

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。

問1 天体の空間的規模に関する記述として最も適当なものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 銀河群は数百万光年以上の広がりを持つ巨大な天体集団である。
2. 星団は恒星が寿命の末期に放出したガスによって形成される。
3. 惑星状星雲は銀河群よりも空間的規模がはるかに大きい。
4. 星団の大きさは一般的に数千光年を超える。

問2 宇宙の晴れ上がりが起こる前の宇宙の状態について、正しい説明はどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 電子が原子核と結合できず、光が電子によって散乱されていた。
2. 宇宙の温度が十分に低く、光は物質と相互作用せずに直進していた。
3. 原子核が形成されておらず、すべての物質が中性子のみで存在していた。
4. 最初の恒星から放出された光が宇宙全体を満たし、非常に明るい状態であった。

問3 太陽の自転に関する記述として最も適当なものはどれか。（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4 太陽の表面に見られる黒点の性質や観測に関する記述として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。（2015年 全国公立入試 類似）

1. 黒点は太陽の自転に伴って、地球から見て東から西へと移動するように見える。
2. 黒点は太陽の公転に伴って、地球から見て西から東へと移動するように見える。
3. 黒点は周囲の光球よりも温度が高いため、白く輝いて見える。
4. 黒点の数は約11年周期で増減するが、太陽活動の強弱とは関係がない。

問5 渦巻銀河の腕の領域において、他の領域と比較して一般的に観測される特徴として最も適当なものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 星間ガスや塵が少なく、古い星のみで構成されている
2. 星間ガスや塵が豊富で、新しい星が活発に誕生している
3. 中心部のバルジよりも星の密度が極めて高い
4. 銀河全体が均一な明るさで分布している

問6 恒星の誕生過程に関する記述として最も適当なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 星間雲の密度が高い場所で、ガスが自身の重力で収縮することで原始星が形成される。
2. 惑星状星雲の内部で、微惑星の衝突合体が繰り返されることで恒星が誕生する。
3. 星間雲が膨張を続けることで内部の温度が上昇し、核融合反応が開始される。
4. 原始星が周囲のガスを放出し、超新星爆発を経て恒星へと進化する。

問7 宇宙が一様に膨張しており、ハッブルの法則が成り立つものとする。銀河系から見て互いに60度離れた方向にあり、銀河系から同じ距離にある2つの銀河Aと銀河Bを観測したところ、どちらも銀河系から10000 km/sの速度で遠ざかっていた。このとき、銀河Aから観測した銀河Bの遠ざかる速度として最も適当な数値を、次のうちから一つ選べ。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 10000 km/s
2. 0 km/s
3. 5000 km/s
4. 20000 km/s

問8 天体の空間的規模について、銀河群、星団、惑星状星雲の実際の大きさを大きい順に正しく並べたものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 銀河群、星団、惑星状星雲
2. 銀河群、惑星状星雲、星団
3. 星団、銀河群、惑星状星雲
4. 惑星状星雲、星団、銀河群

問9 原始太陽が収縮を続け、中心部の温度と圧力が十分に高まった結果、主系列星としての太陽が誕生するきっかけとなった物理現象はどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. 水素の核融合反応
2. ヘリウムの重力崩壊
3. 中心部でのホットスポットの形成
4. 星間物質の化学的蒸発

問10 太陽の黒点は周囲の光球に比べて温度が低く、暗い斑点として観測される。黒点の温度が周囲よりも低くなる理由として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。（2015年 全国公立入試 類似）

1. 強大な磁場によって、太陽内部からの熱の対流が妨げられるため。
2. 黒点部分のガス密度が極めて高く、熱が外部に放出されにくいから。
3. 黒点部分では水素の核融合反応が一時的に停止しているため。
4. 黒点から放出される強い紫外線が、周囲の熱を吸収するため。

