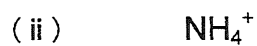
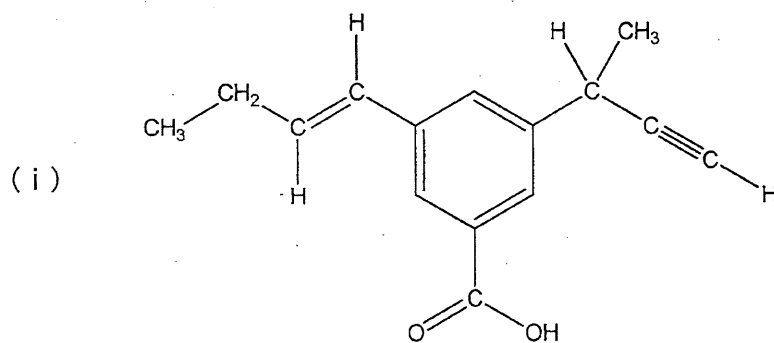


化学 I ・ 化学 II

「解答上の注意」

- 各問の解答は、解答用紙の指定されたところに記入せよ。必要ならば、原子量は次の値を用いよ； H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0, Br = 79.9。
- 第 4 問は、問 1 が共通問題で、問 2 と問 3 は選択問題である。選択問題は、いずれか一つだけを選び、解答すること。問 2 と問 3 の両方を解答した場合は、選択問題のいずれも採点の対象にならないので注意すること。
- 構造式は下記の例 (i)、イオン式は下記の例 (ii) にならって記せ。



第1問

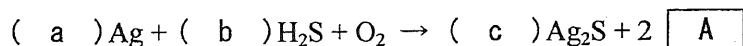
次の文章は、銀に関する記述である。問1～問4に答えよ。

銀の元素記号は「Ag」であり、これはラテン語の *argentum* やギリシャ語の *argyros* (「白く輝く」や「明るい」という意味) に基づく。①銀は、熱伝導性と電気伝導性がいずれも金属中で最も大きく、その電気伝導性を活かして電線や電気接点の材料として利用されている。さらに、銀白色の美しい金属光沢を示すので、古くから装飾品や食器にも利用されている。②銀の装飾品や食器は長期間保存していると表面が黒ずんでくるため、こまめに手入れをする必要がある。

問1 銀の原子量は 107.87 であり、自然界には $^{107}_{47}\text{Ag}$ と $^{109}_{47}\text{Ag}$ の同位体がある。 $^{107}_{47}\text{Ag}$ と $^{109}_{47}\text{Ag}$ の存在比(%)を求め、小数第1位まで記せ。なお、 $^{107}_{47}\text{Ag}$ と $^{109}_{47}\text{Ag}$ の相対質量をそれぞれ 106.91 と 108.90 とする。

問2 銀は下線部①の特徴をもっている。一般に金属は電気を導く性質をもっているが、この金属の電気伝導性は何に起因するか。適切な語句で答えよ。

問3 下線部②の現象の原因として、銀と空気中に含まれる硫化水素および酸素との反応が考えられる。以下の反応式の $\boxed{\text{A}}$ に適切な化学式を記し、(a) ～(c)に適切な係数を記せ。



問4 AgSAg という仮想的な分子を考えると、次の(1)および(2)に答えよ。ただし、Agには問1に示した2種の同位体が存在し、Sには ${}^{32}_{16}\text{S}$ 、 ${}^{33}_{16}\text{S}$ 、 ${}^{34}_{16}\text{S}$ 、 ${}^{36}_{16}\text{S}$ の4種の同位体が存在する。また、 ${}^{107}\text{AgS}^{109}\text{Ag}$ と ${}^{109}\text{AgS}^{107}\text{Ag}$ は同一の分子である。

(1) AgSAgについて、同位体の組み合わせが何種類あるか答えよ。

(2) 中性子数の和が140のAgSAgをすべて記せ。なお、下の記入方法に従い構成原子にそれぞれ質量数を明記すること。

記入方法： ${}^{\text{質量数}}\text{Ag} {}^{\text{質量数}}\text{S} {}^{\text{質量数}}\text{Ag}$

