

# 化学基礎・生物基礎 (100点 60分)

## 【注意事項】

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出題科目	ページ	選 択 方 法
化学基礎	3～15	左の2科目のうちから1つを選択し、 解答してください。
生物基礎	16～30	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不明瞭、ページの落丁・乱丁及び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てください。
- 4 解答用紙は、マーク用解答用紙と記述用解答用紙の2種類あります。(記述問題以外はマーク用解答用紙を使用してください。)

解答欄以外に次の記入欄があるので、監督者の指示に従って、それぞれ正しくマークまたは記入してください。※解答用紙の注意事項もよく読んでください。

### ■マーク用解答用紙

- ① 氏名欄：氏名を記入してください。
- ② 解答科目欄：解答する科目を一つ選んで( )内に記入し、さらにその下の○にマークしてください。マークされていない場合又は複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- ③ 受験番号欄：受験番号の下3桁を記入し、さらにその下の○にマークしてください。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ります。

### ■記述用解答用紙

- ① 解答科目欄：解答する科目に○をつけてください。
  - ② 受験番号欄：受験番号の下3桁を記入してください。正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
  - ③ 生年月日欄：生年月日を記入してください。
- 5 マーク問題の解答例：例えば、10 と表示のある問いに対して **Ⓒ** と解答する場合は、次の(例)のように解答番号10の **Ⓒ** にマークしてください。

(例)

解 答 番 号	解 答 欄
10	<input type="radio"/> a <input type="radio"/> b <input checked="" type="radio"/> c <input type="radio"/> d <input type="radio"/> e <input type="radio"/> f <input type="radio"/> g <input type="radio"/> h <input type="radio"/> i <input type="radio"/> j <input type="radio"/> k <input type="radio"/> l <input type="radio"/> m <input type="radio"/> n <input type="radio"/> o

- 6 問題冊子の余白等は適宜利用してかまいません。
- 7 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

# 化学基礎

解答箇所は  から  と  です。

以下の問題で解答のために必要があれば、次に示す値を用いなさい。

○1 mol の気体は、0 °C、 $1.01 \times 10^5$  Pa (1 atm) (標準状態) で 22.4 L の体積を占める。

○アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

○原子量：H = 1.0、He = 4.0、C = 12、N = 14、O = 16、F = 19、Ne = 20、  
Na = 23、Mg = 24、Al = 27、P = 31、S = 32、Cl = 35.5、  
Ar = 40、K = 39、Ca = 40、Mn = 55、Fe = 56

問題 1. 以下の問い (問 1 ~ 3) に答えなさい。[ 解答番号  ~  ]

問 1. ①~⑩の物質を、純物質からなる単体、純物質からなる化合物、混合物の 3 つに正しく分けたものはどれか。最も適当なものを、次の a ~ h のうちから一つ選びなさい。

- ① シュウ酸    ② 鉄    ③ せっけん水    ④ グルコース  
⑤ 塩酸    ⑥ 黒鉛    ⑦ 過酸化水素水    ⑧ ネオン  
⑨ 赤リン    ⑩ 塩化カルシウム

	純物質からなる 単体	純物質からなる 化合物	混合物
a	② ④ ⑧	① ③ ⑥ ⑩	⑤ ⑦ ⑨
b	② ⑥ ⑧	④ ⑤ ⑨ ⑩	① ③ ⑦
c	④ ⑥ ⑨	② ⑧ ⑩	① ③ ⑤ ⑦
d	② ⑥ ⑨	① ④ ⑤	③ ⑦ ⑧ ⑩
e	① ② ⑥ ⑧	④ ⑤ ⑩	③ ⑦ ⑨
f	② ③ ⑥ ⑧	① ④ ⑩	⑤ ⑦ ⑨
g	① ② ⑤ ⑧	④ ⑥ ⑩	③ ⑦ ⑨
h	② ⑥ ⑧ ⑨	① ④ ⑩	③ ⑤ ⑦

問 2. ①～④の物質の組合せのうち、互いに同素体であるものと互いに同位体であるものはどれか。最も適当なものを、次の a～①のうちから一つ選びなさい。

2

- ①  $O_2$  と  $O_3$     ②  $^{28}_{14}Si$  と  $^{32}_{16}S$     ③ 鉛と黒鉛    ④ 重水素と三重水素

