令和５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　答えは答案用紙の指定欄に記入し，裏面には記入しないでください。
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 に示すように，質量 m の小球と質量 $5m$ の小球が取り付けられた長さ ℓ の棒 AB が鉛直面と水平面の間に，水平面から角度 θ をなすように立てかけられている。棒 AB は十分細く，その質量は m に比べ十分小さいとする。質量 m の小球と質量 $5m$ の小球が取り付けられている位置は，点 A からそれぞれ $\frac{1}{4}\ell$ および $\frac{4}{5}\ell$ である。棒 AB 上の点 G は重心を示す。水平面は粗く，棒とのあいだに摩擦力が生じるが，鉛直面は十分なめらかで，棒との摩擦力は無視できるとする。水平面と棒との静止摩擦係数を μ とする。点 A における垂直抗力の大きさを N_A とおき，点 B における垂直抗力と摩擦力の大きさをそれぞれ N_B，F_B とおく。重力加速度の大きさを g として以下の問に答えなさい。

問 1　点 A から重心 G までの距離を求めなさい。

問 2　鉛直方向および水平方向の力のつり合い式を求めなさい。

問 3　点 A のまわりの力のモーメントのつり合い式を求めなさい。

問 4　点 B における最大摩擦力の大きさを μ と N_B を用いて表しなさい。

問 5　質量 $11m$ の人がこの棒 AB をゆっくり登るとき，棒が滑らずに登りきるための静止摩擦係数 μ の条件を θ のみを用いて表しなさい。

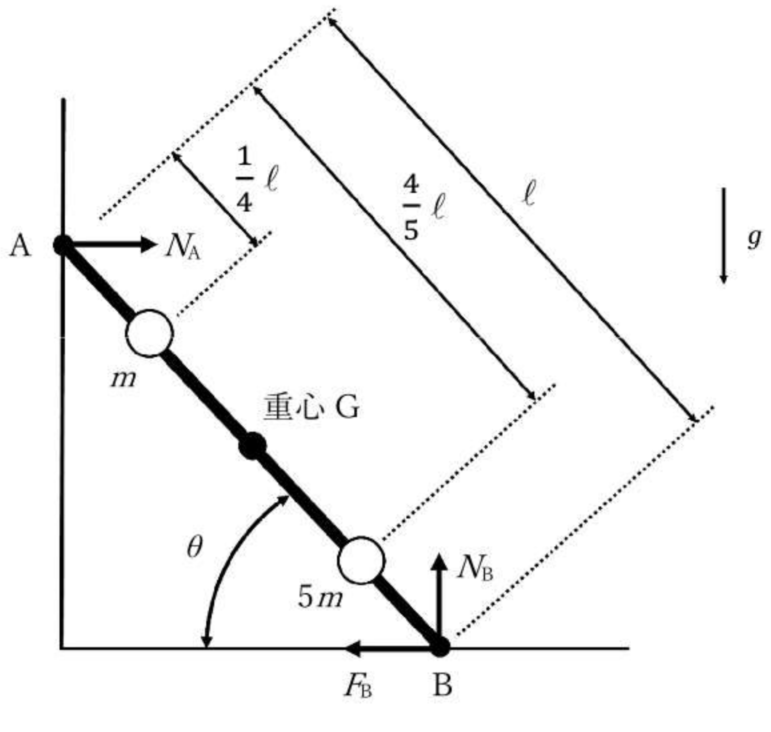

図 1

問題 II

図 2-1 に示す回路は，内部抵抗が 0 Ωで電圧が 12V の電池，内部抵抗が 0 Ωの電流計，そして複数の抵抗と，図 2-2 の電圧電流特性を持つ電球で構成されている。

