化　　学

（注意）　問題文中に指定がない場合，解答にあたって必要ならば，次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0，C = 12，N = 14，O = 16，Na = 23，S = 32，
Cl = 35.5，K = 39，Ca = 40，Cr = 52，Mn = 55，I = 127

標準状態における気体 1 mol の体積：22.4 L

0 ℃ の絶対温度：$T = 273.0$ K

気体定数：$R = 8.31 \times 10^3$ Pa・L/(K・mol)

第 1 問　次の問 1 ～ 5 の各群の①～⑤の中には，正しい文が一つあるか，一つもないかのいずれかである。正しい文がある場合はその文の記号(①～⑤)を選べ。なお，①～⑤の全てに誤りが含まれる場合は⑥を選べ。

問 1　[1]

① ある溶液の濃度を質量モル濃度とモル濃度の二通りで表すとき，質量モル濃度で表す方が，数値は常に大きくなる。

② 塩化ナトリウム NaCl 1 モルの質量は 58.5 g なので，質量モル濃度 1.00 mol/kg の塩化ナトリウム水溶液を得るには，水 941.5 g に塩化ナトリウムを 58.5 g 溶解させれば良い。

③ 質量モル濃度 4.00 mol/kg の塩化ナトリウム水溶液の濃度を質量パーセント濃度で表すと，23.4 % である。

④ 質量モル濃度 2.00 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 1.00 L と 3.00 mol/L の塩化カリウム水溶液 1.00 L とを混合し，これを水で薄めて 5.00 L とした水溶液中の塩化物イオンのモル濃度は，1.00 mol/L である。

⑤ 塩化ナトリウム 58.5 g にはイオンが 1 モル含まれている。

⑥ (①～⑤の全てに誤りが含まれている。)

問 2 [2]

① 体心立方格子と六方最密充塡は，同じ大きさの球を最も密に詰め込んだ構造で，最密構造ともいわれる。

② 水酸化カリウムの固体を湿った空気中に放置すると，水蒸気を吸収し，吸収した水に溶ける。この現象を風解という。

③ 塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを吸収させた後，二酸化炭素を吹き込むと，炭酸ナトリウムが析出する。

④ 石灰水に二酸化炭素を通じると，白色沈殿が生成する。しかし，さらに二酸化炭素を通じ続けると，やがて沈殿は溶解する。

⑤ 亜鉛をめっきした鋼板をトタンという。亜鉛は鉄より酸化されにくいため，トタンは亜鉛めっきしない鋼板に比べ，さびにくい。

⑥ (①～⑤の全てに誤りが含まれている。)

問 3 [3]

① 過マンガン酸カリウム $KMnO_4$，クロム酸ナトリウム Na_2CrO_4，ヨウ素酸ナトリウム $NaIO_3$ のいずれかを酸化剤として硫化物イオン S^{2-} 1 mol を単体の硫黄 1 mol に酸化する反応において，マンガンはマンガン(Ⅱ)イオン，クロムはクロム(Ⅲ)イオン，ヨウ素はヨウ化物イオンにそれぞれ還元され，他の元素は還元されないものとする。このとき，この反応を過不足なく完結させるために理論的に必要な質量が最も小さい酸化剤は過マンガン酸カリウムで，最も大きいのはヨウ素酸ナトリウムである。

② 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に鉄板を浸すと，鉄板の表面に単体の銅が析出するが，硫酸亜鉛(Ⅱ)水溶液に鉄板を浸しても，鉄板の表面には単体の亜鉛は析出しない。

③ 塩化ナトリウムの飽和水溶液を電気分解すると，陽極では塩化物イオンが酸化されて単体の塩素が発生し，陰極ではナトリウムイオンが還元され，単体のナトリウムが析出する。

④ 温度が高いほど平衡定数の値が大きくなる反応は，発熱反応である。

⑤ 分子式 C_6H_{10} で表される有機化合物は，C＝C 結合を二つもつか，または三重結合を一つもつかのいずれかである。

⑥ (①～⑤の全てに誤りが含まれている。)

問 4 $\boxed{\quad 4 \quad}$

① 塩化バリウムは，水に溶けず酸とも反応しない安定な物質で，X 線造影剤などに使われる。

② 単体の亜鉛は水酸化ナトリウム水溶液に溶ける。このとき，単体の水素が発生する。

③ 硫化水素には還元力がある。鉛(II)イオンを含む水溶液に硫化水素を通じると，酸化還元反応が起こり，黒色沈殿が生じる。

④ 塩化カリウム水溶液に単体のヨウ素を加えると，酸化還元反応が起こり，単体の塩素が生成する。

⑤ 一酸化窒素 NO を水と反応させると，硝酸 HNO_3 と二酸化窒素 NO_2 とが 2 : 1 のモル比で生成する。

⑥ (①～⑤の全てに誤りが含まれている。)

問 5 $\boxed{\quad 5 \quad}$

① プロペン(プロピレン)をオゾン分解して得られる生成物に，単体のヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると，ヨードホルムの黄色沈殿が生成する。

② フマル酸を加熱すると，水分子が 1 個とれて，無水マレイン酸となる。

③ 油脂 100 g をけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量(単位：g)の数値をけん化価という。けん化価は，油脂の分子量の目安となる。

④ アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムは泡立ちの良い合成洗剤の主成分として用いられるが，カルシウムイオンやマグネシウムイオンを多く含む硬水中では水に溶けにくい塩を形成するために，泡立ちが悪くなる。

⑤ ベンゼンの水素 1 個をヒドロキシ基で置換すると，単体の臭素による置換反応がベンゼンに比べて起こりやすくなり，ベンゼン環の炭素に結合した水素を全て臭素に置き換えることができる。

⑥ (①～⑤の全てに誤りが含まれている。)

東京医科大学　平成30年度　一般入学試験問題正誤表及び指示内容　〔　理　科　〕

（　物理　）

頁	行	問題	誤	正
4	上から3行目	第2問 問4	…コイルの面とがなす角…	…コイルの面の法線とがなす角…

（　化学　）

頁	行	問題	指示内容
15	上から2行目	第1問 問3	選択肢①は、誤りを含む文として解答せよ。選択肢①にマークした場合は、不正解とする。

頁	行	問題	誤	正
20	下から2行目	第3問	に金属の単体が析出し始め，…	に金属の単体が析出し，電極の質量が増大し始め，…

化　　学

(注意)　問題文中に指定がない場合，解答にあたって必要ならば，次の数値および条件を用いよ。

原子量：H = 1.01，C = 12.0，N = 14.0，O = 16.0，Na = 23.0，
Mg = 24.3，S = 32.1，Cl = 35.5，K = 39.0，Ca = 40.0，
Ti = 47.9，Cr = 52.0，Cu = 63.5，Ag = 108，Ba = 137

