

全体講評（化学）

高等学校学習指導要領の化学（化学基礎、化学）の内容に基づき、その基礎的な内容を出題した。各日程とも大問〔Ⅰ〕には無機化学の分野、大問〔Ⅱ〕には物理化学の分野、大問〔Ⅲ〕には有機化学の分野の内容を中心に出题した。

記述式、マークセンス方式の設問ともに、知識問題、特に教科書を暗記していれば解答できる設問は正答率が非常に高かったのに対して、マークセンス方式の設問であっても、計算問題、複数の性質を比較する問題、グラフから読み取る問題など思考力が問われる問題は正答率が低かった。また、記述式問題では用語や化学式を問う問題では正答率が高い傾向にあったが、化学反応や構造式の理解度を問う問題では正答率が低い傾向にあった。

教科書などからの基礎的知識は十分に習得出来ていると思われるが、これらの組み合わせや思考力・応用力を要する問題への対策が不足していると考えられる。また、計算力の低下が懸念される。

最後に、マークセンス方式および記述式の解答は、丁寧に記入することを強く望む。

2025年度入学試験問題

化学

注意事項

- I 試験開始の指示があるまで問題用紙を開いてはいけません。
- II 解答用紙はすべて黒鉛筆(HB)〈シャープペンシルは、HB 0.5 mm 以上の芯であれば使用可〉で記入することになっています。
(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
- III 解答用紙右端の出席票に印刷されている受験番号を確認してください。間違いがなければ氏名欄に署名し、切取線から切り離してください。
- IV 問題は20ページで大問3問です。
- V 試験時間および解答方法については、問題冊子裏面を確認してください。

マーク記入上の注意

1. 解答欄にマークするときは、HBの黒鉛筆で次の正しい例のように、濃く正確にぬりつぶしてください。
2. マークのしかた
 - (ア) 正しい例
 - a. 解答が1つの場合、例えばイと解答するときは
 (1) (イ) (ウ) (エ) (オ) のように、マークしてください。
 - b. 解答が2つの場合、例えばイとウと解答するときは
 (1) (イ) (ウ) (エ) (オ) または (1) (イ) (ウ) (エ) (オ) のように各1つずつマークしてください。
 - (イ) 悪い例
 - (1) (イ) (ウ) (エ) (オ) ○印でかこむ。
 - (2) (イ) (ウ) (エ) (オ) 全部をぬりつぶしていない。
 - (3) (イ) (ウ) (エ) (オ) レ印をつける。
 - (4) (イ) (ウ) (エ) (オ) |印をつける。
 - (5) (イ) (ウ) (エ) (オ) 1欄に2つ以上マークする。

このような記入をしてはいけません。

 3. 一度記入したマークを訂正する場合は、消しゴムで完全に消してから記入しなおしてください。
(1) (イ) (ウ) (エ) (オ) のように×印をしても消したことはありません。
 4. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、また汚したりしないでください。

[I] 次の問(i)~(iii)に答えなさい。

(i) 次の問(A)~(C)に答えなさい。

問(A) 次の文の に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。

イオン結合は陽イオンと陰イオンが (1) によって結びつくことでつくられる。共有結合は2つの原子の (2) を共有して形成される。また、金属結合は金属原子の (2) が (3) としてふるまうことによって形成される。

解答群

- (ア) 電子親和力 (イ) 電気陰性度 (ウ) ファンデルワールス力
- (エ) 中性子 (オ) 自由電子 (カ) 静電気力(クーロン力)
- (キ) 陽子 (ク) 原子核 (ケ) 価電子

問(B) 次の文の に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。

元素 ${}_{17}\text{Cl}$ には自然界に ${}^{35}\text{Cl}$ と ${}^{37}\text{Cl}$ の同位体が存在する。 ${}^{35}\text{Cl}$ の原子核は (1) 個の陽子と (2) 個の中性子を含む。また、原子 Cl に含まれる電子数は (3) 個であって、そのうち (4) 個は最外殻のM殻に存在する。塩化物イオン Cl^- では、最外殻の電子数は (5) 個である。Clの原子量を35.5とすると、自然界の ${}^{35}\text{Cl}$ と ${}^{37}\text{Cl}$ の存在比は、 ${}^{35}\text{Cl} : {}^{37}\text{Cl} =$ (6) : 1となる。

解答群

- (ア) 1 (イ) 2 (ウ) 3 (エ) 4 (オ) 5
- (カ) 6 (キ) 7 (ク) 8 (ケ) 9 (コ) 10
- (ク) 15 (シ) 16 (ス) 17 (セ) 18 (ソ) 20

問(C) 次の文の に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。

塩化水素、臭化水素、フッ化水素、ヨウ化水素は、常温常圧で (1) 気体である。これら4つを沸点の高いものから低いものへの順に並べると、 (2) , (3) , (4) , (5) となる。これらのうち、 (6) の水溶液のみ弱酸で、それ以外の水溶液は強酸である。

解答群

- (ア) 無色、無臭の (イ) 有色、無臭の
- (ウ) 無色、刺激臭のある (エ) 有色、刺激臭のある
- (オ) 塩化水素 (カ) 臭化水素
- (キ) フッ化水素 (ク) ヨウ化水素

(ii) 次の文の に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。また、(4)には整数値を解答欄に記入しなさい。
 なお、気体は理想気体とし、標準状態における気体のモル体積は 22.4 L/mol、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4$ C/mol、原子量は Al = 27, Fe = 56, Zn = 65 とする。

水素 H_2 は、常温で無色、無臭の気体である。 H_2 の工業的な製造には、石油や天然ガスを水蒸気と高温で反応させる方法が用いられている。実験室では、亜鉛 Zn、鉄 Fe、アルミニウム Al などの金属に、希硫酸や塩酸を加えて H_2 を発生させる。この H_2 の捕集には (1) 置換が適している。この反応では、希硫酸や塩酸中の水素イオンは (2) される。ここで、同じ質量の Zn、Fe、Al それぞれに、過剰量の塩酸を加えて十分に反応させるとき、 H_2 の発生量が最も多くなる金属は、 (3) である。

白金電極と希硫酸を用いて水を電気分解しても、 H_2 を得ることができる。1.00 A の電流を 3860 秒通じて水の電気分解を行うと、発生する H_2 の標準状態での体積は、最大で (4) mL となる。

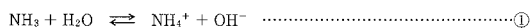
解答群

- (ア) 上方 (イ) 下方 (ウ) 水上
 (エ) 中和 (オ) 酸化 (カ) 還元
 (キ) Zn (ク) Fe (ケ) Al

(問題は次ページに続きます)

(iii) 次の文の (5) および (8) に入れるのに最も適当なものを、それぞれ **a 群** および **b 群** から選び、その記号をマークしなさい。また、 および には有効数字 2 桁の数値、および必要なら四捨五入して小数第 1 位までの数値をそれぞれ解答欄に記入しなさい。ただし、以下の操作はすべて 25°C 一定のもとで行うとする。なお、水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ mol²/L² とし、必要なら $\log_{10} 2.0 = 0.30$, $\log_{10} 3.0 = 0.48$ を用いなさい。

pH(水素イオン指数)が 1.0 の塩酸 50 mL と pH が 12.0 の水酸化ナトリウム水溶液 50 mL を混合した水溶液の pH を求めてみる。強酸と強塩基の電離度はともに 1 とみなせるから、混合前の塩酸中の水素イオン H^+ の物質量は (1) mol、混合前の水酸化ナトリウム水溶液中の水酸化物イオン OH^- の物質量は (2) mol である。混合後の水溶液中の H^+ のモル濃度は、 (3) mol/L となり、混合後の水溶液の pH は (4) と求まる。
 つぎに、アンモニア水溶液を考える。この水溶液では、①式のような平衡が成り立っている。

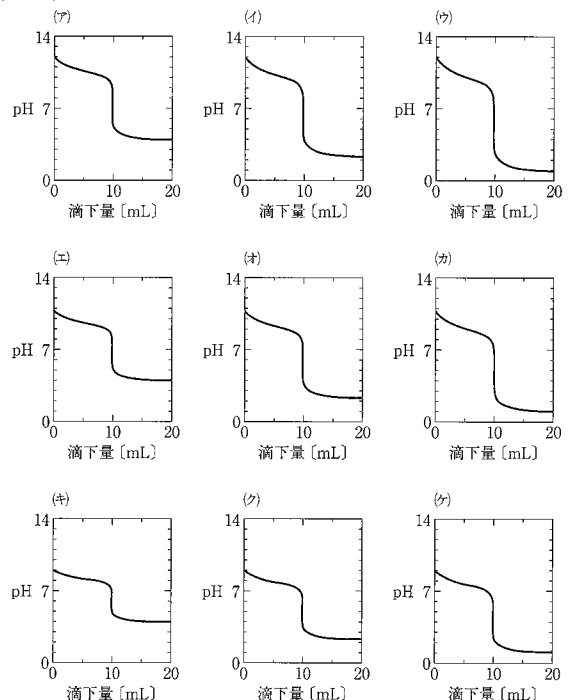


ブレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義を①式の平衡反応に当てはめると、 (5) が酸となる。 2.0×10^{-2} mol/L のアンモニア水溶液は 6.0×10^{-4} mol/L のアンモニウムイオンを含む。したがって、アンモニアの電離度は (6) $\times 10^{-2}$ となる。また、この水溶液の pH は (7) である。この水溶液 10.0 mL を 2.0×10^{-2} mol/L の塩酸で滴定した場合、予想される滴定曲線として最も適当なものは (8) である。

a 群

- (ア) NH_3 と H_2O (イ) NH_3 と NH_4^+ (ウ) NH_3 と OH^-
 (エ) H_2O と NH_4^+ (オ) H_2O と OH^- (カ) NH_4^+ と OH^-

