

琉球大学

化学

問題

2015年度入試

【学部】 教育学部、理学部、医学部、農学部

【入試名】 前期日程

【試験日】 2月25日

【問題解答前の確認事項】

〔注意〕 医(医)は①～③のみ解答すること。その他は①～⑥すべて解答しなさい。



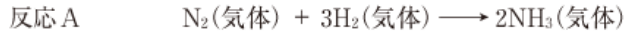
「過去問ライブラリーは、(株)旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株)旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】8/1 【2018年】4/24、9/20 【2019年】6/20

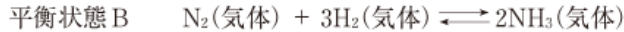
〔注意〕 必要があれば、原子量は次の値を使いなさい。H=1.00, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Na=23.0, Cl=35.5, Ag=108

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

アンモニアは以下の反応 A により生成する。アンモニアの生成熱を X (kJ/mol) とする。



容積 10L の容器内で温度 600K に保って反応 A を行わせると、以下の平衡状態 B に到達した。平衡状態 B の平衡定数は $4.4(\text{L/mol})^2$ であった。



気体はすべて理想気体とし、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

問 1 反応 A の活性化エネルギーは 234kJ である。触媒の導入により活性化エネルギーが 138kJ 低下した場合について、以下の各問に答えなさい。

- (1) 反応 A の逆反応の活性化エネルギー (kJ) はいくらになるか、 X を用いて答えなさい。
- (2) 反応 A の水素の消失速度 v_1 とアンモニアの生成速度 v_2 の比 v_1/v_2 はいくらになるか、有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。

問 2 アンモニアと酸素から水と 1.0mol の窒素が生成する反応の反応熱は 634kJ である。水素と酸素より 1.0mol の水が生成する反応の反応熱は 242kJ である。これらの値を使って計算したアンモニアの生成熱 X (kJ/mol) はいくらになるか、有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。ただし、反応物および生成物は全て気体である。

問 3 平衡状態 B において容器内のアンモニアの物質量が 0.82mol、水素の物質量が 1.0mol とすると、容器内の圧力 (Pa) はいくらになるか、有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。ただし、指数表記にすること。(例: 1.2×10^5)

問 4 以下の(1)と(2)の問いに答えなさい。

- (1) 平衡状態 B において逆反応を進行させる操作を以下の(ア)~(イ)からすべて選び、記号で答えなさい。
 - (ア) 容器内にアルゴンを加える。
 - (イ) 容器内にアンモニアを加える。
 - (ウ) 容器内に水素を加える。
 - (エ) 容器内に窒素を加える。
- (2) 平衡状態 B に到達後、容器内の温度を変えて平衡状態 C に到達させると、平衡定数は $2.0(\text{L/mol})^2$ になった。平衡状態 C から 600K に戻すと容器内の反応はどうなるか、以下の(ア)~(ウ)から一つ選び、記号で答えなさい。
 - (ア) 正反応が進行する。
 - (イ) 逆反応が進行する。
 - (ウ) どちらの反応も進行しない。

問 5 物質の濃度の代わりに分圧で表した平衡定数を圧平衡定数という。平衡状態 B の圧平衡定数 (Pa^{-2}) はいくらになるか、有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。ただし、指数表記にすること。(例: 1.2×10^5)

2 図 I に示すように装置①から装置④を直列に配線したところ、豆電球が点灯した。以下の各問に答えなさい。(17点)

問 1 装置①から装置④のうち、電池としてはたらいっているものを全て選び、装置番号で答えなさい。

問 2 電流と電子の流れの向きで正しい答えを(ア)~(イ)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 電流は A の向きに、電子も A の向きに流れる。
- (イ) 電流は A の向きに、電子は B の向きに流れる。
- (ウ) 電流は B の向きに、電子は A の向きに流れる。
- (エ) 電流は B の向きに、電子も B の向きに流れる。

