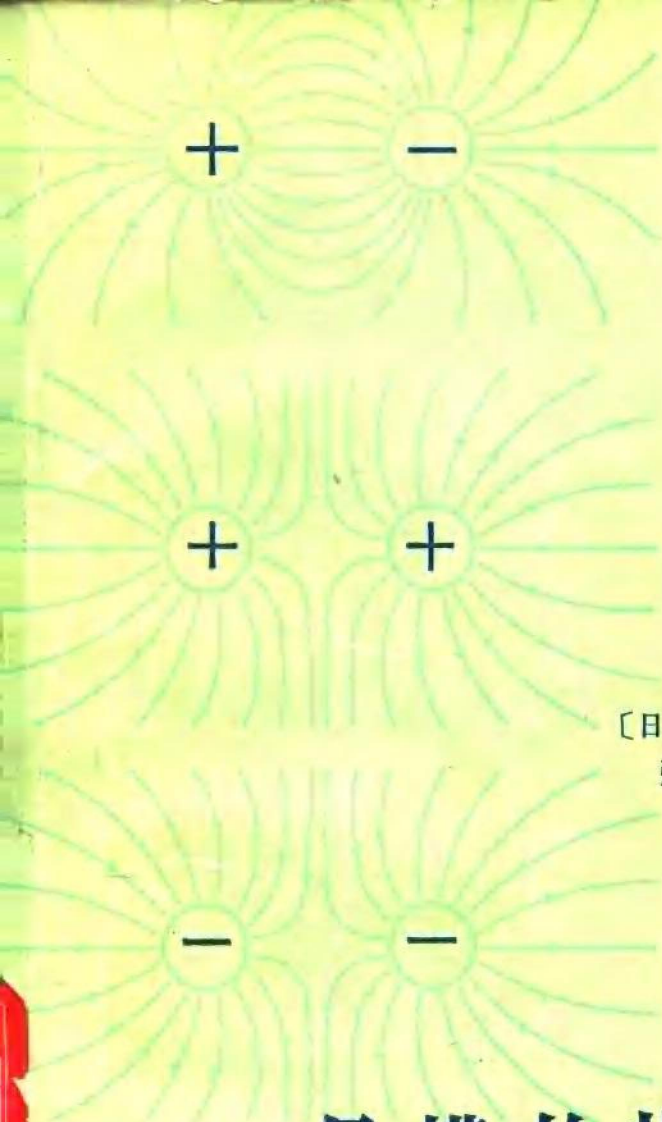




〔日〕竹内 均 著
张金榜 译

易懂的物理Ⅱ

文化教育出版社

易懂的 物理 II

东大教授 理学博士 竹内 均 著
张金榜 译

1157.1711

文化教育出版社

《易懂的物理》是日本高中程度的自学读物,程度同我国高中程度相当,而知识面略宽些。作者的目标是使物理成为“明白易懂”的课程,使读者学会“有条理地思考事物”和“使知识系统化”。在讲述方法上注意从身边的事物引入课题和藉助于大量的比喻,力求深入浅出,还注意通过大量的典型例题讲述解题的思考方法。在编排和版面处理上都注意了突出重点和活泼、醒目。

这套书包括《物理 I》和《物理 II》两本;本书是《物理 II》,书中包括“运动和能量”、“电流和磁场”、“光和电磁波”、“原子和原子核”四编,有典型例题 142 道、练习 42 道、附解答的较难习题 42 道。

本书可供高中物理教师和学生参考,也适于供有初中文化基础的职工和社会青年自学高中物理使用。

よくわかる

物 理 II

东大教授 理学博士 竹内 均 著

旺 文 社

(1978 年第 7 次印刷)

易懂的物理 II

〔日〕竹内 均 著

张金榜 译

*

文化教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京市房山县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 13 字数 265,000

1982 年 3 月第 1 版 1983 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—33,000

