

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 解答の記入にあたっては、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記述中、(ア)、及び(イ)の中に入れるべき語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

- ・ この法律は、 (ア) について、基本理念を定め、並びに国、地方公共団体、事業者及び国民の責務を明らかにするとともに、 (ア) に関する施策の基本となる事項を定めることにより、 (ア) に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与するとともに人類の福祉に貢献することを目的とする。
- ・  (イ) は、大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染及び騒音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維持されることが望ましい基準を定めるものとする。

	(ア)	(イ)
1	地球環境保全	政府
2	環境の保全	政府
3	地球環境保全	地方公共団体
4	環境の保全	事業者
5	地球環境保全	事業者

問 2 水質汚濁防止法に定める罰則規定が適用されないものを次の中から一つ選べ。

- 1 特定施設の設置の届出をせず、又は虚偽の届出をした場合
- 2 排水水を排出し、又は特定地下浸透水を浸透させる者が、当該排水水又は特定地下浸透水の汚染状態を測定した結果を記録しておかなかった場合
- 3 総量規制基準が適用されている指定地域内事業場から排水水を排出する者が、当該排水水の汚濁負荷量を測定した結果について、虚偽の記録をした場合
- 4 総量規制基準が適用されている指定地域内事業場の設置者が、当該排水水の汚濁負荷量の測定手法についてあらかじめ届出をしなかった場合
- 5 都道府県知事による特定施設の使用若しくは排水水の排出の一時停止の命令に違反した場合

問 3 次のうち、水質汚濁防止法に基づき定められている有害物質の組合せとして正しいものを一つ選べ。

- 1 マンガン及びその化合物、六価クロム化合物、鉄及びその化合物
- 2 カドミウム及びその化合物、亜鉛及びその化合物、水銀及びアシル水銀その他の水銀化合物
- 3 銅及びその化合物、鉛及びその化合物、砒素及びその化合物
- 4 ベンゼン、四塩化炭素、トリクロロエチレン
- 5 フェノール類、トルエン、ジクロロメタン

問 4 大気汚染防止法第 17 条の 4 (揮発性有機化合物排出施設の設置の届出) に関する次の記述中、(ア) ～ (ウ) に入れる言葉の組合せとして正しいものを一つ選べ。

「第十七条の四 揮発性有機化合物を大気中に排出する者は、揮発性有機化合物排出施設を設置(ア)ときは、環境省令で定めるところにより、次の事項を(イ)に届け出なければならない。

- 一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名
- 二 工場又は事業場の名称及び所在地
- 三 揮発性有機化合物排出施設の種類
- 四 揮発性有機化合物排出施設の構造
- 五 揮発性有機化合物排出施設の使用の方法
- 六 揮発性有機化合物の処理の方法

2 前項の規定による届出には、揮発性有機化合物(ウ)及び揮発性有機化合物の排出の方法その他の環境省令で定める事項を記載した書類を添付しなければならない。」

- |   |        |        |        |     |     |
|---|--------|--------|--------|-----|-----|
| 1 | した     | (イ)    | 都道府県知事 | (ウ) | 排出量 |
| 2 | した     | 環境大臣   | 環境大臣   | 濃度  | 濃度  |
| 3 | しようとする | 環境大臣   | 環境大臣   | 排出量 | 排出量 |
| 4 | しようとする | 都道府県知事 | 都道府県知事 | 排出量 | 排出量 |
| 5 | しようとする | 都道府県知事 | 都道府県知事 | 濃度  | 濃度  |

問 5 大気汚染防止法に関する次の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- 揮発性有機化合物の排出及び飛散の抑制に関する施策その他の措置は、大気汚染防止法で規定する揮発性有機化合物の排出の規制と事業者が自主的に行う揮発性有機化合物の排出及び飛散の抑制のための取組とを適切に組み合わせて、効果的な揮発性有機化合物の排出及び飛散の抑制を図ることを旨として、実施されなければならない。
- 地方公共団体は、その区域に係る有害大気汚染物質による大気汚染の状況を把握するための調査の実施に努めなければならない。
- 都道府県知事は、必要があると認めるときは、当該指定地域を二以上の区域に区分し、それらの区域ごとに総量規制基準を定めることができる。
- 都道府県は、当該都道府県の区域のうちに、その自然的、社会的条件から判断して、大気汚染防止法で定める排出基準又は特別排出基準によって、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思われる区域があるときは、その区域におけるばい煙発生施設において発生するばい煙物について、条例で、よりきびしい許容限度を定める排出基準を定めることができる。
- 環境大臣は、大気汚染防止法の目的を達成するため必要があると認めるときは、関係地方公共団体の長に対し、必要な資料の提出及び説明を求めることができる。

