

化 学

問 題	選 択 方 法
第 1 問	必 答
第 2 問	必 答
第 3 問	必 答
第 4 問	必 答
第 5 問	必 答
第 6 問	} いずれか 1 問を選択し、 解答しなさい。
第 7 問	

化学 (注) この科目には、選択問題があります。(39ページ参照。)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	C	12	N	14	O	16
S	32	Cl	35.5	Mn	55	Cu	64
Zn	65						

実在気体とことわりがない限り、気体は理想気体として扱うものとする。

第1問 (必答問題)

次の問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 24)

問1 次の(a・b)に当てはまるものを、それぞれの解答群の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

a 固体が分子結晶のもの

- ① 黒鉛 ② ケイ素 ③ ミョウバン
④ ヨウ素 ⑤ 白金

b 分子が非共有電子対を4組もつもの

- ① 塩化水素 ② アンモニア ③ 二酸化炭素
④ 窒素 ⑤ メタン

問 2 図1のような面心立方格子の結晶構造をもつ金属の原子半径を r (cm) とする。この金属結晶の単位格子一辺の長さ a (cm) を表す式として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 3 cm

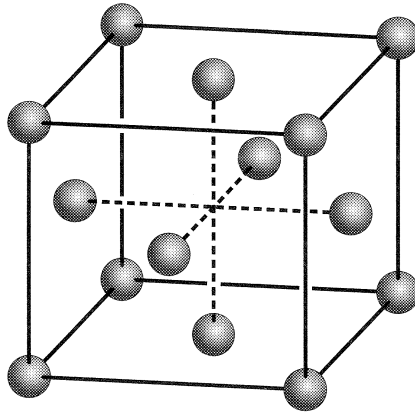


図 1

① $\frac{4\sqrt{3}}{3} r$

② $2\sqrt{2} r$

③ $4r$

④ $\frac{2\sqrt{3}}{3} r$

⑤ $\sqrt{2} r$

⑥ $2r$

化 学

問 3 気体に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に当てはまる記号および語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**

気体分子は熱運動によって空間を飛び回っている。図 2 は温度 T_1 (実線) と温度 T_2 (破線) における、気体分子の速さとその速さをもつ分子の数の割合との関係を示したグラフである。ここで T_1 と T_2 の関係は T_1 **ア** T_2 である。変形しない密閉容器中では、単位時間に気体分子が容器の器壁に衝突する回数は、分子の速さが大きいほど **イ** なる。これは、温度を T_1 から T_2 へと変化させたときに、容器内の圧力が **ウ** なる現象と関連している。

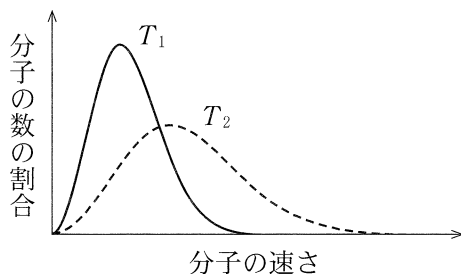


図 2

	ア	イ	ウ
①	>	多 く	低 く
②	>	多 く	高 く
③	>	少なく	低 く
④	>	少なく	高 く
⑤	<	多 く	低 く
⑥	<	多 く	高 く
⑦	<	少なく	低 く
⑧	<	少なく	高 く

問 4 図 3 は温度と圧力に応じて、二酸化炭素がとりうる状態を示す図である。ここで、A、B、C は固体、液体、気体のいずれかの状態を表す。臨界点以下の温度と圧力において、下の(a・b)それぞれの条件のもとで、気体の二酸化炭素を液体に変える操作として最も適当なものを、それぞれの解答群の①～④のうちから一つずつ選べ。ただし、 T_T と P_T はそれぞれ三重点の温度と圧力である。

