

|      |  |
|------|--|
| 受験番号 |  |
|------|--|

平成21年度  
編入学選抜学力検査問題表紙

理 科 (物 理)

| 総 得 点 |  |
|-------|--|
|       |  |

(注 意)

- 1 検査問題用紙は指示のあるまで開かないこと。
- 2 検査問題用紙は 1 ページから 6 ページまでである。  
検査開始の合図のあとで確かめること。
- 3 定規、コンパス、物差し、分度器および計算機は用いないこと。
- 4 受験番号は検査問題表紙及び全ての検査問題用紙に記入すること。

久留米工業高等専門学校

平成21年度編入学者選抜学力検査問題

受験番号

理 科 ( 物 理 )

1. 以下の各問いに答えよ。【20 点】

- (1) 熱容量の無視できる容器に入った  $25^{\circ}\text{C}$  の水  $150\text{g}$  の中に、 $80^{\circ}\text{C}$  の金属球  $70\text{g}$  を入れ、しばらくすると、温度が  $30^{\circ}\text{C}$  で一定となった。金属の比熱はいくらか。水の比熱を  $4.2\text{J/g}\cdot\text{K}$  とし、外部との熱の出入りはないものとする。

| 得 | 点 |
|---|---|
|   |   |

- (2) 静止している観測者から音源が  $20\text{m/s}$  で遠ざかっているとき、観測者には  $680\text{Hz}$  の振動数の音が聞こえた。この音源が静止したとき、静止している観測者に聞こえる音の振動数はいくらか。音速を  $340\text{m/s}$  とする。

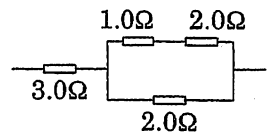


図 1

- (3) 4 個の電気抵抗を図 1 のように接続したとき、合成抵抗は何  $\Omega$  か。

- (4) なめらかな水平面上で、一直線上を質量  $50\text{g}$  の物体 A と質量  $25\text{g}$  の物体 B が、図 2 のように進み、衝突した。A と B の間のはね返り係数(反発係数)が  $0.50$  のとき、衝突後の B の進む向きとその速さを求めよ。向きは図の左向きか右向きで答え、解答欄の左か右を○で囲むこと。また、速さは正の値で答えること。

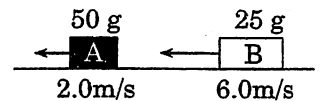


図 2

|     |         |     |      |     |     |     |     |       |
|-----|---------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-------|
| (1) |         | (2) |      | (3) |     | (4) | 左・右 |       |
|     | [J/g·K] |     | [Hz] |     | [Ω] |     |     | [m/s] |

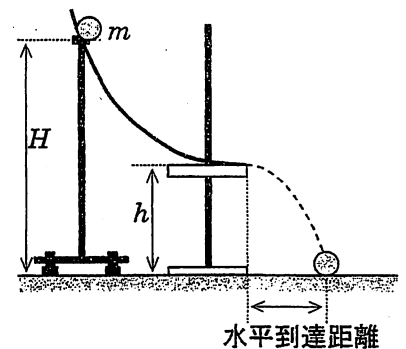
2. 水平な床の上に、高さ  $H[\text{m}]$  に固定したスタンドと、高さを変えられる台(高さ  $h[\text{m}]$  とする)を置き、これらにレールを固定してすべり台を作った(下図)。このレールの上に質量  $m[\text{kg}]$  の小球を静かにおくと、小球は転がらずにすべり、台から水平に飛び出した。小球とレールや台との間に摩擦はないとして、以下の各問いに答えよ。重力加速度  $g[\text{m/s}^2]$ 、および、 $m$ 、 $H$ 、 $h$  を用いて答えること。【20 点】

| 得 | 点 |
|---|---|
|   |   |

- (1) 小球が台から飛び出すときの速さを求めよ。

- (2) 小球が、高さ  $h$  の台を飛び出してから、床に落下するまでの時間を求めよ。

- (3) 水平到達距離を求めよ。



- (4)  $h$  を  $H$  の何倍にすれば、水平到達距離が最大になるか。

|     |       |     |     |     |     |     |   |
|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| (1) |       | (2) |     | (3) |     | (4) |   |
|     | [m/s] |     | [s] |     | [m] |     | 倍 |

