

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 亜鉛イオン (Zn^{2+}) の電子数は28である。 ^{66}Zn の中性子数はいくつか。

- ① 28 ② 30 ③ 34 ④ 36

b 共有電子対と非共有電子対の数が等しい分子はどれか。

- ① H_2O ② N_2 ③ O_2 ④ Cl_2

c 物質量が最も大きいものはどれか。ただし、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ 、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{C} = 12$ 、 $\text{O} = 16$ であるとする。

- ① 標準状態で56Lの水素
② 2.4×10^{24} 個のナトリウム原子
③ 1.0molのエタノールを完全燃焼させたときに生成する水
④ 270gのグルコース

問2 図1は、周期表の第1周期から第6周期までの概略を示したものである。これに関する記述として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

4

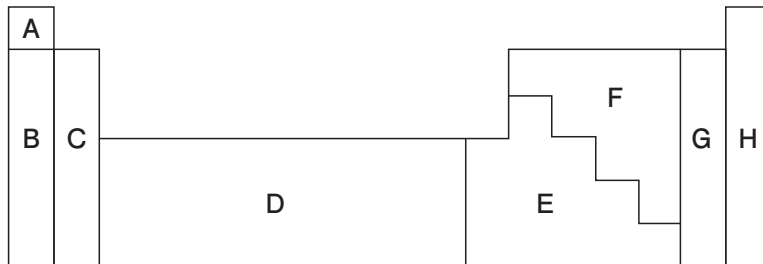


図 1

- ① Bの領域に存在する元素のイオン化エネルギーは原子番号が大きくなるにつれて大きくなる。
- ② Cの領域に存在する元素の単体の反応性は原子番号が大きくなるにつれて高くなる。
- ③ Dの領域に存在する元素には金属と非金属があり、単体は一般に融点が高い。
- ④ Gの領域に存在する元素の単体は、いずれも気体であり、酸化力がある。

化学基礎・化学

問3 食酢中の酢酸の濃度を調べるために、次の**実験(1)～(3)**の手順で行った。

実験(1) を用い、0.0500mol/Lのシュウ酸標準溶液 1 Lを調製した。

実験(2) 水酸化ナトリウム約 4 gを水 1 Lに溶解した。この溶液の濃度を決定するため、 を用いてシュウ酸標準溶液 20mLを正確にはかりとり、三角フラスコに加えた。フェノールフタレイン液を数滴加えたのち、フラスコ内の溶液の色が変化するまで から水酸化ナトリウム水溶液を滴下した。

同様の操作を 6 回行い、平均滴定量の値から水酸化ナトリウム水溶液の濃度は $9.17 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ であることがわかった。

実験(3) 食酢を水で正確に10倍に希釈した。この液 20mLをはかりとり、フェノールフタレイン液を加えたのち、**実験(2)**で調製した水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定したところ、平均滴定量は 15.6mLであった。

これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

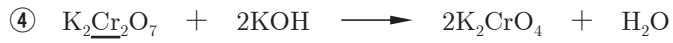
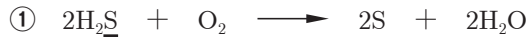
a 実験操作に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 器具 は使用前に内部が蒸留水でぬれていてもよい。
- ② 器具 と は使用後に内部を蒸留水で洗ったのち、加熱乾燥させておく。
- ③ これらの実験の指示薬として、メチルオレンジを用いることもできる。
- ④ これらの実験では、フェノールフタレイン液の色が淡赤色から無色に変化する。

b 食酢中の酢酸の質量パーセント濃度はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、食酢の密度は 1.0 g/cm^3 、食酢中の酸はすべて酢酸であるとし、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{C} = 12$ 、 $\text{O} = 16$ とする。 %

- ① 1.1 ② 2.2 ③ 4.3 ④ 7.2

問4 次の化学反応式①～④のうちから、下線で示した原子が還元されているものを一つ選べ。 7



第2問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 図1は化合物A～Dの蒸気圧曲線である。温度10℃，大気圧760mmHgのもとで4本の試験管に水銀を満たし，これを水銀浴表面から高さ800mm出るようにして倒立させ，ここに少量の化合物A～Dをそれぞれ別の試験管に注入したところ，液体は試験管内の水銀表面で蒸発し，図2のようになった。これに関する記述として誤りを含むものを，次ページの①～④のうちから一つ選べ。