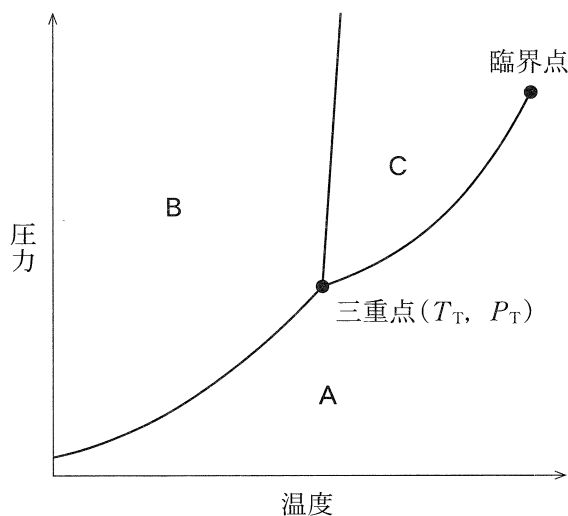


図 3

a 温度一定の条件

- ① T_T より低い温度で、圧力を低くする。
- ② T_T より低い温度で、圧力を高くする。
- ③ T_T より高い温度で、圧力を低くする。
- ④ T_T より高い温度で、圧力を高くする。

b 圧力一定の条件

- ① P_T より低い圧力で、温度を低くする。
- ② P_T より低い圧力で、温度を高くする。
- ③ P_T より高い圧力で、温度を低くする。
- ④ P_T より高い圧力で、温度を高くする。

化 学

問 5 ピストン付きの密閉容器に窒素と少量の水を入れ、 27°C で十分な時間静置したところ、圧力が $4.50 \times 10^4 \text{ Pa}$ で一定になった。密閉容器の容積が半分になるまで圧縮して 27°C で十分な時間静置すると、容器内の圧力は何 Pa になるか。最も適当な数値を、次の①~⑦のうちから一つ選べ。ただし、密閉容器内に液体の水は常に存在し、その体積は無視できるものとする。また、窒素は水に溶解しないものとし、 27°C の水の蒸気圧は $3.60 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。

Pa

- ① 2.25×10^4 ② 2.43×10^4 ③ 4.14×10^4 ④ 5.40×10^4
⑤ 8.28×10^4 ⑥ 8.64×10^4 ⑦ 9.00×10^4

問 6 モル質量 M [g/mol] の非電解質の化合物 x [g] を溶媒 10 mL に溶かした希薄溶液の凝固点は、純溶媒の凝固点より Δt [K] 低下した。この溶媒のモル凝固点降下が K_f [K·kg/mol] のとき、溶媒の密度 d [g/cm³] を表す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。 8 g/cm³

① $\frac{M\Delta t}{100 xK_f}$

② $\frac{100 xK_f}{M\Delta t}$

③ $\frac{100 K_f M}{x\Delta t}$

④ $\frac{x\Delta t}{100 K_f M}$

⑤ $\frac{10000 xK_f}{M\Delta t}$

⑥ $\frac{M\Delta t}{10000 xK_f}$

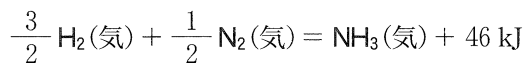
化学

第2問 (必答問題)

次の問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 24)

問1 NH_3 (気) 1 mol 中の N-H 結合をすべて切断するのに必要なエネルギーは何 kJ か。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、H-H および $\text{N}\equiv\text{N}$ の結合エネルギーはそれぞれ 436 kJ/mol, 945 kJ/mol であり、 NH_3 (気) の生成熱は次の熱化学方程式で表されるものとする。 kJ



① 360

② 391

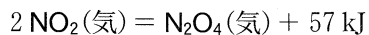
③ 1080

④ 1170

⑤ 2160

⑥ 2350

問 2 次の熱化学方程式で表される可逆反応 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ が、ピストン付きの密閉容器中で平衡状態にある。



この反応に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 正反応は発熱反応である。
- ② 圧力一定で加熱すると、 NO_2 の分子数が増加する。
- ③ 温度一定で体積を半分に圧縮すると、 NO_2 の分子数が増加する。
- ④ 温度、体積一定で NO_2 を加えて NO_2 の濃度を増加させると、 N_2O_4 の濃度も増加する。
- ⑤ 平衡状態では、正反応と逆反応の反応速度は等しい。

