

令和4年度 一般選抜問題 1期 【2日目】

化学基礎

1

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(20点)

自然界の物質は、固体・液体・気体のいずれかの状態で存在する。

これらの状態を物質の (ア) という。(ア) 間の変化を状態変化という。

固体 → 液体への変化を (イ) という。液体 → 固体への変化は (ウ) と呼ばれる。液体 → 気体への変化は (エ) , 気体 → 液体への変化は (オ) という。液体を経ずに固体から気体へ直接変化することを (カ) という。

固体では、物質を構成する粒子は規則正しく並び、決まった位置で振動している。温度を上げていき、振動(熱運動)が激しくなると、ある一定の温度で粒子は自由に位置を変えられるようになる。これが (イ) であり、これが起こる一定の温度のことを融点という。固体の温度が融点に達すると、加熱を続けていっても ① しばらく温度は上がらない。これは、加えた熱エネルギーが固体における規則正しい粒子の配列を崩すことだけに利用されるからである。

物質の種類は変化せず、状態だけが変化する現象を ② 物理変化 という。元の物質が別の物質に変わる現象を ③ 化学変化 という。

問1 空欄(ア)~(カ)に入る語句を答えなさい。

問2 下線部①について、以下の文章を読み、次の問に答えなさい。

ある物質の固体10gを、大気圧下で毎分1.0kJの割合で加熱した。加熱してから1分後に温度が変化しなくなり、5分後にまた上昇し始めた。

- (1) この物質1gの固体を液体にするのに必要な熱量を答えなさい。
- (2) 以下の文章を読み、正しければ○、間違っていれば×を答えなさい。
 - (ア) 固体を20gに変更したら、温度変化しない時間は倍になった。
 - (イ) 加熱エネルギーを毎分2.0kJに変更したら、温度変化しない時間は半分になった。
 - (ウ) 5分後に温度がまた上昇し始めてからも加熱し続けたら、ある温度で再び温度が変化しなくなった。

- (エ) 固体 10 g の最初の温度を 10°C 下げたから実験を行った。1 分後に温度が変化しなくなったが、その時の温度は先の実験に比べて 10°C 低かった。
- (オ) 温度が変化しなくなった状態では、液体と固体の状態が共存している。
- (カ) 圧力を変化させて同様の実験を行った。1 分後に温度が変化しなくなった。このときの温度は先の実験での温度と同じであった。

問 3 下線部②, ③ について, 次の(ア)~(オ)は物理変化か化学変化か答えなさい。

- (ア) 空気中で水素を燃焼させると水が生じた。
- (イ) 氷の表面から水蒸気が発生した。
- (ウ) グラスに入れた氷が溶けて水になった。
- (エ) 鉄と硫黄の混合物を加熱すると硫化鉄ができた。
- (オ) 水を入れたコップの周りに水滴がついていた。

2

化学の基礎法則の発見の歴史についての次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。原子量は $H=1.0$, $O=16$, $Cl=35.5$, $Na=23$ とする。 (25点)

化学反応における物質の量的な関係の理論は、18世紀後半から19世紀にかけて科学者たちによって詳しく検証され、化学の基礎法則が発見された。

(1) フランスのラボアジエは、精密な天秤を用いて密閉容器の中で ^(A) 金属を燃焼させる実験 を行った。金属を燃やしたときに、燃焼後の固体の質量は増えたが、その分だけ気体の質量が減ったので、総和は変わらないことを発見し、1774年、「化学反応の前後で、物質の質量の総和は変わらない」という ^(ア) 法則を提唱した。

(2) フランスのプールのストは、1799年、「化学の構成元素の質量比は、化合物の作り方によらず常に一定である」という ^(イ) 法則を提唱した。海水を蒸留して得られる水も、水素の燃焼により得られる水も、含まれる水素と酸素の質量比は常に である。

(3) イギリスのドルトンは、上記(ア)の法則や(イ)の法則などを説明するために1803年に原子説を提唱した。原子説では、

- ① すべての物質はそれ以上分割することができない最小の粒子が集まってきており、この粒子を原子という。
- ② 各元素は固有の大きさや質量、性質を持つ原子が存在する。
- ③ 化合物は、成分元素の原子が一定の割合で結合している。
- ④ 物質が他の物質に変化する現象は、原子どうしの分離や新たな結合の生成によっておこる。このとき、原子は新たに生成も消滅もしない。

