

**Arkusz zawiera informacje prawnie
chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu**

Układ graficzny © CKE 2019



**CENTRALNA
KOMISJA
EGZAMINACYJNA**

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja i kontrolowanie procesów technologicznych w przemyśle chemicznym**

Oznaczenie kwalifikacji: **A.56**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego*

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

A.56-01-20.01-SG

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2020

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2012**

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!

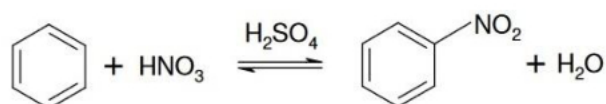
* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

Zadanie egzaminacyjne

Opracuj kartę technologiczną procesu produkcji nitrobenzenu metodą okresową oraz uzupełnij uproszczony schemat ideowy procesu (opisując w Tabeli 1 pola oznaczone od A do G brakującymi nazwami składników wprowadzanych do instalacji, produktów i operacji technologicznych) oraz opis uproszczonego schematu instalacji (wpisując w Tabeli 2 oznaczenie urządzenia na schemacie lub jego nazwę) na podstawie skróconego opisu procesu technologicznego. Korzystając z wykazu danych wyjściowych, sporządź zestawienie obliczeń dotyczących zapotrzebowania na surowce, ilości gotowego produktu oraz składu mieszaniny nitrującej. Sporządź wykaz wybranych punktów kontroli parametrów procesowych, podając jednostkę oraz oczekiwaną wartość/oczekiwany przedział wartości mierzonego parametru w każdym z nich.

Skrócony opis procesu technologicznego produkcji nitrobenzenu metodą okresową

Proces produkcji nitrobenzenu metodą okresową polega na wprowadzeniu grupy nitrowej ($-\text{NO}_2$) do cząsteczki związku organicznego. Środkiem nitrującym jest mieszanina składająca się z kwasu azotowego(V) i środka odwadniającego, którym jest kwas siarkowy(VI). Ilość kwasu siarkowego(VI) w mieszaninie musi być taka, aby wraz z zakończeniem procesu nitrowania nie został on rozcieńczony poniżej określonego stężenia, niezbędnego do wiązania wody. Metoda oparta jest na reakcji przedstawionej równaniem



Do nitratora zaopatrzonego w sprawnie działające mieszadło i systemy chłodzące wprowadza się cały benzen poddawany nitrowaniu. Następnie uruchamia się mieszadło oraz przepływ wody chłodzącej przez płaszcz i węzownicę. Dopiero potem można zacząć powolne dozowanie mieszaniny nitrującej, z taką prędkością, aby temperatura mieszaniny reakcyjnej nie przekroczyła $30\text{ }^\circ\text{C}$. W czasie dozowania bardzo ważne jest mieszanie zawartości nitratora, gdyż mieszanina nitrująca tworzy z benzenem dwie odrębne fazy ciekłe, które należy możliwie najlepiej wymieszać. Równomierne dozowanie mieszanki nitrującej i jej natychmiastowe rozproszczenie w masie ciekłego benzenu uniemożliwia miejscowe nagromadzenie reagentów i pozwala uniknąć miejscowych przegrzań, które mogłyby powstać. Operacja trwa kilka godzin. Po dodaniu całej ilości mieszaniny nitrującej rozpoczyna się proces właściwy – podnosi się temperaturę w nitratorze do $70 \div 80\text{ }^\circ\text{C}$ i prowadzi proces nitrowania jeszcze przez $2 \div 3$ godziny cały czas mieszając zawartość reaktora. W trakcie prowadzenia procesu systematycznie prowadzi się analizy kontrolne. W pobranych próbkach po rozwarstwieniu oznacza się między innymi gęstość kwasu ponitracyjnego i zawartość w nim nieprzereagowanego kwasu azotowego(V). Proces uważa się za zakończony, gdy gęstość kwasu ponitracyjnego osiągnie wartość 1620 kg/m^3 , a zawartość HNO_3 nie przekracza $1\text{ }\%$ (m/m). Wsad nitratora spuszcza się wtedy do separatora, w którym następuje oddzielenie surowego nitrobenzenu od kwasu ponitracyjnego. Oddzielony kwas ponitracyjny kieruje się do denitracji i zateżniania, a surowy nitrobenzen do mieszalnika, gdzie najpierw przemywa się go wodą, a następnie roztworem sody, aż do całkowitego zobojętnienia. Po rozdzieleniu faz przemyty i zobojętniony nitrobenzen przedestylowuje się pod zmniejszonym ciśnieniem w kolumnie destylacyjnej. Otrzymany nitrobenzen powinien być jasnożółtą, przezroczystą cieczą o gęstości mieszczącej się w przedziale $1200 \div 1205\text{ kg/m}^3$, temperaturze krzepnięcia nie niższej niż $5,4\text{ }^\circ\text{C}$ i temperaturze wrzenia $207,5\text{ }^\circ\text{C}$.

