

化 学

(問題は次ページから始まります)

化 学

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H : 1.0 C : 12 O : 16

標準状態における気体 1 mol の体積 : 22.4 L

第 1 問 次の問い (問 1 ~ 5) に答えなさい。

問 1 物質の分類に関して、混合物に分類されるものの数として最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選びなさい。

空気 硫酸銅(Ⅱ) 塩化ナトリウム ダイヤモンド エタノール 石油

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 2 原子の構造に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 原子核は正の電荷をもつ陽子と、電荷をもたない中性子からできている。
- ② 電子の質量は、陽子の質量に比べて極めて小さい。
- ③ 貴ガス (希ガス) の価電子の数は 8 個である。
- ④ 原子番号が同じだが、質量数の異なる原子同士は、互いに同位体と呼ばれる。
- ⑤ 原子核に最も近い電子殻は、K 殻と呼ばれる。

問3 結晶の分類と性質に関する記述（Ⅰ～Ⅲ）について、正誤の組合せとして最も
 適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

- Ⅰ 共有結合の結晶は、融点が非常に高く、電気伝導性をもたないものが多い。
 ダイヤモンドはこの結晶に分類される。
- Ⅱ イオン結晶は、水溶液中で電離して、いくつかの原子に分かれる。塩化カル
 シウムはこの結晶に分類される。
- Ⅲ 金属結晶は、電気伝導性や熱伝導性が大きく、展性や延性をもつ。ナトリウ
 ムはこの結晶に分類される。

	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問4 金属と酸との反応性に関する次の文章中の **ア** ~ **エ** に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選びなさい。

4

Zn は、水素よりもイオン化傾向が **ア** ため、塩酸と反応させると、塩化水素の電離によって生じる H^+ を **イ** して、 H_2 を発生させながら溶ける。一方で、Cu は水素よりもイオン化傾向が **ウ** ため、希塩酸には溶けない。希塩酸と反応しない Cu は強い酸化剤である濃硝酸とは反応して溶けるが、このときにおもに発生する気体は **エ** である。

	ア	イ	ウ	エ
①	大きい	酸化	小さい	NO
②	大きい	酸化	小さい	NO ₂
③	大きい	還元	小さい	NO
④	大きい	還元	小さい	NO ₂
⑤	小さい	酸化	大きい	NO
⑥	小さい	酸化	大きい	NO ₂
⑦	小さい	還元	大きい	NO
⑧	小さい	還元	大きい	NO ₂

問5 病院やホテルの電源などに用いられる、水素と酸素から水ができる化学変化を利用した電池として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選びなさい。

5

- ① 燃料電池 ② 鉛蓄電池 ③ マンガン乾電池
 ④ 空気電池 ⑤ リチウムイオン電池

第2問 次の問い（問1～3）に答えなさい。

問1 酸・塩基について次の問い（a, b）に答えなさい。

a 次の反応式について、右向き・左向きのそれぞれの反応において、ブレンステッド・ローリーの定義による塩基としてはたらいっている物質はどれか。その物質として最も適当な組合せを、下の①～④のうちから一つ選びなさい。 6



	右向きの反応	左向きの反応
①	CH_3COOH	CH_3COO^-
②	CH_3COOH	H_3O^+
③	H_2O	CH_3COO^-
④	H_2O	H_3O^+

b 3.0×10^{-3} mol/L の塩酸を純水で 100 倍に希釈した水溶液の pH として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、 $\log_{10} 3.0 = 0.48$ とする。 7

- ① 1.5 ② 2.5 ③ 3.5
④ 4.5 ⑤ 5.5 ⑥ 7.0

問2 塩に関する次の文章中の **ア** ~ **オ** に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **8**

