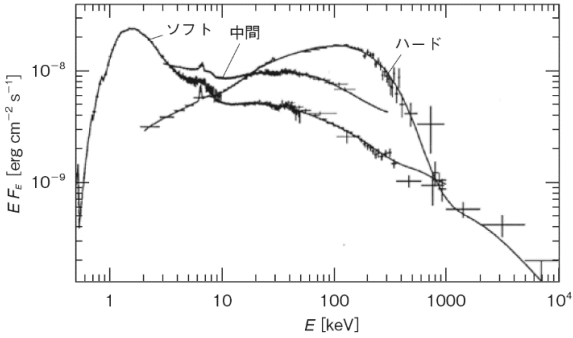
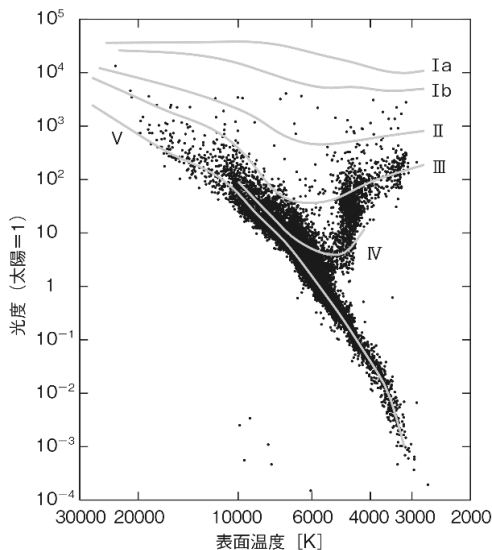


第16回天文学検定1級問題・解答

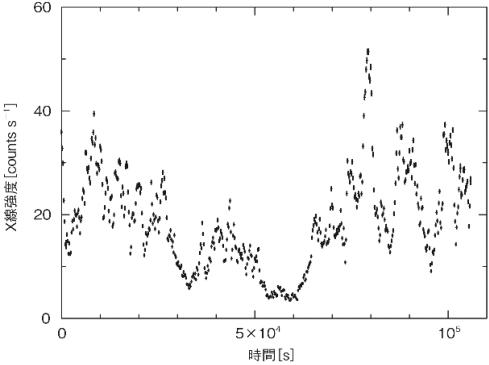
No.	問題	正答	解説
1	<p>エドワード・エマーソン・バーナードは彗星など数多くの天体を発見したが、彼が発見した天体と直接関係がないものを選べ。</p> <p>①大きな固有運動を示すへびつかい座の星 ②オリオン座にある広がった星雲 ③暗黒星雲 ④冥王星の衛星</p>	④	<p>19世紀生まれのアメリカの天文学者、エドワード・エマーソン・バーナードが亡くなったのは1923年で、冥王星が発見されたのはその7年後の1930年であるから、④が正答となる。</p> <p>①はバーナード星、②はバーナードループ、③暗黒星雲のリストはバーナードカタログとして知られている。</p> <p>また、バーナードは木星の衛星アマルテアを発見しているほか、月と火星のクレーターに彼の名が付けられている。</p>
2	<p>図ははくちょう座X-1のX線スペクトルSEDだが、図のソフト成分を放射している高温プラズマの温度はどれぐらいか。</p> <p>①$10^3$ K程度 ②$10^5$ K程度 ③$10^7$ K程度 ④$10^9$ K程度</p> 	③	<p>図 (Gierliński, M., 1999, MNRAS, 309, 495)の横軸からソフト成分のピークは1 keVから2 keV付近であることがわかり、ウィーンの変位則などから、およそ10^7 Kの高温プラズマの熱放射と考えてよい。10^3 Kだと“低温”すぎてほとんどX線はでない。高温星などで10^5 Kぐらいになると、少しぐらいはX線も放射される。ブラックホール近傍ではガスの状態によっては10^9 Kもの高温になることもあって、図のハード成分がそれに近い。</p>
3	<p>リュードベリの公式にプランク定数 h と光速 c を掛けると、</p> $\frac{hc}{\lambda} = 13.6 \text{ eV} \times Z^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right)$ <p>となる。水素の電離エネルギーはいくらになるか。なお、λ は光子の波長、Z は原子番号、n と n' はエネルギー順位を指定する量子数で、$n < n'$ となる自然数である。</p> <p>①6.8 eV ②10.2 eV ③13.6 eV ④20.4 eV</p>	③	<p>問題の式はエネルギー換算したリュードベリの公式で、原子スペクトル線のエネルギーを求めるためには非常に便利な式になっている。実際、水素 ($Z=1$) の電離エネルギーは、基底状態 ($n=1$) から無限遠 ($n'=\infty$) への遷移なので、ちどころに、13.6 eVであることがわかる。</p>
4	<p>ロケットに使用される貯蔵型推進剤(貯蔵性推進剤)にはいろいろな組み合わせがある。次のうち、ロケット用として不適当な組み合わせを選べ。</p> <p>①メタンと酸素 ②エアロジン50と四酸化二窒素 ③ヒドラジンと過酸化水素水 ④モノメチルヒドラジンと四酸化二窒素</p>	①	<p>①の組み合わせは、どちらも液化状態(極低温)でなければ、密度が足りず、ロケットの推進系としては非力である。したがって①が正答となる。</p> <p>②エアロジン50と四酸化二窒素は、N-IIロケットの第2段の推進薬として、③ヒドラジンと過酸化水素水は、開発初期の小型ロケットの推進薬として、④モノメチルヒドラジンと四酸化二窒素は、共産圏のロケットに例があるが、日本ではロケットではなく、人工衛星の推進薬として使用されている。</p>
5	<p>1600年に出現した「はくちょう座新星」の天体種として適切なものを選べ。</p> <p>①高輝度青色変光星 ②古典新星 ③超新星 ④矮新星</p>	①	<p>当時は突然明るく出現した天体は一概に「新星」とされたが、現在ではこの増光現象は高輝度青色変光星と理解されている(『極・宇宙を解く』26節 脚注を参照)。</p>

