

KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ NANO

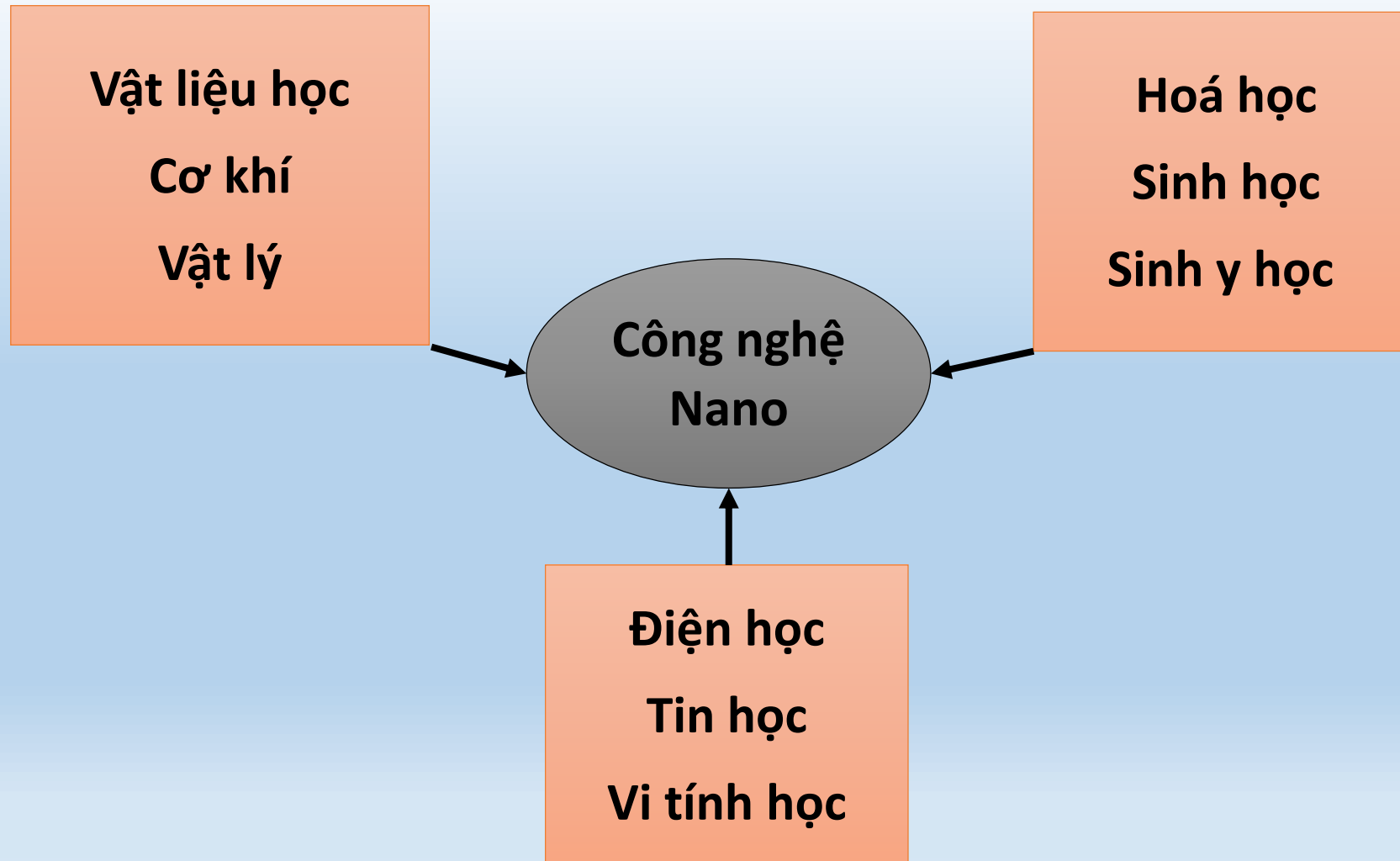
Nội dung tìm hiểu

BỀ MẶT VẬT LIỆU VỚI BÀI TOÁN THẤM ƯỚT

Mô hình : Hiệu ứng bề mặt lá sen & hiệu ứng cánh hoa hồng

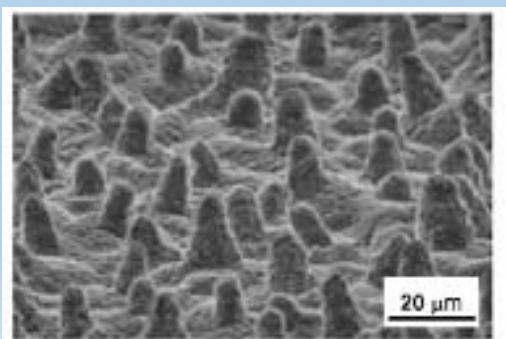
Thực hiện : Nguyễn Văn Thuận

1. Một chút về công nghệ Nano

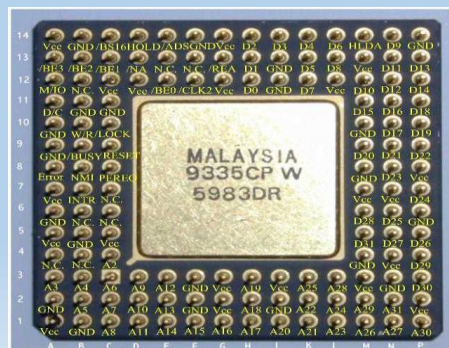


1. Một chút về công nghệ Nano

- Khoa học và công nghệ nano là một hoạt động nghiên cứu liên ngành đặt cơ sở của các môn học cổ điển và những thành quả nghiên cứu sẽ trực tiếp tác động trở lại đến các bộ môn này.
- Sản phẩm của khoa học công nghệ nano rất đa dạng và ứng dụng trên nhiều lĩnh vực khác nhau của đời sống như về vật liệu, công nghệ thông tin, thiết bị điện-điện tử, khoa học vũ trụ, cơ khí máy móc



Ứng dụng công nghệ nano giải thích tính cực ghét nước trên hoa sen



Chíp vi xử lý



Linh kiện điện tử IC

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bề mặt hay chính là mặt bên ngoài của vật liệu.
- Có một câu chuyện
- Đặc tính muôn hình muôn vẻ của bề mặt không những tùy thuộc vào tính chất khối hữu mà còn tùy vào mô dạng của bề mặt.
- Cái kì lạ và bất thường của bề mặt làm giáo sư **Wolfgang Pauli** (giải Nobel vật lý, 1945) có lần phải thốt lên :

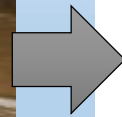
“God made solids, but surfaces were made by devils” (Chúa tạo ra chất rắn, nhưng bề mặt được ma quỷ làm nên).

