

化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 空気を加圧・冷却して液体空気をつくり、これを徐々に加熱していくことによって、窒素と酸素を分離した。この分離操作の名称として適当なものを、次の

①～④のうちから一つ選べ。

- ① 再結晶 ② 分留 ③ 抽出 ④ 昇華法

問2 電子配置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。

- ① マグネシウム原子は、2価の陽イオンになりやすい。
② アルミニウムイオンは、ネオン原子と同じ電子配置をとる。
③ 硫黄原子は、L殻に6個の電子をもつ。
④ フッ素原子は、電子を1個取り入れやすい。

問3 図1のように、ある金属の結晶構造は体心立方格子である。単位格子一辺の長さを a cm、密度を d g/cm³ とすると、この金属原子1個の質量は何gか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 3 g

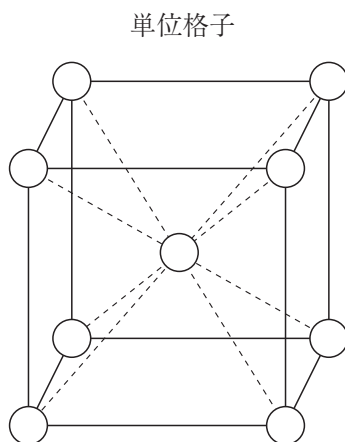


図 1

- ① $\frac{a^3 d}{4}$ ② $\frac{a^3 d}{2}$ ③ $a^3 d$ ④ $2a^3 d$

問4 分子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。

4

- ① メタン分子は、C-H結合に極性があるため極性分子である。
 ② 塩化水素分子では、水素原子がわずかに正の電気を帯び、塩素原子がわずかに負の電気を帯びている。
 ③ ヘキサンは、極性分子である水には溶けにくい。
 ④ 分子量が同程度の分子では、極性分子の方が無極性分子より沸点が高い。

化学基礎・化学

問5 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2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

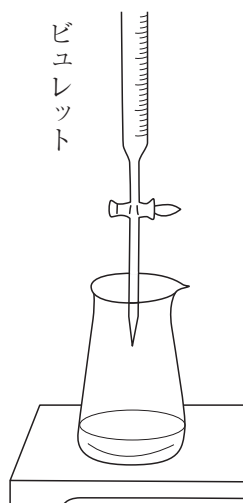


図 2

- 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。

問6 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

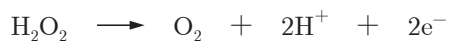
③ イ > ア > ウ

④ イ > ウ > ア

⑤ ウ > ア > イ

⑥ ウ > イ > ア

問7 希硫酸を加えて酸性にした過マンガン酸カリウムの水溶液は、過酸化水素とそれぞれ酸化剤、還元剤として次のように反応する。



濃度不明の過酸化水素水を10mLはかりとり、希硫酸を加えて酸性にしたのち、0.050mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を加えていくと、8.0mL加えたところで過マンガン酸イオンの赤紫色が消えずに残った。過酸化水素水のモル濃度はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 7 mol/L

① 0.016

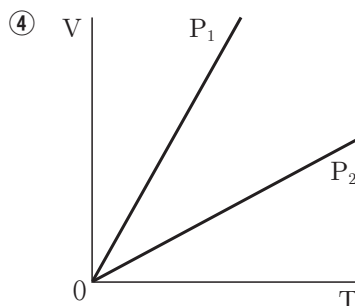
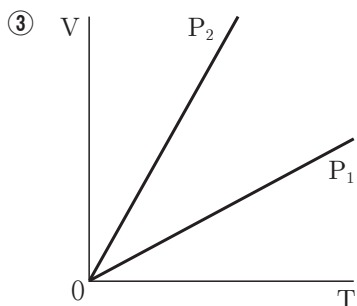
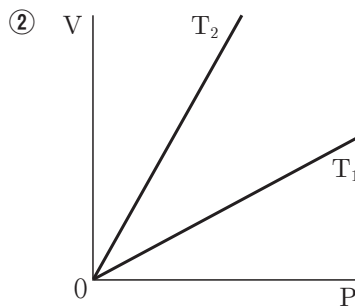
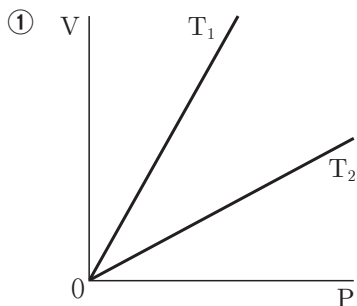
② 0.025

③ 0.050

④ 0.10

第2問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 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。



問2 25℃で液体の水1cm³をとり、圧力 1.0×10^5 Paの下で加熱してすべてを100℃の気体にする、体積はおよそ何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、25℃で液体の水の密度は 1.0g/cm^3 、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{O} = 16$ とする。 倍

