Visual Memory Chart 酸化・還元（COD測定に関する問題 完全攻略チャート①

COD（化学的酸素要求量 Chemical Oxygen Demand）とは？

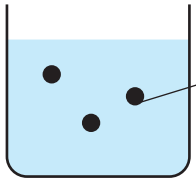
CODは，簡単に言うと，河川や湖沼の水がどのくらい汚染されているかを表す一つの数値。

その汚染具合をどう評価するのか？

試料水（例えば，川の水）に含まれている有機物の量を測定する。
その結果，有機物の量が多いほど汚染されていると評価できる！

なぜ？

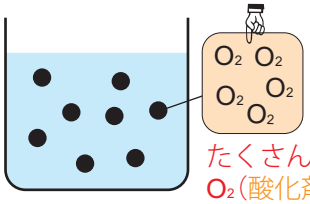
河川や湖沼の汚染の主な原因は，家庭排水等による有機物で，有機物が多いと酸素がその有機物を酸化するために消費されてしまう。その結果，酸素が必要な水中の生物（微生物，水生植物，魚類等）が生息できなくなるから。



少しのO_2（酸化剤）で酸化できる！

汚染度の低い河川水

このO₂[mg]がCOD



たくさんのO_2（酸化剤）がないと酸化できない！

汚染度の高い河川水

●：有機物（還元剤）

もう少しCODを厳密に解説すると

CODとは，試料水中の有機化合物を過マンガン酸カリウム$KMnO_4$（赤紫色）のような酸化剤で酸化分解したときに使われる酸化剤の消費量を，酸素を酸化剤として用いた場合の酸素の量[mg/L]に換算した値である。
つまり，CODの単位は試料水1L当たりの酸素消費量[mg]で表される。

これは覚える！

有機物は還元剤である。よって，直接，酸化剤である酸素で酸化すればいいんじゃない？

しかし

① 酸素は気体なので，液体のように滴定できない。（逆滴定する方法はある。）
② 当量点で色が変化しない。③ めちゃくちゃ弱い酸化剤。 → なので酸化剤として使えない!!

そこで

万能選手！

① 液体である。② 当量点で色が変化する。③ 強い酸化剤である。→ これらを満たす$KMnO_4$を用いる。
入試で登場するのは，ほとんどが$KMnO_4$であるが，まれにニクロム酸カリウム$K_2Cr_2O_7$などが用いられることもある。

では，用いた$KMnO_4$をどうやって，O_2の量に換算するか？

1molの$KMnO_4$は，下記の半反応式より
5molのe^-を受け取る。

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad \cdots\cdots①$$

一方，1molのO_2は，下記の半反応式より
4molのe^-を受け取る。

$$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O \quad \cdots\cdots②$$

よって，
1molの$KMnO_4$は，$\frac{5}{4}$ mol のO_2 に相当する。

例えば，還元剤が放出するe^-が20molあったとする。
これをすべて
$KMnO_4$が受け取るためには，
①式×4（$4MnO_4^- + 32H^+ + 20e^- \rightarrow 4Mn^{2+} + 16H_2O$）
から，$KMnO_4$は4mol必要。
O_2が受け取るためには，
②式×5（$5O_2 + 20H^+ + 20e^- \rightarrow 10H_2O$）
から，O_2は5mol必要。
よって，同じ還元剤と過不足なく反応するためには
O_2は$KMnO_4$の$\frac{5}{4}$倍の物質量が必要ということになる。

