

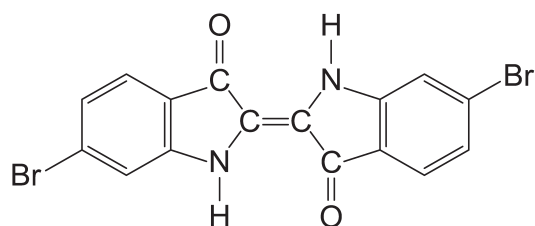
化 学 1/7

解答にあたっての注意

必要があれば、次の値を用いよ。

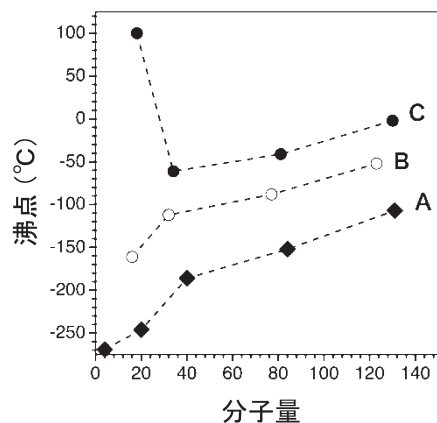
原子量 H 1.0 C 12 N 14 O 16 S 32

構造式は次の例にならってかけ。



化 学 $\frac{2}{7}$

I 下の図は14族元素の水素化合物、16族元素の水素化合物および18族元素の単原子分子について、分子量と沸点の関係を示したものである。問1～5に答えよ。



問1 A～Cの系列のうち、14族元素の水素化合物の分子量と沸点の関係を示すものはどれか。記号で答えよ。また、その中で分子量の最も小さな分子の名称と分子式を答えよ。

問2 系列A, Bは分子量の増加とともに沸点が高くなる傾向がある。その理由を答えよ。

問3 系列Cのうち、分子量の最も小さな分子は同族内で最も沸点が高い。その理由を答えよ。また、15族元素の水素化合物の中で、同じ理由で高い沸点を示す分子量が最も小さな分子を分子式で示せ。

問4 次の選択肢のうち、18族元素とその単原子分子についてあてはまる説明を全て選べ。

- (ア) 同じ周期の元素の中で最もイオン化エネルギーが小さい
- (イ) 気体は常温・常圧で同体積のとき、分子量が大きいほど分子数は少ない
- (ウ) 他の元素と化合物をつくりにくい
- (エ) 価電子をもたない
- (オ) 標準状態で無色・無臭の気体である

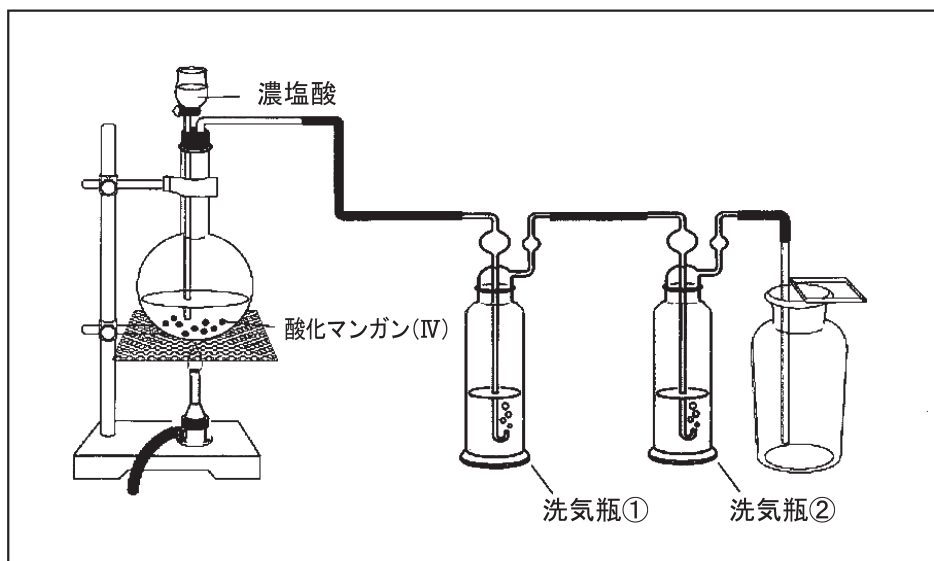
問5 フッ素（分子量 38）と塩化水素（分子量 36.5）は、ほぼ同じ分子量である。どちらの沸点が高いか。その名称を理由とともに答えよ。

