

Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 静止衛星と地球の中心との間の距離として、最も近い値はどれか。ただし、地球の質量を 6.0×10^{24} kg, 万有引力定数を 6.7×10^{-11} N \cdot m² \cdot kg⁻²とする。

- ① 4.2×10^3 km
- ② 2.4×10^4 km
- ③ 4.2×10^4 km
- ④ 1.2×10^5 km
- ⑤ 2.4×10^5 km

Ⅲ-2 水平な床と垂直な壁に質量 M , 長さ L の一樣な棒が立てかけてあり, 床面に対する棒の傾斜角度が θ の状態に静止している。床と棒の間には摩擦力 F が生じるが, 壁と棒との間の摩擦力は無視できる。このとき, 摩擦力 F を表す数式として, 最も適切なものはどれか。ただし, 重力加速度は g とする。

- ① $F = Mg \cdot \cos\theta$
- ② $F = Mg \cdot \sin\theta$
- ③ $F = \frac{Mg}{L} \cdot \tan\theta$
- ④ $F = \frac{Mg}{L \cdot \cos\theta}$
- ⑤ $F = \frac{Mg}{2 \tan\theta}$

Ⅲ－3 抵抗値が $200\ \Omega$ の抵抗，自己インダクタンスの値が $5.0\ \text{mH}$ のコイル，容量が $0.50\ \mu\text{F}$ のコンデンサーを直列に接続し，両端に交流起電力を加えた交流回路のインピーダンス Z を考える。 Z が最小となるときの周波数の値として，最も近いものはどれか。

- ① $3.2\ \text{kHz}$ ② $6.3\ \text{kHz}$ ③ $20\ \text{kHz}$ ④ $64\ \text{kHz}$ ⑤ $130\ \text{kHz}$

Ⅲ－4 電磁気に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① 静止した2つの点電荷の間に働く力は，電荷間の距離の2乗に反比例する。
② 孤立した導体球に電荷を与えたとき，導体球内部の電場の大きさは，導体球の中心からの距離の2乗に反比例する。
③ 一様な磁場の中を磁場に垂直に動く荷電粒子は，運動する向きに垂直に働く力を受け，円運動を行う。
④ 磁場が時間変化するとき回路に生じる起電力の大きさは，回路を貫く磁束の時間変化に比例する。
⑤ ポインティング・ベクトルは，電磁場の持つエネルギーの流れの密度を表し，電場と磁場の両方に垂直である。

Ⅲ－5 焦点距離 $15\ \text{cm}$ の凸レンズの前方 $10\ \text{cm}$ の所に物体を置いた。このときできた像に関する次の記述のうち，最も適切なものはどれか。

- ① 凸レンズの前方 $15\ \text{cm}$ の所に正立虚像ができた。
② 凸レンズの前方 $15\ \text{cm}$ の所に倒立実像ができた。
③ 凸レンズの後方 $6\ \text{cm}$ の所に倒立虚像ができた。
④ 凸レンズの後方 $30\ \text{cm}$ の所に倒立実像ができた。
⑤ 凸レンズの前方 $30\ \text{cm}$ の所に正立虚像ができた。

Ⅲ－6 自由に動く軽いピストンを持つ断熱容器の内部全体に， $1\ \text{mol}$ の物質Aが液体で入っており，温度は物質Aの沸点 $506\ \text{K}$ であるとする。断熱容器の内部にヒーターで熱を加えて同じ温度のまま物質Aが全て気体に変化してピストンが移動したとき，気体が外部にした仕事として，最も近い値はどれか。ただし，気体は理想気体とし，液体の体積は気体の体積と比較して十分に小さく無視できる。また，ピストンの外部は一定の大気圧 $0.1\ \text{MPa}$ であり，気体定数は $8.3\ \text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ である。

- ① $830\ \text{J}$ ② $2240\ \text{J}$ ③ $4200\ \text{J}$ ④ $8300\ \text{J}$ ⑤ $22400\ \text{J}$

Ⅲ－7 磁性に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 常磁性体の磁化率は、絶対温度に比例して増加する。
- ② グラファイトは、磁場中に置かれても全く力を受けない。
- ③ 反強磁性状態が常磁性状態に転移する温度を、ネール温度という。
- ④ Fe, Mn, Niは、単体で強磁性を示す元素である。
- ⑤ 磁性体内部に発生する反磁場の大きさは、磁性体の形には依存しない。