第16回天文学検定1級問題・解答

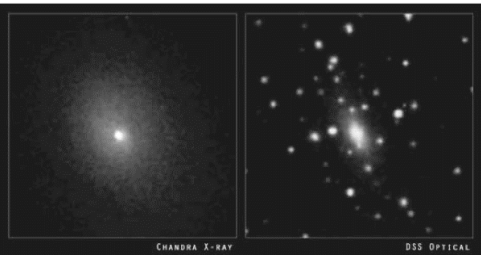
No.	問題	正答	解説
6	太陽からの距離が10 kpc、見かけの等級が5等級の球状星団の恒星数はどれくらいか。球状星団は絶対等級が0等級の水平分枝付近の恒星だけで構成されており、恒星の重なりはなく、星間吸収もないとする。 ①1万個 ②3万個 ③10万個 ④30万個	①	球状星団の絶対等級を M 、見かけの等級を m 、距離を r [pc]とする。このとき $M = m + 5 - 5 \log r = 5 + 5 - 5 \log 10^4 = 10 - 5 \times 4 = -10$ となり、球状星団の絶対等級は -10 等級となる。したがって、球状星団全体は、絶対等級が0等級の星より10等級明るくなる。ゆえに球状星団全体の光度は、絶対等級が0等級の恒星の光度の $100 \times 100 = 1$ 万倍明るい。球状星団が絶対等級が0等級の恒星と同じ明るさの星で構成されているという前提であるから、球状星団の星の数は1万個となり、①が正答となる。
7	密度が一定の球内の重力の大きさは、球の中心からの距離 r によってどのように変化するか。 ① r によらず一定 ② r に比例する ③ r に反比例する ④ r の2乗に反比例する	②	中心から r の距離における、密度一定の球内の重力は、半径 r 内の球の全質量が中心に集中したときの重力と等しい。球の密度を ρ とすると、半径 r 内の球の全質量 M' は、 $M' = (4/3) \pi r^3 \rho$ となる。したがって中心から距離 r の位置で、質量 m の物体に働く重力 $F(r)$ は、 $F(r) = -GmM'/r^2 = -Gm \times (4/3) \pi \rho r^3 / r^2 = -(4/3) \pi Gm \rho r$ となり、 r に比例する。したがって②が正答となる。なお、 G は重力定数である。また、球の全質量を M とすると、球の外部では、 $F(r) = -GmM/r^2$ となる。
8	2023年は、あるものが発明されて100年という節目の年である。あるものとは次のうちどれか。 ①望遠鏡 ②プラネタリウム ③CCDイメージセンサ ④液体燃料ロケット	②	近代的なプラネタリウムはドイツのカール・ツァイス社が1923年に完成させ、同年10月21日に関係者向けに試験公開をした。今年(2023年)は100周年を迎え、全国で記念イベントが開催される。ぜひ参加してみよう。 なお、①望遠鏡は1608年にオランダのハンス・リッペルハイが発明したとされている。③のCCDイメージセンサは1969年にアメリカ、ベル研究所のウィラード・ボイルとジョージ・スミスによって発明された。この発明によって2人は2009年のノーベル物理学賞を受賞している。④の液体燃料ロケットは、その概念が1903年にロシアのコンスタンチン・ツィオルコフスキーによって初めて発表され、1926年にアメリカのロバート・ゴダードによって初めて打ち上げられた。
9	スニヤエフ=ゼルドビッチ効果とはどういうものか。 ①宇宙線が銀河団中のガスと衝突して減衰すること ②宇宙線が宇宙背景放射と衝突して減衰すること ③宇宙背景放射が銀河団中のガスに吸収されること ④宇宙背景放射が銀河団中のガスに散乱されること	④	銀河団中には高温で希薄なガスが満ちている。宇宙背景放射が銀河団を通過すると、その高温ガスに逆コンプトン散乱されて、約2.7Kの黒体放射スペクトルが少し高エネルギー側に変形する。この現象をスニヤエフ=ゼルドビッチ効果(SZ効果)と呼んでいる。宇宙背景放射のSZ効果を観測することで、銀河団中の高温ガスの温度や量を見積もることができる。
10	図のIIの曲線近傍の星はどれに分類されるか。 ①半巨星 ②準巨星 ③亜巨星 ④輝巨星	④	星の光度階級では、明るい方から、超巨星(I)、輝巨星(II)、巨星(III)、準巨星(IV)、矮星・主系列星(V)と分類される。半巨星とか亜巨星という分類はない。



