

# 琉球大学

## 化学

### 問題

#### 2016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, He=4.00, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Na=23.0, Mg=24.3, S=32.0, Cl=35.5, Ar=39.9, Ca=40.0,  
Br=79.9, Ba=137

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

周期表 17 族の F, Cl, Br, I などの元素をハロゲンと呼ぶ。ハロゲンの原子は最外殻に 7 個の電子をもち、1 価の陰イオンになりやすい。また、化合物中では酸化数が -1 になることが多い。しかし、(a)次亜塩素酸のようにハロゲンの原子の酸化数が -1 以外の値になることもある。

ハロゲンの単体はいずれも二原子分子であり、融点や沸点は原子番号が大きいほど高い。なお、ヨウ素は常温で(b)昇華性がある。また、(c)ハロゲンの単体はいずれも酸化剤としてはたらく。

ハロゲン化水素の中ではフッ化水素が最も沸点が高い。これは、フッ化水素では分子間に□1結合による引力が強くはたらくからである。(d)塩化水素は、塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると発生し、□2置換で集めることができる。塩化水素の水溶液である(e)塩酸は代表的な強酸であり、さまざまな金属と反応し水素を発生する。また、(f)密閉容器に水素とヨウ素を入れて加熱すると、一部が反応してヨウ化水素が生成する。

問 1 上の文章中の□1および□2に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(a)について、次亜塩素酸中の塩素の酸化数を答えなさい。

問 3 下線部(b)について、昇華とはどのような現象か 25 字以内で説明しなさい。

問 4 下線部(c)について、以下の(ア)~(ウ)の中から反応が起こらないものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

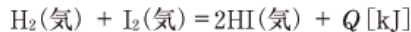
(ア) KBr 水溶液と Cl<sub>2</sub> (イ) KCl 水溶液と I<sub>2</sub> (ウ) KI 水溶液と Br<sub>2</sub>

問 5 下線部(d)の反応について、化学反応式を書きなさい。

問 6 下線部(e)について、以下の(ア)~(オ)の金属の中から塩酸と反応し水素を発生するものをすべて選び、記号で答えなさい。(ア) Cu (イ) Zn (ウ) Au (エ) Ca (オ) Fe

問 7 下線部(f)について、以下の(1)~(3)の問いに答えなさい。

(1) H-H, I-I, H-I の結合エネルギーをそれぞれ 432kJ/mol, 149kJ/mol, 295kJ/mol としたとき、水素とヨウ素からヨウ化水素が生成する反応の熱化学方程式



の反応熱  $Q$  [kJ] を答えなさい。

(2) 容積 3.0L の密閉容器に水素を 1.0mol, ヨウ素を 1.0mol 入れて反応を開始させたところ、2 分後にヨウ化水素が 0.20mol 生成された。この反応が開始してから 2 分間の水素の平均の分解速度 [mol/(L・min)] 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。

(3) 容積 3.0L の密閉容器に水素を 1.0mol, ヨウ素を 1.0mol 入れ、ある一定温度に保つと以下の平衡状態になった。  $\text{H}_2(\text{気}) + \text{I}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{気})$

このときの平衡定数を 36 とするとき、ヨウ化水素が何 mol 生成しているか、有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

試薬 A (分子量：60.0) は、式①に示すように水溶液中のカルシウムイオンと不可逆に反応して錯イオンを生じる。また、試薬 A はカルシウムイオン以外の物質とは反応しない。



問1 水溶液中のカルシウムイオンがすべてなくなったときに色が変わる指示薬 B がある。試薬 A と指示薬 B を用いて、地下水中のカルシウムイオンの濃度を調べた。

まず、(a)0.300g の試薬 A を純水に溶かして正確に 100mL にした。(b)調製した試薬 A の水溶液の少量を用いてピュレットをすすぎ、その後ピュレットの 0.00mL の目盛まで試薬 A の水溶液で満たした。次に、地下水 50.0mL を正確に量り取り、(c)純水でよくすすいだコニカルビーカーに入れた。ここに数滴の指示薬 B を加え、コニカルビーカー内の水溶液の色が変わるまで、ピュレットから試薬 A の水溶液を滴下した。滴下終了時におけるピュレット内の液面は、図 I のようになっていた。ピュレットの数字の単位は mL である。また、図 I において、灰色に塗られた部分は、試薬 A の水溶液で満たされていることを示している。

