

2013年度大学入試センター試験 解説<理科総合A>

第1問 力学的エネルギー、エネルギー変換

問1 質量 $m = 20\text{g} = 2.0 \times 10^{-2}\text{kg}$ の矢が速さ $v = 50\text{m/s}$ で運動するときの運動エネルギー K_1 は、

$$K_1 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2.0 \times 10^{-2}\text{kg} \times (50\text{m/s})^2 = 25\text{J}$$

仕事と運動エネルギーの関係より、矢に 25J の仕事をすればよい。このとき、図2より弓を引く距離は 0.45m となる。

(答) …④

問2 最高点では重力による位置エネルギーが最大となるので、運動エネルギーは最小となる。また、矢は放たれてからは重力のみが働くので、最高点では鉛直下向きに力が働く。

(答) …⑦

問3 人が弓を 0.40m 引いたとき、人が弓にした仕事は図2より 20J である。この仕事が弓の弾性エネルギーとなり、矢を放つと矢の運動エネルギーとなる。

矢が的に突き刺さり始めてから止まるまでに、働いた抵抗力の大きさを F とすると、矢は $s = 0.20\text{m}$ 進んで静止して運動エネルギーが 0J になったので、仕事と運動エネルギーの関係より、

$$0\text{J} - 20\text{J} = -Fs$$

$$F = \frac{20\text{J}}{s} = \frac{20\text{N} \cdot \text{m}}{0.20\text{m}} = 100\text{N}$$

(答) …⑥

問4 図4 (a) の状態から加速しながら助走し、(b) で選手の運動エネルギーは最大となる。その後、力学的エネルギー保存則より、運動エネルギーは棒の弾性エネルギーや重力による位置エネルギーになって減少する。

(答) …②

(c) では棒が最も曲がっているので、棒の弾性エネルギーが最大である。(d) は (c) よりも高く、棒の曲がりは小さいので、(d) では棒の弾性エネルギーが重力による位置エネルギーに変わっていく。

(答) …⑥

問5 (b)では、質量 $M = 50\text{kg}$ の選手は、地面からの高さ $h_1 = 1\text{m}$ で、速さ $v_1 = 10\text{m/s}$ である。

また、最高点では棒が曲がっていないので、助走時の運動エネルギーがすべて重力による位置エネルギーに変化し、最高点での運動エネルギーは 0 である。

重力加速度の大きさ $g = 10\text{m/s}^2$ なので、最高点の高さを h_2 、地面を重力による位置エネルギーの基準とすると、(b)と最高点での力学的エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2} Mv_1^2 + Mgh_1 = 0 + Mgh_2$$

$$h_2 = \frac{v_1^2}{2g} + h_1 = \frac{(10\text{m/s})^2}{2 \times 10\text{m/s}^2} + 1\text{m} = 6\text{m}$$

(答) …④

問6 ウ…選手が筋力を使って体を持ち上げる仕事をした分だけ力学的エネルギーが増加し、選手が到達できる最大の高さをより高くする。(+)

エ…空気の抵抗は運動の向きとは逆向きに働くため、空気の抵抗による仕事は負である。したがって、力学的エネルギーは減少し、選手が到達できる最大の高さを低くする。(－)

オ…高さが高いほど、重力による位置エネルギーが大きい。選手がバーを飛び越えるときに、速さが 0 ではないと運動エネルギーは 0 ではなく、その分だけ重力による位置エネルギーも小さくなる。したがって、選手が到達できる最大の高さを低くする。(－)

(答) …④

第2問 物質の利用, 物質の変化

問1 ①…誤 脂肪はリパーゼで分解される。

②…誤 タンパク質がトリプシンなどの酵素で分解されて、アミノ酸が生じる。

③…誤 ペプシンはタンパク質を分解する酵素であり、グルコースは分解しない。

④…誤 マルターゼはマルトースを分解する酵素であり、スクロースは分解しない。

⑤…正 デンプンはアミラーゼで分解される。

(答) …⑤

問2 質量パーセント濃度 4.2% の食酢(酢酸水溶液) 10g に含まれる酢酸の質量は、

$$10\text{g} \times \frac{4.2}{100} = 0.42\text{g}$$

この食酢に水を加えて 100mL にした溶液から 20mL をビーカーに取ったとき、ビーカーの溶液に含まれる酢酸の質量は、

$$0.42\text{g} \times \frac{20\text{mL}}{100\text{mL}} = 0.084\text{g}$$

水酸化ナトリウム水溶液 1.0mL で酢酸 0.0060g を中和するので、0.084g を中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積を x [mL] とすると、

$$\frac{x}{0.084\text{g}} = \frac{1.0\text{mL}}{0.0060\text{g}} \quad \text{ゆえに、} x = 14\text{mL}$$

