CHAPTER
7.

Filtration

LEARNING OBJECTIVES
(i) Introduction
(ii) Definition
(iii) Objective
(iv) Principle of filtration
(v) Type of filtration
(vi) Type of Filter
(vii) Sintered Glass Filter
(viii) Membrane Filter

Pharmaceutical Filtration

Introduction

Filtration is a **mechanical or physical process** used to **separate solid particles from a liquid or gas** by passing the mixture through a **filter medium** that allows the fluid to pass but retains the solid particles.

In the pharmaceutical industry, filtration is an important step for:

- Clarification of liquids
- Sterilization of products
- Separation of suspended solids
- Purification of gases

Definition

Filtration is defined as the process of separating solid matter from a fluid (liquid or gas) by passing it through a porous medium that retains the solid particles but allows the fluid to pass through.

Objectives of Filtration

1. To obtain a **clear filtrate** free from unwanted solids.
2. To **collect solids** (precipitate) from suspensions.
3. To **sterilize** pharmaceutical solutions by removing microorganisms.

4. To **clarify liquids** before further processing or packaging.

Principle of Filtration

Filtration works on the **principle of mechanical separation** — the **filter medium acts as a barrier**, allowing only the fluid to pass while retaining solid particles based on:

- **Particle size**
- **Pore size of filter medium**
- **Pressure difference** across the filter

The driving force for filtration may be:

- **Gravity**
- **Vacuum (suction)**
- **Pressure**
- **Centrifugal force**

The flow rate depends on:

$$Q=\Delta P\times A/\mu\times R$$

where:

- Q = rate of filtration
- ΔP = pressure difference
- A = area of filter medium
- μ = viscosity of fluid
- R = resistance of filter cake + medium

Types of Filtration

1. **Surface Filtration** – particles are retained on the surface of the medium.
   Example: membrane filters, filter paper.
2. **Depth Filtration** – particles are trapped within the pores of the medium.
   Example: sintered glass, asbestos pads.
3. **Screen Filtration** – uses sieving mechanism to separate solids.
4. **Cross-flow Filtration** – fluid flows parallel to the membrane surface to minimize clogging.

Types of Filters / Filtering Equipment

1. **Gravity Filters** – filtration occurs under gravity (slow process).
   Example: sand filter.

2. **Pressure Filters** – use external pressure to increase flow rate.
   Example: plate and frame filter press.
3. **Vacuum Filters** – suction created by vacuum draws liquid through the filter.
   Example: rotary drum vacuum filter.
4. **Centrifugal Filters** – separation achieved using centrifugal force.
   Example: basket centrifuge.
5. **Membrane Filters** – thin polymeric membranes with defined pore size (used for sterilization).

Common Filter Media

- Filter paper
- Cotton wool
- Asbestos pad
- Sintered glass
- Cellulose membranes
- Diatomaceous earth (kieselguhr)
- Metal filters (stainless steel)

Applications in Pharmaceuticals

1. **Clarification of solutions** (e.g., syrups, elixirs).
2. **Sterilization of liquids** (e.g., ophthalmic and parenteral products).
3. **Separation of precipitates** during crystallization or chemical reactions.
4. **Filtration of air and gases** in aseptic areas.
5. **Filtration of culture media** in biotechnology.

Examples of Pharmaceutical Filters

Filter Type	Example / Use
Depth Filter	Sintered glass, Kieselguhr filter
Surface Filter	Membrane filter
Sterilizing Filter	0.22 µm membrane filter
Air Filter	HEPA filter
Industrial Filter	Plate and frame filter press

Advantages

- Produces clear and sterile products.
- Simple and efficient process.
- Can be used for both liquids and gases.
- Continuous operation possible in some designs.

Disadvantages

- Filter media may clog over time.
- Expensive for sterile operations.
- Some drug adsorption may occur.
- Limited to fluids (cannot be used for all suspensions).

