

問1 ある恒星が南中する時刻が、1ヶ月（約30日）経過するとどのように変化するか。最も適切なものを選び。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 約2時間早くなる 2. 約2時間遅くなる 3. 約30分早くなる 4. 約30分遅くなる

問2 二つの球状星団XとYのHR図を比較した際、星団Xの主系列分岐点が星団Yよりも高温側に位置していた。この観測結果から導かれる星団の年齢に関する記述として正しいものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 星団Xは星団Yよりも年齢が若い。 2. 星団Xは星団Yよりも年齢が古い。 3. 星団Xと星団Yの年齢は等しい。 4. 星団の年齢と分岐点の温度には関係がない。

問3 HR図上で、横軸に見かけの等級、縦軸に絶対等級をとり、距離100パーセクを示す等距離線を引いた場合、この線よりも右下側にプロットされる恒星の距離について正しい説明はどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 100パーセクよりも遠い 2. 100パーセクよりも近い 3. ちょうど100パーセクである 4. 距離の推定は不可能である

問4 恒星の物理量と進化に関する記述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. 恒星の表面温度が高いほど、スペクトル型は青色に近い分類を示す。 2. 恒星の進化速度は平均密度に依存し、密度が高いほど進化が速い。 3. 星団の色は、その星団に含まれる最も年老いた恒星の色によって決定される。 4. 質量が小さい恒星ほど核融合反応が激しく、進化の速度が速い。

問5 太陽の約8倍以上の質量を持つ恒星が進化の終末にたどる姿として、中性子星が形成される過程の説明として正しいものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 赤色巨星の外層が剥がれ落ちて白色矮星になる 2. 中心核の核融合が停止し、そのまま冷えて黒色矮星になる 3. 超新星爆発を経て中心核が極限まで収縮して形成される 4. 惑星状星雲の中心部で核融合が再開して形成される

問6 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7 太陽内部で起こっている核融合反応の過程において、最終的に生成される原子核として正しいものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. ヘリウム原子核 2. ウラン原子核 3. 炭素原子核 4. 鉄原子核

問8 地球から見た惑星の運動において、天球上を西から東へ動く順行に対し、一時的に東から西へ動くように見える現象を何というか。 (2014年 全国公立入試 類似)

1. 逆行 2. 留 3. 公転 4. 離角

問9 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10 太陽系における天体の分類と分布に関する記述として、誤っているものを選び。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. 太陽系外縁天体は、その軌道特性から冥王星型天体などを含むグループとして分類される。 2. 地球型惑星は水星、金星、地球、火星の4つの惑星を指す。 3. 木星型惑星は水素やヘリウムを主成分とする巨大なガス惑星である。 4. 小惑星は海王星より外側の領域にのみ存在し、内側には存在しない。

問11 電磁波の性質に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. ガンマ線は赤外線よりも波長が長く、エネルギーが小さい。 2. 電波は可視光線よりも波長が長く、エネルギーが小さい。 3. 紫外線はエックス線よりも波長が短く、エネルギーが大きい。 4. 赤外線は可視光線よりも波長が短く、エネルギーが大きい。

