results for N particles of equal mass. The internal variables are given by the linear transformation

$$\begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \xi_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} N^{-1} & N^{-1} & \cdot & \cdot & \cdot & N^{-1} \\ 1 & -\frac{1}{N-1} & \cdot & \cdot & \cdot & -\frac{1}{N-1} \\ 0 & 1 & -\frac{1}{N-2} & \cdot & \cdot & -\frac{1}{N-2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \cdot & \cdot & 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{r}_1 \\ \mathbf{r}_2 \\ \mathbf{r}_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \mathbf{r}_N \end{pmatrix}.$$

The inverse transformation which allows one to express a particle coordinates $\mathbf{r}_i$ in terms of intrinsic and c.o.m. variables is *

$$\begin{pmatrix} \mathbf{r}_1 \\ \mathbf{r}_2 \\ \mathbf{r}_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \mathbf{r}_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{N-1}{N} & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 1 & -N^{-1} & \frac{N-2}{N-1} & 0 & \cdot & 0 \\ 1 & -N^{-1} & -(N-1)^{-1} & \frac{N-3}{N-2} & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & -N^{-1} & -(N-1)^{-1} & (N-2)^{-1} & \cdot & -\frac{1}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \xi_N \end{pmatrix}.$$