

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 解答用紙の所定の欄に、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 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。
- 6 マークの記入は、解答用紙に記された記入例を参照のこと。
- 7 解答の記入にあたっては、次の点に注意すること。
 - (1) 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。
 - (2) 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。
 - (3) 解答用紙は、汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 8 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として、下線を付した(ア)～(ケ)のうち、誤っているものを一つ選べ。

この法律において「地球環境保全」とは、事業活動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って、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。

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

問 2 大気汚染防止法に関する次の記述のうち、正しいものを一つ選べ。

- 1 この法律は、大気の汚染に関し、国民の健康を保護するとともに生活環境を保全することが目的であり、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は定められていない。
- 2 この法律において、排出基準又は敷地の境界線における濃度の許容限度が定められている物質は、ばい煙、特定粉じん、有害大気汚染物質、自動車排出ガス及び特定物質である。
- 3 この法律では、排出基準又は敷地の境界線における濃度の許容限度が定められている物質についての環境基準は定められていない。
- 4 都道府県知事は、ばいじん又は有害物質に係る排出基準によっては、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して認められる区域があるときは、よりきびしい許容限度を定めることを環境大臣に要請することができる。
- 5 ばい煙排出者は、当該ばい煙排出施設に係るばい煙量又はばい煙濃度を測定し、その結果を記録しておかなければならない。一方、特定粉じん排出者は、その工場及び事業場の境界線における大気中の特定粉じんの濃度を測定し、その結果を都道府県知事に届け出なければならない。

問 3 大気汚染防止法に定めるばい煙又は粉じんに該当しないもの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ばい煙
- 2 継続的に採取される場合には人の健康を損なうおそれがある物質で大気汚染の原因となる炭化水素
- 3 燃料その他の物の燃焼又は熱源としての電気の使用に伴い発生するばいじん
- 4 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する石綿
- 5 物の燃焼、合成、分解その他の処理(機械的処理を除く。)に伴い発生する鉛

問 4 水質汚濁防止法に定める特定施設の設置の届出事項に該当しないものを次の中から一つ選べ。

- 1 特定事業場の敷地面積
- 2 特定施設の種類
- 3 排出水の汚染状態及び量(指定地域内の工場又は事業場に係る場合にあっては、排水系統別の汚染状態及び量を含む。)
- 4 特定施設の構造
- 5 汚水等の処理の方法

問 5 水質汚濁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。

- 1 環境大臣は、総量削減基本方針を定め、又は変更しようとするときは、関係都道府県知事の意見を聴くとともに、公害対策会議の議を経なければならない。
- 2 環境大臣は、総量削減計画を定めようとするときは、都道府県知事の意見を聴くとともに、内閣総理大臣の同意を得なければならない。
- 3 都道府県知事は、新たに特定施設が設置された指定地域内事業場(工場又は事業場で、特定施設の設置又は構造等の変更により新たに指定地域内事業場となったものを含む。)について、総量削減計画に基づき、環境省令で定めるところにより、総量規制基準に代えて適用すべき特別の総量規制基準を定めることができる。
- 4 総量削減基本方針において定めるものとされている削減目標量は、当該指定地域において公共用水域に排出される水の汚濁負荷量についての発生源別及び都道府県別の削減目標量(中間目標としての削減目標量を定める場合においては、その削減目標量を含む。)をいう。
- 5 指定地域内事業場とは、指定地域内の特定事業場で環境省令で定める規模以上のものをいう。

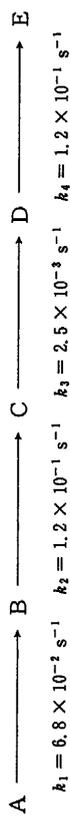
問 6 中が真空状態のときの質量が50.00gの容器に酸素O₂を封入したところ、全体の質量が50.04gとなった。同温・同圧の条件でこの容器に別の気体を封入したところ50.02gとなった。この気体の分子量はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、酸素の原子量を16とし、気体はすべて理想気体とする。