Ⅲ－8 電子に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 金属に電池をつなぎ電界を加えると、金属中の自由電子は電池の正極の方に向かって動く。
- ② シリコンにホウ素を極微量添加すると正孔が生じ、p形(型)半導体となる。
- ③ 原子軌道について、s, p, d, f軌道の収容電子数はそれぞれ2, 6, 10, 14である。
- ④ ゲルマニウムの外殻電子は $4s^2 4p^2$ であり、 sp^2 混成軌道を形成するため、その結晶格子はダイヤモンド型の立方構造となる。
- ⑤ リチウムやナトリウムは、軌道磁気モーメントは0であるが、不対電子を持つためスピン磁気モーメントが残り常磁性を示す。

Ⅲ－9 ケイ素に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 二酸化ケイ素やケイ酸塩として地殻中に多量に存在する。
- ② 高純度ケイ素は、半導体素子材料として広く用いられる。
- ③ 高純度ケイ素は、水及び無機酸に不溶である。
- ④ 高純度ケイ素の結晶構造の1つにダイヤモンド構造がある。
- ⑤ 高温でも炭素やホウ素と直接に結合を形成することはない。

Ⅲ－10 水に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 純水を大気圧下で冷却する限り、液体の水として氷点下に冷却されることはない。
- ② 純水の三重点のセルシウス温度は 0.01°C である。
- ③ 温度と圧力によっては、氷から水蒸気への昇華が起こる。
- ④ 純水の比誘電率は、多くの有機溶媒よりも大きい。
- ⑤ 純水を密封容器に入れ、臨界圧力、臨界温度の状態にすると、容器内の水蒸気と液体の水の密度が等しくなり両者の境目がなくなる。

Ⅲ-11 コロイド溶液と最も関係が薄いものは、次のうちどれか。

- ① エマルション
- ② 溶解
- ③ チンダル現象
- ④ マヨネーズ
- ⑤ せっけん水

Ⅲ-12 酸と塩基に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ルイス酸は電子対受容体である。
- ② ブレンステッド酸は水素イオン供与体である。
- ③ 酸解離定数 pK_a が小さいほど強い酸である。
- ④ アレニウス酸は水中で水素イオンを生む化合物である。
- ⑤ $HClO$ と $HClO_2$ では、 $HClO$ の方がより強い酸である。

Ⅲ-13 周期表の元素に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① マグネシウムとケイ素は第3周期に属する元素である。
- ② インジウムとホウ素は同じ族に属する元素である。
- ③ ニオブとテクネチウムは第5周期に属する元素である。
- ④ 金と銅は同じ族に属する元素である。
- ⑤ モリブデンとイリジウムは第6周期に属する元素である。

Ⅲ-14 分析方法や分析機器、あるいは単離法では、しばしば略称が用いられる。次の方法の略称とその正式な英語名の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 分子や置換基の分析に用いられるCARS : Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy
- ② 電子スピンの注目した磁気共鳴分光法のEPR : Electron Paramagnetic Resonance
- ③ X線光電子分光法のうち、元素の触媒表面の状態や化学的構造の分析に用いられるESCA : Electron Spectroscopy for Chemical Analysis
- ④ 高分子の分子量分析に用いられるHPLC : High Precision Liquid Chromatography
- ⑤ レーザーを用いた高分子の質量分析に用いられるMALDI : Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization

Ⅲ-15 蒸留に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① エタノールは、外圧1気圧のときに、水溶液において96%の組成で沸点が極小となる共沸を示す共沸混合物となるが、精留によって完全に水と分離することができる。
- ② 減圧蒸留は、装置内を低圧にして沸点を下げた蒸留することにより、常圧の沸点では熱分解する恐れのある物質の蒸留に適している。
- ③ 蒸留は、分離操作の1つで、溶液中のより揮発性の高い成分が蒸気中に、より非揮発性の成分が液中に増加する。
- ④ 水蒸気蒸留は、水とほとんど混和しない物質中に水蒸気を吹き込み、揮発成分を水蒸気とともに蒸留する方法である。
- ⑤ 精留は、充填塔や棚段塔を用いて、還流を行い塔内で液と蒸気とを向流接触させ、液の蒸発と分縮を繰り返すことによって分離をよくする蒸留をいう。

