

## 環境計量に関する基礎知識（化学）

## 注意事項

- 1 解答時間は、1時間10分である。
- 2 答案用紙の所定の欄に、氏名、生年月日及び受験番号を楷書体で正確に記入し、生年月日及び受験番号については、その下のマーク欄にもマークすること。
- 3 問題は25問で、全問必須である。
- 4 出題の形式は、五肢択一方式である（各問に対して五つの選択肢が用意されており、その中から一つの解答を選ぶ方法）。
- 5 マークの記入については、答案用紙の記入例を参照すること。
- 6 採点は機械による読み取りで行う。解答の記入にあたっては、次の点に十分注意すること。
  - (1) 解答は、各問の番号に対応するマーク欄に一か所のみマークすること。
  - (2) 筆記用具はHBの黒鉛筆または黒シャープペンシルを用い、マーク欄の枠内を塗りつぶすこと。  
※万年筆、黒以外の色の鉛筆、色の薄い鉛筆、ボールペン、サインペン等によるマークは、機械による読み取りができないので使用しないこと。
  - (3) 解答を修正する場合は、消しゴムできれいに消して、消しくずを残さないようにすること。
  - (4) 答案用紙は汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 7 黒板に記載の注意事項を必ず確認すること。

以上の注意事項及び試験監督員からの指示事項が守られない場合は、採点されないことがある。

指示があるまで開かないこと。

受験番号	氏名

問1 環境基本法第4条に関する次の記述の空欄〔ア〕～〔ウ〕に入る語句の組合せのうち、正しいものを次の中から一つ選べ。

(環境への負荷の少ない持続的発展が可能な社会の構築等)

環境の保全是、〔ア〕その他の活動による環境への負荷をできる限り低減することその他の環境の保全に関する行動がすべての者の〔イ〕の下に自主的かつ積極的に行われるようになることによって、健全で恵み豊かな環境を維持しつつ、環境への負荷の少ない健全な経済の発展を図りながら持続的に発展することができる社会が構築されることを旨とし、及び科学的知見の充実の下に環境の保全上の支障が〔ウ〕を旨として、行われなければならない。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	社会経済活動	公平な役割分担	未然に防がれること
2	社会経済活動	自然的社会的条件	基本理念にのっとること
3	事業活動	自然的社会的条件	環境基準の遵守
4	事業活動	公平な役割分担	基本理念にのっとること
5	社会経済活動	自然的社会的条件	未然に防がれること

問2 大気汚染防止法に基づき、政令で定める有害物質に該当するものを次の中から一つ選べ。

- 1 一酸化炭素
- 2 メタノール
- 3 弗素、弗化水素及び弗化珪素
- 4 二酸化硫黄
- 5 ホルムアルデヒド

問3 大気汚染防止法第2条の定義等に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 この法律において「ばい煙発生施設」とは、工場又は事業場に設置される施設でばい煙を発生し、及び排出するもののうち、その施設から排出されるばい煙が大気の汚染の原因となるもので政令で定めるものをいう。
- 2 この法律において「ばい煙処理施設」とは、ばい煙発生施設において発生するばい煙を処理するための施設及びこれに附属する施設をいう。
- 3 この法律において「揮発性有機化合物」とは、大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物（浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として政令で定める物質を除く。）をいう。
- 4 この法律において「一般粉じん」とは、石綿その他の人の健康に係る被害を生ずるおそれがある物質で政令で定めるものをいう。
- 5 この法律において「揮発性有機化合物排出施設」とは、工場又は事業場に設置される施設で揮発性有機化合物を排出するもののうち、その施設から排出される揮発性有機化合物が大気の汚染の原因となるものであつて、揮発性有機化合物の排出量が多いためにその規制を行うことが特に必要なものとして政令で定めるものをいう。

