支撑材料目录

1、高等天文学学习社区问题集

2、北京市青少年拔尖人才培养特色夏（冬）令营组织实施方案

3、中国科学院大学教育教学成果奖获奖名单

1. 高等天文学学习社区问题集

（学生学习后对这些问题的滚动解析参考课程网站或https://nadc.china-vo.org/astro101）

第二课

1. 如何建立天球坐标系?有哪些常用的天球坐标系?赤道坐标 (α，δ)=(6h，40°)的天体，什么时间段可以观测到?从兴隆基地观测，什么时候这个天体会过中天?天顶距是多少?

2. 为什么在不同季节太阳高度、日出方位角不同?北半球某纬度夏至时日出方 位角和太阳高度是多少?冬至时日出方位角和太阳高度是多少?德国 Goseck 出土的星盘上显示其夏至日出方位角和冬至日出方位角差为 82°，那么 Goseck 的 纬度是多少?

3. 试列举星光都携带了哪些信息?如何测量?

4. 望远镜的分辨本领由哪些因素确定?为什么光学望远镜都要放到高山上?

5. 我们把某些望远镜发射到空间去的原因是什么?

6. 如何确定太阳系的尺度?绝对尺度?

7. 如何确定太阳系行星的大小?质量?密度?

8. 如何确定行星内部的质量分布?

9. 如何估算太阳系某天体的温度?如何测量?

10. 如何测量小天体的大小和形状?

11. 太阳系天体的谱线中都带有哪些信息?

12. 什么是类地行星?类木行星?它们的区别都有哪些?

13. 黄道光是由黄道尘埃散射太阳光形成的，黄道尘埃是如何产生的?如何演化 的?为什么这些尘埃最后会掉进太阳?

14. 太阳风粒子的成分是什么?速度大致是多少?从太阳到地球大致多长时间? 太阳风和彗星相遇为什么会产生 X 射线?

15. 在太阳系的边界上，高速太阳风碰到低速恒星际物质，会发生什么改变?如何测量?

第三课

1. 按照黑体估算地球平均温度在-16°，但是实际测量是 14°，是什么造成了这种差

别?

2. 地球大气温度随高度的变化是什么规律?是什么造成的?

3. 地球磁场如何保护地球?极光是如何形成的?为何发生在极区?

4. 地球内部结构是什么?如何探测?

5. 地球板块为什么会漂移?为什么会有火山爆发?

6. 利用发射线元素测定年龄的方法有哪些应用条件?

7. 地月之间潮汐力都有哪些作用效果?

8. 月球高地和月海分别指什么?组成区别是什么?我们如何得知?

9. 月球背面有什么特征?为什么和正面如此不同?

10. 月球环形山都有哪些起源?

11. 月球高地和月海的环形山分布截然不同，揭示了什么信息?如何由环形山计数得到年龄?

12. 月球上为什么没有和地球一样的大气?这将有什么后果?月球上只有极稀薄 的气体，它们可能来源于什么?

13. 地球岩石中有 1%-2%的水，那么月岩中有没水分子?如何测量?

14. 据说月球内部有外星人开辟的巨大空洞和隧道，我们如何确定?

15. 地月系统形成都有哪些理论?目前的理论是什么?有什么可能缺点?

第四课

关于水星

1. 可以用哪些方法测量水星的自转?月亮总是一面对着地球, 为什么水星不是一面总对着太阳?为什么水星在 3:2 的自转-公转共振态?

2. 人类探测器揭示的水星表面特征和月球有何相同与不同之处?(环形山多少、次生坑洼、全局性绝壁、卡洛里盆地)

3. 我们如何揭示水星内部的结构?其内部结构与地球、月球有什么区别?

关于金星

4. 地球观测者如何知道金星大气的性质?金星为什么是金黄色的?没有磁场的保护, 金星如何保有浓密的大气?如何看穿浓密的大气测量金星表面的性质?

5. 如何测量金星的自转?能否使用紫外观测显示的特征?使用雷达回波测量时如何确认自转的方向?

6. 金星大气的温度结构是什么?金星为什么这么热?与地球大气结构有什么不同?金星大气为什么没有逆温层?

7. 金星有哪些火山活动的表现?金星火山与地球火山有什么不同?金星为何没有类似地球的板块运动?

8. 最近新闻报道的金星上的生命特征是怎么回事?有什么其他解释?如何进行进一步检验?

关于火星

9. 从地球上观测火星能知道哪些信息?有无磁场?为何是红色的?火星上有没有四季?和地球四季有什么区别?为何地表会出现季节性变化?

10. 你认为火星极冠组成是什么?如何确认?季节性极冠体积大小如何估计?为什么南北极冠不对称?为什么北部残存极冠反而大?

11. 火星地表有哪些全局和局部特征?火星山脉如何形成?为什么那么高? 大峡谷如何形成?为什么火星壳层没能发展出板块运动?

12. 火星大气成分有哪些?火星上有什么云?这些云为什么能到 30-50 km 高?

13. 为什么说火星有一个温暖湿润的过去?火星地表现在有水么?有没可能有地下液态水?可能存在形态是什么?如何探测?(火星地下湖) 类地行星对比

14. 水星、金星、火星有磁场么?为什么?没有磁场的保护，金星为什么能保有浓密的大气?

15. 如果把地球推到金星或火星处，会发生什么?

第五课

类木行星

1. 为什么类木行星中土星密度最小?对内部结构有何启示?木星内部结构包括哪些成分?其它类木行星和木星相比有何区别?什么是金属氢?

2. 我们如何测量类木行星的磁场?它们的磁场和地球相比如何?为什么木星土星磁场这么强?为什么天王星海王星磁轴与自转轴夹角如此之大且不经过行星中心?

3. 类木行星的自转如何测量?能否用纬向流测量自转?为何赤道自转更快?磁场自转如何测量?

4. 为何类木行星在 H/He 占比与太阳大气不同?为何类木行星大气中有 CH4/NH3 等而太阳大气中没有?为何土星大气中 H/He 占比与其它类木行星截然不同?类木行星 中 CH4/NH3 如何变化?为什么?

5. 为什么木星大气具有丰富的色彩?表面明暗揭示了什么?为什么越外面的类木行星表面越单调?类木行星辐射的能量一般大于吸收的太阳辐照，都是什么原因?

6. 从伽利略发现了土星环，人们就一直想知道它们的组成。那么，如何从地球上确定土星环的组成和性质呢?卡西尼号等探测卫星又给出了什么信息呢?

7. 土星环都有哪些复杂而有趣的结构?卡西尼狭缝如何形成?A 环尖锐的外缘如何形成?E 环是如何形成的?F 环有什么特点?如何形成?

8. 类木行星都有光环，它们是如何形成与演化的?为何有些光环在行星潮汐极限外?为何有些在潮汐极限内?潮汐极限有什么假设?为什么土星光环最是明显?

9. 类木行星卫星的温度都低于 105 K(为什么?)，试设想它们可能的表面特征。例如，物质组成和存在状态可能是什么?地面形态会有什么特征?有没有地质活动?

10. 在寒冷的木卫一上观测到了频繁的火山爆发，并形成了著名的围绕木星的等离子环。在木卫一轨道上等离子体为何领先木卫一?木卫一上可能有类似地球的板块运动么?为何有频繁的火山?在木星潮汐力作用下，它的椭圆轨道为何还没有圆化?

11. 为什么我们相信木卫二表面是水冰而表面之下是液态水?如何估计木卫二地下水世界的水量?

12. 土卫六质量比月球小，为何能有大气?为什么土卫六大气层比地球大气层高?它的大气成分是什么?为何会出现甲烷雨?惠更斯号看到的乙烷湖中的冰卵石，说明了 什么?

