

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。

受 験 番 号	氏 名

問1 環境基本法第2条第3項の定義に関する次の記述の下線部（ア）～（オ）の語句のうち、誤っているものを一つ選べ。

この法律において「公害」とは、（ア）環境の保全上の支障のうち、（イ）事業活動その他の人の活動に伴って生ずる相当範囲にわたる大気の汚染、（ウ）水質の汚濁（水質以外の水の状態又は水底の底質が悪化することを除く。）、（エ）地盤の沈下（鉱物の掘採のための土地の掘削によるものを除く。）及び悪臭によって、人の健康又は（オ）生活環境（人の生活に密接な関係のある財産並びに人の生活に密接な関係のある動植物及びその生育環境を含む。）に係る被害が生ずることをいう。

- 1 （ア）
- 2 （イ）
- 3 （ウ）
- 4 （エ）
- 5 （オ）

問2 大気汚染防止法第2条第14項に規定する自動車排出ガスに係る政令で定める物質に該当しないものを、次の中から一つ選べ。

- 1 二酸化炭素
- 2 炭化水素
- 3 鉛化合物
- 4 窒素酸化物
- 5 粒子状物質

問3 大気汚染防止法第23条の緊急時の措置に関する次の記述の空欄〔ア〕～〔ウ〕に入る語句の組合せのうち、正しいものを次の中から一つ選べ。

都道府県知事は、大気の汚染が著しくなり、人の健康又は生活環境に係る被害が生ずるおそれがある場合として〔ア〕で定める場合に該当する〔イ〕が発生したときは、その〔イ〕を一般に周知させるとともに、ばい煙を排出する者、揮発性有機化合物を排出し、若しくは飛散させる者又は自動車の使用者若しくは運転者であつて、当該大気の汚染をさらに著しくするおそれがあると認められるものに対し、ばい煙の排出量若しくは揮発性有機化合物の排出量若しくは飛散の量の減少又は自動車の運行の自主的制限について〔ウ〕を求めなければならない。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|---|-----|-----|-----|
| 1 | 政令 | 天災 | 協力 |
| 2 | 条例 | 事態 | 報告 |
| 3 | 規則 | 天災 | 協力 |
| 4 | 政令 | 事態 | 報告 |
| 5 | 政令 | 事態 | 協力 |

問4 水質汚濁防止法第3条第3項の排水基準に関する次の記述の空欄 (ア) ～ (エ) に入る語句の組合せのうち、正しいものを次の中から一つ選べ。

都道府県は、当該都道府県の区域に属する (ア) のうちに、その (イ) から判断して、第一項の排水基準によつては人の健康を保護し、又は生活環境を保全することが十分でないとき認められる区域があるときは、その区域に排出される排水の (ウ) について、政令で定める基準に従い、(エ) で、同項の排水基準にかえて適用すべき同項の排水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水基準を定めることができる。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
1	指定水域	自然的、社会的条件	汚染状態	総量削減計画
2	公共用水域	人口及び産業の集中	汚濁負荷量	勧告
3	公共用水域	自然的、社会的条件	汚染状態	条例
4	指定水域	人口及び産業の集中	汚濁負荷量	条例
5	公共用水域	人口及び産業の集中	汚染状態	総量削減計画

問5 水質汚濁防止法第5条第1項の特定施設等の設置に当たって届出事項に該当しないものを、次の中から一つ選べ。

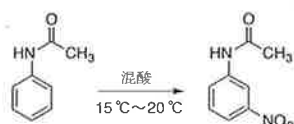
- 1 特定施設の種類
- 2 特定施設の構造
- 3 特定施設の使用の方法
- 4 汚水等の処理の方法
- 5 特定施設の管理の方法

問6 芳香族化合物の求電子置換反応に関する次の記述とその反応式の中で、その内容が誤っているものを一つ選べ。ただし、混酸は、濃硝酸と濃硫酸との混合物とする。

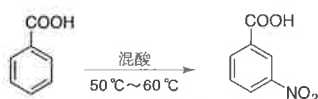
- 1 アニリンのうすい水溶液に、臭素水を室温で1滴ずつ臭素の色が消えなくなるまで加えると、2,4,6-トリブロモアニリンの沈殿が生成する。



