

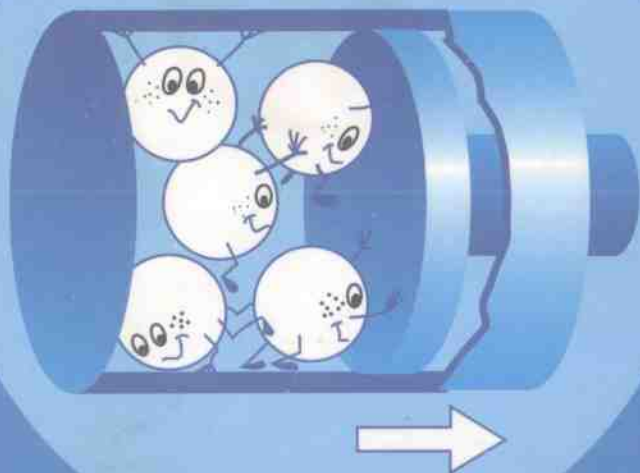
“外星人”学物理

—匈牙利普通高中物理教材

1

〔匈〕 M. Bákányi E. Fodor G. Marx
I. Sarkadi E. Toth J. Ujj

著 秦克诚 译



人民教育出版社

“外星人”学物理

——匈牙利普通高中物理教材

1 物质结构与物性

[匈] M. Bakónyi E. Fodor G. Marx 著
I. Sarkadi E. Tóth J. Ujj

秦 克 译

人民教育出版社

(京)新登字 113 号

图书在版编目 (CIP) 数据

“外星人”学物理/秦克诚译. —北京:人民教育出版社, 1997
ISBN 7-107-12223-1

I. 外… II. 秦… III. 物理课-高中-教学参考资料 N. G633.
73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 15967 号

经本作品著作权人授权, 许可人民教育出版社出版本书简
体字中文版并享有专有出版权。

“外星人”学物理

——匈牙利普通高中物理教材

秦克诚 译

人民教育出版社出版发行

(100009 北京沙滩后街 55 号)

全国新华书店经销

民族印刷厂印装

*

开本 880×1230 1/32 印张 5 字数 120,000

1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—2,260

ISBN 7-107-12223-1

G·5333 定价 11.10 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与印厂联系调换。

他山之石 可以攻玉

——匈牙利普通高中物理教材中译本序——

中国物理学会教学委员会主任 赵凯华

这是一套匈牙利的物理教材,全套书共四册,用于普通高中(即非职业高中)9至12四个年级,内容依次为:物质结构和物性、力学、电学、近代物理(统计力学、原子物理学、原子核物理学、天体物理学,用统一的观点讨论)。本书主编是布达佩斯厄缶(Eötvös)大学原子物理系主任 George Marx 教授和他的一些同事和学生。Marx 教授是匈牙利著名的物理学家和物理教育家,曾任国际物理学界最高学术组织国际纯粹物理和应用物理联合会(IUPAP)上届副主席,和 IUPAP 所属国际物理教育委员会(ICPE)副主席、欧洲物理教育学会(GIREP)主席。他曾作为世界银行贷款聘请的专家来华指导过工作,是中国物理教育同行的好朋友。

这套教材把重点放在培养学生正确的科学方法上,教导学生如何通过观察和实验积累经验,在经验事实的基础上建立物理模型,用建立的物理模型解决实际问题、预言未知现象,用新的实验现象检验这个物理模型的适用范围、进一步修正物理模型。在这个框架内介绍有关的物理知识。用我们现在一句时兴的话来讲,就是这套书极重视“科学素质的培养”。

预期这套书的首批读者是我国的物理教师和教学管理人员,但愿我们有许多中学生也能读到这套书,爱上这套书。这套书与我国现行的中学物理教材风格迥异,无论在选材和写法上差别都比较大

由于受到各种条件的制约,我们不敢期望,我国有多少中学老师能够用这套书作教材。也许有人看了本书后会怀疑:这种写法怎能作教材?但匈牙利确实是用这套书作中学物理教材的。

