

平成25年度 一般採用試験前期

理科(化学)試験問題

(理 工 学 専 攻)

(注意)

試験時間中は、すべて試験係官の指示に従うこと。

(マークセンス注意)

- マークセンス問題解答用紙の注意事項を確認のうえ、例にならって氏名及び受験番号を解答用紙に必ず記入及びマークすること。

例 【氏名】防大 琢 【受験番号】神奈川理W1234 の場合

*氏名及び受験番号の記入について

	姓	名
フリガナ	ボウダイ	ナギサ
漢字	防大	渚

	受験地本名	専攻区分	番号
受験番号	神奈川	理	W1234

女子受験者について、番号のWはマークしなくてよい。

*受験番号等のマークについて

受 験 地 本 名	札幌: 01	福島: 10	専攻区分
	函館: 02	茨城: 11	
	旭川: 03	栃木: 12	
	帯広: 04	群馬: 13	
	青森: 05	埼玉: 14	
	岩手: 06	千葉: 15	
	宮城: 07	東京: 16	
	秋田: 08	神奈川: 17	
	山形: 09	新潟: 18	

番号			
0	0	0	0
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9

- Iの問題は、すべてマークシート解答用紙に解答すること。

- 解答方法は、択一式であり、設問ごとの指示に従い、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、問1で[1]と表示のある問題に対して③と解答する場合は、次の例のように問1、[1]の解答欄の(3)にマークすること。

例	解答マーク欄				
	問1 [1]	1	2	3	4

(記述式注意)

- IIの問題は、すべて記述式解答用紙に解答すること。
- 解答はすべて別紙解答用紙の定められた欄または枠内に記入すること。

正しく記入していない場合には採点されないので注意すること。

必要であれば、原子量は次の値を使うこと。

H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Na : 23.0, Mg : 24.3, S : 32.1, Cl : 35.5, Ca : 40.0,
Fe : 55.8, Cu : 63.6

1

I 次の設問 1 ~ 4 に答えよ。

問 1 元素や原子に関する記述として適切なものを、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [1] にマークせよ。

- ① 遷移元素の単体には、金属と非金属がある。
- ② 原子核中の中性子の数は、原子番号に等しい。
- ③ 窒素原子と水素原子の電気陰性度の差は、酸素原子と水素原子の電気陰性度の差より小さい。
- ④ 同一周期内の元素では、原子の第 1 イオン化エネルギーは 17 族元素が最も大きい。
- ⑤ ハロゲン元素の原子は電子親和力が小さく、陰イオンになりやすい。

問 2 結晶と化学結合に関する記述として適切なものを、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [2] にマークせよ。

- ① イオン結合からなる結晶を融解させると、電気伝導性を示す。
- ② 共有結合からなる結晶は、すべて電気伝導性を示す。
- ③ ナフタレンの結晶では、原どうしが自由電子によって結びつけられている。
- ④ 黒鉛では、多数の炭素原子がイオン結合で結びつけられている。
- ⑤ 分子結晶は、分子間にはたらく力が強いので、一般に融点が低い。

問 3 酸、塩基、およびそれらの反応に関する記述として適切なものを、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [3] にマークせよ。

- ① 酸性を示す物質は、赤色リトマス紙を青に変える。
- ② 水に酸を加えて水素イオン濃度を増加させても、水酸化物イオン濃度は変わらない。
- ③ アンモニアは分子内に水酸化物イオンをもたないので、その水溶液は塩基性を示さない。
- ④ 希硫酸の電離度は、希塩酸の電離度の約 2 倍である。
- ⑤ 水酸化バリウム水溶液に希硫酸を加えていくと、中和点では水に溶けているイオンの濃度が最小になる。

問4 物質の状態に関する記述として適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄〔4〕にマークせよ。

- ① 希薄な非電解質溶液の凝固点降下度は、溶液の質量パーセント濃度に反比例する。
- ② 固体を融解させると、密度は必ず増大する。
- ③ 外圧が一定なら、沸点における飽和蒸気圧は物質の種類によらず一定である。
- ④ 気液平衡の状態では、液相から気相および気相から液相への分子の移動はおこらない。
- ⑤ 液体が蒸発する時に吸収する熱量は、その蒸気が凝縮する時に放出する熱量より大きい。

II 以下の文章をよみ、次の設問1～3に答えよ。

物質を加熱したとき、物質が受け取るエネルギーを熱エネルギーといい、その量を熱量という。物質1gの温度を1K上げるために必要な熱量を(ア)という。(ア)が(イ)ほど、その物質は温まりにくく、冷めにくく。

