

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、消しきずを残さないようすること。
 - (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1条（目的）に関する記述について、（ア）～（オ）に入る語句のうち、誤っているものを一つ選べ。

第1条 この法律は、環境の保全について、（ア）、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、環境の保全に関する施策の（イ）ことにより、環境の保全に関する施策を（ウ）に推進し、もって（エ）の健康で文化的な生活の確保に寄与するとともに（オ）に貢献することを目的とする。

- 1 (ア) 基本理念を定め
- 2 (イ) 基本となる事項を定める
- 3 (ウ) 総合的かつ計画的
- 4 (エ) 現在世代
- 5 (オ) 人類の福祉

問2 大気汚染防止法第2条第17項の「自動車排出ガス」について、大気汚染防止法施行令第4条で定める物質に該当しないものを、次の中から一つ選べ。

1 鉛化合物

2 炭化水素

3 二酸化炭素

4 氮素酸化物

5 粒子状物質

問3 大気汚染防止法第15条に規定する燃料の使用に関する記述について、(ア)～(オ)に入る語句のうち、誤っているものを一つ選べ。

第15条 (ア)は、いおう酸化物に係るばい煙発生施設で (イ) 燃料の使用量に著しい変動があるものが (ウ) として政令で定める地域に係るいおう酸化物による著しい大気の汚染が生じ、又は生ずるおそれがある場合において、当該地域におけるいおう酸化物に係るばい煙発生施設において発生するいおう酸化物を大気中に排出する者が、当該ばい煙発生施設で (エ) に適合しない燃料の使用をしていると認めるとときは、その者に対し、期間を定めて、(エ) に従うべきことを (オ)。

- 1 (ア) 都道府県知事
- 2 (イ) 天候により
- 3 (ウ) 密集して設置されている地域
- 4 (エ) 燃料使用基準
- 5 (オ) 勧告することができる

問4 水質汚濁防止法第1条（目的）に関する記述について、（ア）～（オ）に入る語句のうち、誤っているものを一つ選べ。

第1条 この法律は、工場及び事業場から〔ア〕及び〔イ〕を規制するとともに、〔ウ〕を推進すること等によって、公共用水域及び地下水の水質の汚濁（水質以外の水の状態が悪化することを含む。以下同じ。）の防止を図り、もって〔エ〕を保護するとともに〔オ〕を保全し、並びに工場及び事業場から排出される汚水及び廃液に関する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定めることにより、被害者の保護を図ることを目的とする。

1 (ア) 公共用水域に排出される水の排出

2 (イ) 地下に浸透する水の浸透

3 (ウ) 生活排水対策の実施

4 (エ) 国民の健康

5 (オ) 自然環境

問 5 水質汚濁防止法第2条第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 クロロホルム
- 2 ポリ塩化ビフェニル
- 3 テトラクロロエチレン
- 4 ジクロロメタン
- 5 ベンゼン

問6 トリチウム (${}^3\text{H}$) は β^- 崩壊してヘリウム3 (${}^3\text{He}$) に変化する放射性物質で、その半減期は12年である。トリチウムが最初の物質量の10分の1になるのは何年後か。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

1 20年

2 30年

3 40年

4 50年

5 60年

問7 濃度不明の硫酸銅(II)水溶液 20 mL を H^+ 形の陽イオン交換樹脂カラムに通し、さらに水でカラムを洗浄した。これらの洗液を含むカラムを通過した液をすべて集めて 0.10 mol L^{-1} の水酸化ナトリウム標準液で滴定したところ、中和に 8.0 mL を要した。元の硫酸銅(II)水溶液のモル濃度は幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、硫酸銅(II)水溶液中の Cu^{2+} は陽イオン交換樹脂によりすべて H^+ に交換されたものとする。

1 0.010 mol L^{-1}

2 0.020 mol L^{-1}

3 0.040 mol L^{-1}

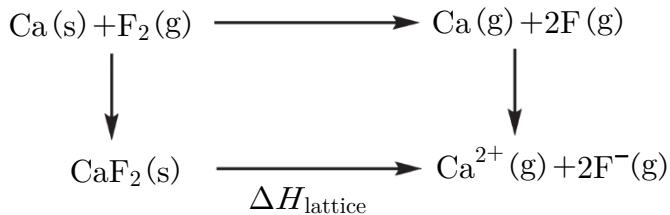
4 0.060 mol L^{-1}

5 0.080 mol L^{-1}

問8 次の物質の中から水溶液が塩基性を示すものを一つ選べ。



問 9 ふつ化カルシウム $\text{CaF}_2(\text{s})$ から気体のカルシウムイオン $\text{Ca}^{2+}(\text{g})$ と気体のふつ化物イオン $\text{F}^-(\text{g})$ が生成する反応のエンタルピー変化（格子エンタルピー） $\Delta H_{\text{lattice}}$ は、次の熱力学サイクルによって実験的に求められる。