	互いに同素体	互いに同位体
a	①	②
b	①	③
c	①	④
d	②	①
e	②	③
f	②	④
g	③	①
h	③	②
i	③	④
j	④	①
k	④	②
①	④	③

問 3. 次の元素の組合せのうち、炎色反応を示すものとして正しいものはどれか。最も適当なものを、次の a～eのうちから一つ選びなさい。

3

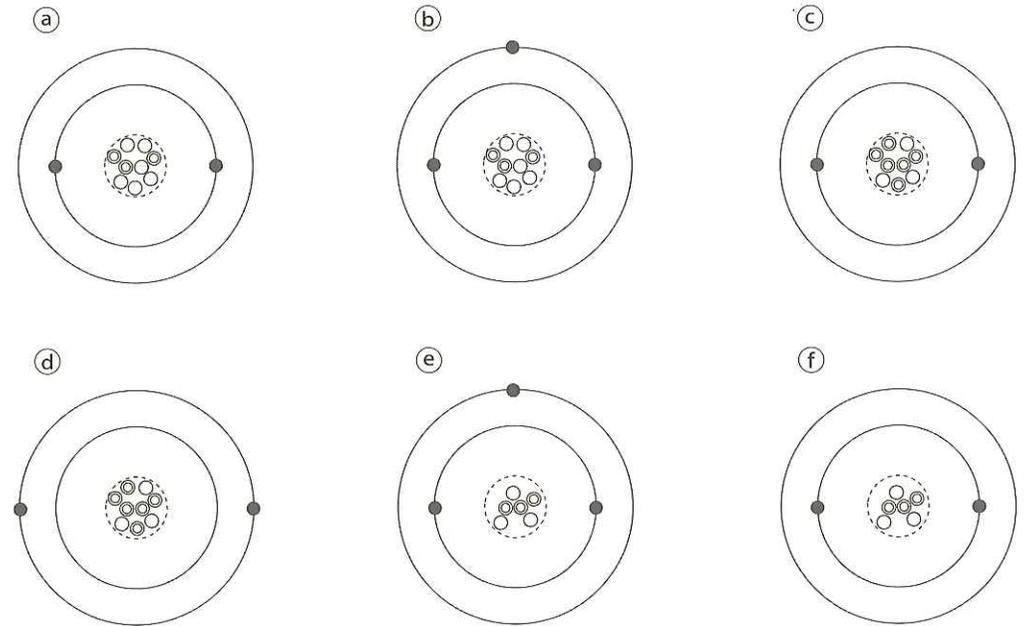
- a Li・Na・Cu・Be    b Mg・K・Sr・Ba    c Na・K・Ca・Cu  
d Li・Na・Cu・Mg    e Ca・Be・Ba・Sr

問題 2. 以下の問い (問 1～7) に答えなさい。

[ 解答番号 4 ～ 9 ]、[ 記述 1 ]

問 1. 質量数 6 のリチウムイオンの構造を示す模式図として、最も適当なものを、次の図 a～fのうちから一つ選びなさい。ただし、⊙は陽子を、○は中性子を、●は電子を表すものとする。破線の円内は原子核とし、その外側にある実線の同心円は内側から順に電子殻の K 殻、L 殻を表す。

4



問 2. ①～④の記述のうち、誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の a～jのうちから一つ選びなさい。

5

- ① 元素の周期表では、元素は原子番号順に並んでいる。  
② 元素の周期律は、原子番号が増加するにつれて、価電子の数が周期的に変化するために現れる。  
③ 最外殻電子の数は、1 族、2 族、3 族の順に、それぞれ 1、2、3 となっている。  
④ 典型元素には、金属元素も非金属元素もある。
- a ①のみ    b ②のみ    c ③のみ    d ④のみ    e ①・②  
f ①・③    g ①・④    h ②・③    i ②・④    j ③・④

