

2022年度 前期A方式入学試験問題

I 型受験

- ◆機械工学科 ◆機械システム工学科
- ◆電気電子工学科
- ◆建築学科／建築専攻（I型） ◆建築学科／インテリアデザイン専攻（I型）
- ◆建築学科／土木・環境専攻（I型）
- ◆建築学科／かおりデザイン専攻（I型）
- ◆情報システム学科
- ◆情報デザイン学科（I型）
- ◆総合情報学科／経営情報コース（I型）
- ◆総合情報学科／スポーツ情報コース（I型）

物 理

受験上の注意

※必須教科を含め3教科受験型です。受験する教科数に過不足があると判定しない場合がありますので注意してください。

※物理または化学のいずれか一つを選んで解答してください。

1. 受験票は、机の端の見える位置に置いてください。
2. **解答用紙 A（OCR用紙）** は1枚、**解答用紙 B** は1枚です。
3. 試験監督者の指示により、受験番号を解答用紙 A（OCR用紙）と解答用紙 B の指定された場所に必ず記入してください。
4. 試験開始の合図があるまで、この問題用紙の中を見てはいけません。
5. 試験開始後は、試験終了まで退室できません。
6. 用件のある場合は、手を挙げてください。
7. 問題の余白は計算に使用しても結構です。
8. 解答用紙 A（OCR用紙）の記入上の注意
 - （ア）解答用紙 A は、直接コンピュータ処理をするため、汚したり、折り曲げたりしないでください。
 - （イ）記入は、鉛筆もしくはシャープペンで、ていねいに記入してください。また、訂正の場合は消しゴムで完全に消してください。
 - （ウ）解答は「記入文字例」の数字を参考に記入してください。
9. 問題用紙は持ち帰ってください。
10. ※印の欄には記入しないでください。

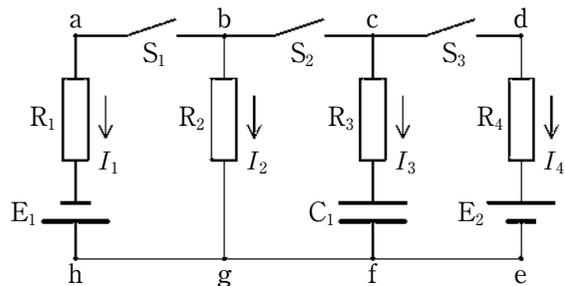
[I] 次の問いの の中の答えを、それぞれの解答群の中から1つずつ選べ。解答群中の番号は、同じものを何度使ってもよい。解答群の答えが数値の場合は、最も近いものを選べ。

図のように、抵抗器 R_1, R_2, R_3, R_4 、コンデンサー C_1 、電池 E_1, E_2 、スイッチ S_1, S_2, S_3 が接続されている。抵抗器 R_1, R_2, R_3, R_4 の電気抵抗をそれぞれ $10\Omega, 20\Omega, 30\Omega, 40\Omega$ とし、コンデンサー C_1 の電気容量を $7.5F$ とする。また、電池 E_1, E_2 の起電力をそれぞれ $15V, 40V$ とし、電池の内部抵抗を無視する。抵抗器 R_1, R_2, R_3, R_4 を流れる電流をそれぞれ I_1, I_2, I_3, I_4 とする。ただし、 I_1, I_2, I_3, I_4 の符号は、図の矢印の向きに流れる場合を正、逆向きに流れる場合を負とする。

最初、スイッチ S_1, S_2, S_3 は全て開かれており、コンデンサー C_1 は完全に放電されているとする。この状態でスイッチ S_1 のみを閉じる。このとき、回路 ahgba で R_1, R_2 は直列接続とみなせるので、 $I_1 = \text{ア}$ A、 $I_2 = \text{イ}$ A が得られる。また、2点 bg 間の電位差の絶対値は V であり、2点 hg 間の導線を流れる電流の大きさ（絶対値）は A である。

