

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 5.0kg の物体をのせ、徐々に傾けていくと、板の傾角が 45° になったところで物体は滑り出した。板の傾角が 30° であるとき、物体を斜面に沿って上向きに動かし始めるために必要な力として、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し、重力加速度は $9.8\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ とする。

- ① 15N ② 33N ③ 67N ④ $13\times 10^1\text{N}$ ⑤ $20\times 10^1\text{N}$

Ⅲ－2 上端を固定された軽いばねに質量 0.80kg のおもりを鉛直につるすと、ばねは 4.9cm 伸びて静止した。その後、おもりをつりあいの位置から下に引っ張って放したときの単振動の周期 T として、最も適切なものはどれか。ただし、重力加速度は $9.8\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ とする。

- ① $4.4\times 10^{-1}\text{s}$ ② $8.9\times 10^{-1}\text{s}$ ③ 1.0s ④ 1.8s ⑤ 2.0s

Ⅲ－3 平行平板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 極板の面積に比例して電気容量は増加する。
- ② 極板間の距離が小さくなるに従って、電気容量は増加する。
- ③ 極板間に比誘電率の大きな物質を挿入することにより、電気容量は減少する。
- ④ 電荷のたまっていない2つのコンデンサーを直列接続してから電圧を加えると、各々のコンデンサーに等しい電気量が蓄えられる。
- ⑤ 同じ電気量を蓄えた場合、電気容量の小さなコンデンサーの方が極板間に大きな電位差が発生する。

Ⅲ－４ 長さ40cm，全巻き数150のソレノイド内部を比透磁率100の物質で満たし，1.5Aの電流を流すとき，内部に生じる磁束密度として，最も近い値はどれか。ただし，磁気定数を $4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ とする。

- ① $2.8 \times 10^{-3} \text{ mT}$
- ② $1.4 \times 10^{-1} \text{ mT}$
- ③ $1.1 \times 10^1 \text{ mT}$
- ④ $7.1 \times 10^1 \text{ mT}$
- ⑤ $1.1 \times 10^2 \text{ mT}$

Ⅲ－５ 位置 x ，時刻 t での媒質の変位 y が， $y = A \sin \left\{ 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \right\}$ で与えられる正弦波について考える。正弦波の進む速さを v ，角振動数を ω として，最も適切なものはどれか。ここで， A は振幅， T は周期， λ は波長を表す。

- ① $v = \frac{2\pi}{\lambda}$ ， $\omega = \frac{\lambda}{T}$
- ② $v = \lambda T$ ， $\omega = \frac{2\pi}{\lambda}$
- ③ $v = \frac{2\pi\lambda}{T}$ ， $\omega = \frac{2\pi}{T}$
- ④ $v = \frac{\lambda}{T}$ ， $\omega = \frac{2\pi}{T}$
- ⑤ $v = \frac{\lambda}{T}$ ， $\omega = 2\pi\lambda T$

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 $5.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ 、温度 27°C の理想気体が 120 m^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 227°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 -73°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 $2 \times 10^5 \text{ J}$ ② $5 \times 10^5 \text{ J}$ ③ $1 \times 10^6 \text{ J}$ ④ $2 \times 10^6 \text{ J}$ ⑤ $5 \times 10^6 \text{ J}$

Ⅲ－7 誘電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 強誘電性結晶は外部電場が存在しなくても電気双極子モーメントを示す。
- ② 一般に、強誘電性結晶はキュリー温度以上では常誘電性状態となる。
- ③ 圧電性を有するすべての結晶は強誘電体である。
- ④ 強誘電状態と常誘電状態との間に1次の相転移を持つ強誘電体は、転移点において飽和分極が不連続的に変化することによって識別される。
- ⑤ 強誘電的相転移は構造相転移の一種である。

Ⅲ－8 結晶構造に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 3次元空間格子は並進対称性を有する。
- ② 3次元空間格子は8種類に限られ、それらは3次元ブラヴェ格子と呼ばれる。
- ③ 逆格子空間におけるウィグナーザイツ胞をブリュアンゾーンという。
- ④ ダイヤモンド構造の各原子は4個の最隣接原子と12個の第2隣接原子を有する。
- ⑤ 塩化ナトリウム構造は面心立方格子に属する。

