

## 行星大气

1. 太阳系有八大行星，分别是哪几个？

答：八大行星。水，金，地，火，木，土，天王，海王。

2. 金星地表温度比地球热得多，为什么金星发射谱显示的温度比地球冷？

答：金星的大气很厚，实际上只有高层大气发出的红外辐射能进入太空，因此发射谱显示的是寒冷的高层大气的温度。

3. 一颗行星是否适合生命存在，主要取决于什么条件？

答：地表液态水、恒星辐射、行星轨道、大气成分、臭氧层、板块构造、磁场等。

## 气候

4. 大气的主要成分一般指哪几种气体？

答：氮气(N<sub>2</sub>)、氧气(O<sub>2</sub>)、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、氩气(Ar)

5. 地球大气的演化受外部过程、内部过程和生物过程的影响，请每个过程各举一例。

答：外部过程：太阳辐射、太阳风、粒子流的撞击；

内部过程：火山作用、板块运动；

生物过程：呼吸作用、光合作用。

6. 地球上的氧气含量经历了什么样的变化？

答：氧气共经历了两次突增，分别位于距今 24.5 亿年前和 5.42 亿年前，最终达到当今的浓度。

详细过程：在 38.5 亿年前到 24.5 亿年前，地球大气中基本没有氧气，除了浅海有部分溶解氧之外，海洋也处于缺氧的状态；24.5 亿年前至 18.5 亿年前，大氧化事件发生，大气中的氧含量增加至 0.02-0.04atm；在之后的 10 亿年内，氧气不断从海洋中释放，但基本被陆面所吸收，大气中氧含量没有明显变化；从距今 8.5 亿年开始，陆面对氧气的吸收能力基本饱和，大气中氧含量开始累积，在中生代一度达到 0.3atm 的水平，最终回到了当前 0.21atm 的大气氧含量。

7. 请列举两个可能导致地球平均温度降低从而进入冰封状态的因素？

答：温室气体浓度降低，地球轨道变化，板块运动。

8. 中生代能支持恐龙等大型陆生爬行动物的气候条件有哪些？

答：温暖的气候和较高的氧气浓度。

详细答案：中生代的气候非常温暖，茂密的植物为陆生爬行动物提供了足够的食物，同时较现在更高的氧气含量有利于动物从有机物中转化能量，从而能支撑更大的体型。

9. 为什么恐龙化石在全球各个大陆都有分布？

答：恐龙生活的中生代，各个大陆连接在一起，恐龙可以通过陆地迁徙的方式在所有地方留下痕迹。

## 物理海洋学

10. 为什么海水相比于陆地对大气的热量影响更重要？

答：(1) 因为海水是流体，可以发生横向或纵向的流动或混合流动，并可达到很大的深度，而陆地只有表面一层吸热放热。(2) 海水的比热容大，水的热容量为陆地表面的 2 倍。

