

1 以下の説明文を読み、その後の問いに答えなさい。(配点 25)

図1に示すようになめらかな曲面 AB があり、この曲面の底面から高さ h (m) にある点 A に質量 m (kg) の小球を置いた。静かに手を放すと小球は動き出し、底面から高さ $\frac{h}{2}$ の点 B を通って水平な床に対して θ の角度で空中に飛び出して放物運動をした。重力加速度の大きさは g (m/s²) とする。問1~5の解答に用いて良い記号は、 g, h, m, θ とする。

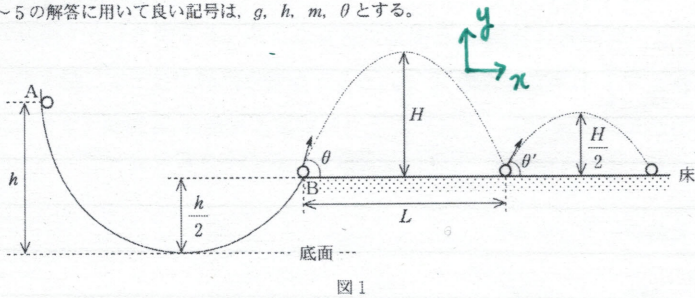


図1

- 問1 点 B を通過するときの速さ v (m/s) を求めなさい。
- 問2 床から最高点までの高さ H (m) を求めなさい。
- 問3 点 B から飛び出して初めて床に衝突するまでの水平到達距離 L (m) を求めなさい。

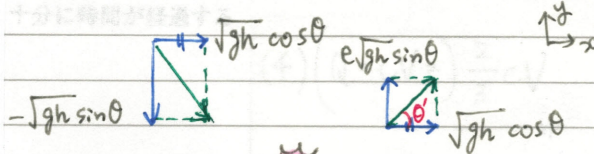
その後、小球は床に衝突した。衝突してはねかえった直後の小球は水平な床に対する傾き θ' で空中に飛び出して放物運動をした。このときの最高点の高さは、はねかえる前の最高点の高さ H (m) の半分であった。

- 問4 この床の反発係数 e を求めなさい。
- 問5 $\tan \theta'$ を求めなさい。

水平方向に $\frac{v \cos \theta}{\sqrt{1/2}}$ $L = (\sqrt{gh} \cos \theta) \cdot 2 \sqrt{\frac{h}{g}} \sin \theta$

$= 2h \sin \theta \cos \theta$

問4 最初の衝突について速度ベクトル v は



衝突 → 2回目の最高点 について

$v^2 - v_0^2 = 2ax$ を立てると

$0^2 - (e\sqrt{gh} \sin \theta)^2 = 2(-g) \left(\frac{H}{2}\right)$

問2の結果を代入

新しい高さ

$e^2 gh \sin^2 \theta = 2g \frac{h \sin^2 \theta}{4}$

$\therefore e = \frac{1}{\sqrt{2}}$

問1 底面を重力の基準にとる。(正・保5)

$\frac{1}{2}mv^2 = mg \cdot \frac{h}{2} \quad \therefore v = \sqrt{gh}$

問2 Bと最高点について $v^2 - v_0^2 = 2ax$ を用いると

$0^2 - (\sqrt{gh} \sin \theta)^2 = 2(-g)H$

y方向: 等加速度直線運動 (-g)

$\therefore H = \frac{h \sin^2 \theta}{2}$

x方向: 等速直線運動

問3 'B → 最初の衝突' の時間 t とすると

$v = v_0 + at$ より

$-\sqrt{gh} \sin \theta = \sqrt{gh} \sin \theta - gt$

$\therefore t = 2 \sqrt{\frac{h}{g}} \sin \theta$

問5 衝突について

$\tan \theta' = \frac{e\sqrt{gh} \sin \theta}{\sqrt{gh} \cos \theta}$

$= \frac{1}{\sqrt{2}} \tan \theta$

次に、図2に示すように、水平な床の上に傾きが ϕ の斜面を設置した。先ほどと同様に小球を点Aにおいて静かに手を放すと、点Bを通過して水平な床に対して θ の角度で空中に飛び出して斜面に衝突した。このとき、 $\theta > 45^\circ \geq \phi$ であった。問7の解答に用いて良い記号は、 g, h, m, θ, ϕ とする。

No.

