化　学

〈出題傾向〉

大問は３～４題で構成されているが、大問の一部がＡ、Ｂに分かれて中問形式になっていることが多い。

解答形式は、昨年度まではＡ方式が記述式、Ｂ方式がマーク式であったが、今年度はどちらもマーク式であった。

記号選択の問題は、Ａ方式は大問ＩＡで、Ｂ方式は大問Ｉで、３つの記述から正しいものの組み合わせを答えさせる形式であった。これらの大問以外では、１つの正解を答えさせる形式であった。

出題分野の構成は、Ａ方式、Ｂ方式ともに、理論化学(小問集合)に続き、理論化学(大問)、無機化学、有機化学の大問となっている。各分野からまんべんなく出題される傾向は、近年変化はない。

理論化学(大問)では、気体の性質、結晶の構造、凝固点降下、混合気体、平衡定数、沈殿滴定など、無機化学では、アルミニウム、リン、鉄など、有機化学では、芳香族化合物の分離や性質、有機化合物の構造の決定、油脂、ベンゼンなどが出題された。

近年、問題の難易度の変化はほとんどなく、基本的な問題や標準的な問題が中心であるものの、中には思考力を要求される問題もある。制限時間は問題の分量に対して十分であり、基本的な問題や標準的な問題を中心に解答していけば、合格点に達することができるであろう。計算問題では、計算ミスがないかどうか、数値や条件を再度確認して、計算の見直しを行うことが大切である。有効数字にも注意が必要である。

〈学習対策〉

１．理論化学・無機化学・有機化学のいずれの分野においても、要求されている知識は、教科書に掲載されている内容が中心である。とはいえ、あいまいな知識だけでは合格点に達することは難しいであろう。教科書の内容を理解し、その後、問題集を用いて、知識が身についているか、内容を理解できているかをていねいに確認していくとよい。なお、解答形式がマーク式となったため、過程を記述する練習は必要がないと考えがちであるが、考え方を整理したり見直したりする際に有用であるので、あわせて記述する練習もしておくことが望ましい。

２．理論化学では、計算問題が多く出されている。計算問題では、実際に手を動かして計算してみることが大切である。

３．無機化学では、化学反応式を単に暗記するのではなく、その反応が物質のどのような性質に基づいて起こるのかを理解しておくことが大切である。理論化学との融合問題としてよく出されているので、過去に出題された問題などを用いて対策をしておくとよい。

４．有機化学では、芳香族化合物に関する問題が出されることが多い。教科書などを用いて、ベンゼンの反応やフェノールの反応をはじめとした知識を確認し、また有機化合物の分離に関する問題、構造決定に関する問題を中心に練習をしておくとよい。

〈出題のねらい〉

全体を通して

Ａ方式は大問３題（Ⅰ～Ⅲ）構成で各大問ともＡ・Ｂの分題、Ｂ方式は大問４題（Ⅰ～Ⅳ）構成で大問Ⅱ～ⅣはＡ・Ｂの分題です。各方式とも、理論化学分野を含む基礎、無機、有機の範囲から出題しています。基本的な知識を問う問題に加えて、思考力、計算力、問題文の読解力を必要とする問題も含まれています。教科書を中心に知識や考え方をしっかりと学べば、解答することができるという観点で出題しています。

前期Ａ方式（１月29日）

Ⅰ：小問集合、理論化学

Ａは、物質の構造・変化と平衡の分野について、小問形式で基礎的な知識と理解をみる問題で、７設問あり、ア～ウ３つの文の正誤組合せを答える形式です。マーク式ですが、３つの文すべての正誤を正確に判断する必要があり、正答率は３～５割と、かなり低い結果となりました。

Ｂは、ピストンがついた容器を用いた二酸化炭素の水への溶解度をテーマに、気体の状態方程式、ボイル・シャルルの法則、ヘスの法則などに関する標準的なレベルの問題で、幅広い理解を問いました。

問５では、溶解する二酸化炭素の物質量を、記述式のように「●.●×$10^{-●}$mol」という形式で問いましたが、正答率は約６割でした。

Ⅱ：無機化学、理論化学

Ａは、ケイ素の結晶格子とケイ素の化合物をテーマに、知識と理解をみる標準的な問題です。問２では、単位格子中の個数、および単位格子の一辺とケイ素の半径の関係などから、充填率を求める問題で、「●π %」という形式で問いましたが、正答率は約３割でした。これを解くために必要な一つ一つの事項は基本的な内容ですが、正解を得るためには、組合せて考えるための問題演習が大切です。

Ｂは、アルミニウムをテーマに、融解塩電解、テルミット反応、イオンの反応など多岐にわたる内容について問いました。

問１では、陽極で発生するCOとCO_2の物質量から流れた電子の物質量を求め、その電子が何molのAl^{3+}をAlに還元できるかを求めます。陽極ではCO、$CO_2$２つの物質が生成するので流れる電子がどれだけなのかの理解が難しかったようで、正答率は３割程度でした。

問４の白色沈殿Ａ、Ｂはどちらも$Al(OH)_3$で、同じ物質になるのでは、と理解できてもそのように解答するには不安があったと思います。白色沈殿Ａ、Ｂの正答率は、６割、２割でした。

Ⅲ：有機化学

Ａは、アニリン、および塩化ベンゼンジアゾニウムの製法と性質などに関する問題です。問１では、ベンゼンのニトロ化と、ニトロベンゼンの還元について問う基本的な問題ですが、還元反応は６割の正答率でした。大問の最初のほうの問題で間違えると、後半の問題が解けなくなってしまうことがあります。このような最初のほうの基本的な問題は、慎重に確実に解答しましょう。問２では、化合物Ａ、Ｂ、Ｃ（正解は、ニトロベンゼン、アニリン、塩化ベンゼンジアゾニウム）の構造式を問いましたが、化合物Ｂ、Ｃの正答率が５割前後にとどまりました。

Ｂは、$C_5H_8O_2$のエステルの構造決定に関する問題です。酢酸エチル$CH_3COOC_2H_5$（$C_4H_8O_2$）などのような、飽和脂肪酸と飽和アルコールからなるエステルより水素の数が少ないことから、炭素-炭素間に二重結合があることに気付けるかがポイントです。ここに気付けないと、問３の化合物Ａ、Ｂがわかりません。これらの正答率はどちらも２割程度と、かなり難しかったようです。

前期Ａ方式（１月30日）

Ⅰ：小問集合、理論化学

Ａは、物質の構造・変化と平衡の分野について、小問形式で基礎的な知識と理解をみる問題で、７設問あり、ア～ウ３つの文の正誤組合せを答える形式です。マーク式ですが、３つの文すべての正誤を正確に判断する必要があり、正答率は３～５割と、かなり低い結果となりました。

Ｂは、希薄溶液の冷却曲線と凝固点降下をテーマに、基礎的な内容からやや応用的な内容まで、幅広い理解をみる問題です。

問４は、酢酸の一部が２分子で会合（水素結合）しますが、これは教科書にはあまり詳しく書かれていません。問題文の説明を読み取り、会合する割合を考える問４(１)の正答率は約３割でしたが、凝固点降下度を求める最後の問４(２)は、ほとん

ど正解者がいませんでした。教科書に書かれていないような難問の問題演習に取り組むよりも、基礎事項をしっかり理解し、問題文に書かれていることを読み取れるようにすることが大切です。

Ⅱ：無機化学、理論化学

Aは、リンとその化合物をテーマに、リンの化合物の性質、保存法、乾燥剤としてのはたらきなどに関する理解をみる、標準的な問題です。

Bは、鉄のさまざまなイオンの反応に関する問題です。問1、3は6割程度の正答率でしたが、問4のNaIの濃度計算は1割程度と難しかったようです。NaIと沈殿を生成するAg^+は、I^-とSCN^-の両方と反応していることに気付けるかがポイントです。

Ⅲ：有機化合物

Aは、C_8H_9NOで表される芳香族化合物の構造決定の問題です。「Nを含む分子式、加水分解する、Dはカルボン酸らしい」ということから、芳香族アミドだと推定できます。問1で、$NaHCO_3$と反応して生じる気体がCO_2であることが推察でき、化合物Dがカルボン酸だと推定できるのですが、正答率が6割と、最初からつまづいてしまった人が4割いたようです。このような、多くの化合物を順に解きほぐしていくタイプの問題では、最初の設問は慎重に考える必要があります。

Bは、油脂の構造と性質に関する、標準的な問題です。

問2は、けん価に関する量的な関係から分子量を求める問題ですが、正答率が2割と低い結果でした。問4は試験問題の最後ですので解答時間が足りなかったのかもしれません。また、問3が正解していないと解けないためか、ほとんど正解者がいませんでした。

