

【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 天井から、ばね定数 1.0 N/m のばねをつるし、その先に質量 8.0 kg の物体をつけて単振動させる。このときの単振動の周期に最も近い値はどれか。ただし、ばねの質量は無視できるものとする。

- ① 1.4 s
- ② 2.8 s
- ③ 8.8 s
- ④ 18 s
- ⑤ 26 s

Ⅲ-2 巻き数 2000 のコイルを貫いている磁束が、 20 秒間かかって一定の割合で 0.01 ウェーバー (1 ウェーバー $[\text{Wb}] = 1 \text{ ボルト} \cdot \text{秒} [\text{V} \cdot \text{s}]$) だけ変化した。磁束が変化している間にコイルに生じる誘導起電力に最も近い値はどれか。

- ① 0.10 V
- ② 0.50 V
- ③ 1.0 V
- ④ 2.5 V
- ⑤ 5.0 V

Ⅲ-3 間隔 d の複数のスリットに、強度 I かつ波長 λ の単色光を通して、スリットから距離 L 離れたスクリーン上に映る明暗の縞模様を観察する。明線 (もしくは暗線) の間隔を広くするのに最も適切なものはどれか。

- ① 間隔 d を狭くする。
- ② スリットの本数を増やす。
- ③ 距離 L を短くする。
- ④ 光の強度 I を強くする。
- ⑤ 波長 λ を短くする。

Ⅲ－４ SI単位系では、長さ：メートル (m)、質量：キログラム (kg)、時間：秒 (s)、電流：アンペア (A)、温度：ケルビン (K)、物質量：モル (mol) を基本単位とし、その他の単位はこれらの基本単位を用いた組立単位で表すことができる。組立単位に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 電気量の単位クーロン (C) は $s \cdot A$ である。
- ② 力の単位ニュートン (N) は $m \cdot kg \cdot s^{-2}$ である。
- ③ 圧力の単位パスカル (Pa) は $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$ である。
- ④ 仕事率の単位ワット (W) は $m \cdot kg \cdot s^{-3}$ である。
- ⑤ 電気抵抗の単位オーム (Ω) は $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$ である。

Ⅲ－５ 真空管内で35 kVで加速された電子が金属板に衝突するとき発生する連続X線の最短波長として最も近い値はどれか。ただし、プランク定数を $6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ 、電気素量を $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、光速を $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ とする。

- ① $2.6 \times 10^{-11} \text{ m}$
- ② $3.5 \times 10^{-11} \text{ m}$
- ③ $3.9 \times 10^{-11} \text{ m}$
- ④ $9.1 \times 10^{-11} \text{ m}$
- ⑤ $9.9 \times 10^{-11} \text{ m}$

Ⅲ－6 次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

放射線を受けた物質が吸収して受け取った単位質量当たりのエネルギーの量をアと呼び、その単位はイである。放射線の種類やエネルギーの違いを考慮し、特定の臓器や組織への影響を表す量をウと呼び、アに放射線荷重係数を乗じた値とする。この他に、放射線被ばくによる全身の健康影響を評価するための量として実効線量がある。ウと実効線量の単位はともにエである。

	ア	イ	ウ	エ
①	吸収線量	ベクレル	等価線量	シーベルト
②	等価線量	グレイ	吸収線量	ベクレル
③	吸収線量	シーベルト	等価線量	グレイ
④	等価線量	シーベルト	吸収線量	グレイ
⑤	吸収線量	グレイ	等価線量	シーベルト

Ⅲ－7 磁性に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 強磁性状態の自発磁化は温度上昇とともに減少し、キュリー温度で消失する。
- ② 磁場を加えると磁場と反対方向に磁化される磁性を反磁性という。
- ③ 反強磁性状態が常磁性状態に戻る温度をネール温度という。
- ④ 磁性体に作用する磁場を0にしたときに残る磁化を残留磁化という。
- ⑤ 常磁性体の磁化率は温度とともに増加する。

