

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA F220 – BLOCO F – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 16/03/2026	H923

QUESTÃO Nº

Inicialmente, é importante apresentar um fenômeno importante nos processos de quimisorção e fisissorção, a adsorção, já que ela é um dos fenômenos que descreve a base deste processo. Para isto, a adsorção é basicamente a interação e difusão de uma espécie química sobre um material sólido, esta adsorção pode estar relacionada a diversos processos principalmente as interações e afinidade químicas entre o adsorbato e o meio (Material). No entanto, estes processos de interação podem ser favorecidos também pela natureza do material o substrato.

Devido a estes fenômenos, a ciência de materiais e engenharia de superfícies entra a desempenhar um papel importante, já que ela se foca no estudo de possíveis interações entre esse adsorbato, com certas características físico-químicas e as propriedades do material sólido ou substrato.

Estas interações também dependerão da química da superfície do material, já que como é sabido a própria superfície oferece, metábulidade devido a sua falta de

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA F220 – BLOCO F – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 16/03/2026	H9R3

QUESTÃO Nº

Emparelhamento eletrônico, já que ao ser uma camada limite, não possui suas ligações completas com as vizinhas como ocorre no bulk ou seio do material, isto faz com que a superfície seja mais reativa, buscando criar novas ligações que criem um estado de menor energia, como seria a sua característica no bulk. Esta energia e as diversas capacidades de interação do material com as moléculas do meio vai determinar o tipo de adsorção, apresentando assim a fisisorção e a quimisorção.

- Fisisorção: A fisisorção está relacionado aos processos de adsorção de uma espécie química na camada próxima da superfície de um material onde as interações entre eles está regido por forças de interação fracas, do tipo van der Waals, dipolo-dipolo, o dipolo-induzido etc, moléculas interagem e são "capturadas" pela superfície do material, geralmente a temperaturas baixas, já que nestas condições a energia suministrada pela temperatura fornece o motivo de a ligação fraca, criando um processo de

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA F220 – BLOCO F – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 16/03/2026	H923

QUESTÃO Nº

adsorção reversível, a desorção, este processo de adsorção por fisissorção, termodinamicamente são metaveis, apresentando requesito de energia na volta de alguns kJ/mol ($\mu < 10-40 \text{ g/mol}$). Criando sistemas com aplicaões principadete na áira ambiental onde são adsorvidos poluentes do ar e potera mente desorvidos em recipientes por potera caso, como catalizadores heterogencios, corrosão, etc.

- Quimissorção A quimissorção adiferença da fisissorção e adsorção do adsorvido na superfície do material e' governado do feição de adsorção forte criando ligaões tipo ionicas entre o adsorvido e a superfície. Esta ligaão é favorecida pela característias energéticas e não emparelhamento das átomos da camada superficial. Por outro lado, estas condições de interação também são governadas por espécies químicas dentro do material e que formam expostos na superfície após, em certo o feição que gerou dita superfície.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA F220 – BLOCO F – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 16/03/2026	H9R3

QUESTÃO Nº

2

Com isso, para a quimisorção, sítio ativo. O reativo apresentam esta disponibilidade, sendo esta uma limitante da quimisorção, outra possível limitante pode estar relacionada a concentração do adsorbato e à ~~alta~~ probabilidade de interagir entre o adsorbato e os sítios ativos do material.

- termodinamicamente, estes processos são mais extensos comparados com a fisisorção e apresentam ~~menor~~ requerimento energético maior também na ordem de alguns centenas de kJ/mol (~ 400 kJ/mol)
- por outro lado, uma característica importante da quimisorção é a capacidade de formação de filmes finos e/ou monocamadas, já que uma vez ocupado o sítio ativo de reação ele não tem a capacidade de observar o sítio contíguo com a fisisorção, onde o sorbato interage com o material, que posteriormente pode servir de substrato para outra molécula.

No entanto, estes processos de adsorção e desorção são governados por velocidades de reação

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA F220 – BLOCO F – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 16/03/2026	H 9123

QUESTÃO Nº

de mostrarmos a capacidade de adsorção do adsorbato
Como já foi comentado esta velocidade de reação vai
depende de fatores que permitam uma cinética controlada
do fenômeno, estes estão relacionados a quantidade de
material disponível, temperatura, para sistemas de fissuração
enquanto que para química também os fenômenos de cinética
estão governados pela # de sítios disponíveis, ou a difusividade
lateral das espécies difundidas, fazendo com que esta migre qdo
em ponto de reação livre.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA F220 – BLOCO F – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 16/03/2026	H9R3.

QUESTÃO Nº

①

Energia de Superfície:

A energia de superfície é uma área de ênfase das matérias de grande importância, já que ela fornece características e propriedades especiais aos diversos tipos de materiais sólidos. Inicialmente, podemos falar sobre os materiais sólidos em geral. Eles apresentam diversas propriedades que são intrínsecas do material próprio, e podem ser atribuídas à composição e propriedades físico-químicas dele. Estas propriedades são constantes dentro de todo o bulk dele, já que suas estruturas internas apresentam boa estabilidade, onde pode estar relacionada à uma rede cristalina totalmente emparelhada, o que gera um estado de menor energia do material. Isto não é visto nas superfícies do material. Pois dita estabilidade é interrompida quando uma camada do bulk, passa a formar parte de uma superfície, quebrando as ligações completas dos átomos, criando um desequilíbrio físico-químico e termodinâmico na região, as moléculas

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA F220 – BLOCO F – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 16/03/2026	H 9 R 3.

