

KSV NIMA

Ванны для осаждения тонких пленок методом
Ленгмюра и Ленгмюра-Блоджетт



Современные тонкопленочные технологии

Тонкопленочные покрытия

Покрyтия и тонкие пленки, изготавливаемые из наночастиц, доказали свою пригодность для самого широкого применения; они используются в изделиях самого разного назначения, в том числе в дисплеях, датчиках, медицинских приборах, аккумуляторах и других устройствах, получающих и накапливающих энергию.

Основные проблемы и задачи связаны с получением однородного покрытия, отвечающего требованиям, предъявляемым в отношении оптимизированной плотности упаковки, структуры частиц и толщины пленки.

К наиболее современным методам, используемым для создания тонких пленок и покрытий, толщина которых зави-

сит от размеров наночастиц, относятся методы Ленгмюра-Блоджетт (LB (ЛБ)) и Ленгмюра-Шефера (LS (ЛШ)), разработанные компанией Biolin Scientific.

Моделирование биомембран

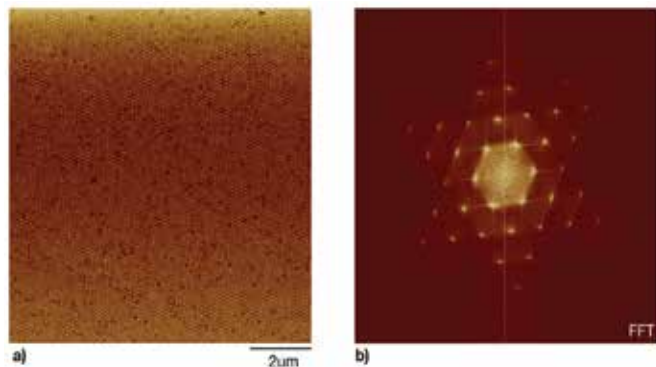
Технология Ленгмюра – это уникальный метод, подходящий для исследований биомембран. К примеру, можно следить за эффективностью действия фармацевтических препаратов или токсинов на биомембраны в режиме реального времени. В дальнейшем структура мембраны и изменение ее свойств могут быть определены в присутствии белков или пептидов.



ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ПЛОТНОСТЬЮ УПАКОВКИ

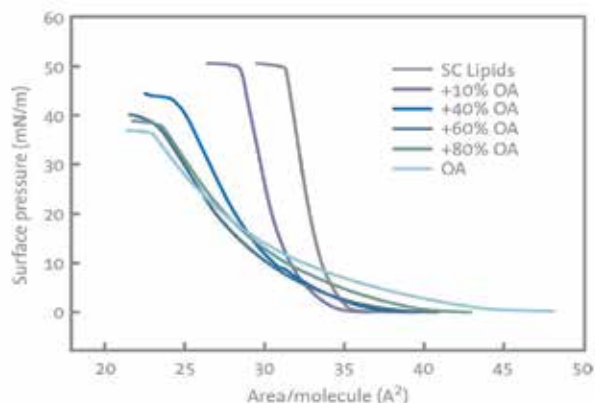
Примеры применения

Регулируемое (управляемое) осаждение наночастиц и графена



Монослой полистирола, состоящий из наносфер диаметром 200 нм, осажденный на кварцевую подложку с использованием метода Ленгмюра-Блоджетт и ванны «Medium» KSV NIMA. (a) Изображение монослоя, полученное с помощью атомно-силового микроскопа. (b) То же самое изображение, обработанное с помощью преобразования Фурье, доказывающее возможность получения при помощи этого метода материалов с исключительной упорядоченностью структуры (кристаллическостью). Авторское право: доктор Алэрик Тейлор (Alaric Taylor).

Уникальный инструмент для моделирования биомембран



ИЗОТЕРМЫ ОБРАЗЦОВ ЛИПИДОВ КОЖИ С ВОЗРАСТАЮЩИМИ УРОВНЯМИ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ.

With permission from Langmuir 2013, 29 (15), pp 4857-4865. Copyright 2013 American Chemical Society.