- 1 2
- 2 14
- 3 16
- 4 28
- 5 32

問 7 水 100 g に対する硝酸ナトリウムの溶解度は、313 K のとき 100 g、333 K のとき 120 g である。313 K の硝酸ナトリウムの飽和水溶液 100 g を 333 K にすると、さらに何 g の硝酸ナトリウムが溶けるか。次の中から最も近いもの一つ選べ。

- 1 5 g
- 2 10 g
- 3 15 g
- 4 20 g
- 5 25 g

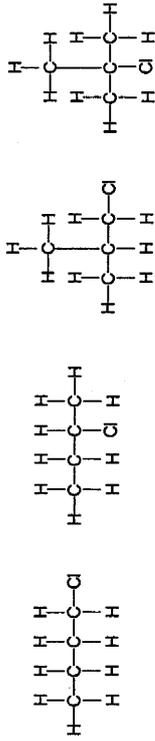
問 8 ある物質 A の分解反応は、次のような 4 段階反応からなっている。それぞれの反応は一次反応であり、その反応速度定数を以下に示した。



この分解反応の律速段階はどれか。次の中から正しいもの一つ選べ。

- 1 A → B
- 2 B → C
- 3 C → D
- 4 D → E
- 5 B → C および D → E

問 9 C_4H_9Cl に対する構造異性体は、次の 4 種類の化合物である。



この中で不斉炭素を持つ化合物はいくつあるか。次の中から正しいもの一つ選べ。

- 1 0 個
- 2 1 個
- 3 2 個
- 4 3 個
- 5 4 個

問10 密度が $1.60 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、硫酸の濃度が 70 質量% の硫酸水溶液を用いて $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ の硫酸水溶液 1.0 L を作るには、70 質量% の硫酸水溶液が何 mL 必要か。次の中から最も近いもの一つ選べ。ただし、原子量は $H = 1$ 、 $O = 16$ 、 $S = 32$ とする。

- 1 88 mL
- 2 98 mL
- 3 140 mL
- 4 180 mL
- 5 220 mL

問11 原子の電子配置はそれぞれの原子の化学的性質や物理的性質に反映されている。マグネシウムMg、リンP、鉄Feの電子配置として正しいものを次の中から一つ選べ。

	Mg	P	Fe
1	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
2	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
3	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$
4	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$
5	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

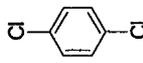
問12 ヘモグロビンの分子量を浸透圧による方法で測定した。その結果、1L中に5.0gのヘモグロビンを含む水溶液の浸透圧は300Kで200Paであった。これから求められるヘモグロビンの分子量はいくらか。次の中から最も近いものを選び、ただし、気体定数を $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ とする。

- 3.1×10^4
- 6.2×10^4
- 9.3×10^4
- 1.2×10^5
- 1.6×10^5

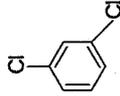
問13 273Kの水180gを1kWのヒーターで加熱して完全に蒸発させ373Kで1atmの水蒸気にするためには、どれだけの時間加熱したらいいか。次の中から最も近いものを選び、ただし、ヒーターの熱は損失無くすべて使われるものとする。1gの水を1K上昇させるには4.2J必要とし、 $1W = 1J \cdot s^{-1}$ である。また、水の1molあたりの273Kでの標準融解エンタルピーを $6.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、373Kでの標準蒸発エンタルピーを $40 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、水の分子量を18とする。

- 360 s
- 420 s
- 480 s
- 540 s
- 600 s

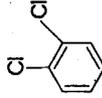
問14 極性分子の双極子モーメントは結合のイオン性や分子構造を調べるのに役立つ。ベンゼン環に塩素置換した次の3種類の化合物について、双極子モーメントの大きさはどれか。次の中から正しいものを選び、



