

薬学部（前期）一般入試〈化学〉60分・200点

1 次の文を読み、下の問1～5に答えよ。

原子番号が同じで質量数が異なる原子を (A) という。これらの原子においては、原子核中の (B) の数だけが異なる。(a)天然には、質量数が12の炭素原子 ^{12}C と13の炭素原子 ^{13}C が、原子数の割合でそれぞれ 98.90% と 1.10% 存在する。

(C) 元素とよばれる He, Ne, Ar などの各原子は、イオンになったり他の原子と結合したりすることはまれである。(b)これは、これらの原子の電子配置がきわめて安定なためである。

(D) 元素とよばれる Li, Na, K などの各原子は、1価の陽イオンになりやすく、この傾向は原子番号が (E) ほど強い。(D) の単体は反応性に富み、還元性が強い。たとえば、(c)Na は室温でも空気中の酸素によってすぐに酸化される。

ハロゲン元素とよばれる F, Cl, Br, I などの各原子は、(F) 個の価電子をもち、1価の陰イオンになりやすい。ハロゲンの単体は、2個の原子が (G) 結合してできた2原子分子からなる。これらの分子は、電荷のかたよりをもたない無極性分子であるが、ハロゲン化水素分子は、(H) の大きいハロゲン原子がいくらか負の電荷を帯びている極性分子である。

問1 空欄 (A) から (H) に適当な語句または数字を記せ。

問2 下線部 (a) について、 ^{12}C および ^{13}C の相対質量を 12.0 および 13.0 とし、炭素の原子量を小数第2位まで求めよ。

問3 下線部 (b) について、Ne 原子の電子配置を例にならって記せ。

例 Li: K^2L^1

問4 下線部 (c) の反応を化学反応式で表せ。

問5 (1) ハロゲン化物イオン (F^- , Cl^- , Br^- , I^-) をイオン半径の大きい順に並べよ。

(2) ハロゲン化水素 (HF, HCl, HBr, HI) を沸点の高い順に並べよ。

(3) 次の分子の中から極性分子を選び、番号で答えよ。

① 四塩化炭素 ② 硫化水素 ③ 二酸化炭素 ④ アセチレン

2 次の文を読み、下の問1～5に答えよ。

水はわずかに電離し、水素イオンと水酸化物イオンを生じている。



この可逆反応(I)の平衡定数 K は、水、水素イオン、水酸化物イオンの平衡時におけるモル濃度をそれぞれ $[\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{H}^+]$, $[\text{OH}^-]$ とすると、次式のように表される。

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

(a) 水に少量の酸や塩基を加えたときにも、(b) 水のモル濃度 $[\text{H}_2\text{O}]$ は一定とみなすことができるので、 $K_{\text{w}} = K[\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ も定数として扱うことができる。この K_{w} を水の (ア) といい、(c) その値は一定温度のとき一定で、高温におけるほど大きくなり、 25°C では (イ) $(\text{mol/l})^2$ である。水溶液の酸性や塩基性の強さは $[\text{H}^+]$ や $[\text{OH}^-]$ で表すことができるが、これらの値は広い範囲で変化するので、かわりに水素イオン指数 pH を用いて表す。pH は $[\text{H}^+]$ を用いて $\text{pH} =$ (ウ) と定義される。

問1 文中の空欄 (ア) ～ (ウ) に適切な語句、数値または式を記せ。

問2 下線部(a)において、酸を加えたときと塩基を加えたとき、可逆反応(I)の平衡はそれぞれどちらに移動するか。右に移動する場合には“→”，左に移動する場合には“←”，どちらにも移動しない場合には“×”を記せ。

問3 下線部(b)において $[\text{H}_2\text{O}]$ を一定とみなすことができるのは、 $[\text{H}_2\text{O}]$ が $[\text{H}^+]$ や $[\text{OH}^-]$ に比べて非常に大きいことによる。水のモル濃度 $[\text{H}_2\text{O}]$ を四捨五入により有効数字3桁で求めよ。

問4 下線部(c)の事実から、水の電離は発熱反応および吸熱反応のいずれであると判断されるか。発熱反応と判断される場合には“発熱”，吸熱反応と判断される場合には“吸熱”，このことだけからは判断できない場合には“×”を記せ。

問5 0.020 mol/l の塩酸 10 ml に 0.020 mol/l の水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えるとき、次の(1)～(3)の pH を求めよ。解答は四捨五入により小数第2位まで記せ。ただし、強酸および強塩基は完全に電離するものとし、 $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$ とする。

- (1) 水酸化ナトリウム水溶液を加える前の塩酸。
- (2) 水酸化ナトリウム水溶液を 5 ml 加えた混合溶液。
- (3) 水酸化ナトリウム水溶液を 15 ml 加えた混合溶液。

3 次の文を読み、下の問1～3に答えよ。

エタノールは、工業的にはリン酸を触媒として用い、高温高压で (A) (名称) への水の付加反応によって合成される。また、^(a)酵母によるブドウ糖 ($C_6H_{12}O_6$) のアルコール発酵によってもつくられる。エタノールは、これと同程度の分子量をもつ炭化水素に比べて、融点・沸点が高い。これはアルコールが分子間でヒドロキシル基 (水酸基) による (ア) 結合を形成しているためであると説明される。エタノールは、アルカリ性水溶液中でヨウ素と反応して、特有の臭いをもつ (B) (示性式) の黄色い沈殿を生じる。この反応は、エタノール、アセトン、2-プロパノールなどに特異的な反応であり、(イ) 反応とよばれる。エタノールに金属ナトリウムを加えると、(C) (名称) を発生して、(D) (示性式) を生じる。エタノールを酸化すると (E) (示性式) となり、それをさらに酸化すると酢酸になる。エタノールと酢酸の混合物に、少量の濃硫酸を触媒として加えて加熱すると、(F) (示性式) と水を生じる。このように、アルコールと有機酸の反応によって生じる化合物を一般に (ウ) といい、これらは香料や溶媒に用いられる。(F) に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、エタノールと酢酸ナトリウムを生じるが、塩基による (ウ) の加水分解のことを (エ) という。

問1 空欄 (A) ～ (F) に適する物質を () 内の指示に従って記せ。

問2 空欄 (ア) ～ (エ) に適する語句を記せ。

問3 下線部 (a) の反応を化学反応式で表せ。

4 ここに Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} および Ag^+ を含む水溶液がある。各イオンを分離する一連の操作手順を操作 1～3 に示してある。下の問 1, 2 に答えよ。

操作 1 上記水溶液に希塩酸を加えると (ア) 色の沈殿 (A) が生じるので、これをろ過して分離する。

操作 2 操作 1 で得られたろ液に硫化水素ガスを通じると (イ) 色の沈殿 (B) が生じるので、これをろ過して分離する。

操作 3 操作 2 で得られたろ液を煮沸して硫化水素を追い出す。次に、この溶液に希硝酸を加えた後、アンモニア水を加えると、(ウ) 色の沈殿 (C) が生じるので、これをろ過して分離する。このろ液には (D) イオンが錯イオン (E) を形成して溶解している。

問 1 空欄 (A) ～ (E) に適する物質の化学式を記せ。

問 2 空欄 (ア) ～ (ウ) に適する語句を記せ。