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 約2時間早くなる	地球の公転により、太陽に対する恒星の位置は1日あたり約1度ずつ東へずれる。地球の自転は1日で360度であるため、1度ずれることは時刻にして約4分の差に相当する。したがって、30日間では4分×30日=120分となり、恒星の南中時刻は約2時間早くなる。この現象は地球の公転による年周運動の結果として観測される。
問2	答え 1 星団Xは星団Yよりも年齢が若い。	球状星団の年齢は、主系列星が主系列から離脱し始める分岐点の位置によって推定されます。分岐点が高温側にあるということは、より質量の大きい星までが主系列にとどまっていることを示しており、低温側に分岐点がある星団と比較して、星団全体の進化段階が若く、年齢が若いことを示しています。したがって、分岐点が高温側にある星団Xの方が、星団Yよりも若いと判断されます。
問3	答え 1 100 パーセクよりも遠い	$m - M = 5 \log_{10}(d) - 5$ の式において、距離 d が100パーセクするとき、 $m - M = 5 \log_{10}(100) - 5 = 5(2) - 5 = 5$ となる。グラフ上で右下側 (m が大きく、 M が小さい領域) へ移動すると、 $m - M$ の値が5よりも大きくなる。このとき $\log_{10}(d) > 2$ となるため、 $d > 100$ パーセクであることが導かれる。
問4	答え 1 恒星の表面温度が高いほど、スペクトル型は青色に近い分類を示す。	恒星の表面温度はスペクトル型と密接に関連しており、温度が高いほど青色、低いほど赤色を示す。恒星の進化速度は質量に依存し、質量が大きいほど中心部での核融合反応が激しく進むため、進化の速度は速くなる。星団の色は、その星団内で最も明るく目立つ恒星の色に支配されるため、若い恒星が多い若い星団は全体として青っぽく見える。
問5	答え 3 超新星爆発を経て中心核が極限まで収縮して形成される	太陽の約8倍以上の質量を持つ恒星は、進化の最終段階で中心核が重力崩壊を起こし、超新星爆発を伴って中性子星やブラックホールへと進化します。これに対し、太陽程度の質量の恒星は、赤色巨星を経て外層を放出し、中心核が白色矮星として残ります。
問6	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7	答え 1 ヘリウム原子核	太陽の内部では、非常に高い温度と圧力の下で、水素原子核同士が融合してヘリウム原子核へと変化する核融合反応が進行している。この過程で生じる質量欠損が、アインシュタインの式 $E=mc^2$ に基づき、膨大なエネルギーとして放出される。ウランの核分裂は重い原子核が分裂する反応であり、太陽の主系列星としてのエネルギー生成過程とは異なる。
問8	答え 1 逆行	惑星の逆行は、地球と外惑星の公転速度の差によって生じる見かけ上の運動です。地球が外惑星を追い越す際、地球から見ると外惑星が背景の星々に対して一時的に逆向きに動いているように見えます。これは惑星の公転軌道が太陽を中心とした円に近いと仮定した場合の相対的な位置関係によって説明される現象です。
問9	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10	答え 4 小惑星は海王星より外側の領域にのみ存在し、内側には存在しない。	小惑星の大部分は火星と木星の軌道の間にある小惑星帯に分布している。したがって、海王星より外側にのみ存在するという記述は誤りである。太陽系外縁天体は海王星以遠に分布し、地球型惑星は岩石質で内側を公転し、木星型惑星はガス主体の巨大惑星であるという分類は地学における基本事項である。
問11	答え 2 電波は可視光線よりも波長が長く、エネルギーが小さい。	電磁波の波長は、ガンマ線が最も短く、順にエックス線、紫外線、可視光線、赤外線、電波と長くなります。波長とエネルギーは反比例の関係にあるため、波長が長い電波は、可視光線と比較してエネルギーが小さくなります。他の選択肢は波長とエネルギーの大小関係が逆転しているため誤りです。

問1 絶対等級の定義に関する記述として最も適当なものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

1. 恒星を地球から10パーセクの距離に置いたと仮定したときの明るさである。
2. 恒星を地球から1パーセクの距離に置いたと仮定したときの明るさである。
3. 恒星の表面温度が10000Kであるときの明るさを基準とした等級である。
4. 地球から観測される恒星の実際の明るさをそのまま等級で表したものである。

問2 HR図において、スペクトル型と絶対等級の関係から星を分類する際、主系列星の領域に位置する星の特徴として正しいものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. 中心核での水素の核融合反応によってエネルギーを生成している。
2. すべての星が同じ質量と半径を持ち、同じ絶対等級を示す。
3. 距離が遠い星ほど、見かけの明るさに関わらず必ず主系列に位置する。
4. スペクトル型がK型であれば、必ず絶対等級が太陽よりも明るい。

問3 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。

問4 渦巻銀河の中心部に見られる、古い恒星が密集した球状に近い膨らみの名称として最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. バルジ
2. ハロー
3. 円盤部
4. 不規則銀河

