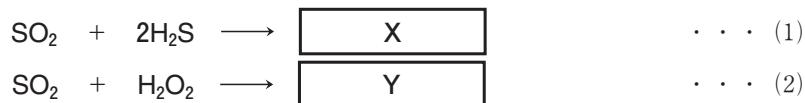


化 学

I 次の文章を読み、〔1〕～〔7〕の問い合わせに答えよ。ただし、必要に応じて、以下の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, O = 16, K = 39, Mn = 55, S = 32

私たちの生活の中では酸化剤や還元剤が多く利用され、酸化還元反応はさまざまなものところで起きている。そのなかで、反応する相手によって、酸化剤または還元剤としてはたらくものもあり、次の化学反応式(1)および(2)は、その一例である。



上記の化学反応式の二酸化硫黄 (SO_2) は式(1)では あ 剤としてはたらく、式(2)では い 剤としてはたらく。すなわち、 SO_2 は反応する相手の物質によりどちらにもなり得る。これと同じく、過酸化水素 (H_2O_2) も反応する相手の物質によりどちらにもなり得る。 H_2O_2 は、通常では式(2)のように う 剤としてはたらくが、硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム (KMnO_4) 水溶液との反応では、次のイオン反応式(3)および(4)のようになり、この場合の H_2O_2 は、え 剤としてはたらく。



このような酸化還元反応を利用して、化合物の濃度を測定することもできる。以下の【実験】は、市販のオキシドール (H_2O_2 の水溶液) 中に含まれる H_2O_2 の質量パーセント濃度 (%) を求める操作である。このように、酸化還元反応は、医薬品や生活用品などの分析にも広く利用されている。

【実験】

市販のオキシドールを**実験器具A**で正確に10mLはかり取り、100mLの**実験器具B**に入れ、純水を標線まで満たした。この水溶液10mLを別の**実験器具A**で正確にはかり取って**実験器具C**に入れ、これに純水と希硫酸を加えて硫酸酸性にしたのち、**実験器具D**を用いて 2.0×10^{-2} mol/LのKMnO₄水溶液で滴定すると、19.00mLを滴下したところで、溶液の色が お 色からうすい か 色に変化した。

〔1〕 文章中の あ ~ え にあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

選択肢	<input type="text"/> あ	<input type="text"/> い	<input type="text"/> う	<input type="text"/> え
①	還元	酸化	還元	酸化
②	還元	酸化	酸化	還元
③	酸化	還元	還元	酸化
④	酸化	還元	酸化	還元

〔2〕 文章中の下線部(a)について、次の反応式の中で酸化還元反応でないものをすべて選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$
- ② $2\text{FeCl}_3 + \text{SnCl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_4$
- ③ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 3\text{SO}_2 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
- ④ $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- ⑤ $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- ⑥ $2\text{Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CuO}$

〔3〕 文章中の化学反応式(1)および(2)の右辺 X および Y を解答用紙の 内に記入せよ。

[4] 文章中の下線部(b)について、 SO_2 は実験室では、亜硫酸ナトリウム
 (Na_2SO_3) と希硫酸 (H_2SO_4) の反応、もしくは銅 (Cu) に加熱した濃硫酸
 (H_2SO_4) を作用させる反応により得られ、発生した SO_2 を 置換
 で捕集する。 SO_2 は 臭をもつ 色の有毒な気体で、水に比較的よく溶け、その水溶液は 性を示す。この反応に関する (i) ~ (iii) の問い合わせに答えよ。

(i) 下線部 (x) および (y) の反応について、それぞれの化学反応式を解答用紙の 内に記入せよ。なお、解答用紙の上段には左辺を、下段の → 以降に右辺を記入するものとする。

(ii) 上記の にあてはまる語句を漢字2文字で解答用紙の 内に記入せよ。

(iii) 上記の イ ~ エにあてはまる語句の組み合わせとして、最も適当なものを下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

選択肢	<input type="text"/> イ	<input type="text"/> ウ	<input type="text"/> エ
①	腐卵	赤褐	弱酸
②	腐卵	赤褐	弱塩基
③	腐卵	無	弱酸
④	腐卵	無	弱塩基
⑤	刺激	赤褐	弱酸
⑥	刺激	赤褐	弱塩基
⑦	刺激	無	弱酸
⑧	刺激	無	弱塩基

