3.04.18

CE435 : Environmental Pollution Management

- Water Pollution
✓- Air Pollution

Air Pollution

normal level - ambient level এর থেকে বেশি হলে থেকে যেকোন এর জন্য adverse effect হবে মানুষ, গাছপালা, জীব জন্তুর উপর।

water vapor, CO_2 বেড়ে গেলে air pollution হয় না। কারণ health এর উপর কোন adverse effect নাই। But CO_2 এর জন্য green house effect হয়।

- Type of pollutant
- Concentration
* - Time of exposure → air pollution এর ক্ষেত্রে অনুযায়ী, water এর ক্ষেত্রে না কারণ source same, amount ও almost same হয়, quality vary করে না।

time of exposure এর সাথে health effect সম্পর্কযুক্ত।

Scanned by CamScanner

Composition of atmospheric gases in clean, dry air and ground level.

99.04% O_2 & N_2

< 1% যারা আমরা effect করে air pollute হয়,
O_2 & N_2 এর percentage over the change হয়
নাই। < 1% এর মধ্যেই change হচ্ছে।

Components of Air pollution problem:

বাতাসে বিভিন্ন mix হয়ে concentration কম যায়,
source → medium → কিভাবে pollution করলে সেটা
চেষ্টা করতে হবে।

Categories of Air pollution:

- Outdoor Air Pollution
- Indoor " "

↓

major souce রান্নাঘর

cooking with biomass fuel in inefficient stoves.

China, India, Bangladesh, Afrika-র কিছু দেশ
affected হচ্ছে।

Scanned by CamScanner

Effects of Air Pollution : (a) Health * সবথেকে important health.

1873 সাল থেকে air pollution এর record আছে।

burning of coal either for heating or industrial use এর কারণে এই air pollution হয়।

(b) Agriculture

(c) Climate

CO_2 নাই কারণ air pollutant না।

CO, CH_4, VOC, NO_x — air pollutant + green house gas

(d) Material → ভাস্কর্যগুলো air pollution এর জন্য নষ্ট হয়ে যাচ্ছে।

Overview of Emission :

Primary pollutant → আমি কিছু করছি, যা থেকে বাতাসে pollutant আসছে। directly বাতাসে যায়।

Secondary pollutant → বাতাসে তৈরি হয়।

*Process leading to Emission of Primary Pollutants :

xmas আসার প্রধান থেকে।

Combustion → যা থেকে বেশি burn করি fuel।

Scanned by CamScanner

বন্ধ করা সম্ভব নয়, কারণ main source of energy

Evaporation → toilet cleaner, room cleaner থেকে evaporation হয়।

Grinding and abrasion.

Emission বন্ধ করা সম্ভব নয়, কমানো সম্ভব।

Combustion:

এমন process develop করব, যাতে combustion হবে কিন্তু emission হবে না,

complete combustion nature এ impossible, তাই unburn fuel বাতাসে চলে আসে।

যেহেতু air দিয়ে burn করি, তাই NO and NO_2 তৈরি হয়। pure oxygen নাই।

pure fuel নাই। তাই combustion এর ফলে emission হবেই।

* ছোট করে পড়া লাগবে।

Secondary Pollutants:

O_3, sulfate particle কোন source থেকে বের হয়

Scanned by CamScanner

না, বাতাসে তৈরি হয়।

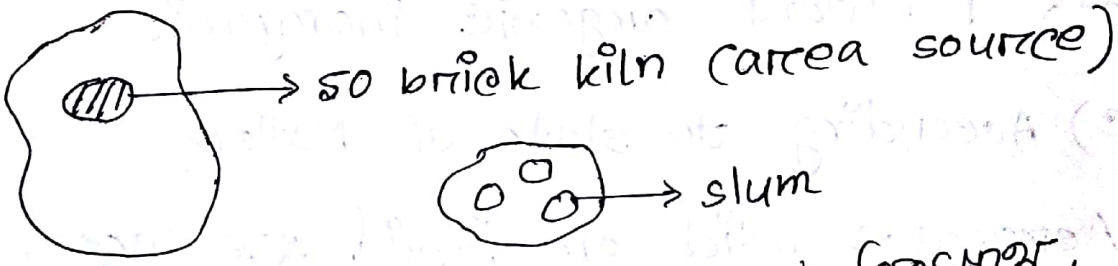
$SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow SO_4$-Particle

air ও হয়

* ছোট কণা পড়ব।

Major sources of outdoor pollutants :

- Mobile source কি-
- off road vehicle কি



সকালে সন্ধ্যায় slum এ রান্না করে ধোঁয়া, এগুলো cyclic way তে pollution হচ্ছে। এই type source গুলো area source.

minor source → area, incineration,

~~misce~~

major source → mobile source, stationary source

Volcanic eruption → natural, সাধারণত সাড়িত-এ pollution হয়, কিন্তু eruption এ এর থেকে বেশি pollution হয়।

Scanned by CamScanner

* ১ BY point ভালো করে পড়তে হবে।

Classification of Pollutants :

(a) According to origin

যার থেকে বেশি ব্যবহার হয় সেই classification

* example সহ পড়ব।

(b) According to chemical composition

এরই pollutant organic inorganic

(c) According to state of Matter

Aerosal → solid or liquid হতে পারে।

* যা যা আছে। example সহ পড়তে হবে।

Scanned by CamScanner

7.04.18

Lecture 2

Important Terms :

Criteria Pollutants : যাদের জন্য health-based criteria fix করা হয়েছে। Pollutants for which health-based standards or 'criteria' have been set. GBV

SLCP :

GBT, health, agriculture & climate এ effect আছে। এজন্য এদের খালাস করা হচ্ছে। এদের residence time in atm কম।

SLCPs : Lifetimes in the Atmosphere

CO_2 এর চেয়ে কম থেকে বেশি।

* ভাল করে পড়ব → নাম, কি ক্ষতি করে, কেন short lived বলা হয়।

Units of Measurement :

mass / unit volume
parts per million volumn

Scanned by CamScanner

Relationship between two units :

* derivation এগুলা মনে পড়তে হবে। math আসবে,

গুরুত্বপূর্ণ * Conc. in $mg/m^3 = \frac{\text{Conc in ppm} \times MW}{22.414} \times \frac{273P}{T}$

P = pressure in atm

T = Temp in K

Conversion of units :

Ex 1 : Bangladesh national ambient air quality standard for CO is 10 mg/m^3.

Solution : $\boxed{\mu g/m^3 \times 1000 = mg/m^3}$

Conc. in mg/m^3 = conc. in ppm $\times [MW \times 22.414) \times \frac{273P}{T}$

$\therefore$ $10 = \text{conc in ppm} \times \frac{28}{22.414} \times \frac{273 \times 1}{298}$

$\therefore$ Conc. in ppm $= 8.7$

Air quality standard for CO is 8.7 ppm

[Assume, $P = 1$ atm, $T = 25^\circ C = 298$ K]

Ex 2 : Bangladesh national ambient air quality standard for NO_2 is 100 $\mu g/m^3$ (annual).

Scanned by CamScanner

Express the standard in ppm.

Regulations / standards :

a) Emission standard : source থেকে কত emissio
হবে।

b) Air quality standard

Emission যত কম হবে, ambient air-cleaner হবে। emission ইচ্ছামত কমানো যায় না; available technology উপর depend করে।

air quality মূলত health effect এর সাথে related, কত উপর কোন health effect বলতে সেটাই বিবেচ্য বিষয়।

Example of emission standards :

Ex 1 : Petrol / gas driven motor vehicle (<8 seater) : Standard at the time of registration :

CO : 2·2 gm / km

HC + NO_x : 0·5 gm / km

Scanned by CamScanner

এই value খুব enough না।

Driving cycle ও important. → কত বার brake, accelerate or deccelercate করে তার উপর depend করে।

Ex 2: Gas-fired power plant.

Air quality standards:

basis হচ্ছে health. খুব value দিয়ে হবে না, time লাগবে।

* Why averaging period? [কেন ও লাগবে]

40 mg/m³ CO থাকলে 1 hr থাকলে যে ক্ষতি, 10 mg/m³ CO যে 8 hr থাকলে same ক্ষতি হবে।

Revised National Ambient Air Quality Standard:

ALL are PM

- SPM = Suspended Particulate Matter
- PM = Particulate Matter
- $PM_{2.5}$ = Particulate Matter with size $\leq 2.5 \mu m$
- PM_{10} = Particulate Matter with size $\leq 10 \mu m$
- PM_x = Particulate Matter with size $\leq x \mu m$

Scanned by CamScanner

$PM_{10} = PM_{2.5} + PM_{2.5-10}$

মোট ৩টা standard. এরা PM – SPM, PM_{10}, $PM_{2.5}$

* PM_{10}, $PM_{2.5}$ মূল বাধার value.

$PM_{2.5}$ & PM_{10} most harmful.

PM এর জন্য ৩টা standard – SPM, $PM_{2.5}$, PM_{10}

10 এর বেশি size হলে সেটা বেশি ক্ষতিকর না।

যত ছোট, তত ক্ষতিকর। $PM_{2.5}$ ক্ষতিকর।

বড় হলে settle করে যায়।

WHO Ambient Air quality Guideline:

অনেক restricted. আমরা এখনো যেতে পারিনি।

Air Quality Index: (AQI)

single value. বেশি হলে বাতাস খারাপ, কম হলে ভাল।

100 এর কম হলে ভাল। বেশি হলে খারাপ।

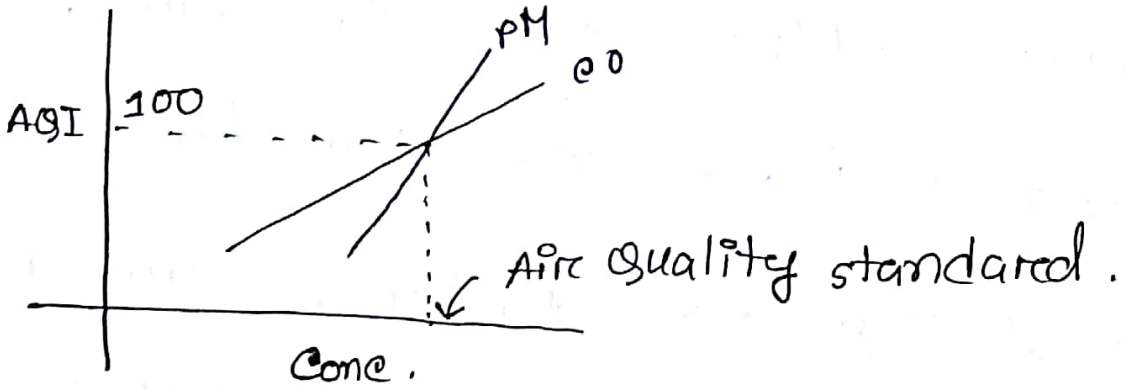
AQI categories:

Sensitive group → শিশু, বয়স্ক মানুষ, desease আছে এমন।

Scanned by CamScanner

AQI categories (Bangladesh) :

Principle of AQI calculation :



Conc. air quality standard এর সমান হলে AQI around 100 হবে। যেকোন pollutant এর জন্য।

Purpose of AQI : (xm এর আগে)

Calculation of AQI : (xm এর আগের)

PM
CO
Pb
NO_2
SO_2
O_3

যেকোন একটার জন্য 100 reach করলেই বা তারচেয়ে অবশ্যই খারাপ।

Scanned by CamScanner

conc. কে EQI তে convert করব।

যার EQI highest সেটার critical pollutant.

সেটাই govern করবে।

chart : চার্ট থাকবে।

unit ppm এ লাগবে O_3

PM $\mu g/m^3$

$PM_{2.5}$ 15.5 – 40.4 মানে 15.5 এর জন্য AQI 51

40.4 " " 100

standard change হলে সেলস এই chart এ change হয়ে যাবে। etc.. এর standard এমন।

Reporting :

Important.

Sensitive grp chart → ব্যবহার করব না।

Prbm 1 : On a particular day, the following air quality data have been recorded :

$PM_{2.5}$ = 190 $\mu g/m^3$ (24-hr)

PM_{10} = 280 $\mu g/m^3$ (24-hr)

O_3 - 0.095 ppm (8-hr)

Scanned by CamScanner

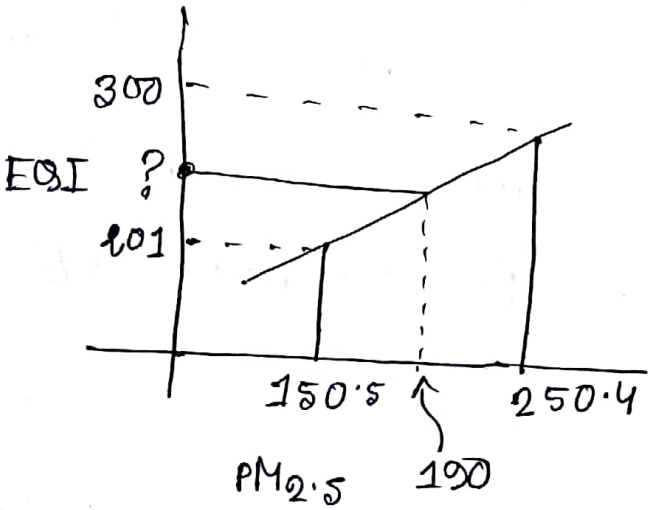
Calculate & Report AQI.

Solution :

$$AQI_{PM_{2.5}} = \frac{300-201}{250.4-150.5} \times (100-150.5) + 201$$

$$= 240$$

[$P_aM_{10} > PM_{2.5}$ কারণ PM_{10} এর মধ্যে $PM_{2.5}$ included]



PM_{10} AQI = 163

AQI for O_3 = 127

Reporting area : Dhaka
Reporting date :
Critical Pollutant : $PM_{2.5}$
AQI = 240
Description আসবে বা Sensitive group → chart

Other pollutants with index > 100 :
PM_{10} : 163 ; O_3 : 127.

Scanned by CamScanner

17.04.18

Ashraf Sir (3)

Formation, Sources and Effects of Criteria Pollutants :

Criteria pollutants : PM, Pb, CO, SO_2, NO_2, O_3

PM - বাতাসে ভেসে আছে এমন solid molecule particle ; 0.005 μm – 100 μm (size মনে রাখতে হবে না)

Terms used to describe PM :

Smoke, soot, Black carbon বেশি ক্ষতিকর।

* মুখস্থ করতে হবে না। জানতে হবে।

Black Carbon / Soot :

ডিজেল, পেট্রোল থেকে যে কালো ধোঁয়ার particle বের হয় সেটা।

* Source আসবে xm এ। ভাল করে পড়তে হবে।

Health effects :

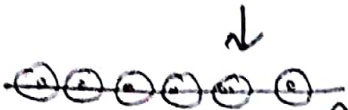
size ছোট, ভিতরে ঢুকে blood এ মিশে যেতে পারে, গায়ে অনেক harmful chemical থাকতে পারে।

Scanned by CamScanner

→ harmful chemicals (e.g, PAHs) remain attached to BC

BC particle

Climate effect :



Snow surface

Albedo/ reflection কমে যাবে। heat soak করে। বরফ গলবে। Flood বাড়বে

* Effects ভাল করে পড়তে হবে।

Size of PM : Aerodynamic Diameter.

PM → SPM, PM(10), PM(2.5) → Aerodynamic diameter of particle.

size regular না।

Scanned by CamScanner

Aerodynamic Diameter :

যেকোন PM এর a.d হবে একটা sphere এর dia
যার সমান যার settling velocity, ঐ particle এর
settling velocity-র সমান।

* ভাল করে পড়ব।

ফিল্টার করলে PM আটকে যাবে। কতটুকু air ও
কতটুকু PM আছে সেটা বের করা যায়। এটা SPM।

PM_{10} or $PM_{2.5}$ এর জন্য special device এ
যেমন centrifugal force দেয়া হয় যাতে বালিগুলো
বাদ পড়ে যায়।

Distribution and characteristic :

বেশিরভাগ আছে nature থেকে।
10% আসে human body থেকে। এগুলো distributed
না। যেখানে মানুষ বেশি সেখানে বেশি। শহরে,
industrial area তে। non-uniform distribution।
ছোট জায়গায় আছে, তাই খারাপ বেশি, ওই
10% contains contegenius particle than 90%.

Scanned by CamScanner

Size distribution:

বাতাসে ২ ধরনের particle – ছোট (0.1 μm dia)
বড় (10 μm dia)

বড় গুলো আসে soil and ocean থেকে (natural)
ছোট গুলো আসে fosil fuel থেকে (anthropogenic)

* Why anthropogenic particle more harmful than natural particle? [xm ৬ আসে]

Source Apportionment PM in Dhaka:
" " " " Rajshahi:

Health Effects of PM:

PM সবচেয়ে বেশি ক্ষতিকর। PM কমলে বাকি গুলোও কমে যাবে।

Depend করে – কি ঢুকছে আর কোন পর্যন্ত ঢুকছে।

Deposition of PM in the Respitory System:

1. Head airway region
2. Lung airway region (23% ধোরে আছে)

Scanned by CamScanner

3. Pulmonary/ Alveolar Region (gas transfer হয়)

PM > 10-15 μm হলে নাকে মুখে আটকে যায়।

Head Airway region → Natural defence removes PM with size ≥ 10-15 μm

(এখানে particle এর বড় বড় অংশ আটকায় or ধাক্কা দিয়ে উপরে পাঠায় দেয়। কাশি হয়)

Lung Airway region - Natural defence present

Pulmonary region ও no natural defence;

lower respiratory system। gas transfer করতে পারে না infection হলে। ছোট particle গুলো ঢুকে যায়। তাই $PM_{2.5}$ খারাপ। এগুলো সহজে ঢুকে।

PM deposition mechanism:

4 টি point. * ভাল করে পড়তে হবে।

Scanned by CamScanner

(1) Impaction

PM যত বড়, impaction efficiency বাড়বে, velocity বেশি, moment বেশি।

(2) Settling

নিজের ভারে পড়ে যায়

(3) Diffusion

ছোট particle, লাফালাফি করে বেশি। side এ গেলে mucas or saliva তে আটকিয়ে যায়, তখন cilia ধাক্কা দিয়ে সাঠিয়ে,

(4) Interception

বড় particle, long.

Inhalere → quickly blood এ পৌছায় দেয়, শ্বাসনালীর মাধ্যমে।

Lead :

পেট্রোল এ antiknock agent হিসেবে lead ব্যবহার করা হয়।

Scanned by CamScanner

Blood ead Concentration in Bangladesh:

মুখস্থ করতে লাগবে না।

Paint lead এর অন্যতম source। Paint এর সময় যে dust উড়ে সেগুলোতে lead থাকে।

Carbon Monoxide:

Complete burn করতে পারি না দেখে co তৈরি হয়।

Sources of co

Health effects of co

হিমোগ্লোবিন carries 4 O_2 molecule।

co, O_2 কে replace করে দেয়। ফলে Hb এর capacity কমে যায়। co বাকি O_2 গুলো ছাড়তে দেয় না। ফলে oxygen tranfer কমে যায়। তাই tired লাগার কারণ lower level of oxygen transfer.

* পড়তে হবে।
* graph দেখব।

Calculation of % coHb in Blood

Scanned by CamScanner

21.04.18

Lecture-4

Formation, Sources & Effects of Criteria.

