

助教记

斯坦福物理系要求，博士需要做满三个学期的助教。如今我助教的第三门课程即将结束，为文记之。

本科物理课程，按照（基础/进阶），（理论/实验），大致分为四个象限。我一直是个好为人师的人，希望尽可能丰富自己的教学体验，因此我助教的三门课程都在不同的象限里。Calculus based mechanics, 相当于大学物理的力学，属于基础理论课；Advanced Physics Laboratory, 相当于凝聚态物理实验，属于进阶实验课；Statistical Mechanics, 统计力学，属于进阶理论课。这三门课的教学内容和风格大为不同，不过都是繁重的负担，也是有趣的经历。

第一门课是力学，是给大一理科学生开设的物理普及课，学生足有二百多人，分成了十七八个小组。课程简单，只是国内高中水平，但助教的工作却格外繁重。除了判作业，教两节 sessions（习题课），office hour（给自己的学生答疑），还要每周有两个小时去 Physics Tutoring Center 给整个课程的学生答疑。除此以外，每周还有一个总结会议，大家七嘴八舌说说这一周的问题，然后一起准备下一周的习题课。由于课上人数众多，总共有八位助教，另外有七八位实验课的助教；还有一位 head TA, 可以直译成江湖气浓郁的“助教头子”。讲课的过程高度流程化，每位助教拿着一样的材料，一起给学生讲题，还要一起判作业。每周一次的判作业被叫做 Grading Party, 但是实际上只有披萨可以吃，而且往往并不好吃。期末考完之后，大家一鼓作气用一天时间把作业全部判完，整个助教经历就此结束。学生们多半是学 pre-med（医学预科）或者数学、化学、生物，许多人从此并不会用到这些牛顿定律和受力分析。但是大家仍然学习非常努力，一方面是被“几条公式解释天体运行”的威力震撼，另一方面恐怕也是生怕考砸了影响成绩。

第二门课是实验凝聚态物理课，风格与前一门课完全不同。学生们四五个人组成一组，自己寻找感兴趣的实验，自己搭设仪器，测试数据，然后要写一篇报告或者说学生论文。老师与助教只负责提供实验环境，解答疑惑，以及对学生的实验方案提出质疑。课程设计固然锐意创新，但实施起来却虎头蛇尾。学生们并没有学过固体物理，许多人不太清楚有哪些问题可供探讨，也不清楚自己的实验大概会产生什么结果。这是一门很难的必修课，所以许多人都拖到大四最后一个学期才上，那时他们早已找好出路，因此根本不想在这门课上多花时间。与此同时，助教们过于注重高屋建瓴的指导，而没有培训大家如何使用示波器、搭建光路、灌进一大桶液氮。所以各个小组的进度都严重落后，到最后两周只好通宵达旦地测数据。测出的数据千奇百怪，大家给数据找的解释也光怪陆离，但是我不记得有哪个实验达到了目标。不过我仍然认为这是门好课。结课以后，学生们都意识到，实验凝聚态物理需要大量的等待和熬夜，需要找到许多奇怪的材料并且给它们做精密测量，经常会发现实验结果不符合预期，于是就需要编出一个故事，来解释奇怪的数据们。我如果在本科时上过这么一门原生态的物理实验课，一定会在专业选择上做出更好的判断。

第三门课是统计力学，一周以前刚刚结束。我本科时学这门课，老师讲得无精打采，我也听得昏昏欲睡，直到最后一两周才讲到了最难的 quantum gases。我浑浑噩噩考完，没过几周就把课程内容连本带利地还给了老师。这次的体验却完全不同。讲课方法是所谓“active learning”（主动学习），听起来像是一个新的人工智能算法，实际上是在课堂上给学生们发许多习题来做，把正课变成了习题课。为了给学生们搭建一个系统的框架，我和另一位助教在习题课上做了许多总结，于是习题课反而像是正课。学生们最初颇为困惑，甚至怀疑这是不是老师偷懒的方法。但是几周下来，大家独立思考的能力突飞猛进，做起题来也虎虎生风——毕竟他们把正课的时间都用来刷题了。传统的授课方法是老师在课上一行行写板书，仔细想想确实非常低效，因为这些证明以及证明的解释明明可以在书上找到。在 active learning 中，老师和助教可以随时观察哪些问题难住

了许多学生，然后向全体同学解释清楚；而许多小问题，从概念理解到系数算错，则在学生们的讨论之中自然化解。习题课也可以不拘一格，比如另一位助教讲了信息熵，我讲了硅和石墨烯中的声子。不过可以尝试这种教学方法，也依赖于小班教学--全班三十个学生，一个老师和两位助教足以应付的来。

