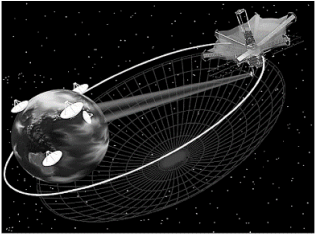


第17回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
1	<p>はくちょう座X-1を可視光で観測したとき、最も明るく見えるものを選び。</p> <p>① ブラックホール ② 降着円盤 ③ 伴星 ④ ジェット</p>	③	<p>はくちょう座X-1は恒星質量ブラックホールを含むX線連星である。可視光では伴星からの放射が卓越しており、その視線速度の測定から、ブラックホール質量が制約される。なお、ブラックホール本体からはあらゆる電磁波が出てこれないので、観測できない。降着円盤はX線で、ジェットは電波でよく見える。低質量星の伴星をもつX線連星では降着円盤やジェットも可視光で観測されるが、はくちょう座X-1の伴星は明るいO型星なので、可視光域では伴星が圧倒的に卓越している。</p>
2	<p>画像はスペースVLBIの説明図だが、VLBIは何の略称か。</p>  <p>① Very Large Base Inference ② Very Long Baseline Interferometer ③ Variable Long Base Interference ④ Viable Long Bias Inference</p>	②	<p>VLBIはVery Long Baseline Interferometerの略称で、Very=超、Long=長、Baseline=基線、Interferometer=干渉計から、超長基線干渉計と訳す。</p>
3	<p>宇宙誕生直後に急膨張があったとするインフレーション理論で説明できないものを選び。</p> <p>① 現在の宇宙の一樣・等方性 ② 現在の宇宙の加速膨張 ③ 現在の宇宙の天体構造の種 ④ 現在の宇宙の平坦性</p>	②	<p>インフレーション理論は①、③、④などのビッグバン宇宙論の課題を解決可能な仮説であるが、約60億前に始まったと考えられる宇宙の加速膨張の原因となったダークエネルギーの由来はインフレーション理論では説明できず、いまだ謎である。</p>
4	<p>次の惑星のうち、固有の磁場を伴わないものはどれか。</p> <p>① 水星 ② 金星 ③ 木星 ④ 海王星</p>	②	<p>太陽系の惑星のうち、水星、地球、木星、土星、天王星、海王星は<math>10^{-4} \sim 10</math> gaussの双極磁場をもっているが、金星や火星は固有の磁場をもたない。</p>
5	<p>日本が今までに実施した宇宙での生命科学実験のうち、水棲生物実験用の装置で使われたことがない生物種はどれか。</p> <p>① ガマアンコウ ② カエル ③ イモリ ④ 金魚</p>	②	<p>日本は、宇宙で水棲生物実験用の装置を使って鯉、メダカ、イモリ、金魚、ガマアンコウ、ゼブラフィッシュなど、多くの生命科学実験を実施してきたが、この装置でカエルを使った実験は実施していない。アメリカは、スペースシャトルでアフリカツメガエルを使った実験を実施している。</p>

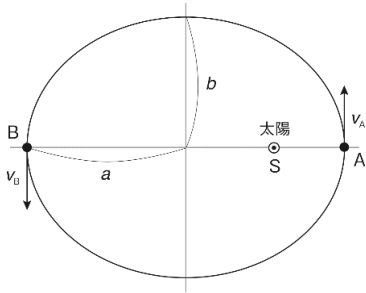
第17回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
6	<p>図は5つの色フィルタの透過率だが、Rバンドはどれか。</p>	④	<p>現在使われている測光システムには、可視領域で、350 nm付近のUバンド、440 nm付近のBバンド、550 nm付近のVバンド、赤外線領域で、650 nm付近のRバンド、800 nm付近のIバンド、1200 nm付近のJバンド、1600 nm付近のHバンド、2100 nm付近のKバンド、などがある。 写真乾板・写真フィルムの時代は、UBVシステムだったが、CCDなどの普及で、赤外線領域まで測光できるようになった。とくに都市部ではUバンドが市街光で測定しにくいいため、UBVバンドの代わりにBVRバンドで三色測光することも多い。</p>
7	<p>輻射定数を<math>a</math>、温度を<math>T</math>とすると、輻射圧<math>P</math>はどう表されるか。</p> <p>① <math>P = aT^4</math>                  ② <math>P = aT^4/2</math>                  ③ <math>P = aT^4/3</math>                  ④ <math>P = aT^4/4</math></p>	③	<p>温度<math>T</math>の輻射場のエネルギー密度は<math>E = aT^4</math>で、輻射圧は<math>P = aT^4/3</math>となる。 輻射圧がエネルギー密度のちょうど1/3になる理由は、輻射圧がはたらく空間の方向が3つあるためである。またガス圧はガスの密度と温度に比例するので、ガスの密度が低く温度が高くなると、温度の4乗に比例して大きくなる輻射圧が重要になってくる。</p>
8	<p>アルベルト・アインシュタインの業績ではないものを選び。</p> <p>① 光量子仮説の提唱                  ② ブラウン運動の理論的説明                  ③ ブラックホール解の導出                  ④ 重力波の予言</p>	③	<p>①と②は1905年のアインシュタインの論文、④は一般相対性理論にもとづく1918年の論文である。ブラックホールはカール・シュヴァルツシルトの解から導かれた。</p>
