

## 第一届中小學生天文科普線上競賽活動試卷

本試卷共 2 道大題，22 道小題。客觀題共 20 小題，共 80 分。主觀題共 2 小題，共 40 分。本試卷滿分 120 分。

注意事項：

- 1、請在進入答題前，請確保設備性能和系統條件符合線上考試要求。
- 2、做題中請勿使用 F 功能鍵或查看源代碼，如使用系統會記錄下來。
- 3、本考試允許上網搜索相關公式、數據，查看《基礎天文學（第二版）》電子版。
- 4、任何人員需遵守國家法律法規，不得在答題上傳渠道關閉前以任何方式將試題、答題卡或其他相關題目信息洩露給他人，不得以留有暗示標記等手段作弊，不得抄襲，不得以代替、協助、暗示、逼迫等方式影響考生報名或參加正式競賽作答，不得出現其他惡劣行為。
- 5、開始作答後在答題時長內且答題上傳渠道關閉前，考生可以瀏覽試題、進行作答、提交作答。在答題上傳渠道開放時段外的上傳視為無效答題。每名考生有且只有一次機會參加考試作答。
- 6、本次考試時長為 3h，可以提前交卷。請各位考生計時或看好時間，作答時間超出 3h 的提交作答視為無效！
- 7、做題開始前、中途、上傳時或結束後遇到問題被退出，請立刻截圖或拍照留下相關信息，記錄問題發生的時間，並立刻在微信群內“@組委會 東中天聯 SN1054”並私信聯繫。本試卷題目難度分布不均，請各位考生注意答題時間，合理使用答題技巧。本試卷最終解釋權歸中小學生天文科普線上競賽活動組委會所有。祝各位考生考試順利！

題目來源說明（數字為題號）：

原題：東北中學生天文聯合會 Incosx：4、11~14 東北中學生天文聯合會 SN1054：17~20、21 (1)、21 (2)、21 (4)、22 北京市中學生天文聯盟：2、5~10

改編：SN1054 改編自北京市中學生天文聯盟：3 SN1054 改編自 Incosx：1、15~16 SN1054 改編自 qwerty：21 (3)

SN1054 添加材料或情景的題目：5~7、9、11、14~15、21~22

北京市中學生天文聯盟添加材料或情景的題目：1~2

參與編輯：東北中學生天文聯合會 Incosx：1、4、11~16 東北中學生天文聯合會 SN1054：1、3、5~7、9、11、14~20 北京市中學生天文聯盟：1~2、5~10 廣東省中學生天文聯盟 qwerty：21

提供建議（排名無先後順序）：北京中學生天文聯盟、Incosx、qwerty、靈子、SN1054。其他非題目事項鳴謝名單請關注成績發布。第一屆中小學生天文科普線上競賽活動組委會在此對所有參與出題及校題工作的人員表示衷心的感謝！

一、客觀題。本大題共 20 小題，其中，1—15 題為單選題、16—20 題為多選題。單選題每題選對得 4 分，選錯扣 2 分，空題得 0 分。多選題每題可選 1~4 項，答案為 2~4 項，全部正確得 4 分，部分正確且無錯誤得相應分，有錯選得 0 分。

材料：仰儀是中國元代時創造的一種天文觀測儀器，用來測量太陽的方位，追蹤日食發生的時刻。其形制為一銅制中空半球（如圖 1-1），仰口向上，在環面南部安置兩根十字交叉的竿子，正南北向的稱為縮杆，一直延伸到仰儀中心。把一塊可以轉動的璇玑板裝在縮杆的北端。轉動璇玑板，使它正對太陽。以小孔成像的原理，太陽通過璇玑板的中心小孔在半球的內壁成像，從而人們通過讀取太陽的位置精確測量方位。



(圖 1-1，仰儀)

