Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu

CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja i kontrolowanie procesów technologicznych w przemyśle chemicznym**
Oznaczenie kwalifikacji: **A.56**
Numer zadania: **01**
Wersja arkusza: **SG**

Miejsce na naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka

Wypełnia zdający

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!

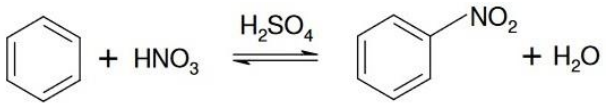
** w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość*

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 ($–NO_2$) 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 wężownicę. Dopiero potem można zacząć powolne dozowanie mieszaniny nitrującej, z taką prędkością, aby temperatura mieszaniny reakcyjnej nie przekroczyła 30 °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 rozprowadzenie 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 ÷ 80 °C i prowadzi proces nitrowania jeszcze przez 2 ÷ 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 % (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 zatężania, 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 ÷ 1205 kg/m^3, temperaturze krzepnięcia nie niższej niż 5,4 °C i temperaturze wrzenia 207,5 °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 g/mol M_{HNO_3} = 63 g/mol $M_{C_6H_5NO_2}$ = 123 g/mol M_{H_2O} = 18 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

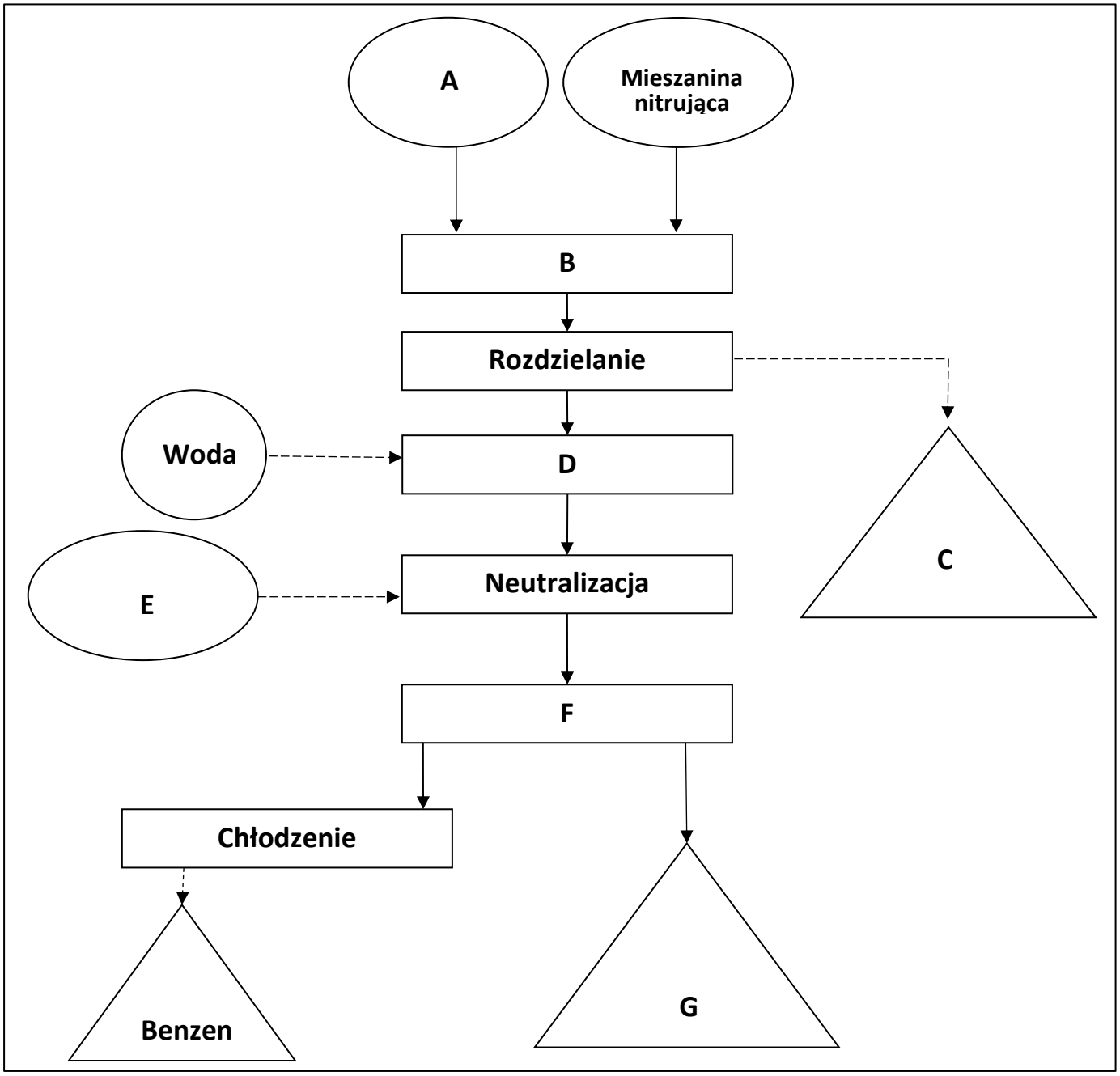


Tabela 1. Opis uproszczonego schematu ideowego produkcji nitrobenzenu metodą okresową