9	<p>写真はプレアデス星団と周辺の反射星雲だが、反射星雲は青白く光っている。その理由は何か。</p> <p>① 星間塵によるレイリー散乱                  ② 電子によるトムソン散乱                  ③ シンクロトロン放射                  ④ 窒素原子などの輝線放射</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">©東京大学木曾観測所</p>	①	<p>反射星雲は、星雲中の微細な塵が星の光をレイリー散乱して輝いている。レイリー散乱では青い光が赤い光の16倍くらい強く散乱されるため、青空と同じように青白く光る。 太陽コロナのような高温ガスでは電離した電子が太陽光をトムソン散乱するが、トムソン散乱は光の波長によらないので、コロナは乳白色に輝く。 シンクロトロン放射でも青白い光が出ることはあるが、高エネルギー電子と磁場が必要なので、反射星雲には適さない。 惑星状星雲のように近くの高温度から強い紫外線をうける希薄なガスでは、ガス内の様々な原子が紫外線によって電離し、窒素や酸素などの輝線が放射される。</p>
10	<p>熱制動放射で及ぼし合っている力は次のうちどれか。</p> <p>① 重力                  ② 電磁気力                  ③ 強い力                  ④ 弱い力</p>	②	<p>熱制動放射とは、熱平衡状態にあるプラズマ中で電子と原子核が互いに電磁気力を及ぼし合う(相互作用しあう)ことにより、電子が加速されることで起こる放射である。したがって、②が正答となる。なお、選択肢の4つは、宇宙における基本的な4つの力である。</p>
11	<p>質量<math>M</math>の天体の周りを質量<math>m</math>の天体が、半径<math>a</math>、角速度<math>\omega</math>で円運動している。このとき、質量<math>m</math>の天体に働く遠心力<math>f</math>と角運動量<math>L</math>を表す式の組み合わせを選び。</p> <p>① <math>f = m a \omega</math>      <math>L = m a^2 \omega</math>                  ② <math>f = m a \omega^2</math>    <math>L = m a^2 \omega</math>                  ③ <math>f = m a \omega^2</math>    <math>L = m a \omega</math>                  ④ <math>f = m a^2 \omega</math>    <math>L = m a \omega^2</math></p>	②	<p>質量<math>M</math>の天体の周りを質量<math>m</math>の天体が、半径<math>a</math>、速度<math>v</math>で円運動するとき、遠心力<math>f</math>と角運動量<math>L</math>は  <math display="block">f = m v^2 / a, L = m a v</math>                 で与えられる。角速度<math>\omega</math>は<math>\omega = v/a</math>で与えられるので、これら<math>f</math>と<math>L</math>の式に代入して<math>v</math>を消去すれば  <math display="block">f = m a \omega^2, L = m a^2 \omega</math>                 となり、②が正答となる。角速度<math>\omega</math>を用いた場合、この2つは非常によく似た式になるので、間違えないように、しっかり覚えておこう！</p>

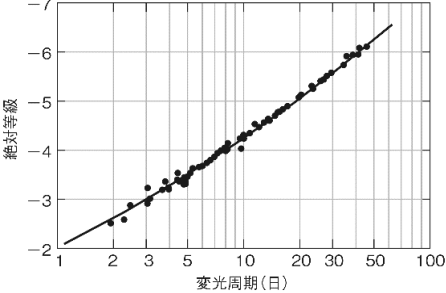
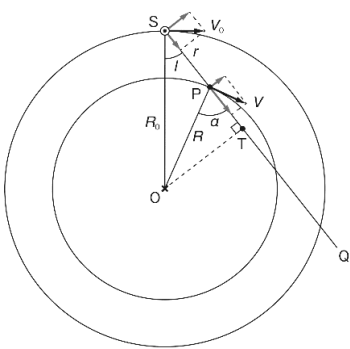
第17回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
12	<p>半径<math>R</math>、全質量<math>M</math>の球殻の中心から距離<math>r</math>に質量<math>m</math>の物体を置いたとき、物体の位置エネルギー<math>\phi</math>の<math>r</math>に対する変化のグラフを作成した。正しい図を選べ。ただし縦軸は、球殻の表面での位置エネルギーを<math>\phi_0</math>とすると、<math>\phi/\phi_0</math>の値を、横軸は<math>r/R</math>の値を表している。</p>	④	<p>球殻内部では重力は0となるので、位置エネルギーは一定になる。また、球殻外部では、球殻の中心に全質量が集まったときの位置エネルギーになるので、<math>r &gt; R</math>のときには、重力定数を<math>G</math>とすると、<math>\phi(r) = -GmM/r</math>で表される。これから、球殻上(<math>r = R</math>)での位置エネルギーは、<math>\phi(R) = -GmM/R</math>となる。位置エネルギーは連続であり、球殻内部のエネルギーは一定なので、<math>r &lt; R</math>での位置エネルギーは球殻上での位置エネルギーと等しくなり、<math>\phi(r) = -GmM/R</math>と表される。これらを満たすグラフは④であり、④が正答となる。なお、①と③は、<math>r &gt; R</math>のとき、<math>r^2</math>に反比例するグラフになっており、①と②は<math>r = R</math>で位置エネルギーが不連続となっているので、いずれも間違ったグラフである。</p>
