

发布日期: 2008-12-04

版本号: 8.0

AN 300

使用模块消化和蒸馏装置进行凯氏定氮分析

1 介绍

本文是使用FOSS公司KJELTEC®系统进行凯氏定氮分析的一般性指导。所叙述的分析过程适用于常规实验室分析的各类样品。因为凯氏定氮是一种普遍使用的常规分析方法，所以本介绍没有针对各种特定样品的具体分析，样品具体的分析方法可以在福斯的**专项应用简报**中找到（FOSS公司免费提供各种应用简报）。

FOSS公司提供了从手动到全自动分析的全套KJELTEC®系统，因此本文没有对各具体的仪器设置作说明，这类资料可以在各套装置的使用说明书和**专项应用简报**中找到。

2 安全性

凯氏定氮法需要在高温下使用强酸来消化样品，必须要小心的操作试剂来保证安全。对于试剂的操作可以参考有关的MSDS。

另外，酸消化操作需要在通风良好的通风橱中进行，任何操作都需要配戴护目镜，处理热的消化管时也要加以注意。

3 样品制备

用于凯氏定氮分析的样品必须认真制备以免造成最终实验结果的错误。能否获得有代表性的试样在于是否有很好保证的制样方法，并因样品种类或行业的不同而有很大差异，本文不可能概括所有的制样方法。

从大量样品中采得的实验室样品中获得分析试样可能要进行一种或多种样品处理以使样品均质。方法可以有简单的物理处理如振荡、搅拌、研磨、等格缩分、四分法采样等，或是机械处理如研混、均质或粉碎。根据样品不同（混合物、复合物或单一组分）使用不同的处理方法。样品一般可分为：固体、半固体或糊状、液体。

固体样品

固体样品一般用粉碎的方法处理。可以使用简单的咖啡粉碎机或实验室粉碎磨。处理方法的选用不是绝对的，但是处理方法的一致性获得理想实验结果的重要条件，特别是实验中的一系列条件已经确定时更是如此。例如：用旋风磨磨出的很细的样品颗粒将增加消化效率，如果与用咖啡粉碎机处理的同一样品在同一条件下分析，结果是没有可比性的，因为咖啡粉碎机处理的样品消化可能不彻底。

推荐使用粒度小于等于1mm的样品。

半固体和糊状样品

此类样品是最难处理的，尤其是样品粒度范围较宽和/或某些组分比较坚硬时更难处理。根据具体的样品类型可用匀浆、液化或球磨的方法处理以获得适当的分析样品。很多情况下，简单的乳钵和研钵就可以很好处理样品了。和所有的样品制备一样，为了达到合乎要求的样品均匀度，或许需要两种或多种处理方法并用。无氮滤纸可以简化称样并直接移入消化管中。

Dedicated Analytical Solutions

FOSS Analytical AB
Box70
SE-263 21 Höganäs
Sweden
Tel +4642361500
Fax +4642340349
E-mail info@foss.tecator.se
Web www.foss.dk

福斯中国
北京: Tel 010-68467239
上海: Tel 021-5169 5953
广州: Tel 020-38288492
热线电话: 800 810 3363
Fax 010-68467241
Fax 021-64044713
Fax 020-38288191
Web: www.foss.com.cn

+ **FOSS**

© FOSS Analytical AB2001, all rights reserved
福斯版权所有，未经许可，请勿翻印传播！

液体样品

液体样品可有两种基本形式，即只含有可溶性物质的液体如自来水和含有颗粒的液体或悬浊液如牛奶。前者只需要震荡或搅拌就可直接取样，而后者则要根据是想分析全部悬浊液还是液体的某一部分进行不同的样品处理。例如：牛奶可分为含有悬浊固体颗粒的水相和脂肪相（即浮在液面上的奶油）。通常是对全奶进行分析，这就需要均质。许多液体样品可能含有不需分析的沉淀物或者需要分别分析沉淀物和液体部分，这时要对分析样品过滤或沉淀，然后对滤出物或上清液进行分析。

