

2017 年度入学試験問題(後期)

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 31 ページあり, 問題数は, 物理 4 問, 化学 4 問, 生物 5 問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が 3 枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 3 枚の解答用紙のすべての所定欄に, それぞれ受験番号を記入すること。氏名を記入してはならない。なお, 記入した受験番号が誤っている場合や無記入の場合は, 当該科目の試験が無効となる。また, ※印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち 2 科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて, 選択しなかったことがはっきりと分かるようにすること。
- 5) 3 科目全部にわたって解答したもの, および解答用紙 3 枚のうち 1 枚に×印のないものは, 理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子, 解答用紙はともに持ち出してはならない。
- 7) 試験終了時には, 問題冊子の上に, 解答用紙を裏返して, 下から順に物理, 化学, 生物の解答用紙を重ねて置くこと。解答用紙, 問題冊子の回収後, 監督者の指示に従い退出すること。

# 化 学

[注意] 問題を解く際に、必要ならば、次の値を用いなさい。

原子量  $H = 1.0$ ,  $C = 12.0$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $S = 32.1$ ,

$Cu = 63.6$ ,  $Ag = 107.9$ ,  $Au = 197.0$

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

$\log_{10} 2 = 0.301$ ,  $\log_{10} 3 = 0.477$ ,  $\log_{10} 7 = 0.845$

I 次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

開封後長い間保存されていた濃アンモニア水のビンがあった。このビンのラベルには濃度 28.0 % (質量パーセント濃度)、比重 0.900 と記載されていた。

しかしながら、保存期間中のアンモニアの揮発による濃度変化が予想されるので、次のような実験を行った。

まず、濃度がラベル通りで変化していないとして、適量の濃アンモニア水を 500 mL メスフラスコに量り取り、水を加えて 500 mL とし、0.100 mol/L のアンモニア水を調製した。このアンモニア水を 10 mL ホールピペットで三角フラスコに量り取り、0.100 mol/L の塩酸で滴定したところ、中和点での塩酸の滴下量は、9.50 mL であった。

なお、25 °C における水のイオン積は  $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$  で、各濃度のアンモニア水の電離度は、下の表に示す通りであるとする。これらの電離度の値は、1 に比べて十分小さいと考えてよい。

25 °C におけるアンモニア水の電離度 ( $\times 10^{-2}$ )

アンモニア水の濃度 (mol/L)	0.0100	0.0500	0.1000
電離度	4.5	2.0	1.4

- 問 1 下線部で量り取った濃アンモニア水の量は、質量および容量ではそれぞれいくらになるか、有効数字 3 桁で答えなさい。なお、質量は解答欄(i)に、容量は解答欄(ii)に答えなさい。
- 問 2 25℃において 0.100 mol/L のアンモニア水(濃度の正確なアンモニア水)の水酸化物イオンの濃度および pH はいくらになるか答えなさい。水酸化物イオンの濃度は有効数字 2 桁で解答欄(i)に、pH は小数点以下 1 桁で解答欄(ii)にそれぞれ答えなさい。
- 問 3 25℃において、0.100 mol/L のアンモニア水(濃度の正確なアンモニア水)を 0.100 mol/L の塩酸で滴定したとき、中和点での水素イオン濃度および pH はいくらになると予想されるか、答えなさい。水素イオン濃度は有効数字 2 桁で解答欄(i)に、pH は小数点以下 1 桁で解答欄(ii)にそれぞれ答えなさい。
- 問 4 滴定実験の結果から、長期間保存した濃アンモニア水のモル濃度はいくらになっっていたか、有効数字 3 桁で答えなさい。

II 次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

銅片に濃硫酸を加えて加熱したところ、刺激臭のある気体Gを発生しながら、  
①銅片は溶解し、(あ)色の溶液となった。発生した気体Gを炭酸ナトリウム水  
溶液に通して十分に気体Gを吸収させたところ、②酸性塩の水溶液Sとなった。  
この水溶液Sにさらに炭酸ナトリウム水溶液を加えた後、溶液を濃縮し、放置し  
③たところ結晶Xが析出した。この結晶Xを取り出し、水に溶解した。この水溶液  
に粉末状の硫黄を加えて加熱した後、しばらく放置すると、④フィルム写真の定着剤  
として使われる結晶Yが析出した。この結晶Yを水に溶かし、その水溶液に濃塩  
酸を加えたところ、最初に発生したのと同じ気体Gが発生し、溶液は白く濁っ  
た。

