

**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.56-01-20.06-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 11 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 **KARTEŃ 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

W oparciu o skrócony opis procesu technologicznego oraz informacje dotyczące sporządzenia zapotrzebowania opracuj kartę technologiczną procesu produkcji mocznika granulowanego oraz wykonaj obliczenia związane ze średnim miesięcznym zapotrzebowaniem na surowce i opakowania gotowego produktu. Dobierz na podstawie obliczeń i danych technicznych wybranych sprężarek i pomp, urządzenia do dozowania surowców – dwutlenku węgla i ciekłego amoniaku oraz sporządź wykaz:

- operacji jednostkowych wytwarzania wodnego roztworu mocznika na podstawie schematu blokowego,
- punktów kontroli parametrów procesowych uwzględniający miejsca pomiaru oraz wartości tych parametrów,
- czynności, które powinna wykonać osoba udzielająca pierwszej pomocy w przypadku kontaktu ciekłego amoniaku ze skórą dłoni poszkodowanej osoby.

Wszystkie formularze do wypełnienia znajdują się w arkuszu egzaminacyjnym.

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

**Ocenić podlegać będzie 6 rezultatów:**

- karta technologiczna procesu,
- wykaz operacji jednostkowych wytwarzania wodnego roztworu mocznika na podstawie schematu blokowego (Tabela 1),
- miesięczne zapotrzebowanie na surowce (Tabela 2),
- wykaz wybranych punktów kontroli parametrów procesowych: temperatury i ciśnienia (Tabela 3),
- dobór sprężarki dwutlenku węgla i pompy ciekłego amoniaku oraz zapotrzebowanie na opakowania miesięcznej partii mocznika granulowanego (Tabela 4),
- wykaz czynności, które powinna wykonać osoba udzielająca pierwszej pomocy w przypadku kontaktu ciekłego amoniaku ze skórą dłoni poszkodowanej osoby (Tabela 5).

## Chemizm produkcji, schemat i opis procesu technologicznego produkcji mocznika

Substratami do syntezy mocznika (jednego z wolno działających nawozów o dużej zawartości azotu, stosowanego w rolnictwie) są ciekły amoniak i dwutlenek węgla. Reakcja przebiega w dwóch etapach, gdzie produktem pośrednim jest karbaminian amonu



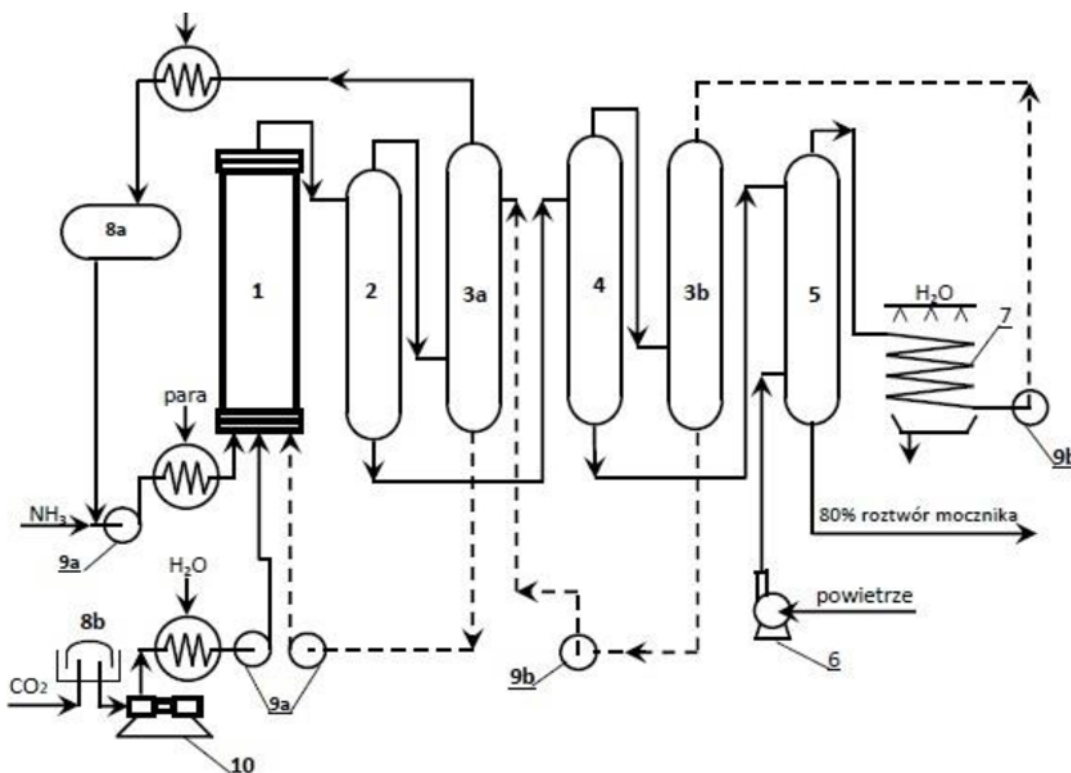
Reakcje te przebiegają równolegle i przeprowadza się je w tym samym reaktorze, dlatego syntezę mocznika można przedstawić równaniem sumarycznym:



Ponieważ reakcje (1) i (2) są odwracalne, w strumieniu reagentów odprowadzanych z reaktora oprócz mocznika i wody znajdują się znaczne ilości karbaminianu amonu, amoniaku i dwutlenku węgla. Z tego powodu w instalacjach produkcyjnych stosuje się obiegi powrotne, do których kieruje się nieprzereagowane substraty.

Przemysłowy proces syntezy mocznika prowadzi się pod ciśnieniem 20 MPa w temperaturze 180°C. W zbyt wysokiej temperaturze zmniejsza się wydajność procesu, gdyż wzrasta szybkość reakcji ubocznych powodujących powstawanie biuretu – produktu niepożądanego, szkodliwego dla roślin.

Na wydajność mocznika duży wpływ ma nadmiar  $\text{NH}_3$  w stosunku do  $\text{CO}_2$ , dlatego do reakcji wprowadza się 3 razy większą ilość amoniaku, dzięki temu uzyskuje się większy stopień przemiany  $\text{CO}_2$  niż w mieszaninie stechiometrycznej.



Schemat syntezy mocznika: 1 – reaktor, 2 i 4 – kolumny rozprężające, 3 – absorbery, 5 – oddzielacz gazu, 6 – dmuchawa powietrzna, 7 – chłodnica ociekowa, 8 – zbiorniki, 9 – pompy wysokiego ciśnienia, 10 – sprężarka  $\text{CO}_2$ .

--- Zawracanie  $\text{CO}_2$  i  $\text{NH}_3$  w roztworze soli amonowych

**Opis procesu**

Sprężarka 10 tłoczy  $234 \text{ m}^3$  dwutlenku węgla w ciągu godziny ze zbiornika 8b. Następnie po ogrzaniu w wymienniku ciepła wprowadzany jest do reaktora w temperaturze  $40^\circ\text{C}$  i pod ciśnieniem 20 MPa. Świeży amoniak zmieszany z amoniakiem z recyrkulacji (zbiornik 8a) w ilości  $36 \text{ m}^3$  w ciągu godziny tłoczy wysokociśnieniowa pompa 9a i po ogrzaniu w ten sposób przygotowany surowiec wprowadzany jest do reaktora, gdzie w temperaturze  $180^\circ\text{C}$  i pod ciśnieniem 20 MPa następuje synteza mocznika.

Amoniak i dwutlenek węgla wydzielają się ze stopu poreakcyjnego przez dwustopniową desorpcję. Najpierw rozpręża się stop do ciśnienia 3,2 MPa, pod którym pracuje kolumna 2. Następuje odpędzenie nadmiaru amoniaku i częściowy rozkład karbaminianu. Wydzielenie podstawowej ilości nieprzereagowanego amoniaku pod takim, a więc jeszcze nieobniżonym całkowicie ciśnieniem pozwala skroplić amoniak wyłącznie przez oziębienie, tj. bez sprężania. Gaz z kolumny 2 przemywa się w kolumnie absorpcyjnej 3a rozcieńczonym wodnym roztworem soli amonowych. Kolumna ta pracuje w temperaturze  $95^\circ\text{C}$  i ciśnieniem 1,7 MPa. Powstający stężony roztwór soli amonowych pompuje się do reaktora. Reszta amoniaku uchodząca ze szczytu kolumny 3a zostaje skroplona przez ochłodzenie i jest recyrkulowana poprzez zbiornik 8a.

