

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 1 mの高さから水平な床の上に球を落下させたとき、2回目の跳ね返り高さとして最も近い値はどれか。ただし球と床の反発係数は0.8とし、空気抵抗は無視するものとする。

- ① 30cm ② 40cm ③ 50cm ④ 60cm ⑤ 80cm

Ⅲ－2 ピトー管による流体の速度計測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。

A の定理によれば、流体の中では静圧と動圧の和である総圧が流線に沿って一定となる。流れに平行にピトー管を挿入し、 B と C の差を測定することにより、流速を求めることができる。

- | | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> |
|---|----------|----------|----------|
| ① | ベルヌーイ | 総圧 | 静圧 |
| ② | ベルヌーイ | 静圧 | 動圧 |
| ③ | ベルヌーイ | 総圧 | 動圧 |
| ④ | ストークス | 総圧 | 静圧 |
| ⑤ | ストークス | 静圧 | 動圧 |

Ⅲ－３ 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 絶縁体を電場の中に置くとき、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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ コンデンサーの容量は、電極が２枚の平行板導体の場合、誘電体の誘電率に比例し、厚さに逆比例する。

Ⅲ－４ 抵抗値が $2\text{k}\Omega$ の抵抗、自己インダクタンスの値が 5mH のコイル（インダクター）及び容量が $2\mu\text{F}$ のコンデンサーを直列に接続した合成インピーダンス Z を考える。 Z に交流電源を接続するとき、 Z の大きさが最小になる場合の周波数として、最も近い値はどれか。

- ① 1.6kHz ② 5.1kHz ③ 10kHz ④ 100kHz ⑤ 630kHz

Ⅲ－５ 透過型の回折格子に波長 650nm の単色光を垂直にあてたところ、法線と 30° の角の方向に最初の明るい線が見えた。 1mm 当たりの回折格子のスリットの本数として、最も近い値はどれか。

- ① 33 ② 65 ③ 130 ④ 390 ⑤ 770

Ⅲ－６ 自由に動くことのできるピストンと円筒形の容器からなるシリンダーの中に、圧力 $2.0 \times 10^5\text{Pa}$ 、温度 27°C の理想気体が 100m^3 封入されている。この気体を次の順番に変化させたとする。

- (1) 圧力を一定にしながら 327°C に加熱する。
- (2) 体積を一定にしながら 27°C に冷却する。
- (3) 圧力を一定にしながら -123°C に冷却する。
- (4) 体積を一定にしながら 27°C に加熱する。

このとき(3)において、理想気体が外部からされる仕事として、最も近い値はどれか。

- ① $1 \times 10^6\text{J}$ ② $2 \times 10^6\text{J}$ ③ $5 \times 10^6\text{J}$ ④ $1 \times 10^7\text{J}$ ⑤ $2 \times 10^7\text{J}$

Ⅲ－７ ガンマ線，紫外線，赤外線，可視光線を，その光子がもつエネルギーの大きいものから小さいものへ並べたとき，最も適切な順序はどれか。

- ① 赤外線 － 可視光線 － 紫外線 － ガンマ線
- ② 紫外線 － 可視光線 － 赤外線 － ガンマ線
- ③ 赤外線 － ガンマ線 － 紫外線 － 可視光線
- ④ ガンマ線 － 紫外線 － 可視光線 － 赤外線
- ⑤ ガンマ線 － 赤外線 － 紫外線 － 可視光線

Ⅲ－８ 金属の強化方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 加工硬化とは塑性変形領域においてひずみを増加させると，この変形に要する応力が増加し，硬化することである。
- ② 溶媒原子のつくる格子のなかに溶質原子が均一に混じりあった固溶体合金は純金属と比較して硬化する。これを固溶強化という。
- ③ 合金元素の固溶限の温度による変化を利用した強化法を析出強化という。
- ④ 結晶粒を微細化することで降伏強さを高めるだけでなく，強じん化することができる。
- ⑤ 焼入れとは鋼をオーステナイト化したのち臨界冷却速度以上の速さで冷却すると生じるバウシinger変態を利用した硬化法である。