(b 群)



〔Ⅱ〕 次の問(i)および(ii)に答えなさい。

(i) 次の問(A)~(D)に答えなさい。

問(A) 次の文の (1) から (3) にはあてはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の(ア)~(ク)から一つ選び、その記号をマークしなさい。

ある温度で気液平衡の状態にある気体と液体の間では、単位時間あたりに蒸発する分子の数と凝縮する分子の数は等しい。ここで温度が上昇すると、蒸発する分子の数は (1) するので、蒸気圧は (2) なる。蒸気圧が外圧と等しくなる温度を沸点という。1気圧のもとで水の沸点は100℃であるが、外圧が1気圧より大きい条件では、沸点は100℃より (3) なる。

	(1)	(2)	(3)
(ア)	増加	大きく	高く
(イ)	増加	大きく	低く
(ウ)	増加	小さく	高く
(エ)	増加	小さく	低く
(オ)	減少	大きく	高く
(カ)	減少	大きく	低く
(キ)	減少	小さく	高く
(ク)	減少	小さく	低く

- 7 -

問(B) 次の文の (1) および (2) に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a群 および b群 から選び、その記号をマークしなさい。また、(3) には最も適当な化学用語を漢字で解答欄に記入しなさい。

不揮発性の溶質が溶けた希薄溶液では、純粋な溶媒(純溶媒)に比べて、溶質の分だけ溶液全体の粒子の数に対する溶媒分子の数の割合が少なくなり、蒸発が (1) なる。そのため、希薄溶液の蒸気圧は純溶媒の蒸気圧より (2) なる。この現象を (3) という。

a群

(ア) 起こりやすく (イ) 起こりにくく

b群

(ア) 大きく (イ) 小さく

問(C) ある不揮発性の非電解質を溶かした希薄溶液の沸点上昇度 Δt [K] から溶質の分子量を求めることができる。モル沸点上昇を K_b [K·kg/mol]、溶質の質量を m [g]、溶媒の質量を W [g] としたとき、この溶質の分子量を表す文字式として最も適当なものを、次の(ア)~(カ)から一つ選び、その記号をマークしなさい。

(ア) $\frac{\Delta t W}{1000 K_b m}$	(イ) $\frac{K_b m}{1000 \Delta t W}$	(ウ) $\frac{K_b W}{1000 \Delta t m}$
(エ) $\frac{1000 \Delta t W}{K_b m}$	(オ) $\frac{1000 K_b m}{\Delta t W}$	(カ) $\frac{1000 K_b W}{\Delta t m}$

- 8 -

問(D) 次の文の () に入れるのに最も適当なものを、それぞれ 解答群 から選び、その記号をマークしなさい。ただし、水溶液中の電解質は完全に電離しているものとする。なお、原子量は H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Cl = 35.5, Ca = 40 とする。

3つのビーカー A, B, C に、それぞれ尿素 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 3.00 g, 塩化ナトリウム NaCl 2.34 g, 塩化カルシウム CaCl_2 2.22 g を入れ、それぞれに水を 100 g 加えて完全に溶かし、3種類の水溶液を調製した。これら3種類の水溶液のうち最も沸点が高いのは (1) の水溶液である。図1のように、これらのビーカーを大きな密閉ガラス容器に入れ、温度一定として長時間放置したところ、それぞれのビーカーから水が蒸発して気液平衡の状態に達した。このときビーカー内に残っている水の質量が最も小さいものは (2) の水溶液である。

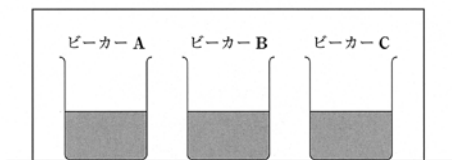


図1

解答群

(ア) ビーカー A (イ) ビーカー B (ウ) ビーカー C

(問題は次ページに続きます)

- 9 -

- 10 -

(ii) 次の文の に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。また、 $()$ には化学反応式を、 $\{ (5) \}$ には化学式を、 $[]$ には文字式をそれぞれ解答欄に記入しなさい。気体はすべて理想気体とし、容器の接続部の内容積および、液体の体積と蒸気圧は無視できるものとする。また、気体は液体に溶解しないものとする。

図1に示すように、容器Aと容器Bがコックで接続され、0℃で保たれている。コックが閉じられた状態で、内容積5.00 Lの容器Aに n_1 [mol] のメタンと n_2 [mol] のアセチレンを充填すると、圧力 0.560×10^5 Paを示した。また、内容積2.00 Lの容器Bに n_3 [mol] の酸素 O_2 を充填すると、圧力 3.50×10^5 Paを示した。

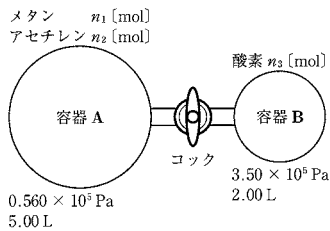
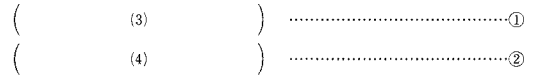


図1

ここで、容器Aと容器Bをつなぐコックを開くと、気体は反応することなく均一な混合気体となり、その全圧は $\times 10^5$ Paとなった。このときの O_2 の分圧は $\times 10^5$ Paである。

つぎに、容器内の混合気体を完全燃焼させた。この変化を化学反応式で表すと、メタンについては①式、アセチレンについては②式で表される。



①式および②式にしたがって完全燃焼した後、再び0℃に保つと容器内の圧力は、 0.750×10^5 Paとなっていた。この温度と圧力の条件において容器内に存在する気体成分は、 $\{ (5) \}$ と未反応の O_2 である。ここから、燃焼前のメタンに対するアセチレンの物質量の比 (n_2/n_1) を求める。①式と②式から、必要に応じて n_1, n_2, n_3 を用いると、 $\{ (5) \}$ の物質量は $[(6)]$ [mol] と表される。同様に、未反応の O_2 の物質量は、 $[(7)]$ [mol] と表される。このことから、 n_2/n_1 は (8) と求められる。

解答群

- | | | | |
|-----------|-----------|----------|----------|
| (ア) 0.160 | (イ) 0.400 | (ウ) 1.00 | (エ) 1.05 |
| (オ) 1.40 | (カ) 1.75 | (キ) 2.10 | (ク) 2.50 |
| (ケ) 2.66 | (コ) 2.80 | (サ) 3.00 | (シ) 3.50 |

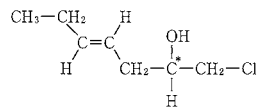
〔Ⅲ〕 次の問(i)~(iii)に答えなさい。

(i) 次の問(A)および問(B)に答えなさい。

問(A) 次の文の (1) に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。また、 $()$ (2) には下記の記入例にならって構造式を解答欄に記入しなさい。不斉炭素原子には*印をつけなさい。

構造式の記入例

*印は不斉炭素原子を示す。



アルカンは安定な化合物であるが、例えばメタンと塩素の混合気体に光(紫外線)を照射すると、メタン分子中の水素原子が塩素原子で置き換わった化合物と塩化水素が生成する。

光(紫外線)を当てながら直鎖状のペンタンと塩素を反応させると、ペンタンの水素原子1個を塩素原子1個で置換してできる生成物は、鏡像異性を区別しなければ (1) 種類得られ、このうち不斉炭素原子をもつ化合物の構造式は $()$ (2) である。

解答群

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| (ア) 1 | (イ) 2 | (ウ) 3 | (エ) 4 | (オ) 5 |
| (カ) 6 | (キ) 7 | (ク) 8 | | |

(問(B)は次ページにあります)



問(B) 次の文の \square , () および { (6) } に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 , (b 群) および { c 群 } から選び、その記号をマークしなさい。なお、原子量は H = 1, C = 12, O = 16, Na = 23, I = 127 とする。

