

(2014年度)

1 化学問題 (90分)

(この問題冊子は19ページ，6問である。)

受験についての注意

1. 監督の指示があるまで，問題冊子を開いてはならない。
2. 試験開始前に，監督から指示があったら，解答用紙の右上の番号が自分の受験番号と一致することを確認し，所定の欄に氏名を記入すること。次に，解答用紙の右側のミシン目にそって，きれいに折り曲げてから，受験番号と氏名が書かれた切片を切り離し，机上に置くこと。
3. 監督から試験開始の指示があったら，この問題冊子が，上に記したページ数どおりそろっていることを確かめること。
4. 筆記具は，HかFかHBの黒鉛筆またはシャープペンシルに限る。万年筆・ボールペンなどを使用してはならない。時計に組み込まれたアラーム機能，計算機能，辞書機能などを使用してはならない。
5. 解答は解答用紙の各問の選択肢の中から正解と思うものを選んで，そのマーク欄をぬりつぶすこと。その他の部分には何も書いてはならない。
6. マークをするとき，マーク欄からはみ出したり，白い部分を残したり，文字や番号，○や×をつけてはならない。
7. 訂正する場合は，消しゴムでていねいに消すこと。消しくずはきれいに取り除くこと。
8. 解答用紙を折り曲げたり，破ったりしてはならない。
9. 試験時間中に退場してはならない。
10. 解答用紙を持ち帰ってはならない。
11. 問題冊子，計算用紙は必ず持ち帰ること。

解 答 上 の 注 意

- (1) 数値により解答する場合は、各問に指定されているように解答すること。

答が0(ゼロ)の場合はa欄をマークせよ。

有効数字2桁で解答する場合は、次のようにマークすること。

位取りは、以下のように小数点の位置を決めること。

$$0.30 \rightarrow 3.0 \times 10^{-1}$$

$$14 \rightarrow 1.4 \times 10^{+1}$$

$$17.5 \rightarrow 1.8 \times 10^{+1}$$

記入例： $1.8 \times 10^{+1}$

a	1 の 桁	0.1 の 桁	指 数
●	● ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨	● - ① ● ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

有効数字3桁で解答する場合は、次のようにマークすること。

位取りは、以下のように小数点の位置を決めること。

$$0.1234 \rightarrow 1.23 \times 10^{-1}$$

$$2345 \rightarrow 2.35 \times 10^{+3}$$

記入例： $2.35 \times 10^{+3}$

a	1 の 桁	0.1 の 桁	0.01 の 桁	指 数
●	① ● ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨	① ② ③ ④ ● ⑥ ⑦ ⑧ ⑨	● - ① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

指数が0の場合は正負の符号はつけない。

指 数
④ - ① ② ③ ④ ● ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

- (2) 計算を行う場合、必要ならば次の値を用いよ。

原子量	H : 1.00	C : 12.0	N : 14.0	O : 16.0	Na : 23.0
	S : 32.0	Cl : 35.0	K : 39.0	Fe : 56.0	Cu : 64.0
	Zn : 65.0	Br : 80.0	Ag : 108	Sn : 119	I : 127
	Ba : 137	Pt : 195	Pb : 207		

気体定数： $8.30 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

アボガドロ定数： $6.00 \times 10^{23} / \text{mol}$

1 atm = $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$

絶対零度： -273°C

- (3) 気体は、すべて理想気体とする。
- (4) pH は、水素イオン指数である。
- (5) 問題文中のLは、リットルを表す。

1 問1～問5に答えよ。

問1 化学結合に関する以下の文章について、～に当てはまる語句をa)～u)からそれぞれ一つ選べ。該当する選択肢がない場合、あるいは選択肢が複数ある場合は、z欄をマークせよ。また、下線(あ)の性質に当てはまる文章をv)～y)からすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z欄をマークせよ。

原子あるいはイオンは、化学結合によって互いが結合することでさまざまな物質を形成する。

金属結合は金属元素の原子同士の結合であり、各原子が近接する際にそれぞれのの一部が重なり合うことで連結し、各原子のがそのを通じて自由に移動する。金属結合によりつくられた結晶では、この^(あ)のはたらきによりさまざまな性質があらわれる。

イオン結合は正負の異なる電荷を持ったイオンの間の結合であり、正負イオン間での静電的な力、すなわちによって互いが結びつけられる。イオンには、1個の原子が電子を放出あるいは受け取ることでできるのほか、2個以上の原子からなる原子団が電子を放出あるいは受け取ることでできるがある。

