



Proba de

Código

IGB

Instalador/ora de gas

Categoría B

Parte 2. Proba práctica



1. Formato da proba

Formato

- A proba consta de catro problemas.

Puntuación

- 10 puntos.

Duración

- Tempo estimado para responder: 60 minutos.

Materiais e instrumentos que se poden empregar durante a proba

- Bolígrafo con tinta negra ou azul.
- Calculadora científica, excepto as que sexan programables, gráficas ou con capacidade para almacenar e transmitir datos.
- Regulamento publicado no BOE e normas UNE de referencias sen anotacións.

Advertencias para as persoas participantes

- Cumprirá desenvolver o conxunto ou a secuencia de operacións ordenadas que dan lugar ao resultado final, ou a xustificación razoada da resposta, se se require na cuestión algún argumento de reflexión. En caso contrario, non se puntuará o exercicio.
- Os exames non deben levar ningún tipo de marca nin texto que poidan identificar a persoa candidata, agás nos espazos reservados para a súa identificación.



2. Exercicio

Problema 1 [2 puntos]

O consumo medio dun contador é de 10 m^3 de gas a unha presión relativa de circulación de 1,3 bar e unha temperatura de 27°C .

El consumo medio de un contador es de 10 m^3 de gas a una presión relativa de circulación de 1,3 bar y una temperatura de 27°C .

1. Determinar o consumo en $\text{m}^3(\text{n})$. [1 punto]

Determinar el consumo en $\text{m}^3(\text{n})$. [1 punto]

2. Determinar o consumo en $\text{m}^3(\text{st})$. [1 punto]

Determinar el consumo en $\text{m}^3(\text{st})$. [1 punto]

Problema 2 [4 puntos]

Temos unha instalación receptora de gas natural que dá servizo a un edificio de catro plantas, con dúas vivendas por planta e onde cada unha das instalacións individuais alimenta un calentador instantáneo de $P_n = 30 \text{ kW}$ e a unha cociña de $P_n = 13 \text{ kW}$. Responda ás cuestións propostas tendo en conta os seguintes datos:

- Poder calorífico superior do gas natural PCS: $H_s = 40,311 \text{ MJ} / \text{Nm}^3$.
- Densidade relativa corrixida $d_s = 0,62$.

Tenemos una instalación receptora de gas natural que da servicio a un edificio de cuatro plantas, con dos viviendas por planta y donde cada una de las instalaciones individuales alimenta a un calentador instantáneo de $P_n = 30 \text{ kW}$ y a una cocina de $P_n = 13 \text{ kW}$. Responda a las cuestiones propuestas teniendo en cuenta los siguientes datos:

- *Poder calorífico superior del gas natural PCS: $H_s = 40,311 \text{ MJ} / \text{Nm}^3$.*
- *Densidad relativa corregida $d_s = 0,62$.*

1. Caudal de deseño ou de simultaneidade da instalación individual en $\text{m}^3(\text{n}) / \text{h}$. [1 punto]

Caudal de diseño o de simultaneidad de la instalación individual en $\text{m}^3(\text{n}) / \text{h}$. [1 punto]

2. Potencia de deseño das instalacións individuais en kW. [1 punto]

Potencia de diseño de las instalaciones individuales en kW. [1 punto]

3. Potencia de deseño da instalación común en kW. [1 punto]

Potencia de diseño de la instalación común en kW. [1 punto]

4. Caudal de deseño ou de simultaneidade da instalación común en $\text{m}^3(\text{n}) / \text{h}$. [1 punto]

Caudal de diseño o de simultaneidad de la instalación común en $\text{m}^3(\text{n}) / \text{h}$. [1 punto]



Problema 3 [2 puntos]

Dado un acumulador de auga quente sanitaria que quenta 50 litros de auga desde 12 °C ata 37 °C en 30 minutos e tendo en conta que funciona con propano de PCS $H_s = 49,623 \text{ MJ/kg}$ e que ten un consumo de 0,32 kg/h.