請根據材料，回答第 1~2 題。

1. 小明在 2024 年暑假期間在哈爾濱使用仰儀。從早到晚，俯視銅制半球內壁，太陽在銅制半球內壁成像的移動軌跡是（注意不是太陽，是內壁光斑所在方向）（ ）

- A. 自西南順時針轉向東南
- B. 自西南逆時針轉向東南
- C. 自西北順時針轉向東北
- D. 自西北逆時針轉向東北

2. 仰儀內壁上端標有二十四節氣，通過觀測太陽像的位置就可以推知當時的節氣。二十四節氣屬於我國農曆中的（ ）

- A. 阴历部分
- B. 阳历部分
- C. 阴阳历部分
- D. 以上都不是
- E. 空题

3. 以下天体永远无法在北京 (40°N) 看到的是 ( )

- A.  $\alpha$ CMa
- B. NGC7000
- C. M31
- D. 十字架二
- E. 空题

4. 关于类地行星的概念, 下列哪项是正确的? ( )

- A. 太阳系中的类地行星只有水星, 金星, 地球, 火星, 木星。
- B. 太阳系所有类地行星都处于宜居带中。
- C. 类地行星是以硅酸盐岩和金属作为主要成分的行星。
- D. 土星属于类地行星。
- E. 空题

5. 恒星可以视作黑体。有一颗恒星, 其表面温度为 6000K, 估算其峰值辐射波长为 ( ) nm

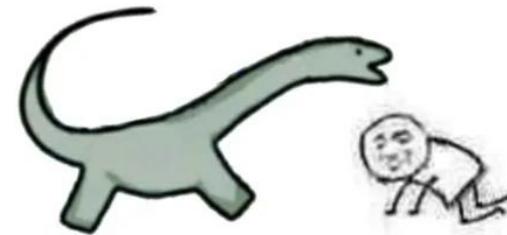
- A. 100 B. 300 C. 500 D. 700 E. 空题

材料: 马门溪龙是蜥脚类恐龙的一个属, 以其非常长的脖子而闻名, 脖子几乎占身体总长度的一半。有多个种被归入马门溪龙属, 个别种的归属可能存在争议。在中国西部多个省发现了它的化石。与峨眉龙的亲缘关系较近, 都属于马门溪龙科。大多数的马门溪龙体长都能超过 20 米, 少数个体可超过 30 米。对马门溪龙体重的估算, 不同种的差距极大, 较小的种被认为体重在 10 吨以下, 而最大的种被认为可能超过 60 吨。马门溪龙的瞳孔直径估计有 35mm。



(图 1-2, 马门溪龙)

## 向马门溪势力低头



(图 1-3, 马门溪龙 (误))

在一份神奇的试卷中, 某四维文明向本星系团所在宇宙的三维空间中由静止释放了一只质量约为  $3 \times 10^4 \text{ kg}$  的马门溪龙。在刚释放时, 该生物与太阳的距离为 300AU。请根据材料, 回答第 6~7 题。

6. 估算该生物落到太阳表面的时间为 ( ) 平太阳年

- A. 900 B. 920 C. 940 D. 960 E. 空题

7. 落入太阳时该生物的速度最接近 ( ) km/s

- A. 580 B. 600 C. 620 D. 640 E. 空题

8. 为了衡量星星的明暗程度, 天文学家创造了“星等”的概念。一等星的亮度是六等星的 ( )

- A. 1/100 倍 B. 1/6 倍 C. 6 倍 D. 100 倍 E. 空题

9.H- $\alpha$ 的波长是 656.281 纳米，是在可见电磁频谱的红色部分，并且是天文学家追踪气体云气中被电离的氢含量最容易的方法。H- $\alpha$ 发生在氢被电离的区域内。因为氢是星云的主要部分，相对的H- $\alpha$ 很容易自吸收而饱和，因此他可能显示云气的形状和范围，但不能用来确定云气的质量。H- $\alpha$ 滤镜是以 H- $\alpha$ 的波长为中心设计的一种窄频带宽的光学滤镜，它们以能通过滤镜的波长带宽来描述其特性。这些滤镜由多层 (~50) 的真空喷涂来镀膜，这些层次都选择能导致干涉效应以过滤掉除了需要的波长以外的所有波长。一颗恒星 H $\alpha$ 波段的实验室波长是 656.3nm，而在测量中该谱线波长为 700nm，则该恒星以 ( ) 的速度 ( ) 我们

