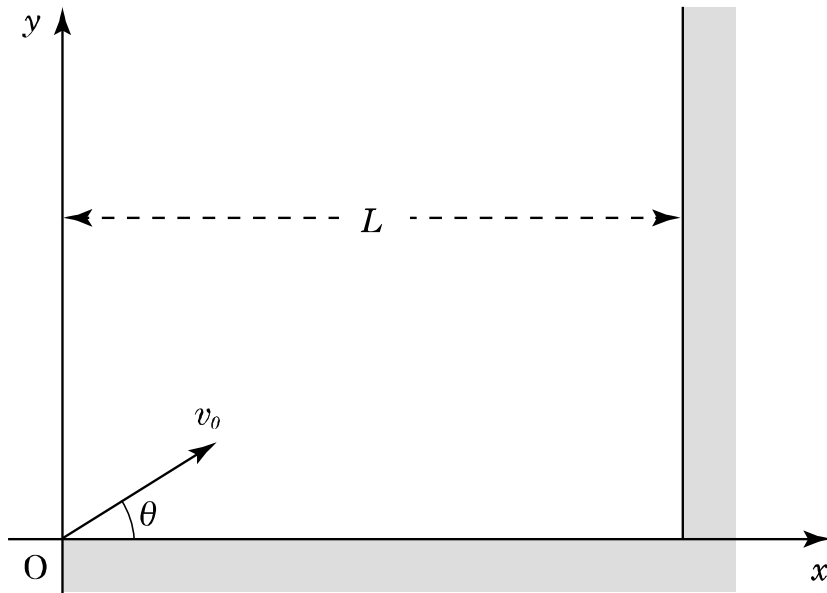


物理基礎・物理

第1問 図のような鉛直に立ち十分な高さを持つ壁がある。この壁から水平距離 L だけ離れた点 O から壁に向かって速さ v_0 、仰角 θ で質量 m の小球を投げ上げたとする。空気の抵抗は無視できるとし、重力加速度の大きさを g とする。 x 軸と y 軸を図のようにとる。以下の問い（問1～4）に答えよ。



図

問1 小球が壁に衝突する直前の水平方向（ x 方向）の速度はいくらか、次の

①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

① $v_0 \cos \theta$ ② $v_0 \sin \theta$ ③ v_0

④ $v_0 \tan \theta$ ⑤ $\frac{v_0}{2}$

問2 小球を投げ上げてから壁にぶつかるまでの時間はいくらか、次の①～

⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

① $\frac{2L}{v_0 \cos \theta}$ ② $\frac{L}{v_0 \sin \theta}$ ③ $\frac{L}{v_0}$

④ $\frac{2L}{v_0 \tan \theta}$ ⑤ $\frac{L}{v_0 \cos \theta}$

問3 小球が壁に衝突するために速さ v_0 が満たすべき条件はどれか、次の①

～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

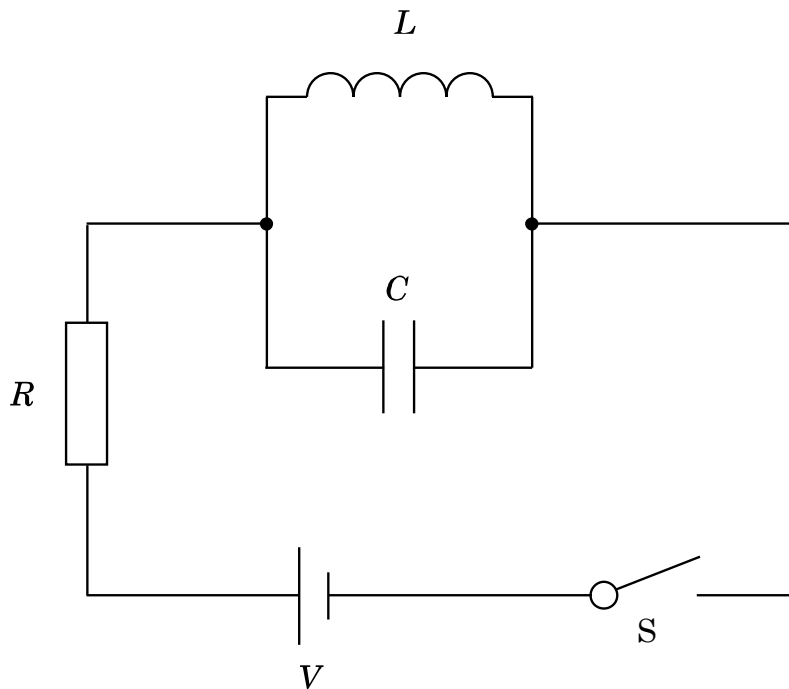
① $v_0 > \frac{\sqrt{gL}}{\sqrt{2} \sin \theta}$ ② $v_0 > \frac{\sqrt{gL}}{\sqrt{2} \sin \theta \cos \theta}$ ③ $v_0 > \frac{\sqrt{gL}}{\sqrt{\sin \theta \cos \theta}}$

