“海亮杯”2022-2023 学年全国中学生地球科学奥林匹克竞赛决赛试题

第一部分： 理论试题

注 意 事 项

在答题前请认真阅读本注意事项及答题要求

1. 本试卷共分为两个部分，第一部分为不定项选择题，第二部分为综合分析、选择、计算和读图等客观题。本次考试时间为 180 分钟。考试结束后，请将本试卷、答题卡、答题纸和草稿纸一并交回。
2. 答题前请务必将自己的姓名、考号用黑色签字笔填写在答题卡和答题纸的规定位置。
3. 作答选择题须用 2B 铅笔在机读卡指定位置涂卡；综合分析题用黑色油笔答在答题纸上。
4. 考试开始 60 分钟内不允许提前交卷，考试结束后待监考老师确认后方可离场。

一、不确定选择题，结果写在答题卡上（单选或多选，每一个正确答案得 1 分，选错一个扣 1 分，每题最低得分为 0 分）

1. 根据物理性质，地球可以划分为若干圈层，关于软流圈，下面描述正确的是（ ）。

A. 岩浆的主要物质来源；

B. 软流圈位于上地幔；

C. 软流圈物质的密度比它上覆介质的密度小；

D. 软流圈物质的地震波速度比它上覆介质的地震波速度小。

2. 关于大地水准面，下面描述不正确的是（ ）。

A. 它是由静止海水面并向大陆延伸所形成的不规则的封闭曲面，其上的重力各处相等；

B. 它是由静止海水面并向大陆延伸所形成的不规则的封闭曲面，其上的引力势各处相等；

C. 它和参考椭球体相同；

D. 它的形状不受地球内部物质密度分布变化的影响。

3. 地球可视为一个磁偶极，关于地磁极，下面描述正确的是（ ）。

A. 地磁极由实测结果得到，是指地球表面上地磁场的水平分量等于零，即地磁场倾角为 90°、磁场强度最大的地方；

B. 地磁南、北极与地球的南、北极重合；

C. 地磁极为偶极子地磁轴与地球表面的交点，其连线一定通过地心；

D. 地磁南、北极不与地球的南、北极重合。

4. 远震地震图主要包括纵波、横波和面波，一般情况下哪一种类型的波速度最小（ ）。

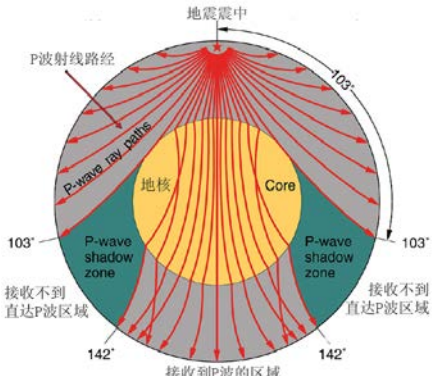
A. 纵波；

B. 横波；

C. 面波；

D. 都有可能。

5. 图中显示的是全球地震观测时出现的 P 波的影区（103°~142 °之间的区域内观测不到直达 P 波震相），P 波影区形成的直接原因为（　　）。



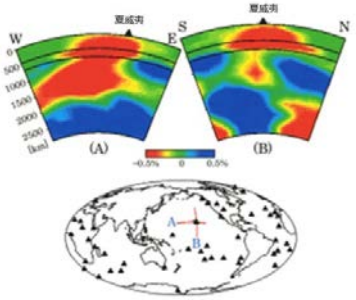
A. 地球外核为液态；

B. 地球外核的 P 波速度比地幔的 P 波速度小；

C. 地球外核的 P 波速度比地幔的 P 波速度大；

D. P 波的质点偏振方向与振动传播方向一致。

6. 图中显示的是夏威夷群岛及附近东西向（EW）与南北向（NS）两个剖面的地幔地震波层析成像结果，显示了沿两个剖面的地幔地震波速度变化，其中红色表示速度较低，蓝色表示速度较高，从两幅图可以直接推断（　　）。



A. 夏威夷火山活动可能和太平洋板块运动有关；

B. 夏威夷火山活动可能和上地幔的低速体有关；

C. 该地区上地幔低速体可能来源于核幔边界区域；

D. 夏威夷所处的太平洋板块在向西北运动。

7. 图中显示了中美洲西部海洋的可可板块（粉色区域）和周边的太平洋板块、北美板块以及纳兹卡板块的位置图，其中的红色、绿色和蓝色线条表示板块之间的边界，红色、绿色和蓝色标识的板块边界类型分别为（　　）。



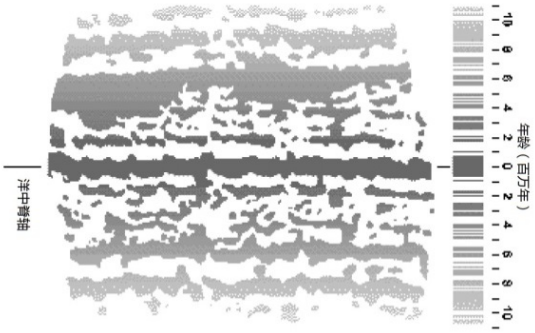
A. 汇聚型、转换断层、离散型；

B. 转换断层、离散型、汇聚型；

C. 离散型、转换断层、汇聚型；

D. 转换断层、汇聚型、离散型。

8. 图中显示的是冰岛附近大西洋中脊周围区域观测到的海底对称条带状分布的磁异常，灰色部分表示正常磁场极性，中间的白色部分表示极性相反，颜色的深浅对应不同的形成年龄，从图中，可以得到以下结论（　　）。