Ⅲ－９ 2019年5月に改定された国際単位系（SI）に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① メートル（記号はm，長さのSI単位）は，真空中の光の速さを用いて定義される。
- ② キログラム（記号はkg，質量のSI単位）は，重力定数を用いて定義される。
- ③ アンペア（記号はA，電流のSI単位）は，電気素量を用いて定義される。
- ④ ケルビン（記号はK，熱力学温度のSI単位）は，ボルツマン定数を用いて定義される。
- ⑤ モル（記号はmol，物質量のSI単位）は，アボガドロ定数を用いて定義される。

Ⅲ－10 中性原子の基底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 ネオン原子の電子配置は $1s^2 2s^2 2p^6$ である。
- ② クリプトン原子の電子配置は $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^6$ である。
- ③ 亜鉛原子より原子番号の1つ大きい銅原子は4s軌道の電子が1つ多い。
- ④ マグネシウム原子はナトリウム原子よりイオン化エネルギーが大きい。
- ⑤ クリプトン原子はアルゴン原子よりイオン化エネルギーが大きい。

Ⅲ－11 分析化学に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 炎光分析では、炎の中で励起状態となった原子が低いエネルギー状態に戻るときの発光を用いる。
- ② 吸光度は、溶液の濃度に比例する。
- ③ 水銀温度計は、水銀柱の全体が同じ温度の場合に正しい温度を示す。
- ④ 蛍光X線分析では元素に特有な固有X線の波長を測定するが、この波長は化学結合の状態によって変化することがある。
- ⑤ 分銅と天秤を用いた物体の質量の測定では、周囲の温度や大気圧、湿度によって測定値が変わることはない。

Ⅲ－12 光と分子に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 水蒸気や二酸化炭素は、その振動運動のため可視光線を吸収し温室効果の原因となる。
- ② 分子の赤外線吸収は、分極率が変化する場合に起こり、電気双極子モーメントが変化する場合には起こらない。
- ③ 視覚は、視細胞中にある *cis*-レチナールという分子の可視光の吸収による異性化の反応を利用している。
- ④ 基底状態にある分子が、光を吸収して電子励起状態に上がり、系間交差を経て発光する現象を蛍光という。
- ⑤ 分子スペクトルは量子力学的な選択律で決まるため、分子運動や衝突によってスペクトル幅が変わることはない。

Ⅲ－13 化学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。

- ① 気体中の分子の衝突頻度は衝突断面積，平均相対速さ，数密度に比例する。
- ② 衝突を介して起こる化学反応の断面積は衝突断面積をうわまわることはない。
- ③ 化学反応における正・逆反応が平衡に達したとき，その平衡定数は逆反応の反応速度と正反応の反応速度の比で表される。
- ④ 二分子反応の反応速度定数は活性化エネルギーを超える相対運動エネルギーをもって起こる衝突の割合に依存する。
- ⑤ 分子種AとBとが出会い，ペアABを生成したときに，AとBに戻るよりもすみやかに生成物Pを生じるならば，この反応の速度定数はAとBの拡散物性によって決まる。

Ⅲ－14 ケイ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 高純度ケイ素は半導体素子材料として広く用いられる。
- ② 二酸化ケイ素やケイ酸塩として地殻中に多量に存在する。
- ③ 高純度ケイ素は，水及び無機酸に不溶である。
- ④ 高温でも炭素やホウ素と直接結合を形成することはない。
- ⑤ 高純度ケイ素の結晶構造の1つにダイヤモンド構造がある。

Ⅲ－15 界面活性剤に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① 界面活性剤は分子内に親水性の部分と疎水性の部分とを有する。
- ② 界面に選択的に吸着するため，界面以外の溶液内に溶解する界面活性剤濃度は無視できるほど小さい。
- ③ 脂質は自然界に存在する界面活性物質である。
- ④ 互いに混じり合わない水－油の2相溶液に界面活性剤を添加すると，水－油間の界面エネルギーが低下する。
- ⑤ 界面活性剤は洗剤としてだけでなく，乳化剤，消毒剤，帯電防止剤としても利用される。

Ⅲ－16 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 純水の比誘電率は、多くの有機溶媒よりも大きい。
- ② 温度と圧力によっては、氷から水蒸気への昇華が起こる。
- ③ 純水を密封容器にいれ、臨界圧力、臨界温度の状態にすると、容器内の水蒸気と水の密度が等しくなり両者の境目がなくなる。
- ④ 純水の三重点のセルシウス温度は0.01℃である。
- ⑤ 純水を大気圧下で冷却する限り、液体の水として氷点下に冷却されることはない。

