

# 化 学

(問題 **6** と問題 **7** については、どちらか一方を選択して解答すること。)

必要があれば、次の値を用いよ。原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.1, Cl = 35.5, K = 39.1, Ca = 40.1。

**1** 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

2族元素は、電子殻の最外殻に2個の電子を持つため、2価の陽イオンになりやすく、その水酸化物は塩基性を示す。2族元素の中で **ア** は水と反応せず、**イ** は熱水とのみ反応する。これら以外の2族元素の単体は、常温で水と反応し、気体の **ウ** を発生する。このように、2族元素の中でも化学的性質が特に似ている元素をアルカリ土類金属といい、特有の炎色反応を示す。

カルシウムは、水と反応して水酸化カルシウムを生じる。水酸化カルシウムは **エ** とよばれ、酸化カルシウムに **A** を加えても生じる。水酸化カルシウムの飽和水溶液に二酸化炭素を通じると、**B** を生成して白濁する。この白濁液にさらに二酸化炭素を通じ続けると、白色の不溶物は **C** となって電離し、溶解する。**C** の水溶液を **オ** すると再び **B** を生じて白濁する。2族元素の硫酸塩は、日常生活においても重要な役割を担っており、硫酸カルシウムは建築材や医療用ギプスとして、**D** はX線撮影の造影剤として用いられる。

問 1 文章中の ア ~ オ に適切な語句を記せ。

問 2 文章中の A ~ D に適切な化学式を記せ。

問 3 カルシウムイオンと同じ電子配置を示す希ガス元素を答えよ。

問 4 下線部①について、ストロンチウム、カルシウム、バリウムの炎色反応の色を、次の(a)~(h)の中から1つずつ選び、記号で答えよ。

- |             |         |             |
|-------------|---------|-------------|
| (a) 橙赤色(橙色) | (b) 黄色  | (c) 赤紫色(紫色) |
| (d) 赤色(紅色)  | (e) 青緑色 | (f) 無色      |
| (g) 黄緑色     | (h) 青色  |             |

問 5 下線部②について、電離する様子をイオン反応式で示せ。

2 溶液に関する次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

図1に示すように、純粋な溶媒を静かにゆっくり冷やしていくと、凝固点以下でも液体のままの **ア** 状態となるが、凝固が始まると、いったん温度が凝固点まで上昇して、その後は溶媒がすべて凝固するまで一定の温度となる。これは、凝固中に液体状態と固体状態の溶媒が存在しており、すべての溶媒が凝固するまで **イ** を発生するためである。一方、溶液の場合も **ア** 状態の後といったん温度が上昇して、凝固がすすむが、その際の凝固点は純粋な溶媒と比較して低くなる。この現象は、**ウ** とよばれる。また、図1に示すように、純粋な溶媒と異なり、溶液の場合は、凝固中も徐々に温度が低下するという現象<sup>①</sup>が見られる。

