

2009 年度大学入試センター試験 解説〈理科総合A〉

第 1 問 エネルギーの変換

問 1 重力による位置エネルギー U は、質量 m 、重力加速度の大きさ g 、基準点からの高さ h によって $U = mgh$ と表される。したがって、②自宅から学校までの道のりと、⑤自転車のタイヤと路面との摩擦力の大きさは計算するのに必要ない。

(答) ・ …②・⑤(順不同)

問 2

- ①…正 風の運動エネルギーが風車を回転させて発電し、その電気エネルギーが電灯で光エネルギーに変換されている。
- ②…誤 ロウソクは、燃焼によってロウの化学エネルギーが光エネルギーに変換されている。
- ③…誤 ホタルは、体内の化学変化によって化学エネルギーを光エネルギーに変換している。
- ④…誤 月の光エネルギーは、太陽から届く光エネルギーを反射している。
- ⑤…誤 火薬の化学エネルギーが、爆発によって光エネルギーに変換されている。

(答) …①

問 3 図 1 を用いて考えればよい。

- ①…誤 アシスト機能の ON, OFF に関係なく、速さ 10km/時の場合は 10 秒間で 7 回、速さ 20km/時の場合は 10 秒間で 13 回、それぞれペダルを踏んでいる。
- ②…誤 速さ 10km/時の場合は 10 秒間で 7 回、速さ 20km/時の場合は 10 秒間で 13 回、それぞれペダルを踏んでいる。
- ③…誤 アシスト機能 ON のときのペダルを踏む力は、速さ 10km/時の場合は 300N 前後、速さ 20km/時の場合は 450N 前後である。
- ④…正 アシスト機能 ON, OFF でのペダルを踏む力の差、つまりアシストする力を考えると、速さ 10km/時の場合は 200N 前後、速さ 20km/時の場合は 100N 前後である。
- ⑤…誤 速さ 10km/時では、アシスト機能 ON のときにアシストする力は、OFF のときにペダルを踏む力より小さい。

(答) …④

問 4 アルカリ金属は水と激しく反応する。また、電子 1 個を失って 1 価の陽イオンになりやすい。

(答) …①

問 5 ショートケーキ 1 個のエネルギーは、

$$300\text{kcal} = 4.2\text{J/cal} \times 300\text{kcal} = 1260\text{kJ}$$

電動アシスト自転車を 10 分ごとと 100kJ だけエネルギーを消費するので、1 分あたり 10kJ 消費する。 t [分] こいだときにケーキ 1 個分のエネルギーを消費できるとすると、

$$10t = 1260 \quad \therefore t = \frac{1260}{10} = 126 \approx 130 \text{ [分]}$$

(答) …④

第 2 問 水資源の利用

問 1 蒸留は、不純物の混ざった液体を蒸発させて純物質の気体にしたうえで、冷却して凝縮させ、不純物を含まない液体を取り出すことである。

(答) …③

問 2 蒸留水には一定の速さで熱量が供給されているため、はじめは水の温度と加熱時間の関係を表したグラフは傾きが一定になる。やがて水の温度が 100 °C になると、水が蒸発する際に熱量が必要なため、温度は一定となる。

(答) …①

問 3a 塩基性の水溶液の性質を考えればよい。

- ①…誤 セッケン水は塩基性なので pH は 7 よりも大きく、純水は中性なので pH は 7 である。
- ②…誤 青色リトマス紙を赤色に変色させるのは、酸性の水溶液である。
- ③…正 酸性の希塩酸を塩基性のセッケン水に加えると、酸と塩基からそれぞれ生成する陰イオンと陽イオンからなる塩が生成する。
- ④…誤 塩基性の水溶液中では、水素イオン H^+ よりも水酸化物イオン OH^- のほうが多い。

(答) …③

問 3b

- ①…誤 酵素はタンパク質を主体とした物質である。
- ②…誤 酵素は触媒としてはたらくので、反応前後で変化しない。
- ③…誤 酵素には最もよくはたらく最適温度がある。
- ④…誤 酵素には最もよくはたらく最適 pH がある。
- ⑤…正 アミラーゼはデンプンにしかはたらかないなど、酵素は特定の物質に作用する。

(答) …⑤

問 4 図 1 より、洗濯に必要な水は 1000L の 20% で 200L である。このうちの半分の 100L を入浴に用いた水でまかなうとき、与えられた条件より 1 日あたり 16g の二酸化炭素の排出が削減できる。したがって、30 日間では $16 \times 30 = 480$ [g]

