前期（Ａ日程）

化　学

（ 問題：全９ページ ）

（ 解答番号：| 1 | ～ | ４４ | ）

第２問の問４、第３問の問１、第４問の問２及び第５問の問３は
記述問題解答用紙に解答すること
記述問題解答用紙には受験番号、氏名を必ず記載すること

必要があれば，次の値を使用せよ。

原子量	Ｃ＝１２，Ｃｕ＝６３．５，Ｈ＝１，Ｍｇ＝２４，Ｎａ＝２３，Ｏ＝１６，Ｚｎ＝６５．３
アボガドロ定数	6.0×10^{23} ｍｏｌ$^{-1}$
気体定数	8.3×10^{3} Ｐａ・Ｌ／（Ｋ・ｍｏｌ）
標準状態	０ ℃（＝２７３ Ｋ），１気圧（1.013×10^{5} Ｐａ）
ファラデー定数	$F=9.65\times10^{4}$ Ｃ・ｍｏｌ$^{-1}$
なお，体積の単位	Ｌ（リットル）は，ｌや*l*と書くこともある。

第１問

以下の問１～問３に答えよ。解答番号 [1] ～ [14]

問１　グルコース（$C_6H_{12}O_6$）を １８ ｇ，水に溶かして ２００ ｍＬ の水溶液が得られている。以下の設問ａおよびｂに答えよ。

ａ　このグルコースのモル濃度は何 ｍｏｌ／Ｌ か。正しい値を次の（１）～（５）の中から一つ選び，[1] にその番号を記入せよ。

（１）０．０１　（２）０．１０　（３）０．２０
（４）０．５０　（５）１．００

ｂ　この水溶液の質量パーセント濃度が ２ ％ であるとき，この水溶液の質量は何ｇか。正しい値を次の（１）～（５）の中から一つ選び，[2] にその番号を記入せよ。

（１）４５０　（２）９００　（３）４５００
（４）９０００　（５）９０

問２　０．５０ ｍｏｌ／Ｌ の過酸化水素水（H_2O_2）２０ ｍＬ を硫酸酸性にし，０．０５０ ｍｏｌ／Ｌ 過マンガン酸カリウム（$KMnO_4$）水溶液を滴下していくと，ある量で赤紫色が消えず，残るようになった。以下の設問ａ，ｂに答えよ。

ａ　過酸化水素および過マンガン酸カリウムの水溶液中のイオン反応式は下式のように表される。係数 [３] ～ [１１] に入る適切な数値を１～９から選び，一つずつ記入せよ。

・過酸化水素　：[３] H_2O_2 → [４] H^+ ＋ [５] O_2 ＋ [６] e^-

・過マンガン酸カリウム：[７] MnO_4^- ＋ [８] H^+ ＋ [９] e^- → [１０] Mn^{2+} ＋ [１１] H_2O

ｂ　この反応が終了した時の過マンガン酸カリウム水溶液の滴下量は何 ｍＬ か。最も近い値を次の（１）～（５）の中から一つ選び，[１２] にその番号を記入せよ。

（１）８０　（２）１００　（３）１２０
（４）２００　（５）５００

問３　０．１０ ｍｏｌ／Ｌ である塩化マグネシウム$MgCl_2$水溶液がある量あった。これに０．４０ ｍｏｌ／Ｌ である水酸化ナトリウム$NaOH$水溶液をある量加えたところ，過不足無く反応が完結した。このとき，水酸化マグネシウム$Mg(OH)_2$が０．１７４ ｇ 沈殿した。以下の設問ａ，ｂに答えよ。

ａ　この塩化マグネシウム水溶液の容積は何ｍＬか。正しい値を次の（１）～（５）から一つ選び，[１３] にその番号を記入せよ。

（１）　１０　（２）　２０　（３）　３０　（４）　４０　（５）　５０

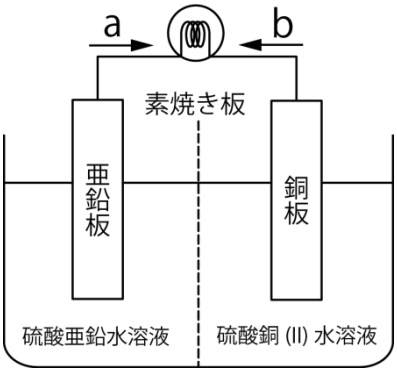
ｂ　加えた水酸化ナトリウム水溶液は何 ｍＬ だったか。正しい値を次の（１）～（５）から一つ選び，[１４] にその番号を記入せよ。

