

平成 24 年 度 (前 期)

個別学力検査等試験問題

化 学 I ・ II (90 分)

看護栄養学部栄養健康学科

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の最終ページは、10 ページです。
試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
3. 解答用紙は、4 枚あります。
解答用紙には受験番号の記入欄があるので、監督者の指示に従って、解答用紙すべてに受験番号を正しく記入してください。
4. 解答は、問題ごとに、解答用紙の所定の欄に記入してください。
5. 問題冊子には、白紙が入っていますので、下書きに利用してください。
6. 問題冊子は持ち帰ってください。

平成 24 年度問題訂正表

一般入試（前期）
栄養健康学科（化学 ・ ）

頁	箇所	訂正前	訂正後
1	[注意]	記載無し	<u>標準状態における気体 1mol の体積：22.4L</u>

[注意] 計算に必要な場合は次の値を用いなさい。

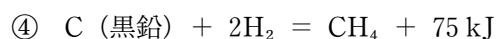
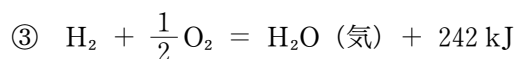
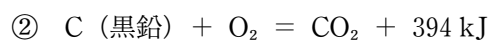
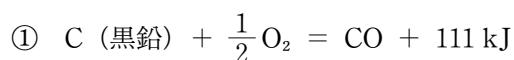
原子量：H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Cu = 63.6, Ag = 108

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{C/mol}$

気体定数： $R = 8.30 \times 10^3 \text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$, 絶対零度： $0 \text{K} = -273^\circ\text{C}$

第1問 次の問い(問1～問5)に答えなさい。

問1 次の①～④の熱化学方程式を用いて、一酸化炭素およびメタンをそれぞれ1 mol 燃焼させたときに発生する熱量 (kJ) を求めなさい。ただし、燃焼により水が生じる場合、すべて水蒸気であるものとする。解答欄には数値のみ記しなさい。

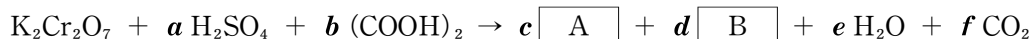


問2 下表のような組成 (体積%) をもつ4種類の混合気体 (A, B, C, D) がある。これらの混合気体 1 L をそれぞれ燃焼させたとき、発生する熱量の大小関係はどうか、問1 で求めた数値を利用して答えなさい。ただし、燃焼により生成した水はすべて水蒸気の状態とする。解答欄には発生する熱量が大きい混合気体から順に A～D の記号を記しなさい。

