'03　北海道大学

解説

摩擦がはたらく面での振動は，摩擦力も含めておもりにはたらく力を求め，$F=-kX$ の式を導く。このことより，$\frac{1}{2}$ 周期ごとに振動の中心はずれていくが，おもりは一定周期の単振動をすることがわかる。

(1)（ア） 弾性エネルギー $U=\frac{1}{2}kx^2$ より

$$\Delta U=\frac{1}{2}k(3l)^2-\frac{1}{2}k(5l)^2=\boldsymbol{-8kl^2}\ \text{〔J〕}$$

（イ） 摩擦力 $F=-\mu mg$，仕事 $W=Fx$ より

$$W=-\mu mg(3l+5l)=\boldsymbol{-8\mu mgl}\ \text{〔J〕}$$

（ウ） $8kl^2=8\mu mgl$

よって　$\mu=\boldsymbol{\frac{kl}{mg}}$

(2)（エ） 座標 x〔m〕における力 F は，

$$F=\mu mg-kx$$
$$=\frac{kl}{mg}\cdot mg-kx=\boldsymbol{-k(x-l)}\ \text{〔N〕}$$

（オ） $F=-kX=-k(x-l)$ より振動の中心が l の位置になる。

$$\boldsymbol{x=l}\ \text{〔m〕}$$

（カ） $x=l$ の位置の力学的エネルギー E は速さ v として，$E=\frac{1}{2}kx^2+\frac{1}{2}mv^2$ より

$$E=\frac{1}{2}kl^2+\frac{1}{2}mv^2 \quad \cdots\cdots ①$$

また，P 点とのエネルギーの変化を考えると

$$E=\frac{1}{2}k(5l)^2-\mu mg(5l-l)$$
$$=\frac{25}{2}kl^2-4l\cdot\frac{kl}{mg}\cdot mg=\frac{17}{2}kl^2 \quad \cdots\cdots ②$$

①＝② より

$$\frac{1}{2}kl^2+\frac{1}{2}mv^2=\frac{17}{2}kl^2$$

よって　$v=\boldsymbol{4l\sqrt{\frac{k}{m}}}$〔m/s〕

’03　北海道大学

（キ）　単振動の周期 $T=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

Ｐ から Ｑ までの時間は $\dfrac{T}{2}$ となるので

$$t=\frac{T}{2}=\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\ \text{〔s〕}$$

(3)　（ク）　$F=-\mu mg-kx$

$$=-\frac{kl}{mg}\cdot mg-kx=-k(x+l)\ \text{〔N〕}$$

（ケ）　$x=-l$

(4)　$t=0$　　$x=5l$

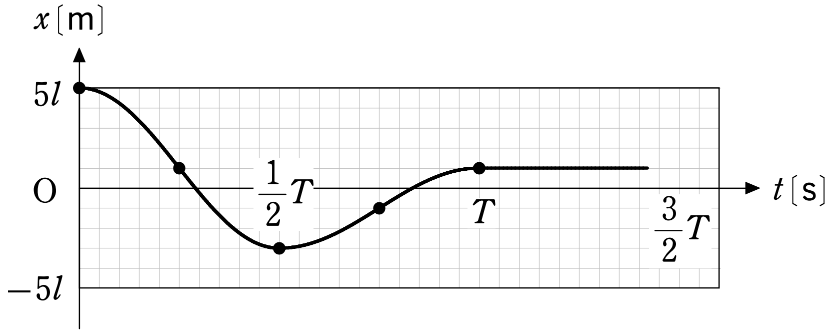
$t=\dfrac{1}{4}T$　　Ｐ → Ｑ の振動における振動の中心となるので　$x=l$

$t=\dfrac{1}{2}T$　　Ｑ 点　$x=-3l$

$t=\dfrac{3}{4}T$　　Ｑ → Ｒ の振動における振動の中心なので　$x=-l$

$t=T$　　Ｒ 点　$x=l$

これ以後は静止。よって，図のようになる。



講評

単振動の標準問題．誘導が無ければお手上げ状態だが，この問題は丁寧な誘導が付いているので，その誘導にのっていけば解ける問題．簡単な問題ではないが，この問題はきちんと解けるようになっておきたい．