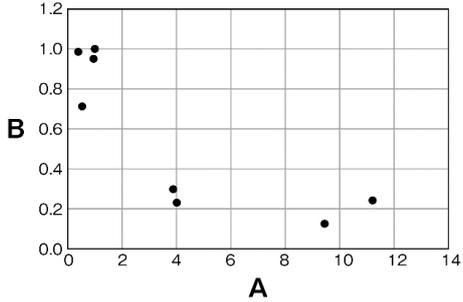
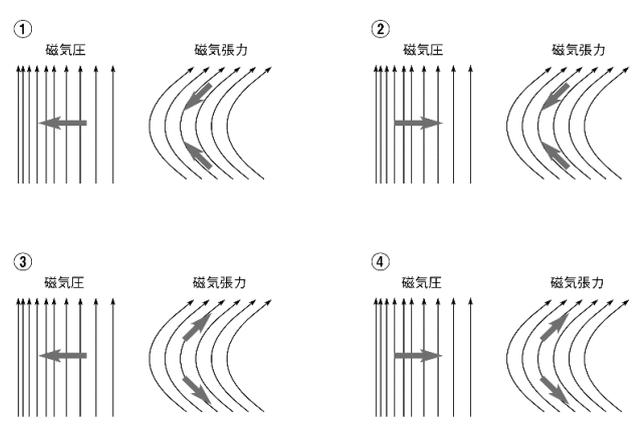
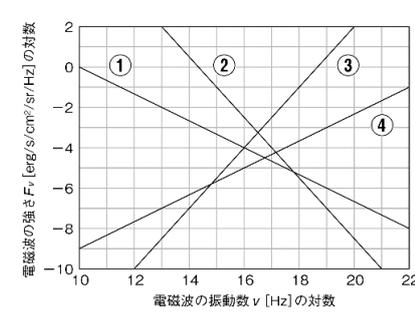


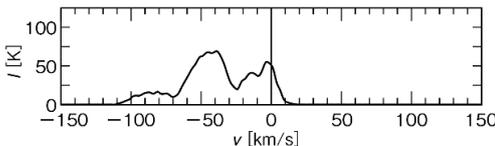
第15回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
1	<p>図は、太陽系の8個の惑星の軌道長半径、赤道半径、質量、平均密度を、地球を1とする単位で測った値のうち、2組をとってプロットしたものである。横軸Aと縦軸Bの組み合わせとして、正しいものを選び。</p>  <p>①A: 赤道半径 B: 平均密度 ②A: 赤道半径 B: 質量 ③A: 質量 B: 平均密度 ④A: 軌道長半径 B: 赤道半径</p>	①	<p>まず縦軸は、すべて1以下である。すなわち、地球が一番大きな値をもつ量であることがわかる。これは、問題文中の4つの値のうち、平均密度であることがわかる。すると、横軸の2以下の4つが地球型惑星を、2以上の4つの惑星が木星型と天王星型であることがわかる。最大のは地球の11倍程度であるから、これが木星であることが推察され、横軸は赤道半径であるとわかる。したがって正答は①である。</p>
2	<p>光子は波長や振動数、エネルギーなどで表すことができるが、可視光に相当するのはどれか。</p> <p>①$10^{-15}$ Jぐらい ②1 eVぐらい ③1 THzぐらい ④$10^{-9}$ mぐらい</p>	②	<p>可視光の光子は、振動数で$10^{14\sim 15}$ Hz(100~1000 THz)ぐらい、波長では$4 \times 10^{-7} \sim 7 \times 10^{-7}$ mぐらい、エネルギーでは10^{-17} Jあるいは1 eV程度になる。視細胞で可視光の光子が吸収される生化学反応も、原子の電離などと同様な化学反応の一種で、数eVで生じる。</p>
3	<p>Sgr A* (いて座Aスター)を観測したとき、直径の見込み角はどれほどか。ただし、Sgr A*は400万太陽質量、観測者からの距離は2万6000光年、太陽質量のブラックホールの半径は3 kmとする。なお、1光年=9.5×10^{12} km、1マイクロ秒角=4.85×10^{-12} radである。</p> <p>①0.2マイクロ秒角 ②2マイクロ秒角 ③20マイクロ秒角 ④200マイクロ秒角</p>	③	$\alpha \sim \frac{\text{Sgr A* の直径}}{\text{Sgr A* までの距離}} = \frac{2 \times 3 \times 4 \times 10^6 \text{ km}}{26000 \times 9.5 \times 10^{12} \text{ km}} \times \frac{1}{4.85 \times 10^{-12}}$ $= 20 \text{ マイクロ秒角}$ <p>実際にはブラックホールの半径の3倍の距離までは重力が大きくて光の周回軌道が存在しない。そのため、ブラックホールはより大きな像として観測されることになる。</p>
4	<p>図は、磁場中に働く磁気圧の圧力勾配による力と、磁気張力の力の方向を示したものである。正しい組み合わせを選び。なお、グレーで示した太い矢印は力を、細い矢印は磁力線を表す。</p>  <p>① 磁気圧 磁気張力 ② 磁気圧 磁気張力 ③ 磁気圧 磁気張力 ④ 磁気圧 磁気張力</p>	④	<p>磁気圧は、磁力線が密集しているほど強くなるので、磁気圧の圧力勾配による力は、磁力線が密になっている方から疎になっている方向(図では左から右で、②と④)に働く。また、磁気張力は、曲がった磁力線を真っすぐに戻すように働くため、曲がっている部分から離れる方向(図の③と④)に働く。したがって正答は④となる。</p>

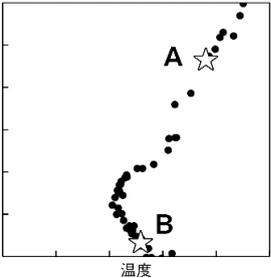
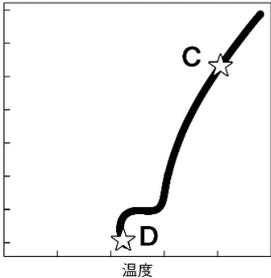
第15回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
5	<p>国際宇宙ステーション(ISS)に、物資を補給する輸送機を結合する方法は大きく2つある。1つは、ロシアの「プログレス」などが用いている「ドッキング方式」、もう1つは、日本の「こうのとり」などが用いているロボットアームを用いた「ランデブ・キャプチャ方式」である。それぞれの方式について正しく説明しているものを選び。</p> <p>①「ドッキング方式」は自動ではできない ②「ドッキング方式」は接続部(物資の出し入れ口)が「ランデブ・キャプチャ方式」に比べ狭い ③「ランデブ・キャプチャ方式」は結合時にISSにダメージを与えるリスクが「ドッキング方式」に比べ高い ④「ランデブ・キャプチャ方式」の接続部は「ドッキング方式」よりも複雑な機構になる</p>	②	<p>ドッキング方式はロシアの「プログレス」や欧州の「ATV」(運用終了)が用いている。特にロシアにおける実績は豊富で自動化されているが、接続開口部が小さい(約80 cmφ)。また、ドッキング時にISSへ与えるダメージが大きくなる可能性がある。ランデブ・キャプチャ方式は、ロボットアームの把持機構を用いた結合方式で、日本の「こうのとり」(HTV、運用終了)やアメリカの「ドラゴン」が用いている。接続開口部が広い(1.2 m×1.2 m)が、ロボットアームで把持するため制御が難しい。一方、ランデブ・キャプチャ方式では、ドッキング方式で必要な衝撃吸収や自動で位置決めするための機構が不要となる。</p>
