

## 2020-2021 年广东省中学生天文知识竞赛复赛

### (低年组 实测与理论部分)

注意事项:

- 1、本卷为闭卷考试, 请答卷人按照自己的真实水平独立完成。
- 2、参赛选手请将答案填写在答题纸的有效答题区域上, 在本试卷上的作答结果按无效处理。比赛结束时将回收答题纸 (草稿纸)。
- 3、每张 A4 答卷的开头都有“答题纸□ 草稿纸□”标识, 除了首张答卷外, 选手可根据需要自由选择每张空白答卷的用途。所有用作答题纸的答卷都要在“答题纸□”的方框中打“√”, 并按作答顺序标上页码。所有用作草稿纸的答卷都要在“草稿纸□”的方框中打“√”。废弃的答题纸需把“√”涂抹掉。
- 4、全卷总分 100 分, 答题时间 90 分钟。
- 5、考试结束前 30 分钟方可交卷离场。交卷时答题纸按顺序放置在上方, 草稿纸和废弃的答题纸放置在下方。
- 6、本场考试允许使用不具编程功能的科学计算器。

#### 1. 红巨星支上端 (共 32 分)

中低质量恒星在核心的氢燃尽后, 将进入红巨星阶段, 此时恒星的能量主要来自包围致密氦核(未燃烧)的氢燃烧壳层。随着氦核质量不断增长, 恒星将沿着赫罗图上的红巨星支 (Red Giant Branch) 上移, 直到氦核的质量达到临界, 触发“氦闪”, 恒星从红巨星支跳转到赫罗图的高温端, 这使得恒星在赫罗图上的演化轨迹显得不连续, 红巨星支存在一个上顶点, 称为红巨星支上端 (Tip of the Red Giant Branch, 简称 TRGB)。在 I 波段, TRGB 的绝对星等约-4 等, 可充当标准烛光。

1.1 图 1-1 是一颗 1 倍太阳质量恒星在赫罗图上的等龄线 (可看作恒星的演化轨迹)。请在答题纸上的图片里作以下标注: 在红巨星支旁边标注 “RGB”; 用 “●” 标出红巨星支上端的位置, 并在旁边标注 TRGB。(6 分)

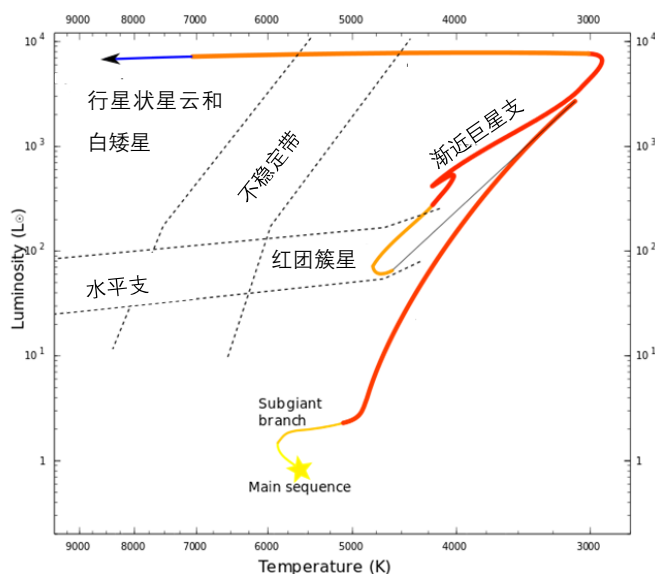


图 1-1 1 倍太阳质量恒星的演化轨迹。

1.2 Hatt 等人利用哈勃望远镜上的先进巡天照相机广域通道（ACS/WFC）的测光数据，通过 TGRB 法测量 NGC 1148 和 NGC 1316 的距离（Hatt et al. 2018），相关信息总结在表 1-1 中。请估算 NGC 1316 的真距离模数和距离。（12 分）

| Galaxy   | $m_{\text{TRGB}}$ | $\sigma_m$ | $A_{\text{F814W}}$ | $(m - M)_0$ | $\sigma_{\text{stat}}$ | $\sigma_{\text{sys}}$ | $D$ (Mpc) | $\sigma_{\text{stat}}$ | $\sigma_{\text{sys}}$ |
|----------|-------------------|------------|--------------------|-------------|------------------------|-----------------------|-----------|------------------------|-----------------------|
| NGC 1448 | 27.26             | 0.04       | 0.02               |             | 0.04                   | 0.06                  |           | 0.3                    | 0.5                   |
| NGC 1316 | 27.40             | 0.04       | 0.03               |             | 0.04                   | 0.06                  |           | 0.3                    | 0.5                   |

表 1-1 NGC 1148 和 NGC 1316 的部分测光信息。其中 $m_{\text{TRGB}}$ 是两天体在 I 波段中 TRGB 观测视星等， $A_{\text{F814W}}$ 是 $m_{\text{TRGB}}$ 所在波段的消光（Hatt et al. 2018）。

1.3 图 1-2 是用 ACS/WFC 数据绘制的赫罗图（Hatt et al. 2018），箭头和红线标出了计算机程序判断的 TRGB 所在位置。在 TRGB 周围和上方，还有很多零散分布的非 RGB 恒星样本干扰我们的判断。参考图 1-1，这些干扰样本可能主要是什么恒星？（6 分）

