（一般前期）

平成２３年度入学試験問題

（２科目選択）

理　科

（物理，化学，生物）

注意事項

１．解答は必ず別に配布する解答用紙に記入すること．
２．物理，化学，生物の中から２科目のみ解答すること．

化　学（問題用紙 1）

必要があれば，次の値を使用せよ．原子量 H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0, N = 14.0, Na = 23.0, Cl = 35.5, K = 39.1, I = 127.
アボガドロ定数 6.02×10^{23} /mol，気体定数 8.31 J/K·mol = 8.31×10^{3} Pa·L/K·mol，ファラデー定数 9.65×10^{4} C/mol.

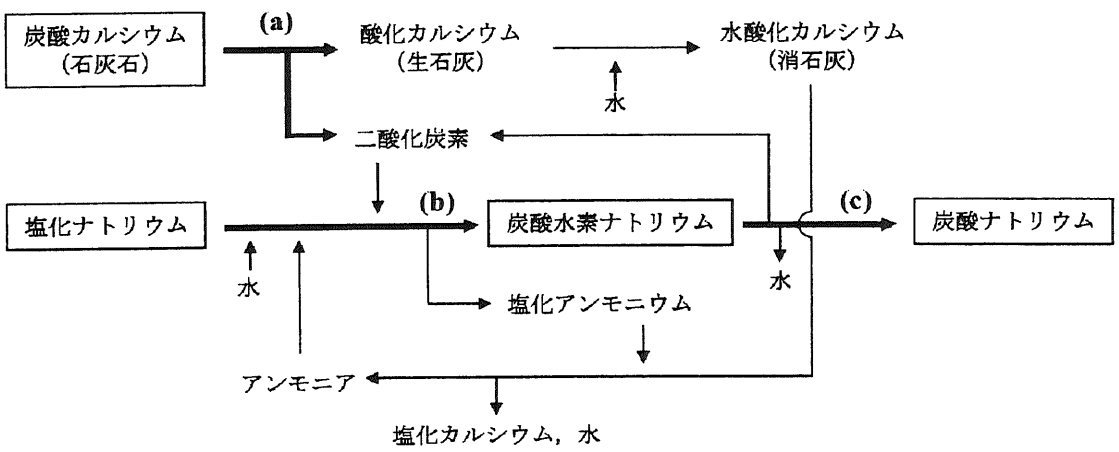
I 以下の文章および(1)から(4)の空欄の［ A ］～［ G ］には最も適当な語句を，［ H ］～［ J ］，［ N ］には最も適当な数字を，［ K ］～［ M ］には最も適当な化学反応式を記せ．

アルカリ金属の原子半径は原子番号が大きくなるほど［ A ］くなり，イオン化エネルギーは原子番号が大きくなるほど［ B ］くなる．第４周期までのアルカリ金属の中で黄色の炎色反応を示す金属は［ C ］であり，赤色の炎色反応を示す金属は［ D ］である．アルカリ金属の一つであるナトリウムの主な資源は岩塩であり，その主成分は NaCl である．金属ナトリウムは，①工業的には融解塩の電気分解によって得られる．ナトリウムの単体は反応性に富み，空気中ではすみやかに［ E ］され銀白色の金属光沢を失う．また，ナトリウムの単体は②水と激しく反応する．ナトリウムの炭酸塩である炭酸ナトリウムは，ガラスなどの原料として多量に用いられ，③工業的には［ F ］法で製造される．炭酸ナトリウムに塩酸を加えると，［ G ］（気体）が発生する．

(1) 下線部①に関して，純粋な NaCl を融解塩電解したところ，発生した塩素は標準状態で 1.00 kL であった．1.00 kA の電流で電気分解を行った場合，電気分解に要する時間は［ H ］時間であり，陰極側で得られるナトリウムの重量は［ I ］ kg である．それぞれ有効数字３桁で答えよ．

(2) 下線部②の反応を行ったところ，標準状態で 112 mL の気体が発生した．このとき水と反応したナトリウムの重量を有効数字３桁で求めると［ J ］ g である．ただし，このとき発生した気体は水に溶けないものとして計算せよ．

(3) 下線部③に関して，炭酸ナトリウムの製造過程を下図に記す．図中の(a)は炭酸カルシウムの熱分解反応，(b) は炭酸水素ナトリウムの生成反応，(c) は炭酸ナトリウムの生成反応である．(a)～(c)の反応を，それぞれ化学反応式で表すと，(a)［ K ］，(b)［ L ］，(c)［ M ］である．



(4) (3)において炭酸ナトリウム 20.0 kg を製造するのに必要な塩化ナトリウムの重量は［ N ］ kg である．ただし(b), (c)それぞれの反応は完全に進行し，生成した炭酸水素ナトリウムはすべて(c)の反応に用いられるものとして，有効数字３桁で答えよ．

化　学（問題用紙 2）

II　次の問 1 および問 2 に答えよ．

問 1 ヨウ化カリウムに関する次の文章および(1)，(2)の空欄 A ～ K に当てはまる最も適当な語句または数字を記せ．

ヨウ化カリウムの結晶は，陰イオンである A と陽イオンである B が，静電気的な引力による C によって結びつき，交互に規則正しく配列した構造をもつ．図 1 の立方体はヨウ化カリウムの単位格子を表わしたものである．白い丸が陰イオンの位置を，黒い丸が陽イオンの位置を表わす．陰イオンの配列だけに着目すると，その結晶格子の種類は D であることがわかる．結晶中で，1 個の陽イオンは E 個の陰イオンと隣接している．また，単位格子中には，陰イオンが F 個，陽イオンが G 個含まれる．ヨウ化カリウムの単位格子の一辺の長さは 0.706 nm であることがわかっている．ヨウ素を溶かしたヨウ化カリウム水溶液にデンプン水溶液を加えると赤褐色から H に変化する．この反応を I という．