① 1400

② 1700

③ 2100

④ 3100

問3 図1のア～ウは、純水、0.1mol/kg尿素水溶液、0.1mol/kg塩化ナトリウム水溶液、いずれかの蒸気圧曲線である。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。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。 3

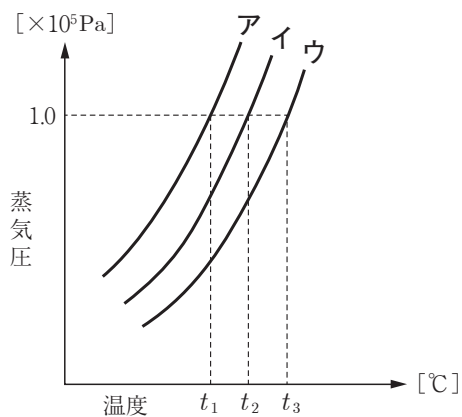


図 1

- ① アは純水の蒸気圧曲線を表しており、 t_1 は 100°C である。
- ② 尿素の沸点上昇度 $[\text{C}]$ は $t_2 - t_1$ である。
- ③ $t_2 = 100.052^\circ\text{C}$ のとき、 $t_3 = 100.104^\circ\text{C}$ である。
- ④ 尿素水溶液を沸騰させ続けていくと、蒸気圧曲線は上へ移動し、アに近づいていく。

問6 化学反応式 $A + B \rightarrow C$ で表される反応の反応速度 v は、速度定数 k を用いて $v = k [A]^x [B]^y$ と表すことができる。次のア、イより x, y の値を決定し、完成した速度式として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

6

ア Bの濃度を変わらずにAの濃度を2倍にすると、反応速度は2倍になった。

イ Aの濃度を変わらずにBの濃度を2倍にすると、反応速度は8倍になった。

① $v = k [A][B]^2$

② $v = k [A][B]^3$

③ $v = k [A][B]^4$

④ $v = k [A]^2 [B]^4$

問7 酢酸水溶液中では、次の電離平衡が成立している。



0.010mol/Lの酢酸水溶液のpH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、酢酸の電離定数 $K_a = 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, $\log 2.7 = 0.43$ とする。 7

① 1.4

② 1.7

③ 2.7

④ 3.3

第3問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 ハロゲン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。

- ① フッ素は水と激しく反応し、酸素を発生する。
- ② ヨウ素は水によく溶ける。
- ③ 塩化カリウム水溶液にヨウ素を加えると、塩素が発生する。
- ④ フッ化水素酸は強酸性を示す。

問2 気体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。

- ① 二酸化炭素は、炭酸カルシウムに希塩酸を加えると発生し、石灰水に通じると、白濁を生じる。
- ② アンモニアは、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると発生し、上方置換で捕集される。
- ③ 酸素は、過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加えると発生する。このとき、酸化マンガン(IV)は酸化剤としてはたらいている。
- ④ 二酸化硫黄は、亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えると発生し、硫化水素水に通じると、白濁が生じる。

問3 次の記述ア～ウに当てはまる金属の単体の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

ア 塩酸にも水酸化ナトリウム水溶液にも溶けるが、濃硝酸には溶けない。

イ 塩酸には溶けないが、濃硝酸には溶ける。

ウ 塩酸にも濃硝酸にも溶けないが、王水には溶ける。

	ア	イ	ウ
①	Al	Ag	Hg
②	Al	Cu	Pt
③	Al	Fe	Pt
④	Zn	Ag	Hg
⑤	Zn	Cu	Pt
⑥	Zn	Fe	Hg

問4 マグネシウムとカルシウム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。 4

① マグネシウムとカルシウムはともに冷水と反応する。

② マグネシウムは炎色反応を示すが、カルシウムは炎色反応を示さない。

③ 水酸化マグネシウムと水酸化カルシウムはともに水によく溶けて、強塩基性を示す。

④ 硫酸マグネシウムは硫酸カルシウムより水によく溶ける。

問5 反応により生成する沈殿が白色でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

① アルミニウムイオンを含む水溶液にアンモニア水を加える。

② 亜鉛イオンを含む塩基性の水溶液に硫化水素を通じる。

③ 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。

④ 鉛(II)イオンを含む水溶液に硫酸を加える。

第4問 次の各問い(問1～10)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 次の有機化合物①～④のうちから、分子中に窒素原子を含まないもの一つ選べ。

- ① アクリロニトリル
- ② エチレングリコール
- ③ 6,6-ナイロン
- ④ 塩化ベンゼンジアゾニウム

問2 次の有機化合物①～④のうちから、異性体の関係にないもの一つ選べ。

- ① シクロペンタンと1-ペンテン
- ② エタノールとジメチルエーテル
- ③ アセトアルデヒドとアセトン
- ④ ギ酸メチルと酢酸

問3 脂肪族炭化水素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。

- ① 直鎖状のアルカンの沸点は、分子量が大きいほど高くなる。
- ② 炭化カルシウム(カーバイト)に水を加えると、アセチレンが得られる。
- ③ プロペンに水を付加させると、不斉炭素原子をもつ化合物が生成する。
- ④ エチレンを付加重合すると、ポリエチレンが得られる。

