

山形大学

平成26年度入学者選抜試験問題

理学部物理学科
医学部医学科

理 科

(物 理)

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は1ページから6ページまでです。
- 3 問題は、第1問から第3問までの3問です。
- 4 問題の解答を、それぞれ対応した番号の解答用紙に書きなさい。
- 5 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁、解答用紙の汚れなどに気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 6 監督者の指示にしたがって、解答用紙に大学受験番号を正しく記入してください。大学受験番号が正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。
- 7 解答用紙に印刷されている注意事項をよく読み、指示にしたがって解答してください。
- 8 問題を解く際の計算があれば、途中計算も解答用紙に書いてください。
- 9 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

第1問 水平に等加速度直線運動する列車の中で行う実験について考える。図のように天井から質量 m のおもりを長さ L の糸でつるしたところ、おもりは鉛直(図の一点鎖線の方向)から θ だけ傾いたところで車内の人から見て静止した。

ここで、おもりをつるした糸は軽くて伸び縮みせず、実験中たるむことはなかったとする。また、 $0^\circ < \theta < 45^\circ$ であり、重力加速度の大きさを g とする。

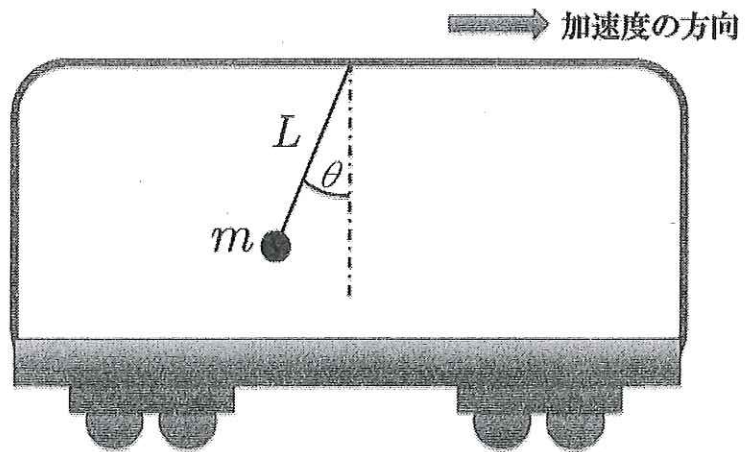
車内の人から物体の運動を見たとき、慣性力を含めて考えれば運動の法則が成り立つことを考慮して、以下の問いに答えよ。

(1) 列車の加速度の大きさを求めよ。

(2) 糸の張力の大きさを求めよ。

次に、車内の人から見ておもりが静止の位置のまわりに振動する振り子を考える。振り子は、図の紙面内で振動している。この振り子が静止の位置からなす振れ角の最大値は α であった。ただし、 $0^\circ < \alpha < 45^\circ$ とする。

(3) 車内の人から見て、おもりの速さが最大になったときのおもりの速さと糸の張力の大きさを求めよ。



第2問 図のように、鉛直上向き(紙面の裏から表向き)の一樣な磁束密度 B の磁場(磁界)中に、2本の平行な金属レールを水平に固定し、その間を抵抗値 R の電気抵抗で接続する。レール間隔 l と同じ長さの金属棒 PQ をレールと垂直にのせる。金属棒はレール上をなめらかに動くことができる。

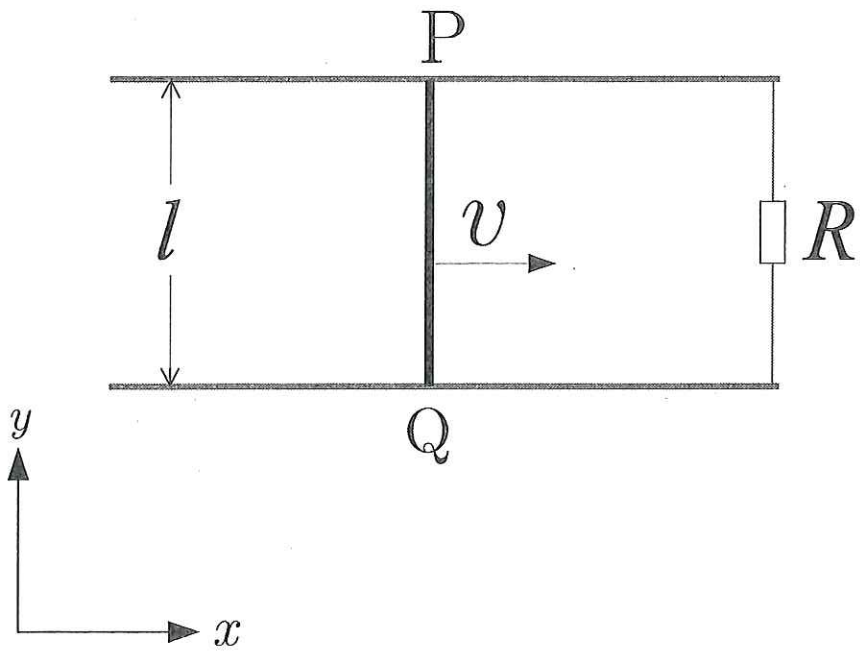
図のように、レールと平行に x 軸、垂直に y 軸をとる。金属棒を x 軸方向正の向きに一定の速さ v で動かすとき、以下の問いに答えよ。ただし、金属棒とレールの電気抵抗は無視できる。