前期B方式

Ⅰ：物質の構造

小問集合形式で、幅広い知識と理解をみる問題です。

問3は2つの溶液の希釈やpHなどに関する問題でしたが、溶液に関する総合的な理解が必要で、正答率は2割程度でした。問5のHIの平衡状態に関する問い、問6の希薄溶液に関する蒸気圧・凝固点・浸透圧に関する問いも、正答率が3割程度で、間違えた人が多数いました。B方式の第1問は、例年3つの文に関する正誤組合せ問題で、一つ一つの文は難解ではないのですが、問われている3つのことがらのすべてを正しく理解していないと正解できないので、基礎事項を確実に理解しておきましょう。

Ⅱ：無機化学、理論化学

Aは、Cl_2、CO_2、H_2S、NH_3の発生反応と気体の性質、および反応の量的関係に関する問題です。

問1～4は標準的な問題で、いずれも正答率は8割前後と比較的よくできていました。

Bは、ベンゼンの炭素間結合に着目し、単結合と二重結合が3つずつなのか、中間的な結合が6つなのかを考察する問題です。シクロヘキサトリエンという架空の物質についての考察で、結合エネルギーに関する理解と問題文での解説を読み取ることができれば、正解することができ、問2の正答率は6割程度でした。

Ⅲ：理論化学

Aは、NaClの結晶格子をテーマとし、配位数、イオン半径と単位格子の辺の長さの関係、結晶の密度などについて問いました。問3では、イオンの半径や結晶格子内に含まれる個数、モル質量などの変数を用いて密度を求める式を考えますが、正答率は5割程度でした。

Bは、N_2からNOが生成する反応をテーマに、平衡定数が温度によって変わることにより生成量が変化することについて考察する問題です。問1の平衡時の反応量の関係は、半数の人が正解できていました。問2は、見慣れない近似計算で、正答率は約4割と難しかったようです。$K=2500x^2$となるので、NOの生成量xは平衡定数Kの平方根に比例することがわかり、平衡定数が大きい高温状態ではNOが多く生成することになります。正答率は約4割でした。

Ⅳ：有機化学

Aは、小問集合形式で、元素分析による分子式決定、不斉炭素原子をもつ化合物、アニリンの性質、油脂の異性体に関する基本的な内容を出題しました。5～8割程度と、ほぼ想定通りの正答率でした。

Bは、ベンゼンからフェノールを経てサリチル酸を合成する反応をテーマに、中間生成物A～D（フェノール、サリチル酸、そのエステル）の性質などについての問題でした。

最後の問4は、化合物B、C、Dの混合物の分離の問題ですが、B、C、Dすべてが判明できないと問題のスタートラインに立てず、正答率は2割前後でした。

化学〔前期A方式 1/29〕

A 1　化　　学

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。
原子量　H＝1.0　　C＝12　　N＝14　　O＝16　　Al＝27　　S＝32
　　Cu＝64
0℃，1.0×10^5 Pa における気体 1 mol の体積を 22.4 L とする。
気体定数は，$R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol)，
アボガドロ定数は，$N_A = 6.0 \times 10^{23}$ /mol とする。

I　次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は 1 ～ 15 。

A　次の問 1 ～問 7 に答えなさい。

問 1　物質の分離について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。解答番号は 1 。
ア　クロマトグラフィーにより，水性の黒色インクの成分を分離した。
イ　昇華法により，砂とヨウ素の混合物からヨウ素を取り出した。
ウ　ろ過により，食塩水から食塩を取り出した。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問 2　物質量について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。解答番号は 2 。
ア　3.0×10^{23} 個の水分子に含まれる水素原子の物質量は 0.50 mol である。
イ　0℃，1.0×10^5 Pa において 5.6 L の水素の物質量は 0.25 mol である。
ウ　硫酸銅(Ⅱ)五水和物（式量 250）25 g 中の硫酸銅(Ⅱ)の物質量は 0.10 mol である。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問 3　塩について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。解答番号は 3 。
ア　塩化アンモニウムは正塩に分類される。
イ　酸性塩であれば，その水溶液は酸性を示す。
ウ　酢酸ナトリウム水溶液は塩基性を示す。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問 4　反応熱について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。解答番号は 4 。
ア　NaCl(固)がもつエネルギーよりも NaClaq のもつエネルギーが大きいので，この溶解熱は負の値になる。
イ　生成熱の値は，反応によって正の値のときも負の値のときもある。
ウ　反応物の結合エネルギーの和が生成物の結合エネルギーの和よりも大きい場合，発熱反応になる。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問 5　酢酸は水溶液中で次のような電離平衡の状態にあり，その電離定数 K_a〔mol/L〕は（式 1）で表される。

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \quad （式 1）$$

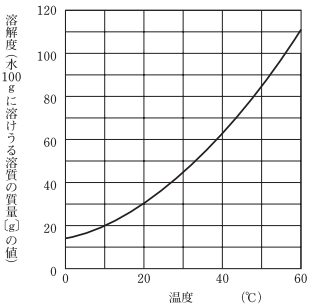
酢酸水溶液について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。解答番号は 5 。
ア　酢酸水溶液の濃度を c〔mol/L〕，酢酸の電離度を α とすると，電離定数 K_a は $\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$ で表される。
イ　酢酸の電離度が 1 に比べて十分に小さいとき，水溶液中の水素イオン濃度は $\sqrt{\frac{K_a}{c}}$ で表される。
ウ　酢酸の半分の物質量を水酸化ナトリウムで中和した水溶液は，緩衝液である。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問 6　次の（式 2）の反応について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。ただし，N_2O_4，NO_2 はいずれも気体であり，（式 2）の正反応は吸熱反応である。解答番号は 6 。

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2 \quad （式 2）$$

ア　圧力一定の条件で温度を上げると，平衡は右に移動する。
イ　温度と体積が一定の条件でアルゴンを加えると，平衡は左に移動する。
ウ　温度と圧力が一定の条件でアルゴンを加えると，平衡は移動しない。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問 7　硝酸カリウムの溶解について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。ただし，硝酸カリウムの溶解度〔g/100 g 水〕曲線は次のとおりである。解答番号は 7 。



ア　硝酸カリウムが水に溶けると，水中で電離する。
イ　20℃において，硝酸カリウムの飽和水溶液の質量パーセント濃度は 30 % である。
ウ　60℃の硝酸カリウムの飽和水溶液 100 g を 20℃に冷却すると，80 g の硝酸カリウムが析出する。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

B　次の文章を読んで，後の問1～問6に答えなさい。ただし，27℃，1.0×10^5 Pa において，二酸化炭素は水1Lに 3.0×10^{-2} mol 溶けるものとし，ヘンリーの法則が成り立つものとする。

ピストン付きの密閉容器に二酸化炭素8.8gを封入し，温度を27℃，二酸化炭素の圧力を 1.0×10^5 Pa に保ったところ，気体の体積は［ア］Lになった（図1）。温度を27℃に保ったまま，気体の体積を［ア］Lの半分にしたところ，二酸化炭素の圧力は［イ］倍となった（図2）。このときに成り立つ気体の法則は［ウ］の法則とよばれる。

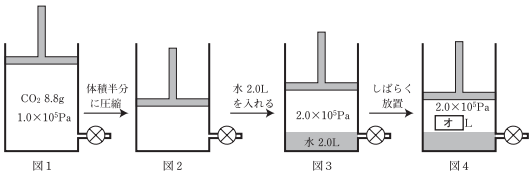


図1　図2　図3　図4

次に，容器の中に水2.0Lを入れ，温度を27℃，二酸化炭素の圧力を 2.0×10^5 Pa に保ち（図3），しばらく放置した。このとき，水に溶けている二酸化炭素の物質量は［エ］molであり，容器内の気体の体積は［オ］Lになる（図4）。なお，容器に水を入れるとき，二酸化炭素は外部に流出することはないものとする。

問1　［ア］に当てはまる数値として最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［8］。
① 0.83　② 2.5　③ 5.0　④ 8.3　⑤ 25　⑥ 50

問2　［イ］に当てはまる数値として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［9］。
① 0.20　② 0.50　③ 1.0　④ 1.5　⑤ 2.0

問3　［ウ］に当てはまる人名として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［10］。
① ヘス　② シャルル　③ ドルトン
④ ボイル　⑤ アボガドロ

問4　水への溶解について，ヘンリーの法則が**成り立たない気体**として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［11］。
① アンモニア　② 窒素　③ 酸素
④ メタン　⑤ アルゴン

問5　［エ］に当てはまる数値を有効数字2桁まで次の形式で表すとき，［12］～［14］に当てはまる数字を，後の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。ただし，同じ記号を何度選んでもかまいません。
解答番号は［12］が［12］，［13］が［13］，［14］が［14］。