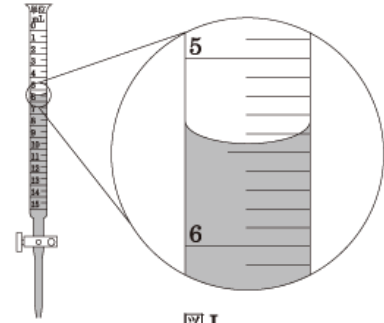
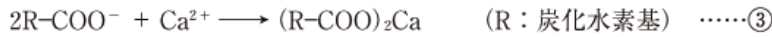


図 I

以下の(1)~(5)の問いに答えなさい。

- (1) 下線部(a)で調製した試薬 A の水溶液のモル濃度を答えなさい。
- (2) 下線部(b)で示されている器具の洗い方の名称を答えなさい。
- (3) 下線部(c)のコニカルビーカーを純水でぬれたまま実験に使う場合、滴定終了時まで滴下する試薬 A の水溶液の体積に影響はあるか。その理由とともに 80 字以内で答えなさい。
- (4) 図 I に基づいて、滴定終了時まで滴下した試薬 A の水溶液の体積を答えなさい。
- (5) 今回測定した地下水中のカルシウムイオンのモル濃度を答えなさい。

問2 セッケン C (分子量：300) は、式②に示すように水溶液中で完全に電離している。電離して生成した脂肪酸イオンは、式③に示すように水溶液中のカルシウムイオンとのみ不可逆的に反応する。



以下の(1)~(3)の問いに答えなさい。

- (1) カルシウムイオンの濃度が  $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  である水道水 60.0L に、15.0g のセッケン C を加えてよく攪拌した。このセッケン水中に溶けている脂肪酸イオンのモル濃度を答えなさい。ただし、加えたセッケン C による溶液の体積変化は無視できるものとする。
- (2) カルシウムイオンの濃度が  $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  である水道水 60.0L に、6.00g の試薬 A を加え、完全に反応させた。この後、さらに 15.0g のセッケン C を加えてよく攪拌した。このセッケン水中に溶けている脂肪酸イオンのモル濃度を答えなさい。ただし、加えた試薬 A およびセッケン C による溶液の体積変化は無視できるものとする。
- (3) (1)と(2)のセッケン水を比べたとき、洗浄力はどちらが高いか、それとも同じか。その理由とともに 40 字以内で答えなさい。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。構造式を書くときは、例1の記入例にならって書きなさい。(17点)

化合物 A, B, C について以下の実験を行った。

実験1：化合物 A, B, C が溶けているエーテル溶液を少量とり塩化鉄(III)水溶液を加えたところ、溶液の色に変化は見られなかった。

実験2：化合物 A, B, C が溶けているエーテル溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加え塩基性にした後、エーテルを加え、分液漏斗に入れて混ぜ、エーテル層と水層とに分けた。得られたエーテル層を分析したところ化合物 B と C が存在していることが確認された。

実験3：実験2で得られた水層に含まれる化合物を分離し、固体の水酸化ナトリウムと高温で反応させた。その後、生じた化合物を水に溶かし二酸化炭素と反応させたところフェノールが得られた。

実験4：実験2で得られたエーテル層に塩酸を加え酸性にした後、ジエチルエーテルを加え、分液漏斗に入れて混ぜ、エーテル層と水層とに分けた。得られたエーテル層を分析したところ化合物 C のみが存在していることが確認された。

実験5：実験4で得られた水層を冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液と反応させた後、温度を上げたところ気体 D と塩化水素が生じ、フェノールが得られた。

実験6：化合物 C を低温でオゾンと反応させ、還元剤である亜鉛で処理すると、フェニル基(図II)を有する2種類の化合物が得られた。また、得られた2種類の化合物をそれぞれフェーリング液とともに加熱すると1つだけが赤色の沈殿を生じた。

実験7：化合物 C 31.2mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 105.6mg と水 21.6mg が得られた。