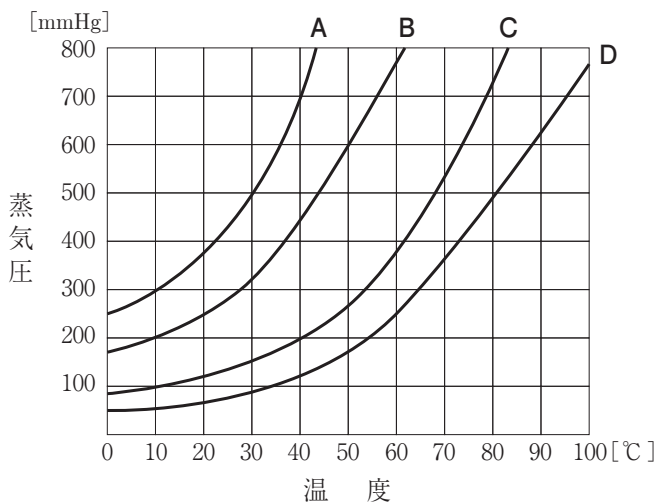


図 1

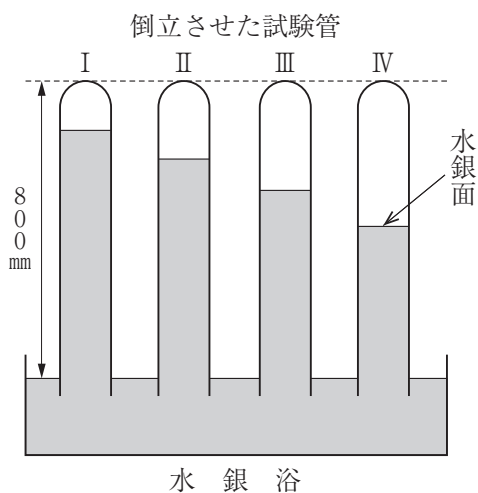


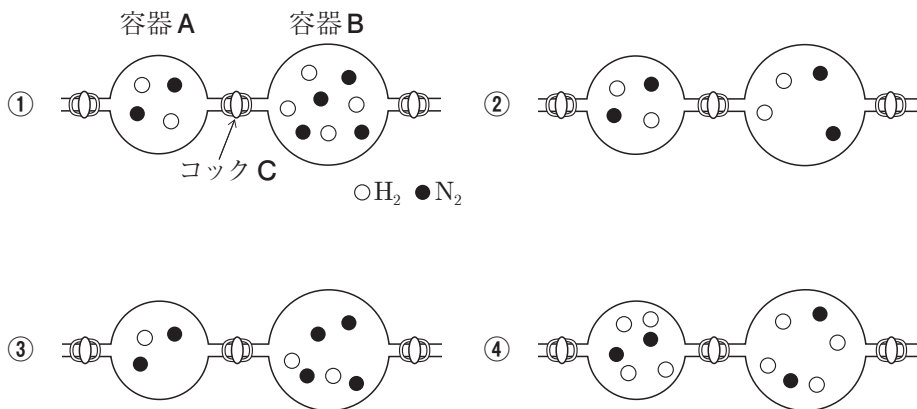
図 2

- ① 化合物A～Dの中で最も沸点が高いのはDである。
- ② 化合物Bを50℃以下で沸騰させるためには外部の圧力を600mmHg以下にする必要がある。
- ③ 100℃, 400mmHgの条件から, 圧力一定のまま温度を40℃まで下げていくと, 化合物CとDのみが凝縮する。
- ④ 試験管IIには化合物Bが注入されている。

問2 容積VLの容器Aと2VLの容器BをコックCで連結した装置がある。

コックCを閉じたまま, 容器Aに水素を, 容器Bに窒素をいずれもPPaで封入したのち, 温度を一定に保ったままコックCを開けて十分に放置した。このときの容器内の気体分子数の比の関係を表しているものを, 次の①～④のうちから一つ選べ。ただし, 図中の○は水素分子を, ●は窒素分子を表している。