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

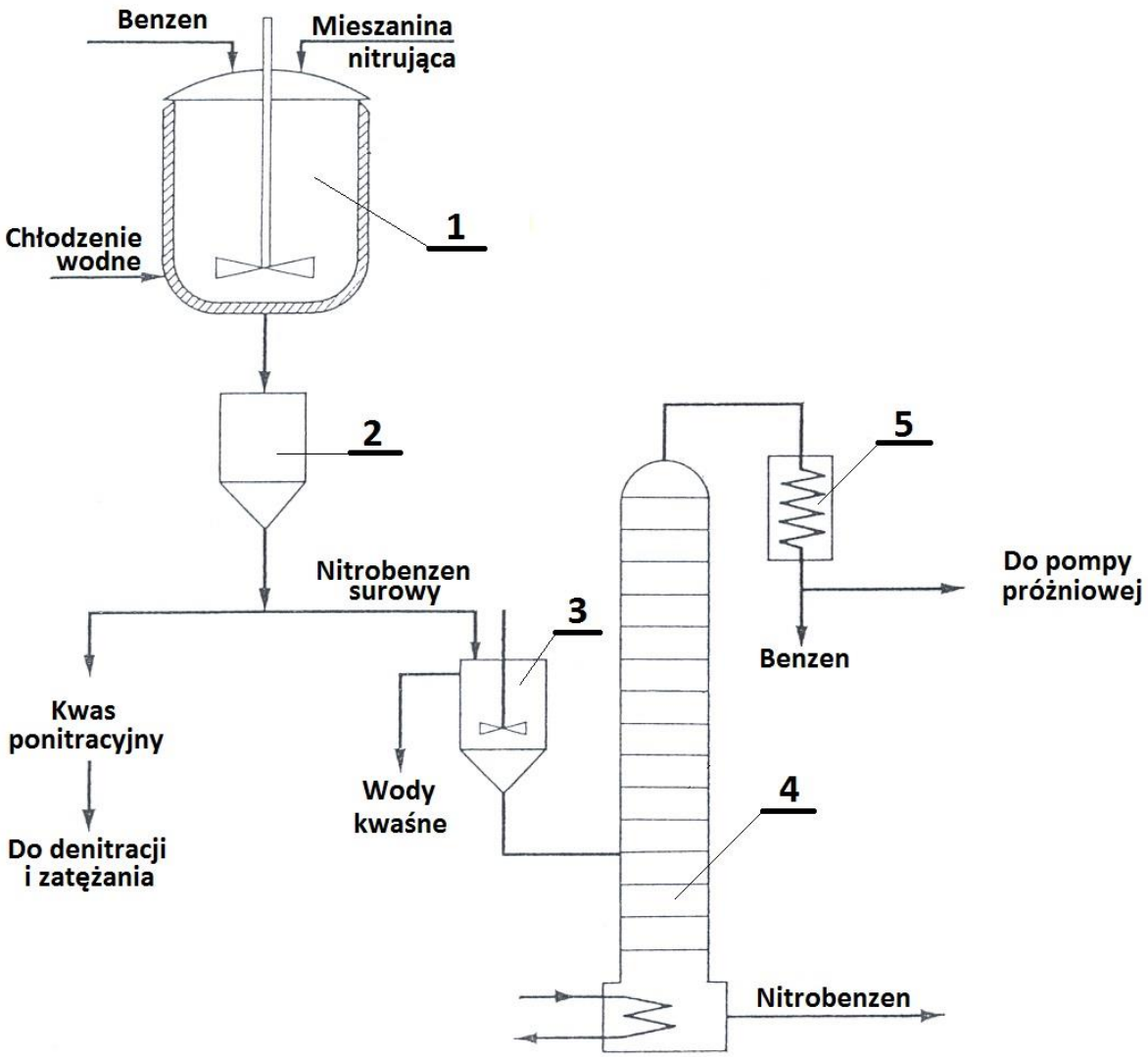


Tabela 2. Opis uproszczonego schematu instalacji do produkcji nitrobenzenu metodą okresową

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)