

## 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カ所のみマークすること。
  - (2) 筆記用具は HB の黒鉛筆又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 環境基本法に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 事業者は、基本理念にのっとり、その事業活動を行うに当たっては、これに伴って生ずる温室効果ガスの処理及び防止の措置を講ずる責務を有する。
- 2 国民は、基本理念にのっとり、環境の保全に関し、国の施策に準じた施策及びその他のその地方公共団体の区域の自然的社会的条件に応じた施策を策定し、及び実施する責務を有する。
- 3 事業者は、環境の保全に関する施策を実施するため必要な法制上又は財政上の措置その他の措置を講じなければならない。
- 4 この法律は、環境の保全について、基本理念を定め、並びに国、地方公共団体、事業者及び国民の責務を明らかにするとともに、環境の保全に関する施策の基本となる事項を定めることにより、環境の保全に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与するとともに人類の福祉に貢献することを目的とする。
- 5 事業者及び国民の間に広く工場の保全についての関心と理解を深めるとともに、積極的に工場の保全に関する活動を行う意欲を高めるため、工場の日を設ける。

問2 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 排水水を排出する者は、その汚染状態が当該特定事業場の排水口において水質環境基準に適合しない排水水を排出してはならない。
- 2 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。
- 3 排水水を排出し、又は特定地下浸透水を浸透させる者は、環境省令で定めるところにより、当該排水水又は特定地下浸透水の汚染状態を測定し、その結果を記録し、これを保存しなければならない。
- 4 都道府県知事は、公共用水域及び地下水の水質の汚濁の状況を常時監視しなければならない。
- 5 都道府県知事は、毎年、国の地方行政機関の長と協議して、当該都道府県の区域に属する公共用水域及び当該区域にある地下水の水質の測定に関する計画を作成するものとする。

問3 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 テトラクロロエチレン
- 2 クロロホルム
- 3 塩化ビニルモノマー
- 4 ベンゼン
- 5 一・四―ジオキサン

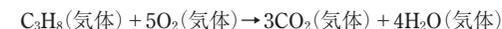
問4 大気汚染防止法における用語に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 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。
- 2 この法律において「揮発性有機化合物」とは、大気中に放出され、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。
- 3 この法律において「一般粉じん」とは、粉じんのうち、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。
- 4 この法律において「排出口」とは、ばい煙発生施設において発生するばい煙又は揮発性有機化合物排出施設に係る揮発性有機化合物を大気中に排出するために設けられた煙突その他の施設の開口部をいう。
- 5 この法律において「自動車排出ガス」とは、自動車の運行に伴い発生する一酸化炭素、炭化水素、鉛その他の人の健康又は生活環境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。

問5 大気汚染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 この法律において「揮発性有機化合物排出施設」とは、その規模にかかわらず、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をいう。
- 2 有害大気汚染物質による大気汚染の防止に関する施策その他の措置は、科学的知見の充実の下に、将来にわたって人の健康に係る被害が未然に防止されるようにすることを旨として、実施されなければならない。
- 3 環境大臣は、自動車が一定の条件で運行する場合に発生し、大気中に排出される排出物に含まれる自動車排出ガスの量の許容限度を定めなければならない。
- 4 都道府県知事は、交差点等があるため自動車の交通が渋滞することにより自動車排出ガスによる大気汚染が著しい汚染が生じ、又は生ずるおそれがある道路の部分及びその周辺の区域について、大気中の自動車排出ガスの濃度の測定を行なうものとする。
- 5 都道府県知事は、当該都道府県の区域に係る大気汚染の状況を公表しなければならない。

問6 プロパンの燃焼反応



において、ある温度・圧力における反応エンタルピーを $\Delta H$ 、反応に伴う内部エネルギー変化を $\Delta U$ とすると、 $\Delta H$ と $\Delta U$ の関係及びこれらの符号はどのようになるか。次の中から、正しいものを一つ選べ。ただし、気体は全て理想気体として扱うものとする。

- 1  $0 < \Delta U < \Delta H$
- 2  $0 < \Delta H < \Delta U$
- 3  $\Delta U < \Delta H < 0$
- 4  $\Delta H < \Delta U < 0$
- 5  $\Delta U < 0 < \Delta H$

