

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z



كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الرابعة

اسئلة ووراك محلولة

سطوح وحفز

A 2 Z LIBRARY

مكتبة A to Z : Facebook Group

كلية العلوم (فيزياء ، كيمياء ، رياضيات ، علم الحياة)

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app) على الرقم 0931497960 TEL:

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

الطالب: الرقم الجامعي: المدة: ساعتان العلامة: 70 درجة	امتحان مقرر كيمياء السطوح والحفز طلاب السنة الرابعة -الدورة الثانية 2024-2025	جامعة طرطوس كلية العلوم قسم الكيمياء 
يسمح استخدام الآلة الحاسبة		

السؤال الأول: ما المقصود بالتعابير التالية: (10 درجات)

الطاقة الحرة البينية الزائدة، الضغط السطحي، التسمم الحفزي، الحفز المحرض، الأنزيم الكامل.

السؤال الثاني: أجب عن الأسئلة التالية: (10 درجات)

1. استنتج علاقة كلفن في القطرات وفي الفقاعات.
2. استنتج العلاقة الأساسية في التكاثف الشعري.

السؤال الثالث: أجب عن الأسئلة التالية: (20 درجة)

1. اذكر أهم عيوب نظرية BET للامتزاز متعدد الطبقات.
2. اشرح نماذج الأنشطة الخلفية للامتزاز الفيزيائي على الأجسام الصلبة الميزو مسامية.
3. عدّد أنواع الوساطة وشرح الوساطة السالبة مع ذكر مثال عنها.
4. ماهي نظريات الحفز على السطوح الصلبة؟ وشرح النظرية الكيميائية.

السؤال الرابع: أجب عن أحد السؤالين التاليين: (10 درجات)

1. اشرح الآلية البروتوليتية للتفاعل $V = K(SH^+)$ مع ذكر الحالتين الحديتين.
2. اكتب آلية التفاعل الحفزي حمض-أساس لنزع الماء من الأغوال.

السؤال الخامس: حل المسألتين التاليين: (20 درجة)

1. احسب الطاقة الداخلية السطحية المولية لسانل الايتانول EtOH عند الدرجة $20^\circ C$ علماً أن $V_m = 58.36 \text{ cm}^3/\text{mol}$ و $\gamma = 22.75 \text{ mN/m}$ و $-T(d\gamma/dT) = 0.086$ و $L = 6.0225 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ و $f = 1$ ويافتراض أن $f = 1$.

2. أنجز امتزاز النتروجين عند الدرجة $77 K$ على هلام الألومينا وعُولجت النتائج الامتزازية بين الضغط النسبي p/p^0 والحجم الممتز $V(\text{CCSTP/g})$ و برسم منحنى الامتزاز وتطبيق علاقة BET الخطية ورسومات t و α_s وجدت النتائج التالية: $m = 32.633$ و $i = 0.2571$ و $dv/dt = 8.57$ و $dv/d\alpha_s = 46.02$ والمطلوب:

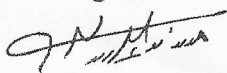
احسب V_m سعة الطبقة الأحادية والثابت C_{BET} و S_{BET} المساحة السطحية النوعية و S_t و S_a ، وماذا نستنتج من قيم المساحات؟ وعلى ماذا يدل الانحراف نحو الأعلى في رسومات α_s ؟

مدرس المقرر

مع تمنياتي لكم بالنجاح والتوفيق

2025/7/28

د. مروة رياح



سَلَم تصحيح امتحان النظري لمقرّر السطوح والحفز

السنة الرابعة - الدورة الثانية - للعام الدراسي 2025/2024

ج1- 10 درجات (2 درجة لكل تعبير):

- الطاقة الحرة البينية الزائدة: هي الطاقة الحرة اللازمة لتشكيل سطح بيني جديد. 2
- الضغط السطحي: يرمز له بالرمز π ، يُعرّف بالعلاقة $\pi = \gamma_0 - \gamma$ حيث γ_0 قيمة التوتر السطحي عندما لا يكون هناك امتزاز، و γ قيمة التوتر السطحي عندما يحدث الامتزاز. 2
- التسمم الحفزي: تدعى المواد التي تُخرب الفاعلية الحفزية للحفاز بالمسمّات. 2
- الحفز المحرّض: عندما يؤثر تفاعل في سرعة تفاعل آخر والذي لا يحدث عند الشروط المعتبرة، تدعى الظاهرة بالحفز المحرّض. 2

الأنزيم الكامل: يدعى الإنزيم مع عامله المتمم بالإنزيم الكامل. 2

ج2- 10 درجات (5 درجات لكل استنتاج):

1. علاقة الطاقة الحرة التفاضلية لسطح مستوي هي: $dG = -SdT + Vdp + \gamma da + \sum_i \mu_i dn_i$ $\frac{1}{2}$
- حيث إنّ الكمون الكيميائي لمُكوّن هو: $\mu_i = (\partial G / \partial n_i)_{T,p,n_j,a}$ وعند انتقال المادة عبر سطح بيني مستوي. ولكن من أجل قُطيرة صغيرة فإنّ انتقال المادة سيؤدي بالضرورة إلى تغيير في المساحة، وهكذا فعند إضافة dn_i مول من المُكوّن i إلى القُطيرة فإنّ حجمها سيتغير بالمقدار dV : $\frac{1}{2}$
- حيث $dV = \sum_i V_{m,i} dn_i$ تمثل $V_{m,i}$ الحجم المولي الجزئي للمُكوّن i في السائل. وبما أنّ حجم القُطيرة التي نصف قطرها r هو $4\pi r^3/3$ فإنّ $dV = 4\pi r^2 dr$ ويكون تغيير المساحة السطحية للقُطيرة هو $da = 8\pi r dr$ ، ومن ثم يكون: $da = \frac{2dV}{r} = \sum_i \frac{2V_{m,i}}{r} dn_i$ وبالتعويض في العلاقة السابقة: $\frac{1}{2}$
- $dG = -SdT + Vdp + \gamma \sum_i (2V_{m,i}/r) dn_i + \sum_i \mu_i dn_i \Rightarrow$ $\frac{1}{2}$
- $dG = -SdT + Vdp + \sum_i [\gamma (2V_{m,i}/r) + \mu_i] dn_i$ $\frac{1}{2}$
- نلاحظ من هذه العلاقة أنّ الكمون الكيميائي للمُكوّن i في القُطيرة، $\bar{\mu}$ ، هو:
- $\bar{\mu} = (\partial G / \partial n_i)_{T,p,n_j} = \frac{2V_{m,i}\gamma}{r} + \mu_i \Rightarrow \bar{\mu} - \mu = \frac{2V_{m,i}\gamma}{r}$ $\frac{1}{2}$
- ولكن $\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln p_i^0$ حيث تمثل p_i^0 ضغط بخار المُكوّن i فوق السطح المستوي، و $\bar{\mu} = \mu_i^0 + RT \ln p_i$ حيث تمثل p_i ضغط بخار المُكوّن i فوق السطح المنحني، وبالتعويض نجد:

$$1 \quad \ln \frac{p_i}{p_i^0} = \frac{2V_{m,i}\gamma}{rRT}$$

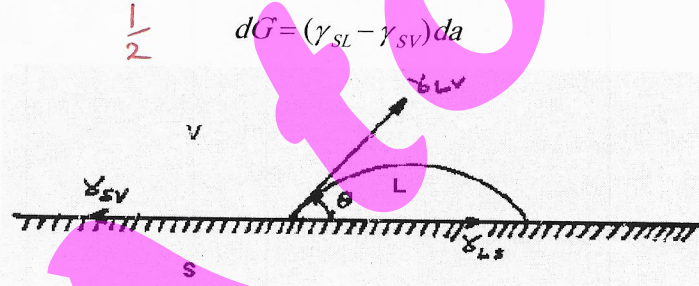
ويكون من أجل جملة وحيدة المكون ما يلي: $\ln \frac{p}{p^0} = \frac{2V_m \gamma}{rRT}$ في القطرات حيث تمثل V_m الحجم

المولي للسائل. تمثل العلاقة أحد أشكال **علاقة كلفن**. $\ln \frac{p}{p^0} = -\frac{2V_m \gamma}{rRT}$ في الفقاعات ¹

2. لنفترض سائلاً ضمن المسام في حالة توازن مع بخاره، فإذا انتقل dn مول من السائل خارج المسام ضغطه التوازني P_0 إلى داخل المسام حيث الضغط التوازني P فإنّ ازدياد الطاقة الحرة خلال هذه العملية dG يمكن اعتباره مؤلفاً من الخطوات الثلاث التالية:

- أ- تبخر dn مول من السائل إلى بخار عند الضغط P_0 ، وتكون الطاقة الحرة المرافقة هي dG_1 . ^{1/2}
 - ب- تمدد dn مول من البخار من الضغط P_0 إلى الضغط P ، وتكون الطاقة الحرة المرافقة هي dG_2 . ^{1/2}
 - ج- تكاثف dn مول من البخار إلى سائل عند الضغط P ، وتكون الطاقة الحرة المرافقة هي dG_3 . ^{1/2}
- ومن ثم يكون: $dG = dG_1 + dG_2 + dG_3$ ، وحيث إنّ عمليتي التبخر والتكثيف تتم عند درجة حرارة وضغط ثابتين فإنّ $dG_1 = 0$ و $dG_3 = 0$ ، وكذلك تكون الطاقة الحرة المرافقة لعملية التمدد، الخطوة ب، ^{1/2}
- هي $dG_2 = (dn) RT \ln P/P_0$ أي إنّ $dG = dG_2 = (dn) RT \ln P/P_0$ ^{1/2}

عندما يتكاثف سائل في المسام فإنّ مساحة السطح البيني صلب/بخار يتناقص بالمقدار da ويزداد السطح البيني صلب/سائل بالمقدار ذاته، ويكون تغير الطاقة الحرة المرافق لهذه العملية هو:



والتوترات السطحية للأطوار الثلاثة تكون:

