

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 板の上に質量20kgの物体をのせ、徐々に傾けていくと、板の傾角が 45° を超えたときに物体は滑り出した。板の傾角が 30° であるとき、物体を斜面に沿って上向きに動かし始めるために必要な力として、最も近い値はどれか。ただし、力は斜面に平行な向きに加えるものとする。

- ① 98N ② 170N ③ 196N ④ 268N ⑤ 340N

Ⅲ-2 一直線上を運動する2つの球A, Bがある。質量はそれぞれ m , M である。はじめBが静止していて、これにAが速度 u で衝突するものとする。衝突が完全に弾性的であるとして、衝突後の球Bの速度として、最も適切なものはどれか。

- ① $\frac{m-M}{m+M}u$ ② $\frac{M}{m+M}u$ ③ $\frac{m}{m+M}u$ ④ $\frac{2M}{m+M}u$ ⑤ $\frac{2m}{m+M}u$

Ⅲ-3 高周波加熱に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 高周波誘電加熱は導電体を被加熱体とするもので、高周波電場を印加し、誘電体損による発熱を利用する。
- ② 高周波誘電加熱は、使用周波数がGHz帯に及んでいることから、この帯域のものをマイクロ波加熱ともいう。
- ③ 高周波誘導加熱は導電体を被加熱体とし、これに高周波磁場を加え、電磁誘導作用により渦電流損とヒステリシス損による発熱を利用する。
- ④ 高周波の電流や電磁場が導電体の表面近くだけに局在し内部に侵入しない現象を表皮効果という。
- ⑤ 高周波無極放電によるプラズマの加熱も高周波加熱の一種で、プラズマトーチや核融合プラズマの分野で利用されている。

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。電場の強さを \mathbf{E} ，電束密度を \mathbf{D} ，磁場の強さを \mathbf{H} ，磁束密度を \mathbf{B} ，真電荷密度を ρ ，伝導電流密度を \mathbf{i} ，時間を t とする。

- ① $\text{rot}\mathbf{E} = -\partial\mathbf{B} / \partial t$ は、磁束密度の時間的変動により電場が誘導されるというファラデーの電磁誘導の法則を表す。
- ② $\text{div}\mathbf{B} = 0$ は、磁気単極子の存在を反映している。
- ③ 磁場に関するガウスの法則は、時間とともに変動する任意の磁場に対しても成立する。
- ④ 静電場の場合、任意の閉曲面 S を貫く電束は、 S に囲まれた領域内の全電荷量に等しい。
- ⑤ アンペール・マクスウェルの法則を表す方程式 $\text{rot}\mathbf{H} = \mathbf{i} + \partial\mathbf{D} / \partial t$ において、 $\partial\mathbf{D} / \partial t$ は変位電流密度を表す。

Ⅲ－５ 球面半径 R の平凸レンズを、凸面を下に向けて平面ガラスの上のせ、上から平面に垂直に波長 λ の単色光を当てた。このとき、レンズと平面ガラスとの接点 O を中心とする同心円状の明暗の縞模様が見えた。平面ガラス上で点 O から距離 x 離れた点 P において、点 O から m 番目の明環が見える条件として、最も適切なものはどれか。

- ① $\frac{2x^2}{R} = m\lambda$
- ② $\frac{2x^2}{R} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$
- ③ $\frac{x^2}{R} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$
- ④ $\frac{x^2}{R} = m\lambda$
- ⑤ $\frac{x^2}{2R} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$

Ⅲ－6 次の用語のうち、熱電気現象に関わるものとして、最も不適切なものはどれか。

- ① ゼーベック効果 (Seebeck effect)
- ② カー効果 (Kerr effect)
- ③ ペルティエ効果 (Peltier effect)
- ④ トムソン効果 (Thomson effect)
- ⑤ 熱起電力

Ⅲ－7 比熱に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、記述内のRは気体定数を表す。

- ① 電子比熱は、通常の金属ではフェルミ温度が高いため、フェルミ準位での状態密度と温度に反比例する。
- ② 格子モル比熱は室温又はそれ以上の高温では、 $3R$ になる。
- ③ 2原子分子の定圧モル比熱は、比較的低い温度では、定積モル比熱の $7/5$ 倍である。
- ④ 二次の相転移点では、温度の変化に対して不連続な変化を伴う異常比熱が現れる。
- ⑤ 固体での定積モル比熱と定圧モル比熱の差は、 100K 以下の低温では無視できるほど小さい。

