

令和 7 年度学力検査問題

工学部・後期日程

物 理

ペ ー ジ	解答用紙枚数
1 ～ 7	2 枚

解答時間 120 分

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. 本冊子のページ数は上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて別紙解答用紙のそれぞれの指定の解答欄に記入すること。
4. 解答用紙 2 枚の指定された欄(計 4 箇所)に、忘れずに本学の受験番号を記入すること。
5. この問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

令和 7 年度 三重大学個別学力検査

補 足 説 明

[後期日程 物理（工学部）]

2

3 ページ 上から 7 行目

（修正前）…なお，気体 1mol 当たり…

（修正後）…なお，単原子分子の理想気体 1mol 当たり…

1 図1に示すように、エレベータの天井に長さ L [m] の糸の上端を固定し、下端に質量 m [kg] の小球をつり下げる。糸は軽くて伸び縮みせず、たるまないものとする。エレベータの床から小球までの高さは H [m] である。以下の文章中の (a) ~ (h) に当てはまる適切な数式または数値を答えよ。ただし、糸の質量、小球の大きさおよび空気抵抗は無視でき、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。また、エレベータの速度および加速度は鉛直上向きを正の向きとする。

問 1 エレベータを一定の正の加速度 a [m/s²] で鉛直上向きに運動させている状態で、糸を固定した点を含む鉛直面内で小球を左右にゆらしたところ、振幅の小さな単振り子となって振動した。単振り子の周期を、 m , L , a , g のうち必要な記号を用いて表すと (a) [s] である。

問 2 小球を静止させてから、エレベータを一定の正の加速度 β [m/s²] で鉛直上向きに運動させている状態で糸を静かに切った。糸を切った瞬間から、小球がエレベータの床に達するまでの時間を、 m , H , β , g のうち必要な記号を用いて表すと (b) [s] である。

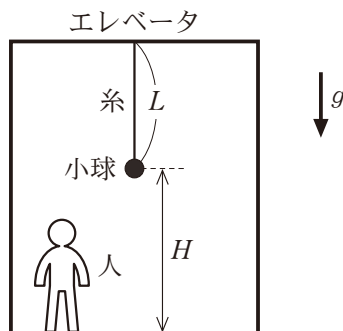


図 1

問 3 図 2 は、小球を糸でつり下げたまま、エレベータが鉛直上向きに運動したときの、糸にはたらく張力の大きさと時刻の関係を示したものである。最初、静止していたエレベータは時刻 0 s で動き始め、時刻 $9T(\text{s})$ で再び静止した。図 2 において k および k' は正の定数であり、 $0 < k' < 1 < k < 3$ である。

時刻 T において、エレベータ内の人から見た場合には、小球に重力、張力および慣性力がはたらいて力がつり合っていると考えることができる。この慣性力の大きさを、 k 、 m 、 g を用いて表すと (c) $[\text{N}]$ である。

時刻 T および $3T$ におけるエレベータの加速度を、数値または k 、 m 、 g のうち必要な記号を用いて表すとそれぞれ (d) および (e) $[\text{m/s}^2]$ である。また、時刻 $7T$ におけるエレベータの加速度を、 k' 、 m 、 g のうち必要な記号を用いて表すと (f) $[\text{m/s}^2]$ である。

エレベータが時刻 0 s で動き始めてから時刻 $9T$ で静止するまでの速度の変化より、定数 k' を、 k を用いて表すと $k' =$ (g) である。

エレベータが時刻 0 s で動き始めてから時刻 $9T$ で静止するまでに移動する距離を、 k 、 m 、 T 、 g のうち必要な記号を用いて表すと (h) $[\text{m}]$ である。

