

Задача 4.1 Алгебра операторов.

Написать программу, которая устанавливает нормальное упорядочение в произвольной линейной комбинации произведений операторов \hat{a} и \hat{b} . Нормальное упорядочение означает, что все операторы \hat{a} стоят левее всех операторов \hat{b} . Коммутационное соотношение имеет вид

$$\hat{b}\hat{a} = \hat{a}\hat{b} + \hbar$$

Программа должна работать для любого выражения без переделок вручную.

Для тестирования программы используйте выражение

$$\begin{aligned} & -120 v(\square) h^5 + 600 v([b, a]) h^4 + 24 v(\square) h^4 - 600 v([b, b, a, a]) h^3 - \\ & 96 v([b, a]) h^3 - 6 v(\square) h^3 + 200 v([b, b, b, a, a, a]) h^2 + 72 v([b, b, a, a]) h^2 + \\ & 18 v([b, a]) h^2 + 2 v(\square) h^2 - 25 v([b, b, b, b, a, a, a, a]) h - 16 v([b, b, b, a, a, a]) h - \\ & 9 v([b, b, a, a]) h - 4 v([b, a]) h - v(\square) h + v([b, b, b, b, b, a, a, a, a, a]) + \\ & v([b, b, b, b, a, a, a, a]) + v([b, b, b, a, a, a]) + v([b, b, a, a]) + v([b, a]) + \\ & v(\square) \end{aligned}$$

Формат выходного файла должен повторять формат приведенного выражения.

Задача 4.2 Алгебра операторов.

Написать программу, которая устанавливает нормальное упорядочение в произвольной линейной комбинации произведений операторов \hat{a} и \hat{b} . Нормальное упорядочение означает, что все операторы \hat{a} стоят левее всех операторов \hat{b} . Коммутационное соотношение имеет вид

$$\hat{b}\hat{a} = \hat{a}\hat{b} - \hbar$$

Программа должна работать для любого выражения без переделок вручную.

Для тестирования программы используйте выражение

$$\begin{aligned} & 240 v(\square) h^5 + 1200 v([b, a]) h^4 + 48 v(\square) h^4 + 1200 v([b, b, a, a]) h^3 + \\ & 192 v([b, a]) h^3 + 12 v(\square) h^3 + 400 v([b, b, b, a, a, a]) h^2 + 144 v([b, b, a, a]) h^2 + \\ & 36 v([b, a]) h^2 + 4 v(\square) h^2 + 50 v([b, b, b, b, a, a, a, a]) h + 32 v([b, b, b, a, a, a]) h + \\ & 18 v([b, b, a, a]) h + 8 v([b, a]) h + 2 v(\square) h + 2 v([b, b, b, b, b, a, a, a, a, a]) + \\ & 2 v([b, b, b, b, a, a, a, a]) + 2 v([b, b, b, a, a, a]) + 2 v([b, b, a, a]) + 2 v([b, a]) + \\ & 2 v(\square) \end{aligned}$$

Формат выходного файла должен повторять формат приведенного выражения.

Задача 4.3 Алгебра операторов.

Написать программу, которая устанавливает нормальное упорядочение в произвольной линейной комбинации произведений операторов \hat{a} и \hat{b} . Нормальное упорядочение означает, что все операторы \hat{a} стоят левее всех операторов \hat{b} . Коммутационное соотношение имеет вид

$$\hat{b}\hat{a} = \hat{a}\hat{b} + i\hbar$$

Программа должна работать для любого выражения без переделок вручную.
Для тестирования программы используйте выражение

$$\begin{aligned} & -360 i v (\square) h^5 + 1800 v ([b, a]) h^4 + 72 v (\square) h^4 + 1800 i v ([b, b, a, a]) h^3 + \\ & 288 i v ([b, a]) h^3 + 18 i v (\square) h^3 - 600 v ([b, b, b, a, a, a]) h^2 - 216 v ([b, b, a, a]) h^2 - \\ & 54 v ([b, a]) h^2 - 6 v (\square) h^2 - 75 i v ([b, b, b, b, a, a, a, a]) h - 48 i v ([b, b, b, a, a, a]) h - \\ & 27 i v ([b, b, a, a]) h - 12 i v ([b, a]) h - 3 i v (\square) h + 3 v ([b, b, b, b, b, a, a, a, a, a]) + \\ & 3 v ([b, b, b, b, a, a, a, a]) + 3 v ([b, b, b, a, a, a]) + 3 v ([b, b, a, a]) + 3 v ([b, a]) + \\ & 3 v (\square) \end{aligned}$$

Формат выходного файла должен повторять формат приведенного выражения.