2



化学基礎・化学

問3 コロイ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。 3

- ① 少量の電解質を加えることで凝析するコロイドを、親水コロイドという。
- ② コロイド溶液のうち流動性をもつものをゾル、流動性を失ったものをゲルという。
- ③ 水中のコロイド粒子の不規則な運動は、限外顕微鏡(暗視野顕微鏡)を用いて観察できる。
- ④ 沸騰水に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、暗褐色の水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液ができる。

問4 二酸化炭素の生成熱は 394kJ/mol 、液体の水の生成熱は 286kJ/mol 、エチレンの燃焼熱は 1411kJ/mol である。エチレンの生成熱はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 4 kJ/mol

- ① -337
- ② -51
- ③ 51
- ④ 337

問5 電池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。 5

- ① 2種類の金属の単体を電極とした電池では、イオン化傾向の大きい金属が正極となる。
- ② 2種類の金属の単体を電極とした電池では、両極のイオン化傾向の差が大きいほど起電力は小さい。
- ③ 外部回路へ電子が流れ出る電極を正極といい、外部回路から電子が流れこむ電極を負極という。
- ④ 電池の負極では酸化反応が起こる。

問6 可逆反応 $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ が温度 827°C で平衡状態にあり、水素、ヨウ素、ヨウ化水素の分圧はそれぞれ $P_{\text{水素}} = P_{\text{ヨウ素}} = 1.0 \times 10^4 \text{ Pa}$, $P_{\text{ヨウ化水素}} = 5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ であった。このときの平衡定数はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 5.0 ② 10 ③ 25 ④ 50

問7 次の①～④の二つの物質を混合した水溶液のうちから、緩衝作用をもたないものを一つ選べ。 7

- ① CH_3COONa , CH_3COOH ② NaHSO_4 , H_2SO_4
 ③ NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 ④ NH_4Cl , NH_3

第3問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 水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 水分子は金属イオンなどと配位結合をつくることができる。
- ② 水は酸化剤としてはたらくことはない。
- ③ 水は電解質や極性分子をよく溶かす。
- ④ 分子量18の水の沸点が、分子量16のメタンの沸点よりもいちじるしく高いのは水素結合による。

問2 硫酸は、次に示す三段階の反応を経て合成される。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。



a この製法で、硫黄原子の酸化数が**変化しない段階**はどれか。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

- ① 段階ア
- ② 段階イ
- ③ 段階ウ

b この製法で、触媒を必要とする段階と用いられる触媒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。

	段 階	触 媒
①	段階ア	Pt
②	段階ア	V ₂ O ₅
③	段階イ	Pt
④	段階イ	V ₂ O ₅
⑤	段階ウ	Pt
⑥	段階ウ	V ₂ O ₅

問3 次の記述①～④のうちから、アルミニウムと亜鉛の両方に当てはまるものの一つ選べ。 4

- ① 単体は常温の水と反応して水素を発生する。
- ② 単体は濃硝酸と反応して溶ける。
- ③ 酸化物は希塩酸にも水酸化ナトリウム水溶液にも溶ける。
- ④ 水酸化物はアンモニア水に錯イオンをつくって溶ける。

問4 Pb^{2+} , Cu^{2+} , Ag^{+} の3種類のイオンを含む水溶液から、 Pb^{2+} のみを沈殿させる操作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

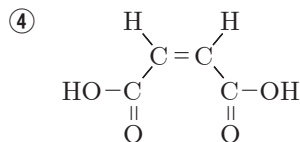
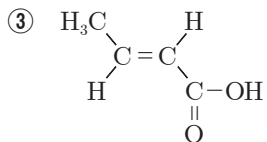
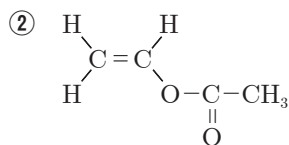
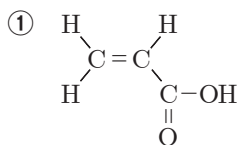
- ① アンモニア水を過剰に加える。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える。
- ③ 希塩酸を加える。
- ④ 希塩酸で酸性にしたのち、硫化水素を加える。

