

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。(31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
Al	27	Cl	35.5	K	39	Cu	64
Zn	65	Ag	108				

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 次の原子または分子ア～カのうち、電子の総数が12個以上であるものはいくつあるか。その数を、下の①～⑦のうちから一つ選べ。

ア	C	イ	NH ₃	ウ	N ₂
エ	Ne	オ	Mg	カ	SO ₂

- | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | 1 | ② | 2 | ③ | 3 | ④ | 4 |
| ⑤ | 5 | ⑥ | 6 | ⑦ | 0 | | |

問 2 イオンとその生成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。 2

- ① イオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)が小さい原子は、陽イオンになりやすい。
- ② 電子親和力が大きい原子は、陰イオンになりやすい。
- ③ 17族元素の原子は、同一周期の他の元素の原子と比較して、陰イオンになりやすい。
- ④ 18族元素の原子は、同一周期の中でイオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)が最も大きい。
- ⑤ 2族元素の原子の2価の陽イオンは、同一周期の希(貴)ガスと同じ電子配置である。

問 3 塩化カリウムの結晶は、カリウムイオンと塩化物イオンが図1のように配列した単位格子をもつ。この単位格子は体積が $2.5 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$ の立方体である。アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ としたときの結晶の密度は何 g/cm^3 か。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 3 g/cm^3

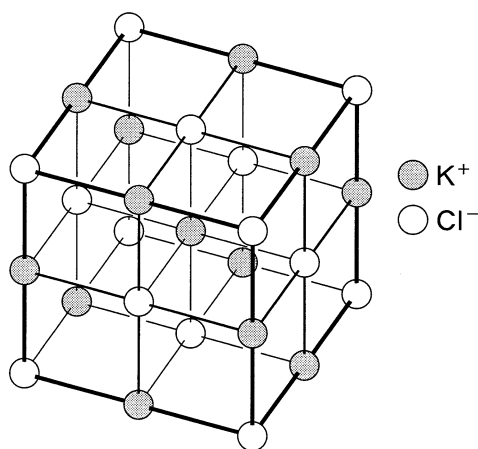


図 1

- ① 1.0
- ② 1.5
- ③ 2.0
- ④ 3.0
- ⑤ 4.0

化 学

問 4 物質 A と物質 B の沸点を比較したとき、物質 B の沸点の方が高い組合せを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

	物質 A	物質 B
①	水	硫化水素
②	食塩水	水
③	エタノール	ジメチルエーテル
④	ブタン	プロパン
⑤	フッ化水素	塩化水素
⑥	塩 素	臭 素

問 5 図 2 に示すような装置を用い、大気圧が $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ($= 760 \text{ mmHg}$) のとき、温度 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ で次に示す操作 a を行うと、ガラス管内の水銀柱の上部に空間ができる。この実験に関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

操作 a 一端を閉じた全長 900 mm のガラス管に水銀を満たし、容器内の水銀に沈んでいるガラス管の長さが 50 mm となるように、容器内の水銀面に対してガラス管を垂直に倒立させる。

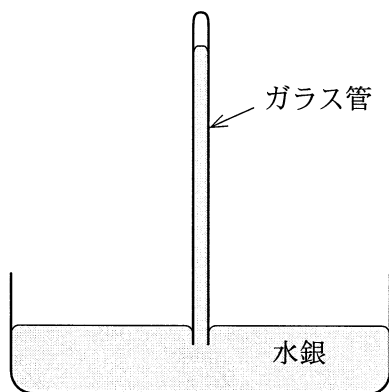


図 2

- ① 操作 a で、容器内の水銀に沈めるガラス管の長さを 100 mm にするとガラス管内上部の空間の体積は減少する。
- ② 図 2 に示したガラス管の下端から上部の空間に少量のメタノールを入れると水銀柱は低くなる。
- ③ 大気圧が下がると図 2 に示したガラス管内上部の空間の体積は減少する。
- ④ 操作 a で、全長 700 mm のガラス管に変えると、ガラス管内の上部に空間は生じない。
- ⑤ 操作 a で、全長 1200 mm のガラス管に変えると、図 2 と同様にガラス管内の上部に空間が生じ、水銀柱の高さは全長 900 mm の長さのガラス管を用いた場合と同じになる。