13	<p>まもなく観測を開始するチリのNSFヴェラ・C・ルービン天文台は、女性天文学者ヴェラ・ルービンにちなんで命名された。次のうちからルービンの業績を選べ。</p> <p>① 多くの渦巻銀河が平坦な回転曲線をもつことから、ダークマターが存在することを実証した          ② 太陽を含む恒星の組成の大部分が、水素とヘリウムからできていることを証明した          ③ 天の川銀河の中心の周りの恒星を観察し、それらの軌道を計算することでブラックホールの存在を明らかにした          ④ 電波望遠鏡でパルサーと呼ばれる天体を発見した</p>	①	<p>①がヴェラ・ルービンの業績である。彼女は、アンドロメダ銀河をはじめ、多くの渦巻銀河の回転曲線が、観測される星やガスなどの天体の分布から予想される回転速度と異なり、銀河の外縁部でも中心付近とほとんど変わらない平坦な回転速度をもつことを発見した。この平坦な回転速度の存在から、渦巻銀河に大量のダークマターが存在することが明らかになった。          ②はセンリア・ペイン＝ガポーシュキン(1900年-1979年)の業績。          ③はアンドレア・ゲズ(1965年-)の業績で、2020年にノーベル物理学賞を受賞した。          ④は当時大学院生であったジョスリン・ベル・バーネル(1943-)の業績であるが、指導教官だったアントニー・ヒューイッシュが、1974年にノーベル物理学賞を受賞している。</p>
14	<p>宇宙の再電離を示す観測的証拠はどれか。</p> <p>① マイケルソン＝モーリーの実験          ② カシミール効果          ③ ガン＝ピーターソン効果          ④ アハラノフ＝ボーム効果</p>	③	<p>③のガン＝ピーターソン効果とは、初期の宇宙に紫外線をよく吸収する、電離していない水素原子からなる濃いガスが存在した時代があったことを示すものである。この効果は、遠方のクエーサーから放射された水素のライマン<math>\alpha</math>輝線が、赤方偏移が5より手前だと吸収されていないが、5より遠くでは吸収を受けているという観測結果から明らかになっており、赤方偏移が5の時代に宇宙の再電離が完了したことを示している。したがって③が正答となる。なお、①のマイケルソン＝モーリーの実験は光速の不変性を証明した実験、②のカシミール効果は真空エネルギーの存在を実証した実験、④のアハラノフ＝ボーム効果は空間内の量子力学的効果を示すものである。</p>

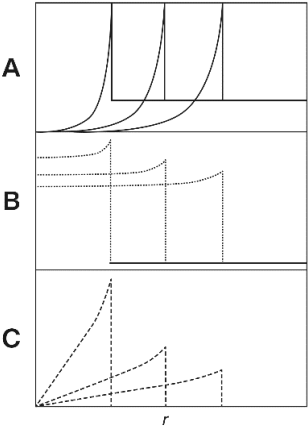
第17回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
15	<p>太陽を公転する惑星が、近日点Aと遠日点Bを通過するときの速度をそれぞれ<math>v_A</math>、<math>v_B</math>とする。この惑星の楕円軌道の長半径と短半径の長さを<math>a</math>、<math>b</math>とすると、<math>\frac{v_A}{v_B}</math>の値はどう表されるか。</p>  <p>① <math>\frac{a}{b}</math>                  ② <math>\frac{b}{a}</math>                  ③ <math>\frac{a - \sqrt{a^2 - b^2}}{a + \sqrt{a^2 - b^2}}</math>                  ④ <math>\frac{a + \sqrt{a^2 - b^2}}{a - \sqrt{a^2 - b^2}}</math></p>	④	<p>角運動量が保存するので、<math>L = (\text{太陽からの距離}) \times (\text{惑星の運動量})</math>が一定となる。したがって、惑星の質量を<math>m</math>、近日点距離を<math>r_A</math>、遠日点距離を<math>r_B</math>とすると、遠日点と近日点では、太陽と惑星を結ぶ線分は運動方向と直交するので、<math>mv_A r_A = m v_B r_B</math>が成り立つ。これから、  <math display="block">\frac{v_A}{v_B} = \frac{r_B}{r_A}</math>                 となる。太陽の位置Sは、長軸上で、楕円の中心から<math>\sqrt{a^2 - b^2}</math>の距離(焦点の位置)にあるので、  <math display="block">r_A = a - \sqrt{a^2 - b^2}</math> <math display="block">r_B = a + \sqrt{a^2 - b^2}</math>                 であり、答えは④になる。</p>
16	<p>ある活動銀河の中心核をパーセクスケールに相当する空間分解能で電波観測したところ、輝度温度<math>10^{11}</math> Kが得られた。この観測結果の意味するものを選べ。</p> <p>① この中心核からの電波は、黒体放射と解釈される                  ② この中心核からの電波は、<math>10^{11}</math> Kの黒体に相当する強さの放射である                  ③ この中心核は絶対温度で<math>10^{11}</math> Kである                  ④ このような高い輝度温度をもつ天体はありえず、観測のミスである</p>	②	<p>輝度温度は、ある波長帯において放射の強度と等しい強度をもつ黒体の温度と定義される。そのため、必ずしも放射源の物理的な温度を示すものではない。実際、活動銀河の中心核からの電波放射は、一般にシンクロトロン放射である。このような非熱的な放射では、極めて高い輝度温度が測定されることがある(レーザー電波も同様)。この場合、輝度温度はその放射源の物理的な温度とは無関係である。もし放射源が黒体で、レイリー・ジーンズの法則が成り立つような波長で放射を測定した場合には、輝度温度と物理的な温度は一致する。</p>