[5] 文章中の下線部(c)について、以下の文章を読み、オ～キにあてはまる語句の組み合わせとして、最も適當なものを下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

KMnO₄水溶液中の MnO₄⁻は、酸性条件では式(3)のように、Mn²⁺まで還元されるが、中性から塩基性の条件ではオまでしか還元されない。そのため、この反応で H₂SO₄は溶液の pH を調整するためにも用いている。

この反応で H₂SO₄の代わりに塩酸 (HCl) を用いると、溶液中で Cl⁻がカとしてはたらき、滴下量に誤差が生じてしまう。また、同じように、この反応で H₂SO₄の代わりに硝酸 (HNO₃) を用いると、それ自身がキとしてはたらき、同じく滴下量に誤差が生じてしまう。これらの理由から、イオン反応式(3)の反応では酸性条件にするため H₂SO₄を用いている。

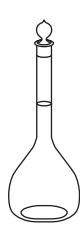
選択肢	オ	カ	キ
①	MnO	酸化剤	還元剤
②	MnO	酸化剤	酸化剤
③	MnO	還元剤	還元剤
④	MnO	還元剤	酸化剤
⑤	MnO ₂	酸化剤	還元剤
⑥	MnO ₂	酸化剤	酸化剤
⑦	MnO ₂	還元剤	還元剤
⑧	MnO ₂	還元剤	酸化剤

〔6〕 文章中の **お** および **か** の色の組み合わせとして、最も適當なもの
を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

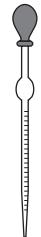
選択肢	お	か
①	無	赤紫
②	無	青
③	赤紫	黄
④	赤紫	青
⑤	黄	赤紫
⑥	黄	青
⑦	青	赤紫
⑧	青	黄

〔7〕 文章中の【実験】に関して、(i)～(iii)の問い合わせに答えよ。

(i) 実験器具A～Dとして、最も適当なものをそれぞれ下図の選択肢から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。



①



②



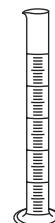
③



④



⑤



⑥

(ii) 実験器具 A～D を用いる場合の前処理として、それぞれの器具を純水で洗浄した後の使用方法に関する記述として、正しいものを下の選択肢の中からすべて選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① A は純水でぬれたまま使用してよい。
- ② A は使用する溶液で内部を 2, 3 回すすいでから使用する。
- ③ B は純水でぬれたまま使用してよい。
- ④ B は加熱乾燥してから使用する。
- ⑤ C は使用する溶液で内部を 2, 3 回すすいでから使用する。
- ⑥ C は純水でぬれたまま使用してよい。
- ⑦ D は使用する溶液で内部を 2, 3 回すすいでから使用する。
- ⑧ D は加熱乾燥してから使用する。

(iii) 【実験】より、市販のオキシドール中に含まれる H_2O_2 の質量パーセント濃度（%）を求め、有効数字 2 術で解答用紙の 内に記入せよ。ただし、市販のオキシドールの密度は 1.0 g/cm^3 とし、オキシドール中の成分では、 H_2O_2 以外は反応に関与しないものとする。

II 次の文章を読み, [1] ~ [7] の問い合わせに答えよ。ただし, 必要に応じて, 以下の値を用いよ。

原子量: H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, Al = 27.0,

ファラデー定数: 9.65×10^4 C/mol

アルミニウム (Al) は軽量かつやわらかい金属で, 多くの金属製品に利用されている。Al はイオン化傾向が比較的大きいため, あ と同じく高温の水蒸気と反応して, 水素を発生する。Al は, 酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応するので, 両性金属といわれている。しかしながら, ^(a) Al は濃硝酸 (HNO₃) と反応するすると, 酸化アルミニウム (Al₂O₃) の被膜を生じて, それ以上酸化されない状態になる。天然では, い の元素は主に単体として産出されるが, Al は酸化物などとして存在する。そのため, ^(b) Al の単体は, 鉱石のボーキサイトからつくられるアルミナを, ^(c) 氷晶石 (Na₃AlF₆) とともに溶融塩電解して得られる。このときに利用されるアルミナの主成分である ^(d) Al₂O₃ は, 酸および強塩基の水溶液に反応するが, 水には溶けにくい性質がある。

