

解答

- (1) 導体棒にはたらく誘導起電力の大きさは vBL なので

$$\text{キルヒホッフの法則より } E - vBL = I_1R + I_1r$$

$$I_1 = \frac{E - vBL}{R + r}$$

$$(2) F_1 = I_1BL = \frac{(E - vBL)BL}{R + r}$$

- (3) 速さが一定のとき，導体棒にかかる力はつり合っているので

$$f = F_1 \text{ より}$$

$$f = \frac{(E - v_1BL)BL}{R + r}$$

$$v_1 = \frac{1}{BL} \left\{ E - \frac{(R + r)f}{BL} \right\}$$

- (4) 導体棒の速さの磁場に垂直な成分は $v \cos \theta$ なので

$$\text{導体棒に生じる誘導起電力の大きさは } V_2 = vBL \cos \theta$$

$$\text{よって } I_2 = \frac{vBL \cos \theta}{R + r}$$

$$(5) \text{ 導体棒にはたらく力 } F_2 = I_2BL = \frac{vB^2L^2 \cos \theta}{R + r}$$

導体棒の運動方程式は導線レールに平行な成分で考えて

$$\text{斜面下向きを正として } ma = mg \sin \theta - F_2 \cos \theta$$

$$a_2 = g \sin \theta - \frac{vB^2L^2 \cos^2 \theta}{m(R + r)}$$

- (6) 速さが一定のとき加速度の大きさ $a_2 = 0$ なので (5) より

$$g \sin \theta - \frac{vB^2L^2 \cos^2 \theta}{m(R + r)} = 0$$

$$v_2 = \frac{mg(R + r) \sin \theta}{B^2L^2 \cos^2 \theta}$$

- (7) 導体棒の速さが v_2 のとき，流れる電流 $I_3 = \frac{mg \tan \theta}{BL}$ なので

$$\text{電力 } W_2 = I_3^2 R = \left(\frac{mg \tan \theta}{BL} \right)^2 R$$