

令和3（2021）年度  
広島大学光り輝き入試 総合型選抜

理学部 化学科

筆記試験 問題

令和2年11月24日  
自 13時00分  
至 15時30分

答案作成上の注意

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の総ページは、11ページです。
3. 解答用紙は3枚、下書き用紙は1枚です。解答は、すべて対応する番号の解答用紙の所定の解答欄に記入しなさい。
4. 受験番号は、すべての解答用紙と下書き用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
5. 配付した解答用紙と下書き用紙は、持ち出してはいけません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

このページは白紙である。

このページは白紙である。

[I] 次の問1～問3に答えよ。計算に必要な場合には、次の原子量を用いよ。

$$\text{Na} = 23, \text{K} = 39$$

問1 単体のナトリウムおよびカリウムは、いずれも体心立方格子の金属結晶である。カリウムの密度はナトリウムの密度の何倍か有効数字2桁で求めよ。計算過程も簡潔に記せ。なお、ナトリウムの原子半径は0.180 nm、カリウムの原子半径は0.225 nmとする。

問2 2種類の常温常圧で白色の固体があり、一方は水酸化ナトリウムであり、他方は水酸化カリウムである。どちらが水酸化ナトリウムであるかを決めるために、以下の試薬および器具のうち最大4つまで用いて実験手順を考案し記述せよ。また、どのような結果から水酸化ナトリウムであることを特定できるのか説明せよ。ただし、純水、ビーカー、試験管、ガラス棒、駒込ピペット、葉さじは自由に用いてよい。実験中の水酸化ナトリウムおよび水酸化カリウムの潮解および二酸化炭素との反応の影響は無視してよい。

亜鉛片 アルミホイル 銅線 硝酸銀 シュウ酸二水和物 アンモニア水  
石灰水 水素ガス フェノールフタレイン溶液 ろ紙 ろうと ガラス管  
ゴム管 集気びん メスシリンダー ビュレット 電子てんびん

問3 塩化ナトリウム水溶液を次ページの図に示す電解槽に満たし電気分解を行った。

(i) このとき陽極および陰極で発生する気体をそれぞれ化学式で示せ。

(ii) 陽極側、陰極側それぞれで、 $\text{Na}^+$ イオンおよび  $\text{Cl}^-$ イオンの濃度は電気分解に伴いどのように変化するか、下の(ア)～(ウ)の選択肢から適切なものをそれぞれ選べ。

(ア) 高くなる

(イ) 変化しない

(ウ) 低くなる

(iii) 塩化ナトリウムの水溶液の電気分解によって単体のナトリウムは得られない。

塩化ナトリウムから単体のナトリウムを得るための方法について述べよ。

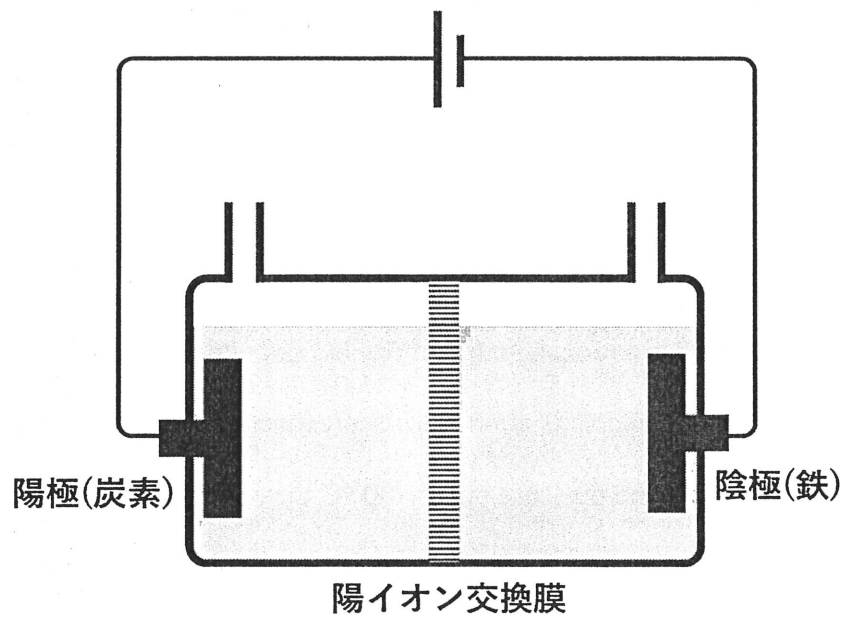


図 電解槽

[II] 次の英文を読み，問 1～問 5 に答えよ。

著作権保護の観点から、公開していません。

(M. Lancaster, *Green Chemistry: An Introductory Text, 2nd Edition*, Royal Society of Chemistry (2010)

p90-p91 より抜粋し一部改変)

vessel=容器, ambient condition=常温常圧条件, Le Chatelier=ルシャトリエ,  
exothermic=発熱的, Haber=ハーバー, whilst=一方で, Bosch=ボッシュ,  
osmium=オスミウム, catalyst=触媒, activation energy=活性化エネルギー,  
alter=変える, rate=速度, chemical equilibrium=化学平衡

