

環境計量に関する基礎知識（化学）

注意事項

- 1 解答時間は、午前9時20分から午前10時30分までの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、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五肢択一方式である。
- 5 マークの記入は、答案用紙に記された記入例を参照すること。
- 6 解答の記入に当たっては、次の点に注意すること。
  - (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、マーク欄の枠内をぬりつぶすこと。
  - (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 携帯電話の電源は切り、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には、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 環境基本法に関する次の記述のうち、(ア)～(ウ)に入る語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

(国際的協調による地球環境保全の積極的推進)

地球環境保全が人類共通の課題であるとともに国民の健康で(ア)な生活を将来にわたって確保する上での課題であること及び我が国の経済社会が国際的な(イ)の中で営まれていることにかんがみ、地球環境保全は、我が国の能力を生かして、及び国際社会において(ウ)、国際的協調の下に積極的に推進されなければならない。

- |   | (ア) | (イ)       | (ウ)           |
|---|-----|-----------|---------------|
| 1 | 文化的 | 密接な相互依存関係 | リーダーシップを発揮し   |
| 2 | 豊か  | 厳しい相互競争関係 | リーダーシップを発揮し   |
| 3 | 豊か  | 厳しい相互競争関係 | 我が国の占める地位に応じて |
| 4 | 豊か  | 密接な相互依存関係 | リーダーシップを発揮し   |
| 5 | 文化的 | 密接な相互依存関係 | 我が国の占める地位に応じて |

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 排出水とは、特定施設を設置する工場又は事業場から公共用水域に排出される水をいう。
- 2 有害物質による汚染状態において、排水基準とは、排出水に含まれる有害物質の量について、有害物質の種類ごとに定める許容限度をいう。
- 3 環境省令で定める排水基準より緩やかな排水基準を、条例で定めることができる。
- 4 条例で排水基準を定める場合は、当該区域の範囲を明らかにしなければならない。
- 5 総量規制基準とは、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をいう。

問3 水質汚濁防止法に定める有害物質使用特定施設の設置の届出事項に該当しないものを次の中から一つ選べ。

- 1 工場又は事業場の名称及び所在地
- 2 有害物質使用特定施設の種類、構造及び使用の方法
- 3 有害物質使用特定施設の設置の理由
- 4 汚水等の処理の方法
- 5 特定地下浸透水の浸透の方法

問4 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 ばい煙排出者は、定められた方法で、ばい煙発生施設に係るばい煙量又はばい煙濃度を測定し、その結果を記録しておかなければならない。
- 2 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であるが、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定められた物質は除かれる。
- 3 事業活動に伴い有害大気汚染物質を大気中へ排出又は飛散する事業者は、有害大気汚染物質の大気中への排出又は飛散の状況を把握するか、若しくは、排出又は飛散を抑制するために必要な措置を講ずるか、いずれかを行わなければならない。
- 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うものとする。
- 5 都道府県知事は、大気の汚染の状況を常時監視し、常時監視の結果を環境大臣に報告するとともに、区域に係る大気の汚染の状況を公表しなければならない。

問5 大気汚染防止法第2条第14項に基づき、政令で定められている自動車排出ガスに該当しないものを次の中から一つ選べ。

- 1 一酸化炭素
- 2 炭化水素
- 3 鉛化合物
- 4 硫黄酸化物
- 5 窒素酸化物

問6 気体Xを含む混合気体を入れた二つの容器A、Bがある。それぞれの容器に含まれる気体Xの物質量を多数回測定したときの測定値が正規分布に従う場合、二つの容器A、Bに含まれるXの物質量の測定値の和および差の標準偏差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、誤差の伝播則が成り立つものとする。

- 1 測定値の和の標準偏差は0である。
- 2 測定値の差の標準偏差は0である。
- 3 測定値の和の標準偏差は、差の標準偏差に比べて大きい。
- 4 測定値の差の標準偏差は、和の標準偏差に比べて大きい。
- 5 測定値の和および差の標準偏差は互いに等しい。

問7 有機高分子に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 有機高分子には、ポリエチレン、ポリエチレンテレフタレート (PET) など非晶質 (アモルファス) のものと、ポリメタクリル酸メチル (PMMA) など結晶性のものがある。
- 2 有機高分子の力学特性は重合度に依存するが、立体規則性には影響されない。
- 3 ポリエチレンやポリプロピレンは重縮合により合成され、ポリエステルやポリアミドはラジカル重合やイオン重合で合成される。
- 4 有機高分子からなる分離膜には、気体分離膜など多孔質のものと、精密ろ過膜、限外ろ過膜など非多孔質のものがある。
- 5 イオン交換樹脂はイオン交換基を有する多孔質の有機高分子であり、スルホ基をもつものは陽イオン交換能を、アルキルアンモニウム基をもつものは陰イオン交換能を有する。

