

## 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 20 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。

**問 1** 環境基本法第 16 条（環境基準）に規定する環境上の条件として定められていないものを次の中から一つ選べ。

1 水質の汚濁

2 騒音

3 土壌の汚染

4 悪臭

5 大気汚染

**問2** 大気汚染防止法第2条（定義等）第1項第3号において、物の燃焼、合成、分解その他の処理（機械的処理を除く。）に伴い発生する物質のうち、「ばい煙」に該当しない物質を次の中から一つ選べ。

- 1 弗化水素
- 2 鉛
- 3 メタン
- 4 塩素
- 5 カドミウム

**問 3** 大気汚染防止法第 3 条（排出基準）第 3 項において、環境大臣は、施設集合地域（いおう酸化物、ばいじん又は特定有害物質に係るばい煙発生施設が集合して設置されている地域をいう。）の全部又は一部の区域における当該ばい煙発生施設において発生し、大気中に排出されるこれらの物質により政令で定める限度をこえる大気の汚染が生じ、又は生ずるおそれがあると認めるときは、特別の排出基準を定めることができると規定している。前記の「政令で定める限度」について、次の記述の中から正しいものを一つ選べ。

- 1 硫黄酸化物については、大気中における含有率の一時間値の一日平均値一万分の〇・〇四。ただし、一時間値の一日平均値一万分の〇・〇四以上である日数が年間七日を超えない場合を除く。
- 2 硫黄酸化物については、大気中における含有率の一時間値の一日平均値十万分の〇・〇四。ただし、一時間値の一日平均値十万分の〇・〇四以上である日数が年間七日を超えない場合を除く。
- 3 硫黄酸化物については、大気中における含有率の一時間値の一日平均値百万分の〇・〇四。ただし、一時間値の一日平均値百万分の〇・〇四以上である日数が年間七日を超えない場合を除く。
- 4 ばいじんについては、大気中における量の一時間平均値一立方メートルにつき〇・一五ミリグラム
- 5 ばいじんについては、大気中における量の一時間平均値一立方メートルにつき〇・一五ミリグラム

**問4** 水質汚濁防止法第2条（定義）第2項第1号において、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 ホルムアルデヒド
- 3 テトラクロロエチレン
- 4 六価クロム化合物
- 5 四塩化炭素

**問 5** 水質汚濁防止法第 3 条（排水基準）の規定について、次の（ア）～（オ）に入る語句として誤っているものを、1～5 の中から一つ選べ。

〔ア〕の区域に属する〔イ〕のうちに、その〔ウ〕から判断して、第 1 項の排水基準によっては〔エ〕を保護し、又は〔オ〕を保全することが十分でない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汚染状態について、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。

- 1 （ア）市町村は、当該市町村
- 2 （イ）公共用水域
- 3 （ウ）自然的、社会的条件
- 4 （エ）人の健康
- 5 （オ）生活環境

**問6** 質量数  $A$ 、陽子数（原子番号） $Z$  の放射性核種  ${}^A_ZX$  が  $\alpha$  壊変や  $\beta^-$  壊変をしたときにそれぞれ生成する核種の質量数と陽子数の値について、正しいものの組合せを **1** ~ **5** の中から一つ選べ。

	$\alpha$ 壊変		$\beta^-$ 壊変	
	質量数	陽子数	質量数	陽子数
<b>1</b>	$A-1$	$Z$	$A-1$	$Z-1$
<b>2</b>	$A-2$	$Z-1$	$A$	$Z-1$
<b>3</b>	$A-2$	$Z-1$	$A$	$Z+1$
<b>4</b>	$A-4$	$Z-2$	$A-1$	$Z-1$
<b>5</b>	$A-4$	$Z-2$	$A$	$Z+1$

**問7** 弱酸 HA の  $0.10 \text{ mol L}^{-1}$  水溶液の pH は幾らか。次の中から最も近いものの一つ選べ。ただし、HA の酸解離定数は  $K_a = 1.0 \times 10^{-5} \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$  とし、水分子の解離は無視できるものとする。また、活量係数は 1 とする。

