

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

Oznaczenie kwalifikacji: **A.56**

Numer zadania: **01**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego\*

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

**A.56-01-18.06**

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

**EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE  
Rok 2018  
CZĘŚĆ PRAKTYCZNA**

**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 8 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 skróconego opisu procesu technologicznego oraz wykazu danych wyjściowych opracuj kartę technologiczną procesu produkcji aniliny metodą redukcji nitrobenzenu żelazem w środowisku kwaśnym oraz wykonaj obliczenia dotyczące zapotrzebowania na składniki wprowadzane do instalacji w jednym cyklu produkcyjnym. Uzupełnij uproszczony schemat ideowy procesu, wpisując w miejsce kropek brakujące nazwy substancji wprowadzanych do instalacji, produktów i operacji technologicznych. Uzupełnij Tabelę 1 – Opis uproszczonego schematu technologicznego. Uzupełnij Wykaz wybranych punktów kontroli temperatury, podając oczekiwaną wartość mierzonego parametru w każdym z nich. Wszystkie formularze niezbędne do sporządzenia dokumentacji znajdują się w arkuszu egzaminacyjnym.

### **Skrócony opis okresowego procesu technologicznego produkcji aniliny metodą redukcji nitrobenzenu w środowisku kwaśnym**

Proces produkcji aniliny metodą redukcji w środowisku kwaśnym przebiega zgodnie z reakcjami przedstawionymi równaniami



Cykl produkcyjny rozpoczyna się od napełnienia reaktora kwasem solnym i wodą. Do roztworu dodaje się część opiłków żelaza. Po uruchomieniu mieszadła mieszaninę ogrzewa się bezprzeponowo parą wodną do temperatury wrzenia, a następnie wprowadza się pierwszą porcję nitrobenzenu. Chwilę potem wyłącza się dopływ pary, ponieważ do utrzymania mieszaniny w stanie wrzenia wystarczy wydzielające się ciepło reakcji. Proces, który przebiega w temperaturze 85°C, prowadzi się dalej dodając kolejne porcje nitrobenzenu i opiłków żelaza specjalnymi dozownikami. Pary nitrobenzenu, aniliny i wody skraplają się w chłodnicy zwrotnej umieszczonej nad reaktorem i spływają z powrotem do cieczy, w której zachodzi reakcja. Zabarwienie skroplin pozwala ocenić stopień zaawansowania procesu – żółte zabarwienie świadczy o tym, że w reaktorze jest jeszcze nieprzereagowany nitrobenzen. Proces redukcji należy uznać za zakończony, gdy skropliny są bezbarwne. Następnie zawartość reaktora, który zaopatrzony jest w płaszcz chłodzący zasilany wodą, należy ochłodzić do temperatury 70°C i wprowadzić wodorotlenek sodu, którym zobojętnia się mieszaninę reakcyjną. Po zneutralizowaniu jest ona kierowana do kotła destylacyjnego ogrzewanego parą wodną. Destylacja przebiega w temperaturze 120°C. Z kotła odprowadzany jest szlam i mieszanina poreakcyjna składająca się z wody anilinowej i aniliny. Mieszanina ta jest następnie chłodzona w płaszczowo-rurowym wymienniku ciepła do temperatury 20°C. Po schłodzeniu poddawana jest procesowi ekstrakcji celem oddzielenia wody anilinowej od aniliny. Ekstrakcja przebiega w 20°C z użyciem eteru dietylowego. Mieszanina ulega rozwarstwieniu – wodę anilinową odprowadza się jako produkt odpadowy, a warstwa anilinowa poddawana jest procesowi destylacji w temperaturze 170°C. Proces destylacji przebiega w kotle destylacyjnym, z którego u dołu odpływa anilina, a u szczytu odbierane są opary eteru dietylowego. Eter po skropleniu i schłodzeniu jest zwracany do procesu ekstrakcji. Gotowy produkt chłodzony jest do temperatury 20°C w płaszczowo-rurowym wymienniku ciepła.

**Wykaz danych wyjściowych do wykonania obliczeń dotyczących zapotrzebowania na surowce potrzebne do wyprodukowania czystej aniliny w jednym cyklu produkcyjnym**

- masa aniliny otrzymywana w jednym cyklu produkcyjnym: 1 tona
- stopień przemiany nitrobenzenu do aniliny: 0,92
- stężenie HCl wprowadzanego do instalacji: 30 % (m/m)
- w procesie produkcyjnym na 1 kmol nitrobenzenu zużywa się
  - 3,5 kmola Fe
  - 7,4 kmola HCl (100 % (m/m))
  - 4,0 kmola H<sub>2</sub>O
  - 1,4 kmola NaOH
  - 2,0 kmola (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>O

$$M_{C_6H_5NO_2} = 123 \text{ g/mol} \quad M_{C_6H_5NH_2} = 93 \text{ g/mol} \quad M_{HCl} = 36,5 \text{ g/mol} \quad M_{H_2O} = 18 \text{ g/mol}$$

$$M_{Fe} = 56 \text{ g/mol} \quad M_{NaOH} = 40 \text{ g/mol} \quad M_{(C_2H_5)_2O} = 74 \text{ g/mol}$$

**Jeżeli nie jest podane inaczej, wyniki obliczeń podaj we wskazanych jednostkach z dokładnością do liczb całkowitych.**

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

**Ocenię podlegać będzie 5 rezultatów:**

- karta technologiczna procesu,
- zestawienie obliczeń dotyczących zapotrzebowania na surowce potrzebne do wyprodukowania czystej aniliny w jednym cyklu produkcyjnym,
- uproszczony schemat ideowy procesu produkcji aniliny,
- opis uproszczonego schematu technologicznego procesu produkcji aniliny – Tabela 1,
- wykaz wybranych punktów kontroli temperatury.

