東京女子医科大学

2021 年度　一般選抜　化学

（2 科目　120 分）

解答に際しての注意事項

① 必要があれば、次の原子量および数値を用いよ。

H=1.0　C=12　N=14　O=16　Na=23　Cl=35.5　Ca=40　Zn=65　Ag=108

気体定数：8.3×10^3 Pa·L/(K·mol)、ファラデー定数：$F = 9.65 \times 10^4$ C/mol

② 気体を扱う計算では、すべて理想気体として考えよ。

問題Ⅰ　次の各問いに答えよ。ただし、問 1〜問 17 の答は、すべてマークシート式解答用紙の 1〜17 のマーク欄にマークせよ。

問 1　次の数値 a〜d を大きい方から順に並べたものはどれか。解答はア〜コから選べ。

a　フッ素原子の陽子数

b　^{13}C の中性子数

c　ネオン原子の価電子数

d　二酸化炭素分子の非共有電子対の数

ア a > b > c > d　　イ a > b > d > c　　ウ a > c > b > d　　エ a > d > b > c

オ b > a > c > d　　カ b > a > d > c　　キ c > a > b > d　　ク c > d > b > a

ケ d > c > b > a　　コ d > a > b > c

問 2　次の①〜⑤の記述とその法則名の組み合わせとして正しいものはどれか。解答はア〜キから選べ。

① 化学反応の前後において、物質の総質量は変化しない。

② すべての気体は、同温・同圧のとき、同体積中に同数の分子を含む。

③ 温度が一定のとき、一定物質量の気体の体積 V は圧力 P に反比例する。

④ ある化合物中の成分元素の質量比は、化合物の作り方などによらず常に一定である。

⑤ 気体どうしの反応では、反応する気体および生成する気体の体積比は、同温・同圧のもとで、簡単な整数比になる。

	①	②	③	④	⑤
ア	定比例の法則	ヘスの法則	シャルルの法則	質量保存の法則	倍数比例の法則
イ	定比例の法則	ヘスの法則	ボイルの法則	質量保存の法則	倍数比例の法則
ウ	質量保存の法則	アボガドロの法則	シャルルの法則	定比例の法則	気体反応の法則
エ	質量保存の法則	アボガドロの法則	ボイルの法則	定比例の法則	気体反応の法則
オ	質量保存の法則	定比例の法則	ヘスの法則	アボガドロの法則	倍数比例の法則
カ	倍数比例の法則	アボガドロの法則	ボイルの法則	定比例の法則	気体反応の法則
キ	倍数比例の法則	定比例の法則	ヘスの法則	アボガドロの法則	気体反応の法則

問 3　次の①～⑤の組み合わせのうち、同素体どうしの組み合わせをすべて選べ。解答はア～サから選べ。

① ^{12}C と ^{13}C　② ダイヤモンドとフラーレン　③ 水素原子と重水素原子
④ 黄リンと赤リン　⑤ 水と海水

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と②
キ ①と③　ク ②と③　ケ ②と④　コ ③と④　サ ③と⑤

問 4　二酸化炭素についての次の記述のうち、誤っているものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

① 二酸化炭素の固体は、分子間力によって規則正しく配列してできた結晶である。
② 気体の二酸化炭素を飽和水酸化カルシウム水溶液に通すと白濁する。
③ エタノールと炭酸水素ナトリウムを反応させると二酸化炭素が発生する。
④ 二酸化炭素を溶け込ませた水溶液は、カルボン酸より弱い酸性を示す。
⑤ 発生させた二酸化炭素を捕集するときは、上方置換で捕集する。

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と③
キ ①と④　ク ②と③　ケ ②と④　コ ③と④　サ ③と⑤　シ ④と⑤

問 5　次の記述のうち、誤っているものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

① リンを乾燥空気中で燃やすと、十酸化四リンが生じる。
② フッ素と水は激しく反応し、酸素が発生する。
③ 銀に濃硝酸を加えると、二酸化窒素が発生する。

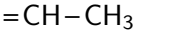
④ 鉛は、常温で希塩酸に溶けやすい。

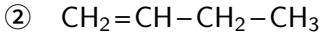
⑤ ケイ素の単体は金属結合の結晶であり、半導体の材料として用いられる。

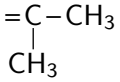
ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と②