硫酸水素ナトリウム (NaHSO₄) は、塩の種類としては **ア** に分類される。硫酸水素ナトリウムを水に溶かすと、次のように電離する。



ここで、HSO₄⁻はさらに電離して、**イ** を生じるため、硫酸水素ナトリウムの水溶液は **ウ** を示す。

硫酸水素ナトリウムと同じく **ア** に分類される炭酸水素ナトリウムは水に溶かすと、次のように電離する。



ここで、HCO₃⁻は水と反応して、結果的に **エ** を生じるため、炭酸水素ナトリウムの水溶液は **オ** を示す。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	酸性塩	H ⁺	酸性	H ₃ O ⁺	酸性
②	酸性塩	H ⁺	酸性	OH ⁻	塩基性
③	酸性塩	OH ⁻	塩基性	H ₃ O ⁺	酸性
④	酸性塩	OH ⁻	塩基性	OH ⁻	塩基性
⑤	塩基性塩	H ⁺	酸性	H ₃ O ⁺	酸性
⑥	塩基性塩	H ⁺	酸性	OH ⁻	塩基性
⑦	塩基性塩	OH ⁻	塩基性	H ₃ O ⁺	酸性
⑧	塩基性塩	OH ⁻	塩基性	OH ⁻	塩基性

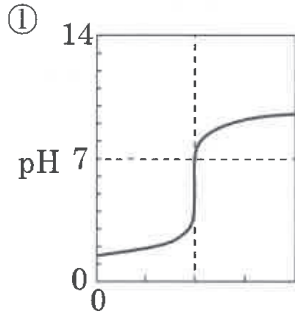
問3 実験室にある塩酸の濃度を調べるために、次のような実験を行った。中和滴定に関する下の問い（a～d）に答えなさい。

濃度不明の塩酸 10 mL を **ア** ではかり取り、**イ** に入れ、純水で 10 倍に希釈する。この水溶液 20 mL を別の **ア** ではかり取り、**ウ** に入れて、指示薬としてメチルオレンジを加える。ここに、**エ** を用いて 0.050 mol/L のアンモニア水で滴定すると、12 mL を滴下したところで中和点に達した。

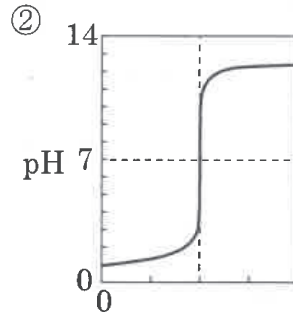
a 文章中の空欄 **ア** と **エ** に当てはまる器具の名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **9**

	ア	エ
①	メスフラスコ	ビュレット
②	メスフラスコ	ホールピペット
③	ビュレット	メスフラスコ
④	ビュレット	ホールピペット
⑤	ホールピペット	メスフラスコ
⑥	ホールピペット	ビュレット

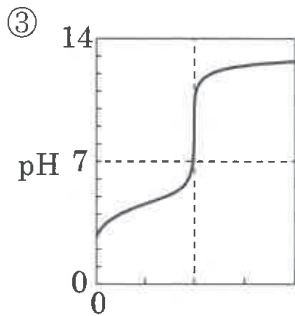
b この中和滴定における，滴定曲線として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。 10



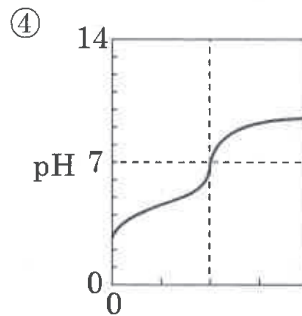
アンモニア水の滴下量 [mL]



アンモニア水の滴下量 [mL]



アンモニア水の滴下量 [mL]



アンモニア水の滴下量 [mL]

c 文章中の空欄 ア ～ エ に当てはまる器具のうち，純水でぬれたまま使用してもよい器具の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 11

