

化学基礎

(解答番号 ~)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

N 14	O 16	F 19	Si 28
S 32	Cl 35.5	K 39	Ag 108

第1問 次の問い(問1～9)に答えよ。(配点 30)

問1 図1のア～オは、原子あるいはイオンの電子配置の模式図である。下の問い(a・b)に答えよ。

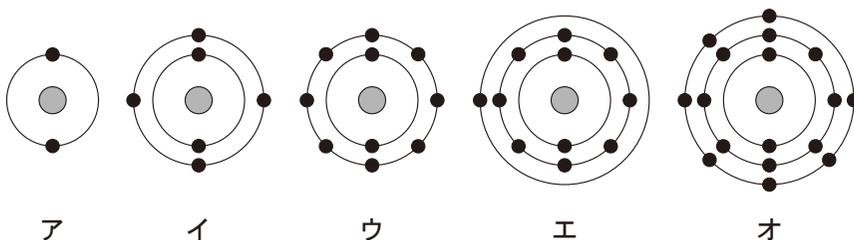


図1 原子あるいはイオンの電子配置の模式図(●は原子核, ●は電子)

a アの電子配置をもつ1価の陽イオンと、ウの電子配置をもつ1価の陰イオンからなる化合物として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | | |
|-------|--------|--------|
| ① LiF | ② LiCl | ③ LiBr |
| ④ NaF | ⑤ NaCl | ⑥ NaBr |

b ア～オの電子配置をもつ原子の性質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① アの電子配置をもつ原子は、他の原子と結合をつくりにくい。
- ② イの電子配置をもつ原子は、他の原子と結合をつくる際、単結合だけでなく二重結合や三重結合もつくりすることができる。
- ③ ウの電子配置をもつ原子は、常温・常圧で気体として存在する。
- ④ エの電子配置をもつ原子は、オの電子配置をもつ原子と比べてイオン化エネルギーが大きい。
- ⑤ オの電子配置をもつ原子は、水素原子と共有結合をつくりすることができる。

問 2 製油所では、石油(原油)から、その成分であるナフサ(粗製ガソリン)、灯油、軽油が分離される。この際に利用される、混合物から成分を分離する操作に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

3

- ① 混合物を加熱し、成分の沸点の差を利用して、成分ごとに分離する操作
- ② 混合物を加熱し、固体から直接気体になった成分を冷却して分離する操作
- ③ 溶媒に対する溶けやすさの差を利用して、混合物から特定の物質を溶媒に溶かし出して分離する操作
- ④ 温度によって物質の溶解度が異なることを利用して、混合物の溶液から純粋な物質を析出させて分離する操作

化学基礎

問 3 次の物質ア～オのうち、その結晶内に共有結合があるものはどれか。すべてを正しく選択しているものとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

ア 塩化ナトリウム

イ ケイ素

ウ カリウム

エ ヨウ素

オ 酢酸ナトリウム

① ア, オ

② イ, ウ

③ イ, エ

④ ア, エ, オ

⑤ イ, ウ, エ

⑥ イ, エ, オ

問 4 図 2 は、熱運動する一定数の気体分子 A について、100、300、500 K における A の速さと、その速さをもつ分子の数の割合の関係を示したものである。図 2 から読み取れる内容および考察に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