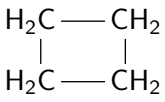
キ ①と④　ク ②と③　ケ ②と⑤　コ ③と④　サ ③と⑤　シ ④と⑤

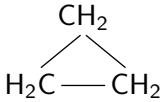
問 6　C_mH_n で表される化合物がある。この化合物の燃焼熱は 2719 kJ/mol、生成熱は 1 kJ/mol である。またこの化合物は、触媒の存在下で H_2 が付加されて C_mH_{n+2} に変化する。この化合物の構造式として考えられるものをすべて選べ。解答はア～サから選べ。ただし、二酸化炭素ならびに水（液体）の生成熱はそれぞれ 394 kJ/mol ならびに 286 kJ/mol とする。

① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と⑤

キ ②と③　ク ②と④　ケ ③と④　コ ①と②と③　サ ②と③と④

問 7　次の記述のうち、正しいものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

① 固体を溶かした飽和水溶液はすべて、温度を下げると溶質が析出する。

② 温度一定で気体の圧力を 2 倍にすると、一定量の溶媒に対する気体の溶解量〔mol〕は 1/2 になる。

③ モル濃度は、溶液 1 L 中に溶けている溶質の物質量を表す。

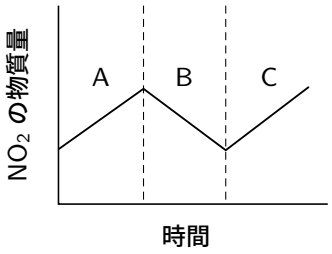
④ モル濃度が同じ水溶液の沸点は、溶質の種類によらず同じである。

⑤ 希薄溶液の浸透圧は温度によらず一定である。

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と③

キ ①と④　ク ②と③　ケ ②と④　コ ③と④　サ ③と⑤　シ ④と⑤

問 8　自由に動くピストン付きの密閉容器の中で、$N_2O_4 = 2NO_2 - 57\,kJ$ の熱化学方程式で表される反応が平衡状態にある。この密閉容器に連続して A、B、C の操作を加えた場合の NO_2 の物質量の変化のグラフの概形が下図のようになった。A、B、C の操作の組み合わせとして正しいものを①～⑤からすべて選べ。解答はア～コから選べ。



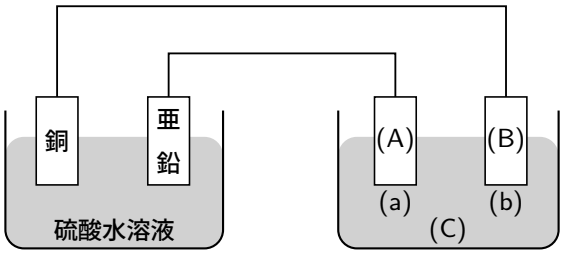
	A	B	C
①	圧力一定で温度を下げる	温度一定で圧力を下げる	温度一定で圧力を上げる
②	温度一定で圧力を下げる	圧力一定で温度を下げる	温度一定で圧力を上げる
③	温度一定で圧力を上げる	温度一定で圧力を下げる	圧力一定で温度を上げる
④	圧力一定で温度を下げる	温度一定で圧力を上げる	圧力一定で温度を下げる
⑤	圧力一定で温度を上げる	温度一定で圧力を上げる	圧力一定で温度を上げる

ア ①のみ　　イ ②のみ　　ウ ③のみ　　エ ④のみ　　オ ⑤のみ　　カ ①と②
キ ①と③　　ク ②と④　　ケ ②と⑤　　コ ①と②と④

問 9　4.00 g の亜鉛板を硝酸銀水溶液に浸したところ、亜鉛が溶解して銀が析出した。溶解せずに残った亜鉛の質量が 2.05 g のとき、析出した銀の質量は何 g か。最も近い値をア～キから選べ。

