

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja i organizacja robót związanych z montażem instalacji i urządzeń chłodniczych, klimatyzacyjnych oraz pomp ciepła**

Symbol kwalifikacji: **ELE.04**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut.

ELE.04-01-25.01-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2025

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
 - swój numer PESEL*,
 - oznaczenie kwalifikacji,
 - numer zadania,
 - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 9 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

Zadanie egzaminacyjne

Dla urządzenia chłodniczego o wydajności chłodniczej $\dot{Q}_0 = 50\,000\text{ W}$ oraz dla następujących danych:

- czynnik chłodniczy: R 410A,
- temperatura parowania czynnika chłodniczego: $t_o = -20\text{ °C}$,
- temperatura skraplania czynnika chłodniczego: $t_k = 45\text{ °C}$,
- dochłodzenie ciekłego czynnika w skraplaczu: $\Delta T_d = 5\text{ K}$,
- przegrzanie par czynnika w parowniku: $\Delta T_{zr} = 5\text{ K}$,
- temperatura na ssaniu sprężarki: $t_{ss} = -10\text{ °C}$,
- sprawność izentropowa sprężarki chłodniczej: $\eta_{iz} = 100\%$,

oblicz wymagane przekroje poprzeczne rurociągów:

- ssawnego,
- tłocznego,
- cieczowego.

Dla celów obliczeniowych wykorzystaj diagram czynnika chłodniczego R 410A „ciśnienie – entalpia”.

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 5 rezultatów:

- narysowany obieg chłodniczy na diagramie czynnika chłodniczego R 410A – Rys.2.
- odczytane i zapisane wartości entalpii oraz objętości czynnika chłodniczego odczytane w punktach charakterystycznych obiegu – Tab. 1.
- obliczone wartości strumienia objętościowego par czynnika w rurociągach: ssawnym, tłocznym, cieczowym – Tab. 2.
- odczytane maksymalne dopuszczalne wartości prędkości przepływu w rurociągach oraz obliczone przekroje poprzecznych rurociągów: ssawnego, tłocznego, cieczowego – Tab. 4.
- wyznaczone średnice rurociągów: ssawnego, tłocznego, cieczowego – Tab. 6. oraz dobór urządzeń pomiarowych do wykonywanych pomiarów – Tab. 7.

Narysuj obieg chłodniczy na diagramie czynnika chłodniczego R 410A na Rys. 2. i oznacz punkty charakterystyczne tego obiegu (1-7) stosując opisane informacje w punktach od 1 do 7 oraz na Rys. 1.:

Pkt. 1 – zaznacz na styku izobary niskiego ciśnienia i krzywej nasycenia $x = 0$;

Pkt. 2 – zaznacz na styku izobary niskiego ciśnienia i izotermy wynikającej z przegrzania czynnika chłodniczego w parowniku (zaznaczyć w obszarze pary przegrzanej);

Pkt. 3 – zaznacz na styku izobary niskiego ciśnienia z izotermą $t_{ss} = -10\text{ °C}$ na ssaniu sprężarki (zaznaczyć w obszarze pary przegrzanej);

