

第二十届广东大学生物理实验设计大赛题目

一、基础题：热透镜效应

基本要求：利用低功率（ $<5\text{mW}$ ）的氦氖激光器作为光源，设计和制作用于观察热透镜效应和测量热透镜焦距的装置，完成至少一种介质的热透镜效应研究，并探索该装置的其它可能应用。演示平台尺寸不超过 $0.7\text{m} \times 1.2\text{m}$ 。

主要评判依据：

- (1) 物理图像与实验原理；
- (2) 创新点；
- (3) 可视化效果与定量分析精度；
- (4) 操作难易度与性价比。

背景介绍：1964年，Gordon 等人在氦氖激光器腔内插入“透明”样品时，观察到激光光束的功率和发散角产生短暂变化，从而发现了热透镜效应。热透镜效应属于光热效应的一种，最常见的热透镜效应产生原因是：当激光在介质中进行传输时，其能量被吸收，介质中沿激光传输的路径上产生热量，由于激光光束的能量分布一般为高斯型，介质温度呈横向梯度变化，从而引起介质折射率的横向梯度变化，产生类似透镜的效果。在激光器设计或激光应用中，都要考虑热透镜效应所造成的影响。

PS：激光会对眼睛造成不可逆的损伤，请避免让眼睛直接暴露在激光束照射下！请佩戴激光防护眼镜进行实验！

二、应用题：流体涡旋

基本要求：设计一套基于流体（气体或液体）的可视化涡旋的发生和测量装置，产生形态稳定的涡旋，并以涡旋的形式运动一段距离，探索控制和测量方法。装置使用的气体或液体不能有异味或者有害物质，测量需有量化指标，如测量距离，速度或者涡度的分布等。演示平台尺寸不超过 $0.7\text{m} \times 1.2\text{m}$ 。

主要评判依据：

- (1) 物理原理；
- (2) 方案创新点；
- (3) 涡旋的可视化，可持续性，以及测量获得的信息量；
- (4) 性价比。

背景介绍：涡旋，是流体团的旋转运动。一般旋涡内部有一密集旋转梯度区，其运动类似刚体旋转，速度与半径成正比；在它的外部，流体的圆周速度与半径成反比。在现实中，涡旋是流体能量耗散的一种重要形式。常见的涡旋如水中的漩涡，大气的热带气旋、龙卷风等。交通工具在空气中或其它流体中运动也可能产生涡旋，是交通工具设计的重要考虑因素之一；大气或海洋中的涡旋形成与运动特点，则是气候灾害研究与防治的重要物

理基础。不同尺度的涡旋形成、运动和耗散都蕴含了深刻的物理机理，制作一个涡旋的生成和测量装置，对深入理解这种现象，以及提供工程模型的环境控制设计都具有重要的应用价值。