

## 2023秋时间和空间期末考试

### 注意事项:

1. 本次考试为半开卷考试, 仅允许携带讲义、作业与笔记;
2. 感谢评课社区提供回忆版试题, 本文档作者仅做了排版工作.

### 解答题

1. 物理学家伽莫夫的著名科普小说《物理世界奇遇记》中有一个情节, 主人公坐在高速 ( $v \approx c$ ) 前进的列车中, “看到”站台上先后发生了两件事: 先看到 A 中弹倒地, 后看到 B 开枪射击. 因此, 主人公认为 A 不可能是 B 杀掉的. 但警方不同意, 认为 A 完全可能是被 B 杀害的.  
**问题:** 谁说的对? 请说明理由.

简化条件: A、B、列车轨道在一条直线上, 地面坐标系上看  $V_{\text{子弹}} \approx c$ .

2. 研究  $R = 1$  的球面几何，由 3 个点为顶点的测地线构成的三角形. 三个顶点在以球心为笛卡尔坐标系中心的坐标分别为：

$$(1, 0, 0), \quad (0, 1, 0), \quad (0, 0, 1).$$

- (1) 选择合适的高斯坐标系表示这 3 个点；
- (2) 用高斯坐标描述经过这两点的测地线 (共 3 条)；
- (3) 证明该三角形内角和  $> 180^\circ$ .

3. 1929 年美国天文学家哈勃 (Hubble) 首次测得了哈勃常数  $H_0$ , 发现对应数值较小  $h \approx 5$ . 假设宇宙空间曲率为平坦的 ( $K = 0$ ), 宇宙绝大部分演化时间都是物质为主时期, 宇宙中无暗能量.

- (1) 计算宇宙年龄  $t$  和哈勃常数  $H$  的关系;
- (2) 根据哈勃当时的测量结果, 估算宇宙年龄;
- (3) 对比太阳年龄 (约为 50 亿年), 说明为什么该测量为宇宙学带来“灾难”;
- (4) 要克服该困难, 讨论  $H$  或宇宙参数的取值范围.

参考数据:

- $1 \text{ Mpc} = 3.26 \times 10^6 \text{ 光年}$
- $1 \text{ yr} \approx 3.15 \times 10^7 \text{ s}$