

【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 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－2 $10\ \Omega$ の抵抗と $5\ \Omega$ の抵抗を並列につないだ場合の合成抵抗の値として，最も適切なものはどれか。

- ① 約 $0.2\ \Omega$ ② 約 $1.5\ \Omega$ ③ 約 $3.3\ \Omega$ ④ 約 $7.5\ \Omega$ ⑤ 約 $15\ \Omega$

Ⅲ－3 体積 V で一様な密度 α を持つ物体を流れのない水中に完全に浸す。この物体は変形しないものとする。水の密度を β ，重力加速度を g とする。この物体は重力と浮力を受けるが，浮力の大きさとして最も適切なものはどれか。

- ① αVg ② βVg ③ $|\alpha - \beta|Vg$ ④ $(\alpha + \beta)Vg$ ⑤ $\alpha\beta Vg$

Ⅲ－４ 一様な電界 E 内で -2 C の電荷を点 P から点 Q までゆっくり移動させるのに 80 J の仕事を要した。 E の方向は $\overrightarrow{PQ}$ の方向と一致している。また、2点 P, Q 間の距離は 0.1 m である。2点 P, Q の電位差 (ア) と E の大きさ (イ) の組合せとして、単位も含めて最も適切なものはどれか。

	(ア)	(イ)
①	160 V	$320\text{ V}\cdot\text{C}$
②	160 V	1600 V/m
③	40 V	$80\text{ V}\cdot\text{C}$
④	40 V	400 V/m
⑤	8 V	$16\text{ V}\cdot\text{C}$

Ⅲ－５ 金属の電気抵抗に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 一般に、金属の電気抵抗を室温 (300 K) と 100 K で比べたとき、室温の電気抵抗の方が大きい。
- ② 一般に、金属の残留抵抗は、不純物や格子欠陥の量が多いほど大きい。
- ③ 太さが一定で一様な金属導線の抵抗は、導線の長さに比例する。
- ④ 太さが一定で一様な金属導線を通る電流は、導線両端の電位差に比例する。
- ⑤ 一般に、室温での金属の電気抵抗率は $10^2 \sim 10^4\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$ 程度である。

Ⅲ－６ 温度 25°C 、 100 g の水の入ったビーカーに、 80°C 、 100 g の金属の球を入れる。

ビーカーには熱は移らず、また外界にも逃げていかないものとする。十分時間が経つと、水及び金属全体の温度はいくらになるか。ただし、水の比熱を $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、金属の比熱を $0.42\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。

- ① 約 30°C ② 約 40°C ③ 約 50°C ④ 約 60°C ⑤ 約 70°C

Ⅲ－７ 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。

凸レンズの焦点のアに物体を置くと、レンズを挟んで反対側後方のスクリーンに物体と相似な像ができる。この像をイという。1枚のレンズでできたイの光軸からの方向は、物体とウになる。凸レンズで物体を拡大して見るときは、物体を焦点よりもレンズにエ位置に置く。このとき、見える像をオという。

- | | ア | イ | ウ | エ | オ |
|---|----|----|----|----|----|
| ① | 外側 | 虚像 | 同じ | 遠い | 実像 |
| ② | 外側 | 実像 | 反対 | 近い | 虚像 |
| ③ | 内側 | 虚像 | 反対 | 遠い | 実像 |
| ④ | 内側 | 実像 | 同じ | 遠い | 虚像 |
| ⑤ | 直上 | 実像 | 反対 | 近い | 虚像 |

Ⅲ－８ 熱力学の法則に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 温度が一定のとき、一定質量の気体の体積は、圧力に比例する。
- ② 圧力が一定のとき、一定質量の気体の体積は、絶対温度に比例する。
- ③ 系に外部から与えられた熱量と、系になされた仕事の和は、系の状態量である内部エネルギーの増加分に等しい。
- ④ エネルギーの変換においては、それに関係したすべてのエネルギーの和が一定に保たれる。
- ⑤ 熱は、高温の物体から低温の物体へ移動し、自然に低温の物体から高温の物体へ移動することはない。

