

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2条第1項に規定する「環境への負荷」に関する記述の(ア)～(ウ)に入る語句の組合せのうち、正しいものを一つ選べ。

「第2条 この法律において「環境への負荷」とは、(ア)により環境に加えら
れる影響であつて、(イ)の(ウ)をいう。」

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	地球環境の破壊の進行	人類	健康で文化的な生活への脅威
2	自然現象及び人の活動	環境の汚染	発生をもたらすもの
3	自然環境の利用	国民	健康で文化的な生活への脅威
4	環境の汚染	国民の福祉へ	脅威となるもの
5	人の活動	環境の保全上の支障	原因となるおそれのあるもの

問 2 大気汚染防止法第 2 条第 4 項において、「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をいうとし、同法施行令第 2 条の 2 で定める物質を除くとしている。「揮発性有機化合物」に該当しないものを、次の中から一つ選べ。

1 トルエン

2 キシレン

3 酢酸エチル

4 メタン

5 メタノール

問3 大気汚染防止法第1条(目的)の記述の(ア)～(オ)に入る語句として、誤っているものを1から5の中から一つ選べ。

「第1条 この法律は、工場及び事業場における事業活動並びに建築物等の解体等に伴う(ア)、(イ)及び(ウ)の排出等を規制し、水銀に関する水俣条約(以下「条約」という。)の的確かつ円滑な実施を確保するため工場及び事業場における事業活動に伴う水銀等の排出を規制し、有害大気汚染物質対策の実施を推進し、並びに(エ)に係る許容限度を定めること等により、大気の汚染に関し、国民の健康を保護するとともに生活環境を保全し、並びに大気の汚染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(オ)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) ばい煙
- 2 (イ) 揮発性有機化合物
- 3 (ウ) 粉じん
- 4 (エ) 自動車排出ガス
- 5 (オ) 環境保全対策

問 4 「指定物質」は、公共用水域に多量に排出されることにより人の健康若しくは生活環境に係る被害を生ずるおそれがある物質として水質汚濁防止法施行令第 3 条の 3 に定められている。「指定物質」に該当しないものを、次の中から一つ選べ。

- 1 ホルムアルデヒド、
- 2 カドミウム、
- 3 ヒドロキシルアミン、
- 4 塩化水素
- 5 アクリロニトリル、

問 5 水質汚濁防止法第 14 条の 4 (事業者の責務) の記述の (ア) ~ (オ) に入る語句として、誤っているものを 1 から 5 の中から一つ選べ。

「第 14 条の 4 事業者は、この章に規定する に関する措置のほか、その事業活動に伴う汚水又は廃液の 又は の状況を把握するとともに、当該汚水又は廃液による 又は の防止のために必要な措置を講ずるようにしなければならない。」

- 1 (ア) 排出水の排出の規制等
- 2 (イ) 公共用水域への排出
- 3 (ウ) 地下への浸透
- 4 (エ) 公共用水域
- 5 (オ) 自然生態系の悪化、

問 6 赤外領域の光のエネルギーを表すために用いられる波数 (cm^{-1}) は、1 波長分の波を 1 個と数えたときの単位長さ (1 cm) 当たりの波の個数を示す。波長 5000 nm の赤外光の波数は幾らか。次の中から正しいものを一つ選べ。

1 200 cm^{-1}

2 500 cm^{-1}

3 1000 cm^{-1}

4 2000 cm^{-1}

5 5000 cm^{-1}

問 7 ^{32}P は β^- 崩壊する放射性同位体である。この崩壊によって生じる安定同位体として正しいものを一つ選べ。

1 ^{27}Al

2 ^{29}Si

3 ^{30}Si

4 ^{31}P

5 ^{32}S

問 8 水溶液中の塩化物イオンを定量するために、塩化物イオンを含む試料水溶液を硝酸銀標準液で沈殿滴定した。この滴定の当量点において、水溶液（試料水溶液+標準液）中に溶解している塩化物イオンのモル濃度は幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、このときの塩化銀の溶解度積を $[Ag^+][Cl^-] = 1 \times 10^{-10} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}^2$ とし、さらに、この沈殿生成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 $1 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$

4 $1 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$

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

問 9 水溶液の液性と H^+ のモル濃度 $[H^+]$ 、 OH^- のモル濃度 $[OH^-]$ の関係は

酸性： $[H^+] > [OH^-]$

中性： $[H^+] = [OH^-]$

塩基性： $[H^+] < [OH^-]$

である。10℃ および 40℃ の水の pK_w はそれぞれ 14.54 および 13.54 であるとする
と、各温度における $pH = 7.00$ の水溶液は、酸性、中性、塩基性のどれになるか。
正しい組合せを一つ選べ。ただし、 $pK_w = -\log_{10} K_w = -\log_{10} [H^+][OH^-]$ であり、
溶存するすべてのイオンの活量係数を 1.00 とする。