17	<p>プランク分布の長波長側を特に何分布と呼ぶか。</p> <p>① ウィーン分布                  ② マクスウェル・ボルツマン分布                  ③ レイリー・ジーンズ分布                  ④ アインシュタイン分布</p>	③	<p>プランク分布(黒体放射)の長波長側をレイリー・ジーンズ分布、短波長側をウィーン分布と呼ぶ。熱平衡状態にある理想気体の分布がマクスウェル・ボルツマン分布。アインシュタイン方程式、アインシュタインの式、アインシュタイン係数など、アインシュタインの名前を冠する用語は多い。光子などの相互作用のないボーズ粒子系において、一つのエネルギー準位に入る粒子数の分布はボーズ・アインシュタイン分布と呼ばれるが、単独にアインシュタイン分布という用語はあまり聞かない。</p>
18	<p>星座の略符号の多くは1文字目のみ大文字であとは小文字だが、中に大文字が2つ使われている星座がある。それはいくつあるか。</p> <p>① 3個                  ② 5個                  ③ 10個                  ④ 12個</p>	③	<p>略符号の中に大文字が2つ使われているのは、和名の五十音順に、おおいぬ座(CMa)、おおぐま座(UMa)、かんむり座(CrB)、こいぬ座(CMi)、こぐま座(UMi)、こじし座(LMi)、みなみのうお座(PsA)、みなみのかんむり座(CrA)、みなみのさんかく座(TrA)、りょうけん座(CVn)の10個。</p>

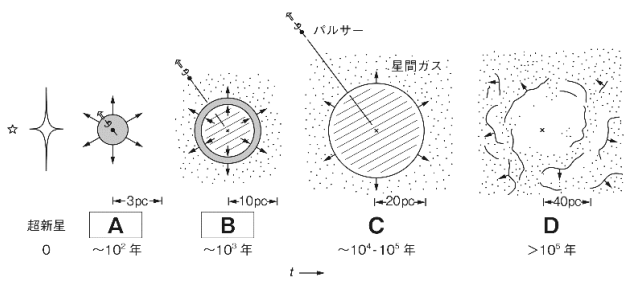
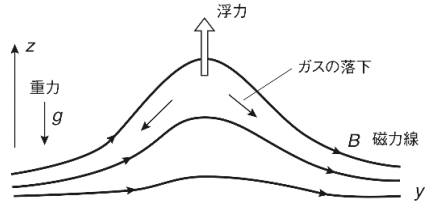
第17回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
19	<p>図は、セファイドの周期光度関係である。ある銀河で、平均等級が21等、変光周期が40日のセファイドが観測された。この銀河までの距離はどれくらいか。なお、<math>\log 2 \approx 0.3</math>、<math>\log 3 \approx 0.5</math>としてよい。</p> <p>① 0.7 Mpc ② 2.5 Mpc ③ 7.5 Mpc ④ 12.5 Mpc</p> 	②	<p>周期が40日のセファイドの絶対等級<math>M</math>は、およそ-6等である。このセファイドの見かけの等級<math>m</math>が21等であるから、距離指数<math>m - M = 21 - (-6) = 27</math>等となる。距離を<math>r</math> [pc]とおけば、<math>m - M = 5 \log r - 5</math>と表せる。これから、<math>27 = 5 \log r - 5</math>となり、<math>\log r = 32/5 = 6.4</math>。したがって<math>r = 10^{6.4} = 10^{0.4} \times 10^6</math> pc = <math>10^{0.4}</math> Mpc。 <math>10^{0.5} \approx 3 &gt; 10^{0.4} &gt; 10^{0.3} \approx 2</math>なので、2~3 Mpc となり、値の近い②が正答となる。</p>
20	<p>温度が10 Kの分子雲と表面温度が4000 Kの前主系列星は、それぞれの波長で最も明るく輝く。正しい組み合わせを選べ。なお、これらの天体は主として黒体放射で輝くとしてよい。</p> <p>① 分子雲：電波 前主系列星：紫外線 ② 分子雲：電波 前主系列星：可視光-近赤外線 ③ 分子雲：中間赤外線 前主系列星：紫外線 ④ 分子雲：中間赤外線 前主系列星：可視光-近赤外線</p>	②	<p>平均的に、分子雲の温度は~10(一数十)K、前主系列星は、~4000(3000~5000程度)Kである。黒体放射が最大となる波長は、分子雲が0.290 mm(電波)、前主系列星が725 nm前後(可視光-近赤外線)である。</p>
21	<p>次の推進剤の組み合わせのうち、最も比推力の高いものはどれか。</p> <p>① 液体水素と液体酸素 ② ケロシンと液体酸素 ③ モノメチルヒドラジンと四酸化二窒素 ④ イソプロピルアルコールと液体酸素</p>	①	<p>液体水素と液体酸素の組み合わせが最も燃焼のエネルギーが大きく、400秒を超える比推力のエンジンが可能となる。②ケロシンと液体酸素では350秒程度、③モノメチルヒドラジン(MMH)と窒素酸化物(<math>N_2O_4</math>)では300秒を少し超える程度、④イソプロピルアルコール(Isopropyl Alcohol)と液体酸素ではほとんど300秒以下の比推力しか出せない。よって、①が正答となる。</p>
22	<p>天の川銀河の銀河円盤内で、銀河中心から距離<math>R</math>にある恒星が角速度<math>\omega(R)</math>で円運動しているとする。太陽の銀河中心からの距離を<math>R_0</math>、太陽の回転角速度を<math>\omega_0</math>とする。銀経<math>l</math>方向で、太陽から距離<math>r</math>にある恒星の視線速度<math>v_r</math>と接線速度<math>v_t</math>を表す式の組み合わせを選べ。