問4 水質汚濁防止法に基づき、政令で定める有害物質に該当しないものを次の中から一つ選べ。

- 1 塩化ビニルモノマー
- 2 一・四―ジオキサン
- 3 ジクロロメタン
- 4 塩化水素
- 5 セレン及びその化合物

問5 水質汚濁防止法に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 都道府県知事は、排水水を排出する者が、その汚染状態が当該特定事業場の排水口において排水基準に適合しない排水水を排出するおそれがあると認めるときは、その者に対し、期限を定めて特定施設の構造若しくは使用の方法若しくは汚水等の処理の方法の改善を命じ、又は特定施設の使用若しくは排水水の排出の一時停止を命ずることができる。
- 2 都道府県知事は、その汚濁負荷量が総量規制基準に適合しない排水水が排出されるおそれがあると認めるときは、当該排水水に係る指定地域内事業場の設置者に対し、期限を定めて、当該指定地域内事業場における汚水又は廃液の処理の方法の改善その他必要な措置を採るべきことを命ずることができる。
- 3 都道府県知事は、有害物質使用特定事業場から水を排出する者（特定地下浸透水を浸透させる者を除く。）が、法第八条の環境省令で定める要件に該当する特定地下浸透水を浸透させるおそれがあると認めるときは、その者に対し、期限を定めて特定施設（指定地域特定施設を含む。）の構造、設備若しくは使用の方法の改善を命じ、又は特定施設の使用若しくは特定地下浸透水の浸透の一時停止を命ずることができる。
- 4 都道府県知事は、有害物質使用特定施設を設置している者（当該有害物質使用特定施設に係る特定事業場から特定地下浸透水を浸透させる者を除く。）又は有害物質貯蔵指定施設を設置している者が法第十二条の四の基準を遵守していないと認めるときは、その者に対し、期限を定めて当該有害物質使用特定施設若しくは有害物質貯蔵指定施設の構造、設備若しくは使用の方法の改善を命じ、又は当該有害物質使用特定施設若しくは有害物質貯蔵指定施設の使用の一時停止を命ずることができる。
- 5 都道府県知事は、指定地域内事業場から排水水を排出する者以外の者であって指定地域において公共用水域に汚水、廃液その他の汚濁負荷量の増加の原因となる物を排出するものに対し、総量削減計画を達成するために必要な指導、助言及び勧告をすることができる。

問6 物質量とその単位であるモルに関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 モルは、1 gの水素の中に存在する原子と同じ数の粒子を含む系の物質量として定義される。
- 2 ファラデー定数は、1 molの電子がもつ電気量の絶対値に相当する。
- 3 一般に混合気体中の成分の物質量分率は、その質量分率と等しい。
- 4 元素のモル質量は原子量と等しい数値で、単位をもたない。
- 5 溶液中の溶質の物質量濃度（モル濃度）は、溶質の物質量を溶媒の体積で除して求める。

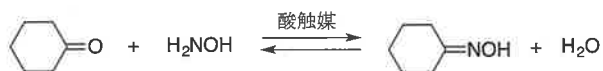
問7 次の芳香族化合物のうち、求電子置換反応（例えば、濃硝酸と濃硫酸の混合物によるニトロ化反応）を最も受けにくいものはどれか。一つ選べ。

- 1 トルエン
- 2 クロロベンゼン
- 3 アセトアニリド
- 4 ニトロベンゼン
- 5 フェノール



問8 カルボニル化合物の反応に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。ただし、参考として付記した反応式は反応に関与する主な化合物のみが示されており、必ずしも化学量論式ではない。

- 1 酸触媒存在下、シクロヘキサノンにヒドロキシルアミンを反応させると、そのオキシムが生成する。



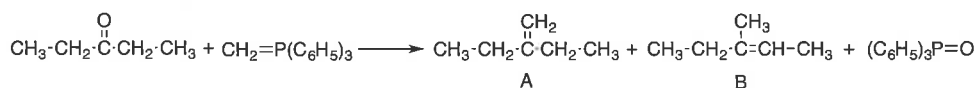
- 2 ベンズアルデヒドに濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、ベンジルアルコールと安息香酸ナトリウムが生成する。



- 3 アセトアルデヒドにうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、クロトンアルデヒドが生成する。



- 4  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$  に  $\text{CH}_2=\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$  を反応させると、2-エチル-1-ブテン (A) とその異性体 (B) がほぼ等量生成する。



