

国際環境工学部 化学

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 時間は9時30分から11時00分までの90分、配点は300点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に6ページあり、解答用紙は3枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄(各解答用紙2箇所)、氏名記入欄(各解答用紙1箇所)があるので、受験番号と氏名を正しく記入してください。正しく記入されていない場合には採点できないことがありますので、十分注意してください。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

必要があれば、次の原子量、数値を使うこと。

H : 1.0, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Na : 23.0

$\sqrt{2}=1.41$, $\log_{10}2=0.301$, $\log_{10}3=0.477$

第1問 (化学, 配点 100 点)

問1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

原子は、中心にある と、負電荷をもついくつかの電子からなる。さらに、 は、正電荷をもつ と電荷をもたない から構成されている。原子は、 の数と電子の数は等しいため、原子は全体として電氣的に中性である。また、原子を構成する電子は、 を取り囲む電子殻と呼ばれるいくつかの層に分かれて存在している。電子殻は、 に近いものから順に、 殻、 殻、 殻とよばれ、各電子殻に収容できる電子の最大数はそれぞれ , , である。原子中で最も外側の電子殻中にある最外殻電子は、原子同士が結合するときに重要な役割をすることが多く、このような最外殻電子を という。例えば、Cl原子では のうち、 個は電子対をつくっているが、 個は電子対をつくらず不対電子として存在する。2個のCl原子の間で不対電子を出し合って電子対をつくり、それを共有することで生じる結合を という。この結合に関係する電子対を , 関係しない電子対を という。

(1) 上の文中の空欄 ~ に適する語句、数字、記号を入れよ。

(2) 次の (a)~(e) の分子の電子式を記せ。

(a) NH_3 (b) H_2O (c) Br_2 (d) N_2 (e) C_2H_4

問2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

- (1) 炭素の同位体や原子量に関する以下の記述①～⑤のうち、誤りを含むものをすべて答えよ。
- ① 炭素の同位体には ^{12}C , ^{13}C , ^{14}C があるが、 ^{14}C は放射線を出して安定な ^{14}N に変化するので、環境中に存在するのは、 ^{12}C と ^{13}C だけである。
 - ② 原子の相対質量は、 ^{12}C の質量を 12 と定められている。
 - ③ 炭素の原子量は相対質量にそれぞれの存在比を乗じて足すことで算出される。 ^{12}C が 98.93% と ^{13}C が 1.070% 存在すると炭素の原子量は有効数字 4 桁で 12.00 になる。
 - ④ 原子核の崩壊によって、放射性同位体の数が元の半分になるまでの時間を半減期という。
 - ⑤ ^{14}C は放射線同位体で、生物遺体の中で一定の割合で減少していくことから、遺跡で発掘された木片などの年代測定に利用されることがある。
- (2) 地球上に存在する臭素の同位体組成比は、 ^{79}Br (相対質量 79.0) 50.7% と ^{81}Br (相対質量 81.0) 49.3% である。臭素の原子量を有効数字 3 桁で答えよ。
- (3) 地球上に存在する塩素には、2 種類の同位体 ^{35}Cl (相対質量 34.97) と ^{37}Cl (相対質量 36.97) が存在し、塩素の原子量は 35.45 である。 ^{37}Cl の存在比 [%] を有効数字 2 桁で答えよ。計算の過程も記すこと。

第2問 (化学, 配点 100 点)

問 1 次の文中の空欄 ～ に適する語句または式を入れよ。
また, , は, 選択肢 ①右, ②左 のうち, いずれか適するものを選択し, その番号を解答箇所に記入せよ。

(1) 可逆反応において, 正反応と 反応の反応速度が
 い状態を平衡状態という。

(2)
$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3 + 92 \text{ kJ}$$
が平衡状態にあるとき, NH_3 を取り除くと 向きに平衡が移動する。また, 加熱すると 向きに平衡が移動する。

(3)
$$\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$$
の反応における平衡定数 K は, 各物質のモル濃度 $[\text{H}_2]$, $[\text{I}_2]$, $[\text{HI}]$ を用いて
 $K =$ で表される。

(4) AgCl の飽和水溶液は溶解平衡の状態にある。このとき Ag^+ と Cl^- の濃度の積を AgCl の という。 は, 一定温度下では
 である。

問2 次の文章を読み、問いに答えよ。

①酢酸ナトリウムを水に溶かすと、酢酸イオンとナトリウムイオンに電離する。このとき生じた②酢酸イオンの一部は水と反応し、水酸化物イオンを生じる。このため、この水溶液は弱い 性を示す。下線部①と②の反応を合わせて、酢酸ナトリウムの という。

(1) 文中の空欄 , に適する語句を入れよ。

(2) 下線部①, ②の反応をイオン反応式で示せ。

問3 0.40 mol/L の酢酸水溶液 50 mL に同濃度の水酸化ナトリウム水溶液を滴下する実験を行った。酢酸の電離定数 K_a を 2.0×10^{-5} mol/L, 水のイオン積 K_w を 1.0×10^{-14} (mol/L)² として以下の問いに答えよ。

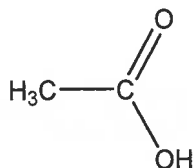
(1) 上記の酢酸水溶液の pH を有効数字 2 桁で求めよ。計算の過程も記すこと。

(2) 上記の実験で水酸化ナトリウム水溶液を 20 mL 加えた溶液に少量の酸や塩基を加えても pH に大きな変化が生じなかった。この理由を化学反応式あるいはイオン式を用いて説明せよ。また、このような作用を示す溶液をなんとよぶか答えよ。

(3) 中和点における混合液の pH を有効数字 2 桁で求めよ。計算の過程も記すこと。

第3問 (化学, 配点 100 点)

次の文章を読み, 以下の問いに答えよ。ただし, 構造式は以下の記入例にならって記せ。



構造式の記入例

炭素, 水素, 酸素だけからなる有機化合物 3.70 mg を完全燃焼させたところ, 二酸化炭素 8.80 mg, 水 4.50 mg が生じた。また, この化合物の分子量は 74.0 であった。この有機化合物には 7 種類の構造異性体が存在し, そのうち 4 種類は一価アルコールであった。

問 1 この有機化合物の分子式を求めよ。解答に至る過程も記すこと。

問 2 下線部について, 一価アルコール以外の有機化合物の構造式をすべて記せ。

問 3 下線部の一価アルコールのうち 1 つはヨードホルム反応を示す。このアルコールを濃硫酸で分子内脱水すると 2 種類の構造異性体が得られる。この 2 種類の構造異性体の構造式を記せ。

問 4 下線部の一価アルコールのうち 2 つは, ニクロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液でおだやかに酸化することで, フェーリング液を還元する生成物になる。この酸化反応により得られる生成物の構造式をそれぞれ記せ。

問 5 下線部の一価アルコールのうち 1 つは, ニクロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液で酸化されにくい。このアルコールの構造式を記せ。

問6 問4と問5で考えた3種類のアルコールのうち2つは、濃硫酸で分子内脱水すると同じ生成物が得られる。それら2つのアルコールを濃硫酸で脱水縮合させたときの化学反応式を記せ。ただし、化合物は構造式で記せ。

2023（令和5）年度 個別学力検査（一般選抜・後期日程）

国際環境工学部 ※該当学科に○をつけてください。

エネルギー循環化学科 ・ 機械システム工学科
情報システム工学科 ・ 建築デザイン学科 ・ 環境生命工学科

問題訂正

➤ 科目名：【化学】

第1問 問2 2ページ 上から12行目

(誤)・・・は放射線同位体・・・

↓

(正)・・・は放射性同位体・・・