

解析版本：V0.2

发布日期：2025年12月21日

版本勘误：fix.geopku.cn



全国中学生 地球科学奥林匹克竞赛 真题解析

— 2018-2022 —

全国中学生地球科学奥林匹克竞赛委员会

编委会名单

(按姓氏拼音排序)

主 编:

张志诚 北京大学(教授, 现任国际地球科学奥赛中国国家队总教练)

副主编:

李亚琦 中国地震学会

熊文涛 北京大学

编 委:

陈相君 中国海洋大学

王翌博 帝国理工学院

贾天依 北京大学

魏欣辰 京都大学

孔佑甲 中国科学院大学

吴彦霖 吉林大学

李若愚 中国农业大学

衣可心 复旦大学附属中学

刘思远 同济大学

张美琼 北京市第八十中学

沈宇宁 北京大学

张知宇 中南大学

宋婉婷 北京大学

钟志航 南京信息工程大学

万子千 西南石油大学

朱晗宇 北京大学

汪宝新 北京大学

前言

全国中学生地球科学奥林匹克竞赛自 2018 年创办以来，历经多个阶段的发展与完善。2018—2022 年间形成的试题，既承载了我国地球科学奥赛的早期探索，也真实记录了竞赛命题从学科导向走向系统整合的演进过程。

随着《全国中学生地球科学奥林匹克竞赛内容大纲（2025 年修订版）》的正式发布，竞赛在理念与考查重点上发生了显著变化。新考纲以“地球系统科学”为主线，更加强调跨学科综合能力、科学推理与模型思维。相较之下，2018—2022 年的试题更多体现了早期考纲背景下对基础知识与典型地学问题的考查特征。

基于这一背景，全国中学生地球科学奥林匹克竞赛委员会决定，将 **2018—2022 年试题解析以网络形式免费向社会开放**，供广大教师、学生及地球科学爱好者参考使用。我们希望，这一资源能够帮助读者：

- 回顾我国地球科学奥赛命题的发展脉络；
- 理解不同阶段试题的设计思路与知识结构；
- 为教学研究与学习拓展提供历史与比较视角。

需要特别说明的是，本套解析对应的是**旧考纲及过渡阶段的命题体系**，不完全代表新考纲下的命题方向。对于以竞赛备考为主要目标的学生，建议以 **2023 年及之后的试题与解析**作为复习与训练的主要依据，并将本套解析作为补充参考材料。

本套解析以**网络形式**发布，这也使其具备持续更新和不断完善的可能。由于编写时间相对集中，且作者背景与研究方向各有侧重，解析中难免存在疏漏、不足或表述不够严谨之处。我们诚挚欢迎广大教师、学生及地球科学爱好者在使用过程中提出宝贵意见与修改建议。全国中学生地球科学奥林匹克竞赛委员会将根据反馈，适时对相关内容进行修订与补充，持续更新更加完善、更加严谨的版本，使这一开放资源能够更好地服务教学与学习实践。

后续试题更新链接：

<https://disk.pku.edu.cn/link/AAA4E0A1A005884E25AD666BCD9CC4E770>

试题反馈邮箱：ieso@pku.edu.cn

解析反馈链接：<https://v.wjx.cn/vm/PvfRyRS.aspx#>

地球科学是一门不断发展、不断融合的学科。竞赛的意义，不仅在于选拔，更在于引导学习方式与科学思维的转变。我们希望通过免费开放这一阶段的解析资料，让更多学习者能够在不同层次、不同阶段接触地球科学、理解地球系统、感受科学探索的乐趣。

愿我们都能脚踏实地，仰望星空，与所有热爱地球科学的人一道，在探索地球与宇宙的道路上不断前行。

全国中学生地球科学奥林匹克竞赛委员会

2025 年 12 月

全国中学生地球科学奥林匹克竞赛

真题解析（2018-2022）

（2018 预赛）全国中学生地球科学竞赛初赛试题参考答案与解析	1
（2018 决赛）第一届全国中学生地球科学竞赛决赛试题参考答案与解析	38
（2019 预赛）2019 年国际地球科学奥林匹克竞赛选拔赛预赛参考答案与解析	72
（2019 决赛）2019 年国际地球科学奥林匹克竞赛选拔赛决赛参考答案与解析	110
（2021 预赛）“海亮杯”第二届全国中学生地球科学竞赛预赛试题参考答案与解析	146
（2021 决赛）“海亮杯”第二届全国中学生地球科学竞赛决赛试题参考答案与解析	171
（2022 预赛）“海亮杯”2021-2022 学年全国中学生地球科学奥林匹克竞赛预赛试题参考答案与解析	215
（2022 决赛）“海亮杯”第三届全国中学生地球科学竞赛决赛试题参考答案与解析	247

本试题、答案与解析版权归全国中学生地球科学奥林匹克竞赛委员会所有。

未经书面授权，任何人不得演绎，不得在出版物或互联网上转载、贩卖、营利，违者必究。

全国中学生地球科学竞赛初赛试题 参考答案与解析

注 意 事 项

在答题前请认真阅读本注意事项及答题要求

1. 本试卷共分为三个部分，第一部分为单选题，第二部分为不定项选择题，第三部分为读图、不定项选择题。本卷满分为 134 分，考试时间为 150 分钟。考试结束后，请将本试卷、答题卡、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。
4. 考试开始 90 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、单选题（正确得1分，多选、选错不得分）

1. 大陆漂移学说的主要创立者是：

- A. 赫斯 B. 迪茨 C. 魏格纳 D. 麦肯齐

【答案】C

【解析】

赫斯和迪茨是 20 世纪 60 年代“海底扩张学说”的主要提出者，他们的学说解释了洋中脊的形成和新洋壳的诞生，为板块构造理论奠定了基础，可以看作是大陆漂移学说的发展和完善。A、B 项错误。魏格纳（德国气象学家、地球物理学家）在 20 世纪初提出了著名的大陆漂移学说。他通过对大西洋两岸海岸线轮廓、古生物化石、地质构造和古气候等证据的综合分析，主张全球的大陆在古代是联合在一起的“泛大陆”，后来分裂并漂移到现在的位置。因此，魏格纳是大陆漂移学说的主要创立者。C 项正确。而麦肯齐（英国地球物理学家）则是板块构造理论的奠基人之一，他将地球表面划分为多个刚性板块，并用数学模型描述了它们的运动。D 项错误。故本题选择 C 项。

【考点归纳】地球科学史，特别是大陆漂移学说和板块构造理论的发展历史。

2. 断裂两侧的岩块没有发生明显的位移的构造称为：

- A. 褶皱 B. 节理 C. 断层 D. 不整合

【答案】B

【解析】

褶皱是岩层受水平挤压作用发生弯曲变形而形成的构造，没有发生破裂。A 项错误。节理是指岩石受力破裂，但破裂面两侧的岩块没有发生显著相对位移的断裂构造，它是地壳中最常见的构造形迹之一。B 项正确。断层则是岩石受力破裂，并且破裂面两侧的岩块发生了显著的相对位移的断裂构造。C 项错误。不整合是指上下两套地层之间存在沉积间断或地层缺失的接触关系，代表了一段地质历史的空白，是一种接触关系而非构造形态。D 项错误。故本题选择 B 项。

【考点归纳】构造地质学基础，区分节理、断层和褶皱等基本地质构造的概念。

3. SiO_2 含量为 45%–53% 的火山岩称为：

- A. 酸性火山岩 B. 中性火山岩 C. 基性火山岩 D. 超基性火山岩

【答案】C

【解析】

酸性火山岩的核心判断标准是SiO₂含量>65%，如流纹岩，其成分以石英、钾长石为。A项错误。中性火山岩的SiO₂含量范围为 52%~65%（不同分类标准略有差异，核心区间围绕 53%~65%），如安山岩。B项错误。基性火山岩的 SiO₂含量明确界定为 45%~52%（或 45%~53%，不同教材分类细节一致），代表岩石为玄武岩，成分以斜长石、辉石为主。C项正确。超基性火山岩的SiO₂含量<45%，如科马提岩，成分以橄榄石、辉石为主。D项错误。故本题选择C项。

【考点归纳】

火山岩按SiO₂含量的分类体系：

超基性岩：SiO₂<45%，矿物以橄榄石、辉石为主，代表性火山岩为科马提岩（少见），侵入岩为橄榄岩。

基性岩：SiO₂ 45%~52%（或 45%~53%），矿物以斜长石、辉石为主，代表性火山岩为玄武岩，侵入岩为辉长岩。

中性岩：SiO₂ 52%~65%，矿物以斜长石、角闪石（或钾长石）为主，代表性火山岩为安山岩（中基性）、粗面岩（中酸性），侵入岩为闪长岩、正长岩。

酸性岩：SiO₂>65%，矿物以石英、钾长石、斜长石为主，代表性火山岩为流纹岩，侵入岩为花岗岩。

依据岩石学，特别是火成岩（岩浆岩）的化学分类标准，在地球科学奥赛中最常见的火成岩可以总结为下表：

	酸性	中性	基性	超基性
喷出岩	流纹岩(λ)	安山岩(α)	玄武岩(β)	苦橄岩(ω)
浅成侵入岩	花岗斑岩($\gamma\pi$)	闪长玢岩($\delta\mu$)	辉绿岩($\beta\mu$)	
深成侵入岩	花岗岩(γ)	闪长岩(δ)	辉长岩(ν)	橄榄岩(σ)

4. 中级变质作用形成的岩石是：

- A.板岩 B.千枚岩 C.片麻岩 D.麻粒岩

【答案】C

【解析】

板岩是低级变质作用（低温低压）的产物。A项错误。千枚岩是低级变质作用（低温中低压）形成。B项错误。片麻岩是中级变质作用的产物。C项正确。麻粒岩是高级变质作用（高温高压）的产物。D项错误。故本题选择C项。

【考点归纳】

变质作用的等级划分与对应岩石：变质作用按温压条件分为低级、中级、高级、超高级，不同等级对应特定的变质岩类型，核心依据是变质程度（矿物组合、结构构造）。

5. 哪种岩石的岩浆可能源于地壳？

- A.玄武岩 B.花岗岩 C.辉长岩 D.橄榄岩

【答案】B

【解析】

玄武岩是基性火山岩，其岩浆（玄武岩浆）主要来源于地幔部分熔融（如软流圈地幔的减压熔融）。A项错误。花岗岩是酸性侵入岩，其岩浆（花岗岩浆）主要有两种成因：一是地壳硅铝质岩石（如黏土岩、砂岩）经部分熔融形成（地壳熔融型）；二是地幔岩浆上升过程中与地壳物质充分混合、同化混染后形成（地幔-地壳混合型），两种成因均与地壳直接相关。B项正确。辉

长岩是基性侵入岩，与玄武岩同属基性岩类，岩浆（辉长岩浆）来源于地幔部分熔融，成分与玄武岩浆一致（仅冷凝速度不同导致结构差异）。C项错误。橄榄岩是超基性侵入岩， SiO_2 含量 $<45\%$ ，主要由橄榄石、辉石组成，是地幔岩的主要类型（如地幔橄榄岩）。D项错误。故本题选择B项。

【考点归纳】

不同岩石类型的岩浆来源：

地幔来源：超基性岩（橄榄岩）、基性岩（玄武岩、辉长岩）的岩浆多来自地幔，其中玄武岩浆来自软流圈地幔部分熔融，橄榄岩是地幔岩本身（非岩浆结晶），反映地幔活动（如大洋中脊、大陆裂谷）。

地壳来源/地幔-地壳混合来源：酸性岩（花岗岩、流纹岩）的岩浆多来自地壳硅铝质岩石熔融，或地幔岩浆与地壳物质混合，反映地壳增厚、俯冲等构造环境（如大陆边缘、陆内造山带）。

岩石类型与岩浆来源的关联逻辑：通过岩石的 SiO_2 含量可间接推断岩浆来源—— SiO_2 含量低（基性、超基性）→岩浆多来自地幔（地幔物质贫硅）； SiO_2 含量高（酸性）→岩浆多来自地壳（地壳物质富硅），这是火成岩成因分析的重要逻辑链。

6. 根据威尔逊旋回，大洋演化到成年期阶段的典型代表是：

- A.太平洋 B.大西洋 C.印度洋 D.北冰洋

【答案】B**【解析】**

威尔逊旋回（Wilson Cycle）描述了一个完整的大洋从诞生、发展到最终消亡的全过程。主要分为：胚胎期（如东非裂谷）、幼年期（如红海）、成年期（如大西洋）、衰退期（如太平洋）、终了期（如地中海）和缝合期（如喜马拉雅山脉）。虽然太平洋有扩张的洋中脊，但其边缘被广泛的俯冲带包围（环太平洋地震带），其整体面积正在缩小，处于衰退期。A项错误。目前大西洋中间有持续扩张的洋中脊，而其边缘没有大规模的俯冲带，整个大洋处于扩张状态，是成年期的典型代表。B项正确。而印度洋和北冰洋地质情况较为复杂，不属于威尔逊旋回的典型代表。C、D项错误。故本题选择B项。

【考点归纳】 板块构造，威尔逊旋回，大洋演化的不同阶段。

7. 下列哪种岩石是酸性侵入岩：

- A.橄榄岩 B.辉长岩 C.闪长岩 D.花岗岩

【答案】D**【解析】**

橄榄岩是超基性侵入岩。A项错误。辉长岩是基性侵入岩。B项错误。闪长岩是中性侵入岩。C项错误。花岗岩是酸性侵入岩。D项正确。故本题选择D项。

【考点归纳】

侵入岩的分类体系（按 SiO_2 含量）：

超基性侵入岩： $\text{SiO}_2 < 45\%$ ，代表岩石橄榄岩，矿物以橄榄石、辉石为主，无石英。

基性侵入岩： $\text{SiO}_2 45\% \sim 52\%$ ，代表岩石辉长岩，矿物以斜长石、辉石为主，无石英。

中性侵入岩： $\text{SiO}_2 52\% \sim 65\%$ ，代表岩石闪长岩（中基性，斜长石+角闪石）、正长岩（中酸性，钾长石+斜长石），含少量石英。

酸性侵入岩： $\text{SiO}_2 > 65\%$ ，代表岩石花岗岩，矿物以石英（ $>20\%$ ）、钾长石、斜长石为主，石英是关键识别矿物。

8. 全球板块划分种属于7大板块的有：

- A.菲律宾板块 B.南极洲板块 C.阿拉伯板块 D.加勒比板块

【答案】 B**【解析】**

全球的岩石圈被划分为多个板块，通常认为有七个主要的大板块和一些较小的板块。其中七大板块包括：太平洋板块、欧亚板块、非洲板块、北美洲板块、南美洲板块、印度洋-澳大利亚板块（或称印澳板块）、南极洲板块。南极洲板块是七大板块之一。而菲律宾板块、阿拉伯板块、加勒比板块均为规模较小的次级板块。故本题选择B项。

【考点归纳】 板块构造理论，全球主要板块的划分和名称。

9. 下列的哪一种岩石与其他岩石不属于同一类？

A. 灰岩 B. 凝灰岩 C. 泥灰岩 D. 白云岩

【答案】 B**【解析】**

灰岩全称石灰岩，属于沉积岩中的碳酸盐岩类，主要成分是碳酸钙（ CaCO_3 ）。A项错误。凝灰岩属于火成岩中的火山碎屑岩类，由火山喷发的碎屑物质（火山灰、火山尘）经沉积、胶结形成，虽具一定层理（类似沉积岩），但物质来源为火山活动，成因属于火成岩范畴，与其他三种沉积岩（碳酸盐岩）类别不同。B项正确。泥灰岩属于沉积岩中的碳酸盐岩类（过渡类型），主要成分是碳酸钙（ CaCO_3 ）和黏土矿物，由碳酸盐沉积与黏土沉积混合形成。C项错误。白云岩属于沉积岩中的碳酸盐岩类，主要成分是白云石 $\{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2\}$ ，由化学沉积或灰岩经白云石化作用形成。D项错误。故本题选择B项。

【考点归纳】

三大岩类的区分：

火成岩（岩浆岩）：由岩浆冷却结晶形成，包括侵入岩（如花岗岩）和火山岩（如玄武岩、凝灰岩），物质来源为地幔或地壳熔融岩浆。

沉积岩：由沉积物（陆源碎屑、化学沉积、生物沉积）经压实、胶结形成，具层理构造，包括碎屑岩（如砂岩）、碳酸盐岩（如灰岩、白云岩）、泥质岩（如页岩），物质来源为地表风化产物或化学/生物沉淀。

变质岩：由原有岩石（火成岩、沉积岩、变质岩）经变质作用（温度、压力、流体）改造形成，具片理、片麻理等变质构造，如片岩、大理岩。

10. 变质作用的决定因素不包括：

A. 温度 B. 压力 C. 时间 D. 流体

【答案】 C**【解析】**

变质作用是指岩石在固态下，由于温度、压力和化学活动性流体的影响，其矿物成分、结构和构造发生改变的过程。温度和压力是变质作用最主要的物理因素，它们决定了变质反应的方向和程度。A，B项错误。时间虽然是任何地质过程发生的必要条件，但它不被视为一个独立的、主动的“决定因素”或“改造动力”。温度、压力和流体才是导致变化的直接驱动力，因此在变质作用的定义中，通常强调前三者为主要因素。C项正确。流体是变质作用的催化剂，能够促进化学反应和物质迁移。D项错误。故本题选择C项。

【考点归纳】 变质岩石学，变质作用的主要控制因素。

11. 具有菊石型缝合线类型的菊石最早出现于哪个时代？

A. 泥盆纪 B. 石炭纪 C. 二叠纪 D. 三叠纪

【答案】C

【解析】

菊石的缝合线是其演化阶段的重要标志，复杂程度随时间递增。演化序列为：无棱菊石型→棱菊石型→齿菊石型→菊石型。其中菊石型缝合线（褶皱非常复杂，鞍和叶都呈复杂的菊叶状）最早出现在二叠纪的几个不同类群中，但二叠纪末全部惨遭灭绝。早-中三叠世尚未发现具有菊石型缝合线的化石记录。至晚三叠世，一些类群重新演化出菊石型缝合线，并繁盛于侏罗纪和白垩纪。故本题选择C项。

【考点归纳】古生物学，菊石及其缝合线的演化规律。

12. 中生代以来海洋中的珊瑚属于何种珊瑚？

- A. 日射珊瑚 B. 四射珊瑚 C. 六射珊瑚 D. 床板珊瑚

【答案】C

【解析】

珊瑚的演化历史上，不同类型的珊瑚在不同地质时期占主导地位。四射珊瑚和床板珊瑚是古生代（特别是奥陶纪到二叠纪）的典型代表，在二叠纪末期的大灭绝事件中基本灭绝。日射珊瑚是床板珊瑚的一个目。六射珊瑚从中生代三叠纪开始出现并繁盛至今，是现代海洋中珊瑚礁的主要建造者。因此，中生代至今的珊瑚主要是六射珊瑚。故本题选择C项。

【考点归纳】古生物学，珊瑚的演化历史，不同类型珊瑚的生存时代。

13. 关于地球系统的辐射收支，以下哪些是正确的？

- A. 太阳表面和地球表面都辐射可见光
B. 由太阳表面辐射的短波辐射全部被地球系统吸收
C. 地球大气的温室效应，主要是由于大气中的温室气体吸收太阳的短波辐射，使地表升温
D. 云、雪、冰川、沙漠可以有效地反射太阳辐射

【答案】D

【解析】

地球表面辐射的属于长波辐射，波长大概在 $3\mu\text{m}$ 到 $120\mu\text{m}$ 之间，而可见光的波长范围在 380nm 到 750nm 之间，地球表面并不辐射可见光。A项错误。短波辐射是波长短于 $3\mu\text{m}$ 的电磁辐射，是太阳辐射的重要组成部分，由太阳表面辐射的短波辐射会有30%被反射回太空，剩下的20%被大气吸收，50%到达地表。B项错误。地球大气的温室效应，主要是由于大气中的温室气体吸收地球表面发出的长波辐射，然后再向各个方向辐射，其中一部分返回地表，从而起到保温作用。它们对太阳短波辐射的吸收能力很弱。C项错误。反照率指地表反射太阳辐射通量与入射通量的比值，反映了不同地表反射太阳辐射的能力，反照率越高，反射太阳辐射的能力就越强。雪的反照率在50%以上，沙漠的反照率约为25%~30%，冰川的反照率在40%~60%，云的反照率根据云的类型有较大变化，从20%到90%不等。以上物体均能有效反射太阳辐射，D项正确。故本题选择D项。

【考点归纳】

大气科学，地球能量平衡，太阳辐射（短波）与地面辐射（长波），温室效应原理，反照率。

14. 下列关于云的描述，哪些是正确的？

- A. 卷云、卷积云、卷层云属于暖云（只包含液态水的云）
B. 层云、层积云属于冷云（包含冰的云）
C. 积雨云中既有液态水也有冰
D. 大气中存在的最冷的液态水是 0°C

【答案】 C**【解析】**

云根据其组成粒子可以分为水云（暖云）、冰云和混合云。卷云、卷积云、卷层云属于高云族，形成高度很高，温度远低于 0°C ，完全由小冰晶组成，属于冰云，而不是暖云。A项错误。层云、层积云属于低云族，云底高度通常在2500米以下，温度一般高于 0°C ，主要由小水滴组成，属于水云（暖云）。B项错误。积雨云是一种垂直发展极为旺盛的云，云体庞大，内部既含有有液态水也有固态冰。其底部温度高于 0°C ，由过冷水滴和水滴组成；中部温度在 0°C 到 -40°C 之间，由过冷水滴和冰晶混合组成；顶部温度低于 -40°C ，几乎全由冰晶组成。因此，积雨云中既有液态水也有冰，是典型的混合云。C项正确。在洁净的大气中，液态水可以在低于 0°C 的环境中存在而不结冰，这种水被称为“过冷水”，最低可达到约 -40°C 。D项错误。故本题选择C项。

【考点归纳】 大气科学，云的分类（形态、高度、组成），云微物理过程（过冷水、冰晶）。**15. 下列关于空气污染的描述，哪些是正确的？**

- A. 夏季陆地上近地面空气中的臭氧，常在半夜达到一天的最高值
- B. 边界层稳定且湿度较大时，有利于二次气溶胶生成
- C. 臭氧可以吸收紫外线，所以大气中的臭氧多多益善
- D. 稳定边界层有利于污染物向上扩散

【答案】 B**【解析】**

近地面臭氧是光化学烟雾的产物，其生成需要强烈的光照（紫外线）和氮氧化物、挥发性有机物等前体物。因此，臭氧浓度通常在午后达到一天中的最高值，而非半夜。A项错误。二次气溶胶（如硫酸盐、硝酸盐）通常由一次污染物（如 SO_2 、 NO_x ）通过一系列的化学反应生成，稳定的边界层（如逆温）会抑制污染物扩散，使其浓度升高，同时较高的湿度能为非均相化学反应提供场所（液滴表面），促进二次气溶胶的生成，故当边界层稳定且湿度较大时，有利于二次气溶胶生成。B项正确。平流层的臭氧能吸收紫外线，保护地球生命，但近地面的臭氧则是一种污染物，对人体健康和生态系统有，因此“多多益善”的说法有误。C项错误。稳定边界层（特别是存在逆温层时）大气垂直运动受到强烈抑制，能阻碍污染物的向上扩散，并导致其在地表附近积聚。D项错误。故本题选择B项。

【考点归纳】 环境科学，大气污染，光化学烟雾，臭氧（平流层与对流层的作用差异），大气边界层稳定性与污染物扩散的关系，二次污染物。**16. 天气图的主要用途是：**

- A. 分析局地大气的温-湿廓线
- B. 分析中高纬度的天气过程，但不宜用于热带天气的分析
- C. 分析6小时以内的临近预报
- D. 同时用于天气预报和气候预测

【答案】 B**【解析】**

局地大气的温-湿廓线（垂直温度和湿度分布）通常是用探空图（ $T-\ln P$ 图）来分析，而并非天气图。A项错误。天气图（尤其是地面天气图和高空天气图）是分析天气系统（锋、气旋、反气旋）时空演变的主要工具。这些天气系统在中高纬度地区特征明显，是天气预报的基础，但是在热带地区，气压场和温度场梯度很小，锋面系统罕见，天气图的作用相对有限（热带天气分析更侧重于流场、辐合带和对流活动等）不宜用天气图分析。B项正确。虽然天气图是中短期天气预报的基础，但对于6小时以内的临近预报，更依赖于雷达、卫星云图等实时性更强的观测资料。C项错误。天气图主要用于天气分析和预报（时间尺度为几天到一周），而气候预测是研究更长

时间尺度（月、季、年、几十年以上）的大气状况，使用的方法和资料存在明显不同。D项错误。故本题选择B项。

【考点归纳】

气象学，天气图的用途和局限性，天气预报与气候预测的区别，不同纬度天气系统的特点。

17. 龙卷风的产生需要如下条件：

- A. 台风提供的充足水汽
- B. 阻塞高压前带来的冷空气
- C. 强雷暴或超级单体附近的风剪切、强对流、和涡旋环境
- D. 超强科氏力所提供的向心力

【答案】C

【解析】

充足的水汽是形成雷暴的条件之一，但台风并不是龙卷风的必要前提，龙卷风在内陆的温带气旋或锋面环境中同样可以形成。A项错误。冷空气是形成锋面和不稳定天气的条件之一，但“阻塞高压前”并不是一个特定的、必然与龙卷风相关的天气形势。B项错误。龙卷风是一种尺度极小但破坏力极强的猛烈涡旋，其产生与特定的气象条件密切相关。它几乎总是与强雷暴云（特别是拥有旋转性中气旋的“超级单体”雷暴）相伴而生，强烈的垂直风切变（不同高度风速风向的差异）是使空气柱发生旋转的关键，而强烈的上升气流（强对流）则将旋转的空气柱垂直拉伸，使其旋转加速，最终形成龙卷，这是龙卷风形成的核心条件。C项正确。科氏力（地转偏向力）在地球尺度和天气尺度（如气旋）的系统中有重要作用，但对于龙卷风这种小尺度的涡旋来说，其影响微乎其微，龙卷风的旋转主要产生于强风切变和对流作用。D项错误。故本题选择C项。

【考点归纳】 气象学，灾害性天气，龙卷风的形成条件（超级单体、垂直风切变、强对流）。

18. 诸如CO₂、CH₄之类的温室气体，之所以具有温室效应，是因为：

- A. 多原子分子的不稳定分子键的振动
- B. 双原子分子具有稳定的共价键
- C. 碳原子本身具有吸收长波辐射的特性
- D. 碳原子本身具有吸收短波辐射的特性

【答案】A

【解析】

温室效应的微观原理是分子在吸收特定频率的电磁波（辐射）后，从低能级跃迁到高能级，表现为分子的振动或转动加剧。CO₂（三个原子）和CH₄（五个原子）都是多原子分子，其分子结构（如弯曲、非对称伸缩振动）能够有效吸收地球向外辐射的红外线（长波辐射），从而捕获能量，导致大气增温。A项正确。双原子分子如N₂、O₂，由于其结构对称，振动时并不会产生偶极矩变化，几乎不吸收红外辐射。B项错误。温室效应主要与吸收长波辐射有关，且吸收辐射是整个分子的行为，而不是单个碳原子的特性。C、D项错误。故本题选择A项。

【考点归纳】 大气物理，温室效应的微观机理，分子振动与红外辐射的吸收。

19. 地球形成早期，太阳亮度只有今天的70%，对当时地球气候的描述正确的是：

- A. 地球气候寒冷，冰川充分发育并向赤道扩张，在元古代首尾形成两次“冰雪地球”
- B. 地球气候炎热，主要是因为地球内部热源，即地核在地球形成初期活动剧烈
- C. 地球气候冷暖不定，振幅很大，主要是因为地球自转速度较慢（昼夜温差大），且地轴倾角较大（冬夏温差大）
- D. 地球气候炎热，主要是因为火山喷发出大量的CO₂，弥补了太阳亮度的不足

【答案】D**【解析】**

“冰雪地球”事件发生在元古宙，比地球形成早期（太古宙）要晚得多。A项错误。地球内部热源对地表温度的贡献远小于太阳辐射，不足以维持全球的温暖。B项错误。虽然早期地球自转和地轴倾角可能与现在不同，但其主要影响昼夜和季节温差，而并非影响全球平均温度的根本原因。C项错误。目前科学界对此的主流解释是，早期地球火山活动极为频繁，向大气中释放了巨量的温室气体（主要是 CO_2 和 CH_4 ），产生了比现在强得多的温室效应，从而抵消了太阳辐射的不足，维持了地表的温暖，使液态水得以存在。D项正确。故本题选择D项。

【考点归纳】古气候学，地球早期大气成分与气候，温室效应的历史作用。

20. 最近80万年来，地球气候呈现以10万年为周期的“冰期-间冰期”旋回，其原因是：

- A. 热盐环流理论，即深层大洋的缓慢洋流的强和弱影响了地球热量的经向输送
- B. 米兰科维奇理论，即轨道要素决定了地球接受到的太阳辐射随时间和空间的变化
- C. 海洋的冷暖决定了 CO_2 的吸收和排出， CO_2 又进一步通过温室效应调节地球温度
- D. 极地冰雪与短波辐射之间的正反馈过程

【答案】B**【解析】**

米兰科维奇理论（即轨道要素决定了地球接受到的太阳辐射随时间和空间的变化）是解释第四纪冰期-间冰期旋回的主流理论，它指出地球的公转轨道偏心率（约10万年周期）、地轴倾角（约4.1万年周期）和岁差（约2.6万年周期）的周期性变化，导致地球不同纬度接收到的太阳辐射量发生周期性变化，是驱动冰期循环的根本外部强迫力，同时10万年的周期也与偏心率周期高度吻合。B项正确。而A、C、D项描述的均为地球气候系统内部的反馈机制，而不是最初的驱动力。热盐环流、大气 CO_2 浓度变化、冰-反照率正反馈，这些过程都会放大由米兰科维奇循环引起的初始微小变化，但并非旋回的根本原因。故本题选择B项。

【考点归纳】古气候学，第四纪冰期，米兰科维奇理论（轨道驱动理论），气候变化的驱动力与反馈机制。

21. 造成天气灰霾的最主要原因是大气中何种成分增多？

- A. 二氧化硫；
- B. 氮氧化物；
- C. $\text{PM}_{2.5}$ ；
- D. PM_{10}

【答案】C**【解析】**

灰霾天气的核心特征是能见度下降，其最主要的原因是大气中悬浮着大量极细微的干尘粒等颗粒物。二氧化硫(SO_2)和氮氧化物(NO_x)是重要的气态污染物，也是形成二次颗粒物（如硫酸盐、硝酸盐，是 $\text{PM}_{2.5}$ 的组成部分）的前体物，但并非造成灰霾的主要原因。A、B项错误。 $\text{PM}_{2.5}$ 是指大气中直径小于或等于2.5微米的颗粒物，这种颗粒物质量小，但能在空气中悬浮很长时间，并对光的散射能力很强，是造成能见度降低、形成灰霾的最主要原因。C项正确。 PM_{10} 指的是直径小于或等于10微米的颗粒物，包含了 $\text{PM}_{2.5}$ ，但相对较粗的颗粒物（2.5-10微米） PM_{10} 更容易沉降，因此其对能见度的影响不如 $\text{PM}_{2.5}$ 显著。D项错误。故本题选择C项。

【考点归纳】大气环境，空气污染，灰霾（Haze）， $\text{PM}_{2.5}$ 。

22. 在污染大气中，哪种污染物既可能是一次污染物，也可能是二次污染物？

- A. 臭氧；
- B. 二氧化氮；
- C. 氟化氢；
- D. 硫化氢

【答案】 B**【解析】**

一次污染物是指直接从污染源排放到大气中的污染物，二次污染物是指一次污染物在大气中经过化学反应或光化学反应生成的新的污染物。在对流层中臭氧(O₃)几乎完全是由氮氧化物和挥发性有机物在光照下反应生成的，是典型的二次污染物。二氧化氮(NO₂)既可以作为一次污染物，直接在高温燃烧过程(如汽车尾气、工厂废气)中形成，同时也可以作为二次污染物，由一次污染物一氧化氮(NO)在大气中被氧化而成。B项正确。氟化氢(HF)和硫化氢(H₂S)通常被认为是直接从工业源或天然源排放的一次污染物。C、D项错误。故本题选择B项。

【考点归纳】 大气污染，一次污染物与二次污染物的定义与区分。

23. 因受海陆位置、水汽来源、地形条件等因素影响，我国水资源在空间分布上可大致划分为几个地带？

A.3; B.4; C.5; D.6

【答案】 B**【解析】**

中国水资源的空间分布极不均匀，总体上呈现“南多北少，东多西少”的特点。根据年降水量和径流量，通常可以将全国划分为四大区域：

- 1.湿润区(主要分布在东南部，降水丰沛)
- 2.半湿润区(主要分布在东北、华北)
- 3.半干旱区(主要分布在内蒙古、黄土高原)
- 4.干旱区(主要分布在西北地区)。

因此，划分为4个地带是常见的地理学划分方法。故本题选择B项。

【考点归纳】 中国地理，水资源空间分布规律，中国干湿地区划分。

24. 钓鱼岛诸岛所在海区为：

A.黄海; B.南海; C.东海; D.渤海

【答案】 C**【解析】**

钓鱼岛及其附属岛屿位于中国台湾省东北部，是我国的固有领土。从地理位置上看，它位于中国东海大陆架的边缘，属于东海海域。故本题选择C项。

【考点归纳】 中国地理，中国领海范围，东海。**【知识拓展】** 中国四大海域分界线：

渤海-黄海分界线：辽东半岛南端老铁山角与山东半岛北岸蓬莱角连线。

黄海-东海分界线：长江口北岸启东角与韩国济州岛西南角连线。

东海-南海分界线：福建省、广东省交界的南澳岛与台湾南端的鹅銮鼻连线。

25. 赤潮发生的物质基础和首要条件是：

A.气候异常; B.海水富营养化; C.温度异常; D.光照适宜

【答案】 B**【解析】**

赤潮(Red Tide)是一种有害藻华现象，即海洋中某些微小的浮游藻类、原生动物或细菌在一定环境条件下爆发性增殖或高度聚集。**海水富营养化(Eutrophication)**指含有大量氮、磷等营养物质的废水、污水排入海洋后，导致海水中的营养盐浓度过高，为藻类爆发性生长提供了充足的“食物”，是赤潮发生的根本物质基础和首要条件。B项正确。而A、C、D选项中的气候、温度、光照

都是影响赤潮发生的重要环境诱因，而不是物质基础，没有富营养化这个基础，即使其他条件再适宜，藻类也无法实现大规模的暴发。故本题选择B项。

【考点归纳】海洋生态学，环境污染，赤潮（有害藻华），海水富营养化。

26. 赤道海区盐度低的主要原因是：

- A. 降水量大于蒸发量 B. 降水量小于蒸发量
C. 附近有寒、暖流经过 D. 赤道附近生物比较多

【答案】A

【解析】

海水盐度的分布主要受降水量和蒸发量的对比关系控制。赤道地区地处赤道低气压带，盛行上升气流，全年高温多雨，降水量非常丰富，大量的淡水输入稀释了表层海水，因此尽管该地区蒸发旺盛，但总体上降水量超过了蒸发量，从而导致表层海水盐度相对较低。相比之下，副热带海区（南北纬30°附近）受副热带高压控制，盛行下沉气流，降水稀少且蒸发强烈，是全球海水盐度最高的区域。故本题选择A项。

【考点归纳】海洋学，海水盐度分布规律，全球气压带和风带，降水量与蒸发量的关系。

27. 通常情况下，北半球海洋中的水都是以什么方向流动？

- A. 顺时针 B. 逆时针
C. 有时顺时针，有时逆时针 D. 无特定方向

【答案】A

【解析】

这道题考察的是大型洋流系统——大洋环流（洋盆环流）。在北半球，受盛行风（东北信风和盛行西风）的驱动以及地转偏向力（科里奥利力）向右偏转的影响，主要的大洋表层环流在副热带海区形成一个巨大的、**顺时针**方向流动的环流系统（副热带环流，在南半球方向相反）。故本题选择A项。

【考点归纳】物理海洋学，大洋环流（洋流模式），地转偏向力（科里奥利力）。

28. 钓鱼岛诸岛所在海区为：

- A. 黄海 B. 南海 C. 东海 D. 渤海

【答案】C

【解析】

钓鱼岛及其附属岛屿位于中国台湾省东北部，是我国的固有领土。从地理位置上看，它位于中国东海大陆架的边缘，属于东海海域。故本题选择C项。

【考点归纳】中国地理，中国领海范围，东海。

【知识拓展】中国四大海域分界线：

渤海-黄海分界线：辽东半岛南端老铁山角与山东半岛北岸蓬莱角连线。

黄海-东海分界线：长江口北岸启东角与韩国济州岛西南角连线。

东海-南海分界线：福建省、广东省交界的南澳岛与台湾南端的鹅銮鼻连线。

29. 北半球，热带气旋的旋转方向是？

- A. 顺时针 B. 逆时针 C. 由生产时间决定 D. 由其强度决定

【答案】B

【解析】

热带气旋（包括台风、飓风）是一个强大的低气压中心。在北半球，空气流向低气压中心时，会受到地转偏向力的影响向右偏转，从而形成一个**逆时针**方向旋转的气旋。故本题选择B项。

【考点归纳】 热带气旋，气压与风，地转偏向力。

30. 关于地球内部结构和物理性质，以下几种说法中最不正确的是？

- A. 温度随深度的增加而增加
- B. 压力随深度的增加而增加
- C. 地震波速度随深度的增加而增加
- D. 密度随深度的增加而增加

【答案】 C

【解析】

地震波速度随深度的增加而增加，这个说法存在明确且重要的例外。虽然在大部分区域，波速随深度增加，但在某些特定界面或层位，波速会显著降低甚至突变。最著名的例子是位于上地幔的软流圈（低速带），这里的岩石发生部分熔融，导致地震波速度显著下降。此外，在核幔边界，P波速度会锐减，S波则完全消失。C项的说法最不正确。而A，B，D项中的温度、压力和密度，其总体趋势确实是随着深度单调增加的。故本题选择C项。

【考点归纳】 地球物理学，地球内部圈层结构，地震波传播特征，软流圈（低速带）。

31. 台站震中距与以下哪一项无关？

- A. 震中位置
- B. 震源深度
- C. 台站位置
- D. 震源位置

【答案】 B

【解析】

震中距（Epicentral distance）的定义是，从震中（震源在地面上的垂直投影点）到地震观测台站的球面距离。这个距离的计算直接取决于震中的位置和台站的位置。而震中的位置又由震源的水平位置决定的。A，C，D项正确。而震源深度（Focal depth）是震源到震中的垂直距离。无论一个地震是深源还是浅源，只要它们的震中位置相同，那么对于同一个观测台站来说，震中距就是相同的，因此震中距与震源深度无直接关系。B项错误。故本题选择B项

【考点归纳】 地震学基本概念，震中、震源、震中距、震源深度的定义与关系。

32. 地震面波的频散特征指的是什么？

- A. 它的振幅在地表最大，随深度增加而减小
- B. 它的传播速度比体波小
- C. 它的不同频率成分传播速度不同
- D. 它的频带宽、传播距离远

【答案】 C

【解析】

频散（Dispersion）是一个物理学概念，指波的传播速度与其频率（或波长）有关的现象。对于地震面波，通常长波长（低频率）的成分传播速度快，短波长（高频率）的成分传播速度慢，这会导致一束包含多种频率的面波在传播过程中，波形逐渐“散开”，长波成分会先到达台站，故不同频率成分传播速度不同。C项正确。而选项A、B、D虽然也是地震面波的特征，但它们描述的分别是面波的振幅分布、相对速度和一般性质，而不是“频散”这一特定现象。故本题选择C项。

【考点归纳】 地震学，地震面波，波的频散（色散）现象。

33. 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

【答案】C

【解析】

在一次地震中，会产生不同类型的地震波。它们的速度遵循以下规律：纵波（P波）是压缩波，传播速度最快，最先到达地震台。横波（S波）是剪切波，速度次之，在P波之后到达。而面波（Surface Wave）沿地球表面传播，能量衰减慢，但速度最慢，最后到达地震台，且通常振幅最大，是造成破坏的主要波形。故本题选择C项。

【考点归纳】地震学，地震波类型（P波、S波、面波）及其传播速度比较。

34. 珠穆朗玛峰的海拔高度约为8844米，在它的顶峰观测到的重力值和海拔0米的海平面处观测到的重力值相比，大约相差多少？

- A. 增加2.7% B. 相同 C. 减小27% D. 减小2.7%

【答案】题设有误，本题删除，不计入成绩

【解析】

此题考察万有引力定律的理解与计算。

记万有引力常量为 G ，地球总质量为 M ，地球平均半径为 R ，珠穆朗玛峰高度为 h ，现将地球近似视为分层正球体。则海平面处重力值（重力加速度）为 $g_0 = \frac{GM}{R^2}$ ，顶峰处重力值为

$g = \frac{GM}{(R+h)^2}$ ，它们相差 $\frac{g-g_0}{g_0} = \frac{R^2}{(R+h)^2} - 1 = \frac{1}{\left(1+\frac{h}{R}\right)^2} - 1$ 。将数据代入，可以计算得出上

式值约为-0.277%。当然，为计算简便，由于很容易注意到 $\frac{h}{R}$ 非常小，我们利用 $\frac{1}{(1+x)^2}$ 在 $x=0$ 处的泰勒展开，上式化简为 $-2\frac{h}{R}$ ，得到近似值约为-0.278%。

【考点归纳】重力值的计算。

35. 相较于金星的大气，造成火星完全不同的大气特征原因是：

- A. 温室效应失控
B. 因质量远低于地球，火星脱气产生 CO_2 速率低于逃逸率，导致大气层变薄并冷却
C. 火星不能从内部排出 CO_2
D. 火星距离太远太远，不可能存在液态水

【答案】B

【解析】

金星拥有以 CO_2 为主的浓密大气，导致温室效应的失，而火星的大气虽然以 CO_2 为主，但极其稀薄，导致火星温室效应很弱。A项错误。虽然火星在地质历史早期的火山活动（脱气）释放了大量 CO_2 ，但由于火星质量仅为地球的1/10，引力不足以束缚住这些气体，大部分都逃逸到了太空中。这一过程导致大气层变得稀薄，温室效应减弱，星球表面逐渐冷却。B项正确。火星有过强烈的火山活动，并排出了大量 CO_2 。C项错误。据卫星影像表明，火星表面有蛇形沟渠的存在，说明其曾经存在过液态水。D项正确。故本题选择B项。

【考点归纳】行星科学，比较行星学，火星和金星大气，大气逃逸，温室效应。

36. 两台光学望远镜的口径分别是25 cm和1 m。用前者观测一颗较暗弱的恒星花了40分钟；若要接受太阳数目的光子，后者需曝光多少分钟？

- A. 1; B. 1.5; C. 2; D. 2.5

【答案】D

【解析】望远镜的集光能力与其口径（直径）的平方成正比。

望远镜口径： $D_1 = 25 \text{ cm}$ ， $D_2 = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$ 。

集光能力的比例是： $(D_2/D_1)^2 = (100/25)^2 = 4^2 = 16$ 。这意味着1米望远镜的集光能力是25厘米望远镜的16倍。要收集到相同数量的光子，所需的曝光时间与集光能力成反比。

所需时间： $T_2 = T_1 / 16 = 40 \text{ 分钟} / 16 = 2.5 \text{ 分钟}$ ，故本题选择D项。

【考点归纳】天文学，望远镜原理，集光力，口径。

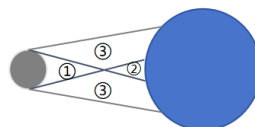
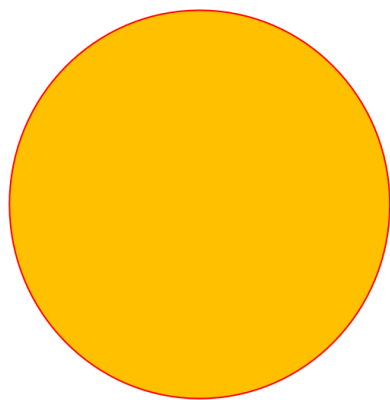
37. 关于日食和月食，如下论述中正确的是：

- A.月食时月亮处于朔，而日食时月亮处于望
- B.日食的发生跟月球阴影有关；当地球完全处于月球的阴影区时，发生日全食
- C.月食的发生跟地球阴影有关；当月球完全处于地球的阴影区时，发生月全食
- D.日环食或日全食的发生跟日月距离无关

【答案】C

【解析】

发生朔月时，月球位于地球和太阳之间，此时可能会发生日食；发生望月时，地球位于月球和太阳之间，此时可能会发生月食。A项错误。日全食是地球上的部分区域进入了月球的本影区，月球的影子相对于地球来说很小，不可能让地球“完全处于”其阴影区。B项正确。月食是月球运行到地球的阴影区而发生的现象。当地球的本影（最暗的阴影区）完全遮挡住月球时，即会发生月全食。C项正确。发生日全食还是日环食，取决于日月距离（以及地月距离），即月球的视直径是否能完全覆盖太阳的视直径。当月球视直径小于太阳视直径时，发生日环食；反之则发生日全食。D项错误。故本题选择C项。



- ①——本影区，发生日全食
- ②——伪本影区，发生日环食
- ③——发生日偏食

【考点归纳】天文学，天体运行，日食与月食的成因，月相（朔、望）。

38. 碳、氧、硅等元素对于星际尘埃的行程非常关键，这些元素主要是：

- A.宇宙早期大爆炸阶段的原初核合成产生的
- B.宇宙中一直存在的
- C.跟恒星相关的天体物理过程合成的
- D.起源于行星内部放射性衰变的

【答案】C

【解析】

在原初核合成阶段，主要生成最轻的几种元素，包含氢、氦及微量氘、锂元素，A项错误。元素不是永恒存在的，而是宇宙大爆炸后被合成的，B项错误。宇宙中除了氢、氦和极微量的锂之外的所有重元素，都是在恒星内部通过核聚变反应（恒星核合成）或在恒星死亡（如超新星爆发）时形成的。这些元素在反应后被抛入星际空间，成为形成新恒星、行星和星际尘埃的原材料。C项正确。行星内部的放射性衰变是已有重元素的转变，而不是碳、氧、硅这些轻元素的主要来源。

源。D项错误。故本题选择C项。

【考点归纳】天体物理学，元素起源，恒星核合成。

39. 测得一颗恒星的某特征谱线，波长为4999Å；但实验室测得这条谱线的波长却为5000Å。

那么，这颗恒星正的运动方式是什么？

A.60 km/s的速度接近我们

B.60 km/s的速度远离我们

C.75 km/s的速度接近我们

D.75 km/s的速度远离我们

【答案】 A

【解析】

这是一个典型的多普勒效应问题。观测到的波长（4999 Å）比静止时的实验室波长（5000 Å）要短，这种现象称为“蓝移”，表明该恒星正在接近我们。这排除了B和D选项。

利用多普勒效应公式 $\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{\text{rest}}}$ 进行计算，其中 v = 视向速度， c = 光速（约 300,000 km/s），

$\Delta\lambda$ = 波长变化（4999 - 5000 = -1 Å）， λ_{rest} = 实验室波长（5000 Å），

$v = (300,000 \text{ km/s}) \times (-1/5000) = -60 \text{ km/s}$ 。

负号表示接近，速度大小为60 km/s。故本题选择A项。

【考点归纳】天体物理学，多普勒效应，红移与蓝移，光谱分析。

40. 我国在贵州黔南建设的500 m望远镜FAST是：

A.折射式光学望远镜

B.反射式光学望远镜

C.折射式射电望远镜

D.反射式射电望远镜

【答案】 D

【解析】

折射式光学望远镜原理为用透镜折射聚焦可见光，属于这一类的望远镜有伽利略望远镜、开普勒望远镜等。反射式光学望远镜原理为用凹面反射镜反射聚焦可见光，解决折射式的色差问题，现代大口径光学望远镜多采用。属于这一类的望远镜有哈勃空间望远镜等。折射式射电望远镜原理上不成立：无线电波穿过介质（如透镜材料）时会严重衰减，无法通过折射实现有效聚焦，目前全球无此类实用望远镜。反射式射电望远镜原理为用大型金属抛物面反射镜收集射电波，聚焦后转换为电信号。FAST望远镜属于此范畴，故本题选择D项。

【考点归纳】天文学，观测技术，望远镜分类。

二、不定项选择题（每道题至少有一个正确答案，选对一个得1分，选错一个扣1分）

41. 下列关于地球的叙述你认为哪些是正确的？

A.地球的重力加速度在地球表面附近达到最大值。

B.地球可以分为内圈和外圈两大部分。

C.地球中含量最多的元素是氧和硅。

D.地球内部都是固体的岩石。

E.地球内部的圈层主要是依据地震波的传播特征来划分的。

F.地球内部的温度和压力是随着深度的增加而增加的。

【答案】 BEF

【解析】

地球的重力加速度在核幔边界附近达到最大值（约10.7 m/s²），在地球表面约为9.8 m/s²，因此在向地心深入的过程中，重力加速度并非单调减小。A项错误。地球系统科学中，常将地球划分为内部圈层（地壳、地幔、地核）和外部圈层（大气圈、水圈、生物圈），这是一种宏观的、行之

有效的划分方式。B项正确。对于整个地球而言，按质量计算，含量最多的元素是铁(Fe, ~35%)，其次是氧(O, ~30%)、硅(Si, ~15%)、镁(Mg, ~13%)，氧和硅是地壳中含量最高的两种元素，而非整个地球。C项错误。地球的外核是液态的铁镍合金，上地幔顶部的软流圈也存在部分熔融，并非完全是固体。D项错误。科学家通过分析地震波(P波和S波)在地球内部传播时发生的速度和路径突变，发现了莫霍面、古登堡面等不连续面，从而划分出了地壳、地幔、地核等内部圈层。E项正确。越往地心，上覆物质的重量越大，因此压力持续增加；同时由于放射性元素衰变和原始热的存在，地球内部的温度也随深度增加而升高。F项正确。故本题选择BEF项。

【考点归纳】地球系统科学，地球内部圈层结构，地球的物理性质（重力、温度、压力），地球的化学成分，地震波的应用。

42. 下列关于地层的叙述你认为哪些是正确的？

- A.地层的最大特点就是具有层理构造.
- B.正常层序的地层，先沉积的地层位于下面，后沉积的地层位于上面，没有例外.
- C.正常层序的地层，先沉积的地层位于下面，后沉积的地层位于上面，但有例外.
- D.不连续沉积的地层，在不整合面上下地层的产状一定是不一样的.
- E.在不整合面上下地层的产状不一样的一定是不整合.

【答案】ACE

【解析】

地层是指具有一定层位的层状岩石，层理构造是沉积岩地层的核心特征（由沉积物沉积时的成分、颗粒大小差异形成）。A项正确。正常层序的基本规律是“下老上新”，但存在例外情况——如地层发生倒转褶皱（褶皱使地层上下颠倒）、逆冲断层（断层推覆导致老地层覆盖新地层），此时先沉积的老地层可能位于后沉积的新地层之上。B项错误，C项正确。不连续沉积形成不整合面，不整合分为角度不整合（上下地层产状不同）和平行不整合（假整合，上下地层产状基本一致，但存在沉积间断），平行不整合面上下地层产状相同。D项错误，E项正确。故本题选择ACE项。

【考点归纳】

地层层序律（叠覆律）是地层学基本原理，指正常沉积环境下，先沉积的地层位于下部，后沉积的地层位于上部，即“下老上新”，是判断地层相对年代的重要依据。例外情况：受褶皱（倒转褶皱）、断层（逆冲断层）等构造作用影响，地层会发生倒转，导致“上老下新”的异常层序，需结合化石、岩性等其他标志验证层序。

不整合面的类型与特征

角度不整合：上下地层产状不同，存在明显沉积间断和构造运动痕迹，是区域构造运动的标志。

平行不整合（假整合）：上下地层产状基本一致，但存在侵蚀面和沉积间断，反映地壳短暂升降运动，需通过岩性缺失或化石间断识别。

地层产状与沉积连续性的关系：地层产状（走向、倾向、倾角）差异并非不整合的唯一标志，需结合沉积间断（侵蚀面、岩性突变）、化石不连续等综合判断，避免仅通过产状差异误判不整合。

43. 下列关于地质年代的叙述你认为哪些是正确的？

- A.相对地质年代可以用来确定地质事件的先后顺序.
- B.相对地质年代不可以用来确定地质事件的先后顺序.
- C.绝对地质年代可以用来确定地质事件的先后顺序.
- D.绝对地质年代不可以用来确定地质事件的先后顺序.

E.同一时代的地层所含的化石一定是完全相同的.

F.含有完全相同的化石其地层一定是同一时代的.

【答案】 AC

【解析】

相对地质年代是通过地层叠置、化石序列、切割关系等来判断地质事件发生相对早晚顺序的方法。A项正确，B项错误。绝对地质年代通过同位素测年等方法，直接测定岩石或地质事件发生的距今年龄（如百万年）。获得了具体的数值年龄后，自然可以确定其先后顺序。C项正确，D项错误。在同一时代，不同沉积环境（如海洋、湖泊、陆地）会形成不同的化石组合（即化石相），因此同一时代的地层，其所含化石也可以完全不同。E项错误。只有在两个相隔很远的地质时代中含有完全相同的标准化石组合，才可以断定它们形成于同一地质时代，这是地层对比的根本依据（化石层序律），仅仅凭借含有完全相同的化石无法说明地层处于同一时代。F项错误。故本题选择AC项。

【考点归纳】 地质年代学，相对年代与绝对年代，地层对比，化石层序律，标准化石。

44. 下列关于风化作用的叙述你认为哪些是正确的？

A.物理风化和化学风化通常同时发生.

B.生物风化作用属于物理风化.

C.风化壳的厚度与降水量成正相关.

D.差异风化是岩石的抗风化能力不同所导致的.

E.层状剥落是由于岩石自身的结构所引起的.

【答案】 ADE

【解析】

物理风化（如温度变化导致的岩石崩解）会增大岩石表面积，为化学风化（如水流对矿物的溶解）提供更多作用界面；化学风化会改变岩石矿物成分，削弱岩石结构，促进物理风化。自然界中二者常伴随发生（如温带地区岩石同时经历温差崩解和雨水溶蚀）。A项正确。生物风化包括物理风化（如植物根系撑裂岩石、动物挖掘）和化学风化（如植物分泌有机酸溶解矿物、微生物分解岩石成分）。B项错误。风化壳厚度受降水量、温度、岩石类型、地形、时间等多因素影响。降水量过多时（如热带雨林区），强烈的流水侵蚀会带走风化产物，反而可能导致风化壳变薄；仅在“其他条件相似”的前提下，降水量适中时风化壳厚度与降水量呈正相关。C项错误。差异风化指同一地区不同岩石或同一岩石不同部位，因抗风化能力差异（如矿物成分、结构致密程度不同），风化速度和程度不同，形成凹凸不平的地表形态（如砂岩与页岩互层中，页岩风化更快形成凹槽）。D项正确。层状剥落常见于花岗岩等块状岩石，因岩石内部存在平行于表面的节理（原生节理或风化节理），受温度变化或压力释放影响，岩石沿节理面层层剥落，其根本原因是岩石自身的层状节理结构。E项正确。故本题选择ADE项。

【考点归纳】

地貌学，外力作用，风化作用（物理、化学、生物），差异风化，层状剥落（卸荷作用）。

45. 下列关于河流的叙述你认为哪些是正确的？

A.侵蚀基准面是河流底蚀的下界.

B.平衡剖面是河流底蚀的下界.

C.河流的搬运能力和水动力成正比.

D.河漫滩一般出现在河流的凸岸.

E.河流的沉积作用只发生在下游.

F.河流的河口总是存在有三角洲.

【答案】 ACD

【解析】

侵蚀基准面是河流下切侵蚀的极限界面（如海平面为入海河流的终极侵蚀基准面，湖泊水位为入

湖河流的局部侵蚀基准面)，河流无法下切至侵蚀基准面以下。A项正确。平衡剖面是河流经长期侵蚀-沉积作用后，形成的河底纵剖面，此时河流侵蚀与沉积达到平衡，并非底蚀的下界。B项错误。河流搬运能力指搬运碎屑颗粒的最大重量，水动力（与流速、流量正相关）越强，搬运能力越强。C项正确。河流凹岸受侵蚀，凸岸受沉积（水流速度减慢，泥沙堆积），沉积产物逐渐发育为河漫滩（洪水期被淹没，枯水期出露），因此河漫滩多位于凸岸。D项正确。河流沉积作用可发生在全河段：上游山区，支流汇入主流处因流速减慢可形成边滩沉积；中游曲流凸岸形成河漫滩；下游河口形成三角洲或冲积平原。E项错误。三角洲形成需满足“泥沙供应充足、河口地形平缓、海水动力弱”三个条件。若河口海水动力强（如强潮河口）或泥沙供应少（如流经干旱区的河流），则不会形成三角洲（如钱塘江河口因强潮形成喇叭形三角港，无三角洲）。F项错误。故本题选择ACD项。

【考点归纳】 河流侵蚀作用的关键概念

侵蚀基准面：分终极（海平面）和局部（湖泊、瀑布）两类，是河流下切的极限，控制河流侵蚀深度，侵蚀基准面下降会导致河流溯源侵蚀。

平衡剖面：河流长期演化后，河底纵剖面呈平滑凹形，此时单位距离内的能量消耗均匀，侵蚀与沉积平衡，是河流演化的稳定状态，而非侵蚀下界。

河流搬运与沉积的规律

搬运能力：与水动力（流速、流量）正相关，流速是关键因素（搬运能力与流速的6次方成正比），洪水期搬运能力显著增强。

沉积位置：沉积作用发生在流速减慢的区域，包括上游支流交汇处、中游凸岸、下游河口，需结合地形和水流动力判断，而非局限于下游。

46. 下列关于河流阶地的叙述你认为哪些是正确的？

- A.河流阶地通常是由河漫滩演变而成的。
- B.河流阶地通常是沉积作用形成的，因此常见于河流的下游。
- C.河流阶地一般出现在河流的凹岸，因为凹岸的侵蚀速度快。
- D.河流阶地的形成通常与地壳运动有关，因此可以用来估算地壳的抬升速度。
- E.河流阶地的形成与侵蚀基准面下降有关，因此不能用来估算地壳的抬升速度。

【答案】 AD

【解析】

河流阶地的形成过程为：先在凸岸形成河漫滩（泥沙沉积）；随后地壳抬升或侵蚀基准面下降，河流下切侵蚀增强，将原有河漫滩抬升至洪水期无法淹没的高度，形成阶地（阶地面为原河漫滩，阶地坡为后期侵蚀面），因此阶地多由河漫滩演变而来。A项正确。河流阶地是“沉积+侵蚀”共同作用的结果（先沉积形成河漫滩，后侵蚀使阶地出露）；且阶地在全河段均可发育（上游山区因地壳抬升强烈，阶地更明显）。B项错误。凸岸因沉积形成河漫滩，后续经侵蚀抬升形成阶地，因此阶地多位于凸岸。C项错误。地壳抬升是阶地形成的主要动力（抬升使河流下切），通过测定阶地的形成年代（如放射性同位素测年）和阶地高度（相对于现代河床），可计算地壳抬升速度（抬升速度=阶地高度/形成时间）。D项正确。侵蚀基准面下降（如海平面下降）和地壳抬升均可导致阶地形成，若阶地由地壳抬升引起（多数情况），则可通过阶地参数估算抬升速度；即使由基准面下降引起，也可间接反映区域构造或海平面变化。E项错误。故本题选择AD项。

【考点归纳】 河流阶地的形成机制

核心过程：“沉积→抬升/基准面下降→侵蚀”三步：①河流沉积形成河漫滩；②地壳抬升或侵蚀基准面下降，河流侵蚀能力增强；③河流下切，河漫滩抬升为阶地（阶地面保留沉积特征，阶地坡为侵蚀特征）。

主要动力：地壳抬升（区域构造运动）是最常见动力，侵蚀基准面下降（如海平面下降）为次要

动力，二者均通过增强河流下切能力促成阶地形成。

河流阶地的分布与应用

分布位置：与河漫滩分布一致，多位于河流凸岸（凹岸侵蚀无沉积基础），全河段均可发育，上游因构造抬升强烈，阶地级数可能更多。

地质应用：①判断地壳运动：阶地存在证明区域曾发生抬升；②估算抬升速度：结合阶地高度和形成年代，通过“速度=距离/时间”计算；③恢复古地理：阶地地面的岩性、化石可反映古河流环境。

47. 下列关于滨海的叙述你认为哪些是正确的？

A. 滨海是位于潮间带的海域。

B. 滨海可以分为前滨和后滨。

C. 前滨是低潮时露出水面的区域

D. 后滨是高潮时海水覆盖的区域。

【答案】BC

【解析】

在地理学和地质学中，滨海带通常指从高潮线以上受波浪影响的区域到水下一定深度的区域，其中，潮间带是高潮线和低潮线之间的区域，它只是滨海带的一部分（即前滨），不是滨海带的全部。A项错误。海滩（滨海的主要地貌单元）可以划分为后滨（正常高潮线以上，通常只有在风暴潮时才被淹没）和前滨（高潮线和低潮线之间），这是一个标准划分。B项正确。前滨即为潮间带（高潮线和低潮线之间的区域），在每天的潮汐循环中，潮间带在高潮时被淹没，在低潮时则完全露出水面。C项正确。而后滨则位于正常高潮线之上，因此在正常高潮时不会被海水覆盖，在高潮时被覆盖的区域是前滨。D项错误。故本题选择BC项。

【考点归纳】海岸地貌学，滨海带（海岸带）的定义与划分，前滨（潮间带）与后滨。

48. 下列关于冰川的叙述你认为哪些是正确的？

A. 冰川的运动速度很快，所以有强大的搬运能力。

B. 冰川的运动速度很快，所以有强大的刨蚀能力。

C. 冰川的运动速度很慢，所以搬运能力较差。

D. 冰川的擦痕可以用来指示冰川的运动方向。

E. 冰川漂砾往往会有摩擦的平面。

【答案】DE

【解析】

冰川实际运动速度极慢，山岳冰川每年通常仅数十米，大陆冰川每年数米至数十米，其强大搬运能力并非源于速度，而是因冰川呈固态，可冻结携带从黏土到巨砾的各类碎屑（包括直径数米的漂砾），即使低速运动也能稳定搬运。A项错误。冰川刨蚀能力（如磨蚀、拔蚀）依赖于自身巨大重量产生的压力，以及携带的碎屑颗粒对基岩的摩擦、挖掘作用，与运动速度无直接关联；且“运动速度很快”不符合冰川实际特征。B项错误。冰川搬运能力与速度无关，其固态结构决定了它能长时间、稳定地携带大量碎屑（远超河流搬运能力，河流难以搬运巨砾），即使速度慢，搬运能力依然极强。C项错误。冰川搬运的坚硬碎屑（如石英砾石）在运动过程中，会在基岩表面或其他碎屑上刻划出平行的线性擦痕，擦痕的延伸方向与冰川运动方向一致，是地质研究中恢复古冰川运动轨迹的关键标志。D项正确。冰川漂砾是冰川搬运的巨大砾石，在搬运过程中，其表面会与冰川内部其他碎屑或基岩不断摩擦、碰撞，逐渐形成光滑的摩擦平面（又称“冰川磨面”），这是冰川漂砾区别于其他成因砾石的典型特征。E项正确。故本题选择DE项。

【考点归纳】冰川的运动特征与动力机制

运动速度：冰川运动速度缓慢，受冰川类型（山岳冰川快于大陆冰川）、坡度、厚度影响，整体远慢于流水、风力等外力，不能以“速度”判断其侵蚀或搬运能力。

动力本质：冰川的侵蚀（刨蚀）和搬运能力，核心依赖于自身巨大的重量（产生压力）和固态属

性（可冻结携带碎屑），而非运动速度，这是冰川与其他外力（如流水）的关键差异。

49. 下列关于湖泊的叙述你认为哪些是正确的？

- A. 湖泊的碎屑沉积物粒径通常呈同心圆状分布.
- B. 湖泊的碎屑沉积物通常是粒径比较小.
- C. 湖泊的碎屑沉积物通常会形成一些层面构造.
- D. 湖泊的化学沉积主要是形成蒸发岩类.
- E. 湖泊的主要地质作用是形成泥炭.

【答案】ABC

【解析】

湖泊中水流速度从岸边向湖心逐渐减慢，岸边因水动力较强，沉积粗粒碎屑（如砂、砾）；向湖心方向水动力减弱，依次沉积细砂、粉砂、黏土，最终形成以湖心为中心、粒径由粗到细的同心圆状分布。A项正确湖泊多为相对封闭的沉积环境，注入湖泊的河流在入湖口沉积部分粗粒碎屑（如三角洲砂体）后，进入湖泊内部的碎屑多为经长距离搬运的细粒物质（粉砂、黏土）；且湖泊内部水动力弱，难以搬运和沉积粗粒碎屑，因此整体粒径较小。B项正确。湖泊沉积过程中，因季节变化（如雨季与旱季的沉积物供应差异）、短期水流波动等，会导致沉积物的成分、颜色、粒径出现周期性变化，形成水平层理、波状层理等层面构造（如湖泊纹泥，具极薄的年层理）。C项正确。湖泊化学沉积分为蒸发型和非蒸发型。蒸发岩类（如石膏、岩盐）仅形成于干旱-半干旱区的内陆盐湖（如柴达木盆地盐湖）；湿润区湖泊的化学沉积主要是碳酸钙沉积（如湖相石灰岩）、铁锰氧化物沉积等。D项错误。泥炭形成于湿润区的沼泽化湖泊（或湖泊边缘沼泽），是植物遗体堆积分解形成的；而多数湖泊（如淡水湖、盐湖）的主要地质作用是碎屑沉积和化学沉积（如形成砂岩、页岩、石灰岩），泥炭形成仅为特定环境下的次要作用。E项错误。故本题选择ABC项。

【考点归纳】湖泊碎屑沉积的分布规律与特征

分布规律：受水动力控制，呈“同心圆状”分带——岸边（滨湖）沉积粗粒碎屑（砂、砾），湖心（深湖）沉积细粒碎屑（粉砂、黏土），体现“水动力减弱→粒径减小”的沉积逻辑。

物质特征：整体以细粒碎屑为主，因河流搬运至湖泊的粗粒物质多在入湖口沉积（三角洲），湖泊内部仅接收细粒物质；且层面构造发育，水平层理、波状层理常见，纹泥更是湖泊沉积的标志性构造。

50. 关于现代地球大气的垂直结构，下列叙述正确的是：

- A. 大气压力随高度呈指数递减，这是由于垂直方向的气压梯度力与大气所受的重力达成静力平衡
- B. 近地面10-12公里内的大气，气温随高度增加而递增
- C. 平流层内，大气温度随高度增加而递增
- D. 平流层内温度升高，是由于二氧化碳吸收紫外线，加热大气
- E. 赤道地区对流层顶的高度较两极地区对流层顶的高度高

【答案】ACE

【解析】

大气在垂直方向上受到向下的重力和向上的气压梯度力的共同作用，当两者达到平衡时，就形成了静力平衡。这种平衡关系导致了大气压力随高度呈指数规律递减。A项正确。近地面10-12公里是大气的对流层，在对流层中，主要热源是地面，因此在对流层中气温随高度增加而递减。B项错误。平流层位于对流层之上，其特征是存在臭氧层。臭氧吸收太阳紫外线，导致该层大气被加热，因此在平流层内，温度随高度增加而递增（逆温现象）。C项正确。平流层内温度升高主要是由于臭氧（O₃）吸收太阳紫外线所致，而非二氧化碳（CO₂）。D项错误。对流层的厚度因

纬度而异。赤道地区由于受热多，对流运动旺盛，可将大气推升至更高的高度（约 17-18 公里）；而两极地区受热少，对流运动弱，对流层顶的高度较低（约 8-9 公里）。E 项正确。故本题选择 ACE 项。

【考点归纳】 大气垂直分层（对流层、平流层），静力平衡，气温垂直分布规律，臭氧层的作用，对流层顶高度的纬度差异。

51. 关于地球大气中的成分，以下描述正确的是：

- A. 现代地球大气中含量最多三个成分，依次为 N_2 、 O_2 、 H_2
- B. 现代地球大气中最重要的温室气体是 H_2O
- C. H_2O 、 O_3 在整个地球大气中的混合比是均匀混合的
- D. 大气中 H_2O 的混合比，在对流层高于在平流层
- E. 在地球形成之初，地球大气中有大量的氧气
- F. 在地球形成之初，地球大气中有大量的氢气

【答案】 BDF

【解析】

现代地球干洁大气中，按体积计算含量最多的前三种气体依次是：氮气（ N_2 ，约 78%）、氧气（ O_2 ，约 21%）和氩气（Ar，约 0.9%）。氢气（ H_2 ）是痕量气体。A 项错误。

水汽（ H_2O ）（由于其浓度高，强红外辐射吸收能力）是地球大气中最主要、贡献最大的温室气体，其对全球温室效应的贡献超过二氧化碳（但需注意，水汽在全球变暖的驱动机制中角色不同于二氧化碳）。B 项正确。水汽（ H_2O ）和臭氧（ O_3 ）都属于大气中的可变成分，其浓度在时空上分布极不均匀。水汽主要集中在低空，臭氧主要集中在平流层。C 项错误。地球上绝大部分水汽存在于对流层，对流层之上是极其干燥的平流层。因此，水汽的混合比在对流层远高于平流层。D 项正确。地球原始大气是还原性的，几乎不含自由氧气（ O_2 ），大气中的氧气是在后来（约 24 亿年前的“大氧化事件”）由蓝藻等光合作用生物逐渐制造才积累起来。E 项错误。地球最初捕获的原始大气主要来自于太阳星云，成分以最轻的氢（ H_2 ）、氦（He）等气体为主，这些气体后来因地球引力不足而大部分逃逸。F 项正确。故本题选择 BDF 项。

【考点归纳】 大气成分，温室气体，原始大气与现代大气的演化。

52. 下列关于大气边界层的描述，哪些是正确的？

- A. 当边界层稳定时，污染物更容易向上扩散
- B. 晴朗无风的夜晚，近地面的空气容易形成逆温
- C. 在大气边界层内，随着高度增加，水平风速减小
- D. 大气边界层顶常有逆温层，抑制积云向上发展
- E. 一天之中，大气边界层在夜间垂直混合最均匀、午后垂直混合最不均匀

【答案】 BD

【解析】

稳定的大气边界层（如有逆温层）会抑制空气的垂直对流运动，阻碍污染物的向上扩散，并导致污染物在地表附近积聚。A 项错误。在晴朗无风的夜晚，地面通过长波辐射迅速冷却，导致贴近地面的空气层温度下降，而其上方的空气冷却较慢，从而形成下冷上暖的辐射逆温。B 项正确。受地面摩擦力的影响，风速在近地面最小，随着高度增加，由于摩擦力影响减小，风速会随之增大。C 项错误。白天由对流形成的混合层，其顶部常存在一个稳定的逆温层，这个逆温层会阻碍下方发展的积云继续向上突破，使其顶部呈现铺开变平的趋势。D 项正确。午后，地面受热最强，对流旺盛，垂直混合最强、最均匀。夜间，地面冷却形成稳定边界层，垂直混合最弱、最不均匀。E 项错误（正好相反）。故本题选择 BD 项。

【考点归纳】 大气边界层，大气稳定度，逆温现象及其成因，污染物扩散条件。

53. 下列关于云微物理的描述，哪些是正确的？

- A. 越小的液滴越容易蒸发
- B. 真实大气中必须有气溶胶才能生成云滴
- C. 气溶胶越容易溶于水，越容易活化成为云滴
- D. 因为纯水很难核化为云滴，所以真实大气中存在最高的水汽过饱和比约为 30%
- E. 雨滴是由水汽凝结在云滴上面产生的
- F. 云中在水滴和冰晶同时存在的情况下，一般冰晶内的水会升华然后凝结在水滴上

【答案】 ABC

【解析】

由于曲率效应（开尔文效应），液滴的表面曲率越大（即液滴越小），其表面的饱和水汽压就越高，维持其存在需要更高的环境湿度，因此也就越容易蒸发。A 项正确。水汽自发凝结成云滴（均质核化）所需的过饱和度极高（约 400%），在真实大气中无法达到，因此，云滴的形成依赖于非均质核化，即水汽必须凝结在气溶胶粒子（云凝结核，CCN）上。B 项正确。易溶于水的气溶胶（吸湿性气溶胶）具有溶液效应，可以降低其表面的饱和水汽压，使其在相对湿度未达到 100% 时就能吸湿增长，因此更容易被“活化”成为云滴。C 项正确。正是因为真实大气中有大量的气溶胶（云凝结核），为水汽凝结提供了便利，一旦出现过饱和，水汽会迅速在这些核上凝结，从而消耗掉多余的水汽。因此，真实云中的过饱和度通常很低，极少超过 1%，而 30% 的过饱和度不可能出现。D 项错误。雨滴的形成主要靠“碰并-凝结”过程（暖云）或“冰晶过程”（冷云）。它是由云滴通过碰撞合并、或冰晶通过消耗过冷水滴而长大的，而不是水汽直接凝结在云滴上形成雨滴。E 项错误。在冰水共存的云中，相同温度下，冰面的饱和水汽压低于水面的饱和水汽压。这导致水汽会从过冷水滴表面蒸发，然后在冰晶表面凝华，结果是冰晶不断长大，而水滴逐渐消失，而不是冰晶内的水升华后凝结在水滴上。F 项错误。故本题选择 ABC 项。

【考点归纳】 云物理学，云滴的形成（核化、曲率效应、溶液效应），降水的形成（碰并过程、冰晶过程）。

54. 可形成光化学烟雾的物质有哪些物质？

- A. 二氧化硫；
- B. 二氧化氮；
- C. 一氧化碳；
- D. 一氧化氮；
- E. 碳氢化合物；
- F. 氟氯烃化合物

【答案】 BDE

【解析】

光化学烟雾是汽车、工厂等污染源排出的氮氧化物（ NO_x ）和挥发性有机物（VOCs，主要是碳氢化合物）等一次污染物，在太阳紫外线照射下发生光化学反应，生成臭氧、过氧乙酰硝酸酯（PAN）等二次污染物的现象。二氧化硫（ SO_2 ）是形成酸雨和伦敦型（硫酸型）烟雾的主要污染物，并不直接参与光化学烟雾的形成。A 项错误。二氧化氮（ NO_2 ）和一氧化氮（NO）两者合称为氮氧化物（ NO_x ），是光化学烟雾最核心的前体物之一。B，D 项正确。而一氧化碳（CO）虽然也参与大气化学反应，但不是光化学烟雾的关键前体物。C 项错误。碳氢化合物（Hydrocarbons）是挥发性有机物（VOCs）的主要类别，是光化学烟雾的另一种关键前体物。E 项正确。氟氯烃化合物（CFCs）的主要作用是破坏的是平流层的臭氧层，在对流层性质稳定，不参与光化学烟雾的形成。F 项错误。故本题选择 BDE 项。

【考点归纳】 大气污染，光化学烟雾的成因与前体物（ NO_x , VOCs）。

55. 我国水资源分布的主要特点有

- A.地区分布不均; B.水土资源相匹配; C.南多北少;
D.我国水资源总量居世界第五位; E.河川径流年内变化大; F.河川径流年际变化小

【答案】 ACE

【解析】

空间分布不均匀是我国水资源最显著的特点。A项正确。我国水土资源不匹配,矛盾突出。北方(特别是华北)耕地多而水资源少,南方水资源丰富但耕地面积相对较少。B项错误。“南多北少”是对“地区分布不均”的具体描述,南方湿润多雨,水资源丰富,而北方干旱少雨,水资源短缺。C项正确。我国水资源总量居世界第6位(由于人口众多,人均水资源量仅为世界平均水平的1/4,是世界上人均水资源最贫乏的国家之一)。D项错误。我国大部分地区属于季风气候区,降水集中在夏秋两季,导致河川径流量的季节性(年内)变化非常大,易形成汛期和枯水期。E项正确。受季风强弱年际变化的影响,我国降水的年际变化也很大,导致河川径流量的年际变化同样显著,因此旱涝灾害频发。F项错误。故本题选择ACE项。

【考点归纳】 中国地理,中国水资源特征(总量与人均、空间分布、时间变化)。

56. 为降低作物对土壤(1)所述重金属的吸收,正确的做法有:

- A.降低土壤的pH; B.提高土壤的pH; C.降低土壤的 E_h ; D.提高土壤的 E_h

【答案】 BC

【解析】

土壤中重金属的活性和生物有效性受pH(酸碱度)和 E_h (氧化还原电位)的强烈影响。降低其活性是减少作物吸收的关键。绝大多数重金属(如镉、铅、铜、锌等)在酸性条件下(低pH)的溶解度和移动性更高,更容易被植物吸收。反之,通过施用石灰等物质提高土壤pH,使其偏向碱性,可以使这些重金属离子形成难溶的氢氧化物或碳酸盐沉淀,从而被固定在土壤中,降低其生物有效性。A项错误,B项正确。 E_h 是衡量土壤氧化还原能力的指标。在降低土壤 E_h (即创造还原或缺氧条件,如土壤淹水)时,许多重金属离子可以与硫离子结合,形成极其难溶的硫化物(如CdS, PbS)沉淀下来,从而被固定。反之,提高 E_h (氧化条件)可能会使这些硫化物再氧化,重新释放出重金属离子。C项正确,D项错误。故本题选择BC项。

【考点归纳】 土壤化学,土壤污染与修复,土壤pH值和 E_h 值对重金属活性的影响。

57. 地球表面某一点观测到的重力值会受到以下哪些因素的影响

- A. 该点所处的经度 B. 该点所处的纬度
C. 该点的海拔高度 D. 该点下部地球介质的密度

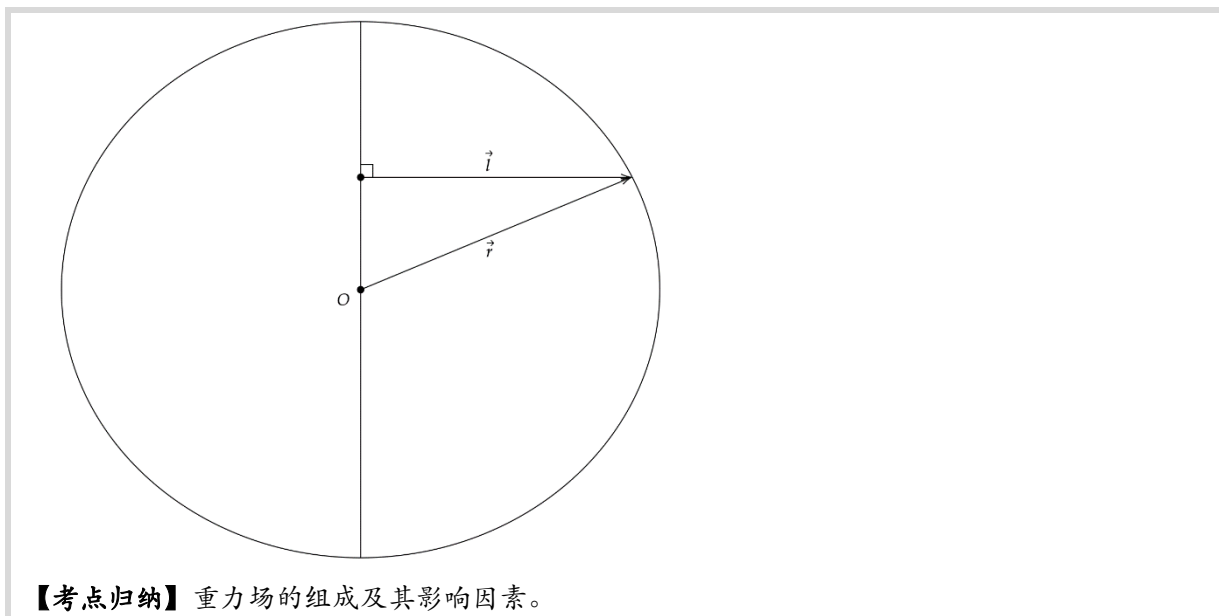
【答案】 BCD

【解析】

如图,将地球视为旋转椭球体(记为 Ω),记万有引力常数为 G ,地球内部密度函数为 ρ ,地球自转角速度为 ω ,几何物理量如下图,可以得到理论重力场为

$$\vec{g} = - \iiint_{\Omega} \frac{G\rho}{r^3} \vec{r} dV + \omega^2 \vec{l}, \text{ 即地球表面某一点的重力值等于地球各处质量在该点处的引力}$$

场强和旋转引起的离心场强的矢量和。而经度并不对上式产生影响。A项错误。纬度主要影响 $\vec{l}$ 进而对重力场值产生影响。B项正确。海拔高度与 $\vec{r}$ 和 $\vec{l}$ 都有关。C项正确。密度分布对重力场直接产生影响。D项正确。



58. 关于地磁极，下面描述正确的是：

- A. 地磁极由实测结果得到，是地球表面上地磁场倾角为 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、北极不与地球南、北极重合

【答案】CD

【解析】

首先需要区分“磁极”和“地磁极”两个概念。磁极 (Dip pole) 是地表磁倾角为 90° 的点，是实际测量的结果。地磁极 (Geomagnetic pole) 是科学家将地球磁场简化为一个中心偶极子 (条形磁铁) 模型时，该偶极子磁轴与地球表面的交点。

选项A描述的是“磁极”的特征，而非“地磁极”，并且磁极点也并非磁场强度最大的地方。A项错误。地磁极与地理两极 (地球自转轴与地表的交点) 不重合，存在一个约 11° 的夹角。B项错误。选项C即为地磁极的定义，它是基于一个穿过地心的理想化偶极子模型计算得出的理论点。C项正确。地磁北极目前位于北美洲北部的北冰洋上，地磁南极位于南极洲的另一侧，它们都与地理两极有相当大的距离，地磁南、北极不与地球南、北极重合是一个客观事实。D项正确。故本题选择CD项。

【考点归纳】地球物理学，地球磁场，磁极与地磁极的区别，偶极子模型。

【知识拓展】地磁场包括基本磁场和变化磁场两个部分，它们在成因上完全不同。

基本磁场是地磁场的主要部分，起源于地球内部，比较稳定，变化非常缓慢。地球的基本磁场可分为偶极子磁场、非偶极子磁场和地磁异常几个组成部分。偶极子磁场是地磁场的基本成分，其强度约占地磁场总强度的 90% ，非偶极子磁场平均强度约占地磁场的 10% 。地磁异常又分为区域异常和局部异常，与岩石和矿体的分布有关。地球变化磁场可分为平静变化和干扰变化两大类型，它们与由太阳发出的带电粒子与地球磁层大气的相互作用及地球内部电磁感应有关。

地磁极的概念同样值得区分，这个概念经常被偶极子磁场磁极与磁倾极借用。传统意义上，地磁极被定义为地磁场方向与地球表面相垂直的两个小区域，这个定义也叫做磁极或磁倾极

(Geomagnetic dip pole)；在现代地磁学和古地磁学研究中，地磁极被定义为经过地心且拟合最佳的偶极子磁场的磁轴 (与地球自转轴夹角约 11.5°) 与地球表面的两个交点，其中，在北半球的被称为地磁北极，在南半球的称为地磁南极。偶极子磁极与地磁倾极并不互相重合，这是由于非偶极子磁场、地磁异常的存在。国际勘探地球物理学家联合会和国际地磁与高空物理学会都推荐使

用后者作为定义。

59. 地震纵波（P波）具有下面描述的哪些特征？

- A. 它是传播速度最快的体波
- B. 它的质点偏振方向与振动传播方向垂直
- C. 它不能在液体介质中传播
- D. 它的质点偏振方向与振动传播方向一致

【答案】 AD

【解析】

P波是地震中传播速度最快的体波。A项正确。其质点振动方向与波的传播方向完全一致B项错误，D项正确。由于P波通过介质压缩-膨胀传递能量（纵波特性），它可以在固体、液体和气体中传播。C项错误。故本题选择AD项。

【考点归纳】 P波的性质及其传播特征

60. 地震横波（S波）具有下面描述的哪些特征？

- A. 它是传播速度最快的体波
- B. 它的质点偏振方向与振动传播方向垂直
- C. 它不能在液体介质中传播
- D. 它的质点偏振方向与振动传播方向一致

【答案】 BC

【解析】

S波传播速度明显慢于P波。A项错误。其核心特征是质点振动方向垂直于波的传播方向。B项正确，D项错误。由于S波依赖介质的剪切弹性，无法在缺乏剪切强度的液体或气体中传播。C项正确。故本题选择BC项。

【考点归纳】 S波的性质及其传播特征

【知识拓展】 各类型地震波的性质及其传播特征

基于弹性波方程的波动类型推导

地震波在介质中的传播遵循弹性动力学的基本定律。其推导始于描述均匀、各向同性弹性介质中质点运动的纳维方程（Navier's Equation），它是弹性波方程最通用的形式：

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = (\lambda + \mu) \nabla (\nabla \cdot u) + \mu \nabla^2 u + F$$

其中， ρ 表示介质密度， $u = (u_x, u_y, u_z)$ 是位移向量， λ 和 μ 是拉梅常数， F 是体力项，通常可忽略。为了从上述耦合方程中分离出不同类型的波，我们应用亥姆霍兹分解（Helmholtz decomposition），该定理指出，任何向量场都可分解为一个无旋场和一个无散场之和。我们将位移场分解为：

$$u = \nabla \phi + \nabla \times \psi$$

$$\nabla \cdot \psi = 0$$

这里， ϕ 是标量势函数， ψ 是矢量势函数，将此分解式代入纳维方程并忽略体力项，经过一系列矢量恒等式运算（如 $\nabla \cdot (\nabla \times \psi) = 0$, $\nabla \times (\nabla \phi) = 0$ ），方程可简化为：

$$\nabla \left[\rho \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} - (\lambda + 2\mu) \nabla^2 \phi \right] + \nabla \times \left[\rho \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} - \mu \nabla^2 \psi \right] = 0$$

要使该方程恒成立，梯度项和旋度项必须分别等于零，从而得到两个独立的波动方程。

1. P波（纵波）方程

标量势 ϕ 满足的方程描述了无旋的压缩波：

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} = V_p^2 \nabla^2 \phi, \text{ 其中 } V_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}$$

P波是质点振动方向与波传播方向平行的纵波，是地震波中传播速度最快的波。

2. S波（横波）方程

矢量势 ψ 满足的方程描述了无散的剪切波：

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = V_s^2 \nabla^2 \psi, \text{ 其中 } V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

S波是质点振动方向垂直于波传播方向的横波，速度慢于P波。

3. 瑞利波（Rayleigh Wave）方程

瑞利波是一种沿自由表面（如地表）传播的面波，其推导需在半无限空间（ $z \geq 0$ ）模型上应用应力自由的边界条件。假设势函数解为沿表面传播且随深度指数衰减的形式：

$$\phi(x, z, t) = A e^{-qz} e^{i(kx - \omega t)}, \quad \psi_y(x, z, t) = B e^{-sz} e^{i(kx - \omega t)}$$

将其代入边界条件（ $z=0$ 处正应力 $\sigma_{zz}=0$ 和剪切应力 $\sigma_{zx}=0$ ），求解系数行列式为零的条件，可得到决定瑞利波相速度 V_R 的特征方程：

$$\left(2 - \frac{V_R^2}{V_s^2}\right)^2 - 4\sqrt{1 - \frac{V_R^2}{V_p^2}}\sqrt{1 - \frac{V_R^2}{V_s^2}} = 0$$

对于典型的泊松固体， $V_R \approx 0.9194 V_s$ 。瑞利波的质点运动轨迹为一个在垂直平面内的逆进椭圆。

4. 勒夫波（Love Wave）方程

勒夫波是存在于低速表层覆盖在高速基岩之上的层状介质中的面波，是一种SH型波（质点仅在水平方向振动）。其位移场为 $u=(0, u_y, 0)$ ，满足SH波方程：

$$\frac{\partial^2 u_y}{\partial t^2} = V_s^2 \left(\frac{\partial^2 u_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_y}{\partial z^2} \right)$$

在两层模型中（层1：厚度 H ，速度 V_{s1} ；层2：半空间，速度 $V_{s2} > V_{s1}$ ），求解此方程需假设在层1中为震荡解与衰减解的叠加，在层2中为随深度指数衰减的解。应用自由表面

（ $z=0$ ）应力为零和界面处（ $z=H$ ）位移与应力连续的边界条件，最终得到勒夫波的频散方程：

$$\tan \left(kH \sqrt{\left(\frac{V_{ph}}{V_{s1}} \right)^2 - 1} \right) = \frac{\mu_2}{\mu_1} \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{V_{ph}}{V_{s2}} \right)^2}}{\sqrt{\left(\frac{V_{ph}}{V_{s1}} \right)^2 - 1}}$$

其中 V_{ph} 是勒夫波的相速度。该方程表明 V_{ph} 是频率 ω 的函数，即勒夫波具有频散特性，其速度介于 V_{s1} 和 V_{s2} 之间。

弹性波方程是各类地震波研究的基础。通过势函数分解可推导出体波（P波、S波）方程，而通过引入特定的边界条件并找出满足方程的古典解则可推导出面波（瑞利波、勒夫波）的特征方程或频散关系。

61. 全球海平面上升的诱发原因主要有：

- | | |
|--------------|-----------|
| A. 涨潮 | B. 全球气候变暖 |
| C. 冰川融化和地面沉降 | D. 台风 |
| E. 海水的热膨胀 | |

【答案】BE

【解析】

涨潮是短周期的、规律性的海平面波动，不是长期全球海平面上升的原因。A项错误。全球气候变暖是导致当前全球海平面上升的根本驱动力。B项正确。“冰川融化”是全球海平面上升的一大

主因，因为陆地上的冰川和冰盖融化后，水进入海洋，增加了海水总量。但“地面沉降”是一个**局部或区域性**的现象，它导致的是**相对海平面**的上升，并不会改变全球海洋的水量，因此不属于全球海平面上升的原因。C项部分正确。台风会引起剧烈的、局部的、暂时性的海平面增高（即风暴潮），但不是全球性的长期趋势。D项正确。这是由全球变暖引起的另一大主因。海洋吸收了全球变暖增加的大部分热量，海水温度升高，根据热胀冷缩原理，海水体积会膨胀，导致海平面上升。E项正确。故本题选择BE项。

【考点归纳】 全球变化，海平面上升的原因，热膨胀效应，陆地冰川融化。

62. 诱发风暴潮的大气扰动类型有：

- A. 热带气旋 B. 温带气旋 C. 寒潮或冷空气。

【答案】 ABC

【解析】

风暴潮（Storm surge）是由强烈的大气扰动（如强风和气压骤变）导致的海水异常涨落现象。热带气旋（台风、飓风）具有极强的向岸风和极低的气压中心（“气压吸引”效应），是引发最剧烈风暴潮的典型天气系统。A项正确。强烈的温带气旋（如影响欧洲的冬季风暴、美国的“东北风暴”）同样可以产生强大的风场，在相应海岸引发严重的风暴潮。B项正确。强冷空气或寒潮爆发时，通常伴有持续的强风，当风向与海岸线垂直或夹角较小时，持续的强风会将海水推向岸边，造成海平面显著增高，形成风暴潮。C项正确。故本题选择ABC项。

【考点归纳】 海洋灾害，风暴潮的成因，天气系统（热带气旋、温带气旋、寒潮）。

63. 海冰形成的必要条件是：

- A. 海水温度降至冰点并继续失热 B. 相对冰点稍有过冷却现象
C. 海水保持稳定 D. 有凝结核存在

【答案】 ABD

【解析】

海水必须首先冷却到其冰点（因含盐，低于 0°C ，约为 -1.8°C ），然后必须有能量（潜热）被持续带走，才能发生从液态到固态的相变，这是海冰形成最基础的热力学条件。A项正确。和淡水结冰类似，海水中初始冰晶的形成需要一个**过冷**过程，即水温需要暂时降到实际冰点以下，以克服相变成核的能垒。B项正确。与直觉相反，海水的湍流、混合等**不稳定**状态反而有利于海冰的形成和发展。因为搅动可以把表层冷却的水和深层较暖的水混合，加速整个上层水体的降温过程，并将新生成的细小冰晶（初始冰）均匀地分布在水体中，为形成大面积海冰创造条件。C项错误。海水中的悬浮颗粒、有机物等杂质可以作为**冰核（凝结核）**，大大降低过冷度的要求，使冰晶更容易在这些核上附着生成（非均质成核），这是自然界中海冰形成的主要方式。D项正确。故本题选择ABD项。

【考点归纳】 海洋学，海冰的形成条件，过冷与成核。

64. 恒星的质量越大，则：

- A. 光度就越高 B. 半径就越小
C. 引力越强，中心温度也就越高 D. 核聚变速率就越高 E. 寿命就越长

【答案】 ACD

【解析】

恒星的质量和光度存在着强烈的正相关关系（质光关系），质量越大的恒星，其光度随质量呈几何级数增长（大约是质量的3.5次方），因此会明亮得多。A项正确。质量越大的恒星，虽然引力更强，但其内部核反应更剧烈，产生的向外的辐射压力也更大，足以支撑起一个更庞大的体积。

因此，恒星的质量越大，半径也越大。B项错误。更大的质量同时也意味着更强的自身引力，为了抵抗这种巨大的引力坍缩，恒星核心必须维持更高的温度和压力，以产生足够的向外推力来达到流体静力学平衡。C项正确。核心温度和压力越高，核聚变反应的速率就越快。大质量恒星核心的核聚变速率比小质量恒星高出许多个数量级。D项正确。虽然大质量恒星拥有的“燃料”

（氢）更多，但它们消耗燃料的速率（即核聚变速率）要快得多得多。因此，恒星的质量越大，其演化越快，寿命越短。E项错误。故本题选择ACD项。

【考点归纳】天体物理学，恒星结构与演化，主序星的质光关系、质径关系、质寿关系。

65. 关于火星的水和生命，请选择正确答案：

- A.强有力的证据表明，火星表面曾经存在过流动的液体
- B.目前火星大部分的水锁定在极冠或表面下的冻土层
- C.如果火星上曾经出现过生命，最可能在其脱气之后大气层较厚时的几亿年内
- D.火星太热，不可能出现生命

【答案】ABC

【解析】

火星探测任务已发现了大量证据，如干涸的河道、三角洲、冲积扇以及只能在有水环境下形成的黏土矿物和硫酸盐等，这些都强有力地证明了火星在远古时期表面曾有液态水流动。A项正确。目前火星上的水绝大部分以固态形式存在，主要分布在南北两极由水冰和干冰组成的极冠，以及广泛分布于中高纬度地区的地下冻土层中。B项正确。火星最可能宜居的时期是在其地质历史早期（约41至37亿年前的诺亚纪）。当时火山活动频繁（脱气），形成了较厚的大气层，温室效应较强，足以维持地表液态水的存在。这个“宜居窗口期”可能持续了数亿年，是生命最有可能诞生和演化的时期。C项正确。火星现在是一个极度寒冷的星球，其表面平均温度约为零下63℃，远非“太热”。D项错误。故本题选择ABC项。

【考点归纳】行星科学，火星地质与气候演化，地外生命探索。

66. 木星辐射实际的能量比它吸收太阳光能多一倍，最主要原因是：

- A.木星内部放射性元素释放衰变能
- B.木星成分类似恒星，其内部因氢核的聚变而释放能量
- C.木星形成释放大量引力能，目前正在渐渐冷却
- D.木星卫星对其的潮汐加热

【答案】C

【解析】

放射性元素衰变产生的热量对木星的内部热流贡献极小，远不足以解释观测到的巨大热辐射。A项错误。木星的质量虽然巨大，但仍远未达到点燃核心氢核聚变反应的阈值（约需80倍木星质量），因此它内部不存在核聚变。B项错误。目前科学界公认的主要原因是开尔文-亥姆霍兹机制。即木星仍在非常缓慢地因自身引力而收缩。这个过程中，引力势能被转化为内能（热能），并以热辐射的形式缓慢地释放出来。这可以看作是木星形成时所捕获的巨大引力能的持续释放和冷却过程。C项正确。潮汐加热是木星对其卫星（尤其是木卫一“艾奥”）施加的显著作用，是这些卫星内部热量的主要来源，但反过来，卫星对木星的潮汐加热效应微乎其微。D项错误。故本题选择C项。

【考点归纳】行星科学，巨行星的内部热源，开尔文-亥姆霍兹机制

三、根据所给图件回答相关问题（不定项选择题）

图1是一张典型的海洋横截面图，根据图示回答67-71题（单选，正确得1分，多选不得分）。

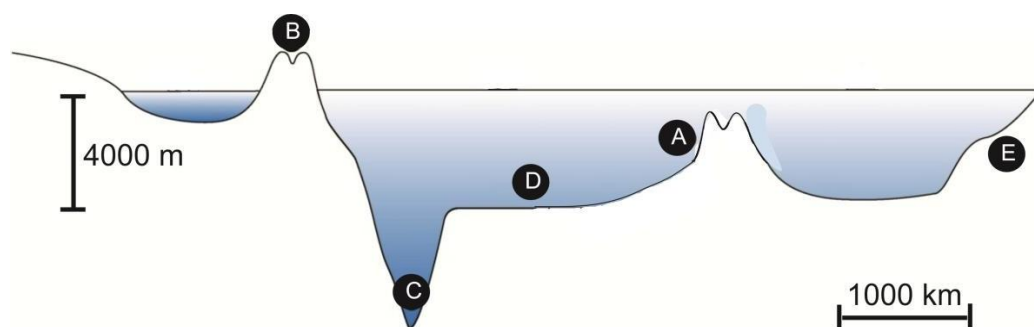


图1

67. A 区可能出现什么地质现象？

- A.正断层+中央裂谷+黑曜岩. B.逆断层+掀斜地块+玄武岩.
C.转换断层+中央裂谷+玄武岩 D.转换断层+掀斜地块+黑曜岩.

【答案】C

【解析】

A区是海底的一个高地，形态上是典型的洋中脊，为板块的生长边界。洋中脊的典型特征是：① 板块张裂形成中央裂谷；② 岩浆上涌形成新的洋壳，岩石类型为玄武岩；③ 张裂环境下的构造为正断层；④ 洋中脊常被一系列转换断层切割、错开。黑曜岩是酸性火山玻璃，而洋中脊为基性岩浆活动。A、D项错误。逆断层是挤压环境的产物，与洋中脊的张裂环境不符。B项错误。转换断层、中央裂谷、玄武岩即为洋中脊系统的三个最核心要素。C项正确。故本题选择C项。

【考点归纳】板块构造，洋中脊（生长边界），海底扩张，玄武岩，转换断层。

68. B 区可能出现什么地质现象？

- A.地震+玄武岩+蓝片岩. B.地震+玄武岩+硅质岩.
C.地震+蓝片岩+硅质岩. D.地震+蛇绿岩+硅质岩.

【答案】A

【解析】

B区是位于海沟（C区）一侧的岛屿，与海沟共同构成了岛弧-海沟体系，是洋-洋板块俯冲的产物，岛弧岩浆活动多发育钙碱性系列火山岩（主要由玄武岩、安山岩、英安岩和流纹岩组成）而在板块的俯冲边缘，当大洋板块沿海沟俯冲时，冷的洋壳及上覆沉积物也随之向下牵引，导致在海沟及海沟靠大陆的附近会出现较低的热梯度和热流值。并使其具有较大的上覆岩层的重力和板块俯冲压力，从而形成了低温高压的环境。在海沟近陆一侧为高压低温型区域变质带，以蓝片岩为代表；而在离海沟稍远的火山岛弧地区，板块俯冲导致活跃的火山活动，其热流值与地热梯度较高，从而创造了低压高温的变质条件，常形成含矽线石、红柱石等矿物的高温低压型变质带。故本题选择A项。

【考点归纳】板块构造，俯冲带，岛弧-海沟体系，地震，火山岩，深海沉积物。

69. C 区可能出现什么地质现象？

- A.深源地震+火山+增生楔. B.深源地震+火山+花岗岩.
C.浅源地震+深海沉积物+花岗岩. D.浅源地震+深海沉积物+增生楔.

【答案】D

【解析】

C区是海沟，与海沟这一构造位置相关的地质现象是一个完整的系统：① 俯冲板块向下插入地幔，在不同深度引发浅、中、深源地震，即为“贝尼奥夫带”；② 俯冲板块熔融形成的岩浆上升到

地表,在海沟后方形成火山(B区);③大洋板块上的沉积物在俯冲时被刮削、堆积在海沟的向陆一侧,形成增生楔。海沟处无火山。A项错误。花岗岩是大陆地壳的典型岩石,不会出现在洋-洋俯冲带。B,C项错误。海沟附近有浅源地震和增生楔,海沟位于海底,利于深海的沉积物堆积。D项正确。故本题选择D项。

【考点归纳】 板块构造,海沟,俯冲带,贝尼奥夫带,深源地震,增生楔。

70. D区可能出现什么地质现象?

- A.火山+玄武岩+深海沉积物. B.火山+花岗岩+深海沉积物.
C.地震+玄武岩+深海沉积物. D.地震+花岗岩+深海沉积物.

【答案】 A

【解析】

D区是远离板块边界的广阔深海洋盆或深海平原,其主要特征是被厚厚的深海沉积物(如远洋软泥、黏土)所覆盖,板块内部构造活动稀少,一般没有地震,但可能存在一些由于地幔热点活动形成的海底火山,其岩石成分为玄武岩。火山,玄武岩和深海沉积可表征深海平原以及可能叠加其上的热点火山活动。A项正确。花岗岩为大陆地壳岩石。B,D项错误。深海平原是板块内部,地震活动微弱。C项错误。

【考点归纳】 海洋地貌,深海平原,深海沉积物,海底火山(海山),热点。

71. E区可能出现什么地质现象?

- A.地震+峡谷+陆源沉积. B.火山+峡谷+陆源沉积.
C.裂谷+峡谷+陆源沉积. D.掀斜地块+峡谷+陆源沉积.

【答案】 D

【解析】

E区远离板块汇聚和生长边界,是典型的被动大陆边缘,构造稳定,且没有地震、火山、裂谷等地质活动,其主要地质作用是巨厚的陆源沉积物的堆积,而这些沉积物会覆盖在大陆边缘的基底上。在大陆坡上,常因浊流等作用形成海底峡谷。掀斜地块是被动大陆边缘在早期张裂阶段形成的断块构造,后期被沉积物覆盖。选项A,B,C都包含了活动构造带的现象(地震、火山、裂谷),与被动大陆边缘的稳定属性不符。选项D中的“掀斜地块”、“峡谷”和“陆源沉积”都是被动大陆边缘的典型地质特征组合。故本题选择D项。

【考点归纳】 板块构造,被动大陆边缘,陆源沉积,海底峡谷,张裂构造。

图2是某地的平面地质图,请认真阅读图中内容并回答72-76题(单选,正确得1分,多选不得分)。

72. 下列哪个地质事件发生的先后顺序是正确的?

