

2012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 食塩は塩化ナトリウム NaCl の結晶であり、ナトリウム Na と塩素 Cl の二つの原子が 1 : 1 の割合で含まれる。したがって、カレーに含まれるナトリウム Na の質量がわかれば、ナトリウム Na と塩素 Cl の原子量の比から塩素 Cl の質量もわかり、食塩相当量が計算できる。

(答) …⑤

問2 液体の表面では液体が蒸発して気体が発生しているが、表面だけでなく液体の内部からも気体が発生する現象を沸騰という。

(答) …①

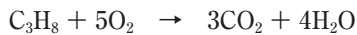
問3(1) ボウルには水のみを加えており、食塩は加えていない。したがって、水を加えても食塩の質量は一定であり、グラフは①のようになる。

(答) …①

(2) 食塩の質量を w [g]、溶液の質量を W [g] とすると、溶液の質量パーセント濃度は $\frac{w}{W} \times 100\%$ で表される。水を加えると溶液の質量は増加するが、食塩の質量 w [g] は変化しない。したがって、ボウルに水を x [g] 加えたときの溶液の質量パーセント濃度は $\frac{w}{W+x} \times 100\%$ となり、グラフは⑥のようになる。

(答) …⑥

問4 プロパン C_3H_8 とメタン CH_4 を空気中で完全燃焼させたとき、化学反応式はそれぞれ次のようになる。



同温同圧で同じ体積のとき、気体に含まれる分子数は等しい。したがって、同じ体積のプロパン C_3H_8 とメタン CH_4 が完全燃焼するとき、反応する酸素 O_2 の体積の比は 5 : 2 とわかる。

いま、プロパン C_3H_8 を完全燃焼させたときに反応する酸素 O_2 の体積が 10L なので、メタンを完全燃焼させたときに反応する酸素 O_2 の体積は 4L である。

(答) …②

- 問5 a…正 低温, 高圧の条件の下で存在している。
 b…誤 深海底や永久凍土地帯に存在する天然資源である。
 c…正 メタン分子が水分子に取り囲まれたシャーベット状の物質である。

(答) …③

- 問6 大気中の二酸化炭素やメタンは, 太陽エネルギーによって温められた地表の熱を逃さないの
 で, 温室効果ガスとよばれる。

(答) …⑤

第2問 仕事とエネルギー

- 問1 つりあいの位置より支点側にずれると上にあがり, 支点とは逆にずれると下にさがる。した
 がって, 花子の方が下にさがる座り方は, ア, エ, オである。

(答) …⑥

- 問2 押し下げる長さはすべて等しいので, 押し下げる力が大きいほど力のする仕事も大きくなる。
 点Bに固定したときにいちばん力が大きく, 点Aに固定したときにいちばん力が小さくて済む。
 したがって, $W_B > W_C > W_A$ である。

(答) …⑤

- 問3 a おもりに加わる力は, 重力と糸の張力のみである。

(答) …⑤

- b 最下点 A を重力による位置エネルギーの基準とする。最下点 A ではおもりは運動エネルギー
 が最大となって重力による位置エネルギーは 0 であり, 最高点 D では重力による位置エネ
 ルギーが最大となって運動エネルギーは 0 である。また, 力学的エネルギー保存則より, どの点
 でも力学的エネルギー (運動エネルギーと位置エネルギーの和) は等しい。

(答) …③

- c おもりの質量を m 、重力加速度の大きさを g 、最下点 A でのおもりの速さを v とすると、A 点と D 点での力学的エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2}mv^2 + mg \cdot 0 = \frac{1}{2}m \cdot 0^2 + mgh \quad \therefore v = \sqrt{2gh} \quad \dots\dots (1)$$

また、おもりの速さが A 点の半分の点を M とし、A 点から測った M 点までの高さを x とすると、D 点と M 点での力学的エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2}m \cdot 0^2 + mgh = \frac{1}{2}m \left(\frac{v}{2}\right)^2 + mgx$$

(1) を代入して、

$$mgh = \frac{1}{2}m \left(\frac{\sqrt{2gh}}{2}\right)^2 + mgx \quad \therefore x = \frac{3h}{4}$$

(答) 12 …④

- 問 4 太郎の引き上げた荷物の質量は花子の 2 倍であるから、太郎の引き上げる力の大きさは花子の 2 倍である。太郎と花子は同じ長さを引き上げるので、花子がした仕事を W とすると、太郎がした仕事は $2W$ である。

また、花子が引き上げた時間を t 、花子のした仕事の仕事率を P とすると、 $P = \frac{W}{t}$ である。

太郎が引き上げた時間は $4t$ なので、太郎のした仕事の仕事率は $\frac{2W}{4t} = \frac{W}{2t} = \frac{P}{2}$ となり、花子の仕事率の $\frac{1}{2}$ 倍である。

