

附件 1：2020 年全国大学生物理实验竞赛（创新）

命题类课题题目

题目 1：扩散系数测量（题目来源：广东 2020）

目的：

- 1) 观测液体或固体颗粒物的扩散规律；
- 2) 研究扩散机制及其影响因素；
- 3) 测量扩散系数。

要求：

- 1) 设计实验方案；
- 2) 制作一个实验装置，讨论测量精度和不确定度；
- 3) 实物装置水平尺寸不超过 $0.7 \times 1.0 \text{m}^2$ 。

考核方式（规范）：

- 1) 文件（含实验报告、PPT 和介绍视频）
 - a) 描述对题意的理解，目标定位；
 - b) 实验原理与方案；
 - c) 装置设计（含系统误差分析）；
 - d) 装置的实现；
 - e) 实验数据与分析；
 - f) 性能指标（测量范围、精确度、响应时间）；
 - g) 结论。
- 2) 实物装置
 - a) 规格：尺寸、重量；
 - b) 成本。

题目 2：应用声学原理操控物质空间定位（题目来源：广东 2020、卓

越联盟 2020、安徽 2020）

目的（从 1）和 2）中选其一）：

- 1) 实现固体颗粒或者液滴的声控悬浮；
- 2) 对空气或液体中的轻小物体实现束缚及移动；
- 3) 探索非声学因素对上述操控的影响。

要求：

- 1) 声学操控原理与方案设计；
- 2) 装置设计与制作装置；

- 3) 实现固体颗粒或者液滴在液体或固体中的定位或移动（装置动或是不动）；
- 4) 分析其物理机制与操控效果（见性能）；
- 5) 实物装置面积尺寸不超过 $0.7 \times 1.2 \text{m}^2$ 。

考核方式（规范）：

- 1) 文件（含实验报告、PPT 和介绍视频）
 - a) 描述对题意的理解、问题的定位（选择）；
 - b) 悬浮原理和方案；
 - c) 装置设计（含系统误差分析）；
 - d) 装置的实现；
 - e) 测控数据与性能评估；
 - f) 性能指标（被悬浮物重量/装置功耗、悬浮时间与稳定性、易操控性）；
 - g) 结论。
- 2) 实物装置
 - a) 功能：定位、移动（装置不动）、移动（随装置动）；
 - b) 规格：尺寸、重量；
 - c) 成本。

题目 3：设计制作一种支持物理实验的变温装置；（题目来源：河南 2020）

目的：设计制作一种支持物理实验的变温装置。

要求：

- 1) 设计实验方案；
- 2) 制作一个变温装置，讨论温度控制效果和精度等；
- 3) 温度变化范围不小于 -30°C 到 100°C ，温控区域不小于 $2*2*2\text{cm}^3$ 。

考核方式（规范）：

- 1) 文件（含实验报告、PPT 和介绍视频）
 - a) 描述对题意的理解；
 - b) 实验原理与方案；
 - c) 装置设计（含系统误差分析）；
 - d) 装置的实现；
 - e) 实测温控效果：温度控制范围、适用环境温度、达到目标温度的时间、温控区域内温度不均匀性、温度涨落、平均功耗等；
 - f) 结论。
- 2) 实物装置
 - a) 规格：尺寸、重量；

b) 成本。

题目 4：测量流体的流速；（题目来源：辽宁 2020）

目的：设计制作一种测量流体流速的装置。

要求：

- 1) 测量原理与实验方案设计；
- 2) 制作一种流体速度测量的装置，讨论测量精度和不确定度等；
- 3) 对某种液体实现测量；
- 4) 数据处理。

考核方式（规范）：

- 1) 文件（含实验报告、PPT 和介绍视频）
 - a) 描述对题意的理解，目标定位；
 - b) 实验原理与方案；
 - c) 装置设计（含系统误差分析）；
 - d) 装置的实现；
 - e) 装置性能评估：适用对象（如流体的特性参数在什么范围）、流速测量范围、测量精度、测量范围内的线性度、响应速度、对原始流体的影响、测速空间范围与流场等；
 - f) 结论。
- 2) 实物装置
 - a) 规格：尺寸、重量；
 - b) 成本。