6	<p>重力レンズ現象を利用した観測の利点として、間違っているものを選び。</p> <p>①暗すぎたり小さすぎたりして観測が困難である天体に関する情報を得られる ②ある恒星系に属しない、孤立した惑星(浮遊惑星)を発見できる ③マイクロレンズ現象を複数の波長で観測し、その増光の度合いの違いから、レンズ天体の性質がわかる ④レンズ天体の重力場が分かれば、レンズ天体と遠方の天体の両方の距離が分かり、ハッブル定数を測定することができる</p>	③	<p>重力レンズの屈折角は光の波長に依存しないため、増光の度合いも波長には依存しない。そのため複数の波長で観測し、増光の度合いが波長によらないことを確認することで、天体の変光がマイクロレンズ現象によるものだと確認できる。①、②、④は正しい記述である。</p>
7	<p>図は、横軸に振動数νの対数を、縦軸に電磁波の強度F_νの対数をとって表した電磁波スペクトルである。スペクトル指数が1.5のべき乗型スペクトルを選び。</p> 	②	<p>対数スケールで表したスペクトル図上でほぼ直線的になるスペクトルをべき乗型スペクトルという。この分布を直線で近似したときの傾きを$-\alpha$とすると、電磁波の強度F_νは$\nu^{-\alpha}$に比例する。このときのαをスペクトル指数と呼ぶ。スペクトル指数が1.5であるから、直線の傾きは-1.5となり、②の直線が正答となる。</p>
8	<p>日本人と火星のかかわりについて、誤っているものを選び。</p> <p>①火星のクレーターの名前になっている日本人がいる ②日本人が初めて望遠鏡で火星を見たのは明治時代になってからである ③日本は探査機を火星周回軌道に投入させていない ④1877年の大接近時には西郷星とも呼ばれた</p>	②	<p>江戸時代にも望遠鏡で火星を見た日本人はいた。そのうちの一人が自ら望遠鏡を製作した岩橋善兵衛。彼は火星のスケッチも残っていて、著書『平天儀図解』に収められている。火星のクレーターには京都大学教授であった宮本正太郎や大阪市立電気科学館のプラネタリウム解説員であった佐伯恒夫の名前が採用されている。日本はこれまでに火星探査機「のぞみ」を打ち上げたが、残念ながら火星周回軌道投入には至らなかった。1877年の火星大接近のときは、火星の中に軍服姿の刀を持った西郷隆盛の姿が見えると話題となり、西郷星と呼ばれた。</p>
9	<p>ある望遠鏡ではM型主系列星を1 kpcまで検出することができるが、それより遠いと暗くて検出できない。M型主系列星より光度が100万倍明るいM型超巨星を、この望遠鏡で検出できる限界の距離として最も適切なものを選び。ただし、星間吸収は無視できるものとする。</p> <p>①10 kpc ②100 kpc ③1 Mpc ④10 Mpc</p>	③	<p>明るさは距離の2乗に反比例する。したがって100万倍(=10⁶倍)明るいM型超巨星はM型主系列星の$\sqrt{10^6} = 10^3$倍遠くまで観測できる。ゆえに、1 kpc×10³=1000 kpc=1 Mpcとなり、③が正答となる。</p>

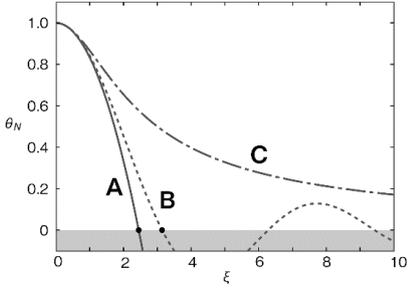
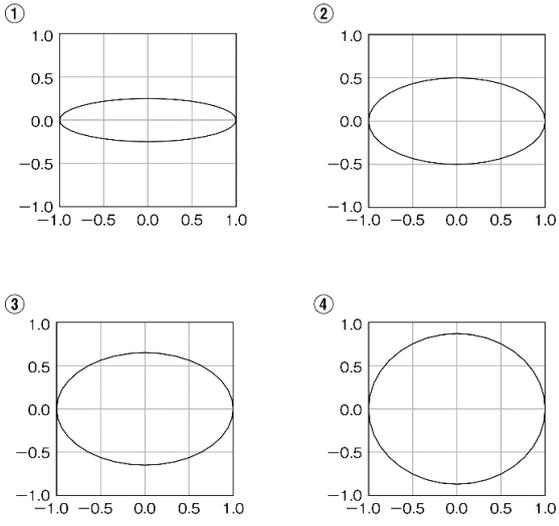
第15回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
10	<p>図は、銀河面内のある銀経方向で水素の21 cmの電波強度を、横軸に視線速度をとって表したものである。この観測された領域は、次のうちの銀経方向と推察されるか。</p> <p>①45° ②135° ③225° ④315°</p> 	②	<p>銀河面内のガスがすべて円運動している場合、銀経/方向、太陽からの距離rの位置のガスの視線速度vは、$v = (\omega - \omega_0) R_0 \sin l$と表される。ここで$\omega$と$\omega_0$はガスと太陽の回転角速度、$R_0$は中心から太陽までの距離を表す。</p> <p>天の川銀河は内側ほど回転角速度が大きい差動回転をしているので、ガスが太陽軌道より内側にあれば$\omega > \omega_0$、外側にあれば$\omega < \omega_0$となる。また、銀経lが$0^\circ < l < 180^\circ$であれば$\sin l > 0$、$180^\circ < l < 360^\circ$であれば$\sin l < 0$となる。これらのことを考え合わせれば、$l = 45^\circ$ および $l = 315^\circ$ の場合、太陽軌道の内側と外側の領域が同時に観測されるので、視線速度が正と負の両方の領域で電波が観測される。また、$l = 135^\circ$ と 225° では、太陽軌道の外側のガスのみが観測されるが、上記の関係より、135° では $v < 0$ の領域のみ、225° では $v > 0$ の領域のみで観測されることになる。</p> <p>問題に示されている図では、$v < 0$ の領域にガスが観測されているので、②が正答となる。なお、問題の図でも少しだけ $v > 0$ のガスが観測されているが、これはガス内部のランダム運動のためである。</p>
