

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 解答の記入に当たっては、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次の記述のうち、(ア)～(ウ)に入る語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

環境の保全は、社会経済活動その他の活動による(ア)をできる限り低減することその他の環境の保全に関する行動がすべての者の公平な役割分担の下に(イ)に行われるようになることによって、健全で恵み豊かな環境を維持しつつ、(ア)の少ない健全な経済の発展を図りながら持続的に発展することができる社会が構築されることを旨とし、及び科学的知見の充実の下に環境の保全上の支障が(ウ)に防がれることを旨として、行われなければならない。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1 公害		自主的	未然
2 環境への負荷		積極的	将来
3 公害		自主的かつ積極的	未然
4 環境への負荷		自主的又は積極的	将来
5 環境への負荷		自主的かつ積極的	未然

問 2 水質汚濁防止法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 排水を排出する者は、環境省令で定めるところにより、当該排水の汚染状態を測定し、その結果を記録しておかなければならない。
- 2 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を排出する者は、環境省令で定めるところにより、当該排水の汚濁負荷量を測定し、その結果を都道府県知事に届け出なければならない。
- 3 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は、あらかじめ、環境省令で定めるところにより、汚濁負荷量の測定手法を都道府県知事に届け出なければならない。
- 4 特定事業場の設置者は、当該特定事業場において、特定施設の破損その他の事故が発生し、有害物質又は油を含む水が当該特定事業場から公共水域に排出されたことにより人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがあるときは、速やかにその事故の状況及び講じた措置の概要を都道府県知事に届け出なければならない。
- 5 貯油事業場等の設置者は、当該貯油事業場等において、貯油施設等の破損その他の事故が発生し、油を含む水が当該貯油事業場等から公共水域に排出されたことにより生活環境に係る被害を生ずるおそれがあるときは、速やかにその事故の状況及び講じた措置の概要を都道府県知事に届け出なければならない。

問 3 水質汚濁防止法に基づき、化学的酸素要求量その他の水の汚染状態を示す項目として、政令で定められていないものを次の中から一つ選べ。

- 1 銅含有量
- 2 亜鉛含有量
- 3 鉛含有量
- 4 溶解性鉄含有量
- 5 溶解性マンガン含有量

問 4 大気汚染防止法に基づき、政令で定める有害物質に該当しないものを次の中から一つ選べ。

- 1 塩素及び塩化水素
- 2 弗素、弗化水素及び弗化珪素
- 3 鉛及びその化合物
- 4 窒素酸化物
- 5 粒子状物質

問 5 大気汚染防止法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 いおう酸化物の排出基準は、いおう酸化物に係るばい煙発生施設において発生し、排出口から大気中に排出されるいおう酸化物の量について、政令で定める地域の区分ごとに排出口の高さに応じて定める許容限度である。
- 2 揮発性有機化合物とは、大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物であって、浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない有機化合物を含むものである。
- 3 粉じんとは、物の破砕、選別その他の機械的処理又はたい積に伴い発生し、又は飛散する物質である。
- 4 環境大臣は、自動車が一定の条件で運行する場合に発生し、大気中に排出される排出物に含まれる自動車排出ガスの量の許容限度を定めなければならない。
- 5 都道府県知事は、大気の汚染の状況を常時監視しなければならない。

問6 van der Waals の状態方程式

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

に従う3種類の気体A、B、Cがある。ただし、 p は圧力、 V は体積、 n は物質質量、 R は気体定数、 T は絶対温度である。A、B、Cのvan der Waals定数(a , b)をそれぞれ(a_A , b_A)、(a_B , b_B)、(a_C , b_C)とすると、これらの定数の間には以下の関係

$$a_A = a_B > a_C$$

$$b_A = b_C < b_B$$

がある。同一温度で、各気体1 molが占める体積(V/n)が互いに等しい場合、A、B、Cの圧力 p_A 、 p_B 、 p_C の関係はどのようなになるか。次の中から正しいものを一つ選べ。

