形式简单优美，计算结果与客观事实严丝合缝。

根据这些公式计算得到的结果，具有高度的一致性，这对公式之间的等价性构成了有力支持。除第七组“微观的表达”计算结果是两个相邻质子间的万有引力（即强核力）之外，其余公式的数值结果都是地球和太阳之间的引力。计算涉及的物理量和数据，在随后的表 0-1 中列出。

万有引力可以用运动学参数间接表达，也可以用物体的质量或能量来定义，更可以用空间几何的角度、半径和若干常数来描述。这些相互等价的万有引力公式提示我们，宇宙的完美就体现在一本万殊、殊途同归。

第一组：经典的表达

$$1. F = \frac{GMm}{L^2} = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$2. G_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

（爱因斯坦场方程。引力并不存在，只是时空弯曲的表现。）

$$3. F = ma = 3.54235 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$4. F = m \frac{V^2}{L} = 3.54235 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$5. F = m \frac{4\pi^2 L}{T^2} = 3.54276 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$6. F = m \frac{4\pi^2 K_3}{L^2} = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

第二组：能量的表达

$$7. F = \frac{K_4}{L^2}m = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$8. F = \frac{K_0 E_0}{L^2} m = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$9. F = K_5 m E = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$10. F = 4\pi K_0 m E = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$11. F = 4E_t \sqrt{\frac{\pi E}{E_0}} = 3.54235 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$12. F = \frac{2E_t}{L} = 3.54235 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$13. F = \frac{4\pi E_t}{TV} = 3.54255 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$14. F = \frac{2E_t L^2}{K_3 T^2} = 3.54114 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$15. F = \frac{E_t E_0}{K_3 T^2 2\pi E} = 3.54114 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$16. F = \frac{2E_t}{K_4} V^2 = 3.54073 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$17. F = K_4 \frac{4\pi E}{E_0} m = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$18. F = K_5 \frac{E_0}{4\pi L^2} m = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

第三组：角度的表达

$$19. F = g_0 m \frac{R_0^2}{L^2} = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$20. F = g_0 m \sin^2 \theta = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$21. F = g_0 m \frac{3D}{R} (1 + \cos \theta) = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$22. F = g_0 m \frac{6RD - 9D^2}{R^2} = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$23. F = g_0 m \frac{6D}{R} = 3.54399 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$24. F = \frac{1}{2} (1 + \cos \theta) \frac{K_4}{L^2} m = 3.54395 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$25. F = 2 (1 + \cos \theta) \frac{\pi^2 K_3}{L^2} m = 3.54395 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$26. F = \frac{1}{2} (1 + \cos\theta) \frac{K_0 E_0}{L^2} m = 3.54395 \times 10^{22} \text{ N}$$

第四组：半径的表达

$$27. F = \frac{w_0^2 \pi^2 R_0^2}{L^2} m = 3.54301 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$28. F = 4w_0^2 \pi^3 R_0^2 \frac{E}{E_0} m = 3.54301 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$29. F = w_0^2 w^2 \pi^4 \frac{R_0^2 R^2}{GL^2} = 3.57018 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$30. F = 4w_0^2 w^2 \pi^5 \frac{R_0^2 R^2 E}{GE_0} = 3.57018 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$31. F = M \frac{w^2 \pi^2 R^2}{L^2} = 3.57114 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$32. F = M \frac{gR^2}{L^2} = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$33. F = g_0 g \frac{R_0^2 R^2}{GL^2} = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$34. F = mg_0 \frac{R_0^2}{L^2} = 3.54397 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$35. F = \frac{(nw_0)^2 \pi^2 R_0'^2 w'^2 \pi^2 R'^2}{L^2}$$

(其他恒星与其行星之间引力。 R_0' 为恒星半径， R' 为行星半径， w' 为行星引力半径常数。)

$$36. F = \frac{R_0' L}{RL'} G \frac{MM'}{L'^2}$$

(太阳与其他恒星间的宇观引力。恒星的半径、质量和到太阳的距离分别为 R_0' 、 M' 、 L' 。)

第五组：修正的表达

$$37. F = \frac{1}{2} (1 + \cos\theta) \frac{GMm}{L^2} = 3.54395 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$38. F = \frac{1}{2} (1 + \cos\theta) g_0 m \frac{R_0^2}{L^2} = 3.54395 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$39. F = \frac{1}{2} (1 + \cos\theta) g_0 m \sin^2\theta = 3.54395 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$40. F = \frac{1}{2} (1 + \cos\theta) m \frac{V^2}{L} = 3.54233 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$41. F = \frac{1}{2} (1 + \cos\theta) \frac{4\pi^2 L}{T^2} m = 3.54274 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$42. F = 2 (1 + \cos\theta) E_i \sqrt{\frac{\pi E}{E_0}} = 3.54233 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$43. F = \frac{1}{2} (1 + \cos\theta) \frac{w_0^2 \pi^2 R_0^2}{L^2} m = 3.54299 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$44. F = \frac{1}{2} (1 + \cos\theta) M \frac{g R^2}{L^2} = 3.54395 \times 10^{22} \text{ N}$$

