**第四届国际天文与天体物理奥林匹克竞赛**

**理论试题**

中国 北京 2010年9月15日

**短问题**

**1.** 在双星系统中, 主星的星等为1.0, 次星的为2.0. 计算这个系统的最大合星等.

**2.** 如果一个具有太阳质量的天体表面的逃逸速度超过光速, 它的半径是多少?

**3.** 观测到一个类星体的红移是*z* = 0.20, 估算它的距离. 哈勃常数是72 km s–1 Mpc–1.

**4.** 一个双星系统距离为10 pc, 两个成员星之间最大的角距离是7.0, 最小是1.0. 假设轨道周期为100年, 且轨道平面与视线方向垂直. 如果一个成员星的轨道的半长轴对应于3.0, 也就是*a*1 = 3.0, 那么用太阳质量来表示双星系统每个成员星的质量.

**5.** 如果0.8%的太阳总质量能够在太阳的一生内转化为能量, 估计太阳可能的最大寿命. 假设太阳光度保持不变.

**6.** 一艘飞船降落在一颗直径为2.2 km、平均密度为2.2 g/cm3、自转可忽略不计的球形小行星表面. 宇航员能在2.2小时内徒步沿着小行星的赤道走完一个圆周吗? 在答题纸上写上“是”或“否”, 并用公式和数字解释原因.

**7.** 我们对寻找宜居系外行星感兴趣. 实现这一点的一种方法是通过恒星变暗, 这发生在系外行星穿过恒星盘并阻挡一部分光线时. 估算一个类似地球的行星围绕着一个类似太阳的恒星运行时, 最大的光度变化比率.

**8.** 银河系中心被认为存在一个质量为*M* = 4 106*M*的超大质量黑洞. 天文学界正在努力分辨它的事件视界, 这是一项具有挑战性的任务. 对于一个不旋转的黑洞, 事件视界就是史瓦西半径, *R*S = 3(*M*/*M*) km. 假设我们有一个地球大小的望远镜(使用甚长基线干涉测量).为了分辨黑洞的事件视界, 我们应该采用多长的波长? 已知太阳距离银河系中心8.5 kpc.

**9.** 一颗恒星的I波段星等为22.0. 双子望远镜(直径8米)每秒能探测到多少个来自此恒星的光子?假设总量子效率为40%, 滤光片通带平坦.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 滤光片 | 0 (nm) | (nm) | *F*VEGA (W m–2 nm–1) |
| I | 8.00 102 | 24.0 | 8.30 10–12 |

**10.** 假设银河系圆盘中的G型主序星(例如太阳)遵循标高为300 pc的垂直指数密度分布, 那么这些星从距离银面0.5到1.5 kpc的位置相对于银面处的密度变化的因子为多少?

**11.** 2003年8月28日, 火星在UT 17h56m处于大冲. 下一次火星大冲将会是在2018年, 估算那次大冲的日期. 火星轨道的半长轴是1.524 AU.

**12.** 疏散星团中两颗主序星的亮度相差2个星等. 有效温度分别为6000 K和5000 K. 估算它们的半径比.

**13.** 利用太阳的肉眼颜色估计太阳光球层的有效温度.

**14.** 一名观测者在地球北极附近观测到一次金星凌日. 金星凌日路径如下图所示. A、B、C、D都在金星凌日的路径上, 标记着金星圆盘的中心. 在A和B处, 金星的中心叠加在太阳圆盘的边缘上; C对应第一次接触, D对应第四次接触, AOB = 90, MN与AB平行. 第一次接触发生在UT 9:00. 计算第四次接触的时间.



**15.** 平均而言, 月球的视直径略小于太阳, 因此日环食的频率略高于日全食. 对于地球上的观测者来说, 最长的日全食持续时间约为7.5分钟, 最长的日环食持续时间约为12.5分钟. 在这里, 最长的持续时间是从第二次接触到第三次接触的时间间隔. 假设我们在很长一段时间内计算这两种类型的日食的发生率, 估算出日环食和日全食发生的比率. 假设地球的轨道是圆形的, 月球轨道的偏心率为0.0549. 把所有的混合日食都算作日环食.

