

## 2013年センター試験化学 解説

この解説では快適ソフトのソフトウェア

「完全分析センター試験化学I」に収録の空欄問題約600個の知識を用いて解くときの考え方を示します。

[収録]=ソフトウェアに収録の知識、

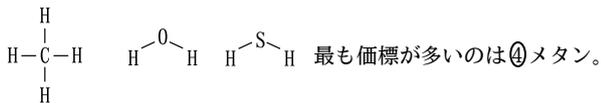
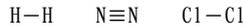
[非収録]=ソフトウェアに収録されていない知識

## 第1問

問1 a [収録] 同素体とは、同じ元素の単体で互いに性質の異なるもの。COPSにある。⑥が正解。

b [収録] 価標を使って分子の構造式を書けばよい。

価標1本あたり2個の電子が結合に使われているので価標の数が最大の分子を選ぶ。ある原子が何本の価標で結合するかは、典型元素なら周期表の族番号より分かる。



問2 [収録] 典型元素には金属も非金属もあるので④が誤り。

問3 [収録] 体積1Lの場合で計算すればよい。

体積1Lなら、密度1.4g/cm<sup>3</sup>より質量は1400g。

その49%は、1400g×0.49

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>の分子量=98より、1400g×0.49の物質量は、

$$\frac{1400\text{g}\times 0.49}{98}=7.0 \quad \text{正解は③}$$

問4 ① [収録] アンモニア 22.4L=アンモニア1モルに含まれる水素原子の数になる。

アンモニアの分子式はNH<sub>3</sub>だから、3モルの水素原子を含む

個数に換算すると3×アボガドロ数(個)になる。

ただし、個数に換算しなくとも、物質量で比較すればよい。

以下、物質量を求める。

② [収録] メタノールの分子式はCH<sub>3</sub>OHだから、1モルの酸素原子を含む。

③ [収録] Heの原子番号は2番だから、Heの1個あたり2個の電子を含む。

Heの1モルでは2モルの電子を含む。

④ [収録] 塩化カルシウムの分子式はCaCl<sub>2</sub>だから、

塩化物イオンの物質量は2モル

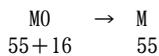
⑤ [収録] 炭素の原子量は12だから12gの黒鉛は1モルの炭素

以上より①の3モルが最多。

問5 [非収録] 解き方を考えるには、具体例で考えればよい。

例えば酸化物の組成式がM<sub>0</sub>である場合、還元するとMになるのだから、

質量は何%減少するかを求めてみる。



減少する質量の割合は、

$$\frac{16}{55+16}=0.225$$

となる。

酸素原子が何個結合しているのかわからない場合は、その不明な数をx個とすればよい。

つまり、組成式をM<sub>0</sub>xとして、xが1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5のどの場合で、

還元すれば質量が37%減となるかを求めればよい。

$$\frac{16x}{55+16x}=0.37 \quad \text{これを解くと} x \approx 2.0 \quad \text{よって正解は③}$$

問6 ① [収録] 電池の放電・充電は酸化還元反応。正しい。

② [非収録] 炭酸飲料の場合、泡が出るのは、水に溶解していた二酸化炭素が気体となって水から分離すること。

酸化還元でない。よって正解は②。類似問題は2009年第1問の問6の③

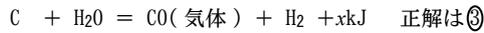
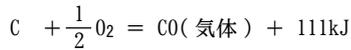
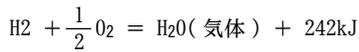
③ [非収録] エタノール→アセトアルデヒド→酢酸と酸化されている。酢酸菌による酸化。

④ [非収録] 有機物が酸素で燃焼。酸素との反応は酸化。O<sub>2</sub> + 2e<sup>-</sup> → 2O<sup>2-</sup>

⑤ [非収録] 単体のCuが化合物に変化しているのでCuの酸化数が0から+1か+2に変化している。

## 第2問

問1 [収録] 生成熱の反応式(1モルの化合物が単体から生成するときの反応)をつくり、  
 [収録] 代入法で化合物を消去する  
 の手順で解けばよい。  
 類似問題は前年の2012年第2問の問1

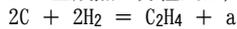


問2 [非収録] 熱化学方程式の問題ではこれまでは全て熱量を求める問題だった。  
 この問題は熱量計算でない初めてのタイプ。

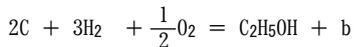
具体的に方程式を立てればよい。

例えば、直前の問1では、水蒸気と一酸化炭素の生成熱から水性ガスの生成熱を求めたので、  
 ㉔が正解ではないかと類推できる。  
 それを確認する。

$\text{C}_2\text{H}_4$ の生成熱の方程式は、

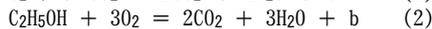
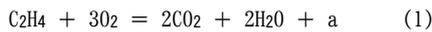