問7 容積5.00 Lの二つの密閉容器があり、一方の容器には気体Aが、もう一方の容器には気体Bが、それぞれ2.0 molずつ入っている。気体Aは理想気体の状態方程式に従い、気体Bは次の状態方程式に従うものとする。

$$p(V - nb) = nRT$$

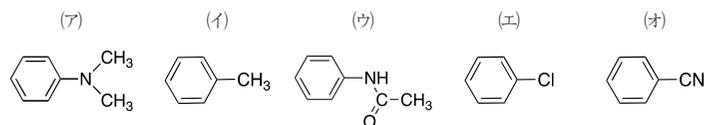
ただし、 $p$ は圧力、 $V$ は体積、 $n$ は物質質量、 $R$ は気体定数、 $T$ は絶対温度、 $b$ は温度や圧力に依存しない定数で、 $b = 0.050 \text{ L/mol}$ である。気体A、Bの温度をそれぞれ $\Delta T$ だけ変化させたときの圧力変化をそれぞれ $\Delta p_A$ 、 $\Delta p_B$ とすると、両者の比( $\Delta p_A / \Delta p_B$ )はいくらか。次の中から、最も近いものを一つ選べ。

- 1 0.80
- 2 0.98
- 3 1.00
- 4 1.02
- 5 1.20

問8  $10^5$  Paにおける融点が互いに等しい2種類の物質A、Bがある。融点における固相と液相の密度を比較すると、Aでは液相の方が大きく、Bでは固相の方が大きい。圧力が $10^6$  Paから増加すると、AとBの融点はそれぞれどのように変化するか。次の中から、正しいものを一つ選べ。ただし、この圧力増加に伴う融解熱や各相の密度の変化は無視でき、固相から別の固相への転移は起こらないものとする。

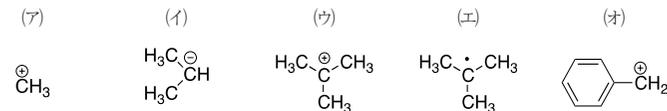
- 1 A、B共に融点上昇する。
- 2 A、B共に融点降下する。
- 3 A、B共に融点は変化しない。
- 4 Aの融点は上昇し、Bの融点は降下する。
- 5 Aの融点は降下し、Bの融点は上昇する。

問9 以下に示す芳香族化合物(ア)~(オ)のモノニトロ化反応において、ベンゼンに比べたそれぞれの反応性と配向性についての次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。



- 1 (ア)の反応性は非常に高く、主にオルト体とパラ体を生成する。
- 2 (イ)の反応性はわずかに高く、主にオルト体とパラ体を生成する。
- 3 (ウ)の反応性はわずかに低く、主にメタ体を生成する。
- 4 (エ)の反応性は低く、主にオルト体とパラ体を生成する。
- 5 (オ)の反応性は非常に低く、主にメタ体を生成する。

問10 (ア)~(オ)のカルボカチオン(カルボニウムイオン；炭素陽イオン)、カルボアニオン(炭素陰イオン)、炭素ラジカルの安定性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 メチルカチオン(ア)は、非常に不安定である。
- 2 イソプロピルアニオン(イ)は、メチル基の超共役で安定化されない。
- 3 *t*-ブチルカチオン(ウ)は、メチル基の超共役で安定化される。
- 4 *t*-ブチルラジカル(エ)は、メチル基の超共役で安定化されない。
- 5 ベンジルカチオン(オ)は、フェニル基の共鳴効果で安定化される。

問11 (ア)~(エ)の化合物の構造と性質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 (ア)は平面三角形分子で、F-B-F結合角は $\text{sp}^2$ 混成軌道のなす角に等しく、無極性である。
- 2 (イ)は三角錐形分子で、H-N-H結合角はp軌道よりも $\text{sp}^3$ 混成軌道のなす角に近く、双極子モーメントをもつ。
- 3 (ウ)は三角錐形分子で、H-P-H結合角は $\text{sp}^3$ 混成軌道よりもp軌道のなす角に近く、双極子モーメントをもつ。
- 4 (エ)は三角錐形分子で、H-As-H結合角は $\text{sp}^3$ 混成軌道よりもp軌道のなす角に近く、双極子モーメントをもつ。
- 5 これらの化合物のうち、ルイス塩基として働くものは(イ)だけである。