Как создают тонкие пленки

Плавающие тонкие пленки – метод Ленгмюра

Ванны Ленгмюра, изготавливаемые компанией Biolin Scientific, используются для создания, модифицирования и изучения плавающих пленок Ленгмюра. Пленка Ленгмюра может быть определена как нерастворимый монослой функциональных молекул, наночастиц, нанопроволок или микрочастиц, которые постоянно находятся на поверхностях раздела фаз «газ – жидкость» или «жидкость – жидкость» (между двумя несмешивающимися жидкостями).

Материал наносится на водную субфазу в верхней части ванны (3). Барьеры (2), сдвигаясь друг к другу, сжимают монослой; в это время датчик давления (4) контролирует плотность упаковки (молекул) в монослое.

Получающаяся в результате изотерма «поверхностное давление – площадь» предоставляет информацию о взаимодействиях между молекулами. Обычно на графике изотермы можно заметить три отличающихся друг от друга участка, соответствующих разным степеням межмолекулярных взаимодействий и разным состояниям вещества. Это фаза слабых межмолекулярных взаимодействий (газовая фаза, G), фаза более сильных взаимодействий (жидкая фаза, L) и фаза максимально плотных взаимодействий (твердая фаза, S).

Возможность создания пленок Ленгмюра может использоваться, например, для проведения исследований по следующим темам:

- Структура и взаимодействие молекул в монослое.
- Кинетика адсорбции молекул.
- Фазовые переходы (превращения).
- Поверхностные реакции с нанесенным на поверхность материалом.
- Вязкоупругие свойства поверхностей раздела.



Получение тонкопленочных покрытий методом осаждения Ленгмюра-Блоджетт

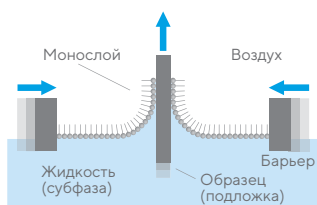
Ванны, изготавливаемые компанией Biolin Scientific для осаждения тонких пленок методом Ленгмюра-Блоджетт (ванны «Langmuir-Blodgett Troughs», ЛБ), обладают теми же возможностями, что и ванны Ленгмюра от Biolin Scientific («Langmuir Troughs», Л), поскольку они также позволяют получать и исследовать пленки Ленгмюра. Дополнительные возможности этих ванн заключаются в том, что в целях создания покрытия, состоящего из высокоорганизованных частиц, образующая тонкая пленка может быть осаждена на твердую подложку.

Ванна ЛБ оборудована резервуаром для погружения и погружающим механизмом (погружателем) (5), которые используются для нанесения пленки с требуемой плотностью упаковки. Обычно в состав нанесенных методом осаждения пленок входят наночастицы, графен, липиды, полимеры, микрочастицы и различные органические соединения, имеющие [полярные] функциональные группы. Покрытие может быть нанесено на вертикально расположенную под-

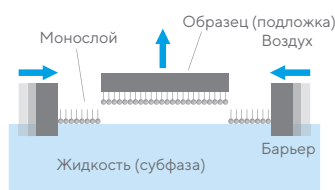
ложку (методом Ленгмюра-Блоджетт) или на горизонтально расположенную подложку (методом Ленгмюра-Шефера), в зависимости от используемой конфигурации. Пленки нестандартной толщины, размеры которых лежат в нанометрическом диапазоне, могут быть созданы при помощи повторных осадений.

Покрытия, создаваемые методом Ленгмюра-Блоджетт, обладают следующими уникальными преимуществами:

- Точное регулирование плотности упаковки молекул.
- Точное регулирование толщины покрытия.
- Однородное осаждение (однородность осаденного слоя) на больших площадях.
- Возможность получения многослойных структур с изменяемым сочетанием слоев.
- Высокая гибкость, позволяющая использовать различные виды частиц и подложек.
- Качество покрытия может быть проверено заранее, до начала процедуры осаждения.



