

天文竞赛练习题 5 答案和解析

106、下列诗句每一组包含两句，取自不同的古诗，前一句咏及某一季节的物候，后一句咏及某一季节的天象。请判断哪一组的两句属于同一季节？

- (A) 更闻枫叶下，长河没晓天
- (B) 千里莺啼绿映红，赤日行天午不知
- (C) 清明时节雨纷纷，卧看牵牛织女星
- (D) 空山松子落，大火复西流

答案：(D)。解析：这个题目出的是最有水平的！因为既要理解诗句意思，也得熟悉天象规律。

第一项：“更闻枫叶下”枫叶飘落是秋季，出自唐代丁仙芝的《渡扬子江》“更闻枫叶下，淅沥度秋声。”，“长河没晓天”银河隐没在拂晓中，出自唐代陈子昂的《春夜别友人二首·其一》，所以，一个是秋季，一个是春季；

第二项：“千里莺啼绿映红”，出自唐代杜牧《江南春·千里莺啼绿映红》，“千里莺啼绿映红，水村山郭酒旗风。南朝四百八十寺，多少楼台烟雨中。”，“赤日行天午不知”出自宋代陆游的《东湖新竹》，“清风掠地秋先到，赤日行天午不知。”夏日的清风吹过地面，好像秋天提前而至，赤日当空，也不感到正午的炎热。所以，一个是春季，一个是秋季；

第三项：“清明时节雨纷纷”描写清明春雨，“卧看牵牛织女星”出自唐代杜牧的《七夕》“银烛秋光冷画屏，轻罗小扇扑流萤。天阶夜色凉如水，卧看牵牛织女星。”，所以，一个是春季，一个是秋季；

第四项：“空山松子落”，出自唐代韦应物的《秋夜寄邱员外/秋夜寄丘二十二员外》“空山松子落，幽人应未眠。”想此刻空山中正掉落松子，幽居的友人一定还未安眠。“大火复西流”出自唐代杜甫的《立秋雨院中有作》“山云行绝塞，大火复西流。飞雨动华屋，萧萧梁栋秋。”大火就是天蝎座的心宿二，意思是大火星又向西边移动了，秋天已经来临。所以描述的都是秋季。

故本题应选 (D) “空山松子落，大火复西流”。

107、选 (D)。解析：恒星 A 距离 $R_A=50$ 光年，恒星 B 距离 $R_B=100$ 光年， $m_B-m_A=1$ 等，这样算来 $m_B-m_A=2.5\lg(E_A/E_B)=2.5\lg(R_B/R_A)^2=5\lg 2 \neq 1$ ，所以本题应该选“不可能存在这样的恒星”。

108、选 (B)。解析：天体 (astronomical object, 或 celestial object, 或 stellar object, 或 heavenly body) 是存在于可观测宇宙中的任何自然形成的物质实体、关联或结构。“天体”或“天球体”可以是一个单一、紧密结合、连续的实体。也可以是复杂、可能由多个有形与无形、可见与不可见的物体甚至其它次结构的物体组成。复杂、凝聚力较弱天体的例子包括行星系、星团、星云和星系。单一、紧密结合、连续的天体有小行星、卫星、行星和恒星等。彗星可以被认为是二者兼具的天体。

顺便说一下，IAU 对天体名称的英文写法作出规定为：单个天体名称的首字母应为大写。例如：Earth、Sun、Moon 等。“The Earth's equator”和“Earth is a Planet in the Solar System”即为正确拼写。

由于天宫空间站是人工卫星，而不是自然形成的物体，因而不属于天体。故选 (B)。

109、选 (C)。解析：在人类从认识星空开始到建立正确的宇宙观念的历程中，下列几位科学家树立了里程碑：

托勒密是古希腊的天文学家，提出了以地球为中心的地心说模型，将其成为中世纪天文学的主导观念。

哥白尼是文艺复兴时期的天文学家，提出了以太阳为中心的日心说模型，打破了地心说的观念，为后来的科学发展奠定了基础。

牛顿是 17 世纪的物理学家和数学家，发展了经典力学理论，并提出了万有引力定律，解释了行星运动和宇宙结构。

爱因斯坦是 20 世纪的理论物理学家，提出了广义相对论和狭义相对论，对宇宙的结构和引力理论有重要贡献。

这四位科学家在不同时期和不同领域的研究中，对人类的宇宙观念产生了重要影响，并奠定了现代天文学和物理学的基础。因此，本题应该选 (C) 托勒密、哥白尼、牛顿、爱因斯坦。