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 1 銀河群は数百万光年以上の広がりを持つ巨大な天体集団である。	銀河群は多数の銀河が集まった構造であり、宇宙における最大級の天体集団の一つです。星団は恒星の集団であり、ガスが作る構造である惑星状星雲とは形成過程や規模が異なります。惑星状星雲は恒星の末期に生じる現象であり、銀河群と比較すると極めて小規模な天体です。
問2	答え 1 電子が原子核と結合できず、光が電子によって散乱されていた。	宇宙の晴れ上がり以前は、宇宙の温度が非常に高かったため、原子核と電子が結合して中性原子を形成することができませんでした。このため、宇宙空間には自由電子が満ちており、光はこれらの電子と衝突して散乱を繰り返していました。その結果、宇宙は光が直進できない不透明な状態にありました。晴れ上がりは、温度低下により電子が原子核に束縛され、光が散乱されなくなったことで発生しました。
問3	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4	答え 1 黒点は太陽の自転に伴って、地球から見て東から西へと移動するように見える。	太陽は西から東へと自転しているため、地球から太陽面を観測すると、黒点は東端から西端へと移動するように見える。黒点は周囲の光球（約6000 K）よりも温度が低いため暗く見え、その数の増減周期は約11年で、太陽活動の活性度と密接に関連している。
問5	答え 2 星間ガスや塵が豊富で、新しい星が活発に誕生している	渦巻銀河の腕は、星間物質であるガスや塵が密度波によって圧縮される領域です。この圧縮により星間雲が重力収縮し、次々と新しい星が誕生するため、腕の部分は若く明るい星が多く、全体として青白く輝いて見えるという特徴があります。
問6	答え 1 星間雲の密度が高い場所で、ガスが自身の重力で収縮することで原始星が形成される。	恒星は宇宙空間に漂うガスや塵の集まりである星間雲の中で、密度の高い領域が自身の重力によって収縮することで誕生します。この収縮過程で中心部の温度と密度が上昇し、原始星が形成されます。その後、中心温度が十分に高まると水素の核融合反応が始まり、主系列星として安定した段階に入ります。惑星状星雲は恒星の進化の終末期に見られる現象であり、誕生過程とは異なります。
問7	答え 1 10000 km/s	宇宙が一様に膨張しているとき、どの銀河から見ても「遠ざかる速度は距離に比例する」というハッブルの法則が成り立つ。銀河系、銀河A、銀河Bの位置関係を考えると、銀河系から銀河A、銀河Bへの距離が等しく、そのなす角が60度であるため、これら3つの天体は正三角形の頂点に位置する。したがって、銀河Aと銀河Bの間の距離は、銀河系と銀河Aの間の距離と等しい。よって、銀河Aから観測した銀河Bの遠ざかる速度は、銀河系から観測した銀河Aの速度と同じ10000 km/sとなる。
問8	答え 1 銀河群、星団、惑星状星雲	銀河群は多数の銀河が重力的に結びついた巨大な集団であり、数百万光年以上の広がりを持ちます。星団は恒星が数十から数万個集まった天体で、数光年から数十光年程度の規模です。一方、惑星状星雲は寿命を迎えた恒星が外層を放出したガスであり、その大きさは通常1光年以下です。このスケールの違いから、銀河群、星団、惑星状星雲の順に大きさが決まります。
問9	答え 1 水素の核融合反応	原始太陽は星間物質が重力収縮することで形成されます。収縮が進むと中心部の温度と密度が上昇し、やがて水素の原子核同士が融合する核融合反応が始まります。この反応によって放出される膨大なエネルギーが重力収縮による収縮力と釣り合うようになり、太陽は安定した主系列星としての段階に入ります。このエネルギー源こそが太陽が輝き続ける理由です。
問10	答え 1 強大な磁場によって、太陽内部からの熱の対流が妨げられるため。	黒点には周囲よりも非常に強い磁場が存在している。この強力な磁場が、太陽内部から高温のプラズマを表面へと運ぶ熱対流の運動を抑制するため、エネルギーの供給が滞り、周囲の光球（約6000 K）に比べて温度が約4000 Kと低くなる。

問1 宇宙が一様に膨張しており、ハッブルの法則が成り立つものとする。銀河系から見て互いに60度離れた方向にあり、銀河系から同じ距離にある2つの銀河Aと銀河Bを観測したところ、どちらも銀河系から10000 km/sの速度で遠ざかっていた。このとき、銀河Aから観測した銀河Bの遠ざかる速度として最も適当な数値を、次のうちから一つ選べ。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 10000 km/s 2. 0 km/s 3. 5000 km/s 4. 20000 km/s

問2 宇宙の膨張と銀河の観測に関する記述として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 遠方の銀河ほど、銀河系から大きな速度で遠ざかっており、この遠ざかる速度は銀河系からの距離に比例する。 2. 銀河系から遠ざかる銀河の速度は、銀河の質量が大きいほど速くなる。 3. すべての銀河は銀河系を中心として回転運動をしており、距離が遠い銀河ほど回転速度が遅い。 4. 銀河系から観測すると周囲の銀河は遠ざかっているが、他の銀河から観測した場合は周囲の銀河は近づいて見える。

