

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5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、答案用紙に記された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 携帯電話はアラームモードを解除のうえ、電源を切り、鞆にしまうこと。
- 8 電卓は使用しないこと。

以上の注意事項及び係官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うち、空欄〔ア〕～〔ウ〕に入る語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

（目的）

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、〔ア〕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〔イ〕推進し、もって〔ウ〕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。

〔ア〕

〔イ〕

〔ウ〕

- | | | |
|-----------|-----------|--------|
| 1 事業者及び国民 | 総合的かつ計画的に | 全て |
| 2 事業者及び国民 | 各主体がそれぞれ | 全て |
| 3 事業者及び国民 | 総合的かつ計画的に | 現在及び将来 |
| 4 事業者 | 各主体がそれぞれ | 全て |
| 5 事業者 | 総合的かつ計画的に | 現在及び将来 |

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 環境大臣は、公共用水域の水質の汚濁の防止のため特に必要があると認めるときは、都道府県に対し、条例により排水基準を定め、又は条例により定められた排水基準を変更すべきことを勧告することができる。
- 2 環境大臣は、指定水域の水質の汚濁に関係のある地域として指定水域ごとに政令で定める地域（以下「指定地域」という。）について、指定項目で表示した汚濁負荷量（以下単に「汚濁負荷量」という。）の総量の削減の目標、目標年度その他汚濁負荷量の総量の削減に関する基本的な事項を定める総量削減基本方針を定めるものとする。
- 3 都道府県知事は、指定地域にあつては、総量削減基本方針に基づき、発生源別の汚濁負荷量の削減目標量、削減目標量の達成の方途、その他汚濁負荷量の総量の削減に関し必要な事項を定める総量削減計画を定めなければならない。
- 4 都道府県知事は、指定地域にあつては、指定地域内の特定事業場で環境省令で定める規模以上のもの（以下「指定地域内事業場」という。）から排出される排出水の汚濁負荷量について、総量削減計画に基づき、必要に応じ、総量規制基準を定めることができる。
- 5 都道府県知事が定める総量規制基準は、指定地域内事業場につき当該指定地域内事業場から排出される排出水の汚濁負荷量について定める許容限度とする。

問3 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 有害物質使用特定施設を設置しようとする者は、当該有害物質使用特定施設を設置しようとする地を管轄する都道府県知事の許可を受けなければならない。
- 2 排出水を排出する者は、その汚染状態が当該特定事業場の排水口において排水基準に適合しない排出水を排出してはならない。
- 3 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含む。）は、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てはならない。
- 4 総量規制基準が適用されている指定地域内事業場から排出水を排出する者は、環境省令で定めるところにより、当該排出水の汚濁負荷量を測定し、その結果を記録しておかなければならない。
- 5 排出水を排出する者は、当該公共用水域の水質の汚濁の状況を考慮して、当該特定事業場の排水口の位置その他の排出水の排出の方法を適切にしなければならない。

問4 大気汚染防止法に関する次の記述のうち、空欄 (ア) ～ (ウ) に入れる言葉の組合せとして正しいものを一つ選べ。

(目的)

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)、揮発性有機化合物及び粉じんの (イ) を規制し、有害大気汚染物質対策の実施を推進し、並びに自動車排出ガスに係る (ウ) 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。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	ばい煙	発生等	許容濃度
2	ばいじん	排出等	許容限度
3	ばい煙	発生等	許容限度
4	ばいじん	発生等	許容濃度
5	ばい煙	排出等	許容限度

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 「粉じん」とは、物の破碎、選別その他の機械的処理又はたい積に伴い発生し、又は飛散する物質をいう。
- 2 揮発性有機化合物排出者は、環境省令で定めるところにより、当該揮発性有機化合物排出施設に係る揮発性有機化合物濃度を測定し、その結果を記録しておかなければならない。
- 3 特定粉じん発生施設を設置している者は、当該特定粉じん発生施設について、環境省令で定める構造並びに使用及び管理に関する基準を遵守しなければならない。
- 4 国は、地方公共団体との連携の下に有害大気汚染物質による大気の汚染の状況を把握するための調査の実施に努めるとともに、有害大気汚染物質の人の健康に及ぼす影響に関する科学的知見の充実に努めなければならない。
- 5 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の著しい汚染が生じ、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。

問6 運動量 p をもつ電子線を波動とみなしたときの波長 λ は、 $\lambda = h/p$ で与えられる。ここで、 h はプランク定数である。エネルギー 150 eV ($1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$)の電子線の波長はいくらになるか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、プランク定数は $6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、電子の質量は $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ とし、 $\sqrt{44} = 6.6$ とする。

