

1 解答例

(1) 加速度の方向は上向きを正とする。小球が投げ出されてから壁に衝突するまでの時間を  $t_1$  とする。衝突直前の小球の速度の鉛直成分は 0 なので、鉛直投げ上げの速度の式より、

$$0 = v_0 \sin 45^\circ - gt_1$$

$$t_1 = \frac{\sqrt{2}v_0}{2g}$$

(2) 点 A から床面までの高さを  $h_1$  とすると、鉛直投げ上げの式より、

$$h_1 = v_0 \sin 45^\circ \times t_1 - \frac{1}{2}gt_1^2$$

$$h_1 = \frac{v_0^2}{4g}$$

(3) 小球が点 B で衝突した直後の小球の速度の鉛直成分は  $ev_0 \sin 45^\circ$  となる。小球が床面上の点 B から、最高点に到達するまでの時間を  $t_2$  とすると、最高点における小球の速度の鉛直成分は 0 なので、鉛直投げ上げの速度の式より、

$$0 = ev_0 \sin 45^\circ - gt_2$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{2}ev_0}{2g}$$

次に、最高点から床面までの高さを  $h_2$  とすると、鉛直投げ上げの式より、

$$h_2 = ev_0 \sin 45^\circ \times t_2 - \frac{1}{2}gt_2^2$$

$$h_2 = \frac{e^2 v_0^2}{4g}$$

(4) 点 O から壁までの距離を  $L_1$ 、点 B から壁までの距離を  $L_2$ 、点 B から点 C までの距離を  $L_3$  とする。点 C が点 O に一致するとき、 $L_1 = L_2 + L_3$  という関係が成り立つ。このとき、

$$L_1 = v_0 \cos 45^\circ \times t_1 = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$L_2 = ev_0 \cos 45^\circ \times t_1 = \frac{ev_0^2}{2g}$$

$$L_3 = ev_0 \cos 45^\circ \times 2t_2 = \frac{e^2 v_0^2}{g}$$

よって、

$$\frac{v_0^2}{2g} = \frac{ev_0^2}{2g} + \frac{e^2 v_0^2}{g}$$

$$2e^2 + e - 1 = (2e - 1)(e + 1) = 0$$

$$e = -1, \quad \frac{1}{2}$$

$e > 0$  より、

$$e = 0.5$$

## 2

## 解答例

- (1) 球体の質量を $m$ 、重力加速度の大きさを $g$ 、ばねの弾性力の大きさを $F$ とおく。エレベーターの速さが一定であることから、球体にはたらく鉛直方向の力のつりあいの式は、

$$mg - F = 0$$

ばね定数を $k$ 、ばねの自然の長さからの伸びを $d$ とおくと、フックの法則「 $F = kd$ 」より、

$$mg - kd = 0 \quad \dots \textcircled{1}$$

エレベーター内の高さを $H$ 、ばねの自然の長さを $h$ 、球体の半径を $r$ 、エレベーターの床から球体下端までの距離を $x$ とおく。ばねの自然の長さ、自然の長さからの伸びと球体の直径に、エレベーターの床から球体の下端までの距離を加えた長さは、エレベーター内の高さとも一致する。よって、

$$H = h + d + 2r + x$$

$$d = 2.0 - 1.0 - (2 \times 0.10) - 0.10 = 0.70 \text{ m}$$

①よりばね定数は

$$k = \frac{mg}{d} = \frac{0.50 \times 9.8}{0.70} = 7.0 \text{ N/m}$$

- (2) エレベーターの加速度の大きさを $a$ とおく。球体にはたらく鉛直方向の力のつりあいの式は、

$$mg + ma - kd = 0 \quad \dots \textcircled{2}$$

球体がエレベーターの床に接触するとき $x$ は0になる。したがって、

$$H > h + d + 2r$$

$$d < 2.0 - 1.0 - (2 \times 0.10) = 0.80 \text{ m}$$

②より

$$0.50 \times 9.8 + 0.50 \times a - 7.0 \times 0.80 < 0$$

$$0.5a < 7.0 \times 0.80 - 0.50 \times 9.8$$

$$a < 1.4$$

エレベーターの加速度の大きさが $1.4 \text{ m/s}^2$ より小さいとき、球体はエレベーターの床に接触しない。

3

解答例

1 $Lv \Delta t$	2 $BLv \Delta t$	3 $vBL$
4 $\frac{vBL}{R}$	5 $evB$	6 $vB$
7 $vBL$	8 $\frac{vBL}{R}$	

ア ファラデー	イ レンツ	ウ 鉛直下
エ 右ねじ	オ a から b	カ ローレンツ
キ b から a	ク b から a	ケ 静電気

4

解答例

A $\frac{mp_0}{RT_0}$	B $\frac{mp_0}{RT_0}Vg$
C $Mg$	D $\frac{R}{m}$
E $\frac{mp_0}{RT_1}$	F $Mg - \frac{m g p_0 V}{R} \left( \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_1} \right)$
G $\frac{mp_0 V T_0}{mp_0 V - M R T_0}$	