問3 中心部が膨らんだバルジを持ち、そこから渦巻き状の腕が伸びている銀河の形態を何と呼ぶか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 渦巻銀河 2. 惑星状星雲 3. 散開星団 4. 球状星団

問4 渦巻銀河の腕の領域において、他の領域と比較して一般的に観測される特徴として最も適当なものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 星間ガスや塵が少なく、古い星のみで構成されている 2. 星間ガスや塵が豊富で、新しい星が活発に誕生している 3. 中心部のバルジよりも星の密度が極めて高い 4. 銀河全体が均一な明るさで分布している

問5 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。

問6 太陽の直径は地球の直径の約100倍である。太陽の表面において、緯度方向に2度の広がりを持つ黒点があるとき、この黒点の大きさ（緯度方向の長さ）は地球の直径の約何倍に相当するか。最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。ただし、太陽は完全な球体とし、円周率は3とする。（2015年 全国公立入試 類似）

1. 1.7倍 2. 0.2倍 3. 20倍 4. 200倍

問7 宇宙の晴れ上がりが起こった時期として、現代の宇宙論において一般的に認められている宇宙誕生からの経過時間はどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 約38万年後 2. 約3秒後 3. 約45億年後 4. 約318億年後

問8 恒星の誕生過程に関する記述として最も適当なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 星間雲の密度が高い場所で、ガスが自身の重力で収縮することで原始星が形成される。 2. 惑星状星雲の内部で、微惑星の衝突合体が繰り返されることで恒星が誕生する。 3. 星間雲が膨張を続けることで内部の温度が上昇し、核融合反応が開始される。 4. 原始星が周囲のガスを放出し、超新星爆発を経て恒星へと進化する。

問9 太陽系の惑星である木星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。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 木星は主にガスから構成される巨大惑星であり、固体表面を持たないためクレーターは存在しない。 2. 木星の表面は地球と同様に岩石質の地殻で覆われており、過去の隕石衝突によるクレーターが多数存在する。 3. 木星は太陽系で最も密度が高い惑星であり、その表面には隕石の衝突によって形成された巨大なクレーターが観測される。 4. 木星の表面は液体金属水素の層で覆われており、隕石が衝突するとその衝撃でクレーターが形成される。

問10 天体Pにおいて、面積が1のとき見かけの等級が20.0であり、面積が4のとき見かけの等級が約18.8であるという関係が成り立つとき、面積が2のときの見かけの等級として最も適当な値はどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 19.4 2. 18.5 3. 19.0 4. 20.0

