平成３０年度　編入学者・転入学者選抜学力検査［問題］

ー 物　　理 ー

1. 図１のように、同じ質量 M の２個のおもりが、同じばね定数 K の２個のばねによって連結され、天井の固定点からつるされ、鉛直方向に振動する。ただし、空気抵抗は無視する。おもりに働く重力とばねから受ける力の合力が零で、どちらのおもりも静止しているときのおもりの位置を基準として、時刻 t における上と下のおもりの鉛直上向きの変位をそれぞれ $x_1(t), x_2(t)$ とする。

(1) 運動方程式を $x_1(t), x_2(t)$ を未知関数とする連立微分方程式で表せ。

(2) この系には、２個のおもりが同じ角振動数で単振動する、基準振動とよばれる運動が２通りあり、それらの角振動数を固有角振動数という。２つの基準振動の固有角振動数を求め、それらを $\pm$ の複号を用いて、ひとつにまとめて表せ。

2. 図２のように、内半径 a の中空の円筒が、その中心軸が水平になるように固定されており、その中で、質量 M、半径 b の円柱形剛体が、その中心軸を水平に、空気抵抗を受けずに、すべらず、ころがる。重力加速度を g とする。

(1) 円柱が最下点からころがり、重心が描く円弧の中心角が θ になった。その間の、円柱の、中心軸のまわりの回転角を求めよ。

(2) 円柱の質量分布は一様で、その中心軸のまわりの慣性モーメントは、$\frac{1}{2}Mb^2$ である。円柱が円筒から受ける摩擦力を F として、円柱の回転の運動方程式を、$\theta(t)$ を未知関数とする微分方程式で表せ。

(3) 円柱の重心軌道の接線方向の運動方程式を、$\theta(t)$ を未知関数とする微分方程式で表せ。

(4) 上の２つの微分方程式から F を消去して、θ の絶対値が常に１より、はるかに小さい場合 $\theta(t)$ が満たす単振動の方程式を導くことにより、この単振動の周期を求めよ。

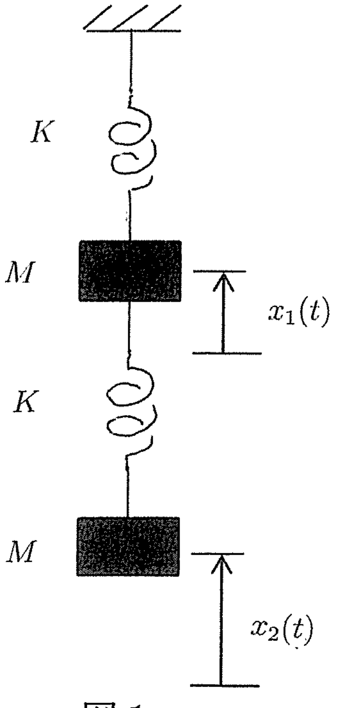

図１

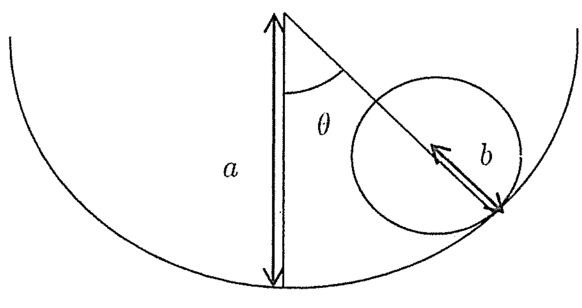

図２

平成３０年度　編入学者・転入学者選抜学力検査［問題］

― 物　理 ―

3. 空間にデカルト座標 (x, y, z) をとる。領域 $z \leq 0$ がすべて導体であり、$z > 0$ がすべて真空で、点 $(0, 0, L)$(ただし $L > 0$) に点電荷 Q が配置されている。真空の誘電率を ε_0 とする。このとき、$z > 0$ の領域に生じる電場は、点電荷 Q と、点 $(0, 0, -L)$ に置かれた仮想的な点電荷（鏡像電荷）$-Q$ が、作る電場で与えられる。

(1) 領域 $z > 0$ 中の、座標 (x, y, z) の点の電位 $\phi(x, y, z)$ を求めよ。ただし、導体表面の電位を零とする。

(2) 真空側の、導体表面近傍の電場を調べて、そのことから、導体表面の位置 $(x, y, 0)$ に誘導される電荷の面密度 $\sigma(x, y, 0)$ を求め、Q, L, x, y を用いて表せ。

(3) 点電荷 Q に働く静電気力の大きさを求めよ。

4. 真空の透磁率を μ_0 とする。

(1) 真空中に配置された、無限に長い直線電流 I から、距離 r の位置の磁束密度の大きさを求めよ。

(2) 図３のように、真空中、無限に長い直線状導線と、それと同一平面上に、２辺の長さが a, b である長方形回路が、長さ a の辺が直線電流に平行で、距離が R と $R + b$ であるように、配置されている。直線状導線と長方形回路を、コイルの対とみなすとき、その、相互インダクタンスを求めよ。無限に長い直線状導線に電流を流した場合、長方形回路を貫く磁束の大きさは、無限に長い直線状導線を流れる電流の大きさに比例し、その比例定数が相互インダクタンスに一致する。

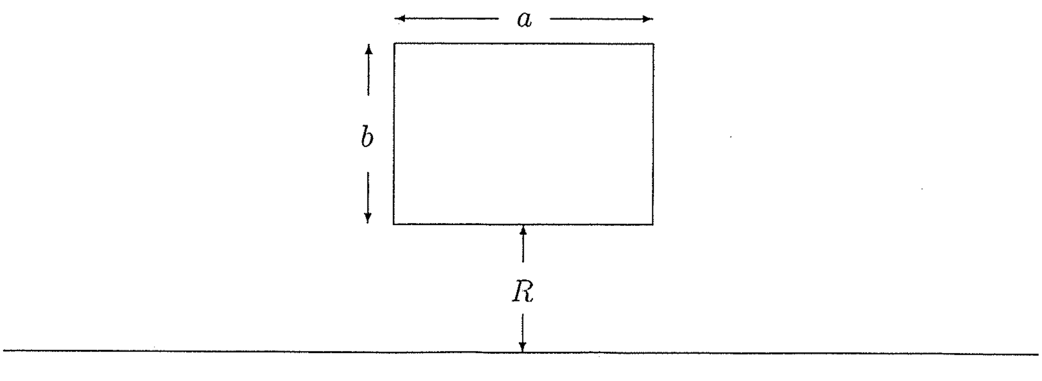

図３