

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、問に対して五つの解答が用意されており、その中から一つを選ぶ五枝択一方式である。
- 5 解答は、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 H B 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 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は、必ず守ること。

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、正しいものを一つ選べ。

- 1 国及び地方公共団体は、環境の保全に関する施策を実施するため必要な法制上の措置を講じる義務を負うが、財政上の措置を講じる義務を負わない。
- 2 地方公共団体は、その地方公共団体の区域において工作物の新設等を行う事業者が予めその事業に係る環境の保全への適正な配慮を推進するため、必要な措置を講じる義務を負う。
- 3 国は、国民の間に広く環境の保全についての関心と理解を深めるために、8月5日を環境の日と定め、また、8月を環境月間と定める。
- 4 国は、自然環境の保全が特に必要な区域における土地の形状の変更等、その適正な保全に支障を及ぼすおそれがある行為に関し、その支障を防止するために必要な規制の措置を講じる義務を負うが、地方公共団体は、環境基本法上は当該義務を負わない。
- 5 国会及び地方議会は、政府に対して環境の状況及び政府が環境の保全に関して講じるべき施策について、意見書等を提出する義務を負う。

問 2 大気汚染防止法に関する記述のうち、正しいものを一つ選べ。

- 1 いおう酸化物の排出基準は、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施設の種類及び規模ごとに定める許容限度である。
- 2 排出基準は、ばい煙発生施設において発生するばい煙について、政令で定める。
- 3 ばいじんの排出基準は、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排出物に含まれるばいじんの量について、排出口の高さに応じて定める許容限度である。
- 4 有害物質の排出基準は、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排出物に含まれる有害物質の量について、有害物質の種類及び施設の種類ごとに定める許容限度である。
- 5 環境大臣は、いおう酸化物又は有害物質に係る排出基準を定めようとするときは、関係大臣の意見をきかなければならない。

問 3 大気汚染防止法に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 鉛及びその化合物
- 2 弗（ふっ）素
- 3 窒素酸化物
- 4 塩化水素
- 5 臭素

問 4 水質汚濁防止法に定める特定地下浸透水に関する次の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- 1 特定地下浸透水とは有害物質使用特定事業場から地下に浸透する水で有害物質使用特定施設に係る汚水等(これを処理したものを含む。)を含むものをいう。
- 2 工場又は事業場から地下に有害物質使用特定施設に係る汚水等を含む水を浸透させる者は、有害物質使用特定施設を設置しようとするときは、特定地下浸透水の浸透の方法を都道府県知事に届け出なければならない。
- 3 有害物質使用特定事業場から特定地下浸透水を浸透させる者は、水質環境基準に適合する有害物質を含む特定地下浸透水を浸透させることができる。
- 4 都道府県知事は、有害物質使用特定事業場から特定地下浸透水を浸透させる者が、水質環境基準に適合しない特定地下浸透水を浸透させるおそれがあると認めるときは、その者に対し、期限を定めて特定施設(指定地域特定施設を除く。)の構造若しくは使用の方法若しくは汚水等の処理の方法の改善を命ずることができる。
- 5 特定地下浸透水を浸透させる者は、当該特定地下浸透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

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 都道府県知事は、特定施設の設置の届出があった場合において、排出水の汚染状態が当該特定事業場の排水口においてその排出水に係る排水基準に適合しないと認めるときは、その届出を受理した日から六十日以内に限り、その届出をした者に対し、その届出に係る特定施設の構造若しくは使用の方法若しくは汚水等の処理の方法に関する計画の変更を命ずることができる。
- 2 都道府県知事は、排出水を排出する者が、その汚染状態が当該特定事業場の排水口において排水基準に適合しない排出水を排出するおそれがあると認めるときは、その者に対し、特定施設の使用若しくは排出水の排出の一時停止を命ずることができる。
- 3 都道府県知事は、特定事業場において有害物質に該当する物質を含む水の地下への浸透があったことにより、現に人の健康に係る被害が生じ、又は生ずるおそれがあると認めるときは、その被害を防止するため必要な限度において、当該特定事業場の設置者に対し、相当の期限を定めて、地下水の水質の浄化のための措置をとることを命ずることができる。
- 4 都道府県知事は、指定地域内事業場から排出水を排出する者以外の者であって 指定地域において公共用水域に汚水、廃液その他の汚濁負荷量の増加の原因となる物を排出するものに対し、総量削減計画を達成するために必要な措置をとることを命ずることができる。
- 5 都道府県知事は、当該都道府県の区域に属する公共用水域の一部の区域について、異常な濁水により公共用水域の水質の汚濁が水質環境基準において定められた水質の汚濁の程度の二倍に相当する程度をこえる状態が生じ、かつ、その状態が相当日数継続すると認められる事態が発生したときは、その事態を一般に周知させるとともに、その事態が発生した当該一部の区域に排出水を排出する者に対し、期間を定めて、排出水の量の減少その他必要な措置をとるべきことを命ずることができる。