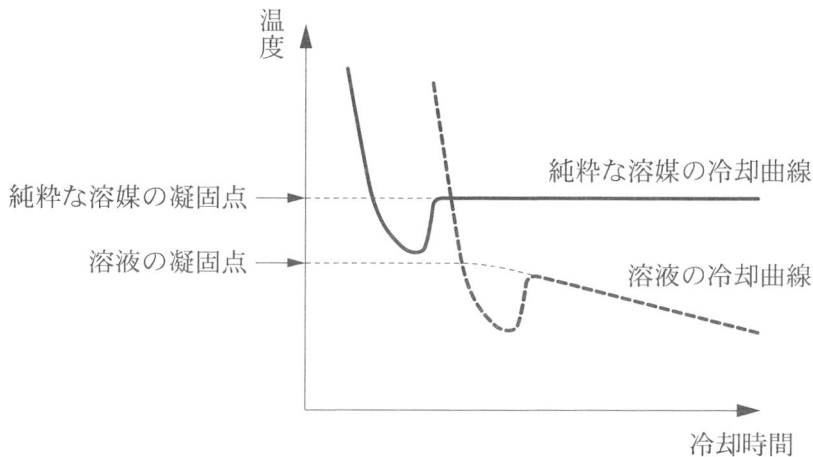


図1

図2に示すように、ガラス管の中央に溶媒のみを透過させる膜を置き、それをはさんで溶媒と溶液を同じ高さになるように入れて放置しておく、両方の液面の高さに差が生じる。これは、溶液の **エ** によるものであり、膜をはさんで透過する溶媒分子数に差が生じることによって起こる。このような膜は、ある程度以上の大きい粒子を通さない性質を有しており、溶液中に分散したコロイド粒子を分離する<sup>②</sup> **オ** とよばれる操作にも用いられる。

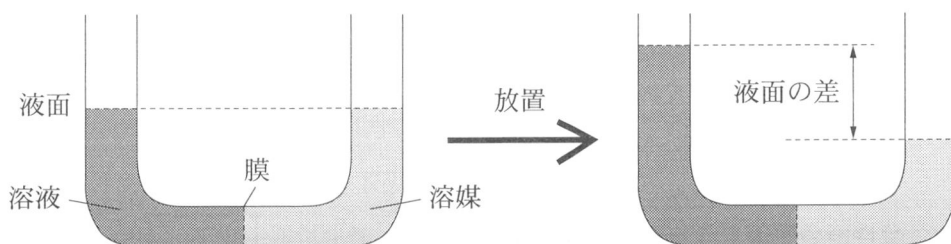


図 2

問 1 文章中の ア ~ オ に適切な語句を記せ。

問 2 水 200 g に 1.17 g の塩化ナトリウムを溶かした水溶液の凝固点は  $-0.37^{\circ}\text{C}$  である。次の溶液(1), (2)の凝固点を求めよ。有効数字 2 桁で記せ。

- (1) 水 500 g に 1.11 g の塩化カルシウムを溶かした水溶液
- (2) 水 2000 g に 36.0 g の尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ を溶かした水溶液

問 3 下線部①の現象が起こる理由を 45 字以内で説明せよ。

問 4 下線部②について、このような膜は何とよばれるか。名称を記せ。

問 5 次の(a)~(d)の条件で作った溶液を、図 2 の溶液側に溶媒と同じ高さまで入れて放置した場合、液面の高さの差はどのようになるか。差が大きいものから順に記号を左から並べよ。

- (a) 水 500 mL にグルコース ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) 18.0 g を溶かした水溶液
- (b) 水 1000 mL にスクロース ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) 17.1 g を溶かした水溶液
- (c) 水 1000 mL に硫酸ナトリウム 14.2 g を溶かした水溶液
- (d) 水 2000 mL に塩化カリウム 7.46 g を溶かした水溶液

問 6 図 2 に示すような装置を利用して、海水から純粋な水を取り出すにはどのような操作をしたらよいかを 45 字以内で説明せよ。

3 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

雨水には大気中の二酸化炭素が溶け込んでおり、pHが5.6程度の酸性を示すことが知られているが、これよりも小さいpHを示す雨のことを酸性雨とよぶ。酸性雨の原因となる物質には、硫黄が燃焼して生じる **ア** や、窒素が酸化されて生じる **イ** などがある。**A** の気体である **ア** は、さらに酸化されたのちに水に溶解することで硫酸となる。**ア** は、硫酸と金属からも合成できる。**イ** は、水に溶けやすい **B** の気体であり、水と反応すると硝酸になる。このように分子中に酸素を含む酸をオキシ酸とよぶ。リンの場合には、単体を空気中で燃やすと **ウ** が生じ、これに水を加えて加熱するとリン酸となる。ケイ酸は、ケイ酸ナトリウムに水を加えて加熱して得られる **エ** とよばれる粘性の大きい液体の水溶液に、酸を加えて合成される。ケイ酸を加熱して脱水したものを **オ** という。