</p>  <p>① <math>v_r = [\omega(R) - \omega_0] R_0 \sin l</math> <math>v_t = [\omega(R) - \omega_0] R_0 \cos l + r \omega(R)</math> ② <math>v_r = [\omega(R) - \omega_0] R_0 \sin l</math> <math>v_t = [\omega(R) - \omega_0] R_0 \cos l - r \omega(R)</math> ③ <math>v_r = [\omega(R) - \omega_0] R_0 \cos l</math> <math>v_t = [\omega(R) - \omega_0] R_0 \sin l + r \omega(R)</math> ④ <math>v_r = [\omega(R) - \omega_0] R_0 \cos l</math> <math>v_t = [\omega(R) - \omega_0] R_0 \sin l - r \omega(R)</math></p>	②	<p>太陽の銀河回転速度を<math>V_0</math>、恒星の銀河回転速度を<math>V(R)</math>とする。恒星<math>P</math>の視線速度<math>v_r</math>と接線速度<math>v_t</math>は、図中の記号を使うと、  <math display="block">v_r = V(R) \sin \alpha - V_0 \sin l</math> <math display="block">v_t = V(R) \cos \alpha - V_0 \cos l</math> と表される。このとき、  <math display="block">R \sin \alpha = R_0 \sin l, R \cos \alpha = R_0 \cos l - r</math> の関係が成り立つ。ここで、銀河回転角速度と銀河回転速度の関係、<math>\omega(R) = V(R)/R</math>、<math>\omega_0 = V_0/R_0</math>を用いると、  <math display="block">v_r = [\omega(R) - \omega_0] R_0 \sin l</math> <math display="block">v_t = [\omega(R) - \omega_0] R_0 \cos l - r \omega(R)</math> と表されるので、②が正答となる。</p>

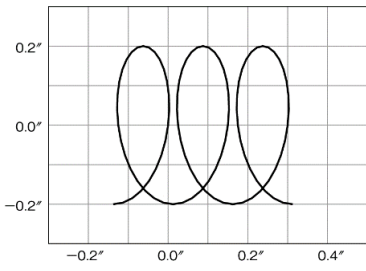
第17回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
23	<p>2026年は、2023年の「近代的プラネタリウム100周年」に続き、「日本の公開天文台100周年」である。次のうち、1926年に公開された日本の公開天文台第1号はどれか。</p> <p>① 帝国大学附属東京天文台 ② 倉敷天文台 ③ 東京博物館 ④ 大阪市立電気科学館</p>	②	<p>アマチュアの高度な観測にも対応しようと考えた山本一清の理念に賛同した倉敷紡績専務の原澄治は、1926年に倉敷天文台(倉敷市)を創設した。これが日本の公開天文台第1号である。帝国大学附属東京天文台(現・国立天文台)は、1913年に天文学会の講演会に付随する形で観望会を開いたが、公開天文台としての活動ではなかった。東京博物館(現・国立科学博物館)でも早くから天文台を公開していたが、設置は1931年。大阪市立電気科学館は日本初のプラネタリウム設置館として知られ、天体観望会や天体観測など公開天文台と同様の活動をしていたが、開館は1937年である。</p>
24	<p>恒星の放射に関して述べた次の文のうち、誤っているものを選び。</p> <p>① 単位表面積当たりの紫外線放射量は、G型星よりA型星のほうが多い ② M型星は、近赤外線波長域で最も明るく輝くため、近赤外線観測が有効である ③ 放射エネルギー強度が最大になる波長は、温度に反比例する ④ 単位表面積当たりの赤外線放射量は高温の恒星ほど少ない</p>	④	<p>高温の恒星は、低温の恒星よりも単位面積当たりの放射量が可視だけでなく全波長域で大きいので、④が誤りで正答となる。他の選択肢は正しい。</p>
25	<p>図のA、B、Cは、静止した一様星間物質中における点源爆発のセドフ解の圧力、密度、速度のいずれかの変化を表したものである。横軸は中心からの距離、縦軸は物理量の値で、それぞれ3つの異なる時間のグラフになっている。各図の物理量は何を表しているか。</p> <p>① A: 圧力 B: 密度 C: 速度 ② A: 速度 B: 密度 C: 圧力 ③ A: 圧力 B: 速度 C: 密度 ④ A: 密度 B: 圧力 C: 速度</p> 	④	<p>セドフ解(自己相似解の一種)は、超新星爆発の断熱膨張期などに適用されるが、時間空間のスケールを適当に伸縮させるとどれも同じ形になる(自己相似)。</p> <p>各時刻の右端の不連続部分が衝撃波の位置で、物理量が不連続に変化している。最初に星間物質は静止しているため、衝撃波の右側で値が0となっているCが速度のセドフ解である。衝撃波は、衝撃波の速度を減速させながら進行していく。</p> <p>AとBの違いの判断は難しいが、点源爆発で物質はすべて吹き飛ばすことを考えると、Aの中心部の分布がほぼ0になっているので、Aが密度変化であることがわかる。また、密度(A)は衝撃波の通過後に初期状態の約4倍程度に圧縮されるので、衝撃波面での変化が初期状態(右側)のほぼ4倍で一定になっているということからも、Aが密度変化であると判断できる。</p> <p>さらにセドフ解は強い衝撃波の自己相似解なので、初期状態の圧力は衝撃波内部の圧力に比べ非常に小さいと近似され、そのような分布を示すBが圧力変化になっている。中心付近で密度が0に近づくのに圧力が有限な値になっていることは、中心付近が非常に高温になっていることを意味している。</p>