Ⅲ－8 結晶構造に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 体心立方格子に属する金属には $\alpha\text{-Fe}$ 、 Cr 、 Mo などがあり、原子の充てん率は約68%である。
- ② 面心立方格子に属する金属には Al 、 Ni 、 Cu などがあり、配位数は8である。
- ③ 最密六方格子に属する金属には Mg 、 Zn 、 Cd 、 $\alpha\text{-Ti}$ などがある。
- ④ すべり面上ですべり方向に働く分解せん断応力が臨界分解せん断応力に達するとすべり変形が始まる。これをシュミットの法則という。
- ⑤ 同一の金属が温度などの外的条件によって結晶構造を変える現象を同素変態という。

Ⅲ－9 国際単位系 (SI) に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① カンデラ (記号はcd, 光度のSI単位) は、黒体放射を用いて定義される。
- ② メートル (記号はm, 長さのSI単位) は、真空中の光速度を用いて定義される。
- ③ キログラム (記号はkg, 質量のSI単位) は、プランク定数を用いて定義される。
- ④ 秒 (記号はs, 時間のSI単位) は、Cs原子の超微細遷移周波数を用いて定義される。
- ⑤ モル (記号はmol, 物質量のSI単位) は、アボガドロ定数を用いて定義される。

Ⅲ－10 定温定圧で起こる分子Aが分子Bに変化する可逆な化学反応 $A \rightleftharpoons B$ について、反応ギブズエネルギーと分子A, 分子Bそれぞれの標準生成ギブズエネルギーに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 反応ギブズエネルギーが負であれば、 $A \rightarrow B$ の正反応は自発的に進行する。
- ② 可逆な反応が平衡状態であれば、反応ギブズエネルギーは0である。
- ③ 反応ギブズエネルギーは、分子Aと分子Bそれぞれの標準生成ギブズエネルギーと関係がある。
- ④ 反応温度が一定であれば、分子Aと分子Bの濃度比が変化しても、反応ギブズエネルギーの値は変化しない。
- ⑤ 反応の平衡定数は分子Aと分子Bの標準生成ギブズエネルギーを用いて求めることができる。

Ⅲ－11 純物質の液体と気体の間で起こる相変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 気液平衡にある液体と気体の蒸気圧の温度依存性は、クラウジウス－クラペイロンの式で表現される。
- ② 液体から気体に相変化する際の蒸発エントロピーは、蒸発エンタルピーと気化温度 T で表される。
- ③ 平衡状態にある液体と気体の化学ポテンシャルは等しい。
- ④ 液体が気化する際の蒸発エンタルピーと気体が液化する際の凝縮エンタルピーは、その絶対値は等しく符号が異なる。
- ⑤ 沸点を超える温度では、気体が最も安定な相であるため、沸点に満たない温度にある液体は気化しない。

Ⅲ-12 有機化合物の性質に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ベンゼンは、揮発性でその蒸気は有毒である。
- ② ニトロベンゼンの比重は、水より小さい。
- ③ 過酸化ベンゾイルは、加熱や摩擦により分解して爆発する。
- ④ アクリル酸は、非常に重合しやすい。
- ⑤ ジエチルエーテルは、揮発性であり引火しやすい。

Ⅲ-13 フッ化水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 フッ化水素の水溶液は、毒性が強い強酸である。
- ② 液体のフッ化水素は高い比誘電率を示す。
- ③ 他のハロゲン化水素よりも高い沸点を示す。
- ④ 空気中で発煙する。
- ⑤ 二酸化ケイ素やガラスを腐食するが、金と白金は侵さない。

Ⅲ-14 化学結合に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① O_2 、 F_2 の2p軌道由来の最外殻軌道における結合性軌道と反結合性軌道では、 σ 結合の方が π 結合よりもエネルギーの分裂が大きい。
- ② H_2O は、O原子の4つの sp^3 混成軌道のうち2つが電子対で満たされ、2つの sp^3 混成軌道の電子がHの電子と電子対を形成するため、折れ曲がった分子となる。
- ③ $NaCl$ は Na^+ と Cl^- が静電的な引力により結合した立方体の単位格子からなる結晶であり、 $CsCl$ と同一の結晶構造で、等しいマーデルング定数を持つ。
- ④ 水素結合は極性の強い水素化合物に多く見られるが、その結合エンタルピーは多くの場合、共有結合の結合エンタルピーよりも小さい。
- ⑤ 分子性固体は、弱い分子間力で結合した固体で、一般に軟らかく融点が高い。

