

[1] 以下の文章を読み、設問に答えなさい。なお、「 」でくくられた部分は単一の語句を表している。

分子量が1万を超えるような巨大な分子からなる化合物を一般に「(ア) 化合物」と呼ぶ。多くの「(ア) 化合物」は、小さな構成単位が繰り返し結合した構造をしている。構成単位となる分子量が小さい分子を「 (あ) 」といい、これらが結合して出来る「(ア) 化合物」を「 (い) 」という。「(ア) 化合物」には「 (イ) 」や「天然 (ウ)」などの天然に存在している化合物と、人工的に合成された化合物が存在する。後者の中には、熱や圧力を加えることによって目的の形に成形することが出来る「合成 (エ)」や、独特の弾性を持つ「合成 (ウ)」、衣料等に使用される「合成 (オ)」などが挙げられる。特に、「合成 (エ)」は熱に対する性質から「熱 (カ) (エ)」と「熱 (キ) (エ)」に分類される。「熱 (カ) (エ)」には明確な融点がなく、熱すると徐々に軟化して液体になるものが多い。

「 (う) 」は独特の光沢や延性、「 (ク) 」があり、身の周りの様々の場面で使用されている。その中でも、「 (i) 」は機械的強度が大きく、建造物の構造材や器具などに広く使われている。また、「 (ケ) 」として産出されることが多い「 (ii) 」は、電気伝導性が大きく、「 (コ) 」として使われることも多い。湿った空気中に露出した「 (う) 」の多くは「 (サ) 」などを生じて、「 (シ) 」する。この現象を防止するための有効な方法として「 (コ) 」にすることが挙げられる。例えば、「 (i) 」に「 (iii) 」および「 (iv) 」などを添加して得られる「 (ス) 」は「 (シ) 」しにくいため台所用品などに用いられている。一方、「 (セ) 」を施すことによっても「 (シ) 」の防止が実現される。例えば、「 (i) 」の表面に「 (v) 」を「 (セ) 」したものは「 (ソ) 」と呼ばれ、屋根などに使用されている。また、「 (う) 」は「 (タ) 」としても頻繁に利用される。例えば、室温では反応しない水素と酸素の混合気体は、「 (ii) 」や「 (iii) 」などが存在すると速やかに反応する。また、「 (チ) 」の工業的製法である「 (ツ) 法」でも、「 (i) 」を主成分とした「 (タ) 」が使用される。

物質 (a) ~ (f) は (あ) に分類される化合物、物質 (A) ~ (I) は (い) に分類される化合物、物質 (i) ~ (v) は (う) に分類される単体であり、それぞれ、以下に示す特徴・性質を有している。

- ・ (A), (B), (C), (D) は「 (ウ) 」に, (G), (H), (I) は「合成 (エ)」に分類され, (E), (F) は主に「合成 (オ)」として使用される。
- ・ (G), (H), (I) に対して燃焼試験を行ったところ, (I) は多量のすすを出しながら燃えた。また, (H) がよく燃えたのに対し, (G) は燃えにくく炎から離すと燃焼が止まった。
- ・ (G), (H), (I) を水に入れたところ, (H) のみが水に浮かび, (G), (I) は水に沈んだ。
- ・ (A) の主成分は (d) の分子同士が次々に結合した構造を持っている。また, (A) に硫黄を 30 ~ 40 % 加えて長時間加熱するとエボナイトという黒色の堅い物質を得る。
- ・ (E) は難燃性の素材としてカーテンなどに使用される。
- ・ (F) は柔軟で, 軽く, 肌触りが羊毛に近い。また, 高温で処理することにより強度や弾性に優れた材料であるカーボンファイバーを得る。
- ・ (G) をガスバーナーで熱した (ii) につけて少量融かしとり, 再び炎の中にいれたところ青緑色の炎色反応が見られた。
- ・ (H) は (f) 同士の反応によって得られ, 製法の違いにより密度が異なるものが作られる。低密度のものは透明で柔らかく, ポリ袋などに使用される。
- ・ (I) は加工しやすく, 発泡剤を混合して作られる物質は断熱材や緩衝材として使用されている。
- ・ 以下の表は, 物質 (B), (C), (D), (E), (F), (G), (I) が, 物質 (a), (b), (c), (e) からどのように合成されるかを示している。

	(a)	(b)	(c)	(e)
(a)	(G)			
(b)	(E)	(F)		
(c)		(D)	(B)	
(e)			(C)	(I)