$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の生成熱の方程式は、



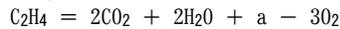
これらの式を使ってQを求めることはできない。  
 なぜなら、これらの式には $\text{H}_2\text{O}$ が含まれていない。

では $\text{H}_2\text{O}$ が含まれる反応はどれかと考えると、㉑では両方の式で反応式に $\text{H}_2\text{O}$ が含まれるので  
 これが正解と推定できる。  
 それを確認する。



これらの式からQは計算できる。なぜなら、

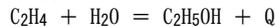
(1)より、



(2)より、

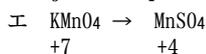
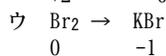
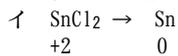
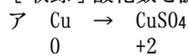


これらを、



の式に代入して、化合物の $\text{C}_2\text{H}_4$ と $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ とを消去すればよい。正解は㉑

問3 [収録] 酸化数を調べると、



酸化剤として働くと、自身の酸化数は減少する。

酸化数が減少しているのは、イウエの3つ。正解は㉔

問4 [収録] 容器の内部を、

- ・溶液で洗う場合
  - ・純水で洗う場合
- の2通りがある。

溶液の濃度を一定に保ったまま正確に測定する容器の内部は、溶液で洗う。  
 これから蒸留水加える容器の内部は、純水で洗う。

ホールピペットは溶液の体積を最も正確に測る容器で、試料水溶液の体積を測るので、試料水溶液で洗う。

メスフラスコは、正確に測定した試料水溶液を純水で薄めるのに使う。

従って「これから蒸留水を加える容器」だから純水で洗う。

㉑が誤り。

問5 [収録]  $\text{Ca(OH)}_2$  は2価の塩基であることに注意する。  
つまり水酸化カルシウムの1モルは、 $\text{OH}^-$  の2モルを含む。

中和される  $\text{OH}^-$  の物質量は、  
 $0.01 \times 2 \times 0.1 = 0.002$  モル

発生する中和熱は、  
 $56.5 \text{ kJ} \times 0.002 = 0.113 \text{ kJ}$   
となるので、㉔が正解になる。

問6 [収録] 鉛蓄電池は3年に1回程度の頻度で出題されている。  
ただし、これまでは全て放電反応についての問題だった。  
充電反応については今回が初めて。  
ただし充電は放電の単なる逆でしかない。

放電では、  
希硫酸の濃度が減少して、  
正極  $\text{PbO}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4$   
負極  $\text{Pb} \rightarrow \text{PbSO}_4$

従って、充電では、  
希硫酸の濃度が増加して、  
正極  $\text{PbO}_2 \leftarrow \text{PbSO}_4$   
負極  $\text{Pb} \leftarrow \text{PbSO}_4$

電極Aの質量が増加すると、電解液中の硫酸イオンの濃度は減少するので、  
正解選択肢は㉒か㉓になる。

㉓では、  
電極Aの質量の増加量 = 電解液中の硫酸イオンの質量の減少量  
になっているが、これはありえない。なぜなら電極Bも質量が増加する。  
従って㉒が正解。

問7 [収録] 陰極周辺には、 $\text{Ag}^+$  も  $\text{Cu}^{2+}$  も  $\text{H}^+$  もないので、水が還元される。  
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$

この反応式から2ファラデーの電気量が流れると、2モルのNaOHが生成すると分かる。

求める電流を  $x\text{A}$  とすると、NaOHの式量=40だから、

$$x\text{A} \times 3600 \text{ 秒} = \frac{2}{40} \times 9.65 \times 10^4 \text{ C}$$

$x = 1.3$  より正解は2

### 第3問

問1 ① [非収録] 鋼の製造方法はこれまで出題されたことがない。  
② [非収録] アンモニアの分子式は  $\text{NH}_3$ 。触媒を用いて  $\text{N}_2$  と  $\text{H}_2$  から合成される。  
③ [非収録] 硝酸はアンモニアを酸化して製造される。  
④ [収録] フッ化水素が弱酸であるから、フッ化カルシウム(弱酸の塩)に強酸である濃塩酸を加えればフッ化水素が遊離する。  
[収録] しかし、濃塩酸から発生する塩化水素も混じってしまうことが不都合だと考えられる。  
[収録] 混じった塩化水素を取り除くために水の中に通すと、塩化水素だけでなくフッ化水素も水に吸収されてしまうだろう。  
不揮発性の強酸である硫酸を加えるのが正しいのでないかと考えれば、㉒が誤りと推定できる。