問3. ①～④の記述のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

6

- ① イオン結合は、陽イオンと陰イオンとの間の静電的な引力による結合である。  
 ② 金属原子は陰イオン、非金属原子は陽イオンとなって、イオン結合が生じる。  
 ③ イオン結晶は、結晶全体としては電氣的に負電荷をもつ。  
 ④ イオンからなる物質は、一般に融点が高いものが多く、そのほとんどが常温・常圧 (25 °C, 1.01 × 10<sup>5</sup> Pa) で固体である。
- Ⓐ ①のみ    Ⓑ ②のみ    Ⓒ ③のみ    Ⓓ ④のみ    Ⓔ ①・②  
 Ⓕ ①・③    Ⓖ ①・④    Ⓗ ②・③    Ⓘ ②・④    ⓵ ③・④

問4. ヨウ素、塩化ナトリウム、ダイヤモンドのそれぞれの結晶について、正しい説明の組合せになるものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

7

【粒子間の結びつき】

- ㉞ 原子間で電子対を共有    ㉟ 静電気力    ㊱ 自由電子を共有  
 ㊲ 分子間力

【性質・特徴】

- ① 融点が低く、やわらかくて電気を通さない。  
 ② たたくとうすく広がり、電気や熱をよく通す。  
 ③ 固体状態では電気を通さないが、液体にすると電気を通す。  
 ④ 融点が極めて高く、硬くて電気を通さない。

	ヨウ素		塩化ナトリウム		ダイヤモンド	
	粒子間の結びつき	性質・特徴	粒子間の結びつき	性質・特徴	粒子間の結びつき	性質・特徴
Ⓐ	㊱	②	㊲	①	㉟	④
Ⓑ	㊲	①	㉟	③	㉞	④
Ⓒ	㊲	③	㉟	①	㊱	②
Ⓓ	㊱	①	㊲	③	㉞	②
Ⓔ	㊱	②	㉞	④	㉟	①

問5. ①～④の記述のうち、誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

8

- ① アンモニウムイオンは、立体的な形がメタンと同じである。  
 ② アンモニウムイオンの4つのN-H結合のうち、一つは配位結合として他の結合と区別できる。  
 ③ オキシニウムイオンは、水分子と水素イオンが水素結合してできる。  
 ④ オキシニウムイオンもアンモニウムイオンも電子の総数は、いずれも10個である。
- Ⓐ ①のみ    Ⓑ ②のみ    Ⓒ ③のみ    Ⓓ ④のみ    Ⓔ ①・②  
 Ⓕ ①・③    Ⓖ ①・④    Ⓗ ②・③    Ⓘ ②・④    ⓵ ③・④

問6. ①～⑥の物質のうち、ヘキサンC<sub>6</sub>H<sub>14</sub>(液体)より水に溶けやすいものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

9

- ① ヨウ素    ② 水素    ③ 塩化水素    ④ アンモニア  
 ⑤ メタン    ⑥ メタノール
- Ⓐ ①・②・③    Ⓑ ①・②・④    Ⓒ ①・②・⑤    Ⓓ ①・③・⑤  
 Ⓔ ②・③・④    Ⓕ ②・③・⑥    Ⓖ ③・④・⑤    Ⓗ ③・④・⑥  
 Ⓘ ③・⑤・⑥    ⓵ ④・⑤・⑥

問7. 18族の元素He、Ne、Arは貴ガスであり、常温・常圧では単原子分子の気体である。この三つの原子のイオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)は、Ar、Ne、Heの順に大きくなる。その理由について説明しなさい。

記述1

問題3. 以下の問い(問1~6)に答えなさい。[解答番号 10 ~ 15]

問1. ①~③の物質のうち、物質量の大小関係を表したものはどれか。最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 10

- ① 水 9.0 g に含まれる水素原子  
 ②  $1.5 \times 10^{24}$  個のナトリウムイオン  
 ③ メタン 8.0 g の完全燃焼で発生する二酸化炭素分子
- ① ①=②>③      ② ②>③=①      ③ ③>②>①  
 ④ ①>③>②      ⑤ ②>①>③      ⑥ ③>①>②

問2. 質量パーセント濃度 5.00% の塩化ナトリウム水溶液を水で希釈して、0.900% の塩化ナトリウム水溶液 500 g をつくりたい。このとき必要な水の質量 [g] はいくつか。最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 140      ② 160      ③ 340      ④ 360  
 ⑤ 380      ⑥ 410

