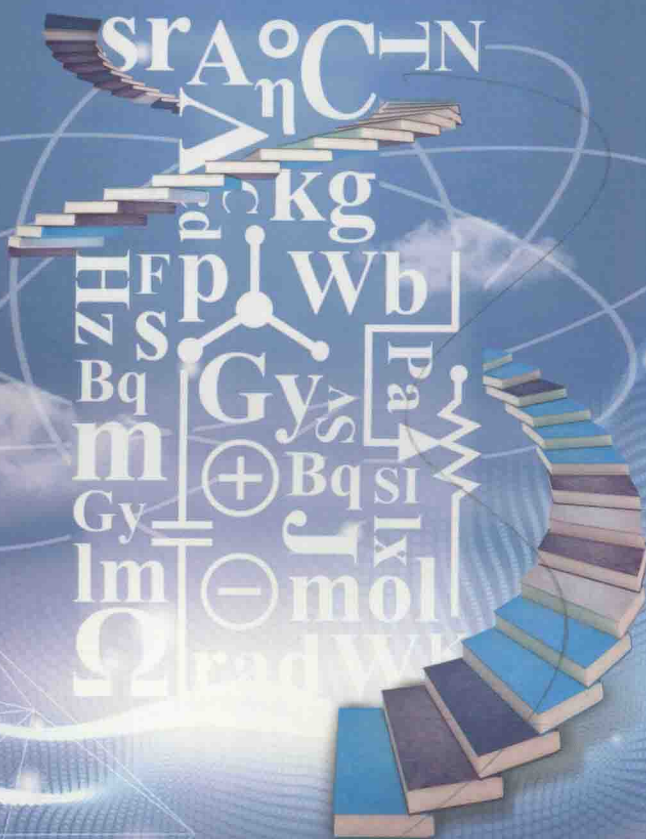


物理与人生智慧

WULI YU RENSHENG ZHIHUI

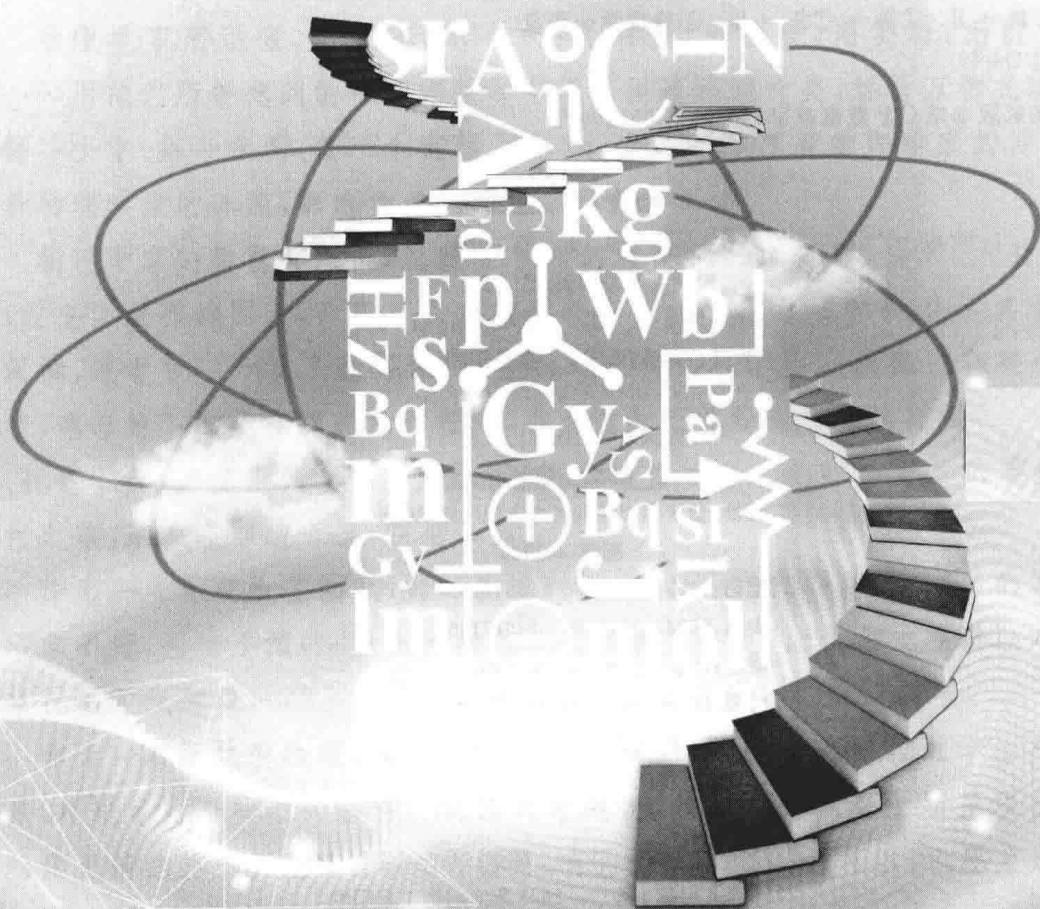
陈仕国 张楠◎编著



重庆大学出版社

物理与人生智慧

陈仕国 张楠◎编著



重庆大学出版社

内容提要

本书是作者在多年教学实践和研究,特别是课程思政教育研究的基础上,打通文理界限,融通科学人文而编著的一本集物理知识、思想、研究方法和人文情怀、生活智慧于一体的通识类读物。