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Khoa học bề mặt (surface sciences) là bộ môn quan trọng mà cơ sở của nó dựa trên năng lượng bề mặt (surface energy), sức căng bề mặt, lực mao quản, **độ thấm ướt** (wettability), sự bám dính và phức tạp hơn nữa là nhiệt động lực học bề mặt và sự tương tác giữa các phân tử ở bề mặt. Tất cả những yếu tố này gần như xuất hiện trong tất cả mọi sinh hoạt thường nhật của chúng ta.

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

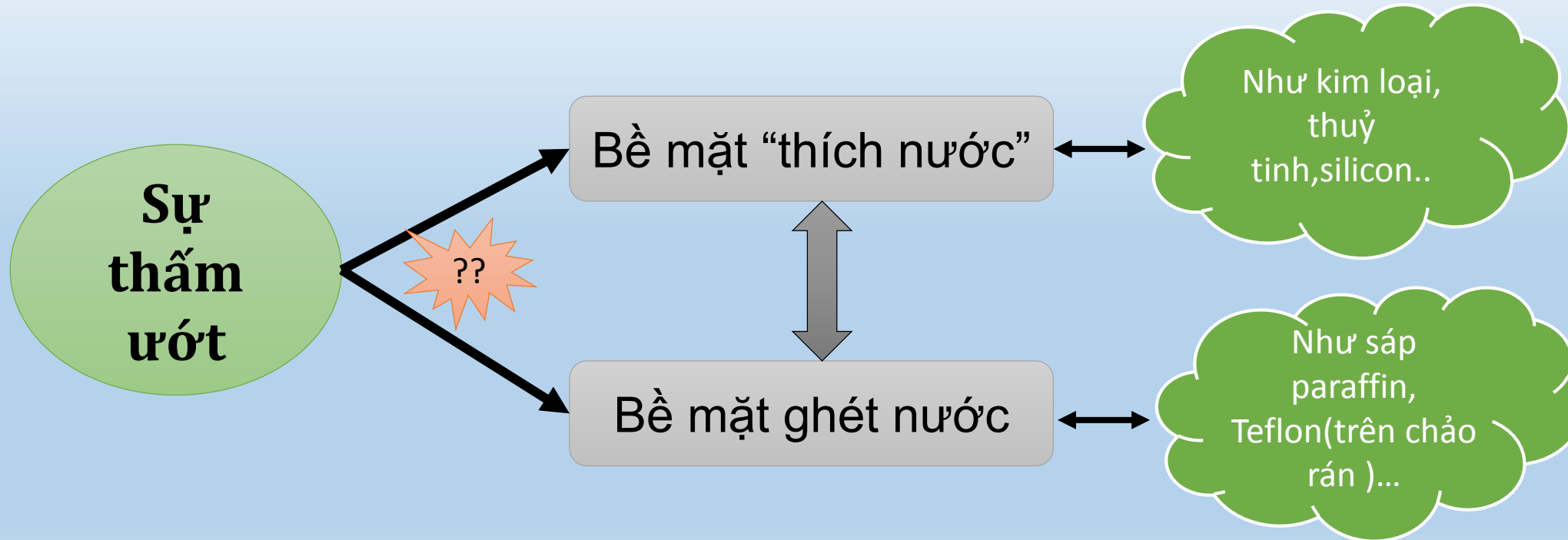
- Bài toán thấm ướt bề mặt -



Sự ra đời của bột giặt làm giảm sức căng bề mặt của nước, gia tăng sự thấm ướt trên mặt đồ giặt và chỉ cần tác động nhẹ của máy giặt đủ tẩy các vết nhơ, đã làm nhẹ gánh nội trợ của người phụ nữ trong sinh hoạt gia đình.

