

問1 恒星が主系列星として安定して存在できる理由として、最も適切なものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 中心部での水素の核融合反応によるエネルギー放出と、自身の重力による収縮が釣り合っているため
2. 中心部でのヘリウムの核融合反応による膨張と、星全体の冷却が釣り合っているため
3. 星の表面からの放射エネルギーと、星内部の対流によるエネルギー輸送が完全に一致しているため
4. 星の自転による遠心力と、星の内部から外側へ向かう磁気圧が釣り合っているため

問2 宇宙の進化過程において、宇宙誕生から約38万年後に起こった「宇宙の晴れ上がり」と呼ばれる現象の説明として最も適切なものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 温度の低下により電子が原子核と結合し、中性原子が形成されたことで光が直進できるようになった。
2. 宇宙の急激な膨張により、光の波長が引き伸ばされて赤外線から可視光線へと変化した。
3. 星々の誕生によって放出された光が宇宙空間を満たし、それまで暗黒だった宇宙が明るくなった。
4. 超新星爆発によって重元素が宇宙空間にばらまかれ、星間物質が形成されるようになった。

問3 太陽系内の天体に関する記述として、誤っているものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 木星はガスを主成分とする巨大惑星であり、隕石の衝突によって形成されるクレーターは存在しない。
2. 海王星は地球に比べて半径が大きい、平均密度は地球よりも小さい。
3. 月が新月のとき、月面から地球を観測すると、地球は満月のように丸く見える。
4. 彗星は太陽に近づくと、太陽の引力によって太陽と反対の方向に尾を形成する。

問4 太陽の自転に関する記述として最も適切なものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

1. 太陽は固体ではないため、緯度によって自転周期が異なる差動回転をしている。
2. 太陽の自転周期は、低緯度地域よりも高緯度地域の方が短くなっている。
3. 太陽の黒点は常に太陽の北極付近にのみ出現するため、自転周期の測定には適さない。
4. 太陽の自転周期は、地球の自転周期と比較して非常に短く、約1日である。

問5 太陽が主系列星として誕生した際、中心部で主に進行を開始した核融合反応の生成物として最も適切なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. ヘリウム
2. 炭素
3. 鉄
4. 酸素

問6 天体観測と地球の歴史に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

1. オリオン大星雲の光は、地球の歴史における全球凍結の時期に放たれたものである。
2. オリオン大星雲の光は、約1500年前に放たれたものであり、クラカタウ火山の噴火とほぼ同時代の光である。
3. 大マゼラン雲はオリオン大星雲よりも地球に近い、その光は1500年前よりも後に放たれたものである。
4. 最後の氷期に生息していた生物の化石は、オリオン大星雲から放たれた光が地球に到達した時期と完全に一致する。

問7 太陽の現在の進化段階に関する記述として最も適切なものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 中心部で水素の核融合反応を行っている主系列星の段階である
2. 重力収縮によって温度が上昇している原始星の段階である
3. 中心部でヘリウムの核融合反応が進行している赤色巨星の段階である
4. 核融合反応を終えて冷却しつつある白色矮星の段階である

問8 太陽系の惑星である地球、木星、天王星の3つを比較したとき、質量が最大である惑星と、平均密度が最大である惑星の組み合わせとして最も適切なものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 質量最大：木星、平均密度最大：地球
2. 質量最大：木星、平均密度最大：天王星
3. 質量最大：天王星、平均密度最大：地球
4. 質量最大：地球、平均密度最大：木星

問9 太陽の表面構造に関する記述として最も適切なものはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

1. 粒状斑は、太陽内部の対流によって形成される構造である。
2. 黒点は、太陽表面の温度が周囲より高いために明るく見える。
3. プロミネンスは、太陽の内部で発生する核融合反応の直接的な場所である。
4. コロナは、光球のすぐ内側に位置する比較的低温のガス層である。