- 5 水酸化ナトリウム水溶液中でアセトフェノンによる素を反応させると、安息香酸ナトリウムとヨードホルムが生成する。



問9 分子間またはイオン間相互作用に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 一般に分散相互作用とは、極性分子間にはたらくファンデルワールス相互作用のことである。
- 2 分散相互作用の強さは、距離の二乗に反比例する。
- 3 水分子間の水素結合は、O-H結合とH…Oの水素結合がなす角度が $90^\circ$ のとき最も強い。
- 4 水中で陽イオンと陰イオンの間にはたらくクーロン引力は、エタノール中のそれより弱い。
- 5 水中でメタン分子間にはたらく疎水性相互作用は、室温付近で温度上昇とともに一般に弱くなる。

問10 純水や水溶液に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 純水をゆっくり冷却すると、 $0^{\circ}\text{C}$ より低い温度で凍り始めることがある。
- 2  $10\text{ g dm}^{-3}$ のグルコース ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) 水溶液の凝固点は、純水より低い。
- 3  $10\text{ g dm}^{-3}$ のスクロース ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) 水溶液の凝固点は、同じ質量濃度のグルコース水溶液より低い。
- 4  $0.1\text{ mol dm}^{-3}$ の塩化ナトリウム水溶液の沸点は、純水より高い。
- 5  $0.1\text{ mol dm}^{-3}$ の塩化マグネシウム水溶液の沸点は、同じ物質濃度（モル濃度）の塩化ナトリウム水溶液より高い。

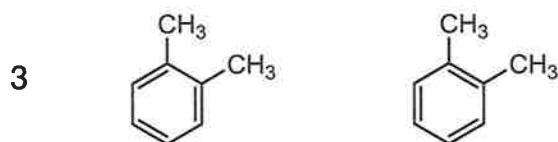
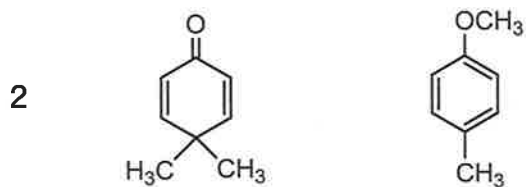
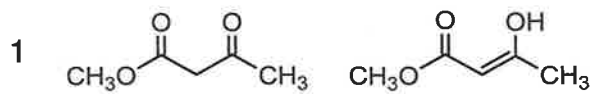
問11 実在気体に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 一定温度で1 molの実在気体が占める体積は、理想気体のそれより常に小さい。
- 2 ファンデルワールスの状態方程式が成り立つとき、体積を一定に保つ条件下で絶対温度を2倍にすると、圧力も2倍になる。
- 3 ファンデルワールスの状態方程式が成り立つとき、絶対温度を一定に保つ条件下で体積を2倍にすると、圧力は1/2倍になる。
- 4 臨界温度以上では、実在気体をどんなに加圧しても、液化は起こり得ない。
- 5 臨界圧力以下では、実在気体をどんなに冷却しても、液化は起こり得ない。