26	<p>軌道エレベータは地球より火星の方が建設しやすい。その主たる理由を選び。</p> <p>① 地球よりも火星の方が質量が小さいから ② 地球よりも火星の方が大気が薄いから ③ 地球よりも火星の方が自転速度が遅いから ④ 火星には低軌道にフォボスとダイモスがあるから</p>	①	<p>静止衛星軌道の半径は、惑星の質量の1/3に比例し、自転周期の2/3に比例する。また静止衛星軌道の半径から惑星の半径を引いたものが静止衛星軌道の高度となる。</p> <p>火星の自転周期(1日)は約24時間37分で地球とほぼ同じで、あまり影響しない。しかし火星の質量は地球の約1割しかないため、静止軌道の半径が小さくなる。その結果、地球の静止衛星軌道の高度は約3万6000 kmだが、火星は地球より半径が小さいものの静止衛星軌道の高度は約1万7000 kmとなる。</p> <p>地球の場合は、先細りのテーパをつけても、カーボンナノファイバーなどナノ材料材料がないと建設できないが、火星の場合は超強力鋼など現有の建築材料でも強度的には建設可能だと考えられる。</p> <p>ちなみに、ダイモスは火星の静止衛星軌道のわずかに外側を公転しているため、静止衛星軌道より外まで伸びているカウンターウェイトにとっては邪魔な存在だ。軌道エレベータを振動させてダイモスとの衝突を避けるなどの仕組みが必要になる。</p>

第17回天文学検定1級問題・解答

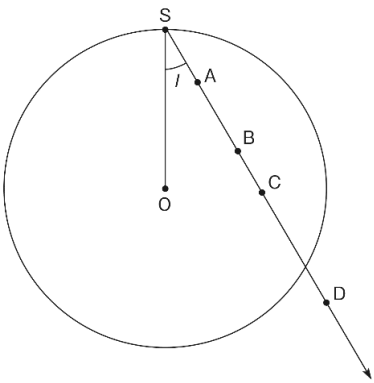
No.	問題	正答	解説
27	<p>図のA、B、C、Dは超新星残骸の進化の4つの時期の模式図である。この中のAとBのうち、セドフ解でよく近似できるのは、どちらの時期で、その時期を何と呼ぶか。</p>  <p>① Aで自由膨張期 ② Aで断熱膨張期 ③ Bで殻膨張期 ④ Bで断熱膨張期</p>	④	<p>超新星爆発の直後(A)は、ほぼ速度が一定で膨張するので、自由膨張期と呼ばれる。その後、超新星爆発で放出されたガスが周辺の星間ガスと衝突して衝撃波を形成し、星間ガスを取り込みながら広がっていく断熱膨張期になる(B)。このとき、衝撃波の速度はしだいに減速していく。さらに広がると、衝撃波によって圧縮されたガスの輻射冷却が効き始める輻射冷却期(C)を経て晩期(D)となる。セドフ解でよく近似できるのは断熱膨張期なので、④が正答となる。</p>
28	<p>FRBとはどんな現象か。</p> <p>① 電波で観測される深宇宙でのちらつき(flickering) ② 電波で観測される数ミリ秒ほどの速い(fast)電磁波パルス ③ 電波で観測される爆発的なフレア(flare) ④ 電波で観測される高エネルギー自由(free)電子による強力放射</p>	②	<p>100 MHzから10 GHz付近の電波で観測される、継続時間が数ミリ秒かそれ以下ぐらいの、強力で突発的な電磁波パルス(高速電波バースト(Fast Radio Burst)、略してFRBと呼んでいる。したがって②が正答になる。FRBの発生機構は完全には解明されていないが、最近の研究では、中性子星のグリッチ(星震)に伴って発生するのではないかと推測されている。</p>
29	<p>観測波長を<math>\lambda</math>、望遠鏡の口径を<math>D</math>とする。望遠鏡の角度分解能<math>\phi</math>(ラジアン)はどれぐらいになるか。</p> <p>① <math>\phi \sim \lambda D</math> ② <math>\phi \sim \lambda / D</math> ③ <math>\phi \sim D / \lambda</math> ④ <math>\phi</math>を決めるためには焦点距離<math>f</math>も必要</p>	②	<p>ラジアンで表した望遠鏡の分解能は、だいたい<math>\phi \sim \lambda / D</math>ぐらいになる。電波望遠鏡は可視光望遠鏡より口径は大きいですが、電波の波長は可視光の波長よりかなり長いので、単一の電波望遠鏡の分解能は一般に可視光望遠鏡より悪い。電波望遠鏡の分解能を飛躍的に上げたのが、複数の電波望遠鏡を用いる電波干渉計の技術である。</p>
30	<p>図は重力場中における磁気浮力不安定を表しているが、別名として何と呼ばれるか。</p> <p>① キンク不安定 ② ソーセージ不安定 ③ アルフベン不安定 ④ パーカー不安定</p> 	③ ④	<p>磁場の絡んだ不安定性現象には多種多様なものがある。基本的なものだと、たとえば、揃った磁力線が折れ曲がるキンク不安定、磁力線に平行方向に波打つソーセージ不安定、磁力線に垂直方向に入れ替わるインターチェンジ(交換型)不安定などがあり、トカマク核融合炉で磁場によるプラズマの閉じ込めを困難にしている。図のものは、磁力線が少し浮き上がった際に、浮力の働きでさらに浮き上がる不安定機構で、アメリカのユージン・ニューマン・パーカーが発見したことから、パーカー不安定(磁気浮力不安定)と呼ばれる。パーカー不安定は太陽表面で黒点磁場の上昇の機構だと考えられている。ちなみに、パーカーは2003年度の京都賞(基礎科学部門)を受賞している。なお、スウェーデンのハンネス・アルフベンは磁気流体力学の開祖で、アルフベン波やアルフベン半径などアルフベンの名前がついた現象はあるが、アルフベン不安定と呼ばれる現象はない。</p> <p><b>※正答に誤りがございました。解説のとおり、正しくは④です。お詫びして訂正いたします。</b></p>
31	<p>物質はないが宇宙項<math>\Lambda</math>のある宇宙モデルを何と呼ぶか。</p> <p>① アインシュタインの静止宇宙 ② ゲーデル宇宙 ③ ド・ジッター宇宙 ④ <math>\Lambda</math>CDMモデル</p>	③	<p>物質の重力と宇宙項(斥力)が釣り合って静止しているモデルがアインシュタインの静止宇宙。宇宙全体が回転しているようなモデルが、ゲーデルの宇宙モデル。物質のない空虚な空間が宇宙項によって膨張しているモデルが、ド・ジッター宇宙。<math>\Lambda</math>CDMモデルは、冷たいダークマター(CDM)と宇宙項<math>\Lambda</math>のあるもので、現在主に使われる宇宙モデル。</p>

第17回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
