

【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 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  $45^\circ$  を超えたとき物体は滑り出した。板の傾角が  $30^\circ$  のときに物体を上向きに動かし始めるために必要な力に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 72 N    ② 98 N    ③ 170 N    ④ 196 N    ⑤ 268 N

Ⅲ-2 地球を半径  $R$  の完全な球体とみなす。地球表面近傍での重力加速度を  $g$  とする。地表からわずかに上空の点から水平方向、すなわち地球の接線方向に初速度  $v_0$  で質量  $m$  の物体を発射する。空気抵抗は無視できるものとする。このとき、この物体が地表に落下しないために必要な  $v_0$  の最小値として、最も適切なものはどれか。

- ①  $\sqrt{gR}$     ②  $2\pi\sqrt{gR}$     ③  $\frac{\sqrt{gR}}{2\pi}$     ④  $m\sqrt{gR}$     ⑤  $\frac{\sqrt{gR}}{m}$

Ⅲ-3 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  $E$ 、電束密度を  $D$ 、磁場の強さを  $H$ 、磁束密度を  $B$ 、真電荷密度を  $\rho$ 、伝導電流密度を  $i$  とする。

- ① 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。  
 ②  $\text{rot}E = -\partial B / \partial t$  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法則を表す。  
 ③  $\text{div}B = 0$  は、磁気単極子の存在を反映している。  
 ④ アンペール - マクスウェルの法則を表す方程式  $\text{rot}H = i + \partial D / \partial t$  において、 $\partial D / \partial t$  は変位電流密度を表す。  
 ⑤ 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。

Ⅲ－４ 誘電体や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 コンデンサーの静電容量の単位にはファラド (F) が用いられる。
- ② 絶縁体を電場の中に置くと、電気双極子モーメントをもつようになることを強誘電性という。
- ③ 誘電体に交流電場を加えるとき、電気エネルギーの一部が熱として失われることを誘電損失という。
- ④ 固定金属電極と可動電極からなるコンデンサーで、たがいに向き合っている部分の電極の面積を変化させると静電容量が変化する。
- ⑤ コンデンサーに用いられる誘電体の例として、酸化アルミニウムや酸化タンタルがある。

Ⅲ－５ 焦点距離15cmの凸レンズ $L_1$ の前方6cmに物体を置き、さらに凸レンズ $L_2$ を $L_1$ の後方20cmに置くと、 $L_2$ の後方60cmに像ができた。 $L_2$ の焦点距離に最も近い値はどれか。

- ① 9 cm    ② 18 cm    ③ 20 cm    ④ 21 cm    ⑤ 26 cm

Ⅲ－６ SI基本単位の定義に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 時間の単位は秒であり、セシウム133原子の超微細構造遷移に対応する放射の周期によって定義されている。
- ② 長さの単位はメートルであり、光が決められた時間に真空中を伝わる行程の長さによって定義されている。
- ③ 質量の単位はキログラムであり、国際キログラム原器の質量によって定義されている。
- ④ 熱力学温度の単位はケルビンであり、水の凝固点を基準として定義されている。
- ⑤ 物質の単位はモルであり、0.012キログラムの炭素12の中に存在する原子の数に等しい要素粒子を含む系の物質と定義されている。

Ⅲ－7 面心立方格子の純金属において最隣接原子間距離を  $d$  とするとき、その格子定数として、最も適切なものはどれか。

- ①  $d$     ②  $\sqrt{2}d$     ③  $\frac{d}{\sqrt{2}}$     ④  $\frac{2d}{\sqrt{3}}$     ⑤  $\sqrt{3}d$

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

イ  で与えられる。

- |            | ア | イ                             |
|------------|---|-------------------------------|
| 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 次の記述の、に入る数値として、最も近い値はどれか。

半減期 8 日の放射性核種は、30 日で崩壊により元の量の  倍の量にまで減る。

- ① 0.20    ② 0.15    ③ 0.07    ④ 0.05    ⑤ 0.03

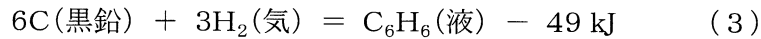
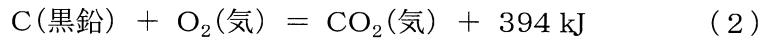
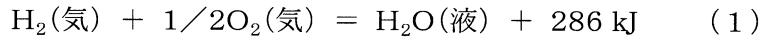
Ⅲ－10 同位体に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 同位体とは、斜方硫黄，単斜硫黄，ゴム状硫黄のように同じ元素からできていて性質の異なる単体をいう。
- ② 同位体とは，原子番号が同じで質量数が異なる原子核をもつ原子どうしをいう。
- ③ 同位体とは，陽子数と中性子数の和が等しい原子核をもつ原子どうしをいう。
- ④ 同位体とは，元素の周期表でアルカリ金属のように同じ族に属する元素群をいう。
- ⑤ 同位体とは，アルカンと呼ばれる鎖式飽和炭化水素のように性質がよく似た一群の有機化合物のことをいう。

