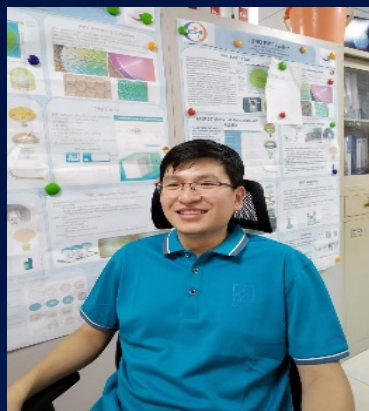




实 验



徐吉磊

中科院高能所

校园宇宙线观测联盟技术组



刘 佳

中科院高能所

校园宇宙线观测联盟技术组





校园宇宙线观测暑期学校

感受国之重器，从宇宙线观测开始

7月23-24日 北京

主办单位

校园宇宙线观测联盟

支持单位



中国科学院高能物理研究所
Institute of High Energy Physics
Chinese Academy of Sciences

国科大关心下一代工作委员会



中国科学院大学教育基金会
University of Chinese Academy of Sciences Education Foundation



国家高能物理科学数据中心
National HEP Data Center

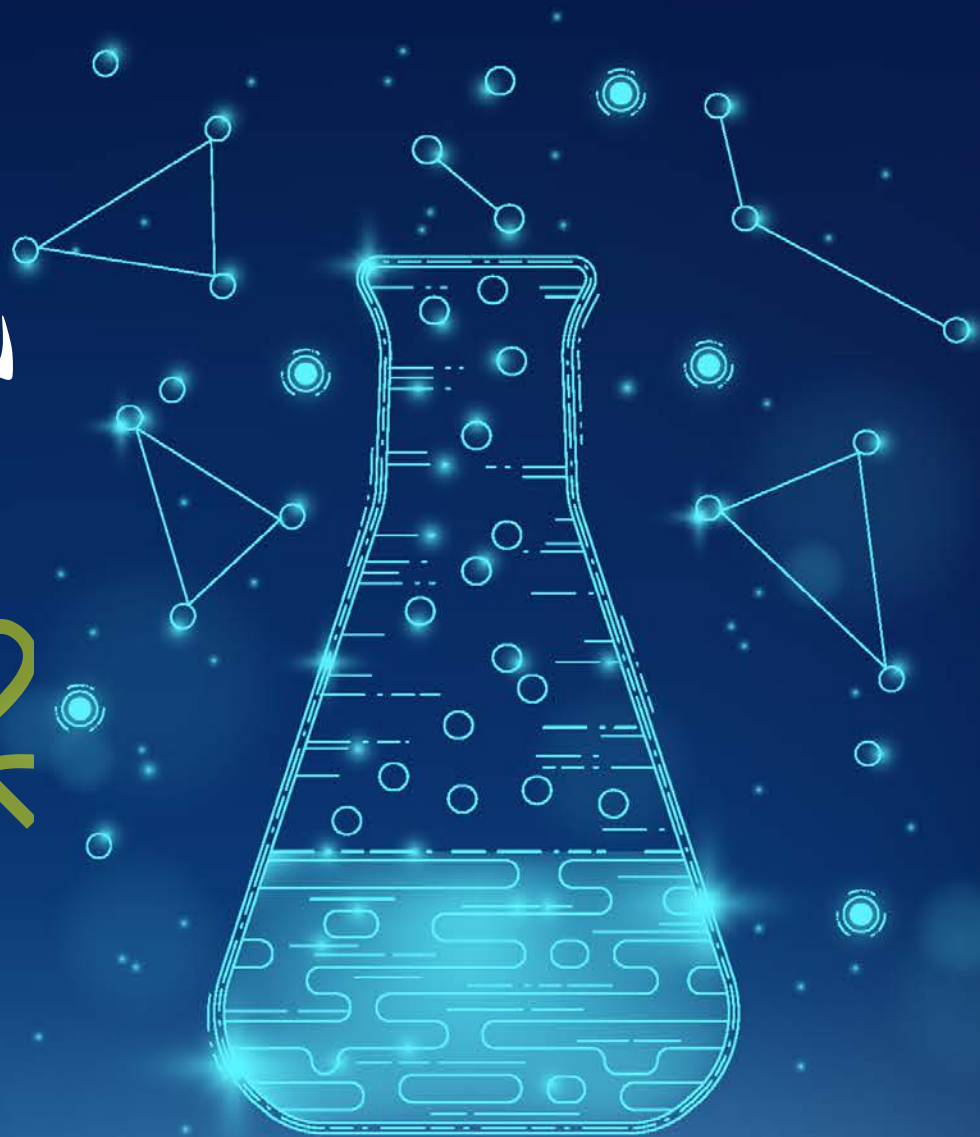


现代物理知识

水桶中的宇宙线

高能物理研究所
校园宇宙线技术组成员
徐吉磊

2022-7-24



目录

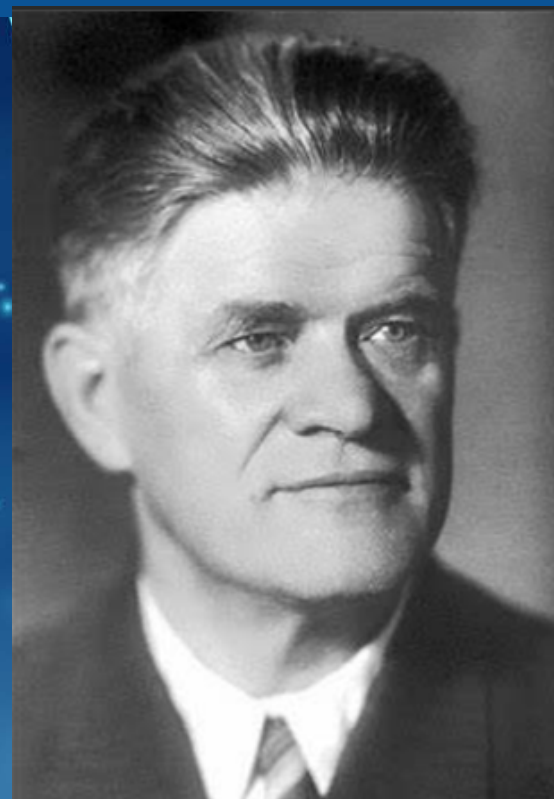
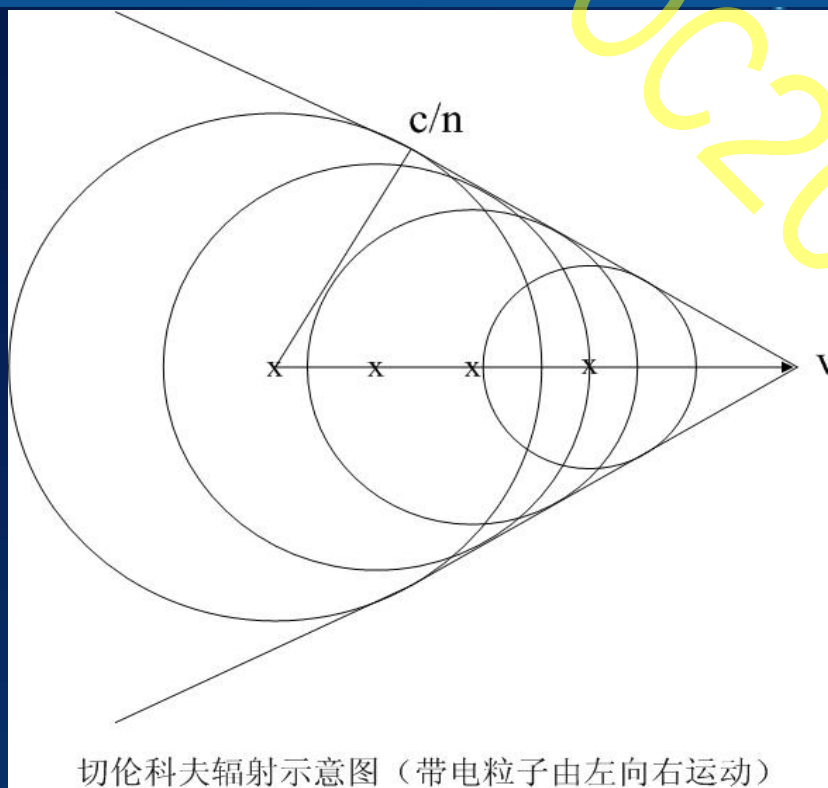
- ▶ 实验原理
- ▶ 水桶实验
- ▶ 数据分析
- ▶ 总结