13. 我们为何相信土卫二是表面有冰下面有液态水?为何还有地质活动?为何土卫二活动集中在南极上?

14. 海卫一有哪些地质活动存在的证据?旅行者二号观测到的氮气喷流是如何驱动的?它的逆行轨道说明了什么?这对它的未来有什么影响?

15. 为什么天王星会躺在黄道上自转?注意天王星卫星在天王星赤道面内绕转。如何

验证你的理论?

第六课

小行星

1. 主带小行星质量为什么那么小？周期为什么是那么分布的?

2. 主带小行星进入内太阳系、对地球造成威胁的原因是什么？概率该如何计算，可以从哪些方面 / 线索考虑概率的计算？有什么可行的防御措施?

3. 大天体通常是球形的，小天体的形状却通常不规则，这是为什么呢？又是什么因素塑造出小行星各种形态，是如何作用的。(引力作用下圆化和凝固时标对比。)

4. 小行星表面的粉尘来自何处？如何产生？又如何保持?

5. 木星前后的“特洛伊 / 希腊”小天体又是怎么回事?

彗星

6. 彗星与一般小行星如何区分？完备的比较它们的异同。

7. 一般彗星会有两条尾巴，它们都是什么，又是怎么产生的？它们的指向代表了什么呢？尘埃尾为什么会有条带状结构（各向异性）？彗星和彗尾是有颜色的，它们的颜色又代表了什么?

8. 地球上的水从何而来？地球上水的 H / D 比与 67P 不同，那是否意味着地球上的水不是来自彗星？H / D 比又是如何测量的呢？设备以及观测内容?

外太阳系小天体

9. 主带小行星、半人马座小天体、柯伊伯带天体，该如何区分它们，它们各自的特征是什么？它们的分群机制又是什么?

10. 小天体的轨道，有椭圆形的，也有双曲线形的，双曲线轨道都可以怎样产生？如何判断一个小天体是否来自太阳系外？仅靠轨道足够吗?

太阳系形成

11. 太阳系主要天体为什么都在同一平面上，且轨道偏心率较小?

12. 在太阳系形成的过程中，内部温度较高，可以比较容易的形成硅酸盐。外围温度低，硅酸盐的形成就会受到限制，那为什么彗星上会有硅酸盐?

13. 类木行星有两种形成理论，都是什么？如果是你，你会想如何验证这两种理论?

14. 太阳系早期演化过程中，大天体经历过行星迁移，那这种迁移的特征和动力学机制是什么？我们认为木星经历过从外到内的迁移，有什么证据来证明这件事？

15. 太阳系天体的分布遵从 Bode 定则，如何理解这一规律的形成过程？

第七课

系外行星探测

1. 已知的多种系外行星探测的手段，各种方法能测量到的信息是什么？优缺点又有哪些？

2. 用天体测量方法获取天体位置时，可能会发现天体位置在变化。那造成位置变化的可能因素都有哪些？该如何把行星对天体位置造成的影响区分出来？（行星造成的天体位置变化的量级，双星呢）

3. 当使用凌星法搜寻系外行星的时候，会获得一条光变曲线。在这条光变曲线中，包含了哪些信息？如何区分行星凌星的光变曲线和双星掩食的光变曲线？

4. 我们该如何测量恒星的视向速度，其技术难点有什么？我们测量到的恒星的视向速度，都会受到什么因素的影响？附近的行星对恒星视向速度影响的量级和时标大概是什么样的？

5. 从技术手段来讲，我们更容易在哪种恒星的附近发现行星？在实际观测中，有行星的 M 星的数量非常少，这是为什么呢？

6. JWST（CSST）上天后对系外行星搜寻会产生什么样的影响？

系外行星性质

7. 我们如何确定一颗系外行星的质量？又如何确定它的密度？

8. 现在已经观测到较多的系外行星，对之的统计分析都需要关注哪些因素？这些因素该如何测量？统计特征又是什么样的？

9. 系外行星往往拥有不可分辨的视直径，行星大气和表面的光谱分别该如何测量，分别提供了怎样的信息？

10. HD 209458b 的透射光谱中探测到了 Na 元素。行星大气中为什么会有 Na，产生途径有哪些？为什么我们关心 Na 的谱线？

11. 如何探测系外行星的大气厚度？系外行星往往距离较远，一般是采用什么作为示

踪物来测量的呢?

12. 在超级地球 GJ 1214b 上，有研究发现了其存在水云，他们是如何确认上面有水云的？大望远镜 + 高分辨率的光谱在这方面的研究中发挥了什么样的作用？

13. 热木星是如何形成的？为什么在太阳系中没有这样的热木星呢?

地外生命

14. Earth Similarity Index 是什么？生命是非常复杂的系统，但是在探测过程中的技术实现时，需要对模型做大量的简化，这种方法主要做了哪些简化，考虑了行星生命宜居性的哪些因素?

15. Drake 方程各个因子都代表什么？如何估计?

第八课

1. 如何测量太阳的转动？哪些线索可以用来测量？分别用什么仪器/技术测量？极区的自转测量有什么困难？在测量时，太阳表面的哪些活动会影响自转的测量?

2. 太阳的光谱为什么不是理想黑体谱？有吸收/发射线吗？有的话，是怎么来的?

3. 太阳大气成分与碳质球粒陨石（CI 型）的成分有相似之处，为什么会产生这种现象？并比较一下二者成分异同。

4. 如何测量太阳表面的温度？黑子温度？日珥温度？太阳大气通常分为光球层、色球层和日冕，为什么色球和日冕的温度会比光球高?

5. 我们该如何测量太阳磁场？原理是什么？ （可以用 Fe 的哪些谱线来测量？为什么呢？）

6. 一个永磁体的温度超过居里温度的时候，磁性会消失。但是太阳的温度远远高于居里温度，那太阳的磁场是怎么产生的？又是如何维持的？请简述相关理论。

7. 太阳黑子、日耳、太阳风与太阳磁场之间分别存在什么样的关系?

8. 太阳活动周期都体现在哪些方面上？对人类社会有什么影响？是如何对地球产生影响的？可以列举一些案例。人类对于太阳活动（比如黑子）的精细记录不过百年时间，我们可以从哪些线索了解太阳周期的历史?

9. 现在的太阳研究会在多个波段内进行。通常会使用哪些波段？不同的波段主要看到的是太阳哪些不同的部分或者现象?

10. 太阳的能源从何而来？有哪些猜想？我们是如何知道太阳内部在进行核聚变的？聚变产生的能量是如何传播到太阳表面的？有什么观测上的证据?

11. 太阳内部源源不断的进行轻核聚变释放光子, 如何估计一个光子从太阳核心产生到太阳表面需要花费多长时间?

12. 我们如何知道太阳更精细的分层结构的？类比地球地震的研究方式, 说明该如何利用太阳的震动研究其内部结构。

13. 中微子被看作是太阳聚变的直接证据，为什么？太阳中微子消失之谜指的是什么？是如何解决的?

14. 现在太阳的年龄是如何估计出来的？可以通过那些线索来估计?

15. 太阳是距离我们最近的恒星，也是研究的最为详细的恒星。人类对太阳的探测研究经过什么样的历程呢？简述太阳研究历史上 5 个你们觉得重要的事件或者里程碑式的探测任务。

第九课

恒星的测量

1. 我们该如何用三角视差测量一个恒星到我们的距离？三角视差观测历史悠久，它是怎么发展起来的？在技术上要有什么准备？今天的三角视差法发展到了什么程度？ Gaia 巡天能够给出天体精确的三维空间位置, 它采用了什么方法？若 CSST（中国空间站光学巡天望远镜）投入使用，你预计它会对天体的测量有什么贡献?

