Powder flow انسيابية المسحوق

Powder flow انسيابية المسحوق

تتوفر معظم المكونات الدوائية الفعالة وغير الفعالة في حاله صلبة كالمساحيق عديمة الشكل البلوري أو بشكل بلورات ذات بنية مورفولوجية متنوعة.

تتألف المساحيق بشكل عام من أجزاء صلبة ذات تركيب كيميائي واحد أو أكثر ، وهي تكافئ أبعادا لا تقل عن ١٠٠٠ميكرون .

المسحوق في الصيدلة يعني :

* **الحالة الفيزيائية** للمادة الجافة المكونة من الجسيمات المجزأة بنعومة.

* **نمط من المستحضرات الصيدلانية** ,الذي هو مسحوق دوائي معد للاستعمال الداخلي أو الخارجي

Powder flow انسيابية المسحوق

ان قابلية انسياب المسحوق
هي من الأهمية بمكان عند تحضير الأشكال الصيدلانية الصلبة .
خاصة عند دراسة عمليات المزج
وعمليات تحضير المحافظ الجيلاتينية والأقراص المضغوطة
سنطلق مصطلح " مسحوق " هنا لوصف مجموعات من أجزاء المواد الصلبة التي يمكن أن يكون لها أبعاد أكبر من ١٠٠٠ ميكرون

Powder flow انسيابية المسحوق

ان انسيابية المساحيق التي ستستعمل لتحضير الأقراص المضغوطة والمحافظ هي من الأمور الهامة التي يمكن أن نحققها من خلال التحكم بأبعاد الأجزاء

وتدل هذه النقطة على أن الانسيابية تتحسن مع تزايد أبعاد أجزاء المسحوق

وبالتالي تعتمد الانسيابية على الأبعاد بالدرجة الأولى

يظهر المخطط التالي أن هناك أبعادا فضلى للمسحوق وهذه الأبعاد واسعة المجال عموما

Powder flow انسيابية المسحوق

إن تضخيم أبعاد الأجزاء يجعل المسحوق أحسن انسيابا .

وبشكل عام كلما كانت الأبعاد أكبر كلما كان الانسياب أفضل .

ان الانسيابية تحدد سرعة سقوط ونزول الحثيرات من قمع التغذية الى تجاويف الأجران في آلات الضغط ،أو الى المحافظ أثناء تعبئة المحافظ .

حيث يطلب أن تتدحرج الأجزاء بسرعة انسياب فضلى لتحاشي الوقوع في مشاكل عدم تحقيق المواصفات المطلوبة للمحافظ والمضغوطات .

وهذا يتطلب تحسين انسيابية الحثيرات .

سنرى أنه أثناء عملية التحثير

نقوم عادة بتحقيق أجزاء ذات أقطار تصل الى حوالي ٥٠ ميكرون أو أكبر .

الالتصاق والتماسك Adhesion and cohesion

إن الروابط والقوى بين الجزيئات تؤثر في طاقة تماسك الجزيئات ويؤثر في الخواص الميكانيكية للمواد الصلبة .

ان وجود القوى الجزيئية تعطي ميلا نحو دبق الأجزاء على بعضها وعلى السطوح الأخرى .

ان الالتصاق والتماسك يمكن اعتبارهما جزئين لنفس الظاهرة

يحدث **التماسك بين السطوح المتشابهة**

مثل أجزاء مكونات المسحوق

بينما يحدث **الالتصاق بين سطوح غير متشابهة ،**

مثل ما يحدث بين الأجزاء وجدران قمع التغذية في آلات التصنيع .

الالتصاق و التماسك

ان **قوى التماسك** الفاعلة بين الأجزاء في سرير المسحوق ، تتألف بالدرجة الأولى من
قوى فاندرفالس والتي تتزايد مع نقص حجم الأجزاء
وتتباين مع التغيرات في الرطوبة النسبية.

تعود قوى التجاذب الأخرى الى التماسك بين الأجزاء التي تنتج عن

قوى التوتر السطحي بين طبقات السائل المدمص على سطح الأجزاء
وقوى الكهربية الساكنة التي تزداد بسبب التماس أو الشحن بالاحتكاك ،

والتي لها عمر نصف قصير
غير أنها تزيد التماسك من خلال تحسين التماس بين الأجزاء
وبالتالي تزيد كمية تآثر قوى فاندرفالس

صفات الأجزاء وانسيابية الكتلة

أصبح من الواضح لدينا من العلاقة تماسك / التصاق،

أن هناك توازن في القوى المسؤولة عن تعزيز انسيابية المسحوق

وتلك التي تعرقل هذه الانسيابية:

مجموع قوى الدفع = مجموع قوى السحب

مجموع قوى الدفع وتشمل مجموع (قوى الثقالة ، كتلة الأجزاء، زاوية انحدار سرير المسحوق ، القمة الثابتة للمسحوق ، القوى الآلية ...) .

مجموع قوى السحب تشمل مجموع (قوى الالتصاق ، قوى التماسك ، غيرها من القوى السطحية ، التشابكات الآلية....) .

بعض هذه القوى يمكن تعديلها أو ضبطها بعوامل خارجية تتعلق بصفات الأجزاء

صفات الأجزاء وانسيابية الكتلة

تأثير حجم الأجزاء Particle size effects.

