

2021 年度 入学試験問題(前期日程)

# 理 科

(物理基礎・物理)

理 工 学 部：数学物理学科(理科受験)，情報科学科，生物科学科，化学生命理工学科，  
地球環境防災学科

医 学 部：医学科

農林海洋科学部：海洋資源科学科(海底資源環境学コース)

問題冊子 問題…… 1 ～ 3 ページ…… 1 ～ 3

解答用紙…… 9 枚(白紙を除く)

下書用紙…… 1 枚

理 工 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示の 0.75 倍とする。

農林海洋科学部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

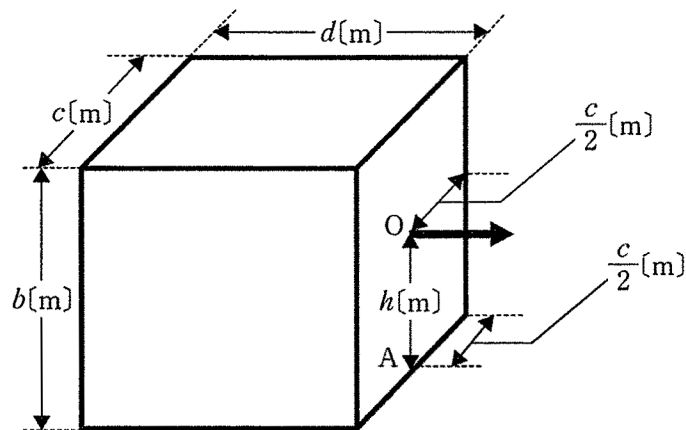
## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。  
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。



1

下図のように、あらい水平面上に、質量  $m$  [kg] の一様な直方体の物体を置き、水平面からの高さ  $h$  [m] の点  $O$  にひもを取り付け、ひもを取り付けた面に垂直方向に引っ張る。ただし直方体と水平面との間の静摩擦係数を  $\mu_0$ 、動摩擦係数を  $\mu_1$ 、そして重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。また、ひもの質量は無視するものとする。このとき、以下の問いに答えよ。なお解答用紙には途中の計算過程も記述せよ。(70 点)



問 1. ひもを引く力を大きくしていくと、引く力がある一定値  $F_0$  [N] を超えた直後に、物体は倒れずに水平面上をすべり始めた。このときのひもを引く力  $F_0$  [N] を求めよ。

問 2. 静摩擦係数がある値より大きいと、物体はすべる前に傾き始める。物体が傾かずすべり始める場合の静摩擦係数  $\mu_0$  の最大値を求めよ。

問 3. 水平面からの高さ  $h$  [m] の点  $O$  につけたひもを  $F_1$  [N] の大きさで引くと物体は傾かずすべる。物体がすべり始めた時刻を  $0$  [s] とする。なお、ひもを引く方向を正の方向とする。

(1) 物体の加速度  $a$  [m/s<sup>2</sup>] を求めよ。

(2) 時刻  $t$  [s] における物体の速度  $v_t$  [m/s] を求めよ。なお  $t > 0$  とする。

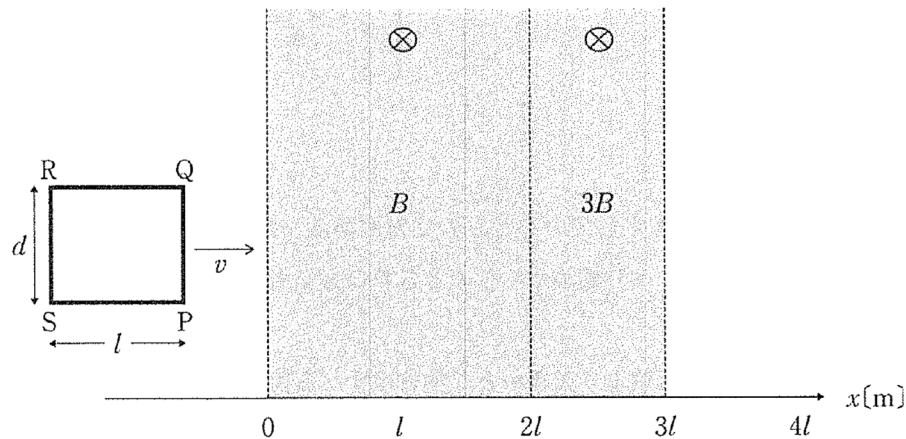
(3) 時刻  $0$  [s] から時刻  $t$  [s] までの間に物体が進んだ距離  $L$  [m] を求めよ。