匈牙利有着悠久的重视素质培养的科学教育传统。它是全世界第一个举办中学生数理奥林匹克竞赛的国家(1895年)。这个国家地处欧洲中部,面积九万多平方公里,比我国的浙江省还小。人口一千多万,比北京市的人口还少。匈牙利的民族是马扎尔人,这支当年的游牧民族是于公元9世纪到那里定居的,时间上相当于我国的晚唐。按我们这个有五千年文明史泱泱大国的标准,无论从哪方面看匈牙利都是蕞尔之邦。然而,从匈牙利出生了8位诺贝尔奖金获得者(物理3,化学2,生理3),其中包括全息术的发明者 Dennis Gabor 和把对称性原理应用于原子核和粒子理论的 Eugene P. Wigner。此外,还有一二十位世界第一流的科学家,如突破音障、现代喷气式飞机和火箭的创始人 Theodore von Kármán,按程序存储原理工作的现代电子计算机奠基者 John von Neumann,氢弹之父 Edward Teller,原籍都是匈牙利,并在那里受教育。匈牙利人对此是很自豪的。物理学大师费米曾经问道:以宇宙之大,演化时间之长,具有高度技术文明的外星人早应造访过我们的地球,而且不止一次。可是他们在哪儿?幽默的匈裔核物理学家和生物物理学家 Leo Szilard 回答说:他们在我们中间,不过他们把自己叫做匈牙利人。

不管这套书是否适合我们作教材,别人的经验总是应该借鉴的。古语说得好,“他山之石,可以攻玉”。这便是我们组织翻译和出版这套书的初衷。

目 录

中译本序	I
聚集体	1
1. 观察和实验	1
关于奇异的外星人的访问的一段阅读材料	4
2. 黑箱	6
3. 为气体建一个模型	9
4. 为液体建一个模型	13
5. 为固体建造模型	16
6. 凹坑中的球	20
7. 运动和相互作用	24
8. 气体为何膨胀	27
9. 不可逆过程	31
10. 分享能量	34
11. 能量的流动	37
12. 弹子球聚集体的行为(小结)	39
温度	42
13. 空气压强	42
14. 压强和体积	46
15. 计算气体压强	49
16. 乘积 pV 真是常数吗?	53
17. 引进温度	55

18. 温度计	58
19. 气体定律的应用	60
20. 热量	67
21. 功	70
22. 弹子真是球形的吗?	73
23. 关于温度我们学了哪些东西(小结)	80

相互作用 83

24. 弹子球的相互作用	83
25. 毛细现象	86
26. 表面张力	89
27. 沸腾和凝结	93
28. 弹子球有多大?	98
29. 玻耳兹曼常数	101
30. 原子	105
31. 分子的相互作用(小结)	110

有序化 113

32. 晶体	113
33. 不同的格子图样(阅读材料)	119
34. 弹性形变	125
35. 加热晶体	130
36. 晶体的热膨胀	133
37. 液态作为固态和气态之间的过渡态	137
38. 水(阅读材料)	143
39. 从有序到无序(结束语)	148
40. 对物质结构的理解的各个层次	150