問 6 0℃の水 180 g を 100℃の水蒸気 36 g に加えて平衡に達したとき、全体の温度は何℃になるか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、0℃での水のモル融解エンタルピーおよび 100℃での水のモル蒸発エンタルピーはそれぞれ 6.0 および 40 kJ・mol<sup>-1</sup> とし、水のモル熱容量は 75 J・K<sup>-1</sup>・mol<sup>-1</sup> で一定とする。また、系外との熱の出入りはないものとし、圧力は変化しないものとする。

- 30℃
- 33℃
- 36℃
- 39℃
- 42℃

問 7 60 W の電球から放出されるエネルギーがすべて 660 nm の波長をもつ光に変換されるとすると、この電球から 1 秒間に放出される光子の数はいくつか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、プランク定数は  $6.6 \times 10^{-34}$  J・s、光速は  $3.0 \times 10^8$  m・s<sup>-1</sup> とする。

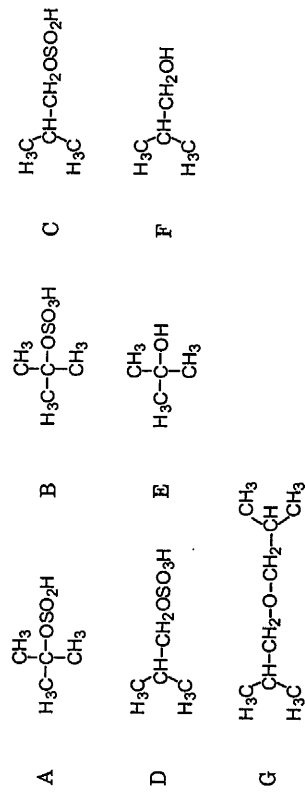
- $2.0 \times 10^{19}$
- $3.0 \times 10^{19}$
- $2.0 \times 10^{20}$
- $3.0 \times 10^{20}$
- $2.0 \times 10^{21}$

問 8 ショ糖を 1.7 g とり、水で溶解して 100 mL にした。この水溶液の 27 °C での浸透圧はいくらか。次の中から最も近いものを選べ。ただし、ここではショ糖の分子量を 340 とし、気体定数を  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$  とする。

- 1  $1.2 \times 10^2 \text{ Pa}$
- 2  $1.2 \times 10^3 \text{ Pa}$
- 3  $1.2 \times 10^4 \text{ Pa}$
- 4  $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$
- 5  $1.2 \times 10^6 \text{ Pa}$

問 9 イソプレン (2-methylpropene) は常温常圧で気体であり、非常に反応性の高いアルケンである。これを氷冷した硫酸 (63%) に吹き込んだところ、化合物 I の透明な硫酸溶液が得られた。さらに水で希釈後加熱したところ、化合物 I は化合物 II に変化した。化合物 I、II を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。

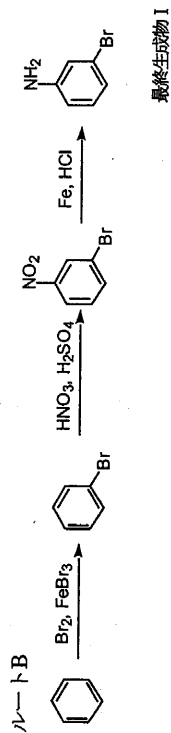
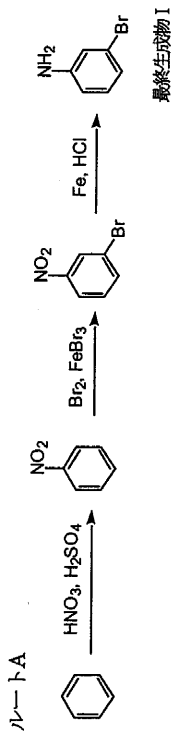
化合物群