1 1.0

2 2.0

3 3.0

4 4.0

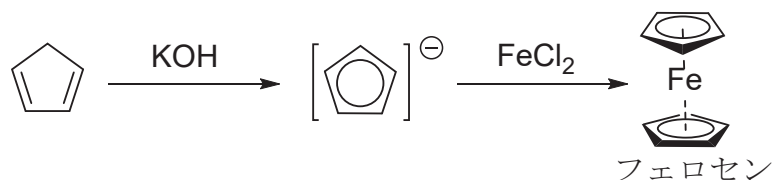
5 5.0



**問 8** 次の試薬と、その保管に使用可能な容器との組合せとして、誤っているものを一つ選べ。

	試薬	保管に使用可能な容器
1	ふっ化水素酸	ポリエチレン製容器
2	塩化銀	遮光されたガラス製容器
3	過酸化水素水	開放弁付きポリエチレン製容器
4	ナトリウム	試薬が完全に浸る量の石油（灯油）が入ったガラス製容器
5	十酸化四りん	試薬が完全に浸る量の水が入ったガラス製容器

問9 フェロセン  $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$  は、下のスキームによって合成される芳香族分子であり、二つのシクロペンタジエニル基によって鉄原子がはさまれたサンドイッチ型構造をもつ。フェロセンに関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

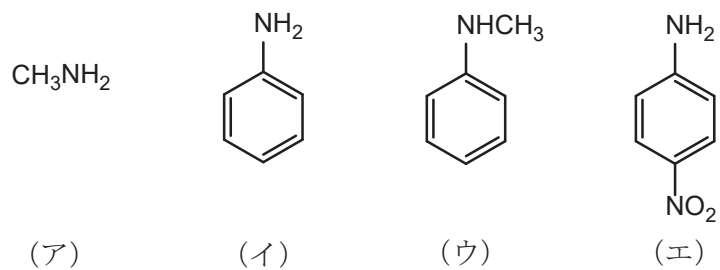


- 1 分子中の鉄の酸化数は+3である。
- 2 水よりもベンゼンによく溶ける。
- 3 大気圧下で加熱すると、ナフタレン同様に昇華する。
- 4 分子中のすべての C-C 間の結合距離は等しい。
- 5 塩化アセチルと無水塩化アルミニウムを作用させるとフリーデル・クラフツ反応によるアセチル化を起こす。

**問10** イオン化エネルギー、電子親和力および電気陰性度に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

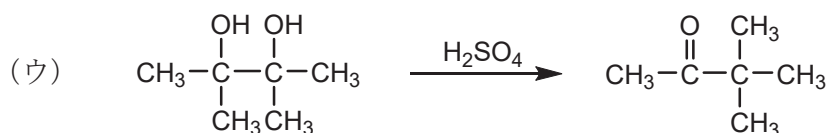
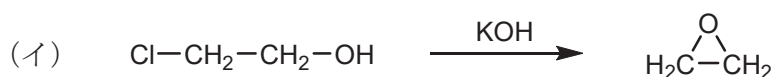
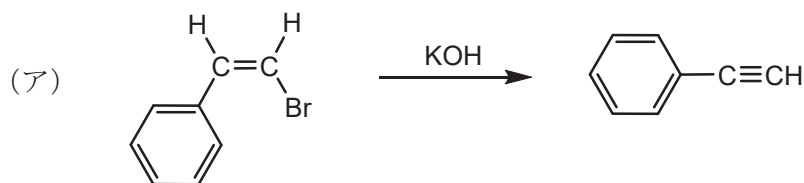
- 1 マグネシウム原子の第一および第二イオン化エネルギーの値は、それぞれ正および負の値である。
- 2 カルシウム原子の第一および第二イオン化エネルギーの絶対値は、前者の方が小さい。
- 3 硫黄原子の第一および第二電子親和力の値は、それぞれ正および負の値である。
- 4 元素の種類が異なる 2 個の原子が共有結合をつくる時、2 個の原子の電気陰性度の差が大きいほど、結合の極性は大きくなる。
- 5 貴ガスを除く元素のうち、電気陰性度が最も大きいのはフッ素である。

問11 次のアミン類 (ア) ~ (エ) について、水中、25 °C での塩基性の強い順として正しいものを 1 ~ 5 の中から一つ選べ。



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

**問12** 以下の有機反応（ア）～（エ）と反応の種類（置換反応、付加反応、脱離反応、転位反応）の組合せとして正しいものを **1**～**5** の中から一つ選べ。なお反応における溶媒や触媒、副生成物、反応条件などは省略されている。



(ア)            (イ)            (ウ)            (エ)

