

化学基礎・化学

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～6)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 NH_3 ④ Cl_2

c イオン結合を含む化合物。

- ① 硫酸アンモニウム ② 塩化水素
③ 二酸化ケイ素 ④ エタノール

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

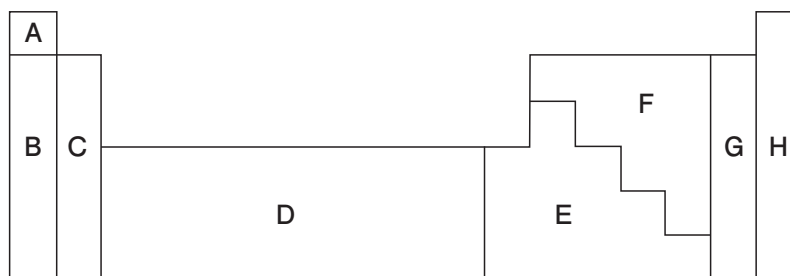


図 1

- 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はすべて金属であり、2個の価電子をもち、2価の陽イオンになりやすい。
- 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 次の記述ア～エに当てはまる結晶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。 5

ア 融点が低く、固体でも液体でも電気を通さない。

イ 固体では電気を通さないが、熔融状態や水溶液では電気を通す。

ウ たたいても壊れにくく変形可能な結晶で、電気や熱をよく通す。

エ 非常に硬く、融点が極めて高い。

	ア	イ	ウ	エ
①	金属結晶	共有結合の結晶	イオン結晶	分子結晶
②	金属結晶	分子結晶	共有結合の結晶	イオン結晶
③	共有結合の結晶	分子結晶	イオン結晶	金属結晶
④	共有結合の結晶	イオン結晶	分子結晶	金属結晶
⑤	分子結晶	イオン結晶	金属結晶	共有結合の結晶
⑥	分子結晶	共有結合の結晶	金属結晶	イオン結晶

問4 電離度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 水溶液中でほとんど完全に電離する酸や塩基を、それぞれ強酸、強塩基という。

② 同一濃度における弱酸の電離度は、温度によって異なる。

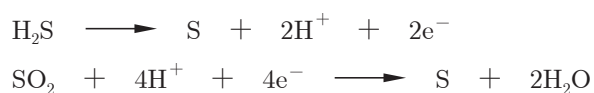
③ 1 価の弱酸水溶液のモル濃度を c [mol/L]、電離度を α とすると、水素イオン濃度は $c\alpha$ [mol/L] である。

④ 同一温度において、1 価の弱酸水溶液を 2 倍に薄めると、水素イオン濃度は $\frac{1}{2}$ になる。

問5 0.020mol/Lの希硫酸200mLを0.020mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液200mLと混合した。このときのpHの値として最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、混合後の溶液の体積は混合前のそれぞれの体積の和とし、必要があれば $\log_{10}2=0.30$ を用いよ。 7

- ① 1.7 ② 2.0 ③ 2.3 ④ 2.7

問6 硫化水素の水溶液に二酸化硫黄を吹き込むと、次の式で表される反応が起こって硫黄が遊離し、白く濁る。



二酸化硫黄0.32gと過不足なく反応するためには何gの硫化水素が必要か。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。 8 g

- ① 0.32 ② 0.34 ③ 0.64 ④ 0.68

第2問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 8〕 (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、下の①～④のうちから一つ選べ。 1

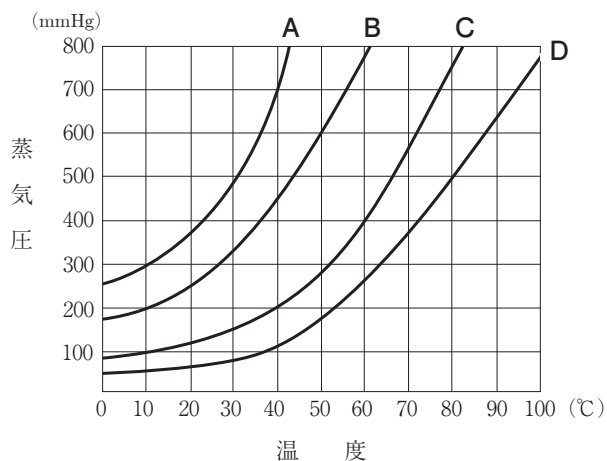


図 1

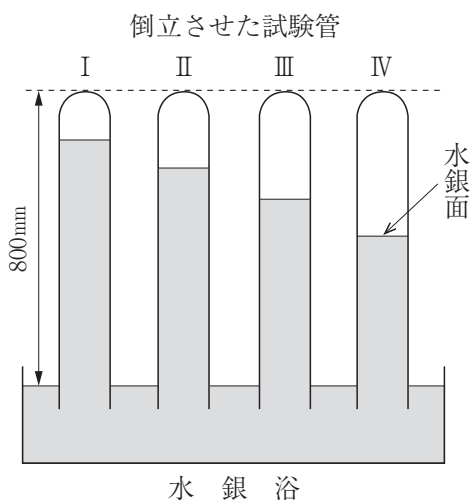


図 2

- 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°C 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°C , 400mmHg の条件から、圧力一定のまま温度を 40°C 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 図 3 のように連結部分を含めて容積 2.0 L の容器 **A** に $3.0 \times 10^5\text{ Pa}$ の CH_4 が、連結部分を含めて容積 3.0 L の容器 **B** に $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ の N_2 が入っている。