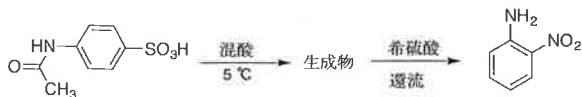
- 2 アセトアニリドを $15^\circ\text{C} \sim 20^\circ\text{C}$ において、混酸でニトロ化すると、モノニトロ化物として主に3-ニトロアセトアニリドが生成する。



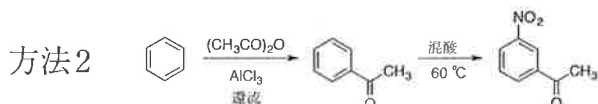
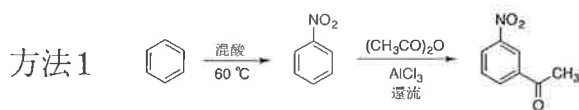
- 3 安息香酸を $50^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ において、混酸でニトロ化すると、モノニトロ化物として主に3-ニトロ安息香酸が生成する。



- 4 4-アセトアミドベンゼンスルホン酸を混酸でモノニトロ化し、その生成物を希硫酸とともに還流した後氷水に注ぐと、2-ニトロアニリンの沈殿が生成する。



- 5 3-ニトロアセトフェノン効率よく合成するには、ベンゼンをニトロ化後アセチル化する方法1よりも、アセチル化後ニトロ化する方法2の方が良い。



問7 Grignard試薬 RMgBr の反応で生成する主な有機化合物に関する次の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。ただし、 R 、 R' 、 R'' はいずれもアルキル基を表し、 RMgBr は過剰に用いるものとする。

- 1 アルデヒド $\text{R}'\text{CHO}$ との反応混合物を塩酸で加水分解すると、選択的に第二級アルコールが生成する。
- 2 ケトン $\text{R}'\text{COR}''$ との反応混合物を塩酸で加水分解すると、選択的に第三級アルコールが生成する。
- 3 ニトリル $\text{R}'\text{CN}$ との反応混合物を塩酸で加水分解すると、最終的にケトンが生成する。
- 4 エステル $\text{R}'\text{COOC}_2\text{H}_5$ との反応混合物を塩酸で加水分解すると、最終的にケトンが生成する。
- 5 二酸化炭素との反応混合物を塩酸で加水分解すると、カルボン酸が生成する。

問8 ハロゲン化アルキルの性質と反応に関する次の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 光学純度が75%の(-)-2-ブロモブタンの試料に含まれる(-)-2-ブロモブタンの割合は75%である。ただし、光学純度とは「光学的に純粋な(-)-2-ブロモブタンの比旋光度」に対する「試料の比旋光度」の割合をパーセントで表したものであるとする。
- 2 ハロゲン化アルキルの S_N2 反応では、立体化学が反転する。
- 3 第三級ハロゲン化アルキルでは、 S_N2 反応はほとんど起こらない。
- 4 ハロゲン化アルキルの S_N2 反応において、ハロゲン化物イオンの脱離能は $I^- > Br^- > Cl^- > F^-$ の順に小さくなる。
- 5 (*R*)-2-ブロモオクタンをよう化物イオンと反応させて得られた生成物を、硫化水素イオン (HS^-) と反応させると、主に(*R*)-2-オクタンチオールが生成する。

問9 40.0 cm³のメタノールに水を加えて、40.0 vol%のメタノール水溶液を100 cm³調製した。そのとき加えた水の体積は何cm³か。最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、一連の操作は温度一定の環境下で行われ、そのときの水、メタノールおよび40.0 vol%メタノール水溶液の密度を、それぞれ1.00 g cm⁻³、0.792 g cm⁻³、0.947 g cm⁻³とする。

- 1 60 cm³
- 2 61 cm³
- 3 62 cm³
- 4 63 cm³
- 5 64 cm³

問10 $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ の水酸化ナトリウム水溶液 100 cm^3 の電気伝導度滴定を、高濃度の塩酸を用いて行った。測定された電気伝導率 (mS m^{-1}) を、加えたHClの物質質量 (mol) に対してプロットしたところ、当量点までは直線的に低下し、当量点を過ぎると直線的に上昇した。イオン独立移動の法則が成り立つと仮定した場合、当量点までの直線の傾きに対する、当量点後の直線の傾きの比の絶対値は幾らになるか。最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、滴定に伴う体積変化は無視できるものとし、各イオンの極限モル電気伝導率 ($\text{mS m}^2 \text{ mol}^{-1}$) の値は次のとおりとする。