Ⅲ－11 ハロゲンとその化合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 フッ素，塩素，臭素，ヨウ素の単体はすべて二原子分子で，有毒である。
- ② 常温で，フッ素，塩素は気体，臭素は液体，ヨウ素は固体である。
- ③ フッ素は水と激しく反応するが，ヨウ素は水に溶けにくい。
- ④ ハロゲンの酸化作用の強さは，フッ素 > 塩素 > 臭素 > ヨウ素の順である。
- ⑤ フッ化水素酸，塩酸，臭化水素酸，ヨウ化水素酸はすべて強酸である。

Ⅲ-12 ベンゼン 1 molが完全燃焼したときの燃焼熱に最も近い値はどれか。ただし、以下に示す熱化学方程式を用いて計算せよ。



- ① 900 kJ    ② 1,700 kJ    ③ 2,500 kJ    ④ 3,300 kJ    ⑤ 4,100 kJ

Ⅲ-13 カルシウムの化合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 炭酸カルシウムは、塩酸と反応して二酸化炭素を発生する。
- ② 炭酸カルシウムは、二酸化炭素を含む水には溶解しないが、純水にはよく溶解する。
- ③ カルシウムイオンを含む水酸アパタイトは、骨や歯の無機質の主成分となっている。
- ④ 半水セッコウ ( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ ) は、水と混練すると水和して硬化するため、建材などに用いられる。
- ⑤ 塩化カルシウムは、潮解性があり、吸湿材に用いられる。

Ⅲ-14 炭素だけでできた物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 ダイヤモンドは、炭素原子が正四面体状につきつぎと重なり強く結合していて、全鉱物中で最も硬い。
- ② ダイヤモンドは、炭素原子がすべて共有結合でつながった結晶で、電気をよく通す。
- ③ グラファイト（黒鉛）は、炭素原子が正六角形をつくって平面状に配列している。平面と平面の結合は弱いのはがれやすい。
- ④ カーボンナノチューブは、炭素原子の正六角形要素の配列が単層あるいは多層の同軸管状になったナノメートルサイズの物質である。
- ⑤ カーボンナノチューブは、その直径や炭素原子の配列のしかたによって、電気の通しやすさが変わる。

Ⅲ-15 炭素，水素，酸素だけからなる芳香族炭化水素69mgを完全に燃焼したところ，二酸化炭素が154mg，水が27mg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 トルエン
- ② フェノール
- ③ 安息香酸
- ④ テレフタル酸
- ⑤ サリチル酸

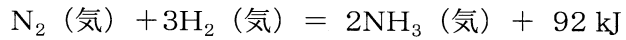
Ⅲ-16 成分分離に関する次の方法のうち，最も不適切な方法はどれか。

- 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-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 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。
- ② 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。
- ③ ポリ乳酸は，生分解性である。
- ④ ポリ塩化ビニルは，熱硬化性である。
- ⑤ ポリエチレンテレフタレートは，熱可塑性である。

Ⅲ－18 窒素と水素を反応させてアンモニアを生成する反応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、この反応の熱化学方程式は以下に示すものとする。



- ① アンモニアが生成する反応は、発熱反応である。
- ② 窒素、水素、アンモニアが平衡状態にあるとき、体積と温度を一定に保ち、さらに窒素を加えるとアンモニアが生成する反応が進む。
- ③ 窒素、水素、アンモニアが平衡状態にあるとき、触媒を加えるとアンモニアが生成する反応が進む。
- ④ 鉄を触媒に用いたアンモニアの工業的な生産方法は、ハーバー・ボッシュ法と呼ばれている。
- ⑤ 平衡移動の原理では、低温、高圧のほうがアンモニアの生成に有利である。

Ⅲ－19 電気・電磁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 NMO補正
- ② 表皮効果
- ③ ニアフィールド効果
- ④ IP効果
- ⑤ シューマン共振

Ⅲ－20 物理探査における計測データ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 空間フィルタは、通常、空間領域で定義される2次元フィルタであり、エッジ、平滑化、差分などの処理に使われている。
- ② 時系列データの移動平均は、注目する点を中心に平均を行う操作であり、その時系列に含まれる周期的なノイズを除去するために使われる。
- ③ インパルス応答は、単位インパルス入力に対するシステムの応答関数であり、線形システムの場合には、インパルス応答の重ね合わせによって任意の時間的変化を持つ入力に対する応答を求めることができる。
- ④ 低域通過フィルタは、特定の周波数よりも高い周波数成分を減衰させ、これより低い周波数成分を減衰させないフィルタである。
- ⑤ サンプリング定理は、1周期当たり2サンプルに満たないサンプリング間隔でサンプリングした信号は、元のデータを再構成することができないという定理である。

