

# 2021-2022学年全国中学生天文知识竞赛决赛试题

2022年5月7日

## 1. 排序

在序号后填写选项对应字母，每小题各有一个字母已经填写在正确的位置上了，序号由小到大表示时间由远及近。每个对应位置正确得1分，每小题顺序完全正确加1分。

1.1 请将下列天文学家按时间顺序排序。

- A. 祖冲之
- B. 郭守敬
- C. 南怀仁
- D. 落下闳
- E. 一行
- F. 张衡
- G. 苏颂

①\_\_\_\_\_、②\_\_\_\_\_、③\_\_\_\_\_、④ E、⑤\_\_\_\_\_、⑥\_\_\_\_\_、⑦\_\_\_\_\_

1.2 请将下列事件按时间顺序排序。

- A. 伽利略首次使用望远镜观测
- B. 《崇祯历书》编撰完成
- C. 十八世纪的首次金星凌日
- D. 北京古观象台台体上的八架仪器全部完成
- E. 利玛窦来到中国
- F. 中国天文学会在北京古观象台成立
- G. 天王星被发现
- H. 小行星(矮行星)谷神星被发现

①\_\_\_\_\_、②\_\_\_\_\_、③\_\_\_\_\_、④\_\_\_\_\_、⑤ C、⑥\_\_\_\_\_、⑦\_\_\_\_\_、⑧\_\_\_\_\_

## 2. 知识竞赛LOGO

全国中学生天文知识竞赛(简称“知识竞赛”)的LOGO是由古仪、星座、字母“CNAO”组成。请回答以下问题：

- 2.1 写出LOGO中星座的中文名称；
- 2.2 写出该星座中目视第一和第二亮恒星的中文名称；
- 2.3 该星座天区内有两个梅西叶天体，请写出它们的编号；
- 2.4 写出曾经以该星座及附近某个天区为长时间监测目标，试图发现系外行星的空间望远镜名称；
- 2.5 该星座的某颗亮星赤道坐标为(20h22m, +40°15', J2000)，请计算在北京(116°23'E, 39°54'N)观测，该星的最大地平高度，以及春分当天上中天的时刻(东8区区时)



3. 类星体

- 3.1 观测得到某一类星体的H $\alpha$ 发射线的波长为721.91 nm, 已知H $\alpha$ 实验室波长为656.28 nm, 此类星体到我们的物理距离是多少?
- 3.2 此类星体和地球中间存在一个星系团(假设类星体、星系团中心和地球在同一直线上), 由于引力透镜效应, 观测到的此类星体与星系团中心的投影距离为20 Mpc, 并已知星系团半径为2 Mpc. 求星系团对类星体发出的光的引力弯曲角度, 以反正切(arctan)值表示即可. 同时画出示意图, 标明类星体、星系团和地球的位置以及标出光线偏折和所要求的引力弯曲角.

4. (仅低年组)红超巨星

距离测量一直是天文研究的重要内容. 造父变星因其明确的周光关系备受天文学家的青睐, 是天文测距的“标准烛光”. 但其实除了造父变星, 还有一些其它明亮的恒星, 也有良好的周光关系, 是不错的距离指示体.

现有一批仙女座大星系M31中的红超巨星的候选体(见下表), 利用iPAF测光巡天的数据测得其光变周期 $P$ , 视星等 $m_K$ 和距离 $D$ . 考虑到M31的整体消光 $A_V = 1$ , 其K波段和V波段的消光存在经验关系 $A_K/A_V = 0.12$ .

提示: 周光关系表示为绝对星等 $M_K$ 和 $\log P$  ( $P$ 以10为底的对数)的关系.