Wykaz danych wyjściowych do wykonania obliczeń dotyczących zapotrzebowania na surowce, ilości gotowego produktu oraz składu mieszaniny nitrującej

- masa benzenu poddanego procesowi nitrowania: 50 kg
- stężenie kwasu azotowego(V): 92 %
- stężenie kwasu siarkowego(VI): 95 %
- nadmiar kwasu azotowego w stosunku do ilości stechiometrycznej: 2 %
- wydajność procesu: 98 %
- współczynnik odwadniający dla benzenu $WO = 2,4$

$$WO = \frac{S}{W_r + W_w}$$

gdzie:

S – masa H_2SO_4 (100 %) wprowadzonego do reakcji [kg]

W_r – masa wody reakcyjnej [kg]

W_w – masa wody wprowadzona z kwasami [kg]

$$M_{C_6H_6} = 78 \text{ g/mol} \quad M_{HNO_3} = 63 \text{ g/mol} \quad M_{C_6H_5NO_2} = 123 \text{ g/mol} \quad M_{H_2O} = 18 \text{ g/mol}$$

Do obliczeń przyjmij, że proces przebiega zgodnie z zapisem równania reakcji stanowiącego ich podstawę.

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 6 rezultatów:

- karta technologiczna procesu,
- uproszczony schemat ideowy procesu produkcji nitrobenzenu metodą okresową – uzupełniony opis schematu (Tabela 1),
- uproszczony schemat instalacji do produkcji nitrobenzenu metodą okresową – uzupełniony opis schematu instalacji (Tabela 2),
- zestawienie obliczeń dotyczących zapotrzebowania na surowce oraz ilości gotowego produktu,
- zestawienie wyników obliczeń dotyczących składu mieszaniny nitrującej
- wykaz wybranych punktów kontroli parametrów procesowych.

Karta technologiczna procesu

KARTA TECHNOLOGICZNA PROCESU	
Proces technologiczny	
Metoda	
Równanie reakcji procesu	
Podstawowe substraty wprowadzane do instalacji	1.
	2.
Składniki mieszaniny nitrującej	1.
	2.
Nadmiar kwasu azotowego w stosunku do ilości stechiometrycznej [%]	
Produkt główny	
Produkt uboczny	
Substancje wprowadzane do instalacji w celu przemycia i zobojętnienia surowego nitrobenzenu	1.
	2.
Metoda wydzielenia produktu z warstwy organicznej	
Wydajność procesu [%]	