非金属元素の原子が互いのを共有することで生じる結合を共有結合という。共有結合により複数の原子が結びつけられることで分子が形成され、その結果、各構成原子は原子と同じ安定な電子配置をとることが多い。

A

 ~

F

 に当てはまる語句：

- | | | |
|-----------|-----------|---------------|
| a) アルカリ金属 | b) 陰イオン | c) 価電子 |
| d) 希ガス | e) 貴金属 | f) クーロン力 |
| g) 原子核 | h) 最外電子殻 | i) 自由電子 |
| j) 多原子イオン | k) 単原子イオン | l) 単原子分子 |
| m) 電気陰性度 | n) 電子親和力 | o) 電子対 |
| p) 二原子分子 | q) ハロゲン | r) ファンデルワールス力 |
| s) 閉殻 | t) 陽イオン | u) N殻 |

下線(あ)の性質に当てはまる文章：

- v) 電気や熱をよく伝えることができる。
- w) 展性や延性をもつため非常にもろく砕けやすい。
- x) 独特の光沢を有する。
- y) 常圧下では加熱により固体から気体へと昇華しやすい。

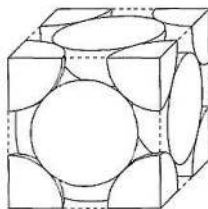
問2 原子番号1～20の元素について、正しい記述をa)～f)からすべて選べ。

該当する選択肢がない場合は、z欄をマークせよ。

- a) すべての1族元素の原子は17族元素の原子とイオン結晶を形成する。
- b) 2族元素の原子は金属結合により単体の物質を形成する。
- c) 14～17族元素は共有結合により単体の物質を形成する。
- d) 14族元素の単体は半導体あるいは導電体であるため電気を伝導する。
- e) 17族元素の単体はいずれも標準状態(0℃, 1.00 × 10⁵ Pa)で気体である。
- f) 18族元素は原子間の結合が乏しく凝縮することがない。

問3 銅の結晶構造は単位格子の一辺の長さが 3.61×10^{-8} cm の面心立方格子である。この金属結晶に関する下記の項目 1) ~ 3) に答えよ。

- 1) 単位格子中に含まれる銅原子の数は何個か。a) ~ n) から選べ。
a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) 6 g) 7
h) 8 i) 9 j) 10 k) 11 l) 12 m) 13 n) 14 以上
- 2) 銅原子を球とみなしたとき、その半径は何 cm か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$ とする。
- 3) 金属結晶の密度は何 g/cm^3 か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、 $(3.61)^2 = 1.30 \times 10^1$, $(3.61)^3 = 4.70 \times 10^1$ とする。



面心立方格子

問4 分子結晶およびイオン結晶に関連した記述 a) ~ f) から、正しいものをすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) すべての分子結晶は化合物からできている。
- b) すべての分子結晶の水溶液は電気を通す。
- c) すべての分子結晶は 1.00×10^5 Pa で加熱すると昇華する。
- d) 分子結晶は、固体のままでも、融解した液体状態でも、電気を通さないものが多い。
- e) イオン結晶が融解した液体状態では、自由電子が移動できるため電気を通す。
- f) すべてのイオン結晶で、単位格子中での陽イオンの個数と陰イオンの個数は等しい。

問5 第一イオン化エネルギーの高い順に並んでいるのはどれか。a) ~ f) からすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

a) $H > He > Li$

b) $He > Ne > Ar$

c) $F > C > Be$

d) $K > Na > Li$

e) $Al > P > Cl$

f) $C > N > O$

2

次の文章を読み、問6～問13に答えよ。

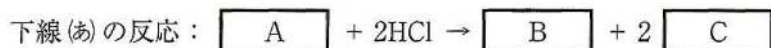
空気中に含まれる二酸化炭素の体積百分率を調べるため、実験1を行った。

実験1 ある空気を27℃、 1.00×10^5 Paで10.0 L採取し、0.0100 mol/Lの水酸化バリウム水溶液50.0 mLにゆっくり通じたところ、空気中の二酸化炭素はすべて水酸化バリウムと反応し白色沈殿が生じた。この上澄み液を10.0 mL採取し、0.0100 mol/Lの希塩酸14.0 mLを加えると溶液は中性となった。なお、反応に関わった気体は二酸化炭素のみとする。

水酸化ナトリウムの結晶を空気中に放置すると、表面が白色の物質で覆われる。この白色物質は、水酸化ナトリウムと空気中の二酸化炭素とが反応してできた炭酸ナトリウムである。水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの物質質量比を調べるため、実験2を行った。