Осаждение по методу Ленгмюра-Блоджетт

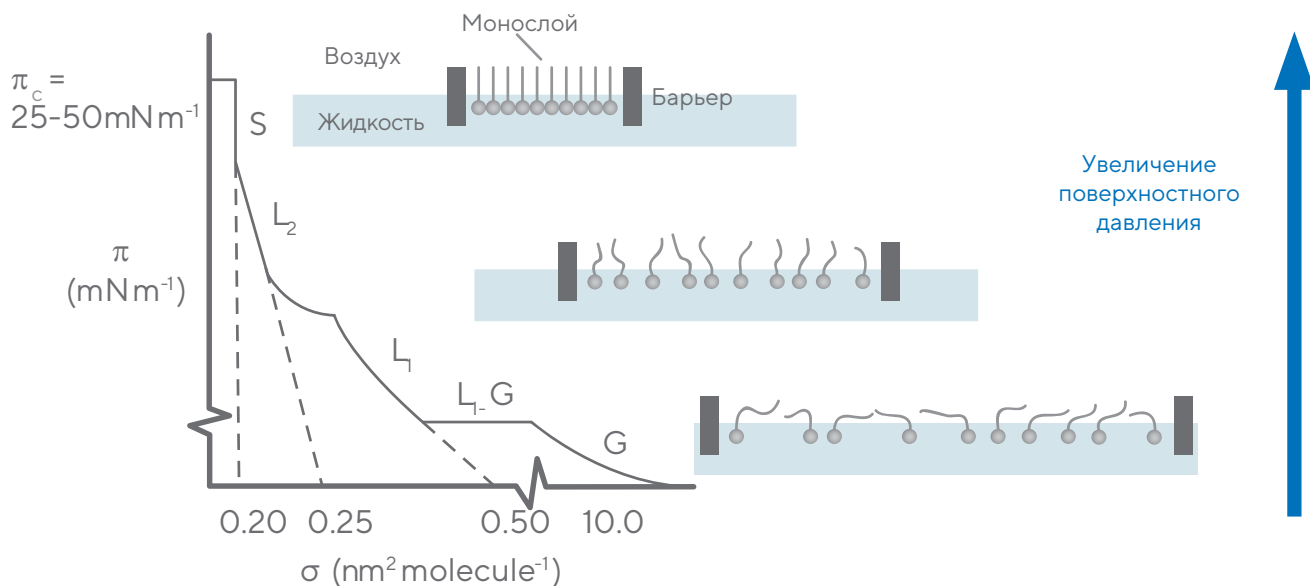
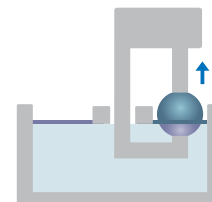
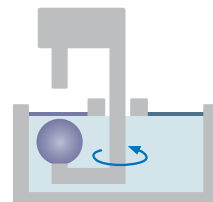
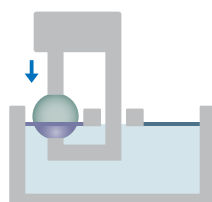
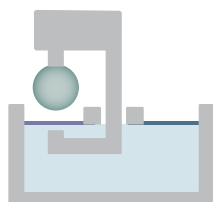
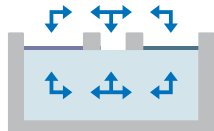


Осаждение по методу Ленгмюра-Шефера



1-слойное покрытие, выполненное методом Ленгмюра-Блоджетт
3-слойное покрытие, выполненное методом Ленгмюра-Блоджетт
5-слойное покрытие, выполненное методом Ленгмюра-Блоджетт