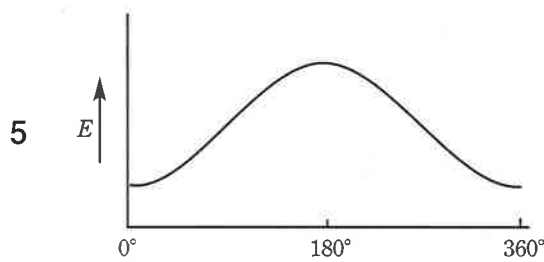
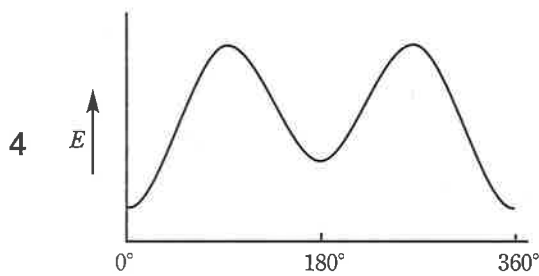
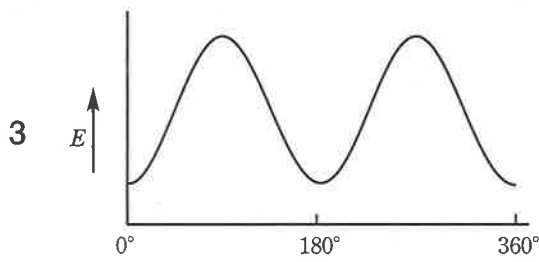
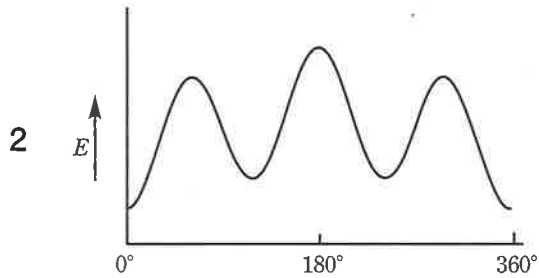
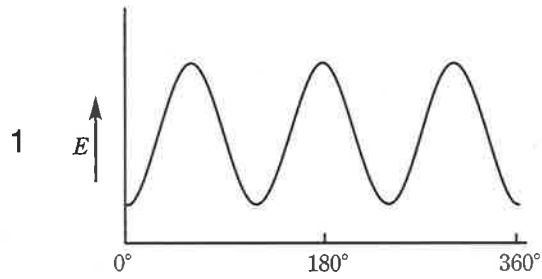
問12 ①と②で表した二つの構造式が互変異性体の関係にあるものを、次の中から一つ選べ。

①

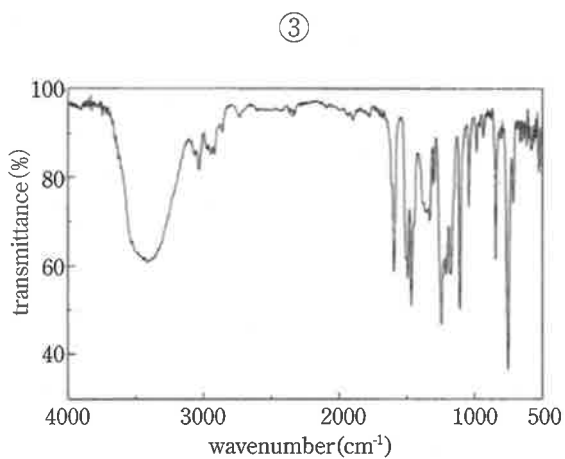
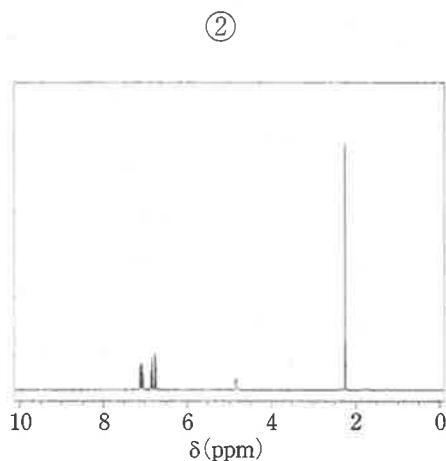
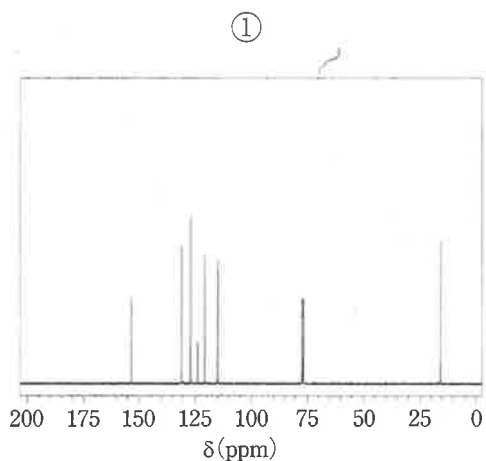
②



問13 クロロエタン ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ ) のメチル基を固定し、クロロメチル基を炭素-炭素結合を軸として $360^\circ$ 回転させると、回転角とともにポテンシャルエネルギー  $E$  は変化する。そのときの概略図として次の中から正しいものを一つ選べ。