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

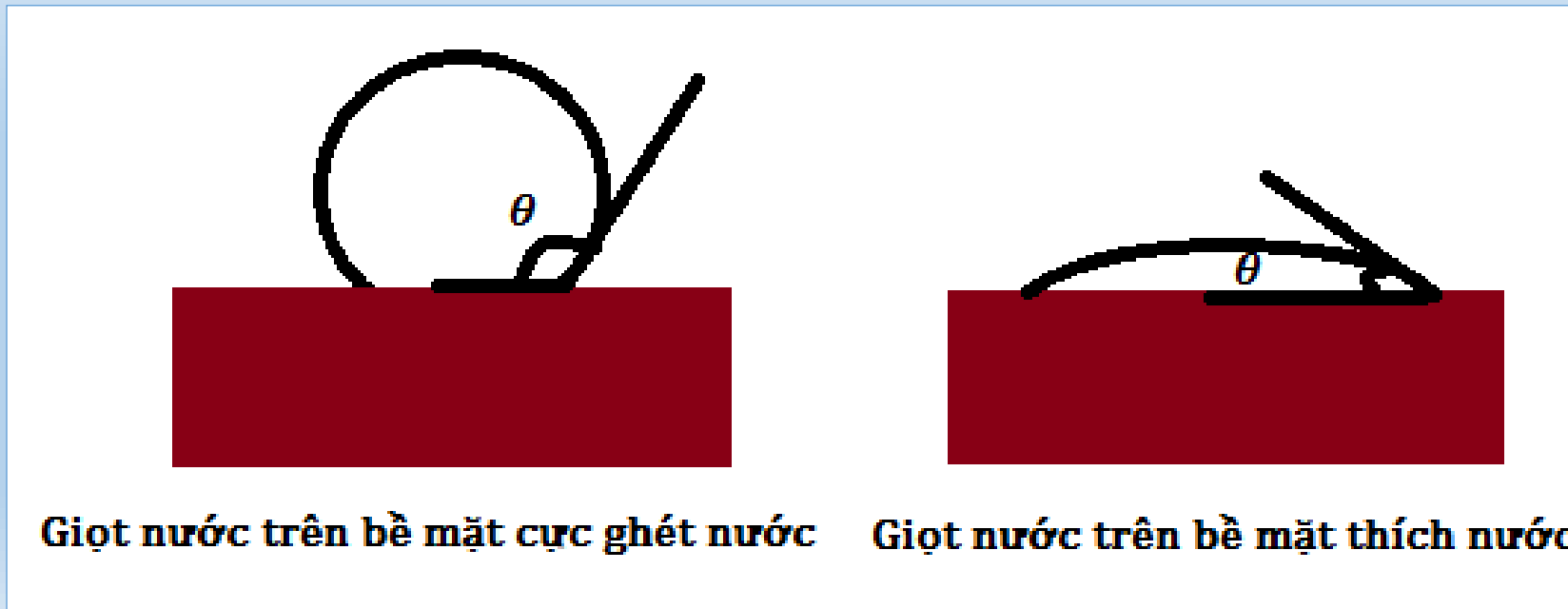
- Bài toán thấm ướt bề mặt -



2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

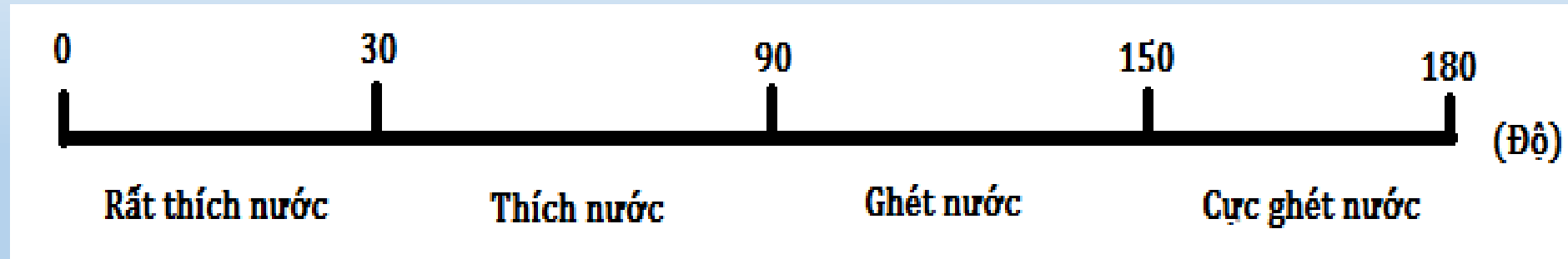
- Vậy sự khác biệt giữa bề mặt ghét nước và thích nước ở đây là gì ?
- Theo quan sát : Với θ (theta) là góc tiếp xúc giữa bề mặt chất lỏng (nước) và bề mặt của chất rắn



2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

- Thì khi đó ta có cái hiểu nôm na trước khi đi đến những minh chứng cụ thể như hình trên. Và ta có thang đo về mức độ thích nước của bề mặt chất rắn.



- Như vậy bề mặt ghét nước thì góc tiếp xúc sẽ lớn hơn 90° và thích nước thì góc tiếp xúc sẽ nhỏ hơn 90° , khi đó bề mặt chất rắn làm cho nước co lại thành hạt tròn giống như viên bi có thể di động qua lại dễ dàng quan sát trên thực tế.

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

Như vậy :

Nếu có sự tương thích giữa phân tử nước và phân tử chất rắn ta có *bề mặt thích nước*, càng tương thích góc tiếp xúc càng nhỏ đến 0.

Ngược lại, nếu chúng “ghét” nhau ta sẽ có hiện tượng các phân tử nước không giao thiệp với anh láng giềng chất rắn, giọt nước sẽ co tròn (như hình vẽ) và góc tiếp xúc trở thành góc tù, khi đó ta có *bề mặt ghét nước*

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

- Năm 1805, Y-âng đã có công thức nổi tiếng dựa vào sự cân bằng lực tại mặt tiếp giáp (hình vẽ):

$$\gamma_{SV} = \gamma_{LV} \cos \theta + \gamma_{SL}$$

$$\theta = 180^\circ \rightarrow \gamma_{SVmin}$$

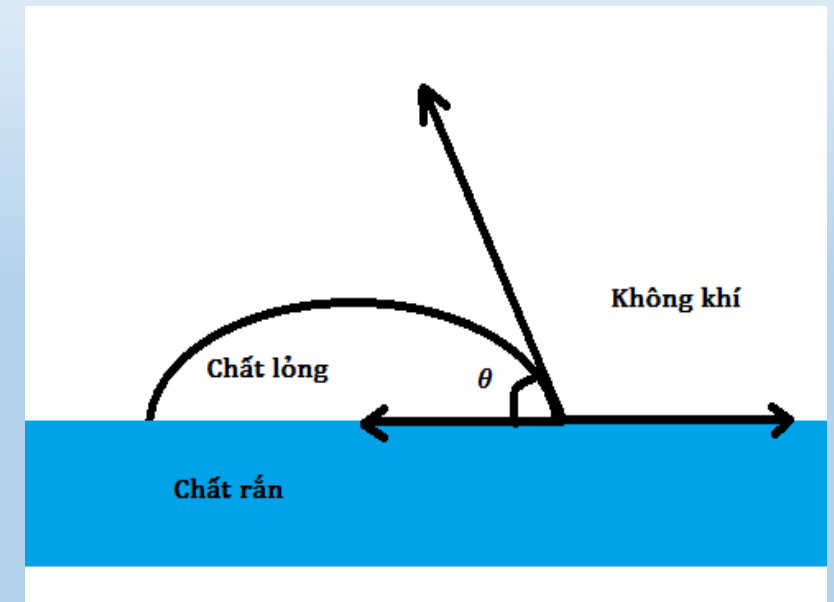
$$\theta = 0^\circ \rightarrow \gamma_{SVmax}$$

- Trong đó : θ – góc tiếp xúc

γ_{SV} – năng lượng bề mặt của chất nền

γ_{LV} – năng lượng bề mặt của chất lỏng

γ_{SL} – năng lượng giữa bề mặt tiếp xúc giữa chất nền và giọt chất lỏng



2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

- Theo định nghĩa , năng lượng bề mặt là năng lượng dùng để “bẻ đôi” một vật liệu.
- Ta có bảng giá trị năng lượng bề mặt của các vật liệu thông dụng :

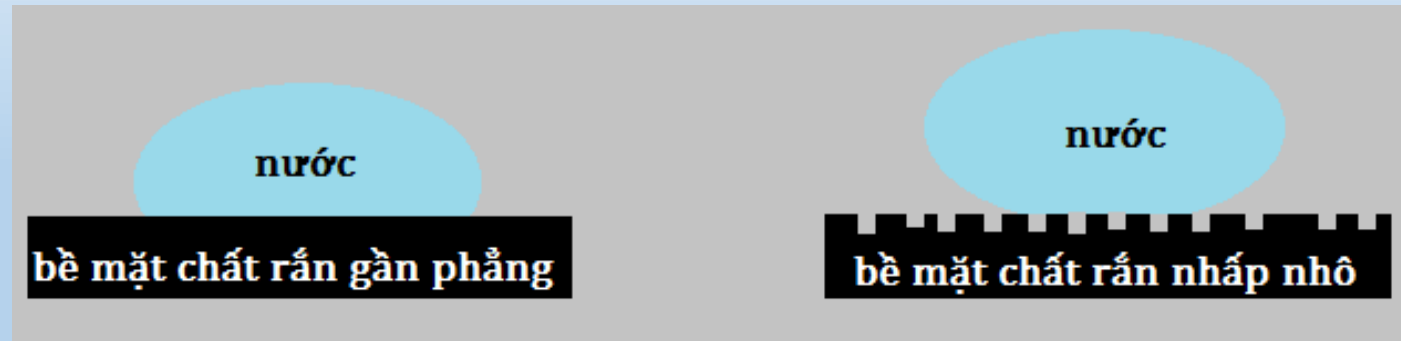
Vật liệu	Năng lượng bề mặt (Mj/m ²)
Kim cương	9820
Bạch kim	2340
Đồng	1670
Vàng	1410
Sắt	1360
Silicon	1240
Bạc	1140
Kẽm	830
Silica (thành phần chính của thủy tinh)	290
Sáp parafin	50
Polyethylene	32
Teflon	16

