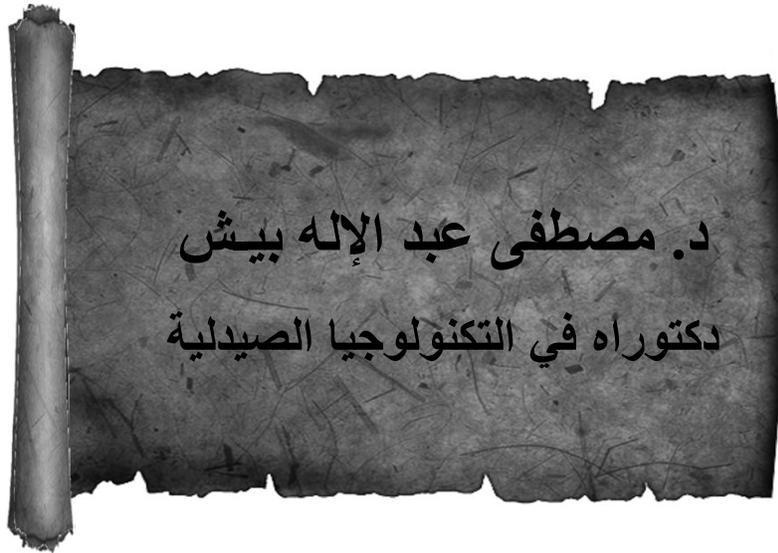


التجفيف Drying

1

س 4 -ص. صناعية 1



د. مصطفى عبد الإله بيش
دكتوراه في التكنولوجيا الصيدلانية

2

س 4 -ص. صناعية 1

□ القسم الأول :

1. تعريف التجفيف
2. تطبيقات التجفيف
3. تقنيات التجفيف المختلفة

س 4 -ص. صناعية 1

3

عملية تقود للتخلص من الماء بشكل عام أو المذيبات الأخرى وهو يختلف عن التبخير الذي تكون فيه كمية الماء أكبر



هل يمكن التجفيف دون حرارة؟؟؟
أين تستخدم؟

1. تحضير المواد الأولية المستعملة بالصيدلة أو غيرها كعملية نهائية
2. صنع المضغوطات
3. التخلص من الماء البلوري أو الماء المتشرب للحفظ
4. قبل عملية طحن العقاقير أو قبل الاستخلاص
5. تحضير الخلاصات الجافة
6. خفض كلفة النقل والمواصلات

4

س 4 -ص. صناعية 1

تعريف

الهواء الجاف : الهواء الحاوي على غازات غير قابلة للتكاثف في درجة الحرارة العادية.

الهواء الرطب : الهواء الحاوي على غازات غير قابلة للتكاثف وغازات قابلة للتكاثف في درجة الحرارة العادية.

نقطة الندى (Dew Point): : درجة الحرارة التي يبدأ معها بخار الماء بالتكاثف.

رطوبة الهواء: كمية بخار الماء مقدرةً بالغرام الموجودة في المتر المكعب الواحد. (غ/م³)

رطوبة الإشباع : رطوبة الهواء عندما يكون مشبعاً ببخار الماء أي أكثر رطوبة يمكن أن يحملها الهواء بدرجة حرارة وضغط معينة.
محتوى المادة من الرطوبة : كمية الماء الموجودة في المادة.

5

س 4 -ص. صناعية 1

الرطوبة النسبية : تعطى بالعلاقة :

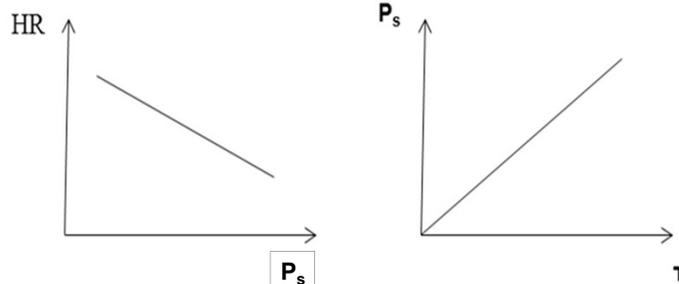
$$H_r = P_p / P_s * 100$$

حيث :