ア 1.62 g　　イ 3.24 g　　ウ 3.41 g　　エ 4.86 g　　オ 6.48 g
カ 6.81 g　　キ 9.72 g

問 10　下の図のように電極を連結した。回路に電流が流れるとき、電極 (A)、電極 (B)、水溶液 (C)、電極 (A) から生じる生成物 (a)、電極 (B) から生じる生成物 (b) の組み合わせとして正しいものを①～⑤からすべて選べ。解答はア～サから選べ。



	電極 (A)	電極 (B)	水溶液 (C)	生成物 (a)	生成物 (b)
①	Cu	Cu	$CuSO_4$	Cu	O_2
②	Cu	Cu	$CuSO_4$	Cu	Cu^{2+}
③	Pt	Pt	$CuSO_4$	H_2	O_2
④	Pt	Pt	$AgNO_3$	H_2	O_2
⑤	Fe	C	NaCl	$H_2 + 2\,OH^-$	Cl_2

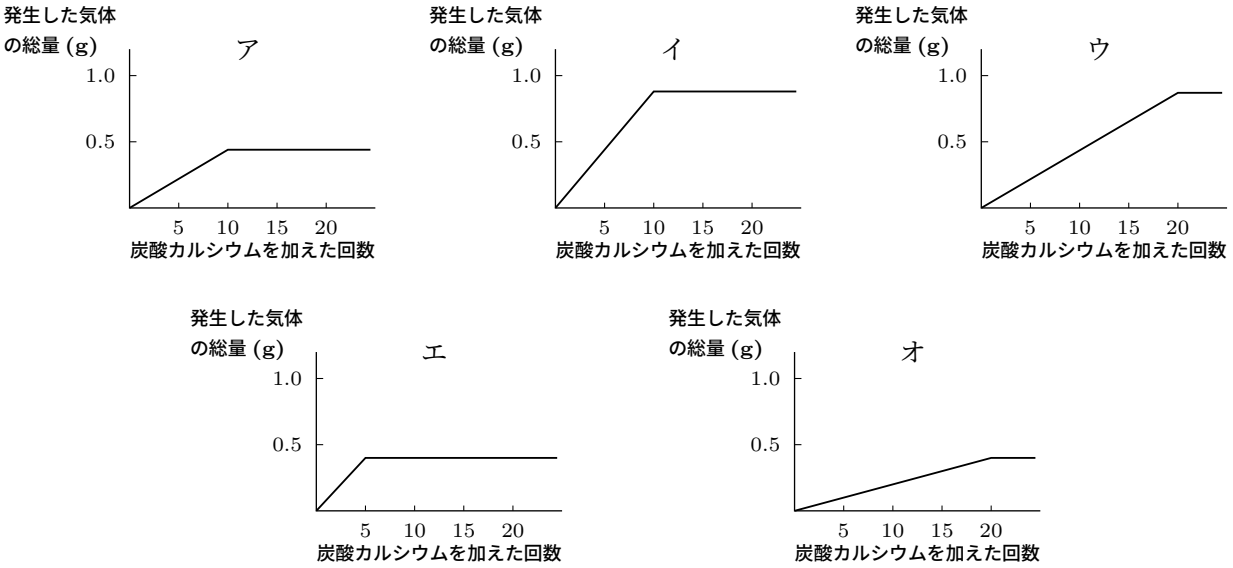
ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と③
キ ①と④　ク ②と③　ケ ②と⑤　コ ③と④　サ ④と⑤

問 11　1.00 kg の水に硝酸銀 5.10 g を溶かした水溶液 A がある。水溶液 A に固体の塩化カルシウム 2.22 g を溶かして完全に反応させると、(　1　)g の沈殿を生じた。沈殿を除いた水溶液の凝固点は元の水溶液 A と比較して (　2　)。

文中のカッコ内に入る文章の正しい組み合わせを選べ。解答はア〜ケから選べ。ただし、硝酸銀と塩化カルシウムは水溶液中で完全に電離し、生じた沈殿は水に溶解しないものとする。水のモル凝固点降下は 1.85 K·kg/mol とする。

	(　1　)	(　2　)
ア	4.31	1.85×10^{-2} K 上昇する
イ	4.31	1.85×10^{-2} K 低下する
ウ	4.31	変化しない
エ	3.58	1.85×10^{-2} K 上昇する
オ	3.58	1.85×10^{-2} K 低下する
カ	3.58	変化しない
キ	2.87	1.85×10^{-2} K 上昇する
ク	2.87	1.85×10^{-2} K 低下する
ケ	2.87	変化しない