（１）　５　（２）　１０　（３）　１５　（４）　２０　（５）　２５

第２問

右の図は，ダニエル電池の模式図を示す。以下の問１～問４に答えよ。

解答番号 １５ ～ ２３，記述問題あり。



問１　放電時，負極では以下のような反応が起こるとされている。空欄 １５ ～ １７ に入る適切な語句もしくは数値を次の（１）～（９）の中から選び，その番号を記入せよ。

$$\boxed{15} \rightarrow \boxed{16} + \boxed{17}\,e^{-}$$

（１）　１　　（２）　２　　（３）　３

（４）　Ｃｕ　　（５）　Cu^{+}　　（６）　Cu^{2+}

（７）　Ｚｎ　　（８）　Zn^{+}　　（９）　Zn^{2+}

問２　図中の矢印は電流の向きを表している。電流はどの方向に流れるか。以下の（１），（２）のいずれかを選び，１８ にその番号を記入せよ。

（１）ａ　　（２）ｂ

問３　外部回路に １９．３×１０^{2} Ｃ の電気量が流れたときの，銅板の質量の変化は以下の通りであった。空欄 １９ ～ ２２ に入る適切な数値を０～９から選び一つずつ記入せよ。ただし有効数字は３桁とする。また ２３ に入る適切な語句を次の（１）～（２）から選びその番号を記入せよ。

銅板の質量は，１９ ． ２０ ２１ ２２ ｇ ２３ した。

（１）減少　　（２）増加

問４　この電池をできるだけ長時間放電させるには，どのようにすればよいか。「記述問題解答用紙」に記述せよ。

第３問

酢酸の電離平衡に関する以下の問題に答えよ。解答番号 $\boxed{24}$ ～ $\boxed{31}$ ，記述問題あり。

酢酸は水溶液中において，式①に示すように，CH_3COO^- と H^+ に電離する。

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+ \quad \cdots\cdots①$$

式①の反応の平衡定数は以下の通りである。ただし，水溶液の温度は ２５ ℃ とする。

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = 2.70\times10^{-5}\ \mathrm{mol/L}$$

問１　平衡定数 K_a を，電離度 α と濃度 c ［ｍｏｌ／Ｌ］を用いて表せ。ただし，酢酸が弱酸であることを考慮すること。解答は「記述問題解答用紙」に記述せよ。

問２　濃度 $c = 1.35\times10^{-1}$ ｍｏｌ／Ｌ の場合の電離度 α を求めると，次のように表される。空欄 $\boxed{24}$ ～ $\boxed{26}$ に入る適切な数値を０～９から選び一つずつ記入せよ。ただし，有効数字２桁とする。なお， $\boxed{26}$ は指数を表している。

電離度 α ： $\boxed{24}$. $\boxed{25}$ × $10^{-\boxed{26}}$

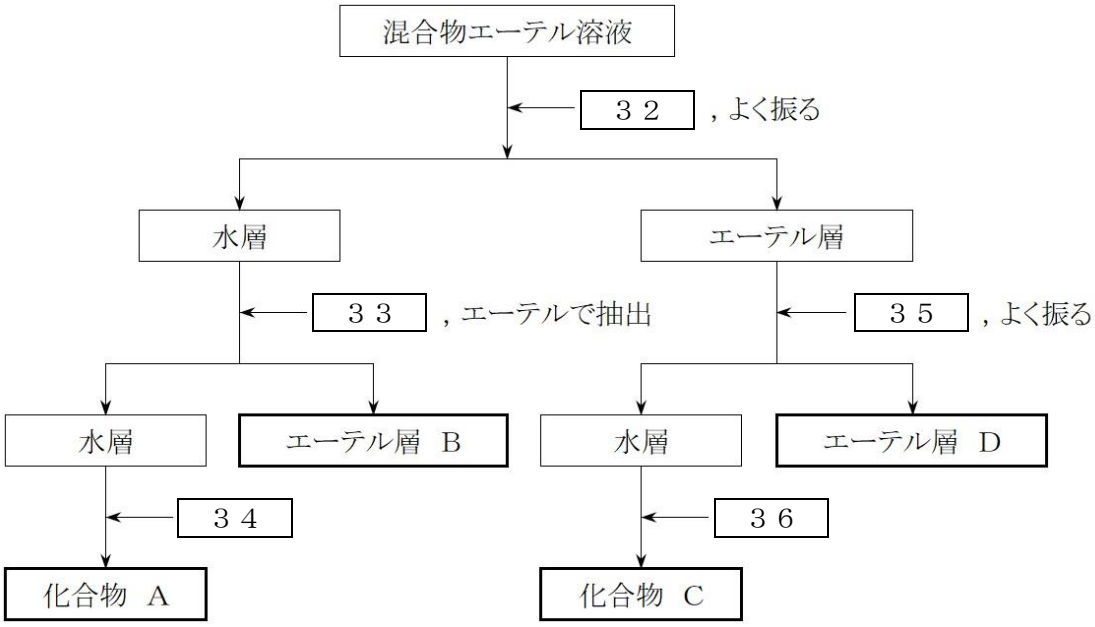
問３　濃度 $c = 2.70\times10^{-1}$ ｍｏｌ／Ｌの場合の電離度 α，および，ｐＨを求めよ。空欄 $\boxed{27}$ ～ $\boxed{31}$ に入る適切な数値を０～９から選び一つずつ記入せよ。ただし，有効数字２桁とする。なお， $\boxed{29}$ は指数を表している。また，必要であれば，$\log_{10}2 = 0.301$，$\log_{10}3 = 0.477$ を用いよ。

