



# 利用智能手机测定牛奶中蛋白质的含量\*

温宁红 倪刚\*\* 赵瑞雪 何洋 吴晓红

(宁夏大学化学化工学院 宁夏 银川 750021)

**摘要:**利用智能手机光线感应器及“phyphox”和“RGB调色板”相关软件提出了一种牛奶中蛋白质含量测定的实验方法。该方法具有操作简单、方便快捷,能够有效激发学生兴趣的优点,能够提高学生对蛋白质定量测定的认识,对培养学生科学探究能力具有较好促进作用。

**关键词:**智能手机;phyphox;RGB调色板;牛奶;蛋白质

**文章编号:**1008-0546(2019)01-0081-02

**中图分类号:**G633.8

**文献标识码:**B

**doi:**10.3969/j.issn.1008-0546.2019.01.024

## 一、问题的提出

2011年教育部制定的《义务教育化学课程标准》指出:教材的编排不仅要从学生的生活经验和社会发展的现实中取材而且在教学中要注意贴近学生的生活,联系社会实际<sup>[1]</sup>。蛋白质是生命活动的基础物质,对构成人体新生组织、维持人体健康有着重要作用<sup>[2]</sup>。牛奶是一种营养丰富的食品,是人体蛋白质的重要来源之一。因此,蛋白质含量是牛奶中营养成分的主要标志之一<sup>[3]</sup>。在高中化学课本中对蛋白质的学习主要是对蛋白质组成、结构、性质和用途进行定性了解,而对蛋白质含量的定量探究活动较少出现。目前,对蛋白质进行定量测定的方法有紫外吸收法、凯氏定氮法、福林酚比色法、考马斯亮蓝法等<sup>[4]</sup>。这些方法常用比较复杂的方法或较为贵重的仪器,不便于在中学开展。随着科学技术的发展,手机已经成为了人们生活的必需品,如何将手机融入课堂教学已经成为新的研究方向<sup>[5]</sup>。GrasseEK<sup>[6]</sup>通过3D打印技术制作了智能手机与比色皿之间连接的测量装置,定量测量了樱桃味饮料的含量;汤晶<sup>[7]</sup>利用手机结合分贝仪测量软件,通过检测芯片发出的声音大小对电解质溶液导电性的强弱的实验进行了定量化改进。本文提出了利用智能手机基于考马斯亮蓝分光光度法对牛奶中蛋白质的含量进行定量探究的实验方法。该实验活动操作容易,简单快捷,能够激发学生做实验的兴趣和动机,对发展学生科学探究能力具有重要作用。

## 二、实验部分

\*本文系宁夏回族自治区研究生教育创新计划项目(YCK201608;YXW2016)、宁夏高等学校一流学科建设资助项目(NXYLXK2017A04)、宁夏大学化学(教师教育)一流专业建设项目和宁夏回族自治区2018年大学生创新创业训练计划项目(201810749007)成果。

\*\*通讯联系人,Email:nigang@nxu.edu.cn。

### 1. 仪器、试剂及软件

**试剂:**精确称取牛血清白蛋白12.00mg,用0.15mol/L NaCl溶液稀释至100mL容量瓶中,配制成120 $\mu$ g/mL的溶液;称取100mg考马斯亮蓝G-250溶于50mL 95%乙醇中,加入100mL 85% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>,然后用蒸馏水稀释至1000mL,经过滤后储存于棕色试剂瓶中。

**仪器:**智能手机两部(本实验使用OPPOR7s和ViVOX9);比色皿;烧杯;容量瓶;移液管;滤纸;漏斗;铁架台;塑料滴管。

**软件:**在智能手机的软件商店中搜索“传感器”,然后下载“传感器套件:phyphox”(3.3M,免费)打开测量软件,弹出对话框点击“OK”,后选择“Light”进入测量界面,待测量结束导出数据。在软件商店中搜索“RGB调色板”(95K,免费),然后点击下载,打开软件,拖动水平滚动条先将R值调至“00ff00”再将G调至“00ff00”即可得到实验所需要的黄色光源。

### 2. 测定原理

实验原理是朗伯比尔定律即有色物质的溶液单色光的吸收程度与其浓度成正比存在着定量关系。单色光是通过“RGB调色板”软件调整后发出的。利用考马斯亮蓝与不同浓度的蛋白质呈现深浅不同蓝色溶液对同一手机光源发出的黄色光透过不同的原理,采用手机光线感应器及“phyphox”软件测量得到各溶液的透过光强度 $I$ ,如图1所示,数据处理后得到相应的吸光度值 $A = -\lg(I/I_0)$ , $A$ 与溶液中蛋白质浓度 $c$ 成正比来定量测定蛋白质含量。