次に、スイッチ S_1 を閉じたまま、スイッチ S_2 を閉じる。十分に時間が経過すると $I_3 = \text{オ}$ A となり、コンデンサー C_1 に C の電気量が蓄えられる。この状態でコンデンサー C_1 に蓄えられた静電エネルギーは J であり、回路全体で消費される1秒間当たりのエネルギーは J である。

最後に、スイッチ S_1, S_2 を閉じたまま、スイッチ S_3 を閉じて十分時間が経過した後を考える。点 b についてキルヒホッフの第1法則（電流の関係）を適用すると、 が成り立つ。また、経路 ahgba および bgedb にキルヒホッフの第2法則（起電力と電圧降下との関係）を適用すると、それぞれ 、 が成り立つ。以上より、それぞれの抵抗器を流れる電流の値が全て確定する。特に I_2 を求めてみると、 $I_2 = \text{シ}$ A を得る。したがって、コンデンサー C_1 に蓄えられた電気量は C である。



解答群

ア, イ, エ, オ

① 0.50 ② 0.67 ③ 0.75 ④ 1.5 ⑤ 2.0

⑥ -0.50 ⑦ -0.75 ⑧ -1.3 ⑨ -2.0 ⑩ 0

ウ

① 0.75 ② 1.3 ③ 5.0 ④ 6.7 ⑤ 10

⑥ 13 ⑦ 15 ⑧ 25 ⑨ 300 ⑩ 0

カ, キ, ク

① 0.67 ② 0.75 ③ 1.3 ④ 3.8 ⑤ 6.7

⑥ 7.5 ⑦ 13 ⑧ 75 ⑨ 375 ⑩ 750

ケ

① $I_1 + I_2 + I_3 = 0$ ② $I_1 + I_2 - I_3 = 0$ ③ $I_1 - I_2 - I_3 = 0$

④ $I_1 + I_2 + I_4 = 0$ ⑤ $I_1 + I_2 - I_4 = 0$ ⑥ $I_1 - I_2 - I_4 = 0$

⑦ $I_1 + 2I_2 + 3I_4 = 0$ ⑧ $I_1 + 2I_2 - 3I_4 = 0$

⑨ $I_1 + 2I_2 + 4I_4 = 0$ ⑩ $I_1 + 2I_2 - 4I_4 = 0$

コ

① $I_1 + I_2 = 15$ ② $I_1 - I_2 = 15$ ③ $I_1 - I_2 = -15$

④ $2I_1 + 4I_2 = 3$ ⑤ $2I_1 - 4I_2 = 3$ ⑥ $2I_1 - 4I_2 = -3$

⑦ $2I_1 + I_2 = 6$ ⑧ $2I_1 - I_2 = 6$ ⑨ $2I_1 - I_2 = -6$

サ

① $I_2 + I_4 = 40$ ② $I_2 - I_4 = 40$ ③ $I_2 - I_4 = -40$

④ $2I_2 + I_4 = 4$ ⑤ $2I_2 - I_4 = 4$ ⑥ $2I_2 - I_4 = -4$

⑦ $I_2 + 2I_4 = 2$ ⑧ $I_2 - 2I_4 = 2$ ⑨ $I_2 - 2I_4 = -2$

シ, ス

① $\frac{1}{7}$ ② $\frac{15}{7}$ ③ $\frac{15}{14}$ ④ $\frac{150}{7}$ ⑤ $\frac{75}{49}$

⑥ $\frac{150}{49}$ ⑦ $-\frac{1}{7}$ ⑧ $-\frac{2}{7}$ ⑨ $-\frac{15}{7}$ ⑩ $-\frac{15}{14}$

