

令和4年度専攻科入学者選抜学力検査問題

専門科目 (応用化学コース)

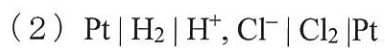
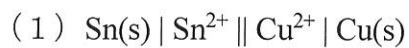
(注意)

- 1 学力検査問題は指示があるまで開かないでください。
- 2 問題用紙は1ページから8ページまであります。また、解答用紙は2枚あります。検査開始の合図のあと確認してください。
- 3 問題は [1] ~ [4] まであります。解答用紙1枚目の表面に [1]、裏面に [2] を解答し、解答用紙2枚目の表面に [3]、裏面に [4] を解答してください。
- 4 解答用紙には、それぞれ受験番号、氏名を記入してください。
- 5 答えはすべて解答用紙の枠内に記入してください。
- 6 各問題をよく読んで解答してください。
- 7 各問題とも、電卓使用可です。なお、貸与する電卓以外は使用できません。
- 8 問題及び公表用解答の無断転載を禁じます。

茨城工業高等専門学校

1 次の各問いに答えなさい。

問1 次のそれぞれの図式で示される電池がある。各電池の電池反応を示しなさい。



問2 天然における Br の同位体存在比は ^{79}Br 50.69%、 ^{81}Br 49.31% である。この二つの核種の質量をそれぞれ 78.918 u、80.916 u として、Br の原子量（相対原子質量）を計算しなさい。解答は答えだけでなく、それを導き出す過程もわかるように記入しなさい。

問3 次の文章の [ア] ~ [コ] に当てはまる用語を、下の語群から選んで答えなさい。ただし同じ用語を複数回用いても良い。

「 [ア] の定義によると、金属イオンは [ア] 酸であり、これに配位することができる [イ] を持つ配位子は [ア] 塩基である。1963年にPearson は、金属イオンと配位子からなる [ウ] の安定性を [ア] の酸・塩基の概念で整理し、酸と塩基を“硬い”、“軟らかい”という表現で分類した。この酸と塩基の硬さと軟らかさの概念は略して [エ] と呼ばれる。

[エ] によると、硬い酸は電荷密度が [オ] である陽イオンや分子である。また、 [カ] 塩基とは、分極が起こりづらく、電気陰性度が大きい陰イオンや分子である。一般に硬い酸は [キ] 塩基と反応して [ク] 結合性の強い化合物を、軟らかい酸は [ケ] 塩基と反応して [コ] 結合性の強い化合物を生成しやすい傾向をもつ。この反応性の傾向は [エ] 則と呼ばれる。」

語群： ブレンステッド-ローリー、 アレニウス、 ルイス、 非共有電子対、
空軌道、 錯体、 HASB、 CFSE、 ORP、 大、 小、 硬い、 軟らかい、
イオン、 共有、 配位

2 次の各問いに答えなさい。

問1 次の文章について、以下の各問いに答えなさい。

「銀イオンと鉄(II) イオンが含まれる水溶液がある。この水溶液に 6 mol/L 塩酸を加えたところ、(ア) 白色の沈殿が得られた。この沈殿をろ過し、得られたろ液に硝酸を加えて加熱し、さらに 6 mol/L アンモニア水を加えたところ (イ) 褐色の沈殿が得られた。」

- (1) 下線部 (ア) における白色沈殿の生成を化学反応式で示しなさい。
- (2) 下線部 (イ) における褐色沈殿の生成を化学反応式で示しなさい。
- (3) 銀イオンが含まれる水溶液にアンモニア水を加えたときに起こる反応を化学反応式で答えなさい。また、その際の反応前と後の溶液の色を答えなさい。
- (4) 鉄(III) イオンが含まれる水溶液にチオシアン酸カリウム (KSCN) 水溶液を加えたときに起こる反応を化学反応式で答えなさい。また、その際の反応前と後の溶液の色を答えなさい。

問2 次の各問いに答えなさい。解答は答えだけでなく、それを導き出す過程もわかるように記入しなさい。

(1) クエン酸は3当量の塩基と定量的に反応する。クエン酸を H_3Cit 、完全解離したクエン酸イオンを Cit^{3-} と表現するとき、クエン酸を水酸化ナトリウムで完全に中和する反応を化学反応式で示しなさい。

(2) レモン果汁 3.00 g をはかりとり、全量を蒸留水で適当に希釈して試料とした。この試料にフェノールフタレインを加えて 0.1015 mol/L の水酸化ナトリウム標準溶液で滴定したところ、28.62 mL で終点を得られた。レモン果汁に含まれる酸をすべてクエン酸とするとき、このレモン果汁に含まれるクエン酸の濃度を質量パーセント濃度で答えなさい。ただし、 H_3Cit の分子量は 192.1 であり、終点においてクエン酸の中和は過不足無く行われているとする。