最後は

あとは，O_2の物質量を試料水1Lあたりのmg数に換算すればよい。

詳しい解法は，チャート③・④参照

http://fastliver.com/ Manabu Sato(C)2015

酸化・還元（COD測定に関する問題 完全攻略チャート④）

STEP5 STEP4で求めた$KMnO_4$の物質量をO_2の物質量に変換する。

1molの$KMnO_4$は，下記の半反応式より

5molのe^-を受け取る。

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ ……①

一方，1molのO_2は，下記の半反応式より

4molのe^-を受け取る。

$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ ……②

よって，

1molの$KMnO_4$は，$\frac{5}{4}$ mol のO_2 に相当する。

例えば，還元剤が放出するe^-が20molあったとする。
これをすべて
$KMnO_4$が受け取るためには，
①式×4（$4MnO_4^- + 32H^+ + 20e^- \rightarrow 4Mn^{2+} + 16H_2O$）
から，$KMnO_4$は4mol必要。
O_2が受け取るためには，
②式×5（$5O_2 + 20H^+ + 20e^- \rightarrow 10H_2O$）
から，O_2は5mol必要。
よって，同じ還元剤と過不足なく反応するためには
O_2は$KMnO_4$の$\frac{5}{4}$倍の物質量が必要ということになる。

これより，試料水中の有機物と反応した$KMnO_4$の物質量（mol）をO_2の物質量に変換すると

$$\left(\frac{(v_1+v_3)C_1}{1000} - \frac{2C_2v_2}{5\times1000}\right)\times\frac{5}{4}\ (\text{mol})$$

コレを掛ける！

STEP6 試料水1L中に含まれる有機物を酸化するのに必要な酸素（分子量：32）の質量（mg）に変換する。

O_2 $\left(\frac{(v_1+v_3)C_1}{1000} - \frac{2C_2v_2}{5\times1000}\right)\times\frac{5}{4}$ (mol) の質量（mg）は

$$\left(\frac{(v_1+v_3)C_1}{1000} - \frac{2C_1v_1}{5\times1000}\right)\times\frac{5}{4}\times32\times10^3\ (\text{mg})$$

コレを掛ける！

原子量・分子量・式量をMとすると，
x (mol) の質量 $= xM$ (g) $= xM\times10^3$ (mg)

ここで，始めの試料水がV（mL）だったとすると，試料水1.0L（1000mL）に変換すると

$$\left(\frac{(v_1+v_3)C_1}{1000} - \frac{2C_2v_2}{5\times1000}\right)\times\frac{5}{4}\times32\times10^3\times\frac{1000}{V}$$ となる。

コレを掛ける！

よって，CODは

$$\left(\frac{(v_1+v_3)C_1}{1000} - \frac{2C_2v_2}{5\times1000}\right)\times\frac{5}{4}\times32\times10^3\times\frac{1000}{V}\ (\text{mg/L})$$ となる。

✍計算のポイント

計算がかなり複雑であるが，線分図を書いて，まずは試料水中の有機物と反応した$KMnO_4$の物質量（mol）を求めることを目標にする。
その際，$KMnO_4$と$Na_2C_2O_4$（$H_2C_2O_4$の場合も同じ）は，2：5で反応することを覚えておくとよい。
試料水中の有機物と反応した$KMnO_4$の物質量（mol）が求められれば，
あとは，

試料水中の有機物と反応した$KMnO_4$の物質量 $\times\frac{5}{4}\times32\times10^3\times\frac{1000}{V}$ を計算すればよい！

※始めの試料水はV（mL）とする。

この部分の計算は常に一緒！

Theme酸化還元 COD測定に関する問題　奈良県立医科大学(2013 後期日程 医)①

COD(化学的酸素要求量)は,水中の汚濁物質(主として有機物)を酸化剤で化学的に分解するときに必要となる酸素量のことで,海域や湖沼の水質汚濁に関わる環境基準の項目として重要である。日本では酸化剤として過マンガン酸カリウムを使用し,その消費量を対応する酸素量に換算して表す。CODの単位は試料水1L当たりの酸素消費量[mg]で表される。次にCODの測定手順を示す。以下の文章を読んで設問に答えよ。原子量は,O＝16とする。

測定手順

手順１　試料水100mLをコニカルビーカーに入れ,そこに6.0mol/L硫酸10mLを加える(溶液１)。

手順２　溶液１に5.0×10^{-3}mol/L過マンガン酸カリウム水溶液を10mL加え,100℃で30分加熱する。加熱する操作の前後で,溶液の色がほとんど変化していないことを確認する(溶液２)。