このようにして, 得られた Al は航空機の部品などにも利用されているジュラルミンや食品添加物として用いられるミョウバンなどに含まれている。ジュラルミンは, 一般的に Al と少量の う およびマグネシウム (Mg) との ^(e) 合金である。また, ミョウバンも Al を含み, え と お の 2 種類の塩からなる複塩であり, 水溶液中では完全に電離して酸性の水溶液となる。

[1] 文章中の あ ~ う にあてはまる元素を下の選択肢の中から選び, その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① Ni ② Au ③ Zn ④ Hg ⑤ Cu ⑥ Sn

[2] 文章中の下線部(a)について, 両性金属として適当なものを下の選択肢の中からすべて選び, その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① Li ② Ca ③ Zn ④ Fe ⑤ Cu ⑥ Sn

〔3〕 文章中の下線部(b)について、Alの反応が進まなくなる状態として最も適當な語句を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

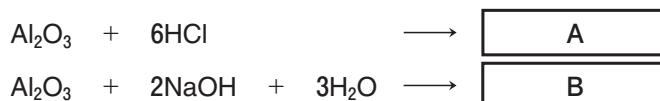
- | | | |
|-------|------|------|
| ① 風解 | ② 潮解 | ③ 錯塩 |
| ④ 不動態 | ⑤ 緑青 | ⑥ 凝析 |

〔4〕 文章中の下線部(c)について、炭素（C）電極を用いた Al_2O_3 の溶融塩電解をおこなうとき、96.5 A の電流を 3 時間 20 分流して陰極に Al の単体が析出し、陽極に一酸化炭素（CO）および二酸化炭素（CO₂）が発生した。このとき発生した CO と CO₂ の体積の合計は標準状態（0 °C, 1.013 × 10⁵ Pa）で 112 L であった。この反応に関する（i）および（ii）の問い合わせに答えよ。ただし、流した電流はすべて電気分解に使用され、酸素（O₂）は生成しなかったものとする。

（i）陰極で得られた Al の質量（g）を整数で解答用紙の 内に記入せよ。

（ii）陽極で発生した CO と CO₂ の体積比を整数で解答用紙の 内に記入せよ。

〔5〕 文章中の下線部(d)について、 Al_2O_3 と塩酸（HCl）および水酸化ナトリウム（NaOH）との反応は以下のようないか反応式で示される。



これらの反応式の右辺を解答用紙の 内に記入せよ。

〔6〕 文章中の下線部(e)について、金属に他の単体を混ぜたものは合金と呼ばれている。次の合金とその成分の組み合わせとして最も適当なものを下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

選択肢	合金	成分
①	青銅 (ブロンズ)	Cu, Zn
②	黄銅 (真ちゅう)	Cu, Sn
③	形状記憶合金	Ni, Cr
④	ステンレス鋼	Fe, Cr, Ni, C
⑤	ニクロム	Cr, Fe
⑥	はんだ	Cu, Ni

〔7〕 文章中の え および お の組み合わせとして、最も適当なものを下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

選択肢	<input type="checkbox"/> え	<input type="checkbox"/> お
①	Al(OH) ₃	CaCl ₂
②	Al(OH) ₃	K ₂ SO ₄
③	AlCl ₃	CaCl ₂
④	AlCl ₃	K ₂ SO ₄
⑤	Al ₂ (SO ₄) ₃	CaCl ₂
⑥	Al ₂ (SO ₄) ₃	K ₂ SO ₄

III 次の文章を読み、〔1〕～〔6〕の問い合わせに答えよ。ただし、必要に応じて、以下の値を用いよ。

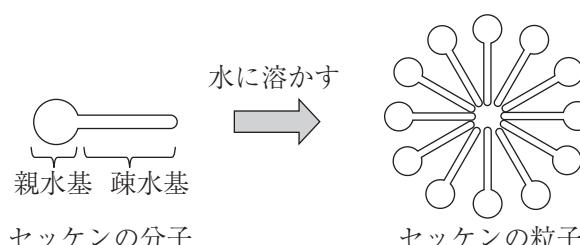
原子量：H = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23, I = 127

