

【17】 応用理学部門

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 長さ0.1mのひもの先端につけた質量0.1kgの錘(おもり)が同一平面内で振動している。錘の振れの角度が小さく、錘の大きさが無視できるほど小さいとしたとき、錘の振動の周期として最も近い値はどれか。ただし、重力の加速度を $9.8\text{m/s}^2$ とする。

- ① 0.1秒    ② 0.3秒    ③ 0.6秒    ④ 1.0秒    ⑤ 6.0秒

Ⅲ－2 平行平板コンデンサ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 電極間に比誘電率の大きな物質を挿入することにより、電気容量は減少する。  
② 極板間の距離が小さくなるに従って、電気容量は増加する。  
③ 平板の面積に比例して電気容量は増加する。  
④ 同じ電気量を蓄えた場合、電気容量の小さなコンデンサーの方が極板間に大きな電位差が発生する。  
⑤ 電荷のたまっていない2つのコンデンサーを直列接続してから電圧を加えると、各々のコンデンサーに等しい電気量が蓄えられる。

Ⅲ－3 抵抗値が $100\Omega$ の抵抗、自己インダクタンスの値が $1\text{mH}$ のコイル及び容量が $0.1\mu\text{F}$ のコンデンサーを直列に接続した合成インピーダンス $Z$ を考える。 $Z$ に交流電源を接続するとき、 $Z$ の大きさが最小になる場合の周波数として、最も近い値はどれか。

- ① 1 kHz    ② 5.1 kHz    ③ 16 kHz    ④ 100 kHz    ⑤ 630 kHz

Ⅲ－４ 時刻  $t$ ，位置  $x$  での変位  $y$  が， $y = A\sin(\omega t - kx)$  で与えられる正弦波について，その波長  $\lambda$  と進行速度  $v$  として，最も適切なものはどれか。ここで， $A$ ， $\omega$ ， $k$  は正の実定数である。

①  $\lambda = \frac{2\pi}{\omega}$ ， $v = \frac{2\pi\omega}{k}$

②  $\lambda = \frac{2\pi}{\omega}$ ， $v = \frac{2\pi k}{\omega}$

③  $\lambda = \frac{2\pi}{k}$ ， $v = \frac{2\pi\omega}{k}$

④  $\lambda = \frac{2\pi}{k}$ ， $v = \frac{k}{\omega}$

⑤  $\lambda = \frac{2\pi}{k}$ ， $v = \frac{\omega}{k}$

Ⅲ－５ 国際単位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 熱力学温度の単位はケルビン (K) で，水の三重点によって定義されている。
- ② 水の三重点のセルシウス温度は， $0.01^{\circ}\text{C}$  である。
- ③ 電気量の単位はクーロン (C) で， $1\text{ C} = 1\text{ A}\cdot\text{s}$  である。
- ④ クーロンを用いて電位差の単位ボルト (V) を表すと， $1\text{ V} = 1\text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$  である。
- ⑤ 平面角の単位はラジアン (rad) で，無次元の量である。

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  $373\text{ K}$  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 がすべ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  $0.023\text{ J}$     ②  $830\text{ J}$     ③  $2300\text{ J}$     ④  $3100\text{ J}$     ⑤  $8300\text{ J}$

Ⅲ－7 熱電効果に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ゼーベック効果は、温度差の測定に利用される。
- ② ペルティエ効果は、熱電冷却に応用できる。
- ③ 熱電能は、温度に依存する。
- ④ 熱起電力の大きさは、導体の長さや太さに無関係である。
- ⑤ トムソン効果により発生する熱量は、電流の2乗に比例する。

Ⅲ－8 元素の周期表と電子軌道に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 周期表の第3周期の原子では、主量子数が3の軌道まで電子が入っている。
- ② s殻、p殻、d殻に収容できる電子の最大数は、それぞれ、2、6、10個である。
- ③ Beは2s殻がすべて占有されているが、化学的に不活性ではない。
- ④ 原子番号19のK原子では、19番目の電子は4s殻に入る。
- ⑤ 希土類元素では原子番号とともにd殻に入る電子が1個ずつ増えていく。