P_p : ضغط بخار الماء الجزئي

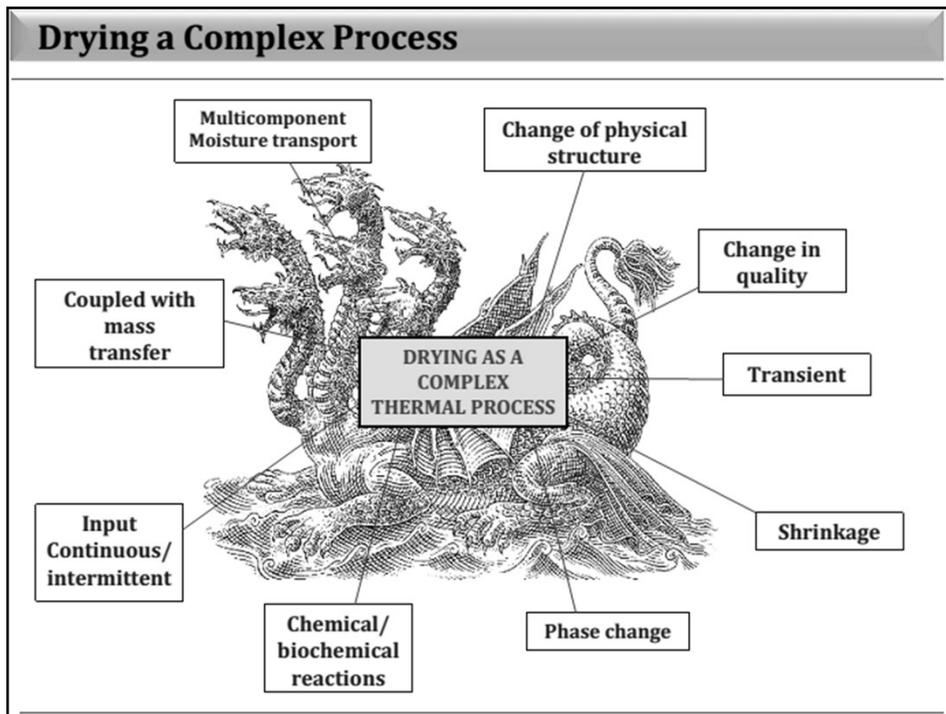
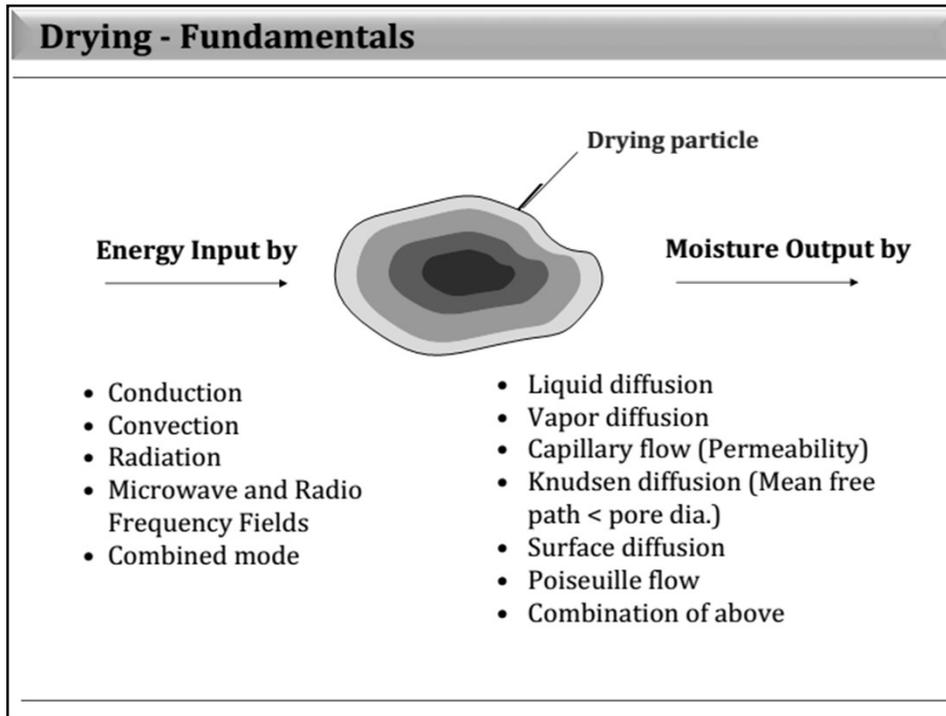
P_s : ضغط بخار الماء الإشباعي