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 地震探査において、水平2層構造の反射波の走時は、放物線で近似される。
- ② 弾性波速度が深度とともに次第に増加する場合に、走時曲線が曲線となるミラージ構造が現れることがある。
- ③ 屈折法弾性波探査では、通常は弾性波の到達する初動の時間を読み取って解析を行う。
- ④ 微動アレイ探査は、波浪などの自然現象や交通振動などの人間活動により引き起こされた地面の微小な振動を観測して、地下のS波速度構造を推定する探査手法である。
- ⑤ 表面波探査では、地盤の表面付近を伝わる表面波を観測して、深度20m程度までのS波速度分布を求める。



Ⅲ-22 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 自然電位法は、地下に鉱体がある場合に地表の電位は周囲より高くなることを利用して、鉱山調査に用いられる。
- ② 比抵抗法垂直探査は、電気探査比抵抗法の一つで、電極間隔を広げながら測定を行うことで測点下の各地層の比抵抗を求める手法である。
- ③ AMT法は、自然の磁場と地電流の測定から、地下深部の比抵抗構造を求める電磁探査法である。
- ④ 弾性波トモグラフィは、対象とする領域の周囲に起振点と受振点を配置して、弾性波伝播特性を画像化する探査法である。
- ⑤ ダウンホール法は、地表で起こした振動をボーリング孔内で受振し、弾性波の初動到達時間から地盤の弾性波速度を求める速度検層法である。

Ⅲ-23 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 電気探査ウェンナー法の見掛け比抵抗  $\rho_a$  は、電極間隔を  $a$ 、測定された電圧とそのときの電流をそれぞれ  $V$ 、 $I$  とすると、以下の式で示される。

$$\rho_a = 2\pi a \frac{V}{I}$$

- ② アーチーの式は、有効孔隙率の大きい岩石に対して求められた実験式で、一般に粘土鉱物を含む含水岩石の比抵抗はアーチーの式から求められる値よりも低くなる。
- ③ CSAMT法で求められる見掛け比抵抗  $\rho_a$  は、直交する電場  $E_x$  と磁場  $H_y$  に対して、角周波数  $\omega$ 、真空の誘電率を  $\mu$  として、以下の式で示される。

$$\rho_a = \frac{1}{\omega \mu} \left| \frac{E_x}{H_y} \right|^2$$

- ④ TEM法は、ループ送信源のほかに、両端を接地した電流源を使用して、地熱や石油などの深部探査にも利用される。
- ⑤ VLF法は、3～30kHzの電磁波を利用し、断層・破碎帯の調査などに利用される。測定装置は小型軽量であるが、潜水艦の通信用の電磁波を利用するために、送信源の位置や周波数、発信時間などをコントロールできない。

Ⅲ-24 土の状態を表す諸量に関する次の記述のうち、に入る数式の組合せとして、最も適切なものはどれか。

土は、固相、液相、気相の三相により成り立っており、一般的には、それぞれ土粒子、水、空気である。ある土の試料において、土粒子の体積を $V_s$ 、水の体積を $V_w$ 、空気の体積を $V_a$ 、試料の全体積を $V_s + V_w + V_a$ とすると、この土の試料の間隙率(%)はA, 体積含水率(%)はBと表せる。

- | A  | B  |
|--|--|
| ① $\frac{V_w + V_a}{V_s + V_w + V_a} \times 100$ | $\frac{V_w}{V_s} \times 100$             |
| ② $\frac{V_w + V_a}{V_s + V_w + V_a} \times 100$ | $\frac{V_w}{V_w + V_a} \times 100$       |
| ③ $\frac{V_w + V_a}{V_s + V_w + V_a} \times 100$ | $\frac{V_w}{V_s + V_w + V_a} \times 100$ |
| ④ $\frac{V_w + V_a}{V_s} \times 100$             | $\frac{V_w}{V_w + V_a} \times 100$       |
| ⑤ $\frac{V_w + V_a}{V_s} \times 100$             | $\frac{V_w}{V_s + V_w + V_a} \times 100$ |

Ⅲ-25 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 単位底面積の大気柱に含まれる水蒸気の総量のことを可降水量というが、日降水量が可降水量を上まわることは普通にある。
- ② 帯水層の透水量係数は、帯水層の水理特性を判断する指標であり、帯水層の比貯留率と帯水層の厚さの積で表すことができる。
- ③ 降水過程において、氷晶過程が関与した雨のことを冷たい雨というが、中緯度の降雨のほとんどは冷たい雨に該当する。
- ④ 不飽和帯中に粘土層などの透水性の著しく小さい地層が存在していると、その上に不圧地下水の一種である宙水が形成される場合がある。
- ⑤ 全地球規模の水循環において、海洋では年間の総蒸発量が総降水量を上まわり、陸域では年間の総降水量が総蒸発散量を上まわる。

