

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。

問 1 環境基本法第 1 条(目的)の記述の(ア)～(オ)に入る語句のうち、誤っているものを一つ選べ。

第 1 条 この法律は、環境の保全について、、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ことにより、環境の保全に関する施策をに推進し、もっての健康で文化的な生活の確保に寄与するとともにに貢献することを目的とする。

- 1 (ア) 基本理念を定め
- 2 (イ) 基本となる事項を定める
- 3 (ウ) 総合的かつ計画的
- 4 (エ) 現在及び将来の国民
- 5 (オ) 国民の福祉

問 2 大気汚染防止法第 4 条の記述の (ア) ～ (オ) に入る語句のうち、誤っているものを一つ選べ。

第 4 条 都道府県は、当該都道府県の区域のうちに、その (ア) から判断して、(イ) 又は (ウ) に係る前条第 1 項又は第 3 項の排出基準によつては、(エ) を保護し、又は (オ) を保全することが十分でないと認められる区域があるときは、その区域におけるばい煙発生施設において発生するこれらの物質について、政令で定めるところにより、条例で、同条第 1 項の排出基準にかえて適用すべき同項の排出基準で定める許容限度よりきびしい許容限度を定める排出基準を定めることができる。

- 1 (ア) 自然的、社会的条件
- 2 (イ) いおう酸化物
- 3 (ウ) 有害物質
- 4 (エ) 人の健康
- 5 (オ) 生活環境

問 3 大気汚染防止法第 5 条の 3 で定める「指定ばい煙総量削減計画」について、都道府県知事が「指定ばい煙総量削減計画」を定めようとするとき、あらかじめ、環境大臣に協議しなければならない項目を、次の中から一つ選べ。

- 1 当該指定地域における事業活動その他の人の活動に伴って発生し、大気中に排出される当該指定ばい煙の総量
- 2 当該指定地域におけるすべての特定工場等に設置されているばい煙発生施設において発生し、排出口から大気中に排出される当該指定ばい煙の総量
- 3 当該指定地域における事業活動その他の人の活動に伴って発生し、大気中に排出される当該指定ばい煙について、大気環境基準に照らし環境省令で定めるところにより算定される総量
- 4 計画の達成の期間
- 5 計画の達成の方途

問 4 水質汚濁防止法第 1 条（目的）の記述の（ア）～（オ）に入る語句のうち、誤っているものを一つ選べ。

第 1 条 この法律は、工場及び事業場から 及び を規制するとともに、 を推進すること等によつて、公共用水域及び地下水の水質の汚濁（水質以外の水の状態が悪化することを含む。以下同じ。）の防止を図り、もつて を保護するとともに を保全し、並びに工場及び事業場から排出される汚水及び廃液に関して人の健康に係る被害が生じた場合における事業者の損害賠償の責任について定めることにより、被害者の保護を図ることを目的とする。

- 1 (ア) 公共用水域に排出される水の排出
- 2 (イ) 地下に浸透する水の浸透
- 3 (ウ) 生活排水対策の実施
- 4 (エ) 国民の健康
- 5 (オ) 自然環境

問 5 水質汚濁防止法第 2 条第 2 項第 1 号において、カドミウム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として政令で定める物質（「有害物質」という。）に該当しない物質を、次の中から一つ選べ。

- 1 ヒドラジン
- 2 ベンゼン
- 3 ポリ塩化ビフェニル
- 4 トリクロロエチレン
- 5 ジクロロメタン

問 6 水素ガスを封入したガラス管内で放電を行うと、水素原子の発光スペクトルが得られる。これは離散的な波長の一連の線スペクトルからなり、その線スペクトルの波長 λ (m) は以下の式で与えられることが知られている。

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad R: \text{リュードベリ定数 (m}^{-1}\text{)}$$

ここで、 $n_1 = 1$ (ライマン系列)、 $n_1 = 2$ (バルマー系列)、 $n_1 = 3$ (パッシェン系列) であり、それぞれの場合について $n_2 = n_1 + 1, n_1 + 2, \dots$ である。今、簡単のためリュードベリ定数を $R = 1.0 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ としたとき、ライマン系列の最長波長 (nm) は幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。

- 1 100 nm
- 2 130 nm
- 3 400 nm
- 4 720 nm
- 5 900 nm

問 7 金属イオン M と錯形成剤 L は、水溶液中で可溶の錯体 ML を生成する。金属イオン M の水溶液 (0.02 mol L^{-1}) と錯形成剤 L の水溶液 (0.04 mol L^{-1}) を、同体積ずつ混合した。混合後の平衡に達した水溶液中で、錯形成していない金属イオン M の濃度は幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。

