CE - 331

Environmental Engineering - I

Tanvir sir
Sunday
30/4/19
Lec - 01

Supply of drinking water

খাবার পানি + drainage + transportation → এই সুবিধার জন্য বড় বড় অনেক city নদীর কাছে।

Safe Water Supply

কি ধরণের source থেকে পানি, কিভাবে নিব, distribution, storage, treatment.

Fresh water এর % অনেক কম। বেশির ভাগ Glacier/salty. (99%)

Role of an environmental engineer:

Water এর মধ্যে solid particle set করবে। Engineer হিসেবে আমার কাজ particle গুলাকে তাড়াতাড়ি set করানো। (পানির treatment)

Natural system কে এভাবে observe করে আমার problem solve এ apply করব।

Scanned by CamScanner

History:

Sir → Water quality and treatment

Water Quality Parameters .....

Impurities: → 3 রকম

suspended | Colloidal | dissolved

suspended, Colloidal → পানির appearance change হবে

dissolved → appearance change হতে পারে / নাও পারে

colloidal → দুধ (পানির মধ্যে নানা প্রোটিন এর মিশ্রণ)

↓

ফিল্টার করা যেতে পারে / নাও পারে।

~~suspended~~ →

dissolved substance বের করা সবচেয়ে কঠিন।

like আর্সেনিক, ম্যাঙ্গানিজ থাকলে দেখাতে transparent থাকে; বুঝা কঠিন।

বুড়িগঙ্গা polluted → in terms of drinking আর (অন্য) purpose এ (গোসল, ...) use করা যাচ্ছে না।

Scanned by CamScanner

Water Quality Parameter:

পানি দেখে বুঝতে হবে কোন কোন problem থাকতে পারে (parameter) → যেগুলো test করতে হবে।

Suspended solids: → 24-48 ঘন্টা বসে থাকতে হবে বের করার জন্য

1st test → mg/L → suspended solids কত আছে filter এর পর

পানিতে dissolved oxygen কমে যায় bacteria এর activity এর জন্য।

Turbidity → ঘোলা → Immediate result

(এটাও suspended particle এর জন্য।

যন্ত্র দিয়ে measure করা হয় একটা value দিবে (not in mg/L)

Dredging হয় যেখানে - plant damage হয়

অতিরিক্ত turbidity থাকলে filter block করে দিতে পারে।

তাই turbidity কমাতে হবে আগে

Scanned by CamScanner

Affects Disinfection পানির suspended mat. bacteria কে shelter দেয়, সে সিলে তখন bacteria কে attack করতে পারবে না। তাই turbidity remove না করে disinfection না, এবং process শেষে system এ ঢোকার আগে disinfection করতে হবে।

সে usually cell structure ভাঙে (ব্যাকটেরিয়ার) damage করে। যেগুলোর বাইরে thick coating থাকে ব্যাকটেরিয়া সেগুলো সে remove করতে পারে না। তখন heavy filtrate করে এবং suspended particle দূর করা হয়।

Scanned by CamScanner

5/5/19

Lec-02

Colour:

In terms of Pt - Cobalt unit (expressed).

Colour → ২ ধরনের → true আর apparent

↳ suspended solid এর জন্য (filtrate করার পর যা colour পাওয়া যায় - true colour)

Generally true colour ই সবসময় use হয় (মানে filter করার পর)। Iron থাকলে ঘোলাটে (cloudy).

Organic substance → dissolve হয়ে yellowish colour → (pond এ normally)

Cl demand → organic matter থাকলে Cl এর সাথে react করে Cl টা নষ্ট করে ফেলে, বাকি Cl disinfectent হিসাবে কাজ করে।

THM → Tri Halo methane → carcinogenic (cancer cause করে)

Scanned by CamScanner

1টা indicator যে organic matter পানিতে আছে - colorful হতে পারে। এ দিলেই হয়ে THM create করবে যা toxin.

Taste and odor:

Temp:

normal temp টা acceptable

waste heat → large power plant এ যে temp create হয় huge ওটাকে নদী থেকে পানি নিয়ে ইঞ্জিন ঠান্ডা করা হয়। তখন ওই পানিটা গরম হয়ে যায়। ওই গরম পানিকে waste heat directly নদীতে ছাড়া যায় না। কারণ normal environment ক্ষুণ্ন হবে নদীর। (significance slide এ)

Total dissolved solids: (TDS)

TDS high হলে problems — (slide এ)

scaling → পাইপ আস্তে আস্তে ভরা pipe এ (area কমে যাবে)

Scanned by CamScanner

Softening → hard পানি soft করা। (ক্ষারীয় পানিকে ক্ষার কমানো)

TDS এর dose নির্ধারণ করা।

TDS → water treatment এর একটা process parameter.

TDS 100% সরালে পানি খেতে পারবো না (distilled water এ)
↓
তিতা লাগবে

পানিতে TDS না থাকলে blank হয়ে যায় full.

Ca, Mg salt এর জন্য পানিটা একটু খাওয়া যায়।

Bottled water এ reverse osmosis way তে চালালে TDS ও কমে যায় তাই কিছু পানি খেতে bitter.

Aggressive → যে পানিতে যা দিব দ্রবীভূত করে ফেলবে। অম্লক জলাদি (distilled water)। whereas একটু TDS থাকলে গুলাতে time লাগবে একটু।

EC

TDS determine করলে 48 hr এর মত লাগে প্রায়।

তাই suspended solids এর proxy যেমন turbidity / EC

TDS

EC তে approximate TDS value পাওয়া যাবে।

↓

Totally TDS না যদিও।

EC measures the ionic substances. TDS → ionic non-ionic দুটোর জন্যই but ionic substance এর কারণে বেশি TDS এ contribution. তাই EC দিয়ে approx. TDS measure করা যায়।

Natural water: taste করলে কি কি পাবো?

Na, Ca, Mg HCO_3^-, SO_4^-, Cl^-

(+)ve (−)ve

(+)ve আর (−)ve আয়ন সমান সমান থাকবে। তাই (+)ve measure করে (−)ve দুটাও measure করতে পারবে as balanced.

Minor Fe, Sr, K, ...

↳ এত কম যে variation অনেক কম।

Scanned by CamScanner

Alkalinity

Natural water এ bicarbonate বেশি। Alkalinity in general পানিতে ... কত তার indicator.

Source of HCO_3^- : পানি বৃষ্টি → surface runoff / ground মাটিতে ব্যাকটেরিয়া CO_2 generate করে → বৃষ্টির যে পানি পড়ে কিছু নাই, → মাটির Mg, Ca, CO_2 dissolve করতে থাকে। HCO_3^- form → মাটির metal কে আরো বেশি করে dissolve করতে থাকে। Alkalinity → process parameter water treatment এর। ↓ বেশি মানে Ca, Mg এর বাইকার্বোনেট বেশি → পানি hard → boiler এ use করলে diposit পড়বে। but এই পানি খাওয়া যায়।

Buffer: পানিতে বাইকার্বনেট থাকলে (natural water) তাতে পানির pH জলদি change হতে বাধা দেয় (buffer এর মত কাজ করে)। ∴ Alkalinity থাকার জন্য pH ও সহজে change হয় না (1-2

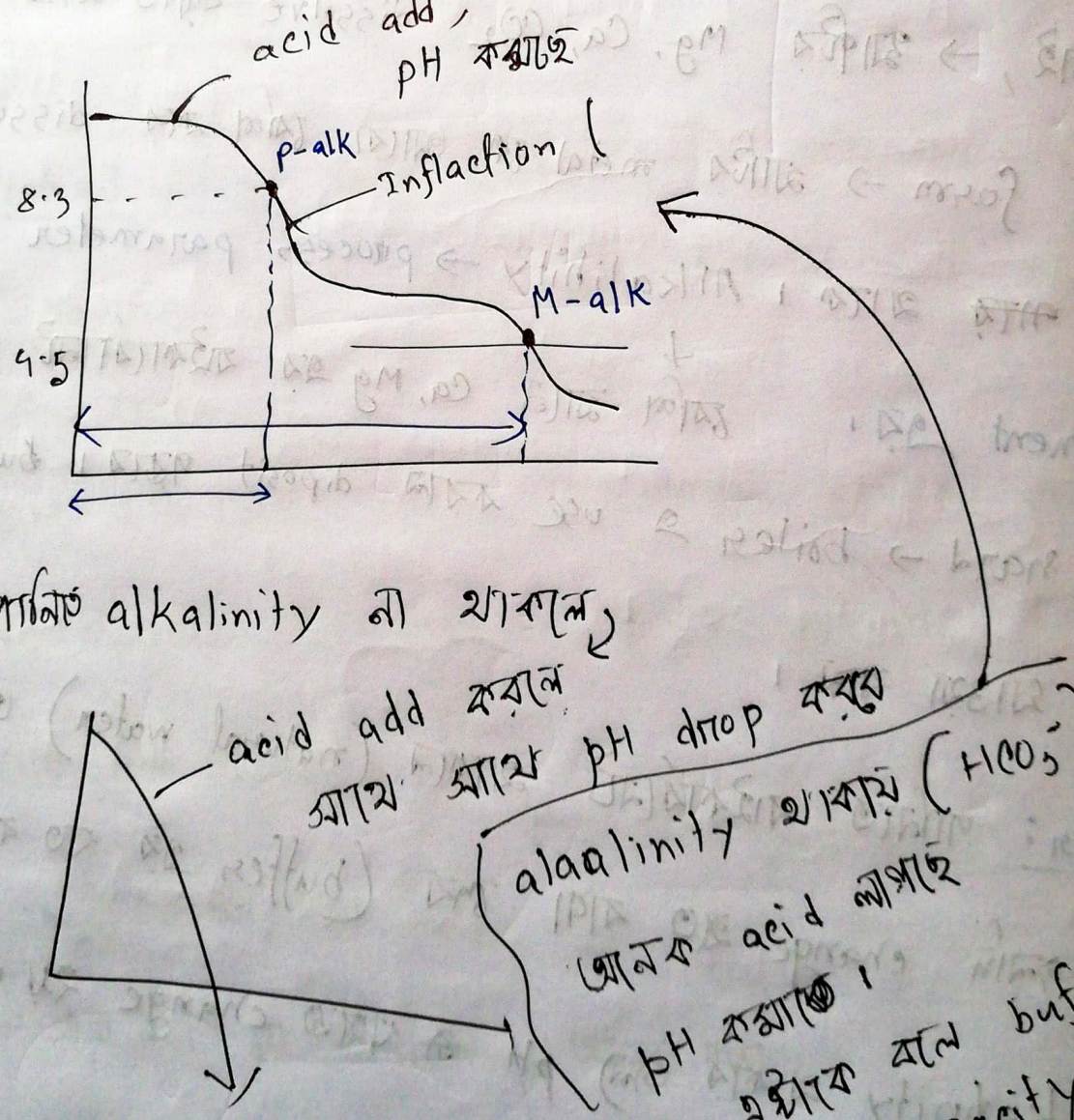
ফোঁটা acid দিলেও pH change হতে চায় না)।

low pH ⇒ H_2CO_3 বাড়ে, pH বাড়লে H_2CO_3 কমে।

$H_2CO_3 < CO_3^- < HCO_3^- < OH^-$

→ pH ——————→ বাড়লে

Determining total Alkalinity



পানিতে alkalinity না থাকলে,

acid add করলে
সাথে সাথে pH drop করবে

alkalinity থাকায় (HCO_3^-)
অনেক acid লাগছে
pH কমাতে।
এটাকে বলে buffer
capacity

pH 8.3 পর্যন্ত যোগ যে acid লাগবে p-alkalinity

ফেনপথ্যালিন

pH 4.5 " " " " " m-alkalinity

মিথাইল অরেঞ্জ

Example:

