

学籍番号 _____ 氏名 _____ 得点 _____

Q1: 質量 m , 速度 v_0 で進む物体がある. 以下の問いに答えよ.

(1) 物体が進行方向と同じ方向の力 F を t 秒間受けた. 物体の速度を求めよ(10).

$$F\Delta t = m\Delta v \quad v = v_0 + \frac{F}{m}t.$$

(2) 物体が進行方向と同じ方向の力 F を x [m]進む間だけ受けた. 物体の速度を求めよ(10).

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + F\Delta x = \frac{1}{2}mv^2 \quad v = \sqrt{v_0^2 + 2\frac{F}{m}x}.$$

(3) (1)の運動は, 押されている間は等加速度運動である. t 秒間に物体が進む距離を求めよ(10).

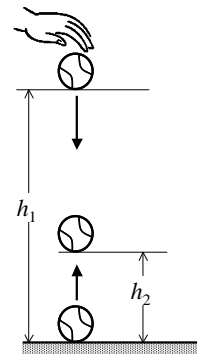
$$x = v_0t + \frac{1}{2}at^2 = v_0t + \frac{1}{2}\frac{F}{m}t^2 \quad \text{この解を(2)の } x \text{ に代入すると(1)の解に一致する.}$$

Q2: 図の様な実験を行うと, h_1 , h_2 の計測値からボールと床の衝突における跳ね返り係数がわかる. ※「公式球の反発係数」はこの方法で計測している.

(1) 衝突直前, 衝突直後のボールの速さをそれぞれ v_i , v_f として, e を表す式を示しなさい(10).

床は衝突前も衝突後も静止している. したがって, 跳ね返り係数は, 「ボールの衝突前の速さと衝突後の速さ」の比率.

$$e = \frac{v_f}{v_i}$$



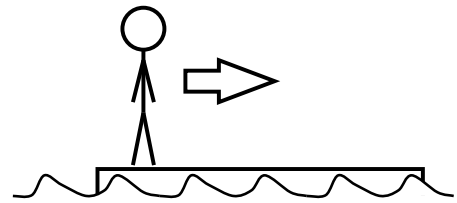
高さ h_1 からボールを落とし,
跳ね返ったボールの到達点が h_2

(2) h_1 , h_2 を用いて跳ね返り係数を表しなさい(10).

エネルギー保存から, 「落とした高さ」と「上がった高さ」の比率は $\left(\frac{v_f}{v_i}\right)^2$ に等しい.

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{v_f^2}{v_i^2} = e^2 \rightarrow e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}.$$

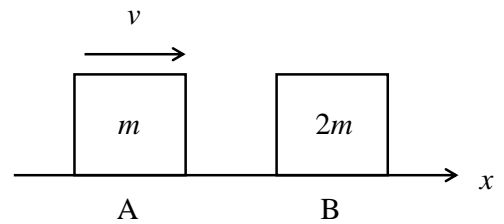
Q3: 水に浮いている質量 M の板の上で、図のように質量 m の人が一定の速さで右向きに歩く。板に対する人の相対速度を v とする。静止系から見た人の速さを求めよ(10).



運動量保存則から、人と板を合わせた全運動量はゼロを保つ。人が静止座標系で速度 V で右向きに動くとする、以下の関係が成立。

$$M(V - v) + mV = 0 \rightarrow V = \frac{M}{(M + m)}v. \text{ 板が重ければ人は } v \text{ で進み, 軽ければ人は実質進まない.}$$

Q4: 静止した質量 $2m$ の物体 B に質量 m の物体 A が速度 v で衝突する。以下の問に答えよ。運動は 1 次元、衝突は弾性衝突で、床と物体の間に摩擦はないものとする。



(1) 衝突後の A, B の速度 v_A, v_B を決定せよ(10).

※ヒント: 跳ね返り係数の定義式に値を代入。

跳ね返り係数の定義式は $e = 1 = -\frac{v_B - v_A}{0 - v}$ 。変形すれば

$$v = v_B - v_A. \text{ 一方, 運動量保存則から } v = v_A + 2v_B. \text{ あとは連立方程式. } v_A = -\frac{1}{3}v, v_B = \frac{2}{3}v.$$

(2) B の代わりに、質量が A に比べ無視できる C を置く。衝突後の C の速度 v_C を求めよ (10).

運動量保存則は使えない。 $m_A \gg m_C$ なので、衝突後も A は v で運動する。跳ね返り係数が 1 なので、 $|v_A - v_C| = v$ が成立。したがって $v_C = 2v$ である。 ※静止した軽い物体に、重い物体が速度 v で弾性衝突すると、軽い物体は $2v$ で飛んで行く。

Q5: 図はビリヤード球の衝突を表している。静止した先玉に手玉を $(0, +V_i)$ で衝突させたところ、先玉は 135° の角度に転がり始めた。衝突は弾性衝突で、2 つの玉の質量は等しい。以下の問に答えよ。

(1) 衝突後の先玉の速さを v_f とする。衝突後の手玉の速度の x 成分を求めよ(10).

先玉の速度成分は $\left(-\frac{v_f}{\sqrt{2}}, \frac{v_f}{\sqrt{2}}\right)$ で、手玉速度の x 成分は運動量保存則から先玉速

度の x 成分と打ち消し合う。答は $v_{fx} = \frac{v_f}{\sqrt{2}}$ 。

(2) 衝突後の手玉の速度の y 成分を求めよ(10).

V_{fy} についての運動量保存則を立てると、 $V_i = \frac{v_f}{\sqrt{2}} + V_{fy}$ となる。 V_{fy} について解け

$$\text{ば, } V_{fy} = V_i - \frac{v_f}{\sqrt{2}}$$

