

化学基礎・化学

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.0	C 12	N 14	O 16	Na 23	Al 27
S 32	Cl 35.5	K 39	Fe 56	Cu 64	Zn 65

1 次の問 1～問 2 に答えよ。

問 1 次の表は周期表の一部である。この表に記載されている元素について、
(1)～(7) に元素記号で答えよ。

周期 \ 族	1	2	13	14	15	16	17	18
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

- (1) アルカリ金属元素をすべて選べ。
- (2) ハロゲン元素をすべて選べ。
- (3) 第 1 イオン化エネルギーが最大と最小の元素をそれぞれ選べ。ただし、18 族は除く。
- (4) 電気陰性度が一番大きい元素を選べ。
- (5) 常温・常圧で単体が気体の元素をすべて選べ。ただし、原子番号の小さい順に答えよ。
- (6) M 殻に 5 個の電子をもつ元素を選べ。
- (7) 最も陰性の強い元素を選べ。

問2 次の文の（ ）にあてはまる語句を入れ，(a)～(c) の各イオンの組み合わせで生じる物質の組成式と名称を記せ。

食塩として用いられる塩化ナトリウムでは，ナトリウムイオンと塩化物イオンが（ ア ）力によって結合している。このような結合を（ イ ）結合という。一般に（ イ ）結合は，（ ウ ）性の大きい金属元素と（ エ ）性の大きい非金属元素からなる化合物に見られる。

(a) Li^+ と Cl^-

(b) Ca^{2+} と F^-

(c) NH_4^+ と SO_4^{2-}

2 次の文章を読み、問 1～問 4 に答えよ。

元素の周期表で 3～12 族は 元素と呼ばれ、それ以外の族は 元素と呼ばれる。銅、銀、金は 族に属する元素で、高い融点、高い密度、①展性・延性、高い熱・電気伝導性などの特徴を示す。また、いずれも高い化学的安定性を持つため水とは直接反応せず、②例外はあるが多くの酸にも侵されない。これらの特徴から古くは硬貨や装飾品として、現代では様々な機械や電子機器の電気伝導を担う素材等として重要な元素である。

銅は、その資源として鉄と銅を含む と呼ばれる鉱物が主に用いられており、その鉱物を加熱溶解後、コークスとけい砂を加えて鉄をスラグとして除去し、空气中で加熱することで純度 99% 程度の粗銅として得られる。純度をさらに上げるために、電解精錬により不純物として含まれる金属が取り除かれている。銅は単体としての利用が多いが、合金を構成する成分としても重要であり幅広い用途に用いられている。

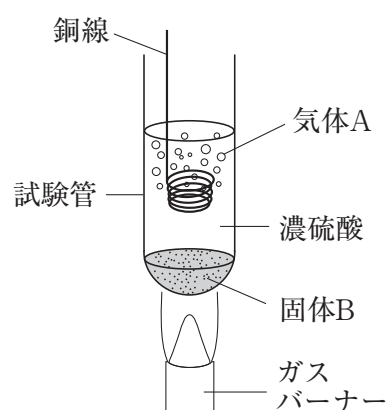
問 1 ～ に適切な数字や語句を入れよ。

問 2 下線部①の性質について、銅、銀、金の中で (1)、(2) に当てはまる元素をそれぞれ元素記号で示せ。

(1) 展性・延性が最もすぐれている元素

(2) 熱・電気伝導性が最も高い元素

問3 下線部②について、右図に示すような実験を行った。試験管に濃硫酸を入れて加熱しながら、そこに銅線を注意深く浸したところ、刺激臭のある気体Aが発生した。濃硫酸は徐々に着色し、しばらくすると試験管の底に白色の固体Bが沈殿した。固体Bを取り出し水に溶かすと、その溶液は青色となった。



- (1) 刺激臭のある気体 A は成分元素として S と O を含む。また、水によく溶け、空気よりも重いので、下方置換で捕集する。気体 A の名称と化学式をかけ。
- (2) 硫化水素 H_2S の水溶液に気体 A を通じると、硫黄 S が析出する。この反応を化学反応式でかけ。また、この反応において、気体 A は酸化剤と還元剤のどちらとしてはたらいたのかを答えよ。
- (3) 気体 A はヨウ素 I_2 (褐色) に対して、次の化学反応式に示すように還元剤としてはたらく。



このときの色の変化について簡潔に答えよ。

- (4) 気体 A は水によく溶ける。その水溶液は酸性、中性、塩基性のどれかを答えよ。
- (5) 固体 B は銅 Cu の硫酸塩 (無水物) である。固体 B の化学式をかけ。
- (6) 下線の反応を化学反応式でかけ。