1 $p_A < p_B$ 、 $p_A < p_C$

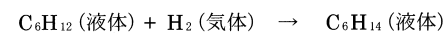
2 $p_A < p_B$ 、 $p_A > p_C$

3 $p_A > p_B$ 、 $p_A < p_C$

4 $p_A > p_B$ 、 $p_A > p_C$

5 $p_A = p_B = p_C$

問7 1 atm、25 °Cにおける1-ヘキセン C_6H_{12} の水素化反応



の1 mol当たりの反応エンタルピーはいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、1 atm、25 °Cにおける1-ヘキセン C_6H_{12} (液体)、ヘキサン C_6H_{14} (液体)、水素 H_2 (気体) の1 mol当たりの燃焼エンタルピーは、生成する水が液体の場合、それぞれ-4003 kJ/mol、-4163 kJ/mol、-286 kJ/molである。

1 + 126 kJ/mol

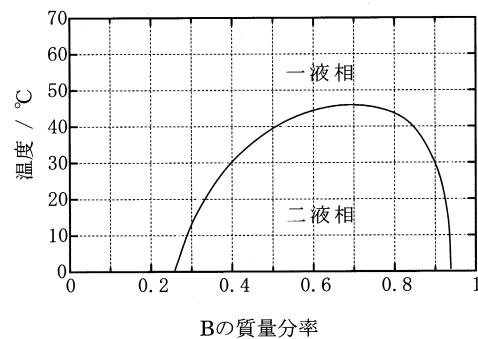
2 - 126 kJ/mol

3 + 446 kJ/mol

4 - 446 kJ/mol

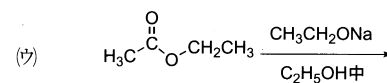
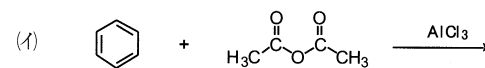
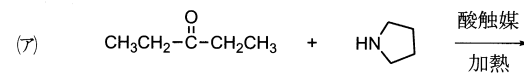
5 0 kJ/mol

問 8 図は液体 A と液体 B の相互溶解度曲線である。今、60℃において、30 g の A と 70 g の B を混合し、その後 30℃に下げたところ、二液相に相分離した。共存する二液相のうち、B の含有量が多い方の液相の質量はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。

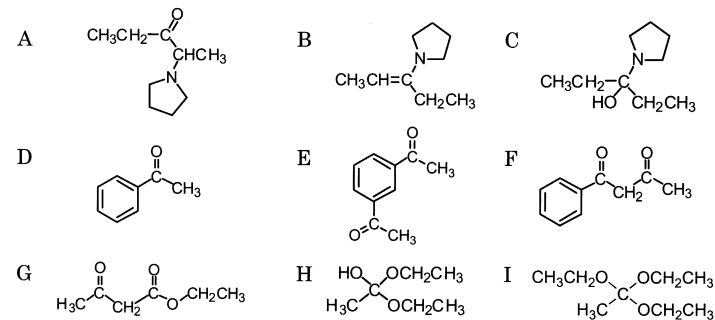


- 1 30 g
- 2 40 g
- 3 50 g
- 4 60 g
- 5 70 g

問 9 次の(ア)～(ウ)の各反応の主生成物を化合物群からそれぞれさがし、1～5の組合せの中から正しいものを一つ選べ。ただし、各反応のすべての生成物が化合物群の中に示されているとは限らない。

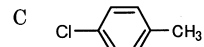
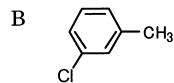
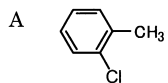


化合物群



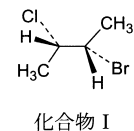
	(ア)	(イ)	(ウ)
1	C	E	G
2	B	D	G
3	A	F	H
4	B	D	I
5	A	E	H

問10 次の化合物 A、B、C の双極子モーメントの大きさの順はどれか。1～5の中から正しいものを一つ選べ。



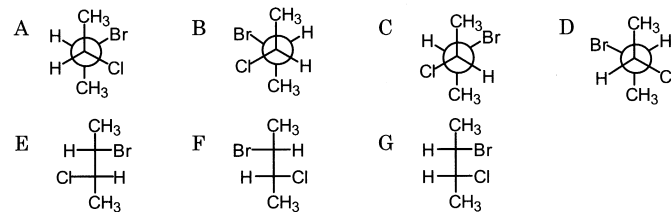
- 1 A > B > C
- 2 B > C > A
- 3 B > A > C
- 4 C > B > A
- 5 C > A > B

