

(問題1)

次の文章の  に適当な式を記入しなさい。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

端に壁のある水平な板の上に大きさの無視できる質量  $m$  [kg] の物体がある。この板の表面の点Pより右側は摩擦力がはたらくあらい面であり、点Pより左側は摩擦力が無視できるなめらかな面である。また、点Pから物体までの距離は  $2l$  [m] であり、点Pから壁までの距離は  $l$  [m] である。

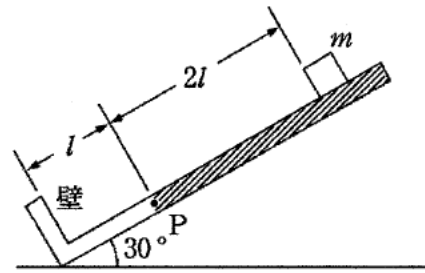


図1

- (1) この板を水平の状態からゆっくりと傾け、図1に示すように傾斜角が  $30^\circ$  となったときに、物体は斜面をすべり始めた。すべりだす直前に物体にはたらく摩擦力は  [N] である。

ア	$\frac{1}{2} m g$
---	-------------------

- (2) 物体がすべり始めたら傾斜角は  $30^\circ$  に保ったままとする。物体と板のあらい面との間の動摩擦係数を  $\mu$  とすると、物体があらい面上をすべり下りているときの加速度の大きさは  [m/s<sup>2</sup>] である。

イ	$\frac{1}{2} (1 - \sqrt{3} \mu) g$
---	------------------------------------

- (3) 物体はすべり始めて  [s] 後に点Pを通過した。そのときの物体の速さは  [m/s] であり、それまでに摩擦により失われた力学的エネルギーは  [J] である。

ウ	$2 \sqrt{\frac{2 \ell}{(1 - \sqrt{3} \mu) g}}$
エ	$\sqrt{2 (1 - \sqrt{3} \mu) g \ell}$
オ	$\sqrt{3} \mu m g \ell$

- (4) 物体が点Pを速さ  $v_1$  [m/s] で通過したとして、壁に衝突したときの物体の速さを、 $g, l, v_1$  を用いて表すと  [m/s] となる。

カ	$\sqrt{v_1^2 + gl}$
---	---------------------

- (5) 物体と壁との衝突が弾性衝突の場合、衝突後、物体が斜面に沿って上る距離を、 $\mu, g, l, v_1$  を用いて表すと  [m] となる。

キ	$l + \frac{v_1^2}{(1 + \sqrt{3}\mu)g}$
---	--

(問題 2)

図 2 に示すように 5.0 cm 間隔で 2 枚の平板導体 A と B が平行に真空中に配置されて、4.0 V の電位差が与えられている。平板導体 A の左端を原点 O とし、図 2 のように x 軸、y 軸、z 軸を定める。平板 A から y 軸正の方向に 3.0 cm 離れた位置で平行平板の外部から、電荷  $-2.0 \times 10^{-19}$  C、質量  $1.0 \times 10^{-30}$  kg の帯電体を  $4.0 \times 10^2$  m/s の速さで x 軸正の方向に入射する。このときの帯電体の運動について、以下の問いに答えなさい。ただし、平板導体は、x 軸の正領域および z 軸方向に十分な大きさを持ち、その間の電場 (電界) は平行平板間で一様であり平板間の外には存在していない。また、帯電体の大きさと帯電体に対する重力は無視できるものとする。物理量は単位を示して答えることとする。なお、 $\odot$  は紙面に垂直で奥から手前の方向を意味する。

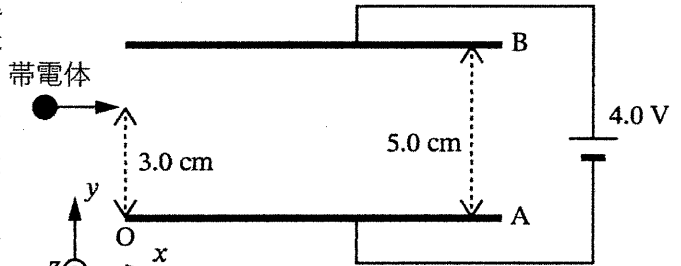


図 2

- (1) 平板間の電場の向きおよび大きさを答えなさい。向きは、「x 軸正」、「x 軸負」、「y 軸正」、「y 軸負」、「z 軸正」、「z 軸負」のいずれかで答えなさい。