聚集体

1. 观察和实验

正像一个警探调查一件罪案那样,为了揭露大自然的秘密,你也必须仔细观察周围的世界。探索大自然的第一步和最重要的一步是观察。

观察 1-1: 方糖的溶解

在一个玻璃杯中倒入冷水,另一个玻璃杯中倒入热水。每杯水中放一块方糖。观察糖块会发生什么事,并且试着把你的观察结果准确地记录下来。



糖在水中溶解的现象引起一个问题:为什么糖在热水中和冷水中溶解的方式不同?这种差异的基本原因是什么?只有糖才显示这

样的差异吗？这都是些有趣的问题。善于提出问题在研究中是很重要的。现在我们用别的什么东西代替糖，但是让实验中其他一切都保持不变。



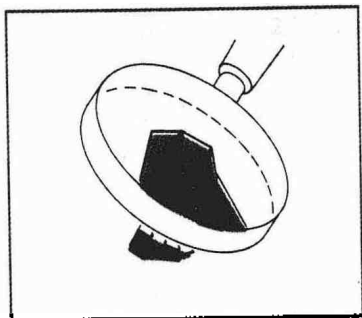
实验 1-2: 预先作好计划

在一个玻璃杯中倒入冷水，另一个玻璃杯中倒入热水。在每个玻璃杯中放一点高锰酸钾代替方糖。把你的观察结果同上次实验结果相比较。

在事先规划好的一个计划中有意引入一种现象并且精确地观察这一现象叫做一个实验。通过实验你可以知道我们这个世界的更有趣的一些方面。

在上面两个实验中你看到在热水中溶解进行得快一些。还可以观察到一些别的差异。比如糖水是无色的而高锰酸钾溶液是紫色的。也可能发生这样的事：你把糖块是放在一个带黑点的瓷杯中而高锰酸钾则是放在一个透明的玻璃杯中。但是在试图找出为什么溶解速度不同的原因时，你会发现这些情况都不重要。在一个正确设

计的实验中，事先应决定要把注意力集中在哪些因素上。



实验 1-3: 试着弄明白溶解现象

通过一个放大镜细看方糖块和高锰酸钾晶体的表面。把糖块弄碎，再用放大镜看

迄今你做实验用的固体材料似乎有一种粗疏的结构。溶解很像是这些固体材料瓦解成一些小碎片悬浮在水中。你看不见溶解在水中的这些物质的碎片。但是在你试图解释可溶性现象时,你仍然可以想像这样的碎片。藉助于这幅简单的脑海中的图画,你很容易解释我们积累的部分观察结果。其中之一就是虽然糖块在我们眼前消失不见了,但同时水的味道却变甜了。(后面我们还将试图找出冷水中比热水中溶解得慢的原因。)

固体材料是由小碎片组成的想法,又引起了许多进一步的问题。在固体材料中,这些小碎片是怎样呆在一起的呢?它们是有手臂或者钩子来保持在一起,还是有一种胶把它们粘在一起?水也是由小碎片构成的吗,还是一种连续体?你能用小碎片成分构成雪花的对称图样吗?这些问题涉及上述脑海中图画的细节,这些细节太纤细了,是人眼所看不见的。另一组问题强烈要求我们用已存在于我们想像中的图画解释其他观察结果:“为什么这些固体不投进水里就不瓦解呢?为什么在热水中溶解比冷水中快呢?为什么匙子在水中不溶解呢?水冻结成冰时又发生了什么呢?”

可以用来解释物质性质和行为的脑海中的图画叫做模型。建立模型就是建造和使用这种心灵图画的方法。物理学家和研究工作者的工作方法就是建立模型。我们在后面几课中就要实践这种方法:从观察简单的现象开始,到建造模型解释观察结果,并用实验来检验模型。

问题

1. 观察和实验有哪些相同之处和不同之处?
2. 金刚石是一种用来装饰皇冠的透明的、可燃的、坚硬的、贵重的宝石。煤则是在石炭纪生成的一种黑色的、易碎的、可燃的矿物。上面列举的这些性质中,哪些是你根据个人经验已经知道的?
3. 糖,可口可乐,灰姑娘,月光,我。这些东西中,哪些是可以用我们的感

觉或仪器来研究的(这些东西是实物),哪些只存在于我们的想像中?

4. 你知道人们为太阳系建造过哪些模型吗?为什么这些模型这么重要,以至于有些建造或懂得这些模型的人可以豁免掉工作的义务,并被任命为神甫或术士,而另外一些人却被告在火刑堆上烧死?

关于奇异的外星人的访问的一段阅读材料

我们曾在一本科幻小说中读到以下内容:

“外星人于次日到达地球。为了避免潜在的感染危险,曾告诫他不得与地球人有个人接触。他只能从一座孤独的房屋中通过电话同地球人通话。他想用这种方法来得到有关地球人的情况。外星人首先拨通了一个装饰橱窗的人。她这样讲述她的职业:

‘我尽力使人们购买最新款式的衣服。我打扮商店橱窗里的模特儿。于是人们从橱窗里就可以看到,穿上那些衣服他们将会多么漂亮。我有一个备用的模特儿,我马上就寄给你。’

‘谢谢。’外星人说道,‘我只是不明白,为什么你不打扮一个真正的人呢?为什么你需要一种代用品呢?’

‘因为人们除了整日价站在橱窗里还有更好的事要做。对这种工作模特儿是一个相当理想的代用品,它很像一个人。’

‘我懂了。那么你要送我一个有许多空暇时间的人作礼物?’