3. それぞれの質量が  $5m$  [kg]、 $2m$  [kg]、 $3m$  [kg] の小球 A、B、C を、なめらかに回転する定滑車を介して図 1 のようにつなぐ。A と B を結ぶ糸の長さを  $h$  [m] とする。最初、小球と滑車が図 1 の状態で動かないように固定していた。その後、小球と滑車が動く状態にすると、小球は初速度  $0$  m/s、一定の加速度で運動した。小球が動き始めたときを時刻  $0$  とし、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、以下の各問いに答えよ。ただし、定滑車は質量を無視できるほど軽く、糸は軽くて伸び縮みしないものとする。また、(2)～(4)では、 $m$ 、 $g$ 、 $h$  のなかから必要な文字を用いて答えること。【40 点】

| 得 | 点 |
|---|---|
|   |   |

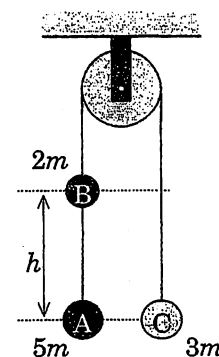


図 1

- (1) 3 つの小球に生じる加速度を  $a$  [m/s<sup>2</sup>]、A と B を結ぶ糸の張力の大きさを  $T_1$  [N]、B と C を結ぶ糸の張力の大きさを  $T_2$  [N] とし、各小球で成り立つ運動方程式を示せ。

- (2) 運動方程式を解いて、 $a$ 、 $T_1$ 、 $T_2$  を求めよ。

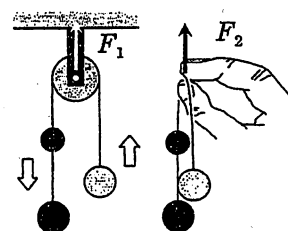


図 2a

図 2b

- (3) 時間が経過し、小球が運動しているときに、定滑車の軸が支える力の大きさを  $F_1$  [N] (図 2a) とする。また、糸でつながった小球を持ち、静止した状態で支えるときの力の大きさを  $F_2$  [N] (図 2b) とする。 $F_1$  と  $F_2$  では、どちらがどれだけ大きい。ただし、 $F_1$  と  $F_2$  が等しい場合は、解答欄の  $F_1$ 、 $F_2$  を  $\bigcirc$  で囲まずに、大きさを記入する部分に  $0$  と書くだけでよい。

- (4) 図 3 のように B と C がすれ違うとき、小球の速さは何 m/s になっているか。

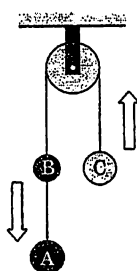


図 3

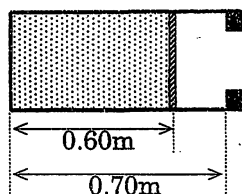
|     |                              |                |                |
|-----|------------------------------|----------------|----------------|
| (1) | A:                           | B:             | C:             |
| (2) | $a =$<br>[m/s <sup>2</sup> ] | $T_1 =$<br>[N] | $T_2 =$<br>[N] |
| (3) | $F_1$ が<br>$F_2$ [N]         | だけ大きい。         | (4)<br>[m/s]   |

# 平成21年度編入学者選抜学力検査問題

受験番号

理 科 ( 物 理 )

4. 断面積が  $8.0 \times 10^{-4} \text{m}^2$  の円筒形のシリンダーに、なめらかに動くピストンを取り付けて大気中に水平に置く。シリンダーには、底から  $0.70\text{m}$  の位置に、ピストンの動きを止めるストッパーがついている。このシリンダー内に、単原子分子理想気体を封入し、次のように変化させた。なお、この封入された気体のことを、これ以降、単に気体とよぶことにする。



| 得 | 点 |
|---|---|
|   |   |

初め、気体の絶対温度は  $300\text{K}$  で、ピストンはシリンダーの底から  $0.60\text{m}$  の位置で静止していた(状態Aとよぶ)。この気体の温度を上げると、ピストンがストッパーの位置にまで移動し、静止した(状態Bとよぶ)。ただし、状態Bではピストンはストッパーから力を受けていない。さらに気体の温度を上げたところ、ある温度においてストッパーが壊れた。

以下の各問いに答えよ。ただし、大気圧を  $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$  とし、ピストンの厚さは考慮しないものとする。【30 点】

- (1) 状態Aにおける気体の状態方程式を用いて、気体のモル数  $n[\text{mol}]$  と気体定数  $R[\text{J/mol} \cdot \text{K}]$  の積  $nR$  の値を求めよ。

- (2) 状態Bにおける気体の絶対温度を求めよ。

- (3) 状態Aから状態Bへ変化する過程における、以下の量をそれぞれ求めよ。

- (i) 気体が外部に対してした仕事  $W[\text{J}]$
- (ii) 気体の内部エネルギーの変化量  $\Delta U[\text{J}]$
- (iii) 気体が吸収した熱量  $Q[\text{J}]$

- (4) ストッパーが壊れた瞬間における、気体の絶対温度を求めよ。ただし、このストッパーは、 $16\text{N}$  以上の大きさの力が加わると壊れるものとする。

