

【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 A君がエレベーターの中で体重計に乗っている。エレベーターが静止しているとき、体重計は60.0 kgを示した。エレベーターが0.5 m/s の一定速度で上昇中の時に体重計が示す値として最も適切なものはどれか。

- ① 57.0 kg ② 60.0 kg ③ 63.0 kg ④ 66.0 kg ⑤ 69.0 kg

Ⅲ-2 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 λ と進行速度 v として最も適切なものはどれか。ここで、 A 、 ω 、 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 $\lambda = \frac{2\pi}{k}$, $v = \frac{\omega}{k}$

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

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

Ⅲ－３ 静電場に関する次の記述の、に入る語句と式の組合せとして最も適切なものはどれか。

任意の閉曲面 S 内の総電荷を Q とする。閉曲面上の面要素 dS の場所の電場ベクトル \mathbf{E} の外向き法線成分を E_n とする。 E_n を閉曲面上で積分すると、

$$\int_S E_n dS = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

が成り立つ。ここで ϵ_0 は、真空の誘電率である。この法則を と呼ぶ。

無限に広い平面上に、面密度 σ で電荷が一様に分布している。このとき、平面垂直方向にお互いに逆向きで等しい大きさの電場が、平面をはさんだ2つの空間に生じる。このときの電場の大きさは、によりと求められる。

- | | ア | イ |
|-----------|---|--------------------------------|
| ① ガウスの法則 | | $\frac{ \sigma }{\epsilon_0}$ |
| ② ガウスの法則 | | $\frac{ \sigma }{2\epsilon_0}$ |
| ③ ガウスの法則 | | $\frac{2 \sigma }{\epsilon_0}$ |
| ④ クーロンの法則 | | $\frac{ \sigma }{\epsilon_0}$ |
| ⑤ クーロンの法則 | | $\frac{ \sigma }{2\epsilon_0}$ |

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)、光度：カンデラ (cd) 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、誤っているものはどれか。

- ① 周波数の単位ヘルツ (Hz) は s^{-1} 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 エネルギーの単位ジュール (J) は $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$ である。
- ⑤ 電圧の単位ボルト (V) は $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$ である。

Ⅲ－５ 静止しているA君から、B君が振動数440 Hzの音叉を鳴らしながら、速さ4 m/s で遠ざかっている。A君が聞く音の振動数に最も近い値はどれか。ただし、音速は340 m/s であるとする。

- ① 430 Hz ② 435 Hz ③ 440 Hz ④ 445 Hz ⑤ 450 Hz

Ⅲ－６ 弾性体に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。

一様な太さの棒状の弾性体が、その軸方向に引張り力（あるいは圧縮力）を受けるとき、軸方向のひずみと応力が比例するという法則を と呼び、その比例係数を と呼ぶ。また、このとき生ずる軸方向のひずみに対して、軸方向と直交する方向のひずみの大きさの比を と呼ぶ。

- | | ア | イ | ウ |
|---|----------|------|-------|
| ① | フックの法則 | ヤング率 | ポアソン比 |
| ② | ストークスの法則 | ヤング率 | レイリー比 |
| ③ | ストークスの法則 | 剛性率 | レイリー比 |
| ④ | フックの法則 | ヤング率 | レイリー比 |
| ⑤ | フックの法則 | 剛性率 | ポアソン比 |

Ⅲ-7 粒子のド・ブロイ波長を考える。次のうち、同じ速さを持つ場合、ド・ブロイ波長が長い順番に正しく並べてあるものはどれか。

- ① 陽子 - アルファ粒子 - 電子
- ② アルファ粒子 - 陽子 - 電子
- ③ 電子 - アルファ粒子 - 陽子
- ④ 陽子 - 電子 - アルファ粒子
- ⑤ 電子 - 陽子 - アルファ粒子

Ⅲ-8 温度 T_H の高温熱源から熱量 Q_H を受け取り、外部に仕事 W を施して、温度 T_L の低温熱源に熱量 Q_L を捨てる熱機関 C がある。この熱機関に関する次の記述の、 に入る語句と数式の組合せとして最も適切なものはどれか。なお、 Q_H, Q_L, W, T_H, T_L はすべて正の値とする。

熱機関の効率 η は $\eta = \frac{W}{Q_H}$ で与えられる。熱機関 C の効率 η の上限は、 ア により、

イ で与えられる。

- | <u>ア</u> | <u>イ</u> |
|------------|-------------------------------|
| ① カルノーの原理 | $\frac{T_H - T_L}{T_H + T_L}$ |
| ② フェルマーの原理 | $\frac{T_H - T_L}{T_H + T_L}$ |
| ③ カルノーの原理 | $\frac{T_H}{T_H + T_L}$ |
| ④ フェルマーの原理 | $\frac{T_H - T_L}{T_H}$ |
| ⑤ カルノーの原理 | $\frac{T_H - T_L}{T_H}$ |