-> Năng lượng bề mặt càng lớn > càng thích nước
-> Năng lượng bề mặt càng nhỏ > càng kỵ nước

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

- Tuy nhiên một quan sát khác cho thấy khi giọt nước nhỏ lên bề mặt lồi lõm hay bề mặt rỗ của một thể xốp (porous) có nhiều chỗ thủng, góc tiếp xúc sẽ biến đổi.



=> Như vậy góc tiếp xúc không những tùy thuộc vào năng lượng bề mặt của chất nền mà còn bị ảnh hưởng bởi mô dạng của bề mặt. Hay nói cách khác : Lồi lõm làm bề mặt thích nước càng thích nước (góc thích nước nhỏ hơn) và bề mặt ghét nước càng ghét nước (góc tiếp xúc lớn hơn).

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

Công thức Cassie được dùng cho trường hợp bọt không khí bị kẹt dưới đáy giọt nước. Theo công thức này bọt không khí càng nhiều thì góc tiếp xúc càng lớn, tức là làm bề mặt càng ghét nước hơn.

Nếu bề mặt là một composite có hai thành phần 1 và 2, ta có :

$$\cos\theta' = f_1 \cos\theta_1 + f_2 \cos\theta_2$$

Trong đó : $f_1 + f_2 = 1$

- Với f_1 và f_2 là tỷ suất của thành phần 1 và 2 trong composite.
- θ' là góc tiếp xúc trên bề mặt composite.
- θ_1 là góc tiếp xúc khi bề mặt chỉ là thành phần 1
- θ_2 là góc tiếp xúc khi bề mặt chỉ có thành phần 2

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

- Như vậy, thành thử với thành phần thứ 2 của lớp bề mặt là không khí và góc $\theta_2 = 180^\circ$, khi đó công thức Cassie trở thành:

$$\cos\theta' = f_1 \cos\theta_1 - f_2.$$

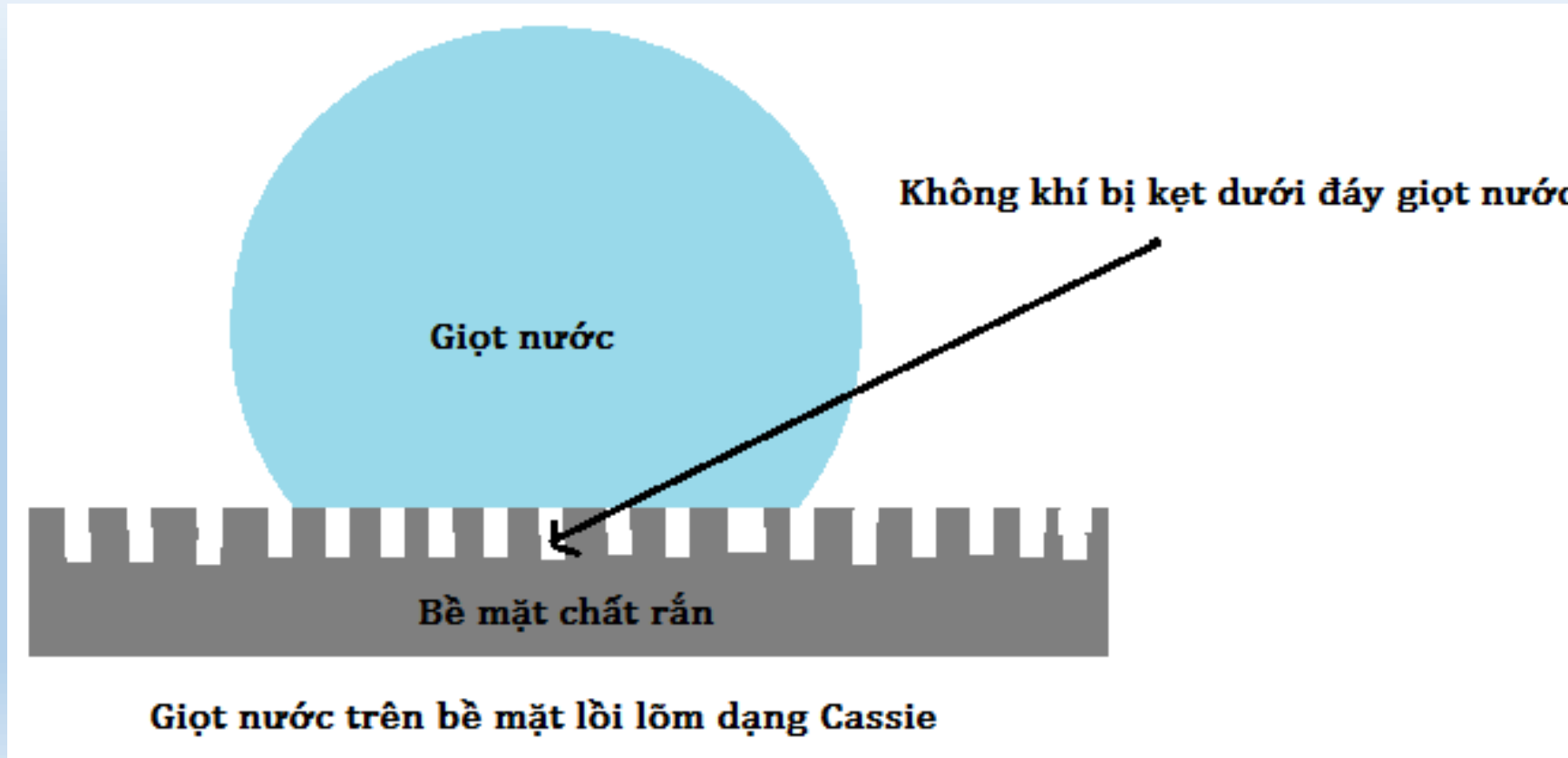
- Khi đó giả dụ những sợi lông là như vật liệu cực thích nước, $\theta_1 = 0^\circ$ và không khí chiếm 90% (tức $f_2 = 0,9$), khi đó công thức (2) trở thành :
- $\cos\theta' = -0,8 \Rightarrow \theta' = 143^\circ$

==> Vì vậy mặc dù các sợi lông có đặc tính cực thích nước nhưng vì có nhiều không khí nên bề mặt chiếc áo len hay lá cỏ vẫn là bề mặt ghét nước.



