

化学基礎・化学

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次のa～cに当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。ただし、原子量は、 $H=1.0$ 、 $C=12$ 、 $O=16$ とする。

a 単体と化合物の組合せであるもの。

- | | |
|--------------|-----------|
| ① 酸素とオゾン | ② 水と過酸化水素 |
| ③ 塩素と塩化ナトリウム | ④ 塩化水素と塩酸 |

b 中性子の数が最も多い原子。

- | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| ① ^{40}Ar | ② ^{40}Ca | ③ ^{37}Cl | ④ ^{39}K |
|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|

c グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 中において、炭素原子が質量で占める割合。 %

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 20 | ② 30 | ③ 40 | ④ 60 |
|------|------|------|------|

問2 モル濃度 6.0mol/L 、密度 1.2g/cm^3 の水酸化ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度はいくらになるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量は $H=1.0$ 、 $O=16$ 、 $\text{Na}=23$ とする。 %

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 10 | ② 12 | ③ 20 | ④ 24 |
|------|------|------|------|

問3 市販の食酢を正確に10倍に薄めたのち、その10mLをホールピペットを用いてコニカルビーカーにとり、フェノールフタレイン溶液を数滴加えた。これに図1のようにして0.10mol/L水酸化ナトリウム水溶液をビュレットから滴下した。この実験操作に関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

5

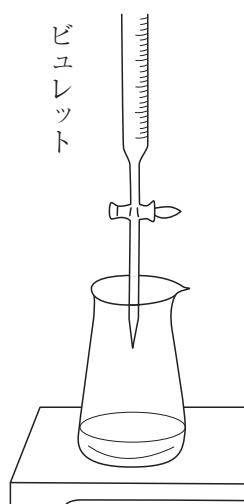


図 1

- ① ホールピペットの内部を蒸留水で洗い、内壁に水滴が残ったまま食酢をとった。
- ② コニカルビーカーの内部を蒸留水で洗い、内壁に水滴が残ったまま食酢を入れた。
- ③ ビュレットの内部を蒸留水で洗ってから、滴定に用いる水酸化ナトリウム水溶液で洗った。
- ④ 指示薬のフェノールフタレインが、かすかに赤くなって消えなくなった時のビュレットの目盛りを読んだ。

化学基礎・化学

問4 次の水溶液ア～ウをpHの大きい順に並べたものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

6

ア 0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液

イ 0.10mol/Lの酢酸ナトリウム水溶液

ウ 0.10mol/Lの塩化ナトリウム水溶液

① ア＞イ＞ウ

② ア＞ウ＞イ

③ イ＞ア＞ウ

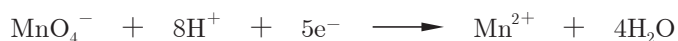
④ イ＞ウ＞ア

⑤ ウ＞ア＞イ

⑥ ウ＞イ＞ア

問5 硫酸で酸性にした、ある濃度のシュウ酸水溶液の入ったビーカーに、1.00mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を20.0mL加えて、ビーカーを60℃の湯浴に入れて加熱した。過マンガン酸カリウムが完全に反応したとすると、発生した二酸化炭素の体積は0℃、 1.0×10^5 Paのもとで何Lか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、発生した二酸化炭素は水に溶けないものとし、シュウ酸と過マンガン酸イオンはそれぞれ次のようにはたらくとする。

7 L



① 0.179

② 0.358

③ 1.12

④ 2.24

(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第2問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 8〕 (配点 25)

問1 図1は14族元素と17族元素それぞれの水素化合物の分子量と沸点の関係を表したものである。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 1

