

【17】応用理学部門

10時30分～12時30分

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 金属材料の力学的性質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。

金属丸棒の軸方向に引張応力を加えると軸方向に正のひずみ（軸ひずみ ε_a ）が生じる。ひずみが小さい場合、除荷するとひずみは0となり、負荷時の応力とひずみは比例関係にある。この時の比例定数を A，この性質を Bという。また、半径方向のひずみ（横ひずみ ε_r ）は負となり、横ひずみと軸ひずみとの比率（ $-\varepsilon_r / \varepsilon_a$ ）を Cという。多くの金属材料では、 Cは0.1～0.45であるから、引張荷重により丸棒の体積は Dする。

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
①	剛性率	線形弾性	ヤング率	減少
②	ヤング率	線形塑性	剛性率	増加
③	ヤング率	線形弾性	ポワソン比	減少
④	ヤング率	線形塑性	ポワソン比	減少
⑤	ヤング率	線形弾性	ポワソン比	増加

Ⅲ－2 長さ2.0mのひもの先端につけた質量5.0kgの錘（おもり）が振り子運動している（単振り子）。ひもの長さは一定で、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、錘の振り子運動の周期として最も近い値はどれか。ただし、重力加速度を $9.8\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ とする。

- ① 2.8秒 ② 3.3秒 ③ 4.0秒 ④ 6.6秒 ⑤ 12.2秒

Ⅲ－３ 真空中に置かれた極板間距離 d の平行平板コンデンサーに帯電量 Q を与えたところ、極板間に引力 F_0 が生じた。次に極板間を $5d$ に広げ比誘電率 5 の誘電体で満たしたところ、極板間の引力は F となった。 Q が変化しない場合、 F と F_0 の関係として最も適切なものはどれか。

- ① $F = \frac{1}{25} F_0$ ② $F = \frac{1}{5} F_0$ ③ $F = F_0$ ④ $F = 5F_0$ ⑤ $F = 25F_0$

Ⅲ－４ コイルや磁性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 自己インダクタンス L のコイル、電気容量 C のコンデンサー、抵抗 R を直列につない

だ回路の共振周波数は、 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ である。

- ② ソレノイド（導線を一定の割合で円筒形に巻いた長いコイル）の内部に生じる磁束密度は、円筒軸方向の単位長さ当たりの巻き数 n に比例する。

- ③ 変圧器（トランス）の 1 次コイル（巻き数 N_1 ）に最大電圧 E_1 の交流を通した時、誘導により 2 次コイル（巻き数 N_2 ）に現れる交流電圧の最大値 E_2 は、 $E_2 = (N_1 / N_2) E_1$ となる。

- ④ 物質を磁場中におくと、物質に磁気双極子モーメントが誘起されることを磁化といい、生じる磁化が小さい物質のうち、磁化が磁場と同じ向きになるものを常磁性体という。

- ⑤ コイルのコア材には強磁性体がよく使われ、例として鉄、ニッケル、コバルトなどの金属が挙げられる。

Ⅲ－５ 同じ振動数の音を出している 2 つのスピーカーが 2.4m 離れて同一平面上におかれている。スピーカー面（2 つのスピーカーを含む鉛直面）から 4.0m のところで、これらのスピーカーのちょうど中央の地点に立つと極大の音が聞こえた。スピーカー面から 4.0m の距離を保ったままスピーカー面に平行に歩くと、ちょうど一方のスピーカーの真正面にきたときに極小になった。音の振動数として、最も近い値はどれか。ただし、スピーカーは耳の高さに置かれており、音速を $340\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ とする。

- ① 160Hz ② 210Hz ③ 260Hz ④ 320Hz ⑤ 400Hz

Ⅲ－6 相転移に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 固体の融解や液体の気化は第1種相転移（1次相転移）である。
- ② 第1種相転移の転移点で、エントロピーは不連続である。
- ③ 第2種相転移（2次相転移）の転移点で、比熱は温度に対して連続となる。
- ④ 鉄などの強磁性体がある転移点（キュリー温度）で常磁性に変わるのは、第2種相転移である。
- ⑤ 相転移温度（融点や沸点）以下に冷却しても、液体や気体に転移が起こらず元の相を保っている状態を過冷却という。