ملاحظة : بالتجفيف نرفع **P_s** مما يؤدي لانخفاض الرطوبة النسبية



٥

س 4 -ص. صناعية 1



أساس المقارنة	نظام التجفيف الشمسي	نظام التجفيف الصناعي
١- مصدر الحرارة	الشمس	مصدر حراري صناعي
٢- المساحة	يحتاج مساحات كبيرة	لا يحتاج إلى مساحات كبيرة
٣- المدة	تستغرق مدة أطول (أسابيع)	خلال ساعات أو دقائق أو ثواني حسب الطريقة
٤- العمالة	تحتاج لأيدي عاملة أكثر	صالة أقل لأنها تعتمد على الأفران
٥- التكلفة	لا تحتاج تكلفة عالية	مكلفة
٦- اللون	فاتح	غامق نسبياً
٧- الفاقد	نسبة الفاقد أعلى	نسبة الفاقد أقل
٨- حدوث تغيرات	أكثر تعرضها للفاقد في القيمة الغذائية و التغيرات الكيميائية	
٩- عوامل جوية	تتعرض للأتربة و العوامل الجوية	لا تتعرض للعوامل الجوية

تقنيات التجفيف المختلفة

١- التجفيف بالفرن :

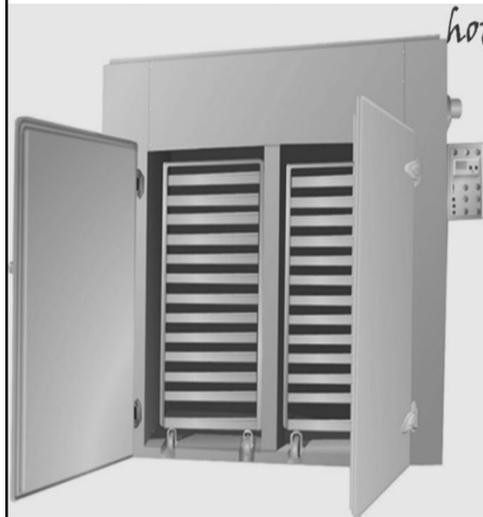
ميزات هذه الطريقة :

- سهولة
- تقنياتها بسيطة
- قليلة التكلفة
- إمكانية تحسين الكفاءة بتخفيف

الضغط Vacuum

مساوئها :

- غير مناسبة للمواد الحساسة للحرارة.
- التجفيف بطيء جداً لأنه يحصل فقط على السطح وتحدث ظاهرة نتيجة ذلك تسمى التكتل على السطح بسبب بقاء كمية من الرطوبة بالداخل



تقنيات التجفيف المختلفة

2- التجفيف باستخدام المواد الجاذبة للرطوبة :

جو محكم الإغلاق نضع فيه المادة الجاذبة للرطوبة ونضع إلى جانبها المادة المراد تجفيفها ويفضل أن تكون على شكل طبقة رقيقة
كلور الكالسيوم وخامس أكسيد الفوسفور وحمض الكبريت النقي
مميزات هذه الطريقة :
سليكاجيل مع أملاح الكوبالت كملون
(أزرق لا مائي - أحمر مائي)
➤ بسيطة وسهلة التطبيق
➤ منخفضة التكاليف
➤ مناسبة لتجفيف المواد الحساسة للحرارة
مساوئها :

- بطيئة فهي تحتاج لزمان طويل كما يجب متابعة
- تغير الوزن حتى ثباته
- مخبرية مناسبة لمواد قليلة الرطوبة

11

س 4 -ص. صناعية 1

تقنيات التجفيف المختلفة

3- التجفيف بالأشعة تحت الحمراء :

يتم تزويد الطاقة اللازمة للتجفيف من خلال لمبة (تتغستين
A 12000-10000) موجودة في أعلى الجهاز فوق العينة (30

سم) مميزات هذه الطريقة :

- بسيطة
- غير مكلفة
- مساوئها :
- بطيئة
- غير مناسبة للمواد الحساسة للحرارة
- تجف الأسطح بشكل أكبر من الداخل
- قليلة الاستخدام

س 4 -ص. صناعية 1 12

تقنيات التجفيف المختلفة

4- التجفيف بالأموح الدقيقة الميكرويف : (مجال طول موجة 10ملم - 1م)