Ⅲ－17 分離操作に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 活性炭、シリカゲル、及びゼオライトは、吸着剤として用いられる。
- ② 液液抽出は、水と油のような混和しない2相を用い、溶質の2相間の溶解度差を利用する操作である。
- ③ ガス吸収は、気体を液体と接触させて気体中の可溶性成分を液中に溶解させる操作である。
- ④ 沸点の異なる2成分の混合溶液を加熱沸騰させる蒸留操作を行うと、発生する蒸気の組成と液の組成が必ず異なるため分離や濃縮ができる。
- ⑤ 逆浸透法では、水のみを選択的に透過させ、水以外の分子やイオンを阻止する膜が用いられる。

Ⅲ－18 有機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 過酸化ベンゾイルは、加熱によりラジカルを生じる。
- ② 1,2-ジメチルシクロプロパンには、シーストランス異性体が存在する。
- ③ メチルシクロヘキサンには、鏡像異性体が存在する。
- ④ アセチレンは、エチレンより酸性が強い。
- ⑤ ベンゼンは、共鳴混成体である。

Ⅲ－19 窒素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 硝酸呼吸細菌は、嫌氣的（還元的）な環境において脱窒反応により硝酸イオンを還元し、亜酸化窒素及び窒素ガスを生成する。
- ② アンモニアの亜硝酸への酸化及び亜硝酸の硝酸イオンへの酸化は、代表的な土壌中の細菌による硝化反応である。
- ③ 雷による放電や、化石燃料やバイオマスの燃焼過程による窒素酸化物の放出は、非生物学的な窒素固定プロセスとして重要である。
- ④ 窒素固定細菌や藍藻は、窒素分子からアミノ酸を合成し、窒素固定を行う。
- ⑤ 化学合成生物は、脱窒反応によって得られたエネルギーを利用して、二酸化炭素から有機物を合成する。

Ⅲ－20 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 蒸発が盛んな環境では、残存する水にD（ ^2H ）と ^{18}O が濃縮する傾向がある。
- ② 地下水の ^{14}C 年代は、堆積物中の有機物分解による炭素が加わることで本来の年代よりも古くなることがある。
- ③ 海洋底で採取したコア試料中における有孔虫の $\delta^{18}\text{O}$ 値は、氷期よりも間氷期の方が大きい値となる。
- ④ 硫黄同位体の国際標準物質としては、Canyon Diablo隕石中のトロイライト（CDT）を用いて表記する。
- ⑤ 海水の $\delta^{18}\text{O}$ 値は地域的にほとんど変動しないのに対し、天水及び熱水の $\delta^{18}\text{O}$ 値は負の値を取ることが多く、その変動幅も大きい。

Ⅲ－21 地球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 地球規模で循環する大気大循環は、低緯度域のハドレー循環、中高緯度のフェレル循環や極循環が重要な構成要素である。
- ② 成層圏では、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 50 km の成層圏界面で温度は極大となる。
- ③ 地球大気の化学組成は、地表付近から高度約 80 km（中間圏界面）まではほとんど変わらないが、約 170 km より高層では酸素原子、1000 km 付近では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風系であり、夜間は地表付近で海から陸に向かう海風が吹く。
- ⑤ 地衡風は、気圧傾度力と転向力（コリオリの力）とがつり合った状態で、等圧線に沿って吹く仮想的な風である。

Ⅲ－22 水循環及び水収支に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地球が受け取る太陽エネルギーの約 1 割は、水の蒸発に使われ、潜熱として大気中を輸送される。
- ② 水蒸気は、赤外線を効率よく吸収する特徴を持ち、温暖な地球の気候を維持する上で重要な役割を果たす。
- ③ 陸上では降水量が蒸発量より大きく、その差は海洋からの水蒸気の輸送によりもたらされる。
- ④ 地球上にわずかしか存在しない淡水資源が枯渇しないのは、大気中の水の滞留時間が短く、これにより豊富な降水がもたらされるためである。
- ⑤ 日本の水収支の特徴としては、流出量が大きく、蒸発散量が小さいことが挙げられる。

Ⅲ－23 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 表面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。
- ② 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。
- ③ 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、この両者で塩の約85重量%以上を占める。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

