

2011 年度

## 理 科

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりである。

出題分野	頁	選 択 方 法
物 理	1～12	左の3分野のうちから2分野を選択し、 解答しなさい。
化 学	13～23	
生 物	24～38	

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の該当欄に下記のようにそれぞれ正しく記入し、マークせよ。

## ① 受験番号欄

受験番号を4ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する4ケタをマークせよ。(例)受験番号0025番→

0	0	2	5
---	---	---	---

と記入。

## ② 氏名欄 氏名・フリガナを記入せよ。

## ③ 解答分野欄

解答する分野名2つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークせよ。

5. 受験番号および解答する分野が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。

6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークせよ。


例えば 

15
----

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークせよ。薄いもの、不完全なものは解答したことにはならない。

(例)

解答番号	解 答 欄									
15	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

7. 解答を修正する場合は必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消すこと。鉛筆の色や消しくずが残ったり、のような消し方などをした場合は、修正したことにならない。
8. 解答をそれぞれの問題に指定された数よりも多くマークした場合は無解答とみなされる。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはならない。
10. 試験終了後、問題冊子および解答用紙を机上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

## 平成 23 年度 一般入学試験問題正誤表 [ 理 科 ]

## ( 化 学 )

頁	行	問題	誤	正
19	上から 7 行目	問 4	反応 A~F で, 下線部の化合物が酸化剤…	反応 A~F で, 下線部が酸化剤…

## ( 生 物 )

頁	行	問題	誤	正
31	下から 4 行目 以降	第 3 問 問 3	②双方の酵素活性が失われる。 ③一方の酵素活性が失われる。 ④一方の酵素活性がもう一方よりも高くなる。 ⑤一方の酵素活性がもう一方よりも低くなる。	②双方が酵素としての活性を失う。 ③一方が酵素としての活性を失う。 ④酵素 A の酵素活性が高くなる。 ⑤酵素 B の酵素活性が高くなる。
33	上から 2 行目	第 3 問 問 6	…, 血液型 A 型で正常である確率は…	…, 血液型 A 型であって, <u>かつ家系図に示されているように正常である確率は…</u>

# 化 学

(注意) 解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Br = 80, Ca = 40,

Cl = 35.5, Fe = 56, K = 39, Na = 23, Ne = 20,

S = 32

アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ ； $0^\circ\text{C}$ の絶対温度： $T = 273\text{ K}$

気体定数： $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

**第1問** 次の問1～5の各群には①～⑤の中に誤りを含む文が1つあるか、①～⑤の全てに誤りがないかのいずれかである。誤りがある場合はその文の記号(①～⑤)を、誤りがない場合は⑥を選べ。

問 1

1

- ① 酸化物イオンのイオン半径のほうがマグネシウムイオンのイオン半径よりも大きい。
- ② 一般に、イオン化エネルギーの小さな原子ほど陽性が強い。
- ③ 水分子や窒素分子の電子式には、ともに2組の非共有電子対が存在する。
- ④ エタノール、スクロースは非電解質である。
- ⑤ 原子核に中性子をもたない原子も存在する。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 2 2

- ① 溶液の温度が変わると、モル濃度の値も変化する。
- ② 質量パーセント濃度 25%，密度  $1.18 \text{ g/cm}^3$  の硫酸の質量モル濃度は  $3.4 \text{ mol/kg}$  である。
- ③  $5.16 \text{ g}$  のセッコウ ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ) を  $120 \sim 140 \text{ }^\circ\text{C}$  に加熱して、全て焼きセッコウとした。焼きセッコウの質量は  $4.08 \text{ g}$  である。
- ④ 硫酸銅(Ⅱ)  $\text{CuSO}_4$  (式量 160) の溶解度 ( $\text{g/水 } 100 \text{ g}$ ) は  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  で  $40.0$  である。硫酸銅(Ⅱ)五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  は  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  の水  $100 \text{ g}$  に  $80.6 \text{ g}$  まで溶ける。
- ⑤ 塩化ナトリウムとマルトースの混合物  $50 \text{ g}$  を分析したところ、20% の塩素が含まれていた。混合物に含まれるマルトースは  $33.5 \text{ g}$  である。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 3 3