只有在分析前做好样品制备工作，才能减少各种样品的实验误差。

样品称重

凯氏定氮分析样品要使用精确度为0.1毫克的分析天平准确称取并全部移入消化管。

所需样品量依样品含氮量和均匀度而定。一般说来，样品量越少，消化越快，样品量的确定大致如下：

均匀的样品（水除外）	0.1~1.0 克
不均匀的样品	≥1.0~3.0 克
液体样品（视氮含量而定）	1.0~100 ml

当样品的均匀度不是主要限制因素时，样品量可按照含氮量确定。如果使用0.2N的标准滴定溶液，分析样品的理想含氮量应为10~100毫克氮。所需样品的大概重量可按下式计算：

$$\text{最小样品量（毫克）} = \frac{1000}{X}$$

式中：X --- 估计含氮量%

液体样本可用重量或体积来取样。用体积计算时，实验结果常以W/V来表示，例如：mgN/100ml 或gN/L，因为这时结果如以W/W来表示，实验结果会因液体样品比重/密度不同而相差甚远。

5 消化

消化过程中，样品中的氮或蛋白质转化为硫酸铵，反应式如下：



KJELTEC凯氏消化装置通过控制消化条件，避免了因酸的大量流失而导致的氮损失，因此其使用的酸量比经典方法建议的酸量少。如果经典方法建议使用25~30ml硫酸，而用Kjeltec消化装置的话，250ml消化管仅用10~15ml，100ml半微量消化管仅用2-5ml就够了。

一般来说，250ml的消化管比100ml的更容易处理样品，因为250ml的消化管可以更灵活的处理各种类型的样品、样品量和应用。在消化的第一阶段也可以更有效的处理起泡问题。

盐类

因为在浓硫酸沸点温度下不能分解样品中所有的化合物，所以有必要添加一种盐类来提高消化沸点，通常使用的盐类是硫酸钾。FOSS公司用这种盐和催化剂一起制成凯尔特催化片（KJELTABS）以供使用。

某些样品因为消化液沸点不够高造成消化分解时间过长，这时有必要多加一片凯尔特催化片，以改变盐和酸的比例。分析高脂或高碳水化合物样品，消化时有可能发生结晶，因为需要消耗比蛋白更多的硫酸来

Dedicated Analytical Solutions

FOSS Analytical AB
Box70
SE-263 21 Höganäs
Sweden
Tel +4642361500
Fax +4642340349
E-mail info@foss.tecator.se
Web www.foss.dk

福斯中国
北京: Tel 010-68467239
上海: Tel 021-5169 5953
广州: Tel 020-38288492
热线电话: 800 810 3363
Fax 010-68467241
Fax 021-64044713
Fax 020-38288191
Web: www.foss.com.cn

+ **FOSS**
© FOSS Analytical AB2001, all rights reserved
福斯版权所有，未经许可，请勿翻印传播！

氧化这些物质，遇到这种情况要在消化开始时多添加2-3ml酸。

注意:消化过程中发生的结晶现象会引起氮的损失(消化结束后放冷才结晶则问题不大)!

消泡剂

过氧化氢是世界各地广泛应用于凯氏定氮分析实验室的试剂，它有两个作用：

1. 作为氧化剂加速有机物的分解
2. 作为消泡剂控制各种样品消化过程中可能出现的起泡现象

在硫酸存在的情况下，加入过氧化氢会引起剧烈反应，而可能使氮以气体的形式损失。在许多情况下，添加过氧化氢并不能明显地缩短消化时间。可以肯定的是当样品含脂较高或含碳水化合物高时，添加过氧化氢有利于抑制泡沫形成。如果需要使用过氧化氢时，应沿消化管壁缓缓倒入<5ml的过氧化氢。通常只有在对消化有明显促进作用时才有必要加过氧化氢。如果仅是为了除泡，最好使用1~3滴辛醇或适当的除泡乳化剂。