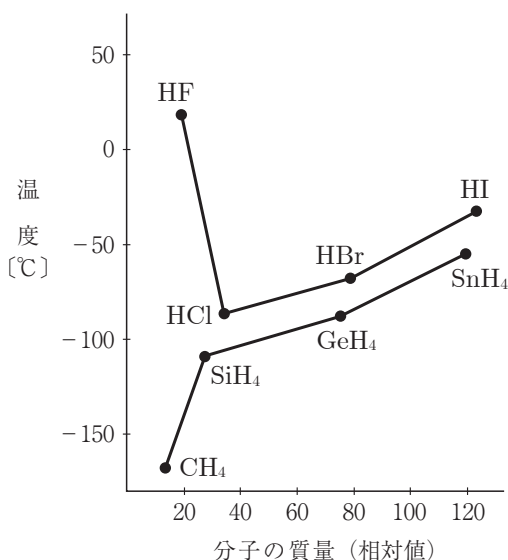
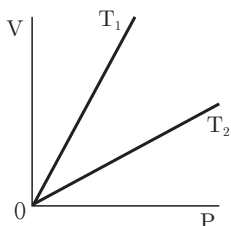


図 1

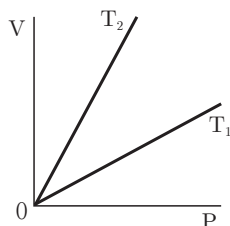
- ① HCl分子は極性をもつので、同じくらいの分子量をもつSiH₄より沸点が高い。
- ② SiH₄の方がCH₄より沸点が高いのは、SiH₄により強いファンデルワールス力がはたっているからである。
- ③ HFの方がHClより沸点が高いのは、HFが分子間で水素結合を形成しているからである。
- ④ HIの方がHBrより沸点が高いのは、HIがイオン結合を形成しているからである。

問2 1molの気体の性質に関して、正しい関係を示しているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 T は絶対温度、 P は圧力、 V は体積とし、 $T_1 > T_2$ 、 $P_1 > P_2$ とする。 2

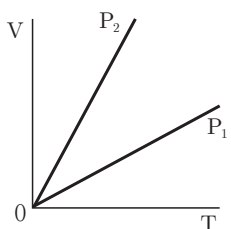
①



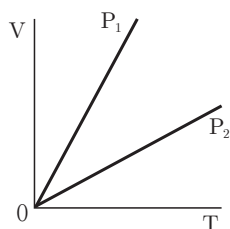
②



③



④



問3 次の文章中の ア と イ 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①～⑥のうちから一つ選べ。 3

気体の水への溶解度は、一般に ア。また N_2 や O_2 など溶解度の小さい気体では、温度が一定ならば、一定量の溶媒に溶ける気体の質量(または物質量)はその気体の イ に比例する。これをヘンリーの法則という。

	ア	イ
①	温度が低くなるほど大きくなる	圧 力
②	温度が低くなるほど大きくなる	分子量
③	温度が高くなるほど大きくなる	圧 力
④	温度が高くなるほど大きくなる	分子量
⑤	温度にかかわらず一定である	圧 力
⑥	温度にかかわらず一定である	分子量

化学基礎・化学

問4 次に示す水溶液ア～ウを、沸点の低いものから順に並べるとどうなるか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、電解質は水溶液中で完全に電離しているものとする。 4

ア 水1.0kgにグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 0.10mol を溶かした水溶液

イ 水1.0kgに塩化カルシウム CaCl_2 0.10mol を溶かした水溶液

ウ 水1.0kgに塩化アルミニウム AlCl_3 0.10mol を溶かした水溶液

① ア<イ<ウ

② ア<ウ<イ

③ イ<ア<ウ

④ イ<ウ<ア

⑤ ウ<ア<イ

⑥ ウ<イ<ア

問5 図2のようなエネルギー図を用いて、C-C結合の結合エネルギーの値を求めると何kJ/molとなるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 CH_4 (気)と C_3H_8 (気)に含まれるC-H結合の結合エネルギーはすべて等しいものとする。 5 kJ/mol