問 6 ある水素吸蔵材料は、それ自身の質量の 3 % の水素ガスを吸蔵できる。この水素吸蔵材料 1 g が吸蔵できる水素ガスの体積は標準状態(0 °C、1 気圧)でいくらか。次の中からもっとも近いものを一つ選べ。ただし、気体定数は $8.3 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、1 気圧は 0.10 MPa、水素ガスは理想気体とする。

- 1 680 mL
- 2 340 mL
- 3 170 mL
- 4 68 mL
- 5 34 mL

問 7 層状化合物の粉末 X 線回折測定を行ったところ、隣接する層の間隔に相当する強いピークを散乱角 30° のところに観測した。また、 30° より低角側には全くピークが観測されなかった。この層状化合物の層間隔はいくらか。次の中からもっとも近いものを一つ選べ。ただし、X 線の波長は 0.15 nm、散乱角は入射 X 線と 散乱 X 線とのなす角とし、 $\sin 15^\circ = 0.26$ 、 $\sin 30^\circ = 0.50$ 、 $\cos 15^\circ = 0.97$ 、 $\cos 30^\circ = 0.87$ とする。

- 1 0.09 nm
- 2 0.15 nm
- 3 0.29 nm
- 4 0.58 nm
- 5 0.60 nm

問 8 分光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 マイクロ波分光法では液体中における分子の回転スペクトルを観測する。
- 2 赤外吸収スペクトルおよびラマンスペクトルは分子の振動スペクトルである。
- 3 核磁気共鳴スペクトルでは試料を磁場中に入れて測定を行う。
- 4 原子吸光スペクトルおよび紫外・可視吸収スペクトルは電子スペクトルである。
- 5 電子スピン共鳴スペクトルの測定にはマイクロ波領域の電磁波を用いる。

問 9 一次反応は、 $C = C_0 \exp(-kt)$ と表される。ここで、 C_0 は時刻 0 での濃度、 C は時刻 t での濃度、 k は反応速度定数である。放射性元素の崩壊は典型的な一次反応であることが知られている。今、 $k = 0.01 \text{ 年}^{-1}$ とすると、この放射性元素の半減期はいくらか。次の中からもっとも近いものを一つ選べ。ただし、 $\ln 2 = 0.69$ 、 $\ln 10 = 2.3$ とする。

- 1 23 年
- 2 69 年
- 3 100 年
- 4 230 年
- 5 690 年

問 10 ある化合物 C の生成反応は、 $A + B \rightarrow 2C$ である。C の生成速度 v は $v = k[A][B]$ の二次反応で表される。ここで、 k は反応速度定数、 $[A]$ 、 $[B]$ はそれぞれ A と B のモル濃度である。ある温度の反応速度定数が $2.4 \times 10^2 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 、A の濃度が $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、そして B の濃度が $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ であるとき、反応液の体積 5L 中、毎秒何モルの C が生成するか。次の中からもっとも近いものを一つ選べ。

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

問 11 分子の構造と性質に関する次の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- 1 エタノール($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)の沸点がジメチルエーテル(CH_3OCH_3)の沸点より高いのは、水素結合のためである。
- 2 エチレンは平面状の分子である。
- 3 メタンの分子内の結合はイオン結合である。
- 4 アンモニアの分子内の結合は共有結合である。
- 5 一般に、極性の大きい物質は、極性の大きい溶媒に溶けやすい。