COCC2021



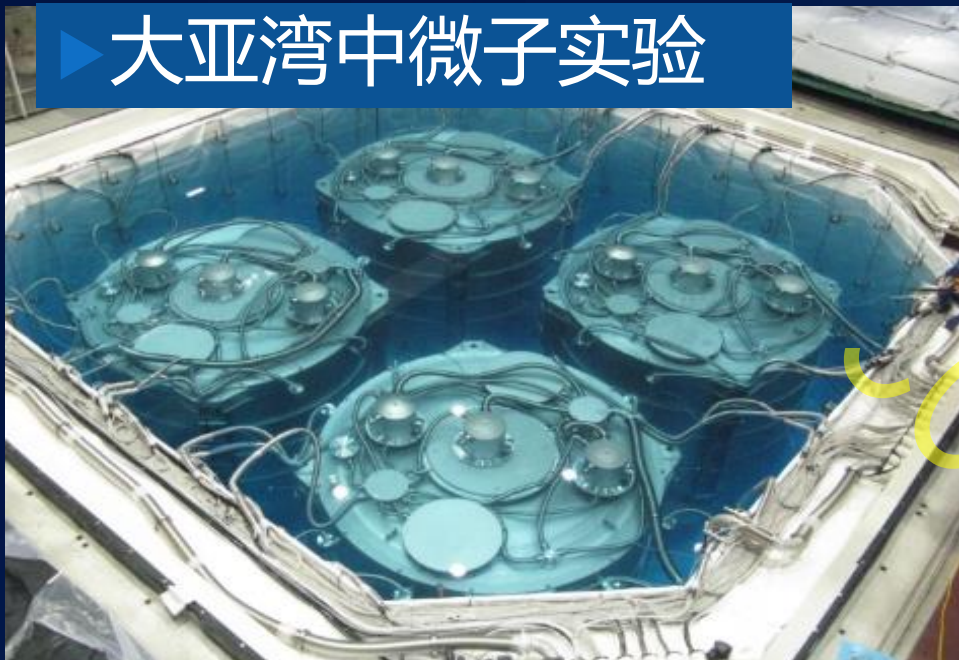
契伦科夫辐射原理

- ▶ 当带电粒子在透明介质中的传播速度大于光在该介质中的速度时,会发出一种以短波长为主的电磁辐射,表现为微弱的蓝色可见光,这种光被称为契伦科夫光,这种辐射被称为**契伦科夫辐射**(Cherenkov radiation).
- ▶ **1934年**,苏联物理学家帕维尔·阿列克谢耶维奇·**契伦科夫**发现,因此以他的名字命名。1958年获得诺贝尔奖。