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① ア, イ | ② ア, ウ | ③ ア, エ |
| ④ イ, ウ | ⑤ イ, エ | ⑥ ウ, エ |

d もとの塩酸の濃度として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

12

- ① 0.030 mol/L ② 0.30 mol/L ③ 3.0 mol/L
④ 0.040 mol/L ⑤ 0.40 mol/L ⑥ 4.0 mol/L

第3問 次の問い（問1～2）に答えなさい。

問1 化学反応と化学平衡に関する次の問い（a～d）に答えなさい。

a 化学反応に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ
選びなさい。 13

- ① $X \rightarrow 2Y$ という反応において、 X の減少速度と Y の増加速度は等しい。
- ② 固体が液体や気体と反応する場合、固体の表面積が大きいほど、反応速度は大きくなる。
- ③ ある反応に適切な触媒を用いると反応速度が大きくなるのは、触媒を用いていない場合よりも、活性化エネルギーの小さな反応経路をたどるためである。
- ④ 反応物の濃度が大きいと、反応速度が大きくなるのは、おもに単位時間当たりの反応物の衝突回数が増加するためである。
- ⑤ 生体内で起こる化学反応において、触媒としてはたらきをもつタンパク質を酵素と呼ぶ。

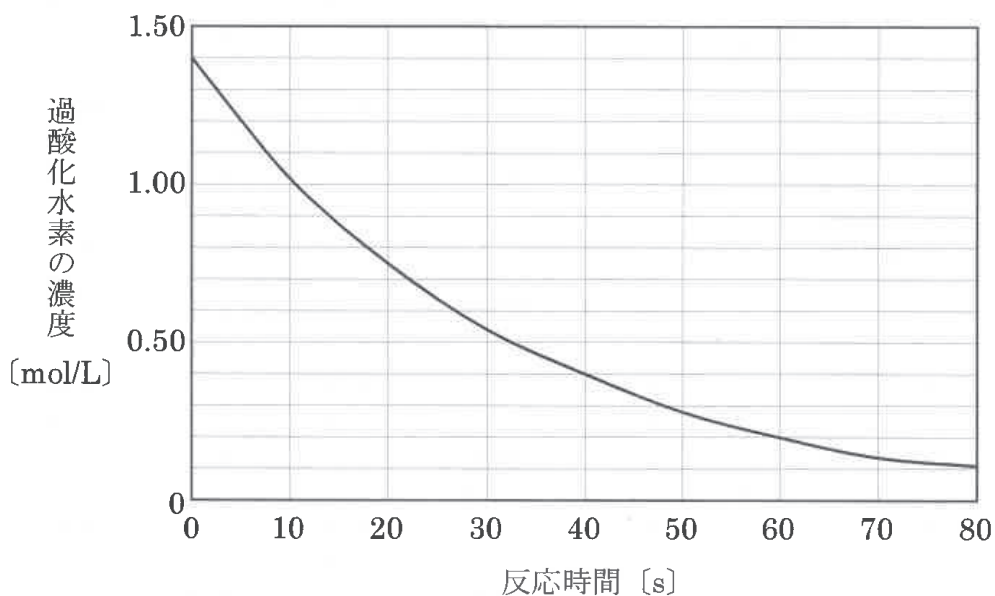
b ある一定の温度で、過酸化水素水に触媒として少量の塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、次の反応が起こり、水と酸素が得られる。



また、この反応の反応速度式は、次のように与えられる。

$$v = k[\text{H}_2\text{O}_2] \quad (k \text{ は反応速度定数})$$

反応時間 [s] と過酸化水素の濃度 [mol/L] の関係が次のグラフのようになるとき、40s ~ 60s の間における過酸化水素の平均の分解速度 \bar{v} [mol/(L·s)] とこの反応の反応速度定数 k [/s] の値として最も適当なものを、それぞれ下の①~⑨のうちから一つずつ選びなさい。 \bar{v} [mol/(L·s)] k [/s]



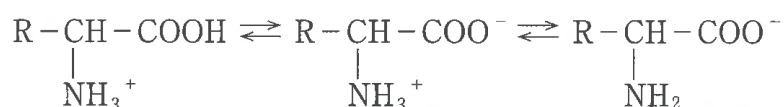
- ① 1.0×10^{-2} ② 3.3×10^{-2} ③ 0.10 ④ 0.20 ⑤ 0.30
 ⑥ 1.2 ⑦ 2.4 ⑧ 8.0 ⑨ 16

c 密閉容器内で次の可逆反応が平衡状態に達しているとき、括弧内の操作を行うことで、平衡が右に移動する反応として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 16

