

平成 28 年度入学者選抜学力検査問題

- 13 時 00 分 — 14 時 30 分 **地域デザイン科学部志願者** (社会基盤デザイン学科を志願した者)
- 13 時 00 分 — 14 時 30 分 **工学部志願者** (機械システム工学科・電気電子工学科・情報工学科を志願した者)
- 13 時 00 分 — 15 時 30 分 **工学部志願者** (応用化学科を志願した者)
- 13 時 00 分 — 14 時 30 分 **農学部志願者** (生物資源科学科・森林科学科を志願した者)

理 科 (本文 29 ページ)

{ 注意 }

1. 検査開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけない。
2. 「受験番号」は、解答用紙の受験番号欄に忘れずに記入すること。
3. この問題冊子には、「物理 1 頁～7 頁(4 問題)」、「化学 8 頁～21 頁(4 問題)」、「生物 22 頁～29 頁(3 問題)」の 3 科目の問題がある。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は、申し出ること。
4. 解答は、必ず解答用紙の解答欄に記入すること。所定の欄以外に記入したものは、無効である。
5. **地域デザイン科学部**「社会基盤デザイン学科」の志願者は、物理の第 1 問～第 4 問を解答すること。
6. **工学部**「機械システム工学科・電気電子工学科・情報工学科」の志願者は、物理の第 1 問～第 4 問を解答すること。「応用化学科」の志願者は、化学の第 1 問～第 4 問を解答すること。
7. **農学部**「生物資源科学科」の志願者は、届け出た 1 科目を選択し、化学は第 1 問～第 2 問を、生物は第 1 問～第 3 問を解答すること。「森林科学科」の志願者は、届け出た 1 科目を選択し、物理は第 1 問～第 3 問を、化学は第 1 問～第 2 問を、生物は第 1 問～第 3 問を解答すること。
8. 問題または解答用紙に指示がある場合は、必ず計算過程も記入すること。
9. 計算用紙は別に配付しないので、問題冊子の余白を使うこと。

物 理

(答えは解答用紙の所定欄に記入せよ。)

第1問 図1のように、なめらかで水平な床面上の点Oの鉛直上方 h_0 の位置から、質量 m の小球を水平右向きに速さ v_0 で発射した。このときの時刻を $t = 0$ とする。小球はA点で床と衝突してはね上がり、H点で最高点に達し、B点で再び床に衝突した。その後、小球は、はね上がりと衝突を繰り返した。小球の大きさおよび空気抵抗は無視できるものとし、小球と床との間の反発係数(はね返り係数)を e 、重力加速度の大きさを g 、位置エネルギーの基準面を床面とする。以下の問いに答えよ。

問1 時刻 $t = 0$ における小球の力学的エネルギー E_0 を求めよ。

問2 OA間の距離 l_0 を求めよ。

問3 AB間の距離を $2l_1$ 、AB間で小球が達する最高点Hの高さを h_1 とする。
 l_1 および h_1 を求めよ。

問4 小球と床との n 回目の衝突から $n + 1$ 回目の衝突までの距離の半分 l_n を求めよ。また、小球が床と n 回目の衝突後に達する最高点の高さ h_n も求めよ。 n は1以上とする。

問5 図2は、小球の力学的エネルギー E の時間変化を示している。このグラフを調べたところ、図中に示された3つの時刻の間に $t_A + t_B = t_C$ の関係があることがわかった。反発係数 e を求めよ。また、このときの図中の E_2 を求めよ。