يؤثرحجم الأجزاء في انسيابية المسحوق

لأن ظاهرة التماسك / التصاق تحدث على السطوح .

الأجزاء الناعمة تملك نسبة مرتفعة جدا بين سطحها و كتلتها ،

وهي أكثر تماسكا من الأجزاء الخشنة

ويكون التأثير الأكثر للأجزاء الخشنة بسبب قوى الثقالة .

الأجزاء الأكبر من ٢٥٠ ميكرون تكون ذات انسيابية حرة نسبيا

و يكون المسحوق متماسكا عندما تصبح الأبعاد أقل من ١٠٠ ميكرون ، وتبدأ مشاكل الانسيابية بالظهور.

المساحيق ذات الأجزاء الأصغر من ١٠ ميكرون عادة متماسكة الى حد كبير وتقاوم الانسياب بسبب الوزن (عدا احتمال تشكيلها تجمعات)

صفات الأجزاء وانسيابية الكتلة

تأثير شكل الأجزاء Particle shape

ان المساحيق ذات الأجزاء المتشابهة في الحجم وغير المتشابهة في الشكل يمكنها حمل صفات انسياب متباينة بشكل واضح وذلك بسبب التباين في مساحة نقاط التماس بين الأجزاء .

مثال على ذلك يكون لمجموعة أجزاء كروية الشكل حد أدنى من نقاط التماس وعموما لها صفات انسياب فضلى .

بينما تكون نسبة السطح الى الحجم عالية جدا لدى مجموعة الأجزاء الحرشفية والمسننة و يكون لها صفات انسياب ضعيفة .

صفات الأجزاء وانسيابية الكتلة

تأثير كثافة الأجزاء (الكثافة الحقيقية)

طالما يكون انسياب المساحيق عادة بتأثير الوزن (الثقالة) ،
تكون الأجزاء ذات الكثافة العالية
أقل تماسكا بشكل عام من الأجزاء ذات الكثافة الأقل
التي لها نفس الحجم ونفس الشكل

زاوية التكوم Angle of repose

رأينا أنه عند المزج يجب أن نتغلب على قوتين تعطيان محصلة :

القوة الأولى هي قوة الوزن Mass gravity

القوة الثانية هي قوة التساند Cohesion

تتعلق قوى التساند أو الترابط بين الأجزاء بطبيعة المادة .

تظهر هذه القوى نفسها عندما ننثر المسحوق على سطح معين .

فاذا لم يكن هناك قوى تساند وبالتالي تكون الأجزاء كروية ومصقولة (فرضا) فهي لا تشكل كومة .

عمليا يتشكل لدينا كومة والزاوية التي تحصر هذه الكومة نسميها عادة زاوية التكوم ، أو زاوية الاستقرار ،ومقطع هذه الزاوية هو مخروط .

زاوية التكومAngle of repose

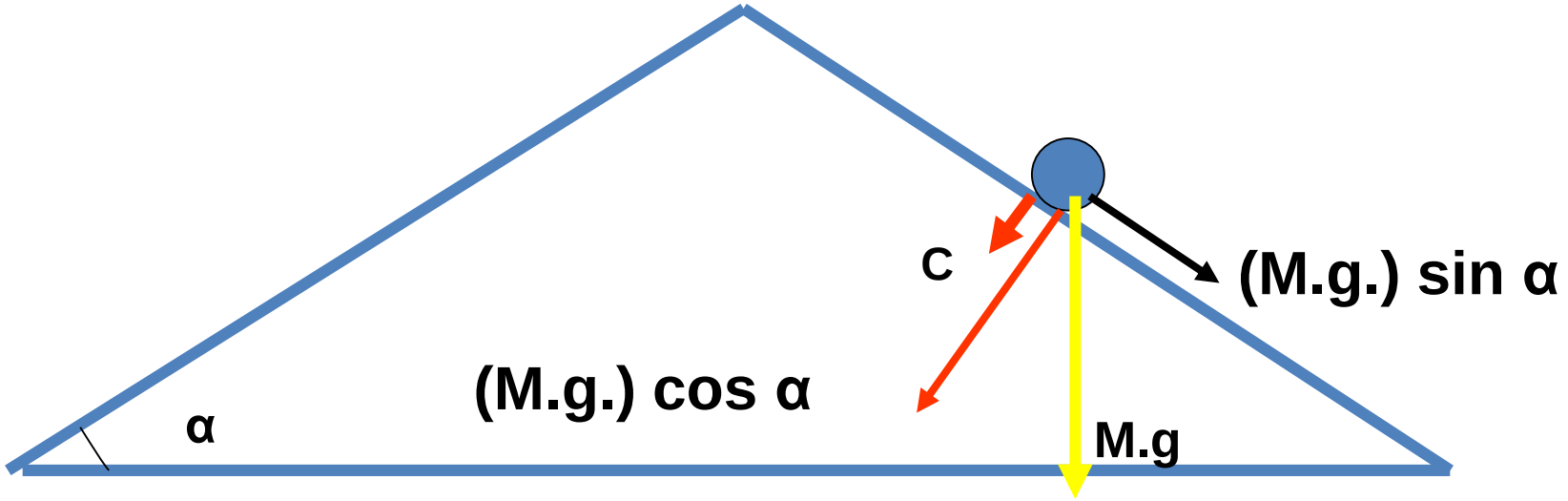
تتضجع الأجزاء على جانب المخروط
بحالة الراحة على السطح تحت تأثير قوتين :

