**第十四届亚太天文奥林匹克竞赛**

**实测试题**

中国 丽江 2018年11月24日–12月2日

**-6 经度与纬度**

地球的自转和公转会使天体发生周日视运动和周年视运动. 每晚, 天体都会穿过观测地点的子午圈. 由此, 当天体的天顶距最小即上中天时, 我们可以通过计算上中天的时间来得到观测站的经纬度.

表6给出了某个天文台的一些观测数据, “*T*”是中天时间(北京时间), “*Z*”是天顶距, “*D*”是中天时天体相对于天顶的位置, 其中“N”表示天体在天项的北侧, “S”表示天体在天顶的南侧. “RA”和“DEC”是视位置的赤经、赤纬. 由于大气折射的影响, 地基观测站测得到天顶距与真实的天顶距会有少许的差异, 所以观测数据需要足够多, 并且应分布在子午圈的不同位置.

**6.1** 计算每次观测的经度“”和纬度“”(精确到小数点后4位),把结果填入下表中.

你可以用下面的公式计算经度:

= [RA – 16.0372h – (*T* – 8)h × (1 + 1/365.2422) + 24h] × 15°

其中, RA是赤经, 16.0372h是观测的起始日期(在格林尼治)真太阳时与平太阳时的时间差, (*T* – 8)h是中国的标准时间与格林尼治的时差, (1 + 1/365.2422)是真太阳时与平太阳时之间的换算, 24h是为了经度的结果为正值而引入的修正量.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No. | () | () |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |
| 8 |  |  |
| 9 |  |  |
| 10 |  |  |

**6.2** 计算经度和纬度的平均值, 以()为单位, 把结果表示为〈〉 = ..., 〈〉 =...

**6.3** 计算每次观测得到的纬度与〈〉的差值(= – 〈〉). 的单位是角秒(″).

画出与天顶距正切值(tan (*Z*) )的关系图. tan (*Z*)为X轴, 为Y轴.

**6.4** 对上一问画出的图进行线性拟合, 算出斜率*A* (单位是角秒()). 由此得出大气折射的模型, = *A* ⋅ tan (*Z*) , *A*的结果请保留小数点后一位.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | *T* | | | *Z* | | | *D* | RA | | | DEC | | |
| h | m | s | ° | ′ | ″ | h | m | s | ° | ′ | ″ |
| 1. | 22 | 5 | 47.580 | 31 | 13 | 58.23 | N | 13 | 1 | 31.052 | 56 | 16 | 20.70 |
| =22.9655h | | | =13.02529h | | |
| 2. | 22 | 21 | 12.780 | 45 | 3 | 12.33 | S | 13 | 16 | 58.873 | -20 | 2 | 26.52 |
| =22.35355h | | | =13.28302h | | |
| 3. | 22 | 28 | 28.992 | 30 | 2 | 20.99 | S | 13 | 24 | 16.311 | –5 | 1 | 9.93 |
| =22.47472h | | | =13.40453h | | |
| 4. | 22 | 36 | 15.264 | 16 | 58 | 52.11 | N | 13 | 32 | 3.805 | 42 | 0 | 56.66 |
| =22.60424h | | | =13.53439h | | |
| 5. | 22 | 39 | 23.544 | 23 | 53 | 22.50 | N | 13 | 35 | 12.642 | 48 | 55 | 35.34 |
| =22.65654h | | | =13.58685h | | |
| 6. | 22 | 41 | 49.884 | 46 | 6 | 26.22 | N | 13 | 37 | 39.326 | 71 | 9 | 14.62 |
| =22.69719h | | | =13.62759h | | |
| 7. | 22 | 47 | 17.016 | 16 | 43 | 37.88 | S | 13 | 43 | 7.436 | 8 | 17 | 50.18 |
| =22.78806h | | | =13.71873h | | |
| 8. | 23 | 1 | 31.692 | 24 | 3 | 34.11 | S | 13 | 57 | 24.400 | 0 | 57 | 45.03 |
| =23.02547h | | | =13.95678h | | |

表6

**-7 食双星**

利用丽江天文台的2.4 m望远镜观测了一颗食双星的视向速度. 表7-a中给出了处理过的部分数据. 观测时间是儒略日, *v*1和*v*2分别是星1和星2的视向速度, 速度的单位是km/s,双星的绕转轨道是圆轨道.