Задача 4.4 Алгебра операторов.

Написать программу, которая устанавливает нормальное упорядочение в произвольной линейной комбинации произведений операторов \hat{a} и \hat{b} . Нормальное упорядочение означает, что все операторы \hat{a} стоят левее всех операторов \hat{b} . Коммутационное соотношение имеет вид

$$\hat{b}\hat{a} = \hat{a}\hat{b} - i\hbar$$

Программа должна работать для любого выражения без переделок вручную.
Для тестирования программы используйте выражение

$$\begin{aligned} & 480 i v (\square) h^5 + 2400 v ([b, a]) h^4 + 96 v (\square) h^4 - 2400 i v ([b, b, a, a]) h^3 - \\ & 384 i v ([b, a]) h^3 - 24 i v (\square) h^3 - 800 v ([b, b, b, a, a, a]) h^2 - 288 v ([b, b, a, a]) h^2 - \\ & 72 v ([b, a]) h^2 - 8 v (\square) h^2 + 100 i v ([b, b, b, b, a, a, a, a]) h + 64 i v ([b, b, b, a, a, a]) h + \\ & 36 i v ([b, b, a, a]) h + 16 i v ([b, a]) h + 4 i v (\square) h + 4 v ([b, b, b, b, b, a, a, a, a, a]) + \\ & 4 v ([b, b, b, b, a, a, a, a]) + 4 v ([b, b, b, a, a, a]) + 4 v ([b, b, a, a]) + 4 v ([b, a]) + \\ & 4 v (\square) \end{aligned}$$

Формат выходного файла должен повторять формат приведенного выражения.

Задача 4.5 Алгебра операторов.

Написать программу, которая устанавливает нормальное упорядочение в произвольной линейной комбинации произведений операторов \hat{a} и \hat{b} . Нормальное упорядочение означает, что все операторы \hat{a} стоят левее всех операторов \hat{b} . Коммутационное соотношение имеет вид

$$\hat{b}\hat{a} = -2\hat{a}\hat{b} + \hbar$$

Программа должна работать для любого выражения без переделок вручную.

Для тестирования программы используйте выражение

$$\begin{aligned} & \frac{825 v(\square) h^5}{32768} - \frac{9075 v([b,a]) h^4}{524288} + \frac{75 v(\square) h^4}{1024} + \frac{45375 v([b,b,a,a]) h^3}{4194304} - \frac{375 v([b,a]) h^3}{8192} + \\ & \frac{15 v(\square) h^3}{15125} - \frac{15125 v([b,b,b,a,a,a]) h^2}{125} + \frac{1125 v([b,b,a,a]) h^2}{45} - \frac{45 v([b,a]) h^2}{5} + \frac{5 v(\square) h^2}{64} + \\ & \frac{605 v([b,b,b,b,a,a,a,a]) h}{33554432} - \frac{16777216 v([b,b,b,a,a,a]) h}{65536} + \frac{32768 v([b,b,a,a]) h}{45} - \frac{256 v([b,a]) h}{5} + \frac{8 v(\square) h}{2} - \\ & \frac{5 v([b,b,b,b,a,a,a,a])}{33554432} + \frac{5 v([b,b,b,a,a,a,a,a])}{65536} - \frac{5 v([b,b,b,a,a,a])}{512} + \frac{5 v([b,b,a,a])}{16} - \frac{5 v([b,a])}{2} + \\ & 5 v(\square) \end{aligned}$$

Формат выходного файла должен повторять формат приведенного выражения.

Задача 4.6 Алгебра операторов.

Написать программу, которая устанавливает нормальное упорядочение в произвольной линейной комбинации произведений операторов \hat{a} и \hat{b} . Нормальное упорядочение означает, что все операторы \hat{a} стоят левее всех операторов \hat{b} . Коммутационное соотношение имеет вид

$$\hat{b}\hat{a} = -2\hat{a}\hat{b} - \hbar$$

Программа должна работать для любого выражения без переделок вручную.

