

平成17年度 大阪市立大学第2次試験

理 科 問 題

(物理・化学・生物・地学)

注 意 事 項

- 1 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
- 2 問題冊子は、「物理」6ページ、「化学」8ページ、「生物」9ページ、「空白」1ページ、「地学」10ページ、合計34ページである。解答用紙は、「物理」3枚、「化学」3枚、「生物」4枚、「地学」4枚である。脱落のあった場合には申し出ること。
- 3 解答用紙の各ページ所定欄に、それぞれ氏名、受験学部、受験番号（最後のページは、左右2か所）を忘れずに記入すること。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定欄に記入すること。
- 5 解答以外のことを書いたときは無効とすることがある。
- 6 理学部の受験者は、次により解答すること。
 - (1) 数学科・生物学科・地球学科を志望する者は、「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうち2科目を選択解答すること。
 - (2) 物理学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」と、その他に「化学」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - (3) 物質科学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
 - (4) 化学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「化学」と、その他に「物理」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
- 7 工学部の受験者は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
- 8 医学部の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択解答すること。
- 9 生活科学部食品栄養科学科の受験者は、「化学」を解答すること。
- 10 机上に各自の「受験票」と「大学入試センター試験受験票」を出しておくこと。
- 11 問題冊子および選択しない科目の解答用紙は持ち帰ること。

化 学

第1問～第3問において、必要ならば次の原子量を用いよ。

H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, S = 32, Cl = 35, Ca = 40,

V = 51, Fe = 56

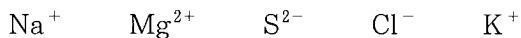
第 1 問 (33点)

次の問1と問2に答えよ。

問1 次の文章を読み、(1)～(4)の問いに答えよ。

原子は、1個の原子核とその周りにおけるいくつかの で構成される。原子核は、正の電気を帯びた と電気を帯びていない からできている。 は負の電気を帯び、電気的に中性の原子では と同じ数の が含まれる。原子核に含まれる の数は、元素の種類によって全て異なり、原子番号といわれる。また、 の数と の数の和を質量数という。原子1個の質量は非常に小さいため、原子の質量を相対値で扱う。現在、炭素の同位体 ^{12}C の相対質量を12とする基準が用いられている。元素を原子番号の順に並べると、イオン化エネルギー、電子親和力、原子やイオンの大きさなど元素のいろいろな性質に規則性が現れる。この規則性を元素の という。

- (1) 文章中の ～ に適切な語句を入れよ。
- (2) ある元素では、原子1個の質量が $1.66 \times 10^{-23} \text{ g}$ である同位体 A と $1.83 \times 10^{-23} \text{ g}$ である同位体 B の2種類のみが存在する。同位体 A の存在比が20.0%であるとき、この元素の原子量を求めよ。ただし、質量数12の炭素原子1個の質量は $1.99 \times 10^{-23} \text{ g}$ である。
- (3) 次に示すイオンをイオン半径が大きい順に並べよ。



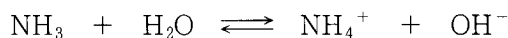
(4) ①～⑥の文について、内容が正しいものをすべて選べ。

- ① 1族元素は、全てアルカリ金属元素である。
- ② 2族元素のうち、BeとMgは炎色反応を示さない。
- ③ He以外の希ガスと同じ電子配置をもつ原子やイオンの価電子数は、8である。
- ④ 希ガスは、イオン化エネルギーが小さく、陰イオンになりにくい。
- ⑤ ハロゲンの原子は、電子親和力が大きく、1価の陰イオンになりやすい。
- ⑥ 金属元素は、全て遷移元素である。

問2 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。ただし、必要ならば次の数値を用いよ。

$$\sqrt{5.1} = 2.3, \log 2.3 = 0.36$$

工業的にアンモニアは、ハーバー・ボッシュ法により合成されている。実験室では、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱することにより、アンモニアが得られる。このようにして発生させたアンモニアを蒸留水に溶かして25℃で濃度0.30 mol/lのアンモニア水をつくった。アンモニアは、水溶液中で次のような電離平衡の状態になっている。



- (1) 文章中の下線部①および②の化学反応式を書け。
- (2) 文章中の下線部②の反応にしたがい、塩化アンモニウム5.3gと水酸化カルシウム5.3gの混合物をアンモニアがそれ以上発生しなくなるまで加熱した。発生したアンモニアの体積は、標準状態で何lか。ただし、アンモニアはすべて気体として捕集できたものとする。アンモニアは理想気体としてふるまうと仮定して計算せよ。
- (3) 文章中の下線部③におけるアンモニア水の電離度を α とする。 α を用いて電離定数 K_b を表せ。
- (4) 25℃でのアンモニアの電離定数は 1.7×10^{-5} mol/lである。文章中の下線部③のアンモニア水の水酸化物イオン濃度を求めよ。ただし、アンモニア水の電離度は1に比べて著しく小さいものとする。
- (5) 文章中の下線部③のアンモニア水のpHを、小数第2位までの値で求めよ。