表1 催化剂和消化时间与蛋白质含量百分比的关系

	分钟	汞	硒	铜	钛
狗粮:	10	-	-	-	-
	20	25.6±0.10	25.1±0.10	24.8±0.19	25.0±0.17
	30	25.6±0.14	25.4±0.15	25.2±0.22	25.3±0.27
	45	25.7±0.13	25.4±0.16	25.4±0.11	25.5±0.25
	60	25.7±0.07	25.6±0.11	25.5±0.12	25.6±0.22
肉类:	10	-	-	-	-
	20	18.0±0.26	17.7±0.33	17.4±0.23	17.2±1.07
	30	18.0±0.15	17.7±0.27	17.8±0.22	17.9±0.37
	45	18.0±0.13	17.9±0.17	17.8±0.24	18.0±0.32
	60	18.2±0.09	17.9±0.24	18.1±0.23	18.0±0.06
鱼粉:	10	69.1±1.62	65.0±0.75	64.7±1.21	64.8±1.15
	20	72.4±0.22	70.1±0.66	72.6±2.83	69.5±0.54
	30	73.0±0.31	71.0±0.23	70.6±0.74	70.4±0.34
	45	72.7±0.14	71.7±0.19	71.4±0.39	72.3±0.43
	60	72.7±0.28	72.2±0.15	72.3±0.21	72.3±0.45
小麦:	10	11.4±0.31	11.2±0.24	11.0±0.19	11.0±0.29
	20	11.7±0.06	11.6±0.07	11.6±0.06	11.0±0.03
	30	11.7±0.07	11.6±0.04	11.6±0.05	11.7±0.06
	45	11.7±0.07	11.6±0.04	11.6±0.05	11.7±0.06
	60	11.7±0.05	11.7±0.07	11.7±0.04	11.7±0.05
盐酸赖氨酸	10	-	-	-	-
	20	14.8±0.18	13.0±1.00	12.6±0.60	12.5±0.32
	30	15.3±0.12	13.3±0.72	13.0±0.19	12.9±0.48
	45	15.3±0.16	13.9±0.56	13.4±0.56	13.7±0.32
	60	15.3±0.09	14.2±0.27	13.8±0.27	14.2±0.55

表中的数据是由5-7组样品测试得到的。

Dedicated Analytical Solutions

FOSS Analytical AB
Box70
SE-263 21 Höganäs
Sweden
Tel +4642361500
Fax +4642340349
E-mail info@foss.tecator.se
Web www.foss.dk

福斯中国
北京: Tel 010-68467239
上海: Tel 021-5169 5953
广州: Tel 020-38288492
热线电话: 800 810 3363
Fax 010-68467241
Fax 021-64044713
Fax 020-38288191
Web: www.foss.com.cn

FOSS
© FOSS Analytical AB2001, all rights reserved
福斯版权所有，未经许可，请勿翻印传播！

上表分析结果明显地表明了汞是最好的催化剂，根据表1的结果，一般食品消化30分钟就够了，用其它的催化剂则需要相对较长的时间。仅仅在特殊的情况下，例如在进行谷物消化时，如果需要100%的回收率时才考虑使用汞，一般用铜、钛或硒作催化剂来加速消化过程。在实际分析过程中，在可接受的时间内得到接近100%的回收率就足够了。

如表1所示，一般说来，消化时间过短，可造成消化不完全，有降低重复性的趋势，原因之一很可能是盐和酸的比例的变化引起了消化速度的变化。

消化炉工作时电压的影响

电压决定了消化炉达到预定温度时所需的时间。一组加好样品和试剂的冷消化管插入消化炉后，使消化炉回升到原来工作温度所需的时间也受电压的影响。这些因素对完成消化所需的时间有很大的影响，尤其是当选用较短的消化时间时应重视电压的作用。

注意:如没有另加说明, FOSS应用手册中建议的消化时间是在230伏电压条件下做出的。

涤气系统

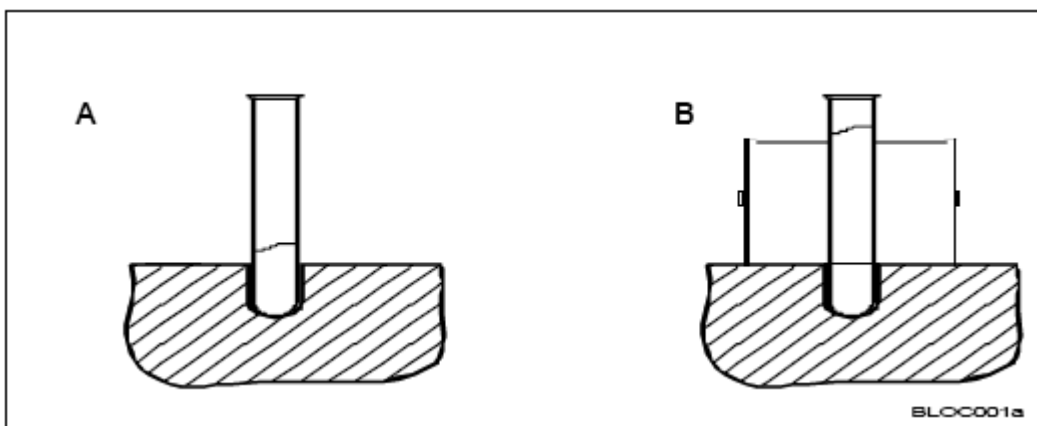
为了能排除消化时产生的SO₂和SO₃废气,需要使用废气排气罩。除了排废气外,这样做也是为了防止酸的过多流失。

