CHAPTER
4.

Size Reduction

LEARNING OBJECTIVES
(i) Definition
(ii) Synonyms
(iii) Objectives / Purposes of Size Reduction
(iv) Mechanisms of Size Reduction
(v) Factors Affecting Size Reduction
(vi) Laws Governing Size Reduction
(vii) Equipment Used for Size Reduction
(viii) Advantages
(ix) Disadvantages / Limitations
(x) Applications in Pharmacy
(xi) Hammer Mill
(xii) Ball Mill

Size Reduction (Comminution / Diminution)

Definition:

Size reduction is the process of breaking down large solid particles into smaller pieces or fine powders by mechanical means.

Synonyms:

- Comminution
- Diminution
- Milling

Objectives / Purposes of Size Reduction

1. **Increase surface area** → Enhances rate of dissolution and absorption.
2. **Improve uniform mixing** → Ensures homogeneous blending of powders.
3. **Improve bioavailability** of poorly soluble drugs.
4. **Facilitate drying, extraction, and compression.**
5. **Enhance stability** (for suspensions and emulsions).
6. **Ease of handling and formulation.**

Mechanisms of Size Reduction

1. **Compression (Crushing)** → By applying pressure (e.g., rollers).
2. **Impact** → By striking (e.g., hammer mill).
3. **Attrition** → By rubbing or friction (e.g., ball mill).
4. **Cutting** → By sharp blades (e.g., cutter mill).

Factors Affecting Size Reduction

1. **Hardness** → Harder materials require more energy.
2. **Moisture content** → Too much or too little moisture affects efficiency.
3. **Stickiness** → Sticky substances may clog the mill.
4. **Toughness** → Affects method selection.
5. **Softening point** → Heat-sensitive drugs may soften or melt.
6. **Material structure** → Crystalline vs amorphous solids behave differently.

Laws Governing Size Reduction

1. **Kick's Law** → Energy ∝ size reduction ratio.
2. **Rittinger's Law** → Energy ∝ new surface area created.
3. **Bond's Law** → Intermediate law between Kick's and Rittinger's.

Equipment Used for Size Reduction

Type	Example of Equipment	Mechanism
Cutting	Cutter mill	Cutting
Crushing	Jaw crusher, Roller mill	Compression
Impact	Hammer mill, Disintegrator	Impact
Attrition	Ball mill, Fluid energy mill	Attrition/Impact
Combined impact & attrition	Pin mill	Both

Advantages

- Uniform particle size.
- Improved drug dissolution rate.
- Better mixing and formulation flow.
- Enhanced content uniformity.

Disadvantages / Limitations

- Generation of heat → may degrade thermolabile drugs.
- Possible contamination from mill parts.
- Dust formation (→ explosion risk).
- High energy consumption.

Applications in Pharmacy

- Preparation of **powders**, **suspensions**, and **emulsions**.
- Improving **bioavailability** of poorly soluble drugs.
- **Granulation and tablet formulation.**
- **Extraction processes** (increased surface area).

Examples

Drug / Material	Purpose of Size Reduction
Griseofulvin	Increases dissolution rate
Sulphur	For dusting powders
Starch	For use as diluent
Kaolin	For suspension stability

Dr. Arvind Kumar Gupta
(M.Pharm, PDCR, PGDMM & Ph.D)
GATE 2003 Qualified with 97.2 percentile
Dr. S. N. Dev College of Pharmacy
Shamli (U.P.)

Size Reduction (आकार में कमी)

परिभाषा:

Size reduction वह प्रक्रिया है जिसमें ठोस पदार्थों के बड़े कणों को यांत्रिक तरीकों से छोटे कणों या महीन पाउडर में तोड़ा जाता है।

अन्य नाम:

- Comminution (कमीनेशन)
- Diminution (डिमिन्यूशन)
- Milling (मिलिंग)

Size Reduction *के उद्देश्य*

1. सतह क्षेत्र (Surface area) बढ़ाना → घुलनशीलता की दर बढ़ती है।
2. समान मिश्रण (Uniform mixing) के लिए।
3. दवा की जैवउपलब्धता (Bioavailability) बढ़ाने के लिए।
4. सुखाने, निष्कर्षण (Extraction) और संपीड़न (Compression) में सहायता के लिए।
5. स्थिरता (Stability) में सुधार के लिए।
6. दवाओं को संभालने और तैयार करने में आसानी के लिए।