問3. 窒素  $N_2$  とヘリウム He を混合して、見かけ上のモル質量が 16.0 g/mol となる混合気体をつくりたい。ヘリウムは体積比で何%混合すればよいか。最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選びなさい。 12

- ① 12.5      ② 25      ③ 50      ④ 75      ⑤ 85

問4. ①~④の記述のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 13

- ① 相対質量とは、質量数 1 の水素原子を基準として、それ以外の種類の原子の質量を相対的な値で示したものである。  
 ② 各元素の同位体の相対質量と存在比から求めた平均値を、その元素の相対質量と考え、原子量という。  
 ③ 気体の体積と分子の数の間には、アボガドロの法則が成り立つが、これは空気のような混合気体では成り立たない。  
 ④ 化学変化は原子の組合せの変化であるため、反応の前後で原子の種類は変わらないが、その数は変化する。
- ① ①のみ      ② ②のみ      ③ ③のみ      ④ ④のみ      ⑤ ①・②  
 ⑥ ①・③      ⑦ ①・④      ⑧ ②・③      ⑨ ②・④      ⑩ ③・④

問5. 20 °C において塩化ナトリウム 46.0 g が溶けている水溶液 1000 g がある。この水溶液を加熱して濃縮(水を蒸発)した後、再び 20 °C に保ったところ、塩化ナトリウム 10.0 g が析出した。このとき蒸発した水の質量 [g] はいくつか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、塩化ナトリウムは、水 100 g に 20 °C で 36.0 g 溶けるものとする。 14

- ① 854      ② 864      ③ 884      ④ 924  
 ⑤ 944      ⑥ 964

問6. 1 mol のプロパン  $C_3H_8$  を完全燃焼させた。このとき、 $a$  mol の酸素が消費され、 $b$  mol の二酸化炭素と  $c$  mol の水が生成した。 $a$ 、 $b$ 、 $c$  の数値の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 15

	$a$	$b$	$c$
①	5	3	4
②	10	3	4
③	5	3	8
④	10	6	4
⑤	5	6	8
⑥	10	6	8

問題 4. 以下の問い (問 1 ~ 6) に答えなさい。[ 解答番号 16 ~ 21 ]

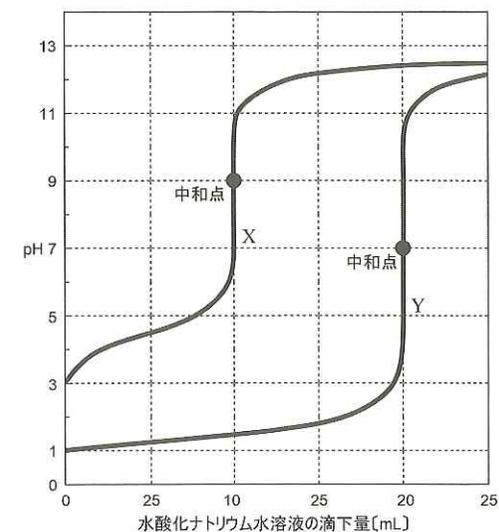
問 1. ①~④の記述のうち、誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の a ~ j のうちから一つ選びなさい。 16

- ① 同じモル濃度の塩酸と酢酸水溶液にそれぞれ亜鉛の薄片を加えると、酢酸水溶液のほうが激しく気体を発生する。
- ② 酢酸分子中の 4 個の水素原子のうち水素イオンになることができるのは、電気陰性度の大きい酸素原子に結合した水素原子 1 個だけである。
- ③ 水素イオン濃度は、水溶液の塩基性の強弱の指標となる。
- ④ 価数と物質量が等しい強酸と弱酸をそれぞれ過不足なく中和させるために必要な塩基の物質量は、強酸のほうが多い。
- a ①のみ    b ②のみ    c ③のみ    d ④のみ    e ①・②  
 f ①・③    g ①・④    h ②・③    i ②・④    j ③・④

問 2. ①~④の物質の組合せのうち、2 価の弱酸と 2 価の弱塩基であるものはどれか。最も適当なものを、次の a ~ j のうちから一つ選びなさい。 17

- ① シュウ酸と水酸化カルシウム      ② 硫酸と水酸化マグネシウム
- ③ リン酸と水酸化銅(II)              ④ 硫化水素と水酸化鉄(II)
- a ①のみ    b ②のみ    c ③のみ    d ④のみ    e ①・②  
 f ①・③    g ①・④    h ②・③    i ②・④    j ③・④