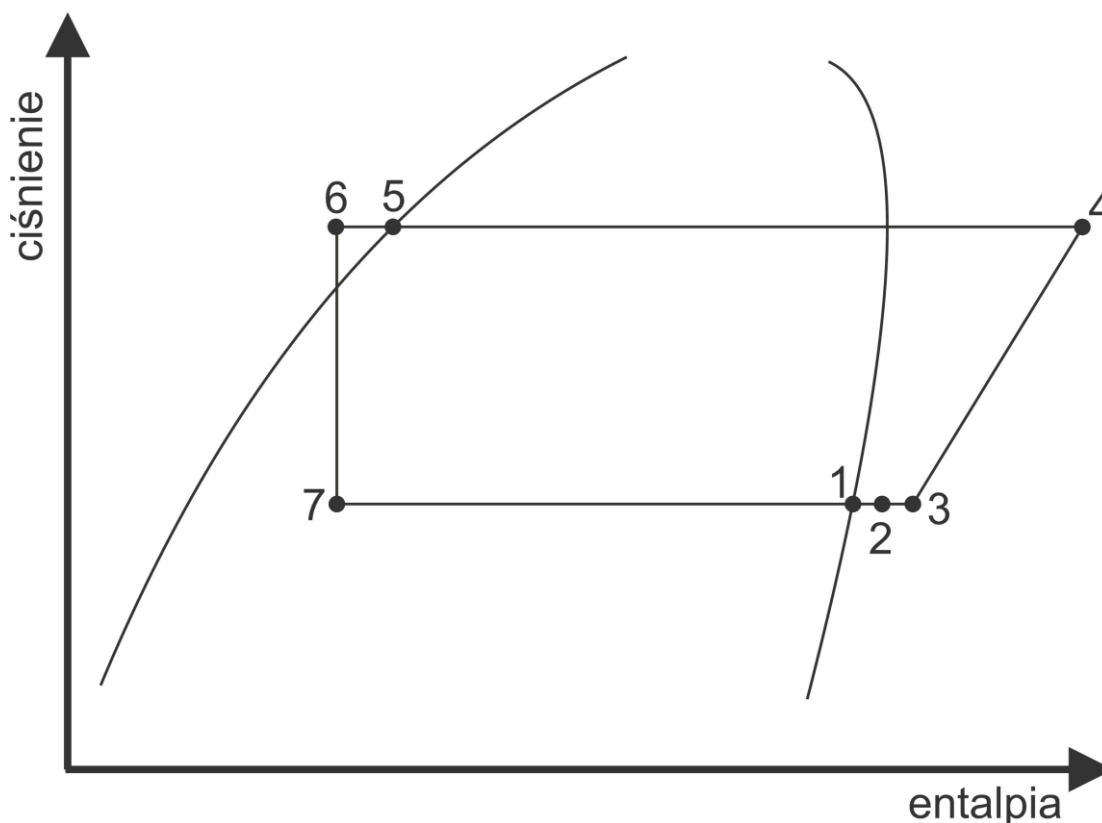
Pkt. 4 – zaznacz na styku izobary wysokiego ciśnienia i izentropy sprężania (punkt końca sprężania);

Pkt. 5 – zaznacz na styku izobary wysokiego ciśnienia oraz krzywej nasycenia $x = 1$;