本书共 20 讲,从物理知识的角度讲,涉及力学、热学、电磁学、光学、相对论、量子力学各领域的知识;从人文情怀和生活智慧上讲,涉及如何处理个人与自然、与他人、与社会的关系,如何看待社会的评价,如何进行理性的思考,如何追求和实现人生的价值等。

本书可作为高等学校各专业、特别是文科类专业通识选修课的教材,也可供具有初步物理知识的读者阅读,还可供各级各类物理教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

物理与人生智慧 / 陈仕国, 张楠编著. — 重庆 :
重庆大学出版社, 2023. 6
ISBN 978-7-5689-3817-4

I. ①物… II. ①陈… ②张… III. ①物理学—普及
读物 IV. ①O4-49

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 061494 号

物理与人生智慧

陈仕国 张楠 编著

策划编辑:范琪

责任编辑:文鹏 版式设计:范琪

责任校对:刘志刚 责任印制:张策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:饶帮华

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

中雅(重庆)彩色印刷有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:14.25 字数:314 千

2023 年 6 月第 1 版 2023 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—1 000

ISBN 978-7-5689-3817-4 定价:49.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

庄子云：天地有大美而不言，万物有成理而不说。

于是，无数的科学家，特别是物理学家们，耗尽毕生心血和智慧，替天地而言，为万物而说。

物理学家用语言、用文字、用公式、用图表、用装置、用实验、用假说、用推演……用他们所能想到的一切方法和手段来描述天地大美，解析万物成理。其中的每一个字、每一张图、每一个定理、每一个公式都浸透着物理学家的汗水，都携带着物理学家的体温，都饱含着物理家的智慧和深情。

物理学家的智慧和深情，隐藏在物理的理论、概念、定理、公式、人物、故事之中，改变了世界的面貌，改变了人们的思想和生活。为了更清晰展示其中的智慧和深情，笔者专门开设了选修课“物理的理与情”，和学生一起探讨物理中的“美与智，理与情”；希望在探讨的过程中，在品味和欣赏物理智慧的同时，起到触动内心、抚慰心灵、点燃激情、坚定理性的作用。希望物理之光可以照亮每一名学生的前行之路，助他们创造奇迹，获得幸福。

作为一名高校物理教师，有时会感到尴尬，因为在我的身边，太多的学生对物理印象不好，感情不深，一副副被物理试卷折磨多年、苦大仇深或冷漠以对的面孔常常扎疼了我的心。

作为一名既热爱物理、又理解学生的普通老师，我希望能拉近学生与物理的关系，增进学生与物理的感情。我想大声地说，物理不是试卷上所呈现出来的那副枯燥无情的样子！她有血肉、有智慧、有力量、有真情，她可以、也愿意成为我们最知心的朋友。

于是，我像“媒婆”一样在物理和学生中往来穿梭。在学生面前，尽可能说物理的好话，把这些好话集中起来，就有了大家眼前的这本《物理与人生智慧》。另外，在物理面前，不断说学生的好话，希望物理能更加理解学生成长的艰难和学习的不容易，希望物理能更加亲切、平易近人、诙谐有趣，这也是本书尽量想做好的

事情。

只不过,当好“媒婆”实在是件非常困难的事情,必须做好两头不满意、被骂为“骗子”的思想准备,内心总是惶恐与不安。只好希望物理、学生和读者都能宽宏大量,原谅作者的才疏学浅,原谅作者的自以为是。当然,请求原谅并不等于请求认同,如果您认为不当不妥之处,特别是有严重错误的地方,真诚地请您不吝赐教,作者会万分感激,并认真研究您指出的问题。

本书不是专业的物理教科书,行文也带有很大的感情色彩,表达也没有完全遵守教科书的各种规范。因为教科书已经够多够丰富,大家可以将此书作为吃了教科书大餐之后上的一点小菜或拼盘,调节一下口味。当然,也可把此书作为吃大餐前的一点零食,提前吃一吃,稍微填一填肚子。又或者,您本对物理不感兴趣,看一看书里描写的风景,听一听书里所讲的故事,也能给茶余饭后增加一点谈资。

总之,作者希望每一名读者都能在轻松愉快的气氛中,从本书中获得知识、获得思想、获得启发、获得灵感、获得动力,获得内心的安宁,获得生活的幸福。

2020年秋季学期,2021年春、秋季学期,作者以书中的内容,开设了选修课“物理的理与情”,以“品物理之光辉,感世间之情理”为主线,进行了初步的教学实践。在结课论文中,学生提出了许多宝贵的建议,也谈到了课程的特点和自己的感悟。