カルボン酸は、第一級アルコールやアルデヒドを酸化すると得られ、様々な反応に利用される。その例として、カルボン酸とアルコールが縮合すると、エステル結合をもつ化合物が生じる。この化合物をエステルという。また、その中でも、モノカルボン酸である脂肪酸とアルコールである あ が反応してできたエステルは油脂と呼ばれ、動物の体内や植物の種子などに広く分布している。油脂を構成する 脂肪酸のうち炭素数が多いものを高級脂肪酸といい、その代表的な示性式は下表のようになる。

表 代表的な高級脂肪酸

脂肪酸	示性式
リノレン酸	$C_{17}H_{29}COOH$
リノール酸	$C_{17}H_{31}COOH$
オレイン酸	$C_{17}H_{33}COOH$
ステアリン酸	$C_{17}H_{35}COOH$
パルミチン酸	$C_{15}H_{31}COOH$

油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、高級脂肪酸のナトリウム塩が得られ、これをセッケンという。セッケンは日常生活で手洗いや洗濯などに用いられ、水に溶けると、セッケンの分子は次の図のような粒子を形成して洗浄効果をあらわすようになる。



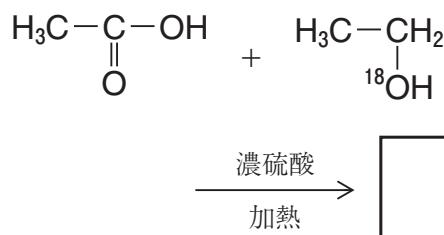
図

[1] 文章中の下線部(a)について、カルボン酸にはさまざまな化合物がある。カルボン酸に関する記述として、誤りを含む記述を下の選択肢の中から2つ選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① ギ酸は分子内にホルミル基の構造を持つで還元性を示す。
- ② 酢酸は炭酸水素ナトリウムと反応して気体を発生する。
- ③ 乳酸は不斉炭素原子を1個もつ。
- ④ マレイン酸はトランス形のジカルボン酸である。
- ⑤ フタル酸は加熱すると、脱水が起こり酸無水物となる。
- ⑥ サリチル酸に無水酢酸と濃硫酸を加えて反応させると、サリチル酸メチルが生成する。

[2] 文章中の下線部(b)について、(i) および(ii) の問い合わせに答えよ。

(i) 酸素の同位体 (^{18}O) を含むエタノールと、酢酸とのエステル化反応は以下のような反応式で示される。



この反応式の右辺を、解答用紙の 内に記入せよ。ただし、酸素の同位体 (^{18}O) は元素記号の左肩に18を付記して O と区別すること。

(ii) エタノールと酢酸から得られたエステルの性質を示す記述を下の選択肢の中からすべて選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① 常温で、水と混じり合う。
- ② 常温で、水と混じり合わず、エステル層は上層となる。
- ③ 常温で、水と混じり合わず、エステル層は下層となる。
- ④ 水よりも沸点が低い。
- ⑤ 水よりも沸点が高い。
- ⑥ 無臭である。
- ⑦ 果実臭である。

[3] 文章中の あ にあてはまるアルコールの名称を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① メタノール
- ② エタノール
- ③ 1-プロパノール
- ④ グリセリン
- ⑤ 1-ドデカノール
- ⑥ エチレングリコール

[4] 文章中の下線部(c)について、(i)～(iii)の問い合わせに答えよ。

(i) 油脂 100 g に付加するヨウ素 (I_2) の質量 (単位: g) をヨウ素価といふ。油脂に含まれる脂肪酸中の炭素間の二重結合 1 個に対して、 I_2 の 1 分子が付加する。ある油脂の分子量は 878、ヨウ素価は 174 であった。油脂中の炭素間の二重結合はすべて I_2 と反応したとき、この油脂 1 分子中に含まれる炭素間の二重結合の数を整数値で解答用紙の 内に記入せよ。

(ii) (i) の油脂に含まれる脂肪酸は 1 種類のみであるとき、この脂肪酸の名称を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- ① リノレン酸
- ② リノール酸
- ③ オレイン酸
- ④ ステアリン酸
- ⑤ パルミチン酸

(iii) 高級脂肪酸を含む液体の油脂に、触媒を用いて H_2 を付加させると、マーガリンなどの原料となる固体の油脂が生じる。こうしてできた油脂は何と呼ばれているか。漢字で解答用紙の 内に記入せよ。

