

問1 遠方の銀河から届く光のスペクトル線が、本来の波長よりも長くなる現象とその解釈として正しいものはどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 赤方偏移と呼ばれ、銀河が地球から遠ざかっていることを示す。
2. 赤方偏移と呼ばれ、銀河が地球に近づいていることを示す。
3. 青方偏移と呼ばれ、銀河が地球から遠ざかっていることを示す。
4. 青方偏移と呼ばれ、銀河が地球に近づいていることを示す。

問2 星間雲における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。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 星間雲の密度の高い領域が自身の重力収縮を起こし、中心部の温度と密度が上昇することで恒星が形成される。
2. 星間雲がブラックホールへと直接変化することで、光を放出する恒星が誕生する。
3. 星間雲はヘリウムのみで構成されており、その核融合反応によって恒星が誕生する。
4. 星間雲が周囲の空間からエネルギーを吸収して膨張することで、恒星としての輝きを放ち始める。

問3 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4 ヘルツシュプルング・ラッセル図（HR図）において、縦軸に光度、横軸に表面温度（左ほど高温）をとる。この図において、同じ半径を持つ星の軌跡が右下から左上に向かう直線（主系列星の分布と交差する方向）になる理由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. シュテファン・ボルツマンの法則により、半径が一定であれば、表面温度が高い星ほど光度が大きくなるため。
2. シュテファン・ボルツマンの法則により、半径が一定であれば、表面温度が高い星ほど光度が小さくなるため。
3. ケプラーの法則により、半径が一定であれば、表面温度が高い星ほど公転周期が短くなるため。
4. 万有引力の法則により、半径が一定であれば、表面温度が高い星ほど質量が大きくなるため。

問5 太陽の現在の進化段階と、将来たどる進化の最終形態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. 現在は主系列星であり、最終的には白色矮星になる
2. 現在は主系列星であり、最終的には赤色巨星になる
3. 現在は赤色巨星であり、最終的には白色矮星になる
4. 現在は赤色巨星であり、最終的には主系列星になる

問6 実際の太陽の南中を基準として、観測に基づいて決定される時刻を何と呼ぶか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 視太陽時
2. 日本標準時
3. 平均太陽時
4. 恒星時

問7 太陽を焦点の一つとする楕円軌道上を公転する惑星について、太陽との距離が最も近くなる近日点付近での運動状態として正しいものはどれか。（2009年 全国公立入試 類似）

1. 公転速度が最大となり、面積速度は一定に保たれる。
2. 公転速度が最小となり、面積速度は最大となる。
3. 公転速度が最大となり、面積速度も最大となる。
4. 公転速度が一定となり、面積速度も一定となる。

問8 分子雲の観測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. 分子雲は星間塵を多く含むため、可視光による観測で内部構造を詳細に調べることができる。
2. 分子雲の内部では水素分子が主成分であるが、電波観測では一酸化炭素分子の放射が重要な指標となる。
3. 分子雲は銀河系内で均一に分布しており、密度に偏りはほとんど見られない。
4. 分子雲は高温のプラズマ状態にあるため、X線観測が最も適している。

問9 太陽付近の恒星の分布や特性に関する記述として、誤っているものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 太陽よりも質量が小さく暗い恒星は、太陽付近の恒星の大部分を占めている。
2. 明るい恒星の中には、白色矮星のように太陽よりも半径が非常に小さい恒星も存在する。
3. 明るい恒星には太陽の0.01倍以下の半径を持つ恒星は存在しない。
4. HR図上の分布から、恒星の質量と光度には一定の相関関係があることが読み取れる。