[II] 次の問いの の中の答えを、それぞれの解答群の中から1つずつ選べ。解答群中の番号は、同じものを何度使ってもよい。

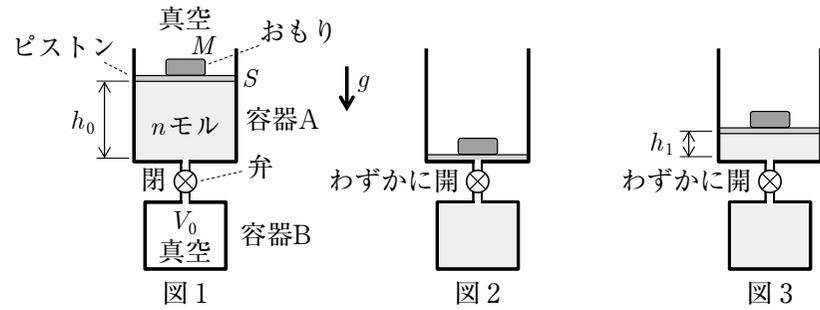


図1のように、2個の容器A、Bを真空中に置く。容器Aと容器Bを弁を介して細いパイプでつなぐ。あらかじめ弁は閉じてある。上側の容器Aは断面積が S の円筒形で、鉛直方向に滑らかに移動できるピストンが付いている。ピストンの厚さと質量は無視できる。ピストンの上には質量 M のおもりをのせる。容器Aに単原子分子からなる n モルの理想気体を封入した。下側の容器Bの容積 V_0 は一定で、内部は真空中に排気してある。この装置の全体が断熱材料でできており、弁およびパイプの容積は無視できる。封入した気体は十分軽いので、気体もつ重力による位置エネルギーは無視できる。重力加速度の大きさを g 、気体定数を R とする。

(1) はじめに弁を閉じたままの状態について考える。この状態で、ピストンは容器Aの底面から高さ h_0 の位置でつり合って静止した。おもりがピストンを上から押す力の大きさは ア であるので、力のつり合いより、容器A内の気体の圧力は $p_0 =$ イ である。また、気体の温度(絶対温度) T_0 は、理想気体の状態方程式 ウ を用いて、 $T_0 =$ エ と求められる。この気体もつ内部エネルギーは $U_0 =$ オ である。

(2) 次に弁をわずかに開いた。容器A内の気体は少しずつ容器Bへ移動して、ピストンはゆっくりと下降した。その後は下の2つのケースが考えられる。

ケース1:

十分に時間が経過した後、ピストンは底面まで下がって静止した(図2)。ピストンが下降している間に気体にした仕事は カ である。したがって、熱力学の第1法則より、すべて容器B内に移動した後の気体もつ内部エネルギーは キ になる。この容器B内の気体の温度は ク であり、圧力は ケ である。

ケース2:

十分に時間が経過した後も、ピストンは容器Aの底面まで下がらず、底面から高さ h_1 ($h_1 > 0$) の位置でつり合って静止した(図3)。容器Aと容器Bにある気体全体もつ内部エネルギーは コ になる。この気体の温度は サ であり、圧力は シ である。

(3) 問(2)のケース2が実現するための条件は ス > 1 である。

解答群

ア , イ , カ , シ

- ① g ② Mg ③ gS ④ MgS ⑤ Mgh_0
 ⑥ $\frac{1}{2}Mgh_0$ ⑦ $\frac{g}{S}$ ⑧ $\frac{Mg}{S}$ ⑨ $\frac{Mg}{Sh_0}$ ⑩ $\frac{Mgh_0}{S}$

ウ

- ① $p_0ST_0 = nR$ ② $T_0Sh_0 = nRp_0$ ③ $p_0Sh_0 = nRT_0$ ④ $p_0S = nRT_0$
 ⑤ $p_0Sh_0 = nR$ ⑥ $T_0Rh_0 = nSp_0$ ⑦ $p_0Rh_0 = nST_0$ ⑧ $p_0Rh_0 = ST_0$

エ , ク

- ① $\frac{Mg}{nR}$ ② $\frac{Mg}{2nR}$ ③ $\frac{3Mg}{2nR}$ ④ $\frac{5Mg}{3nR}$ ⑤ $\frac{7Mg}{5nR}$
 ⑥ $\frac{Mgh_0}{nR}$ ⑦ $\frac{Mgh_0}{2nR}$ ⑧ $\frac{3Mgh_0}{2nR}$ ⑨ $\frac{5Mgh_0}{3nR}$ ⑩ $\frac{7Mgh_0}{5nR}$

