

医学分析仪器原理作业

医电 53 李竞捷 2151500084

jingjie.li@nyu.edu

一、简答题

1. 医学分析仪器主要有哪几个部分组成？举例来说明仪器的预处理部分的主要功能。

答：

1) 主要分为取样装置，预处理系统，分离装置，检测器与检测系统，测量及信号处理系统，显示装置，补偿装置，保障操作条件的辅助装置等。

2) 预处理的主要功能是：将取出的样品在检测前加以一系列处理，以满足检测系统对样品的状态的系统。其任务就是要求进入检验仪器的是一份有代表性、洁净、符合检验技术要求、没有任何干扰成分的样品（如：加温、冷却、稀释、过滤、除气、排湿，样品分隔，其他生化预反应：裂解、呈色反应、抗原抗体反应、酶触反应等）。

举例：就如同尿液分析仪中的试剂带，其与尿液样品发生呈色反应以用于后续的检测器检测。把试剂带浸入尿液中后，除了空白块外，其余的试剂块都因和尿液发生了化学反应而产生了颜色的变化。根据比色测量的原理，试剂块的颜色以及深浅与光的吸收波长以及吸收波长的吸收程度有关。由于尿液测量采用了反射比色，因此试剂块对特定波长的吸收就与其对该波长的反射程度有关。颜色越深，相应某种成分浓度越高，反射率也越小。反之，反射率越大。而颜色的深浅又与尿液中各种成分的浓度成比例关系；所以只要测得光的反射率即可以求得尿液中各种成分的浓度。

2. 仪器的精度、灵敏度和分辨率等都是选用仪器的重要指标。那么某一应用主要是对某一已知物质的定量测量，应优先考虑那些指标？而另一应用主要是探测某一物质是否存在时应首先考虑哪些指标？

定量测量主要是：精度，线性范围，灵敏度

定性测量主要是：最小检测量，噪音

3. 仪器的灵敏度指标在某些生化应用时可用另一指标代替，这个指标是什么？

最小检测量

4. 某一被测电压的直值为 3.50V，仪表的量程为 5V，测量时仪表测得的实际值为 3.53V，求该仪表的绝对误差和相对误差是多少？

绝对误差) $3.53V - 3.50V / 3.5 = 0.86\%$

相对误差) $(3.53V - 3.50V) / 5V * 100\% = 0.03V / 5V * 100\% = 0.6\%$

5. 分光光度法和光电比色法有哪些相同点和不同点

相同点：对吸收光谱的分析方法均是根据物质对不同波长的光(可见光和不可见光)具有选择性地吸收的特点而建立起来，均以朗伯—比尔定律作为定量依据。都使用复色光光源，用光电检测器进行信号转换。

不同点：光电比色法采用滤光片获取单色光，一般工作在可见光区，使用的比色皿为玻璃或塑料材料；而分光光度法采用单色器，如棱镜、光栅，获取单色光，不仅可以工作在可见光区，红外和紫外波段也可以工作，因此可以分析比色法无法分析的无色物质，使用的比色皿为石英材料。

6. 在分光光度计中分别设计了多种光路结构（单光束+单检测器、双光束+单检测器、双光束+双检测器）的原因是什么？

原因是因为其优缺点及适用场所不同：主要在于

单光束单检测器：这种系统结构简单、使用方便，适合在固定波长下测量。在一般的医学检验中使用最广。但他有不足之处，如：它要求在整个测定过程中光源的强度和光电转换器的性能必须稳定不变；如果光电转换器和放大器如有不规则的特性会给测量结果带来误差，此外，它需要手动切换测试对象(参考液和测试液)，因此，有出现机械故障和位置误差的可能性。

双光束单检测器：可以克服光源强度、波长和灵敏度变化造成的影响，更主要的是能够记录溶液在所需要的波长范围内的吸收光谱。

双光束双检测器：相比于双光束单检测器其光路和机械装置比较简单，而且对混浊样品灵敏度仍然很高。

7. 什么是自动生化分析仪，它的优点是什么？

自动生化分析仪:是将生物化学分析过程中的取样、加试剂、去干扰、混合、保温反应、自动检测、结果计算、数据处理和打印报告,以及实验后的清洗等步骤都能自动自动化完成的仪器。

优点主要在于提高工作效率,即在单位时间内,一个实验室工作人员可以完成更多的工作,通过自动化可以大大降低单个劳动力所消耗的费用;

提高试验的精密度与准确度,减少测定结果的室内和室间变异系数,增加了结果的可比性和可信度;

减少产生差错的因素,不受操作人员的技术高低、工作时间内技能状态(疲劳)等各种因素的影响;

改进了分析方法。许多难以用手工操作方法进行精密分析的项目通过自动分析来完成;

有监测、统计、储存等多种功能,并可以及时报警纠正错误;

节约每个样品的检验费用。自动分析测定一个项目一般所需样品量仅数微升,试剂用量通常数百微升,而且分析快,获得结果的时间短,十分有利于患者的及时诊断和治疗。

8. 四种全自动生化分析仪各自优缺点是什么?