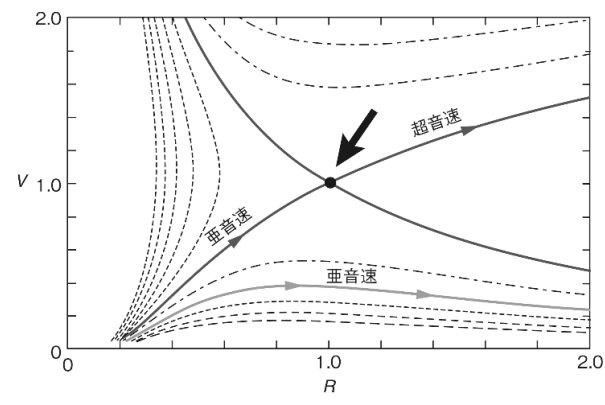
第16回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
11	<p>m等級の2つの星が連星を構成し、地球からは1つの星として見えている。この連星の等級は何等か。ただし、連星の2つの星は重なっておらず、$\log 2 = 0.3$としてよい。</p> <p>① $m - 0.3$ ② $m - 0.75$ ③ $m - 1.25$ ④ $m - 2.0$</p>	②	<p>2つの星の明るさをI_1, I_2、等級をm_1, m_2とすると、これらの間には、$m_1 - m_2 = (5/2) \log(I_2/I_1)$の関係が成り立つ。単独星の明るさを$I_1$、等級を$m_1$、連星系の明るさを$I_2$、等級を$m_2$に対応させる。連星の明るさは2つの星の明るさを加えたものであるから、$I_2 = 2I_1$となる。したがって、$m_1 - m_2 = (5/2) \log 2 = (5/2) \times 0.3 = 0.75$となり、これから$m_2 = m_1 - 0.75$を得る。したがって②が正答となる。</p>
12	<p>ロケットに人工衛星を搭載する際、衛星分離部が必要である。H3ロケットで標準として準備されていない衛星分離部の直径を選べ。</p> <p>① $\phi 937$ mm ② $\phi 1194$ mm ③ $\phi 1666$ mm ④ $\phi 2624$ mm</p>	④	<p>ロケットに人工衛星を搭載する際、その間に衛星分離部(PAF: Payload Attach Fitting)が必要である。 ①~③は、H-IIAロケットも同じように標準として準備されている。また、世界の主な商業衛星打上げロケットにも標準的に準備されている。これ以外の規格が必要な場合は、衛星個別にインターフェースを決め準備される。なお、④はアリアン5ロケットの標準として準備されている。</p>
13	<p>図はNGC 4051のX線強度変化だが、強度変化の時間スケールが3000秒だとすると、X線放射領域の広がりは何の程度になるか。</p> <p>① 10^{10} m ② 10^{11} m ③ 10^{12} m ④ 10^{13} m</p> 	③	<p>電磁波の放射領域の広がり、光速で信号が伝わるために、強度変化の時間スケールに光速をかけたサイズぐらいになる。 $3000 \text{ 秒} \times \text{光速} = 0.9 \times 10^{12} \text{ m}$ となる。セファート1型銀河であるNGC 4051には10^6太陽質量程度の巨大ブラックホールがあると推定されているが、そのブラックホールのシュバルツシルト半径の300倍程度である。</p>
14	<p>太陽質量の恒星が主系列星から巨星へ進化する過程についての記述のうち、正しいものを選べ。</p> <p>① 表面温度は下がり、恒星内部の核融合によるエネルギー生成率は変わらない ② 表面温度は下がり、恒星内部の核融合によるエネルギー生成率は上がる ③ 表面温度は変わらず、恒星内部の核融合によるエネルギー生成率も変わらない ④ 表面温度は変わらず、恒星内部の核融合によるエネルギー生成率は上がる</p>	②	<p>巨星では、核融合していないヘリウムの中心核が収縮し、その周りで水素が核融合している。収縮する中心核は温度が上昇し、それによって水素の核融合の反応率が上昇し、主系列星よりも多くのエネルギーを生成する。また、中心核の圧力勾配が上がり、外層は膨張する。膨張後の新しい半径と増加したエネルギー生成率のバランスで表面温度は下がる。</p>
15	<p>月はどのくらい地球に接近すると潮汐破壊されてしまうか。</p> <p>① 地球半径の約2.4倍 ② 地球半径の約4.2倍 ③ 地球半径の約8.4倍 ④ 地球半径の約10.2倍</p>	①	<p>天体Aと小天体Bについて、小天体Bが天体Aに接近するなどして、天体Aから小天体Bに働く潮汐力が小天体Bの自己重力よりも大きくなると、小天体Bは破壊されてしまう。このときのAとBの距離を、天体Aの潮汐半径という。地球と月の場合、地球の潮汐半径は約1.5×10^7 mとなる。これは地球半径の約2.4倍、月の半径の約9倍である。</p>

