

98. 電場内の帯電球の運動

[A]

(2)

重力も静電気力も保存力だから、力学的エネルギー保存則が成り立つ。

電場を加えた場合

重力と電位の基準位置を $y = 0$ 、点 B に命中直前の速さを v_1 とすると、

$$\frac{1}{2}mv^2 + mg \cdot 0 + Q \cdot 0 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mg \cdot 0 + Q \cdot 0$$

$$\therefore \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv^2 \quad \dots \textcircled{1}$$

電場を加えない場合

重力の基準位置を $y = 0$ 、壁に衝突する位置を y 、衝突直前の速さを v_2 とすると、

$$\frac{1}{2}mv^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgy$$

$$\therefore \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mv^2 - mgy \quad \dots \textcircled{2}$$

①, ②より、

$$\frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 = mgy \quad \dots \textcircled{3}$$

次に、 y を求める。

速度の水平成分は v だから、衝突に要する時間 $t = \frac{L}{v}$

電場を加えない場合、 y 方向は自由落下運動だから、

$$y = 0 + \frac{1}{2}(-g)t^2$$

よって、

$$y = -\frac{1}{2}g\left(\frac{L}{v}\right)^2 = -\frac{gL^2}{2v^2} \quad \dots \textcircled{4}$$

③, ④より、

$$\frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 = -\frac{mg^2L^2}{2v^2} \quad \dots \text{(答)}$$