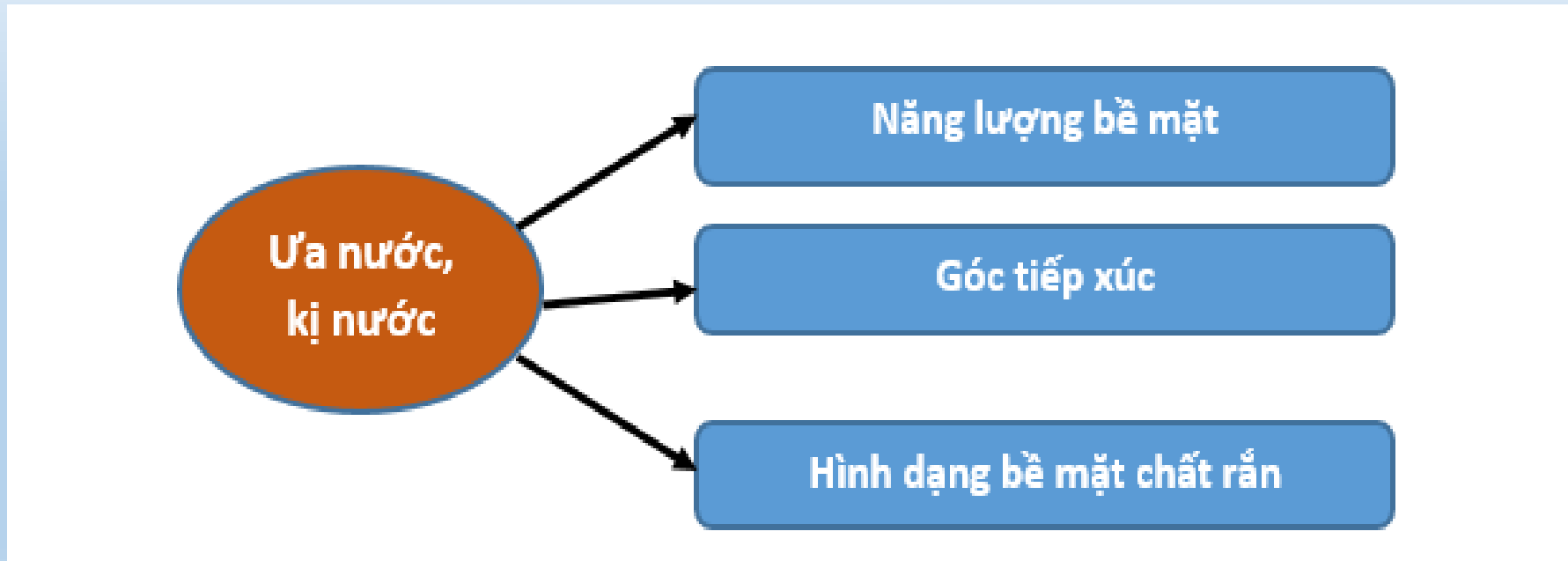
2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -



2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -



2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

2.1 CẤU TRÚC BỀ MẶT LÁ SEN

Giải thích hiện tượng thấm nước trên bề mặt lá sen

Tính cực
ghét
nước

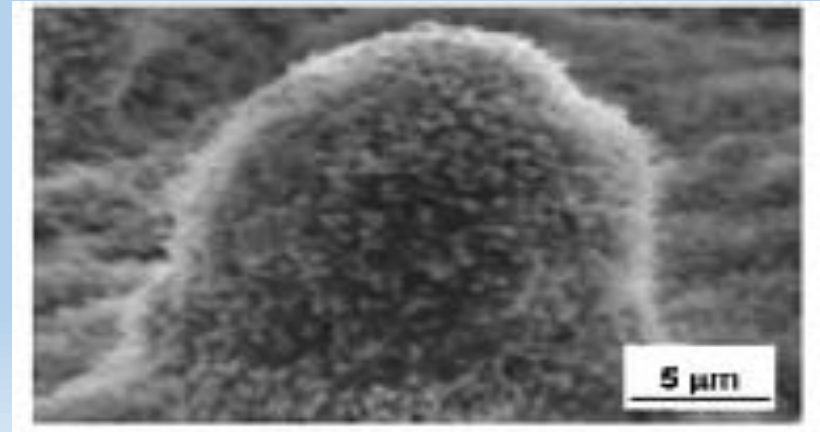
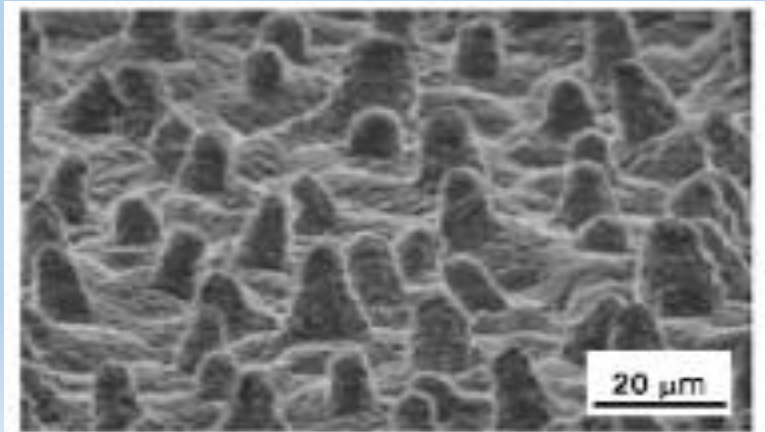
Tính tự
làm sạch
trên lớp
bề mặt



2. Bề mặt vật liệu dưới kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

- Cấu trúc lá sen là cấu trúc có thứ bậc.
- Vậy thứ bậc ở đây nên hiểu thế nào ?
 - Ở lá sen có cấu trúc hai thứ bậc : cụ thể khối u lớn trên mặt lá sen và rất nhiều các khối u nhỏ (kích thước nanomet) trên bề mặt của khối u lớn khi phóng đại khối u lớn.