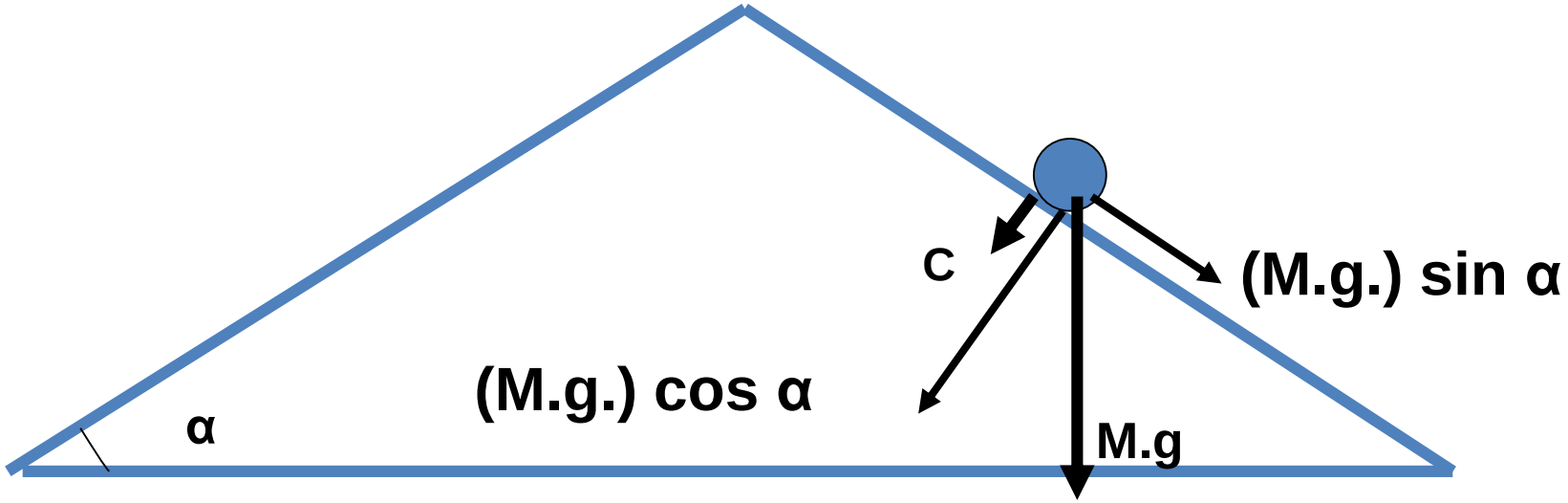
القوة الشاقولية العمودية الناتجة عن وزن الأجزاء
وقوى التساند العمودية على سطح المخروط .

يمكن تحليل القوة العمودية الناتجة عن الوزن الى قوتين :

قوة عمودية على سطح المخروط M.g.
وقوة مماسيه لسطح المخروط . C

ان تحليل القوى الشاقولية يعطي قوة مماسية لسطح المخروط وقوة عمودية على السطح تشكل مع قوى التساند مجموع القوى التي على القوة المماسية أن تتغلب عليها لحدوث الانسياب .

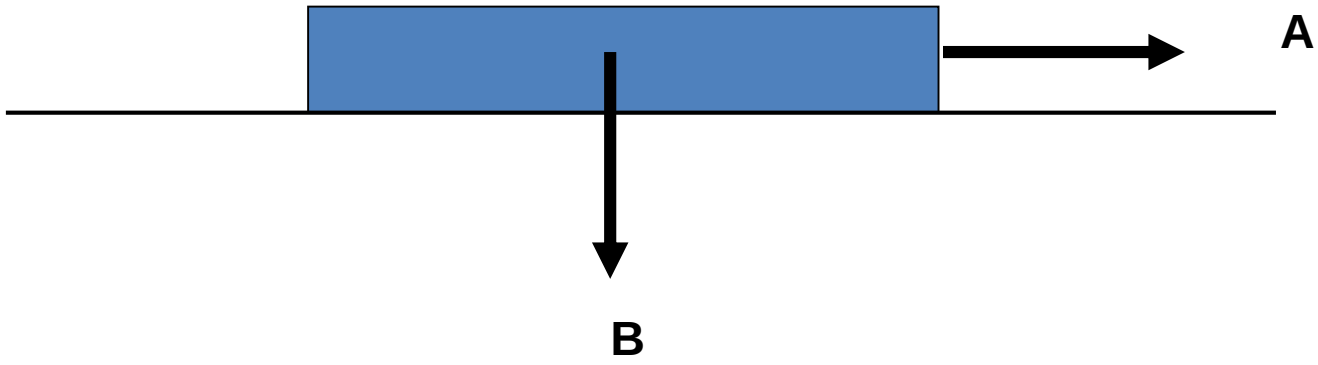



C
(M.g.) sin α
(M.g.) cos α
α
M.g

عند الحركة

تتدخل قوى مؤثرة هي القوة اللازمة لاحداث الحركة وهي متناسبة مع القوة الناتجة عن وزن الجزء الذي يتحرك وهناك تناسب طردي يتعلق بعامل يسمى عامل الاحتكاك الداخلي

