

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja i kontrolowanie procesów technologicznych w przemyśle chemicznym**
Symbol kwalifikacji: **CHM.06**
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.

CHM.06-01-25.01-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 10 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

Na podstawie zamieszczonych: opisu procesu technologicznego oraz wykazu danych technologicznych, opracuj dokumentację dotyczącą produkcji metanolu metodą średniociśnieniową z gazu syntezowego, a w szczególności:

- wypełnij kartę technologiczną procesu otrzymywania metanolu – Tabela 1,
- podaj skład gazu syntezowego w warunkach normalnych – Tabela 2,
- wykonaj obliczenia dotyczące dobowej produkcji metanolu z gazu syntezowego – Tabela 3,
- uzupełnij opis uproszczonego schematu procesu produkcji metanolu – Tabela 4,
- sporządź wykaz wartości parametrów procesu w wybranych punktach kontroli – Tabela 5.

Na podstawie zamieszczonego wyciągu z karty charakterystyki substancji niebezpiecznej dobierz środki ochrony indywidualnej niezbędne do zastosowania przy kontakcie pracowników z metanolem – Tabela 6.

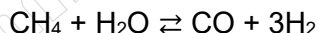
Wszystkie niezbędne formularze do sporządzenia dokumentacji są zamieszczone w arkuszu egzaminacyjnym.

Opis procesu technologicznego produkcji metanolu

Produkcja metanolu metodą średniociśnieniową przebiega w trzech etapach:

- otrzymywanie gazu syntezowego z gazu ziemnego,
- otrzymywanie surowego metanolu,
- oczyszczenie surowego metanolu.

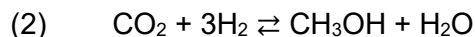
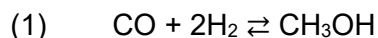
Gaz syntezowy otrzymywany jest z gazu ziemnego w reakcji konwersji metanu z parą wodną w obecności katalizatora niklowego osadzonego na Al_2O_3 zgodnie z reakcją przedstawioną równaniem



Otrzymany w ten sposób gaz syntezowy wymaga korekty składu ze względu na zbyt duży stosunek molowy wodoru do tlenku węgla(II). Zmniejszenie zawartości wodoru w gazie syntezowym osiąga się przez wprowadzenie do reaktora dodatkowej ilości tlenku węgla(IV), co pozwala na uzyskanie gazu syntezowego o składzie (w % objętościowych):

H_2 – 69%, CO – 18%, CO_2 – 10%, CH_4 – 3%.

Otrzymywanie surowego metanolu z gazu syntezowego przebiega w fazie gazowej w reaktorach zgodnie z reakcjami przedstawionymi równaniami:

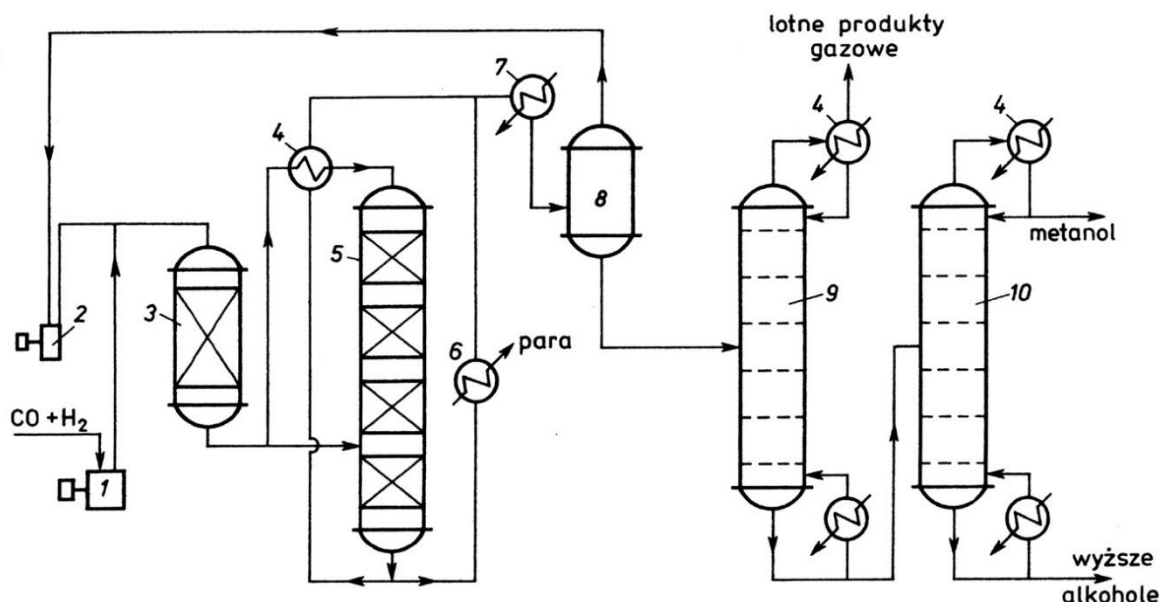


Reakcje te są egzotermiczne i odwracalne.