問11 下記の構造式をもつ化合物 I に関する(a)～(c)の記述に当てはまるものを化合物群の中からさがし、1～5の組合せの中から正しいものを一つ選べ。



- (a) 化合物 I の構造式を Fisher の投影図で示したものは A～G のどれか。
- (b) 化合物 I のエナンチオマー（鏡像体）は A～D のどれか。
- (c) 化合物 I のジアステレオマーは A～D のどれか。二つ以上ある場合はアルファベットの最も前の文字で答えよ。

化合物群



	(a)	(b)	(c)
1	A	D	C
2	G	A	D
3	E	B	C
4	F	C	A
5	E	B	A

問12 放射壊変に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 α 壊変では、水素の原子核である α 粒子が放出され、質量数が 4、原子番号が 2 減少した原子核が生成する。
- 2 β 壊変では、電子が放出され、原子番号が 1 減少した原子核が生成する。
- 3 放射性物質の半減期は、その物質の原子数が多いほど短くなる。
- 4 放射能は、原子数が同じであれば、半減期に反比例する。
- 5 原子力発電では、ウラン 238 の α 壊変で発生するエネルギーを利用する。

問13 溶液中の化合物 A、B、C についての平衡反応 $A + B \rightleftharpoons C$ において、平衡に達したときの A、B、C それぞれのモル濃度 (mol/L) は x 、 x 、 $2x$ であった。今、新たに A、B、C の初濃度をそれぞれ x 、 y 、 0 としたとき、平衡に達した後の C の濃度はどのようにになるか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、 $x \gg y$ とする。

- 1 0
- 2 $y/3$
- 3 $y/2$
- 4 $2y/3$
- 5 y

問14 電子に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 電子は互いに逆向きの二つのスピンをもつが、原子内の一つの電子軌道には、このうちどちらか一つの状態のものしか入ることができない。
- 2 原子内の電子軌道は、主量子数 n の小さいものから順に、s 殻、p 殻、d 殻…と呼ばれる。
- 3 主量子数 n が増加するにつれ、原子内の電子軌道は原子核に近づき、エネルギーが低くなる。
- 4 原子内軌道間の電子遷移により電磁波の放出が生じる場合、その振動数は、関係する電子軌道のエネルギーの差をプランク定数で割ったものに等しい。
- 5 励起原子が放出するオージェ電子は、連続スペクトルとなる。

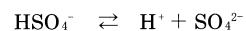
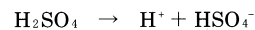
問15 25.0 °C、1.00 atm で 22.4 g の N_2 と 6.40 g の O_2 からなる混合気体が占める体積はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、アボガドロの法則が成り立つものとする。また、気体定数は $0.0821 \text{ L}\cdot\text{atm} / (\text{K}\cdot\text{mol})$ 、N の原子量は 14.0、O の原子量は 16.0 とする。

- 1 20.5 L
- 2 22.4 L
- 3 24.5 L
- 4 44.8 L
- 5 49.0 L

問16 25℃において、メタノール 15.8 g を量り取り、水を加えてよく混合し、全量 100 cm³ のメタノール水溶液を作った。この水溶液の 25℃ における密度が 0.971 g/cm³ であるとき、水溶液に含まれる水の物質量はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、25℃ における水とメタノールの密度をそれぞれ 1.00 g/cm³、0.790 g/cm³ とし、水の分子量は 18.0 とする。

- 1 4.30 mol
- 2 4.44 mol
- 3 4.52 mol
- 4 4.70 mol
- 5 4.84 mol

問17 硫酸は水溶液中で下記のように2段に解離する。今、0.010 mol/L の硫酸のモル伝導度を測定したところ 67 mS·m²/mol であった。このとき2段目の解離平衡における HSO₄⁻ の解離度はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、各イオンの極限モル伝導度 (mS·m²/mol) は、H⁺ : 35、HSO₄⁻ : 5.0、SO₄²⁻ : 16 であり、実験条件下でイオン独立移動の法則が成り立つものとする。



- 1 0.53
- 2 0.59
- 3 0.77
- 4 0.83
- 5 0.89

問18 0.10 mol/kg 硫酸カリウム水溶液のイオン強度はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。