- (1) 金属棒が時間 Δt の間に横切る磁束を求めよ。
- (2) 金属棒の運動により生じる誘導起電力の大きさを求めよ。
- (3) 金属棒を流れる電流の大きさと向きを求めよ。
- (4) 金属棒を一定の速さ v で動かすのに必要な外力の大きさを求めよ。

この金属棒 PQ 中の自由電子の運動を考える。ただし、自由電子の電荷を $-e$ 、金属棒中の単位体積あたりの自由電子の数を n 、金属棒の断面積を S とする。

- (5) 自由電子の y 軸方向の平均の速さを求めよ。
- (6) 自由電子にはたらくローレンツ力の x 軸方向の平均の大きさを求めよ。

$\odot B$



第3問 図1のように、自由に動くピストンでつながれた円筒容器A, Bがしっかりと机に固定されている。円筒容器A, Bの断面積はそれぞれ $2S$, S である。はじめに、円筒容器A, Bは絶対温度 T_0 の理想気体で満たされ、ピストンはそれぞれの円筒容器の底から距離 l の位置で静止している。このとき、円筒容器A内の気体の圧力は P_0 であった。ピストンと円筒容器の摩擦および大気の圧力は無視できるとして、以下の問いに答えよ。

(1) 円筒容器B内の気体の圧力を P_0 を用いて表せ。

次に、円筒容器A内の気体の温度を T_0 に保ったまま円筒容器B内の気体の温度を T までゆっくりと下げたところ、図2に示したようにピストンが円筒容器Bに向かって距離 x だけ移動して静止した。このとき、円筒容器A, B内の気体の圧力は減少した。

(2) 円筒容器A内の気体の圧力変化量は円筒容器B内の気体の圧力変化量の何倍か。数値で表せ。

(3) 円筒容器A内の気体の圧力を x , l および P_0 を用いて表せ。

(4) 円筒容器B内の気体の圧力を x , l , P_0 , T_0 および T を用いて表せ。

(5) x を l , T_0 および T を用いて表せ。

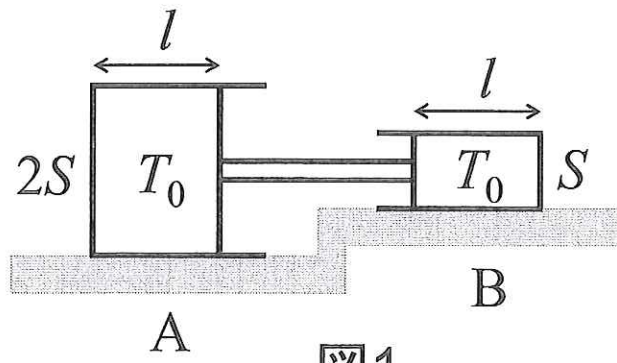


图1

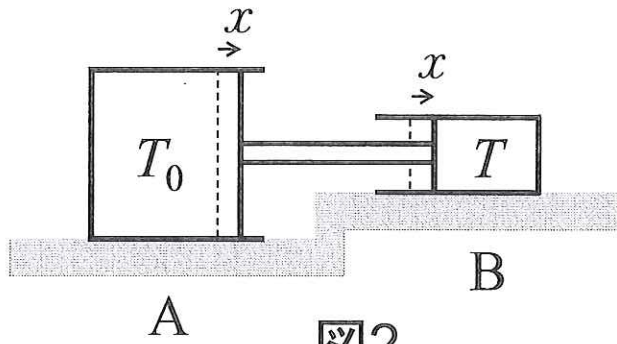


图2