(答) …⑥

問3 イ…誤 光を通すセラミックスは、白熱電球の電極には使われていない。

ウ…正 人工骨や人工関節に使われているセラミックスがある。

エ…正 化学的に安定であるセラミックスは、薬品の瓶に使われている。

オ…誤 使い捨てのカップめんの容器に、セラミックスは使われていない。

(答) …④

問4 カ…正 熱は高温物体から低温物体に伝わるので、冷却器に入る冷媒の温度は、庫内温度よりも低くないと庫内の熱を吸収できない。

キ…誤 冷媒は冷却器の中を通る間に熱を吸収して、温度が上がる。

ク…誤 冷媒は冷却器を通る間に温度が上がるが、庫内より温度が高くなると冷媒から庫内に熱が移動してしまうため、庫内よりは温度が低い。

ケ…誤 冷媒の温度は庫外より温度が高いため、冷媒から庫外に熱が放出される。

コ…誤 冷媒は放熱器の中を通る間に熱を放出して、温度が下がる。

サ…正 冷媒の温度は庫外温度より高いため、熱を放出する。

(答) …③

問5 1種類の炭化水素分子から 12個の二酸化炭素 CO_2 分子と 15個の水 H_2O 分子が生成するので、この炭化水素分子 1個に含まれる C と H の数の比は、

$$(12 \times 1) : (15 \times 2) = 12 : 30 = 2 : 5$$

炭化水素分子 1個に含まれる C と H の数の比が 2 : 5 となるのは、 C_4H_{10} である。

(答) …④

問6 シ…誤 銅はアルミニウムよりもイオン化傾向が小さいので、アルミニウムよりも陽イオンになりにくい。

ス…誤 銅は電子を放出して陽イオンになるので、電子数は減少する。

セ…誤 イオンになっても陽子の数は変化しないので、原子番号も変化しない。

(答) …⑧

第 3 問 熱エネルギー，電気エネルギー

問 1 電熱線などの抵抗に電流が流れるとジュール熱が発生する。この熱によって水分子の運動が激しくなり，温度が上がる。

(答) …①

問 2 電流計は測りたい箇所に対して直列に接続し，電圧計は測りたい箇所に対して並列に接続する。

(答) …⑤

問 3 電熱線 B には $V = 100\text{V}$ の電圧が加わっているので，図 2 より電熱線 B には $I = 4\text{A}$ の電流が流れる。したがって，電熱線 B の消費電力 P は，

$$P = IV = 4\text{A} \times 100\text{V} = 400\text{W} \quad \dots\dots(1)$$

また，水温が 30°C から 60°C に変化するのに要する時間 t は，図 3 より $t = 100\text{s}$ である。よって，実験 2 における電熱線 B の消費電力量 Q は，

$$Q = Pt = 400\text{W} \times 100\text{s} = 40000\text{J}$$

(答) …⑤

問 4 電熱線から発生する 1 秒あたりの熱量は，電熱線の消費電力に等しい。

ウ…正 直流電源の電圧は 100V なので，図 2 より電熱線 A に流れる電流は 8A である。このとき消費電力は，

$$8\text{A} \times 100\text{V} = 800\text{W}$$

となり，(1) より実験 2 の 2 倍となる。

エ…誤 電熱線 B を直列に 2 本接続すると，電熱線 1 本あたり

$$\frac{100\text{V}}{2} = 50\text{V}$$

の電圧が加わる。このとき流れる電流は図 2 より 2A である。したがって，消費電力は，

$$2\text{A} \times 50\text{V} + 2\text{A} \times 50\text{V} = 200\text{W}$$

となり，(1) より実験 2 の $\frac{1}{2}$ 倍となる。

オ…正 電熱線 B を並列に 2 本接続すると，電熱線に 100V ずつ電圧が加わるので，電熱線 B を 1 本接続した実験 2 の消費電力の 2 倍となる。

カ…誤 図 2 より電熱線 C に流れる電流は 2A である。このとき消費電力は，

$$2\text{A} \times 100\text{V} = 200\text{W}$$

となり，(1) より実験 2 の $\frac{1}{2}$ 倍となる。

(答) …⑥

- 問 5 ①…誤 黄銅は銅と亜鉛の合金である。
 ②…誤 青銅は銅とスズの合金である。
 ③…誤 ジュラルミンは飛行機の機体などには使われるが、鉄道のレールには使われない。
 ④…誤 はんだは融点が低いので、はんだごてで溶かしてはんだづけを行うことができる。
 ⑤…正 ステンレス鋼は鉄、クロム、ニッケルなどからなる合金で、台所のシステムキッチンなどに使われている。

(答) …⑤

- 問 6 配線図 E は電気器具が直列に接続されているため、すべての電気器具のスイッチをオンにしないと電流が流れない。一方、配線図 D は電気器具が並列に接続されていて、一つの電気器具のスイッチをオフにしても、他の電気器具には電流が流れる。また、並列接続なので、すべての電気器具に加わる電圧が同じ値である。