Uproszczony schemat ideowy procesu produkcji nitrobenzenu metodą okresową

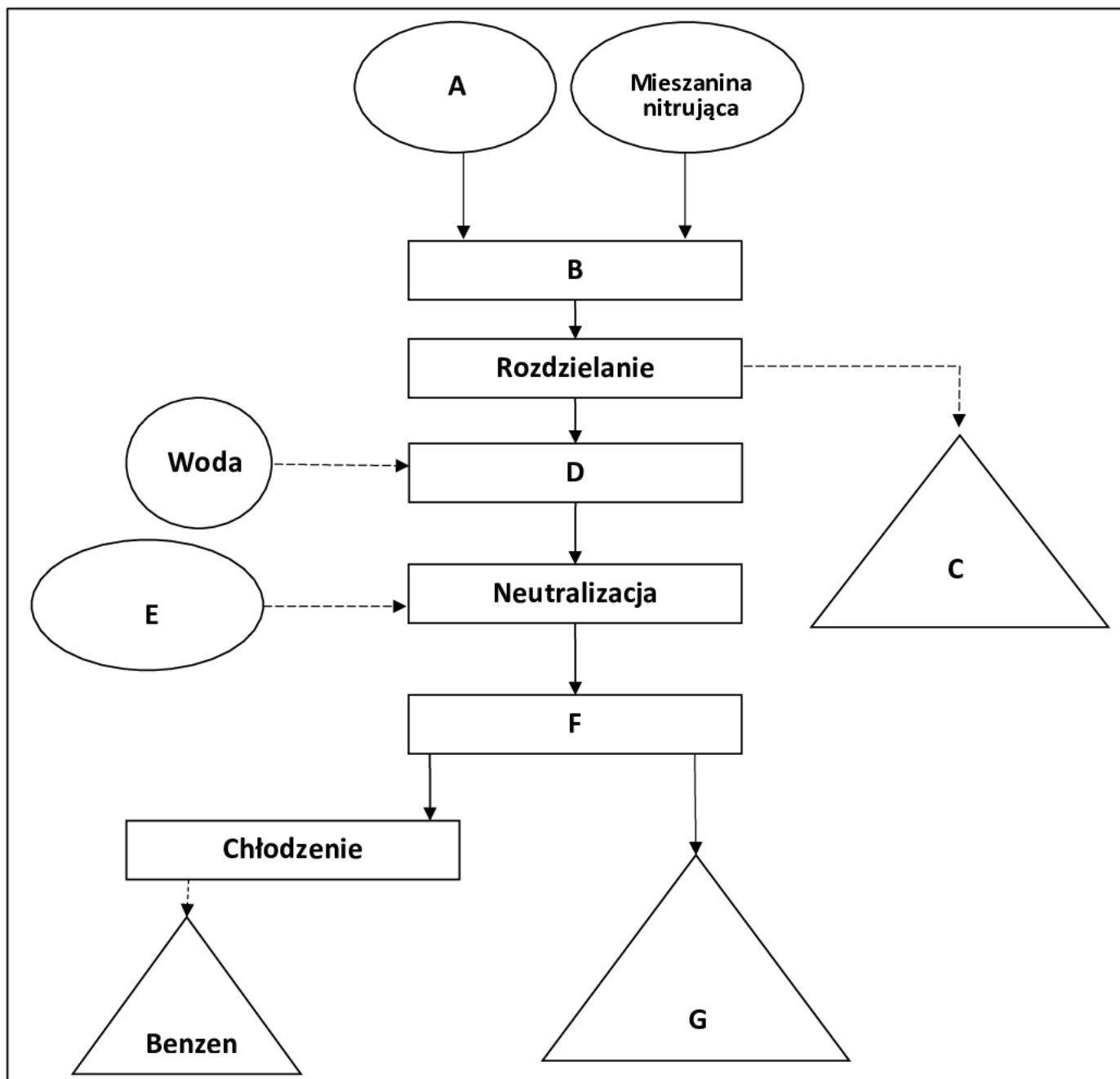


Tabela 1. Opis uproszczonego schematu ideowego produkcji nitrobenzenu metodą okresową

Oznaczenie pola na schemacie	Składnik wprowadzany do instalacji / Produkt / Operacja technologiczna
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	