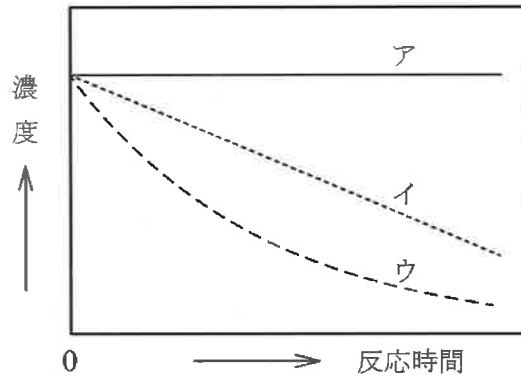


問14 *o*-クレゾール (2-メチルフェノール) のスペクトルを次の①~③に示す。スペクトルの名称の正しい組合せを1~5の中から一つ選べ。ただし、スペクトルには溶媒の吸収を含むものもある。



- |   | ①                         | ②                         | ③         |
|---|---------------------------|---------------------------|-----------|
| 1 | $^{13}\text{C}$ NMR スペクトル | $^1\text{H}$ NMR スペクトル    | IR スペクトル  |
| 2 | $^1\text{H}$ NMR スペクトル    | $^{13}\text{C}$ NMR スペクトル | ラマン スペクトル |
| 3 | マス スペクトル                  | IR スペクトル                  | ラマン スペクトル |
| 4 | $^1\text{H}$ NMR スペクトル    | $^{13}\text{C}$ NMR スペクトル | IR スペクトル  |
| 5 | マス スペクトル                  | $^1\text{H}$ NMR スペクトル    | ラマン スペクトル |

問15 酢酸エチル水溶液に塩酸を加えると、室温でも比較的速く加水分解反応が進行する。この反応が一次反応とみなせる場合、水溶液中の酢酸エチルと塩酸の濃度は反応時間とともにどのように変化するか。下図に示した反応曲線ア～ウの中から、変化の傾向として正しい組合せを1～5の中から一つ選べ。ただし、図の縦軸と横軸はいずれも線形目盛りで、アとイは直線的な変化を示すものとする。



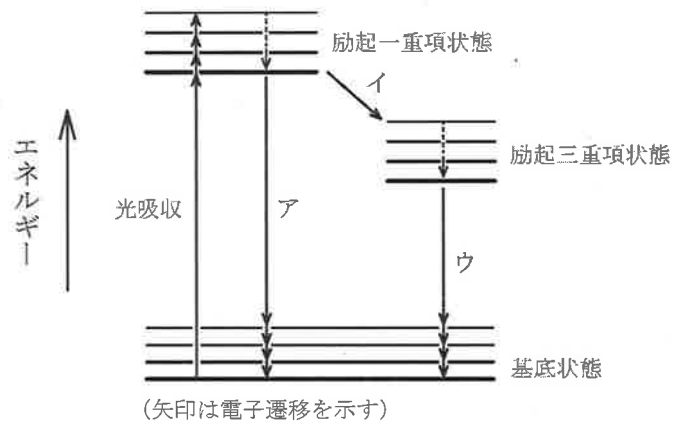
	酢酸エチル	塩酸
1	イ	ア
2	イ	イ
3	イ	ウ
4	ウ	ア
5	ウ	ウ



問16 単原子分子からなる理想気体の定圧モル熱容量 $C_p$ と定容モル熱容量 $C_v$ の比( $C_p/C_v$ )は幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、 $C_p$ と $C_v$ の間には、 $C_p - C_v = R$  ( $R$ は気体定数)の関係が成立する。

- 1 1.08
- 2 1.20
- 3 1.33
- 4 1.50
- 5 1.67

問17 分子に紫外光などを照射すると、励起状態の電子が基底状態へ戻るプロセスで蛍光やりん光を生じることがある。下図のア～ウの電子遷移の中で、①蛍光が発生するプロセス、②電子スピンの向きが保存されるプロセスはどれか。次の中から正しい組合せを一つ選べ。



- |   | ① | ②   |
|---|---|-----|
| 1 | ア | ア   |
| 2 | ア | イとウ |
| 3 | イ | ウ   |
| 4 | ウ | イ   |
| 5 | ウ | ウ   |