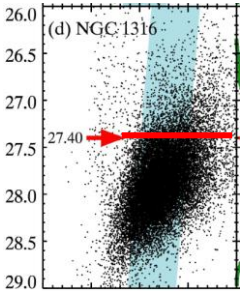


图 1-2

2. 月亮的颜色。（共 24 分）
- 2.1 简单说明为什么有时明明没发生月食，刚升起来的月亮却是红色的，但升高后就变成黄白色？（16 分）
- 2.2 有时人们还会说某个月里将出现“蓝月亮”（天文术语）。简述什么是“蓝月亮”。（8 分）

3. 星历表（共 44 分）

下表是太阳系某行星的星历表。请根据表中的信息回答下列问题。

- 3.1 绘制该行星的地平高度  $h$  随北京时间  $t$  变化的曲线图。（14 分）
- 3.2 该天体在当天什么时刻上中天？（6 分）
- 3.3 已知观测者在北半球，估算观测点的地理纬度，要求误差在 2 角分以内。（8 分）
- 3.4 估算观测点的地理经度，要求误差在 10 角分以内。（10 分）
- 3.5 判断该天体是太阳系内还是太阳系外的天体，需简述判断依据。（6 分）

| UTC+0800 | 儒略日        | 恒星时<br>(120°E) | 方位角           | 高度角          | 赤经          | 赤纬           |
|----------|------------|----------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| 12:00:00 | 2459504.67 | 13:43:32       | +122°55'57.3" | +5°06'52.8"  | 16h32m11.4s | -25°05'43.2" |
| 12:30:00 | 2459504.69 | 14:13:37       | +127°12'18.2" | +10°20'40.0" | 16h32m17.1s | -25°05'59.3" |
| 13:00:00 | 2459504.71 | 14:43:42       | +131°54'53.9" | +15°18'44.8" | 16h32m22.8s | -25°06'15.3" |
| 13:30:00 | 2459504.73 | 15:13:47       | +137°07'45.1" | +19°55'05.9" | 16h32m28.5s | -25°06'31.3" |
| 14:00:00 | 2459504.75 | 15:43:52       | +142°54'26.4" | +24°04'25.1" | 16h32m34.2s | -25°06'47.2" |
| 14:30:00 | 2459504.77 | 16:13:57       | +149°17'22.2" | +27°40'57.8" | 16h32m39.9s | -25°07'03.1" |
| 15:00:00 | 2459504.79 | 16:44:02       | +156°16'43.7" | +30°38'33.7" | 16h32m45.5s | -25°07'18.8" |
| 15:30:00 | 2459504.81 | 17:14:07       | +163°49'18.1" | +32°51'02.5" | 16h32m51.2s | -25°07'34.5" |
| 16:00:00 | 2459504.83 | 17:44:12       | +171°47'36.2" | +34°12'58.2" | 16h32m56.8s | -25°07'50.1" |
| 16:30:00 | 2459504.85 | 18:14:17       | +180°00'01.6" | +34°40'33.7" | 16h33m02.5s | -25°08'05.6" |
| 17:00:00 | 2459504.88 | 18:44:22       | +188°12'22.0" | +34°12'27.6" | 16h33m08.1s | -25°08'21.1" |
| 17:30:00 | 2459504.90 | 19:14:27       | +196°10'25.8" | +32°50'02.9" | 16h33m13.8s | -25°08'36.4" |
| 18:00:00 | 2459504.92 | 19:44:32       | +203°42'38.2" | +30°37'08.0" | 16h33m19.5s | -25°08'51.6" |
| 18:30:00 | 2459504.94 | 20:14:36       | +210°41'33.1" | +27°39'09.7" | 16h33m25.1s | -25°09'06.8" |
| 19:00:00 | 2459504.96 | 20:44:41       | +217°03'59.6" | +24°02'18.6" | 16h33m30.8s | -25°09'21.9" |
| 19:30:00 | 2459504.98 | 21:14:46       | +222°50'10.4" | +19°52'44.9" | 16h33m36.5s | -25°09'36.9" |
| 20:00:00 | 2459505.00 | 21:44:51       | +228°02'30.3" | +15°16'12.7" | 16h33m42.1s | -25°09'51.9" |
| 20:30:00 | 2459505.02 | 22:14:56       | +232°44'34.4" | +10°18'00.2" | 16h33m47.8s | -25°10'06.8" |
| 21:00:00 | 2459505.04 | 22:45:01       | +237°00'22.8" | +5°04'10.0"  | 16h33m53.5s | -25°10'21.6" |
| 21:30:00 | 2459505.06 | 23:15:06       | +240°53'55.4" | -0°04'10.4"  | 16h33m59.3s | -25°10'36.4" |
| 22:00:00 | 2459505.08 | 23:45:11       | +244°28'58.8" | -6°24'32.0"  | 16h34m05.0s | -25°10'51.2" |
| 22:30:00 | 2459505.10 | 0:15:16        | +247°49'03.2" | -12°20'19.4" | 16h34m10.7s | -25°11'05.9" |
| 23:00:00 | 2459505.13 | 0:45:21        | +250°57'25.5" | -18°24'24.0" | 16h34m16.5s | -25°11'20.6" |
| 23:30:00 | 2459505.15 | 1:15:26        | +253°57'14.6" | -24°35'15.7" | 16h34m22.3s | -25°11'35.3" |