

中国科学院大学

2020 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：天文专业综合

考生须知：

1. 本试卷满分为 150 分，全部考试时间总计 180 分钟。
 2. 试题总分为 240 分，考生可在所有试题中任意选做分值为 150 分的试题并明确标示。如果选做的试题分值为超过 150 分，判卷将按照所选做试题的题号顺序依次判卷直到所做题目分值为超过 150 分的题目的前一题，后面所做试题视作无效考试内容。
 3. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上均无效。
 4. 可以使用无字典存储和编程功能的电子计算器。
-

一、选择题（本部分共 20 题，每题 5 分，共 100 分）

1. 太阳的下列结构中，离核心最远的是
A. 对流区 B. 光球层 C. 色球层 D. 日冕
2. 以下光谱型的恒星，最热最蓝的是
A. A B. B C. F D. G
3. 以下哪个没有核聚变发生
A. 超巨星 B. 巨星 C. 主序星 D. 白矮星
4. 为什么认为第一代恒星比今天形成的恒星质量更大
A. 形成第一代恒星的分子云只由氢和氦构成，比今天的更冷
B. 形成第一代恒星的分子云只由氢和氦构成，比今天的更暖
C. 早期分子云比今天的更密
D. 现在供恒星形成的分子云已经消耗殆尽了
5. CNO 循环的净产物是什么
A. O B. He C. C D. N
6. 黑洞质量越大
A. 视界越大，视界处潮汐力越大
B. 视界越大，视界处潮汐力越小

- C. 视界越小，视界处潮汐力越大
D. 视界越小，视界处潮汐力越小
7. 球状星团主要位于银河系的
A. 盘上 B. 核球中 C. 银晕中 D. 旋臂上
8. 目前最成功的星系形成模型的一个基本假设是
A. 早期物质分布完全均匀
B. 星系在超大质量黑洞周围形成
C. 宇宙早期一些区域的密度比其他地方稍大
D. 早期宇宙物质非常稀薄
9. 木星大气的主要成分是
A. 氧气 B. 氢气 C. 氦气 D. 二氧化碳
10. 关于暗物质说法正确的是
A. 星系团中暗物质占总质量比例很小
B. 暗物质主要是由不发光的原子物质，以及黑洞构成的
C. 暗物质不发光，也不产生引力
D. 星系团中暗物质的引力对于束缚星系团中的热气体很重要
11. “氦闪”发生在
A. 大质量恒星红超巨星 B. 中等质量恒星氦点燃
C. 小质量恒星红巨星分支顶部 D. 小质量恒星的水平分支上
12. 20倍太阳质量的恒星有更多的氢，为何主序寿命远远低于太阳？
A. 大质量恒星中央的密度更高 B. 大质量恒星中心区是辐射平衡的
C. 大质量恒星只有很小的区域在进行氢燃烧 D. 大质量恒星中央的氢燃烧效率极高
13. 以下哪项不是地球大气对天文观测影响？
A. 星光减弱 B. 大气折射 C. 星光闪烁 D. 星光增强
14. 1609年哪位科学家首次将望远镜用于天文上，开创了观测天文学的新时代？
A. 伽利略 B. 达芬奇 C. 郭守敬 D. 祖冲之
15. 以下不属于望远镜光学系统的是？
A. 主焦点系统 B. 折轴系统 C. 卡塞格林系统 D. 拉格朗日系统
16. 天文观测的探测器不包含以下哪种？

A. 照相底片 B. 杜瓦 C. 光电倍增管 D. CCD

17. 哪种不属于望远镜的像差?

A. 球差 B. 图像旋转 C. 色散 D. 彗差

18. 夜天文观测台选址考虑的因素中不包含?

A. 风速 B. 太阳高度角 C. 夜天光亮度 D. 湿度

19. 下述说法中哪一种是不正确的

A. 早型星系颜色一般比晚型星系的颜色红一些

B. 早型恒星颜色一般比晚型恒星的顏色藍一些

C. 早型星系刚刚形成, 所以形状不规则

D. 银河系是个晚型星系

20. 下述关于标准宇宙学模型的说法, 哪种是正确的

A. 我们处在宇宙中一个特殊的位置上, 所以我们看到宇宙膨胀, 更一般的位置看到的宇宙不膨胀。

B. 宇宙一定是有限的, 因为只有有限大小的东西才能膨胀。

C. 银河系、太阳系甚至地球也在随着宇宙一起膨胀, 在这种膨胀中太阳系终将解体。

D. 根据哈勃-勒梅特定律, 在宇宙膨胀中, 远距离处的膨胀速度可以超过光速, 这并不违反相对论。

二、概念及简答题 (本部分共 10 题, 每题 6 分, 共 60 分)