化学反応にともなって出入りする熱量を反応熱という。一般に、化学反応式の右辺に反応熱を書き加えて、両辺を等号で結んだ式を(ウ)という。この式において、反応熱は(エ)のときには正の符号(+)を、(オ)のときには負の符号(−)をつける。

問1 (ア)～(オ)に当てはまる最も適切な語句を、下の①～⑧のうちから選び、解答欄に番号を記せ。

- ① 小さい
- ② 発熱反応
- ③ 大きい
- ④ 热化学方程式
- ⑤ 比熱
- ⑥ 热状態方程式
- ⑦ 吸熱反応
- ⑧ 伝導熱

問2 気体状態での水素分子(H-H)、塩素分子(Cl-Cl)、塩化水素分子(H-Cl)の結合エネルギーは、それぞれ436 kJ/mol, 243 kJ/mol, 432 kJ/molである。これらの値を用いて、塩化水素(气体)の生成熱を計算し、数値を記せ。

問3 二酸化炭素(气体)、水(液体)、エタノール(液体)の生成熱は、それぞれ394 kJ/mol, 286 kJ/mol, 278 kJ/molである。これらの値を用いて、エタノール(液体)の燃焼熱を計算し、数値を記せ。

2

I 次の設問1~4に答えよ。

問1 ハロゲンの単体および化合物に関する記述として適切なものを、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [5] にマークせよ。

- ① フッ化銀、塩化銀、臭化銀、ヨウ化銀のうち、水に溶けやすいのはヨウ化銀である。
- ② ハロゲンの単体は、いずれも常温・常圧で気体として存在する。
- ③ ヨウ素は水に溶けにくいが、ヨウ化カリウムは水に溶けやすい。
- ④ 塩化カリウム水溶液に臭素を加えると、塩素が気体として発生する。
- ⑤ 臭化水素酸は、ガラスを溶かす。

問2 次の中和滴定実験に関する文章をよみ、(ア)~(ウ)に当てはまるガラス器具の組合せとして適切なものを、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [6] にマークせよ。

食酢 10.0 mL を(ア)を用いて正確にはかり取り、(イ)に入れて、正確に 10 倍にうすめた。うすめた水溶液を再び(ア)を用いて正確に 10.0 mL はかり取り、コニカルビーカーに入れた。そこに指示薬を加え、(ウ)から 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下すると、7.00 mL を加えたところで指示薬が変色した。

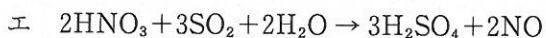
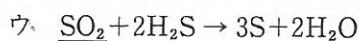
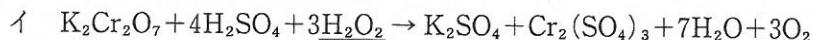
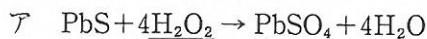
	(ア)	(イ)	(ウ)
①	駒込ピペット	メスフラスコ	ホールピペット
②	駒込ピペット	メスシリンダー	ビュレット
③	ホールピペット	メスフラスコ	ビュレット
④	ホールピペット	メスシリンダー	駒込ピペット
⑤	ビュレット	メスフラスコ	駒込ピペット

問3 無機化合物の工業的製法である接触法、オストワルト法およびハーバー・ボッシュ法の記述として適切なものを、下の①~⑤のうちから一つずつ選び、解答欄 [7]~[9] にそれぞれマークせよ。

接触法 [7]、オストワルト法 [8]、ハーバー・ボッシュ法 [9]

