

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:

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