连续流动式(管道式)优点:测试效率高,是四种分析仪中每小时测试样本数量最多的仪器。缺点:仪器结构复杂,某些对混合和反应有较高要求的样本的测试精度较差。

分立式优点:模仿手工操作,样本反应和混合都较充分,测试精度高。缺点:仪器机械装置比较复杂,体积大。

离心式优点:可同时对多个样本进行同步测量,仪器结构较为简单,测试速度快(可达 600 个样品/小时)。缺点:加样比较复杂,混合和反应不够充分故测试精度不高。

干化学式(干片式)优点:仪器体积可以做的很小,不仅可用于医院也可用于家庭的床边测量。缺点:需要消耗干片试剂带(条),测试精度取决于试剂带的质量

二、论述题

1. 光电比色计、分光光度计、尿液分析仪和绝大多数自动生化分析仪都采用了通过投射光源并分析其投射(或反射)光谱的方法来进行样本测量的,还有一些仪器通过测量样本本身所发射出的光谱来实现对样本的构成和浓度来进行测量的,这两类方法可通称为光谱分析方法,也称为光谱法。试问在应用光谱法进行分析时,

- (1) 利用吸收光谱进行分析的方法有哪些？其中利用透射吸收的分析方法有哪几种？它们的理论基础是什么？利用反射吸收光谱的方法的有哪些？它们的理论基础是什么？它们的主要应用领域和对应的分析仪器有哪些？

利用吸收光谱进行分析的方法有直接比色分析法、光电比色分析法、分光光度法、反射比色分析法；其中利用透射吸收的分析方法有直接比色分析法、光电比色分析法、分光光度法；它们的理论基础是朗伯比尔定律；利用反射吸收光谱的方法的有反射比色分析法；它们的理论基础是 **Kubelka-Munk** 理论；直接比色分析法主要应用于目测比色；光电比色分析法主要用于有色物质的分析，如血红蛋白、黄疸指数、无机磷、氨基酸、酚、肽键、蛋白质、糖类、乙糖胺、脱氧核糖核酸、类固醇等许多生化指标，为疾病的诊断提供可靠的依据，对应的分析仪器是光电比色计；分光光度法可以用于无色物质的分析，对应的分析仪器是分光光度计；反射比色分析法可以用于固体物质的分析，对应的分析仪器是尿液分析仪。

- (2) 利用发射光谱分析的方法有哪些？它们的主要工作原理？

利用发射光谱分析的方法有火焰光度法、原子发射光谱法、荧光光谱法；原子发射光谱法（AES），是利用物质在热激发或电激发下，每种元素的原子或离子发射特征光谱来判断物质的组成，而进行元素的定性与定量分析的方法。

主要原理：原子发射光谱法是根据处于激发态的待测元素原子回到基态时发射的特征谱线对待测元素进行分析的方法。原子发射光谱法包括了三个主要的过程，即：由光源提供能量使样品蒸发、形成气态原子、并进一步使气态原子激发而产生光辐射；将光源发出的复合光经单色器分解成按波长顺序排列的谱线，形成光谱；用检测器检测光谱中谱线的波长和强度。由于待测元素原子的能级结构不同，因此发射谱线的特征不同，据此可对样品进行定性分析；而根据待测元素原子的浓度不同，因此发射强度不同，可实现元素的定量测定；火焰光度法是以火焰作为激发光源，使被测元素的原子激发，用光电检测系统来测量被激发元素所发射的特征辐射强度，从而进行元素定量分析的方法。某些元素被火焰激发后，发射一定波长的光，依所发射光的强度测定其含量的方法称火焰光度法。常用于测定碱金属、碱土金属等元素谱法的范畴；荧光光谱法指利用某些物质被紫外光照射后处于激发态，激发态分子经历一个碰撞及发射的去激发过程所发生的能反映出该物质特性的荧光，可以进行定性或定量分析的方法。由于有些物质本身不发射荧光（或荧光很弱），这就需要把不发射荧光的物质转化成能发射荧光的物质。例如用某些试剂（如荧光染料），使其