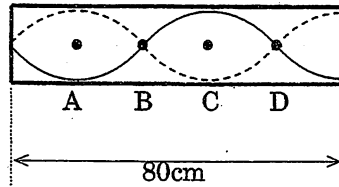
|     |       |              |       |
|-----|-------|--------------|-------|
| (1) |       | (2)          |       |
|     | [J/K] |              | [K]   |
| (3) | $W =$ | $\Delta U =$ | $Q =$ |
|     | [J]   | [J]          | [J]   |
| (4) |       |              |       |
|     |       |              | [K]   |

平成21年度編入学選抜学力検査問題

受験番号

理 科 ( 物 理 )

5. 長さが 80cm の閉管の開口部にスピーカーを置き、ある振動数の音を出すと、閉管内の気柱が共振をおこした。図中の実線は、ある瞬間における気体の変位をあらわしたもので、右向きの変位を上向きに、左向きの変位を下向きに変えてあらわしてある。実線の状態から  $1.0 \times 10^{-8}$  秒経過すると、気体の変位は初めて点線の状態となった。【15 点】



| 得 | 点 |
|---|---|
|   |   |

(1) 実線の状態と点線の状態を比較して、気体の密度が最も大きく変化した場所を、図中の A～D より全て選べ。

(2) 気柱に生じた定常波の波長は何 cm か。ただし、開口端は定常波の腹になっているものとする。

(3) 気柱を伝わる音の速さは何 m/s か。

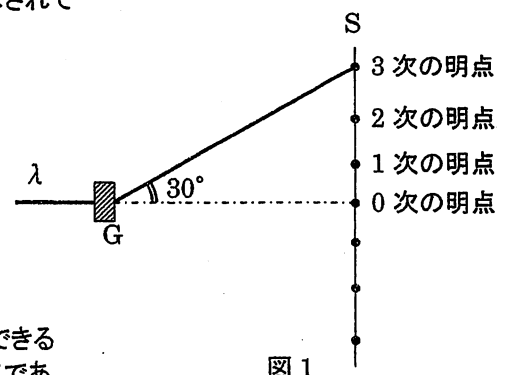
|     |      |       |
|-----|------|-------|
| (1) | (2)  | (3)   |
|     |      |       |
|     | [cm] | [m/s] |

6. 真空中での波長  $\lambda$  が  $6.5 \times 10^{-7}$  m のレーザー光線を、真空中で、ある回折格子 G に垂直に入射させると、G と平行に置かれたスクリーン S 上に明点が生じた(図 1)。光線の入射方向に生じた明点を 0 次の明点とよび、これに近いものから順に、1 次、2 次、3 次の明点とよぶ。3 次の明点の方向が光線の入射方向となす角は  $30^\circ$  である。図 2 には、回折格子の隣り合った 2 つのスリット(間隔を  $d$  [m] とする)に同位相で入射し、3 次の明点を生じさせる 2 つの平行光線(光 a および光 b)の経路の一部が示されている。【15 点】

| 得 | 点 |
|---|---|
|   |   |

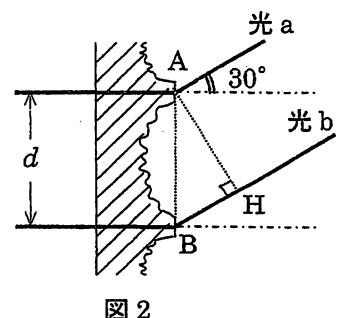
(1) 図 2 の線分 BH の長さは波長  $\lambda$  の何倍か。

(2)  $d$  を求めよ。



次に、G と S の間の空間を、絶対屈折率( $n$  とあらわす)の値を変化させることのできる物質で満たし、 $n$  の値を 1 からしだいに大きくしていったところ、はじめ 3 次の明点であった場所はいったん暗くなり、 $n$  がある値  $n_0$  のとき、再び明点となった。

(3)  $n_0$  を求めよ。



|     |       |         |
|-----|-------|---------|
| (1) | (2)   | (3)     |
|     | $d =$ | $n_0 =$ |
| 倍   | [m]   |         |

# 平成21年度編入学者選抜学力検査問題

受験番号

理 科 ( 物 理 )

