

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja i kontrolowanie procesów technologicznych w przemyśle chemicznym**  
Oznaczenie 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.06-01-22.06-SG

# EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2022  
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 wliczony 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!**

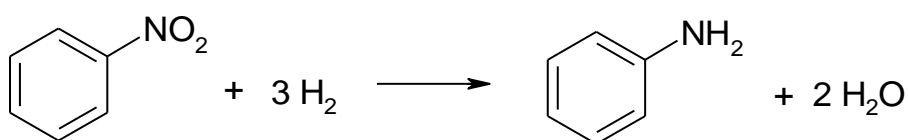
\* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

## Zadanie egzaminacyjne

Opracuj dokumentację związaną z procesem produkcji aniliny. Na podstawie skróconego opisu procesu technologicznego oraz wykazu danych do wykonywania obliczeń wypełnij kartę technologiczną – Tabela 1. Oblicz zapotrzebowanie na surowce niezbędne do wyprodukowania 1 tony aniliny – Tabela 2. Sporządź opis uproszczonego schematu technologicznego procesu produkcji aniliny – Tabela 3. Narysuj schemat blokowy planowanych procesów przetwórczych przebiegających podczas otrzymywania aniliny metodą redukcji nitrobenzenu wodorem.

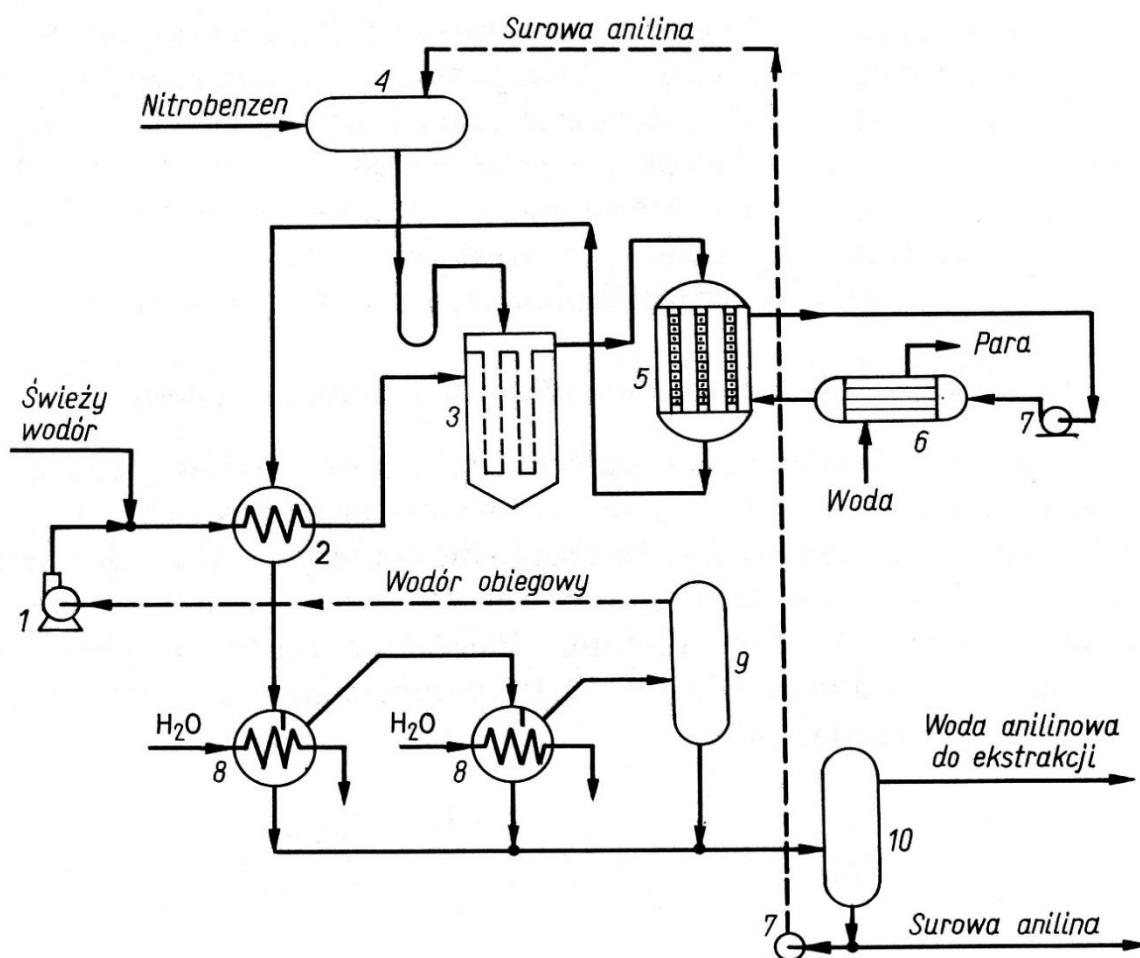
### Skrócony opis procesu technologicznego otrzymywania aniliny

Anilinę otrzymuje się przez redukcję nitrobenzenu. Redukcja nitrobenzenu wodorem jest reakcją silnie egzotermiczną i przebiega w obecności katalizatorów zgodnie z równaniem reakcji:



Proces może być prowadzony w fazie ciekłej lub gazowej. Parametry dobiera się tak, aby praktycznie cały nitrobenzen uległ redukcji. Najczęściej stosuje się katalizator miedziowy osadzony na żelu krzemionkowym. W tym procesie stosuje się duży nadmiar wodoru w stosunku do wymaganych ilości stechiometrycznych.

