

發明專利說明書

99年1月15日
修 三 本

中文說明書替換本(99年1月)

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：094106378

※ 申請日期：94.03.03

※IPC 分類：C07C²⁰³/₀₁ (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

收集 β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸

WORKUP OF β-SULFATOETHYLSULFONYLANILINE-2-SULFONIC
ACID

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

德商巴地斯顏料化工廠

BASF AKTIENGESSELLSCHAFT

代表人：(中文/英文)

1. 貝蕾爾

BIELLER

2. 寇斯特

KOESTER

住居所或營業所地址：(中文/英文)

德國來恩河勞域沙芬市卡羅玻斯克街

CARL-BOSCH-STRASSE, 67056 LUDWIGSHAFEN, GERMANY

國 籍：(中文/英文)

德國 GERMANY

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

拉茲洛 索墨基

SOMOGYI, LASZLO

國 籍：(中文/英文)

匈牙利 HUNGARY

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 德國；2004 年 03 月 03 日；102004010950.8

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

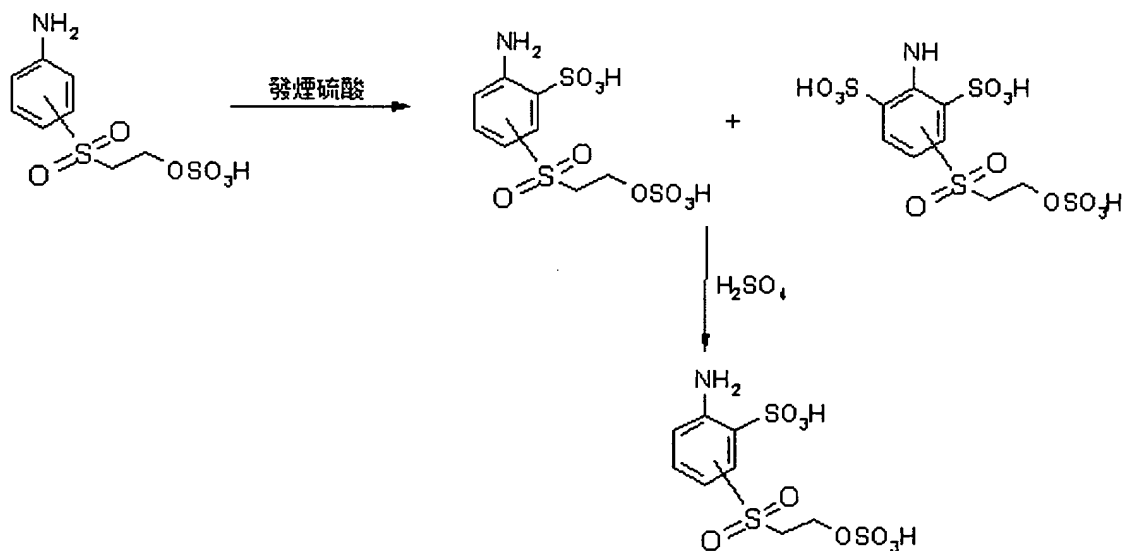
九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種自含水硫酸溶液中收集 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸之方法。

【先前技術】

β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸經常用作製造偶氮染料之原料。偶氮染料之製造要求原料為十分純的。自 DE-A 2 538 723 中吾人已知一般用於製備 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸之方法。根據該文獻，由 β -硫酸乙基磺醯苯胺經發煙硫酸處理所獲得之相應的 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2,6-二磺酸通常利用30%至96%之硫酸一般在80至140°C下加以處理。在該處理過程中分離一部分磺酸。



隨後將所獲得之磺化熔融物傾倒在冰上。

為了自含水硫酸溶液中收集 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸，初始步驟為用鹼金屬或鹼土金屬氫氧化物或碳酸鹽中

和過量之硫酸。藉由利用鹼金屬鹵化物之鹽析或藉由噴霧乾燥使該硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸自該中性溶液單離。在實例7中，利用碳酸鈣來鈍化大量過量之硫酸並利用碳酸鈣中和剩餘物至pH為6。但是，該程序中需要提高產物之純度。

並不缺乏關於改良該收集方法所做的嘗試。例如，EP-A 753 509揭示藉由添加氯化鉀可使 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2,6-二磺酸自含水硫酸溶液中直接沈澱。但是，該方法得到的產物在貯存時不穩定且因此對於製造高價值活性偶氮染料僅具有有限之有效性。沈澱產物之例示性再結晶進一步導致產物價值之重大損失且因此係不經濟的。