Ⅲ－9 理想気体，理想溶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 圧力が高くなると，液体（1成分）の沸点は上昇する。
- ② 熱の出入りがない状態で気体を膨張させると，温度が低下する。
- ③ 定温，定圧では2種の気体の混合は自発的に進行する。
- ④ 気体を加熱して温度を上昇させるとき，体積が一定の場合は，圧力が一定の場合よりも多くの熱を必要とする。
- ⑤ 溶液と平衡にある気体中の成分Aの蒸気圧は，溶液中の成分Aのモル分率に比例する。

Ⅲ－10 地殻における元素の存在度の大小関係として，最も不適切なものはどれか。

- ① 酸素 > ケイ素
- ② ケイ素 > チタン
- ③ アルミニウム > 銅
- ④ 塩素 > カリウム
- ⑤ チタン > マンガン

Ⅲ－11 次の各変化のうち，元の物質が還元されているものはどれか。

- ① $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$
- ② $\text{NaCl} \rightarrow \text{NaOH}$
- ③ $2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2$
- ④ $\text{Mg} \rightarrow \text{MgCl}_2$
- ⑤ $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}$

Ⅲ－12 白金を極板に用いて硫酸銅（Ⅱ）水溶液に5.36 Aの電流を流し続けたところ，陰極に銅が1.27 g析出した。流した電流は，すべて電気分解に使われたものとする。電流を流した時間に最も近いものはどれか。ただし，ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ ，銅の原子量を63.5とする。

- ① 2分
- ② 6分
- ③ 10分
- ④ 12分
- ⑤ 20分

Ⅲ-13 次のうち、金属イオンの反応として最も適切なものはどれか。

- ① 塩化バリウム水溶液に硫酸ナトリウム水溶液を加えたところ、黒色沈殿を生じた。
- ② 硝酸銀水溶液に塩酸を加えたところ白色沈殿を生じたが、これを日光に当てたところ溶解した。
- ③ 亜鉛イオンを含む酸性溶液に硫化水素を通したところ、白色沈殿を生じた。
- ④ 塩化亜鉛水溶液に少量のアンモニア水を加えたところ白色の沈殿を生じたが、多量に加えたところ沈殿は溶解した。
- ⑤ 鉄片を濃硝酸に入れたところ、鉄片は水素が発生して溶解した。

Ⅲ-14 石油化学工業に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ナフサは、石油の蒸留の際に、沸点が軽油より高い留分として得られる。
- ② エチレンは、ナフサの熱分解で主に製造される。
- ③ エチレンの酸化でエチレンオキシドが得られる。
- ④ 1,3-ブタジエンは、合成ゴムの原料として利用されている。
- ⑤ p-キシレンの酸化などで製造されるテレフタル酸は、ポリエチレンテレフタレート (PET) の原料となる。

Ⅲ-15 次のうち、混合物の成分分離に最も不適切な方法はどれか。

- ① 核磁気共鳴法 ② 質量分析法 ③ 遠心分離法
- ④ 電気泳動法 ⑤ 高速液体クロマトグラフィー

Ⅲ-16 次のうち、高分子の分子量測定の方法として、最も適切なものはどれか。

- ① 編み目構造をもつポリスチレンゲルなどを用いて、溶液をゲル濾過 (GPC) する。
分子量の小さい分子は編み目の内部まで浸透し、大きい分子は内部に浸透せず初期に溶離する。分子の溶離されてくる時間を測定する。
- ② アルカリ水溶液を用いて中和滴定を行う。見かけの解離定数 K_a 、解離指数 pK_a から、Henderson-Hasselbach式を用いて解離度 α を算出する。pHと片対数グラフの傾きから求めることができる。
- ③ いくつかの濃度の溶液を用意する。溶媒分子を自由に通すが高分子を通さない半透膜で仕切られた容器の両側に溶液及び溶媒を入れ、液面差から浸透圧を測定する。溶液濃度と浸透圧の状態方程式から、分子量が算出できる。
- ④ 比容 (1/比重) の温度依存性を求め、比容-温度曲線を描くと屈曲点が見られる。その温度はガラス転移点 T_g といい、ミクロブラウン運動の制約状態を把握することができる。これは分子量に関係する物理量となる。
- ⑤ ポリペプチドなど不斉炭素をもつ分子の場合には光学活性を生じ、旋光性をもつ。左右円偏光の吸光度に差があると楕円偏光となる。左右円偏光に対する吸光係数の差を円偏光二色性という。

Ⅲ-17 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。

二置換ベンゼンである *o*-ニトロトルエンは、置換基が ア と イ である。ベンゼンから *o*-ニトロトルエンを合成するためには、ア を先に導入した ウ を作り、その後 イ を導入しなくてはならない。それは ア がオルト-パラ配向性置換基、イ がメタ配向性置換基だからである。イ をベンゼンに導入すると エ という化合物になる。