A. 板块从大洋中脊向两侧扩张运动；

B. 大洋中脊是新的海洋板块生成的地方；

C. 两侧板块的扩张速率大约相同；

D. 两侧板块的扩张速率差别很大。

9. 口径为 130mm，焦距为 1950mm 的折射望远镜，如果接上焦距 40mm 的目镜来观测月球，此时放大率大约为（　　）倍。

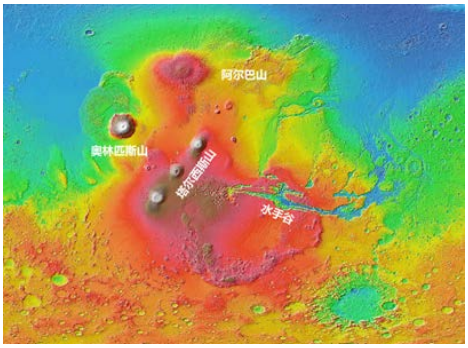
A. 25；

B. 40；

C. 50；

D. 60。

10. 下图为火星西部赤道附近的塔尔西斯高地的 DEM 图，从图片上分析，以下哪些推测是正确的是（　　）。



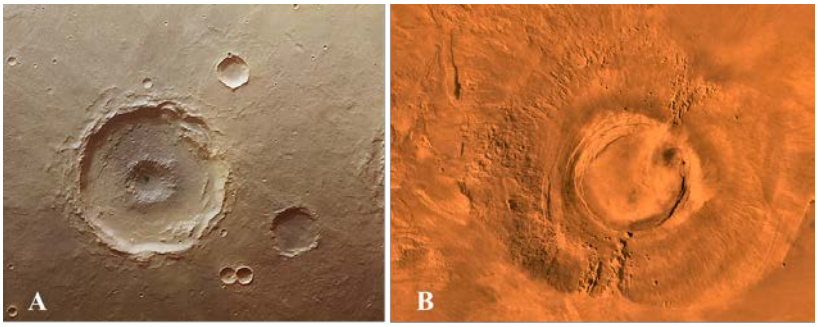
A. 塔尔西斯高地以火山地貌最为显著，其成因也有可能是行星撞击所致；

B. 塔尔西斯高地的火山岩都具有强烈的磁性，所以其形成较晚；

C. 塔尔西斯高地内发育有显著的水手谷谷地，其地质成因可能是走滑断层；

D. 阿尔巴山及与其相关的放射性构造为陨石撞击所致。

11. 火星表面最常见现象的是环形构造（如下图），主要成因为陨石撞击坑与火山机构，以下解释（　　）是合理的。



A. 上图中的环形影像，A 为撞击坑，B 为火山机构；

B. 上图中环形影像内部的地貌特征可以指示火山或撞击坑；

C. 图 A 中环形影像中心部位为火山口；

D. 图 B 中环形影像周围的放射状影像为溅射现象。

12. 有关火星磁场的描述，下列（　　）描述是正确的。

A. 与地球一样，火星现今仍存在一个全球性磁场；

B. 火星上存在一个很强的地壳磁场；

C. 火星表面玄武岩的磁性强度随形成时代的变新而增强；

D. 火星的磁场是剩余磁场。

13. 地下水是指赋存于地面以下岩石空隙中的水，那么它的主要来源是（　　）。

A. 大气降水；

B. 原生水；

C. 冰雪融水；

D. 地表水。

14. 大陆边缘是大陆和大洋之间的过渡带，按照其构造活动性分为被动大陆边缘和活动型大陆边缘，活动大陆边缘主要分布在（　　）。

A. 大西洋东岸；

B. 太平洋东岸；

C. 大西洋西岸；

D. 太平洋西岸。

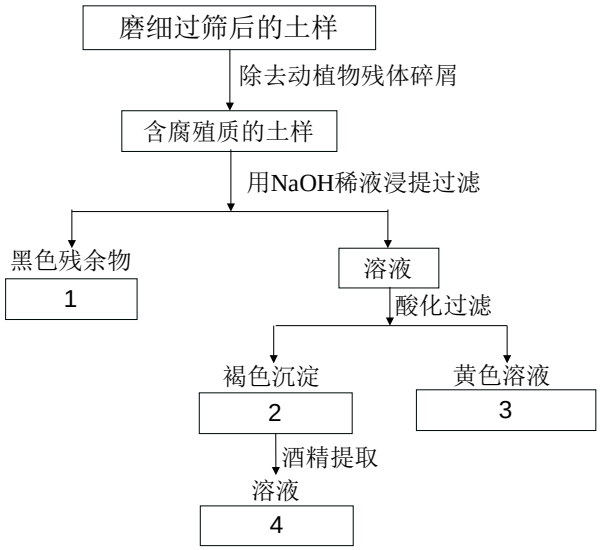
15. 土壤腐殖质是土壤有机质的主要组成部分，根据土壤腐殖质在不同溶剂中的溶解性，可将其分离为不同物质，下图中 1、2、3、4 依次为（　　）。