序号	$P$ (天)	$m_K$ (mag)	$D$ (pc)
1	352.074	14.431	715168.2821
2	387.778	14.616	718991.3307
3	309.786	14.799	717933.7533
4	368	14.814	721341.6004
5	769.663	13.406	718911.7275
6	780.945	13.414	720046.7706
7	367.3849	15.143	327.1711144
8	698	13.773	717447.7741
9	275.409	15.049	717287.2275
10	565.726	14.083	720234.1447
11	568.3884	15.165	485.7707652
12	342.953	14.818	714670.3149
13	594	13.76	715043.0738
14	387.778	14.318	715344.7059
15	406.08	14.326	716976.3248
16	289.457	15.144	908.8331397
17	872.5	13.205	720279.6393
18	437.5	14.385	720069.5242
19	498.571	14.14	714497.8251
20	348.893	15.175	729.4920226
21	559.353	13.903	717038.7246
22	498.571	14.046	717995.86
23	335.422	14.741	717170.2873
24	740.933	13.414	718970.7405

- 4.1 写出上表中非M31中红超巨星天体的序号;

4.2 自列表格，根据距离和消光改正计算剩余M31中红超巨星在K波段的绝对星等；

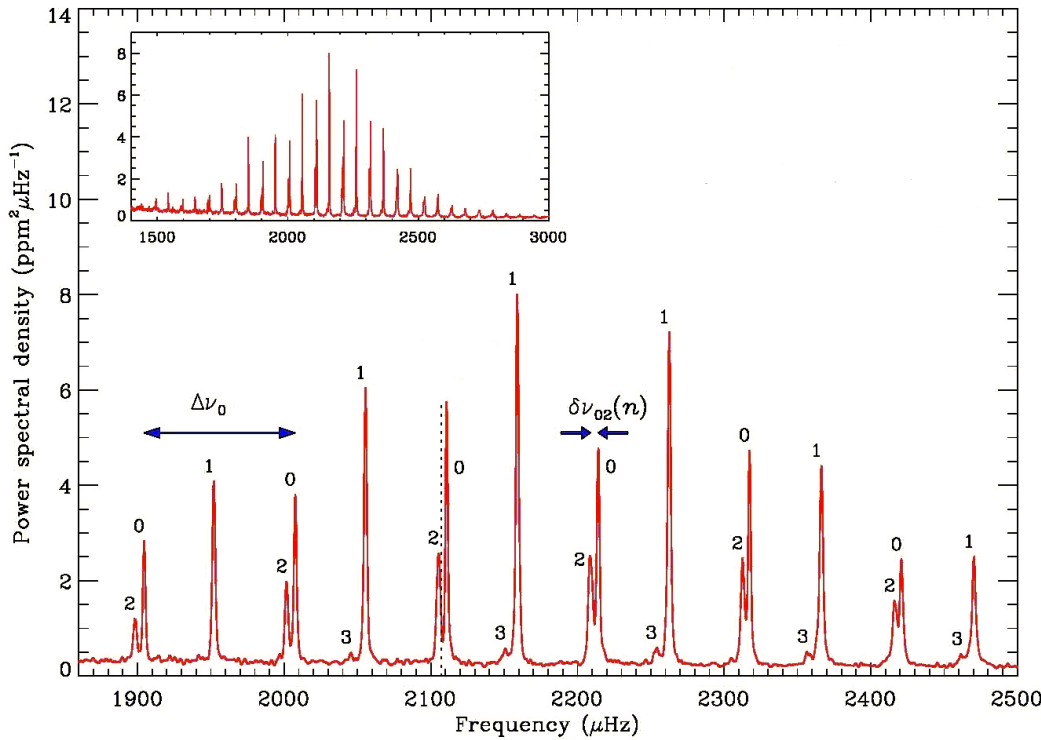
$$M_K = m_K + 5 - 5 \log D - A_K$$

4.3 画 $\log P$ 和绝对星等 $M_K$ 的散点图，简单拟合并给出周光关系。

### 5. (仅高年组)恒星基本参数

声波在恒星内部振动的频率变化反映了恒星内部的结构以及演化的状态。利用星震学观测得到的振动频率能够快速地估算出恒星基本参数(如: 质量、半径)。

类太阳振动中两个重要的参数: 大频率间隔 $\Delta\nu$ (同一阶数 $\ell$ 下, 节点数 $n$ 相邻的两个频率 $f$ 之间的差  $\Delta\nu_\ell(n) = \nu_{n\ell} - \nu_{n-1,\ell}$ ), 最大功率谱频率 $\nu_{\max}$ (功率谱呈现梳子状结构, 其振幅最高处附近的振动频率为最大功率谱频率), 如下图所示, 横坐标为频率 $f$ , 纵坐标为功率谱。已知太阳的最大功率谱频率 $\nu_{\max,\odot} = 3090 \mu\text{Hz}$ , 大频率间隔平均值 $\langle\Delta\nu_\odot\rangle = 135.1 \mu\text{Hz}$ 。



5.1 16 Cyg A(KIC 12069424, HD 186408)是一颗具有类太阳振动频率的恒星，它的观测振动频率如下表所示：

16 Cyg A的频率 $f(\mu\text{Hz})$		