第六组：巧合的表达

$$45. F = M \frac{c^4 \alpha^6 V^3}{K^2 L^2} = 3.54571 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$46. F = GM^2 \frac{c^4 \alpha^4 h}{L^2 K^2 L_0^2 T} = 3.54378 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$47. F = GM^2 \frac{2\pi c^4 \alpha^4 \hbar}{L^2 K^2 L_0^2 T} = 3.54378 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$48. F = GM^2 \frac{c^2 \alpha^4 h}{L^2 K^2 L_0^2 T \epsilon \mu} = 3.54378 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$49. F = Gm^2 \frac{K^2 L_0^2 T}{L^2 c^4 \alpha^4 h} = 3.54415 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$50. F = Gm^2 \frac{K^2 L_0^2 T \mu \epsilon}{L^2 c^2 \alpha^4 h} = 3.54415 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$51. F = \frac{c^2 (1 - 2\pi\alpha)}{2\pi\alpha^3} = 3.5122 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$52. F = m \frac{\pi^2 c^3}{2L^2} \times 10^{-6} = 3.54945 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$53. F = m \frac{\pi^2 c^2}{L} \times 10^{-9} = 3.54238 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$54. F = 2m\pi^2 c \times 10^{-12} = 3.53533 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$55. F = \frac{4R_0^4}{V^3} = 3.54378 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$56. F = \frac{2\sin^2\theta}{\alpha} m = 3.53906 \times 10^{22} \text{ N}$$

$$57. F = M \frac{V^3 c^4 \alpha^6}{L^2 K^2} = 3.54571 \times 10^{22} \text{ N}$$

第七组：微观的表达

$$58. F = G' \frac{m_0 m_0}{L_0^2} = 1.59641 \times 10^4 \text{ N}$$

$$59. F = \frac{K e^2}{\alpha L_0^2} = 1.59475 \times 10^4 \text{ N}$$

$$60. F = \alpha^2 c = 1.59644 \times 10^4 \text{ N}$$

$$61. F = \left(\frac{\beta}{\pi - 1} \right)^2 c = 1.59648 \times 10^4 \text{ N}$$

$$62. F = \frac{\hbar}{L_0^2} c = 1.59475 \times 10^4 \text{ N}$$

$$63. F = \frac{2L_0}{L_b} c = 1.59534 \times 10^4 \text{ N}$$

$$64. F = \frac{h}{2\pi L_0^2} c = 1.59475 \times 10^4 \text{ N}$$

$$65. F = \frac{mV}{L^3} c = 1.59328 \times 10^4 \text{ N}$$

$$66. F = \frac{mV}{T^2 K_3} c = 1.59274 \times 10^4 \text{ N}$$

$$67. F = \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon\hbar c} \right)^2 c = 1.59643 \times 10^4 \text{ N}$$

$$68. F = \left(\frac{e^2}{2\epsilon\hbar c} \right)^2 c = 1.59643 \times 10^4 \text{ N}$$

$$69. F = \left(\frac{\mu c e^2}{2h} \right)^2 c = 1.59644 \times 10^4 \text{ N}$$

$$70. F = \left(\frac{\pi \mu c e^2}{\hbar} \right)^2 c = 1.59644 \times 10^4 \text{ N}$$

$$71. F = \frac{R_0 L m_0 m_0}{R L_0 L_0^2} = 1.63637 \times 10^4 \text{ N}$$

第八组：常数的表达

$$72. F = \alpha^2 V L^2 = 3.54936 \times 10^{22} \text{ N}$$

73. $F = \frac{\alpha^4 L^5}{m} = 3.55639 \times 10^{22} \text{ N}$

74. $F = \frac{\alpha^2 V E_0}{4 \pi E} = 3.54936 \times 10^{22} \text{ N}$

75. $F = \frac{\alpha^4 K_3^2 T^4}{m L} = 3.55881 \times 10^{22} \text{ N}$

76. $F = \frac{K m}{G L^2} = 3.59473 \times 10^{22} \text{ N}$

77. $F = 2 \pi \alpha^2 K_3 T = 3.55078 \times 10^{22} \text{ N}$

78. $F = \frac{\alpha^2 K_4 T}{2 \pi} = 3.55078 \times 10^{22} \text{ N}$

79. $F = \frac{c^4 \alpha^4 V^4 M m}{K^2 L^3 L^2} = 3.53870 \times 10^{22} \text{ N}$

80. $F = G M^2 \frac{V c^4 \alpha^6}{L^3 K^2} = 3.54733 \times 10^{22} \text{ N}$