Dado un acumulador de agua caliente sanitaria que calienta 50 litros de agua desde 12 °C hasta 37 °C en 30 minutos y teniendo en cuenta que funciona con propano de PCS $H_s = 49,623 \text{ MJ/kg}$ y que tiene un consumo de 0,32 kg/h.

1. Calcular o rendemento do acumulador. [2 puntos]

Calcular el rendimiento del acumulador. [2 puntos]

Problema 4 [2 puntos]

Dada unha tubaxe de cobre 20/22 que alimenta con gas natural a un queimador de unha caldeira de potencia nominal 43 kW sendo a presión de servizo 22 mbar. Sabemos que o PCS é $H_s = 40,311 \text{ MJ/Nm}^3$.

Dada una tubería de cobre 20/22 que alimenta con gas natural a un quemador de una caldera de potencia nominal 43Kw siendo la presión de servicio 22 mbar. Sabemos que el PCS es $H_s = 40,311 \text{ MJ/Nm}^3$.

1. Calcular a velocidade no interior en m/s. [2 puntos]

Calcular la velocidad en el interior en m/s. [2 puntos]



3. Solucións

Problema 1

Cuestión 1

Calculamos o consumo para condicións normais (1 bar de presión relativa e 0 °C):

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$$

Onde:

P = Presión absoluta en condicións 1 e 2 (bar).

V = Volume en condicións 1 e 2 (m³).

T = Temperatura en condicións 1 e 2 (K).

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2 \rightarrow (2,3 \text{ bar} \cdot 10 \text{ m}^3) / (273 + 27) \text{ K} = V_2 \cdot 2 \text{ bar} / 273 \text{ K} \rightarrow$$

$$V_2 = 10,465 \text{ m}^3(\text{n}).$$

Calculamos el consumo para condiciones normales (1 bar de presión relativa y 0 °C):

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$$

Donde:

P = Presión absoluta en condiciones 1 y 2 (bar)

V = Volumen en condiciones 1 y 2 (m³)

T = Temperatura en condiciones 1 y 2 (K)

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2 \rightarrow (2,3 \text{ bar} \cdot 10 \text{ m}^3) / (273+27) \text{ K} = V_2 \cdot 2 \text{ bar} / 273 \text{ K} \rightarrow V_2 = 10,465 \text{ m}^3(\text{n}).$$

Cuestión 2

Calculamos o consumo para condicións estándar (1 bar de presión relativa e 15 °C):

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$$

Onde:

P = Presión absoluta en condicións 1 y 2 (bar).

V = Volumen en condicións 1 e 2 (m³).

T = Temperatura en condicións 1 y 2 (K).

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2 \rightarrow (2,3 \text{ bar} \cdot 10 \text{ m}^3) / (273 + 27) \text{ K} = (V_2 \cdot 2 \text{ bar}) / (273+15) \text{ K} \rightarrow$$

$$V = 11,04 \text{ m}^3(\text{st}).$$

Calculamos el consumo para condiciones estándar (1 bar de presión relativa y 15 °C):

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$$

Donde:

P = Presión absoluta en condiciones 1 y 2 (bar).

V = Volumen en condiciones 1 y 2 (m³).

T = Temperatura en condiciones 1 y 2 (K)

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2 \rightarrow (2,3 \text{ bar} \cdot 10 \text{ m}^3) / (273+27) \text{ K} = (V_2 \cdot 2 \text{ bar}) / (273+15) \text{ K} \rightarrow$$

$$V = 11,04 \text{ m}^3(\text{st})$$



Problema 2

Cuestión 1

Aplicamos a fórmula recollida na norma 60670-4:

$Q = 1,10 \cdot (P_{Hi} / H_s)$ sendo:

- Q : caudal volumétrico dun aparello a gas.
- H_s : poder calorífico superior do gas.
- P_{Hi} : consumo calorífico do aparello.