問 12 物質の状態に関する次の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- 1 同温・同圧で同体積の理想気体は、同数の分子を含んでいる。
- 2 液晶は配向秩序を持つ流体で、光学的異方性を示す。
- 3 ガラス状態は過冷却液体が凍結した状態である。
- 4 気体は、温度が高くなるほど、高速で運動する分子数が減少する。
- 5 液体の粘度は一般に温度を高くすると低くなる。

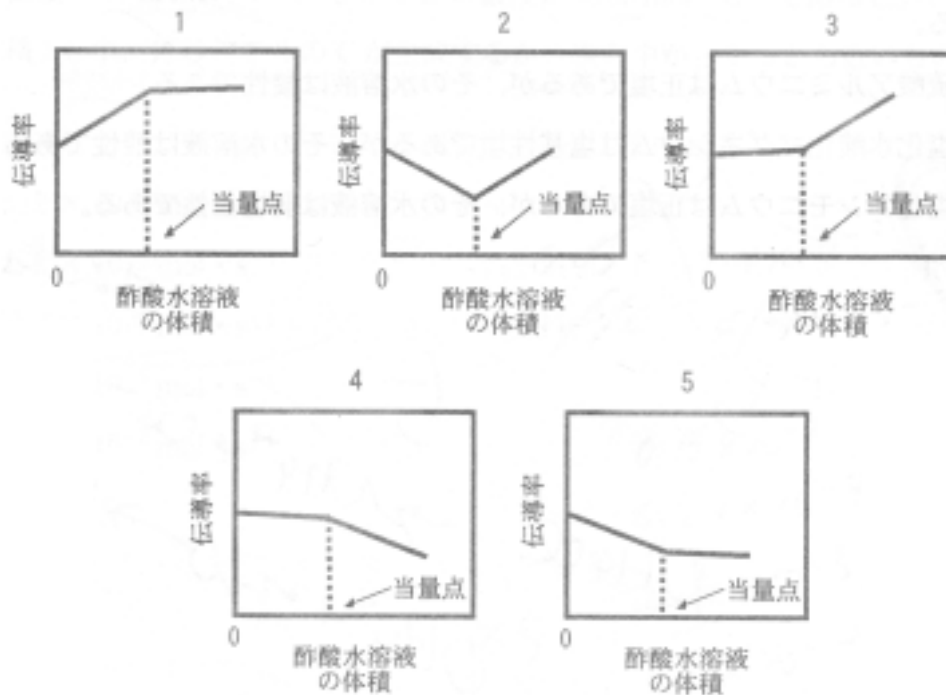
問 13 天然に存在するウランのほとんどは質量数が 238 のウラン (^{238}U) であり、原子力発電の燃料になる質量数が 235 のウラン (^{235}U) はおよそ 0.7% しか存在しない。 ^{235}U を濃縮するために、ウランを揮発性の高い六弗化ウラン ($^{235}\text{UF}_6$ および $^{238}\text{UF}_6$) に変換し、両者の拡散速度の差を利用して $^{235}\text{UF}_6$ を濃縮する。拡散速度の比 ($^{235}\text{UF}_6/^{238}\text{UF}_6$) としてもっとも近い値を次の中から一つ選べ。ただし、弗素の原子量は 19 とする。

- 1 0.96
- 2 0.986
- 3 0.996
- 4 1.004
- 5 1.04

問 14 49% (質量百分率) の硫酸があり、その密度は $1.4 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ である。この硫酸の所定量を水に加え、全体が 100 mL になるようにして、 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ の濃度になりたい。何 mL の硫酸を希釈すればよいか、次の中からもっとも近い値の一つ選べ。

- 1 12 mL
- 2 14 mL
- 3 16 mL
- 4 18 mL
- 5 20 mL

問 15 伝導率の測定の応用の一つに伝導滴定がある。この滴定法は溶液に色がついていて指示薬が使えない場合や弱酸 - 弱塩基滴定の終点を決める際に力を発揮する。今、アンモニア水を酢酸水溶液で滴定した時に、酢酸水溶液の体積と伝導率の関係をもっとも適切に表している略図は次のうちのどれか。