110、选 (B)。解析：见前面第 18 题，冥王星是体积最大，质量第二大的矮行星。

111、选 (C)。解析：这里“行星”应该指的是大行星，而冥王星是矮行星，因此太阳系最靠外的行星就应该是海王星了。

112、选 (B)。解析：液态水被认为是生命存在的基本要素之一。地球上存在液态水的条件包括适宜的温度范围和大气压力，这使得水在地球表面上以液态形式存在。液态水提供了一个生物活动发生的环境，它是许多生物体的生存所必需的，包括细胞的基本组成部分以及许多生化反应的媒介。尽管 (A) 温度、(C) 氧气和 (D) 固体表面在地球上的生命存在中也发挥了重要的作用，但液态水的存在被广泛认为是生命存在的关键因素。它提供了生物体生存和繁衍所必需的化学环境和物理条件。因此，应该选 (B) 有液态水。

113、选 (A)。解析：根据地球自转和恒星的运动规律，地球自转一周 (360°) 需要 24 小时，因此整个星空从东向西围绕我们运转一周 360° 。这意味着恒星每小时自东向西运行 15° ，即每 4 分钟运行 1° 。另一方面，地球绕太阳的公转周期是 365 天，每天约移动 1° 。这意味着太阳系外的恒星在地球上观测时，每天会大约早升起 1° ，相当于 4 分钟。因此，太阳系外天体每天比前一天早升起的时间大约为 4 分钟。所以应该选 (A) 早升起 4 分钟。

114、选 (B)。解析：阿波罗计划是美国国家航空航天局 (NASA) 在 20 世纪 60 年代至 70 年代早期进行的一系列载人登月任务。它的主要目标是将人类送上月球，而不是探测其他行星。

卡西尼-惠更斯号计划是一个由 NASA、欧洲航天局 (ESA) 和意大利航天局 (ASI) 合作进行的任务，它的目标之一就是対土星进行深入的探测。卡西尼-惠更斯号探测器于 1997 年发射，并在 2004 年到达土星系统，进行了长时间的观测和研究。

旅行者 1 号和旅行者 2 号是 NASA 的太空探测器，于 1977 年发射，并在过去的几十年中探测了太阳系的外行星。旅行者 2 号探测器于 1981 年飞掠土星，提供了大量有关土星和其卫星的信息。旅行者 1 号则于 1979 年飞掠了土星的土卫六

(Titan, 泰坦) 卫星。因此, 应该选 (B) 阿波罗计划。

115、选 (C)。解析: 四象廿八宿是古代中国天文学和占星学中的一种星宿分类系统。它将天空中的星宿分为四个象限, 每个象限有七个宿, 共计廿八宿。这种分类系统最早出现在《周易》等古代典籍中, 被广泛应用于农历历法、占星术和农事等方面。

四象廿八宿的四个象限分别为: 东方青龙: 青龙是东方神兽, 象征着木, 对应少阳, 分别为: 角亢氐房心尾箕; 西方白虎: 白虎是西方神兽, 象征着金, 对应少阴, 分别为: 奎娄胃昂毕觜参; 南方朱雀: 朱雀是南方神兽, 象征着火, 对应太阳, 分别为: 井鬼柳星张翼轸; 北方玄武: 玄武是北方龟蛇兽, 象征着水, 对应太阴, 分别为: 斗牛女虚危室壁。四象廿八宿的分类和名称在古代中国文化中具有重要的意义, 它不仅被用于天文观测和历法制定, 还被广泛运用于占星术、农事农时等方面。然而, 随着现代天文学的发展, 它的影响力逐渐减弱, 取而代之的是更为精确和科学的星座分类系统。