- |          |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|------|
| <b>1</b> | 脱離反応 | 転位反応 | 付加反応 | 置換反応 |
| <b>2</b> | 脱離反応 | 置換反応 | 転位反応 | 付加反応 |
| <b>3</b> | 置換反応 | 脱離反応 | 付加反応 | 転位反応 |
| <b>4</b> | 転位反応 | 付加反応 | 置換反応 | 脱離反応 |
| <b>5</b> | 付加反応 | 置換反応 | 脱離反応 | 転位反応 |

**問 13** 臭化フェニルマグネシウム ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$ ) のジエチルエーテル溶液をドライアイス (固体の二酸化炭素) に滴下し、さらに希塩酸を滴下したところ、白色の結晶が主生成物として得られた。主生成物の名称として正しいものを一つ選べ。

- 1    ベンジルアルコール
- 2    安息香酸
- 3    テレフタル酸
- 4    ビフェニル
- 5    ざ酸フェニル

**問14** 物質 A を 1.20 g 含む 100 mL の水溶液を二つ用意し、一方の水溶液に 100 mL のヘキサンを加えてよく振り混ぜたところ、0.80 g の A がヘキサン相に移動することが認められた。他方の水溶液はヘキサンを半分に分けて 50 mL ずつ 2 回の抽出操作を繰り返したが、この場合水相からヘキサン相に抽出された A は何 g になるか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、A は水相およびヘキサン相中で会合や解離をせず、両相へ溶解する A の濃度比は一定値を保つとする「分配の法則」が成立するものとする。

- 1      0.85 g
- 2      0.90 g
- 3      0.95 g
- 4      1.00 g
- 5      1.05 g

**問15** 温度一定の条件で金属などの固体表面に気相から分子が吸着するとき、系のエンタルピー $H$  およびエントロピー $S$  はどのように変化するか。変化の組合せとして正しいものを一つ選べ。

エンタルピー $H$     エントロピー $S$

- |   |      |      |
|---|------|------|
| 1 | 増大する | 増大する |
| 2 | 増大する | 減少する |
| 3 | 変化なし | 増大する |
| 4 | 減少する | 増大する |
| 5 | 減少する | 減少する |



**問16** 水素を燃料とする燃料電池を 0.60 V の電圧で運転したとき、12 W の電力が得られた。この電池を同条件で 16 分間運転する場合、消費される水素の体積は標準状態で幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、ファラデー定数は  $9.6 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$  とし、水素はすべて電極で反応して電子を生じるものとする。

1 0.53 L

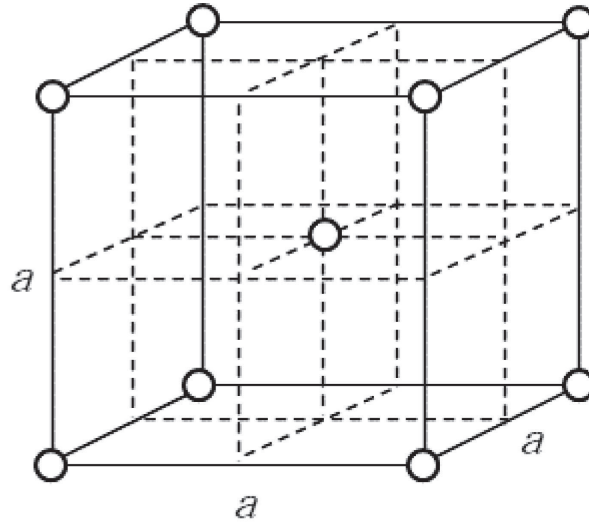
2 0.97 L

3 1.4 L

4 2.2 L

5 3.1 L

**問17** 下図のように一辺の長さが  $a$  の体心立方構造をもつ金属結晶に関して、金属の原子半径を示す式として正しいものを一つ選べ。ただし、結晶中の金属原子は球体で、最も近い原子と互いに接しているものとする。



(図中の○は金属原子の中心位置を示す)

- 1  $\sqrt{2} a/4$
- 2  $\sqrt{3} a/4$
- 3  $\sqrt{6} a/4$
- 4  $\sqrt{2} a/2$
- 5  $\sqrt{3} a/2$

**問18** 気体の状態に関する 1～5 の記述の中から、実在気体の説明として誤っているものを一つ選べ。

- 1 物質質量と体積を一定にして温度を上げると、圧力が上がる。
- 2 物質質量と温度を一定にして体積を増やすと、圧力が下がる。
- 3 温度が同じ場合、一般に分子の平均の速さは気体分子の種類により異なる。
- 4 温度、体積、物質質量が同じ場合、気体分子の種類によらず気体の圧力は等しい。
- 5 1 atm 下で 1 mol の実在気体の温度を上げると、その体積は、同じ物質質量、温度、圧力の理想気体の体積に近づく。