10℃ 40℃

- | | | |
|---|-----|-----|
| 1 | 酸性 | 塩基性 |
| 2 | 酸性 | 酸性 |
| 3 | 中性 | 中性 |
| 4 | 塩基性 | 塩基性 |
| 5 | 塩基性 | 酸性 |

問10 みょうばん $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ の 0.01 mol L^{-1} 水溶液に関する (ア)～(エ)の記述について、正しいものをすべて含む組合せを 1～5 の中から一つ選べ。

- (ア) 25℃の水溶液に同じ温度の濃アンモニア水を十分量加えると、白色の沈殿を生じる。
- (イ) 25℃の水溶液に同じ温度の水酸化バリウム飽和水溶液を十分量加えると、白色の沈殿を生じる。
- (ウ) 水溶液にフェノールフタレイン溶液を滴下すると、水溶液は赤色になる。
- (エ) 水溶液を白金線の先につけてガスバーナーの外炎の中に入れると、炎の色が赤紫色になる。

1 (ア) と (イ) と (ウ)

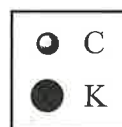
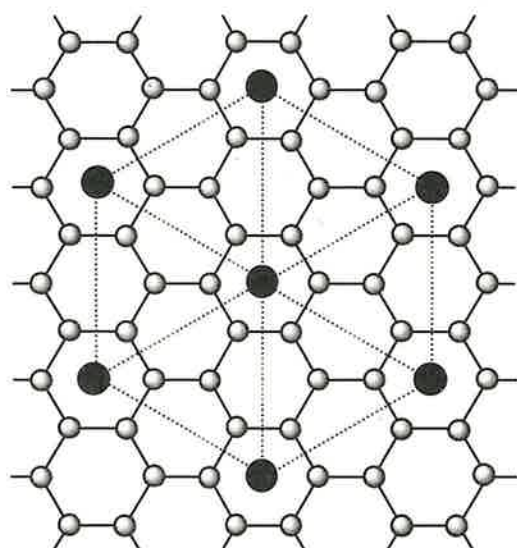
2 (ア) と (イ) と (エ)

3 (ア) と (ウ)

4 (イ) と (ウ) と (エ)

5 (イ) と (エ)

問11 封管中 300℃ でグラファイト(黒鉛) にカリウム蒸気を作用させると、グラフェン(黒鉛単層) 層間にカリウム原子が挿入され、グラフェン層とカリウム原子層が交互に積み重なった結晶構造をもつ化合物が生成する。この化合物の隣り合うグラフェン層とカリウム原子層の一組の構造を下図に示す。この化合物の化学式として正しいものを一つ選べ。



グラフェン層とカリウム原子層、それぞれ一層の重なり(層に垂直な方向からの投影)

- 1 KC_4
- 2 KC_6
- 3 KC_8
- 4 KC_{10}
- 5 KC_{12}

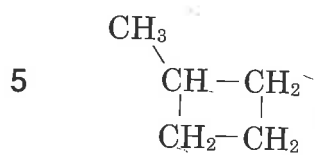
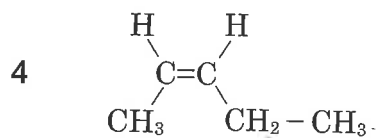
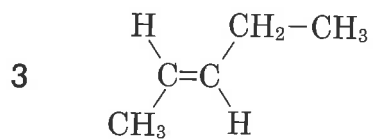
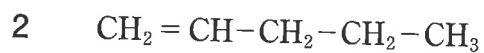
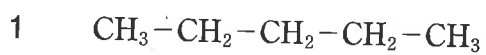
問12 次の有機化合物の中で、不斉炭素原子を有するものを一つ選べ。

- 1 1-フェニルエタノール
- 2 2-メチルブタン
- 3 2-ニトロトルエン (*o*-ニトロトルエン)
- 4 クロロヨードメタン
- 5 メチルシクロプロパン

問13 カルボニル基を有し、ケト-エノール互変異性化が可能な以下の有機化合物の中で、室温においてエノール形の割合が最も多いものを一つ選べ。

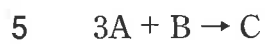
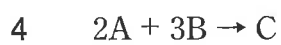
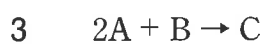
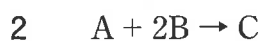
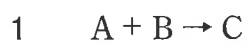
- 1 アセトン
- 2 酢酸エチル
- 3 アセチルアセトン (2,4-ペンタンジオン)
- 4 アセトアルデヒド
- 5 シクロヘキサノン