Ⅲ－8 1500 Kの高温熱源から熱量750 Jを受け取り、外部に仕事を施して、1200 Kの低温熱源に熱量 Q_L を捨てるカルノーサイクルがある。 Q_L に最も近い値はどれか。

- ① 480 J
- ② 540 J
- ③ 600 J
- ④ 660 J
- ⑤ 720 J

Ⅲ－9 NaClの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。

なお、 Na^+ と Cl^- のイオン半径をそれぞれ r_{Na^+} 、 r_{Cl^-} とする。

- ① NaClの単位格子は立方体である。
- ② Na^+ と Cl^- が静電的な引力により結合している結晶である。
- ③ 1つの Na^+ と最も近い位置にある Cl^- の数は4である。
- ④ 隣り合う Na^+ と Cl^- はすべて接している。
- ⑤ ある Na^+ と最も近い位置にある Na^+ とのイオン中心間距離は $\sqrt{2}(r_{\text{Na}^+} + r_{\text{Cl}^-})$ である。

Ⅲ－10 希ガスに関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 希ガスは、空気中に化合物として存在する。
- ② 希ガスの単体は、常温常圧下で気体のものと液体のものがある。
- ③ 希ガスは、原子量の小さいものほど沸点が低く、反応性に富む。
- ④ 希ガスは、低圧下で放電させると特有の色を発する。
- ⑤ 希ガスは、最外殻に8個の電子を配置している。

Ⅲ－11 水に対する溶解度を、100 gの飽和水溶液中に溶存する溶質のグラム数で表すと、硝酸カリウムでは20℃で24.0、60℃で52.2である。60℃の硝酸カリウムの飽和水溶液100 gを20℃まで冷却したとき、析出する硝酸カリウムの結晶の量に最も近い値はどれか。

- ① 15.1 g
- ② 24.0 g
- ③ 28.2 g
- ④ 37.1 g
- ⑤ 59.0 g

Ⅲ-12 次のうち、気体を発生させる反応として最も不適切なものはどれか。

- ① ギ酸に濃硫酸を加えて加熱すると、二酸化炭素を生じる。
- ② 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、塩化水素を生じる。
- ③ 亜鉛に希硫酸を加えると、水素を生じる。
- ④ 二酸化マンガンを濃塩酸を加えて加熱すると、塩素を生じる。
- ⑤ 銅に濃硝酸を加えると、二酸化窒素を生じる。

Ⅲ-13 次のうち、界面活性剤と最も関係が薄いものはどれか。

- 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-14 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 ジエチルエーテルは、揮発性であり引火しやすい。
- ② 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。
- ③ ベンゼンは、揮発性でその蒸気は有毒である。
- ④ ニトロベンゼンの比重は、1より小さい。
- ⑤ アクリル酸は、非常に重合しやすい。

Ⅲ-15 次のうち、蒸留と最も関係が薄いものはどれか。

- ① 平衡定数
- ② 理論段数
- ③ 相対揮発度
- ④ 還流
- ⑤ 充填塔

Ⅲ-16 生体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 生体内反応を触媒する酵素は、すべてタンパク質である。
- ② アミノ酸は、アミノ基と水酸基を両方もつ有機化合物である。
- ③ タンパク質は、アミノ酸分子がペプチド結合でつながった高分子化合物である。
- ④ タンパク質の混合物を相互に分離する手法には、等電点の違いを利用した電気泳動がある。
- ⑤ タンパク質の変性とは、外的要因により高次構造が変化し、その生理活性を失った状態をいう。

Ⅲ-17 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度で起こっている。
- 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 液体に不揮発性溶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-18 電気検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 粘性土地盤は、砂質土地盤より一般的に地層の比抵抗が低い。
- ② 不飽和部分は、一般的に地層の比抵抗が高い。
- ③ 岩盤では、亀裂が多く風化が進んでいるものの方が比抵抗は低い。
- ④ 孔内水に海水が混入していると、地層の比抵抗は著しく高くなる。
- ⑤ 電気検層は裸孔で実施することが基本である。