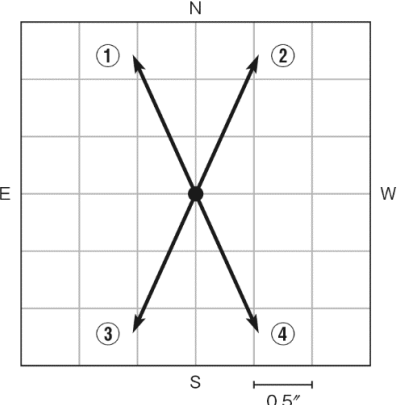
第16回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
16	<p>宇宙線(宇宙から飛来する高エネルギーの粒子線)が発見されたのは何年か。</p> <p>①1911年 ②1932年 ③1937年 ④1947年</p>	①	<p>宇宙線は1911年にヴィクトル・ヘスが行った気球観測で発見された。また宇宙線のカスケードによる2次宇宙線の観測によって、陽電子(1932年)、ミューオン(1937年)、ラムダ粒子など(1947年)、多くの素粒子が発見された。</p>
17	<p>銀河や星雲のように面積をもつ天体の表面輝度についての記述のうち、正しいものを選び。</p> <p>①星間吸収の影響を無視すれば、距離によらず一定である ②天の川銀河内にある星のような明るい天体について測定される ③電波観測ではジャンスキーという単位がよく使われる ④その大きさは天体の見かけの広がりには比例する</p>	①	<p>表面輝度とは広がった天体の単位表面積(単位立体角)あたりの明るさのことで、光学観測ではmag/arcsec²などの単位で表され、電波観測ではJy/beam(望遠鏡のビームあたりのフラックス)、あるいは、K(ケルビン、何度の黒体の輝度に相当するか)が使われる。ジャンスキー(1 Jy = 10⁻²⁶ W/m² Hz)はmagに相当するフラックスの単位である。</p>
18	<p>図は、銀河団A2029のX線画像(左側)と可視光画像(右側)である。図について正しく説明したものを選べ。</p>  <p>①X線画像ではダークマターが写っている ②X線画像では希薄なガスが写っている ③可視光画像で写っている多くの白点は球状星団である ④可視光画像で写っている多くの白点は天の川銀河内の星々である</p>	②	<p>可視光画像で写っている多くの白い点は、銀河団A2029内の銀河であるが、一般に銀河は強いX線を放射しないので、X線画像には写っていない。 一方、X線画像で写っている広がったX線源は、銀河団内に含まれる希薄な高温プラズマガスである。ガスの温度は数千万度から数億度にもなると、熱制動放射過程でX線を放射している。このガスの分布はダークマターの分布と関係している可能性はあるが、ダークマターそのものが写っているわけではない。</p>
19	<p>1860年代に太陽コロナ中に発見された、輝線を発する物質「コロニウム」の正体を選び。</p> <p>①水素 ②カルシウム ③ナトリウム ④鉄</p>	④	<p>1860年代の日食観測時に発見された太陽コロナからの波長530.3nmの輝線は、当時未知のコロニウム元素による輝線と考えられていたが、1930年代にベンクト・エドレンとヴァルター・グロトリアンによって13階電離した鉄元素(FeXIV)からの輝線であることが明らかにされた。</p>
20	<p>2023年2月に環の発見が発表された太陽系外縁天体を選び。</p> <p>①セドナ ②エリス ③クワオアア ④キロン</p>	③	<p>クワオアアが恒星を隠す、掩蔽と呼ばれる現象を詳細に観測することで環が発見された。太陽系外縁天体に環が発見されたのはハウメアに続き2例目、惑星以外の天体としてはカリクロー(小惑星)、ハウメアに続く3例目となる。なお、④のキロンはケンタウルス族に分類される天体で、土星と天王星の間を公転しているため、一般に太陽系外縁天体には含めない。</p>

第16回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