油脂はグリセリンと脂肪酸からなる (1) である。炭素原子間の結合がすべて単結合である脂肪酸を (2) 脂肪酸とよび、炭素原子間の結合に二重結合(C=C 結合)を含む脂肪酸を (3) 脂肪酸とよぶ。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えてけん化すると脂肪酸ナトリウムとグリセリンになる。

同一の (3) 脂肪酸の 3 分子とグリセリンの 1 分子のみから構成される油脂 A 4.39 g を完全にけん化するために 0.60 g の水酸化ナトリウム NaOH が必要である。このとき生成するのはグリセリンと脂肪酸ナトリウムの塩 B である。また、A に含まれる C=C 結合 1 個に対して 1 個のヨウ素分子 I₂ が付加するとき、4.39 g の A と完全に反応するのに必要な I₂ の質量は 7.62 g である。

以上のことから、A のモル質量は (4) g/mol であり、B のモル質量は (5) g/mol となる。また、A には { (6) } 個の C=C 結合が含まれる。

- a 群
- (ア) アミド (イ) アルコール (ウ) エステル
 (エ) エーテル (オ) 単純 (カ) 不飽和
 (キ) 飽和 (ク) 複合

- (b 群)
- (ア) 146 (イ) 264 (ウ) 287 (エ) 293
 (オ) 302 (カ) 439 (キ) 585 (ク) 878

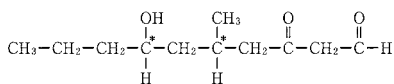
- { c 群 }
- (ア) 1 (イ) 2 (ウ) 3 (エ) 4 (オ) 5
 (カ) 6 (キ) 7 (ク) 8 (ケ) 9

- 15 -

(ii) 次の文の (1) および () に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および (b 群) から選び、その記号をマークしなさい。また、{ } には下記の記入例にならって構造式を解答欄に記入しなさい。不斉炭素原子には * 印をつけなさい。

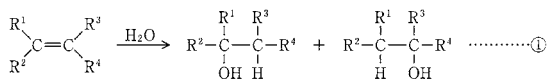
構造式の記入例

* 印は不斉炭素原子を示す。



分子式 C₅H₁₀ の異性体のうち、シス-トランス異性体(幾何異性体)も区別すると、アルケンは (1) 種類ある。いま、この (1) 種類のアルケンのうち、3 種類の化合物 A, B, C とそれらに関連する化合物について、以下の(a)~(e)のことがわかっている。

- (a) A, B, C のうち、A のみにシス-トランス異性体が存在し、A はトランス形である。
 (b) A, B, C それぞれの炭素原子間の二重結合への水の付加反応を行うと、A からは化合物 D と化合物 E が得られ、B からは化合物 F と化合物 G が得られ、C からは F と化合物 H が得られる。なお一般に、炭素原子間の二重結合への水の付加反応は、①式に示すように起こる。



R¹, R², R³ および R⁴ はアルキル基または水素原子とする。

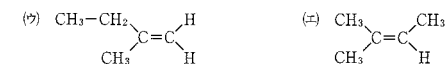
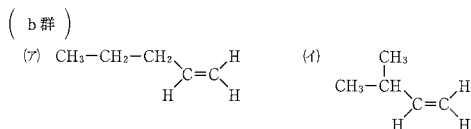
- 17 -

- 16 -

- (c) D と F はいずれも不斉炭素原子をもつ。
 (d) G を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液のような適当な酸化剤で酸化させて得られる化合物 I は銀鏡反応を示す。
 (e) H は硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液のような酸化剤では酸化されにくい。

以上のことから、B の構造式は (2) , C の構造式は (3) であり、また、D の構造式は (4) , I の構造式は (5) であることがわかる。

- a 群
- (ア) 4 (イ) 5 (ウ) 6 (エ) 7 (オ) 8



- 18 -

(iii) 次の文の および () に入れるのに最も適当なものを a 群 および (b 群) から選び、その記号をマークしなさい。また、
 には整数値を解答欄に記入しなさい。なお、原子量は H = 1、
 C = 12、O = 16 とする。

セルロース($C_6H_{10}O_5$)_nは、多数のβ-グルコースが (1) 結合によって連結した直鎖状の構造をもつ多糖である。セルロースは分子どうしが多数の (2) 結合で強く結びついているため、熱水や有機溶媒に溶解しにくい。しかし、セルロースはシュバイツァー試薬とよばれる濃アンモニア水に水酸化銅(Ⅱ)を溶かした水溶液には溶解する。セルロースをシュバイツァー試薬に溶かした溶液を希硫酸中で細孔から静かに押し出すと ((3)) とよばれる繊維が得られる。また、セルロースを水酸化ナトリウム水溶液と二硫化炭素へ順に浸した後、水酸化ナトリウム水溶液で溶解する。この溶液を希硫酸中で細孔から静かに押し出すと ((4)) とよばれる繊維が得られる。((3)) や ((4)) のように、セルロースを適切な溶媒に溶かし、紡糸した繊維は ((5)) 繊維とよばれる。

セルロースのヒドロキシ基をアセチル化して分子どうしの (2) 結合の影響を弱めると、有機溶媒に溶けやすくなるために加工しやすくなる。いま、無水酢酸を用いた 270.0 g のセルロースのアセチル化を考える。セルロースの末端を無視し、アセチル化が完全に進行すると考えると、すべてのヒドロキシ基をアセチル化するためには、無水酢酸は理論上 { (6) } g 必要となる。そこで 270.0 g のセルロースに { (6) } g の無水酢酸を作用させたところ、471.6 g のアセチル化されたセルロースが得られた。この結果から、この反応でセルロースに存在するヒドロキシ基のうち { (7) } % がアセチル化されたことになる。この段階におけるアセチル化されたセルロースは有機溶媒に溶けにくい。しかし、アセチル化されたセルロースの一部の (8) 結合を加水分解するとアセトンに溶けるようになり、そのアセトン溶液を細孔から押し出して乾燥させることで得られた繊維は ((9)) 繊維とよばれる。((9))

繊維のように、セルロースの構造の一部を変化させた繊維は ((10)) 繊維とよばれる。

a 群

- (ア) アミド (イ) エステル (ウ) グリコシド
- (エ) ペプチド (オ) 水素 (カ) イオン
- (キ) 配位

(b 群)

- (ア) アクリル (イ) アセテート (ウ) キュブラ
- (エ) ナイロン (オ) ビスコスレーヨン
- (カ) ビニロン (キ) 天然 (ク) 植物
- (ケ) 合成 (コ) 半合成 (ク) 再生

(以上)

2025年度入学試験問題

化学

注意事項

- I 試験開始の指示があるまで問題用紙を開いてはいけません。
- II 解答用紙はすべて黒鉛筆(HB)(シャープペンシルは、HB 0.5 mm以上の芯であれば使用可)で記入することになっています。
(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
- III 解答用紙右端の出席票に印刷されている受験番号を確認してください。間違いがなければ氏名欄に署名し、切取線から切り離してください。
- IV 問題は20ページで大問3問です。
- V 試験時間および解答方法については、問題冊子裏面を確認してください。

マーク記入上の注意

1. 解答欄にマークするときは、HBの黒鉛筆で次の正しい例のように、適く正確にぬりつぶしてください。
2. マークのしかた
 - (ア) 正しい例
 - a 解答が1つの場合 例えばイと解答するときは
 (イ) のように、マークしてください。
 - b 解答が2つの場合 例えばイとウと解答するときは
 (イ) または (ウ) のように各1つずつマークしてください。
 - (イ) 悪い例

(1) <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	○印でかこむ。	このような記入をしてはいけません。
(2) <input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	全部をぬりつぶしていない。	
(3) <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	レ印をつける。	
(4) <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	レ印をつける。	
(5) <input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	1欄に2つ以上マークする。	
3. 一度記入したマークを訂正する場合は、消しゴムで完全に消してから記入しなおしてください。
 (イ) のように×印をしても消したことはありません。
4. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、また汚したりしないでください。

〔I〕 次の問(i)～(iii)に答えなさい。

(i) 次の問(A)～(E)に答えなさい。

問(A) 元素に関する記述として正しいものを、次の(ア)～(オ)から一つ選び、その記号をマークしなさい。

- (ア) アルカリ金属は2価の陽イオンになりやすい。
 (イ) アルカリ土類金属は遷移元素である。
 (ウ) 典型元素はすべて非金属元素である。
 (エ) 17族の元素は1価の陽イオンになりやすい。
 (オ) 自然界にある遷移元素の単体はいずれも金属である。

