

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。

a 液体空気から窒素や酸素を分離するのに最も適した方法。

- ① 分留 ② 抽出 ③ 電気分解 ④ 再結晶

b 共有結合に使われている電子の数が最も多い分子。

- ① N_2 ② NH_3 ③ CO_2 ④ H_2S

c 中性子の数が等しい原子の組合せ。

- ① ^1H , ^4He ② ^{13}C , ^{14}N ③ ^{20}Ne , ^{23}Na ④ ^{35}Cl , ^{37}Cl

問2 図1の電子配置で表される原子ア～ウ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、中央の○は原子核で数値は原子核の電荷を、●は電子を表す。 4

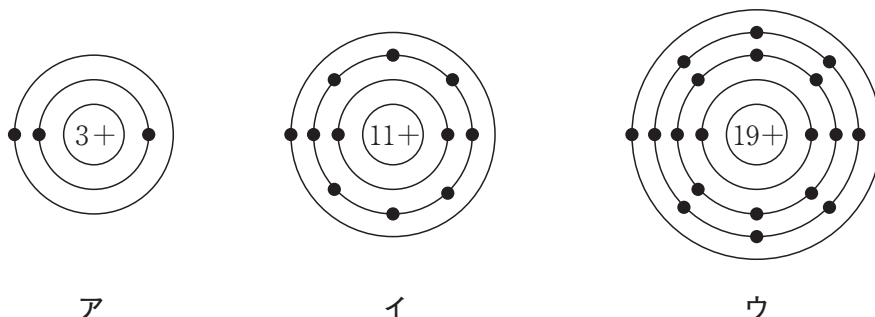


図 1

- ① ア～ウは、いずれも同じ族に属する。
- ② ア～ウのうち、最もイオン化エネルギーが小さいのはウである。
- ③ ア～ウの単体は、いずれも電気をよく導く。
- ④ ア～ウはいずれも酸素原子と1：1の物質質量比で結合する。

問3 濃度98%で、密度 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ の濃硫酸のモル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 $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{O} = 16$ 、 $\text{S} = 32$ とする。 5 mol/L

- ① 9.0 ② 10 ③ 18 ④ 20

問4 pH3.0の酢酸25mLを中和するのに0.10mol/Lの水酸化ナトリウムが15mL必要であった。この酢酸の電離度として最も適当な値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 0.0050 ② 0.017 ③ 0.050 ④ 0.17

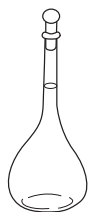
化学基礎・化学

問5 ある過酸化水素水の濃度を正確に求めるために、次の酸化還元滴定をおこなった。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

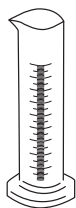
(1) 過酸化水素水を正確に10mLはかりとり、適量の希硫酸を加えた。ここに0.020mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していくと、(2) 気体を発生しながら反応が進み、20mLを加えたところで、終点に達した。

a この実験に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

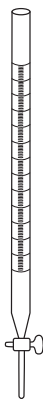
- ① 過酸化水素分子中の酸素原子の酸化数は-1である。
- ② 下線部(1)の操作には、下の器具ア～オのうち、イまたはエを用いるのが適している。
- ③ 下線部(2)には、常温・常圧下で無色、無臭の有毒な気体の同素体が存在する。
- ④ 水溶液の赤紫色が消えて無色になった時点を滴定の終点とする。



ア



イ



ウ

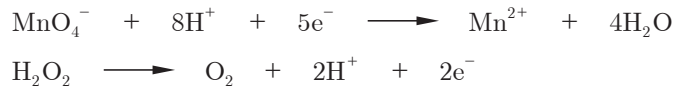


エ



オ

- b この実験で求められた過酸化水素水のモル濃度〔mol/L〕はいくらか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、過マンガン酸カリウムおよび過酸化水素は酸化剤・還元剤として次のように反応する。 8 mol/L



① 0.010

② 0.016

③ 0.10

④ 0.16

第2問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 図1は、水がさまざまな温度と圧力の下でどのような状態をとるかを示したものである。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。