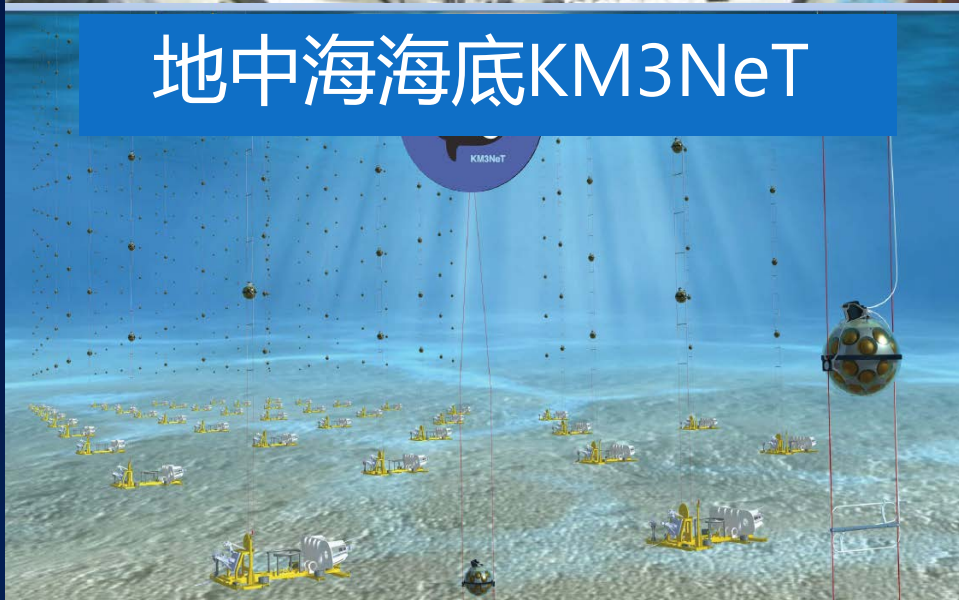


许多高能物理实验使用水契伦科夫探测器

▶ 大亚湾中微子实验



地中海海底KM3NeT



▶ LHAASO



