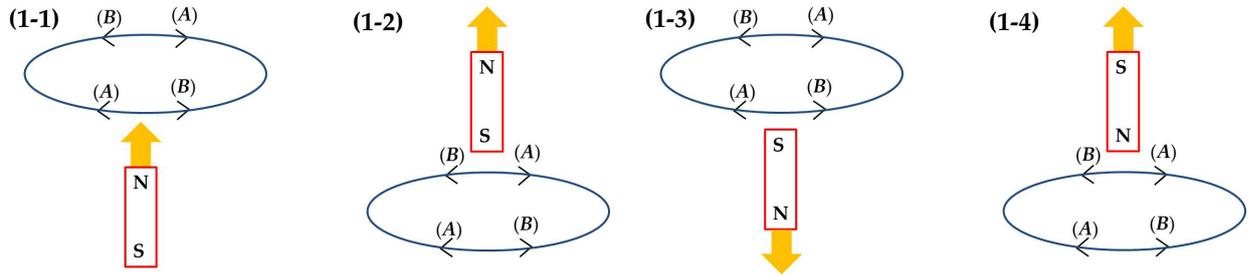


問題1 [誘導起電力の向き]

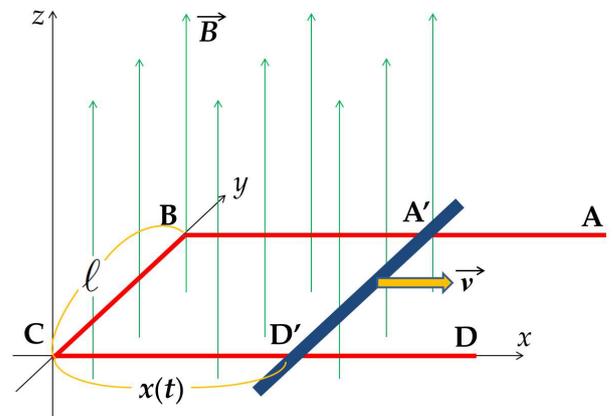
以下の図の向きに磁石を動かすとき、発生する誘導起電力 V の向きは (A), (B) のどちらか。



答え：

問題2 [磁場中を動く導体棒]

下図のようにコの字型の導線 ABCD の上に導体棒を置いて、閉回路 A'BCD' を作る。z 軸方向の一様な磁束密度 $\vec{B} = (0, 0, B)$ の中で導体棒を一定速度 $\vec{v} = (v, 0, 0)$ で動かす ($B > 0, v > 0$ とする)。BC=A'D' の長さを ℓ 、時刻 t における BA'=CD' の長さを $x(t)$ とする。コの字型の導線の電気抵抗は無視できるとし、導体棒の A'D' 間の電気抵抗を R とする。



(2-1) 時刻 t における閉回路 A'BCD' の面積 $S(t)$ を求めよ。

(2-2) 時刻 t において閉回路 A'BCD' を上向きに貫く磁束 $\Phi(t)$ を求めよ。

(2-3) 生じる誘導起電力の大きさ V を求めよ。
また、その向きは A' → B → C → D' → A' と D' → C → B → A' → D' のどちらか。

$V = -\frac{d\Phi(t)}{dt} = -B\ell x'(t) = -Bv\ell$ なので、大きさは である。
向きは、 V の負の向きなので、

(2-4) 流れる電流の向きは A' → D' と D' → A' のどちらか。

上の結果より、

(2-5) 導体棒中の電荷 q が受けるローレンツ力 \vec{F} を求めよ.

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} = q(v, 0, 0) \times (0, 0, B) = \boxed{qvB(0, -1, 0)}$$

(2-6) 導体棒中の電荷 q が A' から D' まで移動する間にローレンツ力からされる仕事 W を求めよ.

$$W = F\ell = \boxed{qvB\ell}$$
 となるが, これは qV に等しい.

(2-7) 導体棒を動かすのに必要な力の大きさ $F(=IB\ell)$ を求めよ.

$$V = IR \text{ より, } I = V/R = vB\ell/R \text{ なので, } \boxed{F = v(B\ell)^2/R}$$

(2-8) 導体棒を動かすのに必要な仕事率 (単位時間当たりの仕事) P を求めよ.

$$P = Fv = \boxed{(vB\ell)^2/R}$$

(2-9) 導体棒 $A'D'$ 間で発生するジュール熱 $Q(=IV)$ を求めよ.

$$Q = (V/R)V = V^2/R = \boxed{(vB\ell)^2/R}$$
 より, 前問の結果に等しい.