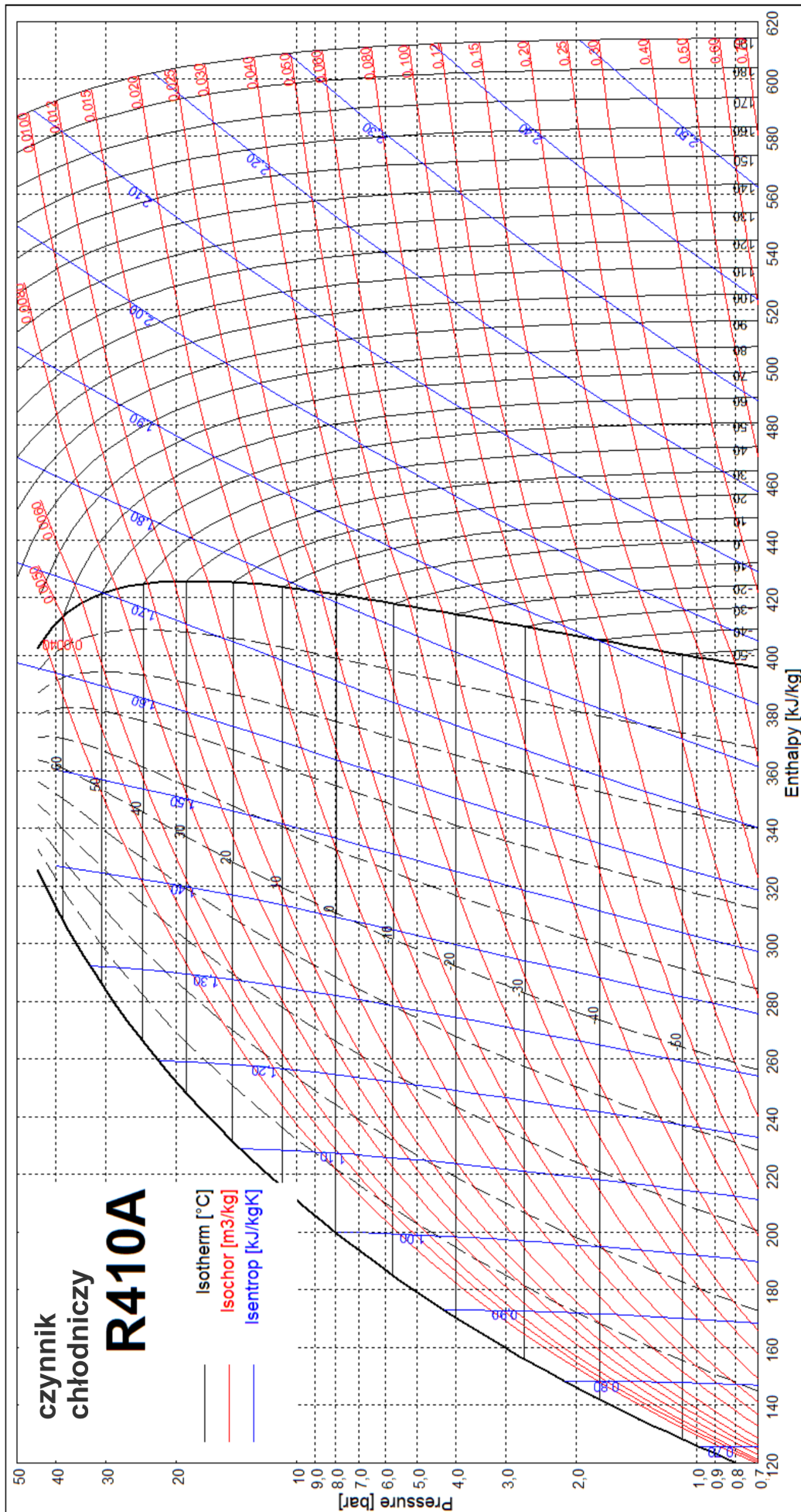
Pkt. 6 – zaznacz na styku izobary wysokiego ciśnienia oraz izotermy wynikającej z dochłodzenia ciekłego czynnika w skraplaczu (zaznaczyć w obszarze cieczy);

Pkt. 7 – zaznacz na styku izobary niskiego ciśnienia i izentalpy wynikającej ze zdławienia czynnika chłodniczego (zaznaczyć w obszarze pary mokrej).

Na Rys. 1 przedstawiony przykładowy obieg chłodniczy zgodny z wymienionymi punktami.



Rys.1. Przykładowy obieg chłodniczy z punktami charakterystycznymi



Rys. 2. Diagram czynnika chłodniczego R 410A „ciśnienie – entalpia”.

Wypełnij Tab.1 - wartości odczytywanych oraz Tab.2 - wartości obliczanych obiegu chłodniczego

Tab.1. Wartości entalpii oraz objętości czynnika chłodniczego odczytane w punktach charakterystycznych obiegu