有学生谈道,所有人的眼光都盯着我们优不优秀,却少有人在乎我们健不健康。我们需要的正是这样一门课程,在身心疲惫的时候坐下来听听老师分享一些特别的东西(物理中的理,物理中的情),我们可以认为这是一门简单的物理知识普及课,也可以认为是一门心理治愈课,或者是一门思政教育课。

而这正是作者所追求物理课的一种境界,其中有丰富的知识,有智慧的火花,有理性,有能量,有温情。

有学生谈道,一本正经地上一个小时的思想教育课的效果,或许还不如在适当的时候,用一种合适的方式说一句合适的话。

这也是作者尽量想做好的事,通过物理对宇宙万物的深刻洞察和物理强大的逻辑力量,借助优美的中文语言,把世间的情理恰到好处地展现出来,希望引起读者的思考和共鸣。

不过,要做好上面所说的事情,并不容易,书还没有写成,头发倒掉了不少。是学生的鼓励让我继续前行。

有一名学生在深夜给我发来刚写好的结课论文,文中写了这样一段话:“非常幸运,我在最后的时刻重新修改了一下选修课,从而聆听到陈老师精彩纷呈的课堂。您就像波纹,将智慧从周身传播出去,期盼着学生有所得,有所悟。愿您心藏诗林,用满心的温暖与善意,继续去感受物理之情,去播撒智慧。”

我深深知道,学生的赞美有些言过其实,其中更多的是对老师的鼓励和期望。为了这份鼓励与期望,我只能竭尽全力,努力前行。更期待各位读者给以指点,给以批评,让《物理与人生智慧》这本书在将来更加符合读者的期待,更能展现这大千世界和美好人间的各种精彩。

最后,特别感谢重庆工程学院和重庆大学出版社对本书出版的大力支持,是他们的支持让作者的点滴心得得以汇成整体,成为大家今天见到的样子。

具体的支持有:

1. 重庆工程学院对课程思政的重视和支持,物理教学部获2021年“重庆市课程思政示范课程、教学名师和示范教学团队”建设立项。

2. 重庆工程学院对虚拟教研室工作的支持,物理教学部牵头组建“成渝地区大学物理实验虚拟教研室”并获得重庆市教委的立项支持。

3. 重庆工程学院对开设选修课“物理的理与情”和教材出版工作的支持。

4. 重庆大学出版社对该书的写作提出了宝贵的建议并做了大量校正修订工作。

研究项目的孵化和课程建设的支持为本书的成型提供了资金和智力保证,为教学实践提供了平台,为下一步的进步和提升奠定了基础,提供了资源保障。

编著者

2023年2月

目录

第一讲	参考系的选择——理性和人性的光辉	1
第二讲	让人爱恨交加的质点	6
第三讲	摩擦力的是是非非	12
第四讲	弹性的学问	22
第五讲	流体力学的真谛	28
第六讲	振动和波的情怀	37
第七讲	热力学的偶然、必然故事	56
第八讲	神奇的电、磁场	69
第九讲	电流的奥秘	78
第十讲	跌宕起伏的光学故事	86
第十一讲	波动光学的应用拾遗	97
第十二讲	沙粒中的宇宙——神奇的激光全息术	106
第十三讲	纠偏的智慧——光偏振性引发的思考	112
第十四讲	相对论的建立与发展——一段荡气回肠的追光旅程	121
第十五讲	量子力学基础之一：黑体辐射与量子开篇	144
第十六讲	量子力学基础之二：“父亲”的无奈与量子思想的发展	153
第十七讲	量子力学基础之三：上帝的疯狂——量子力学走向巅峰	168
第十八讲	奇迹般的激光	180
第十九讲	解方程的乐趣——X射线的发现和应用之路	192
第二十讲	原子核的放射性和核医学成像	203
参考文献		214
后记		217

第一讲 参考系的选择

——理性和人性的光辉

早上起来,当我们听着鸟语,嗅着花香,迎着朝霞,开始拥抱又一个太阳升起的时候,我们希望上班上学的路上通畅无阻,那样,我们的心情会好很多。从物理的角度看,我们希望自己运动的速度可以快一些,能早一点到达目的地。谈到运动,谈到运动的快慢,首先需要有一个参考系——我们认为不动的东西。

我们常常习惯以脚下的地面作为参考系,所谓“两岸猿声啼不住,轻舟已过万重山”“飞流直下三千尺,疑似银河落九天”,都是选择了地面参考系。然而,有时候,当我们选择其他参考系时,会有别样的体验。“小小竹排江中游,巍巍青山两岸走”,前半句选的参考系是河岸,后半句选的参考系是竹排。而毛主席的诗句“坐地日行八万里,巡天遥看一千河”,气势磅礴,前半句是以地心为参考系,我们每个人跟随地面,绕着地心做圆周运动,周期一天,处于赤道上的人每天运行一周大约4万km,即8万里。而后半句则以浩瀚宇宙为参考系,地球就是一艘巨大的飞船,承载我们芸芸众生,穿梭于星际之间,让我们可以自由欣赏璀璨的日月星辰。