手順３　溶液２に12.5×10^{-3}mol/Lシュウ酸($H_2C_2O_4$)水溶液を10mL加えよく振り混ぜ,溶液２に含まれる酸化剤をすべて還元する(溶液３)。

手順４　溶液３に残存するシュウ酸の量を,5.0×10^{-3}mol/L過マンガン酸カリウム水溶液で滴定して求める。

手順５　試料水中の汚濁物質を酸化するために使用した過マンガン酸カリウムの量を求め,対応する酸素量に換算してCOD値とする。

問１　手順１では硫酸を用いて試料水を希硫酸水溶液としている。硝酸を用いてはいけない理由を述べよ。

問２　手順２における過マンガン酸イオンの変化を,電子を含むイオン反応式で書け。

問３　CODの測定には酸化剤として過マンガン酸カリウムを使用する。過マンガン酸カリウム1molは何gの酸素に相当するか,説明を加えたうえで答えよ。ただし,酸素による酸化は次のように電子を含むイオン反応式で表される。

$$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$$

問４　手順３でみられるコニカルビーカー中の色の変化を書け。ただし,その色を示すイオンも記すこと。

問５　奈良県にある室生ダム湖から採取した試料水のCODをこの測定手順にしたがって測定したところ,4.0mg/Lであった。手順４で使用した過マンガン酸カリウム水溶液の滴定量は何mLか。測定手順をふまえて計算方法を説明し,計算過程を示して有効数字２ケタで答えよ。

解答

問１　硝酸は酸化力が強いため,試料水に含まれる有機物を酸化してしまうおそれがあり,正しい滴定値が得られなくなるため。

問２　$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

http://fastliver.com/ Manabu Sato(C) 2023

Theme酸化還元 COD測定に関する問題　奈良県立医科大学(2013 後期日程 医)②

解答

問３　1molの$KMnO_4$は，下記の半反応式より

5molのe^-を受け取る。

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

一方，1molのO_2は，下記の半反応式より

4molのe^-を受け取る。

$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$

よって，1molの$KMnO_4$は，$\frac{5}{4}$ mol のO_2 に相当する。

$\frac{5}{4}$ mol のO_2 の質量は

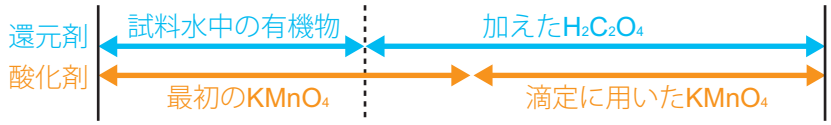
$\therefore \ \frac{5}{4} \times 32 = 40\,(\mathrm{g})$　……(答え)

原子量・分子量・式量をMとすると，
x(mol)の質量＝xM(g)

問４　赤紫色(MnO_4^-)から無色(Mn^{2+})に変化する。

淡桃色でも可

問５　題意より，量的関係は次のようになる。

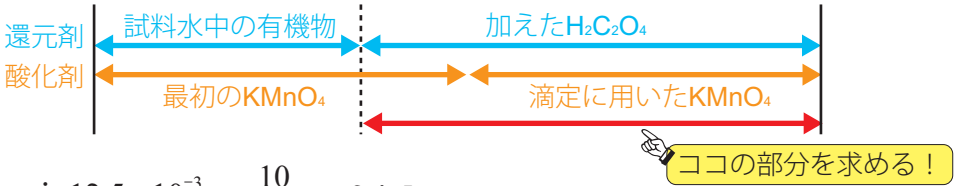


過マンガン酸カリウム$KMnO_4$とシュウ酸$H_2C_2O_4$との反応は，
次のようになる。

$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$

これより，$KMnO_4$と$H_2C_2O_4$の係数比は，2：5となるので，
「係数比」＝「物質量比」より
$KMnO_4$と$H_2C_2O_4$は，2：5で反応する。