Pollutants : - PM
- Pb
- CO
- SO_2
- NO_2
- O_3

(D) Sulfur Dioxide (SO_2)

$SO_x \rightarrow SO_2$ and SO_3

SO_2 ∫ Criteria pollutant

SO_3 ∫ Criteria pollutant नहीं।

S containing fuel $\xrightarrow{burn}$ SO_2 (some SO_3) $\xrightarrow[(.OH)]{air}$ SO_3 $\xrightarrow{H_2O}$ H_2SO_4 droplets (acid rain)

SO_4 Particles (PM) ← H_2SO_4 droplets (acid rain)

Scanned by CamScanner

gas থেকে H_2SO_4 droplet, তারপর সব droplet হ-
Particle হয়ে যাবে।

SO_2 → primary (direct তৈরি হয়)
SO_4 → secondary

* Cycle describe করা। [eqn + লেখা]
ভাল করে পড়তে হবে।

বেশি সালফেট particle বাতাসে থাকলে বেশি দূর দেখা যায় না। health effect আছে।
global warming কমাতে পারে, পৃথিবীকে cool down করে।

Major Sources:
Coal এ সবচেয়ে বেশি। ইন্ডিয়ান coal এ সবথেকে বেশি। globally emission কমছে, but আমাদের দেশে বেশি।
সবচেয়ে বেশি ~~disco~~ ভিজেলে, সবচেয়ে কম natural gas এ।
আমাদের দেশে Eastern Refinary তে sulfur

Scanned by CamScanner

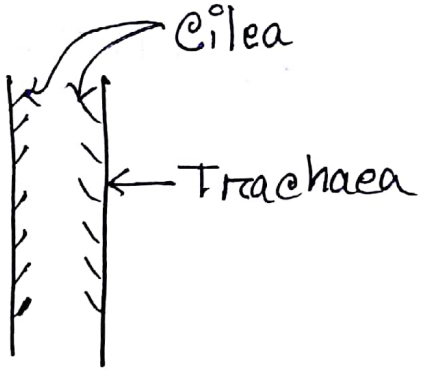
treatment এর refinary নাই। তাই S এত বেশি আমাদের দেশে।

Health Effects of SO_2:

* দেখার ক্ষুদ্র

কম সময় থাকলে ক্ষতি নাই। যত বেশি সময় থাকবে, তত ক্ষতি।

* Simultanous ~~pressure~~ presence of SO_2 and PM in air:



$SO_2 \xrightarrow{H_2O} H_2SO_4$

↓

Paralyzes Cilea

↓

PM easily penetrates deeper into respiratory system.

* ছোট করে গুছিয়ে লিখতে হবে।

বাতাসে PM and SO_2 যদি একসাথে থাকে, তখন SO_2 Cilea কে paralyze করে দেয়, ফলে PM সহজেই respiratory system এ প্রবেশ করে, তাই বেশি ক্ষতি হয়।

Scanned by CamScanner

Effects of SO_2 on materials :

Materials containing carbonates : e.g. Marbles

Example :

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2CO_3$$

↓

Much more soluble than $CaCO_3$ → washed away by rain.

তাজমহল যেহেতু marble ($CaCO_3$) দিয়ে তৈরি, এজন্য নষ্ট হয়ে যাচ্ছে। long period of time. জানালার গ্রিল নষ্ট হয়ে যায়, short period of time এ rust পড়ে যায়।

Nitrogen Dioxide (NO_2) :

NO_x → NO and NO_2

↑

criteria pollutant.

Formation :

① Thermal $NO_x \rightarrow N_2 + O_2 \xrightarrow{heat} NO$

② Fuel $NO_x \rightarrow$ N-containing fuel $\xrightarrow{burn} NO_x$

Scanned by CamScanner

শুধু বাতাস গরম করলেই NO তৈরি হয়।

সবথেকে বেশি N coal এ, natural gas এ সবথেকে কম।

① এর জন্য কোন fuel লাগে না। শুধু গরম করলেই হয়। তাই concern issue.

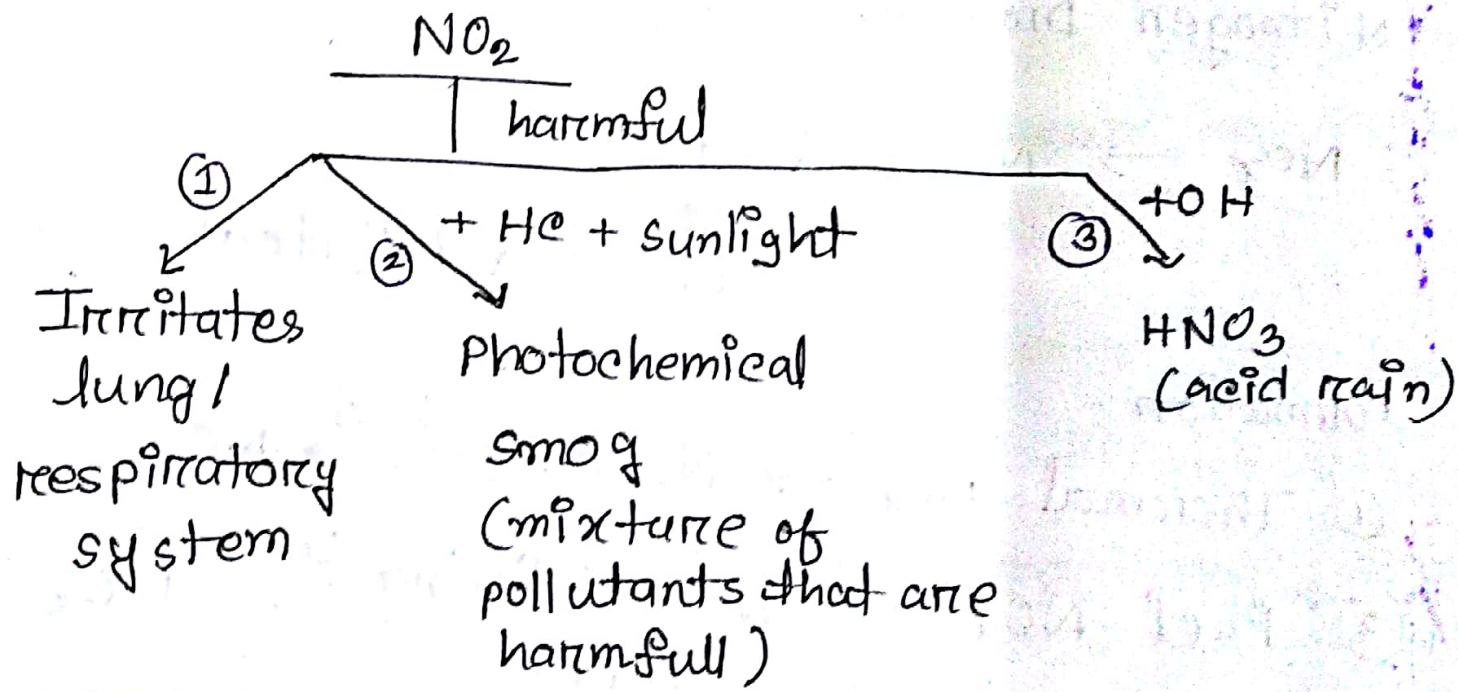
* ছোল করে পড়ব।

Effects of NO_2 :

$NO_x \longrightarrow NO$ and NO_2

↓

Not harmfull at concentration normally encountered.



* ছোল করে পড়ব। (3 ভাবে harmful)

Scanned by CamScanner

Photochemical smog and Ozone:

O_3 ⟶ a secondary pollutant

Produced along with a number of other pollutants collectively referred to as 'photochemical smog'.

Not same { Smog → smoke + fog
Photochemical smog → mixture of pollutants O_3, formaldehyde etc.

Series of pollutants → photochemical smog.
এরকমগুলো তৈরি হয়, But O_3 খুবই ক্ষতিকর।

* photochemical smog কি?

Effects of photochemical smog:

O_3 - adverse impact → ① Health
② Agriculture
③ Material (Rubber)

* পড়তে হবে।

~~Formation~~: (a) $NO-NO_2-O_3$ Reaction Sequence:

$N_2 + O_2 \rightarrow NO$

Scanned by CamScanner

$$NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

$$NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O$$

$$O_2 + O \rightarrow O_3 \quad (+M)$$

$$O_3 + NO \rightarrow O_2 + NO_2$$

তৈরি হয়, আবার ভাঙে।

বাতাসে এমন কিছু আছে যা, NO কে কমিয়ে দিচ্ছে, NO_2 কে বাড়িয়ে দিচ্ছে। ফলে O_3 এর পরিমাণ বাড়ছে। এই কাজটা করে HC।

Hydrocarbon and Hydroxyl Radical (-OH) present in air → promotes formation of NO_2 and destruction of NO.

This leads to enhanced concentration of O_3 and production other pollutants (photochemical smog)

Hydrocarbon - NO_x - O_3 Reaction sequence:

OH এর conc বাতাসে খুব কম। কোন pollutant না, বাতাসে enough OH নাই কেন- RH + OH reaction

Scanned by CamScanner

চলার জন্য, তাই অন্য reaction আছে।

* Conversion of NO to NO_2 by Hydrocarbon:

Chart

2টা NO_2, একটা aldehyde produce করল।

আর একটা OH রেখে আসল to continue the process.

* exam এ আসবে [eqn of reaction + chart]

Conversion of NO to NO_2:

* তোল করে পড়ব eqn গুলো।

formation of Acetaldehyde from Ethane:

* reactions পড়ব সব।

→ বুধবার 8টায় extra class.

Scanned by CamScanner

24.04.18

Lecture-5

Air quality Monitoring facilities in BD :

CAMS - Continuous Air Monitoring Station.

3in Dhaka, 2in ctg.

সবচেয়ে ভাল data generate করছে BAEC.

IAEA → International Atomic Energy.

Parameters Monitored at CAMS :

লেড থাকে PM এর সাথে। PM digest করে লেড পাওয়া যায়। তাই লেড direct মাপা হয় না।

Figure :- Monthly avg. Concentration of PM_{10}

April 2002 - Jan 2017

Oct, Jan এ অনেক বেশি। dry season এ বেশি। peak 2013 তে বেশি। But অন্য সব গুলোই কাছাকাছি। কমার দিকে। peak ৫ গুণ।

Monthly avg of $PM_{2.5}$

দিনে দিনে quality খারাপ হচ্ছে না। PM কমছে।

Scanned by CamScanner

PM in different cities:

চেকথব।

NO_2 : Shangshad Bhaban CAMS.

NO_2 খুব বেশি বাড়ে না।

O_3

Standard থেকে অনেক কম।

PM_{10} & $PM_{2.5}$ খুবই বেশি। graph খুবই skewed.

* Observation - (আগে xm ও)
আমাদের বাতাসের অবস্থা খুবই খারাপ PM_{10} & $PM_{2.5}$ উভয় respect ও। standard এর তুলনায় 4-5 গুণ বেড়ে যায়। seasonal variation very strong। এই variation এর কারণ →

Reason for strong seasonal variation (Dhaka)
- Precipitation - Brick kiln Location & Wind direction.

* Effect of Seasonal weather Pattern
Wind rose ⊛ বাতাসের অবস্থা sinusoidal কেন-

* Effect of seasonal Pollution Source
dry season ও north-west থেকে বাতাস আসে।

Scanned by CamScanner

তখন ঐ direction এ হাইড্রু বেশী চলে। তাই বাতাসে তখন PM বেশি থাকে।

যদি dry season এ বাতাসের দিক আর season change করে দেই তাহলে বাতাসের PM অনেক কমে যাবে। তাই Precipitation major না। Brick kiln major কারণ।

Major Actions for Improving Air Quality:

গাড়ি, মানুষ বাড়লেও বাতাস খারাপ হচ্ছে না because of use of CNG.

উন্নত brick kiln এ 120' chimney use হয়। যেটা হলে দ্রুত নিচের level এ precipitate করে আমাদের air quality খারাপ হবে।

* Construct work air pollution এর অন্যতম কারণ।
↓
major roll in deteriorating air quality (লিখতে হবে)

Transformation of Brick Kiln

Drawback → implementation তেমন হয় নাই। কারণ আমাদের design করার & বানানোর capacity নাই।

Scanned by CamScanner

~~Air Pollution & Meteorology:~~

Other reasons for poor air quality in dry season:

- Civil construck works
- Meteorology.

Air pollution & Meteorology:

Meteorology:

বাতাসের temp ও roll play করে air যাতায়াত হওয়ার জন্য।

Troposphere + stratosphere → low atmosphere (50 km almost)

The layers of the Atmosphere:

যত উপরে উঠবে তত ঠান্ডা।

surface সবুজ ও কার্বন নিচের air সবুজ থাকে।

Lapse Rates

Rate of change of temp of air or a parcel of air/gas with altitude.

Ambient Lapse rate ($-\Lambda$): Rate of change of

Scanned by CamScanner

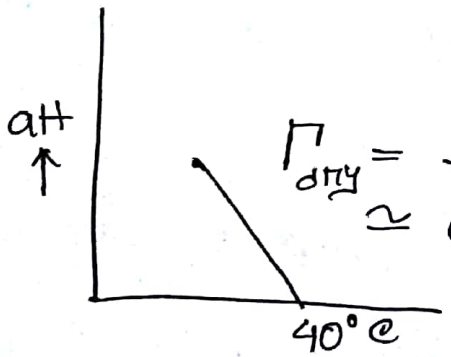
temp. of natural air with altitude.

Adiabatic Lapse Rate : (Γ) Rate of change of temp. of a parcel of air / gas (e.g; exhaust gas) with altitude.

Adiabatic Lapse Rate ;
industry or গাড়ি থেকে।

গাড়ির ধোঁয়া গরম থাকে। তাই উপরে উঠবে। উপরে যেতে যেতে temp কমবে।

এই law ব্যবহার করে কি rate এ কমবে বের করা যায়।



$$\Gamma_{dry} = -\frac{dT}{dz}$$
$$\simeq 0.976°C / 100\,m$$
$$\simeq 1°C / 100\,m$$

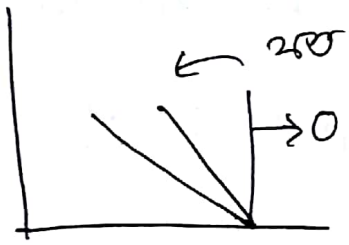
প্রতি 100m এ 1°C করে। এটাই adiabatic lapse rate।

Scanned by CamScanner

খুব বেশি moisture থাকলে, $\Gamma_{wet} = 0.6^\circ C/100m$.

* normally Γ_{dry} থুব যদি না wet বলা থাকে,

$\Gamma_{dry} = 1^\circ C/100m$



Temperature Inversions:

না মেপে বোঝা যাবে না।

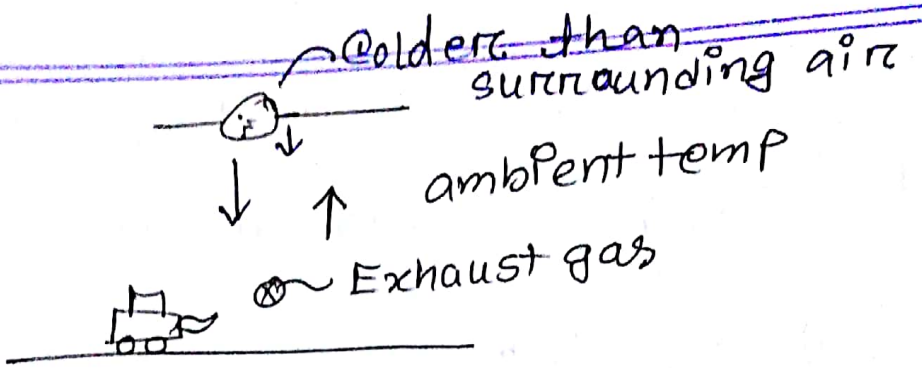
শীতকালে সব থেকে বেশি variation.

শীতকালে প্রতিদিনই inversion হয়। নিচের বাতাস ঠান্ডা হয় but উপরের বাতাস গরম থাকে।

Atmosphere stability:

Exhaust gas উপরে যাবে যদি তার temp, বাতাসের থেকে বেশি হয়। যদি উপরের বাতাস ঠান্ডা হয় তখন নিচের দিকে নামবে, ~~যদি~~ যতক্ষণ তার আর বাতাসের temp same না হয়।

Scanned by CamScanner

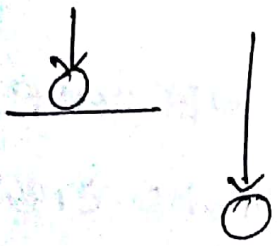


Unstable atmosphere : Encourcages vertical movement (↑↓) of parcel of air.

stable atmosphere : discourages vertical movemat

Neutral atmosphere : Neither encourages nor discourages vertical movement.

নিচে যদি বেলুনের কুণ্ডলি নামায়ে, তার উপর pressure বেশি হারে কমে। ফলে compressed হয়ে temp. বেড়ে যায়।



$\Gamma_{dry} = 1^\circ C/100\,m$ $T = 20^\circ C$

100 m ↑ | 100 m ↓

$T = 19^\circ C$ | $T = 21^\circ C$

Scanned by CamScanner

Unstable :

চেয়ারের কুশনটা একটু নাড়লেই move করতে চায়।
নিচে নামালে আরও নিচে নামে & vice versa।
mixing encourage করে।

Stable :

উপরে উঠতে চাইলে নিচে নামে।
নিচে নামাতে চাইলে উপরে উঠে।
mixing হয় না।

Neutral :

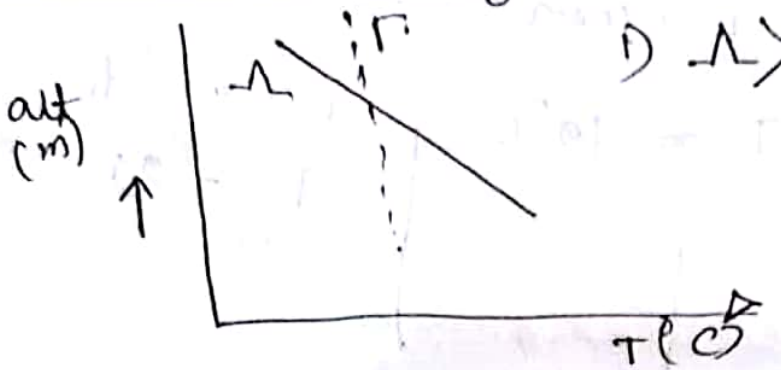
যে position এ রাখি সেখানেই comfortable।

Scanned by CamScanner

25.04.2018

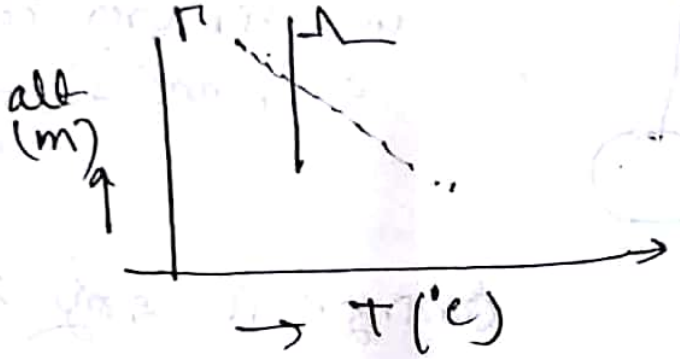
Lecture 6

Atmospheric Stability :

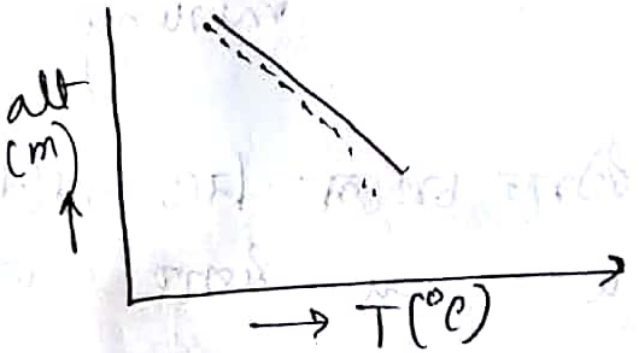


i) $\Lambda > \Gamma$ → Unstable atmosphere (encourages vertical move of 'plume'

ii) $\Lambda < \Gamma$ → Stable atmosphere (discourages vertical movement.



iii) $\Lambda \simeq \Gamma$ → Neutral Atmosphere



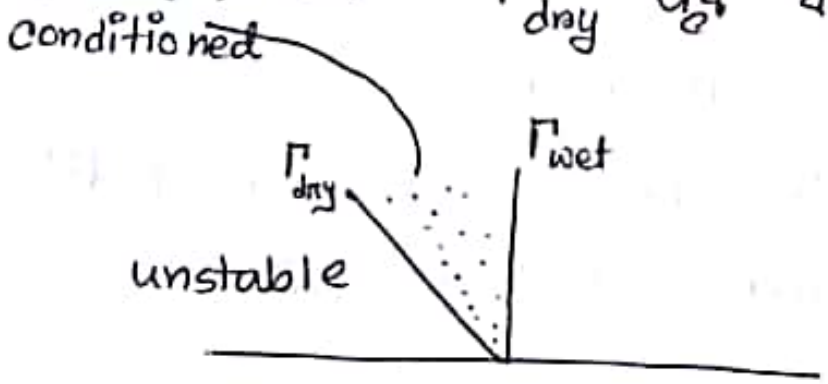
Q. Stable, unstable, Neutral atmosphere ও্যাট

[ছবি এঁকে

Scanned by CamScanner

* Stable, unstable, neutral atmosphere বলতে কি বুঝ?