Stop z kolumny 2 rozpręża się powtórnie w pracującej pod ciśnieniem 1,7 MPa kolumnie 4. Następuje dalsze wydzielenie gazów;  $\text{NH}_3$  i  $\text{CO}_2$ , które kieruje się do absorbera 3b zraszanego roztworem wodnym zawierającym niewielką ilość soli amonowych. Otrzymany z tej kolumny roztwór o temperaturze  $37^\circ\text{C}$  i ciśnieniu 0,2 MPa tłoczy się do kolumny 3a.

W oddzielniku 5 stop z kolumny 4 przedmuchuje się powietrzem w celu odpędzenia reszty  $\text{NH}_3$  i  $\text{CO}_2$ . Odbierany z oddzielnika 80% roztwór mocznika poddaje się odparowaniu i granulacji.

Połowę otrzymanej partii granulowanego mocznika pakuje się do worków polietylenowych o pojemności 25 kg, a drugą połowę do kontenerów elastycznych typu big-bag o pojemności 500 kg. W trakcie procesu pakowania mogą wystąpić uszkodzenia worków i pojemników, dlatego przy składaniu zamówienia należy uwzględnić 0,1% strat opakowań podczas pakowania.

**Zapotrzebowanie – informacje:**

*dotyczące sporządzenia miesięcznego zapotrzebowania na surowce dla procesu otrzymywania mocznika oraz ilości opakowań mocznika granulowanego*

- planowana produkcja mocznika granulowanego: 600 000 ton/rok,
- wydajność otrzymywanego mocznika: 98%
- surowiec: ciekły amoniak o stopniu przereagowania 0,97,
- 3-krotny nadmiar amoniaku,
- surowiec: dwutlenek węgla gazowy o stopniu przereagowania 0,95
- straty opakowań w trakcie pakowania: 0,1%.

**Zestawienie danych niezbędnych do wykonania obliczeń:**

$M_H = 1 \text{ g/mol}$ ,  $M_N = 14 \text{ g/mol}$ ,  $M_C = 12 \text{ g/mol}$ ,  $M_O = 16 \text{ g/mol}$ .

$m = [t]$ ,  $V = [m^3]$ , ilość opakowań w sztukach.

Wartość stałej gazowej  $R = 8,31 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ; równanie Clapeyrona:  $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

1 Bar = 0,1 MPa.

Obliczenia wykonuj z dokładnością do liczb całkowitych.

**Dane techniczne wybranych sprężarek**

<b>Nazwa urządzenia</b>	<b>Typ</b>	<b>Wydajność, m<sup>3</sup>/min</b>
Sprężarka tłokowa	WALTER GK 1760 - 2x5,5/500 S	1,50 m <sup>3</sup> /min
Sprężarka tłokowa	MK103-150-3T	0,23 m <sup>3</sup> /min
Sprężarka śrubowa	Airpol 4	0,39 m <sup>3</sup> /min
Sprężarka śrubowa	SDF 150	18 m <sup>3</sup> /min

**Dane techniczne wybranych pomp**

<b>Nazwa urządzenia</b>	<b>Maksymalna wydajność [m<sup>3</sup>/h]</b>	<b>Maksymalne ciśnienie robocze [Bar]</b>
Pompa NHD 4	0,9	200
POMPA PXI5435 IR	54	350
Wielostopniowa pompa wysokociśnieniowa GRUNDFOS CR, CRE	120	50

## Wyciąg z karty charakterystyki substancji niebezpiecznej ciekłego amoniaku

### 1. IDENTYFIKACJA PRODUKTU

Nazwa handlowa: amoniak bezwodny (skroplony)

### 2. IDENTYFIKACJA ZAGROŻEŃ

Dobrze rozpuszcza się w wodzie. Tworzy mieszaniny wybuchowe z tlenem, powietrzem, chlorem, bromem, jodem, kwasem azotowym, kwasem chlorowym. Amoniak atakuje miedź, cynk, cynę i ich stopy, szczególnie w obecności wilgoci. Ciekły amoniak jest cieczą o dużym cieple parowania, w kontakcie ze skórą powoduje odmrożenia.

### 3. POSTĘPOWANIE W PRZYPADU POŻARU

Odpowiednie środki gaśnicze: proszki gaśnicze, dwutlenek węgla, piany gaśnicze, woda. Nie stosować halonów.