我的一个同学曾有一番议论：中国名校的学生未必勤奋，却大多聪明；美国名校的学生未必聪明，却大多勤奋。他进一步推断：这是因为高考是一个合格的智商选拔标准，而美国大学繁琐的申请程序和高昂的学费，则促使学生们加倍努力。在我做学生和助教的经历里，观测的样本虽然有限，却很符合这个论断。力学课是给大一同学开设，学生们还没有选定专业。其中有许多人，上课和解题都很吃力，可以想像以后一定不会选择物理专业。但他们仍然作业笔迹工整，听课和上习题课格外认真，并且在答疑时间追问不休。统计力学的学生绝大多数在读大三大四，并且已经选定了物理专业，给他们上课可以说是种享受。在上课时可以看到他们从迷惑不解到恍然大悟的转变，每节课都像是欧几里得发现浮力定律的“Eureka Moment”。这时会感到，教书实在是一件有趣而且有意义的事。我还有一个观察，虽然有刻板印象之嫌，但还是斗胆说出来：最高分的学生多半是亚裔和白人；分数很高的亚裔同学往往在课堂上不够积极，但是对老师和助教非常恭敬；分数很高的白人同学们则会用非常直接乃至嘲讽的语气，提出尖锐的问题。我非常希望能把这几种风格混合一下，希望以后我的所有学生都能客客气气地提出尖锐的问题。

我自己的助教表现实在还有许多不足，可惜的是三门助教的课程都已结束了。讲第一门力学时，我口语太差，并且觉得我讲授的内容非常无聊，因此有人反馈说接受我的口音有些问题，有人反馈说我讲起来非常枯燥乏味。我当时深感委屈：让我讲一些自己十五六岁就做腻了的习题，怎么可能提起劲头来！讲第二门实验物理课时，我经常嫌讲起来太麻烦，并且不好意思袖手旁观，于是给学生们帮起忙来，一不小心把他们要做的事情都做完了。被老师提醒，才意识到自己犯了“授人以鱼”的错误。讲第三门统计力学时，我对讲课的自信多了不少，再加上课程有趣，感觉自己讲得还算不错。不过和另一位助教比起来，却又弗如远甚。这是一个比我低一级的美国小哥，第一次做助教。他答疑时往往比我反应要快，并且态度也极其谦和。我们的例行任务是判作业，习题课和答疑，但他除此之外还在网上答疑，发调查问卷了解学生的诉求，并且挖空心思想出好玩的内容放到习题课来讲。到了出考试卷的时候，他更是脑洞大开，从黑洞到负温度，想出了许多好玩的题目。我可以聊以自慰的是，我可以告诉学生更多实用的解题思路 and 技巧。不过这位助教小哥还是打开了我的眼界：如果不把教学当做一个任务，而是当做一种事业，就可以把它做得好得多。

我的助教同事们普遍都很敬业，有时这种敬业表现在令人惊诧的较真上。做力学助教时，在判作业前，九位助教要一起商定判作业的 rubric（打分标准）。按我之前的市侩逻辑，我的任务是把作业尽快判完，对打分标准纠缠不清的讨论是浪费我的时间；并且只要大家都用同样的标准，就算这套标准有失偏颇，对学生也不算是不公平。但是助教同事们经常会为了某个错误扣一分还是扣两分，争得面红耳赤，连手中的免费披萨掉到衣服上都不会发现。比如说有一条打分的原则是“法不溯及既往”，或者说“因为前一小问错误导致本小问错误，不扣分”；另外有一条原则是“如果没有有意义的尝试，不得分”。那么如果有个学生，前一小问错得太离谱，本小问根本不可能做出有意义的尝试，应不应该得分呢？在力学的 grading party 上，经常会遇到这种形而上学的探讨。我一开始觉得烦躁，后来才意识到：这样较真到底的尽头，本来就是做物理的精神。像我之前那样，为了“高效”而与这样的精神背道而驰，反而值得反思。

幸运的是，我在前两个助教学期之中、第三个助教学期之前，恰好是状态较为低落的时期。这话听起来奇怪，但是我在自己经历过“间歇性踌躇满志，持续性坐吃等死”之后，才更能理解为什么有些学生上课会走神，习题课会玩手机，答疑时会一窍不通，考前才会开始预习。换做以前的我，或许会嫌弃这些学生愚昧迟钝，朽木不可雕也，或许会埋怨这些学生自己不努力，活该考试惨

败。但我在当助教时，已经没有了这种“何不食肉糜”的傲慢，所以对后进的学生并没有过任何的怨言和指责。这当然是教学的基本素养，但我发现自己碰巧能做到这一点，仍然感到幸运。三个学期的助教结束，下次讲课还不知是什么时候。希望我下次做老师时，能记起这几门课里的经验和教训。希望我在平时的工作中，像做助教的自己一样耐心，像我的助教同事们一样认真，像自己的学生们一样谦逊。