Otrzymany surowy metanol zawierający 4% zanieczyszczeń poddawany jest oczyszczaniu w kolumnach rektyfikacyjnych.

Przebieg i parametry procesu syntezy metanolu metodą średniociśnieniową

Proces produkcji metanolu prowadzony jest w instalacji, której schemat przedstawiono na Rysunku 1.



Rysunek 1. Schemat procesu produkcji metanolu

Oczyszczony i sprężony za pomocą turbokompresora gaz syntezowy o ciśnieniu 5÷10 MPa miesza się z gazem powrotnym, który został sprężony przez kompresor. Otrzymana mieszanina poddana zostaje oczyszczeniu w adsorberze. Gaz po wyjściu z adsorbera rozdziela się na dwa strumienie, z których jeden, po ogrzaniu w wymienniku ciepła do temperatury 300°C przechodzi do górnej części reaktora, drugi zaś jako nośnik zimna, doprowadzany jest do części nie zajętej przez katalizator w reaktorze i reguluje temperaturę. Ostatecznie strumień ten, już ogrzany, kierowany jest również na katalizator, gdzie łączy się z pierwotnym strumieniem. Całość po częściowym przereagowaniu, opuszcza u dołu reaktor, w którym panuje temperatura 300°C i ciśnienie 7 MPa i rozdziela się znowu na dwie części. Jedna część przechodzi do wymiennika ciepła, gdzie jako nośnik gorący ogrzewa strumień gazu wyjściowego do temperatury reakcji. Druga część kierowana jest do generatora pary wysokoprężnej. Po ponownym połączeniu obu części, strumień ulega schłodzeniu w oziębiaczu, schłodzony strumień trafia do wysokociśnieniowego rozdzielacza, gdzie następuje wykroplenie metanolu. Nieprzereagowane składniki są sprężane do 4 MPa i jako gaz powrotny wracają do procesu. Kondensat natomiast, po rozprężeniu do ciśnienia prawie atmosferycznego, poddawany jest frakcjonowaniu w kolumnie, w celu pozabawienia go zaabsorbowanych składników lotnych, głównie eteru dimetylowego. Otrzymuje się w ten sposób surowy metanol, który w kolumnie rektyfikacyjnej poddawany jest pod ciśnieniem 0,6÷1 MPa rektyfikacji, usuwającej wyższe alkohole. Stopień czystości rektyfikowanego metanolu wynosi około 99,95%. Z instalacji oczyszczania metanol kierowany jest do zbiorników magazynowych.

Wykaz danych technologicznych niezbędnych do wykonania obliczeń

- zużycie gazu syntezowego: 600 m³ na dobę w warunkach normalnych
- gęstość surowego metanolu: 791 kg/m³
- wydajność procesu: 95%
- zawartość zanieczyszczeń w surowym metanolu: 4%

$$V_{\text{mol}} \text{ (w warunkach normalnych)} = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}, \quad M_{\text{CH}_3\text{OH}} = 32 \text{ kg/kmol}$$

Wyciąg z Karty charakterystyki substancji niebezpiecznej – metanol

SEKCJA 1. Identyfikacja substancji / mieszaniny i identyfikacja przedsiębiorstwa**1.1 Identyfikator produktu**

Nazwa produktu: metanol
 Numer rejestracji REACH: 01-2119433307-44-XXXX
 Typ produktu: ciecz
 Wzór chemiczny: CH₃OH

(...) SEKCJA 2. Identyfikacja zagrożeń**2.2 Elementy oznakowania**

Piktogramy zagrożenia	
Hasło ostrzegawcze	NIEBEZPIECZEŃSTWO
Zwroty wskazujące rodzaj zagrożenia	Wysoco łatwopalna ciecz i pary. Działa toksycznie po połknięciu. Działa toksycznie w kontakcie ze skórą. Działa toksycznie w następstwie wdychania. Powoduje uszkodzenie narządów.
Zwroty wskazujące środki ostrożności	Przechowywać z dala od źródeł ciepła / iskrzenia / otwartego ognia / gorących powierzchni. Palenie wzbronione. Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty. Stosować rękawice ochronne / odzież ochronną / ochronę oczu / ochronę twarzy. W PRZYPADKU KONTAKTU ZE SKÓRĄ: Umyć dużą ilością wody z mydłem. Natychmiast skontaktować się z OŚRODKIEM ZATRUĆ lub lekarzem.