問5 地球の公転軌道の内側にある内惑星とは異なり、火星や木星のような外惑星が、地球から見て太陽と反対方向の位置に来る状態を何と呼ぶか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 衝
2. 合
3. 留
4. 離角

問6 ヘルツシュプリング・ラッセル図（HR図）において、主系列の領域に位置する星の特徴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. 質量が大きい星ほど、主系列にとどまる期間が非常に短い
2. すべての主系列星は、進化の過程で必ず赤色巨星を経由せずに白色矮星になる
3. 主系列星は、進化の最終段階において超新星爆発を起こすことが確定している
4. 主系列の領域にある星は、中心部でヘリウムを燃焼させている段階である

問7 ある恒星のスペクトル型がG型であると観測された。この恒星の表面温度に関する説明として、最も妥当なものはどれか。

（2013年 全国公立入試 類似）

1. スペクトル型がB型の恒星よりも表面温度が高い。
2. スペクトル型がM型の恒星よりも表面温度が高い。
3. スペクトル型がO型の恒星とほぼ同じ表面温度である。
4. スペクトル型がF型の恒星よりも表面温度が高い。

問8 惑星の観測と特徴に関する記述として、誤っているものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 水星は金星よりも常に明るく観測される。
2. 金星は夕方西の空に見える際に宵の明星と呼ばれる。
3. 火星の明るさは地球との距離の変化によって大きく変動する。
4. 内惑星である水星の離角には、観測可能な最大値が存在する。

問9 太陽の大気組成に関する記述として最も適切なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 水素とヘリウムが主成分であり、炭素や酸素などの重元素はごくわずかに含まれている。
2. 炭素や酸素が主成分であり、水素やヘリウムは核融合反応によって完全に消費されている。
3. 鉄やニッケルなどの重元素が主成分であり、水素やヘリウムは表面付近にしか存在しない。
4. 水素とヘリウムは存在せず、炭素や酸素などの重元素のみがガス状態で存在している。

問10 銀河系の構造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。（2017年 全国公立入試 類似）

1. 銀河系は中心部のバルジ、円盤部、およびそれらを取り囲むハローから構成される。
2. 銀河系は円盤部が中心にあり、その周囲をバルジが球状に取り囲む構造をしている。
3. 銀河系はハローが中心部に位置し、その外側に円盤部が広がっている。
4. 銀河系は円盤部の中にハローが含まれており、バルジは最も外側に分布する。