جزيئات ذات ثابتة عزل كهربائي مرتفعة فحين وضعها ضمن حقل كهربائي متناوب ذي تردد مرتفع **2500 ميغا هرتز** فتتولد الطاقة الحرارية اللازمة للتجفيف بالتحريض الناتج عن حركة الجزيئات المستقطبة

مميزات هذه الطريقة :

- لا ترفع حرارة الوعاء والجو المحيط
- زمن تجفيف طويل نسبياً

مساوئها :

- ارتفاع سعر التجهيزات اللازمة للتجفيف السريع
- غير مناسبة للمواد الحساسة للحرارة

13

س 4 -ص. صناعية 1

تقنيات التجفيف المختلفة

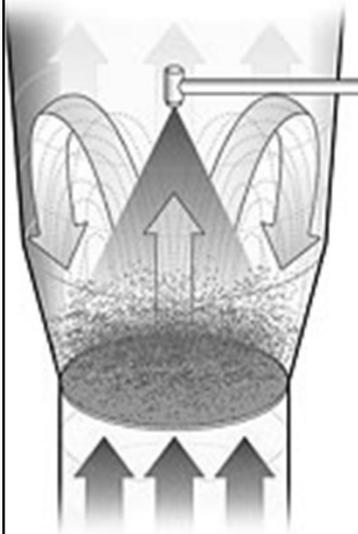
5- التجفيف بالسرير الهوائي:

مميزات هذه الطريقة :

- تجفيف سريع (20-40 دقيقة)
- منتج برطوبة متجانسة

مساوئها :

- ارتفاع سعر التجهيزات
- غير مناسبة للمواد الحساسة للحرارة



14

س 4 -ص. صناعية 1

تقنيات التجفيف المختلفة

6- التجفيف بالأنفاق :

نمرر المواد المراد تجفيفها ضمن نفق مناسب لحجم المواد فتلاقي تياراً هوائياً ساخناً

مميزات هذه الطريقة :

- سريعة بسبب سطح التماس الكبير مع كميات كبيرة من المادة حسب حجم النفق
- تقنية قليلة الكلفة

مساوئها :

- لا تستخدم في الصناعة الصيدلانية
- غير مناسبة للمواد الحساسة للحرارة

15

س 4 -ص. صناعية 1

تقنيات التجفيف المختلفة

7- التجفيف بالردز الجاف Spry dryers :

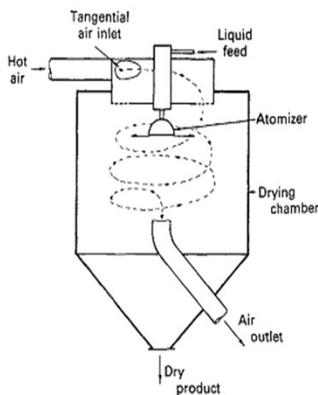


Fig. 26.11 Spray drier.

مميزات هذه الطريقة :

- تجفيف سريع ومتجانس
- مناسب للمواد الحساسة للحرارة لأن فترة التماس قليلة جداً
- الحصول على مسحوق فائق النعومة غير متبلور سريع الانحلال

مساوئها :

- تكلفة مرتفعة
- صوت الجهاز مرتفع جداً بسبب الصفير

16

س 4 -ص. صناعية 1

تقنيات التجفيف المختلفة

7- التجفيف بالبرذ الجاف Spry dryers: (تابع)

- تتعلق مواصفات البودرة الناتجة بـ:
- 1- قطرات السائل أنعم تنتج نعومة أكثر
 - 2- تركيز السائل منخفض ينتج حجم نوعي مرتفع
 - 3- العوامل الفعالة على السطح تزيد من النعومة
 - 4- حرارة الهواء 150-200 درجة تخفض في حال الـ Tg منخفضة
- خلاصات نباتية- أنزيمات- حليب أطفال- سواغات الضغط المباشر

17

س 4 -ص. صناعية 1

تقنيات التجفيف المختلفة

8- التجفيد Lyophilisation - Freeze-drying:

مميزات هذه الطريقة :

- استبعاد التخرب بفعل الحرارة والأكسدة و بالتالي ثبات المواد الفعالة الحساسة على الحرارة و الأكسدة.
 - إمكانية جمع المواد الطيارة بسهولة وعدم ضياعها
 - منع حادثة التكتل التي تحدث حين ارتفاع درجة الحرارة
 - بقاء أجزاء المادة المجففة موزعة بشكل متجانس داخل المسحوق المجفف
 - إجراء التجفيد بشروط عقيمة بسهولة
 - سرعة انحلال المادة المجففة تكون كبيرة
- مساوئها :

