

## 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16条の環境基準に関する次の記述の（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16条 政府は、大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染及び  (ア) に係る環境上の条件について、それぞれ、人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で  (イ) 基準を定めるものとする。

2 (略)

3 第一項の基準については、常に適切な  (ウ) が加えられ、必要な改定がなされなければならない。

4 (略)

(ア)	(イ)	(ウ)
1 騒音	維持されることが望ましい	科学的判断
2 騒音	維持されなければならない	自然的社会的判断
3 振動	維持されることが望ましい	健康で文化的な判断
4 生態系	維持されることが望ましい	科学的判断
5 生態系	維持されなければならない	自然的社会的判断

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 いおう酸化物
- 2 ばいじん
- 3 カドミウム
- 4 塩素
- 5 石綿

問3 大気汚染防止法において、大気の汚染の状況の監視等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 都道府県知事は、環境省令で定めるところにより、大気の汚染（放射性物質によるものを除く。）の状況を常時監視しなければならない。
- 2 都道府県知事は、環境省令で定めるところにより、大気の汚染（放射性物質によるものを除く。）の状況の常時監視の結果を環境大臣に報告しなければならない。
- 3 環境大臣は、環境省令で定めるところにより、放射性物質（環境省令で定めるものに限る。）による大気の汚染の状況を常時監視しなければならない。
- 4 都道府県知事は、環境省令で定めるところにより、当該都道府県の区域に係る大気の汚染（放射性物質によるものを含む。）の状況を公表しなければならない。
- 5 環境大臣は、環境省令で定めるところにより、放射性物質（環境省令で定めるものに限る。）による大気の汚染の状況を公表しなければならない。

問4 水質汚濁防止法第2条第2項第1号において、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 アルキル水銀
- 3 ホルムアルデヒド
- 4 ポリ塩化ビフェニル
- 5 四塩化炭素

問5 水質汚濁防止法第14条の2において、次の（ア）～（オ）の施設のうち、事故時の措置を講ずる必要がある施設はいくつあるか。次の1～5の中から一つ選べ。

- （ア）カドミウムその他の人の健康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2条で定める物質（以下「有害物質」という。）を含む汚水又は廃液を排出する施設で同施行令別表第一に掲げる施設
- （イ）化学的酸素要求量その他の水の汚染状態（熱によるものを含み、有害物質によるものを除く。）を示す項目として水質汚濁防止法施行令第3条で定める項目に関し、生活環境に係る被害を生ずるおそれがある程度の汚水又は廃液を排出する施設で同施行令別表第一に掲げる施設
- （ウ）有害物質を貯蔵し、若しくは使用している施設
- （エ）有害物質及び重油その他の水質汚濁防止法施行令第3条の4で定める油以外の物質であつて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指定物質を製造し、貯蔵し、使用し、若しくは処理する施設
- （オ）重油その他の水質汚濁防止法施行令第3条の4で定める油（以下単に「油」という。）を貯蔵し、又は油を含む水を処理する施設で水質汚濁防止法施行令第3条の5で定める施設

- 1 1個
- 2 2個
- 3 3個
- 4 4個
- 5 5個

問6 アルコールの反応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、いずれの反応でも副生成物として水が生成する。

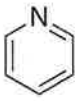

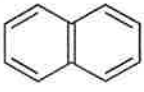
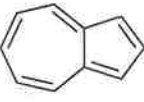
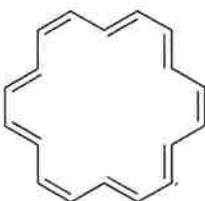
- 1 メタノールとサリチル酸を硫酸触媒存在下、還流して反応させると、サリチル酸メチルが生成する。
- 2 エタノールを硫酸触媒存在下、170℃で反応させると、主にジエチルエーテルが生成する。
- 3 エタノールと酢酸を硫酸触媒存在下、還流して反応させると、酢酸エチルが生成する。
- 4 2-プロパノールを0℃で臭化水素酸と反応させると、主に2-ブロモプロパンが生成する。
- 5 グリセリンを18℃以下で濃硝酸-濃硫酸-発煙硫酸の混合物と反応させると、ニトログリセリンが生成する。