2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

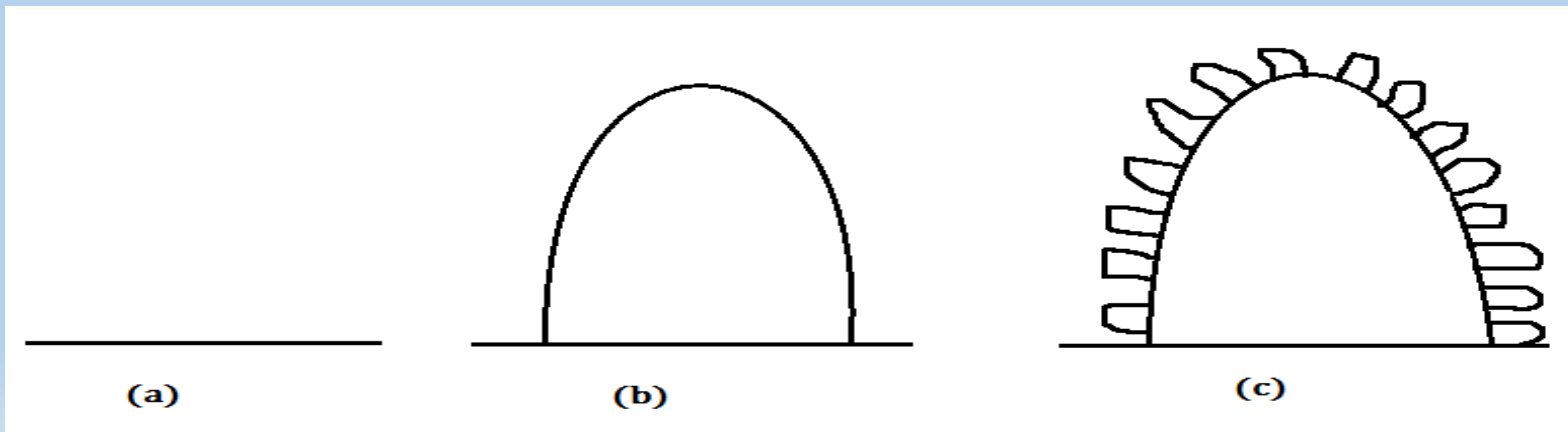
- Bài toán thấm ướt bề mặt -

- Về cơ bản mặt lá sen hình thành 3 lớp : thứ nhất là mặt nền, sau đó là các khối u micromet, kế đến là cấu trúc nanomet và sau cùng là lớp sáp phủ cực mỏng. Lớp sáp thực vật này là bề mặt ghét nước có năng lượng bề mặt thấp như sáp parafin.
- Theo lý thuyết của Wenzel (hay là của Cassie, Kossen), cấu trúc lỗ lổm, xì xì gia tăng tính ghét nước. Điều này được thấy rõ trên bề mặt lá sen. Bề mặt lá sen là một bề mặt cực ghét nước có góc tiếp xúc là 161° (theo kết quả tính toán).

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

- Vậy tại sao bề mặt lá sen lại cực ghét nước?
- Nếu xem xét bề mặt lá sen ở góc độ micromet và chỉ thấy các khối u lớn. Khi đó ở những chỗ bề mặt trơn với chất sáp (như dạng paraffin) có năng lượng bề mặt tương đối thấp làm cho bề mặt có tính ghét nước với góc tiếp xúc 104° chứ chưa là “cực ghét nước” .

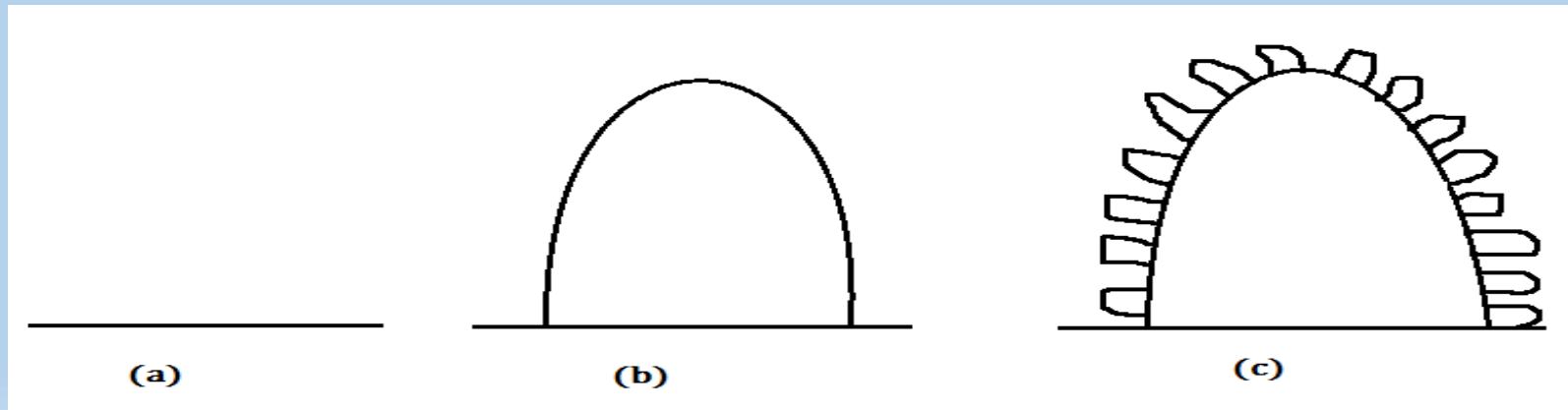


Hình. (a) bề mặt trơn với chất sáp, $\theta = 104^\circ$; (b) bề mặt với khối u lớn, $\theta = 150^\circ$; (c) bề mặt với khối u lớn và khối u nhỏ (nanomet), $\theta = 160 \div 180^\circ$.

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

- Xem xét trên bề mặt của các khối u lớn thì theo thuyết của Cassie đã cho thấy rõ từ thực nghiệm và góc tiếp xúc bây giờ đã lên 150° có dấu hiệu của tính cực ghét nước. Cho đến khi xem xét ở góc độ nano, trên các khối u lớn có vô vàn các khối u nhỏ li ti kích thước nanomet, cho đến khi này góc tiếp xúc đã dao động từ $160^\circ \div 180^\circ$ cho ta bề mặt lá sen cực ghét nước.



Hình. (a) bề mặt trơn với chất sáp, $\theta = 104^\circ$; (b) bề mặt với khối u lớn, $\theta = 150^\circ$; (c) bề mặt với khối u lớn và khối u nhỏ (nanomet), $\theta = 160^\circ \div 180^\circ$.

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

- => Các giọt nước có thể di chuyển một cách dễ dàng tự do trên bề mặt lá sen và cuốn theo bụi bặm cho lá sen tạo nên đặc tính tự làm sạch trên bề mặt lá sen (self-cleaning).
- Vậy đó cũng đã giải thích cho tính tự làm sạch trên bề mặt lá sen mà tính huống đặt ra.



Hình. Bụi bẩn bám trên bề mặt được cuốn tròn và trôi theo giọt nước trên bề mặt lá sen

=> Lá sen luôn giữ được sự tinh khiết như ban đầu mỗi khi bị bụi bẩn.

