

第 1 周 天球坐标系, 时间和历法

一、选择题

(一) 球面三角

1. 波士顿 ($42^{\circ}21'37''$ N, $71^{\circ}3'28''$ W) 与孟买 ($19^{\circ}04'34''$ N, $72^{\circ}52'39''$ E) 之间的大地测量距离 (最短球面距离) 是多少? 假设地球是完全球形的。【2025 USAAAO 第 1 轮 07】
(A) 2250 km (B) 6250 km (C) 10250 km (D) 12250 km (E) 15250 km
2. 已知恒星 A (赤经 $12^{\text{h}}00^{\text{m}}00^{\text{s}}$, 赤纬 $60^{\circ}00'00''$), 恒星 B (赤经 $12^{\text{h}}02^{\text{m}}00^{\text{s}}$, 赤纬 $60^{\circ}20'00''$), 请从下列选项中, 选出最适合表示恒星 A、B 之间角距离的选项。【JAO 2026 预选-7】
(A) 20 角分 (B) 25 角分 (C) 36 角分 (D) 63 角分
3. Connor 被困在一座岛上, 想要确定自己所处的纬度, 但他只能在日出和日落时醒来。他在地面上竖立了一根垂直的木棍。某一天, 他测量了日出和日落时木棍影子之间的夹角, 发现为 105° 。以下哪个纬度区间有可能是 Connor 所在的位置? 【2025 USAAAO 第 1 轮 18】
(A) ($0^{\circ}\text{N}, 10^{\circ}\text{N}$)
(B) ($10^{\circ}\text{N}, 20^{\circ}\text{N}$)
(C) ($20^{\circ}\text{N}, 30^{\circ}\text{N}$)
(D) ($30^{\circ}\text{N}, 40^{\circ}\text{N}$)
(E) ($40^{\circ}\text{N}, 50^{\circ}\text{N}$)
4. 在一天中的某个时刻, 连接参宿七 ($\alpha_R = 5^{\text{h}}14^{\text{m}}32^{\text{s}}$, $\delta_R = -8^{\circ}12'5.9''$) 和参宿四 ($\alpha_P = 5^{\text{h}}56^{\text{m}}33^{\text{s}}$, $\delta_P = 7^{\circ}24'40.3''$) 的连线会呈现垂直状态。请问这一现象出现纬度 ϕ 的最大范围是多少? 答案需精确到 5 度以内。【2025 USAAAO 第 1 轮 21】

- (a) $-15^\circ < \phi < 15^\circ$
- (b) $-25^\circ < \phi < 25^\circ$
- (c) $-35^\circ < \phi < 35^\circ$
- (d) $-45^\circ < \phi < 45^\circ$
- (e) $-55^\circ < \phi < 55^\circ$

(二) 天球坐标系

1. 春分点在天赤道上移动 1° 大约需要多少年? 【2014 预赛 33】
 - (A) 30 (B) 70 (C) 110 (D) 190
2. 在北纬 30° 地区观测, 春分当天日落时黄道与地平线的夹角大约? 【2017 预赛 28】
 - (A) $23^\circ 26'$ (B) $53^\circ 26'$ (C) $63^\circ 26'$ (D) $83^\circ 26'$
3. 恒星在天球上投影的角距离与它们彼此之间的实际距离的关系是()。【2003 年预赛 14】
 - (A) 没有关系
 - (B) 近似成反比
 - (C) 近似成正比
 - (D) 可以通过球面三角的公式推出
4. 天体周日视运动过程中达到“上中天”时, 它一定? 【2020 预赛 07】
 - (A) 赤经为 0
 - (B) 方位角为 180°
 - (C) 在地平线以上
 - (D) 地平高度达到最大值
5. 地理纬度北纬 42° 处, 天顶点的赤纬等于? 【2003 预赛 24】
 - (A) 42° (B) 48° (C) 67.5° (D) 90°
6. 夏至点在天球上的赤道坐标是? 【自命题】
 - (A) RA=6h, Dec=-23d26m
 - (B) RA=6h, Dec=+23d26m
 - (C) RA=18h, Dec=-23d26m
 - (D) RA=18h, Dec=+23d26m
7. 北黄极在天球上的赤道坐标是? 【自命题】