第九组：统一的表达

81. $F = \frac{(\alpha) (\beta^6)}{(4 \pi)} \alpha^2 V \frac{E_0}{E}$

（不同括号选项组合，可计算四种基本力在标准状态下的数值。非标准状态力的大小，通过与标准数值的比较得到。）

表 0-1 81 种万有引力公式用到的基本数据表

物理量	表示符号	数值	量纲
万有引力常数	G	6.67428×10^{-11}	$\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
真空中光速	c	299792458	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
太阳质量	M	1.9891×10^{30}	kg
太阳半径	R_0	6.95500×10^8	m
太阳表面重力加速度	g_0	2.74452×10^2	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
太阳总功率	E_0	3.846×10^{26}	W
地球质量	m	5.9742×10^{24}	kg
地球平均距日距离	L	1.49598×10^{11}	m
地球平均半径	R	6.3728×10^6	m

续表

物理量	表示符号	数值	量纲
地球平均轨道速度	V	2.9783×10^4	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
地球公转周期	T	3.15582×10^7	s
地球公转向心加速度	a	5.92941×10^{-3}	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
地球表面重力加速度	g	9.81802	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
地球轨道平均动能	E_t	2.64964×10^{33}	J
地球太阳常数	E	1.36757×10^3	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
开普勒第三定律常数	K_3	3.36280×10^{18}	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$
精细结构常数	α	7.29735×10^{-3}	
库仑常数	K	8.98755×10^9	$\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$
真空磁导率	μ	1.25664×10^{-6}	$\text{N} \cdot \text{A}^{-2}$
真空电容率	ε	8.85419×10^{-12}	$\text{F} \cdot \text{m}^{-1}$
基本电荷	e	1.60218×10^{-19}	C
普朗克常数	h	6.62607×10^{-34}	$\text{J} \cdot \text{m}$
约化普朗克常数	$\hbar$	1.05457×10^{-34}	$\text{J} \cdot \text{m}$
质子质量	m_0	1.6726×10^{-27}	kg
玻尔半径	L_b	5.29177×10^{-11}	m
开普勒第四定律常数	K_4	1.32758×10^{20}	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$
约化能量引力常数	K_0	4.33772×10^{-6}	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{W}^{-1}$
能量引力常数	K_5	3.45185×10^{-7}	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{W}^{-1}$
地球超光锥半顶角	θ	4.64915×10^{-3}	rad
地球照透深度	D	22.9575	m
太阳引力半径常数	w_0	5.2726	$\text{m}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{s}^{-1}$
地球引力半径常数	w	1.0012	$\text{m}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{s}^{-1}$
质子平均距离	L_0	1.408×10^{-15}	m
质子引力常数	G'	1.13123×10^{28}	$\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
能级球面常数	β	1.56282×10^{-2}	

目 录

引言 万有引力公式的 81 种写法	1
第一章 太阳系中的根本动因——什么是引力	1
1.1 引力机制之谜	2
1.2 万有引力定律的再发现	6
1.2.1 通过行星运动描述引力	6
1.2.2 开普勒第四定律	9
1.2.3 从万有引力定律到万有能量定律	12
1.2.4 引力现象是两个斥力合成的结果	15
1.3 引力蚀效应	17
1.3.1 遮挡能量源的“蚀”效应	17
1.3.2 超光锥能量阴阳平衡公式	20
1.4 引力蚀效应的证据链 1：日蚀双重力谷	27
1.4.1 挑战爱因斯坦的摆	27
1.4.2 遮挡交错时的引力蚀突变	30
1.5 引力蚀效应的证据链 2：引力半径定律	34
1.5.1 引力半径常数	34
1.5.2 估算超光波的波长	43
1.6 引力蚀效应的证据链 3：太阳黑子及其活动周期	44
1.6.1 太阳黑子的形成原理	44
1.6.2 太阳黑子的周期公式	46
1.7 引力蚀效应的证据链 4：行星近日点的形成	51
1.7.1 共面恒星的定义	51

1.7.2 行星椭圆轨道的成因	52
1.8 引力蚀效应的证据链 5: 行星间的引力蚀效应	54
1.8.1 行星间的遮挡关系: 前后、上下、顺逆	54
1.8.2 月球近地点进动周期	57
1.8.3 地球章动周期 (月球交点西退周期)	59
1.8.4 地球岁差周期	60
1.9 引力蚀效应的证据链 6: 地球地震天文诱因	64
1.9.1 地下的震动与天上的能量	64
1.9.2 引力蚀诱发大地震	65
1.9.3 预测大地震的新思路	75