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 1 恒星を地球から10パーセクの距離に置いたと仮定したときの明るさである。	絶対等級は、恒星の本来の明るさを比較するために導入された指標である。個々の恒星までの距離は異なるため、見かけの等級だけでは真の明るさを比較できない。そこで、すべての恒星を地球から一律に10パーセクの距離に置いたと仮定し、そのときの明るさを等級で表すことで、恒星の真の光度を評価することが可能となる。
問2	答え 1 中心核での水素の核融合反応によってエネルギーを生成している。	HR図上の主系列は、中心核で水素をヘリウムに変換する核融合反応を行っている星が分布する領域である。星の絶対等級とスペクトル型は、その星の進化段階や質量と密接に関係しており、主系列星は質量が大きいほど高温で明るく、左上に位置し、質量が小さいほど低温で暗く、右下に位置する。
問3	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。
問4	答え 1 バルジ	渦巻銀河は、中心部の膨らみであるバルジと、その周囲を取り巻く円盤部から構成されます。バルジには主に古い恒星が多く分布しており、銀河の進化の歴史を反映しています。一方、ハローは銀河全体を球状に取り囲む領域を指し、円盤部は星間物質が豊富で新しい恒星が形成される領域です。不規則銀河は特定の構造を持たない銀河の分類名です。
問5	答え 1 衝	外惑星が地球から見て太陽と反対方向（太陽・地球・外惑星がこの順で一直線に並ぶ状態）にあるとき、その惑星は衝にあるという。このとき、外惑星は地球に最も接近し、一晩中観測可能となる。一方、地球から見て太陽と同じ方向にある状態は合と呼ばれ、太陽の光に紛れて観測が困難になる。留は惑星の運動方向が逆転するように見える現象を指す。
問6	答え 1 質量が大きい星ほど、主系列にとどまる期間が非常に短い	主系列星の寿命は質量に強く依存します。質量が大きい星ほど中心部の温度が高く、水素の核融合反応が激しく進行するため、燃料である水素を急速に消費します。その結果、質量が大きい星ほど主系列段階にとどまる期間は短くなります。逆に、太陽程度の質量を持つ星は、主系列段階に約100億年とどまります。
問7	答え 2 スペクトル型がM型の恒星よりも表面温度が高い。	スペクトル型の分類順序（O, B, A, F, G, K, M）は、高温から低温への順序に対応しています。G型はM型よりも高温側に位置するため、G型の恒星はM型の恒星よりも表面温度が高いと判断できます。一方、B型やF型はG型よりも高温側に位置するため、これらと比較するとG型の表面温度は低くなります。
問8	答え 1 水星は金星よりも常に明るく観測される。	金星は地球に比較的近く、高い反射率を持つ雲に覆われているため、全天で最も明るい惑星として観測されることが多い。一方、水星は太陽に非常に近いため、太陽光の影響で観測が難しく、金星ほど明るく見えることはない。他の選択肢は惑星の観測特性として正しい記述である。
問9	答え 1 水素とヘリウムが主成分であり、炭素や酸素などの重元素はごくわずかに含まれている。	太陽は主系列星であり、その質量の大半は水素とヘリウムで占められている。中心部では水素の核融合反応が進行しているが、大気（光球付近）の組成は初期の星間物質の組成を反映しており、水素とヘリウムが圧倒的に多く、炭素や酸素などの重元素の割合は極めて低い。これは太陽系形成時の原始太陽系星雲の組成と一致している。
問10	答え 1 銀河系は中心部のバルジ、円盤部、およびそれらを取り囲むハローから構成される。	銀河系は、中心部の膨らみであるバルジ、星やガスが円盤状に集まる円盤部、そして全体を球状に取り囲むハローの3つの主要な構造からなる。ハローには古い星からなる球状星団が多く分布している。円盤部とハローの配置を逆にしたり、バルジの位置を誤認させたりする記述は誤りである。

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。

問1 ケプラーの法則に基づき、惑星の公転運動について述べたものとして最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 惑星は太陽に近い位置ほど公転速度が速くなる。 2. 惑星の公転周期は、軌道長半径に関わらず一定である。 3. 惑星が描く楕円軌道の中心に太陽が位置している。 4. 惑星の公転速度は、軌道上のどの位置でも一定である。

問2 連星系において、公転面が地球からの視線方向とほぼ重なることで、一方の星が他方の星を隠し、周期的に明るさが変化する現象を何と呼ぶか。（2009年 全国公立入試 類似）

1. 食変光星 2. 脈動変光星 3. 超新星爆発 4. 重力レンズ効果

問3 地球の公転軌道が楕円であることや地軸の傾きが気候に与える影響について、誤っている記述はどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

1. 地球の公転軌道が完全な円ではなく楕円であることは、太陽からの距離を変化させ、季節ごとの日射量に影響を及ぼす。 2. 地軸の傾きが存在することで、地球上の各地点において太陽高度が季節によって変化し、季節変化が生じる。 3. 地球の軌道要素の変化は、数万年単位の長期的な気候変動を理解する上で重要な要素である。 4. 地球の公転軌道が楕円であるため、地球の自転軸は常に公転面に対して垂直に保たれている。

問4 地球から見て内惑星である水星の観測に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 水星は太陽からの離角が常に一定の範囲内に制限される。 2. 水星は真夜中に南中する時刻が最も観測に適している。 3. 水星は地球から見て外惑星に分類されるため、衝の位置で最も明るくなる。 4. 水星は太陽から離れる角度が最大になることはなく、常に太陽の近くに位置する。