وكلما كان الاحتكاك أصغر كان المزج أسهل



$$\mu (C + M.g.\cos \alpha) = M.g.\sin \alpha$$

- μ - عامل الاحتكاك الداخلي
- C - قوى التساند العمودية على سطح المخروط
- Mg - القوة الشاقولية العمودية الناتجة عن وزن الأجزاء
- **g - الثقالة الأرضية**

زاوية التكومAngle of repose

تتشكل زاوية التكوم عندما تبدأ الأجزاء بالانزلاق حيث تكون زاوية الميل كبيرة بكفاية للتغلب على قوى الاحتكاك .

تتوقف الأجزاء المتحركة عن الانزلاق عندما تصبح زاوية الميل أدنى من الزاوية اللازمة للتغلب على قوى التماسك / التصاق .

هذا التوازن في القوى يؤدي لنزول المسحوق من الحاويات الى السطح الأفقي مشكلا كومة ،

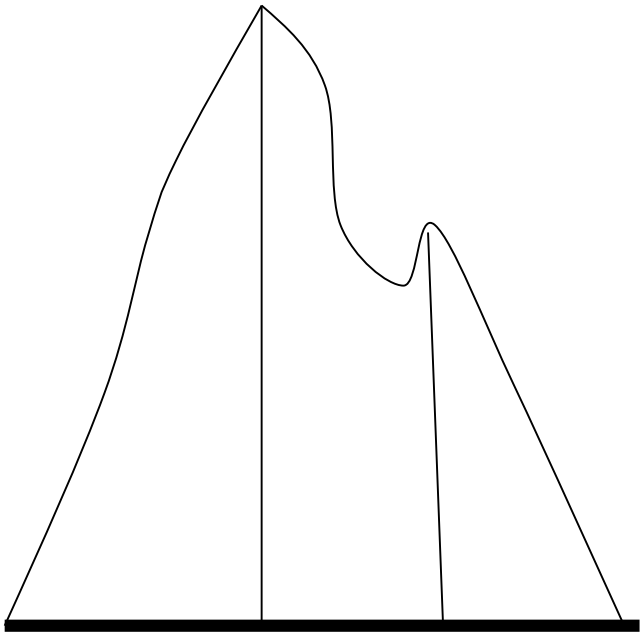
ان جانبي هذه الكومة تشكلان بهذه الطريقة مع السطح الأفقي زاوية نسميها زاوية التكوم

وهي من خصائص الاحتكاك الداخلي أو تماسك الأجزاء ..

Angle of repose زاوية التكوم

تكون هذه الزاوية كبيرة اذا كان المسحوق متماسكا
وتكون صغيرة عندما يكون المسحوق غير متماسك .

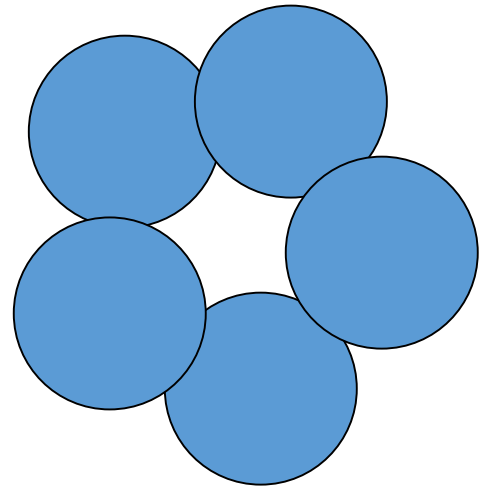
وعندما يكون المسحوق متماسكا جدا يعطي أكثر من زاوية
وتتشكل الزاوية الثانية
بسبب انسياب المسحوق المشكل للكومة الأولى .