Ⅲ－9 次の記述の、に入る数値として最も適切なものはどれか。

半減期30年の放射性核種は、90年間で崩壊により元の量のの量にまで減る。

- ① $\frac{1}{6}$ ② $\frac{1}{8}$ ③ $\frac{1}{9}$ ④ $\frac{1}{16}$ ⑤ $\frac{1}{18}$

Ⅲ－10 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 純水では1モル当たりのギブズ自由エネルギーが、1気圧、100℃で液相と気相とで等しく、また、1気圧、0℃で液相と固相とで等しい。
- ② 一成分系の状態図で、気相、液相、固相が平衡にある点を三重点という。また、高温・高圧で気相と液相が区別できなくなる点を臨界点といい、臨界温度以上の気体はどれだけ圧力を加えても液化しない。
- ③ 理想気体とは、分子間の相互作用がない気体である。標準状態においては、二酸化炭素の方が、窒素より理想気体からのずれが小さい。
- ④ 気体を加熱して一定温度上昇させるとき、圧力が一定の場合は、体積が一定の場合よりも多くの熱を必要とする。その差は気体が外界に対してなす仕事の大きさの違いによる。
- ⑤ 低温・低圧の条件では、氷が液相を経ずに、直接、水蒸気に昇華することがある。

Ⅲ－11 水素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 水素結合は極性の強い水素化合物に多く見られる。
- ② CH_4 は極性が強い分子であるため水素結合が生じる。
- ③ H_2O の沸点が H_2S の沸点より高いのは、水素結合による強い分子間の結合があるためである。
- ④ フッ素は電気陰性度が大きいので、その水素化合物は隣り合った分子間で静電的な引力により水素結合を生じる。
- ⑤ 水素結合は同種の分子の間だけでなく、異なった分子間でも生じる。

Ⅲ－12 アルミニウムに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① アルミニウムは希硫酸や希塩酸などの酸とは反応するが、水酸化アルカリのような塩基とは反応しない。
- ② アルミニウムは濃硝酸とは表面に酸化膜をつくり、不動態となるので溶けない。
- ③ ジュラルミンはアルミニウムを主成分とする合金である。
- ④ 硫酸アルミニウムと硫酸カリウムの混合水溶液を濃縮するとミョウバンが得られる。
- ⑤ アルミニウムはボーキサイトからアルミナを抽出し氷晶石を混ぜ、融解塩電解で得る。

Ⅲ－13 鉛蓄電池は、希硫酸に鉛と酸化鉛(Ⅳ) PbO_2 を極板として浸したものである。いま、質量パーセント濃度30%の希硫酸1000 gを電解液とする鉛蓄電池に100 Aの電流を965秒間流した。使用後の鉛蓄電池の硫酸の濃度として最も適切なものはどれか。ただし、ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ ，原子量を $\text{H} = 1$ ， $\text{O} = 16$ ， $\text{S} = 32$ ， $\text{Pb} = 207$ とする。

- ① 11% ② 16% ③ 20% ④ 22% ⑤ 25%

Ⅲ－14 ある純金属の結晶構造は、体心立方格子で、格子定数は0.29 nmである。また、原子量は52である。この金属の密度 $[\text{g}/\text{cm}^3]$ として最も適切なものはどれか。ただし、アボガドロ数を 6.0×10^{23} とする。

- ① 3.6 ② 7.1 ③ 7.9 ④ 10.1 ⑤ 12.3

Ⅲ－15 塩化ナトリウムの生成熱はいくらか。

ただし、固体ナトリウムの昇華熱：108 kJ/mol，塩素の解離熱：243 kJ/mol，塩素の電子親和力：354 kJ/mol，ナトリウムのイオン化エネルギー：502 kJ/mol，塩化ナトリウムの格子エネルギー：788 kJ/mol とする。

