

令和5年度  
北海道大学工学部  
編入学試験（一般選抜）  
学士入学試験  
【化 学】

試験時間 15 : 15 ~ 16 : 45

- ・ 試験時間中、机の上に置けるものは、受験票、黒の鉛筆、黒のシャープペンシル、消しゴム、鉛筆削り、眼鏡、時計（計時機能のみ有するもの）のみです。  
これ以外のものを試験時間中、机の上に置いてはいけません。
- ・ 携帯電話、スマートフォン等の電子機器類、及び時計のアラームは、試験時間中、使用してはいけません。  
これらの電子機器類は、あらかじめアラームの設定を解除して電源を切り、かばん等に入れなさい。

注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはいけません。
2. 問題紙は、このページを含めて6ページあります。
3. 解答用紙は「化学1 / 3」から「化学3 / 3」までの3枚、草案用紙は1枚あります。
4. 受験番号は、監督員の指示に従って、すべての解答用紙の指定された箇所に必ず記入しなさい。
5. 解答はすべて、解答用紙の指定された箇所に記入しなさい。なお、裏面を使用してはいけません。
6. 必要以外のことを解答用紙に書いてはいけません。
7. 解答用紙は3枚とも全部必ず提出しなさい。
8. 問題紙の余白は下書きに使用しても差し支えありません。
9. この問題紙と草案用紙は回収しません。

令和5年度  
北海道大学工学部  
編入学試験（一般選抜）  
学士入学試験

【化 学】

令和5年度北海道大学工学部編入学試験(一般選抜)・学士入学試験問題【化学】

問1. 鉄に関する下記の文章を読み、設問1～設問4に答えなさい。

鉄は、鉄鉱石を高炉(溶鉱炉)で還元することにより生産されている。(i)高炉に鉄鉱石およびコークス(炭素)を入れて熱風を吹きこむと、酸化鉄(III)が還元されて鉄が生じる。高炉から得られた鉄は(A)とよばれ、不純物として(B)を4%程度含むため、硬くてもろい。高炉から生じた(A)を転炉に移して(C)を吹きこむと、不純物である(B)の含有量を0.02～2%程度に減らすことができる。転炉で得られた鉄を(D)とよぶ。(ii)純粋な鉄の結晶構造は、室温では体心立方格子であるのに対し、温度が上昇して911℃になると面心立方格子に変化する。鉄は、希硫酸や塩酸と反応し、水素を発生して溶解する。一方、(iii)濃硝酸中では溶解しない。

設問1. 文中の(A)および(D)に入る適切な語句、(B)に入る適切な元素記号、(C)に入る適切な分子式を答えなさい。

設問2. 下線部(i)について、酸化鉄(III)が a)コークスによって鉄に完全に還元されるとしたとき、および b)コークスから生じた一酸化炭素によって鉄に完全に還元されるとしたとき、a)と b)における酸化鉄(III)の還元反応の化学反応式を答えなさい。

設問3. 下線部(ii)について、純粋な鉄のモル質量を  $M$  (g/mol)、単位格子の一辺の長さを  $a$  (cm)、アボガドロ定数を  $N_A$  (/mol) としたとき、室温において 50 g の純粋な鉄からなる金属結晶の体積 ( $\text{cm}^3$ ) を表す式を答えなさい。

設問4. 下線部(iii)について、鉄が濃硝酸中で溶解しない理由は、表面に緻密で安定な膜が生成するためである。この状態を何とよぶか答えなさい。

問 2. 熱化学方程式と結合エネルギーに関する設問 1～設問 2 に答えなさい。なお、必要があれば次の数字を用いなさい。原子量：H=1.0, C=12, O=16

設問 1. 1 mol の水が蒸発して水蒸気が生じた。水 1 kg あたりの蒸発熱は 2445 kJ であった。この変化を熱化学方程式によって示しなさい。なお、熱化学方程式に用いる熱量の単位は[kJ]とし、有効数字 2 桁で答えなさい。

設問 2. 炭素原子と水素原子から 1 mol のメタンおよび 1 mol のプロパンが生成した際、それぞれの反応において 1644 kJ および 4024 kJ の反応熱が放出された。この結果を用いて C-C 結合および C-H 結合の結合エネルギー [kJ/mol] を有効数字 3 桁で答えなさい。

問 3. 機器分析に関する設問 1～設問 3 に答えなさい。

設問 1. 溶液に含まれている溶質の濃度を測定する分析機器として、分光光度計が広く用いられている。分光光度計による濃度測定では、検量線を用いて溶液中の溶質濃度を知ることができる。分光光度測定における検量線とは何か答えなさい。また、検量線をどのように用いると、溶液中の溶質濃度を知ることができるのか、簡単に説明しなさい。説明にあたっては、次の言葉を用いなさい。【用いる言葉：吸光度】

設問 2. 固体物質に含まれている元素の種類や量を測定するために、電子線が広く用いられている。物質に電子線を照射すると、原子内の電子が励起されて元素を同定することができる。原子内の電子を励起すると元素を同定できる理由について、図 1 に示した電子配置の模式図を描いて簡単に説明しなさい。説明にあたっては、次の言葉を用いなさい。【用いる言葉：特性 X 線】