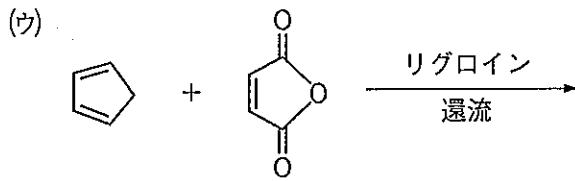
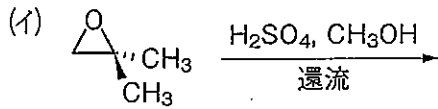
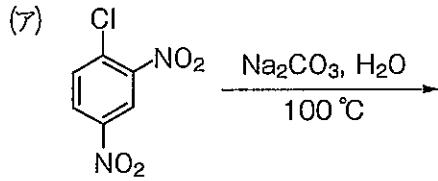
問8 液相反応の反応速度定数 $k$ の圧力依存性は次の式で与えられる。

$$\left(\frac{\partial \ln k}{\partial P}\right)_T = -\frac{\Delta V^\ddagger}{RT}$$

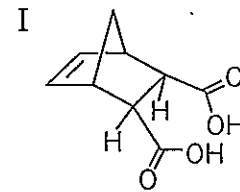
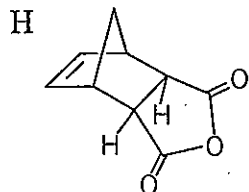
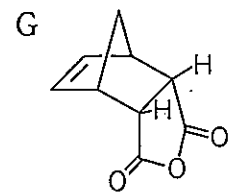
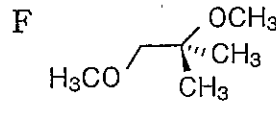
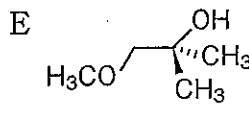
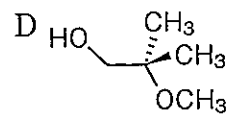
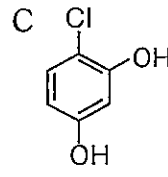
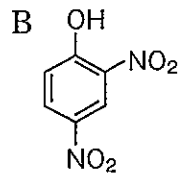
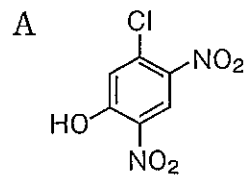
ここで、 $P$ は圧力、 $\Delta V^\ddagger$ は反応の活性化体積、 $R$ は気体定数、 $T$ は絶対温度である。300 Kにおいて、圧力を1 atmから1000 atmにしたとき、ある反応の速度定数が2倍に増加した。この反応の活性化体積はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、 $R=0.082 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、 $\ln 2=0.69$ とし、活性化体積は圧力によらず一定とみなせるものとする。

- 1  $-17 \text{ cm}^3/\text{mol}$
- 2  $17 \text{ cm}^3/\text{mol}$
- 3  $-170 \text{ cm}^3/\text{mol}$
- 4  $170 \text{ cm}^3/\text{mol}$
- 5  $0 \text{ cm}^3/\text{mol}$

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

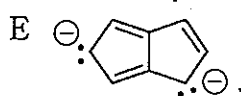
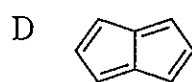
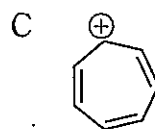
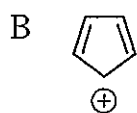
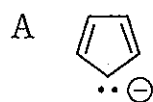