問7 一つのアシル基  $R-C(=O)-$  に原子または原子団が一つ結合した化合物の一般名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、Rはアルキル基を示す。

- 1 水素原子が結合した化合物はアルデヒドである。
- 2 アルキル基が結合した化合物はケトンである。
- 3 ヒドロキシ基が結合した化合物はカルボン酸である。
- 4 アルコキシ基が結合した化合物はエステルである。
- 5 アミノ基が結合した化合物はイミドである。



問8 名称および構造式で示した次の化合物またはイオンの中から、芳香族性を示さないものを一つ選べ。

名称	構造式
1 ピリジン	
2 シクロペンタジエニルカチオン	
3 ナフタレン	
4 アズレン	
5 [18]アヌレン	

問9 ある2価の酸 $\text{H}_2\text{X}$ では一段目の電離は完全であるが、二段目の電離は不完全である。濃度 $0.10 \text{ mol L}^{-1}$ の水溶液中で、この二段目の電離度はある温度において $0.20$ であった。このときの $\text{H}_2\text{X}$ の二段目の電離定数は幾らか。次の中から正しいものを一つ選べ。ただし、各イオンの活量は、それぞれの物質濃度（モル濃度）で近似できるものとする。

- 1  $5.0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$
- 2  $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$
- 3  $1.5 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$
- 4  $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$
- 5  $3.0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

問10 無機塩X (式量120) がある。60℃において36 gのXを64 gの水に完全に溶かし、この溶液を20℃まで冷却したところ、五水和物 ( $X \cdot 5H_2O$ ) が21 g析出した。このとき、水溶液中のXの物質濃度 (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、五水和物析出後の水溶液の密度は $1.0 \text{ g mL}^{-1}$ で近似できるものとする。

- 1  $0.5 \text{ mol L}^{-1}$
- 2  $1.5 \text{ mol L}^{-1}$
- 3  $2.5 \text{ mol L}^{-1}$
- 4  $3.5 \text{ mol L}^{-1}$
- 5  $4.5 \text{ mol L}^{-1}$

問11 互いによく混ざり合う分子液体Aと分子液体Bがある。AとBの分子量はそれぞれ40と80で、25℃におけるAの密度は $0.80 \text{ g mL}^{-1}$ である。いま25℃でAをBに加えて、Aの物質分率（モル分率）が0.20の溶液Cを調製した。Cの体積を基準としたAの体積百分率（vol%）は幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、25℃におけるCの密度は $1.0 \text{ g mL}^{-1}$ である。

- 1 10 vol%
- 2 12 vol%
- 3 14 vol%
- 4 16 vol%
- 5 18 vol%

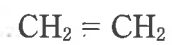
問12 (a) ~ (c) の化合物について、

①全ての原子が同一平面上にあるもの

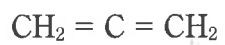
② $\pi$ 電子共役系をもつもの

の正しい組合せを1~5の中から一つ選べ。

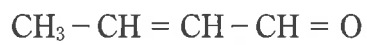
(a)



(b)



(c)



①

②

1 (a)

(b)

2 (a)

(c)

3 (a) と (b)

(b) と (c)

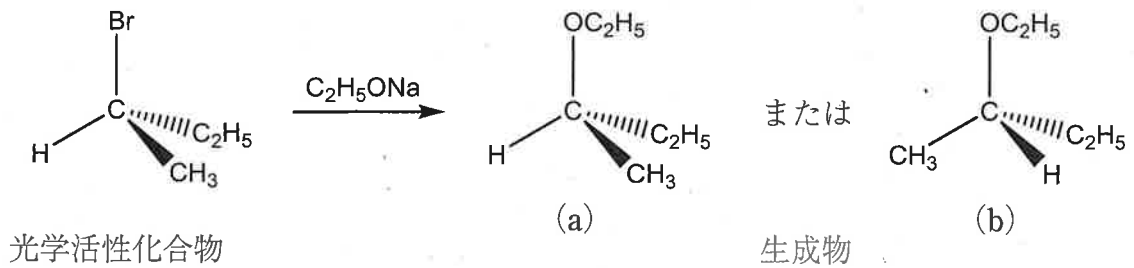
4 (b)