Atmosphere lapse rate adiabatic এর বেশি থাকলে unstable, মানে Γ_{dry} এর বামে থাকবে।



unstable হলে looping system এ ∿∿∿ এগুবে, ঘুরতে ঘুরতে ধোঁয়া বের হবে।

Stable হলে fanning

Neutral এ coning হয়.

Inversion এ শীতকালের সকালে দেখা যায় যে ধোঁয়া নিচের দিকে নামে।

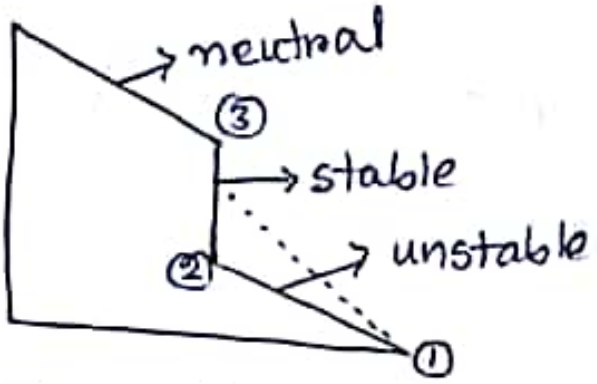
আবার অনেক সময় দেখা যায় উপরের দিকে উঠে। এটা আমাদের জন্য ভাল। lofting

Trapping →

* ৫টা shape খুব ভাল করে পড়তে হবে।

shape দিয়ে বলতে পারবে কোনটা কি?

lofting এ যেহেতু উপরের দিকে উঠে- ধোঁয়া, তাই 120 ft নিচে নামতে নামতে mixing হয়। dilute হয়ে যায়, তাই adverse effect করে।



① থেকে emission হলে তা উপরে উঠতে উঠতে যখন ②-③ line স্পর্শ করবে তখন $\wedge = \sqcap$ এর একটু উপরে উঠলে $\sqcap > \wedge$ তাই নিচে নামতে শুরু করবে।

Scanned by CamScanner

Estimation of Mixing Depth / Height :

শীতকালে বাতাসের অবস্থা খারাপ থাকে।
precipitation, wind direction, position of polluting industries & atm. condition.

(A) এর চেয়ে (B) তে pollution বেশি, কারণ same emission হলেও mixing কম হয়।
বাতাস বেশি হলে pollution কমবে কারণ সে pollutant কে নিয়ে যাবে।

mixing ht ↑ pollution ↓
wind speed ↑ pollution ↓

Ventillation co-efficient (Vc) :

Vc = Mixing height / depth x wind speed (at th middle of mixing depth)

Vc ↑ pollution ↓ ; Vc ↓ pollution ↑

Scanned by CamScanner

Estimation:

প্রথমে ambient condition আঁকব। Then যেখান emission কোন point থেকে কোন temp এ হচ্ছে। then ঐ emission point থেকে 1°c/100 slope আঁকব। ঐ slope ambient curve এ যে point এ intersect করে, ঐটাই mixing ht. এর উপরে উঠবে না। যদি ambient line কে intersect না করে তবে তা উপরে উঠতেই থাকবে।

Problem:

① Suppose the ambient atmospheric temperature profile of an area is given by the following equation:

$\Lambda^{\circ}c = 30 - 0.005z$; where z = altitude in 'm'.

If temp. of a plume emitted at the ground surface is 34°c and avg wind speed is 5.7 m/s, estimate the ventillation co-efficient and comment on the pollution potential of the area.

Scanned by CamScanner

Soln:

eqn করে বাদ, এর graph না এঁকলেও 3 নং।
graph এঁকা time consuming.

যে point এতে emission এর ঢাল point এর slope হবে,

At the point of intersection,

$30 - 0.005z = 34 - 0.01z$

$\Rightarrow (0.01 - 0.005)z = 34 - 30$

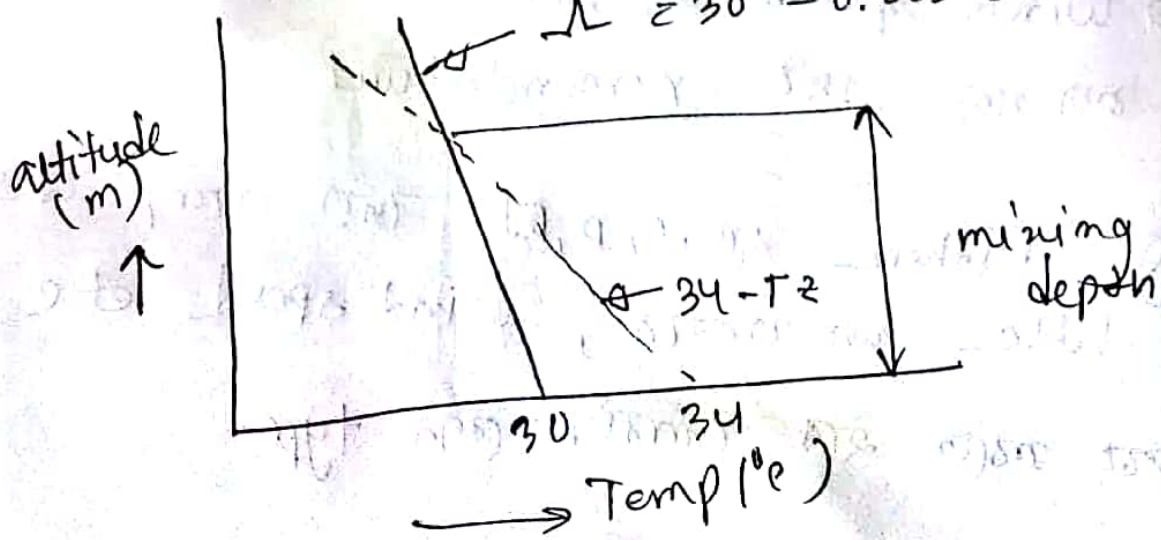
or, z = mixing depth/height $= 800\ m$

Now, Ventillation co-efficient = Mixing depth * wind speed

$= 800m \times 5.7\ m/s$

$= 4560\ m^2/s < 6000\ m^2/s$

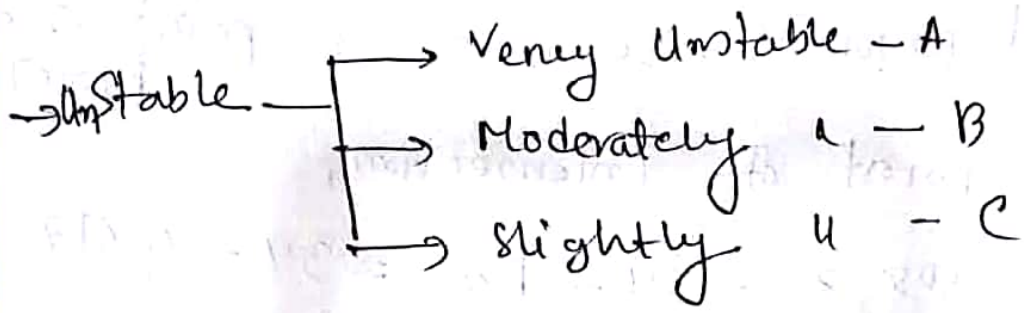
∴ The area has high pollution potential.

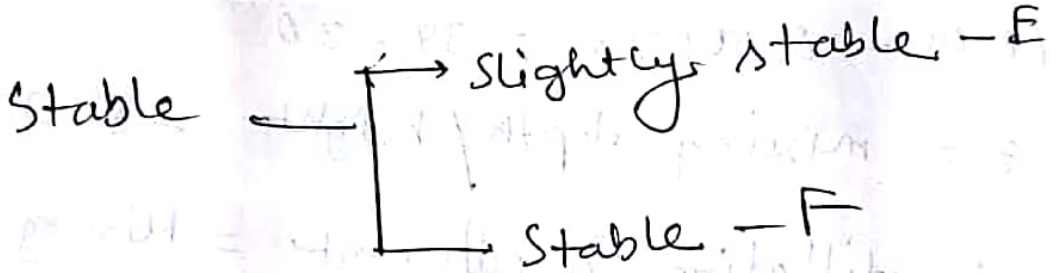


Scanned by CamScanner

Atmospheric Stability classes.

→ ~~Stable~~, (ambient temp. এবং dry adiabatic rate এর মধ্যে যেমন হয়)
এর মধ্যে আবার তিন ভাগে ভাগ করা।





Neutral → D

এগুলোর প্রত্যেকের এক Nomenclature (A, B, ...) use করা হয়। এই নাম দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

→ Wind speed ও solar radiation এর উপর ভিত্তি করে এই nomenclature.

Q. Bithen A, B, C, D, E, F এর মান দেয়া থাকবে, এবং table দেয়া থাকবে, wind speed etc. এর মধ্যে কোন type.

Scanned by CamScanner

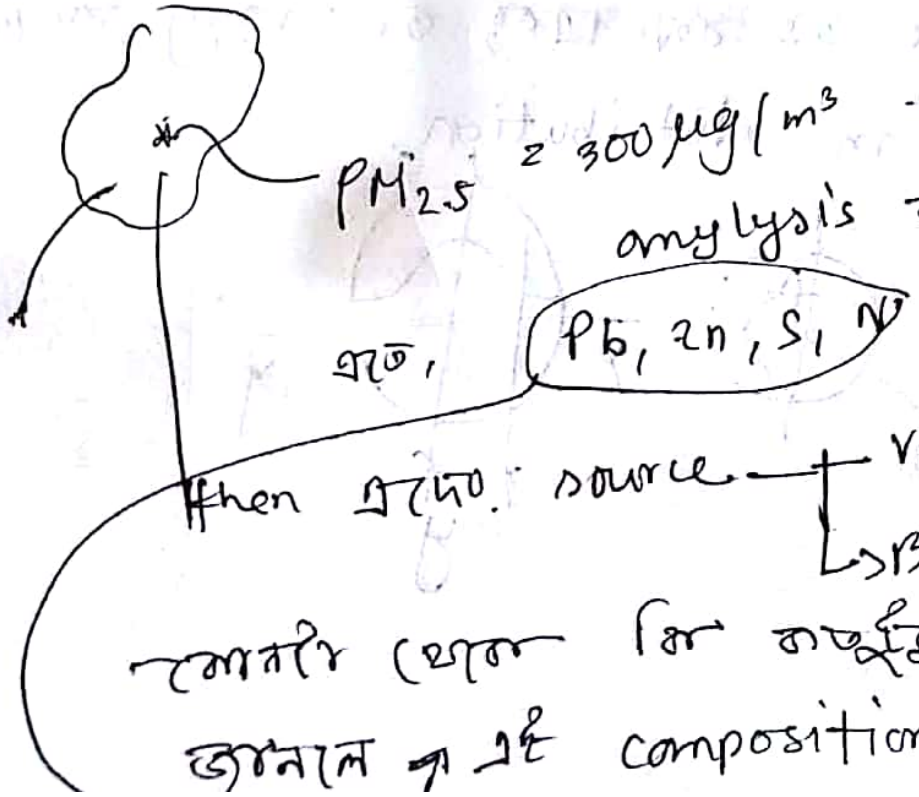
unstable হলে dispersion বেশি হয় ফলে
→ 2য় type এর কারণে বাতাস কে Day (A, B) তে
ইনভার্সন থেকে stable থাকে।

Types of Air Quality Models.

i) Dispersion / Diffusion : short distance এ
reaction এর উপর যে factor important সে,
physical force imp.

ii) photo-chemical Model → বায়ুতে chemical
change হয় late অনুযায়ী।

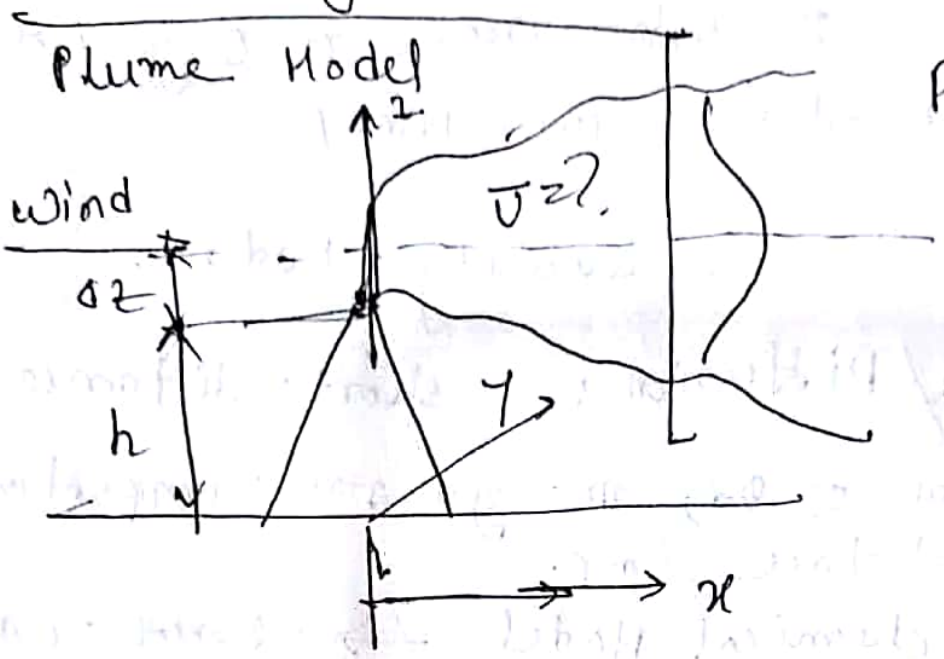
iii) Receptor Model → most widely used



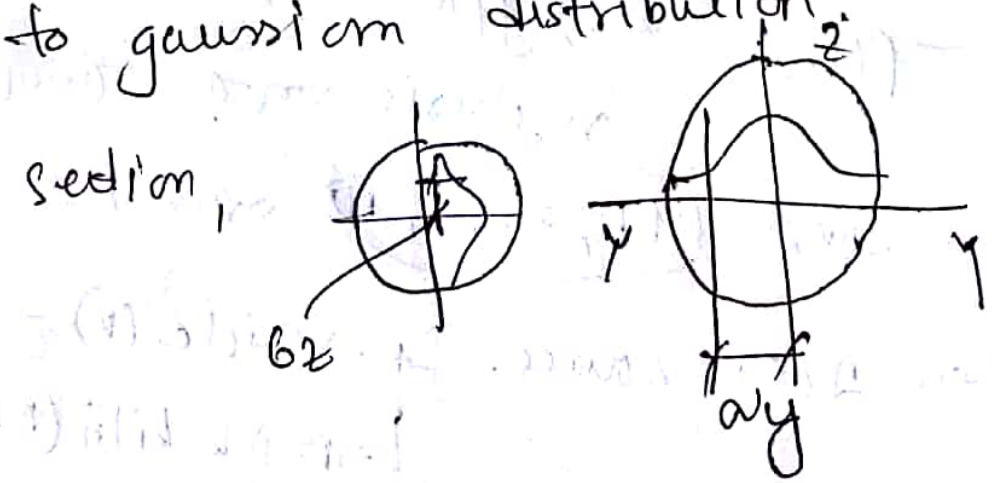
কোনটি কোথা কি কতটুকু বেড়ে যাচ্ছে তা
জানলে এই composition দেখে বলা যায়।

Scanned by CamScanner

Air Quality Modeling: Point source Gaussian



যদি কোন source থেকে ধোঁয়া বের হয় (Plume) তা, wind direction এ দিকে হয় তবে section নিলে at any point & distribution ই দেখা তবে দেখতে যে, pollutant এ মাত্র মধ্যখান থেকে যত দূরে যাবে তত কম হবে, or vary মূল্য according to gaussian distribution.



Scanned by CamScanner

Assumptions

→ Steady state cond : No change with time.
eqn তখন (t) চলবেনা।

→ x direction এ তেমন diffusion হবেনা। (যে just wind এর মধ্যে more আছে। diffusion তে Y direction এ।

eqn গুলো সব ব্যবহৃত হবে।

A) No ground reflection
→ সবচে। চিমনী থেকে যেটা বের হয়ে সে পরিষ্কার ground এ চলে যায়।

σ_y, σ_z → std. deviation

Q = emission rate (g/sec or μg/sec) unit সব ব্যবহৃত হবে

H = effective stack height
= stack height + plume rise
= $h + \Delta h$

Scanned by CamScanner

B) with ~~good~~ ground reflection ..

→ যখন gaseous (SO_2, NO_2) নিয়ে কাজ করা হয় তখন এই equation ব্যবহার করা হয়।

→ gas যদি ground এ পড়ার পর আবার reflect হয়ে যায় তাহলে এই equation ব্যবহার করা হয়।

$\bar{U}$ = wind speed at effecting stack ht.

C) with ground reflection & temp.

→ এই eqn মনে রাখার দরকার নাই। শুধু A, B দিয়ে eqn মনে রাখতে হবে।

→ ground এ পড়ার পর যেহেতু তাপ উৎসের আশপাশ থেকে নিচে নামবে।

Scanned by CamScanner

5.05.18

Lecture 7

Gaussian Plume Model Equations : Point Source

reactive gas or পড়ে বেশি মাটিতে থেকে যাবে — A

CO, NO_2, SO_2 → B

*eqn দুইটা মনে রাখতে হবে।

① Q = emission rate from point source ; unit g/sec.

কিছু ধোয়া থাকবে or বের বাতাসে হবে।

**Ex. 1. A power plant consumes 200 tons of coal (containing 1.5% sulfur by weight) each day. Assuming 9% of this sulfur is emitted as SO_2, estimate the emission rate of SO_2 (in g/s) from the plant.

Soln 200 tons of coal/day

1.5% S in coal

9% S emitted as SO_2.

∴ Quantity of S emitted SO_2 = 200 tons/day × 1000 kg/ton × 0.015 × 0.09

Scanned by CamScanner

$= 270 \text{ kg/day}$

$= 270000 \text{ g/day}$

$= 3.125 \text{ g S/s}$

$S + O_2 = SO_2$

(32) (16 x 2) (64)

∴ Emission rate of $SO_2 = 3.125 \text{ g S/s} \times (64 \text{ g } SO_2 / 32 \text{ g S})$

$= 6.25 \text{ g } SO_2/\text{s}$

Ex. 2. The following information is available on emission of NO_x for the under-construction 335 MW combined cycle (CC) power plant (gas-based) at Siddhirganj Power Generation Complex.