‘不,不。人们相亲相爱,谈话,走动,还会做许多别的事。模特儿只不过它的外形是模仿人做的。’

外星人接触的下一个人是一个药理学家。他的回答如下:

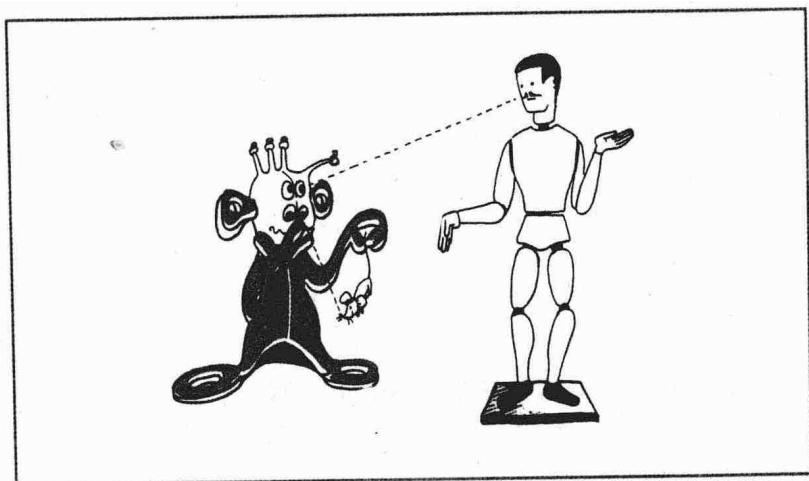
‘我的职业是在把一种新药用于人类之前测试药效。因此我把要测试的药喂给老鼠吃。我观察这些老鼠来监测药效。我有许多老鼠,送你一只吧。’

外星人高兴了:

‘啊,到底我能看见一个真正的人是什么样了。’

‘啊,不。人不是老鼠。人要复杂得多。只不过老鼠内部器官的功能、它的代谢机制和人的相似。这就是在我的工作中用老鼠代替人的原因。’

外星人茫然地注视着模特儿和老鼠。它们之间几乎没有什么共同点(除了也许二者都有髭须)。因此他完全想像不出人类究竟是什么样子。”



尽管如此,外星人还是可能会感到一定程度的满足,因为橱窗布置师和药理学家都在某种意义上给了他一幅人类的很好的图像。不用说,不论是老鼠还是模特儿都不完全像人。但是他们一个具有和人相似的外形,一个则具有和人相似的代谢机制。外星人得知了有关人类的重要知识;他获得了关于人类的外形和代谢机制的信息。

人类的这两种模型相去甚远。不仅如此,它们有些特性还互相矛盾。比方说模特儿是哑巴并且只有两条腿,而老鼠则吱吱叫并且有四条腿。这些矛盾是由那些对模型的使用没有意义的特性产生的。例如模特儿是哑巴并不影响衣服对它是否合身,试验一种新泻药时老鼠究竟是吱吱叫还是咕噜咕噜哼也没有什么关系。模型的这些附加的、对该模型的建立不起任何作用的特性,在使用模型时一定不要随便套用,否则就可能导致矛盾。

大自然可以从几种不同的角度来加以考察。不同的特征可以用不同的模型恰当地、清楚地描述。有可能,一个物理学家和一个化学家使用不同的模型来理解同一种实物的性质。他们之所以能够这样做,是因为他们是从不同的角度来考察这个世界。

任何有关大自然的科学陈述都以观察为基础。即使是在溶解这类日常现象中,也可以观察到许多有趣的事。高锰酸钾是紫色的,糖是白色的,水是透明的,在高锰酸钾溶解之初你会看到奇形怪状的紫色枝状物,糖在溶解时会沉到玻璃杯底,溶解后杯里的水是甜的,如此等等。在许多经验中应当集中注意该首先解释的那一个。一次只问一个问题,要比企图一次就了解一切东西让你更有机会得到一个比较简单的答案。通过一步一步循序渐进,你将会懂得越来越多。对客观实在的循序渐进的探索是无止境的。