(1) ヨウ化カリウム結晶中の陰イオンのイオン半径を 0.216 nm としたとき，陽イオンのイオン半径を有効数字 3 桁で求めると J nm である．

(2) ヨウ化カリウム結晶の密度を有効数字 3 桁で求めると K g/cm^3 である．

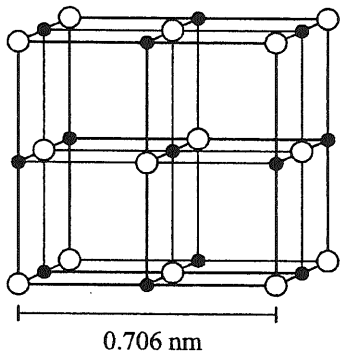


図 1．

問 2 C_{60} の化合物に関する次の文章を読んで以下の設問(1)～(3)の空欄 L には元素記号を，また M には適当な語句を，N には最も適当な化学式を記せ．

C_{60} は 60 個の炭素原子からなる球状分子である（図 2）．C_{60} は種々のアルカリ金属と，電子の受け渡しをすることによって，球状構造を保ったまま化合物をつくることができる．C_{60} とカリウムからなる化合物 KC_{60} は，400 K 以上の高温では結晶格子の型がヨウ化カリウムの場合と同じである．図 3 はその単位格子を表わしたものであり，白い丸(○)は C_{60} の位置を表わし，黒い丸(●)はカリウムの位置を表す．KC_{60} の場合，4 個の黒丸(●)と 4 個の白丸(○)に囲まれたすき間(⊕)が単位格子中に 8 か所ある．<u>このすき間(⊕)すべてにカリウムが 1 個ずつ配置された化合物</u>は，18 K 以下の低温で超伝導を示すことが知られている。

(1) アルカリ金属の単体うち，カリウムより融点の高いものすべてを元素記号で記すと L である．

(2) 室温でヨウ化カリウムと結晶格子の型が同じ化合物の名称を 1 つ例にあげると M である．

(3) 下線部が示す化合物の化学式は N である．ただし，C_{60} はそれを 1 個の原子団として数えるものとし，炭素の数は 60 の倍数で表わすこと．

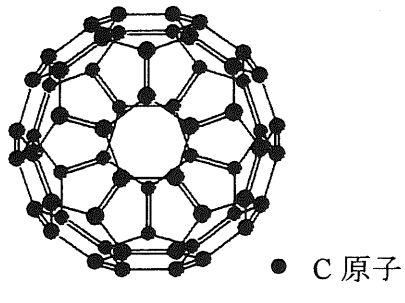


図 2．

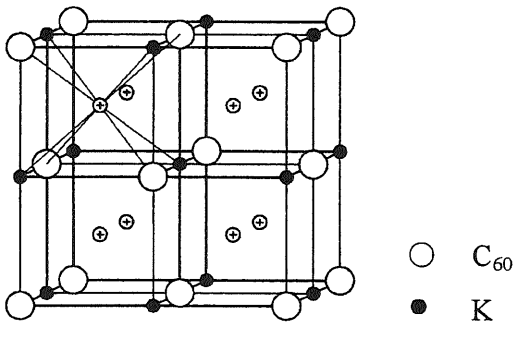
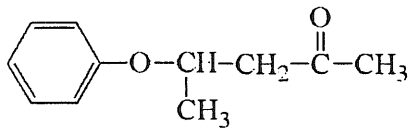


図 3．

化　学（問題用紙 3）

III 次の文章を読んで，[A]～[P]に最も適切な語句または数字を記せ．構造式は下の例にならって示せ．ただし，有効数字は２桁とする（３桁目を四捨五入）．



例

有機化合物の中には，分子式が同じでも構造が異なる物質が存在し，これらの物質を異性体という．異性体には，[A]と[B]があり，エタノールとジメチルエーテルとの関係は[A]である．[B]の中には，[C]と[D]があり，シス－トランス異性体は[C]に分類される．

[D]には多くの場合，すべて異なる原子または原子団と結合している炭素原子が存在するが，このような炭素原子を[E]という．[E]のような炭素原子が分子内に１つあると[F]種類の[D]が存在する．異性体は，その化学的性質も異なる場合が多い．たとえば，HOOC–CH=CH–COOH で表される２価のカルボン酸には，シス体の[G]酸と，トランス体の[H]酸の２種類の異性体が存在するが，[G]酸を加熱すると[I]を失って[J]を生成するのに対して，[H]酸の場合には[K]するだけで，[G]酸のような変化は起こらない．　たとえば，11.6 g の[G]酸を加熱すると[L] g の[J]を生成する．

一般式 C_nH_{2n+2} で表されるアルカンの[A]の種類は，n が大きくなると増える．たとえば，n=4 の場合には[M]種類の[A]が存在するが，n=5 の場合には[N]種類，また，n=6 の場合には[O]種類の[A]が存在する．一般式が C_nH_{2n} の場合には，[A]だけではなく[B]も考慮する必要があり，たとえば，分子式が C_4H_8 の場合の異性体の総数は[P]種類になる．