Flow rate of exhaust gas = 589.4 kg/s

Max NO_x in exhaust gas = 25 ppmv

Estimate NO_x emission rate from the power plant in '$g NO_x/s$'.

Scanned by CamScanner

Given, MW of exhaust gas = 28.01 g/mol.
assume all NOx emitted as NO_2.

Sol. Approach 1:

We know, Conc. in mg/m^3 = [(ppm × MW)/22.414] × [(273 P)/T]

NO_2 in exhaust gas (mg/m^3) = [(25 × 46)/22.414] × [(273 × 1)/273] at STP

= 51.3 mg/m^3 or mg/Nm^3

From Ideal gas law, $PV = nRT$

Volm of 1 kg of ideal gas, $V = \frac{nRT}{P}$

$V = (1\ kg \times 1000\ g/kg \times 1\ mol/28.01\ g) \times [0.082 \times 10^{-3}\ m^3.atm/(mol.k)] \times 273\ K/(1\ atm)$

$= 0.799\ m^3$

∴ Flow rate of exhaust gas = 589.4 kg/s × 0.799 m^3/kg

= 471.1 m^3/s

Scanned by CamScanner

Max NO_2 in exhaust $= 51.3\ mg/m^3 \times 471.1\ m^3/s \times 1\ g/1000\ mg$

$= 24.2\ g\ NO_2/s$

Approach 2:

Considering Ideal gas, 1ppmv = (1 mol pollutant) / (10^6 mol exhaust gas)

$\therefore NO_2$ in exhaust gas = 25 ppmv

= (25 mol NO_2) / (10^6 mol exhaust gas)

= (25 mol NO_2 × 46 g/mol) / (10^6 mol exhaust gas × 28.01 g/mol)

$= 4.106 \times 10^{-5}$ g NO_2/g exhaust gas,

Exhaust gas flow rate = 589.4 kg/s

NO_2 emission $= 4.106 \times 10^{-5}$ g NO_2/g exhaust gas × 589.4 kg/s × 1000 g/kg

= 24.2 g/s

Scanned by CamScanner

Note:

For gaseous pollutants,

1 ppm = 1 ppmv = (1 vol^m gaseous pollutant) / (10^6 vol^m air)

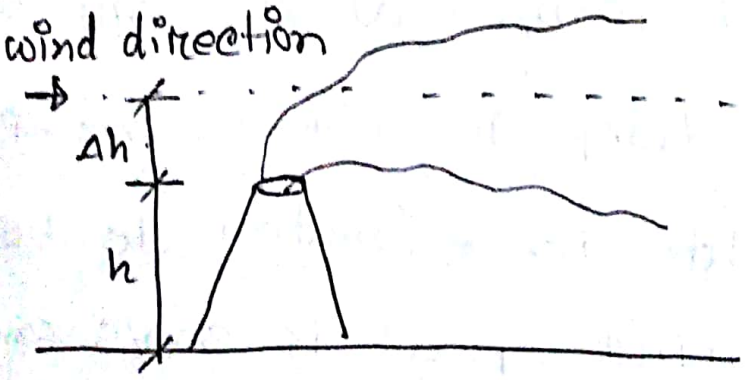
Since 1 mole of ideal gas occupies the same vol^m under same temp. and press;

1 ppmv = (1 mole pollutant) / (10^6 mole air)

Similarly, since each mole of ideal gas contains the same number of molecules (6.02×10^{23} molecules/mole),

1 ppmv = (1 molecule pollutant) / (10^6 molecule air)

② H = effective stack height



Scanned by CamScanner

H = stack height (h) + plume Rise (Δh)

**Δh depends on - temp., mol. wt of gas (gas characteristic)
(গড়ত্ব ২৫৮) - velocity of exit (gas characteristic)
- atmospheric condition
(stable / unstable / neutral)
(atm. characteristic)

velocity বেশি হলে উপরে উঠে dilute হয়ে যাবে।

Estimation of Plume Rise (Δh)

4টি eqn → মুখস্থ করা লাগবে না, দেয়া থাকবে।

Estimation of Effective stack Height (H)

Ex 3 A power plant has a 100 m stack with an inside radius of 1m. The exhaust gases leave the stack with an exit velocity of 10 m/s at a temp of 120°C. Ambient temp is 6°C. wind speed at the stack ht is estimated to be 5 m/s; surface wind speed is 3 m/s and

Scanned by CamScanner

it is a cloudy summer day. Estimate effective stack ht.

Sol

$r = 1m$

$V_s = 10 m/s$

$T_s = 120 + 273$
$= 393 K$

$T_a = 6 + 273$
$= 279 K$

$u = 5 m/s$

surface wind speed
$= 3 m/s$

cloudy summer dy
From Table 7.8
stability class = C
(slightly unstable)
* wind speed and sun shine থেকে বের করা হয়।

Now, $F = gr^2 V_s \left(1 - \frac{T_a}{T_s}\right)$

$= 9.8 \times 1^2 \times 10 \left(1 - \frac{279}{393}\right)$

$= 28.4 \ m^4/s^3$

$x_f = 50 F^{5/8} = 50 (28.4)^{5/8} = 404.8 m$

$\Delta h = (1.6 F^{1/3} x_f^{2/3}) / u$

$= [1.6 (28.4)^{1/3} \times (404.8)^{2/3}] / 5$

$= 53.4 m$

Effective Stack ht $= h + \Delta h = 100 + 53.4$
$= 153.4 m$

Scanned by CamScanner

**If the atm. is stable (stability class F), and $\Delta T_a / \Delta z = 0$ (i.e. isothermal), estimate Δh and H.

$$S = (g/T_a)(\Delta T_a/\Delta z + \Gamma)$$

$$= (9.8/279)(0 + 0.01) = 3.5 \times 10^{-4}\ s^{-2}$$

$$\Delta h = 2.6 (F/u_s)^{1/3}$$

$$= 2.6 \left[28.4/(5 \times 3.5 \times 10^{-4})\right]^{1/3}$$

$$= 65.8\ m$$

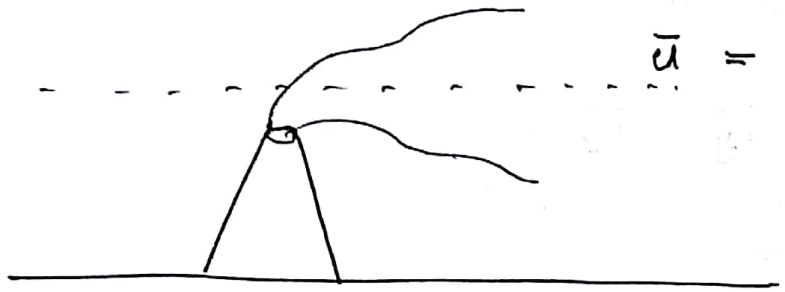
Effective stack ht $= h + \Delta h$

$$= 100 + 65.8 = 165.8\ m$$

* এগুলো সব empirical eqn. কোন perfect scientific method নাই। এক একজন এক এক রকমভাবে করেছে।

Scanned by CamScanner

(3) $\bar{u}$ = mean coind speed at plume ht.



$\bar{u}$ = wind speed at effective stack ht.

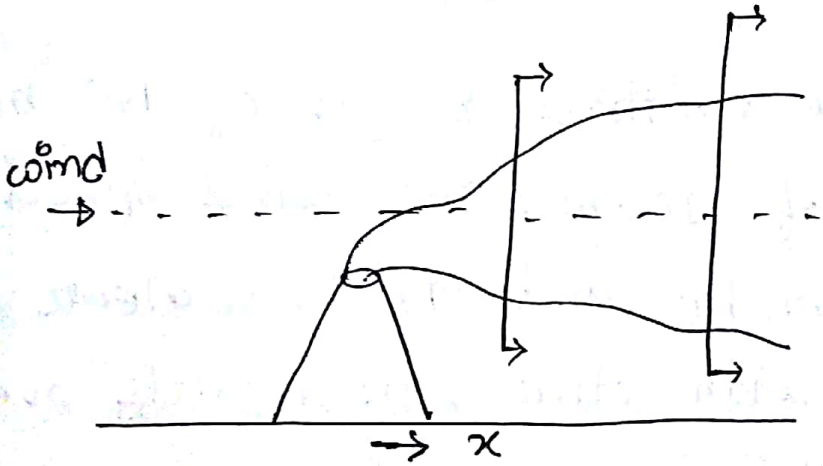
$$\bar{u}(z) = \bar{u}_0 \left(\frac{z}{z_0}\right)^{p \rightarrow (given)}$$

↑ measured coind speed at height z_0

z_0 = usually 10m (কিছু বলা না থাকলে 10m ধরবে)

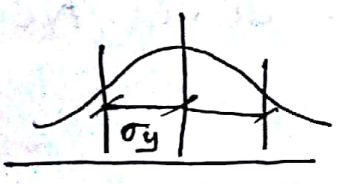
Table 7.7 → p value দেয়া থাকবে।

(4) σ_y, σ_z

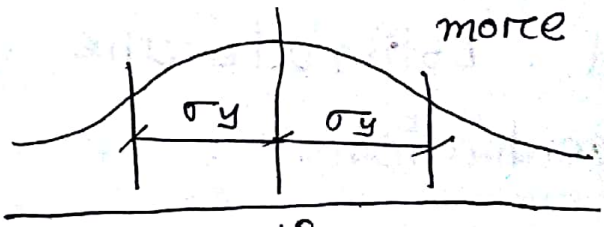


σ_y, σ_z → increases as x increases

σ_y, σ_z → increases as atm. becomes more & unstable.



Section A-A



section B-B

Scanned by CamScanner

সাধারণত pollutant এর পরিমাণ বেশি। তাই মাঝে graph এর ht বেশি।

Estimation of σ_y, σ_z :

① From graphs

② From eqn / table

F → A এর দিকে σ_y বাড়ে graph এ, graph or chart চওড়া থাকবে।

chart এর জন্য distance = 1 km হলে দুইটার থেকোনটাই use করা যাবে। কাছাকাছি result আসবে। এখানে distance km এ, আগের সবগুলোতে m এ ছিল।

(সমাধান থাকবে) Ex. 4. A stack emitting 80 g/s of NO has an effective ht of 100 m. The wind speed is 4 m/s at 10m ht and it is a clear summer day with the sun nearly over head. Estimate the ground level NO concentration.

Scanned by CamScanner

(a) directly downwind at a distance of 2 km.

(b) at a point 2 km downwind and 0.1 km off the downwind axis and

(c) at a point downwind where NO is maximum.

Sol (a) $Q = 80$ g/s

$H = 100$ m

$\bar{u}_0 = 4$ m/s (at 10 pm)

clear summer day

From table 7.8, Stability class = B

From table 7.7, $p = 0.15$.

$\bar{u}(z) = \bar{u}_0 (z/z_0)^p$

$= 4(100/10)^{0.15}$

$= 5.65$ m/s

$\sigma_y = a.x^{0.894}$

$= 156(2)^{0.894}$

$= 289.9$ m

$\sigma_z = c.x^d + f$

$= 108.2(2)^{1.098} + 2 = 233.6$ m

Now, $c(x,0,0) = [Q/(\pi \bar{u} \sigma_y \sigma_z)] . \exp(-H^2/2\sigma_z^2)$

$= [80/(\pi \times 5.65 \times 289.9 \times 233.6)] . \exp[-100^2/(2 \times 233.6^2)] = 6.07 \times 10^{-5}$ g/m^3

$= 60.7$ µg/m^3

Scanned by CamScanner

8.05.18

Lecture - 8

Gaussian Plume Model :

Example 4.(a)

Q =
H =
$u(z)$ =
σ_y =
σ_z =

} choose correct equation find concentration.

(x, y, z)
$y = 0$, $z = 0$

*যেখানে ground reflection হয় সেখানে use করব, যদি Particular matter হয় তখন অন্য eqn ব use করতাম।

(b) $c(x, y, z) = c(2\,km, 100\,m, 0)$

$y = 0.1\,km = 100\,m$

$z = 0$

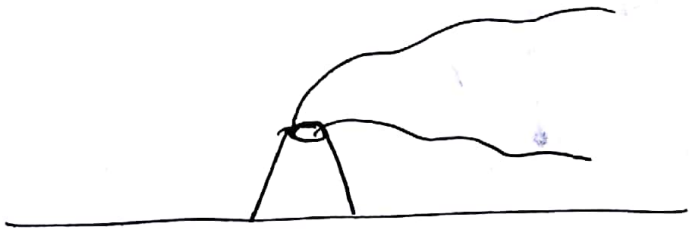
Now, $c(x, y, 0) = [Q / (\pi \bar{u} \sigma_y \sigma_z)] . \exp(-y^2/2\sigma_y^2) . \exp(-H^2/2\sigma_z^2)$

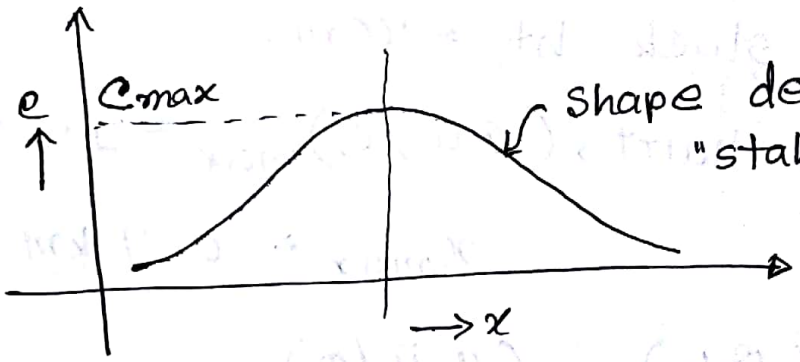
$= [80 / (\pi \times 5.65 \times 289.9 \times 233.6)] . \exp[-100^2/2\times 289^2] \exp.[-100^2/(2\times 233.6^2)] = 57.2\ \mu g/m^3$

Scanned by CamScanner

* ground surface এ $z = 0$, center line বরাবর $y = 0$.

(c) Peak downwind concentration :





shape depends on "stability" of atmosphere

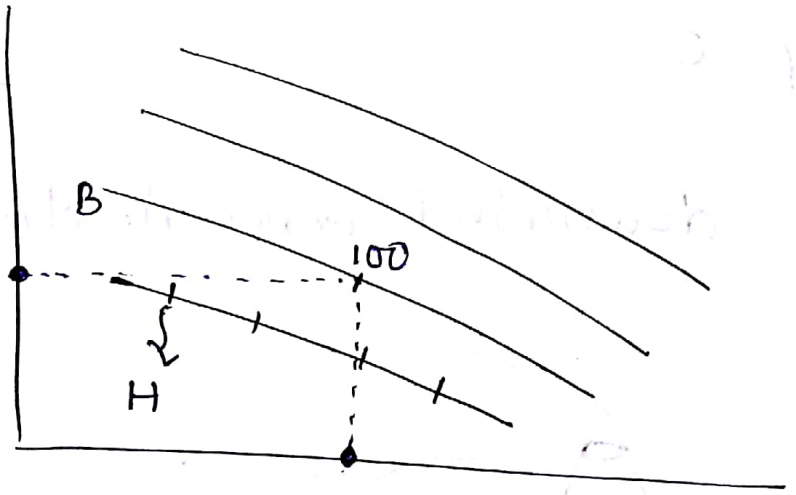
Peak concentration, $c_{max} = \left(\frac{Q}{\bar{u}}\right) \cdot \left(\frac{c\bar{u}}{Q}\right)_{max}$

Q, $\bar{u}$ → known

Obtained from chart for different "H" and "stability class".

x_{max} = from chart (কোন distance এ conc. max)

Scanned by CamScanner



Stability class = B

Effective stack ht = 100m.

Now, from chart, $(C\bar{u}/Q)_{max} = 1.6 \times 10^{-5}\ m^{-2}$

$x_{max} = 0.7\ km$

$C_{max} = (Q/\bar{u}) \cdot (C \cdot \bar{u}/Q)_{max}$

$= (80/5.65) \cdot (1.6 \times 10^{-5})\ g/m^3$

$= 226.5\ \mu g/m^3$

Check:

$\sigma_y = a.x^{0.894} = 156 \cdot (0.7)^{0.894} = 113.4m$

$\sigma_z = cx^d + f = 108.2\ (0.7)^{1.098} + 2$

$= 75.1m$

Scanned by CamScanner

$\therefore C(0.7\,km, 0, 0) = [Q / (\pi \bar{u} \sigma_y \sigma_z)] \cdot \exp.(-H^2 / 2\sigma_z^2)$

$= [80 / (\pi \times 5.65 \times 113.4 \times 75.1)] \cdot \exp[-100^2 / (2 \times 75.1^2)]$

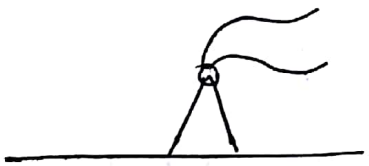
$= 2.18 \times 10^{-4}\ g/m^3$

$= 218\ \mu g/m^3$; close to $226.5\ \mu g/m^3$.

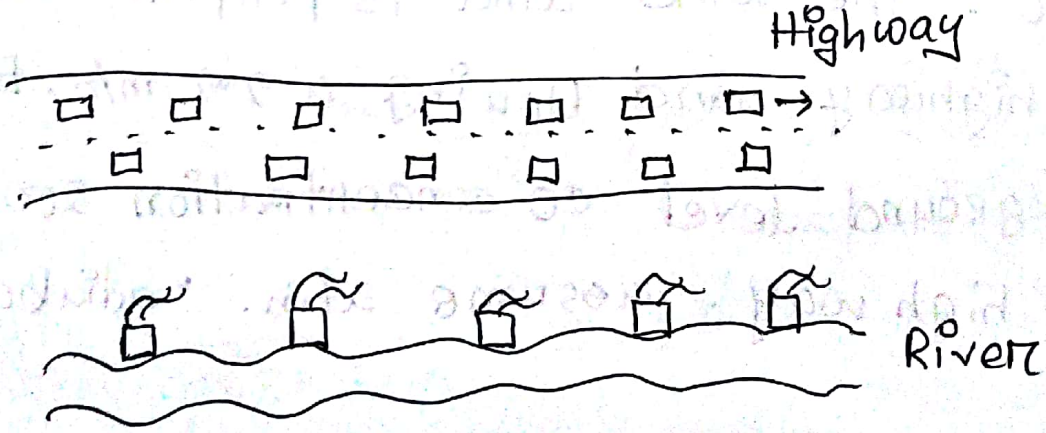
(OK)

Gaussian Plume Model Eqn : Line source :

আগেরবার @ point source.



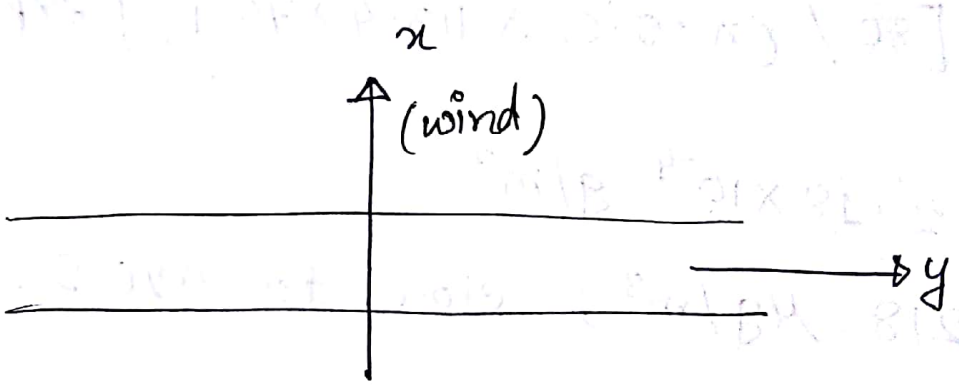
(b) Line source :



Scanned by CamScanner

এখানে σ_y নাই। কারণ assumption এর জন্য।

Assumption → source infinite.



