

札幌医科大学 一般 前期
理科問題紙

平成 23 年 2 月 25 日

自 13 : 50

至 15 : 50

答案作成上の注意

1. 理科の問題紙は 1 から 20 までの 20 ページである。
2. 解答用紙は、生物 ⑦，⑧，化学 ⑨，⑩，物理 ⑪，⑫，⑬ の 7 枚である。
3. 生物，化学，物理のうち 2 科目を選択しなければならない。
4. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に書かなければならない。
5. 試験開始後 30 分以内に選択する科目を決定しなければならない。
6. 問題紙，草案紙は持ち帰ること。

化 学

必要があれば原子量は次の値を用いよ。

H : 1.00, C : 12.01, N : 14.01, O : 16.00, Na : 22.99, K : 39.10, S : 32.07,
Mn : 54.94, Fe : 55.85

1 酸化-還元滴定に関する次の文章を読み、下の問1～問5に答えよ。

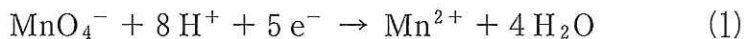
過マンガン酸カリウム(KMnO_4)はしばしば酸化-還元滴定の酸化剤として用いられているが、市販されている過マンガン酸カリウム試薬が十分に高純度ではないなどの理由から、正確にはかりとって溶液を調製しても標準溶液として用いることはできない。

シュウ酸ナトリウム($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$)は還元剤で、日本工業規格(JIS)で一次標準物質とされている。十分に乾燥したシュウ酸ナトリウムの純度は99.95%以上であることから、これを100%と見なしてよい。

濃度既知のシュウ酸ナトリウム標準溶液を過マンガン酸カリウム溶液で滴定することによって、正確な過マンガン酸カリウム溶液濃度を知ることができる。

一方、モール塩は、鉄(II)の塩の中では空気中で最も安定なものの一つとして知られている。モール塩を含む化合物を、濃度既知の過マンガン酸カリウム溶液で滴定してその純度を求めることができる。

問1 過マンガン酸イオン(MnO_4^-)は酸化剤で、強い酸性の溶液中では以下のように反応する。



シュウ酸イオン($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)は還元剤として働き、以下のように反応する。



1. 過マンガン酸カリウムとシュウ酸ナトリウムの硫酸酸性溶液中での酸化-還元反応式を示せ。
2. 下線をほどこした元素の酸化数を示せ。

(ア) Mn O_4^- (イ) Mn $^{2+}$ (ウ) C $_2\text{O}_4^{2-}$ (エ) C O_2

- 問 2 数回目の繰り返し実験を開始した。加熱を終えた溶液を滴定したところ、以前の反応とは明らかに異なり、溶液が茶色に濁ってしまった。
1. この原因について考察せよ。
 2. 濁りは溶液中に何が生じたためと考えられるか、化合物名で答えよ。
- 問 3 シュウ酸ナトリウムを $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ で 1 時間加熱し、室温まで放冷した試薬 3.3 グラムを精密天秤で秤量した結果、3.3060 グラムであった。これをメスフラスコに入れ、純水に溶かして正確に 500 ml とした。このシュウ酸ナトリウム溶液の濃度 (mol/l) を小数点第 4 位まで求めよ (小数点第 5 位を四捨五入せよ)。
- 問 4 上記のシュウ酸ナトリウム標準溶液を用いて、あらかじめ調製しておいた濃度約 0.02 mol/l の過マンガン酸カリウム溶液の滴定を行った。シュウ酸ナトリウム溶液 10.00 ml に 9 mol/l 硫酸 5 ml と純水を 35 ml 加えた溶液を沸騰直前にまで加熱し、過マンガン酸カリウムで滴定したところ、終点までには 10.12 ml の過マンガン酸カリウム溶液を要した。
1. 滴定の終点はどのような色の変化で認知されるか、説明せよ。
 2. 過マンガン酸カリウム溶液の濃度 (mol/l) を小数点第 4 位まで求めよ (小数点第 5 位を四捨五入せよ)。
- 問 5 硫酸アンモニウム鉄(II)六水和物 $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、モール塩と呼ぶ)を含む試料を 4.110 グラム採取し、希硫酸に溶かして正確に 100 ml とした。この溶液をピペットで 10.00 ml 採取し、上記の過マンガン酸カリウム溶液で滴定したところ、終点までに 9.81 ml を必要とした。
1. 滴定の進行にともなう鉄の酸化数の変化を示し、過マンガン酸カリウム 1 分子は、何原子の鉄イオンを酸化するか答えよ。
 2. 試料中のモール塩の含有率を求めよ。答は小数点第 2 位を四捨五入せよ。

2

原子に関するつぎの文章を読み、下記の問1～問7に答えよ。

原子は、電子と原子核から構成されている。原子核は電荷を持つ陽子と電荷を持たない中性子からできている。両者の質量はほぼ同じであり、電子の(ア)倍である。原子核中の陽子の数は元素ごとに決まっていて、この数を(イ)といい、陽子と中性子の数の合計を(ウ)という。同じ元素であっても中性子の数が異なる原子のことをお互いに(エ)であるという。(エ)の中で放射能を持つものを(オ)といい年代測定に用いることがある。原子核の周りの電子は、いくつかの電子殻を形成する。電子殻は原子核に近いものから順に、K殻、L殻、M殻、N殻と呼ばれている。それぞれの電子殻に収容できる電子の最大数は、原子核に近いものから順に、(カ)、(キ)、(ク)、(ケ)である。電子は、原則として最も内側の殻から順に満たされてゆく。電子がいっぱいになった電子殻を(コ)という。元素の性質は電子配置の影響を強く受ける。原子から1個の電子を引き離すのに必要なエネルギーや原子が①電子1個を取り込み1価の陰イオンになるときに放出するエネルギー②は、最外殻電子(価電子)の数とともに変化し周期性が見られるため、価電子が同じ元素を(サ)と呼ぶ。