Ⅲ-15 物質の状態に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 相図上で、気体、液体、固体が同時に平衡状態で共存する点を三重点という。
- ② ギブスエネルギーは定圧条件での自由エネルギーである。
- ③ 平衡状態にある一定量の気体を、外圧がない状態で断熱膨張させて新たな平衡状態にすると、気体は膨張前に比べて冷却されている。
- ④ ファン・デル・ワールスの状態方程式の理想気体の状態方程式に対する違いは、実在気体の体積と分子間相互作用を考慮していることである。
- ⑤ 実験室の温度や湿度によって気体の密度が変わることを、天秤による物体の質量の測定では留意しなければならない。

Ⅲ-16 分析法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 電子スピン共鳴は、不対電子を持つ分子の分析に用いられる。
- ② プロトンだけでなく¹³C原子もスピン1/2核に含まれ、核磁気共鳴の測定に用いられる。
- ③ X線光電子分光法は、原子の内殻から放出される電子を分析するため、原子間の結合に敏感でなく、化学分析に適した手法ではない。
- ④ ラマン分光法は、分子の振動・回転にもとづく測定法である。
- ⑤ ある原子の吸収端より短い波長のX線を物質に照射したときに放射される蛍光X線は、元素の分析に利用できる。

Ⅲ-17 緩衝溶液（又は緩衝液）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 少量の強酸や強塩基を加えてもpHが変化しにくい溶液には緩衝作用が働いている。
- ② 人の血液のpHが約7.4に保たれているのは緩衝作用の関与によるものではない。
- ③ 緩衝溶液のpHを計算する際にはヘンダーソン・ハッセルバルヒの式を用いることができる。
- ④ 弱酸にその共役塩基の塩を混ぜると緩衝溶液をつくることができる。
- ⑤ 弱塩基に強酸を加えて共役酸をつくるとその溶液は緩衝溶液になる。

Ⅲ-18 地下水中の溶解物質の挙動に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 分子拡散とは、溶質が不規則な分子運動によって拡散することである。
- ② 分子拡散は、一般に濃度勾配に比例する速度で生じるものとしてモデル化される。
- ③ 多孔質媒体中の間隙構造の不均質性により、流動とともに物質の集団がばらけていく現象を機械的分散という。
- ④ 横分散長は、一般に縦分散長より小さい。
- ⑤ 野外で得られる分散長は、一般に実験室で得られる分散長に比べてはるかに小さい。

Ⅲ-19 自然界の水（降水、河川水、海水）の電気伝導率に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 電気伝導率により、大まかに自然界の水に含まれる溶存イオン量を比較することができる。
- ② 自然界の水の電気伝導率は、温度が高くなると低下する。
- ③ 一般に、海水、河川水、降水の順に電気伝導率は低下する。
- ④ 電気伝導率は、長さ1 cm、断面積1 cm²の立方体の相対する面の間の電気抵抗率の逆数に相当する。
- ⑤ ある地域での自然界の水は、成分組成が似ており、その濃度だけが異なるという場合には、電気伝導率と蒸発残留物の間には密接な関係がある。

Ⅲ-20 地熱資源に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地熱には地殻中の放射性物質の壊変及びマントルから供給される広域的な熱と、火山付近に見られるような局所的な熱がある。地温勾配は前者が20～30℃/kmを示し、後者が50～100℃/km以上を示す。
- ② 150℃以下の中・低温熱水は温室・暖房・温泉などに直接利用され、開発の対象は火山周辺から火山活動の見られない地域にまで及ぶ。
- ③ 地化学温度計では、化学成分濃度などのデータから、化学平衡の温度依存性などを利用して地熱水の温度を求める。
- ④ 地熱貯留層は、割れ目に乏しい岩体からなることが多く、内部に含まれる流体の性状から蒸気貯留層と熱水貯留層とに区分される。
- ⑤ 地熱発電には、坑井から得られる蒸気で直接タービンを駆動する蒸気利用発電方式と、熱水と低沸点媒体との熱交換を利用するバイナリー方式とがある。