Date 22.2.17

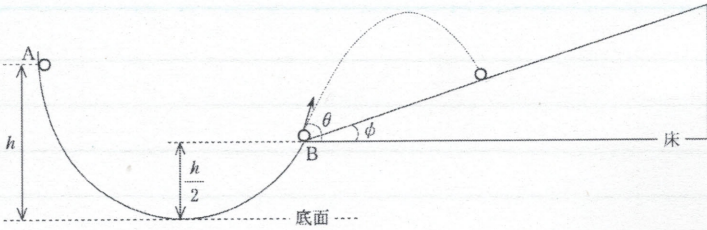


図2

問6 小球が点Bを通過してから斜面に衝突する直前までの運動を考える。斜面の傾斜角 ϕ を 0° から 45° まで変化させたとき、斜面に平行な加速度 a_x [m/s²]と垂直な加速度 a_y [m/s²]はどのようになるか。図3のア〜カから最も適当なもの一つを選んで答えなさい。なお、 a_x, a_y はそれぞれ斜面に対して水平右向き、垂直上向きを正とする。

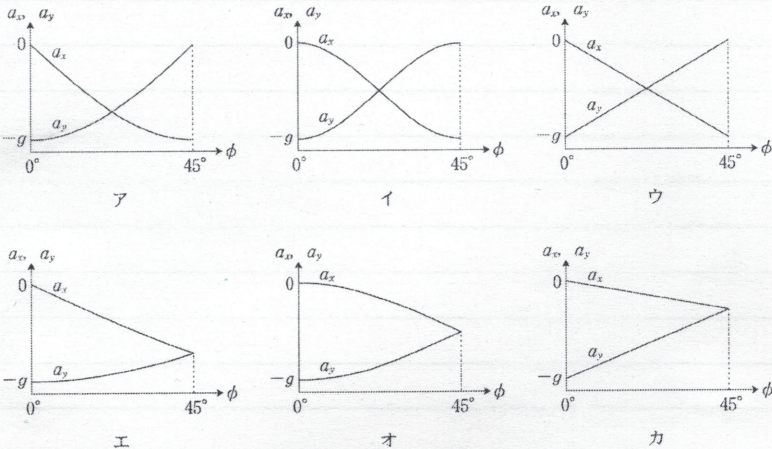
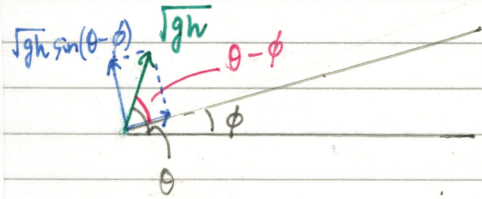


図3

問7 点Bから飛び出して斜面に衝突するまでの時間 t [s]を求めなさい。

問7 y方向に7117 「 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 」より

初速度の図



$$0 = \sqrt{gh} \sin(\theta - \phi) + \frac{1}{2} a_y t^2$$

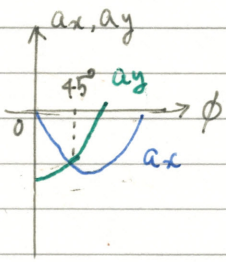
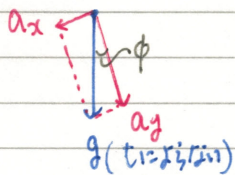
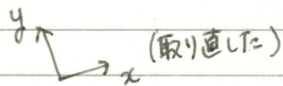
$$t = \frac{-2\sqrt{gh} \sin(\theta - \phi)}{a_y}$$

$$= \frac{-2\sqrt{gh} \sin(\theta - \phi)}{-g \cos \phi}$$

$$= \frac{2 \sin(\theta - \phi)}{\cos \phi} \sqrt{\frac{h}{g}}$$

u

問6 B→衝突について加速度ベクトルは



$$a_x = -g \sin \phi \text{ (} t \text{ に依らない)}$$

$$a_y = -g \cos \phi \text{ (")}$$

I

110