**問19** 氷に関する次の記述中の空欄（ア）～（ウ）に入る語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

氷結晶中で水分子の酸素原子は、すき間の多い正四面体型に配列し、4 個の水素原子によって囲まれている。酸素原子は、2 個の水素原子と（ア）結合し、隣接する 2 個の水分子の水素原子と（イ）結合している。0 °C で氷が融解すると、一部の（イ）結合が切れ、水分子 1 個あたりの空間が（ウ）する。このため、水の密度は氷の密度よりも大きくなる。

	（ア）	（イ）	（ウ）
1	$\sigma$	共有	減少
2	$\pi$	共有	増加
3	$\sigma$	イオン	減少
4	$\pi$	水素	増加
5	$\sigma$	水素	減少

**問20** 分子中の原子 X から出ている結合のうち、二つの結合がつくる角度を結合角という。このとき、原子 X のもつ電子対は互いに反発しあい、最も離れた位置関係になろうとする。電子対同士の反発の大きさは、

非共有電子対同士 > 共有電子対と非共有電子対 > 共有電子対同士  
である。このことから、次の結合角 (ア) ~ (ウ) の大きさの順として正しいものを 1 ~ 5 の中から一つ選べ。

- (ア) メタン分子の H-C-H がつくる結合角
- (イ) アンモニア分子の H-N-H がつくる結合角
- (ウ) 水分子の H-O-H がつくる結合角

1 (ア) > (イ) > (ウ)

2 (イ) > (ア) > (ウ)

3 (イ) > (ウ) > (ア)

4 (ウ) > (ア) > (イ)

5 (ウ) > (イ) > (ア)

**問21** エチレンの水素  $^1\text{H}$  または炭素  $^{12}\text{C}$  が、それぞれ  $^2\text{H}$  (D) または  $^{13}\text{C}$  で置換され、分子量 30 のエチレンが生成するとき、何種類の分子種が考えられるか。次の中から正しいものを一つ選べ。ただし  $^1\text{H}$ 、 $^2\text{H}$  (D)、 $^{12}\text{C}$ 、 $^{13}\text{C}$  の原子量をそれぞれ 1、2、12、13 とする。

1     3

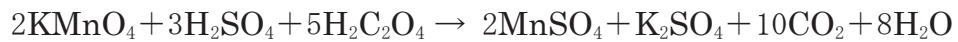
2     4

3     5

4     6

5     7

**問22** シュウ酸二水和物 ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) の結晶 6.3 mg を含む水溶液に希硫酸を加えて温め、 $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$  の過マンガン酸カリウム ( $\text{KMnO}_4$ ) 水溶液で滴定した。終点までに要した過マンガン酸カリウム水溶液は何 mL か。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、H、C、O の原子量をそれぞれ 1.0、12.0、16.0 とする。また、この滴定の化学反応式は以下のとおりである。



- 1 1.0 mL
- 2 2.0 mL
- 3 5.0 mL
- 4 10 mL
- 5 20 mL

**問23** 炭化水素に関する (ア) ~ (エ) の記述について、正誤の組合せとして正しいものを 1 ~ 5 の中から一つ選べ。

(ア) エタンの炭素原子間の結合距離は、アセチレンの炭素原子間の結合距離より長い。

(イ)  $C_nH_{2n}$  の分子式をもつ炭化水素は、すべて不飽和炭化水素である。

(ウ) エチレンは、160 °C ~ 170 °C 程度に加熱した濃硫酸にエタノールを加えることで生成する。

(エ) アセチレンにシアン化水素を付加させると、アクリロニトリルが生成する。

(ア) (イ) (ウ) (エ)

1 正 正 正 誤

2 正 正 誤 正

3 正 誤 正 正

4 誤 正 誤 正

5 正 誤 正 誤



**問24** 次の物質のうち、反応する物質によって酸化剤としても還元剤としてもはたらくことができるものはどれか。正しいものを一つ選べ。

1 過マンガン酸カリウム

2 硫化水素

3 よう化カリウム

4 二酸化硫黄

5 オゾン

**問25** 次の高分子化合物のうち、縮合重合によって合成されるものを一つ選べ。

- 1 ポリスチレン
- 2 ポリ塩化ビニル
- 3 ポリエチレンテレフタレート
- 4 ポリ酢酸ビニル
- 5 ポリテトラフルオロエチレン