11. 干净的海水为什么是蓝的？

答：因为蓝光波长短，海水对蓝光的散射强。

12. 海啸时远洋的船是否会被掀翻？

答：不会，海啸只有到了比较浅的地方才会加速并堆积成大浪，远洋中感觉不到。

13. 南极海上的冰有几十米厚吗？

答：没有，最主要是因为冰会把水和空气隔开，阻止海冰进一步形成。

14. 北极和南极的海水哪一个淡一点？

答：北极，因为北极附近有河水流入。

15. 为什么海水蒸发在冬季反而比夏季强？

答：因为冬季风更强，波浪会增大蒸发面积；此外，夏天空气比海水热，蒸发出的水汽不易上升阻碍了进一步蒸发。

16. 海洋平均有多深？海洋最深处是在哪里？

答：约 3800m，最深处在马里亚纳海沟，约有 10km。

17. 哥伦布 1492 年向西到达北美洲用了 37 天，1493 年向南绕了远路反而只用了 20 天？

答：因为西班牙的纬度上海水向东流，偏西风，而南边则是向西的北赤道暖流，偏东风。

18. “北极放大器”指北极地区对全球气候变化的敏感程度比其他区域敏感很多，北极地区变温幅度是全球平均值的数倍。这是为什么？

答：北极海冰的气候正反馈作用。

19. 冰盖、冰架有什么区别？

答：冰盖是指长期覆盖在陆地上的面积大于 5 万平方千米的冰体。又称大陆冰川，简称冰盖。地球上目前尚存的有南极冰盖和格陵兰冰盖等。

冰架是指陆地冰、或与大陆架相连的冰体（如北极冰架），延伸到海洋的那部分。崩解后的冰架成为冰山，或者说冰山的来源就是冰架崩解。冰架有大有小，大的冰架可达数万平方公里。两极地区是冰架最为集中的地区。

20. 全球冰盖主要分布在哪里？

答：南极与格陵兰岛。

21. 冰雪对气候有何影响？

答：高短波反照率，隔绝海气水热交换、海洋深层环流

22. 我国的黄河和长江最终分别流入哪个海区？

答：黄河最终流入我国的渤海海区，长江最终流入我国的东海海区。

23. 世界上跨经度最多的大洋是？

答：北冰洋。

24. 海洋环流有哪几种类型？

答：风生环流和热盐环流。

## 气象学

25. 沙尘暴形成的原因是什么？

答：强风和沙源。

26. 沙尘暴能够将沙子携带到平流层吗？

答：能。

27. 三北防护林可以根除沙尘暴吗？

答：不能，三分之二的沙源在国外，三北防护林只能减弱沙尘暴。

28. 中国区域的降水主要受哪些大尺度过程控制？如何影响？

答：季风、大气长波以及由此导致的锋面气旋。

29. 为何北京1月份很难下雪，但3月份却可以下雪？

答：北京1月份水汽不足。

30. 假如你生活在上海，4月到10月降水如何变化？为什么？

答：先变多（前汛期），再变少（伏季），再变多（后汛期）

31. 晴空环境下，森林火灾中的火龙卷是龙卷风吗？

答案：不是。因为两者形成物理机制不同，主要区分方法是：看是否悬垂于积状云之下（龙卷的定义要求其首先是处于降水系统中）。

32. 晴空下的操场上，一股尘卷袭来，将一个可爱的小学生卷了起来（好可怕!），那么尘卷是龙卷吗？

答：不是。因为两者形成物理机制不同，主要区分方法是：看是否悬垂于积状云之下（龙卷的定义要求其首先是处于降水系统中）。

33. 台风是个大尺度涡旋系统，龙卷是个小尺度涡旋系统，请问在台风环境内可以产生龙卷吗？

答：能。

34. 导致2015年6月东方之星倾覆事故的强对流系统是什么？

A. 飏线 B. 龙卷 C. 台风。

答：A. 飏线

35. 苏迪罗属于热带气旋分类中的哪一种？

A. 热带风暴 B. 台风 C. 强台风 D. 超强台风

答：D

36. 中国气象局为替代“海马”而为台风最新取的名字？

A. 天秤 B. 小熊 C. 百合 D. 木兰

答：D

## 云物理

37. 3月17日，北京通过人工增雪，降下了入冬来的第一场雪。猜一猜它的原理是什么？

答：在云中播散颗粒物作为云凝结核或冰核

38. 《红楼梦》中，妙玉收集旧年的雨雪煮来烹茶。你觉得饮用雨水和雪水干净卫生吗？为什么？

答：不卫生。雨雪来自云滴/冰晶，其中通常含有云凝结核或者冰核。此外，雨雪在下落过程中还会吸附空气中污染物。

39. 我们常见的六角形雪花，是在什么样的环境条件下生成的？（展板：云的生成过程）

答：需要 $-22\sim-8^{\circ}\text{C}$ 的温度以及较高的湿度。

## 大气气溶胶

40. 什么是大气气溶胶？

答：大气气溶胶是液态或固态微粒在空气中的悬浮体系。它们能作为水滴和冰晶的凝结核、太阳辐射的吸收体和散射体，并参与各种化学循环，是大气的重要组成部分。雾、烟、霾等都是天然或人为原因造成的大气气溶胶。

