

## 2015 年度大学入試センター試験 解説 〈物理基礎〉

### 第 1 問 小問集合

問 1 ア アクリル棒や塩化ビニル棒をティッシュペーパーでこすると、アクリル棒や塩化ビニル棒が帯電して、静電気力によって髪の毛や紙片を引きつける。

イ、ウ 正電荷と正電荷、負電荷と負電荷の間には互いに反発力が働き、正電荷と負電荷の間には互いに引力が働く。

(答)  …③

問 2 熱機関が得た熱量が  $Q_1$ 、放出した熱量が  $Q_2$  より、熱機関がした仕事を  $W$  とすると、

$$W = Q_1 - Q_2$$

したがって、この熱機関の熱効率を  $e$  とすると、

$$e = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

(答)  …⑤

問 3 エ 自転車の加速度の大きさを  $a$  [ $\text{m/s}^2$ ] とすると、止まっていた (速さ 0  $\text{m/s}$ ) 自転車が 3 s 後に 6  $\text{m/s}$  になったので、

$$a = \frac{6 - 0}{3 - 0} = 2 [\text{m/s}^2]$$

オ この間に進んだ距離を  $s$  [ $\text{m}$ ] とすると、等加速度直線運動の式より、

$$s = \frac{1}{2} \times a \times 3^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 3^2 = 9 [\text{m}]$$

(答)  …②

問 4 弦を伝わる波の速さを  $V$  [ $\text{m/s}$ ]、弦の長さを  $L$  [ $\text{m}$ ] とし、弦に生じた定常波の腹が  $n$  個 ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) のときに弦を伝わる波の波長を  $\lambda_n$  [ $\text{m}$ ]、振動数を  $f_n$  [ $\text{Hz}$ ] とすると、

$$n \frac{\lambda_n}{2} = L \text{ より, } \lambda_n = \frac{2L}{n}$$

$$\text{波の基本式 } V = f_n \lambda_n \text{ より, } f_n = \frac{V}{\lambda_n} = \frac{nV}{2L} \quad \dots\dots (1)$$

基本振動では  $n = 1$  であり、このとき 110  $\text{Hz}$  なので、

$$f_1 = \frac{V}{2L} = 110 [\text{Hz}] \quad \dots\dots (2)$$

(1), (2) より、

$$f_n = n \frac{V}{2L} = n f_1 = 110n [\text{Hz}]$$

したがって、振動数を 250 Hz から大きくしていき、はじめて定常波が現れるのは、 $f_3 = 330$  [Hz] のときである。

(答)  …②

問 5 カ, キ 原子力発電では、ウランやプルトニウムを連鎖的に核分裂させて、熱エネルギーを取り出している。

ク 原子力発電では二酸化炭素は発生しないが、核分裂によって放射性廃棄物を作り出される。

(答)  …①

## 第2問 波動, 電気

A

問1 実線のグラフが, 0.2 s 間に  $x$  軸の負の向き (左向き) に 1 m 移動して破線のグラフになるので, この波の速度を  $V$  [m/s] とすると,

$$V = \frac{-1}{0.2} = -5 \text{ [m/s]}$$

(答)  …②

問2 この正弦波の波長を  $\lambda$  [m] とすると, 図1より  $\lambda = 12$  [m] である。この正弦波の周期を  $T$  [s] とすると,  $V < 0$  に注意して波の基本式より,

$$|V| = \frac{\lambda}{T} \quad \text{ゆえに, } T = \frac{\lambda}{|V|} = \frac{12}{5} = 2.4 \text{ [s]}$$

(答)  …④

B

問3 図2(a)において、抵抗  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  の合成抵抗を  $R_a$  [ $\Omega$ ] とすると、

$$R_a = 10 + 20 + 40 = 70 \text{ } [\Omega]$$

抵抗  $R_1$  を流れる電流  $I_a$  [A] は、PQ 間の電圧が 10 V なのでオームの法則より、

$$I_a = \frac{10}{R_a} = \frac{10}{70} = 0.142\cdots \approx 0.14 \text{ } [A]$$

また、図2(b)においても PQ 間の電圧が 10 V なので、抵抗  $R_1$  には 10 V の電圧がかかる。

したがって、抵抗  $R_1$  を流れる電流  $I_b$  [A] は、オームの法則より、

$$I_b = \frac{10}{10} = 1.0 \text{ } [A]$$

(答)  …①

問4 抵抗の電圧を  $V$ 、抵抗に流れる電流を  $I$ 、抵抗値を  $R$  とすると、抵抗の消費電力  $P$  は、

$$P = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

と表される。

図2(a)では抵抗  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  が直列接続であり、各抵抗を流れる電流が等しいため、抵抗値が大きいほど消費電力も大きい。図2(a)では、抵抗  $R_3$  の消費電力が最大となる。

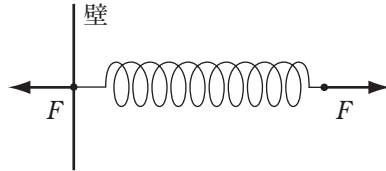
また、図2(b)では抵抗  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  が並列接続であり、各抵抗の電圧が等しいため、抵抗値が小さいほど消費電力は大きい。図2(b)では、抵抗  $R_1$  の消費電力が最大となる。

(答)  …①

## 第3問 力学

A

図1のばねの一端を壁に取り付けて他端を大きさ  $F$  の力で引くと、ばねには壁から大きさ  $F$  の力が作用する。



したがって、図1はばねの一端を壁に取りつけて、他端を大きさ  $F$  の力で引いた場合と同様に考えてよい。

問1 フックの法則より、

$$F = kx \quad \text{ゆえに、} \quad x = \frac{F}{k}$$

(答)  …②

問2 両端に加えた力の仕事の和を  $W$  とすると、仕事をした分だけばねの力学的エネルギーが増加する。ここでは、ばねの弾性エネルギーのみを考えればよい。力の加える前のばねの自然の長さからの伸びは  $0$ 、力を加えた後の自然の長さからの伸びは  $x$  なので、

$$W = \frac{1}{2} kx^2 - \frac{1}{2} k \cdot 0^2 = \frac{kx^2}{2}$$

(答)  …⑤

B

問3 小物体は、重力の斜面に平行な成分によって、斜面に沿って下向きに運動する。重力の斜面に平行な成分は一定なので、小物体は等加速度直線運動を行う。

加速度は、速度と時刻  $t$  のグラフの傾きに等しく、ここでは等加速度運動なので、傾きが一定の直線のグラフとなる。

(答)  …①

問4 小物体の質量を  $m$ 、点 P を重力による位置エネルギーの基準とする。図 3 (a), (b), (c) において、点 P での小物体の力学的エネルギーをそれぞれ  $E_a$ ,  $E_b$ ,  $E_c$  とすると、

$$E_a = \frac{1}{2}mv^2 \quad E_b = \frac{1}{2}mv^2 \quad E_c = \frac{1}{2}m \cdot 0^2 = 0$$

力学的エネルギー保存則より、点 P での速度の向きに関係なく、点 P での力学的エネルギーが大きいほど点 Q での速さも大きくなる。 $E_a = E_b > E_c$  より、 $v_a = v_b > v_c$  となる。

(答)  …⑥