実験2 ある物質の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合物を純水に溶かし、100 mLの水溶液とした。この水溶液20.0 mL(これを溶液Aとする)をとり、フェノールフタレイン⁽⁵⁾溶液を加え、0.100 mol/Lの希塩酸で滴定すると、8.20 mLを加えた時点で溶液が赤色から無色となった。これに、メチルオレンジを加え、同じ希塩酸で滴定すると、更に1.80 mL加えた時点で溶液が黄色から赤色に変わった。

問6 下線(あ)の反応は、次の化学反応式で示される。化合物 \boxed{A} ～
 \boxed{C} を a) ～ h) からそれぞれ選べ。同じ選択肢を何度用いてもよい。
該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。



- a) CO_2 b) O_2 c) Cl_2 d) H_2O
e) BaCO_3 f) BaO g) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ h) BaCl_2

問7 下線(あ)で、下記の操作1) および操作2) で使用する最も適切な器具は
どれか。a) ～ g) からそれぞれ一つ選べ。

操作1) 上澄み液の採取

操作2) 塩酸の滴下

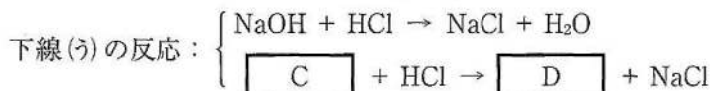
- a) コニカルビーカー b) ピュレット c) ホールピペット
d) 駒込ピペット e) メスフラスコ f) メスシリンダー
g) 試験管

問8 実験1で、この空気10.0Lに含まれていた二酸化炭素の物質質量は何molか。
有効数字2桁で答えよ。

問9 実験1の空気中に含まれていた二酸化炭素の体積百分率は何%か。有効数字
2桁で答えよ。

問 10 下線(い)～(え)で起こっている反応は、それぞれ次の化学反応式で示される。

化合物 $\boxed{\text{A}}$ ～ $\boxed{\text{F}}$ を a) ～ j) からそれぞれ一つ選べ。同じ選択肢を何度用いてもよい。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。



- a) CO_2 b) O_2 c) Cl_2 d) NaCl
e) HCl f) H_2O g) H_2CO_3 h) NaHCO_3
i) Na_2CO_3 j) NaOH

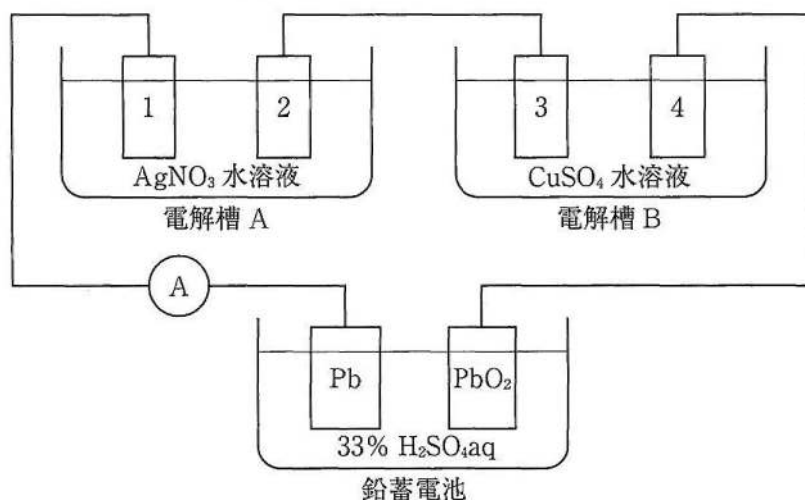
問 11 実験 2 の溶液 A に含まれていた炭酸ナトリウムの物質量は何 mol か。有効数字 2 桁で答えよ。

問 12 実験 2 の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合物に含まれていた炭酸ナトリウムは何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。

問 13 実験 2 の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合物に含まれていた水酸化ナトリウムは何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。

3 次の文章を読み、問 14～問 20 に答えよ。

下図のように鉛蓄電池を使い、電解槽 A、B を直列に接続して電気分解を 50.0 分間行った。鉛蓄電池は正極板には PbO_2 が、負極板には Pb が、電解質溶液には質量パーセント濃度 33.0% の希硫酸 800 g が使用されており、これから 50.0 分間にわたり 2.00 A の電流が取り出せた。また、電解槽 A には 0.300 mol/L の硝酸銀水溶液 1200 mL が、電解槽 B には 0.100 mol/L の硫酸銅(II)水溶液が 1200 mL 入っており、電極板 1～電極板 4 はすべて白金である。