- ① 2NO_2 (気) \rightleftharpoons N_2O_4 (気) (温度一定で、容器の体積を大きくする。)
- ② N_2 (気) + 3H_2 (気) \rightleftharpoons 2NH_3 (気) (触媒を加える。)
- ③ 2SO_2 (気) + O_2 (気) \rightleftharpoons 2SO_3 (気) (全圧一定でアルゴンを加える。)
- ④ H_2 (気) + I_2 (気) \rightleftharpoons 2HI (気) (温度一定で加圧する)
- ⑤ 2CO (気) + O_2 (気) \rightleftharpoons 2CO_2 (気) (体積一定でアルゴンを加える。)
- ⑥ N_2 (気) + O_2 (気) \rightleftharpoons 2NO (気) - 181 kJ (圧力一定で温度を上げる。)

d アミノ酸は、1分子中にカルボキシ基（ $-\text{COOH}$ ）とアミノ基（ $-\text{NH}_2$ ）をもつ化合物の総称で、そのうち、タンパク質を構成するアミノ酸は、同じ炭素原子にカルボキシ基とアミノ基が結合した α -アミノ酸である。アミノ酸は水溶液中では、陽イオン、陰イオン、正電荷と負電荷を合わせもつイオンが次に示すような平衡状態にあり、水溶液のpHによってそれらの比率は変化する（構造式中のRはアミノ酸の側鎖を表し、水素や炭化水素基などからなる）。アミノ酸の電離平衡に関する記述として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選びなさい。

17



- ① 中性の水溶液中のアミノ酸全体の電荷の和を等電点と呼ぶ。
- ② 電離平衡の状態にあるアミノ酸の中性の水溶液に、塩基を加えると平衡は右に移動し、アミノ酸は陰イオンとなる。
- ③ アミノ酸水溶液中に存在する、正電荷と負電荷を合わせもつイオンを両性イオンと呼ぶ。
- ④ 等電点の等しい複数のアミノ酸が溶解している水溶液を、pHを変えながら電気泳動することで、アミノ酸を分離することができる。

問2 化学平衡に関する下の問い (a ~ c) に答えなさい。

容積一定の容器に四酸化二窒素 N_2O_4 を 5.0 mol 入れて、一定温度に保ったところ、四酸化二窒素の40%が解離して二酸化窒素となり、次のような平衡状態になった。また、平衡状態における容器内の圧力は 7.0×10^4 Pa であった。



a 平衡状態における二酸化窒素の物質質量 [mol] として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 18

- ① 2.0 mol ② 3.0 mol ③ 4.0 mol
④ 5.0 mol ⑤ 6.0 mol ⑥ 8.0 mol

b 平衡状態における四酸化二窒素の分圧 [Pa] として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 19

- ① 3.0×10^3 Pa ② 6.0×10^3 Pa ③ 7.0×10^3 Pa
④ 3.0×10^4 Pa ⑤ 6.0×10^4 Pa ⑥ 7.0×10^4 Pa

c この温度におけるこの反応の圧平衡定数として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、単位は省略してある。 20

- ① 0.75 ② 1.3 ③ 2.3×10^4
④ 5.3×10^4 ⑤ 1.2×10^5 ⑥ 1.6×10^5

第4問 次の問い（問1～2）に答えなさい。

問1 有機化合物について次の問い（a～c）に答えなさい。

- a 脂肪族化合物に関する次の文章中の **ア** ～ **ウ** に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **21**

鎖式炭化水素のうち，単結合のみからなるものを **ア** といい，二重結合を一つ含むものをアルケンという。炭素数が2のアルケンであるエチレンを付加重合すると **イ** であるポリエチレンができる。また，三重結合を一つだけもつアセチレンにシアン化水素を付加させて得られた化合物を付加重合すると **ウ** の主成分となる物質が得られる。

	ア	イ	ウ
①	アルカン	熱硬化性樹脂	アクリル繊維
②	アルカン	熱硬化性樹脂	アラミド繊維
③	アルカン	熱可塑性樹脂	アクリル繊維
④	アルカン	熱可塑性樹脂	アラミド繊維
⑤	アルキン	熱硬化性樹脂	アクリル繊維
⑥	アルキン	熱硬化性樹脂	アラミド繊維
⑦	アルキン	熱可塑性樹脂	アクリル繊維
⑧	アルキン	熱可塑性樹脂	アラミド繊維