- A.古生代沉积-花岗岩侵入-岩层褶皱-断层作用-不整合覆盖
B.花岗岩侵入-古生代沉积-岩层褶皱-不整合覆盖-断层作用
C.古生代沉积-岩层褶皱-断层作用-花岗岩侵入-不整合覆盖
D.花岗岩侵入-古生代沉积-断层作用-不整合覆盖-岩层褶皱

刘庄—王庄地质图

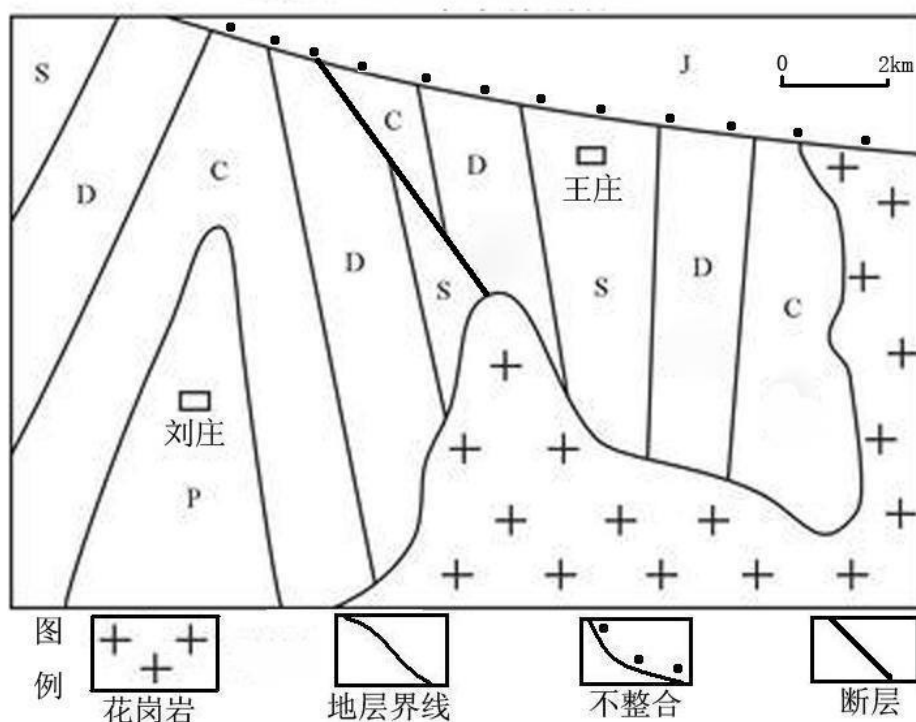


图2

【答案】C

【解析】

不整合接触面覆盖了花岗岩、古生代沉积、断层和褶皱，因此不整合覆盖形成时代最新。B，D项错误。花岗岩切割了断层，断层切割了古生代沉积，因此形成的先后顺序为古生代沉积、断层作用、花岗岩侵入。A项错误，C项正确。故本题选择C项。

【考点归纳】识别地质图。

73. 位于刘庄一带的构造是什么？

A.背斜； B.向斜； C.挠曲； D.地堑

【答案】B

【解析】

观察刘庄所在区域，其核心地层为P（二叠系），向两侧依次展布着C（石炭系）、D（泥盆系）等地层。岩层年代分布特征为中间新、两翼老，这是典型的向斜构造。故本题选择B项。

【考点归纳】构造地质学，褶皱的判别（背斜与向斜）。

74. 推测本地区大规模的构造运动发生在什么时候？

A.奥陶纪； B.二叠纪； C.三叠纪； D.侏罗纪

【答案】C

【解析】

图中大规模的构造运动（主要指褶皱和侵入活动）使得最晚的古生代地层——二叠纪地层发生了褶皱，因此这次运动必然发生在二叠纪之后。同时，这次构造运动的产物又被侏罗纪地层以不整合的形式覆盖，说明运动发生在侏罗纪之前。在二叠纪和侏罗纪之间的地质时期是三叠纪。因此这次构造运动发生于三叠纪。故本题选择C项。

【考点归纳】地质历史分析，构造运动的时代确定。

75. 断层的类型是什么？

- A.正断层； B.逆断层； C.左旋走滑断层； D.右旋走滑断层

【答案】D

【解析】

观察断层两侧的地层界线，例如D和C地层的界线，是一个水平错动，对盘向右移动，由此可判断该断层为右旋走滑断层。故本题选择D项。

【考点归纳】构造地质学，断层的类型判别，走滑断层（左旋与右旋）。

76. 背斜核部的岩石是什么时代的？

- A.志留纪； B.泥盆纪； C.石炭纪； D.二叠纪

【答案】A

【解析】

根据第73题的分析，图中的背斜构造位于向斜（刘庄一带）的东侧，该构造的核部（中心）出露的地层是志留系，斜核部出露最老的岩层，而志留系即为该地区褶皱地层中最老的。故本题选择A项。

【考点归纳】构造地质学，背斜的定义（核老翼新）。

图3 是某种岩石的照片，根据照片回答 77-80 题（单选，正确得 1 分，多选不得分）。



图3

77. 照片中显示的是什么岩石？

- A.砂岩； B.泥岩； C.板岩； D.灰岩； E.以上都不是

【答案】D

【解析】

砂岩属于碎屑岩，主要由石英、长石等砂级碎屑颗粒（粒径 0.05-2 mm）经胶结形成，肉眼可见明显的颗粒结构，且通常具层理构造，与图片不符。A项错误。泥岩属于泥质岩，主要由黏土矿物组成，质地细腻、致密，断口呈土状或贝壳状，无明显层理（或层理极薄），与图片不符。B项错误。板岩属于低级变质岩，原岩为黏土岩，经低级变质作用形成，具明显的板理构造（可沿

板理面剥成薄板)，矿物颗粒极细但有定向排列，与图片不符。C项错误。灰岩属于沉积岩中的碳酸盐岩，典型特征为质地坚硬、常具缝合线构造（岩石中不规则的锯齿状裂缝），遇稀盐酸剧烈冒泡，图中岩石符合灰岩的典型特征。D项正确。同时也可根据后续题目（78-80）推断为灰岩，具有缝合线构造。故本题选择D项。

【考点归纳】 常见岩石的核心鉴别特征：

砂岩（碎屑岩）：砂级颗粒（0.05-2 mm）肉眼可见，具层理，成分以石英为主，胶结物多为硅质、钙质，可通过颗粒大小和成分判断。

泥岩（泥质岩）：黏土矿物为主，粒径 $<0.005\text{ mm}$ ，质地细腻，断口土状，无明显颗粒感，多呈灰、黑等颜色，层理不明显。

灰岩（碳酸盐岩）：主要成分 CaCO_3 ，遇稀盐酸剧烈冒泡，常具缝合线构造（成岩过程中压溶作用形成），部分含生物碎屑（如珊瑚、贝壳化石），质地坚硬。

板岩（变质岩）：具板理构造（定向排列），原岩为黏土岩，经低级变质形成，可沿板理剥离，与灰岩的沉积成因、碳酸盐成分、无定向构造有本质区别，核心通过成因（变质/沉积）和构造（板理/缝合线）区分。

78. 该岩石的主要化学成分是：

- A.硅酸盐； B.碳酸盐； C.磷酸盐； D.以上都不是

【答案】 B

【解析】

灰岩主要成分为 CaCO_3 ，属于碳酸盐岩。故本题选择B项。

【考点归纳】

主要岩石化学成分类型及代表岩石

硅酸盐类：以硅氧四面体为基本结构单元，是地壳中分布最广的岩石类型，包括碎屑岩（砂岩，石英 SiO_2 ）、泥质岩（泥岩，黏土矿物含 SiO_2 、 Al_2O_3 ）、火成岩（花岗岩，石英+长石）、变质岩（片麻岩，长石+石英）。

碳酸盐类：以碳酸根离子（ CO_3^{2-} ）为核心，主要岩石为灰岩（ CaCO_3 ）、白云岩 $\{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2\}$ ，典型化学特征是遇稀盐酸冒泡（ $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ），是沉积岩中重要的非金属矿产来源。

磷酸盐类：以磷酸根离子（ PO_4^{3-} ）为核心，代表岩石为磷灰石，多形成于海洋或湖泊的化学沉积环境，产量少，主要用于提取磷元素（化肥、工业原料）。

79. 你根据岩石中的什么构造判断其岩石类型的？

- A.层理构造 B.层面构造 C.节理构造 D.缝合线构造 E.以上都不是

【答案】 D

【解析】

缝合线构造是灰岩等碳酸盐岩特有的成岩构造，由成岩过程中碳酸盐矿物发生压溶作用形成，表现为岩石中不规则的锯齿状、曲线状裂缝（断面呈缝合线形态），是区分灰岩与砂岩、泥岩、板岩的关键标志。故本题选择D项。

【考点归纳】 岩石构造的类型与鉴别意义

层理构造：普遍存在于沉积岩，用于判断岩石成因（沉积），但无法区分具体沉积岩类型（如砂岩、灰岩），鉴别特异性低。

层面构造：局限于浅水环境沉积岩，如波痕（河流、浅海）、泥裂（潮坪），仅能反映沉积环境，不能作为特定岩石类型的标志。

节理构造：所有岩石均可能发育，仅反映岩石受应力作用情况，无岩石类型鉴别价值。

缝合线构造：碳酸盐岩（尤其是灰岩）特有，成因为压溶作用，形态独特（锯齿状），是鉴别灰

岩的核心构造标志，特异性高。

80. 该构造的形成原因是：

- A.物质成分的差异 B.成岩中的压溶作用
C.岩石的差异风化 D.岩石固有的层理构造 E.以上都不是

【答案】 B

【解析】

缝合线构造的核心形成机制是成岩阶段的压溶作用——灰岩沉积后，在埋深增加带来的压力作用下，岩石中的碳酸钙（ CaCO_3 ）矿物发生局部溶解，溶解产生的钙离子和碳酸根离子随孔隙流体迁移至压力较低的区域重新沉淀；溶解区域因物质流失，逐渐形成断面呈锯齿状、曲线状的缝合线。故本题选择B项。

【考点归纳】 沉积学，成岩作用，压溶作用。

81. 图4显示了大陆地区和海洋地区观测到的布格重力异常(Bouguer anomaly)的分布曲线, 从图上可以得到下面正确的结论是。

(多选, 正确答案得1分, 选错一个扣1分)

- A. 海洋地区正的布格重力异常是因为海水层的存在
- B. 海洋地区正的布格重力异常是因为海洋地壳较薄
- C. 大陆地区负的布格重力异常是因为地形较高
- D. 大陆地区负的布格重力异常是因为大陆地壳较厚

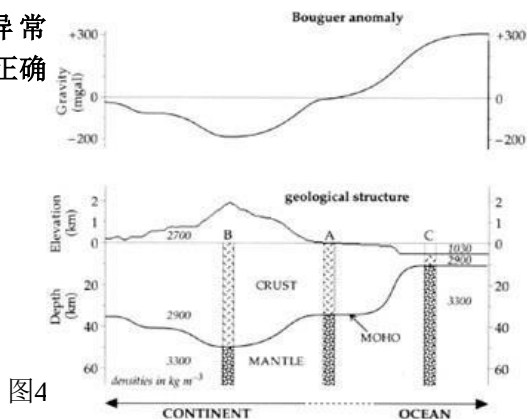


图4

【答案】BD

【解析】

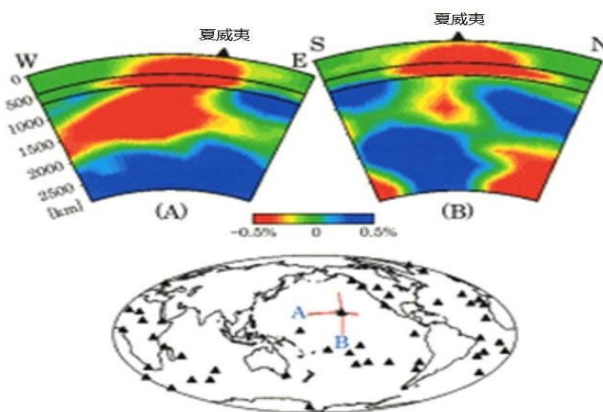
布格重力异常在实测重力异常的基础上, 经过了纬度改正、高度改正、中间层改正、地形改正以后得到的, 即剔除了测量高度、地形起伏和海水深度影响后的重力异常, 直接反映地壳密度的分布情况。联系地壳均衡理论, 布格异常主要反映的是莫霍面(地壳和地幔的界面)的起伏以及地壳内部的密度变化。正异常意味着该区域下方存在质量盈余(如高密度物质上涌或地壳变薄), 负异常则意味着质量亏损(如低密度物质存在或地壳增厚)。由于布格异常已经校正了地形和水深的影响。A, C项错误。同时因为洋壳薄, 所以密度大的地幔物质(3300 kg/m^3)埋藏得更浅, 其引力效应造成正的布格重力异常。反过来说, 大陆地区, 特别是山脉下方, 大陆地壳(密度约 2700 kg/m^3)在这里变得非常厚, 这种低密度的“山根”导致了负的布格重力异常。B, D项正确。故本题选择BD项。

【考点归纳】重力异常(布格重力异常)的概念和地质解释; 地壳均衡理论

82. 图5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

(多选, 正确答案得1分, 选错一个扣1分)。

- 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



【答案】BC

【解析】

地震波层析成像图中, 红色区域表示地震波速较低, 蓝色表示波速较高。在地幔中, 波速低通常与温度高、可能存在部分熔融的物质有关。两张剖面图(A和B)都清晰地显示, 在夏威夷正下方存在一个显著的低速异常体。由于火山活动是由岩浆上升形成的, 而高温的、熔融的物质可能是岩浆的来源, 所以可以直接推断夏威夷火山活动与这个上地幔的低速体有关。B项正确。图B显示低速异常体追溯到地球的核幔边界约在 2900 km 深处, 该图像直接显示了这个低速体(被解释为地幔柱)可能发源于地幔的底部, 即核幔边界区域。C项正确。太平洋板块的运动以及它与夏威夷火山(热点)的关系是板块构造理论的重要内容。然而, 题目要求“从两幅图可以直接推

断”。这两张图是静态的、垂直的剖面图，展示的是夏威夷下方某一时刻的地球内部结构，无法直接显示出板块的水平运动方向或历史过程。因此A和D虽然是地质事实，但不能从这两张图中直接推断出来。故本题选择BC项。

【考点归纳】地震波层析成像原理、地震波速与地下介质的物理性质的关系。

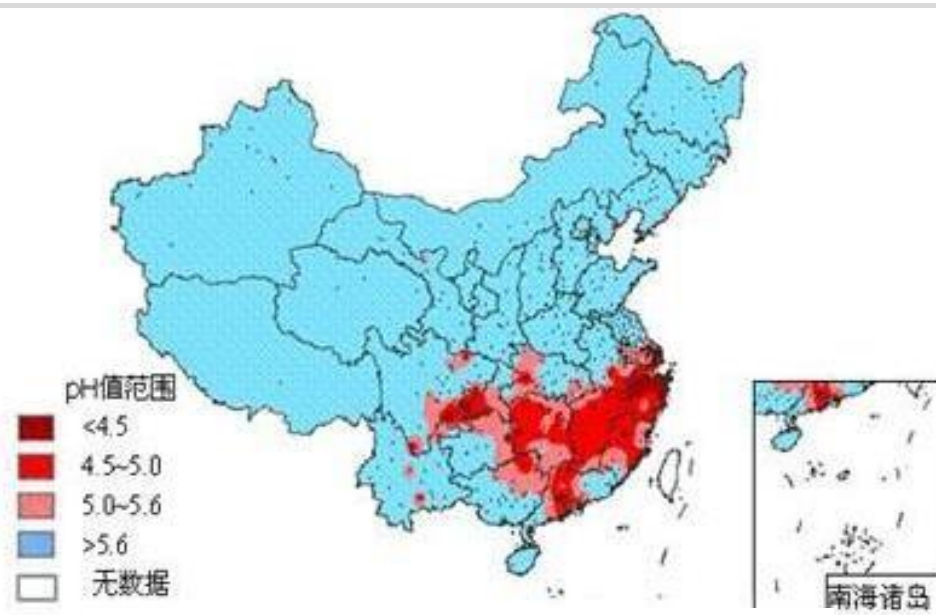


图6

83. 图6为近年中国降水的pH值分布，酸雨的主要类型是：（单选，多选不得分）

- A.碳酸型； B.硝酸型； C.硫酸型； D.盐酸型

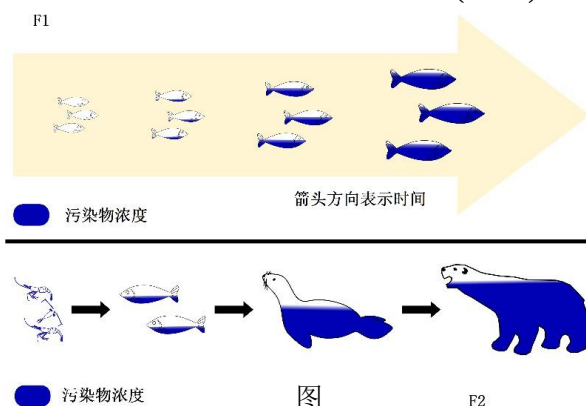
【答案】 C

【解析】

图中显示，我国酸雨重灾区主要分布在南方，特别是四川盆地、长江中下游和华南地区。这个分布与我国“南煤北土”的特点有关。我国能源结构以煤炭为主，南方地区燃烧的大量高硫煤炭，释放出巨量的二氧化硫（ SO_2 ）。二氧化硫在大气中经过化学反应，形成硫酸（ H_2SO_4 ），随降水到达地面，形成硫酸型酸雨。这是我国酸雨最主要的类型。故本题选择C项。

【考点归纳】环境化学，酸雨的类型与成因，中国的能源结构与环境问题。

环境中的污染物可经过多种渠道进入生物体，请根据图7回答(84-88)问题（单选，多选不得分）：



84. F1和F2表示的作用过程分别称为：

- A.生物放大和生物积累 B.生物放大和生物富集 C.生物富集和生物积累 D.生物富集和生物放大；

【答案】 D

【解析】

F1显示,随着时间推移,单个生物体(鱼)内的污染物浓度(蓝色加深)不断增加。这是生物体从周围环境(水、食物)中吸收并积累污染物的过程,称为生物富集。

F2显示,污染物在食物链中,从低营养级的生物(浮游生物→小鱼)到高营养级的生物(海豹→北极熊),其浓度逐级显著升高。这个沿着食物链传递并被浓缩的过程,称为生物放大。故本题选择D项。

【考点归纳】生态毒理学,生物积累,生物富集,生物放大。

85. 能发生(84题)所述作用过程的污染物具备的特征不包括:

- A. 在环境中稳定 B. 能被生物吸收 C. 脂溶性大 D. 不易被生物代谢

【答案】 C*

*本题选项均为能引起生物富集和放大的污染物的典型特征,但在选项中,C选项的普适性相对最弱

【解析】

污染物必须在环境中稳定不分解,才能长期存在;只有污染物能被生物吸收,才能进入生物体;同时不易被生物代谢或排出,才能在体内不断积累。A、B、D项是绝对必要的特征。而对于DDT、PCBs等典型的有机氯农药来说,高脂溶性是其在生物脂肪组织中大量存储和富集的关键。但对于另一类能显著富集的污染物——重金属(如汞)来说,它们主要与蛋白质中的巯基结合,而非存储于脂肪。因此,相比于其他三个绝对条件,C项“脂溶性大”并非所有能生物放大的污染物的普适特征。故本题选择ABD项。

【考点归纳】环境污染物特征,生物富集条件。

86. $\delta^{15}\text{N}$ 可用于(85题)所述污染物的何种作用的示踪研究?

- A. 生物富集; B. 生物积累; C. 生物放大; D. 生物代谢

【答案】 C

【解析】

$\delta^{15}\text{N}$ (稳定氮同位素比值)是研究食物网结构的有力工具。在食物链中,随着营养级的升高,生物体内的重氮同位素 ^{15}N 会发生富集,即营养级越高, $\delta^{15}\text{N}$ 值越大。生物放大作用的定义就是污染物浓度随营养级升高而增加。因此,通过分析一个生态系统中不同生物的污染物浓度和它们的 $\delta^{15}\text{N}$ 值,如果发现两者呈显著正相关,就证明了该污染物在进行生物放大。 $\delta^{15}\text{N}$ 在此作为营养级的指示剂。故本题选择C项。

【考点归纳】同位素生态学,稳定氮同位素,食物网与营养级,生物放大作用的示踪。

87. 长期食用受汞污染的食物会导致:

- A. 克山病; B. 水俣病; C. 大骨节病; D. 痛痛病

【答案】 B

【解析】

克山病是缺硒导致的地方性心肌病。A项错误。水俣病是因摄入被甲基汞严重污染的鱼虾而引起的中枢神经系统中毒性疾病,是著名的公害病之一。B项正确。大骨节病由于病因复杂,可能与缺硒和真菌污染有关的地方性骨关节病。C项错误。痛痛病是因镉污染导致骨质软化 and 肾功能衰竭的公害病。D项错误。故本题选择B项。

【考点归纳】环境健康,重金属中毒。

88. 水生生物体中汞的主要形态为:

- A. 二价汞; B. $\text{Hg}(\text{OH})_2$; C. 甲基汞; D. 二甲基汞

【答案】 C

【解析】

环境中的无机汞在水底缺氧环境中，可以被微生物转化为毒性极强、且易于被生物吸收的有机汞——甲基汞 (CH_3Hg^+)。甲基汞是水生生物（尤其是鱼类）体内汞污染的主要存在形态，它通过食物链发生强烈的生物放大作用。故本题选择C项。

【考点归纳】 环境化学，汞的形态转化，甲基汞。

第一届全国中学生地球科学竞赛决赛试题 参考答案与解析

注 意 事 项

在答题前请认真阅读本注意事项及答题要求

1. 试题全部为不确定选择题（单选或多选），考试时间为 150 分钟。考试结束后，请将本试卷、答题卡、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。
4. 考试不允许提前交卷，考试结束后待监考老师确认后方可离场。

众所周知，联合国教科文组织在巴西里约的环发会议上指出：人类二十一世纪所面临的问题是：人口、资源、环境。这毫无疑问地体现了地球科学的重要意义，那么就让我们围绕资源与环境问题开始本次地球科学之旅吧。

第一部分：关于资源与环境的地球科学基础知识

一、单选题

1. 目前地球内部向外部释放的能量主要来源是什么？

- A. 高温的岩浆
- B. 放射性同位素的蜕变
- C. 地球旋转的动能
- D. 太阳能

【答案】 B

【解析】

地球的内能主要有两个来源：一是地球形成时留下的原始残余热，二是由放射性元素（如铀-238、钍-232、钾-40等）衰变产生的热量。地球在经历漫长的演化后，放射性生热已成为地球内部能量的主要来源。高温岩浆是地球内能向地表传输的一种方式 and 表现，而不是能量的根本来源。地球旋转的动能和太阳能（外部能源）不属于地球内部能量的主要来源。故本题选择B项。

【考点归纳】 地球内能来源。

2. 地球表面的大地热流平均值是多少（单位： $\mu\text{cal}/\text{cm}^2\cdot\text{s}$ ）？

- A. 8.0;
- B. 4.5;
- C. 2.5;
- D. 1.5

【答案】 D

【解析】

大地热流是指从地球内部传递到地表单位时间单位面积的热量。全球的平均大地热流值约为 63 mW/m^2 ，换算成题目所用单位后约等于 $1.5 \mu\text{cal/cm}^2\cdot\text{s}$ 。这个数值在不同构造位置差异很大，例如在大洋中脊处热流值很高，而在古老的稳定克拉通地区热流值较低。故本题选择D项。

【考点归纳】 大地热流值的概念和全球平均值。

3. 大陆地区的平均地热梯度大约为：（单位： $^{\circ}\text{C/km}$ ）

- A. 50; B. 40; C. 30; D. 20

【答案】 C

【解析】

地温梯度（或地热梯度）指地表以下深度每增加单位距离，温度升高的度数。全球大陆地区的平均地温梯度约为 $25 - 30 ^{\circ}\text{C/km}$ 。该值也因地区而异，受岩石导热率和局部热流值影响。故本题选择C项。

【考点归纳】 地温梯度的概念和大陆地区平均值。

4. 一般城市开采的地下水属于那种类型？

- A.弱结合水; B.毛细水; C.重力水; D.结晶水

【答案】 C

【解析】

地下水按其在岩土中存在的状态可分为结合水、毛细水和重力水。其中，只有重力水是在重力作用下可以自由流动的水，能够被井、泉等工程开采和利用，结合水和毛细水往往会被分子引力或毛细作用束缚在土粒表面或孔隙中，无法自由流动，而结晶水则属于矿物晶体结构的一部分。故本题选择C项。

【考点归纳】 地下水的类型与赋存状态。

5. 矿产是宝贵的资源，你认为下列哪种物质不属于矿产？

- A.高岭土; B.无烟煤; C.花岗岩; D.冰川冰

【答案】 D

【解析】

高岭土属于粘土矿物，是一种重要的非金属矿产，用于陶瓷、造纸等工业。A项错误。无烟煤是一种煤种，属于能源矿产。B项错误。花岗岩是一种常见的建筑石材，属于非金属矿产。C项错误。冰川冰是自然形成的冰体，虽然可用于制冷或研究，但不属于地质矿产范畴，因其不是通过地质作用形成的矿物或岩石资源。D项正确。故本题选择D项。

【考点归纳】

1.矿产的定义与核心特征：矿产是指由地质作用形成的，具有利用价值（经济价值、实用价值）、天然产出且可被人类开采利用的矿物或岩石集合体，核心特征包括：

天然性：由地质作用（如岩浆活动、沉积作用、变质作用）形成，非人工合成；

有用性：具备工业、能源、建材、药用等实用价值，如煤炭（能源）、高岭土（工业原料）、花岗岩

(建材);

可开采性: 在现有技术和经济条件下, 能够被合理开采利用。

2. 常见矿产类型分类:

能源矿产: 如煤炭(无烟煤、烟煤)、石油、天然气、铀矿, 主要用于提供能量;

非金属矿产: 如高岭土(黏土矿物)、花岗岩(岩石矿产)、石灰岩(建材/化工原料), 用于工业生产或建筑领域;

金属矿产: 如铁矿、铜矿、金矿, 用于提取金属元素。

6. 根据大气环流特征, 你认为下列哪个气候带不适合建风力电站?

- A. 盛行西风带; B. 副热带高压带; C. 信风带; D. 沿海季风带

【答案】B

【解析】

风力发电需要稳定且风力较强的风。盛行西风带、信风带和季风带都以持续性的强风为特征, 而副热带高压带是全球大气环流的下沉气流区, 天气晴朗, 风力微弱, 常被称为“无风带”或“马纬度无风带”, 不适合建设风力电站。故本题选择B项。

【考点归纳】 全球大气环流、气压带风带的分布及特征。

7. 下列哪种矿物主要不是用来炼铁的?

- A. 褐铁矿; B. 赤铁矿; C. 黄铁矿; D. 磁铁矿

【答案】C

【解析】

褐铁矿的主要成分为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (含水氧化铁), 铁含量约 40%-60%, 虽铁含量低于赤铁矿和磁铁矿, 但易于开采和冶炼, 是工业炼铁的重要辅助矿物原料。A 项错误。赤铁矿的主要成分为 Fe_2O_3 , 铁含量高达 70%, 且杂质少(如硫、磷含量低), 冶炼工艺简单, 是工业炼铁最主要的矿物原料之一, 广泛用于钢铁生产。B 项错误。黄铁矿的主要成分为 FeS_2 (二硫化亚铁), 虽含铁量约 46.6%, 但因含硫量极高(约 53.4%), 冶炼过程中会产生大量二氧化硫(污染环境且腐蚀设备), 同时硫会进入铁水导致钢材脆性增加, 因此主要不用于炼铁, 而是作为提取硫元素(制造硫酸)或生产硫磺的原料。C 项正确。磁铁矿的主要成分为 Fe_3O_4 , 铁含量约 72.4%, 且具有磁性, 易于分选富集, 杂质含量低, 是炼铁的优质矿物原料, 常用于大型钢铁厂的高炉炼铁。D 项错误。故本题选择 C 项。

【考点归纳】

工业炼铁选择矿物的关键指标包括:

铁含量: 铁含量越高, 冶炼效率越高, 如赤铁矿(70%)、磁铁矿(72.4%) 高于褐铁矿(40%-60%);

杂质含量: 硫(S)、磷(P) 等杂质会影响钢材质量(硫导致热脆、磷导致冷脆), 因此低硫、低磷的矿物更适合炼铁;

冶炼难度: 矿物结构是否易于分解, 是否需要复杂工艺去除杂质, 如赤铁矿、磁铁矿冶炼工艺简单, 黄铁矿因高硫需额外脱硫步骤(成本高、污染大)。

8. 相较于金星的大气，造成火星完全不同的大气特征原因是：

- A. 温室效应失控
- B. 因质量远低于地球，火星脱气产生 CO_2 速率低于逃逸率，导致大气层变薄并冷却
- C. 火星不能从内部排出 CO_2
- D. 火星距离太阳太远，不可能存在液态水

【答案】 B

【解析】

金星拥有以 CO_2 为主的浓密大气，导致温室效应的失，而火星的大气虽然以 CO_2 为主，但极其稀薄，导致火星温室效应很弱。A项错误。虽然火星在地质历史早期的火山活动（脱气）释放了大量 CO_2 ，但由于火星质量仅为地球的1/10，引力不足以束缚住这些气体，大部分都散逸到了太空中。这一过程导致大气层变得稀薄，温室效应减弱，星球表面逐渐冷却。B项正确。火星有过强烈的火山活动，并排出了大量 CO_2 。C项错误。据卫星影像表明，火星表面有蛇形沟渠的存在，说明其曾经存在过液态水。D项正确。故本题选择B项。

【考点归纳】 行星科学，比较行星学，火星和金星大气，大气逃逸，温室效应。

9. 碳对于地球生命有机体而言是关键的，它来源于：

- A. 宇宙诞生之初
- B. 地球诞生之后
- C. 太阳诞生之后的内部核合成过程
- D. 太阳系诞生之前若干跟恒星活动有关的核合成过程

【答案】 D

【解析】

宇宙大爆炸（宇宙诞生之初）主要产生了氢和氦元素。而比氢和氦等更重的元素，如碳、氧等，都是在恒星内部通过核聚变反应（核合成）产生的。A项错误。地球上的碳元素在地球诞生时就存在了，并非地球诞生后合成的。B项错误。我们的太阳质量不足以高效地合成大量的碳并将其抛射出去，因此构成太阳系的主要物质，包括地球和生命体内的碳，都来自于太阳系形成之前就已经存在并死亡的上一代或更早代的恒星，并由这些恒星通过超新星爆发等过程将它们合成的重元素播撒到星际介质中。C项错误，D项正确。故本题选择D项。

【考点归纳】 元素起源、恒星核合成理论。

10. 被用于示踪地下水-岩相互作用的程度、地下水混合过程以及岩石裂缝中次生碳酸盐的流体来源的是哪种同位素？

- A. 氢；
- B. 氧；
- C. 锶；
- D. 铯

【答案】 C

【解析】

锶（Sr）的同位素比值（特别是 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ）是示踪水岩相互作用的有力工具。 ^{87}Sr 是由 ^{87}Rb 放射性衰变形成的，不同年龄和类型的岩石具有特征性的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值。地下水在流经含水层时，会溶解岩石矿物，从而获得与岩石特征相关的锶同位素信号。通过分析水中或次生矿物中的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值，可以推

断水的来源、流经路径以及混合情况。而氢 (D/H) 和氧 ($^{18}O/^{16}O$) 同位素主要用于示踪水的来源和循环过程 (如降水来源地、蒸发等)。故本题选择C项。

【考点归纳】 同位素地球化学、锶同位素在水文学中的应用。

11. 植物在生长发育过程中不断地从土壤中吸取大量矿质元素，下列哪种元素是植物生长发育非必需的？

- A.Mn; B.Mo; C.Pb; D.B

【答案】 C

【解析】

植物生长所必需的矿质元素分为大量元素和微量元素。锰 (Mn)、钼 (Mo)、硼 (B) 都属于必需的微量元素，在植物体内发挥着重要的生理功能。而铅 (Pb) 则属于一种重金属元素，对植物没有已知的生理功能，浓度过高时反而会对植物产生毒害作用，属于非必需元素。故本题选择C项。

【考点归纳】 植物生理学、必需矿质元素与有毒重金属。

12. 长期食用受汞污染的食物会导致哪种疾病发生？

- A.克山病; B.水俣病; C.大骨节病; D.痛痛病

【答案】 B

【解析】

题目考察的是由环境污染引起的典型公害病。克山病(Keshan disease)和大骨节病(Kashin-Beck disease)是与特定地球化学环境中微量元素硒 (Se) 缺乏有关的地方病。A, C项错误。水俣病(Minamata disease) 是因食用被甲基汞 (一种有机汞化合物) 污染的鱼虾而引起的中枢神经系统疾病。B项正确。痛痛病 (Itai-itai disease) 则通常由镉 (Cd) 污染所引起。D项错误。故本题选择B项。

【考点归纳】 环境地球化学、典型环境公害病。

13. 赤潮发生的物质基础和首要条件是什么？

- A.气候异常; B.海水富营养化; C.温度异常; D.光照适宜

【答案】 B

【解析】

赤潮 (或称藻华) 是指海洋中某些微型藻类、原生动物或细菌在一定环境条件下爆发性增殖或聚集，引起水体变色的一种有害生态现象，其发生的物质基础是水体中氮、磷等营养盐类过量 (海水富营养化)，这些过量的营养物质能够为藻类爆发性生长提供充足的“食物”。虽然适宜的温度、光照等也是发生的必要条件，但富营养化是首要的、决定性的前提条件。故本题选择B项。

【考点归纳】 海洋环境科学、富营养化与赤潮。

14. 天然气水合物俗称“可燃冰”，可燃冰的主要成分是什么？

- A.硫化氢; B.氯化钠; C.甲烷; D.乙烷

【答案】 C

【解析】

天然气水合物是在高压低温条件下，由水分子和天然气分子（主要是甲烷）组成的笼形结晶化合物。水分子形成笼状骨架，将甲烷等气体分子包裹在其中，由于其外观像冰，且可以被点燃，故俗称“可燃冰”，甲烷占据了其绝大多数成分（80%–99.9%）。故本题选择C项。

【考点归纳】 能源地质学、天然气水合物（可燃冰）的成分与性质。

15. 赤道海区盐度低的主要原因是？

A.降水量大于蒸发量

B.降水量小于蒸发量

C.附近有寒、暖流经过

D.赤道附近生物比较多

【答案】 A

【解析】

海洋表层盐度的分布主要受蒸发量和降水量的相对关系控制。赤道地区地处赤道低气压带，盛行上升气流，终年高温多雨，降水量远大于蒸发量。大量的淡水（雨水）输入会稀释表层海水，导致该地区的盐度相对较低。相比之下，副热带海区（南北纬 30°附近）则由于受副热带高压控制，盛行下沉气流，降水稀少而蒸发旺盛，是全球表层海水盐度最高的区域。故本题选择 A 项。

【考点归纳】 海洋学、海水盐度的分布规律及其影响因素。

16. 厄尔尼诺现象指的是：

A.赤道中东太平洋海水温度大范围、长时间的异常增温现象

B.赤道中东太平洋海水温度大范围、长时间的异常降温现象

C.赤道中西太平洋海水温度大范围、长时间的异常增温现象

D.赤道中西太平洋海水温度大范围、长时间的异常降温现象

【答案】 A

【解析】

厄尔尼诺现象（El Niño）是 ENSO 循环中的暖位相，其核心特征是赤道中、东太平洋海域表层海水出现大范围、持续性的异常增温。与之相对的，海域海水异常变冷的现象则被称为拉尼娜现象（La Niña）。故本题选择 A 项。

【考点归纳】 气候学、ENSO 循环、厄尔尼诺现象的定义。

17. 关于地球系统的辐射收支，以下哪些是正确的？

A.太阳表面和地球表面都辐射可见光

B.由太阳表面辐射的短波辐射全部被地球系统吸收

C.地球大气的温室效应，主要是由于大气中的温室气体吸收太阳的短波辐射，使地表增温

D.云、雪、冰川、沙漠可以有效地反射太阳辐射

【答案】D

【解析】

根据维恩位移定律，辐射体温度越高，其辐射的峰值波长越短。太阳表面温度约 6000 K，主要辐射可见光等短波辐射，而地球表面平均温度约 288 K，主要辐射红外线等长波辐射。A 项错误。地球系统（大气、地表）会将约 30% 的太阳短波辐射反射回太空（地球的反照率），而并非全部吸收。B 项错误。温室效应的主要机制是大气中的温室气体（如 CO_2 、 H_2O ）对地球表面放射的长波辐射具有很强的吸收能力，从而将热量截留在近地层，导致地表增温，但温室气体对太阳短波辐射的吸收能力相对较弱。C 项错误。云、雪、冰川、沙漠等具有较高的反照率，能有效反射太阳短波辐射，对地表起到冷却作用。D 项正确。故本题选择 D 项。

【考点归纳】 地球辐射平衡、反照率、温室效应原理

18. 下列关于云的描述，哪个是正确的？

- A. 卷云、卷积云、卷层云属于暖云（只包含液态水的云）
- B. 层云、层积云属于冷云（包含冰的云）
- C. 积雨云中既有液态水也有冰
- D. 大气中存在的最冷的液态水是 0°C

【答案】C

【解析】

卷云、卷积云、卷层云是高云，形成于对流层高处，温度远低于 0°C ，完全由冰晶组成，属于冰晶云。A 项错误。层云、层积云是低云，通常形成于较低的高度，主要由水滴组成，属于水成云（暖云）。B 项错误。积雨云是垂直发展极为旺盛的云，云底在较低处（由水滴组成），但云顶可伸展至很高的高度，温度远低于 0°C （由冰晶和过冷水滴组成）。因此积雨云是包含液态水和冰晶的混合云。C 项正确。在大气中，纯净的液态水可以在低于 0°C 的温度下不结冰，这种状态被称为过冷水。在云中，过冷水滴的存在非常普遍，甚至可以在 -40°C 时仍保持液态。D 项错误。故本题选择 C 项。

【考点归纳】 云的分类（按高度、构成）、云的微物理过程、过冷水。

19. 下列关于空气污染的描述，哪些是正确的？

- A. 夏季陆地上近地面空气中的臭氧，常在半夜达到一天的最高值
- B. 臭氧可以吸收紫外线，所以大气中的臭氧多多益善
- C. 边界层稳定且湿度较大时，有利于二次气溶胶生成
- D. 稳定边界层有利于污染物向上扩散

【答案】C

【解析】

近地面臭氧是光化学烟雾的产物，其生成需要强烈的光照（紫外线）和氮氧化物、挥发性有机物等前体物。因此，在近地面臭氧浓度通常在午后达到一天中的最高值，而非半夜。A 项错误。平流层的臭氧能吸收紫外线，保护地球生命，但近地面的臭氧则是一种污染物，对人体健康和生态系统有，因此“多多益善”的说法有误。B 项错误。二次气溶胶（如硫酸盐、硝酸盐）通常由一次污染物

(如 SO_2 、 NO_x) 通过一系列的化学反应生成, 而稳定的边界层(如逆温)会抑制污染物扩散, 使其浓度升高, 同时较高的湿度能为非均相化学反应提供场所(液滴表面), 促进二次气溶胶的生成, 故当边界层稳定且湿度较大时, 有利于二次气溶胶生成。C 项正确。稳定边界层(特别是存在逆温层时)大气垂直运动受到强烈抑制, 能阻碍污染物的向上扩散, 并导致其在地表附近积聚。D 项错误。故本题选择 C 项。

【考点归纳】 环境科学, 大气污染, 光化学烟雾, 臭氧(平流层与对流层的作用差异), 大气边界层稳定性与污染物扩散的关系, 二次污染物。

20. 地震面波的频散特征指的是:

- A. 它的振幅在地表最大, 随深度增加而减小
- B. 它的传播速度比体波小
- C. 它的不同频率成分传播速度不同
- D. 它的频带宽、传播距离远

【答案】 C

【解析】

频散(Dispersion)是一个物理学概念, 指波的传播速度与其频率(或波长)有关的现象。对于地震面波, 通常长波长(低频率)的成分传播速度快, 短波长(高频率)的成分传播速度慢。这导致一束包含多种频率的面波在传播过程中, 波形会逐渐“散开”, 长波成分会先到达台站。C 项正确。而选项 A、B、D 虽然也是地震面波的特征, 但它们描述的分别是面波的振幅分布、相对速度和一般性质, 而并非频散这一特定现象。故本题选择 C 项。

【考点归纳】 地震学, 地震面波的频散(色散)现象。

21. 被航海家称为“咆哮45°”的海域是:

- A. 南极绕极流
- B. 加利福尼亚流
- C. 湾流
- D. 东澳大利亚海流

【答案】 A

【解析】

“咆哮西风带”(Roaring Forties)通常指南纬 40° 到 50° 之间的海域。题目中的“咆哮 45° ”正位于此范围内。在南半球该纬度带, 由于缺少大块陆地的阻挡, 盛行西风终年强劲, 这股强风驱动形成了世界上最强大的洋流——南极绕极流(又称西风漂流, 自西向东环绕南极大陆流动)。故本题选择 A 项。

【考点归纳】 全球风带、主要洋流及其驱动力、海洋地理名称。

22. 下列关于大气局地环流的描述哪个是正确的?

- A. 夜晚, 山坡近地面空气比同高度大气降温快, 温度较低, 沿山坡下沉
- B. 山谷中的城市所排放的污染物, 在夜间比日间容易扩散
- C. 白天, 沿海地区海面上的空气比陆地上的空气升温快, 形成低压, 使得近地面风场由海洋向地面吹
- D. 全都正确

【答案】 A

【解析】

夜晚山坡因辐射冷却降温快，冷空气密度大，沿山坡下沉形成山风（山风的形成原理）。A项正确。夜晚，山谷中盛行下沉的山风，容易形成辐射逆温，使得大气层结稳定，不利于污染物的扩散，并最终导致污染物易在谷底聚集。B项错误。由于水的比热容大于陆地，白天陆地升温快，形成低压，海洋相对为高压，因此风从海洋吹向陆地，形成海风。C项错误。故本题选择A项。

【考点归纳】 局地热力环流：山谷风、海陆风及其对污染物扩散的影响。

23. 南、北半球中纬度的西风带的位置和强度主要是由下列哪个因素决定的：

A.地表大气的经向热梯度

B.极地低压的强度

C. Hadley 环流到达中纬度后因角动量守恒产生西风

D.中纬度斜压波上传产生波破碎

【答案】 A

【解析】

全球大气环流的根本驱动力是太阳辐射在地球表面的不均匀分布，这也是造成了赤道与两极之间温度差异（即经向（南北向）热量梯度）原因之一。这个热量梯度能够通过驱动大气运动输送热量来达到平衡，中纬度西风带的强度和位置即与这个经向热梯度密切相关（热成风关系），当梯度大时（如冬季），西风带就强，反之亦然。虽然C项也属于西风的形成机制之一，但决定其强度和位置的根本因素是A项。故本题选择A项。

【考点归纳】 大气环流驱动力、经向热量梯度、热成风。

24. 淡水是一种重要的资源，你认为下列哪种水体的淡水总量最大？

A.河流；

B.冰川；

C.湖泊；

D.地下水

【答案】 B

【解析】

地球上的淡水资源分布极不均匀，根据储量排序，绝大部分（约68.7%）的淡水以固态形式储存在极地冰盖和高山冰川中，其次是地下水（约占淡水总量的30.1%），而湖泊、河流、土壤水等所有地表淡水的总和仅占一小部分。因此冰川也被认为是地球上最大的淡水水库。故本题选择B项。

【考点归纳】 全球水资源分布、淡水储量构成。

25. 环境的变化是造成大规模生物灭绝事件的主因，笔石动物最后绝灭于哪个时代？

A.志留纪；

B.泥盆纪；

C.石炭纪；

D.二叠纪

【答案】 C

【解析】

笔石是古生代海洋中一类重要的浮游生物，也是奥陶纪和志留纪非常重要的标准化石。它们在奥陶纪末和志留纪末经历了两次大的衰退，但并未完全灭绝，幸存的树形笔石一直延续到早石炭世才最终灭绝。故本题选择C项。

【考点归纳】 古生物学、标准化石、地质年代与生物演化。

二、不确定选择题（单选或多选）

26.你认为下列哪些岩石是隔水岩石：

- A.砂岩； B.砾岩； C.泥岩； D.板岩； E.片麻岩

【答案】CDE

【解析】

砂岩是由砂级碎屑颗粒（0.05—2 mm）经胶结形成的碎屑岩，颗粒间存在孔隙，且孔隙多连通（尤其是未胶结紧密的砂岩），具备良好的透水能力，是常见的透水岩石（可作为含水层）。A项错误。砾岩由砾石（粒径>2 mm）经胶结形成，砾石间存在较大孔隙，孔隙连通性好，透水能力强（甚至优于砂岩），是典型的透水岩石，可作为地下水的含水层。B项错误。泥岩主要由黏土矿物（粒径<0.005 mm）组成，颗粒细小且排列紧密，孔隙微小且多为不连通的封闭孔隙，透水能力极差，能够阻挡地下水流动，属于隔水岩石。C项正确。板岩是由黏土岩经低级变质作用形成的变质岩，具明显板理构造，矿物颗粒极细且定向排列，岩石致密，孔隙少且不连通，透水能力弱，可有效阻隔地下水，属于隔水岩石。D项正确。片麻岩是由花岗岩或砂岩经高级变质作用形成的变质岩，虽含长石、石英等矿物，但经重结晶后岩石结构致密，且片麻状构造导致孔隙多不连通，透水能力差，多数情况下属于隔水岩石（除非存在大规模节理贯通）。E项正确。故本题选择CDE项。

【考点归纳】常见岩石的透水性特征：

碎屑岩类：砂岩、砾岩（颗粒粗、孔隙连通）透水；泥岩、页岩（颗粒细、孔隙封闭）隔水；
变质岩类：板岩、片麻岩（变质后致密）隔水；片岩（若片理发育且存在裂隙，可能弱透水，但多数情况下隔水）；
岩浆岩类：花岗岩（致密）隔水；玄武岩（若含气孔且连通，可能透水）。

27.全球荒漠带主要分布在什么地区？

- A.副热带高压带控制区 B.盛行西风带控制区 C.远离大洋的内陆盆地
D.远离大洋的内陆山地 E.寒流经过的沿海地区 F.暖流经过的沿海地区

【答案】ACE

【解析】

全球荒漠的成因主要有以下几种：1.副热带高压带：如撒哈拉沙漠、澳大利亚大沙漠，受副热带高压控制，盛行下沉干燥气流，终年少雨，这是世界上最大的沙漠带的成因。2.远离大洋的内陆：如中亚的沙漠、中国的塔克拉玛干沙漠，深居内陆，水汽难以到达，形成温带大陆性荒漠。3.寒流影响的沿岸：如南美洲的阿塔卡马沙漠、非洲的纳米布沙漠，沿岸的寒流使近岸大气降温、层结稳定，水汽不易凝结成雨，形成沿海荒漠。A,C,E项正确。而西风带主要带来降水，暖流有增温增湿效应，都有利于形成湿润气候。B,F项错误。故本题选择ACE项。

【考点归纳】气候学、荒漠的成因与类型。

28.一般认为液态水是生命的必要条件。人们将恒星周围一定范围内水可以液态形式存在的区域称为宜居带。选出如下正确答案。

- A.若恒星的半径增加至原来四倍，而表明温度降为原来一半，则宜居带位置不变
B.若恒星的半径增加至原来四倍，而表明温度降为原来一半，则宜居带位置内迁

C.若恒星的半径增加至原来四倍，而表明温度降为原来一半，则宜居带位置外迁

D.若恒星的半径增加至原来四倍，而表明温度不变，则宜居带位置外迁

【答案】 AD

【解析】

由斯特藩-玻尔兹曼定律（黑体辐射定律），有 $F = \sigma T^4$ ，其中 F 是黑体表面的辐射通量，单位为 W/m^2 ， T 是黑体的热力学温度，单位为开尔文(K)， σ 是常数。恒星是球状黑体，表面积为 $4\pi R^2$ ，由此推出 $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ ，其中 L 为恒星总光度。 R 增加到 $4R$ ， T 降为 $T/2$ ，则 L 不变，宜居带位置不变。A 项正确，B、C 项错误。当 R 增加到 $4R$ ， T 不变，则 L 增加为原来的 16 倍，宜居带位置外迁。D 项正确。故本题选择 AD 项。

【考点归纳】 天体物理学、恒星光度、宜居带概念。

29. 通常称金星为地球的姊妹，质量、半径、太阳距离都相似，但地球生机盎然、金星烈焰如狱。

这归因为：

A.地球和金星的初始大气很不一样

B.初始大气几乎逃逸后，地球表面形成海洋，并溶解了大部分内部排出的气体（如 CO_2 ）

C.初始大气几乎逃逸后，金星发生“失控的温室效应”

D.金星曾经出现过生命

E.金星大气以 CO_2 为主

【答案】 BCE

【解析】

地球和金星的原始大气都应以宇宙中最丰富的轻物质：氢气、氦气和一氧化碳为主。A 项错误。地球演化早期，温度适宜，火山喷发出的水蒸气得以凝结成液态海洋。海洋溶解了大气中巨量的二氧化碳，随后通过生物作用和化学沉淀形成碳酸盐岩，将碳固定在地壳中，这极大地削弱了温室效应。B 项正确。金星由于距离太阳更近，温度过高，水蒸气无法凝结成海洋，而是作为一种强效温室气体留在大气中。这导致温度进一步升高，形成了恶性循环，即“失控的温室效应”。C 项正确。目前缺乏证明金星上存在生命的客观证据。D 项错误。由于没有海洋和生命活动来移除大气中的 CO_2 ，火山活动持续释放的 CO_2 在金星大气中不断累积，最终形成了以 CO_2 为主（含量高达96%）的浓密大气层，维持着其表面的极端高温。E 项正确。故本题选择BCE项。

【考点归纳】 比较行星学、行星大气演化、失控温室效应、地球的碳循环。

30. 下列哪些气体能引起温室效应？

A.一氧化碳

B.二氧化碳

C.氧化亚氮

D.二氧化氮

E.臭氧

F.甲烷

G.氯氟烃类化合物

【答案】 ABCDEFG

【解析】

温室效应指大气中的某些气体组分通过吸收并重新放出地球表面所释放的长波辐射（红外辐射）所

引发的增温效应。从分子结构上看，由三个或三个以上原子组成的分子（ CO_2 , N_2O , O_3 , CH_4 ）以及某些极性双原子分子（如 CO ）都具有吸收红外辐射的能力，因此 CO_2 , N_2O , O_3 , CH_4 , CFCs , CO 等都能够在一定程度上引起温室效应。 NO_2 虽然无法直接导致温室效应，但是它可以通过大气化学反应影响甲烷和臭氧的浓度，从而产生间接的温室效应。本题所有选项均具备温室效应气体的物理性质，均能够在某种程度上引起一定的温室效应。故本题选择 ABCDEFG 项。

【考点归纳】 温室效应的原理。

31. 天然水的物质成分中，决定水硬度的有哪些？

A.碳酸钠； B.碳酸钙； C.硫酸钠； D.硫酸钙； E.氯化钠； F.氯化钙

【答案】 ABDF

【解析】

水的硬度分为暂时硬度和永久硬度：暂时硬度与碳酸氢盐（ HCO_3^- ）和碳酸盐（ CO_3^{2-} ）相关，而永久硬度则主要由硫酸盐、氯化物等非碳酸盐类的钙、镁化合物所决定。因此，A项和B项能决定水的暂时硬度；D项和F项能够决定水的永久硬度；而C项和E项则与水的硬度无关。故本题选择ABDF项。

【考点归纳】

水化学：水的硬度的定义。硬度类型：了解暂时硬度（可由加热去除）和永久硬度（加热无法去除）的概念及其对应的化合物（碳酸盐/碳酸氢盐 vs. 硫酸盐/氯化物）。常见盐类：识别不同盐类化合物及其在水中的电离产物。

32. 关于地球内部温度变化，下面描述正确的是：

- A.由地表向下，可分为变温带、恒温带和增温带 B.地幔温度变化受太阳辐射的影响
C.地核与地幔的边界是温度突变的界面 D.地核内温度随深度增加

【答案】 ACD

【解析】

在岩石圈地壳浅层，温度分布划分为变温带、恒温带和增温带。A项正确。变温带（深度约几十米）受气温季节性和昼夜变化影响；恒温带位于变温带之下，温度基本恒定，约等于当地的年平均气温；增温带位于恒温带之下，温度开始稳定地随深度增加，表现出地温梯度。地幔处于地球深部，其温度变化不受太阳辐射控制。B项错误。由于地球形成初期的物质熔融分异，在岩石圈和下地幔底部铅直温度梯度大，在地幔和地核主体部分温度梯度小，因此从岩石圈往深部，地球内部温度随深度升高，即使核幔边界处是温度梯度较大的边界层，并不存在温度突变的界面。D项正确，而C选项理应是错误项，但由于出题人对“温度突变的界面”一词理解不同，将梯度异常大的边界层理解为突变界面，此处将C项设置成正确项。故本题选择ACD项。

【考点归纳】 地球内部温度剖面及其影响因素。

33. 有关地震烈度，正确的说法是：

- A.距离发震断层越远，烈度一般越小 B.地震烈度与所处的地形和沉积物特性有关
C.地震烈度与震级无关 D.地震烈度表示地震释放能量的大小

【答案】 AB

【解析】

地震烈度是指地震对地表及工程建筑物影响的强弱程度，是某一地点的宏观感受。地震震级是表示地震本身释放能量大小的等级，一次地震只有一个震级。

地震能量以地震波形式向外传播，会不断衰减，因此离震中或发震断层越远，地面振动越弱，烈度也越小。A项正确。地震烈度受局部场地条件影响显著。例如，松软的沉积物（如河谷冲积层）会放大地震波的振幅，导致烈度增高（场地效应）；而坚硬的基岩场地烈度相对较低。陡峭的地形也可能因滑坡等次生灾害而加重破坏，提高烈度。B项正确。

震级是决定烈度的最根本因素。震级越大，释放的能量越多，所能造成的最大烈度（震中烈度）就越高，影响范围也越广。C项错误。表示地震释放能量大小的是震级，不是烈度。D项错误。故本题选择AB项。

【考点归纳】 地震学、震级与烈度的区别与联系、影响地震烈度的因素。

34. 关于地表热流分布，以下描述正确的是：

- A.在大陆地区，新的构造活动区域的热流值高，古老的稳定区域热流值低
- B.在海洋地区，大洋中脊的热流值很高
- C.岛弧地区热流值低，深海沟处热流值高
- D.在海洋地区，向大洋中脊两侧，距离大洋中脊距离越远，热流值越来越高

【答案】 AB

【解析】

大地热流值的高低与地质构造活动的强度和地质年龄密切相关。热流值高的地区通常是地质构造活动强烈、地壳较薄、有岩浆活动的年轻地区，如新生代造山带、活动裂谷、洋中脊等。年轻的、构造活动强烈的地区，热流值高；热流值低的地区通常是地质构造稳定、地壳较厚、地质年龄古老的地区。A、B项正确。深海沟是冷的洋壳板块俯冲下去的地方，热流值很低，而岛弧处岩石圈部分熔融，通常发育岩浆房，岩浆活动频繁，因此热流值很高。C项错误。随着洋壳从大洋中脊向两侧移动，它会不断冷却、下沉并增厚，因此大地热流值会随着远离中脊的距离增大而降低。D项错误。故本题选择AB项。

【考点归纳】 大地热流的全球分布规律。

35. 下列关于大气边界层的描述，哪些是正确的？

- A.当边界层稳定时，污染物更容易向上扩散
- B.晴朗无风的夜晚，近地面的空气容易形成逆温
- C.在大气边界层内，随着高度增加，水平风速减小
- D.大气边界层顶常有逆温层，抑制积云向上发展
- E.一天之中，大气边界层在夜间垂直混合最均匀、午后垂直混合最不均匀

【答案】 BD

【解析】

稳定的大气边界层（如有逆温层）会抑制空气的垂直对流运动，阻碍污染物的向上扩散，并导致污染物在地表附近积聚。A项错误。在晴朗无风的夜晚，地面通过长波辐射迅速冷却，导致贴近地面

的空气层温度下降，而其上方的空气冷却较慢，从而形成下冷上暖的辐射逆温。B项正确。受地面摩擦力的影响，风速在近地面最小，随着高度增加，由于摩擦力影响减小，风速会随之增大。C项错误。白天由对流形成的混合层，其顶部常存在一个稳定的逆温层，这个逆温层会阻碍下方发展的积云继续向上突破，使其顶部呈现铺开变平的趋势。D项正确。正好相反。午后，地面受热最强，对流旺盛，垂直混合最强、最均匀。夜间，地面冷却形成稳定边界层，垂直混合最弱、最不均匀。E项错误。故本题选择BD项。

【考点归纳】 大气边界层，大气稳定度，逆温现象及其成因，污染物扩散条件。

36. 台风和飓风是热带海洋上最暴烈的天气系统。关于台风的叙述正确的是：

- A. 台风不能产生在赤道上，只能产生在赤道旁5-10个纬度的高温洋面上
- B. 台风中心是超级低压中心，大气辐合抬升，也称为台风（飓风）眼
- C. 台风眼墙处是最强雨区，周围云墙处是渐次减弱的螺旋雨带
- D. 台风在登陆后迅速减弱消亡的主因是地表摩擦

【答案】 AC

【解析】

台风的生成需要地转偏向力来驱动气流旋转，而赤道地区的地转偏向力为零。因此，台风通常生成于离赤道有一定距离（纬度一般大于5°）的暖洋面上。A项正确。台风中心（台风眼）是气压最低处，但其内部是下沉气流天气晴朗、风平浪静，强烈的辐合抬升运动发生在台风眼周围的眼壁（眼墙）区域。B项错误。台风的结构中，眼墙（或称眼壁）是环绕着台风眼的垂直云墙，这里的上升运动最强，风速最大，降雨最强，眼墙以外则是螺旋状的雨带，其强度通常沿半径向外逐渐减弱。C项正确。台风登陆后减弱的主要原因有两个：一是失去了其能量来源（海洋表面的暖湿水汽供应），二是地面摩擦增大消耗其动能，而其中，能量来源的中断是更根本、主要的原因。D项错误。故本题选择AC项。

【考点归纳】 热带气旋（台风/飓风）的生成条件、结构与消亡机制。

37. 亚洲是全球最大的季风区，亚洲主要国家的天气和气候都深受季风环流的影响。关于季风下列描述正确的是：

- A. 季风的主要特征是冬-夏两季盛行风的风向相反（夹角达120度以上）
- B. 季风的主要成因是太阳在南-北回归线之间做季节性摆动
- C. 夏季风为亚洲各国带来充沛的降水；冬季风却带来寒冷的冷空气
- D. 季风环流的基本原理与海陆风相同，只是时-空尺度不同
- E. 亚洲夏季风是哈德莱环流的北支

【答案】 ABCDE

【解析】

冬-夏两季盛行风的风向相反（夹角达120°以上），风向随季节发生显著的逆转是季风的定义。A项正确。太阳直射点的季节性移动导致了海陆热力差异的季节性变化，从而驱动了季风环流，这是季

风的根本驱动力。B项正确。夏季风从海洋吹向陆地，带来水汽和降雨；冬季风从内陆吹向海洋，性质寒冷干燥，这是东亚和南亚季风对气候的典型影响。C项正确。季风与海陆风两者均是由海（水）陆（地）热力性质差异引起的热力环流，区别在于季风是大陆-大洋尺度、季节时间尺度，而海陆风是局地尺度、昼夜时间尺度。D项正确。夏季，太阳直射点北移，全球的气压带风带也随之北移，南半球的东南信风越过赤道后，在地转偏向力作用下偏转成西南风，成为南亚夏季风，这是行星风系季节性移动的结果，可以看作是哈德莱环流的跨赤道分支。E项正确。本题所有选项均为正确描述。故本题选择ABCDE项。

【考点归纳】季风气候的定义、成因、特征及其与全球大气环流的关系。

38. 诸如CO₂、CH₄之类的温室气体，之所以具有温室效应，是因为：

- A.多原子分子的不稳定分子键的振动
- B.双原子分子具有稳定的共价键
- C.碳原子本身具有吸收长波辐射的特性
- D.碳原子本身具有吸收短波辐射的特性

【答案】 A

【解析】

温室效应的微观原理是分子在吸收特定频率的电磁波（辐射）后，从低能级跃迁到高能级，表现为分子的振动或转动加剧。CO₂（三个原子）和CH₄（五个原子）都是多原子分子，其分子结构（如弯曲、非对称伸缩振动）能够有效吸收地球向外辐射的红外线（长波辐射），从而捕获能量，导致大气增温。A项正确。双原子分子如N₂、O₂，由于其结构对称，振动时并不会产生偶极矩变化，几乎不吸收红外辐射。B项错误。温室效应主要与吸收长波辐射有关，且吸收辐射是整个分子的行为，而不是单个碳原子的特性。C、D项错误。故本题选择A项。

【考点归纳】大气物理，温室效应的微观机理，分子振动与红外辐射的吸收。

39. 海啸的形成条件的主要有哪些因素？

- A.海底地震震源较浅
- B.海底大面积的垂直运动
- C.海水的深度不能太浅
- D.海水的深度不能太大
- E.人类对自然环境的影响

【答案】 ABC

【解析】

震源浅的地震（通常小于70公里）才能最有效地将其能量传递给上覆的水体，引起海面扰动，而深源地震的能量在地壳中就已大量衰减，难以引发海啸。A项正确。海啸的本质是水体的巨量位移，因此，能够引发海啸的地震通常是逆冲断层或正断层活动，使海底发生大范围的、快速的垂直抬升或沉，而走滑断层（水平运动）一般难以引发海啸。B项正确。海啸是在广阔而深邃的洋盆中形成的长波，如果水太浅，则无法形成和传播具有巨大能量的远洋海啸。C项正确。海啸正是在深海大洋中形成和传播的。其传播速度与水深有，水越深，传播速度越快。D项错误。引发大规模海啸的地质事件（如大地震、海底火山爆发、大型滑坡）是自然现象，与一般的人类对环境的影响无关。E项错误。故本题选择ABC项。

【考点归纳】海啸的形成机制和必要条件。

40. 科学家认为南方涛动指数与厄尔尼诺事件有着紧密的联系,那么哪一种南方涛动指数最有可能发生厄尔尼诺?

- A.0.1 B.-0.1 C.3.0 D.-3.0

【答案】 D

【解析】

南方涛动指数 (Southern Oscillation Index, SOI) 是用来衡量热带太平洋东西两岸气压差异的指标。通常用 (塔希提岛气压 - 达尔文港气压) 的标准化差值来表示。在厄尔尼诺年份,东太平洋气压偏低,西太平洋气压偏高,导致 SOI 值为负值。而在拉尼娜年份情况相反 (SOI 为正值)。指数的绝对值越大,表示现象越强。选项中, -3.0 是一个强度很大的负值,明确指示了一次强烈的厄尔尼诺事件。而 0.1 和 -0.1 都接近于 0,表示中性状态。3.0 则表示一次强拉尼娜事件。故本题选择 D 项。

【考点归纳】 厄尔尼诺与南方涛动 (ENSO)、南方涛动指数的解读。

41. 关于地震首波,下面描述正确的是:

- A.它总是地震图上首先到达的震相
B.它可以首次在临界距离处观测到
C.它在临界距离以外的某一距离处成为地震图上首先到达的震相
D.它的形成需要上覆低速介质层和下部与之密接的高速介质

【答案】 BCD

【解析】

首波是指在层状介质中发生的折射波,在临界距离之内,传播速度较慢的直达波 (在地表低速层中直接传播的波) 会先到达。由于首波有一段路径是在下伏的高速层中传播的,它的传播速度优势会逐渐显现。当震中距超过一个特定的“超越距离”后,首波的旅行时就会比直达波更短,从而成为地震图上最先到达的波 (即初至波)。A 项错误, C 项正确。能够产生首波的最小震中距被称为临界距离,在此距离上,入射角首次达到临界角,首波开始形成。B 项正确。这是首波形成的物理前提。地震波需要从一个低速层 (V_1) 入射到其下的一个高速层 (V_2),并且入射角达到临界角,波才能沿着高速层界面滑行,并不断地将能量折射回地表,形成首波。D 项正确。故本题选择 BCD 项。

【考点归纳】 地震学、地震波的传播、折射波 (首波) 的形成条件与走时特征。

42. 我国水资源分布的主要特点有:

- A.地区分布不均 B.水土资源相匹配 C.南多北少
D.河川径流年内变化大 E.河川径流年际变化小

【答案】 ACE

【解析】

空间分布不均匀是我国水资源最显著的特点。A 项正确。我国水土资源不匹配,矛盾突出。北方 (特别是华北) 耕地多而水资源少,南方水资源丰富但耕地面积相对较少。B 项错误。“南多北少”是对“地区分布不均”的具体描述,南方湿润多雨,水资源丰富,而北方干旱少雨,水资源短缺。C 项正确。我国大部分地区属于季风气候区,降水集中在夏秋两季,导致河川径流量的季节性 (年

内)变化非常大,易形成汛期和枯水期。D项正确。受季风强弱年际变化的影响,我国降水的年际变化也很大,导致河川径流量的年际变化同样显著,因此旱涝灾害频发。E项错误。故本题选择ACE项。

【考点归纳】中国地理,中国水资源特征(总量与人均、空间分布、时间变化)。

43. 下列关于云微物理的描述,哪些是正确的?

- A.越小的液滴越容易蒸发
- B.真实大气中必须有气溶胶才能生成云滴
- C.气溶胶越容易溶于水,越容易活化成为云滴
- D.因为纯水很难核化为云滴,所以真实大气中存在最高的水汽过饱和比约为30%
- E.雨滴是由水汽凝结在云滴上面产生的
- F.云中在水滴和冰晶同时存在的情况下,一般冰晶内的水会升华然后凝结在水滴上

【答案】ABC

【解析】

根据云物理中的开尔文效应(曲率效应),液滴的曲率越大(即半径越小),其表面的饱和水汽压就越高,因此小水滴比大水滴或平面水面更容易蒸发。A项正确。同时也由于开尔文效应,水汽自发凝结成微小液滴(均质核化)需要极高的过饱和度(约300%-400%),这种条件在真实大气中不存在。因此,云滴的形成必须依赖大气中存在的悬浮颗粒物(气溶胶)作为凝结核(非均质核化)。B项正确。这是云物理中的拉乌尔效应(溶解度效应)。如果气溶胶是可溶于水的盐类等物质,它会降低液滴表面的饱和水汽压,从而使得水汽更容易在其上凝结。因此,气溶胶溶解性越好,越容易“活化”成为云滴。C项正确。真实大气中的最大过饱和度通常仅为百分之几(~1%),远低于30%,因为一旦出现轻微的过饱和,大量存在的气溶胶就会立即作为凝结核消耗掉多余的水汽,从而抑制了过饱和度的进一步增加。D项错误雨滴主要是通过云滴之间的碰并-合并过程(暖云降水),或通过冰晶增长融化过程(冷云降水)形成的,而不是水汽直接凝结在云滴上使其长大成雨滴(效率太低)。E项错误。在冰水共存的混合云中,由于冰面的饱和水汽压低于同温度的过冷水滴表面,会发生贝吉龙过程:过冷水滴会不断蒸发,水汽则会在冰晶表面凝华,导致冰晶不断长大,而水滴不断缩小消失。该选项描述的过程正好相反。F项错误。故本题选择ABC项。

【考点归纳】

云物理学基础、凝结核、开尔文效应、拉乌尔效应、降水形成机制(碰并过程、贝吉龙过程)。

44. 下列近地面大气中的空气污染物,哪些主要是二次性的污染物?

- A.臭氧
- B.人为活动产生的硫酸盐气溶胶
- C.黑碳气溶胶
- D.沙尘
- E.一氧化碳
- F.二氧化硫
- G.二氧化氮
- H.铅

【答案】AB

【解析】

二次污染物是指由一次污染物(直接从污染源排放的污染物)在大气中经过化学或光化学反应生成的新的污染物。臭氧(O_3)是典型的二次污染物,由氮氧化物(NO_x)和挥发性有机物(VOCs)在

阳光作用下反应生成。A项正确。硫酸盐气溶胶通常由一次污染物二氧化硫(SO_2)在大气中氧化后形成,是典型的二次气溶胶。B项正确。黑碳、沙尘、一氧化碳、二氧化硫、铅都是直接从污染源(如燃烧、风蚀、工业过程)排放的一次污染物。C, D, E, F项错误。二氧化氮(NO_2)身份较为特殊,它既有直接排放的一次来源(如汽车尾气),也有由一氧化氮(NO)在大气中快速氧化生成的二次来源,但与臭氧和硫酸盐几乎完全是二次生成不同,它有一次重要的来源,因此在本题中不选为“主要”是二次性的污染物。G项错误。铅(Pb)主要来源于含铅汽油(历史上)、某些工业过程(如冶炼)的直接排放,属于一次污染物。H项错误。故本题选择AB项。

【考点归纳】环境大气化学、一次污染物与二次污染物的区分。

45. 人为活动可以排放到大气中的化学物质或污染物,包含下面哪些?

- A.二氧化碳 B.甲烷 C.二氧化氮 D.海盐 E.非甲烷有机气体

【答案】ABCE

【解析】

二氧化碳(CO_2)主要人为来源是化石燃料燃烧、工业过程和土地利用变化。A项正确。甲烷(CH_4)主要人为来源包括农业活动(畜牧、稻田)、化石燃料开采和废弃物填埋。B项正确。二氧化氮(NO_2)是氮氧化物(NO_x)的一种,主要人为来源是各类高温燃烧过程,如汽车发动机和发电厂。C项正确。海盐主要由自然过程(风浪作用产生海沫)进入大气,属于自然源。D项错误。而非甲烷有机气体NMVOCs来源广泛,包括工业溶剂使用、油品挥发、不完全燃烧等,是重要的人为排放污染物。E项正确。故本题选择ABCE项。

【考点归纳】大气污染物的来源(人为源与自然源)。

46. 人类活动不断改变着自然环境,影响水循环的过程,这些活动包括:

- A.兴建水库 B.农田灌溉 C.植树造林
D.油田钻探 E.矿区开采 F.城市发展

【答案】ABCDEF

【解析】

兴建水库能改变径流的时空分布,增加了地表蓄水和蒸发量。A项正确。农田灌溉能改变局地的水分平衡,抽取地下水或地表水,增加了蒸发和蒸腾。B项正确。植树造林能通过植被的蒸腾作用影响蒸发,同时改变地表覆盖,增加下渗、减少地表径流。C项正确。油田钻探需要抽取或污染地下水,这将会影响地下水系统。D项正确。矿区开采会破坏地表植被和地形,改变地表径流和下渗路径,同时矿坑排水也会影响地下水位。E项正确。城市发展会产生大面积硬化的不透水地面从而导致地表径流急剧增加、下渗量锐减,影响地下水补给,并可能通过“雨岛效应”影响局地降水。F项正确。选项中的所有活动都会在不同方面和程度上影响水循环,故本题选择ABCDEF项。

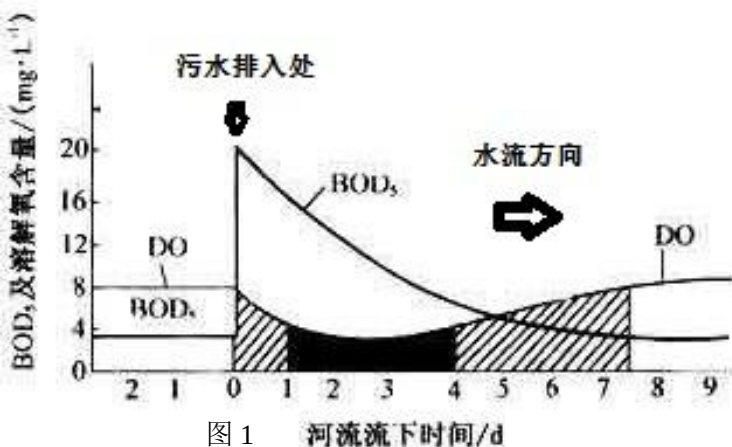
【考点归纳】人类活动对水循环各环节(径流、下渗、蒸发、蓄水等)的影响。

第二部分 根据所给图件回答相关问题

不确定选择题（单选或多选）

47. 图1假定为一污染河流中生化需氧量

(BOD)和溶解氧(DO)的变化曲线。横坐标从左至右表示河流的流向和距离,流经时间以日(d)计;纵坐标表示BOD和DO的浓度,单位 mg/L。如果流入的污水量和浓度全年无大变化,河流的流量也大致不变,则DO曲线的最低点位置与污水排入河流处的距离在夏季与冬季关系如何?



A.大于; B.小于; C.等于; D.无法判断

【答案】B

【解析】

图中的DO曲线显示,在污水排入后,水中的溶解氧(DO)由于微生物分解有机物(BOD)而被大量消耗,浓度迅速下降,并形成“氧垂曲线”(oxygen sag curve)。图中DO的最低点是河流自净能力最差的点,依据温度是影响微生物分解速率的关键因素,夏季水温高,微生物活性强,分解有机物的速率快,耗氧速率也快。因此,DO浓度会下降得更剧烈、更迅速,在离排污口较近的距离(即较短的河流流下时间)内就达到最低点。而冬季水温低,微生物活性弱,分解和耗氧速率慢。因此,DO浓度下降得较平缓,需要流经更远的距离(即更长的河流流下时间)才能达到最低点。因此,DO曲线最低点的位置(与排污口的距离),夏季小于冬季。故本题选择B项。

【考点归纳】水环境化学、河流自净作用、生化需氧量(BOD)与溶解氧(DO)的关系、温度对生化反应速率的影响。

图2为中国耕地土壤重金属污染分布图,

请回答48-52各题:

48. 中国耕地土壤中最常见的重金属污染物为。

A.Pb B.Hg C.Cd D.As

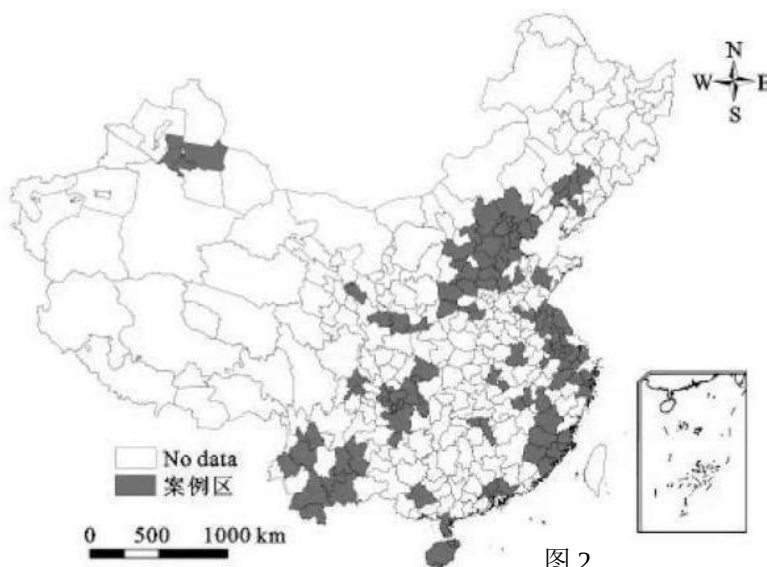


图2

【答案】C

【解析】

这道题需要结合图示区域和对我国土壤污染状况的背景知识。图2中显示的污染高风险区,如湖南、江西、广东、广西、云南、贵州等,是我国南方重要的水稻产区,也是有色金属矿产资源富集和工

业活动密集的区域。在我国，由采矿、冶炼、工业废水排放以及化肥、农药施用等导致的镉 (Cd) 污染是耕地中最普遍和最严重的重金属污染问题之一，尤其是在南方酸性土壤地区。故本题选择C项。

【考点归纳】 环境地球化学、我国土壤重金属污染现状。

49. 根据48题结果，耕地土壤中的重金属最容易被哪种吸收。

- A. 小麦 B. 水稻 C. 玉米 D. 大豆

【答案】 B

【解析】

不同作物对重金属的吸收和富集能力不同。在主要粮食作物中，水稻是对镉 (Cd) 吸收和富集能力最强的作物之一。镉容易通过水稻根系被吸收，并向上迁移，最终在稻米 (籽粒) 中积累，从而通过食物链对人体健康构成威胁。故本题选择B项。

【考点归纳】 环境生态学、重金属在土壤-植物系统中的迁移。

50. 长期食用受48题所述重金属污染的作物会导致哪种病痛？

- A. 克山病； B. 水俣病； C. 大骨节病； D. 痛痛病

【答案】 D

【解析】

克山病和大骨节病与硒 (Se) 缺乏有关。A, C 项错误。水俣病由汞 (Hg) 污染引起。B 项错误。痛痛病 (Itai-itai disease) 是最早在日本发现的由环境镉 (Cd) 污染导致的疾病，典型症状是骨质疏松、骨骼严重疼痛。D 项正确。故本题选择 D 项。

【考点归纳】 环境医学、典型重金属污染公害病。

51. 如48题所述，土壤中该重金属在未被污染的土壤中含量平均约为：

- A. 0.05 mg/kg； B. 0.35 mg/kg； C. 0.85 mg/kg； D. 1.35 mg/kg

【答案】 B

【解析】

镉在未被污染的土壤中含量平均约为 0.35 mg/kg。故本题选择 B 项。

【考点归纳】 地球化学、地壳与土壤的平均化学组成。下表列出了常见的重金属元素在地壳与土壤中的含量：(单位：mg/kg)

元素	土壤	地壳	元素	土壤	地壳
As	7.2	1.5	Cu	25	50
Cd	0.35	0.11	Hg	0.09	0.05
Cr	54	100	Pb	19	14

52. 为降低作物对土壤中48题所述的重金属的吸收，正确的做法有：

- A. 降低土壤的 pH B. 提高土壤的 pH C. 降低土壤的 E_h D. 提高土壤的 E_h

【答案】BC

【解析】

土壤中重金属的活性和生物有效性受pH（酸碱度）和 E_h （氧化还原电位）的强烈影响。降低其活性是减少作物吸收的关键。绝大多数重金属（如镉、铅、铜、锌等）在酸性条件下（低pH）的溶解度和移动性更高，更容易被植物吸收。反之，通过施用石灰等物质提高土壤pH，使其偏向碱性，可以使这些重金属离子形成难溶的氢氧化物或碳酸盐沉淀，从而被固定在土壤中，降低其生物有效性。A项错误，B项正确。 E_h 是衡量土壤氧化还原能力的指标。在降低土壤 E_h （即创造还原或缺氧条件，如土壤淹水）时，许多重金属离子可以与硫离子结合，形成极其难溶的硫化物（如CdS、PbS）沉淀下来，从而被固定。反之，提高 E_h （氧化条件）可能会使这些硫化物再氧化，重新释放出重金属离子。D项错误，C项正确。故本题选择BC项。

【考点归纳】土壤化学，土壤污染与修复，土壤pH值和 E_h 值对重金属活性的影响。

53. 图3显示的是汤加地区发生的地震的震源深度分布，左图为震中分布图，不同颜色表示不同深度的地震，A-A'和B-B'画出了沿两个剖面的震源深度分布，从这些图上，可以得到以下结论。

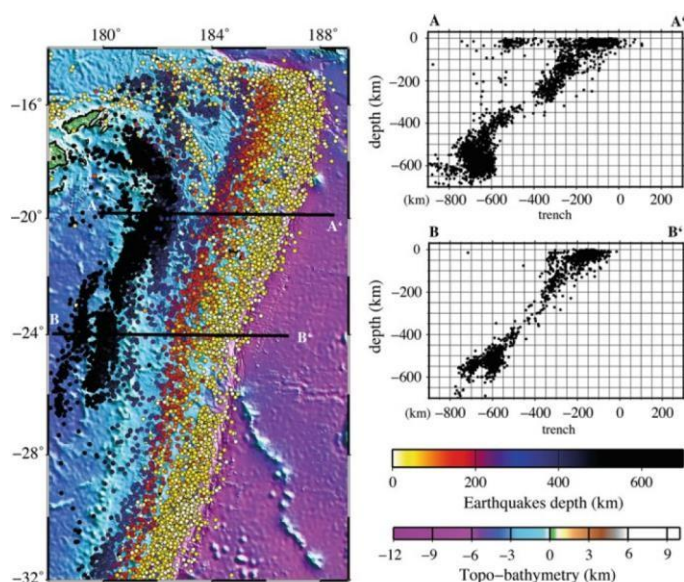


图3

- A. 这些地震的发生和太平洋板块的俯冲作用有关
- B. 这些地震的震源机制可能主要为走滑断层运动
- C. 该地区地震发生的最大深度可达大约 700 km
- D. 这些地震的震源机制可能主要为逆断层

【答案】ACD

【解析】

图中的剖面图（右上和右下图）清晰地显示了一个自东向西倾斜的地震带，震源深度从东侧海沟附近的浅源（0–70 km）逐渐增加到西侧的深源（最深超过 600 km）。这个倾斜的地震带被称为贝尼

奥夫带 (Wadati-Benioff zone), 是板块俯冲的直接证据。汤加海沟是太平洋板块向西俯冲到印度-澳大利亚板块之下的边界。图示的贝尼奥夫带正是这个俯冲作用的体现。A 项正确。走滑断层是两个板块水平错动, 主要发生在转换断层边界, 而不是俯冲带的主要运动方式。B 项错误。从剖面图的垂直坐标轴可以看出, 最深的地震震源深度已经超过了 600 km, 接近 700km, 这属于深源地震的范畴。C 项正确。在板块汇聚挤压的俯冲带上, 主要的应力状态是挤压应力。因此, 地震的断层运动方式主要是逆冲断层 (或称逆断层), 即上盘相对于下盘向上运动。D 项正确。故本题选择 ACD 项。

【考点归纳】俯冲带震源深度分布; 震源机制。

54. 图4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。

(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

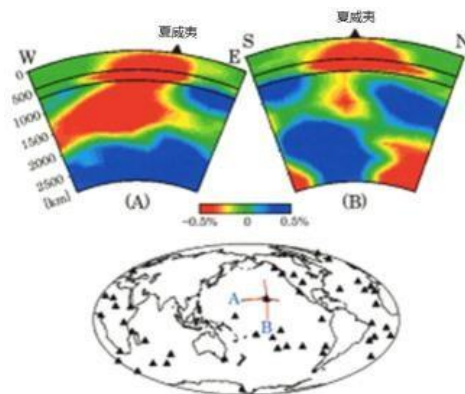


图4s

【答案】BC

【解析】

地震波层析成像图中, 红色区域表示地震波速较低, 蓝色表示波速较高。在地幔中, 波速低通常与温度高、可能存在部分熔融的物质有关。两张剖面图 (A 和 B) 都清晰地显示, 在夏威夷正下方存在一个显著的低速异常体。由于火山活动是由岩浆上升形成的, 而高温的、熔融的物质可能是岩浆的来源, 所以可以直接推断夏威夷火山活动与这个上地幔的低速体有关。故 B 项正确。图 B 显示低速异常体追溯到地球的核幔边界约在 2900 km 深处, 该图像直接显示了这个低速体 (被解释为地幔柱) 可能发源于地幔的底部, 即核幔边界区域。C 项正确。太平洋板块的运动以及它与夏威夷火山 (热点) 的关系是板块构造理论的重要内容。然而, 题目要求“从两幅图可以直接推断”。这两张图是静态的、垂直的剖面图, 展示的是夏威夷下方某一时刻的地球内部结构, 无法直接显示出板块的水平运动方向或历史过程。因此 A 项和 D 项虽然是地质事实, 但不能从这两张图中直接推断出来。故本题选择 BC 项。

【考点归纳】地震波层析成像原理、地震波速与地下介质的物理性质的关系。

55. 图5中表示了沿着南、北大西洋分界线的罗曼什海沟转换断层发生的地震的震源机制解, 从这些震源机制解。可以得到以下结论。

- A. 断层北侧向近东、南侧向近西方向运动
- B. 断层北侧属于非洲板块, 南侧属于美洲板块
- C. 这些地震的断层运动方式主要为右旋走滑
- D. 这些地震的断层运动方式主要为左旋走滑

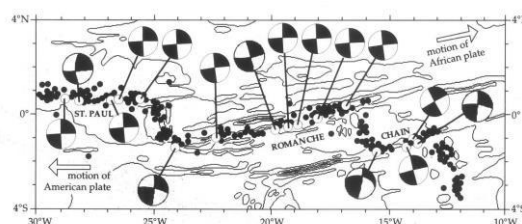


图 5

【答案】 ABC

【解析】

图示区域为大西洋中脊，是非洲板块和美洲板块的生长边界。图中的大箭头明确标示了板块的绝对运动方向：北侧的非洲板块向东运动，南侧的美洲板块向西运动。A项正确。图中明确标注了北侧为非洲板块，南侧为美洲板块。B项正确。图中的震源机制解（沙滩球）显示了典型的走滑断层模式，根据其压缩象限（黑色）和拉张象限（白色）的分布和图示运动箭头，面向对侧断层盘，对侧断层盘相对本侧向右边运动，可以判断断层运动方式为右旋走滑。C项正确，D项错误。故本题选择ABC项。

【考点归纳】 走滑断层、震源机制解（沙滩球）的判读。

图6为某地野外剖面照片，根据你掌握的知识回答56-59的问题：



图6

56.图中虚线范围内为一岩浆侵入体，根

据其产状特征你认为应该称之为：

- A.岩基 B.岩株
- C.岩墙 D.岩床

【答案】 D

【解析】

岩基是规模最大的侵入岩产状，面积通常 $>100\text{ km}^2$ ，形态不规则，深度大，多由花岗岩等酸性岩组成，常构成山脉的核心（如黄山花岗岩岩基），与图式不符。A项错误。岩株是规模次于岩基的侵入体，面积 $<100\text{ km}^2$ ，形态较规则（多为近圆形或椭圆形），深度较大，与围岩接触带明显，与图式不符。B项错误。岩墙（又称岩脉）是呈长条状、板状的侵入体，沿围岩的裂隙侵入，长度远大于宽度，厚度从几厘米到几十米不等，与围岩的接触面较陡，与图式不符。C项错误。岩床是呈层状的侵入体，平行于围岩的层理或片理侵入，厚度较均匀（从几米到几百米），多由基性岩（如辉长岩）组成，常见于沉积岩或变质岩的层间，与图式相符。D项正确。故本题选择D项。

【考点归纳】 岩浆侵入体的主要产状类型及特征：

岩基：规模最大，面积 $>100\text{ km}^2$ ，不规则状，深埋藏，酸性岩为主（如花岗岩）；

岩株：规模中等，面积 $<100\text{ km}^2$ ，近圆形，较深埋藏，与岩基为同源岩浆产物；

岩墙（岩脉）：长条状、板状，沿裂隙侵入，长度远 $>$ 宽度，厚度不均，各类岩浆岩均可形成；

岩床：层状，平行于围岩层理，厚度均匀，基性岩为主（如辉长岩）。

57. 该岩石呈砖红色，放大镜下可见少量细小的斜长石晶体，全岩化学成分分析结果 SiO_2 的含量为56%，你认为该层岩石应该命名为：

- A.流纹岩； B.安山岩； C.玄武岩； D.闪长岩

【答案】B

【解析】

流纹岩是酸性火山岩， SiO_2 含量 $>65\%$ ，主要矿物为石英、钾长石，常见流纹构造，颜色多为浅灰、粉红，且为喷出岩，与图式不符。A 项错误。安山岩是中性火山岩， SiO_2 含量 $52\% - 65\%$ ，主要矿物为斜长石、角闪石，常见气孔、杏仁构造，为喷出岩，与图式不符。B 项错误。玄武岩是基性火山岩， SiO_2 含量 $45\% - 52\%$ ，主要矿物为斜长石、辉石，颜色多为黑色、暗灰色，为喷出岩，与图式不符。C 项错误。闪长岩是中性侵入岩， SiO_2 含量 $52\% - 65\%$ ，主要矿物为斜长石（含量高）、角闪石，次要矿物为少量石英或辉石，颜色多为灰绿色、砖红色（因斜长石氧化呈砖红色），且为侵入岩，与图式相符。D 项正确。故本题选择 D 项。

【考点归纳】 岩石学分类、火成岩的成分（酸性-中性-基性）与结构（喷出岩-侵入岩）。

58. 根据该岩层的发育情况，你认为在地下水的系统中应该可能是：

A. 隔水层；B. 透水层；C. 含水层；D. 无法判断

【答案】A

【解析】

闪长岩因岩浆在地下缓慢冷凝，矿物颗粒结晶完整、排列紧密，孔隙度极低（通常 $<5\%$ ），且孔隙多为不连通的封闭孔隙；岩墙作为沿裂隙侵入的长条状侵入体，虽然可能会由于后期构造作用而发育少量节理，但其整体仍以致密结构为主，难以形成连续的透水通道（无法让地下水有效渗透），符合隔水层“阻碍地下水流动”的核心特征。故本题选择 A 项。

【考点归纳】

隔水层的核心判定标准：岩层需同时满足“低孔隙度”和“低孔隙连通性”，即岩石致密、孔隙数量少且孔隙间无有效连通通道，无法让地下水渗透或储存，常见于侵入岩（如闪长岩、花岗岩）、致密变质岩（如板岩）及细粒沉积岩（如泥岩）。

59. 根据56题结果，造成该层岩石与一般岩浆岩性质不同的主要原因是：

A. 岩层太薄；B. 结晶颗粒太细；C. 节理太发育；D. 岩层易遭侵蚀

【答案】B

【解析】

一般岩浆岩中，侵入岩（如花岗岩、辉长岩）因冷凝慢，结晶颗粒较粗（中粗粒结构），而该岩石为浅成侵入体，由于岩浆侵入浅部围岩后冷凝速度较快，结晶时间短，从而导致矿物颗粒较细（细粒或隐晶质结构），同时颗粒粗细直接影响岩石的孔隙度（细粒结构更致密）和透水性（细粒结构透水能力更弱），这是其与一般深成岩浆岩性质差异的主要原因。故本题选择 B 项。

【考点归纳】

岩浆岩结晶颗粒大小的控制因素：岩浆的冷凝速度是决定结晶颗粒粗细的核心因素
深成侵入岩（如岩基、岩株）：冷凝慢（地下深处温度高、散热慢），结晶时间充足，颗粒粗（中粗粒结构）；
浅成侵入岩（如岩墙、岩脉）：冷凝快（浅部围岩温度低、散热快），结晶时间短，颗粒细（细粒或隐晶质结构）；
喷出岩（如玄武岩、流纹岩）：冷凝极快（地表环境），颗粒极细（隐晶质）或无结晶（玻璃质）。

第三部分 资源、环境与经济社会 不确定选择题（单选或多选）

一、地热资源

地球内部大部分热量则是通过岩石的传导作用传输到地球表面，所传输的热量称大地热流量，地热的富集程度足以构成能量资源时就可以称为地热资源。北京市曾经发育有天然的温泉，但由于长期的地下水过度开采，天然温泉均已消失。位于北京大学成府园的京热-168井是北京大学为了配合绿色奥运，完钻于 2007 年一口地热井，为北京 2008 届奥运会乒乓球赛提供了地热资源。下面叙述的是京热-168 井基本情况，请认真阅读，并完成 54-61 题相关问题。

京热-168 井出水量 $2555.7 \text{ m}^3/\text{d}$ ，出水温度 63°C 。北京大学一带第四系很薄，不到 200 m，下伏基岩为奥陶系石灰岩，视厚度为 111 m；往下为寒武系，上、中寒武统视厚度为 1075 m，自上而下为灰色灰岩、鲕粒灰岩、灰绿色褐灰色灰黑色板岩、褐黄色泥质灰岩；中部为下寒武统馒头组，以灰黑色褐灰色板岩为主夹灰色灰岩，厚 202 m；下部为昌平组，为灰色深灰色灰岩，厚 63 m；再往下为青白口系，上部的景儿峪组浅灰绿色、灰色灰岩夹黑云板岩、板岩，厚 130 m；中部龙山组，厚 66 m，为灰色浅灰绿色石英砂岩夹板岩；下部的下马岭组较厚，达 441 m，为黑色板岩和石英砂岩。钻孔的最深部为蓟县系，上部铁岭组为 279 m 厚的灰白色白云岩、硅质白云岩；往下为 72 m 厚的洪水庄组灰黑色炭质板岩；下伏的雾迷山组为目的层，钻入深度约为 589 m，为灰色、灰白色白云岩、硅质白云岩。在北京大学一带，第四系之下为奥陶系石灰岩，在石灰岩中岩溶裂隙水交替强烈，地温梯度趋于零，甚至出现负梯度。

从井孔测温的结果看，从 300 m 到 1400 m，为奥陶系与上、中寒武统，即约在下寒武统馒头组以上的石灰岩中，水温为 23.64°C — 27.04°C 。由 1400 m 到 2200 m，即由下寒武统的馒头组到青白口系下马岭组的底部，这一套以碎屑岩为主的 800 m 厚的岩层，其顶面和底面的温度分别为 27.0°C 和 46.2°C 。

作为一个低温低焓的沉积盆地型地热田，必然有和热储层，而且它们是可变的，取决于以什么样的岩层作为采水层。如果以蓟县系铁岭组为采水层，则上覆的青白口系等以上地层均为。京热-168 井选择蓟县系雾迷山组为采水层（即热储层），则上覆等洪水庄组及其以上地层均属。洪水庄组底板的深度为 2630.00 m，温度为 56.6°C 。本井的热储层蓟县系雾迷山组钻入深度为 588.68 m，终孔为 3218.68 m，温度升高至 65.6°C 。

60. 一克煤燃烧的热量约为7000卡，锅炉的热效率约为80%，北京市地表以下3米的年平均温度约为 13°C 。那么京热-168井的利用每年约减少燃煤多少吨？

- A.2556吨； B.7000吨； C.8700吨； D.10000吨

【答案】 C

【解析】

1.首先计算每日提取的热量:

每日出水量 = $2555.7 \text{ m}^3/\text{d} = 2555700 \text{ kg/d}$

热水与地表环境的有效温差 = 63°C (出水温度) - 13°C (地表年均温) = 50°C

每日提取热量 $Q = \text{水质量} \times \text{水比热容} \times \text{温差}$

= $2,555,700 \text{ kg/d} \times 1 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) = 127,785,000 \text{ kcal/d} = 1.278 \times 10^{11} \text{ cal/d}$

2.计算每吨标准煤的有效热量:

1吨煤 = 1,000,000 克。

1吨煤燃烧总热量 = $1,000,000 \text{ g/t} \times 7,000 \text{ cal/g} = 7 \times 10^9 \text{ cal/t}$

锅炉效率 80%，则有效热量 = $7 \times 10^9 \text{ cal} \times 80\% = 5.6 \times 10^9 \text{ cal/t}$

3.计算每年节省的燃煤量:

每日节省燃煤量 = $\frac{\text{每日提取热量}}{\text{每吨煤有效热量}} = \frac{1.278 \times 10^{11} \text{ cal/d}}{5.6 \times 10^9 \text{ cal/t}} \approx 22.8 \text{ t/d}$

每年节省燃煤量 = $22.8 \text{ t/d} \times 365 \text{ d/a} \approx 8322 \text{ t/a}$

4.比较选项: 计算结果 8322 t 与选项 C 的 8700 t 最为接近。故本题选择 C 项。

【考点归纳】 能源计算、热量计算、单位换算。

61. 京热-168井所采地下热水属于那种类型?

A.上层滞留水; B.潜水; C.层间承压水; D.层间非承压水

【答案】 C

【解析】

材料中提到, 该井的目标含水层 (热储层) 是深部的“蓟县系雾迷山组”, 其上覆有“洪水庄组及其以上地层”作为盖层, 这种位于两个相对隔水层之间、具有一定水头压力的地下水, 被称为层间承压水 (或称承压水)。故本题选择 C 项。

【考点归纳】 水文地质学、地下水类型划分。

62. 京热-168井所采地热水的层位属于哪个地质时代?

A.古生代; B.新元古代; C.中元古代; D.古元古代

【答案】 C

【解析】

材料明确指出, 采水层 (热储层) 为“蓟县系雾迷山组”。在地质年代划分中, “蓟县系”是中国华北地区中元古代的标准地层。故本题选择 C 项。

【考点归纳】 地质年代学、中国区域地层划分。

63. 根据基本资料描述你认为下列哪种岩石属于隔水层?

A.黑色板岩; B.石灰岩; C.石英砂岩; D.白云岩

【答案】 A

【解析】

材料描述了多个地层，其中，奥陶系石灰岩和蓟县系雾迷山组白云岩因发育岩溶裂隙而被作为含水层或热储层，而材料中多次提到“板岩”（如寒武系馒头组的板岩、青白口系景儿峪组的板岩、下马岭组的黑色板岩、蓟县系洪水庄组的炭质板岩等），它们与灰岩、砂岩等共同构成了上覆的盖层系，同时板岩作为变质岩，质地致密，渗透性极低，是典型的隔水层材料。故本题选择 A 项。

【考点归纳】 岩石学、不同岩石的水文地质特性。

64. 从地表到1400m的深度，地下水的增温速度缓慢是因为：

- A.大地热流值很低，不能有效加热地下水
- B.地下裂隙贯通性好，水的交替作用强烈
- C.岩石的类型不能有效加热地下水
- D.深度不够不足以加热地下水

【答案】 B

【解析】

依据材料中的相关描述：“在北京大学一带，第四系之下为奥陶系石灰岩，在石灰岩中岩溶裂隙水交替强烈，地温梯度趋于零，甚至出现负梯度。”说明在这一深度段内，由于裂隙发育，地下水（特别是较冷的浅层水）可以快速对流和循环，热量被水流带走和混合，从而破坏了正常的热传导增温模式，导致地温梯度极低。故本题选择 B 项。

【考点归纳】 地热学、对流传热对地温梯度的影响。

65. 从下寒武统到下马岭组的底部的地温梯度约：

- A.20°C/km； B.24°C/km； C.28°C/km； D.32°C/km

【答案】 B

【解析】

根据材料，这个地层区间对应的深度和温度为：从1400 m (27.0°C) 到 2200 m (46.2°C)。

深度差 $\Delta Z = 2200 \text{ m} - 1400 \text{ m} = 800 \text{ m} = 0.8 \text{ km}$

温度差 $\Delta T = 46.2^\circ\text{C} - 27.0^\circ\text{C} = 19.2^\circ\text{C}$

地温梯度 $\frac{\Delta T}{\Delta Z} = \frac{19.2^\circ\text{C}}{0.8 \text{ km}} = 24^\circ\text{C/km}$ 故本题选择B项。

【考点归纳】 地温梯度的计算。

66. 作为隔水层的的下寒武统到下马岭组底部受地下水的干扰比较小，基本反映了区域大地热流状况，如果该岩段的岩石平均热导率为3300 $\mu\text{cal}/(\text{cm}\cdot\text{s}\cdot\text{K})$ ，那么该区的大地热流值约为：

- A.0.8 $\mu\text{cal}/\text{cm}^2\cdot\text{s}$ ； B.1.0 $\mu\text{cal}/\text{cm}^2\cdot\text{s}$ ； C.1.5 $\mu\text{cal}/\text{cm}^2\cdot\text{s}$ ； D.2.0 $\mu\text{cal}/\text{cm}^2\cdot\text{s}$

【答案】 A

【解析】

大地热流值 (q) = 岩石热导率 (k) $\times$ 地温梯度 (dT/dZ)

从上题可知,地温梯度 $dT/dZ = 24\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km} = 0.024\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m} = 0.00024\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ 。因为对于温差的数值,摄氏度和开尔文是相等的,所以梯度也等于 $0.00024\text{ K}/\text{cm}$ 。

岩石热导率 $k = 3300\text{ }\mu\text{cal}/(\text{cm}\cdot\text{s}\cdot\text{K})$ 。

计算热流值 $q = 3300\text{ }\mu\text{cal}/(\text{cm}\cdot\text{s}\cdot\text{K}) \times 0.00024\text{ K}/\text{cm} = 0.792\text{ }\mu\text{cal}/(\text{cm}^2\cdot\text{s})$

计算结果约等于 $0.8\text{ }\mu\text{cal}/\text{cm}^2\cdot\text{s}$ 。故本题选择 A 项。

【考点归纳】 大地热流值的计算公式(傅里叶定律)。

67. 这个大地热流值反映的是北京大学位于什么样的构造区域?

- A.大陆的稳定区 B.大陆的造山带
C.大陆火山活动区 D.大陆地震活动带

【答案】 A

【解析】

根据上一题的计算,大地热流值约为 $0.8\text{ }\mu\text{cal}/\text{cm}^2\cdot\text{s}$, 依据大地热流在全球的分布规律(平均大地热流值约为 $1.5\text{ }\mu\text{cal}/\text{cm}^2\cdot\text{s}$), 该值远低于全球平均值的热流是大陆稳定区的典型特征。这些区域岩石圈厚而冷,构造活动微弱;而造山带、火山区、地震活动带等构造活跃区的热流值通常会显著高于平均值。因此可以推断,北京地区位于华北克拉通内部,属于相对稳定的大陆区域。故本题选择A项。

【考点归纳】 大地热流的分布规律。

二、三峡工程与环境

三峡工程的环境问题历来存在很大的争议,三峡工程目前的年均发电量达到 1000 亿度。先不说工程带来的经济效益,对于我国目前以燃煤为主要电源供应的能源结构,三峡工程对降低我国单位 GDP 的能耗和完成巴黎协定的任务都起到了巨大的作用。下面我们将就三峡的环境问题及简单的计算与同学们进行以下的思考:

68. 我国目前的电能主要来源于燃煤电站,按照目前的技术水平,每度电约需要0.4千克的标准煤,三峡工程每年大约节省燃煤多少万吨?

- A.2000 万吨; B.3000 万吨; C.4000 万吨; D.5000 万吨

【答案】 C

【解析】

1000 亿度 = $1 \times 10^{11}\text{ kWh}$ 。每度电耗煤 = $0.4\text{ kg}/\text{kWh}$ 。

每年节省燃煤总量 = $(1 \times 10^{11}\text{ kWh}) \times (0.4\text{ kg}/\text{kWh}) = 4 \times 10^{10}\text{ kg} = 4000\text{ 万吨}$ 。故本题选择 C 项。

【考点归纳】 能源效益计算。

69. 根据中科院华南植物园的周国逸研究员公布的数据,每公顷森林一年净吸收0.5吨碳,则三峡电站所减少的排放量相当于多大面积的森林所吸收的碳总量?

- A.4000 万公顷; B.6000 万公顷; C.8000 万公顷; D.10000 万公顷

【答案】 C

【解析】

每年节省燃煤量 = 4000 万吨。通常在此类问题中，将“标准煤”近似视为纯碳进行计算。因此，减少的碳排放量约为 4000 万吨碳。森林碳汇能力 = 0.5 吨碳/公顷·年。所需森林面积 = (总碳排放量)/(单位面积吸收量) = (4000 万吨碳)/(0.5 吨碳/公顷) = 8000 万公顷。故本题选择 C 项。

【考点归纳】 环境效益评估、碳循环与碳汇计算。

70. 上题中正确结论的森林面积相当于中国国土面积的：

A.1/100; B.1/50; C.1/20; D.1/12

【答案】 D

【解析】

所需森林面积 = 8×10^7 公顷。中国国土面积约为 960 万平方公里。

单位换算：1 平方公里 = 100 公顷。中国国土面积 (公顷) = 9.6×10^8 公顷。

面积比例 = (8000 万公顷)/(96000 万公顷) = $80/960 = 8/96 = 1/12$ 。故本题选择 D 项。

【考点归纳】 单位换算、比例计算、地理常识。

71. 硫化物是 $\text{PM}_{2.5}$ 的重要组分，也是形成酸雨的物源，以我国标准煤的含硫量为 1% 计算，每年可以减少 SO_2 的排放约为：（原子量：S-32，O-16）

A.40 万吨; B.60 万吨; C.80 万吨; D.100 万吨

【答案】 C

【解析】

每年节省燃煤量 = 4000 万吨。标准煤含硫量 = 1%。

减少的硫(S)的质量 = 4000 万吨 $\times$ 1% = 40 万吨。

根据化学反应 $\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_2$,

1 个硫原子 (原子量 32) 生成 1 个二氧化硫分子 (分子量 $32 + 2 \times 16 = 64$)。

质量转换比 = (SO_2 分子量)/(S 原子量) = $64/32 = 2$ 。

减少的 SO_2 排放量 = (硫的质量) $\times$ 2 = 40 万吨 $\times$ 2 = 80 万吨。故本题选择 C 项。

【考点归纳】 环境化学计算、化学计量关系。

72. 三峡工程的另一项重要功能就是防洪，根据三峡电站的运行图，从 145 米到 175 米的水库库容为 221.5 亿 m^3 。假设三峡工程在洪水季节需要截流洪峰流量和特大洪峰流量分别为 2 万 m^3/s 和 3 万 m^3/s ，那么三峡工程分别可以坚持约多长时间？

A.9.6 天和 6.3 天 B.12.8 天和 8.5 天 C. 15.5 天和 10.2 天 D. 18 天和 12 天

【答案】 B

【解析】

防洪库容 = 221.5 亿 $\text{m}^3 = 2.215 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 。1 天 = 24 小时 $\times$ 60 分/小时 $\times$ 60 秒/分 = 86400 秒。

截流 2 万 m^3/s 的情况：

持续时间 = (总库容)/(流量) = $\frac{2.215 \times 10^{10} \text{ m}^3}{20000 \text{ m}^3/\text{s}} = 1107500 \text{ s} \approx 12.8 \text{ d}$ 。

截流 3 万 m^3/s 的情况:

持续时间=(总库容)/(流量) = $\frac{2.215 \times 10^{10} \text{ m}^3}{30000 \text{ m}^3/\text{s}} = 738333 \text{ s} \approx 8.5 \text{ d}$ 。 故本题选择 B 项。

【考点归纳】 水利工程计算、流量与库容关系。

73. 三峡工程造成三峡库区的水位抬升, 可能形成一些地质灾害隐患, 图7为三峡某地的照片, 从照片中你能分辨出存在哪种重力作用的隐患?

A. 塌陷; B. 崩落; C. 滑坡; D. 泥石流

【答案】 C

【解析】

图 7 显示的是典型的丘陵山地景观, 山坡被改造为梯田, 有房屋建于其上, 照片中的山坡形态呈现出不规则的弧形凸起和凹陷, 整体坡面有蠕动、下挫的迹象, 这是滑坡 (特别是慢速的蠕滑-滑坡体) 的典型地貌特征, 当库区水位发生抬升, 会软化坡脚的岩土体, 增加孔隙水压力, 从而诱发或加剧这类滑坡灾害的风险。C 项正确。塌陷多见于岩溶 (喀斯特) 或采空区。崩落指陡崖上的岩块掉落。泥石流主要发生在沟谷中。这些都与图示的宽缓坡面整体失稳特征不符。A, B, D 项错误。故本题选择 C 项。

【考点归纳】 地质灾害类型识别、滑坡地貌特征、水库诱发地质灾害。



图 7

三、非常规气田

页岩气是一种典型的非常规气田, 其开发利用已经成为一种重要的能源类型, 既改变了能源结构, 同时也缓解了世界油气的供需矛盾。受美国页岩气成功开发影响, 全球页岩气勘探开发呈快速发展态势, 我国近年来也越来越重视页岩气的开发。那么页岩气的非常规性表现在什么地方? 通过下面的问题我们来了解一下。不确定选择题 (单选或多选, 每一个正确答案得1分, 选错一个扣1分)

74. 页岩中主要碎屑物的粒径范围是:

A. $<0.005 \text{ mm}$ B. $0.005 - 0.05 \text{ mm}$ C. $0.05 - 0.5 \text{ mm}$ D. $0.5 - 2 \text{ mm}$

【答案】 A

【解析】

页岩属于泥质岩，颗粒粒径通常小于 0.005 mm（粘土级）。故本题选择 A 项。

【考点归纳】

页岩的物质组成与结构特征：页岩以黏土级颗粒（ $<0.005\text{ mm}$ ）为主，含少量粉砂级颗粒，因颗粒极细，岩石质地致密、细腻，断口呈土状或贝壳状，常具水平层理，是沉积岩中颗粒最细的岩石类型之一。

75. 你认为下列对页岩的描述哪些是正确的？

- A.页岩的形成环境往往会有大量生物繁殖，因此是一种良好的生油层
- B.页岩其实不是生油层
- C.页岩的形成与变质作用有关
- D.页岩在非常规气田中也是储层
- E.页岩由于其致密性，在常规油气田中往往是盖层

【答案】 ADE

【解析】

页岩多形成于静水环境（如深湖、深海），此类环境利于生物遗体（如浮游生物、藻类）堆积和保存，生物遗体经埋藏后可转化为油气；同时页岩孔隙虽小，但可吸附大量油气，是油气生成和初步储存的重要场所，属于良好的生油层。A 项正确，B 项错误。页岩是沉积岩，由黏土沉积物经压实、胶结作用形成，属于沉积成因。C 项错误。在非常规气田（如页岩气田）中，页岩不仅是生油层，还因吸附作用和微孔隙储存大量天然气（页岩气），通过水压致裂等技术可将天然气开采出来，因此在非常规气田中页岩同时作为储层。D 项正确。常规油气田的储层多为砂岩、碳酸盐岩（孔隙连通性好），而页岩质地致密、透水性差，能够阻挡储层中的油气向上逸散，因此常作为覆盖在储层之上的盖层，保护油气资源。E 项正确。故本题选择 ADE 项。

【考点归纳】

页岩在油气地质中的多重角色：

生油层：静水环境利于生物堆积，生物遗体转化为油气，是油气的“发源地”；

非常规储层（页岩气田）：页岩中的微孔隙和吸附作用可储存天然气，通过技术手段开采，成为储层；

常规盖层：致密结构导致透水性差，覆盖在常规储层（如砂岩）之上，阻止油气逸散，是油气的“保护层”。

常规油气田与非常规油气田的差异：

常规油气田：储层为砂岩、碳酸盐岩（孔隙连通性好），页岩作为盖层；

非常规油气田（页岩气、页岩油）：页岩兼具生油层和储层功能，需通过特殊技术（如水平井、水压致裂）提高渗透率才能开采。

76. 下列关于页岩气的叙述哪些是正确的？

- A.页岩气的主要成分是甲烷

- B.页岩气的储层主要是暗色泥质页岩
- C.页岩气由于从储层中释放的速度慢，因而生产周期比较长
- D.页岩气由于所采的资源为气体，因而生产周期比较短
- E.我国页岩气的技术可开采储量位居世界第一
- F.我国页岩气的技术可开采储量位居美国、加拿大之后

【答案】 ABCF

【解析】

页岩气是储存于页岩中的非常规天然气，其成分与常规天然气类似，主要成分为甲烷（ CH_4 ），占比通常>90%，次要成分为少量乙烷、丙烷等。A项正确。页岩气的储层需同时具备生烃（生成油气）和储烃（储存油气）能力，暗色泥质页岩因富含有机质（利于生烃）、且含微孔隙和裂缝（利于储烃），是页岩气的主要储层。B项正确。页岩质地致密，孔隙多为微孔隙，页岩气主要以吸附态或游离态储存于微孔隙中，从储层中解吸、扩散、渗流的速度慢；且通过水压致裂形成的裂缝需持续供气，因此页岩气井的生产周期较长（通常10-30年）。C项正确。气体资源的生产周期与储层渗透率相关，而非物质状态；常规天然气储层（如砂岩）渗透率高，生产周期较短，而页岩气储层渗透率低，气体释放慢，生产周期长。D项错误。根据地质勘探数据（2018年数据），我国页岩气技术可开采储量丰富，但并非世界第一，美国、加拿大的页岩气技术可开采储量和开发程度均领先于我国，该选项错误。E项错误，F项正确。故本题选择ABCF项。

【考点归纳】 页岩气的核心特征：

成分：以甲烷为主，与常规天然气成分相似；

储层：主要为暗色泥质页岩（富有机质、含微孔隙）；

储存状态：分为吸附态（吸附于页岩颗粒表面）、游离态（存在于微孔隙和裂缝中），以吸附态为主；

开采特点：储层渗透率低，需通过水平井、水压致裂技术开采，气体释放慢，生产周期长（10-30年）。

77. 页岩的哪些性质导致在常规油气田中开发困难？

- A.页岩的岩层薄且易碎
- B.页岩的储层薄，导致垂直井的产量太低
- C.页岩的硬度太大不易打钻
- D.页岩的孔隙连通性差导致渗透率低

【答案】 BD

【解析】

页岩虽可能因沉积环境导致岩层厚度不均或质地较脆，但“岩层薄、易碎”可通过钻井过程中的套管保护、优化钻井参数等技术手段缓解，并非常规油气田开发中难以突破的核心障碍，且该性质不直接影响油气的储存与产出效率。A项错误。常规油气田开发多采用垂直井，而页岩储层厚度通常较薄（多为几米至几十米），垂直井穿过储层的有效长度短，与储层的接触面积小，能够开采的油气范围有限，导致单井产量极低，无法满足常规开发的经济需求，这是常规开发困难的重要原因。B项正确。页岩主要由黏土矿物组成，硬度较低（莫氏硬度约1-2），相较于花岗岩（莫氏硬度6-7）、石

英岩（莫氏硬度7）等岩石，打钻难度更小，“硬度太大”与页岩实际物理性质不符。C项错误。页岩以黏土级颗粒为主，颗粒排列紧密，孔隙多为微孔隙（孔径 $<2\text{ nm}$ ）且多不连通，导致其渗透率极低（通常 $<0.1\text{ mD}$ ，远低于常规储层要求）。在常规开发中，油气难以在页岩孔隙中流动并汇聚到井筒，无法实现有效开采，这是页岩在常规油气田开发困难的核心原因。D项正确。故本题选择BD项。

【考点归纳】

常规油气田开发的核心要求：常规油气田需满足“储层渗透率高”“油气易流动”“单井产量达标”三个核心条件，依赖储层天然的连通孔隙实现油气的运移与开采，常用垂直井开发，对储层厚度和孔隙连通性要求较高。

页岩的物理性质与开发难度的关联

储层厚度：页岩储层薄→垂直井接触面积小→单井产量低，直接影响开发经济性；

孔隙连通性：黏土颗粒紧密排列→微孔隙不连通→渗透率低→油气无法有效流动，是常规开发的核心技术障碍；

硬度：页岩硬度低，打钻难度小，并非开发困难的影响因素。

78. 下列哪些措施是非常规页岩气开发的主要手段？

A.通过注入胶结物改善页岩的完整性

B.通过打水平井克服储层太薄的缺点

C.通过高强度钻头提高钻井效率

D.通过水压致裂提高空隙连通性

【答案】BD

【解析】

非常规页岩气开发需人为破坏页岩的致密结构以形成油气通道，注入胶结物会增强页岩完整性、堵塞潜在裂缝，反而阻碍油气流动。A项错误。页岩储层薄（几米至几十米），垂直井与储层接触面积小、产量低；水平井沿储层走向钻进，可大幅增加与储层的接触长度（从几百米到上千米），有效扩大开采范围，弥补储层薄的缺陷，是非常规页岩气开发的核心手段之一。B项正确。页岩硬度低

（莫氏硬度1-2），常规钻头即可满足打钻需求，高强度钻头主要用于硬度高的岩石（如花岗岩）钻井。C项错误。页岩渗透率极低（孔隙不连通），水压致裂通过向井内注入高压流体，使页岩产生人工裂缝并支撑裂缝（如填入支撑剂），形成连通的油气通道，显著提高渗透率，是非常规页岩气开发中实现油气流动的关键手段。D项正确。故本题选择BD项。

【考点归纳】

非常规页岩气开发的核心技术需求：需解决“储层薄”和“渗透率低”两大核心问题，技术手段围绕“扩大接触面积”和“改善连通性”展开，目标是让致密页岩中的油气能够高效运移至井筒。

主要开发手段的原理与作用

水平井技术：沿储层水平钻进，接触面积较垂直井提升10-20倍，有效覆盖薄储层的横向范围，提高单井控制的油气储量，解决“储层薄导致产量低”的问题；

水压致裂技术：注入高压水（含支撑剂）→页岩产生裂缝→支撑剂保持裂缝张开→形成连通孔隙网络→渗透率提升100-1000倍，解决“孔隙不连通导致油气无法流动”的问题。

79. 我国目前哪一个地区页岩气的试采比较成功?