Dado que coñecemos o dato de poder calorífico superior do gas natural (40,311 MJ / Nm³) podemos calcular o caudal por servizo coñecendo:

- $P_{n \text{ Quentador}} = 30 \text{ Kw} \Rightarrow P_{n \text{ cocina}} = 30 \text{ kJ/s.}$
- $P_{n \text{ cocina}} = 13 \text{ Kw} \Rightarrow P_{n \text{ quentador}} = 13 \text{ kJ/s.}$

Xa que logo:

$$Q_{\text{quentador}} = 1,10 \cdot (30 \text{ kJ/s}) / (40311 \text{ kJ/Nm}^3) = 0,0008186 \text{ Nm}^3/\text{s} = 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h.}$$

$$Q_{\text{cocina}} = 1,10 \cdot (13 \text{ kJ/s}) / (40311 \text{ kJ/Nm}^3) = 0,0003547 \text{ Nm}^3/\text{s} = 1,27 \text{ Nm}^3/\text{h.}$$

O caudal da vivenda aplicando a norma UNE 60670-4 e tendo en conta que son dous aparellos é:

$$\text{Tramo derivación individual} \Rightarrow 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h} + 1,27 \text{ Nm}^3/\text{h} = 4,21 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Aplicamos la fórmula recogida en la norma 60670-4:

$Q = 1,10 \cdot (P_{Hi} / H_s)$ siendo:

- *Q : caudal volumétrico de un aparato a gas.*
- *H_s : poder calorífico superior del gas.*
- *P_{Hi} : consumo calorífico del aparato.*

Dado que conocemos el dato de poder calorífico superior del gas natural (40,311 MJ / Nm³) podemos calcular el caudal por servicio conociendo:

- *$P_{n \text{ calentador}} = 30 \text{ Kw} \Rightarrow P_{n \text{ calentador}} = 30 \text{ kJ/s.}$*
- *$P_{n \text{ cocina}} = 13 \text{ Kw} \Rightarrow P_{n \text{ cocina}} = 13 \text{ kJ/s.}$*

Por tanto:

$$Q_{\text{calentador}} = 1,10 \cdot (30 \text{ kJ/s}) / (40311 \text{ kJ/Nm}^3) = 0,0008186 \text{ Nm}^3/\text{s} = 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{cocina}} = 1,10 \cdot (13 \text{ kJ/s}) / (40311 \text{ kJ/Nm}^3) = 0,0003547 \text{ Nm}^3/\text{s} = 1,27 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

El caudal de la vivienda aplicando la norma UNE 60670-4 y teniendo en cuenta que son dos aparatos es:

$$\text{Tramo derivación individual} \Rightarrow 2,94 \text{ Nm}^3/\text{h} + 1,27 \text{ Nm}^3/\text{h} = 4,21 \text{ Nm}^3/\text{h}$$



Cuestión 2

Calculamos a potencia da instalación da vivenda partindo dos distintos consumos:

- Cociña 13 kW.
- Quentador 30 kW.

Aplicando a fórmula recollida na norma 60670-4:

$$P_{\text{instalación vivenda}} = [A + B + (C + D) / 2] \cdot 1,10$$

Sendo:

- A, B: consumos caloríficos dos dous aparellos de maior consumo.
- C, D: consumos caloríficos dos dous aparellos de menor consumo.

$$P_{\text{instalación vivenda}} = [13 \text{ kW} + 30 \text{ kW}] \cdot 1,10 = 47,3 \text{ Kw}$$

Calculamos la potencia de la instalación de la vivienda partiendo de los distintos consumos:

- A: cocina 13 kW
- B: calentador 30 kW

Aplicando la formula recogida en la norma 60670-4:

$$P_{\text{instalación vivienda}} = [A + B + (C + D) / 2] \cdot 1,10$$

Siendo:

- A, B: consumos caloríficos de los dos aparatos de mayor consumo.
- C, D: consumos caloríficos de los dos aparatos de menor consumo.

$$P_{\text{instalación vivienda}} = [13 \text{ kW} + 30 \text{ kW}] \cdot 1,10 = 47,3 \text{ Kw}$$

Cuestión 3

Aplicando a fórmula recollida na norma 60670-4:

$$P_c = \sum P_{IV} \times S_n + \sum P_{II}$$

Onde:

- P_c = Potencia de diseño da acometida interior ou da instalación común.
- P_{IV} = Potencia de diseño das instalacións individuais das vivendas.
- P_{II} = Potencia de diseño das instalacións individuais dos locais de uso non doméstico.
- S_n = Factor de simultaneidade.