Ⅲ－24 溶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 固結した溶岩の最大の厚さを溶岩の長さで割ったアスペクト比が8分の1以下であれば溶岩流とよび、8分の1を超えれば溶岩ドーム（溶岩円頂丘）という。
- ② 溶岩流の表面形態は、マグマの温度や組成で変化する粘性、熱伝導率や、その流速の違いで変化する。
- ③ パホイホイ溶岩は、高温の流紋岩質溶岩が陸上で急冷したものであり、滑らかで丸みのある黒光りする表面を持つ。
- ④ アア溶岩は、パホイホイ溶岩よりも低温で粘性の高い玄武岩質又は安山岩質の溶岩で、表面が粗く、がさがさとしたこぶし大のアアクリンカーで覆われている。
- ⑤ ブロック溶岩は、粘性の高い安山岩～流紋岩の溶岩でしばしば節理が発達した塊状溶岩であり、その縁辺に平滑な破断面で囲まれた大きな岩塊が重なるブロック表面を持つ。

Ⅲ－25 火成岩の構成鉱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 花こう岩質岩石に含まれる主な有色鉱物は、白雲母、黒雲母、角閃石である。
- ② はんれい岩の主な構成鉱物は、普通輝石、斜長石、石英である。
- ③ 花こう岩質岩石は無色鉱物として、石英、アルカリ長石、斜長石を含む。
- ④ 玄武岩は斑晶として、普通輝石、紫蘇輝石、斜長石、かんらん石を含む。
- ⑤ 安山岩に斑晶として含まれる鉱物としては、斜長石、普通輝石、紫蘇輝石、角閃石、磁鉄鉱、黒雲母、かんらん石がある。

Ⅲ－26 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、沈殿してできる。
- ② 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こしたり、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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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殿してできたものや、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。

Ⅲ－27 次のうち、褶曲と最も関係が薄いものはどれか。

- ① アンチフォーム
- ② ヒンジ線
- ③ カルミネーション
- ④ シル
- ⑤ キンクバンド

Ⅲ－28 大陸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 構成岩石の形成年代は、40億年前頃から現在の範囲である。
- ② 厚さの平均は、30～40 kmである。
- ③ 下部は主に花こう岩質岩石からなる。
- ④ 密度は、上部より下部の方が大きい傾向がある。
- ⑤ 地殻全体に占める割合（表面積）は、約40%である。

Ⅲ－29 地層の上下方向の判定に用いるものとして、最も不適切なものはどれか。

- ① 羽毛状構造 ② 皿状構造 ③ 荷重痕 ④ 流痕 ⑤ 生痕化石

Ⅲ－30 クリノメータ（又はクリノコンパス）の使い方として、最も不適切なものはどれか。

- ① 面構造の走向を測るときは、クリノメータの長辺を面にあて、水準器が水平の位置になるように保って磁針の方位を読む。
- ② 面構造の傾斜方向を測るときは、クリノメータの長辺を走向に直交する方向に向けて磁針の方位を読む。
- ③ 面構造の傾斜を測るときは、走向に平行にクリノメータの長辺をあて、振子が示す水平面からの角度を読む。
- ④ 線構造の走向を測るときは、線構造に平行でかつ鉛直になるように走向板を立て、それにクリノメータが水平になるように保ったままその長辺をあてて、そのときの磁針の指す方位を読む。
- ⑤ 線構造のプランジ（沈下角）を測るときは、クリノメータの長辺を線構造にあてて、クリノメータの磁針が見える面を鉛直に保って、水平面からの角度を読む。

Ⅲ－31 テフラ及びそれを用いたテフクロノロジーについて、最も適切なものはどれか。

- ① テフクロノロジーが適用できるのは、一つの地方を超えて広く分布する広域テフラであり、火山の周辺にしか分布しないローカルなテフラは避ける必要がある。
- ② テフクロノロジーが適用できるのは、陸上の地層に限られる。
- ③ テフラを同定する際は、色調や粒度、層厚ではなく、火山ガラスや鉱物の屈折率・化学組成に基づき行う必要がある。
- ④ テフラは一般に火山碎屑物のことを指し、溶岩とは区別される。
- ⑤ テフクロノロジーが適用できるのは、現状では後期更新世以降の地層に限られる。

Ⅲ－32 屈折法地震探査が主として用いられる調査や評価として、最も不適切なものはどれか。

- ① ダムの基礎岩盤の評価
- ② 強震動予測や耐震設計
- ③ のり面勾配の決定など土構造物の基礎調査
- ④ 不安定土塊に係わる工学的判断
- ⑤ トンネル路線沿いの地山評価