問 14 電極板 3 は陽極あるいは陰極か。a), b) より選べ。

- a) 陽極 b) 陰極

問 15 鉛蓄電池から取り出した電気量は何 C か。有効数字 2 桁で答えよ。

問 16 鉛蓄電池の正極板について、下記の項目 1) および 2) に答えよ。

1) 正極板の質量はどのように変化したか。a) ~ c) より一つ選べ。

a) 増加した b) 減少した c) 変化しなかった

2) 変化した質量は何 g か。ただし、増加した場合は増加量、減少した場合は減少量を有効数字 2 桁で答えよ。変化しない場合は、a 欄をマークせよ。

問 17 電解槽 A, B から発生する気体はそれぞれ何か。a) ~ f) から一つ選べ。同じ選択肢を何度用いてもよい。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

a) 一酸化窒素 b) 酸素 c) 水素 d) 窒素 e) 二酸化硫黄
f) 硫化水素

問 18 電解槽 A, B の 4 枚の白金電極板を実験終了後に取り出し、水で洗浄後、乾燥させ質量を測定した。下記の項目 1) および 2) に答えよ。

1) 実験前より質量が増加していたのはどの電極板か。a) ~ d) からすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

a) 電極板 1 b) 電極板 2 c) 電極板 3 d) 電極板 4

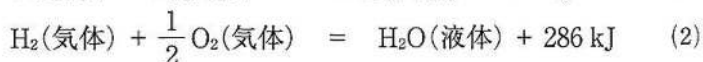
2) その増加した質量は何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、質量が増加していた電極板が複数ある場合は、その合計の質量を答えよ。変化しない場合は、a 欄をマークせよ。

問 19 電気分解後、電解槽 B の硫酸銅(II)水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、電気分解前後における溶液の体積変化は無視してよい。

問 20 同じ実験条件のもと、さらに電気分解を 100 分間行った。電気分解後の希硫酸の濃度は質量パーセント濃度で何%か。有効数字 2 桁で答えよ。

4 次の文章を読み、問 21～問 25 に答えよ。

メタンとエチレン(エテン)のみからなる混合気体AおよびBがある。混合気体Aは一定温度、一定圧力で同体積のメタンとエチレンを混ぜたものであり、混合気体Bはその混合比が不明である。混合気体A 35.2 g の完全燃焼に要した酸素の体積を V とすると、混合気体B 36.8 g の完全燃焼には同温度同圧力で $1.10 \times V$ の体積の酸素が必要であった。27℃における水の飽和蒸気圧を 4.00×10^3 Pa とする。また、次の熱化学方程式(1)～(3)を利用せよ。



問 21 エチレンの燃焼熱は何 kJ/mol か。有効数字 3 桁で答えよ。

問 22 混合気体A 35.2 g を完全燃焼させるとき、発生する熱量は何 kJ か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、メタンの燃焼熱を 890 kJ/mol とする。

問 23 容積を自由に定めることのできる容器に、混合気体A 35.2 g と、それを完全燃焼させるためにちょうど必要な量の酸素のみを封入し、完全燃焼させた。下記の項目 1) および 2) に答えよ。ただし、容器の外圧は 1.00×10^5 Pa、温度は 27℃であるとし、液体の水の体積、および、水に対する気体の溶解は無視する。

1) 完全燃焼前の気体の体積は何 L か。有効数字 2 桁で答えよ。

2) 完全燃焼後の気体の体積は何 L か。有効数字 2 桁で答えよ。

問 24 混合気体B 36.8 g に含まれるエチレンの物質質量は何 mol か。有効数字 2 桁で答えよ。

問 25 混合気体 B 36.8 g と臭素を光を遮って反応させたとき，反応しうる臭素は最大で何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。

5 次の文章を読み、問 26～問 30 に答えよ。

実験 1 エステル結合をもつ分子量 146 の化合物 **A** は炭素、水素、酸素から構成され、その 29.2 mg を完全燃焼させると二酸化炭素 61.6 mg と水 25.2 mg が得られた。

実験 2 **A** に希塩酸を加え加熱すると、カルボン酸 **B** と中性の化合物 **C** のみが生成した。

実験 3 **C** を酸化すると化合物 **D** が生成した。

実験 4 **B** 2.08 g を炭酸ナトリウム水溶液中でヨウ素を加えて温め完全に反応させると、特有のにおいを持ったヨードホルムの黄色結晶が 7.88 g 得られた。