日本的Super-K



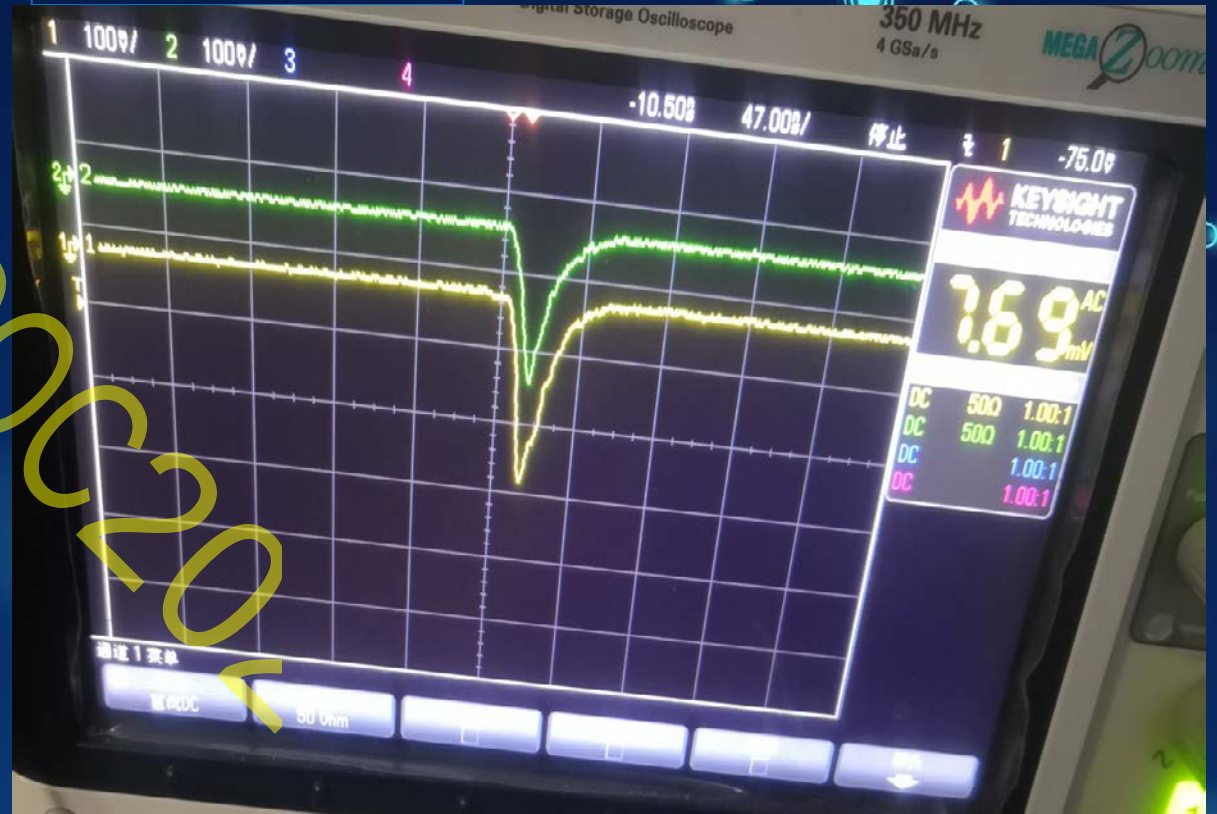
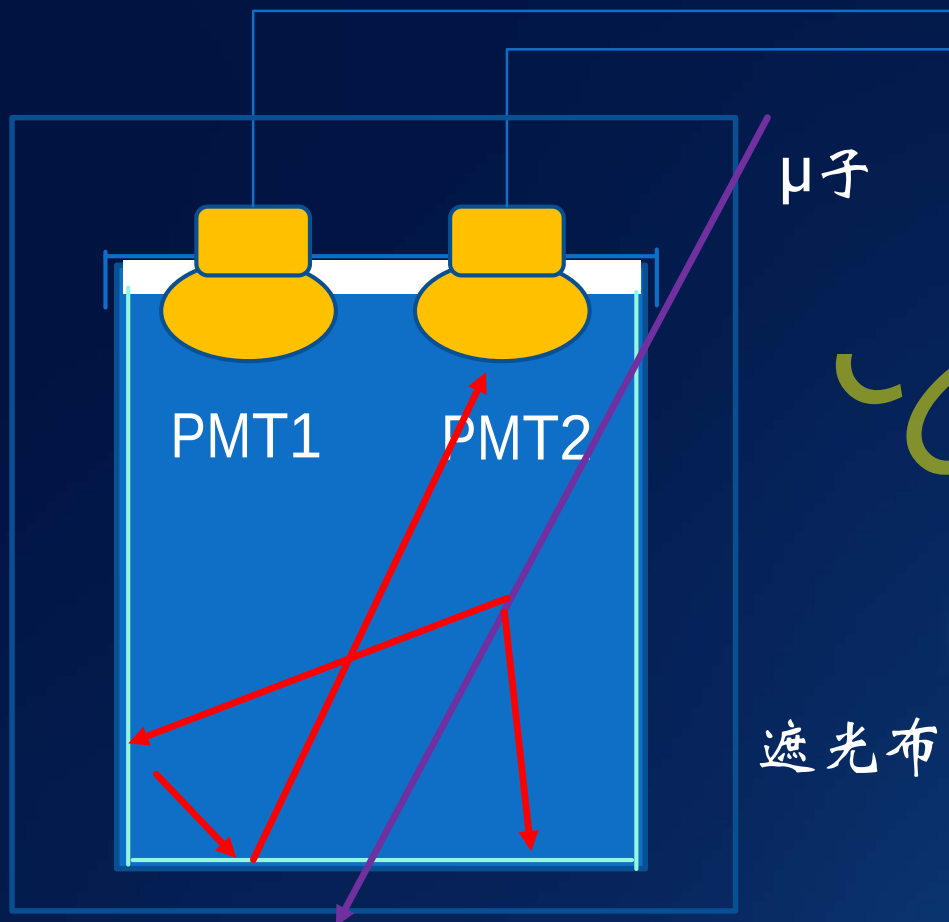
问题