化学

問 3 ある濃度の過酸化水素水 100 mL に、触媒としてある濃度の塩化鉄(III)水溶液を加え 200 mL とした。発生した酸素の物質量を、時間を追って測定したところ、反応初期と反応全体では、それぞれ、図 1 と図 2 のようになり、過酸化水素は完全に分解した。この結果に関する次ページの問い(a・b)に答えよ。ただし、混合水溶液の温度と体積は一定に保たれており、発生した酸素は水に溶けないものとする。

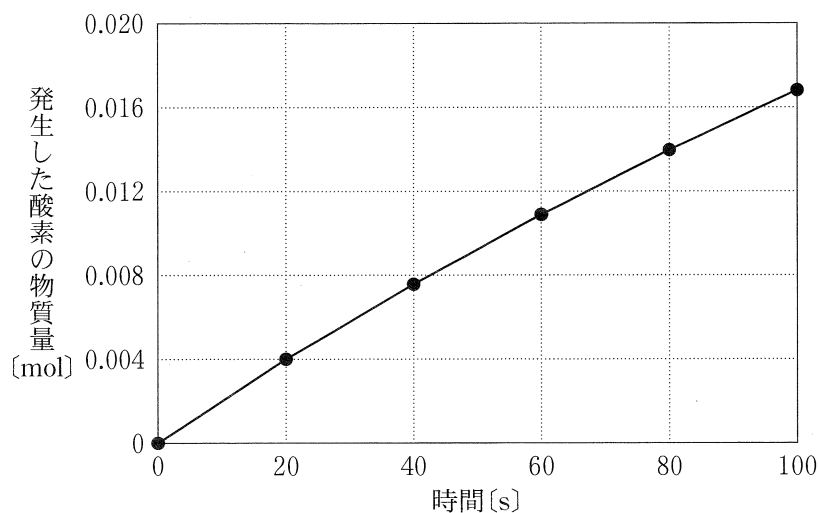


図 1

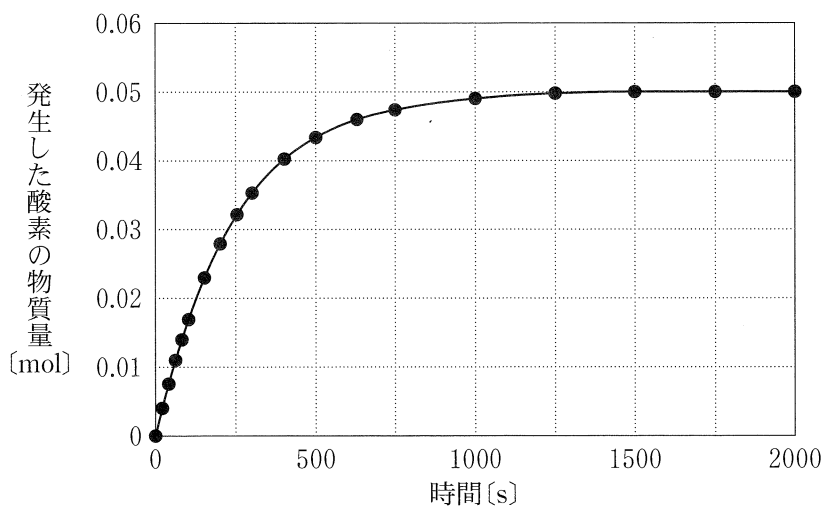


図 2

a 混合する前の過酸化水素水の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 mol/L

- | | | |
|---------|--------|--------|
| ① 0.050 | ② 0.10 | ③ 0.20 |
| ④ 0.50 | ⑤ 1.0 | ⑥ 2.0 |

b 最初の 20 秒間において、混合水溶液中の過酸化水素の平均の分解速度は何 mol/(L·s) か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

mol/(L·s)

