**第二十二届国际天文奥林匹克竞赛**

**实测试题**

山东 威海 2017年11月1日

**6. 系外行星的凌**

一颗系外行星(TrES-3b)凌过一个恒星(TrES-3), 于2009年4月16日被威海天文台(WHO)的一米望远镜观测到, 这次观测使用了宽带V滤镜片和PI CCD. 测光数据(从原始数据中选取)在下表中给出, 图中的时间以儒略日给出, *m*V为V-波段星等.

|  |  |
| --- | --- |
| time (JD) | *m*V |
| 2454938.220 | 12.4080 |
| 2454938.231 | 12.4094 |
| 2454938.239 | 12.4074 |
| 2454938.244 | 12.4074 |
| 2454938.248 | 12.4144 |
| 2454938.251 | 12.4217 |
| 2454938.257 | 12.4261 |
| 2454938.261 | 12.4292 |
| 2454938.267 | 12.4353 |
| 2454938.274 | 12.4365 |
| 2454938.279 | 12.4333 |
| 2454938.283 | 12.4267 |
| 2454938.287 | 12.4254 |
| 2454938.294 | 12.4172 |
| 2454938.297 | 12.4146 |
| 2454938.304 | 12.4102 |
| 2454938.314 | 12.4075 |
| 2454938.324 | 12.4086 |

**6.1** 画出凌的光变曲线(星等vs时间), 用天为单位以“*T*mid = ……”的形式确定“中–凌”(mid-transit) (最深凌)的时间; 并用儒略日为单位以“*T*d = ……”的形式估算凌的持续时间; 然后用星等为单位以“*D* = ……”为形式确定凌的深度.

**6.2** 己知该恒星(TrES-3)的半径为0.813倍太阳半径: *R*s = 0.813*R*sun. 以木星半径*R*Jupiter为单位用“*R*p = ……”的形式, 给出系外行星TrES-3b半径*R*p的公式并计算出数值.

**6.3** 以度()为单位, 粗略估算倾角*i*, *i*的定义为该行星轨道面的垂直线(或轴)与观测者视线间的夹角. 以“*i* = ……”的形式给出答案.

**6.4** 该行星系统的下一个“中-凌”(mid-transit)时刻为: JD = 2454939.578. 已知恒星(TrES-3)质量为*M*s = 0.924*M*sun. 计算行星TrES-3b的轨道周期(以天为单位, 以“*P* = ……”的形式); 并计算其轨道至半长轴(以au为单位, 以“*a* = ……”的形式).

**7. (低年组) 地球的大气层消光**

消光是天文学中用来描述由于吸收和散射而产生的光衰减现象的名词. 山大威海天文台(WHO)的天文学家于2017年10月26日观测一颗恒星( = 22h02m40s, = +421441), 观测是在该恒星上中天后, 在不同天顶距时进行的. 天文学们用一个英文名称“air mass”来描述大气消光特性, 并用*F*(*z*)来表示, 其中*z*为被观测恒星的天顶距. 当*z*小于60度时, *F*(*z*) = 1/cos(*z*). 大气消光的共识可以被写成: *m*V = *m*0 + *K*·*F*(*z*). 其中*m*0是没有大气消光时恒星的星等, *K*为大气消光系数. 下表给出了观测时间(UT, 以小时为单位)和所测到的该恒星的星等(*m*V).

|  |  |
| --- | --- |
| UTobs (hour) | *m*V |
| 12.49484 | 16.9040 |
| 12.76648 | 16.9195 |
| 13.30982 | 16.9135 |
| 13.58151 | 16.8938 |
| 13.85316 | 16.9306 |
| 14.12483 | 16.9460 |
| 14.39651 | 16.9420 |
| 14.66817 | 16.9520 |
| 14.93982 | 16.9528 |
| 15.21151 | 17.0046 |
| 15.48372 | 17.0630 |
| 16.02750 | 17.1581 |

**7.1** 以下列表格的样式, 在答题本上画出表格. 在表的第一列, 抄录下观测时间; 计算在每个时刻下该恒星的天顶距(以度为单位), 并将其写入表格的第二列; 计算不同天顶距下的“air mass” *F*(*z*), 并把计算结果填入第三列.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| UTobs (hour) | *z* () | *F*(*z*) |
| 12.49484 |  |  |
|  |  |  |