化 学

問 6 物質 A 0.30 mol と窒素 0.60 mol の混合気体が、なめらかに動くピストン付きの密閉容器に入っている。この混合気体の温度と圧力がそれぞれ 57°C と $9.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ のとき、気体のみが存在していた。混合気体の圧力を変えずに 27°C まで冷却したところ物質 A の液滴が生じた。このとき、冷却後の混合気体の窒素のモル分率として最も適当な数値を、次の①～⑦のうちから一つ選べ。ただし、物質 A は窒素とは反応せず、 27°C におけるその飽和蒸気圧は $1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ である。また、生じた液滴の体積は無視でき、液滴に窒素は溶解しないものとする。

6

- ① 0.60 ② 0.67 ③ 0.75 ④ 0.80
⑤ 0.83 ⑥ 0.90 ⑦ 1.0

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 プロパンの完全燃焼により10 Lの水の温度を22℃上昇させた。この加熱に必要なプロパンの体積は、0℃、 1.013×10^5 Paで何Lか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水の密度と比熱はそれぞれ 1.0 g/cm^3 、 $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。また、プロパンの燃焼熱は 2200 kJ/mol で、燃焼によって発生した熱はすべて水の温度上昇に使われたものとする。

L

① 0.019

② 0.42

③ 0.53

④ 2.4

⑤ 9.4

⑥ 53

問 2 化学反応 $A \rightarrow B + C$ について、反応の進む方向とエネルギーの関係を図 1 に示す。この反応に関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

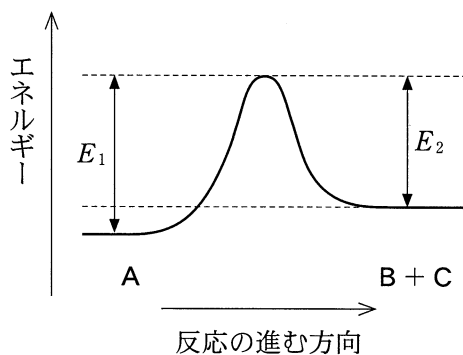
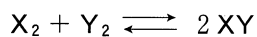


図 1

- ① この反応は吸熱反応である。
- ② この反応が進むときに経るエネルギーの高い状態を、活性化状態(遷移状態)という。
- ③ この反応の活性化エネルギーは E_2 である。
- ④ 触媒を用いると、反応経路が変わり、活性化エネルギーを小さくできる。
- ⑤ 触媒を用いても反応熱は変わらない。

化 学

- 問 3 1 mol の気体 X_2 と 2 mol の気体 Y_2 を、容積が変化しない密閉容器に入れて一定温度に保ったところ、次式のような可逆反応により気体 XY が生成し、平衡状態に達した。このときの平衡定数を K とする。