【發明內容】

本發明之目的係提供技術上簡單的自含水硫酸溶液中製備以純產物形式之 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸的方法，該產物在貯存時穩定且無重大損失。

吾人已發現此目的可藉由自含水硫酸溶液中收集 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸之方法達成，該方法包括：

- 第一步，藉由添加鹼金屬或鹼土金屬鹽及/或銨鹽使 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸沈澱、分離並溶解於水中或適當時藉由添加鈣鹽使該硫酸沈澱且分離所生成的硫酸鈣，及
- 第二步，藉由添加鹼金屬或鹼土金屬及/或銨氫氧化物、碳酸鹽、碳酸氫鹽及/或醋酸鹽調節所生成溶液pH為1與5之間，分離任何依然存在之硫酸鈣且自溶液中單離該 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸。

本發明進一步提供 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸。

本文所用的 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸包括5- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸且尤其是4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸，不僅包括該游離酸還包括其鹽形式，諸如單或二鹼金屬、單或二銨或鹼土金屬與相同或不同平衡離子所形成的鹽。

本發明之方法始於 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸之硫酸水溶液，其具有以 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸之重量計一般為1重量%至30重量%、經常為1重量%至20重量%且尤其是5重量%至20重量%之濃度，及以硫酸之重量計通常為1重量%至80重量%且經常為5重量%至50重量%之濃度。舉例而言，該等溶液可藉由 β -硫酸乙基磺醯苯胺之磺化作用或 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2,6-二磺酸之去磺化作用而獲得。

第一步係用於自硫酸中分離 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸。

適用於 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸之沈澱劑包括鹼土金屬、鹼金屬及銨鹽或其混合物，較佳地為鈉、鉀及/或銨鹽，尤其為氯化鈉、硫酸鈉、氯化鉀、硫酸鉀或其混合物。沈澱劑用量可在廣泛範圍內變化，但是通常為1至10且尤其為2至6莫耳當量。產物之分離並非關鍵性的，因為可利用常規裝置執行此分離，該等裝置諸如壓濾機、攪動壓力吸濾器、超濾設備或帶式過濾器。

所移出之產物隨後於水中之溶解同樣地並非係關鍵性的，因為其可於室溫下執行，但較佳地於0至20°C下冷卻或最簡單地藉由每莫耳產物引入通常為1至20公升且經常為1

至10公升之冰水來執行。

在第一步中藉由添加諸如碳酸鈣及/或氧化鈣之鈣鹽同樣可能使硫酸沈澱。鈣鹽之用量通常為使pH調節至0-2。

硫酸鈣之移除並非關鍵；其可於調整至所要pH之後在第一步或第二步中執行。慣常使用之裝置係諸如壓濾機、攪動壓力吸濾器、超濾設備或帶式過濾器。

在第二步中藉由添加鹼金屬、鹼土金屬或銨氫氧化物、碳酸鹽、碳酸氫鹽、醋酸鹽或其混合物，尤其是鹼金屬之碳酸鹽或鹼金屬之碳酸氫鹽(例如碳酸鈉或碳酸氫鈉)來調節溶液pH至1.5且尤其為2至4。

β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸之隨後單離並非關鍵性的且可藉由沈澱、蒸發或噴霧乾燥來完成。如上所描述使產物沈澱並單離之。蒸發一般在已知真空乾燥箱中於30至70°C且尤其是於35至55°C下完成，而具有優勢之噴霧乾燥通常在慣用的噴霧乾燥塔中完成。

該方法具有許多優點。其可避免大量副產物與廢熱且可獲得高產率之純產物且其具有相稱的效能特點。

【實施方式】

實例：

比較試驗1(EP 753 509)

自室溫開始向437 g之20重量%發煙硫酸初始饋料中添加142 g = 0.485莫耳之4- β -硫酸乙基磺醯苯胺，且將溫度升至50°C。隨後將此溶液加熱至 $115 \pm 2^\circ\text{C}$ 歷時3小時。使該磺化批料冷卻至70-80°C。而後逐滴加入42 g之50重量%硫酸同

時不應使溫度上升超過 100°C 。接著於 95 至 100°C 加熱 10 小時。

將熔融物冷卻至 $40 - 50^{\circ}\text{C}$ 並傾倒在 700 g 冰水混合物上同時自外部冷卻。在此添加過程中溫度不應上升超過 20°C 。向所得清液中加入 $75\text{ g} = 1.0$ 莫耳之氯化鉀。接著在抽吸過濾該已沈澱之反應產物之前攪拌 3 小時。