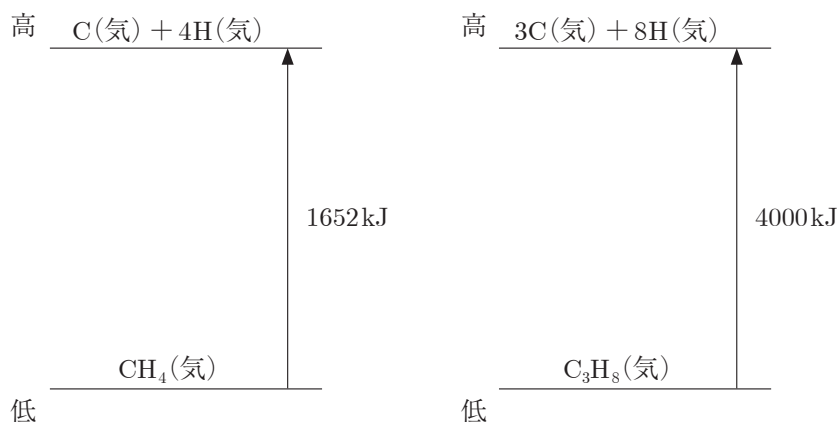


図 2

① 294

② 348

③ 507

④ 696

問6 二次電池として用いられる鉛蓄電池の放電時の化学反応は、次のように表される。



鉛蓄電池に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6

- ① 放電すると、電解液の希硫酸の密度は次第に小さくなる。
- ② 放電を一定時間行った場合、両極板で生成する硫酸鉛(Ⅱ)の物質量は等しい。
- ③ 放電を続けると起電力は低下するが、充電すると起電力は回復する。
- ④ 充電するときは、鉛蓄電池の正極に外部電源の負極を、鉛蓄電池の負極に外部電源の正極を接続する。

化学基礎・化学

問7 過酸化水素水は、少量の鉄(Ⅲ)イオン Fe^{3+} が存在すると、激しく反応して酸素が発生する。



図3は、 H_2O_2 を 25°C で反応させたときの H_2O_2 のモル濃度の時間変化を示したものである。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

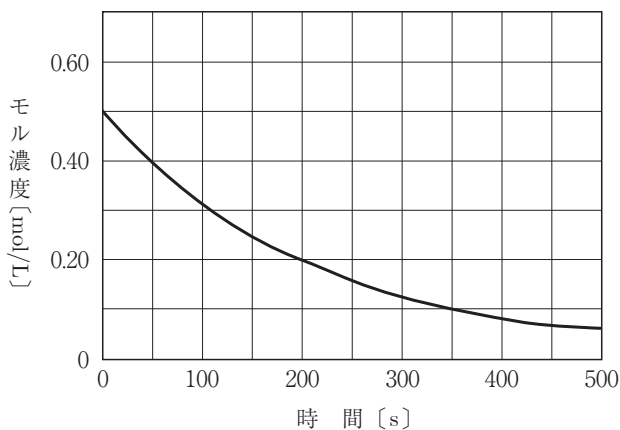


図 3

a この反応において、反応開始後0～200秒間の O_2 の生成速度 $[\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$ はいくらか。最も適当な値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

7 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$

- ① 7.5×10^{-4} ② 1.0×10^{-3} ③ 1.5×10^{-3} ④ 3.0×10^{-3}

- b この反応を、35℃で行った場合、単位時間あたりに発生する酸素の物質質量と、反応終了までに発生する酸素の総物質質量はそれぞれどのように変化するか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。

8

	単位時間あたりに発生する 酸素の物質質量	発生する酸素の総物質質量
①	増加する	増加する
②	増加する	変化しない
③	増加する	減少する
④	変化しない	増加する
⑤	変化しない	変化しない
⑥	変化しない	減少する
⑦	減少する	増加する
⑧	減少する	変化しない
⑨	減少する	減少する

第3問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 7 〕 (配点 20)

問1 次の操作①～④のうちから、塩素が発生しないものを一つ選べ。 1

- ① 食塩と濃硫酸を加熱する。
- ② 食塩水を電気分解する。
- ③ さらし粉に希塩酸を加える。
- ④ 濃塩酸と酸化マンガン(IV)を加熱する。

問2 図1は、工業的にアンモニアを合成する経路の一例である。図中の ア ～ ウ に当てはまるものを、下の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。ア 2 イ 3 ウ 4