Size Reduction की क्रियाविधियाँ (Mechanisms)

1. **Compression (दबाव)** – जैसे रोलर मिल।
2. **Impact (आघात)** – जैसे हैमर मिल।
3. **Attrition (घर्षण)** – जैसे बॉल मिल।
4. **Cutting (काटना)** – जैसे कटर मिल।

Size Reduction को प्रभावित करने वाले कारक

1. कठोरता (Hardness)
2. नमी की मात्रा (Moisture content)
3. चिपचिपापन (Stickiness)
4. लचीलापन या Toughness

5. पिघलने का बिंदु (Softening point)
6. सामग्री की संरचना (Structure)

Size Reduction के नियम (Laws)

1. **Kick's Law** → ऊर्जा ∝ आकार घटाने के अनुपात के अनुसार।
2. **Rittinger's Law** → ऊर्जा ∝ नई सतह क्षेत्रफल के अनुसार।
3. **Bond's Law** → दोनों के बीच का नियम।

Size Reduction के उपकरण (Equipment)

प्रकार	उदाहरण	क्रिया विधि
Cutting	Cutter mill	काटना
Crushing	Jaw crusher, Roller mill	दबाव
Impact	Hammer mill	आघात
Attrition	Ball mill, Fluid energy mill	घर्षण / आघात
संयुक्त (Impact + Attrition)	Pin mill	दोनों

Size Reduction के लाभ

- समान कण आकार प्राप्त होता है।
- दवा की घुलनशीलता बढ़ती है।
- मिश्रण और प्रवाह गुण बेहतर होते हैं।
- जैवउपलब्धता में सुधार होता है।

हानियाँ

- गर्मी उत्पन्न होने से ताप-संवेदनशील दवाएँ नष्ट हो सकती हैं।
- उपकरण के धातु से प्रदूषण की संभावना।
- धूल बनने का खतरा (विस्फोट का जोखिम)।
- ऊर्जा की अधिक खपत।

Pharmacy में उपयोग

- पाउडर, सस्पेंशन और इमल्शन की तैयारी में।
- जैवउपलब्धता बढ़ाने के लिए।
- टैबलेट निर्माण (Granulation) में।
- निष्कर्षण (Extraction) की दर बढ़ाने में।

उदाहरण

दवा / पदार्थ	उद्देश्य
Griseofulvin	घुलनशीलता बढ़ाने के लिए
Sulphur	डस्टिंग पाउडर के रूप में
Starch	डायल्यूएंट के रूप में
Kaolin	सस्पेंशन की स्थिरता के लिए

Practice Questions

MCQs on Size Reduction

1. बड़े ठोस कणों को छोटे कणों में तोड़ने की प्रक्रिया कहलाती है –

   a) मिक्सिंग

   b) कमीनेशन

   c) ड्राइंग

   d) क्रिस्टलाइजेशन

   उत्तर: b) कमीनेशन

2. रिटिंगर का नियम ऊर्जा को किसके अनुपात में बताता है?

   a) आकार घटाने के अनुपात के

   b) नई सतह क्षेत्र के

   c) आयतन के

   d) वजन के

   उत्तर: b) नई सतह क्षेत्र के

3. कौन-सा यंत्र Impact और Attrition दोनों पर काम करता है?

   a) हैमर मिल

   b) बॉल मिल

   c) कटर मिल

   d) रोलर मिल

   उत्तर: b) बॉल मिल

4. किक का नियम किसके लिए उपयोगी है?

   a) मोटे क्रशिंग के लिए

   b) सूक्ष्म ग्राइंडिंग के लिए

   c) दोनों के लिए

   d) किसी के लिए नहीं

   उत्तर: a) मोटे क्रशिंग के लिए

5. कौन-सा यंत्र वायु प्रवाह से कणों को आपस में टकराता है?

   a) फ्लुइड एनर्जी मिल

b) कटर मिल

c) रोलर मिल

d) हैमर मिल

उत्तर: a) फ्लुइड एनर्जी मिल

Fill in the Blanks (रिक्त स्थान भरें)

1. Size reduction को _____ भी कहा जाता है।
   - कमीनेशन
2. यह प्रक्रिया ठोस पदार्थों का _____ क्षेत्र बढ़ाती है।
   - सतह
3. हैमर मिल का मुख्य सिद्धांत _____ है।
   - आघात
4. Cutter mill _____ सिद्धांत पर काम करता है।
   - काटना
5. Fluid energy mill को _____ भी कहते हैं।
   - जेट मिल
6. कठोर पदार्थों को _____ मिल से तोड़ा जाता है।
   - कम्प्रेशन (दबाव)

