الكيمياء الفيزيائية العملية

Practical Physical Chemistry

إعداد الدكتور : علي نزار عبد الغفار

لطلبة المرحلة الثانية – كليات الزراعة

المفهوم العام للكيمياء الفيزيائية العملية : كيف تفسر الظواهر الكيميائية باستخدام القوانين الفيزيائية

المحاضرة الأولى – مقدمة في المشتقات والعلاقات الرياضية في الكيمياء الفيزيائية

الكيمياء الفيزيائية : هي العلم الذي يفسّر الظواهر الكيميائية باستخدام قوانين الفيزياء والرياضيات هدفها وصف **كيف ولماذا** تجري التفاعلات ، وكيف تنتقل **الطاقة** و**المادة** و**الشحنة** في الأنظمة ، وهي أحد فروع علم الكيمياء التي تهتم بدراسة الظواهر المرئية والجسيمية في الأنظمة الكيميائية مثل الحركة ، الطاقة ، القوة ، الزمن ، الديناميكا الحرارية والتوازن الكيميائي .

يعد العالم الروسي ميخائيل لومونوسوف (بالروسية : Михаил Ломоносов) هو أول عالم ابتكر مصطلح الكيمياء الفيزيائية عام 1752 .

اما الكيمياء الفيزيائية في مجال الأغذية : فهي تُعنى بدراسة خصائص المحاليل بشكل عام ، مثل سرعة التفاعلات وتوازنها ، وكذلك صفات المواد الغروية ، **هذه الدراسة تساعدنا على** فهم السوائل الحيوية واستقرارها ، وتوضح لنا الأسس التي تُستخدم في بعض الفحوصات المهمة للسيطرة على نوعية الغذاء ، مثل قياس اللزوجة ، امتصاص الضوء ، معامل الانكسار ودوران الضوء المستقطب.

امثلة من الواقع الغذائي

الحليب :

- يحتوي على **مواد غروية** (مثل البروتينات والكازينات) موزعة في الماء.
- باستخدام مبادئ **الكيمياء الفيزيائية** نستطيع قياس **اللزوجة** لمعرفة إن كان الحليب طبيعي أو تعرض للغش أو الفساد.
- كما يمكن قياس **امتصاص الضوء ومعامل الانكسار** لمعرفة تركيز الدهن أو المواد الصلبة.

العصائر :

- عند تخزين العصير تحدث **تفاعلات عضوية** (مثل تفاعلات الأكسدة).
- من خلال دراسة **سرعة التفاعل وتوازنه** يمكن معرفة مدة صلاحية العصير وكيفية الحفاظ على لونه وطعمه.
- ويُستخدم أيضًا **قياس دوران الضوء المستقطب** لتحديد كمية السكر الطبيعية مقابل السكريات المضافة بواسطة جهاز الرفراكتوميتر Refractometer .

بهذه الطريقة ، الكيمياء الفيزيائية تعطينا أدوات عملية لفهم مكونات الغذاء والسيطرة على نوعيته.

لذلك في مجال الأغذية تساعدنا الكيمياء الفيزيائية على :

1. فهم تغيّر **الطاقة والحرارة** أثناء التسخين والتبريد والبسترة والتجفيف.
2. نمذجة **سرعة التفاعلات** (مثل تفاعل الأس الهيدروجيني أو التحلّل الإنزيمي)
3. حساب **الاتزان** (مثل اتزان الأحماض العضوية ، أو ذوبانية الأملاح/السكريات)
4. قياس خواص المحلول المهمة (ضغط أسموزي Osmosis ، لزوجة ، توصيلية كهربائية) والتي ترتبط مباشرة بجودة المنتج الغذائي .

تداخل المشتقات والعلاقات الرياضية

- **المشتق** : يصف "معدل التغيّر" (كيف تتغيّر خاصية ما عند اختلاف في متغيّر آخر قليلاً).
  مثال : $\frac{\Delta C}{\Delta t}$ يصف كيف تتغيّر الحرارة مع الزمن.
- **المشتق الجزئي :** نستخدمه عندما تعتمد الدالة على أكثر من متغيّر مثل (P, V, T).
- **العلاقات الرياضية** : وهي تربط بين متغيرات مختلفة تتكون من المشتقين أعلاه ، اذ نستطيع حساب خاصية او قيمة محددة مجهولة او صعبة التحصيل من القيم الأخرى وعلى سبيل المثال معادلة توازن تدفق الكتلة :

$$\frac{dM}{dt} + {}_{\text{out}}\dot{m}\sum = G - R + {}_{\text{in}}\dot{m}\sum$$

الرموز :

- ${}_{\text{in}}\dot{m}$: معدل تدفق الكتلة الداخلة (kg/s)
- ${}_{\text{out}}\dot{m}$: معدل تدفق الكتلة الخارجة (kg/s)
- G : معدل توليد الكتلة (kg/s)
- R : معدل استهلاك الكتلة (kg/s)
- $\frac{dM}{dt}$: معدل تراكم الكتلة داخل النظام (kg/s)

أهم الوحدات والرموز المستخدمة في الكيمياء الفيزيائية

(النظام الدولي للوحدات SI - System International Unites)

الرمز	الكمية الفيزيائية	الوحدة (SI)	تحويلات شائعة
m	الكتلة	kg (كيلوغرام)	1 kg = 1000 g
n	كمية المادة	mol (مول)	$1\ \text{mol} = 6.022 \times 10^{23}$ جسيم
T	درجة الحرارة المطلقة	K (كلفن)	K = °C + 273.15
P	الضغط	Pa (باسكال)	1 atm = 1.013×10^5 Pa ≈ 1.013 bar
V	الحجم	m^3 (متر مكعب)	1 m^3 = 1000 L
Q	الحرارة	J (جول)	1 cal ≈ 4.184 J
W	الشغل	J (جول)	—
U	الطاقة الداخلية	J (جول)	—
H	الإنثالبي	J (جول)	—
S	الإنتروبي	$J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$	جول لكل مول .كلفن
G	طاقة غيبس	J (جول)	جول
R	ثابت الغاز	8.314 $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$	8.314 جول لكل مول لكل كلفن
k	ثابت السرعة	s^{-1} (مقلوب ثانية)	مقلوب الثانية (غالبًا)
E_a	طاقة التنشيط	$J \cdot mol^{-1}$	جول لكل مول
π	الضغط الأسموزي	Pa أو atm	1 atm = 1.013×10^5 Pa باسكال أو جوّ
F	ثابت فاراداي	$C \cdot mol^{-1}$	1 C = 1 A·s كولوم لكل مول

اذا ما أهمية المشتقات والعلاقات الرياضية في الكيمياء الفيزيائية : تعتبر الاساس العملي للكيمياء الفيزيائية وذلك بتطبيق القوانين الفيزيائية وربطها بالظواهر الكيميائية، لنستطيع تفسير الظواهر بدقة، والتنبؤ بسلوك الأنظمة الغذائية ، كذلك بناء قرارات صناعية وهندسية وعلمية سليمة في المعالجات التصنيعية التغذوية .