116、选 (C)。解析: 见前面第 2 题。

117、选 (C)。解析: 见前面第 54 题。

118、选 (D)。解析: 参考上面第 53、79 题。截止到 2023 年, 木星被发现有 95 颗卫星, 土星被发现有 146 颗卫星, 天王星被发现有 27 颗卫星, 海王星被发现有 14 颗卫星。此题答案应该是 (D) 海王星。

119、选 (B)。解析: 银心黑洞和 M87 星系黑洞是两个不同的天体。银河系中心黑洞距离地球约 2.6 万光年、约 400 多万太阳质量、30 倍太阳体积、直径约 6000 万公里。而 M87 星系黑洞距离地球约 5500 万光年、约 35 亿到 66 亿倍太阳质量、其史瓦西黑洞的半径达 180 亿公里。

在观测黑洞时, 信噪比 (Signal-to-Noise Ratio, SNR) 是一个重要的指标, 它衡量了信号强度与噪声强度之间的比例。信噪比越高, 表示观测到的信号更清晰可靠。观测黑洞是一个极具挑战性的任务, 因为黑洞本身并不发光, 而是通过黑洞周围的物质吸积过程释放出来的光进行间接探测。

M87 星系黑洞的观测是通过全球的“事件视界望远镜” (Event Horizon Telescope, EHT) 合作项目实现的。该望远镜项目于 2019 年公布了 M87 星系黑洞的射电照片, 成为首张直接观测到黑洞事件视界的照片。

相比之下, 银心黑洞的观测和图像处理更加复杂和困难, 因为银心黑洞离我们更近, 由于银河系中心周围有更多星际尘埃和气体等物质遮挡, 导致信噪比较低。这可能是导致银心黑洞照片公示比 M87 星系黑洞照片晚的原因之一。

因此本题应该选 (B) 星际尘埃遮挡导致观测的信噪比不高。

120、选 (C)。解析: 最新的研究表明, 银河系包含 1000 亿到 4000 亿颗恒星。

121、选 (C)。解析: 因为根据维恩位移定律, 计算出黑体辐射的峰值波长为: $\lambda = b/T = 2.9 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K} / 7000 \text{ K} = 414.2 \text{ nm}$, 这是可见光波段偏紫的区域, 虽靠近紫外区域, 但不是紫外, 更不是极紫外, 因为极紫外波长只有 10nm~120nm。所以

此题应该选 (C) 可见光。

122、选 (A)。解析：在宇宙诞生之后的 10^{-32} 秒内，发生了宇宙的暴涨 (Inflation)，这是宇宙演化早期的一个极为迅猛的膨胀阶段。据理论和观测研究，宇宙暴涨之后的尺度大约达到了银河系那么大的规模。宇宙暴涨理论认为，宇宙在非常早期的时候经历了一次迅猛的指数级膨胀，使得宇宙的尺度在极短的时间内扩大了许多。这种暴涨阶段的发生和终止时间非常短暂，时间尺度约为 10^{-32} 秒至 10^{-30} 秒。在这短暂的时间内，宇宙的尺度迅速变大，这为之后宇宙演化的基本结构奠定了基础。暴涨理论能够解释宇宙的一系列观测事实，如宇宙的均匀性、各向同性、结构形成等。它对于解释宇宙演化中一些复杂的问题提供了有力的理论支持，也是宇宙学研究中的重要课题之一。

123、选 (A)。解析：化学元素是组成物质的基本单位，是由具有相同原子核质子数 (即原子序数) 的原子组成的纯物质。每种化学元素都由一种类型的原子构成，具有独特的原子序数，而原子序数决定了元素的化学性质。