問5 ある恒星の年周視差が0.1秒角であるとき、地球からその恒星までの距離は何パーセクか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 0.1パーセク 2. 1パーセク 3. 10パーセク 4. 100パーセク

問6 金星は地球よりも太陽に近いため、軌道上での太陽放射強度は地球の約2倍に達するが、反射率が約0.8と高いため、実際に吸収する太陽放射エネルギーは地球よりも小さくなる。それにもかかわらず、金星の地表温度が約460℃と極めて高温に保たれている理由として最も適当なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. 大気の一部を占める二酸化炭素による強力な温室効果が働いているため。 2. 太陽に近いため、地殻熱流量が地球よりも圧倒的に大きいため。 3. 雲を形成する硫酸の層が、地表からの熱をすべて反射して閉じ込めるため。 4. 自転周期が非常に遅く、太陽光が当たる時間が極端に長いため。

問7 地球の公転周期をE、外惑星である小惑星の公転周期をP、地球から見た小惑星の会合周期をSとする。地球と小惑星が同じ方向に公転しているとき、これらの関係を表す式として正しいものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. $1/S = 1/E - 1/P$ 2. $1/S = 1/P - 1/E$ 3. $S = E - P$ 4. $S = P - E$

問8 地球の公転運動が天体の観測に与える影響について述べた文として、誤っているものはどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 地球の公転により、太陽の天球上の位置は黄道に沿って1年で1周する。 2. 地球の公転速度が有限であるため、恒星からの光の方向がわずかにずれて見える年周光行差が生じる。 3. 地球の公転により、同じ時刻に観測される恒星の位置は、1年を通じて毎日少しずつ東へ移動する。 4. 地球の公転により、恒星までの距離が非常に遠い場合でも、年周視差として位置の微小な変化が観測される。

問9 均時差が生じる主要因として、地球の公転軌道が楕円形であること以外に挙げられるものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 地球の自転軸が公転面に対して傾いており、天の赤道と黄道が一致していないこと 2. 地球の自転速度が季節によって不規則に変動していること 3. 地球の自転軸が歳差運動によって長周期で回転していること 4. 地球の公転面が銀河面に対して一定の角度で傾いていること

問10 宇宙の大きさが現在の千分の一であった時期の宇宙背景放射について、その当時の温度と放射エネルギーのピーク波長として最も適切な組み合わせはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 約3000ケルビン、約1ミリメートル 2. 約3000ケルビン、約1000ミリメートル 3. 約100ケルビン、約1ミリメートル 4. 約100ケルビン、約1000ミリメートル