书号 7057·042 定价 1.40 元

目 录

阅读须知.....	1
-----------	---

第一编 运动和能量

第一章 作用于固体的力.....	1
1. 力的转动作用.....	1
A. 力矩	
B. 力矩的平衡	
2. 作用于固体的力的平衡.....	12
3. 重心和平行力的合成.....	17
A. 重心	
B. 力偶	
C. 平行力的合成	
第二章 转动.....	30
1. 匀速圆周运动.....	30
A. 匀速圆周运动的速度和角速度	
B. 匀速圆周运动的加速度	
C. 向心力	
D. 惯性力	
E. 离心力	
2. 固体的转动.....	53
A. 转动惯量和角加速度	
B. 角动量守恒	
C. 转动的能量	
3. 万有引力引起的运动.....	64
A. 开普勒定律	
B. 万有引力定律	
第三章 气体的分子运动.....	74
1. 分子运动.....	74
A. 玻意耳-查理定律	
B. 分子的热运动	
C. 摩尔分子数和状态方程式	
2. 内能.....	89
A. 内能和定容摩尔比热	
B. 能量均分定则	
C. 定容摩尔比热和定压摩尔比热	
D. 绝热变化	
习题(1-13).....	101

第二编 电流和磁场

第四章 电流和导体.....	105
1. 电阻.....	105
A. 欧姆定律	
B. 电阻率	

C. 电阻的联接	
2. 电流.....	117
A. 自由电子和欧姆定律	
B. 半导体	
3. 直流电路.....	124
A. 电池的原理	
B. 电流表和电压表	
C. 基尔霍夫定律	
4. 焦耳热.....	142
第五章 电流和磁场.....151	
1. 电流产生磁场.....	151
A. 磁场	
B. 直线电流和圆电流的 磁场	
C. 通电线圈的磁场	
D. 磁场强度	
2. 电流在磁场中所受 的力.....	162
A. 直线电流在磁场中所 受的力	
B. 在磁场中运动的带电粒子 所受的力	
C. 载流线圈在磁场中所受的 力偶	
D. 磁体和磁通密度	
E. 电流间的作用力	

第六章 电磁感应和交流	
电.....	181
1. 电磁感应.....	181
A. 感生电动势	
B. 磁通密度和感生电动势	
C. 法拉第定律和楞次定律	
D. 涡电流	
E. 互感和自感	
2. 交流电.....	203
A. 交流电的产生	
B. 有效值	
C. 变压器和电力输送	
3. 交流电路.....	215
A. 通过线圈的电流	
B. 通过电容器的电流	
C. 带有电容器的电路	
D. 振荡电路	
第七章 电子技术.....234	
1. 真空管.....	234
A. 二极真空管	
B. 三极真空管	
C. 阴极射线管和光电管	
2. 半导体和晶体管.....	246
A. 半导体	
B. 晶体管	
习题(14-28).....	252

第三编 光和电磁波

第八章 光的传播方式...256	
1. 反射和折射.....	256
A. 波	
B. 光的折射和色散·全反射	
C. 光的反射	
2. 光的干涉.....	269

A. 衍射和干涉	B. 光的速率
B. 薄膜的光的干涉	C. 电磁波的速率
C. 衍射光栅	2. 电磁波的种类和波长……302
D. 布喇格反射	A. 电磁波的波长
E. 散射	B. 红外线和紫外线
第九章 电磁波……293	C. X射线
1. 电磁波的产生和传播……293	3. 电磁波的偏振……307
A. 电磁波的产生	习题(29-36)……311

第四编 原子和原子核

第十章 原子的结构……315	1. 原子核的结构……359
1. 电子的粒子性……315	A. 质子和中子
A. 电子在电场和磁场中的运动	B. 原子核的大小
B. 密立根的实验	C. 原子核的碰撞
2. 光的粒子性和电子的波动性……324	2. 放射性原子核……364
A. 光电效应	A. 原子核的衰变
B. 光的粒子性	B. 半衰期
C. 物质波	3. 核能……371
3. 能级……339	A. 原子核的结合能
A. 线状光谱和能级	B. 质量和能量的等价性
B. 原子模型和玻尔理论	C. 核的裂变
C. 普朗克常数和原子世界	D. 核的聚变
第十一章 原子核……359	E. 太阳能
	习题(37-42)……389
	习题答案……392