[5] 文章中の下線部(d)について、オレイン酸のみを構成成分とする油脂 442 g を水酸化ナトリウム (NaOH) で完全に反応させて得られるセッケンの質量 (g) を、整数値で解答用紙の 内に記入せよ。

[6] 文章中の下線部(e)について、(i) および (ii) の問い合わせに答えよ。

(i) 水に溶けたセッケン分子は文章中の図のような粒子を形成する。この粒子は何と呼ばれているか。カタカナ 3 文字で解答用紙の 内に記入せよ。

(ii) 水に溶けたセッケンに油が存在すると、文章中の図にある粒子の内側に取り込み水中に分散する。この作用により、セッケンはよごれを落とすことができる。この作用は何と呼ばれているか。最も適当な語句を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- | | | |
|----------|----------|------|
| ① チンダル現象 | ② ブラウン運動 | ③ 乳化 |
| ④ 透析 | ⑤ 塩析 | ⑥ 凝析 |

IV 次の文章を読み, [1] ~ [7] の問い合わせに答えよ。ただし, 必要に応じて, 以下の値を用いよ。

原子量 : H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

合成高分子化合物は, その用途によって合成繊維, 合成樹脂, 合成ゴムなどに分類されている。

合成繊維には ポリアミド系繊維, ポリエステル系繊維, ポリビニル系繊維などがある。日本で初めて合成された繊維は, 1939年に桜田一郎が開発したビニロンである。この繊維は酢酸ビニルの あ により得られるポリ酢酸ビニルを水酸化ナトリウム水溶液で い し, その後, ホルムアルデヒドでアセタール化して合成する。ビニロンは適度な吸湿性をもち, 強度や耐摩耗性に優れるため, 漁網やロープなどに利用されている。

合成樹脂は 熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂に分類できる。世界で初めて合成された樹脂としてフェノール樹脂(バークリート)がある。この樹脂はフェノールとホルムアルデヒドを反応させて, ノボラックや う という重合度の低い化合物をつくり, さらに加熱処理を行って硬化させたものである。フェノール樹脂は耐熱性, 耐酸性, 電気絶縁性などに優れた合成高分子化合物として知られている。

ゴムは天然ゴムおよび合成ゴムに分類できる。天然ゴムの主成分はイソプレンが重合したシス形のポリイソプレンである。また, 合成ゴムのクロロプレンゴムはシス形とトランス形が混在した構造をもっている。クロロプレンゴムは耐油性, 難燃性などがあり, 自動車用部品や電線などに用いられている。

〔1〕 文章中の **あ** ~ **う** にあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを下の選択肢から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

選択肢	あ	い	う
①	付加重合	エステル化	レゾール
②	付加重合	エステル化	ベンジルアルコール
③	付加重合	加水分解	レゾール
④	付加重合	加水分解	ベンジルアルコール
⑤	縮合重合	エステル化	レゾール
⑥	縮合重合	エステル化	ベンジルアルコール
⑦	縮合重合	加水分解	レゾール
⑧	縮合重合	加水分解	ベンジルアルコール

〔2〕 文章中の下線部(a)について、ポリアミド系繊維の代表的なものに日本で開発されたナイロン 6 がある。ナイロン 6 は ϵ -カプロラクタム ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$) に少量の水を加え加熱して合成する。平均分子量が 2.3×10^4 のナイロン 6 の 1 分子中に存在するアミド結合の数として、最も適当な値を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

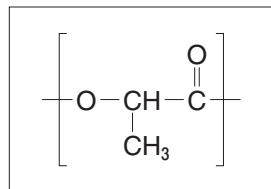
- | | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| ① 100 | ② 200 | ③ 300 | ④ 400 |
| ⑤ 500 | ⑥ 1000 | ⑦ 2000 | ⑧ 4000 |

〔3〕 文章中の下線部(b)について、代表的なものにポリエチレンテレフタラートがある。ポリエチレンテレフタラートはエチレングリコール ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$) とテレフタル酸 ($\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$) を縮合重合させて合成する。分子量が 7.7×10^4 のポリエチレンテレフタラートの 1 分子に存在するエステル結合の個数として、最も適当な値を下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