A.东北地区; B.东南地区; C.西北地区; D.西南地区

【答案】 D

【解析】

我国西南地区(如四川盆地、重庆涪陵)页岩气资源丰富,储层厚度大、有机质含量高,且地质条件稳定。其中重庆涪陵页岩气田是我国首个实现规模化商业开发的页岩气田,试采和开发技术成熟,产量稳定,是目前我国页岩气试采最成功的地区。故本题选择D项。

【考点归纳】

我国页岩气资源的区域分布特征:我国页岩气资源主要集中在四川盆地、鄂尔多斯盆地、准噶尔盆地等区域,其中西南地区(四川盆地及周边)因“储层质量优(厚度大、有机质丰富)+地质条件稳定+开发技术成熟”,成为页岩气开发的核心区域。

2019年国际地球科学奥林匹克竞赛选拔赛预赛 参考答案与解析

注 意 事 项

在答题前请认真阅读本注意事项及答题要求

1. 本试卷共分为三个部分，第一部分为单选题，第二部分为不定项选择题，第三部分为读图、不定项选择题。本卷满分为151分，考试时间为150分钟。考试结束后，请将本试卷、答题卡、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。
4. 考试开始90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、单选题（正确得1分，多选、选错不得分）

1. 下列可以共生于同一类火成岩中的矿物组合是：

- A. 石英、橄榄石、辉石；
B. 钾长石、钙长石、白云母；
C. 橄榄石、辉石、钙长石；
D. 角闪石、石英、钙长石。

【答案】C

【解析】

A. 石英与橄榄石无法共生于同一类火成岩，故错误。石英是酸性矿物（ SiO_2 含量高），橄榄石是超基性矿物（ SiO_2 含量低，约38%–45%），二者不会共存于同一种岩石中。针对于橄榄石这一类矿物，成为二氧化硅不饱和矿物，无法和石英这一类二氧化硅过饱和矿物共生。

B. 钾长石与钙长石无法共生于同一类火成岩，故错误。钾长石（碱性长石）常见于酸性岩（如花岗岩），钙长石（斜长石，钙含量高）常见于基性岩（如玄武岩），二者形成环境差异大。白云母虽可在酸性岩中出现，但钾长石与钙长石难以共生于同一类火成岩，酸性岩中斜长石以钠长石为主，基性岩中无钾长石。

C. 橄榄石、辉石、钙长石是基性岩（如玄武岩）的典型矿物组合，可以共生。故正确。

D. 石英、角闪石与钙长石无法共生，故错误。角闪石和石英在中酸性火成岩中可以共生，但钙长石多见于基性岩，三者一般不共生于同一类岩石。

【考点归纳】

火成岩矿物共生规律：火成岩矿物共生取决于岩石的 SiO_2 含量（酸度），不同酸度岩石对应特定矿物组合：

超基性岩（ $\text{SiO}_2 < 45\%$ ）：主要矿物为橄榄石、辉石，无石英、长石；

基性岩（ $\text{SiO}_2 45\% - 52\%$ ）：主要矿物为辉石、钙长石，可含少量橄榄石，无石英或含极少量；

中性岩（ $\text{SiO}_2 52\% - 65\%$ ）：主要矿物为角闪石、中长石，可含少量石英；

酸性岩（ $\text{SiO}_2 > 65\%$ ）：主要矿物为石英、钾长石、钠长石、白云母，无橄榄石、辉石。

2. 沉积岩特有的结构是：

- A. 碎屑结构；
B. 结晶构造；
C. 斑状结构；
D. 隐晶质结构。

【答案】A

【解析】

- A. 正确。碎屑结构是沉积岩特有的结构，由母岩风化破碎形成的碎屑颗粒（如砂、砾）经搬运、沉积、胶结而成，例如砂岩的砂质碎屑结构、砾岩的砾质碎屑结构，是沉积岩区别于火成岩、变质岩的核心特征之一。
- B. 错误。结晶构造（结晶结构）并非沉积岩特有，火成岩（如花岗岩的全晶质结构）、变质岩（如大理岩的粒状结晶结构）均普遍具有结晶结构，沉积岩中化学沉积岩（如石膏）也可能有结晶结构，但非特有。
- C. 错误。斑状结构是火成岩的典型结构，由岩浆冷却过程中先形成的粗大斑晶和后形成的细小基质组成，如花岗斑岩的斑状结构，沉积岩和变质岩中无此类结构。
- D. 错误。隐晶质结构是火成岩（如玄武岩、流纹岩）的常见结构，因岩浆快速冷却，矿物颗粒细小无法用肉眼分辨，沉积岩中极少出现，且非沉积岩特有。

【考点归纳】三大岩类典型结构区分：

沉积岩：以碎屑结构为特有，还包括泥质结构（黏土颗粒组成）、化学沉积结构（化学沉积形成，如结晶结构、鲕状结构）；

火成岩：主要有结晶结构（全晶质、半晶质）、斑状结构、隐晶质结构、玻璃质结构；

变质岩：主要有变晶结构（如粒状变晶、片状变晶）、变余结构（保留原岩结构）。

3. 陆壳与洋壳的边界位于：

- A. 海岸线； B. 大陆架边缘坡折线； C. 大陆坡坡脚以下； D. 以上都不是。

【答案】C

【解析】

陆壳和洋壳的划分是基于地壳的成分和厚度，而不是海平面的位置。从定义上，大陆架和大陆坡是大陆地壳向下延伸的部分。而陆壳和洋壳的过渡带是在大陆坡坡脚之下海沟向洋一侧的外缘隆起，这一部分是洋壳向下俯冲弯折形成的。海沟出现在大陆坡坡脚以下，因此大陆坡坡脚以下是描述这个边界最准确的选项。

【考点归纳】大陆边缘的构造，陆壳与洋壳的定义与分界。

4. 条痕对下列哪一类矿物更具有鉴定意义？

- A. 不透明矿物； B. 半透明矿物； C. 透明矿物； D. 以上都有意义。

【答案】A

【解析】

A：正确。条痕是矿物粉末的颜色，不透明矿物（如磁铁矿、赤铁矿）的外观颜色易受杂质、风化影响（如赤铁矿外观可呈铁黑色或暗红色），但条痕颜色稳定（赤铁矿条痕均为樱红色），是鉴定不透明矿物的关键依据。

B：错误。半透明矿物（如辰砂、雄黄）的条痕虽有一定参考价值，但半透明矿物的外观颜色、光泽等特征已较稳定，条痕的鉴定优先级低于不透明矿物，且部分半透明矿物条痕与外观颜色差异小，鉴定意义有限。

C：错误。透明矿物（如石英、方解石）的条痕多为白色或无色，且不同透明矿物的条痕颜色常重复（如石英、长石条痕均为白色），无法通过条痕区分，鉴定主要依赖硬度、解理、光泽等特征，条痕无实际鉴定意义。

D：错误。由上述分析可知，条痕仅对不透明矿物有显著鉴定意义，对透明矿物无意义，对半透明矿物意义有限，故“以上都有意义”表述错误。

【考点归纳】矿物条痕的定义与鉴定原理：

定义：矿物在无釉瓷板上刻画后留下的粉末颜色，反映矿物本身的固有颜色（不受表面杂质、风化影响）；

原理：不透明矿物粉末颜色稳定且具有特异性，透明矿物粉末颜色单一（白/无色），故条痕鉴定价值因矿物透明度差异极大。

5. 根据威尔逊旋回，大洋演化幼年阶段的典型代表是：

- A.太平洋； B.大西洋； C.印度洋； D.以上都不是。

【答案】D

【解析】

威尔逊旋回描述了大洋从诞生、扩张到闭合消亡的全过程。按照威尔逊旋回惯常使用的六阶段模型，可以分成：

萌芽阶段。在陆壳基础上因拉张开裂形成大陆裂谷，但尚未形成海洋环境。如现代的东非裂谷。

幼年阶段。陆壳继续开裂，并出现洋壳。红海、亚丁湾。

成熟阶段。由于大洋中脊向两侧不断增生，然而海洋边缘又未出现俯冲、消减现象，所以大洋迅速扩张，形成被动大陆边缘，如大西洋。

衰退阶段。大洋中脊虽然继续扩张增生，但大洋边缘一侧或两侧出现强烈的俯冲、消减作用，形成活动大陆边缘。此阶段海洋总面积渐趋减小，如太平洋。

残余阶段。随着洋壳海域的缩小，终于导致两侧陆壳地块相互逼近，其间仅存残留小型洋盆，地中海。

消亡阶段。海洋消失，大陆相碰，使大陆边缘原有的沉积物强烈变形隆起成山，又称遗迹期，如喜马拉雅山脉。

题目中给出的选项均不符合幼年阶段的特征，因此选D。

【考点归纳】威尔逊旋回（大洋演化阶段）。

6. 太平洋、印度洋和大西洋三大洋中脊在地球南端相互连接，构成全球洋中脊山系，澳大利亚以南是什么洋中脊衔接处？

- A.大西洋中脊与印度洋西南支中脊的衔接处； B.大西洋中脊与太平洋中隆的衔接处；
C.太平洋中脊与印度洋东南支中脊的衔接处； D.太平洋中脊与印度洋西南支中脊的衔接处。

【答案】C

【解析】

全球洋中脊系统在南半球有一个重要的三联点。澳大利亚所在的印度洋板块向北移动，其南侧为南极洲板块。澳大利亚以南的洋中脊是分隔澳大利亚板块和南极洲板块的洋中脊，被称为东南印度洋海岭（或印度洋东南支中脊）。再向东，则是太平洋-南极海岭（太平洋中脊的一部分）。因此，澳大利亚以南是太平洋中脊与印度洋东南支中脊的衔接处。

【考点归纳】全球板块构造，主要大洋的洋中脊分布。

7. 下列的哪一种岩石与其他岩石不属于同一类？

- A.玄武岩； B.安山岩； C.花岗岩； D.白云岩。

【答案】D

【解析】

A：错误，玄武岩属于火成岩（喷出型），是基性岩浆喷出地表快速冷却形成的岩石，主要矿物为辉石、钙长石，具有隐晶质或斑状结构，与其他火成岩（A、B、C）同类。

B：错误，安山岩属于火成岩（喷出型），是中性岩浆喷出地表形成的岩石，主要矿物为角闪石、中

长石，具有斑状结构，与玄武岩、花岗岩同属火成岩大类。

C：错误，花岗岩属于火成岩（侵入型），是酸性岩浆在地下缓慢冷却形成的岩石，主要矿物为石英、钾长石、钠长石，具有全晶质粗粒结构，虽为侵入型火成岩，但与A、B同属火成岩大类。

D：正确，白云岩属于沉积岩（化学沉积岩），主要成分是白云石（ $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ），由海水或湖水蒸发、化学沉淀形成，或由石灰岩经白云石化作用改造形成。

【考点归纳】三大岩类的典型岩石：

火成岩（岩浆岩）：分为侵入型（岩浆地下冷却，如花岗岩、辉长岩）和喷出型（岩浆地表冷却，如玄武岩、安山岩、流纹岩），主要成分是硅酸盐矿物；

沉积岩：分为碎屑岩（如砂岩、砾岩）、化学沉积岩（如白云岩、石灰岩、石膏）、生物沉积岩（如煤、油页岩），主要成分可为硅酸盐、碳酸盐等；

变质岩：由原岩（火成岩、沉积岩）经变质作用形成，如大理岩（石灰岩变质）、片麻岩（花岗岩变质）。

8. 仅使岩石遭受机械破碎而不改变其成分的风化作用类型是：

A.物理风化作用； B.化学风化作用； C.水解作用； D.氧化作用。

【答案】A

【解析】

A：正确。物理风化作用（机械风化）的核心特征是仅破坏岩石的物理结构（如裂隙发育、颗粒破碎），不改变岩石的化学成分。常见形式包括温度变化（热胀冷缩导致岩石开裂）、水的冻融（水结冰体积膨胀撑裂岩石）、风的磨蚀等，破碎后的岩屑成分与原岩一致。

B：错误。化学风化作用会通过化学反应改变岩石的化学成分，形成新矿物。例如长石经化学风化形成黏土矿物，原岩的硅铝酸盐成分转化为铝硅酸盐黏土，并非仅机械破碎。

C：错误。水解作用是化学风化的主要类型之一，指水分子中的 H^+ 与矿物中的阳离子（如 K^+ 、 Na^+ ）交换，破坏矿物结构并形成新矿物（如钾长石水解生成高岭石黏土），会改变岩石成分，不属于机械破碎。

D：错误。氧化作用也是化学风化的类型之一，指矿物中的低价元素（如 Fe^{2+} ）与空气中的 O_2 反应生成高价化合物（如 Fe^{3+} 的氧化物或氢氧化物，如赤铁矿、褐铁矿），导致岩石成分改变（如黄铁矿氧化后变成褐铁矿），并非机械破碎。

【考点归纳】风化作用的类型与核心差异：

物理风化（机械风化）：无化学变化，仅物理破碎，产物为岩屑（成分与原岩相同），动力包括温度、水冻融、风磨蚀、生物机械作用（如植物根系撑裂岩石）；

化学风化：有化学变化，形成新矿物，产物为黏土矿物、可溶性盐等（成分与原岩不同），主要类型包括水解、氧化、溶解、碳酸化作用；

生物风化：可分为生物机械风化（如动物挖掘、植物根系作用，属物理风化范畴）和生物化学风化（如生物分泌物分解岩石，属化学风化范畴）。

9. 下列岩石滴15%稀盐酸会马上起泡的是：

A.花岗岩； B.流纹岩； C.灰岩； D.糜棱岩。

【答案】C

【解析】

A：错误。花岗岩属于酸性侵入型火成岩，主要成分是石英（ SiO_2 ）、钾长石、钠长石，均为硅酸盐矿物，不含碳酸盐成分。稀盐酸（ HCl ）与硅酸盐不发生反应，故滴加后无起泡现象。

B：错误。流纹岩属于酸性喷出型火成岩，成分与花岗岩相似（石英、长石为主），同样不含碳酸盐矿物，与稀盐酸不反应，无起泡现象。

C：正确。灰岩（石灰岩）属于化学沉积岩，主要成分是方解石（ CaCO_3 ）。方解石与稀盐酸发生剧

烈化学反应： $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ ，生成的 CO_2 气体以气泡形式快速释放，故滴加后马上起泡。

D：错误。糜棱岩属于变质岩，是岩石经强烈韧性剪切作用形成的细粒岩石，原岩多为火成岩或沉积岩（如花岗岩、砂岩），即使原岩含碳酸盐，变质过程中也可能转化为其他矿物，且糜棱岩主要成分多为硅酸盐，与稀盐酸不反应，无起泡现象。

【考点归纳】 常见岩石的成分与酸反应特征：

火成岩（花岗岩、流纹岩、玄武岩等）：主要成分为硅酸盐，与稀盐酸无反应；

沉积岩：灰岩、白云岩（碳酸盐岩）与稀盐酸反应，砂岩（石英、长石为主）、页岩（黏土矿物为主）无反应；

变质岩：大理岩（石灰岩变质，方解石为主）与稀盐酸反应，糜棱岩、片麻岩（硅酸盐为主）无反应。

10. 陆地上的淡水分布最少的是：

A.冰川； B.地下水； C.河流； D.湖泊。

【答案】 C

【解析】

地球上的淡水资源主要以固态和液态形式储存。按储量从大到小排序，陆地淡水的主体是：

1.冰川和冰盖（约占 68.7%），2.地下水（约占 30.1%），3.湖泊（包括淡水湖和咸水湖，约占 0.25%~0.6%），4.河流（占比极小，约 0.006%）。因此，地上的淡水（陆地淡水）分布最少的是河流。故本题选择 C 项。

【考点归纳】 全球水资源分布，陆地淡水的储量构成。

11. 沉积于河口区、由流速减缓的流水所携带的泥沙构成的扇状沉积体，因其外形类似希腊字母 Δ ，故其得名：

A.海底扇； B.三角洲；
C.扇三角洲； D.冲积扇。

【答案】 B

【解析】

A：错误。海底扇（又称深海扇）是指沉积于海底（大陆坡麓至深海平原区域）的扇状沉积体，其形成与海底峡谷搬运的沉积物堆积相关，形成环境为深海。

B：正确。三角洲是河流流入海洋、湖泊等水体的河口区时，因水流速度骤减，河流携带的泥沙失去搬运能力而大量沉积，最终形成的扇状沉积体，其外形因酷似希腊字母“ Δ ”而得名，典型案例有长江三角洲、尼罗河三角洲等。

C：错误。扇三角洲是由山区河流（或洪流）携带大量粗颗粒泥沙，直接注入湖泊或海洋，在河口附近快速堆积形成的扇状沉积体，其形成环境多为山区与水体的过渡带（如山区河口），沉积物颗粒较粗、堆积速度快。

D：错误。冲积扇是山区河流流出山口后，因地形突然开阔、坡度骤降导致流速急剧减小，河流携带的泥沙快速堆积形成的扇状沉积体，其形成环境为“山区山口”。

【考点归纳】 四种扇状沉积体的形成环境与核心特征区分

三角洲：形成环境为河口区（河流入湖/海处），动力为河流流水（流速减缓），沉积物以细粒泥沙为主，外形似希腊字母“ Δ ”，是河口区特有的沉积地貌；

冲积扇：形成环境为山区山口，动力为山区河流（出山口后流速骤减），沉积物以粗颗粒（砾石、砂）为主，是山口区特有的沉积地貌；

扇三角洲：形成环境为山区与水体过渡带（如山区河口），动力为山区洪流/河流（流速较快），沉积物颗粒粗，是山区与水体交界区的沉积地貌；

海底扇：形成环境为深海（大陆坡麓-深海平原），动力为海底水流（如浊流），沉积物来源为海底峡谷搬运，与河流及河口无关，是深海区的沉积地貌。

12. 沙漠绿洲形成的主要原因是：

- A. 该地区有丰富的降雨量； B. 风蚀作用使该地区潜水面出露地表；
C. 该地区有较多的耐干旱植物； D. 该地区风蚀作用微弱。

【答案】B

【解析】

A：错误。沙漠地区的核心气候特征是干旱少雨，年降雨量通常低于 250 mm。

B：正确。沙漠绿洲的关键是水源，而沙漠地下通常存在潜水（地下水的一种）。风蚀作用（如风力侵蚀形成洼地）可使地表海拔降低，当洼地底部海拔低于地下潜水面时，地下水便会出露形成泉或浅湖，为植被生长提供水源，进而形成绿洲。

C：错误。耐干旱植物是绿洲形成后的结果而非原因。绿洲先因水源出露具备植被生长条件，耐干旱植物才在此定居。

D：错误。沙漠地区风力作用普遍较强，风蚀作用微弱的区域无法通过侵蚀降低地表海拔以出露地下水。

【考点归纳】

气候：干旱少雨，蒸发量远大于降水量，地表水资源匮乏；

外力作用：以风力作用（风蚀、风积）为主，风力是塑造沙漠地貌的主要动力；

水资源：主要依赖地下潜水，地表水源（如河流、湖泊）极少且多为季节性存在。

沙漠绿洲的形成机制：

核心条件：地下潜水出露是绿洲形成的关键，需结合地形与地下水分布；

过程：风蚀作用形成洼地→洼地海拔低于潜水面→地下水出露→水源支撑植被生长→形成绿洲，其中风蚀作用是促使地下水出露的重要外力作用。

13. 图1为大气圈的垂直分层结构，臭氧层位于距地表约（ ）km的（ ）？

- A. 5-10 km，平流层； B. 5-10 km，对流层；
C. 20-30 km，平流层； D. 20-30 km，对流层。

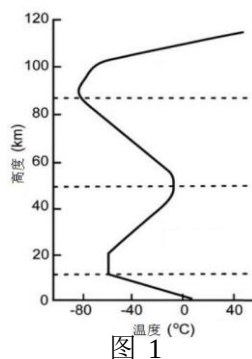


图 1

【答案】C

【解析】

首先分析图1大气垂直分层结构：从地面向上，温度先降低（对流层），约在10-12 km处达到最低点（对流层顶）；然后温度随高度升高而增加（平流层），约在50 km处达到最高点（平流层顶）；之后温度再次下降（中间层）；最后在约85 km以上温度又开始升高（热层）。其中，**臭氧层**主要位于**平流层**中，其浓度最高的区域大约在距离地表20-30公里的高度。臭氧吸收太阳紫外线是导致平流层温度随高度增加的主要原因。选项A和B的高度错误。选项D的圈层错误。故本题选择C项。

【考点归纳】

大气圈的垂直分层（对流层、平流层、中间层、热层）及其温度变化特征，臭氧层的位置和作用。

14. 在污染大气中,下列哪种物质既可能是一次污染物,也可能是二次污染物?

- A.臭氧; B.二氧化氮; C.氟化氢; D.硫化氢。

【答案】B

【解析】

一次污染物是指直接从污染源排放到大气中的污染物,而二次污染物是指一次污染物或大气中其他组分之间发生化学反应生成的新的污染物。臭氧(O_3)在近地面,主要是由氮氧化物和挥发性有机物在光照下反应生成,是典型的二次污染物。二氧化氮(NO_2)既可以由燃烧过程排放(一次污染物),也可以由一氧化氮(NO ,一次污染物)在大气中被氧化生成(二次污染物)。氟化氢(HF)和硫化氢(H_2S)通常直接从工业源或自然源排放的,属于一次污染物。故本题选择B项。

【考点归纳】大气污染物的分类(一次污染物与二次污染物)。

15. 从各大洲水资源的分布来看,年径流量()最多。从人均径流量的角度看,()人均径流量最多:

- A.北美洲,南美洲; B.南美洲,大洋洲; C.亚洲,北美洲; D.亚洲,大洋洲。

【答案】D

【解析】

亚洲由于面积广阔且季风气候区降水丰富,其年径流总量是世界各大洲中最多的。而大洋洲(主要是澳大利亚、新西兰等)地广人稀,虽然总径流量不大,但人均占有量高,位居世界第一。南美洲总径流量也很丰富,人均量仅次于大洋洲。因此,第一个空应填亚洲,第二个空应填大洋洲。故本题选择D项。

【考点归纳】世界大洲水资源(总径流量与人均径流量)的分布格局。

16. 不同地理环境中生长的植物其体内灰分含量差异巨大,下列灰分含量顺序正确的是:

- A.针阔混交林>常绿阔叶林; B.草甸植被>干草原植被;
C.草甸植被>常绿阔叶林; D.半荒漠植被>干草原植被。

【答案】D

【解析】本题考查植被灰分含量的影响因素。灰分指植物体经高温灼烧后残留的无机物部分,不同植被类型的灰分含量差异很大,在干旱环境中生长的植被往往会积累更多的灰分。例如,在草本植物中,灰分含量随水分条件变好逐渐减少,荒漠植被灰分含量可达40%–55%,半荒漠则为20%–30%,草原为12%–20%,草甸草原为2%–12%,水分最好的草甸仅为2%–4%。木本植物的灰分含量一般比草本植物低,针叶林的针叶灰分含量约为7%,而阔叶林的阔叶灰分含量则为9%–10%。通常,灰分含量低的植物残体往往形成酸性较强的腐殖质,而灰分含量高的植物残体形成的腐殖质酸性较弱。因此D选项正确。

【考点归纳】植被灰分含量的影响因素。

17. 关于地球内部结构和物理性质,以下几种说法中最不正确的是:

- A.温度随深度的增加而增加;
B.压力随深度的增加而增加;
C.地震波速度随深度的增加而增加;
D.密度随深度的增加而增加。

【答案】C

【解析】

C.地震波速度随深度的增加而增加:这个说法是最不正确的,因为它存在明确而重要的例外。虽然在大部分区域,波速随深度增加,但在某些特定界面或层位,波速会显著降低甚至突变。最著名的

例子是位于上地幔的软流圈（低速带），这里的岩石发生部分熔融，导致地震波速度显著下降。此外，在核幔边界，P波速度会锐减，S波则完全消失。

A, B, D: 温度、压力和密度，其总体趋势确实是随着深度单调增加的。

【考点归纳】地球内部圈层结构及其基本性质。

18. 岩石圈主要包括？

- A. 上地幔顶部部分；
B. 上地幔和中部地幔；
C. 地壳和上地幔顶部刚性部分；
D. 地壳和软流圈。

【答案】C

【解析】岩石圈（Lithosphere）是根据地球物质的物理性质（刚性或塑性）划分的圈层。它是一个刚性板块，包含了整个地壳和上地幔顶部的固态刚性部分。岩石圈之下是具有塑性的软流圈。

【考点归纳】地球内部圈层划分。

19. 地球内部以液体形态存在的圈层为：

- A. 软流圈；
B. 内核；
C. 外核；
D. 下地幔。

【答案】C

【解析】

地震波的研究表明，S波无法穿过外核，而S波只能在固体中传播，这是证明外核是液态的关键证据，C选项正确。软流圈被认为是具有塑性的，处于局部熔融状态，但并非液体，A选项错误。内核在极高的压力下，尽管温度更高，但呈固态，B选项错误。下地幔是固态的，D选项错误。

【考点归纳】地球内部圈层划分。

20. 珠穆朗玛峰的海拔高度约为8844米，在它的顶峰观测到的重力值和海拔0米的海平面处观测到的重力值相比，大约？

- A. 增加2.7%；
B. 相同；
C. 减小27%；
D. 减小2.7%。

【答案】题设有误，本题删除，不计入成绩

【解析】

此题考察万有引力定律的理解与计算。

记万有引力常量为 G ，地球总质量为 M ，地球平均半径为 R ，珠穆朗玛峰高度为 h ，现将地球近似视为分层正球体。则海平面处重力值（重力加速度）为 $g_0 = \frac{GM}{R^2}$ ，顶峰处重力值为 $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$ ，它们

相差 $\frac{g-g_0}{g_0} = \frac{R^2}{(R+h)^2} - 1 = \frac{1}{\left(1+\frac{h}{R}\right)^2} - 1$ 。将数据代入，可以计算得出上式值约为-0.277%。当然，

为计算简便，由于很容易注意到 $\frac{h}{R}$ 非常小，我们利用 $\frac{1}{(1+x)^2}$ 在 $x=0$ 处的泰勒展开，上式化简为 $-2\frac{h}{R}$ ，得到近似值约为-0.278%。

【考点归纳】重力值的计算。

21. 关于地震震级与地震烈度，正确的说法是：

- A. 一次地震只有一个震级但可有多个烈度；
B. 一次地震只有一个震级和一种烈度；
C. 一次地震只有一种烈度但可有多个震级；
D. 一次地震可以有多个震级多种烈度。

【答案】A

【解析】

震级(Magnitude): 是衡量地震本身释放能量大小的尺度, 一次地震只有一个确定的震级(对于同一类型的震级来说)。

烈度(Intensity): 是衡量地震在不同地点对地面及房屋等造成影响和破坏的程度。同一次地震, 在不同地方的烈度是不同的, 通常离震中越近, 烈度越高; 离震中越远, 烈度越低。另外, 地震烈度受局部场地条件影响显著, 因此一次地震会对应多个烈度值。

【考点归纳】震级与烈度的概念辨析。

22. 地球介质中, 地震波的横波波速和纵波波速的关系是:

- A.前者大于后者; B.前者等于后者;
C.前者小于后者; D.以上都有可能。

【答案】C

【解析】

纵波波速大于横波波速。

【考点归纳】地震波的分类和特征(可以参考2018年预赛第60题后的知识拓展)

23. 在某一地震观测台站处, S波到时位于P波到时之后2.5 s, 假定台站附近区域的地震波速度恒定, 其中P波速度为6.0 km/s, S波速度为3.5 km/s, 该台站与震源之间的距离大约为:

- A. 11 km; B. 21 km; C. 31 km; D. 41 km。

【答案】B

【解析】本题考查利用S-P波到时差计算震源距。

设震源距为 D , P波传播时间为 t_p , S波传播时间为 t_s , 则有 $t_p = D/V_p$, $t_s = D/V_s$ 。由题意, S-P到时差为 $\Delta t = t_s - t_p = 2.5 \text{ s}$, 结合上式, 有 $D/V_s - D/V_p = \Delta t$ 。

将数值代入: $D = 2.5 / (1/3.5 - 1/6.0) \text{ km} = 21 \text{ km}$ 。

【考点归纳】S-P 到时差法测定震源距的计算。

24. 考虑大洋中脊发生的多数地震的震源机制, 断层类型多为:

- A.左旋走滑断层; B.右旋走滑断层;
C.逆断层; D.正断层。

【答案】D

【解析】

大洋中脊是离散型板块边界, 这里的地壳受到拉张应力的作用, 因而整体处于拉张环境。在拉张环境下, 岩层发生断裂时, 上盘会相对于下盘向下滑动, 形成**正断层**。而走滑断层主要发生在走滑型板块边界当中, 大规模的逆断层主要发生在汇聚型板块边界中。

特别值得注意的是, 这种板块边界和震源机制并不是完全的映射关系。在汇聚型板块边界体系中, 同样会发生相当规模的正断层触发的地震。决定地震震源机制的最直接原因从岩石物理的角度上来说是应力状态, 从直接的地质证据上是断层类型。

【考点归纳】板块边界类型(离散、汇聚、转换)与对应的应力状态和断层类型。

25. 图2显示了南美洲墨西哥沿岸地区发生的多次地震的震源机制解，它们反映了产生这些地震的断层运动方式主要为：

- A.左旋走滑； B.右旋走滑；
C.正断层； D.逆断层。

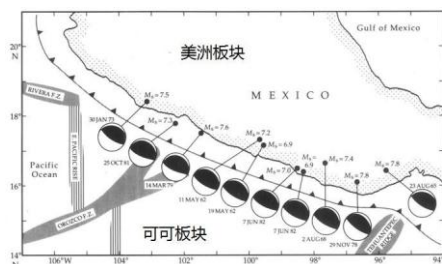


图 2

【答案】D

【解析】

图 2 显示了墨西哥南部的中美洲海沟，这里是可可斯板块（Cocos Plate）向北俯冲到美洲板块（North American Plate）之下的区域，属于汇聚型板块边界。

图中展示的“沙滩球”状的震源机制解，其黑色区域代表压缩，白色区域代表拉张。可以看到，这些“沙滩球”的中心区域（P 轴，压力轴）几乎都是黑色的，表明是压缩应力占主导。这种形态是典型的逆冲断层（或称逆断层）的震源机制解。这是因为在俯冲带，上覆板块对俯冲板块产生强烈的挤压，导致逆断层的发生。

【考点归纳】 板块构造，震源机制解（沙滩球图）的判读，俯冲带的断层类型。

26. 2004年12月26日发生的印度洋海啸，使沿岸若干国家遭受巨大灾难。这次海啸产生的原因是？

- A.①②； B.②③； C.③④； D.②④。

①特大风暴潮；②印度洋洋底大地震；③海平面上升；④板块移动岩层破裂。

【答案】D

【解析】

2004 年印度洋海啸的直接触发原因是发生在苏门答腊岛附近海域的一次特大地震（里氏 9.1-9.3 级）。这次地震是由于印度-澳大利亚板块向欧亚板块（具体为巽他板块）向下俯冲，导致板块移动和岩层发生大规模的逆冲型破裂，这种破裂导致海底地壳发生剧烈的垂直位移，从而搅动上覆的巨量海水，引发了巨大的海啸。而风暴潮是由热带气旋（台风、飓风）引起的，与此次海啸无关。海平面上升则是一个长期的气候变化过程，并非海啸的瞬时原因。故本题选择 D 项。

【考点归纳】 海啸的成因，板块运动与地震、海啸的关系。

27. 我国领海宽度为从领海基线量起向外多少海里？

- A.6； B.12； C.24； D.100。

【答案】B

【解析】

根据《中华人民共和国领海及毗连区法》以及国际通行的《联合国海洋法公约》，规定各国有权确定其领海的宽度，但从测算领海宽度的基线量起，最大不得超过12海里。因此，我国即将领海宽度设为12海里。故本题选择B项。

【考点归纳】 海洋法基础知识，领海的宽度。

28. 通常所说的“千岛之国”是位于东南亚的（ ），它也被认为是世界上岛屿最多的国家：

- A.印度尼西亚； B.菲律宾； C.马来西亚； D.泰国。

【答案】A

【解析】

印度尼西亚是世界上最大的群岛国家，由上万个岛屿组成，因此被称为“千岛之国”。虽然菲律宾也是岛国，但数量少于印度尼西亚。而马来西亚和泰国为半岛大陆国家，虽然附近有岛屿，但数量远不及印度尼西亚。故本题选择 A 项。

【考点归纳】 世界地理常识，主要国家的地理特征。

29. 发生在海岸带的侵蚀作用称为海蚀作用，其表现形式不包括：

- A.冲蚀； B.下蚀； C.磨蚀； D.溶蚀。

【答案】B

【解析】

海蚀作用主要包括：**1.冲蚀（或称浪蚀、水力作用）**：海浪冲击海岸产生的巨大压力和冲击力对岩石的破坏作用。**2.磨蚀**：海浪携带的砂、砾等碎屑物质对海岸进行研磨和刻蚀。**3.溶蚀**：海水中的化学物质对某些可溶性岩石（如石灰岩）的溶解作用。**4.下蚀作用**是河流侵蚀作用的一个主要形式，指河水在垂直方向上对河床的侵蚀，使河谷加深。它不属于海蚀作用的表现形式。故本题选择B项。

【考点归纳】外力作用-海蚀作用的具体方式。

30. 天然气水合物呈固体状态，其外貌极像冰雪或固体酒精，点火即可燃烧，因此有人称其为“可燃冰”、“气冰”、“固体瓦斯”，可燃冰的主要成分是：

- A.硫化氢； B.氯化钠； C.甲烷； D.乙烷。

【答案】C

【解析】

本题考查天然气水合物的成分。天然气水合物是甲烷和水在高压低温环境下形成的结晶，在天然气水合物中，水分子间通过氢键连接，形成多面体笼状结构，而甲烷分子位于笼状结构内部。因此C项正确。

【考点归纳】天然气水合物的成分。

31. 在中国四大海域中，（ ）是我国的内海，其面积最小，海水最浅：

- A.黄海； B.南海； C.渤海； D.东海。

【答案】C

【解析】

渤海是中国唯一的内海，被辽东半岛和山东半岛环抱，仅通过渤海海峡与黄海相通。它是中国四大海域中面积最小、平均深度最浅（约18米）的海。而黄海、东海、南海均为边缘海。故本题选择C项。

【考点归纳】中国地理，中国近海的分布和特征。

32. 世界上最深的海沟位于：

- A.太平洋； B.印度洋； C.大西洋； D.北冰洋。

【答案】A

【解析】

世界上最深的海沟是**马里亚纳海沟**，其最深点“挑战者深渊”深度超过11000米。马里亚纳海沟位于太平洋西北部，是太平洋板块向菲律宾海板块俯冲形成的。故本题选择A项。

【考点归纳】世界主要海底地貌单元的分布。

33. 下面选项中，（ ）不是决定风浪大小的因素：

- A.风速； B.风时； C.风区； D.潮位。

【答案】D

【解析】

风浪三要素是指决定风浪大小的三个主要因素，它们分别是：**风速 (Wind Speed)**：风速越大，传递给海水的能量越多，浪越高。**风时 (Wind Duration)**：风持续作用的时间越长，浪越大。**风区 (Fetch)**：风在海面上吹刮的距离（或面积）越长，浪越大。而**潮位**是指潮汐引起的海水面高度，它与风浪的形成没有直接的因果关系，故本题选择D项。

【考点归纳】海洋水文-风浪形成的三要素。

34. 奠定了海岸地貌基本轮廓的主要因素是:

- A.构造运动; B.波浪作用; C.气候因素; D.潮汐作用。

【答案】A

【解析】

构造运动决定了海岸带的宏观格局,是上升还是下降,是山地海岸还是平原海岸,是断层海岸还是褶皱海岸。这从根本上决定了海岸地貌的类型和基本轮廓。波浪作用、潮汐作用、气候因素(如风化、降水)等都是在构造运动奠定的基础上对海岸进行改造和塑造的外力因素,它们形成的是次一级的具体海岸地貌。故本题选择A项。

【考点归纳】海岸地貌的内外力成因,构造运动的宏观控制作用。

35. 潮汐能体现了海洋水体的势能,潮流能体现了海洋水体的动能,而波浪能则体现了海洋水体的:

- A.动能; B.势能; C.热能; D.动能和势能。

【答案】D

【解析】

海洋波浪是水质点在平衡位置附近做周期性运动,同时波形向前传播的现象。水质点因为运动而具有动能。水质点因为偏离了平衡位置(海平面),其位置升高而具有势能。因此,波浪能是这两种能量的总和。故本题选择D项。

【考点归纳】海洋能源类型及其物理本质。

36. 海岛最常用的分类方法是以成因分类,通常可分为下列中哪三大类?

- A.大陆岛、冲蚀岛和珊瑚岛; B.大陆岛、海洋岛和冲积岛;
C.大陆岛、构造岛和海洋岛; D.海洋岛、冲积岛和珊瑚岛。

【答案】B

【解析】

按照成因,海岛通常分为三大类:1.大陆岛:原为大陆的一部分,后因地壳下沉或海平面上升,与大陆被海水隔开而形成的岛屿。其地质构造与邻近大陆相似。如台湾岛、海南岛。2.海洋岛:在海洋中直接形成的、与大陆地质构造没有直接联系的岛屿。主要包括火山岛(海底火山喷发形成)和珊瑚岛(珊瑚礁堆积形成)。3.冲积岛:由河流或海流携带的泥沙在河口或沿岸堆积而成的岛屿。如我国的崇明岛。而“冲蚀岛”、“构造岛”并不是主流的顶级分类名称,故本题选择B项。

【考点归纳】海岛的成因分类。

37. 基于板块构造学说,最为古老的大洋是:

- A.太平洋; B.大西洋; C.印度洋; D.北冰洋。

【答案】A

【解析】

太平洋是古老的“泛大洋”(Panthalassa)的残余,它在盘古大陆形成之前就已存在。太平洋的四周几乎都是汇聚型板块边界(俯冲带),如著名的“环太平洋火山地震带”,这些俯冲带正在不断吞噬着古老的洋壳。而大西洋和印度洋则是在盘古大陆裂解后才逐渐形成和扩张的,因此比太平洋要年轻得多。目前保存的最古老的洋壳就位于西太平洋。故本题选择A项。

【考点归纳】板块构造学说,威尔逊旋回,世界大洋的年龄与演化。

38. 当波浪由深海传到浅水区时,会发生()的现象。

- A.波陡减小; B.波长增加; C.波高减小; D.波速减小。

【答案】D

【解析】

当波浪从深水区（水深大于波长的一半）传播到浅水区时，波浪开始受到海底的摩擦影响，其物理性质会发生一系列变化：**1.波陡增加**：波陡是波高与波长的比值。由于波高增加、波长减小，波陡会急剧增大，最终导致波浪破碎。A项错误。**2.波长变短**：由于波浪的周期基本不变，根据公式（波长=波速×周期），波速减小导致波长变短。B项错误。**3.波高增加**：为了保持能量守恒，后浪追赶前浪，能量集中，导致波高增加。C项错误。**4.波速减小**：波速主要受水深控制，水深变浅，波速减慢。D项正确。

故本题选择D项

【考点归纳】海洋波浪在近岸区的传播规律（浅水变形）。

39. 厄尔尼诺现象指的是指：

- A.赤道附近东太平洋海水温度大范围、长时间的异常增温现象；
- B.赤道附近东太平洋海水温度大范围、长时间的异常降温现象；
- C.赤道附近西太平洋海水温度大范围、长时间的异常增温现象；
- D.赤道附近西太平洋海水温度大范围、长时间的异常降温现象。

【答案】A

【解析】

厄尔尼诺现象（El Niño）是一个气候学名词，其核心特征是赤道中、东太平洋海域的海水表面温度出现大范围、持续性的异常偏高现象。这种海水增温破坏了正常的热带太平洋气候模式，进而通过海-气相互作用影响全球气候。选项B描述的是与厄尔尼诺相反的拉尼娜现象。故本题选择A项

【考点归纳】海-气相互作用，厄尔尼诺-南方涛动（ENSO）现象的定义。

40. 领海基线为沿海国家测算领海宽度的起算线。基线内向陆地一侧的水域称为内水，向海一侧依次为（ ）等管辖海域。

- A.毗邻区、专属经济区、大陆架、领海；
- B.毗邻区、大陆架、专属经济区、领海；
- C.领海、毗邻区、专属经济区、大陆架；
- D.领海、专属经济区、毗邻区、大陆架。

【答案】C

【解析】

根据《联合国海洋法公约》的规定，从领海基线向海洋方向划分的海洋法律区域，其标准顺序是：

1.领海（Territorial Sea）：从基线起12海里。**2.毗邻区（Contiguous Zone）**：从基线起24海里（即领海之外的12海里）。**3.专属经济区（Exclusive Economic Zone, EEZ）**：从基线起200海里。**4.大陆架（Continental Shelf）**：大陆边自然延伸的海底部分，一般至少有200海里。因此，正确的顺序是“领海、毗邻区、专属经济区、大陆架”。故本题选择C项。

【考点归纳】《联合国海洋法公约》规定的海洋法律区域划分。

41. “无风不起浪”和“无风三尺浪”中的两个浪分别指（ ）和（ ）海浪类型。

- A.风浪 风浪；
- B.风浪 涌浪；
- C.涌浪 风浪；
- D.涌浪 涌浪。

【答案】B

【解析】

风浪是指在风的直接作用下，在风区内形成的海浪。它的形态不规则，波峰尖锐。“无风不起浪”说

即为风浪，由风的直接作用而产生。**涌浪**是指风浪传播到风区以外，或者风停了以后，残留下的海浪。它的波形较为规则、圆滑，周期较长。“无风三尺浪”描述的即为涌浪，当地此时可能无风，但从遥远风区传播过来的涌浪依然可以到达。故本题选择B项。

【考点归纳】海浪的类型：风浪与涌浪的定义与区别。

42. 海岛的定义是：

- A.海岛是四面环水并在高潮时高于水面的自然形成的陆地区域；
- B.海岛是四面环绕海水并在高潮时高于水面的自然形成的陆地区域；
- C.海岛是四面环水并在低潮时高于水面的自然形成的陆地区域；
- D.海岛是四面环绕海水并在低潮时高于水面的自然形成的陆地区域。

【答案】B

【解析】

根据《联合国海洋法公约》第121条的定义：“岛屿是四面环水并在高潮时高于水面的自然形成的陆地区域”。这里的“环水”特指“环绕海水”。选项B的描述最准确、最严谨，它同时满足了“环绕海水”、“高潮时高于水面”和“自然形成”三个核心要素。在高潮时仍高于水面，是区分岛屿和低潮高地（礁石）的关键。故本题选择B项。

【考点归纳】岛屿的法律和地理定义。

43. 海底火山活动主要发生在：

- A.大洋中脊、海沟、大洋盆地；
- B.岛弧、大洋中脊、大洋盆地；
- C.岛弧、大洋中脊、海沟；
- D.海沟、大洋中脊、大陆坡。

【答案】B

【解析】

海底火山活动是板块构造运动的直接体现。**大洋中脊**是板块的生长边界（离散边界），地幔物质上涌，岩浆活动频繁，并形成大量海底火山。**岛弧**是板块汇聚的俯冲带，俯冲的洋壳熔融形成岩浆，导致火山喷发并形成一连串的火山岛弧。**大洋盆地**内部虽然不是板块边界，但地幔热点活动也可以在大洋板块内部形成一系列火山，如夏威夷群岛。**海沟**则是俯冲作用的场所，本身是地貌洼地，火山活动往往发生在海沟后方的岛弧或活动大陆边缘上，海沟本身无火山活动。故本题选择B项。

【考点归纳】板块构造与火山活动的分布。

44. “黑烟囱”是发生于大洋内因地球内热作用于渗入海水后形成的（ ）。

- A.海底火山爆发；
- B.海底石油喷发；
- C.海底硫化物喷发；
- D.海底天然气喷发。

【答案】C

【解析】

“黑烟囱”是**海底热液喷口**的一种。其形成过程是：海水沿着洋壳的裂隙渗入地下，被岩浆热源加热。高温的海水（可达300-400℃）溶解了周围岩石中的金属元素（如铁、铜、锌等）。这些富含金属元素的热液从海底喷出，遇到冷的深层海水时，溶解的金属硫化物迅速沉淀析出，形成黑烟状的悬浮物，并堆积成烟囱状的构造。因此，“黑烟囱”喷发的主要物质是富含金属的**硫化物**。故本题选择C项。

【考点归纳】海底热液循环系统（黑烟囱）的成因和物质组成。

45. 位于北半球的一位驾驶员在夏至这一天中午时分驱车向正北行驶，发现其前方车辆与地面夹60°角的汽车玻璃反射的太阳光正几乎平行于地面刺眼地射向他。该驾驶员的地理纬度大约是北纬

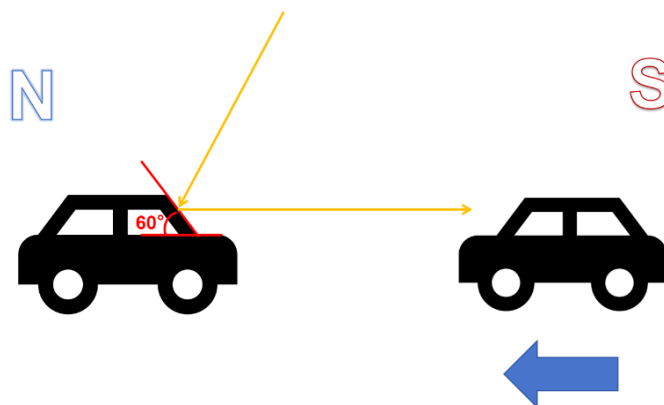
多少度?

A. 26.5; B. 40.5; C. 53.5; D. 63.5。

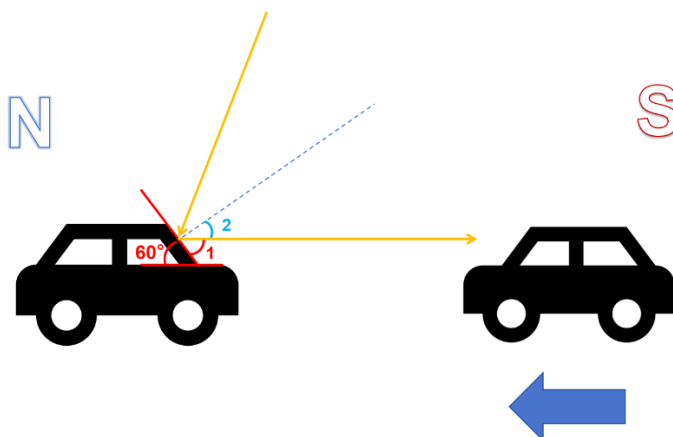
【答案】C

【解析】

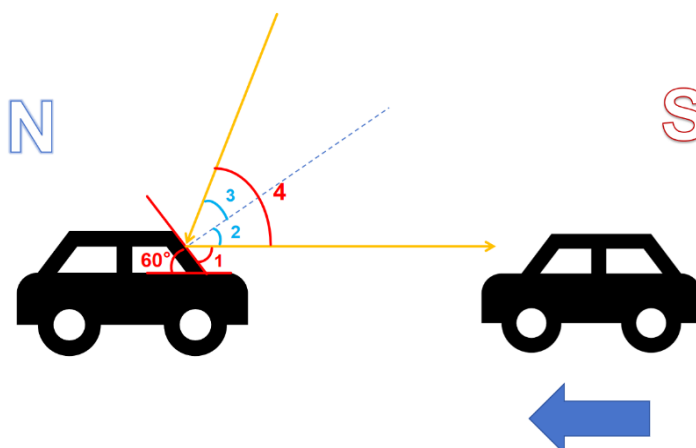
根据题目描述，画出示意图：汽车向正北行驶，前方地面夹角 60° 的汽车玻璃反射的太阳光平行地面。



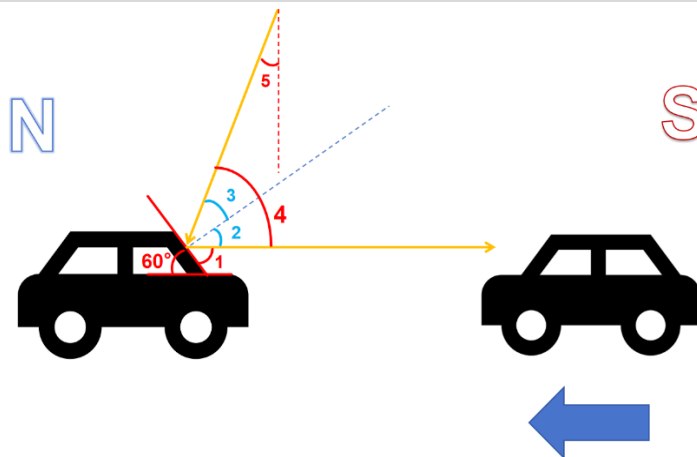
作法线，反射光线与地面平行，推得 $\angle 1 = 60^\circ$ ， $\angle 2 = 30^\circ$



根据光反射的性质，推得 $\angle 3 = 30^\circ$ 。由此算出太阳入射与水平面的夹角 ($\angle 4$) 为 60°



添加铅垂线作为辅助线，可以计算 $\angle 5$ 大小为 30° ；由于夏至日太阳直射点位于 23.5°N ，故在纬度 23.5°N 上太阳垂直入射。而本例中太阳入射角度与铅垂线夹角为 30° ，说明驾驶员所在位置与 23.5°N 相差了 30°



根据题目，驾驶员位于北半球，故其所在纬度为 $23.5 + 30 = 53.5^\circ\text{N}$ ，故 C 正确。

【考点归纳】经纬度、二十四节气。

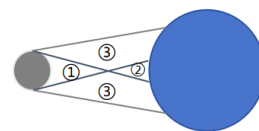
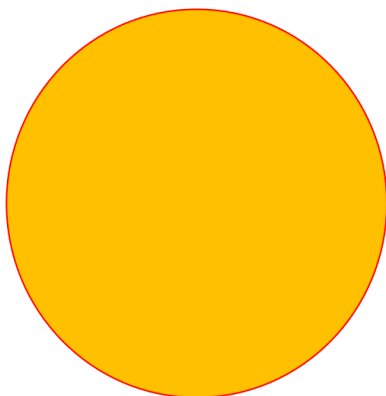
46. 月球的轨道大一点的话，日食将会发生什么变化？

A.更可能是日环食； B.更可能是日全食； C.更频繁； D.不会有什么变化。

【答案】A

【解析】

日食的成因：太阳月球地球三点一线，且月球位于太阳与地球之间遮挡日光，在地球表面形成了阴影区域。其中，位于月球的本影区观测到日全食，位于月球的伪本影区观测到日环食。



①——本影区，发生日全食
②——伪本影区，发生日环食
③——发生日偏食

A、B、D：如果月球轨道的半径增加，日月距离受到的影响微乎其微，但是地月距离显著增加了。这样的话，月球的伪本影区在地球表面的投影显著增大，故更容易发生日环食。故 A 正确，B、D 错误。

C：日食发生时间仍为太阳月球地球三点一线且月球处于中间（朔月）时，不存在更频繁的说法。故 C 错误。

【考点归纳】日食的机制、日环食、日全食。

47. 碳、氧、硅等元素对于星际尘埃的形成非常关键，这些元素主要是：

A.宇宙早期大爆炸阶段的原初核合成产生的；
B.宇宙中一直存在的；
C.跟恒星相关的天体物理过程合成的；
D.起源于行星内部放射性衰变的。

【答案】C

【解析】

- A: 在原初核合成阶段, 主要生成最轻的几种元素, 包含氢、氦及微量锂元素, 故 A 错误。
- B: 元素不是永恒存在的, 而是宇宙大爆炸后被合成的, 故 B 错误。
- C: 宇宙中除了氢、氦和极微量的锂之外的所有重元素, 都是在恒星内部通过核聚变反应 (恒星核合成) 或在恒星死亡 (如超新星爆发) 时形成的。这些元素随后被抛入星际空间, 成为形成新恒星、行星和星际尘埃的原材料。故 C 正确。
- D: 行星内部的放射性衰变是已有重元素的转变, 而不是碳、氧、硅这些轻元素的主要来源。故 D 错误。

【考点归纳】天体物理学, 元素起源, 恒星核合成。

48. 地球内部长寿放射性重元素铀和钍是通过什么产生的?

- A. 宇宙早期大爆炸阶段的原初核合成产生的; B. 核心塌缩型超新星爆发过程合成的;
- C. 核燃烧型超新星爆发过程合成的; D. 起源于恒星内部放射性衰变的。

【答案】B

【解析】

- A: 在原初核合成阶段, 主要生成最轻的几种元素, 包含氢、氦及微量氘、锂元素, 故 A 错误。
- B、C: 恒星内部的核聚变只能进行到铁, 因为铁之后的核聚变是吸能反应, 原子核中的核子之间的平均结合能在 56-铁处达到顶峰。铀和钍这类超重元素, 主要是在极端的高温高压和富中子环境下通过快中子俘获过程 (r-过程) 合成的。目前认为, 这类过程主要发生在核心塌缩型超新星爆发或中子星并合等剧烈的天体事件中。故 B 正确, C 错误。
- D: 恒星内部的核聚变只能进行到铁, 而衰变产生铀和钍需要更重的元素。故 D 错误。

【考点归纳】重元素的起源, 超新星爆发与 r-过程。

49. 关于宇宙和地球的存在, 正确答案是?

- A. 宇宙自古如此, 地球也一样; B. 宇宙自古如此, 但地球有一个形成过程;
- C. 宇宙有个诞生过程并演化, 地球也一样; D. 宇宙和地球同时诞生并演化。

【答案】C

【解析】

根据现代宇宙学和天文学理论:

宇宙并非永恒不变, 它起源于约 138 亿年前的一次“大爆炸”, 并从此不断膨胀和演化。

地球所在的太阳系形成于约 46 亿年前, 是在宇宙诞生后很久, 由上一代恒星死亡后留下的星云物质收缩形成的。

因此, 宇宙和地球都有一个诞生和演化的过程, 但它们并非同时诞生。选项 C 的表述最符合当前的科学认知。故 C 正确。

【考点归纳】宇宙大爆炸理论, 太阳系与地球的形成演化历史。

50. 下列关于河流的叙述你认为正确的是?

- A. 侵蚀基准面是河流底蚀的下界; B. 河流的河口总是存在有三角洲;
- C. 河流的搬运能力和流速成正比; D. 河流的沉积作用只发生在下游。

【答案】A

【解析】

A: 正确。侵蚀基准面是指河流下切侵蚀所能达到的最低水平面, 是河流底蚀 (向下侵蚀) 的下界。

B: 错误。三角洲的形成需要河流携带大量泥沙、河口地势平缓、海水 (或湖水) 动力弱 (如潮汐、波浪小) 等条件。若河口地区地势陡峭 (如山区河流入海口)、海水动力强 (如强波浪、强潮汐) 或河流泥沙量少, 河口不会形成三角洲, 可能形成河口湾 (如钱塘江入海口)。

C: 错误。河流的搬运能力与流速的平方成正比 (根据流体力学原理, 搬运能力与流速的高次方相

关，通常简化为平方关系)，而非简单的“成正比”。

D：错误。河流的沉积作用并非只发生在下游，在河流各段均可能发生：上游若流速突然降低（如支流汇入主流处、河道变宽处），粗颗粒泥沙（如砾石、粗砂）会沉积；中游也可能因流速减缓沉积细砂；下游因流速最慢，沉积作用最显著，但不能说“只发生在下游”。

【考点归纳】

河流侵蚀基准面的概念

定义：河流下切侵蚀的下限，分为终极基准面（如海平面，是绝大多数河流的最终基准面）和局部基准面（如湖泊、水库、支流汇入主流处的水面，仅影响局部河段）；

意义：控制河流底蚀的深度，基准面变化（上升/下降）会导致河流侵蚀或沉积作用的调整。

河流搬运能力与沉积作用的规律

搬运能力：与流速呈非线性正相关（流速 $^2 \propto$ 搬运能力），还与流量、泥沙颗粒大小相关，流速越大，能搬运的颗粒越粗、数量越多；

沉积作用：发生在流速降低、搬运能力减弱的区域，如河道变宽、坡度减小、支流汇入、河口等，在河流上、中、下游均可能出现，下游因流速最缓，沉积最普遍。

三角洲的形成条件

物质条件：河流携带大量泥沙（如黄河、长江）；

地形条件：河口地势平缓，水流速度慢，利于泥沙沉积；

动力条件：海水（或湖水）动力弱，无法将沉积的泥沙搬运走。

二、不定项选择题（每道题至少有一个正确答案，选对一个得1分，选错一个扣0.5分）

51. 下列哪种火山地形是由玄武岩构成的？

A.熔岩高原； B.海山； C.火山渣锥； D.火山穹丘； E.海底火山链。

【答案】ABE

【解析】

A：正确。熔岩高原由黏度低、流动性强的玄武岩岩浆大规模喷发（裂隙式喷发）形成，岩浆覆盖面积广、厚度大，冷却后形成平坦的高原地貌。例如印度德干高原、美国哥伦比亚河熔岩高原，核心组成岩石均为玄武岩。

B：正确。海山是海底的火山锥，多数由玄武岩构成。海底火山（尤其是大洋中脊附近的火山）主要喷发玄武岩岩浆（基性岩浆），岩浆冷却后堆积形成海山，若海山顶部露出海面则形成火山岛（如夏威夷群岛的海山）。

C：错误。火山渣锥由黏度高、流动性差的中酸性岩浆（如安山岩、流纹岩）喷发形成，喷发时产生大量火山碎屑（火山渣、火山灰），碎屑物质堆积形成锥状地形，核心组成岩石为火山碎屑岩，而非玄武岩。

D：错误。火山穹丘由黏度极高的酸性岩浆（如流纹岩、英安岩）缓慢挤出地表形成，岩浆因流动性差无法大规模扩散，堆积成穹丘状，组成岩石为酸性熔岩，与玄武岩（基性岩）无关。

E：正确。海底火山链（如太平洋的天皇-夏威夷火山链）多与热点火山活动相关，热点喷发的岩浆以玄武岩为主，多次喷发后形成由玄武岩构成的海底火山链，部分火山链顶部可形成串珠状火山岛。

【考点归纳】不同火山地形的岩石组成差异：

玄武岩构成的地形：熔岩高原、海山、海底火山链、盾状火山（如夏威夷火山）；

中酸性岩构成的地形：火山渣锥（安山岩、流纹岩）、火山穹丘（流纹岩、英安岩）、复式火山（如富士山，由安山岩等中酸性岩与火山碎屑岩交替堆积形成）。

52. 贝尼奥夫带实际为一巨型的：

A.板块边界； B.逆断层； C.平移断层； D.转换断层； E.地震震源面。

【答案】ABE

【解析】

贝尼奥夫带 (Benioff Zone), 或称和达清夫-贝尼奥夫带, 是指发育在汇聚板块边界俯冲带上方的倾斜的地震带。这个发现源于研究从洋到陆一侧的震源深度不断增加的地震带, 而这种深度不断增加的特征表明了刚性块体向下的俯冲, 并在不同深度处发生断裂, 表明了板块向下的俯冲。

A. 它清晰地标示了俯冲板块与上覆板块的接触边界。正确。

B. 在这个边界上, 两大板块相互挤压, 俯冲板块向下方逆冲, 可以将俯冲板块视为下盘, 则这里是一个巨大的逆断层。

C, D. 平移断层和转换断层是走滑性质的断层, 与贝尼奥夫带的逆冲性质不同。错误。

E. 该带是由浅源、中源到深源地震的震源分布构成的倾斜面, 因此它本质上是一个地震震源面。正确。

值得注意的是, 虽然贝尼奥夫带可以被视为巨型的逆断层, 但在贝尼奥夫带上发生的地震常出现正断层的震源机制, 这是由于板块在俯冲过程中发生拖拽导致在特定深度处表现出拉张的应力环境。

【考点归纳】板块构造, 俯冲带的结构特征, 贝尼奥夫带的定义。

53. 洋壳的物质成分可包括下面的哪种岩石组分?

A.花岗岩; B.浊积岩; C.枕状玄武岩; D.硅质岩; E.辉长岩。

【答案】BCDE

【解析】

A: 错误。花岗岩是酸性侵入型火成岩 (SiO_2 含量 $> 65\%$), 主要形成于大陆地壳 (尤其是大陆上地壳), 是大陆壳的标志性岩石。洋壳无论火成岩基底还是表层沉积层, 均不含花岗岩, 其整体成分以基性岩和沉积岩为主。

B: 正确。浊积岩是深海沉积岩的重要类型, 由浊流 (高密度海底水流) 携带的泥沙在大陆坡麓至深海平原 (洋壳表层区域) 沉积形成, 属于洋壳表层沉积层的典型岩石组分。

C: 正确。枕状玄武岩是洋壳火成岩基底的上部岩石, 由大洋中脊的基性岩浆 (玄武岩岩浆) 喷发至海底后, 经海水快速冷却形成, 具有特征性的枕状构造, 是洋壳火成岩基底的核心组成部分。

D: 正确。硅质岩是洋壳表层沉积层的常见岩石, 主要由海洋生物 (如放射虫、硅藻) 的硅质遗骸沉积, 或由化学沉积形成的硅质矿物 (如蛋白石、玉髓) 组成, 广泛分布于洋壳表层。

E: 正确。辉长岩是洋壳火成岩基底的下部岩石, 由大洋中脊处的基性岩浆在地下缓慢冷却结晶形成, 与上部的枕状玄武岩共同构成洋壳火成岩基底的主体, 是洋壳物质成分的核心部分。

【考点归纳】洋壳与大陆壳的核心成分差异:

洋壳: 以基性火成岩 (玄武岩、辉长岩) 和深海沉积岩 (浊积岩、硅质岩) 为主, SiO_2 含量低 (平均约 50%), 厚度薄 ($5-10 \text{ km}$);

大陆壳: 以酸性火成岩 (花岗岩)、沉积岩 (砂岩、页岩) 和变质岩为主, SiO_2 含量高 (平均约 65%), 厚度厚 ($30-50 \text{ km}$), 二者的物质成分差异是区分大陆与大洋地壳的关键。

54. 地质历史中反映地壳抬升的现象有:

A.高海蚀槽; B.海成阶地; C.多级溶洞; D.河成埋藏阶地; E.高海蚀洞。

【答案】ABCE

【解析】

高海蚀槽、海成阶地和高海蚀洞都是在海平面附近由海浪侵蚀或堆积形成的, 如果它们现在的位置远高于现代海平面, 就证明了地壳曾经发生过抬升 (或者海平面曾发生大幅下降, 但地壳抬升是主要原因之一)。

溶洞主要发育在地下水面附近。如果在一个地区发现垂向上发育了多级溶洞, 表明该地区地壳经历了多次抬升, 导致地下水位随之下降, 在新的更低的位置上又发育了新的溶洞。C 正确。

D选项埋藏阶地指老的河流阶地被后来的新沉积物所覆盖，这通常指示着地壳的下沉或沉积作用加强，而不是抬升。错误。

【考点归纳】地壳的垂直运动，流水的地质作用，海洋的地质作用

55. 泥裂是由未固结的细粒沉积物（泥、粉砂及细粒碳酸盐沉积物）出露水面，遭暴晒快速脱水收缩而形成。裂缝剖面如图3呈“V”形，平面相互连接呈多边形。下列哪种说法正确

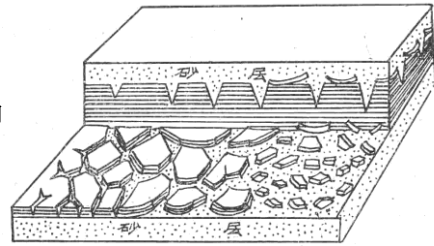


图3

- A.“V”形可以作为地层顶底判别的依据；
- B.“V”形的尖端指向早期形成的地层；
- C.“V”形的尖端指向晚期形成的地层；
- D.“V”形不能作为地层顶底判别的依据；
- E.以上说法都对。

【答案】AB

【解析】

- A：正确。泥裂的“V”形剖面具有明确的方向性，其形成过程是沉积物表面先开裂，裂缝向下延伸时逐渐变窄，最终形成上宽下窄的“V”形。这种形态特征稳定，可作为判断地层顶底的重要标志（宽口为顶，窄口为底）。
- B：正确。早期形成的地层位于下部，晚期形成的地层位于上部。泥裂的“V”形尖端向下（指向地层下部），而下部地层形成时间早于上部地层，因此尖端指向早期形成的地层。
- C：错误。“V”形尖端指向地层下部，下部地层形成时间更早，而非晚期形成的地层。
- D：错误。同A。
- E：错误。

【考点归纳】

泥裂的形成与形态特征：

形成条件：未固结细粒沉积物（泥、粉砂等）出露水面，经暴晒快速脱水收缩，导致沉积物表面开裂；

形态特征：平面呈多边形网状，剖面呈上宽下窄的“V”形，裂缝深度通常较小，底部可能被后期沉积物填充。

泥裂在地层学中的应用（地层顶底判别）：

判别原理：泥裂“V”形剖面的宽口对应沉积物原始表面（地层顶部），窄口（尖端）对应沉积物内部（地层下部）；

地层先后关系：地层形成遵循“下老上新”原则，下部地层形成早（早期地层），上部地层形成晚（晚期地层），因此泥裂尖端指向早期形成的地层，宽口朝向晚期形成的地层，可通过这一特征确定地层的顶底方向，避免地层倒转的误判。

56. 下列哪种作用可以造成海底沉积物大致以大洋中脊为中心，向两侧至大陆总的表现为从无到有，从薄到厚？

- A.海底生物分布；
- B.海底扩张；
- C.板块运动；
- D.地震和海啸；
- E.碳酸钙补偿深度。

【答案】BC

【解析】

B. 海底扩张学说指出，新的洋壳在大洋中脊处不断生成，然后向两侧移动。因此，大洋中脊处的岩石年龄最轻，离中脊越远，岩石年龄越老。年龄越轻的洋壳，接受沉积的时间就越短，沉积物厚度就越薄（甚至没有）；反之，年龄越老的洋壳，接受沉积的时间越长，沉积物厚度就越厚。这个过程

完美地解释了题目中的现象。正确。

C. 板块运动是更宏观的概念，海底扩张是板块运动的一种具体表现形式（板块的离散运动）。因此，板块运动也是造成该现象的根本原因。正确。

A, D, E: 海底生物分布、地震海啸以及碳酸盐补偿深度（CCD）会影响沉积物的类型或在局部重新分布沉积物，但不能解释从洋中脊到大陆两侧这种全球尺度的、系统性的沉积物厚度变化规律。错误。

特别指出，碳酸盐补偿深度是界面，其决定了是否可以进行碳酸盐岩的沉积。在 CCD 之上的海洋，碳酸盐析出后不会被溶解，因而可以保存有碳酸盐岩。因此，碳酸盐岩不会出现在深海之中。

【考点归纳】 海底扩张学说及其地质证据。

57. 土壤形成的重要标志是：

A. 次生矿物的形成；

B. 含腐殖质结构层的形成；

C. 土体中有机-无机复合体的形成；

D. 土壤中生物群落的形成；

E. 原生矿物的破碎和分解。

【答案】 BC

【解析】 本题考查土壤形成的过程。腐殖质是植物残体经微生物分解形成的复杂有机质，其出现标志着土壤开始具备独特的理化性质和肥力；而有机质（腐殖质）与矿物质（黏粒、次生矿物）结合形成复合体，是土壤团粒结构的基础。这种复合体决定了土壤的保水保肥能力、通气性等关键功能，是土壤区别于母质的核心特征。因此 B、C 项正确。

【考点归纳】 土壤形成的过程。

58. 关于现代地球大气的垂直结构，下列叙述正确的是？

A. 大气压力随高度呈指数递减，这是由于垂直方向的气压梯度力与大气所受的重力达成静力平衡；

B. 近地面 10–12 公里内的大气，气温随高度增加而递增；

C. 平流层内，大气温度随高度增加而递增；

D. 平流层内温度升高，是由于二氧化碳吸收紫外线，加热大气；

E. 赤道地区对流层顶的高度较两极地区对流层顶的高度高。

【答案】 ACE

【解析】

大气在垂直方向上主要受向下的重力和向上的气压梯度力作用，二者基本平衡，即“静力平衡”。由此可推导出大气压力随高度呈指数规律递减。A 项正确。近地面 10–12 公里为对流层，其主要热源是地面。因此，气温随高度增加而递减。B 项错误。平流层（约 12–50 km）中含有臭氧层，臭氧吸收太阳紫外线，使大气增温，因此在平流层内，温度随高度增加而递增。C 项正确。平流层升温的主要原因是臭氧（O₃）吸收紫外线，而不是二氧化碳。二氧化碳主要吸收的是地面长波辐射（红外线），是造成对流层温室效应的主要气体。D 项错误。赤道地区由于地面接收太阳辐射多，对流运动旺盛，可将大气推升到更高的高度，因此对流层顶的高度（约 16–18 km）显著高于两极地区（约 8–9 km）。E 项正确。故本题选择 ACE 项。

【考点归纳】 大气圈的垂直分层、各层主要特征及成因。

59. 我国水资源分布的主要特点有：

A. 地区分布不均；

B. 水土资源相匹配；

C. 南多北少；

D. 我国水资源总量居世界第五位；

E. 河川径流年内变化大。

【答案】 ACE

【解析】

空间分布不均匀是我国水资源最显著的特点。A项正确。我国水土资源不匹配,矛盾突出。北方(特别是华北)耕地多而水资源少,南方水资源丰富但耕地面积相对较少。B项错误。“南多北少”是对“地区分布不均”的具体描述,南方湿润多雨,水资源丰富,而北方干旱少雨,水资源短缺。C项正确。我国水资源总量居世界第6位(由于人口众多,人均水资源量仅为世界平均水平的1/4,是世界上人均水资源最贫乏的国家之一)。D项错误。我国大部分地区属于季风气候区,降水集中在夏秋两季,导致河川径流量的季节性(年内)变化非常大,易形成汛期和枯水期。E项正确。受季风强弱年际变化的影响,我国降水的年际变化也很大,导致河川径流量的年际变化同样显著,因此旱涝灾害频发。F项错误。故本题选择ACE项。

【考点归纳】中国地理,中国水资源特征(总量与人均、空间分布、时间变化)。

60. 人类活动不断改变着自然环境,影响水循环的过程,这些活动包括?

A.兴建水库; B.农田灌溉; C.植树造林; D.油田钻探; E.矿区开采。

【答案】ABCDE

【解析】

兴建水库能改变径流的时空分布,增加了地表蓄水和蒸发量。A项正确。农田灌溉能改变局地的水分平衡,抽取地下水或地表水,增加了蒸发和蒸腾。B项正确。植树造林能通过植被的蒸腾作用影响蒸发,同时改变地表覆盖,增加下渗、减少地表径流。C项正确。油田钻探需要抽取或污染地下水,这将会影响地下水系统。D项正确。矿区开采会破坏地表植被和地形,改变地表径流和下渗路径,同时矿坑排水也会影响地下水位。E项正确。选项中的所有活动都会在不同方面和程度上影响水循环,故本题选择ABCDE项。

【考点归纳】人类活动对水循环各环节(径流、下渗、蒸发、蓄水等)的影响。

61. 可形成光化学烟雾的物质有:

A.二氧化硫; B.二氧化氮; C.一氧化碳; D.一氧化氮; E.碳氢化合物。

【答案】BDE

【解析】本题考查光化学烟雾的形成条件。光化学烟雾又称为洛杉矶型烟雾,是由机动车尾气中的氮氧化物(NO_x)与挥发性有机化合物(VOCs)在阳光下发生化学反应形成的,烟雾中含有大量有毒二次污染物如 O_3 、PAN(过氧乙酰硝酸酯)等。因此B、D、E项正确。

【考点归纳】光化学烟雾的形成条件。

62. 关于地球内部的莫霍(Moho)面,下面描述不正确的是?

- A.莫霍面的深度在地球各处是相同的;
B.莫霍面下部介质的地震波速度比上部介质的地震波速度高;
C.莫霍面是上地幔与下地幔的分界面;
D.莫霍面下部介质的密度比上部介质的密度大; E.莫霍面是地壳内重要的不连续界面。

【答案】ACE

【解析】

莫霍面是地壳和地幔之间的分界面,所以C、E选项错误。莫霍面深度在地球各处不同,大陆地壳下的莫霍面(平均35公里)远深于大洋地壳下的莫霍面(平均7公里),并且根据地壳均衡理论,莫霍面深度受地形起伏影响,所以A选项错误。

莫霍面下方的地幔物质密度(约 3.3 g/cm^3)比上方的地壳物质(密度约 $2.7\text{--}3.0\text{ g/cm}^3$)要大,而地震波波速与密度相关,在观测上,地震P波波速从其上部的约 7.0 km/s 突然增加到其下部的约 8.1 km/s 。所以B、D选项正确。

【考点归纳】莫霍面的定义和基本性质。

63. 地球表面某一点观测到的重力值会受到以下哪些因素的影响?

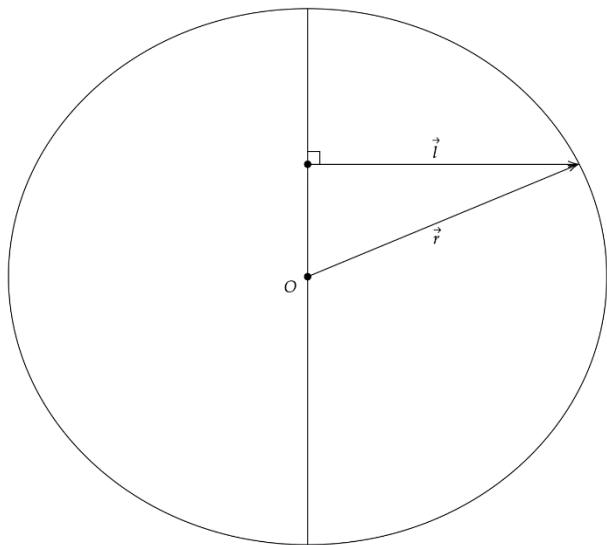
- A.该点所处的经度; B.该点所处的纬度;
C.该点的海拔高度; D.该点下部地球介质的密度; E.以上都对。

【答案】BCD

【解析】

如图,将地球视为旋转椭球体(记为 Ω),记万有引力常数为 G ,地球内部密度函数为 ρ ,地球自转角速度为 ω ,几何物理量如下图,可以得到理论重力场为 $\vec{g} = -\iiint_{\Omega} \frac{G\rho}{r^3} \vec{r} dV + \omega^2 \vec{l}$,

即地球表面某一点的重力值等于地球各处质量在该点处的引力场强和旋转引起的离心场强的矢量和。而经度并不对上式产生影响。A项错误。纬度主要影响 $\vec{l}$ 进而对重力场值产生影响。B项正确。海拔高度与 $\vec{r}$ 和 $\vec{l}$ 都有关。C项正确。密度分布对重力场直接产生影响。D项正确。



【考点归纳】重力场的组成及其影响因素。

64. 关于地磁极,下面描述正确的是:

- A.地磁极是实测结果,是地球表面上地磁场倾角为 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、北极不与地球南、北极重合;
E.地磁极指地面上地磁场的水平分量等于零,即磁倾角等于 90° 的地点。

【答案】CD

【解析】

地磁场方向与地球表面相垂直的两个小区域,叫做磁极或磁倾极(Geomagnetic Dip Pole);地磁极是经过地心且拟合最佳的偶极子磁场的磁轴(与地球自转轴夹角约 11.5°)与地球表面的两个交点。偶极子磁极与地磁倾极并不互相重合,这是由于非偶极子磁场、地磁异常的存在,它们也不与地理极重合。

【考点归纳】地磁场的基本概念、描述及其组成。

65. 地震纵波(P波)具有下面描述的哪些特征?

- A.它是传播速度最快的体波; B.它的质点偏振方向与振动传播方向垂直; C.它不能在液体介质中传播;
D.它的质点偏振方向与振动传播方向一致; E.它的振幅在地表最大,随深度增加而减小。

【答案】AD

【解析】

P波是地震中传播速度最快的体波（对应选项A正确），其质点振动方向与波的传播方向完全一致（对应选项D正确、B错误）。由于P波通过介质压缩-膨胀传递能量（纵波特性），它可以在固体、液体和气体中传播（选项C错误）。选项E是面波的特征。

【考点归纳】P波的性质及其传播特征（可以参考2018年预赛第60题后的知识拓展）。

66. 图4显示的是1995年发生在美国俄克拉荷马的一个4.2级地震的记录波形，震中距大约为200 km，Pg表示直达P波震相，地震图上第一个到达的震相是直达P波之前的Pn波，即首波，Pn波形成的原因包括了：

- A.地震发生在上地幔；
- B.地震发生在地壳内；
- C.地震震级较小；
- D.地震P波射线沿莫霍面发生了折射；
- E.地震发生在壳幔边界上。

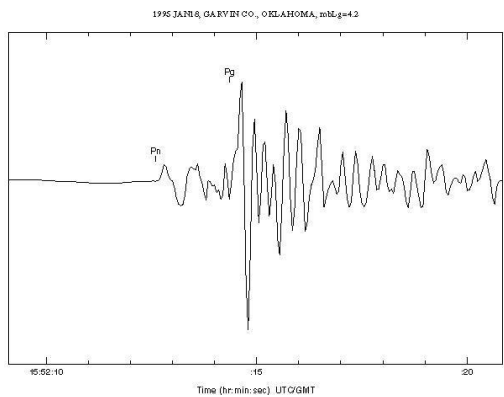


图4

【答案】BD

【解析】首波（Head wave）是指在层状介质中发生的折射波。

地震波需要从一个低速层入射到其下的一个高速层，并且入射角达到临界角，波才能沿着高速层界面滑行，并不断地将能量折射回地表，形成首波，这是首波形成的物理前提（据此排除选项A、E，选项B、D正确）。由于首波有一段路径是在下伏的高速层中传播的，它的传播速度优势会逐渐显现，当震中距超过一个特定的交叉距离（Crossover distance）后，首波的旅行时就会比直达波更短，从而成为地震图上最先到达的波。地震震级与上述因素无关。

【考点归纳】地震波的传播。

67. 表中给出了地震震级范围所对应的可能产生的最高地震烈度，对于一个6.5级地震，下面关于烈度的说法正确的是：

- A.烈度一般随着震中距离的增加而减小；
- B.震中最高烈度可能为VIII；
- C.震中最高烈度可能为X；
- D.烈度会受到局部地形的影响而发生变化；
- E.烈度会受到局部岩性和沉积物的影响。

地震震级范围	最高烈度
≥ 8	XII
7.4-7.9	XI
7.0-7.3	X
6.2-6.9	VII-IX
5.5-6.1	VI-VII
4.9-5.4	V
4.3-4.8	IV
3.5-4.2	II-III
≤ 3.4	I

【答案】ABDE

【解析】

地震烈度是指地震对地表及工程建筑物影响的强弱程度，是某一地点遭地震破坏程度的宏观感受度量。地震震级是表示地震本身释放能量大小的等级，一次地震只有一个震级（对于同一类型的震级来说）。

A：正确。地震能量以地震波形式向外传播，会不断衰减，因此离震中或发震断层越远，地面振动

越弱，地表的破坏程度一般会越小，烈度也越小。

D：正确。地震烈度受局部地形影响显著。例如陡峭的地形可能因滑坡等次生灾害而加重破坏，提高烈度等级。

E：正确。地震烈度受局部岩性和沉积物影响。例如，松软的沉积物会放大地震波的振幅，导致烈度增高，而坚硬的基岩场地烈度相对较低。

根据表中给出的对应关系，选项B正确，选项C错误。

【考点归纳】 震级与烈度的区别与联系；影响地震烈度的因素。

68. 图5表示了沿着南、北大西洋分界线的罗曼什海沟转换断层发生的地震的震源机制解，从这些震源机制解。可以得到以下结论：

- A.断层北侧向近东、南侧向近西方向运动；
- B.断层北侧属于非洲板块，南侧属于美洲板块；
- C.这些地震的断层运动方式主要为右旋走滑；
- D.这些地震的断层运动方式主要为左旋走滑；
- E.以上说法都对。

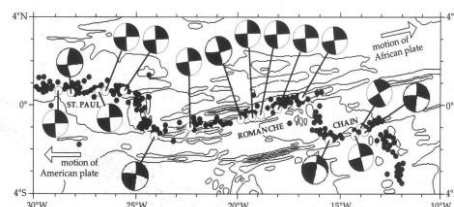


图5

【答案】 ABC

【解析】

图示区域为大西洋中脊，是非洲板块和美洲板块的生长边界。图中明确标注了北侧为非洲板块，南侧为美洲板块，故B选项正确。图中的大箭头明确标示了板块的绝对运动方向：北侧的非洲板块向东运动，南侧的美洲板块向西运动，故A选项正确。

图中的震源机制解（沙滩球）显示了典型的走滑断层模式，根据其压缩象限（黑色）和拉张象限（白色）的分布和图示运动箭头，面向对侧断层盘，对侧断层盘相对本侧向右边运动，可以判断断层运动方式为右旋走滑，C选项正确、D选项错误。

【考点归纳】 走滑断层、震源机制解（沙滩球）的判读。

69. 关于陨石的说法，正确的有：

- A.陨星的构成有三类：铁质类、石质类和铁石混合类；
- B.保存了珍贵的太阳系起源信息；
- C.地球内部的火成岩；
- D.跟流星相似，只是质量较大能够入射至大气层底部而撞击于地表
- E.火星和木星的轨道之间有一条小行星带，它就是陨石的主要来源。

【答案】 ABDE

【解析】

A：根据成分，陨石（Meteorite，即陨星坠落到地面的部分）主要分为石陨石、铁陨石和石铁陨石三大类。故A正确。

B：陨石是太阳系形成早期的残留物，它们几乎没有经历过像行星那样的分异和地质改造，因此是研究太阳系起源和早期演化的“活化石”。故B正确。

C：陨石是来自外太空的天体碎片，而非地球内部的岩石。故C错误。

D：流星体是太空中运行的尘埃和石块，进入大气层燃烧发光形成流星。如果流星体足够大，未燃尽的部分落到地面就是陨石。故D正确。

E：绝大多数陨石都起源于火星和木星之间的小行星带。故E正确。

【考点归纳】 天体地质学，陨石的分类、来源和科学意义。

70. 一般认为液态水是生命的必要条件，人们将恒星周围一定范围内水可以液态形式存在的区域称为宜居带 (habitable zone)。请选出下列中的正确答案：

- A. 若恒星的半径增加至原来四倍，而表面温度降为原来一半，则宜居带位置不变；
- B. 若恒星的半径增加至原来四倍，而表面温度降为原来一半，则宜居带位置内迁；
- C. 若恒星的半径增加至原来四倍，而表面温度降为原来一半，则宜居带位置外迁；
- D. 若恒星的半径增加至原来四倍，而表面温度不变，则宜居带位置外迁；
- E. 若恒星的半径增加至原来四倍，而表面温度不变，则宜居带位置内迁。

【答案】AD

【解析】

由斯特藩-玻尔兹曼定律 (黑体辐射定律)，有 $F = \sigma T^4$ ，其中 F 是黑体表面的辐射通量，单位为 W/m^2 ， T 是黑体的热力学温度，单位为开尔文 (K)， σ 是常数。恒星是球状黑体，表面积为 $4\pi R^2$ ，由此推出 $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ ，其中 L 为恒星总光度。 R 增加到 $4R$ ， T 降为 $T/2$ ，则 L 不变，宜居带位置不变。A 项正确，B、C 项错误。当 R 增加到 $4R$ ， T 不变，则 L 增加为原来的 16 倍，宜居带位置外迁。D 项正确。故本题选择 AD 项。

【考点归纳】天体物理学、恒星光度、宜居带概念。

71. 恒星和行星基本是呈球形，但小行星往往偏离球形、形状奇特。某些小行星明显偏离球形跟 () 有关：

- A. 小行星的质量；
- B. 小行星距太阳的远近；
- C. 太阳系的年龄；
- D. 小行星的固态而表现出来的刚性；
- E. 小行星的碰撞历史。

【答案】ADE

【解析】

A、D：天体能否依靠自身引力克服物质的刚性 (固体抵抗形变的能力) 而收缩成球形，取决于其质量。大质量天体 (恒星、行星) 的引力足够强大，能形成球状的流体静力学平衡。而小行星质量太小，自身引力不足以克服其岩石刚性，因此保持了不规则的形状。故 A、D 正确。

B：距太阳的远近主要影响小行星的温度和轨道，不是决定其形状的直接原因。故 B 错误。

C：太阳系的年龄是碰撞演化的时间背景，不能解释小行星形状的成因。故 C 错误。

E：许多小行星是更大天体碰撞后的碎片，其不规则外形记录了这些剧烈的碰撞历史。故 E 正确。

【考点归纳】比较行星学、行星大气演化、失控温室效应、地球的碳循环。

72. 通常称金星为地球的姊妹，质量、半径、太阳距离都相似，但地球生机盎然、金星烈焰如狱。这归因为：

- A. 地球和金星的初始大气很不一样；
- B. 初始大气几乎逃逸后，地球表面形成海洋，并溶解了大部分内部排出的气体 (如 CO_2)；
- C. 初始大气几乎逃逸后，金星发生“失控的温室效应”；
- D. 金星曾经出现过生命；
- E. 金星大气以 CO_2 为主。

【答案】BCE

【解析】

A：地球和金星的原始大气都应以宇宙中最丰富的轻物质：氢气、氦气和一氧化碳为主，故 A 错误。

B：地球演化早期，温度适宜，火山喷发出的水蒸气得以凝结成液态海洋。海洋溶解了大气中巨量的二氧化碳，随后通过生物作用和化学沉淀形成碳酸盐岩，将碳固定在地壳中，这极大地削弱了温室效应。故 B 正确。

C: 金星由于距离太阳更近, 温度过高, 水蒸气无法凝结成海洋, 而是作为一种强效温室气体留在大气中。这导致温度进一步升高, 形成了恶性循环, 即“失控的温室效应”。故 C 正确。

D: 目前缺乏证明金星上存在生命的客观证据, 故 D 错误。

E: 由于没有海洋和生命活动来移除大气中的 CO_2 , 火山活动持续释放的 CO_2 在金星大气中不断累积, 最终形成了以 CO_2 为主 (含量高达 96%) 的浓密大气层, 维持着其表面的极端高温。故 E 正确。

【考点归纳】 比较行星学、行星大气演化、温室效应、地球的碳循环。

73. 关于火星的水和生命, 请选择正确答案:

A. 强有力的证据表明, 火星表面曾经存在过流动的液态水;

B. 目前火星大部分的水锁定在极冠或表面下的冻土层;

C. 如果火星上曾经出现过生命, 最可能在其脱气之后大气层较厚时的几亿年内;

D. 火星太热, 不可能出现生命;

E. 火星太冷, 不可能出现生命。

【答案】 ABC

【解析】

A: 火星探测任务已发现了大量证据, 如干涸的河道、三角洲、冲积扇以及只能在有水环境下形成的黏土矿物和硫酸盐等, 这些都强有力地证明了火星在远古时期表面曾有液态水流动。故 A 正确。

B: 目前火星上的水绝大部分以固态形式存在, 主要分布在南北两极由水冰和干冰组成的极冠, 以及广泛分布于中高纬度地区的地下冻土层中。故 B 正确。

C: 火星最可能宜居的时期是在其地质历史早期 (约 41 至 37 亿年前的诺亚纪)。当时火山活动频繁 (脱气), 形成了较厚的大气层, 温室效应较强, 足以维持地表液态水的存在。这个“宜居窗口期”可能持续了数亿年, 是生命最有可能诞生和演化的时期。故 C 正确。

D: 火星现在是一个极度寒冷的星球, 其表面平均温度约为零下 63°C , 远非“太热”。故 D 错误。

E: 在火星的地质历史中, 曾经存在较为温暖的窗口期。该时期温室效应较强, 地表存在液态水, 可能存在生命。时至今日, 虽然地表环境恶劣, 但不能排除地下温暖潮湿的环境中存在生命的可能性 (嗜极生物)。故 E 错误。

【考点归纳】 行星科学, 火星地质与气候演化, 地外生命探索。

74. 关于地核的论述, 正确的有:

A. 地核分外核和内核, 内、外之间存在密度不连续面;

B. 地核与地幔之间存在密度不连续面, 表明地核与地幔物质成分有明显差异;

C. 地核主要成分为铁镍等元素, 是在地球形成初期熔融状态下经化学分异过程降入核心的;

D. 内核为固态, 是因为它比外核压强更大;

E. 地核元素跟地幔无异, 只是密度高、压强大大而已。

【答案】 ABCD

【解析】

地核分为液态的外核和固态的内核, 在内外核边界 (莱曼不连续面), 地震波速度和密度都存在一个明显的跳跃, A 选项正确。在地幔与地核的边界 (古登堡不连续面), 密度从地幔底部的约 5.6 g/cm^3 突增到外核顶部的约 9.9 g/cm^3 。地球形成早期, 在整体熔融的状态下, 较重的铁、镍等较重元素通过重力分异作用下沉, 汇集在深部, 形成了地核, 选项 B、C 正确, E 错误。内核虽然温度比外核更高, 但深处压强也极大, 这使得铁镍合金的熔点升高到实际温度之上, 从而使内核保持固态, 选项 D 正确。

【考点归纳】 地球内部圈层结构; 地核的基本性质。

75. 约30亿年前,导致地球整体熔融状态的两种主要能源是:

- A.太阳对地球的照射; B.太阳对地球的潮汐作用;
C.地球吸积周围物质释放的引力能; D.地球内部放射性物质释放的衰变能;
E.月球对地球的潮汐作用。

【答案】CD

【解析】

C: 吸积能: 在地球形成过程中,无数的陨石等物质被地球引力俘获,高速碰撞、聚集到原始地球上,其巨大的动能转化为热能,这是早期地球最主要的热量来源。故C正确。

D: 原始星云中含有大量的短寿命放射性同位素和长寿命放射性同位素(如 ^{232}Th , ^{40}K)。它们在地球早期快速衰变,释放出巨大的热量,是地球内部长期而重要的热源。故D正确。

A、B、E: 太阳照射、太阳潮汐力和月球潮汐力虽然也能提供热量,但与吸积能和早期放射性衰变能相比,对导致整个地球熔融的贡献要小得多。故A、B、E错误。

【考点归纳】地球早期演化,地球内部热量的来源。

76. 碳对于地球生命有机体而言是关键的,它来源于:

- A.宇宙诞生之初; B.地球诞生之初;
C.太阳诞生之初; D.太阳诞生之后的内部核合成过程;
E.历史上跟恒星有关的核合成过程。

【答案】E

【解析】

A: 宇宙诞生之初主要产生了氢和氦元素(以及微量的锂)。比氦更重的元素,如碳、氧等,都是在恒星内部通过核聚变反应(核合成)产生的。故A错误。

B: 地球上的碳元素在地球诞生时就存在了,并非地球诞生后合成的,故B错误。

D: 我们的太阳质量不足以高效地合成大量的碳并将其抛射出去,故D错误。

C、E: 构成太阳系的物质,包括地球和生命体内的碳,都来自于太阳系形成之前就已经存在并死亡的上一代或更早代的恒星,这些恒星通过超新星爆发等过程将它们合成的重元素播撒到星际介质中,故C错误, E正确。

【考点归纳】元素起源、恒星核合成理论。

77. 比邻星的周年视差(parallax)为 772 毫角秒(milliarcseconds)。当我们在木星上观测比邻星时,其周年时差将是()角分。(注:木星距离太阳5.2个天文单位)

- A.0.017; B.0.027; C.0.037; D.0.047; E.0.057; F.0.067。

【答案】F

【解析】

原理: 由于恒星距离观测点的距离远大于观测基线,利用当张角 $\theta \rightarrow 0$ 时, $\theta \approx \sin \theta \approx \tan \theta$ 的近似,可以得到恒星的周年视差大小与其观测基线的长度成正比。在地球上观测,基线是地球绕日轨道的半径,即1个天文单位(AU)。在木星上观测,基线是木星的轨道半径,即5.2 AU。

计算木星上的视差:

$$p_{\text{木星}} = p_{\text{地球}} \times (\text{木星轨道半径}) / (\text{地球轨道半径}) = 772 \text{ mas} \times 5.2 \text{ AU} / 1 \text{ AU} = 4014.4 \text{ 毫角秒(mas)}$$

单位换算: 题目要求将结果换算为角分(arcminutes)。

1 角分 = 60 角秒

1 角秒 = 1000 毫角秒

所以, 1 角分 = $60 \times 1000 = 60000$ 毫角秒

最终计算: $4014.4 \text{ mas} \div 60000 \text{ mas/角分} \approx 0.0669$ 角分。这个结果与选项 F 的 0.067 最接近, 故 F 正确。

【考点归纳】天文测量学, 周年视差的原理与计算。

78. 根据恒星演化理论, 在五十亿年后太阳将演化成为一颗红巨星。那时太阳半径 $1.12 \times 10^7 \text{ km}$, 表面温度仅为 2900 K 。此时地球表面温度()。(注: 目前太阳半径 $7 \times 10^5 \text{ km}$, 表面温度仅为 5800 K)

- A. 现在温度的4倍; B. 现在温度的2倍;
C. 现在温度的 1/2 倍; D. 现在温度的1/4倍; E. 不变。

【答案】B

【解析】

本题思路与 70 题相似, 由黑体辐射定律有 $F = \sigma T^4$, 其中 F 是黑体表面的辐射通量, 单位为 W/m^2 , T 是黑体的热力学温度, 单位为开尔文(K), σ 是常数。

恒星是球状黑体, 表面积是 $4\pi R^2$, 由此推出 $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$, 其中 L 为恒星总光度。

R 从 $7 \times 10^5 \text{ km}$ 变为 $1.12 \times 10^7 \text{ km}$, 是增大了 16 倍; T 从 5800 K 变为 2900 K , 是缩小到原来的 $\frac{1}{2}$;

$16^2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^4 = 16$, 即地球受到的太阳辐射能变为现在的 16 倍。

我们可以近似地认为地球处于热力学平衡状态, 受到太阳辐射能与地球作为黑体散失的热能是相等的, 其中地球作为黑体散失的热能遵循黑体辐射定律 $F = \sigma T^4$ 。当地球受到的太阳辐射增加 16 倍, 地球向宇宙散发的热能也增加 16 倍, 可推出 T 变为现在的两倍。故 B 正确。

【考点归纳】恒星演化, 斯特藩-玻尔兹曼定律, 行星表面温度估算。

79. 地球上的最高峰珠穆朗玛峰高 8844 m 。试选择如下正确答案()。

- A. 水星上的最高峰可能会高于珠穆朗玛峰; B. 月球上的最高峰可能会高于珠穆朗玛峰;
C. 金星上的最高峰可能会高于珠穆朗玛峰; D. 火星上的最高峰可能会高于珠穆朗玛峰;
E. 其他类地行星上的最高峰都不可能高于地球的珠穆朗玛峰。

【答案】ABCD

【解析】

山脉的极限高度主要受两个因素制约: 岩石圈的强度和星球表面的重力加速度。重力越小, 同样强度的岩石所能支撑的高度就越高。

地球的表面重力加速度为 g 。其他类地天体的表面重力与地球对比如下: 月球 ($\sim 0.17g$), 水星 ($\sim 0.38g$), 火星 ($\sim 0.38g$), 金星 ($\sim 0.90g$)。

D: 火星的重力远小于地球, 且没有板块运动, 火山可以长期在同一点喷发, 形成了太阳系最高的火山——奥林帕斯山, 其高度约 22 公里, 远超珠峰。故 D 正确。

C: 金星的最高峰是麦克斯韦山脉, 高达 11 公里, 也高于珠峰。故 C 正确。

A、B、E: 水星和月球的重力都远小于地球, 因此理论上完全可以支撑比珠峰更高的山脉。A、B 正确, E 错误。

【考点归纳】比较行星学, 行星地貌, 山脉高度的控制因素。

80. 比邻星距离我们 4.243 光年, 其视星等约 11.5 等。已知它正以 21.7 km/s 的速度靠近太阳, 那么大约() 万年后它将变得肉眼可见。(注: 人眼的极限视星等约 6 等)

- A. 0.1; B. 1; C. 5; D. 10; E. 20。

【答案】 C**【解析】**

1.星等与距离关系: $M=m+5-5\log_{10}d$, 其中 M 为绝对星等; m 为目视星等; d 为距离。

对于一个恒星, 其绝对星等是不变的。设距离为 d_1 时比邻星的视星等为 m_1 , 距离为 d_2 时比邻星的视星等为 m_2 , 可以推出视星等 m 和距离 d 的关系为 $m_2-m_1=5\log_{10}(d_2/d_1)$ 。

2.计算目标距离: 设当前距离为 $d_1=4.243$ 光年, 星等 $m_1=11.5$ 。目标星等为 $m_2=6$ (肉眼可见极限)。

$$6-11.5=5\log_{10}(d_2/d_1)$$

$$-5.5=5\log_{10}(d_2/d_1)$$

$$\log_{10}(d_2/d_1)=-1.1$$

$$d_2/d_1=10^{-1.1}\approx 0.0794$$

$$\text{目标距离 } d_2\approx 0.0794\times 4.243 \text{ 光年}\approx 0.337 \text{ 光年}$$

3.计算需要移动的距离:

$$\Delta d=d_1-d_2=4.243-0.337=3.906 \text{ 光年}$$

4.计算时间:

$$1 \text{ 光年}\approx 9.46\times 10^{12} \text{ km}$$

$$\Delta d\approx 3.906\times 9.46\times 10^{12} \text{ km}\approx 3.69\times 10^{13} \text{ km}$$

速度

$$v=21.7 \text{ km/s}$$

时间 (秒)

$$t=\frac{3.69\times 10^{13} \text{ km}}{21.7 \text{ km/s}}\approx 1.7\times 10^{12} \text{ s}$$

5.换算为年: $1 \text{ 年}\approx 3.15\times 10^7 \text{ 秒}$ 。

$$\text{时间 (年)} \quad t=\frac{1.7\times 10^{12}}{3.15\times 10^7}\approx 53968 \text{ 年}\approx 5.4 \text{ 万年}$$

此结果与选项 C 的“5 万年”最为接近, 故 C 正确。

【考点归纳】 恒星视星等与距离的关系, 天文学单位换算与运动学计算。

三、根据所给图件回答相关问题 (不定项选择题, 选对得1分, 选错一个扣0.5分)

图6 是某地的平面地质图, 请认真阅读图中内容并回答 81-85 题

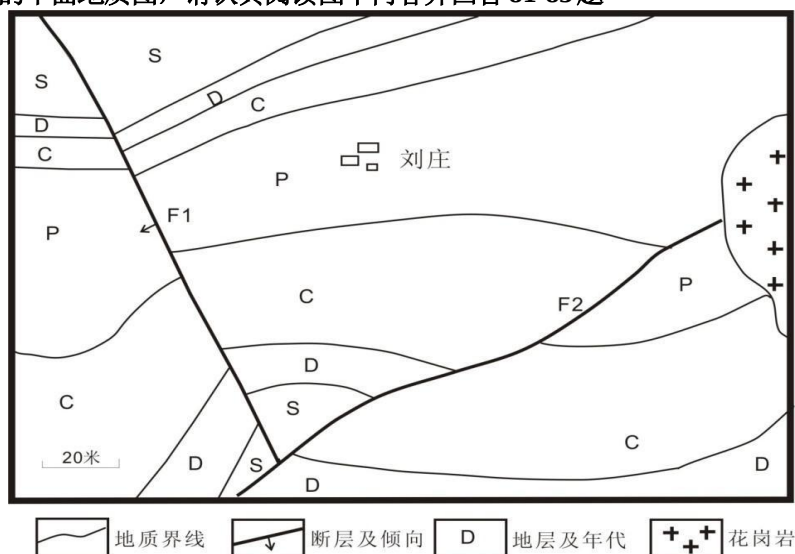


图6

81. 下列哪个地质事件发生的先后顺序正确的是:

- A. 古生代地层沉积→F2 断层作用→F1 断层作用→岩层褶皱→花岗岩侵入;
- B. 古生代地层沉积→花岗岩侵入→F1 断层作用→F2 断层作用→岩层褶皱;
- C. 古生代地层沉积→岩层褶皱→F1 断层作用→F2 断层作用→花岗岩侵入;
- D. 古生代地层沉积→花岗岩侵入→F2 断层作用→F1 断层作用→岩层褶皱.