Ⅲ－9 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 アンペア (記号は A 、電流のSI単位) は、素電荷を用いて定義される。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ カンデラ (記号は cd 、光度のSI単位) は、単色放射を用いて定義される。

Ⅲ－10 電池と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 電池の起電力（電池電位）は、電池反応の反応ギブズエネルギーとは無関係に定まる。
- ② 電池反応が化学平衡にある場合は、電極間の電位差は0である。
- ③ 酸化が起こる電極をアノード、還元が起こる電極をカソードと呼ぶ。
- ④ 標準水素電極の電位を0と定義した基準を用いて標準電極電位は定められる。
- ⑤ 標準電池電位は、2つの電極それぞれの標準電極電位の差として求めることができる。

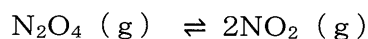
Ⅲ－11 高分子に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ポリエチレンは、熱可塑性高分子である。
- ② ナイロンは、合成高分子である。
- ③ 2種類以上のモノマーが重合して高分子鎖を形成する場合を共重合体と呼ぶ。
- ④ アミノ酸の脱水縮合で生じるペプチド結合はタンパク質に含まれる。
- ⑤ セルロースにはOH基が多数存在し、水によく溶解する。

Ⅲ－12 炭素、水素、酸素だけからなる芳香族炭化水素47mgを完全に燃焼したところ、二酸化炭素が132mg、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－13 ある容器内で以下の平衡が成り立っている。この平衡の移動方向の予測に関して、最も不適切なものはどれか。



- ① 温度と容器の体積を一定に保ち、 N_2O_4 を加えると右へ移動する。
- ② 温度と容器の体積を一定に保ち、 NO_2 を取り除くと右へ移動する。
- ③ 温度と容器の体積を一定に保ち、 N_2 を注入して圧力を高めると左へ移動する。
- ④ 温度を一定に保ち、容器の体積を大きくすると右へ移動する。
- ⑤ 温度と容器の体積を一定に保ち、固体の触媒を加えても平衡は移動しない。

Ⅲ－14 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 紫外可視スペクトルは、分子内の電子遷移を検出できる。
- ③ 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。
- ④ 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。
- 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いてもよく似た領域に現れる。

Ⅲ－15 周期表のランタノイドに属する元素として、最も不適切なものはどれか。

- ① サマリウム
- ② トリウム
- ③ ネオジム
- ④ プロメチウム
- ⑤ ホルミウム

Ⅲ-16 水素化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 水素元素の電子構造は、1 個の価電子のみがある点ではアルカリ金属と同類であるが、安定な希ガス電子配置より 1 個だけ少ない価電子をもつ点では、ハロゲン原子と同類である。
- ② アルカリ金属のNaやアルカリ土類金属のCaなどは、NaH、CaH₂などのイオン性化合物を生成する。
- ③ 遷移金属の水素化物には組成が不定比であるものがあり、遷移金属の単体の結晶格子の間にある空間に水素が入り込んでできる。
- ④ ホウ素の水素化物として安定に存在する最も小さな分子はB₂H₆であり、三中心結合を持つ。
- ⑤ 非金属水素化物では、ハロゲンやカルコゲンなどのように水素の方がマイナスに分極しているものと、炭化水素のように共有結合性の著しいものとに大別することができる。

Ⅲ-17 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 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

Ⅲ-18 次のうち、蒸留と最も関係が薄いものはどれか。

- ① 還流
- ② 充填塔
- ③ 相対揮発度
- ④ 平衡定数
- ⑤ 理論段数

Ⅲ－19 土壌及び帯水層の水理特性に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 空気侵入値とは、飽和した土壌の圧力水頭を低下させていき、最初に空気が土壌中に入り込むときの負の圧力水頭のことである。
- ② 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。
- ③ 含水比とは、土壌や岩石に含まれている水の質量と乾燥後の固相の質量の比を百分率で表したものである。
- ④ 貯留係数とは、水頭の単位低下量に対し、単位体積の帯水層の貯留から排出される水量である。貯留係数に帯水層の厚さを乗じると比貯留率となる。
- ⑤ 透水量係数とは、水平帯水層全体の透水性を判断する指標であり、透水係数と帯水層の厚さの積で表される。

