問 題 用 紙

2025	科目名	物理情報：力学	1／1	通し番号	

図１のような振動モデルを考える．棒によって質量 m のブロックにつながった羽板は，液体中で抵抗を受ける．ここで，バネから受ける復元力を $-kx$，液体から受ける抵抗力を $-2m\gamma\dot{x}$，強制外力を F_x とする．ブロック以外は全て質量を無視し，ブロックや羽板の床との摩擦も無視する．また，一次元の運動のみを考える．

[問 1] まず，単振動（$\gamma=0$，$F_x=0$）を考える．

① 単振動における運動方程式をたてよ．

② その解を求めよ．

③ 系の運動エネルギーKと位置エネルギーUを求めよ．

④ 系の全力学エネルギー$E=K+U$は，時間に依存しないでいつも一定であることを示せ．

[問 2] つぎは，減衰振動（$\gamma\neq 0$，$F_x=0$）を考える．

① この場合における運動方程式をたてよ．

② $\gamma^2<\omega^2\ (\omega=\sqrt{k/m})$の場合（抵抗力が小さい場合）において，一般解を求めよ．また，この解が減衰振動することを図示して説明せよ．

[問 3] 最後に，質量 m のブロックに強制外力 $F_x(t)=mf_0\cos\omega_e t$ が加わった時（$\gamma\neq 0$, $F_x\neq 0$），すなわち，強制振動を考える．

① この場合における運動方程式をたてよ．

② 充分時間が経ったとき，以下のような定常解が得られる．

$$x=A\cos(\omega_e t-\delta)$$

ここで，$A=\dfrac{f_0}{\sqrt{(\omega^2-\omega_e{}^2)^2+4\gamma^2\omega_e{}^2}}$，$\delta=\tan^{-1}\dfrac{2\gamma\omega_e}{\omega^2-\omega_e{}^2}$ である．

このとき，共鳴を起こす条件（ω_e,ω,γ の関係式）を求めよ．

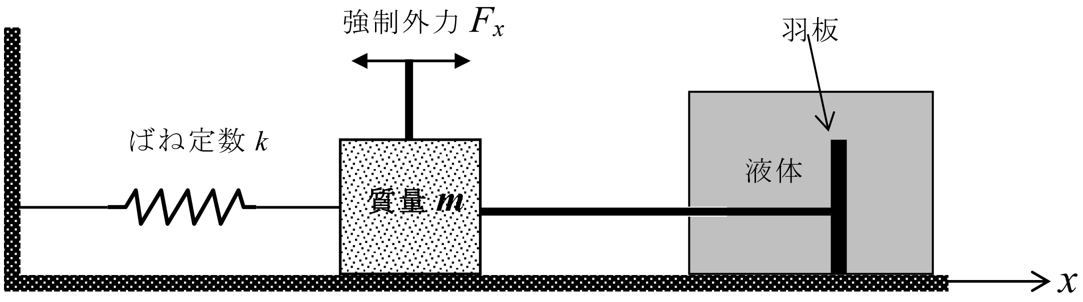

図１