答え合わせ・解説 No.3

- 問1 **答え 1**
赤方偏移と呼ばれ、銀河が地球から遠ざかっていることを示す。
- 光のドップラー効果により、光源が観測者から遠ざかる場合、観測される光の波長は本来よりも長くなる。可視光において波長が長くなることはスペクトルが赤色側にずれることを意味するため、これを赤方偏移と呼ぶ。宇宙膨張に伴い、遠方の銀河ほど速い速度で遠ざかるため、より大きな赤方偏移が観測される。
- 問2 **答え 1**
星間雲の密度の高い領域が自身の重力収縮を起こし、中心部の温度と密度が上昇することで恒星が形成される。
- 恒星は、宇宙空間に広がるガスや塵の集まりである星間雲の中で、密度が特に高い領域が自身の重力によって収縮することで誕生する。収縮が進むと中心部の温度と密度が急激に上昇し、やがて核融合反応が開始されることで恒星として輝き出す。星間雲は主に水素やヘリウム、微量の星間塵から構成されており、ブラックホールへの変化とは異なる過程である。
- 問3 **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発化させる。
- 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発化させます。地球の気候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4 **答え 1**
シュテファン・ボルツマンの法則により、半径が一定であれば、表面温度が高い星ほど光度が大きくなるため。
- 星の光度 L は、半径 R と表面温度 T を用いて $L = 4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \sigma \cdot T^4$ と表される（シュテファン・ボルツマンの法則）。半径 R が一定の場合、表面温度 T が高くなる（HR図上で左に移動する）ほど、光度 L は大きくなる（HR図上で上に移動する）。したがって、等しい半径を持つ星の軌跡は、HR図上で右下（低温・低光度）から左上（高温・高光度）へと向かう直線になり、左上から右下へ分布する主系列星の帯と交差する。
- 問5 **答え 1**
現在は主系列星であり、最終的には白色矮星になる
- 太陽は現在、中心部で水素の核融合反応が安定して行われている主系列星の段階にあります。今後、中心部の水素が枯渇すると、恒星は膨張して赤色巨星へと進化します。最終的には外層を惑星状星雲として放出し、中心に残った核が白色矮星として一生を終えます。したがって、現在の段階と最終形態の組み合わせとして正しいのはこの選択肢です。
- 問6 **答え 1**
視太陽時
- 視太陽時は、天球上を移動する実際の太陽の位置を観測し、太陽が南中する瞬間を正午として定める時刻である。地球の公転軌道が楕円であることや、地球の自転軸が公転面に対して傾いているため、太陽の南中時刻の間隔は季節によってわずかに変化する。これに対し、平均太陽時は太陽の不規則な動きを平均化したものであり、日本標準時は東経135度の平均太陽時を基準として設定されている。
- 問7 **答え 1**
公転速度が最大となり、面積速度は一定に保たれる。
- ケプラーの第2法則（面積速度一定の法則）によれば、惑星が軌道上のどの位置にあっても、単位時間あたりに掃く面積は常に一定です。そのため、太陽との距離が短い近日点付近では、同じ面積を掃くために惑星はより速く移動する必要があります。したがって、近日点において公転速度は最大となりますが、面積速度自体は軌道全体を通して変化しません。
- 問8 **答え 2**
分子雲の内部では水素分子が主成分であるが、電波観測では一酸化炭素分子の放射が重要な指標となる。
- 分子雲の主成分である水素分子は、低温環境下では電波による放射を出しにくいいため、直接観測することが困難です。そのため、分子雲内に共存する一酸化炭素分子が放出する電波を観測することで、分子雲の分布や運動を推定します。また、分子雲は星間塵を多く含むため、可視光を強く吸収・散乱し、いわゆる暗黒星雲として観測されます。
- 問9 **答え 3**
明るい恒星には太陽の0.01倍以下の半径を持つ恒星は存在しない。
- 白色矮星は、質量は太陽と同程度であっても半径が地球サイズ（太陽の約0.01倍以下）まで収縮した天体です。これらはHR図上で左下に位置し、高温であるため比較的明るく観測されます。したがって、「明るい恒星には小さな半径のものが存在しない」という記述は誤りです。恒星の進化段階によって、半径と光度の関係は多様に変化します。