

学籍番号 _____ 氏名 _____ 得点 _____

Q1: 速度 4.0 m/s で動いている 1.0kg の物体に対して、運動と反対の方向に 2.0N の力を加え、2.0 秒間押した。その後の物体の速度を求めよ(10).

$$.mv_f = mv_i + F\Delta t.$$

答: 0.0 m/s. ※仕事-エネルギー定理と勘違いしないこと.

Q2: 速度 4.0 m/s で動いている 1.0kg の物体に対して、運動と反対の方向に 2.0N の力を加え、物体が 4.0m 移動するあいだ押し続けた。その後の物体の速度を求めよ(10).

$$\frac{1}{2}mv_f^2 = \frac{1}{2}mv_i^2 + F\Delta x$$

答: 0.0 m/s. ※こちらは仕事-エネルギー定理.

Q3: 体重 60kg の人が、高さ 2.0m から床に飛び降りた。着地の瞬間から静止するまでの時間が 0.20s だとすると、この人の足に加わる平均の力の大きさはどれほどか。重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とせよ(10).

高さ 2m からの落下速度はエネルギー保存則を使って、 $\sqrt{2gh} = 6.3\text{m/s}$ 。 $\Delta p = F\Delta t$ の関係から、 $F = 1.9 \times 10^3 \text{ N}$ である。質量に換算すると約 190kg である。無理はしないこと。

Q4: 宇宙空間を速さ 10m/s で推進している質量 10,000kg の宇宙船が、ガスを後方に速度 1,000m/s で噴射したところ、ガス噴射後の宇宙船の速度が 11m/s になった。噴射したガスの質量を求めよ。近似としてガスの噴射速度を宇宙空間に対する速度としてよい(10).

$$10000 \times 10 = m \times (-1000) + (10000 - m) \times 11$$

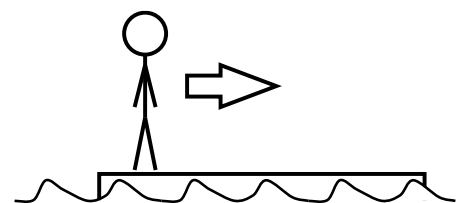
答: $m = 9.9 \text{ kg}$

Q5: 池に浮いている質量 M の板の上で、図のように質量 m の人が $+x$ の向きに歩き出した。板に対する人の相対速度を v とする。池のほとり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。

$$M(V - v) + mv = 0 \rightarrow V = \frac{M}{(M + m)}v.$$

板が重ければ人は v で進み、軽ければ人は実質進まない。

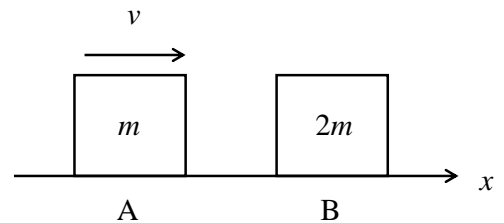


Q6: 以下の空欄にふさわしい文字を入れなさい(5×4=20).

「衝突」とは、2物体が短い時間に大きな力積を及ぼし合う現象である。そのため、外力の影響が無視できて、衝突では一般に 運動量保存則 が必ず成り立つと考えてよい。これを「撃力 近似」と呼ぶ。衝突は「はねかえり係数」 e で分類される。 $e=0$ の衝突が完全非弾性衝突で、特徴は衝突後に2物体が 一体となる 衝突である。一方、 $e=1$ の衝突を弾性衝突と呼び、この場合、衝突の前後で 力学的エネルギーが保存 or 相対速度の絶対値が不変 という特徴がある。

Q7: 図のように x 軸を定義する。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次元とする。

(1) 衝突が弾性衝突のとき、衝突後の A, B の速度 V_A , V_B を決定せよ(10).



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.

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

(2) 衝突が完全非弾性衝突のとき、衝突後の A, B の速度を決定せよ(10).

衝突後, A, B は一体になる. 速度を V として, 運動量保存則を使い, $mv=3mV$.

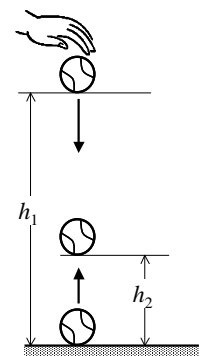
答: $V=\frac{1}{3}v$

Q8: 図の様な実験から、ボールと床の衝突における跳ね返り係数を求めよ(10). ※「公式球の反発係数」はこの方法で計測している。

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。

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



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