- ① 標準状態において気体の密度を測定すると、水素の密度はネオンの密度の  $\frac{1}{10}$  である。
- ② 高圧では、実在気体の実測された体積は状態方程式による計算値に比べ小さくなる。
- ③  $-273 \text{ }^\circ\text{C}$  以下の温度は存在しない。
- ④ 圧力一定で、 $0 \text{ }^\circ\text{C}$  における物質  $n$  の気体の体積を  $V_0$  とすると、 $273 \text{ }^\circ\text{C}$  での気体の体積は  $2V_0$  と表せる。
- ⑤ 混合気体の平均分子量は、成分気体の分子量とそのモル分率の積の総和である。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 4 4

- ①  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \longrightarrow 2\text{HI}$  の反応で  $\text{H}_2$  が減少する反応速度は、 $\text{HI}$  が生成する反応速度の 2 倍である。
- ② 触媒を加えることによって活性化エネルギーは小さくなるが、反応熱は変化しない。
- ③ 正反応の活性化エネルギーを  $E$ 、反応熱を  $Q$  とすると、逆反応の活性化エネルギーは  $E + Q$  で表せる。
- ④ 発熱反応でも吸熱反応でも、反応物の温度を上げると反応速度は大きくなる。
- ⑤ 気体どうしの反応では、反応物の分圧が大きいほど、一般に反応速度も大きくなる。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 5 5

- ① セッケンの水溶液は弱塩基性を示す。
- ② アミノ基とカルボキシ基が同一の炭素原子に結合したアミノ酸を  $\alpha$ -アミノ酸という。
- ③ セルロースはヨウ素デンプン反応も還元作用も示さない。
- ④ 陽イオン交換樹脂に塩化ナトリウム水溶液を通すと、樹脂中の水酸化物イオンが塩化物イオンと交換する。
- ⑤ ポリ塩化ビニルやポリスチレンなどの熱可塑性樹脂は熱を加えると軟らかくなり、冷やすと硬くなる性質をもつプラスチックである。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

第2問 次の文章を読み、問い(問1～5)に答えよ。

炭酸ナトリウムの工業的製法であるソルベー法の優れた点は、副生成物を再利用できることである。

アの飽和水溶液にイを十分吸収させてからウを吹き込むと、エが生成するとともに、水に比較的溶けにくいオが沈殿する(反応1)。この沈殿を熱分解すると炭酸ナトリウムが得られる(反応2)。反応2で生成したウは回収され、反応1に再び利用されるが、不足分はカの熱分解でつくられる(反応3)。一方、反応3で生成したキに水を加えるとクが得られる(反応4)。そこで、イを反応1に再利用できるようにするため、反応5をおこなう。このように、イとウは回収して、原料として再利用できる。

問1 化合物ア、イ、ウとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから選べ。

ア:       イ:       ウ:

- ① アンモニア                      ② 一酸化炭素                      ③ 塩化ナトリウム
- ④ 酸素                              ⑤ 水酸化ナトリウム              ⑥ 水素
- ⑦ 二酸化炭素                      ⑧ 水

問2 二酸化炭素を発生しない反応を、次の①～⑥のうちから2つ選び、解答番号9の解答欄にマークせよ。

- ① 化合物オに塩酸を加える。
- ② 化合物カに塩酸を加える。
- ③ 化合物キにコークスを混ぜて強熱する。
- ④ 化合物クに硫酸を加える。
- ⑤ 炭酸ナトリウムに硫酸を加える。
- ⑥ 炭酸ナトリウムに二酸化ケイ素を加えて高温で融解する。

問 3 化合物イを回収するために、反応5で用いられる化合物を、次の①～⑦のうちからすべて選び、解答番号10の解答欄にマークせよ。

10

- ① ア    ② ウ    ③ エ    ④ オ    ⑤ カ    ⑥ キ    ⑦ ク

問 4 反応1から反応5を1つにまとめて得られる反応式での生成物は、炭酸ナトリウムと化合物ケである。化合物ケの記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから選べ。

11

- ① 酸性塩である。  
② 水溶液は中性を示す。  
③ 水に溶けにくい白色固体である。  
④ 強酸と反応し、二酸化炭素を発生する。  
⑤ ベーキングパウダーとして用いられる。  
⑥ 工業的には、塩化ナトリウム水溶液の電気分解により製造される。

