

問1 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2 星の分類において、種族Iの星が種族IIの星と比較して重元素を多く含んでいる理由として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 種族Iの星は、種族IIの星よりも中心核での核融合反応が遅いため。
2. 種族Iの星は、過去の星々が放出した重元素を含むガスから形成されたため。
3. 種族Iの星は、銀河系の中心部で形成されたため重元素が集まりやすかったため。
4. 種族Iの星は、球状星団の中で形成される過程で重元素を吸収したため。

問3 ジオイド面に関する記述として、物理学的原理に基づいた説明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. ジオイド面は地球の自転軸に対して常に平行な面である。
2. ジオイド面上のすべての点において、重力ポテンシャルは一定である。
3. ジオイド面は地球の引力のみによって決定される面である。
4. ジオイド面は地球の表面における転向力がゼロとなる面である。

問4 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 の2乗 / a の3乗 = 一定
2. a の2乗 / T の3乗 = 一定
3. T の3乗 / a の2乗 = 一定
4. a の2乗 / T の2乗 = 一定

問5 北半球の中緯度における偏西風の季節変化について、1月と7月の風速を比較した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. 1月の方が7月よりも風速が大きい。
2. 7月の方が1月よりも風速が大きい。
3. 1月と7月で風速に大きな差はない。
4. 1月は東風となり、7月は西風となるため比較できない。

問6 砕屑岩が他の堆積岩と区別される成因上の特徴として、最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 海水などの蒸発によって溶存物質が結晶化して形成される。
2. 生物の遺骸や化学的な沈殿作用によって形成される。
3. 既存の岩石が風化・侵食されてできた破片が堆積・固結して形成される。
4. 火山活動によって放出された火山砕屑物が堆積して形成される。

問7 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8 地球の地表温度を高く保つ温室効果のメカニズムに関する記述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. 大気が太陽からの紫外線を吸収し、その熱エネルギーを地表へ再放射することで温度を上昇させる。
2. 大気中の水蒸気や二酸化炭素が、地表から放出される赤外線を吸収し、再び地表へ放射することで温度を上昇させる。
3. 大気中の酸素や窒素が、地表から放出される可視光線を吸収し、地表へ再放射することで温度を上昇させる。
4. 太陽からの放射エネルギーが地表で反射され、大気中の窒素分子に衝突して熱エネルギーに変換されることで温度を上昇させる。

問9 地球の内部構造と構成物質に関する記述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. 内核は固体の鉄とニッケルの合金からなり、外核は鉄とニッケルの溶融体である。
2. 内核は鉄とニッケルの溶融体からなり、外核は固体の鉄とニッケルの合金である。
3. 上部マントルは主に斑れい岩から構成され、内核は鉄とニッケルの溶融体である。
4. 上部マントルは主に鉄とニッケルの合金から構成され、外核はかんらん岩からなる。

問10 マグマの結晶分化作用が進行する過程において、マグマの性質の変化に関する記述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. シリカ含有量が増加し、マグマの粘性は高くなる。
2. マグマの粘性は低下し、流動性が増すようになる。
3. 斜長石中のカルシウムの割合が増加し、ナトリウムの割合が減少する。
4. マグマ中のガス成分の割合が減少し、噴火の規模が小さくなる。

答え合わせ・解説 No.9

問1	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 mrv^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2	答え 2 種族Iの星は、過去の星々が放出した重元素を含むガスから形成されたため。	種族Iの星は、過去の世代の星々が超新星爆発などを通じて放出した重元素を、星間ガスとして取り込んで形成された新しい世代の星であるためです。宇宙初期に誕生した種族IIの星は、周囲に重元素がほとんど存在しない環境で形成されたため、重元素含有量が極めて低くなります。この重元素の蓄積過程が、星の世代交代と化学的進化を物語っています。
問3	答え 2 ジオイド面上のすべての点において、重力ポテンシャルは一定である。	ジオイドは重力ポテンシャルが等しい面を指す。重力ポテンシャルが等しい面（等ポテンシャル面）では、その面に沿って物体を移動させても重力による仕事は行われない。この面に対して垂直な方向に重力が働くため、ジオイド面は地球の重力場における基準面となる。引力と遠心力の合力が重力であるため、引力のみで決定されるわけではない。
問4	答え 1 T^2 の2乗 / a^3 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、これを变形すると $T^2 / a^3 = \text{一定}$ 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5	答え 1 1月の方が7月よりも風速が大きい。	偏西風の風速は、南北の温度差に起因する気圧傾度力に依存する。冬の北半球は高緯度と低緯度の温度差が大きいため、500hPa面における等高度線の間隔が夏よりも狭くなる。等高度線の間隔が狭いほど気圧傾度力が大きくなり、地衡風速も速くなるため、1月の方が7月よりも偏西風の風速は大きくなる。
問6	答え 3 既存の岩石が風化・侵食されてきた破片が堆積・固結して形成される。	砕屑岩は、既存の岩石が物理的・化学的に破壊された破片（砕屑物）が運搬・堆積して固まったものである。これに対し、岩塩などは蒸発岩、チャートや石灰岩の一部は生物・化学的堆積岩、凝灰岩は火山砕屑岩に分類され、成因がそれぞれ異なる。
問7	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8	答え 2 大気中の水蒸気や二酸化炭素が、地表から放出される赤外線を吸収し、再び地表へ放射することで温度を上昇させる。	温室効果は、太陽から届く短波長の放射エネルギーを地表が吸収し、そこから放出される長波長の赤外線を大気中の温室効果気体が吸収・再放射することで生じる。水蒸気や二酸化炭素は赤外線を吸収する性質を持つが、窒素や酸素は温室効果にほとんど寄与しない。この働きにより、地球の平均気温は生命維持に適した温度に保たれている。
問9	答え 1 内核は固体の鉄とニッケルの合金からなり、外核は鉄とニッケルの溶融体である。	地球内部は密度や物理的性質の違いにより層状構造をなしている。中心部の内核は、極めて高い圧力下にあるため、高温であっても鉄とニッケルを主成分とする固体状態を維持している。一方、外核は内核よりも圧力が低く、鉄とニッケルが溶融した液体状態にある。また、地殻の下部に広がる上部マントルは、主に苦鉄質岩石であるかんらん岩から構成されている。
問10	答え 1 シリカ含有量が増加し、マグマの粘性は高くなる。	マグマの結晶分化作用では、先に晶出した苦鉄質鉱物が沈殿し、残液中のシリカ含有量が増加します。シリカ（SiO ₂ ）は網目状構造を形成しやすいため、含有量が増えるほどマグマの粘性は高くなります。一方、斜長石は分化が進むにつれてカルシウムに富むものからナトリウムに富むものへと変化し、また分化の最終段階では揮発性成分が濃縮されるため、噴火の爆発性は高まる傾向にあります。