

## 2011年度大学入試センター試験 解説<理科総合A>

### 第1問 物質の変化と物質の構造

問1 アはLi, イはNa, ウはMg, エはCl, オはArである。

- ①…誤 アは最外殻であるL殻の電子数が1個なので、1個の価電子をもつ。
- ②…正 イはアと同じ1族の元素である。
- ③…誤 ウはM殻の電子を放出して、2価の陽イオンになりやすい。
- ④…誤 エはM殻に電子を受け取って、1価の陰イオンになりやすい。
- ⑤…誤 オは電子配置が安定しているため、原子のまま安定しやすい。

(答)  …②

問2(a) お茶をいれるときは、お茶の葉の入った容器にお湯をそそぎ、お茶の葉からお湯にお茶の成分を溶かし出す。この操作を抽出という。

(答)  …③

(b) お茶の葉とお茶の混合物から、茶こしを使ってお茶の葉のみを取り除く。この操作をろ過という。

(答)  …⑥

問3a ①…正 アンモニア分子  $\text{NH}_3$  1個には、窒素原子Nが1個、水素原子Hが3個含まれるので、10個のアンモニア分子には10個の窒素原子と30個の水素原子が含まれる。

②…正 窒素分子1個と水素分子3個が反応してアンモニア分子2個になるので、10個の窒素分子と30個の水素分子が反応すると、アンモニア分子が20個生成する。

③…正 この反応に限らず、化学反応では反応の前後で元素の種類と数は変化しない。

④…正 質量保存の法則より、化学反応の前後で質量の総和は変化しない。

⑤…誤 同温・同圧では、分子の種類に関係なく分子数の等しい気体の体積は等しい。いま、窒素分子1個と水素分子3個が反応してアンモニア分子2個になるので、反応前に比べて反応後の体積は  $\frac{2}{1+3} = \frac{1}{2}$  (倍) になる。

(答)  …⑤

b ①…正 ガラス管は水に入れられており、ガラス管から丸底フラスコの内部に大気は入らない。また、水を入れたスポイトからも大気は入らない。

②, ③…正 アンモニアは非常に水に溶けやすく、水に溶けると塩基性を示すので、フェノールフタレイン溶液が赤く呈色する。

④…誤 スポイトを押して水を丸底フラスコ内に入れると、気体のアンモニアが水に溶けて丸底フラスコ内の圧力が下がるため、ガラス管から水が流入する。

(答)  …④

問4 うすい塩酸を電気分解すると、陽極では塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  が電子を放出して結合することで塩素  $\text{Cl}_2$  になり、陰極では水素イオン  $\text{H}^+$  が電子を受け取って結合することで水素  $\text{H}_2$  になる。

(答)  …②

問5 A…金はイオン化傾向が小さく化合しにくいいため、さびにくい。  
 B…鋼は銑鉄から余分な炭素や不純物を取り除いたものである。  
 C…アルミニウムは鉄より密度が小さく、同じ体積なら軽い。

(答)  …④

第2問 力学的エネルギー、エネルギー変換

問1a 水流の断面積を  $S$ 、水流の速さを  $V$  とすると、問題文より  $SV = \text{一定}$  である。力学的エネルギー保存則より、水流の速さ  $V$  は上昇すると遅くなるので断面積  $S$  は大きくなり（水流は太くなり）、下降すると速くなるので断面積  $S$  は小さくなる（水流は細くなる）。

(答)  …⑤

b (蛇口から出た直後の水流の断面積) × (蛇口から出た直後の水の速さ) = (単位時間あたりに流出する水の体積) である。蛇口から出た直後の水流の断面積がわかっているため、単位時間あたりに流出する水の体積がわかれば、蛇口から出た直後の水の速さが求められる。したがって、ストップウォッチで時間を計りながら、メスシリンダーにたまる水の体積を測ればよい。

(答)  …①

c 位置 P から位置 Q に達した水の質量を  $m_1$ 、位置 Q を重力による位置エネルギーの基準とする。位置 P と位置 Q における水の力学的エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2} m_1 v^2 + m_1 g \cdot \text{PQ} = \frac{1}{2} m_1 (2v)^2 + m_1 g \cdot 0$$

$$v^2 + 2g \cdot \text{PQ} = 4v^2$$

$$3v^2 = 2g \cdot \text{PQ}$$

$$v = \sqrt{\frac{2g \cdot \text{PQ}}{3}}$$

$\text{PQ} = 0.15\text{m}$ ,  $g = 10\text{m/s}^2$  より、

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 10\text{m/s}^2 \times 0.15\text{m}}{3}} = 1.0\text{ m/s}$$

(答)  …③

- 問 2 ア… 熱は高温物体から低温物体に伝わるので、空気から氷水に伝わる。  
 イ… 氷水で冷やされたコップが空気を冷やし、空気中の水蒸気が凝縮してコップに水滴がつく。  
 ウ… 水蒸気が凝縮して水滴になる過程では熱を放出する。逆に、打ち水のように水が蒸発して水蒸気になる過程では熱を吸収する。

