

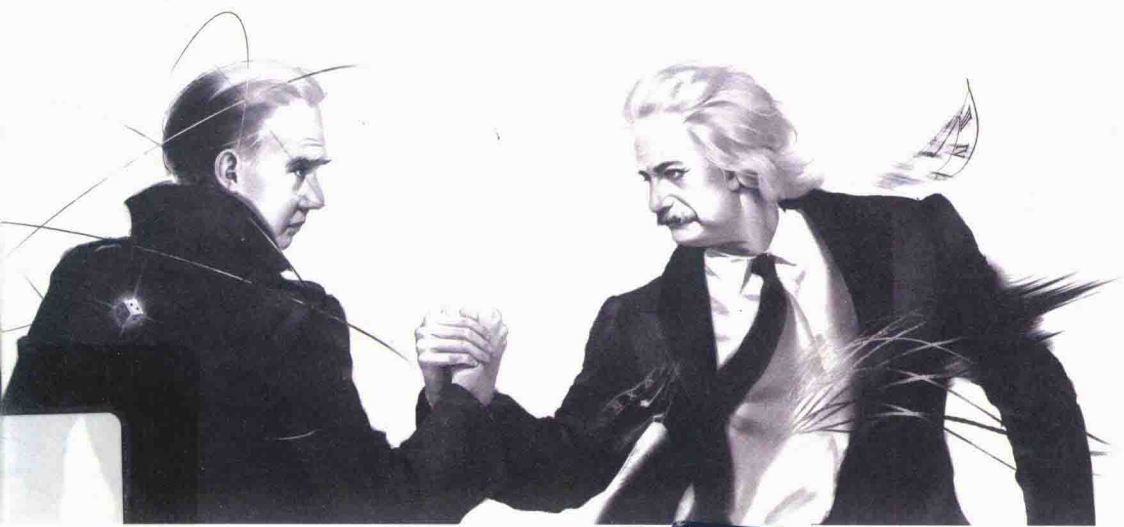
量子世界

Vista of
the Quantum
World

跃钢 著
张靖涵 律睿慙 插画

巡游记

来自宇宙
的洪荒之力



清华大学出版社



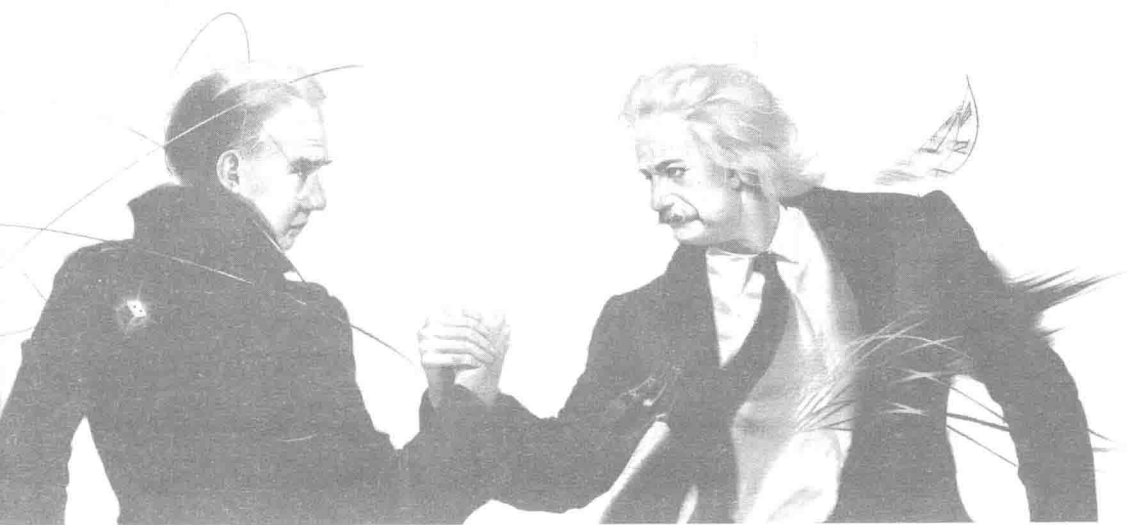
量子世界

Vista of
the Quantum
World

跃钢 著

巡游记

来自宇宙的
洪荒之力



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以钟子丹、远山、远见、任紫欣等人物为主线,用生活故事连载小说的形式将读者引进量子世界,循序渐进地直观介绍了量子力学、量子纠缠、引力波等量子理论的知识。本书线索紧密,文字风趣不生涩,而且对读者的物理基础要求不高。书中最引人入胜的是所配的插图均是具有专业量子物理背景的画家手绘,所以能深入浅出,让读者一目了然。

本书特别适合于中学生和对量子理论感兴趣的广大读者入门阅读。期待读者们能从本书中开启新思维,产生新见识,悟出新乐趣。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

量子世界巡游记:来自宇宙的洪荒之力/跃钢著. —北京:清华大学出版社,2018
ISBN 978-7-302-47847-8

I. ①量… II. ①跃… III. ①量子力学—普及读物 IV. ①O413.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 175230 号

责任编辑:汪 操

封面设计:傅瑞学

责任校对:赵丽敏

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市国英印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:165mm×240mm 印 张:15.25 字 数:216 千字

