基礎力学

5

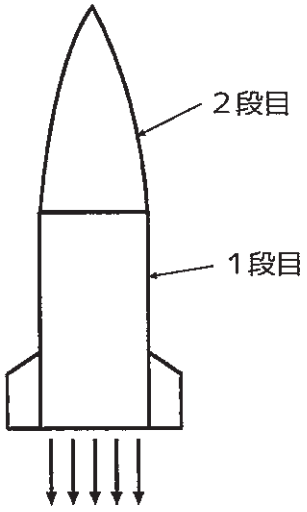
ロケットが重力や大気の摩擦力の無視できる宇宙空間で最初静止しているとする．ロケットは最初全質量 $M+m$ で，質量 m の燃料を積載しており，単位時間あたり質量 k の燃料をロケットから相対的に一定の速度 V で噴射し始める．k は定数とする．

(i) 運動量の保存則を用いて，任意の時刻でのロケットの加速度を求めよ．

(ii) 燃料をすべて噴射した後のロケットの速度を求めよ．

次に，宇宙空間に最初静止している２段ロケットを考える．１段目および２段目の最初の全質量は，M_1+m_1，$M-M_1+m-m_1$ で燃料をそれぞれ m_1，$m-m_1$ 積載している．ここで，$M_1<M$，$m_1<m$ とする．各段は単位時間当り質量 k の燃料をロケットから相対的に一定の速度 V で噴射する．図に示すように，ロケットは静止状態から１段目が燃料を噴射して加速する．１段目の燃料がなくなったあと１段目を切り離し２段目の燃料を噴射し始める．

(iii) 燃料をすべて噴射した後の２段目の速度を求めよ．



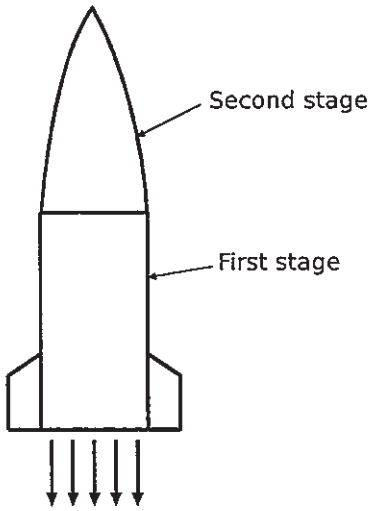
Basic Mechanics

5

Let a rocket of initial total mass $M + m$ carrying fuel of mass m be initially at rest in outer space, where gravitational force and air resistance are negligibly small. The rocket begins to eject fuel at a constant time rate k of mass with a constant velocity V relative to the rocket.

(i) Find the acceleration of the rocket at an arbitrary time, by using the principle of conservation of momentum.

(ii) Find the velocity of the rocket at the time when all the fuel has been ejected.

We consider a two-stage rocket, which is initially at rest in the outer space. The first and second stages have respective initial total masses $M_1 + m_1$ and $M - M_1 + m - m_1$, carrying fuel of mass m_1 and $m - m_1$, respectively, where $M_1 < M$ and $m_1 < m$. Each stage ejects fuel at a constant time rate k of mass with a constant velocity V relative to them. The rocket is accelerated from rest by ejection of fuel from the first stage, as shown in the figure. After the fuel of the first stage is exhausted, the second stage separates from the first one and begins to eject fuel.

(iii) Find the velocity of the second stage at the time when all the fuel has been ejected.