

令和5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)

1個の原子には原子核中の陽子の数と同じ数の電子が含まれ、原子全体では電氣的に中性となっている。電子の質量は陽子や中性子の約 $\boxed{\text{①}}$ である。

電子はいくつかの層に分かれて原子核の周りに存在している。この層のことを $\text{\textcircled{2}}$ 電子殻 という。それぞれの電子殻に入ることの出来る最大の電子数は決まっている。例えば、 ${}_{18}\text{Ar}$ は、K殻に $\boxed{\text{③}}$ 個、L殻に $\boxed{\text{④}}$ 個、M殻に $\boxed{\text{⑤}}$ 個の電子が配置されている。一方、 ${}_{11}\text{Na}$ のM殻には $\boxed{\text{⑥}}$ 個の電子が配置されている。

原子には、陽子の数は同じでも $\text{\textcircled{7}}$ 中性子の数 が異なるために質量数が異なる原子が存在するものがある。これらを互いに同位体という。同位体の中には、ラジウム ${}^{226}\text{Ra}$ などのように、自然に放射線を放って別の原子の原子核に変化するものがある。こうした同位体は $\boxed{\text{⑧}}$ と呼ばれ、放射線を放出する性質を $\boxed{\text{⑨}}$ という。放射線には、 $\boxed{\text{⑩}}$ (電磁波)、 $\boxed{\text{⑪}}$ (電子)、 $\boxed{\text{⑫}}$ (${}^4\text{He}$ の原子核の流れ) がある。放射線には物質を通り抜ける能力や、細胞を破壊したり遺伝子に傷をつけて変化させるはたらきがある。また、原子核の崩壊速度が一定であることを利用して、生物の生きていた年代の推定を行うことができる。

問1. ①に入るもっともふさわしい語句を選択肢の中から選び記号で答えなさい。

- (ア) 2倍 (イ) $1/12$ (ウ) $1/1840$ (エ) 100万分の1 (オ) 6×10^{23} 倍

問2. 下線部②について、以下の問いに答えなさい。

- (1) M殻に入る電子の最大数はいくつか答えなさい。
- (2) 最も外側の電子殻にある電子のことを何というか答えなさい。
- (3) ③から⑥に当てはまる数値を答えなさい。

問3. 下線部⑦について、以下から、中性子の数が最も多い原子を選び記号で答えなさい。

- (ア) ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ (イ) ${}_{18}^{40}\text{Ar}$ (ウ) ${}_{11}^{23}\text{Na}$ (エ) ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ (オ) ${}_{19}^{39}\text{K}$

問4. ⑧～⑫に入る語句を答えなさい。

2

次の文章を読み、原子の同位体に関する、以下の各問いに答えなさい。(25点)

現在は、質量12の炭素原子 ^{12}C 1個の質量を12と決め、これを基準として各原子の質量を表した相対質量が、国際的に使用されている。

①自然界にある多くの元素には、質量の異なるいくつかの同位体が一定の割合で存在する。例えば、銀 Ag の同位体として ^{107}Ag と ^{109}Ag の相対質量を106.905と108.905とし、それぞれの存在比を51.84%と48.16%とした場合、銀の原子量は107.9と考えられる。②銀の原子量は ^{12}C を基準として導いた相対質量から求められる。

問1. 塩素には ^{35}Cl と ^{37}Cl の同位体が存在し、相対質量はそれぞれ、35.0と37.0である。塩素の相対質量を35.5とすると ^{35}Cl と ^{37}Cl は何対何で存在するか。もっともふさわしいものを以下から選び記号で答えなさい。

- (ア) 1 : 1
- (イ) 2 : 1
- (ウ) 3 : 1
- (エ) 3 : 2
- (オ) 5 : 3

問2. 自然界に ^{63}Cu と ^{65}Cu の同位体が存在し、その存在比はそれぞれ70%、30%とする。同位体の相対質量はその質量数と等しいとして、銅 Cu の相対質量を答えなさい。

問3. 炭素には ^{12}C と ^{13}C の同位体が存在し、酸素には ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O の同位体が存在すると考えると、二酸化炭素 CO_2 は何種類存在するか答えなさい。