从理论上讲,参考系的选择是任意的。然而,对具体的研究对象而言,“不恰当”(并非不正确)的选择,会造成困惑或复杂性的增加。

例如,繁华的大街上,突然有人大喊:“楼要倒了!”引起一片恐慌。调查结果,原来是一片乌云快速地从高楼上空飘过,人们下意识地以运动的乌云为参照物,便造成高楼运动的错觉。驾驶员常常有这样的体验,突然感觉车子快速“后溜”,于是本能地死死踩住刹车!其实,是被司机视为参照物的周围的车子突然前进造成的错觉。

“参考系可以自由选择”,这在今天看起来如此简单的道理,却是经历过“腥风血雨”,经过漫长的历史选择,才最终获得承认。

1600年2月17日凌晨,罗马塔凄厉的钟声划破夜空,传进千家万户。这是施行火刑的信号。通往鲜花广场的街道上站满了群众。布鲁诺被绑在广场中央的火刑柱上,他向围观的人们庄严地宣布:“黑暗即将过去,黎明即将来临,真理终将战胜邪恶!”最后,他高呼“火,不能征服我,未来的世界会了解我,会知道我的价值。”刽子手用木塞堵上了他的嘴,然后点燃了烈火。布鲁诺在熊熊烈火中英勇就义。

在向英雄的布鲁诺表达最崇高敬意的时候,我们也许会想,什么样的仇恨能让罗马教廷如此丧心病狂呢?虽然原因很多,但与布鲁诺反对“地心说”有很大的关系。

一、量化研究——伟大的地心说

需要强调的是,在“地心说”之前冠以“伟大的”评价,丝毫没有调侃的意思,而是表达对“地心说”及其创立者发自内心的敬意。地心说是人类历史上最早出现的能精确解释星体运动的科学理论。它不但能解释星体运动,理论也相当精巧。

地心说(或称天动说)是以地球为中心的一种宇宙学说。古人认为,地球是宇宙的中心,是静止不动的,其他星球都环绕着地球运动。地心说由米利都学派形成初步理念,由古希腊学者欧多克斯提出,经亚里士多德完善,在托勒密的努力下,实现精细化、精确化。时间跨度超过 600 年。

如图 1-1 所示,其主要的观点是:

(1)地球是宇宙的中心,地球周围的物体有天然落向中心的趋势,成功解释了自由落体运动现象。

(2)地球以外是刚性的天球,恒星、行星镶嵌于天球之中,处于固定位置,不会掉落到地球上。

(3)天球分成若干层,能被观察的最外层是恒星天,恒星天绕地球运动,周期为 1 天。因此,所有的恒星绕地球做完美的圆周运动,从而周期性地出现在人们的视野中。

(4)恒星天以内,由近及远,是月亮、水星、金星、太阳、火星、木星、土星等不同的天层,各层转动速度不同,故绕地转动的周期不一样。

(5)行星完美运动的轨迹分均轮和本轮。均轮是围绕地球的圆周,行星在均轮上做匀速圆周运动的同时,绕均轮上的动点做本轮转动。

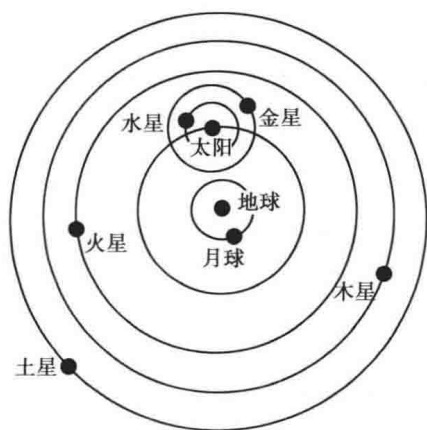


图 1-1 地心说的宇宙观

本轮可以有多个,如某行星绕 A 点做圆周(本轮)运动,同时 A 点绕 B 点做圆周(本轮)运动,B 点绕 C 点做圆周(本轮)运动,C 点为均轮上的点,绕地球做圆周运动。随着本轮数的增加(最多可达 80 余个),地心说可以完美解释每一颗行星的运动轨迹。

由于地心说不仅定性而且定量地解释了所有天体的运行规律,能够帮助人们正确预测天象,在生产实践中起过重要作用,特别是将精确的数学用到宇宙运行研究之中,成为宇宙学研究的重要里程碑。

二、转换参考系——划时代的哥白尼

地心说一旦形成,几乎没有人怀疑,即使从托勒密时代开始算,哥白尼对它的修正也已经超过了1400年。

公元15或16世纪的某一天,年轻的哥白尼突发奇想,天空的浩瀚远非大地所能比拟,为什么是无垠的天穹在旋转,而不是地球在转动呢?如果不是站在地球上,而是站在其他天体上看,宇宙会是什么样的面貌呢?