問1 文章中の **ア** ～ **オ** に入る適切な化合物の名称または語句を記せ。

問2 文章中の **A** および **B** に入る適切な語句を以下の中から選んで記号で答えよ。

- (a) 淡黄色      (b) 黄緑色      (c) 黄褐色      (d) 赤褐色  
(e) 黒紫色      (f) 黒色      (g) 白色      (h) 無色

問3 下線部①の物質を炭酸カルシウムと希塩酸から合成した。168 mg の炭酸カルシウムが完全に反応するまで3.0 mol/L の希塩酸を加えた。加えた希塩酸の体積[mL]を有効数字2桁で答えよ。

問4 下線部②の同素体のなかで、常温で最も安定な同素体の名称を記せ。

問 5 下線部③の反応を行うための適切な硫酸と金属を以下の選択肢の中から  
1つずつ選び、記号で答えよ。

硫酸の選択肢

- (a) 氷冷した希硫酸      (b) 常温の希硫酸      (c) 加熱した希硫酸  
(d) 氷冷した濃硫酸      (e) 常温の濃硫酸      (f) 加熱した濃硫酸

金属の選択肢

- (a) Al      (b) Fe      (c) Ni      (d) Cu      (e) Au

問 6 下線部④の物質は、工業的には3段階の反応を経て合成される。1段階目のアンモニアの酸化反応を化学反応式で記せ。また、1段階目の反応で用いられる金属触媒の名称を記せ。

4 次の文章Ⅰおよび文章Ⅱを読み、問1～問6に答えよ。

(文章Ⅰ)

炭酸ナトリウムと水酸化ナトリウムとの混合水溶液 10.0 mL をはかり取り、指示薬 **ア** を加え、0.50 mol/L の硫酸で滴定した。硫酸 11.3 mL を滴下した段階で次の2つの反応が完了し、溶液は無色へと変化した。



次に、指示薬 **イ** を加えて滴定を続けたところ、新たに 6.4 mL の硫酸を滴下したところで溶液は赤色に変化した。この変化は次の反応に対応するものである。



(文章Ⅱ)

炭酸ナトリウムと水酸化ナトリウムは、いずれも工業的には塩化ナトリウムを原料として製造される。

炭酸ナトリウムは、塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアと二酸化炭素を吸収させて生じる炭酸水素ナトリウムを沈殿として分離し、これを焼くことで得られる。この製法は **ウ** 法とよばれる。炭酸ナトリウムの水和物である  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  の結晶は、空气中で放置すると水和水の大部分を失って白色粉末状になる。

一方、水酸化ナトリウムは、塩化ナトリウム水溶液を **エ** することで製造される。水酸化ナトリウムは無色半透明の固体であるが、湿った空气中に放置すると水分を吸収して溶ける。

問 1 文章Ⅰの  と  に入る適切な指示薬を次の(a)~(c)から  
1つずつ選び、記号で答えよ。

- (a) メチルオレンジ
- (b) プロモチモールブルー
- (c) フェノールフタレイン

問 2 文章Ⅰについて、最初に滴下した硫酸 11.3 mL のうち、水酸化ナトリウムの中和に使用された硫酸の体積[mL]を求めよ。有効数字 2 桁で示せ。

問 3 文章Ⅰについて、混合水溶液 10.0 mL 中に含まれていた炭酸ナトリウムの質量[g]を求めよ。有効数字 2 桁で示せ。解答欄には計算の過程を含めて記入すること。

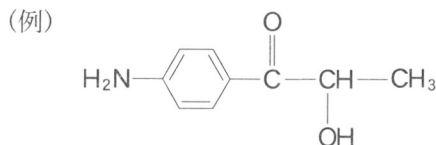
問 4 文章Ⅱの  と  に適切な語句を入れよ。

問 5 文章Ⅱの下線部①に相当する反応を化学反応式で記せ。

問 6 文章Ⅱの下線部②と③の現象をそれぞれ何とよぶか。



- 5 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。解答で構造式を示す場合は例にならって記せ。化学反応式の有機化合物については、構造式で示せ。



