

令和4年度 公立小松大学入学者選抜試験

一般選抜（中期日程）試験問題

（ 物 理 ）

[生産システム科学部]
生産システム科学科

（注意事項）

- 1 問題用紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 2 問題用紙は本文8ページです。答案用紙は4枚です。
- 3 答案用紙の所定欄に受験番号を記入してください。
- 4 答案用紙の解答枠内には答えのみを記入してください。
- 5 試験終了後、問題用紙と下書き用紙は持ち帰ってください。

問題 I

図1のように水平面上に半径 r でなめらかな表面をもつ半円筒形のすべり台がある。このすべり台の頂上である点Pにおいて、質量 m の小球を水平方向に初速度 v_0 ですべらせた。小球は速度 v を増加させながら接触した状態ですべり、水平面から高さが h である点Qですべり台から離れた。そののち、小球は水平面と完全弾性衝突を起こし、水平面からの高さが H である点Rを通過した。重力加速度の大きさを g とし、空気の抵抗や小球の大きさは無視できるとして以下の間に答えなさい。

問1 小球がPQ間をすべり落ちているとき、小球に働く遠心力(円の半径方向の力)の大きさを、 m , v , r のみを用いて求めなさい。

問2 点Qにおける円の半径方向についての力のつり合いの式を、 m , v , r , h , g を用いて求めなさい。

問3 点Qにおける小球の速度 v と小球の高さ h を v_0 , g , r を用いてそれぞれ求めなさい。

問4 点Pにおける初速度 v_0 が0のとき、小球が水平面ではね返ったのちに達する最高点の高さ H を求めなさい。

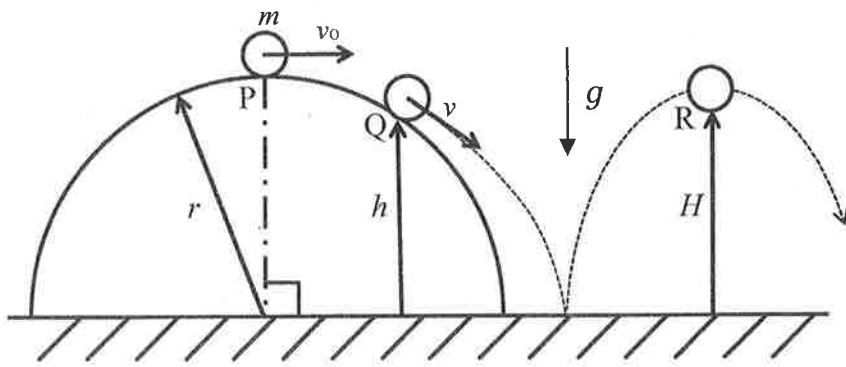


图 1

問題 II

図 2-1 のように原点を O とする xy 平面内において、一辺が x 軸と平行で長さが $2l$ の正方形 $PQRS$ の領域 (①) と $KLMN$ の領域 (②) がある。それらの領域内のみ紙面の裏側から表側に向かう磁束密度 B の磁場が存在している。②は①に対して x 軸方向に距離 $3l$ 、 y 軸方向に距離 l ずれた位置にある。一辺が x 軸と平行で長さが l の正方形のコイル $abcd$ が、 xy 平面内で x 軸と平行に置かれた絶縁体のなめらかなレール間に挟まれて置かれている。コイルはひもで引かれ x 軸の正方向に平面内を一定の速度 v で移動する場合を考える。コイルにひもを介して作用させる力は x 軸正方向を正とする。コイルの質量は無視できコイルの一辺の電気抵抗は R である。コイルに流れる電流 I は図の矢印の向き (コイルの $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ に回る向き) を正とする。コイルとレール間の摩擦や、コイルを流れる電流によって発生する磁場は考えなくてよい。

最初、コイルが一定速度 v で x 軸の正の方向に移動し①の領域を通過する。コイルの辺 bc が①内に入った瞬間の時刻を $t=0$ とする。

問 1 時刻 t が $0 < t < l/v$ のとき、コイルに流れる電流 I 、コイルに作用させるひもの張力 F 、力 F がする仕事率 P を求めなさい。

問 2 時刻 t が $2l/v < t < 3l/v$ のとき、コイルに流れる電流 I 、コイルに作用させるひもの張力 F 、力 F がする仕事率 P を求めなさい。

次に、コイルが一定速度 v で x 軸の正の方向に移動して図のようにコイルの中心 o が②の点 N の位置に至った。

問 3 誘導起電力による電流によってコイルに働く力 F' の大きさと方向を求めなさい。方向は x 軸の正の方向からの時計回りの角度 (ラジアン) で答えなさい。

最後に、図 2-2 のようにコイルに容量 C のコンデンサーを接続し、あらためて一定速度 v で ①を通過させる。辺 bc が①内に入った瞬間を時刻 $t=0$ とする。