問 12　1.0 mol/L の希塩酸 20 mL をビーカーにとり、これに炭酸カルシウムの粉末を 1 回に 0.10 g ずつ、よく振り混ぜながら加えたところ、気体を発生した。炭酸カルシウムを加えた回数と発生した気体の総量の関係を示したグラフとして最も適切なものをア～オから選べ。ただし、発生した気体の水への溶解は無視できるものとする。



問 13　次の記述のうち、正しいものをすべて選べ。解答はア～シから選べ。

① ベンゼンに触媒を用いて高温高圧で水素を付加すると、シクロヘキサンが得られる。

② アセチレンに触媒を用いて酢酸を付加すると、酢酸ビニルが生成する。

③ 水銀（II）イオンを触媒として希硫酸中でアセチレンと水を反応させると、アセトンが生成する。

④ 臭素は、アセチレンにもベンゼンにも、常温で速やかに付加する。

⑤ 炭化カルシウム CaC_2 と水を反応させると、エチレンが発生する。

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と②
キ ①と⑤　ク ②と③　ケ ②と⑤　コ ③と④　サ ③と⑤　シ ④と⑤

問 14　次の①～⑤を酸の強さの順に並べよ。解答はア～サから選べ。

① ベンゼンスルホン酸

② ニトロベンゼン

③ フェノール

④ サリチル酸

⑤ 安息香酸

ア ① > ② > ④ > ⑤ > ③　イ ① > ④ > ⑤ > ③ > ②　ウ ① > ⑤ > ④ > ③ > ②

エ ② > ③ > ⑤ > ④ > ①　オ ② > ① > ④ > ⑤ > ③　カ ③ > ⑤ > ④ > ① > ②

キ ③ > ① > ④ > ⑤ > ②　ク ④ > ⑤ > ③ > ② > ①　ケ ④ > ① > ⑤ > ② > ③

コ ⑤ > ② > ① > ④ > ③　サ ⑤ > ① > ④ > ③ > ②

問 15 次の記述のうち、誤っているものをすべて選べ。解答はア～サから選べ。

① ギ酸はアルデヒド基を持つ。

② 純度の高い酢酸を無水酢酸という。

③ 酢酸ナトリウム（CH_3COONa）と水酸化ナトリウムを混合し加熱するとメタンが得られる。

④ 第三級アルコールは酸化されにくい。

⑤ フマル酸は分子内縮合により酸無水物となる。

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と②

キ ①と③　ク ②と③　ケ ②と⑤　コ ③と④　サ ④と⑤

問 16 下記の A、B の両方の条件を満たすものを①～④からすべて選べ。解答はア～サから選べ。

A： この糖の水溶液は銀鏡反応を示さない。

B： この糖の加水分解生成物の水溶液は銀鏡反応を示す。

① デンプン

② スクロース

③ ラクトース

④ マルトース

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ①と②　カ ①と③

キ ①と④　ク ②と③　ケ ②と④　コ ③と④　サ ①と②と③

問 17 合成高分子化合物に関する次の記述のうち正しいものをすべて選べ。解答はア～サから選べ。

① 陰イオン交換樹脂の分子中には酸性の官能基が多く含まれる。

② 一定の融点を示さない。

③ ポリエチレンは付加縮合で合成される。

④ 非結晶部分は光を散乱する。

⑤ フタル酸とエチレングリコールを縮合重合すると PET ができる。

ア ①のみ　イ ②のみ　ウ ③のみ　エ ④のみ　オ ⑤のみ　カ ①と②

キ ①と④　ク ②と③　ケ ②と④　コ ③と④　サ ④と⑤

問題Ⅱ　次の記述を読み、以下の問 18〜問 24 に答えよ。解答はすべてマークシート式解答用紙の 18〜24 のマーク欄にマークせよ。

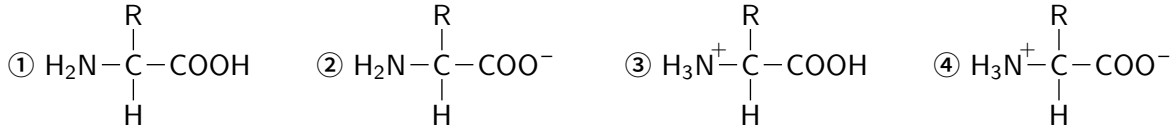