第2問

次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

酸素 O_2 は、乾燥空気の体積の約 (A) % を占める気体である。酸素は、実験室においては (B) の水溶液に触媒として (C) を加えるか、または、
① (C) を触媒として、塩素酸カリウムを加熱することによって得られる。酸素の (D) にはオゾンがあり、②オゾンは幾つかの方法によって発生させることができる。オゾンの確認方法の一つとして、③湿ったヨウ化カリウムデンプン紙を用いる方法がある。

一方、酸素は多くの金属と酸化物を作る。身近なところでは鉄の赤さびがある。これは赤褐色の酸化物であり、この酸化物における鉄の酸化数は (E) である。また、亜鉛の酸化物は、酸とも塩基とも反応するので (F) 酸化物とよばれる。

問1 (A) にあてはまる適切な数値を以下のア～オの中から一つ選び、記号で記せ。

ア 10 イ 15 ウ 20 エ 25 オ 30

問2 (B) と (C) のそれぞれにあてはまる適切な化学式を、また、(E) にあてはまる適切な数値を記せ。

問3 (D) と (F) のそれぞれにあてはまる適切な語句を記せ。

問4 下線部①について、反応が終了したとき、酸素の他に生成する物質を化学式で記せ。

問5 下線部②に関連して、オゾンが発生させる方法を以下のア～オの中からすべて選び、記号で記せ。

- ア 次亜塩素酸ナトリウム水溶液に塩酸を加える。
- イ 酸素に強い紫外線を照射する。
- ウ フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて加熱する。
- エ 水にリチウムを加える。
- オ 乾燥した酸素中で放電する。

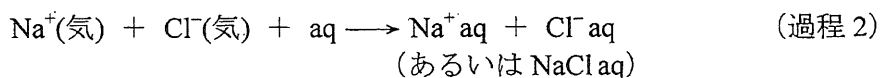
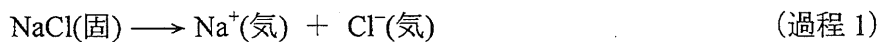
問6 下線部③について、湿ったヨウ化カリウムデンプン紙のどのような視覚的な変化からオゾンの存在を確認することができるか。起こる変化を具体的に解答欄の「ヨウ化カリウムデンプン紙」に続けて10字以内で記せ。ただし、句読点は文字数に含めないものとする。

第3問

次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

物質 1 mol を多量の溶媒に溶かしたときに出入りする熱量を溶解熱という。水への溶解熱は、物質により正の値をとる場合と負の値をとる場合がある。たとえば、水酸化ナトリウムでは 45 kJ/mol, 塩化ナトリウムでは -3.9 kJ/mol, 硝酸カリウムでは -35 kJ/mol である。これらの値より、水酸化ナトリウムの水への溶解は熱の (A) をともない、硝酸カリウムの場合は熱の (B) をともなうといえる。

物質が水に溶解するときの熱の出入りは二つの状態変化にわけて考えることができる。一つは物質がバラバラの気体状態の分子やイオンなどになる変化であり、この過程は熱の (C) をともなう。もう一つは分子やイオンなどに水分子が結びつく (D) とよばれる変化であり、この過程は熱の (E) をともなう。塩化ナトリウムの水への溶解は、塩化ナトリウムが気体状態のナトリウムイオンと塩化物イオンに電離する過程 (過程 1) と、電離した各イオンが (D) イオンとなる過程 (過程 2, 式中の aq は多量の水を表す) にわけることができる。