$H_2C_2O_4$と反応した$KMnO_4$の物質量をx(mol)とおくと，



x ： $12.5\times10^{-3}\times\frac{10}{1000}=2:5$

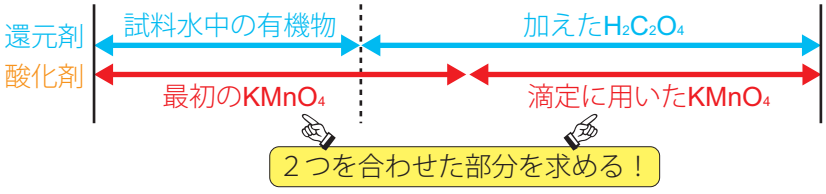
$\therefore \quad x=\frac{2\times12.5\times10^{-3}\times10}{5\times1000}=5.0\times10^{-5}\,(\mathrm{mol})$　……①

Theme酸化還元 COD測定に関する問題　奈良県立医科大学(2013 後期日程 医)③

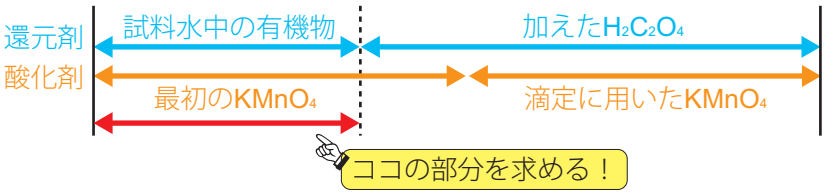
解答

次に，滴下した$KMnO_4$の全物質量(mol)は，手順４で滴下した$KMnO_4$の量をv(L)とすると

$$5.0\times10^{-3}\times\frac{10}{1000}+5.0\times10^{-3}\times\frac{v}{1000}=\frac{(10+v)\,5.0\times10^{-3}}{1000}(\text{mol})\quad\cdots\cdots②$$



試料水中の有機物と反応した$KMnO_4$の物質量(mol)は，
「滴下した$KMnO_4$の全物質量(②)」－「$H_2C_2O_4$と反応した$KMnO_4$の物質量(mol)(①)」より，



$$\frac{(10+v)\,5.0\times10^{-3}}{1000}-5.0\times10^{-5}\ (\text{mol})$$

問３より，1molの$KMnO_4$は，$\frac{5}{4}$ mol のO_2 に相当するので

試料水中の有機物と反応した$KMnO_4$の物質量(mol)をO_2の物質量に変換すると

$$\left(\frac{(10+v)\,5.0\times10^{-3}}{1000}-5.0\times10^{-5}\right)\times\frac{5}{4}\ (\text{mol})$$

コレを掛ける！

CODは試料水1.0L中に含まれる有機物を酸化するのに質量な酸素O_2(分子量：32)の質量(mg/L)で示される。

O_2 $\left(\frac{(10+v)\,5.0\times10^{-3}}{1000}-5.0\times10^{-5}\right)\times\frac{5}{4}$ (mol)　の質量(mg)は

$$\left(\frac{(10+v)\,5.0\times10^{-3}}{1000}-5.0\times10^{-5}\right)\times\frac{5}{4}\times32\times10^{3}(\text{mg})$$

コレを掛ける！

これは，試料水100mLでの質量なので，試料水1.0L(1000mL)に変換すると

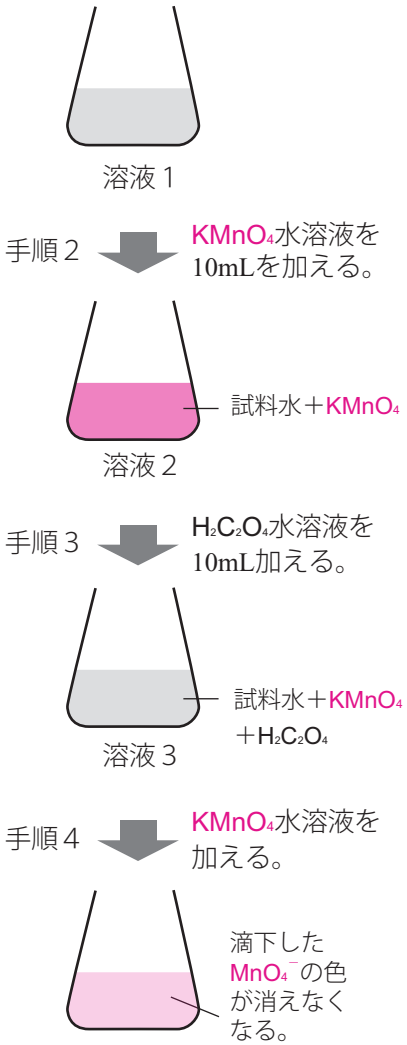
$$\left(\frac{(10+v)\,5.0\times10^{-3}}{1000}-5.0\times10^{-5}\right)\times\frac{5}{4}\times32\times10^{3}\times\frac{1000}{100}$$