- ① -289 kJ/mol ② -411 kJ/mol ③ -471 kJ/mol
④ -597 kJ/mol ⑤ -1166 kJ/mol

Ⅲ-16 以下のⅠ～Ⅳに示す手順で①～⑤の陽イオンを含む混合水溶液の分析を行った。

手順Ⅰ：塩酸を滴下し沈殿をろ別

手順Ⅲ：Ⅱのろ液中へアンモニア水を滴下し，生成した沈殿をろ別

- ① Na^+ ② Ag^+ ③ Cu^{2+} ④ Zn^{2+} ⑤ Fe^{3+}

- ① アルカンの炭素数が4個以上になると、構造異性体が存在する。
- ② OH^- , Cl^- , H_2O , H^+ のうち、求核剤は H^+ である。
- ③ 芳香族に電子を供与する官能基を付加したものは、求電子置換反応の速度が増加する。
- ④ カルボン酸 ($\text{R}-\text{COOH}$; R はアルキル基) やフェノール ($\text{Ph}-\text{OH}$; Ph はフェニル基) はアルコール ($\text{R}'-\text{OH}$; R' はアルキル基) よりも酸性が強い。
- ⑤ 2, 4-ジメチルヘキサン ($\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$) は不斉炭素を持つ。

- ① 帯水層 ② EOR (Enhanced Oil Recovery)
- ③ モノエタノールアミン吸収法 ④ 界面活性剤
- ⑤ 膜分離

Ⅲ－19 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 重力探査において、地表における重力の値は、地下に分布する岩石・岩盤の密度の大きさや分布する深度及び形状を反映している。
- ② 屈折法地震探査の利点としては「適用対象分野が広い」「地表から探査が行える」「測定は最も観測しやすいP波の初動を対象としている」などが挙げられる。
- ③ 孔井内速度測定方式の1つにダウンホール法がある。
- ④ 密度検層はガンマ線を使ったセンサーでボーリング孔周辺地盤の深度方向の密度分布を求める物理検層である。
- ⑤ 速度検層で測定されるP波速度は、一般に含水比によって変化しない。

Ⅲ－20 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 反射法地震探査では、探査深度の2倍程度の最大オフセット距離（起振点と受振点との最大距離）を設定する必要がある。
- ② 反射法地震探査では、地層境界や弾性波速度境界で反射して地表に戻ってきた反射波を用いており、弾性波の波長の1/4よりも層厚の薄い地層の検出が難しい。
- ③ 反射法地震探査では、CMP編集されたデータからNMO補正に用いる最適な重合速度を求める速度解析が行われる。
- ④ 屈折法地震探査では、地層の速度が深部ほど順次大きくなる場合でも、中間層の層厚が小さいとブラインド層となり、屈折波が初動として現れない。
- ⑤ 屈折法地震探査のデータ解析では、特別な場合を除いて全走時（トータルタイム）や原点走時が一致していることを確認しなければならない。

Ⅲ－21 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、重ね合わせ数の平方根に比例してS/N比を向上させることができる。
- ② 地震探査などでは、ランダムノイズを低減するために、1つの観測点に複数個のセンサーを設置して、それらの出力信号を結合した結果をその地点の計測データとする群設置法が用いられている。
- 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サンプリング周波数で離散化する必要がある。
- ④ 交流電源に起因する誘導雑音を除去するためには、特定の周波数のみを遮断するノッチフィルタが用いられている。
- ⑤ 計測データのインバージョンでは、観測値を支配する物理現象を表す物理モデルの理論値と観測値の差異から非線形最小自乗法などの最適化手法によって物理モデルを最適化することが多い。

Ⅲ－22 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 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岩石や孔隙水の比抵抗が低い場合に適用される。
- ② 電気探査における電磁カップリングは、送信電線、受信電線などの電気回路が、電磁誘導現象で互いの回路に影響を及ぼす効果で、IP法電気探査では誤差要因になる。
- ③ CSAMT法では、ニアフィールド効果は送受信機間隔が小さくなって平面波近似が成り立たないときに生じ、低比抵抗の基盤で現れやすい。
- ④ VLF探査法は、潜水艦の交信に使われている3～30 kHzのVLF帯の電磁波を使う簡便な電磁探査技術で、VLF-EM法とVLF-MT法に大別される。
- ⑤ 時間領域電磁探査法（TEM法）は、大地の応答を時間の関数として測定する電磁探査法で、1次磁場の存在しない状態で測定でき、スタティックシフトが生じにくい。