Ⅲ－9 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 反強磁性が常磁性に転移する温度を、ネール温度と呼ぶ。
- ③ Fe, Mn, Niは、単体で強磁性を示す。
- ④ 強磁性体内部に発生する反磁場の大きさは、磁性体の形状には依存しない。
- ⑤ グラファイトは、磁場中に置かれても全く力を受けない。

Ⅲ－10 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 白リン中に含まれる $P_4$ 分子は、4個のリン原子を正四面体の頂点に配置した構造を持つ。
- ② ホウ素の同素体は、二十面体の12個の頂点に原子を配置した構造を基本とする。
- ③  $CCl_4$ と $SiCl_4$ は、ともに四面体型の分子である。
- ④  $NaCl$ と $CsCl$ は、ともに同一の結晶構造を持つ。
- ⑤ デオキシヘモグロビンのヘム分子内の鉄イオンは、5配位の正方錐型配位であるが、オキシヘモグロビンの鉄イオンは、6配位の八面体配位となる。

Ⅲ-11 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 炭素同士の結合の多重度が増えるにつれて結合エンタルピーは大きくなり、結合距離は短くなる。
- ② 金属状のタングステンは、極めて大きな凝集エネルギーを持つが、それは結合エネルギーの大きさではなく配位数の多さによる。
- ③ 二酸化炭素が直線分子となるのは、電子対の反発エネルギーを極小にするためである。
- ④ 無極性分子間の分散相互作用は、分子が瞬間的な双極子を持つことが原因である。
- ⑤ 分子間相互作用に関するレナード・ジョーンズのポテンシャルは、分子間距離  $r$  の  $-6$  乗に比例する反発力の項と  $r$  の  $-12$  乗に比例する引力の項からなる。

Ⅲ-12 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 炎光分析では、炎の中で励起状態となった原子が低いエネルギー状態に戻るときの発光を用いる。
- ② 透過度の対数は、溶液の濃度に比例する。
- ③ 水銀温度計は、水銀柱の全体が同じ温度の場合に正しい温度を示す。
- ④ 蛍光X線分析では、元素に特有な固有X線の波長を測定するが、この波長は化学結合の状態によって変化することがある。
- ⑤ 分銅と天秤を用いた物体の質量の測定では、周囲の温度や大気圧、湿度によって測定値が変わることはない。

Ⅲ-13 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 化学反応  $A \rightleftharpoons B$  の正反応と逆反応がともに1次反応であるとき、平衡定数は正反応と逆反応の速度定数の比で表される。
- ②  $\text{Cl} + \text{NOCl} \rightarrow \text{NO} + \text{Cl}_2$  の反応は、活性化エネルギー以上のエネルギーをもって  $\text{Cl}$  と  $\text{NOCl}$  が衝突しても起こらないことがある。
- ③  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  の水への溶解度は、溶液の  $\text{pH}$  によって変化しない。
- ④ 連鎖反応は、開始ステップ、成長ステップ、停止ステップからなる。
- ⑤ 熱爆発は、発熱反応において反応速度が温度とともに急激に増加することにより起こる。

Ⅲ-14 蒸気圧に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 温度が一定で、液体と気体が共存して平衡状態にあるとき、密封した容器の体積を大きくしても蒸気圧は変わらない。
- ② 密封容器中に液体と気体が共存して平衡状態にあるとき、蒸発と凝縮が等しい速さで起こっている。
- ③ 大気圧の下で液体の加熱を続けたとき、沸騰時も液体の温度は上昇を続ける。
- ④ 室温、大気圧の下で容器に一定量の水を入れ、密封してから加熱すると、容器内の水は100℃では沸騰しない。
- ⑤ 液体に不揮発性物質を溶かして希薄溶液にすると、その蒸気圧が減少する。

Ⅲ-15 炭素、水素、酸素だけからなる化合物88 mgを完全に燃焼したところ、二酸化炭素が176 mg、水が72 mg得られた。この化合物として、最も適切なものはどれか。ただし、原子量をH=1、C=12、O=16とする。

- ① エタノール
- ② アセトアルデヒド
- ③ アセトン
- ④ 酢酸
- ⑤ アクリル酸

Ⅲ-16 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① メチルシクロヘキサンには、鏡像異性体が存在する。
- ② ベンゼンは、共鳴混成体である。
- ③ 1,2-ジメチルシクロプロパンには、シス-トランス異性体が存在する。
- ④ アセチレンは、エチレンより酸性が強い。
- ⑤ 過酸化ベンゾイルは、加熱によりラジカルを生じる。

