

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～d 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 中性子の数が同じ原子の組合せ。

- ① ${}^1\text{H}$ と ${}^2\text{H}$ ② ${}^{14}\text{C}$ と ${}^{16}\text{O}$ ③ ${}^{28}\text{Si}$ と ${}^{31}\text{P}$ ④ ${}^{35}\text{Cl}$ と ${}^{39}\text{K}$

b 第一イオン化エネルギーが最小であるもの。

- ① H ② He ③ F ④ Na

c 配位結合を含む分子またはイオン。

- ① 水 ② アンモニア
③ 水酸化物イオン ④ オキシニウムイオン

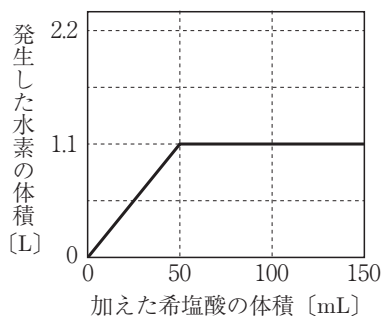
d 空気中の酸素や水と反応するため、石油(灯油)中に保存するのが適切なもの。

- ① 黄リン ② ヨウ素 ③ ナトリウム ④ 水銀

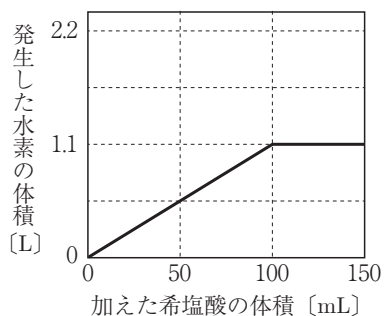
問2 1.2gのマグネシウムに1.0mol/Lの塩酸を少しずつ加えていき、発生した水素を捕集して、その体積を標準状態(0℃, 1.0×10^5 Pa)で測定した。このとき加えた塩酸の体積 [mL] と発生した水素の体積 [L] との関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量は $Mg = 24$ とする。

5

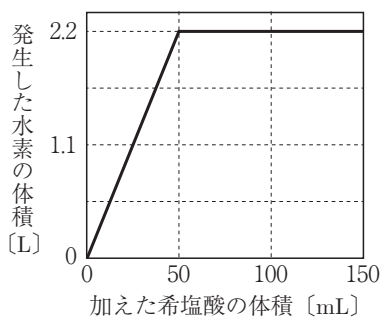
①



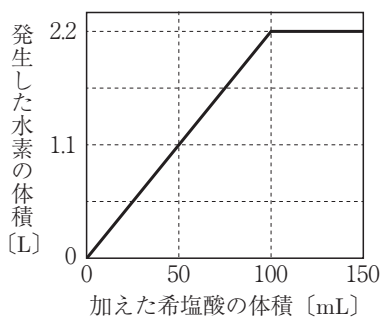
②



③



④



化学基礎・化学

問3 次の水溶液アおよびイ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。 6

水溶液ア 0.10mol/Lの塩酸100mL

水溶液イ 0.10mol/Lの酢酸水溶液100mL

- ① 水溶液アのほうが、水溶液イに比べてpHが小さい。
- ② 水溶液アのほうが、水溶液イに比べて電気伝導性が小さい。
- ③ 水溶液アのほうが、水溶液イに比べて中和に要する水酸化ナトリウムの物質量が大きい。
- ④ 水溶液イと水酸化ナトリウム水溶液を中和反応させる際に使用する指示薬としては、メチルオレンジが適している。

問4 酸化還元に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 銅は希硝酸と反応し、このとき一酸化窒素が発生する。
- ② ナトリウムと塩素が反応すると、塩化ナトリウムができる。このとき塩素は酸化剤としてはたらいっている。
- ③ 銀よりも銅の方がイオン化傾向が大きいいため、銅を硝酸銀水溶液に浸すと銅の表面に銀が析出する。
- ④ 鉄鉱石を溶鉱炉内で高温の一酸化炭素と反応させると鉄の単体が得られる。このとき、一酸化炭素は還元されている。