A.  $2.1 \times 10^7 \text{ km/h}$ ，靠近 B.  $4.2 \times 10^7 \text{ km/h}$ ，靠近 C.  $2.1 \times 10^7 \text{ km/h}$ ，远离 D.  $4.2 \times 10^7 \text{ km/h}$ ，远离 E. 空题

10. 日食发生当天的月相是 ( )

A. 新月 B. 上弦月 C. 凸月 D. 满月 E. 空题

11. 双星系统，是指由两颗恒星组成，相对于其它恒星来说，位置看起来非常靠近的天体系统，联星是指两颗恒星各自在轨道上环绕着共同质量中心的恒星系统。双星可以当成联星的同义词，但一般而言，双星可以是联星，也可以是没有物理关联性，只是从地球观察是在一起的光学双星。本题双星系统为物理双星。已知一个双星系统的周期是 32 年，两星的平均距离为 16AU，其与质心的质量比为 3:1，且较大质量的恒星质量为  $M_1$ ，较小质量的恒星质量为  $M_2$ ，太阳质量为  $M$ ，则下列说法正确的是 ( )

A.  $M_1 + M_2 = 2M$  B.  $M_1 = M$   $M_2 = 3M$  C.  $M_1 = 3M$   $M_2 = M$  D.  $M_1 - M_2 = M$  E. 空题

12. 1766 年德国天文学家提丢斯和 1772 年柏林天文台台长彼得研究并发表了计算行星与太阳距离的一个经验公式，即提丢斯—彼得定律。其表达式为  $a_n(\text{AU}) = 0.4 + 0.3 \times 2^n$ ，其中，n 代表行星序号。该定律虽然为经验公式，但在  $n=1-6$  时计算值与真实值高度吻合。当  $n=4$  时，所代表的天体为 ( )

A. 地球 B. 火星 C. 水星 D. 木星

13. 如图 1-3 所示，则下列关于赤道坐标系相关概念描述正确的是 ( )

北极星 ( ) 升交点 ( ) I 星的赤经和赤纬 ( )

A. A E  $360^\circ$  -G  $90^\circ$  -H B. I E G H C. A C  $360^\circ$  -G  $90^\circ$  -H D. I C G H E. 空题

14. 在地表观测，天体的视亮度受距离和大气等因素影响。一位天文爱好者携带某天文望远镜爬上海拔为 2km 的山峰，此时会得到更好的成像质量，并会看到更亮的星。与此同时，有另一天文爱好者在具有上述天文爱好者观测条件的近地面观测，此时大气厚度  $h=8\text{km}$ ，天顶处大气消光效应会使恒星亮度降低约  $a=30\%$ ，恒星在大气层外的亮度为  $F$ 。假设现在在天顶处有一颗视星等为 3

的恒星，距离地球 30pc，请计算第一位天文爱好者因爬上 2km 的山峰而导致该恒星的星等变化值。【 $\Delta F = a(h - \Delta h)F/h$ 】

A.  $-2.5 \lg \frac{0.3}{0.225}$  B.  $-5 \lg \frac{0.3}{0.225}$  C.  $-2.5 \lg \frac{1-0.3}{1-0.225}$  D.  $-5 \lg \frac{1-0.3}{1-0.225}$  E. 空题

15. 反照率表示的是被天体表面反射到空间的太阳能的份额。暗黑物体比白色物体反照率低。一个反照率为 1 的物体可将入射到它表面的全部光反射出去，这个物体是纯白的；反之，反照率为零的物体则是纯黑的。由此可见，行星和卫星的反照率定量地表明覆盖在它们表面上物质的特性。下列木星的卫星中反照率最高的是 ( )