問1 熱化学方程式(1)について、以下の反応条件(i)と(ii)において、平衡に達したときのアンモニアの生成率をそれぞれ答えよ。

(i) 300 気圧, 200 °C

(ii) 300 気圧, 700 °C

問2 熱化学方程式(1)について、平衡状態において、アンモニアの生成率を高める条件を本文にもとづいて2つ述べよ。また、その条件をとる理由をルシャトリエの原理からそれぞれ簡潔に述べよ。

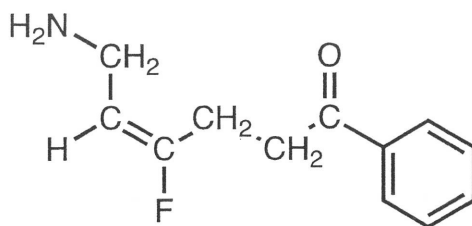
問3 下線部(a)において、窒素と水素を直接反応させてアンモニアを生成するのは工業的に採算が合わないと述べられている。その理由を本文にもとづいて簡潔に記せ。

問4 下線部(b)を日本語に訳せ。

問5 触媒の定義を本文にもとづいて説明せよ。

[Ⅲ] 問 1 と問 2 に答えよ。構造式は例にならって記せ。

(例)



問 1 以下の文章を読み、問い(i)と(ii)に答えよ。

炭素数 10 の芳香族エステル化合物 **A** を加水分解すると、アルコール **B** とカルボン酸 **C** になった。アルコール **B** には不斉炭素原子がある。アルコール **B** を濃硫酸とともに加熱すると  $C_8H_8$  の分子式で表される芳香族化合物 **D** になった。化合物 **D** に水素を付加すると芳香族化合物 **E** になった。

カルボン酸 **C** はグルコースの発酵により得られ、純粋なものは冬季に氷結しやすい。

(i) 化合物 **A** を構造式で記せ。

(ii) 化合物 **E** にはいくつかの芳香族の異性体がある。化合物 **E** を含めて、考えられる全ての異性体を構造式で記せ。

問 2 以下の文章を読み、問い(i)~(v)に答えよ。また、計算に必要な場合は、次の原子量を用いよ。H = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23, Br = 80

フェノールとナトリウムとの反応で得られる化合物 **F** 2.32 g に、高温・高圧下で二酸化炭素を反応させたところ、化合物 **F** の一部が化合物 **G** に変化した。未反応の化合物 **F** と化合物 **G** の混合物に水を加え溶かしたのち、常温・常圧にて十分な量の二酸化炭素を吹き込んだ。得られた水溶液に十分な量のジエチルエーテルを加えてよくかき混ぜ、(a)ジエチルエーテル層と水層に分けた。ジエチルエーテル層を蒸発皿に移し、ジエチルエーテルを蒸発させたのち、残った物質に十分な量の臭素水を加えると、(b)化合物 **H** (分子式  $C_6H_3Br_3O$ ) の白色沈殿が 1.66 g 生じた。一方、分けた水層に塩酸を加えると化合物 **I** になった。化合物 **I** に少量の濃硫酸とメタノールを



加えて穏やかに加熱すると、分子量 152 の化合物 **J** が得られた。15.2 mg の化合物 **J** を完全燃焼させたところ、(c) 二酸化炭素  $x$  mg と水  $y$  mg が生じた。

- (i) 下線部(a)のジエチルエーテル層に含まれる化合物を構造式で記せ。
- (ii) 化合物 **H** の構造式を記せ。
- (iii) 下線部(b)の結果から、化合物 **F** のうち化合物 **G** へ変化した割合 (%) を有効数字 2 桁で答えよ。ただし化合物 **F** から化合物 **G** への反応以外の反応は完全に進行し、また抽出やろ過による分離過程での損失はないものとする。
- (iv) 化合物 **J** の構造式を記せ。
- (v) 下線部(c)の  $x$  と  $y$  にあてはまる数値をそれぞれ有効数字 2 桁で答えよ。

このページは白紙である。

このページは白紙である。