問 3 電極 a から電極 h のうち、電気分解の陰極を全て選び、記号で答えなさい。

問 4 電極 a から電極 h のうち、質量が減少するものを全て選び、記号で答えなさい。

問 5 電極 a の表面で起きている反応を、電子を含むイオン反応式で書きなさい。

問 6 装置④の銅(II)イオンの濃度は、時間の経過とともにどのように変化するか。正しい答えを(ア)~(ウ)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 増加する。
- (イ) 減少する。
- (ウ) 変化しない。

問 7 図 I の装置①を取りはずし、電極 a と電極 b を直流電源につないで電気分解をおこなった。4.0A の電流を 50 分間通じたものとして、以下の(1)と(2)の問いに答えなさい。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

- (1) 流れた電気量 (C) を答えなさい。
- (2) 陰極で析出した銀の質量 (g) を小数点第 1 位で四捨五入し、整数で答えなさい。

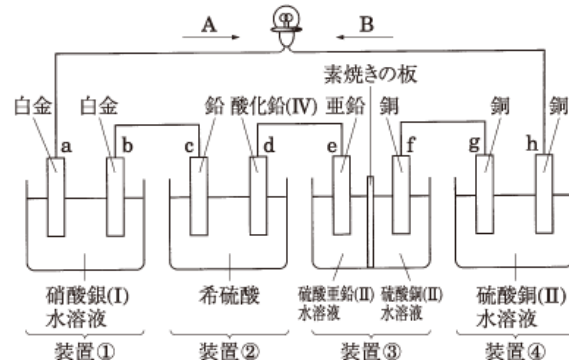
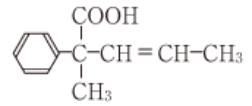


図 I

- 3 次の記事を読んで、以下の各問に答えなさい。構造式を書くときは、図Ⅱの記入例にならって書きなさい。(16点)



図Ⅱ

分子式が $C_{24}H_{26}O_4$ で示される化合物 A を完全に加水分解したところ、物質量の比 1:1:1 で化合物 B, 化合物 C, 化合物 D からなる混合物が得られた。(a) 1 mol の化合物 B を過剰量のナトリウムと反応させると、1 mol の水素を発生して化合物 E が生じた。10.6mg の化合物 E について元素分析を行ったところ、炭素 2.4mg, 水素 0.40mg, ナトリウム 4.6mg が含まれていた。化合物 B に (b) 水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱しても, 黄色沈殿は生じなかった。化合物 B を酸化するとシユウ酸が生じた。

トルエンをおだやかに酸化すると化合物 F が得られる。化合物 F は芳香を持つ液体で、酸化されやすく、酸化されると化合物 G になる。化合物 C と化合物 D は同じ組成式を持ち、どちらも化合物 G のベンゼン環の水素原子の 1 つが炭化水素基に置き換わった化合物である。化合物 C は不斉炭素原子を 1 つ有するが、化合物 D には不斉炭素原子は含まれない。化合物 C を酸化すると化合物 H が生じた。化合物 H は、キシレンの構造異性体の 1 つを酸化しても得られ、化合物 H を加熱すると分子内で脱水が起こり、酸無水物 I が得られる。一方、化合物 D の酸化では化合物 H は生じなかった。(c) 化合物 C のクロロホルム溶液に室温で少量の臭素を加えたところ、臭素の色が消えた。しかし、化合物 D のクロロホルム溶液に臭素を加えても臭素の色は消えなかった。

- 問 1 化合物 E の分子式を答えなさい。
 問 2 下線部(a)の化学反応式を書きなさい。化合物 B と化合物 E は示性式で示すこと。
 問 3 特定の構造をもつ化合物に、下線部(b)のように、水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱すると黄色沈殿が生じる。この反応を示す化合物を以下の 6 つの化合物のうちから 3 つ選び、化合物名で答えなさい。メタノール, エタノール, ホルムアルデヒド, アセトアルデヒド, アセトン, ギ酸
 問 4 化合物 F をアンモニア性硝酸銀水溶液が入っている試験管に加えて加熱すると、試験管の内壁にどのような変化がおこるか、理由とともに 50 字以内で答えなさい。
 問 5 酸無水物 I の構造式を書きなさい。
 問 6 下線部(c)について、1 mol の化合物 C に臭素を過剰量加えた場合、化合物 C に付加する臭素の物質量はいくらか答えなさい。
 問 7 化合物 A として考えられる構造式をひとつ書きなさい。

