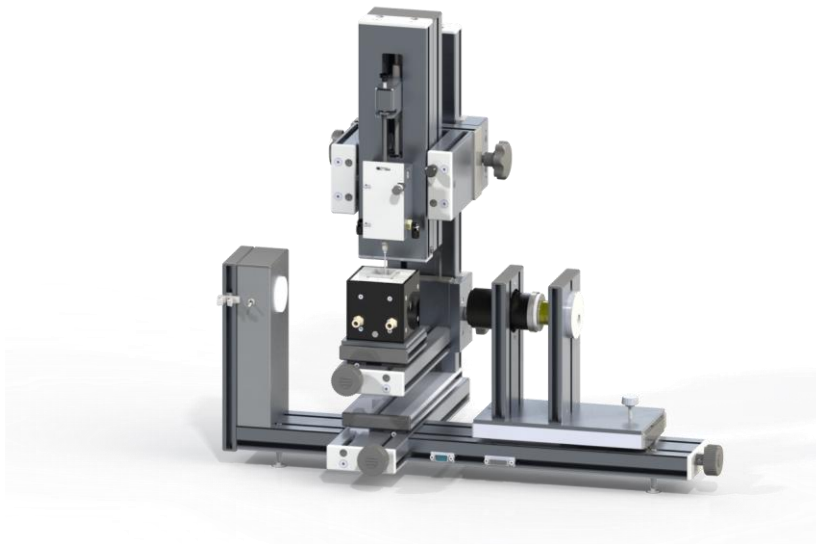




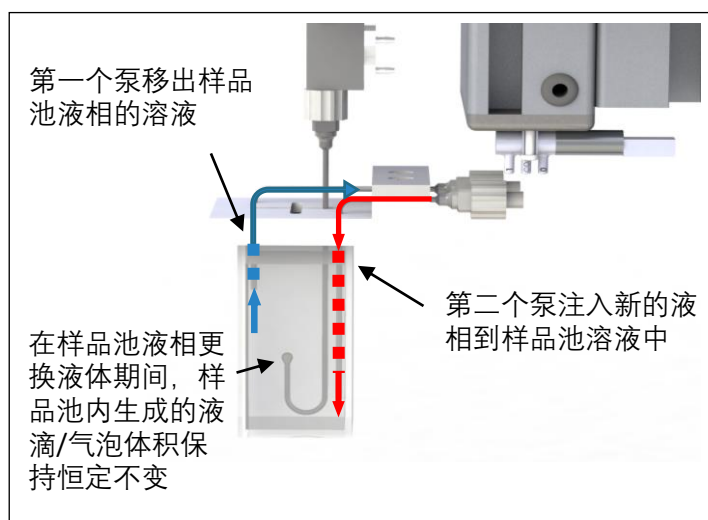
TRACKER™ 相转换



TRACKER™ 重相转换

在分析液滴或气泡形状的基础上测量表面或界面张力，可以提供关于表面活性剂吸附动力学的有用信息。然而，它不允许对解吸动力学进行研究。因此，仅靠这种技术很难评估吸附的可逆性问题。

重相交换选项通过在测量过程中更换样品池液体，并同时测量样品池溶液中生成的气泡的表面张力或生成的不混融的液滴的界面张力的变化，来完成该技术。理想的混合条件是通过搅拌并保持样品池内的恒定流速来完成。



该模块更适合交换液相。它允许在保持液滴体积恒定的情况下，用另一种溶液替代在样品池中已有的溶液。用户选择液体流速，软件控制注射周期。

被研究的表面活性剂溶液要么更换到样品池中，要么用水替换出样品池，这使得直接研究表面活性剂（如蛋白质，聚合物等）在界面上的**吸附/解吸动力学**成为可能。它还提供了研究这些表面活性剂在界面上相互作用的信息。