温度を一定に保ったまま、連結部分のコックを開けて十分な時間がたったのち、容器内の全圧は何 Pa か。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。

2 Pa

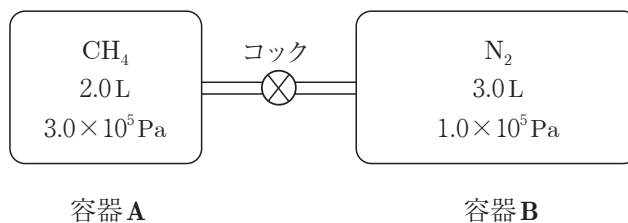


図 3

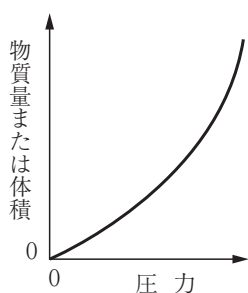
- ① 6.0×10^4 ② 1.2×10^5 ③ 1.8×10^5 ④ 7.2×10^5

問3 気体の溶解に関する次の記述アとイに当てはまるグラフとして最も適切なものを、下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

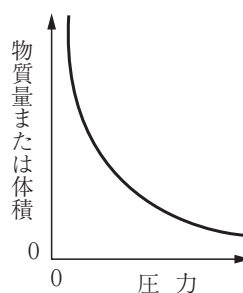
ア 温度一定下で、一定量の水に溶解する窒素の物質量と圧力の関係を表したものの。 3

イ 温度一定下で、一定量の水に溶解する窒素の体積を溶かしたときの圧力のもとして表したものの。 4

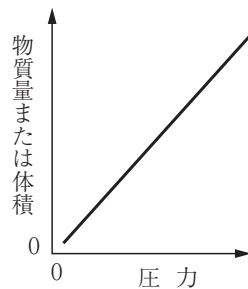
①



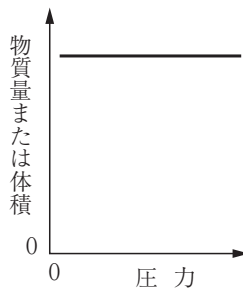
②



③



④



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。最も適切な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 5 kJ/mol

① -337

② -51

③ 51

④ 337

問5 図4の装置を用いて、硝酸ナトリウム水溶液と塩化銅(Ⅱ)水溶液を1.00Aで1.93×10⁴秒間電気分解した。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

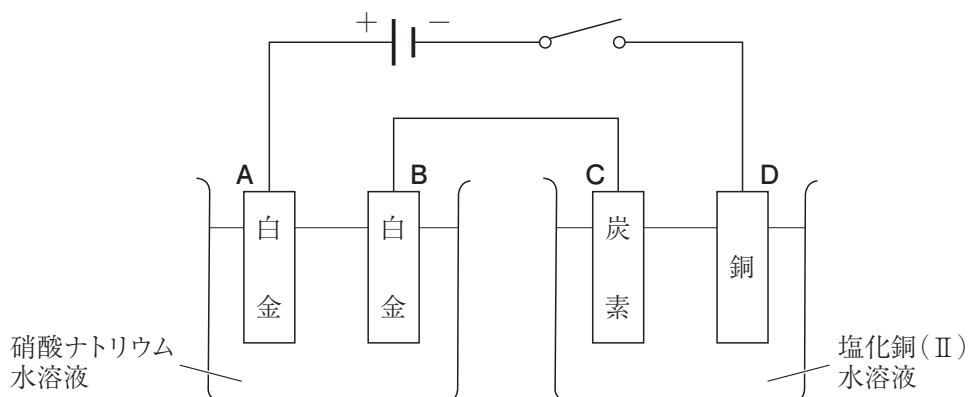


図 4

- a 電気分解によって電極A付近のpHはどうか。また電極Cから発生した気体は何か。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。

6

	電極A付近のpH	電極Cから発生した気体
①	大きくなる	酸 素
②	大きくなる	塩 素
③	変わらない	酸 素
④	変わらない	塩 素
⑤	小さくなる	酸 素
⑥	小さくなる	塩 素