संक्षिप्त उत्तर वाले प्रश्न (Short Answer Questions)

1. Size reduction की परिभाषा और महत्व लिखिए।
2. Size reduction को प्रभावित करने वाले चार कारक बताइए।
3. हैमर मिल की कार्यविधि लिखिए।
4. Size reduction में प्रयोग होने वाले विभिन्न बल कौन-कौन से हैं?
5. Kick's और Rittinger's नियम समझाइए।
6. Size reduction के चार उपयोग बताइए।
7. चार उपकरणों के नाम लिखिए जो Size reduction में प्रयोग होते हैं।

लंबे उत्तर वाले प्रश्न (Long Answer Questions)

1. Size reduction के सिद्धांत, क्रियाविधि और नियमों का वर्णन कीजिए।
2. Hammer mill का निर्माण, कार्यविधि, लाभ और हानियाँ बताइए।
3. Size reduction को प्रभावित करने वाले कारकों का विस्तार से वर्णन कीजिए।
4. Size reduction में प्रयुक्त विभिन्न प्रकार के उपकरणों का वर्गीकरण और विवरण दीजिए।

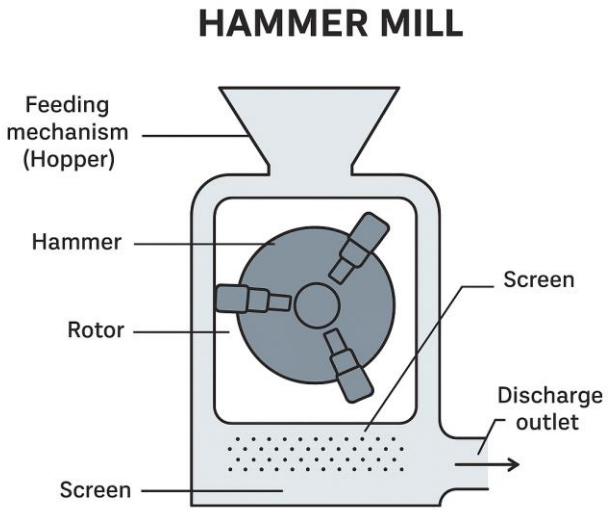
Hammer Mill

1. Introduction

A **hammer mill** is a mechanical device used for **size reduction** of solid materials.
It consists of rapidly moving hammers that strike and shatter the material by **impact** action, converting large particles into smaller ones.

2. Principle

Hammer mill works on the **principle of impact**.
When materials are fed into the chamber, high-speed rotating hammers strike them repeatedly.
The impacted particles are broken into smaller sizes until they are small enough to pass through a screen at the bottom.
→ **Principle:** *Impact (force of high-speed hammers on particles).*



3. Construction

A hammer mill consists of the following main parts:

1. **Feeding mechanism (Hopper):**
    - Used to introduce material into the mill.
2. **Rotor:**
    - A central shaft on which several **swinging hammers** are mounted.

- The rotor is connected to a motor and rotates at a high speed (2000–6000 rpm).

3. **Hammers:**
   - Usually made of hardened steel or stainless steel.
   - They may be fixed or swinging (free to move around their hinge points).
   - The hammers strike the particles and cause size reduction by impact.
4. **Lining (Casing or Chamber):**
   - A strong metal chamber encloses the rotor and hammers to prevent material from flying out.
5. **Screen (Sieve):**
   - Located below the hammers; it controls the size of particles leaving the mill.
   - Only particles small enough to pass through the screen are discharged.
6. **Discharge outlet:**
   - The fine particles pass through the screen and exit through this outlet.

---

4. Working

1. Material is fed into the hopper.
2. The rotor rotates at high speed, causing the hammers to swing outwards due to centrifugal force.
3. The hammers strike the material repeatedly, breaking it by **impact**.
4. The broken particles are pushed through the **screen**.
5. Fine particles pass through and are collected, while larger particles are retained for further size reduction.

---

5. Advantages

- ✓ Simple design and easy to operate.
- ✓ High speed and efficiency — suitable for bulk size reduction.
- ✓ Adjustable particle size by changing the screen.
- ✓ Continuous operation possible.

