

令和2年度・入学試験問題

理 科 (中)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この冊子は13ページあります。
3. 試験開始後、落丁・乱丁・印刷不鮮明の箇所があったら申し出なさい。
4. 試験開始後、すべての解答用紙に氏名(カタカナ)及び受験番号を記入しなさい。
受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。また、氏名(カタカナ)及び受験番号以外の文字、数字などは、絶対に記入してはいけません。
5. 解答はすべて解答用紙に、それぞれの問題の指示にしたがって記入しなさい。
6. 解答用紙のたて線より右側には、何も書いてはいけません。
7. この冊子のどのページも切り離してはいけません。ただし、余白等は適宜利用してかまいません。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

令和2年度個別学力検査 中期日程

薬学部
理科 問題

名古屋市立大学 学生課入試係 052-853-8020

許可なしに転載、複製
することを禁じます。

化 学

数値による解答の有効数字は3桁とせよ。

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量 H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Si = 28.1,
S = 32.1, Cl = 35.5, Ca = 40.1, Mn = 54.9, Fe = 55.9, Cu = 63.6,
I = 127

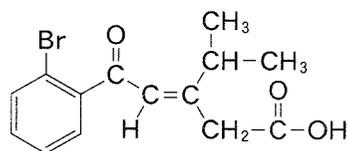
アボガドロ定数 $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

気体定数 $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

標準状態における気体のモル体積 22.4 L/mol

ファラデー定数 $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

構造式は右の例にならって記せ。



化学問題 1

地球の表面積の約70%を占める海には、約3.5%の塩類が溶けている。その塩類の中で最も多く含まれるのが、塩化ナトリウムである。

塩化ナトリウムを構成する元素は、ナトリウムと塩素である。ナトリウムは金属元素である。ナトリウムを含む化合物は、色の炎色反応を示す。原子番号1から20までの元素のうち、金属元素は個含まれる。一方、塩素は非金属元素であり、単体は常温・常圧では有毒で刺激臭のある色の気体である。原子番号1から20までの元素のうち、単体が常温・常圧で気体のものは個含まれる。天然に存在する塩素には、中性子の数が異なるために質量数が異なる^(A) ^{35}Cl と ^{37}Cl の2種類の体が存在する。

固体の塩化ナトリウムは、ナトリウムイオンと塩化物イオンが力で結合し、それらが交互に規則正しく配列したイオン結晶である。イオン結晶1モルを

分解して、構成するイオンを気体状態にするのに必要なエネルギーを格子エネルギー^(B)という。格子エネルギーは、イオン結晶の安定度の目安になる。この値を直接測定することはできないが、種々の熱量から の法則を利用して、間接的に求めることができる。

固体の塩化ナトリウムには電気伝導性がないが、高温で した塩化ナトリウムや塩化ナトリウム水溶液^(C)には電気伝導性がある。

塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを吸収させた後、二酸化炭素を通じると、 が沈殿する。この沈殿を熱分解すると炭酸ナトリウムが得られる。この反応過程で生成した副産物を再利用して、工業的に炭酸ナトリウムを製造する^(D)。この方法は 法とよばれている。炭酸ナトリウムはガラスの原料の他、化学工業の原料薬品として広く用いられる。

問 1. ~ にあてはまる最も適切な語句または数字を答えよ。

問 2. と にあてはまる最も適切な色を下記の(a)~(h)の中から選べ。

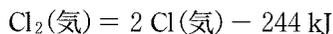
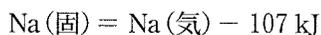
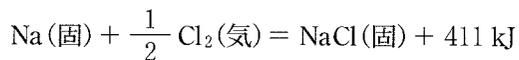
- | | | | |
|-------|-------|--------|--------|
| (a) 黒 | (b) 紫 | (c) 青 | (d) 黄緑 |
| (e) 黄 | (f) 赤 | (g) 赤褐 | (h) 無 |

問 3. 下線部(A)について、以下の設問に答えよ。

設問(1) ^{35}Cl と ^{37}Cl の相対質量がそれぞれ 35.0 と 37.0 であるとき、 ^{35}Cl の天然存在比(%)を求めよ。

設問(2) 天然に存在する塩素(Cl_2)のうち、 ^{35}Cl と ^{37}Cl が結合した塩素分子が占める割合(%)を求めよ。

問 4. 下線部(B)について、次の熱化学方程式を利用して、固体の塩化ナトリウムの格子エネルギー(kJ/mol)を求めよ。計算式も示すこと。



問 5. 下線部(C)について、以下の設問に答えよ。

設問(1) 塩化ナトリウム水溶液を電気分解した。陽極(炭素電極)と陰極(炭素電極)で起こる変化を、電子 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ示せ。

