

化 学

必要があれば、 $H = 1.0$ 、 $C = 12.0$ 、 $N = 14.0$ 、 $O = 16.0$ の原子量を用いよ。

第1問 A欄には9種の異なる気体を発生させる実験操作が記されている。この中からB欄の(1)～(7)の項目に当てはまるものを1つ選び、その記号と発生する気体の分子式を答えよ。

【A欄】

- (a) 過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加える。
- (b) 炭化カルシウムに水を加える。
- (c) 粉末亜鉛に希硫酸を加える。
- (d) 硫化鉄(II)の破片に希硫酸を加える。
- (e) 石灰石を加熱分解する。
- (f) 銅片に濃硫酸を加えて加熱する。
- (g) 銅片に濃硝酸を加える。
- (h) 塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを混ぜて加熱する。
- (i) ギ酸に濃硫酸を加えて加熱する。

【B欄】

- (1) 有色の気体を発生する。
- (2) 生じる気体の中でもっとも重い気体を発生する。
- (3) キップの気体発生装置を用いるのもっとも適している。
- (4) 水溶液は赤色リトマス紙を青色に変化させる。
- (5) 用いた固体物質が全く変化しない。
- (6) 窒素にもっとも近い密度をもつ気体を発生する。
- (7) ベンゼンと同じ実験式をもつ気体を発生する。

第2問 下の表は、水に対する気体の溶解度を表したものであり、それぞれの数値は $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における水1Lに溶ける気体の体積[mL]を標準状態に換算したものである。これについて、次の問い(問1～3)に答えよ。計算値は小数点第1位まで求めよ。

問1 表中のa、b、cは、 0°C 、 20°C 、 50°C のいずれかを示している。 0°C は、どの記号に該当するか。

温度($^\circ\text{C}$)	水素	窒素	酸素
a	16	11	21
b	18	15	31
c	21	23	49

問2 0℃、 4.052×10^5 Pa の水素が水 200 mL に接しているとき、この水に溶けている水素の体積は、この条件下で何 mL か。

問3 窒素と酸素の体積比が 4 : 1 である空気が、20℃、 1.013×10^5 Pa で水 1 L と接しているとき、この水に溶けている酸素のモル濃度 [mol/L] を求めよ。

第3問 次の文章を読み、以下の問い(問1～3)に答えよ。

ケイ素は地殻中に(ア)に次いで多く存在する元素である。天然には単体では存在せず、二酸化ケイ素が石英・水晶・けい砂などとして産出される。けい砂はガラスやセメントなどのケイ酸塩工業の原料となる。

ガラスは、けい砂に炭酸ナトリウムや炭酸カルシウムなどを加えて融解した後、ゆっくりと冷やしてつくられる。ガラスは、二酸化ケイ素の Si と O がつくる立体構造の中に Na^+ や Ca^{2+} などが入り込み、構成粒子の配列が不規則になり、一定の融点をもたない。このような物質を(イ)という。ガラスにはソーダ石灰ガラス、ホウケイ酸ガラス、鉛ガラス、二酸化ケイ素だけからなるが(イ)である。石英(シリカ)ガラスなどの種類があり、その性質によって使い分けられている。ガラスは薬品に侵されにくいが、フッ化水素酸は二酸化ケイ素を溶かすため、ガラスの目盛り付けやつや消しに利用される。

問1 文中の(ア)と(イ)にはいる適当な語句を答えよ。

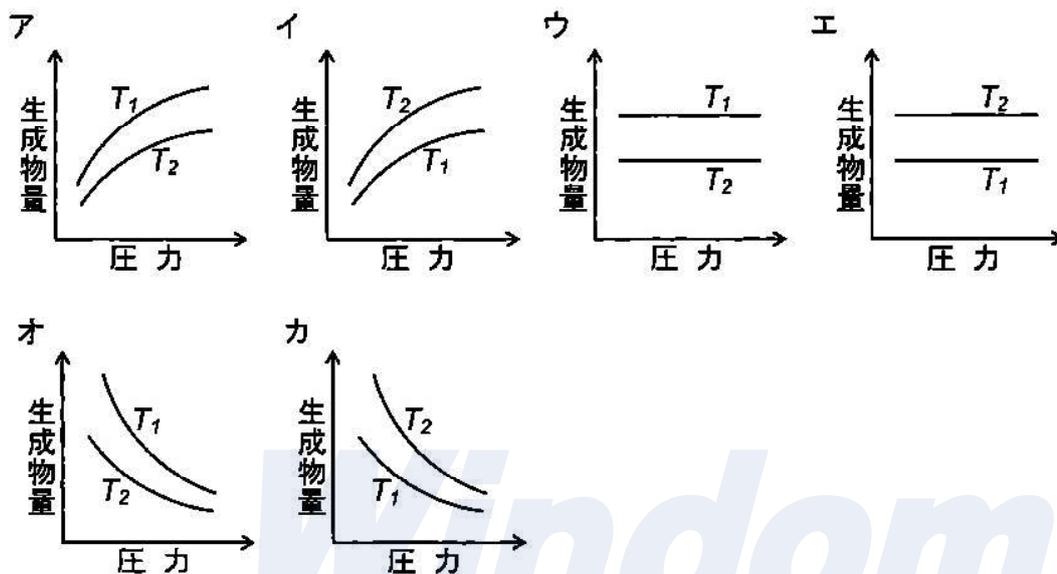
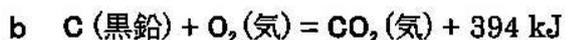
問2 下線部 a のガラスにもっともよく当てはまる性質と用途例を下の表のウ～クから1つ選び、記号で答えよ。