重相相转换选项完全由软件控制。它可以在以下情况下执行：

- 测试过程中
- 非测试中

⇒ 可编程序列

- 重相交换的执行周期
- 滴相交换的执行周期

⇒ 可启动序列

- 在选定的时间下（由用户自定义）
- 随测试启动
- 任意时刻点击开始键启动

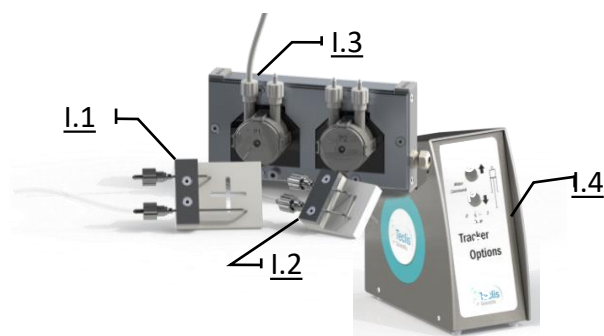
⇒ 可变换的交换速度

- 泵的交流速度可以在任意时刻改变（在泵的 0%-100% 最大流速之间）
- 泵最小流速 0,1ml/min
- 泵最大流速 20ml/min（取决于样品液粘度）

⇒ 当重相/滴相在样品池进行交换时，以下任何形式的测试都可进行

- 表/界面张力测试
- 界面流变测试：振荡模式, 脉冲模式...

⇒ 测试中，泵的速度可保存。它可以在显示参数栏中的泵速中显示。



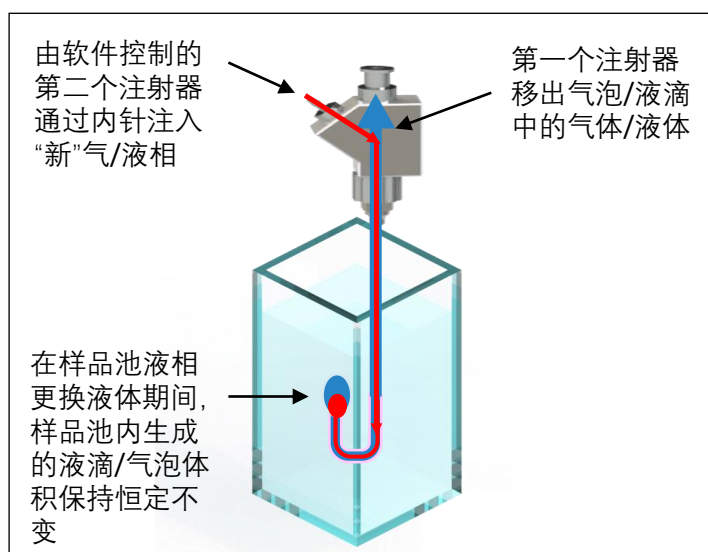
测试过程中，样品池液相被替换	1.1	25ml 样品池顶盖
	1.2	5 mL 样品池顶盖
	1.3	双泵
	1.4	手动控制模块

技术规格	
兼容性	TRKS, TRKH, TRKCMC
替换速度	0,1 – 20ml / min
适用体积	气/液 和 液/液 界面

TRACKER™ 滴相转换

在分析液滴或气泡形状的基础上测量表面或界面张力，可以提供关于表面活性剂吸附动力学的有用信息。然而，它不允许对解吸动力学进行研究。因此，仅靠这种技术很难评估吸附的可逆性问题。

滴相转换选项是通过测试过程中替换气泡/液滴，同时测试替换过程中表界面张力的变化。这项技术是通过借助于双同轴毛细管替换气/液，同时保持气泡/液滴体积恒定来完成的。替换速率可自由设定，软件控制替换周期和时间。



该模块提供与样品池中的重相相交换相同的测量。它非常适用于气相交换，但对于研究较小体积的油和交换不透明的油相也非常有用，因为这些油相只能通过较清的水相生成油滴来完成测试。

最后，滴相转换选项允许您测量不同成分在液体/液体界面上的连续吸附，除了从混合溶液中进行经典的同步吸附测量外。并且，例如，在连续添加另一种表面活性剂后，预吸附的蛋白质的运动可以通过这种技术成功地研究。