問(B) 極性分子と無極性分子の組合せを、次の(ア)～(オ)から一つ選び、その記号をマークしなさい。

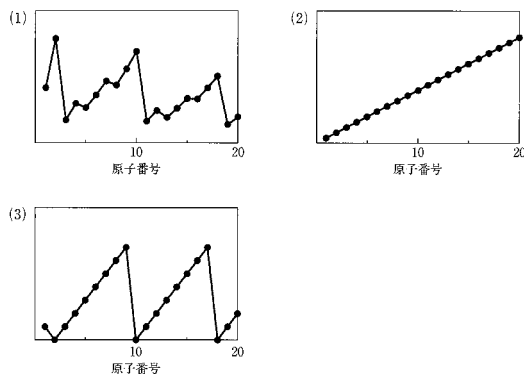
- (ア) H_2 と Cl_2 (イ) HF と HCl (ウ) H_2O と H_2S
 (エ) CO_2 と CCl_4 (オ) CH_4 と NH_3

問(C) 次の記述(1)～(4)のうち、濃硫酸に当てはまる性質として正しい組合せを、次の(ア)～(オ)から一つ選び、その記号をマークしなさい。

- (1) 還元作用がある。 (2) ガラスを侵さない。
 (3) 揮発性がある。 (4) 金や白金とは反応しない。

- (ア) (1)と(2) (イ) (1)と(3) (ウ) (2)と(3)
 (エ) (2)と(4) (オ) (1)と(2)と(3) (カ) (1)と(2)と(4)
 (キ) (1)と(3)と(4) (ク) (2)と(3)と(4)

問(D) 次の(1)～(3)のグラフは横軸を原子番号、縦軸を陽子の数、価電子の数、イオン化エネルギーのいずれかの原子に関する数量を示したものである。それぞれに相当する最も適当な組合せを、次の(ア)～(オ)から一つ選び、その記号をマークしなさい。



	(1)	(2)	(3)
(ア)	陽子の数	価電子の数	イオン化エネルギー
(イ)	陽子の数	イオン化エネルギー	価電子の数
(ウ)	価電子の数	陽子の数	イオン化エネルギー
(エ)	価電子の数	イオン化エネルギー	陽子の数
(オ)	イオン化エネルギー	価電子の数	陽子の数
(カ)	イオン化エネルギー	陽子の数	価電子の数

問E) 2.91 g の硝酸コバルト(Ⅱ)六水和物 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を水 30.0 g に完全に溶かした水溶液がある。この水溶液の $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ の質量モル濃度 [mol/kg] を求め、必要なら四捨五入して有効数字 2 桁の数値を解答欄に記入しなさい。なお、 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ のモル質量を 291 g/mol、 H_2O のモル質量を 18 g/mol とする。

(問題は次ページに続きます)

- 3 -

(ii) 次の文の , () および { } に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 , (b 群) および { c 群 } から選び、その記号をマークしなさい。また [(8)] には最も適当な化学式を解答欄に記入しなさい。なお、すべての操作において沈殿は完全に分離できるものとする。

鉄(Ⅲ)イオン Fe^{3+} 、鉛イオン Pb^{2+} 、亜鉛イオン Zn^{2+} 、銀イオン Ag^+ の 4 種類の金属イオンを含む水溶液がある。

この水溶液に室温下で希塩酸を加えると、白色の沈殿物が生じた。この懸濁液をよく混ぜた後、ろ過によって沈殿 A とろ液 a に分離した。得られた沈殿 A に熱水を加えてよく混ぜた後、熱いうちにろ過を行い、沈殿物を熱水で十分に洗浄することで、沈殿 B とろ液 b を得た。この沈殿 B は、過剰のアンモニア水を加えると、錯イオンを生じて溶解した。この錯イオンの金属イオンは (1) で配位子は (2) であり、配位数は (3) である。ろ液 b を冷却すると、 (4) の { (5) } が沈殿として生じた。

ろ液 a に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、 (6) の { (7) } である赤褐色の沈殿 C が生じた。この懸濁液をよく混ぜた後、ろ過によって沈殿 C とろ液 c に分離した。

得られた沈殿 C を溶解させた後、 (8) の水溶液を加えると、直後に濃青色の沈殿 D が生成した。沈殿 D は紺青(プルシアンブルー)であり、絵具などに利用されている。

ろ液 c には、 (1) , (4) , (6) 以外の金属イオンである (9) の錯イオンが含まれる。この錯イオンの配位数は (10) であり、配位数は (11) である。ろ液 c に硫化水素を加えたとき、 (9) から生じる沈殿は (12) 色であった。

- 4 -

- a 群
- | | | | |
|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| (ア) Fe^{3+} | (イ) Pb^{2+} | (ウ) Zn^{2+} | (エ) Ag^+ |
| (オ) NH_4^+ | (カ) OH^- | (キ) Cl^- | (ク) NH_3 |
| (ケ) H_2O | | | |
- { b 群 }
- | | | | |
|-------|--------|-------|-------|
| (ア) 1 | (イ) 2 | (ウ) 3 | (エ) 4 |
| (オ) 5 | (カ) 6 | (キ) 黒 | (ク) 白 |
| (ケ) 橙 | (コ) 淡青 | | |
- { c 群 }
- | | | |
|----------|---------|---------|
| (ア) 水酸化物 | (イ) 塩化物 | (ウ) 酸化物 |
|----------|---------|---------|

- 5 -

- 6 -

(iii) 次の文の および に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および b 群 から選び、その記号をマークしなさい。また、 (5) には最も適当なイオンの化学式を、 (7) には最も適当なイオン反応式を、 (8) には有効数字 2 桁の数値をそれぞれ解答欄に記入しなさい。なお、原子量は O = 16 とする。

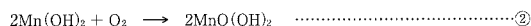
マンガン元素の多くは酸化マンガン(IV) MnO_2 として産出される。マンガン Mn の単体は酸に溶けて、 (1) 色のマンガンイオン Mn^{2+} を生じる。また、 (2) は乾電池の正極活物質として使われるほか、過酸化水素水から気体 (3) を発生させる触媒にも用いられる。このとき、 (3) は (4) で集める。

さらに、Mn を含む化合物には酸化剤として金属表面処理や洗浄に用いられるカリウム塩がある。その塩が水に溶けると、 (5) を含む (6) 色の水溶液になる。

(5) は酸性水溶液中で過酸化水素と①式のような酸化還元反応を示す。
 (7)]①

一方、塩化マンガン(II) $MnCl_2$ を使うと、水中に溶けている酸素 O_2 の量を次の手順 1 ~ 3 によって求められる。

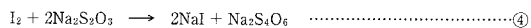
手順 1 $MnCl_2$ と水酸化ナトリウム $NaOH$ から得られた水酸化マンガン(II) $Mn(OH)_2$ は O_2 と②式の反応によって、オキシ水酸化マンガン(IV) $MnO(OH)_2$ が生じる。



手順 2 生じた $MnO(OH)_2$ は、塩酸性下にてヨウ化カリウム KI との③式の反応によって、ヨウ素 I_2 が生じる。



手順 3 最後に、生じた I_2 をチオ硫酸ナトリウム $Na_2S_2O_3$ で滴定する。なお、指示薬にはデンプンを用いる。



いま、 O_2 を含む試料水 1.0 L から 50 mL を取り出し、上記の手順 1 ~ 3 の操作を行ったところ、0.010 mol/L の $Na_2S_2O_3$ 水溶液が 4.0 mL 必要であった。この試料水 1.0 L 中に含まれる O_2 の質量は、②~④式より (8) mg とする。

- a 群
- | | | |
|----------|----------|----------|
| (ア) 緑 | (イ) 淡桃 | (ウ) 白 |
| (エ) 黄褐 | (ク) 青 | (カ) 赤紫 |
| (キ) 上方置換 | (ケ) 下方置換 | (コ) 水上置換 |
- b 群
- | | | |
|-------------|----------------|---------------|
| (ア) MnO | (イ) $Mn(OH)_2$ | (ウ) Mn_2O_3 |
| (エ) MnO_2 | (ク) H_2 | (カ) CO_2 |
| (キ) N_2 | (ケ) NH_3 | (コ) O_2 |

【II】 次の問(i)および(ii)に答えなさい。

(i) 次の文の および (7) に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および b 群 から選び、その記号をマークしなさい。また、 には最も適当な化学用語を、 には文字式を、それぞれ解答欄に記入しなさい。

【状態図と気体の性質について】

温度と圧力に応じて、純物質がどのような状態をとるかを示した図を物質の状態図という。状態図中の固体、液体、気体の境界を示す線は、いずれもそれらの二つの状態が共存する温度と圧力を示しており、固体と液体の境界線を融解曲線、液体と気体の境界線を (1) 曲線という。三つの状態がすべて互いの間で平衡に存在できる唯一の温度と圧力を示す点を (2) 、気体と液体を区別できなくなる温度と圧力を示す点を (3) という。一定量の気体の体積が温度一定の条件で圧力に反比例することを示すのが (4) の法則である。一方、圧力一定の条件で気体の体積の温度依存性を示すのが (5) の法則である。