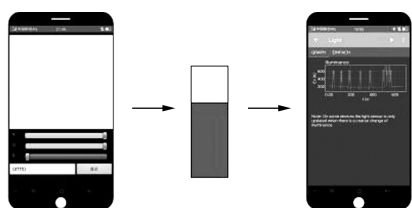


图1 黄光通过蓝色溶液并且可以被测量

### 3. 实验装置

装置充分利用了手机和硬纸盒等生活中常见的物品,实验过程中将测量光强的手机倒置,提供黄色光源的手机横放于硬纸盒中并且都面向比色皿固定,使得手机的光线感应孔、比色皿和黄色光源形成通路。硬纸盒提供密闭环境,避免其他光线干扰,装置如图2所示。该实验装置制作简单,实现了装置的绿色化、微型化和生活化。

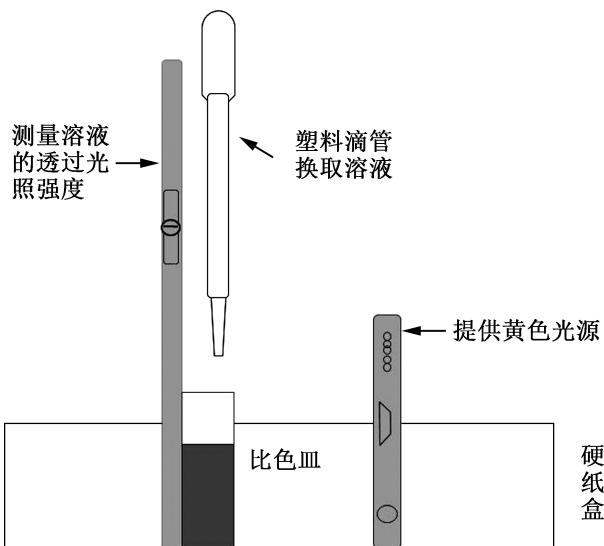


图2 实验装置侧视图

### 4. 实验步骤

#### (1) 标准溶液的配制

取已配制好的牛血清白蛋白储备液按下表配制标准蛋白溶液。

表1 牛血清白蛋白标准溶液的配制

编号	1	2	3	4	5	6
加入标准蛋白溶液体积(mL)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.15mol·L <sup>-1</sup> 氯化钠溶液(mL)	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
考马斯亮蓝溶液(mL)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
蛋白质浓度(μg/mL)	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0

#### (2) 待测溶液的配制

吸取市售牛奶1.0mL加0.15mol/L的NaCl稀释至100mL备用。然后取0.2mL储备液用0.15mol/L的NaCl

溶液调至1.0mL,然后加入考马斯亮蓝试剂5.0mL,混合均匀后放置5min,后进行测量。

#### (3) 溶液透过光照强度的测量

将提供光源的手机点击“RGB调色板”移动滚动条调至黄光,用塑料滴管依次向比色皿中换取不同浓度的标准蛋白溶液,打开“phyphox”软件点击“测量开始”,待测量结束润洗比色皿,再加入待测液进行测量,整个测量过程结束导出数据。

### 三、结果与讨论

标准蛋白溶液和待测牛奶样品的测量结果如表2所示,可以看出蛋白质含量在2.0~10μg/mL范围内,吸光度与浓度呈现良好的线性关系,如图3所示。回归方程 $A=0.0550+0.008c$ 线性拟合方程式的拟合相关性因子 $R$ 达到0.997。得出待测牛奶蛋白质的含量为7.46μg/mL。我们换算出牛奶中的含量为100mL:2.24g。

表2 蛋白标准浓度所对应的透过光强度和吸光度

编号	1	2	3	4	5	6	待测样
标准蛋白浓度(μg/mL)	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	
透过光照强度(I)	237	201	195	186	180	174	182
溶液吸光度(A)	0	0.0716	0.0847	0.1052	0.1195	0.1342	0.1146