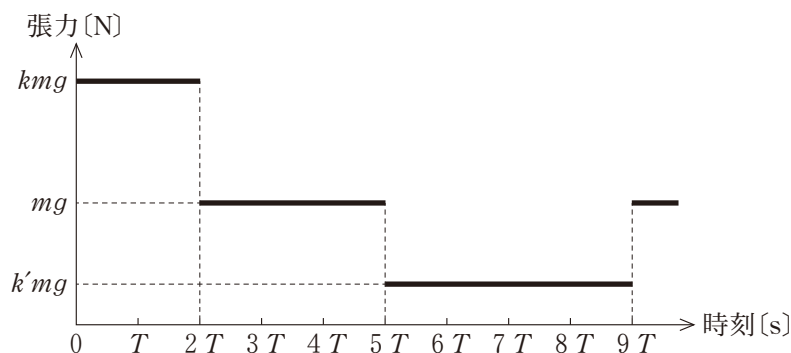


図 2

2 図1に示すように、なめらかに動くピストンにより、単原子分子の理想気体を閉じ込めた容器が水面に浮かんでいる。気体を含めた容器の全質量を M [kg] とする。ピストンの断面積は S [m²] であり、質量は無視できる。このとき、気体の圧力は p_0 [Pa]、絶対温度は T_0 [K] であった。容器の断面積はピストンと同じとする。水の密度を ρ [kg/m³]、重力加速度の大きさを g [m/s²]、気体の密度は水の密度に比べ十分に小さいとする。

なお、気体 1 mol 当たりの内部エネルギーは、気体定数 R [J/(mol・K)]、絶対温度 T [K] の時、 $\frac{3}{2}RT$ [J] であることが知られている。また、理想気体の断熱変化において、気体の圧力 p [Pa] と体積 V [m³] の関係は、比熱比 γ ($\gamma > 1$) を用いて $pV^\gamma = \text{一定}$ となることが知られており、気体の絶対温度 T と体積 V の関係は、 $TV^{\gamma-1} = \text{一定}$ となることが知られている。

問 1 容器底面からピストンの下端までの高さは h_0 [m] であった。水面からピストンの下端までの高さ b_0 [m] を求めよ。ただし、解答は S , p_0 , T_0 , ρ , g , γ , R , h_0 , M から必要な記号を用いて答えよ。

ピストンに質量 m [kg] のおもりをのせたところ、図2に示すように、水面からピストンの下端までの高さは b_1 [m] になった。容器内の気体が断熱変化したと考える場合、以下の問いに答えよ。ただし、解答は S , p_0 , T_0 , ρ , g , γ , R , h_0 , m , b_0 から必要な記号を用いて答えよ。

問 2 容器内の気体の圧力 p_1 [Pa] を求めよ。

問 3 容器底面からピストンの下端までの高さ h_1 [m] を求めよ。

問 4 水面からピストンの下端までの高さ b_1 [m] を求めよ。

問 5 容器内の気体の温度 T_1 [K] を求めよ。

問 6 容器内の気体の内部エネルギーの増加量を求めよ。

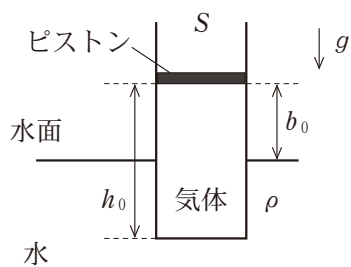


図 1

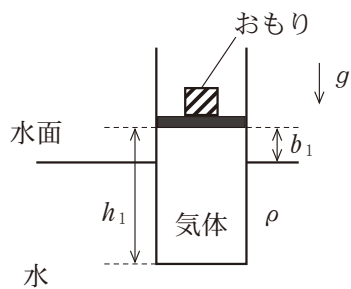


図 2

3 以下の文章中の (ア) ～ (キ) に当てはまる適切な数式または数値を答えよ。ただし、音速を V [m/s] とし、風の影響はないものとする。

図1に示すように水平面上に振動数 f_0 [Hz] の音波を発生する音源が設置されている。音源から発せられた音波の波長は (ア) [m] となる。つぎに、反射板をのせた台車を、音源より離れた位置に設置し、音源に向かって一定の速さ v_1 [m/s] で近づけた。ただし、 $v_1 < V$ とする。このとき、反射板における音波の振動数は V , v_1 , f_0 を用いて (イ) [Hz] と表すことができる。さらに、音波は反射板で反射した後、音源に向い、音源と台車の間で観測される音波の振動数は V , v_1 , f_0 を用いて (ウ) [Hz] と表すことができる。このとき、うなりが観測された。1秒あたりのうなりの回数 N_1 [回] を V , v_1 , f_0 を用いて表すと (エ) [回] となる。この関係を利用し、音源が発生する音波の振動数 f_0 と、音源における1秒あたりのうなりの回数 N_1 が観測できれば台車の速さ v_1 を推定することができる。音速 V が 340 m/s、音源の振動数 f_0 が 338 Hz、音源で観測された1秒間あたりのうなりの回数 N_1 が4回であったとき、台車の速さ v_1 は (オ) [m/s] と推定できる。