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 電気探査比抵抗法では、直流若しくは低い周波数の交替直流を地盤に流すことによって生じる電場の測定から大地の比抵抗分布を推定することができる。
- ② 電磁検層はボーリング孔内の発信コイルに交流電流を流し、生じた誘導電流が作る2次磁界を受信コイルで受けて地層の比抵抗を測定する。低比抵抗層での測定精度が優れている。
- ③ 電磁探査では、人工的若しくは自然界の磁場変動によって地盤に誘導された磁場や電磁場を観測し、大地の比抵抗分布を推定することができ、短時間で広範囲を効率的に測定することができる。
- ④ 比抵抗は、単位断面積を通る電流に対する単位長さ当たりの電気抵抗で、単位は $\Omega \cdot \text{m}^3$ である。
- ⑤ 比抵抗トモグラフィは、地表・ボーリング孔・坑道などを使って探査する領域を取り囲むように電極を設置して行う比抵抗測定で、2次元あるいは3次元的な比抵抗分布を求める。

Ⅲ－24 陸水に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 帯水層は、不飽和の地層と地下水で飽和した地層のことであり、不圧帯水層と自由地水面を持つ被圧帯水層に分けられる。
- ② 地下水の水質は、地下水の起源となる降水や地表水の水質、地下水が含まれている地層の種類や環境条件などの影響を受ける。
- ③ 地下水の全水頭は、位置水頭と圧力水頭の差であり、任意の2地点の全水頭値の差を両者の距離で割った値を水頭拡散率と呼ぶ。
- ④ 体積含水率は、多孔質媒体の全間隙体積中に占める間隙水体積の割合を百分率で表したものであり、飽和状態の体積含水率は間隙比に等しい。
- ⑤ 基底流量は、低水期や渇水期を除いた時期における河川流量のことであり、都市では直接流出の減少により基底流量は増加する。

Ⅲ－25 地球上の水の存在形態と量に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地球上の水の総量は、約14億 km^3 と見積もられている。
- ② 地球上の水の総量のうち、海水は約97%を占める。
- ③ 陸水の量のうち、雪氷は約70%を占める。
- ④ 湖沼水の量は、地下水の量よりも少ない。
- ⑤ 河川水の量は、大気中の水蒸気の数よりも多い。

Ⅲ－26 地球の熱収支に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 地球に入射した太陽放射の約31%は、雲と大気による反射や散乱、及び地表などによる反射によって宇宙空間に逃げる。
- ② 太陽が放射するエネルギーは電磁波として宇宙空間を伝わり地球に達するが、その約半分はガンマ線やエックス線である。
- ③ 地球は太陽のまわりを約365日の周期で楕円軌道を描いて公転しており、太陽からの距離の変化が地球に四季の変化を起こしている。
- ④ 地球大気の下端において、太陽に垂直な1 m^2 の面が1秒間に受ける太陽放射のエネルギーを太陽定数と呼ぶ。
- ⑤ 地球によって吸収される太陽エネルギーの緯度による違いは少ないが、地球放射により出ていく熱量は高緯度帯のほうが低緯度帯よりも大きい。

Ⅲ－27 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 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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、現在の濃度に減少したのは、岩石及び土壌中の鉱物の風化と生物の光合成の作用である。
- ⑤ 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。

Ⅲ－28 次のうち、花崗岩を構成する鉱物として最も一般的でないものはどれか。

- ① 黒雲母 ② 石英 ③ カリ長石 ④ かんらん石 ⑤ 斜長石

Ⅲ－29 黒鉱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 黒鉱鉱床は、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、重晶石のほかテトラヘドライト、黄鉄鉱などを伴う緻密塊状の黒色鉱石を伴う鉱床である。
- ② 黒鉱鉱床は、一般には、火山性塊状硫化物鉱床のうち、珪長質海底火山活動に伴う鉱床である。
- ③ 黒鉱鉱床は、日本では大部分がグリーンタフ地域に産し、生成時代も中新世西黒沢期に限られ、東北日本内帯の秋田県北部に特に密集する。
- ④ 黒鉱鉱床は、火成岩体の周辺で温度上昇の結果起こる再結晶作用によって形成される鉱床である。
- ⑤ 黒鉱鉱床は、キプロス型鉱床などと比べてPb、Znに富むのが特徴である。

