

受験番号	16					
------	----	--	--	--	--	--

令和7年度工学部 学校推薦型選抜（女子学生特別選抜）

適性検査2

理 科 （物理）

注意事項

- 1 開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけない。
- 2 冊子（6ページよりなる）の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
- 3 解答は冊子の所定の欄に記入すること。
- 4 冊子には、表紙1箇所受験番号を記入する欄がある。開始後直ちに記入すること。
- 5 冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。

1 図 1-1 のように、水平な地面からの高さが h である台の端から小球（質量 m ）を速さ v_0 で水平方向右向きに射出した。射出後、小球は落下し、地面と 45° の角度で衝突した。小球の大きさと空気の抵抗は無視できるものとして、以下の問 1～問 5 に答えよ。重力加速度の大きさを g とする。解答欄に途中の導出過程を必ず記すこと。また、 h 、 m 、 g の中から必要なものを用いて解答すること。

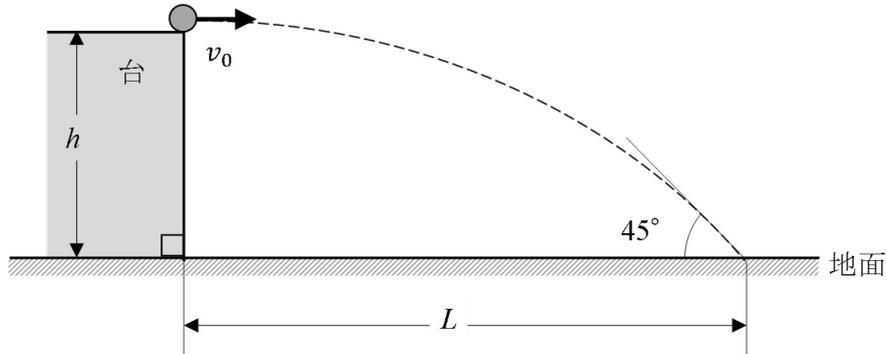


図 1-1

問 1 小球を射出後、地面と衝突するまでの時間 t_1 を求めよ。

問 2 v_0 を求めよ。

問 3 衝突時の小球の運動エネルギー E を求めよ。

問 4 射出地点から地面との衝突地点までの水平方向距離 L を求めよ。

次に、図 1-2 のように、高さ $h/2$ の薄い壁を台の端から水平方向に $(2/3)L$ の地点に固定した。小球を台の端から水平方向右向きに v_1 の速さで射出したとき、小球は図 1-2 のように壁に直接衝突した。

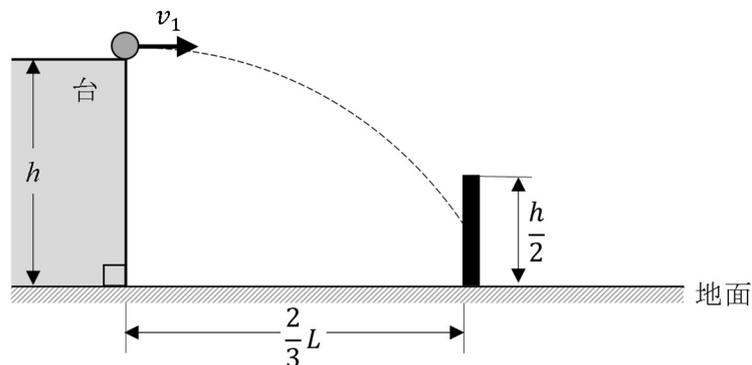


図 1-2

問 5 小球が壁に直接衝突するためには、 $\boxed{\text{ア}} \leq v_1 \leq \boxed{\text{イ}}$ でなければならない。 $\boxed{\text{ア}}$ および $\boxed{\text{イ}}$ に入る適切な式を求めよ。

解答欄

問 1	$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$
問 2	$v_0 = \sqrt{2gh}$
問 3	$E = 2mgh$
問 4	$L = 2h$
問 5	$\text{ア} \quad \frac{2}{3}\sqrt{2gh} \qquad \text{イ} \quad \frac{4}{3}\sqrt{gh}$

2 図2のように、容積が $4V$ [m^3], V [m^3] の二つの断熱容器 A, B が、コックの付いた細管でつながれている。容器 A は、体積と熱容量が無視できるヒーターを用いて容器内の気体を加熱することができる。はじめ、コックは閉じられている。容器 A の中に 3 mol の単原子分子理想気体を封入し、容器 B は真空状態とした。容器 A 内の気体の温度は T_0 [K] である。これを状態 0 とする。細管とコックは、周囲や容器内の気体と熱のやりとりがなく、細管内とコック内の体積は無視できるものとして、以下の問に答えよ。気体定数を R [$\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$] とする。解答欄に途中の導出過程を必ず記すこと。また、問 3 は小数第 1 位までの数値で、問 3 以外は V, R, T_0 の中から必要なものを用いて解答すること。