(3) 平衡状態でクエン酸イオン (Cit^{3-}) 0.0400 mol/L とクエン酸水素イオン (HCit^{2-}) 0.0200 mol/L を含む水溶液がある。この水溶液の pH を計算しなさい。ただしクエン酸水素イオンの酸解離定数は $\text{p}K_{\text{a}}=5.72$ である。また計算では、必要に応じて以下の値を用いなさい。

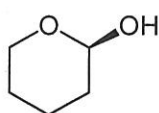
$$\log 2 = 0.301 \quad \log 3 = 0.477 \quad \log 5 = 0.699 \quad \log 7 = 0.845$$

3 次の各問いに答えなさい。

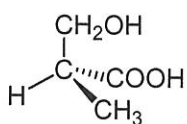
問1 次の文章の下線で示す化合物の構造式を記しなさい。

- (1) アセトフェノン ($C_6H_5COCH_3$) とベンズアルデヒドの交差アルドール縮合によって生成する α, β -不飽和カルボニル化合物。
- (2) シクロペンタジエンとエテンの Diels-Alder 反応によって生成する化合物。
- (3) ブタン酸に塩化チオニルを作用させて生成する酸塩化物。
- (4) sp 炭素を2つ、 sp^2 炭素を2つ含む炭素数4の化合物。
- (5) 2-ブロモ-2-メチルプロパンをエタノール中で加熱したとき、E1 反応の進行によって得られる化合物。

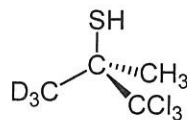
問2 次の化合物の立体配置を (R), (S) で表示しなさい。



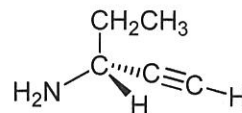
(1)



(2)



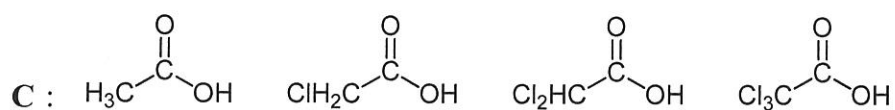
(3)



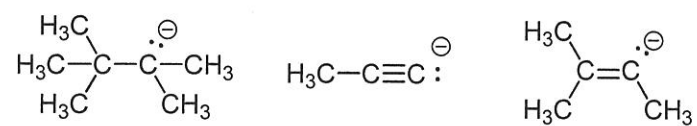
(4)

問3 次の各問いに答えなさい。

(1) 次の A~C 組の各化合物を、 pK_a の小さいものから順に並べなさい。



(2) 次の化合物を、塩基性が高いものから順に並べなさい。



(3) ジエチルエーテルと三フッ化ホウ素による Lewis 酸・塩基反応の化学反応式を示しなさい。

4 次の各問いに答えなさい。

問1 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

実在気体では、 に引力が働き、また、分子自身が を持つため、理想気体の状態方程式に完全には当てはまらない。

(1) 文中の 、 に当てはまる適語を答えなさい。

(2) 実在気体が理想気体の状態方程式に当てはまるのは、次の ① ~ ④ のどの条件か番号を答えなさい。

- ① 低温・低圧 ② 低温・高圧 ③ 高温・低圧 ④ 高温・高圧

問2 理想気体を密閉したある系に 43 kJ の熱を与えると、系は 22 kJ の仕事を行った。

この時の、この系の内部エネルギーの変化 ΔU を求めなさい。解答は答えだけでなく、それを導き出す過程もわかるように記入しなさい。

問3 ピストン付きの容器に液体の水を 90.0 mg 入れ密閉した後、温度を 27°C に保ったままピストンを引き、体積を 8.20 dm³ にしてピストンを固定した。27°C における水の蒸気圧を 36.0 hPa とし、液体の水の体積は無視できるものとして、下の各問いに答えなさい。ただし、気体は理想気体として扱えるものとし、気体定数は、8.314 J K⁻¹ mol⁻¹ または 8.206 × 10⁻² dm³ atm K⁻¹ mol⁻¹ を用いなさい。また、0°C = 273 K とする。解答は答えだけでなく、それを導き出す過程もわかるように記入しなさい。必要があれば、原子量は次の値を使いなさい。

H 1.00 O 16.0

- (1) 容器内の圧力は何 hPa か答えなさい。
- (2) 温度を 27°C に保ったまま、体積が 2.08 dm³ になるまでピストンを押し込むと、水蒸気の一部が凝縮した。このとき凝縮した水は何 mg か答えなさい。