問18 次の物質の中から、炭素－炭素間の結合距離が最も短いものを一つ選べ。

- 1 アセチレン
- 2 エタン
- 3 エチレン
- 4 ダイヤモンド
- 5 ベンゼン

問19 次の中から無極性分子を一つ選べ。

- 1  $\text{H}_2\text{S}$
- 2  $\text{NH}_3$
- 3  $\text{BF}_3$
- 4  $\text{NF}_3$
- 5  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$

問20 ふっ化リチウム (LiF) の結晶構造は、塩化ナトリウム型である。ふっ化リチウム結晶の密度  $\rho$  ( $\text{g cm}^{-3}$ ) を求める式として正しいものを、次の中から一つ選べ。ただし、LiとFの原子量をそれぞれ7.0、19.0、アボガドロ定数を  $N_A$  ( $\text{mol}^{-1}$ )、格子定数を  $a$  (nm) とする。

1  $\frac{6.5}{N_A(a \times 10^{-7})^3}$

2  $\frac{13}{N_A(a \times 10^{-7})^3}$

3  $\frac{26}{N_A(a \times 10^{-7})^3}$

4  $\frac{52}{N_A(a \times 10^{-7})^3}$

5  $\frac{104}{N_A(a \times 10^{-7})^3}$

問21 次の電極反応 [式(1)] が平衡状態にあるとき、電極電位  $E$  は式(2)で表される。



$$E = E^0 + \left(\frac{RT}{nF}\right) \ln \frac{a_{\text{Ox}}}{a_{\text{Red}}} \quad (2)$$

ここで、 $E^0$  は標準電極電位、 $R$  は気体定数、 $T$  は絶対温度、 $F$  はファラデー定数、 $a_{\text{Ox}}$  および  $a_{\text{Red}}$  はそれぞれ Ox、Red の活量である。

酸性溶液中、 $\text{Fe}^{2+}$  を  $\text{Ce}^{4+}$  で滴定するとき、当量点電位を表す式を次の中から一つ選べ。ただし、 $\text{Fe}^{3+} + e^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$  および  $\text{Ce}^{4+} + e^- \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+}$  の標準電極電位はそれぞれ  $E_1^0$ 、 $E_2^0$  とする。

- 1  $E_1^0$
- 2  $E_2^0$
- 3  $E_1^0 + E_2^0$
- 4  $|E_1^0 - E_2^0|$
- 5  $(E_1^0 + E_2^0)/2$

問22 塩化銀の $0.01 \text{ mol dm}^{-3}$ 塩酸に対する溶解度は、純水に対する溶解度 ( $10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ ) の何倍になるか。最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、温度は一定とし、錯イオンの形成は無視できるものとする。

- 1  $10^{-4}$ 倍
- 2  $10^{-3}$ 倍
- 3  $10^{-2}$ 倍
- 4  $10^{-1}$ 倍
- 5  $10^0$ 倍

問23 熱化学に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 水素分子の結合エネルギーは、2原子間の共有結合を切断し、無限遠まで離すのに必要な分子1 mol当たりのエネルギーである。
- 2 化学反応の反応熱の総量は、途中の反応経路に関係なく一定である。
- 3 吸熱反応では、系の内部エネルギーは減少する。
- 4 1 molの化合物がその成分元素の単体から生成するときの反応熱を生成熱という。
- 5 気体が関与する化学反応では、反応の前後で気体物質の総物質質量が変化するとき、定圧反応熱と定容反応熱は等しくない。



問24 ベンゼン分子に対称面は幾つあるか。次の中から正しいものを一つ選べ。

1 3

2 4

3 5

4 6

5 7

問25 18族元素He、Ne、Ar、Kr、Xe、Rnに関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 いずれの元素も最外殻電子数は8で、閉殻となっている。
- 2 いずれの元素も化合物を形成しない。
- 3 現在の地球大気中では、いずれの元素も二酸化炭素より濃度が低い。
- 4 地球上では、HeやRnはUなどの放射性元素の崩壊により生成する。
- 5 放電によりNeは青く発光し、ディスプレイなどに利用されている。