	H ₂	CO	CO ₂	O ₂	CH ₄
A	30	30	10	0	30
B	20	40	0	10	30
C	10	10	10	30	40
D	0	0	30	10	60

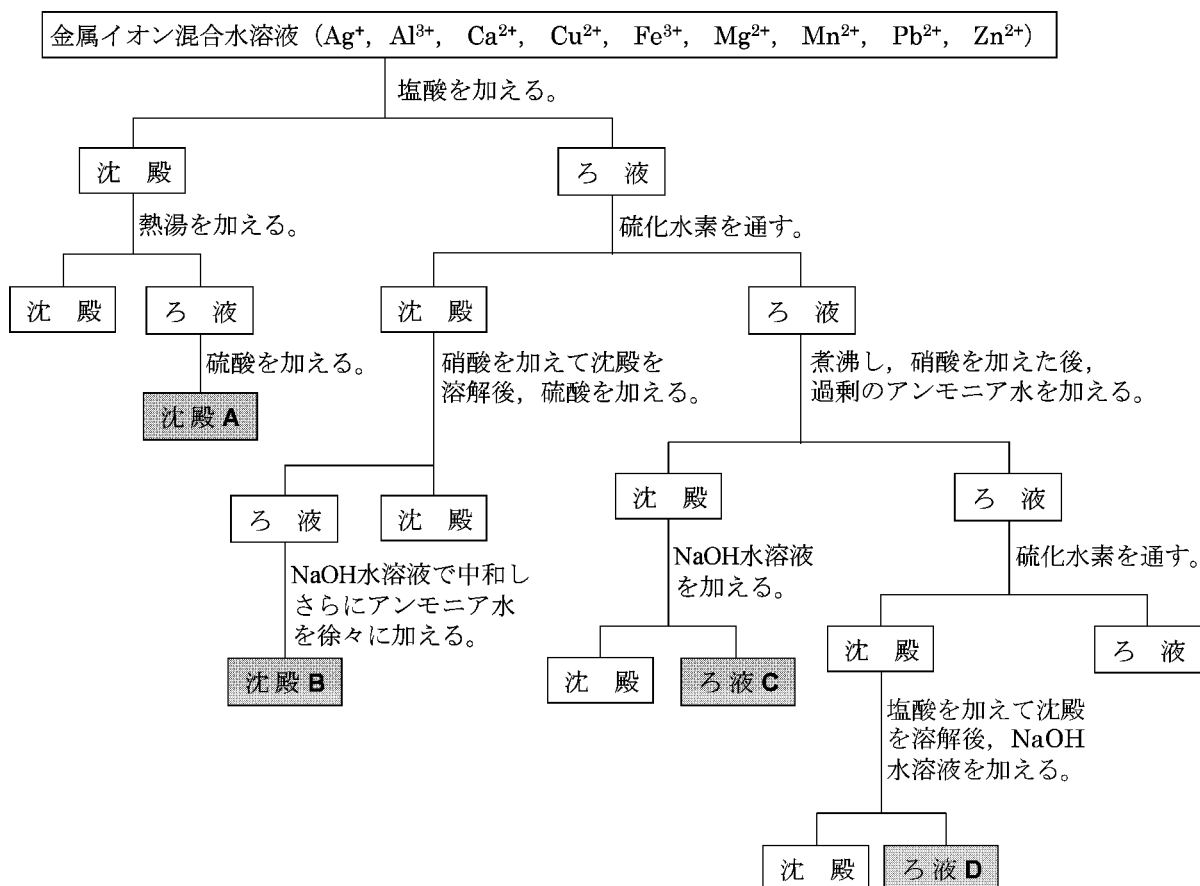
問 3 次の設問文の(ア)~(オ)に入る適切な語句または数値を答えなさい。また、化学反応式の $a \sim f$ に入る適切な数値、 \boxed{A} および \boxed{B} に入る適切な化学式を答えなさい。

硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液は、シュウ酸と反応して (ア) 色から緑色に変化する。このときの化学反応式は次のように表される。



この反応において、クロムの酸化数は (イ) から (ウ) へ変化し、炭素の酸化数は (エ) から (オ) へ変化する。

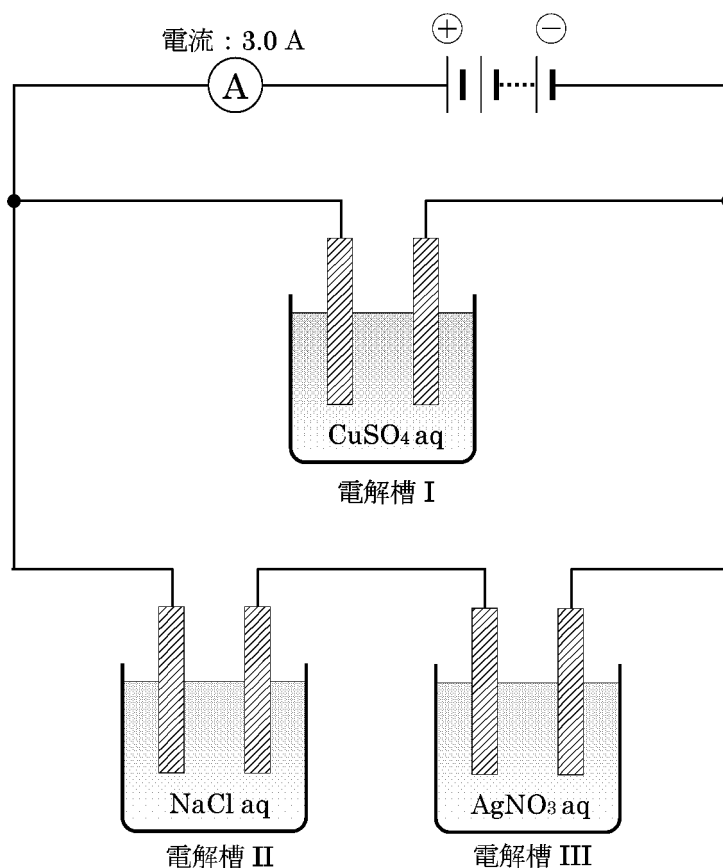
問 4 下図は9種類の金属イオン (Ag^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}) を含む混合水溶液から、それぞれの金属イオンを分離する操作を示している。沈殿Aおよび沈殿Bとして最も適切な化学式、ろ液Cおよびろ液Dに含まれる主な金属イオンまたは金属元素を含むイオン式を答えなさい。