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 1 惑星は太陽に近い位置ほど公転速度が速くなる。	ケプラーの第二法則（面積速度一定の法則）により、惑星と太陽を結ぶ線分が単位時間に掃く面積は一定である。そのため、太陽に近い位置では軌道上の移動距離が長くなり、公転速度は速くなる。一方、太陽から遠い位置では移動距離が短くなり、公転速度は遅くなる。楕円軌道の中心ではなく、焦点の一つに太陽が位置する。
問2	答え 1 食変光星	食変光星は、連星系において公転面が地球からの視線方向とほぼ一致しているために起こる現象です。一方の星が他方の星を隠す食現象によって、観測される全光度が周期的に低下します。これに対し、脈動変光星は星自体の物理的な膨張・収縮によって明るさが変化するものであり、食変光星とはメカニズムが異なります。
問3	答え 4 地球の公転軌道が楕円であるため、地球の自転軸は常に公転面に対して垂直に保たれている。	地球の自転軸は公転面に対して約23.4度傾いており、この傾きが維持されることで季節変化が生じます。公転軌道が楕円であることと、自転軸が公転面に対して垂直であるかどうかは直接的な因果関係がありません。軌道要素の変化は、地球が受け取る太陽放射エネルギーの緯度分布や季節分布を長期的に変化させ、氷期や間氷期の到来といった気候変動のトリガーとなります。
問4	答え 1 水星は太陽からの離角が常に一定の範囲内に制限される。	水星は地球よりも太陽に近い軌道を公転する内惑星である。そのため、地球から見たときに太陽から離れる角度（離角）には上限があり、太陽から大きく離れた位置で観測されることはない。真夜中に南中することもなく、衝の位置をとることもない。金星と同様に、太陽の近くでしか観測できないという特徴を持つ。
問5	答え 3 10パーセク	恒星までの距離 d （パーセク）と年周視差 p （秒角）の間には、 $d = 1 / p$ という関係が成り立つ。この式に $p = 0.1$ を代入すると、 $d = 1 / 0.1 = 10$ となる。したがって、年周視差が0.1秒角である恒星までの距離は10パーセクである。この手法は太陽系に近い恒星の距離を決定する最も直接的かつ基本的な手段として用いられている。
問6	答え 1 大気の大部分を占める二酸化炭素による強力な温室効果が働いているため。	金星は高い反射率を持つため、吸収する太陽放射エネルギー自体は地球よりも少ない。しかし、金星の大気は非常に高密度であり、その約96%が代表的な温室効果ガスである二酸化炭素で構成されている。この極めて強力な温室効果により、地表から放射された赤外線が宇宙空間に逃げにくくなり、地表温度は約460℃という高温に達している。
問7	答え 1 $1/S = 1/E - 1/P$	外惑星の会合周期 S は、地球の公転角速度から惑星の公転角速度を引いた相対角速度を用いて定義される。地球の公転角速度を360度/ E 、惑星の公転角速度を360度/ P とすると、相対角速度は360度/ $S = 360度/E - 360度/P$ となる。したがって、逆数の関係式は $1/S = 1/E - 1/P$ と表される。
問8	答え 3 地球の公転により、同じ時刻に観測される恒星の位置は、1年を通じて毎日少しずつ東へ移動する。	地球の公転により、太陽に対する恒星の南中時刻は毎日約4分ずつ早まります。これを同じ時刻で比較すると、恒星は毎日約1度ずつ西へ移動して見えることとなります。したがって、「東へ移動する」という記述は誤りです。他の選択肢はすべて地球の公転運動に起因する正しい現象です。
問9	答え 1 地球の自転軸が公転面に対して傾いており、天の赤道と黄道が一致していないこと	均時差は、視太陽時と平均太陽時の差を指す。この差が生じる第一の要因は、ケプラーの第2法則により地球の公転速度が軌道上の位置によって変化するためである。第二の要因は、地球の自転軸が公転面に対して約23.4度傾いているため、太陽が黄道上を移動する際の赤経の変化率が一定ではなくなることである。これら二つの要因が組み合わさることで、1年を周期とした均時差の変化が生じる。
問10	答え 1 約3000ケルビン、約1ミリメートル	宇宙の晴れ上がり直後の宇宙は、約3000ケルビンの高温状態にあり、黒体放射の法則に従ってそのエネルギー分布のピークは波長約1ミリメートル付近に位置していた。宇宙膨張に伴い、この放射は赤方偏移を受けて波長が引き伸ばされ、現在は約2.7ケルビンのマイクロ波として観測されている。選択肢にある100ケルビンや1000ミリメートルは物理的根拠のない誤りである。

問1 恒星の物理量と進化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. 恒星の表面温度が高いほど、スペクトル型は青色に近い分類を示す。
2. 恒星の進化速度は平均密度に依存し、密度が高いほど進化が速い。
3. 星団の色は、その星団に含まれる最も年老いた恒星の色によって決定される。
4. 質量が小さい恒星ほど核融合反応が激しく、進化の速度が速い。

問2 月の公転運動に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 月の出の時刻は毎日約50分ずつ遅くなる
2. 月の通り道である黄道は、地球の公転軌道面と一致する
3. 月の出の方位角は、季節に関わらず常に一定である
4. 月が恒星に対して移動するのは、地球の公転による視差のためである