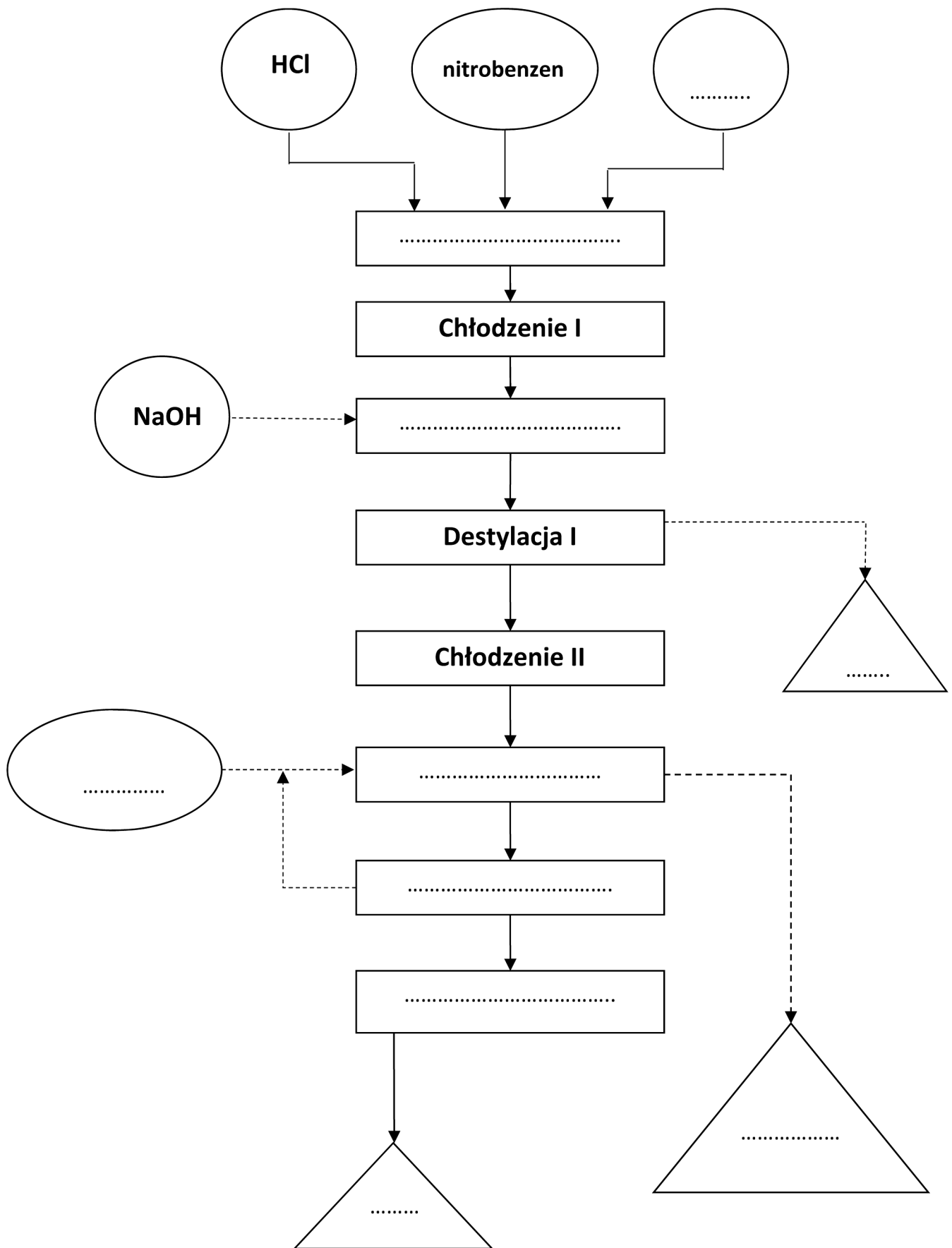
## Karta technologiczna procesu

KARTA TECHNOLOGICZNA PROCESU	
<b>Proces technologiczny</b>	
<b>Metoda</b>	
<b>Rodzaj procesu</b>	
<b>Reakcje procesu</b>	1. reakcja redukcji – równanie reakcji:
	2. reakcja neutralizacji – równanie reakcji:
<b>Substancje wprowadzane do instalacji</b>	1.
	2.
	3.
	4.
	5.
	6.
<b>Główny produkt</b>	
<b>Produkty odpadowe</b>	
<b>Masa aniliny otrzymywana w jednym cyklu produkcyjnym [t]</b>	
<b>Stopień przemiany nitrobenzenu do aniliny</b>	
<b>Stężenie HCl wprowadzanego do instalacji [%] (m/m)</b>	