21	<p>雪線(スノーライン)についての説明のうち、誤っているものを選べ。</p> <p>①水が気相で存在する領域と固相で存在する領域との境界をあらわす ②木星型惑星と天王星型惑星を分ける境界である ③原始太陽系円盤における雪線と現在の雪線の位置は異なる ④主星が太陽より高温の惑星系の雪線は、太陽系の雪線より遠くに位置する</p>	②	<p>雪線は、水が気相で存在する領域と固相で存在する領域との境界をあらわす。雪線の内側では岩石や金属が固体惑星(地球型惑星)の材料物質となるのに対し、外側では氷が加わって材料物質が増大するため、質量の大きな原始惑星の形成が可能となる。巨大な原始惑星は重力によって周囲の原始惑星系円盤ガスを取り込むため、雪線が固体惑星と巨大ガス惑星(木星型惑星)・巨大氷惑星(海王星型惑星)の境界となると考えられている。主星の進化やその温度に伴って雪線の位置は変わり、主星が太陽より高温の惑星系での雪線は、太陽系の雪線より遠くに位置する。</p>
22	<p>コンプトン散乱を表す式を選べ。ただし、eは電子か陽電子、γは光子とする。</p> <p>①$e+e\rightarrow\gamma+\gamma$ ②$e+\gamma\rightarrow e+\gamma$ ③$\gamma+\gamma\rightarrow e+e$ ④$e+\gamma\rightarrow e+e+e$</p>	②	<p>①は電子と陽電子の対消滅。③は光子光子衝突による電子陽電子対生成。④は電子と光子の衝突による電子陽電子対生成。 コンプトン散乱は、光子が電子や陽電子と衝突して光子のエネルギーの一部を電子や陽電子に受け渡し、光子の波長が長くなり、その進行方向が変えられる現象(散乱)だが、電子陽電子が対生成するほどではなく、電子(陽電子)と光子は残る。ただし、$e+\gamma\rightarrow e+\gamma+\gamma$のように、コンプトン散乱で光子が増える二重コンプトン散乱と呼ばれる過程もある。</p>
23	<p>図は太陽風のパーカー解を表したものだが、矢印で示す中央の点を何と呼ぶか。</p> <p>①亜音速点 ②超音速点 ③遷移点 ④遷音速点</p> 	④	<p>太陽風のような高温コロナからの定常風は、亜音速状態からコロナのガス圧で加速されて、超音速状態へ乗り移る解で表される。亜音速解と超音速解の境界(図の矢印の点)を遷音速点(transonic point)と呼ぶ。</p>
24	<p>宇宙空間に10日間、直接さらされて生き延びた生物を次から選べ。</p> <p>①ノミ ②線虫 ③クマムシ ④カツオブシムシ</p>	③	<p>クマムシは2007年9月に宇宙実験衛星「Foton-M3」にて宇宙に打ち上げられて、10日間、宇宙空間の真空状態と温度変化にさらされたが、生存できた。</p>

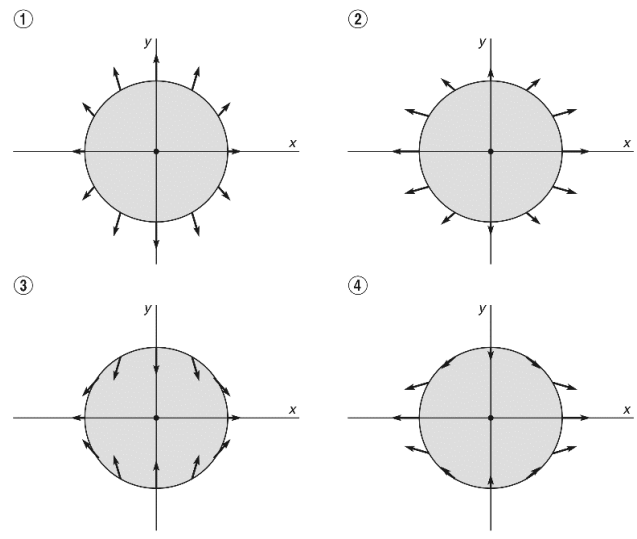
第16回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
25	<p>恒星1と恒星2で形成される連星系を考える。恒星1の質量関数 $f(M_1)$ を得るために必要な観測として、最も適当なものを選び。</p> <p>① 測光観測をして、恒星1による恒星2の食を観測する ② 測光観測をして、恒星2による恒星1の食を観測する ③ 分光観測をして、恒星1の視線速度の変化を観測する ④ 分光観測をして、恒星2の視線速度の変化を観測する</p>	④	<p>質量関数は連星の公転周期と視線速度変化の振幅の関数である。ここで、$f(M_1)$ を得るためには、恒星1の重力の影響を受けて公転している恒星2の視線速度変化を観測する必要がある。したがって、正答は④。なお、$f(M_1)$ は M_1 の下限であり、M_1 を推定するためには連星系の軌道傾斜角が必要になる。例えば、半分離型連星系であれば、ロッシュローブを満たした星から相手の星へガスが流れ、降着円盤ができ、スペクトルに降着円盤由来の輝線が見られるようになる。したがって、降着円盤由来の輝線が観測されれば半分離型と判断できる。また、ロッシュローブを満たすことで恒星が楕円形になるため、連星の公転によって星の見かけの表面積が変わり、それに起因する変光(=楕円変光)が観測される。楕円変光による光度曲線は軌道傾斜角に依存するので、半分離型連星系であれば、測光観測によって得られる光度曲線を解析することで、軌道傾斜角を推定できる。</p>