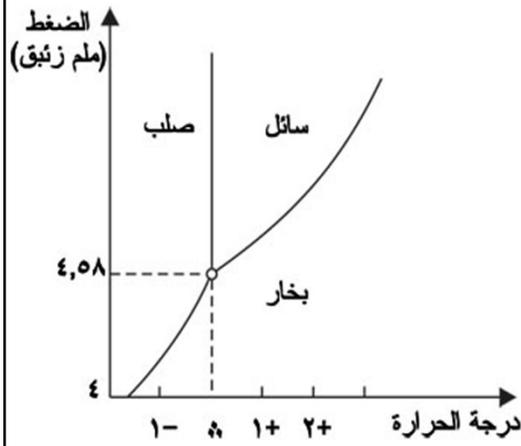
- تكلفة مرتفع (سعر - طاقة- زمن) 12 ساعة

18

س 4 -ص. صناعية 1

تقنيات التجفيف المختلفة

8- التجفيد Freeze-drying -Lyophilisation



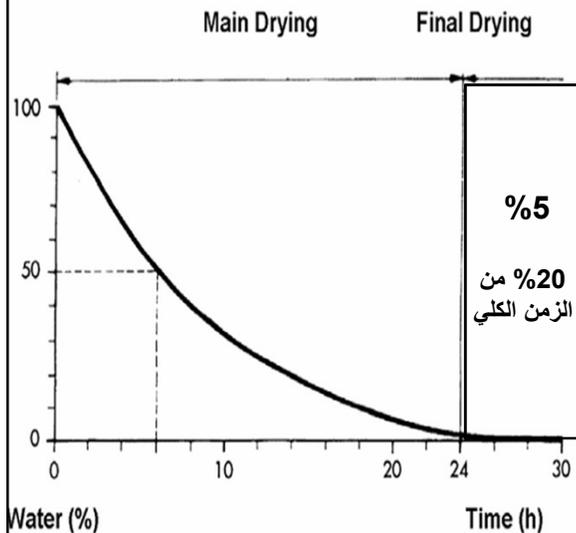
الشكل (1) مخطط حالات الماء الثلاث

19

س 4 -ص. صناعية 1

OA : منحنى تبخر الماء.
 OB : منحنى التصعيد و هو
 منحنى تقع عليه النقاط الممثلة
 لدرجات الحرارة والضغط التي
 يمكن معها التصعيد أن يتم.
 OC : منحنى انصهار الجمادة
 وهو منحنى تقع عليه النقاط
 الممثلة لدرجات الحرارة والضغط
 التي يمكن أن يتم فيها الانصهار.

8- التجفيد Freeze-drying -Lyophilisation (تابع)



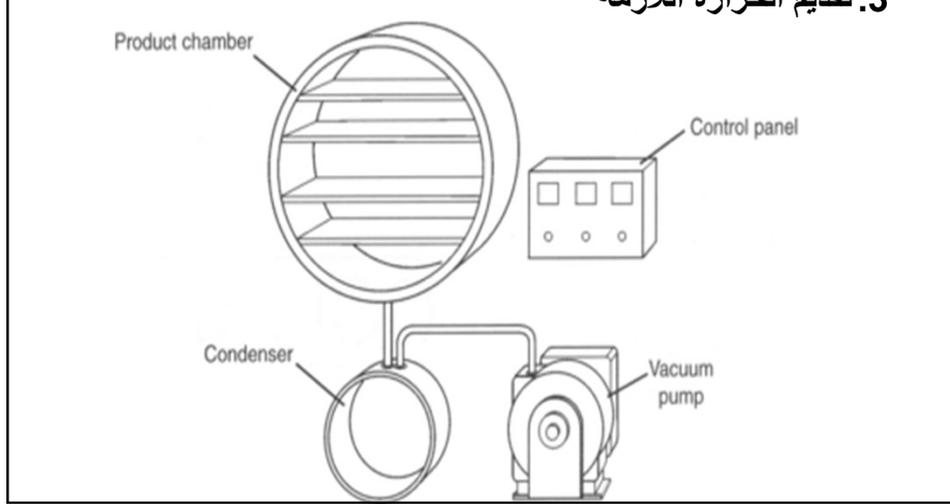
يتم نقصان كمية الماء
 بسرعة في البداية ثم يتباطأ
 في النهاية حيث 95% من
 الماء يفقد بـ 80% من
 الزمن الكلي و 5% من الماء
 يفقد بـ 20% من الزمن
 الكلي.