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 1 10000 km/s	宇宙が一樣に膨張しているとき、どの銀河から見ても「遠ざかる速度は距離に比例する」というハッブルの法則が成り立つ。銀河系、銀河A、銀河Bの位置関係を考えると、銀河系から銀河A、銀河Bへの距離が等しく、そのなす角が60度であるため、これら3つの天体は正三角形の頂点に位置する。したがって、銀河Aと銀河Bの間の距離は、銀河系と銀河Aの間の距離と等しい。よって、銀河Aから観測した銀河Bの遠ざかる速度は、銀河系から観測した銀河Aの速度と同じ10000 km/sとなる。
問2	答え 1 遠方の銀河ほど、銀河系から大きな速度で遠ざかっており、この遠ざかる速度は銀河系からの距離に比例する。	宇宙の膨張にともない、すべての銀河は互いに遠ざかり合っている。銀河系から観測すると、遠方の銀河ほど速い速度で遠ざかっており、この遠ざかる速度は銀河系からの距離に比例する。これをハッブルの法則と呼ぶ。この法則は宇宙が一樣に膨張していることを示しており、銀河系以外のどの銀河から観測しても、周囲の銀河は距離に比例した速度で遠ざかって見える。
問3	答え 1 渦巻銀河	渦巻銀河は、中心部のバルジと、そこから回転するように伸びる腕（渦状腕）が特徴的な銀河の分類です。惑星状星雲は星の終末期に放出されたガスであり、散開星団や球状星団は星が密集した天体であるため、銀河全体の構造を示す本問の定義とは異なります。
問4	答え 2 星間ガスや塵が豊富で、新しい星が活発に誕生している	渦巻銀河の腕は、星間物質であるガスや塵が密度波によって圧縮される領域です。この圧縮により星間雲が重力収縮し、次々と新しい星が誕生するため、腕の部分は若く明るい星が多く、全体として青白く輝いて見えるという特徴があります。
問5	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。
問6	答え 1 1.7倍	太陽の直径をD、地球の直径をdとすると、Dはdの100倍である。太陽の全周は円周率を3とすると約300dとなる。緯度2度の広がりには全周360度の180分の1に相当するため、黒点の大きさは300dを180で割った約1.7dとなり、地球の直径の約1.7倍に相当する。
問7	答え 1 約38万年後	宇宙の晴れ上がりは、ビッグバンから約38万年が経過した時期に発生しました。この時期の宇宙の温度は、原子が安定して存在できるレベルまで低下しており、それ以前の宇宙はプラズマ状態であったため光が直進できませんでした。この時期に放出された光は、現在では宇宙マイクロ波背景放射として観測されています。
問8	答え 1 星間雲の密度が高い場所で、ガスが自身の重力で収縮することで原始星が形成される。	恒星は宇宙空間に漂うガスや塵の集まりである星間雲の中で、密度の高い領域が自身の重力によって収縮することで誕生します。この収縮過程で中心部の温度と密度が上昇し、原始星が形成されます。その後、中心温度が十分に高まると水素の核融合反応が始まり、主系列星として安定した段階に入ります。惑星状星雲は恒星の進化の終末期に見られる現象であり、誕生過程とは異なります。
問9	答え 1 木星は主にガスから構成される巨大惑星であり、固体表面を持たないためクレーターは存在しない。	木星は水素やヘリウムを主成分とする巨大ガス惑星であり、地球のような岩石質の固体表面を持ちません。そのため、隕石が衝突してもクレーターが形成されることはありません。他の選択肢は、木星の組成や構造に関する誤った記述です。木星は太陽系最大の惑星ですが、平均密度は非常に小さく、ガスが中心に向かって高圧・高密度になっている構造をしています。
問10	答え 1 19.4	与えられた関係から、面積が1から4（4倍）に増加したとき、等級は20.0から18.8へと1.2減少している。この関係を直線的な変化と見なすと、面積の増加に伴い等級の数値は減少する。面積が2のときは、面積1と4の中間的な値をとるため、等級は20.0と18.8の中間付近の値となる。選択肢の中でこの条件を満たすのは19.4である。

問1 星間ガスの組成に関する記述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. 星間ガスは主に水素とヘリウムから構成されている。
2. 星間ガスには恒星から放出された物質は含まれない。
3. 星間ガスは地球の大気圏内で発生するオーロラの主成分である。
4. 星間ガスはビッグバン直後にのみ生成され、その後は増加しない。

問2 恒星の誕生過程に関する記述として最も適切なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 星間雲の密度が高い場所で、ガスが自身の重力で収縮することで原始星が形成される。
2. 惑星状星雲の内部で、微惑星の衝突合体が繰り返されることで恒星が誕生する。
3. 星間雲が膨張を続けることで内部の温度が上昇し、核融合反応が開始される。
4. 原始星が周囲のガスを放出し、超新星爆発を経て恒星へと進化する。

問3 見かけの等級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. 数値が小さいほど、地球から見た天体の明るさは明るいことを示す。
2. 数値が大きいほど、地球から見た天体の明るさは明るいことを示す。
3. 天体までの距離に関係なく、天体そのものの発光能力のみを表す。
4. 数値が0の天体は、地球から全く観測できないことを意味する。

問4 宇宙における元素の起源に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. ビッグバン直後に炭素や酸素などの重い元素が大量に生成された。
2. 赤色巨星の中心部では、ヘリウムの核融合によって炭素が生成される。
3. 恒星内部の核融合反応では、水素よりも軽い元素は生成されない。
4. 太陽のような恒星は、一生を通じて炭素を生成し続けることはない。

問5 太陽の表面に見られる黒点の性質や観測に関する記述として最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。（2015年 全国公立入試 類似）

1. 黒点は太陽の自転に伴って、地球から見て東から西へと移動するように見える。
2. 黒点は太陽の公転に伴って、地球から見て西から東へと移動するように見える。
3. 黒点は周囲の光球よりも温度が高いため、白く輝いて見える。
4. 黒点の数は約11年周期で増減するが、太陽活動の強弱とは関係がない。

問6 太陽活動と地球環境に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 太陽フレアの発生は、地球の磁気圏を乱しオーロラの活動を活性化させる。
2. 太陽と地球の大気は、どちらも水素とヘリウムが主成分である。
3. 地球の季節変化は、太陽と地球の距離が公転軌道上で変化することで生じる。
4. 太陽の自転方向は、地球の公転方向と逆向きである。