1~5 の中から、 $\Delta H_{\text{lattice}}$ の値として最も近いものを一つ選べ。ただし、熱力学サイクルにおける各過程のエンタルピー変化 ΔH は下表の値とする。

過程	反応式	$\Delta H/\text{kJ mol}^{-1}$
$\text{CaF}_2(\text{s})$ の生成	$\text{Ca(s)} + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaF}_2(\text{s})$	-1228
Ca(s) の昇華	$\text{Ca(s)} \rightarrow \text{Ca(g)}$	178
$\text{F}_2(\text{g})$ の解離	$\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{F(g)}$	159
Ca(g) の電子放出	$\text{Ca(g)} \rightarrow \text{Ca}^+(\text{g}) + \text{e}^-(\text{g})$	590
$\text{Ca}^+(\text{g})$ の電子放出	$\text{Ca}^+(\text{g}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{g}) + \text{e}^-(\text{g})$	1145
F(g) の電子付加	$\text{F(g)} + \text{e}^-(\text{g}) \rightarrow \text{F}^-(\text{g})$	-328

1 188 kJ mol^{-1}

2 516 kJ mol^{-1}

3 1500 kJ mol^{-1}

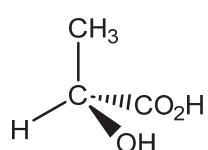
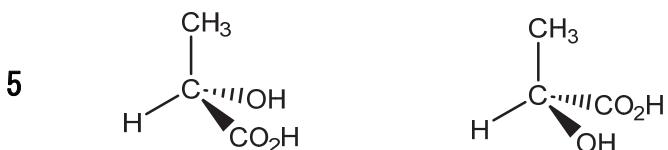
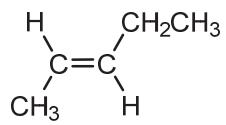
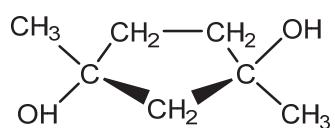
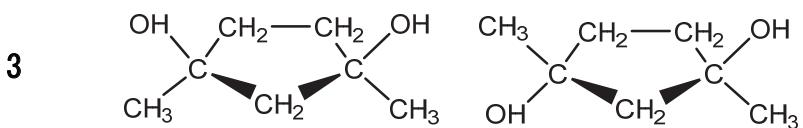
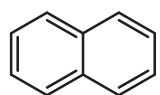
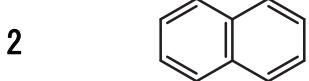
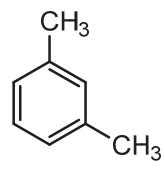
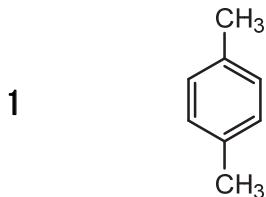
4 2644 kJ mol^{-1}

5 2972 kJ mol^{-1}

問10 青色結晶の硫酸銅(II)は結晶中に水分子を取り込んだ五水和物であり、加熱すると水分子を失って白色粉末の無水物となる。次の記述から正しいものを一つ選べ。

- 1 大気圧下、硫酸銅(II)五水和物を加熱すると、100 °C で水和水はすべて失われて無水硫酸銅(II)となる。
- 2 白色の無水硫酸銅(II)は、水蒸気を含む空気にさらしても青色に戻ることはない。
- 3 硫酸銅(II)の水に対する溶解度は、飽和溶液中の水 100 g に溶けている無水硫酸銅(II)の質量(g)の数値で表される。
- 4 60 °C の硫酸銅(II)の飽和水溶液を 30 °C に冷却すると無水硫酸銅(II)が析出し、さらに 10 °C まで冷却すると硫酸銅(II)五水和物の結晶が析出する。
- 5 硫酸銅(II)五水和物の水溶液と無水硫酸銅(II)の水溶液の炎色反応は、互いに異なる色を呈する。