A. 棕腐酸，胡敏素，胡敏酸，富里酸；

B. 棕腐酸，胡敏素，富里酸，棕腐酸；

C. 胡敏素，胡敏酸，棕腐酸，富里酸；

D. 胡敏素，胡敏酸，富里酸，棕腐酸。



16. 天然水的物质成分中，决定水硬度的有（　　）。

A. 碳酸钠；

B. 碳酸钙；

C. 硫酸钠；

D. 硫酸钙。

17. 土壤中缺乏人体需要的某些元素，或者某些元素过多，都可以产生地方病。下列叙述中

正确的是（　　）。

A. 环境中硒缺乏—克山病；

B. 环境中硒过多—克山病；

C. 环境中碘缺乏—地方性甲状腺肿；

D. 环境中碘过多—地方性甲状腺肿。

18. 海水中含有 11 种常量元素，其中大部分常量元素符合 Marcet- Dittmar 恒比规律，即它们的（　　）基本上不变。

A. 含量；

B. 含量比值；

C. 迁移速率；

D. 生物吸收速率；

19. 巴拿马运河横穿巴拿马地峡，沟通了（　　）。

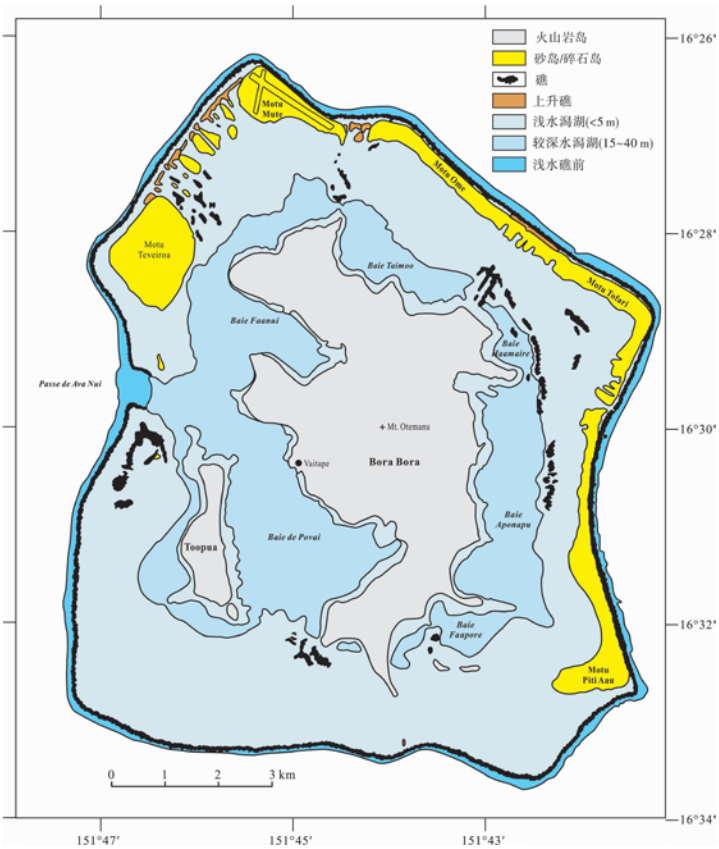
A. 地中海和大西洋；

B. 北冰洋和太平洋；

C. 大西洋和太平洋；

D. 太平洋和印度洋。

20. 下图展示的是南太平洋地区一个发育环状珊瑚礁的火山岩岛，构成一个中心为火山岩岛屿及潟湖、周边为镶边碳酸盐岩台地的混积沉积体系。如下陈述正确的是（　　）。



Bora Bora 岛碳酸盐岩沉积相分布（据 Gischler, 2011）

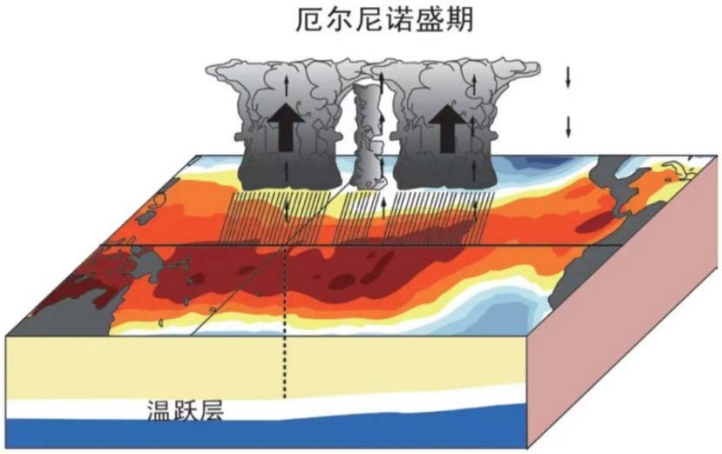
A. 该台地边缘生物礁和生物碎屑滩相主要由珊瑚和珊瑚藻构成；

B. 较深水潟湖内，主要为含软体和有孔虫等异养生物的钙质沉积；

C. 在该障壁生物礁—火山岩岛沉积体系中，陆源碎屑沉积体系发育；

D. 环礁中的潟湖相主要被浅水碳酸盐沉积物充填。

21. 如图所示为厄尔尼诺发生期间温跃层，对比图示拉尼娜发生时热带太平洋温跃层应为（　　）。



A. 西部深东部浅；

B. 东部浅西部深；

C. 西部浅东部浅；

D. 西部深东部深。

22. 氧气是很活泼的气体，很容易和地球上的其他物质发生反应，如果没有生命，那么地球上的氧气会被几乎消耗殆尽。从类似的角度观察其他行星的大气成分，你认为太阳系还有哪颗星球可能存在生命？（　　）

A. 土星；

B. 火星；

C. 木卫二；

D. 木卫五。

23. 从第一次工业革命之后，人们越来越意识到化石的价值，化石的价值不包括（　　）。

A. 寻找石油和天然气；

B. 探索大陆漂移的历史；

C. 确定地层的绝对年龄；

D. 研究生物的演化和发育历史。

24. 下列关于腕足动物和双壳动物的说法正确的有（　　）。

A. 双壳动物壳瓣两侧不对称，腕足动物壳瓣两侧对称；

B. 腕足动物两瓣大小一般相等，双壳动物两瓣大小不等；

C. 双壳动物对称面位于两壳接合面上，腕足动物对称轴垂直于两壳接合面；

D. 双壳动物同一瓣上有齿及窝；腕足动物齿在腹壳，齿窝在背壳。

25. 岩性是形成滑坡的主要条件之一，当其它条件相同时，下列岩石的层面最有可能演变成滑坡滑面或滑动带的岩石为（　　）。

A. 泥质岩或页岩；

B. 硬砂岩；

C. 大理岩；

D. 石灰岩。

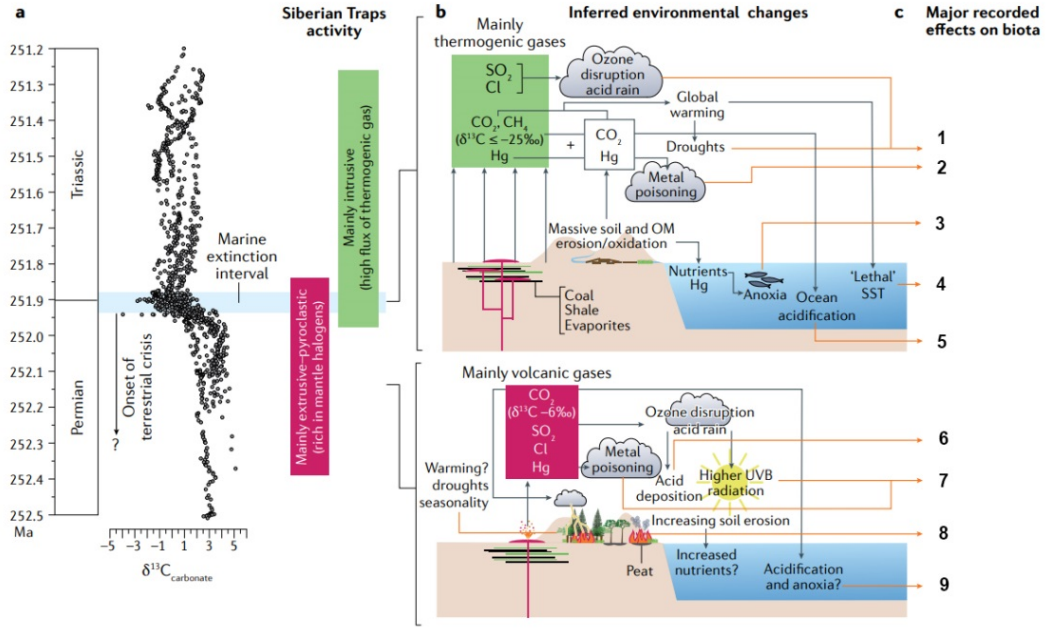
二、综合分析题，答案请写在答题纸上。

Q1-Q4 背景材料：

距今 2.5 亿年之前的二叠纪-三叠纪之交（P-T 转折），发生了地球历史上最为严重的生物灭绝事件，超过 95%的海洋无脊椎动物发生了绝灭，同时陆地生态系统也受到了严重的破坏。现有的研究认为，P-T 生物绝灭可能发生在非常短暂的时间内（6 万年以内）。对于 P-T 转折的生物绝灭的成因有两种不同的观点：A.大规模火山喷发；B. 地外小行星撞击。

火山喷发假说得到了包括西伯利亚大火成岩省在内的大量地质证据的支持。强烈的火山喷发可能从多个方面对环境产生严重的影响，进而造成生命的绝灭，如火山喷发的大量 CO_2 导致了全球温度升高，或者改变海水的 pH 值，导致了海洋生物的大量绝灭；火山喷发的 SO_2 气体使得酸雨广泛形成，进而对陆地植被造成了影响。

下图是有关学者综合的二叠纪-三叠纪之交生物大灭绝的机制，对该时期生物群影响的主要地质记录（Major recorded effects on biota）有：岩浆侵入导致煤层燃烧，释放 CO_2，SO_2；气溶胶反应；SO_2 酸雨导致风化过程加剧；海洋酸化过程 CO_2 和海洋无机碳库的平衡；碳同位素负漂移的原因；海洋缺氧等。



二叠纪-三叠纪之交生物大灭绝的机制（据 Dal Corso et al., 2022）

具体的对生物群落影响的主要地质记录包括：A. 野火；B. 土壤营养丧失；C. 四足动物迁移；D. 四足动物部分灭绝；E. 植物生存压力；F. 植物突变；G. 湿地植物灭绝；H. 海洋生物钙化危机；I. 缺氧耐受力差的生物灭绝；J. 低纬度地区生物选择性灭绝；K. 高纬度地区海洋生物灭绝。

Q1. 请根据上图进行分析，并在箭头数字（1-9）后面填入相应的主要地质记录，结果写在答题纸上（不定项选择，每一个正确答案得 1 分，选错一个扣 1 分，每小题最低得分为 0 分）。

Q2. 由上述图解可以看出，火山作用很可能是生物绝灭的一个主要的诱导因素。但是由于地表各圈层之间的相互作用十分复杂，定量火山喷发所引起的环境效应是地球科学研究的重点和难点。下面，我们将利用一些简化的模型，对火山作用所造成的环境影响进行定量的分析。