	ア	イ	ウ	エ
①	ニトロ基	メチル基	ニトロベンゼン	トルエン
②	カルボキシル基	ニトロ基	安息香酸	ニトロベンゼン
③	ニトロ基	アミノ基	ニトロベンゼン	アニリン
④	メチル基	ニトロ基	トルエン	ニトロベンゼン
⑤	ヒドロキシ基	ニトロ基	フェノール	ニトロベンゼン

Ⅲ-18 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 粘土鉱物は岩石の風化・変質で生じたものである。
- ② 土壌環境では炭素は主として有機物として分布している。
- ③ 土壌のB層の色は鉄化合物の種類によって変化し、酸化的环境下では、淡青色を示す。これに対して還元的な環境では赤褐色から黄褐色を帯びることが多い。
- ④ 湛水によって水田土の下層では溶存酸素が消費されて還元的な状態となり、土壌粒子中の鉄、マンガンが2価イオンとなって溶出する。
- ⑤ 土壌中の陽イオン交換反応は、1) 吸着基の総数は一定、2) 吸着体及びそれに接する溶液は電氣的に中性に保たなければならない、という制約条件下で生じる吸着反応である。

Ⅲ-19 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、PEAT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-20 次のうち、断層と最も関係が薄いものはどれか。

- ① 鏡肌 ② 破碎岩 ③ 条線
- ④ プルアパート構造 ⑤ ダイアピール

Ⅲ-21 次のうち、褶曲と最も関係が薄いものはどれか。

- ① キンクバンド ② 背斜 ③ ヒンジ線
- ④ プランジ角 ⑤ ラコリス

Ⅲ-22 次のうち、重鉱物（比重2.85以上）に分類されないものはどれか。

- ① 黒雲母 ② カンラン石 ③ 石英 ④ 普通輝石 ⑤ 磁鉄鉱

Ⅲ-23 偏光顕微鏡による鉱物の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 石英は無色透明であり、多色性を示さない。
② カリ長石の屈折率は石英より低い。
③ 斜長石は累帯構造を示すことが多い。
④ 黒雲母では、へき開が2方向にみられる。
⑤ 普通角閃石は直消光しない。

Ⅲ-24 天然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 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 斑岩銅鉱床は花崗閃緑斑岩などの岩株状浅所貫入岩体に関する熱水鉱床である。
③ オイルシェールはケロジェンを多量に含む粗粒な堆積岩の総称である。
④ メタンハイドレートは海底など特定の温度・圧力条件下で存在するシャーベット状のガス水和物である。
⑤ ボーキサイトは主にアルミニウムの水酸化物からなるアルミニウムの鉱石である。

Ⅲ-25 火山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 灼熱した火山弾やスコリアを上空数百mの高さに間欠的に噴き上げる噴火をストロンボリ式噴火という。
② 火砕流は高温の水蒸気などの火山ガスと火山灰、軽石、岩片などの混合物が、高速度で山体を流れ下る現象である。
③ ハワイ式噴火では、粘性の小さい流紋岩質溶岩が噴水のように噴き上げ、溶岩流が流下する。
④ マグマ水蒸気爆発とは、マグマが地下水や海水と接触することによって急激に発泡して、爆発的な噴火を引き起こすことである。
⑤ 粘性の高い安山岩～デイサイト質溶岩はあまり遠くまで流れず、急傾斜の溶岩円頂丘をつくる。

Ⅲ-26 次のうち、島弧火山活動と直接関係のない用語はどれか。

- ① マントルウェッジ ② 背弧 ③ 火山前線
- ④ 沈み込み帯 ⑤ 中央海嶺

Ⅲ-27 次のうち、U-Pb法を用いた放射年代測定に最も適した鉱物はどれか。

- ① 黒雲母 ② ジルコン ③ 白雲母 ④ 海緑石 ⑤ カリ長石

Ⅲ-28 土壌や岩石中に含まれる水の量の表示方法について、含水比を表す最も適切なものはどれか。ただし、土壌や岩石試料の質量を M 、体積を V 、試料に含まれている水の質量を M_w 、同じく水の体積を V_w 、 $110 \pm 5^\circ\text{C}$ 炉乾燥後の試料質量を M_s 、試料の間隙体積を V_ϕ とする。

- ① $M_w/M \times 100$
- ② $M_w/M_s \times 100$
- ③ $M_w/V \times 100$
- ④ $V_w/V \times 100$
- ⑤ $V_w/V_\phi \times 100$