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

2.2 CẤU TRÚC BỀ MẶT HOA HỒNG

Giải thích “hiệu ứng
cánh hoa” trên bề
mặt cánh hoa hồng



Lý thuyết Cassie



2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

- Liệu có thể kết luận rằng “cực ghét nước” đồng nghĩa với sự “không bám dính” ?
- Hãy để ý khi đi dưới trời mưa phùn và đang khoác trên mình một chiếc áo len. Khi đó ta sẽ thấy những giọt mưa li ti lấm tẩm trên những sợi lông của sợi len trên áo và mặc dù ta có nghiêng hay đứng thẳng người và lướt nhẹ thì nó cũng vẫn bám trên đó. Nếu quan sát kỹ ta thấy có một số sợi lông còn xuyên qua cả giọt nước. Mà ta biết rằng sợi len vải là một bề mặt cực ghét nước, do đó mà *cực ghét nước không đồng nghĩa với sự không bám dính.*
- Để rõ hơn thì hãy cùng xem xét hiện tượng lý thú này qua “hiệu ứng cánh hoa hồng” .

2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

Quan sát giọt mưa trên cánh hoa hồng

Giọt nước
có dạng
tròn
=> Cánh
hoa có bề
mặt cực
ghét nước



Sự bám dính
trên bề mặt
cánh hoa cho
ta suy nghĩ
bề mặt đó
cũng thích
nước



2. Bề mặt vật liệu dưới kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

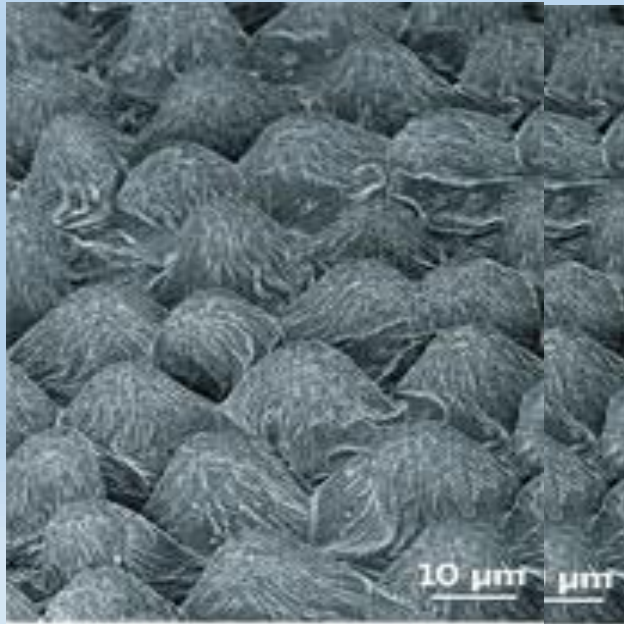
Cấu trúc vi mô trên bề mặt cánh hoa hồng ?

Bề mặt cánh hoa hồng cũng có cấu trúc hai thứ bậc

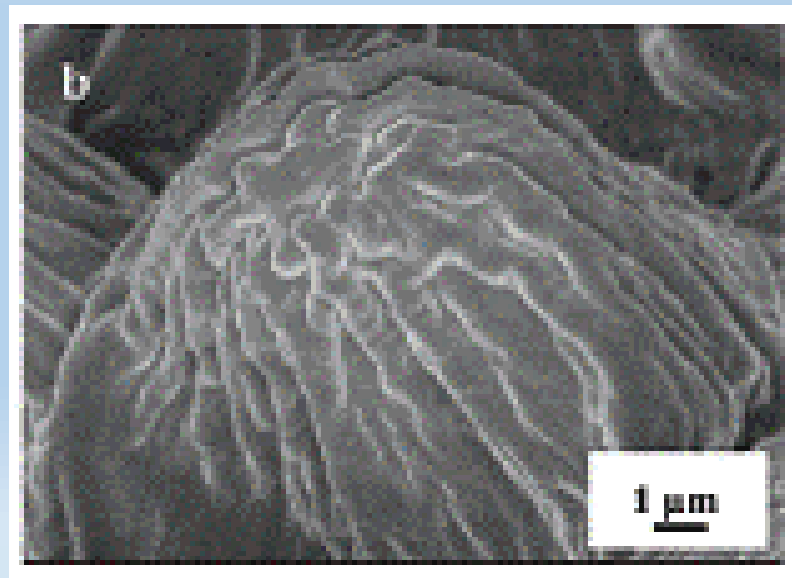
(1) Những “ngọn đồi” kích thước micromet nằm ngang dọc theo một trật tự nhất định

(2) Các khe (rãnh) trên các đỉnh đồi

(1)



(2)