11	<p>白色矮星などで縮退状態にある電子の統計分布を何というか。</p> <p>①プランク分布 ②ボース=アインシュタイン分布 ③フェルミ=ディラック分布 ④マクスウェル=ボルツマン分布</p>	③	<p>電子や陽子のような物質粒子は、1つの状態に2つ以上の粒子が存在できないパウリの排他律に従い(フェルミ粒子とかフェルミオンと呼ばれる)、フェルミ=ディラック分布と呼ばれる統計分布をもつ。</p> <p>一方、光子は1つの状態にいくつでも存在することができて(ボース粒子とかボソンと呼ばれる)、ボース=アインシュタイン分布となる。熱平衡にある光子のプランク分布もボース=アインシュタイン分布の一種である。</p> <p>フェルミ=ディラック分布もボース=アインシュタイン分布も、量子効果が働かない極限では、古典的なマクスウェル=ボルツマン分布となる。</p>
12	<p>速度vで遠ざかる天体の赤方偏移をz、光速度をcとし、$\beta = v/c$と表したとき、成り立つ関係式を選べ。</p> <p>① $z - 1 = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ ② $z - 1 = \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$ ③ $z + 1 = \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ ④ $z + 1 = \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}}$</p>	③	<p>速度vの天体が、視線方向に対して角度θで遠ざかるときの赤方偏移をzとすると、</p> $1 + z = \frac{1 + \beta \cos \theta}{\sqrt{1 - \beta^2}}$ <p>と表される。問題文では$\theta = 0$であるから、</p> $1 + z = \frac{1 + \beta}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{1 + \beta}{\sqrt{(1 + \beta)(1 - \beta)}} = \frac{\sqrt{1 + \beta}}{\sqrt{1 - \beta}}$ <p>となり、③が正答となる。</p>

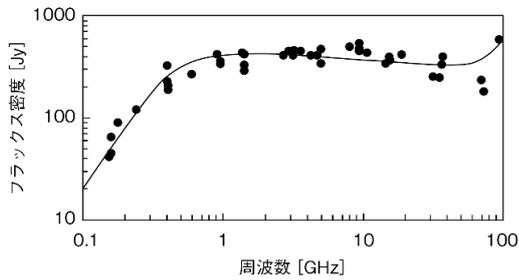
第15回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
13	<p>ロケットシステムの冗長系の考え方で、最も理想的なのは次のうちのどれか。</p> <p>①主系は丈夫な材料等で極力確実に作動するようにし、冗長系は軽量化等を考慮し最小限の構成でよい ②主系と冗長系とも同一設計、同一構成とする ③主系と冗長系は、機能は同じだが別の設計思想による別構成とする ④主系、第1冗長系、第2冗長系のように冗長系を増やしていくほど良い</p>	③	<p>ロケットにおいては、推進薬タンク、固体ロケット、構造系などを除いた電源系・通信系・火工品系などには極力二重冗長構成を採用している。主系が何らかの理由で動作しない場合には冗長系により動作を保証するというものである。</p> <p>H-II Aロケット6号機で固体補助ロケットのSRB-Aのノズル付近から燃焼ガスが噴出し、SRB-Aの分離系統にダメージを与え分離できずに指令破壊された。この際、主系のみならず冗長系もダメージを受けたため、冗長構成が機能できなかったのだ。この例を踏まえると、ここで採用すべき冗長系の考え方は③である。</p> <p>①主系も冗長系も同様に確実性をもったシステムを採用すべきである。 ②これは次善の策ではあり、現行のロケットのほとんどはこの設計である。 ③主系が動作しない理由は様々考えられるので、同一設計の冗長系では同一の原因で動作しないことが可能性としては残る。よって、主系と違う設計、技術、原理等の冗長系が理想的とされている。これを異種冗長構成と言う。 ④理論的には冗長系が多いほど機能保証はできるが、過剰にすればいいものではなく、他に悪影響を与える(重量増加、電力消費増等)ことがある。</p>
14	<p>国際天文学連合は2019年に太陽系外惑星命名キャンペーンを実施し、日本からは「HD 145457 b」の命名がなされた。この系外惑星とその主星(恒星)につけられた名称は何か。</p> <p>①「カムイ」と「ノチウ」 ②「ふうし」と「ちゅら」 ③「ちゅら」と「カムイ」 ④「ノチウ」と「ふうし」</p>	③	<p>惑星には「ちゅら」、主星である恒星には「カムイ」と名付けられた。</p> <p>なお、アイヌ語では「ノチウ」は星、「カムイ」は神または霊的存在のこと、また沖縄の方言では「ちゅら」は美しいこと、「ふうし」は星のことを意味する。</p>