［12］．［13］$\times 10^{-[14]}$ mol

① 1　② 2　③ 3　④ 4
⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8

問6　［オ］に当てはまる数値として最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［15］。
① 0.33　② 0.66　③ 1.0　④ 1.6　⑤ 2.0　⑥ 2.5

Ⅱ　次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は［16］～［28］。

A　次の文章を読んで，後の問1～問6に答えなさい。

ケイ素は，岩石や鉱物の成分元素として，地殻中で［ア］の次に多く含まれている元素である。単体は自然界には存在せず，酸化物を還元して生成する。単体の結晶は図1のようにダイヤモンドと同じ構造の共有結合の結晶[i]であり，灰色で金属に似た光沢があり，電気伝導性は金属と非金属の中間の大きさをもった［イ］としての性質を示す。

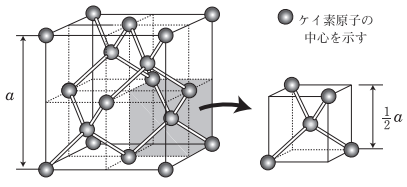


図1

ケイ素の化合物の一つである二酸化ケイ素も，共有結合の結晶である。高純度の二酸化ケイ素を融解して繊維状にしたものは［ウ］と呼ばれ，通信などに利用されている。また，ガラス[ii]の主成分でもある二酸化ケイ素は，フッ化水素酸と反応して，化学式［エ］で表される物質に変化して溶解するため，ガラスに目盛りをつけるときや，つや消しガラスの製造などにフッ化水素酸が利用されている。

二酸化ケイ素は酸性酸化物に分類され，水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウムとともに加熱すると，ケイ酸ナトリウムを生じる。得られたケイ酸ナトリウムに水を加えて加熱すると，［オ］と呼ばれる無色透明で粘性の大きな液体が得られる。続いて，［オ］の水溶液に塩酸を加えると，［カ］の白色ゲル状沈殿が

生成する。さらに［カ］を加熱して脱水すると，乾燥剤，吸着剤として利用されるシリカゲル[iii]が得られる。

問1　［ア］・［イ］に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［16］。

	ア	イ
①	酸素	半導体
②	酸素	絶縁体
③	アルミニウム	半導体
④	アルミニウム	絶縁体
⑤	鉄	半導体
⑥	鉄	絶縁体

問2　下線部i）について，図1はケイ素の結晶の単位格子を示している。ケイ素原子は立方体の構造を持つ単位格子の各頂点および各面の中心に存在し，さらに各辺を二等分してできる8つの小立方体の中心を一つおきに占めている。この構造を持つケイ素の充填率（単位格子の体積に含まれる原子の体積の割合）を円周率 π を用いた次の形式で表すとき，［17］・［18］に当てはまる数字を，後の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。ただし，ケイ素原子は完全な球体の構造をもち，最も近い位置にある原子どうしは接しているものとする。また，同じ記号を何度選んでもかまいません。
解答番号は［17］が［17］，［18］が［18］。

ケイ素の充填率：$\frac{\sqrt{[17]}}{[18]}\pi$

① 2　② 3　③ 4　④ 5
⑤ 6　⑥ 8　⑦ 12　⑧ 16

化学〔前期A方式 1/29〕

問3 ［ウ］・［エ］に当てはまる語句と化学式の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［19］。

	［ウ］	［エ］
①	アモルファス	SiF_4
②	アモルファス	H_2SiF_6
③	アマルガム	SiF_4
④	アマルガム	H_2SiF_6
⑤	光ファイバー	SiF_4
⑥	光ファイバー	H_2SiF_6

問4 下線部ii）について，次の(1)・(2)の特徴をもつガラスの名称の組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［20］。

(1) 透明で光を屈折する度合いが高く，放射線を遮蔽（しゃへい）する能力が高いガラスであり，光学レンズなどに利用されている。

(2) 耐熱性や耐薬品性が高いガラスであり，熱膨張率が小さいので耐熱容器や理化学実験器具などに利用されている。

	(1)	(2)
①	ホウケイ酸ガラス	鉛ガラス
②	ホウケイ酸ガラス	石英ガラス
③	鉛ガラス	ホウケイ酸ガラス
④	鉛ガラス	石英ガラス
⑤	石英ガラス	ホウケイ酸ガラス
⑥	石英ガラス	鉛ガラス

問5 ［オ］・［カ］に当てはまる物質の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［21］。

	［オ］	［カ］
①	グリセリン	塩化ナトリウム
②	グリセリン	ケイ酸
③	グリセリン	ケイ酸ナトリウム
④	水ガラス	塩化ナトリウム
⑤	水ガラス	ケイ酸
⑥	水ガラス	ケイ酸ナトリウム

問6 下線部iii）について，シリカゲルが乾燥剤として利用される理由として最も適当なものを，次の①～④の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［22］。

① 多孔質で表面積が大きく，多数の－OHの構造が存在するから。
② 昇華しやすい物質であり，吸湿性が非常に大きいから。
③ 流動性をもつゲル状物質であるから。
④ ケイ素の電気陰性度は特に大きく，極性分子の水を吸着しやすいから。

B 次の文章を読んで，後の問1～問4に答えなさい。

アルミニウムは比較的イオン化傾向の大きな金属であるため，自然界で単体としてほとんど存在しない。アルミニウムは，鉱石であるボーキサイトから純粋な酸化アルミニウム（アルミナ）を合成し，これを溶融塩電解（融解塩電解）して得られる。(i)

アルミニウムは，塩酸にも過剰の水酸化ナトリウム水溶液にも溶けて気体を発生する。(ii)また，アルミニウム粉末に酸化鉄(Ⅲ)を混合して着火すると，激しい反応が観察される。(iii)

アルミニウムの代表的な化合物の一つにミョウバン $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ がある。ミョウバンの結晶を水に溶かしたのち，アンモニア水を加えると白色沈殿Aを生じる。この沈殿は水酸化ナトリウム水溶液に溶けて無色の水溶液になるが，この無色の水溶液に塩酸を少しずつ加えていくと，白色沈殿Bが生成したのち再び無色の水溶液になる。

問1 下線部i）の溶融塩電解では，炭素電極を用いて酸化アルミニウムと氷晶石を溶融させた電解液を電気分解する。ある時間電気分解したところ，次の反応が起こり，陽極側から一酸化炭素CO 10 molと二酸化炭素CO_2 40 molが生じた。

$C + O^{2-} \longrightarrow CO + 2e^-$

$C + 2O^{2-} \longrightarrow CO_2 + 4e^-$

このとき，陰極側に生じたアルミニウムの質量は何kgか。最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。なお，電気分解で流れた電子はすべて両電極で起こった変化に利用されたものとする。解答番号は［23］。

① 0.45 kg　② 0.90 kg　③ 1.08 kg
④ 1.62 kg　⑤ 2.16 kg　⑥ 2.43 kg

問2 下線部ii）について，過剰の水酸化ナトリウム水溶液との変化を化学反応式で表すと次のように表せる。このとき，［b］・［d］に当てはまる係数として最も適当なものを，後の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい（［a］・［c］は解答不要。）。ただし，係数をつけない場合は1とする。また，同じ記号を何度選んでもかまいません。

解答番号は［b］が［24］，［d］が［25］。

［a］ $Al + 2NaOH +$ ［b］ $H_2O \longrightarrow$ ［c］ $Na[Al(OH)_4] +$ ［d］ H_2

① 1　② 2　③ 3　④ 4
⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8

問3 下線部iii）の反応名として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［26］。

① ハーバー・ボッシュ法　② オストワルト法
③ アンモニアソーダ法　④ 接触法
⑤ テルミット法

問4 白色沈殿Aと白色沈殿Bの化学式として最も適当なものを，次の①～⑥の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。ただし，同じ記号を何度選んでもかまいません。解答番号は白色沈殿Aが［27］，白色沈殿Bが［28］。

① KOH　② $AlCl_3$　③ $Al(OH)_3$
④ KCl　⑤ NH_4Cl　⑥ $(NH_4)_2SO_4$

Ⅲ　次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は 29 ～ 45 。

A　次の実験に関する文章を読んで，後の問１～問５に答えなさい。

実験１：試験管に濃硝酸と濃硫酸の混合液を入れ，これにベンゼンを加えた後，60℃に保ってベンゼンをすべて反応させた(i)。反応後，２層に分離した下層の液体を除き，試験管に冷水を入れよく振り混ぜた後静置すると，水の底に油状の化合物 **A** が得られた。

実験２：試験管に化合物 **A** を入れ，これにスズと濃塩酸を加えた後，60℃に加温して反応させた(ii)。反応後の溶液を三角フラスコに移し，塩基性になるまで水酸化ナトリウム水溶液を加えた。この溶液にジエチルエーテルを加え分液ろうとに移してよく振り混ぜた。水層を除きジエチルエーテルを蒸発させると油状の化合物 **B** が得られた。