ファラデー定数：9.64×10^4 C/mol

アボガドロ定数：6.02×10^{23} /mol

標準状態における気体 1 mol の体積：22.4 L

気体はすべて，理想気体としてふるまうものとする。

0 ℃ の絶対温度：$T = 273.0$ K

気体定数：$R = 8.31 \times 10^3$ Pa・L/(K・mol)

第 1 問　次の問 1 ～ 5 の各群の①～⑤の中には，正しい文が一つあるか，一つもないかのいずれかである。正しい文がある場合はその文の記号(①～⑤)を選べ。なお，①～⑤のすべてに誤りが含まれる場合は⑥を選べ。

問 1　[1]

① グルコース一水和物 $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$ 1.0 mol を水に溶かして 1.0 L とした水溶液中におけるグルコースの濃度は，1.0 mol/L よりも小さい。

② ヨウ素 I_2 の単体は，常温常圧では昇華性をもつ黒紫色の固体で，水によく溶ける。ヨウ素溶液はデンプン水溶液と反応して青紫色などに呈色する。

③ 黒鉛 C は，原子 1 個あたり自由電子を 1 個もつ金属結晶なので，電気伝導性を示す。

④ 金属の結晶内では，自由電子が結晶全体を移動できるので，原子核の位置がずれても金属原子同士の結合が切れない。従って，イオン結晶とは異なり，金属の結晶では一般に，金属原子が不規則に配列している。このような結晶を無定形結晶(アモルファス)という。

⑤ 自由電子は金属の結晶全体を移動できるので，金属の結晶は熱の良導体である。一方，共有結合結晶には自由電子が存在しないので，熱や電気をよく伝える性質を示さない。このような性質をもつ物体を不動態という。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 2 $\boxed{\quad 2 \quad}$

① アルゴン Ar 分子一つ一つのもつ運動エネルギーはさまざまであるが，一定容積の容器に気体のアルゴンを封入する場合，封入された気体の圧力が一定であれば，容器内の全分子の運動エネルギーの平均値は一定となる。

② もしもクロム Cr とチタン Ti の原子半径が等しいならば，クロムの単体の体心立方格子構造の結晶と，チタンの単体の六方最密充填構造の結晶とを比較すると，クロムの結晶の方が，密度の計算値は大きい。ただし，同一の金属の単体が六方最密充填構造をとった場合と面心立方格子の構造をとった場合とでは，密度は互いに等しくなるものとする。

③ 氷の結晶の中では，1個の水分子は4個の水分子と，水素結合によって引きあっており，正四面体構造をとる。このように，結晶中では液体中とは異なり，分子同士の位置関係が互いに固定されるため，ほとんどの物質では，液体から固体に変化するとき，分子間のすき間が多くなり，体積が増える。

④ ^{36}Ar と ^{40}Ar の気体を，容積が1Lの別々の密閉容器内に1gずつ封入したとき，同一温度では，^{40}Ar の方が，高い圧力を示す。

⑤ 六方最密充填構造をとった金属の単体の結晶においては，結晶を構成する1個の原子の周囲には，同一面内で6個の原子が接して(＝配位して)いる。その他に，上面，下面のそれぞれからも，4個ずつの原子が接している。従って，1個の原子は12個の原子と接する構造となっている。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 3 $\boxed{\quad 3 \quad}$

① イオン結合，水素結合，および金属結合を総称して，化学結合という。

② ケイ素 Si と炭素 C は同族元素なので，互いによく似た化学的性質を示すことが多い。たとえば，固体の二酸化ケイ素 SiO_2 と固体の二酸化炭素 CO_2 はいずれも分子結晶となり，昇華性を示す。

③ 液体の表面では，運動エネルギーの大きな分子ほど蒸発しやすい傾向を示し，分子結晶の表面では，運動エネルギーの小さい分子ほど昇華しやすい傾向を示す。

④ 液体中では，分子は熱運動しているため，相対的な位置が常に変化している。一方，固体中では分子は熱運動しないので，分子の相対的な位置関係は変わらない。

⑤ 一般に，固体が昇華によって気体に変化することに伴う体積変化の大きさは，固体が融解によって液体に変化するときのそれに比べて大きい。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 4 $\boxed{\quad 4 \quad}$

① ダイヤモンド C は，炭素原子同士が共有結合してできた巨大な分子なので，その結晶は分子結晶である。

② 分子結晶であるヨウ素，ドライアイス CO_2 などは，常温常圧のもとにおくと，液体を経ずに直接気体になる(昇華)。固体 1 mol が気体に変化するときに放出する熱量を昇華熱という。

③ 標準状態の気体を比較するとき，オゾン O_3 は塩素 Cl_2 よりも密度が大きい。

④ サリチル酸はフェノール類だが，芳香族カルボン酸でもあるため，塩化鉄(Ⅲ) $FeCl_3$ 水溶液を加えても，フェノールや *o*-クレゾールのような紫や青などの特有の呈色反応を示さない。

⑤ 50 ℃ では，エタノール C_2H_5OH の蒸気圧は水のそれよりも高い。従って，形状が同一な二つのコップにそれぞれエタノールと水を同じ体積だけ入れ，大気下で 50 ℃ にすると，蒸気圧がより低い，水の方が速く蒸発する。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 5 [5]

① 容積を変化させることが可能な，窒素を封入した密閉容器を 2 個用意し，一方にはエタノール(沸点 78 ℃ とする)，他方には水(沸点 100 ℃ とする)を，それぞれ 1 g ずつ加える。20 ℃ における 2 個の容器内の物質の体積の合計がいずれも 100 mL で，圧力が 1 気圧であるとするとき，両方の容器の内部をともに 120 ℃，1 気圧に変化させると，エタノールを入れた方が，容器内に含まれる物質の体積の合計が大きくなる。

② 純物質の液体を冷却し，凝固点に達すると，粒子の一部が引力によって集まり，固体になり始める。このとき，粒子が規則正しい配列構造をとるために熱を吸収するため，液体のすべてが凝固して固体になるまで，温度は凝固点のまま一定に保たれる。