Dado que non existen baixos comerciais e que se trata de oito vivendas sen calefacción, o factor de simultaneidade buscando en táboas é:

$$S_1 = (19 + N) / 10 \cdot (N + 1) = (19 + 8) / (8 + 1) = 0,3$$

A potencia de diseño do edificio é:

$$P = 8 \cdot 47,3 \text{ Kw} \cdot 0,3 = 113,52 \text{ Kw}$$



Aplicando la fórmula recogida en la norma 60670-4:

$$P_c = \sum P_{iv} \times S_n + \sum P_{il}$$

Onde:

- P_c = Potencia de diseño de la acometida interior o de la instalación común
- P_{iv} = Potencia de diseño de las instalaciones individuales de las viviendas
- P_{il} = Potencia de diseño de las instalaciones individuales de los locales de uso no doméstico
- S_n = Factor de simultaneidad

Dado que no existen bajos comerciales y que se trata de ocho viviendas sin calefacción, el factor de simultaneidad buscando en tablas es:

$$S_1 = (19 + N) / 10 \cdot (N + 1) = (19 + 8) / (8 + 1) = 0,3$$

La potencia de diseño del edificio es:

$$P = 8 \cdot 47,3 \text{ Kw} \cdot 0,3 = 113,52 \text{ Kw}$$

Cuestión 4

Aplicando a fórmula recollida na norma 60670-4 e coñecendo a potencia de deseño do edificio:

$Q_{si} = P_i / H_s$ onde:

- Q_{si} = Caudal de diseño da instalación individual.
- P_i = Potencia de diseño da instalación individual.
- H_s = Poder calorífico superior do gas subministrado.

$$Q_{si} = P_i / H_s = 113,52 \text{ Kw} / (40\,311 \text{ kJ/Nm}^3) = 0,00281 \text{ m}^3/\text{s} = 10,116 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Aplicando la fórmula recogida en la norma 60.670-4 y conociendo la potencia de diseño del edificio:

$Q_{si} = P_i / H_s$ donde:

- Q_{si} = Caudal de diseño de la instalación individual
- P_i = Potencia de diseño de la instalación individual
- H_s = Poder calorífico superior del gas suministrado

$$Q_{si} = P_i / H_s = 113,52 \text{ Kw} / (40\,311 \text{ kJ/Nm}^3) = 0,00281 \text{ m}^3/\text{s} = 10,116 \text{ m}^3/\text{h}.$$



Problema 3

$P_{\text{útil}} = E_{\text{útil}} / t$ onde:

- $P_{\text{útil}}$ = potencia útil.
- $E_{\text{útil}}$ = enerxía útil = $m \cdot C_e \cdot (T_2 - T_1) = 50 \text{ kg} \cdot 1 \text{ (kcal / kg} \cdot ^\circ\text{C)} \cdot (37-12)^\circ\text{C} = 1250 \text{ kcal}$.
- t = tempo = 0,5 horas.

Xa que logo:

$$P_{\text{útil}} = 1250 \text{ kcal} / 0,5 \text{ horas} = 2500 \text{ kcal/h.}$$

$P_{\text{calorífica}} = Q \cdot H_s$ onde:

- Q = consumo = 0,32 kg/h.
- H_s = poder calorífico superior = 49,623 MJ/kg.

Xa que logo:

$$P_{\text{calorífica}} = 0,32 \text{ kg/h} \cdot 49,623 \text{ MJ/kg} = 15,879 \text{ MJ/h.}$$

Expresando o resultado en kcal / h:

$$(15,879 \text{ MJ/h}) \cdot (1000 \text{ kJ/MJ}) \cdot (0,24 \text{ kcal/kJ}) = 3810,96 \text{ kcal/h.}$$

$$\text{Rendemento} = \text{Potencia útil} / \text{Potencia calorífica} \rightarrow \eta = 2500 \text{ kcal/h} / 3810,96 \text{ kcal/h} = 0,656.$$

O rendemento expresado en tanto por cento é do 65,60 %.