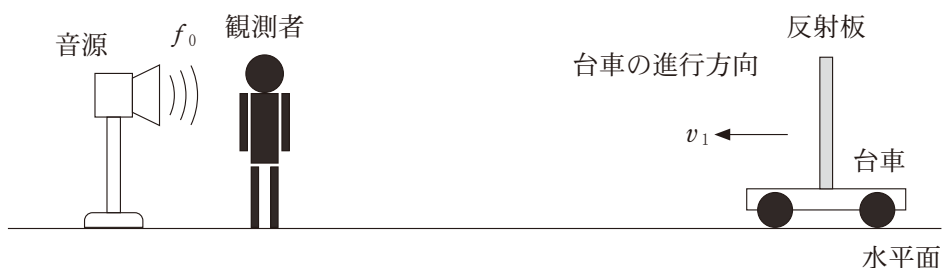


図1

つぎに、図2に示すように、音源と反射板を結ぶ直線と、台車の進行方向とのなす角が θ [°] である場合について考える。反射板は常に音源に対して正面を向くように回転し、台車が一定の速さ v_2 [m/s] で移動しているとき、音源で観測される1秒あたりのうなりの回数 N_2 [回] は V , v_2 , f_0 , θ を用いて

(カ) [回]と表すことができる。この関係から音速 V が 340 m/s 、音源の振動数 f_0 が 338 Hz 、音源で観測される 1 秒間あたりのうなりの回数 N_2 が 4 回、 θ が 60° であるときの台車の速さ v_2 は (キ) [m/s] と推定できる。

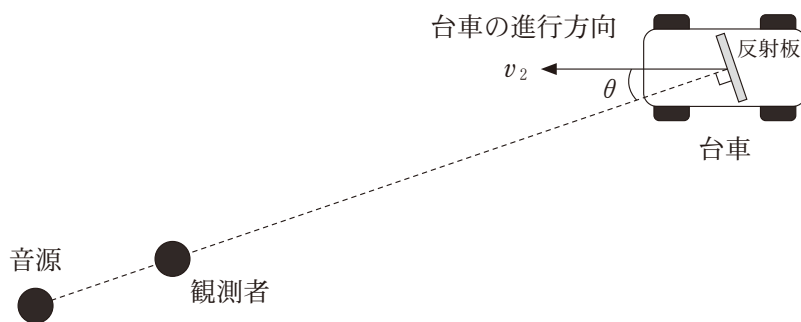


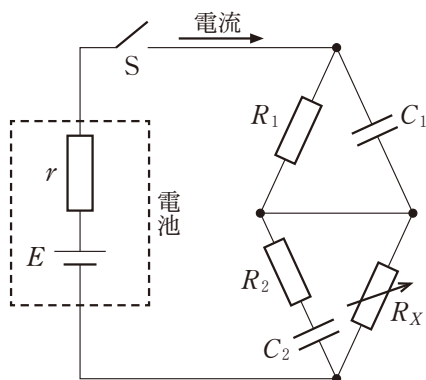
図 2

4 以下の文章中の (I) ～ (IX) に当てはまる適切な数式を答えよ。ただし、(V) は R_X を用いずに答えよ。

図に示すように、電圧 E [V] の起電力、抵抗値 r [Ω] の内部抵抗を持つ電池、抵抗値 R_1 , R_2 [Ω] の抵抗、電気容量 C_1 , C_2 [F] のコンデンサー、抵抗値 R_X [Ω] の可変抵抗およびスイッチ S からなる回路がある。最初 S は開いており、コンデンサーに電荷は蓄えられていないものとする。また、配線の抵抗は無視するものとする。

矢印の方向を電流の正の向きとしたとき、 S を閉じた直後に r [Ω] の内部抵抗に流れる電流は (I) [A] となる。次に S を閉じて十分に時間が経過したときの r [Ω] の内部抵抗に流れる電流は (II) [A] となり、 R_X [Ω] の可変抵抗で消費される電力は (III) [W] となる。このとき R_X [Ω] の可変抵抗で消費される電力が最大となるのは $R_X =$ (IV) [Ω]、電力は (V) [W] となる。

S を閉じて十分に時間が経過したとき、 C_1 [F] のコンデンサーに蓄えられている電気量は (VI) [C] となり、 C_2 [F] のコンデンサーに蓄えられている電気量は (VII) [C] となる。この後 S を開き、十分に時間が経過するまでに R_1 [Ω] の抵抗で消費されたエネルギーは (VIII) [J] となり、 R_X [Ω] の可変抵抗で消費されたエネルギーは (IX) [J] となる。



図