問14 2-ペンタノールを50%硫酸水溶液に加え、水浴上で加熱したときに得られる主生成物の構造式として正しいものを一つ選べ。



問15 AとBからCを生成する素反応について、AとBの初濃度 $[A]_0$ と $[B]_0$ を変えてCの初期生成速度 v_0 を測定する実験(ア)～(ウ)を行ったところ、下表の結果が得られた。この化学反応式として正しいものを1～5の中から一つ選べ。

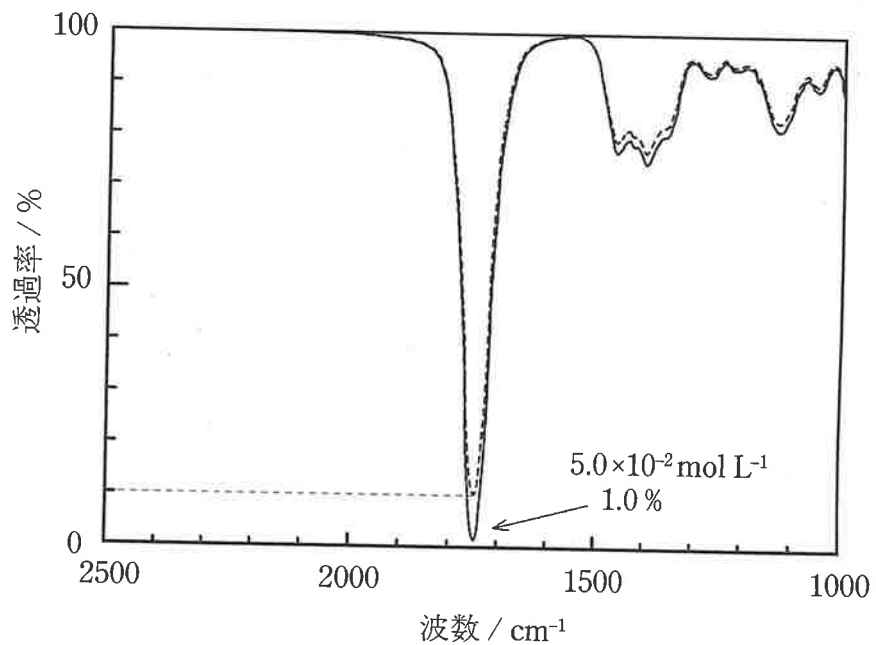
実験	$[A]_0 / \text{mol L}^{-1}$	$[B]_0 / \text{mol L}^{-1}$	$v_0 / \text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$
(ア)	0.10	0.10	1.0×10^{-3}
(イ)	0.10	0.20	2.0×10^{-3}
(ウ)	0.20	0.20	1.6×10^{-2}



問16 カルボニル基をもつ化合物の赤外吸収スペクトルを溶液法で測定したところ、
下図のとおり波数 1750 cm^{-1} 付近に $\text{C}=\text{O}$ 伸縮振動の吸収が現れた。

$5.0 \times 10^{-2}\text{ mol L}^{-1}$ の溶液においてこの吸収ピークの透過率が 1.0% であるとき
(実線)、 10% の透過率(点線)を示す溶液の濃度は幾らか。1～5の中から最も近い
もの一つ選べ。ただし、測定した濃度範囲で次の Lambert-Beer の法則が成立
するものとする。

$$-\log_{10} \frac{I}{I_0} = \epsilon Cl \quad \left[\begin{array}{l} I_0 : \text{入射光強度、} I : \text{透過光強度、} \epsilon : \text{モル吸光係数} \\ C : \text{溶液のモル濃度、} l : \text{測定セルの光路長} \end{array} \right]$$



- 1 $2.5 \times 10^{-2}\text{ mol L}^{-1}$
- 2 $3.0 \times 10^{-2}\text{ mol L}^{-1}$
- 3 $3.5 \times 10^{-2}\text{ mol L}^{-1}$
- 4 $4.0 \times 10^{-2}\text{ mol L}^{-1}$
- 5 $4.5 \times 10^{-2}\text{ mol L}^{-1}$

問17 27℃において、2種類の純粋な液体を0.50 molずつ混合して理想溶液をつくる
とき、系全体の自由エネルギー変化は幾らになるか。次の中から最も近いものを一つ
選べ。ただし、溶液中の成分Aのモル分率を x_A 、 R を気体定数(8.31 J mol⁻¹ K⁻¹)、
 T を絶対温度とすると、混合による液体Aの1 molあたりの自由エネルギー変化
(ΔG_A)は $\Delta G_A = RT \ln x_A$ で与えられる。また、 $\ln 2 = 0.693$ とする。