与不发射荧光的物质生成络合物，各种络合物能发射荧光，再进行测定。因此荧光试剂的使用，对一些原来不发荧光的无机物质和有机物质进行荧光分析打开了大门，扩展了分析的范围。

2. 在尿液分析仪中为什么采用双波长测量结构？其中参考波长选择的原则是什么？目前常用的尿液分析仪测量的主要指标有哪些？尿液分析仪今后发展的主要趋势是什么？

采用双波长法测定试剂块的颜色变化，一种波长为测定波长，它是被测试剂块的敏感特征波长，另一种为参考波长，是被测试剂块不敏感的波长，用于消除背景光和其它杂散光的影响；待测物质在参考波长上不吸收或很少吸收；而非检测物对参考波长和测试波长的吸收是相同的。

目前常用的尿液分析仪测量的主要指标有 pH、尿蛋白质、尿葡萄糖、尿酮体、尿隐血、尿胆红素、尿胆原、尿亚硝酸盐、尿白细胞、尿比密、尿维生素 C；

尿液分析仪今后发展的主要趋势是全自动分析，折射率，渗透压测定，有标准化试带及可靠的质控液，层流式自动粒子识别相差，干涉显微镜电镜，染色免疫组化染色细胞定量，基因检查，采用冷光源做为照射光源来提高光源的寿命和节能，采用三波长甚至四波长测量技术进一步提高测量的精度。

3. 目前，新式的血细胞分析仪功能越来越全，分析参数也越来越多，请阐述目前血细胞分析仪是如何实现对血细胞进行分类计数的？对白细胞是如何实现进行进一步的三分类和五分类的，在进行三分类和五分类时主要使用了哪些方法，它们的各自的优缺点是什么？

血细胞进行分类计数：血细胞是电的不良导体，若将血细胞置于电解液中，由于细胞很小，一般不会影响电解液的导通程度。但是，如果构成电路的其一小段电解液截面很小，其尺度可与细胞直径相比拟，那么当有细胞浮游到此时，将明显增大整段电解液的等效电阻。如果该电解液外接恒流源，则此时电解液中两极间的电压是增大的。这样，在血细胞通过这个狭窄处就会产生电压脉冲信号，而这个电压脉冲信号的数量与血细胞的数量成正比，而其电压脉冲的幅度也与血细胞的大小有关。通过对血细胞经过电解液通道的狭窄处所产生的电

压脉冲进行计数，并根据其幅度进行分类就可得到血细胞的数量和类型信息，这就是变阻法血细胞计数的工作原理。计数红细胞：将脉冲鉴别器的阈值调到 U1，这时计得的数值就为红细胞的数值。（虽然超过阈值 U1 的脉冲计数数值是红细胞和白细胞的总和，但因红细胞的数目是白细胞的 1000 倍，因此，可忽略白细胞的数目）；计数白细胞：先在血液中加入溶血剂，使红细胞破裂，再将鉴别器的阈值调到 U1，进行计数。这时计得的数值即为白细胞的数值；计数血小板：将阈值调到 U2，将计得的数值减去红细胞和白细胞的数量即得血小板的数值。

白细胞进一步的三分类和五分类）各种单纯电阻法血细胞分析仪的白细胞三群法原理是根据白细胞体积分布直方图进行分析和计算得到的。经过特殊溶血剂处理的白细胞，可将特定的细胞群进行处理，使得绝大多数淋巴细胞体积缩小，使得中性粒细胞体积适当增大。因此在白细胞分布直方图上出现两个明显的细胞分布峰。左侧体积较小的一群细胞称为淋巴细胞群（LYM 35～90fl），右侧体积较大的称为粒细胞群（GRAN 160fl 以上），位于两者之间的称为中间细胞群（MID 90～160fl），中间细胞群一般指含有嗜酸粒细胞，嗜碱粒细胞和单核细胞的细胞群；五分类技术的 VCS 技术即体积测量、高能电磁波传导性和激光散射技术。运用 V、C、S 三种探针，在流式通道的某一位点，对通过的单列白细胞，进行逐个的、同时的、三重的检测，以及三维分析，以确定其亚群性质。V 代表体积，仍采用电阻抗法进行血细胞计数和体积测量。C 代表一束电磁波穿透细胞的传导性，它取决于细胞的大小及内部结构。通常我们用校正后的传导性来反映细胞的内部结构，如核的大小、核浆比例及细胞内质粒的大小和密度，所以传导性可辨别体积完全相同的两组细胞群。例如直径均在 9～12 μm 的小淋巴细胞和嗜碱性粒细胞。S 代表光散射，可以依据细胞表明光散射的特点对细胞进行分类。用激光光源产生的单色光束直接进入计数池的敏感区，在不同角度（10～70°）对每个细胞进行扫描分析，测定其散射光强度，从而提供细胞结构、形态的光散射信息。由于粗颗粒细胞的散射强度比细颗粒细胞更强，故光散射对细胞颗粒的构型和颗粒质量具有很好的区别能力。