アニリン、サリチル酸、トルエン、フェノールを含んだジエチルエーテル溶液がある。このエーテル溶液を用いて実験1～実験4の操作を行って化合物を分離した。

(実験1) 混合エーテル溶液に塩酸を加え、よく振り静置した後、水層とエーテル層に分離した。水層に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、化合物Aが遊離した。<sup>①</sup>

(実験2) 実験1のエーテル層に水酸化ナトリウム水溶液を加え、よく振り静置した後、水層とエーテル層に分離した。エーテル層には化合物Bが含まれていた。

(実験3) 実験2の水層に二酸化炭素を十分に通じた後、エーテルを加えた。<sup>②</sup>よく振り静置した後、水層とエーテル層に分離した。エーテル層には化合物Cが含まれていた。

(実験4) 実験3の水層に塩酸を加えると、化合物Dが遊離した。<sup>③</sup>

問 1 化合物 A～D を構造式で記せ。

問 2 下線部②の操作で化合物 C と D が分離できる理由を 50 字以内で記せ。

問 3 下線部①および③の反応を化学反応式で記せ。

問 4 触媒を用いて、トルエンを空気酸化して得られる化合物の名称を記せ。

問 5 アニリンおよびフェノールの呈色反応に用いる物質の名称をそれぞれ記せ。

問 6 サリチル酸を原料としたアセチルサリチル酸およびサリチル酸メチルの合成方法を化学反応式で記せ。

〔6〕と〔7〕のどちらか一方を選択して解答せよ。〔6〕を選択した場合は、  
答案用紙の〔6〕の下のマーク欄に○を記入せよ。

〔6〕 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

地殻に含まれている鉱石は、セラミックスや金属などの製造に利用される。セラミックスは、原料を加熱処理によって焼き固めてつくられる製品の総称であり、ガラスやセメント、焼きものなどが代表例である。植木鉢やタイルなどの焼きものは、原料としておもに粘土が用いられ、成形されたのちに焼き固めることで製品がつくられる。約1400℃で焼き固められるものを〔ア〕器といい、たたくと澄んだ音がし、吸水性もなく、焼きものの中でも比較的硬い。セラミックスのおもな原料は、天然のケイ酸塩であり、窓ガラスに使用されるソーダガラスは、けい砂と石灰石、炭酸ナトリウムの混合物を融解してつくられる。また、近年の科学技術の進歩にともない、ケイ酸塩以外にも金属酸化物や炭化物、窒化物などの高純度原料を使用し、人工骨などの生体関連材料や熱やガスなどを感知するセンサーがつくられている。このような窯業製品を〔イ〕セラミックスという。

金属の酸化物や硫化物が含まれる鉱石から金属の単体を取り出すことを〔ウ〕という。たとえば、鉄は、鉄鉱石を溶鉱炉の中で〔エ〕と石灰石を加えて還元することで得られる。金属は、展性や延性を示すことから、箔や板、建築材料に利用される。また、金属には電気伝導性や熱伝導性があり、これらの伝導性が最も大きい金属は〔オ〕である。金属の中には、ある温度以下になると電気抵抗がゼロになるものがある。この現象を〔カ〕とよび、医療診断機器やリニアモーターカーに利用されている。

金属は、使用しているうちに化学反応を起こして、表面から酸化物や水酸化物、炭酸塩など、単体ではない状態に変わっていくことがある。これを腐食という。腐食の代表例はさびであり、鉄は酸素や水などと反応してさびを生じる。金属の腐食を防ぐために、金属製品の表面を他の金属などでおおう方法がある。これをめっきという。鉄のめっき製品としてはブリキやトタンが代表例である。