- 4 次の記事を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

高校生の太郎君は、先生と一緒に化学実験の準備を手伝うことになった。以下は、準備作業中の 2 人の会話である。

先生：(a) 「30.0% 塩酸」と書かれたラベルが貼られている塩酸の瓶と水酸化ナトリウムの容器を持ってきて。

太郎：はい。持ってきました。

先生：(b) この塩酸を 5.00% に希釈しよう。他には、水酸化ナトリウムの試薬が、固体で 0.100mol 必要だね。

(c) ただし、その物質量を正確に量り取ることは難しいから、今回は、約 4 g を量り取って、蒸留水に溶かすことにしよう。

太郎：水酸化ナトリウムを蒸留水に加えたら、ビーカーが (d) 温か くなりました。

先生：よく気がついたね。その水酸化ナトリウム水溶液に希釈後の塩酸を加えても、(e) 発熱 するよ。

問 1 下線部(a)について、ラベルの「30.0%」は質量パーセント濃度を意味している。この溶液のモル濃度 (mol/L) を求めなさい。ただし、30.0% 塩酸の密度は 1.20g/cm^3 として計算し、温度による密度の変化は無視してよい。有効数字は 3 桁とし、4 桁目を四捨五入して答えなさい。

問 2 下線部(b)について、問 1 の塩酸 50.0mL を希釈して 5.00% (質量パーセント濃度) の塩酸を作るために必要な水の量と作成した 5.00% 塩酸の密度を答えなさい。有効数字は 3 桁とし、4 桁目を四捨五入して答えなさい。水の密度は 1.00g/cm^3 として計算すること。ただし、温度による密度の変化は無視してよい。

問 3 下線部(c)について、正確に量り取ることが難しい理由を 2 つ、それぞれ 30 文字以内で答えなさい。

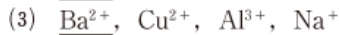
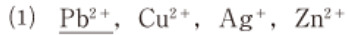
問 4 下線部(d)と(e)について、発生する熱の名称をそれぞれ答えなさい。

問 5 問 4 の下線部(d)と(e)の発熱量をそれぞれ A (kJ), B (kJ) とする。また、量り取った固体の水酸化ナトリウムは、蒸留水に溶かさずに、希釈後の塩酸に直接溶かしても発熱する。このときの発熱量を C (kJ) とする。発熱量 A, B, C の間に成り立つ関係について、もっとも適切なものを選択肢の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) NaOH と HCl の物質量に関係なく、 $A = B + C$ の関係が成り立つ。
 (イ) NaOH と HCl の物質量が等しければ、 $A + B = C$ の関係が成り立つ。
 (ウ) NaOH と HCl の物質量が等しければ、 $A = B + C$ の関係が成り立つ。
 (エ) 発熱量は反応経路によらないので、 $A = B + C$ の関係が常に成り立つ。

5 以下の各問に答えなさい。(16点)

問1 同じ濃度の4種類のイオンを含む希硝酸水溶液(1)~(4)がある。それぞれの水溶液から下線のイオンのみを沈殿させる操作を(ア)~(ク)の中から選び、記号で答えなさい。また、生じる沈殿を化学式で答えなさい。



(ア) 希塩酸を加える。

(イ) 希硫酸を加える。

(ウ) 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える。

(ロ) アンモニア水を過剰に加える。

(エ) 硫化水素を通じる。

(カ) 弱塩基性にした後、硫化水素を通じる。

(オ) Ba²⁺イオンを加える。

(ク) Ag⁺イオンを加える。

問2 次の文章を読んで、(1)と(2)の問いに答えなさい。

Ag⁺, Al³⁺, Fe³⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Ca²⁺を含む混合水溶液がある。これらをそれぞれ分離するために、次の操作を行った。