Ⅲ－7 次のうち、光電磁場と電子励起との相互作用に基づいた技術として、最も不適切なものはどれか。

- ① 太陽電池
- ② 発光ダイオード（LED）
- ③ 半導体レーザー
- ④ 超伝導（超電導）
- ⑤ 有機エレクトロルミネセンス（有機EL）

Ⅲ－8 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、金属の残留抵抗は、不純物や格子欠陥の量が多いほど大きい。
- ② 太さが一定で様な金属導線の抵抗 R は、導線の長さ L に比例する。
- ③ 一般に、金属の電気抵抗を -195°C と 0°C とで比べたとき、 0°C の電気抵抗の方が大きい。
- ④ 一般に、室温での金属の電気抵抗率（比抵抗） ρ は、 $1 \sim 10^2 \Omega \cdot \text{m}$ 程度である。
- ⑤ 太さが一定で様な金属導線を通る定常電流 I は、導線両端の電位差 V に比例する。

Ⅲ－9 電磁波に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① γ 線は、原子核、素粒子のエネルギー準位間の遷移や素粒子の対消滅、対生成などによって放出・吸収される。
- ② 赤外線、可視光線、紫外線の順で、波長は短くなる。
- ③ 特性X線のエネルギーは元素固有のもので、通常は連続スペクトルを示す。
- ④ マイクロ波は波長約1 m以下の電波で、高周波加熱、レーダーなどにも用いられる。
- ⑤ 電波法における電波（ラジオ波）は、周波数が3 THz以下の電磁波である。

Ⅲ－10 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 カーボンナノチューブは、炭素六角網面（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直径がナノメートルサイズの物質である。
- ② 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。
- 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ではがれやすい。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

Ⅲ－11 炭素、水素、酸素だけからなる化合物92mgを完全に燃焼したところ、二酸化炭素が176mg、水が108mg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 アクリル酸
- ② アセトアルデヒド
- ③ アセトン
- ④ エタノール
- ⑤ 酢酸

Ⅲ－12 周期表の元素に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ニオブの原子番号はガリウムの原子番号より大きい。
- ② プロメチウムの原子番号はジスプロシウムの原子番号より小さい。
- ③ ホウ素の原子番号はリンの原子番号より小さい。
- ④ ヨウ素の原子番号はクリプトンの原子番号より大きい。
- ⑤ レニウムの原子番号はタンタルの原子番号より小さい。

Ⅲ－13 次の単位からSI基本単位への換算として、最も不適切なものはどれか。

- ① $1\text{ C (クーロン)} = 1\text{ A s}$
- ② $1\text{ J (ジュール)} = 1\text{ kg m}^2\text{ s}^{-2}$
- ③ $1\text{ Pa (パスカル)} = 1\text{ kg m}^{-1}\text{ s}^{-2}$
- ④ $1\text{ St (ストークス)} = 10^{-4}\text{ m}^2\text{ s}^{-1}$
- ⑤ $1\text{ }\Omega\text{ (オーム)} = 1\text{ m}^2\text{ kg s}^{-3}\text{ A}^{-1}$

Ⅲ－14 メタンに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① メタンは大気圧下では零下100℃でも液化しない。
- ② メタン分子内の単結合は、炭素原子の2p軌道と炭素原子の2s軌道の混成軌道で説明される。
- ③ メタンは水に不溶である。
- ④ メタンは天然ガスの主成分であり、重要な燃料の1つである。
- ⑤ メタンの代表的な配座には、ねじれ型配座と重なり型配座がある。

Ⅲ－15 有機分子の分析手法に関する以下の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 核磁気共鳴 (NMR) スペクトルは、サンプル中のスピンを持った原子核とラジオ波の共鳴を利用した測定法である。
- ② 赤外スペクトルでは、有機分子内の結合の伸縮運動に起因する吸収のみを測定できる。
- ③ 紫外可視スペクトルは、分子内の電子遷移を検出できる。
- ④ 紫外可視スペクトルでの吸収の強さは、化合物の分子構造に固有のモル吸光度と関係する。
- ⑤ 赤外スペクトルでは、同じ官能基の吸収帯は分子構造が多少違っててもよく似た領域に現れる。