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 4.0×10^{-4} | ② 1.0×10^{-3} | ③ 2.0×10^{-3} |
| ④ 4.0×10^{-3} | ⑤ 1.0×10^{-2} | ⑥ 2.0×10^{-2} |

化 学

問 4 0.1 mol/L の酢酸水溶液 100 mL と、0.1 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液 100 mL を混合した。この混合水溶液に関する次の記述 (a ~ c) 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。 5

- a 混合水溶液中では、酢酸ナトリウムはほぼ全て電離している。
- b 混合水溶液中では、酢酸分子と酢酸イオンの物質量はほぼ等しい。
- c 混合水溶液に少量の希塩酸を加えても、水素イオンと酢酸イオンが反応して酢酸分子となるので、pH はほとんど変化しない。

	a	b	c
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 図 3 のように、陽イオン交換膜で仕切られた電気分解実験装置に塩化ナトリウム水溶液を入れ、電気分解を行った。陽極と陰極で発生する気体と、陽イオン交換膜を通過するイオンの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。

6

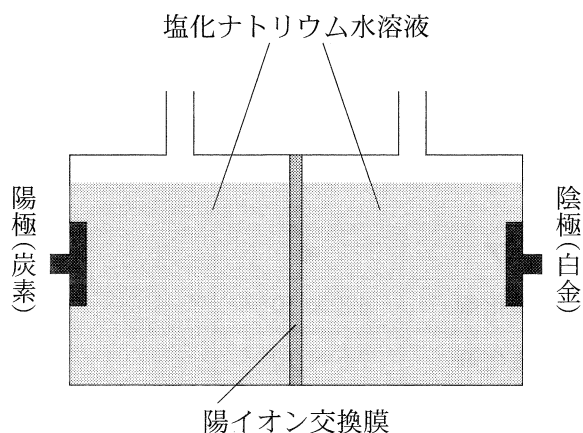


図 3

	陽極で発生する気体	陰極で発生する気体	陽イオン交換膜を通過するイオン
①	水 素	塩 素	ナトリウムイオン
②	水 素	塩 素	塩化物イオン
③	水 素	塩 素	水酸化物イオン
④	塩 素	水 素	ナトリウムイオン
⑤	塩 素	水 素	塩化物イオン
⑥	塩 素	水 素	水酸化物イオン

化 学

問 6 酸化還元反応に関する次の文章中の、**ア**・**イ** に当てはまる語と数値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

二酸化硫黄は、硫化水素と反応するときは **ア** としてはたらく。0℃、 1.013×10^5 Pa で 14 mL の二酸化硫黄を 0.010 mol/L の硫化水素水溶液 200 mL に少しずつ通じて、二酸化硫黄を完全に反応させると、硫黄と水のみが生成した。このとき残った硫化水素の物質量は **イ** mol である。

	ア	イ
①	酸化剤	6.3×10^{-4}
②	酸化剤	7.5×10^{-4}
③	酸化剤	1.4×10^{-3}
④	還元剤	6.3×10^{-4}
⑤	還元剤	7.5×10^{-4}
⑥	還元剤	1.4×10^{-3}

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

化 学

第 3 問 (必答問題)

次の問い(問 1 ~ 6)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 24)

問 1 身近な無機物質に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ・

- ① 電池などに利用されている鉛がとりうる最大の酸化数は、+2 である。
- ② 粘土は、陶磁器やセメントの原料の一つとして利用されている。
- ③ ソーダ石灰ガラスは、原子の配列に規則性がないアモルファスであり、窓ガラスなどに利用されている。
- ④ 酸化アルミニウムなどの高純度の原料を、精密に制御した条件で焼き固めたものは、ニューセラミックス(ファインセラミックス)と呼ばれる。
- ⑤ 銅は、湿った空気中では、^{ろくしょう}緑青と呼ばれるさびを生じる。
- ⑥ 次亜塩素酸塩は、強い還元作用をもつため、殺菌剤や漂白剤として利用されている。
- ⑦ 硫酸バリウムは、水に溶けにくく、胃や腸の X 線撮影の造影剤として利用されている。