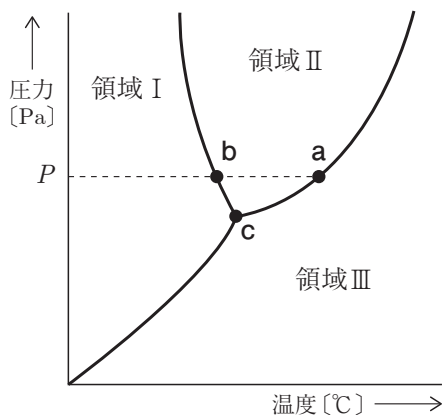


図 1

- ① a点の温度が100℃であるとき、圧力Pの値は $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ 、b点の温度は0℃である。
- ② 領域IIから領域Iへの状態変化を凝固、領域IIIから領域IIへの状態変化を凝縮、領域Iから領域IIIへの状態変化を昇華という。
- ③ 水に圧力を加えると、沸点、融点はともに上昇する。
- ④ c点は固体・液体・気体が共存する特殊な平衡状態で、三重点という。

問2 一定量のヘリウムを容積を変えることのできる容器に入れ、温度と圧力の条件を次のア～ウとした。このときの体積を大きい順に並べたものとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

ア 27℃, $3.0 \times 10^5 \text{Pa}$ イ 127℃, $2.0 \times 10^5 \text{Pa}$ ウ 227℃, $4.0 \times 10^5 \text{Pa}$

- 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3 図2は、純水、不揮発性物質Aの0.1mol/L、および0.2mol/Lの水溶液について、温度と蒸気圧の関係を示したグラフである。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

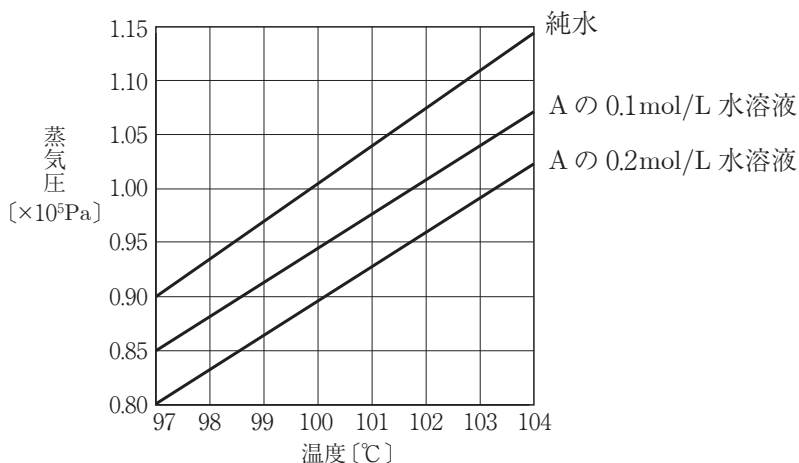


図 2

a 二つのビーカーに純水およびAの0.1mol/L水溶液を入れ、それぞれの温度を測定しながらおだやかに加熱したところ、純水が100℃で沸騰し始めた。Aの0.1mol/L水溶液が沸騰し始める温度はおよそ何℃になるか。適当な温度範囲を次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、沸騰し始めるまでの水の蒸発は無視できるものとする。 3 °C

- ① 100～101 ② 101～102 ③ 102～103 ④ 103～104

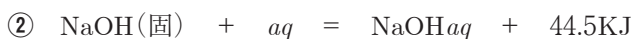
b Aの0.1mol/L水溶液が入ったビーカーをそのまま加熱し続け、体積が $\frac{1}{2}$ となったときの溶液の温度はおよそ何℃か。温度範囲として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、大気圧はaのときと同一であるとする。 4 °C

- ① 100～101 ② 101～102 ③ 102～103 ④ 103～104

化学基礎・化学

問4 0.10mol/Lの塩酸100mLに固体の水酸化ナトリウム0.40gを入れたところ、 Q kJの熱が発生した。これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 水酸化ナトリウムの溶解熱は44.5kJ/molである。これを表す熱化学方程式として最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。 5



b 次の熱化学方程式を参考にして、上の文章中の Q の値を求めるといくらになるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量は $\text{H} = 1.0$, $\text{O} = 16$, $\text{Na} = 23$ とする。 6 kJ



① 1.01

② 5.65

③ 10.1

④ 56.5

問5 気体Aと気体Bが反応し、気体Cが生成する反応があり、この反応の反応速度は、次式で表されるものとする。ただし、 v は反応速度、 k は反応速度定数、 $[\text{A}]$ 、 $[\text{B}]$ はそれぞれの気体のモル濃度を表している。

$$v = k[\text{A}][\text{B}]^2$$

いま、温度を一定に保ったまま、Aの濃度を $\frac{1}{2}$ に、Bの濃度を2倍にした。反応速度は元の反応速度の何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 7 倍

① 0.5

② 1.0

③ 2.0

④ 4.0

問6 容積10Lの容器に、6.0molの水素と6.0molのヨウ素を入れて一定温度 T_0 に保ったところ、次の反応式で表される反応が進行した。このとき、ヨウ化水素の生成量は図3に示すように時間とともに増加し、やがて平衡に達した。温度 T_0 におけるこの反応の平衡定数の値として最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。 8