15	<p>左図は球状星団のHR図、右図はHR図上における太陽の理論的な進化経路の、それぞれ一部を模式的に示したものである。星A、B、C、Dの年齢について述べた文として、適当なものを選び。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>①星Aは星Bより年齢が高く、星Cは星Dより年齢が高い ②星Aは星Bより年齢が高く、星Cと星Dはほぼ同じ年齢である ③星Aと星Bはほぼ同じ年齢であり、星Cは星Dより年齢が高い ④星Aと星Bはほぼ同じ年齢であり、星Cと星Dもほぼ同じ年齢である</p>	③	<p>球状星団の恒星はほぼ同じタイミングで誕生するため、左のHR図上の恒星は全てほぼ同じ年齢である。一方、右図は太陽の進化経路であり、星Dは現在の主系列星、星Cは太陽が将来進化する巨星であるため、星Cの方が星Dより年齢が高い。よって、正答は③。</p>
16	<p>活動銀河の一般的な特徴の説明として、間違っているものを選び。</p> <p>①活動銀河の中心核は、通常銀河の中心核に比べて、100倍から1万倍も明るい ②中心核からのジェットが認められるなど、特異な形状をしていることがある ③数十日から数百日のタイムスケールで変光する ④電波やX線で、若い大質量星を起源とする放射を強く出している</p>	④	<p>活動銀河の中心核は、通常銀河に比べて100倍から1万倍も明るい。活発な星形成が銀河の中心で生じている場合もあるが、巨大ブラックホールを起源とする放射が強く、その放射はX線や電波で観測される。</p>

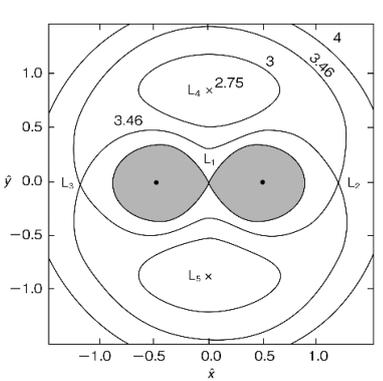
第15回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
17	<p>光学的厚みが1の媒質を通過すると光線の強さはどうなるか。</p> <p>①1/2ぐらいに減る ②1/3ぐらいに減る ③1/10ぐらいに減る ④媒質の種類によって1/2から1/10ぐらいに減る</p>	②	<p>入射光線の強さをI、媒質の光学的厚みをτとすると、媒質を通過した後の光線の強さは、媒質の種類によらずに、 $I \times e^{-\tau}$ で減光していく。したがって、光学的厚みが$\tau = 1$の場合は、 $e^{-1} = 1/e = 1/2.72 = 0.368$ で、1/3ぐらいになる。</p>
18	<p>図はポリトロープガス球のレーン-エムデン解を示したものだが、ポリトロープ指数$N = 5$に対応する解を選べ。</p>  <p>①A ②B ③C ④図中には描かれていない</p>	③	<p>図のAは$N=0$の解、Bは$N=1$の解で、これらは有限の半径をもつ。実際的主系列星の構造は$N=3/2$の解に近い。またCは$N=5$の解で半径は無限に広がっているが、この解は赤色巨星の構造に近い。</p>
19	<p>種子島宇宙センターの射場から太陽同期軌道や極軌道へ人工衛星を打ち上げるときは、いったん東方向へ打ち上げ、その後南へ方向を変える。その理由として間違っているものを選べ。</p> <p>①太陽同期や極軌道の衛星でも地球の自転速度を増速に利用するため ②フィリピンなどの人口密度の高い国の上空を飛行させないため ③射場付近における地上の安全を確保するため ④分離した第1段機体やフェアリングの落下区域の安全を確保するため</p>	①	<p>種子島宇宙センターにおけるH-IIAロケットの打ち上げで、搭載する人工衛星が太陽同期軌道や極軌道の場合、いわゆるドッグレッグで打ち上げることになる。ドッグレッグとは犬の後ろ脚のように曲がっているという意味で、いったん東方向に打ち上げ、その後南へ方向を変える打ち上げ方式である。太陽同期や極軌道は、ほぼ南北方向の速度を必要とするため、最初からその方向に加速(増速)する方が打ち上げ能力的には有利だが、飛行安全上の理由でいったん東方向へ打ち上げ、その後、南や南南西方向へ軌道を変更する。人口密度の多い地域の上空を飛行するのを避けるためである。</p>
20	<p>黄道から、黄道の北極方向に30°離れた位置にある恒星の年周視差を測定した。恒星の天球上の動きはどれか。地球の軌道は円とし、年周視差の大きさを1としてある。</p>  <p>① ② ③ ④</p>	②	<p>恒星の年周視差による天球上の運動は、恒星から見たときの地球の公転運動と同じになる。黄道面上の恒星から見ると、地球軌道は直線状になり、その形は短軸が0の楕円にあたる。また、黄道の北極にある恒星から見ると地球の軌道は円になり、長軸と短軸が等しい楕円にあたる。一般に黄道から角度β離れた恒星から見ると、地球軌道は、短軸が長軸の$\sin \beta$倍の楕円になる。ここでは$\beta = 30^\circ$であるから、$\sin \beta = \sin 30^\circ = 0.5$となり、短軸の長さが0.5の楕円となる。したがって②が正答となる。</p>