41. 我们人眼是否能看见气溶胶？为什么大气中存在大量气溶胶时（雾霾），能见度会降低？

答：不能。气溶胶是微米量级，而人眼能看见的最小尺度大约为0.1毫米。

大气中气溶胶增多时，颗粒物对光的吸收和散射变强，导致了大气能见度降低。

42. 大气气溶胶是液态或固态微粒在空气中的悬浮体系，气溶胶按尺寸大小可以分为不同模态，核模态 $\sim 0.01\mu\text{m}$ ，埃根核模态 $\sim 0.1\mu\text{m}$ ，积聚模态 $\sim 1\mu\text{m}$ ，粗粒子模态 $\sim 10\mu\text{m}$ 。我们常说的PM2.5属于气溶胶的哪个模态呢？

答：PM2.5属于积聚模态。

43. 你能说出几种气溶胶的来源吗？

答：自然源：火山喷发、海水飞沫、沙尘暴、花粉孢子

人为源：生物质燃烧、化石燃料燃烧

44. 气溶胶对人类生活或对地气系统有着重要的影响，请各举一例。

答：气溶胶粒子对人类生活及地气系统的重要性

影响健康：可吸入颗粒物

影响环境：酸沉降，能见度，生态系统

影响云和降水过程：云凝结核(CCN)、冰核(IN)

