

学籍番号 _____ 氏名 _____ 得点 _____

重力加速度の大きさを g とする. 数値で答える問題には 9.8m/s^2 を使用すること.

Q1: 以下の空欄を埋めなさい(10×4=40).

ニュートンの運動の法則, $m\dot{v} = F$ の両辺に v を掛ける. 左辺の「 v と \dot{v} の積」は $\frac{1}{2}v^2$ (数式) の

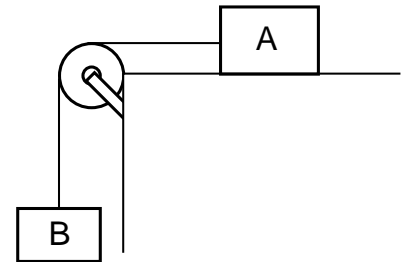
時間微分と考えてよい. 右辺の Fv は, 単位時間あたり物体に なされた仕事 (文章)(A) であ

る. 両辺を時間で積分すると, $\frac{1}{2}mv^2 = \int Fdx$ or $\frac{1}{2}mv^2 = \int Fvdt$ (数式) という表現を得る. 左辺を「運

動エネルギー」と定義しよう. すると, これは, 運動エネルギー (文章) の変化は, (A) に等しいことを

言っていて, これを「仕事-エネルギー定理」と呼ぶ.

Q2: 図のように, 質量 M のおもり A と質量 m のおもり B が滑車で結ばれている. A は摩擦のない水平な床にある. おもり B が高さ y だけ落下したときのおもり A, B の速さを求めよ(10).

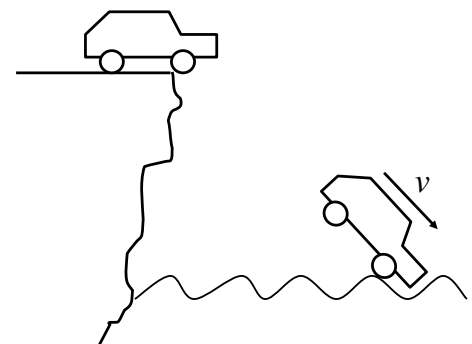


$$\frac{1}{2}(M+m)v^2 = mgy \rightarrow v = \sqrt{\frac{2mgy}{M+m}}$$

Q3: 図の様に, 高さ 120m の崖から, 自動車が時速 30km で水平に飛び出した. 自動車が水面に到達する直前の速さを [m/s] で答えよ(10).

崖の高さを y , 飛び出した速さを v_0 とすれば $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgy = \frac{1}{2}mv^2$

が成立. 代入して計算すると 49m/s.



Q4: 極板間距離 x , 面積 A の平行板コンデンサーに電荷 Q が蓄えられているときのエネルギーは $\frac{xQ^2}{2\epsilon_0 A}$

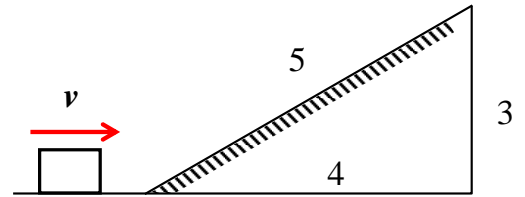
で与えられる. コンデンサーの極板に働く力の大きさを符号付きで答えよ. 斥力をプラス, 引力をマイナスとせよ(10).

ポテンシャルエネルギーは x の関数で, 微分して符号を反転させれば力になる. 答は $-\frac{Q^2}{2\epsilon_0 A}$.

Q5: 図のように, 比率が 3 : 4 : 5 の直角三角形の坂に対して, 水平速度 v で質量 m のブロックを登らせる. ブロックはある高さまで登り, 坂を下りて戻ってきた. ブロックと坂の動摩擦係数を $1/12$ として以下の間に答えよ.

(1) ブロックに働く摩擦力の大きさを求めよ(10).

$$F_s = \mu mg \cos \theta = \frac{mg}{15}$$



(2) ブロックは最大どこまで坂を登るか. 坂に沿った長さで答えよ(10).

おもりの質量を m , 登った長さを L とする. 摩擦力がした仕事は $-\frac{mgL}{15}$. エネルギー保存則より

$$\frac{3}{5}mgL - \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{mgL}{15}. \text{ 解いて, } L = \frac{3v^2}{4g}$$

(3) ブロックが水平な床まで戻ってきたときの速さを求めよ(10).

摩擦力がした仕事は 1 往復で 2 倍. 戻ってきた速度を v' とすればエネルギー保存則は

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv'^2 + 2 \times \frac{mg}{15} \times \frac{3v^2}{4g}. \text{ 解いて, } v' = 2\sqrt{\frac{1}{5}}v$$