利用再結晶純化該產物：將產物懸浮於 200 ml 水中、加熱至 70°C 且接著使 100 ml 份之該產物與 500 ml 熱水於 70°C 混合直至全部溶解。使用冰浴將混合物冷卻至 $0-5^{\circ}\text{C}$ ，且抽吸過濾該已沈澱之殘餘物並乾燥。殘餘物重 93.6 g 且基於 $4\text{-}\beta\text{-}$ 硫酸乙基磺醯苯胺- 2- 磺酸之分子量 361 為 79.2 重量%。產率： 41% 。

實例 2

自室溫開始向 437 g 之 20 重量%發煙硫酸初始饋料中添加 $142\text{ g} = 0.485$ 莫耳之 $4\text{-}\beta\text{-}$ 硫酸乙基磺醯苯胺，且將溫度升至 50°C 。隨後將此溶液加熱至 $115 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 歷時 3 小時。

將磺化批料冷卻至 $70-80^{\circ}\text{C}$ 。而後逐滴加入 42 g 之 50 重量%硫酸同時不應使溫度上升超過 100°C 。接著於 95 至 100°C 加熱 10 小時。

使熔融物冷卻至 $40-50^{\circ}\text{C}$ 且傾倒在 700 g 冰水混合物上同時自外部冷卻。在此添加過程中不應使溫度上升超過 20°C 。向所得清液中加入 $33.6\text{ g} = 0.45$ 莫耳氯化鉀，接著分三次加入 0.833 莫耳(48.7 g)氯化鈉，每次加入之後攪拌半小時。抽吸過濾該已沈澱之產物且於 15°C 下將其溶解於 1200

ml水中。利用每次添加少量之碳酸鈉來調節該溶液之pH至3.0。於50°C減壓濃縮該反應溶液至乾燥。殘餘物重412 g且基於4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸之分子量361為38重量%。產率：87%

實例 3

將4莫耳(1171 g)4- β -硫酸乙基磺醯苯胺(純度96重量%)引入2100 g之96重量%硫酸中，且使溫度上升至35°C。接著加入1660 g之65%發煙硫酸，且使溫度上升至80°C。加熱該混合物至115°C並於115°C攪拌3小時。冷卻至65°C後加入175 g冰，並使溫度上升至90°C。加熱該反應混合物至95°C並於95°C攪拌10小時。引入5800 g冰作為初始饋料且在冰浴冷卻條件下添加經冷卻至室溫之反應混合物使得混合物溫度不超過20°C。接著分三次加入5.128莫耳(300 g)之氯化鈉，每次加入之後攪拌1小時。抽吸過濾該已沈澱之產物並使產物於12°C溶解在冰水中(1538 g冰；7600 ml水)。利用每次加入少量之碳酸鈉來調節溶液pH至3.0。在此過程中溫度上升至24°C。於室溫下攪拌該溶液隔夜且第二天進行噴霧乾燥。殘餘物重2155 g且基於4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸之分子量361為47重量%。產率：70%。

實例 4

將4莫耳(1171 g)4- β -硫酸乙基磺醯苯胺(純度96重量%)引入2100 g之96重量%硫酸中，且將溫度上升至35°C。接著加入1660 g之65%發煙硫酸，且將溫度上升至80°C。加熱該混合物至115°C並於115°C攪拌3小時。冷卻至65°C後加入175 g

冰，且將溫度上升至90℃。加熱該反應混合物至95℃並於95℃攪拌10小時。引入5800 g冰作為初始饋料之且在冰浴冷卻條件下添加經冷卻至室溫之反應混合物使得混合物溫度不超過20℃。接著分三次加入5.128莫耳(300 g)之氯化鈉，每次加入之後攪拌1小時。抽吸過濾該已沈澱之產物並使產物於12℃溶解在冰水中(1538 g冰；7600 ml水)。利用每次加入少量之碳酸鈉來調節溶液之pH至3.0。在此過程中溫度上升至22℃。室溫攪拌該溶液一週且隨後與1500 g氯化鈉相混合，此舉可鹽析出產物。利用抽吸過濾並乾燥後，殘餘物重2094.8 g且基於4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸之分子量361為52.5重量%。產率：76%。

實例 5

將2莫耳(150 g)KCl分三份加入1莫耳(361 g)之4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與542 g硫酸及386 g水之混合物中，每份加入後，接著攪拌1小時。在該方法中4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸以二鉀鹽形式沈澱。抽吸過濾該已沈澱之產物且於15℃下使其懸浮於2600 g之冰水中。藉由逐步添加10重量%之NaOH溶液調節該混合物之pH至5，且將溫度上升至25℃。隨後令該溶液進行超濾並利用噴霧乾燥來單離該產物。