(...) SEKCJA 4. Środki pierwszej pomocy**4.1 Opis środków pierwszej pomocy**

Kontakt z okiem	Bezwzględnie zasięgnąć porady medycznej. Natychmiast przepłukać oczy dużą ilością wody przy szeroko odchylonej powiece i kontynuować płukanie przez min 15 minut. Usunąć szkła kontaktowe jeżeli są i można je łatwo usunąć.
Przez drogi oddechowe	Wynieść narażoną osobę na świeże powietrze. Jeżeli podejrzewa się, że opary wciąż są obecne ratownik powinien założyć właściwą maskę lub oddechowy aparat izolacyjny. Zapewnić ciepło i spokój. Jeżeli osoba nie oddycha, oddycha nieregularnie lub gdy oddychanie ustało, wykwalifikowany personel powinien wykonać sztuczne oddychanie lub podawać tlen. W przypadku utraty przytomności, należy ułożyć w pozycji bocznej ustalonej i natychmiast wezwać pomoc medyczną.
Przez przewód pokarmowy	W razie spożycia wywołać wymioty. Natychmiast zapewnić pomoc medyczną. Przemyć usta wodą i następnie wypić dużą ilość wody. Podać do wypicia alkohol etylowy (wódka 40%) w ilości 100 ml. Nigdy nie podawać niczego doustnie osobie nieprzytomnej. Poszkodowanego ułożyć w bezpiecznej pozycji, przykryć i utrzymać ciepło.
Kontakt ze skórą	Jeżeli pojawią się jakiegokolwiek podrażnienia lub inne dolegliwości zasięgnąć porady dermatologicznej. Spłukać skażoną skórę dużą ilością wody z mydłem. Zdjąć skażoną odzież.
Ochrona osób udzielających pierwszej pomocy	Nie należy podejmować żadnych działań, które stwarzałyby ryzyko dla kogokolwiek chyba, że jest się odpowiednio przeszkolonym. Jeżeli podejrzewa się, że opary są wciąż obecne ratownik powinien założyć właściwą maskę lub oddechowy aparat izolacyjny. Może być niebezpiecznym dla osoby udzielającej sztucznego oddychania usta-usta. Należy dokładnie zmyć zanieczyszczone ubranie wodą przed jego zdjęciem lub założyć rękawice.

(...) SEKCJA 8. Kontrola narażenia / środki ochrony indywidualnej**8.2 Kontrola narażenia****8.2.1 Stosowne techniczne środki kontroli**

Używać tylko z odpowiednią wentylacją. Zastosować osłony procesu, lokalną wentylację wyciągową lub inne zabezpieczenia, aby ekspozycja pracownika na zanieczyszczenia mieściła się poniżej wszelkich limitów zalecanych lub obligatoryjnych.

8.2.2 Indywidualne środki ochrony

Należy właściwie dobrać odzież ochronną do miejsca pracy, zależnie od stężenia i ilości substancji niebezpiecznych. Odporność odzieży ochronnej na chemikalia powinna być stwierdzona przez odpowiedniego dostawcę.

<i>Ochrona oczu lub twarzy</i>		gogle ochronne lub szczelne okulary ochronne
<i>Ochrona skóry</i>	<i>ochrona rąk</i>	rękawice ochronne odporne na działanie chemikaliów, wykonane z gumy nitylowej lub innego materiału zalecanego przez producenta rękawic do kontaktu z tym produktem; czas wytrzymałości i rodzaj materiału określi producent rękawic
	<i>ochrona ciała</i>	odzież ochronna w wykonaniu antystatycznym
	<i>inne środki ochrony skóry</i>	odpowiednie obuwie
<i>Ochrona dróg oddechowych</i>		gdy tworzą się pary / dymy / aerozole - aparat oddechowy zaopatrzony w odpowiedni filtropochłaniacz AX

8.2.3 Kontrola narażenia środowiska

Emisja z układów wentylacyjnych i urządzeń procesowych powinna być sprawdzana w celu określenia ich zgodności z wymogami praw o ochronie środowiska. W niektórych przypadkach potrzebne będą skrubery usuwające opary, filtry lub modyfikacje konstrukcyjne urządzeń procesowych, mające na celu zmniejszenie stopnia emisji do akceptowalnego poziomu. Nie wprowadzać do kanalizacji.