④ $v_0 > \frac{\sqrt{gL}}{\sqrt{2} \tan \theta}$ ⑤ $v_0 > \frac{\sqrt{gL}}{\sqrt{2} \cos \theta}$

問4 小球を投げ出す角度 θ を変えると、小球が壁に当たる高さに変化する。壁の最も高いところに当てるための角度を θ_1 としたとき、 $\tan \theta_1$ はいくらか、次の①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

- ① v_0 ② $\frac{2v_0^2}{gL}$ ③ $\frac{v_0}{gL}$
- ④ $\frac{v_0^2}{gL}$ ⑤ $\frac{v_0^2}{g}$

第2問 図のように電池、電気抵抗、コイル、コンデンサーを接続する。電池の起電力は V 、抵抗の抵抗値は R 、コイルの自己インダクタンスは L で、抵抗以外の部分の抵抗は無視できる。コンデンサーの電気容量は C とする。S はスイッチである。以下の問い（問1～4）に答えよ。



図

はじめにスイッチ S を閉じたところ、しばらくすると回路に流れる電流が一定値になった。

問1 このときに抵抗に流れる電流はいくらか、次の①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

① VR ② $\frac{R}{V}$ ③ $\frac{V}{R}$ ④ $\frac{2V}{R}$ ⑤ $\frac{V}{2R}$

問2 このときコイルに蓄えられているエネルギーはいくらか、次の①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

① $\frac{LV^2}{2R^2}$ ② $\frac{LR^2}{2V^2}$ ③ $\frac{L}{2}$ ④ $\frac{LR^2}{2}$ ⑤ $\frac{LV^2}{2}$

次に、スイッチ S を開く。このときコイルとコンデンサーに振動電流が流れた。

問3 この電気振動の周期はいくらか、次の①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

① 2π ② $\frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$ ③ $2\pi LC$ ④ \sqrt{LC}

⑤ $2\pi\sqrt{LC}$

問4 このときコンデンサーに蓄えられる最大の電荷を L 、 C 、 V 、 R で表すといくらか、①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

① $\frac{V\sqrt{LC}}{R}$

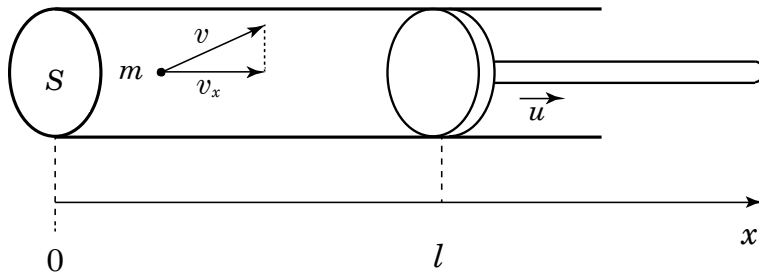
② $\frac{V^2LC}{2R^2}$

③ $\frac{V\sqrt{LC}}{2R}$

④ $\frac{LCV^2}{R}$

⑤ $\frac{V^2LC}{R^2}$

第3問 図のように、 x 方向に動くピストンと片側が閉じた断面積 S のシリンダーからなる円筒形の容器を考える。この容器は断熱されている。その中に質量 m の単原子分子からなる理想気体が入っている。以下の問い（問1～7）に答えよ。ただし、分子間の衝突は無視できる。