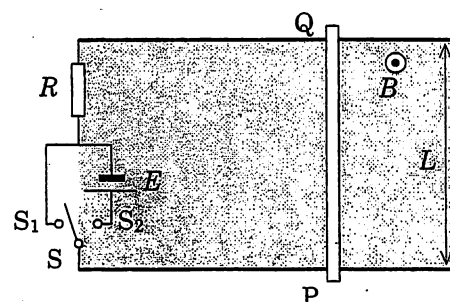
7. 水平面に置かれた間隔が  $L$  [m] の 2 本の十分長い平行導線に、図のように抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の電気抵抗、スイッチ  $S$ 、起電力  $E$  [V] の内部抵抗を無視できる電池を接続し、平行導線の中央に質量  $m$  [kg] の導体棒  $PQ$  を渡した。この回路を、磁束密度  $B$  [ $\text{Wb}/\text{m}^2$ ] の一様な磁界が紙面に垂直で裏から表の向きに貫いている(図の灰色部)。この状態から、以下の【A】の操作をした場合と、【B】の操作をした場合のそれぞれについて、後の問いに答えよ。ただし、棒は平行導線と垂直を保ちながら、なめらかに移動するものとする。【30 点】

| 得 | 点 |
|---|---|
|   |   |

【A】スイッチ  $S$  を  $S_1$  の方に倒し、棒を図の右に向かって一定の速さ  $v_0$  [m/s] で動かした。

(1) 誘導起電力によって棒に電流が流れる。棒に流れる電流の大きさと向きを求めよ。向きは、解答欄の  $P \rightarrow Q$  または  $Q \rightarrow P$  のうち正しい方を○で囲め。

(2) 棒が磁場から受ける力の大きさと向きを求めよ。向きは、図の左または右で答え、解答欄の正しい方を○で囲め。



(3) (2) で求めたように、棒は磁場から力を受けるので、棒を一定の速さで動かすためには、外力を加え続けなければならない。この外力が棒に対してする仕事率を求めよ。

【B】スイッチ  $S$  を  $S_2$  側に倒したところ、静止していた棒が動き出した。

(4) 動き出す瞬間に、棒に流れる電流の大きさと向きを求めよ。

(5) 棒がある速さ  $v$  [m/s] になったとき、棒に流れる電流の大きさを求めよ。

(6) 十分長い時間がたつと棒の速さは一定になった。その速さを求めよ。

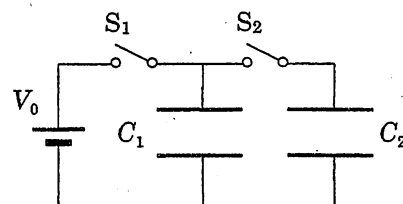
|     |     |                                             |     |     |             |     |       |
|-----|-----|---------------------------------------------|-----|-----|-------------|-----|-------|
| (1) | [A] | $P \rightarrow Q$<br>.<br>$Q \rightarrow P$ | (2) | [N] | 左<br>.<br>右 | (3) | [W]   |
| (4) | [A] | $P \rightarrow Q$<br>.<br>$Q \rightarrow P$ | (5) | [A] |             | (6) | [m/s] |

8. それぞれの電気容量が  $C_1$  [F]、および  $C_2$  [F] の 2 つのコンデンサー1 およびコンデンサー2と、起電力  $V_0$  [V] の電源が、スイッチ  $S_1$ 、 $S_2$  を介して図のようにつながれている。はじめ、いずれのコンデンサーにも電気は蓄えられておらず、また、 $S_1$ 、 $S_2$  はいずれも開いた状態である。以下の問いに答えよ。【30 点】

| 得 | 点 |
|---|---|
|   |   |

まず、 $S_2$  は開いたままで、 $S_1$  を閉じてコンデンサー1 を充電する。

- (1) このとき、コンデンサー1 に蓄えられる電気量  $Q$  [C]、および、静電エネルギー  $U$  [J] をそれぞれ  $C_1$  および  $V_0$  を用いてあらわせ。



次に、 $S_1$  を開いた後、 $S_2$  を閉じる。十分長い時間が経過し、定常状態になったとき、コンデンサー1 およびコンデンサー2 に蓄えられている電気量をそれぞれ  $Q_1$  [C] および  $Q_2$  [C] とする。

- (2)  $S_2$  を閉じる前後において 2 つのコンデンサーに蓄えられた電気量を比較することにより、 $Q$ 、 $Q_1$  および  $Q_2$  の間に成り立つ関係式を求めよ。

- (3)  $S_2$  を閉じた後の定常状態における各コンデンサーの両極間の電位差を比較することにより、 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $Q_1$ 、 $Q_2$  の間に成り立つ関係式を求めよ。

- (4) 以上の結果を用いて、 $Q_1$  および  $Q_2$  を  $C_1$ 、 $C_2$  および  $V_0$  であらわせ。

- (5)  $S_2$  を閉じた後の定常状態で 2 つのコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーの和は、(1) で求めた静電エネルギーの何倍か。

|     |         |         |     |     |
|-----|---------|---------|-----|-----|
| (1) | $Q =$   | $U =$   | (2) | (3) |
|     | [C]     | [J]     |     |     |
| (4) | $Q_1 =$ | $Q_2 =$ | (5) | 倍   |
|     | [C]     | [C]     |     |     |