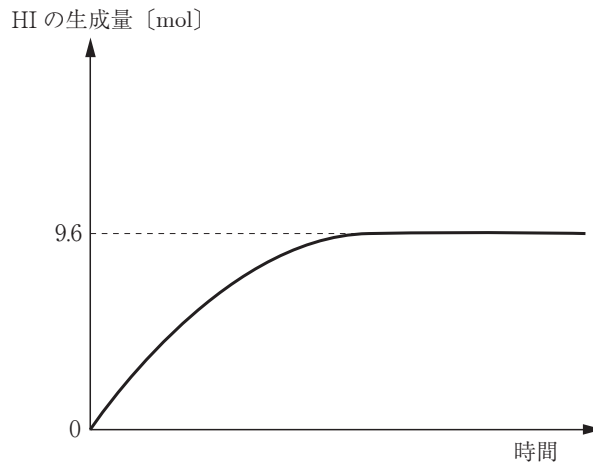
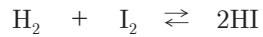


図 3

- ① 8 ② 16 ③ 64 ④ 128

第3問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 日常生活で使われている化学物質の役割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 ベーキングパウダー(ふくらし粉)には炭酸ナトリウムが含まれていて、加熱すると熱分解して気体を発生する。
- ② 使い捨てカイロには粉末状の鉄が入っていて、これが酸化するときには発生する熱を利用している。
- ③ 塩素系漂白剤には次亜塩素酸ナトリウムが含まれていて、酸化作用によって殺菌・漂白をおこなっている。
- ④ 硫酸バリウムは水に溶けず酸とも反応しない物質なので、胃のX線撮影時に造影剤として用いられる。

問2 次の a・b の文章中の 2 種類の金属アとイに当てはまるものを、下の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ア イ

- a 金属アは希塩酸に溶ける。この水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると白色沈殿を生成し、さらに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、この沈殿は溶解する。
- b 金属イは常温の水に溶けて強い塩基性を示す無色の水溶液となる。この水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿が生成する。

- ① Na ② Fe ③ Al ④ Mg ⑤ Ca

問3 錯イオ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。 4

- ① 錯イオンの中心になる金属イオンには、典型元素のイオンも存在する。
- ② 錯イオンは中心の金属イオンに、非共有電子対をもつ分子や陰イオンが配位結合してできている。
- ③ 錯イオンの中心イオンが遷移元素の場合、特有の色を示すものが多い。
- ④ テトラアンミン銅(Ⅱ)イオンは、深青色を示す正四面体形の錯イオンである。

問4 次の気体ア～エのうちで、捕集方法として下方置換が適しているものはどれとどれか。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。 5

- ア 銅に希硝酸を加えると発生する気体。
- イ 塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱すると発生する気体。
- ウ 酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱すると発生する気体。
- エ 硫化鉄(Ⅱ)に希塩酸を加えると発生する気体。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① アとイ | ② アとウ | ③ アとエ |
| ④ イとウ | ⑤ イとエ | ⑥ ウとエ |

第4問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 10〕 (配点 30)

問1 2種類の炭化水素(ア・イ)が同物質量ずつある。アの全量を完全燃焼させると、二酸化炭素と水が1:1の物質量比で生じ、イの全量を完全燃焼させると二酸化炭素と水が2:1の物質量で生じた。炭化水素(ア・イ)の分子式の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

	ア	イ
①	C_2H_2	C_2H_4
②	C_2H_2	C_2H_6
③	C_2H_4	C_2H_2
④	C_2H_4	C_2H_6
⑤	C_2H_6	C_2H_2
⑥	C_2H_6	C_2H_4

問2 アルコールに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① メタノールは、工業的には一酸化炭素と水素を触媒とともに過熱・加圧して製造される。
- ② エチレングリコールは、不凍液や、ポリエステル原料として用いられる3価アルコールである。
- ③ 2-プロパノールを酸化すると、還元性を示す中性の物質が得られる。
- ④ 2-メチル2-ブタノールは2-ブタノールよりも酸化されやすい。