M-Alk = ? $OH^- = ?$ $HCO_3^- = ?$ $CO_3^- = ?$

$$\Rightarrow \text{Mg/L as } CaCO_3 = (\text{mg/L as species}) \times \frac{EW_{CaCO_3}}{EW_{species}}$$

$$Alk = [HCO_3] + 2[CO_3] + [OH^-] - [H^+]$$

$[HCO_3]$ → Mol/L

$2[CO_3]$ → mol/L

$[OH^-]$, $[H^+]$ → mol/L

pH ~8.3

$$[H^+] \cong [OH^-]$$

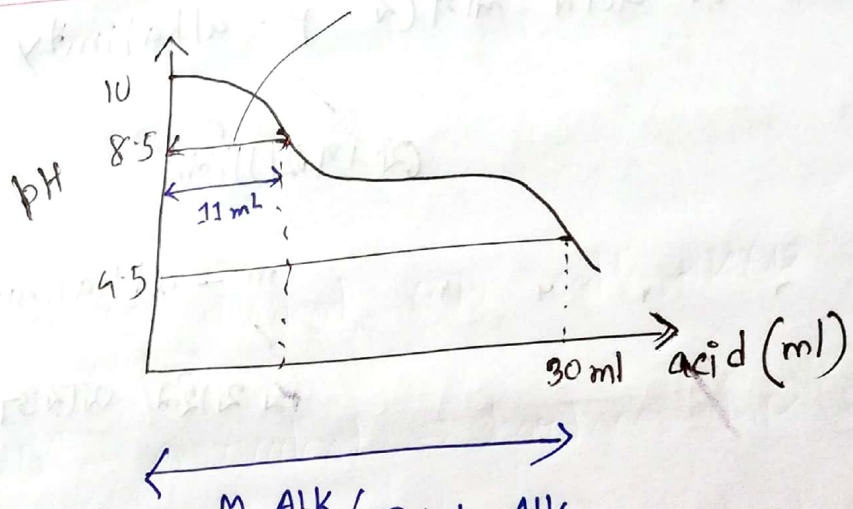
$$Alk = [HCO_3] + 2[CO_3]$$

pH > 12.3 ⇒ $[OH^-] >> [H^+]$ $[HCO_3] \cong 0$

$$\therefore Alk = 2[CO_3] + [OH^-]$$

Scanned by CamScanner

OH + ½ of carbo...



M. Alk / Total Alk.

1 ml .02 N H_2SO_4 ↓ 1 mg of alk

Total Alkanility = 30 mg

alk = $\frac{30 \text{ mg}}{200 \text{ ml}}$

= 150 mg/L as $CaCO_3$

Ans.

alkalinity কে represent করা হয়

pOH = 4 ∴ $[OH^-] = 10^{-4} \frac{mol}{L}$ OH^-

$[HO] = [H]$

= 5 mg/L as $CaCO_3$

5 mg → 1 Liter

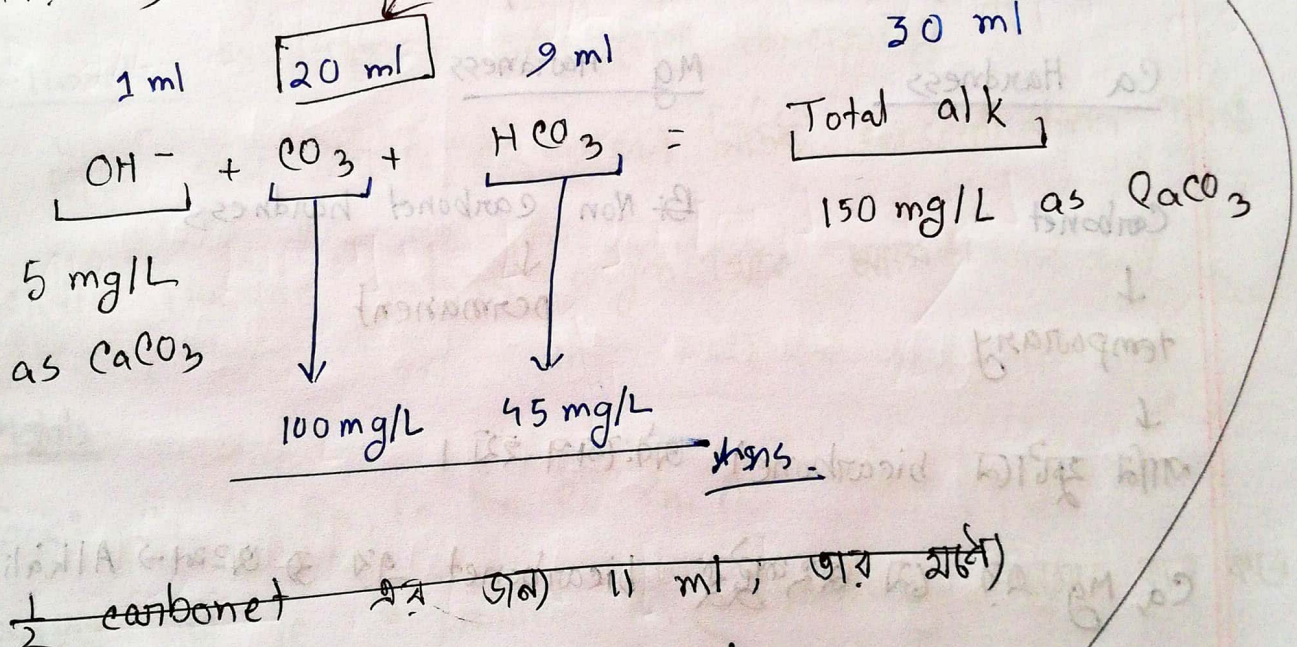
1 mg ← 200 Liter

Scanned by CamScanner

alkalinity বেশ কয়েকটি যৌগের সমন্বয়, তাই direct concentration না করে এভাবে express করতে (alkalinity/ hardness) $CaCO_3$ এর through তে express করা হয়।

EW → equivalent weight

(OH^-) এর জন্য 1 mg ; বাকি 29 mg CO_3 আর HCO_3 এর জন্য



~~$\frac{1}{2}$ carbonet এর জন্য 11 ml ; তার মানে)~~

OH + $\frac{1}{2}$ carbonet = 11 mL

↓

1 mL

$\therefore \frac{1}{2}$ carbonet = 10 mL

carbonet = 20 mL

OH → 1 mL Total alk = 30 mL

মানে বাকি HCO_3 → 9 mL

Scanned by CamScanner

7/5/19

Lec-03

Hardness:

পানিতে divalent কোন salt থাকলেই basically hard পানি.

Na^+ → monovalent → hardness দিবে না।

Ca^{++}, Mg^{++} (বেশি থাকে পানিতে) → divalent.

খাওয়ার জন্য hard water ভালো

Ca Hardness

Mg Hardness

Carbonet ..

↓

temporary

↓

পানি ফুটালে bicarbonet অধঃক্ষেপ হয়।

Ca, Mg এর যে অংশটুকু bicarbonet এর ঐ অংশ → Alkalinity

হিসাব দেয় (Carbonet hardness)

Total hardness > Alkalinity, ~~Carbonet~~ যত bicarbonet, hardness হিসাবে আছে।

Bi Non carbonet hardness

↓

permanent

Scanned by CamScanner

Hardness দেয়া থাকলে alkalinity, bicarbonet .... বের করতে পারবো।

Chloride: কিছু কাস্য পানিতে বেশি cl থাকলে মরে যায়।

cl দিয়ে একসময় bacteria trace করা হত

ট্যানারি waste water এ অনেক cl, cl natural + human creation থেকে

Fluoride: → আন্ত্যাসের দেশে বেশি concerning না।

দাঁতের একটা উপাদান, তাই একটা নির্দিষ্ট concentration পর্যন্ত ভালো। Fluoride natural origin থেকে আসে।

Metals

Non-Toxic: Ca, Mg, Na, fe, Mn, Cu, Zn, Al

গ্রাওয়ার পানি fe a problem না (micronutrient হিসেবে কাজ করে), but আমরা iron দূর করতে বলি ব্যবহারের জন্য, pipe a scaling, iron এ bacteria grow করতে পারে।

Scanned by CamScanner

Na বেশি হলে bitter taste.

Na

Fe, Mn → natural water এ যেই concentration থাকে তার adverse effect নাই। Excessive concentration থাকলে (man made) তাও out of consideration.

Toxic Metal (ভারী ধাতু / heavy metal):

As, Ba, Cd, Cr, Pb, Hg, Ag

low concentration এই harmful toxic metal

bioconcentration → biological entity এর মধ্যে attach হয়ে যায় (like শ্যাওলা খেলে কার্বারের টিস্যু তে attach হয়ে যাবে)

Biomagnification – Aquatic environment এ ছোট organism এ 1st এ metal attach হবে।

ছোট মাছ → metal → planklon → ছোট মাছ → বড় মাছ → then আমরা higher in the food chain তখন concentration বেড়ে যাবে metal এর যেটা আমরা consump করব।

Scanned by CamScanner

Arsenicosis → অনেক problem নিয়ে (like skin problem, liver এ problem . . . .)

Organics

Natural: পশু পাখি মারা গেলে যেখানে থাকে

Synthetic: Man made

Biodegradable – Bacteria সেটাকে খেয়ে ধ্বংস করে দিতে পারে। ← BOD Test

Non- " – ঐ " কিছু করতে পারবে না। [COD Test]

Nutrients:

Nitrogen: 3টা species প্রকৃতিতে পাওয়া যায়।

"Blue baby" syndrome → বাচ্চাদের হয় → শরীর blue হয়ে যায় — এর মত

Ammonia → নিজে toxic না। but ammonia পানিতে থাকলে Bacteria oxidize করে নাইট্রাইট, নাইট্রেট বানাবে আর পানির O_2 consume করে ফেলবে। → এটা short concentration এ prob না, but O_2 চলে গেছে মাছ বাঁচবে না আরো problems . . .

Scanned by CamScanner

Phosphorus

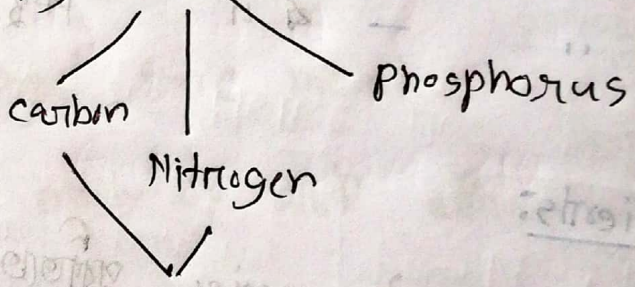
প্রকৃতিতে Phosphate হিসাবে থাকে।

Natural পানিতে বেশি পরিমাণে থাকে না। কৃত্রিম উপায়ে।

পানিতে Phosphorus এ থাকলে তেমন problem নাই।

but অন্য problem.

eutrophication → পানিতে algae বেড়ে গেলে অক্সিজেন হ্রাস পায়। Algae বাড়ার জন্য CNP লাগে।



eutrophication এ water system ক্ষতিগ্রস্ত হয়ে থাকে

high conc. এ থাকলেও phosphorus না থাকলে algalgloom হতে পারবে না। C, N, naturally at available; but phosphorus না। তাই phosphorus এর shortage বা pollution এর আকারে নেই, তখন eutrophication

Scanned by CamScanner

তাই ammonia, phosphorus directly problem করে না, indirectly problem create করে।

Biological parameter:

Pathogen — ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস, প্রটোজোয়া .... সব মিলায়।

Indicator Organism:

Indicate করে pathogen আছে নাকি নাই (নাহলে সব ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়া detect এর অনেক process, কোনটা দিয়ে করব সেটা confusing)

Indicator টা ব্যাকটেরিয়া, but pathogen না। সে নিজে।

এর ৪টা ক্যারিক্টার — slide এ

Fecal coliform group

↓

প্রকৃতিতে অনেকক্ষণ survive করবে

↓

যদি পানিতে (+)ve পাওয়া যায়, পানিটা কোন না কোন ভাবে fecal matter/human excreta এর contact এ ছিল।

Non-fecal Coliform group

↓

human intestine এ নাই

vegetable, ঘাস, মাটিতে থাকে

Scanned by CamScanner

TC
Total coliform

FC
Fecal coliform

FC হল fecal origin এটা থেকে অসুস্থ হওয়ার prob. বেশি।

~~Table~~ Common water borne pathogen — দেখব না

Drinking water Quality standard → দেখব

↳ BD standard আর WHO standard
↓
Guideline হিসেবে কাজ

↓
সরকার তৈরি করে (local)

↓
কারণ WHO এর সব আমার country এর জন্য applicable/feseable নাও হতে পারে। like যেখানে As নেই সেখানে As এর standard নেয়ার দরকার নাই।

↓ legal
~~legal~~ guideline (এই standard ভঙ্গ করলে কোর্টে এ যেতে পারব) WHO এর টা ভঙ্গ করলে কোন legel action নেয়া যাবে না

Scanned by CamScanner

12/5/19

Lec-04

Treatment train

Ground water আর surface water [এর difference বের করব]

↓ ↓ পড়ব

softening লাগে না লাগে

↓

coagulation ← দরকার নাই

Water treatment process

Aeration, Softening } Ground

Solid separation, Setting operation, Coagulation } surface

Filtration, disinfection → দুটাতেই লাগাতে পারে।

1st ১ water analysis করে কোন parameter off বের করে তার জন্য treatment.