^{1/2} $\gamma_{SV} - \gamma_{SL} = \gamma_{LV} \cos \theta \Rightarrow \gamma_{SV} = \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \cos \theta$

$dG = -\gamma_{LV} \cos \theta (da)$

و عند التوازن يكون $dG = dG'$ وبالتالي ينتج لدينا: $RT \ln \frac{P}{P_0} dn = -\gamma_{LV} \cos \theta (da)$ ^{1/2}

ولكن $\gamma_{LV} = \gamma$ التوتر السطحي للسائل و $dn = dV/V_m$ حيث تمثل V_m الحجم المولي للمادة الممتزة في حالتها السائلة و dV الحجم المتكاثف من السائل، وتؤول العلاقة إلى: $(dV/V_m) RT \ln P/P_0 = -\gamma \cos \theta da$ وبالترتيب نحصل على ما يلي: ^{1/2}

تعتبر هذه العلاقة العلاقة الأساسية في التكاثف الشعري. $\frac{dV}{da} = -\frac{V_m \gamma \cos \theta}{RT \ln P/P_0} = \frac{V_m \gamma \cos \theta}{RT \ln P_0/P}$

^{1/2}

ج3- 20 درجة (5 درجات لكل سؤال):

عيوب نظرية BET:

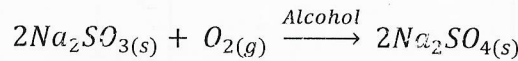
- 1- إن افتراض أن السطح متجانس طاقياً، أي جميع المراكز الامتزازية متكافئة، غير واقعي لأن معظم الأجسام الصلبة غير متماثلة من الوجهة الطاقية. ¹
- 2- إهمال التأثير المتبادل الجانبي (الأفقي) بين الجزيئات الممتزة والأخذ فقط بالتأثيرات العمودية. ¹
- 3- إن إهمال التأثيرات الجانبية يتعارض مع اعتبار أن حرارة الامتزاز في الطبقة الثانية والطبقات الأعلى متساوية ومساوية إلى حرارة التكثيف L_c . ¹
- 4- إن افتراض كون جميع الجزيئات بعد الطبقة الأولى متماثلة يدعو للتساؤل؟ فمن المتوقع أن يتناقص مجال قوى الامتزاز بسرعة بازدياد المسافة عن السطح. ¹
- 5- اعتبار أنه عند الضغط الاشباعي سيكون عدد الطبقات الممتزة غير محدود غير واقعي وخاصة من أجل الأجسام الصلبة المسامية. ¹

نماذج الأنشطة التخلفية:

- النموذج H_1 : يتميز بأنشطة ضيقة حادة وعالية ويكون فرعاً الامتزاز والمج متوازيتين تقريباً، وهو يظهر عندما تكون المسام أسطوانية متماثلة المقطع ومفتوحة الطرفين ويكون توزيع حجم المسام ضيقاً للمسام المتماثلة. ²
- النموذج H_2 : يكون واسعاً ويتميز بهضبة طويلة ومسطحة وبفرع مج حاد، وينتج لكثير من هلامات الأكاسيد اللاعضوية، وتكون البنية المسامية معقدة وتتضمن شبكة مسامية متصلة ومختلفة الحجم والأشكال. ¹
- النموذج H_3 : ينتج عن تجمع جسيمات صفيحية المسام أو عن مازات تحوي مسام شقية. ¹
- النموذج H_4 : ينتج أيضاً عندما يحوي الماز على مسام شقية كما في حالة الفحم الفعال، ولكن توزيع حجم المسام يكون عادةً في مجال المسام الدقيقة. ¹

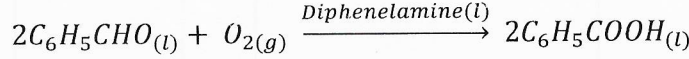
أنواع الوساطة:

- ^{1/2} الوساطة المتجانسة - الوساطة غير المتجانسة - الوساطة الموجبة - الحفز الذاتي - الوساطة المحرصة
- ^{1/2} الحفز حمض - أساس - الحفز الانزيمي. ^{1/2}
- الوساطة السالبة: إضافة مادة (وسيط) إلى مزيج التفاعل فإن سرعة التفاعل تتناقص، أي يبطأ التفاعل، يدعى الوسيط عندئذ بالوسيط السالب أو الكابح، والعملية بالوساطة السالبة أو الكبح، الأمثلة: ¹
- أكسدة كبريتيت الصوديوم بوجود غول:



- أكسدة البنزaldehid بوجود ثنائي فينيل أمين:

(^{1/2} درجة عن واحد إلى خمسة)



نظريات الحفز على السطوح الصلبة:

النظرية الهندسية- النظرية الإلكترونية- النظرية الكيميائية ¹

يُعد الحفّاز مادة تُشكل مع المادة المتفاعلة أو المواد المتفاعلة معقدًا مؤقتًا سطحياً غير ثابت، والذي يتفكك إلى نواتج نهائية مُعيداً الحفّاز إلى حالته الأولية، وتفترض هذه النظرية أنّ سرعة التحولات والبنىات المتشكلة تخضع للمبادئ الكيميائية، وأنّ طاقة تشكل المركب المرحلي تُحدد سرعة التفاعل، وتكون السرعة عظّمة حين تكون الروابط المتشكلة بين المعقد المُتمزّ وسطح الحفّاز ليست قوية جداً، وليست ضعيفة جداً.

ج4- 10 درجات لآلية المطلوبة:

1 - الآلية البروتوليتية: تكون سرعة التفاعل من أجل الآلية البروتوليتية هي: $v = k(SH^+)$ يمكن الحصول على (SH^+) من تطبيق فرضية الحالة المستقرة (فرضية لندهمان) على المركب المرحلي $d(SH^+)/dt = 0$ ، أي: $k_1(S)(BH^+) = k_2(SH^+)(B) + k_3(SH^+)$ ومنه ينتج ما يلي: ¹

$$1 \quad (SH^+) = \frac{k_1(S)(BH^+)}{k_2(B) + k_3}$$

وبالتعويض في علاقة السرعة ينتج لدينا ما يلي:

$$1 \quad v = \frac{k_1 k_3 (S)(BH^+)}{k_2(B) + k_3}$$

وهنا نميّز الحالتين الحديتين التاليتين:

1- إذا كان $k_2(B) \gg k_3$ أي أنّ تحوّل المركب المرحلي إلى نواتج يكون قليلاً، ويدعى المركب المرحلي ¹ في هذه الحالة بمعقد أرينيوس، وتؤول العلاقة (6-23) إلى ما يلي:

$$v = k_3 K_1 (S)(BH^+) / (B)$$

ولكن من التوازن $BH^+ + H_2O \rightleftharpoons B + H_3O^+$ يكون:

$$1 \quad K_a = (B)(H_3O^+) / (BH^+) ; (BH^+) / (B) = (H_3O^+) / K_a$$

وبالتعويض في العلاقة نحصل على ما يلي:

$$v = K_1 k_3 K_a^{-1} (S) (H_3O^+) = k_{app} (S) (H_3O^+)$$

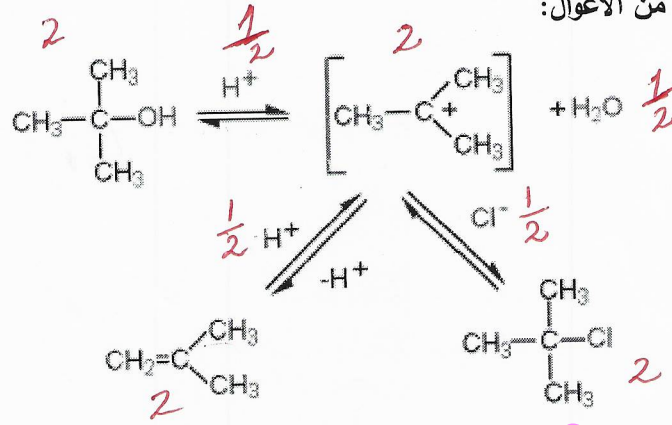
وبالتالي يكون التحفيز حمضي نوعي. ^{1/2}

2- إذا كان $k_3 \gg k_2(B)$ أي تحوّل المركب المرحلي إلى نواتج التفاعل يكون أسرع من تحوّله إلى مواد متفاعلة، ويدعى المركب المرحلي في هذه الحالة بمعقد فانت هوف، وتؤول العلاقة إلى الشكل التالي: ¹

$$1 \quad v = k_1 (S)(BH^+)$$

تكون الخطوة المحددة للسرعة هي تشكل المركب المرحلي، ويكون التحفيز في هذه الحالة تحفيزاً حمضياً عاماً. ^{1/2}

- آلية نزع الماء من الأغوال:



ج5- 20 درجة 10+10:

المسألة الأولى:

الحل: نحسب أولاً E_s : $E_s = \gamma - T(d\gamma/dT) = 22.75 - (293)(-0.086) = 47.948 \text{ erg/cm}^2$

وبافتراض أن $f = 1$ نحسب المساحة المولية في السطح البيني من العلاقة التالية:

$$A_m = f L^{1/3} V_m^{2/3} = 1(6.0225 \times 10^{23})^{1/3} (58.36)^{2/3} = 1.2 \times 10^9 \text{ cm}^2/\text{mol}$$

$$E^s = A_m E_s = (1.2 \times 10^9 \text{ cm}^2/\text{mol}) (47.948 \text{ erg/cm}^2) / (4.13 \times 10^7 \text{ erg/cal})$$

$$E^s = 1393.162228 \text{ cal/mol}$$

المسألة الثانية:

الحل: من المعطيات $m = 32.633$ و $i = 0.2571$ و $dv/dt = 8.57$ و $dv/d\alpha_s = 46.02$ نجد أن:

$$C_{BET} = \frac{m}{i} + 1 = \frac{32.633 \times 10^{-3}}{0.2571 \times 10^{-3}} + 1 = 127.93$$

$$V_m = \frac{1}{m + i} = \frac{10^3}{32.633 + 0.2571} = 30.404 \text{ ccSTP/g}$$

ومن ثم يكون:

$$S_{BET} = 4.37 V_m = 4.37 \times 30.404 = 132.866 \text{ m}^2/\text{g}$$

$$S_t = 15.47 dV/dt = 15.47 \times 8.57 = 132.578 \text{ m}^2/\text{g}$$

$$S^a = 2.87 dV/d\alpha_s = 2.87 \times 46.02 = 132.077 \text{ m}^2/\text{g}$$

نجد أن هناك تطابقاً جيداً جداً بين قيم السطح النوعي المُعَيَّن بالطرائق الثلاث، ووجود الانحراف

عن الخطية نحو الأعلى في رسومات α_s ممّا يعني حدوث تكاثف شعري في المسام الانتقالية.