問 5 次の設問文に関する(1)~(4)の問いに答えなさい。

白金を電極とする電解槽 I，電解槽 II，電解槽 III に，それぞれ電解液として適当な濃度の硫酸銅水溶液，塩化ナトリウム水溶液，硝酸銀水溶液が入っている。下図のように，直流電源および電流計を電解槽 I ~ III の白金電極に接続し，3.0 A の電流を 3 分 13 秒間通電した。すると，電解槽 II の両電極からは気体が発生し，その総体積を標準状態（0℃， $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ）で測定したところ，44.8 mL であった。

- (1) 電解槽 II の陽極で起こった変化をイオン反応式で答えなさい。
- (2) 電解槽 III の電極には何 g の銀が析出したか答えなさい。答えは小数点以下第 3 位まで求め，解答欄には数値のみ記しなさい。
- (3) 電解槽 I には何 A の電流が流れたか答えなさい。答えは整数で求め，解答欄には計算過程も記しなさい。
- (4) 電解槽 I の電極には何 g の銅が析出したか答えなさい。答えは小数点以下第 4 位まで求め，解答欄には数値のみ記しなさい。



第2問 次の[1]および[2]の文章を読み、問い(問1～問10)に答えなさい。

[1] 理想気体とは、分子自身の(ア)がなく、さらに(イ)が働かないと仮定した仮想的な気体で、(ウ)の法則に従う。ゆえに1 molの理想気体では、圧力を P 、体積を V 、絶対温度を T 、気体定数を R とすると、(エ) $=1.0$ で表すことができる。一方、実在気体は、一定温度のもとで圧力を変えていくと(エ)値は図1のような変動を示す。中でも、二酸化炭素やメタンなど多くの実在気体の(エ)値は、圧力が増大するにしたがい1.0よりも小さくなり、さらに圧力が増大すると(エ)値は急激に増加していく。

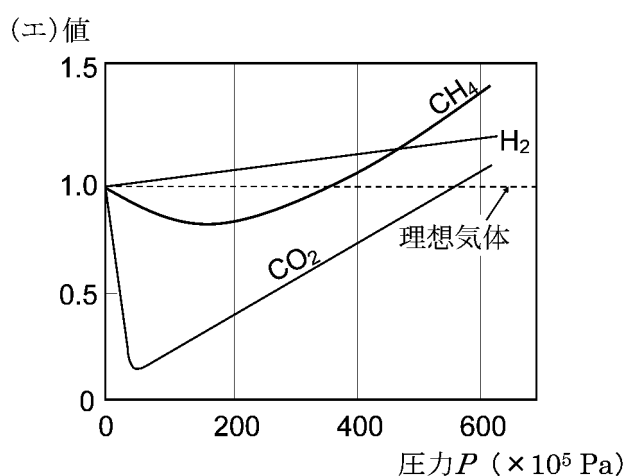


図1

問1 (ア)～(エ)に入る適切な式または語句を、下記の語群から選びなさい。

語群：熱運動性、質量、体積、分子間力、電子親和力、ファラデー、ボイル・シャルル、
 PV/RT , RT/PV , RV/PT

問2 次の①～④の各条件のうち、理想気体の条件として適切なものはaまたはbのどちらか、記号aまたはbで答えなさい。

- ① 分子量：a 大きい, b 小さい
- ② 分子の極性の有無：a 極性あり, b 極性なし
- ③ 温度：a 高い, b 低い
- ④ 圧力：a 高い, b 低い