以下の問に答えなさい。ただし，数値が小数となる場合は小数点第二位を四捨五入して小数点第一位までの数字で求めなさい。

最初スイッチ S は a に接続されていた。

問 1　ac 間の抵抗を求めなさい。

問 2　図 2-2 に示す電球の電圧電流特性を用いて，電流計を流れている電流の大きさを求めなさい。

次にスイッチ S を，a から b に切り替えた。

問 3　切り替えた回路に関して，電球にかかる電圧 V [V]とそこを流れている電流 I [A]に関して成立する関係式を求めなさい。

問 4　図 2-2 に示す電球の電圧電流特性と問 3 で得た関係式を用いて，電球にかかる電圧と流れている電流の大きさを求めなさい。

問 5　電流計に流れている電流の大きさを求めなさい。

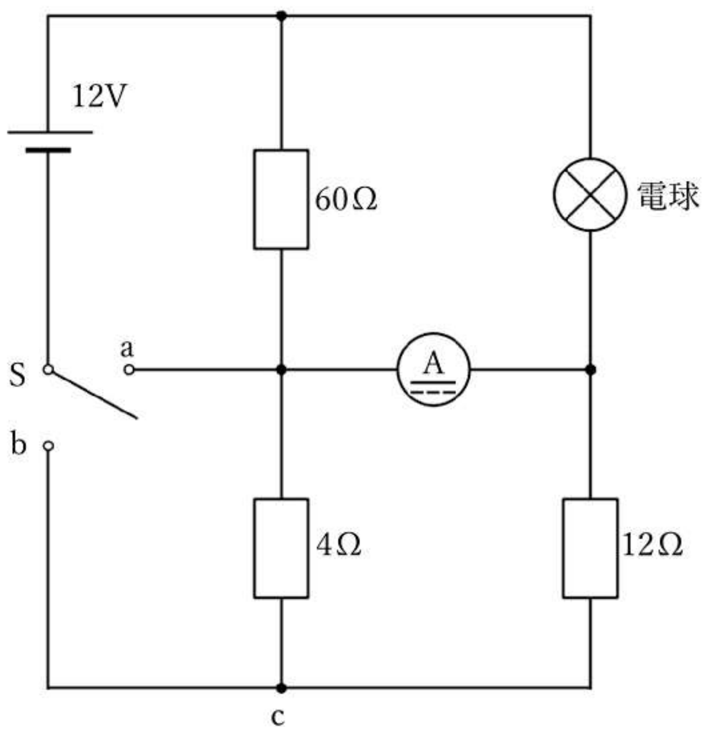

図 2-1

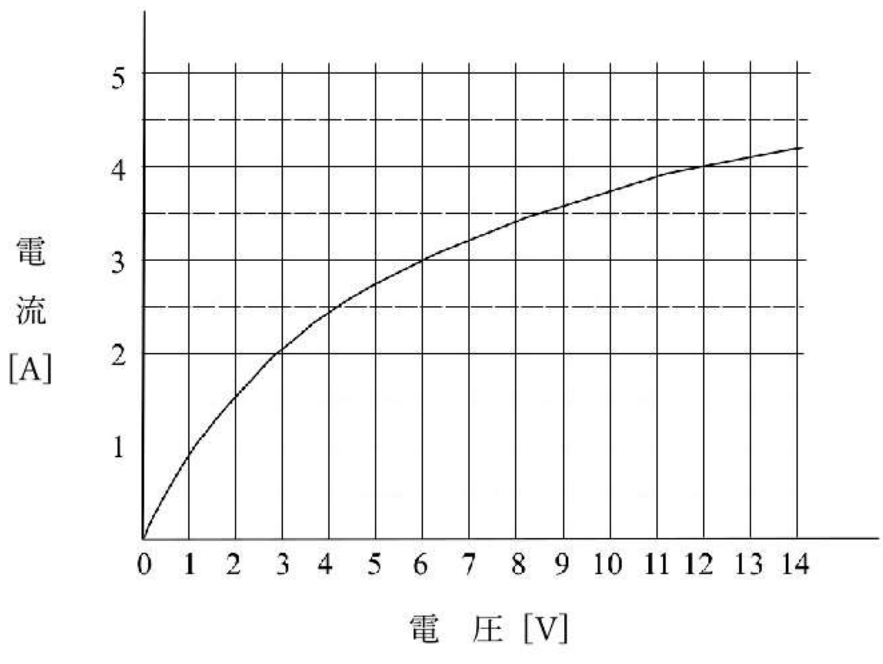

図 2-2

問題 III

x 軸の正の向きに減衰せずに伝播する正弦波について考える。図 3-1 は，時刻 $t = 0\mathrm{s}$ のときの変位 y と位置 x の関係を表すグラフである。また，図 3-2 は，位置 $x = 0\mathrm{m}$ における変位 y と時間 t の関係を表すグラフである。