Ⅲ－16 純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 変形しない閉じた容器内に水を密閉し加熱し続けると、温度上昇とともに気相の密度は上昇するが、液相の密度と一致することはない。
- ② ファン・デル・ワールスの状態方程式は、気体分子間の相互作用を考慮している。
- ③ ギブズエネルギーは定圧条件での自由エネルギーである。
- ④ 相図上で気体、液体、固体が全部同時に平衡状態で共存する点を三重点という。
- ⑤ 平衡状態にある液体と気体の化学ポテンシャルは等しい。

Ⅲ－17 定温定圧で起こる分子Aが分子Bに変化する可逆な化学反応 $A \rightleftharpoons B$ について、反応ギブズエネルギーと分子A、分子Bそれぞれの標準生成ギブズエネルギ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 反応温度が一定であれば、分子Aと分子Bの濃度比が変化しても、反応ギブズエネルギーの値は変化しない。
- ② 反応ギブズエネルギーが負であれば、 $A \rightarrow B$ の正反応は自発的に進行する。
- ③ 反応の平衡定数は分子Aと分子Bの標準生成ギブズエネルギーを用いて求めることができる。
- ④ 反応ギブズエネルギーは、分子Aと分子Bそれぞれの標準生成ギブズエネルギーと関係がある。
- ⑤ 可逆な反応が平衡状態であれば、反応ギブズエネルギーは0である。

Ⅲ－18 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 アルゴンは窒素、酸素、二酸化炭素に次いで、現在の乾燥大気中に多く存在する気体である。
- ② メタンは還元的環境下において生成される温室効果ガスであり、近年濃度が増加している。
- ③ 窒素は大気の中で化学的に極めて安定であり、世界中でほとんど同じ濃度を持つ。
- ④ 酸素は原始大気にはほとんど含まれず、地質学的時間をかけて濃度が大きく増加した気体である。
- ⑤ 大気中の二酸化炭素濃度は、生物の光合成と呼吸活動の影響を受けて規則的な季節変動を示す。

Ⅲ－19 海洋及び海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 海水中で最も高い濃度で存在するのは塩化物イオンとナトリウムイオンで、この両方で塩の約85重量%以上を占める。
- ② 南半球の亜熱帯域における表層の海流は、転向力（コリオリの力）や地衡流の影響を受けて時計回りで循環している。
- ③ 炭酸カルシウムを主成分とする石灰質軟泥は浅い海底には見られるが、深海にはほとんど認められない。
- ④ 海水中の主要成分の濃度は、海水の蒸発による濃縮や降水及び河川水による希釈によって変動するが、相対的な濃度比は全海洋でどこもほぼ一定である。
- ⑤ 海水は弱アルカリ性であり、大気中の二酸化炭素をよく溶かす。

Ⅲ－20 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 海洋上や極域では、降水のpHは8.0以上であることが多い。
- ② 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。
- ③ 大気中のCO₂濃度と平衡状態にある水のpHは約5.6になる。
- ④ 乾燥地ではアルカリ土壌から放出されたアンモニアによって、降水のpHは7.0に近い場合が多い。
- ⑤ 酸性雨の被害には森林枯損、淡水魚の死滅、歴史的建造物（文化財）の腐食などが挙げられる。

Ⅲ－21 自然界の水（降水、河川水、地下水など）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 重水素（²H）の放射壊変による半減期は、約12.3年である。
- ② 一般に、降水や陸水は、海水と比較して重い同位体に乏しい。
- ③ 反応の前後で同位体組成に偏りが生じる作用を同位体分別という。
- ④ $\delta^2\text{H}$ （ δD ）と $\delta^{18}\text{O}$ の関係を示した直線 $\delta^2\text{H} = 8 \times \delta^{18}\text{O} + 10$ を天水線と呼ぶ。
- ⑤ 熱水の中には $\delta^2\text{H}$ がほぼ一定で、 $\delta^{18}\text{O}$ のみ高くなっているものがある。