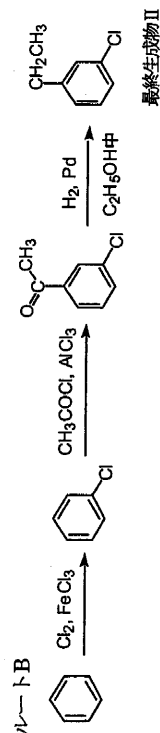
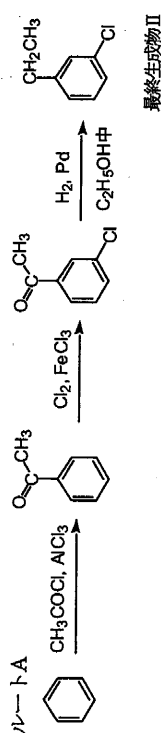
	化合物 I	化合物 II
1	A	E
2	B	E
3	C	F
4	D	F
5	F	G

問10 次の(イ)～(ロ)において各最終生成物をより高い収率で合成できるのはルートAとルートBのどちらか。1～5の組合せの中から正しいもの一つ選べ。

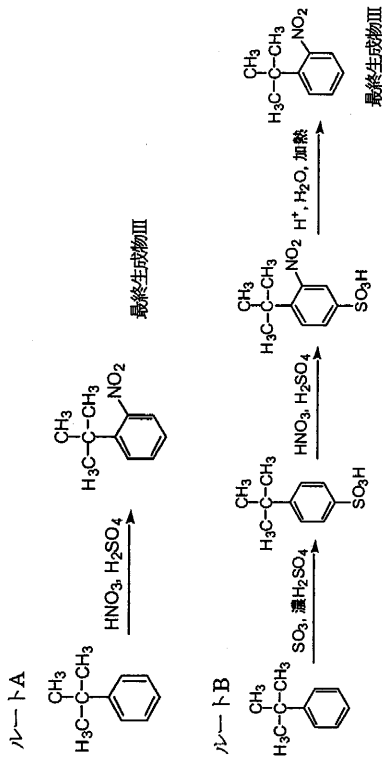
(イ) 最終生成物Iの合成



(ロ) 最終生成物IIの合成



(ハ) 最終生成物IIIの合成



	(イ)	(ロ)	(ハ)
1	A	A	A
2	A	A	B
3	A	B	B
4	B	B	A
5	B	A	A

問11 次の1～5のアミノ酸(L型)のうち、ヒトの必須アミノ酸はどれか。正しいものを一つ選べ。

- 1 アラニン
- 2 ロイシン
- 3 アルギニン
- 4 システイン
- 5 セリン

問12 次の (イ) ~ (イ) の合成高分子化合物について、その重合方法および主な用途はそれぞれ解答群 A、解答群 B のどれか。1 ~ 5 の組合せの中から正しいものを選んで。

- (イ) ポリエチレンテレフタレート  
 (ロ) ポリ塩化ビニル  
 (ハ) ポリテトラフルオロエチレン

解答群 A

- a 縮重合  
 b 付加重合  
 c 開環重合

解答群 B

- i 水道管や農業用シート  
 ii 清涼飲料水用ボトルや衣料用繊維  
 iii フライバンのライニングや軸受け  
 iv ストッキングやロープ

	(イ)				(ロ)				(ハ)			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	a	i	c	iv	c	iv	c	iv	c	iii	c	iii
2	a	ii	b	i	b	i	b	i	b	iii	b	iii
3	b	ii	a	ii	a	ii	a	ii	a	i	a	i
4	b	iii	c	iii	c	iii	c	iii	a	ii	a	ii
5	c	iv	b	i	b	i	b	i	c	iv	c	iv

問13 分子量 M の化合物が n mol あり、その総質量が 10 g であった。このとき、分子量 M はいくつか。ただし、アボガドロ数を  $N_A$  とする。