Ⅲ-19 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 放射能探査は、地球内部から放出される放射能の強度を測定することにより、断層のような地質構造に関する情報を検出する探査法であり、主に γ 線が利用されている。
- ② 地温探査は、地中や地表面の温度を測定し、地温分布に関する現象や資源に関する情報を得る探査法であり、温泉、地熱、地下水などに関連する調査で使われる。
- ③ CSAMT法は、人工送信源から十分に離れた地点で測定した互いに直交する水平電場と水平磁場の関係から、磁化率に関する情報を得る探査法である。
- ④ 地中レーダ法は、地中に電磁波を放射し、誘電率や導電率などの電気特性の異なる地層境界で反射した電磁波を捉えることにより、地下構造や埋設物を探査する方法である。
- ⑤ 重力探査は、地表で重力加速度を測定し、微小な測定値の変化から地下の密度構造を求める探査法であり、この探査法では、測定点の標高の精度が重要となる。

Ⅲ-20 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 同一観測条件での複数の計測データのスタッキングにより、重ね合わせの回数に比例してS/N比を向上させることができる。
- ② 2つの時系列データの周波数毎の類似の程度を表すために、周波数領域における相互相関係数に対応するコヒーレンスが使われている。
- ③ センサーから出力されるアナログ信号をA/D変換する際には、その信号に含まれる最も高い周波数の2倍以上のサンプリング周波数で離散化する必要がある。
- ④ バンドパスフィルタによって、特定の周波数帯域の信号を減衰させることなく通過させ、その外側の周波数帯域の成分を遮断することができる。
- ⑤ 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FFTでは、データ数が2のべき乗の場合に効率的に計算時間を短くできる。

Ⅲ-21 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 表面波探査は、レイリー波の伝播速度がその波長によって異なる分散特性を利用して、地盤のS波速度構造を調べる技術で、探査深度は100 m程度までである。
- ② 屈折法地震探査では、速度が地下深部の地層ほど大きくなる場合でも中間層の層厚が薄い場合にはブラインド層になることがある。
- ③ 浅層反射法では、探査深度と最大のオフセット距離（起振点と受振点の距離）がほぼ同じになるように展開長を設定する。
- ④ 二次元比抵抗探査法は、低比抵抗部の検出能力に優れ、実用的な探査深度は300 m程度である。
- ⑤ 海上音波探査は、海面付近で音波を発生させ、海底や海底下からの反射波を観測する。通常の堆積層では良好な記録が得られるが、固結の進んだ地層や火山岩類ではその上面が音響的基盤となって内部の構造を捉えることが困難になる。

Ⅲ-22 重力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 重力に対する地形の影響は、山地形でも谷地形でも重力を小さくする。
- ② 密度と厚さの様な無限に広がった水平な地層による重力は、その地層の深度が浅いほど大きくなる。
- ③ 重力値は、測定時の月と太陽による引力の影響を受け、その補正が必要である。
- ④ スプリング式の重力計を使用する場合には、そのスプリングの固有の伸びの影響を小さくするために、時間とともに一定の伸びを仮定して閉合誤差を各点に配分する。
- ⑤ 絶対重力値で求められた各測定点の重力値と、その点の緯度から求まる正規重力値との差を求める操作は緯度補正と呼ばれる。

Ⅲ-23 陸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 大気中の水蒸気の全地球平均滞留時間は約8日であり、これは河川水の全地球平均滞留時間よりも短い。
- ② 失水河川とは、河川水が河床から地下水へ浸透して流量が減少している河川あるいはその区間をいう。
- ③ 土壌の含水比とは、土壌試料に含まれる水分重量を、水分重量と乾燥重量の和である土壌試料の全重量で割った値である。
- ④ 浸透能とは、水が地表面にどの程度浸透するかを表すものであり、地表面の浸透能が降雨強度を下回ると Horton 地表流が発生する。
- ⑤ 植物体を通じた水の気化過程である蒸散と、それ以外の水面や裸地土壌面などでの水の気化過程である蒸発を合わせて、蒸発散という。