Informacje dla straży pożarnej: zbiorniki z amoniakiem narażone na działanie wysokiej temperatury mogą eksplodować, należy je chłodzić rozproszonymi strumieniami wody z bezpiecznej odległości; osoby biorące udział w akcji ratowniczej lub likwidacji awarii muszą być wyposażone w środki ochrony dróg oddechowych (aparaty powietrzne, ubrania gazoszczelne).

**UWAGA!** Woda nie może się dostać do wnętrza chłodzonych zbiorników!

### 4. OPIS ŚRODKÓW PIERWSZEJ POMOCY

W przypadku kontaktu ze skórą

Zmywać obficie bieżącą chłodną wodą, zdejmując ostrożnie odzież ze względu na możliwość głębokich uszkodzeń oblanej skóry. Nie stosować środków zobojętniających (zakwaszających). Na oparzenia założyć jałowy opatrunek. Skórę odmrożoną polewać chłodną wodą, założyć jałowy opatrunek. Wezwać lekarza.

W przypadku kontaktu z oczami

Zachlapanie oczy płukać dużą ilością wody przez co najmniej 15 minut. W każdym przypadku skażenia oczu konieczna jest pomoc okulisty.

Środki pierwszej pomocy

Niezbędne leki: tlen, poprawiające wydolność oddechową, leki przeciwbólowe.

Osoby udzielające pierwszej pomocy winny unikać kontaktu z amoniakiem w tym przywracania oddechu metodą usta – usta.

### 5. INDYWIDUALNE ŚRODKI OSTROŻNOŚCI, WYPOSAŻENIE OCHRONNE I PROCEDURY W SYTUACJACH AWARYJNYCH

Dla osób nienależących do personelu udzielającego pomocy

Zabezpieczyć teren i usunąć ludzi z miejsca zagrożenia. Wezwać Jednostkę Ratownictwa Chemicznego i Straży Pożarnej. Odizolować miejsce wycieku możliwie szybko przez wyszkolone osoby. Usunąć źródła zapłonu znajdujące się w pobliżu miejsca wycieku.

Dla osób udzielających pomocy

Indywidualne środki ostrożności: odzież ochronna gazoszczelna, rękawice, maska przeciwgazowa z pochłaniaczem amoniaku lub aparat powietrzny.

## Karta technologiczna procesu

<b>KARTA TECHNOLOGICZNA PROCESU</b>	
I	II (wpisuje zdający)
<b>Proces technologiczny (nazwa)</b>	
<b>Równania reakcji zachodzących w reaktorze</b>	(1)
	(2)
<b>Równanie reakcji sumarycznej</b>	
<b>Surowce (nazwa)</b>	(1)..... stan skupienia .....
	(2).....stan skupienia.....
<b>Produkty (nazwa i wzór chemiczny)</b>	
<b>Produkt pośredni (nazwa i wzór chemiczny)</b>	
<b>Parametry prowadzenia procesu</b>	
<b>Planowana roczna i miesięczna produkcja mocznika granulowanego</b>	Produkcja roczna .....
	Produkcja miesięczna .....
<b>Wydajność procesu</b>	
<b>Stopień przereagowania surowców</b>	wzór ..... stopień przereagowania .....
	wzór ..... stopień przereagowania .....