- 1  $10/n$   
 2  $10 N_A/n$   
 3  $10 n N_A$   
 4  $10 n/N_A$   
 5  $10 n$

問14 4種類のナトリウム塩およびその水和物、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  をそれぞれ 1 g とし、100 g の水に完全に溶かして 4 種類の水溶液を作った。これらの水溶液中におけるナトリウムイオンの質量パーセント濃度の高い順番はどれか。次の中から正しいもの一つ選べ。ただし、各化合物の式量は、 $\text{NaCl} : 58.5$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4 : 142$ 、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} : 178$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} : 322$  とする。

- 1  $\text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} > \text{NaCl}$   
 2  $\text{NaCl} > \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
 3  $\text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
 4  $\text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{NaCl} > \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
 5  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{NaCl}$

問15  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  の塩酸と  $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  の硫酸をそれぞれ  $10 \text{ mL}$  ずつとり、水に加えて酸の混合水溶液  $100 \text{ mL}$  を作った。この混合水溶液  $20 \text{ mL}$  をとり、1～5に示す濃度と体積の組合せをもつ水酸化ナトリウム水溶液のいずれかを加えた場合、ちょうど中和できるのはどれか。正しいものを一つ選べ。

	濃度 ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	体積 ( $\text{mL}$ )
1	1	12
2	0.05	24
3	0.1	7
4	1	6
5	0.1	35

問16 酸素  $1 \text{ mol}$  と窒素  $4 \text{ mol}$  の混合気体が  $10 \text{ L}$  の密閉容器に入っている。今  $4.4 \text{ g}$  のドライアイスはこの容器に入れ、完全に気化させた。  $0^\circ \text{C}$  でのこの容器内の二酸化炭素の分圧はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、すべての気体は理想気体であるとし、気体定数を  $0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $\text{CO}_2$  の分子量を  $44$  とする。

- 1  $0.11 \text{ atm}$
- 2  $0.22 \text{ atm}$
- 3  $0.33 \text{ atm}$
- 4  $0.44 \text{ atm}$
- 5  $0.55 \text{ atm}$

問17 次の A～D の物質の中で比較したとき、(イ)～(ロ) に該当するものはどれか。1～5の組合せの中から正しいものを一つ選べ。ただし、圧力は  $1 \text{ atm}$  とする。

- A ダイヤモンド
- B ナフタレン
- C 食塩
- D 銅

- (イ)  $25^\circ \text{C}$  における電気抵抗が最も小さい物質
- (ロ) 融解すると電気抵抗が急激に低下する物質
- (ハ) 融点が最も低い物質

	(イ)	(ロ)	(ハ)
1	A	D	C
2	B	A	D
3	C	B	A
4	D	C	B
5	B	D	C



問18 液状物質 A と B の 30 °C における蒸気圧はそれぞれ 8 kPa と 3 kPa である。30 °C において A と B からなる 2 成分系溶液がその蒸気と平衡にあり、蒸気的全圧が 5 kPa であるとき、溶液中の B のモル分率はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、溶液は理想溶液、蒸気は理想気体とする。

- 1 0.2
- 2 0.3
- 3 0.4
- 4 0.5
- 5 0.6

問19 体積  $V_1$  の理想気体が絶対温度  $T$  に保たれている。今温度を一定に保ったままこの理想気体の体積を可逆的に変化させたところ、体積が  $V_2$  になった。この体積変化に伴うこの理想気体 1 mol 当たりの内部エネルギー変化 (イ) とエントロピー変化(ロ) は A ~ E のどれか。1 ~ 5 の組合せの中から正しいものを一つ選べ。ただし、 $R$  は気体定数である。