火山喷发最直接的影响是导致大气 CO_2 浓度的增加。当大气 CO_2 浓度变化的时候，海水中溶解无机碳（H_2CO_3，HCO_3^-, CO_3^{2-}）的浓度也会发生相应的变化。CO_2 在大气-海洋的溶解平衡可以用如下反应式表达：

① 大气 CO_2 溶解到海水中，并形成 H_2CO_3

$CO_2(g) + H_2O(l) \leftrightarrow H_2CO_3$　　$K_{CO_2}=10^{-1.46}$ mol/L/atm (T=25℃)

② H_2CO_3 离解成 HCO_3^-和 CO_3^{2-}

$H_2CO_3^* \leftrightarrow HCO_3^- + H^+$　　$K_1=10^{-6.35}$ mol/L (T=25℃，1bar)

$HCO_3^- \leftrightarrow CO_3^{2-} + H^+$　　$K_2=10^{-10.33}$ mol/L (T=25℃，1bar)

假设在火山喷发之前，大气 CO_2 浓度为 1000 ppmv（10^6 ppmv=1 atm），海水溶解无机碳 DIC=$[H_2CO_3]+[HCO_3^-]+[CO_3^{2-}]$的浓度为 2 mM，海水的 pH 值为 8.1；当大规模火山喷发之后，大气 CO_2 的浓度增加到了 5000 ppmv。由于海水无机碳库体量巨大，因此我们可以假设火山喷发后海水 DIC 的浓度仍然近似为 2 mM，且暂不考虑升温对各反应常数的影响。

请计算火山喷发之后，海气达到重新平衡，海水的 pH 值变成了多少？（15 分）

Q3. 同时，生物圈的波动也导致了全球碳循环的变化，如 P-T 生物绝灭的层位也对应着碳酸盐岩碳同位素的负漂移。长时间尺度的碳循环可以表述为，火山喷发的 CO_2 以有机碳（CH_2O）和碳酸盐岩（$CaCO_3$）的形式埋藏。对碳循环的扰动，除了火山输入通量的变化以外，也包括有机碳的埋藏量和 $CaCO_3$ 的埋藏量的变化。定量碳循环的变化，通常利用碳同位素方法，因此有机碳形成过程中会发生碳同位素的分馏。C 有 ^{12}C 和 ^{13}C 两个稳定同位素，在物理-化学反应中 ^{13}C 和 ^{12}C 比值（$^{13}C/^{12}C$）的变化，我们称之为同位素分馏。为了方便计算，通常用 $\delta^{13}C$ 来标定碳同位素：$\delta^{13}C=[(^{13}C/^{12}C)_{样品}/(^{13}C/^{12}C)_{标准} - 1]*1000$，代表了样品相对于标样 $^{13}C/^{12}C$ 比值的差别。比如，在光合作用的时候，^{12}C 优先进入有机质中，使得有机质的碳同位素比大气 CO_2 的碳同位素更加富集 ^{12}C，体现为有机物的 $\delta^{13}C$ 比大气 CO_2 的 $\delta^{13}C$ 值更低。

在稳定平衡态下（即火山喷出的 CO_2 量等于有机碳和碳酸盐岩埋藏量的和），碳循环的

物质平衡可以表述为：$F_{in}=F_{org}+F_{carb}$；其中 F_{in} 表示火山输入的 CO_2 的通量；F_{org} 和 F_{carb} 分别代表有机碳埋藏和碳酸盐岩埋藏的通量。

碳同位素平衡可以表述为：$F_{in}*\delta_{in}=F_{org}*\delta_{org}+F_{carb}*\delta_{carb.}$其中 δ_{in}，δ_{org}，δ_{carb} 分别代表火山喷出的 CO_2，埋藏的有机碳，和碳酸盐岩的碳同位素值。

已知 δ_{in}=-5‰；δ_{org}=-25‰；δ_{carb} 在绝灭之前为+2‰，在发生绝灭后变为+1‰。

通过计算，求解生物绝灭前后，有机碳埋藏比例：$f_{org}=F_{Org}/(F_{org}+F_{carb})$是升高还是降低了，变化了多少。（15 分）

Q4. 我们在地质记录中观察到这一时期的小行星撞击留下的可能得撞击记录，下面我们来估算小行星撞击对地球环境可能产生的影响。已知日地距离为 1.5×10^8 千米，地球的公转周期为 365 天，地球的总质量为 6×10^{24}kg，且假设地球轨道为正圆形。假设小行星质量为 10^{21}kg，与地球撞击时的速度为 30km/s，且撞击发生时小行星的速度与地球速度方向相反。在撞击之后，小行星融入地球之中。撞击产生的能量作用于海洋，导致海水的大量蒸发，已知海水初始温度为 20℃，水的比热容为 4.2kJ/(kg·℃)，汽化潜热为 2256.4kJ/kg。

通过计算，试估计这一撞击可能导致的水的最大蒸发量是多少？并简要分析大量水蒸发可能产生的环境效应。（15 分）

Q5-Q6 背景材料

由图 a 所示，观测的全球地表气温近百年来有明显增暖趋势，在中高纬和极地地区增暖更加显著，称为“极地放大效应”。已有研究表明，近百年来全球增暖的原因主要是人类活动所导致的温室气体排放造成的温室效应。图 b 为大气中主要气体成分（水汽，二氧化碳，氧气和臭氧，甲烷，一氧化二氮和氮气等）对不同波长辐射在大气传输过程中吸收和散射的百分比。

图 a

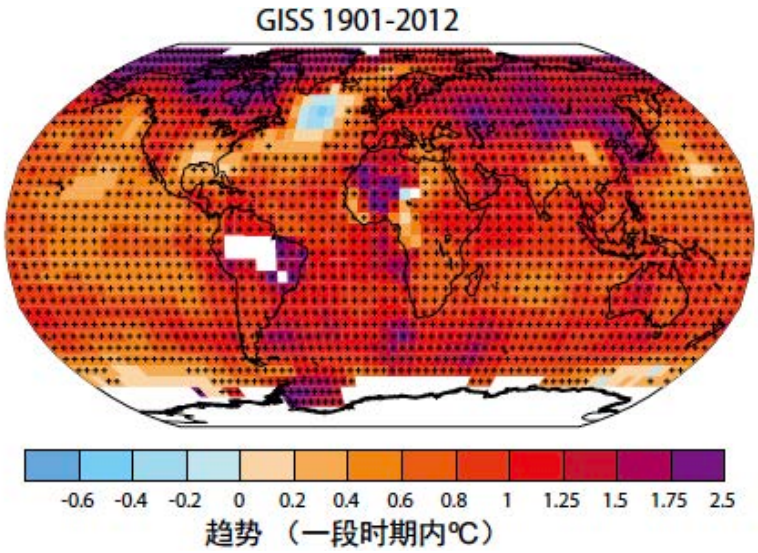
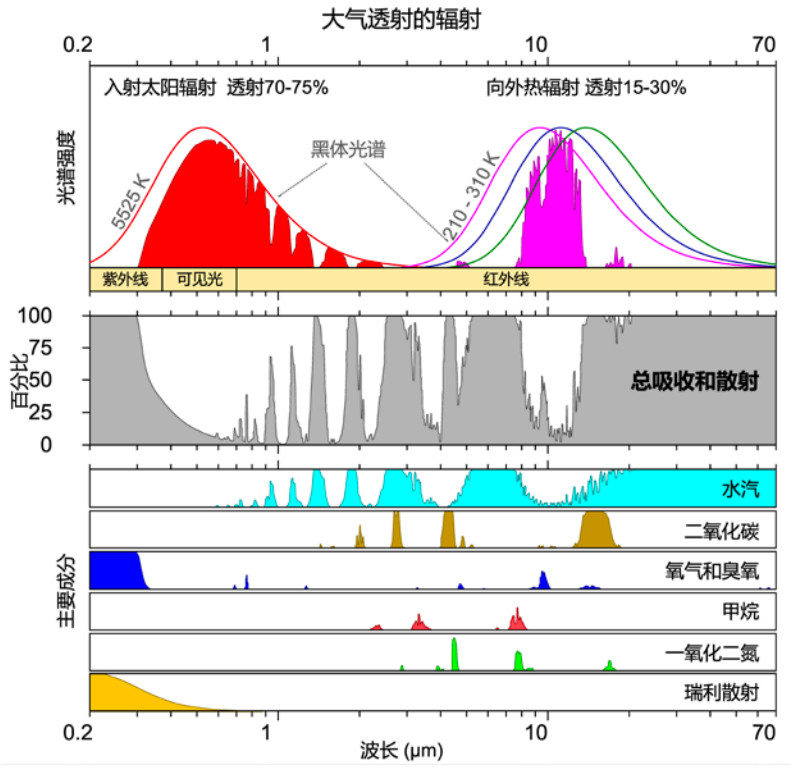