- (A) RA=6h, Dec=23d26m
- (B) RA=6h, Dec=+66d34m
- (C) RA=18h, Dec=23d26m
- (D) RA=18h, Dec=+66d34m

8. 在银道坐标系中, 下列哪一个星座的区域不包含银纬 0° ? 【JAO 2023 预选-31】

- (A) 猎户座 (B) 人马座 (C) 天鹅座 (D) 后发座

9. 四川稻城无名山观测站, 坐标为东经 100° , 北纬 29° 。今年劳动节午夜, 下面哪个天体适合在该台址观测? 【2025 预赛 20】

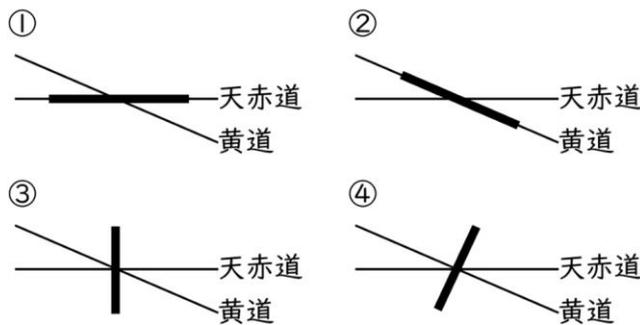
- (A) 土星 RA=23h54m, Dec=-02d48m
- (B) 昴星团 RA=03h46m, Dec=+24d11m
- (C) 南门二 RA=14h39m, Dec=-60d48m
- (D) 大角星 RA=14h15m, Dec=+19d09m

10. 参宿四当前的赤道坐标大致是 (RA: 5h55m, Dec: $7^\circ 24'$), 仅考虑岁差影响, 公元 1026 年它的赤道坐标大致是? 【自命题】

- (A) 6h47m, $6^\circ 40'$ (B) 6h47m, $8^\circ 08'$
- (C) 5h03m, $6^\circ 40'$ (D) 5h03m, $8^\circ 08'$

11. 假设一颗恒星位于春分点方向, 下列哪幅图最准确地表示该恒星因年周视差在天球上产生的视运动轨迹? (用粗线表示) 【JAO 2024 预选-11】

- (A) ① (B) ② (C) ③ (D) ④



12. 以下关于恒星出没的下列说法中, 不正确的是哪一项? 【JAO 2025 预选-28(2)】

- (A) 在赤道上的观测地点, 所有恒星都恰好有 12 小时 位于地平线上方可被观测。
- (B) 在北半球的地点, 越接近北天极的恒星, 在地平线上方可见的时间越长。

(C) 从正东 ($A=90^\circ$) 升起的恒星, 一定位于天赤道上。

(D) 在北纬 30° 的地点, 赤纬 45° 的恒星位于地平线上方可观测的时间约为 8 小时。

13. 图 15 展示了北纬 40° 某地点某日的太阳高度时间变化曲线。请从下方提供的图表中, 按顺序选出最能准确对应以下两种情况的组合。【JAO 2025 预选-32】

一、同一天赤道上某地点的太阳高度随时间的变化;

二、同一地点四个月后的太阳高度随时间的变化。

(A) a、c (B) a、d (C) b、c (D) b、d

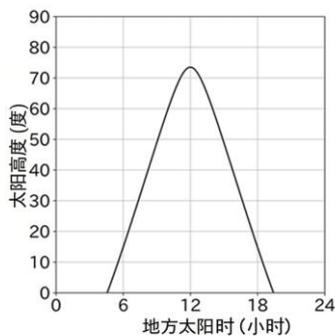
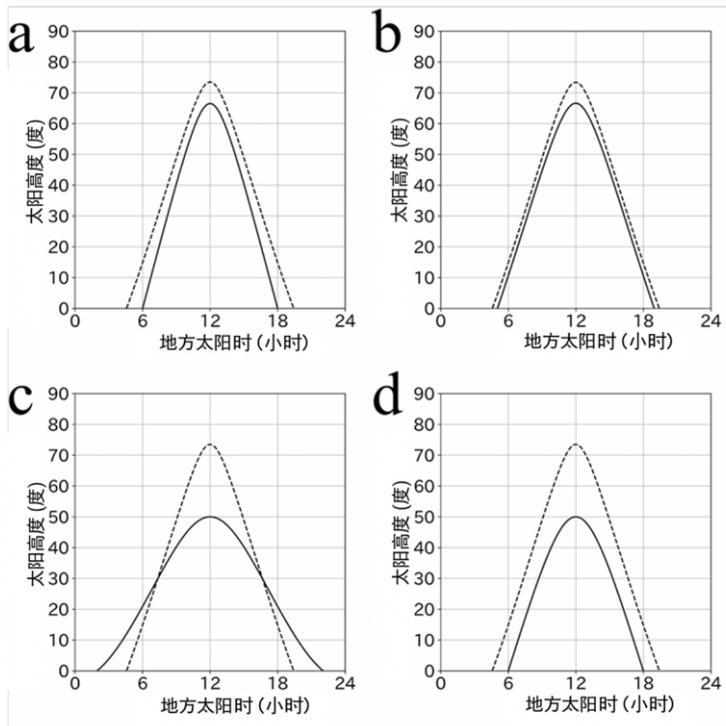