**长问题**

**16.** 从地球发射的飞船, 沿着地球日心轨道方向快速加速到最大速度, 使其轨道呈抛物线形, 太阳在其焦点处, 与地球轨道相切. 假设地球和火星的轨道为同一平面上的圆, 半径分别为*r*E = 1 AU和*r*M = 1.5 AU. 作出如下近似: 在飞行的大部分时间里, 只需要考虑来自太阳的引力.



图1: 飞船的轨道(未按比例). 内圈是地球的轨道, 外圈是火星的轨道.

问题:

**(a)** 在不考虑火星引力效应的情况下, 飞船的路径与火星轨道(见图1)之间的角是多少?

**(b)** 假设火星在穿越时碰巧非常接近穿越点, 在火星观测者看来, 在飞船受到火星引力的明显影响之前, 飞船接近的速度和方向(相对于太阳)是多少?

**17.** 塔里斯(Taris)星球是科里比亚(Korribian)文明的发源地. 科里比亚物种是一种高度智慧的外星生命形式. 他们说的是科里比亚语. 科里比亚语词典见表1, 请仔细阅读! 科里比亚的天文学家研究天空已经有几千年的历史了. 他们的知识可归纳如下:

塔里斯星围绕宿主星索拉(Sola)运行的轨道是一个圆形轨道, 距离为1塔里斯长度.

塔里斯星在1塔里斯年内绕索拉运行一周.

塔里斯星赤道与其轨道平面的倾角为3.

1塔里斯年恰好有10塔里斯日.

塔里斯星有两颗卫星, 分别命名为恩多(Endor)星和埃克斯托(Extor)星, 它们都有圆形轨道。

恩多(围绕塔里斯)的恒星周期正好是0.2个塔里斯日.

埃克斯托(围绕塔里斯)的恒星周期正好是1.6个塔里斯日.

塔里斯和恩多之间的距离是1恩多长度.

另一颗行星科鲁斯(Corulus), 也以圆形轨道围绕索拉运行. 科鲁斯有一颗卫星.

索拉和科鲁斯之间的距离是9塔里斯长度.

塔里斯年从索拉系中索拉的经度为零时开始.

|  |  |
| --- | --- |
| **科里比亚语** | **翻译** |
| 科鲁斯 | 环绕索拉的一颗行星 |
| 恩多 | (i) 夜晚之神; (ii)塔里斯的一颗卫星 |
| 恩多长度 | 塔里斯和恩多之间的距离 |
| 埃克斯托 | (i) 和平之神; (ii)塔里斯的一颗卫星 |
| 索拉 | (i) 生命之神; (ii)塔里斯和科鲁斯围绕的恒星 |
| 索拉系 | 从塔里斯看到的索拉和科鲁斯的视轨迹 |
| 塔里斯 | 环绕索拉的一颗行星, 科里比亚人的家 |
| 塔里斯日 | 塔里斯上连续两个子夜间的时间间隔 |
| 塔里斯长度 | 索拉和塔里斯之间的距离 |
| 塔里斯年 | 塔里斯围绕索拉运动一周所用时间 |

表1: 科尔里比亚语词典

问题:

**(a)** 绘制索拉系, 并指出所有的行星和卫星.

**(b)** 塔里斯在一个塔里斯年期间绕其轴旋转多久一次?

**(c)** 塔里斯和埃克斯托之间的距离用恩多长度表示是多少?

**(d)** 科鲁斯的轨道周期用塔里斯年来表示是多少?

**(e)** 当科鲁斯处于冲时, 塔里斯与科鲁斯之间的距离是多少?

**(f)** 如果在某一特定的塔里斯年开始时, 科鲁斯和塔里斯处于冲, 那么从该年开始时起, *n*个塔里斯日后科鲁斯的索拉系经度(在塔里斯上观测)将是多少?

**(g)** 索拉、塔里斯和科鲁斯在冲后一天形成的三角形的面积是多少?