$P_{\text{útil}} = E_{\text{útil}} / t$ onde:

- $P_{\text{útil}}$ = potencia útil
- $E_{\text{útil}}$ = enerxía útil = $m \cdot C_e \cdot (T_2 - T_1) = 50 \text{ kg} \cdot 1 \text{ (kcal / kg} \cdot ^\circ\text{C)} \cdot (37-12)^\circ\text{C} = 1250 \text{ kcal}$
- t = tempo = 0,5 horas

$$P_{\text{útil}} = 1250 \text{ kcal} / 0,5 \text{ horas} = 2500 \text{ kcal / h}$$

$P_{\text{calorífica}} = Q \cdot H_s$ onde:

- Q = consumo = 0,32 kg / h
- H_s = poder calorífico superior = 49,623 MJ/kg.

Por tanto:

$$P_{\text{calorífica}} = 0,32 \text{ kg/h} \cdot 49,623 \text{ MJ/kg} = 15,879 \text{ MJ/h.}$$

Expresando el resultado en kcal/h:

$$(15,879 \text{ MJ/h}) \cdot (1000 \text{ kJ/MJ}) \cdot (0,24 \text{ kcal/kJ}) = 3810,96 \text{ kcal/h.}$$

$$\text{Rendimiento} = \text{Potencia útil} / \text{Potencia calorífica} \rightarrow \eta = 2500 \text{ kcal/h} / 3810,96 \text{ kcal/h} = 0,656.$$

El rendimiento expresado en tanto por ciento es del 65,60 %.



Problema 4

Cuestión 1

Aplicando a fórmula da norma 60670-4:

$Q = 1,10 \cdot (P_{Hi} / H_s)$ sendo:

- Q : caudal volumétrico dun aparello a gas.
- H_s : poder calorífico superior do gas.
- P_{Hi} : consumo calorífico do aparello.

Xa que logo:

$$Q = 1,10 \cdot (43 \text{ kW} / 40,311 \text{ kJ/Nm}^3) = 0,00117 \text{ Nm}^3/\text{s} = 4,224 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Calculamos a velocidade:

$$V = 354 \cdot Q / (P \cdot D^2)$$

- v = velocidade en m/s.
- Q = caudal do gas expresado en $\text{Nm}^3/\text{h} = 4,224 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- P = presión absoluta ao final do tramo en bar = $1 + 0,22 \text{ bar} = 1,022 \text{ bar}$
- D = diámetro interior da conducción en mm = 20 mm.

Xa que logo:

$$V = 354 \cdot (4,224 \text{ Nm}^3/\text{h}) / (1,022 \text{ bar} \cdot 20^2) = 3,66 \text{ m/s.}$$

Aplicando la fórmula de la norma 60670-4:

$Q = 1,10 \cdot (P_{Hi} / H_s)$ siendo:

- *Q : caudal volumétrico de un aparato a gas.*
- *H_s : poder calorífico superior del gas.*
- *P_{Hi} : consumo calorífico del aparato.*

Por tanto:

$$Q = 1,10 \cdot (43 \text{ kW} / 40,311 \text{ kJ/Nm}^3) = 0,00117 \text{ Nm}^3/\text{s} = 4,224 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Calculamos la velocidad:

$$V = 354 \cdot Q / (P \cdot D^2)$$

- *v = velocidad en m/s.*
- *Q = caudal del gas expresado en $\text{Nm}^3/\text{h} = 4,224 \text{ Nm}^3/\text{h}$*
- *P = presión absoluta al final del tramo en bar = $1 + 0,22 \text{ bar} = 1,022 \text{ bar}$*
- *D = diámetro interior de la conducción en mm = 20 mm.*

Por tanto:

$$V = 354 \cdot (4,224 \text{ Nm}^3/\text{h}) / (1,022 \text{ bar} \cdot 20^2) = 3,66 \text{ m/s.}$$