32	<p>2024年2月に、JAXAの小型月着陸実証機「SLIM」が月面着陸に成功した。次の記述のうち誤っているものはどれか。</p> <p>①「SLIM」はH-IIAロケット47号機によって、X線分光撮像衛星「XRISM」とともに打ち上げられた</p> <p>② 月面への軟着陸成功は日本初で、世界ではソ連・アメリカ・中国に次ぐ4カ国目である</p> <p>③ 月面への着陸は、着陸目標地点から誤差100 m以内の「ピンポイント着陸」を目指した</p> <p>④ 着陸後に太陽電池が働かなかったのは、着陸姿勢に問題があったと考えられている</p>	②	<p>1966年2月にソ連(ルナ9号)が、1966年6月にアメリカ(サーベイヤー1号)が、2013年に中国(嫦娥3号)が月面への軟着陸に成功。次いで、インドが2023年に「チャンドラヤーン3号」の軟着陸に成功しているため、日本は5カ国目である。</p>
33	<p>図は、ある単独の恒星の天球での位置を数年間、精密に測定して描いた恒星の移動軌跡を表す。この恒星の年周視差と固有運動の大きさの値の組み合わせはどれか。</p>  <p>① 年周視差:0.2" 固有運動:0.15"/年                  ② 年周視差:0.2" 固有運動:0.27"/年                  ③ 年周視差:0.4" 固有運動:0.15"/年                  ④ 年周視差:0.4" 固有運動:0.27"/年</p>	①	<p>恒星は、天球上を一定の方向に、一定の割合で移動しているが、その1年間の移動量を固有運動という。また、恒星は年周視差によって、天球上を1年周期で楕円状に運動するため、実際の恒星の運動は、この2つの運動が合成された運動になる。図から、恒星は右方向に一定の速度で動いていることがわかる。その大きさは、楕円をちょうど一周したとき、どれだけ右方向に移動したかで求めることができる。実際、(0", 0")の位置から楕円を一周した位置は(0.15", 0")の位置になるから、1年間で0.15" 右方向に移動したことになる。したがって固有運動の大きさは0.15"/年になる。この固有運動の移動を止めて考えれば、楕円は、長半径0.2" の縦長の楕円になる。これは年周視差によるもので、その大きさは0.2" となる。したがって①が正答となる。</p>
34	<p>制限三体問題の説明として、正しいものを選び。</p> <p>① 一体の質量を無視した三体問題                  ② 安定な軌道が見つかった三体問題                  ③ ピタゴラスの三角形のような特殊な配置の三体問題                  ④ 地球・月・太陽のように一体が非常に遠方にある三体問題</p>	①	<p>お互いに重力で結びついた三つの質点の振る舞いを三体問題という。三体問題は一般に安定軌道は見つかっておらず、カオス的な振る舞いになる。同じ質量の質点をピタゴラスの三角形に初期配置した三体問題をピタゴラス問題と呼ぶが、これも安定な軌道には辿り着かない。地球-月系における人工衛星の振る舞いのように、三体のうち一体の質量が無視できる場合を制限三体問題という。</p> <p>制限三体問題は三体あっても一体の質量を無視するので、実質は二体問題であって、ラグランジュ点など軌道力学は解ける。地球-月系に太陽を加えると、太陽の質量の影響があるので制限三体問題にはならない。ただし、太陽の質量の影響は小さいので、摂動法によって近似的な軌道を得ることはできるようになる。</p>
35	<p>次の文章の【ア】、【イ】に当てはまる語の組み合わせとして正しいものはどれか。</p> <p>「星の温度のうち、星の連続スペクトルを最もよくフィットする黒体放射の温度を適用するときの温度は【ア】と呼ばれる。また、星の光度と半径からステファン・ボルツマンの法則を用いて求めた温度は【イ】と呼ばれる。」</p> <p>① ア:色温度 イ:有効温度                  ② ア:色温度 イ:輝度温度                  ③ ア:輝度温度 イ:有効温度                  ④ ア:有効温度 イ:色温度</p>	①	<p>星の温度はその測定法でいくつかに分類される。星の連続スペクトルを最もよくフィットする黒体放射の温度を適用するときの温度が輝度温度。星の光度と半径からステファン・ボルツマンの法則を用いて求めた温度が有効温度。ある波長域で、距離などから絶対強度がわかっているとき、その絶対強度を満たす黒体放射から求められた温度が輝度温度。したがって①が正答となる。</p>



第17回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
36	<p>赤方偏移<math>z=3</math>のクェーサーが観測された。波長<math>\lambda_0</math>のスペクトル線は、このクェーサーではどれくらいの波長になっているか。</p> <p>① <math>2\lambda_0</math>                  ② <math>3\lambda_0</math>                  ③ <math>4\lambda_0</math>                  ④ <math>5\lambda_0</math></p>	③	<p>実験室で波長<math>\lambda_0</math>のスペクトル線が波長<math>\lambda</math>で観測されるとき、赤方偏移<math>z</math>は、<math>z=(\lambda/\lambda_0)-1</math>で定義される。<math>z=3</math>の場合、<math>3=(\lambda/\lambda_0)-1</math>より、<math>\lambda/\lambda_0=4</math>となる。したがって波長<math>\lambda</math>は<math>\lambda_0</math>の4倍になって観測され、正答は③となる。</p>