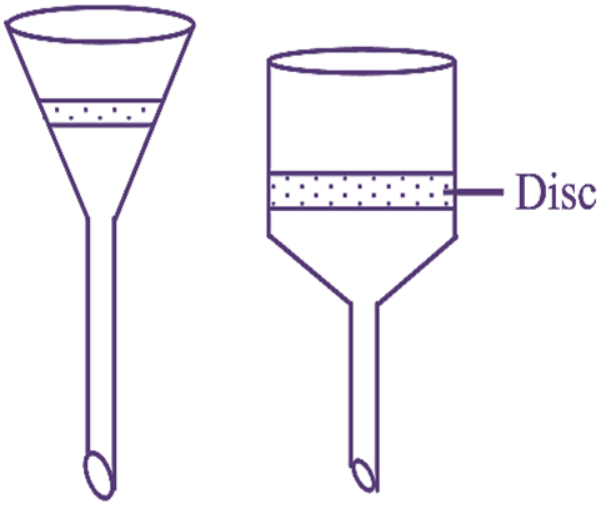
Uses

- In production of **injectables**, **eye drops**, and **antibiotic solutions**.
- In **water purification systems** for pharmaceutical use.
- In **air filtration units** (HEPA filters) for sterile rooms.

Sintered Glass Filter

Principle

- Works on the principle of **depth filtration**.



Construction:

- Made from **borosilicate glass particles** that are fused (sintered) together at high temperature without melting.
- The resulting structure is **rigid and porous**, with uniform pore size.

- The filter is usually fitted into a glass funnel or tube.

Working:

- When the liquid passes through, the **solid particles are trapped within the fine pores** of the sintered glass disc.
- The filtered liquid (filtrate) passes through and collects below.

Applications:

- Used for **clarification** of solutions.
- Suitable for **corrosive liquids** since it is made of glass.
- Used in **analytical work** (e.g., filtration of precipitates).
- Common in **pharmaceutical laboratories** for small-scale filtration.

Advantages:

- Chemically inert and reusable.
- Can be sterilized easily.
- Provides uniform filtration.

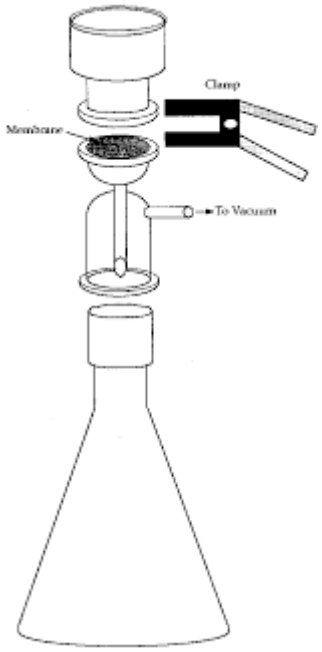
Disadvantages:

- Fragile (breaks easily).
- Not suitable for very viscous liquids.

Membrane Filter

Principle:

- Based on **surface filtration**.



Construction:

- Thin, flexible polymeric membrane made from **cellulose acetate, cellulose nitrate, or PTFE (Teflon)**.
- Pore sizes range from **0.1 µm to 5 µm**.
- Mounted in a holder or filtration assembly.

Working:

- The liquid passes through the membrane; **solid particles or microorganisms larger than pore size are retained** on the surface.
- The filtrate obtained is clear and sterile.

Applications:

- Used for **sterile filtration** of heat-sensitive liquids like ophthalmic solutions, injectables, antibiotic solutions.
- Also used for **air and gas filtration** (0.22 µm pore size removes bacteria).

Advantages:

- Provides complete bacterial retention.
- Does not affect the chemical composition of the product.
- Suitable for heat-sensitive materials (since no heat is used).

Disadvantages:

- Expensive and delicate.
- Clogging occurs easily.
- Used only once (mostly disposable).

Pharmaceutical Filtration (औषधीय परिशोधन / निस्यंदन)

1. परिचय (Introduction)

फिल्ट्रेशन या **निस्यंदन (Filtration)** एक **यांत्रिक अथवा भौतिक प्रक्रिया** है जिसमें किसी **द्रव (Liquid) या गैस (Gas)** में उपस्थित ठोस कणों को **फिल्टर माध्यम (Filter Medium)** की सहायता से अलग किया जाता है।

फार्मास्युटिकल उद्योग में फिल्ट्रेशन का उपयोग निम्न उद्देश्यों के लिए किया जाता है —

- द्रव को स्पष्ट (Clarify) करने के लिए
- नसबंदी (Sterilization) के लिए
- निलंबित ठोस कणों को अलग करने के लिए
- गैसों को शुद्ध करने के लिए