③ アルミニウム Al の単体を過剰量の水酸化ナトリウム水溶液と反応させると，水素の単体を発生し，溶解する。得られた無色の水溶液に塩酸を加え続けると，やがて白色沈殿を生じるが，さらに塩酸を加え続けると，再び水素の単体を発生して沈殿は溶解し，無色の水溶液となる。

④ 一辺の長さが 2.0 m の立方体で容積を変化させられる密閉容器に入れた気体の圧力が 1.0×10^5 Pa であるとき，この容器が一辺の長さ 1.0 m の立方体となるように，温度を一定に保ちながら変化させ，気体を圧縮すると，気体分子が単位時間に密閉容器の内壁に衝突する回数は，縦，横，高さのいずれの方向にも 2 倍となるため，圧力は 8.0×10^5 Pa となる。ただし，この実験において，気体は凝縮しないものとする。

⑤ ナトリウム Na の単体の結晶が，もしも体心立方格子をつくっており，単位格子の一辺が 5.85×10^{-8} cm で，結晶の密度が 0.970 g/cm^3 だとすると，これをもとにアボガドロ数を算出した結果は 4.02×10^{23}/mol よりも大きな値となる。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

化　　学

（注意）　問題文中に指定がない場合，解答にあたって必要ならば，次の数値および条件を用いよ。

原子量：H = 1.01，C = 12.0，N = 14.0，O = 16.0，Na = 23.0，
Cl = 35.5，K = 39.0，Ca = 40.0

気圧：1 atm = 1.01×10^5 Pa

標準状態における気体 1 mol の体積：22.4 L

0 ℃ の絶対温度：T = 273.0 K

気体定数：$R = 8.31 \times 10^3$ Pa・L/(K・mol)

気体はすべて，理想気体としてふるまうものとする。

第 1 問　次の問 1 ～ 5 の各群の①～⑤の中には，正しい文が一つあるか，一つもないかのいずれかである。正しい文がある場合はその文の記号(①～⑤)を選べ。なお，①～⑤のすべてに誤りが含まれる場合は⑥を選べ。

問 1　[1]

① 酸化物イオン O^{2-} はフッ化物イオン F^- よりも半径が大きく，マグネシウムイオン Mg^{2+} はマグネシウム原子よりも半径が大きい。

② ナトリウムイオン Na^+ はベリリウムイオン Be^{2+} よりも半径が大きく，硫化物イオン S^{2-} は塩化物イオン Cl^- よりも半径が大きい。

③ 硫化物イオン S^{2-} はフッ化物イオン F^- よりも半径が大きく，マグネシウムイオン Mg^{2+} はカリウムイオン K^+ よりも半径が大きい。

④ 硫化物イオン S^{2-} は酸化物イオン O^{2-} よりも半径が大きく，マグネシウムイオン Mg^{2+} はカルシウムイオン Ca^{2+} よりも半径が大きい。

⑤ リチウムイオン Li^+ はリチウム原子よりも半径が大きく，フッ化物イオン F^- はフッ素原子よりも半径が大きい。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 2 [2]

① ヨウ素溶液に硫化水素を通じると，ヨウ素が還元されてヨウ化物イオンを生じ，その塩が沈殿するため，液が白濁する。

② 水素化ナトリウムは水と反応して水素の単体を生じる。そして，これと同時に水酸化ナトリウムが生成する。したがって，この反応により，ナトリウム原子の酸化数は 2 増加する。

③ 二酸化炭素中の炭素原子の酸化数は，炭素原子がとりうる最大の酸化数である。

④ ニトロベンゼン中の窒素原子の酸化数は，窒素原子がとりうる最大の酸化数である。

⑤ 二酸化硫黄 1 分子と硫化水素 1 分子とから硫黄の単体が 2 原子生成する反応は酸化還元反応で，この反応により酸化される原子は硫黄であり，還元される原子も硫黄である。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 3 [3]

① 混合気体中の各成分気体の分圧は，全圧に各成分気体の質量の割合をかけたものに等しい。

② 容積 2.0 L の容器 A と，容積 6.0 L の容器 B がコックを閉じた状態で連結されている。A には酸素が 6000 Pa，B には窒素が 2000 Pa の圧力で封じ込められている。コックを開き，温度を一定に保ちながら二つの気体を混合した。こうして生成した混合気体の全圧は 1500 Pa である。

③ 同一質量の水素，窒素，および酸素がそれぞれ標準状態において占める体積の比は，分子量の比に等しい。

④ 標準状態で 1.40 L のヘリウムの体積は 546 ℃，1.00 気圧では 4.20 L となる。

⑤ 圧力が一定であるとき，一定質量の気体の温度が 1 K 上昇すると，その体積は 1/273 だけ増加する。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 4 [4]

① フェノール樹脂は，ホルムアルデヒドとフェノールの付加重合によって得られる。

② ポリブチレンテレフタラートは，テレフタル酸とブチレングリコールとから付加重合により得られる。

③ ε-カプロラクタムに少量の水を加えて加熱すると，環のエステル結合の部分が開いて開環重合が起こり，ナイロン 6 が得られる。

④ 酢酸ビニルを付加重合させると，ポリ酢酸ビニルが得られる。これを加水分解した繊維をビニロンという。

⑤ ナイロン 66 は，アジピン酸ジクロリドとヘキサメチレンジアミンとを共重合させると得られる。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 5 [5]

① ガラクトースの分子式は $C_6H_{12}O_6$ で，スクロースの分子式は $C_{12}H_{24}O_{12}$ である。

② フルクトースの鎖状構造にはアルデヒド基が含まれるので，フルクトースはフェーリング液を還元する。

③ アミロペクチンを加水分解してすべて単糖に変換すると，得られる単糖の質量の総和は，もとのアミロペクチンの質量よりも大きいが，グリコーゲンをすべて加水分解して単糖に変換したときに得られる単糖の質量の総和は，もとのグリコーゲンの質量よりも小さい。

④ フルクトースは，蜂蜜の主要な成分の一つである。一方，そのもととなる花の蜜の主成分はグルコースであり，フルクトースの割合は，遥かに少ない。この違いの原因は，ミツバチの唾液に含まれる酵素にある。

⑤ 水 6 mol と二酸化炭素 6 mol から，光合成によりグルコースが 1 mol 生成する。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