Ⅲ-17 界面活性剤と最も関係が薄いものは、次のうちどれか。

- ① けん化
- ② 活性炭
- ③ 臨界ミセル濃度
- ④ ソルビタン脂肪酸エステル
- ⑤ ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム

Ⅲ－18 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 海水の  $\delta^{18}\text{O}$  値は、0 ‰前後の値である。
- ② 海成炭酸塩の  $\delta^{13}\text{C}$  値は、0 ‰前後の値である。
- ③ 海水中の硫酸イオンの  $\delta^{34}\text{S}$  値は、0 ‰前後の値である。
- ④ 海水中の塩化物イオンの  $\delta^{37}\text{Cl}$  値は、0 ‰前後の値である。
- ⑤ 大気窒素の  $\delta^{15}\text{N}$  値は、0 ‰前後の値である。

Ⅲ－19 水蒸気及び水循環に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 水蒸気が運ぶ潜熱は、低緯度地域から中緯度地域への熱輸送において大きな役割を果たす。
- ② 水蒸気は、現在の地球大気で温室効果に最も大きく寄与する気体である。
- ③ 降水量と蒸発量を比較したとき、陸上では降水量が相対的に大きく、反対に海洋では蒸発量が多い。
- ④ 氷床は貯留量及び輸送量ともに大きいため、地球上の水循環において重要な役割を果たしている。
- ⑤ 海洋、水蒸気、地下水、土壌水のうち平均滞留時間が最も短いのは、水蒸気である。

Ⅲ－20 陸水の化学組成に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 世界の河川のは大半は、ナトリウムイオン及び塩化物イオンを主成分とし、海洋から飛来する海塩が溶存成分の主な供給源である。
- ② 鉱山排水の水質が悪化する主な要因としては、硫化鉱物の酸化が挙げられる。この結果、排水は硫酸イオンを多く含み、pHを低下させることとなる。
- ③ 我が国の河川水の平均水質の特徴は、世界の河川と比較して溶存ケイ酸 ( $\text{SiO}_2$ ) 濃度が高いことである。
- ④ 現場で採取した地下水をかくはんせずに測定したpHは、よく振ったもののpHに比べ低くなる傾向にある。
- ⑤ 地下水の湧出する場所に認められる茶褐色の泥は、主に地下水中の高濃度の鉄イオンが地表で酸化されて沈殿物として析出したものであり、酸素供給量が少ない地下水の場合に生じる。

Ⅲ-21 地球大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 地衡風は、気圧傾度力とコリオリ力が釣り合うことにより、等圧線に沿って吹く仮想的な風である。
- ② 大気最下層の地表面から約1 kmまでの乱流が支配的な層を、大気境界層と呼ぶ。
- ③ 海陸風は、海陸の温度差により生じる、顕著な日変化を伴う局地風である。
- ④ エルニーニョ／南方振動（ENSO）の南方振動とは、熱帯太平洋における海面気圧が数十年規模の東西振動を繰り返す現象である。
- ⑤ 偏西風帯の波動はロスビー波が表れたものといえ、これを含む中緯度の大気大循環系をロスビー循環という。

Ⅲ-22 ある土の一面せん断試験を行った結果、与えた垂直応力  $\sigma$  に対して破壊時のせん断応力  $\tau$  が以下の表のように測定された。この土のせん断強度定数である粘着力  $c$  とせん断抵抗角  $\phi$  の値として、最も適切な組合せはどれか。

ここではモール・クーロンの破壊基準を利用し、破壊包絡線は直線と考える。また、 $\phi$  [度] = 25, 30, 35 のとき、 $\tan \phi = 0.47, 0.58, 0.70$  の値を利用してもよい。

垂直応力 $\sigma$ [ $\times 10^4$ N/m <sup>2</sup> ]	一面せん断試験結果			
	1.0	2.0	4.0	8.0
破壊時のせん断応力 $\tau$ [ $\times 10^4$ N/m <sup>2</sup> ]	3.1	3.7	4.8	7.1