問3 内惑星の軌道半径を地球の軌道半径よりも小さいと仮定したとき、西方最大離角において太陽、地球、内惑星が作る三角形の角度について正しい説明はどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 地球から見た太陽と内惑星のなす角は90度である
2. 太陽から見た地球と内惑星のなす角は90度である
3. 内惑星から見た太陽と地球のなす角は90度である
4. 3つの天体は一直線上に並ぶ

問4 金星の表面温度が400度を超える高温に達する主な理由として、最も適切なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. 太陽に最も近い惑星であり、受ける太陽放射エネルギーが極めて大きい
2. 厚い二酸化炭素の大気による強力な温室効果が働いているため
3. 自転周期が非常に短く、地表が絶えず摩擦熱を発生させているため
4. 地殻内に多量の放射性元素が含まれており、崩壊熱が地表に放出されているため

問5 地球の自転軸が公転面に対して傾いていることに起因する現象として、最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 夏至のころに北緯23.4度で太陽が天頂を通過する
2. 夏至のころに赤道上で太陽が天頂を通過する
3. 夏至のころに南緯23.4度で太陽が天頂を通過する
4. 夏至のころに北緯66.6度で太陽が天頂を通過する

問6 宇宙における重い元素の起源と分布に関する記述として最も適当なものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 重い元素は宇宙誕生直後に水素やヘリウムとともに合成され、均一に分布した。
2. 重い元素は恒星内部での核融合反応によって合成され、超新星爆発を経て宇宙空間に放出される。
3. 重い元素は恒星内部で合成されるが、重力によって中心部に留まり続け、宇宙空間には放出されない。
4. 重い元素は恒星の寿命が尽きた後に、恒星が収縮してブラックホールになる過程で全て消滅する。

問7 原始星が形成される過程で、分子雲が重力収縮する理由として最も適切なものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. 分子雲自身の重力が、内部のガス圧による膨張力よりも大きくなるため。
2. 周囲の星間物質から受ける放射圧が、分子雲を内側へ押し込めるため。
3. 分子雲内部の温度が急激に低下し、ガスの圧力が消失するため。
4. 宇宙空間の真空圧が分子雲を圧縮し、重力収縮を促進させるため。

問8 白色矮星が連星系において周囲から物質を吸収し、ある限界質量を超えた際に発生する現象として最も適切なものはどれか。

（2022年 全国公立入試 類似）

1. Ia型超新星爆発
2. 主系列星への回帰
3. 赤色巨星への再膨張
4. ブラックホールの形成

問9 分子雲の背後にある星からの光が、星間塵によって散乱・吸収されることで、可視光線において暗く観測される天体領域を何と呼ぶか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. 暗黒星雲
2. 輝線星雲
3. 散光星雲
4. 惑星状星雲

問10 オーロラの発生メカニズムにおいて、発光の直接的な原因となる過程はどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

1. 荷電粒子が大気中の原子や分子と衝突し、エネルギーを受け渡すことで励起状態となり、光を放出する。
2. 太陽風の荷電粒子が地球の磁場を遮断し、磁気圏の境界で電磁誘導によって電流が発生して光る。
3. 大気中の酸素原子が太陽からの強い紫外線を受けて電離し、その際に生じる電子が光を放つ。
4. 地球の磁場が太陽風の圧力によって変形し、その歪みが解消される際に熱エネルギーが光として放出される。