問 1 文章中の ア ～ カ に適切な語句を記せ。

問 2 合金は、融解させた金属に、他の金属元素の単体や非金属元素の単体を混ぜて凝固させたものであり、金属単体では得られない優れた特性を持つことができる。合金の代表例である青銅、ステンレス鋼、ジュラルミンの主要な成分元素を(a)～(j)から、1つずつ選び、記号で答えよ。

- (a) Sn-Pb            (b) Ni-Cr            (c) Cu-Zn            (d) Cu-Zn-Al  
(e) Fe-Cr-Ni        (f) Cu-Ni            (g) Al-Cu-Mg        (h) Bi-Pb-Sn  
(i) Cu-Sn            (j) Fe-Co-W

問 3 下線部のブリキとトタンのめっきに用いられている金属名をそれぞれ記せ。

問 4 下線部のブリキとトタンを鉄が露出するまで傷つけ、黄色のヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウムと塩化カリウムの混合水溶液をそれぞれの傷口に滴下したところ、一方だけが青変した。この青変した製品は、ブリキとトタンのどちらかを答えよ。また、2つの製品を比較して、一方が青変した理由を90字以内で述べよ。

〔6〕と〔7〕のどちらか一方を選択して解答せよ。〔7〕を選択した場合は、  
 答案用紙の〔7〕の下のマーク欄に○を記入せよ。

〔7〕 次の文章Ⅰおよび文章Ⅱを読み、問1～問5に答えよ。

(文章Ⅰ)

細胞中には核酸という高分子化合物が存在しており、遺伝情報の伝達に中心的な役割を果たしている。核酸は、塩基、五炭糖(ペントース)、リン酸からなるヌクレオチドどうしが多数重合したポリヌクレオチドであり、DNAとRNAの2種類がある。五炭糖は、DNAでは〔ア〕、RNAでは〔イ〕である。DNAとRNAは、それぞれ4種類の塩基を含み、そのうち3種類は両者で共通であるため、DNAとRNAを合わせて5種類の塩基がある。塩基部分の構造を図1の(a)~(e)に示す。DNAはポリヌクレオチド鎖どうしが塩基対を形成し、〔ウ〕構造をとっている。図2に塩基(a)アデニンと(c)の間で形成される塩基対を示した。図2中の点線は塩基間で形成される〔エ〕結合を示している。