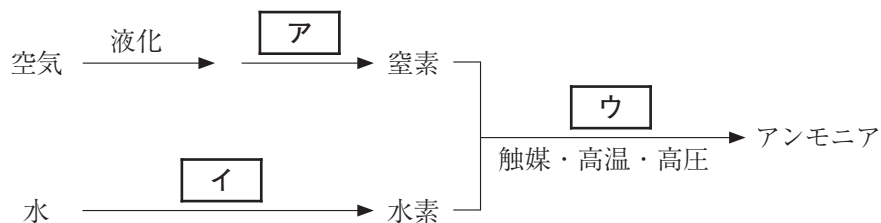


図 1

- | | | |
|-----------|--------------|---------|
| ① 蒸 留 | ② 分 留 | ③ 再結晶法 |
| ④ 電気分解 | ⑤ 加水分解 | ⑥ 融解塩電解 |
| ⑦ オストワルト法 | ⑧ ハーバー・ボッシュ法 | ⑨ 接触法 |

問3 酸化物A, Bは MgO , CaO , Al_2O_3 , SiO_2 のいずれかである。これに関する次の各問い(a・b)に答えよ。

a 酸化物Aは常温では水と反応しないが、塩酸や水酸化ナトリウムに溶ける。Aを水酸化ナトリウム水溶液に溶かし、これに塩酸を少しずつ加えていくと沈殿を生じるが、十分に加えると沈殿は溶解する。途中で生じていた下線部の沈殿として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ② AlCl_3 ③ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ④ H_2SiO_3

b 酸化物Bを水に溶かすと、強塩基性の水溶液となる。この水溶液に二酸化炭素を吹き込んだときに生じる白色の沈殿として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① MgCO_3 ② CaCO_3 ③ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ④ $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$

問4 銅、銀のイオンおよび化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水酸化銅(Ⅱ) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ の青白色沈殿が生じる。
- ② 水酸化銅(Ⅱ)の沈殿に過剰のアンモニア水を加えると、テトラアンミン銅(Ⅱ)イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ が生じて溶液が深青色となる。
- ③ 銀イオンを含む水溶液にアンモニア水を加えると、酸化銀 Ag_2O の褐色沈殿が生じる。
- ④ 酸化銀の沈殿に過剰のアンモニア水を加えると、ジアンミン銀(Ⅰ)イオン $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ が生じて溶液が淡黄色となる。

第4問

次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 11〕 (配点 30)

問1 図1は、炭素、水素、酸素からなる有機化合物の元素分析を行うための装置を示している。試料の質量を精密にはかり、アの気流中でイも利用してこれを完全燃焼させる。生成した水と二酸化炭素を容器に充填した試薬ウ、エに吸収させ、これらの質量変化から水と二酸化炭素の量を求める。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

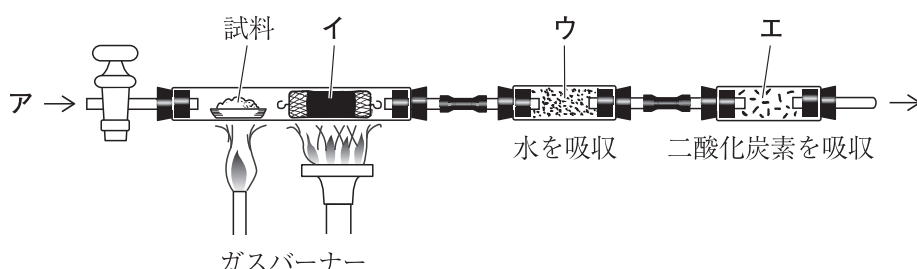


図 1

a 上の文章中のア～エに当てはまる物質名として最も適当なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ア 1 イ 2 ウ 3 エ 4