影响气候：气溶胶对气候的影响目前是全球变化最不确定的因素

影响大气的化学成分和化学过程：气粒转化、多相反应

45. 黑碳是一类特殊的气溶胶，有较强的吸收性，那么冰雪中的黑碳对冰雪反照率有什么影响呢？

答：雪和冰中的黑碳使得雪和冰的反照率降低。

46. 如果没有气溶胶，地球将会是什么样子？

答：空气质量会变好，可吸入颗粒物减少，能见度增加；但同时云和雨就不能形成，也就没有天气的变化了。因而水循环，气候等都要受到影响。……

47. 举一例吸收性气溶胶，并说出其将对大气的的影响？

黑碳气溶胶；它将吸收太阳辐射能作为热辐射重新向外释放，从而加热气团，导致云滴蒸发，造成云量和云反照率降低，从而影响气候。

48. 气溶胶通过散射和吸收太阳辐射来直接影响地球辐射平衡，也能影响云和降水过程，请判断上述两类哪个是气溶胶的直接效应，哪个是间接效应？

答：1. 直接效应 2. 间接效应

49. 为什么在有霾的时候早上和晚上的能见度低，中午的能见度高？

答：霾粒子的大小随着相对湿度的变化而变化，早上和晚上的相对湿度高，霾粒子大，消光能力强，中午相对湿度相比早晚要低，霾粒子小，消光能力弱。

50. 雾形成的条件有什么？

答：凝结核，水汽过饱和

51. 能否说“霾是对身体有害的，雾对身体没有害处”？

答：不能，比如雾滴会成为酸性污染物的载体，形成酸雾，对人体的危害很大。

52. 能否说“雾是天然形成的，霾是由于人为排放污染造成的”？

答：不能，自然环境中同样有霾存在。但由于人为排放的增多，颗粒物浓度高、能见度低的严重霾事件确实增多了。

## 大气化学

53. 对流层和平流层的大概高度范围是多少？

答：对流层顶：10-18km 平流层：对流层顶-50km

54. 大气中常见的温室气体有哪些？

答：二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、臭氧、水汽、氟氯烃（卤代烃）

55. 二氧化碳与甲烷相比，谁的温室效应更强？

答：甲烷

56. 二氧化碳的过量排放除了会造成温度升高外，还有什么影响？

答：冰盖融化、海平面上升、海洋酸化、生态系统初级生产力增加

57. 大的碳排放国家有哪些？2017年最大碳排放国家是？

答：中国，美国，印度，俄罗斯，日本；中国。

58. 大气中含量最多的温室气体是什么？

答：水汽。

59. 温室气体只有人为源吗？

答：不是。

60. 哪些温室气体是只能由人类排放的？

答：氟氯烃（卤代烃）。

61. 二氧化碳等温室气体的来源有哪些？

答：矿物质燃料燃烧和工业活动，死亡生物体的腐烂，动植物呼吸作用，火山爆发及碳酸盐矿物、浅地层里释放二氧化碳。

62. 二氧化碳等温室气体的汇有哪些？

植物光合作用；海洋对二氧化碳等温室气体的吸收。

63. 温室气体增加的原因？

答：源排放的增加(主要是人类活动造成)：煤、石油、天然气等大量的燃烧；人类活动对植被的破坏；工业的迅猛发展；

汇的减小：大气温度升高，使得海洋对二氧化碳的吸收能力下降；森林的过度砍伐，使得植物光合作用对二氧化碳的吸收减少。

64. 臭氧为什么分为‘坏’臭氧和‘好’臭氧？

答：‘好’臭氧是指平流层臭氧，形成臭氧层并包围着地球。臭氧层可以有效的吸收来自太阳的UV-B (280-315nm) 波段的辐射，大大降低人类因为暴露在UV-B下得皮肤癌、白内障和免疫系统疾病的概率。

‘坏’臭氧是指对流层臭氧，也就是我们生活环境中的臭氧。臭氧会导致气道中的肌肉收缩，从而将气泡堵塞在肺泡内，导致喘息和气短，也会导致人们咳嗽、喉咙疼痛或发痒等多种呼吸道症状。

65. 臭氧在整个大气中的分布情况大体是什么样子的？

答：臭氧是由三个氧原子(O<sub>3</sub>, Ozone)组成的气体，90%的臭氧分布在平流层中，对流层中分布有少量臭氧，其对于人类以及环境的作用(‘好’臭氧还是‘坏’臭氧)取决于在大气中存在的位置。

66. 对流层臭氧为什么会人类有危害？臭氧对于植物有危害吗？对于气候有影响吗？

答：对人类的危害：对流层臭氧，也就是我们生活环境中的臭氧。臭氧会导致气道中的肌肉收缩，从而将气泡堵塞在肺泡内，导致喘息和气短，也会导致人们咳嗽、喉咙疼痛或发痒等多种呼吸道症状。

对植物有危害，对气候有影响，臭氧是温室气体。

67. 臭氧前体物是哪些？阴天的时候会有臭氧高浓度污染的情况吗？为什么？晚上会有吗？为什么？

答：NO<sub>x</sub> (氮氧化物)，VOCs (挥发性有机物) 和CO (一氧化碳) 在有光照的条件下发生化学反应生成臭氧，被称为臭氧前体物。主要的人为源包括汽车尾气、工业废气和化学有机溶剂等，主要集中在城市地区；而自然源主要是在乡村、城郊地区。臭氧前体物和臭氧会在大气输送的作用下，扩散到数百千米、甚至更远的地区，形成更广范围的污染。