### 四、实验特色

(1) 本实验以“市售牛奶”为载体进行蛋白质含量的实验探究,真正体现“化学来源于生活,用于生活”的思想。

(2) 实验方法具有创新性,能够有效地激发学生运用智能手机开展生活中相类似的课堂或课外研究性活动,并在过程中可以培养学生的创新思维以及科学探究的能力。

(3) 实验装置简单易得,操作简便,器材来源于生活,而且实验活动不受时间和场地的限制,学生可以自由安排。

(4) 智能手机完成了对市售牛奶蛋白质含量的定量测定,同时我们可以扩展到针对不同种类的牛奶中蛋白质的含量可以进行对比测定。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部制定.义务教育化学课程标准(2011年版)[M].北京:北京师范大学出版社,2012
- [2] 冯昕,王吉中,尧俊英,呼玉侠.考马斯亮蓝法测定乳与乳

(下转第64页)



教学环节	教师活动	学生活动
师生交流 巩固应用	<p>谈到溶解,我们自然会想到它的一个反向过程——结晶,若在蔗糖溶液中混进了少量食盐,我们如何来提纯蔗糖呢?具体步骤有哪些?出示蔗糖与食盐的溶解度曲线。</p> <p>可见,溶质结晶方法的选择是由该物质的溶解度受温度影响的大小情况决定的,在混合物分离的过程中,结晶方法不是孤立的,它常常和溶解、过滤等基本操作联合使用。</p> <p>请看下面的问题。 利用右图回答问题:</p> <p>①A溶液中含少量的B物质,要得到较纯净的A物质,提纯过程____、____,再____。</p> <p>②所得滤液____(填“一定”、“一定不”、“可能”)是A的饱和溶液,____(填“一定”、“一定不”、“可能”)是B的饱和溶液。</p> <p>③在提纯A物质的过程中,A物质的质量分数____(填“变大”、“变小”或“不变”)。</p> <p>④采用结晶的方法____(填“能”或“否”)将A、B两种物质完全分开。</p>	<p>生:提纯蔗糖应该使用降温结晶的方法。因为蔗糖的溶解度受温度影响较大,而食盐的溶解度受温度影响变化较小。</p> <p>生:思考后回答 蒸发浓缩、降温结晶、过滤</p> <p>一定、可能</p> <p>变小</p> <p>不能</p>

学生是学习的主体,在教学中通过问题的驱动的方式,引导学生分析、探究,让学生在思考、讨论的基础上对已学知识进行整理、巩固、提高,逐步完善自己的知识结构,才能有效地培养学生的学科素养和探究能力,才能在学生头脑中形成稳定的、在不同条件下都能起决定作用的化学思维能力及解决问题的能力。

#### 参考文献

- [1] 王冬.“主题式复习”在高三二轮复习教学中的实践与思考——以“认识次磷酸”为例[J].中学化学教学参考,2016(21)
- [2] 李洁.依托探究学习提升复习品质[J].化学教学,2017(9)

(上接第49页)

设计说明:围绕化学核心素养的培养精心设计学历史案,以实验为载体,激发学生探究的欲望,激发学生学习的主动性、创造性,为学生逐步搭建解决问题的“脚手架”,引导学生自主构建知识体系,促进学生深度学习,关注学生差异的存在,使每个学生都能不同程度地获得成就感,从而真正提高课堂教学的有效性,提高学生的核心素养,实现“人本教育”。

#### 参考文献

- [1] 尤小平.学历史案与深度学习[M].上海:华东师范大学出版社,2017:1-6
- [2] 中华人民共和国教育部.普通高中化学课程标准(2017年版)[M].北京:人民教育出版社,2018:73-74
- [3] 王云生.课堂转型与学科核心素养培养[M].上海:上海教育出版社,2016:35-40

(上接第82页)

- 制品中蛋白质含量[J].粮食与食品工业,2010,17(3):57-59
- [3] 田志梅.甲醛值滴定法快速测定牛奶中蛋白质含量[J].中国食品卫生杂志,2008(3):244-245
  - [4] 宁正祥.食品成分分析手册[M].北京:中国轻工业出版社,2001
  - [5] 薛胜兰.智能手机融入课堂教学的应用研究[J].电化教育

- 研究,2018(1):1-5
- [6] Grasse EK,Torcasio MH,Smith AW.Teaching UV Vis Spectroscopy with a 3D-Printable Smartphone Spectrophotometer [J].Journal of Chemical Education,2016,93(1):146-151
  - [7] 汤晶,倪刚,吴晓红.电解质溶液导电性实验的改进[J].化学教学,2017(5):73-75