这一想法一经诞生,就再也挥之不去。哥白尼在长达近20年的时间里,每日每夜都不辞辛劳地测量行星的位置。在日复一日的观察和思考中,灵感的火花终于迸发出绚丽的光芒。

哥白尼发现,20年间,太阳的周年变化不明显,便想到以太阳为参考系来重新描绘星体的运行图景。结果是那样的激动人心,地心说假设的那些不明来源的众多“本轮”不需要了(更准确地讲,是需要的本轮数大大减少了,20余个足矣)!所有的恒星、行星,包括地球都围绕太阳做圆周运动,太阳才是宇宙的中心!我们的地球,只是行星中的一员,只有月亮(地球的唯一一颗卫星)绕着它旋转!这便是布鲁诺愿意用生命去捍卫的日心说,如图1-2所示。

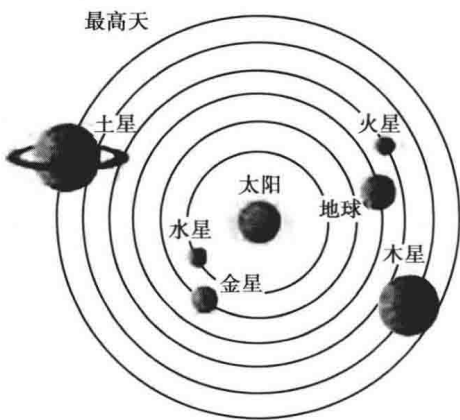


图1-2 日心说的宇宙观

千万不要小看这一参考系的转化,哥白尼突破常规,“站在太阳上”重新“看”宇宙,却意想不到的极大地加快了人类文明发展的进程!

仅仅经过不到100年的时间,在第谷·布拉赫和学生约翰·开普勒的努力下,科学界修正了哥白尼的行星轨道。

(1)行星还是绕太阳转动,只不过由圆轨道变成了椭圆轨道,太阳位于椭圆的一个焦点上。圆轨道向椭圆轨道的修正,完全消除了那些来历不明的“本轮”,一下子让行星运动的轨道变得清晰而简单。

(2)行星运动的速度不再匀速,在近日点运动较快,远日点运动较慢。由太阳到行星的矢径,在相等时间内扫过的面积相等。

(3)不同行星绕日运动周期的平方,与它们到太阳平均距离的立方成正比。

$$T^2 = Kr^3 \quad (1-1)$$

上面三点,分别称为开普勒一、二、三定律,开普勒荣幸地被称为“天空立法者”。特别是第三定律,为牛顿发现万有引力定律奠定了坚实的理论基础,极大地促进了科学特别是物理学的发展。

三、争论的本质——人类对自我的认识

以现代人的眼光看,地心说也好,日心说也罢,不过是参考系选择的区别,本无对错之分。为了研究的方便,我们完全可以另外选择一个星体作为参考系。日心说优于地心说,仅仅是研究太阳系的行星运动更方便。事实上,地球和太阳都不是宇宙的中心。

那么,罗马教廷为什么对日心说如此恐慌呢?真正的原因应该是对“人心说”“我心说”被推翻的恐慌。

科学的进步常常会对人们思想改变产生深远的影响。地心说符合基督教义中心思想。地球是宇宙中心,自然可以引申到人是万物中心。罗马教廷,作为掌管信徒的领导机构,理所当然就是中心中的中心。日心说的出现否定了地球的优越地位,自然对罗马教廷的中心地位构成了潜在的威胁,罗马教廷才会不遗余力地压制新学说的诞生。即使在一般信众的心里,“人为万物主宰”的优越感突然失去,内心估计也不好受,布鲁诺受刑时的万千看客一定都在心里诅咒他吧!

传统思想的突破确实万分艰难,即使是哥白尼本人,也是到了临终之前,才敢于出版自己的光辉著作。也正因为如此,布鲁诺慨然赴死的壮举才为后世永远吟唱。

然而,阴霾终究会过去,打开的光明之窗终究没有关上的可能。

1609年,伽利略使用天文望远镜发现:月球坑坑洼洼,并非古希腊人想象的那般完美;太阳存在黑子,天界或“月上界”并非不变和永恒;木星也有卫星,地球并非特别……

当人类终于认识到宇宙的浩渺,认识到自身的平凡后,心怀对自然和科学的敬畏,在冲破宗教思想自我设限的禁锢之后,科学发展瞬间提速,创造了近500年来日新月异的灿烂文明。

四、人生智慧——参考系的理性选择

历史车轮滚滚向前,科学理性早已消除了人们自以为是的偏见。400年后,公元1992年,在布鲁诺被活活烧死的地方,罗马教皇为他平反昭雪,围观的教民万众欢呼。

虽然,对科学界而言,这一平反来得太迟,但这代表着罗马教皇愿意真心地与科学和解,愿意接受一个更加多元的世界,具有很强的象征意义。

而我们更希望教皇的这一举动,能进一步驱散“地心说”的阴霾,让世界更加和谐与安宁。

因为直到今天,由“地心说”引申出的“我心说”仍然深深地扎根于很多人的内心。

央视著名主持人白岩松讲过这样一件事:

一天下午,他和身后的车辆正常地行驶在车道上。突然,一辆豪华车逆行而来,鸣笛要他们让路。可是正常行驶的他们无路可让,于是,自我感觉被怠慢的那个车主,在车驶过他们身

边时,摇下车窗将他们痛骂一番。

那一瞬间白岩松惊呆了,为那辆逆行而来的车和那个充满愤怒的人。车主是一位年轻女子,面容姣好,像是受过良好教育,然而,这一瞬间,愤怒让她的面容有些扭曲。

被指责的同时,白岩松竟然没有一丝的愤怒,倒是有一种巨大的悲凉自心中升起。

我们更是有这样的感觉,数百年前就已经在哥白尼、布鲁诺等科学家身上闪耀的理性与人性的光辉,却依然荡涤不了 21 世纪文明世界中某些自私的灵魂。

大到国家,总有些国家唯我独尊,当他们的导弹呼啸而下时,连看也不想看一眼那些无辜的平民。

小到个人,有人竟然因为自己坐车过站,在行驶的公交车上殴打司机,导致一车人命丧黄泉!

在他们眼中,自己心中的那个“地球”很大,周围的那个“天穹”很小。在他们的心中,参考系只能是自己,不能是他人。

他们在伤害别人的同时,却也在不断品尝生活的失败,常觉配偶不贤、儿女不孝、国家不好、世界不安,正如“地心说”的坚持者,虽然也可以解释行星的运动,但那得不断地添加“本轮”,最多要加到 80 多个,作为普通人,我们哪有那样的数学功底呢。

其实,我们只需把参考系移动到太阳上,就能看到宇宙的简单与和谐,星空的浩渺与璀璨。更为关键的是,把参考系移到太阳上,一切豁然开朗,行星的运动不再神秘,一切只是在太阳引力作用下的顺理成章,世界由黑暗走向光明。

做人也一样,只需要把参考系离开一下自己,就能收获不一样的人生。所有为他人谋幸福的人,最终都能收获自己的幸福。

思考题

1. 李白在《望天门山》中写道,天门中断楚江开,碧水东流至此回。两岸青山相对出,孤帆一片日边来。诗人是怎样通过参考系的转换来描写天门山险水急、雄伟壮丽的自然奇观,并抒发自己豪迈之情的?

2. 汽车在行进过程中,驾驶员和乘客为什么有时会有汽车在“后溜”的错觉?如何确认“后溜”是真实的还是错觉造成的?

3. 我们应该如何通过“参考系”合理选择和转换来更加客观、理性地处理学习、生活、工作中的问题?举例说明。

第二讲 让人爱恨交加的质点

近两年,出于高考改革的原因,物理学科成了被讨论的热门话题。在中学的所有学科中,由于物理相对难学,当可以随意选择语数外之外的高考科目时,物理成了放弃的首选对象。虽然有些学生对物理依依不舍,所谓“物理虐我千百遍,我待物理如初恋”,但由于高考“赋分制度”的考虑不周,考物理吃亏的现象还是极大地加快了弃考物理的趋势,并最终导致高考改革方案的针对性调整。

其实,物理之难,并不只是针对中学生,对物理学家依然如此。著名数学家希尔伯特有一句著名的语录:对物理学家来说,物理太难了!这句话背后的意思是:物理需要用到很多数学,而那是物理学家难以掌握的。

物理学之难,难在物理学家无限的“野心”。他们凭着有限的智商,却想挑战无限宇宙的奥秘。小无极限、大无边界,物质、意识、时间、空间,没有什么不是物理所关注的对象。

然而,物理学家并非没有“自知之明”。研究物质世界时,物理学家有很多“聪明”的手段,总能于纷繁复杂之中理出头绪,化繁为简,最简单也最基本的就是质点模型的建立。

一、质点的定义

质点就是有质量但不存在体积和形状的点,是物理学的一个理想化模型。在物体的大小和形状不起作用,或者所起的作用并不显著而可以忽略不计时,我们可把该物体近似地看作一个只具有质量,而其体积、形状可以忽略不计的理想物体。用来代替物体的有质量的点称为质点。

质点概念中,关键是“点”的概念,把物体当成一个点来进行分析,只不过,该点具有质量。此概念很容易引申,如,此点还可以具有电量,则称为点电荷。

二、质点的应用条件

哪些情况下,物体可以看作质点呢?一般有两种情况:

(1)做平动的物体,由于物体上各点的运动情况相同,可以用一个点代表整个物体的运动。

当然,这是理想的情况。一般情况下,物体上各点的运动情况并不相同,比如,我们跑步时,身体各部分的速度并不相同,最明显的,左脚和右脚的速度就不一样。但很多时候,人们并不关心这些局部的差异,而是关心整体的情况,如半个小时跑了多远。于是我们把复杂的人体简化为一个质点。