د: حصة رباح
مهندسة

الطالب:	امتحان مقرر كيمياء السطوح والحفز	جامعة طرطوس
الرقم الجامعي:	طلاب السنة الرابعة -الدورة الأولى	كلية العلوم
المدة: ساعتان	2024-2025	قسم الكيمياء
العلامة: 70 درجة	يسمح استخدام الآلة الحاسبة	

س1- ما المقصود بالتعبير التالية: (10 درجات)

السطح البيني، الميج، الغشاوة المتموضعة، زمن الإقامة، الإنزيم

س2- أجب عن الأسئلة التالية: (20 درجة)

1. استنتج علاقة لانغموير متساوي الدرجة في الامتزاز أحادي الطبقة المتموضع.
2. ماهو الحفز الإنزيمي، عبّر عن حدوثه وفق آلية ميشيليس وميتنن، وكيف يحدث الارتباط في المعقد المرحلي إنزيم/ الركازة؟

س3- قارن كلاً مما يلي: (15 درجة)

- 1- الامتزاز الفيزيائي والامتزاز الكيميائي.
- 2- تصنيفات سينغ لمناحي الامتزاز متساوية الدرجة للنموذجين I و IV.

س4- حل المسألتين التاليتين: (25 درجة)

1- يتبع التوتر السطحي لمزائج الايثانول/ماء العلاقة $\gamma = 72 - 0.5C + 0.2C^2$ حيث تمثل C تركيز الايثانول بوحدة M، فاحسب الزيادة السطحية للايثانول بوحدة mol/cm^2 من أجل محلول تركيزه 0.5M عند الدرجة 25°C .

2- أنجز امتزاز النتروجين عند الدرجة K 77 على هلام السيليكا وغولجت النتائج الامتزازية بين الضغط النسبي p/p^0 والحجم الممتز $V(\text{CCSTP/g})$ و برسم منحنى الامتزاز وتطبيق علاقة BET وجدت النتائج التالية:

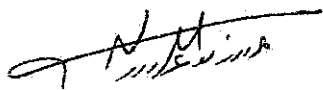
$$Y = 83.666 + 1.4323x$$

احسب V_m سعة الطبقة الأحادية والثابت C_{BET} و S_{BET} المساحة السطحية النوعية

مع تمنياتي لكم بالنجاح والتوفيق

مدرس المقرر

د. مروة رياح



سليم شمس الدين - استاذ - استاذ - استاذ - استاذ - استاذ

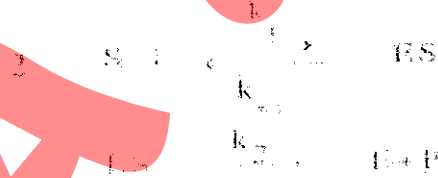
السنة الرابعة - الدورة الأولى - للعام الدراسي 2025/2024

ج1- (10 درجات)

- السطح البيني: يعرف بالحدود بين طورين متماثلين.
- المص: هو عملية معاكسة للامتزاز وهو خروج الأنواع الغازية من السطح إلى طور. 2
- الغشاة المتموضعة: إذا كان ΔV أكثر بكثير من الصفر، لحرارية للجزيئة الممتزة فإنها ستمضي معظم وقتها على السطح في النهاية الصغرى أو حولها وذلك عندئذ بأنها متموضعة. 2
- زمن الإقامة: إذا كان هناك تفاعل بين جزيئات الغاز والسطح فإن الجزيئة الممتزة ستمضي على السطح فترة من الزمن تعرف بزمن الإقامة ويرمز له بالرمز t_r . 2
- الأنزيم: هو عبارة عن بنية بروتينية وزنها الجزيئي يتراوح بين 40000 - 12000 وحدة كتلة، وتتألف من مجموعات بادائية صلبة تعرف بحموس أمين (H₂N-CHR-COOH) كتلة كل مجموعة 75 - 200 وحدة كتلة. 2

ج2- (20 درجة)

- 1- الحفز الإنزيمي هو الحد أنواع التفاعلات الحفزة التي يكون فيها الحفاز عبارة عن أنزيم. 2. يحدث الحفز الإنزيمي وفق آلية منطوية ومبينات التالية:



يحدث الارتباط في المعقد المرحلي إنزيم/ الركازة وفق عدة أنواع من الروابط:

- 1- وفق ارتباط لاقطبي: حيث يرتبط الطرف اللاقطبي من الركازة مع الطرف الاقطبي من الإنزيم. 2
- 2- وفق ارتباط شاردي: يحدث ارتباط بين الإنزيم والركازة وفق تفاعل كهروستاتيكي. 2
- 3- يمكن أن يحدث ارتباط بين الإنزيم والركازة من نوع رابطة هيدروجينية من المجموعات البادائية الوائيه الدونان والإنزيم. 2

- 2- إن عدد الجزيئات التي تحصل من التفاعل الغازي في وحدة المساحة من سطح الماز في ثانية واحدة، أي تواتر الاصدام مع الجدار، يعطى وفقاً للنظرية الحركية سمازات بالعلاقة التالية:

$$1 - \theta_0 = \frac{1}{(2\pi AIRT)^{1/2}} P$$

حيث تمثل L عدد أفوغادرو، M الكتلة الجزيئية للغاز، T درجة حرارة الامتزاج و P الضغط التوازني. فإذا كان θ_0 الكسر من السطح المعرض للجزيئات الغازية، أي الجزء العاري أو غير المشغول، فإن معدل الكاثد أو عدد الجزيئات التي سكتف على واحدة المساحة وفي ثانية يكون:

$$I = \frac{L}{(2\pi AIRT)^{1/2}} P \theta_0 = K P a_1 \theta_0 \quad (1)$$

حيث تمثل a_1 معامل التكتيف.

من أجل العملية المعاكسة، أي التبخير والتي تكون حالة مهيمنة، حيث إن الجزيئة الممتزة تحتاج إلى طاقة من السطح قدرها E_i حتى تستطيع الهروب. على قوى التجاذب السطحية لكي تترك السطح، وبما أن الجزيئة الممتزة في حالة اهتزاز عشوائي على السطح بتواتر قدره ν ولا يمكنها التبخر إلا إذا وصلت إلى الحالة الحدية، فإن احتمالية تبخر الجزيئة سيكون $\exp(-E_i/RT)$ ، حيث تمثل E_i طاقة الامتزاج من الطبقة الأولى. وهكذا يكون عدد الجزيئات المتبخرة من مركز امتزازي معين في ثانية واحدة هو $\nu \exp(-E_i/RT)$ ، وبما أن عدد الجزيئات في المراكز المشغولة يساوي $Z_m \theta$ ، حيث تمثل Z_m عدد الجزيئات الممتزة في طبقة مشغولة تماماً أو عدد المراكز الامتزاجية الكلية في واحدة المساحة و θ الكسر المشغول من السطح، فإن عدد الجزيئات المتبخرة في ثانية واحدة من واحدة المساحة يساوي:

$$I_{\text{evap}} = Z_m \theta \nu \exp(-E_i/RT) \quad (2)$$

وعند التوازن يكون $n_1 = n_2$ أي إن:

$$I = K P a_1 \theta_0 = Z_m \theta \nu \exp(-E_i/RT) \quad (3)$$

وحيث إن $\theta_0 = 1 - \theta$ فإن العلاقة السابقة تحول إلى ما يلي:

$$K P a_1 (1 - \theta) = Z_m \theta \nu \exp(-E_i/RT) \quad (4)$$

وبعزل θ وبعد الأخذ $n_1 = 1$ نحصل على العلاقة التالية:

$$\theta = \frac{K P}{K P + Z_m \nu \exp(-E_i/RT)} = \frac{B P}{1 + B P} \quad (5)$$

حيث يعرف B بثابت التغمير ويساوي إلى:

$$B = \frac{K}{Z_m \nu \exp(-E_i/RT)} = B_0 \exp \left(\frac{E_i}{RT} \right) \quad (6)$$

ولكن الكسر المغطى من السطح، θ ، يساوي النسبة بين عدد الجزيئات الكلية إلى عدد الجزيئات الممتزة في الطبقة الأحادية الممتلئة تماماً، وهذا بدوره يساوي النسبة بين حجم أو كمية الغاز الممتز/حجم أو كمية الغاز الممتز في الطبقة الأحادية. أي:

$$\theta = \frac{V}{V_m} = \frac{V}{V_m} = \frac{V}{V_m} \quad (7)$$

إذا أشرنا إلى الامتزاز بالنسبة إلى كتلة مقدارها 1 g من الصلب فإن V_m أو x_m تدعى بسعة الطبقة الأحادية (وتدعى بالعلاقة (5) إلى الشكل التالي

$$\frac{x}{x_m} = \frac{bP}{1+bP} \quad \text{أو} \quad \frac{x}{x_m} = \frac{K_1 P}{1+K_1 P} \quad (8)$$

تمثل هذه العلاقة امتزاز لانغموير متساوي الدرجة أو علاقة لانغموير الامتزاجية.

