

3 エネルギーと仕事の関係 2011 センター試験改

### ☞リードα基例27・基問103

ばね定数が  $k$  のばね  $S_1$ ,  $S_2$  と, 質量がそれぞれ  $m$ ,  $M$  のおもり  $A_1$ ,  $A_2$  を用意し, 図 1 のように連結して, 天井から鉛直につり下げ, 静止させた。このとき,  $S_1$ ,  $S_2$  の自然の長さからの伸びは, それぞれ  $x_1$ ,  $x_2$  であった。ただし,  $M > m$  とし, ばねの質量は無視できるものとする。また, 重力加速度の大きさを  $g$  とする。

- (1)  $x_1$ ,  $x_2$  はそれぞれいくらか。ただし、 $A_1$ ,  $A_2$  に働く力をすべて矢印で図に記入した上で、力のつりあいの式を必ず立式すること。

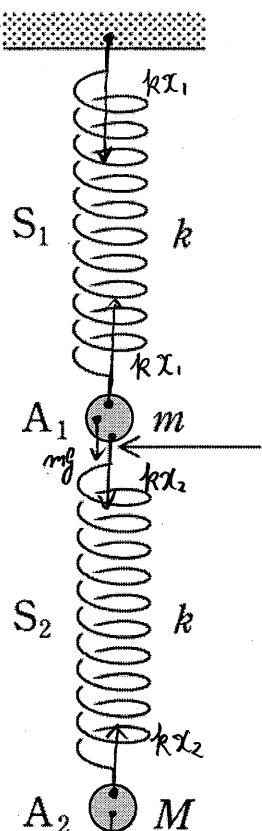
$$A_1 : -fx_1 + mf + kx_2 = 0 \quad \text{---(1)}$$

$$A_2: \quad M_f - kx_2 = 0 \quad -② \quad \Leftrightarrow \quad x_2 = \frac{M_f}{k}.$$

$$① \rightarrow \text{变形} L2. \quad kx_1 = mg + k \cdot \left( \frac{Mg}{k} \right) x_2$$

$$x_1 = \frac{M+m}{R} g.$$

次に、図 1 の P の位置でばね  $S_2$  を  $A_2$ とともに静かに切り離したところ、 $A_1$  が鉛直上方に運動し始め、ばね  $S_1$  が自然長になる点を通過した。

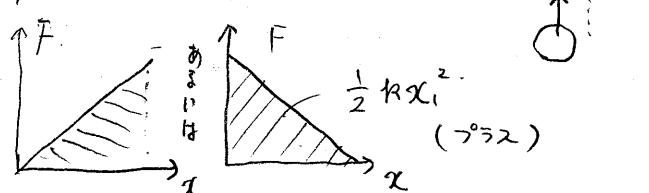


- (2) 【重要】 $S_2$  を切り離してから  $S_1$  が自然長になるまでの間に、重力がおもり  $A_1$  にする仕事と、 $S_1$  による弾性力が  $A_1$  にする仕事はそれぞれいくらか。 $x_1$  を用いて答えなさい。  $Mg$

自然長にはまるまでの、つまりの変位は、 $X_1$  であり。

$$\begin{aligned}
 x_1 & \uparrow \\
 \text{Diagram: A circular object with a vertical axis passing through its center. An arrow labeled } mg \text{ points vertically downwards from the center.} \\
 W &= F_x \cos \alpha \\
 &= mg \cdot x_1 \cos 180^\circ \\
 &= -mg x_1
 \end{aligned}$$

弹性力の大きさは、変化する。  
 $F = x$ グラフの面積を考慮する。



- (3) 【重要】 $S_1$  が自然長となる点を通過するときの  $A_1$  の速さ  $v$  を  $x_1$  を用いて表しなさい。ただし、以下に示す 2 通りの考え方で考えてみること。

### ○エネルギーの原理を用いる場合

運動エネルギー変化 = 全ての力の仕事

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = \frac{1}{2}kx_1^2 - mgy_1$$

$$V^2 = \frac{4x_2^2}{m} - 2fx_1$$

$$\mu = \frac{\mu x_2 - 2mgx_1}{m}$$

### ○力学的エネルギー保存則を考える場合

力学的エネルギー変化 = 非保存力の仕事

今はこれで  
セーフですか?

$$^{\text{力学的}} \dot{x}_1 - ^{\text{力学的}} \dot{x}_2 = 0$$

$$\frac{1}{2}m\dot{v}^2 + mgx_1 + 0 - \left(0 + 0 + \frac{1}{2}kx_1^2\right) = 0$$

$$v_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_j^2 - 2x_1$$