A. 木卫一 B. 木卫二 C. 木卫三 D. 木卫四 E. 空题

16. 在某个时间内观测狮子座流星雨，这些流星会在距离地球 112km 处发光。午夜时有人看到一颗流星在夜空中划过，从天顶处出现，经过 0.8s 运行到距天顶 30 度的一个点消失，则该流星的速度可能为 ( ) km/s

A. 69.5 B. 70.5 C. 71.5 D. 72.5

17. 以下太阳结构区域的温度由高指向低错误的是 ( )

A. 色球-光球 B. 核反应区-辐射区 C. 日冕-色球 D. 日冕-太阳风

18. 以下关于天体说法正确的是 ( )

A. 大质量恒星经过超新星爆炸可能形成中子星

B. 红矮星在银河系中数量占比较少

C. 中子星并和可能形成黑洞

D. 通常情况下，O 型星的寿命长于 M 型星

19. 以下关于人类认识宇宙的过程说法正确的是 ( )

A. 哥白尼提出了“日心说”，打破了宗教势力长期以来以地球为宇宙中心的思想。

B. 伽利略首先使用自制的望远镜发现了银河是由众多恒星组成的，他还观测到了月球上的环形山、木星的四颗卫星和土星环。

C. 开普勒研究了老师第谷的大量观测资料，公布了行星运动的三大定律。

D. 哈勃研究大量的星系观测结果发现河外星系的退行速度与离我们的距离有关。

20. 我们都是为天文大环境复兴而奋斗的革命者！以下关于天文实践活动说法正确的是 ( )

A. 一天内，航海昏影终的时刻一般晚于天文昏影终。

B. 天文摄影按内容一般分为星野摄影、行星摄影和深空摄影

C.天文通是一款星空软件，它对星空进行实时渲染，在屏幕上生成一片虚拟 3D 天空，因此星空效果和用肉眼，望远镜或者天文望远镜观察到的星空别无二致。用户可以通过拖拽天空看到头顶上的星际。而虚拟天文馆 (Stellarium) 是一款专业的观星辅助工具，可以查看空间站实时位置、全球光污染等级、观星指数预报等天文信息。虚拟天文馆还有天文新知、天文使用等栏目，分享天文学知识和经验。

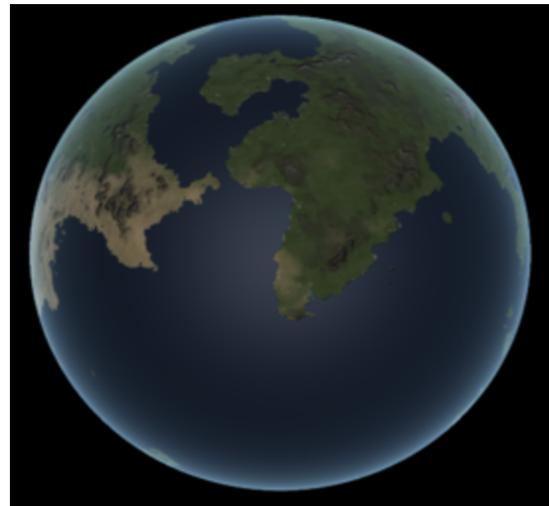
D.对于中国大陆，很多地区虽然有学生天文联盟、社团，但往往数量较少，分布较为分散，发展较缓。目前在许多地区也没有针对于中小学生的跨省级、省级或市级天文竞赛。部分地区的中小学生对天文爱好者参加 CNAO 预赛也要跋山涉水跨多个省级行政区域去到考点，属实不易。

二、主观题。本大题共 2 小题，分为 1 道计算题和 1 道实际应用题。每小题共 20 分。

材料：Kerbal Space Program (坎巴拉太空计划，KSP) 是一款航天模拟游戏，玩家在游戏中指导由 Kerbals 运行的太空计划，Kerbals 是一个卡通化的小型绿色类人种族。太空计划在行星 Kerbin (如图 2-2) 上的 Kerbal Space Center (KSC，如图 2-3) 运行，将玩家建造的航天器送入 Kerbol 系中。中学生小明喜欢玩这款游戏。