Ⅲ-21 炭素循環に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 大気中の炭素の全量は、海洋中の炭素の全量とほぼ同じ程度である。
- ② 原始地球大気中の二酸化炭素濃度は、現在よりもはるかに高かったと考えられ、現在の濃度に減少するプロセスには、岩石及び土壌中の鉱物の風化と光合成生物の活動が関与した。
- ③ メタンは、堆積物中や湿地などの還元的（嫌氣的）環境において、メタン生成菌の光合成によって生産される。
- ④ 二酸化炭素は、主に紫外波長領域において幅広い吸収帯を持つため、主要な温室効果気体である。
- ⑤ 一般に、微生物の呼吸によって土壌中の二酸化炭素濃度は大気中に比べて高いため、岩石の風化による二酸化炭素の除去は減速される。

Ⅲ-22 ダイヤモンドと石墨の結晶構造の関係と同じ関係の鉱物の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

- ① 紅柱石-珪線石
- ② 曹長石-灰長石
- ③ 方解石-あられ石
- ④ 石英-トリディマイト
- ⑤ 閃亜鉛鉱-ウルツ鉱

Ⅲ-23 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 スレートは、剥離性の発達した細粒片状岩のことをいい、石材に利用される。
- ② 泥質変成岩は、変成温度の上昇とともに、スレート、千枚岩、片岩そして片麻岩へと岩型名が変わる。
- ③ 片麻岩は粗粒で、片状構造や縞状構造が見られない。
- ④ 片岩は、片理の発達した広域変成岩の総称である。
- ⑤ ホルンフェルスは片理や縞状構造を持たない変成岩で、堆積岩などが熱変成作用を受けて形成される。

Ⅲ-24 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 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。
- ⑤ 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。

Ⅲ-25 鉱物の偏光顕微鏡による観察に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 黒雲母は、多色性が強く、へき開線に対して直消光する。
- ② 斜方輝石は、直消光し、普通輝石は斜消光する。
- ③ 普通角閃石は、屈折率が高く、多色性も強い。
- ④ 石英は、へき開が顕著で、波動消光を示すことがある。
- ⑤ かんらん石は、直消光し、へき開がほとんど見られない。

Ⅲ-26 火山の噴火現象に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 火砕流とは、火山灰や火山弾、火山岩塊などが高温の火山ガスや取り込んだ空気と一団となって時速数10 kmから100km以上の高速度で斜面を流下する現象である。
- ② マグマが破片にならずにそのまま液体として火口から流出するのが溶岩流である。
- ③ ストロンボリ式噴火は、比較的低粘性のマグマが連続的に噴泉として割れ目から噴出する噴火タイプである。
- ④ 山体崩壊を伴う噴火では、火山体が崩壊し、高速の岩屑なだれとして流下する。
- ⑤ マグマ水蒸気爆発では、マグマに地下水などの外来水が加わり、その水が水蒸気に相変化することにより著しく体積が膨張するため、噴火は爆発的になる。

Ⅲ-27 断層及び断層周辺に形成される断裂に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 断層面に沿ったすべりの方向は条線方向から知ることができる。
- ② 露頭において、異なった時期に異なった応力場において形成された断層を共役断層と間違えることがある。
- ③ 断層どうしの「切る・切られる」の関係を使って、断層生成の新旧を単純に決定することはできない。
- ④ 変位を起こした断層面は、変位を起こした深度、温度、変位速度に応じて異なった磨耗・破碎・熔融状態を持つ。
- ⑤ 断裂の方向は、引きずり変形方向によって異なり、右横ずれ変位の断層の場合には「ミ型」になる。

Ⅲ-28 トンネル掘削に伴う地質的な現象に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 亀裂のほとんどない硬岩では、トンネル掘削によって地山に生じる応力増加に対して地山強度が不足するため、周辺地山が崩壊し、これが緩み土圧となって支保工に作用する。
- ② トンネル掘削中の崩壊現象は、切羽の天端と鏡面で発生することが多く、主な崩壊原因としては地質構造によるものと湧水によるものがある。
- ③ 緩傾斜の地形や、水平な地層では、偏圧が問題となりやすい。
- ④ 山はねは、土かぶりが小さく、かつ岩盤に節理が多い地山で起こりやすい。
- ⑤ 土かぶりが大きいトンネルでは、掘削による応力解放と緩み、地下水低下などにより地表面沈下が大きくなる傾向にある。