問 4 時刻 t が $0 < t < l/v$ で回路に流れる電流が一定となったとき、コンデンサーに蓄えられる電気量を求めなさい。

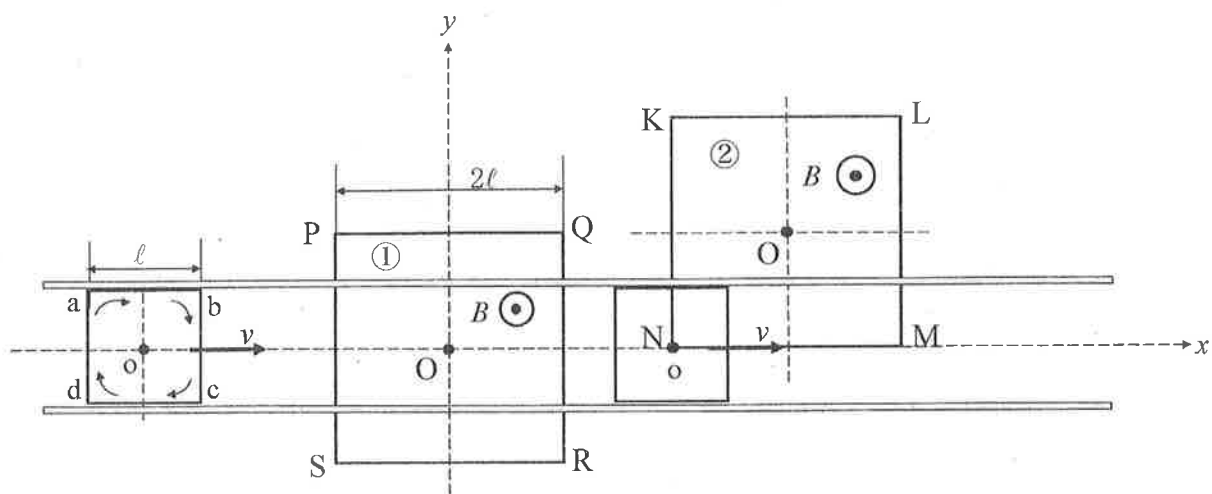


图 2-1

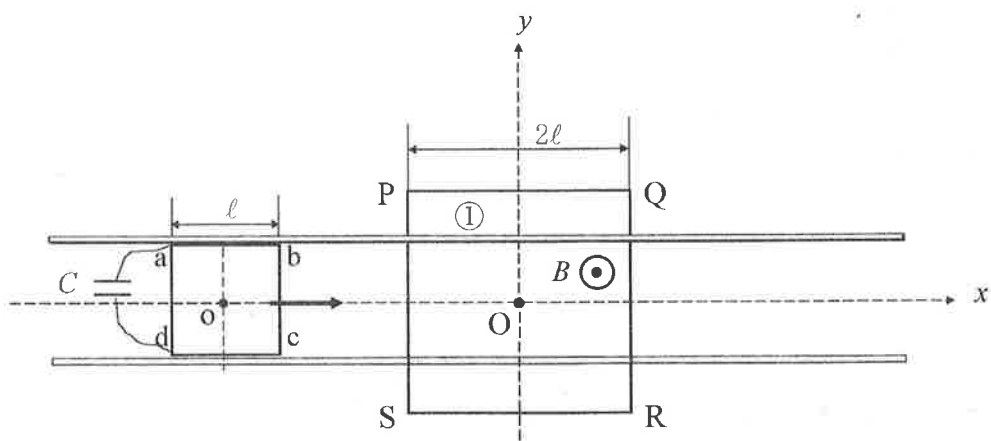


图 2-2

問題III

図3のように速度 a で右方向に移動する台車があり、その前方に壁がある。台車上の人が周波数 f の笛を鳴らし始めた瞬間から、時間 b 後に、壁による反射音が台車上の人に返って来た。 無風状態での音速を V として、以下の問に答えなさい。