Ⅲ-29 地表水と地下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 飽和地表流とは、降雨強度が浸透能を超過することにより、浸透しきれない水が斜面上を流下して発生する地表流である。
- ② 透水量係数とは、帯水層全体の透水性を表現する値であり、透水係数と帯水層の厚さの積で表せる。
- ③ 透水係数とは、水で飽和した土壌や岩石の透水性を表す値であるが、媒体固有の物性値ではない。
- ④ 得水河川とは、流下するにつれて地下水の涵養を受けて、流量が増加する河流及びその区間である。
- ⑤ 絶対間隙率とは、土壌や岩石の固体部分以外の間隙部分の体積と全体積の比で表され、有効間隙率とは区別される。

Ⅲ－30 地下水揚水による地盤沈下は、揚水によって地下水位が低下したところで生じるためその影響は広範囲にわたり、一般に広域地盤沈下と呼ばれている。この広域地盤沈下に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 広域地盤沈下は、住宅等の建造物の浮き上がり、道路の波打ち、埋設物の破損等の直接的な被害を及ぼす。
- ② 広域地盤沈下の主な原因は、過剰な地下水汲み上げによって、その帯水層だけでなく、それに接する粘土層の地下水位も低下し、地盤内の土粒子骨格に作用する応力が増加するために生じる圧密・収縮に起因している。
- ③ 広域地盤沈下に大きな影響を与える水位変動は、地下水揚水に伴って変動する不圧地下水水位である。
- ④ 広域地盤沈下は、低平地において排水機能の低下による浸水や冠水などの二次的な被害が生じる危険性を増大させている。
- ⑤ 帯水層が複数存在して地下水位が異なる場合には、対象となる帯水層の深度ごとに観測井を設ける必要がある。

Ⅲ－31 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 我が国では降水量が多く河川が急流であるため、水の循環速度が大きいこと、また蒸発濃縮が少ないため、大陸の河川に比べて一般に成分濃度が小さい。
- ② 陸水に石灰岩が溶解すると弱アルカリ性になり、カルシウムイオンの濃度が増大し、炭酸カルシウム型の水質となる。
- ③ 蒸発が活発な湖沼や乾燥地を通過した河川水、河口付近の河川水は、高濃度の塩を含み、海水の組成に近くなる傾向にある。
- ④ 陸水における水素と酸素の同位体比の間には、おおむね反比例関係があり、陸水の多くが海水に由来することを示す。
- ⑤ 酸性河川の酸性水の起源として、火山起源の硫酸・塩酸、硫酸や硝酸を含む酸性の降雨、鉱山排水などが挙げられる。

Ⅲ－32 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 屈折法地震探査の前提として、地下の速度は深部ほど高いと仮定している。
- ② 一般には、同一調査地域内の同一岩種であれば、地下浅部の速度の違いは、風化や変質の程度、き裂の多少などの違いを反映している。
- ③ 土質地盤では、縦波（P波）速度は地下水の有無によって左右されない。
- ④ 縦波（P波）の速度は、常に横波（S波）の速度より大きい。
- ⑤ 解析には、初動走時のみを使用する。

Ⅲ－33 物理探査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 重力探査は、重力を測定し、その分布状況から地下の密度構造を推定する手法である。
- ② 単一のボーリング孔を利用して、弾性波速度の深さ方向の分布を求める手法を速度検層という。
- ③ 屈折法地震探査は、地下の速度の異なる層境界で屈折して戻ってきた屈折波を測定し、地下の速度構造を解析する方法である。
- ④ 屈折法地震探査では、地下深部ほど速度が大きい場合、各速度層の速度比が大きいほど速度分割が行いやすく、層厚を決定する精度が高い。
- ⑤ 浅層反射法地震探査の手法は、急峻な地形や地表面が凹凸に富むところに適用される。

Ⅲ－34 電気探査比抵抗法において、電流電極2つとは別に電位電極を2つ使うことが多い。この理由として最も適切なものはどれか。

- ① 電磁カップリングを小さくできる。
- ② 測定電圧が大きくできる。
- ③ 接地抵抗の影響を軽減できる。
- ④ 地形の影響が無視できる。
- ⑤ 探査深度を大きくできる。

Ⅲ-35 電磁探査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 MT法は、自然電磁場の変動を利用するもので、人工送信源は不要であり、低い周波数の電磁場を使えるので探査深度が大きい。
- ② CSAMT法は、人工送信源を使うMT法であり、送受信機間の距離によらず、周波数を下げれば探査深度を大きくできる。
- ③ TDEM法は、送信電流を遮断してからの過渡応答を測定し、送受信機間の距離によらず探査深度を大きくできる。
- ④ スリングラム法は、小型の送受信コイルを用いた電磁探査法で、浅部の比抵抗構造を迅速に測定できる。
- ⑤ VLF法は、20 kHz付近の電磁場を利用し、浅部の比抵抗構造や断裂系の探査が迅速に行えるが、送信源の方向に注意する必要がある。