节点数 $n$	阶数 $\ell = 0$	阶数 $\ell = 1$
15	1700.43	1746.93
16	1802.15	1849.11
17	1904.62	1951.98
18	2007.45	2055.41
19	2110.94	2158.89
20	2214.33	2262.32
21	2317.18	2366.15
22	2420.75	2470.23
23	2524.94	2575.97
24	2629.36	2678.47
25	2736.22	2783.71

分别计算16 Cyg A的大频率间隔 $\Delta\nu_{\ell=0}$ ,  $\Delta\nu_{\ell=1}$ 以及 $\ell=0$ 和 $\ell=1$ 时的大频率间隔平均值. (小数点后保留2位)

5.2  $\Delta\nu$ 、 $\nu_{\max}$ 与恒星表面重力加速度、恒星表面有效温度和密度有如下关系:

$$\begin{aligned}\nu_{\max} &\propto g T_{\text{eff}}^{-1/2}, \\ \langle \Delta\nu \rangle &\propto \rho^{1/2},\end{aligned}$$

其中,  $\langle \Delta\nu \rangle$ 为大频率间隔平均值, 有效温度  $T_{\text{eff}}$  是可以通过观测获得的量.

已知16 Cyg A的最大功率谱频率为 $\nu_{\max} = 137.14 \mu\text{Hz}$ ,  $T_{\text{eff}} = 5825 \text{ K}$ , 请估算16 Cyg A的质量 (以太阳质量为单位)和半径(以太阳半径为单位).

5.3 计算下表中两颗恒星的质量、半径(以太阳质量、太阳半径为单位).

恒星	$\nu_{\max} (\mu\text{Hz})$	$\langle \Delta\nu \rangle (\mu\text{Hz})$	$T_{\text{eff}} (\text{K})$
$\alpha \text{ en A}$	2400	105.72	5790
$\alpha \text{ en B}$	4100	161.70	5214

6. 观看视频后作答

视频长度6分07秒, 没有声音.

- 6.1 请写出操作人员在组装望远镜过程中出现的最不规范之处.
- 6.2 操作人员将望远镜指向天顶附近的恒星进行连续观测(假设赤道仪有电动跟踪并调整好极轴).  
请问他的操作正确吗? 为什么?
- 6.3 请写出目前观测状态该望远镜的口径和放大率.
- 6.4 请写出实际算式的计算结果.

7. 观察星图作答

下图为某地观测者在某一时刻看到的星空图(示意), 请仔细观察并作答.

7.1. 写出① ② ③对应的天文基本圈名称.

①\_\_\_\_、 ②\_\_\_\_、 ③\_\_\_\_

7.2. 写出a b c对应红圈中亮星的名称.

a\_\_\_\_、 b\_\_\_\_、 c\_\_\_\_

7.3. 写出A B所在天区的星座名称.

A\_\_\_\_、 B\_\_\_\_

7.4. 此时的地方恒星时是? (写对应字母)

- A. 1 h    B. 5 h    C. 7 h    D. 11 h  
E. 13 h    F. 17 h    G. 19 h    H. 23 h