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 地殻とマントルの境界はモホロビッチ不連続面という。

Ⅲ－31 次の年代測定法のうち、2万年前の貝化石の年代を決定するのに最も適切なものはどれか。

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

Ⅲ－32 我が国の内陸地震（地殻内地震）に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① プレート境界で発生する。
- ② 最大級のものでマグニチュード7を超えることはない。
- ③ 地殻の厚い内陸で発生するため、震源の深さは20 kmより深い場合がほとんどである。
- ④ 震央は陸上に位置する。
- ⑤ 1つの活断層が大地震を起こすのは、最も活発な活断層でもおよそ1,000年に1回程度である。

Ⅲ－33 地すべりに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 斜面を構成する物質が重力の影響で斜面下方へ移動する現象を総称してマスマーブメントと呼ぶ。地すべりは崩壊、土石流、落石等と並んでマスマーブメントの一種である。
- ② 地すべりは地質構造的に、背斜構造、流れ盤構造、ドーム構造、キャップロック構造などの部分では発生しにくい。
- ③ 地すべりの最上部にあらわれる崖を滑落崖という。その勾配は滑落崖を形成する地質の性質によって異なるが、その平面形は馬蹄形を呈することが多い。
- ④ 泥岩地域などの地すべりはごく緩慢な滑動が長期間続き、雨季や融雪期に比較的大きな変動量を示すことが多い。
- ⑤ 応急的な地すべり対策工として、滑落崖や開口亀裂をビニールシートで被覆して地表水の浸透を防止する、横ボーリングを掘削して速やかに地下水を排水するなどの工法がとられる。また、押え盛土も採用される場合が多い。

Ⅲ－34 次の試験のうち、地盤の強度特性との関係性が最も薄いものはどれか。

- ① 圧密試験（室内土質試験） ② 力学試験（一軸・三軸試験など）
- ③ 標準貫入試験 ④ ベーンせん断試験
- ⑤ スウェーデン式サウンディング試験

Ⅲ－35 断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 断層は変位成分によって、正断層、逆断層、横ずれ断層などに分類することができる。
- ② 震源断層とは、地震に伴い地表にあらわれた部分の断層のことをいう。
- ③ 活断層とは、第四紀更新世以降から現在にかけて反復再活動した断層で、近い将来に再活動する可能性がある断層である。
- ④ 断層面には鏡肌や条線などの特徴的な構造が見られることが多い。
- ⑤ 断層面の周辺には、断層ガウジや破碎岩又はカタクレーサイトといった断層岩が形成されることが多い。

【正解と解説】

●問題Ⅲ-1

正解は①

地表すれすれを地表に落下することなく等速円運動で周回する最小速度（第一宇宙速度）は、遠心力と万有引力（重力）のつり合い式 $m(v_0^2/R) = mg$ より、 $v_0 = \sqrt{gR}$ と求められる。

●問題Ⅲ-2

正解は③

10Ω と 5Ω の抵抗を並列接続したときの合成抵抗 R は、 $1/R = 1/10 + 1/5 = 3/10$ より、 $R = 10/3 \approx 3.33\Omega$ となる。

●問題Ⅲ-3

正解は②

アルキメデスの原理により、水中の物体が受ける浮力の大きさは、物体が排除した流体（水）の重力に等しい。排除した水の質量は密度 β と体積 V の積 βV であり、重力加速度 g を乗じた βVg となる。

●問題Ⅲ-4

正解は④

電荷 $q = -2C$ を電界に抗して外力がゆっくり移動させた仕事 $W = 80J$ より、電位差の大きさは $V = W/|q| = 80/2 = 40V$ である。一様な電界 E の大きさは、電位差を極板間距離 $d = 0.1m$ で除して $E = V/d = 40/0.1 = 400V/m$ となる。

●問題Ⅲ-5

正解は⑤

金属の室温における電気抵抗率は、一般に $10^{-8} \sim 10^{-6} \Omega \cdot m$ ($10^{-6} \sim 10^{-4} \Omega \cdot cm$) 程度である。 $10^2 \sim 10^4 \Omega \cdot cm$ とする記述は半導体や絶縁体に近い値であり誤りである。

●問題Ⅲ-6

正解は①

熱平衡後の温度を $T [^\circ C]$ とすると、水が得た熱量と金属球が失った熱量は等しい。 $100 \times 4.2 \times (T - 25) = 100 \times 0.42 \times (80 - T)$ より、 $10(T - 25) = 80 - T$ 、 $11T = 330$ となり、 $T = 30^\circ C$ と算出される。