化　　学

（注意）　問題文中に指定がない場合，解答にあたって必要ならば，次の数値および条件を用いよ。

原子量：H = 1.01，C = 12.0，N = 14.0，O = 16.0，Na = 23.0，
Cl = 35.5，K = 39.1，Ca = 40.1

気圧：1.00 atm = 1.01×10^5 Pa

標準状態の気体 1.00 mol の体積：22.4 L

0.0 ℃ の絶対温度：T = 273.0 K

気体定数：$R = 8.31 \times 10^3$ Pa・L/(K・mol)

気体はすべて，理想気体としてふるまうものとする。

第１問　以下の問１～５の各群の①～⑤の中には，正しい文が一つだけあるか，一つもないかのいずれかである。正しい文がある場合はその文の記号（①～⑤）を選べ。なお，①～⑤のすべてに誤りが含まれる場合は⑥を選べ。

問１　[1]

① マルトース $C_{12}H_{22}O_{11}$ のように，１種類の糖から構成される糖を単糖という。

② スクロース $C_{12}H_{22}O_{11}$，マルトース，ラクトース $C_{12}H_{22}O_{11}$ のうち，スクロースのみが還元性を示さないのは，スクロースのみが五員環の糖を含むためである。

③ セルロースは水に溶けないため，テトラアンミン銅(II)イオン $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ を含んだ濃アンモニア NH_3 水溶液にも溶けない。

④ グルコース $C_6H_{12}O_6$ １分子とフルクトース $C_6H_{12}O_6$ １分子が脱水縮合してできたスクロースを転化糖という。

⑤ 核酸の構成分子であるリボース $C_5H_{10}O_5$ はフェーリング液を還元する。

⑥ （①～⑤のすべてに誤りが含まれている。）

問 2 $\boxed{\quad 2 \quad}$

① 物質Pの濃度をc，反応速度定数をkとすると，下式のQおよびRを与える反応の反応速度vは，$v = kc^2$と表すことができる。

$$2\,\mathrm{P} \longrightarrow \mathrm{Q} + \mathrm{R}$$

② 正反応が発熱反応である可逆反応がある。温度T_1〔K〕とT_2〔K〕(ただし，$T_1 > T_2$)におけるそれぞれの平衡状態を比べると，T_2における逆反応の方が，T_1における逆反応よりも速い。

③ 下式の反応において，HIの分解速度とH_2の生成速度は等しい。

$$2\,\mathrm{HI} \longrightarrow \mathrm{H_2} + \mathrm{I_2}$$

④ 下式に従ってアンモニアを合成する可逆反応において，アンモニアの生成率がより高い平衡状態をつくるためには，低温高圧の条件にするのがよい。

$$\mathrm{N_2}(気) + 3\,\mathrm{H_2}(気) = 2\,\mathrm{NH_3}(気) + 92\,\mathrm{kJ}$$

⑤ 温度を上げると平衡が右辺に偏る可逆反応の場合，温度の上昇に伴ってその平衡定数は小さくなる。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 3 $\boxed{\quad 3 \quad}$

酢酸とエタノールから酢酸エチルが生成する反応は，反応混合物に硫酸を少量加えると速くなる。このとき，反応温度を高くするほど反応が速くなる。以上の観察のうち：

① 反応温度が高くなるほど反応が速くなるのは，この反応が発熱反応だからである。

② 反応温度が高くなるほど反応が速くなるのは，この反応が吸熱反応だからである。

③ 反応温度が高くなるほど反応が速くなるのは，この反応の活性化エネルギーが大きくなるからである。

④ 反応温度が高くなるほど反応が速くなるのは，この反応の反応熱が小さいからである。

⑤ 硫酸を加えると反応が速くなるのは，この反応の活性化エネルギーが大きくなるからである。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 4 [4]

① 1価の酸の水溶液では，水素イオンのモル濃度[H^+]が水酸化物イオンのモル濃度[OH^-]よりも高いので，この水溶液中では，陽イオンの物質量が陰イオンの物質量よりも大きい。

② 0.10 mol/L の塩酸を水で 100 倍に薄めた水溶液の pH と 0.10 mol/L の酢酸水溶液(電離度 0.016)の pH は，互いに等しい。

③ ある濃度未知の塩酸の半分の量を取り出し，中和するには，0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 10.0 mL 必要であったとすると，残りの塩酸に水を加え，2倍に薄めて得た水溶液を中和するには，0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 5.0 mL 必要である。

④ 0.10 mol/L の酢酸水溶液(pH = 2.8)10.0 mL に 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 20.0 mL を滴下し，よく撹拌した(これを A とする)。一方，0.10 mol/L の塩酸(pH = 1.0)10.0 mL に，0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 20.0 mL を滴下し，よく撹拌した(これを B とする)。A と B の pH の差は 1.8 である。

⑤ 0.10 mol/L の酢酸水溶液 10.0 mL に 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 5.0 mL 加え，よく撹拌し，水溶液 C とした。この水溶液 C に水を加えて 10 倍に薄め，よく撹拌し，水溶液 D とした。水溶液 D の pH は水溶液 C の pH より 1.0 だけ塩基性側に傾く。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 5 [5]

① 0 ℃ の氷が，同じ温度の水に浮かぶ一番の原因は，水が氷になるとき，その中に空気を大量に取り込むからである。

② 塩化ナトリウム NaCl が水に完全に溶けた水溶液中では，ナトリウムイオン Na^+ と塩化物イオン Cl^- が，それぞれいくつかずつの水分子に取り囲まれている。

③ マイナス 20 ℃ の冷凍庫中で作った氷は，どの部分の温度を測っても，この冷凍庫中では 0 ℃ である。

④ 水を沸騰させているとき，この水中に見られる気泡は，水に溶けていた気体である。したがって，水に溶けていた気体がすべて大気中に放出されると，沸騰している水中には気泡は見られなくなる。

⑤ $[H^+]$ と $[OH^-]$ の比は，酸性水溶液と塩基性水溶液とでは異なるが，温度が変わらなければ，$[H^+]$ と $[OH^-]$ の和は等しい。

⑥ （①～⑤のすべてに誤りが含まれている。）

化　　学

（注意）　問題文中に指定がない場合，解答にあたって必要ならば，次の数値および条件を用いよ。

原子量：H = 1.01，C = 12.0，N = 14.0，O = 16.0，Na = 23.0，
Cl = 35.5，K = 39.1，Ca = 40.1，Cu = 63.5，S = 32.1