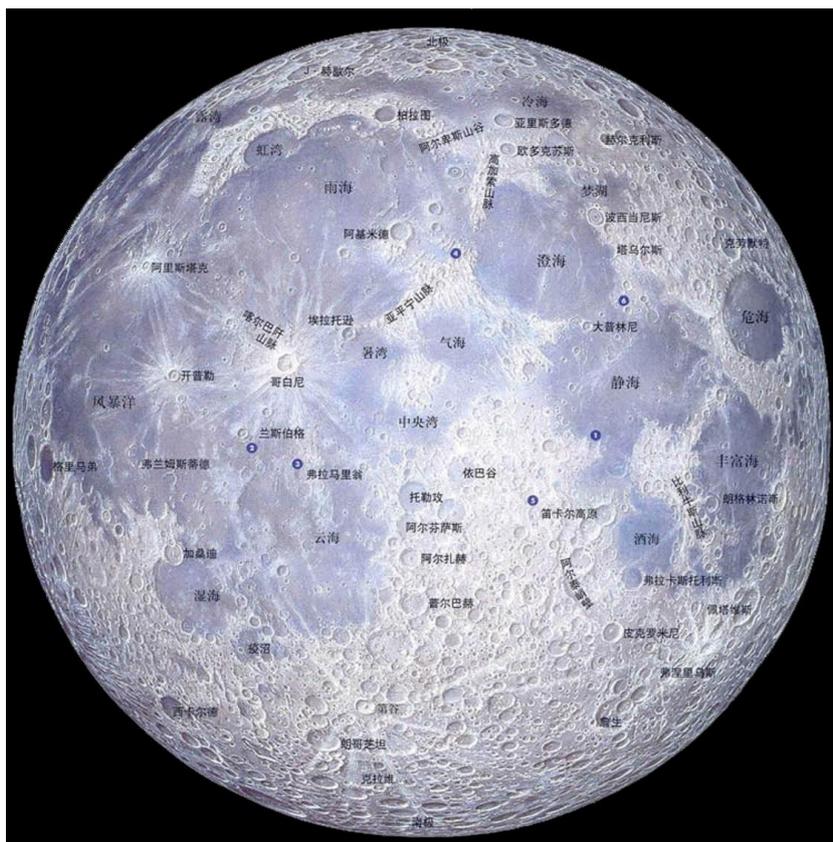
金 (Gold) 是一个化学元素，其原子序数为 79，即金的原子核含有 79 个质子。金是一种贵金属，具有良好的延展性和导电性，广泛用于珠宝制造、电子工业、医疗设备等领域。

另外三个选项：木、水、土，并不是化学元素。它们是自然界中的物质，分别指的是生物界的植物、水资源和地壳表面的土壤等。但它们并不是由单一种类的原子组成的，因此不符合化学元素的定义。

124、选 (C)。解析：2 月下旬至 3 月上旬左右，在傍晚至夜晚的西方低空，可以看到夜晚的明星金星和木星非常接近，引人注目。3 月 2 日 18:40 金星合木星 (视赤经 0h46m35s)，金星与木星在双鱼座，金星在木星以北 0.54 度的地方。

125、选 (B)。解析：月陆形成的年代经同位素年龄测定为 46 亿年，比月海要早。所以选 (B) 更小。

126、选 (B)。解析：本星系群 (见下图) 中最大的星系有银河系、仙女座星系和三角座星系 (见下图)。其中仙女座星系距离地球约 250 万光年，直径约 15 万光年，大于银河系大约 10 万光年的直径，质量比银河系质量大 25% 到 50%，包含约 1 万亿颗恒星，比银河系包含的 2000 亿~4000 亿颗恒星要多，所以仙女座星系目前认为是本星系群中最大的星系。



129、选 (B)。解析：自行 (Proper motion) 是指恒星或其它天体相对于更遥远的恒星背景的位置的变化。自行一般很小，只有 200 颗星的自行达到每年 1 角秒，其中 50 颗达到每年 2 角秒，“巴纳德星”的自行最大，每年移动达 10.33 角秒，为地球上所见月球角直径的 0.5%。