(答) …②

第 4 問 物質の構造, 物質の変化

- 問 1 ア 100mL のスポーツドリンクの質量を $100\text{g} = 0.1\text{kg}$ とするので、スポーツドリンク中のカリウムイオンの濃度(質量パーセント濃度)は、表 2 より、

$$\frac{6\text{mg}}{0.1\text{kg}} \times 100 = \frac{6 \times 10^{-6}\text{kg}}{0.1\text{kg}} \times 100 = 0.006 [\%]$$

表 1 より海水中のカリウムイオンの濃度は 0.038% なので、海水の方がカリウムイオンの濃度は高い。

- イ 表 1 より、海水中のカルシウムイオンの濃度は 0.040% である。したがって、海水 100g = 0.1kg 中に含まれているカルシウムイオンの質量は、

$$0.1\text{kg} \times \frac{0.040}{100} = 4 \times 10^{-5}\text{kg} = 40\text{mg}$$

表 2 より、スポーツドリンク 100mL (100g) に含まれるカルシウムイオンは 8mg なので、

$$\frac{40}{8} = 5 [\text{倍}]$$

- ウ エネルギーのもとになる栄養素は、タンパク質、脂質、炭水化物である。表 2 よりスポーツドリンク中のタンパク質と脂質はともに 0g なので、スポーツドリンクのエネルギーは成分中の炭水化物によるものである。

(答) …⑤

- 問 2 ①…誤 一般に貴金属はイオン化傾向が小さく、イオン化傾向の大きなマグネシウムは含まれない。
- ②…正 マグネシウムは価電子が 2 個の元素で、電子を 2 個放出して陽イオンになる。
- ③…誤 マグネシウムは、空気中で燃えると酸化マグネシウムになる。
- ④…誤 石けんはナトリウムの化合物を主成分としており、塩化マグネシウムは含まれない。
- ⑤…誤 セメントはカルシウムの化合物を主成分としており、塩化マグネシウムは主成分ではない。
- ⑥…誤 ふくらし粉(ベーキングパウダー)は炭酸水素ナトリウムを主成分としており、塩化マグネシウムは主成分ではない。

(答) …②

- 問 3 エ 水蒸気が液体の水になる変化を凝縮という。
- オ 液体の水が凍って固体の氷になる変化を凝固という。
- カ 海水温度が上昇すると、氷山がとけて小さくなる。氷が液体の水になる変化を融解という。

(答) …①

- 問 4 ①…誤 肺呼吸をする動物は、大気中の酸素を体内に取り入れて二酸化炭素を放出する。
- ②…誤 二酸化炭素 CO_2 は還元されると炭素 C になる。
- ③…正 二酸化炭素は、石灰水に通すと炭酸カルシウムをつくり、白濁する。
- ④…誤 溶鉱炉で鉄鉱石とコークス、石灰石などを入れて鉄鉱石を還元するとき、二酸化炭素が生じる。
- ⑤…誤 二酸化炭素を集めたビンの中に、火のついた線香を入れると火は消える。
- ⑥…誤 火力発電は炭素 C を含む化石燃料を燃焼させて発電するので、水の位置エネルギーの変化を利用して発電する水力発電よりも二酸化炭素 CO_2 を多く放出する。

(答) …③

- 問 5 キ 図 1 より、温度が低いほど水に二酸化炭素がよく溶けるので、冬の方が多く溶ける。
- ク 図 1 より、二酸化炭素は水 100g に対して水温 30°C で 0.15g、水温 10°C で 0.25g 溶けるので、水温 10°C の方が、

$$0.25\text{g} - 0.15\text{g} = 0.10\text{g}$$

だけ多く溶ける。したがって水 $1\text{kg} = 1000\text{g}$ では、

$$0.10\text{g} \times \frac{1000\text{g}}{100\text{g}} = 1.0\text{g}$$

だけ多く溶ける。

(答) …⑥

- 問 6 ①…正 一般にプラスチックは軽く、ほとんどのプラスチックは金属や陶磁器に比べて密度が小さい。
- ②…誤 熱可塑性のプラスチックは、加熱するとやわらかくなる。
- ③…誤 ほとんどのプラスチックは、金属や陶磁器に比べて加工や成型がしやすい。
- ④…誤 ポリエチレンやポリプロピレンは、ほとんど電気を通さない。
- ⑤…誤 ほとんどのプラスチックは、地中に埋めても分解されることはない。

(答) …①

- 問 7 ①…誤 同じ元素の同位体どうしは、陽子の数が同じで中性子の数が異なるので、質量数も異なる。
- ②…正 同位体の存在比は、元素の種類によって異なる。
- ③…誤 ^{14}N と ^{14}C は原子番号が異なり質量数が等しいので、中性子の数が異なる。
- ④…誤 同位体は化学的性質がほとんど等しい。
- ⑤…誤 化学反応では中性子の数は変化しないので、化学反応で別の同位体になることはない。
- ⑥…誤 水素原子の同位体の質量数が異なるだけなので、質量は 2 倍にはならない。

(答) …②