

問1 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2 ハッブルの法則に従う二つの銀河Aと銀河Bがある。銀河Aの後退速度が4000 km/s、銀河Bの後退速度が12000 km/sであるとき、銀河Aの本来の明るさが銀河Bと同じであると仮定すると、地球から観測される銀河Aの明るさは銀河Bの何倍になるか。ただし、銀河の明るさは距離の2乗に反比例するものとする。（2014年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------|-------|-------|--------|
| 1. 3倍 | 2. 6倍 | 3. 9倍 | 4. 12倍 |
|-------|-------|-------|--------|

問3 太陽大気元素組成において、ケイ素（Si）に対する鉄（Fe）の質量比として、最も適切な値はどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1. 10のマイナス5乗 | 2. 10のマイナス4乗 | 3. 10のマイナス3乗 | 4. 10のマイナス2乗 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|

問4 太陽の赤道付近（低緯度地域）における見かけの自転周期が約27日であるとき、ある黒点が太陽の東縁から西縁まで移動するのにかかる日数の理論値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. 約13.5日 | 2. 約27日 | 3. 約54日 | 4. 約7日 |
|-----------|---------|---------|--------|

問5 地球型惑星と木星型惑星で平均密度に大きな差が生じる主な理由として、最も適切なものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. 惑星を構成する主成分の物質の密度が異なるため | 2. 惑星の自転周期の長さが平均密度を決定するため | 3. 惑星の公転周期が長いほど重力が強くなるため | 4. 惑星の表面温度が低いほど密度が高くなるため |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|

問6 球状星団のHR図において、主系列星の分岐点（ターンオフポイント）がより低温側に位置する星団について、その年齢を判断する根拠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. 質量が大きい星ほど進化が速いため、分岐点が低温側にあるほど多くの星が主系列を離脱しており、星団は高齢である。 | 2. 質量が小さい星ほど進化が速いため、分岐点が低温側にあるほど多くの星が主系列を離脱しており、星団は高齢である。 | 3. 質量が大きい星ほど進化が遅いため、分岐点が低温側にあるほど多くの星が主系列を離脱しており、星団は若齢である。 | 4. 質量が小さい星ほど進化が遅いため、分岐点が低温側にあるほど多くの星が主系列を離脱しており、星団は若齢である。 |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|

問7 銀河回転曲線が中心から離れても回転速度が一定であるという観測事実は、銀河系内の質量分布について何を強く示唆しているか。（2015年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1. 目に見える物質以外に、広範囲に分布するダークマターが存在する | 2. 銀河系の質量は中心部の巨大ブラックホールに集中している | 3. 銀河系内の物質は中心から離れるほど密度が高くなっている | 4. 銀河系は回転しておらず、静止した状態で安定している |
|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|

問8 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9 ハッブルの法則に関する記述として最も適切なものはどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1. 銀河の後退速度は、銀河までの距離に比例する。 | 2. 銀河の後退速度は、銀河までの距離の2乗に比例する。 | 3. 銀河の後退速度は、銀河までの距離に反比例する。 | 4. 銀河の後退速度は、銀河までの距離に関係なく一定である。 |
|---------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|

問10 宇宙背景放射の温度は約3 Kであり、その放射強度が最大となる波長はミリ波（約1ミリメートル）の領域にある。これに対し、表面温度が約3000 Kの低温の恒星が放つ放射強度が最大となる波長は、約3 Kの宇宙背景放射の最大波長と比べてどのようになるか。ウィーンの変位則に基づいて説明した文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. 絶対温度が1000倍高いため、最大波長は1000分の1（約1マイクロメートル）になる。 | 2. 絶対温度が1000倍高いため、最大波長は1000倍（約1メートル）になる。 | 3. 絶対温度が1000倍高いため、最大波長は100万分の1（約1ナノメートル）になる。 | 4. 絶対温度が1000倍高いため、最大波長は変わらない。 |
|------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|

答え合わせ・解説 No.10

問1	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2	答え 3 9倍	ハッブルの法則によれば、銀河の後退速度は距離に比例する。銀河Bの後退速度は銀河Aの3倍であるため、銀河Bまでの距離は銀河Aまでの距離の3倍となる。光の明るさは距離の2乗に反比例するため、距離が1/3倍である銀河Aは、銀河Bと比較して3の2乗倍、すなわち9倍の明るさで観測されることになる。
問3	答え 3 10のマイナス3乗	太陽大気元素組成を分析すると、ケイ素に対する鉄の質量比はおよそ10のマイナス3乗であることが示されている。この比率は、星間塵の形成過程や宇宙における元素の存在度を理解する上で重要な指標となる。カルシウムなどの他の金属元素は、これよりも低い存在比を示すことが一般的である。
問4	答え 1 約13.5日	太陽の自転周期が約27日であるということは、太陽が360度回転するのに27日かかることを意味します。黒点が太陽の東縁から西縁まで移動するということは、太陽の裏側を含まない表面上の半周（180度）を移動することに相当します。したがって、27日を2で割った約13.5日が、黒点が太陽の表面を横切る期間の理論値となります。
問5	答え 1 惑星を構成する主成分の物質の密度が異なるため	惑星の平均密度は、その天体を構成する物質の密度に依存します。地球型惑星は岩石や鉄などの高密度な物質を主成分としますが、木星型惑星は水素やヘリウムといった低密度のガスや氷を主成分としています。この構成物質の違いが、惑星の平均密度に大きな差をもたらす根本的な要因です。自転や公転の周期は惑星の運動状態を示すものであり、平均密度を直接決定する要因ではありません。
問6	答え 1 質量が大きい星ほど進化が速いため、分岐点が低温側にあるほど多くの星が主系列を離脱しており、星団は老齢である。	HR図における主系列の分岐点は、その星団内で主系列を離脱し始めた星の質量を示します。質量が大きい星ほど中心核の燃料を急速に消費して進化が速いため、先に主系列を離れます。したがって、分岐点が低温側に位置するということは、より質量の小さい星までがすでに主系列を離脱していることを意味し、星団の年齢が古い（老齢である）と判断されます。
問7	答え 1 目に見える物質以外に、広範囲に分布するダークマターが存在する	銀河の回転速度が外側でも低下しないことは、銀河の可視光で見える範囲を超えて、質量を持つ未知の物質が球状に広がっていることを示唆する。この目に見えない質量成分をダークマターと呼ぶ。もし銀河の質量が中心付近に集中していれば、外側の星の回転速度は中心からの距離の平方根に反比例して減少するはずであり、この観測事実は現代宇宙論における重要な証拠となっている。
問8	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パーセクのとき、 $m - M = 5 \log_{10}(100) - 5 = 5(2) - 5 = 5$ 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9	答え 1 銀河の後退速度は、銀河までの距離に比例する。	ハッブルの法則は、遠方の銀河が地球から遠ざかる速度（後退速度）が、その銀河までの距離に比例するという法則である。この法則は、宇宙が膨張していることを示す決定的な証拠となった。遠方の銀河ほど後退速度が速いことは、スペクトル線の波長が長くなる赤方偏移の観測から導き出される。
問10	答え 1 絶対温度が1000倍高いため、最大波長は1000分の1（約1マイクロメートル）になる。	ウィーンの変位則により、放射強度が最大となる波長は絶対温度に反比例する。温度が3 Kから3000 Kへと1000倍になると、最大強度を与える波長は1000分の1になり、1ミリメートルの1000分の1である1マイクロメートル（赤外線領域）となる。