

問1 太陽系において、惑星の公転周期をT、軌道長半径をaとしたとき、ケプラーの第3法則を正しく表現している関係式はどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. $T^2/a^3 = \text{一定}$ 2. $a^2/T^3 = \text{一定}$ 3. $T^3/a^2 = \text{一定}$ 4. $a^2/T^2 = \text{一定}$

問2 斜交層理の形成要因として最も適切な説明はどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 堆積後の地殻変動による岩石の変形 2. 変成作用に伴う鉱物の再結晶 3. 堆積時の水流や風による砂の運搬と堆積 4. 火成岩の冷却過程における体積収縮

問3 太陽が赤色巨星へと進化する過程において、半径が膨張するにもかかわらず表面温度が低下する物理的な理由として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 膨張によりエネルギーが広い表面積から放出されるため 2. 水素核融合が停止し、中心核の温度が急激に低下するため 3. ヘリウム中心核が収縮することで、外層の重力が弱まるため 4. 太陽の質量が大幅に減少することで、光度が低下するため

問4 ある地層からデスモスチルスの化石が発見された場合、その地層が形成された地質年代として最も妥当なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 第三紀 2. ジュラ紀 3. 白亜紀 4. 第四紀

問5 ケプラーの第3法則が成り立つ物理的な背景として、最も適切な説明はどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 太陽の重力による万有引力と、惑星の公転運動に伴う遠心力が釣り合っているため。 2. 惑星が太陽から受ける光圧と、惑星自身の慣性が釣り合っているため。 3. 太陽系が形成された際の角運動量保存則により、惑星の速度が一定に保たれるため。 4. 惑星の軌道が完全な円形であり、太陽がその中心からわずかにずれているため。

問6 マグマの結晶分化作用において、ウランなどの元素が濃集する理由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. 結晶構造に入りにくい元素が、最後まで残ったマグマ中に残り残されるため 2. マグマにかかる圧力が高まり、元素が結晶の隙間に押し込まれるため 3. 周囲の岩石から熱によってウランが溶け出し、マグマに混入するため 4. マグマの冷却速度が速いほど、ウランが結晶表面に吸着されやすいため

問7 地質図と地球化学図を比較した際、カリウムの含有量が特に高い領域と一致する岩石の種類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. 酸性火成岩 2. 塩基性火成岩 3. 古生代堆積岩 4. 変成岩

問8 地球の大気中に温室効果気体が全く存在しないと仮定した場合、現在の地球の平均地表温度と比較して、理論上どの程度低くなるかと考えられているか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 約10度低くなる 2. 約23度低くなる 3. 約33度低くなる 4. 約43度低くなる

問9 対流圏において、高度が上昇するにつれて気温が低下する割合を指す用語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. 気温減率 2. 気圧傾度 3. 断熱変化率 4. 放射冷却率

問10 地球の自転の証拠として知られるフーコーの振り子について、その原理に関する記述として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 地球の自転により生じるコリオリの力が、振り子の振動面に回転を与える。 2. 地球の公転による軌道上の移動が、振り子の振動面を回転させる。 3. 太陽と地球の間の万有引力の変化が、振り子の振動方向を変化させる。 4. 地球の公転軸の傾きが、振り子の振動面を一定方向に固定する。

問11 標高600メートルの地点から垂直にボーリング調査を行い、特定の地層の基底に到達するまでの深さが200メートルであると測定された。このとき、その地層の基底の標高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. 200メートル 2. 400メートル 3. 600メートル 4. 800メートル