26	<p>楕円銀河についての記述のうち、誤っているものを選び。</p> <p>① 楕円銀河は、楕円の長軸と短軸の比によって、円形のE0から細長い楕円のE7まで8段階に分類される ② 楕円銀河を構成する星は、年老いたものが多い ③ 楕円銀河から渦巻銀河へと進化するので、楕円銀河を早期型銀河と呼ぶ ④ ブラックホール・シャドウが観測されたM 87は、楕円銀河である</p>	③	<p>早期型の呼び名は進化とは関係なく、楕円銀河から渦巻銀河へ進化するわけではない。他はすべて正しい記述である。</p>
27	<p>トランジット法で得られる系外惑星の減光率についての記述のうち、正しいものを選び。</p> <p>① 減光率は主星の表面温度の4乗に比例する ② 減光率は主星の半径の2乗に比例する ③ 減光率は系外惑星の半径の2乗に比例する ④ 減光率は系外惑星の公転周期に比例する</p>	③	<p>系外惑星の半径を R_p、主星の半径を R_*、表面温度を T とすると、観測される投影面積で見積もった主星の光度は $\pi R_*^2 \sigma T^4$ で、系外惑星が隠す量は $\pi R_p^2 \sigma T^4$ となる。したがって、減光率は、</p> $\text{減光率} \sim \frac{\pi R_p^2 \sigma T^4}{\pi R_*^2 \sigma T^4} \sim \frac{R_p^2}{R_*^2}$ <p>ぐらいとなり、系外惑星の半径の2乗に比例することがわかる。</p>
28	<p>次の星図のうち、刊行がもっとも新しいものを選び。</p> <p>① 『ウラノメトリア』 ② 『天球図譜』 ③ 『ウラノグラフィア』 ④ 『天文成象』</p>	③	<p>『ウラノメトリア』はヨハン・バイエルが制作し、刊行は1603年。『天球図譜』はジョン・フラムステッドの観測データを元に制作された星図で刊行は1729年、ウラノグラフィアはヨハン・ボーデが制作し、刊行は1801年である。『天文成象』は渋川春海が制作した星図で、刊行は1699年。</p>
29	<p>シリウスの固有運動は、赤経方向が $-0.55''$ /年、赤緯方向が $-1.21''$ /年である。シリウスは固有運動によって天球上をどの方向に移動するか。図はシリウスを原点にして描いたもので、N、S、E、Wはそれぞれ、天球上での北、南、東、西の方向を表す。</p> 	④	<p>恒星は、わずかではあるが、天球上を一定の方向に、一定の速度で移動しており、その1年間の移動量を固有運動という。赤道座標で表す場合は、赤経方向の値と赤緯方向の値で表す。赤経は東(E)方向が、赤緯は北(N)方向が正である。シリウスの場合、赤経方向の固有運動も赤緯方向の固有運動も負の値になっているので、その運動方向は赤経方向は西(W)向き、赤緯方向は南(S)向きとなる。したがって④が正答となる。</p>

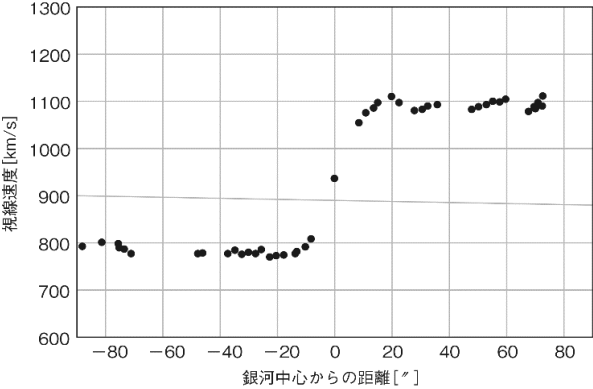
第16回天文宇宙検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
30	量子力学が直接には関係しない構造をもつ天体を選べ。 ①地球 ②太陽 ③白色矮星 ④ブラックホール	④	ブラックホールの構造は一般相対論だけで表せるので、直接には量子力学は使わない(量子力学と絡めたブラックホールの蒸発と呼ばれる現象はあるが)。白色矮星の構造は電子の縮退で決まる。太陽の中心部の核融合反応も量子力学が必要になる。地球を構成している固体物質の物性も量子力学が必要になる。そもそも固体物質は縮退した状態にある。
31	平坦な宇宙でのビッグバン減速膨張解ではスケールファクター $a(t)$ は時間 t の関数としてどのように変化するか。 ① $a(t) \propto t^{1/3}$ ② $a(t) \propto t^{1/2}$ ③ $a(t) \propto t^{2/3}$ ④ $a(t) \propto t$	③	フリードマン＝ルメートル方程式で宇宙項を無視すると、閉じた宇宙($k=1$)、平坦な宇宙($k=0$)、開いた宇宙($k=-1$)の古典的なビッグバン宇宙モデルが得られる。とくに平坦な宇宙では $k=0$ であり、 $a(t) \propto t^{2/3}$ となる単純な基本解が得られる。宇宙項を入れた場合の解も調べられており、かつてはルメートル宇宙などと呼ばれていたが、宇宙の加速膨張が観測的に発見された後、指数的に膨張する加速膨張解に対して、時間のべき関数で膨張する古典解は減速膨張解と呼ばれるようになった。