化合物群



	(ア)	(イ)	(ウ)
1	B	F	I
2	A	D	H
3	B	D	G
4	C	E	G
5	A	E	H

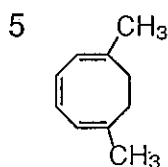
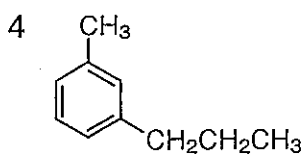
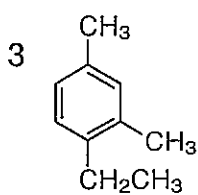
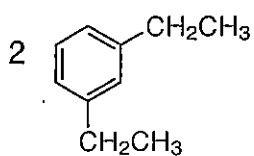
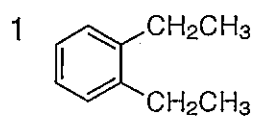
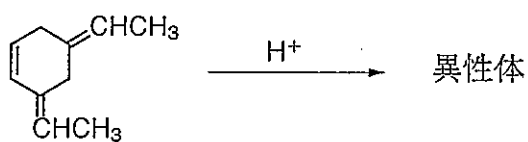
問10 次の化学種のうち、芳香族性を示さないものどうしの組合せはどれか。1～5の中から正しいものを一つ選べ。



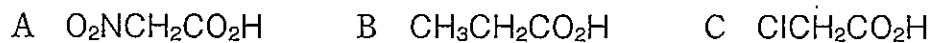
- 1 AとD
- 2 BとD
- 3 BとE
- 4 CとD
- 5 CとE



問11 次の化合物を希薄な無機酸で処理すると、異性化が起こる。生成する主な異性体はどれか。1~5の中から正しいものを一つ選べ。



問12 次のカルボン酸A、B、Cの水中での酸の強さの順はどれか。1～5の中から正しいものを一つ選べ。



- 1  $A > B > C$
- 2  $A > C > B$
- 3  $B > C > A$
- 4  $C > A > B$
- 5  $C > B > A$

問13 密閉容器中で、 $\text{CH}_4$  9.6 gと $\text{O}_2$  48 gの混合物を完全燃焼させた。このとき、容器中に存在するすべての化合物の物質量の合計はどれだけになるか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、Hの原子量は1.0、Cの原子量は12、Oの原子量は16とする。

- 1 1.2 mol
- 2 1.5 mol
- 3 1.8 mol
- 4 2.1 mol
- 5 2.4 mol

問14 アルデヒドのカルボニル炭素が、他の炭素と新たな結合を形成する人名反応を、次の中から一つ選べ。

- 1 Sandmeyer 反応
- 2 Hofmann 転位
- 3 Friedel-Crafts 反応
- 4 Wittig 反応
- 5 Claisen 縮合

問15 イオン強度に関する次の記述のうち、正しいものを一つ選べ。

- 1 同数個の陽イオンと陰イオンからなる対称電解質溶液のイオン強度は、モル濃度に等しい。
- 2 イオン強度が0に近づくと、静電相互作用は遮蔽される。
- 3 純水のイオン強度は、炭酸ガスを吸収すると高くなる。
- 4 イオン強度を求めるときは、電離していない塩も電離したものとみなして計算する。
- 5 塩酸に、同じ濃度の水酸化ナトリウム溶液を加えて中和しても、イオン強度は変わらない。

問16 組成  $\text{CuCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$  で表される水を含んだ塩化銅(Ⅱ) サンプルを 80.0 g とり、100 g の水に溶かして水溶液を得た。この水溶液の塩化銅(Ⅱ) のモル濃度はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、水溶液の密度は  $1.00 \text{ g/cm}^3$ 、 $\text{CuCl}_2$  と  $\text{H}_2\text{O}$  のモル質量は、それぞれ  $135 \text{ g/mol}$ 、 $18.0 \text{ g/mol}$  とする。

- 1 1.85 mol/L
- 2 2.47 mol/L
- 3 3.29 mol/L
- 4 4.44 mol/L
- 5 5.93 mol/L

問17 理想気体に関する次の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- 1 分子は大きさをもたない。
- 2 分子間には、引力も斥力も働かない。
- 3 温度一定で加圧すると、圧力に反比例して体積が減少する。
- 4 急激に圧縮すると、温度が上昇する。
- 5 圧力一定で温度を  $0^\circ\text{C}$  から  $1^\circ\text{C}$  に上げると、 $1/100$  だけ体積が増す。

問18 分子量44.0の分子からなる結晶のX線回折測定を行ったところ、単位格子体積は $0.130 \text{ nm}^3$ であり、単位格子中の分子数は4であった。この結晶の密度はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ とし、 $44.0 / (6.02 \times 10^{23}) = 7.31 \times 10^{-23}$ とする。

- 1  $2.25 \text{ g/cm}^3$
- 2  $2.45 \text{ g/cm}^3$
- 3  $2.65 \text{ g/cm}^3$
- 4  $2.85 \text{ g/cm}^3$
- 5  $3.05 \text{ g/cm}^3$