图 b



Q5. 请根据以上材料并结合物理化学知识回答如下问题（不定项选择，每一个正确答案得 1 分，选错一个扣 1 分，每小题最低得分为 0 分）：

1. 以下哪些是造成全球变暖的原因？

A. 大规模森林砍伐和土地利用变化

B. 大规模畜牧业和养殖业

C. 洪涝、干旱等自然灾害现象频繁发生

D. 非法垃圾堆放和焚烧

E. 非化石能源的可持续利用

F. 中高纬度地区冻土融解

2. 全球变暖对生态环境及人类社会的影响表现有哪些？

A. 生态系统的脆弱性增强

B. 大气环境污染问题更加严重

C. 极端天气变得更加频繁和严重

D. 粮食作物产量下降

E. 全球政治风险上升

F. 疾病传播范围扩大

3. 以下哪些是大气中主要气体成分对辐射吸收和散射的正确表述？

A. 不同气体成分对辐射吸收的差异是与它们分子的大小和质量有关

B. 不同气体成分对辐射吸收的差异是与它们分子的结构和形态有关

C. 二氧化碳是非常重要的温室气体，因为它对辐射的吸收能力是最强的

D. 臭氧对紫外线有很强的吸收能力，所以它也是一种重要的温室气体

E. 气体分子的吸收谱段形状和位置受到温度和压力因素的影响

F. 晴朗的天空呈蓝色是由于大气成分对蓝色谱段的光线吸收造成的

Q6. 从全球能量平衡的角度，计算并比较地球存在和不存在大气层时的地表温度差异，说明大气层对地球系统的温室作用。假设地球是一个黑体（即对于任何波长的辐射，吸收和释放率均为 100%），黑体辐射的斯蒂芬-玻尔兹曼公式为$S_{in} = \sigma T_s^4$，其中玻尔兹曼常数σ为 5.67×10^{-8} W/(m^2 • K^4)，S_{in}为黑体的热辐射量，T_s为所测黑体的表面温度。假设入射到地球的净太阳辐射量为 239 W/m^2。**（15 分）**

1. 假设地球不存在大气（即存在一个固体地球），并假设固体地球为黑体的情况下，计算地球表面的温度？

2.假设固体地球外围有一个大气层，固体地球仍视为黑体，而大气可视为灰体，其辐射吸收和放射率均为 0.8；计算该状态下固体地球表面的温度？

Q7-Q9 背景资料

除了地球以外，冰卫星是太阳系中具有天然海洋的另外一类星体，包括木星及土星的多颗天然卫星，成为了深空探测的热点目标。

Q7.地球到太阳的距离被定义为一个天文单位（1A.U.=1.496x10^{8}千米），木星到太阳的距离约为 77800 万千米，土星到太阳的距离约为 143300 万千米。**请粗略计算木星和土星单位面积接收到来自太阳的能量分别为地球单位面积接收太阳能的多少倍。（5 分）**

Q8. 2005-2015 年间，美国 NASA 的卡西尼号发现土卫二极区存在水冰喷出，随后的采样分析发现喷出物富含氢气、二氧化碳等气体。已知地球上产甲烷菌可以利用氢气和二氧化碳合成甲烷供给自身能量，其化学本质是利用反应的不平衡状态，即化学反应亲和势（A = R*T*(lnK－lnQ)；其中，R 为理想气体常数 8.314 J/K/mole，T 为温度，K 为反应平衡常数，Q 为反应熵）。在地球环境下，产甲烷菌可以利用 A>10 kJ/mole 的反应亲和势来维持自身的生存。**请利用下述条件进行计算，评估产甲烷菌是否可以在土卫二海水环境（0 摄氏度）下生存，并评估 pH 的影响。（15 分）**

产甲烷反应：CO_2,aq + 4H_2,aq → CH_4,aq + 2H_2O。

0 摄氏度条件下，$\Delta G^\circ_{CO2,aq}$ = -383 kJ/mole; $\Delta G^\circ_{H2,aq}$ = 19 kJ/mole; $\Delta G^\circ_{CH4,aq}$ = -32.5 kJ/mole; ΔG°_{H2O} = -235 kJ/mole。

探测数据显示：

	当海水 pH = 9 时	当海水 pH = 11
	Mole/kg	Mole/kg
CO_2,aq	7×10^{-5}	1×10^{-7}
CH_4,aq	3×10^{-5}	4×10^{-8}
H_2,aq	1×10^{-4}	2×10^{-7}

Q9. 潮汐力是冰卫星的一个重要能量来源。现在假定一个卫星绕着土星（质量 5.7 × 1026 kg）作轨道运动，轨道椭圆非常接近于圆形。土星对于卫星，除了施加引力之外，还施加潮汐力，潮汐力力矩大小为 T，力矩方向与轨道平面垂直。由于潮汐力远小于引力，所以仍然可以近似看作圆周运动的向心加速度完全只由引力加速度提供。