版 次:2018 年 2 月第 1 版 印 次:2018 年 2 月第 1 次印刷

定 价:45.00 元

产品编号:072727-01

自序 / 有故事,有知识,还有新思想

我不找名家写序是因为我想看看这本书推出以后,自身的“净重”到底有多大。

量子世界是被人们惊呼“颠覆”了传统物质观的世界。惊呼之后通常是过度渲染,于是很多人以为对于量子世界的认识实际上否定了我们以往对于宏观经典世界的认识。其实在这里“颠覆”的含义更接近于“引申”的含义,我们的宏观认识并没有错,只是不那么精确罢了。量子理论所展示的是一个更为精准的物质世界,而我们在日常生活中所认识的世界不过是量子世界的宏观引申罢了。经典世界理论是量子世界理论的宏观近似。

也正是因为这种颠覆,普罗大众对于量子世界常常连“知其然”都谈不上。所以在阅读这本书的时候,走出第一步,知其然,已经多少有些“惊心”了。追求完美的读者会忧虑书读了以后会有“难知其所以然”的挫折感。我想说的是,其实您走出第一步,仅仅是了解了书中介绍的量子现象,即便还不明就里,就会有豁然开朗的感觉了。因为量子世界的现象已经足以启发您开启一种新的思维方式,一种以前在胡思乱想里都难以找到相类似的,哪怕是蛛丝马迹的

思维方式。

这就是阅读本书的乐趣。即便是初步阅读以后略显肤浅的了解，因为见识了那些匪夷所思的现象，您也能开启一个全新的思想起点。在这个基础上的重复阅读会逐渐解决探索“所以然”时遇到的困惑。这多少有点像探险，先观察到了新地貌，产生了新见识，悟出了新乐趣，然后再去细致钻研地貌的形成机理也不晚。

有时候，认知的困难来源于根深蒂固的思维习惯，当您在反复的阅读中渐渐摆脱了旧的思考习惯，“知其所以然”就是水到渠成的事情了。

这本书是以生活故事的形式出现的，所以有故事，有知识。更重要的是，还有新思想。

感谢本书责任编辑汪操，他为本书的成稿和运作提出了许多卓有见识的意见和建议。同时，要特别感谢许治军女士，她是这本书的推荐者，并参与了本书的编辑工作，还组织了和书中插画相关的工作，在此我对许治军女士和插画师张靖涵女士、律睿懋先生一并表示衷心的感谢。