2. परिभाषा (Definition)

फिल्ट्रेशन (Filtration) वह प्रक्रिया है जिसमें किसी मिश्रण को ऐसे छिद्रयुक्त माध्यम (Porous Medium) से गुजारा जाता है जो द्रव को तो पार होने देता है लेकिन ठोस कणों को रोक लेता है।

3. उद्देश्य (Objectives of Filtration)

1. साफ़ और पारदर्शी द्रव (Clear Filtrate) प्राप्त करना।
2. ठोस कणों (Residue) को एकत्र करना।
3. द्रव को **सूक्ष्मजीवों से मुक्त (Sterile)** करना।
4. द्रव को आगे की प्रक्रिया के लिए तैयार करना।

4. सिद्धांत (Principle of Filtration)

फिल्ट्रेशन का सिद्धांत **यांत्रिक अवरोध (Mechanical Separation)** पर आधारित है।

फिल्टर माध्यम ठोस कणों को रोक देता है जबकि द्रव को पार होने देता है।

फिल्ट्रेशन की दर निम्न कारकों पर निर्भर करती है:

- दबाव का अंतर (Pressure difference)
- द्रव की श्यानता (Viscosity)
- फिल्टर क्षेत्रफल (Area of filter)
- फिल्टर केक का प्रतिरोध (Resistance of cake)

निस्यंदन के लिए प्रेरक बल (Driving Force) हो सकता है:

- गुरुत्व बल (Gravity)
- वैक्यूम (Vacuum)
- दाब (Pressure)
- केन्द्रापसारक बल (Centrifugal Force)

निस्यंदन की दर निम्न सूत्र से ज्ञात की जाती है —

$$Q=\Delta P\times A/\mu\times R$$

जहाँ,

- Q = निस्यंदन की दर
- ΔP = दबाव में अंतर
- A = फिल्टर माध्यम का क्षेत्रफल
- μ = द्रव की श्यानता
- R = प्रतिरोध

---

5. फिल्ट्रेशन के प्रकार (Types of Filtration)

1. **सतही निस्यंदन (Surface Filtration)** – ठोस कण माध्यम की सतह पर रुक जाते हैं।
   उदाहरण: फिल्टर पेपर, मेम्ब्रेन फिल्टर।
2. **गहराई निस्यंदन (Depth Filtration)** – ठोस कण माध्यम के छिद्रों के भीतर फँस जाते हैं।
   उदाहरण: सिंटर्ड ग्लास, एस्बेस्टस पैड।
3. **स्क्रीन निस्यंदन (Screen Filtration)** – जाली जैसे माध्यम से ठोस पदार्थ अलग किया जाता है।
4. **क्रॉस-फ्लो निस्यंदन (Cross-flow Filtration)** – द्रव माध्यम की सतह के समानांतर बहता है जिससे अवरोध कम होता है।

---

6. फिल्ट्रेशन उपकरणों के प्रकार (Types of Filters / Filtering Equipment)

1. **गुरुत्वाकर्षण फिल्टर (Gravity Filter)** – केवल गुरुत्व बल से कार्य करता है।
   उदाहरण: सैंड फिल्टर।
2. **दबाव फिल्टर (Pressure Filter)** – बाहरी दबाव से द्रव को पार किया जाता है।
   उदाहरण: प्लेट एंड फ्रेम फिल्टर प्रेस।

3. **वैक्यूम फिल्टर (Vacuum Filter)** – वैक्यूम के माध्यम से द्रव को खींचा जाता है।
   उदाहरण: रोटरी ड्रम वैक्यूम फिल्टर।
4. **सेंट्रीफ्यूगल फिल्टर (Centrifugal Filter)** – केन्द्रापसारक बल से ठोस और द्रव को अलग किया जाता है।
   उदाहरण: बास्केट सेंट्रीफ्यूज।
5. **मेम्ब्रेन फिल्टर (Membrane Filter)** – पतली झिल्ली से सूक्ष्म कणों को अलग करता है; स्टेराइल उत्पादों में उपयोगी।

---

7. फिल्टर माध्यम (Filter Media)