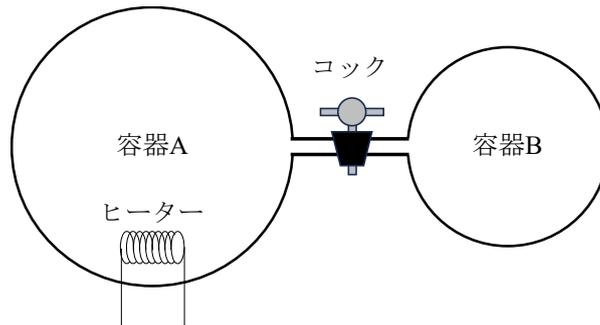


図 2

問 1 状態 0 での容器 A 内の気体の圧力 P_0 [Pa] を求めよ。

次に、コックを開き、十分時間が経過した後、コックを閉じた。これを状態 1 とする。

問 2 状態 1 での容器 A, B 内の気体の圧力 P_1 [Pa] および温度 T_1 [K] を求めよ。

問 3 状態 1 での容器 A 内の気体の物質量 n_A [mol] および B 内の気体の物質量 n_B [mol] を求めよ。

さらに、コックを閉じたまま、ヒーターを用いて容器 A 内の気体を温度 T_A [K] になるまで加熱した。これを状態 2 とする。その後、コックを開け、十分に時間が経過したとき、容器 A, B 内の気体の圧力は P_0 [Pa] であった。これを状態 3 とする。

問 4 状態 3 での容器 A, B 内の気体の温度 T_2 [K] を求めよ。

問 5 状態 1 から状態 2 までの過程で、ヒーターが容器 A の気体に与えた熱量 Q [J] を求めよ。

問 6 状態 2 での容器 A 内の気体の温度 T_A [K] を求めよ。

解答欄

問 1	$P_0 = \frac{3RT_0}{4V}$ [Pa]		
問 2	$P_1 = \frac{3RT_0}{5V}$ [Pa] $T_1 = T_0$ [K]		
問 3	n_A	2.4 mol	n_B 0.6 mol
問 4	$T_2 = \frac{5}{4}T_0$ [K]		
問 5	$Q = \frac{9}{8}RT_0$ [J]		
問 6	$T_A = \frac{21}{16}T_0$ [K]		

3 導線の両端に電圧 V [V] を加えたときの自由電子の動きから、導線の抵抗について考える。導線の両端に電圧 V を加えると、導線内部に電場が生じ、負電荷を持つ自由電子は電場と逆向きの力を受けて加速され、運動エネルギーを得るが、熱振動する陽イオンと衝突してエネルギーを失う。このような加速と衝突を繰り返しながら、自由電子は全体として一定の平均の速さで移動する。いま、図3のように、断面積 S [m²]、長さ L [m] の導線の両端に電圧 V [V] を加え、その中を単位体積当たりの個数 n [1/m³]、電気素量 e [C] の自由電子が平均の速さ v [m/s] で右向きに移動しているとする。以下の問に答えよ。解答欄に導出過程を必ず記すこと。

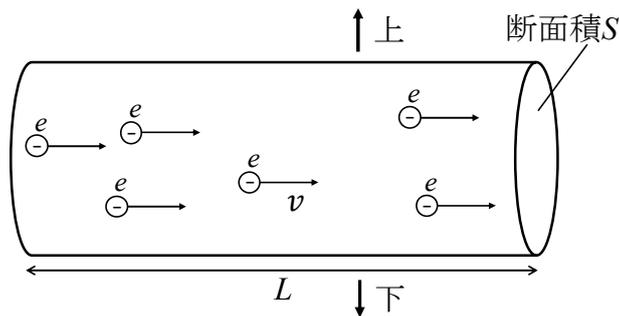


図 3

問 1 導線内部の電場の大きさ E [V/m] を L, V を用いて表せ。

問 2 電場によって、1 個の自由電子が受ける静電気力の大きさ F_1 [N] を e, L, V を用いて表せ。

問 3 自由電子は導線内の熱振動する陽イオンとの衝突により、自由電子の平均の速さ v [m/s] に比例する抵抗力を受ける。その大きさを $F_2 = kv$ [N] (k は比例定数) とすると、これが問 2 で求めた静電気力と釣り合い、自由電子が一定の平均の速さで移動する。 v を e, k, L, V を用いて表せ。

問 4 導線を通る電流の大きさ I [A] は、 $I = envS$ と表すことができる。問 3 で求めた v を利用して、電流の大きさ I を e, k, n, L, S, V を用いて表せ。

問 5 導線の抵抗値 R [Ω]、抵抗率 ρ [$\Omega \cdot \text{m}$] を e, k, n, L, S の中から必要なものを用いて表せ。

問 6 図 3 の状態で、紙面の表から裏に向けて導線と紙面の両方に垂直に、磁束密度の大きさ B [T] の磁場をかけた。導線内のすべての自由電子が受ける力の総和 \vec{F} について、その向きを上・下の中から選んで丸で囲い、大きさ F [N] を e, n, k, S, V, B を用いて表せ。

解答欄

問 1	$E = \frac{V}{L} \quad [\text{V/m}]$
問 2	$F_1 = \frac{eV}{L} \quad [\text{N}]$
問 3	$v = \frac{eV}{kL} \quad [\text{m/s}]$
問 4	$I = \frac{ne^2SV}{kL} \quad [\text{A}]$
問 5	$R = \frac{kL}{ne^2S} \quad [\Omega] \quad \rho = \frac{k}{ne^2} \quad [\Omega \cdot \text{m}]$
問 6	<p>向き： 上 ・ \odot 下</p> $F = \frac{ne^2SVB}{k} \quad [\text{N}]$