(答) 13 …①

- 問 5 水平面を重力による位置エネルギーの基準とする。点 A での力学的エネルギーは、

$$\frac{1}{2} \times 42\text{kg} \times (0\text{m/s})^2 + 42\text{kg} \times 10\text{m/s}^2 \times 5\text{m} = 2100\text{J}$$

であり、点 C で物体は静止したので、点 C での力学的エネルギーは 0J である。したがって、点 A から点 C までに物体が失った力学的エネルギーは 2100J であり、これが熱エネルギーに変わる。加熱後の水の温度を t [°C] とすると、

$$2100\text{J} = 10\text{g} \times 4.2\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K}) \times (t - 35^\circ\text{C}) \quad \therefore t = 85^\circ\text{C}$$

(答) 14 …⑤

第 3 問 金属とプラスチックの構造や性質

- 問 1 金属の結晶では、金属の価電子が自由電子としてすべての金属原子に共有される結合であり、金属結合という。また、結合している二つの原子間でのみ電子が共有されている結合を、共有結合という。

(答) 15 …⑦

問2 電気的に中性の原子では原子番号と電子の数が等しく、また価電子の数が3なので、③のような電子配置になる。

(答) …③

問3 アルミニウム Al は自然界ではボーキサイトに含まれ、単体で存在しているとはいえない。また、アルミニウムを精製する際には大量の電気エネルギーを必要とする。

(答) …①

問4 プラスチックの原料は主に石油である。また、プラスチックを燃焼させたとき、プラスチックの化学エネルギーが熱エネルギーに変換されるために、熱が発生する。

(答) …③

問5 ポリプロピレンを燃やすと、ポリプロピレンに含まれる炭素原子 C と水素原子 H が、空気中の酸素原子 O と化合して二酸化炭素 CO_2 と水 H_2O が生じる。なお、酸素原子 O は空気に含まれるため、この実験だけではポリプロピレンに酸素原子 O が必ず含まれているかどうかはわからない。

(答) …④

問6 操作 a : 水の密度は $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ であり、水に浮いた A は密度およそ $0.94\text{g}/\text{cm}^3$ のポリエチレンとわかる。

操作 b : ビーカーの水で熱してかたくなった B は、熱硬化性のあるフェノール樹脂とわかる。

操作 c : バーナーの炎に入れたときだけ燃える C は、表よりポリ塩化ビニルとわかる。したがって、D は PET (ポリエチレンテレフタレート) である。

(答) …⑤

第4問 光ファイバーと銅線ケーブルの性質

問1 光ファイバーの代表的な素材は石英ガラスであり、光ファイバー内部で連続して反射させることで光が伝わる。

(答) …④

- 問 2 ①…誤 光ファイバーは放射線を出さない。
 ②…誤 光ファイバーが特に磁気を感じやすいわけではない。
 ③…誤 光ファイバーは光の反射，屈折はすぐれているが，音波の反射，屈折はすぐれているわけではない。
 ④…正 光ファイバーは，内視鏡診断に用いられる。

(答) …④

- 問 3 ①…正 図 1 より，2V ではほとんど電流が流れていないことがわかる。
 ②…正 図 1 より，5V 以上では電圧の増加分と電流の増加分はほぼ比例している。
 ③…誤 図 1 より，25V のときの電流は 5V のときの電流の約 9 倍とわかる。
 ④…正 図 1 のグラフをさらに延ばしていくと，30V のときの電流は約 9mA と予測できる。

(答) …③

- 問 4 長さ $L = 50\text{km} = 5.0 \times 10^4\text{m}$ ，銅の抵抗率 $\rho = 1.6 \times 10^{-8}\Omega \cdot \text{m}$ より，ケーブルの抵抗 R は，

$$R = \frac{\rho L}{S} = \frac{1.6 \times 10^{-8}\Omega \cdot \text{m} \times 5.0 \times 10^4\text{m}}{6 \times 10^{-6}\text{m}^2} \doteq 130 \Omega$$

(答) …②

- 問 5 銅線の断面積 $6 \times 10^{-6}\text{m}^2$ ，海水の抵抗率 $0.25\Omega \cdot \text{m}$ ，銅の抵抗率 $1.6 \times 10^{-8}\Omega \cdot \text{m}$ より，

$$(\text{銅線の断面積}) \times (\text{海水の抵抗率}) \div (\text{銅の抵抗率})$$

$$= 6 \times 10^{-6}\text{m}^2 \times 0.25\Omega \cdot \text{m} \div 1.6 \times 10^{-8}\Omega \cdot \text{m} \doteq 94\text{m}^2$$

したがって，ほぼ 10^2m^2 といえる。

(答) …①

また，電圧を加えて電流を測定すれば，オームの法則より抵抗がわかる。

(答) …②