ただし、錯体 ML の安定度定数を $K = [\text{ML}]/([\text{M}][\text{L}]) = 1 \times 10^{10} (\text{mol L}^{-1})^{-1}$ とし、この錯形成反応以外の反応は起こらないものとする。

1 $1 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

2 $1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$

3 $1 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$

4 $1 \times 10^{-10} \text{ mol L}^{-1}$

5 $1 \times 10^{-12} \text{ mol L}^{-1}$

問 8 水溶液中の酢酸の酸解離定数を $K_a = 2 \times 10^{-5} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$ とするとき、その共役塩基である酢酸イオンの塩基解離定数 K_b は幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、このときの水のイオン積を $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}^2$ とする。

1 $5 \times 10^{-5} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$

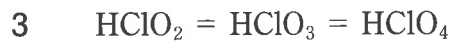
2 $5 \times 10^{-7} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$

3 $5 \times 10^{-10} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$

4 $5 \times 10^{-13} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$

5 $5 \times 10^{-15} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$

問 9 塩素のオキシ酸である HClO_2 、 HClO_3 、 HClO_4 について、酸強度の大小関係として、正しいものを一つ選べ。



問10 アルカリ金属 (M = Li, Na, K, Rb, Cs) において、次の半反応式



に対応する標準電極電位 (25 °C、pH = 0 の水溶液中、標準水素電極基準) は、それぞれ -3.045 V、-2.714 V、-2.925 V、-2.924 V、-2.923 V である。最も強い還元作用を示す元素として正しいものを一つ選べ。

1 Li

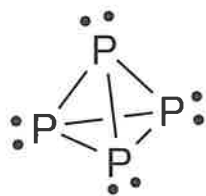
2 Na

3 K

4 Rb

5 Cs

問 11 黄りん P_4 は、下図に示すような四面体型の分子構造をもつ。



黄りん P_4 を原子化する過程 $\frac{1}{4} P_4(g) \rightarrow P(g)$ に対応するりんの原子化エンタルピーは幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、 $P-P$ 結合の結合解離エンタルピーは 200 kJ mol^{-1} である。

- 1 50 kJ mol^{-1}
- 2 100 kJ mol^{-1}
- 3 200 kJ mol^{-1}
- 4 300 kJ mol^{-1}
- 5 400 kJ mol^{-1}

問12 次の有機化合物(ア)～(ウ)について、20℃の水に対する溶解度の大小関係として、正しいものを1～5の中から一つ選べ。

(ア) ペンタン (イ) 1-ペンタノール (ウ) ヘキサン

1 (ア) > (ウ) > (イ)

2 (イ) > (ア) > (ウ)

3 (イ) > (ウ) > (ア)

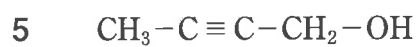
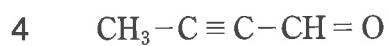
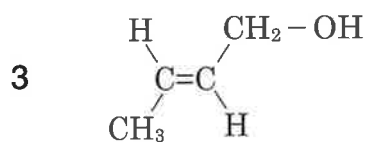
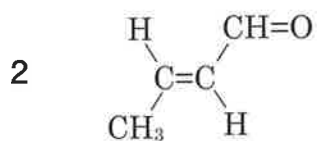
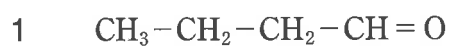
4 (ウ) > (ア) > (イ)

5 (ウ) > (イ) > (ア)

問13 次の芳香族化合物について、濃硝酸と濃硫酸の混合物を用いてニトロ化反応を行ったとき、ベンゼンよりもニトロ化反応が進行しやすいものを一つ選べ。

- 1 トルエン
- 2 安息香酸
- 3 クロロベンゼン
- 4 ベンゾニトリル
- 5 ベンズアルデヒド

問14 アセトアルデヒドと水酸化ナトリウムを水とエタノールの混合溶媒中室温(25℃)で長時間反応させたところ、アセトアルデヒドの自己縮合体が主生成物として得られた。この構造式として正しいものを一つ選べ。



問15 27℃の一定温度において、1 molの理想気体を圧縮して1 atmから10 atmに変化させたとき、この気体の自由エネルギー変化 ΔG は幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、気体の体積を V とすると、温度一定の条件で圧力を p_1 から p_2 に変化させたときの ΔG は次式で与えられる。

$$\Delta G = \int_{p_1}^{p_2} V dp$$

また、気体定数 R は $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $\ln 10 = 2.30$ とする。