問3 図1はエタノールを中心にした反応を示したものである。これについての下の問い(a～c)に答えよ。

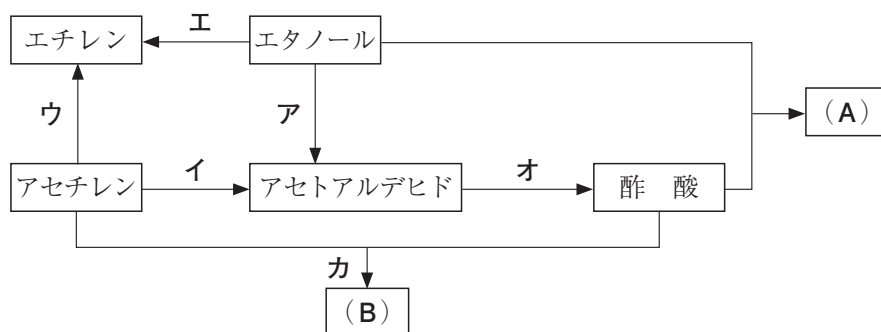


図 1

a 化合物(A)の化学式は何か。正しいものを、下の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。

b 化合物(B)の化学式は何か。正しいものを、下の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。

c ア～カは反応名を示すが、このうち、脱水反応はどれか。最も適当なものを、下の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。

・ の選択肢

- | | | |
|---|---|--|
| ① CH_3COCH_3 | ② $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ | ③ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ |
| ④ $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{OCOCH}_3 \end{array}$ | ⑤ $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$ | ⑥ $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{CH}_2\text{COOCH}_3 \end{array}$ |

の選択肢

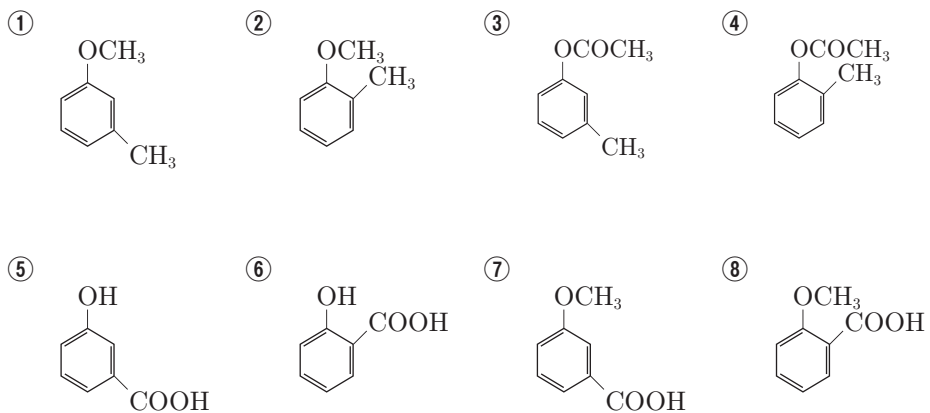
- ① ア ② イ ③ ウ ④ 工 ⑤ オ ⑥ カ

化学基礎・化学

問4 次の記述(a・b)で得られる化合物を、下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

a ナトリウムフェノキシドと二酸化炭素を高温・高圧下で反応させた化合物に、希硫酸を作用させる。 6

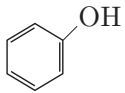
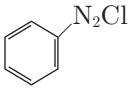
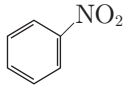
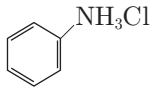
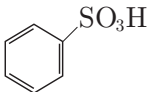
b *m*-クレゾールと無水酢酸の混合物を加熱する。 7



問5 図2は、ベンゼンからの反応の流れを示したものである。図2に示すように、ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸を加えて約60℃で反応させると化合物Aが得られ、アニリンが合成される。化合物Aの構造式を表しているものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 8



図 2

- ① 
- ② 
- ③ 
- ④ 
- ⑤ 

化学基礎・化学

問6 酵素と核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。 9

- ① 一般に酵素は、特定の物質の特定の反応にだけ作用する基質特異性をもっている。
- ② ペプシンは、強い酸性を示す胃液に含まれるので、強い酸性中のときに最も触媒としての機能が高いと考えられる。
- ③ DNAのヌクレオチドを構成する糖はデオキシリボースであり、RNAのヌクレオチドを構成する糖はリボースである。
- ④ DNA分子間で、アデニンとシトシン、グアニンとチミンとが水素結合によって結合することにより、二重らせん構造が保たれている。

問7 合成高分子の特徴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 合成高分子化合物は、多数の単量体が分子間力で結合することによってつくられている。
- ② 合成高分子化合物の分子量は平均の値で示される。
- ③ 合成高分子化合物の固体は、分子が比較的規則正しく配列している結晶領域と、分子が多少乱雑に並んでいる非結晶領域をもつものが多い。
- ④ 合成高分子化合物は、明確な融点をもたず、加熱していくとある温度で軟らかくなって変形するものが多い。