第二章 几何引力的真实因果——什么是弯曲

2.1 爱丁顿的背书	78
2.2 水星近日点进动: 与太阳无关	82
2.2.1 水星近日点进动异常现象	82
2.2.2 相对论效应“弯曲”了什么	84
2.2.3 八大行星近日点进动的一致性	87
2.2.4 近日点进动速率方程	90
2.3 星光偏折与引力透镜: 与质量无关	94
2.3.1 星光偏折与引力透镜	94
2.3.2 日蚀不是条件是原因	97
2.4 雷达回波延迟: 行星径向移动	99
2.4.1 夏皮罗时间延迟效应	99
2.4.2 行星径向位移导致回波延时	100
2.5 平直的空间, 弯曲的能量	103
2.5.1 开普勒定律的有效范围	103
2.5.2 弯曲的等能量球面	109

第三章 宇宙天体的时空尺度——什么是光波

3.1 光速决定你的身高和年龄	116
-----------------------	-----

3.2 光的本质：超光波铺设能量通道	118
3.2.1 超光波的撞射	118
3.2.2 光波借用能量通道	120
3.2.3 光速可变	123
3.3 误把时间当空间：宇宙在膨胀？光在减速！	124
3.3.1 多普勒效应与光谱红移	124
3.3.2 哈勃常数是光速递减常数	126
3.4 误把空间当时间：宇宙背景辐射来自远古？远方！	129
3.4.1 收听宇宙噪声	129
3.4.2 前后被挤压的宇宙	131
3.5 能量时空观	134
3.5.1 空间是能量“挤”出来的	134
3.5.2 有多大能量就有多大空间	137
3.5.3 超流现象：物体还原为能量的临界点	139
3.5.4 开普勒定律的物理意义	141
3.5.5 时间是能量差归零的过程	144
3.6 超光波宇宙观	147
3.6.1 广义宇宙与狭义宇宙	147
3.6.2 推论兼证据1：暗物质与暗能量并不存在	151
3.6.3 推论兼证据2：没有质量的黑洞	154
3.6.4 推论兼证据3：大爆炸理论的四大误证	157
第四章 不确定性的内在原理——什么是运动	161
4.1 放生薛定谔之猫	162
4.2 光波同频覆盖原理	164
4.2.1 传统理论中的光电效应	164
4.2.2 光波同频覆盖原理	169
4.2.3 金属光电板：猫洞原理	172
4.2.4 月球光电板：重力异常的原因	179
4.2.5 宇宙光电板：吸积盘喷流与扁平宇宙	182
4.3 惯性的起源与破坏	184

4.3.1	太空中丢失的质量	184
4.3.2	质量是能量的结晶	187
4.3.3	谁打破了惯性定律?	191
4.3.4	惯性起源于等能量密度	195
4.3.5	飞掠地球异常和先驱者号异常的能量解释	197
4.4	能量统一场论	202
4.4.1	万有理论之梦	202
4.4.2	电磁力等于引力	206
4.4.3	强核力是微观引力	212
4.4.4	基本力的常数表达	218
4.4.5	四种力的统一原理	225
第五章 物理规律的能量哲学——什么是统一		237
5.1	基本物理量	238
5.1.1	能量	238
5.1.2	能量密度	238
5.1.3	空间	239
5.1.4	时间	239
5.1.5	宇宙	240
5.1.6	质量	240
5.1.7	力	241
5.1.8	运动	241
5.1.9	参照系	242
5.2	太阳系	242
5.2.1	引力其实是斥力	242
5.2.2	引力蚀效应	243
5.2.3	阴阳能量平衡公式	244
5.2.4	行星椭圆轨道	244
5.2.5	引力半径定律	245
5.2.6	太阳的活动	245
5.2.7	地球地震与火星爆裂	246

5.2.8 各天体周期高度关联	246
5.2.9 开普勒 11 星系的佐证	247
5.3 宇宙	247
5.3.1 光的本质	247
5.3.2 宇宙的开端	248
5.3.3 物质的起源	248
5.3.4 哈勃常数	249
5.3.5 宇宙微波背景辐射	249
5.3.6 宇宙的时间边界	249
5.3.7 宇宙的空间边界	250
5.3.8 黑洞	250
5.3.9 弯曲的是能量不是时空	251
5.4 地球表面	251
5.4.1 匀速运动	251
5.4.2 变速运动	252
5.4.3 惯性	252
5.4.4 再谈苹果为什么落地	252
5.4.5 更小的第一宇宙速度	253
5.4.6 摩擦系数	253
5.4.7 电场的能量通道	254
5.4.8 磁场的能量通道	254
5.4.9 物质密度与能量密度	255
5.5 微观世界	255
5.5.1 不确定的根源	255
5.5.2 质量让位于能量	256
5.5.3 光没有动能	257
5.5.4 猫洞原理	257
5.5.5 玻色-爱因斯坦凝聚	258
5.5.6 电子能级跃迁	258
5.5.7 强核力和引力是一回事	259
5.5.8 湮灭	259