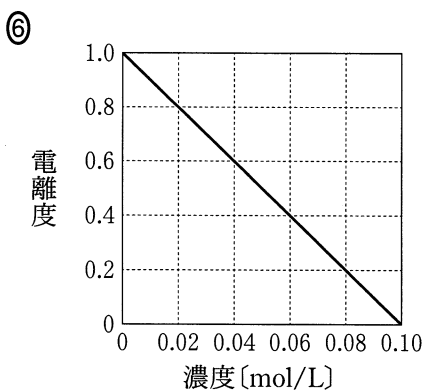
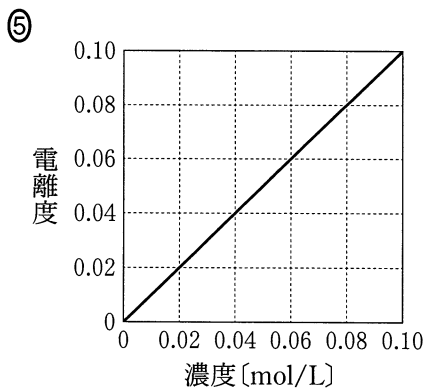
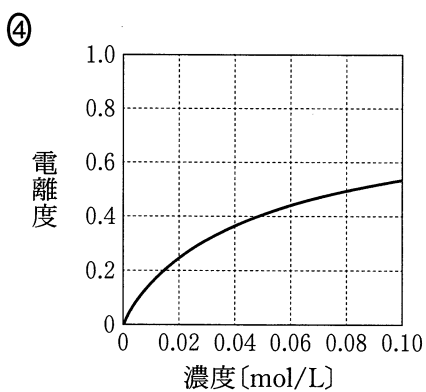
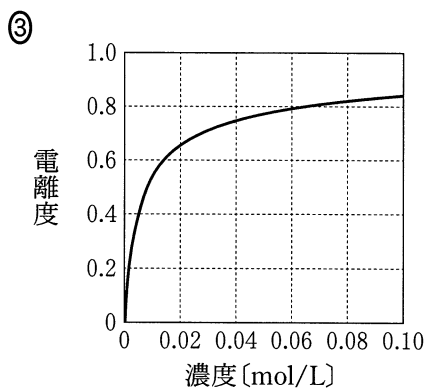
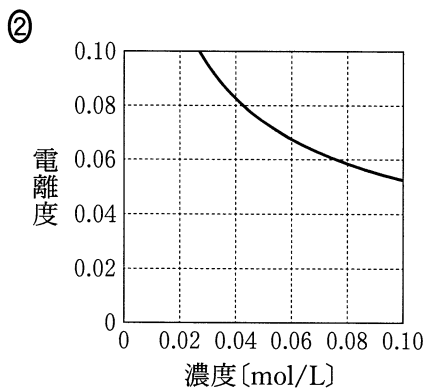
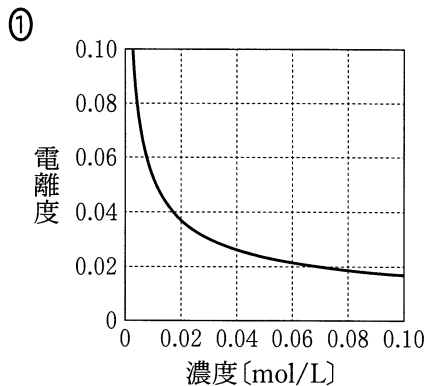
この平衡状態に関する次の記述 (a ~ c) について、正誤の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 3

- a $\frac{2 [XY]}{[X_2][Y_2]} = K$ が成り立つ。
- b X_2 の物質量がわかれば、 K を求めることができる。
- c 密閉容器中の気体の物質量の総和は 3 mol である。

	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 4 酢酸の 25 °C での電離定数は、 2.7×10^{-5} mol/L である。25 °C における酢酸水溶液の濃度と電離度の関係を表すグラフ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



化 学

問 5 0.64 g の銅と 0.32 g の亜鉛を溶かした硫酸水溶液がある。図 2 のような装置を組み立てて、この硫酸水溶液をよくかき混ぜながら、1 A の一定電流で電気分解を行った。電気分解を行った時間と、陰極の質量の増加量との関係を表すグラフ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。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。また、陰極では、質量が増加している間、流れた電流は金属の析出のみに使われるものとする。 5

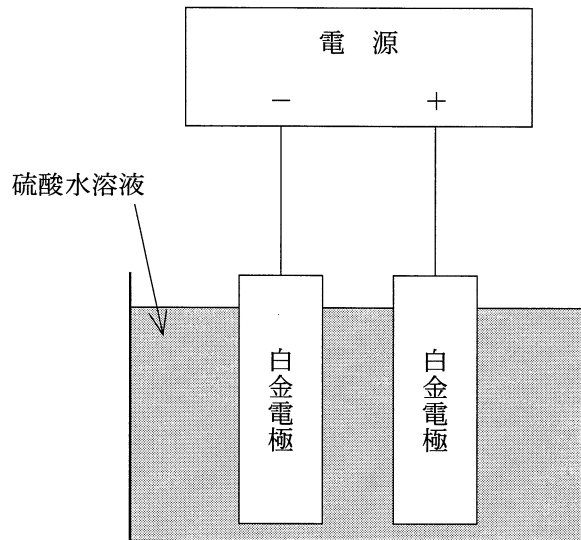
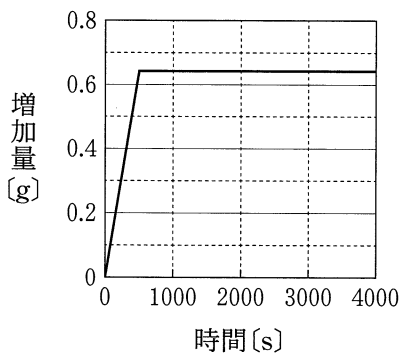
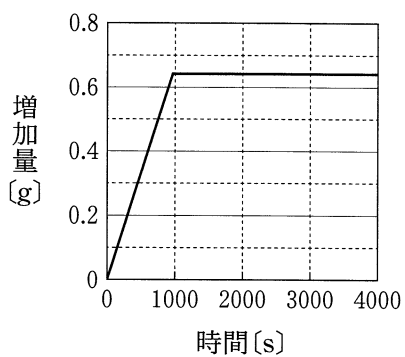