滴相相转换选项完全由软件控制。它可以在以下情况下执行：

- 测试过程中
- 非测试中

⇒ 可编程序列

- 重相交换的执行周期
- 滴相交换的执行周期

⇒ 可启动序列

- 在选定的时间下（由用户自定义）
- 随测试启动
- 任意时刻点击开始键启动

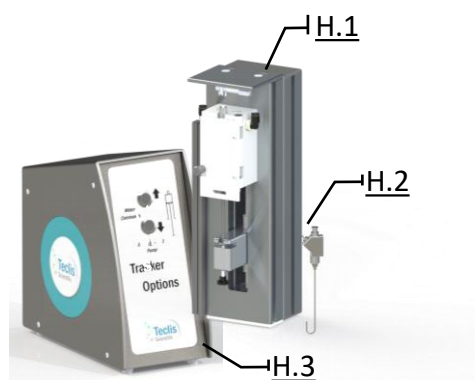
⇒ 可变换的交换速度

- 注射器的交换流量可以在任意时刻改变（在注射器的 0%- 100% 最大流速之间）
- 注射器最小注入速度 0.01 $\mu\text{l/s}$
- 注射器最大注入速度 20 $\mu\text{l/s}$ （取决于样品液粘度）

⇒ 当重相/滴相在样品池进行交换时，以下任何形式的测试都可进行

- 表/界面张力测试
- 界面流变测试：振荡模式, 脉冲模式...

⇒ 测试中，泵的速度可保存。它可以在显示参数栏中的泵速中显示。



测试过程中，滴相被替换	H.1	双注射器支架
	H.2	注射器间的3通阀门
	H.3	手动控制模块

技术规格	
兼容性	TRKS, TRKH, TRKCMC
替换速度	0,01 – 20 $\mu\text{l/s}$
体系	气/液 和 液/液 界面

TRACKER™ 相转换的应用实例

如何控制界面压力

界面上表面活性分子的存在改变了其物理化学性质。这些变化的幅度，可以用表面压力来表征，很大程度上取决于表面浓度。

表面压力 Π 是指在表面活性分子存在下，纯界面与界面之间的界面张力差。

$$\Pi = \gamma_0 - \gamma$$

式中， γ_0 对应于两纯相之间的界面张力，且 γ 为测量的表面张力。要很好地理解表面活性负载界面作为表面压力的函数，需要改变表面浓度。这个浓度的控制可能很复杂。事实上，平衡时的表面压力是由分子的吸附动力学及其初始浓度决定的。

磷脂是脂滴单层和生物膜的主要成分，在其结构和稳定方面起着重要作用。

如图1所示，涂有磷脂的油/水界面已被用于产生不同表面压力的界面。

利用界面流变仪Tracker™可以精确地实时控制和调节界面的表面压力。

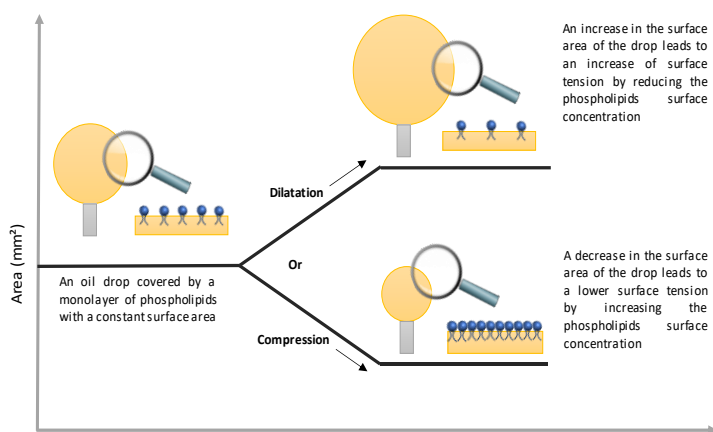


图1: 实验过程中磷脂涂层油/水界面面积随时间的变化

实验方案包括4个步骤:

1. 在缓冲溶液中形成油滴。
2. 测试过程中， $t = 100$ 秒时，将制备的单层 (100nm) 囊泡磷脂，使其在缓冲溶液中达到 0.005% (w/w) 的浓度。
3. 在1500秒。液相被新鲜的缓冲液替换，以去除未被吸附的磷脂。
4. 通过增加或减少滴体积，即滴面积，控制界面压。