2. 没有绝对静止的恒星，我们是如何测量恒星的运动？太阳系附近恒星的速度大致都是多少?

3. 如何估计恒星的年龄？都有哪些方法？试着概述各类方法的适用范围以及优缺点。

4. 我们如何测量恒星的质量?

恒星的光与色

5. 恒星的视亮度是如何量化的？为什么使用作为流量对数的星等来定量？一个可靠、通用的星等零点是如何标定出来的?

6. 实际测量恒星的亮度都有可能受到哪些因素的影响?

7. 恒星为什么有不同的颜色？在光谱仪技术发达的今天，我们为什么还需要宽带测

光？测光观测与光谱观测的各有什么优势？

8. 人们都建立过哪些宽带多色测光系统？设计这些系统的滤光片都遵循了什么原则？不同测光系统的结果如何相互转化或对应？

9. 太阳是一颗 G2V 星，这些字母或数字的含义是什么？这样的规定是如何建立的？

10. 恒星除了连续的黑体谱，还有大量的原子谱线，这些谱线的强度都与哪些因素有关？氢的 Balmer 线，以及许多其他原子谱线的强度，都在特定光谱型恒星上存在最大值，这一最值的来由是什么？

11. 观测恒星谱线（Lines）时，常常得到 Voigt 线形，它是由什么机制产生的？谱线的轮廓都包含恒星的哪些信息？如何区分恒星大气中的分子谱线与原子谱线？

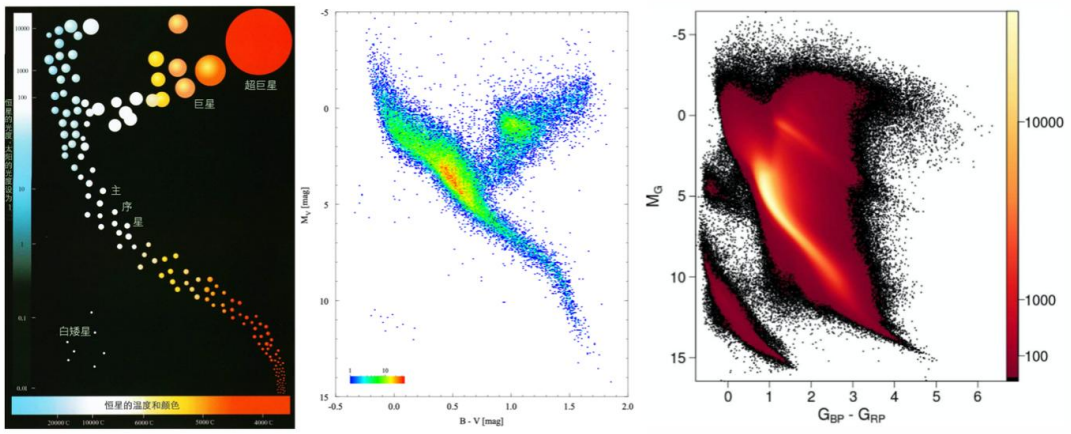
恒星的统计

12. 至今人们做了哪些努力来为天体登记造册？我们如何判断不同的观测（仪器内、仪器间）看到的是否是同一个天体？是否是星表中的某个已有天体？

13. 赫罗图中包含着恒星及其演化等诸多信息，是天文学中最重要概念之一。什么是赫罗图？它的横纵坐标都是怎么得来的？其上恒星的聚集方式（Clustering Pattern，如下左图）是怎么来的？

14. 如果有一对双星，它们整体在赫罗图上会与单个恒星有什么区别？为什么？我们如何在观测上确认双星的存在？

15. Gaia DR2 数据发布后，可得到如下右图所示的赫罗图，与课本中的赫罗图（如下中间的图片是 Hipparcos 卫星测量的恒星的赫罗图）有很大区别，是什么造成了它与标准赫罗图的偏移？



第十课

观测恒星间的物质

1. 当我们观测一颗遥远的恒星，我们该如何分辨其吸收谱线来自其大气或是星际介质？星际吸收线产生需要怎样的条件？它们的强度与什么因素有关？

星际介质

中性氢

2. 弥漫于宇宙环境中的中性氢是由 21cm 谱线来观测的，这一谱线是如何产生的？我们该如何进行观测？

3. 中性氢的发射及吸收线各在什么条件下产生？其蕴含了哪些天体物理信息？

4. 21cm 谱线能够反映星际介质的物质结构，对中性氢的观测是如何揭示银盘结构的？

星际尘埃

5. 描述星际介质中的尘埃对星光散射的 Mie Theory、地球大气对阳光的 Rayleigh 散射理论以及粒子的 Thompson 散射理论有什么异同？我们如何通过星际介质的散射行为估计其中尘埃的大小分布？

6. 来自于恒星的自然光一般认为是没有偏振的，但测量到一些恒星的辐射会存在一定程度的线偏振。这一观测现象的起源是什么？

7. 星际介质中存在许多尘埃，它们的来源是什么？其的成分在演化过程中会发生什么变化？什么样的机质会破坏星际尘埃？

8. 星际尘埃内外的物质组分往往存在区别，这与行星经历的内外物质分异有什么不同？如果利用探测器在太阳系中收集尘埃物质，我们该如何对其进行表征？如何判断收集到的尘埃是来自系外的星际介质？

9. 假设一个在全电磁波段都有发射的背景天体，在观测路径上的中性氢与尘埃对这一背景星光的衰减能力有什么不同？试着通过对衰减效率—波长作图说明。

星际分子

10. 星际介质中为什么能够产生复杂的有机分子？大量在地面环境下不稳定的自由基（radical，如 OH、CH，也称为开放壳（open—shell）分子）出现在星际介质中，它们为什么能稳定存在？

11. 当星际介质温度很低 (3—20K) 时，我们无法利用 21cm 谱线对中性氢进行观测，为什么？利用其他分子（e. g. CO，H + CN）谱线进行间接测量为什么是可行的？

星云与高温气体

12. 我们能够观测五颜六色的星云。星云的颜色代表了什么样的辐射过程？

13. HII 区、行星状星云和超新星遗迹有什么相同与不同之处？我们能通过何种手段对它们做出证认？

14. 银河系充斥着在 X 射线发射的高温（1e5—1e6K）电离气体，这些气体是如何形成并维持的？为什么我们很少观测到紫外发射的气体（～1e4K）？

总结

15. 总结星际介质存在的形态，它们各自的加热和冷却机制是什么？

第十一课

在原恒星之前

1. 原恒星形成的过程中，不同的物理过程对分子云坍缩为原恒星各起什么作用？

2. 引力与气体压力的竞争在坍缩的引发中起最为重要的作用，什么样的分子云（温度？质量？大小？……）可以塌缩形成原恒星？

3. 当有超新星爆炸等引发的外部激波存在时，为什么一个分子云更容易形成小质量恒星？

4. 对于被压缩的气体团块，其压力会变大从而平衡引力阻碍塌缩的进行，星际尘埃是如何帮助降低气体压力，使得压缩继续进行的？缺少尘埃的第一代恒星的形成过程和我们当前的恒星会有什么不同，能对我们寻找第一代恒星提供什么指导？

5. 什么是自由落体塌缩？为什么理想的自由落体塌缩会形成无数的小恒星？是什么阻止了这个情况的发生？

原恒星

6. 试着描述分子云坍缩至氘燃烧之前所发生的过程以及外部的表现？恒星的质量会对这些表现及其时标有什么影响？

7. 什么是林·忠四郎线（Hayashi Track）？在氘燃烧一定时期后发生了什么过程，使得原恒星沿着林·忠四郎线演化并进入主序的？

8. 在进入主序的过程中，原恒星周围的气体都去哪了？其中有哪些物理过程?