電離度 α ： $\boxed{27}$. $\boxed{28}$ × $10^{-\boxed{29}}$

ｐＨ： $\boxed{30}$. $\boxed{31}$

第４問

ベンゼン，ニトロベンゼン，アニリン，フェノール，安息香酸の５種類の化合物の混合物がある。これをエーテル（ジエチルエーテル）に溶解し，下の図のように分離した。混合物の分離操作後に分析を行ったところ，図中のエーテル層Ｂには１種類，Ｄには２種類の化合物が検出された。以下の問１～問４に答えよ。解答番号 ３２ ～ ３８ ，記述問題あり。



問１　図中の空欄 ３２ ～ ３６ には，次の（１）～（６）のいずれかの操作が当てはまる。正しいものをそれぞれ一つずつ選び，対応する解答欄にその番号を記入せよ。ただし，操作は重複している場合がある。

（１）　食塩水を加える　　（２）　水酸化ナトリウム水溶液を加える
（３）　塩酸を加える　　（４）　二酸化炭素を吹込む
（５）　遠心分離する　　（６）　硫酸カリウム水溶液を加える

問２　エーテル層Ｄには，溶媒であるエーテルを含めて，３種類の物質が存在することになる。これらの物質を物理的方法で単離したい。分離の根拠となる物理的性質を明示し，その分離方法を「記述問題解答用紙」に記述せよ。

問３　塩化鉄（Ⅲ）を加えると紫色になる化合物，またはそれが含まれる層はどれか。正しいものを次の（１）～（９）の中から一つ選び，その番号を ３７ に記入せよ。

（１）　A　　（２）　B　　（３）　C
（４）　D　　（５）　AとB　　（６）　AとD
（７）　BとC　　（８）　CとD　　（９）　AとBとC

問４　この混合物中には，スズと塩酸を加えて還元することで 化合物C を生成するものがある。Cを生成する化合物，またはそれが含まれる層はどれか。正しいものを次の（１）～（７）の中から一つ選び，その番号を ３８ に記入せよ。

（１）　A　　（２）　B　　（３）　D
（４）　AとB　　（５）　AとD　　（６）　BとD
（７）　AとBとD

第５問

次の文章は，実在気体の分子量の測定について述べたものである。以下の問１～問３に答えよ。解答番号 ３９ ～ ４４ ，記述問題あり。

質量 w［ｇ］の理想気体について，圧力を P［Ｐａ］，体積を V［Ｌ］，絶対温度を T［Ｋ］として，その分子量 M を求める場合，気体の物質量 n［ｍｏｌ］は，

$$n = \frac{w}{M}$$

と表すことができるので，気体の状態方程式を利用すると，

$$M = \frac{\boxed{39} \cdot \boxed{40} \cdot \boxed{41}}{\boxed{42} \cdot \boxed{43}}$$

となる。この式を用いて未知の気体の質量，圧力，体積，温度を測定すればその分子量を求めることができる。

しかし，窒素や酸素などの実在気体には，気体分子自体の（　ａ　）および（　ｂ　）が存在するため，気体の状態方程式で表される関係が厳密には成立しない。特に（　ｃ　）の条件下ほどそれらの影響は顕著となる。圧力の影響については，図５－１に示すように特定の値を除いて，圧力が $P = 0$ 以外では理想気体と一致しないことがわかる。