将样品消化管放在消化器里,盖上废气排气罩,在消化开始头5分钟,水抽气泵的水龙头一定要全开,以排出涤气系统中的水分,5分钟后控制水流量以防酸的流失。为了简化操作程序和保证良好的工作条件,可以选用一个流量调节器。

加热挡板(热力罩)(仅对老型号的消化管架,新的消化系统使用一体化的消化管架,挡板固定)

消化架的两侧挡板打开时,冷空气将在消化管之间流通,起冷却作用。这将使冷凝液面降低,粘在消化管较高处的样品将不能被冲洗到消化管底部,样品将不能全部分解。

为了保证正确的酸回流,加热挡板必须安放好。



A 由于消化管被冷却(加热挡板没安好),冷凝位置低

B 冷凝位置正确(加热挡板安好了)

Dedicated Analytical Solutions

FOSS Analytical AB
Box70
SE-263 21 Höganas
Sweden
Tel +4642361500
Fax +4642340349
E-mail info@foss.tecator.se
Web www.foss.dk

福斯中国
北京: Tel 010-68467239
上海: Tel 021-5169 5953
广州: Tel 020-38288492
热线电话: 800 810 3363
Fax 010-68467241
Fax 021-64044713
Fax 020-38288191
Web: www.foss.com.cn

+ **FOSS**
© FOSS Analytical AB2001, all rights reserved
福斯版权所有, 未经许可, 请勿翻印传播!

6 蒸馏

因为消化后样品中所有的氮将形成硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，所以硫酸铵可以作为检验蒸馏器回收率的一种标准试剂。具体检验方法将在下面阐述。蒸馏的原理是用氢氧化钠将 NH_4^+ 转化为氨，然后将氨蒸馏到一个含有硼酸的接收瓶中，再用标准酸溶液滴定，用比色法判断滴定终点。

蒸馏器回收率的化学检验

1. 用纯度 >99.5% 的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (注意硫酸铵标准品需确知含水量或充分烘干)

摩尔重量=132.14克/摩尔

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的含氮量=21.09%

将 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 置于 102°C 条件下烘干4小时，然后放在干燥器中冷却。称取0.15克（精确至小数点后第四位） $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 放入消化管，加入75ml的蒸馏水和50ml40%的NaOH，然后蒸馏。

$$\text{氮}\% = \frac{(\text{ml} - \text{空白ml值}) \times N \times 14.007 \times 100}{\text{样品重量, mg}}$$

式中：N = 滴定标准液当量浓度，精确至小数点后第四位

$$\text{回收率}\% = \frac{\text{实际含氮}\%}{21.09} \times 100$$

2. 用硫酸亚铁铵 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (含稳定结晶水，一般不处理，严格需用适当方法平衡水分)

摩尔重量 = 392.14克/摩尔

硫酸亚铁铵含氮量 = 7.145%

称取0.5克硫酸亚铁铵放入消化管，再加75ml蒸馏水和50ml40%NaOH

$$\text{氮}\% = \frac{(\text{ml} - \text{空白ml值}) \times N \times 14.007 \times 100}{\text{样品重量, mg}}$$

式中：N = 滴定标准液当量浓度，精确至小数点后第四位

$$\text{回收率}\% = \frac{\text{实际含氮}\%}{7.145} \times 100$$

注意：上面的公式要根据使用的氨基酸盐的纯度进行调整。如果要对化学反应进行全面的检查，可以使用谷氨酸作为测试样品进行消化。

标准滴定液的浓度

为了获得准确的氮/蛋白质分析结果，必须要保证盐酸的浓度符合要求，因此有必要按照下述方法用碳酸钠滴定盐酸，否则不准确的盐酸标准液浓度会引起实验误差。

a) 基准物质

称取约10克无水碳酸钠 (Na_2CO_3)，研成细粉，在 265°C 干燥1小时或 200°C 干燥2小时，在干燥器中冷却后移入烧杯，盖紧，在干燥器中存放。

Dedicated Analytical Solutions

FOSS Analytical AB
Box70
SE-263 21 Höganäs
Sweden
Tel +4642361500
Fax +4642340349
E-mail info@foss.tecator.se
Web www.foss.dk