問 2 遷移元素の単体や化合物を用いた触媒反応に関する記述として、下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① 鉄粉を触媒としてベンゼンに塩素を作用させると、芳香族化合物の原料として有用なクロロベンゼンが得られる。
- ② 化学工業の基本物質の一つであるアンモニアは、四酸化三鉄を主成分とする触媒を用いて、窒素と水素とを常圧で直接反応させるハーバー・ボッシュ法で工業的に得られる。
- ③ 酸化バナジウム(V)を主成分とする触媒を用いて二酸化硫黄を酸化し、生じた三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とし、これを希硫酸で薄めると濃硫酸が得られる。
- ④ 硝酸は、触媒に白金を用い、アンモニアを酸化して窒素酸化物とする反応過程を経るオストワルト法で工業的に得られる。
- ⑤ 自動車の排ガス中の主な有害成分は、ロジウム、パラジウム、白金を含む触媒により、二酸化炭素、窒素、水に変化する。

化 学

問 3 気体 A に、わずかな量の気体 B が不純物として含まれている。液体 C にこの混合気体を通じて気体 B を取りのぞき、気体 A を得たい。気体 A、B および液体 C の組合せとして適当でないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

4

	気体 A	気体 B	液体 C
①	一酸化炭素	塩化水素	水
②	酸 素	二酸化炭素	石灰水
③	窒 素	二酸化硫黄	水酸化ナトリウム水溶液
④	塩 素	水蒸気	濃硫酸
⑤	二酸化窒素	一酸化窒素	水

化 学

問 4 銅と亜鉛の合金である黄銅 20.0 g を酸化力のある酸で完全に溶かし、水溶液にした。この溶液が十分な酸性であることを確認した後、過剰の硫化水素を通じたところ、純粋な化合物の沈殿 19.2 g が得られた。この黄銅中の銅の含有率(質量パーセント)は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 %

- ① 4.0 ② 7.7 ③ 13 ④ 36
⑤ 38 ⑥ 61 ⑦ 64 ⑧ 96

問 5 酸化マンガン(IV) 1.74 g がすべて濃塩酸と反応したときに生じる無極性分子の気体の体積は、0 °C, 1.013×10^5 Pa で何 L か。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 L

- ① 0.22 ② 0.45 ③ 0.67 ④ 0.90
⑤ 1.1 ⑥ 1.3 ⑦ 2.2 ⑧ 4.5

化 学

問 6 図 1 に示すように、シャーレに食塩水で湿らせたろ紙を敷き、この上に表面を磨いた金属板 A～C を並べた。次に、検流計(電流計)の黒端子と白端子をそれぞれ異なる金属板に接触させ、検流計を流れた電流の向きを記録すると、表 1 のようになった。金属板 A～C の組合せとして最も適当なものを、次ページの①～⑥のうちから一つ選べ。 7