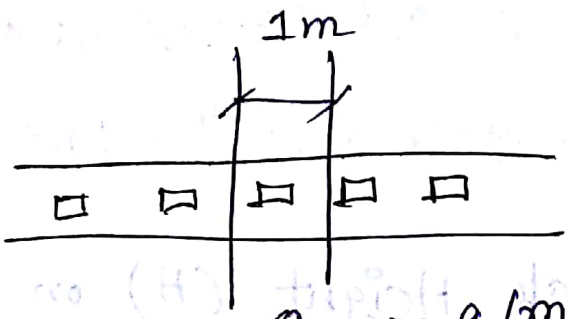
y direction এ emission এর কোন variation নাই। variation wind direction আর z বরাবর। তাই σ_y নাই

গাড়ির emission এর জন্য effective stack ht = 0.

Ex.5 (আসতে পারে)

Suppose a highway has 10 vehicles per second passing a given spot, each emitting 2.3 km of CO. The wind wind is perpendicular to the highway and blowing a 2.2 m/s. Estimate the ground level CO concentration 200m from the highway. assume atm. "adiabatic".

Scanned by CamScanner



$Q_1 = g/m.s$ (প্রতি meter রাস্তা থেকে কত emission হচ্ছে)

*এই বেশ কয়েক রকম সমস্যা হতে পারে। আগের ৪ ques দেখা লাগবে।

$Q_1 = 10\ veh/s \times 2.3\ g/km \times 1\ km/1000\ m$

$= 0.023\ g/m.s$

Effective stack ht, $H = 0$ (emission at ground level)

Wind speed, $\bar{u} = 2.2\ m/s$

Atmosphere adiabatic.

$\therefore \Lambda = \Gamma$

$\therefore$ Stability class = D

$\sigma_z = cx^d + f = 33.2\ (0.2)^{0.725} - 1.7 = 8.6m$

$$c(x,z) = \frac{Q_1}{\sqrt{2\pi}\ \sigma_z\ \bar{u}} \left\{ \exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp.\left[-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}$$

$$= \frac{Q_1}{\sqrt{2\pi}\ \sigma_z\ \bar{u}} (1+1)$$

Scanned by CamScanner

$$C(200m, 0) = (2 \times 0.023) / [(2\pi)^{1/2} \times 8.6 \times 2.2]$$

$$= 9.7 \times 10^{-4} \text{ g/m}^3 = 970 \mu\text{g/m}^3.$$

Effect of Stack Height (H) on Down-wind Concentration :

$$C(x, y, z) = f(H, \text{stability class})$$

H বাড়লে ground level এ concentration কমবে, তাই ইট ভাটার stack ht 120'. আবার বেশি বাড়াতে গেলে cost বেড়ে যায় concentration ও কম,

stability class → A → unstable (dilution দ্রুত হবে but দ্রুত মাটিতে নেমে আসবে)
F → stable.

stability class ও effect আরও অনেক কিছু উপর depend করে। source ও কত কাছে আছি তার উপর।

Special Consideration :

* short note হিসেবে পড়তে হবে।
building, aerodynamic effect.

Scanned by CamScanner

Natural Atmospheric Cleansing Processes:

বাতাস নিজেই নিজেকে পরিষ্কার করে →

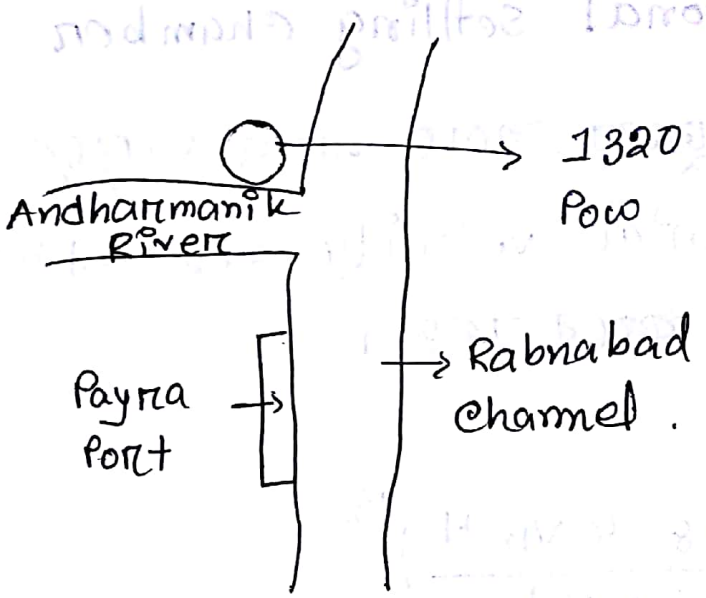
→ Dilusion

→ Dry deposition

→ বৃষ্টি হলে। wet deposition.

* পড়তে হবে জোর করে।

Engineering Control of Air Pollution:



অনেক উপরে উঠালে যদি inversion layer পায়, তাহলে আর নিচে নামবে না. যদি নামেও তাও diluted হয়ে যাবে।

Scanned by CamScanner

Control at the source of emission:

→ CNG

→ operation control

→ control equipment

Industrial Emission:

Control Devices for Particulate Contaminant

* মুখ্যত – নামগুলো:

(1) Gravitational settling chamber

মুখ্যত বাতাস ঢুকবে, হঠাৎ area বাড়িয়ে দেয়া হবে → horizontal velocity কমে যাবে → যেন যেতে settle করবে কিছু।

Stock's Law

$$dp_* = \left(\frac{18 \mu V_n . H}{g \rho_p L}\right)^{1/2}$$

যেসব particle এর dia dp বা এর বেশি → সেগুলো settle করবে। এর থেকে ছোটগুলো settle করবে কিনা depend করবে setting

Scanned by CamScanner

velocity এর উপর।

dP - settling velocity = 50% of that of dP^*

তাহলে dP^2 particle এর 50% settle করবে।

যদি 25% হয়, তাহলে 25% settle করবে।

Scanned by CamScanner

12.05.16

Lecture-9

Industrial Emission:

Control Devices for Particulate Contaminant:

Different industries. তাই এর কোনটার সবগুলো কাজে আসবে না। আমরা PM control করব।

Gravitational settling chamber.

* Derivation দেখতে হবে।

(আসবে) * Em. 1 Calculate the minimum size of particle that will be removed with 100% theoretical efficiency in a settling chamber under the following conditions:

Air: Horizontal velocity = 0.3 m/s

Temp. = 77°F

Particle: Sp. Gr = 2.0

Chamber: Length = 7.5m ; Ht = 1.5m

At 77°F, viscosity of air $\mu = 2.1 \times 10^{-5}$ kg/ms

Scanned by CamScanner

Soln From Eq. 2. $d_p = \left(\frac{18\mu v_n . H}{g \rho_p^2}\right)^{1/2}$

Or, $d_p = [(18 \times 2.1 \times 10^{-5} \times 0.3 \times 1.5)/(9.81 \times 2000 \times 7.5)]^{1/2}$

$= 3.4 \times 10^{-5}$ m $= 34 \mu$m [$\rho_p = 2000$ kg/m^3]

Em 2 Calculate the fractional removal efficiency (theoretical) of 20 μm particles in the above chamber.

Soln From Eq. 3,

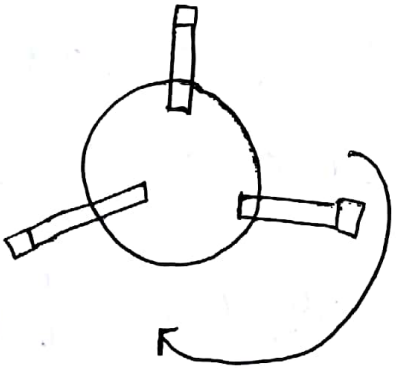
$$\eta = \frac{L . g . d_p^2 . \rho_p}{H . v_n . g . \mu}$$ [derivation লিখবে]

Or, $\eta = \frac{7.5 \times 9.81 \times (20 \times 10^{-6}) \times 2000}{1.5 \times 0.3 \times 18 \times 2.1 \times 10^{-5}}$

$= 0.346$ (i.e, drastic reduction in removal efficiency of small particles)

Scanned by CamScanner

(2) Centrifugal Collectors :

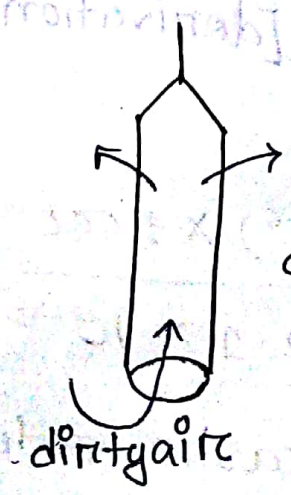


particle centrifuge force এর কারণে দেয়ালের কাছে থাকে এবং tube এর মধ্যে নিচে পড়ে।

* short note

(3) Wet colletors
(4) Electrostatic
(5) Fabric

} short note এর জন্য reading.



cement industry তে use হয়।
description পড়ব।

Scanned by CamScanner

Control of Gaseous Pollutants:

Adsorption, Absorbtion → shortnote পড়ুন।

Control of Vehicular Emission:

4-stokes.

Fig 7.43 → দেখুন।

Factors Affecting Emission from 4-stroke IC Engines:

Most important parameter controlling emission — Air (A) / Fuel (F) Ratio.

Petrol pure fuel না। তাই C_7H_{13} হবে না, mixture হবে।

$$C_7H_{13} \longrightarrow CO_2 + H_2O \quad \text{[complete burning]}$$

Stoichiometric ratio → fuel change হলে যেমন change হয়ে যাবে।

* Definition, কোনো fuel দেয়া থাকলে ওই ratio বের করতে পারতে হবে।

Scanned by CamScanner

Lean mixture :

air fuel mixture [A/F ratio > 14·5 for C_7H_{13}]
lean in fuel. (বেশি fuel করা)

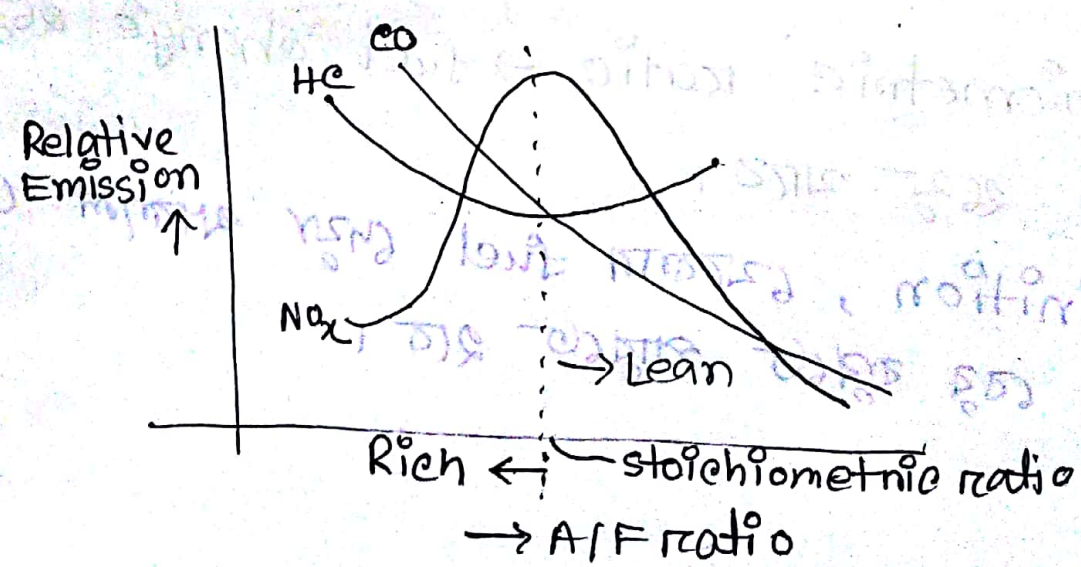
Rich mixture :

air fuel mixture
rich in fuel (যেই mixture এ fuel বেশি, stoichiometric ratio এর থেকে বেশি)
[A/F < 14·5 (for C_7H_{13})]

lean and rich with respect to stoichiometric ratio.

* stoichiometric, lean, rich → definition imp.

Effect of A/F ration on emission :



Scanned by CamScanner

- CO (যত air বাড়বে, CO emission কমবে)

- HC (unburn fuel) (বাতাস/ oxygen বাড়লে, HC কমবে। But একটা পর্যায়ে গিয়ে oxygen বাড়লেও fuel burn হবে না। misfire হবে)

- NO_x (mainly controlled by engine temp. engine temp বাড়লে NO_x বাড়বে। যখন fuel বেশি, air কম → temp. কম। But খাবার বাতাস অনেক বেশি হলেও temp. কমে]

Emission control from IC Engines;

(A.) controlling A/F

HC, CO কমানো easy.

Fuel consumption stoichiometric ratio এর কাছে এর থেকে কম। এই জন্যও CO, HC কম। But NO_x বেশি। তাই এটা কমানো খুব A/F দিয়ে possible হয় না।

Scanned by CamScanner

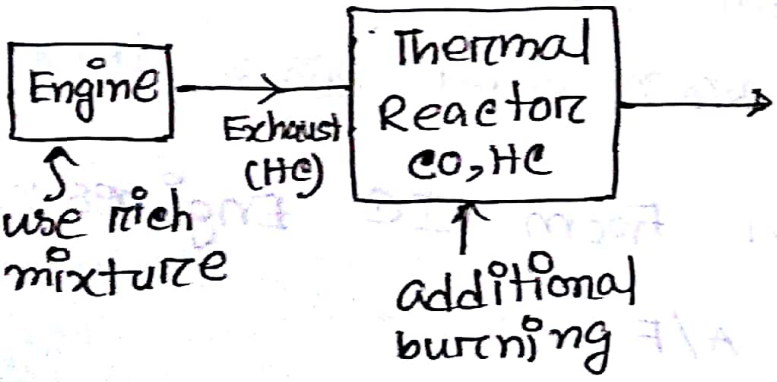
(A.2) Exhaust Gas Recirculation :

Exhaust গ্যাস বাইরে বের না করে কিছু ভেতরে ঢুকানো হয় to reduce temp. এতে NOx কমে।

B. Post Engine Control : Engine এর বাইরে।

(B.1) Thermal Reactor

- after burner.



Engine এর পর আর একটা engine, যাতে engine এ burn হয়নি CO, HC এর পরিমাণ কমবে।

* short note on thermal reactor.

Scanned by CamScanner

B.2. Catalytic Converter:

নতুন মডেলের গাড়িতে লাগানো থাকে।

Reduction of HC, CO, NO_x.

catalytic converter → Two way (Reduced CO, HC)
→ Three way (Reduced CO, HC, NO_x)

Engine → Exhaust → catalytic Converter → Final Exhaust

Two way : oxidation
CO, HC → $CO_2 + H_2O$

Three way : NO_x → (reduction) N_2

* value এর পড়ব।

A/F কম হলে oxidation হয় না, বেশি হলে N_2 reduction হয় না।

Effect of A/F ratio on catalytic converter:

* figure সহ ভাল করে পড়ব।

(c) Alternative vehicle Technology.

Scanned by CamScanner

Climate change and IPCC :

IPCC কারা, কিভাবে গঠিত করেছে?

এদের report গুলো authentic কিনা হয়।

* মুখস্থ করতে হবে না।

AR5 observations

* মুখস্থ না, দেখবে।

Climate change Trends in Bangladesh.

Climate change and Temperature :

Temp. একমাত্র parameter না but very imp. parameter

The Greenhouse Effect :

Incoming বেশিরভাগই earth এ reach করে।
but absorb হয়ে যায় বেশির, reflect হয়ে চলে
যায় space।

the Greenhouse Effect :

* Definition of GHG
* Atomospheric Radiative window } পড়তে হবে।

Scanned by CamScanner

15.05.18

Lecture 10

"Radiative forcing" - since industrial time :

Greenhouse কে express করি in terms of radiative force. (+) ve মানে temp বাড়বে, (-) ve মানে temp. কমবে। CO_2, radiation, earthquake direct effect, Black carbon heat absorb করে - direct effect. Aerosol বেশি থাকলে মেঘের life বাড়িয়ে দেয়। এটা indirect effect.

গ্রীনহাউজ green house ~~effe~~ gas. (+) ve হবে। temp বাড়াবে। আবার ozone ~~এর~~ এর উপর (-) ve effect ও পারে।

* (+) ve, (-) ve, direct, indirect এর example.

Drivers of climate change : Radiative forcing (ARS)

গ্রীনহাউজ- এর নিজের impact (+) ve.

But ozone কে destroy করে। ফলে (-) ve effect তৈরি করে। * Halocarbon পড়ব।

* Aerosol এবং তার component এর (+)ve & (-)ve effect.

→ BC - (+) ve

Scanned by CamScanner

(1) CO_2 (important)

বেশিরভাগ CO_2 emission হয় north এ। But বাতাসে CO_2 এর north south এ তেমন পার্থক্য নাই। minor পার্থক্য। কারণ বাতাসের movement. প্রতিবছর একবার বাড়ে, একবার কমে। growing season এ গাছপালা CO_2 টেনে নেয়। তাই CO_2 কমে।

* আসার এটা।

একটা বড় অংশ CO_2 এর পানিতে যায়। 155 billion কার্বন পানিতে যায়। ফলে পানির pH কমবে। acidic হচ্ছে।

* এটাও পড়বে।

(2) CH_4

Solid waste, cattle waste CH_4 এর source. এগুলো decompose করলে CH_4 তৈরি হয়। আবার agriculture এ ধান উৎপাদনের মাধ্যমে CH_4 তৈরি হয়। anaerobic condition এ CH_4 তৈরি হয়।

* source

Scanned by CamScanner

(3) NO_2

*source & trend দেখব।

(4) Halocarbons

* কোন কয় প্রভাব

Cl & Br এর মধ্যে আছে, যেটা O_3 layer কে destroy করতে পারে। O_3 troposphere & stratosphere দুই জায়গায় আছে। Cl & Br stratosphere এর O_3 কে attack করে।

Halocarbons highly unreactive। diffusion এর মাধ্যমে উপরের দিকে ছড়াবে। stratosphere এ গিয়ে ultraviolet ray attack করবে। তখন Cl, Br তৈরি হবে। তখন O_3 destruction হবে।

HFC → greenhouse gas but O_3 কে destroy করবে না।

But এদের radiation absorb করার ক্ষমতা CO2 থেকে বেশি যে 100 unit CO_2 যে ক্ষতি করে 1 unit Halocarbon (Cl, Br ছাড়া) সেই ক্ষতি করে।

* HC কয় প্রকার, differentiate করব কিভাবে, কাকে attack করে?

H থাকলে বেশি reactive, অনেক আগেই ভেঙে যায়।

Scanned by CamScanner

Radiative forcing of Halocarbon:

(4) Ozone

Troposphere এর ozone ভালো না, greenhouse gas.

Stratosphere এর ozone ভালো। কারণ আমাদের protect করে।

troposphere এর O_3 এর কারণে (+)ve.

আবার stratosphere এর O_3 কেড়ে যাচ্ছে। ফলে (-)ve, তাহা net হবে সেই দুইটার যোগফল। stratosphereএর O_3 লেয়ার কমছে।

(5) Aerosol

Sulfur - (+)ve & direct.