向き: y 軸 負	大きさ: $0.8 \times 10^2$ V/m
--------------	-------------------------------

- (2) 帯電体が平行平板間に入射してから平板導体 A または B と衝突するまでに x 軸正の向きに進む距離を答えなさい。

20 mm
-------

- (3) 磁場 (磁界) 中を運動する帯電体は、磁場より力を受ける。その力の名称を答えなさい。

L-レンツカ
--------

- (4) 平行平板間に一様な磁場が存在するとき、平行平板間を移動する帯電体は、磁場から受ける力と電場から受ける力が釣りあい、入射時の速度のまま等速直線運動を行う場合がある。そのような場合の、磁場の磁束密度の向きと大きさを答えなさい。向きは、「x 軸正」、「x 軸負」、「y 軸正」、「y 軸負」、「z 軸正」、「z 軸負」のいずれかで答えなさい。

向き: z 軸 負	大きさ: 0.2 T
--------------	---------------

(問題3)

断熱された容器の中に、 $-T_1$  [°C] の氷が  $m$  [g] 入っている。一定電力でこの容器の加熱を開始したところ、容器内の温度は図3に示すような温度変化をして、 $t_1$  [s] 後には  $0$  °C になった後、しばらく温度は一定となった。加熱開始  $t_2$  [s] 後には、氷は完全にとけて水になり、再び温度が上昇し始め、加熱開始  $t_3$  [s] 後には  $T_2$  [°C] になった。ただし、容器からの熱の出入りはなく、容器の熱容量は無視できるものとし、水の比熱は  $c_w$  [J/(g·K)] とする。また、すべての過程は1気圧のもとで行われているものとし、水の蒸発は無視できるものとして次の問いに答えなさい。解答は  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_f$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $m$ ,  $c_w$  を用いて表しなさい。ただし、 $t_f$  は図3に示すように  $t_1 < t_f < t_2$  とする。

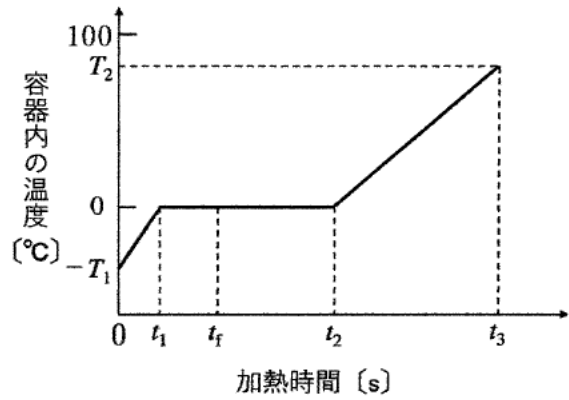


図3

解答は  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_f$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $m$ ,  $c_w$  を用いて表しなさい。ただし、 $t_f$  は図3に示すように  $t_1 < t_f < t_2$  とする。

- (1) 完全に氷がとけた後の水  $m$  [g] の温度が、 $0$  °C から  $T_2$  [°C] まで上昇する間に与えられた熱量  $Q$  [J] を求めなさい。

$$m c_w T_2$$

- (2) この加熱に必要な電力  $P$  [W] を求めなさい。

$$\frac{m c_w T_2}{t_3 - t_2}$$

- (3)  $0$  °C において、氷  $1$  g 当たりを完全にとかして水にするのに必要な熱量  $q$  [J/g] を求めなさい。

$$\frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} \cdot c_w \cdot T_2$$

- (4) 氷の比熱  $c_i$  [J/(g·K)] は、水の比熱  $c_w$  [J/(g·K)] の何倍か求めなさい。

$$\frac{t_1}{t_3 - t_2} \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

- (5) 加熱開始  $t_f$  [s] 後に、この容器の中に残っている氷の質量  $n$  [g] を求めなさい。

$$\frac{t_2 - t_f}{t_2 - t_1} m$$