**7.2** 以*m*V为纵轴, *F*(*z*)为横轴作图, 将数据画入图中. 在数据点中画出一条直虚线, 以表示*m*V–vs–*F*(*z*)的线性关系.

**7.3** 使用该图做相应的测量, 估算消光系数(*K*)以及*m*0, 以“*K* = ……”和“*m* = ……”的形式写出.

**7.4** 确定该恒星在天顶时的星等, 并以“*m*z = ……”的形式写出结果.

**7. (高年组) 互动星系的光谱观测**

兴隆的2.16米望远镜观测了一个互动中Arp86星系的15个不同区域, 并获取了相应的低分辨率光谱. 该数据被周等人分析并发表于(2014, RAA, 14, 1393). 所测得的[OIII], H, NII], H发射线的流量(flux)在下表中列出, 流量数据的单位为: 10–16 erg/s/cm2.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Region ID | R.A. (J2000.0) | Decl. (J2000.0) | *f*([OIII])  5007 | *f*(H) | *f*([NII])  6583 | *f*(H) |
| 1 | 23:47:05.7 | +29:29:37.7 | 25.4 | 22.3 | 44.0 | 125.0 |
| 2 | 23:47:06.5 | +29:29:37.7 | 18.2 | 28.0 | 28.5 | 82.1 |
| 3 | 23:47:04.4 | +29:29:34.8 | 15.4 | 24.6 | 45.6 | 126.0 |
| 9 | 23:47:07.2 | +29:29:22.9 | 6.45 | 8.57 | 12.4 | 28.8 |
| 15 | 23:47:06.3 | +29:29:13.2 | 119 | 23.9 | 140.0 | 285.0 |
| 16 | 23:47:05.3 | +29:29:12.6 | 7.13 | 4.70 | 14.4 | 25.8 |
| 19 | 23:47:01.1 | +29:29:06.9 | 24.8 | 11.8 | 20.4 | 53.3 |
| 23 | 23:47:04.0 | +29:29:02.3 | 10.3 | 8.63 | 12.6 | 43.9 |
| 28 | 23:47:08.0 | +29:28:56.1 | 103.0 | 34.7 | 95.5 | 276.0 |
| 33 | 23:47:03.2 | +29:28:50.7 | 14.7 | 16.4 | 30.0 | 84.0 |
| 34 | 23:47:01.8 | +29:28:48.3 | 48.2 | 25.0 | 65.5 | 183.0 |
| 37 | 23:47:08.2 | +29:28:45.0 | 107.0 | 33.2 | 77.4 | 214.0 |
| 43 | 23:47:02.3 | +29:28:35.5 | 224.0 | 143.6 | 407.0 | 1180.0 |
| 45 | 23:47:02.8 | +29:28:33.2 | 33.7 | 60.0 | 97.4 | 255.0 |
| 47 | 23:47:06.6 | +29:28:29.1 | 11.5 | 19.1 | 33.9 | 104.0 |

**7.1** 以log10([OIII]/H)为纵轴, log10([NII]/H)为横轴, 将不同区域的数据画入图中.

**7.2** 在图中以虚曲线的形式将以下函数画出来: log([OIII]/H) = 1.3 + 0.61\*/{log(NII)/H –0.05). 该函数由Kauffmann等人给出(发表于2003, MNRAS, 346, 1055). 如果图中的一个区域的数据点在这条虚线之上, 那么该区域就可以被界定为“AGN”. 请确定哪些区域能被界定为“AGN”, 并以“AGN = Region ID, …, …”的形式写出. (“Region ID”在上表的第一列给出了).

**7.3** 以下表的相同样式, 在你的答题纸上画出表格. 以角秒为单位, 算出每个区域距离星系中心(坐标: = 23h47m0.48s, = +29290.06)的角距离, 并填入表的第2列.

对每一个区域计算H线的光度*L*(H)(以erg/s为单位), 并估算出相应的恒星形成率(SFR). SFR 由以下公式给出: SFR(*M*/年(yr)) = 7.9 10–42 [*L*(H)](erg/s).

计算“金属含量”[即氧元素丰度log10(O/H)][针对每个区域的星际物质(ISM)], 使用以下公式:

12 + log10(O/H) = 8.9 + 0.57 log([NII]/H).

Arp86的红移为: 0.016.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Region ID | Angular Distance to the center (arcsec) | *L*(H) (ergs/s) | SFR (*M*/yr) | log10(O/H) |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**7.4** 画出该星系log10(O/H)的径向分布, 以为横轴, log10(O/H)为纵轴, 是离星系中心点的角距离.

**7.5** 在上图中画出一条直虚线, 用以显示log10(O/H)随角距离的整体变化趋势. 如果log10(O/H)和角距离存在线性相关性的话, 即: log10(O/H) = *A* + *B* , 请通过作图法估算系数*B*, 以“*B* = ……”的形式写出结果.