9. 讨论质量、元素丰度等物理参数的不同对恒星前主序演化的影响。

观测

10. 高分辨率的观测可以对原恒星周围的气体盘进行直接观测，我们有哪些方法可以获得这些气体的质量?

11. 除了直接观测，还有哪些方式可以揭示尘埃与气体的存在并测量它们的性质?

12. Herbig—Haro 天体是什么？其为什么会产生喷流？为什么其喷流速度在 100 km/s 的量级?

13. PCygni 线是怎么产生的？有哪些天体物理过程可能产生 PCygni 线？那逆 PCygni 线呢?

14. T Tauri stars 是什么？其有什么特征？ FU Orionis stars 又是什么？有什么特征?

15. Ae/Be 星是什么？其巴尔默发射线和红外盈余都是怎么产生的？一定会同时存在吗？为什么?

第十二课

恒星内部物理

1. 光场的温度与物质各种温度描述的都是什么？这些不同的温度什么时候可以趋于一致？什么叫“细致平衡”?

2. 以温度和密度为主要物理因素, 分析恒星内的辐射压和气体压分别在什么情况下起主导作用？试图半定量地给出一个大致的分界线。

3. 以温度和密度为主要因素，分析恒星中物质在什么情况下会处于简并态？试着在 Q—T（密度—温度）坐标系中画出简并与非简并的大致分界线并给出半定量的分析。

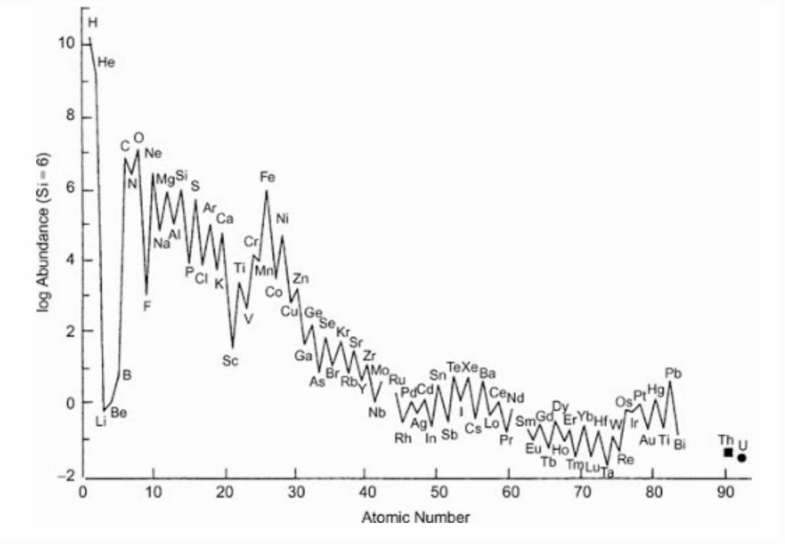
4. 物质与光子反应的截面指的是什么？k 描述的是什么？恒星不透明度（Opacity）的产生都有哪些物理过程的参与？与温度和密度的关系是什么?

恒星的能源

5. pp—chain，CNO cycle，3aα反应分别指什么？它们主要进行在哪些温度范围？为什么会这样？相比今天的恒星，第一代恒星的燃烧过程会有怎样的不同?

6. 为什么太阳中原子丰度随相对原子质量呈大致的锯齿状？除少数轻元素外, 铁的含

量最高，为什么？铁的结合能最大，是否意味着恒星的核聚变终止于铁呢？



7. 恒星如何维持稳定的核燃烧而没有像氢弹一样剧烈地爆炸？

恒星的结构与成分

8. 能量传递有三种机制：传导、辐射、对流。为什么在恒星中，我们一般不考虑传导这一传热方式？请分析恒星中不同传递机制在什么情况下起主要作用，并说明原因。

9. 不同质量的恒星内部结构有哪些区别？以质量为横轴，归一化半径（r/R）为纵轴，画出不同质量恒星对流区和辐射区的分界线的变化情况。

10. 描述恒星结构的基本方程和输入物理量，分析如何设定边界条件和初始条件。每一个方程的物理内涵是什么？

11. 恒星如何形成质光关系？光度不严格正比于质量三次方受哪些物理因素的影响？指出这些因素如何变化会使指数＞3，如何变化会使指数＜3？

12. 太阳不同半径位置拥有不同的氢氦丰度，请回答下图中的问题，并分析如果恒星质量增大或减小，图中曲线会发生怎样的变化？

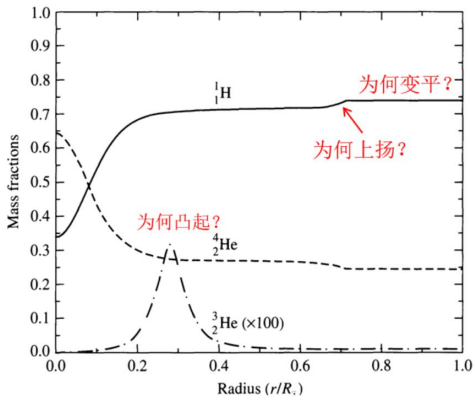


FIGURE 11.3 The abundances of $^1_1$H, $^3_2$He, and $^4_2$He as a function of radius for the Sun. Note that the abundance of $^3_2$He is multiplied by a factor of 100. (Data from Bahcall, Pinsonneault, and Basu, *Ap. J.*, *555*, 990, 2001.)

13. 临边昏暗现象是什么？请解释其产生的主要原因，分析有没有可能产生临边增亮现象？需要什么条件？

14. 巴尔默跳变指的是什么？在哪些类型的恒星上可以观测到？

15. 为什么恒星不能无限大？影响恒星质量和光度上限有哪些主要原因？

第十三课

单恒星演化

1. 什么是主序?主序星离开主序的标志是什么?如何估计不同质量恒星在主序上的时标?

2. 元素丰度对主序星的影响是什么?对初始质量相同的主序恒星,初始氢的占比提高会使其在赫罗图上的位置向哪个方向移动?

3. 在主序演化中,恒星从内到外都发生了什么样的变化?类太阳恒星与大质量恒星在这一过程中有什么不一样的行为?它们在主序演化中,在赫罗图上的移动方式都是怎样的?

4. 类太阳恒星在离开主序后,其红巨星阶段内外都发生了什么变化?试着描述恒星在这一阶段于赫罗图上留下的径迹。

5. 类太阳恒星的红巨星阶段终结于氦闪,氦闪是什么?类太阳星发生氦闪都需要什么物理条件?氦闪的后果是什么?

6. 什么是水平支?什么是渐进巨星支?描述氦闪之后类太阳星的演化轨迹及其外包络、氢燃烧区域、氦燃烧区域大小的相对变化。这体现了什么物理内涵?

7. PAGB 是什么?它是怎么产生的?为什么会有越来越长的脉冲间隔?

8. 极低质量恒星(<0. 26 太阳质量)与类太阳质量恒星的主序后演化有什么异同?较高质量恒星(>~2. 5 太阳质量)呢?高质量(>~10 太阳质量)呢?

9. 在恒星主序后演化的过程中,哪些情况下会产生物质上翻(dredge-up)?

10. 为什么有些恒星会产生脉动?都有哪些种类的周期变星?为什么会产生周光关系?