福斯中国
北京: Tel 010-68467239
上海: Tel 021-5169 5953
广州: Tel 020-38288492
热线电话: 800 810 3363
Fax 010-68467241
Fax 021-64044713
Fax 020-38288191
Web: www.foss.com.cn

+ **FOSS**
© FOSS Analytical AB2001, all rights reserved
福斯版权所有，未经许可，请勿翻印传播！

b) 指示剂

将0.1克甲基红溶于100ml95%乙醇中。将0.1g溴甲酚绿溶解于100ml95%乙醇中。

c) 步骤

用分析天平称取约0.4克基准Na₂CO₃，记取重量 (W₁)，移入锥形瓶，加40ml蒸馏水，再各加8滴甲基红和溴甲酚绿指示剂，用盐酸标准液滴至粉红色，记下所用盐酸ml数 (A₁)。将锥形中的溶液煮沸几分钟，再用自来水冲凉至室温，此时粉红色褪去，继续使用盐酸滴定至粉红色复现，记下滴定ml数 (A₂)。再将锥形瓶中的溶液煮沸几分钟，然后用自来水冲凉至室温，此时粉红色褪去，继续使用盐酸滴定至粉红色复现，记下滴定ml数 (A₃)。

备注：温度会影响标准溶液的体积和浓度。使用标准溶液时的温度应该和标定时温度接近。如果需要对温度进行校正，可使用校正表。

d) 计算

$$\text{摩尔浓度} = \frac{18.870 \times W_1}{A_1 + A_2 + A_3}$$

注意：浓度必须精确到小数点后4位，例如0.2000M。

氢氧化钠使用量

蒸馏时要用过量的NaOH将铵转化为氨，在FOSS应用简报里要求使用50ml40%的NaOH，这是以消化时用12ml的硫酸使用量来确定的。

氢氧化钠溶液

应为400克NaOH/升，溶液浓度不要超过40%，否则会形成结晶影响泵的功能，市售溶液一般为50%，如果你只能买到浓度高于40%的溶液，须稀释后再用。

大体上可这样计算：消化用酸量 x 4 = 40%NaOH溶液需要量

例如，消化时使用20ml浓硫酸，则40%NaOH溶液用量为20 x 4 = 80ml40%NaOH

当使用HgO作催化剂时，汞必须同硫代硫酸钠 (Na₂S₂O₃ · 5H₂O) 络合，可以直接将其加入碱液，比例为60克/升。

注意：有一点非常重要，碱液必须过量，否则将形成硫化氢 (H₂S)，硫化氢是一种强酸性气体，会使指示剂变红，这样将不能得到任何实验结果。

硼酸接收液

1%硼酸溶液 (含溴甲酚绿和甲基红指示剂)：1030、1035、2300、2400和8400型自动滴定分析仪

4%硼酸溶液 (含溴甲酚绿和甲基红指示剂)：需手动滴定的分析仪 (1002、1026、2100、2200、8100和8200型)。

为了获得准确的结果，硼酸溶液需要调整到空白在0.05-0.15ml之间。

制备：

1. 将100克硼酸溶于10升蒸馏水配成1%硼酸溶液。
将400克硼酸溶于10升蒸馏水配成4%硼酸溶液。
2. 添加100ml溴甲酚绿溶液 (100毫克溴甲酚绿溶于100ml95%乙醇)。
3. 添加70ml甲基红溶液 (100毫克甲基红溶于100ml95%乙醇)。

Dedicated Analytical Solutions

FOSS Analytical AB Tel +4642361500
 Box70 Fax +4642340349
 SE-263 21 Höganäs E-mail info@foss.tecator.se
 Sweden Web www.foss.dk

福斯中国
 北京: Tel 010-68467239 Fax 010-68467241
 上海: Tel 021-5169 5953 Fax 021-64044713
 广州: Tel 020-38288492 Fax 020-38288191
 热线电话: 800 810 3363 Web: www.foss.com.cn