(答) …④

第 3 問 比熱・物質の変化

質量 m 、比熱 c 、温度変化 ΔT のとき、吸収または放出した熱量は、 $Q = mc\Delta T$ と表されることを用いる。

問 1 いま、金属 A の質量、水の比熱、金属 A と断熱容器内の水の温度変化がわかっているの
で、断熱容器内の水の質量がわかれば熱量保存則より金属 A の比熱が求められる。

(答) …③

問 2 電熱線に $V = 10$ [V]、 $I = 2.0$ [A] の直流電流を $t = 60$ [s] 間流したとき、電熱線に発生したジュール熱 J [J] は、 $J = IVt = 2.0 \times 10 \times 60 = 1200$ [J]

$Q = mc\Delta T$ より、質量 m と比熱 c が一定であれば、得た熱量 Q は温度上昇 ΔT に比例する。

図 3 より水が金属 A から熱量を得たときに 4.0K 上昇しているとみなせるので、ジュール熱によって 2.0K 上昇したときの $\frac{4.0}{2.0} = 2.0$ 倍の熱量を金属 A から得たことがわかる。したがって、水が金属 A から得た熱量を Q_A [J] とすると、 $Q_A = J \times 2.0 = 1200 \times 2.0 = 2400$ [J]

(答) …⑤

問 3 図 3 より金属 A を入れると水は 4.0K 上昇したとみなすことができ、図 4 より金属 B を入れると水は 9.0K 上昇したとみなすことができる。実験 1、2 で水の条件は変わらないので、 $Q = mc\Delta T$ より金属から水が得た熱量は水の温度上昇に比例する。したがって、金属 B から水が得た熱量 Q_B [J] は金属 A から水が得た熱量 Q_A [J] の $\frac{9.0}{4.0}$ 倍となるので、

$$Q_B = \frac{9.0}{4.0} Q_A \dots\dots(1)$$

また、金属 A、B の比熱をそれぞれ c_A [J/(g·K)]、 c_B [J/(g·K)]、金属 A、B の質量は等しいので m_0 [g] とおくと、100 °C の金属 A は図 3 より 29 °C になったとみなすことができ、100 °C の金属 B は図 4 より 34 °C になったとみなすことができるので、

$$Q_A = m_0 c_A (100 - 29) = 71 m_0 c_A \dots\dots(2)$$

$$Q_B = m_0 c_B (100 - 34) = 66 m_0 c_B \dots\dots(3)$$

(2)、(3) を (1) に代入すると、

$$66 m_0 c_B = \frac{9.0}{4.0} \times 71 m_0 c_A \quad \therefore c_B = \frac{9.0}{4.0} \times \frac{71 m_0}{66 m_0} c_A \doteq 2.4 c_A$$

よって、金属 B の比熱は金属 A の比熱の約 2.4 倍となる。

(答) …③

問 4 金属 B と希塩酸の反応によって、水素が生じていることがわかる。

- ①…正 水素は水の電気分解で陰極から発生する。
- ②…誤 水素は水に通してもほとんど溶けないので、酸性にも塩基性にも変化しない。
- ③…正 水素は空気よりも軽い。
- ④…正 水素原子 H が 2 個結合して水素分子 H_2 になる。
- ⑤…正 水素原子は電子が 1 個存在し、2 個の水素原子が電子を共有して結合することで水素分子になる。

(答) …②

問 5 金属 A の表面が黒色に変化したのは、空気中の酸素と反応して酸化したためである。この黒色の小片を試験管の中に入れ、十分な量の炭素粉末を加えて加熱すると、還元されて元の金属になる。

(答) …①

第 4 問 金属の性質

問 1 鉱石の大部分は酸化物であり、これを還元して金属単体をつくる。また、酸化物においては、酸素との結合が強いほど金属単体を取り出すときに大きなエネルギーが必要となる。アルミニウム、鉄、銅のうち、銅は鉱石から取り出すためのエネルギーが最も小さいので、酸化物では酸素との結合が弱いことがわかる。