11. 红团簇巨星是什么?它为什么会在赫罗图上聚集成团?为什么可以作为标准烛光来测距?红团簇巨星如果用做标准烛光测距,需要注意什么?

双星演化

12. 什么是“大陵佯谬〃?它是如何解释的?双星之间是如何进行物质交换的?

13. 什么是蓝离散星?它从星团的赫罗图 pattern 中脱离出来的原因是什么?

星团恒星演化

14. 等龄线(Isochrone)是什么?绘制一条等龄线都需要知道哪些参数冫如何用等龄线估算一颗恒星的年龄?如何降低恒星年龄估算的误差?

15. 同一个星团中的恒星有什么共同特点?它们在赫罗图上存在一个主序拐点,这一特征是怎么产生的?如何通过它估算星团的年龄和距离?为什么星团的年龄可以精确的估计?

第十四课

恒星的终点

1. 中小质量恒星的终点是白矮星。一般会形成哪些种类的白矮星?为什么现在主序后演化无法生成氦白矮星?我们观测到的氦白矮星是如何形成的?

2. 大质量恒星接近演化终点时,往往伴随着剧烈的活动与最终的超新星爆发。不同质量的大质量恒星的演化途径都是什么?LBV、WN、WC、WR、Of、RSG、BSG 都指的是什么?大质量恒星的演化过程存在一定的不确定性,这是哪些因素造成的?

超新星

3. 核塌缩型超新星是怎么产生的?重元素(例如铂族元素、稀土元素等)是如何在这个过程中被合成的?有没有其他的过程可以合成重元素?

4. 利用历史记录与现代巡天数据,我们会发现很多超新星并进行分类。那么都有哪些

种类的超新星?分类的主要判据是什么?为什么使用这些判据?

5. 超新星的前身星一般不会超过-10 等,但超新星爆发时会比其亮千倍。为什么前身星的光度存在上限?超新星极高光度的来源是什么?

6. 实际观测到的不同的 Ia 型超新星的峰值光度与衰减速率都存在区别,那么为什么它还能作为可标准化的烛光?这一标准化是怎么实现的?

致密天体

7. 白矮星/中子星的质量为什么会有上限?是如何推导的?白矮星质量超过其上限时,会形成 Ia 型超新星。白矮星都有哪些途径超过这一上限?

8. 白矮星拥有怎样的物质与温度结构?白矮星为什么会有一个等温核?中子星的内部结构都有哪些理论?从观测上如何进行证实?

9. 致密的白矮星是怎么发现的?对于已有的白矮星观测,我们如何进行分类?白矮星吸收线的宽度较大,其产生的机制是什么?为什么这种机制在白矮星上十分突出?

10. 包括我国 FAST 在内的射电望远镜都在大量地发现脉冲星,它们被认为是快速旋转的中子星。它们是如何产生射电脉冲的?观测都发现了哪些种类的脉冲星?它们在 P-P 图上是如何分布的?

11. 黑洞可以由哪三个参数来唯一描述?黑洞的视界面如何定义?黑洞本身不发光,我们都有哪些观测手段来发现它

12. 物质被致密天体吸积的过程中,重力势能转化为动能,最后以热辐射的形式释放出去。不同致密天体这一过程的能量转化效率与核聚变相比是怎样的?辐射的特征频率是什么样的?为什么吸积往往伴随着盘风、外流或喷流
(disk wind, outflow or jet)?

13. 致密天体的质量是如何测量的?白矮星的质量分布有何特点?中子星到黑洞在质量分布上存在一个观测上的间隙,这可能是由什么造成的?

总结

14. 观测中看到的 Dwarf Nova、Nova、 Supernova、 Hypernova、 Kilonova 都指的是什么?它们都对应了什么物理场景?

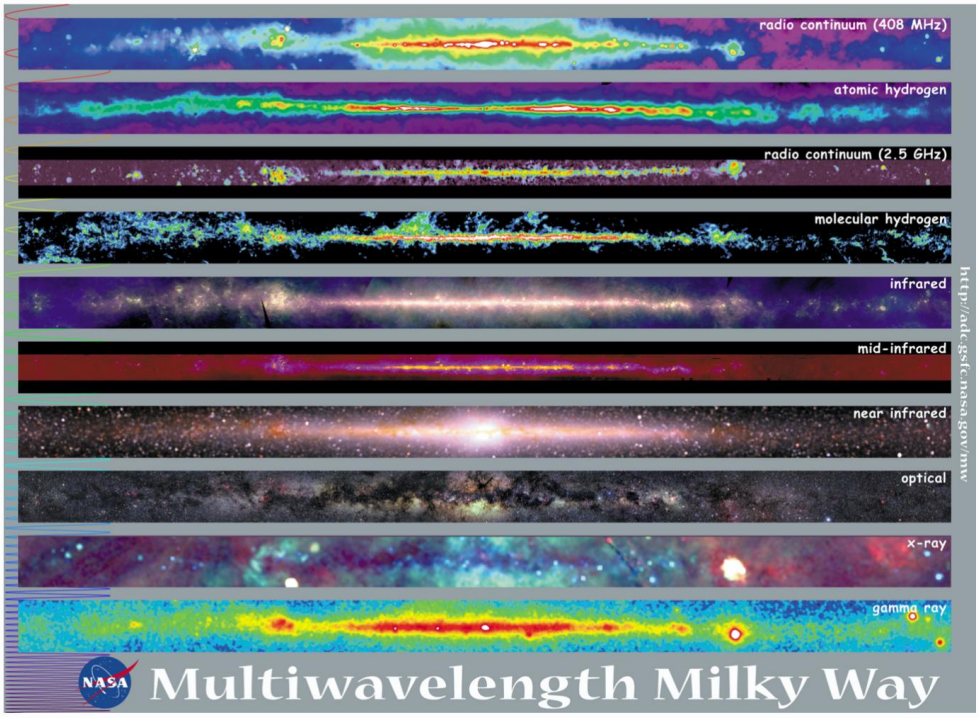
15. 伽马暴(GRB)和快速射电暴(FRB)都是什么?都有哪些理论解释?我们要怎么证实?

第十五课

整体

1. Kapteyn 宇宙观是什么?这一宇宙观有什么意义?存在什么问题? Shapley 和 Curtis 都有什么宇宙观?各有什么对错?他们的分歧最终是如何解决的?

2. 光学波段的观测不能探测整个银河的结构,为什么?不同波段的观测(如图)都展现了银河系的哪些不同信息?



3. 银河系包括核球、银晕和银盘这三个区域。各个区域的尺度和质量大概是多少?它们各自的主要组成成分是什么?有什么异同?

4. 星族 I/I/Ⅲ的分类标准是什么?各个星族都有什么特点?它们是如何揭示银河系化学丰度演化的?