Ⅲ－22 クロマトグラフィ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 クロマトグラフィーにおいて、検出器は入って来た試料成分について、その濃度あるいは質量に比例した応答は示すが、それが何であることを指示することはできない。
- ② 同一の実験条件で未知成分の保持値と既知成分の保持値とが一致すれば、両者は同一のものであると推定される。
- ③ 絶対検量線法は、純物質あるいは濃度既知の試料を用いて成分量とピーク面積の関係線をつくり、これを使って定量する方法である。
- ④ 内標準法では、試料中の各成分とピーク位置が重なる物質を内標準物質として選ぶ。
- ⑤ 標準添加法は、定量結果に対して試料のマトリックスの影響が無視できないときに利用されることが多い。

Ⅲ－23 熱水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 熱水鉱床は、その形態的特徴から鉱脈鉱床、塊状鉱床、スカルン鉱床、斑岩銅鉱床に区分される。
- ② 斑岩銅鉱床は、花崗斑岩、石英斑岩、石英閃緑斑岩などの半深成岩に関する熱水鉱床である。
- ③ 塊状熱水鉱床である黒鉱は、東北地方に広く分布する緑色片岩と呼ばれる岩石中に胚胎されている。
- ④ スカルン鉱床のうち、生成温度が高温の場合にはタングステン、モリブデン、錫、鉄などが、中～低温の場合には銅、亜鉛、鉛などの鉱床が形成される。
- ⑤ 鉱脈型鉱床は、岩石中の亀裂や断層に鉱液が通過し、鉱液に溶け込んでいた物質を沈殿させたと考えられる鉱床である。

Ⅲ－24 変成岩に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 変成作用とは、地下の岩石が高い温度や圧力のもとに長く置かれていると、岩石中の鉱物が固体のまま化学組成の一部が変わったり、組織が変化したりして別の岩石に変わることである。
- ② 接触変成岩とは、貫入した高温のマグマによって周囲の岩石が変成作用を受けたものである。
- ③ 広域変成岩とは、プレート運動によって地殻内の広い範囲に帯状に生じた高い温度や圧力によって岩石が変成作用を受けたものである。
- ④ 石灰岩が接触変成作用を受けたものを大理石と呼ぶ。
- ⑤ 弧－海溝系ではプレートの沈み込みと火成作用により、海溝に近い側に高温低圧型変成岩が、陸側の火山前線の下に低温高圧型変成岩が対になって形成される。

Ⅲ－25 マグマに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 温度の上昇あるいは圧力の低下によって地下の固体の岩石が溶融して液体のマグマが生じる。
- ② 岩石が溶けてマグマになる際にはすべて溶けてしまう場合は少なく、一部の鉱物が溶け残る。こうした状態のことを部分融解（部分溶融）という。
- ③ 中央海嶺やホットスポットでは、低温のマントル物質の温度が急激に上昇することによってマグマが発生する。
- ④ プレート沈み込み境界では、沈み込んだプレートから放出された水によりマントルの融点が下がることでマグマが生成される。
- ⑤ 地下深部で形成されたマグマは、周囲の岩石よりも密度が小さいため浮力で上昇する。地下の浅い場所まで到達し、周囲の岩石との密度がつりあうとマグマは上昇を停止し、マグマだまりが作られる。

Ⅲ－26 次のうち、付加体を構成する岩石として、最も関係のないものはどれか。

- ① 玄武岩 ② 花崗岩 ③ 石灰岩 ④ チャート ⑤ 泥岩

Ⅲ－27 断層に伴う破碎帯や剪断（せん断）帯を構成する断層岩に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 脆性剪断帯の剪断センスを決定する構造の1つに雁行配列があり、右雁行の「ミ型」と、左雁行の「杉型」の2通りの配列パターンが存在する。
- ② 断層運動に伴う摩擦発熱によって接触面が融解・急冷してできたシュードタキライトの代表的な顕微鏡下での特徴として、杏仁状組織、鉍物片の湾入組織、ガラスの存在などが挙げられる。
- ③ 剛体粒子や粗粒な層状鉍物は、しばしばマイロナイト化を受けたときに紡錘形の形態（フィッシュ）を形成する。
- ④ カタクレーサイトは、細粒基質部の固結度に基づき、プロトカタクレーサイト及びウルトラカタクレーサイトに細分される。
- ⑤ 断層ガウジはしばしば粘土鉍物を伴うため、可塑性（かそせい）があり、マイロナイトと類似した流動構造や複合面構造を持つことが多い。

