

化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～4)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 二つのイオン $^{19}\text{F}^-$ と $^{23}\text{Na}^+$ の間で互いに等しいもの。

- ① 中性子の数 ② 電子の数 ③ 陽子の数 ④ 質量数

b 最外殻の電子の数が異なるものの組合せ。

- ① FとCl ② NとP ③ BとAl ④ HeとNe

c 水分子と非共有電子対の数が同じもの。

- ① HCl ② N_2 ③ CO_2 ④ NH_3

問2 水溶液のpH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。ただし、水のイオン積は $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} [\text{mol}^2/\text{L}^2]$ であるとする。

- ① 0.10mol/Lの塩酸のpHと、0.10mol/Lの酢酸のpHは等しい。
② 0.10mol/Lの塩酸のpHと、0.10mol/Lの硫酸のpHは等しい。
③ pH = 13の水酸化ナトリウム水溶液を水で100倍に希釈すると、pH = 11の水溶液になる。
④ pH = 4.0の水溶液の水素イオン濃度は、pH = 2.0の水溶液の水素イオン濃度より大きい。

問3 中和滴定の指示薬に関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

5

- ① 塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を滴下する中和滴定では、指示薬としてフェノールフタレインは使用できない。
- ② 塩酸にアンモニア水を滴下する中和滴定では、指示薬としてメチルオレンジは使用できない。
- ③ 酢酸に水酸化ナトリウム水溶液を滴下する中和滴定では、指示薬としてフェノールフタレインは使用できない。
- ④ 酢酸に水酸化ナトリウム水溶液を滴下する中和滴定では、指示薬としてメチルオレンジは使用できない。

化学基礎・化学

問4 硝酸をアンモニアから生成する反応は、次の三つの式で表される。



これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a 上記(i)～(iii)の反応の中で、窒素原子が還元されている反応をR、酸化されている反応をO、酸化も還元もされている反応をM、酸化も還元もされていない反応をNで表すこととする。このときの組合せ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

	(i)	(ii)	(iii)
①	O	O	M
②	O	O	O
③	R	O	N
④	R	R	O

- b (i)～(iii)の反応を一つにまとめると



となる。63%の硝酸50gをつくるのに必要なアンモニアは標準状態(0℃, $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$)で何Lとなるか。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, N=14, O=16とする。 7 L

- ① 8.0 ② 9.0 ③ 10 ④ 11

第2問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次の記述ア・イに関係の深い状態変化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。

ア 冷凍庫の壁に水でぬれた指で触れたら、壁に指がくっついた。

イ 冷凍庫中に四角い氷を入れて長時間放置したところ、氷の角がとれて丸みを帯びてきた。

	ア	イ
①	融 解	蒸 発
②	融 解	昇 華
③	凝 固	融 解
④	凝 固	昇 華
⑤	昇 華	蒸 発
⑥	昇 華	融 解

問2 ある密閉容器に同じ質量の水素とヘリウムを入れたところ、水素の分圧は $4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ になった。この混合気体の全圧はいくらになるか。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 $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{He} = 4.0$ とする。

Pa

- ① 5.0×10^5 ② 6.0×10^5 ③ 8.0×10^5 ④ 1.2×10^6

問3 水分子は通すがシヨ糖分子は通さない半透膜で仕切ったU字管がある。図1のようにU字管のA側には0.10mol/Lのシヨ糖水溶液を、B側には0.20mol/Lのシヨ糖水溶液をそれぞれ同体積ずつ入れて、両側の液面の高さを等しくしたのち、温度を一定に保って長時間放置した。この実験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。 3

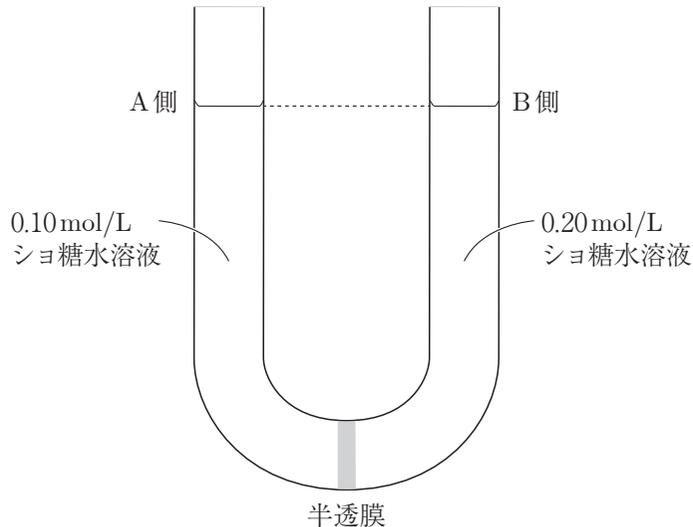


図 1

- ① 同じ温度において、0.20mol/Lのシヨ糖水溶液の浸透圧は、0.10mol/Lのシヨ糖水溶液の浸透圧の2倍である。
- ② 半透膜を通過して、A側からB側へのみ水分子が移動している。
- ③ 放置後はB側の液面の方がA側の液面よりも高くなる。
- ④ 温度を高くして同じ実験を行うと、放置後の液面の高さの差は大きくなる。