設問(2) 設問(1)の電気分解を 5.00 A の電流で 3分 13秒間おこなったときに、両極から発生する気体の標準状態での総体積(L)を求めよ。ただし、気体発生後の溶液への溶解や反応は考慮しなくてよい。

問 6. 下線部(D)について、この方法により炭酸ナトリウムを $1.06 \times 10^3 \text{ kg}$ 得るために、理論上必要な塩化ナトリウムの質量(kg)を求めよ。

化学問題 2

地球表層に最も多く存在する酸素は、生物にとって必須の元素である。空気中の酸素分子は呼吸を通して、生命活動を支えている。実験室では、酸素は、過酸化水素水に触媒である酸化マンガン(IV)を加えて発生させる。^(A)

また、大気圏に存在するオゾン層は、太陽光に含まれる有害な紫外線を吸収し、地上の生態系を保護している。このオゾン層が冷蔵庫やエアコンの冷媒などに使用されてきた 類により破壊されることが知られている。オゾンは淡青色で^(B) 特有の臭いをもつ気体であり、水道水の殺菌や空気の浄化などに利用されている。

オゾンは水で湿らせたヨウ化カリウムデンプン紙を青紫色に変える。^(C)

地球表層に酸素の次に多く存在するケイ素は、自然界では酸化物として豊富に存在する。ケイ素の単体は、二酸化ケイ素を電気炉中で、 を用いて還元してつくる。ケイ素の単体は、ダイヤモンドと同じ正四面体構造をもつ 結合の結晶で、灰色で金属のような光沢がある。高純度のケイ素の結晶は、わずかに電気伝導性を示す。このような物質を といい、電子機器類の集積回路や太陽電池などの材料などに用いられる。

火成岩の主成分である二酸化ケイ素はシリカともよばれ、石英、水晶、ケイ砂などとして天然に産出する。二酸化ケイ素は、一般に酸とは反応しないが、 とは反応し、 を生成して溶ける。二酸化ケイ素を水酸化ナトリウムと高温で融解すると、ガラス状の物質である ができる。このガラス状の物質に水を加えて長時間加熱すると、水ガラスとよばれる粘性の大きな透明の液体が得られる。水ガラスは、ガラスの接合剤、耐火塗料、土壌硬化剤などに用いられる。水ガラスに塩酸を加えると、白色ゲル状の が沈殿する。この沈殿物を乾燥させたものがシリカゲルである。シリカゲルは、乾燥剤や除湿剤などに^(D) 広く使われている。

一般的なガラスは、二酸化ケイ素と炭酸ナトリウムと石灰石の混合物を融解してつくる。このようなガラスは とよばれ、一定の融点を示さない。^(E) そのため、加熱すると次第に軟化するので、成型や加工が容易にできる。

問 1. から にあてはまる最も適切な語句を答えよ。

問 2. から にあてはまる最も適切な物質の化学式を答えよ。

問 3. 下線部(A)の方法を用いて、 $27.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ で酸素を水上置換により採集した。得られた酸素の体積を容器内外の水面を一致させてから測定したところ、 0.831 L だった。得られた酸素の質量(g)を求めよ。計算式も示すこと。ただし、 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ における水の蒸気圧は $3.56 \times 10^3\text{ Pa}$ とする。また、酸素は水に溶解しないものとする。

問 4. 下線部(B)を得るために、酸素 1.000 L をオゾン発生器に通したところ、出てきた酸素とオゾンの混合気体の体積は 0.975 L だった。ただし、温度と圧力は変化しないものとする。

設問(1) 最初の酸素 1.000 L のうち、オゾンに変化した体積の比率(%)を求めよ。

設問(2) 出てきた混合気体のうち、オゾンが占める体積の比率(%)を求めよ。

問 5. 下線部(C)の色変化が起こる原因となる反応を化学反応式で示せ。

問 6. 下線部(D)について、シリカゲルが乾燥剤に適している理由を2つあげ、それぞれ20字以内で説明せよ。

問 7. 下線部(E)について、一般的なガラスが一定の融点を示さない理由を50字以内で答えよ。

化学問題 3

次の水溶液(a)~(e)の沸点が、水溶液(a)は t_1 °C、水溶液(b)と(c)はともに t_2 °C、水溶液(d)は t_3 °C、水溶液(e)は t_4 °Cであるとき、以下の問に答えよ。