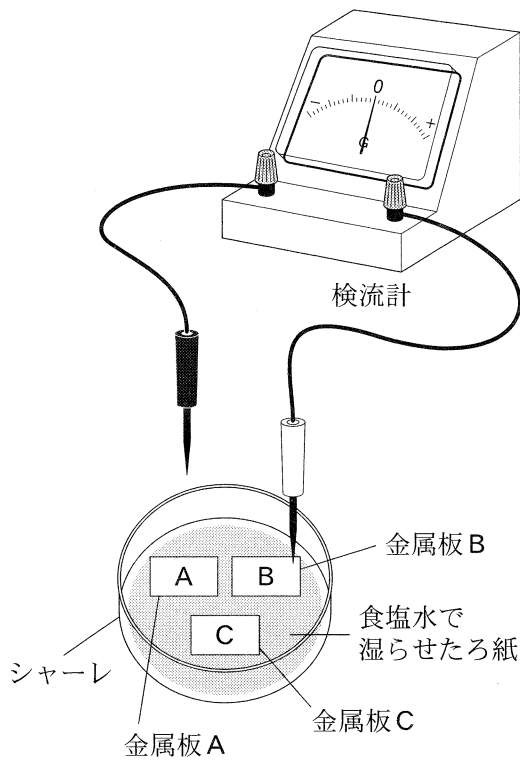


図 1

表 1

黒端子側の金属板	白端子側の金属板	検流計を流れた電流の向き
A	B	B から A
B	C	B から C
A	C	A から C

	金属板 A	金属板 B	金属板 C
①	銅	亜鉛	マグネシウム
②	銅	マグネシウム	亜鉛
③	マグネシウム	亜鉛	銅
④	マグネシウム	銅	亜鉛
⑤	亜鉛	マグネシウム	銅
⑥	亜鉛	銅	マグネシウム

化 学

第 4 問 (必答問題)

次の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 19)

問 1 エチレン(エテン)とアセチレンに共通する記述として誤っているものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 水が付加するとエタノールが生成する。
- ② 重合して高分子化合物を生成する。
- ③ 触媒とともに十分な量の水素と反応させるとエタンが生成する。
- ④ すべての原子が同じ平面上にある。
- ⑤ 水上置換で捕集できる。

問 2 分子式が $C_5H_{10}O_2$ のエステル A を加水分解すると、還元作用を示すカルボン酸 B とともにアルコール C が得られた。C の構造異性体であるアルコールは、C 自身を含めていくつ存在するか。正しい数を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 3 図1は、ベンゼンから *p*-ヒドロキシアゾベンゼンを合成する反応経路を示したものである。化合物 A~D として最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを選んでよい。 3 ~ 6

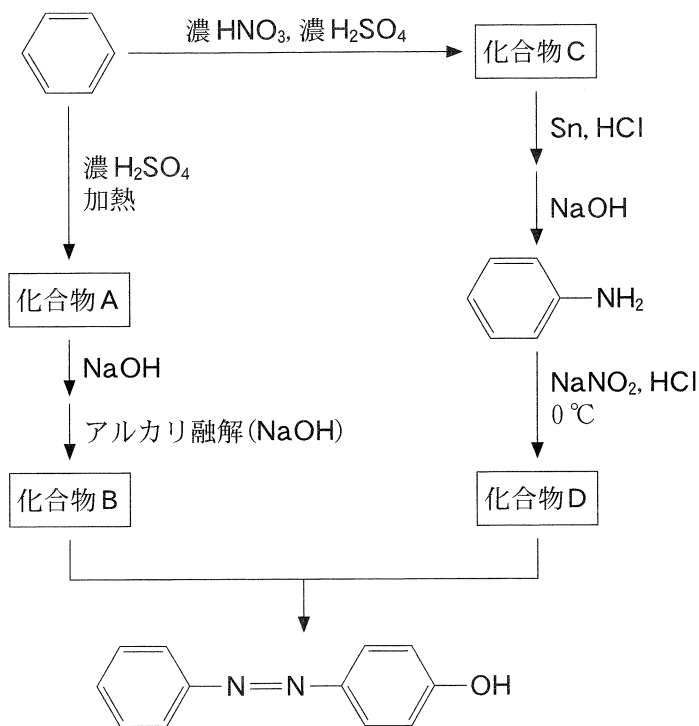


図 1

化合物 A 3 化合物 B 4 化合物 C 5 化合物 D 6

- ① ナトリウムフェノキシド $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$
- ② フェノール $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
- ③ ベンゼンスルホン酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H}$
- ④ ベンゼンスルホン酸ナトリウム $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{Na}$
- ⑤ アニリン塩酸塩 $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$
- ⑥ アニリン $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$
- ⑦ ニトロベンゼン $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$
- ⑧ 塩化ベンゼンジアゾニウム $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{Cl}$