問 4 1.7 g の硝酸銀 AgNO_3 を純水 50 mL に溶かした溶液に 1.0 mol/L 塩酸 HCl を加えていくと、塩化銀 AgCl の沈殿が生じる。1.7 g の硝酸銀が過不足なく反応したときの塩酸の体積と塩化銀の質量を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 $\text{AgNO}_3 = 170$, $\text{AgCl} = 143.5$ とする。

3 次の文章を読み、問 1～問 8 に答えよ。

①窒素 N_2 と水素 H_2 からアンモニア NH_3 を合成する反応は可逆反応であり、 a 熱反応である。 b の原理によれば、アンモニアの生成率を高めるには、反応温度は c く、圧力は d い方が望ましい。しかしながら、そのような反応条件では、反応速度および反応装置の耐久性の問題により、19世紀後半までアンモニアを工業的に生産することが困難であった。現在では、 e 法とよばれる方法により、鉄を主成分とする触媒を用いて工業的に生産されている。触媒には、反応の f を小さくして、反応速度を大きくする作用がある。

問 1 a ～ f に入る適切な語を記せ。

問 2 アンモニア（気）が水に溶解しやすい理由を簡潔に述べよ。

問 3 下線部①に関する熱化学方程式（エンタルピー変化を付した式）をかけ。ただし、アンモニア（気）の生成熱は 46 kJ/mol である。

問 4 水素の $\text{H}-\text{H}$ およびアンモニアの $\text{N}-\text{H}$ の結合エネルギーをそれぞれ 432 kJ/mol および 386 kJ/mol として、窒素の $\text{N}\equiv\text{N}$ の結合エネルギーを有効数字 3 桁で求めよ。

問 5 密閉容器中でこの反応が 600 K で平衡状態に達した。この反応の平衡定数を表す式をかけ。

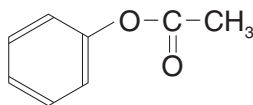
問 6 問 5 のとき、窒素、水素、アンモニア（気）の各濃度が全て 0.100 mol/L であったとして、この反応の平衡定数を有効数字 3 桁で求めよ。

問7 アンモニア（気）を合成する際に触媒を用いると，反応熱 Q はどのように変化するか。次のうちから適切なものを選べ。

絶対値が減少する，絶対値が増加する，変化しない，
 Q の $+$ $-$ の符号が逆転する

問8 アンモニア（気）340 g を 1.01×10^5 Pa のもとで 20°C から 120°C ま
で昇温する場合，必要な熱量はいくらか。有効数字3桁で求めよ。ただ
しアンモニア（気）の比熱容量は温度によらず $36.0 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ で一定
とする。

- 4 次の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。



<構造式の書き方の例>

分子式 $C_xH_yO_z$ で表される化合物 A, B, C, D は、いずれも分子量が 74.0 であり、74 mg を完全燃焼させると、二酸化炭素 176 mg と水 90 mg を生じた。また、①これらの化合物は、金属ナトリウムと反応して水素を発生した。A, C, D は、いずれも容易に酸化され、分子式 $C_xH_{y-2}O_z$ で表される化合物を与えたが、B は酸化されにくかった。②C を酸化して得られた化合物は、アルカリ性水溶液中でヨウ素と反応して黄色沈殿を生じた。一方、③A および D の酸化で得られた化合物をアンモニア性硝酸銀水溶液に加えると銀が析出し、また、フェーリング液に加えると赤色沈澱が生じた。A および D の酸化で得られた化合物をさらに酸化すると、分子式 $C_xH_{y-2}O_{z+1}$ で表される化合物が得られた。④これらをエタノールと混合し、濃硫酸を少量加えて加熱すると、 $C_{x+2}H_{y+2}O_{z+1}$ の分子式で表される化合物が生じた。

問 1 x, y, z に当てはまる数字を答えよ。

問 2 下線部①の反応で予想される化合物 A, B, C, D に共通な官能基は何か。名称を答えよ。

問 3 化合物 A, B, C, D の構造式をかけ。また、不斉炭素原子が含まれる場合には、その炭素原子の右肩に*をつけよ。ただし、A のアルキル基は直鎖状、D のアルキル基は枝分かれ状であるものとする。

問 4 下線部②、③の反応名をかけ。

問 5 下線部④の反応で得られた化合物の総称をかけ。