化 学 $\frac{3}{7}$

II 次の文を読んで、問1～8に答えよ。

ハロゲン原子は (A) 個の価電子を持ち、1個の電子を得て1価の (B) イオンになりやすい。ハロゲンの単体はいずれも (C) 結合からなる (D) 原子分子で、有毒な物質である。また、それらの融点、沸点は原子番号が (E) ほど高くなる。さらにハロゲンの単体はいずれも (a) 他の物質から電子を奪う力があり、その強さは原子番号が (F) ほど強い。

実験室で塩素を発生させるには、図のような装置を用いて、酸化マンガン(IV) MnO_2 に濃塩酸を加えて加熱して発生した気体を下方置換で捕集する。洗気瓶①の中には (G) を用い、洗気瓶②の中には (H) を用いている。



ハロゲンの単体を水に溶解すると (b) フッ素、塩素は水と反応するが、臭素とヨウ素は水に若干溶解するだけでほとんど反応は起こらない。

また塩素や臭素は有機化合物とも反応する。例えば (c) エチレンに臭素を作用させると臭素化化合物が得られる。さらに (d) フェノールに臭素を作用させても臭素化化合物が得られる。

身近にあるハロゲンの塩は塩化ナトリウム (NaCl) である。 NaCl に濃硫酸を加えて加熱すると塩化水素が得られる。塩素単体、塩化水素、 NaCl のうちで (e) 沸点が一番高いのは NaCl である。 NaCl の水溶液に加えると (f) 沈殿が生じる金属イオンがある。

化 学 $\frac{4}{7}$

問1 (A) ~ (F) に入る語句を答えよ。

問2 下線 (a) を何というか。

問3 (G) と (H) に入る物質名を答えよ。またそれぞれ (G) と (H) を用いる目的を述べよ。

問4 下線 (b) ではどのような反応が起こるか。それぞれ化学反応式を示せ。

問5 下線 (c) の反応で得られる化合物の構造式を示せ。

問6 下線 (d) の反応で得られる化合物の構造式を示せ。

問7 下線 (e) の理由を述べよ。

問8 下線 (f) のような金属イオンを下から全て選べ。
 Fe^{2+} , Cu^{2+} , Ag^+ , Mn^{2+} , Zn^{2+}

化 学 $\frac{5}{7}$

Ⅲ 次の文を読んで、問1～6に答えよ。

(a) ビーカーに入れた 0.800 mol/L の過酸化水素水 100 mL を電子天秤の上に乗せ、触媒として少量の塩化鉄(Ⅲ)を加えたところ (b) 気体が発生し、溶液の質量が下表のように変化した。ただし、発生した気体分子は反応溶液にまったく溶解せず、また反応に伴って溶液の体積は変化しないものとする。

時間 t [min]	0	4	8	12	16	20
溶液の質量 [g]	101.00	100.68	100.44	100.24	100.12	100.00

問1 下線 (a) のように、口の大きな容器を使用する理由を説明せよ。

問2 ビーカー内で起こった反応の化学反応式を書け。

問3 下線 (b) で発生した気体の特徴として正しいものを下の (ア) ～ (オ) から全て選べ。また、この気体は工業的にはどのようにして得られているか、簡潔に述べよ。

- (ア) 単原子分子である
- (イ) 標準状態で無色・無臭の気体である
- (ウ) 昇華性がある
- (エ) 多くの物質と反応して化合物をつくる
- (オ) 還元作用がある

問4 反応開始時から各時間までに発生した気体の物質量の合計と、各時間において溶液に残っている過酸化水素のモル濃度をそれぞれ有効数字2桁で求めよ。

問5 問4の結果より、この反応の速度は過酸化水素のモル濃度の何乗に比例すると考えられるか。整数で答えよ。

問6 この反応において次の (A) ～ (C) のように条件を変更したとき、反応速度はどのようになるか。大きくなる、変わらない、小さくなる、の中からそれぞれ適切なものを答えよ。

