

学籍番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_ 得点 \_\_\_\_\_

Q1: 以下の空欄を埋めなさい。ベクトル量とスカラー量の区別を厳密にすること(5×4=20).

$mv=p$  を 運動量 (A) と名付ける. (A) の時間微分は  $\frac{dp}{dt} = \underline{F}$  と書けるから, 両辺を時刻  $t_1$  から  $t_2$  の間で定積分すると,  $p(t_2) - p(t_1) = \underline{\int_{t_1}^{t_2} F dt}$  を得る. これは, 「(A) の時間変化は, 物体に 加えられた力 (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, これを「力積-運動量定理」と呼ぶ.

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  $t_0$  の間だけ加え続けた. 物体の速さを求めよ(10).

$$mv = Ft_0 \rightarrow v = \frac{Ft_0}{m}$$

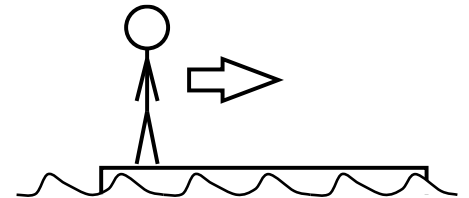
(2) 力を, 物体が  $x_0$  動く間だけ加え続けた. 物体の速さを求めよ(10).

$$\text{エネルギー保存則を使う. } \frac{1}{2}mv^2 = Fx_0 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2Fx_0}{m}}$$

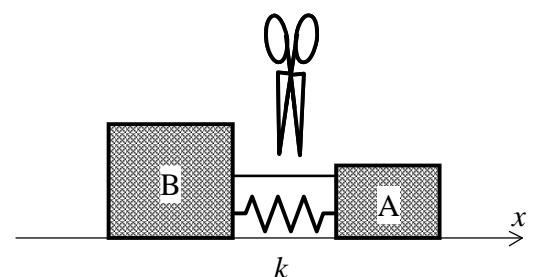
Q3: 池に浮いている質量  $M$  の板の上で, 図のように質量  $m$  の人が右向きに歩き出した. 板に対する人の相対速度を  $v$  とする. 池のほとりから見た人の速さを求めよ(10).

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: 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 の速度をもとめよ(10).

運動量保存則から,  $-\frac{v}{2}$

(2) 全運動エネルギーを求めよ(10).

$$K = \frac{1}{2}2m\left(-\frac{v}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{4}mv^2$$

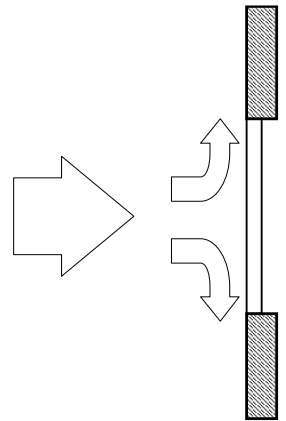
(3) ばね定数を求めよ(10).

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,  $k = 6m\left(\frac{v}{L}\right)^2$ .

Q5: 風速 30m という台風なみの風が高さ 180cm, 幅 90cm の窓に正面から当たっている. 窓が風によって受ける力を計算したい. 以下の問いに答えよ. 空気の密度は  $1.3\text{kg/m}^3$  である.

(1) 毎秒, 窓に当たる空気の質量を求めよ(10).

$$1.8 \times 0.9 \times 30 \times 1.3 = 63.18 \quad \text{答: } 63\text{kg}$$



(2) 窓が受けている力を計算せよ(10).

$F\Delta t = m\Delta v$ . 毎秒,  $63\text{kg} \times 30\text{m/s}$  の運動量がゼロになる. これが, 毎秒壁が受ける力と 1 秒という時間の積に等しい. 答:  $1.9 \times 10^3 \text{ N}$  重さに換算すると  $190\text{kg}$ . ほとんど限界である.