問３ 問２の (c) ファラデーの電磁誘導の法則，(d) アンペールーマクスウェルの法則から，以下の設問（１）～（４）を順番に解くことで真空中の電磁波の磁束密度 $\mathbf{B}$ が満たす方程式（波動方程式）を求め，またそれを満たす電磁波の速度を求めよ。

（１） まず $\mathbf{j} = 0$ とせよ。そして，(d) の式全体の回転をとり，その結果をラプラシアン Δ を用いた式で記せ。

（２） 設問（１）の結果には電場 $\mathbf{E}$ の回転の項が含まれている。それに，(c) の式中の $\mathbf{E}$ の回転の項を代入すると，磁束密度 $\mathbf{B}$ と光速 c を含む（電場 $\mathbf{E}$ は含まない）式（波動方程式）が得られる。その式を記せ。

（３） 電磁波の磁束密度 $\mathbf{B}$ を表す式は $\mathbf{B} = \mathbf{B}_0 \sin(kx - \omega t)$ であるとする。ただしここに $\mathbf{B}_0$ は定数ベクトル，x は x 座標，t は時間，k は波の波数（定数），ω は波の角周波数（定数）である。これを設問（２）で導出した式に代入して得られる式を記せ。

（４） 設問（３）で導出した式が常に成り立つための条件から，電磁波の位相速度を求めよ。

問４ 以下の設問（１）～（３）に答えよ。

（１） 磁場の中で運動する荷電粒子には磁場に垂直で粒子の運動方向に垂直な力が働く。この力を何と呼ぶか答えよ。

（２） 一様な磁束密度 $\mathbf{B}$（その大きさを $B = |\mathbf{B}|$ とする）の中の質量 m，電荷 q，速度 $\mathbf{v}$（$\mathbf{B}$ に垂直とする）の荷電粒子は，運動方向に垂直な力を受けるので，速さ $v = |\mathbf{v}|$ を保ったまま円軌道を描いて運動する。その垂直な力による向心力と円運動の遠心力のつり合いから，その円軌道の半径 R，円運動の角振動数 ω，を求めよ。

（３） 設問（１）の力の作用により設問（２）のように円状に旋回（gyration）する運動は一般に $\boxed{\text{（A）}}$ 運動と呼ばれる。この（A）に入る語句を答えよ。