Scanned by CamScanner

Aeration: পানির মধ্যে গ্যাস ঢুকানো বের করা

↓ ↓

absorption desorption

CO_2 → পানির pH বেশি বেড়ে গেলে কমানোর জন্য দেয়া

CO_2, O_2 → পানি থেকে বের করব → desorption;

H_2S, NH_3 → ৪ ৭ ২ ৪

Two - film theory

Gas phase এর concentration Liquid এর চেয়ে বেশি → তখন বেশি থেকে কম concentration এ যাবে।

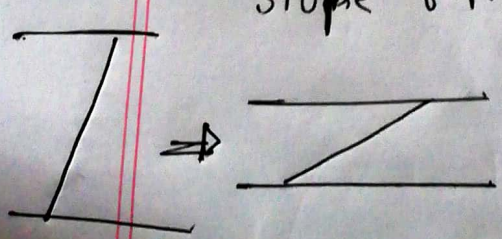
Concentration

$C_s - C_t$ ↑ transfer

Film thickness ↓ transfer

↓

slope বেশি হবে → যত steep হবে তত transfer হয় তাই film thickness কমালে transfer করবে



Scanned by CamScanner

Henry's law:

বাতাসে গ্যাসের partial phase বের করে liquid এ concentration বের করতে পারব।

Solubility

(যখন গ্যাস Highly soluble)

Gas এর side এ অনেক নাড়াচাড়া করলে → তাড়াতাড়ি ~~স্থী~~ transfer

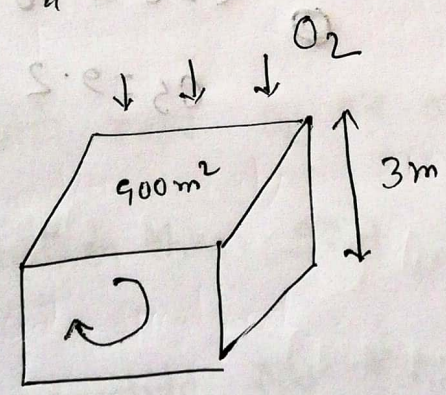
" যদি কোন soluble না হয় তবে liquid কে নাড়াচাড়া করলে তাড়াতাড়ি transfer

C_t → Conc. at certain time K_L → rate transfer

C_0 → " time 0

C_s → " saturated

~~a → surface ration~~



$C_0 = 1.5$ mg/L

$C_t = 8.5$ mg/L

$t = ?$

খুব্বু পানি নাড়াচাড়া করে

$K_L = 0.03 \frac{m}{hr}$

$C_s = 9.09$ mg/L

Scanned by CamScanner

specific surface area $= \frac{A}{V} = \frac{400}{400 \times 3} = \frac{1}{3}$

$$\ln \frac{C_s - C_t}{C_s - C_0} = -k_L (a) t$$

$$\ln \frac{9.09 - 8.5}{9.09 - 15} = -0.03 \times \frac{1}{3} \times t$$

$\Rightarrow t \cong 11$ days — natural condition a

$$\ln \frac{C_s - C_t}{C_s - C_0} = -k_L a \; t$$

$K' \rightarrow$ unit $\left(\frac{1}{\text{time}}\right)$

$C_0 = 0$ mg/L

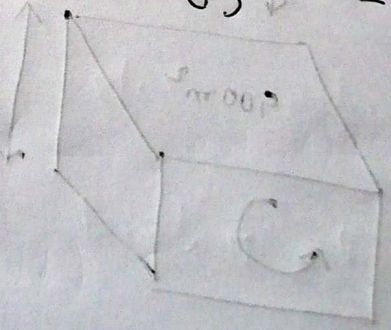
ছবির কোথা নিচে পড়বে

$C_0 = 0$

$t = 2$

$C = 8.2$ mg/L

$C_s = 9.2$ mg/L



$$\Rightarrow \ln \frac{C_s - C_{0t}}{C_s - C_0} = -k \times 2$$

$\Rightarrow K = 0.2137$

$$\ln \frac{C_s - (C_t)}{C_s - C_t} = 0.2137 \times t \quad (8.2)$$

$\Rightarrow t = 10.4$ sec

Scanned by CamScanner

Problem 3 ⇒ sheet ৩ soln (Henry's law apply)

↳ Referance → Peavy

Ans → 75.7 mg/L

যত বেশি বাতাসের exposed থাকবে, বৃষ্টিতে O_2 এর concentration তত বাড়বে।

Aeration এ তাই এ prineiple → যাতে ফোঁটা ফোঁটা হয়ে যায় আর বাতাসে expose করে।

২ ভাবে করা যায়।

dispersing air into water → পানিতে গ্যাসের বুদবুদ

" water " air → গ্যাসকে sprinkle করা

ফোঁটা ফোঁটা করলে O_2 এর contact area with water droplet বাড়বে (rather than একটা বড় কোন container এ রাখা) পানির projectile করে ছুঁড়লে time বাড়ানো যায় exposure বা পানি আর গ্যাস এর contact এ পানিকে নাড়াচাড়া করা।

স্থির পানিতে শুধু স্থির surface (suppose বালতির উপরে)

Scanned by CamScanner

পানির বাতাস মেশে নিচে যেতে time লাগবে। পানি নাড়ালে করলে concentration gradient বেশি (slope steep করব two film theory তে) তাই তাহলে gas transfer জলদি হবে।

Packed column → পানিকে তোজাজেরে নামাতে দেয় না, পানি নিচে আসাতে অনেক আরেক বাড়ানো যাবে → পানি ফোঁটা ফোঁটা + সময় বাড়ানো। → best system.

gradient steep
পানি ফোঁটা ফোঁটা
time বাড়াবো
} Aeration এর মূলনীতি

Physical, chemical, biological { → next class 1 ct
(aeration এর আগ পর্যন্ত)

Scanned by CamScanner

Lec-05

13/7/19

Solids Separation

সবচেয়ে Primary কাজ water treatment process এর (সহজে remove করা যায়)।

Sedimentation: পানিকে একটা জায়গায় কিছু time স্থির করে রেখে দিব। তখন impurities কিছু settle করবে।

Sedimentation basin → চারকোণা Huge tank, একদিক দিয়ে পানি ঢুকে অন্য দিক দিয়ে বের হবে। মাঝের অংশে solid settle করবে।

পানির impurities গুলো solid sphere এর মত assume করা যায়, এটা settle করলে, নিচের দিকে gravity আর উপরের দিকে প্রবতা কাজ করবে, একটা settlement velocity attain করবে।

Sol Stoke's eqn: Settle করার velocity পাবো।

$$v_s = \frac{g(\rho_s - \rho_w) d^2}{18 \mu}$$

d = sphere এর dia

dilute suspension (হালকা দ্রবণ) [Water treatment এ use
└ drinking water

সব sphere এর dia same না impurities এর, আবার এর sphere ও না particle। তাই accurately বলতে পারবো না কখন এর particle settle করে যাবে। তাই indirect way adapt করব।

settling velocity direct measure না করে comparison দিয়ে indirect measurement পাবো (water কত সময়ে পর পর কত অংশ clear হচ্ছে)।

Removal efficiency

Particle settling → 4 type এ

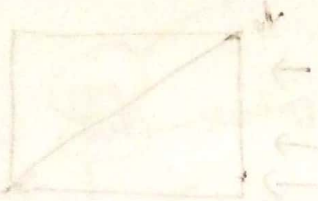
Type 1: ~~Particle~~ এ individual particle আলাদা আলাদা ভাবে settle করবে, একটা আরেকটার সাথে লেগে যাবে না। Ex — silt type ~~per~~ soil

Type 2: Flocculation

Coagulation এর

Type III: Zone settling

Type IV: Compression settling



Type-1: constant settling velocity

Type-2: Initially settling velocity কমে, time এর সাথে সাথে কমে যাবে (slope steep)

Sedimentation Basin:

Assumption লাগবে 3টা (slide এ)

⇒ Uniform streamline এ flow আসবে (turbulance নাই)

tank এর ভিতরেও উল্টাপাল্টা হবে না

⇒ Particle ⟹ একরকম trajectory তে যাবে tank এ

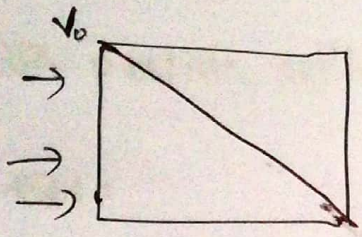
⇒ Particle tank bottom এ touch করলে → removed

↓

depend করবে v_0 (settling velocity) এর উপর

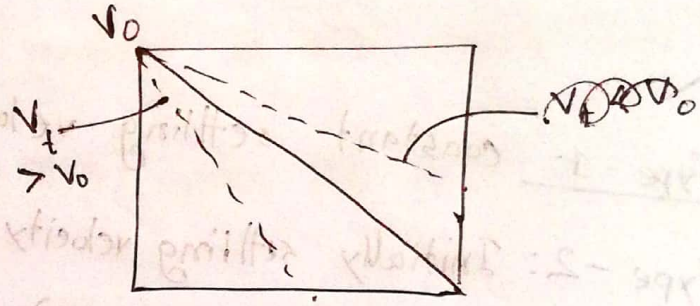
Scanned by CamScanner

V_o → tank এর সবচেয়ে উপরের point → সবচেয়ে last point এ hit



$V_t > V_o$ ⇒ 100% removed.

particle এর setting



একদম উপরের point ছাড়া নিচের point দিয়ে ঢুকলেও remove হতে পারে, ($V_t < V_o$) একদম উপরে দিয়ে ঢুকলে remove হবে না।

$V_t < V_o$ → Partial removal $\left(\frac{V_t}{V_o}\right)$

$\frac{h}{h_o}$ ratio তে remove হবে

V_o = overflow rate / surface overflow rate

$V_o = \frac{h_o}{t_o}$ → tank height

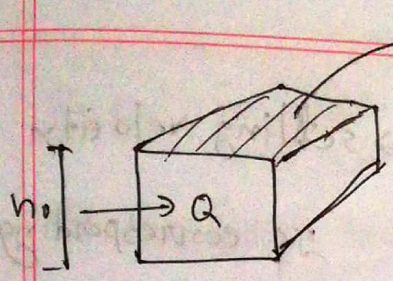
t_o → detention time

$= \frac{h_o}{V/Q} = \frac{h_o \times A}{A\, h_o} = \frac{Q}{A}$.