化 学

問 4 化合物 A は、ブタンと塩素の混合気体に光をあてて得られた生成物の一つであり、ブタン分子の水素原子 1 個以上が同数の塩素原子で置換された構造をもつ。ある量の化合物 A を完全燃焼させたところ、二酸化炭素が 352 mg、水が 126 mg 生成した。化合物 A は 1 分子あたり何個の塩素原子をもつか。正しい数を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、化合物 A のすべての炭素と水素は、それぞれ二酸化炭素と水になるものとする。 個

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 5 界面活性剤に関する次の実験Ⅰ・Ⅱについて、下の問い(a・b)に答えよ。

実験Ⅰ ビーカーにヤシ油(油脂)をとり、水酸化ナトリウム水溶液とエタノールを加えた後、均一な溶液になるまで温水中で加熱した。この溶液を飽和食塩水に注ぎよく混ぜると、固体が生じた。この固体をろ過により分離し、乾燥した。

実験Ⅱ 実験Ⅰで得られた固体の0.5%水溶液5mLを、試験管アに入れた。これとは別に、硫酸ドデシルナトリウム(ドデシル硫酸ナトリウム)の0.5%水溶液を5mLつくり、試験管イに入れた。試験管ア・イのそれぞれに1mol/Lの塩化カルシウム水溶液を1mLずつ加え、試験管内の様子を観察した。

a 実験Ⅰで飽和食塩水に溶液を注いだときに固体が生じたのは、どのような反応あるいは現象か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

8

- | | | |
|------|------|-------|
| ① 中和 | ② 水和 | ③ けん化 |
| ④ 乳化 | ⑤ 浸透 | ⑥ 塩析 |

b 実験Ⅱで観察された試験管ア・イ内の様子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。

9

	試験管ア内の様子	試験管イ内の様子
①	均一な溶液であった	油状物質が浮いた
②	均一な溶液であった	白濁した
③	油状物質が浮いた	均一な溶液であった
④	油状物質が浮いた	白濁した
⑤	白濁した	均一な溶液であった
⑥	白濁した	油状物質が浮いた

化学

第5問 (必答問題)

次の問い(問1・問2)に答えよ。

[解答番号 ・] (配点 4)

問1 単量体と、その単量体が脱水縮合した構造をもつ高分子化合物の組合せとして誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

	単量体	高分子化合物
①	カプロラクタム(ϵ -カプロラクタム)	ナイロン6
②	尿素とホルムアルデヒド	尿素樹脂
③	グルコース	デンプン
④	エチレングリコールとテレフタル酸	ポリエチレンテレフタレート

問2 高分子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。

- ① 共重合体は、2種類以上の単量体が重合することで得られる。
- ② 合成高分子の平均分子量は、分子数の最も多い高分子の分子量で表される。
- ③ 水中に分散したデンプンは、分子1個でコロイド粒子となる。
- ④ DNA と RNA に共通する塩基は、3種類ある。

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

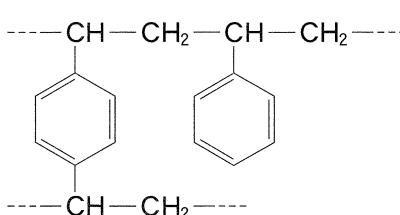
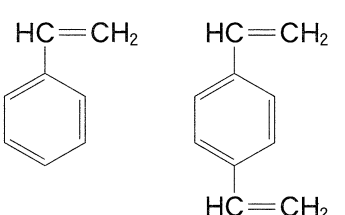
化学 第6問・第7問は、いずれか1問を選択し、解答しなさい。

第6問 (選択問題)

次の問い(問1・問2)に答えよ。

[解答番号 ・] (配点 5)

問1 重合体と、それを合成するために用いる単量体の組合せとして誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

	重合体	単量体
①	$\left[\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n$	$\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$
②	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	$\text{H}_2\text{C}=\text{CHCH}_3$
③	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
④		