Ⅲ－20 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理論的平均組成の主要な成分として、最も不適切なものはどれか。ただし、この火山ガスは100気圧、1200℃の玄武岩質マグマと化学平衡にあるものとする。

- ① CO_2 ② CH_4 ③ H_2 ④ HCl ⑤ SO_2

Ⅲ－21 地球の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 高度10kmでは空気の密度は地表の4分の1程度である。
- ② 対流圏界面の高度は、赤道域と比較して極域で高い。
- ③ 大気中の気体の主要成分である N_2 、 O_2 、 Ar の組成の鉛直変化は、高度数10km程度まではほぼ一定である。
- ④ 大気中のオゾン全量の約10%が対流圏に存在する。
- ⑤ 大気の鉛直構造は、気温の鉛直プロファイルにより、下層から対流圏、成層圏、中間圏、熱圏に区分される。

Ⅲ－22 同位体地球化学的手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 ^3H の β 壊変で生じる ^3He は、大気との接触を断ってから時間とともに海水に蓄積するため、 $^3\text{H}/^3\text{He}$ の比を測定することにより水塊の年代が求まる。
- ② ^{14}C は、古い地下水の年代測定に適しているが、無機形態の ^{14}C は地化学反応によって値が変化するため、これを補正する必要がある。
- ③ 宇宙線による大気中のNやOの核破砕反応で生成する ^{10}Be は、エアロゾル粒子に付着して運ばれ、堆積物の堆積速度を求めるのに使われる。
- ④ 石灰岩の構成鉱物であるカルサイトに含まれるClに宇宙線が照射して生成する ^{36}Cl は、石灰岩の溶食（削剥）速度を見積もるために用いられる。
- ⑤ 岩石に含まれるウラン（U）やトリウム（Th）の α 崩壊によって発生する ^4He は、地下水に蓄積され、地下水の滞留時間の推定に用いられる。

Ⅲ－23 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伴い岩石が変成作用を受けたものである。
- ④ 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。
- ⑤ 大理石は石灰岩が接触変成作用を受けたものである。

Ⅲ－24 地球の内部構造を説明した次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地球の内部の温度は深くなるにつれて高くなり、中心部では約5000℃～約6000℃に達する。
- ② マントル上部で温度が上がり、マントル物質が柔らかくなり流れやすい性質を持つ部分がある。この領域をアセノスフェアという。
- ③ アセノスフェアの上にある部分は、温度が低く硬い性質を持つが、この領域をリソスフェアという。
- ④ リソスフェアとアセノスフェアの境界は、モホロビッチ不連続面と呼ばれる。
- ⑤ 地球の表面は10数枚～20枚ほどのプレートによって覆われているが、プレートの実体はリソスフェアである。

Ⅲ－25 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 地殻を構成する岩石の中で、特定の鉱物や化学成分が通常含まれている割合を超えて特に集まっている部分を鉱床という。
- ② 正マグマ鉱床とは、地殻の中に貫入したマグマが冷却して火成岩体を形成する際に、クロムや白金などの有用鉱物が比較的早期に結晶して濃集し、火成岩体の下部で生成した鉱床である。
- ③ 鉄・銅・鉛・亜鉛などの金属成分に富む熱水がマグマから分離して、海底に噴出すると熱水鉱床が形成される。熱水鉱床の1つ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している。
- ④ 層状含銅硫化鉄鉱床は、海底火山でできた海洋プレートの上の熱水鉱床が、沈み込み帯で変成作用を受けてできたものである。
- ⑤ 花崗岩質マグマが石灰岩などを含む地層に貫入すると、金属成分を含んだ水蒸気や熱水と石灰岩が化学反応を起こし、スカルン鉱物（Caを含むケイ酸塩鉱物）を生成する。このようにしてできる鉱床をスカルン鉱床と呼ぶ。