操作1：混合水溶液に塩酸を加え、生じた□1の沈殿をろ過して除いた。

操作2：操作1のろ液に硫化水素を通じ、生じた□2の沈殿をろ過して除いた。

操作3：操作2のろ液を煮沸して硫化水素を除いた後、希硝酸を加えた。これに過剰のアンモニア水を加え、生じた□3と□4の沈殿をろ過して除いた。

操作4：操作3のろ液に再び硫化水素を通じ、生じた□5の沈殿をろ過して除いた。

操作5：操作4のろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えると□6の沈殿が生じた。

操作6：操作3で生じた沈殿に、(a)水酸化ナトリウム水溶液を加えると□4が溶解した。

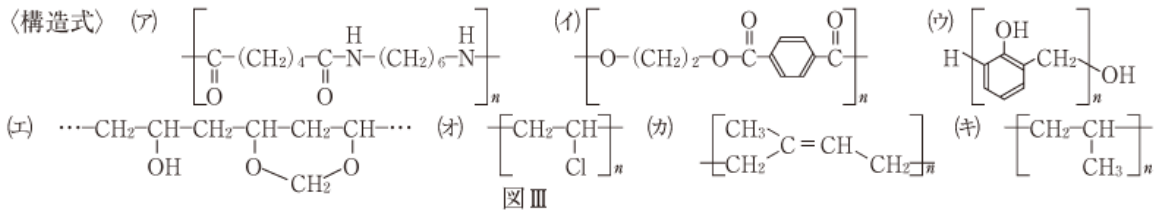
(1) 上の文章中の□1~□6に当てはまる化合物を化学式で答えなさい。

(2) 下線部(a)の反応をイオン反応式で書きなさい。

6 以下の各問に答えなさい。(17点)

問1 代表的な高分子化合物である(A)ポリプロピレン、(B)ポリイソブレン、(C)ビニロン、(D)ナイロン66(6,6-ナイロン)について、以下の(1)~(3)の問いに答えなさい。

(1) 高分子化合物(A)から(D)の構造を図Ⅲの(ア)~(キ)から選び、記号で答えなさい。



(2) 高分子化合物(A)から(D)の特徴・用途を以下の(ク)~(ス)から選び、記号で答えなさい。

〈特徴・用途〉 (ク) 生ゴム(天然ゴム)の主成分であり、硫黄を数%加えて加熱すると弾性が増加する。

(ケ) カロザースによって合成された世界初の合成繊維である。絹の長所を再現することを目的に開発された繊維で、肌ざわりや光沢が絹に似ている。

(コ) 初の国産合成繊維で、適度な吸湿性があり、摩擦や薬品に対して強いので、衣料・テント・漁網などに用いられている。

(ク) 回収、熔融、紡糸することで繊維として再生することができる素材として、フリース衣料や飲料用の容器などに用いられている。

(シ) ベークランドによって合成された世界初の合成樹脂である。熱硬化性をもつ材料として、フライパンの取っ手などに用いられている。

(ス) 熱可塑性をもつ材料であり、薄膜にすることもできる。袋や容器などに用いられている。

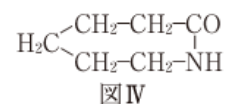
(3) 高分子化合物(A)から(D)を合成するのに用いられる反応名を以下の(セ)~(タ)から選び、記号で答えなさい。

〈反応名〉 (セ) 開環重合

(ソ) 付加重合

(タ) 縮合重合

問2 図Ⅳにε-カプロラクタムの構造を示す。ε-カプロラクタムを開環重合すると高分子化合物が得られる。この高分子化合物について、以下の(1)~(3)の問いに答えなさい。



(1) 高分子化合物の名称を答えなさい。

(2) 高分子化合物の構造式を書きなさい。

(3) 高分子化合物の平均分子量が113,000であった。この場合の平均の重合度を答えなさい。