第15回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
21	<p>新星爆発の説明として正しいものを選び。</p> <p>①新たに星が誕生し、突然明るい光源が出現する現象である ②降着円盤の不安定性によって、突然明るさが増大する現象である ③白色矮星表面の水素の核融合による爆発現象である ④超新星とは、新星爆発のうち例外的に大規模な爆発現象を指す</p>	③	<p>新星とは、元々は夜空に突然明るく出現した星状天体を指していたが、現在の天文学用語としての新星は、激変星系の白色矮星表面における核融合反応による爆発現象を指す。したがって正答は③である。</p> <p>②は激変星系の矮新星のことである。④の超新星も、初めは元々の意味での新星のうち定性的に明るいグループを指していたが、現在では星全体が四散する爆発現象を指す用語である。</p>
22	<p>オーロラの発光原理と同様のものを選び。</p> <p>①白熱電球 ②蛍光灯 ③LED ④レーザーポインター</p>	②	<p>オーロラの発光は、地球磁気圏に侵入した太陽風プラズマ(陽子や電子)が、地球大気中の原子や分子に衝突することで生じる。高エネルギーのプラズマにより衝突された地球大気の原子や分子はエネルギーを得て励起状態となる。それが元の位置(基底状態)に戻る際に電磁波を放出して発光する(「自然放射」という)。これがオーロラとして観測される。</p> <p>① 白熱電球は、フラメントが高温に加熱されて放出される光(黒体放射)である。</p> <p>② 蛍光灯では、管内の水銀に電子が衝突することで励起し、遷移する際に生じる「自然放射」の原子スペクトル線(紫外線)が生じる。これがガラスに塗布した蛍光物質にあたって可視光線として再放射されたもので、これが正答となる。</p> <p>③ LEDは半導体が直接可視光線を放出する。</p> <p>④ レーザー光は、原子が外部からエネルギーを吸収し励起状態になったものが、放出(遷移)時に同様の励起状態の原子に衝突して同様の放出(遷移)を誘発するもので「誘導放射」と呼ばれる。レーザー光は単色光で位相がそろっている。</p>
23	<p>次のうち、徳川家康の存命中に日本で起きなかった天文現象を選び。</p> <p>①ハレー彗星の回帰 ②金環皆既日食 ③肉眼で見える超新星の出現 ④金星の太陽面通過</p>	④	<p>2023年放送のNHK大河ドラマの主人公は徳川家康だ。徳川家康は1543年に生まれ1616年に没している(生年については1544年という説も有力)。</p> <p>ハレー彗星は1607年に回帰し、ケプラーによる観測記録が残っている。金環皆既日食は1549年に起きているが、残念ながら皆既(または金環)帯は岩手県と秋田県しか通過しておらず、当時、家康がいた東海地方では部分日食であった。肉眼で見える超新星は家康の存命中に2つも出現している。1つ目は「ティコの星」とも呼ばれるSN 1572で、1572年～1574年に肉眼で見える明るさとなった。2つ目は「ケプラーの星」とも呼ばれるSN 1604で、1604年～1606年に肉眼で見られた。</p> <p>金星の太陽面通過は1518年と1631年に起きたが、家康の生前または没後であり、存中には一回も起きていない。</p>
24	<p>図はオリオン大星雲(M 42)の電波スペクトルだが、放射機構は何か。</p>  <p>①シンクロトロン放射 ②コンプトン散乱 ③熱制動放射 ④黒体放射</p>	③	<p>どれもなめらかな連続スペクトルの放射機構だが、シンクロトロン放射やコンプトン散乱は非熱的粒子による放射機構で、超新星残骸やブラックホール連星や活動銀河などでよくみられる。熱制動放射と黒体放射はどちらも熱平衡にあるガスの放射機構だが、前者はオリオン大星雲などに代表される光学的に薄い希薄なガス雲、後者は太陽など光学的に厚いガス体から放射される。</p>

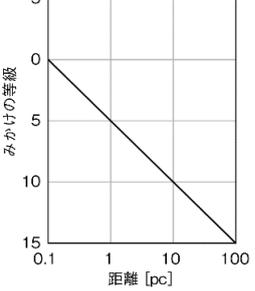
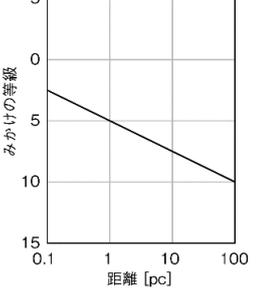
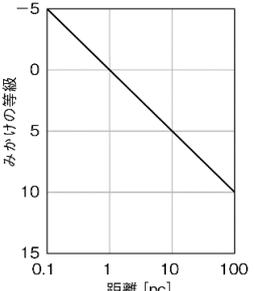
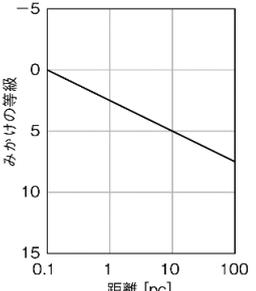
第15回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
25	<p>光速に比べて無視できないほどの高速度で運動している宇宙船の窓から周囲の天体を眺めた。次のうち、正しい説明を選べ。</p> <p>①天体の色は、天体の本来の色と比べて常に赤みがかかる(波長が長くなる) ②天体の色は、天体の本来の色と比べて常に青みがかかる(波長が短くなる) ③静止時には前方に位置していたはずの天体が後方にずれて見える ④静止時には後方に位置していたはずの天体が進行方向にずれて見える</p>	④	<p>宇宙船が光速近くで運動している場合、「光行差」により、(宇宙船から見ると)進行方向にたくさんの天体が集中して見えるようになり、その一方で後方には数少ない天体がまばらに見えることになる。その結果、(遠方の観測者からみて)宇宙船の後方からくる光でさえも、(宇宙船から見ると)あたかも前方から入射するように見えることになる。</p> <p>天体の色については、「ドップラー効果」により、前方に位置する天体からの青みがかり(波長が短くなり)、後方からの天体の光は赤みがかかる(波長が長くなる)。天体の方向によってドップラー効果による波長のズレの程度が異なるため、宇宙船の窓からは進行方向を中心としたリング状の天体の虹のようなものが見えることになる。</p>
