유기 재료 공학 Exam #2 모범답안

1. (a) Block copolymer와 surfactant는 둘 다 성질이 다른 두 부분으로 이루어져 있어서 solvent에 대해 다른 반응을 보이는 것을 기반으로 한 micelle구조를 형성한다는 점에서 공통점을 갖는다. 그러나 그 내부 메커니즘에서는 조금 차이를 보이는데, hydrophilic과 hydrophobic으로 이루어져 있는 surfactant와는 달리 block copolymer는 반드시 그 두 부분으로 이루어져야 할 필요 없고 solvent와의 affinity 차이가 micelle구조를 형성하는 기반이 된다. 또한 rod-coil, coil-coil type과 같이 surfactant에서는 존재하지 않은 변수가 등장한다.

채점 기준

유사점 정확하게 서술 5점

차이점 solvent와의 affinity (flory interaction parameter) 5점

차이점 rod-coil, coil-coil 5점

합계 15점

Rod-coil, coil-coil 부분은 다른 차이점으로 대체하더라도 동등한 점수 부여

(b) (i) dendrimer는 unimolecular한 구조를 지니므로 surfactant로 이루어진 micelle에 비해 주변 환경(농도, 온도 등)에 따라 morphology가 바뀌는 문제가 적다.

(ii) dendrimer 내에는 cavity가 존재하여 다른 물질을 넣을수 있으며, functional group의 도입이 용이하여 targeting을 향상시킬 수 있다.

채점 기준

Surfactant 및 dendrimer를 비교하여 정확하게 서술 5점

Cavity, functional group의 point를 정확하게 서술 5점

합계 10점

각 항목이 부족하면 감점

1. PPT를 참고



채점기준

각 phase behavior의 변화를 온도 변화 및 concentration 에 대해 순차적으로 정확히 서술하는 경우 melt 각각 7점씩, solution 6점

합계 20점

설명이 부족할 경우 감점

1. 한번의 anodizing을 거치는 일반적인 방법의 경우 pore가 처음에는 매우 random하게 형성된다. 형성된 Al2O3는의 아래쪽은 일정한 형태로 ordered pore를 형성하게 되며 2-step anodizing의 경우 이 random하게 생성된 AAO를 제거하고 아래쪽의 ordered 된 site에 다시 anodizing하여 최종적으로 일반적인 방법에 비해 매우 일정한 형태의 pore structure를 얻을수 있다.

채점기준

일반적인 방법에 비교하여 장점을 정확히 서술 5점

Ordered pore가 형성되는 과정 정확히 서술 5점

합계 10점

1. 채점기준

각 문제의 설명에 다음의 point가 들어가 있을 경우 각각 2.5점, 합계 10점

a) dispersion of solid

b) skeleton

c) evaporation

d) critical point, extraction

1. a) catalyst

1) acid-catalyzed

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Reaction rate | Reaction mechanism |
| Hydrolysis | 산촉매는 알콕시 그룹을 양성화시켜 전자밀도를 감소시켜서 물에 의한 nucleophilic attack을 증가시키므로 가수분해속도는 증가한다. | brink3t4산촉매의 양성화 작용에 의해 알콕시 그룹의 전자밀도가 감소하게 되고 물에 의한 친핵 반응이 용이해지기 때문에 가수분해 속도는 증가한다. |
| Condensation | 가수분해 반응이 진행됨에 따라 알콕시 그룹이 silanol 그룹으로 치환되면서 전체 시스템의 산성도가 증가하게 되고 이를 중성화시키고자 silanol 그룹끼리 축합 반응이 일어나면서 가수분해 반응에 비해 축합반응이 빠르게 진행된다.  | 3-n산촉매 하에서 가수분해 반응이 빠르게 진행됨에 따라 silanol group이 생성되면서 시스템의 산성도는 더욱 증가하게 되고 이를 중성화시키고자 가수분해 반응에 비해 상대적으로 축합반응이 빠르게 진행된다. |