Альтернативный метод осаждения



Ванны Ленгмюра и Ленгмюра-Блоджетт, изготавливаемые компанией Biolin Scientific

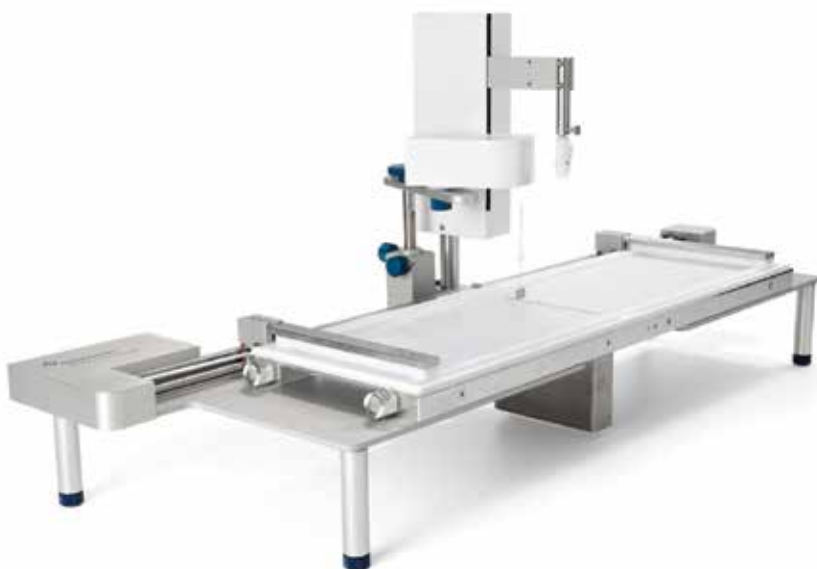
Ванны Ленгмюра и Ленгмюра-Блоджетт, изготавливаемые компанией Biolin Scientific – это полнофункциональные и эффективные инструменты, предназначенные для получения тонкослойных покрытий и проведения широкого ряда исследований. В них успешно сочетаются производственные секреты и научно-технические знания, накопленные на основе более чем 30-летнего опыта работы с пленками Ленгмюра. Конструктивные особенности систем обеспечивают исключительную универсальность и надежность, что позволяет получать высококачественные результаты.

Высококачественные покрытия

- Регулируемая плотность упаковки слоев.
- Регулируемая толщина слоя.
- Высокая гибкость, позволяющая использовать разные частицы и подложки.
- Могут быть покрыты большие по площади поверхности.
- Многослойные покрытия могут быть изготовлены из разных материалов.

Плавающие мембраны и монослои

- Моделирование биомембран.
- Исследование фармацевтических препаратов и токсинов.
- Исследование свойств молекул.
- Исследование межмолекулярных взаимодействий в монослое.
- Исследование фазовых переходов (превращений).
- Исследование вязкоупругих свойств поверхностей раздела.



Качество

Верхние части ванн изготавливаются из тефлона (политетрафторэтилена), в виде цельных блочных конструкций, включая резервуар для погружения, благодаря чему в ходе проведения очистки не возникает особых затруднений, поскольку к подобным поверхностям не прилипают ни загрязнения, ни изготавливаемые покрытия. Регулируемые по высоте ножки, установочные штифты в верхней части ванны, концевые выключатели барьеров и сливные каналы (переливы) обеспечивают безопасное и надежное использование системы.

Удобство и простота использования

Для определения поверхностного давления применяется стандартизированный метод Вильгельми; в ходе измерений используются платиновая пластина и сверхчувствительный датчик давления; если требуется избежать очистки, в качестве опции доступны также одноразовые бумажные пластины. Мощное программное обеспечение KSV NIMA ("LB Control Software") контролирует все органы и средства управления, выполняет анализ данных, и сочетает в себе самые разные инструменты, используемые для определения характеристик и параметров. Все поставляемые ванны оборудованы встроенными каналами, предназначенными для поддержания заданной температуры, которые могут обслуживаться при помощи отдельного циркуляционного термостата.














Универсальность и многосторонность

Специализированный инструментарий для определения характеристик и параметров позволяет обеспечивать надлежащее качество плавающего тонкого слоя как до начала, так и после завершения процесса покрытия. Открытая модульная конструкция с простой верхней частью ванны и удобным расположением барьеров обеспечивает легкую интеграцию с системами определения параметров, возможность модернизации и удобство при проведении очистки частей устройства.