- |   | $c$ [ $\times 10^4$ N/m <sup>2</sup> ] | $\phi$ [度] |
|---|--|------------|
| ① | 2.5                                    | 25         |
| ② | 2.5                                    | 30         |
| ③ | 2.0                                    | 25         |
| ④ | 2.0                                    | 30         |
| ⑤ | 2.0                                    | 35         |

Ⅲ－23 次の用語のうち、火山や火山活動に最も関係の少ないものはどれか。

- ① カルデラ
- ② 安山岩
- ③ アグルチネート
- ④ 火炎状構造
- ⑤ マグマ水蒸気爆発

Ⅲ－24 岩石の風化・変質作用に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 火成岩類では、有色鉱物を多く含む黒っぽい岩石ほど風化に対して不安定である。
- ② 黒色の磁鉄鉱から赤鉄鉱や褐鉄鉱への変化が風化層の色に現れているが、これは主に空気中の酸素が岩石を構成している鉱物に及ぼす酸化作用によるものである。
- ③ 堆積岩のスレーキングの発生機構の1つとして、岩塊中に水分が浸透することで間隙中の空気を圧縮し、岩塊中に圧縮力を発生させることが挙げられる。
- ④ グリーンタフ地域に分布する新第三紀の地層では、熱水変質により地盤が著しく脆弱化していることが多い。
- ⑤ 風化・変質作用は原岩を軟弱化させるのが一般的であるが、珪化作用のように強度を増加させるものもある。

Ⅲ－25 堆積相と堆積環境に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 河川システムは、2つの端成分となる蛇行河川システムと網状河川システムとに大別される。
- ② デルタシステムは、海（湖）側への突出地形によって特徴づけられる海退期のシステムである。
- ③ 海進期に河口が水没することにより形成される内湾をエスチュアリーシステムと呼ぶ。
- ④ 氾濫原堆積物中の砂岩に見られる逆級化構造は河川堆積物の特徴である。
- ⑤ 蛇行河川は、一般に水量変化が大きく、河川勾配も大きく、負荷の大きい粗粒堆積物（砂・礫）を運搬している。



Ⅲ－26 地殻に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地殻は、地球を構成する大きな成層構造のうち、いちばん外側の層である。
- ② 地殻は、花崗岩層と玄武岩層とからなる大陸地殻の部分と、玄武岩層からなる海洋地殻の部分に分けられる。
- ③ 大陸地域での地殻の厚さは 30～40 km、深海では海水を除くと 10 km未満の地域が大部分である。
- ④ 海洋の地殻は海溝で形成され、プレート運動に伴う分裂や付加作用を受けてきた。
- ⑤ 地殻とマンツルの境界はモホロビッチ不連続面という。

Ⅲ－27 花崗岩を構成する鉱物として次のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 黒雲母
- ② 石英
- ③ カリ長石
- ④ かんらん石
- ⑤ 斜長石

Ⅲ－28 鉱床を成因から分類した次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地殻の中に貫入したマグマが冷却して火成岩体を形成するとき、金・銀などの有用な鉱物が比較的早期に結晶、濃集して鉱床となる場合があり、これを正マグマ性鉱床と呼ぶ。
- ② マグマの結晶化が進むと鉄・銅・鉛・亜鉛などの金属成分を多量に含んだ熱水がマグマから分離されて、周囲の岩石の割れ目に入り込んだり、海底などに噴出する。このようにしてできた鉱床を熱水鉱床と呼ぶ。
- ③ ウラン鉱や砂金は、これらを多く含む花崗岩などが侵食され、河川に運搬されて沈殿・堆積したもので漂砂鉱床と呼ぶ。
- ④ 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を風化残留鉱床と呼ぶ。資源的にはボーキサイト・マンガン鉱床などが最も重要である。
- ⑤ 花崗岩質マグマが石灰岩を含む地層中に貫入すると、金属成分を含んだ水蒸気や熱水と石灰岩が化学反応を起こし、カルシウムを含む珪酸塩鉱物ができる。このようにしてできる鉱床を接触交代鉱床と呼ぶ。