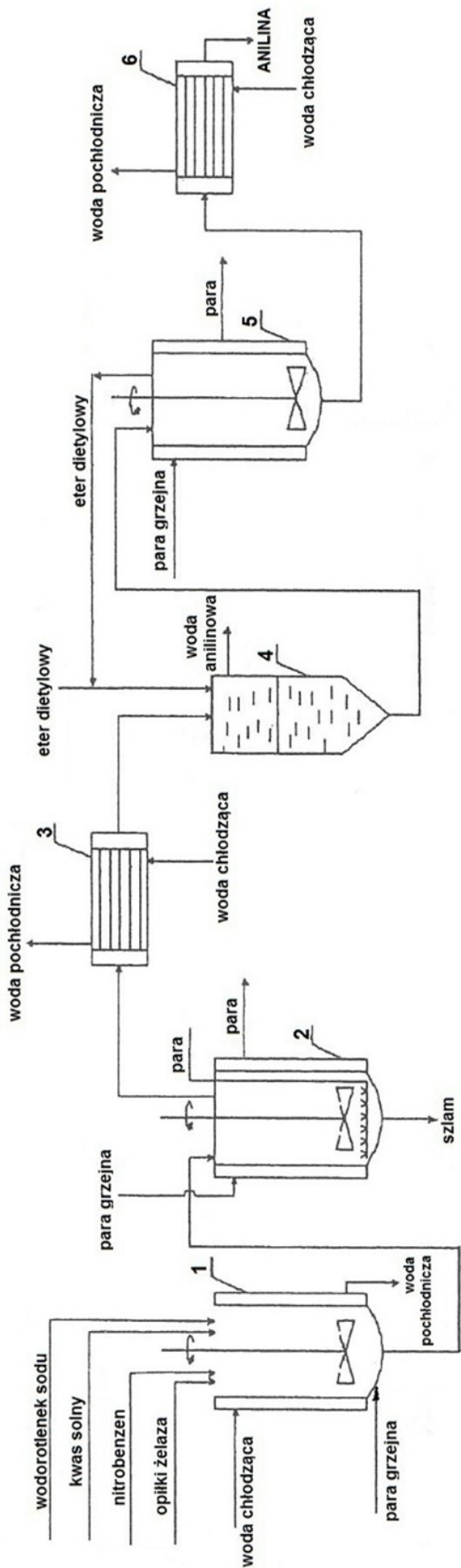
**Zestawienie obliczeń dotyczących zapotrzebowania na surowce potrzebne do wyprodukowania czystej aniliny w jednym cyklu produkcyjnym**

<b>Masa aniliny uzyskiwana w trakcie jednego cyklu produkcyjnego [kg]</b>
<b>Stechiometryczna (przy teoretycznej wydajności 100 %) ilość nitrobenzenu potrzebnego do wyprodukowania wskazanej ilości aniliny [kg]</b>
<b>Masa nitrobenzenu potrzebnego do wyprodukowania wskazanej ilości aniliny przy założonym stopniu przemiany nitrobenzenu do aniliny [kg]</b>
<b>Liczba moli nitrobenzenu potrzebnego do wyprodukowania wskazanej ilości aniliny przy założonym stopniu przemiany nitrobenzenu do aniliny [kmoł]</b> <i>Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku</i>
<b>Zapotrzebowanie na pozostałe składniki wprowadzane do instalacji niezbędne do wyprodukowania wskazanej ilości czystej aniliny zgodnie z warunkami zadania [kg]</b>
<b>1a. HCl (100 % (m/m))</b>
<b>1b. HCl (30 % (m/m))</b>
<b>2. ....</b>
<b>3. ....</b>
<b>4. ....</b>
<b>5. ....</b>

### Uproszczony schemat ideowy procesu produkcji aniliny



## Uproszczony schemat technologiczny procesu produkcji aniliny



**Tabela 1. Opis uproszczonego schematu technologicznego procesu produkcji aniliny**

Nazwa urządzenia	Oznaczenie urządzenia na schemacie technologicznym (numer)
Wymiennik ciepła/chłodnica	2 i 5
Separator/ekstraktor	1

### Wykaz wybranych punktów kontroli temperatury

Punkt kontroli temperatury	Wartość temperatury [°C]
Temperatura w dowolnym punkcie reaktora w trakcie prowadzenia procesu redukcji	
Temperatura w dowolnym punkcie reaktora w trakcie prowadzenia procesu neutralizacji	
Temperatura w dowolnym punkcie kotła destylacyjnego oddzielającego szlam od mieszaniny poreakcyjnej	
Temperatura w rurociągu odprowadzającym mieszaninę aniliny i wody anilinowej z chłodnicy	
Temperatura w dowolnym punkcie separatora	
Temperatura w dowolnym punkcie kotła destylacyjnego, z którego odbierana jest anilina i eter dietylowy	
Temperatura w rurociągu odprowadzającym gotowy produkt z chłodnicy do zbiorników magazynowych	