(答)  …①

- 問 3 時間  $t=10\text{s}$  の間に質量  $m_2=2\text{kg}$  の水をくみ上げたとき、ポンプが重力に逆らって水に加えた力の大きさを  $F$  とすると、

$$F = m_2g = 2\text{kg} \times 10\text{m/s}^2 = 20\text{N}$$

- したがって、高さ  $H=5\text{m}$  だけくみ上げたとき、ポンプが重力に逆らって水にした仕事を  $W$  とすると、

$$W = m_2g \times H = 20\text{N} \times 5\text{m} = 100\text{J}$$

- ポンプが重力に逆らって水にした仕事の仕事率を  $P$  とすると、

$$P = \frac{W}{t} = \frac{100\text{J}}{10\text{s}} = 10\text{W}$$

(答)  …②

- 問 4 比熱  $c=1.0\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、質量  $M=600\text{kg}=600000\text{g}$  の空気の温度が  $\Delta T=0.8\text{K}$  だけ下がったとき、空気から奪われた熱量を  $Q$  とすると、

$$Q = Mc\Delta T = 600000\text{g} \times 1.0\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K}) \times 0.8\text{K} = 480000\text{J}$$

(答)  …④

### 第 3 問 酵素反応, 酸・塩基, 酸化還元

- 問 1 甘味の甘味は単糖類であるグルコース(ブドウ糖)によるものである。コウジカビの酵素がお粥の中の多糖類であるデンプンを分解することで、最終的にグルコースになる。

(答)  …①

- 問 2 ①, ②…正 酵素は触媒であり、化学反応を速くするはたらきがあるが、反応の前後で酵素は変化しない。

③…正 酵素には基質特異性があり、特定の反応にしかはたらかない。

④…誤 酵素がはたらくための最適 pH がある。

⑤…正 酵素がはたらくための最適温度がある。

(答)  …④

- 問 3 ファインセラミックスは、酸化アルミニウムや炭化ケイ素などの原料を焼き固めたものであり、製造工程で微生物は利用していない。

(答)  …③

問 4a 図 1 より、赤紫色をした紫キャベツの煮汁に炭酸水を加えても、混合溶液は赤紫色のままである。したがって、紫キャベツの煮汁は炭酸水と pH が近く、pH が 5 弱であると推測される。紫キャベツの煮汁の pH を約 7 にするためには、塩基性 (pH が 7 より大きい) 溶液を加えればよい。選択肢の中で塩基性なのは、炭酸水素ナトリウム水溶液だけである。

(答)  …①

b ウ 図 1 より食酢は希塩酸より pH が大きいので、希塩酸より弱い酸性を示す。  
エ… 食酢に希塩酸を加えると、混合溶液はもとの食酢より強い酸性を示すので、pH は小さくなる。  
オ… 酸性である食酢と塩基性である水酸化ナトリウム水溶液との反応は中和反応である。中和反応は発熱反応である。

(答)  …②

問 5 酸化還元反応は化学変化の一種であるが、アルミニウムの融解は固体から液体への状態変化であり、これは物理変化である。

(答)  …⑤

#### 第 4 問 仕事とエネルギー

問 1 ① 燃料電池は、電池内の物質の化学エネルギーを電気エネルギーに変換している。  
② 光合成は主に太陽光を使って二酸化炭素と水から炭水化物を作り出しており、光エネルギーを化学エネルギーに変換している。  
③ 風力発電は、風の運動エネルギーを電気エネルギーに変換している。  
④ 太陽電池は、太陽からの光エネルギーを電気エネルギーに変換している。  
⑤ 原子力発電は、核エネルギーを電気エネルギーに変換している。

(答)  …④

(答)  …①

問 2 重力による位置エネルギーは、基準となる高さよりも高くなるほど大きくなる。

(答)  …⑤

問 3 脂肪は 1kg あたり  $3.8 \times 10^4 \text{kJ}$  ( $3.8 \times 10^4 \text{kJ/kg}$ ) のエネルギーが発生し、ここではそのうちの 20% が力学的な仕事に変換される。したがって、 $2\text{g} = 2 \times 10^{-3} \text{kg}$  の脂肪の化学エネルギーから得られる力学的な仕事を  $W$  とすると、

$$W = 3.8 \times 10^4 \text{kJ/kg} \times 2 \times 10^{-3} \text{kg} \times 0.20 = 15.2 \text{kJ} \approx 15 \text{kJ}$$

(答)  …②

問4 図1より、質量  $1\text{kg}$  の水を  $0^\circ\text{C}$  から  $20^\circ\text{C}$  まで上げるのに必要な熱量  $Q_1 \doteq 80\text{kJ}$ 、 $0^\circ\text{C}$  から  $100^\circ\text{C}$  まで上げるのに必要な熱量  $Q_2 \doteq 420\text{kJ}$  である。 $20^\circ\text{C}$  から  $100^\circ\text{C}$  まで上げるのに必要な熱量を  $Q$  とすると、

$$Q = Q_2 - Q_1 \doteq 420\text{kJ} - 80\text{kJ} = 340\text{kJ}$$

(答)  …③

問5 電気ポットを電圧  $V=100\text{V}$  の電源につないだとき、電気ポットの消費電力  $P$  は  $P=1000\text{W}$  で一定なので、電気ポットを流れる電流を  $I$  とすると、

$$P = IV$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1000\text{W}}{100\text{V}} = 10\text{A}$$

(答)  …③

問6 質量  $m$ 、速さ  $v$  の物体の運動エネルギーは  $\frac{1}{2}mv^2$  で表される。バスの車体と乗客の太郎は同じ速さで運動しているのに、質量の小さい太郎のほうがバスの車体よりも運動エネルギーは小さい。

(答)  …②