Ⅲ－26 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 固体が液体に変化する温度を融点という。岩石は固体であるが、融点をこえるとけて液体のマグマとなる。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 岩石がとけてマグマになる際にはすべてとけてしまう場合は少なく、一部の鉱物がとけ残る。こうした状態のことを部分融解（部分熔融）という。
- 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－27 堆積構造に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 流れが関与して生じた小さな削り込みの構造を流痕と総称する。
- ② リップルやデューンの前進にともなって、その前面につぎつぎと新しい層が付け加わり、斜交葉理又は斜交層理が形成される。
- ③ 蛇行河川システムにみられる主な堆積構造として、ヘリンボーン構造がある。
- ④ タービダイトは混濁流により運搬・堆積した堆積物であり、一般に級化構造をもつ。
- ⑤ ハンモック状斜交層理は、ストーム時の波浪により形成される堆積構造である。

Ⅲ－28 層序関係に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 不整合面は、多くの場合、下位層堆積直後の地形面を示す。
- ② 層状の岩石が非層状の火成岩や変成岩を不整合に覆う関係を無整合と呼ぶ。
- ③ 上下の地層の層理面が平行だが、下位層が顕著に削剥されている不整合のことを平行不整合と呼ぶ。
- ④ 上下の地層の層理面の走向・傾斜が異なる不整合のことを傾斜不整合と呼ぶ。
- ⑤ 層と層の境界に時間間隙がほとんどない層序関係のことを整合と呼ぶ。

Ⅲ－29 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 全体的に平坦に重なった地層が、ある幅の範囲内だけ周囲よりも急傾斜となるような折れ曲がり状構造を単斜あるいは撓曲^{とうきよく}と呼ぶ。
- ③ 活断層とは、最近の地質時代に繰り返し活動し、今後も活動する可能性のある断層のことである。
- ④ 正断層が発達する地帯で、両側を正断層で境され、周囲よりも相対的に落ち込んでいる細長い地帯を地堑という。
- ⑤ 地表地震断層とは、地震時に地表に現れる断層のことをいう。

Ⅲ－30 次のうち、断層と最も関係が薄いものはどれか。

- ① プルアパート構造
- ② 条線
- ③ カタクレースサイト
- ④ 鏡肌
- ⑤ ダイアピール

Ⅲ－31 物理探査における計測や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 物理探査ではデータを処理・解析して地下構造を求める「解析」が順問題、データを得る「計測」が逆問題に相当する。
- ② 反射法地震探査における表面波など、信号を入力したことで生じた物理現象であっても、解析の対象としない現象はノイズとなる。
- ③ 対象とするアナログ信号に含まれている最高周波数の2倍以上の標本化周波数で標本化すると、標本値から元の信号を完全に復元できる。
- ④ 特定の周波数のみを遮断するノッチフィルタは、通常、交流電源に起因する誘導雑音を除去するために用いられている。
- ⑤ 同一起振点で複数回起振し、得られた信号を加算してランダムノイズに対する S/N 比を向上させるスタッキングにより、ランダムノイズに対する S/N 比は理論的には加算回数の平方根倍になる。

Ⅲ－32 次の原理・法則のうち，地震探査などで用いられる波動の伝播現象に最も関係が薄いものはどれか。

- ① ホイヘンスの原理
- ② 重ね合わせの原理
- ③ レンツの法則
- ④ スネルの法則
- ⑤ フェルマの原理

Ⅲ－33 重力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 正規重力（地球の理論重力値）は地球の質量と自転角速度，形状から数学的に導出される重力値である。
- ② ブーゲー補正は，重力測定点と海水準面との間に存在する地殻物質による影響を除去する補正である。
- ③ 船上重力測定や空中重力測定等，運動している物体上で行う重力測定では，地球表面に沿った運動に伴う遠心力変化の影響を受ける。
- ④ フリーエア補正は，測定点の高さの違いによる影響を補正する。
- ⑤ 基本的に，周囲よりも高密度物質が分布する地域ではブーゲー異常値は周囲より小さくなり，周囲より低密度物質が分布する地域ではブーゲー異常値は周囲より大きくなる。