図 2

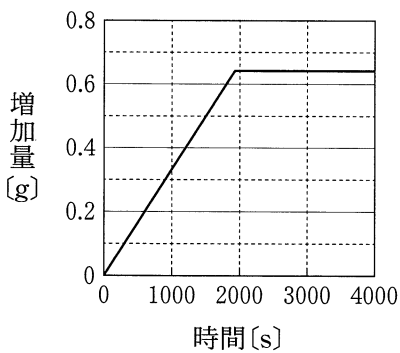
①



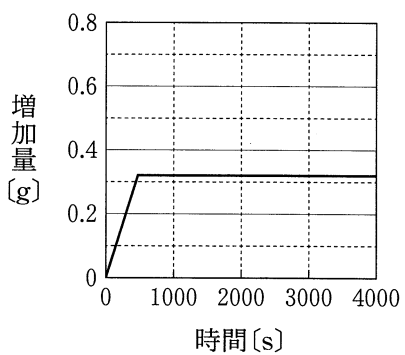
②



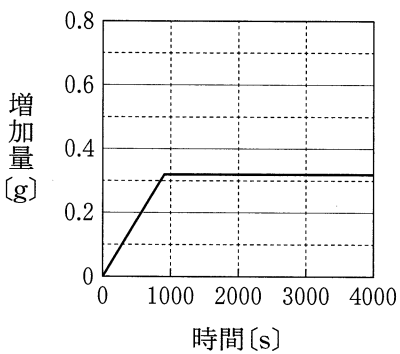
③



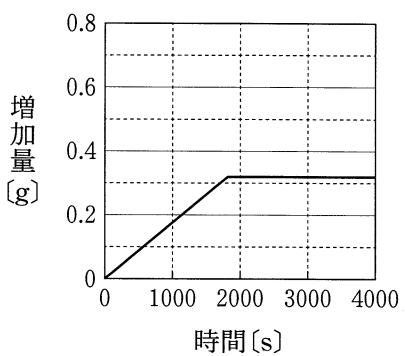
④



⑤



⑥



化 学

問 6 電池に関する記述として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

6

- ① ダニエル電池は，希硫酸に亜鉛板と銅板を浸したものである。
- ② 一次電池は，外部から電流を流して，起電力を回復させることができる。
- ③ リチウム電池の起電力は，マンガン乾電池の起電力より小さい。
- ④ マンガン乾電池では，正極に酸化マンガン(IV)が，負極に炭素が用いられる。
- ⑤ 電解液としてリン酸水溶液を用いた燃料電池では，正極で水が生成する。
- ⑥ 太陽電池は，熱エネルギーを電気エネルギーに変換して，起電力を生じる。

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 酸素を含む物質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① CO は、還元性があり、有毒な気体である。
- ② ZnO は、両性酸化物である。
- ③ Ag₂O は、硝酸銀水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると得られる。
- ④ Cu₂O は、銅を空气中で 1000 °C 以上の温度に加熱すると得られる。
- ⑤ H₂O₂ は、反応条件により、酸化剤としても還元剤としてもはたらく。
- ⑥ O₃ は、無色無臭の有毒な気体である。

問2 第3周期の元素の単体および化合物に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 水酸化ナトリウムの固体を空气中に放置したとき、空气中的水蒸気を吸収して溶ける現象を潮解という。
- ② アルミニウムは、展性や延性に富む金属で、電気の伝導性も大きい。
- ③ ケイ素は、酸化物として多くの岩石中に含まれており、その単体は酸化物を炭素で還元することにより得られる。
- ④ リンの酸化物 P₄O₁₀ は、強い吸湿性をもつので、中性および塩基性の気体の乾燥に用いられる。
- ⑤ 二酸化硫黄と硫化水素をそれぞれ水に溶かすと、いずれも酸性を示す。
- ⑥ 塩素は、水と反応して、塩化水素と次亜塩素酸を生じる。