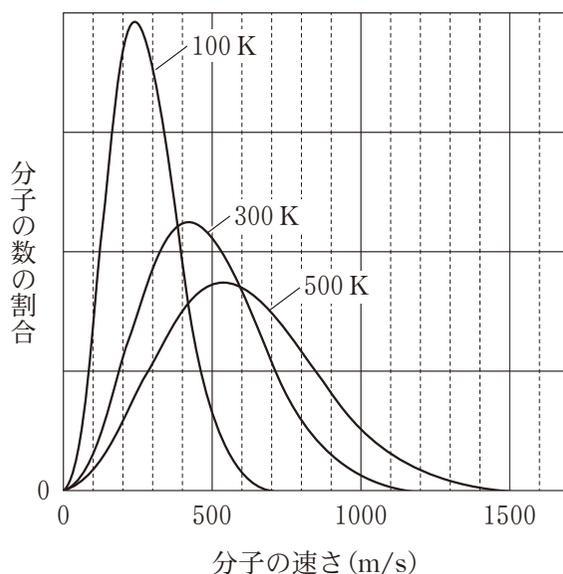


図 2 各温度における気体分子 A の速さと、その速さをもつ分子の数の割合の関係

- ① 100 K では約 240 m/s の速さをもつ分子の数の割合が最も高い。
- ② 100 K から 300 K、500 K に温度が上昇すると、約 240 m/s の速さをもつ分子の数の割合が減少する。
- ③ 100 K から 300 K、500 K に温度が上昇すると、約 800 m/s の速さをもつ分子の数の割合が増加する。
- ④ 500 K から 1000 K に温度を上昇させると、分子の速さの分布が幅広くなると予想される。
- ⑤ 500 K から 1000 K に温度を上昇させると、約 540 m/s の速さをもつ分子の数の割合は増加すると予想される。

化学基礎

問 5 配位結合に関する次の記述(I～III)について、正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

- I アンモニアと水素イオン H^+ が配位結合をつくると、アンモニウムイオンが形成される。
- II アンモニウムイオンの四つのN-H結合は、すべて同等で、どれが配位結合であるかは区別できない。
- III アンモニウムイオンは非共有電子対をもたないので、金属イオンと配位結合をつくらない。

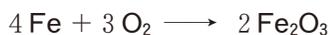
	I	II	III
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 6 濃度不明の希硫酸 10.0 mL に、0.50 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 20.0 mL を加えると、その溶液は塩基性となった。さらに、その混合溶液に 0.10 mol/L の塩酸を加えていくと、20.0 mL 加えたときに過不足なく中和した。もとの希硫酸の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 mol/L

- ① 0.30 ② 0.40 ③ 0.50 ④ 0.60 ⑤ 0.80

問 7 鉄の酸化に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に当てはまる数値の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **8**

鉄の酸化反応は、化学カイロや、食品の酸化を防ぐために使われる脱酸素剤に利用されている。次の化学反応式は、鉄の酸化の例を示したものである。



この化学反応式において、鉄原子の酸化数は0から **ア** へ変化し、一方、酸素原子の酸化数は **イ** から **ウ** へ変化している。

	ア	イ	ウ
①	+ 2	0	+ 2
②	+ 2	0	- 2
③	+ 2	- 2	0
④	+ 2	- 2	- 1
⑤	+ 3	0	+ 2
⑥	+ 3	0	- 2
⑦	+ 3	- 2	0
⑧	+ 3	- 2	- 1

化学基礎

問 8 金属ア・イは、銅 Cu、亜鉛 Zn、銀 Ag、鉛 Pb のいずれかである。次の記述(I・II)に当てはまる金属として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを選んでもよい。

ア

9

イ

10

I アは二次電池の電極や放射線の遮蔽材しやへいざいなどとして用いられる。アの化合物には、毒性を示すものが多い。

II イの電気伝導性、熱伝導性はすべての金属元素の単体の中で最大である。イのイオンは、抗菌剤に用いられている。

① Cu

② Zn

③ Ag

④ Pb

問 9 鉍物試料中の二酸化ケイ素 SiO_2 を、フッ化水素酸(フッ化水素 HF の水溶液)を用いてすべて除去することで、試料の質量の減少量からケイ素 Si の含有量を求めることができる。このときの反応は次式で表され、 SiO_2 は気体の四フッ化ケイ素 SiF_4 と気体の水として除去される。



適切な前処理をして乾燥した、ある鉍物試料 2.00 g から、すべての SiO_2 を除去したところ、残りの乾燥した試料の質量は 0.80 g となった。この前処理をした鉍物試料中のケイ素の含有率(質量パーセント)は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、前処理をした試料中のケイ素はすべて SiO_2 として存在し、さらに、 SiO_2 以外の成分はフッ化水素酸と反応しないものとする。 %

- ① 2.8 ② 5.6 ③ 6.0 ④ 28 ⑤ 56 ⑥ 60

化学基礎

第 2 問 イオン結晶の性質に関する次の問い(問 1・問 2)に答えよ。(配点 20)