ج 2- (5) دراسة

1- المقارنة بين الامتزاز الفيزيائي والامتزاز الكيميائي:

1- تُحدد طبيعة القوى بين الجزيئات الممتزة والسطح، وبذلك قوة الامتزاز، فهكذا عندما تكون القوى

من نوع فان دير فالس فإنها تدعى فيزيائية، أما الامتزاز الكيميائي (chemical adsorption)

وعندما تكون القوى فاندر فالس من رابط كيميائية (شارية أو مشتركة) بين الجزيئات الممتزة والسطح فإنها تؤدي إلى الامتزاز الكيميائي (chemical adsorption). إن

الفروقات الأساسية بين الامتزاز الفيزيائي والامتزاز الكيميائي هي التالية: 2

2- تكون حرارة الامتزاز الفيزيائي صغيرة 20 kJ/mol أو م في حالة الامتزاز الكيميائي فتكون

كبيرة ويحدود $80-400 \text{ kJ/mol}$. تستر كثير من المواد مثل H_2 و CO وعديد امتزازاً كيميائياً

على سطوح المعادن والأكاسيد المعدنية، أمثلاً امتزاز H_2 على سطح النيكل يحرر طاقة قدرها

$80-120 \text{ kJ/mol}$ تبعاً لحالة النيكل، وامتزاز الأستين على سطح ZnO يحرر طاقة قدرها

400 kJ/mol . يكون الامتزاز على السطوح البينية مثل سائل/سائل/بخار فيزيائياً. 2

3- يمكن أن تُسحب (desorbed) الجزيئات الممتزة فيروعة بسهولة من السطح وذلك بزيادة الضغط

أو التركيز. وكذلك في حالة امتزاز غاز على سطح صلب فإن الجزيئات الممتزة تستترك السطح

بسرعة عند انخفاض الضغط. أما الجزيئات الممتزة كيميائياً فإنه لا يمكن إزالتها من السطح

بسهولة ولتغلب درجات عالية من الحرارة وضغوط منخفضة جداً. 2

4- تكون الجزيئات الممتزة كيميائياً عادة أحادية الصلة. في حين تكون الجزيئات الممتزة فيزيائياً

متعددة الطبقات. 2

2- المقارنة بين النموذجين I و II وفقاً لـ لينغ:

النموذج I: سطح من الأجسام المسطحة ذات المساحة ذات مساحة خارجية صغيرة، ويتميز

بوجود غلاف من غطائية متزايدة للمحور المسطوح، يزداد عدد الأول منه إلى امتلاء المسام الضيقة

جداً، والذي يحدث عند الضغط النسبية المنخفضة $p/p_0 \rightarrow 0$ ينتهي الامتزاز عند الضغوط

المتوسطة، وتعلمت المنحني على بعد المسام المتوسطة، يترافق مع انشوصة تدريجية وبالتالي فهو

عكسي، أما النموذج II: امتزاز الغازات في درجة 77K على الفجوات العميقة. 3

النموذج II ينتج عن الأجسام المسامية الصغيرة، يتميز بأنشطته تعاقبية التي تنشأ عن تكاثف البخاري (تحول الغاز إلى سائل) في المسام (الكافائية)، أي عدم التطابق فرع المص على فرع الامتزاج، وبالعكس، عند الضغط النسبية العادية، ويغير شكل الأنشطة التعاقبية تبعاً لشكل وحجم المسام الكافائية، يتبع التغير الأول من المسام الطريق ذاته الموافق النموذج II والذي يكون نتيجة الامتزاج أحادي الطبقة/متعدد الطبقات على جدران المسام. 4

ج4- (5 درجات)

- حل المسألة الأولى:

تكتب علاقة جيبس الامتزاجية من أجل المعامل الممتدة (نحل لاني):

$$d\mu = \frac{RT}{m} \frac{dP}{P}$$

$$5 \quad d\mu/dC = 6 \times 10^{-3} - 0.4C = -0.5 + 0.4 \times 0.5 = -0.3$$

وبالتعويض في علاقة جيبس الامتزاجية نحصل على:

$$5 \quad \mu_2^{(0)} = \frac{(-0.5 - 0.3)}{8.314 \times 10^7 \times 298} = -0.05 \times 10^{-10} \text{ mol/cm}^3$$

- حل المسألة الثانية:

لحساب V_m و $S_{m,i}$ و $T_{m,i}$ نطبق:

$$2 \quad C_{BET} = \frac{m(i+1)}{V_m} \quad \text{و} \quad 2 \quad V_m = I/(m+i)$$

وبالتعويض ننتج لدينا:

$$2 \quad V_m = 10^3 (33.666 - 1.4323) = 1.7311 \text{ ccSTP/g}$$

$$2 \quad C_{BET} = (33.666 - 1.4323) + 1 = 32.234$$

$$2 \quad S_{m,i} = 4.37 \times V_m = 4.37 \times 1.7311 = 7.563 \text{ m}^2/\text{g}$$

د. مروان رباح
مستشار

الطالب: الرقم الجامعي: المدة: ساعتان العلامة: 70 درجة	امتحان مقرر كيمياء السطوح والحفز طلاب السنة الرابعة -الدورة الثانية 2024-2023	جامعة طرطوس كلية العلوم قسم الكيمياء
يسمح استخدام الآلة الحاسبة		

س1- ما المقصود بالتعابير التالية: (10 درجات)

الامتزاز، الغشاة المتموضعة، التوتر السطحي، زمن الإقامة، الإنزيم

س2- أجب عن الأسئلة التالية: (20 درجة)

1. اذكر فرضيات نظرية BET وأهم عيوبها في الامتزاز متعدد الطبقات.
2. ماهو الحفز الإنزيمي، عبّر عن حدوثه وفق آلية ميشيليس ومينتن، وكيف يحدث الارتباط في المعقد المرحلي إنزيم/ الركازة؟

س2- أجب عن أحد السؤالين التاليين: (10 درجات)

أ- استخرج علاقة جيبس الامتزازية العامة علماً أن:

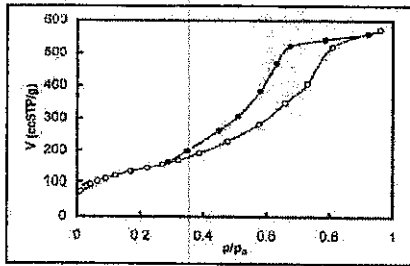
$$dA^{\sigma} = -S^{\sigma}dT - PdV^{\sigma} + \gamma da + \sum \mu_i dn_i^{\sigma}$$

ب- استنتج علاقة لانغموير متساوي الدرجة في الامتزاز أحادي الطبقة المتموضع.

س4- حل المسألتين التاليتين: (30 درجة)

- 1- عيّن التوتر السطحي لسائل بطريقة وزن القطرة باستخدام رأس قطره الخارجي $12 \times 10^{-4} \text{ m}$ وقطره الداخلي $4 \times 10^{-5} \text{ m}$ ، فوجد أن وزن عشرين قطرة يبلغ $16 \times 10^{-4} \text{ kg}$ ، فإذا علمت أن كثافة السائل تساوي 950 kg/m^3 وأن السائل يبلل الرأس باستخدام عامل التصحيح المناسب $f = 0.9212$ احسب التوتر السطحي لهذا السائل علماً أن $g = 9.807 \text{ m/s}^2$.

2- أنجز امتزاز النتروجين عند الدرجة 77 K على هلام السيليكا وعُولجت النتائج الامتزازية بين الضغط النسبي



p/p^0 والحجم الممتز $V(\text{CCSTP/g})$ ويرسم منحنى الامتزاز

وتطبيق علاقة BET وجدت النتائج التالية:

$$Y = 93.344 + 1.3565$$

1- بين نوع منحنى الامتزاز ونوع المسام وبماذا يتميز المنحنى؟

2- احسب V_m و $CBET$ و $SBET$

مع تمنياتي لكم بالنجاح والتوفيق

مدرس المقرر

د. مروة رياح

(Signature)

2024/ 7 /18

سَلَم تصحيح امتحان النظري لمقرر السطوح والحفز

السنة الرابعة - الدورة الثانية - للعام الدراسي 2024/2023

ج1- (10 درجات)

الامتزاز: هو عملية جذب للأأنواع من عمق الطور إلى السطح، أو هو توزع للأأنواع الكيميائية بين طور

والسطح البيني. 2

الغشاوة المتموضعة: إذا كان ΔV أكبر بكثير من الطاقة الحرارية للجزيئة الممتزة فإنها ستمضي معظم

وقتها على السطح في النهاية الصغرى أو حولها ويقال عندئذٍ بأنها متموضعة. 2

التوتر السطحي: القوة المؤثرة بصورة موازية للسطح على خط طوله واحدة الأطوال. 2

زمن الإقامة: إذا كان هناك تجاذب بين جزيئات الغاز والصلب فإن الجزيئة الممتزة ستمضي على

السطح فترة من الزمن تُعرف بزمن الإقامة ويرمز له بالرمز τ . 2

الأنزيم: هو عبارة عن بنية بروتينية وزنها الجزيئي تتراوح بين 12000 - 40000 وحدة كتلة. وتتألف من

مجموعات بنائية صغيرة تعرف بحموض أمينو (HOOC-CHR-NH_2) كتلة كل مجموعة

200 - 75 وحدة كتلة. 2

ج2- 10 درجات لكل سؤال:

(1) فرضيات نظرية BET:

أ- إن حرارات الامتزاز في جميع الطبقات فيما عدا في الطبقة الأولى تكون متساوية

وتساوي إلى حرارة تكثيف المادة الممتزة، L_c أو ΔH_c ، أي إن: 2

$$E_2 = E_3 = \dots = E_i = L_c$$

ب- تكون ثوابت التبخير/التكثيف في كافة الطبقات عدا الطبقة الأولى متماثلة، أي: 1

$$v_2/a_2 = v_3/a_3 = \dots = v_i/a_i$$

ج- عندما يساوي الضغط إلى الضغط الإشباعي لبخار المادة الممتزة عند درجة حرارة

الامتزاز $P=P_0$ ، فإن بخار المادة الممتزة سيتكاثف كالسوائل العادية في الغشاوة الممتزة، ومن