2) base-catalyzed

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Reaction rate | Reaction mechanism |
| Hydrolysis | 염기촉매 하에서는 OH- 이온이 실리콘 원자를 공격하는데 알콕시 그룹의 steric effect에 의해서 가수분해 반응이 산촉매 일 때보다 용이하지 않다. 하지만 OH- 이온이 실리콘을 공격하여 중간체 상태를 만들게 되면 가수분해 반응속도는 증가한다. | brink3t33-mOH- 이온이 실리콘원자를 공격할 때 알콕시 그룹의 입체장애 효과에 의해 가수분해 반응이 용이하지 않게 된다. 그러나 일단 중간체 상태의 생성물이 만들어 지면 가수분해 속도는 증가하게 된다. |
| Condensation | 염기촉매 하에서는 전체 시스템의 산성도가 낮기 때문에 가수분해 반응 속도가 증가하게 되고 이에 따라 상대적으로 축합반응 속도는 감소하게 된다. | 염기촉매에 의해서 시스템의 산성도는 낮은 상태이므로 가수분해 반응이 활발하게 진행되고 이에 비해 상대적으로 축합반응 속도는 감소하게 된다. |

 b) steric and inductive effect

## 1) steric

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Reaction rate | Reaction mechanism |
| Hydrolysis | 알콕시 그룹의 알킬 체인의 길이가 커질수록 입체 장애 효과가 커지므로 가수분해속도는 감소한다. | 알킬 체인의 길이가 커질수록 물에 의한 공격이 어렵게 되므로 가수분해 속도는 감소하게 된다. |
| Condensation | 축합 반응의 경우에도 특히 알코올 축합 반응의 경우 알킬 체인의 길이가 커질수록 부산물인 알코올이 제거되기 어렵기 때문에 축합반응 속도는 감소하게 된다. | 알코올 축합 반응의 경우에서 부산물로 알코올이 생성되는데 알킬 체인의 길이가 커질수록 알코올이 시스템에서 제거되기 어렵게 되므로 축합 반응 속도는 감소하게 된다. |

## 2) Inductive effect

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Reaction rate | Reaction mechanism |
| Hydrolysis | 산촉매 하에서는 degree of substitution, x, of electron-providing alkyl groups가 증가함에 따라 가수분해 속도는 증가하고 염기촉매 하에서는 산촉매와는 반대 거동을 보인다. | 3-12산촉매 하에서는 가수분해가 진행되면서 OH가 많아짐에 따라 산성도가 증가하면서 반응속도는감소하고 염기촉매의 경우 반대거동3-18 |
| Condensation | Electron-providing alkyl groups reduce the acidity of the corresponding silanol. This should shift the isoelectric point toward higher pH values. Conversely, electron-withdrawing alkyl groups increase the silanol acidity, and the minimum condensation rate for oligomeric species occurs at about pH 2. | Electron-providing alkyl group이 증가할수록 산성도는 감소하게 되어 등전점을 높은 pH로 이동시키고 electron-withdrawing alkyl group의 경우 산성도를 증가시켜서 pH 2에서 축합반응 속도가 최소가 된다 |

c) Kinds of the solvent used

|  |  |
| --- | --- |
| Protic solvent | Protic solvent의 경우 nucleophilic deprotonated silanol과 수소결합을 하여 산촉매를 사용했을 때와 비슷한 거동을 보인다. 즉 protic solvent는 hydronium ion을 더욱 electrophilic하게 만들어 가수분해반응을 용이하게 한다. 축합반응의 경우 산촉매와 같은 효과를 보인다. |
| Aprotic solvent | Aprotic solvent의 경우 electrophilic protonated silanol과 수소결합을 하여 염기촉매를 사용했을 때와 비슷한 거동을 보인다. 즉 aprotic solvent는 hydroxyl ion을 더욱 nucleophilic하게 만들어 준다. 축합반응의 경우 염기촉매와 같은 효과를 보인다. |

채점기준

각 항목의 중요 내용을 쓰고 메커니즘을 제시하면, 문항당 10점

합계 30점

설명의 타당성이 떨어지거나 부실한 경우 감점

1. Shape, Size selectivity
* molecular sieve: hydrocarbon, 고분자 분리, CO2 분리
* Shape-selective catalysis: Reaction of methanol & toluene to form p-xylene selectively

Ion exchange : Zeolite usually contain cations (e.g., Na+, K+, or NH4+) after the synthesis,

* Cation exchange : radioactive decontamination, e.g. removal of Sr2+ and Cs+ from “dump waters” of nuclear power stations; industrial “water softeners”, to prevent lime-scale blocking up cooling pipes in manufacturing facilities; removal of heavy metals from the environment, e.g. lead, zinc, copper, mercury, cadmium
* Anion absorption. Environmental contamination by toxic anions may also be removed, by reaction with heavy metal cations previously exchanged into the zeolite.

Acidity: Protonated zeolites have acidic properties

- Reduction in NOx emissions from vehicles, using zeolite-loaded “catalytic converter”.

- Catalysts: petroleum refining, synfuel production, petrochemical production.

 채점기준

장점 및 응용을 관련 지어 3개 이상 썼을 경우, 15점

내용 및 설명이 부족한 경우 감점

1. 자신의 의견을 제시하여 썼을 경우 10점