► 利用水契伦科夫原理，可否自己动手搭一个简单实验看到宇宙线信号？

水桶实验

- ▶ **设计思路**：简单的盛水装置 + 日常普通自来水 + 光电倍增管 + 示波器
- ▶ **目的**：根据我们高能物理实验的经验，设计一个简化版，让中学生动手参与，提高中学生的对物理研究的兴趣，有参与的快乐感，并同时学到对宇宙线观测的知识和一种观测方法

示波器



观看实验

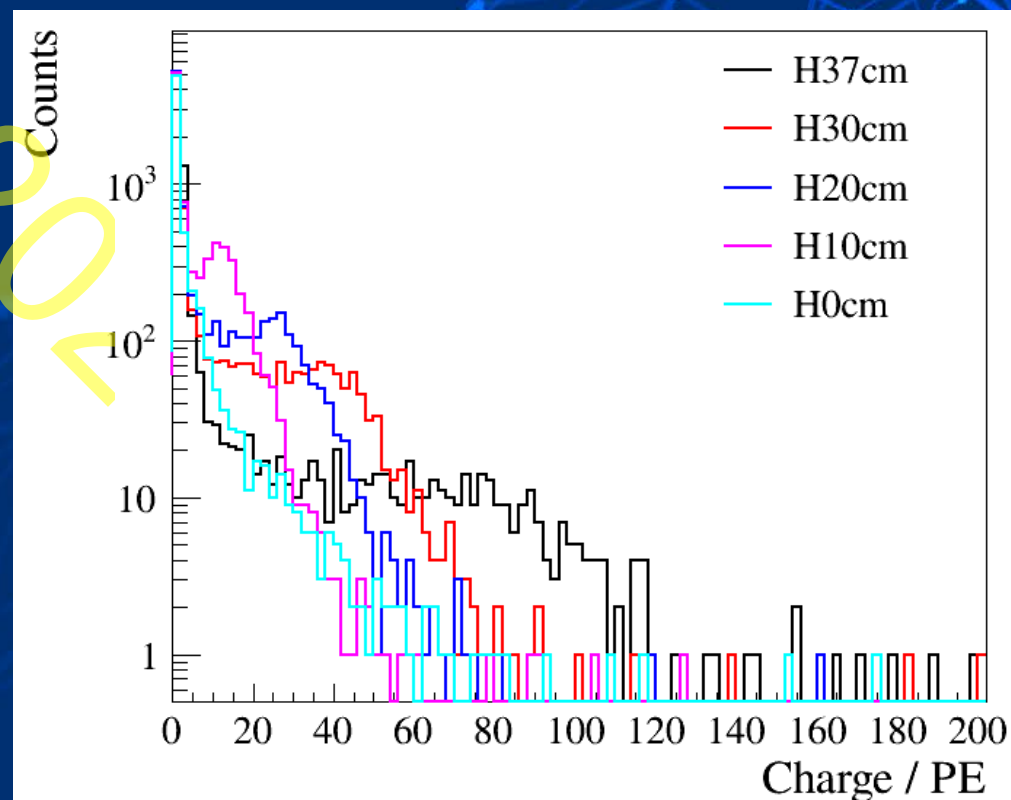
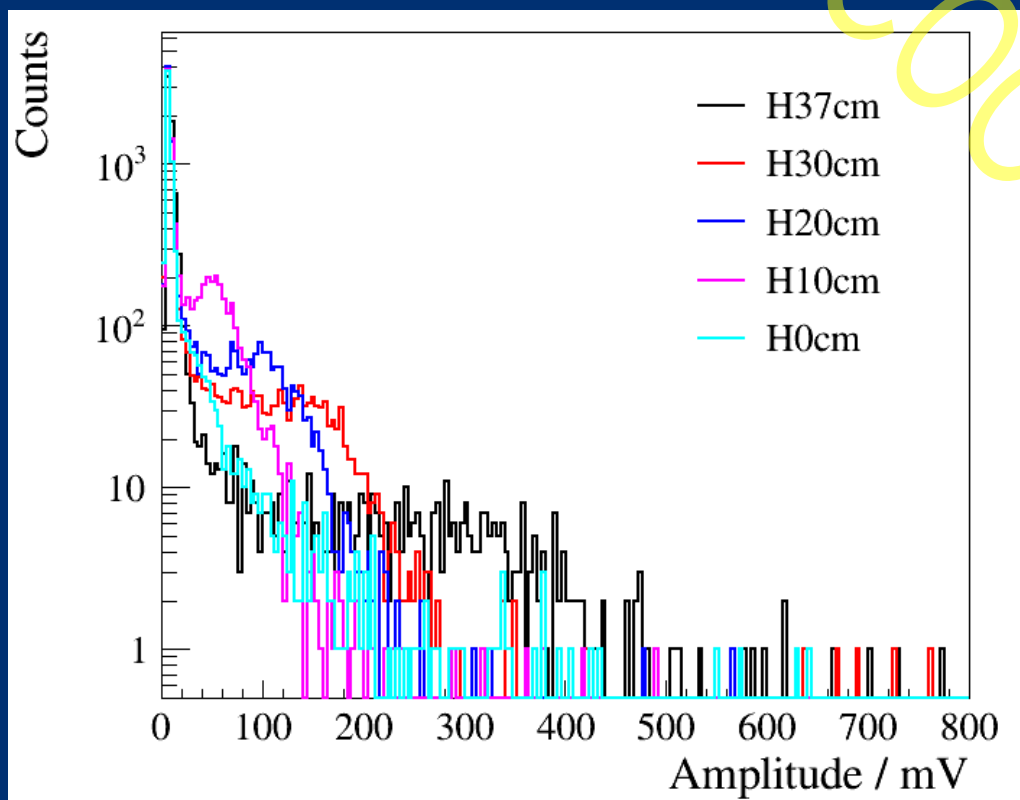