Специализированные ванны для каждой конкретной задачи

Selection of Langmuir and Langmuir-Blodgett systems

Компания Biolin Scientific предлагает широкий ассортимент ванн Ленгмюра и Ленгмюра-Блоджетт («L&LB»), разных размеров и разного функционального назначения. Фирменные системы «L&LB» представляют собой полностью модульные конструкции, поэтому одна и та же рама может использоваться для разных верхних частей ванны, отличающихся по размерам и типам. В дополнение к нижеописанным стандартным изделиям, по требованию пользователей могут быть созданы нестандартные верхние части ванн. Частные технические условия для каждого типоразмера представлены в сводной таблице технических характеристик (в конце данного документа).

НЕБОЛЬШАЯ	СРЕДНЯЯ	БОЛЬШАЯ	ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ВЫСОКУЮ СТЕПЕНЬ СЖАТИЯ	АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТИПА*
Ванны Ленгмюра				
 KN 1002	 KN 1003	 KN 1006	 KN 1005	
Ванны для осаждения по методу Ленгмюра-Блоджетт				
 KN 2001	 KN 2002	 KN 2003		 A = KN 2006
Ванны для микроскопии (U = для стандартного микроскопа, I = для инвертированного микроскопа)				
 U = KN 3001	 I = KN 3003			
Ванны с ленточными барьерами (L = ванна Ленгмюра, ЛБ = ванна Ленгмюра-Блоджетт)				
	 L = KN 1007 LB = KN 2005			
Ванны для систем «Liquid-Liquid» («жидкость-жидкость», для двух несмешивающихся жидкостей)				
	 KN 2007		 KN 1004	
Рама для стандартных ванн		Рама для ванн типоразмера «LARGE»	Рама для ванн типоразмера «HIGH COMPRESSION»	Рама для ванн типоразмера «ALTERNATE»

* Альтернативного типа, для проведения экспериментов с применением погружения.

Ванна «Alternate» – для создания многослойных покрытий из двух разных материалов

- Ванна KSV NIMA «Alternate» – это ванна Ленгмюра-Блоджетт высшего качества.
- Покрытие осаждается на подложку в автоматическом режиме, при этом в ходе одной процедуры осаждения поочередно используется два разных материала.
- Материалы могут осаждаться на подложку в любом требуемом порядке.

Ванны для систем «Liquid-Liquid» («жидкость-жидкость»), для двух несмешивающихся жидкостей)

- Ванны с дополнительными возможностями, позволяющими работать с двумя видами поверхностей раздела: «жидкость-жидкость» и «жидкость-воздух» (или «жидкость-газ»).
- Можно исследовать такие среды, как масло и газ, продукты питания, косметические средства, фармацевтические препараты (лекарственные средства).

Ванны «Microscopy» – для микроскопии (для проведения исследований с применением микроскопов)

- Ванны Ленгмюра, оборудованные микроскопами, позволяющими проводить дополнительные исследования и определять более широкий набор параметров.
- Можно проводить морфологические исследования, исследовать фазовые переходы (превращения), изучать явления адсорбции.
- Доступны различные варианты, для стандартных и инвертированных микроскопов.

Ванна «High Compression» – обеспечивающая высокую степень сжатия

- Обеспечивается увеличенная степень сжатия (молекул в монослое).
- Подходит для исследований молекул с высокой способностью к сжатию (сжимаемостью), таких как фосфолипиды.
- Увеличенное рабочее пространство, позволяющее использовать дополнительный инструментарий для определения характеристик и параметров.

Ванна «Ribbon Barrier» – с ленточными барьерами

- Удобный способ нанесения поверхностно-активных веществ.
- Подходит для применения в тех случаях, когда необходимо обеспечить сверхвысокое поверхностное давление.

Ванны категории «Custom» – изготовленные в соответствии с требованиями пользователя

- Ванны категории «Custom» изготавливаются по индивидуальным заказам, в соответствии с требованиями пользователей.
- Пользователь может указать требуемые размеры, формы, конструкционные материалы, или описать предполагаемую сферу применения.

