

課題 02

1218103 望月 雄友

C 課題 振り子の運動

1

$\theta_0 = 45^\circ$ のときの θ と $\dot{\theta}$ をプロットすると，以下のグラフとなった．

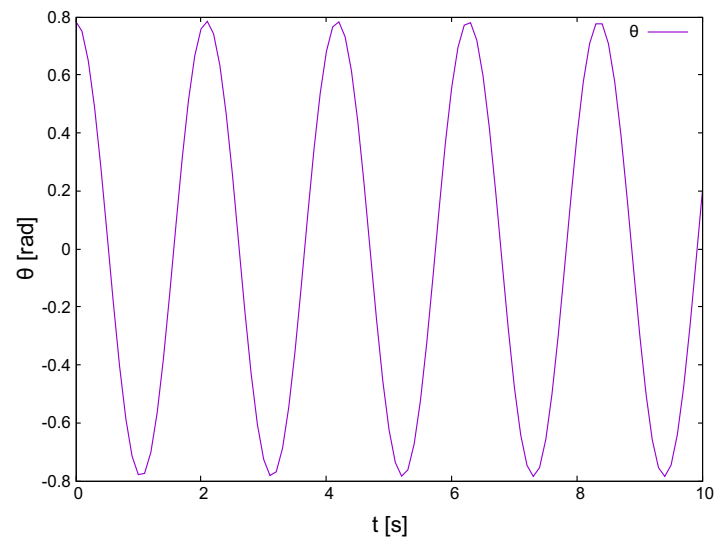


図 1 θ の時間変化

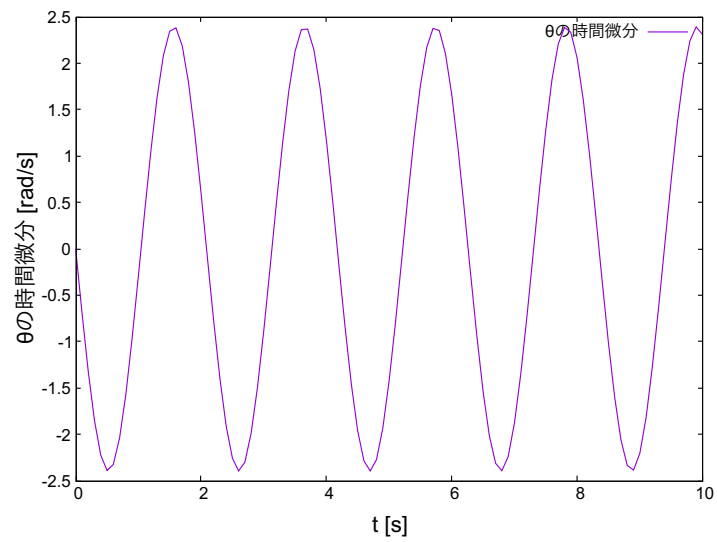


図 2 $\dot{\theta}$ の時間変化

2

振り子を 10 回程度振動させた時の運動エネルギーを K , 位置エネルギーを U , 全エネルギーを E とすると, それぞれの時間変化は以下のグラフとなった.