Для тестирования программы используйте выражение

$$\begin{aligned} & -\frac{495 v(\square) h^5}{16384} - \frac{5445 v([b,a]) h^4}{262144} + \frac{45 v(\square) h^4}{512} - \frac{27225 v([b,b,a,a]) h^3}{2097152} + \frac{225 v([b,a]) h^3}{4096} - \\ & \frac{9 v(\square) h^3}{32} - \frac{9075 v([b,b,b,a,a,a]) h^2}{8388608} + \frac{675 v([b,b,a,a]) h^2}{16384} - \frac{27 v([b,a]) h^2}{128} + \frac{3 v(\square) h^2}{4} - \\ & \frac{363 v([b,b,b,b,a,a,a,a]) h}{16777216} + \frac{75 v([b,b,b,a,a,a]) h}{32768} - \frac{27 v([b,b,a,a]) h}{256} + \frac{3 v([b,a]) h}{8} - 3 v(\square) h - \\ & \frac{3 v([b,b,b,b,a,a,a,a])}{16777216} + \frac{3 v([b,b,b,a,a,a,a,a])}{32768} - \frac{3 v([b,b,b,a,a,a])}{256} + \frac{3 v([b,b,a,a])}{8} - 3 v([b,a]) + \\ & 6 v(\square) \end{aligned}$$

Формат выходного файла должен повторять формат приведенного выражения.

Задача 4. 7 Алгебра операторов.

Написать программу, которая устанавливает нормальное упорядочение в произвольной линейной комбинации произведений операторов \hat{a} и \hat{b} . Нормальное упорядочение означает, что все операторы \hat{a} стоят левее всех операторов \hat{b} . Коммутационное соотношение имеет вид

$$\hat{b}\hat{a} = -2\hat{a}\hat{b} + i\hbar$$

Программа должна работать для любого выражения без переделок вручную.

Для тестирования программы используйте выражение

$$\begin{aligned} & \frac{1155 i v(\square) h^5}{32768} - \frac{12705 v([b,a]) h^4}{524288} + \frac{105 v(\square) h^4}{1024} - \frac{63525 i v([b,b,a,a]) h^3}{4194304} + \frac{525 i v([b,a]) h^3}{8192} - \\ & \frac{21 i v(\square) h^3}{64} + \frac{21175 v([b,b,b,a,a,a]) h^2}{16777216} - \frac{1575 v([b,b,a,a]) h^2}{32768} + \frac{63 v([b,a]) h^2}{256} - \frac{7 v(\square) h^2}{8} + \\ & \frac{847 i v([b,b,b,b,a,a,a,a]) h}{33554432} - \frac{175 i v([b,b,b,a,a,a]) h}{65536} + \frac{63 i v([b,b,a,a]) h}{512} - \frac{7 i v([b,a]) h}{16} + \\ & \frac{7 i v(\square) h}{2} - \frac{7 v([b,b,b,b,a,a,a,a,a,a])}{33554432} + \frac{65536}{65536} - \frac{512}{512} + \frac{16}{16} - \\ & \frac{7 v([b,a])}{2} + 7 v(\square) \end{aligned}$$

Формат выходного файла должен повторять формат приведенного выражения.

Задача 4. 8 Алгебра операторов.

Написать программу, которая устанавливает нормальное упорядочение в произвольной линейной комбинации произведений операторов \hat{a} и \hat{b} . Нормальное упорядочение означает, что все операторы \hat{a} стоят левее всех операторов \hat{b} . Коммутационное соотношение имеет вид

$$\hat{b}\hat{a} = -2\hat{a}\hat{b} - i\hbar$$

Программа должна работать для любого выражения без переделок вручную.

Для тестирования программы используйте выражение

$$\begin{aligned} & -\frac{165 i v(\square) h^5}{4096} - \frac{1815 v([b,a]) h^4}{65536} + \frac{15 v(\square) h^4}{128} + \frac{9075 i v([b,b,a,a]) h^3}{524288} - \frac{75 i v([b,a]) h^3}{1024} + \\ & \frac{3 i v(\square) h^3}{8} + \frac{3025 v([b,b,b,a,a,a]) h^2}{2097152} - \frac{225 v([b,b,a,a]) h^2}{4096} + \frac{9 v([b,a]) h^2}{32} - v(\square) h^2 - \\ & \frac{121 i v([b,b,b,b,a,a,a,a]) h}{4194304} + \frac{25 i v([b,b,b,a,a,a]) h}{8192} - \frac{9 i v([b,b,a,a]) h}{64} + \frac{i v([b,a]) h}{2} - 4 i v(\square) h - \\ & \frac{v([b,b,b,b,b,a,a,a,a,a])}{4194304} + \frac{v([b,b,b,b,a,a,a,a])}{8192} - \frac{v([b,b,b,a,a,a])}{64} + \frac{v([b,b,a,a])}{2} - 4 v([b,a]) + \\ & 8 v(\square) \end{aligned}$$

Формат выходного файла должен повторять формат приведенного выражения.