問3 図1の実在気体の中で、一定温度下で最も凝縮しにくい気体はどれか、化学式で答えなさい。また、その理由についても簡潔に答えなさい。

問4 下線部(i)および(ii)の理由について、それぞれ簡潔に答えなさい。

[2] 図2のような実験装置を組み立て、希硝酸を用いて単体の金属片Mを完全に溶解したところ、その溶液は青白色を呈した。また金属片Mの溶解により発生した気体Xを水上置換法によりメスシリンダーに捕集したところ、830 mLの無色の気体Xが得られた。さらに、捕集した気体Xは
空気に触れると赤褐色の気体Yに変化した。また気体Yは、金属片Mを濃硝酸で溶解すること
も直接得ることができ、ある温度のもとで無色の気体Zと平衡状態が成り立つ。

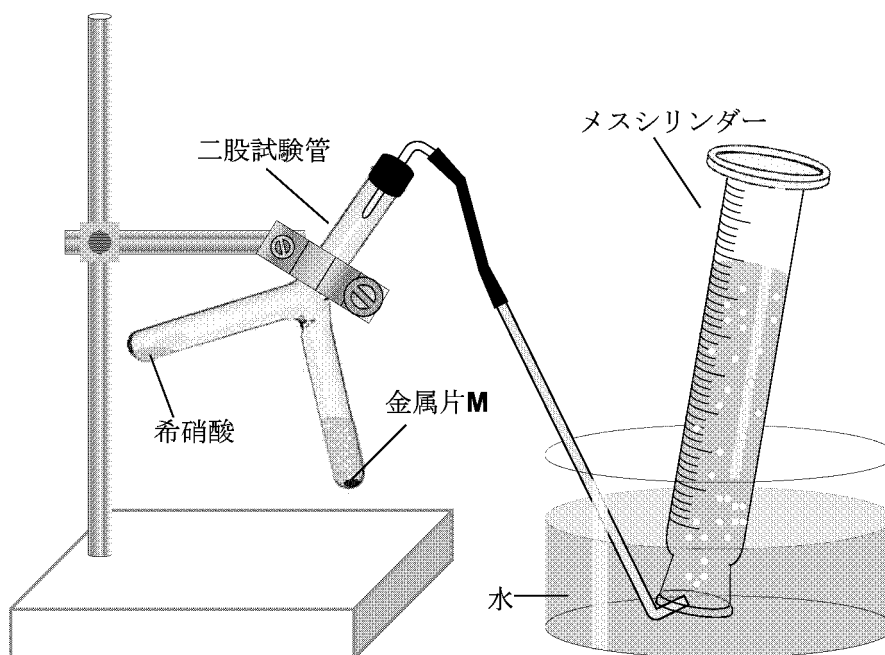


図2

問5 単体の金属片Mは何か答えなさい。

問6 希硝酸と金属片Mの反応時の化学反応式を答えなさい。

問7 下線部(a)の捕集した気体Xの質量は何gになるか求めなさい。ただし、気体Xの捕集時の大気圧を $1.036 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、室温を 27°C とし、その室温での水蒸気圧を $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。答えは整数で求め、解答欄には計算過程も記しなさい。

問8 下線部(b)および(c)の反応について化学反応式でそれぞれ答えなさい。

問9 同じ質量の金属片Mを希硝酸または濃硝酸で反応させた場合、気体Yの質量は気体Xの質量の何倍になるか。答えは小数点以下第1位まで求め、解答欄には計算過程も記しなさい。

問10 下線部(d)について気体Zの化学式を示し、さらに気体Yとの間の化学反応式を答えなさい。

第3問 次の[1]および[2]の文章を読み、問い(問1～問9)に答えなさい。

[1] 化合物A, B, C, D, Eがある。A, B, Cはいずれも常温で気体であり、Aはアルケン、Bはアルカン、Cは不飽和炭化水素である。DとEはいずれもアルコールである。ただし、気体の体積はすべて同温・同圧下で測定したものとし、いずれも理想気体とみなす。