また、次のように考えてもよい。  
[収録] 濃塩酸を加熱するのは、  
実験室における塩素の製法で、二酸化マンガンを濃塩酸を酸化する場合  
だけである。  
この知識でも㉒が誤りと推定できる。  
(なお実験室における塩素の製法はこの後に問7で出題される)

⑤ [収録] 空気の約20%は酸素、約80%は窒素。沸点(液体から気体になる温度)は違うので正しい。

問2 ① [非収録] フラーレン  $\text{C}_{60}$  は球状の分子。  
② [収録] ケイ素はダイヤモンド同様に3次元に共有結合している。  
③ [収録] 二酸化ケイ素を還元すればケイ素になることは化学式から明らか。  
④ [収録] スズのイオン化傾向は水素より大きいのでスズは希塩酸には溶ける。  
⑤ [収録] 鉛のイオン化傾向は水素より大きいですが、塩化鉛は不溶性なので鉛は希塩酸には溶けない(不動態)。  
従って㉓が誤り。

問3 [収録] 両性酸化物である  $ZnO$  が正解選択肢と分かる。

[収録] 1族や2族の金属の酸化物は塩基性なので塩基と反応するはずがないと考えれば、③も正しいと推定できる。  
 [収録] また、 $P_4O_{10}$  は水と反応すれば3価の酸であるリン酸  $H_3PO_4$  になるという知識からも、③が正しいと推定できる。

問4 ① [非収録] 亜硫酸水素ナトリウムと希硫酸の反応はこれまで出題されたことがない。

- ② [収録] ハロゲン単体のヨウ素は酸化剤。還元はしないので誤り。  
 ③ [収録]  $H_2S$  は2価の弱酸。正しい。  
 ④ [収録] ショ糖に濃硫酸を加えると脱水して黒くなる。正しい。  
 ⑤ [非収録] 濃硫酸は水に加えると発熱する。正しい。

問5 ① [収録] 希塩酸を加えるのは酸性にすること。酸性では硫化水素の電離は少なくなるが、その少ない  $S^{2-}$  でも、 $Cu^{2+}$  と反応して  $CuS$  の黒色沈殿を生じる。誤り。

- ② [収録]  $Cu^{2+}$  にアンモニア少量では  $OH^-$  と反応して水酸化銅の沈殿が生じる。アンモニア水を過剰に加えると  $Cu^{2+}$  にアンモニアが配位結合して錯イオンを生じるので沈殿が溶ける。  
 ③ [収録] 亜鉛は銅よりイオン化傾向が大きいので  $Cu^{2+} + Zn \rightarrow Cu + Zn^{2+}$  の反応が起きる。正しい。  
 ④ [収録] 電解精錬で  $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$  の反応は陰極で起きる。正しい。  
 ⑤ [収録] 電解精錬で陽極では粗銅が溶解するので正しい。

問6 [収録]  $FeCl_3$  の物質量 =  $0.4 \times 0.02$  モル

$FeCl_3$  の1モルからは  $Fe_2O_3$  は  $\frac{1}{2}$  モル生じることに注意する。

$Fe_2O_3$  の式量 = 160 だから、粉末の質量は、

$$160 \times 0.4 \times 0.02 \times \frac{1}{2} = 0.64g$$

正解は②

問7 a

- ① [収録] 濃塩酸に酸化剤として  $MnO_2$  を加えて加熱すると  $Cl_2$  発生。①が正解。  
 ② [収録] 弱塩基の塩に強塩基を加えると弱塩基が遊離するのでアンモニア発生  
 ③ [収録] 揮発性の強酸の塩に不揮発性の強酸を加えると揮発性の強酸が遊離するので  $HCl$  発生  
 ④ [収録] 亜鉛は水素よりイオン化傾向が大きいので水素発生

b [収録] 塩素は水にある程度溶けるので水上置換はしない。空気より重いので下方置換。②が正解。

丸底フラスコの中から出てくる気体は、

- ・塩素
- ・塩化水素 (濃塩酸から発生)
- ・水蒸気

の混合気体。

[収録] まず水をくぐらせると、水には非常に溶けやすい塩化水素が水に吸収されて取り除かれる。このとき塩素も少し水に吸収されるが全部は吸収されない。

水から出てきたのは、

- ・塩素
- ・水蒸気

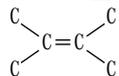
の混合気体。

[収録] 次に濃硫酸にくぐらせると、濃硫酸は水を吸収するので、水蒸気が取り除かれる。出てくるのは塩素だけになる。

第4問

- 問1 ① [収録] スルホ基は  $-SO_3H$   
 ② [収録] アルデヒド基は  $-CHO$  aは②  
 ③ [収録] ニトロ基は  $-NO_2$   
 ④ [収録] アミノ基は  $-NH_2$  cは④  
 ⑤ [収録] カルボキシ基は  $-COOH$  bは⑤  
 ⑥ [収録] ヒドロキシ基は  $-OH$