問1 下線部①の反応を化学反応式で書きなさい。

問2 下線部①で発生した気体Gを1000 hPa、27℃の状態では3.00 L得るために  
必要な銅片の質量はいくらか、有効数字3桁で答えなさい。なお、発生した気  
体Gの溶液への溶解は無視するものとする。

問3 (あ)に入る適切な語句を答えなさい。

問4 下線部②の反応を化学反応式で書きなさい。

問5 下線部③の反応を化学反応式で書きなさい。

問6 結晶Yはハロゲン化銀と反応して、水溶性の錯イオンを形成するため、下  
線部④に示したように定着剤として利用される。この錯イオンを化学式で答え  
なさい。

Ⅲ 次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

大都市の多くでは、都市ガスが配給されており、ガス栓を開けるといつでも火を使うことができる。それとは異なり、ボンベ容器による液化石油ガス(LPガス)は、必要な場所で簡単にガスを利用できる利点がある。

関西医科大学に入学し、下宿生活をするようになったA君は、実家にあったLPガス用のガス器具を持参したところ、都市ガスには使用できないと言われた。疑問に思ったA君は、燃料ガスについて調べることにした。

都市ガスの組成は体積比でメタン90%、エタン6%、プロパン4%であった。それに対して、LPガスの組成は重量比でプロパン90%、ブタン10%であり、都市ガスとは大きく異なっていた。その他にも、カセットコンロ用のガスは同じく重量比でブタン70%、イソブタン30%であることを知った。

なお、表1にはアルカンの燃焼熱を、表2には使用時の各温度におけるLPガスボンベ内の気体の分圧を示した。

表1 アルカンの燃焼熱

名 称	燃焼熱(kJ/mol)
メタン	891
エタン	1561
プロパン	2219
ブタン	2879
イソブタン	2869

表2 プロパンとブタンの分圧( $\times 10^6$  Pa)

温度(°C)	0	10	20	25	30	40
プロパン	0.370	0.530	0.730	0.840	0.970	1.250
ブタン	0.002	0.005	0.110	0.140	0.180	0.280

- 問 1 プロパンが完全燃焼するときの反応を、熱化学方程式で表しなさい。
- 問 2 どちらも 25 °C の状態で、ガスボンベから流出させた LP ガスと、ガス栓から流出させた都市ガスをともに同体積(たとえば 10.0 L)ずつ完全燃焼させた。このとき、LP ガスの燃焼で得られる熱量は、都市ガスの燃焼で得られる熱量の何倍になるか。有効数字 3 桁で答えなさい。
- 問 3 問 2 のように同体積の LP ガスと都市ガスを完全燃焼させるとき、都市ガスの燃焼に必要な酸素の物質量は、LP ガスの燃焼に必要な酸素の物質量の何倍か。有効数字 3 桁で答えなさい
- 問 4 ブタンとイソブタンはそれぞれ構造異性体である。アルカンでは炭素数 5 の場合、(i)種類の構造異性体が存在し、炭素数 6 では(ii)種類の構造異性体が存在する。(i)、(ii)に当てはまる数字をそれぞれ解答欄(i)、(ii)に答えなさい。
- 問 5 ブタンとイソブタンでは燃焼熱はほぼ同じであるが沸点、融点が異なる。解答欄(i)にイソブタンの構造式を書き、ブタンと比較してイソブタンの沸点、融点が高いか低いかを解答欄(ii)に答えなさい。
- 問 6 今、1.00 L で 480 g の液化プロパンがあった。このプロパンを気体の状態で、液化させずに 1.00 L まで圧縮できたとすると、その圧力は 27 °C で何 Pa になるか。有効数字 3 桁で答えなさい。