+ **FOSS**
 © FOSS Analytical AB2001, all rights reserved
 福斯版权所有，未经许可，请勿翻印传播！

注：配好的吸收液颜色应该是暗紫色（蓝紫色）

调节：

1. 取25ml上述步骤配好的硼酸溶液于一个锥形瓶中，加入100ml蒸馏水，此时溶液应该变灰蓝色。如果溶液仍然是红的，则应加碱调节，可用0.1M的NaOH滴定至灰色。然后可根据下面的公式再调节剩余的硼酸：

需用的1.0M的NaOH体积数= 0.1M的NaOH体积数×40

将计算好的1.0M的NaOH加入到硼酸溶液中。

2. 或者：用25ml硼酸滴定一个空白值，如果空白值过高（0.5ml 0.2摩尔的盐酸），说明硼酸配的不正确，这会造成空白值不稳定。空白值过高可用下列方法纠正：向硼酸桶中直接加入盐酸，仔细混匀，重新测定空白值，直至其数值<0.2ml盐酸为止。如果得不到正的空白值（或为零），需添加少量的氢氧化钠进行调节，重新滴定直至获得满意的结果为止。

注意：加入NaOH的目的是得到正的空白值。但是还是要保证空白值在0.05-0.15ml之间，这样才能获得好的重复性。

7 通用应用概论

下文阐述了凯氏定氮法的过程，可广泛应用于各种样品，当然，可以优化实验步骤以适应具体实验室和样品类型的需要。

1. 制备有代表性的样品，称1克（精确至0.1毫克）样品放入消化管。
注意：使用1035/2300/2400/8400分析仪时称量值可直接输入仪器电脑，自动进行结果计算。
2. 添加2片凯尔特催化片Cu3.5（相当于7克K₂SO₄和0.8克CuSO₄·5H₂O）
3. 仔细添加12ml浓硫酸，轻轻地摇动，将样品浸湿。
注意：对含脂高（>10%）或含碳水化合物多的样品要用15ml硫酸。
4. 将涤气装置接在消化管架中的消化管上，将水抽气泵水龙头全开。如有分体的挡热板，需扣上。
注意：如果使用自动升降装置排废罩会自动盖上。控制器和程序调节器会自动调节水流量。
5. 将装上涤气装置的消化管连消化管架放入预热好的消化炉（420℃）。
注：如使用自动升降装置，本过程将自动进行。
6. 5分钟后调小抽气泵水流使酸雾恰好被吸入涤气罩。
注：如有配套小型涤气装置和程序控制器，本过程将自动进行。
7. 继续消化直至全部样品变为透明的蓝绿色澄清液体，根据样品种类，消化时间大约在30-60分钟之间。
8. 消化完毕后，将消化管连同消化管架和涤气罩一起从消化器中取出，冷却10-20分钟，可用风扇加速冷却。
注：如使用自动升降装置，本过程将自动进行。如有配套小型涤气装置和程序控制器，将自动关闭水龙头。
9. 在每个消化管中仔细加入80ml蒸馏水。
注意：如果使用KJELTEC®1026/1030/1035/2200/2300/2400/8100/8200/8400，蒸馏循环开始时蒸馏水自动加入。
10. 将25-30ml吸收液加入锥形吸收瓶，放入蒸馏器，使馏出液出口浸入吸收液中。
注意：2200可选自动加入吸收液，使用KJELTEC® 1030/1035/2300/2400/8200/8400时此过程为自动操作。
11. 将消化管放入蒸馏器，关上安全门。
注意：使用KJELTEC®1026/1030/1035/2200/2300/2400/8100/8200/8400，如果选用了自动程序，将自动添加蒸馏水。
12. 将50ml 40%NaOH加入消化管。
注意：使用1002需要手动操作碱泵，其他系统可以自动添加碱液。

Dedicated Analytical Solutions

FOSS Analytical AB Tel +4642361500
Box70 Fax +4642340349
SE-263 21 Höganäs E-mail info@foss.tecator.se
Sweden Web www.foss.dk

福斯中国
北京: Tel 010-68467239 Fax 010-68467241
上海: Tel 021-5169 5953 Fax 021-64044713
广州: Tel 020-38288492 Fax 020-38288191
热线电话: 800 810 3363 Web: www.foss.com.cn

+ **FOSS**

© FOSS Analytical AB2001, all rights reserved
福斯版权所有，未经许可，请勿翻印传播！

在所有的分析系统中，都可在碱液添加和蒸汽发生器启动之间设置一个延时，以减少酸碱反应的剧烈强度。在Kjeltec 2100/2200/2300/2400/8100/8200/8400上可选用SAFE模式进行蒸馏，能够进一步降低反应强度。