4. 在血气分析仪中，为什么要通过测量由离子选择电极和参比电极所组成的原电池的电位（差）来得出溶液中的离子浓度的？常用的参比电极有哪些？它们各自的适用范围？血气分析仪在性能改进方面今后主要的发展方向是什么？

- 1) 单个的电极电位是无法测量的，因为当用导线连接溶液时，又产生了新的溶液—电极界面，形成了新的电极，这时测得的电极电位实际上已不再是单个电极的电位，而是两个电极的电位差了。同时，只有将欲研究的电极与另一个作为电位参比标准的电极电位组成电位稳定的原电池，通过测量该原电池的电动势，才能确定所研究的电极的电位。那么，构成原电池的两电极之间的电动势为： $E_{\text{电池}} = E_{\text{被测电极}} - E_{\text{标准电极}}$ 。因此，由测得的电池电动势加上已知的电极电位，即可求得另一个电极的电位。也就是说，测量任何一种离子浓度都必须有两个电极，其中一个是对被测离子响应，电极电位随离子浓度变化的电极，叫测量电极（指示电极）；另一个是电极电位对应不同离子浓度始终保持不变的电极，称为参比电极。
- 2) 饱和甘汞电极和 Al/AlCl 电极。
- 3) 饱和甘汞电极稳定，但热稳定性不好，需要通风，是测量 pH 值最常用的参比电极； Al/AlCl 电极没饱和甘汞电极稳定，但热稳定性好，不需要通风。
- 4) 计算机技术进一步渗透到血气分析领域，先进的界面帮助模式、图标模式使操作更为直观，许多厂家把血气和电解质等分析结合在一起，生产出了血气电解质分析仪。软件和硬件的进步使现代血气分析仪具有超级的数据处理、维护、贮存和专家诊断功能。为满足日益增长的 POCT（point-of-care testing，即时检验）需要，血气分析仪正朝着便携式、免维护、易操作的方向发展。

5. 请查阅相关文献。综述当前在医学分析仪器领域内，光谱分析方法的发展趋势是什么？有哪些新的方法有希望在新一代医学分析仪器中获得应有？

- 1) 近年来,随着生命科学、分子学等学科的不断发展，分析仪器和分析方法成为了不可或缺的手短，而以光谱学为理论基础的光谱分析方法作内一种强有力的检测技术，有着灵敏度高、检出限低、操作简便,分析速度快、选择性好、试样用量少、样品损坏少等优点，在许多领域的大放光彩。分析化学的发展趋势是高灵敏度、高选择性、快速、自动，而光谱分析技术也不断向这个趋势发展,以一种前所未有的速度推进着分析化学的发展。同时，光谱分析方法本身的局限性是对某些元素的测定还有困难、基体效应难以避免、需要大量数据进行建模、价格昂贵等，这需要通过光谱学和光谱分析技术的发展来克服；另一方面,光谱分析技术需要与更多的联用技术结合来扩大应用范围，这也是未来光谱学领域发展的一个方向；

- 2) 肿瘤组织非靶向质谱分子成像新方法、5-羟甲基糠醛二聚体的 LC-MS 分析方法、左氧氟沙星药物杂质质谱的 LC-MS/MS 方法、顶空固相微萃取与质谱联用法。

6. 举出你所知道的微型化的医学分析仪器的例子，并说明它们的工作原理。

干化学自动生化分析仪器体积可以做的很小，不仅可用于医院也可用于家庭的床边，如测量尿液分析仪采用专用的试纸带来承载所在测试过程中所需要的试剂，测试时将尿液侵入的试纸上的试剂块，使其相互发生反应，这些反应可导致试剂块的颜色发生变化，再利用双波长反射光度计比色原理，通过测定试纸带颜色和颜色深度的变化，求得尿液中各种成份的浓度。