

化 学 (その1)

注 意 事 項

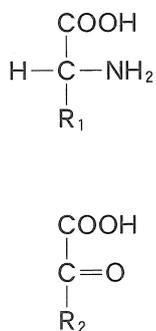
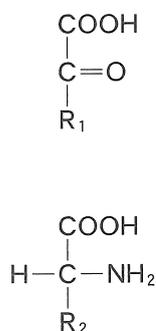
1. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入せよ。
2. 問題 **1** ~ **5** を通じ、その必要があれば、次の数値を用いよ。
3. 原子量 H : 1.00, C : 12.0, O : 16.0, Na : 23.0, S : 32.1, Cl : 35.5, Fe : 55.9

1 次の文を読み、問に答えよ。

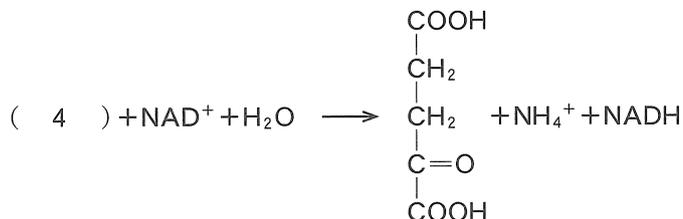
アミノ酸の代謝分解で生じる窒素の排泄法は3通りある。窒素をアンモニアとして排泄する魚類は、毒性の強いアンモニアをエラから絶えず水中に排泄できるため、その毒性はただちに希釈される。アンモニアの毒性をすぐに希釈できない環境で生活する生物は、アンモニアを毒性の低い物質へと代謝し、哺乳類は(1)として、鳥類は(2)として排泄している。

体内で不要となったアミノ酸のアミノ基の多くは、肝臓で図Aに示すアミノ基転移反応により、図Aに転移され(3)ができる。このアミノ基転移反応により、様々なアミノ酸のアミノ基の多くが一旦(3)として集められる。図Aの反応による図アへの主要なアミノ基転移反応には、(4)のアミノ基を図アに転移して図イを生じるものと、(5)からアミノ基を図アに転移して図ウを生じるものがある。(3)は以下の図Bで示した反応により酸化され、排泄すべき第一の窒素原子を含むアンモニウムイオンを生じる。アンモニウムイオンは、炭酸水素イオンとともに図エのカルバモイルリン酸へと合成されたのち図オと結合し、図カに示すシトルリンとなる。(1)の2つのアミノ基のうち1つはアンモニウムイオン由来、もう一つは(4)由来である。(4)のアミノ基がシトルリンの側鎖末端の酸素原子の位置に入り図キが合成され、その後図キから図クがはずれ(6)が生じる。その後(6)が加水分解し、(1)と図オを生じる。(1)は肝細胞から血液に乗り、腎臓から尿中に排泄される。

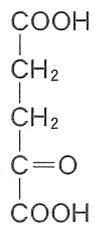
A



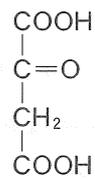
B



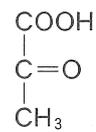
ア



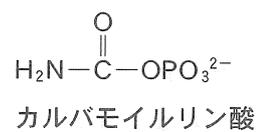
イ



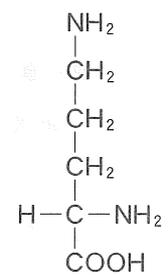
ウ



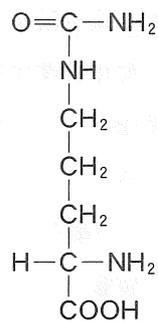
エ



オ

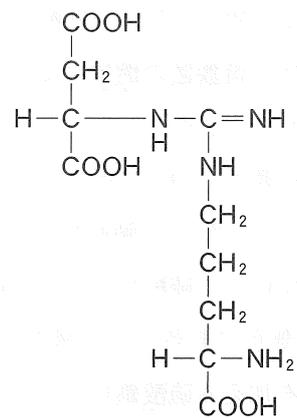


カ

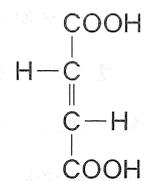


シトルリン

キ



ク



問 1 (1) (2)にあてはまる物質名を記せ。

問 2 (3) (4) (5) (6)にあてはまるアミノ酸を以下から選び記せ。

Ala, Arg, Asn, Asp, Cys, Gln, Glu, Gly, His, Ile, Leu, Lys, Met, Phe, Pro, Ser, Thr, Trp, Tyr, Val