在方糖溶解时你曾假设糖有一种粗疏的结构。在溶解时糖瓦解为越来越小的部分,最后变成如此之小的小片,你根本就看不见它们。你可以把这些小片想像成许多种不同的样子。但是你不会把它们想像成你从未见过的样子。人们只能想像他(她)通过感官已经看到或感觉到的那些特征,或者至多把这些特征在脑海中重新组合。在对还不理解的现象建立模型时,只能把它同已知现象加以比较。

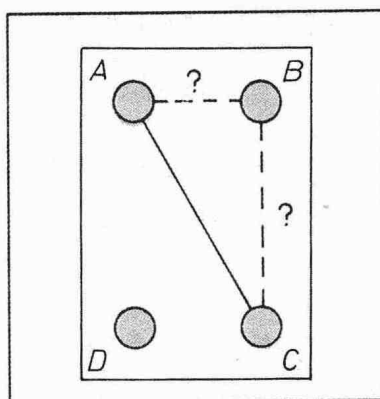
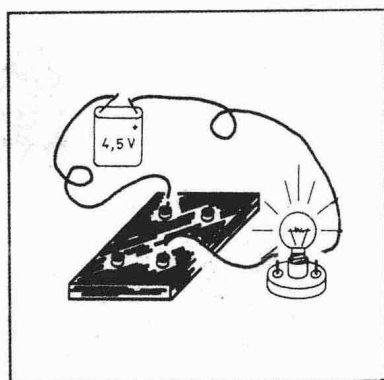
每个人都知道短尾巴的、三角耳朵的卷毛狗。但是却没有有人把看不见的高锰酸钾小片想像成一条卷毛狗那样。这样的模型使图像不必要地复杂化。复杂的模型使思索更困难。它的不必要的细节会把我们导入死胡同。为了更容易理解,应当建立能够解释这种现象的尽可能简单的模型。

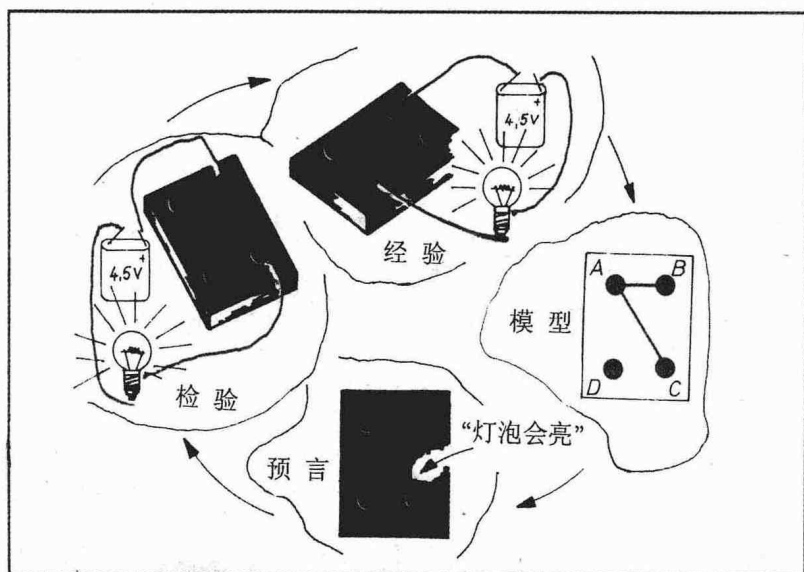
对于你可以通过观看、抚摩、尝味道而认识的东西,没有必要建立模型。如果你只想用颜色、形状、味道描写方糖块,你不需要为它建立模型。研究糖溶解时观察到的现象时,如果你建立一个模型,想像水和糖的这种用肉眼——甚至用放大镜也看不见的小片是什么样子,就会使我们得到更多的理解。

如果你看不见某种东西,你就必须想像它。具有未知结构并且不能直接接近的东西通常叫做一个黑箱。你必须只从外部观察它的行为来推测它的内部结构和它的运转机制。在这个意义上,一只活小猫、一台计算机或者一个人的大脑都同样可以看成是一个黑箱。我们对它们怎样运转感兴趣,虽然我劝你们不要打开它们。但是你可以观察它们对外界刺激怎样起反应,从而得到有关它们的内部结构和运转机制的有用结论。研究工作者、工程师和医生都使用这个方法。