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 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、測定区間は孔内水位以深とする。
- ② 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。
- ③ VSP (Vertical Seismic Profiling) 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。
- ④ 密度検層は、放射性同位元素から放射されるベータ線のレイリー散乱を利用して、ボーリング孔壁周辺の密度分布を測定する方法である。
- ⑤ 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。

Ⅲ－35 微動探査・表面波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 水平成層モデルを伝播するレイリー波の位相速度は周波数によって変化する分散性を有する。
- ② レイリー波の位相速度への影響を比較すると、P波速度の影響はS波速度の影響よりも大きい。
- ③ 微動探査等で地下構造を推定するために行う位相速度の逆解析では、観測で得られた位相速度と地下構造モデルから求めた位相速度の差が小さくなるように、モデルの修正と位相速度の計算を繰り返し行う。
- ④ 表面波探査等における探査深度は観測で得られる最大の波長、浅い構造の解像度は最小の波長と強く関係している。
- ⑤ 表面波探査の探査深度が不十分な場合に探査深度を増大させる方法として、微動探査と表面波探査を併用する方法がある。

【正解と解説】

●問題Ⅲ-1

正解は③

傾角 45° で滑り出す条件より静止摩擦係数は $\mu = \tan 45^\circ = 1.0$ である。傾角 30° のとき物体を斜面に沿って上向きに動かし始めるための最小の力 F は、重力の斜面平行下向き成分と最大静止摩擦力の和 ($F = mg \sin 30^\circ + \mu mg \cos 30^\circ$) となる。 $m = 5.0 \text{ kg}$ 、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ を代入すると、 $F = 5.0 \times 9.8 \times (0.5 + 1.0 \times \sqrt{3}/2) = 49 \times (0.5 + 0.866) \doteq 66.9 \text{ N}$ となり、最も近い値は 67 N である。

●問題Ⅲ-2

正解は①

つりあいの位置におけるばねの伸びを $x_0 = 4.9 \text{ cm} = 0.049 \text{ m}$ とすると、つりあいの式 $mg = kx_0$ より $k/m = g/x_0$ が成り立つ。単振動の周期 T は $T = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{x_0/g} = 2\pi\sqrt{0.049/9.8} = 2\pi\sqrt{1/200} = 2\pi/(10\sqrt{2}) = (\sqrt{2}\pi)/10 \doteq (1.414 \times 3.142)/10 \doteq 0.444 \text{ s}$ となり、 $4.4 \times 10^{-1} \text{ s}$ である。

●問題Ⅲ-3

正解は③

平行平板コンデンサーの電気容量 C は $C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 (S/d)$ で表される。極板間に比誘電率 ϵ_r の大きな物質（誘電体）を挿入すると電気容量は増加する。減少するとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-4

正解は④

ソレノイドの単位長さあたりの巻き数は $n = 150/0.40 = 375 \text{ m}^{-1}$ である。内部の磁束密度 B は $B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot nI$ で求められる。 $\mu_r = 100$ 、 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ 、 $I = 1.5 \text{ A}$ を代入すると、 $B = 100 \times (4\pi \times 10^{-7}) \times 375 \times 1.5 = 100 \times (4\pi \times 10^{-7}) \times 562.5 = 2.25\pi \times 10^{-4} \text{ T} \doteq 7.07 \times 10^{-4} \text{ T} = 7.1 \times 10^{-1} \text{ mT}$ となる。

●問題Ⅲ-5

正解は④

正弦波の変位式 $y = A \sin\{2\pi(t/T - x/\lambda)\}$ において、角振動数 ω は時間の係数より $\omega = 2\pi/T$ である。波の伝播速度 v は1周期 T あたりに波長 λ 進む速度であるため $v = \lambda/T$ である。