問 3 図オは生体内ではタンパク合成に利用されないアミノ酸である。このアミノ酸の一般名およびIUPAC(International Union of Pure and Applied Chemistry)命名法による名称を記せ。立体配置のL-, D-の記載は必要ない。

2 次の文を読み、問に答えよ。

硫化鉄(Ⅱ)に希塩酸を作用させると得られる(1)は空気より重い無色の気体で、腐卵臭に似た悪臭をもち有毒である。(1)は水に少し溶け、水溶液は弱い(2)性を示す。(1)は金属イオンと反応してその金属ごとに特有な色の硫化物の沈殿を生じるため、金属イオンの検出や分離に用いられる。銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に(1)を吹き込むと、溶液のpHに関わらず、(3)の黒色沈殿を生じる。(1)の硫黄原子の酸化数は(4)であり、酸化されやすく強力な還元剤として働く。

二酸化硫黄は(5)色、刺激臭のある有毒な気体で亜硫酸ガスと呼ばれ、銅に濃硫酸を加えて加熱すると得られる。また、工業的には、黄鉄鉱の燃焼によって得られる^a。二酸化硫黄は還元作用があるため紙や繊維の漂白に用いられる。^bしかし、(1)との反応で、酸化剤として作用する際には、二酸化硫黄の硫黄原子の酸化数は(6)から(7)へと変化する。

二酸化硫黄を、白金または酸化バナジウムなどの触媒を用いて酸素の存在下で酸化すると(8)になる。(8)は水と激しく反応して硫酸を生じる。硫酸を98.0%(質量パーセント濃度)含む濃硫酸は、密度1.84 g/cm³の無色で粘性のある液体である。硫酸の硫黄原子の酸化数は(9)である。単体の鉄に希硫酸を加える硫酸鉄(Ⅱ)^cを生じる。この反応で鉄原子の酸化数は(10)から(11)へと変化している。

問 1 (1)(3)(8)の化学式(組成式)を記せ。

問 2 (2)(4)(5)(6)(7)(9)(10)(11)にあてはまる語句を記せ。

問 3 下線部 a の反応式を完成させよ。



問 4 下線部 b の反応式を完成させよ。ただし、黄鉄鉱の主成分は二硫化鉄であるとする。



問 5 下線部 c の化学式(組成式)を記せ。

問 6 濃硫酸 98.0%(質量パーセント濃度) 1 kg を製造するのに必要な黄鉄鉱(純度 100% の二硫化鉄とする)は何 kg 必要か求め、四捨五入により小数点以下 1 位で記せ。

3 次の文を読み、問に答えよ。

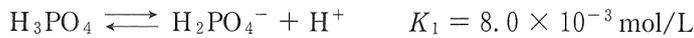
リンは単原子イオンにはなりにくく、共有結合で化合物をつくる元素である。脊椎動物ではリンは骨や歯の主要な構成成分 $\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$ として存在する。

リンの単体には様々な同素体があり、黄リン(白リン)と赤リンが代表的である。

黄リン(白リン)はリン酸カルシウムを電気炉中でコークス(成分はCとする)とケイ砂(成分は SiO_2 とする)とともに強熱し、生じた気体のリンを水中で冷却することで得られる。黄リン(白リン)と赤リンはどちらも空気中で燃焼させると(1)が生成される。(1)を水溶液中で煮沸すると、リン酸(オルトリン酸)が生成される。