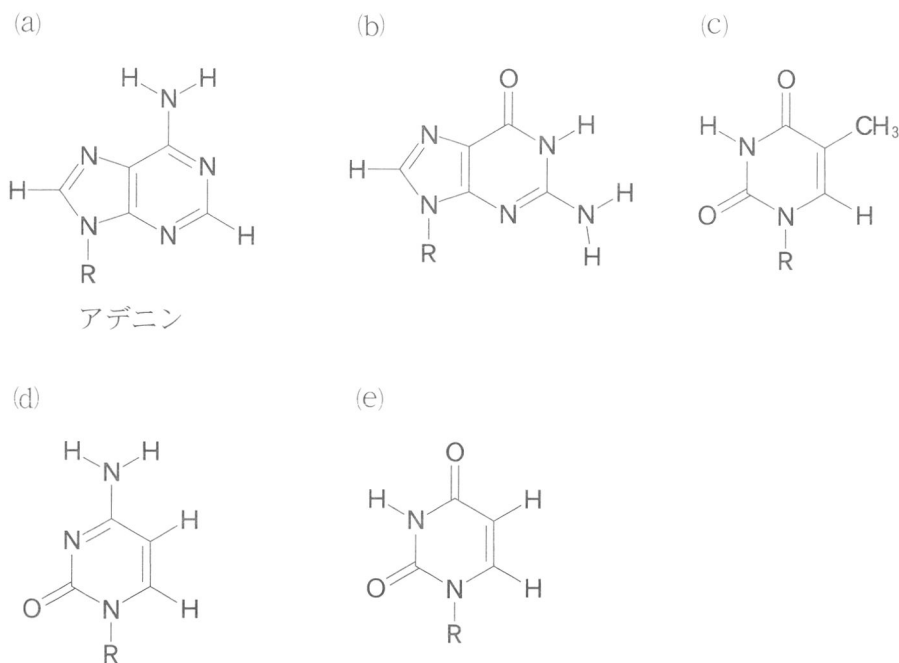


図1 核酸に存在する5種類の塩基部分の構造(Rは五炭糖を示す)

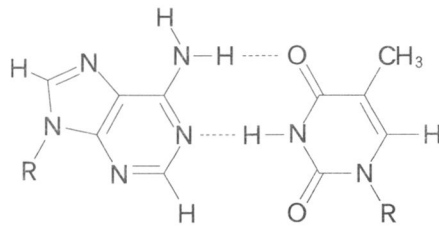


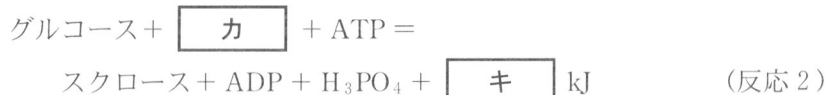
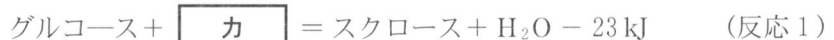
図2 塩基(a)と(c)間の塩基対構造

(文章Ⅱ)

生物が活動し生命を維持してゆくために必要なエネルギーは、外部から取り入れた栄養分を化学反応で小さな分子に分解することによって得られている。このように、外から取り入れた栄養分などの生体物質を分解する反応は **オ** とよばれる。多くの動植物が行う好気呼吸の材料には一般的に糖(主にグルコース)が使われる。この過程は発熱反応であり、得られるエネルギーをATPに化学エネルギーとして貯蔵する。これらの反応は次のように表される。



ATPは、筋収縮、物質輸送や合成、情報伝達などに利用され、エネルギーの貯蔵、伝達、および変換の仲立ちをしている。例えば、サトウキビやテンサイ(ビート、サトウダイコン)に豊富なスクロースは、グルコースと **カ** が脱水縮合した二糖類であるが、植物体内においては、以下の反応1のような合成反応は単独では起こらず、反応2のようにATPを用いて生合成される。



問 1 文章Ⅰおよび文章Ⅱ中の **ア** ～ **カ** に適切な語句を記せ。

問 2 文章Ⅱ中の **キ** に入る適切な数値を記せ。

問 3 塩基(c)以外にも、塩基(a)と塩基対を形成できるものがある。(a), (b), (d), (e)の中から1つ選び、記号で記せ。

問 4 下線部に関して、反応1でスクロースの合成は起こらずに、反応2によってスクロースが生合成される理由を90字以内で説明せよ。

問 5 ATPはRNA合成の材料でもある。図3に示したATPのどの部分がRNA構造に取り込まれるか。図中のA～Eから選び、記号で答えよ。

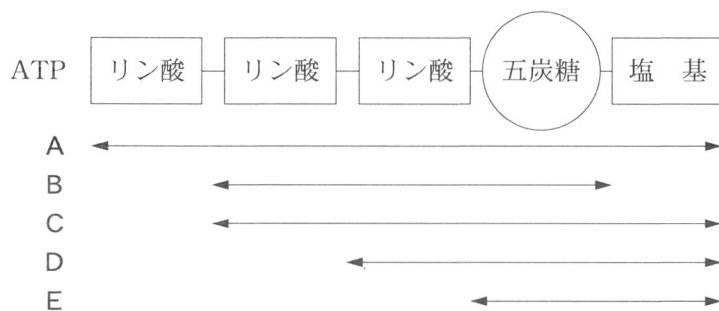


図3