●問題Ⅲ-7

正解は②

凸レンズの焦点の「外側」（ア）に物体を置くと反対側に倒立の「実像」（イ）が生じ、像の光軸からの向きは物体と「反対」（ウ）になる。拡大鏡として使う際は焦点をレンズに「近い」（エ）位置（焦点の内側）に置くことで正立の「虚像」（オ）を観察する。

●問題Ⅲ-8

正解は①

ボイルの法則により、温度が一定のとき、一定質量の気体の体積は圧力に「反比例」する。圧力に比例するとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-9

正解は②

半減期が30年の放射性核種は、90年間（半減期の3倍の期間）で $(1/2)^3 = 1/8$ に減少する。

●問題Ⅲ-10

正解は③

二酸化炭素 (CO_2) は窒素 (N_2) に比べて分子量が大きく分子間引力も強いいため、標準状態において理想気体からのずれは二酸化炭素の方が大きい。二酸化炭素の方がずれが小さいとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-11

正解は②

メタン(CH₄)は正四面体構造を持つ無極性分子であり、炭素と水素の電気陰性度差も小さいため、分子間に水素結合を形成しない。極性が強く水素結合が生じる記述は誤りである。

●問題Ⅲ-12

正解は①

アルミニウムは両性金属であり、酸だけでなく水酸化ナトリウムなどの強塩基(水酸化アルカリ)水溶液とも容易に反応し、水素を発生してテトラヒドロキシドアルミン酸塩を生じて溶解する。

●問題Ⅲ-13

正解は④

通電した電気量は $100\text{A} \times 965\text{s} = 96,500\text{C} = 1.00\text{mol}$ の電子に相当する。鉛蓄電池の放電反応 $(\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O})$ より、 1.00mol の電子の通過で H_2SO_4 が 1.00mol (98g) 消費され、 H_2O が 1.00mol (18g) 生成する。残存 H_2SO_4 は $300 - 98 = 202\text{g}$ 、電解液全量は $1000 - 98 + 18 = 920\text{g}$ となり、濃度は $202/920 \times 100 \div 22.0\%$ である。

●問題Ⅲ-14

正解は②

体心立方格子(BCC)の単位格子中の原子数は2個である。単位格子の体積は $(0.29 \times 10^{-7})^3 \div 2.44 \times 10^{-23}\text{cm}^3$ 、格子内の質量は $(2 \times 52)/(6.0 \times 10^{23}) \div 1.73 \times 10^{-22}\text{g}$ となり、密度は $1.73 \times 10^{-22} \div (2.44 \times 10^{-23}) \div 7.1\text{g/cm}^3$ となる。

●問題Ⅲ-15

正解は②

ボルン・ハーバーサイクルより、生成熱Qは 格子エネルギー(788) + 電子親和力(354) - 昇華熱(108) - 解離熱の半分(121.5) - イオン化エネルギー(502) = 410.5kJ/mol の発熱となり、生成エンタルピー表記では -411kJ/mol である。

●問題Ⅲ-16

正解は④

手順Iで Ag^+ が AgCl として沈殿、手順II(酸性下の硫化物沈殿)で Cu^{2+} が CuS として沈殿、手順III(弱塩基性下の水酸化物沈殿)で Fe^{3+} が $\text{Fe}(\text{OH})_3$ として沈殿する。手順IV(塩基性下の硫化物沈殿)で沈殿・ろ別されるのは Zn^{2+} (ZnS) である。

●問題Ⅲ-17

正解は②

求核剤は非共有電子対を持ち電子不足な原子に電子対を提供する化学種である。 OH^- 、 Cl^- 、 H_2O は求核剤であるが、 H^+ は電子を持たず空軌道を持つ求電子剤であるため、求核剤とする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-18

正解は④

CCS(二酸化炭素の回収・貯留)では、化学吸収法(アミン類)や膜分離等による CO_2 の分離回収、帯水層貯留や石油増進回収(EOR)への圧入が行われる。界面活性剤は直接的な関係が最も薄い。