Ⅲ－28 活断層や地震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 活断層とは、最近の地質時代にくりかえし活動し、将来も活動することが推定される断層のことである。
- ② 活断層の過去における活動の程度を表す活動度はA～C級に区分されており、A級は1,000年当たりの平均変位量が10m以上のもの、B級は10m未満1m以上のもの、C級は1m未満のものをいう。
- ③ 活断層の走向や断層型には地域的な違いがあり、東北地方の活断層は、南北走向の逆断層が多い。
- ④ 地震に伴って地表に現れた断層を地震断層と呼ぶ。
- ⑤ 地震断層の長さや変位量は、地震のマグニチュードが大きいほど大きい傾向がある。

Ⅲ－29 次のうち、褶曲（しゅうきよく）と最も関係が薄いものはどれか。

- ① ラコリス ② プランジ角 ③ 背斜 ④ ヒンジ線 ⑤ キンクバンド

Ⅲ－30 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 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 海進期に河口が水没することにより形成される内湾を、エスチュアリーと呼ぶ。

Ⅲ－31 次のうち、一方向流で形成される堆積構造として最も不適切なものはどれか。

- ① トラフ型斜交層理
- ② ハンモック状斜交層理
- ③ フォーセット層理
- ④ 平行層理
- ⑤ 平板型斜交層理

Ⅲ－32 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 速度層境界をもたず、地震波の速度が深度とともに連続的に増大していく構造をミラージュ構造と呼ぶ。
- ② 屈折法地震探査の測線は、等高線とほぼ垂直に、地形の傾斜が測線全長にわたってほぼ一定となるように配置するのが望ましい。
- ③ S波を利用する屈折法地震探査は、主に土質地盤を対象とし、比較的平坦な地形条件のもとで実施されることが多い。
- ④ 反射法地震探査のCMPアンサンブルにおいて多層構造の反射波の走時は近似的に放物線をなす。
- ⑤ 反射法地震探査においてCMP重合はランダム・ノイズの抑制とともにコヒーレント・ノイズの抑制にも貢献している。

Ⅲ－33 地中レーダ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 地中レーダ探査は、電気特性の異なる境界で反射する性質を利用した探査方法であるから、地盤の硬さや強度など力学的な特性との相関性はほとんどない。
- ② 地中レーダにより埋設管など直線状の対象物の位置を探査する場合、想定される対象物の延長方向に対してできる限り直角に測線を設定する。
- ③ 地中レーダで使用する送信中心周波数と分解能との間には逆比例関係があり、送信中心周波数と探査深度には比例関係がある。
- ④ 地中レーダ探査では、地下構造を得るためにはプロファイル法を適用し、必要に応じて地下の電磁波速度を得るためのワイドアングル法を適用する。
- ⑤ 地中レーダ探査は、送信電磁波の中心周波数が10MHz程度以上の周波数帯域を使用する方法であり、周波数が10MHz程度より低い場合は電磁探査に分類される。

Ⅲ－34 ボーリング孔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 ダウンホール法は、地表で振動を起こしてボーリング孔内で受振する速度検層法で、地表とボーリング孔の間を伝播する弾性波の初動到達時間から地盤の弾性波速度を求める。
- ② サスペンション法は、ボーリング孔内で振動を起こしてボーリング孔内で受振する速度検層法で、ボーリング孔軸に沿って伝播する弾性波を測定する。
- ③ 密度検層は、放射性同位元素から放射されるガンマ線のコンプトン散乱を利用して、ボーリング孔壁周辺の密度分布を測定する方法である。
- ④ 電気検層はボーリング孔内と地表面に電極を設置して、孔壁を構成する地層の比抵抗を測定する方法であり、孔内水の有無は問題とならない。
- ⑤ VSPは振源又は受振器をボーリング孔内に設置して反射波を測定する方法で、VSPで観測された反射波の記録は、ボーリングで確認された地層の分布と直接対比することができる。