对流层臭氧生成需要光照条件，在阴天或晚上缺乏光照，一般不会有臭氧高浓度污染的情况。

68. 你知道臭氧洞吗？真的是一个洞吗？

答：不是，是指南极春季平流层中臭氧浓度急剧下降。

69. 说出几条你在生活中可以减轻对流层臭氧污染的做法。（臭氧污染展板）

答：交通小贴士：

尽可能使用公共交通、自行车或步行。

确保轮胎充气良好。

尽量减少发动机怠速。

保持机动车引擎的正常温度。

在预报的高臭氧浓度天，请尽量在黄昏后为机动车加油，并尽量减少机动车出勤。

居家小提示：

尽可能使用环保涂料和清洁产品

对于家中的清洁剂、油漆等化学品，请遵循制造商的使用建议，并妥善密封保存，减少蒸发。

70. 平流层中的臭氧层有什么作用？

答：吸收特定波段的紫外辐射，保护人类和植被健康。

71. 平流层臭氧空洞的研究成果获得了哪一年的诺贝尔奖？

答：1995年。

72. 平流层臭氧空洞发生在哪个季节？

答：南半球的春季（9, 10, 11月）

73. 为什么臭氧空洞发生在南极而不是其他地方？

答：南极极涡的存在使得南极可以达到非常低的温度，形成极地平流层云(PSC)，为氯化物的非均相反应提供反应界面。北极的温度不足以形成PSC。

74. 说出你知道的四种温室气体，并说明温室效应最强的气体是哪一种？

答：二氧化碳/甲烷/氧化亚氮/水汽，水汽

75. 大气的“温室效应”是什么意思？

答：大气的保温作用

76. 温室效应会导致地面变热，高空变冷，为什么？

答：地面加热：温室气体增多，对地面吸收的长波辐射增加，进一步向地面放射，该过程的循环导致地面变热；

高空变冷：温室气体增多，该层气体向外放射的辐射增多，因此，这层气体本身的温度降低，即高空变冷。

77. 全球变暖有什么观测证据，请说出至少3个？

答：直接温度观测，海平面升高，冰雪减少，冰龄减小，海水酸化

78. 全球变暖会导致降水在全球分布上有何变化？

答：赤道两极增多，中纬度变少。

详细：全球变暖会引起温度带的北移，进而导致大气运动发生相应的变化，全球降水也将随之发生变化。一般地，低纬度地区现有雨带的降水量会增加，高纬度地区冬季降雪量也会增多，而中纬度地区夏季降水量将会减少。

## 大气辐射与遥感

79. 为什么天空是蓝色的？

答：因为大气的存在，使得入射光发生瑞利散射，蓝色光散射最强。

80. 为什么晴朗的白天看太阳是白色的？傍晚看太阳是红色的？

答：因为白天太阳光通过的大气层较薄，散射的可见光几乎无选择的进入人眼，所以看到的是白色，傍晚通过的大气层路程较长，因此，大部分蓝光被大气所散射掉，所以我们看到的太阳是红色的（黄色）。

81. 请大致描述一下激光雷达。（激光雷达展板）

答：激光雷达，是以发射激光束探测目标的位置、速度等特征量的雷达系统。其工作原理是向目标发射探测信号（激光束），然后将接收到的从目标反射回来的信号与发射信号进行比较，作适当处理后，就可获得目标的有关信息，如目标距离、方位、高度、速度、姿态、甚至形状等参数。

82. 白天混合层是怎样形成的？

答：由于地表受热，促使大气增温引起湍流，从而使空气强烈混合。

83. 全球观测系统由什么组织负责运营？

答：由世界气象组织(WMO)内的国家气象部门、国家或国际卫星机构运营。

84. 全球观测系统主要包括哪几个子系统？（全球观测系统展板）

答：包括地面、高空、海洋、飞机、卫星、雷达等六大观测系统。

85. 气象卫星分为哪几种？轨道高度是多少？

答：分为静止卫星和极轨卫星。静止卫星轨道高度大约为 36000km，极轨卫星轨道高度大致在 840km。

86. 海洋观测系统的主要手段？（全球观测系统展板）

答：浮标、固定平台、船只和卫星。

87. 地面观测系统主要观测哪些气象要素？（全球观测系统展板）

答：气压、温度、露点、风速、风向。

88. 天气雷达主要观测的气象要素？

答：雨、风。

89. 中国气象卫星的代号是什么？

答：风云(FY)。

90. 飞机观测系统的主要优点？（全球观测系统展板）

答：飞机可以在巡航水平以及在选定水平上对风和温度进行高质量的观测，能在很少或根本没有探空数据的地方提供大量的测量数据。

91. 卫星观测和地基观测相比有什么优点？

答：由点到面，能对包括洋面在内的全球（ $60^{\circ}\text{S}$ - $60^{\circ}\text{N}$ ）实现持续观测，而地基观测在海洋几乎没有数据。