(图 2-1, 坎巴拉太空计划)



(图 2-2, 行星 Kerbin)



(图 2-3, KSC)

请根据材料，回答第 21 题。

21. 计算题。

(1) 将 Kerbin 视作球体，Kerbin 地表的第一宇宙速度  $v_1=3431.03\text{m/s}$ ，Kerbin 平均密度  $\rho=58.484 \times 10^3\text{kg/m}^3$ ，求 Kerbin 半径。(2 分)

(2) (多选) 将 Kerbin 视作球体，某航天器距离 Kerbin 的地表高度 100km。将 Kerbin 的质量集中在球心上，仅考虑 Kerbin 的引力，以下哪些选项作为无动力航天器的最大速度能保证该航天器不在 Kerbin 的逃逸轨道上？(4 分) A.20m/s B.200m/s C.2000m/s D.5000m/s E.7900m/s F.11200m/s

(3) 将 Kerbin 视作球体，Kerbin 的自转周期为 6h。考虑一个 Kerbin 同步卫星，其定义为相对于 Kerbin 上某一点静止的卫星，求出在 Kerbin 上观测，可以看见这颗卫星的最大纬度是什么 (Kerbals 使用的经纬度系统与人类相同)？(提示：请自行求出 Kerbin 同步卫星轨道高度 (假设圆轨道)，必要常数见常数表。)(6 分)

(4) 在北京时间 2024 年 7 月 25 日凌晨，发生了一次月掩土星的壮观天象。小明在兰州观测这次月掩土星，掩始和掩终时月面 (视为圆) 圆心的数据如图 2-4 和图 2-5 所示。如果月球在天球上相对恒星自行的速度是均匀的，设白道为大圆，月球公转周期取 27.3 平太阳日，1 平太阳日为 24h，求掩始到掩终的时间 (精确到分)。(8 分) (提示：球面三角学计算公式可以使用互联网查阅)

RA/Dec	23h 22m 07.9s	-06°	<	>
	33' 53.8"			
Az/Alt	192° 38' 51.0"	+46° 36' 57.1"		
时角	00h 34m 51.1s			
RA/Dec (J2000)	23h 20m 51.8s	-06° 41' 57.0"		

(图 2-4, 掩始)

RA/Dec	23h 23m 34.9s	-06°	<	>
	15' 02.3"			
Az/Alt	213° 28' 15.5"	+41° 55' 02.3"		
时角	01h 37m 34.5s			
RA/Dec (J2000)	23h 22m 18.9s	-06° 23' 06.1"		

(图 2-5, 掩终)

材料：小明是一名中学生，学校不让带手机（悲），某天是个晴天，他在学校中用望远镜观测某行星冲日。

22. 实际应用题。

(1) 该行星部分相邻冲日日期的时间间隔分别为 400、402、402、403、400、399、397、395、396、396、398（单位：平太阳日），这最有可能是哪颗行星？（8分）

(2) 小明未详细查看过当天该行星在星图上的位置，仅知道该行星的大致方位角和地平高度。在小明能看到的极限星等为 4 等的情况下，该行星周围的天区有许多恒星。在没有电子星图的情况下，假如你是小明，如何判断出哪一颗是所要观测的行星？（提示：合理即可）（4分）

(3) 小明所在学校最近组织了一场精彩的辩论会，双方以“我们是否需要善意的谎言”为辩题展开辩论，小明是反方辩手。正方观点为“我们需要善意的谎言”，反方观点为“我们不需要善意的谎言”。在自由辩论环节，正方一辩手提到自己的经历并开始大哭，反方一辩手为安慰该选手而称“我们都来自星星”。令人意料之外的是，该选手立刻反驳道“你这不就是善意的谎言吗？”。小明意识到己方中了对方的计。假如你是小明，请写一段辩论词，为“我们都来自星星”不是谎言提供论证。（提示：与天文相关的知识点可得分，辩论格式、文采等不占分，不用写多，字数不超过 500 字）（8分）