37	<p>さまざまな天体現象を、発見順に正しく並べたものはどれか。</p> <p>① クェーサー → 宇宙背景輻射 → 中性子星                  ② 中性子星 → 宇宙背景輻射 → クェーサー                  ③ 宇宙背景輻射 → クェーサー → 中性子星                  ④ クェーサー → 中性子星 → 宇宙背景輻射</p>	①	<p>1960年代は天文学で大きな発見が相次いだ年代で、天文学史上、発見の年代といわれる。</p> <p>まず、1963年にクェーサーが発見された。3C 273という電波源の光学スペクトルに奇妙な輝線があることが知られていたが、マーテン・シュミットがそれらが水素のスペクトル線が16%も赤方偏移したものであることに気づいた。そして、大きな赤方偏移は、3C 273が光速のおよそ16%の速さでわれわれから遠ざかっているためだと解釈された。これは3C 273が非常に遠方宇宙に存在する非常に明るい天体であることを表し、新しい天体として、後にクェーサーと呼ばれるようになった。</p> <p>次が、1965年の3 K宇宙背景輻射の発見である。当時、ベル電話研究所のアーノ・ペンジアスとロバート・ウッドロウ・ウィルソンによって、偶然に発見された。</p> <p>そして、1967年、ジョスリン・ベル・バーネルによって、パルサー(中性子星)から放射される電波パルスが発見された。</p>
38	<p>質量<math>M</math>の周りを質量<math>m</math>の物体が半径<math>a</math>の円運動をしている。質量<math>m</math>の物体の全エネルギーを表すのはどれか。なお、<math>G</math>は重力定数である。</p> <p>① <math>-\frac{GmM}{2a}</math>                  ② <math>-\frac{GmM}{a}</math>                  ③ <math>-\frac{3GmM}{2a}</math>                  ④ <math>-\frac{2GmM}{a}</math></p>	①	<p>質量<math>m</math>の回転速度を<math>v</math>とすると、重力と遠心力のつり合いから、<math>GmM/a^2=mv^2/a</math>が成り立つ。これから、<math>v^2=GM/a</math>と表されるので、運動エネルギー<math>T</math>は<math>T=mv^2/2=GmM/2a</math>となる。また、質量<math>m</math>の位置エネルギー<math>\phi</math>は<math>\phi=-GmM/a</math>である。したがって全エネルギー<math>E</math>は、<math>E=T+\phi=GmM/2a-GmM/a=-GmM/2a</math>となり、①が正答となる。</p>
39	<p>図は、天の川銀河の銀河面内の銀経<math>l=30^\circ</math>方向を、水素の21 cm線で観測したときの図である。このとき、視線上のA、B、C、Dの位置にある星間ガスの視線速度を、値の小さい順に並べたものはどれか。</p> <p>① A - B - C - D                  ② A - D - C - B                  ③ D - C - B - A                  ④ D - A - C - B</p> 	④	<p>星間ガスの銀河中心<math>O</math>からの距離を<math>R</math>、銀河回転角速度を<math>\omega</math>(<math>R</math>)、太陽<math>S</math>の銀河中心からの距離を<math>R_0</math>、太陽の銀河回転角速度を<math>\omega_0</math>とすると、銀経<math>l</math>にある星間ガスの視線速度<math>v</math>は、<math>v=[\omega(R)-\omega_0]R_0 \sin l</math>で与えられる。ここで<math>l=30^\circ</math>であるので、<math>\sin l &gt; 0</math>となる。銀経<math>l</math>、太陽の値<math>R_0</math>と<math>\omega_0</math>は一定であるので、視線速度の大小は<math>\omega(R)</math>の大小だけで決まってしまう。天の川銀河の回転角速度<math>\omega(R)</math>は<math>R</math>が大きくなるほど小さくなる差動回転なので、銀河中心からの距離<math>R</math>が大きいほど視線速度は小さくなる。銀河中心からの距離を大きい順に並べると、図よりD、A、C、Bの順となるので、④が正答となる。</p>

第17回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
40	<p><small>いよはらしん</small> 伊与原新は、東京大学大学院理学系研究科博士課程を修了し、学生時代は地球惑星物理学を専門としていた作家である。次のうち、伊与原の作品ではないものはどれか。</p> <p>① 宙わたる教室 ② 月まで三キロ ③ この夏の星を見る ④ オオールリ流星群</p>	③	<p>『宙わたる教室』は定時制高校が舞台。生徒たちが科学部を結成し、学会で発表することを目標に、「火星のクレーター」を再現する実験を行う。②の『月まで三キロ』は全6編を収録した短編集。『オオールリ流星群』は太陽系外縁天体を観測する天文台を立てようというドラマ。この3つが伊与原新の作品である。『この夏の星を見る』は、辻村深月<small>つじむらみづき</small>の作品で、ネットを通して集まった人たちがスターキャッチコンテストにチャレンジする物語。</p>