ثم فإن عدد الطبقات الممتزة سيكون غير محدود على السطح. 2

عيوب نظرية BET:

1- إن افتراض أن السطح متجانس طاقياً، أي جميع المراكز الامتزازية متكافئة، غير واقعي

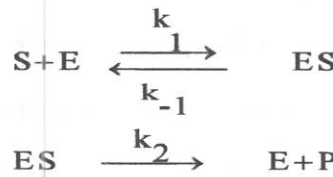
لأن معظم الأجسام الصلبة غير متماثلة من الوجهة الطاقية. 1

2- إهمال التأثير المتبادل الجانبي (الأفقي) بين الجزيئات الممتزة والأخذ فقط بالتأثيرات

العمودية. 1

- 3- إن إهمال التأثيرات الجانبية يتعارض مع اعتبار أن حرارة الامتزاز في الطبقة الثانية والطبقات الأعلى متساوية ومساوية إلى حرارة التكثيف L_v . **1**
- 4- إن افتراض كون جميع الجزيئات بعد الطبقة الأولى متماثلة يدعو للتساؤل؟ فمن المتوقع أن يتناقص مجال قوى الامتزاز بسرعة بازدياد المسافة عن السطح. **1**
- 5- اعتبار أنه عند الضغط الاشباعي سيكون عدد الطبقات الممتزة غير محدود غير واقعي وخاصة من أجل الأجسام الصلبة المسامية. **1**

(2) الحفز الإنزيمي هو أحد أنواع التفاعلات الحفزية المتجانسة والتي يكون فيها الحفاز عبارة عن إنزيم **2**. يحدث الحفز الإنزيمي وفق آلية ميشيليس ومينتن التالية:



يحدث الارتباط في المعقد المرحلي إنزيم/ الركيزة وفق عدة أنواع من الروابط:

- 1- وفق ارتباط لاقطبي: حيث يرتبط الطرف اللاقطبي من S مع الطرف الاقطبي من الإنزيم. **2**
- 2- وفق ارتباط شاردني: يحدث ارتباط بين الإنزيم والركيزة وفق تجاذب كهروساكني. **2**
- 3- يمكن أن يحدث ارتباط بين الإنزيم والركيزة من نوع رابطة هيدروجينية بين المجموعات الببتيدية الوظيفية للبروتين والإنزيم. **2**

ج3- 10 درجات للاستنتاج المطلوب:

أ- وجدنا أن تابع هيلمهولتز للسطح البيئي بشكله المتكامل وعندما تكون الخواص الشدية $(T, p, \dots)$ ثابتة، تأخذ الشكل الآتي:

$$1 \quad A^\sigma = -pV^\sigma + \gamma a + \sum_i \mu_i n_i^\sigma \quad (1)$$

إذا فاضلنا هذه العلاقة نحصل على ما يلي:

$$1 \quad dA^\sigma = -pdV^\sigma - V^\sigma dp + \gamma da + a d\gamma + \sum_i \mu_i dn_i^\sigma + \sum_i n_i^\sigma d\mu_i \quad (2)$$

وبمقارنة هذه العلاقة مع العلاقة $dA^\sigma = -S^\sigma dT - pdV^\sigma + \gamma da + \sum_i \mu_i dn_i^\sigma$ نحصل على الآتي: **1**

$$1 \quad S^\sigma dT - V^\sigma dp + a d\gamma + \sum_i n_i^\sigma d\mu_i = 0 \quad (3)$$

ومن أجل جميع الأغراض العملية أو باستخدام اصطلاح جيبس يكون $V^\sigma dp = 0$ **2** أو مهملاً، وهكذا وعند درجة حرارة ثابتة تؤول العلاقة (3) إلى الشكل الآتي:

$$1 \quad a d\gamma + \sum_i n_i^\sigma d\mu_i = 0$$

وبالتقسيم على a ينتج لدينا ما يلي:

$$1 \quad d\gamma + \sum_i (n_i^\sigma / a) d\mu_i = 0 \quad (4)$$

ولكن $n_i^s/a = \Gamma_i$ 1 ما هو إلا التركيز السطحي أو الزيادة السطحية للمكون i ، وتؤول العلاقة (4) إلى الشكل الآتي:

$$1 - d\gamma = \sum_i \Gamma_i d\mu_i \quad (5)$$

تُعد هذه العلاقة الشكل العام لعلاقة جيبس الامتزاجية، وتستخدم كثيراً لدراسة الامتزاج.

ب- إن عدد الجزيئات التي تصل من الطور الغازي إلى واحدة المساحة من سطح الماز في ثانية واحدة، أي تواتر الصدم مع الجدار، يعطى وفقاً للنظرية الحركية للغازات بالعلاقة التالية:

$$1 Z_w = \frac{L}{(2\pi MRT)^{1/2}} P$$

حيث تمثل L عدد أفوغادرو و M الكتلة الجزيئية للغاز الممتز و T درجة حرارة الامتزاج و P الضغط التوازني. فإذا كان θ_0 الكسر من السطح المعرض للجزيئات الغازية، أي الجزء العاري أو غير المشغول، فإن معدل التكاثر أو عدد الجزيئات التي تتكاثر على واحدة المساحة وفي ثانية يكون:

$$1 n_1 = \frac{L}{(2\pi MRT)^{1/2}} Pa_1 \theta_0 = KPa_1 \theta_0 \quad (1)$$

حيث تمثل a_1 معامل التكتيف.

من أجل العملية المعاكسة، أي التبخير والتي تكون أصلاً مهيبة، حيث إن الجزيئة الممتزة تحتاج إلى طاقة من السطح قدرها E_1 حتى تستطيع التغلب على قوى التجاذب السطحية لكي تترك السطح، وبما أن الجزيئة الممتزة في حالة اهتزاز عمودي على السطح بتواتر قدره v_1 ولا يمكنها التبخر إلا إذا وصلت إلى الحالة الحدية، فإن احتمالية تبخر الجزيئة سيكون $\exp(-E_1/RT)$ ، حيث تمثل E_1 طاقة الامتزاج من الطبقة الأولى، وهكذا يكون عدد الجزيئات المتبخرة من مركز امتزاجي معين في ثانية واحدة هو $v_1 \exp(-E_1/RT)$ ، وبما أن عدد الجزيئات في المراكز المشغولة يساوي $Z_m \theta$ ، حيث تمثل Z_m عدد الجزيئات الممتزة في طبقة ممثلة تماماً أو عدد المراكز الامتزاجية الكلية في واحدة المساحة، و θ الكسر المشغول من السطح، فإن عدد الجزيئات المتبخرة في ثانية واحدة من واحدة المساحة يساوي:

$$1 n_2 = Z_m \theta v_1 \exp(-E_1/RT) \quad (2)$$

وعند التوازن يكون $n_2 = n_1$ ، أي إن:

$$1 Kpa_1 \theta_0 = Z_m \theta v_1 \exp(-E_1/RT) \quad (3)$$

وحيث إن $\theta_0 = 1 - \theta$ فإن العلاقة السابقة تؤول إلى ما يلي:

$$1 Kpa_1(1 - \theta) = Z_m \theta v_1 \exp(-E_1/RT) \quad (4)$$

وبعزل θ وبعد الأخذ $a_1 = 1$ نحصل على العلاقة التالية:

$$2 \theta = \frac{KP}{KP + Z_m v_1 \exp(-E_1/RT)} = \frac{BP}{1 + BP} \quad (5)$$

حيث يعرف B بثابت لانغموير ويساوي إلى:

$$1 \quad B = \frac{K}{Z_m V_1 \exp(-E_1 / RT)} = B_o e^{E_1 / RT} \quad (6)$$

ولكن الكسر المغطى من السطح، θ ، يساوي النسبة بين عدد الجزيئات الكلية إلى عدد الجزيئات الممتزة في الطبقة الأحادية الممتلئة تماماً، وهذه بدورها تساوي النسبة بين حجم أو كمية الغاز الممتز/حجم أو كمية الغاز الممتز في الطبقة الأحادية، أي إن:

$$1 \quad \theta = Z/Z_m = V/V_m = x/x_m \quad (7)$$

إذا أشرنا إلى الامتزاز بالنسبة إلى كتلة مقدارها 1 g من الصلب فإن V_m أو x_m تدعى بسعة الطبقة الأحادية وتؤول العلاقة (5) إلى الشكل التالي:

$$1 \quad \frac{x}{x_m} = \frac{BP}{1 + BP} \Rightarrow x = \frac{x_m BP}{1 + BP} \quad (8)$$

تمثل هذه العلاقة امتزاز لانغموير متساوي الدرجة أو علاقة لانغموير الامتزاجية

ج-4

- المسألة الأولى: (22 درجة)

$$5 \quad \gamma = mg / 2\pi r f \quad \text{نطبق العلاقة التالية:}$$

$$5 \quad m = 16 \times 10^{-4} / 20 = 8 \times 10^{-5} \text{ kg} \quad \text{حيث يكون وزن القطرة الواحدة هو:}$$

وبما أن السائل يبلل الرأس فيؤخذ نصف القطر الخارجي للرأس: $r = 6 \times 10^{-4} \text{ m}$ ، بالتعويض بالعلاقة السابقة نجد:

$$5 \quad \gamma = mg / 2\pi r f = (8 \times 10^{-5} \text{ kg}) (9.807 \text{ m/s}^2) / 2 \times 3.14 (6 \times 10^{-4} \text{ m}) \times 0.9212$$

$$2 \quad \gamma = 0.22603 \text{ kg/s}^2 (= \text{N/m}) = 226.03 \text{ Mn/m} (= \text{dyne/cm})$$

- المسألة الثانية: (8 درجات)

يلاحظ من المنحنى أنه من النموذج IV 2 المميز للأجسام الميزو مسام 1 التي تتميز بالأنشطة التخلفية 1 ، ولحساب V_m و $CBET$ و $SBET$ نطبق:

$$1 \quad CBET = (m/i) + 1 \quad \text{و} \quad V_m = 1/(m + i)$$

وبالتعويض ينتج لدينا:

$$1 \quad V_m = 10^4 / (93.344 + 1.3565) = 105.596 \text{ ccSTP/g}$$

$$1 \quad CBET = (93.344 / 1.3565) + 1 = 69.8$$

$$1 \quad SBET = 4.37 \times V_m = 4.37 \times 105.596 = 461.45 \text{ m}^2/\text{g}$$

مدرس المقرر

د: مروة رياح

الطالب: الرقم الجامعي: المدة: ساعتان العلامة: 70 درجة	امتحان مقرر كيمياء السطوح والحفز طلاب السنة الرابعة - الدورة الأولى 2023-2024	جامعة طرطوس كلية العلوم قسم الكيمياء
يسمح استخدام الآلة الحاسبة		

س1- ما المقصود بالتعابير التالية: (8 درجات)

الطاقة الحرة البينية الزائدة، الضغط السطحي، الحفاز، التوتر السطحي.