實例 6

將9莫耳(531 g)NaCl分三份加入1莫耳(361 g)之4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與1125 g硫酸及3014 g水之混合物中，每份加入後，接著攪拌1小時。在該方法中4-β-硫酸乙

基磺醯苯胺-2-磺酸以二鈉鹽形式沈澱。抽吸過濾該已沈澱之產物且於12℃下使其懸浮於3300 g之冰水中。藉由逐步添加10重量%之NaOH溶液調節該混合物之pH至4，並將溫度上升至23℃。隨後令該溶液蒸發至乾燥之。

實例 7

將5莫耳(710 g)Na₂SO₄分三份加入2莫耳(722 g)之4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與10100 g硫酸及3600 g水之混合物中，每份加入後，接著攪拌1小時。在該方法中4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸以二鈉鹽形式沈澱。抽吸過濾該已沈澱之產物並於12℃下使其懸浮於18000 g之冰水中。藉由逐步添加K₂CO₃調節該混合物之pH至3，且將溫度上升至25℃。隨後令該溶液進行噴霧乾燥。

實例 8

將4莫耳(696 g)K₂SO₄分三份加入1莫耳(361 g)之4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與988 g硫酸及1250 g水之混合物中，每份加入後，接著攪拌1小時。在該方法中4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸以二鉀鹽形式沈澱。抽吸過濾該已沈澱之產物並於8℃下使其懸浮於18000 g之冰水中。藉由逐步添加KHCO₃調節該混合物之pH至2，且將溫度上升至15℃。隨後藉由加入950 g之KCl使產物鹽析出，抽吸過濾並乾燥之。

實例 9

將6莫耳(354 g)NaCl分三份加入1莫耳(361 g)之4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與1080 g硫酸及809 g水之混合物中，

每份加入後，接著攪拌1小時。在該方法中4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸係以二鈉鹽形式沈澱。抽吸過濾該已沈澱之產物並於14°C下使其懸浮於4200 g之冰水中。藉由逐步添加NaHCO₃調節該混合物之pH至1，且將溫度上升至22°C。隨後藉由加入882 g之NaCl使產物鹽析出，抽吸過濾並乾燥之。

實例 10

將1莫耳(174 g)K₂SO₄與4莫耳(568 g)Na₂SO₄加入1莫耳(361 g)之4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與1580 g硫酸及5260 g水之混合物中，每次加入後，接著攪拌1小時。在該方法中4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸得以沈澱。抽吸過濾該已沈澱之產物並於15°C下使其懸浮於4200 g之冰水中。藉由逐步添加醋酸鈉調節該混合物之pH至3，且將溫度上升至25°C。隨後令該溶液進行噴霧乾燥。

實例 11

在1莫耳(361 g)之4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與864 g硫酸及6000 g水之混合物中加入650 g碳酸鈣，隨後加入碳酸鈉直至溶液pH為3。將溫度保持在20°C以下。抽吸過濾該已沈澱之半水合硫酸鈣且藉由噴霧乾燥濾液而使4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸以二鈉鹽形式單離出來。

實例 12

在1莫耳(361 g)之4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與900 g硫酸及16700 g水之混合物中加入680 g碳酸鈣，隨後加入K₂CO₃直至溶液pH為1。將溫度保持60°C以下。抽吸過濾該

已沈澱之半水合硫酸鈣且藉由噴霧乾燥濾液而使4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸以二鉀鹽形式單離出來。

實例 13

在1莫耳(361 g)之4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與860 g 硫酸及5800 g水之混合物中加入650 g碳酸鈣，隨後加入NaHCO₃直至溶液pH為2。將溫度保持在40°C以下。抽吸過濾該已沈澱之半水合硫酸鈣且藉由噴霧乾燥濾液而使4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸以二鈉鹽形式單離出來。

實例 14

在0.5莫耳(180.5 g)之4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與433 g硫酸及1200 g水之混合物中加入350 g CaCO₃，隨後加入KHCO₃直至溶液pH為4。將溫度保持在35°C以下。抽吸過濾該已沈澱之半水合硫酸鈣且藉由加入680 g之KCl使4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸鹽析出、抽吸過濾並乾燥之。

實例 15

在2莫耳(722 g)之4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與1680 g 硫酸及2400 g水之混合物中加入1300 g CaCO₃，隨後加入10重量%之NaOH溶液直至溶液pH為5。將溫度保持在25°C以下。抽吸過濾該已沈澱之半水合硫酸鈣且藉由加入1450 g之NaCl使4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸鹽析出、抽吸過濾並乾燥之。