Вспомогательное оборудование и инструментарий для определения параметров

Компания Biolin Scientific предлагает своим клиентам широкий ассортимент дополнительных инструментов, используемых при проведении самых разных исследований. Например:

Для исследований тонкопленочных покрытий:

- Держатель Ленгмюра-Шефера для проведения горизонтального осаждения (когда плоскость подложки располагается параллельно поверхности субфазы с нанесенным монослоем).
- Микроскоп «MicroVAM» для проверки качества плавающей пленки Ленгмюра; проверка проводится до начала процедуры осаждения («VAM» – «Brewster Angle Microscope» - поляризационный микроскоп с углом Брюстера (углом полной поляризации)).
- Средства, обеспечивающие регулирование и мониторинг (непрерывное отслеживание) температуры в контролируемой зоне осаждения (при нанесении покрытий).



KSV NIMA SPOT

Для исследований, проводимых по методу Ленгмюра:

- Прибор для измерения поверхностного потенциала (SPOT), используемый для определения ориентации молекул.
- Канал для ввода проб, используется в процессе изучения явлений адсорбции.
- Межфазный реометр – прибор для определения реологических свойств поверхности раздела при сдвиге (ISR); используется в ходе исследований, проводимых в целях определения стабильности эмульсии и пены.



KSV NIMA ISR

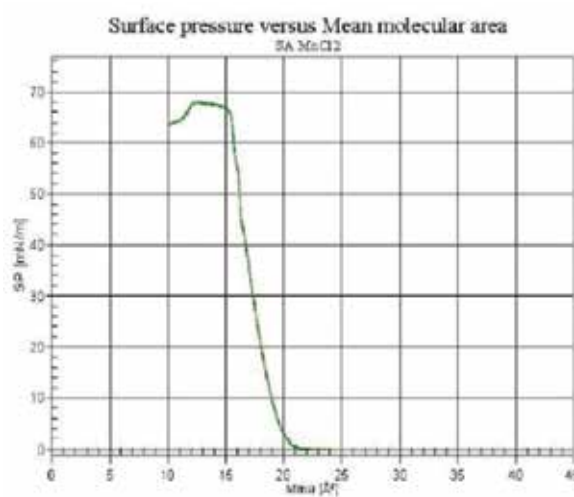
Программное обеспечение KSV NIMA LB (ЛБ, Ленгмюра-Блоджетт)

Программное обеспечение «KSV NIMA LB» – это мощное средство, управляющее всем инструментарием, необходимым для создания покрытий и изучения пленок Ленгмюра. Программное обеспечение «KSV NIMA LB» создавалось на основе 30-летнего опыта, поэтому содержит все инструменты, обеспечивающие эффективность и удобство как во время проведения измерений, так и в режиме обработки данных.

Универсальные режимы измерений позволяют выполнять все виды измерений, начиная с погружения и кончая построением изотерм сжатия, а также используются для изучения явлений адсорбции и определения реологических свойств поверхностей раздела.

Функциональные возможности, реализуемые при помощи измерительного оборудования:

- Контролирование режима нанесения покрытия: контролируется процесс нанесения слоя материала (на поверхность субфазы), а также значение параметра «коэффициент переноса», характеризующего эффективность покрытия; обеспечивается поддержание постоянной плотности упаковки (молекул в монослое) в течение всей процедуры погружения.
- Построение изотерм сжатия / расширения, характеризующих межмолекулярные взаимодействия и фазовые переходы (превращения).
- Построение изохор / изобар, для чего в автоматическом режиме поддерживается заданное давление и затем изменяется температура или площадь.
- Исследования кинетики монослоя, необходимые для проведения ферментных реакций, реакций полимеризации или любых других реакций нулевого порядка.
- Исследования явлений адсорбции и пенетрации (глубины проникновения) ферментов, белков, пептидов и подобных молекул.
- Определение реологических свойств поверхностей раздела, исследование вязкоупругих свойств пленок Ленгмюра, определение степени стабильности эмульсии или пены, осуществляемое согласно методу, использующему колебания, генерируемые барьерами.
- Интегрированные функции инструментария KSV NIMA, используемого для определения характеристик и параметров, обеспечивают, например, автоматическое построение изображения на основе показаний величины поверхностного давления, получаемых в случае, если в систему установлен микроскоп KSV NIMA «MicroBAM».



Моментальный снимок экрана программного обеспечения «KSV NIMA LB», на котором представлен график зависимости величины поверхностного давления от средней площади молекулярной зоны для стеариновой кислоты на воде (с добавленной солью) – $MnCl_2$.

Более полное описание вспомогательного оборудования можно найти на сайте компании:

<http://www.bioline.com/ksvnima/products/>

Комплексное решение задач, связанных с изготовлением и исследованием тонкопленочных покрытий, предлагаемое компанией Biolin Scientific

Мощный инструмент для создания покрытий, состоящих из наночастиц

Комплект KSV NIMA «Thin Film Coating» («Тонкопленочное покрытие») – готовое решение, подходящее, например, для создания покрытий, состоящих из наночастиц, в условиях, обеспечивающих максимальный контроль процесса.

В комплект входят все стандартные инструменты, необходимые для проведения осаждения, а также большой пакет комплексных решений.

Комплект дает возможность:

- Получать покрытия путем осаждения слоя на вертикально расположенную подложку методом Ленгмюра-Блоджетт.
- Получать покрытия путем осаждения слоя на горизонтально расположенную подложку методом Ленгмюра-Шефера.
- Проверять качество пленки перед осаждением с помощью поляризационного микроскопа с углом Брюстера (микроскопа «BAM»).
- Строить изотермы и проводить другие эксперименты с применением метода Ленгмюра, позволяющие исследовать свойства плавающих пленок и изучать взаимодействия молекул или частиц.



Ванна Ленгмюра-Блоджетт, KSV NIMA «Medium»

Основные преимущества, получаемые благодаря использованию продукции KSV NIMA: комплексное решение задач, связанных с изготовлением и исследованием тонкопленочных покрытий

- Точное регулирование толщины и плотности упаковки монослоя (тонкой пленки).
- Однородность осажденного слоя на больших площадях.
- Возможность получения многослойных структур с изменяемым сочетанием слоев.
- Осаждение может быть выполнено на твердую подложку любого вида.
- Поляризационный микроскоп с углом Брюстера («BAM») дает возможность проверить качество молекулярного слоя до начала осаждения.



Микроскоп KSV NIMA «MicroBAM»



Держатели для проведения осаждения на горизонтально расположенную подложку методом Ленгмюра-Шефера



Держатель LS (Ленгмюра-Шефера) на основе небольшого вакуумного насоса.



Держатель LS (Ленгмюра -Шефера) на основе большого вакуумного насоса.

	Small	Medium	Liquid-Liquid Medium	Large	Liquid-Liquid High Compression	High Compression	Alternate
Площадь поверхности (см ²)	98	273	269 (197*)	841	580 (423*)	587	586 (x2**)
Внутренние размеры верхней части ванны (длина x ширина x высота, мм)	195 x 50 x 4	364 x 75 x 4	364 x 74 x 7 (364 x 54 x 10*)	580 x 145 x 4	784 x 74 x 7 (784 x 54 x 10*)	782 x 75 x 5	782 x 75 x 5 (x2**)
Максимальная степень сжатия	5,2	10,8	10,8	18	24,7	24,7	3,9
Скорость передвижения барьера (мм/минута)	0.1...270	0.1...270	0.1...270	0.1...270	0.1...270	0.1...270	0.1...270
Диапазон измерений весов (мН/м)	0...300	0...300	0...300	0...300	0...300	0...300	0...300
Максимально допустимая нагрузка на весы (г)	1	1	1	1	1	1	1
Разрешающая способность весов (мкН/м)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Верхняя часть ванны Ленгюра	•	•	-	•	•	•	-
Полный объем субфазы (мл)	39	109	-	336	406 (212*)	293	-
Верхняя часть ванны Ленгюра-Блоджетт	•	•	•	•	-	-	•
Полный объем субфазы (мл)	57	176	450	578	-	-	1400
Размеры резервуара для погружения (длина x ширина x высота, мм)	20 x 30 x 30	20 x 56 x 60	20 x 54 x 60	20 x 110 x 110	-	-	Полукруглость, радиус 75; глубина 74
Максимальный размер образца (подложки) (толщина x ширина x высота, мм)	3 x 26 x 26 (1 дюйм)	3 x 52 x 56 (2 дюйм)	3 x 50 x 56	3 x 106 x 106 (4 дюйм)	-	-	3 x 30 x 50 (минимальная высота 30 мм)
Скорость погружения (мм/минута)	0,1...108	0,1...108	0,1...108	0,1...108	-	-	0,1...108
Верхняя часть ванны для стандартного микроскопа	•	-	-	-	-	-	-
Верхняя часть ванны для инвертированного микроскопа	-	•	-	-	-	-	-
Верхняя часть ванны для ленточного барьера	-	•	-	-	-	-	-
Совместимо с							
KSV NIMA PM-IRRAS	•	•	-	•	-	•	-
KSV NIMA ISR	-	-	-	-	•	•	-
KSV NIMA MicroBAM	-	•	-	•	-	•	•
KSV NIMA BAM	-	-	-	•	-	-	-
KSV NIMA SPOT	-	•	•	•	-	•	-