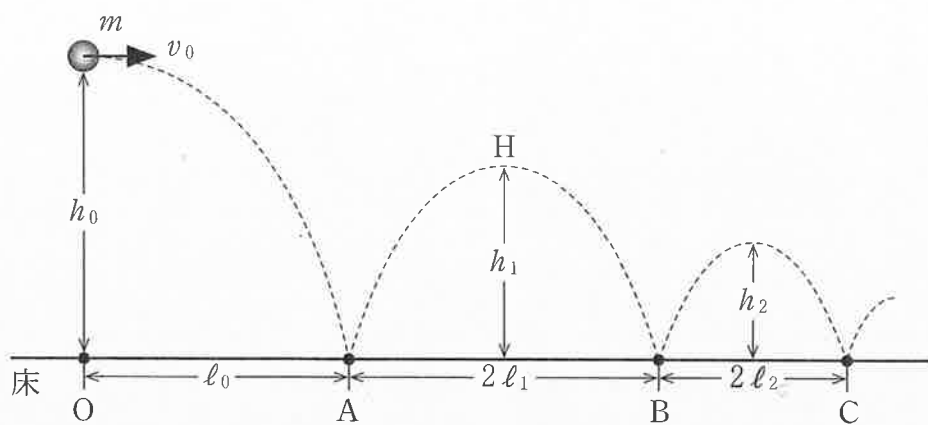


图 1

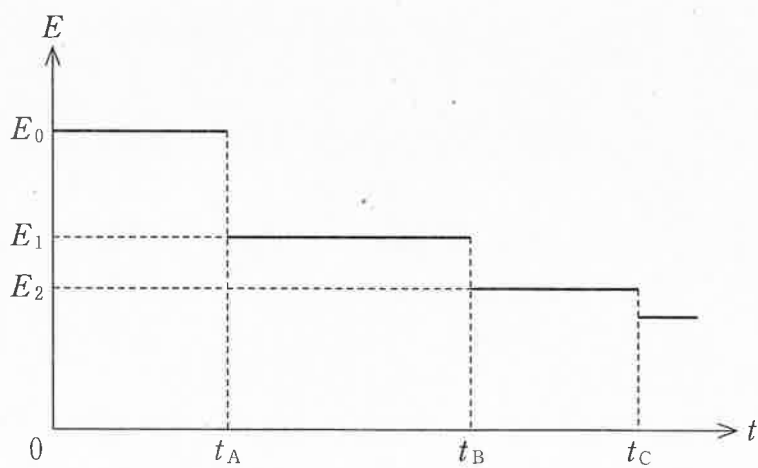


图 2

第2問 図1のような周期的な連続波が、 x 軸に沿って正の向きに速さ 2 m/s で進んでおり、この図は時刻 $t = 0\text{ s}$ での波形を表している。このとき次の問いに答えよ。ただし、進行や反射に伴う波の減衰はないものとする。

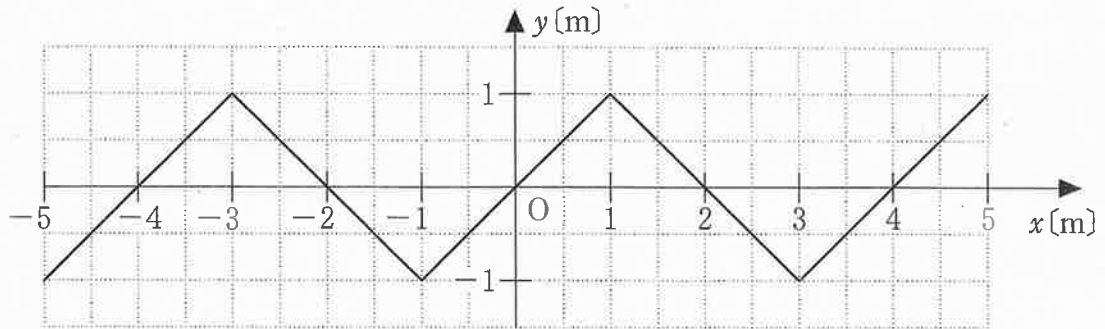


図1

問1 図1に示した波の波長[m]、振幅[m]、周期[s]を求めよ。

問2 図1に示した波の $x = 0\text{ m}$ における $t = 0.5\text{ s}$ での変位 $y_1\text{ [m]}$ を求めよ。

また、 $x = 0\text{ m}$ における変位 $y\text{ [m]}$ の時間変化を、 $0\text{ s} \leq t \leq 3\text{ s}$ の範囲で解答欄のグラフに実線で描け。

問 3 図 2 のように、 $x = 4 \text{ m}$ に x 軸に垂直な壁が置かれ、そこで図 1 に示した波が自由端反射するものとする。この場合、 $t = 0.25 \text{ s}$ における反射波の波形を $0 \text{ m} \leq x \leq 4 \text{ m}$ の範囲で解答欄のグラフに実線で描け。また、 $t = 0.25 \text{ s}$ における $x = 2 \text{ m}$ での反射波の変位 $y_2 [\text{m}]$ を求めよ。ただしグラフの破線は、図 1 に示した波の $t = 0.25 \text{ s}$ における波形を示している。