V/Q → tank volm, flow rate

$= \frac{\text{flow rate}}{\text{surface area}}$

Scanned by CamScanner



$V_0 = Q/A$

Removal Efficiency:

loading rate = V_0 = 25 m/D

Time (m)	Conc (mg/L)	mass fraction remaining	Settling velocity ($V_t \times 10^2$ m/min)
60	189	0.63	3
80	180	0.6	2.5
100	168	0.56	2
130	156	0.52	1.55
200	111	0.37	1
240	78	0.26	.83
420	27	0.09	.48

particular time এ conc

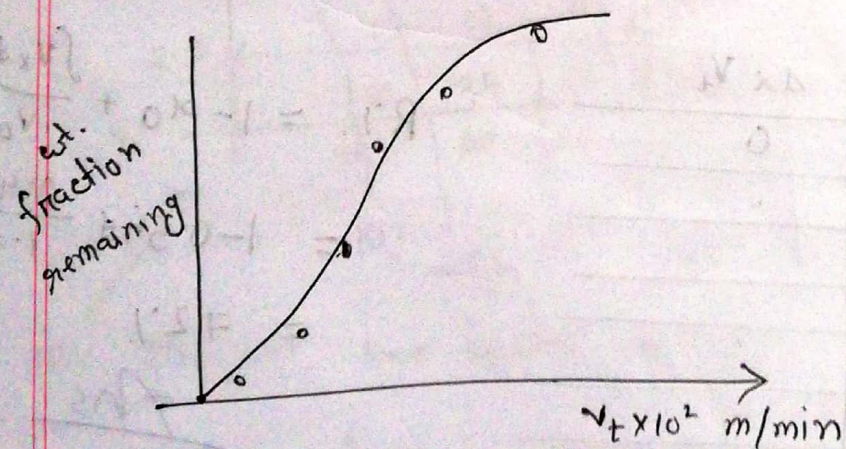
189 / 300 — starting conc

$\frac{1.8}{60} = 0.03$ m/min

$= 3 \times 10^{-2}$ m/min

এখানে 60 min পরে 37% যে particle চলে গেছে তার settling velocity 0.03 m/min হবে যেখানে, 63% particle গুলো রয়ে গেছে, তার velocity 0.03 m/min থেকে বড়।

1.8 m → setting column এর length



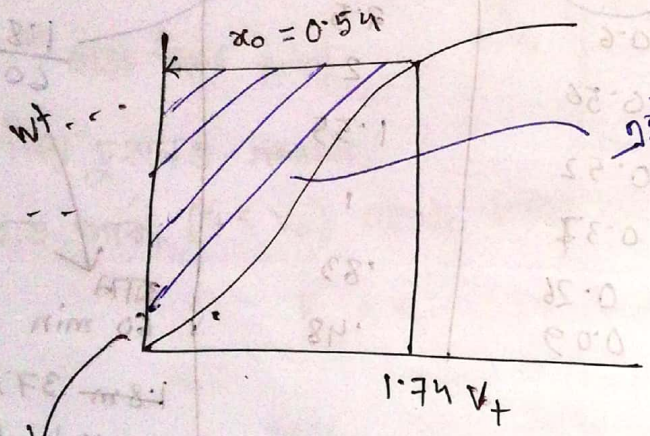
Scanned by CamScanner

Removal fraction:

$$(1 - x_0) + \frac{1}{V_0} \int_0^{x_0} V_x dx$$

$x_0 \rightarrow$ settling velocity এর corresponding % wt. fraction remaining

$V_0 = 25 \text{ m/day} = 1.74 \times 10^{-2} \text{ m/min}$



এই area নির্ণয়ের $\int V_x dx$

area কে কয়েকটা strip এ ভাগ করে যোগ করব (integration এর জন্য)

Δx	V_t	$\Delta x \, V_t$
.06	1.5	0
.06	1.22	
.1	1	
.1	.85	
.1	.79	
.06	.48	
.06	.16	
		$\Sigma V_t \Delta x = 0.46$

$$R\% = 1 - x_0 + \frac{\int V_x dx}{V_0}$$

$$= 1 - 0.54 + \frac{0.46}{1.74}$$

$$= 72\%$$

Ans

Scanned by CamScanner

Ques: Suspended solids এর data -থেকে, tank এর flow rate আর surface are বের → ($v_o = \frac{Q}{A}$ করে বের করে use করব)

Type I (discrete settling) এর example ছিল এটা।

Type II setting:

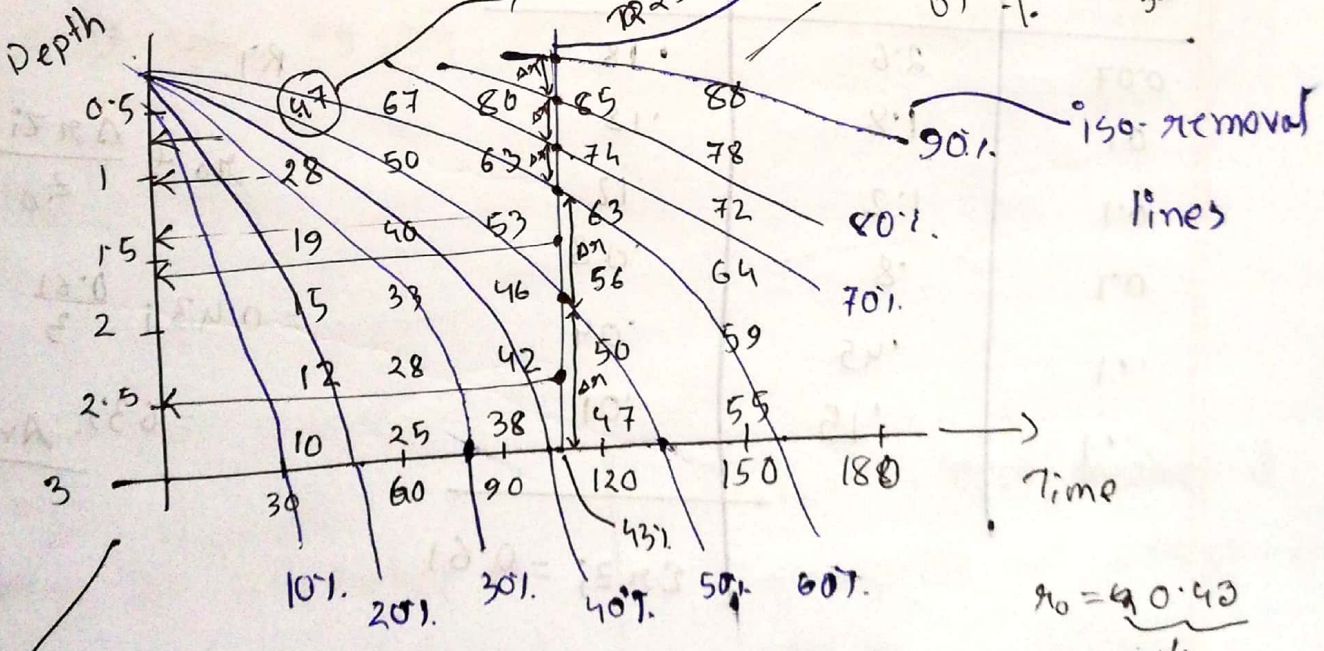
setting column এর বিভিন্ন জায়গা থেকে sample collect করব (বিভিন্ন depth এ data পাবো)। আগে খুঁজি bottom এ data কতটা।

$$R = r_o + \sum \frac{\Delta r_i z_i}{z_o}$$

$\frac{250-133}{250} \times 100$

vertical line corresponding to 105 min

এগুলো matrix of removal -% of suspended solids



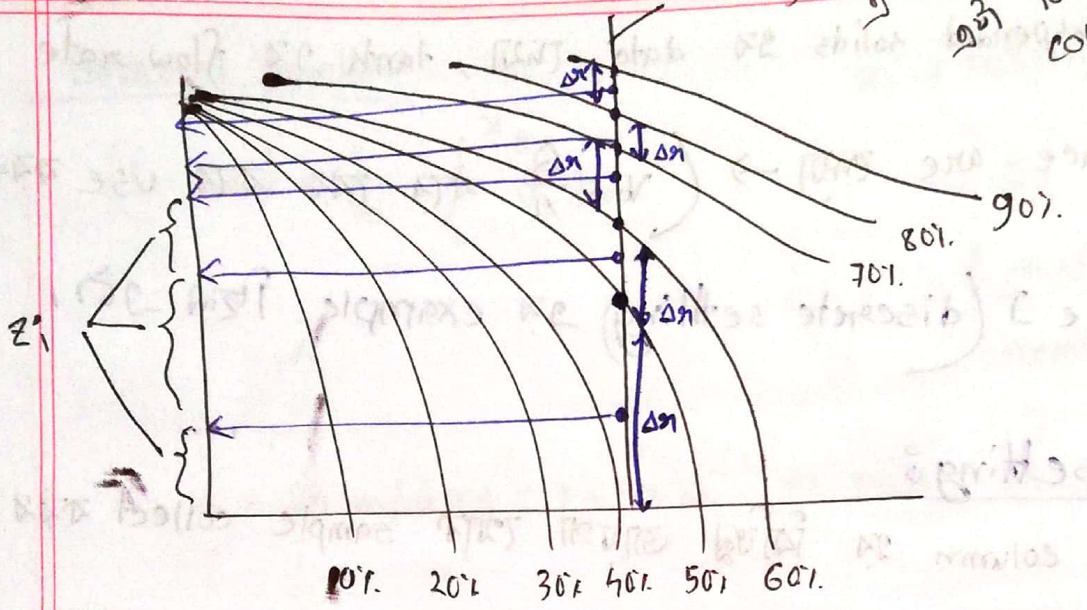
10%, 20%, 30% line কিভাবে draw?

$r_o = 90 \cdot 43$ %

Δr এর মধ্যবিন্দুর corresponding depth → z_i

Scanned by CamScanner

vertical line 40 এর 50 নং বাঁধের কোন pos^n
এ ছবির নিম্নের বিন্দু বিন্দু
এগুলো min (ques এর) corresponding line



Δr	z_i	$\Delta r z_i$
0·07	2·6	·18
0·1	1·8	·18
0·1	1·2	·12
0·1	·8	·08
·1	·45	·04
·1	·15	·01
		$\Sigma \Delta r z_i = 0·61$

$R_1 = r_0 + \frac{\Delta r z_i}{z_0}$

$= 0·43 + \frac{0·61}{3}$

$= 63'$. Ans

Scanned by CamScanner

1st 3টা class এর উপর ৫৭

Lec-06

21/7/19

Table 7-2 → খুব্বু alum এর part পড়লেই হবে।

Practical implementation:

Coagulation এর জন্য tank design করা হয়।

RMS of velocity gradient

$$G = \sqrt{P/(\mu V)}$$

P = coagulation এর জন্য নাড়াচড়া করার time এর power

G যত বেশি, তত বেশি power input দেয়া হচ্ছে।

Flocculation →

— Coagulation process টাকে বলে (particle এর de stabilize, charge nutral----)

↓

chemical process

flocculation → যে mechanical process এর মাধ্যমে নাড়াচড়া করা হয়, floc formation (power input, কত জোরে নাড়াচড়া করব এটা বলব)

Scanned by CamScanner

Coagulation process →

একটা tank rapid mixing এর জন্য → পানির মধ্যে particle কে সব জায়গায় disperse করা (alum কে ছড়ানো দুই এ process এ)

" " slow " " "

" " sludge বের " " "

↳ settle করার আলাদা tank

→ particle কে destabilize, floc করা / allow enough time to promote aggregation)

G_1 (High) → Rapid mix

detention time কম

tank ছোট

G (low) → Slow mix

detention time বেশি

tank বড়

size বাড়ালে tank এর detention time বাড়বে।

Rapid mixing tank এ blade আছে (হাত ঘুরানো যায়)

Slow mixing → floc ~~না~~ যেগুলা form হয়েছে তা যেন ভেঙে না যায় এমন speed.

Scanned by CamScanner

বিভিন্ন water type এর জন্য G বিভিন্ন → table এ

Softening → $Ca(OH)_2$ দিয়ে করা হয় → খুব একটু বেশী হয় particle তাই G বেশি দেয়া হয়।

Slow mixing stage এ খুব floc জমে particle size বড় হবে, এখানে settle করবে না। (না হলে tank এ sludge জমা হয়ে pb। problem হবে)

Softening

Typically ground water hard হয় (এখানে alum coagulation লাগে না কারণ suspended solids থাকে না).