- फिल्टर पेपर
- कपास (Cotton wool)
- एस्बेस्टस पैड
- सिंटर्ड ग्लास
- सेलूलोज मेम्ब्रेन
- डायटोमेशियस अर्थ (Kieselguhr)
- धातु फिल्टर (स्टेनलेस स्टील)

---

8. फार्मास्युटिकल उपयोग (Applications in Pharmaceuticals)

1. सिरप, एलिक्सिर आदि को साफ़ करने के लिए।
2. इंजेक्शन, आई ड्रॉप्स जैसे स्टेराइल उत्पादों के लिए।
3. क्रिस्टलीकरण या रासायनिक अभिक्रियाओं में ठोस पदार्थ को अलग करने के लिए।
4. गैस या वायु को शुद्ध करने के लिए (HEPA फिल्टर)।
5. जैव-प्रौद्योगिकी में कल्चर मीडिया के निस्यंदन के लिए।

---

9. उदाहरण (Examples of Pharmaceutical Filters)

फिल्टर प्रकार	उदाहरण / उपयोग
गहराई फिल्टर	सिंटर्ड ग्लास, कीज़ेलगुर फिल्टर
सतही फिल्टर	मेम्ब्रेन फिल्टर
स्टेरिलाइजिंग फिल्टर	0.22 µm मेम्ब्रेन फिल्टर

वायु फिल्टर	HEPA फिल्टर
औद्योगिक फिल्टर	प्लेट एंड फ्रेम फिल्टर प्रेस

---

10. लाभ (Advantages)

- स्पष्ट और स्टेराइल द्रव प्राप्त होता है।
- प्रक्रिया सरल और प्रभावी है।
- द्रव और गैस दोनों के लिए उपयुक्त।
- कुछ उपकरणों में निरंतर संचालन संभव।

---

11. हानियाँ (Disadvantages)

- फिल्टर माध्यम जल्दी जाम हो सकता है।
- स्टेराइल ऑपरेशन महंगा होता है।
- कुछ औषधीय पदार्थ फिल्टर में अवशोषित हो सकते हैं।
- केवल तरल पदार्थों के लिए उपयोगी।

---

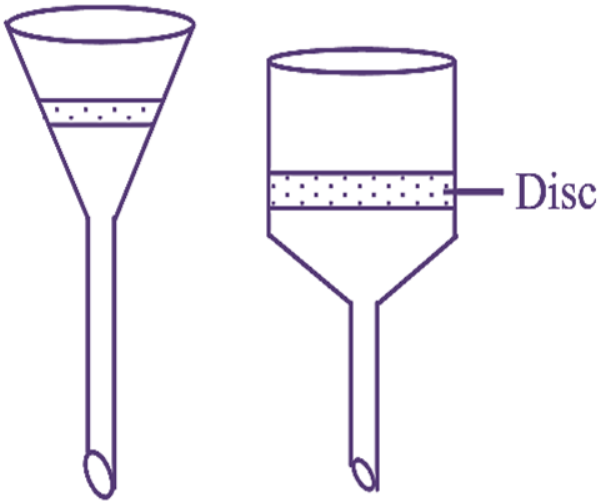
12. उपयोग (Uses)

- **इंजेक्शन, आई ड्रॉप्स, एंटीबायोटिक्स** आदि के निर्माण में।
- **शुद्ध जल (Purified Water)** प्राप्त करने में।
- **एयर फिल्ट्रेशन यूनिट्स (HEPA Filters)** में स्टेराइल क्षेत्रों के लिए।

सिन्टर्ड ग्लास फिल्टर

सिद्धांत (Principle):

- यह **गहराई निस्यंदन (Depth Filtration)** के सिद्धांत पर कार्य करता है।



संरचना (Construction):

- यह **बोरोसिलिकेट ग्लास कणों** से बनाया जाता है जिन्हें उच्च ताप पर **सिन्टर (संधारण)** करके जोड़ा जाता है।
- इससे बना माध्यम **कठोर (Rigid)** और **छिद्रयुक्त (Porous)** होता है।
- यह सामान्यतः काँच की नली या फ़नल में फिट किया जाता है।

कार्य (Working):

- द्रव गुजरने पर ठोस कण काँच के छिद्रों के भीतर फँस जाते हैं जबकि द्रव नीचे निकल जाता है।

उपयोग (Applications):