Ⅲ-24 地球大気に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 地球規模で循環する大気大循環は、赤道付近のモンスーン循環、中高緯度の偏西風ジェット気流や極付近のハドレー循環が重要な構成要素である。
- ② 中間圏では、オゾン層が紫外線を吸収するため高度とともに温度が高くなり、高度約80 kmの中間圏界面で温度は極大となる。
- ③ 地球大気の化学組成は、地表付近から対流圏界面まではほとんど変わらないが、成層圏では酸素原子とヘリウムが主要成分となる。
- ④ 海陸風は、顕著な日変化を伴う局地風系であり、海陸の温度差によって生じ、地表付近では日中は海から陸に向かう海風が吹く。
- ⑤ 地衡風は、気圧傾度力と、北半球では空気塊が動く向きに対して直角左向きに働く転向力とがつり合った状態で、等圧線と直交する方向に吹く理論上の水平風である。

Ⅲ-25 水素及び酸素の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 天然水中に含まれている各種同位体を用いて、土壌水、地下水、河川流出水などの滞留時間の推定が可能である。
- ② 水素及び酸素の同位体の δ 値とは、それぞれの同位体比の標準試料からの千分率偏差であり、標準試料としては標準平均海水などを用いる。
- ③ 2つの酸素同位体比、 $\delta^{18}\text{O}$ 値と $\delta^{17}\text{O}$ 値の間の関係を天水線と呼ぶ。
- ④ 1952年以降の核実験により降水のトリチウム濃度が大きく増加したことを利用して、トリチウム濃度の観測から地下水の涵養年代の推定が可能である。
- ⑤ 降水、河川水、湖沼水、地下水などの δD 値や $\delta^{18}\text{O}$ 値は、水の蒸発-凝縮過程の同位体分別の結果、大きく変動する。

Ⅲ-26 降水のpHに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 通常の降水のpHは大気中の二酸化炭素が溶けこむため、これ以外の酸性化要因がなくても通常25℃でおよそ5.6とやや酸性である。
- ② pHが3.3の降水はおよそ30 $\mu\text{mol/L}$ の水素イオン濃度をもつ。
- ③ 降水のpHが5.0と6.0では前者は後者の10倍の水素イオン濃度をもつ。
- ④ 日本においては、降水のpHの年平均値が5.0よりも低い地点が多い。
- ⑤ 陸上の乾燥地では、土壌粒子中のアルカリ成分や土壌起源のアンモニアにより中和されるため、自然状態の降水のpHは7.0に近いところも多い。

Ⅲ-27 水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 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(SiO_2)濃度が高いことである。
- ② 硫化物に富む河川底質があれば、硫酸カルシウム型の河川水質が形成される。
- ③ 酸素供給が少ない地下水では、わずかな溶存酸素が酸化反応に使われ、河川水に比べ還元的になる。
- ④ 河川によってアルミノケイ酸塩が海洋に供給されると、海洋のpHが下がる。
- ⑤ ケイ藻によってケイ素が放出され、河川水のケイ素濃度が上がることがある。

Ⅲ-28 次のうち、玄武岩の特徴の記述として最も不適切なものはどれか。

- ① 苦鉄質火山岩に分類され、富士火山や伊豆大島を構成する岩石である。
- ② 全岩化学組成の二酸化ケイ素含有量は50重量%程度である。
- ③ 全岩化学組成の鉄やマグネシウムの含有量は流紋岩に含まれるものに比べて少ない。
- ④ 玄武岩マグマの起源の1つとして、上部マントルにおける岩石の部分溶融が挙げられる。
- ⑤ 玄武岩溶岩の粘性は流紋岩溶岩の粘性よりも低く、流紋岩に比べて平らな火山体となりやすい。