---

6. Disadvantages

- ❖ Generates heat — not suitable for heat-sensitive materials.
- ❖ Produces noise and dust.
- ❖ Possible metal contamination from the mill parts.
- ❖ Not suitable for very hard, sticky, or fibrous materials.

7. Applications

Used for size reduction of:

- Crude drugs (e.g., roots, barks, seeds).
- Spices, resins, gums, and grains.
- Powders for tablet and capsule formulation.

Also used in:

- Preparation of suspensions and emulsions.
- Extraction process (to increase surface area).

8. Particle Size Range

- Particle size obtained: **10–400 µm (micrometers).**

हैमर मिल (Hammer Mill)

1. परिचय (Introduction)

हैमर मिल एक यांत्रिक उपकरण है जिसका उपयोग ठोस पदार्थों को छोटे कणों में तोड़ने (Size reduction) के लिए किया जाता है।

इसमें घूमते हुए **हथौड़े (Hammers)** पदार्थों से टकराकर उन्हें छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़ते हैं।

2. सिद्धांत (Principle)

हैमर मिल **आघात (Impact)** के सिद्धांत पर कार्य करता है।

तेज़ गति से घूमते हुए हैमर, पदार्थों पर टकराते हैं जिससे वे टूटकर छोटे कणों में बदल जाते हैं।

3. निर्माण (Construction)

हैमर मिल में निम्नलिखित मुख्य भाग होते हैं —

1. **फीडिंग मैकेनिज्म (Feeding mechanism / Hopper):**
   - इसमें पदार्थ को डालने के लिए एक हॉपर होता है।
2. **रोटर (Rotor):**
   - एक घूमने वाला शाफ्ट जिस पर कई हैमर लगे होते हैं।
   - यह मोटर द्वारा उच्च गति (लगभग 2000–6000 rpm) पर घूमता है।
3. **हैमर (Hammers):**
   - धातु के छोटे ब्लेड या हथौड़े जो घूमते हुए पदार्थों से टकराते हैं।
   - यह **Impact** के द्वारा पदार्थों को तोड़ते हैं।
4. **केसिंग या चैम्बर (Casing or Chamber):**
   - यह बाहरी धातु का आवरण है जो पदार्थों को मशीन से बाहर उड़ने से रोकता है।
5. **स्क्रीन (Screen):**
   - यह नीचे की ओर लगी जाली होती है, जो केवल छोटे आकार के कणों को बाहर निकलने देती है।
6. **डिस्चार्ज आउटलेट (Discharge outlet):**
   - जहाँ से पाउडर या छोटे कण मशीन से बाहर निकलते हैं।

4. कार्यविधि (Working)

1. पदार्थ को **Hopper** से मशीन में डाला जाता है।
2. **Rotor** तेज गति से घूमता है, जिससे **Hammers** बाहर की ओर फैल जाते हैं।
3. घूमते हुए हैमर पदार्थों से टकराते हैं और उन्हें बार-बार तोड़ते हैं।
4. छोटे कण **Screen** से होकर बाहर निकल जाते हैं।
5. बड़े कण पुनः टकराकर तब तक टूटते रहते हैं जब तक वे Screen से न गुजर जाएँ।

---

5. लाभ (Advantages)

- ✓ □ संचालन में सरल और आसान।
- ✓ बड़ी मात्रा में पदार्थ को कम समय में पीसा जा सकता है।
- ✓ स्क्रीन बदलकर कण आकार को नियंत्रित किया जा सकता है।
- ✓ निरंतर (Continuous) प्रक्रिया में कार्य कर सकता है।

---

6. हानियाँ (Disadvantages)

- □ अधिक गर्मी उत्पन्न होती है □ ताप-संवेदनशील दवाएँ नष्ट हो सकती हैं।
- अत्यधिक शोर और धूल उत्पन्न होती है।
- धातु के हिस्सों से प्रदूषण की संभावना।
- बहुत कठोर, चिपचिपे या रेशेदार पदार्थों के लिए उपयुक्त नहीं।

---

7. उपयोग (Applications)

औषधीय पाउडर की तैयारी में।

पौधों की जड़ों, छाल, बीज, मसालों आदि को छोटे कणों में बदलने के लिए।

टैबलेट निर्माण (Granulation) से पहले पाउडर तैयार करने में।

Extraction प्रक्रिया में सतह क्षेत्र बढ़ाने के लिए।

---

8. कण आकार सीमा (Particle Size Range)

- हैमर मिल से प्राप्त कणों का आकार लगभग **10–400 माइक्रॉन (µm)** तक होता है।

Ball Mill

1. Introduction

A **Ball Mill** is a mechanical device used for the **size reduction** of materials.