- द्रवों को स्पष्ट करने के लिए।
- संक्षारक द्रवों (Corrosive liquids) के लिए उपयुक्त।
- रासायनिक एवं औषधीय प्रयोगशालाओं में प्रयोग।

लाभ (Advantages):

- रासायनिक रूप से निष्क्रिय (Inert)।
- बार-बार उपयोग किया जा सकता है।
- आसानी से स्टेरिलाइज किया जा सकता है।

हानियाँ (Disadvantages):

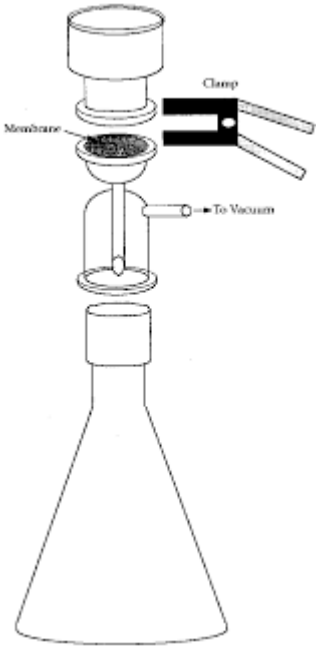
- नाजुक होता है, आसानी से टूट सकता है।

- गाढ़े द्रवों के लिए उपयुक्त नहीं।

मेम्ब्रेन फिल्टर

सिद्धांत (Principle):

- यह **सतही निस्यंदन (Surface Filtration)** पर कार्य करता है।



संरचना (Construction):

- यह पतली लचीली झिल्ली होती है जो **सेलूलोज एसीटेट, सेलूलोज नाइट्रेट या टेफ्लॉन (PTFE)** से बनी होती है।
- इसके छिद्र आकार **0.1 µm से 5 µm** तक होते हैं।
- इसे विशेष होल्डर या असेंबली में लगाया जाता है।

कार्य (Working):

- यह **सतही निस्यंदन (Surface Filtration)** पर कार्य करता है।
- जब द्रव झिल्ली से गुजरता है, तो झिल्ली के छिद्र से बड़े सूक्ष्मजीव या ठोस कण सतह पर रुक जाते हैं।
- प्राप्त द्रव (Filtrate) स्पष्ट और स्टेराइल होता है।

उपयोग (Applications):

- **आई ड्रॉप, इंजेक्शन, एंटीबायोटिक सॉल्यूशन** जैसी ऊष्मा-संवेदनशील दवाओं के निस्यंदन में।
- **वायु या गैस के निस्यंदन** में भी (HEPA या 0.22 µm फिल्टर)।

लाभ (Advantages):

- सभी जीवाणुओं को रोकता है।
- द्रव की रासायनिक संरचना नहीं बदलता।

- ऊष्मा-संवेदनशील उत्पादों के लिए उपयुक्त।

हानियाँ (Disadvantages):

- महँगा और नाज़ुक।
- आसानी से जाम हो सकता है।
- सामान्यतः एक बार ही उपयोग किया जाता है।

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.)

Practice Questions

A. MCQs on Size Separation

1. निस्यंदन (Filtration) किस प्रकार की प्रक्रिया है?

a) रासायनिक

b) यांत्रिक

c) जैविक

d) विद्युत

 उत्तर: b) यांत्रिक

2. निस्यंदन का मुख्य उद्देश्य क्या है?

a) रंग हटाना

b) ठोस कणों को द्रव से अलग करना

c) द्रव को ठोस बनाना

d) तापमान बढ़ाना

 उत्तर: b) ठोस कणों को द्रव से अलग करना

3. मेम्ब्रेन फिल्टर का उपयोग किसके लिए किया जाता है?

a) सुखाने के लिए

b) स्टेरिलाइजेशन के लिए

c) क्रिस्टलीकरण के लिए

d) आसवन के लिए

 उत्तर: b) स्टेरिलाइजेशन के लिए

4. प्लेट एंड फ्रेम फिल्टर प्रेस किस प्रकार का फिल्टर है?