リン酸は3価の酸であるため、水溶液中で下記の3段階に電離する。それぞれの25℃での電離定数を示す。

第1段階



第2段階



第3段階



必要なら次の値を使え。 $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{17} = 4.12$, $\log_{10} 2 = 0.30$, $10^{-6.8} = 1.6 \times 10^{-7}$

問1 下線部aの物質名を記せ。

問2 下線部bの反応式を完成させよ。



問3 (1)にあてはまる分子の化学式(分子式)を記せ。

問4 リン酸に含まれるリン原子の酸化数を記せ。

問5 下線部cの反応式を記せ。

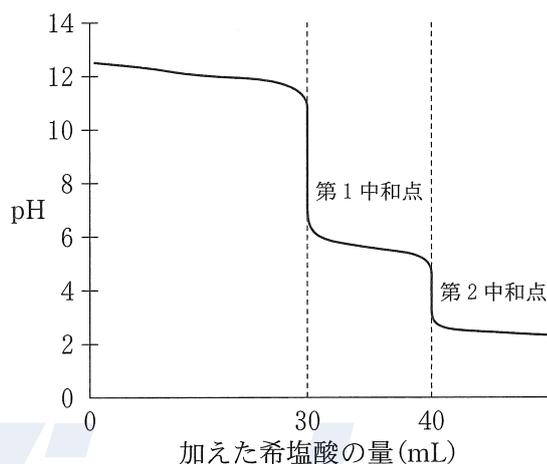
問6 25℃での0.10 mol/Lリン酸水溶液の水素イオン濃度[mol/L]を求めよ。答えは四捨五入により有効数字2桁で記せ。

問7 25℃の0.10 mol/Lリン酸水溶液をpH 6.8に調整した。25℃で、この水溶液中で存在する H_3PO_4 , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} の総和のうち、 HPO_4^{2-} は何%存在するか求めよ。なお、このリン酸水溶液の濃度では、電離定数 K_1 , K_2 , K_3 が適用される。pHの調整は、塩酸または水酸化ナトリウム水溶液で行った。答えは四捨五入により整数で記せ。

化 学 (その2)

4 次の文章を読んで、後の設問に答えよ。

炭酸ナトリウム(Na_2CO_3)と、水酸化ナトリウム(NaOH)の混合水溶液 20 mL に対して、 0.10 mol/L の希塩酸(HCl)を用いて滴定をおこなったところ、第1中和点までに 30 mL、第2中和点までに 40 mL を要し、右図のような pH の変化が観察された。以下の問いに答えなさい。



- 問 1 第1中和点、第2中和点で生じた反応を化学反応式で示せ。なお、第1中和点では2つの化学反応式を答えよ。
- 問 2 第1中和点と第2中和点を見つけるのに適した指示薬を以下の括弧の中から選びそれぞれ答えよ。
(メチルオレンジ、ネスラー試薬、フェノールフタレイン、塩化コバルト、インジゴカーミン)
- 問 3 水溶液に含まれていた炭酸ナトリウムの濃度は何 mol/L か。四捨五入のうえ有効数字2桁で答えよ。
- 問 4 水溶液に含まれていた水酸化ナトリウムの濃度は何 mol/L か。四捨五入のうえ有効数字2桁で答えよ。

5 メタンとプロパンの混合気体 46 g を完全に燃焼させたところ、二酸化炭素と水が 3 : 5 の物質質量比で得られた。以下の設問に答えよ。

問 1 混合気体に含まれるメタンとプロパンの物質質量比を最も簡単な整数比で答えよ。

問 2 メタンは何 g あったか。整数で答えよ(小数点以下が生じた場合には四捨五入せよ)。

問 3 生成した二酸化炭素は何 g か。整数で答えよ(小数点以下が生じた場合には四捨五入せよ)。

問 4 燃焼による発熱量は 2446 kJ であった。メタンの燃焼熱が 891 kJ/mol とすれば、プロパンの燃焼熱は何 kJ/mol か。整数で答えよ(小数点以下が生じた場合には四捨五入せよ)。

Windom