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 1 恒星の表面温度が高いほど、スペクトル型は青色に近い分類を示す。	恒星の表面温度はスペクトル型と密接に関連しており、温度が高いほど青色、低いほど赤色を示す。恒星の進化速度は質量に依存し、質量が大きいくほど中心部での核融合反応が激しく進むため、進化の速度は速くなる。星団の色は、その星団内で最も明るく目立つ恒星の色に支配されるため、青い恒星が多い若い星団は全体として青っぽく見える。
問2	答え 1 月の出の時刻は毎日約50分ずつ遅くなる	月は地球の周りを公転しているため、地球の自転による日周運動に加えて、公転による位置の変化が加わる。このため、月が同じ方位に見える時刻は毎日約50分ずつ遅れる。なお、太陽の通り道は黄道、月の通り道は白道と呼ばれ、両者は約5度傾いている。また、月の出の方位角は月の軌道傾斜角や季節によって変化する。
問3	答え 1 地球から見た太陽と内惑星のなす角は90度である	最大離角の状態では、地球から見て内惑星と太陽を結ぶ線が、内惑星の公転軌道に対して接線方向となる。そのため、地球から見た太陽と内惑星のなす角は直角（90度）となる。この幾何学的な関係を利用することで、地球の公転軌道半径を基準として、内惑星の公転軌道半径を三角関数を用いて算出することが可能である。
問4	答え 2 厚い二酸化炭素の大気による強力な温室効果が働いているため	金星の大気は主に二酸化炭素で構成されており、その気圧は地球の約90倍に達します。この厚い二酸化炭素層が、地表から放出される赤外線を効率よく吸収・再放射する温室効果をもたらすため、昼夜を問わず表面温度が400度を超える高温に保たれています。太陽からの距離が近いことも影響しますが、水星よりも高温である主因は、この強力な温室効果にあります。
問5	答え 1 夏至のころに北緯23.4度で太陽が天頂を通過する	地球の自転軸が公転面に対して約23.4度傾いていることが、季節変化の根本的な原因である。この傾きにより、太陽の直射位置は年間を通じて北緯23.4度から南緯23.4度の範囲で移動する。夏至には太陽が北回歸線（北緯23.4度）の真上を通過するため、この緯度上の地点では太陽が天頂に位置することになる。
問6	答え 2 重い元素は恒星内部での核融合反応によって合成され、超新星爆発を経て宇宙空間に放出される。	宇宙誕生直後のビッグバン元素合成では、主に水素やヘリウムなどの軽い元素が生成されました。炭素や鉄などの重い元素は、恒星内部での核融合反応によって徐々に合成されます。恒星がその一生を終える際に起こす超新星爆発は、これらの重い元素を宇宙空間へと飛散させる重要な役割を担っており、それらが次世代の星や惑星の材料となります。
問7	答え 1 分子雲自身の重力が、内部のガス圧による膨張力よりも大きくなるため。	分子雲が重力収縮を開始するためには、自身の重力が内部のガス圧や磁気圧などの膨張させる力に打ち勝つ必要があります。この条件はジーンズ不安定性として知られており、密度が高い領域や温度が低い領域ほど重力収縮が起こりやすくなります。収縮が始まると、位置エネルギーの解放により内部温度が上昇し、原始星へと進化します。
問8	答え 1 Ia型超新星爆発	白色矮星は、連星系において伴星から物質を降着させ、チャンドラセカール限界と呼ばれる質量（太陽質量の約1.4倍）を超えると、炭素の核融合が暴走し、Ia型超新星爆発を起こします。この現象は宇宙の距離測定において標準光源として利用される重要な天体物理学的イベントであり、主系列星や赤色巨星の段階とは明確に区別されます。
問9	答え 1 暗黒星雲	暗黒星雲は、星間物質である分子雲が背後の星の光を遮ることで、可視光線において黒い影のように見える領域です。これに対し、輝線星雲や散光星雲は、周囲の高温の星からの紫外線を受けてガスが電離し、自ら光を放つことで明るく観測される天体です。分子雲は星形成の場であり、可視光では暗く見えますが、赤外線観測を行うことで内部の星形成の様子を捉えることができます。
問10	答え 1 荷電粒子が大気中の原子や分子と衝突し、エネルギーを受け渡すことで励起状態となり、光を放出する。	オーロラの発光は、太陽風の荷電粒子が地球磁場に導かれて大気圏に突入し、大気中の酸素や窒素の原子・分子と衝突することで起こる。この衝突により、大気中の原子・分子がエネルギーを得て励起状態となり、元のエネルギー状態に戻る際に特定の波長の光を放出する。この物理的プロセスがオーロラの輝きを生み出している。