化 学

第 2 問 (33点)

次の問 1 と問 2 に答えよ。

問 1 硫酸は工業的に最も重要な化合物のひとつであり、触媒を用いた接触法によって合成される。接触法による硫酸の合成は次の I～III の 3 段階の反応過程からなる。次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

I. 原料ガスの二酸化硫黄 SO_2 はこれまで黄鉄鉱 FeS_2 を燃焼させてつくられていたが、
① 現在では石油精製によって得られる硫黄の燃焼からつくられる。

II. 精製した二酸化硫黄を、酸化バナジウム (V) V_2O_5 などの触媒を用いて空気で
② 酸化し、三酸化硫黄 SO_3 とする。この反応は発熱反応である。

III. 三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とし、これを希硫酸に加えて濃硫酸と
する。

(1) 文章中の下線部 ① および ② の化学反応式を書け。

(2) II の反応は発熱反応にもかかわらず、およそ 450°C の高温で行われている。その理由を記せ。

(3) III において、濃硫酸をつくる際に三酸化硫黄を水と直接反応させない理由を記せ。

(4) 硫黄 2.00 kg を完全に燃焼させて二酸化硫黄をつくり、これをすべて硫酸に変えたとすると、質量パーセント濃度で 98% の硫酸は何 kg 製造されるか。また、この反応で使用される空気は標準状態で少なくとも何 m^3 必要か。ただし、体積百分率で空気の 20% が酸素であるとして、小数第 2 位までの値を求めよ。

(5) 次の濃硫酸に関する ㉠～㉧ の記述のうち、正しいものをすべて選べ。

㉠ 濃硫酸は高い粘性をもつ不揮発性の酸である。

㉡ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えると塩素が発生する。

㉢ 濃硫酸はショ糖を炭化させる。

㉣ 濃硫酸は希硫酸より強い酸として働く。

㉤ 熱濃硫酸は二酸化硫黄を発生しながら銅を溶かす。

㉥ 希硫酸を調製するときは濃硫酸にゆっくりと水を注いでいく。

㉦ 濃硫酸とエタノールの混合物を 170°C で加熱するとエチレンが発生する。

㉧ 濃硫酸は空気の乾燥剤として使える。

問2 次の文章を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。

① 鉄 Fe 0.056 g に 1.0 mol/l の塩酸 3.0 ml を加えると、気体を発生しながら鉄は完全に溶けた。水を加えて液量を 20 ml とした② 溶液に塩素を通じると、黄褐色に変化した。この溶液を沸騰水 20 ml の中に滴下すると③ 赤褐色の溶液が得られた。この溶液に硫酸ナトリウム水溶液を加えると赤褐色の沈殿が生じた。④

- (1) 文章中の下線部①で発生する気体は何か。また、その物質量は何 mol か。
- (2) 文章中の下線部①で希塩酸のかわりに濃硝酸を用いたところ、鉄は溶けなかった。その理由を述べよ。
- (3) 文章中の下線部②の反応を化学反応式で示せ。
- (4) 文章中の下線部②の反応において、少量の溶液を試験管にとり、試薬 を加えたところ、青色沈殿を生じなかったので反応が完結したと判断した。 に当てはまる試薬を次の A～D の中からひとつ選び、記号で答えよ。
A：フェノールフタレイン溶液
B：フェノール水溶液
C：チオシアン酸カリウム KSCN 水溶液
D：ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム $K_3[Fe(CN)_6]$ 水溶液
- (5) 文章中の下線部③の溶液に強い光線を当てると、溶液中に光の道すじがはっきりと見えた。この現象を何というか答えよ。また、その現象が見られる理由を述べよ。
- (6) 文章中の下線部④の現象を何というか答えよ。

化 学

第 3 問 (34点)

次の問1と問2に答えよ。なお、化合物の構造式は解答用紙に示した例のように簡略化してもよい。

問1 下に示した操作1～5は、Yさんが行った高分子化合物の合成に関する実験操作である。これらの操作に関する(1)～(5)の問いに答えよ。

操作1 ヘキサメチレンジアミン $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ 1.0 g を100 ml のビーカーに取り、水 20 ml を加えて溶かした。さらに、これに ① 水酸化ナトリウム 0.70 g を加えて溶かした (A液)。

操作2 アジピン酸ジクロリド $\text{ClCO}(\text{CH}_2)_4\text{COCl}$ 1.3 g を試験管に取り、ベンゼン 10 ml を加えて溶かした (B液)。