氷を加圧すると水になるのに対し、固体の二酸化炭素(ドライアイス)を加圧しても固体のままである。また、1気圧のもとでドライアイスの温度を上げていくと、固体から気体へ直接変化する。この状態変化のことを (6) という。これらのことから、二酸化炭素の状態図は (7) のように描かれる。

【温度と熱について】

ある純物質 X の液体を入れたビーカーを密閉容器の中に置き、その容器内の気体をゆっくり抜きながら圧力を下げていくと、ビーカー内の物質 X の温度は時間とともに図 1 のように変化した。ただし、外部からビーカー内の物質 X に熱が伝わることも、ビーカーの熱容量も無視できるものとする。点 t_1 から点 t_2 までの間、ビーカー内の物質 X は液体の状態が存在した。このとき温度が

低下したのは蒸発によって熱が奪われたためである。点 t_2 から点 t_3 までの間、物質 X の蒸発と凝固の状態変化が同時に起こり、温度が T_m で一定になった。点 t_3 において、ビーカー内の物質 X はすべて固体の状態になった。ここで、温度 T_m における物質 X の蒸発熱を a [kJ/mol]、凝固熱を b [kJ/mol] とする。点 t_2 から点 t_3 までの間に蒸発した物質 X の物質量を x (mol) とすると、蒸発によって奪われた熱量は (8) [kJ] と表される。凝固によって生じる熱量がすべて蒸発に使われたと考えると、点 t_2 におけるビーカー内の液体の物質量の (9) $\times 100$ [%] が点 t_2 から点 t_3 までの間に蒸発したと表される。

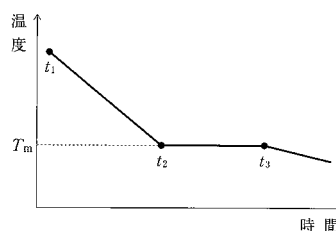
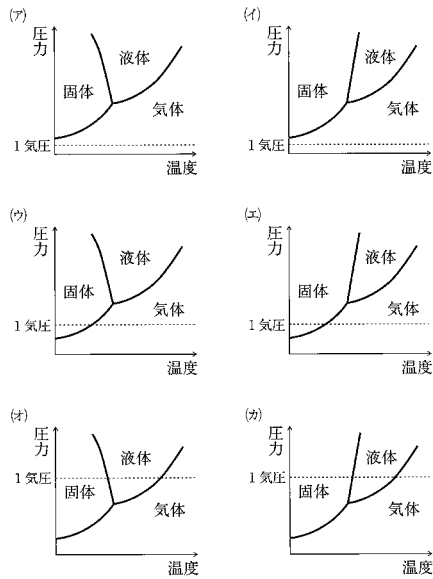


図 1

a 群

- (ア) アボガドロ (イ) シャルル (ウ) ヘス
 (エ) ヘンリー (オ) ファントホッフ (カ) ボイル

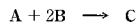
(b 群)



(問題は次ページに続きます)

- (ii) 次の文の には文字式を, () には数値をそれぞれ解答欄に記入しなさい。ただし, 気体はすべて理想気体とする。

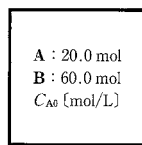
次に示す反応式にしたがって, 気体 A と気体 B が反応して気体 C を生成する。



A の反応速度 v_A は, A および B のそれぞれのモル濃度 C_A と C_B を用いて, 次式のように表される。

$$v_A = k C_A C_B \quad (k \text{ は比例定数})$$

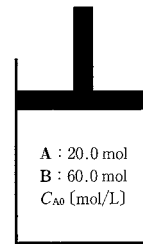
図 1 に示すような容積一定の容器に A を 20.0 mol, B を 60.0 mol 充填した。このときの A のモル濃度を C_{A0} (mol/L) とすると, B のモル濃度は C_{A0} を用いて表すと (1) (mol/L) となる。そして, 温度を一定に保って反応を始め, しばらくすると, A の物質量がはじめの 25.0% となった。このときの C のモル濃度は C_{A0} を用いて表すと (2) (mol/L) となり, A の反応速度は, 反応を開始したときの反応速度の (3) 倍となった。



容積・温度一定で反応させる。

図 1

次に, 図 2 に示すような圧力が一定に保たれるピストン付きの容器に A を 20.0 mol, B を 60.0 mol 充填すると, A のモル濃度は C_{A0} (mol/L) となった。そして, 温度を一定に保って反応を始め, しばらくすると, A の物質量がはじめの 25.0% となった。このときの容器の容積は, 反応を開始したときの容積の (4) 倍となった。このときの容器内の混合気体の密度は, 反応を開始したときの (5) 倍となった。そして, A のモル濃度は C_{A0} を用いて表すと (6) (mol/L) となり, A の反応速度は, 反応を開始したときの反応速度の (7) 倍となった。



圧力・温度一定で反応させる。

図 2

〔Ⅲ〕 次の問(i)～(iii)に答えなさい。

(i) 次の(1)～(4)の記述の正誤について、最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。

- (1) 硫酸水銀(Ⅱ)を触媒に用いて、アセチレンに水を付加させるとビニルアルコールが生じるが、ビニルアルコールは不安定なため、直ちに安定なアセトアルデヒドになる。
- (2) プロペン(プロピレン)に臭素を付加させることによって生じる化合物は、不斉炭素原子をもつ。
- (3) エチレンを、塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)を触媒にして酸素と反応させると、ホルムアルデヒドが得られる。
- (4) 光(紫外線)を照射しながらメタンを塩素と反応させて得られるクロロメタン(塩化メチル)、ジクロロメタン(塩化メチレン)、トリクロロメタン(クロロホルム)およびテトラクロロメタン(四塩化炭素)は、互いに構造異性体の関係にある。

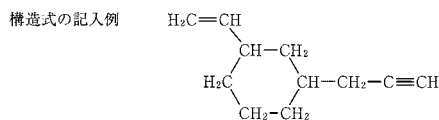
解答群

- (ア) 正 (イ) 誤

(問題は次ページに続きます)

— 15 —

(ii) 次の文の に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。また、 には下記の記入例にならって構造式を解答欄に記入しなさい。なお、原子量は H = 1, C = 12, O = 16 とする。



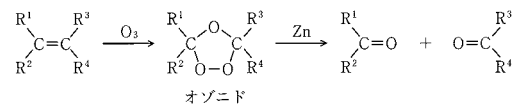
炭化水素 A, B, C があり、C は炭素原子間に三重結合(C≡C 結合)をもつことがわかっていて、各 1×10^{-3} mol の A, B, C をそれぞれ十分な酸素存在下において完全燃焼させると、いずれも二酸化炭素が 264 mg、水が 90 mg 生じた。したがって、A, B, C の分子式はいずれも C_xH_y ($x =$)、 $y =$) とわかる。各 1 mol の A, B, C それぞれに対して白金を触媒に用いて水素 H_2 を完全に付加させると、A は 1 mol の H_2 と、B および C はともに 2 mol の H_2 と反応した。この反応で B および C からほとんどに炭素鎖に枝分かれのない同一の化合物が得られた。この結果から、A は炭素原子間に二重結合(C=C 結合)を 個、B は C=C 結合を 個または C≡C 結合を 個、C は C≡C 結合を 個もつことがわかる。

A をオゾン分解すると、炭素鎖の両端にホルミル基(アルデヒド基)をもつ、炭素鎖の枝分かれ構造がない化合物のみが得られた。また、1 mol の B を完全にオゾン分解すると、2 mol のホルムアルデヒドと 1 mol の化合物 D が得られた。D は炭素鎖の両端にホルミル基(アルデヒド基)をもつ化合物であった。オゾン分解とは、図 1 に示すように C=C 結合にオゾン O_3 を作用させてオゾンイドとよばれる不安定な化合物を生成させ、その後、還元剤である亜鉛 Zn を作用させてカルボニル化合物を得る反応である。したがって、A の構造式は (7)、B の構造式は (8) であることがわかる。

次に、1 mol の C に 1 mol の臭素 Br_2 を付加して得られた C=C 結合を含む

— 17 —

化合物に、さらに白金を触媒に用いて H_2 を付加させると、不斉炭素原子を 1 個もつ化合物が得られた。したがって、C の構造式は (9) であることがわかる。



$\text{R}^1, \text{R}^2, \text{R}^3$ および R^4 はアルキル基または水素原子とする。

図 1

解答群

- | | | | |
|-------|--------|-------|-------|
| (ア) 1 | (イ) 2 | (ウ) 3 | (エ) 4 |
| (オ) 5 | (カ) 6 | (キ) 7 | (ク) 8 |
| (ケ) 9 | (コ) 10 | | |