要点一览表

1. 力矩……8	4. 匀速圆周运动……36
2. 刚体的平衡……12	5. 向心力……37
3. 重心……19	6. 惯性力……41

7. 离心力.....47	35. 右螺旋定则.....154
8. 角加速度.....53	36. 螺线管的磁场.....157
9. 转动的运动方程式.....55	37. 直线电流的磁场.....159
10. 转动惯量.....55	38. 环形电流的磁场.....159
11. 角动量.....59	39. 直线电流在磁场中所受 的力.....164
12. 角动量守恒.....60	40. IH 右螺旋定则.....165
13. 冲量矩.....61	41. 洛仑兹力.....169
14. 转动的能量.....63	42. 磁场和磁通密度.....176
15. 万有引力.....66	43. 电磁感应.....182
16. 玻意耳-查理定律.....74	44. 感生电动势.....183
17. 分子的运动和压强.....82	45. 磁通量.....187
18. 分子量.....84	46. 法拉第定律.....187
19. 分子的动能.....84	47. 楞次定律.....188
20. 热力学第一定律.....89	48. 互感.....198
21. 热功当量.....90	49. 自感.....200
22. 能量均分定律.....93	50. 交流电电压的有效值.....210
23. 定压热容量和定容热 容量.....96	51. 变压器的匝数和电压.....211
24. 绝热变化.....99	52. 变压器的电功率的耗损.....212
25. 电流和电量.....106	53. 线圈对交流电的感抗.....218
26. 欧姆定律.....107	54. 电容器对交流电的容抗.....222
27. 导线的电阻和电阻率.....109	55. 电振荡.....232
28. 电阻的温度变化.....110	56. 波长·周期·速度.....256
29. 电阻的串联.....113	57. 反射定律.....258
30. 电阻的并联.....114	58. 波阵面.....259
31. 电池的电动势和路端 电压.....126	59. 折射和周期、频率.....262
32. 基尔霍夫定律.....134	60. 折射定律.....262
33. 惠斯通电桥.....139	61. 干涉和波长.....275
34. 电功率.....143	62. 电磁波的性质.....294
	63. 电磁波的速率.....298

64. 真空中电磁波的速率.....299	67. 原子核的衰变.....364
65. 光的粒子性.....329	68. 半衰期.....368
66. 物质波.....334	69. 爱因斯坦的公式.....374

园地一览表

力学的奠基人.....29	为了信仰就要理解.....191
猜中椭圆轨道的牛顿.....70	笛卡儿.....224
发现开普勒定律的 16 年.....71	麦克斯韦和法拉第.....291
看不见的大学.....78	海维赛的预言.....311
被误解的欧姆.....124	阿尔伯特·爱因斯坦.....337
酿造家焦耳.....149	标准秒的变迁.....356
电流和磁.....157	原子弹的诞生.....368
法拉第的札记.....184	1 年半的谜.....387

阅 读 须 知

本书最大的特点是由身边的事物引入课题和以许多比喻为代表的独特的讲解方法。因此,对于那些看到物理就胆怯,不喜欢物理的人,也能使他们自然而然的入门。书中还包括了对理解物理 II 所必要的物理 I 的内容,而且注意了怎样才能使读者愉快而又深入的理解问题。书中的图画得大些,还用了许多题头画,也是为了这个目的。

本书的结构

本书分为四大部分,《第一编 运动和能量》、《第二编 电流和磁场》、《第三编 光和电磁波》、《第四编 原子和原子核》,其中又分为十一章。编排的次序原则上是以教科书为准,可是根据本书的主旨,在细节上前后多少有些变动。

说明尽可能采用通俗读物的形式。其中把希望务必记忆的公式等作为要点提出来,以引起注意。其它容易出错的地方以及重要的物理观点,用《当心》标示出来。物理学是重视思考方法的学问,因此,这类内容是很多的。于是在原则上居于第二位的重要的思考方法,在左侧标出了“这里重要”。在定义的左侧有“的确如此”的题头画,以使读者注意。通过例题作进一步的讲解,并且再次检查理解的程度,也是本书的特点。通过各处安排的[练习]和编末的习题,可以进一步检查理解程度。