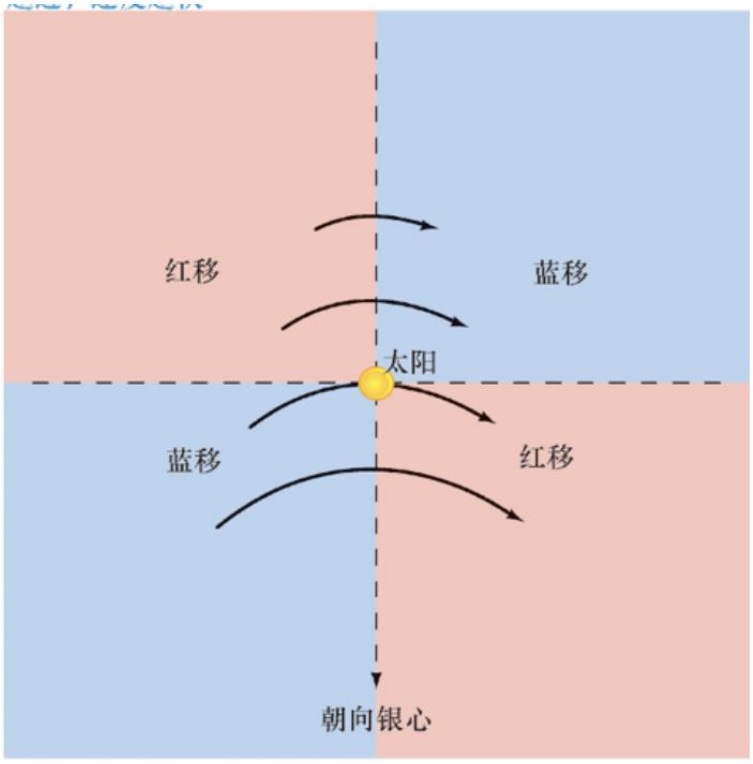
5. 太阳附近的恒星可能是银盘上的,也可能是银晕中的,该如何鉴别这些恒星的归属?请从化学组成和运动学特征来描述盘星和晕星的区别。

6. 银河系旋转曲线是什么?是如何得到的?旋转曲线的形状能够说明什么问题?根据旋转曲线估计银河系中暗物质所占比例大概是多少?

7. 银河系的形成经历了怎样的过程?这些过程是如何决定其当今的结构的?

银盘

8. Oort 是如何证明银盘上的恒星在围绕银心做开普勒运动的?如何利用 Oort 常数测量太阳近邻天体的视向和切向速度?



9. 尽管我们位于银河系内部,但是我们仍然可以通过多种手段知道银河系有旋臂结构。那么在历史上,我们是如何一步步探知银河系旋臂结构的?

10. 什么是密度波理论?密度波的存在如何影响银河系的结构?银河系的密度波是如何形成的?

银晕

11. 银晕中的物质来自哪里?其为什么呈一个球状的分布?为什么银晕中没有年轻恒星?

12. 银晕上存在许多的星流,它们是如何被发现的?是如何形成的?

核球

13. 核球的恒星密度和银盘、银晕相比如何,各自的数密度大约是什么量级?有研究认为核球处存在棒状结构,这结构如何产生并稳定存在?观测上如何证实?

14. 分子云主要分布在银盘上,核球部分很少,很难形成恒星,那么核球部分的大质量恒星是从哪里来的?

15. 银河系中心存在黑洞吗?有什么证据?如何测定其质量?事件视界望远镜(EHT)对黑洞进行成像的方法是什么?

第十六课

星系分类

1. 星系的形态是多种多样的，在研究上应该关注星系的哪些特征?在简单形态上都有哪些分类?哈勃音叉为什么出 现分叉?

2. Tully-Fisher 关系是什么?这样的关系起源于何处?如何利用这一关系测量星系的距离?Faber-Jackson 关系呢?

星系演化

3. 哈勃定律描述的是什么?它对早期宇宙的推论是什么?我们为什么能通过深场图像看到早期宇宙?

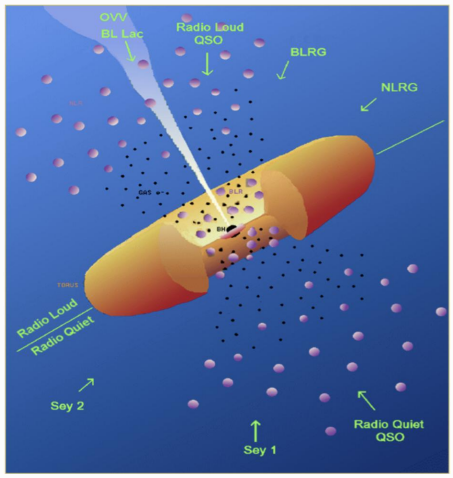
4. 早期宇宙的星系与现在相比有什么区别?为什么早期宇宙中一定会发生星系碰撞?

5. 星系演化过程中形态是如何演化的?主并合、次并合是什么?为什么星系团中心大星系没有漩涡星系?

活动星系核

6. 什么是活动星系核?活动星系核都有哪些种类?为什么活动星系核那么亮?其中心存在黑洞都可以有哪些证据?

7. 不同活动星系如何用统一理论来描述?统一理论如何解释不同光谱特征?谱能量分布与普通星系存在什么区别?



8. 活动星系核为什么会产生相对论性喷流?有哪些观测支持这一理论?视超光速现象是什么?如何解释?

星系黑洞共同演化

9. 星系中心的超大质量黑洞是如何形成的?都有哪些理论?

10. 哪些证据表明星系与中心黑洞是共同演化的?为什么星系恒星形成率越来越小?中心黑洞活动性也越来越小?

第十七课

宇宙学

1. 奥伯斯佯谬是什么?对这个问题的认识推翻了我们对宇宙认知的哪些假设?当今宇宙学的基本假设是什么?

2. 宇宙作为一个整体可以用广义相对论来研究，其中的 FRW 度规是干什么的?为什么会有宇宙学红移?什么情况 下会有宇宙学蓝移?

3. 在动态宇宙中该如何描述物体之间的距离(共动距离、光度距离、角直径距离)?为什么光度距离 和红移有 关系，而角直径距离没有?

4. 什么是尺度因子?尺度因子如何和距离联系?尺度因子演化由哪些因素确定?如何达成加速膨胀?

5. 什么是宇宙的临界密度?宇宙密度有哪些因素贡献?又如何随时间(随尺度因子)演化?

观测

6. 从三角视差开始直到哈勃定律，回顾距离阶梯的建立历程，及每一步所需的物理手段(地球半径?地月距离?日 地距离?邻近恒星的距离?遥远恒星的距离?邻近星系的距离?遥远星系的距离?)。

7. 宇宙的年龄和大小与哈勃常数密切相关，都有哪些方法可以测量哈勃常数?Hubble Tension 描述的是什么问 题?

8. 如何测量宇宙膨胀的加速度?SNIa 看起来比纯物质宇宙预测的要暗是什么意思?Concordance 宇宙模型中各种成 分的比例是什么?

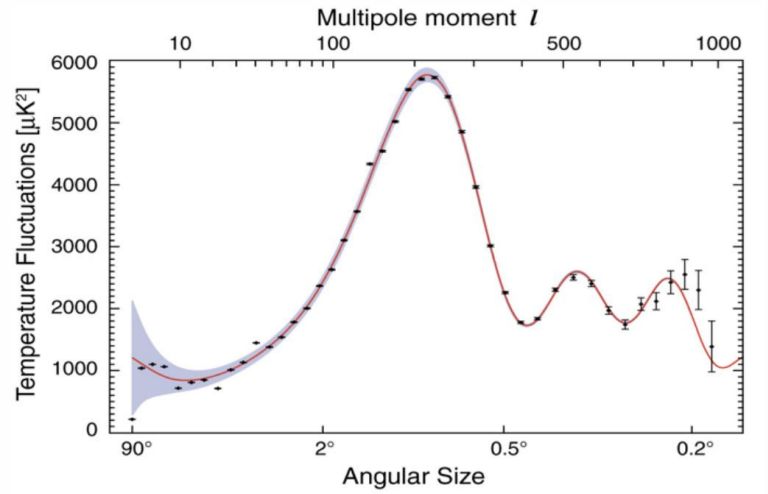
9. 为什么说存在暗物质?有哪些方面的证据?星系团 X 射线辐射观测、地下暗物质探

测、太阳系邻域搜寻以及弱引 力透镜等暗物质探测手段的原理各是什么?