問１　この波の波長，振動数，速さを単位を含めて答えなさい。

問２　時刻 t，位置 x における変位 y を表す式を求めなさい。

上で考えた波は，x 軸正方向の遠方にある壁で減衰することなく反射し，変位 Y の反射波が生じたとする。

問３　$x = 0\mathrm{m}$ において，波 Y の位相は，波 y の位相よりも δ だけ進んでいるとして，時刻 t，位置 x における変位 Y は，

$$Y = \sin\left(\boxed{\text{（ア）}} + \delta\right)$$

と表せる。（ア）に入る式を求めなさい。

問４　波 y と波 Y の合成波は，三角関数の積和公式 $2\sin\alpha\cos\beta = \sin(\alpha+\beta) + \sin(\alpha-\beta)$ を用いて，

$$y + Y = 2\sin\left(\boxed{\text{（イ）}} + \frac{\delta}{2}\right)\cos\left(\boxed{\text{（ウ）}} + \frac{\delta}{2}\right)$$

と表せる。（イ）と（ウ）に入る式を求めなさい。

問５　$x = 0\mathrm{m}$ が固定端であるとすると，$x = 0\mathrm{m}$ において，時刻 t に関わらず，$y + Y = 0\mathrm{m}$ が成り立つ。この条件から，δ の値を $0\mathrm{rad} \leqq \delta < 2\pi\ \mathrm{rad}$ の範囲で求めなさい。