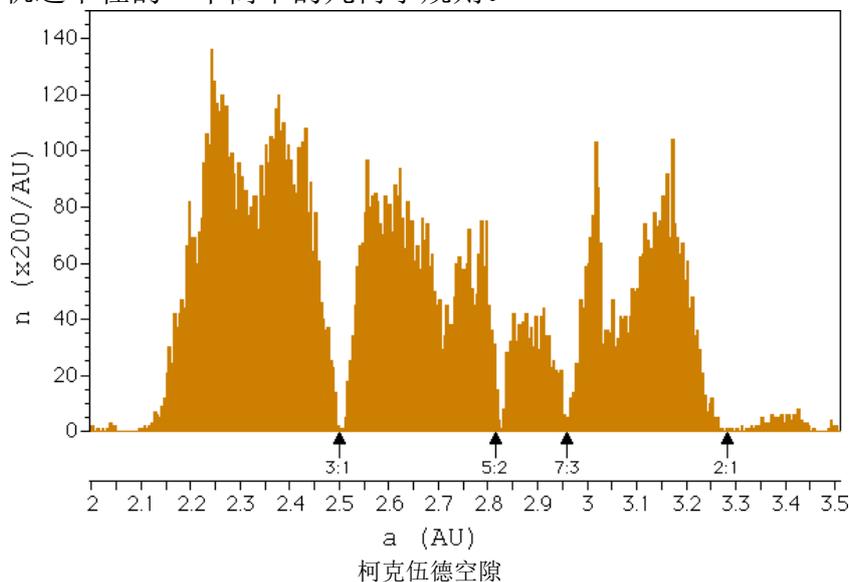
巴纳德星 (Barnard's Star) 1985 年到 2005 年间每隔 5 年的自行

130、选 (C)。解析：M31 是仙女座大星系，见第 126 题图。

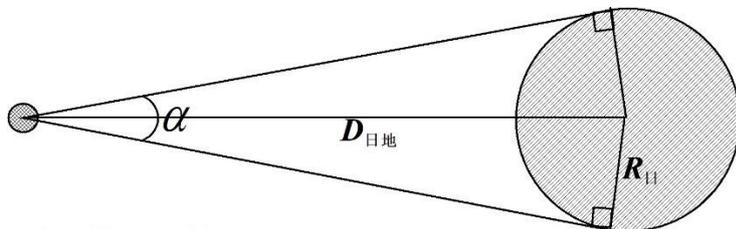
131、选 (B)。解析：柯克伍德环缝，或者称柯克伍德空隙 (Kirkwood gap) 是分布在小行星主带之内的空隙，半长轴 (或相当于轨道周期) 如下图所示，位于与

木星产生轨道共振的位置上。举例说，很少有小行星在轨道长半径接近 2.5AU，相当于轨道周期 3.95 年，是木星轨道周期（11.8618 年）的三分之一（因此称为 1:3 轨道共振）。其它轨道共振的位置都在周期与木星成简单数值比的位置上，微弱的共振只会导致小行星的减少，而直方图中的尖峰通常是由于小行星家族（小行星家族是一群具有相似轨道要素，例如半长轴、偏心率和轨道倾角的小行星）的出现。这些空隙是丹尼尔·柯克伍德 (Daniel Kirkwood) 于 1866 年首先注意到的，他也正确地解释了空隙是来自于木星的轨道共振。

选择 (A) 与火星的轨道共振是错误的，虽然火星也会对小行星带产生影响，但柯克伍德环缝的形成与木星的轨道共振有关。选择 (C) 密度波的作用和 (D) 受提丢斯-波德定则的支配与柯克伍德环缝的形成无关。密度波通常用于描述介质中密度分布的波动，提丢斯-波德定则 (Titius-Bode law) 是 1766 年德国的约翰·达尼拉·提丢斯和柏林天文台的台长约翰·波得 (Johann Elert Bode) 归纳的关于太阳系行星轨道半径的一个简单的几何学规则。