問 1 次の文章を読み、下の問い(a・b)に答えよ。

(a) イオン結晶の性質は、イオン結晶を構成する陽イオンと陰イオンの組合せにより決まる。硝酸カリウム KNO_3 や硝酸カルシウム $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ などのイオン結晶は水によく溶ける。

a 下線部(a)に関連して、イオン結晶中の金属イオンの大きさの違いを説明した次の文章中の ~ に当てはまる語として最も適当なものを、下の①~⑦のうちから一つずつ選べ。

カリウムイオン K^+ とカルシウムイオン Ca^{2+} はアルゴンと同じ電子配置をもつが、イオンの大きさ(半径)は Ca^{2+} の方が K^+ よりも小さい。これは、 Ca^{2+} では、原子核中に存在する粒子である陽子の数が K^+ より , 原子核の 電荷が大きいためである。その結果、 Ca^{2+} では が静電的な引力によって強く原子核に引きつけられる。

ア

イ

ウ

- ① 少なく ② 多 く ③ 正 ④ 負
⑤ 電 子 ⑥ 陽 子 ⑦ 中性子

b KNO_3 (式量 101)の溶解度は、図1に示すように、温度による変化が大きい。40℃の KNO_3 の飽和水溶液 164 g を 25℃まで冷却するとき、結晶として析出する KNO_3 の物質質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 mol

- ① 0.26 ② 0.38 ③ 0.63 ④ 1.0 ⑤ 1.3 ⑥ 1.6

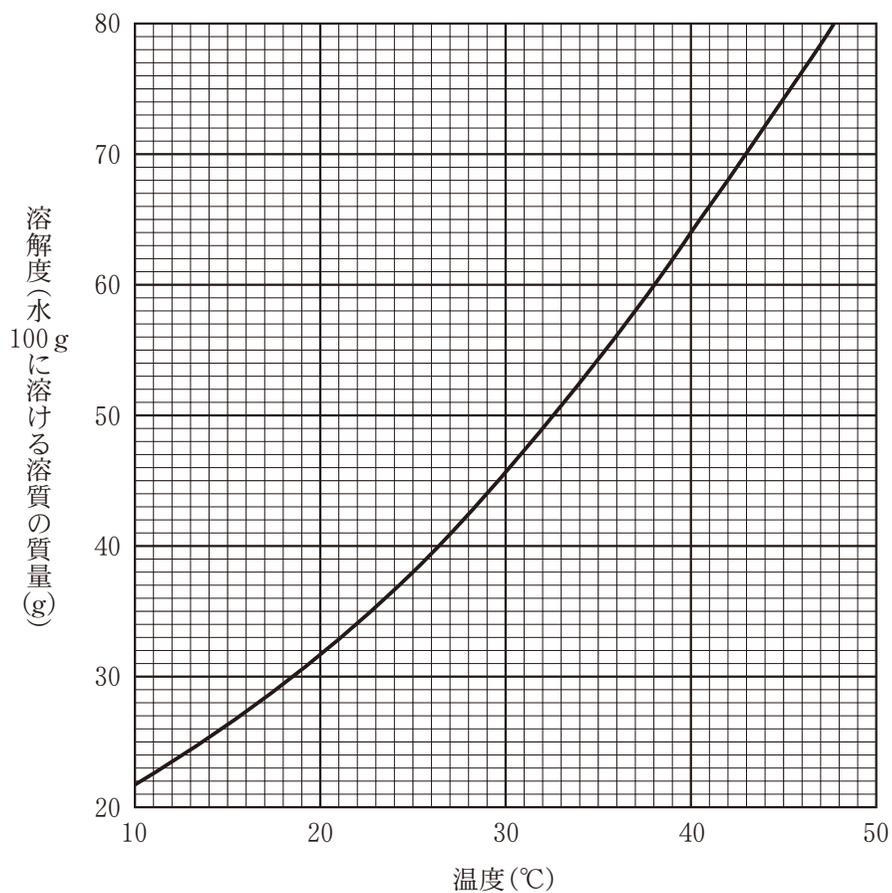


図1 KNO_3 の溶解度曲線

化学基礎

問 2 水溶液中のイオンの濃度は、電気の通しやすさで測定することができる。硫酸銀 Ag_2SO_4 および塩化バリウム BaCl_2 は、水に溶解して電解質水溶液となり電気を通す。一方、 Ag_2SO_4 水溶液と BaCl_2 水溶液を混合すると、次の反応によって塩化銀 AgCl と硫酸バリウム BaSO_4 の沈殿が生じ、水溶液中のイオンの濃度が減少するため電気を通しにくくなる。