問1 化合物 A の構造式を書きなさい。

問2 化合物 B の構造式を書きなさい。

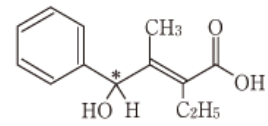
問3 気体 D の化学式を書きなさい。

問4 27.9g の化合物 B と 13.8g の亜硝酸ナトリウムを用い実験5を行ったときに、理論上、生じるフェノールの質量(g)を求めなさい。有効数字は3桁とし、4桁目を四捨五入して答えなさい。

問5 (問題省略)

問6 化合物 C の組成式を書きなさい。

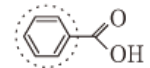
問7 (問題省略)



例1

\*は不斉炭素

点線で囲んだ部分が  
フェニル基(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)



図II

4 以下の各問に答えなさい。(17点)

問1 次の文章を読んで、以下の(1)と(2)の問いに答えなさい。

原子は、原子核と、その周りに存在するいくつかの電子で構成されている。原子核は、いくつかの陽子と中性子でできている。陽子は正の電荷、電子は負の電荷をもつ。原子中の陽子の数を□1□といい、元素を□1□の順に並べた表を周期表という。周期表の縦の列を族、横の行を□2□という。周期表では、性質の似た元素が縦に並んでいる。例えば、水素を除く1族元素は□3□と呼ばれ、陽イオンになりやすい。原子中で、電子が存在できる空間は、いくつかの層になっており、これらの層を電子殻という。原子核から最も離れた電子を最外殻電子という。結合の形成や、イオンの生成において重要な役割を果たす最外殻電子を特に□4□という。異なる元素の原子から成る分子においては、原子が共有電子対を引き付ける強さが元素によって異なるため、分子中に電荷のかたよりが生じる。原子が共有電子対を引き付ける強さの尺度を□5□という。共有電子対が、どちらかの原子にかたよっているとき、結合に極性があるという。結合に極性があり、分子全体で電荷のかたよりのある分子を極性分子という。(a)結合に極性がない分子や、結合に極性があっても、分子の形によって結合の極性が打ち消される分子を無極性分子という。

(1) 上の文章中の□1□～□5□に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

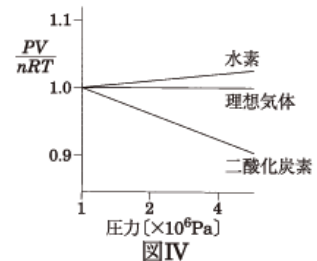
(2) 下線部(a)について、以下の(ア)～(エ)の分子の中から無極性分子を全て選び、記号で答えなさい。

(ア) 水 (イ) 二酸化炭素 (ウ) 塩化水素 (エ) メタン

問2 沸騰とはどのような現象か、蒸気圧という語句を必ず使い、60字以内で説明しなさい。

問3 容積が8.0Lの密閉容器に、0.200gのヘリウムと0.798gのアルゴンが入っている。この混合気体の温度は25℃である。容器の容積を保ったまま、混合気体の温度を47℃に上げたとき、ヘリウムの分圧と混合気体の全圧は何Paになるか答えなさい。気体は全て理想気体とし、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。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、答えは指数表記にすること。(例  $4.1 \times 10^7$ )

問4 気体の水素と二酸化炭素、および理想気体について、物質質量  $n$ 、温度  $T$ 、圧力  $P$ 、体積  $V$ 、気体定数  $R$  から算出される  $\frac{PV}{nRT}$  の圧力変化のグラフを図IVに示す。水素と二酸化炭素の温度は400Kである。以下の(1)と(2)の問いに答えなさい。



(1) 圧力が上昇すると、水素の  $\frac{PV}{nRT}$  が、図IVのように理想気体からずれる主要な原因を20字以内で説明しなさい。

(2) 圧力が上昇すると、二酸化炭素の  $\frac{PV}{nRT}$  が、図IVのように理想気体からずれる主要な原因を15字以内で説明しなさい。

5 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

海水には、(a)様々な塩が溶けており、イオンとして存在している。主なイオンはナトリウムイオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオン、カリウムイオン、塩化物イオン、硫酸イオン、炭酸水素イオン、臭化物イオンである。また、海水は、弱い塩基性を示す。これは、一部の(b)炭酸水素イオンが水と反応し、水酸化物イオンを生じているためである。