実験 5 実験 4 と同様に、**A**、**C**、**D** も炭酸ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて温めると、いずれもヨードホルムの黄色結晶が生じた。

問 26 化合物 **A** の分子式を $C_xH_yO_z$ としたとき、 x 、 y 、 z に当てはまる数値を a) ～ p) から選べ。同じ選択肢を何度用いてもよい。

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) 6 g) 7
h) 8 i) 9 j) 10 k) 11 l) 12 m) 13 n) 14
o) 15 p) 16 以上

問 27 カルボン酸 **B** の分子式を $C_xH_yO_z$ としたとき、 x 、 y 、 z に当てはまる数値を a) ～ p) から選べ。同じ選択肢を何度用いてもよい。

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) 6 g) 7
h) 8 i) 9 j) 10 k) 11 l) 12 m) 13 n) 14
o) 15 p) 16 以上

問 28 を含めて、 の構造異性体となるカルボン酸のなかで互いに鏡像異性体(光学異性体)であるものは何対存在するか。a) ~ q) から選べ。

- a) 0 b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6
h) 7 i) 8 j) 9 k) 10 l) 11 m) 12 n) 13
o) 14 p) 15 q) 16 以上

問 29 , の化合物名を a) ~ q) からそれぞれ選べ。該当する選択肢がない場合、あるいは選択肢が複数ある場合は、z 欄をマークせよ。

- a) アセトアルデヒド b) アセトン
c) エタノール d) エチルメチルケトン
e) ギ酸 f) 酢酸
g) シュウ酸 h) 乳酸
i) フェノール j) 1-ブタノール
k) 2-ブタノール l) 1-プロパノール
m) 2-プロパノール n) プロピオンアルデヒド
o) プロピオン酸 p) ホルムアルデヒド
q) メタノール

問 30 次の a) ~ e) の記述のうち、正しいものをすべて選べ。正しい記述がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) は不斉炭素をもつ。
b) をアンモニア性硝酸銀水溶液に加え加熱すると、単体の銀が析出する。
c) は酢酸カルシウムの乾留(熱分解)でも生成する。
d) をアンモニア性硝酸銀水溶液に加え加熱すると、単体の銀が析出する。
e) はクメンを酸化したのち、硫酸と反応させても生成する。

6 次の文章を読み、問 31～問 35 に答えよ。

実験 1 白金を触媒としてベンゼンに高温高压で水素を反応させた。

実験 2 ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させた。

実験 3 エタノールを濃硫酸とともに 130～140℃に加熱した。

実験 4 サリチル酸メチルに希塩酸を加え加熱した。

実験 5 フタル酸を 200℃に加熱した。

実験 6 実験 2 で生成した有機化合物に濃塩酸とスズを加え、加熱した。

問 31 実験 1～実験 5 で有機化合物に起こる反応はそれぞれ何か。a)～g) から該当するものをすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) 加水分解 b) けん化 c) 重合 d) 縮合
e) 脱水 f) 置換 g) 付加

問 32 実験 3 で生成した有機化合物について、正しい記述を a)～e) からすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) 水より重く、抽出溶媒として用いられる。
b) 室温では液体で、引火しやすく揮発性が高い。
c) 水によく溶ける。
d) 単体のナトリウムと激しく反応し、水素が発生する。
e) 構造異性体であるアルコールに比べると沸点が高い。

問 33 実験 4 の生成物のうち、分子量の大きい方の化合物について、正しい記述を a) ~ e) からすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) 酸性の化合物である。
- b) 塩基性の化合物である。
- c) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると赤紫色になる。
- d) 無水酢酸を作用させて生じる結晶は消炎鎮痛剤として外用塗布薬に用いられる。
- e) ナトリウムフェノキシドと二酸化窒素を反応させても生成する。

問 34 実験 6 でスズは反応後 4 価の塩化物となる。実験 2 で生成した有機化合物 1.00 mol を完全に反応させるためにスズは最低何 mol 必要か。a) ~ n) から選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) 0.5 b) 1 c) 1.5 d) 2 e) 2.5 f) 3 g) 3.5
- h) 4 i) 4.5 j) 5 k) 5.5 l) 6 m) 6.5 n) 7

問 35 実験 6 では、実験 2 で生成した有機化合物 1.20 g を用いて反応を行った。反応生成物はすべて水に溶け、不溶性の有機化合物は残らなかった。この反応で消費された塩酸を塩化水素ガスに換算すると標準状態(0℃, 1.00×10^5 Pa)で何 L か。有効数字 2 桁で答えよ。

