老师好，我是许洋，北京工业大学理论物理研究生，我的导师是王雯宇老师，我的e-mail：[xuyangcs@qq.com](mailto:xuyangcs@qq.com) 经过这一阶段的威海暑期学校的学习，我获益匪浅。主要在于：课堂学习，课下讨论，以及小组共同完成一篇报告。

给我印象最深的是杨金民老师讲解的particle physics。我没有学过群论，所以一看到什么U(1) SO(n)的字眼就感到头疼，一直没有弄懂这到底是个什么意思？知道杨老师说，U(1)就是一个相位变化，SO(2)就是一个转动，并用拉格朗日量来举例我才搞明白。然后就是自发对称破缺那里，杨老师很细致地讲解了为什么要把对称性打破，并很形象地用各种方法来让我们理解。自发对称破缺就是系统的拉氏量具有某种对称性，而这个系统的运动状态却不具有相应的对称性。老师列出了一个有O（2）旋转对称性的拉氏量，包含了一个势函数。计算这个势函数的真空态，发现这个真空态打破了原来已有的对称性，这就导致了一个zero energy excitation，这使得零质量粒子以及长程力的出现。若考虑一个local U(1) symmetry，就出现了一个新特点：higgs机制。Higgs场与电弱相互作用耦合，由于higgs场的特殊势函数的真空态打破了原有的对称性，使得传递相互作用的粒子具有质量，也就导致了短程力。有很多位老师讲解了这一过程，但是我觉得我还是不很了解这个机制里内涵的理论意义。老师还很系统讲解了标准模型的发展过程，Yang Mills在1954年提出了Non-Abelian Gauge theory，随后在1960年左右Nanbu，Goldstone等人提出了自发对称破缺，1964年Higgs等人结合了SSB与标准理论，建立了标准模型的大厦。老师还讲解了Yukawa耦合，里面涉及到了非厄密的矩阵，在自发破缺是可以对角化的，然而经过一个转动之后就不能了。后面又说到了CKM矩阵，这里我觉得已经完全不懂了，只能怀着敬畏的目光看着老师说一个又一个术语。我觉得我要学的东西很多，在见识到了一个自己完全陌生的领域之后，既激动又有些忧虑：要想要弄明白这些，需要下很大的功夫啊！

Tommaso外教老师讲的是统计学在数据分析中的应用。本科的时候学过一些数理统计的知识，老师从很基础的地方讲起。第一节课有一些学过的知识，不过以前光学不知道怎么用，现在才知道统计学在粒子物理实验中有很大的作用。老师强调泊松分布，以及好多分布，重点介绍了error propagation，讲解了误差是如何被放大的，并举例子说明了通过合适的测量方法则会避免误差，老师的一句话我觉得很好：What we neglect to do sometimes is to stop and think at the consequences of that simple formula, in the specific cases to which we apply it. That is because we have not understood well enough what it really means。不管对于理论还是实验这都是一些问题的所在。老师讲解了一些统计方法，比如χ2 method，maximum Likelihood method，置信区间，检验假设，signficance和5-sigma标准等。这些我大部分只是接触到了皮毛，做一个实验需要经过一道道算法对数据处理我还是一头雾水。

Eilam老师讲解了ATLAS的实验。这位老师主要讲解了Higgs的发现，我以为老师只会说一些实验相关的，但是老师却花了相当多的篇幅去讲解Higgs的理论部分。首先老师向我们介绍了ATLAS，对此我又只能怀着敬畏投去崇拜的眼神。我想如果我下功夫，应该也能达到现在在我看来遥不可及的、未知的程度吧，听老师说的时候我只能这样安慰自己。第一节课老师重点讲了higgs机制，非常侧重于理论，在我的印象里好像做实验的都不会把那些公式解释清楚的，不禁对这位老师越发崇拜。虽然讲得东西不多，但是讲得非常细致。随后便将了Higgs的测量。我觉得既能把深奥的理论搞懂，又能一步一步把统计方面讲清楚实在是太厉害了。

课上有很多都听不懂，于是课下便与同学们讨论，对我来说更多的是听他们讨论，因为水平不高也问不出什么问题。和同学们谈笑之间，也听他们说起自己的研究兴趣，对一些问题的看法，一同交流心得，也是一件非常有意义的事情。

最后的结业作业让我体验到了大家一同努力的快乐。那天晚上大家一同忙到1点半，一起调研资料，一起讨论难点，猜测会被提问到什么问题。我感到很快乐。

通过这次暑期学校我学到了不仅是知识，更多的是接触到了有相同兴趣的一群人，每个人都为了知识如饥似渴，我很幸运成为其中的一员。