

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（定義）の記述の（ア）～（ウ）に入る語句の組合せとして、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るる影響であつて、環境の保全上の支障の原因となるおそれのあるものをいう。

2 この法律において「地球環境保全」とは、（イ）による地球全体の温暖化又はオゾン層の破壊の進行、海洋の汚染、野生生物の種の減少その他の地球の全体又はその広範な部分の環境に影響を及ぼす事態に係る環境の保全であつて、人類の福祉に貢献するとともに国民の健康で文化的な生活の確保に寄与するものをいう。

3 この法律において「公害」とは、環境の保全上の支障のうち、（ウ）に伴つて生ずる相当範囲にわたる大気の汚染、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含む。第21条第1項第1号において同じ。）、土壤の汚染、騒音、振動、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。以下同じ。）及び悪臭によって、人の健康又は生活環境（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。以下同じ。）に係る被害が生ずることをいう。

	（ア）	（イ）	（ウ）
1	人の活動	人の活動	事業活動その他の人の活動
2	人の活動	人の活動	人の活動
3	人の活動	事業活動その他の人の活動	人の活動
4	事業活動その他の人の活動	人の活動	事業活動その他の人の活動
5	事業活動その他の人の活動	事業活動その他の人の活動	人の活動

問2 大気汚染防止法第2条（定義等）に規定する「ばい煙」に該当しない物質を次の中から一つ選べ。

- 1 燃料その他の物の燃焼に伴い発生するいおう酸化物
- 2 物の燃焼、合成、分解その他の処理（機械的処理を除く。）に伴い発生するメタン
- 3 物の燃焼、合成、分解その他の処理（機械的処理を除く。）に伴い発生する弗化水素
- 4 物の燃焼、合成、分解その他の処理（機械的処理を除く。）に伴い発生する鉛
- 5 物の燃焼、合成、分解その他の処理（機械的処理を除く。）に伴い発生するカドミウム

問3 以下の（ア）～（オ）の記述のうち、大気汚染防止法第1条の目的として規定されている事項として、正しいものがいくつあるか、次の1～5の中から一つ選べ。

- （ア）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ばい煙、揮発性有機化合物及び粉じんの排出等の規制。
- （イ）水銀に関する水俣条約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の規制。
- （ウ）有害大気汚染物質対策の実施の推進。
- （エ）自動車排出ガスの許容限度を定めること。
- （オ）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。

- 1 1個
- 2 2個
- 3 3個
- 4 4個
- 5 5個

問4 水質汚濁防止法第2条（定義）第2項第1号において、人の健康に係る被害を生じ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 シアン化合物
- 2 六価クロム化合物
- 3 四塩化炭素
- 4 ヒドラジン
- 5 ベンゼン

問5 水質汚濁防止法第3条（排水基準）の記述の（ア）～（オ）に入る語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

第3条 排水基準は、排出水の （ア）（熱によるものを含む。以下同じ。）について、環境省令で定める。

2 前項の排水基準は、有害物質による （ア）にあつては、排出水に含まれる （イ）について、（ウ）ごとに定める許容限度とし、その他の （ア）にあつては、前条第2項第2号に規定する項目について、項目ごとに定める許容限度とする。

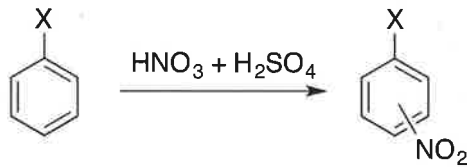
3 都道府県は、当該都道府県の区域に属する公共用水域のうちに、その （エ）条件から判断して、第1項の排水基準によつては人の健康を保護し、又は生活環境を保全することが十分でないと認められる区域があるときは、その区域に排出される排出水の （ア）について、政令で定める基準に従い、条例で、同項の排水基準にかえて適用すべき同項の排水基準で定める許容限度よりきびしい許容限度を定める排水基準を定めることができる。

4 前項の条例においては、あわせて当該区域の範囲を明らかにしなければならない。

5 都道府県が第3項の規定により排水基準を定める場合には、当該都道府県知事は、あらかじめ、（オ）に通知しなければならない。

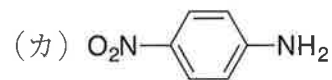
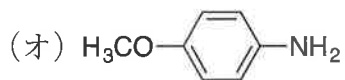
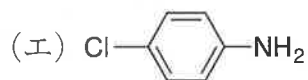
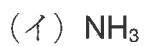
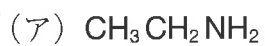
	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）	（オ）
1	有害物質の量	有害物質の種類	汚染状態	自然的、社会的	環境大臣
2	有害物質の種類	有害物質の量	汚染状態	地域的、環境的	関係都道府県知事
3	汚染状態	有害物質の量	有害物質の種類	自然的、社会的	環境大臣及び関係都道府県知事
4	有害物質の量	汚染状態	有害物質の種類	地域的、経済的	環境大臣
5	汚染状態	有害物質の種類	有害物質の量	地域的、環境的	環境大臣及び関係都道府県知事