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。
- ② 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比例関係があり、送信中心周波数と探査深度には逆比例関係がある。
- ③ 地中レーダ探査は、送信電磁波の中心周波数が10kHz程度以上の周波数帯域を使用する方法であり、周波数が10kHz程度より低い場合は電磁探査に分類される。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

Ⅲ－34 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 重力探査では、通常、微小な重力差を精度0.01mGal以下の重力計を用いて相対測定する。重力偏差計で求めた重力の鉛直傾度から地下構造を推定することもある。
- ② ジオトモグラフィは、調査対象領域を取り囲むように配置した多数の信号源とセンサとを用いてデータを取得し、逆解析によって対象領域内の物性値を求める方法の総称である。
- ③ 物理検層は、坑井内に測定器を降ろし、坑井近傍の物性、例えば比抵抗、密度、弾性波速度、孔隙率などを深度に対して連続的に計測する技術である。
- ④ スリングラム法のような周波数領域電磁法では、送信源から、特定の周波数の連続波を送信し、受信信号の振幅や送信信号に対する過渡応答を測定するのが基本である。
- ⑤ AE（アコースティック・エミッション）は一般に岩盤の破壊などで発生する極微小振幅の地震であり、岩盤の主破壊に先行する微小破壊を指すことが多い。

Ⅲ－35 反射法地震探査などで用いられる波動の伝播現象に関する基本的な原理のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① フェルマの原理
- ② 等価層の原理
- ③ 相反原理
- ④ ホイヘンスの原理
- ⑤ 重ね合わせの原理

【正解と解説】

●問題Ⅲ-1

正解は②

反発係数 e の床に高さ h から自由落下させたときの1回目の跳ね返り高さは $h_1=e^2h$ 、2回目の跳ね返り高さは $h_2=e^4h$ となる。 $h=1\text{m}$ 、 $e=0.8$ を代入すると、 $h_2=(0.8)^4 \times 1=0.4096\text{m} \div 41\text{cm}$ となり、約40cmである。

●問題Ⅲ-2

正解は①

ベルヌーイの定理によれば、流線上での静圧と動圧の和が総圧（全圧）として一定に保たれる。ピトー管では管先端のよどみ点で測定される「総圧」と、管側面の静圧孔で測定される「静圧」の差（動圧）から流速を求める。

●問題Ⅲ-3

正解は①

電場中に置かれた絶縁体に電気双極子モーメントが生じる現象は「誘電分極」である。強誘電性は、外部電場がなくても自発分極を有し電場により反転可能な特殊な性質を指す。

●問題Ⅲ-4

正解は①

直列RLC回路の合成インピーダンスの大きさは $Z=\sqrt{R^2+(\omega L-1/(\omega C))^2}$ であり、共振角周波数 $\omega=1/\sqrt{LC}$ のときに Z は最小値 R をとる。共振周波数 f は $f=1/\{2\pi\sqrt{LC}\}=1/\{2\pi\sqrt{(5 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-6})}\}=1/\{2\pi \times 10^{-4}\}=10^4/(2\pi) \div 1.59\text{kHz}$ となり、約1.6kHzである。

●問題Ⅲ-5

正解は⑤

回折格子の公式 $d \sin \theta = m\lambda$ において、1次の明線 ($m=1$) が $\theta=30^\circ$ の方向に観測されたことから、格子定数 d は $d=\lambda/\sin 30^\circ=(650 \times 10^{-9})/0.5=1.30 \times 10^{-6}\text{m}=1.30 \times 10^{-3}\text{mm}$ となる。1mm当たりのスリット本数は $1/d=1/(1.30 \times 10^{-3}) \div 769$ 本 となり、約770本である。

●問題Ⅲ-6

正解は④

(1)で体積は $(600/300) \times 100=200\text{m}^3$ に膨張。(2)で定積冷却後の圧力は $(300/600) \times 2.0 \times 10^5=1.0 \times 10^5\text{Pa}$ となる。(3)の定圧冷却 (300Kから150Kへ冷却) では、体積が 200m^3 から 100m^3 へと 100m^3 減少する。この過程で外部から気体になされる仕事 W は $W=P|\Delta V|=1.0 \times 10^5\text{Pa} \times 100\text{m}^3=1.0 \times 10^7\text{J}$ である。