問7 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8 宇宙の膨張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. 銀河Aは銀河Bから5000km/sの速度で遠ざかっている。
2. 遠方の銀河ほど速い速度で銀河系から遠ざかる。
3. 宇宙の膨張は、銀河系を中心として空間そのものが拡大する現象である。
4. 銀河の遠ざかる速度と距離の比例関係は、宇宙の膨張を示す証拠の一つである。

問9 中心部が膨らんだバルジを持ち、そこから渦巻き状の腕が伸びている銀河の形態を何と呼ぶか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 渦巻銀河
2. 惑星状星雲
3. 散開星団
4. 球状星団

問10 太陽光のスペクトルを分光器で観察すると、連続的な光の帯の中に多数の暗線が観察される。この暗線が生じる理由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. 太陽の外層大気に存在する元素が、特定の波長の光を吸収するため
2. 太陽の核融合反応によって、特定の波長の光が放出されないため
3. 地球の大気中に存在する酸素や窒素が、特定の波長の光を反射するため
4. 太陽の光球から放射される光が、もともと特定の波長を含まないため

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 1 星間ガスは主に水素とヘリウムから構成されている。	星間ガスは宇宙空間に漂う気体であり、その大部分は水素とヘリウムである。恒星の進化に伴い、内部で核融合によって生成された重元素も放出されるため、星間物質には恒星由来の物質も含まれる。オーロラは地球の磁気圏と太陽風の相互作用による現象であり、星間ガスとは無関係である。また、星間ガスは恒星の死によって常に供給され続けている。
問2	答え 1 星間雲の密度が高い場所で、ガスが自身の重力で収縮することで原始星が形成される。	恒星は宇宙空間に漂うガスや塵の集まりである星間雲の中で、密度の高い領域が自身の重力によって収縮することで誕生します。この収縮過程で中心部の温度と密度が上昇し、原始星が形成されます。その後、中心温度が十分に高まると水素の核融合反応が始まり、主系列星として安定した段階に入ります。惑星状星雲は恒星の進化の終末期に見られる現象であり、誕生過程とは異なります。
問3	答え 1 数値が小さいほど、地球から見た天体の明るさは明るいことを示す。	見かけの等級は、地球から観測した天体の明るさを対数的に表した尺度である。古代の分類法に由来し、等級の数値が小さいほど明るく、数値が大きいほど暗い天体であることを示す。等級が1小さくなると明るさは約2.512倍になり、等級が5異なると明るさはちょうど100倍になるという関係がある。なお、天体そのものの明るさを表す指標には絶対等級が用いられる。
問4	答え 2 赤色巨星の中心部では、ヘリウムの核融合によって炭素が生成される。	宇宙の初期段階であるビッグバン直後には、主に水素やヘリウムなどの軽い元素が生成された。その後、恒星が進化して赤色巨星の段階に達すると、中心部でヘリウムの核融合反応が起こり、炭素や酸素といったより重い元素が合成される。したがって、ヘリウムがすべてビッグバン直後に作られたという考えは誤りであり、恒星内部での核融合こそが炭素などの重元素の主要な供給源である。
問5	答え 1 黒点は太陽の自転に伴って、地球から見て東から西へと移動するように見える。	太陽は西から東へと自転しているため、地球から太陽面を観測すると、黒点は東端から西端へと移動するように見える。黒点は周囲の光球（約6000 K）よりも温度が低い暗く見え、その数の増減周期は約11年で、太陽活動の活性度と密接に関連している。
問6	答え 1 太陽フレアの発生は、地球の磁気圏を乱しオーロラの活動を活性化させる。	太陽フレアに伴う太陽風の強まりは、地球の磁気圏を乱しオーロラを活性化させます。地球の大気は窒素と酸素が主成分であり、太陽の組成とは大きく異なります。季節変化の主な原因は地球の自転軸の傾きであり、距離の変化ではありません。また、太陽の自転と地球の公転は同じ向きです。
問7	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8	答え 1 銀河Aは銀河Bから5000km/sの速度で遠ざかっている。	ハッブル・ルメートルの法則では、銀河系から遠い銀河ほど速く遠ざかるが、同じ距離にある銀河同士は互いに相対的な速度差を持たない。したがって、銀河Aが銀河Bから5000km/sで遠ざかっているという記述は誤りである。宇宙の膨張は特定の中心点に向かって広がるのではなく、空間全体が均一に拡大する現象である。
問9	答え 1 渦巻銀河	渦巻銀河は、中心部のバルジと、そこから回転するように伸びる腕（渦状腕）が特徴的な銀河の分類です。惑星状星雲は星の終末期に放出されたガスであり、散開星団や球状星団は星が密集した天体であるため、銀河全体の構造を示す本問の定義とは異なります。
問10	答え 1 太陽の外層大気に存在する元素が、特定の波長の光を吸収するため	太陽の光球から放射される光は連続スペクトルを示しますが、その外側にある比較的低温の外層大気を通る際、特定の元素が特定の波長の光を吸収します。これにより、スペクトル上に光が弱まった暗線（フラウンホーファー線）が現れます。この現象は、太陽大気にその元素が存在することを証明するものであり、元素が欠如していることを示すものではありません。