問12 次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 1 atmは760 Torrに厳密に等しい。
- 2 1 atmは $10^5$  Paに厳密に等しい。
- 3 1 Paは $1 \text{ N/cm}^2$ に厳密に等しい。
- 4 1 molの理想気体が $0^\circ\text{C}$ 、1 atmで占める体積は、 $0^\circ\text{C}$ 、1 barで占める体積より大きい。
- 5 1 molの理想気体が $0^\circ\text{C}$ 、1 atmで占める体積は、 $25^\circ\text{C}$ 、800 mmHgで占める体積より大きい。

問13 以下に示す平衡反応に関する次の記述の中から、正反応が発熱過程である場合に必ず当てはまるものを一つ選べ。



- 1 Aのみで反応を開始した場合、温度を高くするとBの濃度がある一定値に達するまでにかかる時間は長くなる。
- 2 温度を低くすると、逆反応は速くなる。
- 3 温度を高くすると、正反応は速くなる。
- 4 温度を低くすると、平衡時のBの生成量は増える。
- 5 温度を高くすると、平衡時のBの生成量は増える。

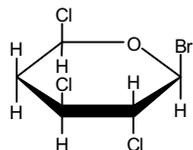
問14 ある難溶性無機塩 $\text{A}_3\text{X}_2$ を一定温度で水に加えてよくかき混ぜたところ、一部が溶けずに残り、 $\text{A}^{2+}$ と $\text{X}^{3-}$ を含む飽和溶液となった。用いた $\text{A}_3\text{X}_2$ が全て溶けていれば $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ の溶液となるはずであったが、実際には20%が溶け残った。この塩の溶解度積を求める計算式として最も適切なものを、次の中から一つ選べ。ただし、 $\text{A}_3\text{X}_2$ は $\text{A}^{2+}$ と $\text{X}^{3-}$ のイオンの形でのみ溶解するものとする。

- 1  $0.8^2 \times 0.8^3 \times (10^{-5})^5$
- 2  $1.6^2 \times 1.6^3 \times (10^{-5})^5$
- 3  $1.6^2 \times 2.4^3 \times (10^{-5})^5$
- 4  $1.6^3 \times 2.4^2 \times (10^{-5})^5$
- 5  $2.4^2 \times 2.4^3 \times (10^{-5})^5$

問15 環状構造をもつ構造異性体が存在する化合物の分子式を、次の中から一つ選べ。ただし、電荷をもった構造は除く。

- 1  $\text{C}_2\text{H}_4$
- 2  $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}$
- 3  $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{F}$
- 4  $\text{C}_{14}\text{H}_{29}\text{Cl}$
- 5  $\text{C}_{19}\text{H}_{40}$

問16 以下に示す化合物がイス形構造をしているとき、臭素原子がエカトリアル位にあるならば、アキシアル位にある水素原子の数はいくつか。次の中から、正しいものを一つ選べ。



- 1 1個
- 2 2個
- 3 3個
- 4 4個
- 5 5個

問17 カルボン酸を生成しない反応を次の中から一つ選べ。

- 1 安息香酸エチルを水酸化ナトリウムと反応させた後、過剰の希塩酸を加えた。
- 2 *p*-トルエンスルホン酸メチルを硫酸酸性下、加水分解した。
- 3 無水酢酸をメタノールと反応させた。
- 4 アセトニトリルを硫酸酸性下、加水分解した。
- 5 ベンズアルデヒドを硫酸酸性下、酸化クロム(VI)と反応させた。

問18 1 mol/L硫酸水溶液中、1 molの過マンガン酸カリウムで何molの酸化ひ素(Ⅲ)が酸化されるか。次の中から、正しいものを一つ選べ。ただし、反応は副反応を伴うことなく定量的に進行するものとする。

- 1  $\frac{2}{5}$  mol
- 2  $\frac{4}{5}$  mol
- 3 1 mol
- 4  $\frac{5}{4}$  mol
- 5  $\frac{5}{2}$  mol