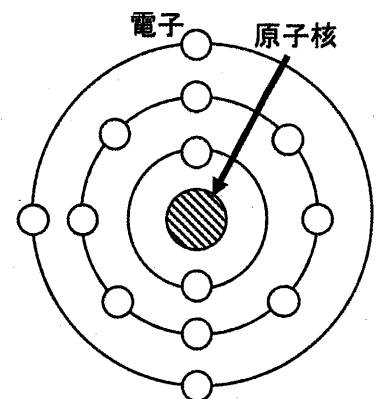


図 1 電子配置の模式図

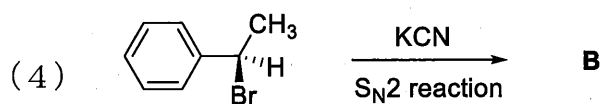
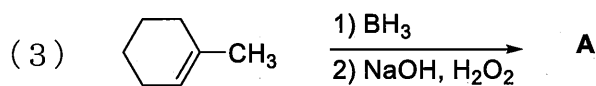
設問 3. 固体物質の表面の凹凸を原子レベルで測定するために、走査型トンネル顕微鏡 (STM) が広く用いられている。STM の原理について簡単に説明しなさい。説明にあたっては、次の言葉を用いなさい。【用いる言葉：トンネル電流】

問4. 以下の設問1～設問8に答えなさい。

設問1. 下記の(1), (2)のIUPAC名称に相当する化合物および(3), (4)の反応式の主生成物 **A**, **B** の構造式を立体化学に注意して示しなさい。

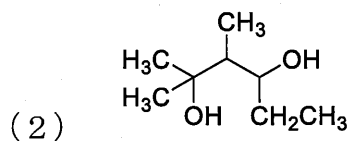
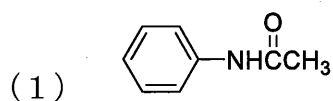
(1) (*E*)-4-メチル-3-ヘキセン-2-オン

(2) (*S*)-2-ブタノール

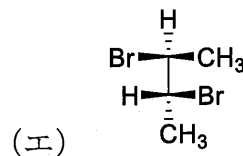
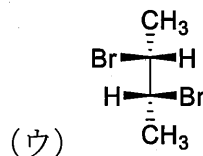
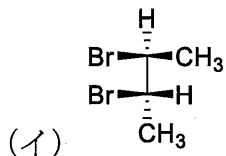
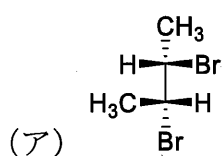


設問2. ニトロメタン中のニトロ基のLewis構造式を、解答欄のメチル基に続けて形式電荷とともに示しなさい。

設問3. 下記の(1), (2)の化合物の名称を答えなさい。



設問4. *cis*-2-ブテンと臭素との付加反応により得られる生成物を、下記の(ア)～(エ)から2つ選び、記号で答えなさい。



設問 5. 下記に示した 6 つの化合物を酸性度が高い順に不等号「>」を用いて記号で並べなさい。

- (a)  $C_6H_5OH$       (b)  $CH_3CH_2OH$       (c)  $CH_3COOH$   
(d)  $CF_3COOH$       (e)  $H_2SO_4$       (f)  $H_2CO_3$

設問 6. 不斉炭素をもたない純粋な油脂 **C** を加水分解したところ 2 種のカルボン酸 **D**, **E** とグリセリンが得られた。一方, 10 mmol の油脂 **C** は適切な触媒存在下, 標準状態で 672 mL の水素と反応した。水素と反応させた **C** を加水分解したところカルボン酸 **E** とグリセリンが得られた。カルボン酸 **D**, **E** としてもっとも適切なものを下記の (あ) ~ (く) からそれぞれ 1 つずつ選び, 記号で答えなさい。

- (あ) エイコセン酸 ( $C_{20}H_{38}O_2$ )      (い) イコサン酸 ( $C_{20}H_{40}O_2$ )  
(う) ステアリン酸 ( $C_{18}H_{36}O_2$ )      (え) リノール酸 ( $C_{18}H_{32}O_2$ )  
(お) アラキドン酸 ( $C_{20}H_{32}O_2$ )      (か) エイコサペンタエン酸 ( $C_{20}H_{30}O_2$ )  
(き) オレイン酸 ( $C_{18}H_{34}O_2$ )      (く) リノレン酸 ( $C_{18}H_{30}O_2$ )

設問 7. 2 分子のグリシン, 1 分子のアラニンならびに 1 分子のフェニルアラニンからなるテトラペプチドがある。このテトラペプチドには全部で何種類の異性体が考えられるか, 数字で答えなさい。ただし, 立体異性体は考慮しなくてよい。

設問 8. 以下の文章の空欄 (ア) ~ (シ) に入るもっとも適切な語句を答えなさい。

高分子化合物のなかで, 付加重合により合成される (ア) や縮合重合により合成される (イ), (ウ) は合成高分子に大別される。(ア) の分子中の水素原子がすべて (エ) 原子によって置換された高分子化合物は広く一般に (オ) と呼ばれているが, 本来は商品名である。耐熱性や耐薬品性に優れていて摩擦係数も非常に小さいことからフライパンのコーティングなどに利用されている。また, 飲料容器として広く用いられている (イ) の繰り返し構造にはエステル結合が含まれているが, 合成繊維である (ウ) の繰り返し構造にはタンパク質と同じ (カ) 結合が含まれている。一方, 天然高分子であるデンプンおよびセルロースは植物を構成する主要な成分であり, とともに  $(C_6H_{10}O_5)_n$  の分子式で表される。デンプンを酵素 (キ) で加水分解すると二糖類である (ク) を経てグルコースを生じる。一方, セルロースを酵素 (ケ) で加水分解すると二糖類である (コ) を経てグルコースを生じる。得られたグルコースは酵素群チマーゼのはたらきにより常温常圧で液体の (サ) と, 常温常圧で気体の (シ) に分解される。