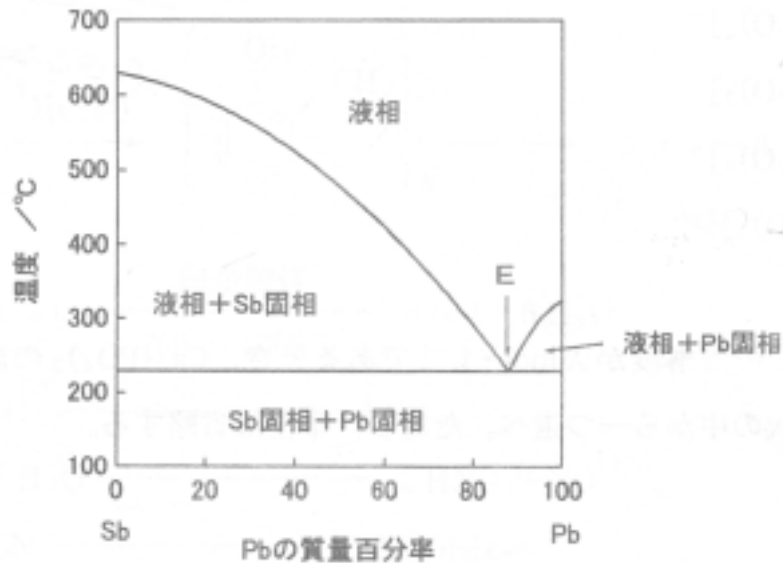
問 16 濃度 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ の塩酸 500 mL がある。この水溶液に水酸化ナトリウム 6.0 g を含む水溶液 500 mL を加えてよく攪拌した。この溶液の水素イオン濃度 (pH)はいくらか。次の中からもっとも近いものを一つ選べ。ただし、原子量は $\text{H}=1$, $\text{O}=16$, $\text{Na}=23$

- 1 1
- 2 3
- 3 7
- 4 12
- 5 13

問 17 塩を水に溶かしたときの性質に関する次の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- 1 炭酸水素ナトリウムは酸性塩であるが、その水溶液は弱塩基性である。
- 2 硫化ナトリウムは弱酸と強塩基とから生じた塩であり、その水溶液は塩基性である。
- 3 硫酸アルミニウムは正塩であるが、その水溶液は酸性である。
- 4 塩化水酸化マグネシウムは塩基性塩であるが、その水溶液は酸性である。
- 5 塩化アンモニウムは正塩であるが、その水溶液は弱塩基性である。

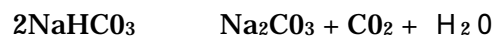
問 18 図は 1 気圧の下でのアンチモン Sb と鉛 Pb の相図である。図中の点 E の状態について次の中から正しいものを一つ選べ。



アンチモン—鉛系の相図(1気圧)

- 1 点 E は共融点で、系の自由度は 0 で、3 相が平衡にある。
- 2 点 E は共沸点で、系の自由度は 0 で、4 相が平衡にある。
- 3 点 E は共融点で、系の自由度は 1 で、4 相が平衡にある。
- 4 点 E は高頂点で、系の自由度は 1 で、4 相が平衡にある。
- 5 点 E は共沸点で、系の自由度は 1 で、3 相が平衡にある。

問 19 炭酸水素ナトリウムを 150 °C で加熱すると、次のように分解する。



0.50 g の NaHCO_3 を上式のように加熱分解した時、発生する CO_2 の物質質量 (mol) はいくらか。次の中からもっとも近いものを一つ選べ。ただし、原子量は $\text{H} = 1$ 、 $\text{C} = 12$ 、 $\text{O} = 16$ 、 $\text{Na} = 23$ とする。