PM - (-)ve & indirect

soot - (+)ve direct

* ছবি & soot এর effect ভালো কম পড়ব।

Scanned by CamScanner

23.06.18

Lecture 11

Water Pollution

Introduction :

References - softcopy আছে

Water Pollution : Definition

Level of pollution বুঝার scale এক এক দেশে এক এক রকম। আমাদের দেশে আমরা gross pollution নিয়ে কাজ করি।

Natural process আমাদের concern না, But যে সব দেশে anthropogenic বাই আদের জন্য natural concern.

Why water is so important

Fresh water available for use

0.014% পানি আমরা use করতে পারি।

Water pollution : Global scenerio

Water pollution in Bangladesh

আমাদের upstream flow কমে গেছে, intrusion of salinity - saline water ভেতরে ঢুকে যাচ্ছে।

Scanned by CamScanner

Ground water pollution :

early 90's এ জানা গেল arsenic pollution এর কথা।
বাংলাদেশ world এর serious arsenic affected country.

Arsenic & salinity → main water problem.

Arsenic → natural process.

But কোনো বেকির উঠি আসছে, যেখানে- আমাদের ভূমিকা আছে।

pH, color, turbidity, As, Mg, Iron → এগুলো test এবং ব্যাকটেরিয়া → করা হয় drinking water এ.
↓
ground water এ আসে latrin এর পানি seepage হয়ে।

How the rivers and water bodies are getting polluted ?

Saving water bodies from pollution
- water body রক্ষা করা
- পানির quality improve করা

* xm এর জন্য পড়ার কিছু নাই এখানে।

Scanned by CamScanner

Sources & Categories

Water pollution : Major sources

* পড়ব ভাল করে।

2টা major source, বাকিগুলো depending on context major হতে পারে।

Classification

(a) Point sources

pipe দিয়ে বের water source এ পড়লে point source. point & discharge known.

(b) Non point sources

suburban development থেকে যে runoff হয়, কোন area থেকে runoff or subsurface এর মাধ্যমে যে pollution হয়।

non-point source আবিষ্কার & treatment difficult.

agriculture land থেকে leachate - non point.

Nature of pollutants
Categories of pollutants } দুইটার আলাদা আলাদা মেটাল রাখতে হবে xm এ আসবে।

Scanned by CamScanner

Nature of pollutants

(i) Bio-degradable pollutants

dissolved oxygen কমে যায়।

(ii) Non-degradable

~~ভয়ানক harm full~~

(iii) Biologically Accumulative Pollutants

- Bioconcentration → পানি থেকে tissue তে
- Bio accumulation → পানি & food থেকে tissue তে।
- Biomagnification → small থেকে large প্রাণীতে গেলে pollutant এর concentration বাড়তে থাকে।

* ভোল চত পড়ব।

Silent Spring by Racheal Carson

DDT — affects Ca-metabolism.

Ca না থাকায় ডিমের shell weak থাকে। ফলে ভেঙে যায়।

Categories of water pollutant:

9 type.

Scanned by CamScanner

প্রথম ৮টা পড়ব।

Pollutant categories and sources

মুখস্থ করতে হবে না। বুঝতে হবে।

(1) Oxygen demanding wastes

যে rate এ oxygen বাতাসে ঢুকে, তার বেশি rate এ ব্যকটেরিয়া শুষে নেয়।

Effects of oxygen demanding wastes

* ভোল করে পড়ব।

শীতকালিন এ dry season এ ভোল থাকে। wet season এ বৃষ্টির পানির সাথে মিশে যায়।

মাছ নাই এখানে because of high amonia.

BOD কমলেও amonia (NH_3) কমে না।

(2) Microbial wastes (Pathogens)

নাম গুলো পড়ব।

Main sources of pathogens

Natural die-off

Indicator Organism

* পড়ব

Scanned by CamScanner

(3) Nutrients

অনেক বেশি amount এ থাকলে Algae growth বাড়িয়ে দেয়।

C, P, N — ~~principle~~ principal nutrients controlling growth of algae / ~~clay~~ phytoplankton.

"algal bloom" or "eutrophication"

* eutrophication বলতে কি বুঝ? (xm এ আসবে)

Major sources of Nutrients:

C also comes from atmosphere (CO_2).
তাই সব source বন্ধ করলেও C বাতাস থেকে চলে আসবে।

N — difficult to control → some algae got it from atmosphere.

P → often the controlling nutrient.
detergent / সাবান এর মধ্যে P থাকে।
P comes from detergent / soap.
* ভাল মত পড়ব।

Scanned by CamScanner

* Why P is often controlling element?

Effects of Nutrient Enrichment:
dead algae organic matter, তখন bacteria
তাকে use করে, ফলে oxygen কমতে থাকে।

Scanned by CamScanner

26/06/18

Lecture 12

(4) Suspended Solids

খুব common for surface water.

নদীর পানি treat করতে mainly ss দূর করতে হয়,

বর্ষাকালে ss বেশি। বৃষ্টির পানিতে আসে।

ss বেশি → cost বেশি → alum dose বেশি।

(5) Salts

Typical values of TDS in water

খুলনায় বলা লাগবে না। Salt major সমস্যা after arsenic.

Effects of Excessive salt in water

(6) Heavy Metals

As & ~~Hg~~ Mn

↓

Health impact আছে

(7) Toxic and Persistent Organic Pollutants

exponential হারে বাড়ছে। আপনে পারি না আমরা, তাই

খুবকার নাই।

মাটির সঙ্গে চুকলে আসতে আসতে release হয়,

* POPs পড়তে হবে।

Scanned by CamScanner

(৪) Thermal Pollution

কোন জলজ প্রাণী থাকবে না।

Two major problems :

* ভাল মত পড়ব।

Temp ↑ DO in water decreases

0°c তে DO 14

20°c তে DO 9.1

Temp ↑ Respiration rate increases.
Decomposition rate increases.

Fate of Oxygen Demanding Wastes : (CN-3)

ওটা বলতে পারলে ৪০% কাজ হয়ে যাবে।

5 দিনে 2/3 BOD হয়ে যাবে, তাই BOD_5।

BOD_5 at 20°C.

aeration করলে DO বাড়বে, theo. 9.1 এ যাবে।

But 6-7 এর বেশি বাড়ে না।

অন্ধকারে ~~ff~~ Incubator এ রাখতে হবে যাতে algae না oxygen produce করে।

Scanned by CamScanner

যদি demand 9.1mg এর বেশি হয় তখন 1/2 দিন পরই DO শেষ হয়ে যাবে। তাই dilute করা হয়। tap water এ chlorine থাকায়, সেই পানি use করলে bacteria মরে যাবে।

10 ml কে 1000 ml বানালে dilution factor 100.

প্রথম যে কয় দিন same DO হলে বুঝতে হবে ব্যাকটেরিয়া নাই, হতে পারে sample টা toxic. সেখানে bacteria থাকে না। নদীতে পড়লে তখন bacteria growth হয়।

ব্যাকটেরিয়া add করা হয়। seeding - addition of microorganism to the system.

dilute করে seeding করতে হয়।

seeding যে পানি দিয়ে করব সেটার নিজস্ব BOD থাকে। (+) হবে। (-) হয়ে আছে।

Scanned by CamScanner

Problem 1: A standard 5-day BOD test is run using a mix consisting of 4 parts dilution water and 1 part wastewater. The initial DO of the mix is 9.0 mg/L and the DO after 5 days is determined to be 1.0 mg/L. What is the BOD_5?

$\Rightarrow DF = \frac{1}{5}$

WW – 1
DW – 4
5 units

$BOD_5 = (9 - 1) \times DF$

$= 8 \times \frac{1}{5} = \frac{40}{5}$ mg/L

Problem 2: A mixture consisting of 30 mL of waste and 270 mL of seeded dilution water has an initial DO of 8.55 mg/L; after 5 days, it has a final DO of 2.4 mg/L. Another bottle containing just the seeded dilution water has an initial DO of 8.75 mg/L and a final DO of 8.53 mg/L. What would be the 5-day BOD of waste?

Scanned by CamScanner

Problem 2

$\Rightarrow V_w = 30$ ml

$V_d = 270$ ml

$V_m = (30 + 270) = 300$ ml

$BOD_m = (8.55 - 2.4) = 6.15$ mg/L

$BOD_d = (8.75 - 8.53) = 0.22$ mg/L

$BOD_m . V_m = BOD_w . V_w + BOD_d V_d$

$$BOD_w = \frac{(6.15 \times 300) - (0.22 \times 270)}{30}$$

$= 59.52$ mg/L

Rate of BOD exertion

* eqn মনে রাখবে

$L_t = L_o e^{-kt}$

$BOD_t = L_o (1 - e^{-kt})$

$K_T = K_{20} \theta^{T-20}$; $\theta = 1.047$

Factors affecting .. , k

table এর value মনে রাখবে।

Scanned by CamScanner

Problem

Oxygen demand

CBOD and NBOD comparison

* প্রথমে হবে।

আমরা CBOD আগে, কারণ nitrifying bacteria প্রথমে কাজ করে না।

Quantifying NBOD

Ultimate NBOD = 4.6 × TKN mg/L

TKN → Total concentration of organic & ammonia nitrogen.

Mixing and Dilution: (পড়ুন)

বেশির ভাগ্যের ক্ষেত্রে & toxic (যখনে সাবধান)।

C_s, C_w → BOD

C_d → mixture BOD

Example problem : downstream BOD

A municipal wastewater treatment plant discharges 1.20 m^3/s of treated effluent having an ultimate BOD of 60.0 mg/L into

Scanned by CamScanner

a stream that has a flow of $9.3\ m^3/s$ and a BOD of its own equal to $6.0\ mg/L$. The deoxygenation constant K_d is $0.2/day$.

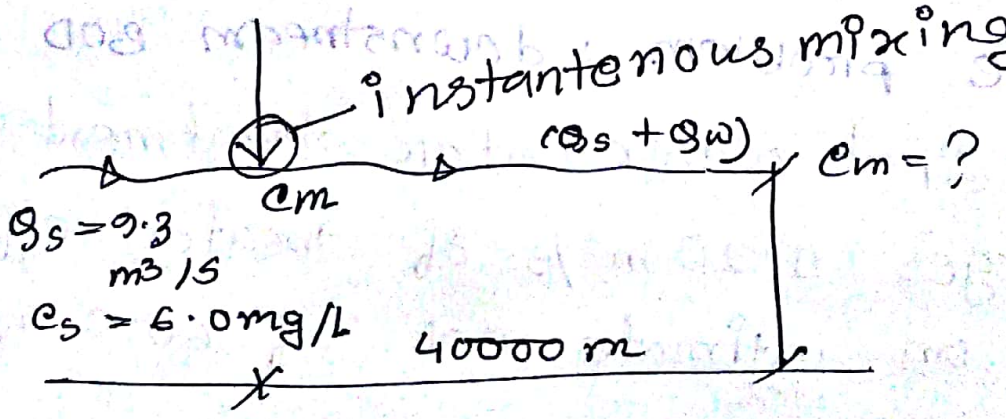
(a) Assuming complete and instantaneous mixing, estimate the ultimate BOD of the river just downstream from the outfall.

(b) If the stream has constant cross section so that it flows at a fixed speed equal to $0.3\ m/s$, estimate the BOD of the stream at a distance $40,000\ m$ downstream.

⇒

$Q_w = 1.2\ m^3/s$

$C_w = 60\ mg/L$



Scanned by CamScanner

$L_t = L_o e^{-kt}$

$L_o = 12.2$

t = time in day = 1.54 days

a) $C_m = \dfrac{C_w \theta_w + C_s \theta_s}{\theta_w + \theta_s}$

$= \dfrac{60 \times 1.2 + 6 \times 9.3}{1.2 + 9.3}$

$= 12.2 \text{ mg/L}$

b) $L_t = L_o e^{-kt}$

$= 12.2 \times e^{-0.2 \times 1.54}$

$= 8.96 \text{ mg/L}$

$s = vt$

$\Rightarrow t = \dfrac{s}{v} = \dfrac{40000}{0.3}$

$= 133333.33 \text{ s}$

$= 1.54 \text{ days}$

Scanned by CamScanner

30/06/18

Lecture-13

treatment সহ বা হচ্ছে এর পানিই river এ ফেলা হচ্ছে। এই surface water highly susceptable to pollution.

Surface water pollution and DO availability.

oxygen demanding waste এর থেকে বেশি।

এটা universal focus না। আমাদের দেশে major focus.

Modeling Effect of O_2 demanding waste on river:

oxygen stream এ আসে কিভাবে এবং শুরু হয় কিভাবে: algae photosynthesis এর মাধ্যমে O_2 তৈরি করে পানি। But আমাদের সেটার বাতাসে চলে যায়।

Tributary তে oxygen বেশি/কম হতে পারে।

ঢাল হলে DO বেশি থাকে। আমাদের দেশে tributary water খারাপ।

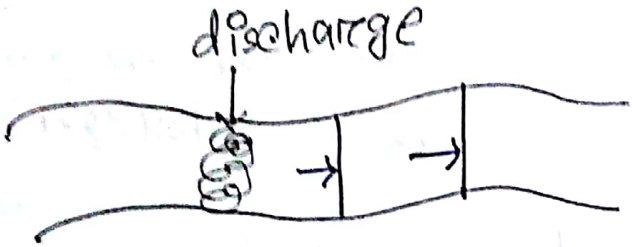
Scanned by CamScanner

Two key processes

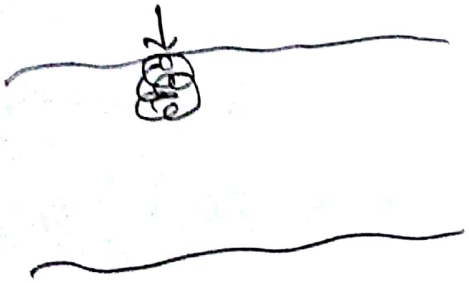
source → aeration

sink → oxydation of oreganic waste } single source and sink

Modeling effect of O_2 waste on river:



অনেক বড় width হলে তাহলে mixing হবে না।



along the flow কোন dispersion নাই, পানির সাথে যাবে।

* কোন মত গতুব। (source, sink, assumption)

Model Equation:

Deoxygenation: $r_D \propto L_t$; L_t = BOD remaing in water

$$r_D = K_d L_t$$

Scanned by CamScanner

$$r_D = K_D \cdot L_o e^{-kt} \quad \text{—①}$$

Reaeration :

$r_R \propto (DO_{sat} - DO)$

$r_R \propto D$

$$r_R = K_n D \quad \text{—②}$$

$D = DO_{sat} - DO$

$= DO$ deficit

যত বেশি DO আসবে তুকবে অক্সিজেন।

* eqn মনে রাখতে হবে।

θ value different.

$$\frac{dD}{dt} = r_D - r_R$$

$$= K_d L_o e^{-kt} - K_n D$$

t = time

u = stream velocity

x = distance travelled

$x = t.u$

$t = \frac{x}{u}$

$K_n = K_d$ হলে infinite হবে না।

Scanned by CamScanner

· DO sag curve

$DO = DO_{sat} - D$

সবচেয়ে খারাপ point যেখানে অক্সিজেন কমে গেছে সেখানে বা certain distance দূরত্ব।

কিছু না করলেও কিছু সময় পরে DO বাড়বে।

min^m যদি desire level এর উপরে থাকে তাহলে OK। এটা critical point. এর DO কে critical DO বলে।

Critical point → Location } আমরা জানতে চাই।
$DO_{critical}$ / DO_{min}

t_c = critical time

$t_c \times u$ = distance

D_c = critical deficit, i.e. deficit at critical point.

$DO_{critical} = DO_{min} = DO_{sat} - D_c$

Streeter - Phelps oxygen sag curve

* t_c & D eqn মনে রাখবে।

Zones of pollution:

Scanned by CamScanner

পানিতে / sediment এ কে বসবাস করছে সেটা দেখে
বোঝা যায় পানি ভাল না খারাপ।

Effect of temperation on DO sag curve:

* xm এ আসে।

temp বাড়লে ব্যাকটেরিয়া higher level decompose
করে। আবার temp বাড়লে DOsat কমতে থাকে।

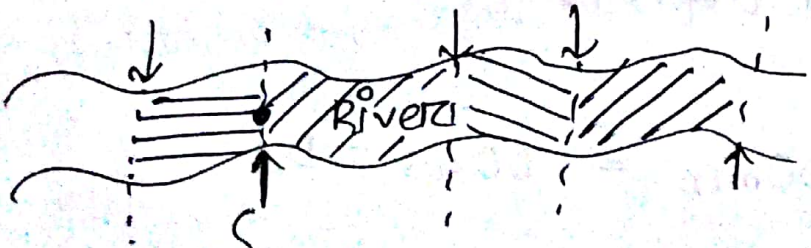
Effect of NBOD on DO sag curve.

$L_t = L_o e^{-kt}$

↓
ultimate CBOD.

shape জানব।

Multiple point sources:



initial এবে এই point এ যা পেয়েছি +
সেটা ঢুকছে।

Scanned by CamScanner

Limitations of oxygen sag eqn.

* পড়ুন

Estimation of parameters of DO sag eqn:

River* sag vel বেশি হলে kr বেশি হবে।

oxygen বেশি ঢুকবে।

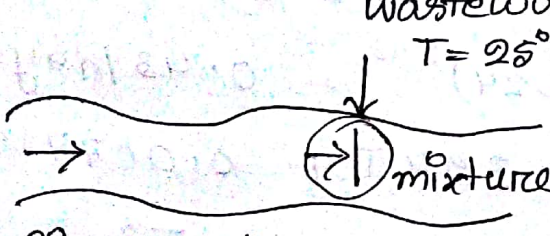
DO sat depends on pressure & temp.