数据分析

2020

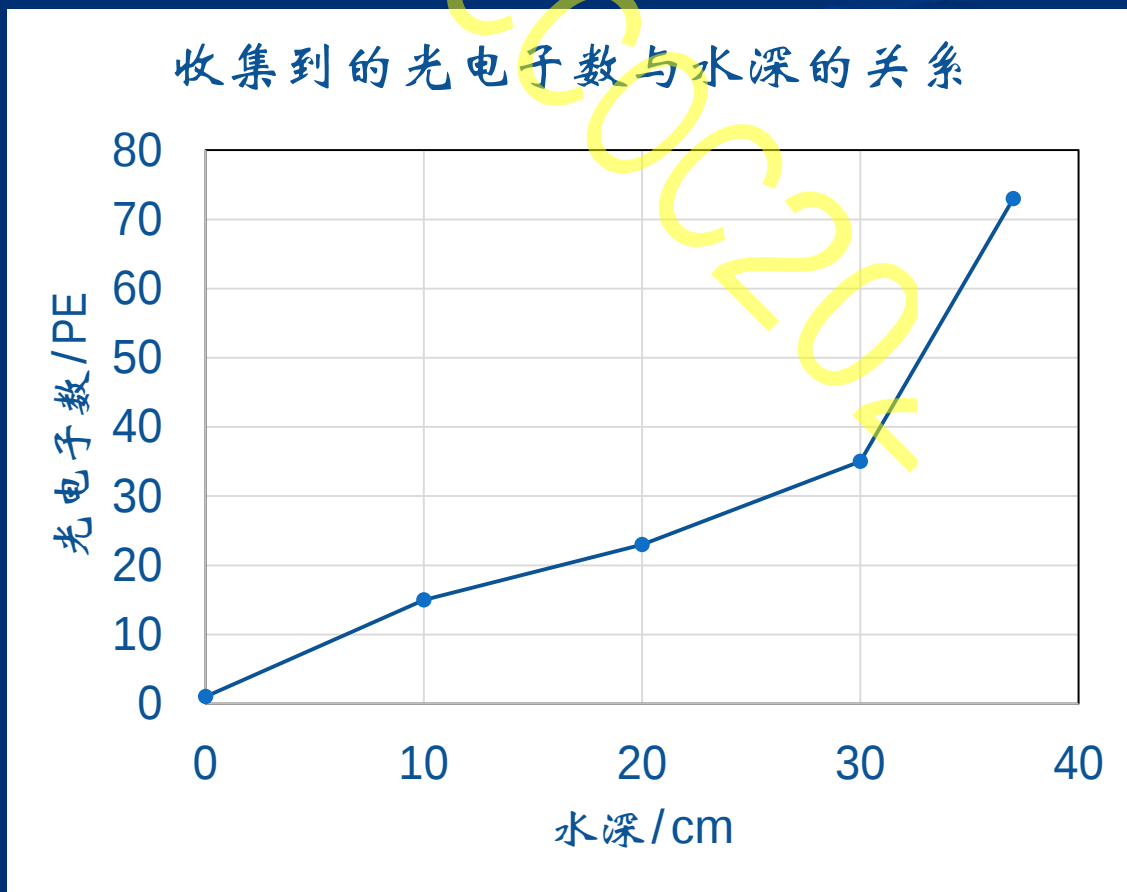
1. 通过波形，研究信号与水深的关系

- ▶ 某一水深下得到一定统计量的波形
 - ▶ 计算每个信号的幅度，作为统计值的横坐标
 - ▶ 积分信号的电荷，作为统计直方图的横坐标



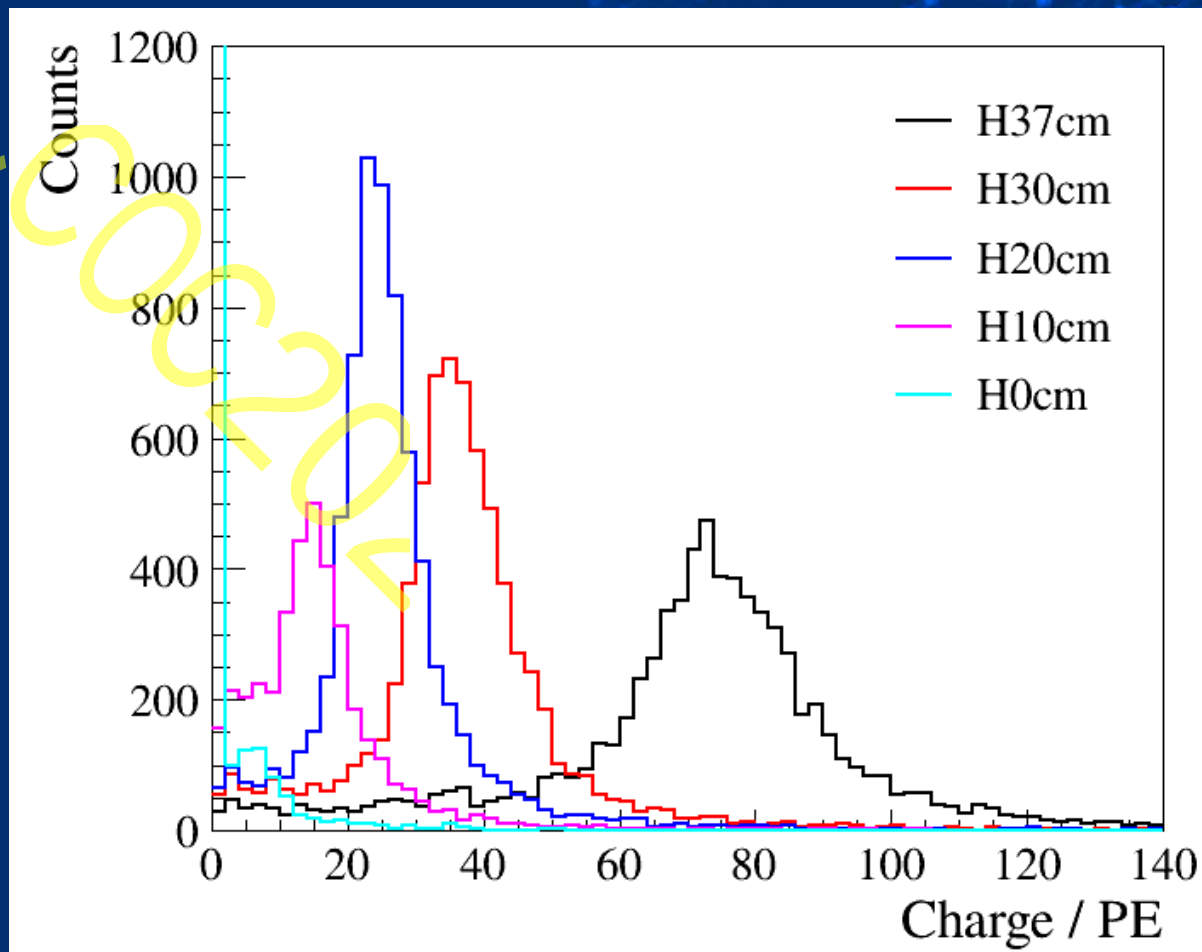
2. 画出水深和收集光电子数量的关系

- ▶ 每次水深下，找到上面统计直方图的峰值作为此水深下的光电子数
- ▶ 画出水深和光电子数的二维关系



3. 更多精细研究

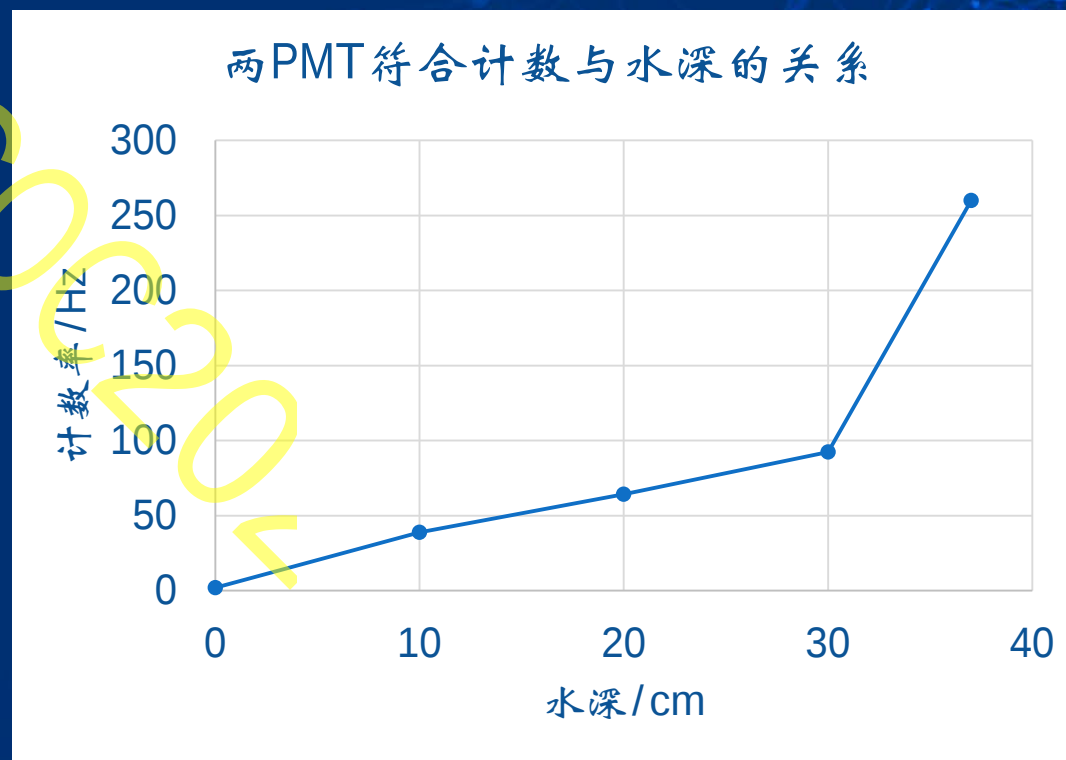
3.1 增加上下望远镜符合，筛选出更加清晰的宇宙线信号



3.2 研究两个PMT符合计数随水深的变化

用到符合计数电子学插件

水深/cm	事例率/Hz
37	260
30	92.3
20	64.1
10	38.8
0	~2



- 每次统计时间10s, 5次计数, 这里取5次的平均值

总结

- ▶ 使用简单的避光水桶和PMT可以容易用示波器看到宇宙线信号，并可以得到很多量化的研究内容。
- ▶ 中学生或者大学生都可以动手做部分内容，比如灌水，研究避光等，有一定的趣味性。
- ▶ 有较多的研究内容：
 - ▶ 契伦科夫辐射、光电效应、探测效率、光的反射；
 - ▶ PMT数量的使用，符合概念；
 - ▶ 数据处理：信号大小、电荷收集、事例率和水深的关系等；
 - ▶ 通过测量结果，估算每秒钟打到人体上的宇宙线事例率等。

谢谢大家！