●問題Ⅲ-6

正解は①

初状態の物質量は $n = P_1 V_1 / (RT_1) = (5.0 \times 10^5 \times 120) / (R \times 300) = 2.0 \times 10^5 / R$ である。(1)の等圧加熱で体積は $(500/300) \times 120 = 200 \text{ m}^3$ に膨張。(2)の定積冷却で圧力は $(300/500) \times 5.0 \times 10^5 = 3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ となる。(3)の定圧冷却(300Kから200Kへ冷却)では、体積が 200 m^3 から $(200/300) \times 200 = 400/3 \text{ m}^3$ へと減少する。体積変化量は $\Delta V = 200 - 400/3 = 200/3 \text{ m}^3$ であり、外部からされる仕事 W は $W = P|\Delta V| = (3.0 \times 10^5) \times (200/3) = 2.0 \times 10^7 \text{ J}$ となる。

●問題Ⅲ-7

正解は③

結晶の対称性において、反転対称性を持たない結晶は圧電性（ピエゾ電気）を示すが、自発分極を持ち電場によりその向きを反転できる「強誘電体」は圧電性結晶の中のさらに限られた一部の対称群に属する物質である。圧電性を有するすべての結晶が強誘電体であるとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-8

正解は②

3次元空間における結晶のブラヴェ格子（空間格子）の基本型は全部で「14種類（7晶系14格子）」である。8種類に限られるとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-9

正解は③

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①

電池の起電力（電池電位 E ）は、熱力学関係式 $\Delta rG = -nFE$ に示されるように、電池反応に伴う「反応ギブズエネルギー変化 ΔrG 」と直接的に結びついて定まる。無関係に定まるとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-11

正解は⑤

セルロースは多数のグルコース単位が直鎖状につながり、分子内および分子間に極めて強く密な水素結合ネットワークを形成して結晶構造をとるため、多数のOH基が存在するにもかかわらず水には不溶である。水によく溶解するとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-12

正解は②

完全燃焼により生じたCの質量は $132 \times (12/44) = 36\text{mg}$ （3mmol）、Hの質量は $27 \times (2/18) = 3\text{mg}$ （3mmol）である。化合物の全質量47mgからOの質量は $47 - (36 + 3) = 8\text{mg}$ （0.5mmol）となる。モル比は $C:H:O = 3:3:0.5 = 6:6:1$ であり、分子式 C_6H_6O のフェノールである。

●問題Ⅲ-13

正解は③

容積一定の容器に不活性気体である N_2 を注入しても、反応に関与する N_2O_4 および NO_2 の各分圧や濃度は一切変化しないため、平衡は移動しない。左へ移動するとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-14

正解は④

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

●問題Ⅲ-15

正解は②

トリウム（Th：原子番号90）は、アクチニウム系列に属する「アクチノイド」元素である。ランタノイド（原子番号57のLaから71のLu）に属する元素ではない。

●問題Ⅲ-16

正解は⑤

ハロゲン化水素（HF、HCl等）や水（ H_2O ）などのカルコゲン化水素では、水素よりも相手の非金属元素の方が電気陰性度が大きいため、水素原子側が「プラス（正電荷）」に分極している。水素の方がマイナスに分極しているとする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-17

正解は③

ハロゲン化水素の水溶液のうち、塩酸、臭化水素酸、ヨウ化水素酸は完全電離する強酸であるが、フッ化水素酸（HF水溶液）は水素結合や結合エネルギーの大きさ等の理由により「弱酸」である。すべて強酸とする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-18

正解は④

蒸留操作の設計・解析においては、気液平衡関係を表す相対揮発度、理論段数、還流比、充填塔（または棚段塔）が基本的概念となる。化学反応の平衡状態を表す平衡定数は直接の関係が最も薄い。

●問題Ⅲ-19

正解は④

貯留係数 S は、帯水層全体の厚さ（層厚 b ）にわたって積分された無次元量であり、「比貯留率 S_s に帯水層の厚さ b を乗じた値（ $S=S_s \cdot b$ ）」が貯留係数となる。貯留係数に厚さを乗じると比貯留率になるとする記述は主客が逆であり誤りである。