問11 二つの構造式がジアステレオマー（ジアステレオ異性体）の関係にある組合せを一つ選べ。



問12 よう素と水酸化ナトリウム水溶液を用いたヨードホルム反応により黄色の結晶が生じる有機化合物を一つ選べ。

1 アセトン

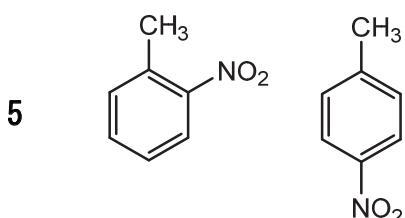
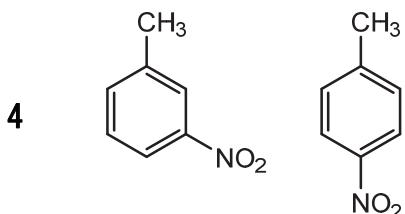
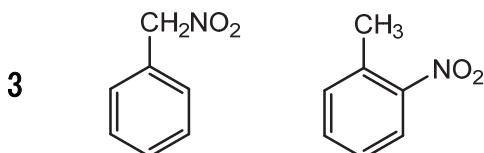
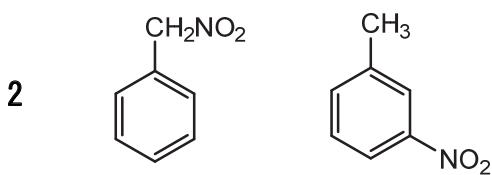
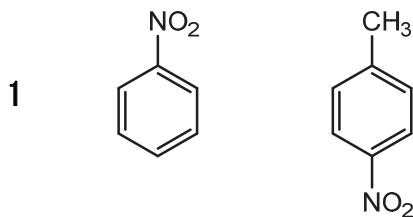
2 安息香酸

3 1-オクテン

4 グリシン

5 ベンズアルデヒド

問13 濃硝酸と濃硫酸の混合物を用いてトルエンのニトロ化反応を行ったとき、主に生成する二種類のモノニトロ化合物の構造式の組合せとして正しいものを一つ選べ。



問14 化学反応の活性化エネルギーを実験的に求めるためには、どのような測定を行えばよいか。次のなかから最も適切なものを一つ選べ。

- 1 反応物質の初濃度を変えて反応速度を測定する。
- 2 触媒有りと無しの条件でそれぞれ反応熱を測定する。
- 3 一定温度を保ちながら化学反応による熱の出入りを測定する。
- 4 さまざまな温度で反応速度定数を測定する。
- 5 反応が停止するのを待って各成分の濃度を測定する。

問15 硫酸ニッケル(II)水溶液に銅板とニッケル板を浸漬させ、銅板を陰極、ニッケル板を陽極として 0.10 A の直流電流を 10 分間流した。このとき、銅板にメッキされるニッケルの質量は幾らか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、ニッケルの原子量は 58.7、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ とする。

1 $1.8 \times 10^{-2} \text{ g}$

2 $2.7 \times 10^{-2} \text{ g}$

3 $3.6 \times 10^{-2} \text{ g}$

4 $5.4 \times 10^{-2} \text{ g}$

5 $9.1 \times 10^{-2} \text{ g}$

問16 実在気体のファンデルワールス状態方程式は、理想気体の状態方程式を補正して、以下のとおり示される。

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

ここで、 P は気体の圧力、 V は体積、 T は絶対温度、 n は物質量、 R は気体定数、 a と b はファンデルワールス定数である。

この式の中の a と b は、実在気体のどのような因子を反映した定数であるか。次のなかから最も適切な組合せを一つ選べ。

- | | a | b |
|---|------------|-------|
| 1 | 分子の運動エネルギー | 分子の極性 |
| 2 | 分子の衝突頻度 | 分子の体積 |
| 3 | 分子の衝突頻度 | 分子の速度 |
| 4 | 分子間の引力 | 分子の極性 |
| 5 | 分子間の引力 | 分子の体積 |

問17 0.0050 mol L⁻¹ の水酸化ナトリウム水溶液の pH に最も近い数値を一つ選べ。
ただし、水のイオン積 $[H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$ (mol L⁻¹)²、 $\log_{10} 2.0 = 0.30$ とする。

1 10.7

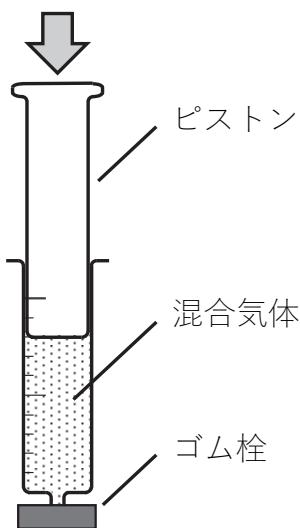
2 11.2

3 11.7

4 12.3

5 12.8

問18 図のように、先端をゴム栓で閉じて密閉したシリンジ内で、二酸化窒素と四酸化二窒素の混合気体が $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ で表される平衡状態で存在している。このシリンジのピストンを素早く押し下げて混合気体の体積を半分にした後の混合気体の色の変化として、最も適当なものを一つ選べ。なお、二酸化窒素と四酸化二窒素の気体はそれぞれ赤褐色と無色である。また、ゴム栓はこれらの気体と反応せず、ピストンを押し下げても混合気体の温度は変わらないものとする。