বৃষ্টির পানি → topsoil এর ব্যাকটেরিয়া এর দ্বারা CO_2 বৃষ্টির পানিতে দ্রবে → so কার্বনিক এসিড form → soil strata দিয়ে যাওয়ার time এ Ca, Mg দ্রবীভূত হয়ে যায় পানিতে

Scanned by CamScanner

chemical softening

Lime - soda softening:

$Ca(OH_2)$ আর Na_2CO_3 → ব্যবহৃত

Lime

sweep floc এর মত তৈরি করে heavy metal (Arsenic) 3 remove করতে পারে।

softening এর eqn মুখস্থ *

$MgCO_3$ → দ্রবীভূত হয় (অবক্ষেপ করার জন্য $Mg(OH)_2$ তে transfer করতে হয়)

1 mol CO_2 দূর করতে 1 mol $Ca(OH)_2$

1 $CaHCO_3^-$ " 1 mol $Ca(OH)_2$

1 $MgHCO_3^-$ " 2 mol $Ca(OH)_2$

1 $CaSO_4$ " 1 mol Na_2CO_3

1 $MgSO_4$ " 1 mol Na_2CO_3 + 1 mol $Ca(OH)_2$

Scanned by CamScanner

Problem

$Mg(OH)_2$ এর solubility সবচেয়ে কম।

reaction high pH এ হয়।

Table 4-2 → $CaCO_3$ আর $Mg(OH)_2$ এর solubility সবচেয়ে কম তাই use করা হয়।

Mg Hardness → 10 mg/L থাকেই যায়।

Mg remove করা expensive (কারণ 2 mol করে লাগে), তাই primarily Ca কে target করা হয় remove করার জন্য (যাতে alkalinity কম আসে). Mg যদি 40 mg/L as $CaCO_3$ এর বেশি থাকে পানিতে তাহলে Mg remove করা হবে।

Excess lime → পানির pH calibrate করে।

পানিতে প্রথমে আগে CO_2 react করবে, then Ca, then Mg

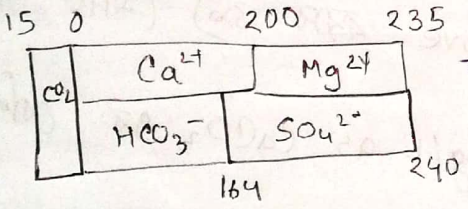
CO_2 এর conc. 10 mg/L এর বেশি থাকলে aeration করে বের করব (নাহলে chemical বেশি consume করবে)

Scanned by CamScanner

Problem 1

Constituent	mg/L	mg/L as $CaCO_3$
CO_2	6·6	15
Ca^{2+}	80	200
Mg^{2+}	8·5	35
HCO_3^-	200	164
SO_4^{2-}	73	76

Bar diagram আঁকব ⇒ → উপরে (+)ve, নিচে (-)ve



⇒ Ca এর এক অংশ HCO_3 এর সাথে, বাকি টুকু SO_4^{2-} এর সাথে
Mg এর সব টুকু SO_4^{2-} এর সাথে

এখানে থেকে carbonate আর non-carbonate hardness বের করব

$Ca(OH)_2$ selective
Lime requirement for Ca^{2+} removal

(HCO_3^- remove করার জন্য Ca এর + CO_2)

$= 15 + 164 + 20$

$= 199$ mg/L as $CaCO_3$

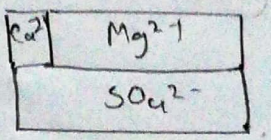
Lime req $= \frac{1}{0.9} \times 199 \times \frac{(28)}{(50)}$ eq. wt. of lime / eq. wt. of $CaCO_3$

$= 124$ mg/L as CaO

CaO (90% pure)

এগুলো উল্লেখ করা must

After removal, new bar diagram ⇒



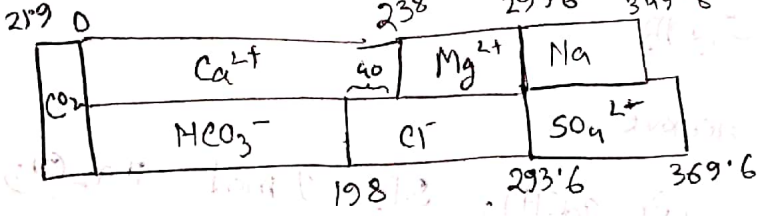
দুটুকু আছে মনাতে এখন

Scanned by CamScanner

Problem 2

Cons.	mg/L	mg/L as $CaCO_3$
CO_2	9.6	21.9
Ca^{2+}	95.2	238
Mg^{2+}	13.5	55.6
Na^{+}	25.8	56.2
Alkalinity	198	198
Cl^{-}	67.8	95.6
SO_4^{--}	73	76

→ $CaCO_3$ to express কারণ alkalinity তাই নয় conversion



এই sequence এ নিয়াতে হবে always.
Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-} ... a)

Mg এর সাথে কোন SO_4^{2-} নাই, সব Na এর সাথে SO_4^{2-}

আবার Ca^{2+} এর সাথে $HCO_3^- + Cl^-$ আছে।

Upto practical soluble limits (Remove all Ca and Mg)

Scanned by CamScanner

Lime + soda
⇒ কারণ carbonate + non - hardness আছে

Lime req = 21.9 + 198 + 55.6 + 20 = 295.5 mg/L as $CaCO_3$

21.9 → CO_2 এর পরিমাণ
198 → $Ca + HCO_3^-$ এর পরিমাণ
55.6 → Mg + Cl এর পরিমাণ
20 → Extra added to raise the pH of soln

Soda ash req = 40 + 55.6 = 95.6 mg/L as $CaCO_3$

40 → Ca + Cl এর পরিমাণ
55.6 → Mg + Cl এর পরিমাণ

55.6 → দুই জায়গায়

কারণ একটা Mg remove

করতে (1 mol $Ca(OH)_2$ আর 1 mol Na_2CO_3 লাগে)

~~(Mg + 2H → Mg(OH)2)~~

Lec-07
28/7/19

Split treatment:

Ca remove করতে 1:1 এ chemical লাগে

Mg " " 1:2 " " " ⇒ খরচ বেশি।

তাই প্রথমে আগে Ca remove এর চেষ্টা হয় → যাতে total hardness significant amount কমে গেলে Mg remove এর দরকার নাই আর।

Mg এর threshold point – 40 mg/L

পানিতে ২ ভাগে split → এক ভাগে সম্পূর্ণ Ca, Mg remove করে বাকি raw water এর সাথে মিশানো হয় যেন Mg থাকে 40 mg/L। তাই ratio টা depend করবে initially Mg এর concentration কত ছিল।

$$X = \frac{Mg_f - Mg_i}{Mg_m - Mg_i}$$

Mg > 40 হলে

X = কত ভাগে ভাগ করতে হবে

2nd: sedimentation, filtration → ⊕ partial Ca removal (যদি Hardness 1st stage এর পর ও high থাকে

1st stage: softening → sedi → Recarbonation

Ca + Mg removal

Scanned by CamScanner

Problem:

Soln এর soft copy দেয়া

(graph নাই)

Flash mixing:

Circular:

centre দিয়ে পানি এসে chemical mixing এর পর radially outside এর দিকে যেতে যেতে clean হতে হতে যায়, sla sludge টা পড়ে যায় নিচে

পানির pH overall process এ high হয়ে যায় (পানিতে scale form করবে (Ca গুলা precipitate করে)

Corrosive ~~হয়া~~ হওয়া যাবে না + Scale form করবে না

তাই পানির মধ্যে CO_2 গ্যাস add করে recarbonation করা হয়।

Eventually কিছু অংশকে HCO_3^- এ convert করব

↓

উদ্দেশ্য

অনেক process এ CO_2 exhaust হিসেবে তৈরি হয়

Ion exchange softening

ion exchange → পানিকে soft করার জন্য আর demineralization
1 2

এর জন্য করা হয় → purpose

Dissolved solid remove হবে।

Synthetic resin / naturally occuring zeolite → use করা হয়।

Green sand → slight greenish.

Advantage:

① ion এর exchange হচ্ছে খুব; Precipitation হচ্ছে না; sludge develop করবে না।

② আগের process এর tank → huge size. এই process এ ছোট container এ কাজ করবে

Disadvantage:

turbidity free হতে হবে → নাহলে filter clog হয়ে যাবে।

Iron/~~Mg~~ Mn precipitate করলে foul হবে পানি। তাই এমন

Scanned by CamScanner

chemical use করব যেন Fe, Mn dissolved ~~থাকে~~ থাকে।

~~GW~~ GW ত iron থাকে; এর ত aeration এর আগে ion exchange করব। নাহলে Fe^{2+} (dissolved) Fe^{3+} ত precipitate হয়ে filter clog করবে।

SW → ion exchange অবার দরকার (Turbidity remove করে)

পানির hardness remove হয়ে Na^+ যাবে পানিতে।

Resin এর limited life period আছে। তাই resin এর ~~use~~ saturated হয়ে ~~গেলে~~ গেলে তখন Ca salt আর remove হবে না।

Breakthrough → কখন resin টা শেষ হয়ে যাবে (graph এর breakpoint টা যখন resin পানির hardness আবার আগের মত হয়ে যাবে)

Scanned by CamScanner

Regeneration:

Resin এ যে chemical (Ca) লেগে থাকে তা অপিসার আমার Resin reuse করা।

Demineralization:

TDS change হয় না (২টা Na, ১টা Ca কে replace) → IE softening. (ব)

২টা step এ করা হয়।

Cation + anion remove

strong acid cation H-R

strong base anion exchanger R-OH

H replace হয়ে Ca, Mg Resin এ লেগে যাবে

তারপর 2nd phase এ যাবে এবং

OH কে replace করে ultimate output হবে H_2O. (OH এর সাথে একটি H যোগ হয়ে)

যে H টা থাকে সেটা cation এর সাথে যে anion ছিল তার সাথে মিলে একটি তৈরি করবে

Scanned by CamScanner

Hz

Regeneration:

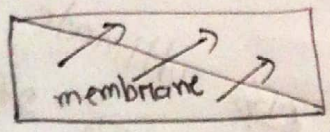
cataion → H_2SO_4 দিয়ে আবার resin কে back করবে
exchanger

anion → NaOH " " " " " "
exchanger

Math syllabus থেকে বাদ।

Membrane process

Reverse osmosis:



membrane এর বাধা দিয়ে highly concentrated salt চালানো হয়। (semi permeable membrane → কোন ion যেতে পারবে না শুধু পানি যাবে)

লবণ পানির দিকে clean পানির দিক থেকে পানি যাবে

(Hydrostatic P এর against এ কাজ করবে এটা বাদ্য

Scanned by CamScanner

clean পানি ← লবণ পানির দিকে যেতে যেতে লবণ পানির height বাড়াবে।
Osmotic Pressure এর জন্য এটা হবে। Brine এ যদি osmotic
P এর চেয়ে excess P দেই, তখন Brine থেকে clean পানি
বের হবে। Brine এর জায়গায় higly concentration এর লবণ থাকে
তখন।
লবণাক্ত পানি precepitate করা যায় না। NaCl পানি থেকে remove
করা সবচেয়ে tough. তখন reverse osmosis process use করা হয়।

Type of membrane

Cellulose → সস্তা comparatively.

পানিতে যেন suspended material না থাকে reverse osmosis এ
দেওয়াতে হবে। ব্যাকটেরিয়া থাকলে তার membrane এর গায়ে জন্মাবে

Electrodialysis:

Membrane এমন ভাবে করা, যেন কিছু membrane দিয়ে cation,
কিছু membrane দিয়ে -ve ion যেতে পারে।
প্রতিটা side এর দুই part এ +ve আর -ve charge

Scanned by CamScanner

দিয়ে থাকের membrane দুটো (catain selective আর (-)ve selective) থাকের পানিকে clean করবে।

(figure slide এ দেখো)

Electrodialysis	Reverse osmosis
Electrical energy	Pressure
Selective ion pass কর membrane	ion pass কর না, পানি pass

Scanned by CamScanner

Disinfection

30/7/19

Last step of water treatment. পানির pathogenic organism reduce করার জন্য (100% bacteria free করা possible ও না) and সব ব্যাকটেরিয়া আমাদের জন্য harmful না। Disinfection করা হবে pathogen class reduce করার জন্য

Sterilization → সব ধরনের bacteria removal (Autoclave, Hospital এ করা হয়; Bac, virus সব মরবে)

Disinfection → Certain class (pathogen) removal.