跃 钢

2017年9月

目录

- 一、寻“霸道”总裁拜良师 验书稿教授谈量子 // 001
- 二、钟子丹初会兴趣班 少男女喜悟新观念 // 009
- 三、教授解波粒二象性 总裁悟天然测不准 // 024
- 四、凭经典连续成自然 析量子分立是真观 // 044
- 五、好奇心真能害死猫？南北辙同是此车道？ // 056
- 六、“粒”才子测错平行世界 一“波”巨星照亮哥本哈根 // 070
- 七、何为快？真空中光速 啥是小？普朗克常数 // 082
- 八、百家诸子撑起一方文化 三户量子构成万物芳华 // 093
- 九、解粒子众生分课题 谈光子张冉初试啼 // 102
- 十、远邢宴两代结挚友 μ - τ 会三家电子缘 // 114
- 十一、觅无踪科学家神伤 凭质量中微子振荡 // 124
- 十二、亘古穿越引力波发声 由彼及此引力子现形？ // 137
- 十三、粗检验远山霸气有成 细勾勒婷婷弱力图清 // 145
- 十四、似情深正负电荷相吸 如化蝶正反粒子光熠 // 155
- 十五、依自旋粒子划分单元 寻质量希氏觅得源泉 // 162
- 十六、顺电子周期表排座序 谢泡利创不相容原理 // 174
- 十七、求接缝贯连经典微观 追本质普氏常数关键 // 186

十八、量子跳淘孩子蹦台阶 出奇招彪氦核穿隧道 // 192

十九、电离子皆是无形杀手？光量子究竟几多伤害？ // 206

二十、孪生子远离互有所感 微量子跨距彼此纠缠 // 220

参考文献 // 232

后记 // 233

一、寻“霸道”总裁拜良师 验书稿教授谈量子

北新大学物理楼。

“铃……”办公桌上的电话响了起来。钟子丹侧身坐在办公桌后，右腿压在左腿上，右膝上摊开着一本书。他的眼睛没有离开书，伸出左手拿起电话听筒。

“喂，哪位？”

“哦，钟老师，是我，楼建新。抱歉打扰您了。楼门口来了个客人，名字叫远山，说有点事儿要请教您，希望您能见他一面。我打电话问问您的意思。”

“远山？我好像不认识这个人啊。”

“是是是，他也说了，您不认识他。我问他什么事儿，他说和我一时半会儿也说不清。他说顶多耽误您半个小时。您看可以吗？”

“那，您让他进来吧。”钟子丹有些无奈，但也不知道该怎么应付这类情况，只好妥协。

放下电话不久，就听见了敲门的声音。

钟子丹放下手中的书，站起身走到门前，打开门。

来人是个男子，个子高高的，看起来接近一米八，四十多岁。身着一身括

挺的藏青色西装，脚上的皮鞋擦得锃亮。

“我叫远山。”男子侧着身子走进门来。上身微微前倾，略显谦卑但并不猥琐。两只手恭恭敬敬地端着一张名片送上前来。

钟子丹也礼貌地欠欠身子，伸手接过名片。

名片上文字内容很简单，两行。第一行字迹略小，远健医疗器械公司总裁；第二行两个大字，远山。在下面则是字体更小的通信信息，乍看起来都是数字。

钟子丹有些迷惑地抬起头，看着对方，伸出左手指向侧面靠墙的长沙发：“您请坐。您找我是……”

“有点唐突，有点唐突。怎么说呢，我知道您时间宝贵。我尽快说明来意，尽快。”男子一边侧身向沙发挪过去，一边语无伦次地表白。

“不急，您慢慢说。我没那么忙。”钟子丹望着来人笑了笑。这个人看起来不像是个没有分寸、肆意打扰别人的人。对待这样的人，钟子丹反倒不忍让对方感受到太大压力了。

“谢谢您，钟老师。我尽快说。”来人似乎有所放松。他上身挺直，在沙发的边缘坐下，形式上仍显得谦恭，但眉宇间释放的却颇有些英气甚至霸气。钟子丹顺手从旁边拖过一把椅子，坐在来人的对面。