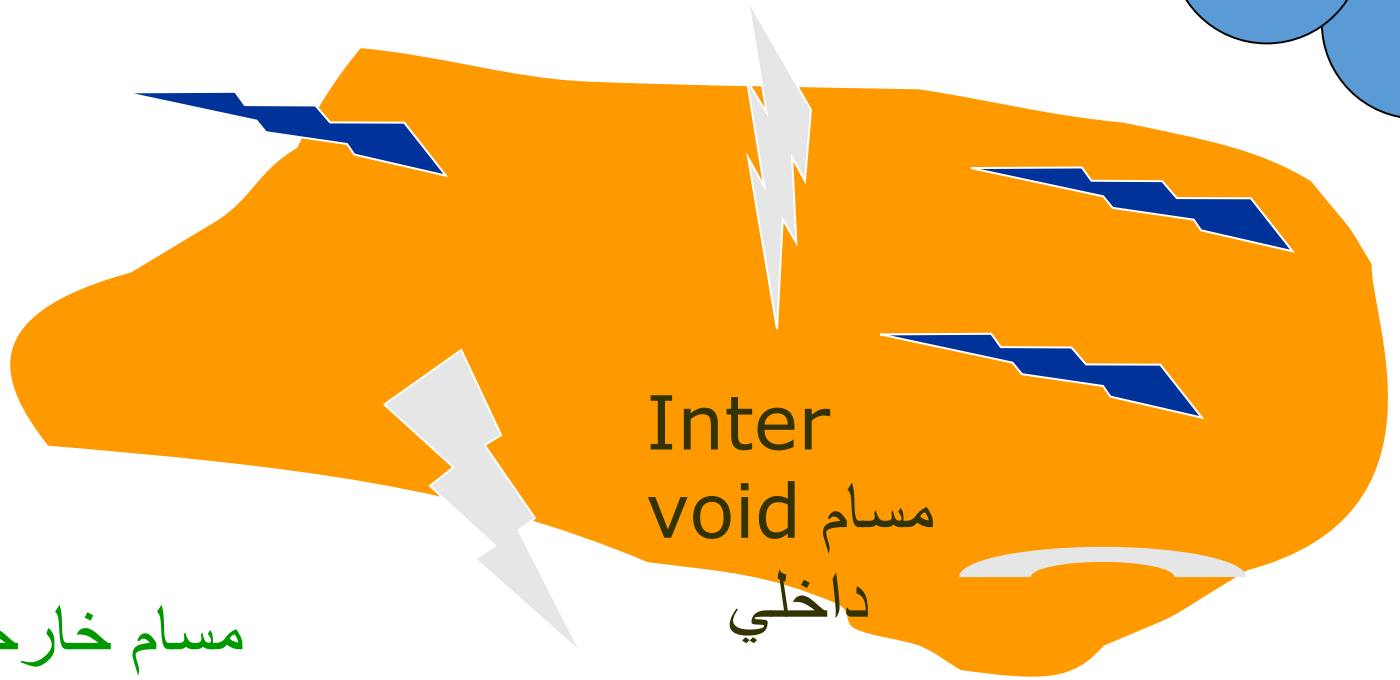


الكثافة والمسامية Porosity and Density

الحالة الصلبة

مسام بيني Intra void





مسام خارجي

الكثافة والمسامية Porosity and Density

True Density

الكثافة الحقيقية : هي وزن بلورة جسم صلب حجمها ١ سم٣ خالية من المسامات

Apparent Density

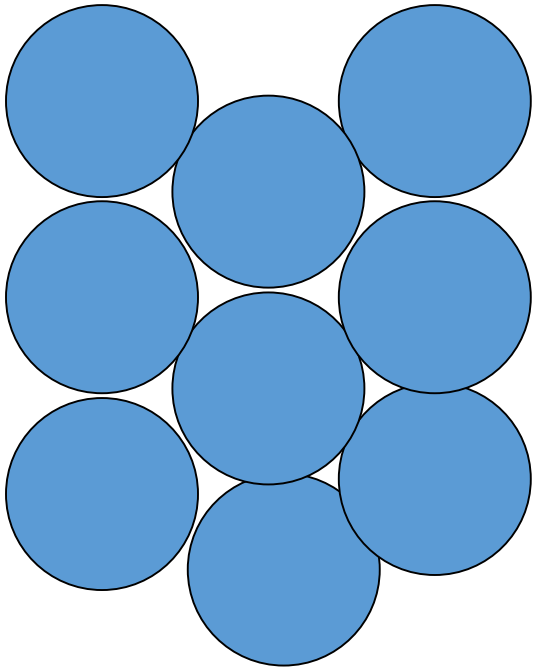
الكثافة الظاهرية : هي وزن مسحوق صافي جرى ذره بشكل حر حجمه ١ سم٣

Tapped Density

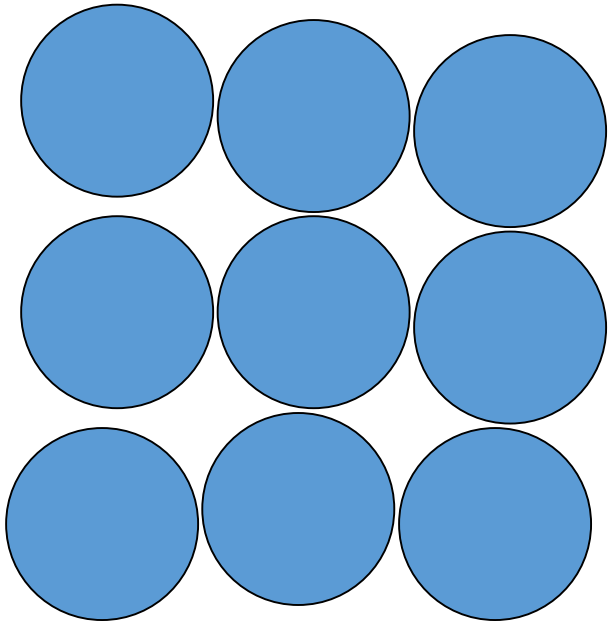
الكثافة الربتية : هي وزن مسحوق صافي بعد الهز والنقر حتى التماسك والانضغاط حجمه ١ سم٣ .