(2)受力分析时,如果物体的形状和大小对分析研究的问题影响不大,可忽略不计,物体可视为质点。

例如,我们研究地球围绕太阳公转时,需要计算地球受到太阳的引力,从而进一步研究地球的运动状态变化情况。如果考虑地球的大小和形状,计算就异常复杂,因为地球上各个点受到太阳引力的大小和方向都不同,需要复杂的三重积分。但物理学家考虑到地球到太阳的距离($1.5 \times 10^{11} \text{ m}$)相对于地球的半径($6.37 \times 10^6 \text{ m}$)大很多,相差5个数量级,于是把地球和太阳都视为质点。

地球受到的作用力为

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \mathbf{e}_r \quad (2-1)$$

这就是牛顿发现的万有引力定律。

然而,如果要考虑太阳和地球的大小,为简单一些,假设太阳和地球均是密度均匀的物体(这并不符合事实),密度分别为 ρ_s, ρ_e 。计算公式应该是这样的:

$$F = \iiint G \frac{\rho_s \rho_e dx dy dz dx' dy' dz'}{r^2} \mathbf{e}_r \quad (2-2)$$

要用式(2-2)进行计算一般要具备比较高深的数学知识,非物理专业的学生常常望而却步。然而,复杂而精确的计算与我们把太阳和地球当成质点运算时,会造成多大的差异呢?这种差异的大小与什么有关呢?

为形成清晰的物理图景,同时降低计算的难度,我们讨论一个相对简单一些的问题。

如图2-1所示,一根长为 L 的均质细杆质量为 M , 在细杆延长线上距细杆中点 O 距离为 r 处,有一质量为 m 的点状物体。求细杆 M 对质点 m 的吸引力。

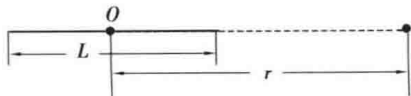


图2-1 均质细杆的引力

计算的大致思路是:

以细杆中点为原点 O ,沿细杆建坐标系 x ,在坐标为 x 处取线元 dx ,求线元对 m 的引力,并对整个细杆积分,即可得到总的吸引力。

最终结果如式(2-3)所示,有兴趣的读者可以自行计算。

$$F = G \frac{Mm}{r^2 - \frac{1}{4}L^2} \quad (2-3)$$

如果将细杆视为质点,所得结果为

$$F' = G \frac{Mm}{r^2} \quad (2-4)$$

二者相对差异见表 2-1。很显然,当 L 相比 r 很小时,如比值为万分之一,精确计算与把细杆当成质点的计算结果相差不大。在精度要求不高的场合, L 与 r 的比值达到十分之一,就可将细杆视为质点了,此时误差已经小于 1%。

表 2-1 细杆相对长度对近似计算精确度的影响

L/r	F'/F
1	0.75
0.1	0.997 5
0.01	0.999 975
0.001	0.999 999 75
0.000 1	0.999 999 997 5
0.000 01	0.999 999 999 975

将细杆换成面状物体或体状物体,换成密度不均匀物体,其结果也大致相同。

这便是物理学家大胆应用质点模型分析各类问题的根据所在,在极大地减少计算工作量和难度的同时,又能保证足够的精确度。读者可以估计将太阳、地球都视为质点计算时,所得计算结果的精确度。

三、质点模型应用必须谨小慎微

有一件关于古希腊思想家、科学家、哲学家泰勒斯的趣事。

有一天晚上,泰勒斯走在旷野之间,抬头看着满天星斗,他在心里默默自语:“明天会下雨!”可是,专心看天空的泰勒斯却没有注意到脚下的一个大坑,结果掉进那个坑里差点摔了个半死。别人把他救起来,他还不忘对救他的人说:“明天会下雨。”人们于是常常取笑泰勒斯:“哲学家就是只知道天上的事情,却不知道脚下发生什么事情的人。”

笑话泰勒斯的人一般都没有意识到自己的浅薄。直到两千年以后,德国哲学家黑格尔给出了有力的回击:“只有那些永远躺在坑里从不仰望高空的人,才不会掉进坑里。”

我们赞美那些站在地上却仰望星空的勇者和智者,是他们把人类从坑里拉出来,见识了精美绝伦的浩瀚星空,创造了光辉灿烂的人类文明。

但换个角度讲,泰勒斯掉进坑里,也说明地上的事情并不比天上的事情简单。

在研究宇宙时,直径以百万千米计的太阳可以视为质点,但打乒乓球的人却不能把空中飞行的乒乓球当成质点。因为,乒乓球旋转时,与球拍、空气进行复杂的相互作用可以明显改变乒乓球运动的方向。乒乓球初学者与高手打球时体会非常明显,乒乓球的运动让人难以捉摸。

甚至,一粒并不旋转的小小灰尘也不一定能当成质点来处理。

在初中物理教科书中,在介绍摩擦起电实验时,一般会介绍,被丝绸摩擦过的玻璃棒和用毛皮摩擦过的橡胶棒,都能吸引轻小物体,并解释为,因为玻璃棒和橡胶棒带了电。静电吸尘也是同样的原理。