### Schemat blokowy produkcji mocznika

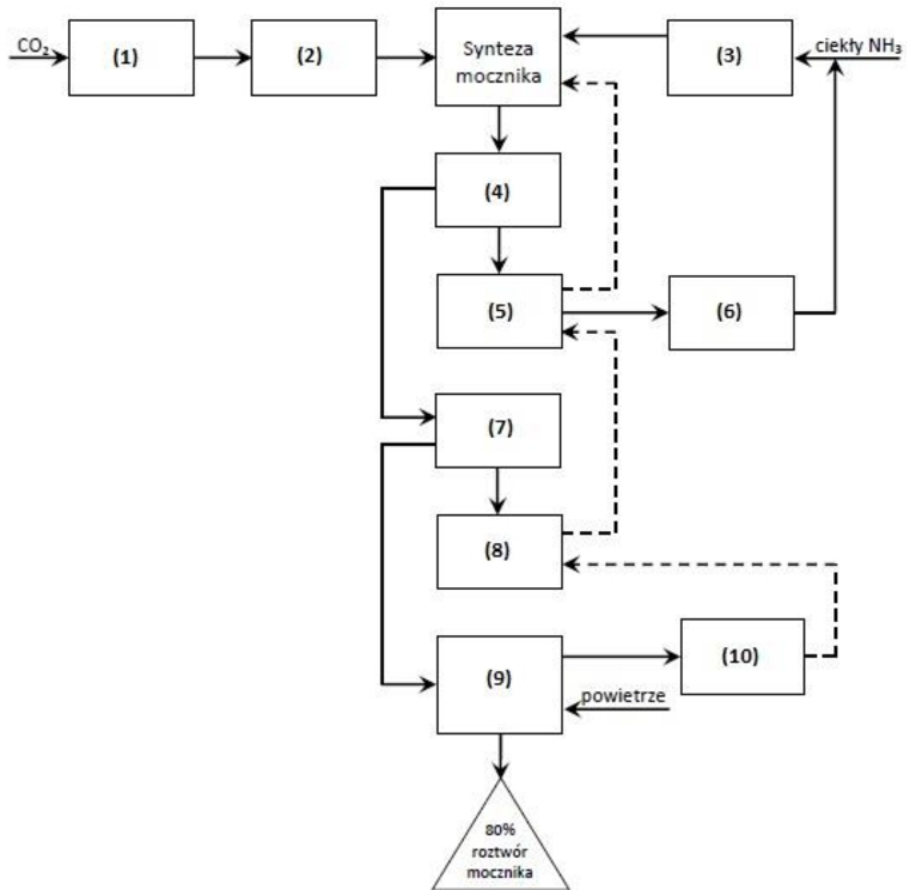


Tabela 1. Wykaz operacji jednostkowych wytwarzania wodnego roztworu mocznika na podstawie schematu blokowego

Nazwa operacji jednostkowej
(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)
(7)
(8)
(9)
(10)



Tabela 2. Miesięczne zapotrzebowanie na surowce

Obliczenia związane z zapotrzebowaniem miesięcznym na surowce	
I	II (wpisuje zdający)
<b>Obliczenia masy amoniaku i dwutlenku węgla przy założeniu:</b> - wydajność 100%, - stopień przereagowania substratów -1 - zmieszanie substratów - w stosunku stechiometrycznym	masa NH <sub>3</sub> ..... masa CO <sub>2</sub> .....
<b>Obliczenia masy amoniaku i dwutlenku węgla przy założeniu:</b> - wydajność 98%, - stopień przereagowania substratów -1 - zmieszanie substratów - w stosunku stechiometrycznym	masa NH <sub>3</sub> ..... masa CO <sub>2</sub> .....
<b>Obliczenia masy amoniaku z uwzględnieniem założeń wynikających z danych wyjściowych</b>	masa NH <sub>3</sub> .....
<b>Obliczenia masy dwutlenku węgla z uwzględnieniem założeń wynikających z danych wyjściowych</b>	masa CO <sub>2</sub> .....
<b>Obliczenia objętości dwutlenku węgla (w warunkach prowadzenia procesu) z uwzględnieniem założeń wynikających z danych wyjściowych</b>	objętość CO <sub>2</sub> .....

**Tabela 3. Wykaz wybranych punktów kontroli parametrów procesowych: temperatury i ciśnienia**

Miejsce pomiaru	Parametr procesu	Oczekiwana wartość

**Tabela 4. Dobór sprężarki dwutlenku węgla i pompy ciekłego amoniaku oraz zapotrzebowanie na opakowania miesięcznej partii mocznika granulowanego**

<b>Sprężarka dwutlenku węgla i pompa ciekłego amoniaku</b>
<p>Sprężarka: .....</p> <p>Pompa: .....</p>
<p><b>Zapotrzebowanie miesięczne na liczbę worków polietylenowych i kontenerów elastycznych typu big-bag, które są niezbędne do zapakowania mocznika granulowanego</b> (z uwzględnieniem strat)</p>
<p>Worków polietylenowych o pojemności 25 kg należy zamówić .....sztuk</p> <p>Kontenerów elastycznych typu big-bag o pojemności 500 kg należy zamówić ..... sztuk</p>

**Tabela 5. Wykaz czynności, które powinna wykonać osoba udzielająca pierwszej pomocy w przypadku kontaktu ciekłego amoniaku ze skórą dłoni poszkodowanej osoby**

--