— 18 —

(iii) 次の文の \square , (), { } および [(11)] に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群, b 群, c 群 および d 群 から選び、その記号をマークしなさい。また、(12) には最も適当な化学用語を漢字で記入しなさい。

高分子化合物は、天然に存在する天然高分子化合物と人工的に合成された合成高分子化合物に分類される。植物の細胞壁の主成分であるセルロースは天然高分子化合物であり、その示性式は $[C_6H_8O_2(OH)_d]_n$ ($a = \square(1)$, $b = \square(2)$, $c = \square(3)$, $d = \square(4)$) (n : 重合度) で表される。セルロースは直線状構造をもち、熱水や有機溶媒に溶けにくい。同じ分子式で表されるデンプンはらせん構造をもち、セルロースと異なる溶解性を示す。例えば、デンプンを約 80℃ の熱水につけておくと、 $\square(5)$ -グルコースが脱水縮合した構造をもつ (6) が溶け出す。このとき熱水に溶けにくい成分は (7) とよばれ、 $\square(5)$ -グルコースが枝分かれ状につながった構造をもっている。

一方、合成高分子化合物は石油などを原料としてつくられ、ナイロンやポリエチレン、フェノール樹脂などがある。ナイロン 66 は、(8) とヘキサメチレンジアミンの (9) によって合成できる。また、ポリエチレンはエチレンの (10) で合成でき、高密度ポリエチレンと低密度ポリエチレンのうちで前者は結晶部分が多いために (11) 。ポリエチレンは加熱すると軟化し、冷却すると再び硬化する性質をもつ。このような性質をもつ合成樹脂は (12) 樹脂とよばれる。一方、フェノール樹脂は、原料を混ぜ合わせて加熱すると、分子どうしが (13) をつくるために硬くなり、電気絶縁性や耐熱性に (14) 。このようなフェノール樹脂は、酸を触媒としてフェノールと (15) を (16) させて (17) を形成し、これに硬化剤を加えて加熱することにより合成できる。

a 群

- | | | | | |
|--------------|-------------|--------------|-------|--------|
| (ア) 1 | (イ) 2 | (ウ) 3 | (エ) 4 | (オ) 5 |
| (カ) 6 | (キ) 7 | (ク) 8 | (ケ) 9 | (コ) 10 |
| (イ) α | (シ) β | (ス) γ | | |

b 群

- | | | |
|--------------|--------------|-------------|
| (ア) アミラーゼ | (イ) アミロース | (ウ) アミロペクチン |
| (エ) フルクトース | (オ) マルトース | (カ) アジピン酸 |
| (キ) 安息香酸 | (ク) テレフタル酸 | (ケ) マレイン酸 |
| (コ) アセトアルデヒド | (イ) ホルムアルデヒド | (シ) メラミン |
| (ス) 尿素 | (セ) ノボラック | (ソ) レゾール |

c 群

- | | | |
|-----------|----------|-------------|
| (ア) 開環重合 | (イ) 縮合重合 | (ウ) 付加縮合 |
| (エ) 付加重合 | (オ) 置換反応 | (カ) けん化 |
| (キ) 優れる | (ク) 劣る | (ケ) 水素結合 |
| (コ) イオン結合 | (イ) 結晶構造 | (シ) 三次元網目構造 |

d 群

- | | |
|------------|--------------|
| (ア) 透明で硬い | (イ) 透明で柔らかい |
| (ウ) 半透明で硬い | (エ) 半透明で柔らかい |

(以上)

2025年度入学試験問題

化学

注意事項

- I 試験開始の指示があるまで問題用紙を開いてはいけません。
- II 解答用紙はすべて黒鉛筆(HB)〈シャープペンシルは、HB 0.5 mm以上の芯であれば使用可〉で記入することになっています。
(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
- III 解答用紙右端の出席票に印刷されている受験番号を確認してください。間違いがなければ氏名欄に署名し、切取線から切り離してください。
- IV 問題は20ページで大問3問です。
- V 試験時間および解答方法については、問題冊子裏面を確認してください。

マーク記入上の注意

1. 解答欄にマークするときは、HBの黒鉛筆で次の正しい例のように、濃く正確にぬりつぶしてください。
2. マークのしかた
 - (7) 正しい例
 - a 解答が1つの場合 例えばイと解答するときは
 (イ) のように、マークしてください。
 - b 解答が2つの場合 例えばイとウと解答するときは
 (イ) または (イ) のように各1つずつマークしてください。
 - (8) 悪い例
 - (1) ○印でかこむ。
 - (2) 全部をぬりつぶしていない。
 - (3) レ印をつける。
 - (4) |印をつける。
 - (5) 1欄に2つ以上マークする。

このような記入をしてはいけません。

 3. 一度記入したマークを訂正する場合は、消しゴムで完全に消してから記入しなおしてください。
 (イ) のように×印をしても消したことはありません。
 4. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、また汚したりしないでください。

〔I〕 次の問(i)~(iii)に答えなさい。

(i) 次の文の (1) および () に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a群 および (b群) から選び、その記号をマークしなさい。

イオン結合は陽イオンと陰イオンが (1) で結びついている。ここで、アルミニウム Al、酸素 O、ナトリウム Na、フッ素 F、マグネシウム Mgのうちいずれかの原子からなるイオン a, b, c, d から生じるイオン結合について考えてみよう。これらの安定なイオンは、ネオン Ne と同じ電子配置をとり、次の①~③の性質をもつ。

- ① aの原子は、電気陰性度の最も大きい原子であり、aとbはイオン結合を形成し、その個数の比は、a:b=1:1である。
- ② cとbはイオン結合を形成し、その個数の比は、c:b=1:2である。
- ③ dとcはイオン結合を形成し、その個数の比は、d:c=2:3である。

これらより a, b, c, d を決定できる。a, b, c, d の大きさ(イオン半径)を比べると、最も大きいイオンは (2) , 最も小さいイオンは (3) である。また、(4) の組合せの結晶は、微量のクロム Cr を含むとルビーとよばれる。

a群

- (ア) イオン化エネルギー
- (イ) 自由電子
- (ウ) 静電気力(クーロン力)
- (エ) 電気陰性度
- (オ) 電子親和力

b群

- (ア) a
- (イ) b
- (ウ) c
- (エ) d
- (オ) aとb
- (カ) aとc
- (キ) aとd
- (ク) bとc
- (ケ) bとd
- (コ) cとd

(ii) 次の文の および に入れるのに最も適当なものを、それぞれ **a群** および **b群** から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。なお、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とし、原子量は $\text{Fe} = 56$ 、 $\text{Zn} = 65$ とする。

トタンは鉄 Fe の表面を亜鉛 Zn で覆った材料である。厚さが $5.6 \times 10^{-3} \text{ m}$ の Fe 板の表面に厚さが $6.5 \times 10^{-3} \text{ m}$ の Zn 層を形成させたトタンがあるとす。その Fe と Zn の物質量の比は、 $\text{Fe} : \text{Zn} = 1 : \text{ (1) }$ と計算される。なお、 Fe と Zn の密度はそれぞれ 7.9 g/cm^3 、 7.1 g/cm^3 とし、ここでは、 Fe 板の裏面や側面に Zn 層は形成されていないものとする。

トタンの表面にある Zn はイオン化傾向が Fe よりも (2) 。したがって、 Fe に比べてトタン表面の Zn は酸化 (3) と考えられる。

トタンが屋外で長年使用されると、 Zn 層が一部はがれ、内側の Fe 板が露出することがある。大気から二酸化炭素などが溶け込んで酸性になった雨水が、 Fe と Zn の両方に触れると、イオン化傾向の違いにより (4) が正極、 (5) が負極となり、雨水に触れたトタンは電池とみなせる。この場合、溶け出す金属は (6) であり、電子は (7) 流れることになる。ここで、あるトタンから (6) が 3.64 g 溶け出したとすると、 $(8) \text{ C}$ (クーロン) に相当する電子が流れたと計算される。

- 3 -

a群

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| (ア) 1.1×10^{-4} | (イ) 9.0×10^{-3} |
| (ウ) 1.2×10^{-2} | (ロ) 8.6×10^{-1} |
| (エ) 5.4×10^8 | (ハ) 6.3×10^8 |
| (キ) 1.1×10^4 | (ク) 1.3×10^4 |

b群

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| (ア) 大きい | (イ) 小さい |
| (ウ) されやすい | (ロ) されにくい |
| (エ) Fe | (ハ) Zn |
| (キ) Fe から Zn 層へ | (ク) Zn 層から Fe へ |

- 4 -

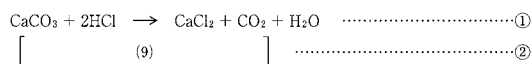
(iii) 次の文の および に入れるのに最も適当なものを、それぞれ **a群** および **b群** から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。また、 には整数値を、 には化学反応式を、それぞれ解答欄に記入しなさい。