問 5 この製法で10 kgの炭酸ナトリウムを製造するのに必要な化合物アの質量は何 kg か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。ただし、すべての反応は完全に進行するものとする。

12 kg

- ① 3.2    ② 5.5    ③ 7.0    ④ 9.4    ⑤ 11    ⑥ 14

第3問 次の反応A～Fについて、問い(問1～5)に答えよ。

- A : 硫酸で酸性にした過酸化水素水にヨウ化カリウム水溶液を加えた。  
B : 硫酸で酸性にした二クロム酸カリウム水溶液に過酸化水素水を加えた。  
C : 二酸化硫黄の水溶液に硫化水素水溶液を加えた。  
D : 過酸化水素水に二酸化硫黄を吹き込んだ。  
E : 硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液に二酸化硫黄の水溶液を加えた。  
F : 過酸化水素水に硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液を加えた。

問1 反応AおよびDの観測結果として最も適当なものを、それぞれ次の①～⑥のうちから選べ。

A :       D :

- ① 溶液が白く濁った。
- ② 反応中に気体が発生した。
- ③ 溶液の色が紫から無色に変化した。
- ④ 溶液の色が無色から褐色に変化した。
- ⑤ 溶液の色が赤橙色から暗緑色に変化した。
- ⑥ 反応の前後で、溶液の色に変化はなかった。

問2 反応Bにおいて、クロム原子の酸化数は反応の前後でどのように変化するか。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから選べ。

反応前 :       反応後 :

- ① +1                      ② +2                      ③ +3                      ④ +4
- ⑤ +5                      ⑥ +6                      ⑦ +7                      ⑧ +8



問 3 反応Cにおける二酸化硫黄の変化を、電子を含むイオン反応式で表すと、その左辺は次のようになる。  $\text{SO}_2 + a\text{H}^+ + b\text{e}^- \rightarrow$

係数 a と b の和として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから選べ。

17

- ① 1                      ② 2                      ③ 3                      ④ 4  
 ⑤ 5                      ⑥ 6                      ⑦ 7                      ⑧ 8

問 4 反応A～Fで、下線部の化合物が酸化剤として作用している反応を、次の①～⑥のうちからすべて選び、解答番号18の解答欄にマークせよ。

18

- ① A      ② B      ③ C      ④ D      ⑤ E      ⑥ F

問 5 濃度が不明の過酸化水素水の濃度を求めるため、以下の実験をおこなった。

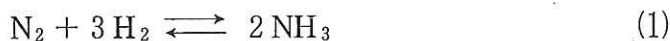
試料の過酸化水素水 20 mL をビーカーに取り、硫酸酸性とした。  $2.0 \times 10^{-2}$  mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を 18 mL 滴下したところで過酸化水素水が過不足なく反応した。過酸化水素水のモル濃度として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

19 mol/L

- ①  $3.6 \times 10^{-3}$                       ②  $7.2 \times 10^{-3}$                       ③  $9.0 \times 10^{-3}$   
 ④  $1.8 \times 10^{-2}$                       ⑤  $3.6 \times 10^{-2}$                       ⑥  $4.5 \times 10^{-2}$

第4問 次の文章を読み、問い(問1～4)に答えよ。

気体の窒素と水素からアンモニアが生成する反応は(1)式で表される。



この反応の平衡状態での各気体の分圧をそれぞれ  $p_{\text{N}_2}$ ,  $p_{\text{H}_2}$ ,  $p_{\text{NH}_3}$  とすると、圧平衡定数  $K_p$  は次のように表される。

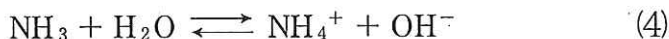
$$K_p = \frac{p_{\text{NH}_3}^2}{p_{\text{N}_2} \cdot p_{\text{H}_2}^3} \quad (2)$$

また、この反応の熱化学方程式は(3)式で表される。



工業的には、鉄を主成分とした触媒存在下、高温高压の条件でアンモニアが合成されている。

アンモニアを水に溶かすと、一部が(4)式のように電離し、電離平衡の状態となる。



問1 アンモニア分子の N-H 結合の結合エネルギーとして最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。ただし、水素分子および窒素分子の結合エネルギーは、それぞれ 436 kJ/mol, 946 kJ/mol である。