- b 電気分解によって電極Dの質量はどうか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、原子量はCu = 63.5、ファラデー定数は9.65×10⁴ C/molであるとする。

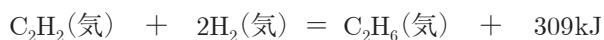
7

- ① 12.7g 減少する ② 6.35g 減少する ③ 変化しない
 ④ 6.35g 増加する ⑤ 12.7g 増加する

化学基礎・化学

問 6 次の反応が平衡状態に達しているとき，アとイのように条件を変えると平衡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，下の①～⑨のうちから一つ選べ。

8



ア 圧力を一定に保ち，温度を上げる。

イ 圧力と温度を一定に保ち，アルゴンを加える。

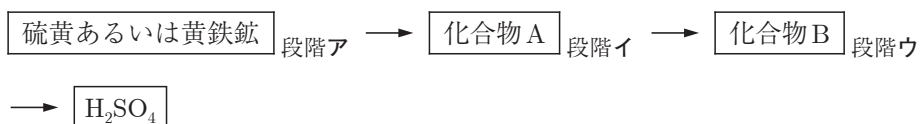
	ア	イ
①	右に移動する	右に移動する
②	右に移動する	左に移動する
③	右に移動する	移動しない
④	左に移動する	右に移動する
⑤	左に移動する	左に移動する
⑥	左に移動する	移動しない
⑦	移動しない	右に移動する
⑧	移動しない	左に移動する
⑨	移動しない	移動しない

(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第3問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 5〕 (配点 20)

問1 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 この製法のうちで、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

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。 2

	段 階	触 媒
①	段階ア	Pt
②	段階ア	V_2O_5
③	段階イ	Pt
④	段階イ	V_2O_5
⑤	段階ウ	Pt
⑥	段階ウ	V_2O_5

問2 14族元素の炭素，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。 3

- ① ケイ素Siは地殻中に酸素に次いで多く存在する元素である。
- ② ダイヤモンドは電気を通さないが，ケイ素は導体と絶縁体の中間の電気伝導性をもつ。
- ③ ケイ素の単体は黒鉛よりもやわらかい。
- ④ 二酸化ケイ素は水に溶けにくいが，酸性酸化物であるため塩基とは反応する。

問3 次の記述①～④のうち，AlとZnに共通する性質でないものを一つ選べ。

4

- ① 単体は塩酸に水素を発生して溶ける。
- ② 単体は水酸化ナトリウム水溶液に水素を発生して溶ける。
- ③ 水酸化物は白色で水に溶けにくい，塩酸にも水酸化ナトリウム水溶液にも溶ける。
- ④ 水溶液中のイオンにアンモニア水を加えると沈殿を生じるが，過剰に加えると沈殿が溶ける。

問4 銅に関する次の記述の下線部①～④のうちから，誤りを含むものを一つ選べ。

5

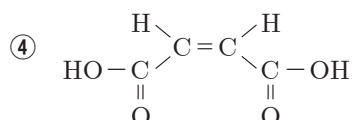
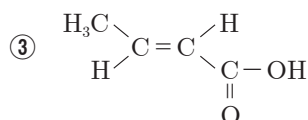
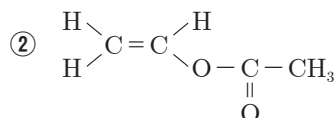
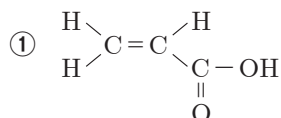
銅は希硫酸や塩酸とは反応しないが，硝酸や熱濃硫酸には反応して溶ける。熱濃硫酸との反応液から①青色結晶が得られる。この結晶の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると②青白色沈殿を生じる。この沈殿の一部をとり，加熱すると③白色に変化する。残りの沈殿を含む水溶液にアンモニア水を加えると，④深青色水溶液になる。

第4問 次の各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 10〕 (配点 30)

問1 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

- ① シクロアルカン是一般式 C_nH_{2n} (n は 3 以上) で表される。
- ② メタンと塩素の混合気体に光を照射すると置換反応が起こる。
- ③ アセチレン分子では、炭素原子、水素原子が同一直線上に存在する。
- ④ プロペンには幾何異性体が存在する。

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。 2



問3 エタノールとジメチルエーテ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。 3

- ① エタノールとジメチルエーテルは、ともに分子式 C_2H_6O で表される異性体である。
- ② エタノールの方がジメチルエーテルよりも沸点が高い。
- ③ エタノールとジメチルエーテルはいずれも水によく溶ける。
- ④ エタノールは金属ナトリウムと反応して水素を発生するが、ジメチルエーテルは金属ナトリウムとは反応しない。