実験３：ビーカーに化合物 **B** を入れ希塩酸を加えた。このビーカーを氷冷して５℃以下にし，あらかじめ冷却しておいた亜硝酸ナトリウム水溶液をかき混ぜながら徐々に加えて反応させると，化合物 **C** の水溶液が得られた。

実験４：化合物 **C** の水溶液を水溶液(a)と水溶液(b)に２等分した。水溶液(a)は氷冷で５℃以下に保ち続けた。水溶液(b)を温めると，気体の発生が見られた。気体発生後の水溶液(b)に水酸化ナトリウム水溶液を加えた後，氷冷で５℃以下に戻した。

実験５：水溶液(a)に水溶液(b)を加えると，橙赤色の化合物 **D** が析出した。

問１　下線部ⅰ)・ⅱ)の反応名として最も適当なものを，次の①～⑥の中からそれぞれ１つずつ選び，マークしなさい。

解答番号は下線部ⅰ)が 29 ，下線部ⅱ)が 30 。

①　スルホン化　　②　ニトロ化　　③　アセチル化
④　塩素化　　⑤　還元　　⑥　ジアゾ化

問２　化合物 **A**，**B**，**C** の構造式として最も適当なものを，次の①～⑧の中からそれぞれ１つずつ選び，マークしなさい。

解答番号は化合物 **A** が 31 ，化合物 **B** が 32 ，化合物 **C** が 33 。

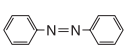
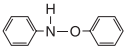
①　 　②　 　③　 　④　

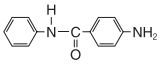
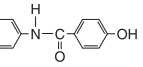
⑤　 　⑥　 　⑦　 　⑧　

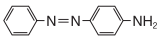
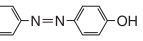
問３　化合物 **B** の確認のため，呈色反応に用いられる試薬として最も適当なものを，次の①～⑤の中から１つ選び，マークしなさい。解答番号は 34 。

①　塩化鉄(Ⅲ)水溶液　　②　ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液
③　水酸化ナトリウム水溶液　　④　アンモニア性硝酸銀水溶液
⑤　さらし粉水溶液

問４　化合物 **D** の構造式として最も適当なものを，次の①～⑥の中から１つ選び，マークしなさい。解答番号は 35 。

①　  　②　 

③　  　④　 

⑤　  　⑥　 

問５　ベンゼン 7.8 g を用いて，実験１～実験５を行うことで化合物 **D** が 6.6 g 得られた。この反応の収率〔%〕を２桁の数値で表すときは，次のようになる。

36 37 %

36 ・ 37 に当てはまる数字を，次の①～⑧の中からそれぞれ１つずつ選び，マークしなさい。ただし，同じ記号を何度選んでもかまいません。なお，収率とは反応物が完全に反応したときに，理論上得られる生成物の量に対する，実際に得られた生成物の量の割合である。

解答番号は 36 が 36 ， 37 が 37 。

①　1　　②　2　　③　3　　④　4
⑤　5　　⑥　6　　⑦　7　　⑧　8

B　次の文章を読んで，後の問１～問４に答えなさい。

化合物 **A**，**B**，**C** はいずれも分子式 $C_5H_8O_2$ のエステルであり，これらについて以下の情報１～３をもとにその構造を決定した。

【情報１】　化合物 **A** は２つのメチル基をもち，シス-トランス異性体が存在しない。また，**A** を加水分解すると，カルボン酸 **D** とメタノールが得られる。

【情報２】　化合物 **B** を加水分解すると，カルボン酸 **E** と化合物 **F** が得られた。**F** にフェーリング液を加えて加熱すると，赤色沈殿(i)が得られた。また，**F** は，アセチレンに触媒を用いて水を付加させて得られる化合物と同じである。

【情報３】　化合物 **C** はエステル結合を含む環式構造をもち，加水分解するとエステル結合が切れて鎖式の化合物 **G** のみが得られた。**G** は炭素鎖の末端にカルボキシ基をもつ構造で，不斉炭素原子を１つもち，ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると黄色沈殿(ii)が生じた。

問１　下線部ⅰ)・ⅱ)の沈殿の化学式として最も適当なものを，次の①～⑧の中からそれぞれ１つずつ選び，マークしなさい。

解答番号は下線部ⅰ)が 38 ，下線部ⅱ)が 39 。

①　Ag_2O　　②　CuO　　③　Cu_2O　　④　$Cu(OH)_2$
⑤　CH_3I　　⑥　CH_2I_2　　⑦　CHI_3　　⑧　NaI

問２　化合物 **F** の名称として最も適当なものを，次の①～⑥の中から１つ選び，マークしなさい。解答番号は 40 。

①　ホルムアルデヒド　　②　アセトアルデヒド　　③　アセトン
④　ギ酸　　⑤　酢酸　　⑥　シュウ酸

化学〔前期A方式 1/29〕

問3　化合物**A**と**B**の構造をそれぞれ次のように表したとき，$\mathbf{R}_1$，$\mathbf{R}_2$，$\mathbf{R}_3$，$\mathbf{R}_4$に当てはまる構造として最も適当なものを，後の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。ただし，同じ記号を何度選んでもかまいません。解答番号は$\mathbf{R}_1$が 41 ，$\mathbf{R}_2$が 42 ，$\mathbf{R}_3$が 43 ，$\mathbf{R}_4$が 44 。

化合物**A**　$\mathbf{R}_1-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\mathbf{R}_2$　　化合物**B**　$\mathbf{R}_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\mathbf{R}_4$

① CH_3-　　② CH_3-CH_2-

③ $H_2C=CH-$　　④ $CH_3-CH_2-CH_2-$

⑤ $H_2C=CH-CH_2-$　　⑥ $CH_3-CH=CH-$

⑦ $H_2C=\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}-$　　⑧ $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$

問4　化合物**G**の構造式として最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 45 。

① $CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2-CH_2-COOH$　　② $CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2-COOH$

③ $CH_3-CH_2-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-COOH$　　④ $CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2-COOH$ （CH_3 は CH に結合）

⑤ $CH_2-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{CH}}-COOH$　　⑥ $CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-COOH$

（化学問題　おわり）

化学〔前期A方式 1/30〕

A 2　化　　学

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。
原子量　H＝1.0　　C＝12　　N＝14　　O＝16
0℃，1.0×10^5 Paにおける気体1 molの体積を22.4 Lとする。
気体定数は，$R=8.3\times10^3$ Pa･L/(K･mol) とする。

Ⅰ　次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は 1 ～ 12 。

A　次の問1～問6に答えなさい。

問1　次表は，いくつかの原子の電子配置を表したものである。これらの原子について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 1 。

	K殻	L殻	M殻	N殻
原子a	2	8		
原子b	2	8	1	
原子c	2	8	3	
原子d	2	8	8	1
原子e	2	8	8	2

ア　イオン化エネルギーが最も大きい原子は，原子aである。
イ　原子a～eのうち，金属元素の原子は3種類である。
ウ　原子bとdは同族元素の原子である。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問2　気体の熱運動について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から1つ選びマークしなさい。解答番号は 2 。
ア　気体分子は，温度が一定のときにはすべての分子が同じ速さで運動している。
イ　気液平衡の状態では，分子が蒸発する速さと凝縮する速さは等しい。
ウ　容器内の気体分子は，ほかの分子や容器の壁に衝突して飛びまわっており，気体分子が壁に与える力が圧力のもととなっている。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問3　コロイドについて，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 3 。
ア　コロイド溶液を特殊な顕微鏡でのぞくとコロイド粒子の不規則な運動が観察される。これはコロイド粒子自身が熱運動によって不規則に運動するからである。
イ　疎水コロイドに少量の電解質を加えると，コロイドは凝集して沈殿する。これは凝析と呼ばれる。
ウ　あるコロイド溶液を電気泳動したところ，コロイドは陰極側に移動した。これより，このコロイド粒子が負に帯電していることがわかる。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問4　反応速度について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 4 。

ア　触媒を加えても反応速度は変化しない。

イ　過酸化水素を分解すると酸素が発生する。この反応において，一定時間に分解した過酸化水素の物質量と発生した酸素の物質量は等しい。

ウ　反応物に固体が含まれるとき，固体を細かく砕くと反応速度は大きくなる。

① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問5　陽極および陰極に白金を，電解液に硫酸銅(Ⅱ)水溶液を用いて，一定の時間電気分解した。これについて，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 5 。