気体はすべて，理想気体としてふるまうものとする。

第１問　以下の問１～５の各群の①～⑤の中には，それぞれの問いの指示に該当するものが一つだけあるか，一つもないかのいずれかである。指示に該当するものが①～⑤の中に存在する場合は，①～⑤のうちから最も適切なものを一つ選べ。該当するものがない場合は⑥を選べ。

問１　[1]

指示：誤りを含まないもの

① 金属結晶中では，金属原子が規則正しく配列している。この金属原子の価電子は構成するすべての原子に共有される形で結晶中を自由に移動できる。このような電子を共有電子対という。

② イオン結晶は一般に，陽性の強い非金属元素と陰性の強い金属元素からなる。このような結晶は比較的硬く，割れにくい。

③ ダイヤモンドＣは多数の原子が次々と共有結合のみで結びついた分子結晶である。

④ フッ素 F_2，塩素 Cl_2，臭素 Br_2，およびヨウ素 I_2 では，それぞれの分子間はファンデルワールス力という弱い引力で引き付けられている。上記４つの物質を比べると，フッ素の沸点が一番高く，ヨウ素の沸点が一番低い。

⑤ 石英ガラスでは，ケイ素原子 Si と酸素原子 O の配列が不規則で，石英のような空間的な規則性はくずれている。

⑥ （①～⑤のすべてに誤りが含まれている。）

問 2 $\boxed{\quad 2 \quad}$

指示：誤りを含まないもの

① アルカン C_nH_{2n+2} が完全燃焼するときに発生する燃焼熱は，一般に，炭素数 n が大きいアルカンほど小さくなる。

② 水分子をメタン CH_4 分子が取り囲んで網目状（またはかごのような）構造となったものを，メタンハイドレートという。

③ メタンに，メタン分子中の 4 つの水素原子がすべて塩素原子に置き換わるために十分な量の塩素を混ぜて光（紫外線）を当てると，メタン中の水素原子は塩素原子と順次付加反応し，四塩化炭素に変化する。

④ 鉄粉を触媒にしてベンゼンに塩素を反応させると，ヘキサクロロシクロヘキサン $C_6H_6Cl_6$ がおもに生成する。

⑤ シクロアルカンは，アルカンの構造異性体である。

⑥ （①～⑤のすべてに誤りが含まれている。）

問 3 $\boxed{\quad 3 \quad}$

指示：誤りを含まないもの（ただし，選択肢中の下線部の記述は正しいものとする）

① ゾルとは，たとえば加熱したり冷却したりすることにより，コロイド溶液が流動性を失って固まった状態のことをいう。

② 正の電荷を帯びている水酸化鉄（Ⅲ） $Fe(OH)_3$ のコロイド溶液に，塩化ナトリウム NaCl あるいは硫酸ナトリウム Na_2SO_4 を加えるとき，硫酸ナトリウムの方がより少ない物質量でコロイド粒子を沈殿させることができる。

③ 疎水コロイドに一定量以上の親水コロイドを加えると，疎水コロイド粒子が親水コロイド粒子を取り囲む。

④ タンパク質やデンプンのような分子量の大きな分子は，1 つの分子でコロイド粒子の大きさをもつ。このようなコロイドをミセルコロイドという。

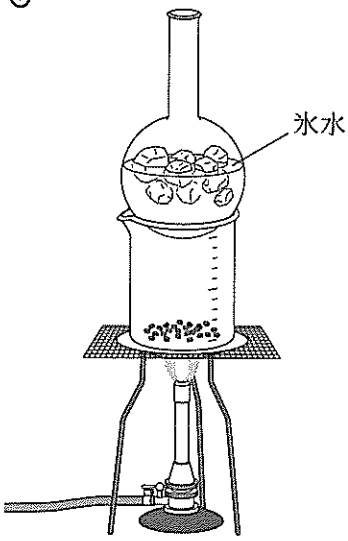
⑤ 負の電荷を帯びている粘土のコロイド溶液に電極を浸して直流電圧をかけると，コロイド粒子は陰極のほうに移動する。

⑥ （①～⑤のすべてに誤りが含まれている。）

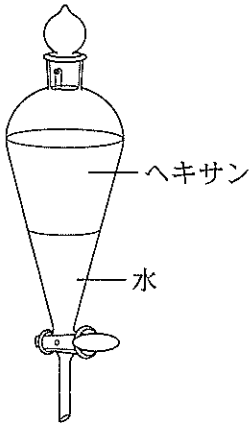
問 4 | 4 |

指示：混合物を分離・精製する装置にあてはまらないもの

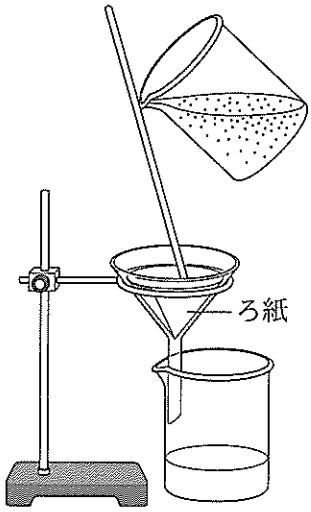
①



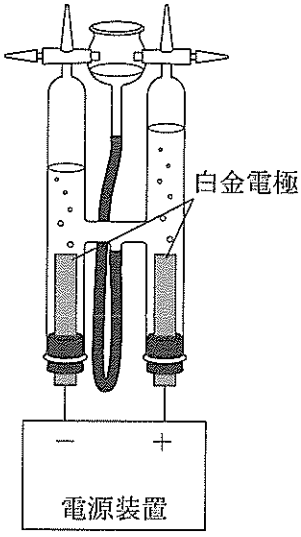
②



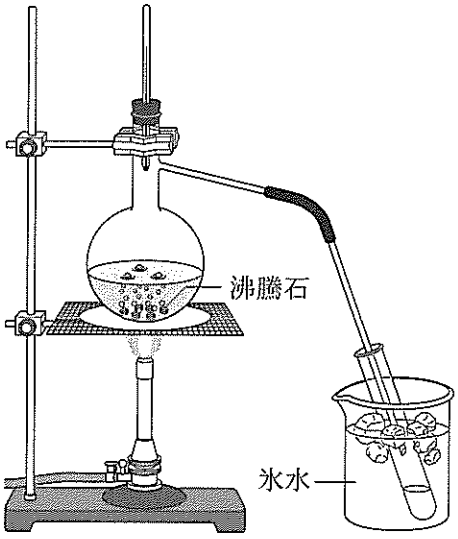
③



④



⑤



⑥ （①～⑤はすべて，混合物を分離・精製する装置にあてはまる。）

問 5 [5]