問4 分子式 $C_3H_6O_2$ で示される三つの化合物 **A** ～ **C** がある。これに関する次の文を読み、下の問い(a・b)に答えよ。

化合物 **A** ～ **C** それぞれに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ、**A** のみが ア 気体を発生した。**B** を加水分解すると酸性物質 **D** と中性物質 **E** を生じ、**E** は イ ヨードホルム反応を示した。**C** を加水分解すると酸性物質 **F** と中性物質 **G** を生じた。

a 下線部 ア で発生する気体、下線部 イ で観察される現象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。

4

	ア	イ
①	水 素	赤色沈殿を生じる
②	水 素	黄色沈殿を生じる
③	二酸化炭素	赤色沈殿を生じる
④	二酸化炭素	黄色沈殿を生じる

b 化合物 **C** ～ **G** 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 化合物 **C** は還元性を示す。
- ② 化合物 **D** は **G** を酸化しても得られる。
- ③ 化合物 **F** は **E** を酸化しても得られる。
- ④ 純度の高い化合物 **F** は冬季には凝固する。

問5 次の記述中の **ア** ～ **ウ** に当てはまる数値および語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。 **6**

分子式 C_8H_{10} で表される芳香族炭化水素には **ア** 種類の構造異性体が存在する。このうちのオルト二置換体の物質を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると分子式 $C_8H_6O_4$ の **イ** が得られる。**イ** は加熱により分子内で脱水して酸無水物となる。**イ** の構造異性体である **ウ** は合成樹脂である PET (ポリエチレンテレフタレート) の原料として用いられる。

	ア	イ	ウ
①	3	フタル酸	テレフタル酸
②	3	テレフタル酸	フタル酸
③	4	フタル酸	テレフタル酸
④	4	テレフタル酸	フタル酸

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

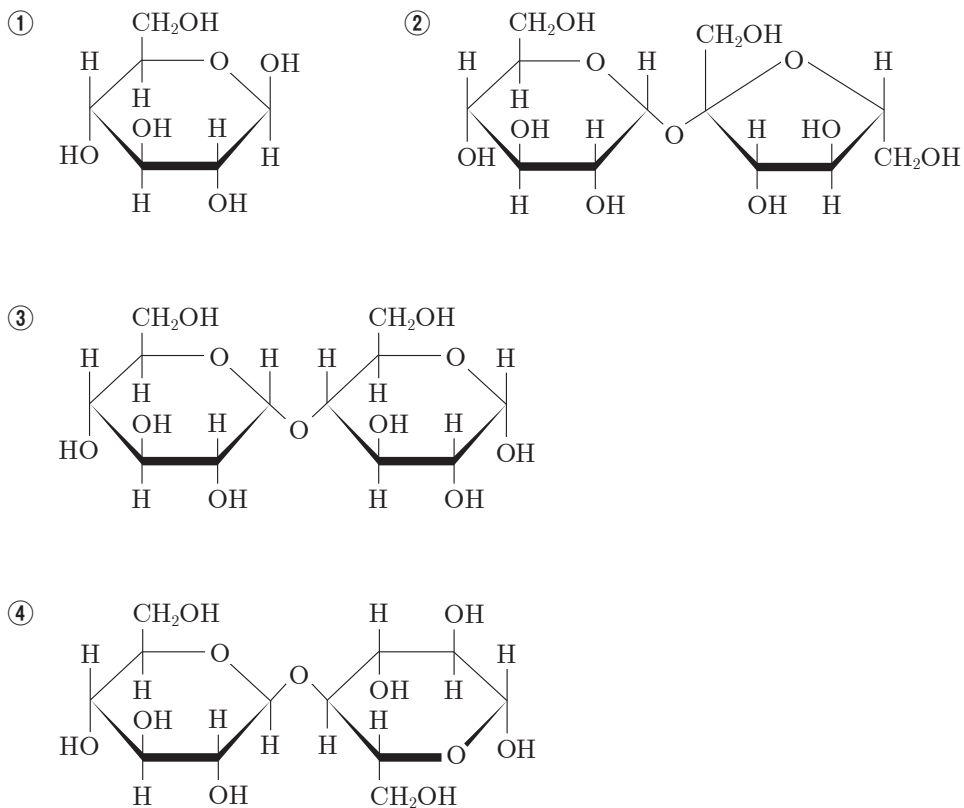
問7 下に示す糖①～④のうちから、マルターゼの基質となるものと、スクラーゼの基質となるものを、それぞれ一つずつ選べ。

マルターゼの基質となるもの

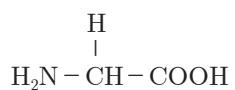
8

スクラーゼの基質となるもの

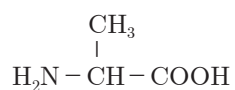
9



問8 次のグリシン1分子とアラニン1分子が一つのアミド結合をつくって生じるジペプチドには、光学異性体を含めて何種類の異性体があるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。 10 種類



グリシン



アラニン

① 2

② 4

③ 6

④ 8