Bulk Density

كثافة التعبئة : هي وزن مسحوق صافي بعد الهز والنقر بشكل حر على آلات التعبئة حجمه ١ سم٣

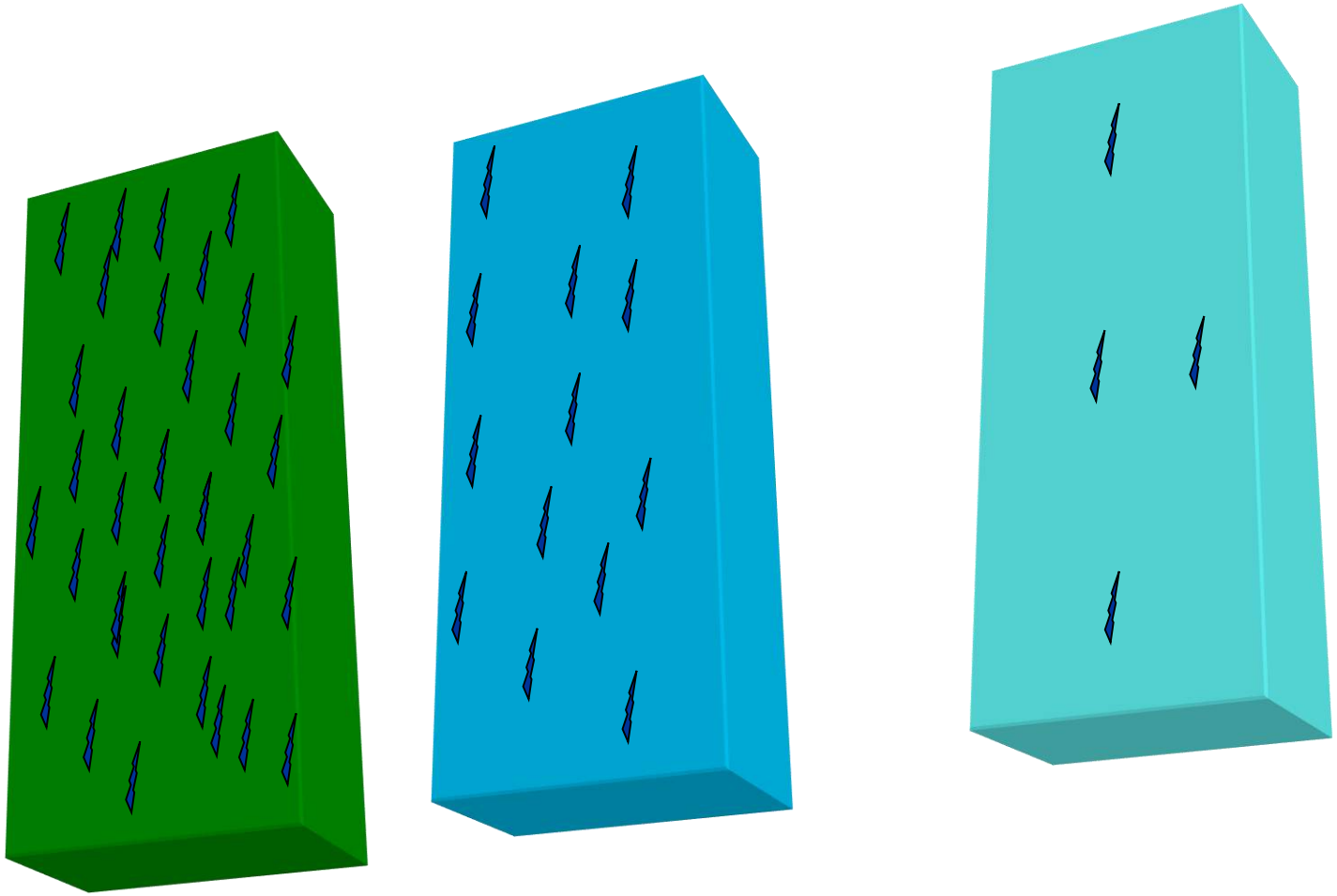


التجمع في حالة
الكثافة الربتية
مسامات صغيرة



التجمع في حالة
الكثافة الظاهرية
مسامات كبيرة

المسامية



المسامية

ان المسحوق الصيدلاني الناعم له حجم يعادل V يتألف من مجموع حجمين

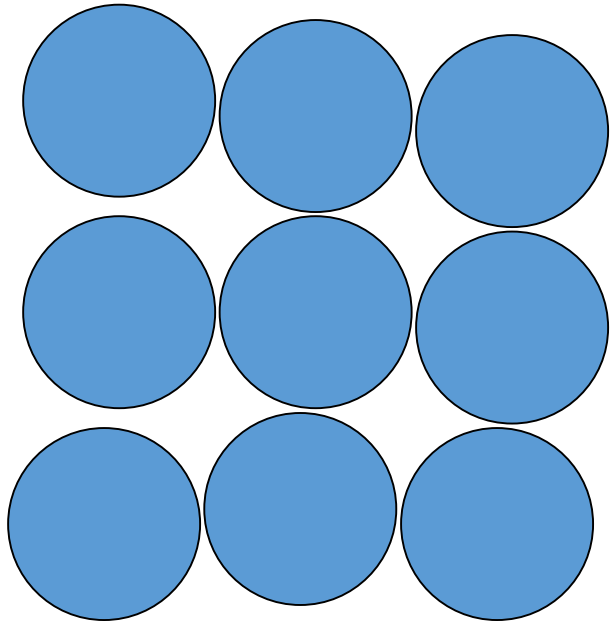
Va - حجم الهواء (الفراغ- المسام) بين الأجزاء (Void) .