炭素 C の単体、ならびに C を含む化合物は身のまわりにさまざまな形で存在する。

黒鉛は、 個の価電子をもつ C 原子が、他の 個の C 原子と (3) 結合を形成して平面構造をつくり、それらが弱い分子間力で結合して結晶をつくっている。 個の価電子のうちの 個がその平面内を自由に動くことができるために電気伝導性を示す。

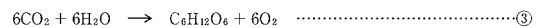
ダイヤモンドは、 C 原子が他の 4 個の C 原子と (6) 結合して、正四面体構造をつくり、その構造を繰り返すことによって図1に示す構造をつくる。この単位格子を図1に示す通り8分割すると、A部分とB部分の2種類の構造からなることがわかる。A部分の空いている4つの頂点にB部分の4つの C 原子を移し、A部分とB部分を重ね合わせると、 C 原子の体心立方格子とみなせる。したがって、ダイヤモンド構造の充填率は $(7) \%$ と計算される。なお、体心立方格子の充填率は68%である。

温室効果ガスとして知られている二酸化炭素 CO_2 やメタンにも C が含まれる。実験室では、石灰石に希塩酸を加えることで①式の反応により CO_2 を、酢酸ナトリウムを水酸化ナトリウムとともに加熱することで②式の反応によりメタンを発生させることができる。このメタンの捕集には (8) が適している。



植物は、光合成によって CO_2 から③式の反応によりグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ を合成する。

- 5 -



③式の反応が完全に進むと仮定すると、 90 g の $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ を得るためには、 g の CO_2 が必要と計算される。なお、 CO_2 および $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ のモル質量は、それぞれ 44.0 g/mol 、 180 g/mol とする。

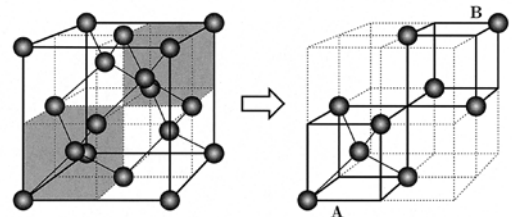


図1

a群

- | | | | |
|-------|-------|--------|--------|
| (ア) 1 | (イ) 2 | (ウ) 3 | (ロ) 4 |
| (エ) 6 | (ハ) 8 | (キ) 10 | (ク) 12 |

b群

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (ア) 共有 | (イ) イオン | (ウ) 金属 |
| (ロ) 水素 | (ハ) 配位 | (ニ) 上方置換 |
| (ホ) 下方置換 | (ヘ) 水上置換 | |

- 6 -

〔Ⅱ〕 次の問(i)~(iii)に答えなさい。

(i) 次の問(A)~(C)に答えなさい。なお、原子量はH = 1, O = 16, S = 32, Cu = 64, Zn = 65とする。

問(A) 塩化鉄(Ⅲ)飽和水溶液を作り、この水溶液を沸騰水に滴下したところ、沸騰水の色が赤褐色に変化した。この沸騰水を室温まで冷却し、(ア)~(オ)の実験を行った。実験の結果に関する記述として誤りを含むものを一つ選び、その記号をマークしなさい。

- (ア) 溶液に輝度の高い光線を当てると、光の通路が輝いている様子が観察された。
- (イ) 溶液を顕微鏡で観察すると、小さな粒子が動いている様子が観察された。
- (ウ) 溶液を入れた半透膜の袋を水に漬け、しばらく放置した。その後、この水に硝酸銀水溶液を滴下したところ、白濁した。
- (エ) 溶液をU字管に入れ、直流電圧をかけると赤褐色の物質が陽極に引き寄せられる様子が観察された。
- (オ) 溶液に硫酸ナトリウム水溶液を加えると、容器の底に沈殿物が観察された。

問(B) 硫酸亜鉛(Ⅱ)の水和物 5.74 g を加熱し、水和水の一部を除去したところ、硫酸亜鉛(Ⅱ)一水和物が 3.58 g 得られた。加熱前の化合物の化学式として最も適当なものを、次の(ア)~(オ)から一つ選び、その記号をマークしなさい。

- (ア) $ZnSO_4 \cdot 2H_2O$ (イ) $ZnSO_4 \cdot 3H_2O$ (ウ) $ZnSO_4 \cdot 4H_2O$
- (エ) $ZnSO_4 \cdot 5H_2O$ (オ) $ZnSO_4 \cdot 6H_2O$ (カ) $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$

(問(C)は次ページにあります)

- 7 -

- 8 -

問(C) 次の文の に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。また、() には整数値を解答欄に記入しなさい。

多くの水溶性の固体の水に対する溶解度は、水温が高くなるほど大きくなる。図1に硫酸銅(Ⅱ)と硫酸コバルト(Ⅱ)の水に対する溶解度を示す。

【硫酸銅について】

33℃の水 568 g に硫酸銅(Ⅱ)五水和物を溶解させて飽和水溶液を作ること考えた。溶解させる硫酸銅(Ⅱ)五水和物の質量を計算すると (1) g となる。

【硫酸コバルトについて】

20℃の硫酸コバルト(Ⅱ)飽和水溶液(溶液A)を45℃まで加熱し、溶液Aに21.0 gの無水物の硫酸コバルト(Ⅱ)を溶解した後、徐々に冷却すると40℃で析出物が現れる。この操作によって水の量は変化しないものとする、溶液Aの質量は (2) g と計算される。

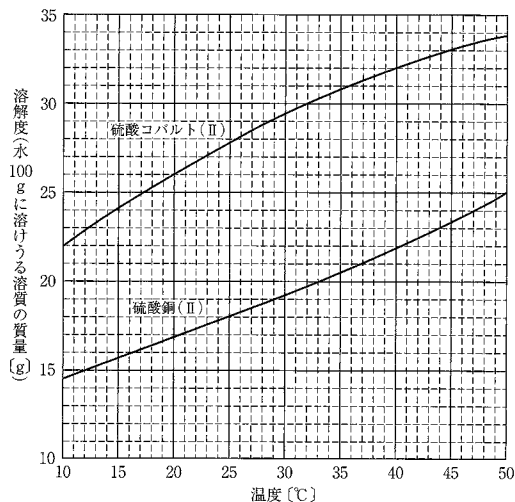


図1

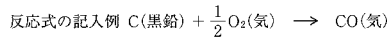
解答群

- (ア) 300 (イ) 350 (ウ) 378
- (エ) 399 (オ) 441 (カ) 462

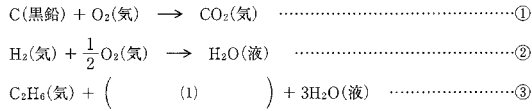
- 9 -

- 10 -

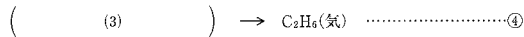
- (ii) 次の文の に入れるのに最も適当なものを、 から選び、その記号をマークしなさい。また、 には下記の記入例にならって物質の状態あるいは同素体の名称を付記した反応式の一部を、 (4) には正の数値を、それぞれ解答欄に記入しなさい。



1 mol の黒鉛 C、水素 H₂ およびエタン C₂H₆ が完全燃焼する反応式は、それぞれ、以下の①式～③式で表される。



ここで、①式～③式の反応では、それぞれ 394 kJ、286 kJ、1561 kJ の発熱が起こる。これらと (2) の法則を用いて、C₂H₆(気) が成分元素の単体から生成する反応について考えてみる。1 mol の C₂H₆(気) が生成する反応は、



である。

これらのことから、④式の反応では (4) kJ の (5) が起こることがわかる。

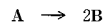
解答群

- | | | |
|-----------|----------|-------------|
| (ア) アボガドロ | (イ) シャルル | (ウ) ファントホッフ |
| (エ) ファラデー | (オ) ヘス | (ク) ヘンリー |
| (ケ) 吸熱 | (ク) 発熱 | |

- (iii) 次の文の には最も適当な化学用語を、 には数値を、 (5) には文字式を、 (6) には整数値をそれぞれ解答欄に記入しなさい。

化学反応は原子や分子などの粒子が衝突することで起こる。十分なエネルギーをもって粒子が衝突するとエネルギーの高い状態となる。この状態を (1) 状態といい、この状態に至るために必要な最小エネルギーを (2) という。

ここで、物質 A から物質 B を生成する反応について考える。反応式を下に示す。



容積一定の容器に A と物質 X を同じ物質質量ずつ入れて、温度を一定に保って B を生成させた。なお、X は A および B とは反応せず、それ自身も分解などの反応は起こらない。反応が進み、A の物質質量がはじめの半分になったとき、容器内の A のモル分率は (3) である。