“长话短说，我儿子在北新大学附中上高二。他说您最近写了一部有关量子力学的科普书稿，并且把书稿分发给他们那个物理兴趣组的学生阅读，收集意见。”

“是有这么回事儿。怎么，您是不是觉得影响您孩子的学习了？”

“没有，没有。”远山急忙摆手，“我理解您是要检验一下书稿所面向的读者群，是吧？”

“是。”钟子丹肯定。

“我是来毛遂自荐给您做‘实验品’的。”几句话过后，远山似乎放松了许多，话里开始带了一点点谐趣。“我是这么想的，其实我这类人可能比在校高中生更适合做您的试读群。您的科普应该是面向更大的社会群体吧？我儿子

他们还是学生，他们的环境还是有比较重的学校氛围的。所以纯粹由他们反馈的信息未必有普遍性。他们能看懂的东西也未必能让社会上更多的人看懂。您说呢？”

“您的想法挺好，可如果您儿子在北新大学附中的物理兴趣班，他应该已经有一本书稿复印件了吧？您来的意思是想再要一份？”钟子丹似乎明白了对方的意思。

“您说得对，我见到书稿了。但我不是为书稿来的，我是想得寸进尺，做您的学生。您看有没有可能在您方便的时候，以您书稿的内容为蓝本，把那些知识讲给我听听呢？时间可以不定死，随您方便。我交学费。”

这倒新鲜。来人的目的勾起了钟子丹的好奇：“您怎么会想要学量子力学？”

“为了做个霸道总裁。”远山笑了起来，身子往沙发里挪了挪，“不过不是不讲道理的霸道总裁，是想做一个能讲出更多道理的霸道总裁，在见识上霸道一些。见识多了，发言权总会多一些吧。”他看了看钟子丹，问：“您是不是觉得有点怪异？”



“不会。”钟子丹也面带轻松地笑了起来，顺着对方的思路开了句玩笑，“懂量子力学的人对什么事儿都不会觉得怪异。”

“漂亮，您的回答真漂亮，我觉得我找对人了！”远山由衷地兴奋起来。

“为什么是量子力学？就因为您儿子他们在读我的书稿？”

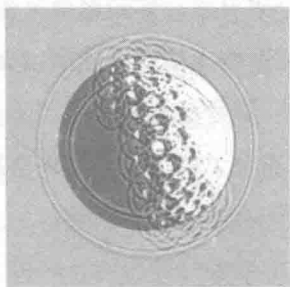
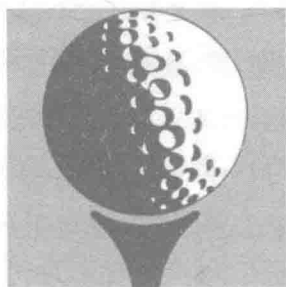
“其实不是。”远山果断地否定，“我这两年多少听说过一点量子力学。您知道吗？”远山又笑了，“现在好多商业总裁聚到一块儿，不聊高尔夫了，改聊量子力学了。不懂点儿量子力学都不好意思在那个圈子里混了。”远山大笑起来，但马上又恢复常态，“您别误会，我不是为了在那个圈子里附庸风雅才来找您的。商圈里有个朋友，学物理出身。他经常有点炫耀地和我们介绍一些量子力学的零碎。时间长了，我还真被他勾起好多好奇来。”

钟子丹对面前这个看起来仪表堂堂的男人发生了极大的兴趣：“那您说说看。哦，稍等一下，我能不能先问问您的学历？别误会，我只是想对自己读者的教育背景做一点了解。”

“没事儿。我高中毕业。家里穷，毕业就出来挣钱养家了。其实，我念书的时候成绩还行。”