- 1 0.10 mol/kg
- 2 0.15 mol/kg
- 3 0.25 mol/kg
- 4 0.30 mol/kg
- 5 0.60 mol/kg

問19 モル濃度の等しい一価の酸Aの水溶液と一価の酸Bの水溶液がある。Aの水溶液の pH が Bの水溶液の pH より 2 だけ小さいとき、Aの電離度はBの電離度の何倍か。次の中から最も近いものを一つ選べ。

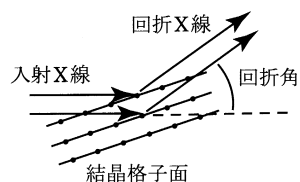
- 1 0.01
- 2 0.1
- 3 1
- 4 10
- 5 100

問20 高圧ガス容器として用いられるボンベは、ガスの種類によって色分けされている。次の1～5に示すガスの種類とボンベの色の組合せの中から正しいもの一つ選べ。

	アンモニアガス	塩素ガス	酸素ガス	水素ガス	炭酸ガス
1	ねずみ色	黄色	ねずみ色	赤色	黒色
2	緑色	ねずみ色	緑色	白色	ねずみ色
3	白色	黄色	黒色	赤色	緑色
4	赤色	緑色	ねずみ色	黄色	ねずみ色
5	白色	ねずみ色	黒色	白色	緑色

問21 固体試料の粉末X線回折測定を行ったところ、回折角 18° のところに強い回折ピークを観測した。このピークが110反射であるとき、(110)格子面の面間隔はいくらか。次の中から最も近いもの一つ選べ。ただし、X線の波長は 0.071 nm 、回折角は図のように入射X線と回折X線とのなす角とし、 $\sin 9^\circ = 0.16$ 、 $\sin 18^\circ = 0.31$ 、 $\sin 36^\circ = 0.59$ とする。

- 1 0.06 nm
- 2 0.11 nm
- 3 0.17 nm
- 4 0.22 nm
- 5 0.28 nm

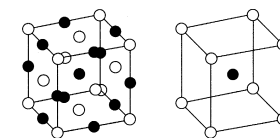


問22 分光法に関する次の記述の中から、誤っているもの一つ選べ。

- 1 電子スピン共鳴スペクトルの測定は、試料を磁場中に入れて行う。
- 2 ^1H 核の核磁気共鳴スペクトルの積分値から、相対的な ^1H 核の数が分かる。
- 3 紫外・可視吸収スペクトルから、電子遷移に関する情報が得られる。
- 4 ラマン散乱スペクトルから、分子や結晶格子の振動に関する情報が得られる。
- 5 ベンゼンや四塩化炭素などの無極性分子は、赤外吸収を示さない。

問23 常圧でNaCl型結晶構造である物質AXは、加圧によりCsCl型結晶構造へ相転移する。転移前におけるNaCl型構造の単位格子体積は 0.116 nm^3 、転移後のCsCl型構造の単位格子体積は 0.0270 nm^3 であるとき、相転移後AXの密度は何%増加するか。次の中から最も近いもの一つ選べ。

- 1 4%
- 2 7%
- 3 14%
- 4 21%
- 5 43%

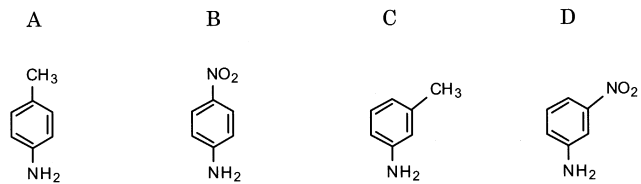


NaCl型結晶構造 CsCl型結晶構造

問24 光学活性化合物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 光学活性化合物は、平面偏光を右もしくは左に回転させる性質をもっている。
- 2 一つの炭素原子に四つの異なる原子または基が結合している化合物でも、光学活性を示さないものがある。
- 3 人体を構成している 20 種類の α -アミノ酸は、すべて光学活性を示す。
- 4 光学活性化合物の三次元構造を表すため、多くの場合、*R* と *S* という記号が用いられる。
- 5 $R^1R^2R^3P$ という一般式で表されるホスフィンは、光学活性を示すことがある。

問25 下に示した 4 種類の芳香族アミン A ~ D の塩基性を比較して、弱い順に左から右へ並べるとどのようになるか。1 ~ 5 の中から正しいものを一つ選べ。



- 1 A → C → B → D
- 2 C → A → D → B
- 3 B → D → C → A
- 4 D → B → A → C
- 5 D → C → B → A