Ⅲ-29 土壌の特徴に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① まさ土は、流紋岩が風化した残留土又は崩積土であり、白色を呈するものが多く砂状である。
- ② しらすは、花崗岩類が風化した残留土又は崩積土、及びそれに由来する2次堆積物のことをいう。
- ③ 黄土は、中国大陸に広く分布する海洋堆積物であり、黄砂の原因となっている。
- ④ 火山灰質粘性土は、九州・関東・東北地方の台地や丘陵部に分布しており、レスと呼ばれている。
- ⑤ 泥炭は、ピートとも呼ばれ、植物組織が肉眼で判定できる状態の土をいう。

Ⅲ-30 次のうち、流紋岩、安山岩、玄武岩に共通して含まれる鉱物として最も適切なものはどれか。

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

Ⅲ-31 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 風化残留鉱床は、岩石や地層の風化過程で水にアルミニウム、鉄などの成分が溶出し、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムなどの成分が残留濃縮することによって形成される。
- ② 堆積性鉱床には、地表の湖水や河川水、海水に溶存する成分が、溶解度や酸素フガシティなどの変化によって沈澱してできたものや、上流の岩石から碎屑物として河川水で運ばれてきた粒子が沈降・堆積したものがある。
- ③ 正マグマ鉱床は、マグマ中でケイ酸塩メルトと金属硫化物メルトが液相不混和を起したり、ケイ酸塩メルトの結晶分化作用の過程で金属を含む鉱物が晶出し、集積することによってできる。
- ④ 熱水性鉱床は、地下で形成された熱水溶液中に溶存する元素が、温度、圧力、酸素フガシティ、水素イオン濃度などの変化によって濃縮、沈澱してできる。
- ⑤ 石油鉱床は、常温で液体状の有機物の混合体が、地殻において集まり、さらにそれが地殻中のトラップに大量に濃集することにより形成される。

Ⅲ-32 大陸地殻の平均的厚さを35 km、平均的密度を $2.8 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ とした場合、モホ面における静岩圧として最も適切なものはどれか。ただし、上載荷重のみを考慮し、重力加速度を $9.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ とする。また、間隙流体等の影響はないものとする。

- ① 1 MPa
- ② 10 MPa
- ③ 100 MPa
- ④ 1 GPa
- ⑤ 10 GPa

Ⅲ－33 地質調査においては、調査地点の位置を正しく知ることが非常に重要である。近年は、測位衛星等を用いた位置情報の取得が盛んに行われている。複数の測位衛星が発する時刻情報を含んだ電波信号を同時に受信し、受信機の位置を求めるのが測位・航法システムであるが、測位・航法システム全般の名称（短縮形）として最も適切なものはどれか。

- ① GALILEO
- ② GLONASS
- ③ GNSS
- ④ GPS
- ⑤ QZSS

Ⅲ－34 付加体の特徴に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① メランジュ（混在岩）は、硬質で変形しにくい岩塊状の砂岩などを、剥離性の強い泥質岩などが取り囲むような状態にあるため、斜面において表層崩壊などの問題を生じやすい。
- ② 結晶片岩に特有の剥離性は、沈み込みによるせん断応力などが原因で鉱物が一定方向に配列した片理によるものである。このような力学的異方性を示す岩盤は、しばしば地盤の安定性に影響を与える。
- ③ 膨張性地山として知られる蛇紋岩には、鱗片状で光沢のある剥離面を形成しているものがあり、地すべりを起こしやすい。
- ④ 海溝付近の堆積物にはプレートの圧縮応力で衝上断層ができ、堆積物はこの断層の運動に伴って大陸プレートへ付加されていく。
- ⑤ 沈み込み帯の海溝付近の大陸側斜面ではしばしば海底地すべりが発生し、海山は断裂を生じて海溝へ向かって崩壊していく。

Ⅲ-35 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 埋立地や旧河道
- ② 砂丘・浜堤列間の低地
- ③ 地下水位が高い地盤
- ④ 堆積物の粒度が一定の地盤
- ⑤ N 値が20以上の地盤