

物理 問題演習プリント (NO.1) 力学的エネルギーの保存と運動量の保存

台車上の小球の運動に関する次の問いに答えよ。なお、台車および小球の運動に対する空気抵抗の影響は無視できるものとする。

重力加速度の大きさを g として、文中の空欄に適する式を記入せよ。

- (1) 図1のように、水平でなめらかな床の上に質量 M の台車があり、台車はストッパーで床に固定されている。台車には高さ a のなめらかなすべり面が設置されており、すべり面の下端は水平で床から b だけ高い位置にある。すべり面の上端から質量 m の小球を静かにはなした。

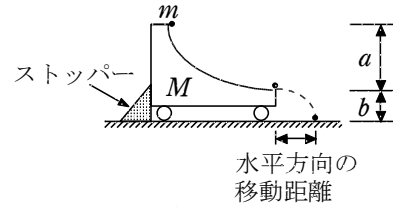


図1

小球がすべり面の下端に達したときの、床に対する小球の速さは ア となる。水平方向に飛び出した小球が、台車を離れてから床に衝突するまでの時間は イ となり、小球の水平方向の移動距離は ウ となる。

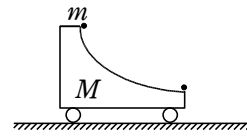


図2

- (2) 次に、図2のようにストッパーを外して台車が自由に動ける状態にした。その後、台車が静止した状態で、すべり面の下端から小球を静かにはなした。小球がすべり面の下端に達したときの、床に対する小球の速さを u 、台車の速さを V とすると、運動量保存則から以下の式が得られる。

$$V = \text{エ} u \quad \dots\dots ①$$

また、力学的エネルギー保存則から、以下の式が得られる。

$$\text{オ} \quad \dots\dots ②$$

ここで、①、②式より、 u および V は、 m 、 M 、 g 、 a を用いて

$$u = \text{カ} \quad \dots\dots ③$$

$$V = \text{キ} \quad \dots\dots ④$$

と表される。

- (3) さらに、図3のようにすべり面の下端に質量の無視できる鉛直な壁を設置し、台車が静止した状態で、すべり面の下端から小球を静かにはなした。小球が鉛直な壁に衝突した直後において、床に対する小球の速さを u' 、台車の速さを V' とすると、運動量保存則から、以下の式が得られる。

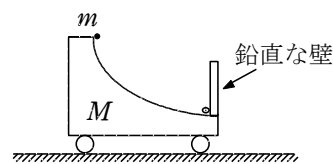


図3

$$V' = \text{ク} u' \quad \dots\dots ⑤$$

また、はねかえり係数(反発係数) e は、以下の式で表される。

$$e = \text{ケ} \quad \dots\dots ⑥$$

- ⑤、⑥式より、 u' および V' は、 u 、 V 、 e を用いて

$$u' = \text{コ} \quad \dots\dots ⑦$$

$$V' = \text{サ} \quad \dots\dots ⑧$$

と表される。鉛直な壁に衝突した小球はすべり面を上がりはじめる。すべり面の下端から小球の最高到達点までの高さは、 e 、 a を用いて シ と表される。