注) 表の読み方: (a) 同士の反応で (G) が生成, (a) と (b) が反応し (E) が生成

設問 1 (あ), (い), (う) に当てはまる言葉を答えなさい。また, (i) ~ (v) に対応する元素を元素記号で答えなさい。

設問 2 空欄 (ア) ~ (ツ) に当てはまる言葉および化合物 (a) ~ (f) に対応する物質を以下の選択肢から選び番号で答えなさい。但し, 同じ番号は 2 回以上使用しないこと。

(選択肢)

- | | | | |
|---------------|------------|-----------|--------------|
| 1. テレフタル酸 | 2. 精錬 | 3. 硬化性 | 4. ブタジエン |
| 5. 高分子 | 6. タンパク質 | 7. ソルベーター | 8. ステンレス鋼 |
| 9. 樹脂 | 10. 酸化物 | 11. 繊維 | 12. 燃料 |
| 13. 染料 | 14. 硫化物 | 15. 可塑性 | 16. 配向性 |
| 17. プリキ | 18. 溶解性 | 19. メラミン | 20. めっき |
| 21. 腐食 | 22. 塩化ビニル | 23. イソプレン | 24. アンモニア |
| 25. 合金 | 26. 触媒 | 27. 変性 | 28. アクリロニトリル |
| 29. エチレングリコール | 30. ジュラルミン | 31. スチレン | 32. ハーバー |
| 33. 展性 | 34. はんだ | 35. アジピン酸 | 36. ヨウ化物 |
| 37. 潮解性 | 38. ゴム | 39. エチレン | 40. トタン |

設問 3 物質 (A) および (G) の構造式を書きなさい。

設問 4 下線部 ① のような性質を示す理由を 60 字以内で説明しなさい。

設問 5 下線部 ② の「(ソ)」は, 表面に傷がついた場合でも「(シ)」の進行を遅らせる効果がある。そのような性質を示す理由を 60 字以内で述べなさい。

設問 6 下線部 ③ の「(チ)」の生成反応は発熱反応であることが知られている。平衡状態における「(チ)」の割合を R, 平衡状態に至るまでの時間を T としたときにこの反応について正しい記述を以下の選択肢から全て選びなさい。

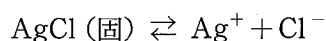
- (1) 温度, 圧力一定の条件下では, 「(タ)」の有無に関係なく R は一定である。
- (2) 温度, 圧力一定の条件下では, 「(タ)」の有無に関係なく T は一定である。
- (3) 圧力一定の条件下では温度を上げるほど R が増加する。
- (4) 圧力一定の条件下では温度を上げるほど T が短くなる。
- (5) 温度一定の条件下では圧力を上げるほど R が増加する。
- (6) 温度一定の条件下では圧力を上げるほど T が短くなる。

設問 7 物質 (C) の平均分子量を測定したところ 43230 であった。また, 平均すると 1 分子あたり, 炭素間の 2 重結合が主鎖中に 165 個存在することがわかった。このとき, 物質 (C) の構成単位である (c) と (e) の比はいくらになるか。一番近い整数比で答えなさい。

[2] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

溶媒に固体を入れると、その固体が溶け出して溶液中の濃度が高まるが、(A) 平衡と呼ばれる化学平衡状態に達すると、見かけ上はそれ以上の固体の溶け出しが停止して濃度は上昇しなくなり、この (A) 平衡の状態の溶液を (B) 溶液と呼ぶ。溶媒 100 g に溶かすことのできる溶質の質量 (g) を (C) と呼び、この値は温度と共に変化し、この (C) と温度との関係を示す曲線を (D) という。

水に対して溶けきらない量の塩化銀を加えて作製した (B) 水溶液においては、



という (A) 平衡が成り立っている。この時、モル濃度 $[\text{Ag}^+]$ と $[\text{Cl}^-]$ の (E) である (F) は、温度が一定であるならば一定の値となる。したがって、塩化銀は水と塩酸に対しては異なった溶解性を示す。塩化銀を水に加えて (B) 溶液を作製した場合、その 25℃ における (F) は 1.8×10^{-10} (u) であり、 $[\text{Ag}^+]$ の値は $1.33 \times$ (v) $[\text{mol/L}]$ となるが、pH が 3 の塩酸に加えると、(B) 溶液における $[\text{Ag}^+]$ の値は (w) $[\text{mol/L}]$ となる。このように、ある電解質に別の電解質を加えて (C) などが (G) する現象を (H) という。