問 3 産業や日常生活で利用されている無機化合物あるいは鉱物の名称とその主成分の構成元素の一つとの組合せとして**適当でないもの**を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

	名 称	主成分の構成元素の一つ
①	セッコウ	Si
②	赤鉄鉱	O
③	黄銅鉱	S
④	氷晶石	F
⑤	石灰石	C
⑥	ボーキサイト	Al

化 学

問 4 金属 M の塩化物 MCl_2 を 3.66 g 取り，水に溶かしたのち十分な量の硝酸銀水溶液を加えたところ 0.0400 mol の塩化銀が得られた。金属 M の原子量として最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① 21

② 56

③ 92

④ 112

⑤ 137

⑥ 183

問 5 大気中に長期間放置した Al 粉末の表面では、Al が酸化されて Al_2O_3 が生成していた。この粉末 3.61 g を希塩酸に加え、十分にかき混ぜてすべて溶解させたところ、水素が 0.195 mol 発生した。この粉末中の物質量の比 $\text{Al} : \text{Al}_2\text{O}_3$ として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

5

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① 3.6 : 1 | ② 13 : 1 | ③ 36 : 1 |
| ④ 102 : 1 | ⑤ 130 : 1 | ⑥ 360 : 1 |

化 学

問 6 硫酸銅(Ⅱ)と硫化水素との反応を調べるため、次の操作Ⅰ・Ⅱを行った。

操作Ⅰ 10本の試験管A～Jに、10種類の異なる濃度の硫酸銅(Ⅱ)水溶液をそれぞれ10 mL採取した。表1に、各試験管中の硫酸銅(Ⅱ)の濃度を示した。

操作Ⅱ 0.05 mol/Lの硫化水素水を調製し、上記の各試験管に10 mLずつ加え、よくかき混ぜたところ、沈殿が生じた。この沈殿生成反応が完了した後、各試験管の水溶液中に沈殿せずに残っている銅(Ⅱ)イオンの濃度を求めた。

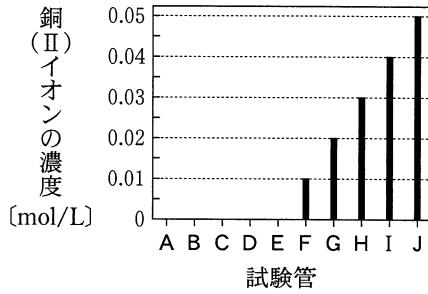
このとき、水溶液中の銅(Ⅱ)イオンの濃度を表すグラフとして最も適当なものを、次ページの①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、グラフの棒が表示されていない場合は、銅(Ⅱ)イオンが検出されなかったことを示している。

6

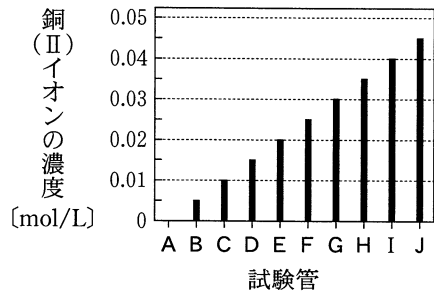
表 1

試験管	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
硫酸銅(Ⅱ) の濃度 [mol/L]	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10