题目 5：设计制作一种基于法拉第电磁感应原理的测量装置；（题目来源：辽宁 2020）

目的：设计制作一种基于法拉第电磁感应原理的测量装置，用于定量测量某个物理量或者其随时间变化的特性。

要求：

- 1) 设计实验方案；
- 2) 制作一种基于法拉第电磁感应原理的测量装置，讨论测量精度和不确定度等。

考核方式（规范）：

- 1) 文件（含实验报告、PPT 和介绍视频）
 - a) 描述对题意的理解，装置适用场景（如强电或弱电）；
 - b) 实验原理与方案；

- c) 装置设计 (含系统误差分析);
 - d) 装置的实现;
 - e) 装置性能评估: 根据装置的适用场景, 对于弱电: 测量的对象、测量范围、测量精度、测量范围内的线性度、响应速度、对原始待测量是否有影响等; 对于强电: 能量转换效率与耗散分析、响应时间。
 - f) 结论。
- 2) 实物装置
- a) 规格: 尺寸、重量;
 - b) 成本。

题目 6: 无线电能传输 (题目来源: 卓越联盟 2020)

目的: 设计一种通过磁近场以无线方式传输电能的实验方法和实验装置。

要求:

- 1) 设计实验方案;
- 2) 实验装置设计与制作;
- 3) 能量传输效率尽量优化;
- 4) 在固定功率和效率下, 力求设备小型化;

考核方式 (规范):

- 1) 文件 (含实验报告、PPT 和介绍视频)
 - a) 描述对题意的理解、问题定位;
 - b) 实验原理与方案;
 - c) 装置设计 (含设计指标);
 - d) 装置的实现;
 - e) 实验数据;
 - f) 性能指标 (电能传输效率、传输距离、单位接收面积的传输功率等);
 - g) 结论。
- 2) 实物装置
 - a) 规格: 尺寸、重量;
 - b) 成本。

题目 7: 直流微电流的测量 (题目来源: 安徽 2020)

目的: 实现一种测量直流微电流 (小于 10^{-6} A 的电流) 的方法和装置。

要求:

- 1) 设计实验方案;
- 2) 制作一个实验装置, 讨论测量精度和不确定度;
- 3) 进行装置测量校准。

考核方式（规范）：

- 1) 文件（含实验报告、PPT 和介绍视频）
 - a) 描述对题意的理解；
 - b) 实验原理与方案；
 - c) 装置设计（含系统误差分析）；
 - d) 装置的实现；
 - e) 性能指标（测量量程、精度、响应时间）；
 - f) 结论。
- 2) 实物装置
 - a) 规格：尺寸、重量；
 - b) 成本。

题目 8：重力加速度的测量或应用（题目来源：湖北 2020）

目的（选其一）：

- 1) 设计一种测量重力加速度的实验方法和实验装置；
- 2) 设计制作一种基于重力加速度应用的测量装置。

要求：

- 1) 设计实验方案，突出设计的物理思想和原理以及设计的科学性、方法和技术上的创新性；
- 2) 制作实验装置，讨论测量精度和不确定度。对于测量重力加速度实验装置，要求操作简易，测量准确度高；对于应用测量装置，要求操作简易、性价比高、有实用价值、易于推广，并分析具体应用范例。

考核方式（规范）：

- 1) 文件（含实验报告、PPT 和介绍视频）
 - a) 描述对题意的理解；
 - b) 实验原理与方案；
 - c) 装置设计（含系统误差分析）；
 - d) 装置的实现；
 - e) 性能指标（测量精确度、测量时间、环境条件等）；
 - f) 结论。
- 2) 实物装置
 - a) 规格：尺寸、重量；
 - b) 成本。