第2問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 化学結合や結晶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 二酸化炭素と二酸化ケイ素は、ともに共有結合の結晶である。
- ② 氷の結晶では、水分子1個当たり4個の水分子と水素結合が形成されている。
- ③ 塩化ナトリウムは、結晶の状態では電気伝導性をもたない。
- ④ 金属の結晶は、展性や延性を示す。

問2 図1のように、27℃、 $9.96 \times 10^4 \text{ Pa}$ の大気圧のもとで水素を水上置換で捕集したところ、体積は519mLであった。捕集した水素の物質量はいくらになるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、27℃の水の飽和蒸気圧を $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ 、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。 mol

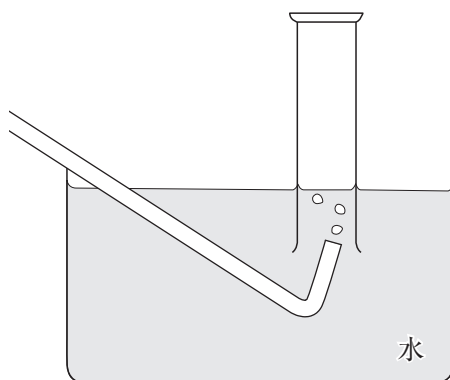


図 1

- ① 1.4×10^{-2}
- ② 2.0×10^{-2}
- ③ 2.7×10^{-2}
- ④ 3.9×10^{-2}

問3 ベンゼンにはよく溶けるが、水には溶けにくい物質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。

- ① エタノールとアセトン
- ② 塩化ナトリウムと塩化水素
- ③ ヘキサンとナフタレン
- ④ ヨウ素とヨウ化カリウム

問4 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。 4

- ① 牛乳では、水が分散媒、脂肪やタンパク質が分散質である。
- ② ゼラチンやデンプンは分子量が大きく、分子1個でコロイド粒子になる。
- ③ 正に帯電したコロイド溶液に直流電圧をかけると、コロイド粒子は陽極側へ移動する。
- ④ 粘土や水酸化鉄(Ⅲ)のコロイドは、水との親和力が小さいため、少量の電解質を加えると沈殿する。

問5 図2は、1molの水に関するエネルギーの変化を示したものである。図中の ア・イ に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、気体の水の生成熱を242kJ/mol、水の蒸発熱を44kJ/mol、 $O=O$ の結合エネルギーを498kJ/molとする。 5

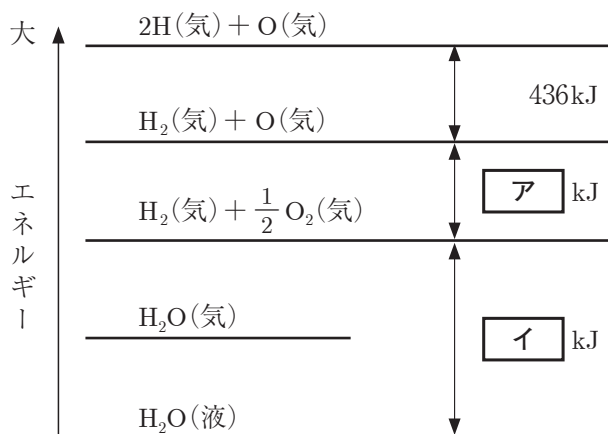


図 2

	ア	イ
①	249	242
②	249	286
③	498	242
④	498	286

化学基礎・化学

問6 白金電極を用いて、次の4種類の塩のうちのいずれかの水溶液を電気分解した。0.20molの電子を流したところ、陽極からは酸素が発生し、陰極の質量が21.6g増加した。水溶液に含まれる塩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Cu=64, Ag=108とする。 6

- ① CuCl_2 ② $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ③ AgCl ④ AgNO_3

問7 図3は化学反応式 $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{AB}$ が進むときのエネルギー変化を示したものである。この反応の活性化エネルギーを図中の文字を用いて表すとどうなるか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 7