Drinking water sterile করার দরকার নাই

Enteric pathogen → মানুষের বড়দের রোগ আছে।

Coagulation, filtration, Softening এ প্রায় pathogen (90-95%) remove হয়। আমার দরকার 100% pathogen removal (not 100% bacteria)

Disinfectant:

এমন জিনিস লাগবে যা অল্প time এ (reasonable time) reasonable bac. clean করবে

যে conc. এই bacteria মারবে, disinfectant টা handle করতে পারবে।

পানি টা এর smell থাকলে 100% pathogen free.

Scanned by CamScanner

Chlorination: (সবচেয়ে বেশি use করা residual দিতে পারে, ব্যাপারে. সস্তা, কম time এ ধ্বংস করে)

$HOCl^-$ OCl^- pathogen কে attack করে।

cell wall কে attack করে then ভিতরের enzyme এর সাথে react করে ব্যাকটে. এর cellular structure ধ্বংস করব।

pH 6·5 – 7·5 এ হতে হবে কারণ $HOCl^-$ আর OCl^- এর balanced concentration (max effectiveness পাওয়া যাবে)

By-Products:

NOM – Natural organic matter

$Cl_2 + NOM \rightarrow$ Carcenogenic substance

Chloramine → low conc. এ তৈরি করবে but কম conc. এ

Cl dioxide, ozone → কোন THM দেয় না (but নিজেরা toxic Cl dioxide

brominated → Carcenogic matter → (Ozone + Br_2 react করে)

পানিতে Br_2 না থাকলে Ozone অনেক safe.

UV ray দিয়ে কোন by product হবে না।

Scanned by CamScanner

Kinetics:

Chick-Watson's law → combined final form

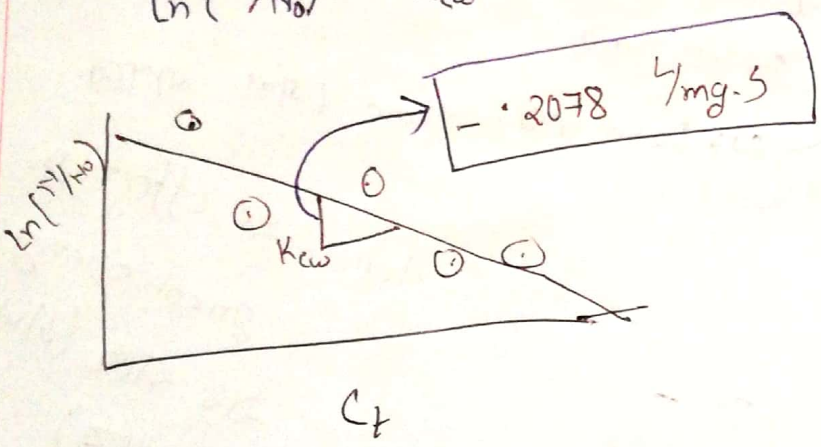
সাধারণত disinfectant add করার time এর আগে organism এর conc. এর relation

proportionality const → organism এর উপর dependant

Problem:

K_{cw} → constant of inactivation

$\ln(N/N_0) = -K_{cw} \cdot C^n \cdot t$



PFU এর মান N

time 0 তে No

t	PFU/N	Ln(N/No)
0	No (6·152)	0
2	3	-·718
4	1·2	-1·69
6	710	-2·16
8	300	-3·02

Ct
0
1·8×2=3·6
7·2
10·8
14·61

Scanned by CamScanner

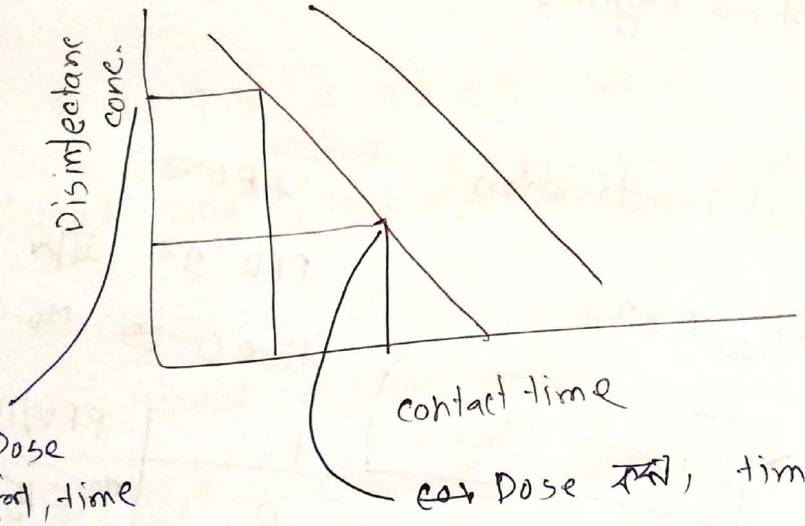
Factors affecting Disinfection

C আর t ভিত্তিক

Temp ↑, rate constant ↑ (তাড়াতাড়ি কাজ করবে)

log - log

(আলাদা organism এর জন্য আলাদা)

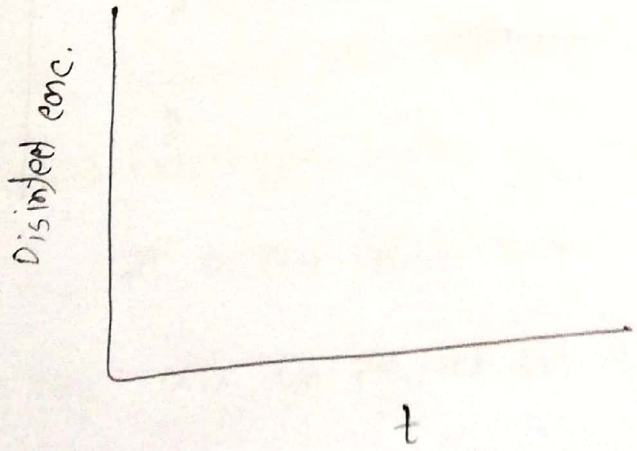


Dose বেশি, time কম লাগবে

~~or~~ Dose কম, time বেশি লাগবে

temp. এর effect > graph change হয়ে যাচ্ছে (slide দেখবে)

temp বাড়ালে rate constant ও কি বেশি হবে, killing বেশি, তাই time কম লাগবে



Scanned by CamScanner

Breakpoint:

পানি reducing substance না থাকলে Cl যা দিব তাই residual হিসাবে থাকে। No demand line (45°)

Ammonia থাকলে পানিতে তখন curve হবে (lab sheet এ detail)

Chloramine Organic matter এর সাথে react করতে চায় না। তাই যদি চাই Cl যেন OM এর সাথে reaction না করে, তখন অ্যামোনিয়া ঢেলে দিয়ে chloramine create করব। Cl দেয়ার আগেই অ্যামোনিয়া দিব / Cl আর অ্যামোনিয়া অল্প সময়ে reaction করায় দিব।

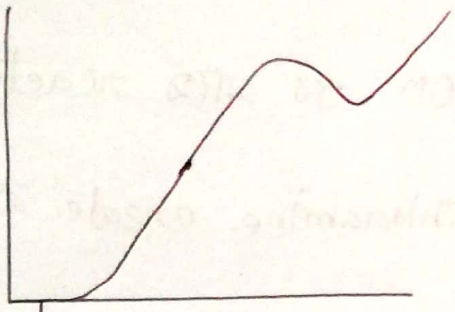
Combined Cl → Disinfection এর power কম (rather than only Cl); Dose বেশি লাগবে; Chloramine পানিতে অনেকক্ষণ থাকে (ভালো জিনিস) তাতে ensure হবে distribution এর time এ পাইপ এর মধ্য দিয়ে যাওয়ার time এ যদি leakage বা অন্য কোন উপায়ে পানি contaminated হয়, তখন ওই ব্যাকটেরিয়াকে chloramine (Cl) attack করে ধ্বংস করবে।

Chloramine stable (অনেকক্ষণ টিকে থাকবে)

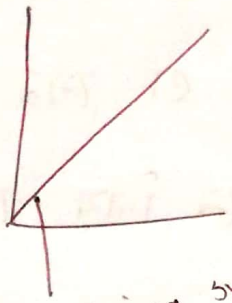
Scanned by CamScanner

Breakpoint বের করা হয় → কারণ ensure করা এই point এর পর combined Cl_2 আছে

Breakpoint এর পর straight line টা 45° (বা c) দিব উঠে se residual



reducing substance থাকলে flat portion (Cl_2 reducing sub. এর সাথে react করবে, residual Cl_2 থাকবে না)



reducing substance না থাকলে direct উঠে যাবে (এই position এ এই)

Scanned by CamScanner

16/7/19

Coagulation

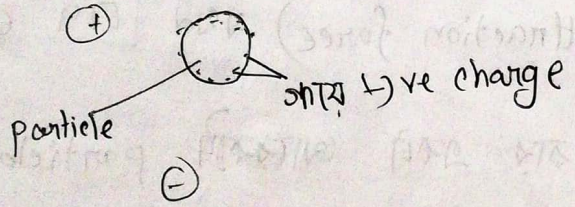
Colloidal particle (যার জন্য turbidity) এর size যদি এত ছোট হয়, যাতে তার settling v অনেক কম → বছরের পর বছর লাগবে settle করতে তাদের।

Coagulant → chemical দিয়ে একত্রিত করা হয় particle,

Soil particle যে পানি colloid হিসাবে থাকে তা 1 (−)ve charge যুক্ত তাই একত্রিত তারা জোড়া লাগে না। Si → 4, Al − 3 → 1টা (−)ve charge

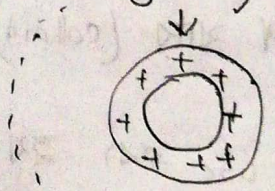
(+)ve charge যখন repel করে, তখন

⊖ ⊕ ⟶ sol^n এর (+)ve, (−)ve charge



⇓

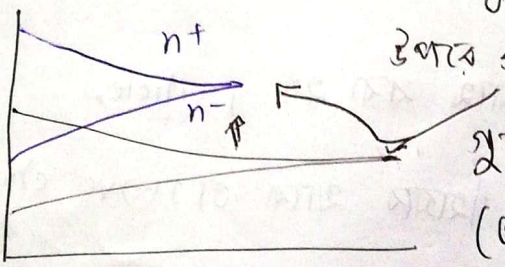
তখন particle এর (−)ve charge sol^n এর (+)ve charge attract করে কমপ্লেক্স করে (stern layer)



তার distance এর পরে মোয়ে আবার (+)ve (−)ve charge scattered (সমান (+)ve (−)ve) হয়ে যাবে। Dashed line → ~~influe~~ এর ভিতরে particle এর surface এর সাথের বেশি (+)ve charge, দূরে যেতে যেতে (+)ve কমতে থাকে।

Scanned by CamScanner

২টা particle কাছে আসতে চাইলে যখন double layer intersect করে, তখন repel করে। এর জন্য একত্র হয় না। পানিতে যখন extra ele suppose NaCl দিলাম অনেক (suppose Cl^- 10 টা, Na^+ 10 টা) তখন charge density বেড়ে যায় ewne উপরে shift করবে। Plus particle গুলো আরো কাছাকাছি আসবে (আগের ewne আর পরের ewne এর area same হওয়ার জন্য) (electrical double layer টা লাগবে)



Electrolite add করলে কমে resultant F van der walls যে dominant করতে পারে (attraction force) যখন চাপ থেকে repulsion F overcome করে একটা আরেকটা particle এর সাথে লেগে যায় (colloid) [Graph দেখে বুঝব]

Al use করা হয় Na এর জায়গায় কারণ Al এ 3টা (+) দিবে, Na এ দিবে 1টা (+) আয়ন। Al এর কম use এই concentration অনেক বাড়ানো যায় charge এর