实验 2-1: 电路黑箱

积累经验! 试试看你能否经过黑箱上的 A 、 C 两个金属接线柱把电路接成一条闭合回路。如果灯泡亮了,你就可以想像在黑箱内部 A 、 C 两个接线柱是用金属连起来的。这个想法是对的,虽然它还不足以预告进一步的实验结果。还需要更多的观察。如果你把电路接到接线柱 A 和 B 上会发生什么情况? 如果这时灯泡又亮了,那么你可以正确地想像黑箱内 A 、 B 两点之间也有金属联结。现在建立一个模型从电流的观点解释以上两个实验。根据你的模型,试着预言如果联结 B 、 C 两个接线柱会发生什么情况。然后检验你的预言: 把电路接到 B 、 C 两个接线柱上,看灯泡亮不亮。





借助于模型你可以对从未观察过的现象得出结论。建立模型的目的并不只是对未知现象给出相应的形象化的解释,而且还要能够对后续的实验结果作出预言,能够有目的地生成有用的过程。模型是一种思维工具,它的价值在于它可以应用到各个方面。不提供任何预告性结论的模型是无用的。

问题

1. 在实验 2-1 的基础上,从观察开始,描述按顺序一步一步建立模型的过程。模型的好处是什么?
2. 下面每一组的两个成员之间在哪些方面相似? 蜻蜓—直升飞机;照相机—眼睛;婴儿—洋娃娃;小男孩—锡兵;水—沙子;游戏—学习。
3. 上题每组的两个成员中,哪一个更复杂些? 你对哪一个了解更多? 哪一个可以作为另一个的有用的模型?
4. 古时欧几里得和其他人以为视觉是这样发生的:从眼睛向物体发出一束视线对物体扫描。今天这种看法还保存在某些说法里:对某物投以恶毒的眼

光;用目光挑战等等。用一下欧几里得的视觉模型!说说有哪些实验或者经验可以用这个模型解释。你曾遇到过什么现象不能用这个模型解释?

3. 为气体建一个模型

我们周围最普通的实物是以气体、液体或固体的状态存在的。观察这些实物并不总是容易的。我们以空气为例。它就在我们的手和眼的近旁,就在我们周围,尽管如此,你还是不能看到它,不能摸到它。那么你怎么还知道它的确存在呢?试着观察!

实验 3-1:体验空气的存在

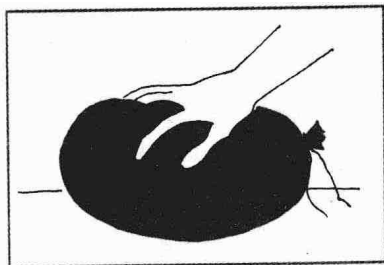
吹一只气球!拿住它,用你的手考察它。随着你把越来越多的空气吹入气球,你的手有什么感觉?为什么气球变得越来越大并且越来越硬?做一次深呼吸!是什么充填你的肺?



气体对封闭它的容器的器壁施加压力。

实验 3-2:我们来压缩空气

堵死自行车打气筒或喷水器的出口,压它的活塞。试着压缩一个已经吹胀的气球。说出你的观察结果。



气球可以被压缩,它的体积可以缩小。的确,你想把它压得越小就越困难。



实验 3-3:用嗅觉体验

打开一瓶氨水。你马上闻到什么?



实验 3-4:用看得见的气体做实验

溴会使你咳嗽,吸入它会伤害你的肺部。绝不要吸入溴蒸气。打开窗户!

滴几滴溴到一个量筒里,然后用一块玻璃板盖住它。黄红色的溴蒸气在量筒中越爬越高。很快溴气就均匀充满整个量筒。

一切气体都自发地膨胀,充满盛它的容器,并且同别的气体混合。

让我们根据气体的膨胀和混合的性质来建立气体的模型。比方说,让我们想像气体是一大群向四面八方不停地飞行的小弹子球。我们想像组成气体的这些小点儿非常之小,因为我们看不见它们。我们想像它们是球形的,因为这是最简单的形状。(自然你也可以把它们想像成小立方体或者小卵石。)这些弹子球必须运动,因为这样才能解释气体的膨胀和混合。