図

問1 理想気体分子の速度の x 成分は v_x である。このときピストンを v_x にくらべて十分小さい一定の速さ u で短い時間 Δt の間だけ x 軸の正の向きに動かした。ピストンを動かしている間にピストンに気体分子が完全弾性衝突するとき、この気体分子がピストンと衝突した後の速度の x 成分はいくらになるか、次の①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

- ① v_x ② u ③ $v_x + u$ ④ $v_x + 2u$ ⑤ $-v_x + 2u$

問2 この衝突によってこの気体分子の運動エネルギーはいくら減少するか、次の①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、 $v_x \gg u$ として、 u^2 は微小量として無視できるとする。

① $mu v_x$ ② $2mu v_x$ ③ $\frac{1}{2} mu^2$

④ $\frac{1}{2} mu v_x$ ⑤ $\frac{1}{2} m v_x^2$

問3 理想気体の入っている部分のシリンダーの長さを l とすると、1個の気体分子は時間 Δt の間にピストンに $\frac{v_x \Delta t}{2l}$ 回衝突すると近似できる。このとき1つの気体分子が時間 Δt の間に失うエネルギー ΔE はいくらか、次の①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

① $\frac{mu v_x \Delta t}{l}$ ② $\frac{mu^2 \Delta t}{2l}$ ③ $\frac{m v_x^2 \Delta t}{2l}$

④ $\frac{mu v_x^2 \Delta t}{l}$ ⑤ $\frac{mu v_x^2}{2l}$

問4 この容器の中では、多数の気体分子が不規則な方向に、異なる速さで飛び回っている。このとき v_x^2 の平均値 $\overline{v_x^2}$ と速さ v の2乗の平均値 $\overline{v^2}$ の関係を表せ。次の①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

① $\overline{v_x^2} = \frac{1}{4} \overline{v^2}$ ② $\overline{v_x^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}$ ③ $\overline{v_x^2} = \frac{1}{2} \overline{v^2}$

④ $\overline{v_x^2} = \overline{v^2}$ ⑤ $\overline{v_x^2} = 2 \overline{v^2}$

問5 時間 Δt の間に気体分子1個が失ったエネルギーの平均 ΔE と失う前の気体分子の平均運動エネルギー E の比 $\frac{\Delta E}{E}$ はいくらか、次の①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

① $\frac{2u \Delta t}{l}$ ② $\frac{u \Delta t}{l}$ ③ $\frac{2u \Delta t}{3l}$

④ $\frac{u \Delta t}{2l}$ ⑤ $\frac{u \Delta t}{3l}$

問6 時間 Δt の間のこの容器の体積の増加分 ΔV ともとの体積 V との比 $\frac{\Delta V}{V}$ はいくらか、次の①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

① Sl ② $\frac{l \Delta t}{u}$ ③ $\frac{lu \Delta t}{S}$

④ $\frac{u \Delta t}{Sl}$ ⑤ $\frac{u \Delta t}{l}$

問7 $\frac{\Delta E}{E}$ と $\frac{\Delta V}{V}$ の関係を表す式として正しいものはどれか、次の①～⑤の中から正しいものを1つ選び、解答欄にマークせよ。

① $\frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta V}{V}$ ② $\frac{\Delta E}{E} = \frac{2 \Delta V}{V}$ ③ $\frac{\Delta E}{E} = \frac{2 \Delta V}{3V}$

④ $\frac{\Delta E}{E} = \frac{3 \Delta V}{2V}$ ⑤ $\frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta V}{3V}$