已知$T = \frac{3}{2} \times \frac{k_2}{Q} \times \frac{Gm^2R_p^5}{a^6}$,

其中，a 为卫星轨道半径，取 $a = 2.38 \times 10^8$ m (土卫二)；

k_2/Q 是土星的潮汐参数，约 $0.341/18000 \approx 1.9 \times 10^{-6}$；

G 为万有引力常量，约 6.8×10^{-11} $m^3/kg/s^2$；

R_p 为土星半径，为 6.03×10^7 m；

m 为卫星质量，为 1.08×10^{20} kg。

请计算土星潮汐力力矩对该卫星做功的功率为多大？（15 分）

Q10-12 背景材料：

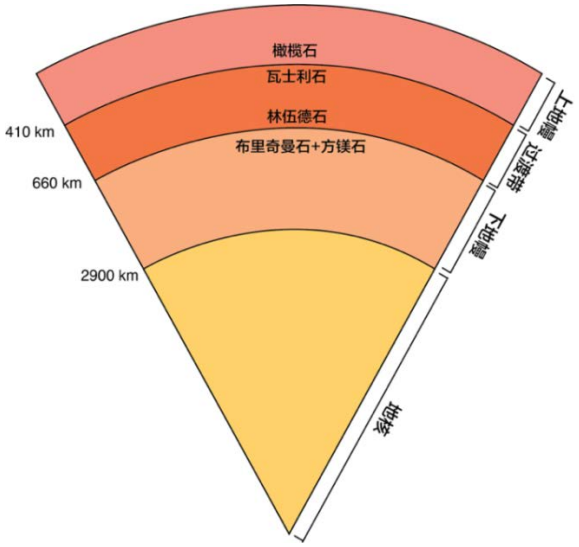
地球的地幔主要由橄榄岩组成，上下地幔之间存在一个过渡带（下图），地幔过渡带的上下界面对应两个地震波不连续面：410 km 不连续面和 660 km 不连续面，这两个不连续面的形成都是由主要地幔矿物在高压下发生晶体结构变化导致，且都伴随着密度的显著增加。

410 km 的相变反应为：

橄榄石→瓦士利石，相变放热。

660 km 的相变反应为：

林伍德石→布里奇曼石+方镁石，相变吸热。



简化的地幔相变示意图（不成比例）

Q10. 过渡带上下界面的相变反应的ΔVr 是正还是负？（5 分）

Q11. 当大洋岩石圈（主要成分与地幔橄榄岩类似）俯冲进入地幔过渡带，大洋岩石圈也会发生上述两次矿物相变，但是由于俯冲的大洋岩石圈物质相对周围地幔温度较低，两次相变对应的压力（深度）和周围地幔有差异。**从热力学角度考虑，大洋岩石圈两次相变相对周围地幔岩石是更浅还是更深？（10 分）**

提示：对于相变反应：

$A \rightleftharpoons B$

$dG_A = -S_A dT + V_A dP$

$dG_B = -S_B dT + V_B dP$

$d(\Delta G_r) = -\Delta S_r dT + \Delta V_r dP$

由此可得平衡时 dT 与 dP 的关系，即克拉伯龙方程（dT/dP = ?）。再结合熵与焓的关系（$\Delta S = \Delta H/T$），可解答。

Q12. 如果地球早期的地幔比今天热，地球早期地幔过渡带的厚度相对今天如何变化？为什么？（10 分）

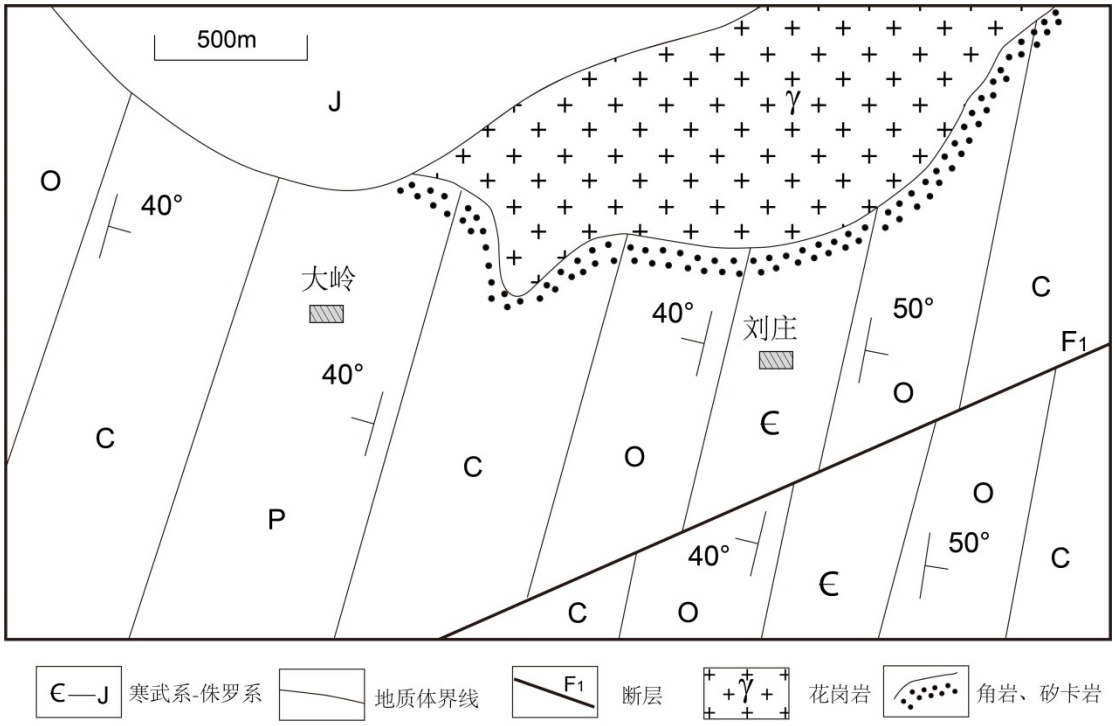
Q13-Q15 背景材料：

地质图是将各种地质体的界线、特征、产状和地质构造以及有意义的地质现象按照规定的图例符号和比例垂直投影、概括缩绘在地形（地理）底图上所制成的图件。

刘庄-大岭地区位于华北板块中部，该地区出露地层为寒武系、奥陶系豹皮状灰岩、泥质条带灰岩、鲕状灰岩、竹叶状灰岩、石灰岩等；石炭系-二叠系砂岩、炭质粉砂岩和页岩、并夹有数层可采煤层；侏罗系为中侏罗统的火山角砾岩、集块岩及少量中性熔岩组成。

显生宙简明地质年表

代		纪	常用代号	据今百万年 (Ma)
新生代		第四纪	Q	2.58
		新近纪	N	23
		古近纪	E	66
中生代		白垩纪	K	145
		侏罗纪	J	201
		三叠纪	T	252
古生代	晚古生代	二叠纪	P	299
		石炭纪	C	359
		泥盆纪	D	419
	早古生代	志留纪	S	444
		奥陶纪	O	488
		寒武纪	Є	541



刘庄-大岭地区地质简图

Q13. 阅读刘庄-大岭地区地质图（上图），依据上面给出的简明地质年表，分析不同时代地层的接触关系；列出各种地质体和地质现象，并简要描述其特征；并给出各种地质体和地质现象的发育顺序。（**15** 分）

Q14. 请确定角岩和矽卡岩发育的部位；若角岩是红柱石（化学分子式为 Al_2SiO_5）角岩，我们知道它是由高岭石（分子式 $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$）升温过程中转化而来的，那么它形成过程经历的是什么化学反应？若灰岩分子式为 $CaCO_3$，形成的矽卡岩组成矿物为硅灰石（$CaSiO_3$），请写出这一反应过程的方程式？（**10** 分）

