2012 年　北海道大学 $\boxed{1}$

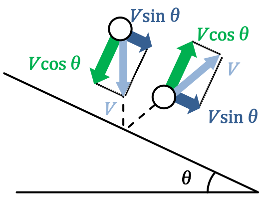
解法：斜めの衝突では、運動量と力積を

「衝突面に垂直な方向」と「衝突面に沿った方向」に分解して考える

解法：「相対運動」を考える(動いている人の視点で考える)

(解説)

問 1(1)、(2)



図より、衝突直後の速度の x 成分 V_x

$$
\begin{aligned}
V_x &= V\sin\theta \times \cos\theta + V\cos\theta \times \sin\theta \\
&= 2\,V\sin\theta\cos\theta \\
&= \underline{V\sin 2\theta}
\end{aligned}
$$

衝突直後の速度の y 成分 V_y

$$
\begin{aligned}
V_y &= V\cos\theta \times \cos\theta - V\sin\theta \times \sin\theta \\
&= \underline{V\cos 2\theta}
\end{aligned}
$$

(3)、(4)

衝突してから最高点に達するまでの時間を T とすると、公式 $V = V_0 + at$ を使って

$$0 = V_y - gT$$

よって　$T = \dfrac{V_y}{g}$

この時間 T の間に x 軸方向、y 軸方向へ移動した距離はそれぞれ

$$X = V_x \times \frac{V_y}{g} = \underline{\frac{V_xV_y}{g}}$$

$$Y = V_y \cdot T - \frac{1}{2}gT^2 = \underline{\frac{{V_y}^2}{2g}}$$

(5)　最高点から着地するまでの時間を T' とすると

$$\frac{V_y{}^2}{2g} + h = \frac{1}{2} g T'^2$$

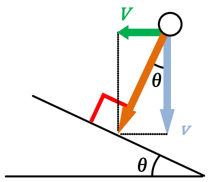
よって　$T' = \sqrt{\frac{1}{g^2}(V_y{}^2 + 2gh)}$

この間に x 方向へ移動する距離は　$V_x \times T' = \underline{\frac{V_x\sqrt{V_y{}^2+2gh}}{g}}$

問 2(6)、(7)、(8)

「**観測者 B から見える小球の速度**　＝　(床に対する)小球の速度　－　**観測者 B の速度**」

なので



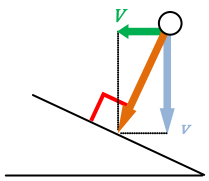
X成分　＝　$\underline{-V}$　　　Y成分　＝　$\underline{-v}$

この「**観測者 B から見た速度**」は斜面に垂直なので、

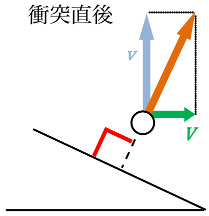
$V = \underline{v\tan\theta}$

(9)、(10)　この衝突を**観測者 B から見ると**

衝突直前



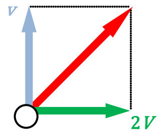
衝突直後



であり、

「観測者 A から見える小球の速度 ＝ 観測者 B から見える速度 ＋ 観測者 B の速度」

なので



x成分 ＝ $\underline{2V}$　　y成分 ＝ $\underline{v}$

(11)、(12)

「受けた力積 ＝ 運動量の変化」の関係を、x方向、y方向別々に使って

x方向：受けた力積 ＝ $2mV - 0 = \underline{2mV}$

y方向：受けた力積 ＝ $mv - (-mv) = \underline{2mv}$