**Uproszczony schemat technologiczny procesu produkcji aniliny z nitrobenzenu**



Strumień sprężonego wodoru (35 MPa) tłoczony dmuchawą jest ogrzewany w wymienniku ciepła i wprowadzany do odparowywacza rurowego, do którego dozuje się jednocześnie ze zbiornika nitrobenzen zawierający do 20% surowej aniliny, tłoczony ze zbiornika (przerywana linia). Dodatek aniliny zapobiega zbyt gwałtownemu przebiegowi redukcji nitrobenzenu i wzrostowi temperatury powyżej 350°C.

Natężenia dopływu strumieni zasilających odparowywacz dobiera się w taki sposób, aby wodór był użyty w dużym nadmiarze w stosunku do ilości potrzebnej teoretycznie w reakcji redukcji. Ponadto strumień wodoru powinien być uprzednio ogrzany do temperatury, która zapewni całkowite odparowanie nitrobenzenu. Mieszaninę wodoru i par nitrobenzenu kieruje się do przestrzeni rurowej reaktora. W tych rurach znajduje się katalizator miedziowy na żelu krzemionkowym. Jego aktywność maleje podczas eksploatacji instalacji. Zależnie od niej utrzymuje się odpowiednią temperaturę mieszaniny wprowadzonej do reaktora (170-250°C) oraz ciśnienie 0,1-0,2 MPa. Podczas egzotermicznej reakcji redukującej reagująca mieszanina silnie ogrzewa się. Reaktor jest chłodzony cyrkulującym nośnikiem ciepła (np. dowthermem – mieszanina 26,5% difenyłu i 72,5% eteru difenylowego) odparowującym w przestrzeni międzyrurowej. Chłodzenie musi być takie, żeby temperatura gazów opuszczających reaktor nie przekroczyła 350°C. Ich dalsze chłodzenie w chłodnicach przebiega z wkraplaniem się par aniliny i wody. Skropliny z tych chłodnic i separatora spływają do odstojnika. Odbieraną z niego surową aniliną oczyszcza się przez destylację pod zmniejszonym ciśnieniem.

### Wykaz danych do wykonania obliczeń

- masa wyprodukowanej aniliny – 1 tona,
- wydajność przemiany nitrobenzenu do aniliny: 98%,
- praktyczne zużycie wodoru na 1 kmol nitrobenzenu - 10 kmoli.

$$M_{\text{nitrobenzen}} = 123 \text{ g / mol}, M_{\text{anilina}} = 93 \text{ g / mol}, M_{\text{H}_2} = 2 \text{ g / mol}$$

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.**

**Ocenię podlegać będą cztery rezultaty:**

- karta technologiczna procesu – Tabela 1,
- zapotrzebowanie na surowce potrzebne do wyprodukowania 1 tony aniliny z nitrobenzenu – Tabela 2,
- opis uproszczonego schematu technologicznego procesu produkcji aniliny – Tabela 3,
- schemat blokowy produkcji aniliny.

Tabela 1. Karta technologiczna procesu

<b>KARTA TECHNOLOGICZNA PROCESU</b> <i>(odpowiedzi wpisz w prawej kolumnie)</i>	
<b>Równanie zachodzącej reakcji chemicznej</b>	
<b>Metoda procesu technologicznego</b>	Nazwa metody:
<b>Substancje wprowadzane do instalacji</b>	
<b>Rodzaj katalizatora i jego umiejscowienie w instalacji przemysłowej</b>	
<b>Temperatura i ciśnienie mieszaniny wprowadzonej do reaktora</b>	1. Temperatura: 2. Ciśnienie:
<b>Sposób zapobiegania zbyt gwałtownemu przebiegowi redukcji</b>	
<b>Sposób chłodzenia reaktora</b>	
<b>Temperatura gazów opuszczających reaktor</b>	
<b>Wykaz punktów kontroli podstawowych parametrów procesowych uwzględniający wartości tych parametrów</b>	
<b>Metoda oczyszczania surowej aniliny</b>	Nazwa metody: .....

**Tabela 2. Zapotrzebowanie na surowce potrzebne do wyprodukowania 1 tony aniliny z nitrobenzenu**

<b>Obliczenia</b>	<b>Wyniki obliczeń</b> <i>(Wynik zaokrąglaj do liczby całkowitej)</i>
Masa nitrobenzenu potrzebna do wyprodukowania 1 tony aniliny przy wydajności 100% [kg]	<p><b>Wynik:</b> .....kg</p> <p><i>Obliczenia:</i></p>
Masa nitrobenzenu potrzebna do wyprodukowania 1 tony aniliny przy wydajności 98% [kg]	<p><b>Wynik:</b> .....kg</p> <p><i>Obliczenia:</i></p>
Liczba nitrobenzenu w kmolach [kmol]	<p><b>Wynik:</b> .....kmol nitrobenzenu</p> <p><i>Obliczenia:</i></p>

Zużycia wodoru w kmolach [kmol]	<p><b>Wynik:</b></p> <p>.....kmol wodoru</p> <p><b>Obliczenia:</b></p>
Zużycie wodoru w kg [kg]	<p><b>Wynik:</b></p> <p>.....kg wodoru</p> <p><b>Obliczenia:</b></p>

**Tabela 3. Opis uproszczonego schematu technologicznego procesu produkcji aniliny**

Nazwa urządzenia	Oznaczenie urządzenia na schemacie technologicznym (numer)
	1
	2
<b>Reaktor rurowy</b>	
	7
	8
<b>Odparowywacz</b>	
<b>Odstojnik</b>	
	4
<b>Kocioł parowy</b>	
	9

### **Schemat blokowy produkcji aniliny**

*Schemat blokowy dotyczy planowanych procesów przetwórczych przebiegających podczas otrzymywania aniliny metodą katalitycznej redukcji nitrobenzenu wodorem.  
Powinien zawierać informacje o substratach i produktach.*

**Brudnopis (nie podlega ocenie)**