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 Tの2乗 / aの3乗 = 一定	ケプラーの第3法則は、惑星の公転周期の2乗が軌道長半径の3乗に比例するという法則である。数式で表すと $T^2 \propto a^3$ となり、これを変形すると $T^2 / a^3 = \text{一定}$ となる。この法則は、太陽の周囲を公転するすべての天体に適用され、軌道長半径が大きくなるほど公転周期も長くなる関係を示している。
問2	答え 3 堆積時の水流や風による砂の運搬と堆積	斜交層理は堆積岩の形成過程で生じる堆積構造です。水流や風が砂を運搬し、堆積面に対して斜めに砂が積み重なることで形成されます。一方、地殻変動による変形は断層や褶曲を生じさせ、変成作用は片理を形成し、火成岩の冷却は柱状節理などを形成します。したがって、斜交層理は堆積当時の環境を反映する構造です。
問3	答え 1 膨張によりエネルギーが広い表面積から放出されるため	恒星の進化において、中心核の収縮と外層の膨張は運動しています。外層が大きくなると、恒星の表面積は増大します。ステファン・ボルツマンの法則によれば、光度は表面積と温度の4乗に比例するため、膨張して表面積が非常に大きくなると、同じエネルギーを放出する場合でも表面温度は相対的に低くなります。これが赤色巨星が赤く見える理由です。
問4	答え 1 第三紀	デスモスチルスは、北太平洋沿岸の第三紀中新世の地層から産出する特異な哺乳類の化石です。地層の年代決定において、特定の生物が生存していた期間を特定することは非常に重要であり、デスモスチルスの産出は、その地層が第三紀に形成されたことを示す強力な証拠となります。他の選択肢であるジュラ紀、白亜紀、第四紀は、デスモスチルスの主な生存期間とは一致しません。
問5	答え 1 太陽の重力による万有引力と、惑星の公転運動に伴う遠心力が釣り合っているため。	ケプラーの第3法則は、ニュートン力学における万有引力の法則から導出される。太陽の質量をM、惑星の質量をm、軌道半径をrとすると、万有引力 GMm/r^2 が向心力として働き、円運動の式 $mr\omega^2$ と釣り合う。角速度 ω を周期Tで置き換えると、 T^2 が r^3 に比例することが示される。これは天体力学における基本的な帰結である。
問6	答え 1 結晶構造に入りにくい元素が、最後まで残ったマグマ中に取り残されるため	結晶分化作用が進む際、主要な造岩鉱物の結晶構造に入りにくい元素（不適合元素）は、結晶に取り込まれず、最後まで残ったマグマ中に濃集する性質がある。ウランはこの不適合元素の代表例である。圧力による濃集や、接触変成作用による溶け出しは、結晶分化作用における元素濃集の主要なメカニズムではない。
問7	答え 1 酸性火成岩	酸性火成岩である花こう岩類などは、地殻を構成する岩石の中でも特にカリウムやケイ酸成分を多く含みます。そのため、地球化学図においてカリウムの濃度が高い領域は、地質図上の酸性火成岩の分布域と高い相関を示します。一方、塩基性火成岩はマグネシウムや鉄に富み、カリウムの含有量は相対的に低くなります。
問8	答え 3 約33度低くなる	地球の地表温度は、太陽からの放射エネルギーと地球からの放射エネルギーの収支によって決まる。現在の地球は温室効果によって平均気温が約15度に保たれているが、もし水蒸気や二酸化炭素などの温室効果気体が全く存在しないと仮定すると、地表から放出される赤外線がすべて宇宙空間へ逃げてしまうため、平均気温は約マイナス18度まで低下し、現在より約33度低くなると推定されている。
問9	答え 1 気温減率	対流圏では、地表から高度が上がるにつれて気温が低下する。この高度変化に対する気温の低下割合を気温減率と呼ぶ。標準的な大気の状態では、高度が100メートル上昇するごとに約0.6度、つまり1キロメートルあたり約6度低下することが知られており、大気の鉛直構造や安定度を判断する重要な指標となっている。
問10	答え 1 地球の自転により生じるコリオリの力が、振り子の振動面に回転を与える。	フーコーの振り子は、地球の自転を証明するために考案された装置である。慣性系において振り子は同一平面内で振動し続けるが、地球上では自転に伴うコリオリの力が働くため、観測者からは振動面が回転しているように見える。この現象は地球の自転速度や緯度に依存するものであり、公転運動とは無関係である。
問11	答え 2 400メートル	ボーリング調査における地層の基底の標高は、掘削を開始した地点の標高から、地表から基底までの深さを差し引くことで求められる。本問では、標高600メートルの地点から深さ200メートルまで掘削したため、 $600\text{メートル} - 200\text{メートル} = 400\text{メートル}$ が基底の標高となる。地層の傾斜や走向は、地表から基底までの深さを算出する際に考慮される要素であり、標高の計算には直接的な差分を用いる。