

学籍番号 _____ 氏名 _____ 得点 _____

Q1: 以下の空欄を埋めなさい。ベクトル量(太字)とスカラー量(細字)の区別を厳密にすること(5×6=30)。

$mv=p$ を 運動量 (A)(文章)と定義する。(A)を使い、運動の法則を $\frac{dp}{dt} = F$ (数式)と書き

直す。両辺を時刻 t_1 から t_2 の間で定積分すると、左辺は $p(t_2) - p(t_1)$ (数式)、右辺は $\int_{t_1}^{t_2} F dt$ であ

る。これは、「物体の(A)の時間変化は、物体に 加えた力 (文章)の時間積分(B)に等しい」という

ことを言っている。そこで、(B)を「力積」と名付け、この定理を「力積-運動量定理」(文章)

と呼ぶ。(B)の次元は、素直に考えれば [Ns] (数式)だが、変形すればこれは mv の次元に等しい。

Q2: 摩擦のない水平な床に置かれた質量 m のブロックに、水平な力 F を加えた。

(1) 力を、時間 T の間だけ加え続けた。物体の速さを求めよ(10)。

力積-運動量定理を使う。 $mv = FT \rightarrow v = \frac{FT}{m}$

(2) 今度は、同じ力を、物体が X 動く間だけ加え続けた。物体の速さを求めよ(10)。

エネルギー保存則を使う。 $\frac{1}{2}mv^2 = FX \rightarrow v = \sqrt{\frac{2FX}{m}}$

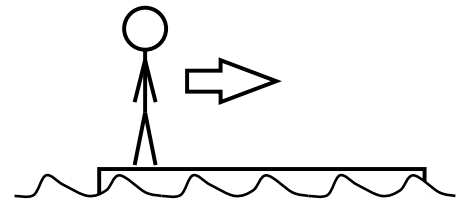
(3) (1), (2)の速度が同じだったとき、 X を v を使わず表わせ。また、ここから、物体の加速度についてわかることを述べよ(10)。

(1), (2)の答えを等置し、 $X = \frac{1}{2}\left(\frac{F}{m}\right)T^2$ を得る。これは、等加速度運動の公式で、加速度は $\frac{F}{m}$ である。

すなわち、運動の法則 $F=ma$ が成立している。

※「わかることについて述べよ」は、何か正しいことが書いてあれば正解とする。

Q3: 池に浮いている質量 M の板の上で、図のように質量 m の人が右向きに歩き出した。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).



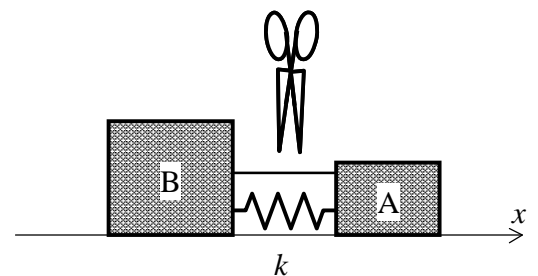
運動量保存則から、人と板を合わせた全運動量はゼロを保つ。人が静止座標系で速度 V で右向きに動くとする、以下の関係が成立。

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

Q4: 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(10).

高さ 2m からの落下速度は $\sqrt{2gh} = 6.3\text{m/s}$ 。 $\Delta p = F\Delta t$ 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。

Q5: なめらかな床の上で、質量 m のブロック A と質量 $2m$ のブロック B を長さ $L/2$ の軽いひもでつなぐ。右向きを x 軸の正にとる。ここに、自然長 L の軽いばねを挟んだ後ひもを切断すると、おもり A が速度 $+v$ で滑った。以下の問に答えよ。



(1) おもり B の速度を求めよ(10).

運動量保存則から、 $-\frac{v}{2}$

(2) ばね定数を求めよ(10).

はじめに、全運動エネルギーを求める。 $K = \frac{1}{2}2m\left(-\frac{v}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{4}mv^2$

エネルギー保存則から $\frac{1}{8}kL^2 = \frac{3}{4}mv^2$ の関係が導かれる。これを k について解けば、 $k = 6m\left(\frac{v}{L}\right)^2$.