●問題Ⅲ-19

正解は⑤

地盤中の弾性波速度(P波速度)は含水状態に強く依存し、特に未固結土層では間隙が水で飽和するとP波速度が乾燥時の数百m/sから水中の音速(約1,500m/s)近くまで急激に上昇する。変化しないとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-20

正解は①

反射法地震探査における最大オフセット距離(起振点と受振点の間隔)は、通常は目的と

する探査深度と同程度（1倍程度）に設定される。探査深度の2倍程度とする必要はない。

●問題Ⅲ-21

正解は③

サンプリング定理により、アナログ信号を離散化（デジタル化）する際には、信号に含まれる最高周波数の「2倍以上」のサンプリング周波数で標本化しなければエイリアシング（折り返し雑音）が発生する。

●問題Ⅲ-22

正解は③

CSAMT法のニアフィールド効果は、送受信間距離が表皮深度に比べて短く平面波近似が崩れる現象であり、地下が高比抵抗で表皮深度が大きい場合に発生しやすい。低比抵抗の基盤で現れやすいとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-23

正解は④

比抵抗（電気抵抗率）は物質固有の電氣的性質を示す物理量であり、単位は「 $\Omega \cdot m$ 」である。 $\Omega \cdot m^3$ とする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-24

正解は②

地下水の水質は、起源となる降水・地表水の成分、涵養・流動過程で接触する帯水層の構成岩石・地層の鉱物組成や化学反応、酸化還元状態等の環境条件に強く影響される。

●問題Ⅲ-25

正解は⑤

地球上の水資源量において、河川水量は約2,000km³程度であるのに対し、大気中の水蒸気量は約13,000km³程度であり、大気中の水蒸気量の方が河川水よりはるかに多い。

●問題Ⅲ-26

正解は①

地球に入射する太陽放射エネルギーのうち、雲や大気粒子による散乱・反射および地表面による反射を合わせた約31%が宇宙空間へ反射される（地球のアルベドは約0.31）。

●問題Ⅲ-27

正解は④

原始地球大気の主成分であった高濃度の二酸化炭素は、海洋形成後のケイ酸塩鉱物の風化に伴う炭酸塩（石灰岩等）としての沈殿固定や、光合成生物による有機炭素固定によって現在の大気濃度まで減少した。

●問題Ⅲ-28

正解は④

花崗岩は石英、斜長石、アルカリ長石、黒雲母、角閃石等から構成される珪長質の火成岩（深成岩）である。かんらん石は玄武岩や斑れい岩、かんらん岩などの苦鉄質・超苦鉄質岩を特徴づける鉱物である。

●問題Ⅲ-29

正解は④

黒鉱鉱床は、中新世の海底酸性火山活動に伴う熱水噴出により形成された海底火山性塊状硫化物（VMS）鉱床である。熱による再結晶作用（接触変成作用）によって形成された鉱床ではない。

●問題Ⅲ-30

正解は④

海洋地殻は中央海嶺（発散型境界）におけるマントル上昇・マグマ固結によって形成され、プレート運動により運ばれて海溝（沈み込み帯）からマントル内へ沈み込む。海溝で形成されるとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-31

正解は④

^{14}C （放射性炭素）の半減期は約5,730年であり、数百年から約5万年前までの貝化石や木片などの有機物試料の年代決定に最も適している。

●問題Ⅲ-32

正解は⑤

活断層による内陸地殻内地震の活動間隔（再来周期）は、日本で最も活動度が高いA級活断層（平均変位速度1m/千年）であっても約1,000年に1回程度であり、一般には数千年から数万年に1回である。

●問題Ⅲ-33

正解は②

地すべりは地質構造に強く支配され、地層の傾斜方向と斜面勾配が一致する「流れ盤構造」や背斜翼部、キャップロック構造などの境界部において極めて発生しやすい。発生しにくいとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-34

正解は①

圧密試験は主に粘性土の圧縮性、沈下量および圧密速度（体積変化特性）を評価する室内土質試験であり、地盤のせん断強度特性を求める他の力学試験やサウンディング試験に比べて強度特性との関係性が最も薄い。

●問題Ⅲ-35

正解は②

震源断層は、地震時に地下深部で断層破壊やすべりを生じさせた断層面そのものを指す。地震に伴って地表面に出現した断層変位は「地表地震断層（地震断層）」と呼ぶ。