Ⅱ-A　分子内にアミノ基とカルボキシ基を有する化合物をアミノ酸という。このうち、アミノ基とカルボキシ基が同じ炭素原子（α 炭素原子）に結合しているアミノ酸を α-アミノ酸といい、一般に構造式 R−CH(NH_2)−COOH で表される（R は水素や種々の置換基)。アミノ酸の水溶液中では、陽イオン・双性イオン・陰イオンが平衡状態にあり、pH の変化によってその組成が変わる。これらの平衡混合物の電荷が全体として 0 になるときの pH を等電点という。

タンパク質は、α-アミノ酸の α 炭素原子に結合したアミノ基とカルボキシ基が、ペプチド結合（−CONH−）で結合した高分子化合物である。タンパク質中のペプチド結合に含まれる −C(=O)− の酸素原子の電気陰性度は、ペプチド結合の炭素原子の電気陰性度より（ 1 ）ので、酸素原子に（ 2 ）の電荷が偏り、炭素原子に（ 3 ）の電荷が偏っている。ペプチド結合の −NH− は、窒素原子に（ 4 ）の電荷が偏っており、水素原子には（ 5 ）の電荷が偏っている。そのため、あるペプチド結合の −C(=O)− の（ 6 ）原子と、別のペプチド結合の −NH− の（ 7 ）原子の間で（ 8 ）結合が形成される。また、二つのシステイン（R:−CH_2SH）の置換基の間では（ 9 ）結合を形成する場合があり、これらの結合によりタンパク質は立体的な構造を形成する。

問 18　下線部に関連して、A および B の条件における中性アミノ酸の電離状態として、存在割合が最も高いと考えられるものはそれぞれ①～④のどれか。解答として正しい組み合わせをア～シから選べ。

A：中性アミノ酸水溶液の液性が強い塩基性の場合

B：中性アミノ酸水溶液の液性がそのアミノ酸の等電点付近の場合



	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ
A	①	①	①	②	②	②	③	③	③	④	④	④
B	②	③	④	①	③	④	①	②	④	①	②	③

問 19　文中の (　1　)～(　5　) に入る語句、記号として正しいものの組み合わせを選べ。解答はア～クから選べ。

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク
(　1　)	大きい	大きい	大きい	大きい	小さい	小さい	小さい	小さい
(　2　)	＋	＋	－	－	＋	＋	－	－
(　3　)	－	－	＋	＋	－	－	＋	＋
(　4　)	＋	－	＋	－	＋	－	＋	－
(　5　)	－	＋	－	＋	－	＋	－	＋

問 20 文中の (6)〜(8) に入る語句として正しいものの組み合わせを選べ。解答はア〜クから選べ。

	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク
(6)	C	C	C	C	O	O	O	O
(7)	N	N	H	H	N	N	H	H
(8)	水素	共有	共有	水素	水素	共有	共有	水素

問 21 文中の (9) に入る語句として正しいものはどれか。解答はア〜キから選べ。

ア．チオール　　イ．イオン　　ウ．ファンデルワールス　　エ．グリコシド
オ．ジスルフィド　　カ．疎水　　キ．水素

II-B 油脂 A に十分量の NaOH 水溶液を加えて加熱した後、酸性にすると化合物 B と化合物 C を生じた。油脂 A には触媒存在下でも H_2 が付加されなかった。化合物 B に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体 D が発生した。化合物 C をナトリウムと反応させると気体 E が発生した。

問 22 下線部の反応で発生した気体 D は何か。ア〜キから選べ。

ア CO_2　　イ H_2　　ウ Cl_2　　エ O_2　　オ I_2　　カ HCl　　キ N_2

問 23 B の示性式として正しいものはどれか。ア〜クから選べ。

ア $C_nH_{2n+1}COONa$　イ $C_nH_{2n+1}COOH$　ウ $C_nH_{2n}COONa$　エ $C_nH_{2n}COOH$
オ $C_nH_{2n-1}COONa$　カ $C_nH_{2n-1}COOH$　キ $C_3H_5(ONa)_3$　ク $C_3H_5(OH)_3$

問 24 ある量の化合物 C をナトリウムと完全に反応させたところ、標準状態で 1.008 L の気体 E が発生した。この量の化合物 C を得るために必要な、元の油脂 A の物質量はいくつか。最も近い値をア〜クから選べ。

ア 8.00×10^{-3} mol　　イ 1.50×10^{-2} mol　　ウ 3.00×10^{-2} mol
エ 4.50×10^{-2} mol　　オ 9.00×10^{-2} mol　　カ 1.35×10^{-1} mol
キ 2.70×10^{-1} mol　　ク 5.40×10^{-1} mol

問題Ⅲ　次の文を読み、以下の問いに答えよ。解答は、記述用解答用紙の所定の位置に書け。

①容積 10 L の密閉容器内に、エタン C_2H_6 および酸素 O_2 を物質量比 1：4 で封入した。この時、容器内の混合気体の全圧は 1.0×10^5 Pa で、温度は 27 ℃であった。

次に、②容器内のエタンを完全燃焼させ、その後、再び 27 ℃まで冷却したところ、③冷却後の容器内には水滴が認められた。

以下の問いに答えよ。

問 1　下線部①で、密閉容器内に封入されているエタンと酸素の物質量の合計を有効数字 2 桁で求めよ。

問 2　下線部①における容器内のエタンと酸素のそれぞれの分圧を有効数字 2 桁で求めよ。

問 3　下線部②について、エタンの完全燃焼の化学反応式を書け。

問 4　下線部③で、容器内に生成していた水滴の質量は何 g か。有効数字 2 桁で求めよ。ただし、燃焼の前後で容器の容積は変化しないものとし、27 ℃の水の飽和蒸気圧を 4.0×10^3 Pa とする。また、生成した水の体積および水への気体の溶解は無視できるものとする。

問題Ⅳ　次の文を読み、以下の問いに答えよ。解答は、記述用解答用紙の所定の位置に書け。

化合物 A、B、C、D は炭素、水素、酸素のみからなり、分子量 100 以下の安定な有機化合物である。この化合物 A〜D について実験を行い、次の①〜⑦に示す結果を得た。

① A〜D のそれぞれ 33.0 mg を正確に量り、完全燃焼させたところ、いずれからも二酸化炭素 66.0 mg、水 27.0 mg を生じた。

② 化合物 A の気体の密度は、同温同圧における気体の二酸化炭素の密度と等しかった。

③ 硝酸銀をアンモニア水に溶かした溶液にこれらの化合物を加えて温めたところ、化合物 A は銀鏡反応を示した。一方、化合物 B、C、D はいずれも銀鏡反応を示さなかった。

④ 化合物 A の銀鏡反応後の溶液に十分な量の塩酸を加えたところ、化合物 E が生成した。

⑤ 化合物 B、C、D に希硫酸を加えて穏やかに加熱したところ、化合物 C からは化合物 F とメタノールが、化合物 D からは化合物 E とエタノールが生成した。一方、化合物 B は化学反応を起こさなかった。

⑥ 化合物 A、B、C、D、E、F に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ、化合物 B、E、F は二酸化炭素を発生して溶けた。一方、化合物 A、C、D は化学反応を起こさなかった。

⑦ 化合物 B の分子は枝分かれのある構造をしている。

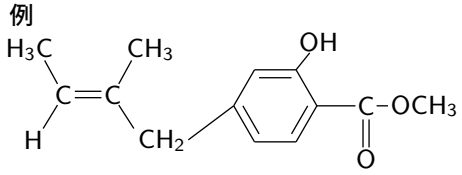
問 1　化合物 A の示性式を書け。

問 2　化合物 E、F の名称を書け。

問 3　化合物 B、E、F に共通して存在する官能基の名称を書け。

問 4　化合物 B、C、D の構造式を例にならって書け。

例



問 5　下線部について、化合物 A の銀鏡反応のイオン反応式を書け。