13. 打开1002的蒸气阀蒸馏大约4分钟。使用1026/1030/1035/2100/2200/2300/2400/8100/8200/8400时，蒸汽阀和蒸馏循环自动控制。
14. 使用2100/2200/8100/8200时，当蒸馏结束时，有一个分隔阀阻止液体倒吸。使用1002时，在蒸馏大约完成90%时要降低蒸馏平台。1026会自动完成。
注意：1030/1035/2300/2400/8400会自动完成蒸馏、滴定和计算。
15. 使用Kjeltec 1002时，蒸馏循环结束时要将阀门关闭。
注意：Kjeltec1026/1030/1035/2100/2200/2300/2400/8100/8200/8400的阀门自动控制。
16. 此条只对Kjeltec 1002/1026//2100/2200/8100/8200适用：接收瓶中的溶液这时呈绿色，表示有碱—氨存在。
17. 用标准盐酸溶液（通常为0.1N或0.2N）滴定馏出液至兰/灰色为滴定终点，记下耗用盐酸的ml数。

8 空白实验

每次分析之前，应该做分析所用化学试剂的空白实验以校正化学试剂对实验的影响，空白值的测定应与样品测定一样才有意义。例如在凯氏分析中，将消化管装入12ml浓硫酸和2片催化片Cu3.5进行消化，后面的其他处理也与样品一样直至得到空白值。

9 结果计算

报告凯氏定氮分析结果的最常用形式为氮%、蛋白质%、毫克N/升（ppm）、克N/升和毫克N/100ml。计算如下：

$$\text{氮}\% = \frac{(T-B) \times N \times 14.007 \times 100}{\text{样品毫克数}}$$

$$\text{蛋白质}\% = N_2\% \times F$$

$$\text{毫克N/升} = \frac{(T-B) \times N \times 14.007 \times 1000}{\text{样品ml数}}$$

$$\text{克N/升} = \frac{(T-B) \times N \times 14.007}{\text{样品ml数}}$$

$$\text{毫克N/100ml} = \frac{(T-B) \times N \times 14.007 \times 100}{\text{样品ml数}}$$

T = 样品滴定耗用盐酸量（ml）

B = 空白实验耗用盐酸量（ml）

N = 盐酸摩尔数或当量数，精确到小数点后四位

F = 氮转换为蛋白质的转换系数，根据样品种类不同分别为6.25、5.7、6.38.

版本纪事

版本号	修改描述	日期	签名
Rev.5.0	加入高脂肪含量的定义（>10%） 重新修改计算公式	2002-04-08	LLg

Dedicated Analytical Solutions

FOSS Analytical AB
Box70
SE-263 21 Höganäs
Sweden
Tel +4642361500
Fax +4642340349
E-mail info@foss.tecator.se
Web www.foss.dk

福斯中国
北京: Tel 010-68467239
上海: Tel 021-5169 5953
广州: Tel 020-38288492
热线电话: 800 810 3363
Fax 010-68467241
Fax 021-64044713
Fax 020-38288191
Web: www.foss.com.cn

+ **FOSS**

© FOSS Analytical AB2001, all rights reserved
福斯版权所有，未经许可，请勿翻印传播！

Rev.6.0	滴定酸时使用另外一种指示剂 纠正回收率实验，不需要干燥铵盐	2002-07-02	LLg
Rev.7.0	按照原来的推荐，硫酸铵需要干燥 硼酸的调节步骤更清晰	2003-03-05	LLg
Rev.8.0	加入8000系列仪器，修改错误的拼写	2008-12-04	SOn

Dedicated Analytical Solutions

FOSS Analytical AB
Box 70
SE-263 21 Höganäs
Sweden

Tel +4642361500
Fax +4642340349
E-mail info@foss.tecator.se
Web www.foss.dk

福斯中国
北京: Tel 010-68467239
上海: Tel 021-5169 5953
广州: Tel 020-38288492
热线电话: 800 810 3363

Fax 010-68467241
Fax 021-64044713
Fax 020-38288191
Web: www.foss.com.cn

+ **FOSS**

© FOSS Analytical AB2001, all rights reserved
福斯版权所有，未经许可，请勿翻印传播！