**7.1** 计算绕转轨道周期(以天为单位).

**7.2** 在一张图中画出两颗子星的视向速度曲线(X轴是相位, 相位的零点为JD2457888.63199, 这是观测食双星的最小时间).

**7.3** 计算食双星整体的视向速度(如果结果为负, 表示在靠近观测者. 如果结果为正, 表示在远离观测者. )

**7.4** 计算两颗星的质量比*q* (*q* = *M*2 / *M*1, *M*1和*M*2分别代表星1和星2的质量, 1和2的编号与*v*1和*v*2是对应的).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Observational Time (JD) | *V*1 (km/s) | *V*2 (km/s) |
| 2458203.01601 | –300.6 | 75.7 |
| 2458203.03151 | –340.5 | 94.2 |
| 2458203.04772 | –353.0 | 104.1 |
| 2458203.07990 | –283.0 | 90.8 |
| 2458203.11140 | –140.7 | 57.5 |
| 2458203.12645 | –48.8 | –41.4 |
| 2458203.14290 | 41.2 | –142.9 |
| 2458203.17350 | 194.9 | –175.9 |
| 2458203.18924 | 231.5 | –191.0 |
| 2458203.20481 | 253.8 | –197.3 |
| 2458203.22072 | 247.4 | –181.6 |
| 2458203.23636 | 219.5 | –170.8 |
| 2458203.26764 | 120.1 | –94.9 |
| 2458203.28372 | –40.2 | –42.9 |
| 2458203.29952 | –210.3 | –3.8 |
| 2458203.31535 | –247.2 | 40.2 |

表7–a

**-7 黑洞**

类星体光谱是幂律谱(*f* –*a*,如果波长间隔不是特别大的话, 可以近似为直线)与可能存在的发射线的叠加. 其中*f*是流量, 是波长.

我们可以从光谱中得到发射线的谱线宽度. 通过宽发射线的宽度可以得出黑洞外分子云的轨道速度. 通过一系列的光谱观测, 我们可以得到一些波长的连续谱流量和发射线流量. 连续谱主要是黑洞附近的吸积盘产生的. 根据两条光变曲线中, 相近的峰值或谷值, 我们可以得到连续谱与发射线之间的时间延迟. 静止坐标的时间延迟等于光线从黑洞附近向外传递到会产生宽发射线的分子云的时间. 如果测得了绕黑洞旋转的分子云的距离和轨道速度, 就可以得出中心黑洞的质量.

图7是一颗类星体的光谱. 波长的单位是埃. 两条强发射线分别是H线和[OIII]线. 类星体是用丽江天文台2.4 m望远镜的光谱仪拍摄的.

表7-b中给出了几个月内检测的5100埃连续谱和Hβ发射线的流量. 第1列是观测时间, *T* =儒略日JD – 2457035.5. 第2列和第3列分别是连续谱和Hβ线的流量.

**7.1** 测算类星体的红移(*z*).

**7.2** 利用表7-b中给出的数据,画出连续谱和Hβ线的光变曲线. 根据它们的相近结构, 计算它们二者之间在静止坐标系下的时间延迟. 结果以天为单位.

**7.3** 假设Hp线是绕黑洞旋转的分子云产生的. Hβ线的半高全宽反映了分子云的轨道运动. 请计算分子云的轨道速度. 结果以km/s为单位.

**7.4** 计算黑洞质量. 结果以kg为单位.

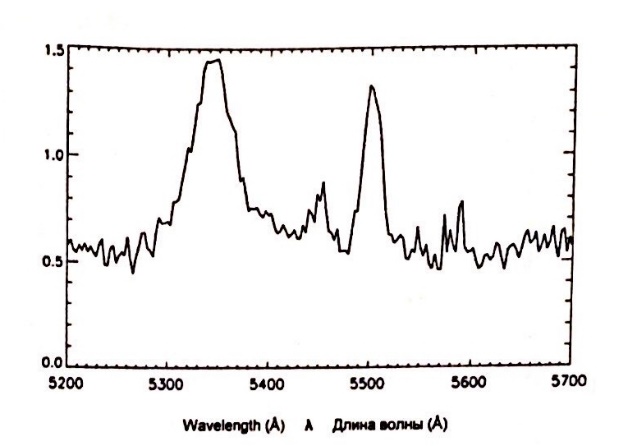


图7

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *T* | *f* (5100 Å) | *f* (H) |  | *T* | *f* (5100 Å) | *f* (H) |
| 14.0 | 5.7 | 4.2 |  | 54.0 | 5.1 | 4.1 |
| 18.0 | 4.7 | 3.7 |  | 58.8 | 4.4 | 3.8 |
| 26.0 | 4.2 | 2.8 |  | 62.8 | 3.4 | 3.0 |
| 28.0 | 3.9 | 2.7 |  | 65.8 | 3.1 | 2.6 |
| 33.0 | 4.5 | 2.5 |  | 68.8 | 2.8 | 2.1 |
| 35.0 | 5.0 | 2.3 |  | 72.0 | 3.0 | 1.6 |
| 37.0 | 5.2 | 2.5 |  | 76.0 | 3.4 | 1.3 |
| 45.0 | 6.0 | 3.5 |  | 81.8 | 3.8 | 1.7 |
| 50.0 | 6.3 | 3.9 |  | 90.0 | 4.5 | 2.3 |

表7–b