Ⅲ－35 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 地上磁気探査は地下浅部をターゲットとし、水平分解能が数m程度の詳細な調査を行うのに適している。
- ② 表面波探査は地盤の表面付近を伝わるレイリー波を観測して、深度20m程度までのP波速度分布を求める探査法である。
- ③ 地下探査を目的としたジオトモグラフィは、CTスキャンのように全方位に発信点と受信点とを配置することは困難であり、イメージング可能な構造形態は、測定ジオメトリに依存する。
- ④ 重力探査は、重力異常から地中の密度構造を推定する手法で、対象とするものの密度と周りの地盤の密度との差が大きいほうがより検出しやすい。
- ⑤ 1 m深地温探査は、地熱・温泉探査や地すべり地における地下表層部の地下水流動状況の把握を目的として実施される簡便な熱的探査手法である。

【正解と解説】

●問題Ⅲ-1

正解は⑤

軸方向の応力とひずみの比例定数はヤング率 (A) であり、応力を除荷するとひずみが元に戻る可逆的性質を線形弾性 (B) という。軸ひずみに対する横ひずみの比率の絶対値はポアソン比 (C) である。微小ひずみにおいて体積ひずみは $\varepsilon v = \varepsilon (1 - 2\nu)$ で表され、ポアソン比 ν が 0.5 未満 (0.1 ~ 0.45) の場合、引張応力 ($\varepsilon > 0$) によって体積は増加 (D) する。

●問題Ⅲ-2

正解は①

単振り子の周期 T は $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ で表される。ひもの長さ $l = 2.0\text{m}$ 、重力加速度 $g = 9.8\text{m/s}^2$ を代入すると、 $T = 2\pi\sqrt{2.0/9.8} = 2\pi\sqrt{1/4.9} \doteq (2 \times 3.1416)/2.214 \doteq 2.84\text{秒}$ となり、最も近い値は 2.8秒 である。

●問題Ⅲ-3

正解は②

極板間に働く静電引力は $F = Q^2 / (2\varepsilon S) = Q^2 / (2\varepsilon r \varepsilon_0 S)$ で表され、極板間距離 d には依存せず誘電率 ε にのみ反比例する。電荷 Q が一定のまま比誘電率が 1 から 5 に増加したため、引力 F は $F = (1/5)F_0$ となる。

●問題Ⅲ-4

正解は③

理想変圧器における誘導起電力の比は、巻数比に等しく $E_2/E_1 = N_2/N_1$ となる。したがって 2 次コイルの電圧は $E_2 = (N_2/N_1)E_1$ であり、 $(N_1/N_2)E_1$ とする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-5

正解は③

スピーカー間隔を $2d = 2.4\text{m}$ (各スピーカーは中央から $\pm 1.2\text{m}$)、スピーカー面からの距離を $l = 4.0\text{m}$ とする。中央で極大となり、一方のスピーカー正面 (中央から 1.2m) で初めて極小となった。この観測点から 2 つのスピーカーまでの距離はそれぞれ $L_1 = 4.0\text{m}$ 、 $L_2 = \sqrt{(4.0^2 + 2.4^2)} = \sqrt{(16 + 5.76)} = \sqrt{21.76} \doteq 4.665\text{m}$ である。経路差 $\Delta L = L_2 - L_1 \doteq 0.665\text{m}$ が半波長 $\lambda/2$ に等しいため、波長は $\lambda \doteq 1.33\text{m}$ となる。振動数 $f = v/\lambda = 340/1.33 \doteq 256\text{Hz}$ となり、最も近い値は 260Hz である。

●問題Ⅲ-6

正解は③

二次相転移 (第 2 種相転移) では、ギブズエネルギーの温度に関する 2 階微分である比熱 ($C_p = -T(\partial^2 G / \partial T^2)_p$) が転移点において急激な不連続性や発散 (ラムダ転移など) を示す。比熱が温度に対して連続になるとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-7

正解は④

太陽電池、LED、半導体レーザー、有機 EL は、いずれも光電磁場と半導体・分子内の電子遷移 (バンド間遷移や軌道間遷移) との相互作用を利用している。超伝導は電子間引力によるクーパー対のボース・アインシュタイン凝縮 (マクロな量子凝縮) 現象であり、電子励起と光の相互作用に基づく技術ではない。