a) वैक्यूम फिल्टर

b) प्रेशर फिल्टर

c) ग्रेविटी फिल्टर

d) सेंट्रीफ्यूगल फिल्टर

 उत्तर: b) प्रेशर फिल्टर

5. HEPA फिल्टर का उपयोग किया जाता है —

a) द्रवों के लिए

b) गैसों या वायु के निस्यंदन के लिए

c) ठोस पदार्थों के लिए

d) अशुद्धियों को जलाने के लिए

 उत्तर: b) गैसों या वायु के निस्यंदन के लिए

6. गहराई निस्यंदन (Depth Filtration) में कण कहाँ फँसते हैं?

a) सतह पर

b) माध्यम के भीतर

c) बाहर

d) किनारे पर

 उत्तर: b) माध्यम के भीतर

7. फार्मास्युटिकल निस्यंदन में सामान्यत: प्रयुक्त फिल्टर माध्यम कौन सा है?

a) काँच ऊन

b) डायटोमेशियस अर्थ (Kieselguhr)

c) रबर

d) लकड़ी

 उत्तर: b) डायटोमेशियस अर्थ (Kieselguhr)

8. निस्यंदन की दर किन पर निर्भर करती है?

a) दबाव, क्षेत्रफल, श्यानता, प्रतिरोध

b) रंग, गंध, तापमान

c) समय और द्रव की मात्रा

d) केवल द्रव की मोटाई

उत्तर: a) दबाव, क्षेत्रफल, श्यानता, प्रतिरोध

9. निस्यंदन प्रक्रिया का सिद्धांत किस पर आधारित है?

a) अवक्षेपण

b) यांत्रिक अवरोध

c) रासायनिक अभिक्रिया

d) विलयन

उत्तर: b) यांत्रिक अवरोध

10. स्टेराइल निस्यंदन में प्रायः किस छिद्र आकार का मेम्ब्रेन फिल्टर प्रयोग किया जाता है?

a) 1 µm

b) 0.45 µm

c) 0.22 µm

d) 5 µm

उत्तर: c) 0.22 µm

B. Fill in the Blanks (रिक्त स्थान भरिए)

1. निस्यंदन एक _____ प्रक्रिया है।

   उत्तर: यांत्रिक

2. मेम्ब्रेन फिल्टर का उपयोग _____ निस्यंदन के लिए किया जाता है।

   उत्तर: स्टेराइल

3. गहराई निस्यंदन में कण _____ फँसते हैं।

   उत्तर: माध्यम के भीतर

4. निस्यंदन की दर द्रव की _____ पर निर्भर करती है।

   उत्तर: श्यानता (Viscosity)

5. वायु के निस्यंदन के लिए _____ फिल्टर का प्रयोग किया जाता है।

   उत्तर: HEPA

6. प्लेट एंड फ्रेम फिल्टर प्रेस एक _____ फिल्टर है।

   उत्तर: प्रेशर

7. फिल्टर माध्यम ठोस कणों को _____ कर देता है।

   उत्तर: रोक

8. निस्यंदन में प्रयुक्त माध्यम _____ होना चाहिए।

   उत्तर: छिद्रयुक्त (Porous)

C. Short Answer Questions (संक्षिप्त उत्तर प्रश्न)

1. निस्यंदन (Filtration) क्या है?

2. निस्यंदन का मुख्य उद्देश्य बताइए।
3. सतही और गहराई निस्यंदन में क्या अंतर है?
4. HEPA फिल्टर का उपयोग कहाँ किया जाता है?
5. मेम्ब्रेन फिल्टर का महत्व क्या है?
6. निस्यंदन की दर किन कारकों पर निर्भर करती है?
7. फार्मास्युटिकल निस्यंदन के तीन उपयोग लिखिए।
8. प्लेट एंड फ्रेम फिल्टर प्रेस का कार्य सिद्धांत बताइए।

D. Long Answer Questions (दीर्घ उत्तर प्रश्न)

1. **निस्यंदन (Filtration) का सिद्धांत, प्रकार एवं औषधीय उपयोग विस्तार से समझाइए।**
2. **फिल्टर माध्यम के प्रकार एवं उनके उदाहरणों सहित विवरण दीजिए।**
3. **मेम्ब्रेन फिल्टर का निर्माण, कार्यविधि एवं उपयोग समझाइए।**
4. **निस्यंदन उपकरणों के विभिन्न प्रकारों का वर्णन कीजिए।**
5. **निस्यंदन के लाभ, हानियाँ एवं औद्योगिक उपयोग लिखिए।**