Q15. 请确定花岗岩γ的大致形成时代；你有什么办法确定它的具体侵位时间吗，请说明？（**10** 分）

第二部分： 实践试题

1. 本次实践考试为现场考察，请考生自主观察、记录，监考老师不负责讲解，也不对野外露头现象作任何提示。现场考察时间 2 小时。

2. 野外观察结束后，在室内完成本测试。实践试题共计 20 题。

3. 所有答案请按题号顺序填涂在答题卡上。

本次野外实践考察剖面位于南京周边的汤山地区，出露岩层主要有：

上奥陶-下志留统高家边组（O_3S_1g）：灰黄-黄绿色粉砂质页岩、土黄色泥质页岩夹薄层粉砂岩、砂岩。通常含笔石等化石。

中-下志留统坟头组（$S_{1\text{-}2}f$）：黄绿-灰黄色中-厚层砂岩夹薄层灰黄色粉砂岩、泥质粉砂岩。含三叶虫等动物化石。

中志留统茅山组（S_2m）：紫红色中-厚层细粒石英砂岩、岩屑砂岩，上部为紫红色粉砂质泥岩、粉砂质页岩。

上泥盆统五通组（D_3w）：浅灰白色厚层细-中粒石英砂岩，夹薄-中层硅质、泥质页岩和中-薄层砾岩；底部为灰白色厚-巨厚层含砾中粒石英砂岩。产植物化石。

石炭系老虎洞组（$C_{1\text{-}2}l$）：灰白-灰黄色厚层-块状细晶白云岩，中-下部含紫红色燧石结核或条带。常见刀砍状溶沟。含动物化石。

第四纪松散堆积物（Q）。

一、不定项选择题，结果写在答题卡上（单选或多选，每一个正确答案得 1 分，选错一个扣 1 分，每题最低得分为 0 分，题号顺延上一部分选择题，从 26 号开始）

26. 图 1 是野外某处露头的局部照片，其中所示的岩石应为（　）：

A. 砂岩　　B. 粉砂岩　　C. 泥岩　　D. 页岩

图 1



27. 图 2 是高家边组（O_3S_1g）地层某处局部露头照片，以下说法正确的有（　）：

A. 地层中发育 X 节理

B. 地层中的节理是两期构造作用形成的

C. 节理是由水平挤压作用形成的

D. 节理与垂向应力有关

图 2



图 3



28. 图 3 是高家边组（O_3S_1g）和坟头组（$S_{1\text{-}2}f$）地层界限处的野外照片，两地层呈整合接触关系。以下说法中能从野外证实它们接触关系的有（　）：