32	2023年8月23日、インドが月探査機「チャンドラヤーン3号」の着陸機を月面に着陸させることに成功した。この結果、インドは、探査機の月面軟着陸に成功した何番目の国になったか。 ①3番目 ②4番目 ③5番目 ④6番目	②	初めて月面に探査機を軟着陸させたのは旧ソ連で、1966年の「ルナ9号」。続いたのがアメリカで、同年に「サーベイヤー1号」を着陸させることに成功している。その後、しばらくは両国以外の探査機が月に降り立つことはなかったが、2019年に中国が「嫦娥4号」を着陸させた。しかも同機は、史上初めて月の裏側に着陸した探査機となった。インドの成功は、これに続く4番目。
33	遠方から飛来する超高エネルギー宇宙線にはGZKカットオフというものがあるが、その理由は何か。 ①宇宙線が宇宙背景放射の光子に阻まれて届かなくなるため ②宇宙線が希薄な銀河間ガスに阻まれて届かなくなるため ③宇宙線が天の川銀河の磁場に阻まれて届かなくなるため ④宇宙線が途中の銀河の重力レンズ作用で曲げられて届かなくなるため	①	10^{20} eV以上の超高エネルギー宇宙線は、宇宙背景放射の光子と衝突し、パイ中間子を生成してエネルギーを失っていくため、50 Mpcより長い距離を伝播することができない。一方、実際の観測では超高エネルギー宇宙線も存在するので、それらの超高エネルギー宇宙線は50 Mpcより近い宇宙で生成されたと考えられている。
34	次の文の【ア】、【イ】に当てはまる語句の組み合わせとして正しいものを選べ。 「重力加速度を g とすると、紐の長さ l の単振りこの周期は【ア】に比例する。地球の形状が扁平楕円体であることは、赤道に近いほど単振りこの周期が【イ】ことからわかる。」 ① ア： $\sqrt{\frac{g}{l}}$ イ：長くなる ② ア： $\sqrt{\frac{g}{l}}$ イ：短くなる ③ ア： $\sqrt{\frac{l}{g}}$ イ：長くなる ④ ア： $\sqrt{\frac{l}{g}}$ イ：短くなる	③	単振りこの周期 T は、重力加速度を g 、紐の長さを l とすると、 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ で与えられる。赤道に近いほど、地球の自転による遠心力を受けるため、見かけの重力加速度は小さくなる。したがって、単振りこの周期は長くなる。ニュートンによって、運動方程式と万有引力の法則が整えられた後、単振りこの周期が緯度と赤道とで異なることから、地球の形状が扁平楕円体であることがわかった。

第16回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
35	<p>天体に働く潮汐加速度の分布はどれか。なお、潮汐力を与える天体は図のx軸上の右側に位置しており、矢印の方向と大きさが朝夕加速度の方向と大きさを表す。</p> 	④	<p>潮汐力を及ぼす天体の質量をM、その天体までの距離をR、重力定数をGとする。潮汐力を受ける天体の中心を原点とし、図のように直交座標(x, y)を考えると、点(x, y)での潮汐加速度(g_x, g_y)は$g_x = 2GMx/R^3$、$g_y = -GM y/R^3$で与えられる。つまり、x軸上では中心から外向きに、y軸上では中心方向に向き、中心からの距離が同じであれば、大きさはx軸上のほうがy軸上より2倍大きい。これらを満たすのは④である。</p>
36	<p>H-II AロケットやH3ロケットの「H」は何に由来するか。</p> <p>①水素 ②日の丸 ③ギリシャ文字 ④8番目の開発機体</p>	①	<p>日本のロケットの名称には、宇宙科学研究所 (ISAS) のペンシルロケット、ベビーロケットに始まり、カッパ(K)、ラムダ(L)、ミュー(M)とギリシャ文字がしばらく使われた。宇宙開発事業団 (NASDA) の初期に打ち上げられたロケットにQがあり、その後開発されたロケットには、K、L、Mに続くニュー、また「日本」の頭文字として、Nが使用された(N-I、N-II)。その後開発された大型ロケットは、第2段の燃料として高性能の水素を用いたことから、水素 (hydrogen) の頭文字をとってHロケットという名称になった。</p>