- (A) 水を加える
- (B) 塩化ナトリウムを加える
- (C) 反応温度を上げる

化 学 6/7

IV 天然高分子化合物に関する問1～5に答えよ。

問1 次の文章の（ア）～（オ）に入る語句を答えよ。

生体内には様々な高分子化合物が存在し、その代表がデンプンや核酸、タンパク質である。これらの化合物はそれぞれ異なる構成単位をもち、デンプンは（ア）、核酸は（イ）、タンパク質は（ウ）が縮合重合した構造をとっている。

デンプンは冷水にほとんど溶けないが、熱水につけておくと一部が溶けだしてのり状となる。熱水に溶けだした成分はアミロースと呼ばれる（ア）が直鎖状に連なった分子で、ヒドロキシ基が分子内で水素結合して（エ）状の構造になっている。一方で熱水に溶けにくい成分は（オ）と呼ばれ、アミロースが枝分かれた構造をもつ分子である。

問2 アミロースの水溶液に α -アミラーゼを作用させると比較的穏やかな条件においても加水分解が起こる。このような生体内で触媒としてはたらく物質を何というか。また α -アミラーゼによる加水分解の主な生成物は、アミロースの構成単位が2分子結合した構造をもつ。生成物の化合物名を答えよ。

問3 一般的な触媒を用いた化学反応と α -アミラーゼのような物質による反応では、温度を変化させた際にその作用が異なる振る舞いを見せる。それぞれの反応について、反応温度を高くしていくと、その作用はどのように変化するか、違いを与える理由とともに説明せよ。

問4 タンパク質の呈色反応AおよびBの名称を答えよ。また、どのような構造を持つ物質が呈色するかをそれぞれ答えよ。

A. タンパク質の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、少量の硫酸銅(II)水溶液を加えると溶液が赤紫色になる。

B. タンパク質の水溶液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などによって塩基性になると橙黄色になる。

問5 あるタンパク質2.50 gを加熱条件で硫酸と作用させて、含まれるすべての窒素原子を硫酸アンモニウムとした。その後、水酸化ナトリウムを加えて塩基性としてから再度加熱したところ、標準状態で630 mLの気体のアンモニアが発生した。このタンパク質に含まれる窒素原子の質量百分率を整数値で答えよ。

化 学 7/7

V 次の文を読んで、問1～8に答えよ。

炭素、水素、酸素、窒素からなる芳香族ニトロ化合物 A の元素分析を行ったところ窒素原子を質量百分率で 11.4% 含んでいた。また 123.2 mg の化合物 A を完全燃焼させると 264.4 mg の二酸化炭素と 45.1 mg の水を生じた。

化合物 A にスズと濃塩酸を加えて反応させて、これに水酸化ナトリウムを加えると分子式 C_6H_7N の化合物 B が得られた。化合物 B は、さらし粉の水溶液で酸化すると (ア) に呈色することで生成していることを確認できた。

(a) 化合物 B に無水酢酸を作用させるとアセチル化されて化合物 C が生成した。また化合物 B の希塩酸溶液を氷冷しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると化合物 D が得られた。さらに化合物 D を加水分解することでフェノールが生成した。 (b) フェノールは水中で水酸化ナトリウムと反応して化合物 E となった。 この化合物 E の水溶液を化合物 D の水溶液に加えると化合物 F が得られた。化合物 F はアゾ染料として用いることができる。

また化合物 E に二酸化炭素を加圧下で反応させて得られる塩に、希硫酸を加えると化合物 G が得られた。化合物 G は無色の針状結晶で、やや水に溶ける。

(c) 化合物 G に無水酢酸と少量の濃硫酸を加えて反応すると解熱鎮痛剤として用いられる化合物 H が生成した。 (d) 化合物 G と化合物 H にそれぞれに塩化鉄(III)水溶液を加える実験を行った。

問1 化合物 A の分子量と構造式を示せ。

問2 化合物 B の名称と構造式を示せ。

問3 下線 (a) の反応を化学反応式で書け。

問4 (ア) は何色になるか。

問5 下線 (b) の反応を化学反応式で書け。

問6 化合物 D と F の名称と構造式をそれぞれ示せ。

問7 下線 (c) の反応を化学反応式で書け。

問8 下線 (d) の実験で化合物 G と化合物 H は、それぞれどのような様子が観察されるか。