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 6 rezultatów:

- karta technologiczna procesu otrzymywania metanolu – Tabela 1,
- skład gazu syntezowego w warunkach normalnych – Tabela 2,
- dobowa produkcja metanolu z gazu syntezowego – Tabela 3,
- opis uproszczonego schematu procesu produkcji metanolu – Tabela 4,
- wykaz wartości parametrów procesu w wybranych punktach kontroli – Tabela 5,
- dobór środków ochrony indywidualnej przy kontakcie pracownika z metanolem – Tabela 6.

Tabela 1. Karta technologiczna procesu otrzymywania metanolu

KARTA TECHNOLOGICZNA PROCESU	
Nazwa procesu technologicznego	
Nazwa metody	
Równania reakcji zachodzących podczas otrzymywania metanolu	1.
	2.
Skład gazu syntezowego [% objętościowy]	
Dobowe zapotrzebowanie na gaz syntezowy [m ³]	
Gęstość surowego metanolu [kg/m ³]	
Zawartość zanieczyszczeń w surowym metanolu [%]	

Tabela 2. Skład gazu syntezowego w warunkach normalnych
(dla użytej objętości gazu syntezowego na dobę)

Wzór składnika gazu syntezowego	Objętość składnika gazu syntezowego [m³] (wyniki podaj z dokładnością do liczb całkowitych)	Liczba moli składnika gazu syntezowego [kmol] (wyniki podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku)

Tabela 3. Dobowa produkcja metanolu z gazu syntezowego
(obliczoną masę i objętość metanolu podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku)

Masa otrzymanego metanolu o czystości 100% w reakcji opisanej równaniem (1) przy wydajności reakcji 100% [kg/doba] Obliczenia: Wynik:
Masa otrzymanego metanolu o czystości 100% w reakcji opisanej równaniem (2) przy wydajności reakcji 100% [kg/doba] Obliczenia: Wynik:

Łączna masa metanolu o czystości 100% otrzymanego w reakcjach (1) i (2), wyznaczona przy sumarycznej wydajności 100% [kg/doba]

Obliczenia:

Wynik:

Łączna masa metanolu o czystości 100% otrzymanego w reakcjach (1) i (2), wyznaczona przy sumarycznej wydajności 95% [kg/doba]

Obliczenia:

Wynik:

Łączna masa surowego metanolu otrzymanego w reakcjach (1) i (2), wyznaczona przy wydajności 95% [kg/doba]

Obliczenia:

Wynik:

Objętość surowego metanolu otrzymanego w ciągu jednej doby przy wydajności reakcji 95% [m³/doba]

Obliczenia:

Wynik:

Tabela 4. Opis uproszczonego schematu procesu produkcji metanolu
(skorzystaj z zamieszczonego rysunku 1. Schemat procesu produkcji metanolu)

Nazwa urządzenia	Numer na schemacie
Reaktor	
	1
Kompresor	
	4
Generator pary wysokoprężnej	
Rozdzielacz wysokociśnieniowy	
Adsorber	
	7
Kolumna frakcyjna	
	10

Tabela 5. Wykaz wartości parametrów procesu w wybranych punktach kontroli

Parametr	Jednostka	Wartość
Ciśnienie sprężonego gazu syntezowego (po przejściu przez turbokompresor)	MPa	
Temperatura w wymienniku ciepła	°C	
Temperatura w reaktorze	°C	
Ciśnienie w reaktorze	MPa	
Ciśnienie sprężonego gazu powrotnego (na wyjściu z reaktora)	MPa	
Ciśnienie w kolumnie rektyfikacyjnej	MPa	
Stopień czystości rektyfikowanego metanolu (na wyjściu z kolumny rektyfikacyjnej)	%	

Tabela 6. Dobór środków ochrony indywidualnej przy kontakcie pracownika z metanolem

Rodzaj ochrony	Środki ochrony indywidualnej
Ochrona oczu lub twarzy	
Ochrona rąk	
Ochrona ciała	
Ochrona dróg oddechowych	