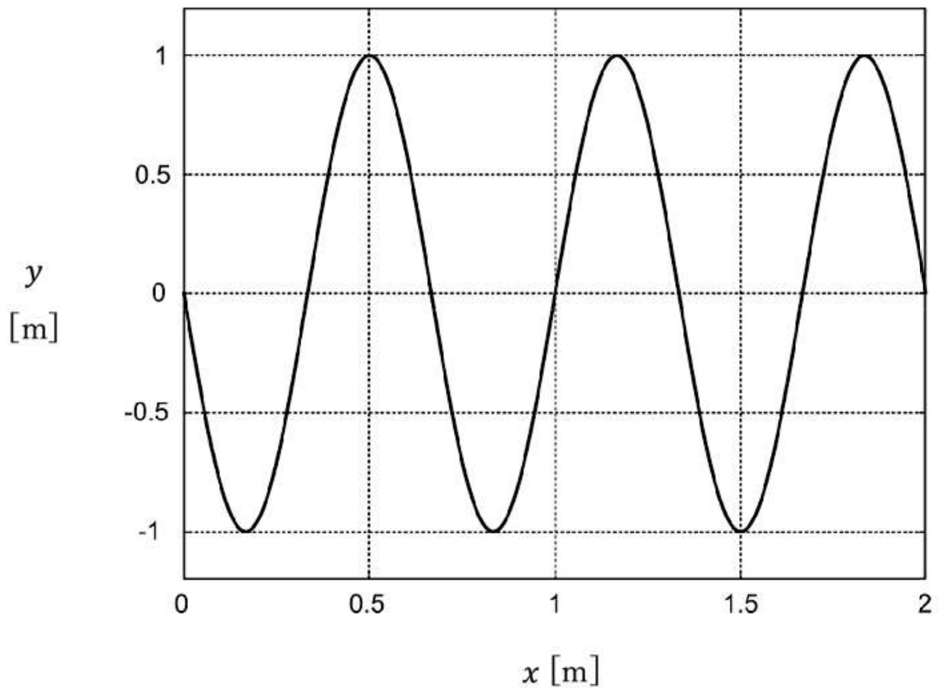

図 3-1

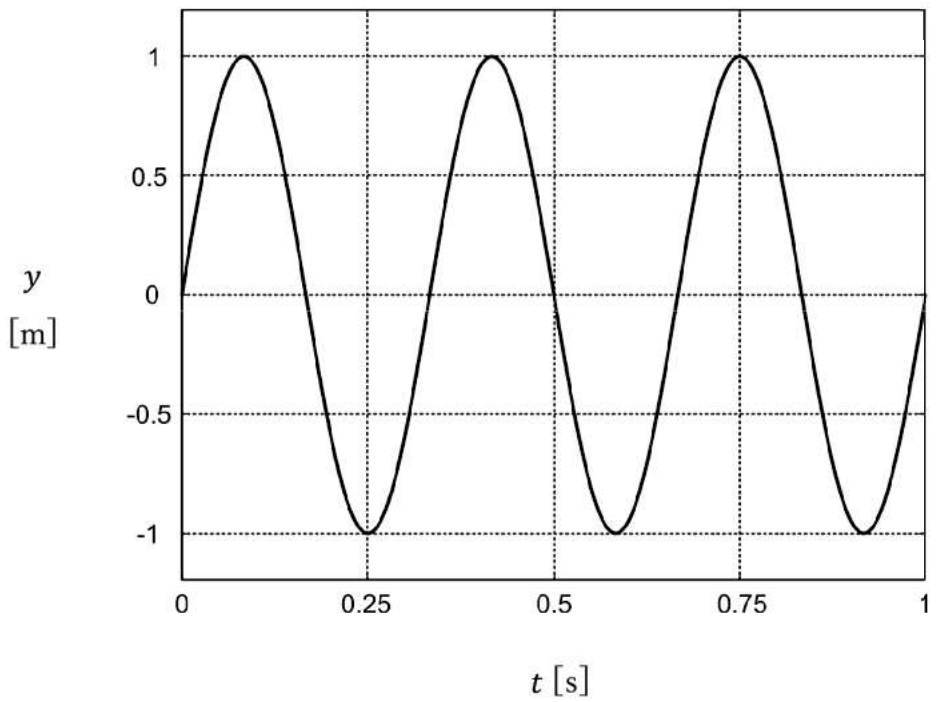

図 3-2

問題 Ⅳ

円筒容器の中に円筒容器底面と平行を保ったまま滑らかに移動できる円板Aがある。図 4-1 のように円筒容器を開放部が横になるように置くと，円板Aと円筒容器の底面との間隔は ℓ であった。なお，円筒容器は熱伝導性の良い材料で作られ，円筒容器内の気体の温度は外気温度と同じとする。また，円筒容器内に閉じ込められた気体は理想気体とし，その質量は無視でき，外気圧は一定である。重力が下向きにはたらくとして，以下の問に答えなさい。

問 1　円筒容器を開放部が上になるように立て，しばらくすると円板 A が静止した。このとき，円板 A の重さによって，閉じ込められた気体の圧力は外気圧力より 10%高くなった。このときの円板 A と円筒容器の底面との間隔を求めなさい。

問 2　再び円筒容器を横にし，図 4-2 のように，円板 A と同じ質量の円板 B を円板 A と平行に間隔が ℓ となるように入れ，開放部が上になるように立てた。しばらくすると円板 A，B とも静止した。このときの円板 A と円筒容器の底面との間隔を求めなさい。

問 3　再び円筒容器を横にして図 4-2 の状態に戻し，円板 B を固定し円筒容器を開放部が上になるように立てた。しばらくすると円板 A が静止した。このときの円板 A と円筒容器の底面との間隔を求めなさい。

問 4　開放部を上にしたまま，円板 B の固定を外し自由に移動できるようにし，外気の絶対温度を 10%上昇させた。しばらくすると円板 A，B とも静止した。このときの円板 A と円筒容器の底面との間隔を求めなさい。

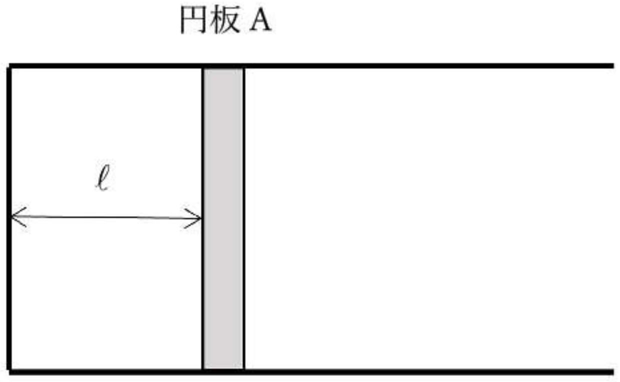

図 4-1

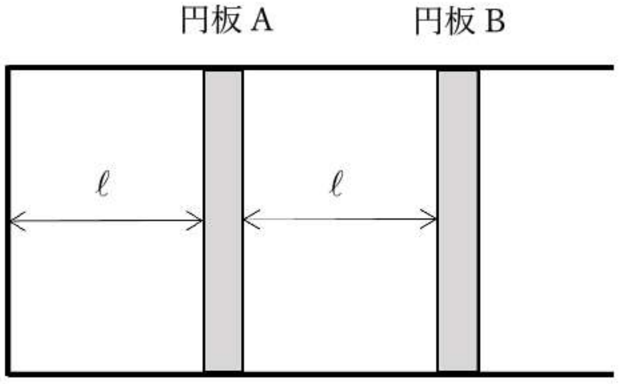

図 4-2