問 3. 0.10 mol/L の酸 X、Y をそれぞれ 10 mL ずつはかり取り、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定すると、下図のような滴定曲線が得られた。この滴定曲線を与える酸 X、Y の組合せとして、正しいものはどれか。最も適当なものを、次の a ~ f の中から一つ選びなさい。 18



	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
X	塩酸	酢酸	硫酸	塩酸	硫酸	酢酸
Y	酢酸	塩酸	塩酸	硫酸	酢酸	硫酸

問 4. pH 2 の酸性溶液が入った試験管 3 本に、メチルオレンジ (MO)、フェノールフタレイン (PP)、プロモチモールブルー (BTB) の 3 種類の指示薬をそれぞれ加えた。このとき指示薬が呈する試験管の色の組合せとして、最も適当なものを、次の a ~ e のうちから一つ選びなさい。 19

	MO を加えた試験管	PP を加えた試験管	BTB を加えた試験管
(a)	赤色	無色	黄色
(b)	黄橙色	無色	黄色
(c)	黄色	無色	緑色
(d)	黄色	無色	青色
(e)	黄色	赤色	青色

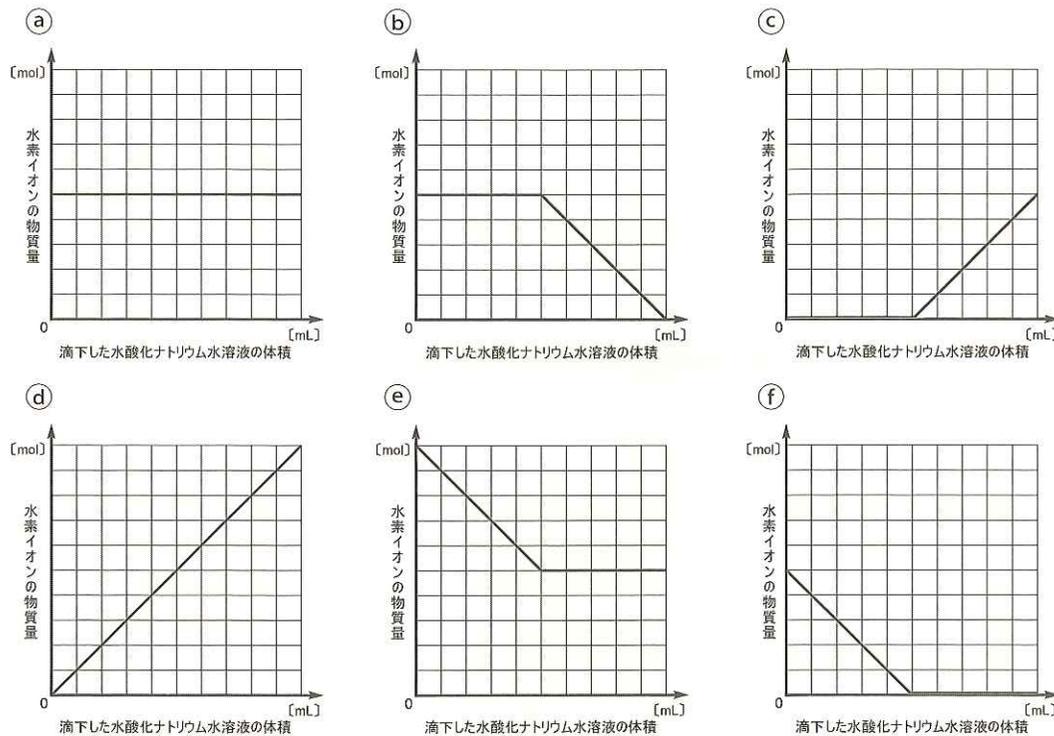
問5. 水酸化ナトリウムと水酸化カルシウムの混合物 3.02 g を溶かした水溶液がある。これを完全に中和するために、1.00 mol/L の塩酸 80.0 mL を要した。混合物中の水酸化ナトリウムと水酸化カルシウムの物質量の比はいくつか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