Nazwa parametru	Wartość wraz z jednostką
Entalpia czynnika chłodniczego i_2 odczytana w punkcie przegrzania czynnika chłodniczego za parownikiem	
Entalpia czynnika chłodniczego $i_6 = i_7$ odczytana w punkcie zasilania parownika	
Objętość czynnika chłodniczego v_2 na wyjściu z parownika (przewód ssawny)	
Objętość czynnika chłodniczego v_4 na tłoczeniu, w punkcie końca sprężania	
Objętość czynnika chłodniczego v_6 na wyjściu ze skraplacza (przewód cieczowy)	Wartość poza wykresem – należy przyjąć 0,001 m ³ /kg
Temperatura t_4 końca sprężania	

Tab.2. Oblicz wartości strumienia objętościowego par czynnika chłodniczego dla poszczególnych rurociągów

Lp.	Nazwa wielkości	Wzór oraz jednostka miary	Wartość obliczona	Wartość przeliczona
	1	2	3	4
1.	Jednostkowa wydajność chłodnicza q_o	$q_o = i_2 - i_7 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$	... .. $\left[ \frac{kJ}{kg} \right]$	nie wypełniać
2.	Strumień masowy przepływającego czynnika chłodniczego \dot{m}	$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_o}{q_o} \left[\frac{kg}{s} \right]$	... .. $\left[ \frac{kg}{s} \right]$	... .. $\left[ \frac{kg}{h} \right]$
3.	Strumień objętościowy par czynnika chłodniczego w rurociągu ssawnym \dot{V}_2	$\dot{V}_2 = \dot{m} \cdot v_2 \left[\frac{m^3}{s} \right]$	... .. $\left[ \frac{m^3}{s} \right]$	... .. $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$
4.	Strumień objętościowy par czynnika chłodniczego w rurociągu tłocznym \dot{V}_4	$\dot{V}_4 = \dot{m} \cdot v_4 \left[\frac{m^3}{s} \right]$	... .. $\left[ \frac{m^3}{s} \right]$	... .. $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$
5.	Strumień objętościowy czynnika chłodniczego w rurociągu cieczowym \dot{V}_6	$\dot{V}_6 = \dot{m} \cdot v_6 \left[\frac{m^3}{s} \right]$	... .. $\left[ \frac{m^3}{s} \right]$	... .. $\left[ \frac{m^3}{h} \right]$

Dla instalacji chłodniczej pracującej przy pełnym obciążeniu, do dalszych obliczeń należy przyjąć maksymalne dopuszczalne wartości prędkości przepływu w poszczególnych rurowciągach (ssawnym, tłocznym i cieczowym) z zakresów podanych w Tab.3 dla zastosowanego czynnika.

Tab.3. Dopuszczalne prędkości przepływu dla różnych rurowciągów instalacji chłodniczych w [m/s]

Czynnik chłodniczy	rurowciąg ssawny	rurowciąg tłoczny	rurowciąg cieczowy
R 12	4 – 10	8 – 12	0,4 – 0,8
R 22 / R 502	7 – 12	10 - 15	0,4 – 0,8
R 410A	8 – 10	10 – 12	0,6 – 0,8
NH ₃	15 - 20	15 - 25	0,5 – 2,0

Wpisz odczytane maksymalne dopuszczalne wartości prędkości przepływu w rurowciągach:

- rurowciąg ssawny – $\left[\frac{m}{s}\right]$,
- rurowciąg tłoczny – $\left[\frac{m}{s}\right]$,
- rurowciąg cieczowy – $\left[\frac{m}{s}\right]$.

Wypełnij Tab.4 obliczając przekroje poprzeczne poszczególnych rurowciągów. W tym celu należy wykorzystać uprzednio wyznaczone wartości zapisane w kolumnie 4 w Tab.2.