A p-ジクロロベンゼン



B m-ジクロロベンゼン



C o-ジクロロベンゼン

- $A > C > B$
- $C > A > B$
- $A > B > C$
- $B > C > A$
- $C > B > A$

問15 物質量の比が1 : 3の N_2 と H_2 の混合気体を触媒の存在下で反応させたところ、 $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ で表される反応でアンモニアが生成し、平衡に達した。このとき、温度は673 K、全圧は10 MPa、混合気体中におけるアンモニアのモル分率は0.25であった。この状態における混合気体中の N_2 の分圧はいくらか。次の中から最も近いもの一つ選べ。ただし、各成分はすべて理想気体とする。

- 1 0.60 MPa
- 2 1.0 MPa
- 3 1.3 MPa
- 4 1.6 MPa
- 5 1.9 MPa

問16 体積 V の容器中に閉じこめられた n molの単原子分子の理想気体を加熱したところ、温度が T_1 から T_2 まで上昇した。このとき、気体が外界から吸収した熱量はいくらか。次の中から正しいもの一つ選べ。ただし、容器の体積は加熱によって変化しないものとし、定積モル熱容量は $\frac{3}{2}R$ である。ここで、 R は気体定数である。

- 1 $\frac{3}{2} \frac{VT_1}{T_2}$
- 2 $\frac{3}{2} nR \frac{T_1}{T_2}$
- 3 $\frac{3}{2} nR (T_1 - T_2)$
- 4 $\frac{3}{2} V (T_2 - T_1)$
- 5 $\frac{3}{2} nR (T_2 - T_1)$

問17 濃度 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ の塩酸のpHはいくらか。次の中から最も近いもの一つ選べ。

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

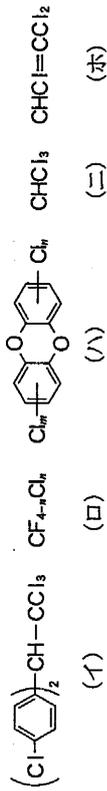
問18 化合物Cは一次反応で分解する。濃度 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ から $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ になるのに1時間かかった。初期濃度を $0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ とすると、濃度が $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ になるのに何時間かかるか。次の中から最も近いもの一つ選べ。

- 1 2時間
- 2 3時間
- 3 5時間
- 4 6時間
- 5 7時間

問19 二酸化炭素に関する次の記述の中から誤っているもの一つ選べ。

- 1 大気中の二酸化炭素濃度は0.5体積%より高い。
- 2 同温・同圧下での密度は、二酸化炭素ガスの方が空気より大きい。
- 3 二酸化炭素は水に溶けると弱酸性を示す。
- 4 二酸化炭素は赤外線領域の光を吸収し、地球温暖化をもたらす物質であると言われている。
- 5 固体の二酸化炭素は冷却剤として用いられている。

問20 (イ)~(ホ)にはハロゲン化炭化水素、A欄には名称、B欄には関連する事項が示してある。(イ)~(ホ)に最もよく対応するものはA欄およびB欄の中のどれか。C欄の中から正しい組合せを一つ選べ。



- A欄 a ダイオキシシン b トリクレン c DDT
- d フロン e クロロホルム
- B欄 i 抽出溶剤 ii 洗濯洗剤 iii オゾンホール
- iv 殺虫剤 v 環境ホルモン(内分泌攪乱化学物質)

	(イ)		(ロ)		(ハ)		(ニ)		(ホ)	
	A欄	B欄								
1	c	iv	d	iii	a	v	e	i	b	ii
2	d	ii	a	iv	b	iii	c	v	e	i
3	a	v	c	ii	e	i	b	iv	d	iii
4	e	i	b	ii	d	iv	a	iii	c	v
5	b	iii	e	v	c	ii	d	i	a	iv