IV 次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

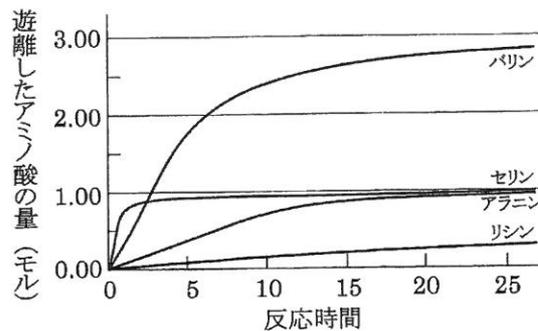
10個の $\alpha$ -アミノ酸(一般式  $R-CH(NH_2)-COOH$ )がアミド結合(ペプチド結合)により直鎖状につながったペプチドXがある。一般に、ペプチドは一方の端にアミノ基を持ち、他方の端にカルボキシ基を持つので、それぞれの端をアミノ末端およびカルボキシ末端と呼んでいる。また、アミノ酸がアミノ末端側からどのような順序でつながっているかを示したものをアミノ酸配列と呼ぶ。ペプチドXのアミノ酸配列を調べるために実験を行ったところ、以下に示した結果①～⑦が得られた。

① このペプチドXを加水分解したところ、下の表に示した8種類のアミノ酸が検出された。

アミノ酸	略号	側鎖(-R)
グリシン	G	-H
アラニン	A	-CH <sub>3</sub>
セリン	S	-CH <sub>2</sub> OH
バリン	V	-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
フェニルアラニン	F	-CH <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>
アスパラギン酸	D	-CH <sub>2</sub> COOH
リシン	K	-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> NH <sub>2</sub>
アルギニン	R	-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> NHC(=NH)NH <sub>2</sub>

② アミノ末端のアミノ酸は酸性アミノ酸であった。

③ ペプチドのカルボキシ末端側のアミノ酸から順次ペプチド結合を加水分解する酵素を作用させ、反応時間ごとに加水分解されて遊離してくるアミノ酸の量を、この酵素反応にペプチドXを1モル用いたとして解析すると、下の図に示したようになった。図に表されていないアミノ酸は、この時間内にはほとんど検出されなかった。



- ④ ペプチドを構成するリシンおよびアルギニンのカルボキシ基側のペプチド結合のみを加水分解する酵素を、ペプチドXに作用させ完全に加水分解すると、ペプチドXは、3種類のペプチドI、II、IIIに分解された。
- ⑤ ペプチドIは、キサントプロテイン反応による呈色は示したが、ビウレット反応による呈色は示さなかった。ペプチドIのカルボキシ末端側のアミノ酸はリシンであった。
- ⑥ ペプチドIIには、不斉炭素を持たないアミノ酸が含まれていた。
- ⑦ ペプチドIIIのアミノ末端側から2番目のアミノ酸はアラニンであった。

問1 一般に、アミノ酸の水溶液を酸性側から塩基性側に変化させたとき、アミノ酸のイオンの状態が、(i)、(ii)、(iii)と変化する。これらのイオンの状態(i)、(ii)、(iii)をアミノ酸の一般式を用いて、解答欄(i)、(ii)、(iii)に答えなさい。

問2 ペプチドI、II、IIIのアミノ酸配列を、それぞれ解答欄I、II、IIIにアミノ酸の略号を用いて答えなさい。たとえば、アミノ末端側から順に、グリシン、アラニン、セリンの3個が繋がったペプチドは、G—A—Sと答えなさい。

問3 ペプチドIIを加水分解して得たアミノ酸の混合溶液を酸性にして、陽イオン交換樹脂を詰めた管に通したところ、アミノ酸はすべて吸着した。さらに、同じpHの水溶液を流しても、アミノ酸は溶離してこなかった。そこで、流す水溶液のpHの値を徐々に大きくしていくと、アミノ酸は分かれて、すべて溶離してきた。最後に溶離してきたアミノ酸を略号で答えなさい。

問4 ペプチドXは、3種類のペプチドI、II、IIIがどの順序でつながっていたかを答えなさい。アミノ酸配列と同じように、アミノ末端側から、ペプチドI、II、IIIの順序でつながっていれば、I—II—IIIと答えなさい。