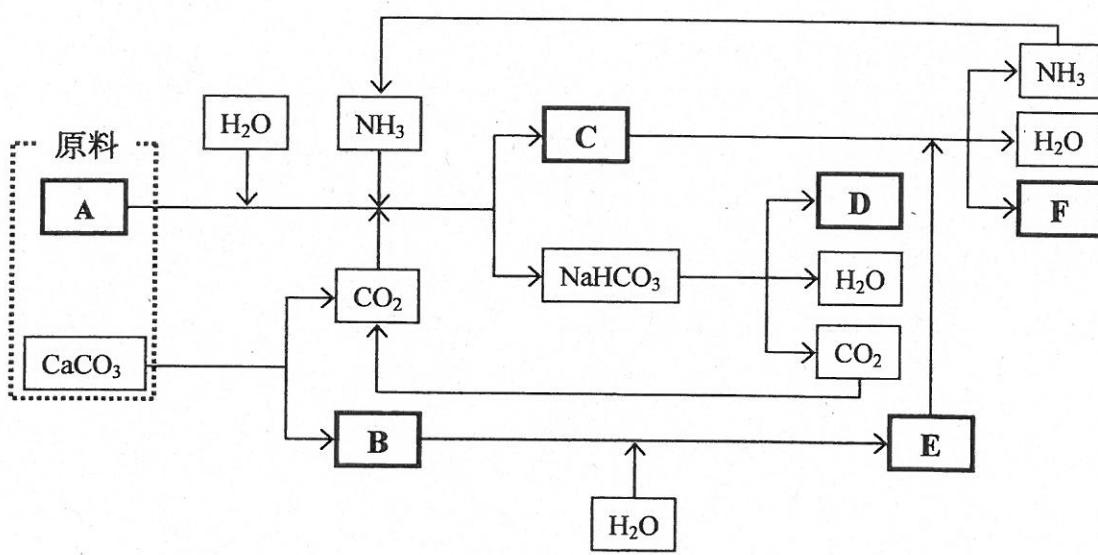
- ① 鉄を主成分とする触媒を用いて、窒素と水素を高温・高圧で直接反応させて合成する方法。
- ② 酸化バナジウムを触媒として、二酸化硫黄を三酸化硫黄に酸化したのち、これを水と反応させて合成する方法。
- ③ 電気分解を応用して、不純物を多く含む金属から純粋な金属を得る方法。
- ④ 白金を触媒として、アンモニアを一酸化窒素に酸化し、さらに二酸化窒素にしたのち、これを水と反応させて製造する方法。
- ⑤ アルミニウムの粉末と他の金属酸化物を混ぜて点火し、金属単体を遊離させる方法。

問4 次の反応ア～エにおいて、下線で示した化合物が酸化剤としてはたらいていると考えられるものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [10] にマークせよ。



- ① ア・イ ② イ・ウ ③ ウ・エ ④ ア・エ ⑤ ア・ウ

II 次に示したアンモニアソーダ法（ソルベー法）について、設問1と2に答えよ。



反応経路図

問1 A, B, C, F に当てはまる化合物を化学式で答えよ。

問2 反応経路図中のすべての反応が過不足なく進行し、420 kg の NaHCO_3 が生成したと仮定する。このとき、化合物 D と E および NH_3 は、それぞれ何 kg 生成するか計算せよ。

3

I 次の設問1～5に答えよ。

問1 一般に化学反応の速度定数は、温度が高くなるほど大きくなる。その理由として適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [11] にマークせよ。

- ① 生成物が増加する方向に平衡が移動する。
- ② 大きなエネルギーを持った反応物の粒子の数が増加する。
- ③ 活性化エネルギーが小さくなる。
- ④ 活性化エネルギーが大きくなる。
- ⑤ 反応熱が小さくなる。

問2 一般に化学反応の速度は、触媒を用いると速くなる。その理由として適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [12] にマークせよ。

- ① 生成物が増加する方向に平衡が移動する。
- ② 反応物の粒子どうしの衝突回数が増加する。
- ③ 異なる反応経路を通る。
- ④ 活性化エネルギーが大きくなる。
- ⑤ 反応熱が小さくなる。

問3 二酸化窒素は有色、四酸化二窒素は無色の気体である。これらの混合気体を密閉容器にとり、加熱すると気体の色は濃くなる。その理由として適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [13] にマークせよ。

- ① 温度を高くすると圧力が増加するため、それを打ち消す方向に平衡が移動する。
- ② 活性化エネルギーが小さくなる。
- ③ 吸熱反応がおこる。
- ④ 発熱反応がおこる。
- ⑤ 反応速度が速くなる。

問4 中和滴定の指示薬として、メチルオレンジやフェノールフタレインがよく用いられる。しかし、酢酸を水酸化ナトリウムで滴定するときにはメチルオレンジを使用しない。その理由として適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [14] にマークせよ。

- ① 酢酸の存在で、メチルオレンジの変色がわかりにくくなる。
- ② 酢酸の存在で、メチルオレンジの変色域が広くなる。
- ③ 酢酸の存在で、メチルオレンジの変色域が狭くなる。
- ④ 中和点のかなり前から色が変わる。
- ⑤ 中和点をかなり過ぎてから色が変わる。

問5 0.0400 mol/L の酢酸水溶液のpHは3.00であった。この場合の酢酸の電離定数に最も近い値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [15] にマークせよ。

- ① 2.5×10^{-5} mol/L ② 2.5×10^{-6} mol/L ③ 1.5×10^{-5} mol/L
- ④ 3.0×10^{-6} mol/L ⑤ 2.0×10^{-5} mol/L