第4問 次の各問い(問1～9)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 炭化水素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 アルカンの分子式は、一般式 C_nH_{2n} で表される。
- ② シクロアルケンの分子式は一般式 C_nH_{2n-2} ($n \geq 3$) で表される。
- ③ エチレン分子は、直線構造をとる。
- ④ エタンの炭素原子間の結合距離は、アセチレンやエチレンの炭素原子間の結合距離よりも短い。

問2 アセチレンに酢酸を付加すると得られる化合物として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。



問3 分子式 C_3H_6O で表される化合物 **A** ~ **C** がある。これに関する次の文章を読み、各問い(a・b)に答えよ。

A ~ **C** をフェーリング液に加えて加熱すると **A** のみがア赤色沈殿を生じた。**A** と **B** を還元すると、金属ナトリウムと反応してイ気体を発生する化合物 **D**, **E** がそれぞれ生成した。**C** は中性の物質で、金属ナトリウムと反応してイ気体を発生した。さらに **C** は臭素水を脱色した。

a 下線部ア, イはそれぞれ何であるか。そ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。 3

	ア	イ
①	Cu_2O	H_2
②	Cu_2O	O_2
③	CuO	H_2
④	CuO	O_2

b 化合物 **B** ~ **E** 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 **B** はヨードホルム反応に陽性である。
- ② **C** は炭素間に不飽和結合をもつアルコールである。
- ③ **D** を過マンガン酸カリウムで強く酸化するとカルボン酸を生じる。
- ④ **E** は炭酸水素ナトリウムと反応して気体を発生する。

化学基礎・化学

問4 分子式 $C_4H_4O_4$ で示される二価カルボン酸であるマレイン酸とフマル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 マレイン酸とフマル酸は臭素付加によって同じ物質Xを生成する。
- ② 臭素付加によって得られる物質Xには不斉炭素原子が一つ存在する。
- ③ それぞれを試験管に入れて加熱していくと、マレイン酸の方が低い温度で融解する。
- ④ マレイン酸が融解したのちも加熱を続けると、試験管上部に水滴が生じる。

問5 芳香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。 6

- ① ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させると、置換反応によりニトロベンゼンが生成する。
- ② 鉄粉を触媒として塩素をベンゼンに作用させると、付加反応によりクロロベンゼンが生成する。
- ③ 酸化バナジウム(V)を触媒としてナフタレンを酸化すると、無水フタル酸が生成する。
- ④ *p*-キシレンの酸化によって得られる化合物は、ポリエチレンテレフタラートの原料となる。

問6 次の反応(i)～(iii)によって得られる芳香族化合物の性質を下のア～オから選び、そ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。

7

- (i) サリチル酸に、メタノールと少量の濃硫酸を作用させる。
- (ii) ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を加えて加熱後、水酸化ナトリウム水溶液を作用させる。
- (iii) アニリンに無水酢酸を作用させる。

- ア 銀鏡反応を示す。
- イ アミド結合をもつ。
- ウ 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、気体を発生して溶ける。
- エ さらし粉水溶液を加えると、赤紫色を呈する。
- オ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、紫色を呈する。

	(i)	(ii)	(iii)
①	イ	ア	ウ
②	イ	オ	エ
③	ウ	エ	ウ
④	ウ	オ	イ
⑤	オ	ア	エ
⑥	オ	エ	イ

問7 次の芳香族化合物①～④のうちから、加熱すると分解して窒素を発生するものを一つ選べ。 8

- ① ニトロベンゼン ② アニリン ③ 塩化ベンゼンジアゾニウム
- ④ *p*-ヒドロキシアゾベンゼン(*p*-フェニルアゾフェノール)

化学基礎・化学

問8 糖類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。

9

- ① α -グルコースと β -グルコースは光学異性体(鏡像異性体)の関係にある。
- ② グルコースのようにアルデヒド基をもつ単糖をアルドース、フルクトースのようにケトン基をもつ単糖をケトースという。
- ③ スクロース(ショ糖)は α -グルコースと β -フルクトースが脱水縮合した構造で、水溶液は還元性を示す。
- ④ ガラクトースは分子式 $C_{12}H_{22}O_{11}$ で表される二糖類で水溶液は還元性を示す。

問9 次のアミノ酸①～④のうちから、キサントプロテイン反応を示すものを一つ選べ。

10

- ① アラニン
- ② フェニルアラニン
- ③ システイン
- ④ グルタミン酸