問2 ① [収録] 単結合は回転性がある  
 ② [収録] 二重結合の両端の炭素原子とそれに直接結合した原子は同一平面上にある



- ③ [収録] アセチレンは直線状分子  
 ④ [収録] アセチレン3分子からベンゼンが合成される  
 ⑤ [収録] 二重結合を1個持つ鎖式炭化水素なら一般式は  $C_nH_{2n}$   
 二重結合を1個持つ環式炭化水素なら一般式は  $C_nH_{2n-2}$  よって誤りは⑥

- 問3 ① [収録] エタノールを濃硫酸で脱水 (140度加熱) ならジエチルエーテル生成。  
 ② [収録] カーバイトに水を加えるとアセチレン発生。エチレン発生でないので②が誤り。  
 ③ [収録] マレイン酸を加熱すると無水マレイン酸が生成。  
 ④ [収録] ベンゼンに塩素を作用させると置換反応で塩化ベンゼン生成。  
 ⑤ [収録] フェノールと  $NaOH$  は酸と塩基の反応で塩を作る。

問4 ① [収録] ポリ塩化ビニルは、塩化ビニルの付加重合により生成。縮合重合ではないので①は誤り。

② [収録] ポリ塩化ビニルにはC-Cl結合がある。

③ [非収録] ポリ塩化ビニルは固いので水道管などに利用されている。

④ [収録] 6,6-ナイロンはアジピン酸とヘキサメチレンジアミンの縮合重合で生成

⑤ [非収録] ナイロンとポリエステルは代表的な合成繊維。

問5 [収録] 分子量が大きいほど沸点も大きくなる。

よって②,④,⑥は消去される。

[収録] アルカンは分子量70未満なら室温で気体。70以上なら室温で液体。

よって③が正解。

問6 a [収録] アンモニアは室温で気体で、塩基(反応性がある)であるから刺激臭がある。

b ① [収録] 沸騰石を入れるのは突沸を防ぐため正しい。

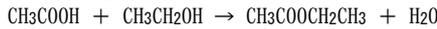
② [収録] エタノールの酸化で生じるアセトアルデヒドは水で冷やせば液体なので正しい。

③ [収録] エタノールの酸化で生じるのはホルムアルデヒドでなくアセトアルデヒド。②が誤り。

④ [収録]  $\text{Ag}^+$  は少量のアンモニア水では酸化銀の沈殿を生じる。

⑤ [収録]  $\text{Ag}^+$  が還元されて  $\text{Ag}$  を生じる。

問7 [収録] 反応式を書くと



酢酸2モルに対してエタノールは十分に多くあるので、  
酢酸2モルからは酢酸エチルは理論的には2モル生じるはず。

酢酸エチルの分子量は88なので、88gは1モルに相当。  
従って丁度半分だけ反応したことになる。正解は③

今回の試験問題で目新しい問題は、第1問の問5、第2問の問2。

第1問の問5

類似の問題はこれまでもありましたが、これまでは金属Mの原子量をxとおいて解く問題でした。

(2005年第4問の問2、2002年第3問の問1)

今回は、最初から原子量が与えてあるので同じ解法は利用できません。

この問題で時間を失ってしまった受験生はかなりいたと思います。

第2問の問2 熱化学方程式の問題

これまでの熱化学方程式の問題は熱量を求めさせる問題でした。

この問題はどんな等式が計算に必要なかを問う問題です。

しかし、これら以外は特に目新しい問題がありません。

ソフトウェアに収録されていない知識も選択肢の一部に少しかだけ登場しています。

その知識が正しいかどうかは不明ですが、それ以外の選択肢はソフトウェアにある知識なので、  
どの選択肢が正解かは推定できます。

たぶん、試験問題作成委員は、

「どの知識なら出題していいかを一覧表にしている」

と推定されます。

快適ソフトの完全分析ソフトウェアでも同じ分析をしています。

つまり、過去の試験問題を分析して、どの知識を暗記すべきかを一覧にしています。