化学基礎・化学

問4 図2は、物質とエネルギー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。 4

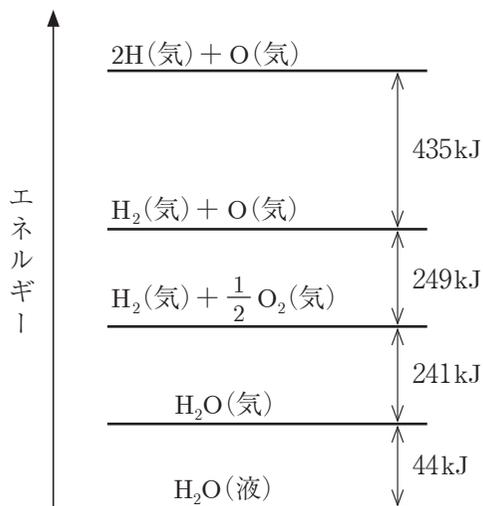


図 2

- ① 水の蒸発熱は 44kJ/mol である。
- ② 液体の水の生成熱は 285kJ/mol である。
- ③ $\text{O}=\text{O}$ の結合エネルギーは 249kJ/mol である。
- ④ $\text{H}-\text{H}$ の結合エネルギーは 435kJ/mol である。

問5 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。

5

- ① ダニエル電池の銅板を銀板に、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を同じ濃度の硝酸銀水溶液に替えて放電させると、起電力が大きくなる。
- ② ダニエル電池を放電させると、負極の質量は減少し、正極の質量は増加する。
- ③ 鉛蓄電池を放電させると、電解液の質量は減少する。
- ④ 鉛蓄電池を充電すると、正極、負極ともに質量は増加する。

化学基礎・化学

問6 弱酸である酢酸 CH_3COOH を水に溶かすと、その一部が電離して、次のような平衡状態となる。



この平衡における電離定数 K_a は次式で表される。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

これに関する次の問い(a・b)に答えよ。ただし、酢酸の電離定数 $K_a = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ であり、電離度 α は1に比べて非常に小さいものとする。

a 0.20mol/L酢酸水溶液の α 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。 6

- ① 1.0×10^{-3} ② 2.0×10^{-3} ③ 1.0×10^{-2} ④ 2.0×10^{-2}

b 温度一定のまま、0.20mol/L酢酸水溶液に水を加えてうすめた場合、電離定数 K_a と電離度 α は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①～⑥のうちから一つ選べ。 7

	K_a	α
①	小さくなる	変化しない
②	小さくなる	大きくなる
③	大きくなる	変化しない
④	大きくなる	小さくなる
⑤	変化しない	大きくなる
⑥	変化しない	小さくなる

第3問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 元素や物質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。

- ① 周期表にある元素の約半分が非金属元素である。
- ② 第2周期から第5周期までのハロゲンの単体は、常温・常圧で気体である。
- ③ 第2周期の元素のうち、第一イオン化エネルギーが最も大きいのはネオンである。
- ④ 14族元素には両性元素が1種類ある。

問2 次の①～④の操作のうちから、加熱が必要で、発生する気体を下方置換により捕集するものを一つ選べ。

- ① 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加える。
- ② 硫化鉄(II)に希塩酸を加える。
- ③ 亜鉛に希硫酸を加える。
- ④ 酸化マンガン(IV)に塩素酸カリウムを加える。

問3 ケイ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 単体は半導体の性質をもち、コンピュータの部品や太陽電池などに用いられる。
- ② 単体の結晶が大きく成長したものは水晶と呼ばれる。
- ③ 二酸化ケイ素は薬品に侵されにくいですが、フッ化水素酸には反応して溶ける。
- ④ ケイ酸ナトリウムに水を加えて加熱すると、粘性の大きな液体が得られる。

問4 金属の製法に関する次の記述ア～ウの下線部の正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 4

ア アルミニウムは、鋳石のボーキサイトから純粋な酸化アルミニウムをつくり、さらにこれを融解塩電解して製造される。

イ 銑鉄は鉄鋳石を溶鋳炉内で、コークスや一酸化炭素で還元して製造される。

ウ 銅は、鋳石から鉄や硫黄分を除いて得た粗銅を陰極、純銅を陽極として硫酸銅(Ⅱ)水溶液中で電気分解して製造される。

	ア	イ	ウ
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5 2種類の金属イオンを含む水溶液がある。この水溶液を二つに分け、一方に Cl^- を含む水溶液を加えたが、沈殿は生じなかった。他の一方に CO_3^{2-} を含む水溶液を加えたところ白色沈殿が生じた。この水溶液に含まれる2種類のイオンの組合せ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 Na^+ と Ca^{2+} ② Ca^{2+} と Pb^{2+} ③ Ag^+ と Pb^{2+} ④ K^+ と Cu^{2+}