DO sat eqn চেঞ্জ থাকবে।

chart সুযোগ বসাতে হবে না।

অক্সিজেন পানিতে DO কম, হত লবণ বেশি তত DO কম।

*Example: (আসবে → variation থাকবে) DO / DOmin চেঞ্জ থাকলে পারে



$Q_w = 15000\ m^3/d$
$= 0.17\ m^3/s$

$BOD_{5,w} = 40\ mg/L$ (treated হলে কমবে)

$DO_w = 2\ mg/L$

River water:

$T = 22°C$

$Q_r = 0.5\ m^3/s$

$BOD_{5,r} = 3\ mg/L$

$DO_r = 8\ mg/L$

Given: Lab. determined K value for mixture of wastewater and river water = 0.23/d

Velocity of stream = 0.2 m/s

Avg. stream depth = 2.66 m

Estimate DO_{min}, x_c, t_c and sketch DO profile for a 100 km reach

Scanned by CamScanner

Soln $Q_{mix} = Q_n + Q_{ww} = 0.5 + 0.17 = 0.67 m^3/s$

$$BOD_5 (mix) = \frac{40 \times 0.17 + 0.5 \times 3}{0.67} = 12.4 mg/L$$

$$L_o mix = \frac{BOD_5 (mix)}{1 - e^{-5k}} = \frac{12.4}{1 - e^{5 \times 0.23}}$$

$$= 18.2 mg/L$$

$DO mix = 6.5 mg/L$

$T mix = 22.8 °C$

$$K_d = K_T = K_{22.8} = 0.23 (1.047)^{2.8} = 0.26/day$$

$$K_n (20°C) = \frac{3.9 u^{1/2}}{H^{3/2}} = \frac{3.9 (0.2)^{1/2}}{(2.6)^{3/2}} = 0.4/day$$

$$K_n (22.8°C) = 0.4 (1.024)^{2.8} = 0.43/day$$

$$(DO)_{sat} = 14.62 - 0.394 T + 0.007714 T^2 - 0.0000646 T^3$$

$$= 8.9 mg/L$$

$$D_o = DO_{sat} - DO mix = 2.4 mg/L$$

$$t_c = \frac{1}{K_n - K_d} \ln \left\{ \frac{K_n}{K_d} \left[1 - \frac{D_o (K_n - K_d)}{K_d \cdot L_o} \right] \right\}$$

$$= 2.42 days$$

Scanned by CamScanner

$$D_c = \frac{k_d}{k_r} \cdot L_o e^{-k_d t_c} = \frac{0.26}{0.43} \times 18.2 \times e^{-0.26 \times 2.42}$$

$$= 5.87 \text{ mg/L}$$

$$DO_{critical} = DO_{min} = 8.9 - 5.87 = 3.03 \text{ mg/L}$$

$$x_c = 0.2 \text{ m/s} \times 2.42 \text{ days}$$

$$= 41.8 \text{ km}$$

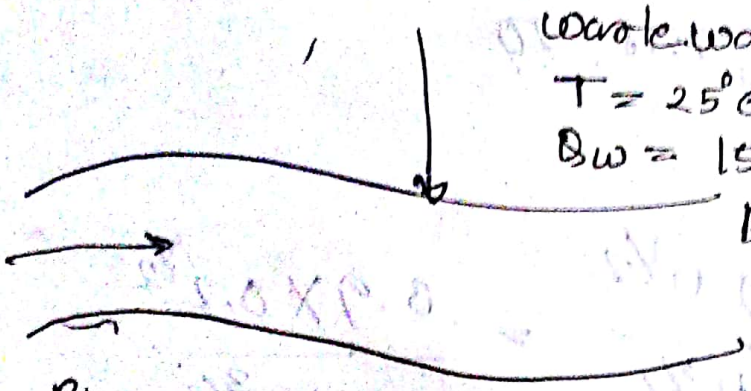
$$\text{now, } D = \frac{k_d L_o}{k_r - k_d} \left(e^{-k_d \cdot x/u} - e^{-k_r \cdot x/u}\right) + D_o e^{-k_r t}$$

use, $x = 20, 75, 100$ km, find D, find DO and then sketch DO profile. (profile গুলো আলাদা করে)

* D & t_c eqn মনে রাখবে।

Scanned by CamScanner

(a)



Waste water
$T = 25^\circ C$
$Q_w = 15000\ m^3/d = 0.17\ m^3/s$
$BOD_5 = 40\ mg/L$
$DO = 2\ mg/L$

River water
$T = 22^\circ C$
$Q_r = 0.5\ m^3/s$
$BOD_5 = 3\ mg/L$
$DO = 8\ mg/L$

Given
$K = 0.23/d$
$U = 0.2\ m/s$
$H = 2.66\ m$

$$Q_m = Q_r + Q_w = 0.5 + 0.17 = 0.67\ m^3/s$$

$$C_m = BOD_5(min) = \frac{3 \times 0.5 + 40 \times 0.17}{0.67}$$

$$= 12.4\ mg/L$$

$$L_o = \frac{BOD_5}{1 - e^{-kt}} = \frac{12.4}{1 - e^{-0.23 \times 5}}$$

$$= 18.79\ mg/L$$

$$T_{mix} = \frac{22 \times 0.5 + 25 \times 0.17}{0.67}$$

$$= 22.8^\circ C$$

Scanned by CamScanner

$K_d = 0.23 \times 1.047^{22.8-20}$

$= 0.26/\text{day}$

$K_r(20) = \frac{3.9\,v^{1/2}}{H^{3/2}} = \frac{3.9 \times 0.2^{1/2}}{2.66^{3/2}}$

$= 0.4/\text{day}$

$K_r(22.8^\circ C) = 0.4 \times 1.024^{22.8-20}$

$= 0.43/\text{day}$

$DO_{mix} = \frac{0.5 \times 8 + 0.17 \times 2}{0.67} = 6.5\,mg/L$

$DO_{sat} = 14.62 - 0.394T + 0.007714T^2 - 0.0000646T^3$

$= 14.62 - 0.394 \times 22.8 + 0.007714 \times 22.8^2 - 0.0000646 \times 22.8^3$

$= 8.9\,mg/L$

$\therefore D_0 = DO_{sat} - DO_{mix}$

$= 8.9 - 6.5$

$= 2.4\,mg/L$

Scanned by CamScanner

$$t_c = \frac{1}{k_r - k_d} \ln\left\{\frac{k_r}{k_d}\left(1 - \frac{D_o(k_r - k_d)}{k_d L_o}\right)\right\}$$

$$= \frac{1}{0.43 - 0.26} \ln\left\{\frac{0.43}{0.26}\left(1 - \frac{2.4(0.43 - 0.26)}{0.26 \times 18.1}\right)\right\}$$

$$= 2.42 \text{ days.}$$

$$x_c = ut_c = \frac{0.2 \times 2.42 \times 24 \times 3600}{1000} = 41.8 \text{ km}$$

$$D = \frac{k_d L_o}{k_r - k_d}\left(e^{-k_d t} - e^{-k_r t}\right) + D_o e^{-k_r t}$$

At $\frac{dD}{dt} = k_d L_o e^{-k_d t} - k_r D_c = 0$

$$\therefore D_c = \frac{k_d}{k_r} L_o e^{-k_d t}$$

$$= \frac{0.26}{0.43} \times 18.1 \times e^{-0.26 \times 2.42}$$

$$= 5.83 \text{ mg/L}$$

$\therefore DO_{min} = DO_{critical} = DO_{sat} - D_c$

$= 8.9 - 5.83$

$= 3.07 \text{ mg/L}$

Scanned by CamScanner

When $x = 100$ km

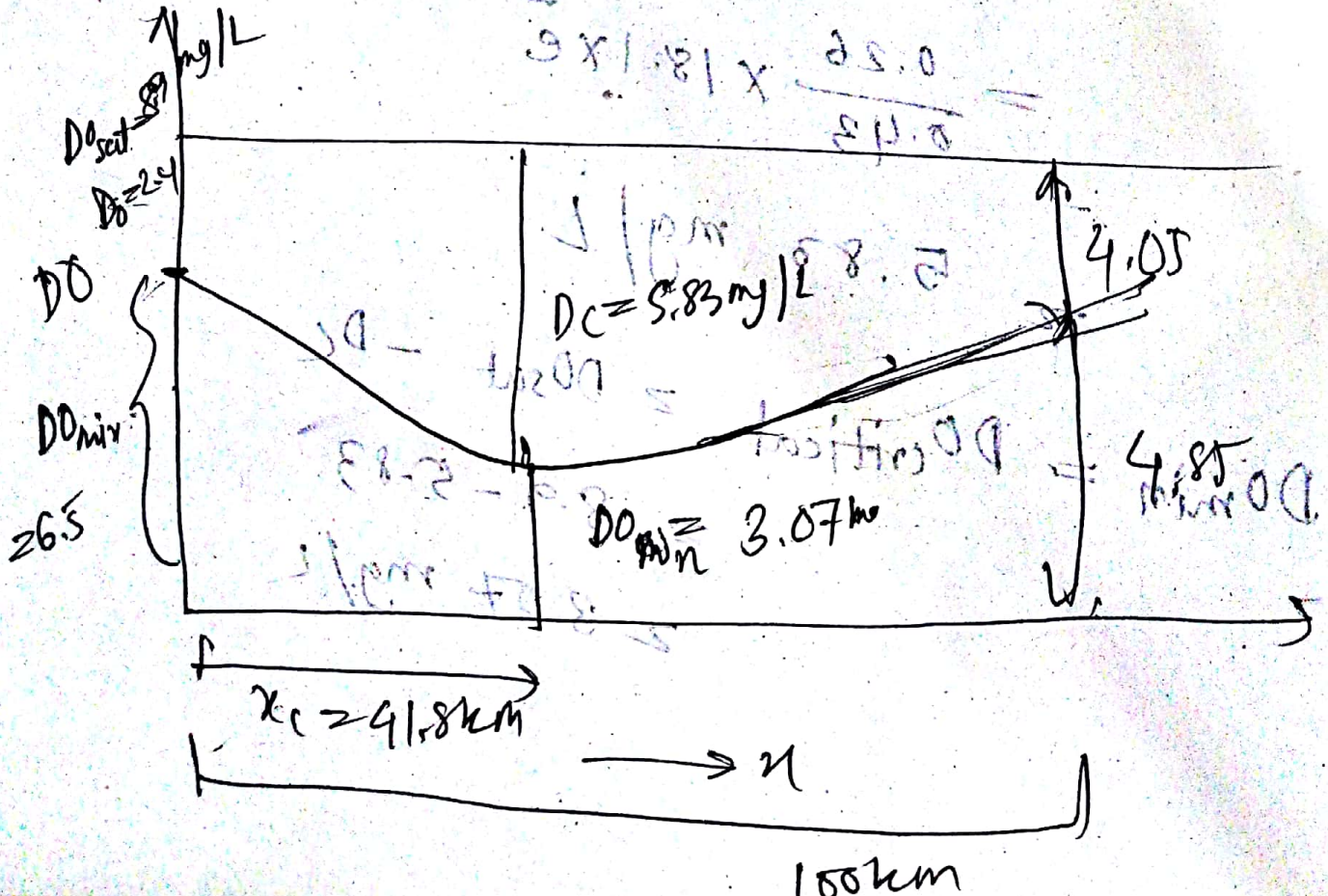
$$t = \frac{x}{v} = \frac{100 \times 10^3}{0.2} = 5.79 \text{ days}$$

$$D = \frac{0.26 \times 18.1}{0.43 - 0.26}\left(e^{-0.26 \times 5.79} - e^{-0.43 \times 5.79}\right) + 2.4\, e^{-0.43 \times 5.79}$$

$$= 4.05 \text{ mg/L}$$

$$\therefore DO = 8.9 - 4.05$$

$$= 4.85 \text{ mg/L}$$



Scanned by CamScanner

(4) $Q_w = 1.2 m^3/s$ $\quad Q_s = 9.3 m^3/s$

$BOD = C_w = 60 mg/L$ $\quad C_s = 6 mg/L$

$k_d = 0.2/day$

a) Instantaneous mixing,

$$C_m = \frac{C_s Q_s + C_w Q_w}{Q_s + Q_w}$$

$$= \frac{(6 \times 9.3) + (60 \times 1.2)}{9.3 + 1.2}$$

$$= 12.2 mg/L$$

b) $U = 0.3 m/s$

$x = 40000 m$

$$\therefore t = \frac{x}{U} = \frac{40000}{0.3 \times 24 \times 3600} = 1.54 days$$

$$L_t = L_0 e^{-kt}$$

$$= 12.2 e^{-0.2 \times 1.54}$$

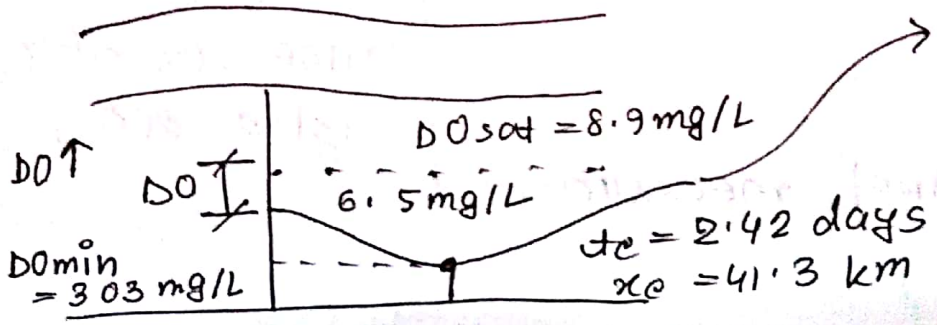
$$= 8.96 mg/L$$

Scanned by CamScanner

3/07/18

Ashraf Sir

Previous Problem :



এখানে নিজে নিজেই DO বাড়ে aeration এর জন্য। এরে self purification.

Pollution control :

Factors affecting self-purification.

Q. What are the factors affecting self-purification?

Time ↑ pathogen কমে

Temp ↑ দ্রুত " "

Shallow stream হলে aeration ভালভাবে হয়।

সমস্ত water quality ভাল হয়।

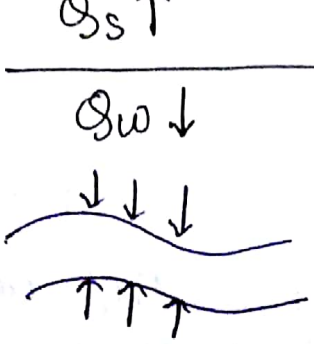
major component organic matter. এর control করতে পারলে বাকিগুলো automatically control হয়ে যাবে। এর thumb rule.

Scanned by CamScanner

Flow ~~managem~~ augmentation

$Q_s \uparrow$ $C_s \downarrow$ control non-point sources of pollution

$Q_w \downarrow$ $C_w \downarrow$ wastewater treatment



water quality improve করতে হলে C_w & Q_w কমাতে হবে। আবার, C_s কমিয়ে Q_s বাড়াতে হবে।

Pollution control measures:

* xm এ আছে।

Control of non-point source pollution:

water body র পাশে vegetation থাকলে run-off হয়ে আসা পানি/pollutant কমে যায়।

Water Quality in Lakes and Reservoirs:

Lake এ flow খুব slow river এর তুলনায়।

lake ছোট বা বড় হতে পারে। textbook এ huge lake বুঝানো হয়।

lake এ পানি stagnant. এই problem, সমস্যা হয়।

Algal growth হয়।

Global scale:

Major water quality problem in lake:

- algal bloom or eutrophication.

Scanned by CamScanner

Bangladesh context : Lake water

- Organic pollution
- Eutrophication
- Encroachment

8টা nutrient important for algal growth.

Important nutrients for eutrophication:

C, P, N

এগুলো পানিতে অনেক small amount থাকে।

C আসে atmosphere থেকে

N আসে atmosphere + wastewater থেকে

P আসে mainly from coastewater.

তাই wastewater কমানো খুবই P কমানোর চেষ্টা, C, N কমানোর চেষ্টা না, তাই P কে limiting nutrient বলে।

algae মরে গেলে organic matter হয়, তখন DO কমে যায়।

algal bloom এর মাধ্যমে disease ও হতে পারে।

Scanned by CamScanner

Surface water quality : Lakes and Reservoir

DO↑ Oligotrophic – new lake → low nutrient, organic matter

DO↓ Eutrophic – old lake → high nutrient, high organic matter

DO-good Mesotrophic – intermediate → moderate nutrient, organic matter

↓

healthy → মাছ, species, মাছ বেশি।

* দরকার।

Eutrophication:

– natural eutrophication

– cultural eutrophication.

wastewater না ফেললেও naturally nutrient জমে algal bloom হয়। long process, 1000 years লাগে। এটা natural.

cultural → faster process,

* দরকার।

Nutrients and Eutrophication:

যদি কোন পানিতে algae বেশি থাকে, সেই পানির pH অনেক বেশি, pH 9/9.5 হয়ে যায়।

Scanned by CamScanner

N/P এর limiting value important.

P = 0.015 mg/L } মনে রাখবে।
N = 0.3 mg/L

* পড়ুন।

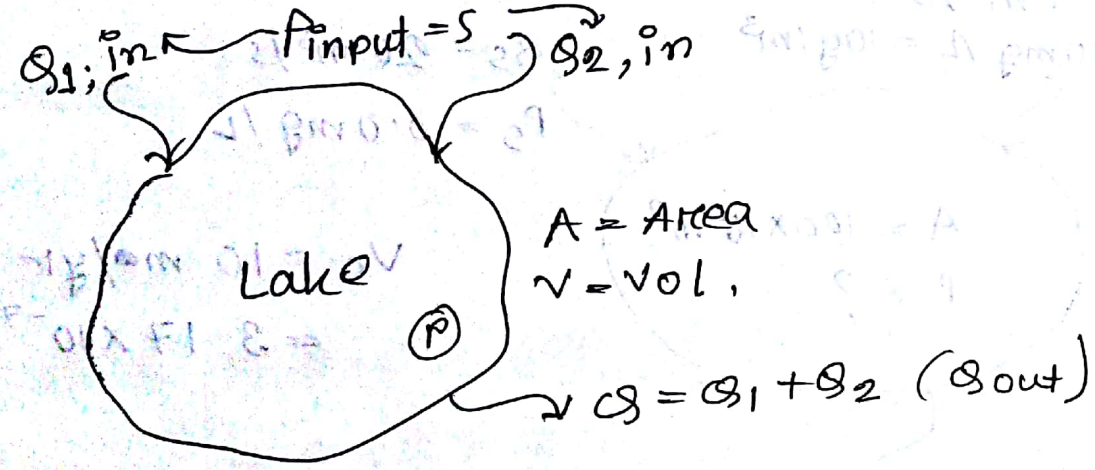
Why is Phosphorus the limiting nutrient?

algae মাপার জন্য chlorophyLL a হিসেবে।

* ⇒ What do you understant by limiting nutrient?

- যেই nutrient, C, N কমালে algae কমে না, P কমালে algae কমে।

Surface water quality:



Phosphorus model

V_s = setting rate

* পড়ুন।

Scanned by CamScanner

Example : (xm ৬ ঘাসের variation)

$A = 100 \times 10^6\ m^2$

$Q_w = 0.4\ m^3/s$

$P_w = 10\ mg/L = 10\ g/m^3$

$Q_s = 20\ m^3/s$

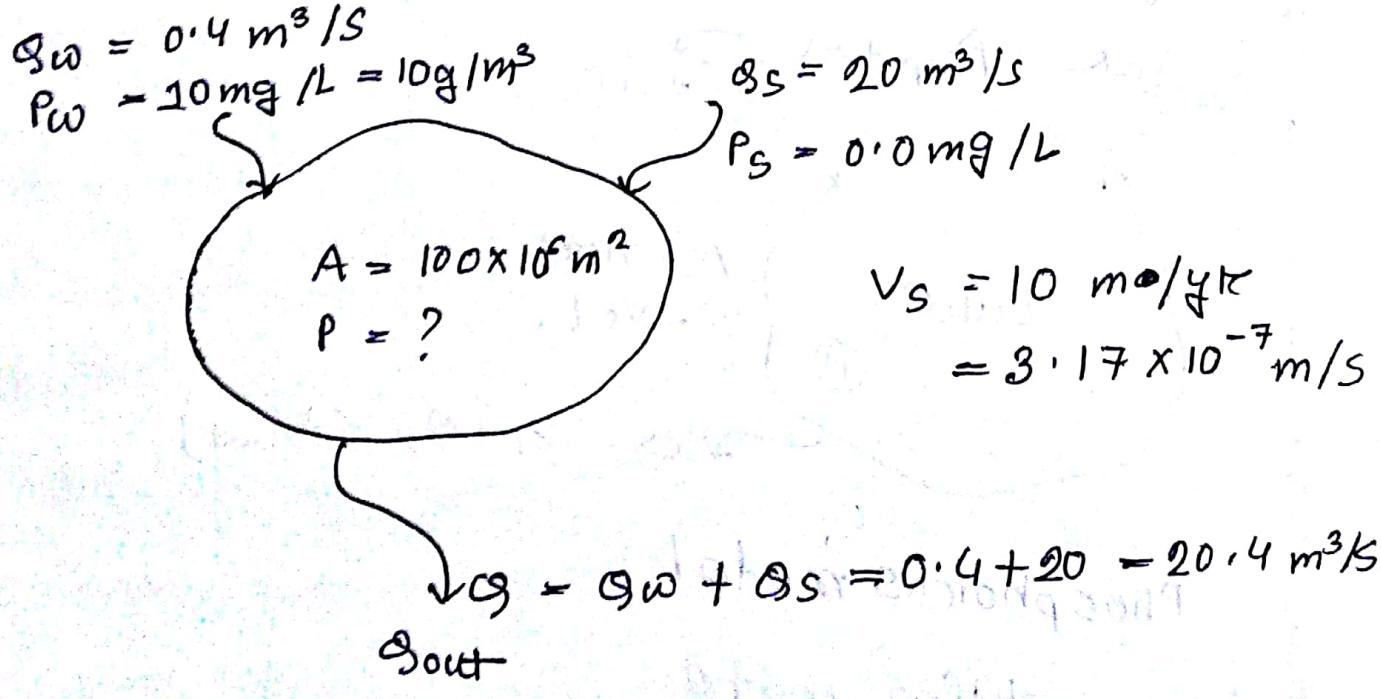
$P_s = 0.0\ g/m^3$

$v_s = 10\ m/yr = 3.17 \times 10^{-7}\ m/s$

a lake fed by a stream also receives waste water.