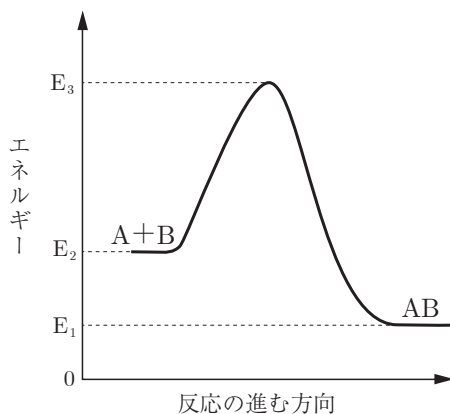


図 3

- ① $E_1 + E_2$ ② $E_2 - E_1$ ③ $E_3 - E_1$ ④ $E_3 - E_2$

第3問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 5〕 (配点 20)

問1 第3周期の酸化物 Na_2O , Al_2O_3 , SiO_2 , P_4O_{10} , SO_2 を酸性酸化物・両性酸化物・塩基性酸化物に正しく分類したものを, 次の①～④のうちから一つ選べ。

1

	酸性酸化物	両性酸化物	塩基性酸化物
①	P_4O_{10} , SO_2	SiO_2	Na_2O , Al_2O_3
②	SiO_2 , P_4O_{10} , SO_2	Al_2O_3	Na_2O
③	Na_2O	Al_2O_3	SiO_2 , P_4O_{10} , SO_2
④	Na_2O	Al_2O_3 , SiO_2	P_4O_{10} , SO_2

問2 ハロゲンの単体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。 2

- ① 単体はいずれも二原子分子で, 有色・有毒の物質である。
- ② 単体の酸化力を強い順に並べると, $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ となる。
- ③ ハロゲン化水素の水溶液を酸性の強い順に並べると, $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI}$ となる。
- ④ AgCl , AgBr , AgI は, いずれも水に溶けにくい。

問3 次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる物質の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **3**

ア は石灰石・大理石などとして天然に多量に存在している。**ア** を加熱すると **イ** などを用いられる **ウ** が生成する。

	ア	イ	ウ
①	CaCO_3	乾燥剤や発熱剤	CaO
②	CaCO_3	乾燥剤や発熱剤	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
③	CaCO_3	建築材料や医療用ギプス	CaO
④	CaCO_3	建築材料や医療用ギプス	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
⑤	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	乾燥剤や発熱剤	CaO
⑥	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	乾燥剤や発熱剤	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
⑦	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	建築材料や医療用ギプス	CaO
⑧	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	建築材料や医療用ギプス	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

問4 鉄およびその化合物に関する次の記述中の下線部①~④のうちから誤りを含むものを一つ選べ。 **4**

鉄に希硫酸を加えると、① 淡緑色 の水溶液が得られる。この水溶液を水溶液Aとする。水溶液Aに② $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えると、濃青色の沈殿を生じ、KSCN水溶液を加えると、③ 血赤色の沈殿 を生じる。

また、水溶液Aに H_2O_2 を含む水溶液を加えると、水溶液の色は④ 黄褐色 になる。

問5 次の水溶液①~⑤のうちから、アンモニア水を加えていくと沈殿を生じ、そこにさらにアンモニア水を加えてもその沈殿が溶解しないものを一つ選べ。 **5**

- ① KNO_3 水溶液 ② $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 水溶液 ③ $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液
 ④ $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液 ⑤ AgNO_3 水溶液

第4問 次の各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 有機化合物の成分元素の検出に関する次の記述ア～ウの下線部について、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。

ア 試料に水酸化ナトリウムを加えて加熱し、発生した気体に濃塩酸をつけたガラス棒を近づけたところ白煙を生じたので、試料には塩素が含まれていたと判断した。

イ 試料を焼いた銅線につけて炎に入れたところ、青緑色の炎色反応を示したので、試料には銩素が含まれていたと判断した。

ウ 試料にナトリウムを加えて加熱し、生成物を水に溶かしたのち、酢酸で酸性にして酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えたところ黒色沈殿を生じたので、試料には硫黄が含まれていたと判断した。

	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2 次の文を読み、下の問い(a・b)に答えよ。

5.6gのアルケンA(分子式 C_nH_{2n})に臭素16gを完全に反応させたところ、臭化物 $C_nH_{2n}Br_2$ が得られた。また、このアルケンAに水素を反応させたところ、アルカンBが生成した。

a このアルケンAの炭素数 n 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、原子量は $H=1.0$ 、 $C=12$ 、 $Br=80$ とする。

$$n = \boxed{2}$$

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5

b この反応で生じる可能性のあるアルカンBの構造式は全部で何種類推定されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $\boxed{3}$ 種類