- | | | | |
|-----------|-----------|--------|----------|
| ① 水素 | ② 酸素 | ③ 窒素 | ④ 酸化銅(I) |
| ⑤ 酸化銅(II) | ⑥ 塩化カルシウム | ⑦ セッコウ | ⑧ ソーダ石灰 |

b 炭素、水素、酸素からなる有機化合物36.0mgをとり、この装置を用いて完全燃焼させたところ、二酸化炭素52.8mg、水21.6mgが生成したことがわかった。

この有機化合物の組成式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量はH=1.0、C=12、O=16とする。 5

- | | | | |
|-------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|
| ① CHO | ② CH ₂ O | ③ C ₂ HO | ④ C ₂ H ₂ O |
|-------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|

問2 アセチレンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① アセチレン分子はすべての原子が一直線上にある直線構造である。
- ② エタノールを少量の濃硫酸とともに約170℃で加熱するとアセチレンが生じる。
- ③ アセチレン1分子に白金やニッケルを触媒として水素2分子を付加させるとエタンが生じる。
- ④ アセチレンに硫酸水銀(Ⅱ)を触媒として水を付加させるとアセトアルデヒドが生じる。

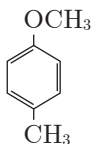
問3 次の記述アとイのいずれにも当てはまる分子式 $C_4H_{10}O$ のアルコールAとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 7

ア Aを二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液でおだやかに加熱して得られる生成物は、銀鏡反応を示す。

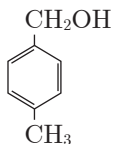
イ Aを脱水して得られるアルケンでは、すべての炭素原子は常に同一平面上にある。

- | | |
|------------------|------------------|
| ① 1-ブタノール | ② 2-ブタノール |
| ③ 2-メチル-1-プロパノール | ④ 2-メチル-2-プロパノール |

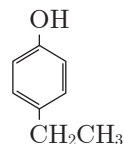
問4 次に示す化合物A～Cはいずれも分子式 $C_8H_{10}O$ の芳香族化合物であるが、これらは化学的性質の違いにより識別できる。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。



A



B



C

a 次の文章中の ア と イ に当てはまる化合物の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 8

化合物のうち、その溶液に金属ナトリウムを加えても反応しないのは ア であり、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えて呈色するものは イ である。

	ア	イ
①	A	B
②	A	C
③	B	A
④	B	C
⑤	C	A
⑥	C	B

- b A, B, Cを等量ずつ含むジエチルエーテル溶液に次の操作(1), (2)を行うことによって, 分離された化合物はどれか。最も適当なものを, 下の①～⑥のうちから一つ選べ。 9

- (1) 混合溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り, 水層とエーテル層に分離する。
- (2) 水層を取り出して希塩酸を加えて, 遊離した物質を再びエーテルで抽出する。

- ① A ② B ③ C ④ AとB ⑤ AとC ⑥ BとC

問5 糖類に関する記述として正しいものを, 次の①～④のうちから一つ選べ。

10

- ① 酵母によりグルコースをアルコール発酵させると, 1分子のグルコースから, 2分子のエタノールが生じる。
- ② 環状構造のグルコース1分子は5個のヒドロキシ基をもち, 鎖状構造のグルコース1分子は6個のヒドロキシ基をもつ。
- ③ スクロース(ショ糖)はグルコースとフルクトースが脱水縮合した構造をもち, 還元性を示す。
- ④ セルロースを希硫酸で加水分解すると, マルトースを経てグルコースが生じる。

問6 合成高分子の構造と合成法に関する記述として誤りを含むものを, 次の①～④のうちから一つ選べ。 11

- ① ポリ塩化ビニルは, 付加重合によって合成される。
- ② ポリアクリロニトリルは, アクリル繊維の主成分である。
- ③ ポリエチレンテレフタレートは, エステル結合をもつ。
- ④ フェノール樹脂は, 熱可塑性樹脂である。