問6 濃硝酸と濃硫酸の混合物による一置換ベンゼンのモノニトロ化反応における、置換基Xの配向性に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。ただし、反応式中生成物の構造式は、オルト位、メタ位またはパラ位のいずれかにニトロ基が一つ置換されていることを示す。また、反応はそれぞれ最適条件で行うものとする。



- 1 トルエン ($X = \text{CH}_3$) は主にオルト体とパラ体の混合物を与える。
- 2 安息香酸メチル ($X = \text{COOCH}_3$) は主にメタ体を与える。
- 3 アセトアニリド ($X = \text{NHCOCH}_3$) は主にメタ体を与える。
- 4 クロロベンゼン ($X = \text{Cl}$) は主にオルト体とパラ体の混合物を与える。
- 5 (トリフルオロメチル)ベンゼン ($X = \text{CF}_3$) は主にメタ体を与える。

問7 次のアンモニアを含むアミン類 (ア) ~ (カ) について、それぞれの共役酸の pK_a 値 (水中、25℃) の大小関係として、誤っているものを一つ選べ。ただし、 $pK_a = -\log K_a$ (K_a : イオン強度が0のときの酸解離定数) とする。



1 (ア) > (イ)

2 (イ) < (ウ)

3 (ウ) > (エ)

4 (エ) < (オ)

5 (オ) > (カ)

問8 次の炭素陰イオン (ア) ~ (エ) の安定性の大きい順として、1~5の中から正しいものを一つ選べ。ただし、炭素陰イオンは、いずれも気相または代表的な非プロトン性極性溶媒であるジメチルスルホキシド中で生成されたものとする。



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

問9 不純物を少量含む物質の純度を高めるための方法に関して、次に示した組合せの中から、誤っているものを一つ選べ。

物質	不純物	純度を高めるための方法
1 窒素	酸素	低温で液化した後、蒸留
2 よう素	よう化カリウム	加熱による昇華
3 塩化ナトリウム	塩化マグネシウム	水溶液の電気分解
4 硝酸カリウム	塩化ナトリウム	高温の水に飽和させた後、冷却して再結晶
5 <i>o</i> -ニトロフェノール	<i>p</i> -ニトロフェノール	シリカゲル吸着クロマトグラフィー

問10 水素の単体および化合物に関する次の記述の中から、下線部に誤りを含むものを一つ選べ。

- 1 常温常圧で安定な水素の単体は H_2 のみであり、同素体は知られていない。
- 2 自然界に存在する水素 (H_2) 2.000 gの分子数は、 6.022×10^{23} 個よりも少ない。
- 3 水素 (H_2) は、ニッケルを不均一触媒として、エチレン (エテン) に付加してエタンを与える。
- 4 14族元素の水素化合物 CH_4 、 SiH_4 、 GeH_4 、 SnH_4 は、分子量の大きいものほど沸点が高くなる。
- 5 常温常圧の第2周期元素の水素化合物 LiH 、 NH_3 、 H_2O 、 HF 中の結合は全て共有結合である。

問11 水にわずかに溶け、ジエチルエーテルによく溶ける非電解質Aの水溶液からジエチルエーテルを使って溶媒抽出を行うとき、ジエチルエーテル相、水相のそれぞれにおけるAの濃度を C_e (g L^{-1}) および C_w (g L^{-1}) と表すと、分配比 D は $D = \frac{C_e}{C_w}$ で示される。 W_0 (g) のAを溶かした V_w (mL) の水溶液を V_e (mL) のジエチルエーテルで抽出したとき、水溶液中に残っているAの質量 W (g) を求める式として、正しいものを一つ選べ。ただし、 $C_e > C_w$ であり、抽出後の溶液の体積はジエチルエーテル相、水相ともに変わらないものとする。