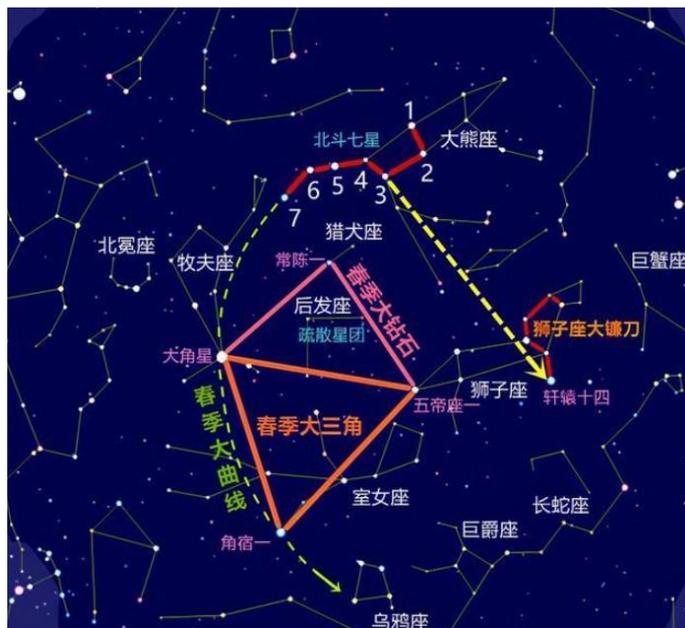
132、选 (A)。解析：太阳半径 $R_{\text{日}}=70$ 万公里，日地平均距离 $D_{\text{日地}}=1.5 \times 10^8$ 公里，太阳视直径约 0.5° (如下图)。当在月球上看时，由于地月平均距离仅有 384000 公里，即便月球位于日地之间，也比日地距离 1.5 亿公里要小得多，仅占日地距离的 0.256%，所以在月球上看太阳的视直径变化很微小，还是大约为 0.5° 。



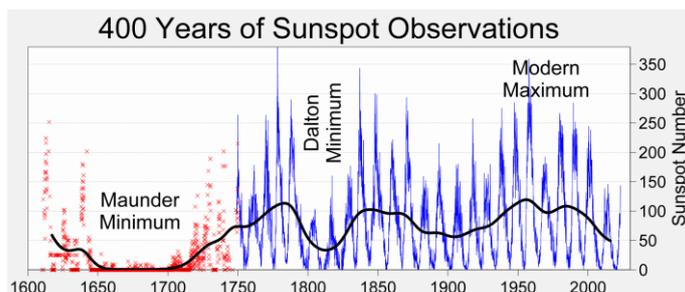
$$\because \sin \alpha/2 = R_{\text{日}}/D_{\text{日地}}$$

$$\therefore \alpha = 2\arcsin(R_{\text{日}}/D_{\text{日地}}) = 2\arcsin(7 \times 10^5 / 1.5 \times 10^8) \approx 0.535^\circ$$

133、选 (C)。解析：见下图。



134、选 (C)。解析：蒙德极小期(Maunder Minimum、prolonged sunspot minimum)大约是从 1645 年至 1715 年，当时的观测者注意到太阳黑子非常罕见。英格兰天文学家爱德华·沃尔特·蒙德 (Edward Walter Maunder, 1851 年 4 月 12 日—1928 年 3 月 21 日) 在研究那段时期的记录资料时，发现这段期间的太阳黑子非常稀少，因此以他的名字来命名这一段时期。以蒙德极小期内一段 30 年时间为例，天文学家只观察到约 50 个太阳黑子，而相对于在平常的相同时段，可以观察到 4 万到 5 万个太阳黑子。而明朝灭亡是清顺治元年 (1644 年) 满洲军队在明朝将领吴三桂的带引下大举进入山海关内，击败李自成、攻占北京，开始长达 267 年的统治中国的历史。所以这个时间段应该是明末清初。



135、选 (B)。解析：本诗的最后两句意思为：“冬天与春日就要交替，(一年即将结束,) 星宿也在交换一个新的周期。明日清晨，新的法则必然要代替旧的法则，梅花和柳树也在期待着春天。”第二句“大寒宜近火，无事莫开门。”说明今天是大寒节气，是一年中最后一个节气，过了大寒，又是新的一年的开始 (这句话蕴含着某种巧合)。“腊酒自盈樽，金炉兽炭温。”希望我们能斟满一杯酒，呼朋唤友，共聚一室，和朋友围在火炉边，喝酒畅谈，享受这静谧的冬日时光，静待中国传统节日春节的到来。所以，这种巧合就是，这一天正好是大寒和除夕为同一天，第二天就是传统节日——春节，所以诗人吟咏的这一天应该是除夕。