س2- أجب عن الأسئلة التالية: (24 درجة)

1. قارن بين الامتزاز الفيزيائي والامتزاز الكيميائي.

2. ماهو الفرق بين الغشاوات المتموضعة وغير المتموضعة.

3. عدد طرق قياس التوتر السطحي.

س3- استنتج علاقة كلفن في القطرات وفي الفقاعات (10 درجة)

حيث تُعد علاقة كلفن تعبيراً ترموديناميكياً لتغير ضغط البخار بين سطح منحني وبين انحنائية السطح $(1/r)$.

س4- حل المسألتين التاليتين: (28 درجة)

1- يتبع التوتر السطحي لمزائج الايثانول/ماء العلاقة $\gamma = 72 - 0.5C + 0.2C^2$ حيث تمثل C

تركيز الايثانول بوحدة M ، فاحسب الزيادة السطحية للايثانول بوحدة mol/cm^2 من أجل

محلول تركيزه $0.6M$ عند الدرجة $25^\circ C$.

2- عند قياس التوتر السطحي للبنزن عند الدرجة $20^\circ C$ باستخدام أنبوب شعري نصف قطره

$r_1 = 0.08 \text{ cm}$ وجد أن ارتفاع البنزن داخل الأنبوب يساوي 1.811 cm ، فإذا علمت أن كثافة

البنزن تساوي 0.8785 g/cm^3 وكثافة الهواء 0.0014 g/cm^3 ، فاحسب التوتر السطحي للبنزن

بالجملة السغئية والجملة الدولية. علماً أن $g = 980.7 \text{ cm/s}^2$.

مع تمنياتي لكم بالنجاح والتوفيق

2024/ 1 /24

مدرس المقرر

د. مروة رياح



8

2

ما هو الفرق بين الفسادات المقوصفة وغير المقوصفة
 إذا كان ٥٧ (عق حبل الكون) أكبر بكثير من الطاقة الحرارية للجزيئة المحترقة
 فإننا سننفي معظم وقتنا على السطح في النيازك المقوصفة أو هوليرا ونقال
 عندئذٍ بأننا مقوصفة. أما إذا كان ٥٧ أقل أو يقارن مع طاقة الحرارة
 للجزيئة فإننا نستطيع التحرك بسهولة على طول سطح من حزن
 اقتراري إلى آخر، ويقال عندئذٍ بأننا غير مقوصفة أو منقولة.

8

3

عند طرق قياس التوسيع الطيفي

أو يكفي أن يذكر
 أربعة فئات

- 1- طريقة الارتفاع في الانابيب السُمريّة
- 2- طريقة وزن القطرة
- 3- طريقة منهج الفقاعة الأعظمي
- 4- طريقة الحلقة
- 5- طريقة صينية ديلهي

ج 3: استنتاج علاقة كلفن في القطرات وفي الفقاعات حيث تُعد علاقة
 كلفن تعبيراً نموذجياً ميكانيكياً لتغير ضغط البخار مع سطح منحني وبه
 انخفاض السطح (1/r).

$$dG = -SdT + Vdp + \sum \mu_i dn_i + \gamma da$$

حيث الكون الكيميائي مكوّن لعلاقة التالية
 $\mu_i = (dG/dn_i)_{T,P,n_j,a}$
 ففي أجل قطرة صغيرة فإن انتقال المادة يسووي

بالضرورة إلى تغير في المساحة وهكذا فنجد إضافة dn_i مول من المكوّن i
 إلى القطرة فإن حجمها سيتغير بالمقدار $dV = \sum v_{m,i} dn_i$ حيث
 $v_{m,i}$ الحجم المولي الجزئي في السائل، وبما أن حجم القطرة
 السمي نصف قطرها r هو $4\pi r^3/3$ فإن $dV = 4\pi r^2 dr$

وبالتالي يكون تغير المساحة السطحية للقطرة هو $da = 8\pi r dr$

$$1 \Rightarrow da = \frac{2dV}{r} = \sum_i \frac{2V_{m,i}}{r} dn_i$$

وبالتعويض نحصل:

$$1 \Rightarrow dG = -SdT + VdP + \gamma \sum_i (2V_{m,i}/r) dn_i + \sum_i \mu_i dn_i$$

$$1 \Rightarrow dG = -SdT + VdP + \sum_i [2V_{m,i}/r + \mu_i] dn_i$$

هنا نلاحظ أن الكون الكيفي للمكون i في القطرة هو:

$$1 \Rightarrow \bar{\mu} = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{T,P,n_j} = \frac{2V_{m,i}\gamma}{r} + \mu_i$$

$$1 \Rightarrow \bar{\mu} - \mu = \frac{2V_{m,i}\gamma}{r}$$

ولكن $\mu_i = \mu_i^\circ + RT \ln P_i$ حيث P_i° ضغط بخار المكون i فوق السطح المتقوى وأيضا $\bar{\mu} = \mu_i^\circ + RT \ln P_i$ حيث P_i ضغط بخار المكون i فوق السطح المنخفض بالتقوية.

$$1 \Rightarrow \ln \frac{P_i}{P_i^\circ} = \frac{2V_{m,i}\gamma}{rRT}$$

$$1 \Rightarrow \ln \frac{P}{P^\circ} = \frac{2V_m\gamma}{rRT} \quad \Leftarrow \text{وهو أجل مكون وحيد}$$

$$1 \Rightarrow \ln \frac{P}{P^\circ} = -\frac{2V_m\gamma}{rRT} \quad \Leftarrow \text{وهو أجل فقاعة بخار}$$

(14)

ج 4 : حل المسألة الأولى :

$$C = 0,6 \text{ M} \quad \gamma = 72 - 0,5C + 0,2C^2$$

$$T = 25^\circ \text{C} \quad \text{الليتانول عند الدرجة}$$

حيث نكتب علاقة جيبس الاقترازية من أجل المحاليل المخدرة

$$\sqrt{2}^{(1)} = - \frac{C}{RT} \frac{\partial \gamma}{\partial C}$$

$$\Rightarrow \partial \gamma / \partial C = -0,5 + 0,4C$$

$$\Rightarrow \partial \gamma / \partial C = -0,5 + 0,4 \times 0,6 = -0,26$$

وبالتعويض في علاقة جيبس الاقترازية :

$$\Rightarrow \sqrt{2}^{(1)} = \frac{-0,6(-0,26)}{8,314 \times 10^7 \times 298} = 6,2964 \times 10^{-12} \text{ mol/cm}^2$$

(14)

حل المسألة الثانية :

بتطبيق العلاقة التالية لقياس التوتر السطحي حيث :

$$\gamma = r_t g h (\Delta \rho) / 2$$

وبالتعويض بالمعطيات :

$$\rho_{\text{البنزين}} = 0,8785 \text{ g/cm}^3$$

$$r_t = 0,08 \text{ cm} \quad 20^\circ \text{C}$$

$$\rho_{\text{الماء}} = 0,0014 \text{ g/cm}^3$$

$$h = 1,811 \text{ cm} \quad g = 980,7 \text{ cm/s}^2$$

$$\Rightarrow \delta = (0,8785 - 0,0014 \text{ g/cm}^3) (980,7 \text{ cm/s}^2)$$

$$4 \quad \times (1,811 \times 0,08 \text{ cm}^2) / 2 = 62,31 \text{ g/s}^2$$

$$\Rightarrow \delta = 62,31 \text{ dyne/cm (erg/cm}^2) \quad \text{المجلة، التَّخْصِيّة}$$

$$\text{حيث إنَّ (dyne = g.cm/s}^2 \Rightarrow \text{g/s}^2 = \text{dyne/cm)}$$

أما السَّجَّة بالمجلة، إِدْرِيّة:

$$\delta = (878,5 - 1,4 \text{ kg/m}^3) (9,807 \text{ m/s}^2)$$

$$4 \quad \times (0,01811 \times 0,0008 \text{ m}^2) / 2$$

$$\delta = 0,06231 \text{ N/m (or } \delta/\text{m}^2) = 62,31 \text{ mN/m}$$

د: مروّة رياح

م. ن. ع. م.

ج ١: المبح : هو عملية مماثلة للاقتزاز وهو خروج الشوائب الكيميائية من السطح إلى عمق السطح **2**

الغسالة المقوضعة : إما كان ٥٧ عمق حاصر الكون أكبر بكثير من الطاقة الحرارية للجزيئة الممتزة أثناء اهتزازها بالمركز الاقترزي فإمراً ستفني معظم مقتر السطح في النهاية المصغرة أو هولها ويقال عندئذ بأنها مقوضعة . **2**

ج ٢: التوتر السطحي : القوة المؤثرة بصورة موازية للسطح على خط طول واحد الخطوات الحفاز : هو كل مادة تفتت من سرعة التفاعل بتأثيرها على المواد المتفاعلة وتخرج مع نواتج التفاعل دون أن تتغير لمرات **2**

ج ١: الفرق بين السطح الداخلي والسطح الخارجي : السطح الداخلي يتكون من جدران جميع التسفقات **2** والمسام والتقوون التي تكون محيطة أكثر من مساحة وشمل السطح الخارجي التقوون والتسفقات كافة التي تكون واسعة أكثر من محيطة . تكون السطح الداخلية للعديد من الأجسام المسامية أكبر بعدة مرات من السطح الخارجية ، وبالتالي يكون السطح الكلي للصلب بالعال لرحلياً ، المساحة الداخلية كبيرة $400 - 1500 \text{ m}^2$ والمساحة الخارجية في حدود $400 - 15 \text{ m}^2$. **2**

ج ٢: قارن بين الاقتزاز الفيزيائي والاقتزاز الكيميائي :

روابط كيميائية (شديدة أو متوسطة)
حرارة الاقتزاز كبيرة
 $80 - 400 \text{ KJ/mol}$
لا تتبع بسهولة حاجة لدرجات عالية من الحرارة أو ضغط منخفض جداً
أحادية البصقة

قوة فاندرالس **2**
حرارة الاقتزاز ضعيفة **2**
 $0 - 20 \text{ KJ/mol}$
تتبع الجزيئات فيزيائياً بسهولة **2**
بارتفاع ضغط أو التركيز
متعددة البصقات **2**

③: طرق قياس التوتر السطحي :

- 1- طريقة الارتفاع في الأنابيب الشعرية² ، 2- طريقة وزن لقطرة² ، 3- طريقة خنق الفقاعة² ، 4- طريقة حلقة² ، 5- طريقة صفيحة ويلهلم² ..

ملحوظة: استنتاج معادلة الحالة ثنائية البعد للغاز المثالي والطبقة الأحادية غير المقوفة المثالية :

تابع التوزيع الانتقالي $q_{th} = 2\pi m k T a / h^2$

.. الكلي $Z = (2\pi m k T / h^2) a j^{ads} \exp(V/kT) = Z_0 a$

1 $Z^{ads} = \frac{1}{N!} (Z)^N$ تابع التوزيع للطبقة الأحادية :

1 A^{ads} تابع التوزيع

1 $A^{ads} = -k T \ln Z^{ads}$

1 $\pi = \left(\partial A^{ads} / \partial a \right)_{T, V, N} = k T \left(\partial \ln Z^{ads} / \partial a \right)_{T, V, N}$

$\ln Z^{ads} = N \ln Z - \ln N!$

1 وفقاً لتقريب سيرلنغ $\ln N! = N \ln N - N$

$\ln Z^{ads} = N \ln Z - N \ln N + N$

1 $\Rightarrow A^{ads} = -N k T \ln Z + N k T \ln N - N k T = N k T \ln(N/Z) - N k T$

وبتعيين قيمت Z $\Leftarrow$

1 $A^{ads} = N k T \ln(N/Z_0 a) - N k T = N k T \ln - N k T \ln Z_0 - N k T \ln a - N k T$

وبالتحقق بالنسبة لـ a $\Leftarrow$

1 $\left(\partial A^{ads} / \partial a \right)_{T, V, N} = -N k T / a = -\pi$

1 $\Rightarrow \boxed{\pi a = N k T}$

ج 4: حل المسألة الأولى :

$$C = 0,5 \text{ M}$$

$$r = 72 - 0,5C + 0,2C^2$$

$$T = 25^\circ \text{C} \text{ عند}$$

الحل: نكتب علاقة جيبس الافتراضية من أجل المحاليل المخدرة :

$$4 \quad \Gamma_2^{(1)} = - \frac{C}{RT} \frac{dr}{dC}$$

$$5 \Rightarrow dr/dC = -0,5 + 0,4C = -0,5 + 0,4 \times 0,5 = -0,3$$

وبالتعويض في علاقة جيبس الافتراضية :

$$5 \quad \Gamma_2^{(1)} = \frac{-0,5(-0,3)}{8,314 \times 10^7 \times 298} = 6,05 \times 10^{-12} \text{ mol/cm}^2$$

حل المسألة الثانية :

$$T = 293,15 \text{ K}$$

$$\gamma = 72,88 \times 10^{-3} \text{ N/m} \Leftarrow$$

$$V_m = 18,05 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{mol}$$

$$\gamma = 72,88 \text{ mN/m}$$

$$r = 10^{-6} \text{ cm} = 10^{-8} \text{ m}$$

$$4 \quad \ln \frac{P}{P_0} = \frac{2\gamma V_m}{rRT}$$

$$\Rightarrow 5 \quad \ln \frac{P}{P_0} = \frac{2 \times 72,88 \times 10^{-3} \times 18,05 \times 10^{-6}}{8,314 \times 293,15 \times 10^{-8}} = 0,107948$$

$$5 \Rightarrow P/P_0 = e^{0,107948} = 1,114$$

د. فريدة رباح

مستشار

الطالب: الرقم الجامعي: المدة: ساعتان العلامة: 70 درجة	امتحان مقرر كيمياء السطوح والحفز طلاب السنة الرابعة - الفصل الدراسي الثاني 2023-2022	جامعة طرطوس كلية العلوم قسم الكيمياء 
يسمح استخدام الآلة الحاسبة		

س1- ما المقصود بالتعابير التالية: (8 درجات)

الامتزاز، السطح البيني، التوتر السطحي، زمن الإقامة.

س2- أجب عن أحد السؤالين التاليين: (10 درجة)

أ- استخرج علاقة جيبس الامتزازية العامة علماً أن:

$$dA^\sigma = -S^\sigma dT - PdV^\sigma + \gamma da + \sum_i \mu_i dn_i^\sigma$$

ب- تُعد علاقة كلفن تعبيراً ترموديناميكياً لتغير ضغط البخار بين سطح منحن وبين انحنائية السطح (1/r) استنتج علاقة كلفن في القطرات وفي الفقاعات.

س3- أجب عن الأسئلة التالية: (24 درجة)

1- قارن بين الامتزاز الفيزيائي والامتزاز الكيميائي.

2- عدد فرضيات لانغموير في الامتزاز أحادي الطبقة ثم اذكر التعديلات التي ادخلها BET على هذه الفرضيات من أجل الامتزاز الفيزيائي متعدد الطبقات.

3- عَرّف الحَقَّاز موضحاً كيفية تأثيره على التفاعلات الحفزية وما هو الفرق بين الحفز الخاص حمض- أساس وبين الحفز العام حمض- أساس.

س4- حل المسألتين التاليتين: (28 درجة)

1- إذا علمت أن الحجم المولي للماء عند الدرجة 20°C يبلغ $18.05 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{mol}$ وأن توتره السطحي يساوي 72.88 mN/m والمطلوب:

أوجد الضغط النسبي p/p_0 عندما يساوي قطر القطيرة 10^{-6} cm . علماً أن $R=8.314 \text{ J/mol.k}$

2- عند قياس التوتر السطحي للبنزن عند الدرجة 20° C باستخدام أنبوب شعري نصف قطره $r_t = 0.04 \text{ cm}$ وجد أن ارتفاع البنزن داخل الأنبوب يساوي 1.611cm، فإذا علمت أن كثافة البنزن تساوي 0.8785 g/cm^3 وكثافة الهواء 0.0014 g/cm^3 ، فاحسب التوتر السطحي للبنزن بالجملة السفئية والجملة الدولية. علماً أن $g=980.7 \text{ cm/s}^2$.

مع تمنياتي لكم بالنجاح والتوفيق

مدرس المقرر

د. مروة رباح



2023/7/27

سلم تصحيح كيمياء السطوح والحفز

السنة الرابعة - الدورة الثانية - للعام الدراسي 2022/2023

ج1- الامتزاز: هو عملية جذب للأنواع من عمق الطور إلى السطح، أو هو توزع للأنواع

الكيميائية بين طور والسطح البيني. 2.

السطح البيني: يُعرف بالمجال الحدودي بين طورين متماسين.

التوتر السطحي: القوة المؤثرة بصورة موازية للسطح على خط طوله واحدة الأطوال.

زمن الإقامة: إذا كان هناك تجاذب بين جزيئات الغاز والصلب فإن الجزيئة الممتزة ستمضي

على السطح فترة من الزمن تُعرف بزمن الإقامة ويرمز له بالرمز τ .

ج2-

أ- وجدنا أن تابع هيلمهولتز للسطح البيني بشكله المتكامل وعندما تكون الخواص الشدية (T, p, ...) ثابتة، تأخذ الشكل الآتي:

$$A^\sigma = -pV^\sigma + \gamma a + \sum_i \mu_i n_i^\sigma \quad (1)$$

إذا فاضلنا هذه العلاقة نحصل على ما يلي:

$$dA^\sigma = -pdV^\sigma - V^\sigma dp + \gamma da + a d\gamma + \sum_i \mu_i dn_i^\sigma + \sum_i n_i^\sigma d\mu_i \quad (2)$$

وبمقارنة هذه العلاقة مع العلاقة $dA^\sigma = -S^\sigma dT - p dV^\sigma + \gamma da + \sum_i \mu_i dn_i^\sigma$ نحصل على الآتي:

$$S^\sigma dT - V^\sigma dp + a d\gamma + \sum_i n_i^\sigma d\mu_i = 0 \quad (3)$$

ومن أجل جميع الأغراض العملية أو باستخدام اصطلاح جيبس يكون $V^\sigma dp = 0$ أو مهملاً، وهكذا

وعند درجة حرارة ثابتة تؤول العلاقة (3) إلى الشكل الآتي:

$$a d\gamma + \sum_i n_i^\sigma d\mu_i = 0$$

وبالتقسيم على a ينتج لدينا ما يلي:

$$d\gamma + \sum_i (n_i^\sigma / a) d\mu_i = 0 \quad (4)$$

ولكن $n_i^\sigma / a = \Gamma_i$ ما هو إلا التركيز السطحي أو الزيادة السطحية للمكون i ، وتؤول العلاقة (4) إلى

الشكل الآتي:

$$-d\gamma = \sum_i \Gamma_i d\mu_i \quad (5)$$

تعد هذه العلاقة الشكل العام لعلاقة جيبس الامتزازية، وتستخدم كثيراً لدراسة الامتزاز.