1 $W = \frac{V_w}{V_w + V_e} W_0$

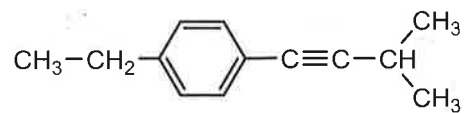
2 $W = \frac{V_w}{V_w + DV_e} W_0$

3 $W = \frac{V_w}{DV_w + V_e} W_0$

4 $W = \frac{DV_w}{V_w + V_e} W_0$

5 $W = \frac{DV_w}{DV_w + V_e} W_0$

問12 下記の構造式において、 sp^2 混成軌道をとる炭素原子の個数として、正しいものを一つ選べ。



- 1 2個
- 2 4個
- 3 5個
- 4 6個
- 5 8個

問13 カルボニル化合物の反応に関する (ア) ~ (エ) の記述の中から、正しい記述を全て選んでいるものを 1~5 の中から一つ選べ。

(ア) アセトアルデヒドのアルドール (Aldol) 反応では、主生成物として炭素数4のカルボン酸が得られる。

(イ) グリニャール (Grignard) 反応は水中で行われる。

(ウ) クレメンゼン (Clemmensen) 還元は酸性下で行われる。

(エ) ベンズアルデヒドのカニッツァーロ (Cannizzaro) 反応による生成物のうちの一つは、ベンジルアルコールである。

1 (ア)

2 (イ)

3 (イ) と (エ)

4 (ウ) と (エ)

5 (ア) と (イ) と (ウ)

問14 下に挙げた4名の化学者と代表的業績（ア）～（エ）との組合せとして、正しいものを一つ選べ。

代表的業績

- (ア) 導電性高分子の発見
- (イ) ベンゼンの構造式の提唱
- (ウ) ビニロンの合成法の発明
- (エ) 硝酸の工業的製法の発明

	白川英樹	ケクレ (A. Kekulé)	桜田一郎	オストワルト (F. Ostwald)
1	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
2	(イ)	(ア)	(エ)	(ウ)
3	(イ)	(ウ)	(ア)	(エ)
4	(ウ)	(エ)	(ア)	(イ)
5	(エ)	(イ)	(ウ)	(ア)

問15 エタノールは、1気圧で78.3℃の沸点を示す。この温度におけるエタノールの蒸発熱が 39.3 kJ mol^{-1} であるとする、蒸発エントロピーは幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。

1 $-502 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

2 $-112 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

3 $0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

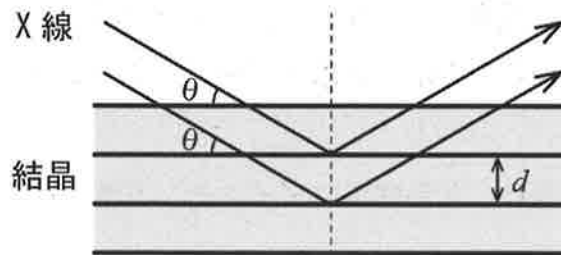
4 $112 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

5 $502 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

問16 化合物の有害性などに関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 三酸化二ヒ素は両性化合物であり、塩基と反応して生成する亜ヒ酸塩も一般に有毒である。
- 2 酢酸鉛(Ⅱ)は有機金属化合物であり、アンチノック剤としてガソリンに添加され、鉛汚染の原因となった。
- 3 ジメチル水銀は脂溶性が高く生体組織に取り込まれにくいため、無機水銀化合物と異なり人体には無害である。
- 4 酸化クロム(Ⅲ)は、水溶液がクロムめっきのめっき液などに用いられるが、強い酸化力のため、皮膚や粘膜に付着すると炎症などを起こす。
- 5 硫化カドミウムは土壌中では酸化環境で生成し、水溶性が高いため、容易に植物に吸収される。

問17 下図のように、波長 λ のX線を θ の角度で結晶に入射したとき、X線回折測定において回折ピークが出現する条件式として、正しいものを一つ選べ。ただし、 d は面間隔、 n は自然数とする。また、回折ピークは、反射したX線の位相が一致して互いの波を強め合うときに現れるものとする。



- 1 $2d\sin\theta = n\lambda$
- 2 $\sin\theta/d = n\lambda$
- 3 $d\cos\theta = n\lambda$
- 4 $\cos\theta/2d = n\lambda$
- 5 $d/\cos\theta = n\lambda$