II 化学で用いられる重要な基本定数を求めるため、次の(1)～(3)の実験を行った。それぞれの実験において、求めることができる定数の名称を記せ。また、実験結果から各定数の値を計算し、単位とともに記せ。数値は有効数字2桁で答えよ。ただし、実験誤差のため、計算値は必ずしも文献に示された値と一致するとは限らない。

- (1) X線を用いて鉄の結晶を調べたところ、体心立方格子で、その単位格子の体積は $2.40 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$ であった。また、この結晶の密度は 7.50 g/cm^3 であった。
- (2) マグネシウム 0.810 g を 1.00 mol/L の塩酸に入れ、マグネシウムがすべてなくなるまで反応させた。発生した気体をすべて水上置換でメスシリンダーに捕集し、体積をよみとったところ、 0.825 L であった。このとき、室温は 300 K 、大気圧は $1.02 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。
- (3) ステンレス板と銅板を硫酸銅水溶液につけて、乾電池の負極をステンレス板に、正極を銅板に接続し、1800秒間電気分解した。この間、平均 0.180 A の電流が流れた。ステンレス板上に析出した金属をすべてはがし、その質量を測定したところ、 0.106 g であった。

4

I 芳香族化合物に関する以下の文章をよみ、次の設問1～6に答えよ。

芳香族炭化水素に分類されるベンゼンを、混酸（濃硝酸と濃硫酸の混合物）と反応させると（ア）ができる。（ア）をスズと塩酸で還元した後、水酸化ナトリウム水溶液で処理すると、（イ）が生じる。

ベンゼン環の置換基として、メチル基が1個結合した化合物を（ウ），2個結合した化合物を（エ）という。（ウ）を触媒の存在下、酸素を用いて酸化すると（オ）をつくることができる。また、（エ）には、2個のメチル基の結合する位置により、（カ）種類の異性体が存在する。

問1 （ア）に当てはまる化合物名を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [16] にマークせよ。

- ① ベンゼンスルホン酸
- ② アセトアニリド
- ③ アニリン
- ④ サリチル酸
- ⑤ ニトロベンゼン

問2 （イ）に当てはまる化合物名を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [17] にマークせよ。

- ① ベンゼンスルホン酸
- ② アセトアニリド
- ③ アニリン
- ④ サリチル酸
- ⑤ ニトロベンゼン

問3 （ウ）に当てはまる化合物名を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [18] にマークせよ。

- ① フェノール
- ② ナフタレン
- ③ キシレン
- ④ トルエン
- ⑤ シクロヘキサン

問4 （エ）に当てはまる化合物名を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [19] にマークせよ。

- ① フェノール
- ② ナフタレン
- ③ キシレン
- ④ トルエン
- ⑤ シクロヘキサン

問5 （オ）に当てはまる示性式を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [20] にマークせよ。

- ① $C_6H_5OCH_3$
- ② $C_6H_5SO_3H$
- ③ C_6H_5OH
- ④ $C_6H_5NO_2$
- ⑤ C_6H_5COOH

問6 （カ）に当てはまる数字を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [21] にマークせよ。

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 5

II 以下の文章をよみ、次の設問1～4に答えよ

化合物A、化合物B、化合物Cは、炭素・水素・酸素からなり、すべて同じ分子式で表され、分子量は74であった。①2.96 mgの化合物Aを完全に燃焼させると、二酸化炭素が7.04 mg、水が3.60 mg生成した。化合物A、化合物B、化合物Cにナトリウムを加えると、化合物Bと化合物Cは水素を発生したが、化合物Aでは何もおこらなかった。この結果、②化合物Bと化合物Cは、同じ官能基を有する構造異性体であることがわかった。この官能基を有する構造異性体の中で、化合物Bは最も酸化されにくかった。また、化合物Cの脱水反応を行うと、③シス形とトランス形の異性体をもつ化合物の生成がみとめられた。

問1 下線部①より、化合物Aの組成式を求めよ。

問2 下線部②の官能基は何か。名称で記せ。

問3 化合物Bの構造式を示せ。

問4 下線部③の異性体の構造式をそれぞれ示せ。

防衛大学校本科第61期学生
一般採用試験（前期日程）第1次試験問題正誤表

専 攻	理工学
教 科	理科
科 目	化学

修正箇所	誤	正
試験問題		
8頁中の8 <input checked="" type="checkbox"/> ④ IIの1行目設問文	II 以下の文章をよみ、次の設問1～4に答えよ。 <u> </u>	II 以下の文章をよみ、次の設問1～4に答えよ。 <u> </u>