【答案】C

【解析】

读图分析地质体之间的切割与被切割关系:

1. 地层 S、D、C、P 按顺序沉积, 这是最老的地质事件。
 2. 褶皱卷入了 S、D、C、P 地层, 表明褶皱作用发生在沉积之后。
 3. 断层 F1 和 F2 都切割已经褶皱的地层, 说明断层作用发生在褶皱之后。
 4. 右侧的花岗岩侵入体切穿了褶皱的地层和断层 F2。
 5. F2 断层到花岗岩中断, 表明花岗岩晚于 F2 形成, 说明花岗岩侵入是最晚的事件。
- 综合起来, 正确的顺序是: 沉积→褶皱→断层→岩浆侵入。选项 C 描述的顺序(古生代地层沉积→岩层褶皱→F1 断层作用→F2 断层作用→花岗岩侵入)符合这个大的框架, 是唯一合理的选项。这道题容易先入为主地认为 F1 晚于 F2 形成, 理由是 F1 向南延伸至 F2 终止。如果该假设成立, 则难以解释 F2 南北两侧地层的错动。因此这里还可以得到一个隐藏信息: F2 为一走滑断层, 且 F2 的形成使得 F1 断层的南段向西南方向错动, 第 85 题迎刃而解。

【考点归纳】地质图的判读, 利用切割律判断地质事件的相对顺序。

82. 位于刘庄一带的构造是:

- A. 背斜; B. 向斜; C. 不整合; D. 地堑。

【答案】B

【解析】

图中地层年代由老到新为 S→D→C→P。刘庄位于地层 P 的分布区, 其两侧依次对称分布着更老的地层 C、D、S。这种岩层中间新、两翼老的分布规律, 是向斜构造的典型特征。

【考点归纳】地质图的判读, 根据岩层新老关系识别褶皱构造(背斜、向斜)。

83. 推测本地区大规模的构造运动发生在:

- A. 奥陶纪; B. 石炭纪; C. 泥盆纪; D. 花岗岩侵入前。

【答案】D

【解析】

图中最晚沉积的地层是 P (二叠系)。本次大规模的构造运动(褶皱和断层)使得包括二叠系在内的所有地层都发生了变形。而花岗岩侵入体没有发生褶皱, 并且切割了褶皱和断层, 说明它是构造运动之后发生的。因此, 可以确定这次大规模构造运动发生在花岗岩侵入之前。

【考点归纳】地质历史分析, 确定构造运动的发生时代。

84. F1断层的类型是:

- A. 正断层; B. 逆断层; C. 左旋走滑断层; D. 右旋走滑断层。

【答案】A

【解析】

F1 断层穿过了多个地层, 且有地层(二叠系尤为明显)在地面出露的宽度发生了变化。倘若考虑走滑运动, 图片上部为右旋, 下部为左旋, 在只考虑单一运动模式的情况下认为断层两侧地层只发生了垂直方向的运动, 因此排除 C、D 选项。当横向或斜向断层切过褶皱时, 会使褶皱核部在断层两侧发生宽窄的变化, 向斜核部变窄或背斜核部变宽的一盘为上升盘, 反之为下降盘。此处为一向

斜，断层箭头指示上盘方向，这里上盘的二叠系较宽，表明发生了下降。上盘下降为正断层，因此这道题正确答案为 A。

【考点归纳】断层类型的判读。

85. F2断层的类型为()和滑移距离约()。

- A.左旋走滑，20米； B.左旋走滑，40米；
C.右旋走滑，20米； D.右旋走滑，40米。

【答案】D

【解析】

观察 F2 断层两侧的 C/P 地层界线。站在断层南侧向北看，北侧的地层界线向右手方向发生了位移，因此是右旋走滑断层。

滑移距离：利用图左下角的比例尺（20 米）。目测 F2 断层对 C/P 界线的水平错动距离，大约是比例尺长度的两倍。因此，滑移距离约为 $2 \times 20 = 40$ 米。

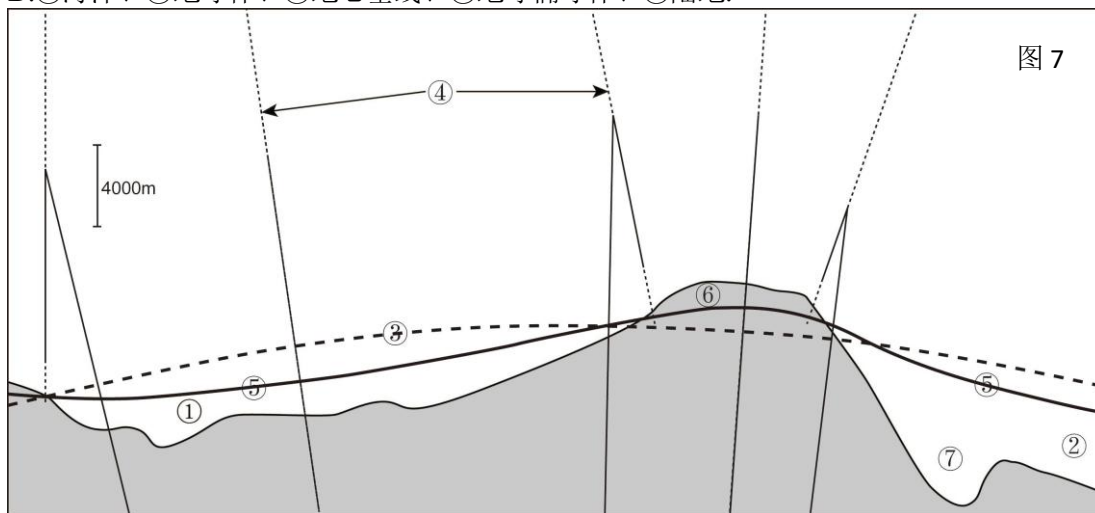
结合两点判断，应选择“右旋走滑，40 米”。

【考点归纳】断层类型的判读，利用地质图比例尺估算断层位移距离。

图7是地球表面某部分的剖面图，请根据该图回答下面问题

86. 下面对本区地貌单元和各种线段涵义描述正确的是：

- A.①海洋、③地球椭球体、④铅垂线、⑤地球体、⑥陆地；
B.①边缘海、②大洋盆地、③地球椭球体、④铅垂线、⑤地球体、⑦海沟；
C.②海洋、③地球体、④地心垂线、⑤水平面、⑦深水盆地；
D.①海洋、③地球体、④地心垂线、⑤地球椭球体、⑥陆地。



【答案】B

【解析】

该图是大地测量学和地球物理学中描述大地水准面、参考椭球体和地壳构造的示意图。

③是一条平滑规则的曲线，代表用于计算和定位的数学参考面——地球椭球体。

⑤是起伏不平的，它代表了平均海平面，并延伸到大陆之下，是重力等势面，这个面被称为大地水准面，也称地球体 (Geoid)。它在海洋（密度较低）处略低于椭球体，在大陆（密度较高）处略高于椭球体。

④是垂直于大地水准面（⑤）的铅垂线，指向重力的方向。

⑥是高出海平面的陆地（火山弧或海岸山脉）。

⑦是板块俯冲形成的海沟。

①和②是不同区域的海洋。

综合来看，选项B对各地理元素和线段的标注最为准确和详细。

【考点归纳】 固体地球概况，板块构造。

87. 图7中⑦区可能出现什么地质现象？

A.深源地震+火山+增生楔；

B.深源地震+火山+花岗岩；

C.浅源地震+深海沉积物+花岗岩；

D.浅源地震+深海沉积物+增生楔。

【答案】 D

【解析】

⑦区是海沟。

海沟是地球上地震活动最强烈的地带之一，特别是板块接触界面上会发生强烈的浅源地震。深源地震则发生在俯冲下去的板块深处，应该相较于⑦更加深入陆一侧，因此海沟处一般无深源地震。

由于海沟是负地形，有些学者将其也作为海洋这个巨大的沉积盆地的边缘，其也会沉积从大陆输入的远端沉积或浊流沉积物以及海洋输送来的深海沉积物，因此可以出现大量沉积物。

在俯冲过程中，大洋板块上的沉积物会被刮削下来，堆积在大陆板块的前缘，形成增生楔构造，它位于海沟的陆向一侧。

花岗岩作为侵入型岩浆岩，一般很少出现在海沟地区，多出现在陆内并作为碰撞边界的产物。

火山活动发生在俯冲板块熔融后岩浆上升并喷发的⑥区（火山弧），而不是⑦区（海沟）。因此，D选项（浅源地震+深海沉积物+增生楔）最准确地描述了海沟区域本身的地质现象。

【考点归纳】 俯冲带的地质作用与地貌单元（海沟、增生楔、火山弧）的特征。

88. 图7中⑥区可能出现什么地质现象？

A.地震+低温高压变质岩+硅质岩；

B.地震+硅质岩+低温高压变质岩；

C.地震+安山岩+低压高温变质岩；

D.地震+蛇绿岩+硅质岩。

【答案】 C

【解析】

⑥区是俯冲带上方的火山弧或活动陆缘山脉。

该区下方有俯冲的板块，会引发中、深源地震，同时岩浆活动也会导致浅源地震。

俯冲板块熔融形成的岩浆以中酸性岩浆为主，喷出地表常形成安山岩，这是岛弧和活动陆缘的标志性岩石。实际上，安山岩的名字就来自于在安第斯山脉广泛分布的中型喷出岩。

在火山弧的深处，岩浆侵入会烘烤围岩，形成以接触变质为主的低压高温变质带。而低温高压变质岩（如蓝片岩）形成于俯冲下去的冷板块内部。

因此，C选项完美地组合了活动陆缘带的三大典型地质特征。

【考点归纳】 俯冲带的岩浆作用和变质作用。

89. 该区属于哪种大陆边缘？

A.活动大陆边缘；

B.被动大陆边缘；

C.安第斯型大陆边缘；

D.西太平洋性大陆边缘。

【答案】 AD

【解析】

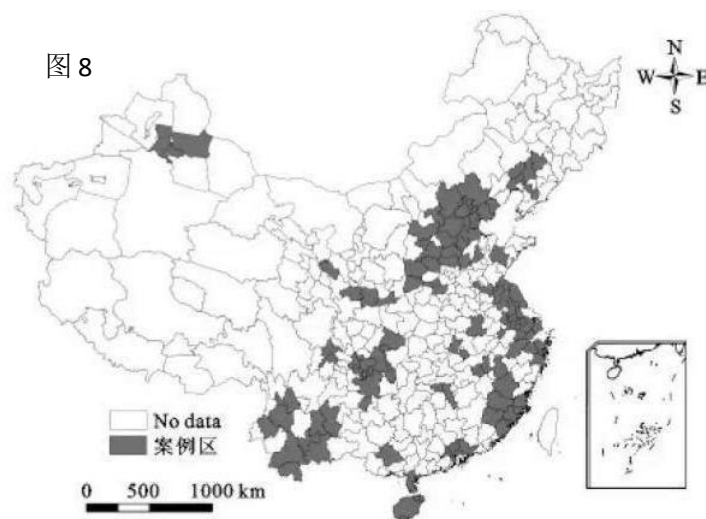
图中清晰地显示了板块的俯冲、海沟和火山弧，这是典型的活动大陆边缘的特征，即大陆边缘就是板块的汇聚边界。因此A正确。

被动大陆边缘则不位于板块边界，没有这些构造活动。因此B错误。

活动大陆边缘又可分为两类：当大洋板块俯冲到大陆板块之下时，称为安第斯型大陆边缘（或称陆缘弧），如南美安第斯山脉，形成海沟-陆缘弧的模式；当大洋板块俯冲到另一个大洋板块之下时，称为西太平洋型大陆边缘（或称岛弧），如日本群岛，形成沟-弧-盆的模式。图中在海沟向大陆一侧出现有岛弧，岛弧再向陆一侧出现边缘海（弧后盆地），因此属于西太平洋型。C 错误，D 正确。

【考点归纳】 汇聚板块边缘模式。

图8为中国耕地土壤重金属污染分布图，请回答以下问题



90. 中国耕地土壤中最常见的重金属污染物为：

A.Pb; B.Hg; C.Cd; D.As。

【答案】 C

【解析】 这道题需要结合图示区域和对我国土壤污染状况的背景知识。图2中显示的污染高风险区，如湖南、江西、广东、广西、云南、贵州等，是我国南方重要的水稻产区，也是有色金属矿产资源富集和工业活动密集的区域。在我国，由采矿、冶炼、工业废水排放以及化肥、农药施用等导致的镉(Cd)污染是耕地中最普遍和最严重的重金属污染问题之一，尤其是在南方酸性土壤地区。

【考点归纳】 环境地球化学；我国土壤重金属污染现状。

91. 耕地土壤中（90题结果）所述重金属最容易被何种作物吸收？

A.小麦; B.大米; C.玉米; D.大豆。

【答案】 B

【解析】 不同作物对重金属的吸收和富集能力不同。在主要粮食作物中，水稻是对镉(Cd)吸收和富集能力最强的作物之一。镉容易通过水稻根系被吸收，并向上迁移，最终在稻米（籽粒）中积累，从而通过食物链对人体健康构成威胁。

【考点归纳】 环境生态学；重金属在土壤-植物系统中的迁移。

92. 长期食用受（90题结果）所述重金属污染的作物会导致哪种病变？

A.克山病; B.水俣病; C.大骨节病; D.痛痛病。

【答案】 D

【解析】 痛痛病(Itai-itai disease)是最早在日本发现的由环境镉(Cd)污染导致的疾病，典型症状是骨质疏松、骨骼严重疼痛。水俣病由汞(Hg)污染引起。克山病和大骨节病与硒(Se)缺乏有关。

【考点归纳】 环境医学；典型重金属污染公害病。

93. 土壤中（90 题结果）所述重金属在未污染的土壤中含平均约为：
A.0.05 mg/kg； B.0.35 mg/kg； C.0.85 mg/kg； D.1.35 mg/kg。

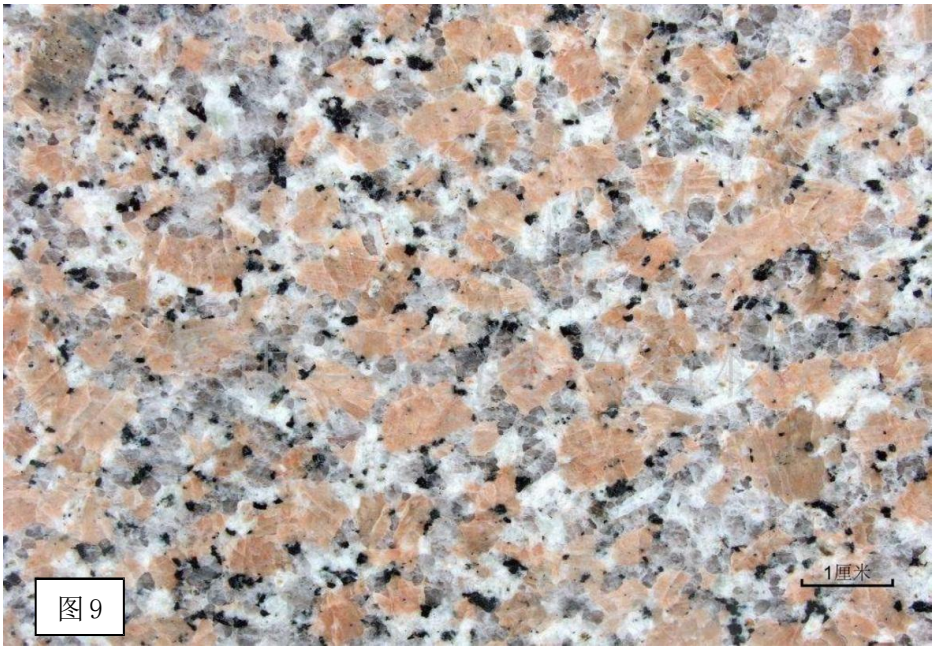
【答案】 B
【解析】 镉在未被污染的土壤中含平均约为 0.35 mg/kg。
【考点归纳】 地球化学；地壳与土壤的平均化学组成。下表列出了常见的重金属元素在地壳与土壤中的含量（单位：mg/kg）。

元素	土壤	地壳	元素	土壤	地壳
As	7.2	1.5	Cu	25	50
Cd	0.35	0.11	Hg	0.09	0.05
Cr	54	100	Pb	19	14

94. 为降低作物对土壤（90 题结果）所述重金属的吸收，正确的做法有：
A.降低土壤的pH； B.提高土壤的pH； C.降低土壤的 E_h ； D.提高土壤的 E_h 。

【答案】 BC
【解析】
土壤中重金属的活性和生物有效性受pH（酸碱度）和 E_h （氧化还原电位）的强烈影响。降低其活性是减少作物吸收的关键。绝大多数重金属（如镉、铅、铜、锌等）在酸性条件下（低pH）的溶解度和移动性更高，更容易被植物吸收。反之，通过施用石灰等物质提高土壤pH，使其偏向碱性，可以使这些重金属离子形成难溶的氢氧化物或碳酸盐沉淀，从而被固定在土壤中，降低其生物有效性。A项错误，B项正确。 E_h 是衡量土壤氧化还原能力的指标。在降低土壤 E_h （即创造还原或缺氧条件，如土壤淹水）时，许多重金属离子可以与硫离子结合，形成极其难溶的硫化物（如CdS、PbS）沉淀下来，从而被固定。反之，提高 E_h （氧化条件）可能会使这些硫化物再氧化，重新释放出重金属离子。D项错误，C项正确。故本题选择BC项。
【考点归纳】 土壤化学，土壤污染与修复，土壤 pH 值和 E_h 值对重金属活性的影响。

图9 是某种岩石的光面照片，根据照片回答 95-98 题。



95. 照片中显示的岩石是：
A.砂岩； B.花岗岩； C.辉长岩； D.大理岩。

【答案】B**【解析】**

A: 错误。砂岩属于沉积岩, 主要特征是具有碎屑结构(由砂粒及胶结物组成), 肉眼或光面照片中可观察到明显的砂粒颗粒(直径 0.05–2 mm) 及胶结物填充的孔隙, 无粗粒结晶矿物的完整晶体形态, 与照片中岩石特征不符。

B: 正确。花岗岩属于酸性侵入型火成岩, 具有全晶质粗粒结构(矿物颗粒肉眼可清晰分辨), 主要矿物组合为石英(无色透明或乳白色)、钾长石(肉红色或浅黄白色)、斜长石(灰白色)及少量黑云母(黑色片状)。光面照片中可观察到这四种矿物的完整晶体及均匀分布的粗粒结构, 符合花岗岩的典型特征。

C: 错误。辉长岩属于基性侵入型火成岩, 主要矿物为辉石(黑色或暗绿色)和斜长石(灰白色), 无石英和钾长石, 且整体颜色较深(暗灰色或灰黑色)。与照片中岩石特征不符。

D: 错误。大理岩是变质岩, 由石灰岩重结晶形成, 主要矿物为方解石或白云石, 常呈均一的浅色、粒状变晶结构, 不会有图中明显的长石、石英、云母组合。

【考点归纳】三大岩类典型岩石的结构与矿物组成差异:

沉积岩(砂岩): 碎屑结构, 矿物以石英、长石碎屑为主, 含胶结物, 无完整粗粒晶体;

火成岩(花岗岩): 全晶质粗粒结构, 矿物组合为石英+钾长石+斜长石+黑云母, 晶体形态完整, 颜色多样(肉红、灰白、黑色等);

火成岩(辉长岩): 全晶质中粗粒结构, 矿物为辉石+钙长石, 无石英、钾长石, 颜色深;

变质岩(大理岩): 粒状变晶结构, 矿物以方解石为主, 颜色单一(白、浅灰), 具盐酸反应。

96. 该岩石的主要化学成分是:

A.硅酸盐; B.碳酸盐; C.磷酸盐; D.以上都不是。

【答案】A**【解析】**

此前确定该岩石为花岗岩, 其主要矿物为石英(SiO_2)、钾长石(KAlSi_3O_8)、斜长石

$\{(100-n)\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot n\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, 其中 n 代表钠长石组分的比例}、黑云母

$\{\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH}, \text{F})_2\}$ 。这些矿物均属于硅酸盐矿物(化学组成中含 SiO_4 四面体结构)。

【考点归纳】主要岩石类型的化学成分分类:

硅酸盐岩石: 绝大多数火成岩(如花岗岩、辉长岩、玄武岩)、变质岩(如片麻岩、片岩)及部分沉积岩(如长石砂岩), 核心成分含 SiO_4 四面体, 是地壳中分布最广的岩石类型;

碳酸盐岩石: 主要为沉积岩(灰岩、白云岩)和变质岩(大理岩), 此外也存在碳酸盐岩浆凝结成的碳酸盐质火成岩, 核心成分含 CO_3^{2-} , 具盐酸反应;

磷酸盐岩石: 少见, 主要为磷块岩等, 核心成分含 PO_4^{3-} , 多与生物沉积相关。

97. 你根据岩石中的什么现象判断其岩石类型的?

A.隐晶质结构; B.块状结构; C.碎屑结构; D.粗粒结构。

【答案】D**【解析】**

A: 错误。隐晶质结构是指矿物颗粒细小(直径 <0.02 mm), 肉眼或普通光面照片中无法分辨单个晶体, 仅能观察到岩石整体的颜色和光泽, 常见于喷出型火成岩(如玄武岩、流纹岩)。与照片中岩石特征不符。

B: 错误。块状结构是指岩石中矿物分布均匀, 无明显的定向性或层理、条带等构造, 是多种岩石(如花岗岩、大理岩、砂岩)共有的构造特征, 不具有岩石类型判别特异性。仅通过块状结构无法区分花岗岩与其他岩石, 因此不能作为判断依据。

C: 错误。碎屑结构是沉积岩(如砂岩、砾岩)的典型结构, 由母岩风化形成的碎屑颗粒(如砂粒、

砾石)及胶结物组成,颗粒间有明显的胶结界面。与照片中岩石特征不符。

D: 正确。粗粒结构是指岩石中矿物颗粒直径 $>1\text{ mm}$, 肉眼或光面照片中可清晰分辨单个晶体的形态和边界, 是花岗岩(酸性侵入型火成岩)的典型结构特征。花岗岩因岩浆在地下缓慢冷却, 矿物有充足时间生长为粗粒晶体, 这一结构可明确区分于隐晶质结构的喷出岩、碎屑结构的沉积岩, 因此是判断其岩石类型的关键现象。

【考点归纳】 岩石结构的定义与分类:

结构: 指岩石中矿物颗粒的大小、形状、排列方式及相互关系, 是区分岩石类型的核心依据之一;
主要结构类型:

隐晶质结构: 颗粒细小, 不可见单个晶体(喷出型火成岩);

粗粒结构: 颗粒直径 $>1\text{ mm}$, 可见单个晶体(侵入型火成岩, 如花岗岩);

碎屑结构: 含碎屑颗粒及胶结物(沉积岩);

粒状变晶结构: 颗粒呈等粒状, 无明显晶体形态(变质岩, 如大理岩)。

98. 照片中主要的矿物组合是:

- A. 石英、正长石、斜长石、角闪石; B. 方解石、正长石、斜长石、辉石;
C. 石英、正长石、斜长石、黑云母; D. 方解石、石英、正长石、黑云母。

【答案】 C

【解析】

A: 错误。角闪石是中性火成岩(如闪长岩)的主要矿物, 花岗岩的典型矿物组合中不含角闪石, 虽然花岗岩中可能含有少量角闪石, 但是其暗色矿物以黑云母为主, 尤其在以钾长石为主的花岗岩中角闪石含量极低。

B: 错误。方解石是碳酸盐矿物(如大理岩、灰岩的主要成分), 辉石是基性火成岩(如辉长岩、玄武岩)的主要矿物, 二者均不属于花岗岩的矿物组成。

C: 正确。花岗岩作为酸性侵入型火成岩, 其主要矿物组合为“石英+长石+少量暗色矿物”: 石英(无色透明或乳白色, 硬度7)、正长石(钾长石, 肉红色或浅黄白色)、斜长石(灰白色, 常具聚片双晶)是主要的浅色矿物, 黑云母(黑色片状, 具完全解理)是常见的暗色矿物。

D: 错误。方解石是碳酸盐矿物, 并非花岗岩的组成矿物(花岗岩为硅酸盐岩石)。

【考点归纳】 花岗岩的典型矿物组合规律:

核心矿物分类: 花岗岩的矿物按颜色和成分可分为浅色矿物(占比约85%-90%)和暗色矿物(占比约10%-15%);

浅色矿物: 必含石英(酸性岩的标志性矿物, SiO_2 纯矿物)、正长石(钾长石, 含 KAlSi_3O_8)、斜长石(含 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 或 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, 以钠长石为主);

暗色矿物: 主要为黑云母{含 $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH,F})_2$ }, 偶含少量白云母, 不含角闪石、辉石等中基性暗色矿物。

图10 是洋底沉积分布图, 灰色代表大陆, 红黑色为大洋中脊, 红橙褐黄绿蓝紫色代表海底沉积物。海底沉积物大致以大洋中脊为中心, 向两侧至大陆总的从薄到厚。

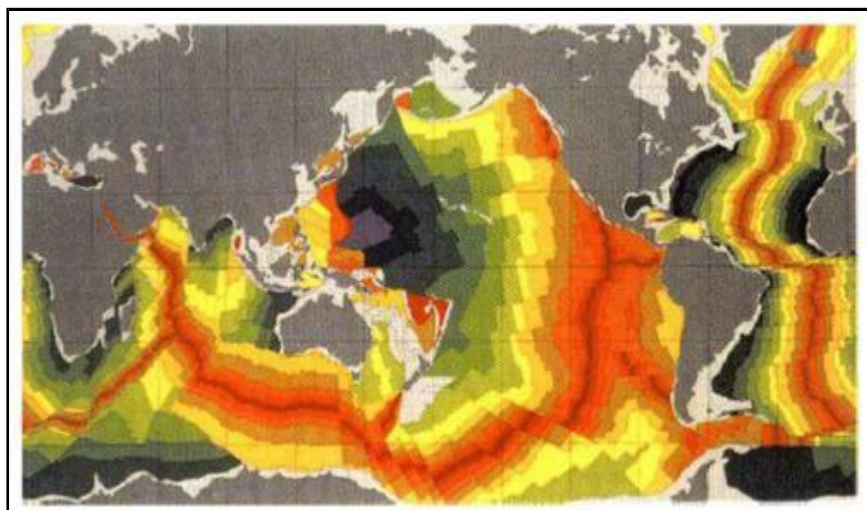


图10

99. 海底沉积物年龄整体由大洋中脊至大陆发生了怎样的变化?

- A.由新至老; B.由老至新; C.没有变化; D.新老变化交替出现。

【答案】A

【解析】

图 10 显示的是洋壳年龄分布, 颜色由红到紫代表年龄由新到老。海底沉积物直接覆盖在洋壳之上, 因此在任何一个位置, 最底层的沉积物年龄不可能比它下方的洋壳更老。由于洋壳在大洋中脊处最新, 向大陆方向越来越老, 所以覆盖在其上的沉积物的最老年龄也是由新至老变化的。

【考点归纳】海底扩张学说, 洋壳年龄与沉积物年龄的关系。

100. 下列 () 作用可以造成海底沉积物大致以大洋中脊为中心, 向两侧至大陆总的表现为从无到有, 从薄到厚。

- A.海底生物分布; B.海底扩张; C.板块运动; D.地震和海啸。

【答案】BC

【解析】

此题与第 56 题内容基本相同。

海底扩张是导致这一现象的直接原因。大洋中脊是新洋壳诞生的地方, 年龄为零, 所以没有沉积物。随着海底扩张, 洋壳向两侧移动, 年龄越来越大, 也就有了越来越长的时间来接收和累积沉积物, 导致沉积层从无到有, 从薄到厚。

板块运动是包括海底扩张在内的更宏观的理论, 因此也是根本原因。

【考点归纳】海底扩张学说的地质证据。

2019年国际地球科学奥林匹克竞赛选拔赛决赛 参考答案与解析

注 意 事 项

在答题前请认真阅读本注意事项及答题要求

1. 本试卷共分为三个部分，第一部分为单选题，第二部分为不定项选择题，第三部分为读图、单选题。本次考试时间为 150 分钟。考试结束后，请将本试卷、答题卡、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。
4. 考试开始 30 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、单选题（每题1分，答错不得分）

1. 下列哪个矿物不可能出现 2 组解理？

A. 白云母; B. 角闪石; C. 辉石; D. 正长石;

【答案】 A

【解析】

A: 白云母属于层状硅酸盐矿物, 其晶体结构具有明显的层状特征, 层间结合力较弱, 仅发育 1 组极完全解理, 能够沿解理面剥成薄片, 不可能出现 2 组解理, 该选项正确。

B: 角闪石属于链状硅酸盐矿物, 晶体结构中链与链之间存在特定的薄弱面, 发育2组中等解理, 解理夹角约为 124° 和 56° , 该选项错误。

C: 辉石同样是链状硅酸盐矿物，不过其链的连接方式与角闪石不同，发育 2 组中等解理，解理夹角约为 87° 和 93° ，存在 2 组解理，不符合题目要求，该选项错误。

D: 正长石属于架状硅酸盐矿物, 晶体结构中有特定的原子排列薄弱方向, 发育2组解理, 解理夹角约为 90° , 有2组解理, 不符合题意, 该选项错误。

【考点归纳】 常见矿物的解理特征

层状硅酸盐矿物 (如白云母): 多发育 1 组解理, 因层间结合力远弱于层内结合力, 易沿层间裂开。

链状硅酸盐矿物(如角闪石、辉石): 通常发育2组解理, 链间结合力相对较弱, 且不同链状矿物解理夹角不同, 可用于区分。

架状硅酸盐矿物 (如正长石): 多数发育 2 组解理, 其解理方向与晶体结构中的原子排列规律相关。

2. 一个花岗岩体侵入到灰岩和砂岩地层中，形成的变质岩分别是？

A. 大理岩和石英岩

B. 片岩和大理岩

C. 片岩和片麻岩

D. 石英岩和片麻岩

【答案】 A

【解析】

灰岩的主要成分是碳酸钙 (CaCO_3)，在花岗岩侵入带来的高温高压变质作用下，碳酸钙晶体重新结晶，形成大理岩；砂岩的主要成分是石英 (SiO_2)，在变质作用下，石英颗粒发生重结晶、胶结作用加强，形成石英岩。

【考点归纳】 不同原岩的接触变质产物

灰岩(碳酸盐岩): 主要成分碳酸钙, 在接触变质作用下, 发生重结晶, 形成大理岩。

砂岩(碎屑岩, 主要成分为石英): 在接触变质作用下, 石英颗粒重结晶, 胶结物也发生变质, 形成石英岩。

黏土岩(如页岩、泥岩): 接触变质后通常形成片岩、板岩等, 具有明显的片理或板理构造。

3. 下列哪个因素可能不影响河流阶地的形成

- A. 侵蚀基准面的变化 B. 平衡剖面的形成
C. 地壳的抬升 D. 地壳的沉降

【答案】 B**【解析】**

河流阶地是指由于河流下切侵蚀作用, 使得原有的河漫滩或谷底被废弃而形成的阶梯状地貌。其形成主要与地壳的间歇性抬升或气候变化(如海平面升降, 即侵蚀基准面变化) 导致的侵蚀和堆积交替作用有关。

A. 侵蚀基准面(如海平面) 的变化会影响河流的下切能力, 从而影响阶地的形成。

B. 平衡剖面是指河流达到平衡状态的理想纵剖面, 通常是凹向上游、凸向海平面的光滑曲线。平衡剖面的形成是河流长期作用的结果, 理论上来说任何河流都可以形成平衡剖面, 而平衡剖面的形成会并不是导致阶地形成的直接因素。

C. 地壳的间歇性抬升会使河流的下切能力增强, 导致阶地的形成。

D. 地壳的沉降会导致河流下切能力减弱或发生堆积, 也影响阶地的形成。

【考点归纳】 河流地貌, 特别是河流阶地的形成原因。**4. 下列关于沼泽的说法哪个是不正确的**

- A. 很多沼泽是由湖泊转化形成的 B. 近海地段也可以形成沼泽
C. 沼泽形成过程中伴有泥炭的形成 D. 沼泽形成于低洼的地段

【答案】 C**【解析】**

A: 湖泊在发展过程中, 由于泥沙沉积、水生生物遗体堆积, 湖底逐渐抬高, 水深变浅, 当水深浅到一定程度, 水生植物大量生长, 逐渐向沼泽演化, 这是沼泽形成的常见途径之一, 该选项正确。

B: 近海地段如河口三角洲、潮间带等区域, 地势低平, 海水周期性淹没, 且水分蒸发较弱、排水不畅, 加上植物的生长和堆积, 可形成滨海沼泽(如红树林沼泽), 该选项正确。

C: 沼泽分为泥炭沼泽和潜育沼泽。泥炭沼泽中, 由于水分充足、氧气缺乏, 植物遗体分解缓慢, 逐渐堆积形成泥炭; 而潜育沼泽(又称无泥炭沼泽), 因水分运动较快、矿物质含量高或温度等条件不适宜, 植物遗体分解彻底, 没有泥炭堆积, 所以并非所有沼泽形成过程都伴有泥炭形成, 该选项错误。

D: 低洼地段地势低, 容易积水, 为水分的汇集和滞留提供了条件, 同时也有利于水生植物的生长和繁殖, 是沼泽形成的重要地形条件, 该选项正确。

【考点归纳】 沼泽的形成条件

地形条件: 通常形成于地势低洼、排水不畅的区域, 如盆地、洼地、河口三角洲、湖滨等, 利于水分汇集。

水文条件: 有稳定的水源补给(如降水、地下水、河水、海水等), 且水分蒸发量小于补给量, 能长期保持积水或过湿状态。

生物条件：有适应湿地环境的植物生长，植物遗体的堆积和分解状况影响沼泽类型（泥炭沼泽或潜育沼泽）。

5. 霸王龙出现在哪个地质年代？

A. 三叠纪 B. 侏罗纪 C. 白垩纪 D. 古近纪

【答案】C

【解析】

霸王龙的形象虽然出现在电影《侏罗纪公园》中，但它其实生活在白垩纪末期，并在白垩纪末期灭绝。因此，答案是C。

【考点归纳】地质年代和古生物。

6. 图1为大气圈的垂直分层结构，臭氧层位于距地表约 _____ km 的_____。

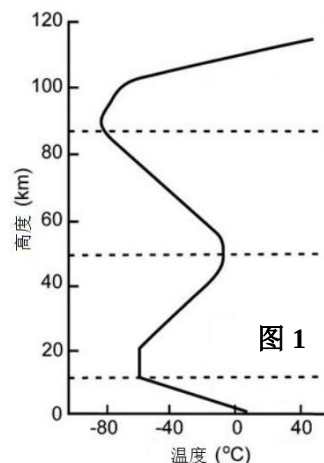
A. 5-10，平流层 B. 5-10，对流层 C. 20-30，平流层 D. 20-30，对流层

【答案】C

【解析】

根据大气垂直分层结构，对流层高度约为0-10 km，温度随高度增加而降低；平流层高度约为10-50 km，温度随高度增加而升高，其中在20-30 km处温度升高最快，这是因为该处存在臭氧层，吸收了大量的紫外线。再依据图1所显示的大气温度随高度的变化，在0-10 km处，温度随高度降低，为对流层。在10-50 km处，温度随高度升高，为平流层。其中在20-30 km处有一个明显的温度峰值，这是臭氧层吸收紫外线导致周围大气升温的结果。因此，臭氧层位于距地表约20-30 km处的平流层。故本题选择C项。

【考点归纳】大气圈的垂直分层及各层的特征。



7. 图2为一条假定污染河流中生化需氧量

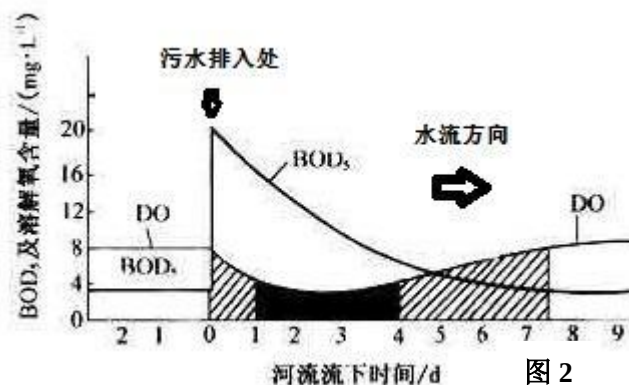
（BOD）和溶解氧（DO）的变化曲线。横坐标从左至右表示河流的流向和距离，流经时间以日（d）计；纵坐标表示BOD和DO的浓度单位mg/L。如果流入的污水量和浓度全年无大变化，河流的流量也大致不变，则DO曲线的最低点位置与污水排入河流处的距离在夏季（ ）冬季；

A. 大于； B. 小于； C. 等于； D. 无法判断

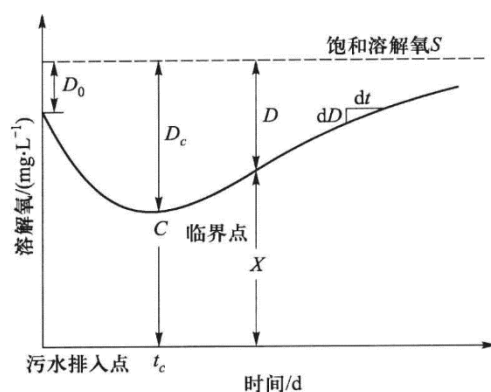
【答案】B

【解析】本题考查水体生化自净过程中的氧垂曲线。水体生化自净过程即在微生物作用下，水体中的有机污染物分解的过程。两个重要概念：生化需氧量（BOD）指污水中的有机物全部被微生物分解所需要的氧，可用于指示水体有机污染物的含量；溶解氧（DO）指水体中溶解的氧含量。

污水进入河流后，其中的有机污染物会在微生物的作用下氧化分解，从而降低水体的溶解氧含量；与此同时，大气中的氧向缺氧水体溶解扩散，水生植物光合作用产生氧气，使水体的溶解氧含量逐



渐恢复。在临近排污口的河段，河水有机物较多，耗氧速率大于复氧速率，水中溶解氧含量逐渐降低；随着河水有机物的氧化分解，耗氧速率逐渐降低，在下游与复氧速率持平，此时，水中溶解氧含量最低，该点被称为氧垂点。在氧垂点之后，耗氧速率低于复氧速率，水中溶解氧含量逐渐回升；但是当排入水体的污染物过多，或水体氧含量不足时，溶解氧会在氧垂点甚至氧垂点之前降至0，此时，该段水体中的有机污染物将进行厌氧分解，使水体发黑发臭，陷入水质恶化的正反馈循环。以DO为纵轴，污水排放后流经的时间或距离为横轴绘制图像，就得到了题目中DO的变化曲线，我们称其为氧垂曲线。



氧垂曲线（蒋展鹏等，2013）

在氧垂曲线中，氧垂点的位置与污染物含量、水体复氧能力、流量和温度均有关，本题关注其与温度的关系。当夏季水温升高时，水体溶解氧含量降低，且微生物分解速率加快；在二者的共同影响下，氧垂点比冬季时更早到来。因此B项正确。

【考点归纳】水体生化自净过程中的氧垂曲线。

8. 常被用于示踪地下水-岩相互作用的程度、地下水混合过程以及岩石裂缝中次生碳酸盐的流体来源的同位素是什么？

A. 氢； B. 氧； C. 锶； D. 铯

【答案】C

【解析】本题考查地下水与碳酸盐岩研究中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 同位素比值示踪法的应用。Sr有4种天然存在的稳定同位素： ^{84}Sr 、 ^{86}Sr 、 ^{87}Sr 和 ^{88}Sr 。其中， ^{87}Sr 是放射成因同位素，由 ^{87}Rb 经 β 衰变形成，而 ^{86}Sr 是非放射成因同位素。因此，在不同成分的碳酸盐岩中， $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 的比值不同。在富Rb的岩石如白云岩中，含有更多放射成因的 ^{87}Sr ，因此 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值较大；而在富Sr的岩石如灰岩中， $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值则较小。地下水的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值与其接触的岩石矿物相似，且Sr同位素在生物化学等自然过程中几乎不发生任何显著分馏，因此其同位素比值反映了所流经区域岩石、矿物的同位素成分特征。因此C项正确。

【考点归纳】地下水与碳酸盐岩研究中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 同位素比值示踪法的应用。

9. 土壤中的矿物按其成因可分为原生矿物和次生矿物，下列哪种类型矿物不属于土壤原生矿物？

A. 硅酸盐； B. 碳酸盐； C. 磷酸盐； D. 硫化物

【答案】B

【解析】本题考查土壤矿物质的分类及矿物的风化稳定性。土壤中的矿物质可以分为原生矿物和次生矿物。原生矿物即直接来源于母岩的矿物，多以砂粒或粉粒的形态存在，以不易风化的氧化物和硅酸盐占绝对优势，代表矿物如石英、长石、云母等，也有硫化物如黄铁矿、磷酸盐如磷灰石等。

次生矿物即成土过程中由原生矿物分解转化形成的矿物，多以黏粒形态存在，以层状硅酸盐黏土矿物为主，代表矿物为高岭石、蒙脱石、伊利石、绿泥石等，也有针铁矿、三水铝石等非硅酸盐矿物。碳酸盐类矿物在地表环境风化稳定性低，易溶解转移，通常难以以碎屑形式保存至成土阶段，因此不属于土壤原生矿物。因此B项正确。

【考点归纳】土壤矿物质的分类；矿物的风化稳定性。

10. 地球上储量排名前三的水体依次为：

- A. 海洋、盐湖和内海、淡水湖； B. 海洋、淡水湖、地下水；
C. 海洋、冰冠和冰川、地下水； D. 海洋、盐湖和内海、河流

【答案】 C

【解析】

地球上最大的水体是海洋，占地球总水量的97.2%。淡水资源中，冰冠和冰川的储量最大，约占淡水总量的68.7%。其次是地下水，约占29.9%。因此，地球上储量排名前三的水体依次是：海洋、冰冠和冰川、地下水。故本题选择C项。

【考点归纳】地球水体的储量构成。

11. 当铁磁物质加热到一定温度时，原来的磁性就会消失，把这个温度叫做？

- A. 熔点； B. 消磁点； C. 居里点； D. 等温点

【答案】 C

【解析】

居里点（Curie point）是铁磁性物质转变为顺磁性物质的温度。当温度高于居里点时，物质的自发磁化现象消失，磁性急剧减弱。因此，答案为C。

【考点归纳】居里点的概念。

12. 地球内部以液体形态存在的圈层为：

- A. 软流圈； B. 内核； C. 外核； D. 下地幔

【答案】 C

【解析】

地震波的研究表明，S波无法穿过外核，而S波只能在固体中传播，这是证明外核是液态的关键证据，C选项正确。软流圈被认为是具有塑性的，处于局部熔融状态，但并非液体，A选项错误。内核在极高的压力下，尽管温度更高，但呈固态，B选项错误。下地幔是固态的，D选项错误。

【考点归纳】地球内部圈层划分。

13. 关于地球内部温度变化，下面描述不正确的是：

- A. 由地表向下，可分为变温带、恒温带和增温带；
B. 地幔温度变化受太阳辐射的影响；
C. 地核与地幔的边界是温度突变的界面； D. 地核内温度随深度增加。

【答案】 B

【解析】

在岩石圈地壳浅层，温度分布划分为变温带、恒温带和增温带，故A选项正确。变温带（深度约几

十米)受气温季节性和昼夜变化影响;恒温带位于变温带之下,温度基本恒定,约等于当地的年平均气温;增温带位于恒温带之下,温度开始稳定地随深度增加,表现出地温梯度。地幔处于地球深部,其温度变化不受太阳辐射控制,选项B错误。从岩石圈往深部,地球内部温度随深度升高(D选项正确),这是由于地球形成初期的物质熔融分异,在岩石圈和下地幔底部铅直温度梯度大,在地幔和地核主体部分温度梯度小。即使核幔边界处是温度梯度较大的边界层,但并不是温度突变的界面,C选项理应是错误项,但由于出题人对“温度突变的界面”一词理解不同,将梯度异常大的边界层理解为突变界面,C选项被设置成正确项。

【考点归纳】地球内部温度剖面及其影响因素。

14. 关于大地水准面,下面描述正确的是:

- 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。

【答案】B

【解析】

记万有引力常数为 G ,地球内部密度函数为 ρ ,地球自转角速度为 ω ,地心到地表一点的位矢为 $\vec{r}$,地轴到地表一点且垂直于地轴的矢量为 $\vec{l}$,则重力场强 $\vec{g} = - \iiint_{\Omega} \frac{G\rho}{r^3} \vec{r} dV + \omega^2 \vec{l}$,易知其

$\nabla \times \vec{g} = 0$ 为无旋场(有势场)。根据叠加原理,重力势(记 $-\nabla\varphi = \vec{g}$)为地心引力势与惯性离心势的标量叠加,即 $\varphi = - \iiint_{\Omega} \frac{G\rho}{r} dV - \frac{1}{2} \omega^2 l^2$ 。重力等位面是指连接重力势标量值相同点所构成的

面,由于重力为重力势的负梯度,所以重力等位面上每一点的重力方向都和该面垂直。对于静止的水表面上任意一点,受重力、液气压差力(液压与大气压之差)和水表面张力的作用,其中水表面张力与液面平行、液气压差力与液面垂直,要保持静液面,重力也必然与液面垂直。在科学技术还有限的情况下,大家就把假想的平均海水面认为是一个重力等位面,把假想的由地球自由静止的海水平面扩展而成的闭合曲面定义为大地水准面(B选项正确,A选项错误,又联系前述重力位的影响因素,可知D选项错误)。但事实上,由于温度、湿度、气压、含盐量和诸多其它原因的影响,平均海水面并不是重力等位面,它相对于等位面来讲也是有起伏的,在全球范围内的起伏约为1-2米。

地球近似一个两极压扁的椭球体,但地球椭球体表面和地球表面肯定不是完全贴合的,为此定义参考椭球体,参考椭球面是一个在局部范围内(一个国家或地区)与大地水准面最贴合的理想椭球体,C选项错误。

【考点归纳】重力等位面、大地水准面、参考椭球体的概念辨析。

15. 地球表面某一点观测到的重力值不会受到以下哪些因素的影响?

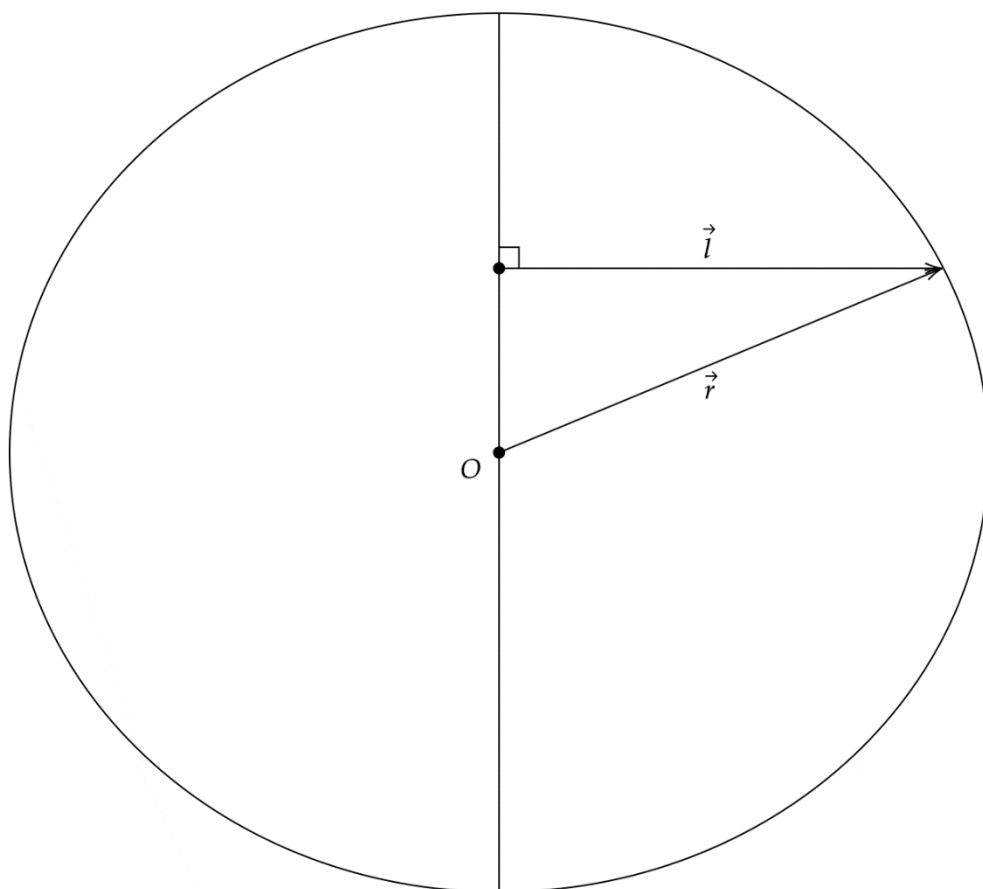
- A. 该点所处的经度; B. 该点所处的纬度;
 C. 该点的海拔高度; D. 该点下部地球介质的密度。

【答案】A

【解析】

如图,将地球视为旋转椭球体(记为 Ω),记万有引力常数为 G ,地球内部密度函数为 ρ ,地球自转角速度为 ω ,几何物理量如下图,可以得到理论重力场为 $\vec{g} = - \iiint_{\Omega} \frac{G\rho}{r^3} \vec{r} dV + \omega^2 \vec{l}$,即地球表面某一点的重力值等于地球各处质量在该点处的引力场强和旋转引起的离心场强的矢量和。而经度并

不对上式产生影响 (A 选项错误), 纬度主要影响 $\vec{l}$ 进而对重力场值产生影响 (选项 B 正确), 海拔高度与 $\vec{r}$ 和 $\vec{l}$ 都有关 (选项 C 正确), 密度分布对重力场直接产生影响 (D 选项正确)。



【考点归纳】 重力场的组成及其影响因素

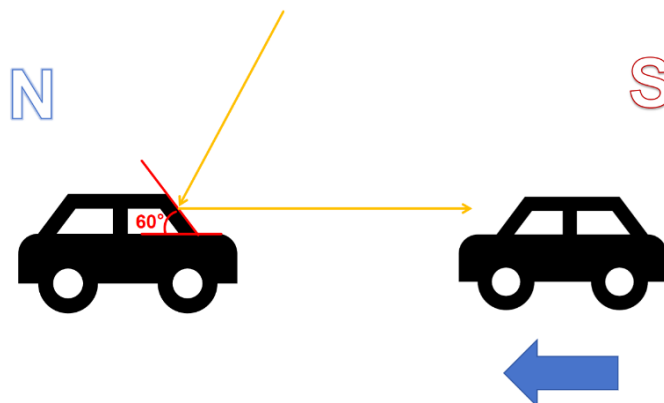
16. 位于北半球的一位驾驶员在夏至这一天中午时分驱车向正北行驶, 发现其前方车辆与地面夹 60° 角的汽车玻璃反射的太阳光正几乎平行于地面刺眼地射向他。该驾驶员的地理纬度大约是北纬多少度?

A. 60.0° ; B. 30.0° ; C. 42.5° ; D. 53.5°

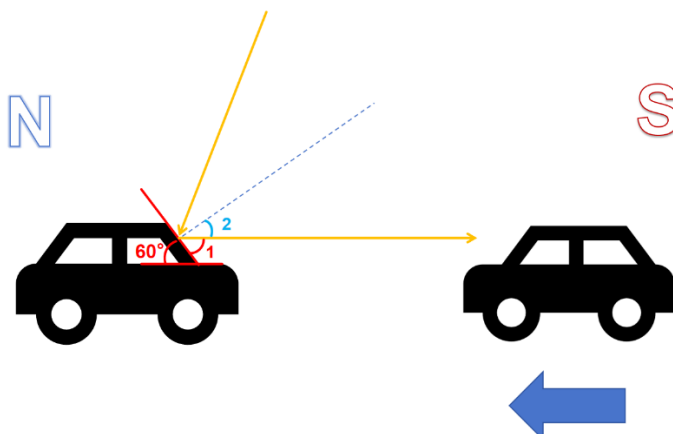
【答案】 D

【解析】

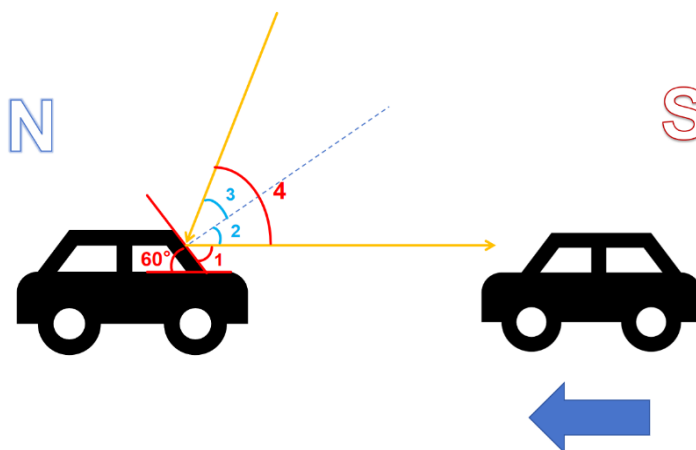
根据题目描述, 画出示意图: 汽车向正北行驶, 前方地面夹角 60° 的汽车玻璃反射的太阳光平行地面。



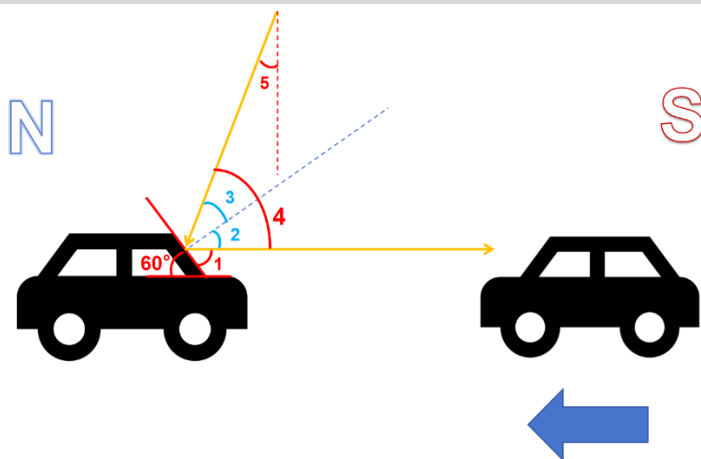
作法线，反射光线与地面平行，推得 $\angle 1=60^\circ$ ， $\angle 2=30^\circ$



根据光反射的性质，推得 $\angle 3=30^\circ$ 。由此算出太阳入射与水平面的夹角（ $\angle 4$ ）为 60°



添加铅垂线作为辅助线，可以计算 $\angle 5$ 大小为 30° ；由于夏至日太阳直射点位于 23.5°N ，故在北纬 23.5°N 上太阳垂直入射。而本例中太阳入射角度与铅垂线夹角为 30° ，说明驾驶员所在位置与 23.5°N 相差了 30° 。



根据题目，驾驶员位于北半球，故其所在纬度为 $23.5 + 30 = 53.5^\circ\text{N}$ ，故 D 正确。

【考点归纳】 经纬度、二十四节气。

17. 在巴哈马群岛一些珊瑚化石表明 5 亿年前地球每年自转近 400 天，而目前每年自转 365 天。关于这个现象的论述正确的是：

- A. 月球对地球的潮汐作用，导致地球自转减慢；
- B. 太阳不对地球产生潮汐作用；
- C. 太阳对地球的潮汐作用比月球强；
- D. 在上下弦时发生大潮，在朔望月时发生小潮。

【答案】 A

【解析】

A：月球对地球的潮汐作用，特别是通过海底摩擦力，会减慢地球的自转速度。5 亿年前地球自转更快，每年天数更多，正是这一作用的体现。故 A 正确。

B、C：太阳也会对地球产生潮汐作用，只是由于距离远，其作用力比月球小。故 B、C 错误。

D：在朔月（新月）和望月（满月）时，太阳、地球和月球在一条直线上，潮汐力叠加，发生大潮。在上下弦时，太阳、地球和月球呈直角，潮汐力相互抵消，发生小潮。故 D 错误。

【考点归纳】 潮汐作用与地球自转。

18. 相较于金星的大气，造成火星完全不同的大气特征原因是：

- A. 温室效应失控；
- B. 因质量远低于地球，火星脱气产生 CO_2 速率低于逃逸率，导致大气层变薄并冷却；
- C. 火星不能从内部排出 CO_2 ；
- D. 火星距离太远太远，不可能存在液态水。

【答案】 B

【解析】

A：金星拥有以 CO_2 为主的浓密大气，导致失控的温室效应。火星的大气则以 CO_2 为主但极其稀薄，导致温室效应很弱，故 A 错误。

B：虽然火星在地质历史早期的火山活动（脱气）释放了大量 CO_2 ，但由于火星质量仅为地球的 $1/10$ ，引力不足以束缚住这些气体，大部分都散逸到了太空中。这一过程导致大气层变得稀薄，温

室效应减弱，星球表面逐渐冷却，故B正确。

C：火星有过强烈的火山活动，并排出了大量 CO_2 ，故C错误。

D：据卫星影像表明，火星表面有蛇形沟渠的存在，说明其曾经存在过液态水，故D错误。

【考点归纳】行星科学，比较行星学，火星和金星大气，大气逃逸，温室效应。

19. 虽然围绕一颗B型恒星的宜居带很大，但我们却不在那里寻找存在生命的行星，因为这种恒星：

A. 有太强的引力；

B. 温度太低，生命无法维持；

C. 周围只能形成气态的巨行星；

D. 寿命太短，生命没有足够时间进化。

【答案】D

【解析】

D：B型恒星质量大、温度高、光度强，其宜居带范围确实很大。然而，这类恒星的核聚变速率极快，寿命非常短，通常只有几百万到几千万年。对于地球生命进化而言，从单细胞到复杂生命体，再到智慧生命，需要几十亿年的时间。B型恒星的寿命太短，不足以让生命有足够的时间演化。故D正确。

A：B型恒星质量大，引力很强，但是不能解释不易发现生命的原因，故A错误。

B、C：说法本身错误，故B、C错误。

【考点归纳】恒星的寿命，赫罗图。

20. 碳、氧、硅等元素对于星际尘埃的形成非常关键，这些元素主要是：

A. 宇宙早期大爆炸阶段的原初核合成产生的； B. 宇宙中一直存在的；

C. 跟恒星相关的天体物理过程合成的； D. 起源于行星内部放射性衰变的。

【答案】C

【解析】

A：在原初核合成阶段，主要生成最轻的几种元素，包含氢、氦及微量锂元素，故A错误。

B：元素不是永恒存在的，而是宇宙大爆炸后被合成的，故B错误。

C：宇宙中除了氢、氦和极微量的锂之外的所有重元素，都是在恒星内部通过核聚变反应（恒星核合成）或在恒星死亡（如超新星爆发）时形成的。这些元素随后被抛入星际空间，成为形成新恒星、行星和星际尘埃的原材料。故C正确。

D：行星内部的放射性衰变是已有重元素的转变，而不是碳、氧、硅这些轻元素的主要来源。故D错误。

【考点归纳】天体物理学，元素起源，恒星核合成。

21. 赤潮发生的物质基础和首要条件是：

A. 气候异常；

B. 海水富营养化；

C. 温度异常；

D. 光照适宜。

【答案】B

【解析】

赤潮是某些浮游生物在特定环境条件下，爆发性增殖和高度聚集，并引起水体变色的生态异常现象。其发生的物质基础和首要条件是海水富营养化，其会表现为海水中氮、磷等营养物质浓度升高，为浮游生物的大量繁殖提供了充足的养料。故本题选择B项。

【考点归纳】海洋污染与生态环境。

22. 发生在海岸带的侵蚀作用不包括那种形式?

- A. 冲蚀; B. 磨蚀; C. 溶蚀; D. 下蚀

【答案】D

【解析】

海岸带的侵蚀作用主要是海浪的机械作用和海水的化学作用。冲蚀为海浪冲击海岸产生的侵蚀作用。A项正确。磨蚀为海浪携带的泥沙、砾石等对海岸的磨损作用。B项正确。溶蚀为海水中的化学物质对海岸岩石(如石灰岩)的溶解作用。C项正确。而下蚀主要为河流的侵蚀作用,主要指河流对河床的向下侵蚀,通常不用于描述海岸带的侵蚀。D项错误。故本题选择D项。

【考点归纳】海岸地貌和侵蚀作用。

23. 当流体内部密度垂直分布呈现层化构造时,流体内部也会出现波动,这种波称作:

- A. 内波; B. 重力波; C. 边缘波; D. 表面波

【答案】A

【解析】

当流体(如海水、大气)内部密度垂直分布不均匀,呈现分层(层化)时,在层与层之间会出现波动。这种波被称为内波(Internal waves)。它是在分层流体内部传播的一种波动,不同于在流体表面传播的表面波。重力波是流体在重力作用下产生的波动,内波和表面波都属于重力波的一种。故本题选择A项。

【考点归纳】流体力学和海洋学。

24. 开阔大洋表层海流受到大气风应力驱动,根据传统 Ekman 理论,风海流表层流流向与风应力的夹角约为多少度?

- A. 0; B. 30; C. 45; D. 60

【答案】C

【解析】

根据传统的埃克曼(Ekman)理论,在北半球,开阔大洋表层海流在科里奥利力的作用下,其流向偏离风向的右侧。在南半球则偏向左侧。理想情况下,地转偏向力与风应力平衡,表层海流流向与风应力的夹角为 45° 。故本题选择C项。

【考点归纳】物理海洋学,埃克曼螺旋和风海流理论。

25. 地球上唯一东西贯通的大型洋流是:

- A. 南极沿岸流; B. 南极绕极流; C. 北极穿极流; D. 黑潮暖流

【答案】B

【解析】

南极绕极流(Antarctic Circumpolar Current, ACC)是地球上唯一一个环绕地球东西向流动的洋流。它流经南大西洋、南印度洋和南太平洋,不受大陆的阻碍,是地球上规模最大的洋流。故本题选择B项。

【考点归纳】全球洋流分布。

二、不确定选择题（每个正确答案得1分，错误扣0.5分）**26. 下列关于地壳的表述哪些是正确的？**

- A. 高山地区的地壳比较厚； B. 大洋地壳基本上由玄武质岩石组成；
C. 软流圈是地壳中的一个圈层； D. 莫霍面将地壳分为上下两个部分；
E. 地壳的平均密度约为3.0； F. 组成上地壳的物质主要是硅铝质矿物。

【答案】 ABF**【解析】**

A 正确: 高山地区由于地壳均衡作用，其下方的地壳根部较深，因此地壳比较厚。这是正确的。

B 正确: 大洋地壳主要是由玄武岩和辉长岩等基性岩石组成。

C 错误: 软流圈是上地幔的一部分，不在地壳中。这是不正确的。

D 错误: 莫霍面是地壳与地幔的分界面。它将地壳和地幔分开。这是不正确的。

E 错误: 陆壳的平均密度约为 2.8 g/cm^3 ，洋壳约为 2.90 g/cm^3 ，而不是 3.0 g/cm^3 。这是不正确的。

F 正确: 上地壳主要由花岗岩等酸性岩石组成，富含硅和铝，因此成分主要是硅铝质矿物。

【考点归纳】 地球内部圈层结构，地壳的特征。**27. 下列关于褶皱的表述哪些是正确的？**

- A. 褶皱是岩石发生连续弯曲变形所形成的；
B. 褶皱的转折端通常受到张应力的作用；
C. 褶皱的核部通常受到张应力的作用；
D. 在露头尺度上，褶皱两翼的岩层相向倾斜就一定是向斜；
E. 长短轴相近的褶皱只有背斜没有向斜；
F. 我们把岩层发生近 90 度弯折的褶皱称为膝折。

【答案】 ABF**【解析】**

A. 褶皱是岩石在挤压应力作用下，发生连续的、塑性弯曲变形所形成的构造。A 正确。

B. 褶皱的转折端（如背斜顶部和向斜底部）由于弯曲，横向上发生岩层的伸长，通常受到张应力作用。B 正确。

C. 褶皱的核部通常由于横向上岩层缩短，通常受到压应力的作用，C 是错误的。

D. 在露头尺度上，岩层倾斜方向并不能唯一确定褶皱类型。例如，一个倒转的背斜，其两翼也可能相向倾斜。因此，这个说法不严谨。D 错误。

E. 长短轴相近的褶皱称为等轴褶皱，其可以是背斜也可以是向斜，E 错误。

F. 岩层发生近 90 度弯折的褶皱被称为膝折，其可能尺度很小，甚至在微观尺度上都能观察到。F 正确。

【考点归纳】 地质构造，褶皱的类型和特征。**28. 下列关于断层的表述哪些是正确的？**

- A. 岩层发生断裂的构造统称为断层； B. 断层的位移量即断层运动路径的长度；
C. 拥有共同下降盘的正断层系称为地堑； D. 拉分盆地是拉张断裂系所形成的盆地；
E. 站在走滑断层的一侧，另一侧的断块向左运动的称为左旋走滑断层。

【答案】CE

【解析】

- A. 断层是指岩层发生断裂，并且断裂面两侧的岩块发生显著相对位移的构造。只有断裂而没有位移的称为节理。A 不正确。
- B. 断层的位移量是断层两侧岩块沿断层面的相对位移，而不是运动路径的长度。B 不正确。
- C. 地堑是两条或多条正断层之间的下落块体，其两侧都为下降盘。C 正确的。
- D. 拉分盆地 (pull-apart basin) 通常形成于走滑断层系中，而不是拉张断裂系。拉分盆地通常具有负花状构造。拉张断裂系形成的地貌称为地堑或裂谷。D 不正确。
- E. 站在走滑断层的一侧，观察另一侧的断块，如果其相对运动方向向左，则称为左旋走滑断层。E 正确。

【考点归纳】地质构造，断层的类型和特征。

29. 下列关于变质作用的表述哪些是正确的？

- A. 变质作用中相同的物质成分可以形成不同的矿物组合；
- B. 很多变质相岩石都有其特定的变质矿物；
- C. 计算变质作用的温压条件通常采用矿物对的方法；
- D. 麻粒岩相岩石一般都是基性的；
- E. 片麻理是一种特殊的层理；
- F. 石榴子石只出现在榴辉岩中。

【答案】ABC

【解析】

- A: 正确。变质作用的矿物组合取决于温压条件、原岩成分、流体活动等因素。即使原岩物质成分相同，若经历的温压条件不同，形成的矿物组合也会不同。
- B: 正确。变质相是指在一定温压范围内形成的一套变质矿物组合和岩石类型的总和，不同变质相有其特征的变质矿物（指示矿物）。
- C: 正确。矿物对（如石榴子石-黑云母、石榴子石-斜长石等）中的元素（如 Fe、Mg、Ca 等）会在一定温压条件下达到分配平衡，通过测定矿物对中元素的分配系数，结合相应的地质温压计公式，可计算出变质作用发生时的温度和压力，这是目前计算变质温压条件的常用且有效的方法。
- D: 错误。麻粒岩相是一种高温高压的变质相，其原岩可以是多种类型，不仅包括基性岩（如玄武岩），还包括中性岩（如安山岩）、酸性岩（如花岗岩）以及沉积岩（如砂岩、泥岩）等。不同原岩形成的麻粒岩相岩石成分不同，有基性麻粒岩、酸性麻粒岩等，并非一般都是基性的。
- E: 错误。片麻理是变质岩（如片麻岩）中常见的构造，是由长石、石英等浅色矿物和云母、角闪石等暗色矿物呈定向排列形成的，其形成与变质作用中的构造应力和重结晶作用相关；而层理是沉积岩中因沉积物的成分、颗粒大小、颜色等差异形成的成层构造，是沉积作用的产物。
- F: 错误。石榴子石是一种常见的变质矿物，并非仅存在于榴辉岩中。在片岩、片麻岩、角闪岩等多种变质岩中，当温压条件适宜时都可能出现石榴子石，如石榴子石片岩、石榴子石片麻岩等。

【考点归纳】

1. 变质作用的影响因素与矿物组合：变质作用中，矿物组合由原岩成分、温压条件、流体活动共同决定，相同原岩在不同温压下可形成不同矿物组合，不同原岩在相似温压下也可能形成相似矿物组合，这是变质岩鉴定和分析变质环境的基础。
2. 变质相及特征变质矿物：变质相是变质作用条件的反映，每个变质相都有特定的温压范围和对应的特征变质矿物，特征变质矿物可作为判断变质相的重要依据，帮助恢复变质作用的物理化学条件。
3. 常见变质岩构造与矿物分布

片麻理：变质岩构造，与变质作用相关，区别于沉积岩的层理。

石榴子石：广泛分布于多种变质岩中，并非局限于某一种变质岩（如榴辉岩），其出现与特定温压条件相关。

30. 下列关于板块构造的表述哪些是正确的？

- A. 岩石圈是上地幔及以上部分岩石构成的圈层； B. 汇聚型边界就是俯冲边界；
C. 被动陆缘是没有构造岩浆活动的大陆边缘；
D. 在大洋中脊附近，海底磁异常条带沿中脊呈对称分布；
E. 板块内部没有构造岩浆作用； F. 俯冲作用是导致火山弧形成的主要因素。

【答案】ACDF

【解析】

- A. 岩石圈是地壳和上地幔顶部刚性岩石构成的圈层，而软流圈在岩石圈之下。A 正确。
B. 汇聚型边界包括俯冲边界和碰撞边界。B 选项错误。
C. 被动陆缘是指没有板块运动构造活动的大陆边缘，其大陆和大洋同属一个板块。C 正确。
D. 在大洋中脊，由于海底扩张，新形成的洋壳会记录下地球磁场的方向，而地球磁场具有长期规律的变化，因此随着扩张，两侧的洋壳会形成与中脊平行的、关于中脊对称的磁异常条带。D 正确。
E. 板块内部也有构造和岩浆活动，例如热点（hotspot）火山活动。E 选项错误。
F. 俯冲作用是由于一个板块俯冲到另一个板块之下，导致地幔熔融，形成岩浆上升，从而在俯冲带上盘形成火山弧，例如日本岛弧、阿留申弧或者陆缘弧如安第斯陆缘弧。F 正确。

【考点归纳】板块构造理论、板块边界类型和地质现象。

31. 关于地球内核下面描述正确的是：

- A. 内核物质的密度比外核的密度大； B. 内核物质是液态的；
C. 内核的自转速度比地球的自转速度快； D. 内核的主要成分为铁和镍；
E. 内核与外核的界面位于深约 2900 km 的古登堡面。

【答案】ACD

【解析】

- A. 内核物质由于更高的压力而密度更大。该表述正确。
B. 地球内部的内核是固态的，而外核是液态的。该表述不正确。
C. 科学研究表明，地球内核的自转速度比地球地壳和地幔的自转速度快。该表述正确。
D. 内核的主要成分是铁和镍，这是基于地球物理数据和高温高压实验推测的。该表述正确。
E. 内核与外核的界面位于地下约 5150 千米处。古登堡面是地幔与外核的边界，位于地下约 2900 千米处。该表述不正确。

【考点归纳】地球内部圈层结构和性质。

32. 地球表面某一点观测到的重力值会受到以下哪些因素的影响？

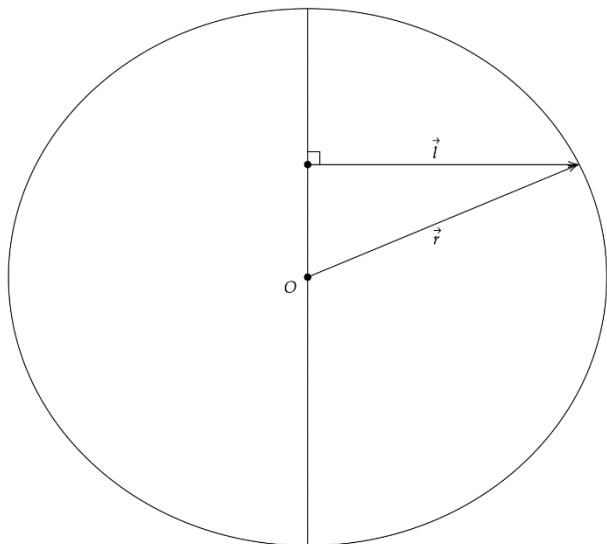
- A. 该点所处的经度； B. 该点所处的纬度；
C. 该点的海拔高度； D. 该点下部地球介质的密度。

【答案】BCD

【解析】

如图，将地球视为旋转椭球体（记为 Ω ），记万有引力常数为 G ，地球内部密度函数为 ρ ，地

球自转角速度为 ω ，几何物理量如下图，可以得到理论重力场为 $\vec{g} = - \iiint_{\Omega} \frac{G\rho}{r^3} \vec{r} dV + \omega^2 \vec{l}$ ，即地球表面某一点的重力值等于地球各处质量在该点处的引力场强和旋转引起的离心场强的矢量和。而经度并不对上式产生影响。A项错误。纬度主要影响 $\vec{l}$ 进而对重力场值产生影响。B项正确。海拔高度与 $\vec{r}$ 和 $\vec{l}$ 都有关。C项正确。密度分布对重力场直接产生影响。D项正确。

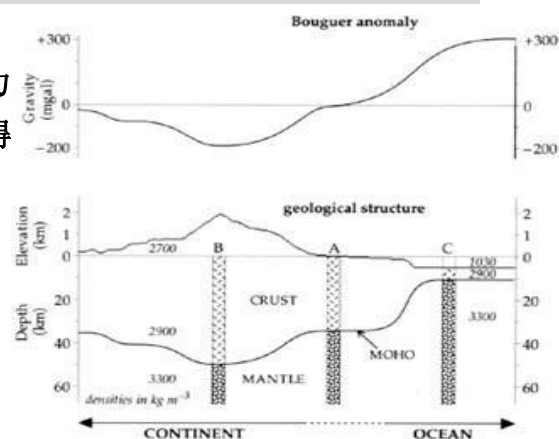


【考点归纳】重力场的组成及其影响因素。

33. 图3显示了大陆地区和海洋地区观测到的布格重力异常（Bouguer anomaly）的分布曲线，从图上可以得到下面正确的结论是：

- A. 海洋地区正的布格重力异常是因为海水层的存在；
- B. 海洋地区正的布格重力异常是因为海洋地壳较薄；
- C. 大陆地区负的布格重力异常是因为地形较高
- D. 大陆地区负的布格重力异常是因为大陆地壳较厚。

图3



【答案】BD

【解析】

布格重力异常在实测重力异常的基础上，经过了纬度改正、高度改正、中间层改正、地形改正以后得到的，即剔除了测量高度、地形起伏和海水深度影响后的重力异常，直接反映地壳密度的分布情况。联系地壳均衡理论，布格异常主要反映的是莫霍面（地壳和地幔的界面）的起伏以及地壳内部的密度变化。正异常意味着该区域下方存在质量盈余（如高密度物质上涌或地壳变薄），负异常则意味着质量亏损（如低密度物质存在或地壳增厚）。

因此，A和C选项是错误的，因为布格异常已经校正了地形和水深的影响。

对于B、D两选项。因为洋壳薄，所以密度大的地幔物质（ 3300 kg/m^3 ）埋藏得更浅，其引力效应造成正的布格重力异常。反过来说，大陆地区，特别是山脉下方，大陆地壳（密度约 2700 kg/m^3 ）在这里变得非常厚，这种低密度的“山根”导致了负的布格重力异常。

【考点归纳】重力异常（布格重力异常）的概念和地质解释；地壳均衡理论。

34. 关于地磁极，下面描述正确的是：
- A. 地磁极由实测结果得到，是地球表面上地磁场倾角为 90°、磁场强度最大的地方；
 - B. 地磁南、北极极与地球南、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、北极不与地球南、北极重合。

【答案】CD

【解析】

此题涉及复杂的概念区分问题。

首先要区分地磁场及其各组成部分。

地磁场包括基本磁场和变化磁场两个部分，它们在成因上完全不同。

基本磁场是地磁场的主要部分，起源于地球内部，比较稳定，变化非常缓慢。地球的基本磁场可分为偶极子磁场、非偶极子磁场和地磁异常几个组成部分。偶极子磁场是地磁场的基本成分，其强度约占地磁场总强度的 90%，非偶极子磁场平均强度约占地磁场的 10%。地磁异常又分为区域异常和局部异常，与岩石和矿体的分布有关。地球变化磁场可分为平静变化和干扰变化两大类型，它们与由太阳发出的带电粒子与地球磁层大气的相互作用及地球内部电磁感应有关。

地磁极的概念同样值得区分，这个概念经常被偶极子磁场磁极与磁倾极借用。传统意义上，地磁极被定义为地磁场方向与地球表面相垂直的两个小区域，这个定义也叫做磁极或磁倾极(Geomagnetic dip pole)；在现代地磁学和古地磁学研究中，地磁极被定义为经过地心且拟合最佳的偶极子磁场的磁轴（与地球自转轴夹角约 11.5°）与地球表面的两个交点，其中，在北半球的被称为地磁北极，在南半球的称为地磁南极。偶极子磁极与地磁倾极并不互相重合，这是由于非偶极子磁场、地磁异常的存在。国际勘探地球物理学家联合会和国际地磁与高空物理学会都推荐使用后者作为定义。

【考点归纳】地磁场的基本概念、描述及其组成

35. 地球上不同圈层中的化学元素既有联系，也有差异。下表为地壳、土壤和生物体中部分元素的含量（%），表 1 中的哪组数据是土壤的平均元素组成？

- A. 甲； B. 乙； C. 丙； D. 哪组都不是

	Si	Al	Ca	K	Na	Mg	O	C	N	P	Fe	H
甲	33.0	7.12	1.37	1.36	0.50	0.60	49.0	2.0	0.10	0.08	3.80	1.00
乙	0.05	0.02	0.50	0.20	0.05	0.07	70.0	18.0	0.50	0.70	0.02	8.00
丙	27.6	8.50	3.50	2.50	2.60	2.00	47.2	0.01	0.02	0.08	5.00	0.15

表1

【答案】A

【解析】

本题考查地球不同圈层的地球化学特征。乙中 C、H、O、N 等元素含量高，可以判断乙为生物体的平均元素组成；甲和丙 Si、Al、Ca 等元素含量高，而甲的 C、N 等元素含量高于丙，正好对应了土壤的有机组分，可以判断甲为土壤的平均元素组成，而丙为地壳的平均元素组成（土壤中含有有机组分）。因此 A 项正确。

【考点归纳】地球不同圈层的地球化学特征。

36. 能引起温室效应的气体有:

- A. 氯氟烃类化合物; B. 二氧化碳; C. 氧化亚氮;
D. 二氧化氮; E. 臭氧; F. 甲烷;

【答案】 ABCDEF

【解析】 本题考查温室效应产生的原因。温室效应指大气中的某些气体组分通过吸收并重新放出地球表面所释放的长波辐射(红外辐射)所引发的增温效应。从分子结构上看,由三个或三个以上原子组成的分子(CO_2 , N_2O , O_3 , CH_4)以及某些极性双原子分子(如 CO)都具有吸收红外辐射的能力,因此 CO_2 , N_2O , O_3 , CH_4 , CFCs, CO 等都能够在一定程度上引起温室效应。 NO_2 虽然无法直接导致温室效应,但是它可以通过大气光化学反应影响甲烷和臭氧的浓度,从而产生间接的温室效应。本题所有选项均具备温室效应气体的物理性质,均能够在某种程度上引起一定的温室效应。故本题选择 ABCDEF 项。

【考点归纳】 温室效应的原理。

37. 下列属于重金属在水环境中迁移转化的作用有:

- A. 沉淀作用; B. 水解作用; C. 光解作用;
D. 配合作用; E. 氧化还原作用; F. 挥发作用

【答案】 ABDE

【解析】 本题考查水体中重金属的物质循环过程。重金属在水环境中的迁移转化主要有以下机制:
(1) 沉淀作用: 重金属离子可以与水中的其他离子形成难溶性化合物而沉淀,从水相转移到固相沉积物中;如 Cu^{2+} 可以与水体中的 S^{2-} 形成 CuS 沉淀。
(2) 水解作用: Cu^{2+} , Zn^{2+} 等重金属离子可以发生水解,形成难溶氢氧化物;
(3) 配合作用: 水体中的 Cl^- , OH^- 等无机配位体以及有机配位体可以与重金属离子结合,形成配合物;
(4) 氧化还原作用: 许多重金属元素具有多种价态,会氧化还原反应,如 Cr(VI) 在还原条件下可以转化为 Cr(III) ,大大降低毒性。光解作用通常是有机污染物的分解过程,重金属离子结构简单,不会发生光解;而绝大多数重金属元素不具有挥发性。因此 C、F 项错误, A、B、D、E 项正确。

【考点归纳】 水体中重金属的物质循环过程。

38. 按成因可将土壤矿物划分为原生矿物和次生矿物,下列属于原生矿物的有:

- A. 石膏; B. 伊利石; C. 方解石; D. 蛭石; E. 角闪石; F. 高岭石

【答案】 ACE

【解析】

A: 正确。石膏的化学式为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 多由沉积作用直接形成,或由岩浆岩中的硫酸盐矿物在风化过程中未发生明显化学变化而保留下来,在土壤中若未经过强烈的次生改造,属于原生矿物。

B: 错误。伊利石是黏土矿物的一种,主要由长石、云母等原生矿物在风化作用(如水解作用)或沉积成岩过程中的次生变化形成,是原生矿物分解后的产物,属于次生矿物。

C: 正确。方解石主要成分是 CaCO_3 , 可直接从沉积环境中沉淀形成(如石灰岩中的方解石),或由岩浆岩中的碳酸盐矿物风化残留于土壤中,未经过复杂的次生化学变化,属于原生矿物。

D: 错误。蛭石通常是由黑云母、金云母等原生云母类矿物在风化作用或热液作用下,通过离子交换和结构改造形成的次生黏土矿物,其形成过程涉及原生矿物的分解与重组,属于次生矿物。

E: 正确。角闪石是常见的岩浆岩(如玄武岩、安山岩)和变质岩(如角闪岩)中的原生矿物,化学性质相对稳定,在风化过程中若未发生彻底分解,可保留在土壤中,属于原生矿物。

F: 错误。高岭石是典型的次生黏土矿物,主要由长石、云母等铝硅酸盐原生矿物在酸性环境下经强

烈的水解作用分解形成，是原生矿物化学风化的产物，属于次生矿物。

【考点归纳】

1. 土壤原生矿物与次生矿物的概念

土壤原生矿物：是指直接来源于母岩（岩浆岩、沉积岩、变质岩），在土壤形成过程中未发生明显化学变化，保留了母岩中矿物原有化学组成和晶体结构的矿物，其颗粒一般较粗，稳定性相对较高。

土壤次生矿物：是指在土壤形成过程中，由原生矿物经过风化作用（如物理风化、化学风化中的水解、氧化等）、生物作用或沉积成岩过程中的次生变化，发生分解、重组或重新沉淀形成的新矿物，多为黏土矿物，颗粒较细。

2. 常见土壤原生矿物类型：主要包括硅酸盐矿物（如石英、长石、角闪石、辉石、云母等）、碳酸盐矿物（如方解石、白云石）、硫酸盐矿物（如石膏）、磷酸盐矿物（如磷灰石）等，它们多来自岩浆岩或沉积岩母质。

3. 常见土壤次生矿物类型：以黏土矿物为主，如高岭石、伊利石、蒙脱石、蛭石等，此外还有铁铝氧化物（如赤铁矿、褐铁矿、三水铝石）、次生碳酸盐（如次生方解石，与原生方解石成因不同）等，次生矿物对土壤的物理性质（如黏结性、保水性）和化学性质（如离子交换能力）影响显著。

39. 科学家认为南方涛动指数与厄尔尼诺事件有着紧密的联系，那么南方涛动指数的哪一种情况最有可能发生厄尔尼诺？

A. 0.1； B. -0.1； C. 3.0； D. -3.0

【答案】D

【解析】

南方涛动指数（Southern Oscillation Index, SOI）是塔希提岛和达尔文港海平面气压之差的标准化值。当 SOI 为负值时，表示塔希提岛气压低于达尔文港，热带太平洋东部气压低于正常水平，西风增强，信风减弱，热带太平洋东部海温升高，发生厄尔尼诺事件。SOI 的负值越小，厄尔尼诺事件越强。因此，-3.0 代表了一个非常强的厄尔尼诺事件。故本题选择 D 项。

【考点归纳】 厄尔尼诺和南方涛动。

40. 诱发风暴潮的大气扰动类型有：

A. 热带气旋； B. 温带气旋； C. 寒潮或冷空气； D. 以上都不是

【答案】ABC

【解析】

风暴潮是由强烈的大气扰动，如热带气旋（台风、飓风）、温带气旋和寒潮（冷空气），引起海平面异常升降，导致海水涌向陆地的现象。故本题选择 ABC 项。

【考点归纳】 风暴潮的形成原因。

41. 一般认为液态水是生命的必要条件。人们将恒星周围一定范围内水可以液态形式存在的区域称为宜居带（habitable zone）。下列的叙述哪些是正确的？

- A. 若恒星半径增加至原来四倍，而表明温度降为原来一半，则宜居带位置不变；
- B. 若恒星半径增加至原来四倍，而表明温度降为原来一半，则宜居带位置内迁；
- C. 若恒星半径增加至原来四倍，而表明温度降为原来一半，则宜居带位置外迁；
- D. 若恒星半径增加至原来四倍，而表明温度不变，则宜居带位置外迁。

【答案】AD

【解析】

由斯特藩-玻尔兹曼定律(黑体辐射定律),有 $F = \sigma T^4$, 其中 F 是黑体表面的辐射通量, 单位为 W/m^2 , T 是黑体的热力学温度, 单位为开尔文(K), σ 是常数。恒星是球状黑体, 表面积为 $4\pi R^2$, 由此推出 $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$, 其中 L 为恒星总光度。 R 增加到 $4R$, T 降为 $T/2$, 则 L 不变, 宜居带位置不变。 A 项正确, B 、 C 项错误。当 R 增加到 $4R$, T 不变, 则 L 增加为原来的 16 倍, 宜居带位置外迁。 D 项正确。故本题选择 AD 项。

【考点归纳】天体物理学、恒星光度、宜居带概念。

42. 通常称金星为地球的姊妹, 质量、半径、太阳距离都相似, 但地球生机盎然、金星烈焰如狱。这归因为:

- A. 地球和金星的初始大气很不一样;
- B. 初始大气几乎逃逸后, 地球表面形成海洋, 并溶解了大部分内部排出的气体(如 CO_2);
- C. 初始大气几乎逃逸后, 金星发生“失控的温室效应”;
- D. 金星曾经出现过生命;
- E. 金星大气以 CO_2 为主。

【答案】BCE

【解析】

A: 地球和金星的原始大气都应以宇宙中最丰富的轻物质: 氢气、氦气和一氧化碳为主, 故 A 错误。

B: 地球演化早期, 温度适宜, 火山喷发出的水蒸气得以凝结成液态海洋。海洋溶解了大气中巨量的二氧化碳, 随后通过生物作用和化学沉淀形成碳酸盐岩, 将碳固定在地壳中, 这极大地削弱了温室效应。故 B 正确。

C: 金星由于距离太阳更近, 温度过高, 水蒸气无法凝结成海洋, 而是作为一种强效温室气体留在大气中。这导致温度进一步升高, 形成了恶性循环, 即“失控的温室效应”。故 C 正确。

D: 目前缺乏证明金星上存在生命的客观证据, 故 D 错误。

E: 由于没有海洋和生命活动来移除大气中的 CO_2 , 火山活动持续释放的 CO_2 在金星大气中不断累积, 最终形成了以 CO_2 为主(含量高达 96%)的浓密大气层, 维持着其表面的极端高温。故 E 正确。

【考点归纳】比较行星学、行星大气演化、温室效应、地球的碳循环。

43. 已发现的大量太阳系外行星让我们更好的认识太阳系的起源和演化。请选出正确叙述:

- A. 发现了处于宜居带内的行星;
- B. 已发现的热木星和超级地球这两类系外行星在目前太阳系中没有对应;
- C. 在含有较多“尘埃”元素(如 C 和 Si)恒星的周围更容易发现系外行星;
- D. 测量目星视向速度和行星凌星是发现系外行星的主要方法;

【答案】ABCD

【解析】

A: 随着系外行星探测技术的发展, 已经发现了许多处于其恒星宜居带内的行星, 例如开普勒-186f。故 A 正确。

B: “热木星”是指轨道非常接近其主恒星的气态巨行星; “超级地球”是指质量大于地球、但小于天王星和海王星的行星。太阳系中没有这两种类型的行星, 故 B 正确。

C: 含有较多“尘埃”元素(即重元素)的恒星,其原行星盘中用于形成行星的物质更丰富,因此周围更容易形成和发现系外行星。故C正确。

D: 测量恒星视向速度(径向速度法)和行星凌星(凌星法)是目前发现系外行星的两种主要方法。故D正确。

【考点归纳】系外行星探测和太阳系起源。

44. 下列关于大气辐射的叙述,哪些是正确的?

- A. 大气分子可以有效地散射短波辐射,且波长越长、散射效率越高;
- B. 天空是蓝色的,这是因为大气分子散射太阳光是,能更有效地散射波长较短的部分;
- C. 暖云(液态水云)的净辐射效应是加热地表;
- D. 对流云对短波和长波的辐射强迫大致抵消,所以净辐射效应接近0.

【答案】BD

【解析】

大气分子对太阳短波辐射的散射符合瑞利散射,其散射效率与波长四次方成反比,即波长越短,散射效率越高。A项错误。天空之所以是蓝色的,正是因为大气分子(主要是氮气和氧气)对太阳光中波长较短的蓝光散射效率更高。B项正确。暖云(液态水云)能反射大量的太阳短波辐射,使地表降温;同时也能吸收和重新辐射地表发出的长波辐射,起到保温作用。其净辐射效应通常是降温。C项错误。对流云(特别是积雨云)通常既能强烈反射太阳短波辐射,又能强烈吸收和辐射地表长波辐射。其短波辐射强迫和长波辐射强迫大致抵消,所以净辐射效应接近于零。D项正确。故本题选择BD项。

【考点归纳】大气辐射学,大气与太阳辐射的相互作用。

45. 关于大气气溶胶的描述,以下哪些是正确的?

- A. 大气气溶胶全部是由人类活动排放到大气中的;
- B. 大气气溶胶都是球型的;
- C. 自然源的气溶胶全部都是—次性气溶胶;
- D. 人为源的气溶胶全部都是二次性气溶胶;
- E. 大气气溶胶可能散射也可能吸收太阳辐射;
- F. 化石燃料燃烧过程中排放的 SO_2 在大气中氧化后形成的硫酸盐粒子。

【答案】EF

【解析】

大气气溶胶既有自然源(如火山喷发、海盐粒子、沙尘暴)也有人为源。A项错误。大气气溶胶的形状多样,可以是球形、不规则颗粒、链状或片状等。B项错误。自然源的气溶胶既有一—次性(如沙尘)也有二次性(如生物源挥发物形成的二次有机气溶胶)。C项错误。人为源的气溶胶也既有一—次性(如烟尘)也有二次性(如 SO_2 氧化形成的硫酸盐)。D项错误。大气气溶胶的性质取决于其成分,例如黑碳气溶胶主要吸收太阳辐射,而硫酸盐气溶胶则主要散射太阳辐射。E项正确。化石燃料燃烧产生的二氧化硫(SO_2)通过大气化学反应(氧化)可以形成硫酸盐气溶胶,这类气溶胶属于二次气溶胶。F项正确。故本题选择EF项。

【考点归纳】大气气溶胶的来源、性质和类型。

46. 大气中形成逆温的原因有哪些?

- A. 地面辐射可见光冷却;
B. 下沉气流绝热增温;
C. 冷空气沿着锋面爬升到暖空气之上;
D. 冷空气平流到暖的地表上空;
E. 山谷中, 冷空气沿山坡下沉。

【答案】BE

【解析】

逆温是指大气温度随高度升高而增加的现象。地面辐射长波(红外)辐射冷却, 而不是可见光。特别是在晴朗无风的夜晚, 地面强烈辐射冷却, 导致近地层空气降温, 形成辐射逆温。A项错误。下沉气流在下沉过程中, 由于压力升高而绝热增温, 在下沉气流的底部形成逆温。这称为下沉逆温或高压逆温。B项正确。暖空气沿着锋面爬升到冷空气之上, 而不是冷空气爬升到暖空气之上。C项错误。当冷空气团水平移动到暖的地表上空时, 其下层受地表加热而增温, 而上层仍保持低温, 导致温度随高度降低, 不会形成逆温。D项错误。在山谷地区, 夜间山坡上的冷空气密度大, 沿着山坡下沉到谷底, 使得谷底空气比上空的空气更冷, 形成地形逆温。E项正确。故本题选择BE项。

【考点归纳】大气物理学, 逆温现象的形成原因。

47. 下列关于云微物理的描述, 哪些是正确的?

- A. 越小的液滴越容易蒸发;
B. 真实大气中必须有气溶胶才能生成云滴;
C. 气溶胶越容易溶于水, 越容易活化成为云滴;
D. 因为纯水很难核化为云滴, 所以真实大气中存在最高的水汽过饱和比约为 30%;
E. 雨滴是由水汽凝结在云滴上面产生的;
F. 云中在水滴和冰晶同时存在的情况下, 一般冰晶内的水会升华然后凝结在水滴上。

【答案】ABC

【解析】

越小的液滴表面曲率越大, 饱和水汽压越高, 因此越容易蒸发。A项正确。在真实大气中, 纯水汽无法在没有凝结核(即气溶胶)的情况下凝结成云滴。因此必须有气溶胶作为凝结核。B项正确。气溶胶越容易溶于水(亲水性), 其饱和水汽压就越低, 越容易活化成为云滴。C项正确。纯水的过饱和度可远超 100%, 但真实大气中由于凝结核的存在, 过饱和度通常不超过 1%。D项错误。雨滴主要是通过云滴的碰并增长, 或冰晶的融化等过程形成的, 而不是由水汽直接凝结在云滴上。E项错误。在水滴和冰晶同时存在的混合相云中, 冰的饱和水汽压低于水, 因此水汽会从液态水滴表面蒸发, 然后在冰晶上凝华, 使得冰晶长大。F项错误。故本题选择ABC项。

【考点归纳】云物理学。

48. 下列哪些叙述是正确的?

- A. 气温相同的情况下, 相对湿度越高, 水汽的混合比越大;
B. 气温相同的情况下, 相对湿度越高, 抬升凝结高度越高;
C. 气温相同的情况下, 相对湿度越高, 露点温度越高;
D. 气温相同的情况下, 相对湿度越高, 湿球温度越低;
E. 相对湿度为 90%, 水汽压为该温度饱和水汽压的 90%。

【答案】ACE

【解析】

混合比是单位干空气中水汽的质量, 相对湿度是实际水汽压与同温下的饱和水汽压之比。在气温相同的情况下, 饱和水汽压不变, 相对湿度越高, 表明实际水汽压越大, 同时水汽的混合比也越大。A项正确。抬升凝结高度是空气块抬升达到饱和凝结的高度。相对湿度越高, 空气块越接近饱和,

所需的抬升高度越小，凝结高度越低。B项错误。露点温度是空气冷却到饱和时的温度。相对湿度越高，空气中的水汽含量越多，越接近饱和，因此露点温度也越高。C项正确。湿球温度是空气达到饱和时的温度，相对湿度越高，空气越接近饱和，湿球温度越接近干球温度（气温）。因此湿球温度会越高。D项错误。相对湿度定义为水汽压与饱和水汽压之比。相对湿度为90%，表示水汽压等于饱和水汽压的90%。E项正确。故本题选择ACE项。

【考点归纳】 大气湿度。

49. 关于历法，如下论述中正确的有：

- A. 格里历为现今沿用的公历，属于阴阳历；
- B. 历法目的是尽可能地用简单易行的人为手段协调年、月、日，方便日常生活；
- C. 中国农历属于阴历；
- D. 往往通过闰年或闰月等提高历法的精度。

【答案】 BD

【解析】

A：格里历（Gregorian calendar）是现今世界通用的公历，它是一种阳历，而非阴阳历。阴阳历是兼顾太阳和月球运动的历法，如中国农历。该表述不正确。故A错误。

B：历法的核心目的是为了协调太阳年的回归周期、月亮的朔望周期和地球的自转周期（日），以方便人类的生产和生活。故B正确。

C：中国农历是兼顾太阳运动和月球运动的阴阳历，而不是纯粹的阴历。该表述不正确。故C错误。

D：为了使历法周期与自然周期更精确地吻合，通常会通过设置闰年（阳历）或闰月（阴阳历）等方式进行调整。故D正确。

【考点归纳】 天体运动、历法类型和基本原理。

50. 恒星的质量越大，则：

- A. 光度就越高；
- B. 半径就越小；
- C. 引力越强，中心温度也就越高；
- D. 核聚变速率就越高；
- E. 寿命就越长。

【答案】 ACD

【解析】

A：恒星的质量和光度存在着强烈的正相关关系（质光关系），质量越大的恒星，其光度呈几何级数增长（大约是质量的3.5次方），因此会明亮得多。故A正确。

B：质量越大的恒星，虽然引力更强，但其内部核反应更剧烈，产生的向外的辐射压力也更大，足以支撑起一个更庞大的体积。因此，恒星的质量越大，半径也越大。故B错误。

C：更大的质量意味着更强的自身引力。为了抵抗这种巨大的引力坍缩，恒星核心必须维持更高的温度和压力，以产生足够的向外推力来达到流体静力学平衡。故C正确。

D：核心温度和压力越高，核聚变反应的速率就越快。大质量恒星核心的核聚变速率比小质量恒星高出许多个数量级。故D正确。

E：虽然大质量恒星拥有的“燃料”（氢）更多，但它们消耗燃料的速率（即核聚变速率）要快得多得多。因此，恒星的质量越大，其演化越快，寿命就越短。

【考点归纳】 天体物理学，恒星结构与演化，主序星的质光关系、质径关系、质寿关系。

三、根据图表回答问题(单选)

根据图4回答51~53题



图4

51. 图中显示的是什么构造现象?

- A. 杆状构造; B. 香肠构造;
C. 鞘褶皱; D. 滚动构造

【答案】B**【解析】**

A: 错误。杆状构造是由岩石中的柱状、针状矿物(如角闪石、辉石)或长条状碎屑颗粒,在构造应力作用下平行排列形成的长条状构造,外形呈杆状,通常与褶皱轴或片理方向一致,与图4中显示的构造特征不符。

B: 正确。香肠构造又称布丁构造,是岩石在垂直于岩层或片理的拉伸应力作用下,发生脆性破裂或塑性变形,使原来连续的岩层或片理被分割成一系列彼此平行、呈长条状或透镜状的块体,形似香肠,与图4中构造特征相符。

C: 错误。鞘褶皱是一种形态类似鞘状的褶皱,多形成于韧性剪切带中,褶皱枢纽平行于剪切方向,褶皱面呈强烈的弧形弯曲,且通常只有一个枢纽方向,与图4构造形态不同。

D: 错误。滚动构造常见于沉积岩中,多与断层活动相关,是在断层滑动过程中,断层附近的岩层发生滚动弯曲形成的小褶皱,褶皱轴与断层走向大致平行,与图4中显示的构造成因和形态均不相符。

【考点归纳】香肠构造的特征与成因

特征: 由连续岩层或片理被分割为平行排列的长条状、透镜状块体,块体之间可填充细粒物质或发生胶结,整体形态类似香肠,常见于变质岩或沉积岩中。

成因: 主要形成于拉伸构造环境,当岩石受到垂直于岩层或片理方向的拉伸应力时,若岩石具有一定的脆性,会发生破裂形成香肠构造;若岩石塑性较强,则会通过塑性变形形成类似形态。

52. 这种构造一般形成于哪一类岩石中?

- A. 沉积岩; B. 岩浆岩; C. 变质岩; D. 无法判断

【答案】C**【解析】**

A: 错误。沉积岩虽可能发生构造变形,但香肠构造在沉积岩中极为罕见。沉积岩的主要构造多与沉积作用相关(如层理、波痕),即使受构造应力作用,也多形成褶皱、断层等,较少因拉伸作用形成典型的“香肠状”块体构造。

B: 错误。岩浆岩(尤其是侵入岩)在冷凝过程中可能发生收缩裂隙,但不会形成香肠构造;喷出岩的构造多为气孔、流纹等,岩浆岩的构造变形多与区域构造活动相关,但香肠构造并非其典型构造。

C: 正确。变质岩在区域变质作用过程中,常经历强烈的构造应力(包括拉伸应力)和重结晶作用,岩石的塑性增强,具备形成香肠构造的理想条件。香肠构造是变质岩区(如片岩、片麻岩分布区)常见的构造类型,与变质岩的构造变形特征高度匹配。

D：错误。根据香肠构造的形成机制和地质分布规律，其主要发育于变质岩中，通过构造特征与岩石类型的关联可明确判断，并非无法判断。

【考点归纳】 香肠构造与岩石类型的关联

变质岩的构造环境优势：变质岩形成于高温、中-高压的区域变质环境，岩石在构造应力作用下表现出一定的塑性，易在拉伸应力下发生岩层分割，形成香肠构造，常见于片岩、片麻岩、角闪岩等变质岩中。

其他岩石类型的局限性：沉积岩以沉积构造为主，构造变形强度较低，难以形成香肠构造；岩浆岩的构造多与冷凝、喷发相关，构造变形多为断裂或褶皱，无香肠构造发育的典型条件。

53. 根据该岩石的特征判断该岩石为：

A. 砂岩； B. 流纹岩； C. 片麻岩； D. 花岗岩

【答案】 C

【解析】

A：错误。砂岩属于沉积岩，主要成分是石英、长石等碎屑颗粒，典型构造为层理，无香肠构造，且砂岩的矿物颗粒多为碎屑状，无变质岩的重结晶结构，与图4中发育香肠构造的岩石特征不符。

B：错误。流纹岩是酸性喷出岩（岩浆岩），主要成分是石英、长石，典型构造为流纹构造、气孔构造，无香肠构造，且岩浆岩的结构为结晶结构（喷出岩多为隐晶质），与变质岩的构造和结构特征不同。

C：正确。片麻岩是区域变质岩，主要成分是长石、石英、云母等，典型构造为片麻状构造（矿物定向排列），且片麻岩在区域变质作用中常经历拉伸应力作用，易形成香肠构造，与图4中岩石的构造（香肠构造）和岩石类型（变质岩）一致。

D：错误。花岗岩是酸性侵入岩（岩浆岩），主要成分是石英、长石、云母，典型构造为块状构造，无香肠构造，且岩浆岩的形成环境与变质岩不同，不会发育变质岩特有的构造。

【考点归纳】 片麻岩的核心特征

成分：主要由长石（钾长石、斜长石）、石英组成，含少量云母（黑云母、白云母）或角闪石等暗色矿物。

结构：中-粗粒鳞片状变晶结构，矿物经重结晶作用形成，颗粒排列具有一定定向性。

构造：以片麻状构造为主，矿物定向排列明显，且易在构造应力作用下发育香肠构造等变形构造，是变质岩中常见的岩石类型。

根据图5 回答54~56 题

54. 图中红色部分你认为是什么矿物？

A. 红宝石； B. 辰砂；
C. 石榴子石； D. 方解石



图5

【答案】 D

【解析】

A：错误。红宝石主要成分是氧化铝（ Al_2O_3 ），含铬元素致色，颜色多为鲜艳的红色或粉红色，红宝石为三方晶系，晶体形态多为六方柱状，红宝石解理不发育，断面呈现出贝壳状断口。

B：错误。辰砂主要成分是硫化汞（ HgS ），半透明矿物，颜色为朱红色，具金刚光泽，条痕红色，

硬度极低（莫氏硬度 2-2.5）。辰砂晶体属三方晶系，通常呈现出菱面体或短柱形，常见贯穿双晶现象，发育一组完全的平行柱面解理，通常分布于白云石晶簇中。

C：错误。石榴子石是常见的变质矿物，成分多样（如铁铝榴石、钙铝榴石等），颜色多为红色、棕红色、褐色等，晶体形态常为菱形十二面体或四角三八面体，解理不发育，硬度较高（莫氏硬度 6.5-7.5），常作为变质岩（如片岩、片麻岩）的组成矿物出现。

D：正确。方解石主要成分是碳酸钙（ CaCO_3 ），为三方晶系，其晶体形态多样，具有三组完全解理，解理面夹角约为 75 度和 105 度，因敲击后可得到很多菱面体形碎块而得名。方解石色彩因其中含有的杂质的不同而变化，含铁锰时为浅黄、浅红、褐黑等，但一般多为白色或无色。图示矿物不只有一组解理，因此最可能为方解石。

【考点归纳】 常见矿物的鉴定特征。

55. 图中矿物的哪种主要特征是你鉴定为该矿物的主要依据？

A. 颜色； B. 晶形； C. 解理； D. 断口

【答案】 C

【解析】

A. 颜色：错误。透明矿物的颜色往往因为含有杂质的不存而变化，因此颜色不能作为直接鉴定特征。

B. 晶形：错误。同一种矿物常常可能具有多种晶形特征，使用晶形作为判断特征是不准确的。

C. 解理：正确。矿物的解理特征——解理组数与夹角往往是具有特异性的，使用解理作为鉴定特征可以具有较高的准确性。

D. 断口：错误。许多矿物都会具有相似的断口特征，因此使用断口作为矿物的鉴定特征也是不合适的。

【考点归纳】 常见矿物的鉴定特征

56. 该矿物属于哪一类矿物？

A. 硅酸盐； B. 碳酸盐； C. 硫酸盐； D. 磷酸盐

【答案】 B

【解析】

根据 54 题鉴定结果，矿物为方解石，方解石是一种典型的碳酸盐矿物。

根据图 6 回答 57~59 题

57. 图中显示的是什么构造现象？

A. 层面构造； B. 流动构造；
C. 片麻状构造； D. 堆晶构造



图 6

【答案】 D

【解析】

A：错误。层面构造是沉积岩中因沉积物在沉积过程中成分、颗粒大小、颜色等差异形成的成层构造，如水平层理、波状层理等，其核心是沉积作用形成的层状特征。

B：错误。流动构造常见于岩浆岩（尤其是喷出岩），是岩浆在流动过程中，其中的矿物颗粒、气孔或斑晶定向排列形成的构造，如流纹岩的流纹构造。

C: 错误。片麻状构造是变质岩(如片麻岩)的典型构造,由长石、石英等浅色矿物和云母、角闪石等暗色矿物呈定向排列形成,与区域变质作用中的构造应力和重结晶作用相关。

D: 正确。堆晶构造主要形成于岩浆岩(尤其是基性、超基性侵入岩)的冷凝过程中,岩浆中的早结晶矿物(如橄榄石、辉石)因密度较大,逐渐下沉并堆积形成的粒状、块状构造,晶体颗粒通常较粗且排列相对紧密。

【考点归纳】堆晶构造的核心特征与形成机制

特征: 主要发育于基性、超基性侵入岩(如辉长岩、橄榄岩)中,由早结晶的矿物颗粒(多为镁铁质矿物,如辉石、橄榄石)堆积形成,颗粒较粗,呈块状或似层状堆积,无明显定向性,岩石整体结构致密。

形成机制: 岩浆在深部侵入体中缓慢冷凝时,熔点较高的矿物(早结晶矿物)先析出,因密度大于残余岩浆而下沉,逐渐堆积形成堆晶构造,是岩浆分异作用的重要表现。

58. 这种构造一般形成于哪一类岩石中?

A. 沉积岩; B. 火山岩; C. 变质岩 D. 侵入岩

【答案】D

【解析】

A: 错误。沉积岩的构造多与沉积作用相关,如层理、波痕、结核等,堆晶构造的形成依赖于岩浆冷凝过程中早结晶矿物的堆积,与沉积作用无关,沉积岩中不可能形成该构造。

B: 错误。火山岩(喷出岩)是岩浆喷出地表后快速冷凝形成的,因冷凝速度快,早结晶矿物无足够时间下沉堆积,难以形成堆晶构造,其典型构造为气孔、流纹、杏仁构造等,与堆晶构造特征不符。

C: 错误。变质岩的构造多与变质作用(如区域变质、接触变质)相关,如片理、片麻理、板理等,堆晶构造的成因(岩浆矿物堆积)与变质作用无关,变质岩中无此类构造。

D: 正确。侵入岩是岩浆侵入地壳内部后缓慢冷凝形成的,冷凝速度慢,为早结晶矿物(如辉石、橄榄石)的下沉和堆积提供了充足时间,堆晶构造是基性、超基性侵入岩的典型构造,与侵入岩的形成环境(缓慢冷凝)一致。

【考点归纳】堆晶构造与岩石类型的对应关系

侵入岩的环境优势: 侵入岩形成于地壳深部,岩浆冷凝速度缓慢,早结晶的高密度矿物有足够时间发生重力分异并堆积,满足堆晶构造形成的核心条件(缓慢冷凝+矿物堆积),常见于辉长岩、橄榄岩等基性/超基性侵入岩中。

其他岩石类型的局限性: 沉积岩依赖沉积作用,火山岩因快速冷凝无矿物堆积时间,变质岩依赖变质作用,均不具备堆晶构造形成的岩浆冷凝和矿物堆积条件。

59. 由此判断该岩石为:

A. 砂岩; B. 流纹岩; C. 片麻岩; D. 辉长岩

【答案】D

【解析】

A: 错误。砂岩属于沉积岩,主要成分是石英、长石等碎屑颗粒,典型构造为层理构造,无堆晶构造。

B: 错误。流纹岩属于酸性火山岩,主要成分是石英、长石,典型构造为流纹构造、气孔构造,冷凝速度快,多为隐晶质或斑状结构。

C: 错误。片麻岩属于变质岩,主要成分是长石、石英、云母,典型构造为片麻状构造,结构为鳞片状变晶结构(经区域变质重结晶形成)。

D: 正确。辉长岩属于基性侵入岩, 主要成分是辉石、斜长石, 形成于深部缓慢冷凝环境, 早结晶的辉石等矿物易发生堆积形成堆晶构造, 其成分(基性矿物为主)、结构(中-粗粒)、构造(堆晶构造)与图6中岩石的特征一致。

【考点归纳】 辉长岩的核心特征

成分：主要由辉石（深色矿物，占40%–60%）和斜长石（浅色矿物，占40%-50%）组成，含少量橄榄石或角闪石，属于基性岩类（SiO₂含量45%-52%）。

结构：中-粗粒结构，因冷凝速度慢，矿物颗粒发育完整。

构造：常见块状构造、堆晶构造（早结晶矿物堆积形成），是基性侵入岩的典型代表。

形成环境：地壳深部侵入体（如岩盆、岩床），缓慢冷凝，与堆晶构造的形成条件高度契合。

根据图7回答60~63题, 图7中从A到E是浊积岩中典型的鲍马序列:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{E} & \text{D} & \text{C} & \text{B} & \text{A} \\ \leftarrow & \leftarrow & \leftarrow & \leftarrow & \leftarrow & \leftarrow & \leftarrow \end{array}$$


图7 浊积岩中的鲍马序列

60. A 段主要由砂岩组成，厚度常比其他岩段大，其中发育的粒序是什么？

- A. 反粒序; B. 正粒序;
C. 先正粒序后反粒序; D. 先反粒序后正粒序。

【答案】 B

【解析】

A: 错误。反粒序是指岩石颗粒从下到上由细变粗, 常见于一些特殊沉积环境 (如三角洲前缘的河口坝), 其形成与水流能量逐渐增强、搬运能力逐渐提高相关。而浊积岩 A 段是浊流沉积的初始阶段, 不符合反粒序的形成机制。

B: 正确。正粒序是指岩石颗粒从下到上由粗变细, 浊积岩 A 段是浊流沉积的主体部分, 浊流属于高密度流, 搬运能力随流动过程逐渐减弱, 粗颗粒先沉积, 细颗粒后沉积, 形成从下到上“粗→细”的正粒序, 与 A 段的沉积特征一致。

C: 错误。这种粒序组合极为罕见, 通常需要沉积环境发生剧烈且快速的能量变化 (先减弱后增强), 而浊流沉积过程中能量整体呈逐渐减弱趋势, 不会出现“先正后反”的粒序。

D: 错误。该粒序组合常见于某些周期性变化的沉积环境(如潮汐作用影响的沉积),但浊流沉积是一次性的高密度流沉积,能量持续减弱,无能量先增强后减弱的过程,无法形成此类粒序。

【考点归纳】 浊积岩鲍马序列 A 段的沉积特征与粒序成因

沉积环境: A 段是浊流沉积的初始阶段, 浊流作为高密度重力流, 携带大量碎屑物质 (以砂级为主) 快速搬运, 进入低洼区域后开始沉积。

粒序成因：浊流的搬运能力随流动距离增加而逐渐减弱，搬运能力强时先沉积粗颗粒（如砾石、粗砂），搬运能力减弱后沉积细颗粒（如细砂、粉砂），最终形成从下到上颗粒“粗→细”的正粒序，这是浊积岩 A 段的标志性特征。

61. B 段具有典型的层理是什么？

A. 波状层理； B. 平行层理； C. 斜层理； D. 交错层理

【答案】B

【解析】

A：错误。波状层理是指岩石层面呈波状起伏，颗粒从下到上无明显定向排列，常见于浅水环境（如浅海、湖泊）的牵引流沉积，由水体波浪作用形成。浊积岩 B 段是浊流能量减弱后的过渡阶段，无波浪作用参与，不符合波状层理的形成环境。

B：错误。平行层理是指岩石颗粒呈平行定向排列，层面平直，常见于高能环境下的细粒沉积（如浊流 B 段、河流边滩），浊积岩 B 段沉积时，浊流能量虽较 A 段减弱，但仍有一定的牵引流作用，细砂级颗粒在水流作用下平行排列，形成平行层理，与 B 段的沉积动力特征一致。

C：错误。斜层理是指层理面与层面呈一定角度倾斜，常见于单向水流环境（如河流边滩、三角洲前缘），由水流搬运颗粒沿床沙形态（如沙丘）滑动沉积形成。浊积岩 B 段无明显的单向水流床沙形态，无法形成斜层理。

D：错误。交错层理是由多组不同方向的斜层理相互交错形成，常见于水流方向多变的环境（如三角洲、潮坪），由不同方向的水流交替作用形成。浊积岩 B 段沉积时水流方向相对稳定（浊流整体沿一个方向流动），不会形成交错层理。

【考点归纳】

1. 浊积岩鲍马系列 B 段的层理特征与形成机制

沉积阶段：B 段是浊流沉积的过渡阶段，此时浊流的高密度重力流特征减弱，逐渐向牵引流过渡，搬运介质以水流为主，能量较 A 段（重力流主导）减弱，但仍能推动细砂级颗粒定向排列。

层理成因：水流作用使细砂颗粒沿水流方向平行排列，层面平直，形成平行层理，颗粒排列的平行性是牵引流作用的直接体现，也是 B 段区别于 A 段（无层理，仅正粒序）的关键特征。

2. 不同层理类型的沉积环境差异

平行层理：高能牵引流环境，颗粒细（砂级），排列平行，常见于浊流 B 段、河流边滩、海滩等。

波状层理：低能浅水环境，波浪作用主导，层面波状，常见于浅海、湖泊浅水区。

斜层理：单向高能牵引流，水流方向稳定，层理倾斜，常见于河流边滩、三角洲前缘。

交错层理：多向水流，水流方向多变，层理交错，常见于三角洲、潮坪、风成沙丘。

3. 鲍马系列层理的演化规律：鲍马系列从 A 段（无层理，重力流）到 B 段（平行层理，牵引流过渡）再到后续段（如 C 段的变形层理、D 段的水平层理），层理类型的变化反映了浊流能量从强到弱、沉积动力从重力流到牵引流再到静水环境的演变过程，对重建浊流沉积的动力序列具有重要意义。

62. C 段是浊积岩的特征沉积，通常称之为：

A. 卷积层； B. 混积层； C. 包络层； D. 包卷层

【答案】D

【解析】

- A: 错误。在地质学中,“卷积层”并非用于描述浊积岩鲍马系列C段的标准术语。
- B: 错误。“混积层”一般指由多种沉积环境的物质(如陆源碎屑与碳酸盐、蒸发岩等)混合沉积形成的岩层,其核心特征是物质来源和沉积环境的混合性。而鲍马系列C段是单一浊流沉积过程的产物,无多环境物质混合,不属于混积层。
- C: 错误。“包卷层”并非地质学中针对鲍马系列C段的专用术语。
- D: 正确。鲍马系列C段形成于浊流沉积后期,此时水流能量大幅减弱,沉积物处于半固结状态,在重力差异、微弱水流扰动或沉积物自身重力作用下,发生塑性变形,导致层理弯曲、褶皱,形成特征性的“包卷层理”,因此C段通常被称为包卷层。

【考点归纳】

1. 鲍马系列C段(包卷层)的核心特征与形成机制

沉积阶段:处于浊流沉积序列的中后期,上接B段(平行层理),下启D段(水平层理),是浊流能量从牵引流过渡到静水环境的关键阶段。

构造特征:以包卷层理为典型标志,层理无明显断裂,呈连续的弯曲、褶皱形态,无定向性,变形程度受沉积物固结度、扰动强度影响。

形成机制:沉积物沉积后未完全固结成岩,颗粒间仍有孔隙水,在重力差异(如上下层密度不同)、微弱水流或沉积物自重作用下,发生塑性流动变形,形成包卷层理。

2. 鲍马系列各段的术语规范:鲍马系列作为浊积岩的标准沉积序列,各段均有明确的地质学命名(A段:粒序层、B段:平行层、C段:包卷层、D段:水平层、E段:泥岩段)。

63. 此种沉积层一般形成于什么环境?