- 1 0.001 nm
- 2 0.01 nm
- 3 0.1 nm
- 4 1.0 nm
- 5 10 nm

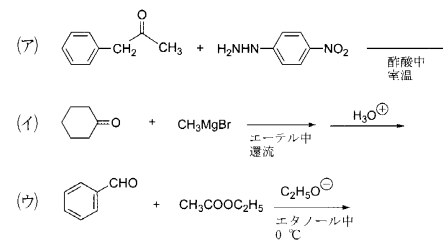
問7 機能性物質に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 ポリメタクリル酸メチルは透光性にすぐれ、光ファイバー材料として利用されている。
- 2 ニトログリセリンは化学的に不安定な多置換ベンゼン構造をもつので、爆薬の原料となる。
- 3 分子構造中に酸素を含むポリエチレンテレフタレート (PET) は、ポリ乳酸と同程度の生分解性を示す。
- 4 高純度単結晶けい素にほう素を添加 (ドーピング) すると、n型半導体となる。
- 5 酸化チタンはペロブスカイト構造をもつ結晶であり、比誘電率が極めて高いことから、コンデンサに用いられている。

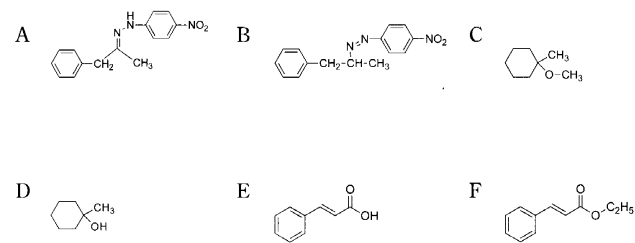
問8 液相二次反応 $2A \rightarrow B$ に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。
ただし、Aの初濃度は a mol/L、Bの初濃度は0 mol/Lで、温度は一定とする。

- 1 反応速度定数の単位は、 s^{-1} である。
- 2 Bの濃度は反応時間とともに指数関数的に増加する。
- 3 Aの濃度とBの濃度の和は反応時間によらず一定である。
- 4 Aの濃度は反応時間とともに直線的に減少する。
- 5 Aの半減期は、 a が大きいほど短くなる。

問9 次の(ア)~(ウ)の各反応の主生成物を化合物群からそれぞれさがし、次の1~5の組合せの中から正しいものを一つ選べ。ただし、各反応の生成物すべてが化合物群の中に示されているとは限らない。

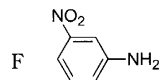
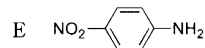
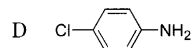
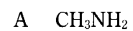


化合物群



- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|---|-----|-----|-----|
| 1 | A | C | E |
| 2 | A | D | E |
| 3 | A | D | F |
| 4 | B | C | E |
| 5 | B | D | F |

問10 アミンA～Fの水中での pK_b 値を比較した説明文として、次の中から誤っているものを一つ選べ。



- 1 AとBを比べると、メチル基のI効果により、 pK_b 値はAの方が小さい。
- 2 BとCを比べると、アミノ基の孤立電子対はベンゼン環と共役しているため、 pK_b 値はCの方が大きい。
- 3 CとDを比べると、クロロ基のI効果によりアミノ基の電子密度は低下するので、 pK_b 値はDの方が小さい。
- 4 DとEを比べると、ニトロ基のR効果はクロロ基のそれよりも大きいので、 pK_b 値はDの方が小さい。
- 5 EとFを比べると、ニトロ基のR効果はアミノ基の*m*位より*p*位にある方が大きいので、 pK_b 値はEの方が大きい。

問11 次の転位反応の中から、反応に関与する原子にヘテロ原子を含まないものを一つ選べ。

- 1 Beckmann 転位
- 2 Curtius 転位
- 3 Cope 転位
- 4 Stevens 転位
- 5 Claisen 転位

問12 電池 $\text{Cd} \mid \text{Cd}^{2+}(a=1) \parallel \text{I}^{-}(a=1) \mid \text{I}_2(a:\text{活量})$ の起電力は、 25°C で何Vか。
次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、 $\text{Cd}^{2+} + 2\text{e} \rightleftharpoons \text{Cd}$ 、 $\text{I}_2 + 2\text{e} \rightleftharpoons 2\text{I}^{-}$ の標準電極電位はそれぞれ -0.403 V 、 0.536 V 、気体定数は $8.31\text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4\text{ C}/\text{mol}$ とし、電池の液間電位差は無視できるものとする。