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 中心部での水素の核融合反応によるエネルギー放出と、自身の重力による収縮が釣り合っているため	主系列星が安定しているのは、中心部で水素がヘリウムに変わる核融合反応によって生じる熱エネルギーによる外向きの圧力と、星自身の質量による内向きの重力が釣り合っている（静力学平衡）ためである。このバランスが崩れると、星は収縮または膨張し、次の進化段階へと移行する。
問2	答え 1 温度の低下により電子が原子核と結合し、中性原子が形成されたことで光が直進できるようになった。	宇宙誕生直後の高温状態では、電子が自由に飛び回っており、光は電子に散乱されて直進できませんでした。約38万年後、宇宙の温度が約3000Kまで低下すると、電子が原子核と結合して中性原子が形成されました。これにより光を散乱させる電子が減少し、光が物質に妨げられずに直進できるようになった現象を宇宙の晴れ上がりと呼びます。
問3	答え 4 彗星は太陽に近づくと、太陽の引力によって太陽と反対の方向に尾を形成する。	彗星の尾が太陽と反対方向に伸びるのは、太陽からの放射圧や太陽風の影響によるものであり、引力によるものではありません。木星に固体表面がないこと、海王星の密度が地球より小さいこと、新月時に月面から地球が満月のように見えることはすべて正しい記述です。
問4	答え 1 太陽は固体ではないため、緯度によって自転周期が異なる差動回転をしている。	太陽はガス体であるため、赤道付近（低緯度）の自転速度が速く、極付近（高緯度）の自転速度が遅い「差動回転」という現象が見られます。このため、緯度によって自転周期が異なり、低緯度地域では約27日と短く、高緯度地域ではそれよりも長い周期となります。黒点の移動を観測することで、この自転の様子を詳細に調べることが可能です。
問5	答え 1 ヘリウム	主系列星である太陽の中心部では、水素原子核（陽子）が融合してヘリウム原子核が生成される核融合反応が進行しています。この反応は、太陽の質量が十分に大きいために中心部の温度が約1500万Kに達することで維持されています。この過程で生じるわずかな質量欠損が、アインシュタインの式 $E=mc^2$ に従い、莫大なエネルギーとして放出されます。
問6	答え 2 オリオン大星雲の光は、約1500年前に放たれたものであり、クラカタウ火山の噴火とほぼ同時代の光である。	オリオン大星雲までの距離は約1500光年であり、その光が地球に届くまでには約1500年を要する。したがって、現在観測される光は約1500年前に放たれたものである。クラカタウ火山の噴火は1883年に発生しており、この年代は天文学的なスケールで見れば約1500年前の光が地球に到達する時期と対応する。他の選択肢にある全球凍結や最後の氷期は、より古い地質年代の事象である。
問7	答え 1 中心部で水素の核融合反応を行っている主系列星の段階である	太陽は誕生から約46億年が経過しており、現在も中心部で水素をヘリウムに変える核融合反応を安定して継続している。この段階にある恒星は主系列星に分類される。赤色巨星や白色矮星は、水素の核融合を終えた後の将来の姿であり、原始星は星としての安定した核融合反応が始まる前の段階である。
問8	答え 1 質量最大：木星、平均密度最大：地球	木星は太陽系最大の惑星であり、その質量は地球の約318倍に達するため、この3つの中では圧倒的に質量が大きい。一方、地球は岩石や金属を主成分とする地球型惑星であるため、ガスや氷を主成分とする木星や天王星に比べて平均密度が非常に高い。天王星は木星よりも質量が小さく、地球よりも平均密度が低いいため、質量最大は木星、平均密度最大は地球となる。
問9	答え 1 粒状斑は、太陽内部の対流によって形成される構造である。	太陽の光球には、内部の対流運動が表面に現れた粒状斑が存在する。黒点は周囲より温度が低いため暗く見え、プロミネンスは光球の外側に噴出した巨大なガス構造である。また、コロナは彩層の外側に広がる百万ケルビン以上の高温なガス層であり、光球よりも外側に位置する。これらの構造の定義と物理的性質を混同しないことが重要である。