問4 次の記述(a～c)の空欄 **ア** ～ **ウ** に当てはまる気体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。 **4**

- a メタノールにナトリウムを加えると、 **ア** が発生する。
 b メタノールは、工業的には **ア** と **イ** から合成される。
 c メタノールの蒸気に、バーナーで焼いた銅線を触れさせると **ウ** が生成する。

	ア	イ	ウ
①	水素	一酸化炭素	メタン
②	水素	一酸化炭素	ホルムアルデヒド
③	水素	二酸化炭素	ホルムアルデヒド
④	酸素	一酸化炭素	メタン
⑤	酸素	二酸化炭素	ホルムアルデヒド
⑥	酸素	二酸化炭素	メタン

問5 カルボン酸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。 **5**

- ① 酢酸2分子から水1分子がとれてできる無水酢酸は、酸性を示さない。
 ② マレイン酸とフマル酸では水への溶解度が異なる。
 ③ フタル酸を加熱すると、酸無水物である無水フタル酸が生成する。
 ④ テレフタル酸は、エチレンと付加重合して、合成樹脂であるポリエチレンテレフタレートとなる。

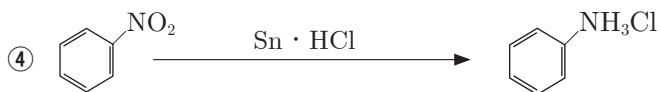
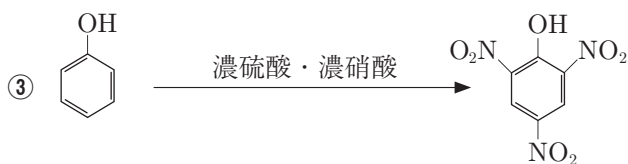
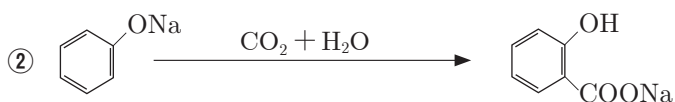
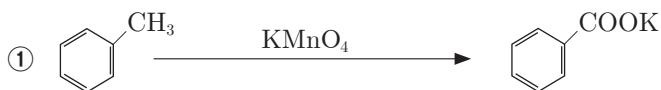
化学基礎・化学

問6 セッケンおよび合成洗剤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 油脂を水酸化ナトリウム水溶液でけん化すると、グリセリンとセッケンが得られる。
- ② セッケンの水溶液に油脂を入れて振ると、セッケンが疎水性部分を油に向けて油脂の小滴を取り囲む。
- ③ セッケンは、 Ca^{2+} や Mg^{2+} を多く含む水の中では加水分解してしまうため、使用できない。
- ④ 硫酸ドデシルナトリウムやアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムなどの合成洗剤は、強酸のナトリウム塩なので水溶液は中性を示す。

問7 次の①～④のうちから、生成する有機化合物が誤っている反応を一つ選べ。

7



問8 アニリンから *p*-ヒドロキシアゾベンゼン(*p*-フェニルアゾフェノール)を合成する目的で、次の**実験1**～**4**を連続して行った。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。 8

実験1 ビーカーにアニリンと希塩酸を入れてよくかき混ぜ、アニリンを溶かした。

実験2 氷冷しながら、**実験1**の溶液に亜硝酸ナトリウム水溶液を少しずつ加えた。

実験3 別のビーカーにフェノールを入れ、水酸化ナトリウム水溶液を加えてよくかき混ぜ、フェノールを溶かした。

実験4 **実験2**の溶液に**実験3**の溶液を加えた。

- ① **実験1**と**実験3**ではともに中和反応が起こっている。
- ② **実験2**ではジアゾ化が起こり、塩化ベンゼンジアゾニウムが生成している。
- ③ **実験2**を氷冷せずに加温しながら行くと、水素が発生する。
- ④ **実験4**で得られた *p*-ヒドロキシアゾベンゼン(*p*-フェニルアゾフェノール)は、分子内にアゾ基をもつ赤橙色の物質である。

問9 次の高分子化合物①～④のうちから、合成する際にHCHOを用いないもの一つ選べ。 9

- ① ポリスチレン
- ② ビニロン
- ③ 尿素樹脂
- ④ フェノール樹脂

問10 天然高分子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。 10

- ① 単糖であるグルコースとフルクトースは、互いに構造異性体である。
- ② アミロース水溶液は、ヨウ素デンプン反応を示さない。
- ③ タンパク質には、水に溶けやすいものと水に溶けにくいものがある。
- ④ タンパク質の変性は、高次構造(立体構造)が変化することによる。