20
----

 kJ/mol

- ① 360      ② 376      ③ 391      ④ 737      ⑤ 1081      ⑥ 1173

問 2 (1)式の反応が平衡状態に達しているとき、次の①～⑥の操作を行なうと、平衡が生成物の方(右方向)に移動するのはどの場合か。次の①～⑥のうちからすべて選び、解答番号 21 の解答欄にマークせよ。

21

- ① 温度を一定に保ちながら、圧力を高くする。
- ② 圧力を一定に保ちながら、温度を高くする。
- ③ 温度と圧力を一定に保ちながら、ヘリウムガスを加える。
- ④ 温度と圧力を一定に保ちながら、触媒を加える。
- ⑤ 温度と体積を一定に保ちながら、水素ガスを加える。
- ⑥ 温度と体積を一定に保ちながら、ヘリウムガスを加える。

問 3 密閉容器に窒素分子 2.0 mol と水素分子 4.0 mol を加え、一定温度に保って反応させた。平衡に達した時、アンモニア 1.0 mol が生成し、容器内の全圧は  $2.0 \times 10^7$  Pa であった。このときの圧平衡定数  $K_p$  の値として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

22

 Pa<sup>-2</sup>

- ①  $5.0 \times 10^{-15}$
- ②  $2.7 \times 10^{-15}$
- ③  $1.0 \times 10^{-13}$
- ④  $5.4 \times 10^{-13}$
- ⑤  $4.4 \times 10^{-8}$
- ⑥  $8.8 \times 10^{-8}$

問 4 0.200 mol/L のアンモニア水の pH の値として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。ただし、アンモニアの電離定数  $K_b$  を  $2.00 \times 10^{-5}$  mol/L、水のイオン積  $K_w = 1.00 \times 10^{-14}$  mol<sup>2</sup>/L<sup>2</sup> とせよ。必要があれば次の数値を用いよ。

$$\log_{10} 2 = 0.30, \log_{10} 5 = 0.70$$

23

- ① 6.92
- ② 9.55
- ③ 10.3
- ④ 11.3
- ⑤ 12.4
- ⑥ 13.6

第5問 次の文章を読み、問い(問1～4)に答えよ。

ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて加熱すると、化合物Aが生成する。これに塩酸とスズを作用させた後、水酸化ナトリウムを加えると化合物Bが得られる。

ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱すると化合物Cが得られる。これを水酸化ナトリウムと混合して高温で融解すると化合物Dが生成する。化合物Dに高温高压下で二酸化炭素を反応させた後、希硫酸を加えると化合物Eが生成する。一方、室温で化合物Dの水溶液と二酸化炭素との反応をおこなうと化合物Fが得られる。

トルエンを穏やかに酸化すると化合物Gが得られる。これはさらに酸化され化合物Hになる。

問1 次の記述a～cに相当する化合物として最も適当なものを、それぞれ次の

①～⑦のうちから選べ。

a : 空気中に放置しておく、徐々に褐色になる。

24

b : 水に溶け、強い酸性を示す。

25

c : 臭素水を加えると、ただちに白色沈殿を生じる。

26

① A    ② B    ③ C    ④ E    ⑤ F    ⑥ G    ⑦ H

問2 無水酢酸と反応する化合物を、次の①～⑦のうちからすべて選び、解答番号27の解答欄にマークせよ。

27

① A    ② B    ③ C    ④ E    ⑤ F    ⑥ G    ⑦ H

問3 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体を発生する化合物を、次の①～⑦のうちからすべて選び、解答番号28の解答欄にマークせよ。

28

① A    ② B    ③ C    ④ E    ⑤ F    ⑥ G    ⑦ H

問 4 化合物Bの希塩酸溶液に0～5℃で亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、化合物Iが得られる。化合物Iの水溶液に化合物Dの水溶液を加えると化合物Jが生成する。これらの反応に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちからすべて選び、解答番号29の解答欄にマークせよ。

29

- ① 反応が完全に進行したとすると、化合物I 2.81 gから化合物Jが3.96 g生成する。
- ② 化合物Iの水溶液を加熱すると、分解してベンゼンが生成する。
- ③ 化合物Jは橙赤色の固体である。
- ④ 化合物Jの窒素の質量パーセントは14%である。
- ⑤ 化合物IとDの反応をジアゾカップリングという。
- ⑥ 化合物Iをアゾ化合物という。