26	<p>JAXAの英語名称を選べ。</p> <p>①Japan Aerospace Exploration Agency ②Japan Aeronautics Exploration Agency ③Japan Aerospace Experimental Agency ④Japan Aeronautics Experimental Agency</p>	①	<p>JAXAの日本語フルネームは宇宙航空研究開発機構で、英語のフルネームは“Japan Aerospace Exploration Agency”となる。</p> <p>一方、アメリカ航空宇宙局 NASAのフルネームは“National Aeronautics and Space Administration”となっている。</p> <p>ちなみに、“X”はExperimentalから実験機の型番に使われることが多いが、JAXAの場合はExploration(探査とか開発)からきている。</p>
27	<p>図は、ある近接連星のロッシュポテンシャルと星の形状を表したものである。図のタイプの近接連星は何型に分類されるか。</p> <p>①contact ②tached ③filled ④connected</p> 	①	<p>連星のうち、2つの星の距離が星の半径のオーダーぐらいに近くて、潮汐力や質量交換などの影響が出ているものを近接連星と呼ぶ。近接連星は両方の星が内部臨界ロッシュローブより少し小さな分離型(detached)、片方の星が内部臨界ロッシュローブを満たしている半分離型(semi-detached)、両方の星が内部臨界ロッシュローブを満たしている接触型(contact)に分類される。</p>
28	<p>天体のスペクトル線が広がる原因として適切でないものを選べ。</p> <p>①天体の自転 ②ガスの熱運動 ③不確定性原理 ④逆コンプトン散乱</p>	④	<p>本来はある特定の波長で生じるスペクトル線は、さまざまな原因によって幅が広がる。たとえば、ガスの熱運動によるドップラー効果でガウス型に広がり、天体が自転していると大局的なドップラー効果で広がる。量子力学的な不確定性原理は関係なさそうだが、準位に存在する時間とエネルギーが不確定性関係で結ばれているため、“特定の波長”とはいっても必ず波長には幅が生じる(自然広がり、natural broadeningと呼ぶ)。(逆)コンプトン散乱は光の振動数を変えるので、スペクトル線が広がることがないとはいきれない。しかし、そもそも、逆コンプトン散乱が効くのは高温の電子プラズマがあるときで、ガスはほぼ完全電離している。したがって、高温星のように、吸収線は生じないし、一般に輝線も観測されない。</p>
29	<p>古代エジプトのクフ王のピラミッドの玄室には、北と南の空へ向け「通気口」と呼ばれる穴が設けられているが、それらは特定の明るい恒星へ向けて作られたと考えられている。北側の通気口はどの恒星に向けられていたか。</p> <p>①こと座α星(ベガ) ②こぐま座α星(ポラリス) ③はくちょう座α星(デネブ) ④りゅう座α星(ツバーン)</p>	④	<p>クフ王のピラミッドの北側の通気口はツバーンへ向くように作られていた。なお、クフ王のピラミッドが建設された紀元前2500年頃はツバーンが北極星だった。北極星は地球自転軸の歳差運動により時代とともに入れ替わり、西暦10000年頃にはデネブ、14000年頃(あるいは紀元前12000年頃)はベガが北極星となる。</p>

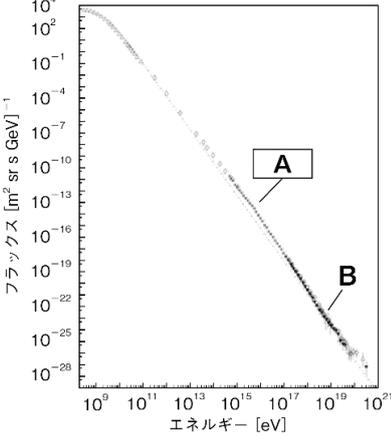
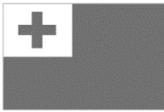
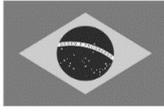
第15回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説																				
30	<p>図のA～Eは、1～6 μmの赤外線波長帯での地球大気透過率の大きな部分を表したものである。Cの領域を何と呼ぶか。</p> <p>①Lバンド ②Hバンド ③Jバンド ④Kバンド</p>	④	<p>赤外線の波長帯で透過率が大きな領域を、波長の短い側から順に、JHKLMNQバンドと呼んでいる。</p> <p>図の左から順に、AがJバンド、BがHバンド、CがKバンド、DがLバンド、EがMバンドである。なお、Kバンドの上側にある領域はKsと呼ばれる。Nバンド、Qバンドはもっと長波長域にある。</p>																				