オ

- ① nRT_0 ② $\frac{1}{2}nRT_0$ ③ $\frac{3}{2}nRT_0$ ④ $\frac{2}{3}nRT_0$ ⑤ $\frac{5}{2}nRT_0$
 ⑥ RT_0 ⑦ $\frac{1}{2}RT_0$ ⑧ $\frac{3}{2}RT_0$ ⑨ $\frac{2}{3}RT_0$ ⑩ $\frac{5}{2}RT_0$

キ

- ① U_0 ② $U_0 - Mgh_0$ ③ $-U_0 + Mgh_0$ ④ $U_0 + Mgh_0$
 ⑤ $U_0 - MgS$ ⑥ $-U_0 - MgS$ ⑦ $\frac{V_0}{Sh_0}U_0$ ⑧ $\frac{V_0}{Sh_0}U_0 + \frac{1}{2}Mgh_0$

ケ

- ① $\frac{Mg}{V_0}$ ② $\frac{3Mg}{2V_0}$ ③ $\frac{5Mg}{3V_0}$ ④ $\frac{Mgh_0}{V_0}$
 ⑤ $\frac{3Mgh_0}{2V_0}$ ⑥ $\frac{5Mgh_0}{3V_0}$ ⑦ $\frac{2V_0}{3Mgh_0}$ ⑧ $\frac{3V_0}{5Mgh_0}$

コ , サ

- ① $Mg(h_0 - h_1)$ ② $\frac{Mg(5h_0 - 2h_1)}{2}$ ③ $\frac{Mg(5h_0 - 2h_1)}{3}$ ④ $\frac{Mg(5h_0 - 3h_1)}{5}$
 ⑤ $\frac{Mg(h_0 - h_1)}{nR}$ ⑥ $\frac{Mg(5h_0 - 2h_1)}{2nR}$ ⑦ $\frac{Mg(5h_0 - 2h_1)}{3nR}$ ⑧ $\frac{Mg(5h_0 - 3h_1)}{5nR}$

ス

- ① $\frac{V_0}{Sh_0}$ ② $\frac{V_0}{3Sh_0}$ ③ $\frac{3V_0}{5Sh_0}$ ④ $\frac{5V_0}{7Sh_0}$
 ⑤ $\frac{Sh_0}{V_0}$ ⑥ $\frac{3Sh_0}{V_0}$ ⑦ $\frac{5Sh_0}{3V_0}$ ⑧ $\frac{7Sh_0}{5V_0}$

[Ⅲ] 図1のように、帯電した小物体Pを、粗い斜面上の点bから、斜面に沿って下向きに射出する。斜面上を滑る間には電場（電界）は加わらず、斜面の端点cから飛び出した直後から電場が加わる。

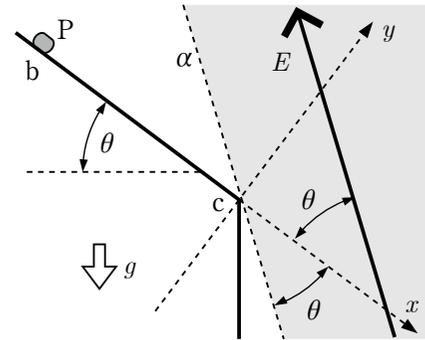


図1

点cを原点とし、x軸は斜面と平行下向き、y軸はx軸と直交上向きとする。電場は図1の点線αより右側の領域内で一様に加わる。電場の強さは一定値Eであり、向きはx軸の負方向から角θだけ上向きである。斜面と水平面の間の角もθである。この角θは $\sin\theta=3/5$ 、 $\cos\theta=4/5$ となる角である。また、重力加速度の大きさはg、小物体Pの質量はm、Pの電気量はQ ($Q>0$)、点bでPを射出する速さは V_b 、斜面とPの間の動摩擦係数は $\mu'=1/2$ であり、空気抵抗は無視できる。Pの運動の間、電気量Qは変化せず、Pに電気力を加えるものは点線αより右側の電場だけである。