图 15: 某日太阳高度的变化



14. 在公元前 1100 年左右, 中国天文学家已求得夏至日正午太阳地平高度等于

79°07′, 而在冬至日为 31°19′(在天顶南面)。观测地点的纬度为()。【2003 年预赛 25】

(A) 34°47′ (B) 47°48′ (C) 55°13′ (D) 79°07′

15. 岁差会导致恒星坐标发生变化。其中哪种坐标变化最小? 【2025 预赛 33】

(A) 赤经 (B) 赤纬 (C) 黄经 (D) 黄纬

16. 角宿一当前的赤道坐标大致是 (RA: 13h26m, Dec: -11°17′), 考虑岁差影响, 3034 年它的赤道坐标大致是 ()。【2024 预赛 25】

(A) 12h35m, -5°57′

(B) 14h21m, -11°22′

(C) 14h21m, -16°13′

(D) 12h35m, -11°13′

(三) 时间计量序列

1. 3 月 21 日世界时 6 时东经 90°线处的地方恒星时大致是? 【2003 预赛 09】

(A) 0 时 (B) 6 时 (C) 12 时 (D) 18 时

2. 对以下说法正确的是? 【2020 预赛 10】

(A) 春分日白天的时长为 12 小时整

(B) 北半球, 夏至日正午的太阳高度全年最高

(C) 秋分日的真太阳时与地方恒星时时刻差别在 10 分钟之内

(D) 在北京, 冬至日的日落时刻全年最早

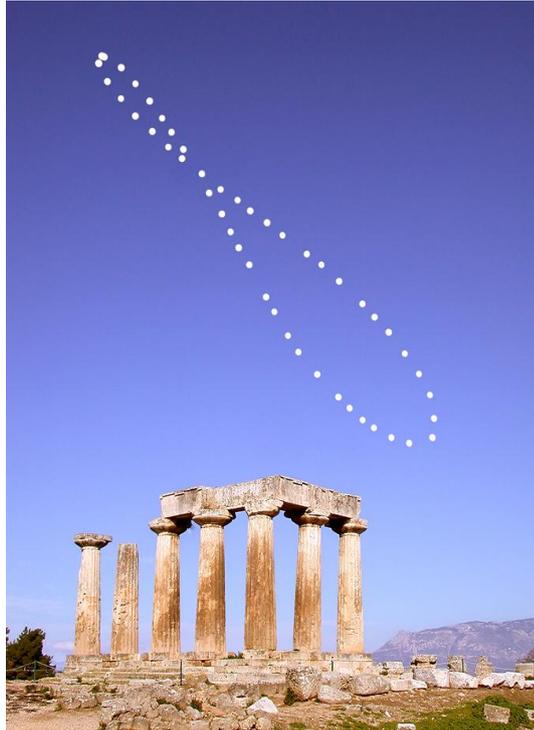
3. 日行迹, 俗称“太阳 8 字”指某地每天同一时刻记录太阳在天球上的位置所连成的 8 字形曲线。其形态由地球自转轴倾斜、公转轨道为椭圆共同导致, 南北向偏移反映太阳赤纬变化, 东西向偏移对应均时差。则下关于下图的日行迹说法正确的是? 【自命题】