- 1 0.13 V
- 2 0.27 V
- 3 0.67 V
- 4 0.94 V
- 5 1.88 V

問13 硫酸銅(Ⅱ)水溶液100 mLによう化カリウムを加えて完全に反応させ、遊離したよう素を0.10 mol/Lチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、10 mLを要した。反応前の硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、Oの原子量は16、Naの原子量は23、Sの原子量は32、Cuの原子量は64、Iの原子量は127とする。

- 1 0.001 mol/L
- 2 0.002 mol/L
- 3 0.005 mol/L
- 4 0.01 mol/L
- 5 0.02 mol/L

問14 水の電気分解において0.965 Aの電流を10秒間流したとき、水素ガスの発生量はいくらになるか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、水素ガスの発生はファラデーの電気分解の法則に従うものとし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

- 1 $2 \times 10^{-5} \text{ mol}$
- 2 $5 \times 10^{-5} \text{ mol}$
- 3 $1 \times 10^{-4} \text{ mol}$
- 4 $2 \times 10^{-4} \text{ mol}$
- 5 $5 \times 10^{-4} \text{ mol}$

問15 結晶に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 氷は、ただ1種類の結晶構造をとる。
- 2 希ガス元素は、結晶を形成しない。
- 3 水素分子は、水素結合により結晶を形成する。
- 4 固体ナトリウムは、イオン結晶である。
- 5 ダイヤモンドは、共有結合結晶である。

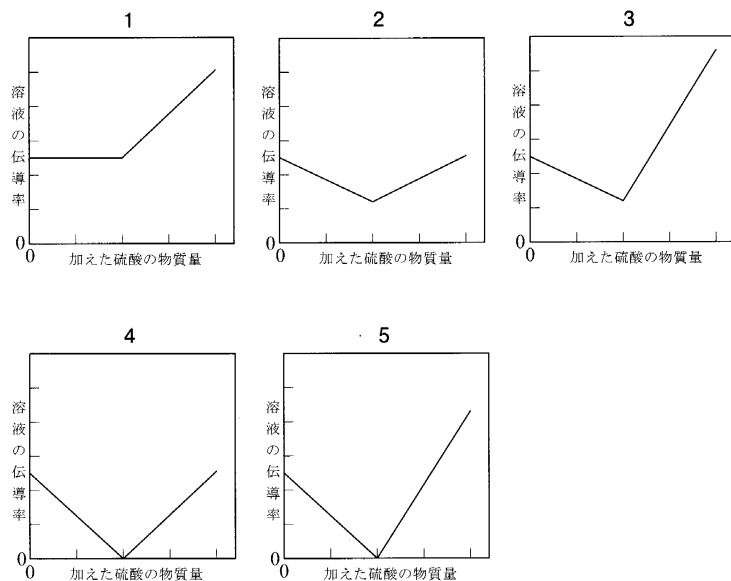
問16 24.96 mgの $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を 110°C まで熱すると、水分子を放出し17.76 mgになった。質量減少後の物質を $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ と表したとき、 n の値はいくらになるか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、 CuSO_4 の式量は159.6、水の分子量は18.0とする。

- 1 $n = 0$
- 2 $n = 1$
- 3 $n = 2$
- 4 $n = 3$
- 5 $n = 4$

問17 ある一定温度で、 $V_w \text{ cm}^3$ の水と $V_m \text{ cm}^3$ のメタノールを均一に混合してメタノール水溶液を調製した。この水溶液中のメタノールのモル濃度 [mol/L] 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、水の密度を 1 g/cm^3 、メタノールの密度を $d_m \text{ g/cm}^3$ 、メタノール水溶液の密度を $d_s \text{ g/cm}^3$ とし、Hの原子量は1、Cの原子量は12、Oの原子量は16とする。

- 1 $\frac{d_m V_m / 32}{V_w + V_m d_m} \times 1000$
- 2 $\frac{d_m V_m / 32}{V_w + V_m} \times 1000$
- 3 $\frac{32 d_m / V_m}{V_w + V_m d_m} \times 1000$
- 4 $\frac{32 d_m / V_m}{V_w + V_m} \times 1000$
- 5 $\frac{32 d_m / V_m}{1 + d_m} \times 1000$

問18 水酸化ナトリウム水溶液を硫酸で滴定したとき、得られる電気伝導率曲線として最も適切なものを下のグラフ1～5から一つ選べ。ただし、各イオンのモル伝導率 $[\text{mS}\cdot\text{m}^2/\text{mol}]$ を Na^+ : 5、 OH^- : 20、 H^+ : 35、 SO_4^{2-} : 16とし、滴定による体積変化や温度変化の影響は無視できるものとする。