問1 一定体積で化合物AとBの混合気体を完全に燃焼させると、生成した二酸化炭素の体積はAとBの混合比率に関係なく常に一定であり、AとBからそれぞれ生成した水蒸気の体積はA : B = 5 : 4のときに等しかった。Bの分子式を求めなさい。

問2 化合物BとCをある比率で混合した気体9 mLを完全に燃焼させると、31 mLの二酸化炭素が生成した。また、同じBとCの混合気体9 mLに、触媒の存在下で水素を反応させると、10 mLの水素が必要であった。Cの分子式を求めなさい。また、求めた過程も記しなさい。

問3 化合物Dを濃硫酸とともに加熱するとAが生成した。また化合物Eを濃硫酸と加熱しても、その生成物の中にAが含まれていた。Dは分子内に不斉炭素原子をもたないが、Eは分子内に不斉炭素原子を1個もつ。化合物DとEに共通する分子式を答えなさい。

問4 化合物Eの構造式を答えなさい。ただし、不斉炭素原子に*を記しなさい。

問5 化合物Dの構造式を答えなさい。

問6 化合物Aの構造式を答えなさい。

[2] ベンゼンの水素原子1個を、次の(A)～(F)で置換した化合物の水溶液を調製した。

(A) $-\text{OH}$ (B) $-\text{Cl}$ (C) $-\text{CH}=\text{CH}_2$

(D) $-\text{CH}_3$ (E) $-\text{NO}_2$ (F) $-\text{NH}_2$

また、ベンゼンにニッケルを触媒として高圧下で水素を作用させると (a) 反応が起こり、(b) が生成した。

問7 (A)～(F)で置換した各化合物の水溶液のうち、(A)と(B)、(C)と(D)、(E)と(F)の組み合わせで、両者を呈色反応により区別する方法をそれぞれ述べなさい。

問 8 (a) に入る適切な反応名, および (b) に入る適切な化合物名を答えなさい。

問 9 ベンゼンおよび化合物 (b) について, 以下の(ア)~(オ)のうち,

① ベンゼンおよび (b) の両方に当てはまるもの

② ベンゼンのみに当てはまるもの

③ (b) のみに当てはまるもの

をすべて挙げなさい。ただし, (ア)~(オ)のすべてが①~③のいずれかに当てはまるとは限らない。

また, ①~③に当てはまるものがない場合は「該当なし」と記しなさい。

(ア) 分子内の炭素原子はすべて同一平面上にある。

(イ) 分子内の炭素原子間の結合の長さおよび結合角はすべて等しい。

(ウ) 塩素と反応する (室温, 暗所, 触媒なし)。

(エ) 塩素と反応する (光の照射下, 触媒あり)。

(オ) 濃硫酸を加えて加熱すると, スルホン化が起こる。

第4問 次の[1]および[2]の文章を読み、問い(問1～問10)に答えなさい。

[1] タンパク質はアミノ酸がペプチド結合で結びついた構造をしている。アミノ酸は同一炭素原子に酸性を示す(*a*)基と塩基性を示す(*b*)基が結合した分子である。タンパク質の構造のうち、ペプチド結合を構成する(*c*)と(*d*)の間の水素結合などにより保たれ、比較的狭い範囲で規則的に繰り返される立体構造を二次構造といい、主なものとして、(*e*)構造や(*f*)構造がある。水溶液中のタンパク質に熱や酸、塩基などを作用させると、立体構造が変化し、凝固や沈殿などが起こる。この現象をタンパク質の(*g*)という。

鶏卵は、タンパク質が豊富に含まれている食品であり、我々人間の食生活にとってタンパク質の重要な供給源となっている。鶏卵から卵白と卵黄を分離し、下記の実験①～⑤を行った。

実験① 卵白と水と少量の塩化ナトリウムをビーカーの中でかき混ぜて、これを溶液Aとした。この溶液Aを試験管に取り、水酸化ナトリウムと沸騰石を加えて加熱すると、気体Xが発生した。この溶液を室温まで冷却し、酢酸水溶液で中和した。さらに酢酸鉛(II)水溶液を加えると、黒色沈殿が生じた。
(a)