硫化亜鉛は水に難溶性の塩であり、① という反応式で表される (A) 平衡が成り立っている。硫化亜鉛が溶解している水溶液中に存在する (ア) は、(イ) と反応して弱酸である (ウ) を生成し、(ア)、(イ)、(ウ) の間には、② という反応式で表される (I) 平衡と呼ばれる化学平衡が成り立っている。ここで、(ア)、(イ)、(ウ) のモル濃度の関数として (x) という式で表される (J) は、温度が一定であるならば一定の値 (例えば 25℃ においては 8.0×10^{-20} (y)) となるため、水溶液の pH を低下させると (ア) の濃度は (K) する。そして、(z) という式で表される硫化亜鉛の (F) の値も一定であるため、(エ) の濃度は上昇する。したがって、水溶液の pH を低下させることにより、硫化亜鉛は水に溶解し (L) なる。

設問 1 (A) から (L) に当てはまる語句を書きなさい。

設問 2 ① および ② に当てはまる反応式を書きなさい。

設問 3 (ア) から (エ) に当てはまる分子式あるいはイオン式を書きなさい。

設問 4 (u) から (z) に当てはまる単位、数字、式のいずれかを書きなさい。

[3] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

- ・アミノ酸には、2つの官能基の位置関係によりいろいろな異性体が存在する。例えば、同じ炭素にこれらの官能基が付いている場合を α -アミノ酸、隣接する炭素にそれぞれが付く場合を β -アミノ酸、というように多くの異性体が存在する。 $C_4H_9NO_2$ の分子式を持つ α -アミノ酸の場合、光学活性を示す化合物[A]と示さない化合物[B]がある。また、 $C_4H_9NO_2$ の分子式を持つ β -アミノ酸の場合、[あ]種類の異性体が存在する。
- ・セッケンは、親水性の官能基として[い]を有する。一方、合成洗剤では親水基として[う]のような官能基が使われている。
- ・ニトロベンゼンは、ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合液である混酸を反応させることにより合成することができる。さらに、ニトロ化を続けると $C_6H_3N_3O_6$ の分子式を持つ化合物[C]が得られる。
- ・ ニトロベンゼンとスズを濃塩酸中で加熱すると油状のニトロベンゼンが見えなくなる。この
① とき、反応により[D]が生成している。また、生成物[D]を油状物質として析出させるに
は、[え]を加える。①の反応が完結していないときは、 生成物と原料のニトロベンゼンを
② 分離する必要がある。
- ・トルエンを過マンガン酸カリウムの水溶液に加えて加熱した後、反応液をろ過する。ろ液に希硫酸を加えて析出する結晶を濃硫酸の存在下にメタノールと反応させると[E]が生成する。
- ・フェノール1 molに3 molの臭素を反応させて合成される化合物は[F]であるが、スチレン1 molに臭素1 molを反応させると主に[G]が生成する。
- ・ $C_{10}H_8$ の分子式を持つ芳香族化合物の水素原子1つをOH基で置換すると[H]が生成する。
- ・ $C_4H_{10}O$ の分子式を持つ化合物に、濃硫酸を存在させて氷酢酸と加温しつつ反応させると、分子式($C_6H_{12}O_2$)で不斉炭素を持つ化合物[I]が生成する。また、濃硫酸および氷酢酸とは反応しない $C_4H_{10}O$ の分子式を持つ化合物は、全部で[お]種類の異性体が存在する。
- ・デンプンとセルロースは、ともに多数のグルコースが連結した構造を有するが、両者の大きな違いは前者が[か]結合、後者が[き]結合を持つことにある。ヒトの体内には前者を分解する[く]があるため、デンプンを栄養素として用いることができる。グルコースはショ糖などと異なり、水酸化ナトリウムとメチレンブルーの溶液に入れると青色が[け]に変化する。

設問 1 [A]～[I]については構造式，[あ]～[け]については適切な語句あるいは数字を答えなさい。ただし，[A]～[I]については複数の構造式を持つ可能性がある。

注：解答欄に記入する構造式の中で不斉炭素があれば，「*」の印をつけなさい。

設問 2 下線部②を行うためにどのような実験操作を行えば良いか。20 字程度で答えなさい。