(A) 照片拍摄于南半球

(B) “8 字”的交点是春分和秋分

(C) 日行迹上端是冬至附近、下端是夏至附近

(D) 如果把地球自转轴扶正, 日行迹将变为一条直线



4. 关于闰秒的说法，下列哪一项是错误的？【自命题】
- (A) 闰秒是为了协调世界时 (UT1) 与原子时 (TAI) 之间的差异而设置的
 - (B) 闰秒通常安排在 6 月 30 日或 12 月 31 日的最后一分钟。
 - (C) 由于地球自转长期加速，未来可能需要引入“负闰秒”。
 - (D) 最近一次 (2016 年 12 月 31 日) 实施的是正闰秒，即当天最后一分钟为 61 秒。
5. 协调世界时 (UTC) 与原子时 (TAI)、世界时 (UT1) 的关系，下列说法正确的是？【自命题】
- (A) UTC 与 TAI 完全一致，无任何偏差
 - (B) UTC 通过引入闰秒，使时刻与 UT1 的偏差不超过 0.9 秒
 - (C) UTC 完全跟随地球自转，与原子钟无关
 - (D) UTC 比 TAI 始终快 32 秒
6. 1 个儒略世纪是 () 天。【2015 预赛 19】
- (A) 36500 (B) 36524 (C) 36524.22 (D) 36525
7. 关于恒星日与太阳日的时长及成因，下列说法正确的是？【自命题】
- (A) 恒星日比太阳日长，原因是地球自转方向与公转方向相反
 - (B) 太阳日比恒星日长，原因是地球公转使太阳相对恒星背景每日东移
 - (C) 恒星日与太阳日时长完全相等，仅参考系不同

- (D) 太阳日比恒星日短，原因是地球自转轴存在进动
8. 关于真太阳时与平太阳时，下列说法错误的是？【自命题】
- (A) 平太阳是一个假想的天体，实际上并不存在
- (B) 平太阳时的发明仅仅是因为黄赤交角的存在
- (C) 一年当中真太阳时与平太阳时之差（时差）4 次为 0
- (D) 时差的最大值大约出现在每年 11 月 3 日

(四) 历法

1. 北京冬奥会开幕式上展映的二十四节气倒计时短片惊艳世界。二十四节气体现的是中国传统天文学中的哪一部分？【2022 预赛 07】
- (A) 公历 (B) 阴历 (C) 阳历 (D) 阴阳合历
2. 武王伐纣的年份确定，是我国的一项文化工程，即“夏商周断代工程”，其中涉及天文学历法推算、古天文基本知识等等。《淮南子 兵略训》记载：武王伐纣，东面而迎岁。请问“岁”星是？【2024 预赛 13】
- (A) 水星 (B) 木星 (C) 金星 (D) 彗星
3. 下列哪一项不是我国古代的纪年法？【2025 预赛 15】
- (A) 岁星纪年 (B) 太岁纪年 (C) 干支纪年 (D) 天狼星纪年
4. 中国古代第一部完整的阴阳合历是？【自命题】
- (A) 《授时历》 (B) 《大衍历》 (C) 《太初历》 (D) 《大明历》
5. 今年元宵节和中秋节间隔了多少天？【2024 预赛 07】
- (A) 239 (B) 235 (C) 206 (D) 210
6. 位于巴西里约热内卢（西经 $43^{\circ}12'$ ，南纬 $22^{\circ}54'$ ）的一位天文爱好者，在清晨大约 6 点抬头看到月亮位于头顶正上方，这天最可能是农历的？【2019 预赛 32】
- (A) 初九 (B) 十七 (C) 廿三 (D) 廿八
7. 要在农历十六观测到月掩昴星团，以下四个月份中只可能发生在？【2021 预赛 20】
- (A) 2 月 (B) 5 月 (C) 8 月 (D) 11 月
8. 十一世纪，在波斯曾试用的一种历，是以 33 年为一循环作为该历的基础；在这个循环中，包含 25 个平年和 8 个闰年。该波斯历年的长度为多少日？【2003 预赛 36】
- (A) 365.2422 (B) 365.2424 (C) 365.2425 (D) 365.2428