ただし、水溶液の濃度は質量モル濃度であり、すべての水溶液は希薄溶液の性質をあらわすとする。塩化ナトリウムおよび塩化カルシウムは水溶液中で完全に電離するものとする。また、純水の沸点を100 °Cとする。

- (a) 0.200 mol/kg のグルコース水溶液
- (b) 濃度不明の塩化ナトリウム水溶液
- (c) 0.100 mol/kg の塩化カルシウム水溶液
- (d) 0.100 mol/kg の電解質 AB(水溶液中で $AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$ と電離する)の水溶液
- (e) 水 100 g に(d)と同じ電解質 AB を 1.00 g 溶かした水溶液

問 1. 水のモル沸点上昇($K \cdot \text{kg/mol}$)を t_1 を用いて表せ。

問 2. 水溶液(b)の質量モル濃度を求めよ。

問 3. t_1 (°C), t_2 (°C), 100(°C)の大小関係として正しいものを次のうちから選び記号で答えよ。

- (ア) $100 < t_1 < t_2$ (イ) $100 < t_2 < t_1$ (ウ) $t_1 < 100 < t_2$
- (エ) $t_2 < 100 < t_1$ (オ) $t_1 < t_2 < 100$ (カ) $t_2 < t_1 < 100$

問 4. 純水、水溶液(a)、水溶液(c)の100 °Cにおける蒸気圧をそれぞれ P_0 , P_1 , P_2 とするとき、 P_0 , P_1 , P_2 の大小関係として正しいものを次のうちから選び記号で答えよ。

- (ア) $P_0 < P_1 < P_2$ (イ) $P_0 < P_2 < P_1$ (ウ) $P_1 < P_0 < P_2$
- (エ) $P_2 < P_0 < P_1$ (オ) $P_1 < P_2 < P_0$ (カ) $P_2 < P_1 < P_0$

問 5. t_2 を t_1 を用いて表せ。

問 6. 電解質 AB の電離度を α とするとき, α を t_1 と t_3 を用いて表せ。

問 7. 電解質 AB の分子量を α , t_1 , t_4 を用いて表せ。

化学問題 4

次の水溶液(a)~(d)に関する以下の問に答えよ。

- (a) 酢酸ナトリウム水溶液
- (b) 塩化アンモニウム水溶液
- (c) 炭酸水素ナトリウム水溶液
- (d) 硫酸水素ナトリウム水溶液

問 1. 水溶液(a)~(d)は、酸性、塩基性、中性のいずれを示すか。

問 2. 水溶液(a)~(d)が問 1 で答えた液性を示す理由は、それぞれの塩から電離したイオンの一部が、水溶液の液性に影響する平衡状態をとるためである。水溶液(a)~(d)において、そのような平衡状態を表すイオン反応式を記せ。ただし、それぞれの塩から電離したイオンを左辺に記すこと。

問 3. 問 2 で答えたイオン反応式のうち、水分子がブレンステッド・ローリーの定義にもとづく酸としてはたらいっているものはどれか。(a)~(d)の中で該当するものをすべて答えよ。

問 4. 水溶液(a)に関する以下の設問に答えよ。

設問(1) 問 2 で答えた水溶液(a)の反応の平衡定数を K とするとき、 $[\text{H}_2\text{O}]$ は十分に大きく一定とみなせるため $K[\text{H}_2\text{O}]$ も一定である。 $K[\text{H}_2\text{O}] = K_h$ とするとき、この反応に関与するイオンおよび分子のモル濃度を用いて K_h を表す式を記せ。ただし、例えば酢酸イオンのモル濃度であれば、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ のように記すこと。

設問(2) 酢酸の電離定数 K_a と水のイオン積 K_w を用いて K_h を表す式を記せ。

設問(3) 水溶液(a)の酢酸ナトリウム濃度が 0.0300 mol/L であるとき、この水溶液中の $[\text{OH}^-]$ (mol/L), $[\text{H}^+]$ (mol/L), pH をそれぞれ求めよ。ただし, $K_a = 2.70 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, $K_w = 1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$, $\log_{10} 3 = 0.480$ とする。

化学問題 5

炭素，水素，酸素からなる分子量 300 以下の芳香族化合物 A がある。

実験 1 ～ 5 を読み，以下の各問に答えよ。

実験 1 29.8 mg の化合物 A を完全に燃焼したところ，二酸化炭素 79.2 mg と水 16.2 mg が生成した。

実験 2 化合物 A を水酸化ナトリウム水溶液で完全に加水分解すると，化合物 B と分子量 158 の化合物 C が生成した。化合物 C に希塩酸を加えて加水分解した後，この水溶液を酸性にすることにより，化合物 D が生成した。