●問題Ⅲ-8

正解は④

一般的な金属の室温における電気抵抗率 (比抵抗) は $10^{-8} \sim 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ ($10^{-6} \sim 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$) 程度である。 $1 \sim 10^2 \Omega \cdot \text{m}$ とする記述は半導体等の値であり誤りである。

●問題Ⅲ-9

正解は③

特性 X 線 (固有 X 線) は、原子の内殻電子が弾き出された後に外殻電子が遷移する際に放出される電磁波であり、各元素のエネルギー準位差を反映した鋭い「線スペクトル」を示

す。連続スペクトルを示すとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-10

正解は⑤

ダイヤモンドは各炭素原子が4個の価電子すべてを使って隣接原子と強固な共有結合ネットワーク (sp^3 混成軌道) を形成しているため、結晶内に自由電子が存在せず電気を極めて通しにくい (絶縁体である)。

●問題Ⅲ-11

正解は④

完全燃焼により生じたCの質量は $176 \times (12/44) = 48\text{mg}$ (4mmol)、Hの質量は $108 \times (2/18) = 12\text{mg}$ (12mmol) である。化合物の全質量92mgからOの質量は $92 - (48 + 12) = 32\text{mg}$ (2mmol) となる。モル比は $C:H:O = 4:12:2 = 2:6:1$ であり、分子式 C_2H_6O のエタノールである。

●問題Ⅲ-12

正解は⑤

レニウム (Re) の原子番号は75であり、タンタル (Ta) の原子番号73よりも大きい。レニウムの原子番号の方が小さいとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-13

正解は⑤

電気抵抗の単位オーム (Ω) は単位電流あたりの電位差 (V/A) であり、SI基本単位で表すと $1 \Omega = 1 \text{ V/A} = 1 (\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}) / \text{A} = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$ である。 $\text{s}^3 \cdot \text{A}^{-1}$ とする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-14

正解は⑤

ねじれ型配座や重なり型配座は、炭素-炭素単結合の自由回転によって生じる立体配座 (エタン等) に特有の概念である。炭素原子が1つしかないメタン (CH_4) には回転軸となるC-C結合が存在しないため、これらの配座は存在しない。

●問題Ⅲ-15

正解は②

赤外分光法 (IR) では、分子内の化学結合の「伸縮振動」だけでなく、角度が変化する「変角振動 (はさみ振動、面外変角振動等)」に起因する吸収帯も幅広く観測される。伸縮運動のみを測定できるとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-16

正解は①

一定容積の密閉容器内で純水を加熱し続けると、温度上昇とともに液相の密度は減少し、気相 (飽和水蒸気) の密度は増大して、臨界点 (水の臨界温度 374°C 、臨界圧力 22.1MPa) において両相の密度が完全に一致し界面が消失する。一致することはないとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-17

正解は①

反応ギブズエネルギー $\Delta_r G$ は、標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\circ$ および反応商 Q (濃度比 $[B]/[A]$) と $\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q$ の関係にある。温度が一定であっても濃度比が変化すれば $\Delta_r G$ の値は変化するため、値が変化しないとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-18

正解は①

乾燥大気中の主要成分の存在比率は、窒素 (約78.1%)、酸素 (約20.9%)、アルゴン (約0.93%)、二酸化炭素 (約0.04%) の順である。アルゴンは二酸化炭素よりもはるかに多く存在する第3位の気体である。

●問題Ⅲ-19

正解は②

南半球の亜熱帯域における表層海洋の風成循環（亜熱帯環流）は、南半球の転向力（進行方向に対して左向き）と貿易風・偏西風の影響を受けて「反時計回り」に循環する。時計回りに循環するとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-20

正解は①

大気中の未汚染な降水はCO₂が飽和溶解しているためpH約5.6の弱酸性を示す。海洋上や極域の降水であってもアルカリ性（pH8.0以上）になることはなく、通常はpH5～6前後である。

●問題Ⅲ-21

正解は①

重水素（²H、デューテリウム）は陽子1個と中性子1個からなる「安定同位体」であり、放射壊変しない。放射壊変により半減期約12.3年を持つ水素の同位体は三重水素（³H、トリチウム）である。