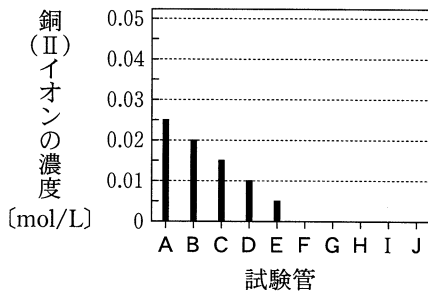
①



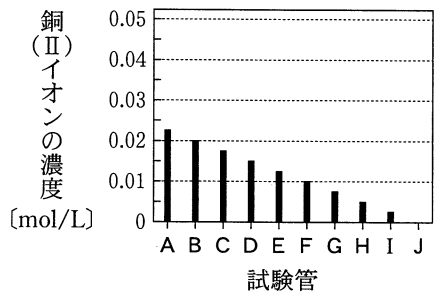
②



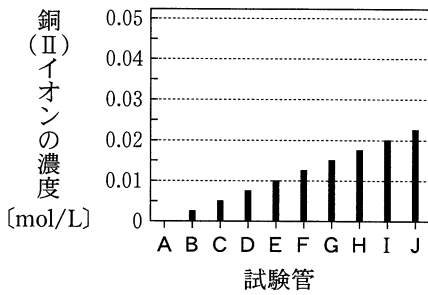
③



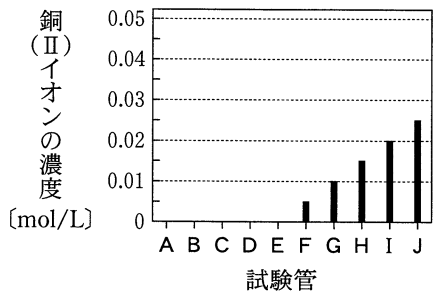
④



⑤



⑥



化学

第4問 (必答問題)

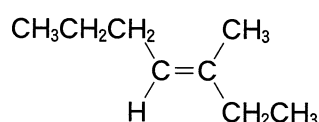
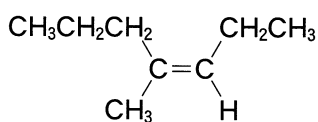
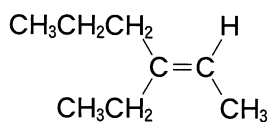
次の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 19)

問1 有機化合物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。

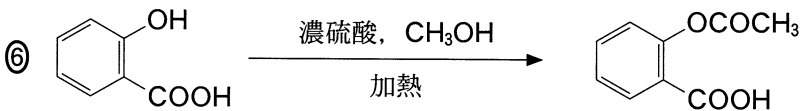
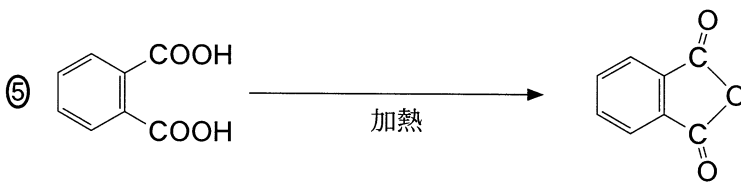
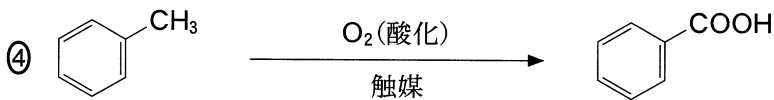
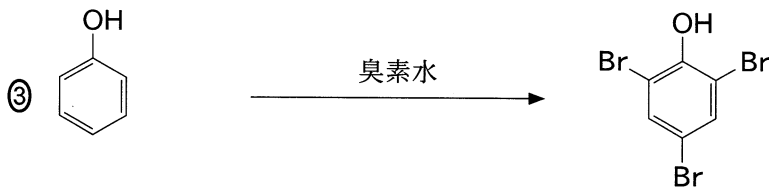
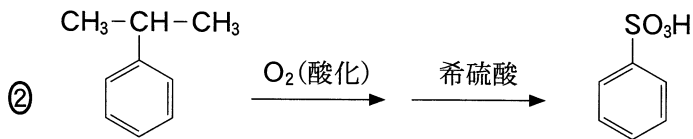
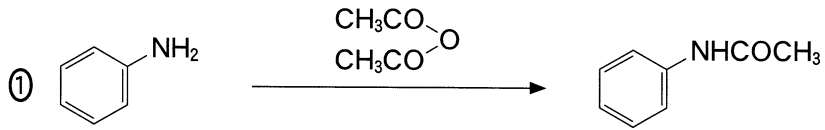
- ① ベンゼンの炭素原子間の結合距離は、エチレン(エテン)の炭素原子間の結合距離よりも短い。
- ② エチレン(エテン)は、ベンゼンに比べて付加反応を起こしやすい。
- ③ エタノールは、単体のナトリウムと反応して水素を生じる。
- ④ 酢酸は、フェノールよりも強い酸である。
- ⑤ アニリン塩酸塩の水溶液は、酸性を示す。