問1 本文中の空欄(ア)～(サ)に適切な語句あるいは数字を入れ、文章を完成せよ。

問2 塩素とカリウムの電子配置を例にならって示せ。(例) Be(K2L2)

問3 同じ電子配置を持っている S^{2-} 、 Cl^{-} 、 K^{+} 、 Ca^{2+} 、 Sc^{3+} のイオンの中から最もイオン半径の大きいものを選び、その理由を記せ。

問4 S、Cl、K、Ca、Scのなかで最も原子半径が大きいものを選び、その理由を記せ。

問 5 カリウムには(オ)の ^{40}K が微量(0.012%)含まれている。 ^{40}K は放射線を放出しながら12億年でその半分が他の元素になる。そのうち11%は ^{40}Ar で89%は ^{40}Ca である。ある鉱石を分析した結果、その中には39.1gのカリウムと0.000887lのアルゴンが含まれていることが明らかになった。この鉱石は何年前に固化したものか答えよ(計算の過程も記せ)。

問 6 ①をなんというか。またS, Cl, Ar, K, Ca, Scのなかで①が最も小さいものを選び記せ。

問 7 ②をなんというか。またS, Cl, Ar, K, Ca, Scのなかで②が最も大きいものを選び記せ。

3 エステルに関する次の文章を読んで問 1～問 10 に答えよ。

一般にオキシ酸とアルコールが (A) 反応して生成した物質をエステルという。このうち炭素のオキシ酸の誘導体である高級カルボン酸と高級一価アルコールおよび多価アルコールとのエステルは動植物に豊富に分布している。⁽¹⁾
また、⁽²⁾多価アルコールの硝酸エステルは古くから (B) などの原料として文明の発達に寄与し、また医薬品や化粧品として活用されてきた。一方、生体内ではアルコール類のリン酸エステルが高分子物質として重要な生理機能を果たしている。⁽³⁾更に、近年ではエステル性の高分子化合物は繊維として、あるいは高級アルコールの硫酸エステルの塩は (C) として、日常生活で盛んに用いられている。⁽⁴⁾⁽⁵⁾

問 1 (A) , (B) , (C) に適切な語をあげよ。

問 2 下線部(1)の動植物に豊富に存在する高級一価アルコールおよび多価アルコールとのエステルの名称をそれぞれ一つずつあげよ。

問 3 カルボン酸とアルコールのエステルで、同一平面上にあるすべての原子を構造式で示せ。

問 4 炭素数 n として飽和カルボン酸と飽和アルコールとのエステルの一般式を示せ。

問 5 下線部(2)の多価アルコールも含めて、下線部(2)の多価アルコールの名称を二つあげよ。

問 6 下線部(2)のエステルを作成する時には触媒を必要とする。アルコールの一般式(R-OH)を用いて下線部(2)のエステルを作成する時の反応式を触媒名と共に示し、このエステルの示性式を示せ。

- 問 7 下線部(3)の生体内高分子物質を一つあげよ。この物質のリン酸エステルは同一のリン酸基が二つのエステル結合でほかのアルコール性物質と結合する。アルコールを $R-OH$, $R'-OH$ としてこのリン酸エステルの示性式を示せ。
- 問 8 下線部(4)の繊維の名称を示せ。更に、この繊維は何をエステル化したものかその名称を記せ。
- 問 9 アルコールの一般式($R-OH$)を用いて下線部(5)のエステルの示性式を記せ。但し、陽イオンをナトリウムイオンとする。
- 問10 下線部(5)の塩は高級カルボン酸の塩と作用はよく似ているが、後者はその働きが制約される。この作用およびその制約を述べ、またその制約を生じる理由を簡潔に説明せよ。

9

見本

受 験 番 号	
理科で化学のほか に選択した科目	

1	問 1	1 反応式：	
	2	(ア)	(イ) (ウ) (エ)
	問 2	1	2
	問 3	mol/l	
	問 4	1 から	2 mol/l
	問 5	1 鉄の酸化数の変化 から KMnO ₄ 1 分子が酸化する鉄の原子数 個	2 含有率 %

2	問 1	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
		(オ)	(カ)	(キ)	(ク)
		(ケ)	(コ)	(サ)	
		塩 素		カリウム	
		問 2			
問 3	理由：				
問 4	理由：				
問 5					
問 6	①		原 子		
問 7	②		原 子		

10

見本

化学
解答用紙

受験番号	
理科で化学のほか に選択した科目	

3

問 1	(A)	(B)	(C)
問 2	一価アルコールとのエステル		多価アルコールとのエステル
問 3			
問 4			
問 5	名称(1)	名称(2)	
問 6			
問 7	名称	示性式	
問 8	繊維の名称	エステル化される原料	
問 9	示性式		
問 10	作用と制約：		
	理由：		