图2 显示了油/水界面的表面张力随时间的变化。初始张力为32mN/m，与文献[1-4]一致。

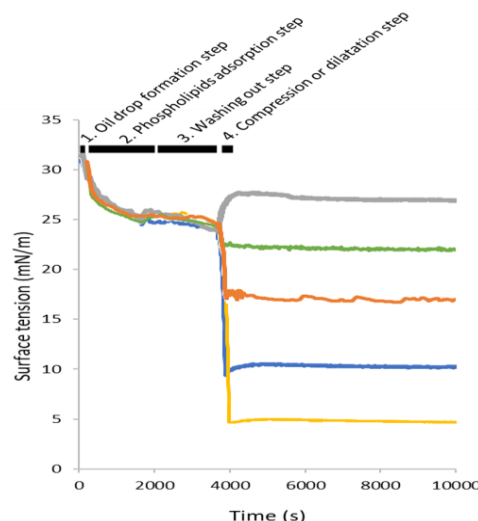


图2: 三油酸甘油酯/水的界面张力随时间变化
界面压达到(灰色) 5 mN/m, (绿色) 9 mN/m, (橙色) 16 mN/m, (蓝色) 22 mN/m 和 (黄色) 28 mN/m。

在加入磷脂后，界面张力随时间缓慢下降；磷脂吸附在界面上。

液相的替换停止了磷脂的吸附，只有滴表面积的变化才能改变磷脂单层，从而改变磷脂单层的表面压。在本实例中，进行了一次滴面积的扩张，以降低表面压（即增加张力）；周进行了四次滴面积的压缩，以增加表面压（即降低张力）。

结论

界面的表面压力可以通过界面流变仪Tracker来控制。特定的或定制的界面可以模拟不同的界面系统，研究不同界面压力下的流变特性。因此，有可能找出界面的构造块，研究一个或多个连续添加的分子的吸附，或确定分子的排阻压力。

References

- [1] Ledford, A. S.; Cook, V. A.; Shelness, G. S.; Weinberg, R. B., Structural and dynamic interfacial properties of the lipoprotein initiating domain of apolipoprotein B. Journal of lipid research 2009, 50 (1), 108-115.
- [2] Meyers, N. L.; Larsson, M.; Olivecrona, G.; Small, D. M., A pressure-dependent model for the regulation of lipoprotein lipase by apolipoprotein C-II. Journal of Biological Chemistry 2015, 290 (29), 18029-18044.
- [3] Bénarouche, A.; Habchi, J.; Cagna, A.; Maniti, O.; Girard-Egrot, A.; Cavalier, J.-F.; Longhi, S.; Carriere, F., Interfacial properties of NTAII, an intrinsically disordered protein. Biophysical journal 2017, 113 (12), 2723-2735.
- [4] Xu, T.; Rodriguez-Martinez, V.; Sahasrabudhe, S. N.; Farkas, B. E.; Dungan, S. R., Effects of Temperature, Time and Composition on Food Oil Surface Tension. Food Biophysics 2017, 12 (1), 88-96.

参考文献

相转换下的界面流变

Le Tirilly, S.; Tregouët, C.; Reyssat, M.; Bône, S. p.; Geffroy, C. d.; Fuller, G.; Pantoustier, N. g.; Perrin, P.; Monteux, C. c., Interfacial rheology of hydrogen-bonded polymer multilayers assembled at liquid interfaces: Influence of anchoring energy and hydrophobic interactions. *Langmuir* **2016**, *32* (24), 6089-6096.

Yang G.; O'Duill M.; Gouverneur V.; Krafft M.P., Hydrophobic interaction-driven recruitment and immobilisation of a fluorinated biomarker across an interfacial phospholipid film using a fluorocarbon gas. *Angew. Chem.* **2015**, *127*, 8522-8526

Wang L.B.; Mei X.; Atkinson D.; Small D. M., Surface behavior of apolipoprotein A-I and its deletion mutants at model lipoprotein interfaces. *Journal of Lipid Research* **2014**, *55*, 478-492

Curschellas C.; Gunes D. Z.; Deyber H.; Watzke B; Windhaba E.; Limbachb H. J., Interfacial aspects of the stability of polyglycerol ester covered bubbles against coalescence. *Soft Matter* **2012**, *8*, 11620

Meyers N. L.; Wang L.; Small D. M., Apolipoprotein C-I binds more strongly to phospholipid/triolein/ water than triolein/water interfaces: a possible model for inhibiting cholesterol ester transfer protein activity and triacylglycerol-rich lipoprotein uptake. *Biochemistry* **2012**, *51*, 1238-1248

Babak V. G.; Auzely R.; Rinaudob M.;Khokhlova A.R.; Interfacial layer-by-layer interpolyelectrolyte complex formation studied by flow dilational rheometry. *Mendelev commun.* **2005**, *15*(6), 239-241