要知道，太阳到达黄经 300° 时为大寒节气开始，在公历中的日期基本固定，通常在 1 月 20 日或 21 日，但是随后紧挨着除夕和春节在公历中的日期却并不固定，除夕会出现在公历 1 月 20 日至 2 月 18 日之间的任何一天。大寒、除夕、春节“紧相连”的这种巧并不多见，更别说大寒和除夕为同一天了。

例如：2023 年 1 月 20 日是二十四节气中最后一个节气大寒；1 月 21 日是腊月三十，是农历壬寅虎年最后一天，也就是“除夕”；1 月 22 日是正月初一，是农历癸卯兔年首日，即“春节”。

而在二十一世纪这 100 年里，出现大寒、除夕、春节“紧相连”的这种巧合仅有 5 次，分别为 2012 年、2023 年、2042 年、2061 年和 2080 年。而出现大寒与除夕在同一天情况，只有 2004 年和 2099 年。

136、选 (A)。解析：见上面第 1、8 两题。熟悉太阳系最大的几颗卫星大小及名称：最大的卫星是木卫三——加尼米德 (Ganymede)，第二大卫星是土卫六——泰坦 (Titan)，第三大卫星是木卫四——卡利斯托 (Callisto)，第四大卫星是木卫一——艾奥 (IO)，第五是地球的卫星——月亮，第六是木卫二——欧罗巴 (Europa)，第七是海卫一——特里同 (Triton)。

137、选 (D)。解析：赫罗图是将恒星按照它们的光谱类型和亮度进行分类的图表。在赫罗图上，主序是一条表示恒星在核心氢燃烧阶段的轨迹。根据这些信息，可以确定以下矮星是否在赫罗图的主序上：

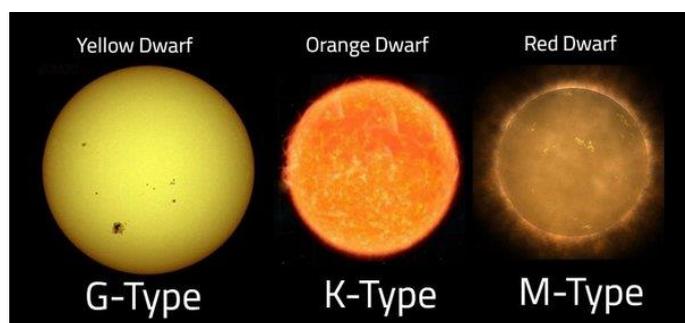
红矮星：红矮星位于赫罗图的主序上。它们是质量较小、较冷、较暗的恒星，属于主序的 M 型星。

黄矮星：黄矮星也位于赫罗图的主序上。太阳就一颗黄矮星，属于主序的 G 型星。

橙矮星：橙矮星也属于主序星，位于赫罗图上的 K 型星区域。K 型恒星（橙矮星）的正式称呼是 K 型主序星，其大小介于 M 型主序星（红矮星）和黄色 G 型主序星（黄矮星）之间（见下图）。

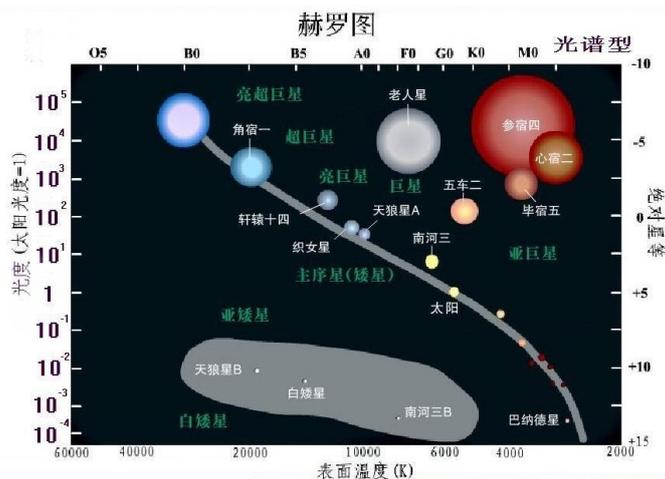
亚矮星：亚矮星不在赫罗图的主序上。它们是较小质量的恒星，亮度较低。亚矮星处于主序星的下方，通常在赫罗图上属于 M 型星或 L 型星。