この反応の A が減少する反応速度 v_A は①式のように表される。

$v_A = kC_A^n$ ①

①式中の k および n は実験によって求められる数値であり、比例定数 k は (4) という。また、B が生成する反応速度 v_B を v_A を用いて表すと、

$v_B = \left\{ (5) \right\}$ と表される。

①式中の n と k の値を求めるために、容積一定の容器に A のみを 20.0 mol/L の濃度で入れた。そして、温度を一定に保って反応させ、A のモル濃度 C_A と v_A が時間の経過とともに、どのように変化するかを測定した。その結果をそれぞれ図 1 および図 2 に示した。この二つの図から①式中の n の値は (6) , k の値は (7) $\times 10^{-3} \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{秒})$ と求められる。

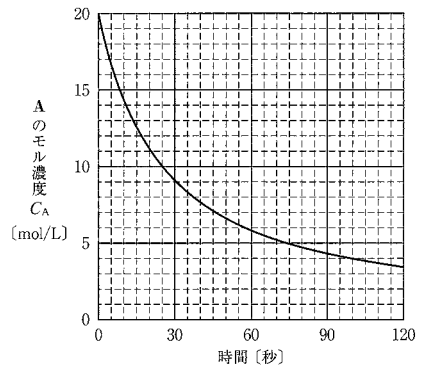


図 1

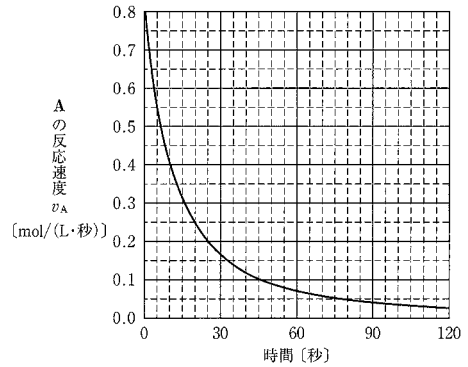


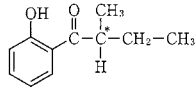
図 2

【Ⅲ】 次の問(i)および(ii)に答えなさい。

(i) 次の文の に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。また、 には下記の記入例にならって構造式を、 (5) には分子式を、それぞれ解答欄に記入しなさい。不斉炭素原子には*印をつけなさい。なお、原子量は H = 1, C = 12, O = 16 とする。

構造式の記入例

*印は不斉炭素原子を示す。



エステル X を加水分解すると、ベンゼン環にカルボキシ基を2つもつ化合物 A および、2種類のアルコール B と C が生成する。これらの構造を考えることで X の構造について考えてみよう。

【A について】

A とエチレングリコールを縮合重合させることによって、鎖状の重合体であるポリエチレングリコール (PET) が得られる。また、A のベンゼン環1つの水素原子をニトロ基で置換して得られる生成物について考えると、その生成物には、ニトロ基の位置が異なる構造異性体は存在しない。

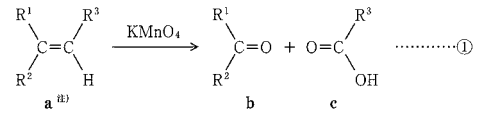
【B について】

B は分子式 $C_4H_{10}O$ である、不斉炭素原子を1つもつ化合物である。また、B の構造異性体のうち、アルコールは、立体異性体を区別しなければ、B を含めて (1) 種類存在する。

B に濃硫酸を加え適当な温度で加熱して分子内脱水をすると、シストランス異性体(幾何異性体)を区別して考えると、3種類の不飽和炭化水素 D, E, F が得られる。これらにそれぞれニッケルあるいは白金を触媒として水素を付加させると、同一の飽和炭化水素 G が得られる。G と同じ分子式をもつ化合物の構造異性は、G を含めて (2) 種類ある。

E と F は互いにシストランス異性体である。E, F それぞれを、酸性の過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ 水溶液を用いて酸化すると、化合物 H のみ得られる。

一般に、炭素結合間に二重結合をもつ化合物に、酸性の $KMnO_4$ 水溶液を用いさせると、①式に示すような反応が起こる (R^1, R^2 および R^3 はいずれもアルキル基または水素原子)。



注) a の R^1 または R^2 が水素原子の場合、b はそれぞれ $\begin{array}{c} HO \\ | \\ C=O \\ | \\ R^2 \end{array}$ または $\begin{array}{c} R^1 \\ | \\ C=O \\ | \\ HO \end{array}$ になる。

a の R^3 が水素原子の場合、c は CO_2 になる。

H に十酸化四リンを加えて加熱すると、2分子の H から1分子の水が取れた化合物 I が得られ、I を濃硫酸の存在のもと、サリチル酸と反応させることによって得られる化合物は構造式 (3) で表される。

以上のことにより、B の構造式は (4) である。

【C について】

ニクロム酸カリウムの硫酸酸性溶液のような適当な酸化剤との反応では、C からは、ベンゼン環をもつ分子量 134 の炭素原子、水素原子および酸素原子からなる、カルボニル基をもつ化合物 J が得られる。134 mg の J を乾燥した酸素中で完全燃焼させると、396 mg の二酸化炭素と 90.0 mg の水が生じる。このことにより J の分子式は (5) となる。また、J はヨードホルム反応ならびに銀鏡反応を示さない。以上のことにより C の構造式は (6) とわかる。

【X について】

上記の結果から、X の構造式が決定され、その分子中には (7) 個の不斉炭素原子をもつ。

解答群

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| (ア) 1 | (イ) 2 | (ウ) 3 | (エ) 4 |
| (オ) 5 | (カ) 6 | (キ) 7 | (ク) 8 |

(問題は次ページに続きます)



(ii) 次の文の \square , () および { } に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 , (b 群) および { c 群 } から選び、その記号をマークしなさい。また、[(1)] には分子式を、() には整数値を、さらに (11) は最も適当な化学用語を漢字で解答欄に記入しなさい。なお、原子量は H = 1, C = 12, N = 14, O = 16 とする。

分子内にアミノ基とカルボキシ基を有する化合物をアミノ酸とよび、タンパク質を構成する天然の α -アミノ酸は約 20 種類ある。天然の α -アミノ酸が縮合したジペプチド X とトリペプチド Y がある。X の分子式は $C_{11}H_{18}N_2O_6$ であり、Y は最も分子量が小さな天然の α -アミノ酸が X に結合したトリペプチドである。したがって、Y の分子式は [(1)] である。次に、X および Y の各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 \square (2) が赤紫色になった。この反応を ((3)) 反応という。また、X と Y の各水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると、いずれも黄色になり、さらにアンモニア水などを加えて塩基性になると、いずれも橙黄色になった。この反応は ((4)) 反応とよばれており、X および Y には ((5)) をもつアミノ酸が含まれていることを示している。さらに、X, Y の各水溶液に ((6)) 水溶液を加えて温めると、いずれの水溶液も紫色に呈色した。この反応はアミノ酸やタンパク質中の ((7)) を検出する方法として利用されている。

次に、73.4 mg の Y を完全に加水分解すると、36.2 mg の α -アミノ酸 A、29.4 mg の α -アミノ酸 B、および α -アミノ酸 C が得られた。この結果から、A の分子量は ((8))、B の分子量は ((9)) であると見積もることができる。A, B, C の性質を調べるために、pH = 7.0 において各水溶液を電気泳動させると、B が陽極側に最も大きく移動し、その他は少ししか移動しなかった。しかし、pH = ((10)) で B の水溶液を電気泳動させると、B は移動しなかった。したがって、この pH は B の ((11)) である。

これらの結果より、A は { (12) }、B は { (13) }、C は { (14) } であると考えられる。また、Y には \square (15) 個の不斉炭素原子がある。

a 群

- | | | |
|--------------|-------------------------|--------------|
| (ア) 1 | (イ) 2 | (ウ) 3 |
| (エ) 4 | (オ) 5 | (カ) X の水溶液のみ |
| (キ) Y の水溶液のみ | (ク) X の水溶液と Y の水溶液のいずれも | |

(b 群)

- | | | |
|---------------|--------------|------------|
| (ア) ヨードホルム | (イ) ヨウ素デンブレン | (ウ) ニンヒドリン |
| (エ) キサントプロテイン | (オ) ビウレット | (カ) ヒドロキシ基 |
| (キ) カルボキシ基 | (ク) アミノ基 | (ケ) ベンゼン環 |
| (コ) 硫黄原子 | | |

{ c 群 }

- | | | |
|-----------|------------|--------------|
| (ア) グリシン | (イ) アラニン | (ウ) フェニルアラニン |
| (エ) チロシン | (オ) セリン | (カ) システイン |
| (キ) メチオニン | (ク) グルタミン酸 | (ケ) リシン |
| (コ) 3.2 | (ク) 9.7 | |

(以上)