QUESTÃO Nº

apresentam estados de maior entropia, criando na
a necessidade de busca de uma nova estabilidade
o que faz com que esta nova superfície apresente estado,
com maior energia e muito mais reativa que quando
se encontra no seio do material.

Este novo estado termodinâmico, tendo a
busca por novos pares de elétrons que completem a sua
instabilidade elétrica (iônica) criando ou reagindo com
espécies próximas ao meio, na interface, isto faz
com que as novas reações apresentem novas interações
conhecidas como a energia de superfície, esta
energia pode ser descrita por equações de demonstram
a interação do sólido (amostra) com a espécie
química imediatamente circundante.

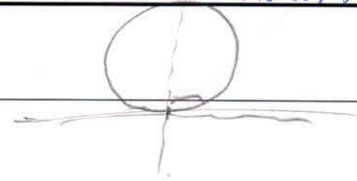
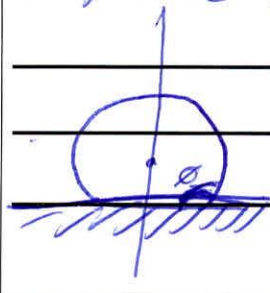
Os cálculos realizados podem ser relacionados
com a molhabilidade o ângulo de contato, o
qual é basicamente a, fôrma de intrusão, plana
e arredada de um ~~fluido~~ fluido, mais comumente usado
água e relacionado com o ângulo de contato

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA F220 – BLOCO F – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 16/03/2026	H9R3

QUESTÃO Nº

que este fluido incompressível que se com a superfície analisa $(\cos \theta)$, onde o θ , representa o ângulo interno gerado pela gota e a superfície, tradicionalmente, ângulos $< 60^\circ$, pode ser considerado como superfície hidrofílica, já ângulos de contato acima de 90° , serão considerados como hidrofóbicos, enquanto que materiais super hidrofóbicos apresentariam ângulos de contato acima de 130°

- Molhabilidade: A molhabilidade é uma característica dos materiais onde é avaliada a capacidade de que uma gota de fluido incompressível (líquido) seja "espalhada" sobre uma superfície, essa capacidade de "espalhar" é medida por um ângulo θ , que de como visto na imagem embaixo. Este ângulo vai estar relacionado com a natureza química, e interações presentes entre o substrato como a água e o fluido.



PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA F220 – BLOCO F – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 16/03/2026	49R3

QUESTÃO Nº

Com base nestas fenômenos, a análise de molhabilidade e ângulo de contato oferece uma grande quantidade de aplicações, partindo desde a avaliação de modificação superficial por um substrato quimicamente não compatível com o material. Sendo como avaliação de incrustações em materiais aplicados na indústria óleo e gás, onde de vez em quando depositam sobre a superfície, podendo gerar fragilidade nos dutos. Outra característica importante é poder ser a Avaliação de biomateriais, por aplicações biomédicas já que a maioria dos materiais usados, apresentam características hidrofóbicas, a modificação superficial de biomoléculas ~~em~~ ~~para~~ como colágeno, fibrinectina, etc, favorecem a ~~migração~~ migração e adesão celular. Estas camadas depositadas e biomimeticizadas podem ser avaliadas com técnicas de molhabilidade e Energia de Superfície.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA F220 – BLOCO F – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 16/03/2026	H9R3

QUESTÃO Nº

3) Cinética dos gases.

O estudo da cinética dos gases é bom para aplicações na Engenharia de Superfícies é muito importante. Já que inicialmente, pode-se dizer que muitas dos processos de preparação, e deposição e adequação de superfície, requer de vácuo para favorecer o fenômeno, como no CVD, PVD, etc e caracterizações como AES, XPS, etc.

- Estes métodos de processos (CVD, ex.) precisa de adequação da pressão dentro da sua metodologia (forno/reator). manter uma pressão controlada pode favorecer formação e crescimento de filme fino sobre o substrato. Já que se aumenta a pressão da camera, a termodinâmica presente vai favorecer a colisões das espécies reativas dentro do forno/reator antes de des-tar-se depositado sobre substrato, fazendo com que cre descontinuidades.

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA F220 – BLOCO F – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 16/03/2026	H9R3

QUESTÃO Nº

na formação de filme fino, criando material aglomerado aumentando assim tem a distância de caminho livre das partículas.

para melhorar o entendimento ~~deste~~ deste processo a lei de cinética dos gases é apresentada.

esta equação é relacionada a (p) pressão parcial do sistema, a temperatura (t) do ~~gás~~ e (N) número de moléculas disponíveis por raio dentro do sistema

$PV = nRT$

R = etc dos gases

→ Para Entender o fenômeno dos gases é importante resalta, que estes produzem uma determinada pressão devido as colisões das partículas na parede do recipiente, este esta relacionado com outros fatores como o caminho (λ) meio livre das moléculas do gás

PROVA ESCRITA (CADERNO DE RESPOSTAS)	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DO CANDIDATO
LOCAL: SALA F220 – BLOCO F – ESCOLA POLITÉCNICA/CT/UFRJ DATA: 16/03/2026	H9R3

QUESTÃO Nº

Para o tratamento dos sistemas de superfícies e interfaces, a maioria trabalha a vácuo o alto vácuo. Dispositivos são usados para tal finalidade, sendo a) bombas de vácuo, onde um tipo de mecanismo consegue remover as partículas presentes dentro de uma câmara.

- Como potencial aplicações, foi definido principalmente para sistemas de produção de filmes finos como CVD, PVD, Spattering, e para aplicação em métodos de caracterização como o XPS, e o AES. Entre outros.