“好，您接着说，说说您对量子力学的好奇。”钟子丹重新接起中断的话题。

“那朋友说的东西起初听起来真是离谱，颠覆三观啊。他说，在量子力学里粒子和波是一个东西了，波就是粒子，粒子就是波。比如，光其实也可以是粒子。高尔夫球飞起来会像水波一样，也有个波长。他还说，其实我们看到的存在都是测量下的存在，可测量其实是可以影响被测量物的存在状态的，所以我们所说的存在都和测量有关联。我们开始听这些话的时候都觉得他是鬼扯，那实际存在就在那儿，你测量不测量它都在那儿。跟测量有什么关系？但慢慢琢磨起来，发现他说的好像挺有道理，你不测量，怎么知道存在的是什么东西？如果一测量就影响了存在，那对我们有意义的存在可不就是测量影响下的存在了嘛。”说到这儿，远山停下来看了看钟子丹。



钟子丹没说话，神情贯注，似乎鼓励远山接着说下去。

“他还说，我们以前只敢幻想的东西，有些在量子力学里已经证实了，比如说，你操纵面前一个事件的时候，远在千里之外的另一个类似的事件会发生相关牵连的反应。他说这叫什么量子纠缠？还有前段时间媒体报道的希格斯粒子，物质只有和希格斯场发生相互作用才能获得质量？咱们平时见惯了周围的实物都有自己的质量，怎么还需要和一个场作用才能有质量？一颗足球有质量，这难道不是顺理成章的事情，还需要给出一个理由？还有好多，但他说得太零碎，我们没有基础，也听不大明白。好多人被他镇住了，可我真的被他说的这些东西吸引住了。如果他说的这些都是对的，那科学上肯定还提供一种别样的方法来看这个世界，我感觉就是量子力学。”

“你说得挺好，感觉也挺准确。”钟子丹不自觉中把“您”换成了“你”。这个人可交也可教，他心里想。

“那您同意收我做学生了？”远山狡黠地见缝插针，尽管这个紧接而来的结论从逻辑上并不严谨。“噢，对了，还有一个跟您学量子力学的理由，我是做医疗器械的，做伽马刀，也做 MRI^① 设备。听我们总工讲，这些东西的基本原理和量子力学也有些关系。”

“行，我收你这个学生了！”钟子丹肯定地回答，“除了你的诚意，我自己也有一点私心。我现在把很大一部分精力放在科普写作上，但是对读者的接受

① MRI：核磁共振成像。

程度始终心中没底。你的这个背景有点代表性，因为我期望自己的作品至少高中以上程度的人就可以读懂，有你作为交流对象，对反馈信息可以讨论得深入具体一些，算是互相帮助吧。”

“太谢谢您了！”远山明显兴奋起来，“好高兴，但也有点忐忑。”

“忐忑什么？”钟子丹不解。

“我在中学的时候也学过物理，觉得挺难的。乡下条件不好，也可能是老师不太行，当时觉得挺吃力的。希望您不会觉得我太笨。听说量子力学是大学物理系里最难的课程。您真接受我了，我倒有点紧张了。”

钟子丹笑了，他开始喜欢眼前这个率性的总裁学生了。“大可不必紧张。了解量子力学和专业学习量子力学全然不是一码事。你的担心混淆了一件事的两个方面。这也是我希望告诉科普读者的一个核心理念。你的担心和疑问类似于把这样一些没有因果关系的问题组合在了一起。就好像有人会说‘画油画不是很难吗？能那么容易就看懂油画吗？’，‘设计建筑不是很难吗？能那么容易就看懂建筑风格吗？’”

远山笑了：“我明白您的意思了。您是说，如果把量子力学作为课程来学，的确很难。但如果仅仅了解量子力学的基本框架、大图像，其实并不难。”

“没错。我发现你悟性很好，所以你更不需要担心了。这就好像虽然你没有能力设计出圣·彼得大教堂，却懂得欣赏它风格的宏伟和结构的精妙一样。”

“听您这么一说，我就踏实多了。”