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4

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。 $\boxed{4}$

- ① アセチレンに水を付加すると得られる。
② メタノールに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を作用させると得られる。
③ フェーリング液を加えて加熱すると赤色沈殿が生成する。
④ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、黄色沈殿が生成する。

化学基礎・化学

問4 油脂に関する次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **5**

構成脂肪酸にオレイン酸 $C_{17}H_{33}COOH$ やリノール酸 $C_{17}H_{31}COOH$ のような高級 **ア** 脂肪酸を多く含む油脂は、常温で **イ** である。このような油脂に、ニッケルを触媒として水素と反応させることで得られる油脂を **ウ** という。

	ア	イ	ウ
①	飽和	液体	乾性油
②	飽和	液体	硬化油
③	飽和	固体	乾性油
④	飽和	固体	硬化油
⑤	不飽和	液体	乾性油
⑥	不飽和	液体	硬化油
⑦	不飽和	固体	乾性油
⑧	不飽和	固体	硬化油

問5 芳香族化合物の反応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 ベンゼンに紫外線を当てながら塩素を作用させると、クロロベンゼンが生じる。
- ② トルエンを過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると、安息香酸が生じる。
- 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、フェノールが生じる。
- ④ サリチル酸にメタノールと少量の濃硫酸を作用させると、サリチル酸メチルが生じる。

問6 図1はベンゼンから*p*-ヒドロキシアゾベンゼン(*p*-フェニルアゾフェノール)を合成する経路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。

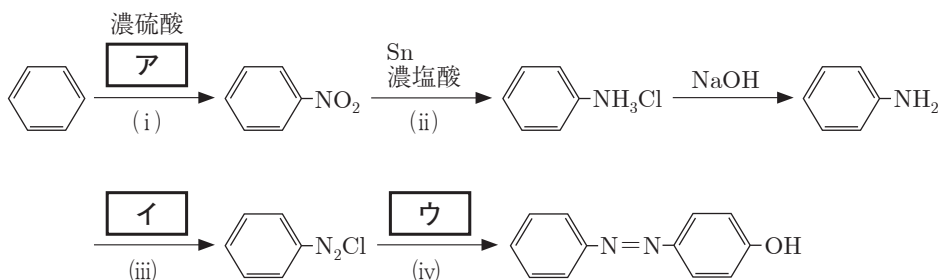


図 1

a 図1の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる物質の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑧のうちから一つ選べ。 **7**

	ア	イ	ウ
①	濃塩酸	亜硝酸ナトリウム	アニリン
②	濃塩酸	亜硝酸ナトリウム	ナトリウムフェノキシド
③	濃塩酸	硝酸ナトリウム	アニリン
④	濃塩酸	硝酸ナトリウム	ナトリウムフェノキシド
⑤	濃硝酸	亜硝酸ナトリウム	アニリン
⑥	濃硝酸	亜硝酸ナトリウム	ナトリウムフェノキシド
⑦	濃硝酸	硝酸ナトリウム	アニリン
⑧	濃硝酸	硝酸ナトリウム	ナトリウムフェノキシド

b 図1の(i)~(iv)において冷却が必要な反応を、次の①~④のうちから一つ選べ。 **8**

- ① (i) ② (ii) ③ (iii) ④ (iv)

化学基礎・化学

問7 高分子化合物の官能基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 ナイロン66は、アミド結合をもつ。
- ② ポリエチレンテレフタレートは、エステル結合をもつ。
- ③ ポリアクリロニトリルは、ニトロ基をもつ。
- ④ ビニロンは、ヒドロキシ基をもつ。

問8 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。

10

- ① グルコースの鎖状構造には、アルデヒド基が存在する。
- ② グルコースとフルクトースの分子式はともに $C_6H_{12}O_6$ である。
- ③ マルトースは、2分子の α -グルコースが1位の-OHと4位の-OHで脱水縮合した構造をもつ。
- ④ マルトース、スクロース、ラクトースの水溶液はいずれも還元性を示す。