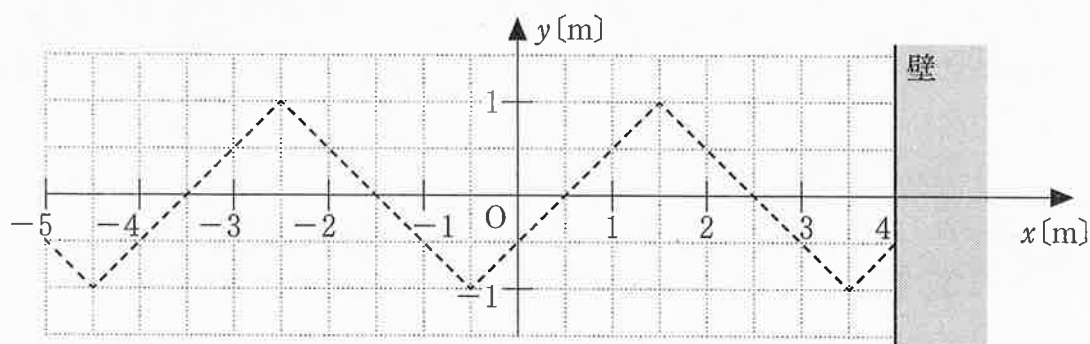


図 2

問 4 問 3 の場合に発生する定常波の $t = 0.25 \text{ s}$ における波形を、 $0 \text{ m} \leq x \leq 4 \text{ m}$ の範囲で解答欄のグラフに実線で描け。また、壁に最も近い節の位置 $x_1 [\text{m}]$ を求めよ。

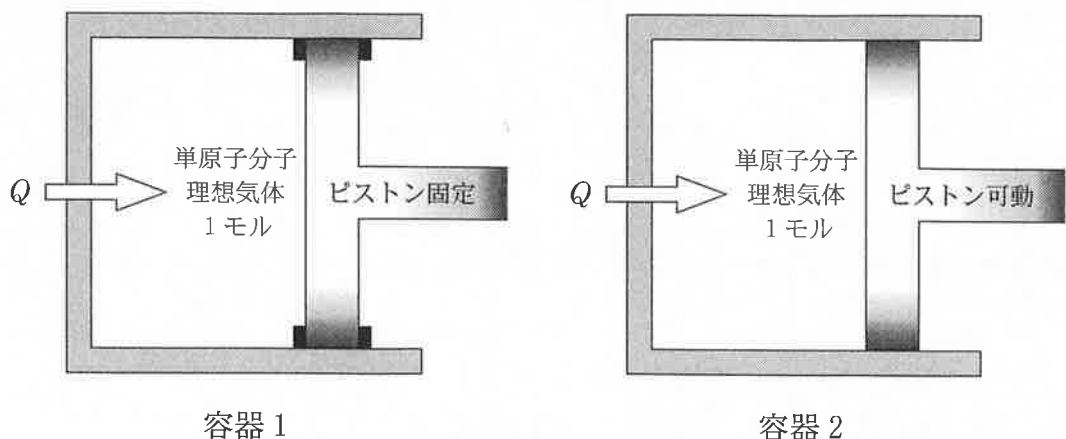
第3問 1モルの単原子分子理想気体が、図に示すようにシリンダーとピストンからなる2種類の容器に入っている。理想気体の気体定数を R 、定積モル比熱を C_v 、定圧モル比熱を C_p とし、ピストンの重さは無視できるほど軽く、ピストンとシリンダーとの摩擦、熱容量は無視でき、容器は断熱材で作られているものとして、次の問いに答えよ。

問1 容器1では、ピストンは固定され、容器1に入っている理想気体に熱量 Q を加えた。加熱により内部エネルギーは ΔU_1 、温度は ΔT_1 だけ変化した。このとき、以下の設問に答えよ。

- (1) この場合の理想気体の状態変化は何というか答えよ。
- (2) 内部エネルギーの変化 ΔU_1 と熱量 Q との関係式を求めよ。
- (3) 内部エネルギーの変化 ΔU_1 が $aR\Delta T_1$ であるとき、定積モル比熱 C_v と定圧モル比熱 C_p を求めよ。ただし、 a は正の定数である。

問2 容器2では、ピストンは自由に動くことができ、容器2に入っている理想気体に熱量 Q を加えた。加熱により体積は ΔV_2 、温度は ΔT_2 だけ変化した。容器内の圧力 p は一定であった。このとき、以下の設問に答えよ。

- (1) この場合の理想気体の状態変化は何というか答えよ。
- (2) 理想気体が外部にした仕事 W_2 と体積変化 ΔV_2 との関係式を求めよ。
- (3) 変化した温度 ΔT_2 を熱量 Q と圧力 p を含む式として求めよ。
- (4) 体積変化 ΔV_2 と温度変化 ΔT_2 との比 $\Delta V_2 / \Delta T_2$ を求めよ。



図

第4問 以下の問い(問1および問2)に答えよ。

問1 図1に示すように起電力 E [V] の電池，抵抗値 R [Ω] の抵抗，自己インダクタンス L [H] のコイル，容量 C [F] のコンデンサー，スイッチ1，スイッチ2からなる回路がある。コイルの両端にオシロスコープを接続してコイルにかかる電圧波形を観測できるようにしている。