Vs - حجم المادة الصلبة أو الأجزاء الصلبة.

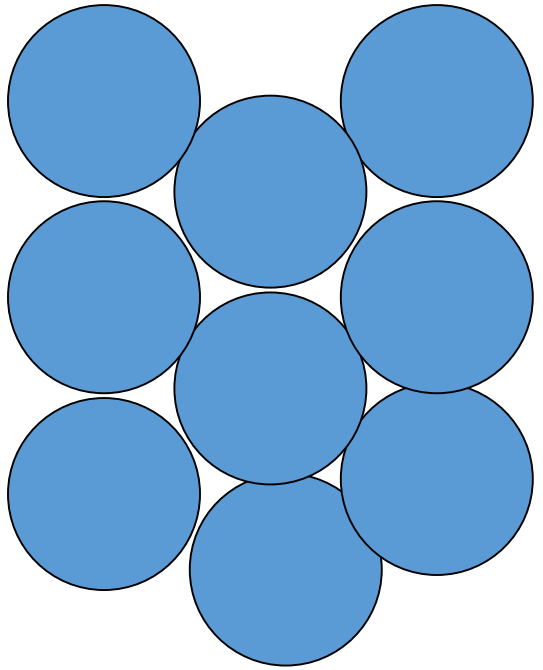
$$V = Va + Vs$$

ان مسامية المسحوق هي النسبة بين حجم الهواء في النموذج وبين الحجم العام للمسحوق

$$\frac{Va}{V}$$



التجمع في حالة
الكثافة الظاهرية



التجمع في حالة
الكثافة الربتية

الكثافة و المسامية

إن أمزجة المساحيق عمليا تحوي الدواء والعوامل المساعدة ، وبالتالي فان المسحوق قد يكون :

خشنا ناعما مزيجا لمواد خشنة معفرة بمواد ناعمة

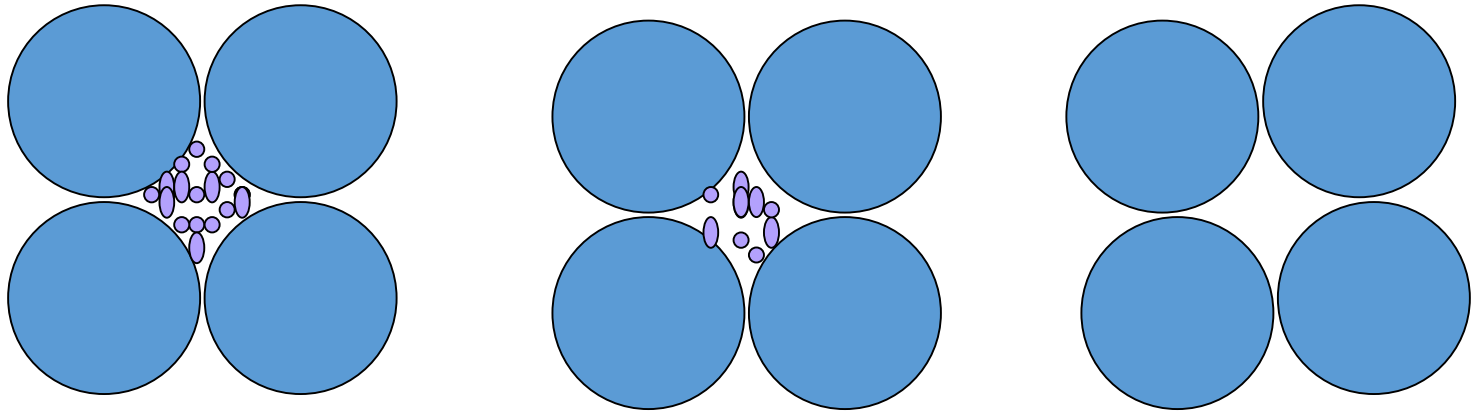
اذا كانت الكثافة الظاهرية للمسحوق الخشن هي وزن واحد سنتيمتر مكعب من المسحوق

عند مزج المسحوق الناعم Fine مع المسحوق الخشن Coarse يحدث لدينا وضع جديد ،

حيث تملأ المساحيق الناعمة الفراغ بين أجزاء المسحوق الخشن

وتأخذ عنده الكثافة الظاهرية قيمة عظمى .

دور درجة نعومة المساحيق في الكثافة والمسامية



مزيج مسحوق خشن + مسحوق ناعم

الحجم ثابت والوزن يزداد مع زيادة نسبة المواد الناعمة

المسامية تنقص و الكثافة تزداد

الكثافة و المسامية

!