實例 16

在1莫耳(361 g)之4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與871 g 硫酸及6100 g水之混合物中加入740 g CaCO₃。抽吸過濾該

已沈澱之半水合硫酸鈣且藉由加入醋酸鈉使濾液之pH增至3。將溫度保持20°C以下。藉由噴霧乾燥濾液而使4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸以二鈉鹽形式單離出來。

實例 17

在1莫耳(361 g)之4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與885 g硫酸及2350 g水之混合物中加入725 g CaCO_3 。抽吸過濾該已沈澱之半水合硫酸鈣且藉由加入碳酸鈉使濾液之pH增至4。將溫度保持28°C以下。藉由蒸發濾液而使4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸以二鈉鹽形式單離出來。

實例 18

於25°C下將 CaCO_3 添加至1莫耳(361 g)之4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與885 g硫酸及2350 g水之混合物中直至pH為3。抽吸過濾該已沈澱之半水合硫酸鈣且藉由噴霧乾燥濾液而使4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸以鈣鹽形式單離出來。

實例 19

將8莫耳(428 g) NH_4Cl 分三份加入1莫耳(361 g)之4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸與988 g硫酸及1250 g水之混合物中，每份加入後，接著攪拌1小時。在該方法中4-β-硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸以二銨鹽形式沈澱。抽吸過濾該已沈澱之產物且在8°C下使其懸浮於3600 g之冰水中。藉由逐步添加 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 來調節該混合物之pH至2，且使溫度上升至15°C。隨後令該溶液進行超濾且利用噴霧乾燥單離產物。

五、中文發明摘要：

本發明係關於一種自含水硫酸溶液中收集 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸之方法，其包括

第一步，藉由添加鹼金屬或鹼土金屬鹽及/或銨鹽使 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸沈澱、分離並溶解或者適當時藉由添加鈣鹽使該硫酸沈澱且分離所生成的硫酸鈣，及

第二步，藉由添加鹼金屬或鹼土金屬或銨氫氧化物、碳酸鹽、碳酸氫鹽及/或醋酸鹽而調節所生成溶液之pH至1與5之間，分離任何依然存在之硫酸鈣且自該溶液中單離出 β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸。

六、英文發明摘要：

A process for working up β -sulfatoethylsulfonylaniline-2-sulfonic acid from a solution in aqueous sulfuric acid, comprises

a first step of the β -sulfatoethylsulfonylaniline-2-sulfonic acid being precipitated by addition of alkali or alkaline earth metal and/or ammonium salts, separated off and dissolved or the sulfuric acid being precipitated by addition of calcium salts and the resulting calcium sulfate being separated off if appropriate, and

a second step of the resultant solution being adjusted to a pH between 1 and 5 by addition of alkali or alkaline earth metal or ammonium hydroxide, carbonate, bicarbonate and/or acetate, any calcium sulfate still present being separated off and the β -sulfatoethylsulfonylaniline-2-sulfonic acid being isolated from the solution.

99年1月15日
修正本

十、申請專利範圍：

1. 一種自含水硫酸溶液中收集4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸之方法，其包括：

第一步，藉由添加鹼金屬或鹼土金屬鹽及/或銨鹽使4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸沈澱、分離並溶解於水中或者適當時，藉由添加鈣鹽使該硫酸沈澱且分離所生成之硫酸鈣，及

第二步，藉由添加鹼金屬或鹼土金屬或銨氫氧化物、碳酸鹽、碳酸氫鹽及/或醋酸鹽調節所生成溶液之pH至1與5之間，分離任何依然存在之硫酸鈣且自該溶液中分離該4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸。

2. 如請求項1之方法，其中在該第一步中藉由添加1至10莫耳當量之鈉、鉀及/或銨鹽使該4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸沈澱。
3. 如請求項1或請求項2之方法，其在該第一步中係利用氯化鈉、硫酸鈉、氯化鉀或硫酸鉀鹽。
4. 如請求項1或請求項2之方法，其中在該第二步中藉由鈉、鉀及/或銨鹽使其沈澱或藉由噴霧乾燥而單離出該4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸。
5. 如請求項4之方法，其中在該第二步中藉以1至10莫耳當量之該等鹽使其沈澱而單離出該4- β -硫酸乙基磺醯苯胺-2-磺酸。
6. 如請求項4之方法，其利用氯化鈉或硫酸鈉作為鈉鹽及氯化鉀或硫酸鉀作為鉀鹽。

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：(無)

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

