

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

※指定が無い限り、重力加速度の大きさを  $g$  とせよ。

Q1: 以下の空欄を埋めなさい。一重下線は数式・記号、二重下線は文字が入る(5×4=20)。

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 $m\dot{v}v$ は $\frac{1}{2}mv^2$ (A)を時

間微分したものに等しい。右辺の $Fv$ は、仕事を時間で割ったものだから、「単位

時間あたり物体になされる仕事」である。両辺を時間 $t_1$ から $t_2$ まで時間積分する。左辺は、

(A)の $t_1$ から $t_2$ までの変化で、 $\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ と書かれる。ここで $v_1$ 、 $v_2$ はそれぞれ

の時刻の速度である。右辺は物体になされた仕事に等しい。すなわち、「仕事-エ

ネルギー一定理」が証明された。

Q2: 速さ 2.0 m/s で動いている 2.0kg の物体を、運動の方向に 2.0N の力を加え、10m 押した。その後の物体の速さを求めよ(10)。

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

答 : 4.9 m/s.

Q3: 物体を速さ  $v$  で、任意の角度で地表の高さから打ち上げる。

(1) 鉛直に打ち上げるとき、物体が上がる高さを求めよ(10)。

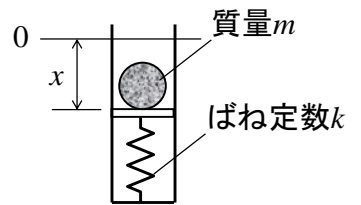
$$\frac{1}{2}mv^2 = mgy_{\max} \quad \text{答 : } \frac{v^2}{2g}.$$

(2) 斜め  $60^\circ$  で打ち上げるとき、物体が上がる高さを求めよ(10)。ヒント : (1)の解を利用。

運動エネルギーは成分に分けることができる。打ち上げが斜め  $60^\circ$  のとき、鉛直方向の運

動エネルギーは $\frac{3}{8}mv^2$ 。あとは(1)の解を使い、 答 :  $\frac{3v^2}{8g}$ 。

Q4: 右図のような仕掛けでおもりを鉛直に打ち出す. ばねの自然長の位置を基準として, おもりが上がる高さを求めよ(10).



図の状態を「状態 1」とする.

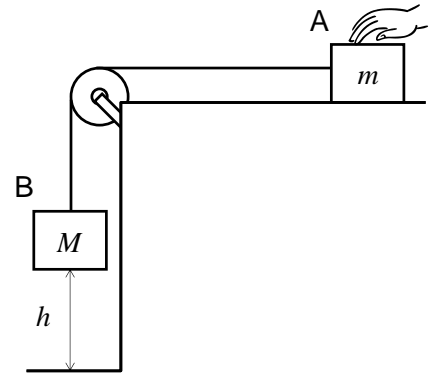
ばね	位置	運動
$(1/2)kx^2$	$-mgx$	0

最大上がったところの高さを  $h$  とすれば, 「状態 2」の全力学的エネルギーは

ばね	位置	運動
0	$mgh$	0

あとは,  $\frac{1}{2}kx^2 - mgx = mgh$  を  $h$  について解く. 答:  $\frac{kx^2}{2mg} - x$

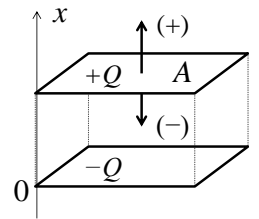
Q5: 図のように, 質量  $m$  のおもり A と質量  $M$  のおもり B が軽いひもで結ばれている. A は摩擦のない水平な床にある. 手を放し, おもり B が地上に達した後のおもり A の速さを求めよ(10).



おもり B が地上についた瞬間ひもが緩んで A は等速度運動になる. したがって, つながった A, B が地上に達する瞬間の速度を

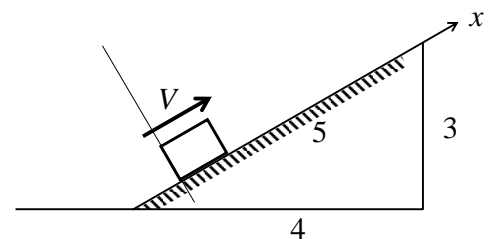
エネルギー保存則で求める.  $\frac{1}{2}(M+m)v^2 = Mgh \rightarrow v = \sqrt{\frac{2Mgh}{M+m}}$

Q6: 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静電エネルギーは  $\frac{xQ^2}{2\epsilon_0 A}$  で与えられる. 下の極板を固定したとき, 上の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  $-\frac{Q^2}{2\epsilon_0 A}$ .

Q7: 図の様な比率を持つ斜度の斜面がある. 質量  $m$ , 地上で速度  $V$  の物体が斜面を登り, 静止した. 斜面と物体の間の動摩擦係数は  $1/4$  である.



(1) 物体が静止するまで斜面上を  $x$  滑ったとする. 摩擦で失われた力学的エネルギーを求めよ(10).

摩擦力の大きさは  $\frac{1}{5}mg$ , 斜面を  $x$  上ったとき摩擦力がする

る仕事は  $-\frac{1}{5}mgx$ . 答:  $\frac{1}{5}mgx$ .

(2) 物体が静止した高さを求めよ(10).

エネルギー保存則は  $\frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{5}mgx = mg\frac{3}{5}x$ . 解いて,  $x = \frac{5V^2}{8g}$ . 高さは  $3/5$  を掛け  $h = \frac{3V^2}{8g}$ .