本书的使用方法

本书注意了解说尽可能做到生动有趣，而且抓住重点问题，多次反复说明。因此在读本书时，可以先确定一个范围，大概通读一遍，这就了解了这个范围内有哪些要点和 ，也就能够了解学习的目标是什么，也可以结合起来考虑例题的使用方法。

本书还包括带有其他种种目的的因素。现将它们的特点列举如下。

► 用“要点”标示重要内容

以定律、公式为中心，把希望必须记忆的重要事项用方框框起来，名之为要点，共有 69 个。这些内容希望务必熟记，达到无论用公式还是用文字都能把它们写出来的程度。最好能做到一看见要点就能想出一些实际应用的例子。

► 也要注意

象前面说过的那样，这里记载的是容易错的地方和重要的物理观点。虽然不必死记硬背，但仍希望把所说的都是些什么问题，记在脑海中。

► 图下面的说明是该部分的重点

图下的说明一般是就近所讲问题的重点。

► 通过“例题”培养思考方法

本书的例题中，包括了一部分讲解的内容。这不是那些一般的问题，而是包含着解答问题的基本观点和思考方法。一些典型的问题大体上都收罗到了，总的看来是重视思考方法的。只要掌握了它们，遇到什么样的问题，也不会感到困惑。

► 通过〔练习〕印证所学的知识

这是一些只用学过的知识就能解答的问题。问题的数量是充分的,为了检查对要点等是否理解了,可以独立地解一解这些练习。书页下面的答案只做核对时的参考。

► 在“提要”中再一次明确所学的知识

原则上在各章后面都有把这部分知识归纳起来的“提要”。因为它涉及到学习上的重点,一般学习完了以后,可以提要为指针把重点内容再学一遍。

► 通过“习题”培养能力

在各编后面,编入了一些需要一定应用能力的习题。如果已经能解[练习]中的问题,就可以解这些习题,检查一下自己的能力,从而找到自己的弱点。

► 通过“园地”调节学习气氛

将与本文有关的有趣味的问题作为谈话材料插在适当的地方。希望通读一下,调节学习气氛。

第一编 运动和能量

第一章 作用于固体的力

1. 力的转动作用

A. 力矩

我们经常使物体绕某轴转动。拧开瓶盖和推开门时，力的作用就表现为使物体转动。

在物理 I 中学过力有使物体平动的作用。上面又看到力有使物体转动的另一种作用，它跟使物体产生平动的作用是不同的。

开门的时候，拉门把手，就很容易拉开，如果在靠近门轴的地方去拉它，就不容易拉开（图 1-1）。这是我们日常熟悉的经验。也就是说，使物体（门）绕某轴（上面的情形是门轴）转动所用的力，作用在离转轴远的地方，使物体转动的作用就大，作用在离转轴近的地方，使物体转动的作用就小。