Ⅲ-16 圧力の単位の換算として、最も遠い値はどれか。

- ① 1 atm (気圧) = 1.01325×10^5 Pa
- ② 1 bar (バール) = 10^5 Pa
- ③ 1 kgf cm⁻² (重量キログラム毎平方センチメートル) = 9.80665×10^2 Pa
- ④ 1 mmHg (ミリメートル水銀柱) = 133.322 Pa
- ⑤ 1 psi (ポンド毎平方インチ) = 6.894757×10^3 Pa

Ⅲ-17 高分子に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ナイロンは、ジカルボン酸とジアミンからつくられたポリアミドである。
- ② ポリ乳酸は、生分解性である。
- ③ ポリ塩化ビニルは、熱硬化性である。
- ④ ポリエチレンテレフタレートは、熱可塑性である。
- ⑤ タンパク質は、アミノ酸からつくられた生体高分子である。

Ⅲ-18 地中熱利用及び地中熱ヒートポンプシステムに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地中熱とは、おおよそ地下200mより浅い地盤に賦存する温度が数十℃以下の低温の熱エネルギーである。
- ② 地中熱ヒートポンプシステムは一般に、外部への騒音が小さい。
- ③ 地中熱ヒートポンプシステムは、大きくクローズドループとオープンループに分けられる。
- ④ 地盤を蓄熱体として利用するシステムを、地下蓄熱と呼ぶ。
- ⑤ 地下水の流れ（移流）による、見掛け上の有効熱伝導率の減少効果は一般に、非常に大きい。

Ⅲ-19 分析方法や分析機器はしばしば略称で呼ばれる。次の略称とその意味の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

- ① FTIR：フィッシュントラック法
- ② EPMA：電子線マイクロアナライザー
- ③ GC/MS：ガスクロマトグラフ質量分析法
- ④ NAA：中性子放射化分析
- ⑤ XRF：蛍光X線分析

Ⅲ-20 地球の熱収支に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 地球は太陽のまわりを約365日の周期で楕円軌道を描いて公転しており、太陽からの距離の変化が地球に四季の変化を起こしている。
- ② 地球に吸収される太陽エネルギーの緯度による違いは少ないが、地球放射により出ていく熱量は高緯度帯の方が低緯度帯より大きい。
- ③ 地球に入射した太陽放射の約31%は、雲と大気による反射や散乱、及び地表などによる反射によって宇宙空間に逃げる。
- ④ 地球大気の下端において、太陽に垂直な1 m²の面が1秒間に受ける太陽放射のエネルギーを太陽定数と呼ぶ。
- ⑤ 太陽が放射するエネルギーは電磁波として宇宙空間を伝わり地球に達するが、その約半分はガンマ線やエックス線である。

Ⅲ-21 同位体に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 海洋底で採取したコア試料中における有孔虫の $\delta^{18}\text{O}$ 値は、氷期よりも間氷期の方が大きい値となる。
- ② 地下水の ^{14}C 年代は、堆積物中の有機物分解による炭素が加わることで本来の年代よりも古くなることがある。
- ③ 蒸発が盛んな環境では、残存する水に D (^2H) と ^{18}O が濃縮する傾向がある。
- ④ 海水の $\delta^{18}\text{O}$ 値は地域的にほとんど変動しないのに対し、天水及び熱水の $\delta^{18}\text{O}$ 値は負の値を取ることが多く、その変動幅も大きい。
- ⑤ 硫黄同位体の国際標準物質としては、Canyon Diablo隕石中のトロイライト (CDT) を用いて表記する。

Ⅲ-22 土壌、鉱物、化学的風化に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 土壌中の有機物は、還元型物質である。
- ② 石灰石の溶けた地下水に大気中の CO_2 がゆっくりと加わってできたのが鍾乳石や石筍である。
- ③ 乾燥地帯では蒸発が激しい。そのため水溶性の塩が地下から上昇して沈積し、岩塩、セッコウ、炭酸塩などが生じる。
- ④ ふつうの土壌pHで、 Al^{3+} イオンと鉄イオンは酸化物やオキシ水酸化物になって沈殿する。
- ⑤ 熱帯地域の降水量が多く、風化が激しく進んだ場所の粘土鉱物は、スメクタイトよりもカオリナイトになりやすい。