Tab.4. Obliczone przekroje poprzeczne rurowciągów chłodniczych

Lp.	Rurowciąg chłodniczy	Wzór oraz jednostka	Obliczona wartość
	1	2	3
1	rurowciąg ssawny	$A_2 = \frac{\dot{V}_2}{w_2 \cdot 3600} [m^2]$	..... $[m^2]$
2	rurowciąg tłoczny	$A_4 = \frac{\dot{V}_4}{w_4 \cdot 3600} [m^2]$	..... $[m^2]$
3	rurowciąg cieczowy	$A_6 = \frac{\dot{V}_6}{w_6 \cdot 3600} [m^2]$	..... $[m^2]$

Posługując się wynikami z kolumny 3 w Tab. 4 należy odpowiednio dobrać średnice zewnętrzne oraz wewnętrzne rur dla odpowiednich rurociągów. W tym celu należy wykorzystać informacje zawarte w Tab. 5. W przypadku nie wystąpienia w Tab.5 obliczonej średnicy należy wybrać kolejną wyższą. Wyznaczone średnice należy wpisać w Tab. 6.

Tab. 5. Rury chłodnicze – średnice i grubości

Ø zewn. X grubość ścianki [mm x mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Wolny przekrój wewnętrzny [m ²]	Powierzchnia wewnętrzna [m ² /mb]	Powierzchnia zewnętrzna [m ² /mb]	Pojemność [l/m]	Masa [kg/m]	Max. Dopuszczalne ciśnienie [bar]
6 x 1	4	0,0000126	0,0126	0,0188	0,0126	0,140	229
8 x 1	6	0,0000283	0,0188	0,0251	0,0283	0,196	163
10 x 1	8	0,0000503	0,0251	0,0314	0,0503	0,252	127
12 x 1	10	0,0000785	0,0314	0,0377	0,0785	0,308	104
15 x 1	13	0,0001330	0,0408	0,0471	0,1333	0,391	82
16 x 1	14	0,0001540	0,0440	0,0503	0,154	0,419	76
18 x 1	16	0,0002010	0,0503	0,0565	0,201	0,475	67
22 x 1	20	0,0003140	0,0628	0,0691	0,314	0,587	54
28 x 1	26	0,0005310	0,0816	0,0879	0,531	0,755	43
28 x 1,5	25	0,0004910	0,0785	0,0879	0,491	1,120	65
35 x 1,5	32	0,0008040	0,1005	0,1100	0,804	1,402	51
42 x 1,5	39	0,0011950	0,1225	0,1319	1,195	1,710	42
54 x 2	50	0,0019630	0,1570	0,1696	1,963	2,920	44
60 x 2	56	0,0024620	0,1758	0,18841	2,462	3,240	39
64 x 2	60	0,0028270	0,1884	0,2010	2,827	3,450	37
70 x 2	66	0,0034190	0,2072	0,2198	3,419	3,800	33
76 x 2	72	0,0040690	0,2261	0,2386	4,069	4,140	31
80 x 2	76	0,0045340	0,2386	0,2512	4,534	4,370	29
104 x 2	100	0,0078500	0,3140	0,3266	7,850	5,700	22
108 x 2	103	0,0083280	0,3234	0,3391	8,328	7,380	27

Tab.6. Dobór średnic rur dla poszczególnych rurociągów na podstawie danych Tab. 5

Przewód chłodniczy	Średnica zewnętrzna [mm]	Średnica wewnętrzna [mm]	Grubość ścianki [mm]
rurociąg ssawny			
rurociąg tłoczny			
rurociąg cieczowy			

Wypełnij Tab.7 dobierając właściwe urządzenie pomiarowe z zestawienia do mierzonego parametru.

Tab.7. Dobór urządzeń pomiarowych do wykonywanych pomiarów

Parametr	Urządzenie pomiarowe
Temperatura + wilgotność	
Temperatura + prędkość przepływu powietrza	
Ciśnienie czynnika chłodniczego	
Natężenie przepływu powietrza + temperatury + wilgotność	
Prędkość powietrza w kanale okrągłym	
Zestawienie urządzeń pomiarowych do wykorzystania: <ul style="list-style-type: none"> • termoanemometr, • balometr, • termohigrometr, • manometr chłodniczy, • anemometr oporowy 	

Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie