

免疫：指机体识别和排除抗原性异物，维持自身稳定和平衡的一种生理功能，通常对机体有利，某些条件下也可以对机体造成损害。

食品免疫学：专门研究食源性疾病与免疫学，食品营养，保健食品与人体免疫，检测技术。

免疫学：是研究机体免疫系统组织结构和生理功能的一门基础科学，内容包括免疫系统的组成、结构特点与免疫系统的生理功能。

抗原：Ag 是指能够诱导机体产生抗体和细胞免疫应答，并能与所产生的抗体和致敏淋巴细胞在体内外发生特异性反应的物质。

佐剂：佐剂不是抗原，没有免疫原性，但是它与抗原混合在一起可以提高机体的应答能力，增强对抗原的免疫应答。

抗体：免疫系统受到抗原刺激后，由浆细胞产生的能与刺激其产生的抗原发生特异性结合的球状糖蛋白。

补体：对抗体具有补充作用的物质称为补体。是正常血清的一种组分，可与抗体一起产生溶菌或溶胞现象，单独作用时不能引起细胞的溶解。

免疫器官：指完成免疫功能的器官或组织，可以分为中枢免疫器官（包括骨髓胸腺、鸟类法氏囊或同功能器官，主导免疫活性细胞的产生、增殖、分化、成熟）和外周免疫器官（包括淋巴结、脾和粘膜相关淋巴组织，是免疫细胞聚集和免疫应答反应发生的场所。）

超敏反应：指异常的、过高的免疫应答。即机体与抗原物质在一定条件下相互作用，产生了致敏淋巴细胞或特异性抗体，若与再次进入的抗原相结合，导致机体生理功能紊乱和组织损害的免疫病理反应，又称变态反应。

食物过敏：人体对食物中抗原产生的。由免疫介导的不良反应，又称食物超敏反应。

变应原：指能诱发机体产生 IgE 类抗体并导致变态反应的抗原。

凝集反应：颗粒性抗原（完整的细菌细胞或红细胞等）与相应的抗体在适当条件下反应，并出现凝集的现象。凝集反应中的抗原又称凝集原，抗体又称凝集素。

沉淀反应：可溶性抗原（蛋白质、多糖或类脂溶液，血清，细菌提取液，组织浸出液等）与相应抗体在电解质存在的合适条件下反应并出现沉淀物的现象。沉淀反应中的抗原又称沉淀原，抗体又称沉淀素。

## 6、免疫学的基本技术有哪些？

免疫学检测技术：是根据抗原、抗体特异性反应的原理，利用已知的抗原检测未知抗体或利用已知抗体检测未知抗原（1）细胞融合技术（2）T 细胞克隆技术（3）免疫印迹法

免疫学治疗技术：一种是免疫细胞的治疗，一种是免疫分子的治疗

免疫预防技术：通过人工免疫使人增强或获得对某些病原体或细胞特异性抵抗力的方法，包括人工主动免疫和人工被动免疫。

## 7、影响抗原特性的因素有哪些？

抗原特性：（1）免疫原性：刺激机体产生免疫应答能力的特性，又叫抗原性（2）免疫反应性：是指具有免疫应答反应的特性，能刺激机体产生免疫应答。只有免疫反应性而无免疫原性的物质称为半抗原。

影响抗原特性的因素：（1）异己性（2）理化性质：a 分子质量大 .b 结构复杂 .c 物理性质（3）佐剂

## 8、淋巴细胞再循环功能和途径是什么？

淋巴细胞再循环：各种免疫器官中的淋巴细胞并不是定居不动的群体，而是通过血液和淋巴液循环进行有规律的迁移，这种规律性的迁移称为淋巴细胞再循环。

功能：增加淋巴细胞与抗原接触的机会，更有效的激发免疫应答，并不断更新和补充循环池

的淋巴细胞。

途径：血液中的淋巴细胞在流经外周免疫器官时，在副皮质区与皮质区的连接处穿过高内皮毛细血管后静脉进入淋巴结，T 细胞定位于副皮质 B 细胞主要定位于皮质区，以后均通过淋巴结髓窦迁移至输出淋巴管，进入高级淋巴结，经过类似的路径，所有外周免疫器官输出的细胞最后都汇集于淋巴导管，身体下部和左上部的汇集到胸腺导管，从左锁骨下静脉角返回血循环。右侧上部的汇集到右淋巴管，从右锁骨下静脉返回血循环。再循环一周需 24-48h

9、何为单克隆抗体和多克隆抗体？单克隆抗体和多克隆抗体相比有哪些优点？图示单克隆抗体的制备流程

人工制备抗体 a 单克隆抗体 b 多克隆抗体 c 基因工程抗体。

单克隆抗体：是指由一个 B 细胞克隆产生的、只作用于单一抗原表位的高度均一的特异性抗体

制备流程：制备抗原 ---免疫动物 ---免疫脾细胞和骨髓瘤细胞的制备 ---细胞融合 ---杂交瘤细胞的选择培养 ---杂交瘤细胞的筛选 ---杂交瘤细胞的克隆化 ---单克隆抗体的鉴定 ---杂交瘤细胞系的建立 ---单克隆抗体的大量制备（动物体内诱生法和体外培养法）

优点：a 结构均一。特异性强，避免了多克隆抗体的交叉反应性。B 效价高，具有高度的可重复性。C 制备时不需纯化抗原就可得到纯抗体 d 产量高且可连续生产。

多克隆抗体（第一代抗体）：用体内免疫方法获得的由多个 B 淋巴细胞克隆产生的，针对不同抗原表位的多种抗体的混合物。

应用：目前应用的多克隆抗体主要来源于动物免疫血清、恢复期病人血清或免疫接种人群。

特点是来源广泛，制备容易，但这种抗体是针对多种抗原表位的，因此特异性不高，常出现交叉反应，同时也不易大量制备。

10、列举 7 种常见的基因工程抗体

基因工程抗体的主要类型：a 嵌合抗体 b 重构抗体或 CDR 移植抗体 c 双特异性抗体 d Fab 抗体 e Fv 抗体 f 单链抗体 g 单域抗体 h 噬菌体抗体 i 最小识别单位

11、抗体的多样性是由什么决定的？

（1）Ig 基因库抗体的合成受 B 细胞内位于不同染色体上的三组 Ig 基因库控制，k 链基因库，λ 链基因库和一组 H 链基因库，每个基因库均由数目不等的一组基因组成。（2）V(D)J 重组重链基因库中含有 V 基因 D 基因 J 基因 C 基因，B 细胞在骨髓内成熟过程中，胞内重组酶活性增高，会按照一定的规律发生重排形成 V-D-J 重组片段，然后与一个 C 基因重组，共同转录。（3）抗体多样性的遗传学基础：抗体多样性主要由基因调控，尤其是编码 H、L 链 V 区的基因重排决定。

A 抗体多样性的胚系基因：在胚系中，尚未重排的 Ig 基因片段数量相当多，Ig 的 H 链和 L 链都可以由多种胚系 V 基因所编码，产生不同序列不同特异性的抗体 B 重排产生多样性：IgDNA 重组使不同的 V、D、J 基因片段相连，因而产生大量不同特异性的抗体。C 连接产生多样性：同一套 V、D、J 基因在他们的连接处也会产生不同的氨基酸序列。D 体细胞突变：有人提出体细胞基因突变可导致抗体产生多样性 E、H 链和 L 链蛋白质的组合，不同 H 和 L 链蛋白质的组合也有利于产生多样性。

12、简述补体的生物学作用？

（1）靶细胞溶解：即细胞毒作用，补体无论经何种途径激活，都在靶细胞表面形成 MAC，造成穿膜小孔，导致靶细胞溶解。（2）调理作用：即吞噬作用，能够促进吞噬细胞对病原体或免疫复合物的吞噬作用。（3）免疫复合物的清除，抗原抗体在体内结合形成免疫复合物 IC，IC 沉积于组织中激活补体通过一定的作用，可造成组织损伤，在免疫复合物形成初期 C3b 与 C4b 共价结合到 IC 之上，可以防止 IC 之间网络结构的形成，因而可阻止 IC 之间网络结构的形成，可阻止 IC 沉积，减轻组织损伤。（4）病毒中和作用：补体系统主要有以下几种病

毒中和机制 a：通过使病毒形成大的聚集物而降低病毒的感染性 b：抗体和 / 或补体结合到病毒表面，形成一层很薄的外衣，阻断病毒的吸附和穿入，中和了病毒的感染性。 C：抗体和补体在病毒颗粒表面沉积可促进病毒与具有 Fc 受体或 C3b 受体的细胞结合，如果结合的为吞噬细胞则起到调理作用。 D：MAC 可介导大多数囊膜病毒的溶解，导致病毒囊膜的裂解与核衣壳蛋白的解离。（5）炎症介质作用：补体裂解片段以炎症反应方式调动机体的各种防御因素，协同作战消灭病原微生物 a。激肽样作用：C2a、C3a 具有细胞激肽样作用，可增高血管通透性，引起炎性渗出水肿，称为补体激活肽。 B：过敏毒素：过敏毒素就是补体活化过程中产生的某些水解片段，可使肥大细胞、嗜碱性粒细胞释放组胺以及其他具有药理作用的物质，引起血管扩张毛细血管通透性增加，使机体表现出相应的过敏症状。 C：趋化作用：C5a、C3a 能吸引吞噬细胞向炎症部位聚集，是一种趋化因子。

（6）免疫调节作用：补体可对免疫应答的各个环节发挥调节作用。 a 参与捕捉固定抗原，使抗原容易被抗原递呈细胞处理与递呈 b 补体成分可以与多种免疫细胞相互作用，调节细胞的增殖分化。 C 补体参与调节多种免疫细胞的效应功能。

13、特定抗原刺激机体后的体液免疫应答有哪些规律？（初次应答和再次应答规律）

初次应答：抗原初次刺激机体所引起的应答称为初次免疫应答。初次应答主要产生 IgM（后期可产生 IgG），所产生的抗体总量及其与抗原的亲和力均较低

初次免疫应答中抗体产生的四个阶段：

（1）潜伏期：指抗原刺激后至血清中检测出特异性抗体前的阶段，持续数小时数周，取决于抗原性质、抗原进入机体途径、所用佐剂类型，受体情况等。

（2）对数期：此期抗体量成指数增长。抗原剂量及性质是决定抗体产量增高速度的重要因素。

（3）平台期：此期血清中抗体浓度基本上不发生变化，到达平台期的时间、平台高度和持续时间依抗原不同而异，从数天至数周不等。

（4）下降期：由于抗体被降解或者与抗原结合而被清除，此期抗体合成率小于降解速度，血清中抗体浓度缓慢下降。可持续几天或几周。

再次应答：初次应答形成的记忆 T 细胞和 B 细胞具有长期寿命而得以保存，一旦再次遇到相同抗原刺激，记忆性淋巴细胞可以迅速、高效、特异性的产生应答，即再次应答或回忆应答。

其应答过程及所产生的抗体具有以下特征：

（1）潜伏期短，约为初次应答潜伏期的一半（2）抗体合成快速到达平台期，平台高（比初次应答高十倍以上）且持续时间长（3）下降期持久（抗体可以长期合成）（4）诱发再次应答所需抗原剂量小（5）再次应答所产生的主要为 IgG 类抗体，且抗体亲和力高较均一。

再次应答的强弱取决于两次抗原刺激间隔时间的长短，间隔过短则应答弱，因为初次应答后存留的抗体可与再次刺激抗原结合，形成抗原抗体复合物被迅速清除，间隔过长则应答也弱，因记忆细胞并非永生。

14、在机体抗感染免疫机制中，由抗体介导的免疫应答会产生哪些效应？

体液免疫应答主要由抗体所介导。（1）中和作用：高亲和力的 IgG、IgA 可与细菌病毒表面蛋白结合，通过阻止其侵入宿主细胞而发挥中和作用（2）调理作用：指促进吞噬细胞的吞噬作用，一方面抗体的 Fab 段与病原体表面的抗原表位结合，抗体的 Fc 段与吞噬细胞表面的特定部位结合，从而促进对病原体的吞噬，另一方面抗体与病原体表面的抗原表位结合可以激活补体附着于病原体的补体裂解片段可以与吞噬细胞表面结合，促进其吞噬作用（3）

免疫溶解作用：IgG、IgM 抗体与抗原结合形成免疫复合物，可通过激活补体经典途径形成膜功复合物，并发挥补体介导的杀菌溶菌作用，主要作用于革兰氏阳性细菌（4）抗体依赖

细胞介导细胞毒作用：抗体的 IgG 的 Fab 片段与抗原特异性结合，其 Fc 片段与 NK 细胞、巨噬细胞、中性粒细胞等表面结合，介导效应细胞杀伤携带特异性抗原的靶细胞，产生 ADCC

效应(5)分泌型 IgA 的局部抗感染作用：呼吸道、消化道和生殖道黏膜表面可产生 IgA，从而有效组织病原体入侵(6)免疫损伤作用：B 细胞应答产生的抗体也可能参与某些病理过程的发生，主要是 I 型超敏反应和自身免疫病。

15、以胸腺依赖性抗原为例，试述 CD4+Th 细胞介导的免疫应答的基本过程。

在胸腺依赖性抗原的(TD 抗原)刺激下，B 细胞应答依赖 Th 细胞的辅助(通常为 Th2 细胞)，在非胸腺依赖性抗原的(TI 抗原)刺激下，B 细胞直接产生应答，B 细胞与 Th 细胞须识别同一抗原分子的不同表位才能相互作用，1：BCR 特异性结合抗原，由 Ig、Ig 向 B 细胞内传递特异性抗原刺激信号即启动第一信号，

2：B 细胞活化的第二信号由 B 细胞和 Th 细胞表面多个黏附分子对相互作用所提供，其中最重要的是 CD40L。BCR 结合特异性抗原，通过内化作用将其摄入胞内，并将抗原降解为肽段，形成抗原肽-MHC 类分子复合物，供特异性 Th 细胞识别，Th 细胞的 TCR 特异性识别并结合抗原肽-MHC 类分子复合物，诱导 Th 细胞表面表达多个黏附分子，最重要的是 CD40L，可与 B 细胞表面的 CD40 结合，向 B 细胞提供刺激信号。同时效应 Th 细胞与 B 细胞表面的多个粘附分子对相互作用，是 T 细胞和 B 细胞的特异性结合更为牢固。3、活化的 B 细胞表面表达多种细胞因子受体，发挥 Th 细胞分泌的细胞因子的作用，促进 B 细胞增殖或者分化为能产生抗体的浆细胞。

抗原特异性 B 细胞活化和增殖后，按两条途径分化 a：部分 B 细胞迁移至淋巴组织髓质，继续增殖分化为可产生抗体的浆细胞；b：部分 B 细胞迁移至附近的 B 细胞区，继续增殖并形成生发中心。生发中心大部分 B 细胞分化为浆细胞，部分 B 细胞可分化为记忆性 B 细胞，他们离开生发中心后参与淋巴细胞再循环，一旦再次遇到同一特异性抗原，即迅速活化增殖、分化，产生大量高亲和力特异性抗体。

16、细胞免疫应答的生物学意义？

1、抗感染：T 细胞效应主要针对胞内寄生病原体，包括某些细菌病毒真菌以及寄生虫等 2、抗肿瘤：T 细胞介导的细胞免疫具有重要的抗肿瘤作用，机制为：CTL 特异性杀瘤效应，诱导并增强巨噬细胞及 NK 细胞的杀瘤效应，细胞因子直接或间接的杀瘤效应 3、免疫损伤作用：Th1 细胞可参与迟发型超敏反应，移植排斥反应某些自身免疫病的发生和发展

17、影响食物过敏的因素有哪些？

(1) 食物种类：决定食物过敏的首要因素是食物本身。致敏食物是引起食物过敏的直接诱因，或称激活因子，各种食物的致敏性是不同的。(2) 进食数量：对某种食物敏感的人，即使进食很少量亦可引起疾病，另一方面，食物过敏与进食数量有密切关系，食物抗原只在累积到一定阈值才引起发病，症状轻重与食用量往往成正比。(3) 遗传因素：食物过敏症状表现的严重程度与阳性过敏性疾病家族史有关。(4) 个体因素(5) 解剖因素(6) 烹饪因素：加热过程可使大多数食物的变应原性降低。(7) 储藏条件：食物的储藏时间长短可以影响食物的变应原性，通常储藏时间越长，食物新鲜程度越差，变应原性越强。同时储藏过程中可以受到微生物以及寄生虫的污染，在食品本身腐化变质，变应原性增强的同时，变应原成分也可发生改变使之更为复杂。(8) 环境条件：环境污染对食物的影响也可导致食物变应原性的变化。(9) 消化道功能：消化道炎症使胃肠黏膜损伤，增加了其通透性，使过多食物抗原被吸收，而发生变态反应。

18、食物过敏主要由 IgE 介导的 I 型过敏反应阐述 I 型超敏反应的发生机制及其常见的临床表现。

又称为速发型超敏反应，主要特点：(1) 反应发生快，消退也快(2) 多种血管活性物质参与反应(3) 以生理功能紊乱为主，无明显组织损伤(4) 有明显个体差异和遗传倾向。

主要参与因子：a 变应原 bIgE 抗体：是引起速发型超敏反应的主要抗体，由呼吸道、消化道黏膜固有层淋巴组织中的浆细胞合成。c 效应细胞：肥大细胞和嗜碱性粒细胞：是高亲和力

的 IgE 受体，在抗原再次进入机体与致敏细胞表面的 IgE 特异性结合时，细胞可脱颗粒释放出组胺等生物活性介质。 d 活性介质

反应基本过程：

(1) 致敏阶段：变应原初次进入过敏体质的机体，刺激机体产生特异性 IgE 抗体，并与肥大细胞和嗜碱性粒细胞结合，形成致敏肥大细胞和致敏嗜碱性粒细胞，此时机体处于致敏状态，这种状态可维持半年至数年，若此阶段没有相应变应原再次进入体内，致敏状态可逐渐消失。(2) 触发阶段：相应变应原再次进入处于致敏状态的机体，与致敏肥大细胞、致敏嗜碱性粒细胞表面紧密相邻的特异性 IgE 桥联结合，使致敏细胞脱颗粒，释放组胺、白三烯、激肽等一系列生物活性介质，介质作用于效应器官和组织，产生一系列临床症状。(3) 效应作用：组胺等脱颗粒之后可使血管扩张、平滑肌收缩、通透性增加、渗出液增加、腺体分泌增多等。

反应症状：常发生于呼吸、消化、皮肤等系统，症状主要有 a 过敏性休克：累及全身血管的过敏反应。 b 表现于黏膜的过敏反应，呼吸道的哮喘和变应性鼻炎，消化道的过敏性胃肠炎。

c 皮肤过敏反应：皮肤红肿、荨麻疹、湿疹、紫

19、抗原抗体反应的一般规律是什么？

(1) 特异性：抗原抗体之间具有高度特异性，特异性的物质基础是抗原决定簇和抗体分子可变区的各种分子引力。(2) 可逆性：抗原抗体的结合仅仅是表面的结合，在一定条件下是可逆的。(3) 定比性：在一定的浓度范围内，只有把二者的比例调节在最适合温度，才能出现可见反应。(抗体过量形成不溶性复合物，抗原过量形成可溶性复合物)(4) 阶段性：抗原抗体的结合具有明显的阶段性，可分为特异性结合阶段和可见反应阶段。(5) 条件依赖性：抗原抗体之间出现可见的反应常常需要提供最适条件 pH6~8，温度 37~45 保温，以及提供适当的振荡以增加抗原抗体之间的接触机会，以及提供适当的电解质（一般用生理盐水做稀释液）等。

21、酶联免疫技术在食品检测中有哪些应用？

1、食品中农药残留的检测：酶免疫技术用于食品农药残留检测，所需设备简单或不需检测设备，样品前处理程序简化，液体食品如牛奶、果汁中常不需前处理可以直接取样。 2、食品中兽药残留的测定：抗生素、氨基糖苷类、氯霉素、四环素、磺胺类、激素、-兴奋剂等 3、食品中生物毒素的检测：黄曲霉毒素、呕吐毒素、T-2 毒素可采用 ELISA 检测。 4、食品中有害微生物的检测 5、酶免疫分析

20、叙述免疫荧光技术的原理和类型？

将结合有荧光素的荧光抗体进行抗原抗体反应的技术称为免疫荧光技术。

将含有可疑病原菌的材料涂片与一种特异性的荧光抗体反应，然后用荧光显微镜观察，若病原菌含有荧光抗体对应的抗原，细胞将发出荧光，若不是特异性病原体或阴性对照就不发生或者仅发生微弱反应。荧光的产生和强度可以判断抗原的存在、定位和分布情况。特异性强，灵敏度高，反应速度快，容易观察

具体的免疫荧光技术有直接荧光法（抗体自身具有荧光）和间接荧光法（抗体的抗体即抗抗体具有荧光）

22、什么是酶联免疫吸附试验（ELISA）如何用已知的大豆过敏原来检测过敏患者是否为大豆过敏，请写出检测步骤？

酶免疫技术最初是用酶代替荧光素标记抗体作为生物组织中抗原的鉴定和定位。 固相免疫测定法的代表技术是酶免疫吸附技术（ELISA），其基本过程是将抗原或抗体吸附于固相载体，在载体上进行免疫酶染色，底物显色后用肉眼或分光光度计判定结果。

ELISA 基本操作步骤：

(1) 固相载体：最常用的固相载体用聚苯乙烯制备，可制成微量反应板或小试管，小株，

现多用微量反应板其吸附性能好，空白值低，孔底透明度高，批间稳定性好，价格低廉且易与自动化仪器配套。

(2) 包被：将被包被的抗原或抗体牢固的吸附在固相载体的表面，并保持其免疫活性。制备方法可以是吸附或化学偶联。用聚苯乙烯做载体包被抗原或抗体常用吸附法，4 过夜或 37 2~6 小时经清洗即可应用。

(3) 洗涤：在 ELISA 的整个过程中需要进行多次洗涤，目的是洗去反应液中没有与固相抗原或抗体结合的物质，以及在反应过程中非特异性吸附于固相载体的干扰物质。

(4) 底物显色：底物溶液应新鲜配制，显色以室温 20~30min 为宜，反应结束要终止反应。常用的底物是邻苯二胺 (OPD)，产物呈棕色，可溶，敏感性高，但是对光敏感应避光进行显色反应。

(5) 结果判定：可用肉眼观察也可用酶标仪测定。

### 23、免疫传感器在食品检测中有哪些应用？

免疫生物传感器：是根据生物体内抗原抗体特异性结合并导致化学变化而设计的生物传感器，主要由感受器，转换器和放大器组成。利用生物活性物质选择性的识别和测定各种生物化学物质。

应用：

1. 微生物检测中的应用：(1) 大肠杆菌和肠道细菌的检测 (2) 沙门菌的检测
2. 在有毒物质检测中的应用：(1) 肉毒杆菌毒素的检测 (2) 蓖麻毒素的检测 (3) 葡萄球菌肠毒素检测 (4) 肉毒素的检测
3. 在农药、兽药残留检测中的应用
4. 在环境污染、重金属检测中的应用：

### 24、在食品检测中免疫新技术有哪些？并解释每一种新技术的定义？

1. 免疫 PCR：是一种检测微量抗原的高灵敏度技术，该技术把抗原抗体反应的高特异性和聚合酶链式反应的高灵敏度有机结合在一起，其本质是一种以 PCR 扩增一段 DNA 报告分子代替酶反应来放大抗原抗体结合率的一种改良型 ELISA

2. 分子印迹技术：是利用化学手段合成一种高分子聚合物——分子印迹聚合物 (MIP)，MIP 能够特异性吸附作为印迹分子的待测物，在免疫分析中可以取代生物抗体，被科学家誉为塑料抗体。与生物抗体比较具有稳定性好、制备周期短、费用低、易于保存和可在复杂环境中应用等优势。

3. 免疫微粒技术：是利用高分子材料合成一定粒度大小的固相微粒作为载体，包被上具有特异性亲和力的各种免疫活性物质 (抗原或抗体)，使其致敏为免疫微粒，用于免疫学及其他生物学检测和分离的一项技术。

(1) 胶体微粒免疫检测技术：

是在胶乳凝集定性试验基础上发展建立的一种非放射性均相免疫测定法，可对各种微量的抗原物质和小分子半抗原进行精确定量。根据特异性抗体致敏的胶乳微粒与待测标本中相应抗原相遇发生凝集反应，胶乳凝集程度与被测物浓度呈函数关系。

(2) 免疫磁性微粒分离与纯化技术：

磁性微粒是用高分子材料和金属离子为原料，聚合而成的一种以金属离子为核心，外层均匀包裹高分子聚合体的固相微粒，在液相中，受外加磁场的吸引作用，MMS 可以快速沉降而自行分离，无需离心沉淀，可以简化操作过程。经特异性抗体包被制成免疫 MMS，与检样中的抗原结合成免疫 MMS-靶分子 (或靶细胞) 复合体，通过外加磁场作用可与其他组分分离出来。再以适当方式使复合体解离，在磁场吸引下除去游离的免疫 MMS，即可获得纯化的靶分子或细胞

4. 脂质体免疫检测；



大量的免疫标记物（荧光物、酶等）包埋在脂质体腔内或结合在膜表面。免疫化学反应发生时，脂质体裂解，释放出标记物，产生扩增的检测信号。脂质体结合的特点是体表面积大，体腔容量大，具有能与多种生物识别物结合的脂质双分子层结构。。脂质体是信号放大的工具。

#### 5. 纳米技术：

纳米生物传感器是指能够选择性结合靶分子的生物探针的纳米传感器。纳米材料本身就是非常敏感的化学和生物传感器，纳米技术与生物学结合可使检测更加高效、简便。

25、常见的免疫标记技术有哪些（写出 3 种以上）？请用任何一种免疫标记技术检测食品中农药或兽药的残留，写出检测步骤。

三大标记技术：荧光素、放射性同位素、酶标记。

免疫标记技术是指将抗原或抗体用荧光素、放射性同位素、酶或电子致密物质加以标记，以提高检测灵敏度的一项新技术。

免疫荧光技术：将结合有荧光素的荧光抗体进行抗原抗体反应的技术，称为免疫荧光技术或荧光抗体法。有直接荧光法（抗体自身具有荧光）和间接荧光法（抗体的抗体具有荧光，优点是不需要为每一种待测的抗原都制备一种荧光抗体）

酶标技术：将酶共价连接于抗体分子创造了一种既有高度特异性又有高度灵敏性的免疫方法。

原理：将酶与抗原或抗体结合后，既不改变抗原或抗体的免疫学反应特性也不影响酶本身的活性，特异性抗原抗体反应后，在相应而合适的酶底物作用下，产生可见的不溶性有色产物。

ELISA方法有两种：一种用抗体检测抗原（直接 ELISA）另一种用抗原检测抗体（间接 ELISA）

直接 ELISA: 将抗原夹在两层抗体之间。将待检样品加在微孔板的小孔中，微孔板预先覆盖了待测抗原的特异性抗体。将未结合的物质洗去加入含有连接酶的第二抗体。第二抗体对抗原也有特异性，他可以结合于任何暴露的决定簇上，用水洗去未结合的，加入酶底物显色，测定每个微孔的酶活力，颜色深浅与样品中抗原的量成正比。也称为双抗体夹心法：用于检测抗原，利用待测抗原上两个抗原决定簇 A、B 分别与固相载体上的抗体 A 和酶标抗体 B 结合，形成抗体 A-待测抗原-酶标抗体 B 复合物。复合物形成量与待测抗原量成正比。操作步骤：用已知特异性抗体包被固相载体 ---加待检标本，经温育使相应抗原与固相抗体结合，洗涤，除去无关物质 ---加酶标特异性抗体，与已结合在固相载体上的抗原反应，洗涤，除去未结合的酶标抗体 ---加底物显色，终止反应后目测定性或者用酶标仪测光密度值定量测定。

间接法：用于测定抗体，将已知的抗原连接到固相载体上，待测抗体与抗原结合后再与酶标的二抗结合，形成抗原-待测抗体-酶标二抗的复合物，复合物的形成量与待测抗体量成正比，属非竞争性反应的类型。

操作步骤：用已知抗原包被固相载体 -加待测标本，经过温育，使相应的抗体与固相载体上的抗原抗体复合物结合 ---洗涤 ---加酶标抗体，再次温育与固相载体上抗原抗体复合物结合 ---洗涤 ---加底物显色，终止反应后，目测定性或者用酶标仪测光密度值定量测定。