相当多的学生认为带电体能吸引不带电的中性物体,民间甚至有电线把人“吸住”的误解。

其实,带电体只能对电荷产生力的作用。之所以能吸引不带电的轻小物体,是由于静电感应导致轻小物体上电荷的重新分布。在这里,不管物体有多小,都不能当成质点来考虑。

如图 2-2 所示,在带正电物体的作用下,轻小物体(形状大小不论)虽然总体上不带电,但因为静电感应,带电体将轻小物体上的正电荷推向远端,将负电荷吸向近端,从而在靠近带电体的一端感应出负电荷,在离带电体较远的一端感应出正电荷。

近端负电荷受到带电体的吸引力,远端正电荷受到排斥力。由于离带电体的距离不等,吸引力大于排斥力,故表现为带电体对“不带电”的“中性”轻小物体的吸引作用。

也就是说,所谓带电体吸引“不带电”的轻小物体,本质上仍是带电体之间的相互作用。轻小物体之所以被吸引,是由于被分成了带相反电荷的两部分。此处,轻小物体不能当成一个点来看待。

顺便提一下带电导线“吸人”的问题。



图 2-3 人体触电示意图

地球上质量的重新分布。更多的物质集中到靠近太阳的一面,而最容易移动的物质是海水,于是形成了潮起潮落的自然奇观。

总之,当我们应用质点模型时,必须估计因简化导致的误差大小,正确判断误差对我们所研究问题产生的影响,如误差太大,就要放弃质点模型,采用更为复杂的模型进行研究。

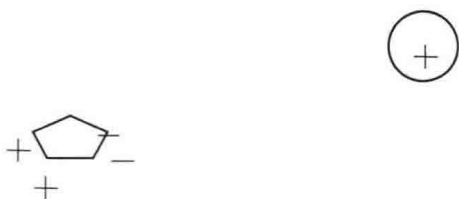


图 2-2 带电体吸引小物体

如图 2-3 所示,当人不慎用手碰到电线时,在电刺激的作用下,肌肉会条件反射地收缩,从而使自己紧紧抓住了电线而不能摆脱。如果是手背碰到电线,条件反射使手远离电线,就可以避免悲剧。

即使研究太阳对地球的引力作用,地球也不总是可以视为质点。

事实上,地球上靠近太阳一面的物体受到引力较强,从而也和静电感应类似,导致地球

四、关于质点的生活智慧

虽然人为万物之灵，现代人更是创造并享受着前所未有的物质和精神文明，然而，生活的焦虑却似乎从没有远离过我们。

学习、工作、生活、婚恋、人际关系，情感纠葛，似乎哪一个方面都能耗尽我们有限的智力和短暂的年华。心理疾病越来越多，极端行为屡见报端。最让人痛心的是，一些名校的博士也走上了结束生命的不归路，他们本该是人们心目中智慧的化身。

其实，我们可以向物理学家学习，在很多时候，把本身很复杂的物体当成质点，简化分析过程，降低运算难度。而且，只要简化恰当，简化所导致的误差常常可以忽略，或者可以被接受。

比如，关于人心。人心固然是复杂的，世上钩心斗角、明争暗斗的事确实不少。一些人把过多的精力用在人心算计上，自以为比一般人更能看透人心，更能获得成功，并常常因自己一些成功的“小得意”沾沾自喜。

然而，我们很多普通人，因为“计算能力差”，只好把复杂的人心“质点化”，在那些聪明的人眼里，就是“脑子不好使”“又傻又天真”。

然而，“质点化”的简单处理，虽然不够精确，却极大地减少了计算复杂度，让计算力不足的普通人用于人心算计的时间和精力大大减少，便能够腾出更多的时间和精力用于学习、用于工作，也往往取得不俗的成绩。

然而，我们也必须清醒地认识到，质点化处理是有误差的，特别是距离较近时，误差还特别大，甚至不能称为误差，而是荒谬的错误。比如在前例中，当 $L=r$ 时，误差大到 25%，完全不可接受。

生活和工作中，如果能力所及，时间允许，我们可以离我们的亲人，离我们的同事，离我们的服务对象近些，更近些。此时，一定不能把他们当成简化的质点。

其实，关于“质点”的真正智慧还不是如何看待人，如何看待事。真正的智慧是如何正确看待自己，特别是他人眼中的自己。

在我们的身边，常常有一些失落的情绪。比如，因为成绩和努力没有被看见和肯定，甚至有时还有吃力不讨好的误会，有些人便感到不公，感到委屈，并把这种失落感带到学习和工作中，觉得反正都要被忽视，不必那么认真。

细细想想，大可不必自寻烦恼。既然我们都可以根据需要，把太阳、地球这样的庞然大物看成质点，为什么不能允许别人把“渺小”得多的我们看成质点呢？

在一个单位，领导最容易被员工抱怨，抱怨领导把自己当成了质点，当成了“空气”。其实，当好领导非常困难，他们要操心的事情很多，快速变化的形势需要他们不断学习新知识、研究新政策、开辟新领域，既要干好今天的工作，又要做好明天的谋划，还要寻找后天的机会，