ب- علاقة كلفن:

تُعدّ علاقة كلفن تعبيراً ترموديناميكياً لتغيّر ضغط البخار فوق سطح منحن وبين انحنائية السطح $(1/r)$. ويمكن استنتاجها كما يلي: إذا لم يتغيّر γ مع الانحناء فإنّ علاقة الطاقة الحرة التفاضلية لسطح مستوي هي التالية:

$$dG = -SdT + Vdp + \gamma da + \sum_i \mu_i dn_i \quad (9-2)$$

يمكن تطبيقها على السطوح المنحنية. وحيث إنّ الكمون الكيميائي للمكون يعرف بالعلاقة التالية: $\mu_i = (\partial G / \partial n_i)_{T,p,n_j,a}$ فإنّ هذا التعريف يكون مناسباً للعملية التي يمكن أن يتغيّر n_i بثبات a ، كما عند انتقال المادة عبر سطح بيني مستوي. ولكن من أجل قطيرة صغيرة فإنّ انتقال المادة سيؤدي بالضرورة إلى تغيّر في المساحة، وهكذا فعند إضافة dn_i مول من المكون i إلى القطيرة فإنّ حجمها سيتغيّر بالمقدار dV :

حيث تمثّل $V_{m,i}$ الحجم المولي الجزئي للمكون i في السائل. وبما أنّ حجم القطيرة التي نصف قطرها r هو $4\pi r^3/3$ فإنّ $dV = 4\pi r^2 dr$ ويكون تغيّر المساحة السطحية للقطيرة هو $da = 8\pi r dr$ ، ومن ثم يكون لدينا:

$$da = \frac{2dV}{r} = \sum_i \frac{2V_{m,i}}{r} dn_i \quad (10-2)$$

وبالتعويض في العلاقة (9-2) ينتج لدينا:

$$dG = -SdT + Vdp + \gamma \sum_i (2V_{m,i}/r) dn_i + \sum_i \mu_i dn_i \Rightarrow \int dG = -SdT + Vdp + \sum_i [(2V_{m,i}/r) + \mu_i] dn_i \quad (11-2)$$

نلاحظ من هذه العلاقة أنّ الكمون الكيميائي للمكون i في القطيرة، $\bar{\mu}_i$ ، هو:

$$\bar{\mu}_i = (\partial G / \partial n_i)_{T,p,n_j} = \frac{2V_{m,i}\gamma}{r} + \mu_i \quad \bar{\mu}_i - \mu_i = \frac{2V_{m,i}\gamma}{r} \Rightarrow \quad (12-2)$$

ولكن $\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln p_i^0$ ، حيث تمثّل p_i^0 ضغط بخار المكون i فوق السطح المستوي، وأيضاً

$\bar{\mu}_i = \mu_i^0 + RT \ln p_i$ ، حيث تمثّل p_i ضغط بخار المكون i فوق السطح المنحني. وبالتعويض في

العلاقة (12-2) نحصل على ما يلي:

$$\ln \frac{p_i}{p_i^0} = \frac{2V_{m,i}\gamma}{rRT} \quad (13-2)$$

ويكون من أجل جملة وحيدة المكون ما يلي:

$$\ln \frac{p}{p^0} = \frac{2V_m \gamma}{rRT} \quad (14-2)$$

حيث تمثل V_m الحجم المولي للسائل. تمثل العلاقة (14-2) أحد أشكال علاقة كلفن. بينما من أجل فقاعة بخار في سائل فإن نصف قطر الانحناء يأخذ إشارة معاكسة وبالتالي يكون لدينا ما يلي:

$$\ln \frac{p}{p^0} = -\frac{2V_m \gamma}{rRT} \quad (15-2)$$

ج-3

1- تُحدد طبيعة القوى بين الجزيئات الممتزة والسطح نوع عملية الامتزاز. فهكذا عندما تكون القوى من نوع فاندر فالس فإنها تؤدي إلى الامتزاز الفيزيائي (physical adsorption)، وعندما تكون القوى ناشئة عن روابط كيميائية (شاردية أو مشتركة) بين الجزيئات الممتزة والسطح فإنها تؤدي إلى الامتزاز الكيميائي (chemical adsorption). إن الفروقات الأساسية بين الامتزاز الفيزيائي والامتزاز الكيميائي هي التالية:

1- تكون حرارة الامتزاز الفيزيائي صغيرة 0-20 kJ/mol، أما في حالة الامتزاز الكيميائي فتكون كبيرة ويحدود 80-400 kJ/mol. تمتاز كثير من الغازات مثل H_2 و CO وغيرها امتزازاً كيميائياً على سطوح المعادن والأكاسيد المعدنية، فمثلاً امتزاز H_2 على سطح النيكل يحرر طاقة قدرها 80-120 kJ/mol تبعاً لحالة النيكل، وامتزاز الايثيلين على سطح ZnO يحرر طاقة قدرها 100 kJ/mol. يكون الامتزاز على السطوح البيئية سائل/سائل وسائل/بخار فيزيائياً.

2- يمكن أن تمتص (desorbed) الجزيئات الممتزة فيزيائياً بسهولة من السطح وذلك بإنقاص الضغط أو التركيز، وكذلك في حالة امتزاز غاز على سطح صلب فإن الجزيئات الممتزة ستترك السطح بسرعة عند إنقاص الضغط. أما الجزيئات الممتزة كيميائياً فإنه لا يمكن إزاحتها من السطح بسهولة وتتطلب درجات عالية من الحرارة

وضغوط منخفضة جداً.

3- تكون الجزيئات الممتزة كيميائياً عادة أحادية الطبقة، في حين تكون الجزيئات الممتزة فيزيائياً متعددة الطبقات (multilayer).

2. تقوم معالجة لانغموير على الفرضيات التالية:

- إن سطح الصلب عبارة عن صفوف أو مجموعات مرتبة من المراكز الامتزازية، وكل مركز امتزازي قادر على امتزاز جزيئة واحدة فقط.

- عندما تصدم جزيئة غازية مركزاً امتزازياً فارغاً فإنها ستتكاثر عليه، وتبقى لمدة من الزمن τ (زمن الإقامة) ومن ثم ستتبرح، وهنا سيكون الامتزاز متوضعاً بصورة مثالية.

- إن السطح متجانس طاقياً، أي إن جميع المراكز الامتزازية لها القوة الامتزازية ذاتها.
- ليس هناك تأثيرات متبادلة بين الجزيئات الممتزة، أي التأثيرات الجانبية مهملة.
- هناك توازن ديناميكي بين الجزيئات الممتزة والمتبخرة، أي إن عدد الجزيئات الممتزة على واحدة المساحة خلال ثانية يساوي عدد الجزيئات المتبخرة من واحدة المساحة خلال ثانية.
- تقوم الجزيئة الممتزة على مركز امتزازي مقام المركز الامتزازي وهكذا تبني الطبقات المتعددة.

- التوازن الديناميكي: عدد الجزيئات المتبخرة في ثانية من الطبقة i يساوي عدد الجزيئات المتكثفة في الثانية في الطبقة الأدنى مباشرة $(i-1)$.
- إن حرارات الامتزاز في جميع الطبقات عدا الأولى تكون متساوية وتساوي حرارة التكثيف.
- تكون ثوابت التبخير / التكثيف في جميع الطبقات عدا الأولى تكون متساوية.
- عندما $P = P_0$ ستتكتف المادة الممتزة بشكل سائل ويكون عدد الطبقات الممتزة غير محدود.

3- الحفاز هو كل مادة تغير من سرعة التفاعل بتأثيرها على المواد المتفاعلة وتخرج مع نواتج التفاعل دون أن يحدث لها تغير. يمكن لهذه المادة أن تزيد من سرعة التفاعل فتدعى بالحفازات الإيجابية أما إذا أدى وجودها في مزيج المواد المتفاعلة إلى تناقص في سرعة التفاعل فتدعى بالحفازات السلبية أو الكابحة. عندما تلعب شوارد الهيدروجين أو شوارد الهيدروكسيل الدور الأساسي في الحفز فيدعى بتفاعل الحفز الخاص حمض-أساس أو الوساطة حمض-أساس النوعية. في حين عندما يؤثر على هذا التفاعل باقي الشوارد الموجودة في وسط التفاعل فيدعى بتفاعل الحفز حمض-أساس العام.

ج-4

المسألة الأولى:

الحل: نطبق علاقة كلفن، حيث $2r = 10^{-6} \text{ cm} = 10^{-8} \text{ m}$

و $T = 293.15 \text{ K}$ و $\gamma = 72.88 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ نحصل على ما يلي: $V_m = 18.05 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{mol}$

$$\ln \frac{P}{P_0} = \frac{2\gamma V_m}{rRT} \Rightarrow \ln \frac{P}{P_0} = \frac{2 \times 72.88 \times 10^{-3} \times 18.05 \times 10^{-6}}{8.314 \times 293.15 \times 0.5 \times 10^{-8}} = 0.215896$$

$$P/P_0 = e^{0.215896} = 1.24097$$

المسألة الثانية:

$$\gamma = r_1 g h (\Delta p) / 2 = g (\Delta p) a^2 / 2$$

$$\gamma = (0.8785 - 0.0014 \text{ g/cm}^3)(980.7 \text{ cm/s}^2)(1.611 \times 0.04 \text{ cm}^2) / 2 = 27.71 \text{ g/s}^2$$

$$\gamma = 27.71 \text{ dyne/cm (erg/cm}^2\text{)}$$

$$(\text{dyne} = \text{g.cm/s}^2 \Rightarrow \text{g/s}^2 = \text{dyne/cm} \text{ حيث إن})$$

أما في الجملة الدولية فيكون:

$$\gamma = (878.5 - 1.4 \text{ kg/m}^3)(9.807 \text{ m/s}^2)(0.01611 \times 0.0004 \text{ m}^2)$$

$$\gamma = 0.02771 \text{ N/m (or J/m}^2\text{)} = 27.71 \text{ mN/m}$$

Atol