●問題Ⅲ-7

正解は④

光子のエネルギーは $E=h\nu=hc/\lambda$ で表され、波長が短い電磁波ほどエネルギーが大きい。波長は ガンマ線<紫外線<可視光線<赤外線 であるため、光子エネルギーが大きい順は「ガンマ線 > 紫外線 > 可視光線 > 赤外線」となる。

●問題Ⅲ-8

正解は⑤

焼入れは、鋼をオーステナイト域まで加熱した後に急冷することで生じる「マルテンサイト変態」を利用した硬化処理である。バウシinger効果（変形履歴による降伏強度の異方性変化）を利用した変態ではない。

●問題Ⅲ-9

正解は②

2019年5月改定の国際単位系 (SI) において、質量の単位キログラム (kg) は「プランク定数 h 」の数値を固定することによって定義されている。重力定数を用いて定義されるとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-10

正解は※（没問：採点上全員正解、不適切な記述が③と⑤の2つ）

銅（Cu：原子番号29）の基底状態の電子配置は $[\text{Ar}]3d^1 4s^1$ 、亜鉛（Zn：原子番号30）は $[\text{Ar}]3d^1 4s^2$ であり、亜鉛より原子番号の1つ小さい銅の4s電子は1つ少ないため③は誤りである。また、希ガスのイオン化エネルギーは同族の下（長周期）へ行くほど低下するため、アルゴン（Ar）の方がクリプトン（Kr）よりも大きく、⑤も誤りである。

●問題Ⅲ-11

正解は⑤

分銅と天秤による精密質量測定では、測定物と分銅の密度差に起因してそれぞれが受ける空気の浮力が異なるため、周囲の気温、大気圧、湿度（空気密度の変化）によって浮力補正值が変化し測定値に影響を及ぼす。変わることはないとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-12

正解は③

視覚の光受容プロセスは、網膜の視細胞（桿体・錐体）に含まれるオプシントランスポーチンに結合した補酵素「11-cis-レチナール」が可視光を吸収して「all-trans-レチナール」へと光異性化する反応を利用している。

●問題Ⅲ-13

正解は②

ファンデルワールス力や静電引力などの長距離相互作用が働く反応系（イオン・分子反応など）では、有効な反応断面積が剛体球衝突断面積を上回ることがある。うわまわることではないとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-14

正解は④

ケイ素（Si）は高温下において炭素（C）と直接反応して炭化ケイ素（SiC）を形成し、ホウ素（B）とも直接反応してホウ化ケイ素を形成する。直接結合を形成することはないとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-15

正解は②

界面活性剤を溶液に添加すると、臨界ミセル濃度（CMC）に達するまでは界面吸着とともにバルク溶液相中にもモノマーとして溶解し、CMC以上ではミセルを形成して安定に溶解・共存する。溶液内の濃度が無視できるほど小さいとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-16

正解は⑤

純水であっても振動や凝固核のない静穏な条件下でゆっくり冷却すると、凝固点（0℃）以下になっても凍結せず液体の状態を保つ「過冷却状態」となる。氷点下に冷却されることではないとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-17

正解は④

エタノールと水のような「共沸混合物」を形成する系では、共沸組成において気相と液相の組成が完全に一致するため、単蒸留や通常の精留操作を行っても蒸気と液の組成差が生じず、それ以上の分離・濃縮が不可能となる。必ず組成が異なるとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-18

正解は③

メチルシクロヘキサンは分子内に不斉炭素原子を持たず、分子内に対称面が存在するためアキラルであり、鏡像異性体（エナンチオマー）は存在しない。

●問題Ⅲ-19

正解は⑤

化学合成独立栄養生物（硝化菌や硫黄酸化菌等）は、アンモニアや硫黄化合物等の還元型

無機化合物の「酸化反応」によってエネルギーを獲得し二酸化炭素を固定する。脱窒反応（嫌氣的還元反応）からエネルギーを得て炭酸固定を行うとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-20

正解は③

底生有孔虫の殻（炭酸塩）の $\delta^{18}\text{O}$ 値は、海水自体の同位体比と水温を反映する。氷期には軽同位体（ ^{16}O ）が陸上氷床として固定され海水中の ^{18}O が濃縮されるため、有孔虫の $\delta^{18}\text{O}$ 値は間氷期よりも「氷期の方が大きく」なる。間氷期の方が大きいとする記述は逆であり誤りである。