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 1 主系列星	恒星は誕生後、中心部で水素をヘリウムに変える核融合反応が安定して続く期間を過ごし、この段階にある星を主系列星と呼ぶ。太陽も現在はこの主系列星の段階にある。原始星は星の誕生前の収縮段階であり、赤色巨星や白色矮星は水素の核融合を終えた後の進化段階であるため、現在の太陽の状態とは異なる。
問2	答え 2 赤色巨星の中心部では、ヘリウムの核融合によって炭素が生成される。	宇宙の初期段階であるビッグバン直後には、主に水素やヘリウムなどの軽い元素が生成された。その後、恒星が進化して赤色巨星の段階に達すると、中心部でヘリウムの核融合反応が起こり、炭素や酸素といったより重い元素が合成される。したがって、ヘリウムがすべてビッグバン直後に作られたという考えは誤りであり、恒星内部での核融合こそが炭素などの重元素の主要な供給源である。
問3	答え 1 黒点は太陽の自転に伴って、地球から見て東から西へと移動するように見える。	太陽は西から東へと自転しているため、地球から太陽面を観測すると、黒点は東端から西端へと移動するように見える。黒点は周囲の光球（約6000 K）よりも温度が低いいため暗く見え、その数の増減周期は約11年で、太陽活動の活性度と密接に関連している。
問4	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5	答え 1 銀河群、星団、惑星状星雲	銀河群は多数の銀河が重力的に結びついた巨大な集団であり、数百万光年以上の広がりを持ちます。星団は恒星が数十から数万個集まった天体で、数光年から数十光年程度の規模です。一方、惑星状星雲は寿命を迎えた恒星が外層を放出したガスであり、その大きさは通常1光年以下です。このスケールの違いから、銀河群、星団、惑星状星雲の順に大きさが決まります。
問6	答え 1 銀河群は数百万光年以上の広がりを持つ巨大な天体集団である。	銀河群は多数の銀河が集まった構造であり、宇宙における最大級の天体集団の一つです。星団は恒星の集団であり、ガスが作る構造である惑星状星雲とは形成過程や規模が異なります。惑星状星雲は恒星の末期に生じる現象であり、銀河群と比較すると極めて小規模な天体です。
問7	答え 1 19.4	与えられた関係から、面積が1から4（4倍）に増加したとき、等級は20.0から18.8へと1.2減少している。この関係を直線的な変化と見なすと、面積の増加に伴い等級の数値は減少する。面積が2のときは、面積1と4の中間的な値をとるため、等級は20.0と18.8の中間付近の値となる。選択肢の中でこの条件を満たすのは19.4である。
問8	答え 1 自由に飛び回る電子が光を散乱させていたため。	宇宙誕生から約38万年までの間、宇宙は非常に高温であり、物質は原子核と電子が分離したプラズマ状態でした。この環境下では、光子が自由に動く電子と頻りに衝突・散乱を繰り返すため、光は直進できず宇宙は不透明な状態でした。電子が原子核と結合して中性原子になることで、この散乱が解消され、宇宙は透明になりました。
問9	答え 1 数値が小さいほど、地球から見た天体の明るさは明るいことを示す。	見かけの等級は、地球から観測した天体の明るさを対数的に表した尺度である。古代の分類法に由来し、等級の数値が小さいほど明るく、数値が大きいほど暗い天体であることを示す。等級が1小さくなると明るさは約2.512倍になり、等級が5異なると明るさはちょうど100倍になるという関係がある。なお、天体そのものの明るさを表す指標には絶対等級が用いられる。
問10	答え 1 1.7倍	太陽の直径をD、地球の直径をdとすると、Dはdの100倍である。太陽の全周は円周率を3とすると約300dとなる。緯度2度の広がりとは全周360度の180分の1に相当するため、黒点の大きさは300dを180で割った約1.7dとなり、地球の直径の約1.7倍に相当する。