ア　陰極では銅が析出し，陽極では酸素が発生する。

イ　電気分解によって電解液の pH は大きくなる。

ウ　陰極および陽極の電極を銅電極に変えて電気分解したとき，電解液中の銅(Ⅱ)イオンの物質量は変化しない。

① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問6　次の（式1）は塩化銀の溶解平衡を，（式2）は塩化銀の溶解度積 K_{sp} を表したものである。これについて，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 6 。

$$AgCl \rightleftarrows Ag^+ + Cl^- \qquad (式1)$$

$$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = 1.0 \times 10^{-10}\,(mol/L)^2 \qquad (式2)$$

ア　塩化銀の飽和水溶液中の銀イオンのモル濃度は 1.0×10^{-10} mol/L である。

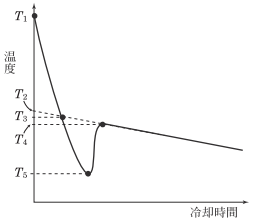
イ　1.0×10^{-2} mol/L の塩酸に塩化銀を溶かしたところ，溶けきれずに固体が残った。このときの水溶液中の銀イオンのモル濃度は約 1.0×10^{-8} mol/L である。

ウ　1.0×10^{-5} mol/L の塩化ナトリウム水溶液 100 mL と 2.0×10^{-5} mol/L の硝酸銀水溶液 100 mL を混合したとき，塩化銀の沈殿が生じる。

① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

B　次の文章を読んで，後の問1～問4に答えなさい。

純溶媒に比べると溶液の凝固点は低下する。この現象を凝固点降下という。希薄溶液では，凝固点降下の大きさは溶質粒子の質量モル濃度に比例することが知られており，その比例定数をモル凝固点降下とよぶ。次図は，希薄溶液を冷却したときの冷却時間と温度の変化を表したものである。この図を用いて溶液の凝固点を推定することができる。



溶液の温度と冷却時間の関係

問1　溶媒が凝固し始めたときの温度として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 7 。

① T_1　② T_2　③ T_3　④ T_4　⑤ T_5

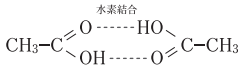
問2　下線部について，溶液の凝固点として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 8 。

① T_1　② T_2　③ T_3　④ T_4　⑤ T_5

問3　ベンゼン 200 g にナフタレン（分子量 128）を 0.64 g 溶かしたベンゼン溶液の凝固点として最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。ただし，ベンゼンの凝固点は 5.53 ℃，モル凝固点降下を 5.12 K·kg/mol とする。解答番号は 9 。

① 5.32 ℃　② 5.36 ℃　③ 5.40 ℃
④ 5.44 ℃　⑤ 5.48 ℃　⑥ 5.52 ℃

問４　ベンゼンに酢酸を溶かすと，溶けた酢酸の一部は水素結合によって次図のように２分子が会合した状態（二量体）となり，一つの分子のようにふるまう。



これに関連して次の(1)・(2)に答えなさい。

(1)　溶かした酢酸の物質量を n〔mol〕とし，溶かした酢酸のうち二量体を形成する酢酸の物質量の割合を α とする。ベンゼン溶液中の酢酸および酢酸の二量体の物質量を表す式の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から１つ選び，マークしなさい。解答番号は 10 。

	酢酸の物質量	酢酸の二量体の物質量
①	$n\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)$	$\frac{n}{2}\alpha$
②	$n\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)$	$n\alpha$
③	$n\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)$	$2n\alpha$
④	$n(1-\alpha)$	$\frac{n}{2}\alpha$
⑤	$n(1-\alpha)$	$n\alpha$
⑥	$n(1-\alpha)$	$2n\alpha$

(2)　ベンゼン 200 g に酢酸（分子量 60.0）を 0.30 g 溶かしたベンゼン溶液の凝固点降下の大きさは 0.073 K であった。この溶液中の，酢酸が二量体を形成している割合 α を小数第２位まで次の形式で表すとき，［11］・［12］に当てはまる数字を，後の①～⑧の中からそれぞれ１つずつ選び，マークしなさい。ただし，同じ記号を何度選んでもかまいません。また，ベンゼンのモル凝固点降下を 5.12 K･kg/mol とする。

解答番号は［11］が 11 ，［12］が 12 。

0. ［11］［12］

① 1　② 2　③ 3　④ 4
⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8

Ⅱ　次の問題Ａ・Ｂに答えなさい。解答番号は［13］～［24］。

Ａ　次の文章を読んで，後の問１～問４に答えなさい。

リン P は周期表において，第［ア］周期，［イ］族元素であり，その単体には黄リン（白リン）や赤リンなどが存在し，これらの関係を［ウ］と呼ぶ。黄リンの分子式は P_4 で表され，空気中で自然発火しやすく，［エ］中に保管する。黄リンは毒性が強く，窒素中 250 ℃程度で長時間加熱すると赤リンが得られる。

単体のリンの工業的な製法として，ⅰ）リン鉱石（主成分リン酸カルシウム）にケイ砂（SiO_2）とコークス（炭素 C）を混合して 1500 ℃程度に加熱する方法がある。得られた単体のリンを空気中で燃焼させると十酸化四リンに変化する。十酸化四リンは白色粉末で，吸湿性が強く，強力なⅱ）乾燥剤として利用される。

問１　［ア］・［イ］に当てはまる数字として最も適当なものを，次の①～⑧の中からそれぞれ１つずつ選び，マークしなさい。

解答番号は［ア］が 13 ，［イ］が 14 。

① 2　② 3　③ 4　④ 13
⑤ 14　⑥ 15　⑦ 16　⑧ 17

問２　［ウ］・［エ］に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から１つ選び，マークしなさい。解答番号は 15 。

	［ウ］	［エ］
①	同位体	石油
②	同位体	水
③	同素体	石油
④	同素体	水
⑤	同族体	石油
⑥	同族体	水

問３　下線部ⅰ）について，その変化を化学反応式で表すと以下のように表せる。このとき，［a］・［d］に当てはまる最も適当な数字を，次の①～⑧の中からそれぞれ１つずつ選び，マークしなさい。ただし，同じ記号を何度選んでもかまいません。［b］・［c］は解答不要。解答番号は［a］が 16 ，［d］が 17 。

$2Ca_3(PO_4)_2$ + ［a］SiO_2 + ［b］C
⟶ P_4 + ［c］$CaSiO_3$ + ［d］CO

① 2　② 3　③ 5　④ 6
⑤ 7　⑥ 8　⑦ 10　⑧ 12

問４　下線部ⅱ）について，次の気体のうち，十酸化四リンを用いて**乾燥することができない**ものを，次の①～⑤の中から１つ選び，マークしなさい。解答番号は 18 。

① NH_3　② CH_4　③ N_2　④ CO_2　⑤ Cl_2

B　次の文章を読んで，後の問1～問4に答えなさい。

鉄を希塩酸に加えると，水素を発生しながら溶けて，淡緑色の水溶液**A**に変化する。次に，水溶液**A**に塩素を通じると，黄褐色の水溶液**B**に変化する。i)水溶液**A**に，［ア］を加えると緑白色の沈殿が生じ，水溶液**A**に［イ］を加えると濃青色の沈殿が生じる。また，水溶液**B**に，［ア］を加えると赤褐色の沈殿が生じ，水溶液**B**に［ウ］を加えると濃青色の沈殿が生じる。さらに，水溶液**B**にチオシアン酸カリウム水溶液を加えると，血赤色溶液へと変化する。

チオシアン酸塩の水溶液による血赤色溶液への変化は，次のようにハロゲン化物イオンの定量を目的とした滴定の指示薬としても利用されている。

いま，ii)ある濃度のヨウ化ナトリウム水溶液がある。この水溶液をホールピペットで正確に20.0 mLはかりとってコニカルビーカーに入れ，硫酸で酸性にした。そこに，0.200 mol/Lの硝酸銀水溶液を100 mL加えると，水に不溶な沈殿**C**が生じた。この後，沈殿**C**を取り除き，指示薬として少量の鉄(Ⅲ)イオンを含む溶液をコニカルビーカーに加えた。ビュレットに入れた0.100 mol/Lチオシアン酸アンモニウムNH_4SCN水溶液をコニカルビーカーに滴下していくと，次の（式1）の変化により，チオシアン酸銀AgSCNが沈殿した。

$$Ag^+ + SCN^- \longrightarrow AgSCN \qquad （式1）$$

さらにNH_4SCN水溶液を滴下していき，溶液の血赤色が消えなくなったところを終点とすると，終点までに加えたNH_4SCN水溶液は20.0 mLであった。なお，溶液の血赤色への変化は，（式1）の反応終了後すぐに起こることがわかっている。

問1　［ア］～［ウ］に当てはまる試薬として最も適当なものを，次の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。ただし，同じ記号を何度選んでもかまいません。