実験 3 化合物 B に十分量のナトリウムを加えたところ，1.00 mol の化合物 B に対し 1.00 mol の気体が発生した。

実験 4 化合物 D を過マンガン酸カリウム水溶液中で加熱した後，希塩酸を加えると化合物 E が生成した。

実験 5 化合物 B と化合物 E とを混合し，加熱により脱水しながら重合するとポリエチレンテレフタレートが生成した。

問 1. 化合物 A, B の分子式を記せ。

問 2. 化合物 A, C の構造式を記せ。

問 3. 実験 5 の下線部の重合反応を何というか記せ。

化学問題 6

化合物 F を工業的に製造する方法として、ワッカー法が知られている。この方法では、(①) を塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)との触媒系により、酸素で酸化することにより化合物 F が得られる。

化合物 F には(②)基とよばれる官能基が存在し、その官能基の存在を確認する試薬の一つとして(③)液がある。

(③)液は、酒石酸ナトリウムカリウムを溶解した水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を等量ずつ混合した溶液であり、実際にこの(③)液に化合物 F を添加すると、赤色の沈殿が生じる。このとき、(③)液と化合物 F の混合溶液内では、酸化還元反応が起きており、化合物 F が酸化される一方で、(④)は還元される。

化合物 F は、アセチレンに硫酸水銀(Ⅱ)を触媒として水を添加させて製造していたが、水銀中毒の公害問題により現在では用いられていない。この反応では、触媒存在下において、アセチレンへの水の付加が起こり、不安定な中間生成物を經由して、すぐに安定な構造の化合物 F に変換される。この方法をもちいて、アセチレンをプロピンに代えて反応を行ったところ、二つの生成物 G と H が得られた。すなわち、生成物 G は不安定な中間生成物 I を經由して、また生成物 H は不安定な中間生成物 J を經由してそれぞれ生成する。

なお、生成物 G は(③)液を添加すると赤色の沈殿が生じたが、生成物 H では赤色沈殿が生じなかった。

問 1. 本文中の(①)～(④)にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2. 化合物 F と H および不安定な中間生成物 I と J の構造式をそれぞれ記せ。

なお、立体異性体が存在する場合、それらを区別しなくてもよい。

化学問題 7

油脂は脂肪酸と(①)のエステルである。天然の油脂を構成する脂肪酸には炭素原子の数が16や(②)のものが多い。油脂の性質は、構成される脂肪酸の種類で決まり、常温で液体の油脂を(③)といい、固体の油脂を脂肪という。(③)にニッケル触媒存在下、水素を付加することでできる油脂を(④)といい、マーガリンの原料などに用いられる。近年、水素を付加する際に生成する、天然では少ない幾何異性体の不飽和脂肪酸には、健康へのリスクが指摘されている。

問 1. (①)~(④)にあてはまる適切な語句または数字を記せ。

問 2. 本文中の下線部について、(③)を構成する脂肪酸の構造的な特徴を15字以内で記せ。

問 3. 分子量が単一である油脂 X がある。この油脂 X 52.5 g に対して付加できるヨウ素は 30.1 g であった。油脂 X に水素を完全に付加させると油脂 Y が得られた。この油脂 Y 1.00 g を完全にけん化するのに必要な 0.0500 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液は 67.4 mL であった。ここに希塩酸を加え溶液を酸性にしたところ、1種類の直鎖脂肪酸が得られた。このとき、

設問(1) 油脂 Y の分子量を求めよ。

設問(2) 油脂 X を構成する脂肪酸として考えられるものの組み合わせすべてを、下の例のように、その脂肪酸の示性式とその脂肪酸の分子の数をもちいて記せ。

(例) 油脂 X が、脂肪酸 A が a 個、脂肪酸 B が b 個、脂肪酸 C が c 個で構成されているとき、

A の示性式(a 分子) + B の示性式(b 分子) + C の示性式(c 分子)

なお、脂肪酸の示性式は以下の例にならって記すこと。

$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_7\text{COOH}$ (示性式)

問題訂正

科目名：理科(中)

<訂正> 化学問題5 11ページ 本文 上から6行目～7行目

(誤) …化合物Cに希塩酸を加えて加水分解した後、
この水溶液を酸性にすることにより…

(正) …化合物Cに希塩酸を加えてこの水溶液を酸性に
することにより…