この性質を利用した次の実験に関する次ページ以降の問い(a～c)に答えよ。

実験 0.010 mol/L の Ag_2SO_4 水溶液 100 mL に、濃度不明の BaCl_2 水溶液を滴下しながら混合溶液の電気の通しやすさを調べたところ、表 1 に示す電流 (μA) が測定された。ただし、 $1\ \mu\text{A} = 1 \times 10^{-6}\ \text{A}$ である。

表 1 BaCl_2 水溶液の滴下量と電流の関係

BaCl_2 水溶液の滴下量 (mL)	電流 (μA)
2.0	70
3.0	44
4.0	18
5.0	13
6.0	41
7.0	67

a この実験において、 Ag_2SO_4 を完全に反応させるのに必要な BaCl_2 水溶液は何 mL か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。必要があれば、下の方眼紙を使うこと。 mL

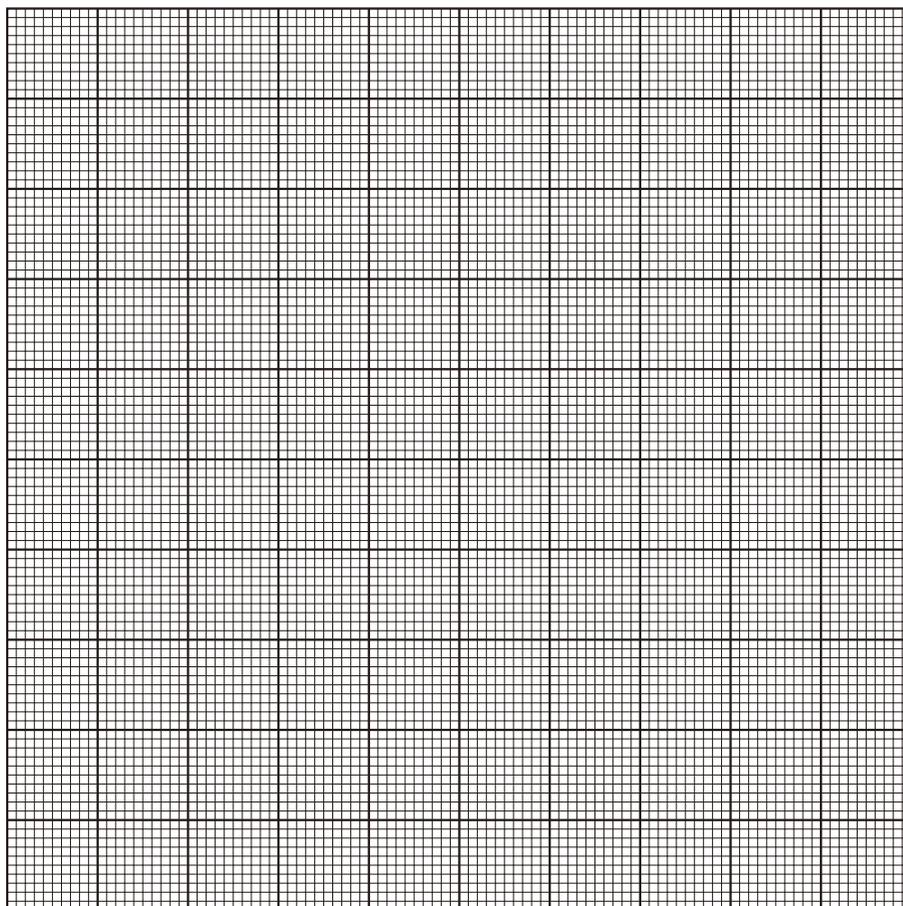
① 3.6

② 4.1

③ 4.6

④ 5.1

⑤ 5.6



化学基礎

- b 十分な量の BaCl_2 水溶液を滴下したとき、生成する AgCl (式量 143.5) の沈殿は何 g か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

g

- ① 0.11 ② 0.14 ③ 0.22 ④ 0.29

- c 用いた BaCl_2 水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 mol/L

- ① 0.20 ② 0.22 ③ 0.24 ④ 0.39 ⑤ 0.44 ⑥ 0.48