

受験番号	
------	--

令和5年度
特別選抜（私費外国人留学生）
試験問題

理 科（物 理）

理工学部

解答時間 60分

注意：

- ・解答はすべて問題用紙の の中に記入してください。
- ・問題文中の物理量は国際単位系（SI）を使って表されています。

(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/s²] 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。

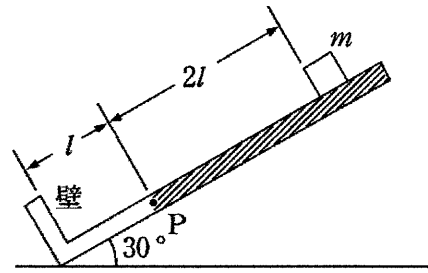


図1

- (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° 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 ア [N] である。

ア	
---	--

- (2) 物体がすべり始めたら傾斜角は 30° 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 μ 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 イ [m/s²] である。

イ	
---	--

- (3) 物体はすべり始めて ウ [s] 後に点Pを通過した。そのときの物体の速さは エ [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 オ [J] である。

ウ	
エ	
オ	

- (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	
---	--

- (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、 μ, g, l, v_1 を用いて表すと [m] となる。

キ	
---	--

(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 -2.0×10^{-19} C、質量 1.0×10^{-30} kg の帯電体を 4.0×10^2 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。

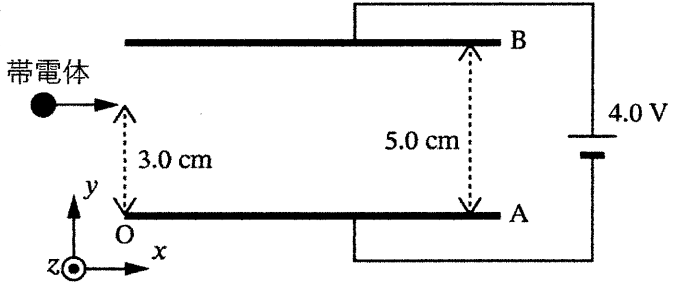


図 2

- (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:	大きさ:
-----	------

- (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。

- (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。

- (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:	大きさ:
-----	------

(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

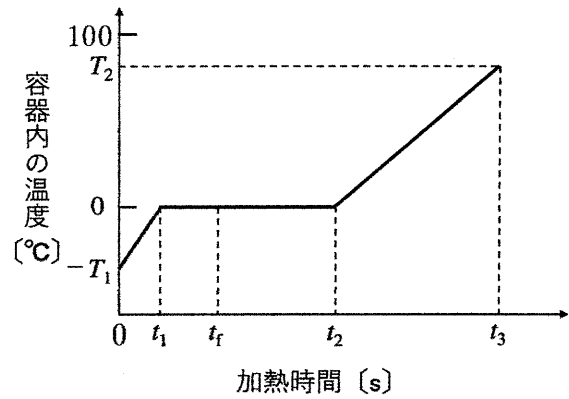


図3

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。

(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。

(2) この加熱に必要な電力 P [W] を求めなさい。

(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。

(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。

(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。