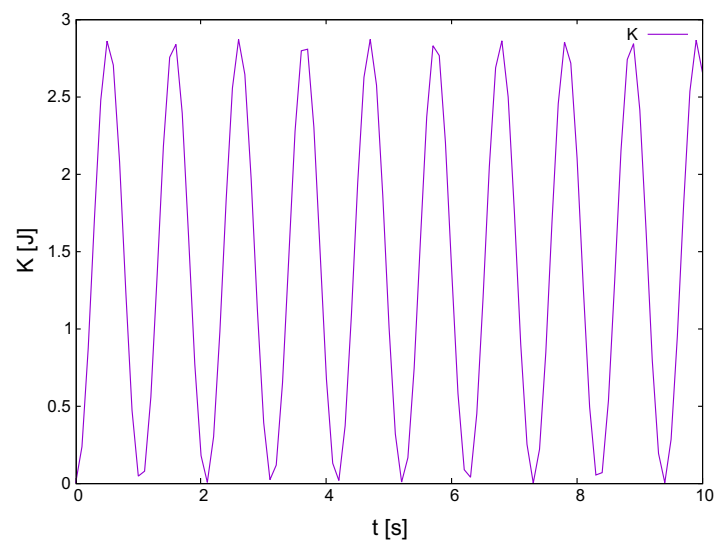


図 3 運動エネルギーの時間変化

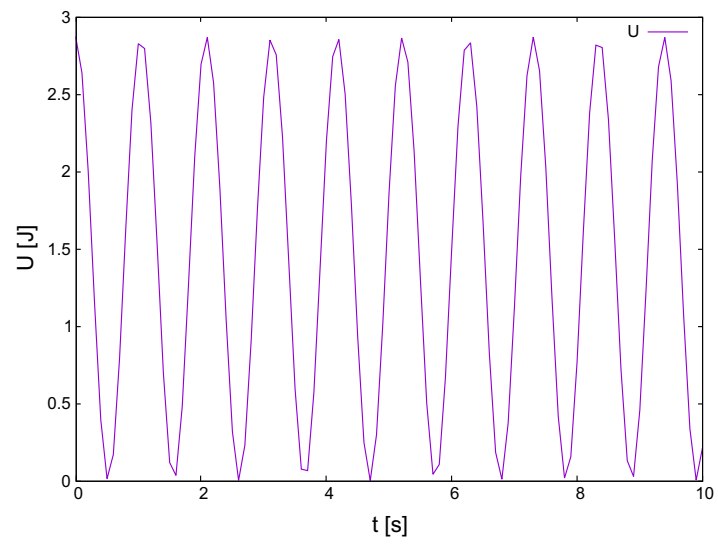


図 4 位置エネルギーの時間変化

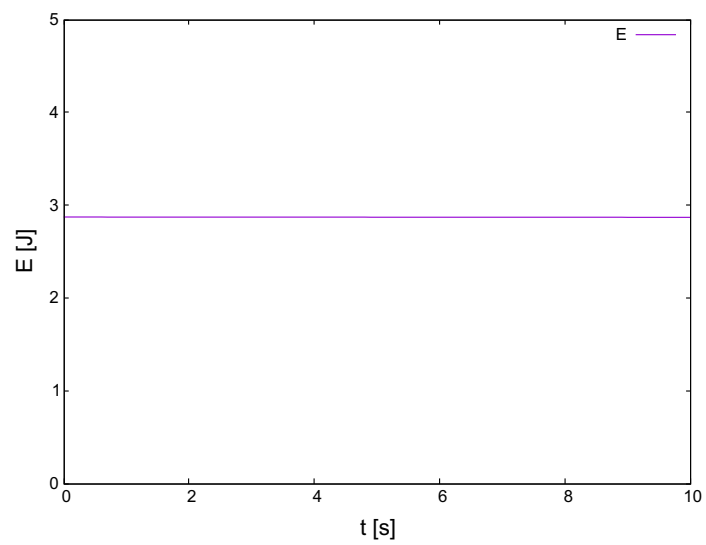


図 5 全エネルギーの時間変化

これらから，運動エネルギー，位置エネルギーは周期関数となり，全エネルギーは保存していることがわかる．

3

次に，振り子を 100 回程度振動させた時，全エネルギーと初期エネルギーの差の時間変化をグラフにした．刻み幅 h を小さくするため， n の値を大きくする工夫をした．

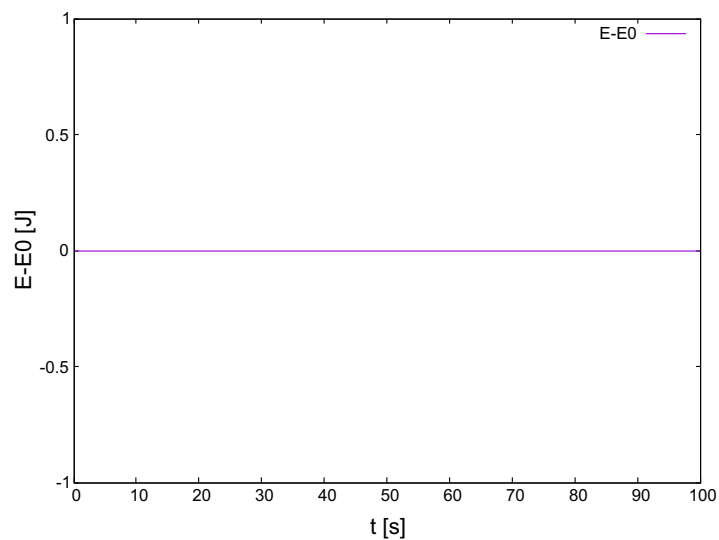


図 6 $E - E_0$ の時間変化

4

初期角度， θ_0 を変化させた時の周期の関係を調べた．振り子は左右対称であることから， θ_0 は正のみを考える．そこで， θ_0 を $0 \sim \pi [rad]$ までの範囲で変化させた時の周期の変化をグラフにした．