- b 塩の加水分解に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **22**

カルボン酸はカルボキシ基 ($-\text{COOH}$) をもつ化合物であり、カルボキシ基を一つだけもつものをモノカルボン酸という。カルボン酸の酸としての強さは二酸化炭素の水溶液よりも **ア**，カルボン酸のナトリウム塩に塩酸を加えると **イ** により塩化ナトリウムが生成する。カルボン酸を2つもつ、ジカルボン酸であるマレイン酸とフマル酸のうち **ウ** は加熱すると分子内で脱水する。

	ア	イ	ウ
①	強く	弱酸の遊離	マレイン酸
②	強く	弱酸の遊離	フマル酸
③	強く	酸化還元反応	マレイン酸
④	強く	酸化還元反応	フマル酸
⑤	弱く	弱酸の遊離	マレイン酸
⑥	弱く	弱酸の遊離	フマル酸
⑦	弱く	酸化還元反応	マレイン酸
⑧	弱く	酸化還元反応	フマル酸

c セッケンおよび合成洗剤に関する記述（Ⅰ～Ⅲ）について、正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 23

- Ⅰ セッケンは油脂を水酸化ナトリウム水溶液でけん化することで得られる。
 Ⅱ 合成洗剤はカルシウムイオンやマグネシウムイオンを多く含んだ水の中で使用すると、カルシウム塩やマグネシウム塩を形成し、泡立ちが悪くなる。
 Ⅲ 水溶液中でセッケンは親水基を中心にして集まり、ミセルを形成している。

	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

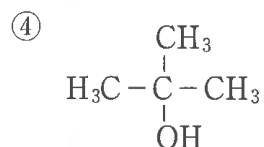
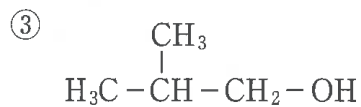
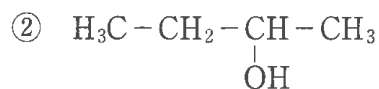
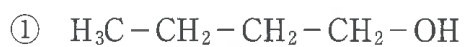
問2 炭素、水素、酸素からなる有機化合物A～Dがある。これらの化合物に関する次の(i)～(v)の文章を読み、下の問い(a～c)に答えなさい。

- (i) A～Dを^(a)元素分析した結果、いずれも分子式が $C_4H_{10}O$ であることがわかった。
- (ii) A～Dに単体のナトリウムを加えたところ、水素が発生した。
- (iii) A～Dを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で穏やかに反応させると、AからはE、BからはF、CからはGが得られたが、Dは変化しなかった。
- (iv) E、F、Gのうち、Eのみがヨードホルム反応を示し、FとGはヨードホルム反応を示さなかったが、銀鏡反応は示した。
- (v) A～Cを^(b)濃硫酸とともに加熱した後、それぞれの生成物にニッケルを触媒として水素を付加させると、Aからの生成物とBからの生成物が一致した。

a 下線部(a)について、炭素、水素、酸素のみからなる有機化合物Xの分子式を求めたい。ここで、Xの試料26 mgを完全燃焼させたところ、二酸化炭素55 mg、水27 mgを得た。また、このXの分子量は200未満と測定された。Xの分子式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 24

- ① $C_4H_{10}O$ ② $C_4H_{10}O_2$ ③ $C_5H_{12}O$
④ $C_5H_{12}O_2$ ⑤ $C_6H_{14}O$ ⑥ $C_6H_{14}O_2$

b B, Dの構造式として最も適当なものを, それぞれ次の①~④のうちから一つずつ選びなさい。 B D



c 下線部 (b) について, Aを濃硫酸とともに加熱すると何種類の生成物が得られるか。その数として最も適当なものを, 次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。ただし, 立体異性体が存在する場合は, 区別して考えるものとする。

① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

⑥ 6

化学の問題はここまでです。