Ⅲ-23 鉱物に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 火成岩の大部分の鉱物の結晶は、1つのケイ素を4つの酸素が取り囲んでいる四面体 (SiO_4 四面体) のつながりがその骨組みになっている。このような鉱物をケイ酸塩鉱物という。
- ② SiO_4 四面体の骨組みの間は、 Mg^{2+} や Fe^{2+} などの金属イオンによって結びつけられている。このように結晶構造は同じだが、イオンの割合、つまり化学組成が連続的に異なる割合をとることができるものを多形という。
- ③ 黒雲母はとなり合う SiO_4 四面体が酸素を共有して平板状につながっている。この平板は層状に重なっているが、層の間の結合力は弱く、薄くはがれやすい。このように結晶面が一定の面に沿って割れることを劈開^{へきかい}という。
- ④ マグマだまりの中で、玄武岩質マグマの温度が下がると最初に結晶するのは有色鉱物の中では融点が高いかんらん石である。
- ⑤ かんらん石、普通輝石、普通角閃石、黒雲母、石英の中で、最も密度が小さいケイ酸塩鉱物は石英である。

Ⅲ-24 金属鉱床に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 縞状鉄鉱床は、チャート起源の珪質物と含鉄鉱物からなる縞の互層からなる。
- ② 風化残留鉱床は、地表又はその近くの岩石・鉱床が風化作用を受けて、新しく生成した難溶性有用鉱物が残留濃集してできた鉱床である。
- ③ 黒鉱鉱床は、炭酸塩岩が熱水による交代作用を受けて形成される塊状熱水鉱床である。
- ④ 斑岩銅鉱床は、斑岩に伴う大規模・低品位な鉱染状銅鉱床で、花崗閃緑斑岩などの岩株状浅所貫入岩体に関係する熱水鉱床である。
- ⑤ 海底熱水鉱床は、海底火山活動に伴って湧出する熱水から沈殿した鉱床である。

Ⅲ-25 プレート沈み込み境界の火山弧と海溝を持つ地域を弧-海溝系という。弧-海溝系に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 弧-海溝系の最も海洋側には海溝がある。
- ② 海溝から陸側に向かって、前弧、火山弧、背弧と呼ばれる地帯がある。
- ③ 火山弧より大陸側は背弧と呼ばれ、大陸との間に海が形成される場合がある。
- ④ 背弧に海がある場合は島弧、ない場合は陸弧という。
- ⑤ 前弧では火山活動がなく、地下の地震活動も静穏である。

Ⅲ-26 火山碎屑物及び火山碎屑岩に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 火山碎屑物のうち、多孔質で見かけ密度が小さく、白色から灰色のものは軽石、黒色から暗褐色のものはスコリアと呼ばれる。
- ② 火山碎屑物は一般に、その粒径によって、細かい方から火山灰、火山礫、火山岩塊及び火山弾に区分される。
- ③ アグロメレートは、火山灰からなる基地中に火山弾又は本質火山岩塊を多く含む火砕岩であり、火口近くに分布する。
- ④ アグルチネートは、火口から放出された高温の岩片が溶結して生じるものが多い。
- ⑤ 一般に、降下軽石堆積物は基質支持で、火砕流堆積物は岩片支持である。

Ⅲ-27 変成岩に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地下の岩石が高い温度や圧力のもとに長く置かれると、岩石中の鉱物が固体のまま化学組成の一部が変わったり、組織が変化したりして他の鉱物に変わり、変成岩になる。
- ② プレート運動による圧縮の力によって、広い範囲に帯状に形成される温度や圧力の高い場所にできる岩石を広域変成岩という。
- ③ 高温のマグマの貫入によって、その周辺の温度が高い場所にできる岩石を接触変成岩という。
- ④ 日本列島の基盤岩類のうち、領家帯は低温高压型変成帯に、三波川帯は高温低压型変成帯に区分される。
- ⑤ 結晶片岩や片麻岩は広域変成岩に、ホルンフェルスや大理石は接触変成岩に属する。

Ⅲ-28 断層に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 断層は変位成分によって、正断層、逆断層、横ずれ断層などに分類することができる。
- ② 断層面の周辺には、断層ガウジや破砕岩又はカタクレーサイトといった断層岩が形成されることが多い。
- ③ 断層面には鏡肌や条線などの特徴的な構造が見られることが多い。
- ④ 活断層とは、第四紀更新世以降から現在にかけて反復再活動した断層で、近い将来に再活動する可能性がある断層である。
- ⑤ 震源断層とは、地震に伴い地表にあらわれた部分の断層のことをいう。