解答番号は［ア］が［19］，［イ］が［20］，［ウ］が［21］。

① 硝酸　② ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム水溶液
③ 硫酸　④ ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液
⑤ 炭酸水　⑥ 二酸化硫黄の水溶液
⑦ アンモニア水　⑧ 硫化水素の水溶液

問2　下線部i）について，次の①～⑤の下線部の物質のうち，下線部i）の反応における塩素と同じはたらきをするものとして最も適当なものを1つ選び，マークしなさい。解答番号は［22］。

① $2H_2S + \underline{SO_2} \longrightarrow 3S + 2H_2O$
② $Ca(OH)_2 + \underline{SO_2} \longrightarrow CaSO_3 + H_2O$
③ $NaOH + \underline{HCl} \longrightarrow NaCl + H_2O$
④ $2KMnO_4 + 5\underline{H_2O_2} + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O + 5O_2$
⑤ $MnO_2 + 4\underline{HCl} \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$

問3　硝酸銀水溶液を加えたときに生じた沈殿**C**の化学式と，その色の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［23］。

	化学式	色
①	AgI	黄色
②	AgI	白色
③	AgI	赤色
④	$NaNO_3$	黄色
⑤	$NaNO_3$	白色
⑥	$NaNO_3$	赤色

問4　下線部ii）について，このヨウ化ナトリウム水溶液のモル濃度は何mol/Lか。最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［24］。

① 0.80 mol/L　② 0.90 mol/L　③ 1.0 mol/L
④ 1.8 mol/L　⑤ 1.9 mol/L　⑥ 2.0 mol/L

Ⅲ　次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は［25］～［42］。

A　次の文章を読んで，後の問1～問4に答えなさい。

化合物**A**，**B**，**C**はいずれも分子式C_8H_9NOで表される芳香族化合物である。**A**を加水分解すると，化合物**D**と**E**が得られた。**D**に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体が発生した。また，**D**はトルエンを過マンガン酸カリウムで酸化した後，i)希硫酸を加えて得られる。**B**を加水分解すると，化合物**F**と**G**が得られた。**F**に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体が発生した。また，**F**はエタノールを硫酸酸性の二クロム酸カリウムで酸化すると得られる。**C**を加水分解すると，化合物**H**と**I**が得られた。**H**に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体が発生した。また，**H**は銀鏡反応を示した。**I**は芳香族化合物であり水にはほとんど溶けないが，希塩酸には溶解した。また，**I**のベンゼン環の水素原子1つを臭素原子に置換した化合物は2種類考えられる。

問1　下線部i）で発生した気体の分子式として最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は［25］。

① H_2　② N_2　③ O_2　④ CO　⑤ CO_2　⑥ Cl_2

問2　化合物**D**，**F**，**H**の名称として最も適当なものを，次の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。

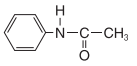
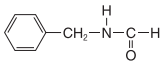
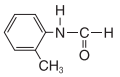
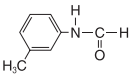
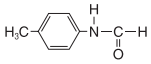
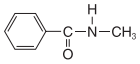
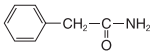
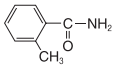
解答番号は化合物**D**が［26］，化合物**F**が［27］，化合物**H**が［28］。

① ギ酸　② 酢酸　③ プロピオン酸
④ マレイン酸　⑤ 安息香酸　⑥ サリチル酸
⑦ フタル酸　⑧ テレフタル酸

問3　化合物**F**と水酸化カルシウムとの反応で得られる塩を乾留すると得られる有機化合物として最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 29 。

① ホルムアルデヒド　② アセトアルデヒド
③ プロピオンアルデヒド　④ アセトン
⑤ エチルメチルケトン（2-ブタノン）　⑥ 酢酸

問4　化合物**A**，**B**，**C**の構造式として最も適当なものを，次の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。
解答番号は化合物**A**が 30 ，化合物**B**が 31 ，化合物**C**が 32 。

① 
② 
③ 
④ 
⑤ 
⑥ 
⑦ 
⑧ 

B　次の文章を読んで，後の問1～問4に答えなさい。

油脂とは，グリセリンと3分子の高級脂肪酸がエステル結合してできた化合物である。常温で固体の油脂を ア といい，常温で液体の油脂を イ という。また， イ にニッケルを触媒にして水素を付加し，融点を高くした油脂を ウ という。

不斉炭素原子をもたない油脂**A**の4.43 gを完全にけん化するのに，2.00 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液が7.50 mL必要であった。その後，反応液を酸性にしてジエチルエーテルで抽出すると，2種類の枝分かれのない脂肪酸**B**と**C**が2：1の物質量の比で得られた。

また，油脂**A**の4.43 gにニッケルを触媒にして水素を完全に付加すると，0℃，1.0×10^5 Pa下で224 mLの水素が反応した。反応後の油脂をけん化し，反応液を酸性にしてジエチルエーテルで抽出すると，脂肪酸**B**のみが得られた。

問1　ア ～ ウ に当てはまる語として最も適当なものを，次の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。
解答番号は ア が 33 ， イ が 34 ， ウ が 35 。

① 乾性油　② 不乾性油　③ 脂肪　④ 脂肪油
⑤ セッケン　⑥ 硬化油　⑦ 軽油　⑧ 重油

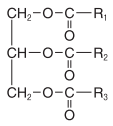
問2　油脂**A**の分子量を3桁の整数値で次のように表すとき， 36 ～ 38 に当てはまる数字を，次の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。ただし，同じ記号を何度選んでもかまいません。
分子量 36 37 38 。
解答番号は 36 が 36 ， 37 が 37 ， 38 が 38 。

① 1　② 2　③ 3　④ 4
⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8

問3　油脂**A**1分子に含まれる炭素原子間二重結合の数として最も適当なものを，次の①～⑧の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 39 。

① 1　② 2　③ 3　④ 4
⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8

問4　油脂**A**の構造を次のように表したとき，$\mathbf{R}_1$，$\mathbf{R}_2$，$\mathbf{R}_3$に当てはまる構造として最も適当なものを，後の①～⑥の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。ただし，同じ記号を何度選んでもかまいません。
解答番号は$\mathbf{R}_1$が 40 ，$\mathbf{R}_2$が 41 ，$\mathbf{R}_3$が 42 。

油脂**A** 

① $-C_{15}H_{31}$　② $-C_{15}H_{29}$　③ $-C_{17}H_{35}$
④ $-C_{17}H_{33}$　⑤ $-C_{17}H_{31}$　⑥ $-C_{17}H_{29}$

（化学問題　おわり）

B　化　　学

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。
原子量　H＝1.0　　C＝12　　O＝16　　Ca＝40
0℃，1.0×10^5 Pa における気体 1 mol の体積を 22.4 L とする。
気体定数は，$R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol) とする。

Ⅰ　次の問 1 ～問 6 に答えなさい。解答番号は 1 ～ 6 。

問 1　次のように表されるある原子 X について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。解答番号は 1 。

$${}^{z}_{a}\mathrm{X}$$

ア　原子 X の原子番号は a である。
イ　原子 X の電子の数は z である。
ウ　原子 X の中性子の数は $z + a$ である。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問 2　イオン化エネルギーと電子親和力および電気陰性度について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。解答番号は 2 。
ア　イオン化エネルギーが大きな原子は陽イオンになりやすい。
イ　電子親和力が大きな原子は陰イオンになりやすい。
ウ　電気陰性度が最も大きな原子はフッ素である。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問 3　次の水溶液 A と B について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。解答番号は 3 。
水溶液 A：0.10 mol/L の塩酸（塩化水素の電離度は 1 ）
水溶液 B：0.10 mol/L の酢酸水溶液（酢酸の電離度は 1.4×10^{-2}）
ア　同じ体積で比較したとき，水素イオンの物質量は A の方が B よりも大きい。
イ　25℃において，A の水溶液を水で 10^7 倍に希釈したとき，水溶液の pH は 8.0 になる。
ウ　B の水溶液 100 mL を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和するとき，中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積は 100 mL よりも少ない。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問 4　電池について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。解答番号は 4 。
ア　ダニエル電池を放電すると，負極の質量は増加し，正極の質量は減少する。
イ　鉛蓄電池を放電すると，電解液の硫酸の質量パーセント濃度は小さくなる。
ウ　水素－酸素の燃料電池では，負極に酸素を，正極に水素を用いる。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問 5　次の反応の平衡状態について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。解答番号は 5 。

$$\mathrm{H_2 + I_2 \rightleftarrows 2HI}$$

ア　平衡状態では，$\mathrm{H_2}$ と $\mathrm{I_2}$ と HI の物質量比が常に 1 : 1 : 2 である。
イ　平衡状態では，正反応と逆反応はいずれも停止している。
ウ　触媒を加えても，平衡は移動しない。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