問2 次のアルケンア～ウは、互いに構造異性体の関係にある。これらのアルケンのうち、二重結合に水素を付加した生成物が不斉炭素原子をもつものはどれか。正しく選択しているものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。



- ① ア ② イ ③ ウ ④ アとイ
- ⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

問 3 芳香族化合物の反応において、生成物が誤っている反応を、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 3 ・ 4



化 学

問 4 ある 1 価の第一級アルコールを濃硫酸とともに加熱し、脱水縮合した化合物 A を得た。この化合物 A を一定量取り、完全燃焼させたところ、132 mg の二酸化炭素と 63 mg の水が生成した。化合物 A として最も適当なものを、次の ①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- | | |
|---|---|
| ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ | ② $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ |
| ③ $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ | ④ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ |
| ⑤ $(\text{CH}_3)_2\text{CHOCH}(\text{CH}_3)_2$ | ⑥ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ |

問 5 3 種類の芳香族化合物の混合物を分離するために次の操作 I ～ III を行った。
次ページの問い (a・b) に答えよ。

操作 I 分液漏斗に混合物のジエチルエーテル溶液と水酸化ナトリウム水溶液を入れ、よく振り混ぜた後、しばらく静置すると、上層 A と下層 B に分かれた。次に、上層 A を残し下層 B を取り出した。

操作 II 操作 I で上層 A を残した分液漏斗に十分な量の塩酸を加え、よく振り混ぜた後、しばらく静置すると、上層 C と下層 D に分かれた。

操作 III 操作 I で取り出した下層 B に塩酸を加え、よくかき混ぜた後、弱酸性になったことを確認した。次いで十分な量の NaHCO_3 水溶液を加え、よくかき混ぜた後、分液漏斗に入れた。次にジエチルエーテルを加え、よく振り混ぜた後、しばらく静置すると、上層 E と下層 F に分かれた。

- a 3種類の化合物がアニリン、安息香酸、フェノールするとき、下層D、上層E、下層Fのそれぞれに主成分として含まれる化合物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。ただし、各層に含まれる化合物は、塩として存在することもある。 6

	下層D	上層E	下層F
①	アニリン	安息香酸	フェノール
②	アニリン	フェノール	安息香酸
③	安息香酸	フェノール	アニリン
④	安息香酸	アニリン	フェノール
⑤	フェノール	アニリン	安息香酸
⑥	フェノール	安息香酸	アニリン

- b 操作Ⅰ～Ⅲでは一つずつに分離できない3種類の化合物の組合せを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

- ① 安息香酸，トルエン，フェノール
- ② 安息香酸，サリチル酸，トルエン
- ③ アニリン，サリチル酸，トルエン
- ④ アニリン，サリチル酸，フェノール
- ⑤ アニリン，ニトロベンゼン，フェノール
- ⑥ アニリン，安息香酸，ニトロベンゼン

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 繊維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 アクリル繊維の主な原料は、アクリロニトリルである。
- ② 綿の主成分は、多糖のアミロースである。
- ③ ポリプロピレンは、合成繊維としても利用される。
- ④ セルロースの再生繊維は、レーヨンと呼ばれる。

問 2 身近な高分子化合物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。

- ① 生ゴム(天然ゴム)は、空気中で二重結合の部分が酸化され、弾性を徐々に失う。
- ② 人体内ではたらく酵素の中には、最適 pH が中性付近でないものがある。
- ③ 水族館の水槽やプラスチックレンズに用いられるポリメタクリル酸メチルは、付加重合によって生成する。
- ④ ポリ袋に用いられる低密度ポリエチレンは、ポリ容器に用いられる高密度ポリエチレンより結晶部分が多い。

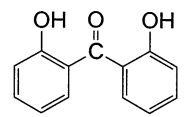
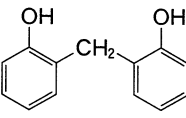
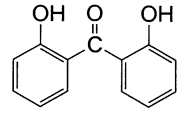
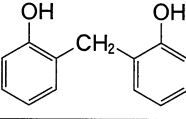
第6問 (選択問題)

次の問い(問1・問2)に答えよ。

(解答番号 ・)(配点 5)

問1 フェノール樹脂に関する次の文章中の空欄 ~ に当てはまる語および構造式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。