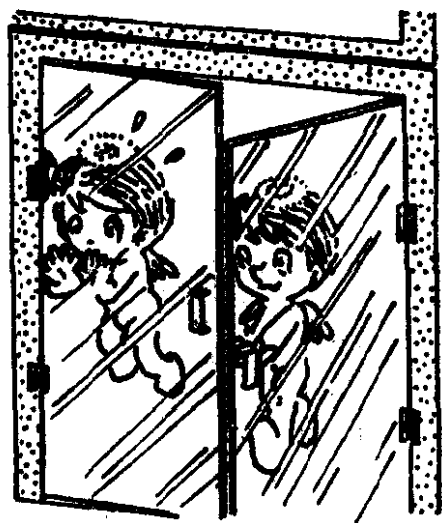


图 1-1 转动物体的运动 距转轴远的地方，就是小的力也能使物体作大的转动。



的确如此

这样使物体绕某轴转动的作用叫做力矩。

如图 1-2 所示，使跟 OP 成直角的力 $\vec{F}$ 作用在能绕 O 点转动的物体上的 P 点，若力矩

$=M$ ， $\overline{OP}=a$ ，从上面所说的门的例子考虑，就得出

$$M \propto a$$

可以考虑若所加的力的大小增大到 2 倍，3 倍，使物体转动的能力也增大到 2 倍，3 倍。也就是说， M 也跟 F 成正比。也就是说可以认为力矩

$$M = aF$$

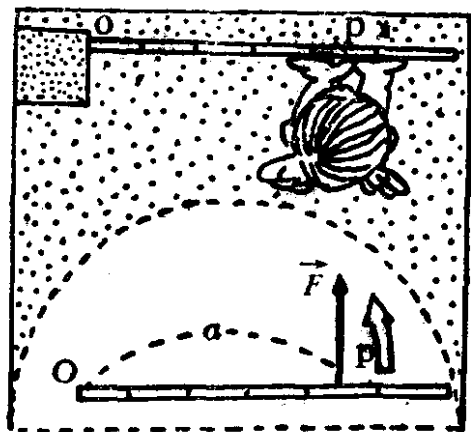


图 1-2 力矩 力的大小乘以它的作用点到转轴的距离叫做力矩。力矩表示力对转动的作用。

如图 1-3 所示，如果力 $\vec{F}$ 在 OP 直线上时，将是怎样的呢？

这种情形就相当于上式中 $a=0$ ，由于这时的 M 也变为零，所以无论加多大的力，物体也不转动。这个问题根据经验是容易理解的。这就表明上面那样选取 M 的方法没有错。想一

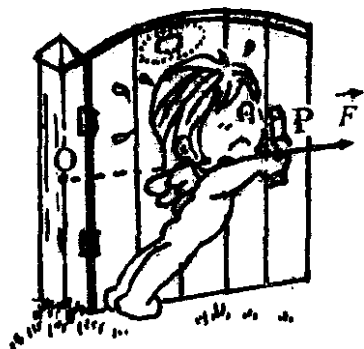


图 1-3 转动体的特性 在转动半径方向上不论加多大的力，物体都不转动。

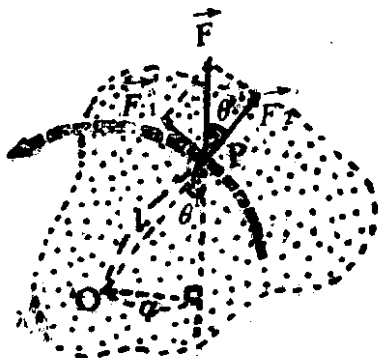


图 1-4 一般情形的力矩 在转动中只有沿轨道切线方向的力是有效的。

想如图 1-4 所示的作用于一点 P 的力 $\vec{F}$ 跟 OP 成 θ 角的情形。

这种情形和上面门的情形一样，考虑一个以 OP 为半径的圆弧，把力 $\vec{F}$ 分解为沿圆弧切线方向和跟切线垂直方向的两个分量。现在设圆弧切线方向上的分力为 $\vec{F}_1$ ，与 $\vec{F}_1$ 垂直方向上的分力为 $\vec{F}_2$ ，这时有

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

当然， $\vec{F}$ 使物体转动的作用是由 $\vec{F}_1$ 和 $\vec{F}_2$ 产生的。然而按照前面所说的，因为 $\vec{F}_2$ 不使物体转动，所以， $\vec{F}_1$ 的转矩，就是 $\vec{F}$ 的总转矩。