Ⅲ-29 次のうち、液状化の発生しやすい地盤の条件として、最も不適切なものはどれか。

- ① 地下水位が高い地盤
- ② 淘汰の悪い堆積物の地盤
- ③ N 値が10以下の地盤
- ④ 埋立地や旧河道
- ⑤ 砂丘・浜堤列間の低地

Ⅲ-30 津波堆積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 津波堆積物に含まれる生物遺骸は、津波がどの深度の海底を削ってきたかを知る手がかりとなりうる。
- ② 津波堆積物に発達する堆積構造は、比較的単純である場合が多い。
- ③ 礫床河川や扇状地、岩礁海岸などは、津波堆積物の調査には不向きである。
- ④ 津波堆積物は、火山噴火や隕石衝突、海底地すべりといった地震以外の現象を伴う津波においても報告例がある。
- ⑤ 内湾は安定した堆積環境にあるため、津波堆積物が保存される可能性が高い。

Ⅲ-31 地球の表層を覆うプレート境界に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① プレート発散境界である中央海嶺は、新しく形成された海洋プレートの温度が高く、熱膨張により密度が低くなって浮力を受けるため、周囲の海洋底から2～3kmも高まっている。
- ② プレート拡大速度の遅い海嶺ではマンツルの部分熔融度が低く、マグマの発生をほとんど伴わないことがある。
- ③ 中央海嶺が切れて連続していない場合は、それらをつなぐ断裂帯に沿って正断層運動が生じ、トランスフォーム断層となる。
- ④ 大陸プレート内の発散境界では、正断層の形成により地殻が伸張・薄化して大陸が分裂し、地溝帯が形成される。
- ⑤ プレート収束境界である沈み込み帯は、一般に圧縮の応力場にあるが、背弧側はときおり伸張の応力場となり、海洋底拡大が進行する場合がある。

Ⅲ-32 電気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 IP法は、大地に電流を印加し、それにより生じる地下の分極現象を地表で電位応答変化として捉える手法であり、主として硫化鉱物を含む非鉄金属鉱床探査に用いられる。
- ② 垂直探査は、測点下を水平多層とみなして比抵抗の垂直分布を推定する探査法であり、主な電極配置にはシュランベルジャー配置やウェンナー配置がある。
- ③ 水平探査は、ある特定の深さにおける比抵抗の水平分布の変化を調べる調査方式であり、比較的地表面近くの地質の不連続性、埋設物、地下水状況などを把握するために用いられることが多い。
- ④ SP法は、自然に地下で発生した電位分布を測定して、地下水や金属鉱床の深さを探査・解析する電気探査法であり、簡単かつ安全に測定を行うことができる。
- ⑤ 比抵抗トモグラフィは、対象領域を取り囲むように電極を配置して、地盤に人工的に直流電流を流し発生する電位を多数点で測定することで、地盤の比抵抗を計算し、その分布から地質構造等を推定する方法である。

Ⅲ-33 反射法地震探査における垂直及び水平分解能について、最も関係がないものはどれか。

- ① インターセプトタイム
- ② レイリー (Rayleigh) 基準
- ③ ウェーブレット
- ④ リッカー (Ricker) 基準
- ⑤ フレネルゾーン

Ⅲ-34 屈折法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とは、地震波速度の異なる地層の境界であり、地質学上の地質境界とは必ずしも一致しない。
- ② S波を利用する屈折法地震探査は、主に土質地盤を対象とし、比較的急峻な地形条件のもとで実施されることが多い。
- ③ 屈折法地震探査は、主としてトンネル路線沿いの地山評価、ダムの基礎岩盤の評価、のり面勾配の決定など土構造物の基礎調査に用いられる。
- ④ 屈折法地震探査で求められる速度構造から、硬軟あるいは割れ目の程度や風化・変質帯などの地質状況、断層破碎帯の有無や規模などの地質構造が推定できる。
- ⑤ 地山の速度層の区分は、岩の種類、膠結度、風化・変質及び亀裂の程度などの複合的要因によって決まる。

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 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。
- ③ 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。
- ④ 誘電率は、誘電体における分極の生じ易さであり、単位はF・m（F：ファラド）となる。また、空気の誘電率に対する比を「比誘電率」という。
- ⑤ 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、土壌汚染や地下水調査など非常に広い。