(b)

5 (b)

(c)

問13 以下に示す光学活性化合物とナトリウムエトキシドの $S_N2$ 反応の生成物として、(a) または (b) が得られた。①出発原料である光学活性化合物の立体配置の $RS$ 表示、②生成物の正しい組合せを1~5の中から一つ選べ。



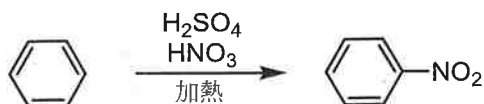
- |   | ①   | ②                |
|---|-----|------------------|
| 1 | $R$ | (a)              |
| 2 | $R$ | (b)              |
| 3 | $S$ | (a)              |
| 4 | $S$ | (b)              |
| 5 | $S$ | (a) と (b) の等量混合物 |

問14 有機化合物の反応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、参考として付記した反応式は反応に参与する主な化合物のみが示されており、必ずしも化学量論式ではない。

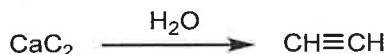
- 1 ベンゼンに臭化マグネシウムを加えて加熱すると、臭化フェニルマグネシウムが生成する。



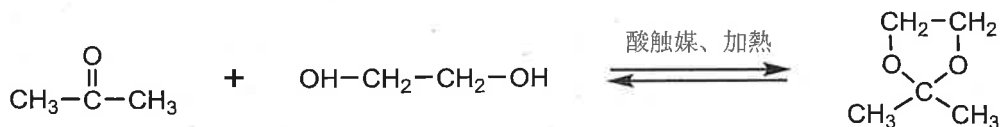
- 2 ベンゼンに濃硫酸-濃硝酸混合物を加えて加熱すると、ニトロベンゼンが生成する。



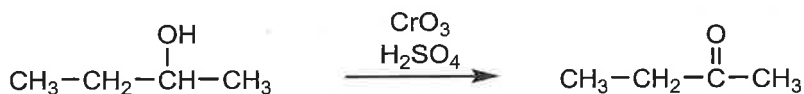
- 3 炭化カルシウムに水を加えると、アセチレンが生成する。



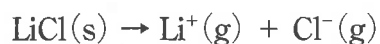
- 4 酸触媒存在下、アセトンにエチレングリコールを加えて加熱すると、アセタールが生成する。



- 5 2-ブタノールに酸化クロム(VI)と希硫酸の混合物を氷冷下で加えると、2-ブタノンが生成する。



問15 塩化リチウムの結晶から気体のリチウムイオンと気体の塩化物イオンが生成する反応



のエンタルピー変化（格子エンタルピー）は幾らか。1～5の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、ボルン・ハーバーサイクルの各ステップにおけるエンタルピー変化 $\Delta H$ は下表に示すとおりとする。

ステップ	反応式	$\Delta H/\text{kJ mol}^{-1}$
LiCl(s)の生成	$\text{Li(s)} + 1/2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{LiCl(s)}$	- 404
Li(s)の昇華	$\text{Li(s)} \rightarrow \text{Li(g)}$	158
Cl <sub>2</sub> (g)の解離	$\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cl(g)}$	240
Li(g)の電子放出	$\text{Li(g)} \rightarrow \text{Li}^{\text{+}}(\text{g}) + \text{e}^{\text{-}}$	519
Cl(g)の電子付加	$\text{Cl(g)} + \text{e}^{\text{-}} \rightarrow \text{Cl}^{\text{-}}(\text{g})$	- 349

- 1 164 kJ mol<sup>-1</sup>
- 2 344 kJ mol<sup>-1</sup>
- 3 742 kJ mol<sup>-1</sup>
- 4 852 kJ mol<sup>-1</sup>
- 5 972 kJ mol<sup>-1</sup>



問16 体積一定の密閉容器内で次の発熱反応が平衡状態にある。



この状態に (ア) ~ (エ) の変化を加えたとき、上式の平衡混合物組成および平衡定数のいずれにも影響を与えないものはどれか。1~5の中から正しいものを一つ選べ。