$\text{Na}^+ : 5.01$

$\text{OH}^- : 19.8$

$\text{H}^+ : 35.0$

$\text{Cl}^- : 7.60$

1 1.7

2 2.4

3 2.5

4 2.8

5 3.5

問11 断熱容器に180 gの水と18.0 gの氷が入っており、0.00 °Cで熱平衡状態にある。この水と氷からなる系に一定圧力下で8.51 kJの熱を加えたところ、氷はすべて溶け、水温の上昇が見られた。加えた熱はすべて水と氷のみに吸収され、それ以外の熱の出入りはないものとする、最終的な水温は何°Cになるか。最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、水の定圧熱容量は $75.9 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ で温度依存性はないものとし、水のモル質量を 18.0 g mol^{-1} 、氷の融解エンタルピーを 6.01 kJ mol^{-1} とする。

- 1 1 °C
- 2 2 °C
- 3 3 °C
- 4 4 °C
- 5 5 °C

問12 鎖式飽和炭化水素 ($C_nH_{2n+1}D$) が、不斉炭素をもつための最小の n の値を次の中から一つ選べ。ただし、Dは重水素を示し、炭素の同位体は考えないものとする。

1 3

2 4

3 5

4 6

5 7

問13 *t*-ブチルアルコールに関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 国際純正・応用化学連合 (IUPAC) 規則では、1,1-ジメチルエタノールと命名される。
- 2 構造異性体の関係にあるアルコールは、他に2種類だけである。
- 3 同じ分子量をもつメチルプロピルエーテルよりも沸点が高い。
- 4 還流温度でカリウムと作用させても、カリウム*t*-ブトキシドを生じない。
- 5 室温で塩化水素と作用させても、*t*-ブチルクロリドを生じない。

問14 ゴムに関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 天然ゴムはブタジエンが重合した構造をもっている。
- 2 天然ゴムの弾性を増すために硫酸で加硫が行われる。
- 3 天然ゴムの分子内には二重結合が存在する。
- 4 合成ゴムは主に分子量200以下の化合物の混合物である。
- 5 シリコーンゴムは天然ゴムにけい素を加えて合成される。

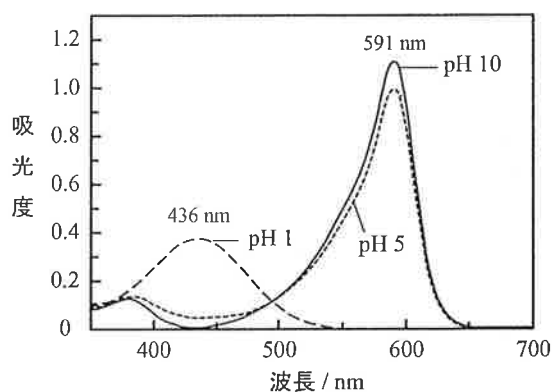
問15 80℃におけるベンゼンとトルエンの蒸気圧はそれぞれ 1.02×10^5 Paおよび 6.6×10^4 Paである。この温度でベンゼンとトルエンの混合溶液が気液平衡にあるとき、蒸気中に含まれる両成分の物質量が等しくなるような溶液の組成をトルエンの物質分率（モル分率）で示すと幾らになるか。最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、この混合溶液は理想溶液とみなすことができるものとする。

- 1 0.17
- 2 0.39
- 3 0.50
- 4 0.61
- 5 0.83

問16 一定の圧力条件において、18.0 gの水が100 °Cで等温可逆的に液体から気体になるとき、系が外界に対してする仕事は幾らか。最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、水蒸気は理想気体とし、気体定数は $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