综上所述，红矮星、黄矮星和橙矮星都在赫罗图的主序上，而亚矮星则不在主序上。故此题应选 (D) 亚矮星。



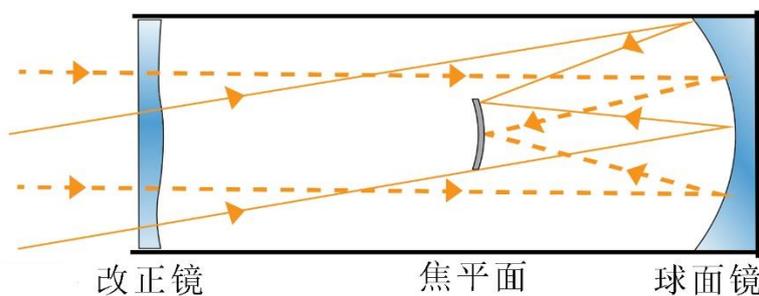
K 型主序星和 G 型 M 型主序星的大小对比图

<https://www.108hei.com/archives/9010>



138、选 (A)。解析：黄道光 (Zodiacal light) 是指在夜空中靠近太阳的地方，沿着黄道或黄道带泛出的略呈三角形的白色微光。来自彗星彗尾抛出的颗粒或是小行星碰撞产生的碎屑形成直径介于 1 至 300 微米的行星际尘埃，因为大部分行星际尘埃都位于黄道面上，所以，这些尘埃粒子就散射和反射太阳光，使得我们看到的黄道光就沿着黄道散发出来。在北半球的中纬度地区，最适合观察黄道光的时段是春季的暮光完全消失之后的西方天空，或是秋季曙光出现之前的东方天空。因为黄道光非常黯淡，月光或光污染很容易盖住黄道光。黄道光的强度会随着远离太阳而减弱，但在非常黑暗的夜晚也能观察到黄道光笼罩着整个黄道。

139、选 (A)。解析：施密特望远镜 (Schmidt telescope) 是一种折反射光学望远镜。主镜为一个球面反射镜，在球心处，焦平面的前方还配置了一个改正透镜，用以改正反射镜的像差。为了使视场边缘的星像没有渐晕，一般改正镜与主镜的口径比例大约为 2:3。该系统是一个可以得到大视场的优质成像系统，一般施密特望远镜有效视场可达 5 度。总的来说，其优点是：光力强、视场大、像差小，缺点是：改正镜难磨。所以，施密特望远镜的用途主要是用于巡天观测。而射电观测需要用射电望远镜，太阳观测需要用特殊制作的太阳望远镜，引力波探测需要类似激光干涉引力波天文台 (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, LIGO) 这样的设备，且不是电磁波段的探测。故本题选 (A) 巡天观测。



施密特望远镜光路图



位于南美智利 La Silla 的欧南台（ESO）1620m/1000m 施密特望远镜

140、选（B）。解析：《哥舒歌》中有“北斗七星高，哥舒夜带刀”，从歌词中可以推测，这个景象应该发生在夜晚。在给出的选项中，可以排除黄昏和清晨，因为歌中明确提到“夜带刀”。子夜是夜晚的一部分，而五更天指的是凌晨的时段。根据歌词的描述，可以判断这个景象在夜晚子夜时段所见。从北斗七星的转动规律来看，天刚黑时应该还是冬季星座，斗柄应该指北，位置较低；再过一段时间，斗柄指东，升高了一些；到子夜时分，斗柄指南，北斗七星就升得很高，或者说是高挂天空了。所以应选（B）子夜。