指示：誤りを含まないもの

① ポリプロピレン，ヨウ素の単体，黒鉛，臭化カリウム，およびポリスチレンのうち，固体状態で電気を最もよく通す物質は，ヨウ素の単体である。

② 炭素と酸素とでは電気陰性度が大きく異なるため，炭素—酸素結合を多く含む酢酸エチルは水に溶けやすい。

③ 臭化カリウムを水に入れると，カリウムイオンと臭化物イオンはそれぞれ水分子に取り囲まれた水和イオンとなって溶解する。

④ リン酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で過不足なく中和して得られた正塩の水溶液の pH は 7 である。

⑤ ナトリウムの単体が水と反応するとき，ナトリウムが酸化され，酸素が還元される。

⑥ （①～⑤のすべてに誤りが含まれている。）

化　　学

（注意）　問題文中に指定がない場合，解答にあたって必要ならば，次の数値および条件を用いよ。

原子量：H = 1.01，C = 12.0，N = 14.0，O = 16.0，Na = 23.0，
S = 32.1，Cl = 35.5，Ca = 40.1，Br = 79.9

気圧：1.00 atm = 1.01×10^5 Pa

0 ℃の絶対温度：T = 273.0 K

標準状態の気体 1.00 mol の体積：22.4 L

気体はすべて，理想気体としてふるまうものとする。

第１問　以下の問１～５の各群の①～⑤の中には，それぞれの問いの指示に該当するものが一つだけあるか，一つもないかのいずれかである。指示に該当するものが①～⑤の中に存在する場合は，①～⑤のうちから最も適切なものを一つ選べ。該当するものがない場合は⑥を選べ。

問１　[1]

指示：誤りを含むもの

① 有機化合物の分子式は，実験から求めた組成式（実験式）と分子量により，導き出すことができる。

② 分子式 C_2H_6O には二つの構造異性体が考えられる。その二つの構造異性体のうち，標準大気圧の下で沸点の高い方がジメチルエーテル CH_3OCH_3 である。

③ 芳香族炭化水素を除く環式炭化水素を脂環式炭化水素という。シクロヘキサンやシクロヘキセンは脂環式炭化水素である。

④ エチル基 C_2H_5— のような，炭化水素分子から水素原子Ｈがとれた形の基を炭化水素基という。エチル基は疎水基に分類される。

⑤ 異性体のうち，分子の構造式が異なる異性体を構造異性体，原子のつながり方が同じでも，原子や基の立体的な配置が異なる異性体を立体異性体という。シス-トランス異性体や鏡像異性体は立体異性体に分類される。

⑥ （①～⑤のどこにも誤りは含まれていない。）

問 2 $\boxed{\quad 2 \quad}$

指示：誤りを含まないもの

① 物質が水に溶けてイオンに分かれる現象を電解質といい，水に溶けてイオンに分かれない現象を非電解質という。

② アルコールには親水基が含まれるので，1-ドデカノール $CH_3(CH_2)_{11}OH$ も水に良く溶ける。

③ 固体の溶解度は，その温度で溶媒 100 g に溶ける溶質の最大質量〔g〕の数値で表し，気体の溶解度は，気体の圧力(分圧)が 1.00 Pa のときに溶媒 100 mL に溶ける気体の最大物質量〔mol〕の数値で表す。

④ 溶液のモル濃度とは，溶媒 1.00 L に溶けている溶質の量を，物質量〔mol〕で表した濃度のことである。

⑤ 溶質が通過できない半透膜で仕切られた U 字管の一方の側に水，他方の側に水溶液を，それぞれ液面の高さが同じになるように入れたのち，長時間静置した。すると，両液面の高さに差が生じた。再び両方の液面の高さを同じにするには，水を入れた方の側の液面に正の圧力を加える必要がある。この圧力をその水溶液の浸透圧という。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 3 $\boxed{\quad 3 \quad}$

指示：誤りを含まないもの

① ある可逆反応に対して，その反応が平衡状態に達するまでの時間が短くなる触媒を用いると，逆反応の活性化エネルギーは大きくなる。

② 可逆反応が平衡状態にあるとき，正反応と逆反応の反応速度定数は互いに等しい。

③ 可逆反応では，平衡状態に達していなくても，正反応と逆反応の速さは等しい。

④ 可逆反応が平衡状態に達する場合でも，難溶性の塩が生じる場合(例えば $Ag^+ + Cl^- \rightleftharpoons AgCl$)は正反応も逆反応も停止している。

⑤ 気体の吸熱反応では，運動エネルギーの小さい分子の数の割合が増えるほど反応が速く進行する。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 4 $\boxed{\quad 4 \quad}$

指示：誤りを含まないもの

① シクロヘキサン C_6H_{12} の 6 個の炭素原子はすべて同一平面上にある。

② マレイン酸 $C_4H_4O_4$ は二重結合を中心にカルボキシ基が鏡写しの関係にあるため，鏡像異性体である。

③ アンモニウムイオン NH_4^+ の N—H 結合には極性があるが，互いに打ち消し合うため，イオン全体として無極性なので，アンモニウムイオンを含む塩化アンモニウム NH_4Cl は水に溶けない。

④ ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸イオン $[Fe(CN)_6]^{3-}$ の構造は正六面体構造である。

⑤ リボ核酸 RNA は 2 本のポリヌクレオチドからなる二重らせん構造をしている。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 5 $\boxed{5}$

指示：誤りを含まないもの

① 国際単位系では，圧力の単位に Pa が用いられる。1.00 cm^2 の面積に 1.00 N の力がはたらくときの圧力を 1.00 Pa で表す。

② 気体中の分子はすべて，一定の温度下では決まった大きさのエネルギーをもって熱運動している。また，その速さは，温度が高いほど大きく，分子量が大きいほど大きい。

③ 液面付近で比較的大きな運動エネルギーをもつ液体分子が，それらの分子間にはたらく分子間力に打ち勝って，液体表面から空間に飛び出す現象を昇華という。

④ 一定温度の下では，液体の蒸気圧は物質ごとに固有の値を示す。他の物質の気体が共存しても，その値は変わらない。

⑤ ある物質の温度と圧力を上げていくと，気体・液体の区別がつかなくなる。この点を三重点という。

⑥ （①～⑤のすべてに誤りが含まれている。）

化　　学

（注意）　問題文中に指定がない場合，解答にあたって必要ならば，次の数値および条件を用いよ。

原子量：H = 1.01，C = 12.0，N = 14.0，O = 16.0，Na = 23.0，
S = 32.1，Cl = 35.5，Ca = 40.1，Cr = 52.0，Cu = 63.5，
Zn = 65.4，Ag = 107.9，I = 126.9