フェノール樹脂の合成では、酸を触媒としてフェノールとホルムアルデヒドを反応させると、まず 反応により化合物 A ($C_7H_8O_2$) が生成し、化合物 A はさらにもう一分子のフェノールと 反応を起こす。このとき生成する化合物のうち、主成分の構造式は である。このような 反応と 反応を繰り返すことにより、三次元網目状のフェノール樹脂が生成する。

	ア	イ	ウ
①	縮 合	付 加	
②	縮 合	付 加	
③	付 加	縮 合	
④	付 加	縮 合	

問 2 スチレン-ブタジエンゴム(SBR)は、スチレンとブタジエンの共重合によってつくられる。構成単位であるスチレン(繰返し単位の式量 104)とブタジエン(繰返し単位の式量 54)の数の比が 1 : 3, 平均分子量が 5.32×10^4 の SBR がある。この SBR 1 分子あたり、ベンゼン環以外にある二重結合は平均何個か。最も適当な数値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 個

① 0

② 150

③ 200

④ 440

⑤ 600

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 ポリペプチドAは、システイン、セリン、チロシン、リシンの4種類のアミノ酸でできている。ポリペプチドAの水溶液を用いて、次の実験I・IIを行った。これらの実験結果から、ポリペプチドAを構成するアミノ酸として確認できるものはどれか。最も適当な組合せを、下の①~④のうちから一つ選べ。

実験I 濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、冷却後にアンモニア水を加えると^{とうおう}橙黄色になった。

実験II 濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸で中和し、酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿を生じた。

	実験Iから確認できるアミノ酸	実験IIから確認できるアミノ酸
①	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \\ \text{セリン} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2 \\ \text{リシン} \end{array}$
②	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \\ \text{セリン} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{SH} \quad \text{NH}_2 \\ \text{システイン} \end{array}$
③	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2 \\ \text{チロシン} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2 \\ \text{リシン} \end{array}$
④	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2 \\ \text{チロシン} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{SH} \quad \text{NH}_2 \\ \text{システイン} \end{array}$

問 2 図 1 にはアミロペクチンの構造の一部を示している。アミロペクチンのヒドロキシ基(-OH)の水素原子をすべてメチル基に変換したのち、希硫酸でグリコシド結合を完全に加水分解すると、 α -グルコースが部分的にメチル化された 3 種類の化合物が得られる。このうち、化合物 A(分子量 208, 図 2)の生成量からアミロペクチンの枝分かれ構造(図 1 中の破線で囲まれた部分)の数を推定することができる。平均分子量 2.24×10^5 のアミロペクチン 2.24 g について上記のメチル化と加水分解を行い、化合物 A を 104 mg 得た。このアミロペクチン 1 分子あたり平均何個の枝分かれ構造があるか。最も適当な数値を、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 2 個

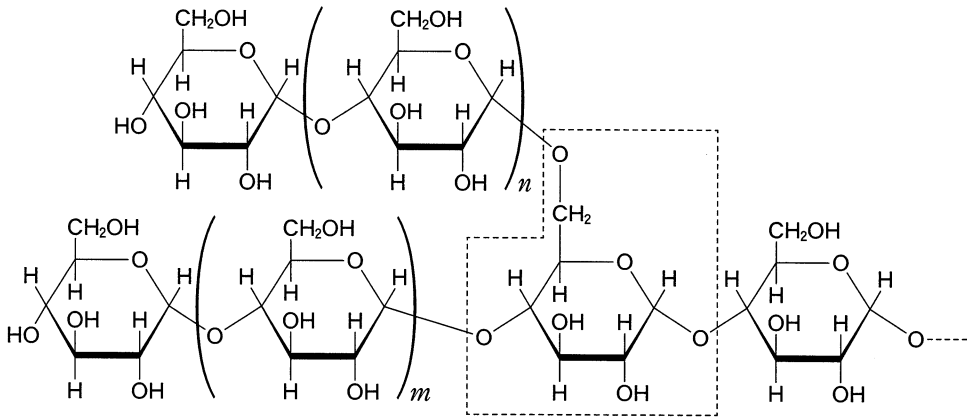
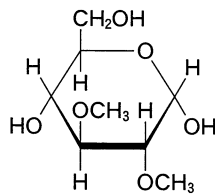


図 1



化合物 A

図 2

- ① 10 ② 20 ③ 50 ④ 100 ⑤ 200 ⑥ 500