- A. 大陆裂谷; B. 大陆边缘; C. 大洋中脊; D. 大洋板内

【答案】B**【解析】**

A: 错误。大陆裂谷是大陆板块内部的伸展构造带,主要沉积环境为河流、湖泊,沉积产物多为陆相碎屑岩(如砂岩、泥岩)、火山碎屑岩,无大规模浊流沉积的形成条件(需深水、重力流搬运),不会形成鲍马系列沉积层。

B: 正确。大陆边缘(包括被动大陆边缘和活动大陆边缘)的陆坡、陆隆区域,地势陡峭,水深较大(数百至数千米),陆源碎屑物质(如河流搬运的泥沙)可通过重力作用形成浊流,沿陆坡下滑至陆隆区域沉积,是浊流沉积(鲍马系列)的主要发育环境。

C: 错误。大洋中脊是大洋板块的扩张中心,主要以岩浆活动(如玄武岩喷发)、热液活动为主,沉积作用微弱,沉积物多为远洋软泥、火山灰,无大量陆源碎屑供应,无法形成以陆源碎屑为主体的鲍马系列浊积岩。

D: 错误。大洋板内远离大陆边缘,陆源碎屑物质难以到达,沉积环境以静水深海为主,沉积物主要为远洋黏土、放射虫软泥等,无浊流活动,无法形成鲍马系列沉积层。

【考点归纳】浊流沉积(鲍马系列)的形成环境条件

物源条件:需充足的陆源碎屑物质供应,通常来自大陆(如河流搬运的泥沙),因此沉积环境需靠近大陆。

地形条件:需具备陡峭的坡度(如大陆坡),为浊流的形成(重力驱动)和搬运提供动力,平缓区域难以形成重力流。

水深条件:需深水环境(水深通常>200米),避免浊流在浅水区因能量消散而提前沉积,保证浊流能长距离搬运并形成完整的鲍马系列。

表2是出现在某构造带上火山岩的成分分析结果,但SiO₂的含量数据缺失,请根据你所

学知识回答 64~66 题（单位： % ）：（ 单选）

样品 编号	TiO ₂	Al ₂ O ₃	TFe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
1	0.39	14.34	7.49	0.12	10.30	10.84	1.80	1.39	0.07
2	0.10	13.88	1.05	0.03	0.23	1.35	3.81	4.29	0.03
3	0.30	14.20	2.47	0.03	0.51	1.77	3.44	4.78	0.11
4	0.68	14.65	9.66	0.16	6.74	10.14	2.53	1.45	0.06
5	0.84	13.20	10.70	0.17	7.34	9.78	1.78	2.29	0.07
6	0.04	13.07	0.49	0.05	0.12	0.77	3.61	5.21	0.01
7	0.04	13.09	1.12	0.02	0.11	0.49	4.86	4.77	0.01
8	0.52	15.71	9.40	0.15	11.44	10.27	1.87	0.92	0.12
9	0.69	13.59	10.54	0.17	7.58	10.10	3.19	1.45	0.07
10	0.04	13.06	0.52	0.05	0.13	0.75	3.22	5.94	0.01

表2

64. 下列哪组数据是酸性火山岩？

- A. 1、2、3、4； B. 6、7、8、9； C. 1、4、5、8； D. 2、3、6、7

【答案】D

【解析】

- A：错误。样品 1 的 MgO（10.30%）、CaO（10.84%）含量高，样品 4 的 MgO（6.74%）、CaO（10.14%）含量高，均属于基性氧化物富集。
- B：错误。样品 8 的 MgO（11.44%）、CaO（10.27%）含量高，样品 9 的 MgO（7.58%）、CaO（10.10%）含量高，基性氧化物含量高，属于基性火山岩范畴。
- C：错误。样品 1（MgO 10.30%、CaO 10.84%）、4（MgO 6.74%、CaO 10.14%）、5（MgO 7.34%、CaO 9.78%）、8（MgO 11.44%、CaO 10.27%）的 MgO、CaO 含量均显著偏高，基性特征明显。
- D：正确。样品 2（MgO 0.23%、CaO 1.35%）、3（MgO 0.51%、CaO 1.77%）、6（MgO 0.12%、CaO 0.77%）、7（MgO 0.11%、CaO 0.49%）的 MgO、CaO 等基性氧化物含量极低，K₂O、Na₂O 含量相对较高（如样品 7 K₂O 4.77%、Na₂O 4.86%），符合酸性火山岩的化学组成特征。

【考点归纳】

- 酸性火山岩与基性火山岩的化学组成差异
酸性火山岩：SiO₂>65%，TFe₂O₃<3%、MgO<1%、CaO<2%，K₂O+Na₂O>6%，代表岩石为流纹岩。
基性火山岩：SiO₂ 45%-52%，TFe₂O₃>8%、MgO>6%、CaO>10%，K₂O+Na₂O<4%，代表岩石为玄武岩。
- 酸性火山岩的判断依据：酸性火山岩（如流纹岩）的核心化学特征是 SiO₂ 含量高（通常>65%），对应的 Fe₂O₃、MgO、CaO 等基性氧化物含量低（因基性矿物少），而 K₂O、Na₂O（碱性氧化物）含量相对较高。

65. 下列哪组数据是基性火山岩？

- A. 1、2、3、4； B. 6、7、8、9； C. 1、4、5、8； D. 2、3、6、7

【答案】C

【解析】

A: 错误。样品 2 (MgO 0.23%、CaO 1.35%)、3 (MgO 0.51%、CaO 1.77%) 的基性氧化物含量极低, 属于酸性火山岩特征。

B: 错误。样品 6 (MgO 0.12%、CaO 0.77%)、7 (MgO 0.11%、CaO 0.49%) 的基性氧化物含量极低, 为酸性火山岩。

C: 正确。样品 1 (TFe₂O₃ 7.49%、MgO 10.30%、CaO 10.84%)、4 (TFe₂O₃ 9.66%、MgO 6.74%、CaO 10.14%)、5 (TFe₂O₃ 10.70%、MgO 7.34%、CaO 9.78%)、8 (TFe₂O₃ 9.40%、MgO 11.44%、CaO 10.27%) 的 TFe₂O₃、MgO、CaO 等基性氧化物含量显著偏高, K₂O 含量低 (如样品 1 K₂O 1.39%), 符合基性火山岩的化学组成特征。

D: 错误。该组样品的 MgO、CaO、TFe₂O₃ 含量均极低 (如样品 6 MgO 0.12%、TFe₂O₃ 0.49%), K₂O 含量相对较高 (如样品 10 K₂O 5.94%), 属于酸性火山岩。

【考点归纳】

基性火山岩的核心化学特征: SiO₂ 含量 45%-52%, 富含基性矿物 (斜长石、辉石), 对应氧化物表现为 TFe₂O₃ (8%-12%)、MgO (6%-12%)、CaO (10%-12%) 含量高, K₂O (<2%)、Na₂O (2%-3%) 含量低, 代表岩石为玄武岩, 是大洋地壳、大陆裂谷的主要火山岩类型。

66. 你认为该套火山岩可能形成于什么环境?

A. 大陆裂谷; B. 大陆边缘; C. 大洋中脊; D. 大洋板内

【答案】B

【解析】

A: 错误。大陆裂谷是大陆板块内部的伸展构造带, 岩浆主要来自地幔部分熔融, 形成的火山岩以基性火山岩 (玄武岩) 为主, 酸性火山岩极少或不发育。而表 2 中同时存在基性火山岩 (如 1、4、5、8 号样品) 和酸性火山岩 (如 2、3、6、7 号样品), 不符合大陆裂谷以基性岩为主的特征。

B: 正确。大陆边缘 (尤其是活动大陆边缘, 如俯冲带) 的岩浆来源复杂, 既包括地幔部分熔融产生的基性岩浆 (形成基性火山岩), 也包括俯冲板块脱水引发的地壳物质熔融 (形成酸性火山岩), 因此常出现基性岩与酸性岩共存的火山岩组合, 与表 2 中“基性+酸性”的火山岩特征一致。

C: 错误。大洋中脊是大洋板块的扩张中心, 岩浆仅来自地幔部分熔融 (地幔柱或软流圈), 形成的火山岩几乎全为基性火山岩 (大洋玄武岩), 无酸性火山岩发育, 与表 2 中存在酸性火山岩的特征不符。

D: 错误。大洋板内远离板块边界, 岩浆活动微弱, 仅局部存在地幔柱活动, 形成的火山岩以基性火山岩 (洋岛玄武岩) 为主, 无酸性火山岩, 且火山岩规模小、分布零散, 不符合表 2 中“基性+酸性”共存的大规模火山岩套特征。

【考点归纳】构造环境与火山岩组合的对应关系

核心逻辑: 不同构造环境的岩浆来源 (地幔、地壳或两者混合) 决定了火山岩的类型的组合, 可通过火山岩类型反推构造环境。

具体对应:

大陆裂谷: 岩浆来源为地幔, 火山岩组合以基性岩为主, 无或极少酸性岩;

大陆边缘 (活动型): 岩浆来源为地幔+地壳, 火山岩组合为“基性岩+酸性岩” (或含中性岩);

大洋中脊: 岩浆来源为地幔, 火山岩组合以基性岩为主, 无酸性岩;

大洋板内: 岩浆来源多为地幔 (地幔柱), 火山岩组合以基性岩为主, 无酸性岩。

图 8 是某河流在流经某山区时留下的平面图和剖面图, 根据图中所示回答 67~70 题

67. 下方的剖面图可能位于平面图的哪个位置？

A. 甲； B. 乙； C. 丙； D. 丁

【答案】A

【解析】

下方的剖面图显示了一个典型的河流阶地剖面，有多个阶地，表明河流经历过多次下切侵蚀。河流阶地通常在河流弯曲的凸岸处发育较好，因为凹岸主要以侵蚀为主。平面图中的甲、乙、丙、丁四处，丙和丁位于河流的直线段，甲和乙位于河流的弯曲段。乙位于弯曲的凹岸，主要以侵蚀为主。甲位于弯曲的凸岸，主要以堆积为主，更有利于阶地的形成和保存。

【考点归纳】河流的地质作用

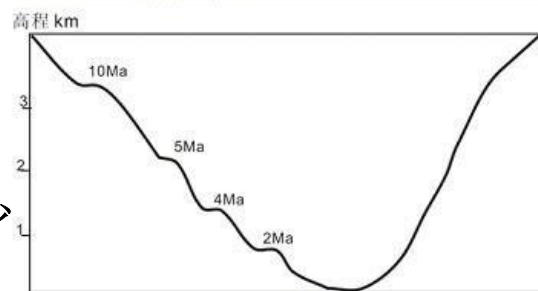


图8

68. 根据剖面图中阶地有机物所测得年龄数据，你认为 10 Ma 以来该山脉的平均隆升速度是多少（单位：米/百万年）

A. 110； B. 220； C. 330； D. 440

【答案】B

【解析】

从剖面图上看，10 Ma 的阶地高程约为 3 km（3000 米），目前的河谷底部高程约为 1 km（1000 米），所以 10 Ma 以来的地壳总隆升量为 $3000\text{ m} - 1000\text{ m} = 2000\text{ m}$ 。

平均隆升速度 = 总隆升量 / 时间 = $2000\text{ 米} / 10\text{ 百万年} = 200\text{ 米/百万年}$ 。

答案中 B 选项最为接近，因此答案为 B，220 米/百万年。

【考点归纳】河流阶地，地貌年代学。

69. 哪个阶段是山脉隆升最快的时期？

A. 0–2 Ma； B. 2–4 Ma； C. 4–5 Ma； D. 5–10 Ma

【答案】C

【解析】

将山脉隆升速度近似等于阶地相对高差的变化率，即地壳抬升的速率。将各时间段中的隆升速率进行计算，计算方式如上一题所示，可得到在 4–5 Ma 时的隆升速率最高。

【考点归纳】河流阶地，地貌年代学。

70. 根据你所学知识，你认为该山脉的隆升属于什么构造运动？

A. 加里东运动； B. 海西运动； C. 燕山运动； D. 喜马拉雅运动

【答案】D

【解析】

根据阶地年龄数据，山脉隆升主要发生在 10 Ma 以来。喜马拉雅运动是新生代以来的造山运动，与这个时间尺度相符。加里东运动发生在古生代早期，海西运动发生在古生代晚期，燕山运动发生在

侏罗纪至白垩纪。

【考点归纳】地质历史和构造运动。

71. 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，图9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。

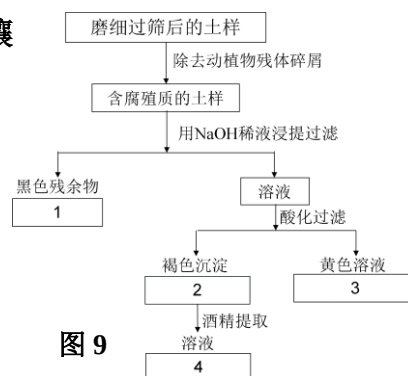


图9

【答案】D

【解析】本题考查土壤有机物的分组。土壤腐殖质是一类组成和结构都很复杂的天然高分子聚合物，通常通过在酸、碱中的溶解性进行初步分组。通常将土壤腐殖质分为三类：水、酸、碱均不溶，颜色最深且分子量最大的组分为胡敏素；溶于碱，但不溶于水和酸，颜色较浅且分子量中等的组分为胡敏酸，又称褐腐酸，可简写为字母HA；水、酸、碱均可溶，颜色最浅且分子量最小的组分为富里酸，又称黄腐酸，可简写为字母FA。用95%乙醇提取胡敏酸，溶于乙醇的组分为棕腐酸，又称吉马多美朗酸。根据土壤腐殖质各组分的溶解性，D选项正确。

【考点归纳】土壤有机物的分组。

72. 图10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。

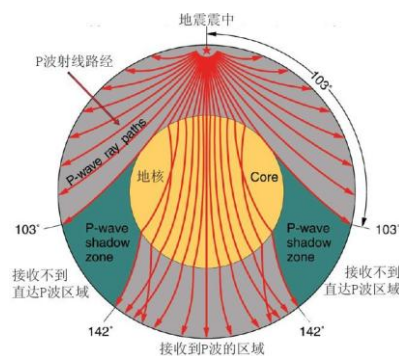


图10

【答案】B

【解析】P波影区（103°至142°之间）的形成主要是因为P波在通过地幔和地核界面时发生折射。当地震波从地幔进入外核时，由于外核是液态的，剪切模量下降为0，P波波速会发生突变急剧减小。根据折射定律，这会导致P波的传播路径发生弯曲，使得在103°至142°的区域内无法接收到直达P波。根据图示，折射角小于入射角，根据Snell定律，也可以判断出地球外核的P波速度比地幔的P波速度小。

题目要求选择直接原因，所以只需要选择导致地震波折射的直接原因，答案为B。

【考点归纳】地震波的传播、地球内部圈层结构及其基本性质。

73. 图11显示了墨西哥沿岸地区发生的多次地震的震源机制解，它们反映了产生这些地震的断层运动

方式主要为：

- A. 左旋走滑；
- B. 右旋走滑；
- C. 正断层；
- D. 逆断层。

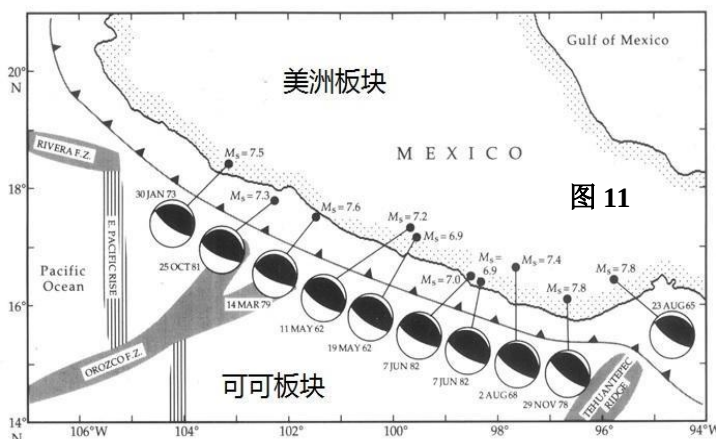


图 11

【答案】D

【解析】

图 11 显示了墨西哥南部的中美洲海沟，这里是可可斯板块（Cocos Plate）向北俯冲到美洲板块（North American Plate）之下的区域，属于汇聚型板块边界。

图中展示的“沙滩球”状的震源机制解，其黑色区域代表压缩，白色区域代表拉张。可以看到，这些“沙滩球”的中心区域（P 轴，压力轴）几乎都是黑色的，表明是压缩应力占主导。这种形态是典型的逆冲断层（或称逆断层）的震源机制解。这是因为在俯冲带，上覆板块对俯冲板块产生强烈的挤压，导致逆断层的发生。

【考点归纳】板块构造，震源机制解（沙滩球图）的判读，俯冲带的断层类型。

图12 为老寨地区地质图，请仔细阅读该地质图，并回答 74~80 题

老寨地区地质图

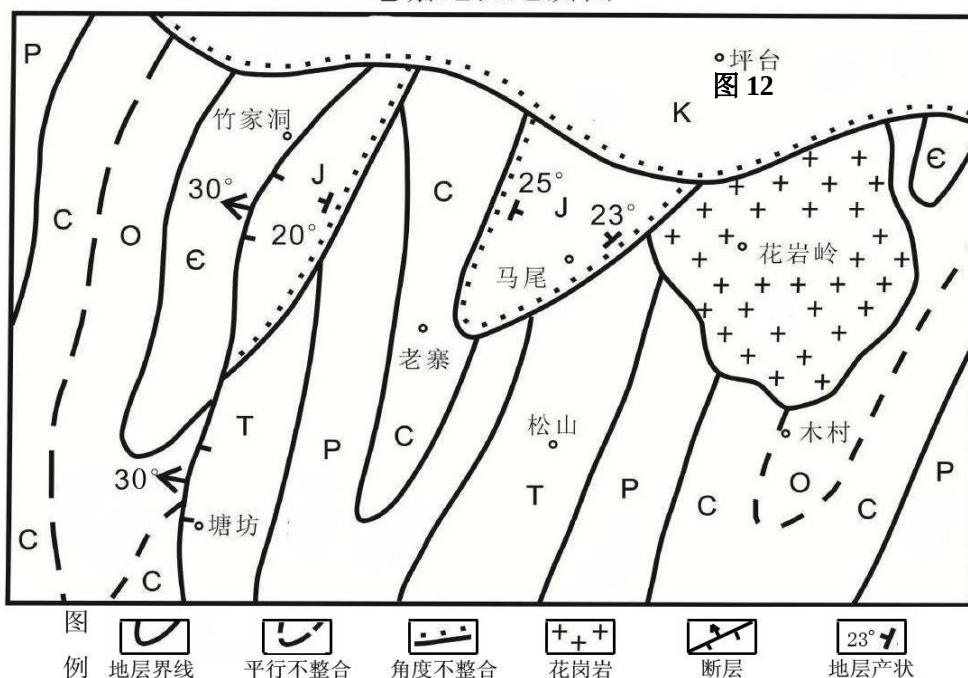


图12

74. 该区可以明显读出多少个褶皱？

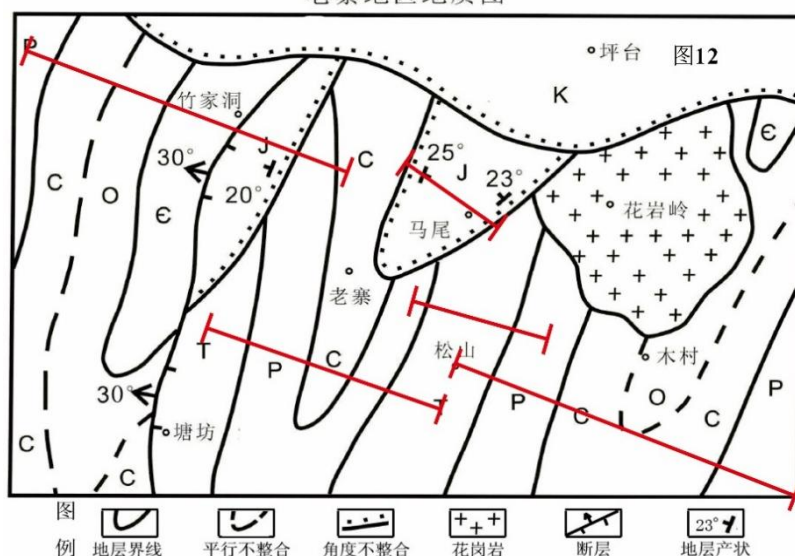
- A. 2；
- B. 3；
- C. 4；
- D. 5

【答案】D

【解析】

如下图所示，红色线段标出了该地区的5个褶皱。

老寨地区地质图



【考点归纳】地质图的判读、构造运动

75. 你读出的褶皱有几个背斜？

- A. 2; B. 3; C. 4; D. 5

【答案】B

【解析】

背斜（背形）在地质图上表现出核部老、翼部新，两翼产状相背的特征。在图中所示的5个褶皱中，竹家洞背斜、老寨背斜、木村背斜为可以识别出的3个背斜。因此选B。

【考点归纳】地质图的判读、背斜的形态

76. 图中可以读出几次明显的构造运动？

- A. 2; B. 3; C. 4; D. 5

【答案】B

【解析】

通过分析地质图中的不整合面和侵入关系来判断构造运动。

图中奥陶系和石炭系之间存在一平行不整合界面，表明此处发生了沉积间断，这是第一次构造运动；侏罗系与下伏地层间存在角度不整合，表明了第二次构造运动；在侏罗系和白垩系之间存在角度不整合，表明了第三次构造运动。因此图中可以读出3个明显的构造运动，选B。

【考点归纳】地质图的判读、构造运动

77. 图中的断层为：

- A. 左旋走滑; B. 右旋走滑; C. 正断层; D. 逆断层.

【答案】D

【解析】断层图例中箭头表示断层的上盘，短线表示断层的下降盘。此处箭头和短线方向相反，表明为逆断层。

【考点归纳】断层的性质

78. 该区出露的最老地层为:

- A. 震旦系; B. 寒武系; C. 志留系; D. 白垩系.

【答案】 B

【解析】 图中所示最老地层为寒武系 (C)。

【考点归纳】 地质年代表、年代地层符号。

79. 下列地质事件发生的先后顺序哪个是正确的?

- A. 古生代沉积—侏罗纪沉积—白垩纪沉积—花岗岩侵入—断层作用;
B. 古生代沉积—花岗岩侵入—侏罗纪沉积—断层作用—白垩纪沉积;
C. 古生代沉积—断层作用—花岗岩侵入—侏罗纪沉积—白垩纪沉积;
D. 古生代沉积—断层作用—侏罗纪沉积—白垩纪沉积—花岗岩侵入。

【答案】 B

【解析】

图中所示主要有三次主要的构造运动, 分别导致了三个不整合界面。首先从寒武纪以来到奥陶纪是连续沉积的, 在奥陶纪后发生了沉积间断, 并于石炭纪重新开始沉积, 一直形成了到三叠系为止的连续沉积的地层。此时发生大规模构造运动, 形成该区域内最早形成的角度不整合界面, 并在木村背斜的核部发生了花岗岩侵入。花岗岩侵入后, 再经历风化、剥蚀作用, 并在此之上沉积侏罗系。侏罗系沉积后, 图中可见断层涉及到包括侏罗系在内的古老地层, 表明断层形成在侏罗纪和白垩纪之间。断层形成后, 该地区沉积白垩系。因此选择 B 选项。

【考点归纳】 相对地质年代。

80. 根据你所学知识判断老寨地区应位于哪个构造区?

- A. 华北板块; B. 扬子板块; C. 塔里木板块; D. 青藏褶皱系。

【答案】 A

【解析】

该区域内最典型的构造特征是三次沉积间断, 出现在奥陶-石炭之间、三叠-侏罗之间和侏罗-白垩之间, 表明这一地区在这三段时期中发生了大规模的构造运动。我国的扬子板块、塔里木板块的古生代沉积较为连续, 在奥陶-石炭之间少见有地层缺失 (特别是塔里木地区和下扬子地区); 青藏褶皱系的大型角度不整合界面应该出现在二叠-三叠之间, 与图中二叠-三叠纪稳定沉积的特征不符合。因此选择 A, 华北板块。

【考点归纳】 地史学。

“海亮杯”第二届全国中学生地球科学竞赛预赛试题 参考答案与解析

注 意 事 项

在答题前请认真阅读本注意事项及答题要求

1. 本试卷共分为三个部分，第一部分为单选题，第二部分为不定项选择题，第三至六部分为读图、不定项选择题（除特别说明外）。本次考试时间为 150 分钟。考试结束后，请将本试卷、答题卡、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。
4. 考试开始 30 分钟内不允许提前交卷，考试结束后待监考老师确认后后方可离场。

一、单选题（正确得1分，多选不得分）：

1. 振动方向与传播方向一致的弹性波是：

- A.纵波； B.横波； C.瑞利波； D.勒夫波。

【答案】A

【解析】

- A. 纵波：质点的振动方向与波的传播方向平行，就像弹簧的压缩与舒张，因此 A 正确。
B. 横波：质点的振动方向与波的传播方向垂直。
C. 瑞利波和 D. 勒夫波：这两种都是表面波，它们的振动方式更复杂，但都不是振动方向与传播方向完全一致。勒夫波是水平方向的剪切运动，瑞利波是逆行椭圆运动。

【考点归纳】地震波的类型与特征。

2. 绝对年代大约在 250 Ma – 200 Ma之间的地质年代称为：

- A.泥盆纪； B.石炭纪； C.二叠纪； D.三叠纪。

【答案】D

【解析】

根据国际地质年代表，主要地质时期的起止时间约为：

泥盆纪 (Devonian)：约 420 Ma – 359 Ma

石炭纪 (Carboniferous)：约 359 Ma – 299 Ma

二叠纪 (Permian)：约 299 Ma – 252 Ma

三叠纪 (Triassic)：约 252 Ma – 201 Ma

题目给出的 250 Ma – 200 Ma 时间段与三叠纪的起止时间符合。

【考点归纳】地质年代学，特别是显生宙各地质时期的划分和绝对年龄。

3. 以下哪个因素可能不是影响岩石化学风化过程的主要因素？

- A.岩石的颜色； B.岩石的成分； C.岩石的结构； D.岩石的构造。

【答案】 A

【解析】

A. 岩石的颜色：颜色是岩石的物理性质，通常由其矿物成分决定，但颜色本身并不直接主导化学反应的进程。虽然深色岩石可能吸热更多，对物理风化有一定影响，但对于化学风化来说，它不是主要控制因素。

B. 岩石的成分：决定了岩石中矿物的化学稳定性和反应活性，是影响化学风化的内因。例如，含铁镁多的矿物（如橄榄石）比石英更容易风化。

C. 岩石的结构：指岩石中矿物的结晶程度、颗粒大小和排列方式。例如，颗粒粗的岩石通常比致密的岩石更易风化。

D. 岩石的构造：指岩石体中的断层、节理、裂隙等。这些构造为水、空气等风化介质提供了通道，增大了反应表面积，显著影响风化速率。

【考点归纳】 化学风化作用及其影响因素。

4. 下列哪个区域不容易形成荒漠带？

A. 副热带高压带所控制的区域；

B. 远离大洋的内陆盆地；

C. 长期有寒流经过的沿海地区；

D. 长期有暖流经过的沿海地区。

【答案】 D

【解析】

A. 副热带高压带：盛行下沉气流，空气增温干燥，降水稀少，是全球主要沙漠（如撒哈拉沙漠）的成因。

B. 远离大洋的内陆盆地：深居内陆，水汽难以到达，气候干旱，易形成荒漠（如塔克拉玛干沙漠）。

C. 长期有寒流经过的沿海地区：寒流水温较同纬度海域低 5~10℃，抑制海水蒸发，空气中水汽含量不足，冷空气下沉形成稳定高压，进一步抑制云层发展和降水形成。且海陆温差导致近地面形成逆温层，虽常出现海雾，但雾滴难以转化为有效降水，导致沿海荒漠的形成（如秘鲁沿岸的阿塔卡马沙漠）。

D. 长期有暖流经过的沿海地区：暖流有增温增湿的作用，使得空气温暖湿润，容易形成降水，气候通常比较湿润，不易形成荒漠。

【考点归纳】 气候类型与洋流的影响，荒漠的成因。

5. 分布在热带的深海沉积物主要是什么？

A. 钙质软泥；

B. 硅质软泥；

C. 深海粘土；

D. 陆源碎屑。

【答案】 A

【解析】

A. 钙质软泥：主要由浮游有孔虫、颗石藻等钙质壳体生物的遗骸组成。这些生物在温暖的热带和亚热带表层海水中大量繁殖。它们死亡后壳体沉降，在碳酸盐补偿深度（CCD）以上形成钙质软泥。热带地区广阔的洋中脊和海台区域水深较浅，通常在 CCD 之上，因此钙质软泥分布广泛。

B. 硅质软泥：主要由硅藻、放射虫等硅质壳体生物遗骸组成，主要分布在营养物质丰富的涌升流区，如赤道和两极地区。

C. 深海粘土：分布在水深大于 CCD 的深海平原，生物来源的沉积物很少。

D. 陆源碎屑：主要分布在靠近大陆的区域。

【考点归纳】 海洋沉积物类型及其分布规律，特别是碳酸盐补偿深度（CCD）的概念。

6. 你认为下列所述的构造环境哪个不属于板块边界?

- A.东非裂谷; B.秘鲁海沟; C.圣·安德列斯断层; D.大西洋中脊。

【答案】 A

【解析】

- A. 东非裂谷: 被认为是大陆板块内部张裂的初始阶段, 是未来的板块边界, 或者叫“新生板块边界”, 仍处于板块内部。
B. 秘鲁海沟: 是纳斯卡板块向南美板块之下俯冲形成的, 是典型的汇聚型板块边界。
C. 圣安德列斯断层: 是太平洋板块与北美板块之间的转换型(走滑)板块边界。
D. 大西洋中脊: 是北美板块/欧亚板块与南美板块/非洲板块之间的离散型板块边界。

【考点归纳】 板块构造理论, 板块边界类型(离散型、汇聚型、转换型)。

7. 下面哪种岩浆岩的结构你认为是火山岩特有的?

- A.中粒等粒结构; B.似斑状结构; C.辉绿结构; D.玻璃质结构。

【答案】 D

【解析】

- A. 中粒等粒结构: 是岩浆在地下较深处缓慢冷却形成的, 是典型的侵入岩(如花岗岩)结构。
B. 似斑状结构: 常见于浅成侵入岩, 反映两阶段的冷却历史, 并非火山岩特有。
C. 辉绿结构: 是浅成侵入岩辉绿岩的典型结构。
D. 玻璃质结构: 是岩浆喷出地表后, 因急速冷却, 矿物来不及结晶而形成的。这是火山岩最典型的结构特征。

【考点归纳】 岩浆岩的结构类型与形成环境。

8. 下列哪种岩石与其它岩石不属于同一类?

- A.黑云母花岗岩; B.二长花岗岩; C.紫苏花岗岩; D.钾长花岗岩。

【答案】 C

【解析】

花岗岩的分类通常依据其碱性长石和斜长石的相对含量, 以及暗色矿物的种类。

- A、B、D选项中的黑云母花岗岩、二长花岗岩、钾长花岗岩都属于正常(钙碱性或碱性)花岗岩系列。
C. 紫苏花岗岩: 属于埃达克岩或查诺基岩系列, 其特征是含有斜方辉石(如紫苏辉石)。它形成于特定的高温、高压构造环境(如俯冲的年轻洋壳部分熔融), 与常规的花岗岩成因和矿物组合有显著区别。

【考点归纳】 岩浆岩的分类, 特别是花岗岩的详细分类。

9. 下列哪种岩石组合可能形成于深海环境?

- A.花岗岩+凝灰岩+石英斑岩; B.砾岩+砂岩+灰岩;
C.硅质岩+玄武岩+辉绿岩; D.片岩+角闪岩+片麻岩。

【答案】 C

【解析】

- A: 花岗岩是深成侵入岩, 凝灰岩是火山喷发物, 石英斑岩是浅成岩, 这个组合常见于大陆火山弧环境。
B: 砾岩、砂岩、灰岩是典型的陆源碎屑和浅海相沉积, 指示了从陆地到浅海的沉积环境。

C: 玄武岩（特别是枕状玄武岩）、辉绿岩和硅质岩是典型的蛇绿岩套的组成部分。蛇绿岩套被认为是古洋壳的残片。其中，玄武岩和辉绿岩构成了洋壳的主要部分，而硅质岩（由放射虫等硅质生物形成）是典型的远洋深海沉积物。这个组合最能代表深海环境。

D: 片岩、角闪岩、片麻岩都是变质岩，指示了经历过区域变质作用的环境。

【考点归纳】 三大岩类与形成环境，蛇绿岩套与板块构造。

10. 萤石有几组解理？

A. 一组； B. 二组； C. 三组； D. 四组。

【答案】 D

【解析】 解理是矿物晶体在外力作用下，沿特定方向（晶面）裂开成光滑平面的性质。萤石（化学成分为 CaF_2 ）属于等轴晶系，其晶体结构决定了它具有四组完全的、沿八面体方向的解理。

【考点归纳】 矿物的物理性质，特别是解理的概念和常见矿物的解理特征。

11. 海洋的大尺度环流可分为表层的_____，和中深层的_____。其中后者的关键海区位于北大西洋。

A. 风生环流；热盐环流； B. 等密度流；等温度流；
C. 西风漂流；极地环流； D. 西风漂流；北大西洋翻转流。

【答案】 A

【解析】

海洋大尺度环流根据驱动力分为两大类。表层环流主要由风驱动，称为风生环流。中深层环流主要由海水温度和盐度差异导致的密度差异驱动，称为热盐环流（或温盐环流）。全球热盐环流的一个关键环节是在北大西洋高纬度地区，表层海水冷却、盐度增加、密度变大后下沉，形成北大西洋深层水，驱动全球深层环流，因此被称为“大洋输送带”。故 A 正确，B、C、D 错误。

注意：选项 D 中的“北大西洋翻转流”是热盐环流的一部分，而“西风漂流”只是风生环流的一部分，不能概括整个表层环流。

【考点归纳】 海洋环流的分类和驱动机制（风生环流与热盐环流）。

12. 布格重力异常与自由空气重力异常的主要差别是做了什么改正？

A. 正常场改正； B. 高程改正； C. 中间层改正； D. 未作改正。

【答案】 C

【解析】

自由空气重力异常 (Free-air anomaly) = 实测重力 - 正常重力 + 高程改正。它只考虑了测点高度对重力的影响。布格重力异常 (Bouguer anomaly) = 自由空气重力异常 - 中间层改正 - 地形改正。它在自由空气异常的基础上，进一步扣除了测点与基准面之间岩石质量（即“中间层”）的引力影响。因此，二者的主要差别就是是否做了中间层改正。

【考点归纳】 重力异常的种类。

13. 在木星轨道位置可以观测到 4 颗类地行星凌日，那么发生凌日时（ ）的视直径最大。

A. 水星； B. 金星； C. 地球； D. 火星。

【答案】 C

【解析】

凌日是指内侧行星运行到观测者与太阳之间。从木星轨道看，水星、金星、地球、火星都是内侧行星，都可以发生凌日。行星的视直径大小取决于它的实际大小和与观测者的距离。在比较行星视直

径时,可以使用实际直径/距离,值越大视直径越大。

A、B: 水星和金星直径都小于地球,距离木星也更远,显然 A、B 错误。

C、D: 木星轨道半径约为 5.2 AU,火星轨道半径约为 1.5 AU,可以算出地球到木星的距离约 $(5.2-1)$ AU = 4.2 AU。火星到木星的距离约 $(5.2-1.5)$ AU = 3.7 AU。地球直径约是火星的 1.88 倍,使用实际直径/距离进行计算。地球的视直径比值约为 $1.88 / 4.2 \approx 0.448$ 。火星的视直径比值约为 $1 / 3.7 \approx 0.27$ 。显然地球的视直径更大,故 C 正确, D 错误。

【考点归纳】天文学,行星运动与观测,视直径的计算。

14. 正确描述酸性岩浆的选项是?

A. 富 K、Na、Si、Al, 贫 Mg、Fe、Ca, $Al_2O_3 > Na_2O + K_2O$;

B. 富 Mg、Fe、Ca, 贫 K、Na、Si、Al, $Al_2O_3 > Na_2O + K_2O$;

C. 富 Mg、Fe、Ca, 贫 K、Na、Si、Al, $Al_2O_3 < Na_2O + K_2O$;

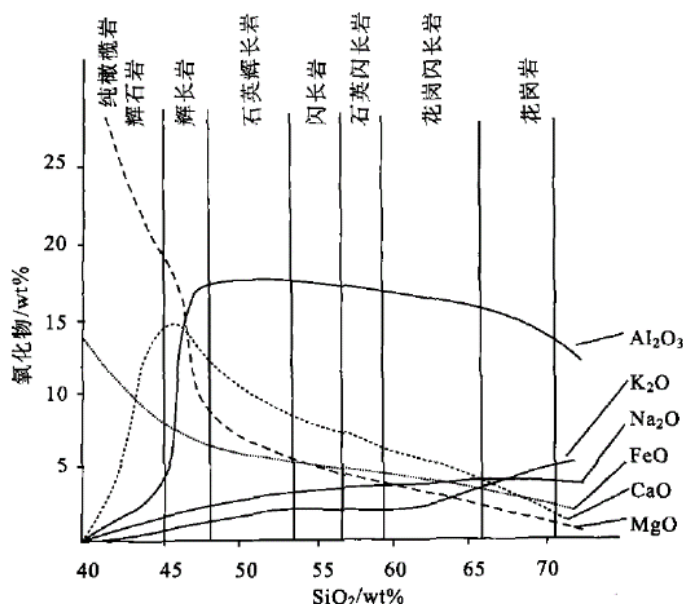
D. 富 K、Na、Si、Al, 贫 Mg、Fe、Ca, $Al_2O_3 < Na_2O + K_2O$;

【答案】A

【解析】本题考查岩浆的成分及分类。岩浆中元素含量通常以氧化物的形式计算,通常用岩浆中的 SiO_2 含量划分岩浆的化学类型:

SiO_2 含量	< 45%	45% ~ 53%	53% ~ 65%	> 65%
岩浆类型	超基性岩浆	基性岩浆	中性岩浆	酸性岩浆

岩浆中的 SiO_2 含量会影响其他主要元素的含量。随 SiO_2 含量增加, MgO 、 FeO 含量减少,而 Na_2O 、 K_2O 含量增加; CaO 和 Al_2O_3 则随 SiO_2 含量增加“先增后减”,在超基性岩浆中极少而基性岩浆中最多。不过随 SiO_2 含量进一步增加, Al_2O_3 含量下降缓慢,在酸性岩浆中依然丰富,而 CaO 含量迅速下降,在中、酸性岩浆中不再丰富。我们可以用 Harker 图解描述其他主要元素含量随 SiO_2 含量的变化。



Harker 图解 (徐夕生等, 2010)

通常,酸性岩浆是铝过饱和岩浆或钙碱性岩浆, $Al_2O_3 > Na_2O + K_2O$; 若 $Al_2O_3 < Na_2O + K_2O$ 则为碱性岩浆,该类岩浆以硅铝不饱和且钠钾含量高为特征,根据 SiO_2 含量,从超基性至中性均有,但是没有酸性,冷凝形成响岩、霞石岩、白榴岩等碱性岩。

综上所述,酸性岩浆富 K、Na、Si、Al, 贫 Mg、Fe、Ca, 且 $Al_2O_3 > Na_2O + K_2O$, 因此 A 项正确。

【考点归纳】岩浆的成分及分类。

15. 下列哪个不属于河流中水质点的运动方式?

- A.层流; B.紊流; C.片流; D.环流.

【答案】C

【解析】

- A. 层流: 水质点互不干扰, 呈平行线状运动, 常见于流速极慢、水深很浅的情况。
B. 紊流 (湍流): 水质点轨迹极不规则, 相互混杂, 是河流运动最主要的形式。
D. 环流 (螺旋流): 在河湾等处, 由于离心力等作用, 水流在横向和纵向都会产生环状流动。
C. 片流 (坡面流): 是指降雨后, 水流在没有固定河道的山坡上, 以薄层形式向下流动的状态。它属于坡面径流的一种, 是暂时性的坡面流水, 不属于河道内水质点的运动方式。

【考点归纳】河流动力学, 水流运动的基本形式。

16. 下列属于河流外沉积的是?

- A.冲积扇沉积; B.三角洲沉积; C.牛轭湖沉积; D.心滩。

【答案】C

【解析】

河流沉积可以分为河道内沉积和河道外沉积 (也称泛滥平原沉积)。

- A. 冲积扇: 是河流出山口时形成的扇状堆积体, 是河道沉积的一部分。
B. 三角洲: 是河流入海或入湖时形成的, 是河道沉积的延伸。
C. 牛轭湖: 是河流裁弯取直后, 废弃的旧河道形成的湖泊。洪水泛滥时, 细颗粒物 (粉砂、粘土) 会沉积在牛轭湖中, 这属于洪水期在河道之外的沉积, 是典型的河道外沉积。
D. 心滩 (江心滩): 是河道中央的沙洲, 是典型的河道内沉积。

【考点归纳】河流地貌与沉积作用, 河道内与河道外沉积的区分。

17. 岩层在空间中的位置称为产状, 通常用走向、倾向、倾角来描述岩层的产状。那么, 在地形地质图上, 同一岩层面与同一高程的等高线的相邻两个交点的连线代表岩层的?

- A.走向线 B.倾向线 C.产状 D.倾角

【答案】A

【解析】

在地形图上, 等高线是地面上高程相等的点的连线, 可以代表一系列不同高程的水平面。因此, 同一个岩层面 (比如某一层砂岩的顶面) 与某一条特定高程的等高线的交点, 是该岩层面上具有相同高程的点。将这些交点 (至少两个) 连接起来的直线, 就是该岩层面上那一个高程的水平线, 即该岩层的走向线。

【考点归纳】地质图的判读, 岩层产状三要素 (走向、倾向、倾角) 的定义和图面表示。

18. 横波不能在地球内部哪个圈层中传播?

- A. 上地幔; B. 下地幔; C. 外核; D. 内核.

【答案】C

【解析】

S 波核心特征是质点振动方向垂直于波的传播方向, 依赖介质的剪切弹性, 无法在缺乏剪切强度的液体或气体中传播, 而外核为液态。

【考点归纳】S 波的性质及其传播特征; 地球内部圈层结构及其基本性质。

19. 洋壳的平均厚度大约是陆壳平均厚度的?

- A.1/2; B.1/3; C.1/4; D.1/5.

【答案】D

【解析】

洋壳的平均厚度为 6—7 km, 陆壳平均厚度为 33—35 km, 所以选 D 选项。

【考点归纳】地壳的结构。

二、不确定选择题(单选或多选, 每一个正确答案得1分, 选错一个扣0.5分):

1. 下列关于地壳的描述你认为哪些是正确的?

- A. 地壳可以分为上地壳和下地壳;
B. 地壳的平均密度约为 2.5 g/cm^3 ;
C. 莫霍面是上下地壳的分界面;
D. 陆壳的下地壳与洋壳的成分相近;
E. 陆壳的下地壳与洋壳的密度相近;
F. 陆壳的下地壳与洋壳的波速相近。

【答案】ADE F

【解析】

A: 正确。地壳, 特别是大陆地壳, 通常被划分为以花岗岩类为主的上地壳(硅铝层)和以玄武岩类为主的下地壳(硅镁层), 但深部钻孔资料表明, 下地壳也可能以中性、酸性变质岩为主。

B: 错误。地壳的平均密度约为 $2.7\text{--}2.8 \text{ g/cm}^3$, 2.5 g/cm^3 太低了, 与上地壳的平均密度相近。

C: 错误。莫霍面是地壳和地幔之间的分界面, 而不是上下地壳的分界面。

D, E, F: 均正确。大洋地壳主要是由玄武岩组成的。大陆地壳的下地壳通常被认为是以成分类似于玄武岩的基性岩石为主。因此, 两者在化学成分、密度(约 $2.9\text{--}3.0 \text{ g/cm}^3$)以及地震波速上都比较接近。

【考点归纳】地球内部圈层结构, 大陆地壳与大洋地壳的特征与对比。

2. 下列关于水圈的描述你认为哪些是正确的?

- A. 水圈和大气圈、生物圈是各自独立的圈层;
B. 水圈最大的主体是海洋;
C. 淡水最大的主体是地下水;
D. 淡水是不可再生的资源;
E. 河流是陆地上最为活跃的水圈载体。

【答案】BE

【解析】

A: 错误。地球的各大圈层之间是相互联系、相互作用的, 例如通过水循环、碳循环等过程紧密联系在一起。

B: 正确。海洋水约占全球总水量的 96.5%, 是水圈的主体。

C: 错误。全球淡水资源中, 约 68.7% 储存在冰川和永久性冰盖中, 它们是淡水最大的主体。地下水约占 30.1%, 是液态淡水的最大主体。

D: 错误。淡水通过水循环可以不断得到补充和更新, 属于可再生资源。

E: 正确。河流径流速度快, 不断进行侵蚀、搬运、沉积作用, 并且是连接陆地各水体与海洋的关键通道, 是陆地水体中最为活跃的部分。

【考点归纳】水圈的组成, 全球水量分布, 水循环与水资源。

3. 下列关于冰川的描述你认为哪些是正确的?

- A. 冰川主要形成于高山地区;

- B. 冰川通常会记录一些全球气候变化的信息;
- C. 南极大陆的冰川融化会造成海平面的上升;
- D. 北冰洋的冰山融化会造成海平面的上升;
- E. 冰川的内碛物通常是由冰川的交汇形成的。

【答案】BCE

【解析】

A: 错误。冰川不仅形成于高山地区(山岳冰川),也形成于高纬度的两极地区,且后者储冰量远大于前者。

B: 正确。冰芯中封存了过去不同时期的气泡、火山灰和同位素,是研究古气候、古环境的宝贵资料。

C: 正确。南极大陆冰川是储存在陆地上的冰体,其融水进入海洋会直接增加海水总量,导致海平面上升。但要注意,南极大陆冰川分为冰盖和冰架,冰架漂浮在海面,其融化并不会导致海平面上升;而冰盖融化会导致海平面上升。

D: 错误。北冰洋的冰山(主要为海冰)是浮在海面上的。根据阿基米德原理,浮冰融化后,其体积正好补充其排开水的体积,因此对海平面没有显著影响。

E: 正确。当两条山谷冰川汇合时,它们各自的侧碛(堆积在冰川两侧的岩屑)会合并到新冰川的中部,形成条带状的内碛。

【考点归纳】冰川学基础,冰川的分类、地质作用(冰碛物)及气候指示意义。

4. 下列关于板块构造的描述你认为哪些是正确的?

- A. 地球表面可以分割为若干板块;
- B. 大陆边缘可以分为主动陆缘和被动陆缘两大类;
- C. 海沟是主动陆缘的一种地貌单元;
- D. 地震作用是被动陆缘典型的作用方式;
- E. 从大洋中脊喷出的岩浆一般是中性的;
- F. 喜马拉雅山脉是由于印度板块俯冲到欧亚板块下面所形成的。

【答案】ABC

【解析】

A, B, C: 均正确。这些都是板块构造理论的基本内容。地球岩石圈被划分为多个板块;大陆边缘根据其是否是板块边界分为被动陆缘(如大西洋两岸)和主动陆缘(如太平洋东岸);海沟是板块俯冲带的产物,是主动陆缘的典型地貌。

D: 错误。强烈的地震和火山活动是**主动陆缘**的典型特征,被动陆缘构造活动微弱。

E: 错误。大洋中脊是地幔物质上涌的地方,喷出的岩浆是**基性**的玄武质岩浆。

F: 错误。喜马拉雅山脉是印度-澳大利亚板块与欧亚板块两大**大陆板块碰撞**、挤压隆升形成的,不是标准的俯冲。

【考点归纳】板块构造理论,板块边界类型,大陆边缘类型。

5. 下列关于变质作用的描述你认为哪些是正确的?

- A. 变质矿物的定向排列是变质作用的特征之一;
- B. 变质矿物反映了变质作用的温压条件;
- C. 角闪岩与片麻岩属于不同的变质相;
- D. 接触变质是指不同岩石之间的接触所发生的变质;
- E. 动力变质是指岩石在动力作用下发生的变形变质作用;
- F. 区域变质作用是指区域性的多因素综合作用的变质作用。

【答案】ABEF

【解析】

A: 正确。在应力作用下, 片状或柱状矿物会发生定向排列, 形成片理、片麻理等变质构造, 这是变质岩的重要特征。

B: 正确。不同的矿物在不同的温压条件下生成和稳定, 因此, 变质岩中的特征矿物组合(如红柱石、蓝晶石、矽线石)可以用来判断变质作用发生的物理化学条件。

C: 错误。变质相是以特定的矿物共生组合来划分的, 代表一定的温压范围。角闪岩相就是一个重要的变质相。角闪岩(一种岩石类型)和片麻岩(一种具片麻构造的岩石)都可以形成于角闪岩相的温压条件下。

D: 错误。接触变质作用特指由岩浆侵入带来的高温导致围岩发生变质, 而非任意不同岩石的接触。

E: 正确。这是动力变质作用的定义, 主要发生在断裂带等构造应力集中的地方, 以岩石的破碎和重结晶为特征。

F: 正确。这是区域变质作用的定义, 它发生在广阔的区域, 是温度、压力和应力等多种因素综合作用的结果, 常与造山运动有关。

【考点归纳】变质作用的类型、特征、变质构造与变质相。

6. 下列关于岩浆作用的描述你认为哪些是正确的?

- A. 岩浆是硅酸盐熔融体;
- B. 火山喷出物即为岩浆;
- C. 枕状构造被认为是水下喷发所形成的;
- D. 块状构造是侵入岩特有的构造类型;
- E. 混染作用是指两种岩浆的混合过程。

【答案】AC

【解析】

A: 正确。岩浆的定义就是存在于地壳或上地幔, 由硅酸盐熔融体、矿物晶体和挥发分组成的一种高温粘稠物质。

B: 错误。“岩浆”指地下的熔融状态的岩石, 而“火山喷出物”是岩浆喷出地表后的产物总称, 包括熔岩、火山灰、火山弹等。

C: 正确。当基性岩浆在水下喷发时, 熔岩表面被水快速冷却, 形成椭球状、形似枕头的结构, 即枕状构造, 它是判断古环境为水下喷发的重要标志。

D: 错误。块状构造指岩石内部均一、无明显定向排列的构造, 常见于侵入岩, 但一些快速堆积的火山岩或厚层熔岩流也可以形成块状构造, 因此并非侵入岩所特有。

E: 错误。两种或多种不同成分的岩浆相遇并发生混合的过程叫作岩浆混合作用。而混染作用(Contamination)是指岩浆在上升或侵位过程中, 熔化并同化了周围的岩石(围岩), 从而改变了自身成分的过程。

【考点归纳】岩浆作用基本概念, 岩浆岩的构造, 岩浆演化机制。

7. 下列哪些地质现象可以用来判断沉积岩层的顶底?

- A. 交错层理;
- B. 鲍玛系列;
- C. 粒序层;
- D. 波纹;
- E. 泥裂;
- F. 复理石建造。

【答案】ABCDEF

【解析】

A: 其纹层顶端常被上覆层面截切(削平), 而底端则与下伏层面相切, 可以有效判断顶底。

B: 是浊流沉积的典型序列, 从下到上粒度由粗变细, 结构发生规律性变化, 是极好的顶底标志。

C: 正常的粒序层理表现为下粗上细的垂向变化, 可以指示地层的顶面方向。

D: 对称波痕的顶端是尖的, 底端是圆滑的; 不对称波痕的陡坡指示水流方向, 也可辅助判断。这些形态特征可用于判断顶底。

E: 泥裂(干裂)在地表的开口宽, 向下逐渐变窄, 呈“V”字形。根据V字形的指向可以判断地层顶底。

F: 是一套由频繁互层的砂岩、粉砂岩和页岩组成的沉积建造, 其内部广泛发育粒序层、鲍玛序列等各种沉积构造, 因此可以用来判断地层的顶底。

【考点归纳】 沉积构造, 地层学中的顶底面判别标志。

8. 地球上的春夏秋冬季节变化与地球的什么特点有关密切?

A. 地球自转; B. 地球公转; C. 地球自转轴倾斜; D. 地球与太阳的距离变化。

【答案】 BC

【解析】

A: 地球自转主要影响了昼夜交替, 不能解释四季更迭。故A错误。

B、C: 季节变化的根本原因是地球自转轴的倾斜(黄赤交角的存在)。这个倾角导致在地球公转至轨道不同位置时, 太阳直射点在南北回归线之间移动, 从而造成了不同半球接收太阳辐射量的周期性变化, 形成了四季。故B、C正确。

D: 地球公转轨道是椭圆, 日地距离确有变化, 但地球在1月初经过近日点(北半球冬季), 7月初经过远日点(北半球夏季), 可见季节交替并不是因为日地距离变化导致的。故D错误。

【考点归纳】 地球的公转, 黄赤交角, 四季的成因。

9. 北半球北回归线以北地区, 夏季炎热, 冬季寒冷的原因是?

A. 地球自转轴倾斜, 夏季北半球倾向太阳, 故北半球距离太阳更近而炎热, 冬季南半球倾向太阳, 故北半球距离太阳更远而寒冷;

B. 地球绕太阳运行轨道为椭圆, 夏天地球离太阳更近而炎热, 冬天地球离太阳更远而寒冷;

C. 夏天正午太阳高度角高, 冬天正午太阳高度角低;

D. 夏季日照时间更长, 冬季日照时间更短。

【答案】 CD

【解析】

A、B: 错误归结原因为日地距离, 这是不对的。事实上, 地球在北半球冬季时离太阳最近, 北半球夏季距离最远, 因此日地距离变化不是冬冷夏热的主要原因。故A、B错误。

C: 夏季, 太阳直射北半球, 北回归线以北地区的正午太阳高度角大, 单位面积接收的太阳辐射能量多, 温度高。冬季反之。故C正确。

D: 夏季, 北半球昼长夜短, 接收太阳辐射的时间长, 积累的热量多。冬季则昼短夜长, 接收辐射时间短, 积累的热量少。故D正确。

【考点归纳】 太阳高度角, 昼夜长短变化, 影响地表温度的主要因素。

10. 关于现代地球大气的垂直结构, 下列叙述正确的是:

A. 大气压力随高度呈指数递减, 这是由于垂直方向的气压梯度力与大气所受的重力达成静力平衡;

B. 近地面10-12公里内的大气, 气温随高度增加而指数递减;

C. 平流层大气温度随高度增加而递增, 平流层顶处温度高到可使得空气分子电离, 此处向上亦称电离层;

D. 平流层内温度升高, 主要是由于二氧化碳吸收紫外线, 加热大气, 亦称温室效应;

E. 赤道地区对流层顶的高度较两极地区对流层顶的高度高;

F. 中层顶是整个大气层的最低温。

【答案】 AEF

【解析】

A: 正确。这是大气静力学平衡的基本描述。在垂直方向上, 向上的气压梯度力与向下的重力相平衡, 导致气压随高度呈指数规律递减。

- B: 错误。对流层内, 气温随高度增加而递减, 但这个递减率(环境温度直减率)接近于一个常数(平均约 $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$), 是线性递减而非指数递减。
- C: 错误。电离层远高于平流层顶。平流层中下部温度变化小, 上部由于臭氧层的存在, 气温随高度增加而升高, 但仍不足以使空气电离。
- D: 错误。平流层内温度升高主要是因为该层的臭氧(O_3)吸收了太阳的紫外线辐射, 而非二氧化碳。
- E: 正确。赤道地区对流旺盛, 热空气上升能到达更高的高度, 因此对流层顶的高度(约 $16\text{--}18\text{ km}$)比两极地区(约 $8\text{--}10\text{ km}$)要高。
- F: 正确。在大气垂直结构中, 中间层的顶部, 即中层顶(约 85 km 高度), 温度达到极小值, 约为 -90°C 甚至更低, 是整个大气层温度最低的地方。

【考点归纳】大气的垂直分层(对流层、平流层、中间层、热层、外层)及其各层特征。

11. 关于地球表面和大气间的辐射收支, 以下描述正确的是:

- A. 地气系统主要在高纬地区获得净辐射能量, 并通过红外线辐射在低纬地区失去净辐射能量;
- B. 地表最主要通过感热加热大气;
- C. 地表最主要通过潜热加热大气;
- D. 地表最主要通过红外线长波加热大气;
- E. 地气系统的辐射收支尽管对于任何一地点、对于任何一时刻都高度不均一, 但全球长期平均却很稳定;
- F. 地球接收太阳短波的最大辐射量位于极地的夏天。

【答案】CEF

【解析】

- A: 错误。地气系统在低纬度地区(热带)获得的太阳辐射能量大于其失去的能量, 为净辐射能量获得区; 在高纬度地区则相反, 为净辐射能量亏损区。能量通过大气和海洋环流从低纬向高纬输送。
- B, C, D: 地表向大气输送热量有三种方式: 长波辐射、感热输送和潜热输送。其中, 潜热输送(水分蒸发和凝结)是能量最大的一种方式, 其次是长波辐射, 感热输送的能量最小。因此C正确, B和D不正确。
- E: 正确。从全球和长期的平均来看, 地球接收的太阳短波辐射与地球向外发射的长波辐射基本处于平衡状态, 这使得地球的平均温度能保持相对稳定。
- F: 正确。这是一个反直觉但正确的事实。在夏至日时, 由于极地有长达24小时的日照, 使得极地在一天内接收到的太阳总辐射量(日总辐射量)超过了赤道地区。

【考点归纳】地球的辐射平衡, 大气热力学, 纬度间的热量输送。

12. 下列关于空气污染的描述, 哪些是正确的?

- A. 夏季陆地上近地面空气中的臭氧, 常在半夜达到一天的最高值;
- B. 城市大气中的 SO_2 主要来自火山喷发;
- C. 臭氧可以吸收紫外线, 所以对对流层大气中的臭氧多多益善;
- D. 稳定边界层有利于污染物向上扩散;
- E. 边界层稳定且湿度较大时, 有利于二次气溶胶生成;
- F. 中国的空气污染问题是复合型污染, 背后既有英国伦敦大烟雾、也有美国洛杉矶烟雾的身影。

【答案】EF

【解析】

- A: 错误。近地面臭氧是光化学烟雾的主要成分, 其生成需要强烈的日光照射, 因此其浓度通常在午后达到峰值, 夜间会逐渐降低。
- B: 错误。城市大气中的二氧化硫(SO_2)主要来源于含硫化石燃料(如煤和石油)的燃烧, 是工业和交通排放的产物。
- C: 错误。平流层的臭氧是“好臭氧”, 能吸收紫外线保护地球生命。但对流层的臭氧是“坏臭氧”, 是

一种强氧化剂，对人体健康和生态系统有害。

D: 错误。稳定的大气边界层（如逆温层）会抑制空气的垂直对流，使得污染物被困在近地面，不利于扩散，从而加重污染。

E: 正确。稳定的边界层使污染物前体物（如 SO_2 、 NO_x ）的垂直扩散减弱，浓度升高，而高湿度环境为气相污染物向颗粒物（二次气溶胶，如硫酸盐、硝酸盐）的转化提供了反应介质。

F: 正确。中国的空气污染兼具了以燃煤和工业排放 SO_2 、颗粒物为特征的“伦敦型烟雾”和以汽车尾气、VOCs（挥发性有机物）在光照下反应生成臭氧和 $\text{PM}_{2.5}$ 为特征的“洛杉矶型光化学烟雾”的特点，是一种复杂的复合型污染。

【考点归纳】 大气污染

13. 大气中形成逆温的原因有哪些？

- A. 地面辐射可见光冷却； B. 下沉气流绝热增温；
C. 冷空气沿着锋面爬升到暖空气之上； D. 冷空气平流到暖的地表上空；
E. 山谷中，冷空气沿山坡下沉。

【答案】 BE

【解析】

逆温是指大气中温度随高度增加而升高的现象。

A: 错误。地面在晴朗的夜晚通过辐射长波（红外线）而冷却，导致近地面气温低于上层空气，形成辐射逆温。选项中“可见光”的说法是错误的。

B: 正确。在高压控制区，空气下沉，在下沉过程中因气压增大而被压缩增温（绝热增温），形成一层暖空气，覆盖在下层冷空气之上，形成下沉逆温。

C: 错误。在锋面系统中，是密度较小的暖空气爬升到密度较大的冷空气之上，从而在锋区形成逆温层。

D: 错误。当冷空气平流到暖地表上空时，下层被加热，会促进对流，不易形成逆温。当暖空气平流到冷的下垫面上方时，下层被冷却，才会形成平流逆温。

E: 正确。在山谷地区，夜间山坡上的空气辐射冷却变冷，密度增大，沿山坡下沉到谷底，将谷底的原有暖空气抬升，形成地形逆温或山谷逆温。

【考点归纳】 大气温度层结，逆温的成因与类型（辐射逆温、下沉逆温、锋面逆温、地形逆温等）。

14. 关于现代大气的温室效应，以下描述正确的是：

- A. 大气中最重要温室气体是 H_2O ，它对地球从 255 K（无大气裸球）升温到 288 K（今日地球）贡献最大；
B. 人类工业活动排放过量的 CO_2 、 CH_4 、 N_2O ，是导致全球变暖的主因；
C. H_2O 、 O_3 都是温室气体，在整个地球大气中是均匀混合的；
D. 人类排放的温室气体的寿命普遍较短，使得地表冬-夏温差正在缓慢加大；
E. 温室气体主要吸收长波，对应分子键的振动的能量；
F. 温室气体主要吸收短波，对应原子核外电子轨道的能级跃迁。

【答案】 ABE

【解析】

A: 正确。水汽（ H_2O ）是大气中含量最多、贡献最大的温室气体，是自然温室效应的主要贡献者。

B: 正确。自工业革命以来，人类活动排放的二氧化碳（ CO_2 ）、甲烷（ CH_4 ）、氧化亚氮（ N_2O ）等长寿命温室气体是导致当前全球变暖（增强的温室效应）的主要驱动力。

C: 错误。水汽和臭氧（ O_3 ）的浓度在时空上分布极不均匀。水汽主要集中在低层大气，臭氧主要集中在平流层。

D: 错误。许多重要的人为温室气体（如 CO_2 、 N_2O ）寿命很长（几十年到几百年），因此会在大气中

累积。

E: 正确。温室气体(多原子分子)能够吸收地球表面发出的长波辐射(红外线),这种能量的吸收会引起分子内部化学键的振动和转动能级跃迁。

F: 错误。吸收短波(如紫外线)并引起电子轨道能级跃迁是原子或其他分子的特性(如 O_2 、 O_3 吸收紫外线),而不是温室效应的机制。

【考点归纳】 温室效应原理,主要温室气体及其作用,全球变暖。

15. 天然气水合物(可燃冰)在中国近海四个海域中哪几个海域中存在?

A.渤海; B. 黄海; C. 东海; D.南海.

【答案】 CD

【解析】 本题考查天然气水合物(可燃冰)的形成条件及分布。天然气水合物是甲烷和水在高压低温环境下形成的结晶,通常分布于深海海底沉积层或陆域冻土带。我国渤海和黄海深度较浅,温压条件不适合天然气水合物的赋存,因此A、B项错误。东海和南海海域均有天然气水合物赋存,南海是我国天然气水合物最重要的富集区,我国已在南海北部的神狐海域实现天然气水合物的成功试采。因此C、D项正确。此外,在青藏高原与东北的冻土区,也有天然气水合物的分布。综上所述,本题选择C、D项。

【考点归纳】 天然气水合物的形成条件;天然气水合物在我国的分布。

16. 嫦娥五号探测器,是中国首个实施无人月面取样返回的航天器,计划在探月工程三期中完成月面取样返回任务,是中国探月系列工程中最关键的探测器,也是中国探月工程的收官之战。请选择下列说法中正确表述。

- A.中国对月球的探索计划可分为“三大步”,分别是“绕月”、“落月”、“返回”;
B.中国对月球的探索计划统称“嫦娥工程”;
C.嫦娥工程发射的月球探测器编号为嫦娥一号,嫦娥二号,嫦娥三号,嫦娥四号,嫦娥五号;
D.嫦娥五号是嫦娥工程“绕、落、回”阶段的收官之战。

【答案】 ABCD

【解析】

A、B、D: 这些选项准确描述了中国探月“嫦娥工程”的总体规划。该工程初期规划为“绕、落、回”三步走战略。嫦娥一号、二号完成了“绕月”;嫦娥三号、四号完成了“落月”;而嫦娥五号成功实现了月壤采样并“返回”地球,标志着这“三步走”规划的圆满收官。故A、B、D正确。

C: 选项列出的嫦娥一号至五号是中国探月工程中已发射并执行任务的主要探测器序列,故C正确。

【考点归纳】 航天科技,中国探月工程(嫦娥工程)的规划与成就。

17. 河流的溶运能力与下列因素有关?

A.流速 B.流量 C.河水的性质 D.流域内的气候和岩石的性质

【答案】 ABCD

【解析】 本题考查影响岩溶作用的因素。河流的溶运能力与流速、流量、河水性质、流域内的气候及岩性均有关。流速和流量越大,河流可携带的溶解物质越多;河水pH值较低,温度较高时溶运能力强;流域内气候通过影响河流流量、河水性质等间接影响河流溶运能力;岩石的岩性不同,在水中的溶解度也不同,通常卤化物>硫酸盐>碳酸盐,而硅质岩难以在水中溶解。因此A、B、C、D项均正确。

【考点归纳】 影响岩溶作用的因素。

18. 下列对钙华描述是正确的?

- A.所有温泉都可形成钙华沉积 B.钙华是陆地水循环过程中物质迁移的一种表现形式
C.水化学条件是钙华沉积的物质基础和必要条件 D.生物效应可对钙华沉积起到加强作用

【答案】BCD

【解析】

本题考察岩溶沉积物中的钙华沉积。通常认为,钙华是富含碳酸氢钙的地下水在运移至地表后 CO_2 逸出,导致碳酸钙沉积而形成,需要一定的形成条件,因此并不是所有温泉都可形成钙华沉积,因此A项错误。钙华形成过程中伴随着 Ca^{2+} 等物质的运移,因此B项正确。水体的 Ca^{2+} 浓度和 pH 直接决定了钙华沉积能否形成,若 Ca^{2+} 浓度不足或 pH 过低,钙华沉积都无法形成,因此C项正确。细菌、藻类、苔藓等均会促进钙华沉积,主要机制包括改变水动力条件促进 CO_2 逸出、光合作用吸收 CO_2 、表面为碳酸钙晶体提供生长位点等,因此D项正确。综上所述,本题选择B、C、D项。

【考点归纳】钙华的形成条件。

三、根据图件回答问题 (不确定选择题,每一个正确答案得1分,选错一个扣0.5分): 图1是某地的海岸带,根据你所掌握的知识回答问题1-3:



图1

1. 该海岸带属于什么类型?

- A.海滩海岸; B.障壁沙岛-泻湖体系; C.潮坪; D.岸礁礁坪;

【答案】D

【解析】图中可以清晰地看到一条与海岸线平行的破碎波浪带,这表明有一条水下高地使海浪提前破碎。在这条浪带和陆地之间,是一片颜色较浅、水面相对平静的水域。这是典型的岸礁(珊瑚礁)地貌特征。破碎的波浪位于礁前斜坡或礁脊,平静的浅水区是礁坪或潟湖。

2. 造成此海岸类型的主要原因是?

- A.沙嘴的作用; B.沙坝的阻隔; C.海岸的坡度; D.造礁生物的生长。

【答案】D

【解析】本题图应为大开曼岛岸礁。岸礁是由造礁生物(主要是珊瑚虫,还有钙藻等)的骨骼遗骸经过千百万年的堆积形成的生物海岸。它们对水温、盐度、光照等环境要求苛刻,主要生长在热带和亚热带的清澈浅海中。因此,造礁生物的生长是形成这种海岸类型的根本和主要原因。

3. 此环境下的沉积物以什么为主?

- A.细砂; B.粉砂; C.泥质-粘土质; D.碳酸盐类。

【答案】D

【解析】在珊瑚礁环境中，沉积物主要来源于生物。造礁生物的骨骼、其他海洋生物（如贝类、有孔虫）的壳体以及钙藻的碎屑，都会在物理和生物作用下破碎、磨蚀，形成砂和泥。这些沉积物的化学成分都是碳酸盐（ CaCO_3 ）。此外还有海水溶解骨骼形成的碳酸钙化学沉积及极少量陆源碎屑沉积，热带海岸潟湖沉积物可能全部为碳酸盐质内源碎屑。可能图中浅色的海底也指示了这是明亮的碳酸盐砂。

【考点归纳】(1-3题)：海岸地貌分类，珊瑚礁海岸的特征、成因与沉积环境。

4. 图2是某处公路遭受洪水破坏的照片，请根据图片选择与此处破坏相关的因素：

- A.河流的底蚀作用； B.河流的侧蚀作用； C.松散的河漫滩沉积；
D.河流的凹岸； E.河流的凸岸； F.侵蚀基准面的改变。

【答案】BD**【解析】**

图中显示，公路的路基被洪水掏空导致垮塌。

- A. 底蚀作用主要是河流下切，不是造成图中破坏的主要形式。
B. 侧蚀作用：公路一侧紧邻河道，路基的垮塌是典型的河岸被水平侵蚀（侧蚀）的结果。
C. 松散的河漫滩沉积：河流在凸岸沉积，与图中公路的路基垮塌相反。
D. 河流的凹岸：从道路和河道的弯曲形态看，被侵蚀的公路正处于河流的凹岸。在河湾处，水流主流线偏向凹岸，流速最快，侵蚀作用也最强。
E. 凸岸是沉积岸，与图中现象相反。
F. 侵蚀基准面改变是长时期、大范围的影响，不是此次洪水造成局部破坏的直接原因。

【考点归纳】河流地貌学，河流的侵蚀作用（侧蚀），曲流河（河湾）的动力地貌特征。



图 2



图 3

5. 图3是台湾中横公路太鲁阁某处的山泉，请问此泉水的类型是什么？

- A.上升泉； B.下降泉； C.间歇泉； D.都不是。

【答案】A**【解析】**

- A. 上升泉是承压水（被限制在上下两个不透水层之间）因压力作用涌出形成的，题图3明显为喷涌而出的承压水。
B. 下降泉是由非承压水形成的，与题图所示不符。
C. 间歇泉是地热活动的产物，为间断喷发的温泉，太鲁阁地区并非典型的地热区。

【考点归纳】水文学，地下水，泉的类型与成因。

6. 下列四张图分别代表什么云型?



A.积云；层云；高层云；卷云

B.积雨云；雨层云；高层云+高积云；卷云

C.雨层云；积雨云；卷层云；卷积云

D.雨层云；积雨云；高层云；卷积云

【答案】 B**【解析】**

原卷中因排版问题，图片顺序有误，现已予以修改。

图一：云体浓厚庞大，有强烈的垂直发展，云底平坦且有降水，是积雨云。

图二：云层均匀、呈暗灰色，覆盖全天，并伴有持续性降水，是雨层云。

图三：云呈块状、片状分布，排列成行或呈波浪状，可见清晰的个体，是高积云+高层云。

图四：云体轻薄、分离、呈丝缕状，是高空由冰晶构成的卷云。

【考点归纳】 云的分类，常见云状（如积雨云、卷云、雨层云、高积云）的识别。

7. 赤道式日晷，之所以表盘正反面都有刻度是因为：



A.春夏季使用正面刻度； B.秋冬季使用反面刻度； C.春秋分日不用刻度； D.冬夏至日不用刻度；

【答案】 ABC**【解析】**

赤道式日晷，根据所在地纬度的不同，会调整晷盘的角度，使其平行于地球的赤道面。

A：从春分到秋分（大致为春夏季），太阳直射北半球，位于赤道面以北。对于北半球的观测者来说，晷针的影子会投射在晷盘的上面（正面）。故A正确。

B：从秋分到次年春分（大致为秋冬季），太阳直射南半球，位于赤道面以南。晷针的影子会投射在晷盘的下面（反面）。故B正确。

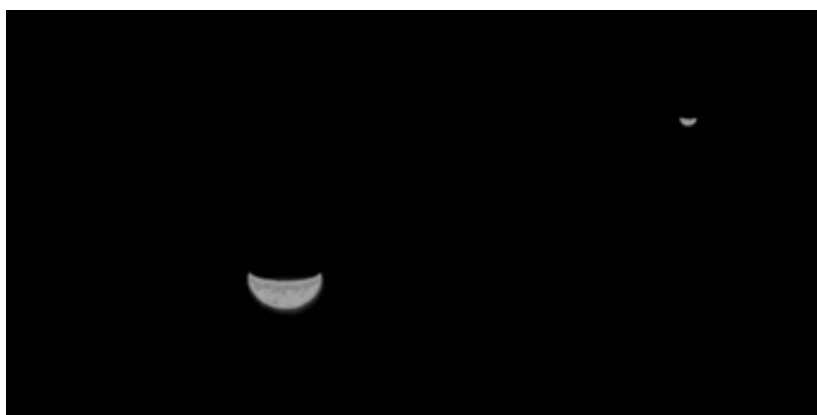
C：春分日和秋分日，太阳直射点位于赤道，此时晷盘面与太阳光平行，无法使用。故C正确。

D：夏至日使用正面刻度，冬至日使用反面刻度。故D错误。

【考点归纳】 天文地理，地球公转与太阳直射点的移动，日晷的工作原理。

8.2020年07月24日中国发射火星探测器天问一号，下图为2020年07月27日探测器发回地月合影，请问此时火星应该在图片中哪个方位？

A.上方； B.下方； C.左方； D.右方。



【答案】C

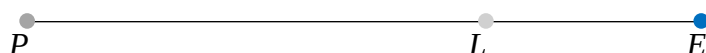
【解析】

太阳的方位判断

图中两个天体（地球和月球）亮面朝下，故太阳在下方。

地球与月球的区别和位置判定

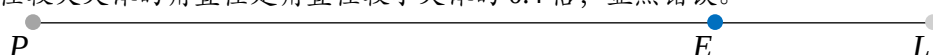
根据天问一号的轨道以及题中给出的信息，假定拍摄照片时天问一号和地球间的距离为 120 万千米。从图中测量得到角直径较大的天体的角直径是角直径较小的天体的 5 倍。根据图像建立模型，可以认为探测器和两个天体大致共线。



假设角直径较大天体是月球(L)，另一个是地球(E)，如上图，P 为天问一号。月球的直径是地球的 0.273 倍，而地月距离约为 38.4 万千米。以此计算两个天体角直径比例：

$$\frac{\delta_L}{\delta_E} = \frac{d_L}{d_E} \frac{D_E}{D_L} = 0.273 \frac{120 - 38.4}{120} = 0.4$$

即角直径较大天体的角直径是角直径较小天体的 0.4 倍，显然错误。



假设角直径较大天体是地球(E)，另一个是月球(L)，如上图，P 为天问一号。计算两个天体角直径比例：

$$\frac{\delta_E}{\delta_L} = \frac{d_E}{d_L} \frac{D_E}{D_L} = 0.273^{-1} \frac{120}{120 + 38.4} = 4.8$$

即角直径较大天体的角直径是角直径较小天体的 4.8 倍，与图像上测量结果吻合。

所以，角直径较大的天体是地球，另一个是月球，且地球离天问一号更近。

月相的判断

拍摄时间为 2020 年 7 月 27 日。我们需要判断其对应的农历日期，进而判断月相。下面提供两种方法。

方法一（常规考场解法）：

根据图中地球和月球的位置关系以及亮面，我们可以判断日地连线与地月连线大致垂直，所以农历日期在初七附近或廿三附近。

这是 2021 年国内地球科学奥赛的预赛题，考试日期为 2021 年 4 月 24 日，农历三月十三。一个朔望月为 29.53 天，以此向前推知拍摄当天的农历在初七附近，而不是廿三附近。所以月相为上弦月。

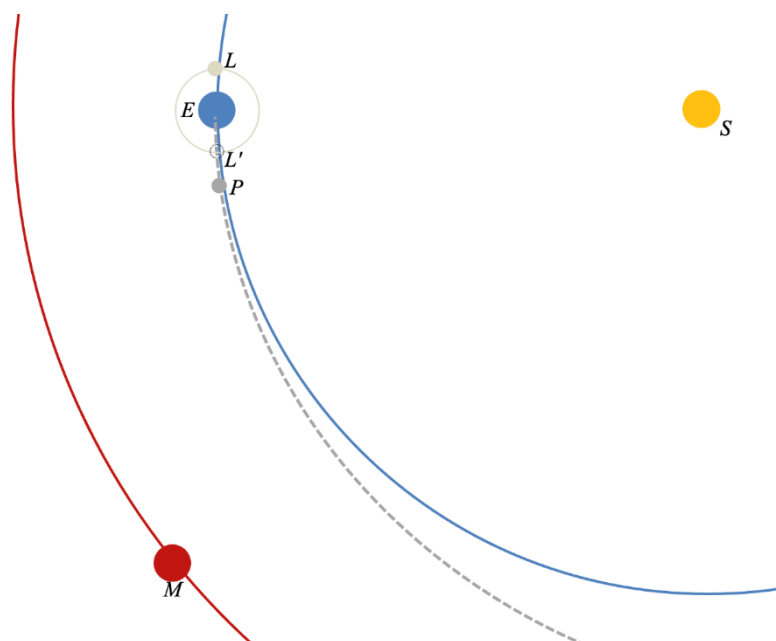
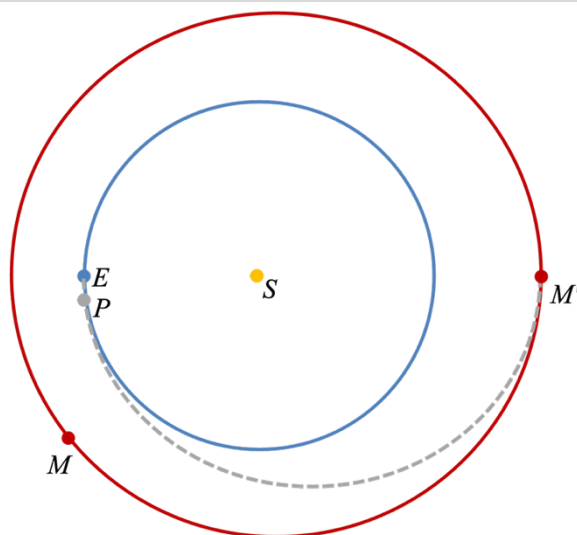
方法二（适合天文爱好者）：

2020年6月21日有日环食现象，对应农历为初一。所以可以快速判断拍摄当天（2020年7月27日）在初七附近，故月相为上弦月。

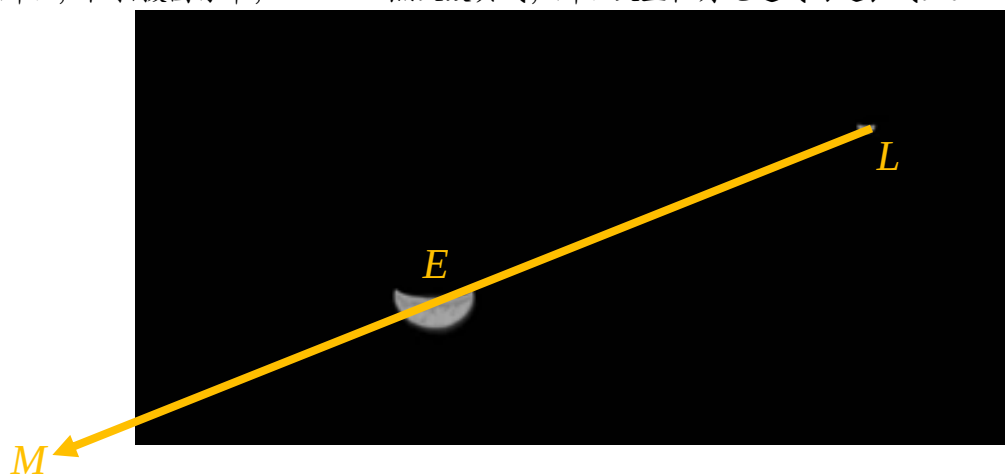
地球、月球与火星的位置关系

天问一号的轨道为著名的霍曼转移轨道，如右图灰色虚线所示（图片采用从黄道面上方俯视视角）。S-太阳，E-地球（发射时），M-火星（发射时），M'-火星（到达时）。拍摄日为发射后3天，可以认为地球与火星分别接近E、M位置，探测器大致在P位置。由图可知， $\angle SEM \approx 90^\circ$ 。

根据月相（上弦月），在地球上，月球亮面朝西。结合日地连线与地月连线垂直，判断月球应在下图L处，而不是L'处（L'对应下弦月）。



所以，在拍摄图像中，L-E-M 三点大致共线，所以火星在月地连线的延长线上。



得出结论：火星在图片中的左方。

【拓展思考】

1. 在地球与月球的区分和位置判定中，只讨论了离天问一号较近的天体角直径大的情形。是否还需要讨论离天问一号较近的天体角直径小的情形？
2. 为什么以下思路是错误的：根据霍曼转移轨道，发射时火星在地月系统与太阳连线的顺时针方向约 90° 。由图片中地月的亮面判断太阳在图中下方，所以顺时针 90° 方向，即左方，为火星的方位。
3. 为什么能在判断月相后，根据霍曼转移轨道示意图中 $L-E-M$ 三点近似共线得到拍摄图像中 $L-E-M$ 三点近似共线？或者说，为什么以下思路是不严谨的：跳过月相判断，在区分地球和月球后已经知道探测器离地球比离月球近，根据霍曼转移轨道示意图中 $L-E-M$ 三点近似共线得到拍摄图像中火星在月球与地球连线的延长线上，即火星在左方。

【思维点拨】

1. 首先判断出本题的考点为天问一号的轨道（霍曼转移轨道），根据题中所给日期判断天问一号刚刚发射，所以依据霍曼转移轨道探测器发射时的日-地-火位置关系排除 A, B 选项。由于无法确定图片是从黄道面上方拍摄还是从黄道面下方拍摄，无法确定火星是在图中左方还是右方。所以接下来主要解决方向确定的问题。
2. 为此，我们可以根据题中给出的日期，计算出拍摄当天农历初七附近，判断出月相为上弦月，进而得到月球位置。在霍曼转移轨道示意图中标注月球位置后，我们能够发现月球-地球-火星近似共线。因为月球、地球、火星和天问一号均位于黄道面附近，所以从探测器观察月球、地球、火星也近似共线。
3. 根据以上获得的信息，我们只需区分图中两个天体何者为地球、何者为月球。所以我们可以想到计算角直径比值来区分。为此，我们建立模型并采用适当的简化，例如用地球、月球、天问一号共线的假设来简化 PL 距离的计算。比值的计算支持角直径大的天体为地球、另一个为月球的结论。至此，我们就足以解出这道题目了。

【考点归纳】

天文学：太阳方位与天体亮面关系，月相判断（上弦月/下弦月与农历日期关联）

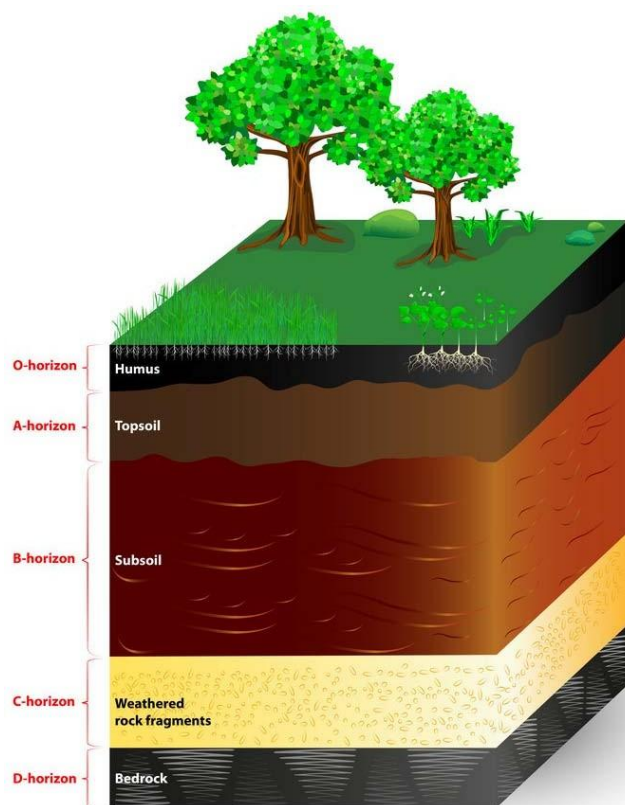
航天工程：霍曼转移轨道特性（发射窗口、日-地-火相对位置），探测器轨道简化模型（共线假设）

天体测量学：角直径计算（ $\delta = \frac{d}{D}$ ），地球与月球的角直径比例验证

历法学：农历与公历换算（朔望月周期 29.53 天），天文事件锚定法（如日环食日期推算农历）

空间几何学：三维天体共线性投影分析（黄道面视角与探测器视角的关联），方向判定（顺时针 90° 的轨道投影意义）

科学思维：模型假设验证（如地球与月球的区分和位置判定），多条件交叉检验（结合轨道、月相、角直径的综合推理）



土壤的分层结构示意图（第四题参考图）

四、土壤是位于陆地表层和浅水域底部，由有机质和无机质组成的具有一定肥力而能够生长植物的疏松层，其厚度一般为1~2 m以内。土壤层处于大气圈、水圈、岩石圈和生物圈的交接地带，是生物有机体和无机环境之间强烈的相互作用面。（以下问题为不确定选择题）

Q4-1 土壤形成的控制因素有哪些？

A. 母岩； B. 气候； C. 地形； D. 生物； E. 时间； F. 人类活动。

【答案】 ABCDEF

【解析】 本题考查成土因素。19世纪末，俄国土壤学家B.B. 道库恰耶夫提出了五大成土因素，即母质、气候、地形、生物、时间。母质是土壤形成的物质基础；气候决定成土过程的水、热条件；生物是推动成土过程的主导因素；地形在成土过程中对水分、热量和母质进行再分配；而时间是一切事物运动变化的必要条件，土壤是随时间推移形成与发展的。自农业革命以来，人类的耕作、栽培等农业活动也开始参与成土过程，水稻土就是典型的以人类活动为主导因素而形成的土壤。因此A、B、C、D、E、F选项全部正确。

【考点归纳】

五大成土因素：母质（母岩）、气候、地形、生物、时间；人类活动对成土过程的影响。

Q4-2 中国是第四纪黄土分布面积最大的国家，第四纪黄土可用来研究以下哪一个（些）科学问题？

- A. 全新世气候突变事件；
- B. 砂金矿床成因问题；
- C. 青藏高原隆升问题；
- D. 亚洲季风-干旱环境演变问题；
- E. 第四纪年代学。

【答案】 ACDE

【解析】 本题考查黄土沉积物研究的意义。黄土是第四纪时期形成的，广泛分布的松散土状堆积物，由于黄土分布广，沉积较连续，堆积时间长，其中含有丰富的气候环境变化记录，可用于研究全新世气候突变事件、青藏高原隆升对亚洲气候环境的影响、亚洲季风-干旱环境演变问题和第四纪年代学等一系列科学问题。砂金矿床的形成通常与流水作用相关，与第四纪黄土的研究关系较小。因此B项错误，A、C、D、E项均正确。

【考点归纳】 黄土沉积物研究的意义。

Q4-3 下面哪些元素在土壤中的过量富集会造造成重金属污染？

- A.铁 (Fe) B.镉 (Cd) C.铅 (Pb) D.砷 (As)
E.锰 (Mn) F.汞 (Hg) G.铬 (Cr)

【答案】 BCDFG

【解析】 本题考查土壤重金属污染的污染源。在环境科学中，重金属通常是指在环境中较为稳定、容易积累且毒性较强的金属元素，在讨论土壤重金属污染时，一般指汞 (Hg)、镉 (Cd)、铅 (Pb)、铬 (Cr) 4种有害金属元素和类金属砷 (As)。铜 (Cu)、锌 (Zn)、镍 (Ni) 等微量营养元素在过量时也会造成土壤污染，通常也被列入土壤重金属污染源。铁 (Fe) 和锰 (Mn) 尽管在过量时也对土壤生物有毒害作用，但是其在土壤中含量本就较高且造成危害的阈值也较高，因此不被认为是土壤重金属元素污染源。因此B、C、D、F、G项正确。

【考点归纳】 土壤重金属污染源：汞 (Hg)、镉 (Cd)、铅 (Pb)、铬 (Cr)、砷 (As)、铜 (Cu)、锌 (Zn)、镍 (Ni)。

Q4-4 下面关于土壤的陈述中哪一个（些）是正确的？

- A. 矿物质占土壤固体物质总重量的90%以上；
B. 有机质占土壤固体物质总重量的5%左右；
C. 腐殖质能显著提高土壤的生产力；
D. 干旱地区的土壤常呈弱酸性或酸性；
E. 存在于土壤颗粒表面的吸湿水是植物根系可以吸收的水分来源。

【答案】 ABC

【解析】 本题考查土壤的物质组成、土壤酸碱性和土壤水的赋存形式。土壤由无机部分——土壤矿物质和有机部分——土壤有机质组成。土壤矿物质是土壤的“骨骼”，占固相部分总重量的95%—98%，包括原生矿物颗粒和次生的黏土矿物。土壤有机质占土壤固相部分总重量的5%左右，包括简单有机物、生物残体和腐殖质；土壤有机质占比很小，却十分重要，是衡量土壤肥力的重要指标。因此A、B项正确。腐殖质是土壤有机物在微生物作用下发生腐殖化而形成的一类复杂高分子化合物，具有亲水性，能参与形成高活性土壤胶体，改善土壤物理性质，吸附大量可供植物吸收的矿质离子，提高土壤生产力。因此C项正确。干旱地区降水少，淋洗作用弱，盐基离子饱和，难以被致酸离子代替，因此土壤常呈碱性；我国土壤具有“东南酸而西北碱”的特性，即由东南向西北土壤pH逐渐增大。因此D项错误。土壤水根据赋存形式可以分为吸湿水、膜状水、毛管水和重力水，植物根系吸收的通常为毛管水；而吸湿水是土壤颗粒表面的一层极薄的水膜（只有几个分子厚），无法被植物根系吸收。因此E项错误。综上所述，选择A、B、C项。

【考点归纳】 土壤的物质组成、土壤酸碱性、土壤水的赋存形式。

Q4-5 下面关于月壤与地球土壤描述中哪一个（些）是正确的？

- A. 月壤和地球土壤的成份中都含有大量SiO₂；
B. 月壤比地球土壤具有较高的黏性；

- C. 月壤中富含放射性元素氦-3;
D. 月壤中富含铁、镁、钙等金属元素。

【答案】 AD

【解析】

A: 正确。月球表面岩石（主要是玄武岩和斜长岩）和地球地壳岩石都是由硅酸盐矿物组成的，因此它们风化形成的月壤和地球土壤都以二氧化硅（ SiO_2 ）和各类硅酸盐为主要成分。

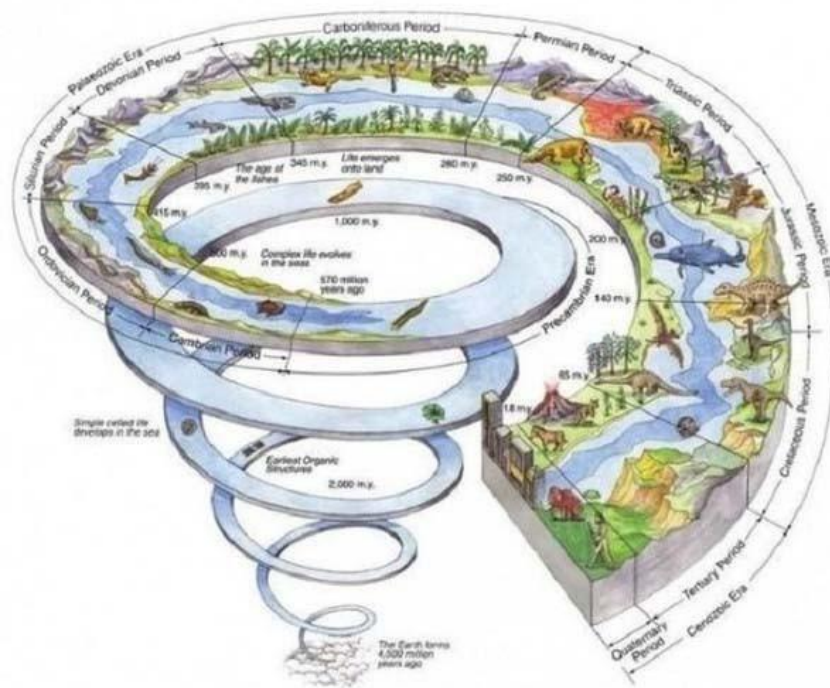
B: 错误。月壤缺少水和粘土矿物，黏性比地球土壤差。

C: 错误。氦-3（ ^3He ）是氦的稳定同位素，并不是放射性元素。它作为太阳风的成分被大量注入到月壤表层中，是一种潜在的清洁核聚变燃料，但它不具有放射性。

D: 正确。月海区域的月壤由富含铁（Fe）、镁（Mg）的玄武岩风化而来；月陆高地由富含钙（Ca）、铝（Al）的斜长岩组成。因此，月壤整体富含这些金属元素。

【考点归纳】 比较行星学，月球地质，月壤（Regolith）的特性。

五、地球上生命的起源与演化是一件非常神奇的事情，也是科学家们孜孜不倦探索的课题。生物演化总体上遵循从简单到复杂、从低级到高级的不可逆规律，并与古环境的演化息息相关，最终形成了今天丰富多彩的生物圈大千世界（以下问题除标明外均为不定向选择题）



Q5-1 下列生物按出现时间从早到晚正确的次序是？（单选）

- A. 恐龙-三叶虫-猛犸象-蓝藻-菊石;
B. 猛犸象-蓝藻-三叶虫-恐龙-菊石;
C. 三叶虫-菊石-恐龙-猛犸象-蓝藻;
D. 菊石-三叶虫-蓝藻-猛犸象-恐龙;
E. 蓝藻-三叶虫-菊石-恐龙-猛犸象。

【答案】 E

【解析】

蓝藻：出现在前寒武纪，是最早的生命形式之一。

三叶虫：古生代的代表性生物，繁盛于寒武纪和奥陶纪。

菊石：中生代的代表性海洋生物，最早出现于泥盆纪。

恐龙：中生代的陆地霸主，繁盛于侏罗纪和白垩纪。

猛犸象：新生代第四纪的哺乳动物。

因此，从早到晚的正确顺序是：蓝藻 → 三叶虫 → 菊石 → 恐龙 → 猛犸象。

【考点归纳】地质历史学，各类生物出现的代表性地质时期。

Q5-2 下面哪些关于古生物化石的陈述是正确的？

- A. 利用恐龙蛋化石可以复活恐龙；
- B. 甲地层中如果发现了比乙地层更晚期的生物化石，则乙地层形成早于甲地层；
- C. 地层中保存下来的动物活动痕迹也是一种化石；
- D. 目前发现的最古老化石是南非巴布顿地区燧石中的球状单细胞细菌化石，距今约38亿年；
- E. 揭示寒武纪生命大爆发的是关岭动物群化石；
- F. 迄今发现最早的鸟类化石是翼龙。

【答案】BC

【解析】

A: 错误。化石中的有机物（如DNA）会随时间降解，目前的技术无法从几千万年前的化石中获得足以复活恐龙的完整DNA。

B: 正确。在未发生地层倒转的情况下，这是“生物群层序律”的直接应用，即利用化石可以判断地层的相对新老关系。

C: 正确。这类化石被称为遗迹化石，包括足迹、爬痕、钻孔、粪便等，能反映古生物的行为习性。

D: 有争议。最古老化石的年代和地点在科学界仍有争议。南非巴布顿地区找到的一种类似于细菌的生命体在海底熔岩中生存过的痕迹，是迄今关于生命体的最古老的证据之一，时代大致为约距今35亿年。

E: 错误。“关岭生物群”是中生代三叠纪晚期的海生爬行动物和海百合化石库。揭示寒武纪生命大爆发的化石群是中国云南的“澄江动物群”和加拿大的“布尔吉斯页岩动物群”。

F: 错误。翼龙是会飞的爬行动物，与恐龙亲缘关系较近，但不是鸟类。目前公认的最早的鸟类是“始祖鸟”。

【考点归纳】古生物学基础，化石的定义，地层学基本定律，重要的化石发现。

Q5-3 下面哪一个（些）古生物是食肉性动物？

- A. 海百合；
- B. 震旦角石；
- C. 马门溪龙；
- D. 三叶虫；
- E. 鹦鹉螺；
- F. 腕足动物。

【答案】BE

【解析】

A (海百合)、F (腕足动物)：都是固着或底栖的滤食性动物。

B (震旦角石)、E (鹦鹉螺)：都属于头足类动物，是活跃的海洋捕食者，以鱼类、甲壳类等为食。

C (马门溪龙)：是大型蜥脚类恐龙，长颈、小头，是典型的植食性动物。

D (三叶虫)：三叶虫种类繁多，包括滤食、食腐和捕食等，但并非所有三叶虫都是食肉的。

【考点归纳】古生态学，常见古生物的生态习性。

Q5-4 地球演化历史中生物大灭绝事件发生在哪些时期？

- A. 奥陶纪与志留纪之间；
- B. 泥盆纪与石炭纪之间；

C.二叠纪与三叠纪之间; D.白垩纪与古近纪之间。

【答案】ABCD

【解析】

地球历史上著名的“五次生物大灭绝”事件的发生时间点分别是:

奥陶纪末期(选项 A)

泥盆纪晚期(选项 B)

二叠纪末期(选项 C, 地质历史上最严重的一次灭绝)

三叠纪末期

白垩纪末期(选项 D)

题目中的四个选项都对应了五次大灭绝中的四次。

【考点归纳】地史学, 生物大灭绝事件。

Q5-5 以下哪一个(些)是李四光先生命名的古生物?

- A. 中华龙鸟;
- B. 震旦角石;
- C. 蜓;
- D. 贵州龙;
- E. 多棘沱江龙。

【答案】C

【解析】

李四光是中国著名的地质学家, 他在古生物学领域的最大贡献之一是对蜓(一类古生代的大型有孔虫)的系统研究。他在中国首次发现了蜓类化石, 并命名了多个属种, 建立了中国石炭-二叠纪地层的划分对比标准。其他选项的命名者均不是李四光。

【考点归纳】地质学史, 李四光的科学贡献。

六、我国拥有无比秀丽的山川和丰富多彩的地质景观, 像丹霞地貌和喀斯特地貌都是世界自然遗产, 雅丹地貌也是中国一种典型地貌类型。为了更好的保护这些珍贵的、不可再生的地质自然遗产, 目前我国正大力推进世界地质公园和国家地质公园的建设。(以下问题除标明外均为不定向选择题)

Q6-1 丹霞地貌是由哪位地质学家或地理学家命名的?

- A.徐霞客; B.冯景兰; C.章鸿钊; D.白垩纪; E.丁文江; F.胡焕庸;

【答案】B

【解析】

1928年, 地质学家冯景兰在广东仁化县的丹霞山地区考察时, 认识到这是一种独特的地貌类型, 并首次将其命名为“丹霞层”, 之后“丹霞地貌”这一术语便被学术界沿用至今。

【考点归纳】地貌学, 丹霞地貌的命名历史。

Q6-2 下面哪一个(些)属于喀斯特地貌?

- A.云南路南石林; B.湖南张家界峰林; C.广西桂林山水;
- D.北京上方山云水洞; E.重庆武隆天坑; F.贵州安顺龙宫。

【答案】ACDEF

【解析】

喀斯特地貌是可溶性岩石(主要是石灰岩)被水化学溶蚀后形成的。

A, C, D, E, F 都是中国著名的喀斯特地貌景观。石林、桂林山水、溶洞（云水洞、龙宫）、天坑都是典型的喀斯特地貌单元。

B. 湖南张家界峰林 是一个常见的“陷阱”选项。它虽然形态与石林相似，但其岩石是石英砂岩，主要是由流水的物理侵蚀作用沿岩石的垂直节理（裂隙）切割形成的，属于砂岩地貌，而非喀斯特地貌。

【考点归纳】 地貌学，喀斯特地貌的定义与典型景观。

Q6-3 以下关于雅丹地貌的陈述中哪一个（些）是错误的？

- A. 雅丹地貌是一种风蚀地貌；
- B. 雅丹地貌是一种岩溶地貌；
- C. 世上存在有“水下雅丹”；
- D. “雅丹”一词源于苗族语言；
- E. 瑞典探险家斯文赫定命名了雅丹地貌。

【答案】 BD

【解析】

A, E: 正确。雅丹地貌是在干旱区的湖相沉积物或松散岩层上，经风力为主的侵蚀作用形成的一系列平行排列、状如鲸背的垄脊和沟槽，是一种典型的风蚀地貌。该术语由瑞典探险家斯文·赫定引入科学界。

B: 错误。雅丹地貌是风力物理侵蚀的产物，而岩溶地貌（喀斯特）是水对可溶性岩石的化学溶蚀产物，两者成因完全不同。

C: 正确。近年来的研究发现，一些地区的雅丹地貌后来被湖水淹没，形成了独特的“水下雅丹”景观。

D: 错误。“雅丹”一词来源于维吾尔语，原意是“具有陡壁的小山包”。

【考点归纳】 地貌学，风蚀地貌，雅丹地貌的定义、成因与命名。

“海亮杯”第二届全国中学生地球科学竞赛决赛试题 参考答案与解析

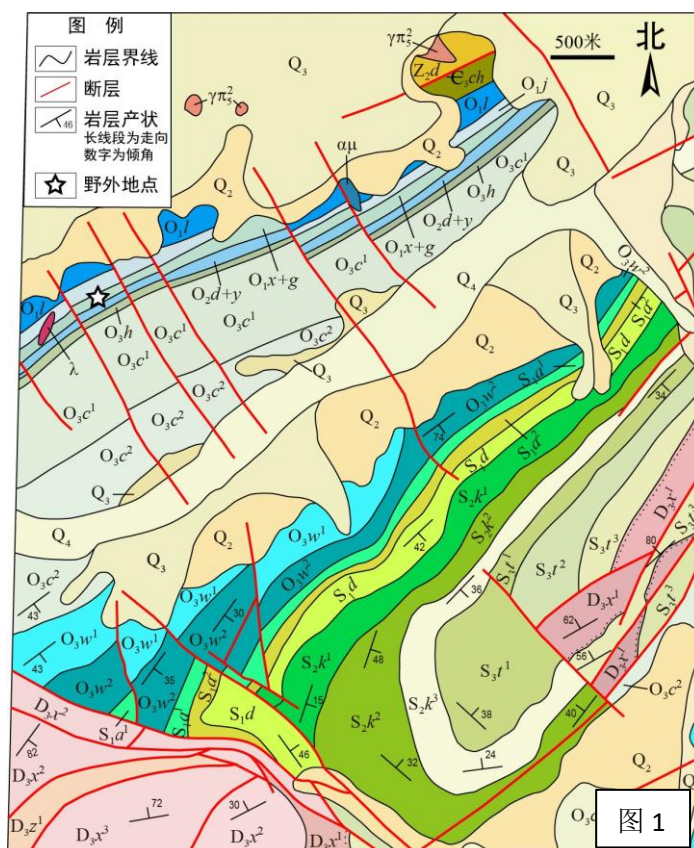
注 意 事 项

在答题前请认真阅读本注意事项及答题要求

1. 本试题共分为两大部分，第一部分为实践试题，第二部分为理论试题；考试时间为 180 分钟。考试结束后，请将本试卷、答题卡、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。
4. 考试不允许提前交卷，考试结束后待监考老师确认后方可离场。

第一部分：实践试题

本次野外实践所在的宝寿山景区位于杭州市以西的小和山，其区域地质图如图 1 所示，出露岩层主要有下奥陶统留下组 (O_1l) 条带状灰岩、荆山组 (O_1j) 网纹状灰岩、闲林埠组 (O_1x) 网纹状生物碎屑灰岩、牯牛潭组 (O_1g) 粗晶灰岩；中奥陶统大田坝组 (O_2d) 瘤状多晶灰岩、硯瓦山组 (O_2y) 瘤状灰岩等。其南东发育一套碎屑沉积岩，主要有上奥陶统黄泥岗组 (O_3h)、长坞组 (O_3c)、文昌组 (O_3w)，以及志留系安吉组 (S_1a)、大白地组 (S_1d)、康山组 (S_2k)、唐家坞组 (S_3t) 和泥盆系西湖组 (D_3x)、珠藏坞组 (D_3z) 等，部分地区被第四系 (Q) 所覆盖。



一、单选题（每题正确得 1 分，选错、多选不得分）

1. 图1 中出露面积最大的地层时代为：

- A. 早古生代； B. 晚古生代； C. 中生代； D. 隐生宙。

【答案】 A**【解析】**

根据题目文字描述，图中出露的地层包括奥陶系 (O)、志留系 (S)、泥盆系 (D) 和第四系 (Q)。奥陶纪 (O) 和志留纪 (S) 属于早古生代。泥盆纪 (D) 属于晚古生代。第四纪 (Q) 属于新生代。通过目视估算地质图 (图 1) 中各地层所占的面积，代表奥陶系 (图中浅蓝色、灰色、黄绿色等条带) 和志留系 (图中绿色系条带) 的区域加起来构成了地图的主体，面积最大。因此，出露面积最大的地层时代是早古生代。

【考点归纳】

地质年代单位的识别 (纪、代)。

地质图的读图能力，包括图例和地层代号的理解。

根据地层代号判断其所属地质年代 (O、S 为早古生代，D 为晚古生代)。

2. 你认为图 1 中最主要的构造走向为：

A. NW-SE; B. NE-SW; C. E-W; D. S-N。

【答案】 B**【解析】**

构造走向是指区域内主要地质构造 (如褶皱轴、断层线) 的延伸方向。观察图 1，可以发现：

1. **地层界线：**大部分地层的分布呈东北-西南 (NE-SW) 向的条带状。
 2. **断层：**图中的红色断层线也大多呈东北-西南 (NE-SW) 走向。
 3. **岩层产状：**图中的岩层产状符号 (长线代表走向)，其长线方向也基本指示了东北-西南的走向。
- 综合来看，整个区域的构造线 (地层、断层) 都显示出明显的 NE-SW 方向性。

【考点归纳】

构造走向的概念。

地质图的综合分析能力，通过地层界线、断层和岩层产状等地质要素判断区域主构造线方向。

3. 你认为图 1 中东南部分最显著的构造是：

A. 向斜; B. 背斜; C. 断裂; D. 无法确定。

【答案】 A**【解析】**

观察图 1 的右下角 (东南部)，可以看到地层呈弯曲状分布。

1. **岩层年龄：**从中部往两侧看，中间为泥盆系 (D_3x^1, D_3z^1)，年龄较新；两侧为志留系 (S_3t^1, S_3t^2, S_2k^2)，年龄较老。这种“核新翼老”的分布是向斜构造的典型特征。
2. **岩层产状：**观察该区域的岩层产状符号，可以看到两侧岩层的倾斜方向 (短线指示的方向) 是相向而倾的，即两侧的岩层都倾向褶皱的中心轴部。例如， S_3t^1 的倾向为东南 (倾角 38°)，而 D_3x^1 的倾向为西北 (倾角 $62^\circ, 56^\circ$)。

岩层中间新、两翼老，且两翼相向倾斜，这些都明确指示了该构造为一个向斜。

【考点归纳】

褶皱构造 (背斜与向斜) 的判断依据。

向斜的特征：岩层年龄“核新翼老”，两翼岩层相向倾斜。

地质图上岩层年龄和产状的判读。

4. 图 1 中左下部分的 D_3x^3 地层与 D_3z^1 地层之间的接触类型为：

A. 整合接触; B. 平行不整合; C. 角度不整合; D. 断裂接触

【答案】D

【解析】

图中表现：在图1左下角， D_3x^3 与 D_3z^1 之间的界线是代表断层的红色粗线，因此为“断裂接触”。D项正确。 D_3x^3 地层走向为东北西南走向，倾向为向西北，而 D_3z^1 地层走向和倾向均未知，A项错误。 D_3x^3 与 D_3z^1 地层均为上泥盆统，地层沉积年代连续，B、C项错误。

【考点归纳】

地层接触关系的类型与判别：整合接触、不整合接触（平行不整合、角度不整合）、断层接触。

5. 图1中， S_2k^2 地层的产状发生了明显变化，原因是：

- A. 地层沉积时，由于地壳运动而产生地形差异；
- B. 地层沉积时，由于海退作用而产生地形差异；
- C. 地层沉积后，被褶皱作用所改造；
- D. 地层沉积后，被断裂作用所改造。

【答案】C

【解析】

在图1中找到 S_2k^2 地层（位于右侧的亮绿色条带）。可以看到该地层呈一个弯曲的弧形。

在其西北翼，岩层产状符号指示走向为NE-SW，倾向SE（如倾角 48° 、 46° 的符号）。

在其东南翼，岩层产状符号指示走向变为NW-SE，倾向NE（如倾角 32° 、 24° 的符号）。

同一套地层，其走向和倾向发生连续、系统的变化，并且在宏观上形成弯曲的形态，这是地层在沉积之后受到水平挤压发生褶皱作用的典型表现。选项A和B描述的是沉积时的情况，不会造成已成岩地层产状的系统性改变。选项D断裂作用会使地层错断，而不是平滑弯曲。

【考点归纳】

褶皱作用对地层形态和产状的影响。

如何根据地层露头线的弯曲和沿线产状的系统性变化来识别褶皱构造。

区分构造作用（褶皱、断裂）与沉积作用对地层形态的影响。

6. 图1中左上部分， Q_2 地层/沉积物穿切了 O_1l 、 O_1j 、 O_1x+g 等地层，可能的原因是：

- A. Q_2 地层成岩之后由于褶皱作用发生了变形；
- B. Q_2 为河流沉积物，由于河流侵蚀作用而超覆了其他几组地层；
- C. Q_2 地层沉积之后受上覆的 Q_3 地层挤压发生了变形；
- D. Q_2 地层受断裂作用发生了变形。

【答案】B

【解析】

在图1左上角， Q_2 （第四系）地层呈一个不规则的带状，其边界切割了多条更古老的奥陶系（ O_1 ）地层的界线。这表明，在 Q_2 沉积之前，奥陶系地层已经形成并且倾斜，然后被侵蚀，形成了一个类似河谷的地貌，之后 Q_2 沉积物在这个河谷中堆积下来，覆盖在被切断的古老地层之上。这种呈条带状展布、切割老地层的年轻沉积物，非常符合河流阶地或河谷沉积的特征。河流的下切侵蚀作用形成了河谷，随后的沉积作用则使得新的沉积物“超覆”在老的、被侵蚀的地层之上。

【考点归纳】

地层接触关系中的“不整合”，特别是“角度不整合”的识别。

地质作用的先后顺序判断（先有老地层沉积、褶皱、抬升、侵蚀，后有新地层沉积）。

河流地质作用（侵蚀和沉积）在地质图上的表现。

7. 图1左侧 O_3c^2 地层与 O_3w^1 地层之间的接触类型为：

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

【答案】D

【解析】

在图1的左侧找到 O_3C^2 和 O_3W^1 地层,地层年代连续,题图一中岩层产状一致,走向均为东北——西南,倾向一致,倾角一致,为整合接触,D正确。

【考点归纳】

地质图图例的识别

整合接触的定义:代表连续沉积,地层产状基本一致。

8. 关于西湖组 (D_3X) 的全称,以下正确的是:

- A. 晚泥盆统西湖组; B. 早泥盆统西湖组;
C. 上泥盆统西湖组; D. 下泥盆统西湖组。

【答案】C

【解析】

该题考察地层单位的规范命名。地层单位分为年代地层单位和岩石地层单位。

年代地层单位: 指在特定地质时期内形成的一套岩石。基本单位从大到小是“宇、界、系、统、阶”。

岩石地层单位: 根据岩性划分的单位,基本单位是“组”。地层代号 D_3X 中,“D”代表泥盆系 (Devonian System),下标“3”代表上泥盆统。“X”是西湖组的代码。因此,其规范的年代地层+岩石地层全称为“上泥盆统西湖组”。

【考点归纳】

年代地层单位(界、系、统)与地质年代单位(代、纪、世)的对应关系。

地层单位的规范命名方法。

地层代号的解读(如 D_3 代表上泥盆统)。

9. 下列哪些岩石类型不属于沉积岩是:

- A. 沉凝灰岩; B. 安山岩; C. 粘土岩; D. 砾岩。

【答案】B

【解析】

A 选项,沉凝灰岩是由火山灰经过搬运、沉积、固结而成的岩石,兼具火山碎屑和沉积作用的特征,属于沉积岩中的火山碎屑沉积岩。部分人认为其属于岩浆岩的一种,但考虑到其具有过渡性质(介于火山岩中的凝灰岩和沉积岩之间),此处认为其可以属于沉积岩。

B 选项安山岩是中性的喷出岩(火山岩),由岩浆喷出地表冷却凝固形成,属于岩浆岩。

C 选项粘土岩是主要由粘土矿物组成的沉积岩。

D 选项砾岩是由粒径达到砾石级别的颗粒经胶结而成的沉积岩。

因此安山岩是岩浆岩,不属于沉积岩。

【考点归纳】常见岩石类型的成因与分类。

10. 下列全部属于喀斯特地貌的是:

- A. 石芽,溶沟,雅丹,石笋; B. 溶沟,落水洞,石柱,石芽;
C. 石笋,石柱,平顶山,溶洞; D. 峰林,石蘑菇,天坑,漏斗。

【答案】B

【解析】

喀斯特地貌是可溶性岩石(如石灰岩)被水化学溶蚀作用形成的地貌。

A 选项中,“雅丹”是典型的风蚀地貌。

C 选项中,“平顶山(Mesa)”是产岩层经差异侵蚀形成的顶平的地貌,不特指喀斯特地貌,典型的平顶山如桌山。

D 选项中,“石蘑菇”通常是风蚀或差异风化形成的地貌。

B 选项中,溶沟(被水溶蚀的沟槽)、落水洞(地表水流入地下的洞口)、石柱(石笋和钟乳石连接而成)、石芽(露出地表的石灰岩被溶蚀成齿状),全部都是典型的喀斯特地貌形态。

【考点归纳】

常见喀斯特地貌类型的识别(溶沟、溶洞、石钟乳、石笋、石柱、石芽、峰林、天坑、漏斗等)。

11. 灰岩中常发育锯齿状缝合线构造,其成因是:

- A. 表面流水溶蚀而成; B. 古生物活动留下的类似缝合构造;
C. 上覆岩层压溶作用而成; D. 裂隙或节理两侧被流水侵蚀而成。

【答案】C

【解析】

缝合线主要产于比较纯净的碳酸盐岩中,有时也出现于石英砂岩、盐岩、硅质岩中,指的是横剖面中将相邻两个岩层或同一岩层的两个相邻部分连接起来的锯齿状接缝。它实际上是缝合面在横剖面上的反映。这种线两侧的岩石大多呈不规则犬牙交错状或相互穿插状连接起来。缝合线中常富集该种岩石的不溶残余物,如粘土、有机质、砂等。一般认为它们的形成与成岩阶段的压溶作用有关。

【考点归纳】常见的沉积构造

12. 图2所示的地貌类型为:

- A. 喀斯特漏斗; B. 落水洞;
C. 溶蚀洼地; D. 喀斯特盆地。



图 2

【答案】C

【解析】

图 2 展示了一个在石灰岩地区(图中灰色岩石为石灰岩)发育的负地形(凹地),中间有积水。

A 选项喀斯特漏斗是直径从数米到数百米的碗状或漏斗状洼地。

B 选项落水洞特指地表水流向地下的入口,图中有积水,看不出明显的落水点。

C 选项溶蚀洼地是一个更宽泛的概念,泛指由溶蚀作用形成的凹地,包括了漏斗。

D 选项。喀斯特盆地是面积巨大的(几至几百平方公里)喀斯特洼地,图中地貌显然规模太小。

图中的地貌形态符合漏斗的特征,但“溶蚀洼地”是对其成因和形态最普适和准确的描述,它因溶蚀而形成,是一个洼地。在选项中,溶蚀洼地是涵盖范围更广且更贴切的描述。

【考点归纳】常见喀斯特地貌类型的识别(溶沟、溶洞、石钟乳、石笋、石柱、石芽、峰林、天坑、漏斗等)。

13. 图3（照片为平视拍摄）中央的浅色脉体代表某断层的断裂面，其右侧为断层的上盘，该断层最可能的性质是：

- A. 正断层； B. 逆断层；
C. 走滑断层； D. 转换断层。



图3

【答案】A

【解析】

观察图3中的岩石，可见一条白色的矿物脉沿斜向贯穿岩石，并且两侧的岩层发生了明显的错动，这指示了一条断层。

1. **识别上下盘：**断层面（即白色矿脉所在面）向左下方倾斜。位于断层面之上的岩块（左侧）是上盘，位于断层面之下的岩块（右侧）是下盘。
2. **判断运动方向：**追踪一条标志层（如岩石中颜色较深的条带），从下盘（右侧）穿过断层到上盘（左侧），可以看到上盘的标志层相对于下盘发生了向下的位移。
3. **确定断层类型：**上盘相对于下盘向下滑动的断层，定义为正断层。

【考点归纳】

断层的基本要素：断层面、上盘、下盘。

断层类型的判别：正断层（上盘下滑）、逆断层（上盘上滑）。

通过岩层错动判断断盘的相对运动方向。

14. 图4中浅色脉体的成分为：

- A. 石英； B. 沸石； C. 方解石； D. 萤石。

【答案】C

【解析】

此题的图中可识别围岩主要是灰岩，主要矿物成分是方解石。岩石中的裂隙常被地下水带来的矿物质填充，形成矿物脉。在灰岩地区，地下水很容易溶解围岩中的碳酸钙，并在裂隙中再次沉淀，形成方解石脉。

考虑到其他的矿物，虽然石英脉也很常见，但通常与酸性岩浆活动或变质作用、石英砂岩等有关。在灰岩环境中，最常见、最可能的脉体就是方解石。沸石和萤石在普通灰岩裂隙中相对少见。因此，根据围岩是灰岩这一关键信息，可以推断脉体最可能为方解石。

【考点归纳】岩石中常见构造的识别。

15. 图4 中浅色脉体的成因是:

- A. 垂直于岩层层理方向发育一系列节理, 后由矿脉填充;
B. 平行于岩层层理方向发育一系列节理, 后由矿脉填充;
C. 岩层沉积时的一种原始构造;
D. 由雨水淋滤作用所造成。



图 4

【答案】 A**【解析】**

图中脉具有明显的尖灭现象, 表明其具有明显的方向性。此处脉与周围变化截然、缺少缓慢过渡, 表明其形成于成岩期之后。该图中可见矿脉和节理垂直, 因此选择 A 选项。

【考点归纳】 岩石中常见构造的识别

16. 图4 中近水平不规则凸起产生的原因是:

- A. 表面流水作用引起的差异沉积现象; B. 成岩期压实作用导致岩石中粘土成分析出而成;
C. 后期差异风化所致; D. 是一种生物遗迹构造。

【答案】 C**【解析】**

图 4 的岩壁上, 除了有白色的矿物脉, 还可以看到岩石表面凹凸不平, 形成近水平的、不规则的脊状凸起。这些凸起与岩石自身的层理大致平行。这种现象是由于岩石不同层位的岩性存在差异, 导致其抵抗风化剥蚀的能力不同。比较坚硬、抗风化的岩层保留下来, 突出于岩壁, 而较软、易风化的岩层则被侵蚀凹陷进去。这个过程就是差异风化作用。

【考点归纳】

风化作用, 特别是差异风化作用的概念和表现。

岩性差异是产生差异风化的内在原因。

野外地质现象的成因分析。

17. 关于图5 中的构造现象, 下列哪些说法是正确的?