20

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

問6. 0.10 mol/L 塩酸に 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下した。この溶液中に存在する水素イオンの物質量 [mol] と滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積 [mL] との関係を図にしたものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

21



問題5. 以下の問い(問1～6)に答えなさい。[解答番号 22 ~ 27]

問1. 次の物質のうち、下線部の原子の酸化数が最も大きいものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

22

- ① NO<sub>2</sub>    ② FeCl<sub>3</sub>    ③ K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>    ④ HClO<sub>4</sub>    ⑤ H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

問2. ①～④の化学反応式のうち、酸化還元反応であるものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

23

- ① H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2NaOH → 2H<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
② Cl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> → 2HCl  
③ 2HCl + CaO → CaCl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O  
④ 2H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → 2H<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub>

- ① ①のみ    ② ②のみ    ③ ③のみ    ④ ④のみ    ⑤ ①・②  
⑥ ①・③    ⑦ ①・④    ⑧ ②・③    ⑨ ②・④    ⑩ ③・④

問3. 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に過酸化水素水を加えると、次のような反応が起こる。この反応に関する①～④の記述のうち、誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

24



- ① 過酸化水素は、酸化剤としてはたらいっている。  
② この反応で、マンガンの酸化数は減少する。  
③ この反応で、過酸化水素分子中の酸素は酸化される。  
④ 標準状態で 22.4 L の酸素を発生させるのに必要な過マンガン酸カリウムの物質量は、0.400 mol である。

- ① ①のみ    ② ②のみ    ③ ③のみ    ④ ④のみ    ⑤ ①・②  
⑥ ①・③    ⑦ ①・④    ⑧ ②・③    ⑨ ②・④    ⑩ ③・④

問4. 次の電池の説明文の(ア)～(ウ)に当てはまる語句の組合せはどれか。  
最も適当なものを、次の(a)～(h)のうちから一つ選びなさい。 25

一般に、酸化還元反応によって化学エネルギーを電気エネルギーに変換して取り出す装置を電池という。電池の正極では、電子が(ア)おり、(イ)反応が起こっている。銅板と亜鉛板を導線でつないで電解質に浸した電池では、(ウ)板が正極となる。

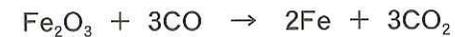
	ア	イ	ウ
(a)	流れ出て	酸化	銅
(b)	流れ出て	酸化	亜鉛
(c)	流れ込んで	酸化	銅
(d)	流れ込んで	酸化	亜鉛
(e)	流れ出て	還元	銅
(f)	流れ出て	還元	亜鉛
(g)	流れ込んで	還元	銅
(h)	流れ込んで	還元	亜鉛

問5. ①～④の記述のうち、下線部の物質が酸化を防止する目的で用いられているものはどれか。最も適当なものを、次の(a)～(j)のうちから一つ選びなさい。

26

- ① 緑茶のペットボトルに少量のビタミンC  $C_6H_8O_6$  を入れる。  
 ② せんべいの袋に酸化カルシウム  $CaO$  を入れた小袋を入れる。  
 ③ 鉄板の表面を亜鉛  $Zn$  でめっきする。  
 ④ 色汚れのある衣服を次亜塩素酸ナトリウム  $NaClO$  で処理する。
- (a) ①のみ    (b) ②のみ    (c) ③のみ    (d) ④のみ    (e) ①・②  
 (f) ①・③    (g) ①・④    (h) ②・③    (i) ②・④    (j) ③・④

問6. Y製鉄所では、酸化鉄  $Fe_2O_3$  の質量パーセントが48.0%の赤鉄鉱を製錬して、鉄  $Fe$  を得ていた。このとき赤鉄鉱 200 kg から得られる鉄  $Fe$  の質量 [kg] はいくつか。最も適当な数値を、次の(a)～(f)のうちから一つ選びなさい。ただし、次の反応式で表されるように、赤鉄鉱中の  $Fe$  はすべて  $Fe_2O_3$  として存在し、すべて  $Fe$  に変化するものとする。 27



- (a) 8.4                      (b) 16.8                      (c) 33.6                      (d) 67.2  
 (e) 84.0                      (f) 100.8