回历（伊斯兰教历）是一种纯阴历，以月相变化周期计月，12个月为一年，请回答以下三问：【自命题】

9. 朔望月与恒星月均能描述月球公转周期，它们的定义与长度分别是？
- (A) 月相变化周期，29.53天；真实公转周期，27.32天
 - (B) 月相变化周期，27.32天；真实公转周期，29.53天
 - (C) 真实公转周期，29.53天；真实公转周期，27.32天
 - (D) 真实公转周期，27.32天；真实公转周期，29.53天
10. 已知回历分大月和小月，试推测大月和小月分别有多少天？
- (A) 31; 30 (B) 30; 29 (C) 29; 28 (D) 28; 27
11. 然而仅靠大小月这一机制贴合月相变化周期难免会积累误差，因此回历还有置闰机制。已知回历的平年有6个大月、6个小月，闰年有7个大月、5个小月。试计算30年中应设置多少闰年才能使回历完美贴合1月相变化周期？
- (A) 5 (B) 7 (C) 9 (D) 11

二、计算题

海洋与天文【2023 决赛 08】

18世纪，约翰·哈里斯发明的航海钟彻底揭开了航海地理大发现的序幕，通过观测星空获取准确的地方时可以帮助航海家们对舰船位置进行精准测定。

假设一位拿着航海钟的船长，在某天晚上从英国普利茅斯（ $50^{\circ}23'N$ ， $4^{\circ}10'W$ ）率领船队出发，这时他们观测到一颗比较亮的恒星恰好上中天，地平高度 $65^{\circ}01'$ 。同时船长看了一下已经按格林尼治时间调整好的航海钟指向10时32分。谁知出发后天气一直都不好，为了记录日期，水手每过1个白天就会刻下一个标记。25个标记后的夜晚，船队来到了一个无人小岛（虚构），天空也终于放晴。这晚船长又记录了那个恒星上中天的时刻，他惊奇地发现航海钟上显示的时间居然和他上次记录的完全相同，只是本次这颗星的地平高度变为 $86^{\circ}06'$ 。

- (1) 判断这艘船的航行方向。
- (2) 估算这个小岛的地理经度。
- (3) 估算这个小岛的地理纬度，不考虑蒙气差。

牛郎和织女【IOAA 2018 T10】

在中国一个家喻户晓的爱情民间传说中，织女星 (Vega) 与牛郎星 (Altair) 是一对恋人。传说每年七夕，他们会在由飞鸟搭建的鹊桥上跨越银河相会。下表列出了这两颗恒星的相关参数。为解答本题，假设坐标系为固定参考系 (即不受岁差或太阳运动的影响)。

Star/恒星	Right Ascension/赤经	Declination/赤纬	Parallax/视差	Proper Motion/自行		Radial Velocity/视向速度
	(J2000.0)	(J2000.0)	(mas)	$\mu\alpha\cos\delta$ (mas/year)	$\mu\delta$ (mas/year)	(km/s)
Vega/织女星	18h36m56.49s	+38°47'07.7"	130.23	+200.94	+286.23	-13.9
Altair/牛郎星	19h50m47.70s	+8°52'13.3"	194.85	+536.23	+385.29	-26.1

根据这些数据，回答下列问题：

(a)(9分)这两颗星的角距离是多少？

(b)(6分)计算这两颗星在空间中的距离，单位为秒差距。

(c)(3分)计算每颗星自行的方向角。

对于 d-g 小问，假设两颗星在天球上的自行角速度保持恒定。这在实际情况是不可能的，但为了简化问题做出这个假设。

(d)(2分)这两颗星在天球上经过的轨迹有多少个公共点？

(e)(20分)找到离他们最近的公共点。(提示：画出示意图有助于你理解情景)

(f)(8分)计算什么时候 (具体到年) 每颗星位于这个点。

(g)(5分)当牛郎星位于这个点时，它与织女星的角距离是多少？

(h)(22分)找出它们在空间中轨迹的公共点 (如果存在)。这个小问中注意不要忽略视向速度。

【改编自 2025USAAAO 第 1 轮 20】

在夏至前不久的黎明时分，水手 Christopher 从北纬 50° 、西经 5° 地点正向正西航行。他的手表设定为 UTC（协调世界时）。在海上看到他第 91 次日出时，他的手表显示凌晨 3:00。问：他的经度是多少？（已知在夏至当天，真太阳时比平太阳时早 3 分钟；在秋分当天，真太阳时比平太阳时晚 8 分钟。忽略陆地阻挡。）