- A. 滑脱褶皱现象; B. 差异压实现象; C. 同生沉积变形现象; D. 不存在上述现象。

【答案】 A**【解析】**

图 5 显示了倾斜的层状岩石, 上部地层单独褶皱, 基底的岩层不卷入褶皱, 可认定为滑脱褶皱。A 项正确。差异压实是指地质时期的沉积物, 沉积作用的非均一性导致同一时期的地层成岩后厚度不同、倾斜方向不一的现象, 而题图 5 中单斜褶皱所有地层向同一个方向倾斜, 与情况不符。B 项错误。题图 5 中上部底层是在沉积物固结成岩后发展褶皱的, 因此 C、D 项错误。故选 A。

【考点归纳】 滑脱褶皱 (slump fold) 的特征和成因。



图 5



图 6

18. 如果图6中的阶步为正阶步，那么签字笔下部所在盘的运动方向为：

A. 向上；B. 向下；C. 向左；D. 向右。

【答案】C

【解析】

解这类题目的原理如下：断层面上因摩擦滑动会形成一系列微小的阶梯状构造，称为“阶步”。通过阶步的形态可以判断断层两盘的相对运动方向。

正阶步：指阶步的陡坎面（riser）顺着对方断盘的运动方向。一个形象的判断方法是：假设你的手能顺着滑动方向平滑地摸过阶步，那么这个方向就是对方盘的运动方向；如果会“刮手”或“卡住”，那么这个方向就是对方盘的运动相反方向，也是你所在盘的运动方向。

题图6中签字笔下部为下盘，下盘的阶步倾向右边，对盘向右本盘向左，故选C。

【考点归纳】

断层面上微构造的识别（擦痕、阶步）。

利用阶步（正阶步、反阶步）判断断层运动学方向。

19. 图7是薄层灰岩中的层间滑动现象，以下说法中正确的是：

A. 这种滑动只是一种视觉假象； B. 上下两层灰岩之间为整合接触；
C. 上下两层灰岩之间为平行不整合接触； D. 上下两层灰岩之间为断层接触。

【答案】B

【解析】

题干明确指出这是“层间滑动现象”，上下地层原为同一地层，年代连续，走向、倾向、倾角一致，为整合接触，B项正确，C项错误。层面微曲指示真实滑动，A项错误。地层间只是顺着层理滑动，并没有发生断裂，D项错误。

【考点归纳】区分构造接触（断层）和地层接触（整合、不整合）。

20. 图8中的现象为：

A. 灰岩中差异风化所致； B. 白云岩中特征性的“刀砍纹”；
C. 区域应力作用下的密集裂隙； D. 古生物活动的遗迹。

【答案】B

【解析】

刀砍状构造是沉积岩层面构造的一种特殊形态，因岩石风化面呈现密集裂纹形似刀砍痕迹而得名，常见于白云岩中，是其重要识别标志。其形成与岩石中充填方解石的微小裂缝经差异风化作用有关，方解石优先溶解形成沟纹。白云岩可通过化学沉积或交代置换作用形成：前者在高温干旱的富镁海水中直接沉淀生成细晶结构，后者通过海水对石灰岩的镁置换作用保留原有结构。图8中显示

的即为白云岩中特征性的“刀砍纹”。

【考点归纳】白云岩的特征

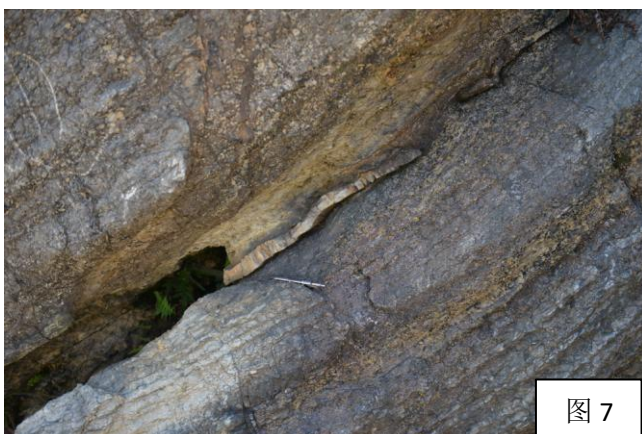


图 7

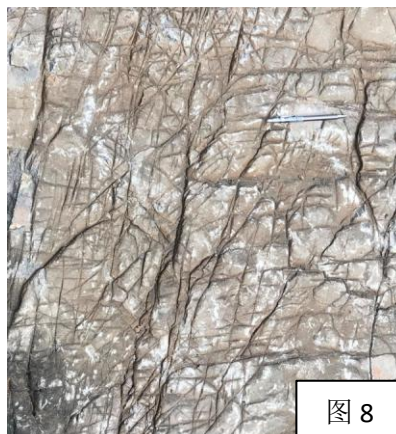


图 8

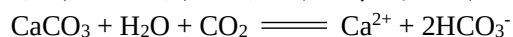
21. 碳酸盐岩在溶蚀、风化的过程对于大气中的二氧化碳浓度造成了怎样的影响？

- A.对大气中二氧化碳浓度无影响； B.导致大气中二氧化碳浓度增加；
C.导致大气中二氧化碳浓度降低； D.影响不确定。

【答案】C

【解析】

本题考查全球碳循环。碳酸盐岩（如石灰岩）的溶蚀和化学风化过程主要通过以下反应进行：



该反应消耗大气中的 CO_2 ，并将其固定为 HCO_3^- ，表现为碳汇作用，会导致大气中二氧化碳浓度降低。因此 C 项正确。

【考点归纳】全球碳循环。

22. 现代地球上最大的碳库为：

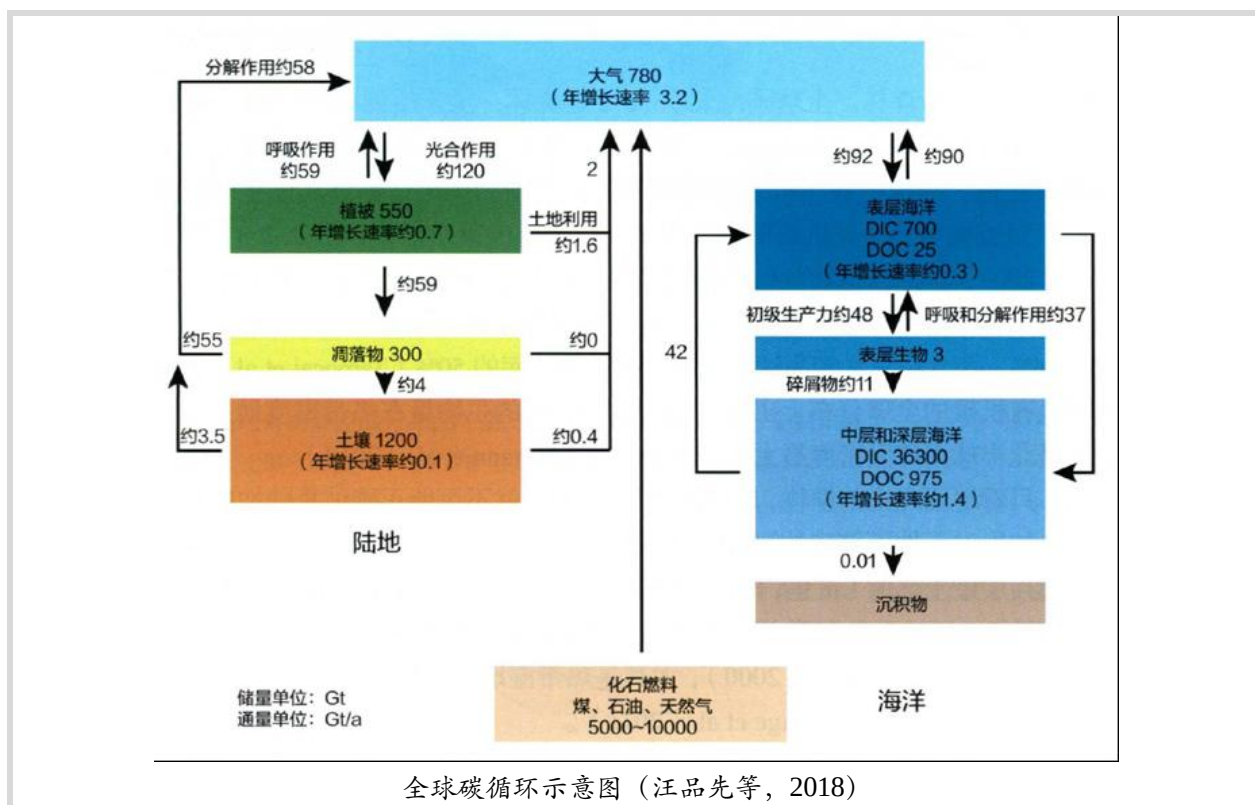
- A. 海洋； B.碳酸盐岩； C.页岩； D.植物。

【答案】B

【解析】

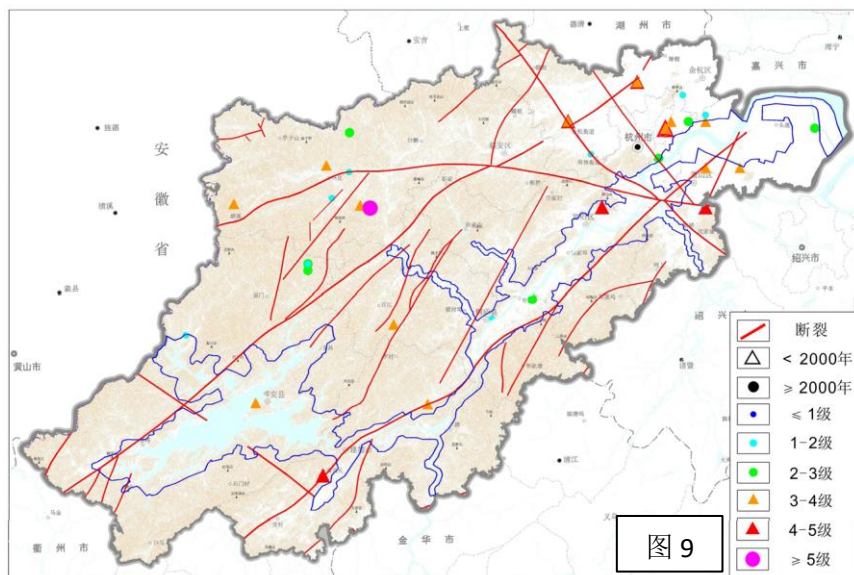
本题考查全球碳循环。地球的总碳储量约为 $3.2 \times 10^{24} \text{ g}$ ，其中最大的碳库是岩石圈，包括地幔上部 $7 \times 10^{22} \text{ g}$ 、地壳有机碳 $1.56 \times 10^{22} \text{ g}$ 、地壳无机碳 $5.4-6.5 \times 10^{22} \text{ g}$ （以碳酸盐形式存在），以及少量化石燃料与微生物沉积。此外，还有储量远小于岩石圈的海洋碳库（ $3.8 \times 10^{19} \text{ g}$ ，碳酸氢根为主）、大气碳库（ $7.5 \times 10^{17} \text{ g}$ ， CO_2 为主）以及植被中的有机碳（ $5.6 \times 10^{17} \text{ g}$ ）。尽管这些碳库小，碳交换速率却远高于岩石圈，被称为活性碳库。因此 B 项正确。

【考点归纳】全球碳循环。



23. 图9 是杭州市构造与历史地震分布图, 这些地震活动与什么因素有关?

A. 河流地质作用; B. 火山作用; C. 断裂活动; D. 人类活动。



【答案】C

【解析】

图9清晰地展示了杭州地区的断裂(图例中的红线)和历史地震震中(不同符号的点)的分布。通过观察可以发现, 绝大多数地震的震中都分布在断裂带上或其附近。这是因为地震的本质是地壳中的岩石沿断裂面发生快速滑动、释放能量的过程。因此, 地震活动与断裂活动密切相关。图中没有信息支持火山作用, 而河流和人类活动一般不会引起图示规模和分布的地震。

【考点归纳】

地震的成因：断层活动是构造地震的主要原因。

读图分析能力：从专题地图中发现地理要素之间的空间相关性（地震与断裂）。

二、多选题（每题每选对一个得1分，选错一个扣0.5分，每题最低得分为0分）

1. 下面有关灰岩与砂岩差异的说法中，正确的有：

- A. 灰岩一般形成于深海环境，而砂岩一般形成于河流环境；
- B. 灰岩一般形成于深海环境，而砂岩一般形成于湖泊环境；
- C. 灰岩一般形成于浅海环境，而砂岩一般形成于湖泊环境；
- D. 灰岩一般形成于浅海环境，而砂岩一般形成于河流环境；
- E. 由灰岩向砂岩岩相的变化，往往代表了一次海进事件；
- F. 由灰岩向砂岩岩相的变化，往往代表了一次海退事件。

【答案】CDF

【解析】

沉积环境：灰岩主要由生物成因或化学沉淀的碳酸钙组成，其形成需要温暖、清澈、有光照的浅海环境。深海环境通常在碳酸盐补偿深度（CCD）以下，不利于碳酸钙保存。砂岩是陆源碎屑岩，可以形成于河流、湖泊、三角洲、海滩等多种环境。因此C和D的说法是合理的。A和B错误，因为灰岩不是形成于深海。

海平面变化：岩相变化可以反映海平面的升降。灰岩代表离陆地较远的浅海环境，而砂岩代表离陆地更近的碎屑沉积环境（如海滩、三角洲）。如果沉积序列从下到上由灰岩变为砂岩，说明海岸线向海洋方向推进，沉积环境由远岸变为近岸，这是一次海退（Regression）的标志。反之，由砂岩变为灰岩则代表海进（Transgression）。因此F正确，E错误。

【考点归纳】沉积岩与沉积环境

2. 下列哪些物质不是灰岩中的常见组分？

- A. 方解石；B. 生物骨骼；C. 辉石；D. 白云石；E. 粘土矿物；F. 石英。

【答案】CF

【解析】

灰岩的主要矿物是方解石，其主要物质来源是生物骨骼（无论是否溶解），同时生物格架也是灰岩的组分之一。在成岩过程中，灰岩可能发生白云岩化作用，使得白云石成为常见组分。沉积环境中带入的泥质或陆源碎屑杂质，使得粘土矿物也成为常见的次要组分。而石英虽可能因陆源碎屑少量混入灰岩中，但不能被认为是灰岩中的常见组分。辉石是一种典型的铁镁质硅酸盐矿物，主要见于基性-超基性岩浆岩（如辉长岩、玄武岩）和某些变质岩中，它不是沉积环境的产物，因此不是灰岩的常见组分。实际上，考虑到灰岩形成的碳酸盐台地为远端的，一般很少在沉积物中见到辉石等矿物。

【考点归纳】灰岩的矿物成分和物质组成，常见造岩矿物的成因与产状环境。

3. 以下景区中，哪些不属于喀斯特地貌？

- A. 克拉玛依魔鬼城；B. 长白山天池；C. 云南石林；D. 福建武夷山；E. 杭州宝寿山。

【答案】ABD

【解析】

A. 克拉玛依魔鬼城是典型的雅丹地貌，由风力侵蚀软硬相间的沉积岩形成，属于风蚀地貌。

B. 长白山天池是火山喷发后形成的火山口湖，属于火山地貌。

C. 云南石林是由石灰岩溶蚀形成，实际上石林本身就是一种喀斯特地貌的名称。

D.福建武夷山：是典型的丹霞地貌，由红色砂岩经流水侵蚀形成。

E.杭州宝寿山即本次竞赛的野外地点，题目信息明确指出其出露地层主要为奥陶纪的各种灰岩，发育喀斯特地貌。

因此，不属于喀斯特地貌的是 A、B 和 D。

【考点归纳】中国典型地貌类型的分布与识别。

4. 溶洞的形成可能与下列哪些因素有关？

A. 断裂； B. 褶皱； C. 地下水； D. 古生物； E. 盗墓。

【答案】ABC

【解析】

溶洞是一种喀斯特地貌，其是石灰岩被含有二氧化碳的流水所溶解、腐蚀而形成的天然洞穴，是石灰岩地区地下水长期溶蚀的结果。因此，溶洞的形成需要地下水的参与作用。

此外，地下水需要在该地区内进行流动和渗透，因此需要具有一定空间和流动通道。A 选项断裂可以提供运输空间，而 B 选项褶皱则可以形成水压力差，形成流动，并且断裂和褶皱本身就可以导致地层的变形和变位，从而形成构造软弱面，促进地下水的作用。因此选择 ABC。

【考点归纳】喀斯特地貌的特征，地下水的地质作用

5. 图10中可以观察到的现象有：

- A. 方解石重结晶；
- B. 断层滑移引起的阶步或反阶步；
- C. 石英表面形成擦痕；
- D. 两组擦痕相互叠加；
- E. 长石与石英形成的差异风化。



图 10

【答案】AB

【解析】

图 10 展示了一个断层活动面或擦痕面。

A，图中大面积的白色矿物结晶粗大，具有明显的菱面体解理（可见到重复的平行纹理），这是方解石的典型特征。这些粗大的晶体是在断层裂隙中或沿断层面热液活动或地下水作用下重结晶形成的。

B，在白色矿物表面，可以观察到一些微小的、具有方向性的台阶状起伏，这就是断层滑移形成的阶步或反阶步，用于指示断层的运动方向。

C，石英表面形成擦痕：矿物是方解石，不是石英。但表面确实有擦痕（Slickenside）。

D，两组擦痕相互叠加：图中擦痕的方向较为一致，看不出明显的两组叠加现象。

E，长石与石英形成的差异风化：图中矿物主要是方解石，没有证据表明是长石和石英。

因此，最能确定观察到的现象是 A 和 B。

【考点归纳】断层面的构造要素识别，常见矿物的宏观特征识别。



图 11

6. 你认为可以从哪几方面识别图 11 中间部分的矿物？

A. 颜色； B. 节理； C. 解理； D. 遇稀盐酸是否起泡； E. 硬度。

【答案】ACDE

【解析】

图 11 展示了脉体中的粗大矿物晶体。在野外鉴定矿物，通常依据其物理和化学性质。

A 选项，矿物的颜色是其最直观的特征之一，如图中矿物呈白色、肉红色。

C 选项，解理指矿物受力后沿特定方向裂开成光滑平面的性质。这是鉴定矿物的重要依据。

D 选项遇稀盐酸是否起泡是鉴定碳酸盐矿物的决定性化学测试，但是要注意有的时候野外容易出现误导性现象，例如含碳酸钙的粉末填充于缝隙当中或者矿物表面被其他矿物覆盖。

E 选项硬度指矿物抵抗刻划的能力。可以用指甲、小刀、石英等参照物来大致确定其摩氏硬度。

B 选项节理选项是岩石的裂隙，是岩石的构造特征，不是单个矿物的鉴定特征。要注意节理和解理读音相似，但是描述对象大不相同。

【考点归纳】矿物手标本鉴定的基本方法和依据。

7. 图12 中央位置可能存在一条与岩层层理呈高角度相交的断裂，你在野外可以从哪几方面去寻找断裂存在的证据？

A. 疑似断层两侧岩层的岩性是否有差异； B. 疑似断层两侧岩层的单层厚度是否有差异；

C. 疑似断裂带内是否有方解石重结晶现象； D. 疑似断裂带内是否伴有岩石强烈变形；

E. 疑似断层两侧标志层是否产生了错动。



图 12

【答案】ABDE

【解析】

此题考察在野外识别断层的方法，所有选项都是寻找断层存在的有效证据。

- A.断层两侧可能将原来不相邻的、不同岩性的岩石拼接到了一起。
- B.在某些类型的断层（如正断层）发育过程中，同生沉积地层的厚度在断层的上下盘会有显著差异。
- C.断裂带是地下水和热液流体的良好通道，常有次生矿物（如方解石、石英）在此沉淀、重结晶，形成脉体。但方解石的重结晶不一定是断层形成，还有可能是岩浆活动引起。
- D.断层活动会使带内的岩石发生碎裂、糜棱化等强烈变形，形成构造角砾岩、断层泥等。
- E.这是判断断层存在最直接、最可靠的证据。如果一个可连续追踪的特殊岩层（标志层）在跨过某条线后发生了明显的位移，则证明了断层的存在。

【考点归纳】

野外地质工作中识别断层的核心标志和方法。

断层存在的直接证据（标志层错动）和间接证据（岩性对接、次生矿物、构造岩等）。

第二部分: 理论试题

一、单选题（每题正确得1分，选错、多选不得分）

1. 粒径在 0.005 – 0.05 mm 之间的碎屑物称为：

- A.粘土； B.粉砂； C.细砂； D.粗砂。

【答案】B

【解析】

本题考查的是碎屑沉积物的粒径分级标准。粒径在 0.005 – 0.05 mm 之间的属于粉砂，黏土粒径 <0.005 mm，细砂的粒径为 0.10 – 0.25 mm。

考点归纳

碎屑沉积物粒度划分：记忆并区分粘土、粉砂、砂、砾等不同碎屑沉积物的粒径大小范围。

2. 晚古生代的第一个纪称为：

- A.泥盆纪； B.石炭纪； C.二叠纪； D.三叠纪。

【答案】A

【解析】

本题考查地质年代的划分。古生代从早到晚依次分为：寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪和二叠纪。通常，古生代被进一步划分为：

早古生代：寒武纪、奥陶纪、志留纪

晚古生代：泥盆纪、石炭纪、二叠纪

3. 下列哪种风化作用不属于物理风化？

- A.温差作用； B.冻结作用； C.水解作用； D.植物根劈。

【答案】C

【解析】

风化作用是指地表或近地表的岩石、矿物在原地发生的崩解和分解过程，主要分为物理风化和化学风化。

物理风化：岩石在没有化学成分改变的情况下发生机械破碎。选项 A（温差导致的热胀冷缩）、B

(水结冰膨胀的楔力作用)和D(植物根生长撑裂岩石)都属于物理风化。

化学风化:岩石矿物成分发生化学变化,形成新矿物的过程。选项C水解作用是水分子离解成 H^+ 和 OH^- ,并与矿物发生反应,是典型的化学风化过程。因此,水解作用不属于物理风化。

【考点归纳】

风化作用的分类:理解并区分物理风化和化学风化的定义及典型实例。

4. 下列哪种地貌类型不属于风蚀地貌?

A.戈壁; B.雅丹; C.蘑菇石; D.新月丘。

【答案】D

【解析】

风成地貌主要分为风蚀地貌(由风的剥蚀、磨蚀作用形成)和风积地貌(由风搬运的物质堆积形成)。

风蚀地貌: A.戈壁(风吹走细小颗粒,留下粗大砾石)、B.雅丹地貌(风对水平岩层差异侵蚀形成)、C.蘑菇石(风蚀作用对岩石不同硬度部分的差异侵蚀)均是典型的风蚀地貌。

风积地貌: D.新月丘(又称沙丘或流动沙丘)是风沙流在行进过程中,遇到障碍物或风速减慢时堆积而成的沙丘,属于风积地貌。

因此,新月丘不属于风蚀地貌。

【考点归纳】

风成地貌的成因分类:区分风蚀地貌与风积地貌,并了解各自的代表性地貌类型。

5. 下列哪种地下水类型与其它地下水类型属于不同的分类?

A.入渗地下水; B.承压地下水; C.沉积地下水; D.凝结地下水。

【答案】B

【解析】

本题考查地下水的分类标准。地下水可以从不同角度进行分类。

按成因来源分类:

大气水:由大气降水渗入地下形成,包括A.入渗地下水和D.凝结地下水(土壤孔隙中水汽凝结)。

沉积水(同生水):在沉积物形成过程中,被埋藏在其中的水,如C.沉积地下水。

岩浆水(原生水):由岩浆活动析出的水。

按埋藏条件分类:

上层滞水:局部隔水层之上的暂时性积水。

潜水:地表以下第一个稳定隔水层之上的具有自由水面的地下水。

承压水:位于两个稳定隔水层之间,承受静水压力的地下水,即B.承压地下水。

选项A、C、D都是根据水的来源进行分类的,而选项B是根据其埋藏和水力特征进行分类的。因此,B与其他三项属于不同的分类体系。

【考点归纳】

地下水的分类体系:理解地下水可以按成因来源和按埋藏条件等不同标准进行分类。

6. 两条冰川合并时可能形成的特殊冰碛物是什么?

A.侧碛; B.内碛; C.底碛; D.终碛。

【答案】 B**【解析】**

本题考查不同类型冰碛物的形成。

A.侧碛是冰川沿山谷两侧运动时，从谷壁上刮削下来的岩石碎屑堆积在冰川两侧边缘形成的堤状堆积物。

B.内碛：当两条山谷冰川汇合时，它们相邻的两条侧碛也随之合并，形成位于合并后冰川主体中间位置的条带状冰碛物。这是冰川合并的标志性特征。

C.底碛：是冰川运动过程中，携带的岩屑与冰川底部基岩摩擦、堆积在冰床上的物质。

D.终碛：是冰川运动到末端，因融化而使其搬运的物质堆积在冰川末端（冰舌）前缘，形成弧形的堤状堆积物。

因此，两条冰川合并时形成的特殊冰碛物是内碛。

【考点归纳】

冰川沉积地貌：特别是不同类型冰碛堤（侧碛、内碛、终碛、底碛）的定义与形成过程。

7. 长江口外附近的沉积物分布主要受到哪种洋流的影响？

A.沿岸流； B.等深流； C.浊流； D.黑潮暖流。

【答案】 A**【解析】**

本题考查不同类型洋流的影响。长江口外沉积物分布主要受沿岸流控制。沿岸流由长江淡水入海与海水混合形成，沿大陆架海岸线流动，携带大量泥沙沿海岸扩散，塑造河口三角洲及邻近浅海沉积格局，因此A项正确。等深流是由温盐差驱动的深海地转流；浊流是富含悬浮固体颗粒的高密度水流，多发生在大陆坡，由地震、滑坡等因素引发；长江口位于大陆架，等深流和浊流都无法影响到长江口外沉积物的分布，因此B、C项错误。黑潮暖流即日本暖流，其分支对东海和黄海均有一定影响，但是对长江口近岸沉积物分布的直接作用有限，因此D项错误。

【考点归纳】 不同类型洋流的影响。

8. 下列哪种现象通常不属于湖成沉积？

A.泥裂； B.波纹； C.水平层理； D.槽状交错层理。

【答案】 D**【解析】**

本题考查不同沉积环境下的典型沉积构造。

湖泊环境总体上是低能的水体环境。

A.泥裂：在湖泊边缘或湖泊干涸时，富含粘土的沉积物失水收缩而形成，是湖岸带常见的沉积构造。

B.波纹：在浅水湖泊中，受风浪或潮流影响，水底的沙质沉积物可以形成波浪。

C.水平层理：在安静的湖泊中心，细小的悬浮颗粒缓慢沉降，形成平直的、薄的纹层，这是低能环境的典型特征。

D.槽状交错层理：是由三维沙丘（如新月形沙波）在较强的水流（通常是单向流）作用下迁移形成的。这种构造指示了比典型湖泊环境更强的水动力条件，是河流（尤其是辫状河）沉积的典型特征。

因此，槽状交错层理通常不属于湖成沉积。

【考点归纳】

沉积学：沉积构造与沉积环境的关系，能够根据沉积构造判断沉积环境的水动力条件。

9. 哪种板块边界类型可能导致新生地壳出现？

A.俯冲型边界； B.碰撞性边界； C.离散型边界； D.转换型边界。

【答案】C

【解析】

本题考查板块构造理论中不同边界类型的特征。

离散型边界：也称生长边界或建设性边界。在此类边界，两个板块相互分离，地幔物质（岩浆）上涌，冷却凝固形成新的洋壳。大洋中脊是典型的离散型边界，是新地壳的主要诞生地。

俯冲型边界和碰撞性边界都属于汇聚型边界（消亡边界或破坏性边界）。在俯冲带，一个板块俯冲到另一板块之下，导致地壳被熔融、消亡。在碰撞带，大陆地壳相互挤压，增厚形成山脉，但没有新地壳产生。

转换型边界：在此类边界，两个板块相互水平错动，地壳既不增生也不消亡。

因此，离散型边界是新生地壳出现的地方。

【考点归纳】

板块构造学说：三种板块边界类型（离散型、汇聚型、转换型）的运动方式和地质效应。

10. 哪种岩浆岩的结构表示该岩石属于浅成岩浆岩？

A.玻璃结构； B.辉绿结构； C.似斑状结构； D.中粒等粒结构。

【答案】B

【解析】岩浆岩的结构主要由岩浆的冷却速度决定，而冷却速度又与其产状（深成、浅成、喷出）密切相关。

A. 玻璃结构：表示岩浆未经结晶或结晶非常不充分，是岩浆极快速冷却的结果，常见于喷出岩，如黑曜岩。

B. 辉绿结构：是辉绿岩的典型结构，其特征是基性斜长石自形程度较好，呈板条状，而辉石充填于斜长石格架的空隙中，呈他形。这种结构反映了介于深成和喷出之间的中等冷却速度，是浅成岩的标志性结构。

C. 似斑状结构：是指岩石中矿物颗粒大小不均一，但相对差值不大，不像典型斑状结构那样悬殊。这种结构常见于浅成岩，但斑状结构本身也可以出现在喷出岩中，因此它不如辉绿结构具有专属性。

D. 中粒等粒结构：指岩石中矿物颗粒大小相近，且肉眼可见。这代表岩浆经历了缓慢的冷却结晶过程，是深成岩（如花岗岩、辉长岩）的典型特征。

综上，辉绿结构是判断浅成岩浆岩最明确的结构标志。

【考点归纳】

岩石学：岩浆岩的结构类型（显晶质、隐晶质、玻璃质；等粒、不等粒、斑状、辉绿结构等）及其与岩石成因（冷却速度、产状）的关系。

11. 下列正确描述硅质岩特征的是：

- A.硬度大于小刀，主要产于较深水-深水强还原环境，大多含有机质；
B.硬度小于小刀，主要产于较深水-深水强还原环境，大多含有机质；
C.硬度大于小刀，主要产于较深水-深水强氧化环境，大多含有机质；
D.硬度大于小刀，主要产于较深水-深水强还原环境，大多不含有机质。

【答案】A**【解析】**

本题考查对硅质岩（如燧石、硅藻岩等）主要特征的综合理解。

硬度：硅质岩的主要矿物成分是石英（ SiO_2 ），其摩氏硬度为7。普通小刀的硬度约为5.5。因此，硅质岩的硬度大于小刀。选项B错误。

产出环境：硅质岩多由生物成因（如硅藻、放射虫等生物遗骸）或化学沉淀形成。这些过程主要发生在远离大陆的深水盆地，通常位于碳酸盐补偿深度（CCD）以下，因为在这里碳酸钙会溶解而硅质壳体得以保存。深水环境通常缺氧，属于还原环境。还原环境有利于有机质的保存。选项C提到的“强氧化环境”不利于有机质保存，是错误的。

有机质含量：由于形成于还原环境，有机质不易被氧化分解，因此硅质岩中常常富集有机质，一些硅质岩本身就是重要的烃源岩。选项D“大多不含有有机质”是错误的。

综合以上三点，选项A正确。

【考点归纳】

沉积岩石学：硅质岩的矿物成分、物理性质（硬度）、形成环境（水深、氧化还原条件）及与有机质的关系。

12. 在没有厄尔尼诺现象发生时，下列描述正确的是：

- A. 西赤道太平洋表层海水温度高、温跃层深； B. 东赤道太平洋表层海水温度高、温跃层深；
C. 西赤道太平洋表层海水温度低、温跃层浅； D. 东赤道太平洋表层海水温度低、温跃层深。

【答案】A**【解析】**

本题考查赤道太平洋在正常年份（非厄尔尼诺年份）的海洋状况，即沃克环流的正常模式。

正常情况：赤道信风由东向西吹，将表层温暖的海水吹向西太平洋，导致暖水在西太平洋堆积。这使得西太平洋表层海水温度升高，海平面也相对较高，同时温暖的海水层变厚，导致温跃层加深。东太平洋表层暖水被吹走后，深层的冷水上涌补充，形成秘鲁沿岸的上升流渔场。这导致东太平洋表层海水温度较低，温跃层较浅。

选项分析：

- A. 西赤道太平洋表层海水温度高、温跃层深。正确。
B. 东赤道太平洋应为表层海水温低、温跃层浅。错误。
C. 西赤道太平洋应为水温高、温跃层深。错误。
D. 东赤道太平洋应为水温低，但温跃层浅。错误。

【考点归纳】

海洋与大气科学：沃克环流、厄尔尼诺-南方涛动（ENSO）现象，理解正常年份、厄尔尼诺年份和拉尼娜年份赤道太平洋东西两岸海温和温跃层深度的变化。

13. 下列关于一年中太阳升起/落下位置的变化描述正确的是：

- A. 春分以后太阳升起自正东向东偏北移动/太阳落下自正西向西南移动；
B. 夏至以后太阳升起自东最偏北向南移动/太阳落下自西最偏北向南移动；
C. 秋分以后太阳升起自正东向东偏北移动/太阳落下自正西向西南移动；
D. 冬至以后太阳升起自东最偏南向北移动/太阳落下自西最偏北向南移动。

【答案】B**【解析】**

A: 春分日太阳直射赤道, 全球正东升起, 正西落下; 春分→夏至: 太阳直射点北移, 日出点由正东向东北移动, 日落点由正西向西北移动。选项 A 后半句错误。故 A 错误。

B: 夏至日: 太阳直射北回归线, 日出点达到最北 (东最偏北), 日落点达到最北 (西最偏北); 夏至→秋分: 太阳直射点南移, 日出点由东最偏北向南移动, 日落点由西最偏北向向南移动。故 B 正确。

C: 秋分日: 太阳直射赤道, 全球正东升起, 正西落下; 秋分→冬至: 太阳直射点南移, 日出点由正东向东南移动, 日落点由正西向西南移动。选项 C 前半句错误, 故 C 错误。

D: 冬至日: 太阳直射南回归线, 日出点达到最南 (东最偏南), 日落点达到最南 (西最偏南); 冬至→春分: 太阳直射点北移, 日出点由东最偏南向北移动, 日落点由西最偏南向北移动。选项 D 后半句错误, 故 D 错误。

【考点归纳】

地球的运动: 地球公转与太阳直射点的回归运动, 及其对日出日落方位和昼夜长短的影响。

14. 当在地球看到满月时, 想像在月球上的人看到地球的相位是:

- A. 朔; B. 上弦; C. 望; D. 下弦.

【答案】A

【解析】

月相和地相的变化规律是相反的。

满月 (望): 从地球上, 月球被太阳完全照亮。此时, 太阳、地球、月球三者近似排成一条直线, 地球位于太阳和月球之间 (日-地-月)。

从月球看地球, 观测者看到的将是地球完全没有被太阳照亮的一面, 即地球的黑夜面。

相当于我们在地球上看到的“新月”。“新月”在农历中称为“朔”。因此, 在地球上, 看到满月 (望) 时, 在月球上看是新地 (朔)。故 A 正确。

【考点归纳】天文学基础: 日、地、月三者相对位置关系, 月相与地相的成因及对应关系。

15. 与中国传统的 24 节气关系最大的是:

- A. 月球自转; B. 月球公转; C. 地球自转; D. 地球公转.

【答案】D

【解析】

A、B: 月球的自转和公转决定了农历的月份和月相变化, 与二十四节气无直接联系。故 A、B 错误。

C: 地球自转主要决定昼夜交替, 故 C 错误。

D: 24 节气是根据太阳在黄道 (即地球公转轨道面) 上的位置来划分的。天文学上, 将地球绕太阳公转一周 (360°) 的轨道划分为 24 等份, 每份 15°。太阳每经过一个 15° 的节点, 就是一个节气。例如, 春分点是黄经 0°, 夏至点是黄经 90°, 秋分点是黄经 180°, 冬至点是黄经 270°。故 D 正确。

【考点归纳】天文历法, 中国 24 节气的科学内涵。

16. 某恒星在一个月前于晚上 10 时升起, 问该恒星今天大约在晚上几时升起?

- A. 8 时; B. 10 时; C. 12 时; D. 不是在晚上升起.

【答案】A

【解析】

本题考查的是恒星日与太阳日的差异。地球的自转周期 (一个恒星日) 约为 23 小时 56 分 4 秒, 而我们日常使用的一天 (一个太阳日) 是 24 小时。这大约 4 分钟的差异是由于地球在自转的同时也在

公转。

每天，地球都需要额外转动一点角度才能让太阳回到天空中的同一位置，而对于遥远的恒星来说，这个公转位移的影响可以忽略。结果就是，恒星每天会比前一天提前大约4分钟升起。

一个月按30天计算，总共会提前的时间为： $30 \text{ 天} \times 4 \text{ 分钟/天} = 120 \text{ 分钟} = 2 \text{ 小时}$ 。

因此，今天该恒星升起的时间大约是：晚上10时-2小时=晚上8时。故A正确。

【考点归纳】

天文学基础：恒星日与太阳日的概念及其差异，以及由此导致的恒星东升西落时间的逐日变化。

17. 地球内部的古登堡面指的是：

- A.地壳与地幔之间的面；B.地幔与地核之间的面；
C.外核与内核之间的面；D.上地幔与下地幔之间的面。

【答案】B

【解析】 本题考查地球内部的主要不连续面。

A.莫霍面 (Mohorovičić discontinuity)：位于地壳与地幔之间。

B.古登堡面 (Gutenberg discontinuity)：位于地幔与地核之间，大约在地下2900公里深处。地震的横波 (S波) 无法穿过此界面，证明了其下的外核是液态的。

C.莱曼面 (Lehmann discontinuity)：位于液态外核与固态内核之间。

D.上下地幔之间：是一个较宽的过渡带，而非一个明确命名的单一界面。

【考点归纳】 地球内部圈层结构。

18. 地球内部以液体形态存在的圈层为：

- A.软流圈；B.下地幔；C.内核；D.外核。

【答案】D

【解析】 地震波的研究表明，S波无法穿过外核，而S波只能在固体中传播，这是证明外核是液态的关键证据，D选项正确。软流圈被认为是具有塑性的，处于局部熔融状态，但并非液体，A选项错误。内核在极高的压力下，尽管温度更高，但呈固态，B选项错误。下地幔是固态的，D选项错误。

【考点归纳】 地球内部圈层划分。

19. 珠穆朗玛峰的海拔高度约为8848.86米，在它的顶峰观测到的重力值和海拔0米的海平面处观测到的重力值相比，大约：

- A.增加2.7%；B.相同；C.减小27%；D.减小2.7%。

【答案】 题设有误，本题删除，不计入成绩

【解析】

此题考察万有引力定律的理解与计算。

记万有引力常量为 G ，地球总质量为 M ，地球平均半径为 R ，珠穆朗玛峰高度为 h ，现将地球近似视为分层正球体。则海平面处重力值（重力加速度）为 $g_0 = \frac{GM}{R^2}$ ，顶峰处重力值为 $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$ ，它们

相差 $\frac{g-g_0}{g_0} = \frac{R^2}{(R+h)^2} - 1 = \frac{1}{\left(1+\frac{h}{R}\right)^2} - 1$ 。将数据代入，可以计算得出上式值约为-0.277%。当

然，为计算简便，由于很容易注意到 $\frac{h}{R}$ 非常小，我们利用 $\frac{1}{(1+x)^2}$ 在 $x=0$ 处的泰勒展开，上式化

简为 $-2\frac{h}{R}$ ，得到近似值约为-0.278%。

【考点归纳】重力值的计算。

20. 关于地震震级与地震烈度，正确的说法是：

- A.一次地震只有一个震级但可有多个烈度； B.一次地震只有一个震级和一种烈度；
C.一次地震只有一种烈度但可有多个震级； D.一次地震可以有多个震级多个烈度。

【答案】A

【解析】

震级 (Magnitude)：是衡量地震本身释放能量大小的尺度，一次地震只有一个确定的震级（对于同一类型的震级来说）。

烈度 (Intensity)：是衡量地震在不同地点对地面及房屋等造成影响和破坏的程度。同一次地震，在不同地方的烈度是不同的，通常离震中越近，烈度越高；离震中越远，烈度越低。另外，地震烈度受局部场地条件影响显著，因此一次地震会对应多个烈度值。

【考点归纳】震级与烈度的概念辨析。

二、不定项选择题

（单选或多选；每题每选对一个得1分，选错一个扣0.5分，每题最低得分为0分）：

1. 下列关于河流的叙述哪些是正确的？

- A.河流对地表的作用过程主要是夷平； B.河流形成的平衡剖面只是一种动态平衡；
C.河流的阶地是由于地壳的抬升造成的； D.河漫滩一般发育在河流的凸岸；
E.河曲只在平原地区出现； F.河流的河口区都发育有三角洲。

【答案】ABCD

【解析】

A.正确。河流通过侵蚀、搬运和堆积作用，不断地切割高山、填平洼地，使起伏的地表趋向一个缓平的平面，这个过程称为夷平作用。河流是地表最重要的外动力，其长期效应就是降低地貌起伏，朝向最终侵蚀基准面发展。

B.正确。河流的平衡剖面是指河流的坡度刚好能输送其所携带的泥沙量，达到不冲不淤的理想状态。然而，流域内的气候、水量、泥沙供应、地壳运动等因素是不断变化的，河流会随之调整其坡度，因此这种平衡是相对的、暂时的动态平衡。

C.正确。河流阶地是原先的河漫滩或河床，由于河流下切侵蚀而使之高出河床。引发河流下切的主要原因包括构造性的地壳抬升、气候变化导致的流量增大或含沙量减小、侵蚀基准面下降等。地壳抬升是形成阶地的最主要原因之一。

D.正确。在弯曲的河道（河曲）中，凹岸水流急，以侵蚀为主；凸岸水流缓，以沉积为主，形成“点坝”或“边滩”，这些都是河漫滩的主要组成部分。

E.错误。虽然开阔的自由河曲多见于平原地区，但在山区或高原，河流同样可以发育嵌入基岩的河曲，称为“嵌入式河曲”或“深切河曲”。

F.错误。“都”过于绝对。三角洲的形成需要河流携带的泥沙量大于河口处海洋（或湖泊）动力（如潮汐、波浪）的搬运能力。如果河口处海洋动力很强，泥沙会被带走而无法堆积形成三角洲，例如钱塘江口。

【考点归纳】

河流地貌学：夷平作用、河流平衡剖面、阶地成因、河曲地貌（凸岸堆积、凹岸侵蚀）、嵌入式河曲、三角洲形成条件。

2. 下列关于海洋的叙述哪些是正确的?

- A.高潮线和低潮线之间的海域范围称为滨海;
- B.潮坪沉积的碎屑物通常比海滩沉积的碎屑物粒径小;
- C.大洋中出现的波浪是一种横波;
- D.碳酸盐的补偿深度线是指超过某一深度后,碳酸盐的沉积物源容易获得补偿;
- E.大陆坡的平均坡度约为 14° ;
- F.鲍玛序列是典型的浊流沉积。

【答案】 BF**【解析】**

- A.错误。根据地理学定义,高潮线和低潮线之间的区域称为“潮间带”。“滨海”是一个更宽泛的概念,通常指从高潮线到大陆架边缘的整个区域,包括潮间带、潮下带等。
- B.正确。海滩是高能环境,持续的波浪作用会淘洗掉细小的颗粒(粉砂、粘土),留下较粗的砂和砾石。而潮坪多发育在海湾、潟湖等低能环境中,水动力弱,有利于细颗粒的粉砂和粘土沉积下来。
- C.错误。水面波是一种轨道波。波浪传播时,水质点并非简单地上下振动(横波)或前后振动(纵波),而是在一个近似圆形的轨道上运动。既有上下运动分量,也有前后运动分量。
- D.错误。碳酸盐补偿深度(CCD, Carbonate Compensation Depth)是指海水中碳酸钙的溶解速率等于其沉降补给速率的深度。在此深度以下,溶解速率超过补给速率,因此碳酸钙质的沉积物(如钙质软泥)无法保存下来。叙述中的“容易获得补偿”与事实正好相反。
- E.错误。大陆坡的全球平均坡度要小得多,大约为 4° 左右。 14° 是非常陡峭的坡度,仅在局部地区可能出现。
- F.正确。鲍玛序列(Bouma Sequence)是描述浊流(一种携带大量沉积物的高密度流)一次沉积事件所形成的垂向层序结构的经典模型,是浊积岩的标志性特征。

【考点归纳】

海洋科学: 海岸带划分、不同海岸环境(海滩、潮坪)的沉积特征、海浪的性质、碳酸盐补偿深度的概念、大陆坡的坡度特征、浊流与鲍玛序列。

3. 下列关于地壳变形的叙述哪些是正确的?

- A.褶皱的核部通常会受到压应力作用;
- B.转折端和枢纽的含义是一样的;
- C.由一组张节理和一组剪节理的组合称为共轭节理;
- D.追踪张节理是在原有剪节理的基础上发育的张节理;
- E.向上运动的断层一盘称为断层的上盘;
- F.拥有共同下降盘的断层组合称为地堑。

【答案】 ADF**【解析】**

- A.正确。在褶皱弯曲过程中,其内侧(核部)的岩层受到挤压,而外侧的岩层则受到张裂。因此核部受压应力作用是正确的。
- B.错误。在结构地质学中,“转折端”是指褶曲面上曲率最大的点的连线,即“褶皱脊”或“褶皱槽”,它可以是直线或曲线。而“枢纽”是一条理论上的直线,它在空间中移动可以描绘出褶皱的形态。只有在理想的圆柱状褶皱中,二者才重合。
- C.错误。共轭节理系统是指由两组产状不同、在形成时有成因联系的剪节理所组成的系统。
- D.追踪张节理是在原有剪节理的基础上发育的张节理,剪切运动过程中可以在剪裂面尖端或沿线派生出张节理。
- E.错误。断层的上盘和下盘是根据其相对于断层面的几何位置决定的,与运动方向无关。位于断层面之上的岩盘称为上盘,位于断层面之下的岩盘称为下盘。
- F.正确。地堑是由两条或多条大致平行的正断层组合而成,其特征是中间的岩块(下降盘)相对于

两侧的岩块（上升盘）发生陷落。

【考点归纳】

构造地质学：褶皱的基本要素与应力分布、节理的分类、断层的基本概念（上盘、下盘的定义）、断层组合类型（地堑和地垒）。

4. 下列关于变质作用的叙述哪些是正确的？

- A. 变质作用中重结晶的矿物通常会发生定向排列；
- B. 通过变质矿物组合通常可以测定变质时的温度；
- C. 通过变质矿物组合通常可以测定变质时的压力；
- D. 不同的变质相通常有其特定的矿物组合；
- E. 主要由角闪石和斜长石组成的变质岩称为闪长岩；
- F. 有石榴子石出现的变质岩即为榴辉岩。

【答案】ABCD

【解析】

- A. 正确。在区域变质作用中，岩石受到定向压力，使得片状、柱状矿物（如云母、角闪石）在重结晶时倾向于垂直于主应力方向排列，形成片理、片麻理等定向构造。
- B. 正确。特定的矿物只在一定的温度和压力范围内稳定存在。因此，岩石中出现的矿物组合可以用来限定其经历的变质温压条件。这被称为地质温度计。
- C. 正确。同 B 的原理，一些矿物对压力变化非常敏感（如蓝闪石、硬玉指示高压，红柱石指示低压），因此矿物组合也是判断变质压力的重要依据（地质压力计）。
- D. 正确。这是变质相的定义。变质相就是指在一系列原岩成分在特定温压范围内达到平衡后形成的一组特征矿物组合的集合。例如，绿片岩相、角闪岩相、麻粒岩相等都有其代表性的矿物组合。
- E. 错误。主要由角闪石和斜长石组成的变质岩是角闪岩。而闪长岩是化学成分类似的一种岩浆岩。
- F. 错误。榴辉岩是一种特殊的高压-超高压变质岩，其特征矿物组合是石榴子石和绿辉石（一种富钠的辉石）。许多其他变质岩，如石榴子石云母片岩、片麻岩等，都可以含有石榴子石，但它们不是榴辉岩。

【考点归纳】

变质岩石学：变质作用与定向构造、变质矿物与温压条件、变质相的概念、常见变质岩（角闪岩、榴辉岩）的定义和矿物组成。

5. 下列矿物中哪些矿物可能出现在花岗岩中？

- A. 橄榄石；B. 辉石；C. 角闪石；D. 黑云母；E. 斜长石；F. 石英。

【答案】BCDEF

【解析】

花岗岩是一种酸性（长英质）深成侵入岩。其矿物组成特征是：

主要矿物：F. 石英和钾长石是花岗岩的定义性矿物，通常含量很高。E. 斜长石也非常常见，含量通常低于钾长石。

暗色矿物（副矿物）：含量较少，最常见的是 D. 黑云母和 C. 角闪石。

其他可能的矿物：

B. 辉石：在标准的花岗岩中不常见，但在某些特殊类型的花岗岩（如碱性花岗岩）或过渡到石英二长岩的岩石中，辉石是可以出现的。

A. 橄榄石：是一种典型的基性-超基性矿物，富含铁镁。它在富含二氧化硅（即含有石英）的岩浆中是不稳定的，会与岩浆反应生成辉石。因此，橄榄石和石英在岩浆岩中通常不会共存。因此，除了橄榄石，其他矿物都有可能出现在广义的花岗岩类岩石中。

【考点归纳】

岩浆岩石学：鲍文反应序列、花岗岩的矿物组成（主要矿物和常见副矿物），理解矿物共生组合与岩浆化学成分的关系。

6. 下列关于软流圈的叙述哪些是正确的？

- 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； E. 软流圈为液态圈层。

【答案】 ABD

【解析】

软流圈（Asthenosphere）是地球地幔的一部分弱塑性变形区域，位于岩石圈的下面、中间圈的上面，其软流圈下界在地表以下 80–200 km 深处。地震波在软流圈的波速下降 10% 左右，形成一个低速区，这可能是由于软流圈存在部分熔融。大洋地壳下的岩石圈-软流圈边界比较浅（平均在 60 km 深处），地震波在此会突然下降 5–10%。

软流圈处于部分熔融状态，被认为是岩浆的主要发源地之一。故 A 正确。

根据岩石圈下界和软流圈下界范围可以判断，软流圈位于上地幔。故 B 正确。

软流圈的上覆介质是岩石圈。根据板块构造学说，刚性的岩石圈“漂浮”在具有塑性的软流圈之上，因此软流圈的密度应大于岩石圈的密度才能提供足够的浮力。故 C 错误。

软流圈的一个显著特征是地震波的传播速度在此明显降低，因此它也被称为低速带（Low-Velocity Zone）。故 D 正确。

软流圈只是部分熔融，表现出有限的流变特征，但 S 波可以在其中传播，不属于液态圈层。

【考点归纳】 地球内部圈层划分；地球内部物质基本性质。

7. 下列关于地球内核的叙述哪些是正确的？

- A. 内核物质的密度比外核的密度大； B. 内核物质是液态的；
C. 内核的自转速度比地球的自转速度快； D. 内核的自转速度和地球的自转速度是一样的；
E. 内核的主要成分为铁和镍。

【答案】 ACE

【解析】

A. 内核物质由于更高的压力而密度更大。该表述正确。

B. 地球内部的内核是固态的，而外核是液态的。该表述不正确。

CD. 科学研究表明，地球内核的自转速度比地球地壳和地幔的自转速度快。C 选项表述正确。

D 选项表述不正确。

E. 内核的主要成分是铁和镍，这是基于地球物理数据和高温高压实验推测的。该表述正确。

【考点归纳】 地球内部圈层结构和性质。

8. 地球表面某一点观测到的重力值会受到以下哪些因素的影响？

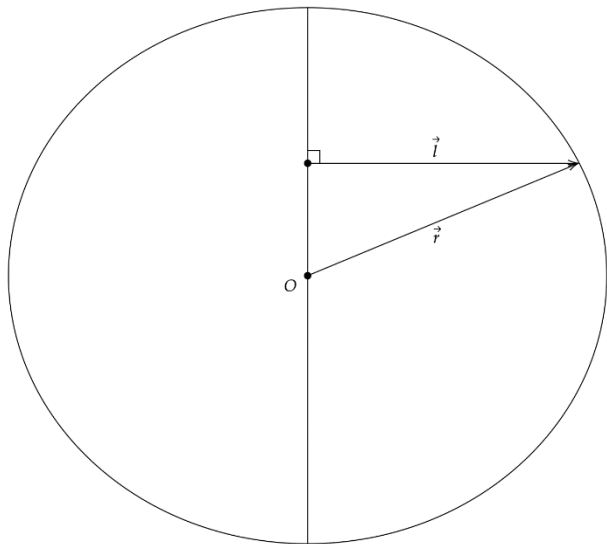
- A. 该点所处的经度； B. 该点所处的纬度； C. 该点的海拔高度；
D. 该点下部物质的密度； E. 该点周围的磁场强度。

【答案】 BCD

【解析】

如图，将地球视为旋转椭球体（记为 Ω ），记万有引力常数为 G ，地球内部密度函数为 ρ ，地

球自转角速度为 ω ，几何物理量如下图，可以得到理论重力场为 $\vec{g} = - \iiint_{\Omega} \frac{G\rho}{r^3} \vec{r} dV + \omega^2 \vec{l}$ ，即地球表面某一点的重力值等于地球各处质量在该点处的引力场强和旋转引起的离心场强的矢量和。而经度并不对上式产生影响。A项错误。纬度主要影响 $\vec{l}$ 进而对重力场值产生影响。B项正确。海拔高度与 $\vec{r}$ 和 $\vec{l}$ 都有关。C项正确。密度分布对重力场直接产生影响。D项正确。



【考点归纳】重力场的组成及其影响因素。

9. 下列描述中哪些是错的？

- A. 北半球，夏至日正午的太阳高度全年最高；
 B. 春分日白天的时长为 12 小时整；
 C. 夏季去北极旅行要戴墨镜和防晒面霜；
 D. 南半球太阳是从西边出来，从东边落下；
 E. 同一经度线上，南北半球的昼夜正好相反。

【答案】ADE

【解析】

A：这个说法对于北回归线以北的地区是正确的。但在北回归线与赤道之间的地区，一年中有两次太阳直射机会，其正午太阳高度可达 90° ，而夏至日太阳直射北回归线，这些地区的正午太阳高度反而小于 90° 。故 A 错误。

B：春分日昼夜平分，白天时长为 12 小时整。故 B 正确。

C：夏季北极地区出现极昼现象，太阳 24 小时不落，且冰雪地面对太阳光的反射率极高，紫外线辐射强烈，因此需要佩戴墨镜和涂抹防晒霜以保护眼睛和皮肤。故 C 正确。

D：地球自西向东自转，因此在全球各地看到的太阳都是东升西落。故 D 错误。

E：同一经度线上，南北半球的昼夜长短情况正好相反，而非昼夜相反。故 E 错误。

【考点归纳】

地球运动的地理意义：正午太阳高度的纬度变化规律、昼夜长短的决定因素、大气折射对日出日落和昼长的影响。

10. 关于现代地球大气的垂直结构下列叙述哪些是正确？

- A. 大气压力随高度呈指数递减，这是由于垂直方向的气压梯度力与大气所受的重力达成静力平衡；
 B. 近地面 10–12 公里内的大气，气温随高度增加而指数递减；
 C. 平流层大气温度随高度增加而递增，平流层顶处温度高到可使得空气分子电离，此处向上亦称电离层；
 D. 平流层内温度升高，主要是由于二氧化碳吸收紫外线，加热大气，亦称温室效应；

E.赤道地区对流层顶的高度较两极地区对流层顶的高度高;

F.中层顶是整个大气层的最低温。

【答案】 AEF

【解析】

A: 正确。这是大气静力学平衡的基本描述。在垂直方向上, 向上的气压梯度力与向下的重力相平衡, 导致气压随高度呈指数规律递减。

B: 错误。对流层内, 气温随高度增加而递减, 但这个递减率(环境温度直减率)接近于一个常数(平均约 $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$), 是线性递减而非指数递减。

C: 错误。电离层远高于平流层顶。平流层中下部温度变化小, 上部由于臭氧层的存在, 气温随高度增加而升高, 但仍不足以使空气电离。

D: 错误。平流层内温度升高主要是因为该层的臭氧(O_3)吸收了太阳的紫外线辐射, 而非二氧化碳。

E: 正确。赤道地区对流旺盛, 热空气上升能到达更高的高度, 因此对流层顶的高度(约 $16-18\text{km}$)比两极地区(约 $8-10\text{km}$)要高。

F: 正确。在大气垂直结构中, 中间层的顶部, 即中层顶(约 85km 高度), 温度达到极小值, 约为 -90°C 甚至更低, 是整个大气层温度最低的地方。

【考点归纳】 大气的垂直分层(对流层、平流层、中间层、热层、外层)及其各层特征。

11. 龙卷风的产生需要如下条件:

A.需要充足的水汽, 因而海面上相比于陆地上更容易生成龙卷, 也称水龙卷;

B.需要阻塞高压前带来的冷空气, 因而冬季更有利于强龙卷风的生成;

C.需要强雷暴或超级单体附近的风剪切、强对流、和涡旋环境;

D.需要超强科氏力所提供的向心力, 因而更容易在高纬度生成;

E.需要深对流释放的巨大潜热。

【答案】 CE

【解析】

A: 错误。虽然充足的水汽是必要条件, 但由超级单体雷暴引发的最强的龙卷风更多地生成于陆地。水龙卷通常强度较弱, 其形成机制也与陆上的强龙卷风不完全相同。

B: 错误。强龙卷风多发于春季和夏季, 此时大气层结不稳定, 能量充足。冬季大气通常较为稳定, 不利于强对流天气的形成。

C: 正确。这是龙卷风形成的关键动力和环境条件。强烈的垂直风切变可以使空气产生水平方向的旋转, 强对流(上升气流)将水平涡管“扳直”, 形成在雷暴云中垂直旋转的中气旋, 并可能进一步发展加强, 下伸至地面形成龙卷风。

D: 错误。龙卷风的尺度太小, 直径通常为几十到几百米, 且生命史太短, 其自身的旋转主要由风切变和雷暴内部动力决定, 科里奥利力对其旋转的直接影响微乎其微。

E: 正确。强对流的发展需要巨大的能量, 这个能量主要来源于水汽凝结时释放的潜热。深厚、湿润的不稳定气层通过对流释放潜热, 驱动强烈的上升气流, 这是形成强雷暴和龙卷风的热力基础。

【考点归纳】

气象学: 龙卷风的形成条件, 包括热力条件(不稳定能量、水汽、潜热释放)和动力条件(风切变、强对流)。

12. 下列关于平流层臭氧洞的描述哪些是正确的?

A.臭氧洞主要发生在热带上空平流层;

B.臭氧洞主要发生在夏季;

C.造成平流层臭氧洞的原因是人类活动排放到大气中的氟氯昂化合物摧毁臭氧分子;

- D.南北半球的平流层都有臭氧洞问题，其中北半球因人为活动排放的污染物较多，臭氧洞范围较大；
E.平流层臭氧洞造成地面入射的紫外线强度增加；
F.冬季平流层的温度越高，越有利于臭氧洞形成。

【答案】CE

【解析】

- A：错误。臭氧洞主要发生在两极（尤其是南极）上空。
B：错误。臭氧洞的形成需要极低的温度以形成极地平流层云，这种云为破坏臭氧的化学反应提供了场所。低温条件主要发生在极地的冬季，而臭氧的快速消耗则发生在有太阳光照射的春季。夏季极地涡旋解体，臭氧洞会填补和消失。
C：正确。这是臭氧洞形成的人为根本原因。人类排放的氟氯烃（CFCs）等物质在平流层经紫外线照射分解出氯原子，氯原子作为催化剂，大量消耗臭氧分子。
D：错误。虽然北半球也存在臭氧损耗，但南极的臭氧洞远比北极严重。这是因为南极的极地涡旋更强、更稳定，冬季平流层温度更低，有利于极地平流层云的形成。
E：正确。平流层臭氧能有效吸收对生物有害的太阳紫外线。臭氧洞的出现导致到达地面的紫外线辐射增强，对人类健康和生态系统造成危害。
F：错误。如B所述，破坏臭氧的化学反应依赖于极地平流层云。这种云只在约 -78°C 以下的温度下才能形成。因此，冬季平流层温度越低，才越有利于臭氧洞的形成。

【考点归纳】

大气化学与环境问题：臭氧洞的成因、发生地点、发生时间、形成条件及其危害。

13. 下列关于厄尔尼诺（拉尼娜）的描述哪些是正确的？

- A.厄尔尼诺发生时，秘鲁渔场减产，南美沿岸现大量死鱼；
B.拉尼娜发生时，澳大利亚北部多发森林大火；
C.较强的厄尔尼诺发生时，全球年平均温度会升高约5度；
D.拉尼娜发生时，赤道东太平洋海水涌升增强；
E.南方涛动是伴随厄尔尼诺（拉尼娜）发生的东-西向海平面气压的跷跷板变化；
F.沃克环流是伴随厄尔尼诺（拉尼娜）发生的南-北向大气的热力环流。

【答案】ADE

【解析】

- A：正确。厄尔尼诺现象的特征是东太平洋表层海水异常增温，这会抑制秘鲁沿岸的冷水上涌。涌升流带来的丰富营养盐是渔场存在的基础，其减弱导致浮游生物减少，鱼类因饵料缺乏而死亡或迁徙，造成渔业大幅减产。
B：错误。拉尼娜是正常状况的加强，西太平洋水温更高，对流更旺盛，会给澳大利亚北部带来更多的降水，易发洪涝。相反，厄尔尼诺会使此地干旱，易发森林大火。
C：错误。强厄尔尼诺事件会向大气释放大量热量，导致全球平均气温出现一个小的峰值，但升高的幅度通常在 $0.1-0.2^{\circ}\text{C}$ 的量级，远非 5°C 。
D：正确。拉尼娜现象伴随着更强的信风，信风将表层暖水更多地吹向西太平洋，从而导致东太平洋深层冷水上涌增强。
E：正确。南方涛动是ENSO现象的大气部分，指热带太平洋东西两岸（以塔希提岛和达尔文港为代表）海平面气压的反相振荡，即跷跷板变化，是大气对海温异常的响应。
F：错误。沃克环流是发生在赤道太平洋上空的纬向大气热力环流，正常年份空气在西太平洋上升，在东太平洋下沉。南-北向的环流是哈德莱环流。

【考点归纳】

海气相互作用：厄尔尼诺和拉尼娜现象的海洋与大气特征（海温、涌升流、降水异常）、南方涛动和沃克环流的定义与变化。

14. 中国是第四纪黄土分布面积最大的国家，第四纪黄土可用来研究以下哪些科学问题？

- A.全新世气候突变事件； B.砂金矿床成因问题； C.青藏高原隆升问题；
D.亚洲季风-干旱环境演变问题； E.第四纪年代学。

【答案】ACDE

【解析】

本题考查黄土沉积物研究的意义。黄土是第四纪时期形成的，广泛分布的松散土状堆积物，由于黄土分布广，沉积较连续，堆积时间长，其中含有丰富的气候环境变化记录，可用于研究全新世气候突变事件、青藏高原隆升对亚洲气候环境的影响、亚洲季风-干旱环境演变问题和第四纪年代学等一系列科学问题。砂金矿床的形成通常与流水作用相关，与第四纪黄土的研究关系较小。因此B项错误，A、C、D、E项均正确。

【考点归纳】黄土沉积物研究的意义。

15. 嫦娥5号采回1731克月壤样品，下面关于月壤与地球土壤的描述中哪些是正确的？

- A.月壤和地球土壤的成份中都含有大量 SiO_2 ； B.月壤比地球土壤具有较高的黏性；
C.月壤中富含放射性元素氦-3； D.月壤中富含铁、镁、钙等金属元素。

【答案】AD

【解析】

本题考查月壤的成分和性质。地球土壤由母岩经成土作用形成，其主要成分是来源于母岩或次生形成的各种硅酸盐矿物，而月壤的主要成分为玄武岩、斜长岩碎屑和玻璃等，因此二者均含有大量 SiO_2 ，A项正确。月壤是一层干燥、松散的碎屑物，缺乏地球土壤中较为丰富的黏粒和有机物质，因此黏性很弱，B项错误。月球没有强磁场和大气层，因此太阳风可以直接入射月球表面，并将丰富的氦-3注入月壤中，因此月壤中富含氦-3，但是氦-3是稳定同位素，不具有放射性，因此C项错误。月壤中富含铁、镁、钙等金属元素，铁在月海玄武岩中含量丰富，而镁和钙在月海玄武岩和高地斜长岩中均较为丰富，因此D项正确。

【考点归纳】月壤的成分和性质。

16. 厄尔尼诺现象发生时，下列哪些描述是正确的？

- A.西赤道太平洋表层海水温度升高； B.东赤道太平洋的温跃层变深；
C.西赤道太平洋沿岸发生旱灾； D.东赤道太平洋沿岸发生旱灾；
E.西赤道太平洋渔业减产。

【答案】BC

【解析】

- A.错误。厄尔尼诺期间，原本聚集在西太平洋的暖水向东扩展，导致西太平洋的海水温度相对正常年份下降或持平，而中、东太平洋的海水温度显著升高。
B.正确。暖水东移覆盖在东太平洋表层，使得该区域温暖的海水层加厚，压制了深层冷水的上涌，因此温跃层的深度变深。
C.正确。控制降水的对流活动区（沃克环流的上升支）随着暖水东移，导致西太平洋的上升气流减弱甚至变为下沉气流，从而降水锐减，易发干旱和森林火灾。
D.错误。由于表层海水异常增温，东太平洋沿岸对流活动增强，通常干旱的地区会出现暴雨和洪涝灾害。
E.错误。渔业大规模减产主要发生在东太平洋的秘鲁渔场，原因是作为饵料基础的冷水上涌和营养盐供应中断。

【考点归纳】

海气相互作用：厄尔尼诺现象的特征及其对全球气候和生态系统的影响，包括东西太平洋海温、温跃层、降水和渔业的异常变化。

17. 下列对钙华的描述哪些是正确的？

- A.所有温泉都可形成钙华沉积；B.钙华是陆地水循环过程中物质迁移的一种表现形式；
C.水化学条件是钙华沉积的物质基础和必要条件；
D.生物效应可对钙华沉积起到加强作用；
E.生物对钙华的沉积没有作用。

【答案】BCD

【解析】

本题考察岩溶沉积物中的钙华沉积。通常认为，钙华是富含碳酸氢钙的地下水在运移至地表后 CO_2 逸出，导致碳酸钙沉积而形成，需要一定的形成条件，因此并不是所有温泉都可形成钙华沉积，因此A项错误。钙华形成过程中伴随着 Ca^{2+} 等物质的运移，因此B项正确。水体的 Ca^{2+} 浓度和 pH 直接决定了钙华沉积能否形成，若 Ca^{2+} 浓度不足或 pH 过低，钙华沉积都无法形成，因此C项正确。细菌、藻类、苔藓等均会促进钙华沉积，主要机制包括改变水动力条件促进 CO_2 逸出、光合作用吸收 CO_2 、表面为碳酸钙晶体提供生长位点等，因此D项正确，E项错误。综上所述，本题选择B、C、D项。

【考点归纳】钙华的形成条件。

18. 亚洲是全球最大的季风区，亚洲主要国家的天气和气候都深受季风环流的影响。关于季风下列描述正确的是：

- A.季风的主要特征是冬-夏两季盛行风的风向相反（夹角达 120° 以上）；
B.季风的主要成因是太阳在南-北回归线之间做季节性摆动；
C.夏季风为亚洲各国带来充沛的降水；冬季风却带来寒冷的冷空气；
D.季风环流的基本原理与海陆风相同，只是时-空尺度不同；
E.亚洲夏季风是哈德莱环流的北支。

【答案】ACD

【解析】

A：正确。这是季风的气象学定义之一。盛行风向随季节发生显著（通常定义为超过 120° ）的逆转是季风环流最核心的特征。

B：错误。季风形成的主要原因是陆地与海洋的热力学性质差异。

C：正确。亚洲的夏季风从温暖湿润的印度洋和太平洋吹向大陆，带来丰沛的水汽和降水。冬季风则从寒冷干燥的西伯利亚-蒙古高压源地吹向海洋，带来干冷的空气。

D：正确。海陆风是因海陆热力性质差异导致的日循环，白天海风从海吹向陆，夜晚陆风从陆吹向海。季风是因海陆热力性质差异导致的年循环。两者的驱动原理完全相同，只是时间尺度和空间尺度不同。

E：错误。哈德莱环流是全球尺度、纬向平均的南北向环流圈。而亚洲季风是一个强大的区域性环流系统，它在夏季会打断并取代传统的哈德莱环流，甚至形成跨赤道的季风环流，其结构远比哈德莱环流的北支复杂。

【考点归纳】

气象学与气候学：季风的定义、成因、特征、与海陆风的类比，以及与全球环流的关系。

19. 下列关于酸雨的描述，哪些是正确的？

- A.在没有任何人为活动污染的地区，自然雨水的 pH 值小于7；
B.酸雨问题主要是雨水溶解 CO_2 而使雨水 pH 值降低；
C.中国北方因为人为活动污染排放较多，雨水 pH 值较低；
D.中国南方雨水 pH 值相比中国北方较低。

【答案】AD

【解析】

本题考查酸雨的成因与分布。降雨本身就具有弱酸性，其酸性的来源是溶解的 CO_2 和一些其他微量酸性物质，因此无污染的雨水 pH 值约为 5.6，A 项正确。雨水溶解 CO_2 不会造成酸雨，酸雨的成因是化石燃料燃烧等产生的硫氧化物和氮氧化物溶于雨水，使得雨水 pH 值降低。因此 B 项错误。我国酸雨主要分布于长江以南、云贵高原以东地区（如图所示），该区域人口密集，工业发达，且准静止锋的存在使得空气中污染物易积聚，这些污染物溶解在雨水中，就容易形成酸雨。而北方气候较干燥，且多沙尘天气，碱性的沙尘起到了中和雨水酸性的作用。因此 C 项错误，D 项正确。

【考点归纳】酸雨的成因与分布。

20. 下列关于空气污染的描述，哪些是正确的？

- A. 夏季陆地上近地面空气中的臭氧，常在半夜达到一天的最高值；
- B. 城市大气中的 SO_2 主要来自火山喷发；
- C. 臭氧可以吸收紫外线，所以对流层大气中的臭氧多多益善；
- D. 稳定边界层有利于污染物向上扩散；
- E. 边界层稳定且湿度较大时，有利于二次气溶胶生成；
- F. 中国的空气污染问题是复合型污染，既有英国伦敦大烟雾、也有美国洛杉矶烟雾的身影。

【答案】EF

【解析】

- A: 错误。近地面臭氧是光化学烟雾的主要成分，其生成需要强烈的日光照射，因此其浓度通常在午后达到峰值，夜间会逐渐降低。
- B: 错误。城市大气中的 SO_2 主要来源于含硫化石燃料（如煤和石油）的燃烧，是工业和交通排放的产物。
- C: 错误。平流层的臭氧是“好臭氧”，能吸收紫外线保护地球生命。但对流层的臭氧是“坏臭氧”，是一种强氧化剂，对人体健康和生态系统有害。
- D: 错误。稳定的大气边界层（如逆温层）会抑制空气的垂直对流，使得污染物被困在近地面，不利于扩散，从而加重污染。
- E: 正确。稳定的边界层使污染物前体物（如 SO_2 、 NO_x ）的垂直扩散减弱，浓度升高，而高湿度环境为气相污染物向颗粒物（二次气溶胶，如硫酸盐、硝酸盐）的转化提供了反应介质。
- F: 正确。中国的空气污染兼具了以燃煤和工业排放 SO_2 、颗粒物为特征的“伦敦型烟雾”和以汽车尾气、VOCs 在光照下反应生成臭氧和 $\text{PM}_{2.5}$ 为特征的“洛杉矶型光化学烟雾”的特点，是一种复杂的复合型污染。

【考点归纳】大气污染。

2020年9月22日，中国政府在第七十五届联合国大会上提出：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。”2021 年全国两会上，碳达峰、碳中和首次写入政府工作报告，也成为代表委员们讨论的热门话题。

国家统计局的数字表明，我国 2019 年发电量的构成如图 13，可以看出化石能源依然是我国的主要能源。由于我国目前经济仍处于高速发展阶段，在 2030 年之前我国化石能源的占比虽然会逐年减少，单位 GDP 的能耗也在逐年减少，但碳总量还会缓慢增加。

21. 根据图13发电量的构成和减排的目的,你认为哪些种类的能源应该加快发展?

A.煤电; B.水电; C.核电; D.风电; E.太阳能。

【答案】BCDE

【解析】

由图13可知,我国水电、核电,风电,太阳能在发电中的比重较小,且碳排放量少,而煤电占比大,且煤电的碳排放量大。故A错误, B,C,D,E正确。

22. 据公安部统计,截至2021年3月,全国私家车保有量

2.48亿辆(含新能源汽车551万辆)。如果每辆汽车每年

平均行程为2万公里,则释放的二氧化碳约为2吨。那么,如果全部改为新能源汽车,可以减少多少碳排放(不考虑能源的来源,原子量:碳12;氧16)?

A.0.32亿吨; B.0.73亿吨; C.1.05亿吨; D.1.32亿吨。

【答案】D

【解析】

本题要求计算将现有燃油私家车替换为新能源车后,可以减少的碳(C)排放量,而非CO₂的排放量。

燃油私家车数量 = 2.48亿 - 0.0551亿 = 2.4249亿辆。

CO₂总排放量 = 2.4249亿辆 × 2吨/辆 = 4.8498亿吨。

CO₂的分子量 = 12 + 2×16 = 44。

碳在二氧化碳中的质量占比 = $\frac{12}{44} = \frac{3}{11}$ 。

可减少的碳排放量 = 4.8498亿吨 × $\frac{3}{11} \approx 1.3226$ 亿吨。

这个计算结果与选项D吻合。

【考点归纳】

环境科学计算: 根据宏观数据进行总量估算。

化学计算: 分子量计算和物质质量换算。

关键概念区分: 理解“二氧化碳排放”与“碳排放”之间的区别。

2019年全国发电量构成情况

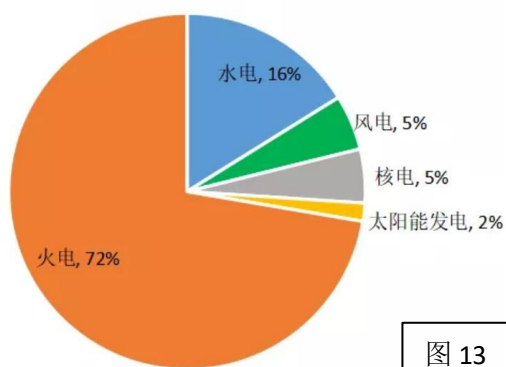


图13

23. 研究发现,我国目前的森林覆盖率约为23%,整个陆地生态系统年均吸收约11.1亿吨碳,吸收了同时期人为碳排放的30%。按此比例,如果我国到2060年将森林覆盖率提高到40%,则达到碳中和时最少可以排放的碳总量大约为:

A.16.2亿吨; B.19.3亿吨; C.22.5亿吨; D.25.6亿吨。

【答案】B

【解析】

理解碳中和: 碳中和指一个经济体的碳排放量与它的碳吸收量相抵消,达到净零排放。因此,在达到碳中和时,允许排放的碳总量应等于生态系统能够吸收的碳总量。

易得如下关系: $\frac{\text{现在的碳吸收量}}{\text{未来的碳吸收量}} = \frac{\text{现在的森林覆盖率}}{\text{未来的森林覆盖率}}$

代入数据计算: 未来的碳吸收量 = 11.1亿吨 × $\frac{40\%}{23\%} \approx 19.304$ 亿吨。

这个计算结果与选项B吻合。

【考点归纳】

环境科学/生态学: 碳中和、碳汇的概念。

数学应用: 比例计算和数据估算能力。

三、综合考查题（不定项选择题，单选或多选；每题每选对一个得1分，选错一个扣0.5分，每题最低得分为0分）

地球系统是将地球视为一个整体的系统进行研究，下面的题目就是研究地球系统的一个范例，展示了岩浆作用从地球内圈到外圈的作用过程及其环境效应，请认真阅读相关材料并回答问题。

材料：

火山活动是贯穿地球众多圈层的地质活动，其载体是岩浆物质。岩浆在地幔中形成，在其上升过程中，一些停留在地壳中形成深成岩体；一些直接喷出地表，大部分岩浆物质堆积在火山口附近，有些被大气携带到高处而扩散到几百或几千公里外的地方。从内向外，火山活动连接了地幔、地壳、海洋、大气等圈层（图14），是重要的地球内外物质交换和循环的载体。

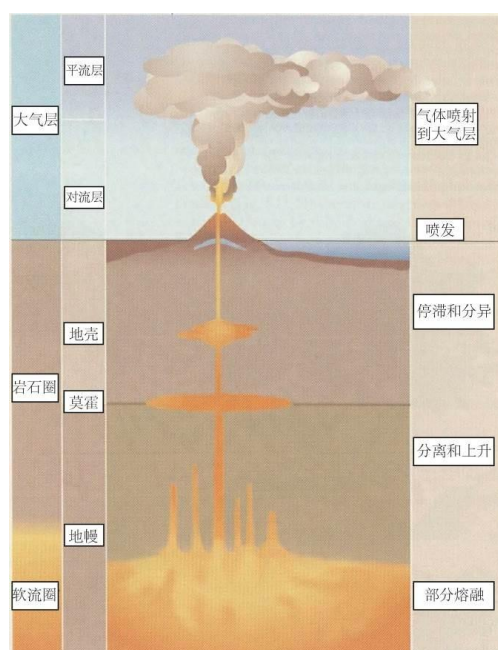


图14. 火山活动与地球圈层 (Schmincke, 2005 Fig. 1.11.)

1. 在图14中，岩浆产生于软流圈，软流圈物质通过部分熔融的方式转化成为熔体状态的岩浆。根据下面的部分熔融原理示意图（图15），图中标识箭头的编号1和3分别代表了哪两种部分熔融过程？

- A. 温度上升；
- B. 压力（压强）降低；
- C. 固相线左移（一般代表流体的加入）。

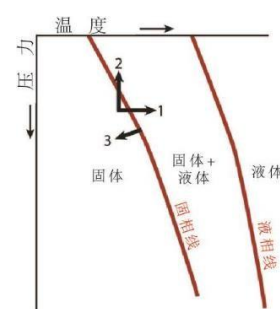


图15.部分熔融的三种方式：升温,减压,固相线左移（一般是流体加入）(Sigurdsson et al., 2015)

【答案】AC

【解析】

本题考查对岩石部分熔融相图的理解。图中，“固相线”是岩石开始熔融的临界线。当岩石的温压条件越过固相线进入“固体+液体”区域时，就会发生部分熔融。

箭头1表示在压力（P）不变的情况下，温度（T）向右增加，从“固体”区穿过“固相线”进入“固体+液体”区。这代表了升温熔融。因此，选项A正确描述了箭头1的过程。

箭头2表示在温度（T）不变的情况下，压力（P）向上减小，从“固体”区穿过“固相线”。这代表了降压熔融，对应选项B。

箭头3表示岩石的温压条件并未改变，但“固相线”本身向左移动，越过了该点，从而导致熔融。这

代表了因某些因素（通常是流体的加入）导致岩石熔点降低。这代表了固相线左移/流体加入熔融。因此，选项 C 正确描述了箭头 3 的过程。

【考点归纳】相图的解读。

2. 主导岩浆上升最重要的动力，是岩浆的密度小于围岩的密度，从而使岩浆获得了向上的浮力，在图 14 的模型图中莫霍面的位置绘制出岩浆水平延展，其原因是：

- A. 地壳较冷，岩浆冷却；
- B. 刚性地壳阻止了岩浆上升；
- C. 地壳密度小于岩浆密度，岩浆不能继续上升；
- D. 地壳在地幔上快速移动，将岩浆推展成水平产状。

【答案】C

【解析】

题目文字指出，岩浆上升的主要动力是浮力，即岩浆与围岩的密度差。岩浆会一直上升，直到它与周围岩石的密度相当，达到平衡状态，或遇到密度比它更小的岩石。莫霍面是地壳和地幔的分界面。地幔岩石的密度远大于从其部分熔融产生的玄武质岩浆的密度。然而，大陆地壳的平均密度约为 2.7 g/cm^3 ，与玄武质岩浆的密度非常接近甚至可能更低。因此，按照该题的模型，当岩浆从致密的地幔上升到莫霍面，遇到密度显著降低的地壳时，其向上的浮力会急剧减小甚至消失，导致其无法继续垂直上升，转而在该密度界面附近水平聚集、扩展，形成岩浆房。所以，选项 C 是最根本的物理原因。

选项 A 岩浆冷却会使岩浆结晶、密度增大，有助于其停止上升，但这是次要因素，不能解释为何恰好在莫霍面这一构造界面发生大规模的水平延展。岩浆的结晶在各个深度下都可以发生，只要温度低于该压力下的熔点即可，因此 A 选项不准确。

选项 B 中的刚性地壳在事实上并不是岩浆上涌的障碍，因为有足够的浮力的岩浆可以通过形成岩脉等方式穿透刚性地壳。

选项 D 的描述不符合板块构造的实际运动速度和方式，其尺度也无法和这种情况下的岩浆活动相匹配。这种解释在逻辑上也无法解释汇聚板块边界的岩浆作用。

【考点归纳】岩浆作用与地球物理。

材料：

岩浆上涌到地壳表层时，由于压力急剧下降，挥发份（能够挥发的物质）出溶，产生气泡化和碎屑化（图 16）。如果挥发份出溶较快，岩浆就会被撕裂为碎片，形成火山碎屑物质。这些碎屑在压强差的作用下猛烈地喷出地表，就形成了爆炸性火山喷发。有时，挥发份出溶较慢，岩浆直接溢出地表。

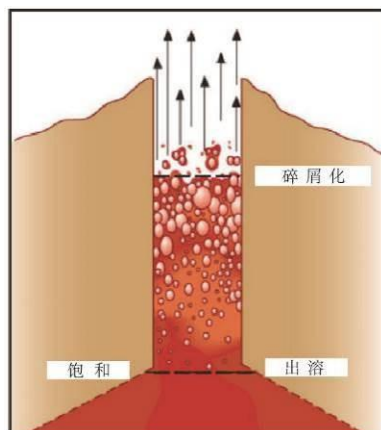


图16. 岩浆内挥发份在近地表的出溶和岩浆的碎屑化（Cashman & Sparks, 2013）

3. 根据上面的信息，岩浆碎屑化的形成条件有哪些？

- A. 爆炸性喷发时岩浆快速上升； B. 火山机构或熔岩穹丘崩塌引发的减压；
C. 岩浆通道壁对岩浆施加的强剪切作用； D. 熔岩穹丘垮塌过程中，炽热团块相互碰撞产生的爆炸。

【答案】 AB

【解析】

根据材料，“岩浆碎屑化”是由于“压力急剧下降”导致“挥发份出溶较快”而引起的。因此，能造成压力急剧下降的条件就是其形成条件。

选项 A 中，岩浆快速上升，会使其上覆压力迅速降低，满足“压力急剧下降”的条件。

选项 B 中，火山锥或熔岩穹丘的突然崩塌，会瞬间移除对下方岩浆施加的巨大压力，是一种典型的快速减压过程，可以触发爆炸性喷发和岩浆碎屑化。

选项 C 错误。强剪切作用主要影响岩浆的流动方式，不是材料中所述的由压力下降和挥发分析出导致碎屑化的主要原因。

选项 D 错误。D 选项是垮塌过程中的次生现象，而非导致岩浆在通道内发生初始碎屑化的原因。

【考点归纳】 火山的地质作用

材料

岩浆爆炸性喷发时，大量的火山碎屑物质冲出地表形成喷发柱。当爆炸方向未垂直向上而是侧向爆炸时，容易将山体炸碎，与火山喷发物一起形成火山碎屑流。火山碎屑流是一种十分具有破坏性的灾害，它是由火山喷发出的固体、气体（液体）和外源物组成的、具有极高温度的、沿地表高速移动的流体。

4. 在火山碎屑流的堆积物中，我们能够找到哪些物质？

- A. 岩浆形成的火山灰； B. 受岩浆侵蚀、爆破的围岩碎屑；
C. 搬运过程中携带的岩石、植被、土壤、沉积物等碎屑（外源碎屑）； D. 大量的鸟类骸骨。

【答案】 ABC

【解析】

火山的喷发物质主要包括固体物质、液态物质、气态物质。其中，固体物质包括火山灰、火山碎屑等喷出物，液态物质主要是未冷却的岩浆，气态物质是岩浆中的挥发分等。

A 选项是火山碎屑流最主要的物质来源之一，属于固体部分。

B. 选项是火山通道壁或被炸开的山体部分的岩石，同样属于火山喷发出的固体部分，在火山碎屑流中占有相当大的比例。

C 选项中，当火山碎屑流沿地表高速移动时，会裹挟、冲刷沿途的物质。这些物质不少火山喷出的，但是火山碎屑流中可以携带。实际上如果将火山碎屑流视为一种重力流，那么其具有和泥石流、浊流等重力流相似的物理特征和地质属性。

D 选项错误。虽然火山碎屑流会杀死沿途的生物，但鸟类等动物的骸骨不会成为其沉积物的主要或特征组成部分，且其骨骼也很可能在高温下被焚毁。

【考点归纳】 火山的地质作用、火山灾害、沉积学（重力流）。

材料：

板块构造理论阐述，板块边界有生长边界和消亡边界（图17a）[人教版选修一有提及]。同时，在太平洋板块周围，出现了众多活动火山圈闭的“火环”（图17b）。我国的长白山火山区距离“火环”约1000公里（图17c），是我国境内保存最为完整的新生代多成因复合式火山群，最著名的火山是天池火山，以天池火口湖（图17d）闻名。

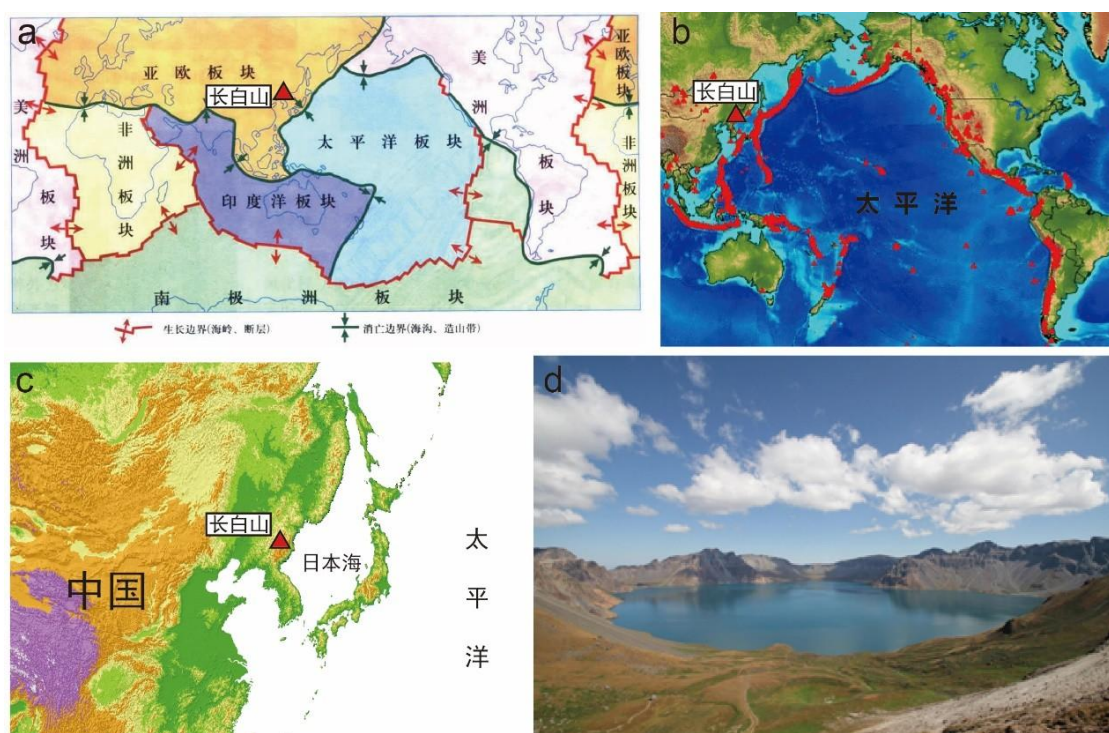


图17 板块构造与长白山火山（黑框三角形为长白山天池火山的位置）

5. 根据板块构造理论和图 18，以下表述合理的是：

- A. 长白山天池火山属于板内（板块内部）火山；
- B. 长白山天池火山属于板块边界火山；
- C. 长白山天池火山可能是西太平洋板块俯冲诱发形成的；
- D. 长白山天池火山属于“热点”火山喷发；
- E. 长白山火山群是大陆裂谷火山。

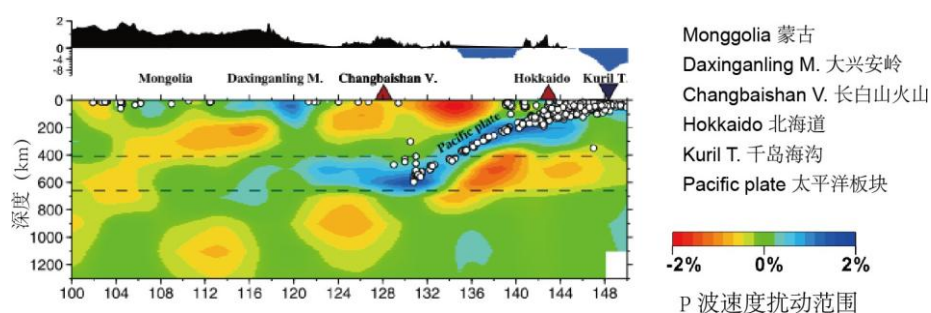


图18. 东北亚沿北纬 43°的地震层析成像图像

【答案】AC

【解析】

- A. 正确。从图 17a 和 17c 可以看出，长白山位于欧亚板块内部，距离太平洋板块与欧亚板块的边界（日本海沟）有相当远的距离（材料提及约 1000 公里），因此属于典型的板内火山。
- B. 错误。这与 A 项矛盾，且不符合图示信息。
- C. 正确。图 18 的地震层析成像图显示，俯冲的太平洋板块（蓝色高速异常体）一直延伸到长白山下方的地幔深处。一种主流的科学观点认为，俯冲板块脱水或熔融产生的物质上涌，诱发了上覆地幔的熔融，从而形成了长白山火山。图 18 为此观点提供了直接的地球物理证据。
- D. 不合理。虽然“热点”（一般认为源于深部地幔柱）也可以形成板内火山，但图 18 清晰地展示了长

白山火山与俯冲板块在空间上的密切关系，这使得“俯冲诱发”的解释比“热点”解释与所给证据更相符。

E.错误。大陆裂谷火山（如东非大裂谷火山）是岩石圈伸展减薄背景下的产物，材料中没有提供任何关于长白山地区存在大陆裂谷的证据。

【考点归纳】

板块构造与火山作用：区分板内火山与板块边界火山、理解俯冲带火山作用（弧火山与弧后火山）、热点火山和裂谷火山的构造背景、地震层析成像图的基本判读。

6. 如果太平洋板块的俯冲导致了长白山天池火山的喷发活动，那么，根据综合考查题的题目1，板块俯冲是通过哪种方式令地幔物质部分熔融的？

- A. 俯冲活动将软流圈物质温度升高； B. 俯冲活动导致地震活动增强；
C. 俯冲地壳含水量高，为地幔物质加入了额外的流体（水）； D. 俯冲活动对软流圈施加了压力。

【答案】C

【解析】

本题考查俯冲带环境下的岩浆形成机制。在俯冲带，富含水的洋壳俯冲到地幔深处。

选项 A 错误，俯冲的洋壳是相对冷的，它实际上会冷却周围的地幔。

选项 B 错误，地震是俯冲过程的结果，而不是导致熔融的原因。

随着深度和温度的增加，俯冲洋壳中的含水矿物会发生脱水反应，释放出大量流体（主要是水）。这些富水流体上升进入上覆的、原本处于固态的地幔楔（软流圈的一部分），显著降低了地幔岩石的熔点。这对应了第1题中图15所示的第3种熔融方式——“固相线左移”，即流体致熔。因此，选项 C 是正确的。

选项 D 错误，俯冲会增加压力，而增加压力通常会抑制熔融（使熔点升高），而不是促进熔融。

【考点归纳】

板块构造与岩浆作用：俯冲带的岩浆成因，特别是流体致熔机制。

材料：

根据研究资料，长白山天池火山曾在公元946年喷发，在火山学界被称为“千年大喷发”。这次事件是一次爆炸性喷发活动。爆炸性喷发是最具破坏力的火山活动方式，如果岩浆体积大且内部有持续不断的挥发分出溶，喷发柱高度可达数十公里，生成的火山灰进入大气环流或平流层，长时间滞留空中，会影响全球气候。喷发柱坍塌会产生火山碎屑密度流，对火山附近的地区产生毁灭性的破坏。爆炸性火山活动发出的超强音爆，也会对周围施加声波和次声波影响。

7. 长白山是东北亚第一高峰，据研究，长白山天池储水体积约 2 km^3 ，它的水源补给来自于：

- A. 冰川融水； B. 大气降水；
C. 岩层中的承压地下水； D. 山体岩石吸附的水。

【答案】BC

【解析】

A. 错误。长白山作为东北亚高峰，海拔高，冬季有积雪，但无现代冰川。

B. 正确。天池本身巨大的湖面以及周围的火山口壁直接接收大气降水（雨和雪），这是任何地表湖泊最直接和最主要的补给来源之一。

C. 正确。观测数据表明，岩层中的承压地下水参与了长白山天池的水源补给。

D. 错误。岩石吸附水的量非常有限，且很难被利用。

【考点归纳】

水文学、自然地理：湖泊的主要补给类型（大气降水、地表径流、地下水、融水等），高山湖泊的水源特征。

材料:

在长白山东侧、日本海钻孔中、日本国的北海道、以至格陵兰岛，都发现了长白山天池火山喷发的火山灰（图19）。

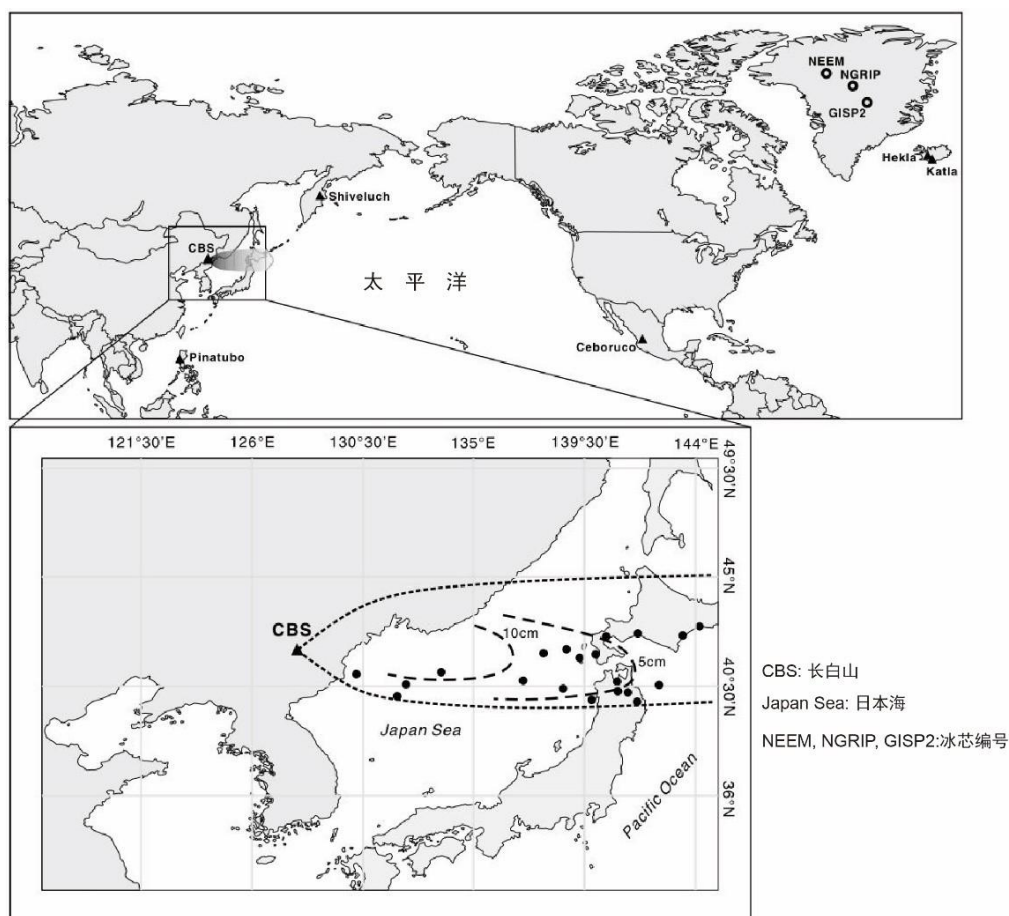


图19. 长白山天池火山千年大喷发空降火山灰发现的位置 (Sun et al., 2014)

上图：长白山天池火山（CBS）及格陵兰岛冰芯中发现的疑似天池火山灰（圆圈位置）。下图：长白山天池火山空降火山灰在东北亚的分布范围。

8. 根据你具有的地质测试分析方法的相关知识，下面能够为判定远离火山口处火山灰沉积物是否为天池火山千年大喷发产物提供依据的途径是：

- A. 火山灰中的碳化木/植物沉积物的 ^{14}C 测年；
- B. 火山灰的化学成分；
- C. 火山灰的显微形貌特征；
- D. 对火山灰的热释光测年；
- E. K-Ar 测年方法。

【答案】 ABC

【解析】 本题考查沉积物来源研究方法及各种测年法的应用范围。天池火山千年大喷发的火山灰具有特定的化学成分和显微结构，因此通过对比不同地区火山灰沉积物的化学成分与显微结构可以有效判断沉积物的来源。因此 B、C 项正确。 ^{14}C 测年适用于 50 年 - 5 万年时间尺度的测年，可以用于判断火山灰沉积物是否为天池火山千年大喷发产物，因此 A 项正确；热释光测年的适用时间尺度为 5 千年-10 万年，且而 K-Ar 测年的适用时间尺度为 100 万年 - 45 亿年，不适用于千年尺度事件发生时间的测定。因此 D、E 项错误。

【考点归纳】 沉积物来源研究方法及各种测年法的应用范围。

材料:

在朝鲜和日本的历史文献中,有如下记录:

是歲天鼓鳴,赦——<高麗史>(世家卷第二·高麗定宗元年)(朝鮮國史料,公元946年)

(天慶九年)十月七日夜白灰散如雪——興福寺年代記(日本國史料,公元946年11月3日)

9. 这两段简短的历史记录描述,可能描述了哪些自然灾害?

- A. 天池火山千年大喷发声波影响; B. 天池火山千年大喷发次声波影响;
C. 天池火山千年大喷发的火山灰灾害; D. 发生在长白山火山附近的山火灾害;
E. 冬天强烈的暴风雪。

【答案】 AC

【解析】

两段历史记录的年份(公元946年)都与长白山“千年大喷发”的年份吻合,提供了佐证。

A. 正确。“天鼓鸣”意为“天上的鼓在响”,这是对巨大爆炸声的生动描述。超级火山喷发产生的巨大声波可以传播数百甚至上千公里,被远处的人们听到,这与朝鲜史书的记载高度吻合。

B. 可能性不大。次声波是人耳听不到的声波,虽然火山喷发会产生强烈的次声波,但史书中“鸣”字明确表达的是可以听到的声音,因此B不贴切。

C. 正确。日本史书记载“白灰散如雪”,明确记录了白色火山灰降落的现象。这与火山喷发产生的火山灰沉降灾害完全一致。

D. 错误。山火的影响范围有限,其声音和产生的烟灰不可能传播到朝鲜半岛和日本,并被记录。

E. 错误。虽然描述为“如雪”,但明确指出了物质是“白灰”,同时,暴风雪也无法解释朝鲜听到的“天鼓鸣”。

【考点归纳】

火山灾害学/历史地理学:火山喷发的主要灾害类型(声波、火山灰沉降),以及如何利用历史文献记录来研究和佐证重大的地质历史事件。

10. 根据以上提供的火山喷发信息(图19及相关文字材料),下面陈述合理的是:

- A. 长白山天池火山千年大喷发的火山灰在对流层受到西风影响;
B. 这次事件的火山灰在平流层中运移到格陵兰岛;
C. 亚洲冬季的盛行风控制了火山灰的分布范围;
D. 在火山灰达到格陵兰岛的途中,仅受到西南风影响。

【答案】 AB

【解析】

A. 正确。图中显示,火山灰沉降的密集区主要位于长白山的东部,覆盖了日本海和日本北部。这清晰地指示了火山灰云主体是被西风输送的。中高纬度对流层高空的盛行西风是主要的输送动力。

B. 正确。火山灰能够从东亚传输到遥远的格陵兰岛,必须被喷射到足够的高度——即平流层。平流层大气稳定,风速高,物质沉降慢,有利于进行全球尺度的长距离输送。

C. 错误。亚洲冬季的近地面盛行风是来自内陆的强劲的西北风。如果受其控制,火山灰应该主要向东南方向输送。图示的向东输送路径,表明其受控于更高空的西风带,而非近地面的冬季风。

D. 错误。“仅”过于绝对。从东亚到格陵兰岛的环球传输路径非常复杂,会受到西风带中不同波动的气流影响,不可能只受单一方向的风影响。

【考点归纳】

大气科学/火山学:大气环流(西风带、平流层环流)在火山灰长距离输送中的作用,区分近地面盛行风(季风)和高空风。

11. 在第四纪科学研究中,大规模火山喷发的火山灰地层学已经成为一个重要的分支。火山灰年代学是一种利用火山灰层(或显微火山灰层)作为等时标志来对地质、古气候、考古等地层及事件进行关联和定年的方法,主要包括了地层学和年代学两层意义(Lowe, 2011)。这是由火山灰的沉降特征决定的,这些特征包括以下哪些?