31	<p>重力場は時空を歪めて、その時空を通過する光線の進路を曲げてしまう。この現象を「重力レンズ」という。次のうち、正しい説明を選べ。</p> <p>①重力レンズによる光線の曲がり方は、凸レンズと同様である ②惑星質量程度の小天体でも重力レンズ効果が観測されている ③遠方天体(銀河)、ブラックホール、観測者(地球)が一直線に並んだ場合にのみ「ブラックホール・シャドウ」が観測できる ④重力レンズ効果による遠方天体の像は大きく拡大されるが、像の明るさの総和は暗くなる</p>	②	<p>重力レンズは、レンズの光軸に近い光線ほど屈折角が大きくなる(光軸から離れるほど、すなわち重力源から離れるほど光線の屈折角は小さくなり、あたかもワイングラス底部のような形状のレンズのように振る舞う)。この重力レンズの効果を利用して、恒星周りを周回する惑星系の探査も可能である。恒星による重力レンズ効果と惑星による重力レンズ効果を分離することで、惑星系の存在を知ることができる。遠方天体(銀河)、ブラックホール、観測者(地球)が一直線に並んだ場合、ブラックホールを取り囲むようなリング形状の像が観測される(「アインシュタイン・リング」という)。しかしながら、これは「ブラックホール・シャドウ」とは別物である。ブラックホールに降着するプラズマが放出する光線は、ブラックホール半径のちよつと外側に位置する光の円軌道(光子球)を周回するが、そこから漏れてくる光線が「ブラックホール・シャドウ」として観測されることになる。重力レンズによる像は、動径方向に縮み、円周方向に引き延ばされる。天体像の見かけの明るさの総和は、重力レンズがなかった場合の単体の像の明るさと比べて常に明るくなる。</p>																				
32	<p>次のロケットの比較図で、ロケットの図と名前の組み合わせが間違っているものを選べ。</p>	④	<p>①は日本の基幹ロケットであるH-II B。H-II Aの改良型として2009年から9機連続打ち上げ成功。全長56.6 m、低軌道に16.5トンの打ち上げ能力を有す。</p> <p>②は欧州宇宙機関(ESA)開発、アリアンスペース社が営業する商用ロケット。全長54.8 m、低軌道に20トンの打ち上げ能力を有す。</p> <p>③はロシアの開発したロケット。全長49.5 m、低軌道に7.8トンの打ち上げ能力を有す。</p> <p>④の図は中国の長征3号で、全長56.3 m、低軌道に12トンの打ち上げ能力を有す。ファルコン9はアメリカの民間企業スペースX社の開発したロケットで、全長70 m、低軌道に22.8トンの打ち上げ能力を有す。</p>																				
33	<p>小惑星(準惑星も含め)の場合、絶対等級とは小惑星が太陽からも地球からも1 auの距離で、かつ位相角が0°の場合の明るさのことである。次のうち絶対等級が最も明るいのはどれか。</p> <p>①ケレス ②冥王星 ③エリス ④セドナ</p>	③	<p>それぞれの絶対等級は、ケレスが3.34、冥王星が-0.7、エリスが-1.2、セドナが1.58である。</p> <p>小惑星の絶対等級は、小惑星の大きさ(半径)とアルベド(反射能)で決まる。したがって、大きな小惑星ほど、アルベドが大きいほど絶対等級は明るくなる。次の表は、4つの小惑星の半径、アルベド、絶対等級を示したものである。冥王星とエリスはほぼ同じ大きさだが、アルベドの大きいエリスの方が絶対等級は明るくなる。</p> <table border="1" data-bbox="893 1825 1308 1971"> <thead> <tr> <th>小惑星名</th> <th>半径</th> <th>アルベド</th> <th>絶対等級</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ケレス</td> <td>469.5 km</td> <td>0.09</td> <td>3.34</td> </tr> <tr> <td>冥王星</td> <td>1188.5 km</td> <td>~0.6</td> <td>-0.7</td> </tr> <tr> <td>エリス</td> <td>1200 km</td> <td>0.86</td> <td>-1.2</td> </tr> <tr> <td>セドナ</td> <td>497.5 km</td> <td>0.33</td> <td>1.58</td> </tr> </tbody> </table> <p>(ケレス、冥王星、エリスは『理科年表』(国立天文台編、丸善出版)によるデータ、セドナはWikipediaによるデータをもとにしている)</p>	小惑星名	半径	アルベド	絶対等級	ケレス	469.5 km	0.09	3.34	冥王星	1188.5 km	~0.6	-0.7	エリス	1200 km	0.86	-1.2	セドナ	497.5 km	0.33	1.58
小惑星名	半径	アルベド	絶対等級																				
ケレス	469.5 km	0.09	3.34																				
冥王星	1188.5 km	~0.6	-0.7																				
エリス	1200 km	0.86	-1.2																				
