

平成31年度 学部一般入試 前期日程 物理 略解

記述式の問題であり、途中の説明は一通りでないので、多くは最後の答えのみ示す。また、最後の答えも一通りでない場合もある。

物理 ㊤

1

(1) (0, 0, 0) の位置。

(2) $+q$ と $-q$ の電荷が d だけ離れて置かれた場合の電気力線の概略図が書ければよい。

(3) 領域 A 内では、 $-q$ の電荷よりも $+q$ の電荷との距離が短く、斥力の大きさの方が大きい
ため、原点から無限に離れた方向に向かって移動する。

(4) (0, 0, 0) の位置。

(5) yz 平面上の x 軸から距離 $d/\sqrt{4^{1/3}-1}$ 離れた位置。 x 軸からの距離を a とすると、斥力はクーロンの比例定数を k として、

$$k \left(\frac{q}{2}\right)^2 \frac{1}{a^2}$$

引力の yz 面方向成分の大きさは

$$k \left(\frac{q}{2}\right) q \frac{1}{a^2 + d^2} \times \frac{a}{\sqrt{a^2 + d^2}}$$

これがつりあう。

(6) (1) の方が大きい。(1) で $+q$ の電荷を $+q/2$ の2つの電荷に分けて、それぞれに働く力のベクトルを考えればよい。2つのベクトルの和の大きさは、同じ方向を向いたときに最大になる。これ以外の説明でも可。

2

(1)

$$\frac{2\lambda}{\sqrt{3}T}$$

(2)

$$\frac{2\lambda}{T}$$

(3)

$$\frac{\sqrt{3}x + y}{2\lambda} = \left(n + \frac{1}{2}\right)$$

および

$$\frac{\sqrt{3}x + y}{2\lambda} = \left(n + \frac{3}{2}\right)$$

の直線 (n は整数)。これを図示する。

(4) ベクトル $(\sqrt{3}/2, 1/2)$ の方向。または、 x 軸正の向きを $+30^\circ$ 傾けた方向、など。

(5)

$$\frac{\lambda}{T}$$

(6) ベクトル $(-\sqrt{3}/2, 1/2)$ の方向。または、 x 軸正の向きを $+150^\circ$ 傾けた方向、など。

(7) y 方向は進行波、 x 方向は定在波、など。

物理 ③

1

(1)

$$\frac{mg \sin \theta}{k}$$

(2)

$$m\alpha = mg \sin \theta - kx$$

(3) 周期 $2\pi\sqrt{m/k}$ 、速度の最大値 $a\sqrt{k/m}$ 。単振動の概略図が書ければよい。

(4) $kb > \mu mg$

(5) 運動方程式

$$m\alpha = \mu mg - kx$$

最初に合力がゼロとなる位置は $\mu mg/k$ 。

(6) 摩擦力がする仕事

$$\mu mg(b - d)$$

これが位置エネルギーの差

$$\frac{1}{2}k(b^2 - d^2)$$

に等しいことより

$$d = \frac{2\mu mg}{k} - b$$

(7) (2) と (5) の運動方程式は同じ。最初におもりが静止する時刻は、半周期後の $\pi\sqrt{m/k}$ 。

(8) 再び動き出すための条件は $d < 0$ で

$$-kd > \mu mg$$

$$k\left(b - \frac{2\mu mg}{k}\right) > \mu mg$$

より

$$b > \frac{3\mu mg}{k}$$

動かなくなる領域は

$$k|x| \leq \mu mg$$

2

(1)

$$T_0 = \frac{h_0(p_0S + mg)}{nR}$$

(2) (2) の状態での圧力 p_2 は

$$p_2 = p_0 + \frac{2mg}{S}$$

温度を T' とすると状態方程式は

$$p_2h_1S = nRT'$$

内部エネルギーの変化と仕事は

$$\frac{3}{2}nR(T' - T_0) = p_2(h_0 - h_1)S$$

T' を消去して

$$h_1 = h_0 \left(1 - \frac{3}{5} \frac{mg}{P_0S + 2mg} \right)$$

(3)

$$T_1 = \frac{h_0(p_0S + 2mg)}{nR}$$

(4)

$$T_2 = \frac{3h_0(p_0S + 2mg)}{2nR}$$

(5)

$$\frac{5}{2}nR(T_2 - T_1) = \frac{5}{4}h_0(p_0S + 2mg)$$

(6)

$$-\frac{h_0}{2}(p_0S + 2mg)$$

(7) 温度は上昇する。内部エネルギーの変化

$$\frac{3}{2}nR\Delta T$$

仕事

$$(p_0S + 2mg + F)(h_0/2)$$

より

$$\Delta T = \frac{h_0}{3nR}(p_0S + 2mg + F)$$