●問題Ⅲ-20

正解は②

100気圧・1200℃の高温高压下で玄武岩質マグマと平衡にある火山ガス中では、炭素成分は熱力学的に酸化型の二酸化炭素（ CO_2 ）として存在し、還元型のメタン（ CH_4 ）の平衡分圧は極めて微量となる。メタンを主要成分とする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-21

正解は②

対流圏界面の高度は、地表加熱に伴う鉛直対流が活発な低緯度（赤道域）で約16～18kmと高く、極域では約8～10kmと低くなる。赤道域と比較して極域で高いとする記述は逆であり誤りである。

●問題Ⅲ-22

正解は④

宇宙線照射生成核種 ^{36}Cl を利用して岩石表面の削剥速度や露出年代を見積もる手法は、主に「カリウム（ ^{39}K ）やカルシウム（ ^{40}Ca ）」等の中性子捕獲・核破砕反応を利用する。塩素（ Cl ）への照射のみを仮定する記述は不適切である。

●問題Ⅲ-23

正解は④

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「低温高压型変成帯（三波川帯等）」が形成され、火成活動・マグマ上昇を伴う陸側（火山前線付近～背弧側）に「高温低压型変成帯（領家帯等）」が形成される。配置の説明が逆である。

●問題Ⅲ-24

正解は④

地殻とマントルの力学的・物質境界は「モホロビチッチ不連続面（モホ面）」である。硬い岩石圏であるリソスフェアと流動性のあるアセノスフェアの境界はモホ面ではなく、マントル内部の力学的境界（温度約1300℃等温面付近）である。

●問題Ⅲ-25

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流紋岩やデイサイト等の珪長質火山岩類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とする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-26

正解は②

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とする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-27

正解は③

ヘリンボーン型斜交層理は、潮汐作用による満潮と干潮の往復流（流れの周期的な反転）によって形成される潮間帯・内湾干潟等の堆積構造であり、一方向流が支配的な蛇行河川には見られない。

●問題Ⅲ-28

正解は①

不整合面は、下位層が堆積した後に隆起・陸化して「長期間にわたる風化・侵食作用を受

けた侵食面」であり、下位層堆積直後の地形面をそのまま示すものではない。

●問題Ⅲ-29

正解は④

両側を正断層によって挟まれ、周囲に対して相対的に落ち込んでいる細長い低地帯は「地溝（グラベン）」である。地塁（ホルスト）は相対的に隆起している山地帯を指す。

●問題Ⅲ-30

正解は⑤

ダイアピールは、岩塩や泥などの低密度層が上載地層の荷重や浮力によってドーム状に貫入・上昇する地質構造であり、断層運動との直接の関係が最も薄い。

●問題Ⅲ-31

正解は①

物理探査において、既知の地下構造から観測データを計算する作業が「順問題（フォワードモデリング）」であり、得られた観測データから地下構造を逆算・推定する処理が「逆問題（インバージョン）」である。記述の説明が逆である。

●問題Ⅲ-32

正解は③

レンツの法則は電磁誘導において誘導起電力の向きを定める法則であり、弾性波（波動）の伝播現象とは直接の関係が最も薄い。

●問題Ⅲ-33

正解は⑤

ブーゲー異常は地下の密度の不均質（密度異常）を反映するため、周囲よりも高密度な物質が分布する地域では正の異常（周囲より大きく）となり、低密度物質が分布する地域では負の異常（周囲より小さく）となる。説明が逆であり誤りである。

●問題Ⅲ-34

正解は④

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」を利用して地層の電子密度（体積密度）を測定する物理検層である。ベータ線のレイリー散乱とする記述は誤りである。

●問題Ⅲ-35

正解は②

レイリー波の位相速度は、地盤の弾性定数のうち「S波速度（横波速度）」に対して極めて感度が高く、P波速度（縦波速度）の影響はS波速度に比べてはるかに小さい。P波速度の影響の方が大きいとする記述は誤りである。