- 1 0.31 kJ
- 2 0.83 kJ
- 3 1.8 kJ
- 4 3.1 kJ
- 5 15 kJ

問17 酸塩基指示薬であるブロモフェノールブルー (BPB、HXと表記) は水溶液中で酸解離平衡状態 ($\text{HX} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{X}^-$) にあり、pHに依存して紫外可視吸収スペクトルが変化する。下図に示すとおり、濃度一定の条件下でBPB水溶液のpHを変えると、HXおよび X^- に対応する吸収帯が確認できる。これらの吸収帯はpH 1～pH 10で吸光度が大きく変化するが、それよりも外側のpH領域ではスペクトルは変化しない。591 nmの吸光度がpH 10で1.1、pH 5で1.0、pH 1で0.0の場合、BPBの $\text{p}K_a$ (K_a は酸解離定数) は幾らになるか。最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、この濃度範囲でLambert-Beerの法則が成り立つものとする。



- 1 2
- 2 3
- 3 4
- 4 5
- 5 6

問18 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 原子のイオン化エネルギーと電子親和力から電気陰性度を求める方法がある。
- 2 電気陰性度の大きな原子は、イオン結晶中では陰イオンの形で存在することが多い。
- 3 周期表の16族に属する原子の第一イオン化エネルギーは、原子番号が大きくなるに従って小さくなる。
- 4 周期表の17族に属する原子（ハロゲン）の電気陰性度は、原子番号が大きくなるに従って大きくなる。
- 5 周期表の18族に属する原子（希ガス）の電子親和力は、理論上はいずれも負の値をとる。

問19 結晶に関する次の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 水素結合性結晶は分子間の水素結合で形成され、一般にその結合力は共有結合よりも弱い。
- 2 金属結晶は金属結合で形成され、電気伝導率は一般に温度の上昇とともに低下する。
- 3 イオン結晶は陽イオンと陰イオンのイオン結合で形成され、室温では一般に絶縁体である。
- 4 共有結合性結晶は原子間の共有結合で形成され、分子結晶よりも一般に硬い。
- 5 分子結晶は分子間のファンデルワールス力で形成され、イオン結晶よりも一般に融点が高い。

問20 1.25 Lの液体窒素が気化してできた窒素ガスの0℃、1 atmの条件下での体積に最も近いものを、次の中から一つ選べ。ただし、窒素の原子量は14.0、液体窒素の密度は 0.80 g cm^{-3} とする。また、0℃、1 atmの条件下での窒素ガス1 molの占める体積は22.4 Lとする。

- 1 500 L
- 2 640 L
- 3 800 L
- 4 1000 L
- 5 1600 L

問21 25℃で、シアン化水素水溶液のpHを6にしたとき、この水溶液中のシアン化物イオン濃度とシアン化水素濃度との比 ($[\text{CN}^-]/[\text{HCN}]$) は幾らか。最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、25℃におけるシアン化水素の酸解離定数は $7.2 \times 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$ である。

1 10^{-1}

2 10^{-2}

3 10^{-3}

4 10^{-4}

5 10^{-5}

問22 原子の基底状態において、不対電子の数がふっ素原子と同数の原子を、次の中から一つ選べ。

- 1 ベリリウム
- 2 ほう素
- 3 炭素
- 4 窒素
- 5 酸素

問23 ビフェニル ($C_6H_5-C_6H_5$) の二塩素置換体であるジクロロビフェニルに、異性体は幾つ存在するか。次の中から正しいものを一つ選べ。

- 1 6
- 2 12
- 3 17
- 4 24
- 5 45

問24 二つの物質の関係を表す次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 フラーレンとダイヤモンドは同素体の関係にある。
- 2 アセトンとプロパナール（プロピオンアルデヒド）は異性体の関係にある。
- 3 ^{235}U と ^{238}U は同位体の関係にある。
- 4 トルエンとエチルベンゼンは同族体の関係にある。
- 5 フマル酸とマレイン酸は鏡像体の関係にある。

問25 生体物質とそれを構成する元素の組合せの中で、誤っているものを次の中から一つ選べ。

- 1 甲状腺ホルモン（甲状腺から分泌され、代謝や成長を促進）－セシウム
- 2 デオキシリボ核酸（遺伝情報を保持）－りん
- 3 ヘモグロビン（血液中で酸素を運搬）－鉄
- 4 クロロフィル（植物の光合成において光を吸収）－マグネシウム
- 5 システイン（アミノ酸の一つで、たんぱく質を構成）－硫黄