問21 有機化合物の構造と性質に関する次の記述の中から正しいものを一つ選べ。

- 1 アセチレン、シクロヘキサン、メタンはそれぞれ sp^3 、 sp^2 、 sp 混成軌道の炭素から構成され、それぞれ直線、平面、正四面体構造をしている。
- 2 ガソリンはそれに含まれる鎖状飽和炭化水素の分岐が多いほどノッキングを起こしやすく、そのオクタン価はイソオクタン(2,2,4-トリメチルペンタン)を0としヘプタンを100として決めている。
- 3 ジエチルエーテルのような直鎖のジアルキルエーテルおよびエチレンオキシド、テトラヒドロフラン、ジオキサンのような環状エーテルはいずれも水に容易に溶ける。
- 4 市販のホルマリンは、エタノールの酸化生成物を水に溶解して約37%の水溶液としたものであり、消毒剤や防腐剤に用いられる。
- 5 防虫剤として用いられるショウノウやナフタレンは常温・常圧で固体の分子結晶であり、ヨウ素やドライアイスと同じように昇華性を示す。

問22 無機化合物の構造と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 リチウム、ナトリウム、カリウムの単体は石油の中に入れて保存する。いずれも石油より密度が大きく、また硬い金属であり、原子量の増加とともに融点が高くなる。
- 2 化学結合の仕方が異なる、金、塩化ナトリウム、ヨウ素、ダイヤモンドのうちでは、共有結合の結晶の融点が最も高く、分子結晶の融点が最も低い。
- 3 アルミニウム、鉄、水銀、ナトリウム、タンガステンのうち融点が高いのはタンガステンであり、最も低いのは水銀である。
- 4 硫酸と水酸化ナトリウムは水に溶解し発熱するが、硝酸アンモニウムと硝酸リウムは吸熱する。
- 5 P_4O_{10} 、 SO_3 、 Cl_2O_7 の加水分解生成物はオキソ酸と呼ばれ酸性を示す。 P_4O_{10} 自身および SO_3 の加水分解生成物はいずれも吸湿性が大きく脱水剤として用いられる。

問23 炭素を含む物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 一般式 C_nH_{2n+2} で示される炭化水素のアルカンには、分子量が異なり性質が似た多数の同族体がある。例えば、石油のナフサ成分には $C_4 \sim C_{12}$ 程度の同族体が含まれている。
- 2 ダイヤモンド、黒鉛、フラーレンは炭素の同素体である。フラーレンを代表する C_{60} はサッカーボールに似た形状をしており、三者のうちでは唯一ベンゼン類に溶解する。
- 3 C_3H_8O には 3 種類の異性体がある。そのうちで、金属ナトリウムと反応するものは 2 種類あり、酸化生成物がヨードホルム反応を示すものは 1 種類ある。
- 4 ベンゼンと塩素を混合しただけでは反応は起こらないが、触媒に塩化鉄(III)が存在するかあるいは光を当てると反応が進みクロロベンゼンが生成する。
- 5 酸化カルシウムとコークスを混ぜて強熱して得られる化合物に水を加えると、気体が発生する。この気体は触媒存在下で水素、塩化水素、あるいは水と反応し、それぞれエタン、塩化ビニル、あるいはアセトアルデヒドを生成する。

問24 炭素を使って金属(M)の酸化物(MO)8.1gを高温で還元したところ、6.5gの金属が得られた。この金属の原子量はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、酸素の原子量を16とする。

- 1 35
- 2 50
- 3 65
- 4 80
- 5 95

問25 波長600nmの光の1モル光子がもつエネルギーはいくらか。次の中から最も

近いものを一つ選べ。ただし、プランク定数を 6.6×10^{-34} J·s、光速度を 3.0×10^8 m·s⁻¹、アボガドロ数を 6.0×10^{23} mol⁻¹ とする。

- 1 2×10^2 kJ·mol⁻¹
- 2 4×10^{30} kJ·mol⁻¹
- 3 3×10^{-22} kJ·mol⁻¹
- 4 2×10^5 kJ·mol⁻¹
- 5 3×10^{-19} kJ·mol⁻¹