Ⅲ-26 地球表面が1秒間に受ける太陽放射エネルギーの総量として、最も近い値はどれか。ただし、大気による反射や吸収は無視できるとして、地球は半径が6370kmの球とみなし、太陽定数は $1.368 \times 10^3 \text{ W/m}^2$ とする。

- ①  $1.74 \times 10^{17} \text{ W}$
- ②  $3.49 \times 10^{17} \text{ W}$
- ③  $6.97 \times 10^{17} \text{ W}$
- ④  $1.39 \times 10^{18} \text{ W}$
- ⑤  $2.79 \times 10^{18} \text{ W}$

Ⅲ-27 地球の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 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低かったと考えられる。
- ② 現在の地球大気において最大の温室効果を及ぼしているのは二酸化炭素であり、次いで、水蒸気である。
- ③ メタンは、酸化的環境においてメタン生成菌によって生産される。
- ④ 初期地球における岩石の風化による大気中の二酸化炭素除去作用は現在でも重要であり、光合成、有機物分解、呼吸作用によって長期にわたりバランスしている。
- ⑤ 大気中の炭素の全量は、海洋中の炭素の全量の半分程度である。

Ⅲ-28 火山ガスは個々の火山により多様性を有するが、次のうち火山ガスの主要な成分として、最も不適切なものはどれか。

- ①  $\text{H}_2\text{O}$
- ②  $\text{CO}_2$
- ③  $\text{SO}_2$
- ④  $\text{H}_2\text{S}$
- ⑤  $\text{CH}_4$

Ⅲ-29 地球上における溶岩・火山砕屑物の噴出率 ( $\text{km}^3/\text{年}$ ) が、最も多い地域は次のうちどれか。

- ① マリアナ・アンデスのような島弧・陸弧
- ② 東アフリカ地溝帯のような大陸の地溝帯
- ③ 日本海のような縁海
- ④ 大洋の中央海嶺のような海嶺軸
- ⑤ ハワイのような海山・火山島

Ⅲ-30 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、花崗岩質層と玄武岩質層とからなる大陸地殻の部分と、玄武岩質層からなる海洋地殻の部分に分けられる。
- ③ 地殻の厚さは大陸地域で30～40km、深海では海水を除くと10km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チッチ不連続面という。

Ⅲ-31 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の浅所貫入岩体に関係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－32 白亜紀を対象とした地質試料から年代を測定するための測定方法として次のうち、最も不適切なものはどれか。

- ①  $^{14}\text{C}$ 法
- ② K－Ar法
- ③ U－Pb法
- ④ Rb－Sr法
- ⑤ フィッション・トラック法

Ⅲ－33 液状化の検討に関する次の語句のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 平板載荷試験
- ② 動的変形特性試験
- ③ PS検層
- ④ 繰返しせん断力
- ⑤ 乱さない試料採取

Ⅲ－34 地層の堆積環境及び層序調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 海成の地層は分布が広く、例えば、堆積盆地内での地層を対比する場合の鍵層（基準層）となる。
- ② 堆積環境調査は、地層に含まれる微化石を利用するもので、珪藻、有孔虫、放散虫や貝形虫などの化石が使われる。
- ③ 花粉化石は、淡水成層のみに含まれ、氷期、間氷期の気候変化による陸上植生の構成変化を反映していることから、地層を識別・対比するのに使われる。
- ④ 火山灰層は、地層の層序・年代区分の指標であり、地層の対比には同一火山灰層の発見が一番確かな決め手となる。
- ⑤ 古地磁気調査は、定方位の試料により行われる。

Ⅲ－35 火山噴火に伴う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 大型のプリニー式噴火の噴煙柱は20～40kmもの高さに達し、大量の火山灰は地球を周回し日射を妨げて、世界の気温を下げることもある。
- ② 火口から放出される気体の大部分は、人体に有害な酸性ガスである。
- ③ 高温の火山ガスと多量の火山灰・軽石などの火砕物とが混然一体となって流動状態となり高速度で運動するのが火砕流である。
- ④ 噴出した高温の火砕物が、雪や氷河の融水とあるいは溢れ出た火口湖の水と一体になり、土石流のような流れとなって高速で流下するのが火山泥流である。
- ⑤ 火山島・海底火山の爆発的噴火や、大規模な岩屑なだれが海に突入すると、津波が発生することがある。