物理学Ｉ

山田　良太
大阪府立大学・理学部・情報数理科学科
1060301034

２００６年０６月２６日　提出

1.

（１） $U(r)=\int_r^{\infty}F(r')dr'=\int_r^{\infty}(-Cr'^8)dr'=\Big[-\frac{1}{7}Cr'^7\Big]_r^{\infty}=-\frac{C}{7r'^7}$

（２） $F(r)=\frac{d}{dr}U(r)=\frac{d}{dr}(Ar^{-12}-Br^{-6})=-12Ar^{-13}+6Br^{-7}=-\frac{12A}{r^{13}}+\frac{6B}{r^7}$

（３） $F(r_0)=0$ より $\frac{12A}{r_0^{13}}=\frac{6B}{r_0^7}$

$r_0^6=\frac{2A}{B}\qquad\therefore\quad r_0=\sqrt[6]{\frac{2A}{B}}$

$U(r_0)=\frac{A}{(2A/B)^2}-\frac{B}{(2A/B)^2}=\frac{B^2}{4A}-\frac{B^2}{2A}=-\frac{B^2}{4A}$

2.

（１） $v(t)=-gt+v_0$ で、$v(t)=0$ より、$t=\frac{v_0}{g}$

$h(t)=h(\frac{v_0}{g})=-\frac{1}{2}g(\frac{v_0}{g})^2+v_0(\frac{v_0}{g})=\frac{v_0^2}{2g}$

（２） 鉛直方向の初速度は、$v_0\sin\theta$

(1) で v_0 を $v_0\sin\theta$ におきかえることにより、$h(t)=\frac{v_0^2\sin^2\theta}{2g}$

最高点では鉛直方向の速度は 0、水平方向の速度は変化しないので $v_0\cos\theta$

$\therefore\quad v=v_0\cos\theta$

（３） 地表面を位置エネルギーの基準にとってエネルギー保存則を用いる。

$mgh+\frac{1}{2}mv_0^2=0+\frac{1}{2}mv^2$

$v=\sqrt{2gh+v_0^2}$

3.

（１） $W_{0\to a}=\int_0^a F(x)dx=\int_0^a kxdx=\Big[\frac{1}{2}kx^2\Big]_0^a=\frac{1}{2}ka^2$

（２） $W_{a\to 2a}=\int_a^{2a}F(x)dx=\Big[\frac{1}{2}kx^2\Big]_a^{2a}=2ka^2-\frac{1}{2}ka^2=\frac{3}{2}ka^2$

（３） エネルギー保存則を用いて考える。$(\frac{1}{2}ka^2+\frac{3}{2}ka^2)+0=\frac{2}{2}ka^2+\frac{1}{2}mv_a^2$

$\therefore\quad v_a=a\sqrt{\frac{3k}{m}}$

$(\frac{1}{2}ka^2+\frac{3}{2}ka^2)+0=0+\frac{1}{2}mv_0^2$

$\therefore\quad v_0=2a\sqrt{\frac{k}{m}}$

4.

（１） 動摩擦力：$mg\times l\sin\theta=mgl\sin\theta\quad J$

重力：$mg\sin\theta\times l\cos 90^o=0\quad J$

摩擦力：$\mu' mg\sin\theta\times l\times\cos 180^o=-\mu' mgl\sin\theta$

（２） 手を離す前の物体の位置を位置エネルギーの基準とすると、エネルギー保存則と仕事の関係から、

$0+0=-mgl\sin\theta+\frac{1}{2}mv^2-\mu' mgl\sin\theta$

$\therefore\quad \boldsymbol{\sqrt{2gl\sin\theta(1+\mu')}}$……**(答)**

（３） $l\sin\theta$

（４） 動摩擦がないとき、$\mu'=0$ なので、(2) より、$\boldsymbol{v=\sqrt{2gl\sin\theta}}$……**(答)**

（５） エネルギー保存則より、$0+0=-mgl\sin\theta+\frac{1}{2}mv'^2$

$\therefore\quad \boldsymbol{v'=\sqrt{2gl\sin\theta}}$……**(答)** となり、$v=v'$

5.

（１） D を位置エネルギーの基準としてエネルギー保存則を考える。

$mgh + 0 = mgr(1 - \sin\theta) + \frac{1}{2}mv_C^2$

$\therefore \quad v_C = \sqrt{2(gh - gr + gr \sin theta)}$

$mgh + 0 = \frac{1}{2}mv_D^2$

$\therefore \quad v_D = \sqrt{2gh}$

（２） D 点でのエネルギー分だけ動摩擦力は物体に対して、仕事をし、物体はとまる。

$\therefore \quad \boldsymbol{W_1 = mgh}$……**(答)**

（３） 摩擦力が物体にする仕事は求める距離を l とすると、

$W_2 = \mu' mg \cos 180^o \times l = -\mu' mgl$

$W_1 + W_2 = 0$ より、$-\mu' mgl + mgh = 0 \qquad \therefore \quad \boldsymbol{l = \frac{h}{\mu'}}$……**(答)**