It consists of a hollow cylinder that rotates around its horizontal or vertical axis.

The cylinder is partially filled with balls made of **steel, porcelain, or rubber**, which help grind the material into a fine powder.

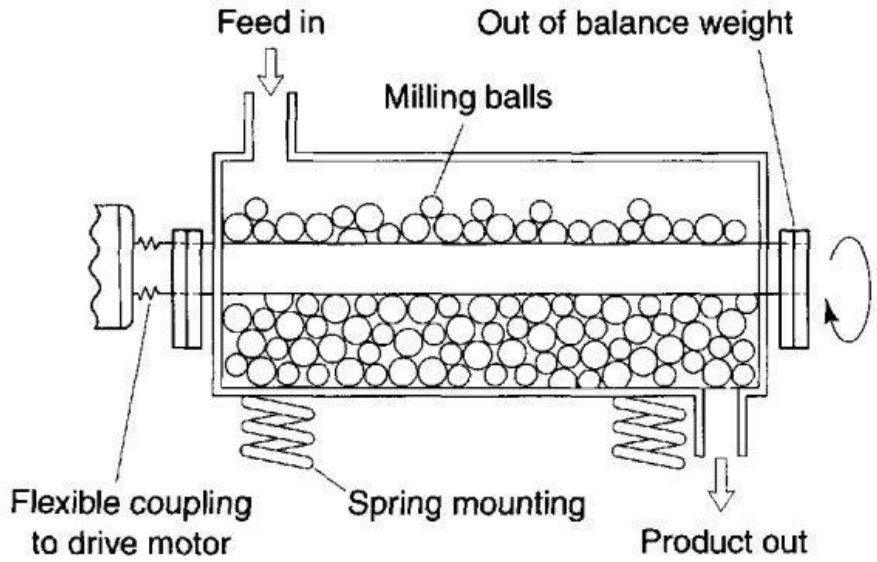
It is one of the most widely used equipment for both **wet and dry grinding** operations in the pharmaceutical industry.

2. Principle

The **Ball Mill** works on the **principle of impact and attrition**:

- When the mill rotates, the balls are lifted up on the rising side due to friction and centrifugal force.
- When they reach a certain height, they fall on the material due to gravity.
- The **impact** (when the balls fall) and **attrition** (rubbing between balls and material) cause size reduction.

SCHEMATIC REPRESENTATION OF A VIBRATION MILL



3. Construction

A Ball Mill mainly consists of the following parts:

1. **Hollow Cylinder (Shell):**
   - Made of steel, lined with porcelain, rubber, or manganese steel.
   - Mounted on a metallic frame.
2. **Balls:**
   - Made of steel, flint stones, porcelain, or stainless steel.
   - The size and number of balls depend on the desired degree of size reduction.
3. **Feeding and Discharge Mechanism:**
   - The material is fed through one end and discharged through the other.
4. **Drive Mechanism:**
   - The cylinder is rotated by a motor through belts or gears.
5. **Lining Material:**
   - Prevents wear and contamination of the product.

---

4. Working

1. The material to be ground is placed inside the cylinder along with grinding balls.
2. The cylinder is rotated at a specific speed (called **Critical Speed**).
3. The balls rise and then fall, causing impact and attrition on the material.
4. The fine particles are continuously formed and can be collected after the desired size is achieved.

---

5. Critical Speed Formula

The **critical speed** is the speed at which the centrifugal force equals the gravitational force acting on the balls, i.e., the balls will just stick to the wall and not fall.

$Nc = 42.3/\sqrt{D-d}$

Where:

- Nc = Critical speed (in rpm)
- D = Diameter of the mill (in meters)
- d = Diameter of the balls (in meters)

For efficient grinding, the mill is operated at **65–80% of the critical speed**.

---

6. Advantages

✓ Suitable for both wet and dry grinding.

✓ Produces very fine powder (10–400 µm).

✓ Can be used for both batch and continuous processes.

✓ Easy to operate and maintain.

✓ Uniform particle size.