这里重要

也就是说，可以认为，使物体绕 O 点转动的力，只有沿圆弧切线方向的分力 $\vec{F}_1$ 。

因此，这种情形下的转矩 M 可以用这个分力 $\vec{F}_1$ 跟 $\overline{OP}$ 的垂直距离 l 的乘积表示。也就是

$$M = F_1 \times \overline{OP} = (F \sin \theta) \times l$$

上式的最右边可改写成

$$F \times (l \sin \theta)$$

从图 1-4 可以看出 $l \sin \theta$ 等于由 O 点引到表示力 $\vec{F}$ 的箭头的垂线长度。也就是变成

$$M = aF$$

这个结果跟前面讲的图 1-2 的结果相同。但是，跟上面不同的是这里的力 $\vec{F}$ 的方向一般不垂直于 OP 。



的确如此

在这里谈谈几个名词的定义： P 点是力作用在物体上的点叫做力的作用点。表示力的方向的直线叫做力的作用线。

在上面的说明中出现的 a 是从转轴引到力的作用线的垂



线长度叫做力臂或力臂的长度。

因此对于上面求出的力矩 M 若用文字表述

就是

的确如此

»»»»»»»»»»
■
要 点 1
■
»»»»»»»»»»

力矩 $M = \text{力的大小 } F \times \text{力臂的长度 } a$

下面说明力矩不仅有大小也有方向。

例如, 看图 1-5(一)、(二). 根据我们日常的经验, (一)的情形是物体绕 O 点作反时针的转动。(二)的情形是物体绕 O 点作顺时针的转动。考虑到由于力矩的作用使物体发生相反方向的转动, 给力矩加个符号就方便多了。

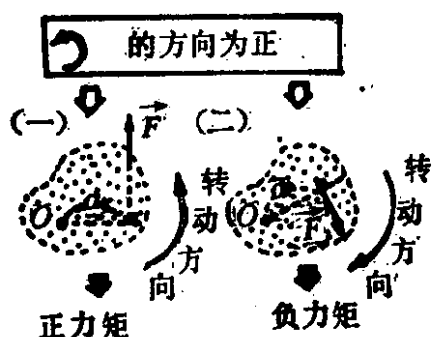


图 1-5 力矩的方向 因为转动方向有二, 考虑转动时, 规定出哪个是正方向就清楚了。



这里重要

例如, 可以规定:

使物体作反时针方向转动的力矩取正号,

使物体作顺时针方向转动的力矩取负号。

当然, 也可以规定使物体向反时针方向转动的力矩取负号, 使物体向顺时针方向转动的力矩取正号。但是, 在本书中依照惯例, 用上面的符号规则进行计算。可是不要忘记



要注意

最重要的不是规定符号的方法, 而是给力矩规定的符号要统一。

B. 力矩的平衡

有人从外面开门时,恰好里面的人要关门.这时,门半开着就平衡了.试用力矩平衡的观点说明这种现象.

现在设 O 点为门的转轴,外面的人在 P_1 点加力 F_1 ,里面的人在 P_2 点加力 F_2 .力 F_1 和 F_2 的力臂长分别为 a_1 和 a_2 (图1-6).外面的人作用在门上的力使门沿反时针方向转动.因此,它的力矩用 $+a_1F_1$ 表示.里面的人作用在门上的力使门向顺时针方向转动.

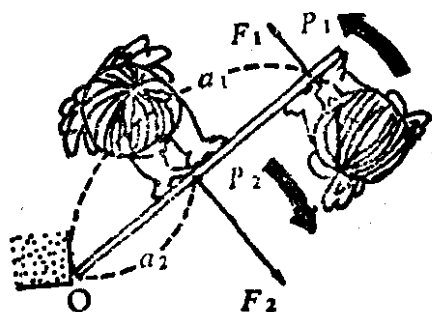


图1-6 转动的平衡 两个力作用时,如果力矩大小相等、方向相反,就不发生转动.

因此,它的力矩用 $-a_2F_2$ 表示.这样考虑符号,则力矩的代数和是

$$(+a_1F_1) + (-a_2F_2)$$

这个代数和为零时,力矩平衡,门就半开着不动.

在上面的说明中,只有两个力作用在物体(门)上.但是不论多少力作用于物体上也没有关系.一般说来,



这里重要

以一点为轴能转动的物体受几个力作用时,如果这些力绕此点的力矩的代数和是零,物体就不能绕此点转动.

也就是说,物体绕某点不转动时,绕此点顺时针方向的力矩大小和反时针方向的力矩大小相等.



绕某点的力矩的和为零

→不能绕此点转动

[参考] 尽管后面还要详细说明,现在我们已经知道固体不运动的条