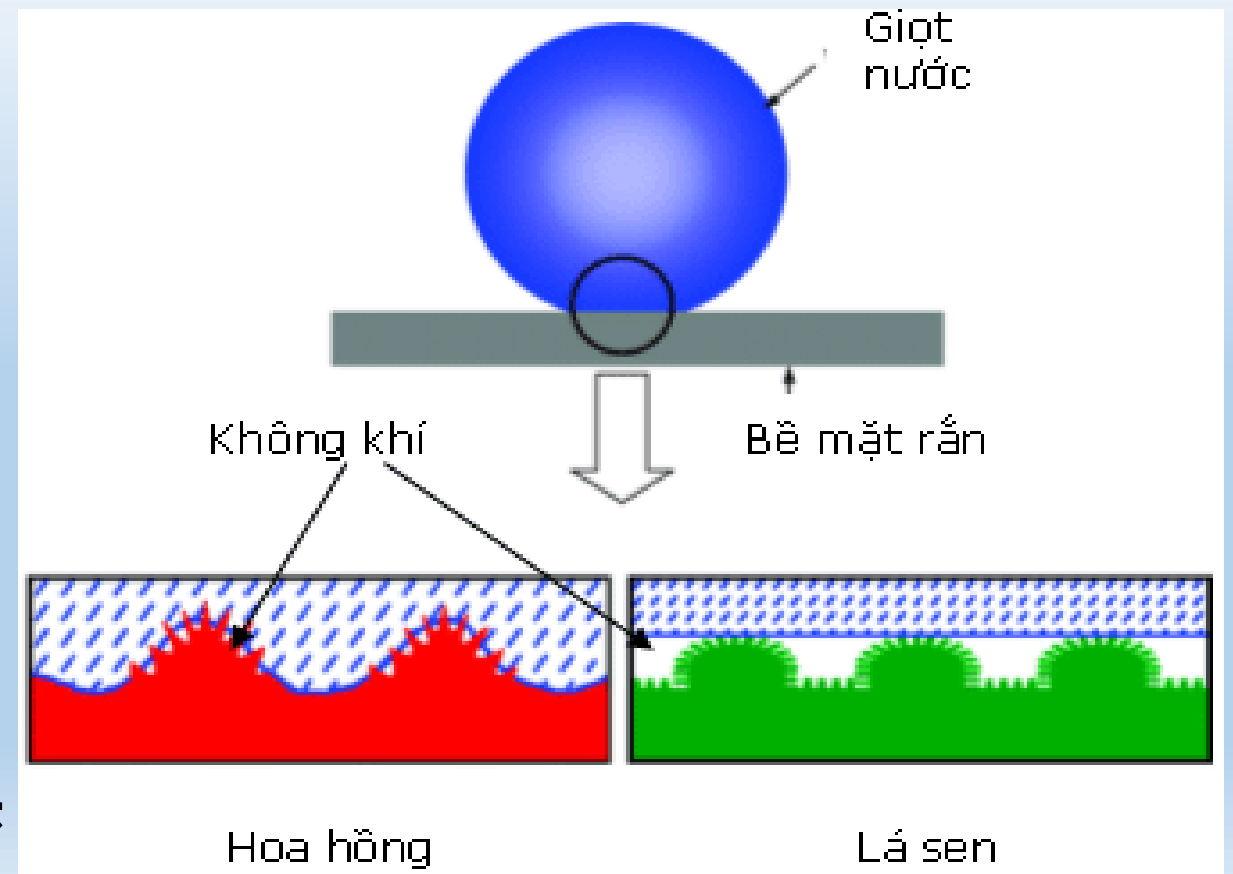
2. Bề mặt vật liệu dưới lăng kính Nano

- Bài toán thấm ướt bề mặt -

Các dãy đồi nhỏ (tạo bởi các khe nano) trên ngọn đồi lớn (kích thước micro) tạo ra lớp không khí kẹt bên dưới nước (như của lá sen). Ở những chỗ này cánh hoa hồng cực ghét nước với góc tiếp xúc là 152° .

Tuy nhiên thì ở các vùng trũng giữa các ngọn đồi thì nước thấm vào và không có được lớp không khí làm nước bám dính vào bề mặt cánh hoa (gây nên bởi lực Vander Waals).

=> Những ngọn đồi lúc này như những chiếc kim nhỏ giữ chặt giọt nước trên bề mặt cánh hoa và tạo nên hiệu ứng cánh hoa hồng



3. Ứng dụng thực tế từ các nghiên cứu

- Sơn chống bám bẩn cho nhà ở, xe hơi
- Sơn cực ghét nước cho vỏ tàu thủy để chống rong rêu, vi sinh vật, giảm sức cản của nước ở tàu thủy
- Điện thoại không thấm nước
- Vải chống nước, kháng bẩn
- Các linh kiện điện cơ vi mô (chống ẩm)
- Các bánh răng trong đồng hồ được phun lớp mỏng chất chống ma sát và mài mòn....

Điện thoại sẽ ngâm nước thoải mái vẫn khô

Sau khi phun phủ một loại hợp chất siêu kỵ nước do các nhà khoa học Mỹ tạo ra, một chiếc điện thoại có thể ngâm thoải mái trong nước rồi vớt lên mà vẫn khô ráo và hoạt động bình thường.



Hợp chất phun kỵ nước này không cho phép các hạt nước tiếp cận bề mặt các thiết bị như điện thoại di động. Chủ tịch Công ty Ross Nanotechnology Andy Jones nói rằng thành phần của hợp chất phun kỵ nước này đang được giữ bí mật nghiêm ngặt. Ông chỉ tiết lộ rằng hợp chất có các thuộc tính kỳ diệu như vậy là do nó có chứa các hạt nano kích thước gần 20nm mỗi hạt ở mật độ cao.

Khi được phủ lên bề mặt bất kỳ, các hạt nano tự chúng hợp thành một cấu trúc phức tạp có khả năng kỵ nước, nghĩa là thiết bị được phủ hợp chất này không thể bị ướt nước. Cách này không chỉ hiệu quả với nước sạch mà còn với cả các chất nhờn như si-rô hoặc dầu nhờn.

Trình diễn sáng chế của mình, Jones nhúng chiếc smartphone của ông vào bát nước trong nửa giờ, sau đó vớt ra mà máy vẫn khô ráo và hoạt động bình thường. Tất nhiên, điện thoại này đã được phun hợp chất kỵ nước lên bề mặt. Ngoài việc bảo vệ chống nước cho các thiết bị, hợp chất được gọi là NeverWet (không bao giờ ướt) này cũng có khả năng chống vi khuẩn xâm nhập.

Tạm thời, chưa có thông tin về thời gian thương mại hoá giải pháp, theo Wired. Ross Technology đang ở giai đoạn thương thảo các điều kiện với các nhà sản xuất có quan tâm.

Lưu ý, phẩm chất chống nước tương tự như vậy hiện mới chỉ có ở những sản phẩm chuyên dùng để chống nước kiểu như đồng hồ Casio G-Shock. Tuy nhiên, ngoài khả năng chống nước, các sản phẩm như Casio G-Shock còn có độ bền cao mà chất phun nano không tạo ra được.

(Theo PC World/Dni)

3. Ứng dụng thực tế từ các nghiên cứu

» Công nghệ mới

RSS

Vải kháng bẩn dành cho trẻ em

Cập nhật lúc 11h44' ngày 23/10/2013

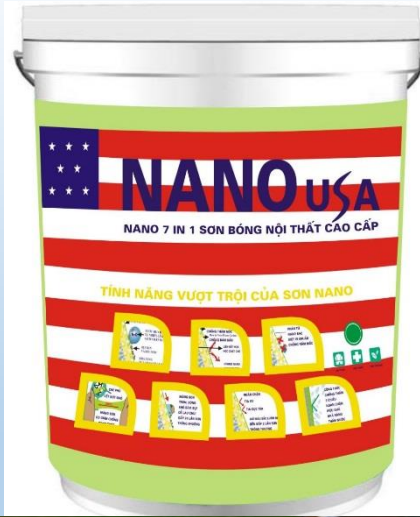
Thích 0 +1 0 f +

Xem thêm: [vải kháng bẩn](#), [vải chống bẩn](#), [vải chống bẩn cho trẻ em](#), [công nghệ nano](#), [no more bibs](#), [y phục no more bibs](#), [penina first](#)

Một phụ nữ ở New York (Mỹ) đã sử dụng công nghệ nano để chế tạo “quần áo trẻ em không bị vấy bẩn”, và bà đang quyên góp kinh phí cho phát minh của mình trên website Kickstarter, theo hãng tin UPI.



Thí nghiệm với chocolate - (Ảnh: PRNewswire)



The End !

Thanks for
your
watching !