---

7. Disadvantages

- ❖ High energy consumption.
- ❖ Not suitable for heat-sensitive materials.
- ❖ Time-consuming process.
- ❖ Heavy and noisy equipment.

---

8. Applications

 Used for the fine grinding of powders in the pharmaceutical industry.

 Preparation of suspensions, emulsions, and ointments.

 Used in the preparation of nanomaterials.

 Grinding of crystalline and brittle materials.

---

9. Particle Size Range

- Produces particles of size **10–400 microns (µm)**.

बॉल मिल (Ball Mill)

1. परिचय (Introduction)

बॉल मिल एक यांत्रिक उपकरण है जिसका उपयोग **ठोस पदार्थों के आकार को घटाने (Size Reduction)** के लिए किया जाता है।

यह एक खोखला बेलनाकार (Hollow Cylinder) पात्र होता है जो अपने क्षैतिज (Horizontal) अक्ष पर घूमता है।

इसमें **इस्पात, पोर्सिलीन या रबर की गेंदें (Balls)** भरी होती हैं, जो पदार्थ को बारीक पाउडर में परिवर्तित करती हैं।

यह उपकरण **गीले (Wet)** तथा **सूखे (Dry)** दोनों प्रकार के ग्राइंडिंग के लिए उपयोगी है।

2. सिद्धांत (Principle)

बॉल मिल का कार्य सिद्धांत "Impact और Attrition" पर आधारित है।

- जब बेलन घूमता है, तो गेंदें घर्षण और केन्द्राभिमुख बल (Centrifugal Force) के कारण ऊपर उठती हैं।
- एक ऊँचाई पर पहुँचने के बाद वे पदार्थ पर गिरती हैं।
- गिरने से **Impact (आघात)** तथा गेंदों के आपस में रगड़ने से **Attrition (घर्षण)** होता है, जिससे पदार्थ का आकार घटता है।

3. निर्माण (Construction)

बॉल मिल के मुख्य भाग निम्नलिखित हैं □

1. **बेलनाकार पात्र (Shell):**
    - इस्पात का बना होता है, अंदर से पोर्सिलीन या रबर से लाइनिंग की जाती है ताकि घिसाव न हो।
2. **गेंदें (Balls):**
    - इस्पात, पोर्सिलीन, या फ्लिंट स्टोन की बनी होती हैं।
    - गेंदों का आकार और संख्या आवश्यक बारीकी पर निर्भर करती है।
3. **फीडिंग और डिस्चार्ज व्यवस्था:**
    - पदार्थ को एक सिरे से डाला जाता है और दूसरे सिरे से निकाला जाता है।
4. **ड्राइव मैकेनिज्म:**
    - मोटर द्वारा बेलन को बेल्ट या गियर के माध्यम से घुमाया जाता है।

4. कार्य प्रणाली (Working)

1. जिस पदार्थ को पीसना है, उसे गेंदों के साथ बेलन में डाला जाता है।
2. बेलन को एक निश्चित गति (Critical Speed) पर घुमाया जाता है।
3. गेंदें ऊपर उठती हैं और गिरती हैं, जिससे पदार्थ पर **आघात (Impact)** और **घर्षण (Attrition)** होता है।
4. जब इच्छित आकार प्राप्त हो जाता है, तो बारीक पाउडर को एकत्र कर लिया जाता है।

---

5. क्रिटिकल स्पीड (Critical Speed)

Critical Speed (Nc) वह गति है जिस पर गेंदें दीवार से चिपक जाती हैं और गिरती नहीं हैं।

$Nc = 42.3/\sqrt{D-d}$

जहाँ:

- Nc = क्रिटिकल स्पीड (rpm में)
- D = मिल का व्यास (मीटर में)
- d = गेंदों का व्यास (मीटर में)

सामान्यतः मिल को **65–80% Critical Speed** पर चलाया जाता है।

---

6. लाभ (Advantages)

- ❖ □ गीले और सूखे दोनों प्रकार के ग्राइंडिंग के लिए उपयुक्त।
- ❖ बहुत बारीक पाउडर प्राप्त होता है (10–400 μm)।
- ❖ संचालन और रखरखाव आसान।
- ❖ समान कण आकार (Uniform Particle Size)।
- ❖ बैच या निरंतर (Continuous) प्रक्रिया में उपयोगी।

---

7. हानियाँ (Disadvantages)