A  $R \ln \frac{V_2}{V_1}$

B  $-R \ln \frac{V_2}{V_1}$

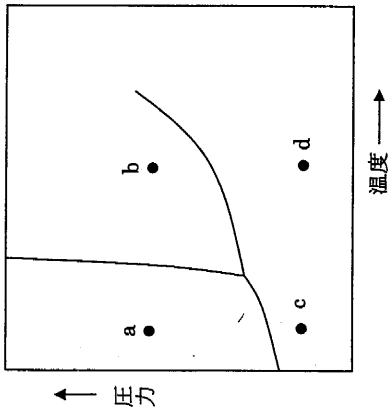
C  $RT \ln \frac{V_2}{V_1}$

D  $-RT \ln \frac{V_2}{V_1}$

E 0

	(イ)	(ロ)
1	C	E
2	D	E
3	E	A
4	D	A
5	E	B

問20 図はある物質(1成分系)の相図である。図中のa、b、c、d各点の状態は、固体、液体、気体のどれか。1～5の組合せの中から正しいもの一つ選べ。



	a	b	c	d
1	固体	液体	気体	気体
2	固体	気体	固体	液体
3	液体	気体	固体	固体
4	液体	固体	気体	液体
5	気体	固体	液体	液体

問21 気体の可逆反応1～5が平衡状態にあるとき、( )内の条件変化を与えると平衡が左方向に移動するものはどれか。次の中から正しいもの一つ選べ。ただし、 $\Delta H$ は反応が右方向に進むときのエンタルピー変化とする。

- 1  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ ,  $\Delta H < 0$  (体積・温度を一定に保って気体の窒素を加える)
- 2  $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ ,  $\Delta H < 0$  (温度を下げ、加圧する)
- 3  $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ ,  $\Delta H < 0$  (一定温度で減圧する)
- 4  $3O_2 \rightleftharpoons 2O_3$ ,  $\Delta H > 0$  (一定圧力で加熱する)
- 5  $2CO + O_2 \rightleftharpoons 2CO_2$ ,  $\Delta H < 0$  (体積・温度を一定に保って気体の窒素を加える)

問22 水を電気分解して1時間に1.12 L (0℃, 1 atm)の水素を得るためには何Aの電流が必要か。次の中から最も近いもの一つ選べ。ただし、ファラデー定数は96000 C $\cdot$ mol $^{-1}$ 、気体定数は0.082 atm $\cdot$ L $\cdot$ K $^{-1}$  $\cdot$ mol $^{-1}$ とし、電気分解の効率率は100%とする。

- 1 0.3 A
- 2 0.7 A
- 3 1.3 A
- 4 2.7 A
- 5 5.4 A

問23 核磁気共鳴 (NMR) 法に関連する次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。

- 1 9.4 T (テスラ) の磁場における  $^1\text{H}$  核の共鳴周波数は 400 MHz であるが、4.7 T の磁場では 200 MHz になる。
- 2 炭素核の測定では、天然存在比が約 1% しかない  $^{13}\text{C}$  核を測定する。
- 3 水素核では、 $^1\text{H}$  核は測定できるが、 $^2\text{H}$  核は測定できない。
- 4 試料を溶媒に溶かして測定を行うことが多いが、固体状態のままでもシグナルを観測することが可能である。
- 5 ppm で表された化学シフトは磁場の強さに依存しない。

問24 ある物質の赤外吸収スペクトルを測定したところ O-H の伸縮振動が  $3600\text{ cm}^{-1}$  に観測された。この物質を重水素に同位体置換すると、O-D 伸縮振動はどの位置に観測されるか。次の中から最も近いものを一つ選べ。

- 1  $900\text{ cm}^{-1}$
- 2  $1800\text{ cm}^{-1}$
- 3  $2500\text{ cm}^{-1}$
- 4  $3000\text{ cm}^{-1}$
- 5  $5000\text{ cm}^{-1}$

問25 溶媒と不揮発性溶質からなる溶液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 希薄溶液では、溶質の濃度が上がるとともに蒸気圧が低下する。
- 2 希薄溶液では、溶質の濃度が上がるとともに沸点が上昇する。
- 3 固溶体や溶質が析出しない場合、溶液は純溶媒より低い凝固点を示す。
- 4 溶質のモル濃度が等しいとき、溶質が電解質の場合の方が非電解質の場合より大きな凝固点降下を示す。
- 5 溶液と純溶媒を半透膜で隔てると、半透膜を通過して溶液相から純溶媒相へ流れようとする圧力が生じる。