コレを掛ける！

この値がCODの値(問題で4.0mg/Lと与えらている)なので

$$\left(\frac{(10+v)\,5.0\times10^{-3}}{1000}-5.0\times10^{-5}\right)\times\frac{5}{4}\times32\times10^{3}\times\frac{1000}{100}=4.0$$

これを解いて，　$v=2.0$(mg/L)　……(答え)



Theme 酸化還元 COD測定に関する問題　大阪薬科大学（2013 薬）一部改 ①

次の文章を読み，問に答えなさい。ただし，原子量は，O＝1，K＝39，Mn＝55とする。

硫酸酸性水溶液中で過マンガン酸カリウムとシュウ酸は酸化還元反応を起こす。酸化剤である過マンガン酸カリウムの作用は①式で，還元剤であるシュウ酸の作用は②式でそれぞれ表される。

$MnO_4^- + 8H^+ + x\,e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ ……①

$H_2C_2O_4 \rightarrow 2CO_2 + 2H^+ + y\,e^-$ ……②

これらの反応式から1molの過マンガン酸カリウムを還元するためにはシュウ酸が　z　mol必要であることが分かる。

上記の化学反応を利用して，環境水の有機物による汚染の指標のひとつである化学的酸素要求量（COD）を測定することができる。実際に生活排水についてCODを測定するため，次の操作Ⅰ～Ⅴを行った。

なお，CODとは試料水中の有機物を過マンガン酸カリウムのような酸化剤で酸化し，その際消費された酸化剤の量を，試料水1L中の有機物が酸素によって酸化されたと仮定したときの酸素の消費量［mg］に換算したものである。

〔操　作〕

Ⅰ：生活排水を川から採取した。

Ⅱ：過マンガン酸カリウム0.79gをはかりとり，メスフラスコを用いて500mLの水溶液（A液）を作った。

Ⅲ：500mLの0.025mol/Lシュウ酸水溶液（B液）を作った。

Ⅳ：生活排水を正確に40mLコニカルビーカーにとり，A液5.0mLをホールピペットで加えた。さらに適量の硫酸を加え，弱火で5分間加熱した後，ビュレットからB液を滴下した。B液を3.0mL滴下したときに過マンガン酸カリウムとシュウ酸が過不足なく反応し，滴定の終点に達した。

Ⅴ：生活排水の代わりに蒸留水を正確に40mL別のコニカルビーカーにとり，A液5.0mLをホールピペットで加えた。その後Ⅳと同様の操作を行ったところ，B液を5.0mL滴下したときに滴定の終点に達した。

問１　x，y，zに適切な数値を入れなさい。

問２　硫酸酸性水溶液中における過マンガン酸カリウムとシュウ酸の酸化還元反応を化学反応式で示しなさい。

問３　A液中の過マンガン酸カリウムの濃度［mol/L］を求め，有効数字２桁で答えなさい。

問４　操作Ⅳの下線部において，滴定の終点で溶液の色は何色から何色に変化したか，色の変化を書きなさい。

問５　操作Ⅳと操作Ⅴでの滴下されたB液の液量の差は，生活排水中の有機物が過マンガン酸カリウムを消費したことにより生じている。生活排水40mLが消費した過マンガン酸カリウムの物質量［mol］を求め，有効数字２桁で答えなさい。