- ❖ ✕ऊर्जा की अधिक आवश्यकता।
- ❖ ताप-संवेदनशील पदार्थों के लिए अनुपयुक्त।
- ❖ समय अधिक लगता है।
- ❖ मशीन भारी और शोरयुक्त होती है।

---

8. उपयोग (Applications)

औषधीय पाउडर (Pharmaceutical Powders) की बारीक ग्राइंडिंग में।

सस्पेंशन, इमल्शन और ऑइंटमेंट की तैयारी में।

नैनोमैटेरियल्स की तैयारी में।

क्रिस्टलाइन और भंगुर पदार्थों के लिए उपयुक्त।

---

9. कण आकार सीमा (Particle Size Range)

10 से 400 माइक्रॉन (µm) तक के कण आकार प्राप्त किए जा सकते हैं।

Practice Questions

MCQs on Hammer Mill & Ball Mill

Hammer Mill

1. The principle of Hammer Mill is based on:
   a) Compression
   b) Impact
   c) Attrition
   d) Cutting
   Answer: (b) Impact
2. In Hammer Mill, size reduction is achieved by:
   a) Shear and cutting
   b) Impact between hammer and material
   c) Pressure between rollers
   d) Rubbing action
   Answer: (b)
3. The screen in a Hammer Mill is used to:
   a) Regulate air flow
   b) Control particle size
   c) Hold the material
   d) Feed the material
   Answer: (b)
4. Hammer Mill is not suitable for:
   a) Hard materials
   b) Sticky materials
   c) Brittle materials
   d) Fibrous materials
   Answer: (b)
5. The speed of the hammer in a hammer mill is usually around:
   a) 100–500 rpm
   b) 1000–1500 rpm
   c) 2000–6000 rpm
   d) 8000–15000 rpm
   Answer: (d)

Ball Mill

1. Ball Mill works on the principle of:
   a) Cutting and Shearing
   b) Impact and Attrition
   c) Compression
   d) Stirring
   Answer: (b)
2. The optimum speed of a Ball Mill is:
   a) 100% of critical speed
   b) 65–80% of critical speed
   c) 40–50% of critical speed
   d) None of these
   Answer: (b)
3. The balls used in a Ball Mill are made up of:
   a) Steel
   b) Flint stone
   c) Porcelain
   d) All of the above
   Answer: (d)
4. The type of force responsible for size reduction in Ball Mill is:
   a) Impact only
   b) Attrition only
   c) Both impact and attrition
   d) Cutting
   Answer: (c)
5. Ball Mill is mainly used for:
   a) Coarse grinding
   b) Fine grinding
   c) Cutting
   d) Mixing
   Answer: (b)

Fill in the Blanks

Hammer Mill

1. Hammer Mill works on the principle of **impact**.
2. The **hammers** are attached to a **rotating shaft**.
3. The **screen** controls the size of the final particles.
4. Hammer Mill is not suitable for **sticky or gummy** materials.
5. The hammers rotate at a high speed of about **8000–15000 rpm**.

Ball Mill

1. Ball Mill works on the principle of **impact and attrition**.
2. The speed at which balls stick to the wall is called **critical speed**.
3. The cylinder of a Ball Mill is made of **steel** and lined with **porcelain or rubber**.
4. Ball Mill is suitable for both **wet and dry** grinding.
5. The size of particles produced by Ball Mill ranges from **10 to 400 µm**.

Short Answer Questions

Hammer Mill

1. Define Hammer Mill.
2. What is the principle of Hammer Mill?
3. Name the main parts of a Hammer Mill.
4. Write two advantages and two disadvantages of Hammer Mill.
5. Give two pharmaceutical applications of Hammer Mill.

Ball Mill

1. Define Ball Mill.
2. On what principle does the Ball Mill operate?
3. What is the critical speed of a Ball Mill?
4. Mention two advantages and two disadvantages of Ball Mill.
5. Write two pharmaceutical uses of Ball Mill.

Long Answer Questions

Hammer Mill

1. Describe the **construction and working** of a Hammer Mill with a neat labelled diagram.
2. Explain the **advantages, disadvantages, and applications** of Hammer Mill.
3. Discuss the **mechanism of size reduction** in a Hammer Mill.

- ***Ball Mill***

1. Explain in detail the **construction and working** of a Ball Mill with a neat labelled diagram.
2. Write in detail the **principle, advantages, disadvantages, and uses** of a Ball Mill.
3. What is **critical speed**? Derive its expression and explain its significance.