- 1 83.1 J
- 2 202 J
- 3 636 J
- 4 1.08 kJ
- 5 5.73 kJ

問16 金属イオンとして Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Fe^{3+} のみを含む混合水溶液から各金属イオンを分離・確認するため、(ア)～(ウ)の操作を順に行った。このとき、(ウ)のろ液に最も多く分離される金属イオンとして正しいものを1～5の中から一つ選べ。

(ア) 混合水溶液に塩酸を加え、新たな沈殿が生じなくなったらろ別する。

(イ) (ア)のろ液に硫酸を加え、新たな沈殿が生じなくなったらろ別する。

(ウ) (イ)のろ液に過剰のアンモニア水を加え、生じた沈殿をろ別する。

1 Ag^+

2 Ba^{2+}

3 Cu^{2+}

4 Pb^{2+}

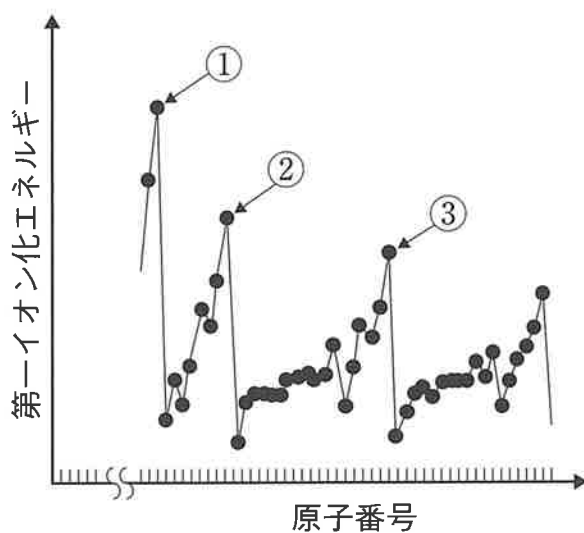
5 Fe^{3+}

問17 Fe^{3+} を触媒に用いた過酸化水素の分解反応により、質量分率 16 % の過酸化水素水溶液は反応開始 100 秒後に 8 % へと質量分率が減少した。この反応が一次反応で進行する場合、16 % の質量分率が 1 % になるのは反応開始から何秒後か。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、 $\ln 2 = 0.693$ とする。