20

س 4 -ص. صناعية 1

مراحل التجفيف بالتثليج :

1. التجميد الأولي (رقيقة لا تزيد سماكتها عن 2 سم)
2. التجفيف بواسطة الضغط المنخفض
3. تقديم الحرارة اللازمة



8- التجفيد Freeze-drying -Lyophilisation : (تابع)

سواغات التجفيد:

- 1- مواد رافعة للزوجرة و مساعدة للانحلال وتمنع تطاير بعض مكونات الصيغة مع بخار العقار المستعمل للتجفيد ومن هذه المواد المانيتول و الغليسيرين
- 2- وقاءات للتحكم في درجة الحموضة pH وأحيانا يضاف كلوريد الصوديوم أو أملاح أخرى لمعادلة التوتر
- 3- مواد تزيد ثباتية البنية الصلبة خلال عملية التجفيد مثل بعض السكاكر (سكروز) والبروتينات مثل (ألبومين المصل) ولكن يجب الانتباه إلى سمية بعض المواد عند استعمالها في المحضرات الزرقية واختيار المواد الآمنة زرقيا مثل (الدكستران - ألبومين المصل - هيدروكسي متيل النشاء)

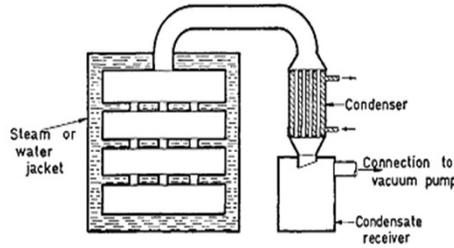
تطبيقات التجفيد

1. منتجات غذائية : عصير الفواكه – خضار(عدس - ثوم- حمص – فطر) – عصير ثمار – سمك – حليب – قهوة – شاي – خلاصة اللحم
2. منتجات طبية : مصول – بلاسما إنسانية و حيوانية – مزارع جرثومية – لقاحات – الحمات الراشحة و الجراثيم
3. مواد صيدلانية : فيتامينات – مضادات حيوية – هرمونات – حموض أمينية

To spray dry solids, a suspension of drug is sprayed into a stream of hot air so that each droplet dries into an individual solid particle. Particles are very uniform, porous and generally amorphous. Freeze drying or *lyophilization* begins with an aqueous solution of the drug which is rapidly frozen and then exposed to a powerful vacuum that draws off the water in vapor form. In addition to being amorphous, a freeze dried solid will occupy the same volume as the original solution, is light and porous and has a large surface area. Drug products presented as powders for reconstitution are prepared using lyophilization.

تقنيات التجفيف المختلفة

9- التجفيف بفرن التخلية : Vacuum ovens



الضغط 0,06-0,03 بار
الحرارة 35-25 مئوية

Fig. 26.8 Vacuum oven (schematic).

مميزات هذه الطريقة :

➤ مناسب للمواد الفعالة الحساسة على الحرارة و الأوكسدة.

مساوئها :

➤ تناسب كميات قليلة وضمن المخبر فقط

25

س 4 -صن. صناعية 1

Q63 Which of the following statements is incorrect when comparing spray drying and freeze drying?

- A both processes result in an increase in bulk density
- B both processes can be used for thermolabile materials
- C since water is removed during both processes, the product can be packaged and reconstituted with water at a later stage
- D both processes result in a product with an improved dissolution rate
- E spray drying is a much faster process than freeze drying

Q65 Fluidised-bed drying:

- A uses conduction as a heat transfer method for drying wet solids
- B requires a long processing time
- C can cause aggregation of particles
- D is unlikely to produce too much dust
- E can result in explosions if adequate electrical earthing is not in place

- Q66 Which of the following statements is correct? Microwave drying:
- A utilises convection and conduction as a method of heat transfer
 - B is efficient at a wavelength range of 10 cm to 1 cm
 - C avoids problems of dust and attrition since the bed is stationary
 - D should never be used under vacuum
 - E can produce similar batch sizes commercially compared with fluidised-bed drying

27

س 4 -ص. صناعية 1



س 4 -ص. صناعية 1

28