これらのことを踏まえ、海水を用いて次の実験を行った。以下の実験では、上記のイオンのみを考え、その他のイオンは考えなくてよい。

実験1：海水に硝酸銀水溶液を加えた。

実験2：海水に十分な量の炭酸アンモニウムを加え、1イオンと2イオンを炭酸塩として沈殿させた。これをろ過し、分離した沈殿を純水で洗浄し、希塩酸を加えて溶解した。この溶液の炎色反応は橙赤色を示した。

2イオンは炎色反応を示さないため、この炎色反応は1イオンによるものである。

実験3：海水 100mL に、塩酸を加えて酸性にし、二酸化炭素を完全に追い出した。この溶液に、十分な量の塩化バリウム水溶液を加えると、3バリウムの白色沈殿を生じた。生じた3バリウムの質量を測定すると、0.65gであった。この結果から、海水中の3イオンの濃度を計算すると、4mol/L となった。

問1 実験1で生じる可能性がある沈殿が2種類ある。それぞれが生じる反応をイオン反応式で答えなさい。

問2 上の文章中の1～3に当てはまる物質名を答えなさい。

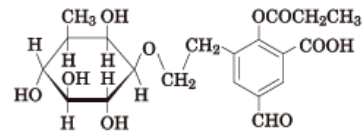
問3 下線部(a)の塩の大部分は、塩化ナトリウムと塩化マグネシウムで占められている。これらの塩の質量パーセント濃度が、それぞれ2.7%と0.40%であるとき、海水中の塩化物イオンの質量パーセント濃度を答えなさい。ただし、海水にはこの2つの塩化物以外に塩化物は含まれていないものとし、小数第2位を四捨五入して答えなさい。

問4 実験3の4に当てはまるモル濃度を答えなさい。ただし、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5 下線部(b)の反応をイオン反応式で答えなさい。

6 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。構造式を書くときは、例2の記入例にならって書きなさい。(17点)

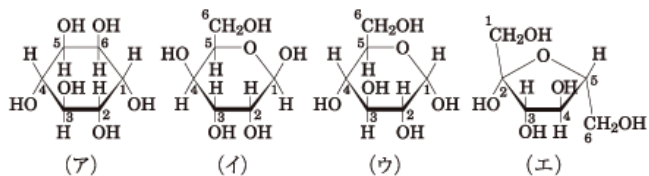
解熱鎮痛作用がある天然有機化合物Aは、分子中にベンゼン環と糖の構造をもち、フェノール類の性質を示すヒドロキシ基をもたない。化合物Aを希硫酸で加水分解すると、化合物BとCが得られる。化合物Bは、二糖類であるマルトース(麦芽糖) $C_{12}H_{22}O_{11}$ の加水分解で生成する糖と同一である。7個の炭素原子を骨格とする化合物Cには、2個のヒドロキシ基が存在し、そのうちの1個はフェノール類のヒドロキシ基である。化合物Cのもう一方のヒドロキシ基が酸化されたときに生成する化合物Dは、ナトリウムフェノキシドに1を高温・高圧下で反応させて得られるナトリウム塩を強酸で処理して合成され、医薬品の原料として用いられている。化合物Dに硫酸を触媒として無水酢酸を作用させると解熱鎮痛剤のアセチルサリチル酸を生じる。また、化合物Dに硫酸を触媒としてメタノールを作用させると化合物Dの2基の部分と脱水縮合して消炎鎮痛剤の3が生成する。



例2

問1 単糖類である化合物Bの名称を答えなさい。

問2 化合物Bの正しい環状構造式はどれか。図Vの(ア)～(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。



図V

問3 化合物CとDの構造式を書きなさい。

問4 化合物Cの異性体のうち、フェノール類のヒドロキシ基を1つだけもつ化合物はいくつあるか、その数を答えなさい。

問5 上の文章中の1～3に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問6 下線部の反応の化学反応式を、構造式を使って書きなさい。

問7 天然有機化合物Aは、化合物Bの位置番号1の炭素原子部分の官能基(ヘミアセタール)と化合物Cのヒドロキシ基が脱水縮合した構造( $\alpha$ -グリコシド結合)をもつ。化合物Aの構造式を書きなさい。