10. 在宇宙学的研究中有多个地面和空间项目做出了巨大的贡献，试列举几个著名的项目，并描述其贡献。

第十八课

1. 宇宙最初的三分钟都发生了什么?简单叙述一下这段时间。
2. 早期极高温的宇宙中，都有哪些基本粒子处于热平衡状态(存在于“热汤”之中)?
3. 基本粒子为什么会 Freeze out?顺序如何?Freeze out 的温度为何不同?
4. 原初元素在什么时候开始形成?当时的 n/p(中子质子之比)如何计算?氢氦比呢?
5. 物质和辐射为什么会退耦?会造成什么后果以及观测上的结果?
6. 宇宙早期黑暗时代是什么?再电离指的又是什么?为什么会发生再电离?
7. 宇宙为什么会演化出大尺度结构?暗物质在宇宙结构形成过程中起怎样的作用?
8. 宇宙微波背景是什么?为什么在大尺度上是均匀的?小尺度上的波动是如何产生的?下图是 CMB 功率谱，这张图中能够反映出哪些信息?



9. CMB 上的声速视界如何探测?有多大?它又如何显示在星系密度上?如何通过研究星系密度研究声速视界?

10. 宇宙膨胀有哪三个问题?暴胀理论如何克服这些问题?如何检验宇宙的暴胀?

附件 2

北京市青少年拔尖人才培养特色夏（冬）令营组织实施方案

为深入贯彻落实党的二十大、二十届三中全会和全国教育大会精神，落实习近平总书记在二十届中共中央政治局第三次和第五次集体学习时的重要讲话精神，加强高校与高中协同育人，为培养拔尖创新人才奠定基础，组织开展北京市青少年拔尖人才培养特色夏（冬）令营活动。活动坚持“试点先行、逐步扩展、稳步推进”的工作思路，在部分高校和部分领域先行试点，待工作机制成熟后逐步拓展范围，面向中外师生提供学习交流机会，力争办出特色、办出水平、办成品牌。

一、活动目的

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指引，全面贯彻落实党的二十届三中全会关于“分类推进高校改革，建立科技发展、国家战略需求牵引的学科设置调整机制和人才培养模式，超常布局急需学科专业，加强基础学科、新兴学科、交叉学科建设和拔尖人才培养”的要求。

充分发挥高校作用，探索高校与高中联合开展拔尖创新人才衔接贯通培养的模式。全面提升首都青少年的科学精神、创新意识和实践能力，在普及、提高的基础上，着力培

育具备科学家潜质、愿意献身科学研究事业的青少年群体，为培养拔尖创新人才厚植沃土。

二、活动主题

北京市青少年拔尖人才培养特色夏（冬）令营活动主要包括天文、数学和人工智能、物理、航天、空天五个主题。中国科学院大学主要承接天文领域的人才培养，清华大学主要承接数学和人工智能领域的人才培养，北京大学主要承接物理领域的人才培养，北京航空航天大学主要承接航天领域的人才培养，北京理工大学主要承接空天领域的人才培养。

三、活动时间

北京市青少年拔尖人才培养特色夏（冬）令营活动分为集中实践和月度课堂两部分，安排在两个时间段开展。“夏（冬）令营集中实践”活动，每年暑假、寒假各一期，每期10天左右。“每月科学课堂”活动，每月组织1—2次科学家走进中小学校开展科学讲座、报告等活动。

四、学员遴选

夏（冬）令营集中实践活动的学员，以北京青少年拔尖创新人才培养基地（中学）学生为主，同时通过集团、学区等育人新载体辐射覆盖全市优秀学生，每期30—40名学员左右。学员推荐条件：一是品学兼优、学有余力；二是对天文、数学和人工智能、物理、航天、空天等领域有浓厚兴趣，具有一定的知识储备；三是在市、区、校各类相关活动和竞赛中表现突出。每月科学课堂面向全市学生。

五、承办单位

1. 主办单位：中国科学院大学、清华大学、北京大学、北京航空航天大学、北京理工大学 5 所高校和北京青少年创新学院。

2. 承办单位：区级创新学院、北京青少年拔尖创新人才培养基地（中学）。学校可联合少年宫、科技馆等单位联合承办。

六、内容方式

（一）集中实践活动。主要采取集中与分散相结合，长、短课互为补充，讲座、报告为引导，项目式学习贯穿全过程的教与学、探与研相融合的方式开展。

1. 前置段。采用线上课程方式，补充学生培养所需相关知识和内容。

2. 集中段。一是大师引领。邀请相关领域著名院士、专家等，为学员做主题报告，展现大师风采，品味大师科学人生，感悟科学家精神。二是导师指导。充分利用高校相关学科资源优势，积极调动名家、名师指导学生集中开展线下科学实践活动，到重点实验室、校史馆等校内科研场所参观学习，到国家天文台、中科院怀柔太阳站等校外场地开展项目式学习，进行科研实践与体验，了解科学原理，学习科学知识，提升科学兴趣。三是同伴共探。高校选拔优秀在读大学生与学员交流互动，分享成长经历，传授成才经验，解答关切问题等，帮助学员了解大学生活，树立科技报国志向，帮助其健康快速成长。

3. 评价段。学员在导师指导下完成学习报告，开展学生自评、互评、导师评价等。学生参加活动情况纳入学生综合素质评价内容。

（二）每月科学课堂。采取线上线下结合方式，高校组织相关领域著名院士、专家等开展专题系列讲座，引导学生树立科技强国的远大志向，激发科学兴趣，有组织、有重点的丰富拓展相关领域知识储备。

七、工作保障

（一）强化组织保障。市教委联动市科委中关村管委会、市科协，加强统筹协调，市创新学院对接各高校、中学，组织开展夏（冬）令营活动。各主办和承办单位加强组织领导，按照“谁主管、谁负责，谁组织、谁负责”原则，制定具体活动方案和安全预案，加强线上活动和各类资源内容的审核，抓好责任落实，加强舆情监控和处置，确保活动过程中不出现任何安全事故。

（二）加强师资培养。各高校组织专家、教师及助教作为授课教师，保障集中段的教学和“每月科学课堂”。北京青少年创新学院组织相关领域骨干教师重点保障学生前置段的教学。学生所在学校选派教师保障学生学习过程中的管理和指导。大、中教学团队充分交流研讨，有机衔接配合，打造拔尖创新人才培养的优秀教师队伍。各高校和中学要加大对教师参与夏（冬）令营活动的支持力度，将相关工作纳入工作量，作为考核评价的参考。

（三）做好经费保障。夏（冬）令营不收取学生费用，试点阶段产生的费用由北京青少年创新学院（北京教科院支持）承担，相关费用主要涉及专家讲课费、劳务费、餐费、交通费、印刷费、实验耗材费等费用。后续拓展活动范围后，逐步建立市、区两级经费承担方式。

中国科学院大学2025年教育教学成果奖获奖名单

序号	奖项等级	推荐单位	成果名称	成果完成人
1	特等奖	物理科学学院	拔尖人才培养新模式——物理学专业低年级书院式辅导育人模式构建与实践	郑阳恒,高琛,吴佳俊,张海龙,刘倩,孙雅文,张余洋,钱文斌,贾凤东,傅金林
2	特等奖	计算机科学与技术学院	突破“三座大山”：中国智能计算系统全栈人才培养探索与实践	陈云霁,李玲,李威,杜子东,郭崎,周兴社,王源,王超,陈全,何召锋,刘伟峰,翟季冬,赵永威,张蕊,张欣
3	特等奖	电子电气与通信工程学院	从启发到创知——基于科教融合的电子信息工程专业教学体系创新与探索	吴一戎,卢葱葱,王宇,孙应飞,周春晖,张永合,张德生,马幅美
4	特等奖	经济与管理学院	“部院”协同:教育科技人才一体化经管育人模式创新与先行实践	董纪昌,汪寿阳,刘颖,肖俊,王珏,田英杰,熊金武,荆中博,房勇