Задача 4. 9 Алгебра операторов.

Написать программу, которая устанавливает нормальное упорядочение в произвольной линейной комбинации произведений операторов \hat{a} и \hat{b} . Нормальное упорядочение означает, что все операторы \hat{a} стоят левее всех операторов \hat{b} . Коммутационное соотношение имеет вид

$$\hat{b}\hat{a} = \hat{a}\hat{b} + \hat{a}\hat{h}$$

Программа должна работать для любого выражения без переделок вручную.

Для тестирования программы используйте выражение

$$\begin{aligned} & -28125 v([a, a, a, a, a]) h^5 + 28125 v([b, a, a, a, a]) h^4 + 5625 v([a, a, a, a, a]) h^4 - \\ & 11250 v([b, b, a, a, a, a]) h^3 - 4500 v([b, a, a, a, a, a]) h^3 - 1125 v([a, a, a, a, a]) h^3 + \\ & 2250 v([b, b, b, a, a, a, a]) h^2 + 1350 v([b, b, a, a, a, a, a]) h^2 + 675 v([b, a, a, a, a, a, a]) h^2 + \\ & 225 v([a, a, a, a, a, a]) h^2 - 225 v([b, b, b, b, a, a, a, a]) h - 180 v([b, b, b, a, a, a, a, a]) h - \\ & 135 v([b, b, a, a, a, a, a, a]) h - 90 v([b, a, a, a, a, a, a, a]) h - 45 v([a, a, a, a, a, a]) h + \\ & 9 v([b, b, b, b, b, a, a, a, a, a]) + 9 v([b, b, b, b, a, a, a, a, a, a]) + 9 v([b, b, b, a, a, a, a, a, a, a]) + \\ & 9 v([b, b, a, a, a, a, a, a, a, a]) + 9 v([b, a, a, a, a, a, a, a, a, a]) + 9 v([a, a, a, a, a, a, a]) \end{aligned}$$

Формат выходного файла должен повторять формат приведенного выражения.

Задача 4. 10 Алгебра операторов.

Написать программу, которая устанавливает нормальное упорядочение в произвольной линейной комбинации произведений операторов \hat{a} и \hat{b} . Нормальное упорядочение означает, что все операторы \hat{a} стоят левее всех операторов \hat{b} . Коммутационное соотношение имеет вид

$$\hat{b}\hat{a} = \hat{a}\hat{b} - \hat{b}\hat{h}$$

Программа должна работать для любого выражения без переделок вручную.

Для тестирования программы используйте выражение

$$\begin{aligned} & 31250 v([b, b, b, b, b]) h^5 + 31250 v([b, b, b, b, b, a]) h^4 + 6250 v([b, b, b, b, b]) h^4 + \\ & 12500 v([b, b, b, b, b, a, a]) h^3 + 5000 v([b, b, b, b, b, a]) h^3 + 1250 v([b, b, b, b, b]) h^3 + \\ & 2500 v([b, b, b, b, b, a, a, a]) h^2 + 1500 v([b, b, b, b, b, a, a]) h^2 + 750 v([b, b, b, b, b, a]) h^2 + \\ & 250 v([b, b, b, b, b]) h^2 + 250 v([b, b, b, b, b, a, a, a, a]) h + 200 v([b, b, b, b, b, a, a, a]) h + \\ & 150 v([b, b, b, b, b, a, a]) h + 100 v([b, b, b, b, b, a]) h + 50 v([b, b, b, b, b]) h + \\ & 10 v([b, b, b, b, b, a, a, a, a, a]) + 10 v([b, b, b, b, b, a, a, a, a, a]) + 10 v([b, b, b, b, b, a, a, a]) + \\ & 10 v([b, b, b, b, b, a, a]) + 10 v([b, b, b, b, b, a]) + 10 v([b, b, b, b, b]) \end{aligned}$$

Формат выходного файла должен повторять формат приведенного выражения.