問19 二酸化炭素と同数の非共有電子対(ローンペア)をもつ分子を、次の中から一つ選べ。

- 1 アンモニア
- 2 塩化水素
- 3 水
- 4 酢酸
- 5 メタン

問20 分子の電磁波吸収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 分子が光を吸収すると、エネルギー準位間で遷移が起こる。
- 2 遷移する準位間のエネルギー差が大きいほど、吸収される光子数は多くなる。
- 3 紫外可視吸収では、主に電子遷移が起こる。
- 4 赤外吸収では、主に振動準位間で遷移が起こる。
- 5 気体分子のマイクロ波吸収では、主に回転準位間で遷移が起こる。

問21 異なる同位体から構成される一酸化炭素、 $^{12}\text{CO}$ と $^{13}\text{CO}$ とを比較した場合に、 $^{12}\text{CO}$ のほうが小さい値となるものを、次の中から一つ選べ。なお、O（酸素）には質量数16の同位体だけが存在し、 $^{12}\text{CO}$ と $^{13}\text{CO}$ はそれぞれ純度100%の理想気体であるとする。

- 1 同一の温度と圧力における同一体積中の一酸化炭素分子の数
- 2 同一の温度における一酸化炭素分子の並進運動の速さ（平均値）
- 3 同一の質量の一酸化炭素を完全燃焼した場合の生成物の質量
- 4 一酸化炭素分子のC-O伸縮振動の基本振動数
- 5 一酸化炭素の分子イオン（ $\text{CO}^+$ ）に同一の加速度を与える電場の大きさ

問22 よう素及びセシウムの放射性同位体（ $^{131}\text{I}$ ：半減期約8日、 $^{137}\text{Cs}$ ：半減期約30年）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  $^{137}\text{Cs}$ が土壌に入ると、主に粘土鉱物や腐植物質などの負に荷電した成分と結合する。
- 2 同じ原子数で比較すれば、 $^{131}\text{I}$ の放射能は $^{137}\text{Cs}$ の放射能より低い。
- 3 閉鎖系において、両者の存在比（ $^{131}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ ）は時間の経過につれて低下する。
- 4 甲状腺はよう素を選択的に取り込むので、 $^{131}\text{I}$ による障害を受けやすい。
- 5 よう素とセシウムには、 $^{131}\text{I}$ 及び $^{137}\text{Cs}$ と質量数の異なる安定同位体がそれぞれ存在する。

問23 炭素の同素体に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 ダイヤモンドは、炭素と同族の元素であるけい素と同様に、3価の元素を不純物として含むとp型の半導体となることがある。
- 2 グラフェンは、グラファイトを薄く剥離することなどにより調製できるが、炭素原子が $\pi$ 結合をしているために電気伝導性を示さない。
- 3 グラファイトは、グラフェンシートが積み重なった構造を持ち、各シート間は $\sigma$ 結合により結び付けられている。
- 4 フラーレンの一種である $\text{C}_{60}$ を構成する炭素原子は $\text{sp}^2$ 混成軌道をとるため、互いの結合角は全て $120^\circ$ である。
- 5 カーボンナノチューブは、 $\text{sp}$ 混成軌道同士の間により炭素原子が直線状に配列したものである。

問24 化学結合や分子間相互作用の強い順として、次の中から、正しいものを一つ選べ。ただし、典型的な強さで考えるものとする。

- 1 共有結合 > 水素結合 > ファンデルワールス相互作用
- 2 水素結合 > ファンデルワールス相互作用 > 共有結合
- 3 ファンデルワールス相互作用 > 共有結合 > 水素結合
- 4 共有結合 > ファンデルワールス相互作用 > 水素結合
- 5 水素結合 > 共有結合 > ファンデルワールス相互作用

問25 ある単原子分子理想気体の体積を変えずに、温度を 300 K から 420 K に上げた。この分子の 420 K における平均運動エネルギーは、300 K のときの何倍になるか。次の中から最も近いものを一つ選べ。

- 1 1.2倍
- 2 1.4倍
- 3 2.0倍
- 4 2.4倍
- 5 2.8倍