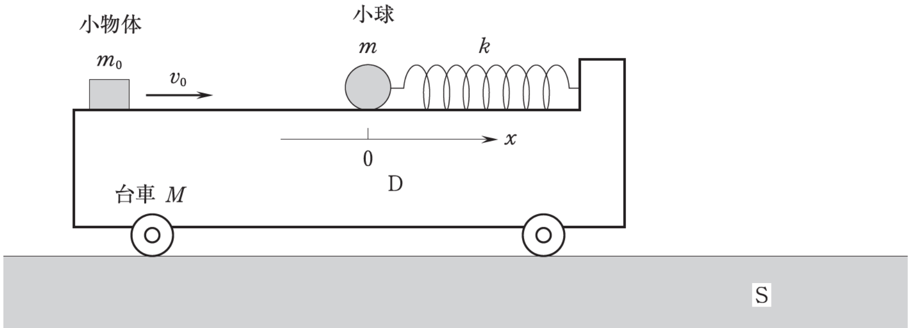
2

次の文を読んで，$\boxed{}$ に適した式を記せ。

図のように，水平な床の上を摩擦なしに動くことのできる質量 M〔kg〕の台車がある。台車上で，質量 m〔kg〕の小球がばね定数 k〔N/m〕のばねに取り付けられ，ばねは台車の端につながれている。一方の端には質量 m_0〔kg〕の小物体が置かれている。はじめ，ばねは自然長であり，台車と小球は静止している。小物体を速度 v_0〔m/s〕で小球に向けてすべらせた後の，台車，小球，および小物体の運動について考える。以下，台車に固定した座標系を D，床に固定した静止座標系を S とよぶ。座標系 D での小球の位置は，ばねが x〔m〕縮んだときを正，伸びたときを負として座標 x で表す。座標系 S では右方向を正とする。運動はすべて同一鉛直面内で起こり，ばねは質量が無視でき十分長く，台車と小球の間の摩擦は常に無視できるとする。重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。



(1) 小物体と台車の間の摩擦が無視でき，小物体は一回だけ小球と完全弾性衝突をし，以後小球と衝突することはなかったとする。衝突直後の小球の速度 v〔m/s〕は，$v=$ $\boxed{(イ)}$ である。ここで，衝突後の台車と小球の運動を考えよう。小球の座標が x であるとき，座標系 S で台車の運動を観測すると，台車の加速度 b〔m/s^2〕は，$b=$ $\boxed{(ロ)}$ である。このときの座標系 D での小球の加速度を a〔m/s^2〕とすると，小球の運動方程式は，b を用いて $ma=$ $\boxed{(ハ)}$ と書ける。この式から，座標系 D での小球の運動は単振動であり，その周期は $\boxed{(ニ)}$〔s〕であることがわかる。

この単振動の振幅を求めるために，ばねが最も縮んだときを考える。このときの座標系 S での小球の速度は，運動量保存則を使って，v を用いて $\boxed{(ホ)}$〔m/s〕と表される。この結果とエネルギー保存則を使うと，振幅は v を用いて $\boxed{(ヘ)}$〔m〕と表されることがわかる。

(2) 次に，小物体と台車の間に摩擦があり，小物体は小球に衝突することなく台車上で静止し

たとする。小物体が静止するまでの運動を考える。ただし，動摩擦係数を μ とする。小球の座標が x であるとき，座標系 S での台車の加速度 b'〔m/s²〕は，$b' = \boxed{\text{(ト)}}$ である。このときの座標系 D での小球の加速度を a'〔m/s²〕とすると，小球の運動方程式は，b' を用いて $ma' = \boxed{\text{(チ)}}$ と書ける。これより，座標系 D での小球の運動は単振動であり，その中心は $x = \boxed{\text{(リ)}}$ であることがわかる。

解答欄