- 1 ピストンを押し下げた後に赤褐色が徐々に薄くなる。
- 2 ピストンを押し下げた後に赤褐色が徐々に濃くなる。
- 3 ピストンを押し下げた直後に赤褐色が一時的に薄くなるが、その後濃くなる。
- 4 ピストンを押し下げた直後に赤褐色が一時的に濃くなるが、その後薄くなる。
- 5 ピストンを押し下げても赤褐色の濃さに変化はない。

問19 分子式 $C_4H_{10}O$ で表されるアルコールの構造異性体のうち、不斉炭素原子をもたないものは全部で何種類あるか。正しいものを一つ選べ。

1 1種類

2 2種類

3 3種類

4 4種類

5 5種類

問20 (ア)に示す製法によって得られる気体について、その確認法(イ)が誤っているものを1~5の中から一つ選べ。

	(ア) 気体の製法	(イ) 発生した気体の確認法
1	石灰石（主成分：炭酸カルシウム）にうすい塩酸を加える。	過酸化水素水に通すと白く濁る。
2	水酸化ナトリウムに塩化アンモニウムを混合して加熱する。	湿った赤色リトマス紙が青色に変色する。
3	鉄にうすい塩酸を加える。	試験管に捕集し、マッチの火を近づけるとポンと音をたてて燃える。
4	高度さらし粉（主成分：Ca(ClO) ₂ ・2H ₂ O）にうすい塩酸を加える。	湿った青色リトマス紙が赤色に変色し、その後白色に脱色する。
5	酸化マンガン(IV)にうすい過酸化水素水を加える。	火のついた線香を近づけると炎を上げて燃える。

問21 (ア) ~ (エ) の気体を完全燃焼したときに生成する水の物質量が多い順番として、正しいものを 1~5 の中から一つ選べ。

- (ア) 6 mol のメタン
- (イ) 3 mol のエタン
- (ウ) 2 mol のプロペン(プロピレン)
- (エ) 3 mol のアセチレン

1 (ア) > (イ) > (ウ) > (エ)

2 (イ) > (ア) > (ウ) > (エ)

3 (ウ) > (ア) > (エ) > (イ)

4 (ウ) > (イ) > (エ) > (ア)

5 (エ) > (ウ) > (ア) > (イ)

問22 メタンハイドレートは水分子が作るかご状構造の中にメタン分子が包接された構造をもつ。メタンハイドレートの化学式は $\alpha\text{CH}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ で表され、1 mol のメタンハイドレートが分解すると α mol のメタンと n mol の水を生じる。 α はケージ占有率（水分子が作るかごにメタン分子が入っている割合）であり、理想構造においては $\alpha = 1.0$ である。

ある天然メタンハイドレート ($\alpha = 0.90$) を分解したとき、1.08 kg の水が生成した。このとき何 mol のメタンが生成するか。最も近いものを 1~5 の中から一つ選べ。ただし、天然メタンハイドレート ($\alpha = 0.90$) の式量は 122.4、メタンおよび水の分子量はそれぞれ 16 と 18、水の比重は 1.0 とする。

1 0.9 mol

2 1.0 mol

3 9.0 mol

4 10 mol

5 54 mol

問23 エタノールに関する (ア) ~ (ウ) 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) 水溶液は弱酸性である。
(イ) 希硫酸中で二クロム酸カリウムと反応して、アセトアルデヒドを生じる。
(ウ) 濃硫酸を加えて約 130 °C に加熱すると、おもにエテン（エチレン）を生じる。

(ア) (イ) (ウ)

1 正 正 誤

2 誤 正 正

3 正 誤 正

4 誤 正 誤

5 誤 誤 誤

問24 核酸を構成する元素として、誤っているものを一つ選べ。

1 炭素

2 水素

3 酸素

4 りん

5 カルシウム

問25 次の物質のうち、分子結晶であるものを一つ選べ。

1 塩化ナトリウム

2 ナフタレン

3 けい素

4 ダイヤモンド

5 硝酸カリウム