ドルトンは、1803年、「2種類の元素でできた化合物が何種類かあるとき、1つの元素の一定質量と化合している他の元素の質量は、簡単な整数比になる」という ^(ウ) 法則を提唱した。

(4) 水素を燃焼させると水蒸気が生じる。この時、同温同圧のもとでは、反応した水素と酸素、生成した水蒸気の体積の比が常に となる。フランスのゲーリュサックは、1808年に「気体が反応したり、生成したりする反応におい

て、これらの気体の体積比は、同温・同圧のもとで、簡単な整数比になる」という ^(ア)法則を提唱した。

ゲーリュサックはさらに、同温・同圧のもとで、同体積の気体に含まれる基本粒子の数は同じであるとする仮説を提唱したが、^(B)ドルトンの原子説と矛盾してしまいこの仮説を説明することはできなかった。

(5) イタリアのアボガドロは1811年、以下の仮説を提唱した。

- ① 気体はいくつかの原子が結合した分子からなる。
- ② 同温・同圧では、同体積の中には同数の分子が含まれる。
- ③ 分子が反応するときは原子に分かれることができる。

この仮説はその後正しいことが証明され、「同温・同圧では、気体の種類に関係なく同じ体積中に同数の分子が含まれる」という関係が認められた。

問1 (ア)~(エ)の法則はそれぞれ何か、以下の語群より選び、記号で答えなさい。

【語群】

- a. 気体反応の法則 b. 定比例の法則 c. アボガドロの法則
d. 質量保存の法則 e. 倍数比例の法則

問2 空欄 に入る、水素と酸素の質量比を答えなさい。

問3 空欄 に入る、水素と酸素と水蒸気の体積比を答えなさい。

問4 下線部(A)について、『銅粉を空气中で加熱すると、銅が空气中の酸素と化合して表面に黒色の酸化銅(Ⅱ)が生じる』実験を行った。この反応の化学式を答えなさい。

問5 下線部(B)について、ゲーリュサックの法則がどういう点でドルトンの原子説と矛盾するのかを簡潔に説明しなさい。

3

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(25点)

酸から生じる陰イオンと塩基から生じる陽イオンからなるイオン結合の物質を塩という。塩は組成により、① 酸性塩、塩基性塩と正塩に分類される。これらの② 水溶液は酸性、塩基性または中性を示す。

弱酸の塩である酢酸ナトリウムの水溶液に強酸である塩化水素の水溶液（塩酸）を加えると、③ 弱酸の物質ができる。

問1 下線①について、次に挙げる4つの物質を酸性塩、塩基性塩及び正塩に分類し、記号で答えなさい。

- (ア) 硫酸水素ナトリウム
- (イ) 塩化水酸化マグネシウム
- (ウ) 硫酸アンモニウム
- (エ) 酢酸ナトリウム

問2 下線②について、硫酸水素ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの水溶液の性質（酸性、塩基性、中性）を答えなさい。

問3 下線③について、得られた弱酸の物質を答えなさい。また酢酸ナトリウムと塩酸の化学反応式を答えなさい。

問4 下線③について、弱酸の塩と強酸を反応させると弱酸ができる理由を答えなさい。

問5 弱塩基のある物質に強塩基の水酸化ナトリウムを加えるとアンモニアが発生する。「弱塩基のある物質」を答えなさい。また、その物質の化学反応からアンモニアができる化学式を答えなさい。

4

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(30点)

濃度が不明の過酸化水素水の10 mLをホールピペットで正確に測り取り、コニカルビーカーに移し①硫酸を加えた。0.03 mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を褐色ビュレットで少量ずつ滴下すると、12 mL加えたところで滴下した②水溶液の色が消えなくなった。このとき、過酸化水素と過マンガン酸カリウムは過不足なく反応した。

問1 この変化の化学反応式を答えなさい。

問2 問1の化学反応式において、過マンガン酸カリウムのマンガンMn原子と過酸化水素の酸素O原子の酸化数をそれぞれ答えなさい。

問3 下線部①において塩酸や硝酸ではなく硫酸を用いるのはなぜか答えなさい。

問4 過酸化水素水の濃度は何mol/Lか答えなさい。

問5 この実験で、褐色ビュレットを用いたのはなぜか答えなさい。

問6 下線部②の水溶液は何色か答えなさい。

問7 この反応における過酸化水素と同じ働きをする物質を以下の選択肢の中から選び記号で答えなさい。

【選択肢】

- (ア) 次亜塩素酸ナトリウム
- (イ) ハロゲン
- (ウ) 熱濃硫酸
- (エ) ビタミンC