* Ванна «Liquid-Liquid» («жидкость - жидкость», для двух несмешивающихся жидкостей) глубже стандартной ванны, поскольку в ней будет содержаться сразу две жидких фазы. Значение в скобках соответствует месту расположения нижней фазы (другое значение относится к верхней фазе).

** Ванна «Alternate», предназначенная для осаждения тонких пленок, состоит из двух отдельных отделений, в каждом из которых должен содержаться монослой одного из двух разных материалов, используемых для создания многослойных покрытий.

• : доступно
- : недоступно / неприменимо

Small - Ванна «SMALL» (небольшая).

Medium - Ванна «MEDIUM» (средняя).

Liquid-Liquid Medium - Ванна для систем «Liquid-Liquid» («жидкость-жидкость», для двух несмешивающихся жидкостей).

Large - Ванна «LARGE» (большая).

Liquid-Liquid High Compression - Ванна для систем «Liquid-Liquid» («жидкость-жидкость», для двух несмешивающихся жидкостей), обеспечивающая высокую степень сжатия (молекул в монослое).

High Compression - Ванна «HIGH COMPRESSION», обеспечивающая высокую степень сжатия (молекул в монослое).

Alternate - Ванна «ALTERNATE» (альтернативного типа, для проведения экспериментов с применением погружения).



Каждый из этих четырех цветов, используемых в таблице, соответствует одной раме опорной конструкции, используемой для установки ванны).

Все верхние части ванны, промаркированные одинаковым цветом (одним из четырех), могут быть установлены на одну и ту же раму, в соответствии с принципом модульности.

Biolin Scientific AB
SE-426 77 Västra Frölunda
T.: +46 31 769 7690
E-mail: info@biolinscientific.com
www.biolinscientific.com



«МИЛЛАБ»

127247, Москва,
Дмитровское ш., д. 100, стр. 2
Бизнес-центр «Норд Хаус»
T: +7 (495) 933-71-47
info@millab.ru

Филиалы:

«МИЛЛАБ Санкт-Петербург»

197342, Санкт-Петербург,
ул. Белоостровская, д 17, к. 2, офис 804,
Бизнес-центр «АВАНТАЖ»
T: +7 (812) 612-99-80
spb@millab.ru

«МИЛЛАБ Урал»

620078, Екатеринбург,
ул. Коминтерна д. 16, офис 624
T: +7 (343) 287-29-14
ekb@millab.ru

«МИЛЛАБ Юг»

350015, Краснодар,
ул. Путевая, д. 1, офис. 615
T: +7 (861) 201-14-27
+7 (861) 201-18-27
south@millab.ru

«МИЛЛАБ Сибирь»

630090, Новосибирск,
ул. Инженерная, 4а, оф. 625, 626
T: +7 (383) 363-09-00
sibir@millab.ru