Scanned by CamScanner

Adsorption: (-)ve আর (+)ve charge create এর মাধ্যমে 'neutral' করা

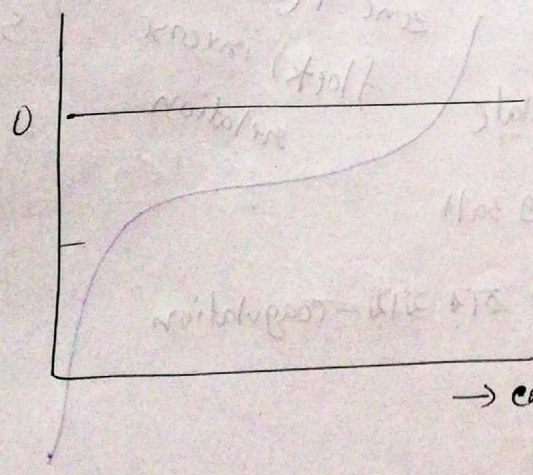
↳ drawback → adsorption যে পদ্ধতিতে করা যায় না। যখন (+)ve (-)ve মিলে neutral হয়ে যায়, তার পরও আরো (+)ve charge particle এর মধ্যে রয়ে যায়। তখন initially যে (-)ve particle ছিল (colloid) → তখন (+)ve হয়ে গিয়ে আবার repel করবে, একে অপরকে। (charge reverse)

Polymar: ~~(ছবি draw আসে~~

long chain hydrocarbon →

ছবি draw আসতে পারে এর theory এর

polymar এর concentration অনেক কম লাগে এর ~~theory~~ method থেকে



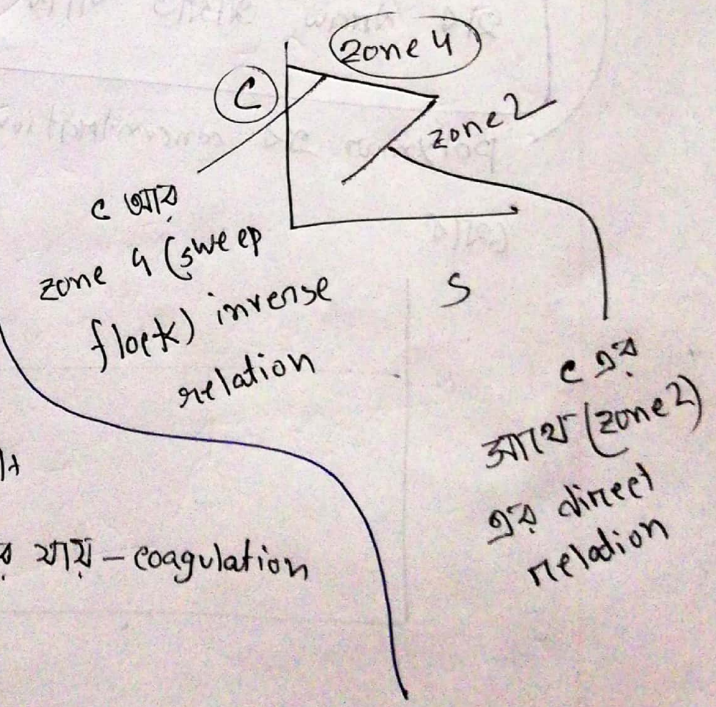
Scanned by CamScanner

Coagulant dosage and colloid conc.:

$\phi \propto$ # area যার coagulation হয়ে গেছে

S_1, S_2, S_3, S_4 এর corresponding cross section এদের diagram এ plot করা হয়েছে।

S_1 → কম concentration → তখন অনেক পরে গিয়ে coagulate করেছে coagulation করা অবাধে কঠিন (ময়লার particle অনেক দূরে দূরে থাকে, charge neutral হলেও settle করে না। → Alum ~~দিলে~~ (অনেক দিলে তখন জালের মত করে সব ময়লা capture করে।



Zone 4 → sweep floek

zone 2 → charge neutralization

Coagulation এর theory ৭টা

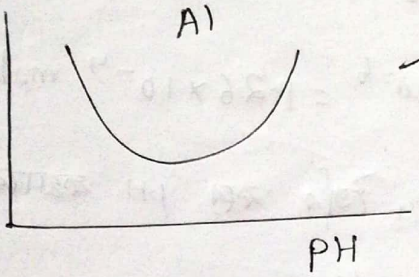
দুধের মধ্যে ২ ফোঁটা লেবু → coagulate

নদী → সমুদ্রের দিকে যাওয়ার time এ salt conc. বাড়তে থাকে যত পলি settle করে যায় – coagulation

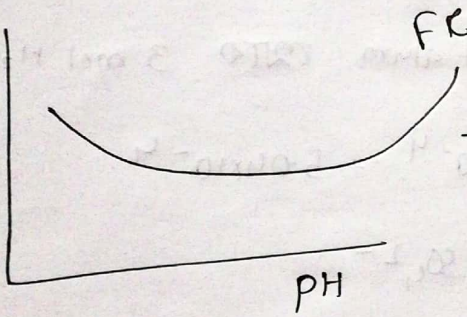
Scanned by CamScanner

পানিতে বাইকার্বোনেট (~~alal~~ alkalinity) থাকা জরুরি।

Coagulation কাজ করার জন্য ভালো cone. এ ময়লা + alkalinity থাকা লাগবে।



→ (5-7.5) → optimum coagulation ($Al(OH)_3$ এর দ্রবণীয়তা অবাধে কম তাই

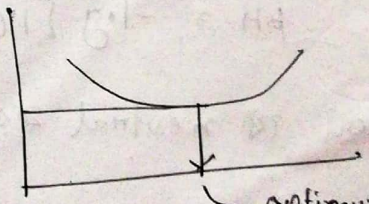


→ (wider pH range থাকে iron salt এ pH (4-8)}

Al salt কম দামী তাই Al use করি।

Optimum alum dose কত?

Jar test

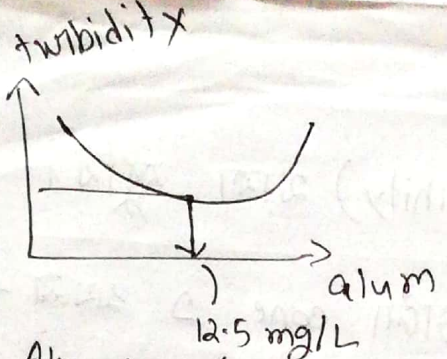


optimum alum dose

(যে alum dose এ turbidity অবাধে বেশি remove হয়)

Scanned by CamScanner

Problem 4 →



Alum dose =

$= \frac{12.5}{594}$ moles/L $= 21 \times 10^{-5}$ mol/L

HCO_3^- consumed = $6 \times 21 \times 10^{-5} = 1.26 \times 10^{-4}$ moles/L

যা পানিতে HCO_3^- না থাকলে H_2SO_4 তৈরি করে pH কমাবে।

Alum = 100 mg/L $= 1.68 \times 10^{-4}$ moles/L

H_2SO_4 produced (1 mol হতে alum থেকে 3 mol H_2SO_4)

∴ H_2SO_4 produced = $3 \times 1.68 \times 10^{-4} = 5.04 \times 10^{-4}$

$H_2SO_4 \rightleftharpoons 2[H^+] + SO_4^{2-}$

$[H^+]$ produced = $2 \times 5.04 \times 10^{-4} = 1.01 \times 10^{-3}$ moles/L

$pH = -\log [1.01 \times 10^{-3}] = 3.00$

H_2SO_4 কে neutral করার জন্য NaOH add করব।

NaOH required = 40 mg/L → (বের করব)

Ans.

High alkalinity
High coagulation

Scanned by CamScanner

8/2/19

Filtration

Filtration always must বাকি যে step ই follow করি না কেন। কারণ coagulation / softening এর time এ পানির মধ্যে chemical add করি। Sludge বের করে নিলেও কিছু colloidal chemical থেকে যায়। তাদের আলাদা করে filtration.

Filter media → ~~থাকে~~ যি তাতে কিছু material (sand/gravel) থাকবে।

Diatomaceous — Diatom → এক ধরনের algae → এর থেকে filter তৈরি করা হয়।

~~ব্যাকটেরিয়া~~ Membrane filtration - ব্যাকটেরিয়া remove করে।

Wash though → পানি ছাড়ার জন্য

ছোট → বড় particle graded থাকে।

Undrained system এ বিভিন্ন ছিদ্র এর material use হয়।

Scanned by CamScanner

Process:

Filter একটা media → packed অবস্থায়; but pores আছে।

পানি আসে যে particle তার size pore থেকে বেশি তাই আটকে যায় → mechanical straining। শুধু এই process use হলে filter use করা যেত না কারণ clogged হয়ে যেত filter media। তাই আরেকটা mechani-sm আছে

Non-straining mechanism →

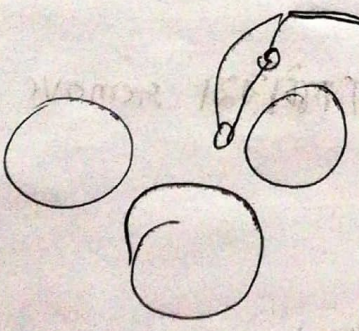
~~① Inertial impaction:~~

→ ৩টা slide এ দেয়া।

Particle এর size তাই matter না।

Sedimentation, Coagulation ও কাজ করতে পারে।

② Van der walls bond দিয়ে দুটা particle লেগে যাবে, particle size বড় হয়ে আটকে যাবে।



অনেক Process একসাথে কাজ করে তাই filtration system এ।

Scanned by CamScanner

Filter Hydraulics

Porus media দিয়ে পানি যাওয়ার time এ বাধা ত পাবে always. → Headloss create করবে। but এটা pipe loss এর চেয়ে complex. Headloss calculate করা দরকার কারণ এর উপর head create না করলে পানি filter এর মধ্য দিয়ে যাবেই না। খুব্বি eqn মনে রাখব।

Head loss কার উপর dependent

$$\begin{cases} h_L \propto (V_a)^2 & [\text{যত জোরে পানি pass করবে তত বাধা পাবে}] \\ h_L \propto \frac{1}{d_g} & [\text{grain dia বাড়লে head loss কমবে}] \\ h_L \propto \frac{1}{(\varepsilon)^4} & [\text{porosity একটু বাড়লে headloss অনেক কমে যাবে}] \end{cases}$$

Filter backwash

Filter use করতে করতে এক time এ দেখবে যে পানি ত দিচ্ছি, ওই quality এর পানিই বের হচ্ছে। মানে filter কাজ করছে না, Filter এর material গুলো কে আলাদাভাবে নিয়ে clean করা যায় না, Backwash করা হয় (নিচ → উপরে

পানি flow). নিচ থেকে পানি filter এর আটকে থাকা material কে + filter material কে ধাক্কা দিবে। উপর থেকে দেখবে filter material ফুলে উঠবে। then ও আরো পানি এবার কমালে shear force এর কারণ filter material এর সাথের ময়লা ছোট হবে। পরে উপর থেকে ময়লা পানি সরাসরি ফেলা হয়। (10-15) min এর মধ্যে filter clean করা যায়।

Backwash শুধু RSF এর জন্য প্রযোজ্য।

ময়লা পানি আর ভালো পানির জন্য separate valve use করি (ছবি তে)

Underdrain এর মধ্য দিয়ে যেন sand বের না হয়ে যায়-) তার জন্য gradiation এ বড় Particle নিচে দেয়া হয়।

Scanned by CamScanner

Roughing Filtration (RF):

Particle size মুলো অনেক বড় but certain gradiation আছে।

3 type এর:

এর কাজ পানিকে fully clear করা না; পানির বড় Particle কে দূর করা। (Sedimentation tank এর বিকল্প হিসেবে)। এর পরে আবার filtration করা হয়।

Full suspended solids remove হবে না। SSF এর আগের use করা হয়।

Cleaning: Manal / hydraulic

SSF (Slow sand filter): বালু খুবই fine particle দিয়ে তৈরি। কোন Gradiation নাই।

Purpose:

পানি pass করালে বেশি ময়লা পানি তাই দেয়া যাবে না (নাহলে clogged হয়ে যাবে)। Main কাজ ব্যাকটেরিয়া remove করা।

SSF এর pore এর মধ্য দিয়ে আস্তে আস্তে পানি যায়।

Pore এর মধ্যের বাতাসের contact এ অনেকক্ষণ থাকে → তখন oxidize হয় organic matter / As

Pond sand filter: [পুকুরের সাথে add থাকলে] PSF

Rapid RSF	SSF
① পানি তাড়াতাড়ি যাবে	① slowly যাবে পানি
② backwash দিয়ে clean	② backwash করা হয় না
	operating process simple তাই Bd তে ব্যবহার হয় বেশি

shallow aquifer এ As problem; তাই groundwater bacteriologically ~~same~~ safe হলেও chemically safe না। যেখানে tubewell water use করা যায় না সেখানে SSF একটা application

Scanned by CamScanner

RSF	SSF
(3) আগে coagulation, softening হয়ে পানি; chemical কিছু রয়ে যায়। $Al(OH)_3$ এর layer ~~pa~~ filter এর চারপাশে আঠালো layer করে। পরে bac, particle আসলে আঠালো layer এ আটকে যায়। excessive হলে backwash করা হয়। → এই filter develop এ কিছু time দিতে হয়।	(3) $Al(OH)_3$, $CaCO_3$ এ ভরা পানি SSF এ দিব না। bacteria contaminated পানি আস্তে আস্তে surface এ bacterial layer (Biological slime) → develop হতে হতে পরে আরো ভালো মত bacteria আটকাবে। এই coating উপরে 15-2" এর মধ্যে তৈরি হয় 2-4 week এর মধ্যে, তাই full bacteriological clean water পেতে time লাগে। ৪ চরম film তৈরি হয় গেলে উপরে কিছু অংশ ফেলে দিয়েই clean হয়ে যায়; backwash লাগে না; scraping করেই clean করা যায়।

এরে বলে ripening period.

Scanned by CamScanner

RSF	SSF
(i) অনেক পানি একসাথে treat করার জন্য use হয়। (পুরা city এর পানি treatment এর জন্য)	(ii) SSF → personal range এ use হয়

RSF আর SSF এর difference ?

Characteristics of RSF

Scanned by CamScanner

9/9/19

Effect of gradiation on filtration in RSF

Gradiation এ উপরে বড় particle আর নিচে ছোট particle থাকায় সুবিধা হয় হত → কারণ suspended solids বড় থেকে ছোট particle gradiation অনুযায়ী particle remove হত। তাতে পুরো filter ই জুড়ে filtration হতে পারত। But এখানে ছোট ~~part~~ filter media উপরে, বড় filter media নিচে থাকায় উপরে ছোট pores আগেই clogged হয়ে যায়; পুরো depth জুড়ে ময়লা আটকাতে পারে না। তাই তাড়াতাড়ি filter clean করতে হয়।

But sand এর সাথে বিভিন্ন size এর coal মিশিয়ে দিলে, (coal এর sp. density < sand এর sp. density) ; তখন Backwash এর পর density আর size এর difference এর জন্য একটু এলোমেলোভাবে sand আর coal settle করবে (কারণ ছোট size এর sand + একটু বড় size এর coal একসাথে settle করবে)। Pore size এর reverse একটা gradiation create

→ dual filter system

হয়। Just Naturally ই তৈরি হয়। এতে উপরে আগের sand এর যে pore size ছিল তার চেয়ে বড় pore size তৈরি হবে। পুরো filter media জুড়ে solids clear হবে (উপরে বড় sedimented particle আটকাবে)। Efficiency বাড়বে। filter কে তাড়াতাড়ি clean করা যাবে।

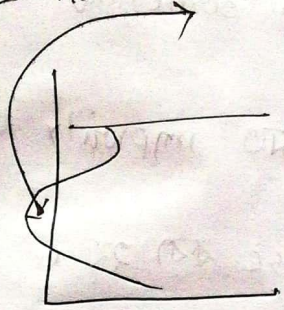
[Normally যদি নিচে sand, উপরে coarse matter দেই, Backwash এর পর settle করা time এ আবার নিচে coarse, উপরে sand হিসাবে settle হবে। তাই এই Alternate method].

Mixed media filter: Garnet, sand, coal 3 টা কে কিছু filter media বানালে (specific ratio তে)

Filter এ ময়লা ও যত জমবে, head loss তত বাড়বে।

মাঝে মাঝে head loss ও পায় করে যেতে পারে, তখন

এখানে vaccum [(-)ve pressure] তৈরি হবে, যদি ইহার ছিদ্র



হয়ে যায় (crack করে) তখন

ওখান বাতাস ঢুকে অনেক

turbulance / filter উলটপালট

করতে পারে।

filter অনেক দিন ঝুলিয়া থাকলে media crack করতে পারে।

তখন পানি crack দিয়া যাবে (এখানে filtration হবে না; media

এর depth কমে যাওয়ায়)। Backwash করলেও পানি crack দিয়ে

চলে যায় যাবে, ময়লা clear হবে না।

Physical characteristics → slide লাগাবে না।

Scanned by CamScanner

Adsorption

কিছু media আছে; ওর মাঝ দিয়ে পানি pass করালে impurity ওর surface এ আটকে যায় (surface কে somehow active করার মাধ্যমে; kind of magnet এর মত impurity আটকে যায়). Normally activated charcoal use করা হয়।

impurity surface এ লাগাতে লাগাতে cover করে ফেলবে তখন surface regenerate করা লাগবে।

সিলিকা জেল, ন্যাপথালিন যেমন moisture কে adsorp করে শুকনা রাখে। As, organic substance, Mn, etc. remove করতে গেলে H_2S, oily subst. বেশিরভাগ time এ conventional way তে দূর করা যায় না; এই way তে দূর করা হয়।

Scanned by CamScanner

Absorp → Particle এর matrix এর ভিতরে particle ঢুকে যাবে। কোন surface mechanism না এটা।

Substance কেমন, তার উপর depend করবে কতটুকু Adsorp হবে। Structure অনেক porous হলে particle অনেক ভিতরের surface এ আটকাবে; effective surface area বেশি than a solid matrix.

Mechanism: isotherm দিয়ে mechanism explain করা হয়।

pH dependent. বিভিন্ন type এর bonding (Attachment mechanism).

Physical properties:

PAC → Powdered Activated Carbon

GAC → Granular "

Air থাকলে ~~chare~~ তখন পুড়ালে CO_2 হয়ে যাবে carbon. এটা avoid করার জন্য close container/ N_2 এর presence এ পুড়ানো হয়।

Scanned by CamScanner

PAC	GAC
(1) Surface area বেশি। বেশি ময়লা আটকাবে	(1) Hardness ভালো (শক্ত)
(2) but মিহি; তাই পানি তেমনি pass করতে চাবে না। turbidity থাকলে যাবেই না পানি।	(2) Particle size distribution ভালো
(3) PAC regeneration difficult	(3) Particle নাড়াচাড়া করলে ক্ষয় হয় কম। আগের conventional filter এর মত Gradiation করা যাবে।
	(4) পানি easily pass করবে। but surface area কম।

ময়লা পানিতে PAC ঢেলে দিয়ে then পুরো জিনিসটাকে আবার filter করতে হবে → ঝামেলার কাজ। তাই massive scale এ use করার জন্য GAC better; filter তৈরি করা যায় material ~~(AC)~~ (Activated Carbon) নিজেকে ~~fit~~ দিয়েই।

Scanned by CamScanner

Breakthrough → যখন AC exhausted হয়ে যায় ; পানির contaminat-ion আর দূর হয় না।

Application:

⇒ PAC কে typical filter এর মত use করা যায় না।

solid separation technique → filtration/sedimentation-

15/9/19

Fe, Mn and As removal

পানির treatment এ 1st এই দেখব conventional matter এ treat করা যায় নাকি, না হলে তখন advanced process এ যেতে হবে।

Pre chlorination, post chlorination কি ?

কে

~~Sedifen~~ Sedimentation → coagulation → flocculation } যদি পানি soft থাকে

→ filtration

যদি পানি hard হয় তখন softening use করব (coagulation দরকার নাই।

Scanned by CamScanner

sequence যেন ঠিক থাকে treatment এর খেয়াল রাখতে হবে।

Iron removal:

reduce condⁿ এ পানিতে দ্রবীভূত থাকে Fe, As, Mn.

1st এ oxidize করে $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ (with high alkalinity)

পানিতে alkalinity কম থাকলে শুধু aeration এই Fe^{2+} oxidize হবে না। 3টা way আছে (slide এ)

এর পর পানিতে turbid অবস্থা দেখা যায় (Fe^{3+} এর floc).

silt এর মত suspended → তাই তাকে আলাদা করা হবে coagulation method এ।

Direct filtration এর problem হবে filter clog হয়ে যাবে।

তাই recommended →

Aeration → flocculation | sedimentation → filtration → Cl2

তাই পানি analysis করতে দিলে alkalinity জানতে হবে।

Scanned by CamScanner

$Ca(OH)_2$ দিলে softening এও Help করে → Alkalinity বাড়ানোর
সাথে সাথে

PH পটাশ অনেক দিতে চায় না কারণ মোলারিটি হয়ে যায় পানি।

Multiple tray aerator with coarse media → tray তে কিছু ছিদ্র + নুড়ি পাথর থাকে যাতে Fe oxide এর coating দেয়া।

Fe^{2+} যুক্ত পানি তার সংস্পর্শে আসলে Catalitic process এ Fe^{2+} এর Oxidation হয়ে যায় ; Fe^{3+} এ convert হয়ে যায়।

Mn removal → Fe removal এর মত। পার্থক্য → এটা অনেক slow process আর high pH এ convert হবে। Mn^{2+} oxidize করতে একটু বেশি effort and time লাগে। pH ~~এর উপর~~ ৯ না 10 এর কাছাকাছি নিতে হয়। but খুব্বি Aeration করে pH 10 এর কাছে নেয়া যায় না। 2-4 ঘন্টা লাগে reaction করতে যদি Cl দিয়ে oxidation করি। তাই Mn এর জন্য catalitic oxidation করা বেশি efficient.

Scanned by CamScanner

Fe determanation Fe^{2+} আর Fe^{3+} এর sum

As removal:

Heavy metal.

As^{3+} As^{5+} হিসাবে থাকে।

pH বাড়ালে As $H_3AsO_3 \rightarrow H_2AsO_3^- \rightarrow HAsO_3^{2-}$

তার মানে এই দুটার জন্য পানিতে (+)ve charge যুক্ত কিছু দিলে neutral করা যাবে।

As (III) natural pH এ charge এ ছাড়া, high pH এ charge হয়ে থাকে।

As (V) always charge যুক্ত থাকে।

Charge যুক্ত থাকলে removal এ easy হয়, তাই As (V) easily remove করা যায়, তাই As (III) কে As (V) তে convert করি নাই নাহলে আমরা high pH লাগলে As (III) কে charge form এ নেয়ার জন্য।

Scanned by CamScanner

As precipetate করে না Mn, fe এর মত। তাই adsorb করানো হয়। charge যুক্ত As কে iron coated sand এর মাধ্যমে। 1st এর oxidation করে As(V) [charge অবস্থায়] → then adsorb করাতে হবে / Alum floc create করিয়ে removal / softening/ iron coated sand এ pass করানো হয়।

As আর Fe দুটোই পানিতে থাকলে advantage → Aeration এর time এ As^{3+} → As^{5+} আর Fe^{2+} → Fe^{3+} হবে। filter এর গায়ে Fe^{3+} লেগে যাবে তখন তাকে As^{5+} লেগে যাবে। বা Fe^{3+} precipitate করার time এ কিছু As remove হয়ে যাবে।

পানিতে As^{3+}, As^{5+} একসাথে remove হতে থাকে।

Scanned by CamScanner