下線部の観測が無風状態の環境でなされていたものだったとする。

問1 笛を鳴らした瞬間の台車上の人と壁との距離 L を求めなさい。

問2 台車上の人が聞く反射音の周波数を求めなさい。

下線部の観測が、風が左から右に風速 v で吹く環境でなされていたものだったとする。

問3 笛を鳴らした瞬間の台車上の人と壁との距離 L' を求めなさい。

問4 壁の位置で観測できる笛の周波数を求めなさい。

問5 台車上の人が聞く反射音の周波数を求めなさい。

下線部の観測が、風が右から左に風速 v' で吹く環境でなされていたものだったとする。

問6 台車上の人が周波数 f の笛を鳴らし続けていたとして、その人が観測するうなりの周波数を求めなさい。

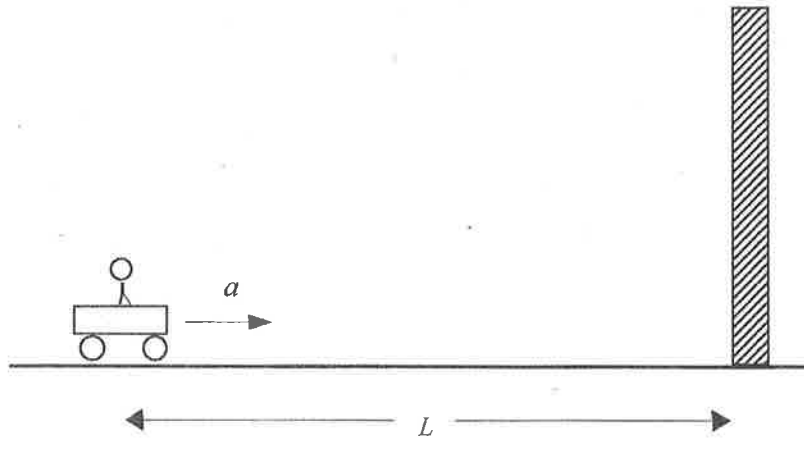


图 3

問題IV

図4のように水が入った大きな円筒容器を鉛直に立てる。円筒容器の上部は外部に開放されている。この円筒容器中で、底部に穴のあいた小容器が水中で静止している。小容器には穴を通して水が自由に入出入りし、小容器内には水によって閉じ込められた空気がある。最初、外部は圧力 P_0 、絶対温度 T_0 で、小容器内の水面と円筒容器の水面との高低差は h である。このときの小容器内の空気の体積を V_A とするとき、以下の問に答えなさい。なお、水の密度は ρ で一定とし、重力加速度を g とし、 ρ に対して空気の密度は無視できる。また、円筒容器、小容器および水の温度は外部温度に等しく、小容器の材料の体積は V_A に対して無視できる。

問1 小容器の材料の質量を求めなさい。

この状態のまま h が一定になるように小容器を維持し、これを状態Aとする。

問2 状態Aから、外部圧力は P_0 のまま、外部温度が T_0 から ΔT 上昇した。このときの小容器内の空気の体積の増加量を求めなさい。

問3 状態Aから、外部温度は T_0 のまま、外部圧力が P_0 から ΔP 上昇した。このときの小容器内の空気の体積の減少量を求めなさい。

問4 問3の状態の小容器を自由に移動できるようにしたところ、小容器はゆっくりと降下し円筒容器の底部に到達した。そののち、外部温度は T_0 のまま外部圧力がゆっくり減少したとき、小容器は上昇し始めた。上昇し始めた瞬間の小容器内水面と円筒容器の水面との高低差は H であった。このときの外部圧力を求めなさい。

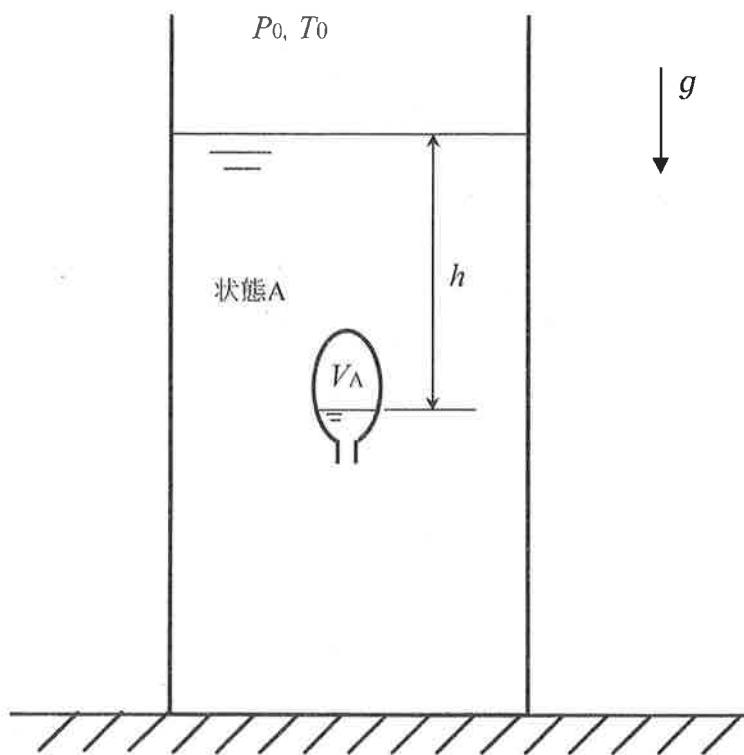


图 4