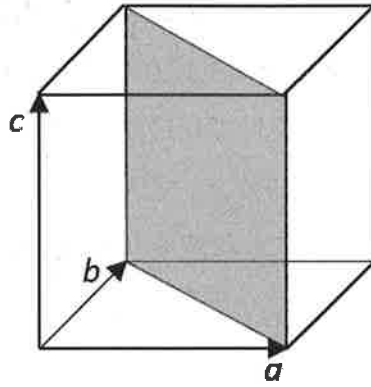
問18 炭素とけい素に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 炭素原子は互いに共有結合で結合し、六員環を形成することができる。
- 2 一般にダイヤモンドは絶縁体であるが、黒鉛（グラファイト）は電気伝導性をもつ。
- 3 けい素は地殻中で炭素よりも存在度の小さい元素である。
- 4 けい素-けい素の単結合は、炭素-炭素の単結合よりも結合エネルギーが小さい。
- 5 けい素単体の結晶は、常温常圧でダイヤモンド型の結晶構造をとる。

問19 水の状態変化に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

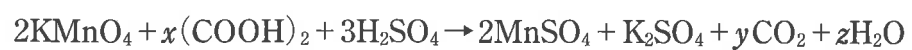
- 1 水は、三重点において固体、液体、気体が共存する。
- 2 水の沸点は、大気圧条件において硫化水素の沸点よりも高い。
- 3 水の融点は、10 MPaの圧力条件下で0℃よりも高くなる。
- 4 水の飽和蒸気圧は、大気圧条件で0℃から100℃までの温度上昇に伴って高くなる。
- 5 水は、超臨界状態で加圧しても状態変化しない。

問20 図に示す結晶格子の格子面の面指数（ミラー指数）として、正しいものを一つ選べ。



- 1 (200)
- 2 (110)
- 3 (111)
- 4 (102)
- 5 (221)

問21 硫酸酸性水溶液中での過マンガン酸カリウムとしゅう酸との反応式



における係数 x 、 y および z の和として、正しいものを一つ選べ。

1 19

2 21

3 23

4 25

5 27

問22 20℃において、(ア)～(オ)の操作で沈殿を生じるものはいくつあるか。

その数を1～5の中から一つ選べ。ただし、混合前の各水溶液の物質濃度(モル濃度)は 0.1 mol L^{-1} とし、過飽和は考えないこととする。

(ア) 硫酸銅(Ⅱ)水溶液と水酸化ナトリウム水溶液の等量を混合する。

(イ) 塩化ナトリウム水溶液と炭酸カリウム水溶液の等量を混合する。

(ウ) 塩化カルシウム水溶液と炭酸ナトリウム水溶液の等量を混合する。

(エ) 臭化カリウム水溶液と硝酸銀水溶液の等量を混合する。

(オ) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液とアンモニア水溶液の等量を混合する。

1 1個

2 2個

3 3個

4 4個

5 5個

問23 次の記述の下線部 (ア) ~ (エ) に関する正誤の組合せの中から、正しいものを一つ選べ。

ダニエル電池 $\text{Zn} \mid \text{ZnSO}_4 (a=0.01) \parallel \text{CuSO}_4 (a=1) \mid \text{Cu}$ (a : 活量)
 が放電するとき、正極の 銅電極では 酸化反応が起こる。このとき、25℃
 におけるこの電池の初期の起電力は、標準起電力 1.10 Vよりも 大きくなる。
 ただし、 $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$ および $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$ の標準電極電位は、25℃でそれぞれ -0.763 V および +0.337 V であり、液間電位は無視できるものとする。

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

問24 メタン、アセチレン、ブタンをそれぞれ1g燃焼させるのに必要な酸素量の多い順として、正しいものを一つ選べ。なお、燃焼は化学量論的に進み、生成物は二酸化炭素と水のみとする。また、炭素、水素、酸素の原子量をそれぞれ12、1、16とする。

- 1 メタン > アセチレン > ブタン
- 2 メタン > ブタン > アセチレン
- 3 アセチレン > ブタン > メタン
- 4 ブタン > メタン > アセチレン
- 5 ブタン > アセチレン > メタン

問25 塩素には質量数35と37の安定同位体 (^{35}Cl 、 ^{37}Cl) が存在するため、塩素分子 (Cl_2) は $^{35}\text{Cl}^{35}\text{Cl}$ 、 $^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl}$ 、 $^{37}\text{Cl}^{37}\text{Cl}$ の三つの分子種からなる。 ^{35}Cl と ^{37}Cl の存在比が3:1である場合の各分子種のモル比 ($^{35}\text{Cl}^{35}\text{Cl} : ^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl} : ^{37}\text{Cl}^{37}\text{Cl}$) として、正しいものを一つ選べ。

1 1:2:1

2 3:2:1

3 6:3:1

4 9:3:1

5 9:6:1