以下の問いの答えに角θの三角関数や μ' を使う場合は上記の値を代入せよ。

始めに、小物体Pが点cから飛び出すまでの間の運動に注目する。

- (1) 小物体Pが点bで射出された直後にもつ運動エネルギー K_b を、 m, Q, g, V_b の中から必要なものを使って答えよ。
- (2) 小物体Pが斜面上を滑る間に、Pに働く重力 \vec{G} 、垂直抗力 \vec{N} 、動摩擦力 \vec{F} それぞれの大きさG、N、Fを、 m, Q, g, V_b の中から必要なものを使って答えよ。
- (3) 図2には小物体Pが黒丸で描いてある。図2の同心円状の補助線の半径は、小さい方から $0.1mg, 0.2mg, 0.3mg \dots$ と、 $0.1mg$ ずつ大きくなっていく。解答用紙の図2に、Pに働く重力 \vec{G} 、垂直抗力 \vec{N} 、動摩擦力 \vec{F} を表す矢印を、はっきり分かるように濃く描け。なお、どの矢印がどの力か分かるように、記号 $\vec{G}, \vec{N}, \vec{F}$ も図2に記入すること。
- (4) 図3には小物体Pが黒丸で描いてある。Pに働く力の和（合力） \vec{T} の向きを表す矢印を解答用紙の図3に描け。また、 \vec{T} の大きさTを、 m, Q, g, V_b の中から必要なものを使って答えよ。
- (5) 点bc間の距離はLである。小物体Pが点cから飛び出す速さ V_c を、 L, m, Q, g, V_b の中から必要なものを使って答えよ。

続いて、小物体Pが速さ V_c で点cから飛び出した後に、点線αより右側の領域内でおこなう運動に注目する。以下、この領域内でPに働く力の和（合力） \vec{H} の向きは、x軸と平行になったとする。

- (6) 図4には小物体Pが黒丸で描いてある。Pに働く電気力 \vec{S} の向きを表す矢印を解答用紙の図4に描け。また、合力 \vec{H} がx軸に平行であることから、 \vec{S} の大きさSを求め、Sを m, Q, g, V_c の中から必要なものを使って答えよ。
- (7) 電場の強さEを、 m, Q, g, V_c の中から必要なものを使って答えよ。
- (8) 小物体Pに働く力の和（合力） $\vec{H}=(H_x, H_y)$ のx成分 H_x とy成分 H_y を、 m, Q, g, V_c の中から必要なものを使って答えよ。
- (9) 図5には小物体Pが黒丸で描いてある。Pの加速度 \vec{a} の向きを表す矢印を解答用紙の図5に描け。また、 \vec{a} の大きさaを、 m, Q, g, V_c の中から必要なものを使って答えよ。
- (10) 小物体Pが点cから飛び出した時刻 $t=0$ とする。点線αより右側の領域内で、時刻 t ($t>0$)におけるPの速度 $\vec{v}=(v_x(t), v_y(t))$ のx成分 $v_x(t)$ とy成分 $v_y(t)$ を、 m, Q, g, V_c と時刻tの中から必要なものを使って答えよ。

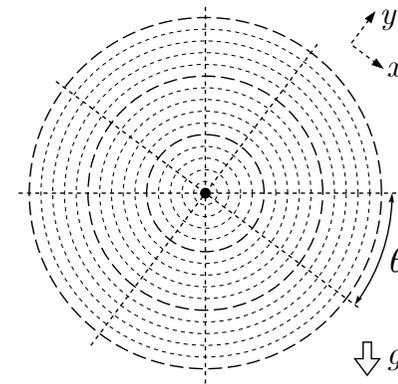


図2

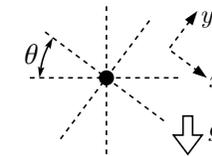


図3

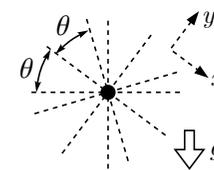


図4

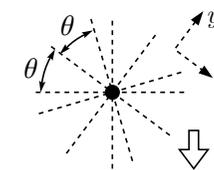


図5