1. 简述新星和白矮星超新星 (Ia型超新星) 的产生机制、亮度、同一颗星发生次数的区别。

2. 试列举天文学家用于搜索地外行星的三种方法。

3. 请说明宇宙中暗物质, 暗能量和普通原子物质大致占宇宙质能总量的比例。

4. 请说明什么是微波背景辐射, 为什么说微波背景辐射是大爆炸宇宙学理论的证据。

5. 什么是哈勃定律, 请写出哈勃常数今天的大致测量值。

6. 恒星的光谱分类的依据是恒星的光谱吸收线。氢的巴尔莫线在光学波段。巴尔莫线在什么光谱型中最强? 简述为什么; 而比这类星这一类型中温度更高的恒星光谱中氢巴尔莫线变弱甚至消失, 这又是为什么?

7. 评价望远镜光学性能的几个指标是什么?

8. 相比反射式望远镜, 折射式望远镜的优缺点和适合工作是什么?

9. 名词解释: 爱丁顿光度(Eddington luminosity)

10. 名词解释: 辐射主导时期

三、问答及计算（请按照要求回答问题或计算，需包含必要的过程和公式，每题 10 分，共 80 分）

1. 计算太阳的光度。已知在地球处接受到的太阳辐射的流量为 1370 W/m^2 。请计算太阳的光度是多少，并说明计算中用到什么假设。

2. 已知经典造父变星周光关系如下：

$M_v = -2.43 (\lg P - 1) - 4.05$ ，其中， M_v 是造父变星平均绝对星等， P 是光变周期，单位为天。

(1) 有一颗经典造父变星，光变周期是 100 天，如果这颗变星的平均目视星等 $m_v = 3.5$ ，那么这颗造父变星距离我们有多远。它在银河系外还是在银河系内？

(2) 造父变星在最亮和最暗的时候，亮度相差 50 倍，已知这颗造父变星的半径在最亮的时候比最暗的时候半径膨胀了 25%，请问这颗造父变星的表面温度在光度变化过程中是否保持不变？如果变化，那么最亮时该恒星的表面温度比最暗时改变了多少？

(3) 在赫罗图上，造父变星比同样亮度的主序恒星具有更低的表面温度。假设本题中的造父变星具有一颗行星。如果从地球上，我们恰好是沿着这颗行星的轨道面方向观测。那么这颗行星的凌星可以造成造父变星额外的 2% 的亮度变化。请问这颗行星是否可能是类地行星？

3. 简要解释为什么维里定理在描述恒星演化中如此重要？在说明过程中请对比两个同源收缩的原恒星的中心密度和温度的演化情况。需要指出的是其中一个原恒星没有点燃氢燃烧变成了褐矮星，而另一个原恒星点燃了氢燃烧。

4. 给一个年龄大约为 10 Gyr 的球状星团草绘一个 Hertzsprung-Russell (HR) 图。图中包括以下内容：零龄主序，红巨星支，亚巨星支，水平分支，渐进巨星支 (AGB)，白矮星冷却轨迹和林忠四郎线。

5. 某遥远的双星系统距离地球一千光年，两星的距离为 5 光时（长度单位，光在真空中传播 1 小时的距离），对于空间光学望远镜（中心波长 550 nm）而言如果想要分辨开两颗星，最小的口径是多大？

6. 反射式望远镜的分类有哪些？请画出光路图。

7. 简单解释一下为什么今天宇宙微波背景辐射的温度高于宇宙中微子背景的温度。

8. 宇宙学中的弗里德曼方程为

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 + \frac{K}{a^2} = \frac{8\pi G}{3}\rho,$$

对于爱因斯坦-德西特宇宙模型（即平直的非相对论物质为主模型），定义今天的宇宙标度因子为 $a_0 = 1$ ，(1) 导出宇宙标度因子随时间演化的函数 $a(t)$ ；(2) 已知哈勃常数为 $H_0 = 70 \text{ km/s/Mpc}$ ，试求宇宙的年龄（用年作为单位，1 年 $\approx 3.16 \times 10^7$ 秒，另外 $1 \text{ Mpc} = 3.086 \times 10^{22} \text{ m}$ ）。