セドナ	497.5 km	0.33	1.58																				

第15回天文学検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
34	<p>太陽をさまざまな距離から見たときの、距離と見かけの等級との関係を表すものはどれか。太陽の絶対等級を5等級とする。</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>①</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>②</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>③</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>④</p>  </div> </div>	③	<p>絶対等級は、10 pcの距離から見たときの等級で定義される。距離が10 pcのとき5等級となっているのは、③と④だけであり、正答はこのどちらかになる。明るさは距離の2乗に反比例するので、距離が10倍大きくなると、明るさは100分の1になり、等級は5等級暗くなる。したがって100 pcの等級が10等級になっている③が正答となる。</p>
35	<p>2本のフリードマン＝ルメートル方程式から、宇宙のエネルギー保存の式を導く際に使う仮定はどれか。</p> <p>①宇宙の物質量の保存 ②宇宙項を無視する ③時間変化を無視する ④圧力を無視する</p>	④	<p>圧力が十分に小さくて無視できると仮定すると、2本のフリードマン＝ルメートル方程式から、宇宙の物質保存の式が導かれる(物質保存は仮定ではない)。そして物質保存の式を使うと、宇宙のエネルギー保存の式が導ける。しかし、圧力が非常に大きかった宇宙のごく初期では、以上のような単純な話にはならない。</p>
36	<p>SI接頭語のクエタが表す値を選べ。</p> <p>①$10^{-30}$ ②$10^{-27}$ ③$10^{27}$ ④$10^{30}$</p>	④	<p>2022年の国際度量衡総会で大きい桁や小さい桁に対応するため、4つのSI接頭語が追加された。 10^{-30} クエクト q(quecto) 10^{-27} ロント r(ronto) 10^{27} ロナ R(ronna) 10^{30} クエタ Q(quetta) である。 太陽の質量は2×10^{30} kgなので、2クエタキログラムとなる。</p>

第15回天文宇宙検定1級問題・解答

No.	問題	正答	解説
37	<p>図は宇宙線のエネルギースペクトルだが、Aの部分は何と呼ぶか。</p> <p>①シヨルダー ②エルボー ③ニー ④アングル</p> 	③	<p>宇宙線のエネルギーフラックスはエネルギーが大きいほど減少するが、対数グラフでの傾きは一定ではなく、何れ所かで少し傾きが変わる。傾きの折れ曲がりの位置を人間の足にたとえて、Aの位置をニー(ひざ)、Bの位置をアングル(かかと)と呼ぶ。傾きの値や、折れ曲がる原因などについては、よくわかっていないことも多い。</p>
38	<p>宇宙膨張による赤方偏移の値が0.1の銀河の後退速度として正しいものを選べ。</p> <p>①300 km/s ②3000 km/s ③30000 km/s ④300000 km/s</p>	③	<p>後退速度をv、光速をc、赤方偏移をzとすると、$v = c \times z = 3.0 \times 10^5 \times 0.1 = 3.0 \times 10^4$ km/s となる。</p>
39	<p>1992年に毛利衛宇宙飛行士は、宇宙環境が生物の概日性リズム(1日の生体リズム)に及ぼす影響を調べる実験を行った。その実験のサンプルは次のうちどれか。</p> <p>①アサガオ ②チューリップ ③鯉 ④アカパンカビ</p>	④	<p>静岡県立大学の三好泰博教授を代表研究者とした、概日性リズムを有するアカパンカビのバンド突然変異株を用いて、そのバンド形成が宇宙環境でも保たれるかを調べる実験を、毛利衛宇宙飛行士がスペースシャトル「エンデバー」のスペースラブ内で行った。結果として、概日性リズムは宇宙環境でも維持されることがわかった。</p>
40	<p>次のうち、国旗に星(太陽を含む)がデザインされていない国はどれか。</p> <p>①トンガ ②シリア ③ブラジル ④ベトナム</p>	①	<p>トンガの国旗は左上に赤の十字架を配している。シリアは緑の星が2つ、ベトナムは黄色の星が1つ、ブラジルは9つの星座が配されている。</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>①トンガ</p>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>②シリア</p>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>③ブラジル</p>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>④ベトナム</p>  </div> </div>