“另外。”钟子丹没注意远山的反应，接着说，“我一直希望修正一些读者对科普的认识。很多时候，从科普角度了解科学和技术，主要目的不应该仅仅是简单学习一些学科知识，更重要的是了解一类全新的思想，尽管这些思想的介绍仍然以相关知识作为载体。比如量子力学的大部分思想颠覆了我们的寻常思路，‘扭曲’了我们的普适常识，甚至像你刚才提到的，改变了我们对‘存在’的认识。这些思想启动了人类对自然界的全新看法，将人类的科学探索引导到一个完全不同的，但却基本明确的正确方向。在一百年的时间里，量子世界

的探索已经成为一个纳百科而入的终极轨道。几乎所有科学分支的本源探索都要以量子化作为前提条件。这也是量子力学不同于其他学科的地方。它是一整套新视角和新思想的起点，也是对世界的一个全新解释。”

远山似有所悟，点点头。

钟子丹接着说：“我觉得这应该是很多人从科普角度了解科学常识的一个重点。了解一些新的思想，一些我们在日常生活中很难自然产生的思想。所以，有的时候，你即便没有读懂书本里宣扬的知识，也仍然有可能读懂那些知识中蕴含的思想。尤其是量子力学和相对论这样一些学科，它们所表现的思想是借助世界‘最强大脑’和最先进设备发现的思想。我们大多数人无法成为这些思想的开拓者，但却有可能成为这些思想的追随者、被启蒙者和各个领域的实践者。从这个点上看，看懂具体知识细节的重要性倒在其次了。所以，阅读这类书籍，未必一定要看懂其中每一个细节，但却应该着力了解那些内容中所蕴含的思想。其实每个人都在自觉不自觉地观察世界，好多世界观也是在这类观察中自然形成的。所以通过阅读了解科普，在有心人那里，作用远不仅仅是多学了一点知识，更多的收获应该是眼界。我们大多数人不是视点的开拓者，但却可以成为尽可能多的视点的拥有者，可以从各个角度观察宇宙和生活中的美丽，甚至可以据此为之增添更多的美丽。这样就有很大的实用价值了。”

“哇，您说得真好。”远山由衷地感慨，“所以，您的意思是读书的时候可以不必过分在意细节的理解，更多精力应该放在看明白新思想是怎么产生的，是吧？”

“对，其实这也是读科技书的一种技巧。读第一遍的时候大致看懂框架和结论就可以了。一般而言，同样的内容经常会在书里的不同部分从不同的角度反复描述。等到都看过了，积累到了一定程度，会突然脑洞大开，豁然开朗，一下子明白很多曾经茫然不解的东西。”

“这个我也有体会。”远山点头赞同，“再问您一个问题，您说量子力学颠覆了我们许多常识见解。但量子力学以前的物理理论应该和我们的常识是吻合的吧？如果量子力学是对的，那是不是说明量子力学以前的物理都是错

误的？”

“这个问题问得挺关键，也挺有深度的。”钟子丹笑了，“没有经过量子方法描述的物理学被称作经典物理学，经典物理学并没有错。它们只是量子力学在宏观世界里的近似理论而已。量子力学阐述的自然规律是人们在探索微观世界的时候才发现的。人们在发现它们的同时也意识到，这样一整套规律才是自然世界中更加本质的规律。如果把量子力学延伸到宏观世界，会发现它们和经典理论完全吻合。科学的发展往往并不是否定从前，而是延伸从前，这也是物理学的美学部分，它是自洽的，也就是说能够自圆其说的。量子世界微小得难以目观，但奇妙的是我们宏大的日常世界反倒仅仅是它的子世界，这也是量子世界的哲学妙点。”

“钟老师，听君一席话，胜读十年书，醍醐灌顶啊。”远山站起身，“我不能再占用您宝贵的时间了。我今天算拜师了，我想加您的微信。您根据您的时间表安排我和您见面求学的时间吧。”

两个人交换了微信和电话。钟子丹说：“好吧，我计划一下，回头通知你。”