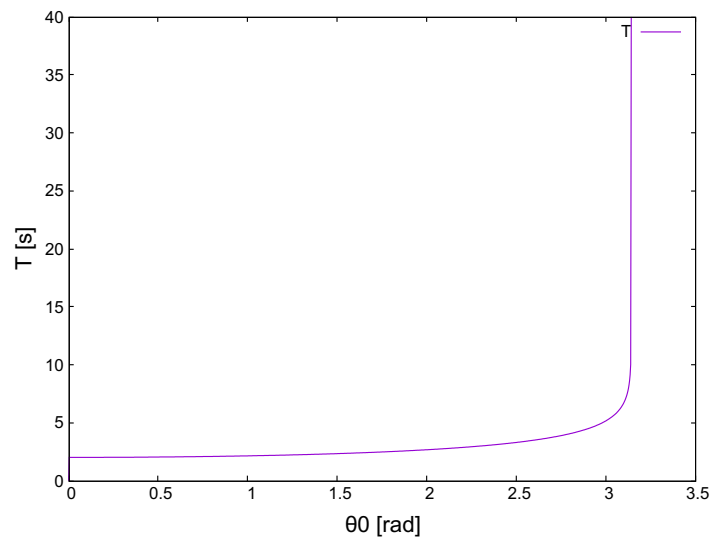


図 7 周期の時間変化

このグラフから、 $\theta_0 \ll 1$ の時は、 $T=2$ [s] でほぼ一定となっていることが確認できる。また、 θ_0 が大きくなると、周期は増加している。また、 π となった時に $T=40$ [s] の最大周期をとることが分かった。