(答) …⑥

問 2a

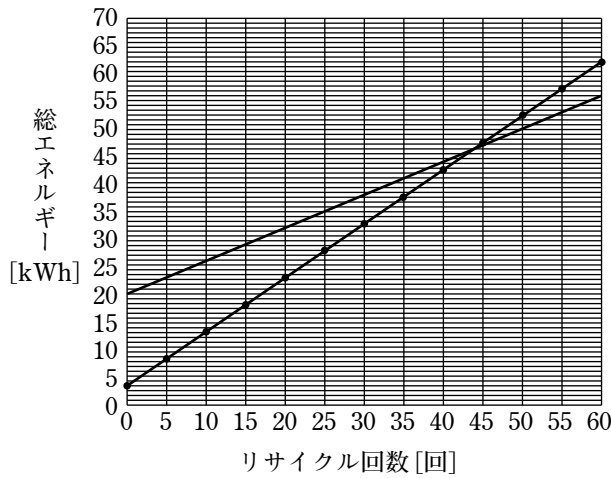
- ①…誤 実験 A では鉄棒がさびており、実験 B では鉄棒はさびていないので、油に浸す方が水に浸すよりさびやすいとはいえない。
- ②, ③…誤 実験 B では鉄棒がさびていないので、油に浸す方が空気中に置くよりさびやすいとはいえず、空気中に置く方が油に浸すよりさびやすいともいえない。
- ④…誤 実験 A では鉄棒の水中にある部分のみがさびているので、空気中におく方が水に浸すよりさびやすいとはいえない。
- ⑤…正 実験 A では鉄棒の水中にある部分のみがさびているので、鉄は水に浸す方が空気中に置くよりさびやすいといえる。

(答) …⑤

問 2b 図 1 でわかるように、アルミニウムは鉄よりも鉱石から取り出すためのエネルギーが大きいため、酸化物は酸素との結合が強いことがわかる。

(答) …④

問3 アルミニウム 1kg を n [回] リサイクルしたとき、鉱石から積算した総エネルギー E [kWh] は、表 1 より $E = 20 + 0.6n$ [kWh] となる。このグラフを図 3 に描くと、次図のようになる。



したがって、43 回以上リサイクルしたときにアルミニウムは鉄より少なくなる。

(答) …③

問4 台所用流し台に用いられる合金はステンレス鋼であり、真ちゅうは金管楽器に用いられる。航空機の機体にはジュラルミンが用いられ、ブロンズ像とも言うようにブロンズは銅像に用いられる。

(答) …②

第 5 問 運動と力学的エネルギー

問1 水泳選手の質量を m [kg]、位置 P で飛び上がった速さを v [m/s]、重力加速度の大きさを $g = 10$ [m/s²]、位置 P を重力による位置エネルギーの基準とする。つま先は位置 P より高さ $h_Q = 0.45$ [m] の位置 Q まで飛び上がったので、位置 P と位置 Q の間での力学的エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh_Q \quad \therefore v = \sqrt{2gh_Q} = \sqrt{2 \times 10 \times 0.45} = \sqrt{9} = 3 \text{ [m/s]}$$

(答) …②

問2 位置 R での板の弾性力による位置エネルギーを U とする。位置 Q, R での選手の速さは 0 なので運動エネルギーも 0 であり、選手の質量 $m = 50$ [kg]、位置 P を基準とした位置 R の高さ $h_R = -0.55$ [m] なので、位置 Q と位置 R の間での力学的エネルギー保存則より、

$$mgh_Q = mgh_R + U$$

$$\therefore U = mgh_Q - mgh_R = mg(h_Q - h_R) = 50 \times 10 \times (0.45 + 0.55) = 500 \text{ [J]}$$

(答) …⑤

問 3 選手は位置 Q ($h = h_Q = 0.45$ [m]) では、速さ 0 のため運動エネルギー $K = 0$ である。選手が位置 Q から落下するにつれて K は大きくなるが、板がたわむと選手の速さが小さくなるため K が小さくなり、位置 R ($h = h_R = -0.55$ [m]) で静止して $K = 0$ となる。したがって、④のグラフのようになる。

(答) …④

問 4 力学的エネルギー保存則より、最高点は位置 Q と同じ高さまで達する。

(答) …②

問 5 鉛直下向きを正とする。飛び台から自由落下して時間 t [s] 後に y [m] だけ変位したとすると、等加速度直線運動の式より、 $y = \frac{1}{2}gt^2$ [m]

上式から、落下距離 y [m] は質量に関係しないことがわかる。

(答) …①