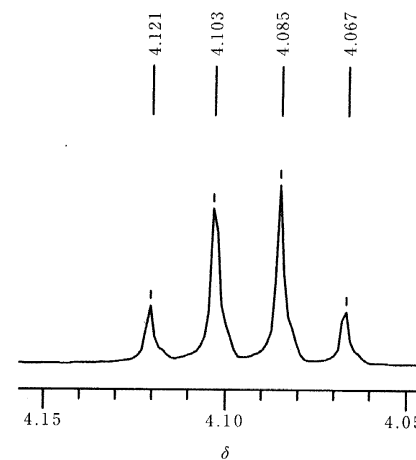
問19 紙おむつなどに使用されている高分子吸収体は、三次元網目構造をもち、水を吸収し膨潤して含水ゲルとなる。このような含水ゲルには、温度やpHなどの外部条件に応じて、その含水率が大きく変化するものがある。いま、そのような種類の球状含水ゲルが水中で平衡膨潤状態にあり、その含水率は質量パーセント濃度で88%であった。この含水ゲルが等方的に収縮して直径が1/2となったとすると、そのときの含水率はいくらとなるか。次の中から最も近いもの一つ選べ。ただし、含水ゲルの密度は含水率によらず 1.0 g/cm^3 とし、収縮前後で含水ゲル中の高分子の質量に変化はないものとする。

- 1 4%
- 2 11%
- 3 18%
- 4 25%
- 5 32%

問20 有機化合物の定性分析法の一つであるヨードホルム反応に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 よう素を溶かした酸性溶液を用いる。
- 2 2-ペンタノンに対しては陽性、3-ペンタノンに対しては陰性である。
- 3 反応溶媒としてエタノールを用いることができる。
- 4 特有な臭気や析出する緑色結晶によりヨードホルムが確認できる。
- 5 同様な機構の反応は、ふっ素、塩素、臭素を用いても起こる。

問21 下の図は CDCl_3 を溶媒として測定した酢酸エチルのメチレン基の核磁気共鳴スペクトル ($^1\text{H NMR}$) を示したものである。測定には400 MHzの装置を用いた。また、図中の数字は内部基準物質 (テトラメチルシラン) からの化学シフト値 δ [ppm] を示す。酢酸エチルにおけるメチレン基とメチル基の間のスピンスピン結合定数 (カップリング定数) はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。



- 1 1.8 Hz
- 2 4.1 Hz
- 3 7.2 Hz
- 4 11.3 Hz
- 5 16.4 Hz

問22 六配位正八面体の錯体であるジクロロビス(エチレンジアミン)コバルト(Ⅲ)イオン $[\text{CoCl}_2(\text{en})_2]^+$ (en: エチレンジアミン) には何種類の異性体が存在するか。次の中から、正しいものを一つ選べ。ただし、キレート環のコンホメーション(配座)による異性体は考えないものとする。

- 1 2種類
- 2 3種類
- 3 6種類
- 4 8種類
- 5 12種類

問23 体積一定の容器に4gのアルゴンが入っている。アルゴンの温度を200 Kから300 Kに上げたときのエントロピー変化はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、アルゴンは単原子分子理想気体とみなせるものとし、アルゴンの原子量を40、気体定数を $8.3 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。必要に応じて、 $\ln 2 = 0.7$ 、 $\ln 3 = 1.1$ 、 $\ln 5 = 1.6$ 、 $\ln 7 = 1.9$ を用いよ。

- 1 0.3 J/K
- 2 0.5 J/K
- 3 0.8 J/K
- 4 2 J/K
- 5 4 J/K

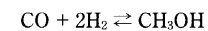
問24 純物質AとBの三重点の温度と圧力を以下の表に示す。

	温度[°C]	圧力[kPa]
A	-56.6	518
B	0.01	0.61

温度-20℃、圧力0.61 kPaにおけるAとBそれぞれの状態は、固体、液体、気体のどれか。次の1～5の組合せの中から正しいものを一つ選べ。

	A	B
1	液体	固体
2	液体	液体
3	液体	気体
4	気体	固体
5	気体	液体

問25 次の化学反応



が、温度 T_1 、圧力 p_1 において平衡にある。温度、圧力をそれぞれ T_2 、 p_2 としたとき、新たな平衡状態におけるメタノールの物質量が必ず大きくなる条件はどれか。次の中から、正しいものを一つ選べ。ただし、この化学反応において、正反応（右向きの反応）は発熱反応である。

- 1 $T_1 < T_2$ 、 $p_1 < p_2$
- 2 $T_1 < T_2$ 、 $p_1 > p_2$
- 3 $T_1 > T_2$ 、 $p_1 < p_2$
- 4 $T_1 > T_2$ 、 $p_1 > p_2$
- 5 $T_1 = T_2$ 、 $p_1 > p_2$