

2026 年度一般編入学・転入学試験（理工学部3年次）

入学試験問題【物理学】

I. 以下の問題を解答せよ。

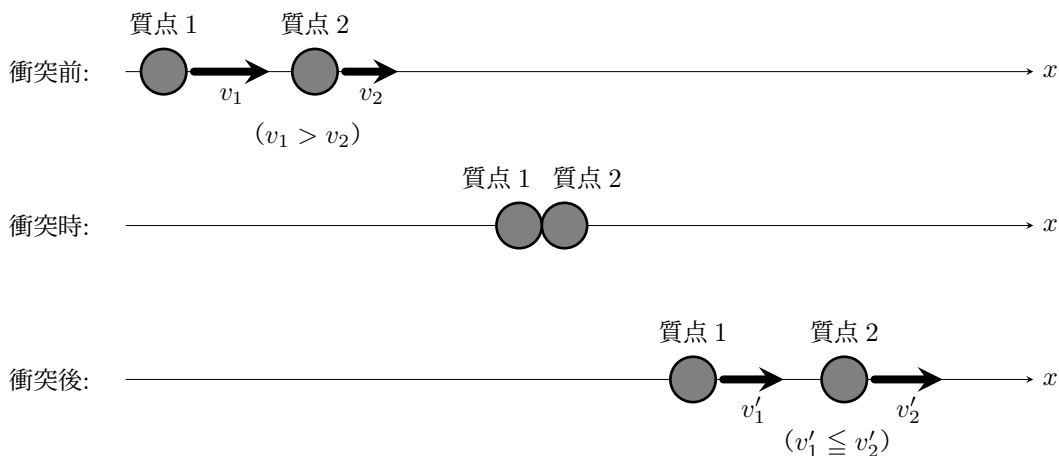
図のように、同じ直線（ $x$  軸）の上を運動している二つの質点 1（質量  $m_1$ ）および質点 2（質量  $m_2$ ）が 1 次元衝突する場合を考える。衝突前の質点 1 と質点 2 の速度を  $v_1$  および  $v_2$  ( $v_1 > v_2$ ) とし、衝突後の質点 1 と質点 2 の速度は  $v'_1$  および  $v'_2$  であったとする。この 2 質点はたがいにつきぬけることがないとし、衝突後の速度は  $v'_1 \leq v'_2$  を満たすとする。衝突においては外力が働くことはないとする。

- (1) 質点 1 と質点 2 からなる系の衝突前の運動エネルギーの和（ $E$  とする）および全運動量を、 $m_1, m_2, v_1, v_2$  を用いて書け。
- (2) 質点 1 と質点 2 の衝突においては運動量保存の法則が成立する。衝突前後の系の全運動量の関係式を、 $m_1, m_2, v_1, v_2, v'_1, v'_2$  を用いて書け。
- (3) まず、2 点が衝突してたがいに跳ね返されず、くっついて、共通の速度  $V'$  ( $V' = v'_1 = v'_2$ ) で進む場合を考える。(2) の結果を用いて速度  $V'$  を求めよ。 $m_1, m_2, v_1, v_2$  を用いて表すこと。
- (4) 次に、質点 1 と質点 2 の衝突が、ニュートンの衝突法則：

$$\frac{v'_2 - v'_1}{v_1 - v_2} = e, \quad (e \text{ はニュートンの反発係数})$$

に従って起こる場合を考える。(衝突において外部から質点 1 および質点 2 へのエネルギー供給はないとし、 $e$  は  $0 \leq e \leq 1$  の範囲の値をとるとする。) (2) の結果を併せて用いて、衝突前後での質点 1 と質点 2 の速度変化  $v'_1 - v_1$  と  $v'_2 - v_2$  を求めよ。 $m_1, m_2, v_1, v_2, e$  を用いて表すこと。

- (5) (4) の場合における、衝突前の運動エネルギーの和  $E$  と衝突後の運動エネルギーの和  $E'$  の変化分  $E' - E$  を、 $m_1, m_2, v_1, v_2, e$  を用いて求めよ。また、運動エネルギーの和が保存する場合に対するニュートンの反発係数  $e$  の値を求めよ。



II. 図のように、起電力  $V$  の電源、静電容量  $C$  のコンデンサー、抵抗  $R$  の抵抗器、自己インダクタンス  $L$  のコイル、ならびにスイッチ  $S_1$ 、 $S_2$  からなる回路を考える。最初、コンデンサーには電荷は蓄えられておらず、抵抗以外の素子ならびに導線の内部抵抗はすべて無視できるものとする。

- (1)  $S_2$  を開いたまま、 $S_1$  を閉じた。 $S_1$  を閉じてから  $t$  ( $t \geq 0$ ) 秒後においてコンデンサーに蓄えられている電荷を  $Q(t)$  とするとき、抵抗に流れる電流の大きさならびにコンデンサーの両端の電圧の大きさをそれぞれ  $Q(t)$  を用いて表せ。
- (2) 抵抗による電圧降下ならびにコンデンサーの両端の電圧の和が起電力  $V$  に等しいことから  $Q(t)$  に関する微分方程式を立てよ。また、その解が

$$Q(t) = CV(1 - e^{-t/CR}) \quad \dots\dots \quad \textcircled{1}$$

となることを示せ。

- (3) ①式より、抵抗に流れる電流の大きさを時間の関数として求めよ。また、この式を用いることで、 $S_1$  を閉じてから十分に時間がたったときに抵抗で消費された総ジュール熱を  $C$  と  $V$  を用いて表せ。
- (4)  $S_1$  を閉じてから十分に時間がたった後、 $S_1$  を開き、 $S_2$  を閉じた。 $S_2$  を閉じた時刻を  $t = t_1$  とするとき、コイルの両端に現れる誘導起電力ならびにコンデンサーの両端の電圧を  $Q(t)$  ( $t \geq t_1$ ) を用いて表し、微分方程式を示せ。また、コンデンサーに蓄えられる電荷ならびにコイルに流れる電流の時間変化はそれぞれどのようなものとなるか説明せよ。
- (5) (4)の条件下において、コンデンサーならびにコイルに蓄えられるエネルギーの総和が時間によらず一定であることを示せ。

