

## عنوان درس: فرآیندهای سطح در جامدات (Solid Surface Processes)

مقطع تحصیلی: دکتری

تعداد واحد: ۴

ترم تحصیلی: نیمسال دوم ۱۴۰۱-۱۴۰۰

استاد درس: دکتر مشفق

ساعات درس: شنبه‌ها و دوشنبه‌ها ۱۰:۳۰ - ۸:۳۰

این درس بین‌رشته‌ای مشتمل بر پنج بخش اصلی است که مباحث مربوط به فیزیک، شیمی، فرآیند، فناوری و کاربردهای آن در سطوح، لایه‌های نازک و فصل مشترک جامدات مختلف را با سرفصل‌های زیر، ارائه می‌کند:

### ۱- مبانی سطح

۱-۱ تاریخچه علم سطح

۲-۱ ویژگی‌ها و خواص سطح

۳-۱ حساسیت سطح

۴-۱ مبانی علوم و فناوری خلأ

۵-۱ روش‌های تمیز کردن سطح

### ۲- نفوذ در سطح

۱-۲ سیستیک

۲-۲ مکانیزم

۳-۲ بررسی چند مثال کاربردی مهم (گاز-جامد)

### ۳- نفوذ در فصل مشترک

۱-۳ فرآیند سیلیساید کردن

۲-۳ فرآیند مهاجرت الکتریکی

۳-۳ بررسی چند مثال کاربردی مهم (جامد-جامد)

### ۴- مدل‌های رشد یک سطح جامد

۱-۴ لایه-لایه‌ای (Frank-van der Merwe)

۲-۴ جزیره- جزیره‌ای (Volmer-Weber)

۳-۴ لایه‌ای- جزیره‌ای (Stranski-Krastanov)

## ۵- واکنش‌های شیمیایی در سطح

۱-۵ جذب و دفع گازها

۲-۵ تجزیه مولکولی و نفوذ در سطح

۳-۵ سینتیک

۴-۵ مکانیزم

۵-۵ مدل‌های رایج مکانیزم واکنش‌ها (Langmuir-Hinshelwood , Eley-Rideal)

۶-۵ سطح فلزات

۷-۵ سطح اکسیدهای فلزی

۸-۵ نانوساختارهای سلسله مراتبی

## ۶- جامدات متخلخل و تخلخل پذیری

۱-۶ تعاریف و مفاهیم بنیادی

۲-۶ روش‌های ایجاد تخلخل و افزایش سطح موثر

۳-۶ معادلات و روش‌های اندازه‌گیری سطح موثر (BET، تخلخل سنجی توسط جیوه)

۴-۶ کاربردها

## ۷- بهبود خواص سطح (الکتریکی، اپتیکی و مکانیکی) به وسیله

۱-۷ باریکه یونی

۲-۷ لیزر

۳-۷ پلاسما

۴-۷ روش‌های سخت کردن سطوح

## ۸- فرآیند پلاسمای سرد

## ۹- فرآیند الکتروکرومیک

۱-۹ تحلیل فرآیند

۲-۹ مواد مناسب

۳-۹ معادلات و روش های اندازه گیری

۴-۹ کاربردها

## ۱۰- تنش در سطح و فصل مشترک ها

۱-۱۰ تحلیل فرآیند

۲-۱۰ معادلات و روش های اندازه گیری

۳-۱۰ مدل های رایج

۴-۱۰ بررسی چند مثال

## ۱۱- گذار فاز در دو بعد

### ۱۲- ذوب سطحی

۱-۱۲ مدل های رایج

۲-۱۲ تحلیل فرآیند

۳-۱۲ بررسی چند مثال

### ۱۳- کاربردهای فرآیندهای سطح

۱-۱۳ پدیده های آب دوستی / آب گریزی سطوح

۲-۱۳ صنایع شیمیایی، پتروشیمی و گاز (کاتالیست ها / فوتوکاتالیست ها)

۳-۱۳ انرژی

۱-۳-۱۳ تولید  $H_2$  از تجزیه فوتوکاتالیستی آب

۲-۳-۱۳ سلول های خورشیدی

۳-۳-۱۳ ابرخازن

۴-۱۳ محیط زیست (فوتوکاتالیست ها در واکنش تخریب رنگ ها، داروها و کاهش  $CO_2$ )

۵-۱۳ نانوساختارهای دوبعدی پساگرافن (TMD ،  $g-C_3N_4$  ، MXene)

۶-۱۳ سنسورهای گاز

۷-۱۳ پوشش های الکتروشیمیایی و مقاوم

1. K. Tamara, *Dynamic Processes on Solid Surfaces*, Springer, (2008).
2. Hans Luth, *Solid Surface, Interface and Thin Films*, Springer (2015).
3. D. Gupta, *Diffusion Processes in Advanced Technological Materials* (2005).
4. Boles, M. A.; Ling, D.; Hyeon, T.; Talapin, D. V. "The Surface Science of Nanocrystals", *Nature Materials*, 2016, 15, 141-153.
5. R.I. Masel, *Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surface*, (1996).
6. G.A. Somorjai, *Chemistry in Two Dimensions: Surfaces*, Cornell University Press, Ithaca (1981).
7. G.A. Somorjai, *Introduction to Surface Chemistry and Catalysis*, Wiley (1994).
8. John A. Venables, *Introduction to Surface and Thin Film Processes*, Cambridge Univ. Press, (2000). <http://venables.asu.edu/grad/appweb1.html>.
9. K. Kolasinski, *Surface Science: Foundations of Catalysis and Nano Science*, Wiley, 3rd, 2012.
10. A. Fujishima, X. Zhang, D. A. Tryk, "*TiO<sub>2</sub> Photocatalysis and Related Surface Phenomena*", *Surface Science Report*, 63, (2008) 515-582.
11. Bai, S.; Wang, L.; Li, Z.; Xiong, Y. "*Facet-Engineered Surface and Interface Design of Photocatalytic Materials*", *Advanced Science*, 2017, 4, 1600216
12. A. Z. Moshfegh, "*Nanoparticle Catalysts*", *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 42 (2009) 233001-233031 (**Review Article**).
13. M. Faraji, ..... A. Z. Moshfegh, "*Two-Dimensional Materials in Semiconductor Photoelectrocatalytic Systems for Water Splitting*", *Energy and Environmental Science*, 12, (2019), 59-95, (**Review Article**).
14. S. Samadi, A. Z. Moshfegh, "*Heterogeneous Photocatalysis by Organic Materials: from Fundamental to Applications*", in "*Current Developments in Photocatalysis and Photocatalytic Materials*", Elsevier, (2020), 457- 473, (**Book Chapter**).
15. A. Akhundi, A. Z. Moshfegh, A. H. Yangjeh, and M. Sillanpää "*Simultaneous Dual-Functional Photocatalysis by g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Based Nanostructures*" *ACS ES&T Engineering*, 2022, Accepted, (**Review Article**).

1. 2D Materials
2. Surface Sciences
3. Applied Surface Sciences
4. Nano Letters
5. Journal of Physical Chemistry C
6. Nanotechnology
7. Corrosion Science
8. Progress in Surface Science
9. Surface Reviews and Letters
10. Sensors and Actuators A & B
11. Journal of Catalysis
12. Nature Materials
13. Nature Physics, Nature Chemistry
14. J. Applied Physics
15. Applied Physics Letters
16. J. Vacuum Science and Technology A&B
17. J. Electron Device
18. IEEE Transaction on Electronic Devices
19. ACS Applied Materials & Interfaces