問 2 図 1 に示すポリ乳酸は、生分解性高分子の一種であり、自然界では微生物によって最終的に水と二酸化炭素に分解される。ポリ乳酸 6.0 g が完全に分解されたとき、発生する二酸化炭素の 0 °C, 1.013×10^5 Pa における体積は何 L か。最も適当な数値を、下の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、ポリ乳酸は、図 1 に示す繰り返し単位(式量 72)のみからなるものとする。 2 L

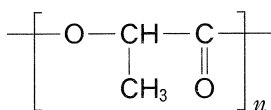


図 1

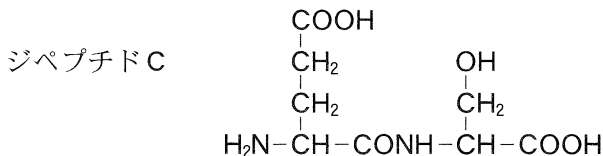
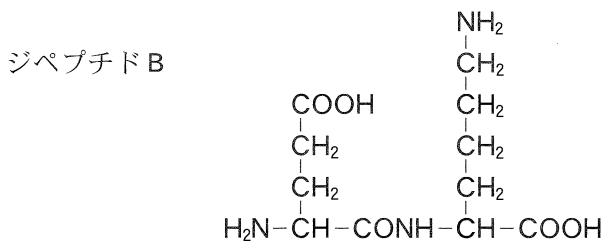
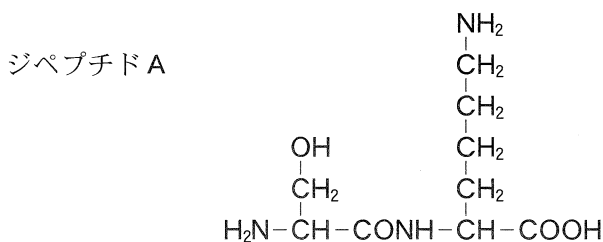
- ① 1.9 ② 3.7 ③ 5.6 ④ 7.5 ⑤ 9.3

第7問 (選択問題)

次の問い(問1・問2)に答えよ。

[解答番号 ・] (配点 5)

問1 次の3種類のジペプチドA～Cの水溶液を、図1のようにpH 6.0の緩衝液で湿らせたろ紙に別々につけ、直流電圧をかけて電気泳動を行った。泳動後にニンヒドリン溶液をろ紙に吹き付けて加熱し、ジペプチドA～Cを発色させたところ、陰極側へ移動したものの、ほとんど移動しなかったもの、陽極側へ移動したものがあつた。その組合せとして最も適当なものを、次ページの①～⑥のうちから一つ選べ。



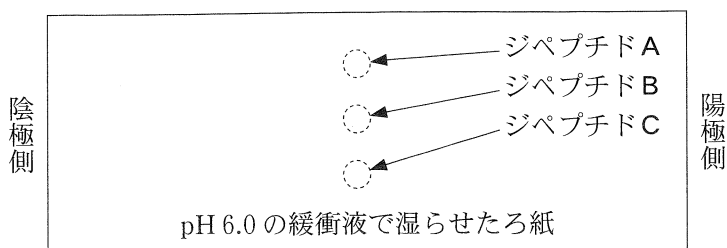


図 1

	陰極側へ移動したジペプチド	ほとんど移動しなかったジペプチド	陽極側へ移動したジペプチド
①	A	B	C
②	A	C	B
③	B	A	C
④	B	C	A
⑤	C	A	B
⑥	C	B	A

問 2 ある量のマルトース(分子量 342)を酸性水溶液中で加熱し、すべてを単糖 A に分解した。冷却後、炭酸ナトリウムを加えて中和した溶液に、十分な量のフェーリング液を加えて加熱したところ Cu_2O の赤色沈殿 14.4 g が得られた。もとのマルトースの質量として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、単糖 A とフェーリング液との反応では、単糖 A 1 mol あたり Cu_2O 1 mol の赤色沈殿が生じるものとする。 g

- ① 4.28 ② 8.55 ③ 17.1 ④ 34.2 ⑤ 51.3

化 学

(下書き用紙)