B 課題 強制振動

1

$\omega = \omega_0$ の時の θ と $\dot{\theta}$ をプロットすると、以下のグラフとなった。

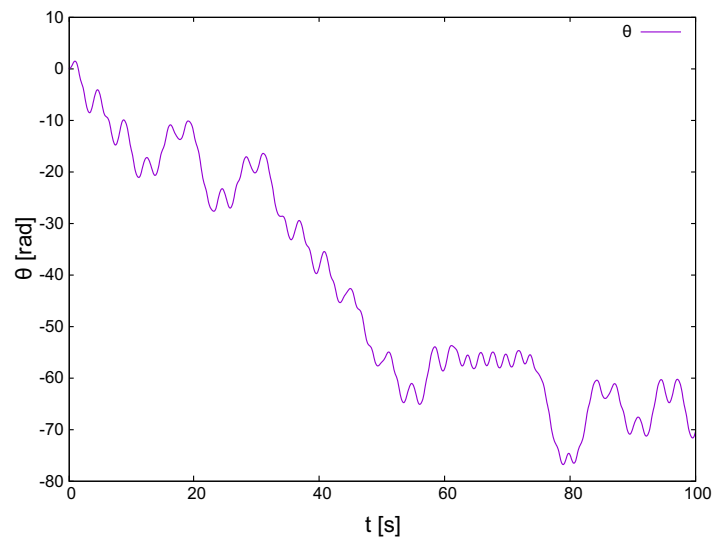


図 8 θ の時間変化

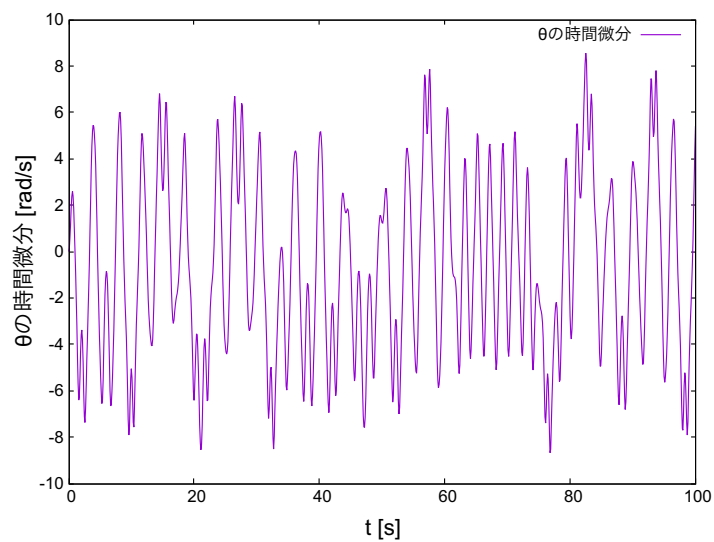


図 9 $\dot{\theta}$ の時間変化

図 8,9 より，時間が経つにつれ，加速度の大きさは大きくなり，振り子が回っていることがわかる．

2

$\omega = \omega_0 + 0.01$ とした時の θ と $\dot{\theta}$ をプロットすると，以下のグラフとなった．

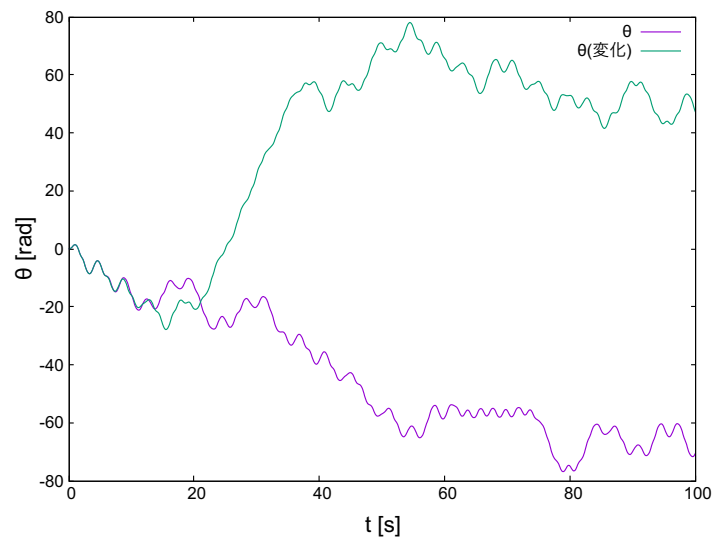


図 10 角振動数を微小変化させた時の θ の時間変化

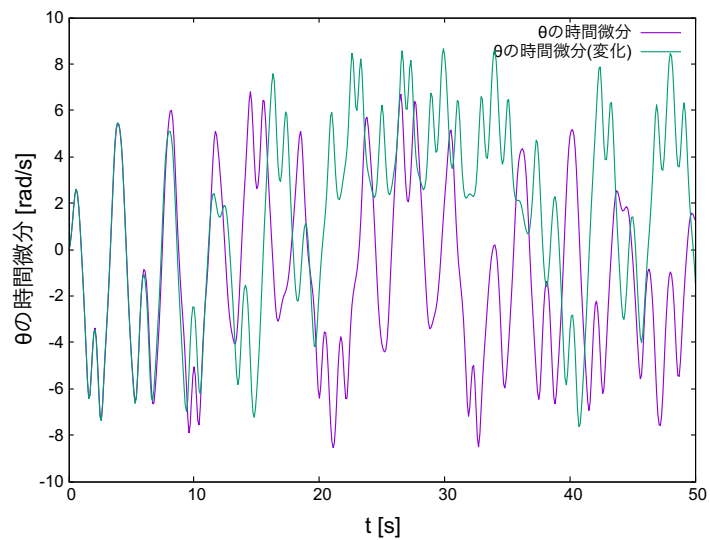


図 11 角振動数を微小変化させた時の $\dot{\theta}$ の時間変化

図 10,11 より，角振動数を微小変化させると，時間の経過とともに，加速度と回転の向きが図 8,9 グラフと逆になってしまうことが分かった．

A 課題 ブラックホールのまわりの光線の軌跡

1

衝突係数 B の値を $B=1.5$ から 3.0 までを 0.1 刻みで変化させ、さらに、 $B=2.05$ から 2.65 まで 0.1 刻みで変化させ、 $B=2.597, 2.598, 2.5985$ の合計 28 種類の光線の軌跡をデカルト座標にプロットした。この時のブラックホールのシュバルツシルト半径 r_g は、 1.0 とした。

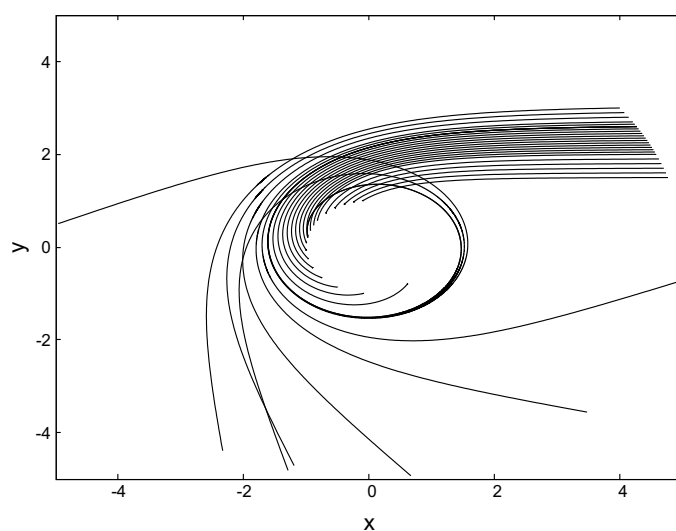


図 12 ブラックホールまわりの光線の軌跡