



DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA  
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

## Grado en Informática

### Heurística y Optimización

16 de diciembre de 2018

#### Normas generales del examen

- ① El tiempo para realizar el examen es de **4 horas**
- ② No se responderá a ninguna pregunta sobre el examen transcurridos los primeros **30 minutos**
- ③ **Justifica debidamente todas tus respuestas**
- ④ Cada pregunta debe responderse en páginas separadas en el mismo orden de sus apartados. Si no se responde, se debe entregar una página en blanco
- ⑤ Numera todas las páginas de cada ejercicio separadamente
- ⑥ Escribe con claridad y en limpio, de forma ordenada y concisa
- ⑦ Si se sale del aula, no se podrá volver a entrar durante el examen
- ⑧ No se puede presentar el examen escrito a lápiz

#### Pregunta 1 (10 puntos)

Roberto, sé que las restas parecen más difíciles que las sumas, pero te lo aseguro *sólo lo parece*. Espero que las siguientes operaciones te diviertan tanto como otras.

- (a) **(3 puntos)** Vamos poco a poco, primero unas un poquito fáciles. Usa los dedos para contar si quieres, no tienes por qué hacerlo de cabeza (aunque ya sé que eso te encanta)

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 4 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ - 2 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ - 5 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ - 9 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ - 3 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 6 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ - 6 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 3 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 5 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 1 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ - 5 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ - 2 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ - 1 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ - 1 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 7 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ - 5 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ - 3 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ - 3 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ - 8 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ - 6 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ - 4 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ - 3 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ - 1 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ - 4 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 3 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 2 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ - 7 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ - 3 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ - 5 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 4 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ - 5 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 1 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ - 2 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 5 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ - 2 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 4 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ - 1 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ - 5 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ - 3 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ - 1 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ - 4 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ - 2 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ - 3 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ - 4 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ - 5 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ - 2 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ - 6 \\ \hline \square \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 3 \\ \hline \square \end{array}$$

(b) **(3 puntos)** Me encanta que hayas hecho las anteriores. ¡Eran muchísimas! ¿Te atreverías a intentar las siguientes?

$$\begin{array}{r} 57 \\ - 50 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 97 \\ - 37 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ - 8 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ - 27 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 72 \\ - 59 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 38 \\ - 13 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ - 21 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 95 \\ - 12 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 79 \\ - 20 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 49 \\ - 8 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 49 \\ - 11 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ - 38 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ - 11 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 96 \\ - 23 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 89 \\ - 54 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 83 \\ - 45 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 80 \\ - 76 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 44 \\ - 36 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ - 4 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ - 43 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 74 \\ - 58 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 95 \\ - 56 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 87 \\ - 15 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 88 \\ - 36 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 90 \\ - 76 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 66 \\ - 33 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 30 \\ - 5 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 72 \\ - 33 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 72 \\ - 46 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 80 \\ - 14 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 59 \\ - 17 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 67 \\ - 38 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 79 \\ - 44 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 97 \\ - 78 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 87 \\ - 52 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 49 \\ - 3 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ - 28 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 91 \\ - 48 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 83 \\ - 51 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 89 \\ - 53 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 88 \\ - 3 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ - 11 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 54 \\ - 36 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 96 \\ - 42 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ - 11 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 58 \\ - 38 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 91 \\ - 51 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 85 \\ - 18 \\ \hline \end{array}$$

- (c) **(4 puntos)** Roberto, eres increíble. Las siguientes son muy difíciles, de veras, y seguramente harás unas cuantas mal. Pero recuerda que se trata de pasarlo bien, ¡disfruta con estas SUPER-RESTAS para niños de verdad mayores!

$$\begin{array}{r} 86 \\ - 74 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 79 \\ - 14 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ - 13 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 78 \\ - 7 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 37 \\ - 36 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ - 30 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 93 \\ - 53 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 65 \\ - 29 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ - 18 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 78 \\ - 60 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ - 22 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 57 \\ - 7 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 83 \\ - 7 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 94 \\ - 25 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ - 7 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ - 13 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 80 \\ - 7 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 71 \\ - 67 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 77 \\ - 75 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 89 \\ - 65 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ - 13 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 63 \\ - 52 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ - 10 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ - 25 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ - 31 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 71 \\ - 36 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 47 \\ - 30 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 82 \\ - 16 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 63 \\ - 40 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ - 21 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 78 \\ - 77 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ - 34 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 41 \\ - 33 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ - 19 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ - 57 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 47 \\ - 42 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 72 \\ - 24 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ - 45 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ - 23 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 90 \\ - 43 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 73 \\ - 55 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ - 7 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 84 \\ - 71 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 98 \\ - 52 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 56 \\ - 35 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 93 \\ - 24 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 62 \\ - 12 \\ \hline \end{array}$$