問 6　希薄溶液の性質について，正しい記述，または，その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑦の中から 1 つ選び，マークしなさい。解答番号は 6 。
ア　純水よりもグルコース水溶液の方が蒸気圧は小さい。
イ　同じ濃度のグルコース水溶液と塩化ナトリウム水溶液を比較したとき，グルコース水溶液の方が凝固点は高い。
ウ　水溶液の浸透圧は，温度を大きくすると大きくなる。
① アのみ　② イのみ　③ ウのみ
④ ア，イ　⑤ ア，ウ　⑥ イ，ウ　⑦ ア，イ，ウ

Ⅱ　次の問題 A・B に答えなさい。解答番号は 7 ～ 14 。

A　次の文章を読んで，後の問 1 ～問 5 に答えなさい。

実験室において，5 種類の気体 a～e を発生させる操作 1 ～ 5 を以下に示した。
操作 1：酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱すると，気体 a が発生する。
操作 2：炭酸カルシウムに希塩酸を加えると，気体 b が発生する。
操作 3：硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えると，気体 c が発生する。
操作 4：塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱すると，気体 d が発生する。
操作 5：亜鉛に希硫酸を加えると，気体 e が発生する。

問 1　次のア・イの文は，発生した気体 a～e のうちのどの気体についての説明か。その組み合わせとして最も適当なものを，後の①～⑧の中から 1 つ選び，マークしなさい。解答番号は 7 。
ア　湿った赤色リトマス紙に触れると，そのリトマス紙が青色に変化する。
イ　湿った青色リトマス紙に触れると，そのリトマス紙が赤色に変化した後，脱色する。

	ア	イ
①	気体 a	気体 b
②	気体 a	気体 c
③	気体 b	気体 a
④	気体 b	気体 e
⑤	気体 c	気体 a
⑥	気体 c	気体 d
⑦	気体 d	気体 a
⑧	気体 d	気体 e

化学〔前期B方式〕

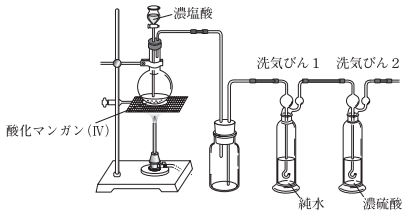
問2　発生した気体a～eのうち，水上置換で捕集するのが適切な気体と，上方置換で捕集するのが適切な気体の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑧の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 8 。

	水上置換で捕集する	上方置換で捕集する
①	気体a	気体b
②	気体a	気体c
③	気体c	気体d
④	気体c	気体a
⑤	気体d	気体a
⑥	気体d	気体b
⑦	気体e	気体c
⑧	気体e	気体d

問3　操作2について，純度90.0％の炭酸カルシウム（式量100）10.0gに過剰の希塩酸を加えたとき，発生する気体bの0℃，1.0×10^5 Paにおける体積〔L〕として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。なお，純度とは，全体の質量のうちその物質が占める質量の割合を表す。解答番号は 9 。

① 1.8L　② 2.0L　③ 2.3L　④ 2.5L　⑤ 2.8L

問4　操作1について，得られた気体aを精製する目的で，次図のように気体aを純水に通じた後，濃硫酸に通じて気体a中に含まれる不純物を取り除いた。



洗気びん1・2で取り除くことのできた不純物の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 10 。

	洗気びん1	洗気びん2
①	塩化水素	水蒸気
②	塩化水素	塩化マンガン(Ⅱ)
③	水蒸気	塩化水素
④	水蒸気	塩化マンガン(Ⅱ)
⑤	塩化マンガン(Ⅱ)	塩化水素
⑥	塩化マンガン(Ⅱ)	水蒸気

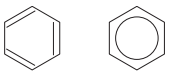
問5　操作3で発生した気体cの水溶液に二酸化硫黄を通じると，溶液の色が変化した。このときの溶液の色として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 11 。

① 赤　② 青　③ 緑　④ 白　⑤ 黒

B　次の文章を読んで，後の問1～問3に答えなさい。

ベンゼン環はさまざまな芳香族化合物中に含まれているが，これは，ベンゼン環の構造が非常に安定で，壊れにくいためである。このことをエネルギーの面から考察してみる。

ベンゼンの構造式は単結合と二重結合を交互に書いて表すが，すべての炭素原子間の結合は等価で，炭素原子間の距離は等しく，単結合と二重結合の中間の状態である。そのため実際のベンゼンは図1（a）・（b）のように平面正六角形である。



ベンゼン C_6H_6

図1

1,3,5-シクロヘキサトリエン C_6H_6

図2

ここで，図2のような1,3,5-シクロヘキサトリエンを考える。これは，炭素原子間に単結合と二重結合が交互に連なっており，i）炭素原子間の距離は長短交互で，正六角形の構造をもたない。

シクロヘキセン C_6H_{10}（液）1 molに1 molの H_2（気）を付加させると1 molのシクロヘキサン C_6H_{12}（液）が生じる。

シクロヘキセン C_6H_{10}

シクロヘキサン C_6H_{12}

この変化は，以下の熱化学方程式で表される。

C_6H_{10}（液）＋ H_2（気）＝ C_6H_{12}（液）＋ 119 kJ　（式1）

1,3,5-シクロヘキサトリエンの3つの炭素原子間二重結合の反応性が，シクロヘキセンの二重結合と同じだとすると，1,3,5-シクロヘキサトリエン1 molに十分量の水素を付加させてシクロヘキサンに変化させたとき，放出される熱量は（式1）を用いると ア kJと考えられる。

しかし，ベンゼン（液）1 molに触媒を用いて十分量の水素を付加させてシクロヘキサンに変化させたとき，放出される熱量は205 kJと測定されるため，ii）ベンゼン（液）は1,3,5-シクロヘキサトリエンよりもエネルギーが低い状態にあり，より安定な構造と考えられる。

問1　下線部i）について，1,3,5-シクロヘキサトリエンが正六角形の構造をとることができない理由として最も適当なものを，次の①～④の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 12 。

① 1,3,5-シクロヘキサトリエンを構成するすべての炭素原子に1個ずつ水素原子が結合しているから。
② 1,3,5-シクロヘキサトリエンを構成する炭素原子が同一平面上にないから。
③ 二重結合を構成する炭素原子間の距離が，単結合を構成する炭素原子間の距離よりも短いから。
④ 二重結合を構成する炭素原子間の距離が，単結合を構成する炭素原子間の距離よりも長いから。

問2　ア に当てはまる数字として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 13 。

① 119　② 205　③ 238　④ 357　⑤ 476

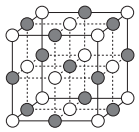
問3　ベンゼン(液)の燃焼熱は3268 kJ/molである。これと下線部ⅱ）を考慮して，1, 3, 5-シクロヘキサトリエンの燃焼熱〔kJ/mol〕として最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 14 。

① 3063 kJ/mol　② 3116 kJ/mol　③ 3149 kJ/mol
④ 3301 kJ/mol　⑤ 3420 kJ/mol　⑥ 3539 kJ/mol

Ⅲ　次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は 15 ～ 22 。

A　次の文章を読んで，後の問1～問3に答えなさい。

塩化ナトリウムは，ナトリウムイオンと塩化物イオンがイオン結合した結晶である。塩化ナトリウムの結晶の単位格子を，次図に示す。



○は塩化物イオン Cl^-，●はナトリウムイオン Na^+ の中心の位置を表す。最も近い位置にある塩化物イオンとナトリウムイオンは互いに接しているものとする。

この単位格子中に含まれるナトリウムイオンおよび塩化物イオンの数は，いずれも ア 個である。また，ナトリウムイオンと接している塩化物イオンの数と，塩化物イオンと接しているナトリウムイオンの数は，いずれも イ 個である。

問1　ア ・ イ に当てはまる数字として最も適当なものを，次の①～⑤の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。
解答番号は ア が 15 ， イ が 16 。
① 2　② 4　③ 6　④ 8　⑤ 12

問2　イオン結合は，陽イオンと陰イオンの価数の積が大きいほど，また，陽イオンと陰イオンの中心間距離が近いほど強くなる。酸化マグネシウム，塩化ナトリウム，塩化カリウムを，融点の高い順に並べたものとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。ただし，酸化マグネシウム，塩化ナトリウム，塩化カリウムはいずれも，同じ結晶構造（塩化ナトリウム型の結晶格子）である。解答番号は 17 。

① 塩化カリウム＞塩化ナトリウム＞酸化マグネシウム
② 塩化カリウム＞酸化マグネシウム＞塩化ナトリウム
③ 塩化ナトリウム＞塩化カリウム＞酸化マグネシウム
④ 塩化ナトリウム＞酸化マグネシウム＞塩化カリウム
⑤ 酸化マグネシウム＞塩化ナトリウム＞塩化カリウム
⑥ 酸化マグネシウム＞塩化カリウム＞塩化ナトリウム