図に示すように、溶解熱は過程 1 と過程 2 の反応熱の大きさにより決まる。

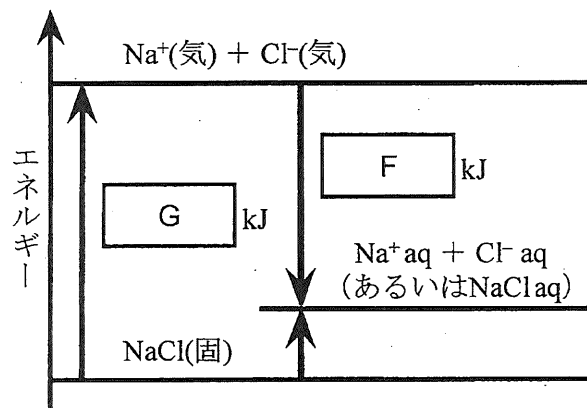


図 塩化ナトリウムの溶解過程と反応熱の関係

問1 次の(1)および(2)に答えよ。

(1) (A), (B), (C), (E) にあてはまる適切な語句の組み合わせを以下のア～エから選び、記号で記せ。

ア A: 発生 B: 吸収 C: 発生 E: 吸収

イ A: 発生 B: 吸収 C: 吸収 E: 発生

ウ A: 吸収 B: 発生 C: 発生 E: 吸収

エ A: 吸収 B: 発生 C: 吸収 E: 発生

(2) (D) にあてはまる適切な語句を以下のア～エから選び、記号で記せ。

ア 加水分解 イ 中和 ウ 水和 エ 乳化

問2 次の(1)および(2)に答えよ。

(1) 塩化ナトリウムの水への溶解の熱化学方程式を記せ。

(2) 図の および に入る数値を求め、小数第1位まで記せ。ただし、気体状態のイオンに水分子が結びつく際の反応熱は、ナトリウムイオンが 420.8 kJ/mol、塩化物イオンが 362.8 kJ/mol とする。

問3 25.0°C の純粋な水酸化ナトリウム 4.0 g を 25.0°C の水に溶かして 500 g の水酸化ナトリウム水溶液を調製した。この時、溶解後の水溶液の温度を求め、小数第1位まで記せ。ただし、水溶液の比熱（水溶液 1 g の温度を 1°C 上げるために必要な熱量）は 4.2 J/(g・°C) とする。また、溶解にともない出入りした熱はすべて水溶液の温度変化に使われるものとし、その他の熱、たとえば、^{かくはん}攪拌により発生する摩擦熱などは水溶液の温度変化には使われないものとする。

第4問

問1は共通問題で、問2と問3は選択問題である。問1および問2、または問1および問3に答えよ。問2と問3の両方を解答した場合は、選択問題のいずれも採点の対象にならないので注意すること。

問1（共通問題）

C, H, O からなる1価カルボン酸 A を用いていくつかの実験を行い、次の結果 (a)～(c) を得た。これらの結果をもとに、次の(1)～(3)に答えよ。

結果 (a) 0.500 mol/l の水酸化ナトリウム水溶液 20.0 ml に 86.0 mg のカルボン酸 A を溶解して、無色透明な溶液を得た。この溶液にフェノールフタレイン溶液を1滴加えると、溶液が赤色になった。さらに、この赤色の溶液に①0.500 mol/l の塩酸を少しずつ加えたところ、18.0 ml 加えたときに溶液の色が無色になった。

結果 (b) 17.2 mg のカルボン酸 A を完全燃焼させると、二酸化炭素が 35.2 mg, 水が 10.8 mg 得られた。

結果 (c) ②カルボン酸 A のエタノール溶液に微量の硫酸を加えて加熱すると化合物 B が得られた。③この化合物 B に室温で臭素水を加えよく振り混ぜると、臭素の色が消えた。化合物 B と臭素が反応して得られる化合物 C の分子量はカルボン酸 A の分子量より 187.8 大きい。カルボン酸 A は不斉炭素原子をもたないが、化合物 C は不斉炭素原子を二つもつ。

(1) 結果 (a) について、次の(i)および(ii)に答えよ。

(i) カルボン酸 A の分子量を求め、小数第 1 位まで記せ。

(ii) 下線部①で、塩酸を加えるのに最も適した実験器具を以下のア～エから選び、記号とその器具名を記せ。



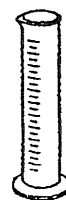
ア



イ



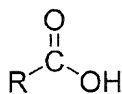
ウ



エ

(2) 結果 (c) について、次の(i)および(ii)に答えよ。

(i) カルボン酸 A を下図の構造式で表すとき、下線部②の操作で得られる化合物 B の構造式を「解答上の注意」にならって記せ。ただし、R はカルボン酸のカルボキシル基以外の部分を示すが、解答の際はそのまま用いること。