- (1) はじめスイッチ1，スイッチ2はいずれも開いており，コンデンサーは電荷が蓄えられていない状態とする。スイッチ1を閉じた瞬間にコンデンサーに流れる電流 I_0 を求めよ。
- (2) スwitch1を閉じてからしばらく時間が経過した。スイッチ2は開いているものとする。このときコンデンサーに蓄えられている電荷 Q [C] を求めよ。
- (3) コンデンサーに電荷が蓄えられている状態でスイッチ1を開け，次いでスイッチ2を閉じると，オシロスコープの画面に振動波形が現れた。この振動波形の周波数 F_0 [Hz] を求めよ。

問2 図2に示すように，図1のコンデンサーを直列に接続された2つのコンデンサーに置き換えた。いずれも面積 S [m²] の極板を用いた平行板コンデンサーである。コンデンサー1の極板間隔は d [m] であり極板間は真空である。コンデンサー2の極板間隔は x [m] であり極板間は誘電体で満たされている。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]，誘電体の誘電率を ϵ [F/m] とする。

- (1) コンデンサー1の容量 C_1 [F]，コンデンサー2の容量 C_2 [F] のそれぞれを S ， d ， x ， ϵ_0 ， ϵ の中から必要なものを用いて表せ。
- (2) コンデンサー1，コンデンサー2の合成容量 C_s [F] を S ， d ， x ， ϵ_0 ， ϵ の中から必要なものを用いて表せ。

(3) 図2のスイッチ2を開けた状態でスイッチ1を閉じ、じゅうぶんな時間が経過したのちスイッチ1を開け、次いでスイッチ2を閉じるとオシロスコープには振動波形が観測される。この振動波形の周波数 F_s [Hz] を E , R , L , S , d , x , ϵ_0 , ϵ から必要なものを用いて表せ。

(4) 誘電体の厚さ x を F_s , E , R , L , S , d , ϵ_0 , ϵ から必要なものを用いて表せ。なお、計算過程も示せ。

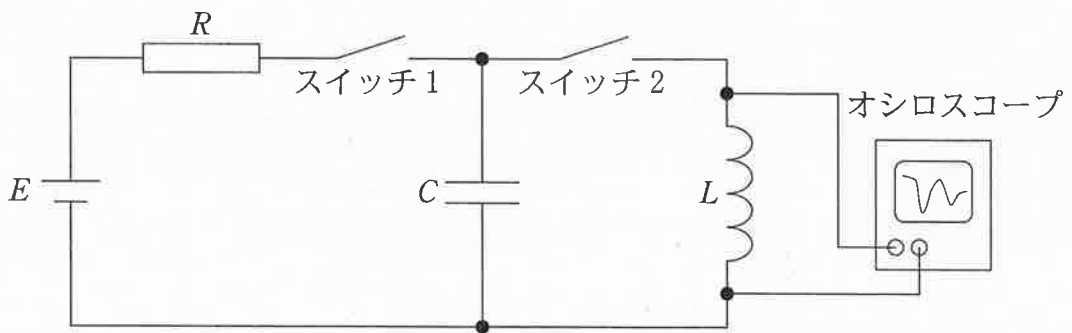


図1

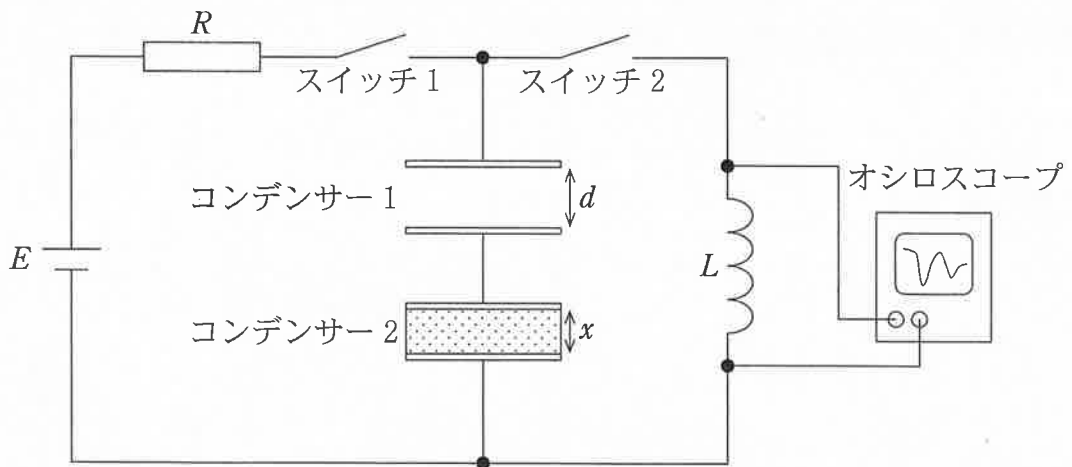


図2