走到门口，远山手扶着打开的房门，回过头，又问：“量子物理和量子力学有什么区别？是一回事儿吗？”

钟子丹表扬道：“你的问题都挺在点上。尽管也许没有人认真地定义过它们之间的区别，但从大家使用这两个术语的方式上还是可以体会出它们之间的细微差别的。量子物理更侧重于从概念上描述量子的基本物理性质，不大牵扯问题的具体解析和数学描述；而量子力学则除了包含所有量子物理应该有的概念以外，更从深层次谋求解决具体问题的方法和过程。从大学课程安排角度看，大学生接触的第一门有关量子的物理课程就是量子物理学。其后才会过渡到更深层次的量子力学课程，包括量子力学、高等量子力学、量子统计学、量子电动力学、量子色动力学，等等。”

“明白了，再次深深地感谢您！钟老师，我等您的消息。”

“好，我尽快给你消息。再见。”

二、钟子丹初会兴趣班 少男女喜悟新观念

北新大学物理楼，教室 202。

钟子丹望着台下七八张仍然带着稚气却又充满自信的脸庞，心里琢磨着怎么开始自己的第一次指导课。在这个由北新大学附中高中生自发组织的物理兴趣班里，他只认识这个小组的创始人任紫欣。任紫欣是北新大学物理学院同事邢婷婷的女儿。有一天邢婷婷下班和钟子丹相遇，在一同骑车回家的路上，邢婷婷问钟子丹愿不愿意给自己女儿的兴趣小组做指导教师。

“他们想从纯物理图像的角度了解一些量子物理和相对论的知识。”邢婷婷解释，“我觉得你是最合适的导师人选。你在大众科普方面应该颇有心得。”她知道钟子丹一直热心撰写科普文章和书籍。

钟子丹爽快地答应了。他告诉邢婷婷，自己正好在撰写一部关于量子力学的科普书稿，这个兴趣组的成立对自己而言可谓正逢其时。

“他们同时可以做我的实验班了。”

“那正好，他们也需要寻找一些课题做讨论，量子力学超乎他们现在的学业程度，思路和内容又奇异，正好可以拿来做专研课题。”邢婷婷对钟子丹的想法附和叫好。

今天是计划中的第一次指导课。等任紫欣结束开场白，走向自己的座位时，钟子丹突然有点儿走神儿。“这里面谁是那位霸道总裁的儿子呢？”他心里暗想。

停留的空白有点长，孩子们脸上露出了些许诧异的表情。

钟子丹笑了：“对不起，我有点儿走神了。”

孩子们也跟着笑了起来。

“今天是咱们相互见面的第一天，我们先说一些简单但是重要的话题。谁能用一句话告诉我，什么是物理？”

下面的孩子没有人说话。经过短暂的安静，孩子们开始互相无声地用目光征询可能提供答案的人。

一个面相英俊的男孩子终于说话了：“物理是研究自然界物质原理的学科？”他用的是探寻的口气，显然对自己的答案并不是很有信心。其他学生笑了起来。这个答案听起来好像有点望文解意的意思，回答得似乎有些投机，但好像又有些道理。

“有那么点意思。”钟子丹予以部分肯定，“但还可以具体一些，物理学是研究宇宙万物之间相互作用的学科。这句话看似简单，但却几乎包含了人类的所有行为，有目的的行为和无意识的行为，也几乎包含了自然界里发生的所有事情。”

起床，洗漱，吃饭，上班……？

看电视，打游戏，刷手机……？

天气阴晴，日圆月缺，恒星周而复始，流星一闪即逝……？

天是蓝的，夕阳是红的，冬天是冷的，夏天是热的……？

头上的太阳风暴，地下的石油煤炭，乡下取暖的炉火，北极绚丽的极光……？

生命的起源，人体的结构，动物的功能，植物的光合……？

孩子们没有说话，似乎都在等着钟子丹继续往下说，又似乎脑子飞快地运转，思索自己想象中的相互作用。