- | | | | |
|--------|--------|--------|---------|
| ① 200 | ② 400 | ③ 800 | ④ 1000 |
| ⑤ 2000 | ⑥ 4000 | ⑦ 8000 | ⑧ 10000 |

[4] 文章中の下線部(c)について、ビニロンのアセタール化されている構造を解答例にならって、解答用紙の 内に記入せよ。

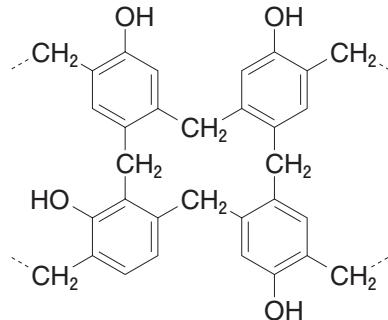
(解答例)



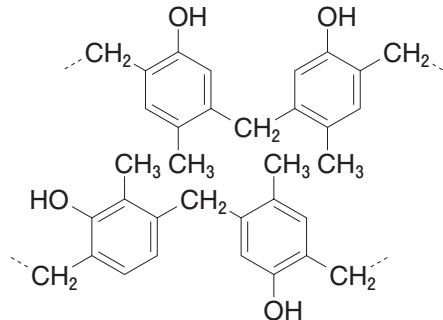
[5] 文章中の下線部(d)について、代表的な熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂の組み合わせとして、適しているものを下の選択肢の中からすべて選び、その番号を解答用紙にマークせよ。

選択肢	熱可塑性樹脂	熱硬化性樹脂
①	メラミン樹脂	ポリエチレン
②	メラミン樹脂	アルキド樹脂
③	メラミン樹脂	ポリ塩化ビニル
④	ポリエチレン	アルキド樹脂
⑤	ポリエチレン	ポリ塩化ビニル
⑥	ポリエチレン	メラミン樹脂
⑦	ポリ塩化ビニル	ポリエチレン
⑧	ポリ塩化ビニル	アルキド樹脂
⑨	ポリ塩化ビニル	メラミン樹脂

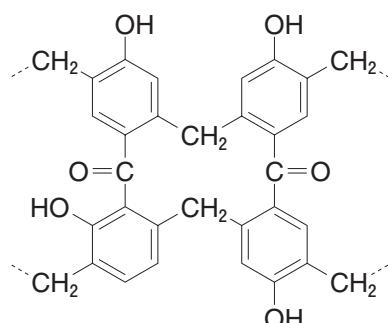
[6] 文章中の下線部(e)について、フェノール樹脂（ベークライト）の構造として、最も適当なものを下の選択肢の中から選び、その番号を解答用紙に記入せよ。



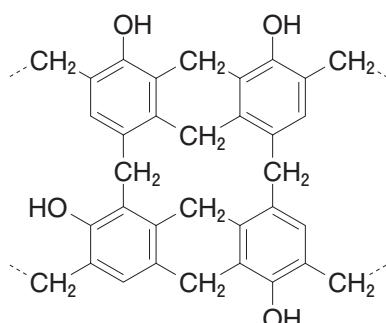
①



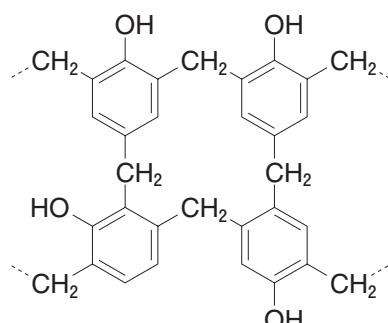
②



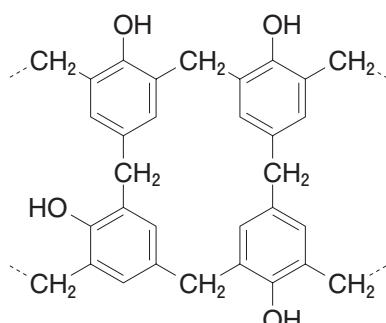
③



④



⑤



⑥

[7] 文章中の下線部(f)について、クロロプレンゴムのシス形およびトランス形の
単位構造を解答例にならって、それぞれ解答用紙の 内に記入せよ。

(解答例)