問６　この実験で用いた生活排水のCODを求め，有効数字２桁で答えなさい。

解答

本問題は，生活排水の代わりに蒸留水を用いて同操作を行う対照実験を行っている問題である。このような問題は，$KMnO_4$の滴下量の差から簡単に「試料水に含まれる有機物と反応した$KMnO_4$の物質量」を求めることができる。

問１　過マンガン酸イオンが酸化剤として，また，シュウ酸が還元剤としてはたらいたときのイオン反応式は，それぞれ次のようになる。

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ ……①

$H_2C_2O_4 \rightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-$ ……②

∴　x ……5，y ……2　……（答え）

Theme 酸化還元 COD測定に関する問題　大阪薬科大学（2013 薬）②

解答

問１　①×2+②×5 より

$2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$　……③

よって，MnO_4^-（$KMnO_4$）と$H_2C_2O_4$の係数比は，2：5となるので，

「係数比」＝「物質量比」より

$KMnO_4$と$H_2C_2O_4$は，$2：5\left(=1：\frac{5}{2}\right)$ で反応する。

よって，1molの$KMnO_4$を還元するためには，$H_2C_2O_4$が $\frac{5}{2}$ mol必要である。

$\therefore\quad z\cdots\cdots\frac{5}{2}$　……（答え）

問２　③式の両辺に$2K^+$，$3SO_4^{2-}$を加えると

$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$　……（答え）

39+55+16×4

問３　操作Ⅱより，$KMnO_4$（式量：158）0.79gを水に溶かして500mLとしているので，

$$\frac{0.79}{158}\div\frac{500}{1000}=1.0\times10^{-2}\,(\mathrm{mol/L})$$

物質量　溶液の体積

解法②を
つかっている！

モル濃度の求め方

解法①：モル濃度は，溶液1L中に含まれる溶質の物質量より，溶液1L中に含まれる溶質の物質量を求めれば，その値が答えとなる！

解法②：「溶質の物質量[mol]」÷「溶液の体積[L]」を計算する。

問４　過マンガン酸カリウム水溶液（赤紫色）をシュウ酸で滴定しているので，滴定の終点での色の変化は赤紫色から無色になる。

問５　題意（操作Ⅳと操作Ⅴでの滴下されたB液の液量の差は，生活排水中の有機物が過マンガン酸カリウムを消費したことにより生じている。）より，

シュウ酸水溶液（B液）の液量の差の物質量は

$$0.025\times\frac{5.0-3.0}{1000}=5.0\times10^{-5}\,(\mathrm{mol})$$

Point！

蒸留水は，$KMnO_4$と$H_2C_2O_4$の酸化還元反応には関与しない。よって，操作Ⅳ，Ⅴの$KMnO_4$の滴下量（mL）の差が，試料水中に含まれていた有機物と反応した$KMnO_4$の体積（mL）ということになる！

このシュウ酸水溶液5.0×10^{-5}（mol）と反応した過マンガン酸カリウムの物質量をx（mol）とすると，問１より$KMnO_4$と$H_2C_2O_4$は，2：5で反応するので

$x：5.00\times10^{-5}=2：5$

これを解いて，　$x=2.0\times10^{-5}$（mol）　……（答え）

Theme 酸化還元 COD測定に関する問題　大阪薬科大学（2013 薬）③

解答

問６　1molの$KMnO_4$は，下記の半反応式より

5molのe^-を受け取る。

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ ……①

一方，1molのO_2は，下記の半反応式より

4molのe^-を受け取る。

$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ ……②

よって，

1molの$KMnO_4$は，$\frac{5}{4}$ mol のO_2 に相当する。

例えば，還元剤が放出するe^-が20molあったとする。
これをすべて
$KMnO_4$が受け取るためには，
①式×4（$4MnO_4^- + 32H^+ + 20e^- \rightarrow 4Mn^{2+} + 16H_2O$）
から，$KMnO_4$は4mol必要。
O_2が受け取るためには，
②式×5（$5O_2 + 20H^+ + 20e^- \rightarrow 10H_2O$）
から，O_2は5mol必要。
よって，同じ還元剤と過不足なく反応するためには
O_2は$KMnO_4$の$\frac{5}{4}$倍の物質量が必要ということになる。