ان أكبر حجم للمسحوق الناعم الذي يمكن أن ينتج دون تشويش للتركيب هو

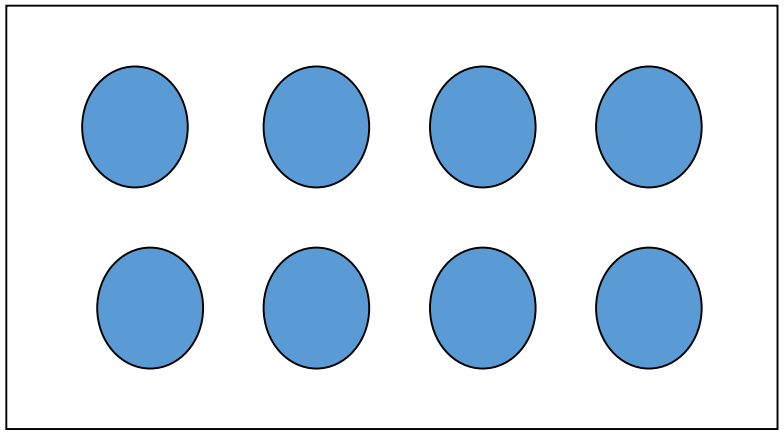
حجم الفجوات بين الأجزاء الكبيرة أي هو

مسامية المسحوق الخشن

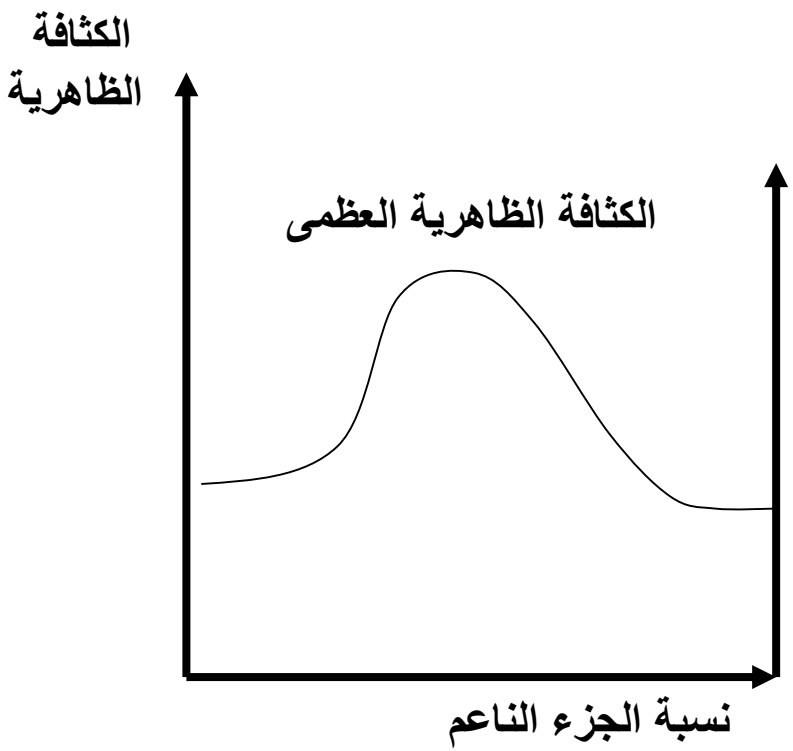
بعد الوصول الى الكثافة الظاهرية العظمى

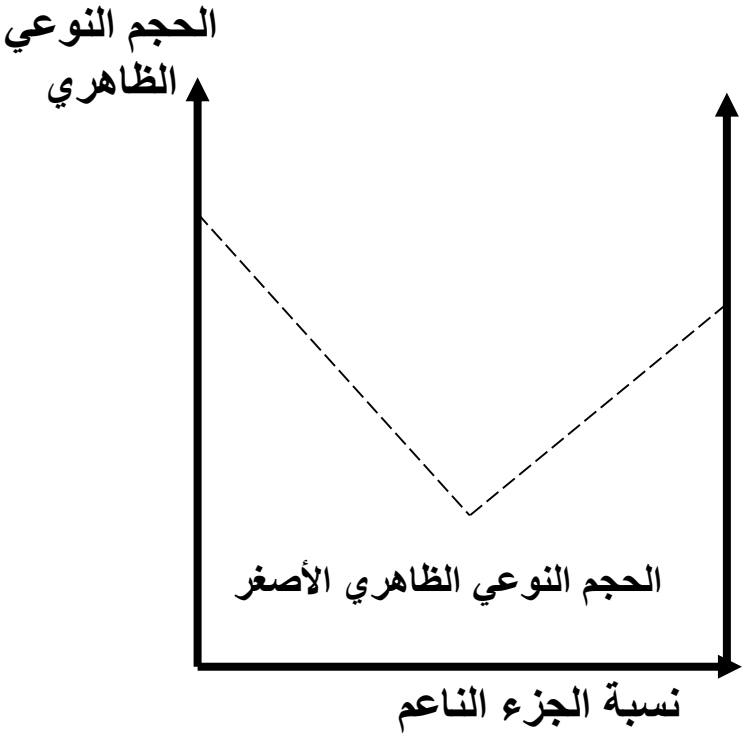
فان أي زيادة من المواد الناعمة تباعد بين الأجزاء الخشنة

وتصبح هذه الأجزاء مبعثرة في سرير من المواد الناعمة .



تغيرات الكثافة الظاهرية وتغيرات الحجم النوعي مع نسبة المواد الناعمة في المزيج





الكثافة هي وزن واحد سنتيمتر مكعب من المادة الحجم النوعي هو الحجم الذي يشغله واحد غرام من المادة

وبالتالي فان الحجم النوعي الظاهري هو مقلوب الكثافة الظاهرية .