(ア) 気体のAを追加する。

(イ) 温度を上昇させる。

(ウ) 体積が無視できる少量の触媒を加える。

(エ) 温度一定の条件下で、A、B、Cのいずれとも反応しない不活性ガスを注入する。

1 (ア) と (ウ)

2 (ア) と (エ)

3 (イ) と (ウ)

4 (イ) と (エ)

5 (ウ) と (エ)

問17 塩化ナトリウム、金などの結晶構造は立方晶系に属する。この立方晶系の格子定数を $a$ とすると、(110)面の面間隔は $a$ の何倍になるか。次の中から正しいものを一つ選べ。

1  $\frac{\sqrt{2}-1}{2}$  倍

2  $\frac{1}{\sqrt{2}+1}$  倍

3  $\frac{1}{2}$  倍

4  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  倍

5  $\sqrt{2}$  倍

問18 次の機器分析法に関し、一般的に使用する電磁波とその電磁波が相互作用する対象の組合せが誤っているものを一つ選べ。

	機器分析法	電磁波	相互作用する対象
1	X線回折分析法	X線	電子
2	原子吸光分析法	紫外線	外殻電子
3	赤外分光分析法	赤外線	陽子
4	電子スピン共鳴法	マイクロ波	磁場中の不対電子
5	核磁気共鳴法	ラジオ波	磁場中の原子核

問19 熱力学に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 エンタルピーを $H$ 、エントロピーを $S$ とするとき、ギブズエネルギー $G$ は $G=H-TS$ と定義される。
- 2 水が沸点において蒸発するとき、液体の水から気体の水への変化によりギブズエネルギーは減少する。
- 3 エンタルピーとエントロピーの単位はJ (ジュール) で表される。
- 4 絶対零度において、完全結晶のエントロピーは0である。
- 5 二つの状態の間のエンタルピーの変化は、経路によって異なる。

問20  $1.1 \text{ cm}^3$ のドライアイスが完全に昇華したとき、 $0^\circ\text{C}$ 、 $1 \text{ atm}$ での体積に最も近いものを、次の中から一つ選べ。ただし、二酸化炭素の分子量は44、ドライアイスの密度は $1.6 \text{ g cm}^{-3}$ とする。

- 1  $450 \text{ cm}^3$
- 2  $600 \text{ cm}^3$
- 3  $750 \text{ cm}^3$
- 4  $900 \text{ cm}^3$
- 5  $1100 \text{ cm}^3$

問21 六方最密構造をとる金属結晶の単位格子中には何個の原子が含まれるか。次の中から正しいものを一つ選べ。

- 1 2個
- 2 3個
- 3 4個
- 4 6個
- 5 12個

問22 半減期12年の放射性同位体が放射性崩壊により1/20の量に減少するまでの時間として、次の中から最も近いものを一つ選べ。なお、 $\log_{10} 2$ は0.30とする。

- 1 19年
- 2 23年
- 3 40年
- 4 52年
- 5 80年

問23 三つのハロゲン (Cl, Br, I) に関する (ア) ~ (オ) の記述の中で、正しいものは幾つあるか。その数を 1~5 の中から一つ選べ。

- (ア) 原子半径は、原子番号が大きいほど大きい。
- (イ) 単体はいずれも二原子分子であり、常温・常圧では塩素は気体、臭素は液体、よう素は固体である。
- (ウ) 単体の融点は、原子番号が大きいほど高い。
- (エ) 単体は全て有色である。
- (オ) 単体の酸化力は、原子番号が小さいほど強い。

1 1

2 2

3 3

4 4

5 5



問24 ベンゼンの3置換体であるジクロロフェノールには、位置異性体が幾つ存在するか。次の中から正しいものを一つ選べ。

1 4

2 6

3 9

4 10

5 14

問25 物理量とその単位記号の例を示す次の組合せの中から、誤っているものを一つ選べ。

	物理量	単位記号の例
1	圧力	$\text{kg cm}^{-2}$
2	波数	$\text{m}^{-1}$
3	質量濃度	$\text{g dm}^{-3}$
4	電気量	A s
5	モル質量	$\text{g mol}^{-1}$