これより，試料水中の有機物と反応した$KMnO_4$の物質量（mol）をO_2の物質量に変換すると

$2.0\times10^{-5}\times\frac{5}{4}$（mol）

コレを掛ける！

16×2

CODは試料水1.0L中に含まれる有機物を酸化するのに質量な酸素O_2（分子量：32）の質量（mg）で示される。

O_2　$2.0\times10^{-5}\times\frac{5}{4}$（mol）　の質量（mg）は

$2.0\times10^{-5}\times\frac{5}{4}\times32\times10^3$（mg）

原子量・分子量・式量をMとすると，
x（mol）の質量＝xM（g）＝$xM\times10^3$（mg）

コレを掛ける！

これは試料水40mLでの質量なので，試料水1.0L（1000mL）に変換すると

$2.0\times10^{-5}\times\frac{5}{4}\times32\times10^3\times\frac{1000}{40}=20$

コレを掛ける！

よって，CODは20（mg/L）　……（答え）

本pdfデータは、大人気シリーズ！
『化学　完全攻略チャート＆過去問解説集』
のチャートと過去問題と解答例の一部を紹介したサンプル
になります。

商品は**コチラ**からご購入いただけます。

※下記の商品も販売中です。

壁に貼って覚える有機化学　https://lovestudy.thebase.in/items/12730875
壁に貼って覚える無機化学　https://lovestudy.thebase.in/items/12730876
くらべてつなげてまとめる無機化学　第一部(DVD-R(pdfデータ)) https://lovestudy.thebase.in/items/12730801
くらべてつなげてまとめる無機化学　第二部(DVD-R(pdfデータ) https://lovestudy.thebase.in/items/12730800
くらべてつなげてまとめる有機化学　第一部(DVD-R(pdfデータ) https://lovestudy.thebase.in/categories/1191217/2
くらべてつなげてまとめる有機化学　第二部(DVD-R(pdfデータ) https://lovestudy.thebase.in/items/12730798

【完全攻略チャート＆過去問解説集シリーズ】
純物質と混合物　分離に関する問題　完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730825
化学反応の量的計算問題　完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730824
アルカリ金属に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730821
２族元素・アルカリ土類金属に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730820
ハロゲンに関する問題　完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730819
化学工業　完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730816
気体の製法と性質　完全攻略チャート＆過去問解説集＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730815
金属イオンの分離と確認　完全攻略チャート＆過去問解説集＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730768
化学結合と結晶の性質に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730771
結晶格子に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730796
溶液の濃度に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730818
固体の溶解度に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730817
気体の溶解度に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730784
気体の計算問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730795
物質の三態 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730782
化学平衡に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730803
二段滴定・逆滴定に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730792
電離平衡に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730797
酸化還元 COD測定に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730791
並列回路の電気分解 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730770
沸点上昇・凝固点降下に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730794
浸透圧に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730793
コロイドに関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730781
溶解度積に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730802
芳香族化合物の異性体 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730804
芳香族化合物の系統分離 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730767
油脂の計算問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730826
アセタール化の計算問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730814
アミノ酸の等電点に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730788
ペプチドの構造決定に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730773
医薬品に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730769
核酸に関する問題 完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730766

【センター試験　対策・解説集シリーズ】
センター試験・追試験)徹底分析チャート　https://lovestudy.thebase.in/items/12730786
有機化学の計算問題　センター試験完全攻略チャート＆過去問解説集 https://lovestudy.thebase.in/items/12730833
熱化学　センター試験完全攻略チャート＆過去問解説集　https://lovestudy.thebase.in/items/12730828
酸・塩基　センター試験完全攻略チャート＆過去問解説集 https://lovestudy.thebase.in/items/12730832
酸化・還元　センター試験完全攻略チャート＆過去問解説集 https://lovestudy.thebase.in/items/12730830
電池　センター試験完全攻略チャート＆過去問解説集 https://lovestudy.thebase.in/items/12730827

※ホームページ
「**恋する化学**」、「**恋する数学**」も宜しくお願い致します。