問3　次の表の記号を用いると，塩化ナトリウムの密度〔g/cm^3〕はどのように表されるか。最も適当なものを，後の①～⑥の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 18 。

ナトリウムイオンの半径	r_1〔cm〕
塩化物イオンの半径	r_2〔cm〕
単位格子中の塩化物イオンの数	n
単位格子中のナトリウムイオンの数	n
塩化ナトリウムのモル質量	M〔g/mol〕
アボガドロ定数	N_A〔/mol〕

① $\dfrac{nM}{8N_A(r_1+r_2)^3}$　② $\dfrac{nM}{4N_A(r_1+r_2)^3}$　③ $\dfrac{nM}{N_A(r_1+r_2)^3}$
④ $\dfrac{nN_A}{8M(r_1+r_2)^3}$　⑤ $\dfrac{nN_A}{4M(r_1+r_2)^3}$　⑥ $\dfrac{nN_A}{M(r_1+r_2)^3}$

B　次の文章を読んで，後の問1～問3に答えなさい。

窒素は常温ではほとんど酸化されないが，自動車のエンジンなどで燃料を高温で燃焼させると，空気中の窒素はわずかに酸素と反応する。
一酸化窒素の生成熱は次の熱化学方程式で表され，吸熱反応である。

$N_2 + O_2 = 2NO - 181\ kJ$

この反応の平衡定数 K は，N_2，O_2，NOのモル濃度を［N_2］，［O_2］，［NO］とすると，（式1）で表される。

$$K = \frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]} \quad \cdots\cdots \text{（式1）}$$

また，K の値は次表のように高温のほうが大きいため，NOの生成量が多くなることがわかる。

温度	25 ℃	1500 ℃
K の値	4.5×10^{-31}	1.0×10^{-4}

問1　空気の組成に近い混合気体として，体積10 Lの密閉容器に N_2 0.40 molと O_2 0.10 molを入れ，1500 ℃に保って平衡に達するまで十分放置した。平衡時のNOのモル濃度［NO］を x〔mol/L〕とするとき，平衡時の［N_2］，［O_2］を x を用いた式で表すとそれぞれどうなるか。最も適当なものを，次の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。
解答番号は［N_2］が 19 ，［O_2］が 20 。

① $0.040 - x$　② $0.010 - x$　③ $0.40 - x$　④ $0.10 - x$
⑤ $0.040 - \dfrac{x}{2}$　⑥ $0.010 - \dfrac{x}{2}$　⑦ $0.40 - \dfrac{x}{2}$　⑧ $0.10 - \dfrac{x}{2}$

問2　x の値は，加熱前の初期の［N_2］，［O_2］に比べて非常に小さいので，加熱して平衡に達したときの［N_2］，［O_2］は初期と変化しないとみなしてよい。1500℃における K を x を用いて表した式として最も適当なものを，次の①～⑧の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 21 。

① x^2　② $25x^2$　③ $100x^2$　④ $2500x^2$
⑤ $\frac{0.00040}{x^2}$　⑥ $\frac{0.020}{x^2}$　⑦ $\frac{0.040}{x^2}$　⑧ $\frac{0.20}{x^2}$

問3　問2の結果を用いると，生成する NO のモル濃度 x の値を求めることができる。

生じた NO は空気中で直ちに酸化されて NO_2 になり，水に溶けると硝酸 HNO_3 が生じる。これが，酸性雨が生じる原因の一つである。

1 mol の NO から 1 mol の硝酸が生じるとすると，ここで生じた NO が 10 L の水に溶けてすべて硝酸となったとき，この水溶液の pH はいくらになるか。最も適当なものを，次の①～⑧の中から1つ選び，マークしなさい。ただし，硝酸は水溶液中で完全に電離するものとし，$\log_{10}2 = 0.30$ とする。解答番号は 22 。

① 3.1　② 3.4　③ 3.7　④ 4.1
⑤ 4.4　⑥ 4.7　⑦ 5.1　⑧ 5.4

Ⅳ　次の問題A・Bに答えなさい。解答番号は 23 ～ 33 。

A　次の問1～問4に答えなさい。

問1　炭素，水素，酸素からなる化合物 **X** 88.0 mg を完全燃焼させると，二酸化炭素 176 mg と水 72.0 mg が得られた。また，化合物 **X** 88.0 mg は 127℃，1.0×10^5 Pa においてすべて気体であり，その体積は 33.2 mL であった。化合物 **X** の分子式として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 23 。

① $C_3H_4O_3$　② $C_4H_{10}O$　③ C_4H_8O　④ $C_4H_8O_2$　⑤ $C_5H_{12}O$

問2　不斉炭素原子をもつ化合物として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 24 。

① 1-ブタノール　② 2-ブタノール
③ 2-メチル-1-プロパノール　④ 2-メチル-2-プロパノール
⑤ ジエチルエーテル

問3　アニリンの性質に関する記述として**誤っているもの**を，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 25 。

① 常温・常圧で液体であり，わずかに水に溶け，弱塩基性を示す。
② アンモニア性硝酸銀水溶液を加えると，銀アセチリドを生じる。
③ 空気に触れさせていると，褐色～赤褐色に変化する。
④ 次亜塩素酸イオンを含む水溶液を加えると，赤紫色に変化する。
⑤ 無水酢酸と反応して，アセトアニリドに変化する。

問4　複数の油脂からなる混合物を完全に加水分解すると，グリセリンとともにステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ とオレイン酸 $C_{17}H_{33}COOH$ が得られた。この混合物に含まれていた油脂は最大で何種類か。最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。ただし，鏡像異性体は区別しない。解答番号は 26 。

① 2種類　② 4種類　③ 6種類　④ 8種類　⑤ 10種類

B　次の文章を読んで，後の問1～問4に答えなさい。

ベンゼンに濃硫酸を加え加熱すると，ベンゼンスルホン酸が生じる。ベンゼンスルホン酸を水酸化ナトリウム水溶液で中和し，得られたナトリウム塩と水酸化ナトリウムを混合し高温で融解させると，化合物 **A** のナトリウム塩が得られ，これに希硫酸を加えると **A** が遊離する。

A のナトリウム塩に高温・高圧の条件下で二酸化炭素を作用させると，化合物 **B** のナトリウム塩が得られる。これに希硫酸を加えると **B** が遊離する。**B** に無水酢酸を作用させると，解熱鎮痛剤として利用される化合物 **C** が得られる。また，**B** とメタノールの混合物に濃硫酸を少量加え加熱すると，消炎鎮痛作用のある油状物質 **D** が生じる。

問1　化合物 **A** の性質として**誤っているもの**を，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 27 。

① 常温・常圧で白色の固体であり，特有の刺激臭をもつ。
② 金属ナトリウムと反応し，水素を発生する。
③ **A** の水溶液に臭素水を加えると褐色の沈殿を生じる。
④ **A** に濃硝酸と濃硫酸の混合液を反応させると，黄色の物質が生じる。
⑤ **A** の水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると紫色に呈色する。

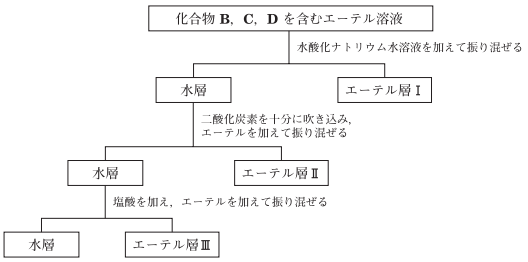
問2　化合物 **B** を炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると，気体を発生しながら溶解した。このとき発生した気体として最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，マークしなさい。解答番号は 28 。

① H_2　② O_2　③ CO　④ CO_2　⑤ CH_4

問3　化合物**C**および**D**の名称として最も適当なものを，次の①～⑥の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。解答番号は**C**が 29 ，**D**が 30 。

① 安息香酸　② 安息香酸メチル　③ サリチル酸
④ サリチル酸メチル　⑤ アセチルサリチル酸
⑥ アセトアミノフェン

問4　化合物**B**，**C**，**D**を含むエーテル溶液に対し，次図のような操作を行った。このとき，エーテル層Ⅰ～Ⅲに含まれる化合物として最も適当なものを，後の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選び，マークしなさい。ただし，ここでのエーテルはジエチルエーテルのことである。
解答番号はエーテル層Ⅰが 31 ，エーテル層Ⅱが 32 ，
エーテル層Ⅲが 33 。



① **B**　② **C**　③ **D**　④ **B**と**C**
⑤ **B**と**D**　⑥ **C**と**D**　⑦ **B**と**C**と**D**　⑧ なし

（化学問題　おわり）