5	一等奖	天文与空间科学学院	AI 赋能的高等天文学学习社区实践	刘继峰,王松,孙宁晨,黄样,王鑫,毛永娜,李瑀旸
6	一等奖	工程科学学院	交叉创新型人才“教学研”进阶式培养模式探索与实践	张年梅,潘君华
7	一等奖	航空宇航学院	三位一体融合创新航空航天总师型人才培养探索与实践	朱俊强,徐纲,蔡远利,洪慧,卢新根,赵海峰,马晓平,王生,李盛阳,杜娟
8	一等奖	化学科学学院	引进高水平青年教师助力化学专业本科拔尖人才培养	周克斌,伦正言,张凤娇,陈祥雨,倪振杰,崔巍,陈凯凯,王彤
9	一等奖	化学科学学院	能力导向的分析化学实验课程教学改革	李向军,姚鑫,赵红,王登超,徐庆岭
10	一等奖	材料科学与光电技术学院	《材料科学基础》课程教学体系的重构、创新与实践	杨军

11	一等奖	地球与行星科学学院	高等构造地质学教材、教学与实践	侯泉林,刘庆,郭谦谦
12	一等奖	资源与环境学院	基于筑牢基础、创新引领、思政融合教学理念的《生态系统生态学》（课程）	白永飞,黄建辉,王艳芬
13	一等奖	资源与环境学院	科教融合下的地理信息科学从基础到前沿贯通式课程体系创新与实践	周成虎,李润奎,苏奋振,裴韬,杜云艳,马廷,宋现锋
14	一等奖	生命科学学院	见微知著，追求卓越——面向本-研贯通培养的《细胞生物学》课程体系建设	卫涛涛,丁文军,胡俊杰,陆忠兵
15	一等奖	计算机科学与技术学院	依托“一课三室”科教产融合贯通式培养计算机系统与处理器芯片拔尖创新人才	张科,常轶松,王亚洲,张思,刘士祺,郭晓康,王元卓
16	一等奖	人工智能学院	面向通用 AI 的语言智能教学体系建设与实践	宗成庆,赵军,张家俊,刘康,何世柱,刘斌,陈玉博,赵阳,王少楠

17	一等奖	外语系	学术英语教学体系建设	高原,于华,姜文东,张红晖,郑群,洪雷,刘彬
18	一等奖	南京学院	科教深度融合新生态——本研一体化卓越创新人才培养模式研究与实践	杨桂山,华伟,周宏仓,范晓松,张玉军,张华良,吕静,刘勤,顾维玮,王岚,罗晓燕,徐倩,郑瑞,宋洁,李吉豫
19	一等奖	杭州高等研究院	“一核两翼三全四融”的理工类高层次人才培养体系探索与实践	郑崇辉,吴家章,蒋金魁,杜鹃,蔡车国,郑宇化,张海燕
20	一等奖	地质与地球物理研究所	核心素养导向的研究生新地学野外教学课程设计与实践	吴福元,林伟,彭澎,刘立波,艾印双
21	一等奖	空天信息创新研究院	聚焦国家重大工程任务的电子信息类工程博士研究生培养模式探索与实践	王宇,吴一戎,王艳芬,付琨,卢葱葱,王济洲,赵永利,续宗祥,张永合
22	一等奖	软件研究所	面向国家需求的集成式本硕博贯通软件人才培养体系创新与实践	张健,沈海华,魏峻,严俊,蔡少伟

23	一等奖	微电子研究所	新时代“科教产”协同融合培养模式创新与实践--以存储技术人才培养为例	李泠,刘明,王盛凯,焦建彬,罗庆,霍宗亮,赵超,李蒙蒙,李芹,吴璇,白璐,王璐,李惠子,宋茜文,殷良,尚大山,张锋,卢年端,邢国忠,窦春萌,许晓欣,汪令飞,耿玓
24	一等奖	自动化研究所	先进机器人研究生创新能力培养	谭民,程龙,侯增广,王硕,吴正兴,徐德,景奉水,曹志强,王宇,王双翌
25	二等奖	天文与空间科学学院	天文实验-射电望远镜设计与实现	李建斌,于京龙,刘鸿飞
26	二等奖	化学工程学院	聚焦过程工程共性科学问题，构建大工科“研-教”协同教学模式	公旭中,王明涌
27	二等奖	生命科学学院	“资源植物学”创新课程体系构建与实践	田世平,景海春,王亮生

28	二等奖	现代农业科学学院	激发学生崇农、爱农、敬农情怀-作物生理与高效农业课程设计与教学创新	杨文强,王柏臣,宋献军,刘永秀
29	二等奖	计算机科学与技术学院	科教融合、产学协同——人工智能创新人才自主培养模式的探索与实践	张新峰,黄庆明,徐俊刚
30	二等奖	网络空间安全学院	科教融合的网络安全创新人才培养模式与实践	李凤华,牛犇,郭云川,房梁,李子孚
31	二等奖	电子电气与通信工程学院	“遥感原理及图像处理”课程创新与实践——多维度融合的遥感人才培养模式	闫冬梅
32	二等奖	电子电气与通信工程学院	面向工程实践应用能力培养的数字逻辑电路实验教学改革创新与实践	刘霖,张德生,周萱,江率,赵麒瑞
33	二等奖	电子电气与通信工程学院	《毫米波无线感知》课件	梁兴东,李焱磊

34	二等奖	集成电路学院	集成电路 EDA 校企协同课程模式创新与实践	韦亚一,邵花,韩丹丹,邓森
35	二等奖	人工智能学院	《强化学习》：科教融合引前沿，以赛促学重实践	赵冬斌,朱圆恒,张启超,李浩然
36	二等奖	经济与管理学院	“教-赛-学-研-用”五位一体的创新创业人才培养模式	卢涛,胡毅,彭赓
37	二等奖	经济与管理学院	面向数字化时代的工商管理交叉人才培养	许健,李建平,田英杰,孙毅,肖俊,董纪昌,汪寿阳,李秀婷,刘颖
38	二等奖	国际学院	“一带一路”视域下低碳清洁燃烧科教融合创新教学与研究生培养实践	田振玉
39	二等奖	人居科学学院	艺术与科学美育跨学科研究与实践	石自东

40	二等奖	杭州高等研究院	“三创”人才培养密码：“双螺旋三融合四维协同”模式创新与实践	周燕,李清水,蔡车国,邱枫,潘明忠,杨学宗,郑宇化,李政,王海伦,贾维剑,谢炯,赵夫涛
41	二等奖	成都山地灾害与环境研究所	科教融合·三阶三育：山地科学科普教学育人模式的创新与实践	张文敬,谢洪,胡颖,姚彩云
42	二等奖	空天信息创新研究院	面向国家重大需求的拔尖创新人才贯通式实践育人体系构建	付琨,胡玉新,马振钧,丁云云,刘畅
43	二等奖	理化技术研究所	《科教协同育英才，三位一体创范式——理化所本研贯通拔尖人才培养的创新实践》	王树涛,丁黎,邱波,吴疆鄂,孙国翠,江宇航,王涛,张谨,代丹,陈晨
44	二等奖	西北生态环境资源研究院	依托优势师资力量，加强课程体系建设，促进教育教学成果产出，培育一流人才	冯起,刘晓东,宋芳萍,陈辉,陈茹,曹占元,邓姣婧