

学籍番号 _____ 氏名 _____ 得点 _____

※重力加速度の大きさを g とする.

Q1: 以下の空欄を埋めなさい(5×8=40).

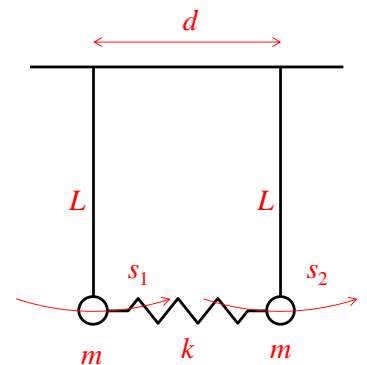
複数の質点からなる系を記述するのに必要な変数の数を系の _____ (A) と呼ぶ. n 個の(A)を持つ系には n 個の _____ (B) が存在する. (B) とは, 系の全ての質点と同じ振動数で振動し, かつすべての質点が同時に _____ となるような振動である. 系のあらゆる振動は(B)の _____ で表せることが知られているため, (B) は系の振動を理解する重要な情報である.

例えば, 変数 φ_1, φ_2 で記述できる振動運動を考える(教科書 p62). 運動方程式は φ_1, φ_2 それぞれについて書かれるが, $\ddot{\varphi}_1 = \text{_____}$, $\ddot{\varphi}_2 = -\omega^2 \varphi_2 + \lambda(\varphi_1 - \varphi_2)$ と, 一方の運動が他方に影響する形で見通しが悪い(記号は教科書を参照のこと). ここで新たな変数 $\varphi_+ = \varphi_1 + \varphi_2$ と $\varphi_- = \varphi_1 - \varphi_2$ を用意すると, 運動方程式は $\ddot{\varphi}_+ = -\omega^2 \varphi_+$, $\ddot{\varphi}_- = \text{_____}$ と書ける.

これらは「基準振動」と呼ばれる振動で, 2 つのおもりが強調して振動する. ここで, φ_+ とは, ばねが _____ (文章) 振動であり, 簡単な考察から, 角振動数は単一の振り子と同一の ω とわかる. 一方, φ_- は 2 つのおもりが _____ (文章) 振動で, 重力にばねの復元力が加わるため角振動数が大きくなる.

Q2: 図のように, 質量 m のおもりと長さ L のひもからなる振り子をばね定数 k のばねでつないだ. ばねの自然長は d である. 真下を基準に, 軌道に沿ったおもりの変位を s_1, s_2 とする. 以下の間に答えよ.

(1) 左のおもりに働くばねの復元力を, s_1, s_2 を使い表わせ. おもりの振れ角は小さく, $(s_2 - s_1)$ をばねの伸びと考えてよい(10).



(2) 右のおもりに働くばねの復元力を, s_1, s_2 を使い表わせ. (1) と同様の考えを使うこと(10).

(3) おもりに働く重力 s 方向成分は、は、振り子の振幅が小さい時、それぞれ $-mg \frac{s_1}{L}$, $-mg \frac{s_2}{L}$ と書ける.

s_1 , s_2 が従う運動方程式をそれぞれ示せ(10×2=20).

$$m \frac{d^2 s_1}{dt^2} =$$

$$m \frac{d^2 s_2}{dt^2} =$$

(4) $s_1 + s_2$ を s_+ , $s_1 - s_2$ を s_- とする. すると, s_+ , s_- はそれぞれ基準振動の条件を満たす. すなわち, $\ddot{s}_+ = -(\text{定数})s_+$ の形に書ける. これを示し, 基準角振動数を求めなさい(5×2=10).

(5) s_- について, 同様の計算を行いなさい(5×2=10).