- 1 0.002mol
- 2 0.003mol
- 3 0.004mol
- 4 0.005mol
- 5 0.008mol

問 20 H^+ に換算して 0.0022 mol の交換容量を持つ強酸性陽イオン交換樹脂カラムに $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の水溶液を飽和吸着するまで十分に流した。次にカラムを水洗してから、塩酸でクロムをすべて溶離して 50mL メスフラスコに捕集した。標線まで純水で希釈の後、このメスフラスコ中のクロムを定量すると $0.022 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ であった。陽イオン交換樹脂に吸着された Cr(III) 錯体としてもっとも存在率の高いものを次の中から一つ選べ。

- 1 $[\text{CrCl}_5(\text{H}_2\text{O})]^{2-}$
- 2 $[\text{CrCl}_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$
- 3 $[\text{CrCl}_3(\text{H}_2\text{O})_3]$
- 4 $[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$
- 5 $[\text{CrCl}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$

問 21 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ の溶解度が $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ であるとき、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ の溶解度積として正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、単位は省略する。

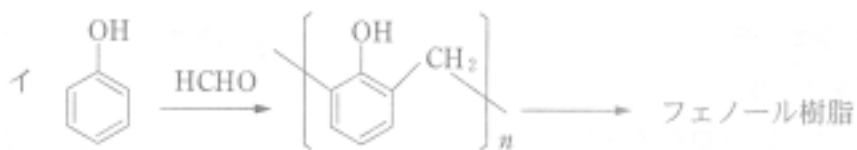
- 1 $5X^5$
- 2 $6X^6$
- 3 $24X^{11}$
- 4 $108X^5$
- 5 $120X^6$

問 22 A 欄の化学者の人名 a ~ e と関係のある反応を B 欄のイ ~ ホに示した。A 欄の化学者の人名と B 欄の反応の正しい組み合わせを C 欄の 1 ~ 5 から一つ選べ。

A 欄

- | | | |
|---------|----------|-------------|
| a ウェーラー | b ベークランド | c ハーバー・ボッシュ |
| d カロザース | e オストワルト | |

B欄



C欄

	a	b	c	d	e
1	ニ	ロ	イ	ホ	ハ
2	イ	ホ	ハ	ロ	ニ
3	ハ	イ	ニ	ホ	ロ
4	ホ	ニ	ロ	ハ	イ
5	ロ	ハ	ホ	ニ	イ

問 23 ある化合物 7.4mg を完全燃焼させたところ、水 9.0mg と二酸化炭素 17.6mg のみが得られた。この化合物の分子式は、実験式と同じであった。また、この化合物は、常温・常圧で液体であり、アセトンや水と任意の割合で混ざりあった。さらに、 ZnCl_2 - 濃塩酸とは容易に反応し、過マンガン酸カリウムなどの酸化剤により酸化されにくかった。この化合物としてもっとも適当なものを次の中から一つ選べ。ただし、原子量は $\text{H} = 1$ 、 $\text{C} = 12$ 、 $\text{O} = 16$ とする。

- 1 ブタン
- 2 オクタン
- 3 ジエチルエーテル
- 4 1-ブタノール
- 5 2-メチル-2-プロパノール

問 24 元素に関する次の記述のうち、正しいものを一つ選べ。

- 1 地殻の平均元素組成の値(質量百分率)がもっとも大きいのは酸素、次がケイ素、その次がアルミニウムである。
- 2 希ガス元素の単体は常温・常圧で気体および液体として存在する。
- 3 ハロゲン元素のうちで常温・常圧で単体が液体であるものは塩素である。
- 4 アルカリ金属の単体は、ナイフで切断でき、原子量の増加とともに融点が高くなる。
- 5 金属元素の単体は常温・常圧でいずれも固体である。

問 25 コロイド溶液に関する次の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- 1 牛乳や墨汁は、直径が $10^{-7} \sim 10^{-5} \text{cm}$ の脂肪もしくは炭素を含む微粒子がそれぞれ水の中に分散している。
- 2 コロイド溶液に光をあてると、光の通る道筋が光って見える。
- 3 コロイド粒子はふつうのろ紙を通過するが、半透膜を用いれば溶媒と分離できる。
- 4 疎水コロイドに少量の電解質を加えると塩析により沈殿が生じる。
- 5 コロイド溶液には加熱や冷却によりゲル化(凝固)するものがある。