●問題Ⅲ-22

正解は④

内標準法では、試料中の各成分のピークと完全に分離し「重ならない」安定な位置に単一のピークを示す物質を内標準物質として添加・選定する。ピーク位置が重なる物質を選ぶとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-23

正解は③

黒鉱鉱床は、中新世の海底火山活動に伴って噴出した珪長質火山岩類（流紋岩やデイサイト）および凝灰岩層中に胚胎する火山性塊状硫化物（VMS）鉱床である。広域変成岩である緑色片岩中に胚胎する記述は誤りである。

●問題Ⅲ-24

正解は⑤

弧-海溝系（沈み込み帯）における対をなす変成帯（都城秋穂の対変成帯）では、低温の海洋プレートが沈み込む海溝側に「低温高圧型変成帯（三波川帯等）」が形成され、火成活動・マグマ上昇を伴う陸側（背弧・島弧側）に「高温低圧型変成帯（領家帯等）」が形成される。配置の説明が逆である。

●問題Ⅲ-25

正解は③

中央海嶺やホットスポットにおけるマグマの生成は、高温のマントル物質が上昇する際に圧力が急激に低下することに伴う「減圧溶融」が主因である。低温のマントル物質の温度が急激に上昇することによる記述は誤りである。

●問題Ⅲ-26

正解は②

付加体は、海洋プレート上の玄武岩質基盤、チャート、石灰岩と、海溝へ供給された陸源の砂岩・泥岩が沈み込みに伴って剥ぎ取られ大陸縁に付加・混在した地質体である。大陸地殻深部でマグマが固結して形成された深成岩である花崗岩は付加体を構成しない。

●問題Ⅲ-27

正解は④

カタクレーサイトの細分（プロトカタクレーサイト、カタクレーサイト、ウルトラカタクレーサイト）は、破碎・微細化した「細粒基質（マトリックス）の体積割合」に基づいて分類される。細粒基質部の固結度に基づくとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-28

正解は②

活断層の平均変位速度による活動度分類（松田，1975）において、A級は「1,000年あたり1m以上10m未満」、B級は「1,000年あたり0.1m以上1m未満」、C級は「1,000年あたり0.1m

未満」である。10m以上をA級とする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-29

正解は①

ラコリス（餅盤）は、地層面に沿って貫入したマグマが上載地層をドーム状に押し上げて固結した火成岩の貫入岩体であり、地層の波状変形である褶曲構造とは直接の関係が最も薄い。

●問題Ⅲ-30

正解は③

蛇行河川は、網状河川に比べて河川勾配が緩やかで水量変化が比較的穏やかであり、主に懸濁物質（シルト・粘土などの細粒堆積物）を運搬するシステムである。勾配が大きく粗粒物質を運搬するとする記述は網状河川の特徴であり誤りである。

●問題Ⅲ-31

正解は②

ハンモック状斜交層理（HCS）は、暴風波浪（ストーム）時における強い振動流（往復流）と一方向流が複合して形成される堆積構造であり、純粋な一方向流によって形成される構造ではない。

●問題Ⅲ-32

正解は④

反射法地震探査のCMP（共通反射点）ギャザーにおける単一反射面の走時曲線は、オフセット距離 x に対して幾何学的に「双曲線（ハイパーボラ）」をなす。放物線をなすとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-33

正解は③

地中レーダ探査において、送信電磁波の中心周波数が高くなるほど波長が短くなって「分解能は向上（比例）」し、地中減衰が大きくなるため「探査深度は浅く（逆比例）」なる。説明が逆であり誤りである。

●問題Ⅲ-34

正解は④

通常の電気検層（ノルマル電極法等）は、電極と孔壁地層との電氣的導通を確保するために孔内水（泥水や清水）が満たされた湿潤孔で実施する必要がある。孔内水の有無は問題とならないとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-35

正解は②

表面波探査は、地盤の表面に沿って伝わるレイリー波の位相速度の分散特性を観測・解析することにより、表層地盤の「S波速度構造（横波速度構造）」を推定する手法である。P波速度構造を求めるとする記述は誤りである。