●問題Ⅲ-21

正解は④

海陸風は、昼間は温まりやすい陸地で上昇気流が生じ地表付近では海から陸へ「海風」が吹き、夜間は放射冷却で冷えやすい陸地から海へ向かって「陸風」が吹く。夜間に海風が吹くとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-22

正解は①

地球が吸収する太陽放射エネルギーのうち、水の蒸発潜熱として消費される割合は約2割強（約23～25%）である。約1割とする記述は過小で誤りである。

●問題Ⅲ-23

正解は④

南半球の亜熱帯域における海洋の表層循環（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）と卓越風（貿易風・偏西風）の影響を受けて「反時計回り」に循環する。時計回りとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-24

正解は③

パホイホイ溶岩は、粘性の低い高温の「玄武岩質溶岩」が流動固結したものであり、滑らかでロープ状の表面形態を持つ。流紋岩質溶岩とする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-25

正解は②

はんれい岩（斑れい岩）は、カルシウムに富む斜長石と単斜輝石・斜方輝石、かんらん石等を主成分とする苦鉄質深成岩であり、石英（珪長質鉱物）を主構成鉱物として含むことはない。

●問題Ⅲ-26

正解は③

風化残留鉱床は、岩石の風化過程で可溶性のナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム等の成分が水に溶脱・流出し、不溶性の「アルミニウム（ボーキサイト）や鉄（ラテライト）」が残留濃縮して形成される。溶出と濃縮の元素が逆であり誤りである。

●問題Ⅲ-27

正解は④

シル（岩床）は、地層面に平行にマグマが平板状に貫入して固結した火成岩の産状（貫入岩体）であり、地層の塑性変形である褶曲構造とは直接の関係が最も薄い。

●問題Ⅲ-28

正解は③

大陸地殻は二層構造をなし、上部は花崗岩質岩石（珪長質岩）が主であり、下部はより密度が大きく地震波速度の高い「斑れい岩質～麻粒岩質岩石（苦鉄質岩）」から構成される。下部が主に花こう岩質岩石とする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-29

正解は①

羽毛状構造（フェザー構造、羽状組織）は岩石中の引張割れ目や節理面等に見られる破面

模様であり、堆積層の上下判定（トップ・ボトム判定）には用いられない。

●問題Ⅲ-30

正解は③

面構造の傾斜角を測定する際は、走向に「直交する方向（最大傾斜方向）」にクリノメータの長辺をあてて測る。走向に平行にあてると水平面と平行になり傾斜角は0度になってしまうため誤りである。

●問題Ⅲ-31

正解は④

火山活動によって大気中に放出され堆積した火山碎屑物の総称を「テフラ」と呼び、地表を流動・固結した溶岩（溶岩流・溶岩ドーム）とは明確に区別される。

●問題Ⅲ-32

正解は②

屈折法地震探査は主に土木工学分野における浅層の基盤深度や風化帯、地山の弾性波速度分布の評価（ダム基礎、トンネル、法面等）に用いられる。深部地下構造に基づく大地震時の強震動予測や耐震設計には、深層反射法や微動アレイ探査、ボーリング検層等が主として用いられる。

●問題Ⅲ-33

正解は③

地中レーダ探査で使用される電磁波の中心周波数は、一般に「数十MHz～数GHz（通常100MHz～1.5GHz程度）」の高周波パルス電磁波である。10kHz程度とする記述は低周波すぎて誤りである。

●問題Ⅲ-34

正解は④

スリングラム法などの周波数領域電磁法（FDEM）は、送信源から特定の周波数の交流磁場（連続波）を送信し、受信コイルで二次磁場の同相成分および位相遅れ成分（直交位相成分）を周波数の関数として測定する手法である。過渡応答を測定するのは時間領域電磁法（TDEM）であり誤りである。

●問題Ⅲ-35

正解は②

波動伝播の基本原則には、最小時間の経路をとるフェルマーの原理、波面上の各点を素元波の波源とするホイヘンスの原理、相反定理（相反原理）、波動の重ね合わせの原理などがある。「等価層の原理」は電気探査等における等価現象（見掛け比抵抗の非一意性）に関する概念であり、波動伝播の基本原則ではない。