A. 它们的产状几乎相同

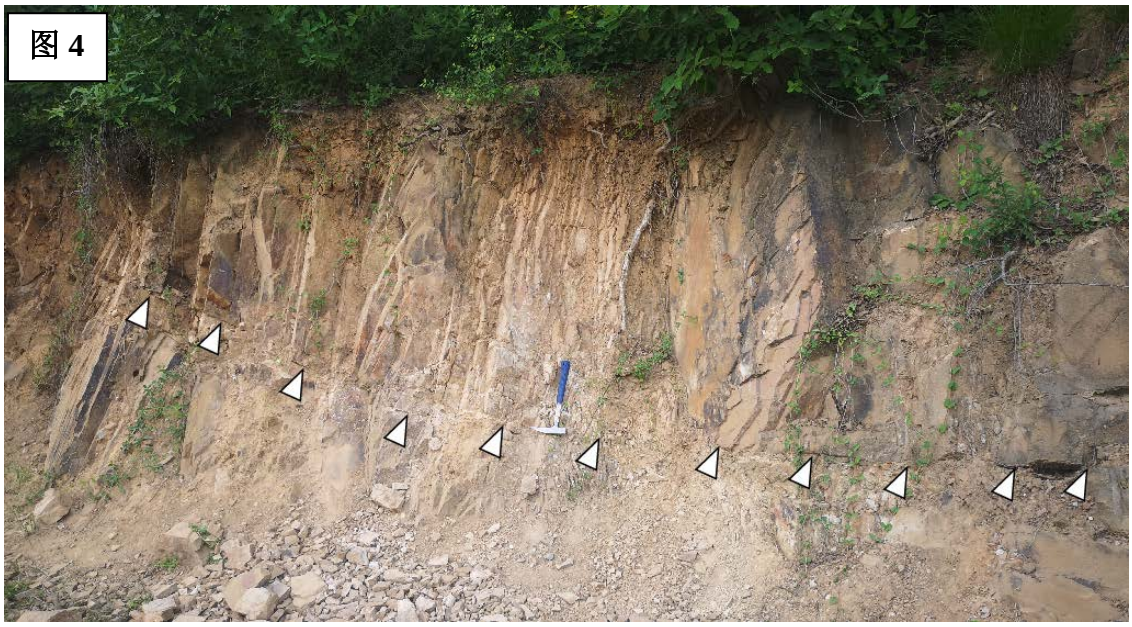
B. 两地层的岩性近似

C. 两地层中的生物化石类似

D. 它们之间没有地层缺失

29. 图 4 是坟头组（$S_{1\text{-}2}f$）地层的露头照片，图中一系列白色三角所示的位置应是（　）：

A. 节理　　B. 层理　　C. 断层　　D. 不整合面



30. 图 5 中可观察到的主要地质现象有（　）：

A. 根劈　　B. 节理　　C. 断层　　D. 生物化石

图 5



图 6



图 6 是茅山组（S_2m）地层的一处野外露头，请回答第 6-8 题。

31. 图中可以看到哪些地质现象（　）？

A. 层理　　B. 斜层理　　C. 断层　　D. 波痕

32. 露头上哪一侧的地层较老（形成得更早）？

A. 左侧　　B. 右侧　　C. 几乎同时形成　　D. 无法判断

33. 关于该地层形成的环境，说法正确的是（　　）：

A. 深海　　B. 浅海　　C. 河流　　D. 湖泊

图 7 是野外某处一断层面的照片，请仔细观察，并回答第 9-10 题。



34. 图 7 中可以观察到的地质现象有（　）：

A. 线理　　B. 擦痕　　C. 阶步　　D. 反阶步

35. 有关图 7 中断层的性质，以下说法最合理的是（　　）：

A. 正断层　　B. 逆断层　　C. 左行平移断层　　D. 右行平移断层

图 8 是五通群（D_3w）地层的野外露头照片，请根据图片和野外观察，回答第 11-12 题。

36. 图中一系列白色三角所在的近直立面，属于（　　）：

A. 层面　　B. 解理面　　C. 断层面　　D. 以上都不是

37. 如图中每个白色三角所指的一系列大小不一的凹坑，最不可能是以下哪种情况（　）：

A. 重荷模印迹　B. 大砾石掉落残留所致　C. 同沉积湍流冲刷痕　D. 大型动物足迹

图 8



图 9

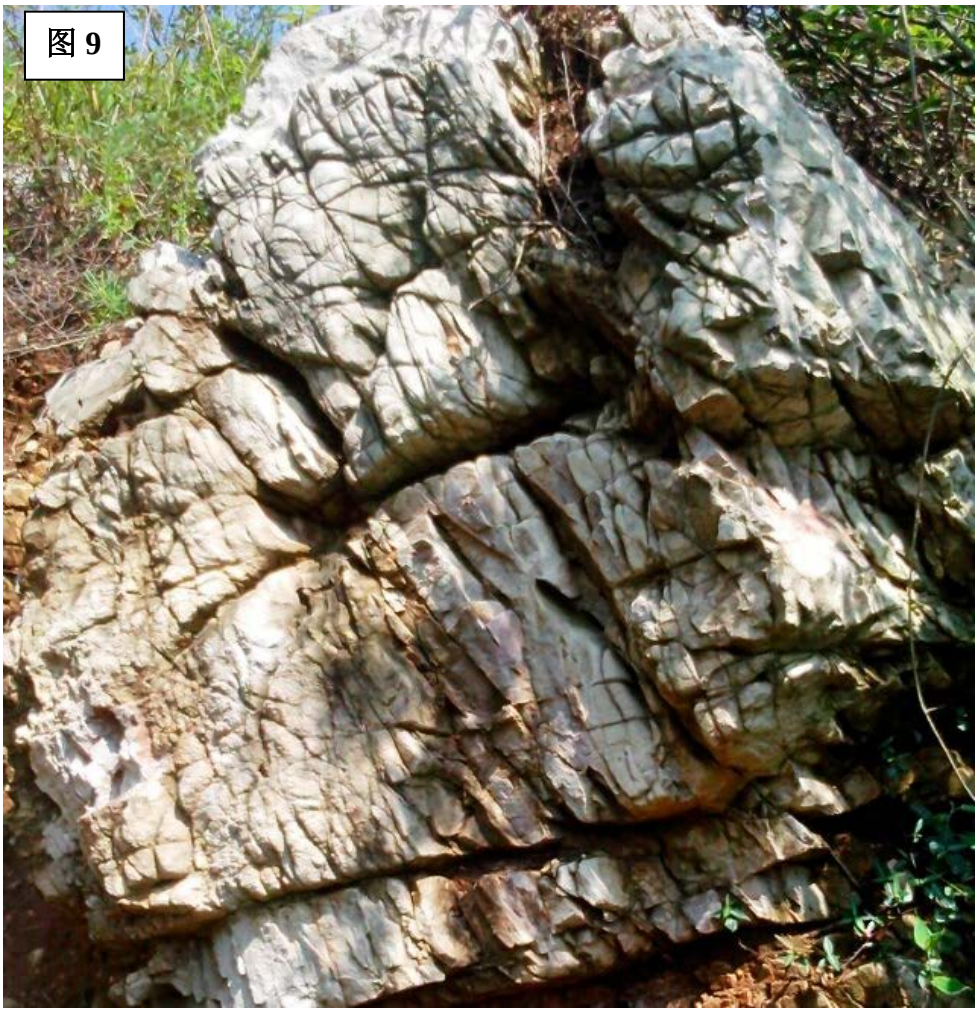


图 9 是石炭系老虎洞组（$C_{1\text{-}2}l$）地层的野外局部露头，请回答第 13-15 题。

38. 图中岩石的主要成分为（　　）：

A. 白云石　　B. 方解石　　C. $MgCO_3$　　D. $CaMg(CO_3)_2$

39. 图中似刀砍状溶沟的形成与下列哪些选项无关（　　）：

A. 地下水溶蚀　　B. 地表水侵蚀　　C. 构造节理　　D. 岩石成分差异

40. 图中岩石形成之后可能经历过哪些地质作用（　）？

A. 胶结作用　　B. 变形作用　　C. 变质作用　　D. 地壳抬升作用

图 10 是野外一处露头的照片，请回答 16-17 题。

41. 关于图中上半部分的表述，最合理的是（　　）：

A. 角砾岩　　B. 断层角砾岩　　C. 火山角砾岩　　D. 砾石堆积物

42. 图中上、下两部分岩层之间的接触关系为（　　）：

A. 整合　　B. 平行不整合　　C. 沉积不整合　　D. 角度不整合

图 10

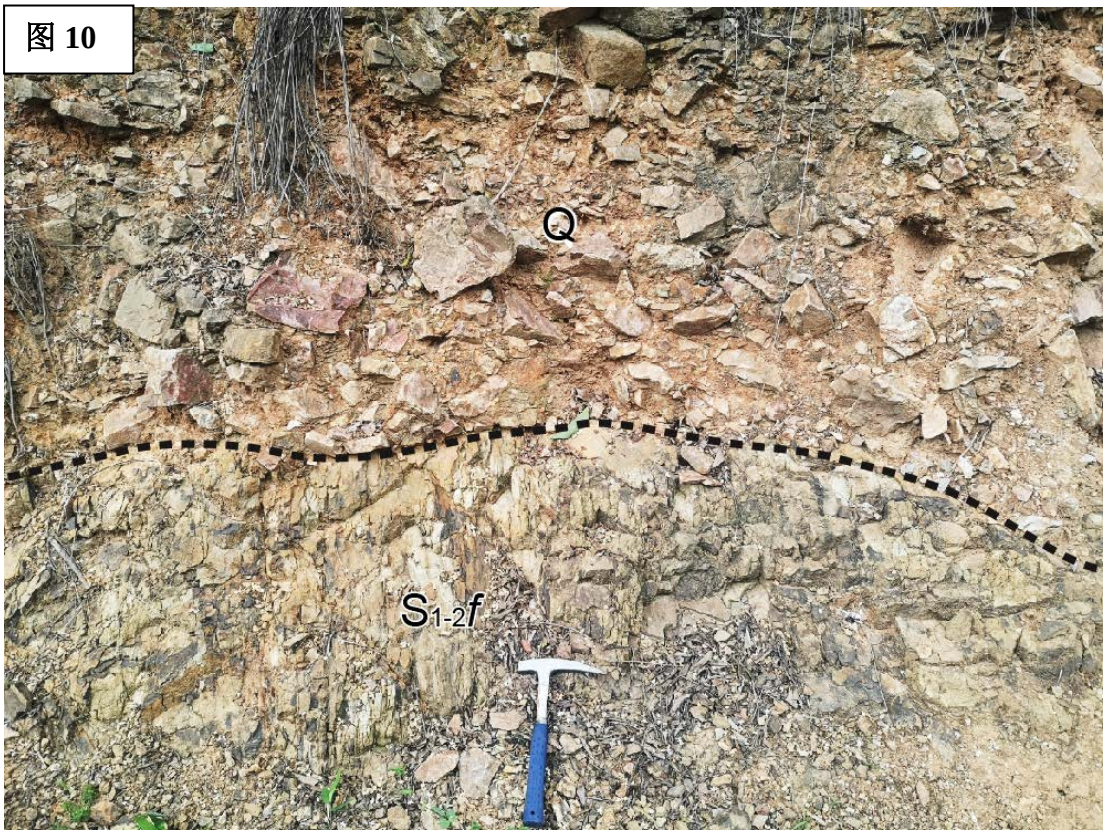


图 11



图 11 是野外某处露头的照片，请回答 18-20 题。

43. 关于地层 S_2m 和 D_3w 之间的接触关系，说法正确的是（　）：

A. 整合接触　　B. 平行不整合接触　　C. 角度不整合　　D. 断层接触

44. 测得 S_2m 地层的产状为 188∠80，D_3w 的产状为 190∠78，则以下说法正确的有（ ）：

A. 此处岩层为正常层序

B. 此处岩层为倒转层序

C. 两地层一定是某一背斜的北翼

D. 两地层可能是某一向斜的南翼

45. 结合区域地层信息，以下说法正确的是（ ）：

A. 该地区在志留纪末-中泥盆世期间的地壳运动以垂直升降为主

B. 该地区晚志留世-中泥盆世期间先后发生了海退和海进事件

C. 地层 S_2m 的岩石形成于深海环境

D. 地层 D_3w 的岩石形成于浅海环境