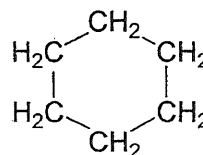


(ii) 下線部③に示す現象をおこす化合物を以下のア～エから選び、その記号を記せ。

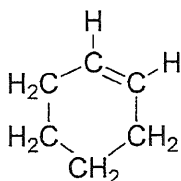
ア



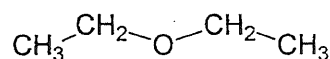
イ



ウ



エ



(3) カルボン酸 A に関する次の(i)～(iii)に答えよ。

(i) カルボン酸 A の組成式を記せ。

(ii) カルボン酸 A の分子式を記せ。

(iii) 結果 (a)～(c) に適合するカルボン酸 A として、二つの化合物が存在する。これら二つの化合物の構造式を「解答上の注意」にならって記せ。

問 2 (選択問題) 本問を選択した場合は、解答用紙 (その 5) の問題選択欄の問 2 に○を記すこと。

次の文章を読み、(1)～(3)に答えよ。

カビ、酵母、細菌などの微生物は、糖類あるいはタンパク質などの有機化合物を分解して増殖に必要なエネルギーを得ている。この分解で、生成物が人間にとって有用な場合を (A)、有害であったり悪臭を放ったりする場合を腐敗とよんでいる。ブドウ酒製造の場合、酵母はブドウ果汁中に含まれる①グルコースやフルクトースなどの単糖類を分解してエタノールと二酸化炭素を生産する。これをアルコール (A) という。清酒やビールの醸造のようにデンプンを原料として用いる場合には、アルコール (A) をおこなう前にカビなどに含まれるアミラーゼやマルターゼなどの (B) を用いて②デンプンをグルコースに加水分解しておく必要がある。アルコール飲料の製造以外にも微生物は古くから人間の役にたってきた。たとえば、酢酸菌はエタノールを酢酸に酸化する能力を持つために食酢の製造に、また、乳酸菌は牛乳中に存在する二糖類を分解して乳酸を生産できるのでヨーグルトの製造に用いられている。

- (1) 単糖類、二糖類、デンプンの分子式を記せ。また、二糖類のなかで、還元性を示す糖、示さない糖の名前をそれぞれ一つずつ記せ。
- (2) 下線部①と②に示される反応の化学反応式を記せ。
- (3) (A) および (B) のそれぞれにあてはまる適切な語句を記せ。

問3 (選択問題) 本問を選択した場合は、解答用紙(その5)の問題選択欄の
問3に○を記すこと。

次の文章を読み、(1)～(4)に答えよ。

生物の生命活動と地球表層の物質循環は深いかかわりを持っている。植物は、光のエネルギーを利用して空気中の二酸化炭素を固定し、グルコースやフルクトースなどの単糖類、二糖類やデンプンなどの多糖類をつくることができる。グルコースが、二酸化炭素と水に完全に分解されるときに発生する熱は、生物の増殖や生命維持に利用される。一方、酵母のようにグルコースをエタノールと二酸化炭素に分解するとき発生する熱を利用して増殖できる微生物も存在している。植物は、根から吸収したアンモニウムイオンと炭素化合物から、生育に必要なアミノ酸などの窒素を含む有機化合物を合成する。さらに、アミノ酸どうしの脱水縮合により(A)結合が形成され、タンパク質が合成される。植物、草食動物、肉食動物などの生物が死ぬと、各生物体を構成していた窒素を含んだ有機化合物は、主に土壌細菌の作用によって分解されアンモニウムイオンを生成する。土壌中には、アンモニウムイオンを亜硝酸イオンへ、また、亜硝酸イオンを硝酸イオンへ酸化する細菌が存在している。さらに、空気中の窒素をアンモニウムイオンへ、また、硝酸イオンを窒素に還元する細菌も存在し、地球表層の窒素循環に重要な役割をはたしている。

- (1) 単糖類、二糖類、デンプンの分子式を記せ。また、二糖類のなかで、還元性を示す糖、示さない糖の名前をそれぞれ一つずつ記せ。
- (2) グルコースおよびエタノールの燃焼熱はそれぞれ 2820 kJ/mol および 1368 kJ/mol である。グルコースおよびエタノールの燃焼の熱化学方程式を記せ。
- (3) (A) にあてはまる適切な語句を記せ。
- (4) 亜硝酸イオンのイオン式を「解答上の注意」にならって記せ。