Ⅲ－29 マグマの発生や火山の噴火に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① マグマは地下の岩石が熱で溶けたものである。しかし、地殻・マントルともに通常は固体であり、地下深部のどこにでもマグマがあるわけではない。
- ② マントル中で岩石が溶け始める場合、マントルのすべてが溶けるのではなく、鉱物粒子の表面がわずかに溶けたり、溶けやすい成分から溶けたりする。これを部分溶融という。
- ③ マントル上部で発生するのは通常玄武岩質マグマであり、珪素、ナトリウム、カリウムなどの成分に富んだものである。
- ④ 発生した高温・液状のマグマは、密度が下がるため浮力によって地下深部から上昇するが、周囲の岩石の密度と釣り合う深度で停止し、一時火山の下のマグマだまりに蓄えられる。
- ⑤ マグマの成分には、水や二酸化炭素などの揮発性成分が含まれており、周囲の圧力が下がると分離して揮発性成分の圧力は高くなる。この圧力が十分に高まることで火山噴火が起こる。

Ⅲ－30 地質試料における年代測定において、宇宙線により生成した核種を利用する年代測定法として、最も適切なものはどれか。

- ① U-Pb法
- ② Rb-Sr法
- ③  $^{14}\text{C}$ 法
- ④ フィッション・トラック法
- ⑤ 熱ルミネッセンス法

Ⅲ－31 重力探査に関する次の語句のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① エトベス補正
- ② ブーゲー補正
- ③ 潮汐補正
- ④ フリーエア補正
- ⑤ 静補正

Ⅲ-32 電気・電磁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 比抵抗トモグラフィは、探査しようとする領域を取り囲むように電極を設置して実施する比抵抗調査であり、2次元あるいは3次元的な比抵抗分布を求める。
- ② CSAMT法におけるニアフィールド効果は、送受信機間隔が小さくなったときに生じ、高比抵抗の基盤で現れやすい。
- ③ 一般に、平野での地下水開発では帯水した礫層が高比抵抗を、山地の地下水及び温泉調査では水みちとなる亀裂帯や変質帯が低比抵抗を示す。
- ④ アーチーの式は、電流が岩石の孔隙水の部分だけを流れることを前提としており、有効孔隙率が大きい堆積岩や孔隙水の比抵抗が高い場合に精度よく適用される。
- ⑤ 自然電位法による探査では、鉱山調査においては鉱体頂部に発生する負電位異常が探査対象になり、地熱調査においては熱水の対流による正の電位異常が認められる。

Ⅲ-33 物理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 磁気探査では、地中の鉄類の有無及び概略の位置を測定できるが、埋設物の細かな形状あるいは鉄製品の種類を判別できない。
- ② MT法は、磁気センサと電気センサで自然の地磁気と地電流を観測して地下深部の比抵抗分布を探査する方法である。
- ③ 重力探査では、多くの場合において計測装置内で錘を吊るしたバネの伸びから重力加速度を求める絶対重力計が用いられる。
- ④ 地中レーダ探査は、地下での電磁波の透過・反射・屈折などの物理現象を介して極浅部を探査する方法であり、中心周波数が10 MHz程度以上の電磁波が使われる。
- ⑤ 海上音波探査で用いられるストリーマケーブルは、水中を曳航するために受振器を管の中に多数納めた装置であり、受振器としてはハイドロフォンが使われる。

Ⅲ－34 弾性波を用いた物理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 表面波探査では、地表で発生させたレイリー波の波長ごとの伝播速度を求めることにより、S波速度分布を推定することができる。
- ② 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。
- ③ 反射法地震探査では、はぎとり法によって反射波の走時データから境界面深度を求めることができる。
- ④ 屈折法地震探査の走時データの解析では、全走時が一致することを確認する必要がある。
- ⑤ ミラー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、曲線となるために、トモグラフィ法による解析が適している。

Ⅲ－35 物理探査における計測データの処理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 相互相関関数により、2つの時系列波形の類似度と時間遅延を検出することができる。
- ② スタッキングは、ランダムノイズを抑制するために異なる複数の記録を重ね合わせるデータ処理方法である。
- ③ データの移動平均は、ランダム成分を除去するために、注目する点を中心に平均を行う操作である。
- ④ FFTは、離散的時系列データのフーリエ係数を高速に計算するアルゴリズムである。
- ⑤ ノッチフィルタは、指定した周波数成分のみを通過させるフィルタである。