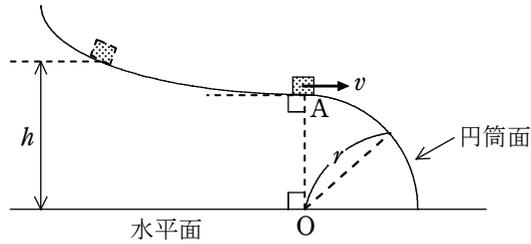


1.

図のように、摩擦がない曲面と点  $O$  を中心とする半径  $r$  の円筒面が点  $A$  でなめらかにつながっている。水平面から高さ  $h$  の曲面上の点で、質量  $m$  の小物体を静かにはなしたところ、曲面上をすべり落ち、速さ  $v$  で点  $A$  を通過した。重力加速度の大きさを  $g$  とする。



(1) 速さ  $v$  を表す式として正しいものを、次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。  $v = \boxed{1}$

- ①  $\sqrt{gh}$                       ②  $\sqrt{g(h-r)}$                       ③  $\sqrt{g(h+r)}$   
 ④  $\sqrt{2gh}$                       ⑤  $\sqrt{2g(h-r)}$                       ⑥  $\sqrt{2g(h+r)}$

(2) 小物体をはなす高さ  $h$  を徐々に大きくしていったところ、小物体が円筒面から離れる位置が変化した。高さがある値に達したとき、初めて小物体は点  $A$  で空中に飛び出した。このときの速さ  $v$  を表す式として正しいものを、次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。  $v = \boxed{2}$

- ①  $\frac{\sqrt{gr}}{2}$                       ②  $\sqrt{\frac{gr}{2}}$                       ③  $\sqrt{\frac{2gr}{3}}$   
 ④  $\sqrt{gr}$                       ⑤  $\sqrt{\frac{3gr}{2}}$                       ⑥  $2\sqrt{gr}$

解答 (1) ⑤ (2) ④

解説

(1) 小物体をはなした位置と点  $A$  の高低差は  $h-r$  である。摩擦がない面上を運動しているので、力学的エネルギー保存則から

$$mg(h-r) = \frac{1}{2}mv^2$$

よって  $v = \sqrt{2g(h-r)}$

以上より正しいものは ⑤。

(2) 小物体が円筒面から受ける垂直抗力の大きさを  $N$  とすると、点  $A$  における円運動の

中心方向の運動方程式は

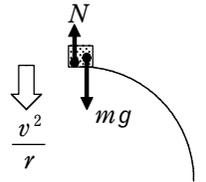
$$m\frac{v^2}{r} = mg - N$$

よって  $N = \frac{m}{r}(gr - v^2)$

$N \leq 0$  となるとき、小物体は円筒面を離れるので  $v \geq \sqrt{gr}$ 、

すなわち  $v = \sqrt{gr}$  となるとき、初めて小物体は点  $A$  で空中に飛び出す。

以上より正しいものは ④。



2.

図1のように、エレベーターの天井に固定された、なめらかに回る軽い滑車に軽い糸をかけ、糸の両端に質量  $M$  と質量  $m$  ( $M > m$ ) の物体を取り付けた。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

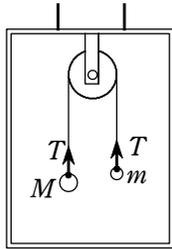


図 1

(1) エレベーターが静止しているとき、糸がたるまないように2つの物体を支えた状態から静かに放すと、物体は鉛直方向に動き始めた。このとき、糸の張力の大きさを表す式として正しいものを、次の①～⑦のうちから1つ選べ。  $T = \boxed{1}$

- ①  $(M+m)g$     ②  $\frac{1}{2}(M+m)g$
- ③  $(M-m)g$     ④  $\frac{1}{2}(M-m)g$
- ⑤  $\frac{4Mm}{M+m}g$     ⑥  $\frac{2Mm}{M+m}g$
- ⑦ 0

(2) 図2のように、質量  $m$  の物体の代わりに床に固定したばね定数  $k$  の軽いばねを取り付けた。鉛直上向きに大きさ  $a$  の加速度で等加速度運動しているエレベーターの中で、質量  $M$  の物体がエレベーターに対して静止していた。このとき、ばねの自然の長さからの伸び  $x$  を表す式として正しいものを、下の①～⑥のうちから1つ選べ。

$x = \boxed{2}$

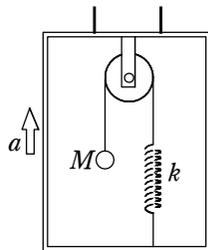


図 2

- ①  $\frac{Mg}{k}$     ②  $\frac{M(g+a)}{k}$     ③  $\frac{M(g-a)}{k}$
- ④  $\frac{2Mg}{k}$     ⑤  $\frac{2M(g+a)}{k}$     ⑥  $\frac{2M(g-a)}{k}$

【解答】 (1) ⑥    (2) ②

【解説】

(1) 2物体の加速度の大きさを  $\alpha$  として運動方程式を立てると

$$M\alpha = Mg - T \quad \dots ①$$

$$m\alpha = T - mg \quad \dots ②$$

①, ②式から  $\alpha$  を消去して整理すると

$$T = \frac{2Mm}{M+m}g$$

以上より、正しいものは ⑥。

(2) エレベーター内で観察すると、物体は鉛直下向きの慣性力  $Ma$  を受けるので、力のつりあいの式は  $kx = Mg + Ma$

$$\text{ゆえに } x = \frac{M(g+a)}{k}$$

以上より、正しいものは ②。