(4) 時刻  $0$  [s] から時刻  $t$  [s] までの間に動摩擦力がする仕事  $W$  [J] を求めよ。

2 下図のように、平らな紙面上の  $x = 0[\text{m}]$  から  $x = 3l[\text{m}]$  の領域に、紙面に垂直で表から裏に向かう磁場がある。磁場の磁束密度は、 $x = 0[\text{m}]$  から  $x = 2l[\text{m}]$  の領域では  $B[\text{T}]$ 、 $x = 2l[\text{m}]$  から  $x = 3l[\text{m}]$  の領域では  $3B[\text{T}]$  である。導線で作られた長方形のコイル PQRS を紙面に置き、 $x$  軸の正方向に一定の速さ  $v[\text{m/s}]$  で動かし、磁場を通過させる。ただし、辺 QR は  $x$  軸に平行であり、QR の長さは  $l[\text{m}]$ 、PQ の長さは  $d[\text{m}]$ 、コイルの抵抗は  $R[\Omega]$  とする。コイルが磁場を通過する過程におけるコイルの位置を、辺 PQ の  $x$  座標によって、次のように(ア)から(エ)の区間に分ける：

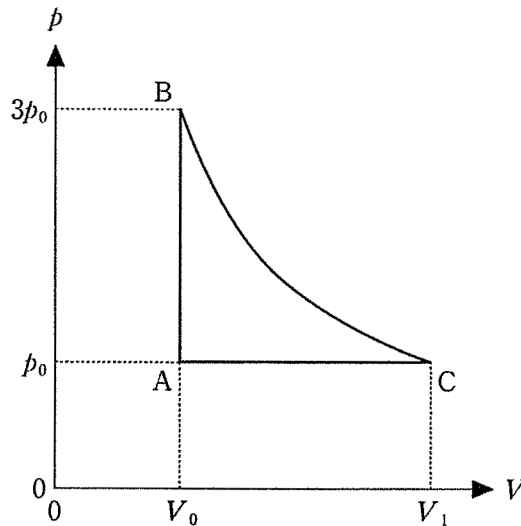
(ア)  $x = 0 \sim l$ 、(イ)  $x = l \sim 2l$ 、(ウ)  $x = 2l \sim 3l$ 、(エ)  $x = 3l \sim 4l$

以下の問いに答えよ。なお、解答用紙には途中の計算過程も記述せよ。(70点)



- 問 1. (ア)から(エ)の全区間において、コイルを貫く磁束  $\Phi[\text{Wb}]$  のグラフを、辺 PQ の  $x$  座標の関数として描け。
- 問 2. (ア)から(エ)のそれぞれの区間において、コイルに流れる電流を求めよ。ただし、 $P \rightarrow Q$  方向の電流を正とする。
- 問 3. (ア)から(エ)のそれぞれの区間において、コイルが磁場から受ける力の大きさと方向を求めよ。ただし、力の大きさがゼロのときは、方向を解答しなくてもよい。
- 問 4. (ア)から(エ)の全区間でコイルに生じたジュール熱の総量を求めよ。また、この総量とコイルの速さを一定に保つために作用させた外力との関係を述べよ。

- 3 なめらかなピストンが付いたシリンダーに 1 mol の理想気体を閉じ込めて、下図のように、状態 A から状態 B、状態 A から状態 C、状態 B から状態 C にゆっくり変化させる。B-C は等温変化である。ここで、状態 A の圧力は  $p_0$  [Pa]、体積は  $V_0$  [m<sup>3</sup>] であり、図における  $p$  は圧力、 $V$  は体積である。また、気体定数を  $R$  [J/(mol·K)]、定積モル比熱を  $C_V$  [J/(mol·K)]、定圧モル比熱を  $C_p$  [J/(mol·K)] とする。以下の問いに答えよ。なお、解答用紙には答えに至る説明あるいは計算過程も記述せよ。(60 点)



- 問 1. 状態 A における温度  $T_0$  [K] を求めよ。
- 問 2. 状態 B における温度  $T_B$  [K] を  $T_0$  を用いて表せ。
- 問 3. 状態 A から状態 B の過程で、気体が吸収した熱量と、外部にした仕事を求めよ。
- 問 4. 状態 A から状態 C の過程で、気体が吸収した熱量と、外部にした仕事を求めよ。
- 問 5. 状態 C における体積  $V_1$  を  $p_0$ 、 $T_0$  を用いて表せ。
- 問 6. 状態 B から状態 C の過程で、気体が吸収した熱量  $Q$  [J] と外部にした仕事  $W$  [J] の関係を求めよ。
- 問 7. 問 3～6 の結果より、 $C_p$  と  $C_V$  の関係を求めよ。
- 問 8. この状態図に対応する縦軸を絶対温度  $T$ 、横軸を体積  $V$  とした状態図を描け。

以下白紙