- 1 188 秒
- 2 277 秒
- 3 400 秒
- 4 577 秒
- 5 1100 秒

問18 下の図はある範囲での元素の原子番号と第一イオン化エネルギーとの関係を示す。

①～③の位置に当てはまる元素の組合せとして、正しいものを次の中から一つ選べ。



① ② ③

1 Li Na K

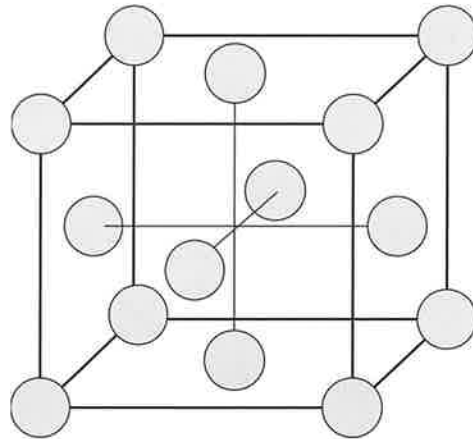
2 Be Mg Ca

3 C Si Ge

4 F Cl Br

5 Ne Ar Kr

問19 アルミニウム、銅などの金属結晶は、図に示す面心立方格子構造をとる。この単
位格子中に含まれる原子数として、正しいものを次の中から一つ選べ。



1 1

2 2

3 4

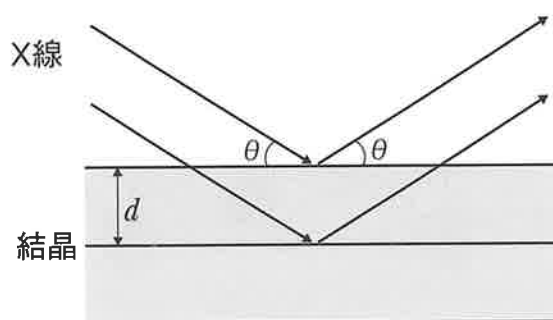
4 8

5 14

問20 下図のように波長 λ のX線が面間隔 d の結晶に角度 θ で入射するとき、X線が回折する条件は、以下の式で与えられる。

$$2d \sin \theta = n\lambda$$

ただし、 n は自然数とする。回折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 回折はX線以外の電磁波にも共通して生じる現象である。
- 2 面間隔 d の結晶に連続した波長のX線(白色X線)を角度 θ で入射すると、角度 θ の方向には波長 λ のX線のみが回折し観測される。
- 3 結晶が同一組成で構造が異なる場合、回折角 θ の違いにより結晶構造の違いを区別できる。
- 4 温度変化により結晶の面間隔 d が広がると、波長 λ のX線の回折角 θ は大きくなる。
- 5 結晶内の不均一ひずみにより面間隔 d が僅かに変化した領域が混在すると、不均一なひずみが存在しない場合に比べて回折線幅が広がる。

問21 原子に関する(ア)～(エ)の記述について、正誤の組合せとして正しいものを1～5の中から一つ選べ。

(ア) 陽子と中性子が結合して一つの原子核を形成するときにかかる質量の減少を、質量欠損という。

(イ) 主量子数が n の殻には、 n^2 個の原子軌道が存在する。

(ウ) 原子核の半径は、おおよそ $10^{-15}\text{m} \sim 10^{-14}\text{m}$ である。

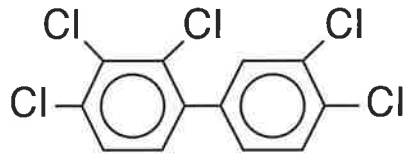
(エ) 電子1個の質量は、陽子1個の質量の約 $1/180$ である。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
1	正	誤	誤	誤
2	正	正	誤	正
3	正	正	正	誤
4	誤	誤	正	正
5	誤	正	誤	誤

問22 1 atm における化合物の沸点を比較した 1 ~ 5 の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

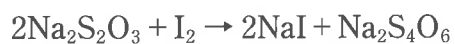
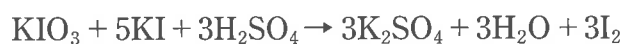
- 1 プロパンの沸点は、オクタンの沸点よりも低い。
- 2 ふっ化水素の沸点は、塩化水素の沸点よりも低い。
- 3 1,2-ジクロロエチレンのトランス体の沸点は、1,2-ジクロロエチレンのシス体の沸点よりも低い。
- 4 ジメチルエーテルの沸点は、エタノールの沸点よりも低い。
- 5 2,2-ジメチルプロパン (ネオペンタン) の沸点は、ペンタンの沸点よりも低い。

問23 次の化合物の名称として、正しいものを1～5の中から一つ選べ。



- 1 3,3',4,4',5-ペンタクロロビフェニル
- 2 2,3,4,4',5-ペンタクロロビフェニル
- 3 2,3',4,4',5-ペンタクロロビフェニル
- 4 2,3,3',4,4'-ペンタクロロビフェニル
- 5 2',3,4,4',5-ペンタクロロビフェニル

問24 よう素酸カリウム水溶液 100 mL に十分な量のよう化カリウム及び希硫酸を加えて完全に反応させ、遊離したよう素を $C \text{ mol L}^{-1}$ のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、 $V \text{ mL}$ を要した。反応前のよう素酸カリウム水溶液の濃度 (mol L^{-1}) を求める計算式として正しいものを 1 ~ 5 の中から一つ選べ。なお、反応は、次に示す化学反応式に従って化学量論的に進むものとする。



1 $\frac{C}{V}$

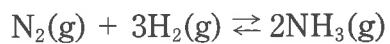
2 $\frac{CV}{600}$

3 $\frac{100C}{V}$

4 $\frac{300V}{C}$

5 CV

問25 容器の中で次の反応が平衡状態にある。



この系に(ア)～(オ)の操作を行うとき、初期状態の平衡が右に移動する組合せとして、正しいものを1～5の中から一つ選べ。ただし、アンモニアの標準生成エンタルピーは、 $-46.2 \text{ kJ mol}^{-1}$ とする。

- (ア) 温度を一定に保ち、全圧を高くする。
- (イ) 全圧を一定に保ち、温度を高くする。
- (ウ) 全圧と温度を一定に保ちながら、アンモニアを取り出す。
- (エ) 体積と温度を一定に保ちながら、アルゴンを加える。
- (オ) 全圧と温度を一定に保ちながら、触媒を加える。

1 (ア) と (ウ)

2 (ア) と (エ)

3 (イ) と (エ)

4 (イ) と (オ)

5 (ウ) と (オ)