Uproszczony schemat instalacji do produkcji nitrobenzenu metodą okresową

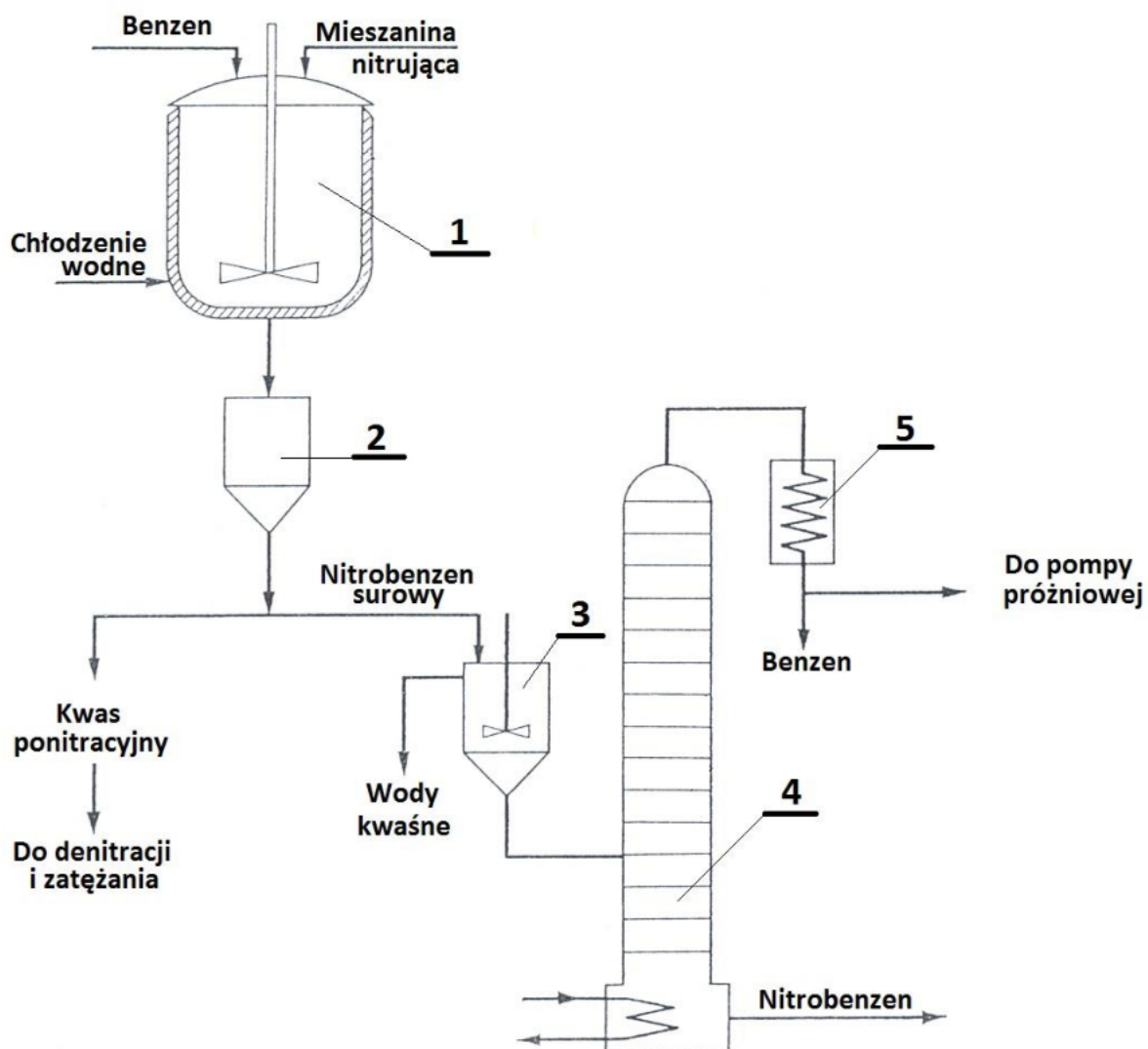


Tabela 2. Opis uproszczonego schematu instalacji do produkcji nitrobenzenu metodą okresową

Nazwa urządzenia	Oznaczenie urządzenia na schemacie instalacji
	numer 4
Mieszalnik	
	numer 1
Separator	
Chłodnica	

Zestawienie obliczeń dotyczących zapotrzebowania na surowce oraz ilości gotowego produktu**Masa benzenu poddanego nitrowaniu [kg]****Równanie reakcji nitrowania benzenu****Stechiometryczna masa HNO_3 (100 %) potrzebnego do znitrowania benzenu [kg]***Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku***Rzeczywista masa potrzebnego kwasu azotowego o określonym stężeniu i z uwzględnieniem założonego nadmiaru [kg]***Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku***Masa wody (W_{w1}) wprowadzana razem z kwasem azotowym [kg]***Wynik podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku***Masa wody (W_r) powstała w wyniku reakcji nitrowania przy założonej wydajności procesu [kg]***Wynik podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku*

Masa potrzebnego kwasu siarkowego (y) o określonym stężeniu (s %) jako składnika mieszaniny nitrującej [kg]

Obliczając „y” skorzystaj ze wzoru na współczynnik odwodnienia:

$$WO = \frac{S}{W_r + W_w}$$

gdzie:

S – masa H_2SO_4 (100 %) wprowadzonego do reakcji [kg]; $S = \frac{y \cdot s}{100}$

W_r – masa wody reakcyjnej [kg]

W_w – masa wody wprowadzona z kwasami [kg]; $W_w = W_{w1} + W_{w2}$

W_{w1} – masa wody wprowadzona z kwasem azotowym [kg]

W_{w2} – masa wody wprowadzona z kwasem siarkowym [kg]; $W_{w2} = \frac{100 - s}{100} \cdot y$

Współczynnik odwodnienia dla benzenu $WO = 2,4$

Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku

Masa wody (W_{w2}) wprowadzana razem z kwasem siarkowym [kg]

Wynik podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku

Masa otrzymanego nitrobenzenu przy teoretycznej 100 % wydajności procesu [kg]

Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku

Masa otrzymanego nitrobenzenu przy założonej wydajności procesu [kg]

Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku

Zestawienie wyników obliczeń dotyczących składu mieszaniny nitrującej**Do mieszaniny nitrującej wprowadzamy:**

- HNO_3 o stężeniu 92 % w ilości kg, w tym kg H_2O
- H_2SO_4 o stężeniu 95 % w ilości kg, w tym kg H_2O

Skład procentowy mieszaniny nitrującej

Składnik	Masa [kg]*	%*
HNO_3 (100 %)		
H_2SO_4 (100 %)		
H_2O		
Mieszanina nitrująca - razem		

*! Wynik podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku

Wykaz wybranych punktów kontroli parametrów procesowych

Punkt kontroli wybranego parametru	Jednostka	Oczekiwana wartość parametru
Temperatura w dowolnym punkcie nitratora w trakcie dozowania mieszaniny nitrującej		
Temperatura w dowolnym punkcie nitratora w trakcie prowadzenia procesu właściwego		
Gęstość kwasu ponitracyjnego w próbce pobranej z nitratora w momencie zakończenia procesu nitrowania		
Zawartość HNO_3 w kwasie ponitracyjnym w próbce pobranej z nitratora w momencie zakończenia procesu nitrowania		
Odczyn pH próbki surowego nitrobenzenu opuszczającego mieszalnik przed skierowaniem do kolumny destylacyjnej		
Gęstość próbki nitrobenzenu opuszczającego kolumnę destylacyjną		

Brudnopis (nie podlega ocenie)