問19 ある化合物の、濃度の異なる水溶液AとBがある。可視光吸収を測定したところ、透過光の強度は、Aでは入射光の $1/9$ であり、Bでは入射光の $1/3$ であった。Aにおける化合物の濃度は、Bにおける化合物の濃度の何倍になるか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、A、Bは同じ光路長で測定し、この水溶液の光吸収はランベルト・ベールの法則に従うものとする。また、 $\log_{10} 3 = 0.48$ とする。

- 1 0.3倍
- 2 0.5倍
- 3 2倍
- 4 3倍
- 5 5倍

問20 分子の振動スペクトルに関する次の記述のうち、(ア)と(イ)に入る語句の組合せとして、正しいものを1~5の中から一つ選べ。

分子振動のエネルギー準位の間隔は波数換算でおよそ $50\sim 5000\text{ cm}^{-1}$ であり、振動準位の励起では(ア)領域の電磁波が吸収される。同じく分子振動の情報を与えるラマン散乱スペクトルにおいて、波長 $500\text{ nm}$ のレーザー光を光源に用いた場合には、入射光からの波数シフトが $50\sim 5000\text{ cm}^{-1}$ の範囲にあるラマン散乱光は(イ)領域の電磁波である。

	(ア)	(イ)
1	赤外	赤外
2	可視光	紫外
3	紫外	可視光
4	可視光	赤外
5	赤外	可視光

問21 1分子中に硫黄1原子を含む化合物A (分子量142) が、硫黄を含まない溶媒に溶けている。この溶液中の硫黄は、質量パーセント濃度で1.0%であった。溶液中の化合物Aの質量パーセント濃度はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、硫黄の原子量は32とする。

- 1 1.1%
- 2 2.3%
- 3 4.4%
- 4 11%
- 5 23%

問22 水100 gにグルコースを溶かした水溶液が、水1 kgに塩化ナトリウム5.85 gを溶かした水溶液と等しい凝固点を示すとき、含まれているグルコース分子の数はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、塩化ナトリウムの式量は58.5、グルコースの分子量は180、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。

- 1  $1.2 \times 10^{21}$
- 2  $6.0 \times 10^{21}$
- 3  $1.2 \times 10^{22}$
- 4  $6.0 \times 10^{22}$
- 5  $1.2 \times 10^{23}$

問23 体積を自由に変えることができる容器に気体Aが入っている。温度を一定に保ってこの気体Aを圧縮したところ、全体積が2 Lになったときに、Aが液化しはじめ、全体積0.5 Lですべて液体になった。全体積が1 Lのときに、共存している気体の体積 $V_g$ と液体の体積 $V_L$ の比 $V_g/V_L$ はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。

- 1 0.5
- 2 1
- 3 1.5
- 4 2
- 5 2.5

問24 2種類の物質AとBの $10^5$  Paにおける沸点と、1 mol当たりの蒸発エンタルピーをそれぞれ以下の表に示す。

	沸点 (°C)	蒸発エンタルピー (kJ/mol)
A	20	7.5
B	-186	6.5

$10^5$  PaにおけるAとBの1 mol当たりの蒸発エントロピーをそれぞれ $\Delta S_A$ 、 $\Delta S_B$ とすると、 $\Delta S_A$ と $\Delta S_B$ の関係はどのようになるか。次の中から正しいもの一つ選べ。

- 1  $\Delta S_A > \Delta S_B > 0$
- 2  $\Delta S_B > \Delta S_A > 0$
- 3  $0 > \Delta S_A > \Delta S_B$
- 4  $\Delta S_A > 0 > \Delta S_B$
- 5  $\Delta S_B > 0 > \Delta S_A$



問25 密閉された容器に四塩化炭素（液体）と窒素（気体）が入っている。温度と圧力がそれぞれ $0^{\circ}\text{C}$ 、 $5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、四塩化炭素1 Lあたりに溶解している窒素の質量はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、窒素（気体）は $0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において四塩化炭素（液体）1 Lに $0.0060 \text{ mol}$ 溶解、ヘンリーの法則が成り立つものとする。また、Cの原子量は12、Nの原子量は14、Clの原子量は35.5とし、四塩化炭素の蒸気圧は無視できるものとする。

- 1 0.030 g
- 2 0.42 g
- 3 0.46 g
- 4 0.84 g
- 5 4.6 g