Ⅲ-29 褶曲（しゅうきょく）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① キンク褶曲は、座屈褶曲の極端なタイプとされ、せん断強度が中程度で剛性率が高いほど形成されやすいとされている。
- ② スランプ褶曲は、海底地すべりによって移動した地層が、最終的に停止するときに、後ろから押されて圧縮されることによって形成される。
- ③ 座屈褶曲は、地層と直交する方向からの圧縮作用により形成される。
- ④ 断層折れ曲がり褶曲は、デコルマ面の活動と関係する断層運動に伴って形成される。
- ⑤ 多層系の座屈褶曲では、隣り合う層と層の間にせん断応力が働き、層面すべりを伴う褶曲が形成される。

Ⅲ-30 堆積構造は、堆積過程で形成される初生的堆積構造と、堆積後の未凝固段階で堆積物中に形成される二次的堆積構造に分類される。次のうち、二次的堆積構造に分類されるものはどれか。

- ① 葉理
- ② 級化層理
- ③ 火炎構造
- ④ リップル
- ⑤ 流痕

Ⅲ-31 堆積相解析に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 堆積相解析とは、地層の示す物理的、生物的、化学的特徴などに基づいて、地層が形成された堆積環境や堆積システムを復元するための解析方法である。
- ② ワルターの法則の骨子は、「隣り合って存在する堆積環境で形成された堆積物だけが、漸移的に重なり合うことができる」というものである。
- ③ 堆積相とは、岩相、粒径、堆積構造、含有化石などの特徴を組合せることで、その上下や側方に分布する地層の他の部分と区別される地層の一部である。
- ④ 堆積相解析における堆積相の組合せのことを堆積シーケンスと呼ぶ。
- ⑤ 堆積相の累重パターンや配列パターンを堆積相サクセションと呼ぶ。

Ⅲ-32 地震探査に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 屈折法地震探査における地層境界は、地質学上の地質境界とよく一致する。
- ② 速度層境界を持たず、地震波の速度が深度とともに連続的に増大していくミラージュ構造に対する屈折法地震探査では、屈折波初動の走時曲線が折れ線ではなく、曲線となる。
- ③ 浅層反射法地震探査では、探査深度と最大オフセット距離（起振点と受振点との最大距離）がほぼ同じになるように測線の展開長を設定する。
- ④ 反射法地震探査のCMPアンサンブルにおいて、水平多層構造の反射波の走時は近似的に双曲線をなす。
- ⑤ 反射法地震探査では、表面波など妨害となる波群の除去や反射波の振幅の強調、ランダムな雑振動の除去などを目的として、1受振点に複数個の受振器を配置し、その出力を結合して出力とする方法がとられることがある。

Ⅲ-33 表面波探査・微動アレイ探査に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 微動アレイ探査の位相速度解析法のうち、同じアレイサイズであれば周波数-波数法（F-K法）は空間自己相関法（SPAC法）に比べて推定可能な最大波長が短い。
- ② 微動アレイ探査で行う速度構造解析は、観測位相速度と最も近い理論位相速度のP波速度構造モデルを作る作業である。
- ③ 表面波探査や微動アレイ探査で得られる地下構造は、調査範囲を水平多層構造と仮定して推定したものである。
- ④ 表面波探査は、人工的な地表面加振による表面波を用いて一次元地下構造モデルを推定する浅層物理探査手法である。
- ⑤ 表面波の位相速度を推定できる最短の波長は、一般にアレイに固有の空間エイリアシングで決まる。

Ⅲ-34 次のうち、重力探査・磁気探査に最も関係が薄いものはどれか。

- ① ケーニヒスベルガー比
- ② ジオイド
- ③ AE (アコースティック・エミッション)
- ④ キュリー温度
- ⑤ エトベス補正

Ⅲ-35 地中レーダ探査に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地中に電磁波を放射し、電気特性（誘電率と導電率）の異なる境界で反射した電磁波を捉えることにより、地中を探査する。
- ② 地中レーダで使用する送信中心周波数と分解能との間には逆比例関係があり、送信中心周波数と探査深度には比例関係がある。
- ③ 適用対象は、地中の埋設物の位置や路面下の空洞・緩み、地層の境界面や岩盤中の破碎帯や断層の調査、コンクリート中の鉄筋の位置、考古学調査、土壤汚染や地下水調査など非常に広い。
- ④ 送信アンテナと受信アンテナを一定速度あるいは一定間隔で移動させながら、受信波形を記録し、それを記録順に並べることにより記録断面図を得る。
- ⑤ 送信電磁波の中心周波数が10MHz程度以上の周波数帯域を使用する。それより低い周波数帯域の場合は電磁探査に分類される。