気圧：1.00 atm = 1.01×10^5 Pa

0.0 ℃ の絶対温度：$T = 273.0$ K

標準状態の気体 1.00 mol の体積：22.4 L

気体定数：$R = 8.31 \times 10^3$ Pa・L/(K・mol)

気体はすべて，理想気体としてふるまうものとする。

第１問　以下の**問１～５**の各群の①～⑤の中には，それぞれの問いの指示に該当するものが一つだけあるか，一つもないかのいずれかである。指示に該当するものが①～⑤の中に存在する場合は，①～⑤のうちから最も適切なものを一つ選べ。該当するものがない場合は⑥を選べ。

問１　[1]

指示：誤りを含むもの

① 原子を構成する電子は，原子の中心にある原子核の周囲に，いくつかの層（電子殻）に分かれて存在している。電子殻は，原子核に近い内側から順にK殻，L殻，M殻，N殻・・・と呼ぶ。

② 原子の原子核にある陽子は正の電荷を持ち，中性子は電荷を持たないので，原子核は全体として正の電荷を持っている。

③ 各電子殻への電子の入り方を電子配置という。

④ 原子を構成する陽子の数，中性子の数，および電子の数の和を，その原子の質量数という。

⑤ 原子番号と質量数を含めて原子を表す場合，元素記号の左上に質量数，左下に原子番号を書く。

⑥ （①～⑤のどこにも誤りは含まれていない。）

問 2 $\boxed{\quad 2 \quad}$

指示：誤りを含むもの

① タンパク質を構成する成分となる α-アミノ酸はすべて，アミノ基とカルボキシ基の両方に結合した炭素原子を分子内に持つ。

② α-アミノ酸の水溶液の pH を変化させると，陽イオン，双性イオン，および陰イオンの割合が変化する。

③ α-アミノ酸は，アルコールと反応させることでエステルに，無水酢酸 $(CH_3CO)_2O$ と反応させることでアミドに，それぞれ変換することができる。

④ 二つの α-アミノ酸分子において，一方のアミノ酸が持つカルボキシ基と他方のアミノ酸が持つアミノ基とが脱水縮合を起こすと，ジペプチドが生成する。

⑤ グリシンは不斉炭素原子を持たないので，鏡像異性体の一方であるＬ体のみが存在する。

⑥ （①～⑤のどこにも誤りは含まれていない。）

問 3 $\boxed{\quad 3 \quad}$

指示：誤りを含まないもの

① イギリスのボイルは，一定圧力 P のもとで，内容積可変の密閉容器に入れた一定質量の気体の温度 T を 1 K 上下させるごとに，この気体の体積 V は 0 ℃ のときの体積 V_0 の 1/273 倍ずつ増減することを発見した。

② ボイル・シャルルの法則から，一定質量の気体の体積 V は，その気体の圧力 P に比例し，絶対温度 T に反比例することがわかる。

③ 気体の状態方程式において，圧力 P に 1.01×10^5 Pa，体積 V に 1.00 L，物質量 n に 1.00 mol，温度 T に 273.0 K を代入すると，気体定数 $R = 8.31 \times 10^3$ Pa・L/(K・mol) が導かれる。

④ 気体の体積 V が理論上 0 となる温度（− 273.0 ℃）を原点として，セルシウス温度の目盛りと同じ間隔で表した温度を絶対温度という。

⑤ 混合気体の平均分子量（見かけの分子量）$\overline{M}$ は，この混合気体に含まれる各成分について気体の物質量 n〔mol〕とモル分率の積を計算し，それらのすべての計算値を足し合わせることにより求めることができる。

⑥ （①～⑤のすべてに誤りが含まれている。）

問 4 $\boxed{\quad 4 \quad}$

指示：誤りを含まないもの

① 2-プロパノールは 2 価のアルコールである。

② アルコールは，分子量が同程度の炭化水素に比べて高い沸点を持つ。これは，アルコール分子内のヒドロキシ基（-OH）が分子内で水素結合していることによる。

③ グリセリンのヒドロキシ基の一つをエステル化するとき，元のグリセリンが持っていた炭素原子が一つだけ不斉炭素原子になる場合と一つもならない場合の両方が考えられる。

④ 硫酸水銀 $HgSO_4$ 触媒下でエチレン（エテン）C_2H_4 に水を付加させると，不安定なビニルアルコールが生成する。

⑤ 硫酸酸性下，二クロム酸カリウム $K_2Cr_2O_7$ 水溶液中で第一級アルコールを加熱すると，ケトンを経てカルボン酸が生成する。

⑥ （①～⑤のすべてに誤りが含まれている。）

問 5 $\boxed{\quad 5 \quad}$

指示：誤りを含まないもの

① ベンゼン C_6H_6 では，これを構成するすべての原子が同一平面上にある。6 個の炭素原子 C は正六角形の各頂点に位置し，それぞれの炭素原子に水素原子 H が 1 個ずつ結合している。

② ベンゼンを構成している炭素-炭素結合は，単結合と三重結合が交互に配置されており，6 個の炭素原子間の結合の長さはすべて同じで，C–C 結合と C ≡ C 結合の中間的な状態にある。

③ ベンゼンの 6 個の水素原子のうち 2 個を塩素原子に置換した，ジクロロベンゼン $C_6H_4Cl_2$ には，一つ目の塩素原子の *o*(オルト)-位に二つ目の塩素原子が結合したものが 2 種類，*m*(メタ)-位に結合したものが 2 種類，*p*(パラ)-位に結合したものが 1 種類の，合計 5 種類の構造異性体が存在する。

④ 鉄粉を触媒としてベンゼンに塩素 Cl_2 を反応させると，両者の間で付加反応が起こり，クロロベンゼンが生成する。

⑤ ニッケル Ni を触媒として，高温・高圧でベンゼンに水素 H_2 を付加させると，ヘキサンが生成する。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