- A. 火山灰的沉降速率很低;
- B. 火山灰的沉降速率很高;
- C. 大规模喷发活动的火山灰分布广泛;
- D. 大规模喷发活动的火山灰分布集中。

【答案】BC

【解析】

火山灰地层学利用火山灰作为“等时面”来对比和定年地层,这依赖于火山灰两个关键特征:

1. **广布性**:一次大规模的喷发,可以将火山灰抛入高空,随大气环流输送到非常广阔的区域。这使得在不同地点(如湖泊、海洋、冰盖)找到同一层火山灰成为可能。因此,**C选项的分布广泛**是其关键特征之一。D与之相反,是错误的。
2. **等时性**:火山灰的沉降过程,在地质时间尺度上是“瞬间”完成的(几天到几年)。这意味着在广阔区域内,这一层火山灰所代表的是同一个、非常短暂的时间点。这种快速的沉积过程(相对于缓慢的背景沉积而言)可以理解为具有很高的“沉积速率”。因此,**B选项描述的火山灰的高沉降速率**是其能成为良好等时标志的原因。正是因为最终快速沉降,才形成了清晰的地层界线。故B正确,A错误。

【考点归纳】

地层学/第四纪地质学:火山灰地层学(Tephrochronology)的基本原理,理解火山灰作为“等时面”的关键属性(广布性、瞬时性)。

12. 根据图 20,以下对现今宁静式火山喷发的气象影响表述正确的是:

- A. 如果在1-3周内降雨现象,会出现酸雨;
- B. 在1-3年内降低了太阳辐射;
- C. 严重影响商业飞机的高空飞行;
- D. 火山喷发物中的较大颗粒对气候影响微乎其微。

【答案】AD

【解析】本题要求根据图 20 来分析**宁静式喷发**的影响。

- A.正确。图 20 显示,宁静式喷发主要将 SO_2 等气体释放到对流层(Troposphere)。 SO_2 会转化为 H_2SO_4 气溶胶。图中明确指出对流层气溶胶的寿命为“1-3 weeks”(1-3 周)。硫酸是酸雨的主要成分,因此这些气溶胶在 1-3 周内被降雨清除,就会形成酸雨。
- B.错误。图中显示,能够造成 1-3 年长期影响的是平流层气溶胶(Stratospheric aerosols),而宁静式喷发物主要停留在对流层,影响时间短。
- C.错误。宁静式喷发强度较弱,喷发柱高度有限,通常不会达到商业飞机巡航的平流层高度。严重影响高空飞行的是能将大量火山灰送入平流层的爆炸性喷发。
- D.正确。图中“Ash”(火山灰)被画成从喷发柱中很快就沉降下来的物质。这些较大颗粒会因重力作用快速沉降,在大气中停留时间很短,其影响主要局限在火山附近,对全球或区域性的气候影响很小。

【考点归纳】

火山气候学:区分不同喷发类型(宁静式、爆炸式)对气候影响的差异,理解对流层和平流层气溶胶在影响时间、范围和方式上的不同。

材料:

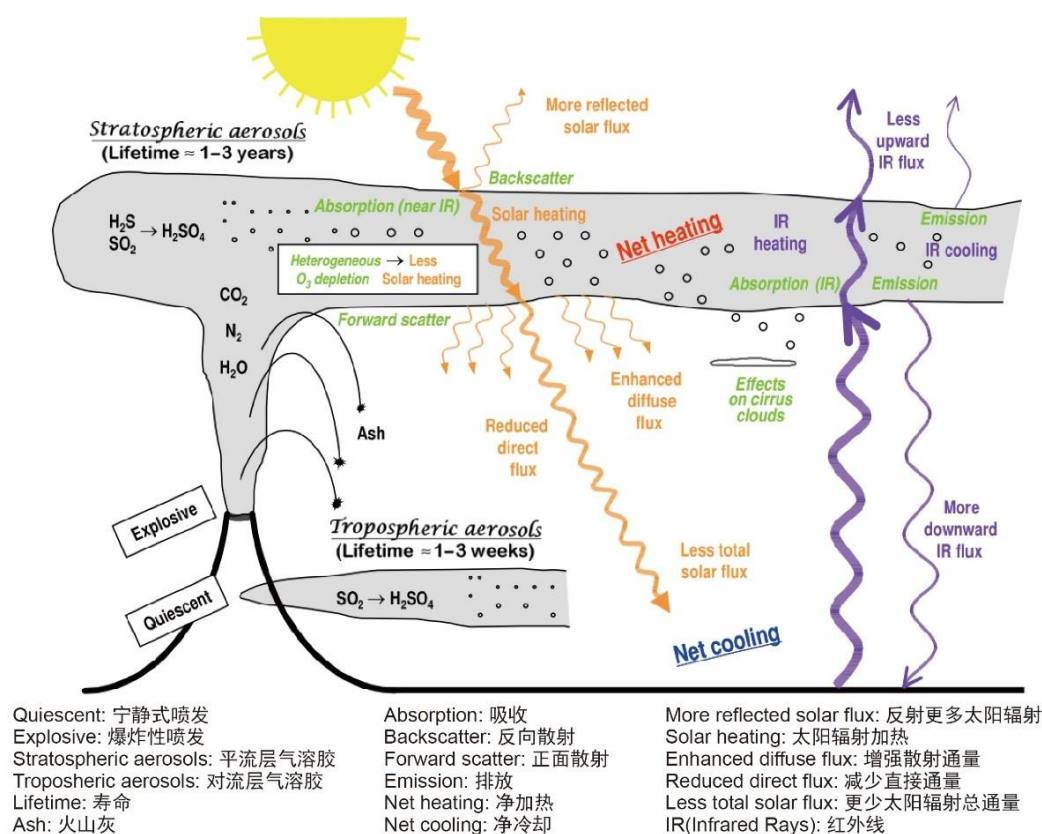


图20. 火山喷发物质对大气的影响 (Robock 2000)

13. 现今的大规模的爆炸性火山喷发中，火山喷发物可能被喷射到平流层。以下表述正确的是：

- A. 火山喷发造成的气溶胶物质降低了太阳辐射；
- B. 可能导致“火山冬天”；
- C. 一些地区农作物减产；
- D. 单次喷发的温室气体大大加速全球变暖。

【答案】ABC

【解析】

本题要求根据图 20 分析爆炸性喷发 (Explosive) 注入平流层物质的影响。

- A. 正确。图 20 显示，平流层气溶胶会通过“Backscatter”（反向散射）作用，“More reflected solar flux”（反射更多太阳辐射），最终导致“Less total solar flux”（到达地表的总太阳辐射通量减少）。
- B. 正确。“火山冬天”是指强火山喷发后，平流层硫酸盐气溶胶显著降低全球温度的现象。A 选项所述的太阳辐射减少则是其直接原因。
- C. 正确。全球性或区域性的降温、太阳辐射减少以及可能的酸雨沉降，都会对农业生产造成负面影响，导致农作物减产甚至绝收，历史上著名的 1815 年坦博拉火山喷发后的“无夏之年”就是例证。
- D. 错误。虽然火山也喷发 CO_2 等温室气体，但对于单次大喷发而言，其产生的硫酸盐气溶胶的制冷效应在短期内（1-3 年）远远强于其温室气体的增温效应。因此，其净效应是全球降温，而不是加速变暖。

【考点归纳】

火山气候学：大规模爆炸性喷发的气候效应（阳伞效应、全球降温、“火山冬天”）及其对社会经济的影响。

14. 图 21 和图 22 展示了火山喷发物质对航空器的影响和火山灰的形貌与尺寸。商用飞机巡航高度一般是在平流层之下，猛烈的火山喷发可以将火山喷发物喷射到对流层中。飞机引擎的正常温度为 1400°C 。下面的表述合理是：

- A. 火山灰颗粒能够严重磨损飞机正面部位；
- B. 火山灰颗粒和气溶胶物质能够腐蚀飞机引擎；
- C. 火山灰颗粒和气溶胶物质能够污染通风和增压系统；
- D. 细粒物质和气溶胶腐蚀飞机电子原件；
- E. 飞机顶部降落大量火山灰，不堪重负导致坠机；
- F. 飞机引擎运行温度高于火山灰融化温度，融化的火山灰附着在引擎上，使引擎失灵。

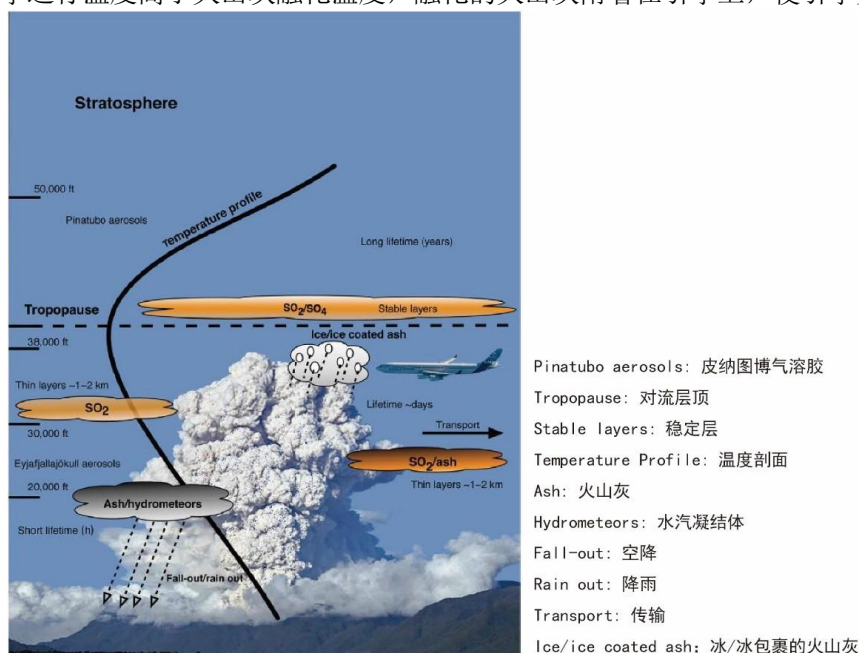


图21. 猛烈的火山喷发物在大气中的分布和对航空器的影响 (Prata & Rose, 2015)

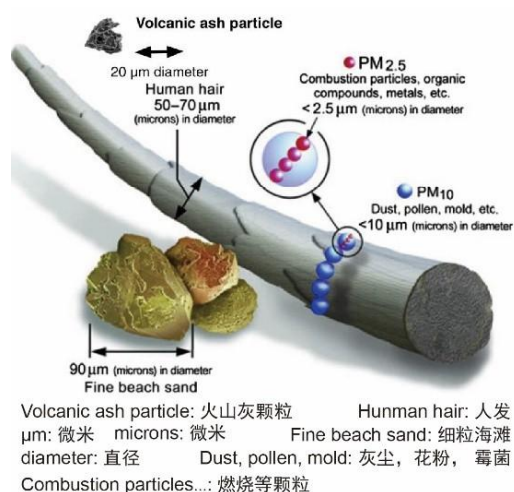


图22. 火山灰形貌和尺寸 (图片来自EOV, Image from the US EPA)

【答案】ABCDF

【解析】本题考查火山灰对航空飞行的危害。

A：正确。火山灰是坚硬、棱角尖锐的颗粒物（见图 22）。飞机高速飞行时穿过火山灰云，如同被喷砂处理，会对驾驶舱玻璃、机翼前缘、传感器和发动机叶片造成严重磨损。

B：正确。火山灰云中通常伴有硫酸、盐酸等酸性气溶胶，这些物质具有强腐蚀性，会对发动机和机

身金属部件造成腐蚀。

C: 正确。飞机的通风和增压系统从发动机引气。若吸入火山灰云, 细小的火山灰颗粒和有害气体就会进入这些系统, **污染**机舱空气, 危害乘客和机组人员健康。

D: 正确。细小的火山灰颗粒可能进入机载电子设备舱, 导致设备过热或短路; 酸性气溶胶也可能**腐蚀**精密的电子元件和线路。

E: 错误。飞机在飞行中, 气流速度极高, 火山灰难以在机身上大量堆积。火山灰对飞行的主要威胁来自发动机失效和系统损坏, 而不是重量。

F: 正确。这是火山灰对喷气式飞机最致命的威胁。普通火山灰的熔点约为 1100°C , 而喷气发动机热部件的运行温度(题中为 1400°C) 远高于此。吸入的火山灰会在发动机内**熔化**, 然后在温度较低的涡轮叶片等部件上凝固成玻璃状物质, 堵塞通道、改变叶片气动外形, 最终导致发动机熄火**失灵**。

【考点归纳】

火山灾害、航空安全: 火山灰云对航空飞行的多方面危害(机械磨损、高温熔融、腐蚀、系统污染等)。

材料:

火山气体灾害

在 1986 年 8 月 21 日晚上 9 点到 10 点之间, 一种火山气体从尼奥斯火口湖(Nyos, 喀麦隆)溢出并扩展到周围的山谷中, 影响面积大约为 $20\text{ km}\times 15\text{ km}$ 。在这之前, 凌晨 4 点火口湖中有蒸汽柱喷发活动, 晚 8 点出现了轻微爆炸活动。在这次灾害的影响中, 植物和房屋没有或者仅受到轻微损害, 一些地方较高的草类倒伏在地。在这次事件中, 至少 1700 人遇难; 大量的牲畜死亡(见图 23)(引自: EOV: p.988.)。



图 23.1986 年尼奥斯湖气体溢出导致的牲畜死亡 (Photograph by M.L. Tuttle, U.S. Geological Survey.)

15. 导致这次灾难的最主要的事件是

- A. CO_2 气体释放; B. SO_2 气体释放; C. 火山碎屑流; D. 热流气浪。

【答案】A

【解析】

该事件是典型的湖底气体喷发。

材料中描述的现象——对建筑物和植物损害轻微, 但造成人和动物大规模死亡——强烈指向**窒息性气体**灾害。

在火山区的湖泊(尤其是深水湖)湖底, 火山活动释放的 CO_2 会在高压下大量溶解在水中。当湖水因某种扰动(如滑坡、地震)而发生翻转时, 压力骤降, 巨量的 CO_2 会瞬间从水中释放出来。 CO_2 无色无味, 且密度比空气大(约 1.5 倍), 释放后会像流体一样贴近地面沿山谷扩散, 排挤掉空气中的氧气, 导致处在低洼地带的人和动物在不知不觉中因缺氧窒息死亡。

SO₂ (B) 有强烈的刺激性气味。火山碎屑流 (C) 和热流气浪 (D) 都会造成毁灭性的物理和热力破坏, 这与材料描述不符。因此, CO₂ 气体释放是唯一能解释所有现象的原因。

【考点归纳】

火山灾害/环境地质学: 湖泊喷发 (Limnic eruption) 的成因、过程和灾害特征, 理解 CO₂ 气体的物理化学性质及其致灾方式。

材料

在 1986 年之后, 火山活动逸出的气体不断补充着湖水中溶解的气体浓度。2001 年 Nyos 湖的气体饱和程度达到了 97%, 为了不再发生悲惨的灾难事件, 科学家尝试将一个导管放置在湖中 (引自: EOY: p.862)。

16. 下图 (图24) 是尼奥斯湖和长白山天池火山的湖底地形对比。下列说法合理的是:

- A. 尼奥斯火口湖可能是一次喷发事件形成的;
- B. 天池火口湖可能是多次喷发事件形成的;
- C. 尼奥斯湖湖底有明显的垮塌堆积物;
- D. 天池火口湖内部也具有火山气体的富集。

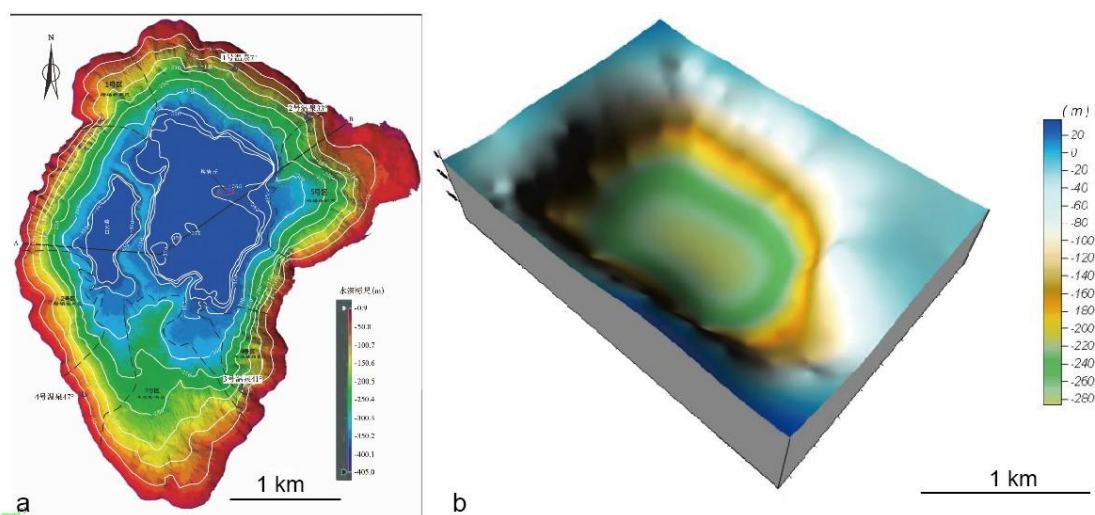


图24. 天池火口湖地形 (a) (杨清福等, 2018) 与尼奥斯湖底地形 (b) (Tchindjang, 2018)

【答案】ABD

【解析】本题考查火口湖与玛珥湖的异同。根据地形图可以判断, 尼奥斯湖是一个玛珥湖, 即低平火山口湖, 由单次蒸汽岩浆爆炸事件形成, 火山口通过岩浆与地下水接触, 剧烈蒸汽喷发形成洼地; 而长白山天池是典型的火口湖, 是由多次火山喷发形成的破火山口积水后形成的湖泊。因此 A、B 项正确。玛珥湖的湖底主要为火山碎屑沉积, 而非火山口塌陷形成的垮塌堆积物。因此 C 项错误。天池是活火山, 岩浆活动依然在进行, 因此火山内部存在火山气体富集。因此 D 项正确。

【考点归纳】火口湖与玛珥湖的异同。

材料:

水和碳元素在不同圈层的循环, 是地球与其它星球的区别。即: 地球系统通过水循环和碳循环, 为生命提供了存活与繁衍的条件。地球表层水和内部水是在火山作用过程中进行交换的。地球内部的水, 在洋中脊和大洋岛屿的火山活动中, 被岩浆活动带到地表。地球表层的水在板块俯冲过程中, 随

着板块被带入到地幔深处。这是地球系统中最大尺度的水循环。

所谓俯冲板块和地幔中的“水”，并不是我们通常可直接观察到的水的三相状态。它们储存在矿物的晶格缺陷中，以 OH 的形式存在。这种形式存在的 H 被称为结构水，其含量范围为几至几千微克量级。地学界习惯泛称矿物中的含 H 相为“水”。图 25 是不同圈层的含水量。

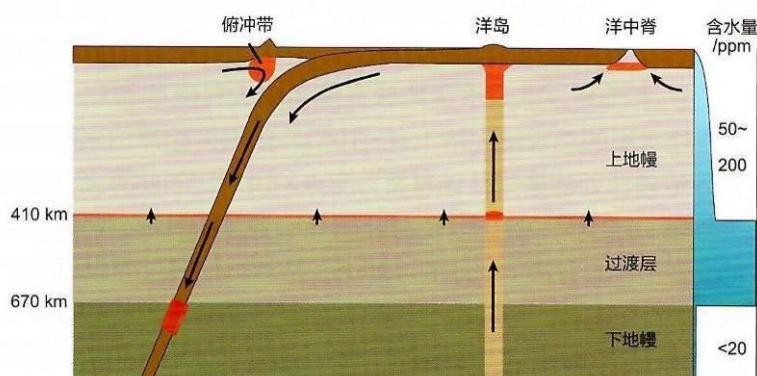


图25. 地幔含水量的推测数值 (ppm= 10^{-6}) (汪品先, 2018)

17. 下列矿物中，在俯冲大洋板块中形成巨量储水载体的矿物是：

- A. 含水矿物；
- B. 有晶格缺陷的含水矿物；
- C. 无水矿物；
- D. 有晶格缺陷的无水矿物。

【答案】B

【解析】 本题考查大洋俯冲带岩浆作用中水的参与。根据材料，我们可以得知，俯冲大洋板块中，含水矿物（如蛇纹石、角闪石等）晶格缺陷中储存的结构水会随着板块俯冲携带至地幔深处。角闪石和蛇纹石等含水矿物中的结构水可能一直俯冲到 100 km 深的软流圈时才会释放出来，此时角闪石和蛇纹石等含水矿物分解形成不含水的新矿物如辉石和橄榄石等，同时分离出富含水的流体，降低地幔岩石的熔点。因此 B 选项正确。

【考点归纳】 大洋俯冲带岩浆作用中水的参与。

18. 哪种矿物是地幔中最大的储水载体？

- A. 橄榄石；
- B. 辉石；
- C. 斜长石；
- D. 金刚石；
- E. 蛇纹石。

【答案】E

【解析】 本题考查大洋俯冲带岩浆作用中水的参与及矿物的成分。橄榄石、辉石、斜长石、金刚石均为不含水矿物，无法成为地幔中的储水载体，而蛇纹石 $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ 为含水矿物，是地幔中最大的储水载体。因此 E 选项正确。

【考点归纳】 大洋俯冲带岩浆作用中水的参与；矿物的成分。

“海亮杯”2021-2022 学年全国中学生地球科学奥林匹克竞赛预赛试题 参考答案与解析

注 意 事 项

在答题前请认真阅读本注意事项及答题要求

1. 本试卷共分为三个部分，第一部分为单选题，第二部分为不定项选择题，第三部分为读图、不定项选择题（除特别说明外）。本次考试时间为150分钟。考试结束后，请将本试卷、答题卡、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。
4. 考试开始30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、单选题（只选一个正确答案，正确得一分，错误或多选不得分）

1. 你认为下面哪一种特征是区别石英和方解石最有效的物理特征？

- A.光泽； B.密度； C.颜色； D.解理。

【答案】D

【解析】

解理是最有效的区分特征。矿物晶格结构中存在某些特定方向的薄弱面，因此矿物会倾向于沿着这些薄弱面裂开，这种现象叫做解理，这些裂开的面叫解理面。解理与断口此消彼长，发育解理的往往断口不发育，反之亦然。

方解石具有三个方向的完全菱面体解理，这意味着它会沿着三个方向的特定的平面裂开，形成光滑的表面，并且碎裂后的小块也常常呈菱形。石英则没有解理，发育断口，其断裂面是贝壳状的，称为贝壳状断口。

A. 光泽：光泽和矿物的折射率等诸多因素相关，对于具有光滑表面的矿物晶体而言，光泽由低至高分别为玻璃光泽、金刚光泽、半金属光泽和金属光泽。对于石英和方解石，两者通常都呈玻璃光泽，不易区分。

B. 密度：两者密度相近（石英约 2.65 g/cm^3 ，方解石约 2.71 g/cm^3 ），在野外用手掂量难以分辨。

C. 颜色：纯净的石英和方解石都是无色透明的，但都可能因为含有杂质（如铁离子等）而呈现多种颜色，所以颜色不是可靠的鉴定特征。

补充：区别石英和方解石的常用方法除解理外，还有硬度。方解石的莫氏硬度为3，可以用小刀轻易地刻划，而石英的硬度为7，无法用小刀刻划。

【考点归纳】

常见矿物的物理性质：了解各矿物的解理、硬度、颜色、光泽等性质，这些可作为各矿物的鉴定特征。

2. 石棉可能由哪种矿物变质而成？

- A.黑云母； B.斜长石； C.蛇纹石； D.绿泥石。

【答案】C

【解析】

石棉是六种天然硅酸盐矿物纤维的通用名称。最常见的石棉类型温石棉，占世界总消费量的约90%，其矿物成分是蛇纹石族中的纤蛇纹石。石棉通常是超基性岩（如橄榄岩）在热液作用下发生蛇纹石化作用的产物。因此，石棉与蛇纹石关系最密切，可以说石棉就是纤维状的蛇纹石类矿物。

【考点归纳】

矿物的分类和用途：如蛇纹石可以当作石棉制造保温材料、页岩可以制作瓦片等。

3. 你认为哪种暗色矿物是花岗岩中常见的矿物？

- A.黑云母； B.角闪石； C.辉石； D.橄榄石。

【答案】A

【解析】

花岗岩是一种酸性（富含石英和长石）的深成侵入岩。其中常见的暗色矿物主要是黑云母和角闪石，分别属于层状硅酸盐和双链硅酸盐。在典型的花岗岩中，黑云母是最常见、最具代表性的暗色矿物。辉石和橄榄石（分别属于单链硅酸盐和岛状硅酸盐）是基性—超基性岩石（如辉长岩、橄榄岩）中的主要矿物，在富含二氧化硅的花岗质岩浆中通常不稳定，因为它们含有较高比例的金属阳离子，会与酸性岩浆中富余的硅氧四面体发生反应，形成金属阳离子比例更低的角闪石和黑云母等。

【考点归纳】

岩石学：火成岩（如花岗岩）的矿物组成，识别各种造岩矿物。

鲍文反应序列：了解矿物从岩浆中结晶的顺序（温度由高到低）：

不连续反应系列：橄榄石-辉石-角闪石-黑云母-钾长石、白云母、石英。

连续反应系列：钙长石-钠长石，成分连续变化。

4. 哪种粒径的碎屑岩称为粉砂岩？

- A. <0.001 mm； B. 0.001 – 0.01 mm； C. 0.01 – 0.1 mm； D. 0.1 – 2 mm。

【答案】C

【解析】

粉砂岩是由粉砂级的碎屑颗粒固结而成的沉积岩。在不同的粒度划分标准中，粉砂的粒径范围略有差异，但通常介于砂和黏土之间。

国际标准将粉砂的粒径定义为 0.004 mm 到 0.063 mm 之间，而国内标准则定义为 0.005 mm 到 0.075 mm 之间。

选项 C (0.01 – 0.1mm) 覆盖了粉砂的主要粒径范围，并包含了部分极细砂。其他选项分别对应黏土（A，B 的一部分）、黏土到粉砂（B）和砂（D）。因此，C 是描述粉砂岩粒径的最合适选项。

碎屑沉积岩按照粒径的分类：

泥岩：粒径小于 0.01 mm。

粉砂岩：粒径在 0.01–0.1 mm 之间。

砂岩：粒径在 0.1–2 mm 之间。

砾岩：粒径大于 2 mm。

【考点归纳】

沉积岩石学：沉积岩的分类标准。

碎屑岩的粒度划分：如砾岩、砂岩、粉砂岩和泥岩等。

5. 花岗片麻岩属于哪种变质相岩石？

A.绿片岩相； B.角闪岩相； C.麻粒岩相； D.榴辉岩相。

【答案】B

【解析】

片麻岩是具有片麻构造的变质岩，指示其经历了较高级程度的变质作用。片麻构造表现为矿物成分在空间上有明显的条带状或片理状分布，一般由浅色矿物（如长石、石英）和深色矿物（如黑云母、角闪石）交互排列形成。花岗片麻岩是由花岗岩或成分相当的沉积岩变质而成。

绿片岩相属于低级变质相。

角闪岩相是中高级区域变质作用的产物，其温压条件足以使岩石发生重结晶，形成片麻理和特征矿物组合（如角闪石、斜长石），是形成大多数片麻岩的典型环境。

麻粒岩相是高级变质相，温度更高。在这种温压条件下，矿物倾向于重结晶成更大的晶体，片麻构造中的矿物条带一般会由于矿物形成了更大的晶体而断开，形成块状构造。

榴辉岩相是高压到超高压变质相，一般表现为块状构造。

因此，花岗片麻岩属于最典型的角闪岩相。

【考点归纳】

变质岩石学：变质岩的分类，如区域变质岩等。

变质相的概念：不同的温压组合会导致不同的变质相，如绿片岩相、角闪岩相、麻粒岩相、榴辉岩相等，及其与典型变质岩（片麻岩）的对应关系。

6. 下列哪种岩层一般认为是透水岩层？

A.玄武岩层； B.泥质岩层； C.页岩层； D.砂岩层。

【答案】D

【解析】透水岩层是指能够让水通过的岩层，这要求岩石具有相互连通的孔隙或裂隙。

砂岩层由砂粒胶结而成，颗粒间的孔隙较大且通常相互连通，因此具有良好的孔隙度和渗透性，是典型的含水层（透水层）。

玄武岩层本身致密，但如果含有大量裂隙或连通的气孔，也可以透水。但“一般认为”的情况下，其岩石基质是不透水的。

泥质岩层和页岩层由极细的黏土和粉砂颗粒组成，虽然孔隙度较高，但孔隙非常微小且连通性差，因此渗透性极低，通常被视为隔水层。

【考点归纳】

水文地质学基础：掌握地下水的地质作用，了解地下水相关概念，如包气带、潜水面、潜水层、承压层间水、非承压层间水等。

岩石的孔隙度和渗透性：了解各类岩石的性质，并由此引申到含水层与隔水层的区分。

7. 哪种地貌类型不属于海滩海岸地貌类型？

A.潮道沟； B.离岸坝； C.滩角； D.沙嘴。

【答案】A

【解析】

离岸坝是在浅水区由沙粒堆积而成的长条形水下或出露沙坝。

滩角则是海滩上由沙粒堆积形成的角状突起（常与沿岸流和波浪折射有关）。

沙嘴是从陆地向海延伸的狭长沙质堆积体，通常由沿岸漂沙在特定地点堆积形成。

以上三者都是典型的由波浪作用和沿岸流搬运沉积物形成的海滩海岸地貌。而潮道沟主要出现在潮滩（或称潮坪）环境中，特别是在泥质或混合质的淤泥质海岸。它们是涨潮时海水流入潮滩、落潮时海水流出潮滩所冲刷形成的沟槽，是潮汐作用主导下的地貌特征，属于潮坪海岸地貌，而非以波

浪作用为主的海滩海岸地貌。故本题选择A项。

【考点归纳】

海岸地貌学，区分不同动力作用（波浪、潮流）形成的地貌类型。

8. 下列哪种化石最可能出现在寒武纪的地层中？

- A.恐龙； B.菊石； C.鸚头贝； D.三叶虫。

【答案】D

【解析】

本题考查各个地质历史时期的重要生物类群。

三叶虫是古生代，特别是寒武纪最繁盛、最具有代表性的化石，是寒武纪地层的标准化石。

恐龙生活在中生代。

菊石起源于晚古生代，主要繁盛于中生代。

鸚头贝（腕足动物）生活在泥盆纪，是中泥盆世的标准化石。因此D项正确。

【考点归纳】古生物学与地史学，重要门类化石的生存时代。

9. 最近在云南禄丰新发现的恐龙是哪个时代的？

- A.二叠纪； B.三叠纪； C.侏罗纪； D.白垩纪。

【答案】C

【解析】

本题考查中国重要化石产地（禄丰）及其地质时代以及蜥脚形类恐龙的大型化。云南禄丰县是世界闻名的恐龙化石产地，当地恐龙化石出土的地层主要为侏罗系，出土的恐龙主要为蜥脚型类恐龙，如许氏禄丰龙（*Lufengosaurus huenei*）、巨型禄丰龙（*Lufengosaurus magnus*）等，均为生活在侏罗纪早期的大型蜥脚形类恐龙。因此C项正确。

【考点归纳】中国重要化石产地（禄丰）及其地质时代。

10. 碳中和的概念是指：

- A.碳达峰后碳的排放保持在一定的范围内；
B.设法使酸性的CO₂和碱性气体达到中和；
C.把CO₂的排放逐步减少到人均值；
D.让CO₂的排放达到“收支平衡”。

【答案】D

【解析】

碳中和（Carbon Neutrality）指的是一个组织、团体或国家在一定时间内，通过植树造林、节能减排等形式，抵消自身产生的二氧化碳排放量，实现二氧化碳的“净零排放”，即排放的二氧化碳（支出）与通过各种方式清除的二氧化碳（收入）相等，从而使得CO₂的排放达到“收支平衡”。故本题选择D项。

【考点归纳】

气候变化：理解碳中和、碳达峰等核心概念。

11. 地震波在地球内波的传播速度与介质的：

- A.密度成正比； B.密度成反比； C.切变模量成反比； D.体变模量成反比。

【答案】无正确答案，本题删除，不计入成绩

【解析】

P波速度 $V_p = \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}\mu}{\rho}} = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}$ ，S波速度 $V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$ 。故而地震波速与密度的平方根成反比，与弹性模量的平方根成正比。 K 是体变模量（Bulk modulus），衡量抗压缩能力； μ 是第二拉梅常数，也是切变模量（Shear modulus），衡量抗剪切能力； ρ 是密度； λ 是第一拉梅常数。从观测数据上来看，地震波的速度和密度成正相关。但其对应关系不能用“正比”概括。

【考点归纳】地震波的传播。

12. 下列对钙华描述你认为哪个是错误的？

- A.所有温泉都可形成钙华沉积；
B.钙华是陆地水循环过程中物质迁移的一种表现形式；
C.水化学条件是钙华沉积的物质基础和必要条件；
D.生物效应可对钙华沉积起到加强作用。

【答案】A

【解析】

- A. “所有温泉”过于绝对。钙华的形成需要水体中富含并过饱和的碳酸钙。很多温泉（如酸性火山温泉）的化学成分不具备形成钙华的条件。因此该说法是**错误**的。
B. 钙华的形成过程是溶解在水中的钙离子和碳酸氢根离子通过水的流动迁移到地表，然后由于环境条件的改变导致化学平衡移动而沉淀下来，这正是物质迁移的表现。
C. 钙华的主要成分是碳酸钙，其沉积必须有充足的物质来源（溶解的钙离子等）和合适的物理化学条件（如温度、压力变化导致 CO_2 逸出，pH 值升高等）。
D. 藻类、细菌等生物可以通过光合作用吸收水中的 CO_2 ，改变局部微环境的 pH 值，从而促进碳酸钙的沉淀。

【考点归纳】

地貌学与沉积学。

钙华的形成条件:物理、化学、生物等条件。

13. 钙华滩属于钙华景观的一种，黄龙景区内的“金沙铺地”尤为著名，下列地段中最易形成钙华滩的是？

- A.平坦开阔地段； B.地表塌陷处；
C.较为平缓的斜坡地段； D.较为陡峻的斜坡地。

【答案】C

【解析】

钙华滩(如“金沙铺地”)是在地表流动的片状水流中形成的钙华沉积。**较为平缓的斜坡地段**最有利于形成这种景观。因为在这种坡度上,水流既能保持一定的流动性,又能以较薄的水层覆盖广阔的坡面,增大了水与大气的接触面积,有利于二氧化碳的快速逸出,从而导致碳酸钙均匀、大面积地沉淀下来。坡度太缓时,流速慢,沉积可能集中在局部;坡度太陡时,水流速度快,侵蚀作用可能强于沉积作用,碳酸钙沉积很可能只有薄薄一层。

【考点归纳】喀斯特地貌;钙华地貌的形态与形成环境的关系。

14. 烈度和震级的区别是?

- A.烈度:地震时地面受到的影响或破坏程度;震级:根据地震仪测得的地震波形计算地震释放能量的多少;
- B.烈度:根据地震仪测得的地震波形计算地震释放能量的多少;震级:地震时地面受到的影响或破坏程度;
- C.烈度:用来评估自然灾害本身造成的社会损失的度量标准;震级:表明地震时释放的能量多少;
- D.烈度:是来表示地震造成的社会损失的程度;震级:表明地震时释放的能量多少。

【答案】A

【解析】

震级(Magnitude):是衡量地震本身释放能量大小的尺度,一次地震只有一个确定的震级(对于同一类型的震级来说)。它是根据地震仪记录的地震波数据计算出来的。

烈度(Intensity):是衡量地震在不同地点对地面及房屋等造成影响和破坏的程度。同一次地震,在不同地方的烈度是不同的,通常离震中越近,烈度越高;离震中越远,烈度越低。另外,地震烈度受局部场地条件影响显著,如可能出现盆地放大效应,或由于松散堆积物出现液化导致烈度增大,因此一次地震会对应多个烈度值。

选项A准确地定义了两者的区别,选项B将两者定义互换,选项C和D将烈度与“社会损失”挂钩,虽然烈度高的地方社会损失大,但烈度的定义是物理上的影响和破坏程度,而非经济或社会学上的损失评估。

【考点归纳】震级与烈度的概念辨析。

15. 海洋的大尺度环流可分为表层的_____ , 和中深层的_____。其中后者的关键海区位于北大西洋。

- A.风生环流;热盐环流; B.等密度流;等温度流;
- C.西风漂流;极地环流; D.西风漂流;北大西洋翻转流。

【答案】A

【解析】

大尺度海洋环流主要分为两个部分:

1.**表层环流:**主要由风驱动,称为风生环流,包括我们熟知的各大洋的洋流环流系统(如副热带环流)。

2.**中深层环流:**主要由海水温度和盐度差异导致的密度差异驱动,称为热盐环流,即“全球大洋输送带”。

北大西洋高纬度地区是热盐环流的一个关键的驱动源头（寒冷、高盐度的表层海水在此下沉，并形成北大西洋深层水，驱动深层环流的运动）。故本题选择 A 项。

【考点归纳】

物理海洋学。

大洋环流的分类（如风生环流、热盐环流等）及其驱动机制。

16. 二分二至（春分、秋分、夏至、冬至），反映了地球什么运动？太阳的直射点？

A.地球自转/春分太阳直射赤道； B.地球公转/夏至太阳直射北回归线；

C.地球自转/秋分太阳直射南回归线； D.地球公转/冬至太阳直射赤道。

【答案】B

【解析】

二分二至是季节变化的标志，由地球绕太阳的**公转**以及地球自转轴的倾斜共同造成。地球自转导致昼夜交替。因此 A 和 C 选项的运动类型是错误的。

在地球公转轨道上：

春分、秋分：太阳直射赤道。

夏至（北半球）：太阳直射北回归线。

冬至（北半球）：太阳直射南回归线。

选项 B 正确指出了季节变化是**地球公转**所致，并且夏至时太阳直射**北回归线**。选项 D 中冬至的太阳直射点位置错误。

【考点归纳】

地球运动（公转、自转）的地理意义：了解地球和太阳的相对位置。

了解二分二至时太阳的直射点位置。

17. 中国地质科学院离子探针中心最近在《Science》上发表的论文称，对嫦娥五号取回的月球样品进行测试认为，在19.6亿年前月球上仍然有火山活动，你认为该中心会对月球上的何种岩石定年而得出的结论？

A.花岗岩； B.闪长岩； C.辉长岩； D.玄武岩。

【答案】D

【解析】

嫦娥五号着陆点位于月球正面西北部风暴洋的西北缘——吕姆克山附近。该地区属于月海玄武岩区，地表覆盖大面积的玄武岩熔岩流。因此，嫦娥五号采集的样品主要是月海玄武岩。花岗岩、闪长岩、辉长岩都是侵入岩，而月球上火山活动喷出到地表的主要是喷出岩，其中最典型的的就是玄武岩。

【考点归纳】

行星地质学：了解月球地质信息。

火成岩分类：喷出岩和侵入岩，分别按照二氧化硅含量和主要矿物成分进行分类。

我国空间探测时事（嫦娥五号）。

18. 之前普遍认为月球在30亿年前停止了岩浆作用，那么19.6亿年的数据可能意味着：

- A.可能意味着岩石的定年方法不可靠;
- B.让我们知道月球上有 19.6 亿年前的火山岩;
- C.可能对月球乃至类地行星的演化需要重新认识;
- D.一个局部的月球年龄说明不了什么。

【答案】 C

【解析】

一项在顶级期刊上发表、经过严格同行评议的研究结果,通常不会首先被认为是“方法不可靠”(选项 A)。对月海玄武岩的定年方法是常见的放射性同位素定年法(例如 U-Pb 法),该方法基于明确的物理原理。而离子探针则可以用来测量晶体微区成分,精确度较高,因此不太可能“不可靠”。

选项 B 只是对事实的简单陈述,没有揭示其深层科学意义。

选项 D 低估了关键证据的重要性,科学理论的修正往往就始于一个可靠的、与旧理论矛盾的观测数据。

选项 C 最能体现该发现的价值。一个与现有模型(月球在 30 亿年前就“死”了)严重不符的新证据,迫使科学家必须重新思考根本性问题:月球内部的热量是如何维持这么久的?这对于理解所有类地行星(包括地球、火星等)的热演化历史都有着重要的启示。

【考点归纳】

科学哲学:理解科学探究过程和重大科学发现的意义和影响。

19. 在昆明召开的《生物多样性》大会的主题词是什么?

- A.生物多样性; B.地球家园; C.地球绿色资源; D.地球生命共同体。

【答案】 D

【解析】

联合国《生物多样性公约》第十五次缔约方大会(COP15)在中国昆明召开,其大会主题是“生态文明:共建地球生命共同体”(Ecological Civilization: Building a Shared Future for All Life on Earth)。

“地球生命共同体”是其核心主题词。

【考点归纳】 环境科学时事。

20. 《生物多样性公约》2050年的愿景是:

- A. 人与自然和谐共生;
- B. 建成地球生命共同体;
- C. 保护地球生物的多样性;
- D. 顺应自然和保护自然。

【答案】 A

【解析】

《生物多样性公约》战略计划(2011-2020)中确定的长期愿景是:到 2050 年,生物多样性得到重视、保护、恢复和合理利用,生态系统服务得以维持,一个可持续的、健康的地球得以维系,惠益人人。这个愿景被广泛地概括为“人与自然和谐共生”。

【考点归纳】 环境科学时事。

二、不确定选择题（单选或多选，每一个正确答案得1分，选错一个扣0.5分）

1. 下列关于地壳的描述你认为哪些是正确的？

- A. 地壳中丰度最高的元素是O；
- B. 地壳中丰度最高的元素是Si；
- C. 占地壳表面积最大的岩石种类是花岗岩；
- D. 占地壳体积最大的岩石种类是花岗岩；
- E. 陆壳与洋壳的物质成分有比较大的差异；
- F. 陆壳与洋壳的厚度有比较大的差异。

【答案】 AEF

【解析】

A: 正确。地壳中元素按质量丰度排序，前四位是：氧（O）、硅（Si）、铝（Al）、铁（Fe）。氧是最高的。

B: 错误。硅是第二高的元素。

C: 错误。占地壳表面积最大的是沉积岩，覆盖了约75%的陆地表面。花岗岩是侵入岩，只有在被剥蚀后才出露地表。

D: 错误。虽然陆壳上部以花岗岩类物质为主，但考虑到全球范围，包括全部洋壳（玄武岩）和陆壳下部，花岗岩并非体积最大的岩石种类。

E: 正确。陆壳平均成分类似花岗岩，富含硅和铝。洋壳主要由玄武岩构成，富含硅和镁。两者成分差异巨大。

F: 正确。陆壳平均厚度约35-40公里，山脉下更厚。洋壳很薄，平均厚度仅约5-10公里。差异显著。

【考点归纳】

地球化学：地壳元素丰度。

岩石圈结构（陆壳与洋壳的成分、厚度差异）。

岩石学（三大类岩石的分布）。

2. 下列关于板块构造的描述你认为哪些是正确的？

- A. 洋陆边界是板块的天然边界；
- B. 板块运动满足球面运动的欧拉定理；
- C. 弧后盆地是活动陆缘的组成单元；
- D. 海沟是由于板块的扩张而形成的；
- E. 转换断层是大型的走滑断层；
- F. 蛇绿岩带通常代表了古大洋的存在。

【答案】 BCF

【解析】

A: 错误。板块的边界不一定与洋陆边界重合。稳定大陆边缘如大西洋两岸的陆地和海洋就同属于一个板块。

B: 正确。欧拉旋转定理是描述刚性板块在球面上运动的数学基础，认为球面上岩石圈板块的整体运动可以用绕着球面上某个点（欧拉极）的旋转来描述。

C: 正确。活动陆缘是板块俯冲的区域，典型构造单元从海到陆依次包括：海沟、增生楔、弧前盆

地、火山弧、弧后盆地。

D: 错误。海沟是板块汇聚俯冲的结果，是地球表面的最深点。板块扩张形成的是大洋中脊。

E: 错误。转换断层不仅包括连接两段洋中脊的大型走滑断层，还包括该走滑断层向洋中脊两侧延伸的断裂带，这两段断裂带并不具有走滑性质。

F: 正确。蛇绿岩套是一套特定的岩石组合（变质橄榄岩、辉长岩、席状岩墙、枕状玄武岩），被认为是古大洋地壳和上地幔的残片。因此，在大陆上发现蛇绿岩带是证明古大洋曾经存在并最终闭合的直接证据。

【考点归纳】 板块构造学说（板块边界类型、运动规律、构造单元）。

3. 下列关于岩石的概念你认为哪些是正确的？

- A. 矿物的集合体称为岩石；
- B. 片理就是变质岩的层理；
- C. 火山岩的流动构造也是一种层理；
- D. 主要由角闪石和斜长石构成的岩石称为闪长岩；
- E. 碳酸岩是一种沉积岩；
- F. 大理岩是一种沉积岩。

【答案】 A

【解析】

A: 正确。这是岩石的基本定义，岩石是由一种或多种矿物聚集而成的集合体。

B: 错误。片理是变质岩中片状矿物（如云母）定向排列形成的构造，是变质作用的产物。层理是沉积岩中因沉积环境变化形成的层状结构，是沉积作用的产物。两者成因和形态都不同，不能仅通过其含义近似、外观有相似之处而混为一谈。

C: 错误。流动构造是岩浆在流动过程中，内部的矿物晶体、气泡等定向排列形成的构造，属于岩浆岩的原生构造。层理是沉积岩的特征，两者不能混为一谈。

D: 错误。闪长岩是一种深成侵入岩，其主要矿物成分确实是斜长石和角闪石。但题目中并未限定岩石种类，无法排除其为成分相近的变质岩或沉积岩的可能性，故错误。

E: 错误。虽然名字容易混淆，但碳酸岩是一种罕见的、以碳酸盐矿物（如方解石）为主要成分的火成岩。由碳酸盐沉积形成的岩石叫碳酸盐岩，如石灰岩，属于沉积岩。

F: 错误。大理岩是由石灰岩或白云岩等碳酸盐岩石经过区域变质或接触变质作用重结晶后形成的变质岩。

【考点归纳】

三大岩类：岩浆岩、沉积岩和变质岩的基本概念、分类、典型岩石及其特征构造。

4. 下列关于河流的描述你认为哪些是正确的？

- A. 河漫滩都是位于河流凹岸一侧；
- B. 河漫滩都是位于河流凸岸一侧；
- C. 只有在形成曲流河的条件下才能形成牛轭湖；
- D. 河流阶地可以用来推测构造运动的幅度；
- E. 每条河流都有自己的三角洲；
- F. 河流中碎屑物的成熟度从上游到下游不断提高。

【答案】BCDF

【解析】

- A: 错误。河流凹岸流速快, 以侵蚀作用为主, 形成陡峭的冲刷坡。
- B: 正确。河流凸岸流速慢, 以沉积作用为主, 形成点沙坝, 点沙坝不断扩大, 最终形成河漫滩。
- C: 正确。牛轭湖是曲流河演化到后期, 弯曲的河道被“裁弯取直”后, 废弃的旧河道形成的湖泊。因此它的形成与曲流河密切相关。
- D: 正确。河流阶地是古河漫滩的遗迹。地壳抬升或海平面下降导致侵蚀基准面下降, 河流下切, 原来的河漫滩就会被废弃在高处形成阶地。阶地的高度和级数可以反映地壳抬升的次数和幅度。
- E: 错误。“每条”过于绝对。三角洲的形成需要河流携带大量沉积物; 河口水深较浅, 使碎屑物容易沉积下来; 且海洋作用力较弱, 不会很快将河口处的沉积物搬运走; 总而言之, 泥沙的沉积速率要大于被波浪和潮流搬运走的速率。很多河流不具备这些条件, 因此没有三角洲。
- F: 正确。碎屑物的成熟度包括成分成熟度(不稳定矿物减少, 石英等稳定矿物富集)和结构成熟度(颗粒分选变好、磨圆度增高)。随着搬运距离的增加(从上游到下游), 不稳定矿物较容易受到化学风化作用被溶解, 稳定矿物颗粒会在不断碰撞摩擦中被磨圆, 这两种成熟度都会不断提高。

【考点归纳】

河流地貌学: 侵蚀、搬运、沉积作用, 曲流河、河漫滩、牛轭湖、阶地、三角洲的成因与特征等。
沉积作用: 沉积物成熟度的概念。

5. 下列关于海洋的描述你认为哪些是正确的?

- A. 大陆坡的平均坡度为 10° ;
- B. 大洋盆地是平坦的;
- C. 潮坪沉积物的粒径由大陆向大洋方向逐渐变细;
- D. 波浪作用的深度一般不大于波长的 $1/2$;
- E. 用旋转潮波理论比较容易解释全日潮、不规则潮的问题;
- F. 宽阔的大洋受海啸的影响比较小。

【答案】DEF

【解析】

大陆坡的平均坡度约为 4° , 变化范围在 1° – 10° 之间, 但平均值远小于 10° 。A项错误。

大洋盆地内除了有深海平原, 还存在大洋中脊, 海底火山, 海沟等一系列复杂地形单元, 而并非完全由均一的平坦表面构成。B项错误。

由于靠近外海的低潮坪水动力条件更强, 潮坪(或称潮滩)沉积物的粒径分布规律通常是自陆向海(从高潮坪到低潮坪)由细变粗。C项错误。

波浪对水体的影响深度随深度增加而减小, 在深度超过约一半波长($\frac{\lambda}{2}$)时, 水体基本不受波动影响, 这个深度通常被称为浪基面(wave base)。D项正确。

真实的海洋潮汐非常复杂, 仅用简单的平衡潮理论无法解释, 旋转潮波理论(Amphidromic system)考虑了科里奥利力、海盆形态等因素, 能够很好地解释真实海洋中潮汐的分布模式, 包括全日潮、半日潮和混合潮(不规则潮)的形成。E项正确。

海啸在深而宽阔的大洋中传播时, 波长极长(可达数百公里), 但波高很低(通常不足1米), 因此其对大洋中的船只等影响很小。海啸巨大的破坏力通常在靠近陆地的浅水区时(由于波速减慢、波高急剧增加)才显现出来。F项正确。

故本题选择DEF项。

【考点归纳】

海洋地质学：海底地形。

海洋沉积学：潮坪沉积。

物理海洋学：波浪、潮汐、海啸。

6. 下列关于湖泊的描述你认为哪些是正确的？

- A. 湖泊的沉积物中经常可以发现泥裂等层面构造；
- B. 湖泊的碎屑沉积物一般为薄层理；
- C. 湖泊的碎屑沉积物分布一般表现为与湖盆相似的同心圆状；
- D. 湖泊的沉积物通常可以反映形成时的氧化还原环境；
- E. 湖泊的形成需要有河流的径流水补给；
- F. 湖泊演化后期会形成沼泽。

【答案】 ABCDF

【解析】

A: 正确。湖泊水位会季节性涨落，湖岸带的泥质沉积物会周期性地露出水面，干涸收缩形成泥裂。

B: 正确。湖泊是相对安静的低能水体环境，沉积物通常很细，并形成很薄的层理（水平纹理），有时会由于水动力环境的年变化，冬夏沉积物粒径有所差异，还能形成年层（纹泥）。

C: 正确。当湖泊主要由周围河流供水时，粗颗粒物质在河口附近沉积，细颗粒物质被带到湖心，形成围绕湖盆中心的同心圆状粒度分布模式。

D: 正确。湖底的氧化还原条件会影响沉积物的颜色和有机质的保存。氧化环境的沉积物多呈红色、黄色；缺氧的还原环境则呈暗色（黑、灰、绿），并可能保存了大量有机质。

E: 错误。湖泊的水源可以来自河流、地下水、大气降水、冰川融水等多种途径，有些湖泊（如火山口湖）可能没有常年性河流注入。

F: 正确。湖泊演化的一个主要方向就是被沉积物和生物残骸逐渐填满，水体变浅，最终演变成沼泽或湿地。

【考点归纳】

湖泊学与湖泊沉积学：沉积特征、水文补给、演化过程。

7. 下列关于火山作用的描述你认为哪些是正确的？

- A. 火山喷出物都是岩浆；
- B. 泥火山不属于火山；
- C. 含硫高温喷泉通常是火山期后作用形成的；
- D. 五大连池火山群是我国最后一次大规模火山喷发的产物；
- E. 汉诺坝玄武岩的包体中宝石级的绿色矿物是绿柱石。

【答案】 BCD

【解析】

A: 错误。火山喷出物包括液态的熔岩（岩浆）、固态的火山碎屑（火山灰、火山弹等）和气态的火山气体（水蒸气、二氧化碳、二氧化硫等），并不只是岩浆。

B: 正确。泥火山的喷发物是泥浆、水和气体（主要是甲烷），其成因与地下高压的流体有关，虽然有可能和火山期后作用相关，但不能与火山划等号，不属于地质学定义的真火山。

C: 正确。火山活动停止后,地下的岩浆房仍然会长时间保持高温,加热地下水并使其富含硫化物等物质,形成温泉、喷气孔、硫气孔(含硫高温喷泉)等,这被称为火山期后作用。

D: 正确。五大连池火山在公元18世纪(清康熙年间)还有过喷发记录,形成了老黑山和火烧山,是我国地质历史上最新、最年轻的火山之一。

E: 错误。汉诺坝玄武岩中携带的是来自地幔的岩石包体(二辉橄榄岩)。其中宝石级的绿色矿物是橄榄石,是一种常见的岛状硅酸盐矿物,与基性地幔物质的化学成分相对应。绿柱石是一种铍铝硅酸盐矿物,属于环状硅酸盐,通常产于花岗伟晶岩中,由侵入作用后期岩浆挥发分富集结晶而成,两者完全不同。

【考点归纳】

火山作用: 火山喷发物、火山类型、火山期后作用等。

矿物学: 常见矿物的区分,造岩矿物所属岩石类型。

8. 似海底反射层具有以下哪些特征?

A.与海底平行; B.强振幅; C.与沉积层理斜交; D.负极性。

【答案】ABCD

【解析】

似海底反射层(Bottom Simulating Reflector, BSR)是地震剖面上指示天然气水合物(“可燃冰”)存在的标志,是天然气水合物稳定带的底界(主要由温度和压力控制)。

在一定区域内,地温梯度相对稳定,而压力主要由水深决定,因此该界面的深度基本平行于海底地形。A项正确。

BSR之上是固态水合物和沉积物,声波速度高,而BSR之下是含游离天然气的沉积物,声波速度低。这个巨大的波阻抗差异界面会产生强烈的地震反射(强振幅)。B项正确。

沉积地层是按照古地理环境沉积的,其层理可以有各种产状,但BSR是一个受温压控制的地球化学界面,因此它会切割穿过不同时代的沉积层理。C项正确。

地震波从上部高速层(含水合物)进入下部低速层(含游离气体),波阻抗降低,导致反射波的极性与海底反射相反,呈现为负极性。D项正确。

故本题选择ABCD项。

【考点归纳】

海洋地球物理,似海底反射层(BSR)的地震反射特征。

天然气水合物“可燃冰”的地球物理特征。

9. 海底冷泉系统有哪些相关微地貌?

A.沙丘; B.峡谷; C.麻坑; D.泥火山; E.冲沟。

【答案】CD

【解析】

海底冷泉是富含甲烷、硫化氢等流体从海底逸出的区域,其活动会塑造一系列特殊的海底地貌。

沙丘是海底流(如等深流)作用于沙质沉积物形成的,与冷泉活动无直接关系。A项错误。

峡谷和冲沟通常是浊流等重力流侵蚀大陆坡形成的大中型地貌,并不是冷泉活动的产物。B, E项错误。

麻坑(Pockmarks)是海底普遍存在的圆形凹坑,由气体或液体从沉积物中逃逸形成,是冷泉活动的直接证据。C项正确。

泥火山(Mud volcanoes)是沉积物、流体和气体在地下高压驱动下喷出海底形成的锥形地貌,常与冷泉系统伴生。D项正确。

故本题选择CD项。

【考点归纳】

海洋地质学：海底冷泉，及其相关的微地貌特征。

10. 地球大气经历三代演化。第一代大气的主要成分是_____；第二代大气的主要成分是_____；第三代大气的主要成分是_____。

- A. H_2 ; $\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}$; N_2+O_2 ;
- B. $\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}$; CH_4 ; N_2+O_2 ;
- C. CO_2 ; N_2 ; O_2 ;
- D. CO_2 ; O_2 ; N_2 ;
- E. N_2+CO_2 ; N_2+CH_4 ; N_2+O_2 。

【答案】 A

【解析】

地球大气的演化分为三个阶段：

第一代（原始大气）：地球形成初期，主要由地球捕获的太阳星云气体组成，以最轻的氢（ H_2 ）、氦（ He ）为主，后因自身较轻地球引力难以维持以及受太阳风的影响而散逸。

第二代（次生大气）：在地球形成后，通过火山喷发等地质活动，从地球内部释放出的大量气体构成，其主要成分是水蒸气（ H_2O ），二氧化碳（ CO_2 ），以及氮气（ N_2 ）等。

第三代（现代大气）：随着地球冷却，水蒸气凝结成海洋，大量 CO_2 溶于海水并形成碳酸盐岩。之后，蓝细菌等光合生物的出现，开始产生氧气（ O_2 ）。同时由于氮气化学性质稳定，不断累积并成为最主要成分。因此现代大气主要由氮气（ N_2 ）和氧气（ O_2 ）组成。

故本题选择A项。

【考点归纳】

地球历史：大气圈的起源与演化。

行星科学：行星大气的发展。

11. 大气中形成逆温的原因有哪些？

- A. 地面辐射可见光冷却；
- B. 下沉气流绝热增温；
- C. 冷空气沿着锋面爬升到暖空气之上；
- D. 冷空气平流到暖的地表上空；
- E. 山谷中，冷空气沿山坡下沉。

【答案】 BE

【解析】

逆温是指大气中温度随高度增加而升高的现象。

地面冷却是通过向外辐射长波（红外）辐射实现的，而不是可见光。A项错误。

在高压控制区，空气下沉，在下沉过程中空气被压缩，温度升高（绝热增温），并在高空形成一个暖层，而下方则是较冷的近地层空气，形成下沉逆温。B项正确。

锋面是暖气团的交界面；在暖锋中，是暖空气爬升到冷空气之上；在冷锋中，是冷空气楔入暖空气之下。但是二者均呈现暖空气在上，冷空气在下的特征，这本身即为一种逆温结构（锋面逆温），但选项描述的“冷空气爬升到暖空气之上”与物理规律相悖。C项错误。

冷空气平流到暖的地表上空，地表会加热下层冷空气，使大气层结趋于不稳定，不易形成逆温。反之，暖空气平流到冷在地表上空才会形成平流逆温。D项错误。

夜间，山坡因辐射冷却而快速降温，导致山坡上的空气冷却密度增大，并沿着山坡下沉到谷底，冷空气在谷地汇集，暖空气被挤至上方，形成**地形逆温**（或山谷逆温）。E项正确。

故本题选择BE项。

【考点归纳】

大气物理学:逆温现象及其主要成因（辐射逆温、下沉逆温、锋面逆温、地形逆温）。

12. 小明发现，旗杆上的国旗向南飘扬，但天空的白云向西南飘去，对此描述正确的是：

- A. 如果是在北半球，则地面高压在小明的西北侧，低压在东南侧；
- B. 如果是在北半球，则地面高压在小明的西南侧，低压在东北侧；
- C. 如果是在北半球，则地面高压在小明的东南侧，低压在西北侧；
- D. 如果是在南半球，地面高压和低压的方位与北半球的答案相同；
- E. 如果是在南半球，地面高压和低压的方位与北半球的答案相反；
- F. 如果是在南半球，小明观察到的现象主要不是由地面高、低压位置决定的。

【答案】A

【解析】

首先分析观测现象：国旗向南飘扬，表明地面风从北方吹来（北风），而白云向西南飘去，表明高空风从东北方吹来（东北风）。

先分析北半球情况，风的吹向与气压梯度力和地转偏向力有关。在北半球，风向相对于气压梯度力方向向右偏，而近地面风受摩擦力影响，风向会与等压线有一个夹角，指向低压。根据“背风而立，左低右高”的原则（适用于北半球近地面风），小明背对北风（面向南方），则他的左手边（东方）是低压区，右手边（西方）是高压区。

高压在西北，低压在东南：气压梯度力大致由西北指向东南，在地转偏向力（向右偏）和摩擦力共同作用下，很容易形成北风或东北风。高空风不受摩擦力影响，风向与等压线平行，若高空也是这个气压格局，则会形成东北风。此选项与观测到的地面风和高空风都吻合得很好。A项正确。

高压在西南，低压在东北：气压梯度力指向东北，会形成西南风，与实际观测不符。B项正确。

高压在东南，低压在西北：气压梯度力指向西北，会形成东南风。与实际观测不符。C项正确。

再分析南半球情况，由于南半球地转偏向力方向相反，风向随高度变化的规律也相反。D项错误。规律并不是简单的“相反”，在南半球，风向随高度逆时针旋转才对应北半球顺时针旋转的情况。

本题中，高空风是西南风（向西南飘），如果是南半球，风向从近地面的北风（假设）变为高空的西南风，是逆时针旋转，这在南半球意味着冷平流，低压在东北侧，高压在西南侧。这与北半球的“高压西北，低压东南”并非“相反”关系。E项错误。

在南半球风向依然由气压梯度力和地转偏向力决定，高空风向的变化同样反映着气压系统的配置和冷暖平流。F项错误。

故本题选择A项。

【考点归纳】

大气科学：风的形成，气压场与风向的关系（地转偏向力、摩擦力），高空风与地面风的差异。

13. 纬向平均的三圈环流和空间分布不均的大气活动中心是大气环流的基本特征。下面叙述正确的是:

- A. 三圈环流包含: 哈德莱环流、沃克环流、费雷尔环流;
- B. 大气活动中心可分为陆地上的半永久性活动中心和海洋上的永久性活动中心;
- C. 南、北半球的太平洋副热带高压和大西洋副热带高压, 是哈德莱环流的下沉支所致;
- D. 费雷尔环流的北界是锋面气旋的源地;
- E. 费雷尔环流的南界是台风(飓风)的源地;
- F. 蒙古高压是全年影响我国天气的主要大气活动中心。

【答案】CD

【解析】

三圈环流是指沿经圈方向的三个环流圈: 低纬的哈德莱环流、中纬的费雷尔环流和高纬的极地环流, 而沃克环流是赤道太平洋上沿纬圈方向的热力环流。A项错误。

海洋上的大气活动中心(如副热带高压)因海洋热力性质稳定而相对稳定, 被称为半永久性或永久性活动中心, 而陆地上的活动中心(如亚洲高压/低压)往往随季节变化剧烈, 属于季节性活动中心。B项错误。

哈德莱环流在赤道地区的空气受热上升, 在对流层顶向两极输送, 在南北纬约 30° 附近下沉, 下沉气流导致地面气压升高, 并形成了稳定、干燥的副热带高压。C项正确。

在北半球, 费雷尔环流的北界大约在 60°N 附近, 是来自南方的暖湿空气与来自极地的冷干空气交汇地, 形成极锋, 同时也是中纬度锋面气旋(温带气旋)的主要发源地。D项正确。

台风(飓风)是形成于热带洋面的强气旋系统, 其源地在低纬度地区(约 5° – 20° 之间), 属于哈德莱环流的范畴, 而费雷尔环流的南界(副热带高压带)以下沉气流为主, 会抑制台风的生成。E项错误。

蒙古—西伯利亚高压是冬季影响东亚和我国天气的主要系统, 带来寒潮。到了夏季, 它会消失并被亚洲热低压取代, 此时影响我国的主要系统变为西太平洋副热带高压。F项错误。

故本题选择CD项。

【考点归纳】

全球大气环流(三圈环流、大气活动中心)。

重要天气系统(锋面气旋、台风)的源地。

14. 小明清晨上学, 看到日月同辉现象。请问那天可能是农历的哪一天? 月亮在什么方位?

- A. 初九/东;
- B. 十七/西;
- C. 廿三/南;
- D. 廿八/北。

【答案】BC

【解析】

时间: 清晨, 太阳刚从东方升起。

现象: 日月同辉, 意味着月亮此时也在地平线以上, 并且有一定亮度。

分析月相和位置:

A. 初九: 农历上半月, 月亮在太阳以东。此时月亮在清晨时早已落下, 不可能看到。

B. 十七: 刚过完满月, 月亮在太阳的西边不远处。日出时, 月亮正在西方地平线附近准备落下, 故位置正确。虽位置很低, 但可以看到。

C. 廿三: 即下弦月。此时月亮位于太阳以西约 90° 。它在午夜时分升起, 到清晨日出时, 正高悬在南方天空, 观测条件非常好, 是典型的“日月同辉”景象。

D. 廿八: 残月, 月亮离太阳很近。它在日出前不久才从东方升起, 虽然也在天上, 但非常靠近太阳, 亮度弱, 不易观察。且方位在东, 选项给的“北”不准确。

结论: 农历廿三(下弦月)是清晨时分在南方天空看到“日月同辉”最理想的时间。农历十七也可以看到, 但效果较差。

月球的周日视运动: 月球围绕地球的轨道大致是椭圆形的, 月球绕地球公转一周的时间大约是 27.3 天(恒星月), 但由于地球的运动, 月球每次与太阳的角度需要多走约 2.2 度才能与太阳重合。这个现象导致月球相对于太阳的视运动周期为 29.5 天(朔望月)。也就是说, 从地球上, 月球每天出现在天空中特定位置的时间会比前一天晚 50 分钟, 这造成了月球东移的现象。据此, 根据月相和农历的关系, 可以轻松算出月球的位置。

【考点归纳】

天文学基础: 理解月相变化规律, 太阳、地球、月亮相对位置关系, 日月视运动。

15. 中国的农历为什么又叫阴阳历?

- A. 白天称阳夜晚称阴, 所以叫阴阳历;
- B. 农历包括太阳历和太阴历, 合称阴阳历;
- C. 农历的月是月相周期, 农历的年是太阳在黄道上运动周期, 故称阴阳历;
- D. 农历能够预测年景收成, 计算阴阳生辰, 故称阴阳历。

【答案】 BC

【解析】

农历是一种阴阳合历。它的“阴”指的是以月亮的运动周期为基础, 即“太阴历”的部分; 它的“阳”指的是以太阳的运动周期为基础, 即“太阳历”的部分。

A: 这个解释过于望文生义, 不符合历法原理。

B: 这个说法是正确的, 它指出了农历是两种历法的结合。

C: 此选项是对阴阳合历最准确的解释。农历的“月”是根据月相的盈亏周期(朔望月)来确定的, 这属于太阴历的范畴。同时, 通过设置闰月等方式, 使农历年的平均长度与太阳回归年相近, 以保证月份与季节的对应关系, 这是太阳历的特征。

D: 这是农历的应用, 而不是其被称为“阴阳历”的原因, 因果颠倒。

【考点归纳】

天文学基础: 天体运动和天文历法: 阳历、阴历、阴阳历的概念和区别。

【知识拓展】

二十四节气是完全按照太阳回归年划分的, 因此它们属于阳历体系, 而非阴历。农历中嵌入二十四节气, 正是为了保持月份与季节的对应关系。另外农历的置闰也与二十四节气中的“中气”有关, 有兴趣的读者可以自行查阅相关资料。

16. 中国是第四纪黄土分布面积最大的国家, 第四纪黄土可用来研究以下哪些科学问题?

- A. 全新世气候突变事件;
- B. 砂金矿床成因问题;
- C. 青藏高原隆升问题;
- D. 亚洲季风-干旱环境演变问题;
- E. 第四纪年代学。

【答案】 ACDE

【解析】

本题考查黄土的科学研究意义，以及古气候、古环境代用指标。黄土-古土壤序列是过去全球变化研究中极其宝贵的陆相记录档案。

黄土层记录了冰期（干冷、冬季风强盛）的信息，古土壤层记录了间冰期（暖湿、夏季风强盛）的信息。通过分析黄土的粒度、磁化率、地球化学元素等代用指标，可以精细地重建第四纪以来亚洲季风的强弱变化、干旱环境的演变历史，以及如“新仙女木”等全新世的突变气候事件。因此A、D项正确。

砂金矿床属于金属矿产，其成因与黄土的风成堆积作用没有直接关系。因此B项错误。

黄土的来源是中亚的沙漠和戈壁，其大规模堆积与亚洲内陆的干旱化密切相关，而亚洲内陆的干旱化又与青藏高原的隆升密切相关。因此，黄土的物源、分布和堆积速率的变化可以反演青藏高原的隆升历史。因此C项正确。

黄土-古土壤序列具有良好的地层连续性，可以通过古地磁、热释光/光释光等方法进行定年，从而建立起精确的第四纪陆相地层年代学标尺。因此E项正确。

【考点归纳】

黄土沉积物的科学研究意义，古气候、古环境代用指标。

17. 下面哪些关于古生物化石的陈述是正确的？

- A. 利用恐龙蛋化石可以复活恐龙；
- B. 甲地层中如果发现了比乙地层更晚期的生物化石，则乙地层形成早于甲地层；
- C. 地层中保存下来的动物活动痕迹也是一种化石；
- D. 目前发现的最古老化石是南非巴布顿地区燧石中的球状菌化石，距今约38亿年；
- E. 揭示寒武纪生命大爆发的是关岭动物群化石；
- F. 迄今发现最早的鸟类化石是翼龙。

【答案】 BC

【解析】

本题考查化石的定义、地层学基本定律以及重要的化石发现。

化石中的有机物（如DNA）会随时间降解，目前的技术无法从几千万年前的化石中获得足以复活恐龙的完整DNA。因此A项错误。

在未发生地层倒转的情况下，这是“生物群层序律”的直接应用，即利用化石可以判断地层的相对新老关系。因此B项正确。

地层中保存下来的动物活动痕迹被称为遗迹化石，包括足迹、爬痕、钻孔、粪便等，能反映古生物的行为习性。因此C项正确。

最古老化石的年代和地点在科学界仍有争议。南非巴布顿地区找到的一种类似于细菌的生命体在海底熔岩中生存过的痕迹，是迄今关于生命体的最古老的证据之一，时代大致为约距今35亿年。因此D项错误。

“关岭生物群”是中生代三叠纪晚期的海生爬行动物和海百合化石库。揭示寒武纪生命大爆发的化石群是中国云南的“澄江动物群”和加拿大的“布尔吉斯页岩动物群”。因此E项错误。

翼龙是会飞的爬行动物，与恐龙亲缘关系较近，不是鸟类。目前公认的最早的鸟类是政和八闽鸟（2025年发现，此前认为是始祖鸟）。因此F项错误。

【考点归纳】

古生物学基础：化石的定义，地层学基本定律，重要的化石发现。

18. 下列属于世界地质公园的有哪些?

- A. 神农架;
- B. 雁荡山;
- C. 云台山;
- D. 敦煌;
- E. 伏牛山;
- F. 五大连池。

【答案】 ABCDEF

【解析】

此题考查对联合国教科文组织世界地质公园名录的了解。

- A. 神农架: 2013 年被列入联合国教科文组织世界地质公园网络名录。
- B. 雁荡山: 2005 年被列入联合国教科文组织世界地质公园网络名录。
- C. 云台山: 2004 年被列入联合国教科文组织世界地质公园网络名录 (首批)。
- D. 敦煌: 敦煌拥有国家级的“敦煌雅丹国家地质公园”。
- E. 伏牛山: 2006 年被列入联合国教科文组织世界地质公园网络名录。
- F. 五大连池: 2004 年被列入联合国教科文组织世界地质公园网络名录 (首批)。

【考点归纳】

地理常识: 世界地质公园的分布。

19. 化学风化作用包括几种重要的化学反应, 以下哪些作用属于化学分化?

- A. 氧化作用;
- B. 溶解作用;
- C. 水解作用;
- D. 水化作用;
- E. 生物化学风化作用。

【答案】 ABCDE

【解析】

化学风化是指岩石中的矿物与水、氧气、二氧化碳等发生化学反应, 导致矿物成分改变、岩石分解的过程。

- A. 氧化作用: 指矿物中的变价元素与氧气反应, 如黄铁矿风化成褐铁矿。
- B. 溶解作用: 指矿物直接被水溶解。
- C. 水解作用: 指水分子与硅酸盐矿物反应, 将其分解成黏土矿物和溶解的离子, 是最重要的化学风化作用之一。
- D. 水化作用: 指矿物吸收水分子并改变其晶体结构, 如硬石膏变为石膏。
- E. 生物化学风化作用: 指生物 (如地衣、细菌) 通过其新陈代谢活动, 分泌有机酸等物质来分解矿物, 也属于化学风化的范畴。

【考点归纳】

外动力地质作用: 风化作用的类型 (物理风化、化学风化、生物风化) 及其具体过程。

20. 长江下荆江段的“九曲回肠”的成因机制是什么？

- A. 河流向源侵蚀；
- B. 河流下蚀作用；
- C. 河流侧蚀作用；
- D. 河流顶托作用。

【答案】C

【解析】“九曲回肠”是用来形容河流极度弯曲的形态，即曲流河。荆江河段地处平原，地势平坦，水流变缓。

C. 河流侧蚀作用：是形成曲流河的主导作用。在水流的惯性作用下，河道凹岸流速快，侵蚀作用强；凸岸流速慢，沉积作用强。这种“凹岸侵蚀、凸岸堆积”的持续作用使得河道越来越弯曲，最终形成“九曲回肠”的景象。

A. 向源侵蚀：是河流向源头方向的侵蚀，使河谷向上游加长。

B. 下蚀作用：是河流向下的侵蚀，使河床加深，主要发生在河流上游或地壳抬升区。

D. 顶托作用：主要发生在河口地区，海水或湖水阻碍河水前进，导致流速减慢、泥沙淤积。

【考点归纳】

河流地貌学：河流的侵蚀作用类型（下蚀、侧蚀、溯源侵蚀），曲流河的形成机制。

三、综合测试题 Q1-Q3 背景资料：

表1 是金星与地球的一些参数对比，根据这些参数你能否做出一些推论。

表 1 金星与地球的有关参数对比

Table 1 Contrasts of some parameters of Venus and Earth

参数	轨道平均 半径(10^6km)	平均半径 (km)	质量 (10^{24}kg)	密度 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	表面重力 ($\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)	表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)	日长 (地球日)	年长 (地球日)	自转轴 ($^{\circ}$)	大气成分 (占比%)
金星	108.2	6051.8	4.869	5240	8.87	465	243	224.7	177.4	CO_2 (96); N(3)
地球	149.6	6371.0	5.972	5520	9.81	0	1(23h56m)	365.25	23.5	O(21); N(78)

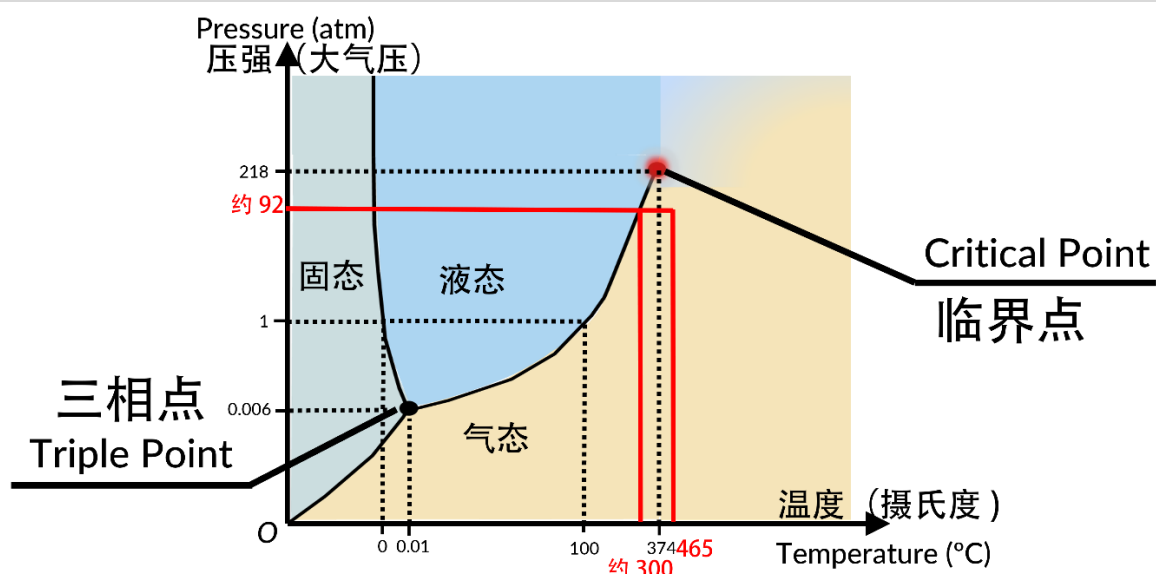
Q1. 金星表面是否存在液态水？（单选题）

- A. 没有液态水，因为金星的表面温度远远高于水的沸点；
- B. 有液态水，因为高的表面温度有利于岩石中的水析出；
- C. 有液态水，因为 CO_2 的密度高，表面气压也高，所以水的沸点也高。
- D. 以上都不对。

【答案】A

【解析】根据表1，金星的表面温度高达 465°C 。在地球一个标准大气压下，水的沸点是 100°C 。虽然金星大气压极高（约为地球的92倍），水的沸点显著升高（大约到 300°C ），但 465°C 仍然远远超过了这个沸点。因此，液态水在金星表面无法稳定存在。选项A是正确的。至于选项B和C，即便有液态水生成，也无法稳定存在。

水的相图（简易版）：



【考点归纳】

行星科学：比较行星学。

液态水存在的条件（温度、压力），根据图表数据进行科学推断。

Q2. 金星表面温度高的可能原因有：（不确定选择题）

- A. 与太阳距离比地球近；
- B. 表面有强烈的火山活动；
- C. CO₂的温室效应；
- D. 含有高的放射性物质；
- E. 因为白天的时间太长。

【答案】AC

【解析】

A: 正确。根据表 1，金星的轨道平均半径 (108.2×10^6 km) 小于地球 (149.6×10^6 km)。单位面积所接受的太阳辐射强度与距离的平方成反比，故金星接收到的太阳辐射强度约为地球的 1.9 倍，这是其温度高的基础原因。

C: 正确。这是最主要的原因。根据表 1，金星大气 96% 的成分是 CO₂，这是一种极强的温室气体，造成了失控的温室效应，将太阳热量牢牢锁住，使表面温度升高了数百摄氏度。

B: 强烈的火山活动会释放大量 CO₂ 和 SO₂ 等温室气体到大气中，是造成目前浓厚温室大气的根本原因之一，但火山作用提供的热能有限（地球也有可观的火山活动，但地球并未因此具有金星的极端温度），当前表面高温的维持主要靠高浓度的二氧化碳产生的温室效应本身。

E: 错误。根据表 1，金星的一个“日长”相当于 243 个地球日，这意味着其某一面有长达数月（约 117 个地球日）的白天，但某一面持续的白天与星球受到的太阳辐射总量无关，不会影响星球整体气温，故此项错误。

【考点归纳】

行星气候学：温室效应，影响行星表面温度的因素。

Q3. 对比地球的参数，你认为金星没有磁场的可能原因是什么？（单选题）

- A. 缺少磁性物质；

- B. 温度太高，导致磁性物质被消磁；
- C. 自转轴角度太大，不能形成切割太阳风的电磁系统；
- D. 自传速度太慢，不具有自激发电机的条件。

【答案】D

【解析】类地行星的全球性磁场被认为是由液态金属核心通过“发电机效应”产生的。这需要三个条件：一个导电的流体层（液态铁核）、驱动流体运动的对流、以及足够快的行星自转。

金星和地球大小、密度相似，推测其拥有一个类似的铁核。因此选项 A 错误。

选项 B 混淆了岩石磁性与发电机效应，核心温度远高于居里点，但发电机效应依赖的是电流而非永磁体。

选项 C 中自转轴倾角影响季节，与核心发电机无关。产生磁场的自激发电机与太阳风无关。

选项 D 是目前的主流解释。根据表 1，金星自转一天需要 243 个地球日，其自转速度**极其缓慢**。过慢的自转无法有效地通过科里奥利力来组织核心内的对流，从而无法启动或维持发电机效应，产生全球性磁场。

拓展：自激发电机理论是一种解释天体（如行星、恒星）磁场起源的物理模型。该理论认为，当天体内部存在高导电性的流体层（例如地球外核的液态铁镍合金、木星的液态金属氢）时，在自转和对流的共同作用下，这些流体会发生大规模运动。根据电磁感应原理，流动的导电流体在已有微弱磁场的引导下会感应出电流，而电流又会产生磁场，从而形成一个自我维持的反馈机制。这一过程被称为“自激发”，能够在没有外部磁场源的情况下维持稳定的全球磁场。

【考点归纳】

行星物理：行星磁场的起源（发电机理论）。

比较行星学。

Q4. 图1是地球与金星的地形及重力对比图，从中你可以获得什么信息？（不确定选择题）

- A. 相对而言，金星的表面更为平坦；
- B. 从地形特征看，金星表面有明显的高山；
- C. 更大面积的蓝颜色，表明金星表面附近的物质比地球物质的密度小；
- D. 更大面积的蓝颜色，表明金星表面有大面积的海洋存在；
- E. 从地形及重力分布特征看，金星没有板块运动的条件。

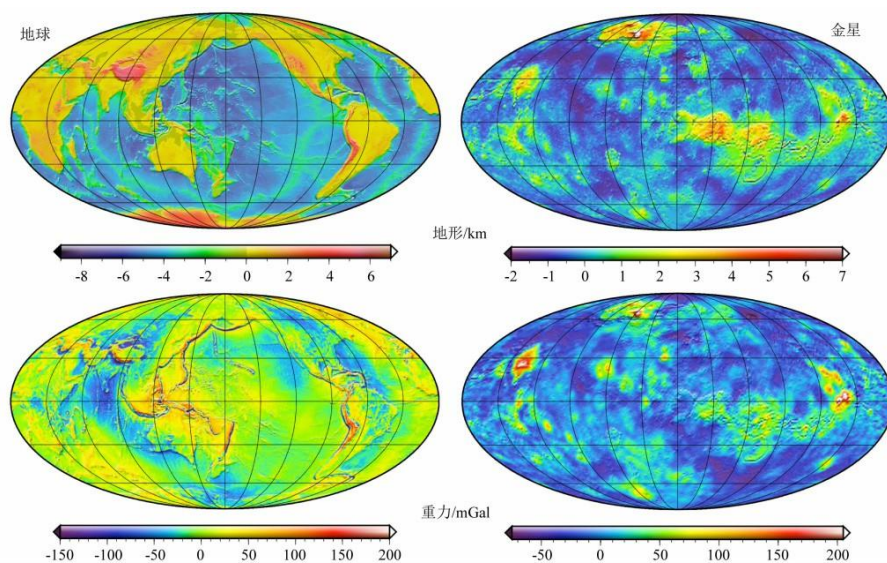


图1 地球和金星的重力与地形图(修改自 Wieczorek, 2007)

【答案】ABCE

【解析】

A: 正确。对比两颗行星的地形图，地球的地形呈现明显的双峰式分布：广阔低平的海底（蓝色）和高耸的大陆（绿色/黄色）。而金星表面没有这种海陆分异，大部分地区（紫色/蓝色）起伏和缓，整体高差变化不如地球剧烈，因此相对更平坦。

B: 正确。尽管金星表面整体平坦，但在地形图上仍能看到明显的橙色和红色区域，代表高地和山脉。例如金星的麦克斯韦山，其海拔高度超过了地球的珠穆朗玛峰。

C: 正确。通过观察地形图中 0 km 对应的区域，可以发现其重力值偏小（分层设色图中颜色偏蓝），由此可以推断出金星表面附近的物质密度较小。

D: 错误。根据 Q1 的分析，金星表面温度极高，不可能存在液态水海洋。地形图中的蓝色仅代表相对低洼的地形。

E: 正确。地球的地形与重力异常图上，板块边界（海岭、海沟、转换断层）呈现出清晰的线性特征。金星的图上则缺少这种线性构造，其地形和重力异常多呈圆形或团块状，这与地幔柱活动有关，而非板块运动。这是金星缺少地球式板块构造的重要证据。

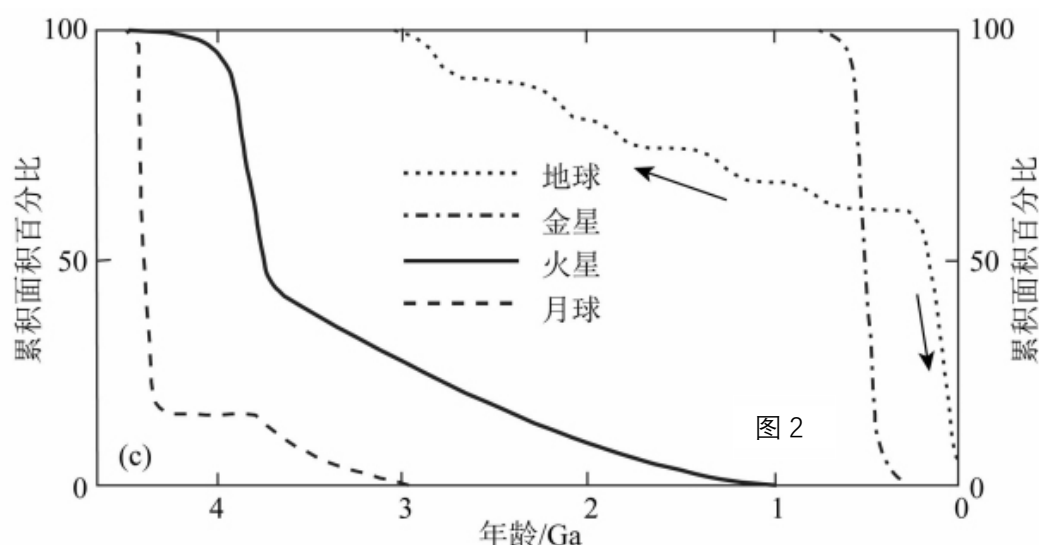
【考点归纳】

比较行星学。

地形图与重力异常图的判读：板块构造与地幔柱构造的宏观表现。

Q5. 图2是一些类地行星及月球表面岩石年龄的面积累积图（月球的最新数据有变），可以发现金星与其他星球明显不同。金星表面年龄基本一致，大约 500 ± 200 Ma（图2）。依此我们可以得出什么结论？（不确定选择题）

- A. 说明金星是类地行星的另类，没有参考价值；
- B. 说明金星“地壳”在 500 Ma 前后进行了大规模更新；
- C. 说明金星“地壳”的更新速度很快，在大约 400 Ma 的时间里就完成了；
- D. 这个更新周期和地球洋壳的更新速度大致相当，说明金星和地球一样存在洋底扩张；
- E. 金星表面岩石的年龄基本都小于700 Ma，表明金星形成至今可能只有700 Ma左右。



【答案】BC

【解析】

分析图 2: 图中金星的曲线非常陡峭, 集中在 0.3-0.7 Ga (300-700 Ma) 之间。这意味着几乎所有 (接近 100%) 的金星表面都是在这个时期形成的, 更老的表面已经进入金星内部。

B: 正确。这是对图 2 曲线最直接的解读。数据表明, 在约 5 亿年前发生了一次全球性的地质事件, 抹去了几乎所有古老的地壳, 形成了我们今天看到的年轻表面。

C: 正确。曲线的陡峭程度反映了事件的快慢。累积面积从接近 100% 到接近 0 都发生在一个很窄的年龄范围内 (约 700 Ma 到 300 Ma), 说明这次全球性的地表更新事件在地质时间尺度上是相对快速的。

A: 错误。金星的独特性使其成为研究行星演化多样性的重要案例, 具有极高的参考价值。

D: 错误。虽然从图中看出金星表面更新周期和地球洋壳的更新速度大致相当, 但地球洋壳的更新是一个持续不断的过程, 最老的洋壳也不超过 2 亿年。金星的更新则是一次突然的、全局性的事件, 且发生在大约 5 亿年前, 此后大规模活动趋于停止。两者机制完全不同, 不能仅凭更新速度就做出结论。

E: 错误。图中显示的是金星表面的年龄, 而非行星本身的年龄。金星和地球一样, 形成于约 45 亿年前。这个数据表明金星古老的表面被“重置”了, 而不是金星本身很年轻。

【考点归纳】对板块构造理论和行星内部动力学的理解。

背景资料: 研究表明, 热柱作用是造成当今金星重力和地形特征的主要动力学机制, 且金星不存在类似地球的软流圈。尽管目前对地球软流圈水的来源和具体水含量仍存争议, 但研究显示水对软流圈熔体的形成具有重要促进作用。

Q6. 根据前面的知识你认为金星没有软流圈的可能原因是: (单选题)

- A. 金星岩石的熔点高, 不能形成软流圈;
- B. 金星内部缺水导致软流圈难以形成;
- C. 金星没有板块运动, 所以没有软流圈;
- D. 金星实际上是有软流圈的, 只是没有探测到。

【答案】B

【解析】

背景资料明确指出“研究显示水对软流圈熔体的形成具有重要促进作用”。软流圈是地幔岩石发生部分熔融而形成的塑性层。水 (H_2O) 作为助熔剂, 可以显著降低地幔岩石的熔点。金星被认为是一个极度干燥的行星, 其内部严重缺水。因此, 即使金星内部温度与地球相似, 由于缺少水的助熔作用, 其地幔岩石的熔点会非常高, 难以发生部分熔融形成软流圈。选项 C 颠倒了因果关系, 可能是因为没有软流圈, 才导致金星缺少板块运动。

【考点归纳】地球内部圈层; 比较行星学。

背景资料: 在研究地球克拉通岩石圈演化时发现一个有趣的现象, 这就是非牛顿流体特性下的克拉通岩石圈会发生幕式拆沉, 且拆沉过程不仅是底部岩石圈部分, 而是整个岩石圈。模型计算结果显示, 采用应力相关的黏性, 地幔岩石圈会发生周期性拆沉, 周期大约 700~800 Ma。对纯热对流模型, 岩石圈拆沉过程的持续时间很短, 只有 5~10 Ma 左右。这与地球克拉通岩石圈稳定性模型计算结果基本一致。

Q7. 根据上面的研究结果, 你认为关于金星岩石圈的更新, 下列哪些推测可能是正确的? (不确定选择题)

- A. 金星表面年龄可能是发生在 500 Ma 前后大规模的火山喷发所导致的;
- B. 金星岩石圈的更新可能与拆沉作用有关;
- C. 金星的拆沉过程不仅是部分岩石圈;
- D. 金星岩石圈的拆沉过程持续的时间很短;
- E. 金星岩石圈的拆沉作用也有周期性, 推测周期大约是 700~800 Ma。

【答案】 BCDE

【解析】

本题要求将背景资料中描述的地球克拉通岩石圈“幕式拆沉”模型, 应用到对金星表面更新的解释中。

A: 错误。岩石圈的拆沉, 意味着冷的、致密的岩石圈沉入热的地幔中, 必然导致下伏的热地幔物质大规模减压熔融进而上涌, 但这与地球上的火山喷发有本质区别。

B: 正确。这是该模型的核心推论, 即将金星的表面更新事件与岩石圈的拆沉作用联系起来。

C: 正确。背景资料中的模型显示“拆沉过程不仅是底部岩石圈部分, 而是整个岩石圈”, 将此模型应用于金星, 再联系金星表面的更新速度非常快的特点, 可得出此推论。

D: 正确。背景资料中模型计算结果显示“岩石圈拆沉过程的持续时间很短, 只有 5~10Ma 左右”。这与 Q5 中金星表面年龄数据曲线很陡所反映的“快速更新”特征相符。

E: 正确。背景资料中模型计算结果显示“地幔岩石圈会发生周期性拆沉, 周期大约 700~800 Ma”。如果金星岩石圈和岩石圈下的地幔的热化学性质与地球具有可类比性, 那么在约 5 亿年前的更新事件, 可能就是最近一次周期性拆沉事件的体现。

【考点归纳】 科学类比与推断能力; 对行星内部动力学的理解。

背景资料: 二叠纪末期, 地球上发生了大规模的生物集群灭绝事件, 灭亡程度最高的海洋动物包括: 三叶虫、钙质海绵、四射珊瑚、床板珊瑚、腕足动物、苔藓动物、棘皮动物等, 牙形石、海藻等生物受影响较小。

Q8. 根据上面的描述, 你认为灭绝程度高的生物有什么共同特征?

(不确定选择题)

- A. 具有钙质外壳;
- B. 具有几丁质外壳;
- C. 呼吸系统弱;
- D. 新陈代谢快;
- E. 固着或底栖。



图 3 前三叠纪生命的最后

【答案】 ACE

【解析】

本题考查二叠纪末生物大灭绝事件的成因以及灭绝选择性机制。

二叠纪末期大灭绝的主要诱因是全球急剧升温、海洋酸化和海洋缺氧。

西伯利亚火山喷发释放的巨量 CO_2 导致了严重的海洋酸化, 这使得依赖碳酸钙 (CaCO_3) 构建外壳或骨骼的生物 (如珊瑚、腕足类、有孔虫、棘皮动物等) 的生存受到致命打击。因此 A 项正确。

材料中, 灭绝程度较高的生物多数具有钙质外壳, 只有三叶虫外壳包含几丁质。因此 B 项错误。

全球变暖导致海水氧溶解度下降,同时海洋环流停滞,造成了广泛的海洋缺氧。呼吸系统效率不高、对氧气浓度变化敏感的生物难以生存。因此C项正确。

材料中灭亡程度最高的海洋动物主要为底栖和固着,活动能力有限,因此新陈代谢水平较低。因此D项错误。

固着生活(如珊瑚)或在海底缓慢移动的底栖生物(如海百合),无法像游泳生物那样主动逃离环境恶化的区域(如缺氧的底层海水),因此受到的冲击最为严重。因此E项正确。

【考点归纳】

古生物学:生物大灭绝事件,灭绝选择性机制。

背景资料:一般认为,二叠纪末期的生物灭绝事件是由于西伯利亚大火成岩省的火山活动所导致,通过系统的有机化学、天文年代学及地球系统模型的最新研究表明:西伯利亚大火成岩省快速释放的 CO_2 是导致生物灭绝的主要原因。

Q9. CO_2 的大量释放可能导致全球环境的哪些变化?(不确定选择题)

- A. 全球升温;
- B. 海洋酸化;
- C. 绿藻减少;
- D. 臭氧增加;
- E. 海洋缺氧。

【答案】ABE

【解析】

根据背景资料,西伯利亚大火成岩省快速释放的 CO_2 是导致生物灭绝的主要原因。

CO_2 是主要的温室气体,其浓度急剧升高会引发强烈的温室效应,导致全球气温快速上升。A项正确。

大气中的 CO_2 溶解到海水中,形成碳酸(H_2CO_3),碳酸电离出氢离子(H^+),导致海水pH值下降,海洋酸化。B项正确。

虽然海洋生态系统整体崩溃,但某些适应高温、高 CO_2 和富营养化环境的藻类或蓝细菌可能会爆发性增殖(“藻华”)。因此不能简单地认定绿藻会减少。C项错误。

大规模的火山活动通常会释放含氯、含硫气体,这些气体会破坏臭氧层并导致臭氧层空洞,而非使臭氧增加。D项错误。

全球升温会降低氧气在海水中的溶解度,同时加剧海洋层化,阻碍富含氧气的表层水与深层水的交换。此外,生物死亡后的有机物分解过程也会大量消耗氧气,最终导致大范围的海洋缺氧。E项正确。

故本题选择ABE项。

【考点归纳】

地球系统科学:碳循环,全球变化的连锁效应(温室效应、海洋酸化、海洋缺氧)。

Q10-Q12 背景资料:

2020年11月23日,央广网就近日部分游客在四川黄龙景区内不顾“禁止入内”、“请勿翻越栏杆”等警示标语和温馨提示,擅自翻越护栏进入钙华保护地带拍照事件进行了报道。钙华,又称石灰华、灰华,是在地表由岩溶水、泉水、河水、湖水等形成的碳酸钙沉积,专家表示,黄龙景区内的钙华沉积年代可上溯三万年,形成条件复杂且缓慢,一旦遭受破坏,几乎无法修复。



图4

Q10. 图4中的两张图片为钙华梯池，组成钙华梯池的岩石类型按成因属于？（单选）

- A. 石灰岩； B. 岩浆岩； C. 沉积岩； D. 变质岩。

【答案】C

【解析】背景资料明确指出，钙华是“在地表由岩溶水、泉水、河水、湖水等形成的碳酸钙沉积”。由矿物质从水中沉淀、堆积而形成的岩石，按成因分类属于**沉积岩**中的化学沉积岩。石灰岩是沉积岩的一种，但“沉积岩”是更准确的成因分类。

【考点归纳】

岩石学：三大类岩石（岩浆岩、沉积岩、变质岩）的成因与分类，钙华（石灰华）的岩石属性。

Q11. 上图（图5）为钙华梯池形成剖面示意图，其中A点为边石坝的最高凸起点，也是水流翻越边石坝的拐点，此处边石坝生长最快，图中 α 角度与水流流速的关系是？（单选）

- A. 水流流速越大， α 角度越小； B. 水流流速越大， α 角度越大；
C. α 角度与水流流速无关； D. α 角度为定值。

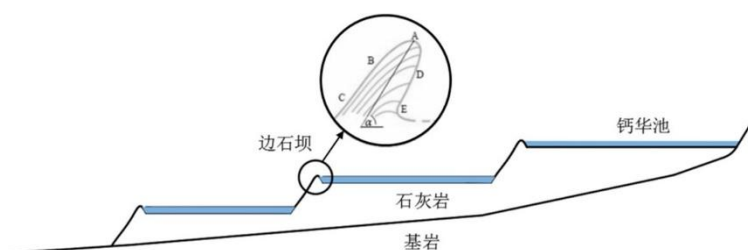


图5

【答案】A

【解析】钙华边石坝的生长是水流中碳酸钙沉淀的结果。水流流速影响着沉淀的位置和形态。当水流流速较大时，水流越过边石坝（A点）后具有较大的动能，更大的湍流也加剧了 CO_2 的逸出。这使得钙华主要在坝体前缘和顶部（AB段）快速生长，坝体倾向于向上和向外（水流方向）扩展，形成的坝体会更平缓。因此，**水流流速越大， α 角度越小**。反之，流速小，水流贴着坝体向下流，在翻越顶点时具有的动能更小，形成层流，二氧化碳溢出更少，故钙质沉淀更多沉积在BC段， α 角更大。

【考点归纳】

喀斯特地貌：钙华沉积动力学，地貌形态与水动力条件的关系。

Q12. 钙华的沉积与溶解和水中的 CO_2 含量有关，当水中 CO_2 含量多时，钙华溶解；当水

中的CO₂含量少时，钙华沉积，下列有利于钙华沉积的是？（单选）

①水流流速较慢；②水流流速较快；③水流较薄；④水流较厚

A. ①②； B. ②③； C. ③④； D. ①④。

【答案】B

【解析】钙华沉积的化学原理是 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 。要有利于沉积，就需要促进水中的CO₂逸出。

②水流流速较快：能增加水体的湍流，扰动水面，加速CO₂的逃逸。

③水流较薄：能极大地增加水体与大气的接触面积与体积之比，为CO₂的逸出提供了非常有利的条件。

①水流流速较慢，水体平稳，不利于CO₂逸出。

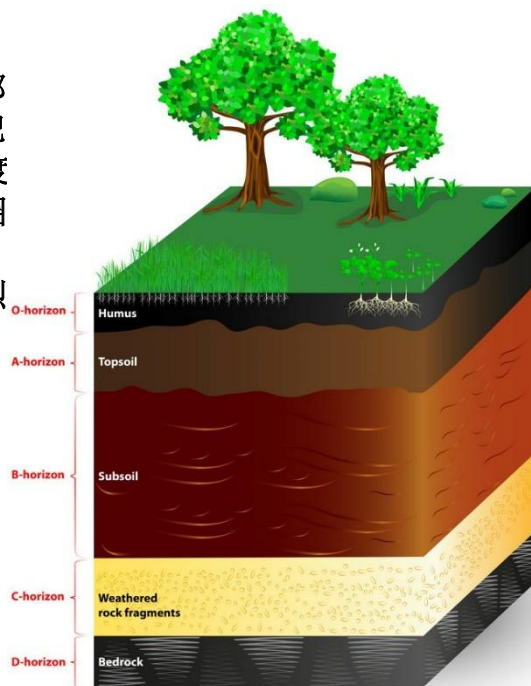
④水流较厚，水体与大气接触面积的相对比例小，CO₂逸出效率低。因此，较快的水流和较薄的水层组合最有利于钙华沉积。

【考点归纳】

喀斯特地貌：钙华沉积的物理化学条件。

Q13-Q16 背景资料：

土壤是位于陆地表层和浅水域底部由有机质和无机质组成的具有一定肥力而能够生长植物的疏松层，其厚度一般为1~2m以内。土壤层处于大气圈水圈、岩石圈和生物圈的交接地带，是生物有机体和无机环境之间强烈的相互作用面。



Q13. 土壤形成的控制因素有哪些？

（多选题）

- A. 母岩；
- B. 气候；
- C. 地形；
- D. 生物；
- E. 时间；
- F. 人类活动。

图6 土壤的分层结构示意图

【答案】ABCDEF

【解析】土壤的形成是一个复杂的过程，受多种因素的综合影响。国际上公认的土壤形成五大主导自然因素是：母质、气候、生物、地形、时间。随着人类对环境影响的加深，人类活动也被认为是影响土壤形成和演变的一个重要因素。题目中的六个选项均是控制土壤形成的重要因素。

【考点归纳】

土壤学基础：土壤形成的五大因素。

Q14. 下面哪些元素在土壤中的过量富集会造造成重金属污染？（多选题）

- A. 铁（Fe）； B. 镉（Cd）； C. 铅（Pb）；
D. 砷（As）； E. 汞（Hg）； F. 铬（Cr）。

【答案】 BCDEF

【解析】

土壤重金属污染是指因人类活动导致土壤中的某些重金属或类金属元素含量过高，从而对生态环境和人体健康产生危害。

B(镉)，C(铅)，E(汞)，F(铬)都是典型的、毒性较强的重金属污染物。

D(砷)虽然是类金属，但因其毒性，在环境科学中通常与重金属污染一并讨论。

A(铁)是地壳中的常见元素，也是植物和人体的必需微量元素，一般不被列为土壤污染物。

【考点归纳】

环境地学：土壤污染，重金属污染物的种类。

Q15. 下面关于土壤的陈述中哪一个（些）是正确的？（多选题）

- A. 矿物质占土壤固体物质总重量的 90%以上；
B. 有机质占土壤固体物质总重量的 5%左右；
C. 腐殖质能显著提高土壤的生产力；
D. 干旱地区的土壤常呈弱酸性或酸性；
E. 存在于土壤颗粒表面的吸湿水是植物根系可以吸收的水分来源。

【答案】 ABC

【解析】

A, B: 正确。土壤的固体部分由绝大部分的矿物质（通常>90%）和一小部分的有机质（在肥沃土壤中约 1-6%）组成。这两个选项是对土壤基本组成的合理描述。

C: 正确。腐殖质是高度分解的有机质，能改善土壤的物理结构（团粒结构）、化学性质（保肥、缓冲酸碱）和生物活性，是土壤肥力的核心，能显著提高土壤生产力。

D: 错误。干旱地区降水少，蒸发强烈，土壤中钙、镁等盐基离子淋溶弱，易于富集，因此土壤通常呈中性至碱性（pH > 7）。酸性土壤常见于降水充沛的湿润地区。

E: 错误。土壤中的水分分为重力水、毛管水和吸湿水。吸湿水是被土壤颗粒以分子力紧紧吸附的一层薄膜水，植物根系无法吸收利用。植物主要吸收利用的是**毛管水**。

【考点归纳】

土壤学：土壤的组成（矿物质、有机质、腐殖质），土壤化学（pH 值），土壤水分类型。

Q16. 下面关于月壤与地球土壤描述中哪一个（些）是正确的？（多选题）

- A. 月壤和地球土壤的成份中都含有大量 SiO_2 ；
B. 月壤比地球土壤具有较高的黏性；
C. 月壤中富含放射性元素氦-3；
D. 月壤中富含铁、镁、钙等金属元素。

【答案】 AD

【解析】

月壤是月球表面的岩石经微陨石撞击、宇宙射线辐射等太空风化作用形成的碎屑层，与地球上经

水、大气、生物作用形成的土壤有本质区别。

A: 正确。月球和地球的岩石圈都由硅酸盐岩石构成, 因此月壤和地球土壤的主要化学成分都是以 SiO_2 为主的硅酸盐。

B: 错误。月壤颗粒非常细小, 是由玄武岩和辉长岩演变而来的松散颗粒, 而土壤黏性是指土壤在一定含水量的情况下, 土壤黏着外物表面的性能, 月壤缺少水分时并不能体现黏着性。

C: 错误。氦-3 (^3He) 是氦的稳定同位素, 不是放射性元素。它作为太阳风的成分被注入月壤中而得以富集, 被认为是未来理想的核聚变燃料。

D: 正确。月球表面广布的玄武岩是富含铁和镁的基性岩石; 月球高地则富含由斜长石构成的斜长岩, 斜长石富含钙和铝。因此月壤富含这些金属元素。

【考点归纳】

行星地质学, 月壤的成因、成分和物理特性。

Q17-Q19背景资料:

岩浆活动是一种常见的地球内力地质作用, 它与板块运动及壳幔相互作用等息息相关, 并在地球演化中扮演了十分重要的角色。岩浆活动对人类的生产和生活产生着巨大影响, 它不但与自然灾害相关联, 而且还与大量矿产资源的形成具有成因联系。

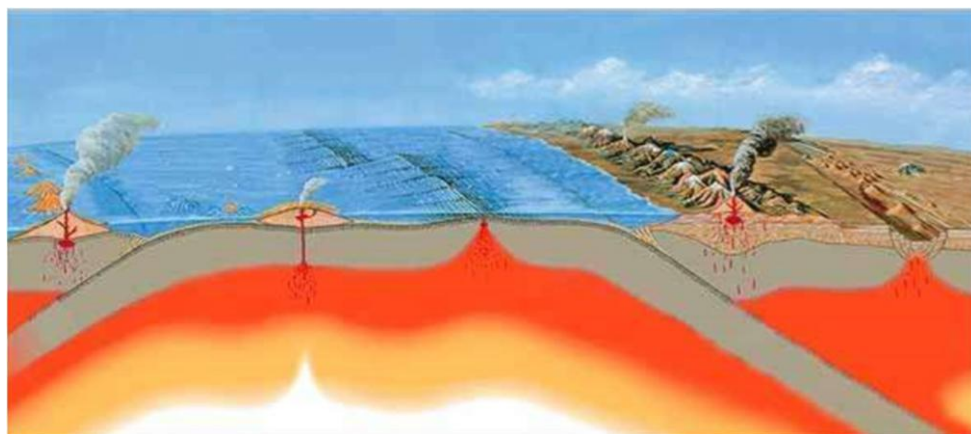


图 7 岩浆活动示意

Q17. 下面关于岩浆活动与构造运动的陈述中哪些是错误的? (多选题)

- A. 基性-超基性岩体的分布多与深大断裂有关;
- B. A型花岗岩形成于碰撞造山作用后期;
- C. 洋壳俯冲作用可形成玄武质岩浆;
- D. 双峰式火山岩与构造挤压作用有关;
- E. 夏威夷火山活动与地幔柱有关。

【答案】 BCD

【解析】

A 型花岗岩是指“无水的、碱性的、非造山成因的”花岗岩, 一般形成于裂谷环境, 而非碰撞造山作用。B 选项错误。

洋壳俯冲作用伴随着大洋地壳的俯冲下插, 在高温高压下发生熔融并与深部物质发生混染, 形成安

山质和花岗质等长英质岩浆。C选项错误。

双峰火山岩是指一套二氧化硅含量差别很大,在TAS图解中出现间断分布的火山岩组合。双峰式火山岩多出现于多种大地构造背景中,如大陆裂谷、洋岛、大陆拉张减薄、弧后扩张、造山后、洋内岛弧和成熟岛弧/活动陆缘等。D选项错误。

【考点归纳】大地构造与岩浆岩组合。

Q18. 下面关于侵入岩的陈述中哪些是正确的? (多选题)

- A. 岩浆侵入到上部地壳中常形成岩基、岩床、岩钟、岩株、岩墙、岩脉等;
- B. 花岗岩的矿物组成有石英、斜长石、钾长石、黑云母等;
- C. 斑岩体的源区通常较浅;
- D. 岩浆冷凝过程中石英最早结晶;
- E. 花岗岩是地表分布最广的岩浆岩。

【答案】 ABE

【解析】

A: 正确。这列举的都是典型的侵入岩体产状。

B: 正确。这是花岗岩的典型矿物组合,均为架状硅酸盐和层状硅酸盐这类金属阳离子比例较低的矿物,符合花岗岩酸性的成分特征。你可以尝试从身边的花岗岩材料(如雕塑、石板、外立面等)中识别出这些矿物:石英为灰白色,近看为白色到无色;斜长石为灰色,具有聚片双晶;钾长石为肉红色,具有卡式双晶,转动时可看到晶面闪光;黑云母为黑色片状矿物,晶面光泽较强。花岗岩有时也会有角闪石等矿物出现。