1 -1728 J

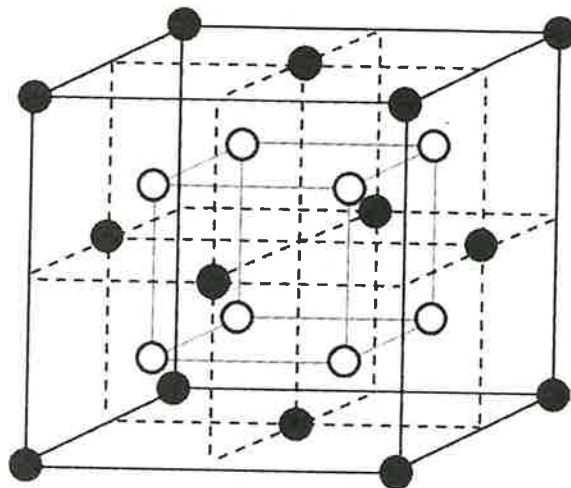
2 -864 J

3 383 J

4 864 J

5 1728 J

問18 下の図はある結晶の単位格子である。●をA原子、○をB原子とすると、この物質の組成式として、正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、B原子は単位格子を8等分した立方体の各中心に位置する。



- 1 AB
- 2 AB_2
- 3 A_2B
- 4 A_2B_3
- 5 A_7B_4

問19 理想気体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 理想気体では、分子間に相互作用は働かない。
- 2 理想気体は、液体や固体に状態変化しない。
- 3 理想気体は、絶対零度では体積が0になる。
- 4 実在気体 1 mol の体積は、一定の圧力下では低温になるにしたがって理想気体 1 mol の体積に近づく。
- 5 実在気体 1 mol の体積は、一定の温度下では低圧になるにしたがって理想気体 1 mol の体積に近づく。

問20 ある物質の分解反応は一次反応で表せる。20℃での反応速度定数 k が $7.0 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ の場合、この分解反応の半減期は幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、 C_0 : 時刻 0 での濃度、 C : 時刻 t での濃度、とすると、一次反応では $C = C_0 \exp(-kt)$ の関係が成立する。また、必要ならば $\ln 2 = 0.693$ を用いよ。

1 1 min

2 10 min

3 14 min

4 29 min

5 100 min

問21 原子の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 電子親和力の値が大きい原子ほど陰イオンになりやすい。
- 2 イオン化エネルギーの値が小さい原子ほど陽イオンになりやすい。
- 3 イオン化エネルギーが最大の原子はヘリウムである。
- 4 1族元素の原子は、電子を1個放出して、周期表の同じ周期にある18族元素の原子と同じ電子配置をもつ陽イオンになりやすい。
- 5 17族元素の原子は、電子を1個受け取って、周期表の同じ周期にある18族元素の原子と同じ電子配置をもつ陰イオンになりやすい。

問22 液体状態のヘリウム 1 L が全て蒸発して 300 K、1 atm の気体になったとき、体積は元の状態から何倍に変化するか。1 ~ 5 の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、液体ヘリウムの密度は 0.13 g cm^{-3} 、ヘリウムの原子量は 4.0、気体定数 $R = 0.082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とし、気体は理想気体としてふるまうものとする。

1 25 倍

2 360 倍

3 400 倍

4 730 倍

5 800 倍

問23 次の1～5の化合物のうち、下線の原子の酸化数が最も大きいものはどれか。

正しいものを一つ選べ。

1 塩化ナトリウム ($\text{Na}\underline{\text{Cl}}$)

2 次亜塩素酸 ($\text{H}\underline{\text{ClO}}$)

3 水素化ナトリウム ($\text{Na}\underline{\text{H}}$)

4 過酸化水素 ($\text{H}_2\underline{\text{O}_2}$)

5 過塩素酸 ($\text{H}\underline{\text{ClO}_4}$)

問24 次を示す組立単位と基本単位の関係式の中から、誤っているものを一つ選べ。

1 $N = \text{kg m s}^{-2}$

2 $J = \text{kg m}$

3 $W = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$

4 $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$

5 $V = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{A}^{-1}$

問25 ハロゲンを含む化合物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 よう化カリウムは、空気中の酸素と光によって徐々によう素を遊離させる。
- 2 臭化ナトリウムは、塩化ナトリウム型結晶構造をとる。
- 3 過塩素酸カリウムは、有機物と混合して加熱すると爆発することがある。
- 4 ふっ化水素酸は、同一濃度の塩酸よりも強い酸性を示す。
- 5 1 atm において、ふっ化水素の沸点は、塩化水素の沸点よりも高い。