操作3 B液をガラス棒に伝わらせて、静かに A液に加えた。

操作4 A液と B液との境界面に生じた ② 薄い膜 を、注意してピンセットで静かに引き上げ、ガラス棒に巻き取った。

操作5 操作4で巻き取った膜を ③ アセトン で洗ったのち、十分に乾燥させた。

- (1) 文章中の下線部②の膜が生成する反応を化学反応式で記せ。
- (2) 反応が理想的に進んだと考え、この実験では文章中の下線部②の膜が何 g 得られるか。
- (3) 文章中の下線部①の水酸化ナトリウムはどのような働きを持つか、簡潔に説明せよ。
- (4) 文章中の下線部③で示したアセトンは極性を持つ有機分子である。水や多くの有機化合物をよく溶かすことから、ここでは洗浄液として用いられている。アセトンが極性を持つ理由を簡潔に説明せよ。
- (5) Zさんが同じ実験を試みた。しかし、操作1において、ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸ジクロリドとを取り間違えてしまった。その結果、水を加えても、アジピン酸ジクロリドは溶けなかった。しかし、水酸化ナトリウムを加えてよくかき混ぜたところ、均一な溶液となった。これはアジピン酸ジクロリドが反応したためである。アジピン酸ジクロリドはどのような化合物になったか、構造式で記せ。

(問 2 は次ページ)

問2 次の文章を読み、(1)～(4)の問いに答えよ。

α -アミノ酸のひとつであるアラニン(図1)は、水溶液中において、陽イオン、双性イオン、および陰イオンの平衡状態にある。その組成は水溶液のpHの値によって変化する。イオンの正負の電荷が等しくつり合ったときのpHの値は等電点と呼ばれる。アラニンの等電点は6.0である。アラニンの水溶液のpHの値を等電点に調整したとき、アラニンは のイオンで存在する。pH 6.0より十分に酸性側、あるいは塩基性側では、アラニンは、それぞれ および のイオンとして主に存在する。

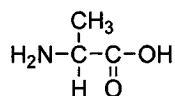


図1 アラニンの構造式

3つの異なるアミノ酸が縮合したトリペプチドAとBがある。それらを構成するアミノ酸は、図2に示す5つのアミノ酸のうちのいずれかである。AおよびBについて性質を調べたところ、次のことがわかった。

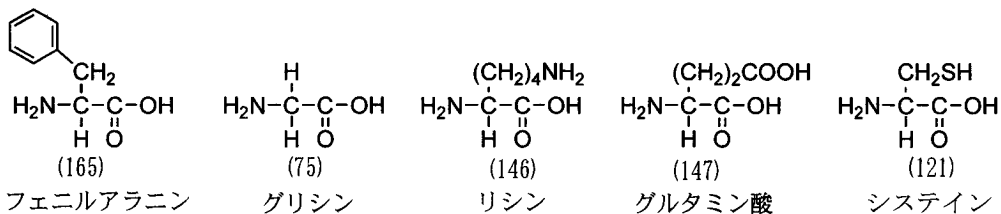


図2 トリペプチドAおよびBの構成アミノ酸の構造式。()内の数値は分子量を示す。

- ① Aの水酸化ナトリウム水溶液を加熱したのち、酢酸を加えて酸性にした。この溶液に酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿が生じた。
- ② Aを構成するアミノ酸のひとつは不斉炭素原子を持っていなかった。
- ③ Aに濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、さらにアンモニア水を加えると橙黄色になった。同じことがBにおいても観察された。
- ④ Bを構成するアミノ酸のひとつのモノナトリウム塩は、うま味を示す化学調味料の主成分と同じであった。
- ⑤ Bに酵素xを作用させたところ、Xの位置で加水分解反応がおり、アミノ酸CとジペプチドDが得られた(図3)。Dの分子量は294であった。
- ⑥ Bに酵素yを作用させたところ、Yの位置で加水分解反応がおり、ジペプチドEとアミノ酸Fが得られた(図3)。Eの分子量は293であった。

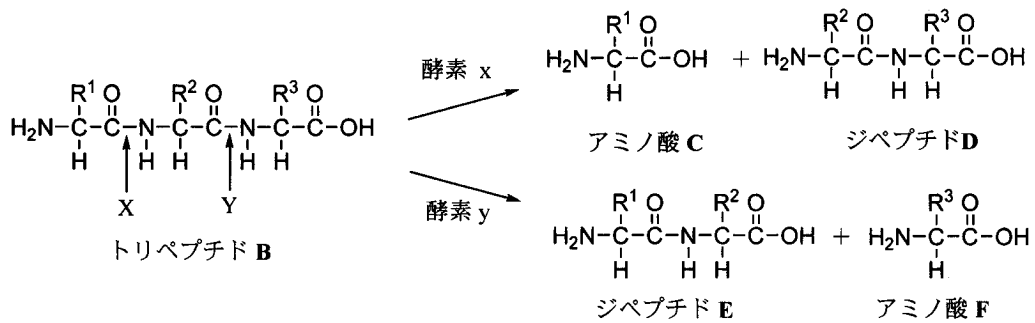


図3 酵素によるトリペプチド B の加水分解反応

- (1) ア ~ ウ にあてはまるイオンの構造式を書け。
- (2) トリペプチド A を構成する 3 つのアミノ酸の名称を答えよ。
- (3) トリペプチド B の構造式を書け。
- (4) トリペプチド B には構成アミノ酸の配列が異なる異性体が存在する。その数を答えよ。ただし、光学異性体や双性イオンは除外する。
また、 $\text{R}^1, \text{R}^2, \text{R}^3$ がペプチド結合に関与した異性体も除外する。