37	<p>分子雲についての記述のうち、誤っているものを選び。</p> <p>①背後にある恒星の光が分子雲中のガスや塵に遮られると、黒い雲のように見える暗黒星雲になる ②分子雲の主成分は一酸化炭素とアンモニアであり、恒星の組成とは異なる ③分子雲からは、分子ガスから放射された電波が観測されている ④分子雲に含まれる重元素は、恒星から超新星爆発などで放出されたものが主である</p>	②	<p>分子雲は、星間ガスの主要な構成元素である水素が主に水素分子状態で存在するほか、様々な分子を含む。これらは低温で高密度であり、主として電波で観測される。重元素は近くでおきた超新星爆発などで生じたものが主である。多量のガスと塵を含み、背後の天体からの光が遮られて黒い雲のように見えるものは、暗黒星雲と呼ばれる。したがって誤りは②。</p>
38	<p>磁場についての記述のうち、誤っているものを選び。</p> <p>①磁場の方向を結んだ線のことを磁力線という ②磁力線で囲まれた管のことを磁力管または磁束管と呼ぶ ③磁束の強さの1単位を1本の磁力線に対応させ、磁束の単位として、SI単位の場合はWbが用いられる ④単位面積当たりの磁束数を磁束密度といい、SI単位の場合、その単位はgauss、またはWb m^{-2}である</p>	④	<p>SI単位での磁束密度の単位はT(テスラ)、あるいはWb m^{-2}である。gaussは、cgs gauss単位系での磁束密度の単位であり、この部分が間違いで、④が正答となる。他は正しい記述である。</p>

第16回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
39	<p>図は、傾き角がおよそ45°の渦巻銀河NGC 7217の長軸に沿った視線速度の観測結果である。NGC 7217の銀河回転の速度と銀河自身の後退速度のおおよその値の組み合わせを選べ。</p>  <p>①銀河回転速度:150 km/s 銀河の後退速度:950 km/s ②銀河回転速度:150 km/s 銀河の後退速度:1350 km/s ③銀河回転速度:210 km/s 銀河の後退速度:950 km/s ④銀河回転速度:210 km/s 銀河の後退速度:1350 km/s</p>	③	<p>銀河自身の後退速度v_0は、銀河中心の速度に対応する。図から、銀河中心(横軸が0となっている部分)の視線速度はおおよそ950 km/sであるので、$v_0=950$ km/sとなり、①か③が正答になる。次に、銀河中心に対して右側も左側も、その速度差(銀河回転の視線成分)vは、おおよそ$v=150$ km/sとなっていることが読み取れる。銀河回転速度をV、銀河の傾き角をi、銀河回転の視線成分をvとすれば、$V \sin i = v$の関係が成り立つ。$\sin i = \sin 45^\circ = 0.7$であるので、$V = v / \sin i = 150 / 0.7$ km/s ≈ 215 km/sとなるので、③が正答であることがわかる。なお、後退速度の1350 km/sの値は、$950 / 0.7$として計算した場合のおおよその値である。</p>
40	<p>次のうち、星座名とその設定者の組み合わせが誤っているのはどれか。</p> <p>①こぎつね座—ヨハネス・ヘヴェリウス ②ぼうえんきょう座—ニコラ＝ルイ・ド・ラカージュ ③きりん座—ベトルス・ブランシウス ④かみのけ座—クラウディオス・プトレマイオス</p>	④	<p>かみのけ座は、しし座とうしかい座の間に位置する星座。その領域に星の集まりがあることは古代から知られていたが、クラウディオス・プトレマイオスがまとめた48星座には含まれていない。かみのけ座を1つの星座として独立させたのはドイツの地図製作者カスパー・フォペルと言われている。</p>