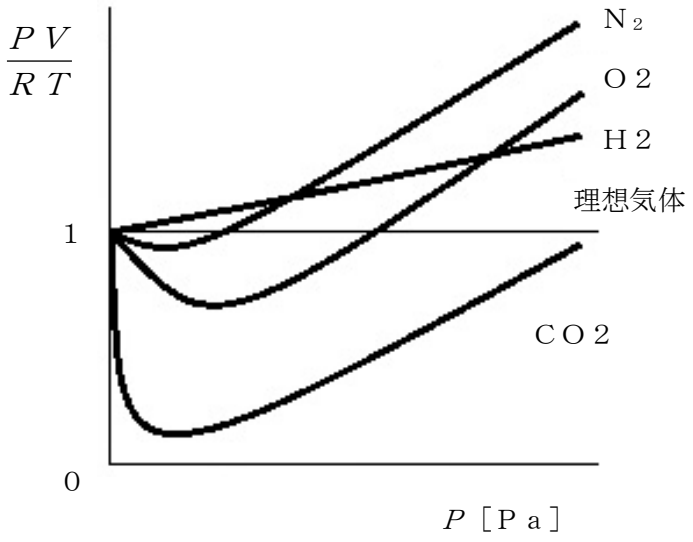


図５－１　１ｍｏｌ気体分子の理想気体からのずれ

そこで，ある気体 1.00 g を注射器に取り，温度 を20 ℃ で一定に保ちながら，圧力を変えて体積を測定したところ，次の表のようになった。

表　ある気体の圧力と体積の測定値

圧力 P［MPa］	1.10	2.10	3.10
体積 V［L］	0.0465	0.0229	0.0146

問1　本文中の空欄 39 ～ 43 に当てはまるものを次の（1）～（5）の中から一つずつ選び，その番号を記入せよ。ただし， 39 ～ 41 の3組間および 42 ， 43 の2組間の空欄については，それぞれ解答の順序を問わない。

（1）　P　　（2）　R　　（3）　T　　（4）　V　　（5）　w

問2　本文中の空欄（　a　）～（　c　）に当てはまる語句の組合せとして，正しいものを次の（1）～（7）の中から一つ選び， 44 にその番号を記入せよ。

	a	b	c
（1）	反応	同素体	低温・低圧
（2）	質量	同素体	高温・高圧
（3）	体積	分子間力	低温・高圧
（4）	体積	質量	低温・高圧
（5）	分子間力	質量	高温・低圧
（6）	同素体	体積	高温・低圧
（7）	同素体	分子間力	低温・低圧

問３　下の図５－２は，横軸に表中の気体の圧力 P ［ＭＰａ］を，縦軸には測定値をもとに計算した，圧力と体積の積の逆数 $\frac{1}{PV}\times 10^{6}$ ［１／（Ｌ・Ｐａ)］を示している。このグラフから，ある気体の分子量を求めたい。解法の根拠および計算過程を明示して「記述問題解答用紙」に記述せよ。

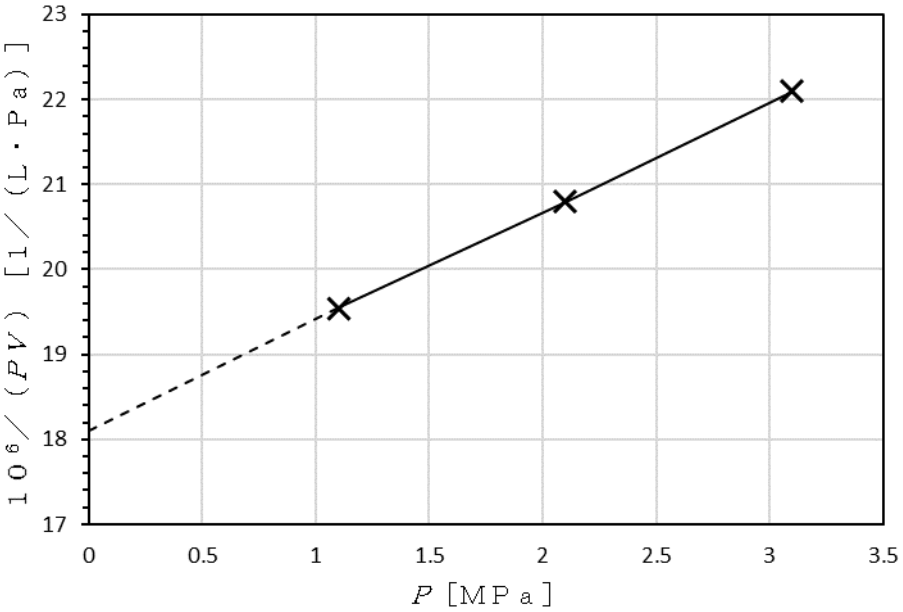


図５－２　圧力，圧力と体積の積の逆数の関係