第4問 次の各問い(問1～10)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 30)

問1 有機化合物の立体構造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 プロペン(プロピレン)のすべての炭素原子は、常に同一平面上にある。
- ② トルエンのすべての炭素原子は、常に同一平面上にある。
- ③ シクロヘキサンのすべての炭素原子は常に同一平面上にある。
- ④ ホルムアルデヒドのすべての原子は同一平面上にある。

問2 次の記述ア・イに当てはまる異性体の数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。

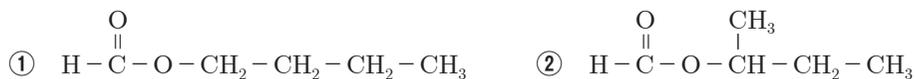
- ア 分子式 $C_2H_2Cl_2$ の鎖式化合物。
- イ 分子式 C_7H_8O の芳香族化合物。

	ア	イ
①	2	4
②	2	5
③	3	4
④	3	5
⑤	4	4
⑥	4	5

問3 アセトアルデヒド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 メタノールを酸化すると得られる。
- ② 水に溶けやすい。
- ③ アセチレンに水を付加すると得られる。
- ④ フェーリング液を還元する。

問4 分子式 $C_5H_{10}O_2$ のエステルXがある。Xを加水分解すると、銀鏡反応を示すカルボン酸Aと、ヨードホルム反応を示すアルコールBが得られた。エステルXの構造式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4



問5 セッケ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。 5

- ① セッケン水は、加水分解によって弱酸性を示す。
- ② セッケン水は、水よりも表面張力が小さい。
- ③ 水溶液中のセッケンは、疎水性の部分を内側にして集まっている。
- ④ 油をセッケン水に入れて振り混ぜると乳濁液となる。

化学基礎・化学

問6 フェノール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 フェノールに臭素水を十分に加えると、置換反応が起こり、白色沈殿が生じる。
- ② プロペンにベンゼンを付加させ、酸化したのち、酸で分解するとフェノールとアセトンが生成する。
- ③ ナトリウムフェノキシドの水溶液に二酸化炭素を通じると、サリチル酸が生成する。
- ④ 塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液にナトリウムフェノキシドの水溶液を加えると、橙赤色の *p*-フェニルアゾフェノール (*p*-ヒドロキシアゾベンゼン) が生成する。

問7 次の a・b にあげた二つの化合物をそれぞれ区別する方法ア～ウの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つずつ選べ。 7

- a シクロヘキセンとベンゼン
- b サリチル酸とサリチル酸メチル

- ア 臭素水を加えて、赤褐色が消えるかどうか調べる。
- イ 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて、気体が発生するかどうか調べる。
- ウ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えて、呈色するかどうか調べる。

	a	b
①	ア	イ
②	ア	ウ
③	イ	ア
④	イ	ウ
⑤	ウ	ア
⑥	ウ	イ

問8 ニトロベンゼンからアニリンを次の経路で合成した。図1中の **ア** に当てはまる反応名と **イ** に当てはまる物質の化学式の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **8**

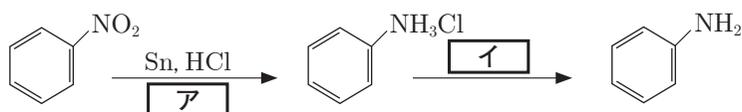


図 1

	ア	イ
①	酸化	CO ₂
②	酸化	HCl
③	酸化	NaOH
④	還元	CO ₂
⑤	還元	HCl
⑥	還元	NaOH

問9 二糖類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 スクロースは還元性を示さないが、その加水分解生成物は還元性を示す。
- ② マルトース1分子は、酵素マルターゼによって加水分解され、グルコース1分子とフルクトース1分子を生じる。
- ③ ラクトースは哺乳類の乳汁に含まれ、甘みはそれほど強くない。
- ④ セロビオースはセルロースに酵素セルラーゼを作用させると生じる。

化学基礎・化学

問10 アミノ酸やタンパク質の検出方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。 10

- ① タンパク質水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、生じる気体に赤色リトマス紙を近づけると青色になる。
- ② アミノ酸またはペプチドの水溶液にうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えたのち、少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色になる。
- ③ ベンゼン環を含むタンパク質水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると、黄色になる。冷却後、アンモニア水を加えて塩基性になると橙黄色になる。
- ④ 硫黄原子を含むタンパク質水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したのち、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿を生じる。