記号	性質	用途例
ウ	安価である。融解しやすく、加工しやすい。	窓ガラス・瓶
エ	多孔質で、吸着性が高い。	乾燥剤・吸着剤
オ	耐熱性・耐薬品性が大きい。光の透過性が高く、紫外線も透過する。	光ファイバー
カ	半導体の性質を示す。	集積回路
キ	光の屈折率が大きい。X線の吸収能が大きい。	光学レンズ・放射線遮蔽材
ク	熱膨張率が小さい。耐熱性・耐薬品性が大きい。	実験器具・食器

問3 下線部 b を反応式で書け。また、生成するケイ素を含む化合物の名称を答えよ。

第4問 以下の問い(問1~3)に答えよ。

問1 次のaとbの熱化学方程式で表される反応について、圧力と温度を変化させて平衡状態にしたときの生成物量を表すグラフを、下のア~カから選べ。なお、グラフ中の T は温度を表し、 $T_1 > T_2$ とする。



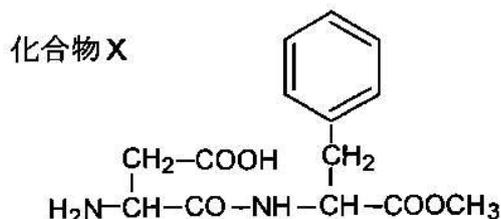
問2 分子量 M の一価の塩基 w [g] を水に溶解して V [mL] の水溶液をつくったところ、pHは10.0であった。この塩基の電離度を答えよ。

問3 濃度未知のシュウ酸水溶液 V_a [mL] をとり、少量の希硫酸を加えて酸性にした。これを温めながら c [mol/L] の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定すると、 V_b [mL] 加えたところで過マンガン酸カリウム水溶液の赤紫色が消失した。

- (1) 水溶液を酸性にするのに塩酸を用いないのはなぜか。15字以内で答えよ。
- (2) シュウ酸水溶液のモル濃度 [mol/L] を答えよ。
- (3) このシュウ酸水溶液 V_a [mL] と d [mol/L] の二クロム酸カリウム水溶液を硫酸酸性下で過不足なく反応させるためには、二クロム酸カリウム水溶液は何 mL 必要かを答えよ。

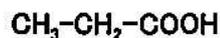
第5問 次の文章を読み、以下の問い（問1～7）に答えよ。

下の化合物Xは人工甘味料として用いられている物質である。化合物Xを塩酸中で加熱すると、3種類の化合物A、B、Cが生成した。このうち化合物Cは反応液を濃縮する過程で塩酸とともに蒸留された。次いで化合物AとBを（ア）の違いを利用して、（イ）を用いて分離した。



- 問1 化合物Xに含まれる官能基を4つ記せ。
- 問2 （ア）に化合物の物理化学的性質を示す語句、（イ）には分離方法を示す語句をいれよ。
- 問3 化合物Aの水素原子1つがヒドロキシ基に置換された化合物Dは、化合物Aから体内で合成される。化合物Dに濃硝酸を加えて加熱すると黄色となる。この呈色反応を何というか。
- 問4 化合物AおよびDの名称を書け。
- 問5 化合物B、C、Dの構造式を書け。構造式は化合物Xにならって書け。
- 問6 化合物Xは体内で分解されて化合物A、B、Cが生成されることが知られている。化合物Cは毒性があるため、その1日当たりの体内での生成量を0.32 g以下にしたい。摂取する化合物Xの量を何g以下にすべきか。計算値は小数点第2位まで求めよ。ただし、化合物AとBの分子量はそれぞれ165、133である。
- 問7 化合物Xの光学異性体はいくつあるか。

第6問 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。構造式は例にならって書け。



構造式の例

炭素、水素、酸素からなる化合物Aの26.4 mgを完全燃焼させると、二酸化炭素が52.8 mg、水が21.6 mg得られた。化合物Aの分子量を調べたところ、その分子量は88.0であった。化合物Aに金属ナトリウムを作用させると、激しく反応して水素ガスが発生し、またフェーリング液を加えて加熱すると赤色沈殿が生じた。化合物Aの水溶液を過マンガン酸カリウムで処理すると、化合物Bが生成した。化合物Bに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、二酸化炭素が発生した。また、化合物Bは加熱により、水1分子がとれて化合物Cとなった。化合物Cは水中で加熱すると化合物Bに戻った。化合物Aは鎖状であるが、水溶液中では同一の分子式をもつ環状の化合物Dと平衡状態で存在していた。また、水溶液中の化合物Dは2種類の立体異性体として存在していた。水溶液中の化合物AとDの存在は、水溶液中のグルコース分子の場合と似ていた。

問1 化合物A、B、CおよびDの構造式を書け。ただし、化合物Dの構造式に関しては立体異性体を考慮しなくてよい。

問2 化合物AのIUPAC(国際純正および応用化学連合)名を書け。

問3 化合物Cのような構造の化合物を一般に何というか。その名称を書け。

問4 水溶液中で鎖状の化合物Aから環状の化合物Dに変化するのは、どのような構造が形成されることによるのか。その構造の名称を書け。

問5 環状の化合物Dに2種類の立体異性体がある理由を15字以内で書け。