化　　学

（注意）　問題文中に指定がない場合，解答にあたって必要ならば，次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.01，C = 12.0，N = 14.0，O = 16.0，Na = 23.0，
S = 32.1，Cl = 35.5

計算値：$\log_{10} 2 = 3.01 \times 10^{-1}$，$\log_{10} 3 = 4.77 \times 10^{-1}$，
$\log_{10} 5 = 6.99 \times 10^{-1}$，$\log_{10} 7 = 8.45 \times 10^{-1}$

複数の水溶液を混合するとき，得られる混合水溶液の体積は，混合前のそれぞれの水溶液の体積の和に等しいものとする。

第１問　以下の問１～５の各群の選択肢①～⑤の中には，それぞれの問いの指示に該当するものが一つだけあるか，一つもないかのいずれかである。指示に該当するものが①～⑤の中に存在する場合は，①～⑤のうちから最も適切なものを一つ選べ。該当するものがない場合は⑥を選べ。

問１　[1]

指示：誤りを含むもの

① 炭酸ナトリウムや炭酸カリウムは白色の固体である。これらの物質の水溶液は，塩基性を示す。

② 炭酸ナトリウムや炭酸水素ナトリウムに希塩酸を加えると，二酸化炭素が発生する。

③ 炭酸ナトリウム十水和物を乾燥した空気中に放置すると，水和水の一部が失われ，炭酸ナトリウム一水和物の白色粉末ができる。この現象を潮解という。

④ 炭酸水素ナトリウムは重曹とも呼ばれる。これを加熱すると，二酸化炭素が発生する。

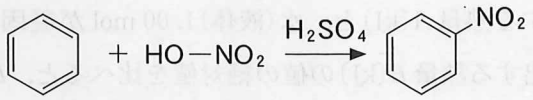
⑤ 塩化ナトリウムの飽和水溶液に十分な量のアンモニアを吸収させた後，二酸化炭素を吹き込むと，炭酸水素ナトリウムが沈殿する。

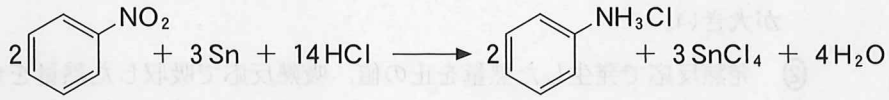
⑥ （①～⑤のどこにも誤りは含まれていない。）

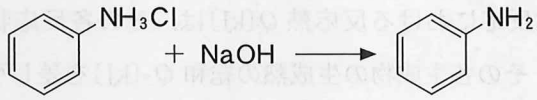
問 2 $\boxed{\quad 2 \quad}$

指示：反応の前後で酸化数が変化する原子を含まない化学反応の化学反応式

① $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

② 

③ 

④ 

⑤ $2HI + NaClO \longrightarrow I_2 + NaCl + H_2O$

⑥ （①～⑤の化学反応式はすべて，酸化数が変化する原子を含む化学反応式である。）

問 3 $\boxed{\quad 3 \quad}$

指示：誤りを含まないもの

① 水溶液中で進行する化学反応 2 A → B + C の反応速度 v は一般に，物質 A のモル濃度[A]を用いて $v = k[A]^2$ と書くことができる。ただし，k は反応速度定数である。

② 温度が 10 K 上昇すると反応速度が 2 倍になる化学反応がある。この反応の温度を 50 K 上昇させると反応速度は 10 倍になると考えられる。

③ 発熱反応では一般に，活性化エネルギーが大きいほど反応熱も大きくなる。

④ 化学反応 A → B に触媒を加えると，一般に，反応速度は変化するが，反応熱は変化しない。

⑤ 容積が変化できる密閉容器中で，気体同士の可逆反応 $2A \rightleftharpoons B$ が平衡状態にある。この容器に全圧が変化しないようにアルゴンを注入しても，平衡は移動しない。

⑥ （①～⑤のすべてに誤りが含まれている。）

問 4 $\boxed{\quad 4 \quad}$

指示：誤りを含まないもの

① 0.00 ℃，1.01×10^5 Pa において，氷(固体)1.00 mol が融解して水(液体)になるときに吸収する熱量 A〔kJ〕と，水(液体)1.00 mol が凝固して氷(固体)になるときに放出する熱量 B〔kJ〕の値の絶対値を比べると，B の値の方が大きい。

② 発熱反応で発生した熱量を正の値，吸熱反応で吸収した熱量を負の値で表したとき，ある化学反応における反応熱 Q〔kJ〕は，その各反応物の生成熱の総和 Q_1〔kJ〕から，その各生成物の生成熱の総和 Q_2〔kJ〕を差し引くことにより求めることができる。

③ 物質の温度を t〔K〕上げるのに必要な熱量を Q〔J〕，その物質の物質量を n〔mol〕，比熱(比熱容量)を c〔J/(g・K)〕，温度変化を Δt〔K〕とすると，$Q = n \times c \times \Delta t$ の関係が成り立つ。

④ 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液が反応したときの中和熱とは，両者の中和によって 1.00 g の塩化ナトリウムが生成するときに，この混合溶液が放出する熱量である。

⑤ 化学反応式の右辺に反応熱を書き加え，両辺を $\rightleftharpoons$ で結んだ式を熱化学方程式という。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 5 $\boxed{\quad 5 \quad}$

指示：誤りを含まないもの。ただし，選択肢中の下線部の記述は正しいものとする。

① 水溶液中の過酸化水素は，酸化マンガン(Ⅳ)を少量加えると，常温で激しく分解する。このとき酸化マンガン(Ⅳ)は，過酸化水素の化学エネルギーの増大を促進する。

② 水素と酸素の体積比２：１の混合気体が反応して水が生成する反応は，常温では進行を認識することが困難である。その理由は，この反応が吸熱反応だからである。

③ 水素と酸素の体積比２：１の混合気体に燃焼している炭素の単体を加えると，炭素の作用によって混合気体の燃焼反応が吸熱反応から発熱反応に変化し，すみやかに水が生成する。

④ 硝酸アンモニウムの水への溶解は吸熱だが，自発的に進行する。この理由は，溶解によってエントロピー(＝乱雑さ)が増大するためである。

⑤ 十分な酸素の存在下で炭素の単体に点火すると，炭素は燃焼し，二酸化炭素が生成する。この反応によって炭素の活性化エネルギーが増大するので，この反応は自発的に進行する。

⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)