C: 错误。斑岩体是形成于地壳较浅的位置,但其岩浆源区通常很深,与深部的岩浆房有联系。

D: 错误。根据鲍文反应序列,石英是岩浆中结晶温度最低的常见矿物之一,因此在岩浆冷凝的最后阶段结晶。按照鲍文反应序列,不连续反应系列中结晶温度从高到低分别为橄榄石(约1200–1400℃)、斜方辉石(约1100–1200℃)、单斜辉石(约1000–1100℃)、角闪石(约950–1000℃)和黑云母(约850–900℃);连续反应系列中的钙长石端元结晶温度约为1350–1200℃,逐渐过渡到钠长石端元(约900–750℃);而最后结晶的低温阶段矿物则为白云母(约700–600℃)、正长石(约700–600℃),最后才是石英(约650–600℃)。

E: 正确。花岗岩是大陆地壳中分布最广的侵入岩,且有大面积出露,是地表分布最广的岩浆岩。硅铝质大陆地壳的成分主要由花岗岩贡献。

【考点归纳】

岩石学:火成岩:侵入岩的产状,花岗岩的矿物组成,鲍文反应序列。

Q19. 下面关于火山活动的陈述中哪一个(些)是正确的? (多选题)

- A. 长期不活动的火山是死火山;
- B. 火山喷发类型包括中心式喷发和裂隙式喷发;
- C. 环太平洋火山链集中了全球近70%的火山;
- D. 基性火山喷发形成的熔岩流较酸性火山熔岩流更加黏稠;
- E. 云贵高原的形成与晚古生代峨眉山玄武岩喷发有关。

【答案】 BCE

【解析】

A: 错误。长期不活动但仍有喷发潜力的火山被称为休眠火山。死火山是指没有地下岩浆房、已完全丧失活动能力的火山。休眠火山仍可能喷发,如长白山等。

B: 正确。这是火山喷发最基本的两种方式。中心式喷发形成火山锥,裂隙式喷发形成熔岩台地。

C: 正确。环太平洋火山带是地球上最主要的火山活动区,集中了全球约70-75%的活火山和休眠火山。

D: 错误。岩浆的黏稠度主要取决于二氧化硅(SiO_2)等络阴离子的含量。酸性岩浆(如流纹岩)富含 SiO_2 ,黏度高。基性岩浆(如玄武岩)贫 SiO_2 ,黏度低,流动性好。

E: 正确。晚古生代(二叠纪)的峨眉山玄武岩喷发是一个古老的大火成岩省事件,它构成了云贵高原部分地区的基底,与印支运动一起,造成了云贵地区的地壳结构变动,为后来的云贵高原形成创造了基础条件。

【考点归纳】

火山学: 火山的分类、喷发类型、全球分布,岩浆的物理性质(黏度)。

“海亮杯”第三届全国中学生地球科学竞赛决赛试题 参考答案与解析

注 意 事 项

在答题前请认真阅读本注意事项及答题要求

1. 本试卷共分为三个部分，第一部分为单选题，第二部分为不定项选择题，第三部分为读图、不定项选择题。本次考试时间为 120 分钟。考试结束后，请将本试卷、答题卡、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。
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、单选题（每题正确得 1 分，选错、多选不得分）

1、火星表面最大的火山岩省是：

- A、风暴洋 B、爱丽斯米 C、萨西斯 D、环海拉斯

【答案】C

【解析】

火星表面最大的火山岩省是**萨西斯（Tharsis）**地区，这是一个巨大的火山高原，包含了太阳系中一些最大的火山，如奥林帕斯山。风暴洋是月球上的区域，爱丽斯米和环海拉斯是火星上的盆地，但不是火山岩省。

风暴洋位于月球正面西侧，是面积约 400 万平方公里的月海（玄武岩平原），由 30 亿年前的火山喷发熔岩填充撞击盆地形成，阿波罗 12 号曾在此着陆。风暴洋在月球而非火星。

爱丽斯米（Elysium，又译作埃律西昂）位于火星埃律西昂地区北部的火山平原，包含埃律西昂山等火山，20 亿年前经历火山活动，NASA“洞察号”在此探测火星地震与内部结构。

环海拉斯是火星南半球直径 2,300 公里的撞击盆地，深达 7 公里，约 40 亿年前小行星撞击形成，是研究火星古气候与地质演变的关键区域。

【考点归纳】

行星地质学：火星与月球地貌。

2、我国火星车“祝融”着陆区位于以下哪个盆地的南部？

- A、乌托邦 B、海拉斯 C、宜斯蒂斯 D、阿吉尔

【答案】A

【解析】

“祝融号”火星车的着陆区选在火星北半球的乌托邦平原（Utopia Planitia）南部。这是一个巨大的撞击盆地，地质历史悠久，被认为可能存在古海洋的证据。

【考点归纳】

深空探测：我国的地外行星探测任务。

行星科学：火星地质、地外行星相关地质资料。

3、我国月球车“玉兔2号”着陆区的主要物质为下列哪个撞击坑的溅射物？

- A、南极-艾特肯盆地 B、芬森 C、冯·卡门 D、莱布尼茨

【答案】B

【解析】

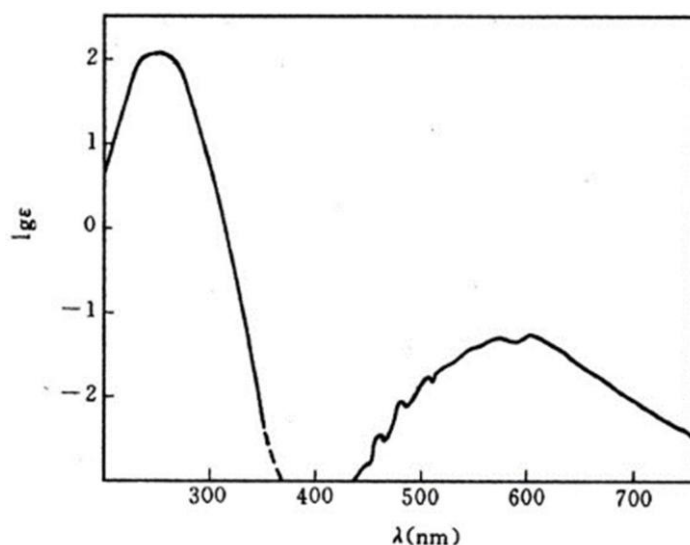
“玉兔2号”的着陆点位于月球背面的冯·卡门撞击坑内，而冯·卡门撞击坑本身又位于更大的南极-艾特肯盆地中。科学研究表明，着陆区的主要物质来源于其东北方向的芬森（Finsen）撞击坑在形成时抛射出的溅射物。

【考点归纳】

深空探测：我国的月球探测任务。

行星科学：月球地质、地外行星（包括月球）相关地质资料。

4、下图为臭氧的吸收光谱图，请根据你对臭氧的理解，以下正确的说法是：



- A、臭氧对太阳光谱吸收最强的位置不在紫外光区
B、大气中的臭氧主要集中在平流层
C、对流层中的臭氧可分解紫外线，对皮肤有保护作用
D、氟元素对臭氧具有分解作用

【答案】B

【解析】

从图中可以看出，吸收峰值出现在波长约 250 nm 处，属于紫外光区（UV-C）。A 项错误。

大气中约 90% 的臭氧集中在平流层，形成臭氧层。B 项正确。

对流层中的臭氧是一种污染物，对生物体有害；起到保护作用的是平流层的臭氧，C 项错误。

破坏臭氧层的主要是含氯（Cl）和溴（Br）的物质（如氟利昂），而非氟（F）元素本身，D 项错误。

故本题选择 B 项。

【考点归纳】

大气科学：臭氧层相关知识，光谱分析，读图能力。

5、以下哪种气体不具有温室效应？

- A、二氧化碳 B、甲烷 C、氧化亚氮 D、二氯乙烯

【答案】D

【解析】

二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄)、氧化亚氮 (N₂O) 都是主要的温室气体，它们能够吸收地表的长波辐射，导致大气变暖。二氯乙烯是一种有机溶剂，虽然是挥发性有机物，但通常不被归类为主要的温室气体。

【考点归纳】

大气科学：气候学：温室效应、大气化学

6、下列不属于全球定位卫星系统 (GNSS) 的是：

- A、GPS B、北斗系统 C、铱星系统 D、伽利略系统

【答案】C

【解析】

全球导航卫星系统 (GNSS) 是一个泛称，指的是所有卫星导航系统。美国的 GPS、中国的北斗系统 (BDS)、欧洲的伽利略系统 (Galileo) 以及俄罗斯的格洛纳斯系统 (GLONASS) 都属于 GNSS。

铱星系统 (Iridium) 是一个全球卫星电话和数据服务系统，属于卫星通信系统，而非导航定位系统。

其他区域/辅助卫星导航系统还有日本的 QZSS (准天顶卫星系统)、印度的 NavIC (印度区域导航系统) 和 GNSS 配套的 SBAS (星基增强系统) 等。

其他重要的卫星服务系统还包括 Starlink 和 OneWeb 等卫星通信系统，高分系列、Landsat 和 Sentinel 等遥感观测系统等。

【考点归纳】

近地空间探测技术：卫星导航系统。

7、不可以用遥感对地观测技术获得气候变化指标是：

- A、气温 B、海冰范围 C、海洋pH值 D、冰川质量

【答案】C

【解析】

遥感技术可以通过热红外传感器等手段反演地表或大气温度。A 项正确。

也可以通过可见光、微波等传感器监测海冰的覆盖范围和密集度。B 项正确。

同时也能通过重力卫星 (如 GRACE) 测量重力场变化来反演冰川质量的变化。D 项正确。

而海洋的 pH 值是一个化学参数，需要通过现场采样或布设传感器进行直接测量，无法通过遥感卫星直接观测获得。C 项错误。

故本题选择 C 项。

【考点归纳】

大气科学：臭氧层相关知识，光谱分析，读图能力。

8、GPS 是：

- A、高轨道卫星 B、倾斜地球同步轨道卫星
C、低轨道卫星 D、中轨道地球卫星

【答案】D**【解析】**

GPS 卫星运行在距离地面约 20200 公里的中地球轨道 (Medium Earth Orbit, MEO) 上。低轨道 (LEO) 通常指 2000 公里以下, 高轨道 (HEO) 一般指地球静止轨道 (GEO, 约 36000 公里) 或更高。其他 GNSS 卫星大多数也运行在 MEO 上。

互联网通信卫星 (如 Starlink 和 OneWeb) 和部分遥感卫星运行在低轨道 (LEO), 距离地面更近, 有助于提供服务。

部分通信卫星和气象卫星运行在地球静止轨道 (GEO) 上, 提供某一地区的卫星通信和气象监测。倾斜地球同步轨道 (IGSO) 提供了类似静止轨道的长时间覆盖和同步功能, 但其轨道倾斜允许卫星覆盖更广泛的地区, 特别是高纬度地区。部分移动通信卫星运行在该轨道上。

北斗卫星导航系统在 MEO 的基础上增加了部分在 GEO 和 IGSO 上运行的卫星, 以为亚太地区提供更精确的定位服务。

【考点归纳】

近地空间技术: 卫星轨道、GNSS 系统构成。

9、北斗系统区别于 GPS 独有的功能:

A 短报文 B 星间链路 C 导航定位 D 授时

【答案】A**【解析】**

导航定位和授时是所有 GNSS 系统的基本功能。星间链路技术虽然是北斗三代系统的重要特征, 但 GPS 等系统也在发展类似技术以提高自主运行能力。而短报文通信 (或称报文服务) 是北斗系统从建设之初就具备的特色功能, 允许用户在没有其他通信网络的情况下发送短消息, 这是 GPS 系统不具备的。北斗系统利用 GEO/IGSO 卫星实现区域增强的功能也是独有的。

【考点归纳】

近地空间技术: GNSS 系统比较、北斗系统特点。

10、使地球岩石磁性消失的温度称为居里温度, 下列分析正确的是:

- A、地球内部居里面是一个特殊的温度界面;
- B、居里温度也是岩石发生熔融的温度;
- C、地球岩石圈底部就是居里温度面的位置;
- D、沉积岩多的地区下方居里面深度一般很深。

【答案】A**【解析】**

A: 居里温度是指磁性材料中自发磁化强度降到零时的温度, 是铁磁性或亚铁磁性物质转变成顺磁性物质的临界点。地下的温度随深度增加, 当地下某深度的温度达到居里温度时, 铁磁性岩体变成顺磁性岩体, 这个温度等值面被称为居里面。因此 A 正确。

B: 岩石的熔融温度一般远高于居里温度, B 错误。

C: 岩石圈底界的温度一般在 1200°C 左右, 远高于居里温度, 因此居里面位于岩石圈内部, C 错误。

D: 沉积盖层的热导率通常低于结晶基底, 因此在沉积盆地等沉积岩厚的地区, 地温梯度较高, 达

到居里温度的深度会更浅，D 错误。

【考点归纳】

固体地球物理学：地磁学、地球内部圈层结构。

11、大地震发生后常会产生洛夫波和瑞雷波(统称为面波)以及 P 波和 S 波(统称为体波)。下列关于面波和体波的描述何者错误：

- A、体波可以在地球深部传播；
- B、面波只能在靠近地表的地球浅部传播；
- C、震源越深的地震越不容易产生面波；
- D、洛夫波造成的质点振动主要是倒椭圆形态。

【答案】 D

【解析】

体波（P 波和 S 波）可以在地球内部传播，而面波（洛夫波和瑞雷波）是由体波传播到地表或地球内部介质分界面时激发产生的，能量主要集中在地表附近，传播速度也比体波慢（如果震源非常深，体波能量在到达地表前已经显著衰减，激发出的面波就相对较弱）。所以选项 ABC 描述均正确。洛夫波（Love wave）是质点在地表做水平方向、垂直于波传播方向的剪切振动。瑞雷波（Rayleigh wave）的质点振动形态是在垂直平面内呈逆行椭圆形。因此 D 描述的是瑞雷波的特征，是错误的。

【考点归纳】

固体地球物理学：地震波类型与特征（可以参考 2018 年预赛第 60 题后的知识拓展）。

12、板块构造理论认为，以地质时间尺度来看地球表面的岩石圈浮在软流圈上移动。下列关于软流圈和岩石圈的描述何者错误：

- A、不同地区的岩石圈厚度不同，但全球平均岩石圈的厚度大约是 100 km；
- B、软流圈是由于高温高压环境造成此处出现熔融，使得软流圈可以产生流动；
- C、由于软流圈具有流动性，因此地震 S 波无法穿过此圈层；
- D、大陆岩石圈的厚度一般大于海洋岩石圈的厚度。

【答案】 C

【解析】

A、D：岩石圈为地壳+地幔上部（软流圈以上）刚性部分的总称。岩石圈的厚度不均，大陆岩石圈（平均约 150–200 km）通常比海洋岩石圈（平均约 50–100 km）厚。全球平均厚度约为 100 km。大陆地壳一般具有硅铝-硅镁复合结构，这是岩浆分异的结果；而大洋地壳一般只包含硅镁质，因此大陆岩石圈通常比海洋岩石圈厚。A 和 D 描述正确。

B：软流圈位于岩石圈之下，处于高温高压下，岩石发生部分熔融（约 1–5%），使其整体呈现出塑性，具有可流动性。B 描述正确。

C：S 波（横波）无法穿过完全液态的物质（如外地核）。软流圈是部分熔融状态，大部分仍为固体，并非完全液体，S 波可以在其中传播，只是波速会显著降低（形成低速带）。因此 C 描述错误。

【考点归纳】

板块构造理论。

固体地球物理学：地球内部圈层结构、地震波的传播。

13、显生宙以来有5次大的生物灭绝事件，以下说法不正确的是：

- A、泥盆纪末生物大灭绝 B、奥陶纪末生物大灭绝
C、寒武纪末生物大灭绝 D、白垩纪末生物大灭绝

【答案】 AC（题设有误，选择A、C或AC均得1分）

【解析】

本题考查地质历史时期的五次生物大灭绝事件。地质历史上曾发生过五次生物大灭绝事件，包括奥陶纪末生物大灭绝、泥盆纪晚期生物大灭绝（F-F生物大灭绝）、二叠纪末生物大灭绝、三叠纪末生物大灭绝和白垩纪末生物大灭绝。泥盆纪晚期生物大灭绝发生于弗拉期（Frasnian）与法门期（Famennian）之间，并非泥盆纪末（此时距泥盆纪结束还有约1300万年），因此A项错误。寒武纪末的确发生过生物灭绝事件，但是规模较小且存在争议（有学者认为该时期化石种类的减少只是由于化石记录的不完备性），不属于五次生物大灭绝之一，因此C项错误。本题选择A、C项。

【考点归纳】

古生物学基础：地质历史、生物大灭绝事件。

14、鸟类起源于恐龙的证据，以下说法不正确的是：

- A、某些恐龙具有羽毛
B、寐龙保持了鸟类的睡姿
C、分支系统学支持鸟类和其他恐龙有最近共同祖先
D、始祖鸟有长长尾巴

【答案】 D

【解析】

本题考查鸟类的起源与演化。大量带羽毛的恐龙化石，如中华龙鸟（*Sinosauropteryx*）、小盗龙（*Microraptor*）的发现、寐龙（*Mei*）化石展示的与鸟类极其相似的睡眠姿态均表明，部分兽脚类恐龙已经演化出了鸟类的代表特征；而系统发生学结合大量性状构建出的系统发育树更是直接确定了鸟类与兽脚类恐龙的演化关系，它们均为支持鸟类起源于兽脚类恐龙的有力证据。因此A、B、C项正确。在现代鸟类中，尾椎数目减少，最后几块尾椎愈合为尾综骨，以支撑扇形的尾羽，而在始祖鸟（*Archaeopteryx*）等基位鸟类中，依然保留了长的尾椎，被认为是来源于兽脚类恐龙的祖征。但是长尾椎是多种脊椎动物的共同特征，并非恐龙的共有衍征，无法通过始祖鸟的“长长尾巴”证明鸟类起源于恐龙。因此D项错误，本题选择D项。

补充说明：据2025年发现的政和八闽鸟（*Baminornis zhenghensis*）的化石表明，典型的鸟类特征（如短尾）出现时间早于始祖鸟，因此始祖鸟的长尾并不能证明长尾是恐龙向鸟类演化的必经阶段。这从另一个角度说明了D选项是错误的。

【考点归纳】

古生物学基础：演化生物学、恐龙与鸟类的关系。

15、水龙兽是魏格纳大陆漂移学说的证据，它们出现的时代是：

- A、早二叠世 B、早三叠世 C、侏罗纪 D、白垩纪

【答案】 B

【解析】

本题考查大陆漂移学说的生物学证据。水龙兽（*Lystrosaurus*）是一类生活在二叠纪晚期至三叠纪早

期的合弓纲动物，是三叠纪早期最常见的陆地脊椎动物。虽然作为陆生动物，水龙兽无法跨越广阔的海洋，但它们的化石广泛分布于南非、印度、南极洲、中国和俄罗斯等地。因此，水龙兽在不同大陆的分布成为支持这些大陆在当时曾经连接在一起（即盘古大陆）的有力证据。因此B项正确。

【考点归纳】

古生物学基础。

板块构造基础：大陆漂移学说、相应的地质年代。

16、最早的鱼类登陆是在什么时代？

A、志留纪 B、泥盆纪 C、二叠纪 D、三叠纪

【答案】B**【解析】**

本题考查脊椎动物的登陆。泥盆纪被称为“鱼类时代”，鱼类在这个时期空前繁盛，而且发生了重要的演化事件。泥盆纪晚期，肉鳍鱼类中的四足形类演化出了原始的四肢，代表动物如提克塔利克鱼（*Tiktaalik*）、棘螈（*Acanthostega*）、鱼石螈（*Ichthyostega*）等，完成了从水生到陆生的关键一步，实现了脊椎动物的首次登陆。因此B项正确。

【考点归纳】

古生物学：脊椎动物的演化。

17、以下哪一类不属于恐龙：

A、中华龙鸟 B、沧龙 C、羽王龙 D、鸭嘴龙

【答案】B**【解析】**

本题考查恐龙的定义与分类。

中华龙鸟是一种带羽毛的小型兽脚亚目恐龙，A项正确；

沧龙是一类大型的海洋爬行动物，属于鳞龙形下纲，与现代的蛇和巨蜥亲缘关系更近，它们与恐龙同时代生活在海洋中，但并不属于恐龙，B项错误；

羽王龙是一种带羽毛的大型恐龙，属于兽脚亚目，C项正确；

鸭嘴龙是一种鸟臀目恐龙，D项正确。

因此本题选择B项。

此外，翼龙、鱼龙和蛇颈龙尽管带有“龙”字，却不属于恐龙；而根据分支分类学的基本原理，所有鸟类都属于恐龙。

【考点归纳】

古生物学：恐龙的定义与分类。

18、野外如何区分灰岩和白云岩，以下说法不正确的是：

- A、加稀盐酸，灰岩剧烈起泡，白云岩缓慢出泡
- B、白云岩往往刀砍纹发育
- C、用小刀刻划
- D、灰岩颜色往往较深白云岩相对较浅

【答案】C

【解析】

A: 这是最经典的区分方法。灰岩主要成分是方解石(CaCO_3), 与稀盐酸反应剧烈。白云岩主要成分是白云石 $\{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2\}$, 只有在粉末状态下或加热时才与稀盐酸剧烈反应, 块状样品反应缓慢或不反应。A 正确。

B: 白云岩由于其交代成因和重结晶作用, 往往质地较粗, 风化后表面常呈粗糙的砂糖状或留下类似刀砍的纹路 (见图)。B 是常见的宏观特征。



C: 灰岩和白云岩的摩氏硬度都在 3-4 之间, 都可以被小刀 (硬度约 5.5) 刻划, 因此小刀刻划不能有效区分两者。

D: 有时候灰岩的颜色较深 (如灰色、暗灰色等), 而白云岩常为浅色 (如白色、灰白色等), 但颜色的深浅并不是判断灰岩和白云岩的可靠标准。因此“灰岩颜色往往较深白云岩相对较浅”的说法部分正确, 但有时不能作为可靠的区分依据。

【考点归纳】

岩石学: 三大岩类鉴定 (如碳酸盐岩)。

19、关于水平层理说法不正确的是:

A、沉积岩的一种层理构造

B、细层界面平直且相互平行

C、低能环境的产物

D、主要产自砂岩和砾岩中

【答案】D

【解析】

A、B: 水平层理是沉积岩中最常见的一种原生沉积构造, 其特征是构成层理的细层彼此大致平行。

A、B 正确。

C: 水平层理形成于水动力条件相对稳定、平静的环境, 如湖泊、深海等, 属于低能环境的产物。C 正确。

D: 水平层理主要形成于悬浮沉积作用, 常见于颗粒较细的沉积物中, 如粉砂岩和泥岩。在砂岩中

也可以形成，但通常与高水流状态下的“高流态水平层理”有关。而砾岩是高能环境下快速堆积的产物，通常发育块状层理或交错层理，很少发育典型的水平层理。因此D选项错误。

【考点归纳】

岩石学：沉积物与沉积构造。

20、下图所示的沉积构造为：



A、鲕粒灰岩 B、竹叶状灰岩 C、遗迹化石 D、生物碎屑灰岩

【答案】 B

【解析】

图中显示的岩石由许多扁平、略带棱角的砾屑组成，这些砾屑在形态上类似竹叶，被黄色的砂质或泥质基质胶结。这是“竹叶状灰岩”的典型特征。它是一种内碎屑灰岩，通常形成于潮坪等环境下，半固结的泥灰岩沉积物被风暴等作用破坏、搬运、再沉积而成。

【考点归纳】

岩石学：沉积物与沉积岩、沉积构造识别。

21、根据图中沉积构造判断的岩层面向是：



- A、朝上 B、朝下 C、朝左 D、朝右。

【答案】 A

【解析】

水流斜层理是由河流、海浪等流动水体携带的沉积物沉积形成的。水流推动沙粒前进，在障碍物后方或流速减缓处，沙粒会沿着一个倾斜的坡面（称为前积层）滑落沉积。随着水流方向或强度的持续变化，一系列倾斜的、彼此切割的纹层便堆积起来，形成了斜层理。水流斜层理遵循“顶截底切”准则，即在一组斜层理中，散开的一端朝上、闭合的一端朝下。这恰好符合图中斜层理的特征，故图中岩层是朝上的。

【考点归纳】

沉积岩石学：沉积构造（水流斜层理）、沉积环境（沉积相）。

22、根据图中陡崖剖面中褶皱的轴面和枢纽产状，其位态分类属于：



- A、直立水平褶皱； B、直立倾伏褶皱； C、斜歪水平褶皱； D、倾竖褶皱。

【答案】C

【解析】

褶皱的分类依据其轴面和枢纽（或褶皱轴）的产状。

轴面：将褶皱两翼大致对称分开的平面。图中的轴面明显是倾斜的，既不直立也不水平，因此排除A和B。

枢纽：褶皱转折端最大弯曲点的连线。从剖面上看，褶皱的转折端连线大致是水平的，没有明显的向剖面内外倾伏，因此属于水平褶皱。

综合来看，这是一个轴面倾斜、枢纽水平的褶皱，地质学上称为“斜歪水平褶皱”。

根据枢纽和轴面产状不同，褶皱命名见下表：

轴面产状 \ 枢纽产状	枢纽产状		
	水平(0°-10°)	倾伏 (10°-80°)	垂直 (80°-90°)
直立(80°-90°)	直立水平褶皱	直立倾伏褶皱	直立垂直褶皱 (倾竖褶皱)
斜歪(10°-80°)	斜歪水平褶皱	斜歪倾伏褶皱	斜歪垂直褶皱
平卧(0°-10°)	平卧水平褶皱	平卧倾伏褶皱	平卧垂直褶皱

【考点归纳】

构造地质学：褶皱的几何要素与分类。

23、丹霞地貌具有“顶平、身陡、麓缓”特征，下图丹霞地貌中陡崖的发育一般是由（ ）控制。



- A、正断层；
- B、节理；
- C、平移断层；
- D、逆断层。

【答案】B

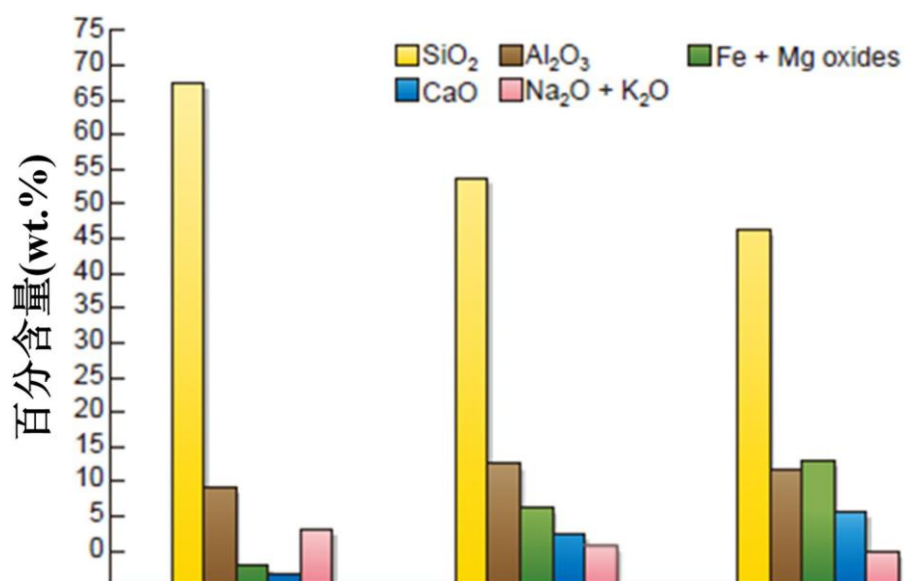
【解析】

丹霞地貌的陡崖（“身陡”）特征，主要是由岩体中发育的垂直节理控制的。节理是岩石中的裂隙，但裂隙两侧的岩块没有发生显著位移。水流等风化剥蚀力量会沿着这些垂直节理面进行侵蚀，使得岩块沿着节理面崩塌，从而形成近于直立的陡崖。断层虽然也能形成陡崖，但丹霞地貌普遍发育的陡崖主要是节理控制的宏观风化地貌。

【考点归纳】

构造地质学：丹霞地貌成因、节理与风化作用。

24、图中为三类岩石的典型成分特征，从左向右三类岩石分别是：



A、流纹岩，玄武岩，安山岩

B、安山岩，玄武岩，流纹岩

C、玄武岩，安山岩，流纹岩

D、流纹岩，安山岩，玄武岩

【答案】D

【解析】火成岩的化学成分是分类的重要依据，特别是二氧化硅（SiO₂）的含量：

左图：SiO₂含量最高（>65%），铁镁氧化物含量低，而碱金属（Na₂O + K₂O）含量相对较高。这是酸性岩浆岩的特征，对应选项中的流纹岩。

中图：SiO₂含量居中（约55%），各项成分含量介于左右两者之间。这是中性岩浆岩的特征，对应选项中的安山岩。

右图：SiO₂含量最低（<50%），铁镁氧化物和钙（CaO）的含量最高。这是基性（铁镁质）岩浆岩的特征，对应选项中的玄武岩。

因此，从左到右的顺序是流纹岩、安山岩、玄武岩。

如SiO₂含量低于45%，对应的喷出岩则是科马提岩（极罕见）。

【考点归纳】岩石学、岩浆岩（喷出岩）的化学分类、地球化学。

25. 随着岩浆温度由高到低慢慢冷凝，基性岩浆中铁镁硅酸盐矿物结晶先后顺序是：

A、橄榄石，辉石，角闪石，黑云母

B、辉石，橄榄石，角闪石，黑云母

C、橄榄石，角闪石，辉石，黑云母

D、辉石，橄榄石，黑云母，角闪石

【答案】 A**【解析】**

此题考察的是鲍文反应序列 (Bowen's reaction series) 中的不连续系列。该序列描述了岩浆在冷却过程中, 铁镁矿物结晶的先后顺序。在高温时, 最先结晶的是结构最简单的橄榄石 (岛状硅酸盐); 随着温度下降, 已结晶的橄榄石会与岩浆中富余的硅氧四面体反应, 转变为结构较复杂的辉石 (单链硅酸盐); 温度继续降低, 辉石再与剩余岩浆中的硅氧四面体反应为角闪石 (双链硅酸盐); 最后在温度更低时, 角闪石反应为黑云母 (层状硅酸盐)。

【考点归纳】

岩石学和矿物学: 造岩矿物、鲍文反应序列。

26. 以下哪个对太阳系元素丰度基本特点的描述是正确的:

- A、丰度最高的元素是 H 和 He; 一般来说, 偶数质量数的核素相比临近的奇数质量数的核素丰度要高; Fe 相比于临近质量数的元素异常富集
- B、丰度最高的元素是 H 和 O; 一般来说, 偶数质量数的核素相比临近的奇数质量数的核素丰度要低; Fe 相比于临近质量数的元素异常富集
- C、丰度最高的元素是 H 和 O; 一般来说, 偶数质量数的核素相比临近的奇数质量数的核素丰度要高; Fe 相比于临近质量数的元素异常亏损
- D、丰度最高的元素是 H 和 He; 一般来说, 偶数质量数的核素相比临近的奇数质量数的核素丰度要低; Fe 相比于临近质量数的元素异常亏损

【答案】 A**【解析】**

太阳系元素丰度有几个基本规律:

氢 (H) 和氦 (He) 是宇宙大爆炸的直接产物, 构成了宇宙中绝大多数的物质, 丰度最高。

奥多-哈金斯规则 (Oddo-Harkins rule) 指出, 原子序数为偶数的元素通常比其前后相邻的奇数原子序数的元素更稳定、丰度更高。

在原子序数 26 的位置, 铁 (Fe) 的原子核比结合能最高, 是恒星核聚变能产生的最稳定的重元素, 因此其丰度相对于周围元素有一个明显的峰值, 即“铁峰”。

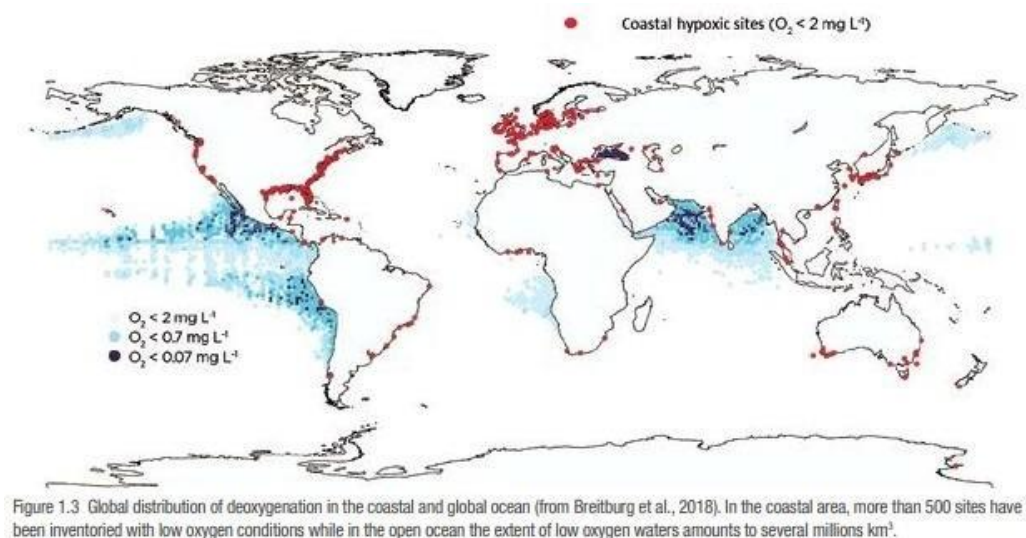
选项 A 准确地描述了这三点。

【考点归纳】

宇宙学: 宇宙演化。

地球化学: 元素丰度。

27. 国际自然保护联盟发布的一项研究发现, 人类活动正在使海洋因氧气逐渐耗尽而“窒息”, 给海洋生态和渔业造成更多威胁。海洋缺氧带海水中以下哪种元素相比于富氧海水具有更高的溶解度。



(全球海域缺氧情况分布图 图源: IUCN)

A、钛; B、锰; C、铝; D、铀

【答案】B

【解析】

在氧化(富氧)环境中, 锰(Mn)通常以不溶于水的四价氧化物(如 MnO_2)形式存在。但在还原(缺氧)环境中, 其会被还原成可溶于水的二价锰离子(Mn^{2+})。因此, 在海洋缺氧带中, 锰的溶解度会显著高于富氧海水。而其他选项中的元素在这种氧化还原条件下的溶解度变化较小。故本题选择B项。

【考点归纳】

地球化学: 海洋化学、氧化还原环境、化学元素地球化学行为。

28、全球火山每年都有 50 多次喷发, 岛弧与大陆地区的火山喷发造成了主要的火山灾害。以下关于火山喷发的描述错误的:

- A、强火山喷发的尘埃在平流层能维持 2~3 年, 甚至可以对全球气候造成影响。
- B、气体对气候影响的持续时间不同, 可将其分为长期效应和短期效应气体, 火山喷发的气体属于长期效应气体。
- C、火山喷出的气体主要包括水蒸气、二氧化碳、二氧化硫、硫化氢、氯化氢和氟化氢等。
- D、火山硫化物气体与卤化物气体可在大气圈中形成酸雨。

【答案】B

【解析】

强烈的火山喷发可将火山灰和含硫气体注入平流层, 形成气溶胶, 反射太阳辐射, 导致全球气温下降, 这种效应可持续数年。A项正确。

火山气体的主要成分是水蒸气和二氧化碳, 同时也包含 SO_2 、 H_2S 等含硫气体和 HCl 、 HF 等卤化物气体。这些气体溶于水会形成酸雨。C、D项正确。

火山喷发对气候的影响是复杂的, SO_2 形成的硫酸盐气溶胶, 其降温效应是短期的(几年); 而喷发出的 CO_2 总量相对于人类活动排放总量较小。因此, 从火山喷发对气候的“主要”和“显著”影响来看, 其短期(几年)的冷却效应更为明显, 因此将火山喷发气体笼统地归为“长期效应气体”是不

准确的，其显著的气候效应（冷却）是短期的。B项错误。

故本题选择B项。

【考点归纳】

火山学：火山的影响。

大气科学：火山对气候的影响。

29、由于秦岭南北的温度、气候、地形均呈现差异性变化，因而秦岭-淮河一线成为了中国地理上最重要的南北分界线，以下描述正确的是：

- A、秦岭北坡是迎风坡，气流沿坡爬升，所以北坡降水多于南坡。
- B、秦岭以南的地区，纬度低，太阳高度角小，接受的太阳辐射能多，所以年平均气温较高。
- C、秦岭北部是暖温带，秦岭南部是副热带。
- D、秦岭以南雨季开始晚，结束早，雨季短。

【答案】C

【解析】

秦岭是东西走向的山脉，阻挡了夏季从南方来的暖湿气流，南坡是迎风坡，降水多；北坡是背风坡，降水少。A项错误。

秦岭以南地区纬度低，正午太阳高度角大，接受的太阳辐射能多，年平均气温较高。B项结论正确，理由错误。

秦岭-淮河一线是中国暖温带和亚热带（副热带）的分界线。其北部是暖温带，南部是亚热带。C项正确。

秦岭以南地区受夏季风影响早，退得晚，所以雨季开始早，结束晚，雨季长。D项错误。故本题选择C项。

【考点归纳】

气候学：地形对气候的影响。

30、霾是悬浮在大气中的大量微小尘粒、烟粒或盐粒的集合体，使空气浑浊，水平能见度在（ ）以下，即认定为霾。

- A、1 km
- B、5 km
- C、10 km
- D、20 km

【答案】C

【解析】

根据中国气象局的定义，当排除降水、沙尘暴等天气现象造成的视程障碍，相对湿度小于80%时，水平能见度小于10公里的空气普遍混浊现象，称为霾。故本题选择C项。

【考点归纳】 大气科学；天气学；环境科学。

二、多选题（每题每选对一个得1分，选错一个扣0.5分，每题最低得分为0分）

1、以下哪些属于月球的地质年代：

- A、诺亚纪
- B、艾拉托辛纪
- C、雨海纪
- D、西方纪

【答案】BC

【解析】

行星地质年代的划分是基于不同天体表面的撞击坑密度和地质事件。

月球的地质年代主要划分为：前酒海纪（Pre-Nectarian）、酒海纪（Nectarian）、雨海纪（Imbrian）、艾拉托辛纪（Eratosthenian）和哥白尼纪（Copernican）。

诺亚纪（Noachian）和西方纪（Hesperian，音译为“赫斯珀利亚纪”，意为“西方的土地”）是火星的地质年代单位。

因此，B 和 C 属于月球的地质年代。

【考点归纳】

行星科学：行星地质学、月球地质年代

【知识拓展】

水星、金星、月球、地球、火星的地质年代对照表：

	酒海纪																						
	托尔斯泰纪		早雨海世																				
水星	前托尔斯泰纪		卡洛里纪				曼苏尔纪										柯伊伯纪						
金星	前福耳图那纪														福尔图那纪		桂妮维亚纪		奥雷利亚纪				
月球	前酒海纪		晚雨海世		艾拉托辛纪										哥白尼纪								
地球	冥古宙		始太古代		古太古代		中太古代		新太古代	成铁纪	层侵纪	造山纪	固结纪	盖层纪	延展纪	狭带纪	拉伸纪	显生宙					
火星	前诺亚纪		诺亚纪		西方纪				亚马逊纪											成冰纪		埃迪卡拉纪	

2、目前火星表面发现的和水相关的矿物有哪些？

A、粘土矿物 B、氯盐 C、硫酸盐 D、蛋白石

【答案】ABCD

【解析】

通过火星探测器（如“机遇号”、“好奇号”等）和轨道器（如 MRO）的探测，已经在火星表面发现了多种与水活动密切相关的矿物。

A、粘土矿物（层状硅酸盐）：通常在 pH 中性的水环境中形成，是火星古代存在湿润环境的有力证据。

B、氯盐：是盐水蒸发后的残留物，表明火星上曾有含盐的液态水。

C、硫酸盐（如黄钾铁矾）：通常形成于酸性的水环境中，是火星地质历史中水环境变迁的标志。

D、蛋白石（水合二氧化硅）：也是在有水参与的条件形成的，代表了火星后期可能存在过的水活动。

这四种矿物都已被证实存在于火星。

【考点归纳】

行星科学：行星地质学、深空探测。

矿物学：常见矿物成分及成因。

3、火星表面水成地貌有哪些？

A、冲沟 B、谷网河道 C、外流河道 D、古湖泊

【答案】ABCD

【解析】

火星表面保存了大量由液态水塑造的地貌形态，证明其过去曾有丰富的水活动。

A、冲沟：在许多陨击坑的内壁上发现的年轻地貌，被认为可能是少量液态水（如融雪）冲刷形成的。

B、谷网河道：形态类似地球上的树枝状水系，主要分布在火星南半球的古老地形区，被认为是古代

(诺亚纪)长期、稳定的地表径流侵蚀形成的。

C、外流河道：规模巨大，通常由灾难性的洪水（如地下水瞬间释放）冲刷而成。通常出现在赤道附近，地质年代相对年轻（西方纪）。

D、古湖泊：许多封闭的盆地（尤其是陨击坑）显示出曾被水体填充的迹象，如清晰的岸线、三角洲沉积等。

这四种都是火星上典型的水成地貌。

【考点归纳】

行星科学：行星地质学、火星地貌。

4、月球表面的资源包括哪些？

A、水

B、氦-3

C、金矿

D、铜矿

【答案】 AB

【解析】

A、水：已确认在月球两极的永久阴影区中以水冰的形式存在，是未来月球基地建设和生命保障的关键资源。

B、氦-3：是太阳风长期吹拂注入到月壤中的一种氦的同位素，在地球上极其稀有，被认为是未来核聚变发电的理想燃料。

C、D、金矿、铜矿：在地球上，形成具有开采价值的贵金属矿床通常需要板块运动、岩浆活动和热液循环等复杂的地质过程。月球缺乏这些过程，虽然月球岩石中也含有微量的金、铜等元素，但并未发现富集成矿的证据，因此一般不被视为月球的可利用“资源”。

【考点归纳】

行星科学：空间资源、月球地质、矿床地质

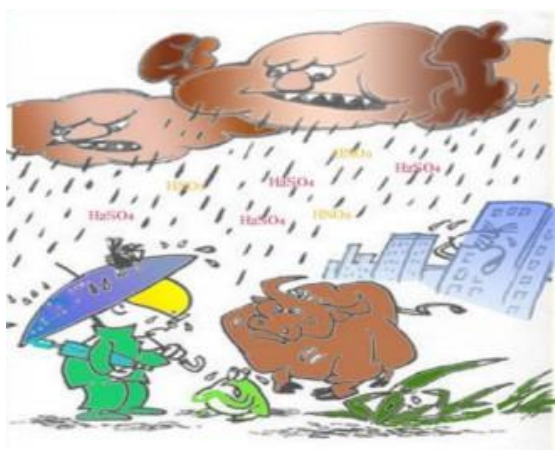
5、根据以下现象，选择二噁英在环境中残留所带来的危害？



A



B



C



D

【答案】AB

【解析】

二噁英是一类剧毒的持久性有机污染物，具有强烈的致癌、致畸、致突变（“三致”）效应。图 A（双头蛇）和图 B（多腿青蛙）属于生物发育畸形的现象，这是二噁英等环境激素致畸作用的体现。A，B 项正确。

图 C 是酸雨的危害，其主要由硫氧化物和氮氧化物引起，与二噁英无关。C 项错误。

图 D 是氟斑牙，是由于饮用水中氟含量过高引起的，与二噁英无关。D 项错误。

【考点归纳】

环境科学：环境污染物与健康危害。

6、汞污染和汞中毒是一个久远而现实的问题，鉴于此，WHO 及各国政府将其列为首先考虑的环境污染物。美国的研究指出，十二分之一或将近 5 百万名妇女体内的汞含量高于安全标准，每年可能有高达 30 万名新生儿因为汞污染其智力和神经系统受到影响，而在全世界，这一数据可能高达千百万。根据你对汞污染的理解，请选择以下正确的说法：

- A、甲基汞非常容易与蛋白质、氨基酸类物质结合；
- B、烷基汞比无机汞毒性大 10-100 倍；
- C、鱼类对 MMC 的浓缩系数为 3000，甲壳类 100-100000；
- D、水俣病就是汞污染所造成的。

【答案】ABD

【解析】

甲基汞（MMC）是汞的一种有机形态，具有很强的亲脂性和亲疏性，极易与生物体内的含硫蛋白质和氨基酸结合，在体内累积并造成损害。A 项正确。

汞的有机形态（如甲基汞、乙基汞等烷基汞）比无机汞（如氯化汞）更容易被生物体吸收且更难排出，毒性也因此更大，通常认为毒性比无机汞强十到上百倍。B 项正确。

MMC 是甲基汞（Methylmercury）的缩写，鱼类和甲壳类确实能强烈富集甲基汞，但不同物种和环境下的浓缩系数（生物富集因子）差异巨大。选项中甲壳类的富集系数范围从 100 到 100000，跨度大且上限高，这种表述不够严谨和准确，可能存在问题。C 项错误。

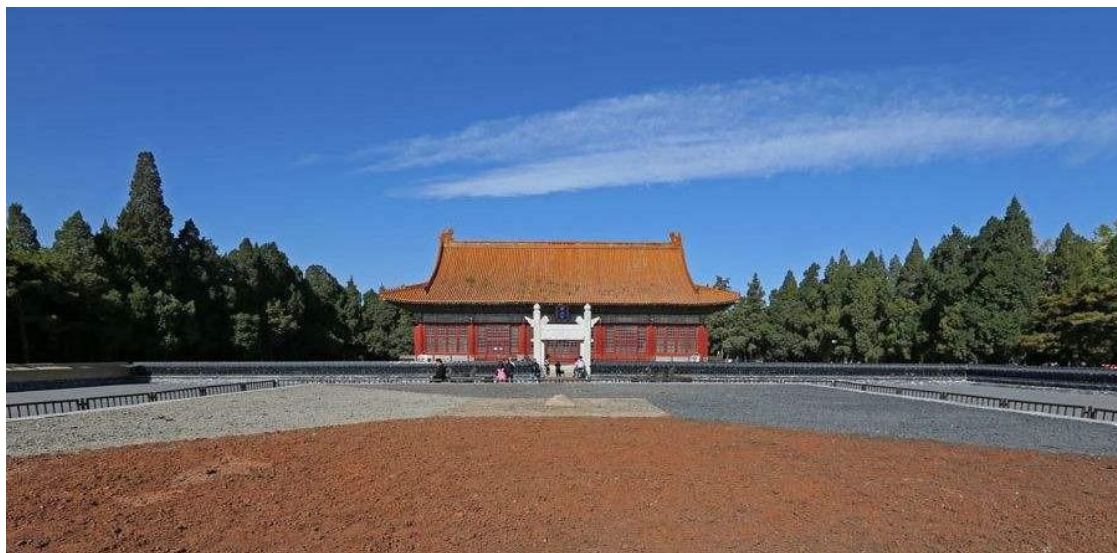
水俣病（Minamata disease）是世界著名的公害事件之一，其病因正是日本熊本县水俣湾的工厂排出的含汞废水污染了水体，当地居民食用了富集了甲基汞的海产品后导致的有机汞中毒。D 项正确。

故本题选择 ABD 项。

【考点归纳】

环境地学：环境化学、生物与环境、环境毒理学、重金属污染。

7、北京的社稷坛前有铺设“五色土”，此五色土代表我国不同地区的土壤，请选择以下正确的说法：



- A、红土中的有机质含量较高； B、热带地区不能形成黑土；
C、青土是铁铝氧化物在长期氧化作用下形成； D、黄土的矿物组成和结构较均一。

【答案】BD**【解析】**

五色土象征“普天之下，莫非王土”，代表了中国东（青）、南（红）、西（白）、北（黑）、中（黄）五个方位的土壤。

A：红土（或红壤）形成于高温多雨的南方地区，淋溶作用强烈，有机质分解快，含量较低，颜色主要来自富集的铁铝氧化物。A 错误。

B：黑土形成于寒冷湿润的环境，有机质分解缓慢，大量积累而形成。热带地区高温高湿，有机质分解极快，难以形成深厚的腐殖质层，因此不能形成典型的黑土。B 正确。

C：青土（水稻土的潜育层）是在长期淹水的还原条件下形成的，土壤中的三价铁被还原为二价铁，呈现青灰色。氧化作用下会形成红黄色的铁氧化物。C 错误。

D：黄土是风力搬运和堆积的粉砂质沉积物，其来源区（主要是中亚的荒漠和戈壁）的物质经过长距离搬运和分选，使得最终堆积下来的黄土在矿物成分（石英、长石、方解石等）和颗粒大小上都非常均一。D 正确。

【考点归纳】

环境科学：土壤学、土壤的分类。

8、以下哪些属于对地观测卫星：

- A、GNSS B、风云卫星 C、高分系列卫星 D、天问一号

【答案】BC**【解析】**

对地观测卫星（Earth Observation Satellite）是指利用空间平台对地球岩石圈、水圈、大气圈等进行

遥感观测的人造卫星，通过电磁波交互实现远距离非接触式信息获取。

A: GNSS (Global Navigation Satellite System, 全球导航卫星系统) 主要功能是为全球用户提供导航、定位和授时服务，其主要任务不是“观测”地球，不属于对地观测卫星。故 A 错误。

B、C: 风云卫星是我国的气象卫星系列，用于天气预报、气候监测等；高分系列卫星是我国高分辨率对地观测系统的卫星，用于国土普查、防灾减灾、城市规划等。它们都属于对地观测卫星。故 B、C 正确。

D: 天问一号是我国发射的火星探测器，不属于对地观测卫星。故 D 错误。

【考点归纳】

遥感：遥感卫星技术、卫星分类。

9、以下哪些属于主动遥感探测技术：

A、雷达 B、激光 C、无线电波 D、声纳

【答案】 ABD

【解析】

主动遥感指传感器带有能发射电磁波的辐射源，工作时向目标物发射，同时接收目标物反射或散射回来的电磁波，以此所进行的探测。被动遥感指利用传感器直接接收来自地物反射自然辐射源的电磁辐射或自身发出的电磁辐射而进行的探测。

A: 雷达的工作原理是主动发射微波并接收回波，是典型的主动遥感。故 A 正确。

B: 激光雷达 (LiDAR) 主动发射激光束并接收回波，属于主动遥感。故 B 正确。

C: 无线电波是一个宽泛的物理名词，是电磁波的一种。遥感技术使用无线电波段，但“无线电波”本身不是一种技术。雷达就是使用无线电波的一种主动遥感技术。此选项表述不当，故 C 错误。

D: 声纳主动发射声波并接收回波，用于探测水下目标，一般视为主动遥感的范畴。故 D 正确。

【考点归纳】

遥感原理：主动遥感与被动遥感。

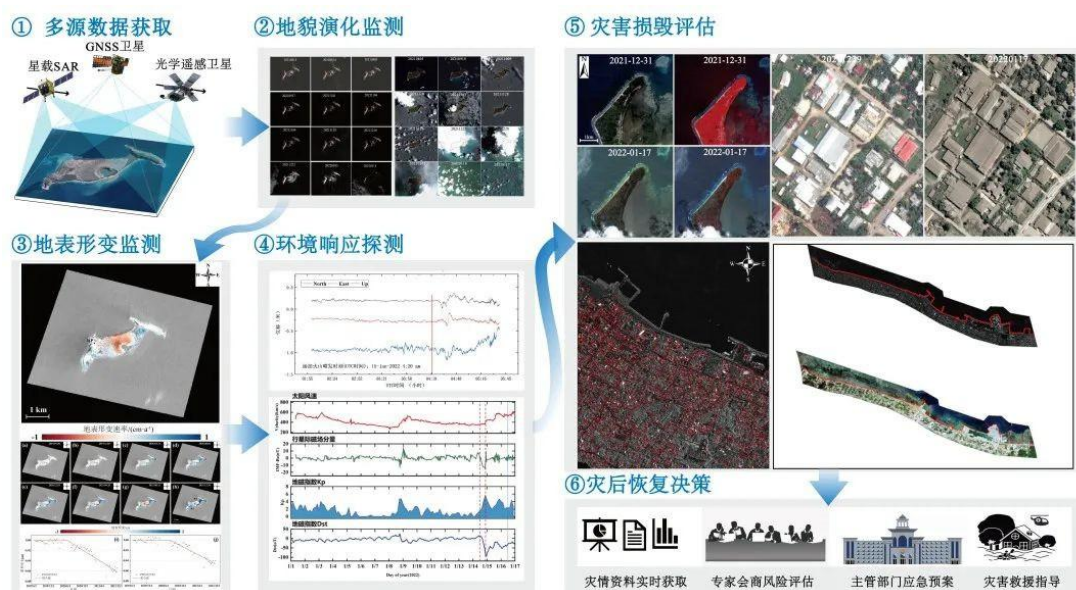
10、下图是 2022 年汤加海底火山喷发的综合遥感分析技术框架图。下列说法合理的是：

A、利用卫星光学影像和合成孔径雷达 (SAR) 影像可追踪喷发的发展过程；

B、利用干涉雷达技术 (InSAR) 和 GNSS 技术可以获取汤加火山的长时间形变序列；

C、GNSS 观测数据可获得火山喷发种的环境响应；

D、仅凭单时相 SAR 影像的后向散射信息，无法具体判断房屋受损情况。



2022 年汤加海底火山喷发综合遥感快速响应技术（胡羽丰 等，2022）

【答案】 ABCD**【解析】**

A：图中“①多源数据获取”和“②地貌演化监测”部分，明确展示了利用光学遥感卫星和星载 SAR 获取影像，并对比喷发前后的变化，可以追踪地貌演化。故 A 正确。

B：图中“③地表形变监测”部分，展示了利用 InSAR 技术获取地表形变速率。GNSS 是监测地表位移的高精度技术。两者结合可以获取长时间的地表形变序列。故 B 正确。

C：图中“④环境响应探测”部分，展示了利用 GNSS 数据反演大气可降水量、电离层总电子含量（TEC）等环境参数的变化，这反映了火山喷发对周边环境的影响。故 C 正确。

D：图中“⑤灾害损毁评估”部分，评估房屋损毁通常需对比灾前和灾后的影像。单时相（即单个时间点）的 SAR 影像只能反映当时的后向散射情况（如地表粗糙度），很难判断房屋受损的具体情况，因此需要与灾前影像进行对比。故 D 正确。

【考点归纳】

遥感：遥感技术综合应用、自然灾害监测、SAR 与 InSAR、GNSS 应用。

11、以汤加海底火山喷发为例，遥感技术探测海底火山喷发表述正确的是：

- A、火山喷发会产生大量的火山灰和二氧化硫可用遥感技术对其进行监测；
- B、火山喷发对周边物理环境造成了极大的影响，可用遥感技术探测火山喷发期间的电离层变化响应；
- C、光学影像会受到云层干扰无法解译；
- D、海底火山爆发通常会引起海啸，也可通过遥感技术监测海啸。

【答案】 ABCD**【解析】**

A：火山喷发释放的火山灰云和二氧化硫气体可以被气象卫星和环境监测卫星有效追踪和监测。故 A 正确。

B：剧烈的火山喷发产生的压力波会向上传播到电离层，引起电离层扰动。这种扰动可以通过分析 GNSS 信号的延迟来探测，这属于遥感探测的一种应用。故 B 正确。

C: 海底火山喷发会形成巨大的火山灰云, 遮挡地物, 使得遥感光学影像难以解译。故 C 正确。

D: 海底火山爆发是引发海啸的重要原因之一。通过卫星测高计可以直接测量海啸波在开阔大洋上传播时引起的海平面高度异常, 从而实现对海啸的监测和预警。故 D 正确。

【考点归纳】

遥感：遥感的应用、火山灾害监测、海啸监测。

12、下列关于地球重力描述正确的是:

- A、重力是矢量；
B、随时间变化；
C、重力等于引力；
D、受到地球物质分布影响；
E、重力大小与地形起伏有关；
F、物理量纲与加速度相同。

【答案】 ABDEF

【解析】

记万有引力常数为 G ，地球内部密度函数为 ρ ，地球自转角速度为 ω ，地心到地表一点的位矢为 $\vec{r}$ ，地轴到地表一点且垂直于地轴的矢量为 $\vec{l}$ ，可以得到理论重力场为 $\vec{g} = -\iiint_{\Omega} \frac{G\rho}{r^3} \vec{r} dV + \omega^2 \vec{l}$ ，即

地球表面某一点的重力值等于地球各处质量在该点处的引力场强和旋转引起的离心场强的矢量和。

可见选项 A 正确, C 错误, F 正确。地形起伏、海拔高度与 $\vec{r}$ 和 $\vec{l}$ 都有关 (选项 E 正确), 密度分布对重力场直接产生影响 (D 选项正确)。由于日、月引潮力, 以及地球内部和表面的物质迁移, 地球重力场会随时间发生微小变化, B 正确。

【考点归纳】

固体地球物理学：重力场的组成及其影响因素。

13、最近 *Science* 杂志报道一则迁徙鸟类利用地磁倾角作为到达终点的停止信号的研究。研究分析结果表明芦苇莺的迁徙目的地基本是一年前在出生或繁殖地点所遇到的磁倾角所表示的区域。磁倾角是鸟类在出发前学习的，随后在重新回到出生或繁殖地点时被作为其到达目标地点的一种“停止标志”。然而，地球上许多地点具有相同的倾角。那么鸟类又是如何解决这种模糊问题的？研究通过分析来自不同迁徙方向的种群数据表明，芦苇莺在遇到第一个正确的磁倾角位置时就会停下。下列认识和推理正确的是：

- A、鸟类能感知不同的地磁场信息；
- B、鸟类利用地磁场导航目的地不唯一；
- C、太阳风/磁暴会影响鸟类迁徙回到出生地；
- D、地磁场偏角大小对鸟类迁徙影响不显著；
- E、地球磁场参数长期变化可能影响鸟类迁徙目的地范围。

【答案】 ABCE

【解析】

A: 材料明确指出芦苇莺利用“磁倾角”作为“停止信号”, 说明鸟类能够感知并区分不同的地磁场信息。A 正确。

B: 材料提到“地球上许多地点具有相同的倾角”，这造成了导航的模糊性，说明仅靠磁倾角确定的目

的地不唯一。B 正确。

C: 太阳风/磁暴会强烈干扰地球磁场, 如果鸟类依赖地磁场导航, 那么磁场的剧烈变化很可能会干扰其导航系统, 影响迁徙。这是一个合理的科学推理。C 正确。

D: 材料只提到了磁倾角, 没有提及磁偏角(磁北与真北的夹角)。我们无法从材料中判断磁偏角的影响是否显著。D 无法判断。

E: 地球磁场在长时间尺度上会发生缓慢变化(长期变)。如果鸟类迁徙的目的地是基于一个固定的磁倾角值, 那么随着地磁场的长期变化, 对应这个磁倾角值的地理位置也会发生改变, 从而会影响其迁徙目的地。这是一个合理的科学推理。E 正确。

【考点归纳】

地球物理学: 地磁场。

动物行为学: 生物导航。

14、2020 年12月8日中尼两国联合对外宣布, 珠穆朗玛峰的最新高程为8848.86米。珠峰高程的测量取决于两个关键因素: 一个是珠峰峰顶测点位置到参考椭球面间的距离, 即“大地高”; 另一个是大地水准面到参考椭球面的差距, 即“大地水准面差距”或“高程异常”。GNSS 测量技术确定“大地高”, 重力测量技术确定“高程异常”。利用重力测量, 能够得到珠峰地区及峰顶的重力值, 在经过各种改正后(包括仪器零漂、地球固体潮、大气压力等, 将峰顶点重力值归算到大地水准面), 就能得到大地水准面的重力值。结合参考椭球体面已知的“正常重力值”, 就能得到大地水准面与参考椭球体面之间的重力差(通常被称为“重力异常”), 从而进一步计算得到大地水准面与参考椭球面间的距离——在珠峰地区, 这一“高程异常”大约是 -25 米(负值代表大地水准面在参考椭球面以下)。下列描述正确的是:

- A、大地水准面是一个重力等位面;
- B、大地水准面是静止的平均海平面及延伸的封闭曲面;
- C、海拔高程等于大地高;
- D、正常重力是地球参考椭球表面的重力;
- E、高程异常为负值表明珠峰重力异常低;
- F、重力异常低说明珠峰地区地壳厚、密度低。

【答案】ABDEF

【解析】

A、B: 大地水准面(Geoid)的定义就是与平均海平面重合的重力等位面, 并向大陆延伸形成的封闭曲面。A、B 正确。

C: 海拔高程(正高)是指地面点到大地水准面的距离。大地高是指地面点到参考椭球面的距离。两者之间差一个高程异常值(大地水准面与参考椭球面的差距)。C 错误。

D: 正常重力是根据地球参考椭球体模型计算出的理论重力值。D 正确。

E: 高程异常为负, 表示大地水准面在参考椭球面之下。这确实是由重力异常为负引起的, 需要更加靠近地下高密度物质才能保持重力位。E 正确。

F: 珠峰地区存在巨大的山脉, 根据均衡补偿理论, 其下方必然有更厚的、密度较低的地壳物质来支撑, 这些低密度物质取代了原本密度更高的地幔物质, 造成了质量亏损, 从而导致了该区域的重力异常偏低。F 是对该现象的正确地质解释。

【考点归纳】地球物理学: 大地测量学、重力学。

15、大地震发生后，对于震源的理解十分仰赖地震观测上所得到的各项“震源参数”。请问下列哪些属于“震源参数”：

A、地震烈度 B、地震震级 C、地震深度 D、发震时间 E、震源机制

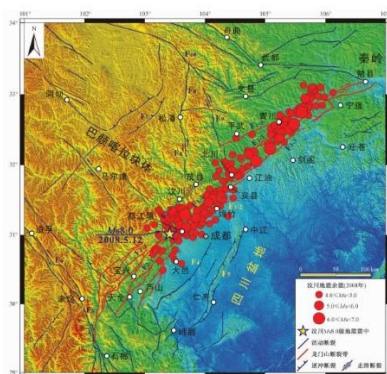
【答案】BCDE

【解析】

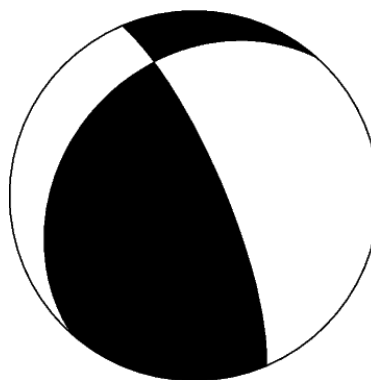
震源参数是描述地震发生源头物理性质的参数。描述震源参数，可以从震源的时空特征、动力学机制和释放能量大小等方面入手。地震震级是衡量震源释放能量大小的尺度；地震深度是震源（起始破裂点）的深度；发震时间是地震起始破裂的精确时刻；震源机制描述震源处断层面的产状和震源动力学过程。而地震烈度描述地震在地面某处造成的影响和破坏程度，是地面效应的度量，不仅与震源释放的能量相关，还与地面的稳定性情况有关，所以地震烈度不是震源参数。

【考点归纳】固体地球物理学：震源参数。

16、2008年5月12日四川省内发生了8.0级的汶川大地震，震源深度约为11.5 km。下图(a)为汶川地震震中、余震(4.0级以上)和震中周边断裂带分布[取自丰成君等，2018，地质力学学报]；图(b)为汶川地震的震源机制解[取自美国USGS]。请根据图(a)和(b)判断下列哪些描述是正确的：



(a)



(b)

- A、汶川地震应该发生在走向为北东-南西向的断裂带上；
B、主震震源的断层形态应是以逆冲为主； C、断层应是从南西向北东方向破裂；
D、主震震源带有右旋分量； E、主震震源带有左旋分量。

【答案】ABCD

【解析】

A：从图(a)中余震的分布可以看出，余震密集区呈明显的北东-南西向带状展布，这指示了发震断层的走向。A正确。

B、D：图(b)是震源机制解，俗称“沙滩球”。黑色区域代表P波初动为压缩，白色区域代表膨胀。这是一个典型的逆冲型地震的震源机制解，并且带有走滑分量。根据“内黑外白挤，内白外黑张”的简易判读方法，这是一个逆冲为主的事件。再根据“左右错动看象限”或四象限法判断走滑性质：若将该图看作沿北东向断层（从左下到右上的节面），上盘（东南盘）相对于下盘（西北盘）向上运动，同时向右（北东方向）运动，表现为右旋走滑分量。B、D正确。

C：从图(a)看，主震（黄星）位于余震带的西南端，而余震密集区向北东方向延伸了数百公里，这表明地震的破裂过程主要是从西南端的震源开始，单侧向北东方向发展。C正确。

E: 根据震源机制解判断为右旋分量, 因此E错误。

【考点归纳】

地震学: 震源机制解 (沙滩球)、震源动力过程。

17、以下哪些现象主要与风化作用有关?

- A、土壤的形成 B、山脚下的倒石锥
- C、岩石表面长期暴露在空气中因为岩性不同, 表面出现凹凸不平的现象
- D、岩石块原本棱角分明, 长期暴露在空气中, 棱角逐渐被圆化的现象

【答案】 ABCD

【解析】

风化作用是指地表或近地表的岩石在原地发生的崩解 (物理风化) 和分解 (化学风化) 的过程。

A: 土壤是岩石风化产生的碎屑物质与有机质结合的产物, 是风化作用最典型的成果之一。

B: 山脚下的倒石锥是岩石经风化作用破碎后, 在重力作用下崩落、堆积在山脚形成的。其形成过程包含了风化作用和重力崩塌作用。

C: 岩石表面不同种类的矿物抵抗风化能力不同、各种细小构造影响的区域, 风化剥蚀的速率也不同, 从而形成凹凸不平的表面, 这被称为差异风化。例如岩石在阳光照射下深色矿物受热膨胀较多, 导致深色矿物周边更容易被风化; 又或是岩石中具有细微节理的地方会比完整的区域更容易风化。

D: 岩石棱角处最容易受到风化作用的攻击, 长期暴露在空气中棱角会逐渐磨圆, 这是一种典型的物理和化学风化现象, 特别是球状风化。

【考点归纳】 外动力地质作用: 风化作用。

18、以下哪些现象与河流的地质作用有关?

- A、瀑布和后退和消失 B、河流向源头方向逐渐伸长
- C、分水岭发生迁移 D、弯曲的河道变得越来越弯曲

【答案】 ABCD

【解析】 河流的地质作用包括侵蚀、搬运和沉积。

A: 瀑布是河流侵蚀作用的体现, 由于下切侵蚀, 瀑布的陡坎会不断向上游方向后退, 最终可能因侵蚀殆尽而消失。

B: 河流的溯源侵蚀作用会使得河道不断向源头 (分水岭) 方向延伸。

C: 相邻两条河流, 侵蚀力强的一方会不断侵蚀分水岭, 使其向侵蚀力弱的一侧迁移, 这个过程称为“河流袭夺”。

D: 在弯曲的河道 (曲流), 凹岸侵蚀、凸岸堆积的作用会不断进行, 使得河道弯曲度越来越大。

【考点归纳】 外动力地质作用: 河流地貌与河流作用。

19、地下水的地质作用可以形成哪些现象?

- A、V形谷 B、溶洞 C、漏斗 D、石钟乳

【答案】BCD

【解析】地下水的地质作用主要包括溶蚀、沉淀和潜蚀等。

B、C、D：在可溶性岩石（如石灰岩）地区，富含二氧化碳的地下水会溶蚀岩石，形成溶洞、地下河等地下喀斯特地貌。地表水通过落水洞下渗形成漏斗。溶洞中，从顶部滴落的饱和碳酸钙的水发生沉淀，形成悬挂的石钟乳。这些都是典型的地下水地质作用的产物。

A：V形谷是河流下切侵蚀作用形成的典型地貌，主要是地表水的地质作用。地下水的动力较弱，机械侵蚀和搬运作用较小，我们更多关注地下水的化学溶蚀和沉积作用。

【考点归纳】外动力地质作用：地下水的地质作用、岩溶地貌（喀斯特地貌）。

20、以下关于冰川作用的论述，正确的是：

A、冰川主要的侵蚀作用通过挖掘和磨蚀来进行的；

B、冰川改造后的河谷形成谷地平直宽阔两壁陡立，横截面U形；

C、冰川侵蚀和磨蚀很发育，因此在冰川发育的地区不会出现两侧岩壁陡立，山顶尖薄的山脊；

D、冰川主要成分是水，因此消融后不会留下沉积物。

【答案】AB

【解析】

A：冰川的侵蚀作用主要有两种方式：一是拔蚀作用（挖掘），即冻结在冰川底部的岩块被运动的冰川带走；二是磨蚀作用，即冰川携带的岩屑对下伏基岩进行刻划、摩擦。故A正确。

B：冰川对其流经的V形河谷进行改造，会使其谷底加宽、谷壁变陡，最终形成横截面呈U形的冰川谷。故B正确。

C：在山地区，相邻两个山谷中的冰川进行强烈的侵蚀，其间的山脊会被削蚀得越来越尖锐，形成刀刃状的山脊，称为刃脊。多个冰斗之间的山峰会被侵蚀成角峰。因此C的说法是错误的。

D：冰川在运动和消融过程中，会将其携带的大量岩屑、石块等物质堆积下来，形成冰碛物。D错误。

【考点归纳】外动力地质作用：冰川地貌与冰川的地质作用。

21、活动断层是产生地震的根源，其具有哪些特征：

A、在现今地震构造时期中曾出现过地表位错；

B、具有在未来复活或重新发生地表位错的可能性和倾向性；

C、可以从地貌学角度发现其具有近代活动的证据；

D、可能伴随有地震活动性。

【答案】ABCD

【解析】

活动断层通常指晚更新世，约12万年以来有活动，且未来仍可能活动的断层。

A：有过近代表面破裂或位错是判断其活动性的直接证据。A正确。

B：未来可能再次活动是其定义的核心，也是其构成地震灾害风险的原因。B正确。

C：活动断层会切割、错动地表，形成断层崖、断层三角面、河流袭夺等一系列可识别的活动地貌证据。C正确。

D：活动断层是地震的发生场所，因此其活动往往伴随着地震（无论是仪器记录到的中小地震还是历史大地震）。D正确。

【考点归纳】固体地球物理学：活动断层的概念、地震灾害。

22、地质学家提出的板块构造可能的启动时间包括：

A、始于侏罗纪； B、始于新元古代； C、始于太古宙； D、始于冥古宙。

【答案】BCD

【解析】

板块构造的启动是地球科学研究的前沿和热点，但由于年代过于久远，地质学证据过于稀少，同样也是难点。对板块构造启动时间的讨论历来是众说纷纭，最主要的有以下几种：

地球大约有 45.6 亿年的历史，有记录的最古老大陆岩石形成于约 44 亿年前，第一种观点认为从地球或陆壳形成起，即冥古宙，就存在板块构造。第二种观点认为板块构造始于太古宙的某一时间如 3.8 Ga、3.3~3.0 Ga 或 2.9~2.7 Ga；或者认为起始于 2.5 Ga（太古宙末期），对应于全球克拉通化。第三种观点认为板块构造始于 2.0~1.8 Ga（古元古代中期），对应于古元古代全球大规模发育的造山系；或者起始于 800~600 Ma 的新元古代末期，对应于全球新元古代以来大大小小的“冷俯冲”造山带。板块构造起始，可参考：翟明国, 赵磊, 祝禧艳, 焦淑娟, 周艳艳, 周李岗. 2020. 早期大陆与板块构造启动——前沿热点介绍与展望. 岩石学报, 36(8): 2249-2275. doi: 10.18654/1000-0569/2020.08.01

【考点归纳】构造地质学：板块构造理论。

23、造山带的类型包括：

A、碰撞造山带； B、增生造山带； C、陆内造山带； D、俯冲造山带。

【答案】ABC

【解析】

造山带是因强烈的构造变形、岩浆活动和变质作用而形成的线状构造单元，通常发育于板块边界。其主要类型依据形成的构造背景划分：

A、碰撞造山带：由两块大陆板块碰撞形成，如喜马拉雅造山带。A 正确。

B、增生造山带：在大陆边缘，由于洋壳俯冲，通过岛弧、海山、微陆块等不断拼贴增生到大陆板块上形成，如北美科迪勒拉造山带。B 正确。

C、陆内造山带：发育于大陆板块内部，通常是由于远程的板块汇聚应力导致古老的构造薄弱带（如古板块缝合线）重新活动而形成，如天山山脉。C 正确。

D、俯冲造山带：“俯冲”本身是指洋壳沉入地幔的过程，俯冲带是增生造山带的一部分，但不能单独成为造山带的一个类型，“俯冲造山带”这一术语是生造的。

【考点归纳】构造地质学：大地构造学、造山带类型。

24、地震断层的弱化机制包括：

A、矿物细粒化、新矿物形成与岩石组构发育； B、瞬时加热和摩擦熔融；
C、热增压和热分解作用； D、粘性变形。

【答案】ABC

【解析】

地震断层在高速滑动时摩擦力会急剧下降，这种现象称为“同震弱化”，其物理机制是地震动力学研究的热点。

A：高速摩擦导致岩石破碎、研磨成极细的颗粒，这可以改变摩擦性质；同时可能发生变质反应形成摩擦系数低的矿物，从而使断层弱化。A 正确。

B：断层上的微小凸起在高速滑动时会瞬间达到极高温度，甚至使岩石中部分矿物熔融形成假玄武玻璃，熔体可以起到润滑作用，显著降低摩擦力。B 正确。

C：摩擦产生的热量加热断层带中的孔隙流体，使其膨胀导致孔隙压力急剧升高，这会有效降低断层面的正应力，从而降低摩擦力。含水矿物的热分解也会释放流体，加剧这一效应。C 正确。

D: 粘性变形是岩石在高温高压下像粘稠液体一样缓慢变形的方式, 主要发生在断层深部的蠕滑带, 与地震断层上部脆性带的高速滑动弱化机制关系不大。D 不属于主要的同震弱化机制。

【考点归纳】地震动力学、断层弱化机制。

25、节理脉中的充填物一般为:

A、方解石; B、基性岩; C、砂岩; D、石英。

【答案】ABD

【解析】

节理脉是指被后期矿物充填的节理裂隙。充填物主要是由循环的地下水或热液流体沉淀形成的矿物。

A、方解石 (CaCO_3): 是常见的低温热液或地下水沉淀矿物, 尤其是在石灰岩地区, 非常普遍。A 正确。

B、基性岩: 是岩浆岩的一种, 如果岩浆侵入到裂隙中会形成岩床或岩墙。B 正确。

D、石英 (SiO_2): 是各种温度热液中最常见的沉淀矿物, 在多种岩石中都能形成石英脉。D 正确。

C、砂岩: 是碎屑沉积物, 沉积砂岩的裂隙多为泥裂, 地表的风化堆积一般不会牵扯到形成节理脉的成岩作用中。C 错误。

【考点归纳】矿物学: 热液与矿脉。

26、板块边界的主要类型为:

A、离散型; B、聚敛型; C、拆离型; D、剪切型。

【答案】ABD

【解析】

根据板块之间相对运动方式, 板块边界可分为三种主要类型:

A、离散型边界: 两个板块相互分离、张裂的边界, 如大洋中脊。A 正确。

B、聚敛型边界: 两个板块相互碰撞、汇聚的边界, 如海沟、碰撞造山带。B 正确。

D、剪切型边界 (也称转换边界): 两个板块相互平行错动的边界, 如圣安德烈斯断层。D 正确。

C、拆离型: 拆离型断层是一种区域性的缓倾角正断层, 常见于伸展构造背景中, 但“拆离型边界”不是板块边界的一种基本分类。C 错误。

【考点归纳】构造地质学: 板块构造学、板块边界类型。

27、下列哪些矿物属于化学沉积岩中的典型矿物:

A、方解石 B、锆石 C、石膏 D、长石

【答案】AC

【解析】

化学沉积岩是由水溶液中的离子通过化学沉淀或生物化学作用形成的。其矿物也是化学作用的产物。

A、方解石 (CaCO_3): 是石灰岩的主要矿物, 可以通过无机沉淀或生物成因 (如珊瑚礁、贝壳) 形成。A 正确。

C、石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$): 是典型的蒸发岩矿物, 由盐湖或潟湖中的水体蒸发、盐度升高而沉淀形成。C 正确。

B、锆石和 D、长石: 都是典型的火成岩和变质岩矿物, 在岩浆冷却时结晶形成。它们在沉积岩中通常以碎屑颗粒的形式存在 (即碎屑岩组分), 而不是化学沉淀的产物。B、D 错误。

【考点归纳】岩石学: 沉积岩石学、矿物学、造岩矿物。

28、下列衰变体系涉及阿尔法衰变的是：

- A、
- ^{40}K
-
- ^{40}Ar
- B、
- ^{147}Sm
-
- ^{143}Nd
- C、
- ^{87}Rb
-
- ^{87}Sr
- D、
- ^{238}U
-
- ^{206}Pb

【答案】BD

【解析】

阿尔法衰变 (α 衰变) 是原子核释放一个 α 粒子, 导致质量数减 4, 核电荷数减 2 的过程。

A、 ^{40}K - ^{40}Ar : 部分 ^{40}K 通过电子俘获或 β^+ 衰变转化为 ^{40}Ar , 其余的 ^{40}K 经 β 衰变转化为 Ca , 不涉及 α 衰变。A 错误。

B、 ^{147}Sm - ^{143}Nd : 这是 Sm-Nd 法测年的衰变系, 其衰变过程为 $^{147}\text{Sm} \rightarrow ^{143}\text{Nd} + \alpha$ 。B 正确。

C、 ^{87}Rb - ^{87}Sr : 该过程是 ^{87}Rb 通过 β 衰变为 ^{87}Sr , 不涉及 α 衰变。C 错误。

D、 ^{238}U - ^{206}Pb : 这是 U-Pb 法测年的衰变系, 其中第一步 $^{238}\text{U} \rightarrow ^{234}\text{Th} + \alpha$ 就是一个 α 衰变, 整个衰变链包含 8 次 α 衰变和 6 次 β 衰变。D 正确。

【考点归纳】地球化学: 同位素地质学、放射性衰变。

29、以下哪些元素在地表风化过程中容易被迁移带走？

- A、钾 B、铝 C、硅 D、钛

【答案】AC

【解析】

在地表化学风化 (特别是淋溶作用) 过程中, 元素的迁移能力不同。

A、钾 (K): 属于碱金属元素, 在风化过程中易形成可溶性离子 (K^+), 随水流失, 活动性强。A 正确。

C、硅 (Si): 在一定条件下 (如碱性环境), 硅可以以硅酸盐或胶体形式溶解于水而被迁移, 具有一定的活动性。C 正确。

铝 (Al) 和钛 (Ti) 是典型的“不活动元素”。它们在风化过程中形成的氧化物或氢氧化物 (如 Al_2O_3 , TiO_2) 溶解度极低, 因此倾向于在原地残留富集, 形成铝土矿、钛铁矿等。B、D 错误。

【考点归纳】地球化学: 化学风化作用和元素迁移性。

30、以下对于洋壳和陆壳区别的描述正确的是：

- A、陆壳相比于洋壳具有更高的密度
- B、陆壳的平均化学组成是安山质的, 洋壳的平均化学组成是玄武质的
- C、陆壳相比于洋壳更富集硅镁, 亏损铁铝
- D、陆壳平均厚度大于洋壳

【答案】BD

【解析】

B、D: 这是洋-陆壳最基本的区别。**陆壳**平均厚度约 35–40 km, 具有硅铝-硅镁符合结构, 成分复杂, 以长英质到中性岩石为主, 平均化学组成接近**安山岩**或**花岗闪长岩**。**洋壳**较薄, 只有硅镁质而没有硅铝质, 平均厚度约 7 km, 成分均一, 主要是基性的**玄武岩**。B、D 正确。

A: 陆壳主要由长英质岩石 (富含 Si、Al, 如花岗岩) 组成, 密度较低 (约 2.7 g/cm^3)。洋壳主要由铁镁质岩石 (富含 Fe、Mg, 如玄武岩) 组成, 密度较高 (约 2.9 g/cm^3)。A 错误。

C: 陆壳上部富集硅 (Si) 和铝 (Al), 被称为“硅铝层”。洋壳富集硅 (Si) 和镁 (Mg), 被称为“硅镁层”。因此, 陆壳相比洋壳亏损镁 (Mg) 和铁 (Fe)。C 的描述“富集硅镁, 亏损铁铝”是错误的。

【考点归纳】

地球物理: 地球的圈层结构。

地球化学: 地壳的物质组成。

31、下列关于台风的描述正确的是：

- A、台风的产生需要科氏力。 B、台风低层有强烈的径向气流流出。
C、台风眼风弱、干暖、少云。 D、台风可以跨赤道活动。

【答案】 AC

【解析】

台风（或飓风）是强烈发展的热带气旋，其旋转的形成与地球自转偏向力（科氏力）紧密相关，因此，台风无法在科氏力几乎为零的赤道附近（南北纬 5° 以内）形成。A项正确。

台风是低压系统，其低层气流是向中心辐合的（流入），而不是流出。气流在中心辐合后上升，在高空辐散（流出）。B项错误。

台风眼区是气流下沉的区域，下沉气流会产生增温、干燥效果，导致云层消散，天气晴朗少云，风力微弱。C项正确。

由于科氏力在赤道两侧方向相反，台风一旦跨越赤道，其原有的旋转结构会被破坏，因此台风无法跨赤道活动。D项错误。

故本题选择AC项。

【考点归纳】 气象学：热带气旋（台风）结构与成因。

33、中午天空呈现出蓝色，傍晚逐渐变为红色，这是因为：

- A、中午蓝光被大气散射，傍晚蓝光被大气吸收。
B、波长越短越容易被大气散射。
C、由于气温的变化，大气对光的散射作用增强。
D、由于太阳直射角的变化，光线穿过的大气层厚度增加。

【答案】 BD

【解析】

天空颜色的变化主要是由瑞利散射（Rayleigh scattering）决定的。

中午太阳高度角大，阳光穿过的大气路径短，大部分被散射的蓝光进入我们的眼睛，所以天空是蓝色的。傍晚太阳高度角小，阳光穿过的大气路径变得很长，大部分蓝光在到达我们眼睛之前都被散射到其他方向，只有散射作用较弱的红、橙光能穿透过来，所以天空呈现红色或橙色。A项错误，D项正确。

瑞利散射定律指出，大气分子对光的散射强度与波长的四次方成反比。蓝、紫光的波长短，比红、橙光的波长更容易被散射。B项正确。

气温变化对瑞利散射的影响微乎其微，不是天空颜色变化的主要原因。C项错误。

故本题选择BD项。

【考点归纳】 大气科学：大气物理、瑞利散射、大气光学。

34、东亚季风，是亚洲季风的重要组成部分，它的移动和变化影响着中国的天气和气候。以下关于东亚季风正确的是：

- A、东亚季风在夏季是湿润的偏南风，冬季是干燥的偏北风。
B、东亚夏季风的冷源中心位于陆地，热源中心位于海洋。
C、东亚季风的成因主要是亚洲与太平洋之间存在明显的海陆热力差异。
D、东亚夏季风是造成中国气候雨热同期的原因。

【答案】 ACD

【解析】

由于海陆热力差异，夏季风从海洋吹向陆地（偏南风），带来暖湿水汽；冬季风从陆地吹向海洋（偏

北风), 性质寒冷干燥。A 项正确。

夏季, 陆地是热源 (形成低压), 海洋是相对的冷源。B 项错误。

季风的根本成因是海陆热力性质差异。夏季陆地升温快, 形成热低压, 海洋相对凉爽形成冷高压; 冬季则相反。C 项正确。

夏季风带来的暖湿气流, 在带来降水的同时也带来了高温天气, 使得中国东部季风区的气候具有夏季高温多雨、雨热同期的特点。D 项正确。

故本题选择 ACD 项。

【考点归纳】 气候学: 季风环流。

35、雪球地球指的是地球在距今 6-7 亿年以前发生过的极为悠长的全球冰冻现象。地球表面从两极到赤道全部被结成冰, 地球被冰雪覆盖, 变成一个大雪球。该现象的可能成因有:

A、火山喷发向大气层释放大量 CO_2 , 阻碍太阳辐射到达地面。

B、冰雪反照率高, 形成大量冰川, 海平面下降, 陆地增加进一步增加反照率。

C、一种藻类突然发育出分解水及释放氧气的的能力, 使大气中甲烷减少, 温室效应被破坏。

D、生物活动增加, 光合作用加强导致大量 CO_2 被吸收。

E、火山喷发导致陆地面积增加, 大陆的硅酸岩风化加强, 大量 CO_2 被吸收。

【答案】 BCDE

【解析】

雪球地球是多种因素耦合并导致全球进入深度冰期的结果。

火山喷发释放大量 CO_2 在较长的时间尺度上会增强温室效应, 导致气温升高, 被认为是结束“雪球地球”状态的主要原因, 而非成因。A 项错误。

冰雪覆盖增加→地球反照率升高→吸收太阳辐射减少→气温下降→冰雪覆盖进一步增加, 冰-反照率正反馈机制是雪球地球得以维持和加剧的关键。B 项正确。

大气中氧气含量增加会导致强温室气体甲烷 (CH_4) 被氧化, 温室效应减弱。C 项正确。

光合作用会消耗大气中的 CO_2 , D 项正确。

硅酸盐岩风化过程也会消耗大气中的 CO_2 , 陆地面积和海岸线的增加会加剧风化作用, 大量消耗 CO_2 。E 项正确。

B, C, D, E 都是导致大气中温室气体 (主要是 CO_2 和 CH_4) 浓度下降并引发全球降温的可能机制。故本题选择 BCDE 项。

【考点归纳】

古气候学: “雪球地球”假说。

地球系统科学: 地球各系统的耦合。

36、我国的黄土高原是世界上最大的黄土堆积区, 地表千沟万壑, 黄土剖面呈现不同颜色的土层, 有的颜色偏红, 有的颜色偏黄。以下关于黄土高原形成的原因正确的有:

A、黄土变红, 是因为土里的含铁矿物经雨水淋洗氧化。

B、远古地质时期, 强劲的西北季风将中亚和蒙古高原的黄色粉尘吹向东部, 在黄土高原区沉降。

C、黄土高原位于季风气候区, 夏季降水集中, 并容易出现暴雨, 史前洪水冲刷形成黄土高原崎岖不平的地表形态。

D、红色土形成于气候湿冷时期, 黄色土形成于气候干暖时期。

【答案】AB

【解析】

B: 黄土的物质来源和搬运动力。黄土是风力（冬季风）从中国西北部和中亚的沙漠、戈壁地区搬运来的细小粉尘堆积而成的。B 正确。

A、D: 黄土-古土壤序列记录了古气候的旋回。黄色的土层是典型的原生黄土，堆积于气候干冷、风力强劲的冰期。红色的土层是古土壤层，形成于气候暖湿、风力减弱、化学风化和成壤作用强烈的间冰期。暖湿环境下，黄土中的含铁矿物被氧化淋溶，形成红色的氧化铁（赤铁矿），所以 A 正确，D 错误。

C: 黄土高原“千沟万壑”的地表形态是黄土堆积形成“高原”之后，由于黄土本身土质疏松，在夏季集中的暴雨冲刷下，经流水侵蚀作用塑造而成的。流水侵蚀是地貌改造作用，而不是黄土高原的形成原因。C 错误。

【考点归纳】第四纪地质学：黄土成因、古气候还原。

三、综合考查题（不定项选择题，单选或多选；每题每选对一个得 1 分，选错一个扣 0.5 分，每题最低得分为 0 分）

（一）、材料 1



1、上图（鲍文反应序列）表示了岩浆随温度降低，矿物结晶的顺序。在基性岩浆岩中，常出现的暗色矿物为辉石、橄榄石，但一般不可能结晶的浅色矿物有：

A、钙质斜长石； B、碱性长石； C、白云母； D、石英

【答案】BCD

【解析】

基性岩浆（如玄武岩浆）是在高温下形成的，其结晶矿物对应于鲍文反应序列的上端。

根据反应序列，高温下结晶的矿物包括橄榄石、辉石和钙质斜长石。因此 A 是基性岩中常见的浅色矿物。

而碱性长石（正长石）、白云母和石英是反应序列最下端的矿物，它们在低温、富含二氧化硅和碱金属的酸性岩浆中结晶形成。基性岩浆因含二氧化硅较少，形成金属阳离子（镁铁等）比例较高的矿物后往往没有富余的硅氧四面体与其继续反应，在演化到能结晶出这些矿物之前就已经完全固结了。因此 B、C、D 一般不可能出现在基性岩浆岩中。

【考点归纳】岩石学和矿物学：造岩矿物、鲍文反应序列、岩浆的结晶分异作用。

2、如上图所示,随着温度降低和矿物的不断结晶,岩浆的成分总体具有()的演化趋势。

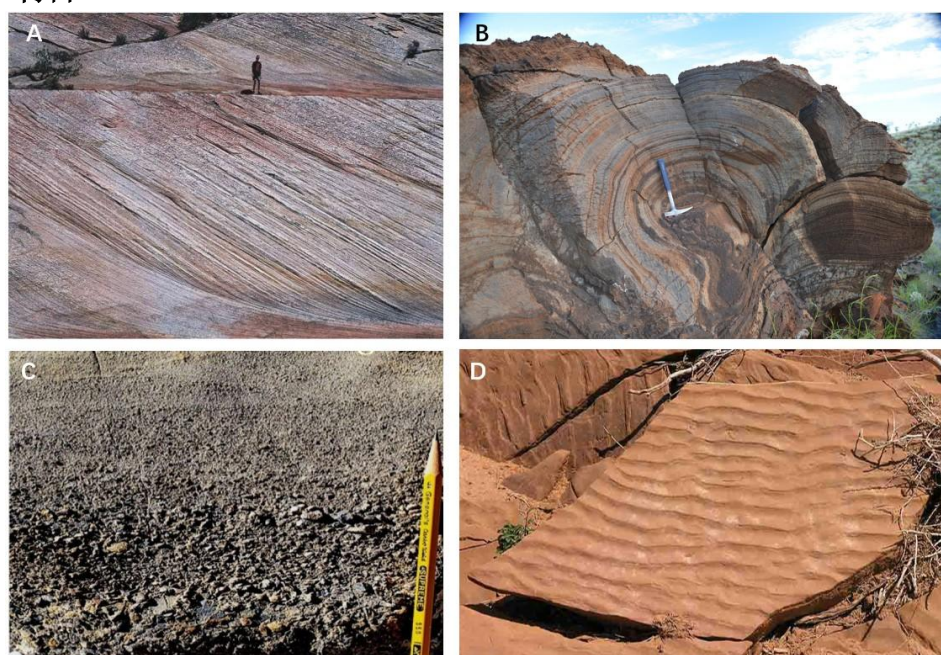
A、越来越富铁; B、越来越富镁; C、越来越富硅; D、越来越富钾

【答案】CD

【解析】该题问的是剩余岩浆的成分演化趋势。在结晶分异过程中,先结晶的矿物(橄榄石、辉石、钙质斜长石)会带走岩浆中的铁(Fe)、镁(Mg)、钙(Ca)组分。因此,剩余的岩浆会变得相对贫铁、贫镁、贫钙。相反,那些不易进入早期结晶矿物的组分,如硅(Si)、钾(K)、钠(Na)等,会在剩余岩浆中得到富集。最终形成的石英(SiO_2)和碱性长石(富含K、Na)就是这种富集的结果。因此,岩浆的演化趋势是越来越富集硅和钾。

【考点归纳】岩石学和矿物学:造岩矿物、岩浆的结晶分异作用、地球化学。

(二)、材料2



3、上图中可见到的沉积构造有:

A、交错层理; B、波痕; C、叠层构造; D、块状层理

【答案】ABC

【解析】

图A显示的是大型的**交错层理**,常见于风成堆积或水下沙丘沉积。

图B显示的是**叠层构造**,这是一种由蓝绿藻等微生物的生命活动(黏结和捕获沉积物)形成的生物沉积构造,具有特征性的向上凸起的弧形纹层。

图C显示的是具有粒序层理的碎屑岩,但没有典型的块状层理(即内部均匀,无层理构造)。

图D显示的是岩层表面的**波痕**,是水流或气流作用在沉积物表面形成的波状起伏。对称波痕可指示层面顶底,波峰指向上方,不对称波痕可指示流水方向,与陡坡倾向一致。

【考点归纳】岩石学:沉积岩石学、沉积构造识别。

4、上图D中的沉积构造,可能形成于以下哪些环境中?

A、半深海; B、滨海; C、滨湖; D、大洋中脊

【答案】BC

【解析】

图D中的沉积构造是典型的水流波痕。这种构造形成于有一定水动力条件的浅水环境中，波浪或水流可以搅动底部的沉积物。

B（滨海）和C（滨湖）都属于浅水环境，且水动力较弱，有波浪和水流作用，是形成波痕的典型环境。

A（半深海）水体较深，水动力较弱，位于浪基面（波浪能够影响到的深度，一般为波长的一半）以下，且海流较弱，一般难以形成波痕。

D（大洋中脊）是岩浆活动的场所，主要是火成岩，如枕状熔岩、基性侵入岩等，不是沉积环境。

【考点归纳】沉积岩石学：沉积环境（沉积相）、沉积构造的形成条件。

5、上图中的沉积构造，哪些主要与物理（机械）沉积作用有关？

A、A； B、B； C、C； D、D

【答案】ACD

【解析】

物理（机械）沉积作用是指通过水流、风、冰川等物理营力对沉积物进行搬运和堆积的过程。

A（交错层理）、C（粒序层理）和D（波痕）都是由水流或风等物理作用形成的构造。

交错层理是流水或风作用在沉积物上使其按照特定方式排列的结果；粒序层理是水动力条件逐渐减弱的体现；波痕是波浪或水流作用在表层沉积物上的结果。

B（叠层构造）虽然也需要物理沉积作用提供物质，但其特征性的纹层结构是由微生物的生命活动控制形成的，因此属于生物沉积作用的范畴。

【考点归纳】沉积岩石学：沉积作用类型、沉积构造分类。

6、上图中的沉积构造，哪些可以用于指示地层顶底？

A、A； B、B； C、C； D、D

【答案】ABCD

【解析】

A、**交错层理**：其纹层顶面常被上覆层理截切（削平），而底面与下伏层理整合接触，称作“顶截底切”，已在前面的解析中讲过，可以指示顶面。

B、**叠层构造**：其纹层总是向上凸起生长，具有明确的生长极性，可以指示顶面。

C、**粒序层理**：颗粒粒度从下到上由粗变细，反映了水动力条件逐渐减弱（如在浊流中），可以指示顶面。

D、**波痕**：对称波痕的波峰尖、波谷圆，不对称波痕的陡坡指示水流方向，其形态可以指示顶面。因此，图中四种构造都可以用来判断地层的顶底方向。

【考点归纳】沉积岩石学：沉积构造及其应用（地层顶底判断）。

(三)、材料3



7、上图中的岩石，不可能为（ ）成因。

- A、河道沉积 B、海滩沉积 C、冰川沉积 D、风成沉积

【答案】 ABD

【解析】 图中岩石为砾岩，其磨圆差（砾石有棱角、不圆）、分选差（砾石大小混杂）、成分成熟度低（不稳定矿物含量高）。

A：河道沉积物具有磨圆好、分选好的特点，图中大小不一的碎屑在河流中往往会根据河道水动力条件的变化沉积在不同段，故不可能。

B：海滩沉积因较强的水动力条件（海浪）具有较好的磨圆度，且海浪对碎屑颗粒起到了分选的作用，故不可能。

C：冰川沉积物（冰碛岩）常具有分选差、磨圆差的特点，与图示特征可以吻合。

D：风力搬运能力有限，主要搬运砂和粉砂，无法搬运图示尺寸的砾石。且风成沉积的磨圆度最好，即便是最小的颗粒也往往能够继续磨圆，因此该岩石不可能是风成沉积。

【考点归纳】 沉积岩石学：沉积环境（沉积相）、沉积岩成因。

8、对于上图中岩石特征的描述，正确的有：

- A、磨圆度好 B、磨圆度差 C、分选差 D、颗粒支撑

【答案】 BC

【解析】

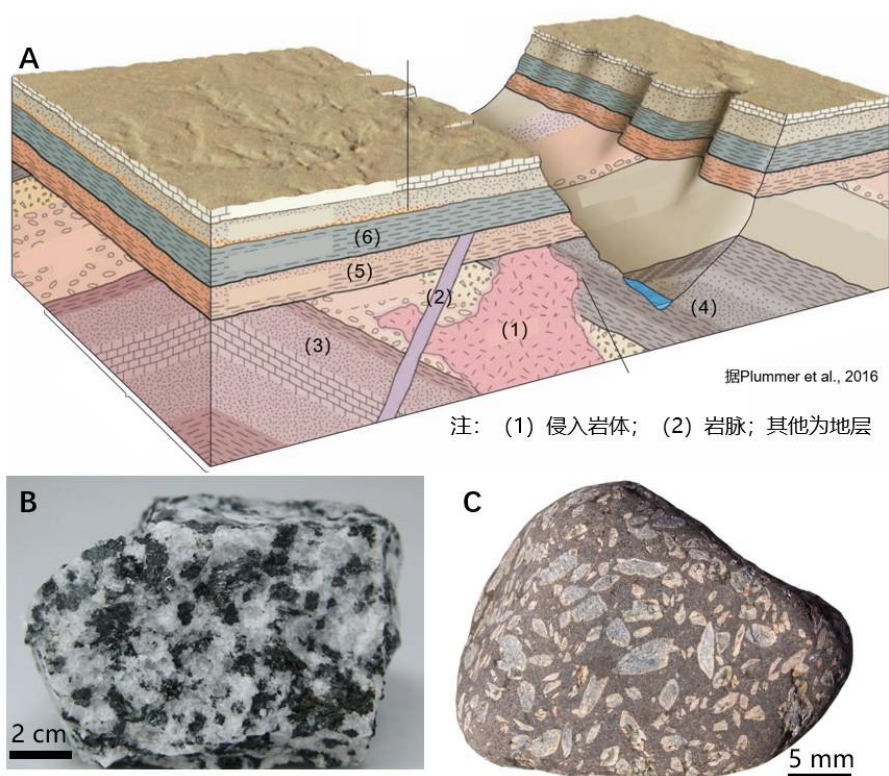
磨圆度：图中砾石大多呈棱角状，基本未经过磨圆，总体磨圆度差。

分选性：图中颗粒大小悬殊，既有粗大的砾石，也有细小的砂和泥，大小混杂，这表明其分选性很差。

支撑方式：图中砾石之间多被细小的基质（砂、泥）隔开，而不是砾石之间直接接触、相互支撑，这种结构称为“基质支撑”。“颗粒支撑”是指砾石之间相互接触支撑。D错误。

【考点归纳】 沉积岩石学：沉积物结构（磨圆度、分选性、支撑方式）。

(四)、材料4



9、上图A中地质单元(1)和(5)的接触关系为：

A、整合接触； B、平行不整合接触； C、角度不整合接触； D、非整合接触

【答案】D

【解析】

地质单元(1)为侵入岩体(火成岩)，地质单元(5)是沉积在地质体(1)被侵蚀后的表面之上的地层(沉积岩)。沉积岩与下伏的火成岩或变质岩之间的不整合接触关系，被称为**非整合接触**。

岩层之间的接触关系如下：

整合(conformity)：两个地层之间的沉积是连续的，没有明显间隙。

不整合(unconformity)：

平行不整合(假整合, disconformity)：上下层岩层平行，但中间经过沉积间断或侵蚀，导致地层不连续。

角度不整合(angular unconformity)：较新岩层沉积在倾斜或褶皱的岩层侵蚀面上面，较老岩层和接触面有一定夹角。

非整合(nonconformity)：岩浆侵入体或变质岩的侵蚀面被较新沉积岩层覆盖。

【考点归纳】地层学：地层接触关系、不整合类型。

10、根据上图A，以下地质过程先后顺序(从早到晚)正确的是：

- A、地壳抬升变形及剥蚀→岩体侵位→岩脉侵位→地质体(5)沉积；
 B、岩体侵位→地壳抬升变形及剥蚀→地质体(5)沉积→岩脉侵位；
 C、岩体侵位→岩脉侵位→地质体(5)沉积→地壳抬升变形及剥蚀；
 D、岩体侵位→岩脉侵位→地壳抬升变形及剥蚀→地质体(5)沉积。

【答案】B

【解析】

根据地质图中的切割与被切割关系、叠覆关系判断先后顺序：

岩体（1）侵入到更老的地层（3）中，所以“岩体侵位”在先。

侵入岩体（1）的顶部被剥蚀，形成一个不整合面，然后地层（5）才沉积在这个不整合面上。这说明侵位之后，有一次“地壳抬升变形及剥蚀”。

然后是“地质体（5）沉积”。

岩脉（2）切割了包括地质体（5）在内的所有老地层，说明“岩脉侵位”发生在（5）沉积之后。

因此，正确的顺序是B。

切割律基本思想：岩体只有先形成，才能被后续岩体切割（如被侵入，或被侵蚀后再沉积）。故切割某地质单元的岩体形成时间一定晚于该地质单元。

【考点归纳】 地层学：通过地层进行地质历史分析、地层学基本定律（主要是切割律）。

11、如果在上图的河床中发现有变质岩的砾石，其不可能来源于以下哪个地质单元？

A、（3）； B、（4）； C、（5）； D、（6）

【答案】 D

【解析】

题目问的是砾石的“来源”，即形成砾石的母岩所在的地质单元。沉积岩单元（3）（5）都被侵入体（2）所侵入，（4）被侵入体（1）所侵入，在侵入体与围岩的交界处会发生热变质作用，故都有可能成为变质岩的来源。而（6）与（2）为非整合接触关系，（6）只是沉积在（2）的侵蚀面上，并未直接被（2）烘烤，故不可能产生变质岩。

【考点归纳】 地层学：地层分析、推断岩石的侵蚀与沉积历史。

12、如果在上图的河床中发现有类似图B的砾石，其最有可能来源于以下哪个地质单元？

A、（1）； B、（2）； C、（3）； D、（4）； E、（5）

【答案】 A

【解析】

图B显示的是一块具有等粒、中粗粒结构的结晶岩石，由浅色矿物和暗色矿物组成，是典型的侵入岩（如花岗岩、闪长岩）。在图A中，地质单元（1）被明确标注为“侵入岩体”，其岩性与图B所示岩石相符，且体积较大，有助于晶体生长，符合图B的中粗粒结构。河流切割了该岩体，因此最有可能在河床中发现来自（1）的砾石。而（2）为岩墙，冷却较快，形成岩石的结晶颗粒较细小，不符合图B。其余地质单元均为沉积岩，不符合图B火成岩的特征。

【考点归纳】 岩石学：三大类岩石分类与鉴别、三大类岩石成因。

13、从图A中可以看出，该地区发生了（ ）构造抬升运动。

A、1次； B、2次； C、3次； D、4次

【答案】 C

【解析】

构造抬升通常伴随着剥蚀作用，在地质记录上表现为不整合面。

第一次抬升：地层（3）和侵入体（1）形成后，被抬升、剥蚀，形成了一个不整合面，随后地层（5）沉积在这个面上。

第二次抬升：岩脉（2）形成后，整个区域再次抬升，被侵蚀后也形成了一个不整合面，随后地层（6）及其他上覆地层沉积在这个面上。

第三次抬升：地层（6）及上覆岩层形成后整个区域再次抬升，接受侵蚀，形成了现在的侵蚀面；同时地表抬升导致河流下切，形成现在的深谷地貌。

因此，图中至少记录了三次明显的构造抬升运动。

【考点归纳】构造地质学：构造历史的推断、地质历史恢复。

14、图B中的暗色矿物可能为：

A、斜长石； B、角闪石； C、橄榄石； D、碱性长石

【答案】B

【解析】

图B是中性或酸性的侵入岩。其中的暗色矿物（铁镁质矿物）通常是角闪石和/或黑云母。

A（斜长石）和D（碱性长石）是浅色矿物，通常呈现灰白色和/或肉红色。

C（橄榄石）主要出现在基性或超基性岩中，很少与大量长石、石英等浅色矿物共存。含橄榄石的火成岩一般呈深色。

B（角闪石）是花岗岩、闪长岩中最常见的暗色矿物之一，呈黑色柱状晶体。

【考点归纳】岩石学和矿物学：造岩矿物、火成岩岩石学、鲍文反应序列。

15、若测得地质体（1）和（2）的形成年龄分别为125 Ma和120 Ma，则地质体（5）的沉积时代为：

A、125 Ma； B、>125 Ma； C、<120 Ma； D、介于120 Ma和125 Ma之间

【答案】D

【解析】

利用地质体之间的接触关系来限定地层（5）的年龄范围。

地层（5）覆盖在侵入体（1）之上，所以（5）的年龄必须小于（1）的年龄，即年龄<125 Ma（百万年）。

岩脉（2）又切割了地层（5），所以（5）的年龄必须大于（2）的年龄，即年龄>120 Ma。

综上，利用地层切割律，地质体（5）的沉积时代介于120 Ma和125 Ma之间。

【考点归纳】地层学：地质年代学、相对年代与绝对年代。

16、若图B中的岩石主要矿物组成为石英（18%）+斜长石（50%）+碱性长石（12%）+角闪石（20%），则其名称为：

A、二长花岗岩； B、花岗闪长岩； C、石英闪长岩； D、英云闪长岩

【答案】B

【解析】

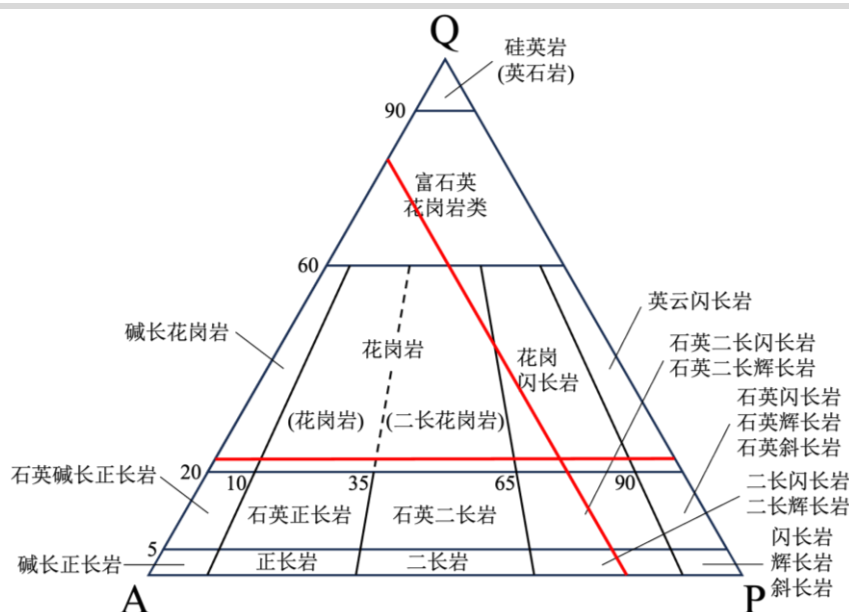
图B岩石属于长英质深成岩，适用QAPF图解。根据QAP图对深成岩进行分类。Q（石英）、A（碱性长石）、P（斜长石）是分类矿物。

计算QAP占三角图的百分比： $Q+A+P=18+12+50=80\%$ 。

计算石英在QAP矿物中的相对含量 $Q\%=Q/(Q+A+P)=18/80=22.5\%$ 。这个值在20%–65%之间。

计算碱性长石在长石总量中的相对含量 $A/(A+P)=12/(12+50)=12/62\approx 19.4\%$ 。

根据IUGS深成岩QAPF分类图，当Q%在5-20%之间，且A/(A+P)的比率在10%–35%之间时，岩石被定名为花岗闪长岩。



【考点归纳】岩石学：侵入岩的分类、QAP(F)图解。

17、图C中的岩石具有（ ）特征。

A、等粒结构； B、不等粒结构； C、斑状结构； D、似斑状结构

【答案】C

【解析】

图C的岩石中，可以明显看到尺寸较大的晶体（斑晶）分布在更细小（隐晶质或玻璃质）的基质中，这种结构是典型的**斑状结构**，通常指示岩浆经历了两个阶段的冷却过程：早期在地下缓慢冷却形成斑晶，后被喷出地表或快速侵入浅部，导致剩余岩浆快速冷却形成细粒基质。

火成岩中矿物的相对大小是指同种矿物相比较而言。等粒结构是指在岩石中同一种主要矿物的粒径大小近似相等。

不等粒结构是指岩石中同种主要矿物的粒径大小是不相等的，具有大中小的不同粒径。

似斑状结构和斑状结构的区别在于基质，似斑状结构的基质为显晶质（肉眼可辨别），而斑状结构的基质为隐晶质（肉眼无法辨认出晶体）。

【考点归纳】岩石学：岩石的结构和构造、侵入岩的结构。

18、图A中，接触热变质现象可能出现于：

A、（1）与（4）接触处； B、（2）与（6）接触处；
C、（5）与（6）接触处； D、（3）与（5）接触处。

【答案】A

【解析】

接触热变质作用发生在炽热的岩浆侵入到较冷的围岩中时，导致围岩在接触带附近因受热而发生变质。

A：（4）是河床沉积物，图中显示其部分岩层被侵入体（1）所破坏，故有热接触。

B：岩脉（2）是后期的火成岩侵入体，它与地层（6）是非整合关系，地层（6）沉积在侵入体（2）的侵蚀面上，所以地层（6）不会受到热变质作用。

C：（5）和（6）是正常的沉积接触关系，没有岩浆热源。

D：（3）和（5）是不整合接触，且均为沉积岩，没有岩浆热源，不存在热接触。

【考点归纳】

地层学：判断地质体接触关系。

岩石学：接触变质作用。