実験② 発生した気体Xを試験管に回収したところ、無色で強い刺激臭がした。また、気体Xの水溶液に赤色リトマス紙を入れたところ、赤色リトマス紙が青色を呈した。

実験③ 溶液Aを新しい試験管に取り、水酸化ナトリウム水溶液を加えて振った。その後、硫酸銅(II)水溶液を数滴加えて振ると、赤紫色になった。

実験④ 溶液Aを新しい試験管に取り、濃硝酸を加えて加熱し、室温まで冷却した。その後、その水溶液に気体Xを通じると、橙黄色になった。

実験⑤ 卵黄 1.0 g 中のタンパク質含量を求めるために、タンパク質中の窒素をすべて気体Xに変換した。この発生した気体Xを 2.5×10^{-2} mol/L の希硫酸 100 mL に完全に吸収させた。この水溶液に残った硫酸を、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和すると、30 mL を消費した。

問 1 (a) ~ (g) に入る適切な語句または記号を、下記の語群から選びなさい。

語群：透析，塩析，乳化，変性，水和，チンダル現象，核酸，アミノ，ニトロ，カルボキシル，
カルボニル，フェニル， α -リノレン， α -ヘリックス， β -シート，体心立方，六方最密，
 $-\overset{\text{O}}{\underset{|}{\text{C}}}\text{O}$ ， $-\text{CH}_3$ ， $-\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{N}}}$ ， $-\text{NO}$

問 2 下線部(a)について，

(1) 卵白に含まれていたことがわかる元素を次の(ア)~(カ)の中から一つ選び，記号(ア)~(カ)で答えなさい。

(ア) 炭素 (イ) カルシウム (ウ) 窒素 (エ) 酸素 (オ) 硫黄 (カ) 塩素

(2) 黒色沈殿を化学式で答えなさい。

問 3 気体 X の名称を答えなさい。

問 4 実験③と④の呈色反応に関して，次の(ア)~(カ)の中から最も適切な記述を一つずつ選び，記号(ア)~(カ)で答えなさい。

(ア) キサントプロテイン反応とよばれ，2つ以上のペプチド結合をもつペプチドでみられる。

(イ) ニンヒドリン反応とよばれ，2つ以上のペプチド結合をもつペプチドでみられる。

(ウ) ビウレット反応とよばれ，2つ以上のペプチド結合をもつペプチドでみられる。

(エ) キサントプロテイン反応とよばれ，ベンゼン環がニトロ化されるために起こる。

(オ) ニンヒドリン反応とよばれ，ベンゼン環がニトロ化されるために起こる。

(カ) ビウレット反応とよばれ，ベンゼン環がニトロ化されるために起こる。

問 5 実験⑤より，気体 X の物質量 (mol) を求めなさい。答えは有効数字 2 桁で示し，解答欄には計算過程も記しなさい。

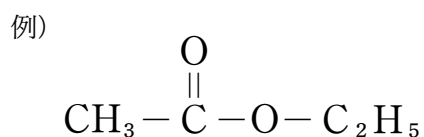
問 6 実験⑤において，卵黄のタンパク質に含まれる窒素元素の組成(質量パーセント濃度)を 17% としたときの卵黄 1.0 g 中のタンパク質含量 (g) を求めなさい。答えは小数点以下第 2 位まで求め，解答欄には計算過程も記しなさい。

[2] 卵殻から得られる卵殻カルシウムの主成分は炭酸カルシウムである。この炭酸カルシウムを強熱すると、生石灰ともいわれている物質**B**と気体**Y**が生じた。この物質**B**にコークス(炭素)を混ぜて強熱すると、物質**C**が得られた。さらに、この物質**C**に水を加えると、物質**D**と気体**Z**が発生した。この気体**Z**を大量に発生させ、触媒を用いて酢酸と反応させたところ、物質**E**が生成した。この物質**E**の分子をn個付加重合させると、物質**F**が合成された。さらに、物質**F**に水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させたところ、物質**G**が生成した。

問 7 下線部(b)の化学反応式を答えなさい。

問 8 下線部(c)の化学反応式を答えなさい。

問 9 物質**E**の構造式を例にならって示しなさい。



問 10 下線部(d)の化学反応式を答えなさい。ただし、付加重合した化合物の構造式は例にならって示しなさい。