問4. 下線部①について、以下の記述が正しい場合は○、誤っている場合は×で
答えなさい。

「元素を構成する同位体の相対質量と、その存在比から求められる質量の平均を、
その元素の原子量という」

問5. 下線部②について、以下の記述が正しい場合は○、誤っている場合は×で
答えなさい。

「下線②の方法で求められた相対質量の単位はグラム (g) である」

3

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(25点)

酸と塩基が反応して互いの性質を打ち消しあう変化を①中和という。一般的に水溶液中における中和では、酸から生じる水素イオンと、塩基から生じる水酸化イオンが結合して水を生成する。そしてこの水を蒸発させると結晶が析出し、この結晶を塩という。②塩には水の生成を伴わずに生じるものもある。

塩は③酸の水素イオンが金属などの陽イオンに置き換わった物質、または④塩基の水酸化物イオンが酸の陰イオンに置き換わった物質とみなすことができる。

問1. 下線部①について、次の物質の化学反応式を答えなさい。

- (ア) 塩化水素と水酸化ナトリウム
- (イ) 硫酸と水酸化ナトリウム

問2. 下線部①について、2.0 molの水酸化バリウムを中和するのに必要な塩化水素は何 mol か答えなさい。

問3. 下線部②について、塩化水素とアンモニアとの塩が生成する化学反応式を答えなさい。

問4. 下線部③及び④について、酸のすべての水素イオンを置き換えた塩、一部の水素イオンを置き換えた塩、そして水酸化イオンの一部を置き換えた塩をそれぞれなんというか答えなさい。

問5. 濃度不明の酢酸水溶液 10 mL を中和するのに、0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液が 20 mL 必要であった。この酢酸水溶液のモル濃度を答えなさい。

4

以下の問いに答えなさい。

(30点)

- (1) 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

イオン化傾向の大きい金属のイオンは水溶液中で単体を生成することはない。これらの金属の単体は、塩化物、酸化物、水酸化物などを高温で融解させて電気分解することにより、陰極に得られる。これを という。例えばるつぽに塩化ナトリウム NaCl (融点 801℃) を入れて強く熱すると、融解して液体となる。これを電気分解すると陽極では気体の塩素 Cl₂ が発生する。一方、陰極では電解液に水が存在しないのでナトリウムの単体が生じる。また、ボーキサイトから得られた酸化アルミニウム Al₂O₃ を氷晶石に溶かし、炭素を電極として電気分解すると酸化アルミニウムからは単体のアルミニウム Al が得られる。

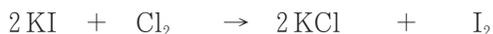
問 1. に入る適切な語句を答えなさい。

問 2. 上記文章中の 2 か所の下線部分で生じている化学反応において、塩化ナトリウム中のナトリウム、および酸化アルミニウム中のアルミニウムの酸化数はいくつになったか。また、このようなナトリウムおよびアルミニウムの変化を何と呼ぶか答えなさい。

問 3. 塩化ナトリウムおよび酸化アルミニウムを電気分解した際の、陰極で起こる電気分解の化学反応式を答えなさい。

- (2) 以下の①～④の酸化還元反応は右方向にだけ進む。このことを踏まえて、ヨウ素 I₂，臭素 Br₂，塩素 Cl₂，硫黄 S の酸化力の大小関係についての以下の問いに答えなさい。

- ① ヨウ化カリウム水溶液に塩素を通じると溶液が褐色になることから、ヨウ素が遊離することがわかり、その化学反応式は以下の通りである。



② 臭化カリウム水溶液に塩素を通じると臭素が生じ、水溶液の色が無色から赤褐色に変化する。



③ ヨウ化カリウム水溶液にうすい臭素水（黄色）を加えるとヨウ素が生じ、水溶液の色が無色から褐色に変わる。



④ 硫化水素の溶液にヨウ素を反応させると、淡黄色の硫黄の沈殿を生じる。



問4. ①の酸化還元反応において、塩素 Cl_2 とヨウ素 I_2 のどちらが酸化剤として強いかなさい。

問5. ③の酸化還元反応において、臭素 Br_2 とヨウ素 I_2 のどちらが酸化剤として強いかなさい。

問6. ①～④の酸化還元反応から、ヨウ素 I_2 、臭素 Br_2 、塩素 Cl_2 、硫黄 S の酸化力の大きい方から順に並べ替えなさい。

問7. 次の変化で、下線をつけた元素が酸化された場合はA、還元された場合はB、いずれでもない場合はCを記入しなさい。