(i) Estimate average P conc. in lake.

(ii) Estimate P removal rate at a treatment plant to keep P conc. below 0.01 mg/L.



Scanned by CamScanner

Soln

Phosphorus (P) loading :

$S_w = 0.4\ m^3/s \times 10\ g/m^3 = 4\ g/s$

$S_s = 0$

$\therefore S = S_w + S_s = 4\ g/s$

Total flow: $Q = Q_w + Q_s = 0.4 + 20 = 20.4\ m^3/s$

$$P = \frac{S}{Q + V_s \cdot A}$$ (unit ঠিক হচ্ছে) (xm unit কি দেয়া আছে সেখান থেকে নেয়া হয়)

$[mg/L = g/m^3]$

$$= \frac{4}{20.4 + 3.17 \times 10^{-7} \times 100 \times 10^6}$$

$= 0.077\ mg/L$

now if $P = 0.01\ mg/L$,

$$P = 0.01 = \frac{S}{Q + V_s \cdot A}$$

$\Rightarrow S = 0.01\ (20.4 + 3.17 \times 10^{-7} \times 100 \times 10^6)$

$= 0.521\ g/s$

If $S = 0.521\ g/s$, req $S_w = S - S_s = 0.521\ g/s$

actual $S_w = 4\ g/s$

% Removal req $= \frac{4 - 0.521}{4} \times 100 = 87\%$

Scanned by CamScanner

Thermal stratification in Lakes :

জীবপ্রধান দেশে এটা হয়।

Epillimnion → বাতাসের সংস্পর্শে। temp কাছাকাছি।

Metalimnion → thermocline। rapidly temp drop করে।

পানির উপরে low density. summer এ hot. winter এ বরফ। তাই density কম।

winter কেটে গেলে সব বরফ ~~~~ গলে মিশে এক হয়ে যায়। কোন layer থাকে না।

Fall over turn → উপরের পানি 4°c হয়ে যায়। তখন উপরে পানি নিচে চলে আসে। আর নিচের পানি উপরে চলে যায়।

spring এও হয়।

* পড়ব।

*কোন lake susceptable to lower DO and overturn?

Scanned by CamScanner

Water quality management in Lakes:

* important.

10.07.18

Asraf Sir

Groundwater Pollution:

Subsurface environment → saturated zone থেকে water extract করা হয়।

Aquifer: perched water table → non-saline confined aquifer saline হতে পারে।

Sources of Ground water contamination:

In Bangladesh, বেশিরভাগ ল্যান্ডফিল্ড lining না থাকায় কারণে leachate ঢুকে যেতে পারে। Many companies dispose chemicals underground.

Aquifer এ bacteria পাওয়া যায় due to pit latrine.

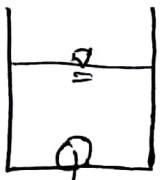
Transport process of solutes in a porous media:

Advection → Movement of dissolved solutes with groundwater with the velocity of river.

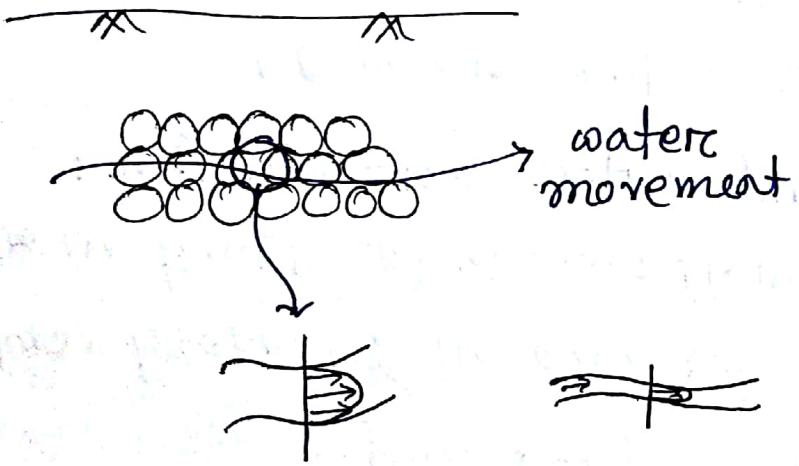
Scanned by CamScanner

Diffusion:

Dispersion → solutes শুধুমাত্র bulk movement এর কারণে এগিয়ে যায় না, ছড়িয়ে পড়ে।



Mechanical mixing: যে solute middle এ থাকে তাড়াতাড়ি move করে, যেটা corner এ থাকে slowly move করে।



বড়টুকু দ্রুত যাবে। ঘর্ষণ friction করে। কিছু আটকিয়ে যায়, কিছু পিছিয়ে যায়।

Effect of dispersion:

dispersion এর কারণে sollute আগে পিছে যায়।

How এর দিকে বেশি হবে।

Scanned by CamScanner

Hydrodynamic Dispersion

Mechanical mixing → এটাকে summation.

α → function of aquifer.

velocity খুব slow → clay material এ. তখন $\alpha \bar{v}$ বাদ দিতে পারি,

যখন velocity high তখন D^* বাদ দিতে পারি,

along the flow dispersion বেশি, কারণ flow এর দিকে $\alpha \bar{v}$ এর value বেশি।

1-D Dispersion of a pulse tracer in a column:

1-D Advection Dispersion : Pulse Input

একটা certain mass একবারে input দিব।

এটা move করবে, এটা ছড়াবে, peak এটা কমবে,

$$C(x,t) = \frac{M}{n\sqrt{4\pi D_L t}} e^{-\frac{(x-vt)^2}{4D_L t}}$$

n = porosity

D_L = Long direction dispersion coeff.

$C(x) = \frac{M}{n\sqrt{4\pi\alpha x}}$ → থেকোন ছড়ানোর peak.

Scanned by CamScanner

α = often taken to be equal to mean grain size of the media.

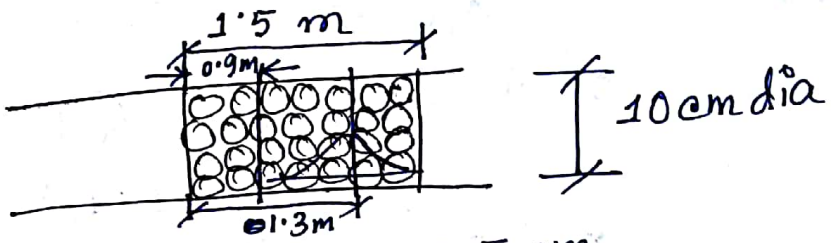
Problem: (1 time input)

A column experiment is set up in the laboratory. Sand with a mean grain size of approx 0.5mm is packed (porosity 0.3) into a cylindrical column, 1.5m in length and 10cm in dia. Water flows through the column with a seepage velocity of 1m/hr. 5mg of salt are injected into the column (pulse injection).

a) what will be the conc. of salt after an hour at a distance 0.9 m down the column?

b) When the tracer mass is centered 1.3 m down the column, what is the conc. of tracer at this location?

Scanned by CamScanner



Grain size $= 0.5\,mm$

$n = 0.3$

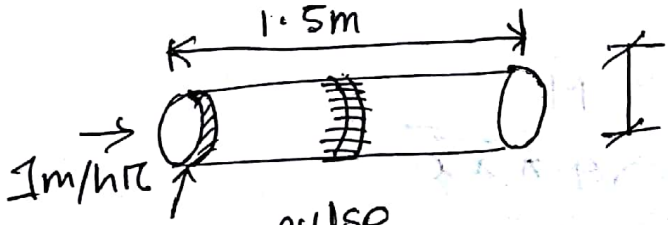
$\bar{v} = 1\,m/hr$

Pulse input $= 5\,gm$ salt.

Find: a) $C\ (0.9\,m, 1\,hr)$

b) $C\ (1.3\,m)$

Soln



(a) we know, $C(x,t) = \frac{M}{n\sqrt{4\pi D_L t}} e^{-\frac{(x-vt)^2}{4D_L t}}$

$C\ (0.9\,m, 1\,hr) = ?$

$M = \frac{5\,mg}{\pi (0.05)^2}$

$D = \alpha v$

$= (0.5mm) \times (1\,m/hr)$

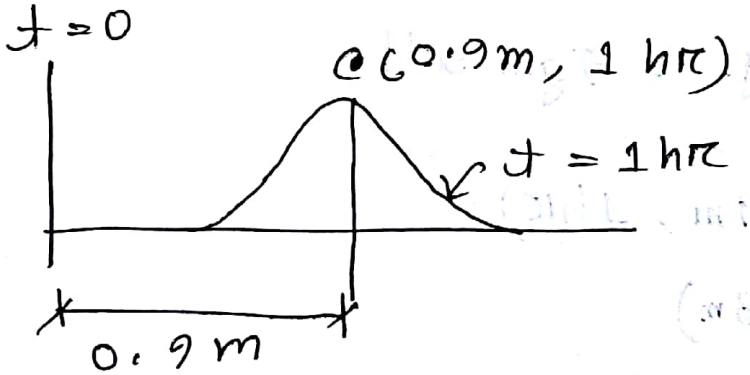
$= 5 \times 10^{-4}\ m^2/hr$

[ignoring D^*]

Scanned by CamScanner

$$c(0.9m, 1hr) = \frac{\frac{5}{\pi(0.05)} \frac{mg}{m^2}}{0.3\sqrt{4\pi \times 5 \times 10^{-4} \times 1}\ m} \times e^{-\frac{(0.9 - 1\times 1)^2}{4\times 5\times 10^{-4}\times 1}}$$

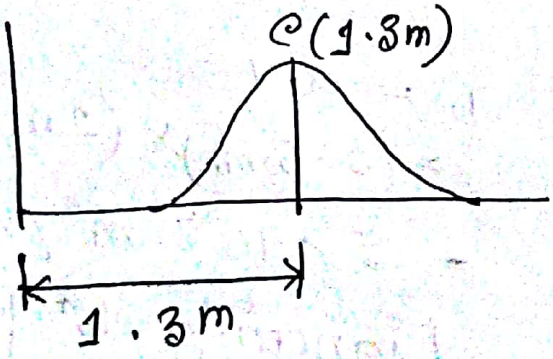
$$= 180\ mg/m^3$$



(b) $$c(x) = \frac{M}{n\sqrt{4\pi\alpha x}}$$

$$= \frac{5/\pi(0.05)^2}{0.3\sqrt{4\pi \times 0.5 \times 10^{-3} \times 1.3}}$$

$$= 23000\ mg/m^3$$



Scanned by CamScanner

1-D Advective Dispersive Transport:

Continuous input:

D_x = Dispersion in x direction

Sandy silty soil এর জন্য eqn 5.

Table 3-4 দেখা থাকবে।

value থাকা থাকি হলে interpolation.

lab data যোগাড় জন্য use করা হয়।

Advective - Dispersion transport with chemical reaction:

এইসব কারণে solute এর movement retard হয়।

Scanned by CamScanner

14/07/18

Asraf Sir

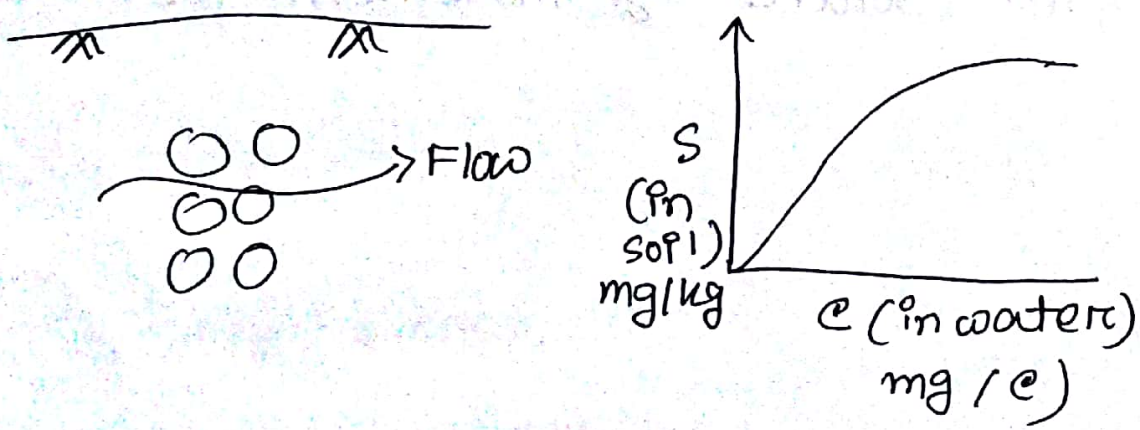
Solute Transport in saturated homogenous porous media : continuous source

clayey soil এ D^* use করব। eqn 4.

sandy soil এ eqn 5.

Advective - Dispersive Transport with chemical reaction.

* name গুলো পড়ব।



একটা পর্যায়ে clay তে পানি আর soil এ যাবে না। কারণ capacity fullfill হয়ে যাবে।

D এর জন্য D/R, v এর জন্য v/R।

Scanned by CamScanner

* Fig: Advance of ... ভোল বদর পড়ব।

Retardation of solutes due to adsorption.

সবচেয়ে বেশি তেলে পানির সাথে এ. বাবা তেলে ঢ সাথে কারণ ground slope এ দিকে।

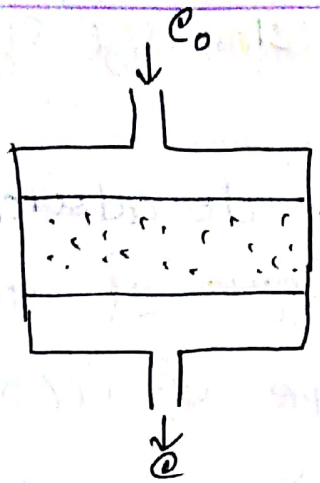
PCE পিছিয়ে গেছে। কারণ soil এর মধ্যে adsorption হচ্ছে। তাই আগাতে পারে নাই।

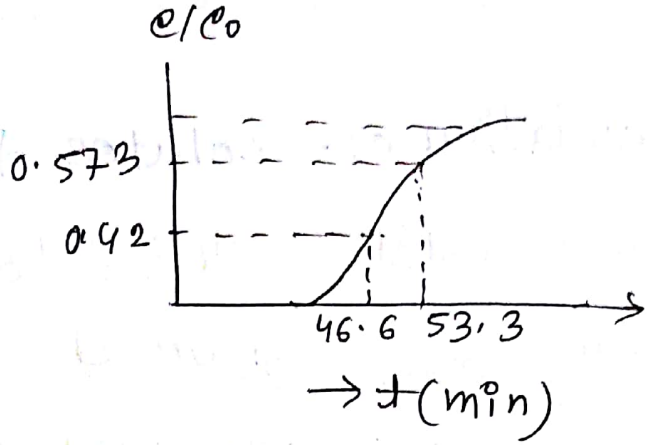
এ এর soil এর সাথে কোন adsorption নাই।

R মত ছোট তত কম পিছাবে।

Ex 1 A non-reactive (conservative) solute is sent through a column (filled with relatively homogeneous sand) 30 cm in length at a velocity of 1×10^{-2} cm/s. The $C/C_0 = 0.42$ point arrived after 46.6 minute; ~~Estimate~~ The $C/C_0 = 0.573$ point arrived after 53.3 min. Estimate dispersivity of sand (neglect molecular diffusion).

Scanned by CamScanner





sandy soil : dispersion — molecular diffusion (D^*) (×)
dispersion — mechanical mixing ($\alpha \bar{v}$) (✓)

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_x \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \bar{v}_x \cdot \frac{\partial C}{\partial x}$$

solution, neglecting molecular diffusion,

$$C/C_0 = \frac{1}{2}\left[\text{erfc}\left(\frac{x - \bar{v}_x \cdot t}{2\sqrt{D_x t}}\right)\right]$$

at $t = 46.6$ min, $C/C_0 = 0.42$

$$0.42 = \frac{1}{2}\left[\text{erfc}(\beta)\right]$$

$$\Rightarrow 0.84 = \text{erfc}(\beta)$$

From table (Error function chart), if

Scanned by CamScanner

$\text{erfc}(\beta) = 0.84, \quad \beta \simeq 0.14$ (by interpolation)

$$0.14 = \beta = \frac{x - \bar{v}_x t}{2\sqrt{D_x t}} = \frac{30 - 1\times10^{-2} \times 60 \times 46.6}{2 \times \sqrt{D_x \times 46.6 \times 60}}$$

$\Rightarrow D_x = 0.019 \text{ cm}^2/\text{s}$

Now, $D_x = \alpha \bar{v}_x + D^*$ (neglect)

$$\therefore \alpha = \frac{0.019}{10^{-2}} = 1.9 \text{ cm}$$

at $t = 53.3$ min, $c/c_0 = 0.573$

$$0.573 = \frac{1}{2}\text{erfc}\left(\frac{30 - 1\times10^{-2}\times60\times53.3}{2\sqrt{D_x \times 53.3 \times 60}}\right)$$

$$\Rightarrow 1.146 = \text{erfc}\left(\frac{30 - 32}{2\sqrt{D_x \times 53.3 \times 60}}\right)$$

$$\Rightarrow 1.146 = \text{erfc}(-\beta) = 1 + \text{erf}(\beta)$$

$$\Rightarrow \text{erf}(\beta) = 0.146$$

From error function chart, $\beta = 0.13$

$$\therefore 0.13 = \frac{32 - 30}{2\sqrt{D_x \times 53.3 \times 60}}$$

$\Rightarrow D_x = 0.019 \text{ cm}^3/\text{sec}$

Scanned by CamScanner

$\therefore \quad a = 1.9\,cm$

$$\alpha_{avg} = \frac{1.9 + 1.9}{2} = 1.9\,cm$$

Scanned by CamScanner

14.07.18

Ashraf Sir

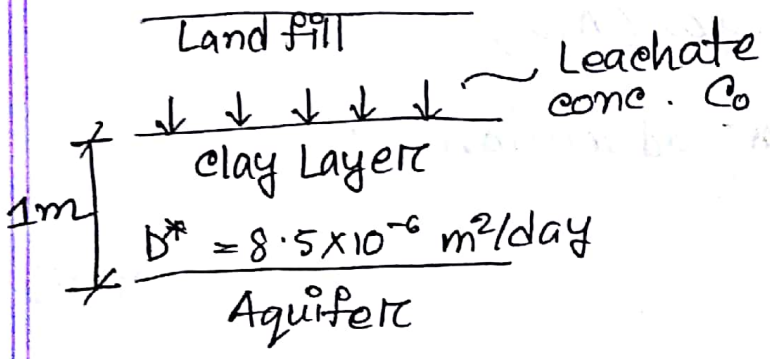
Error function : erf(x)

Complementary error function : erfc(x) [এর বেরি মানে]

erfc(x) & erf(x) are related

erfc(β) = 1 − erf(β)

Ex 2



Estimate the time when contaminent conc. in the aquifer will be 20% of that in the landfill.

Soln advection খুব slow, diffusion control – eqn 4.

For diffusion controlled transport, solution to 1-D advection dispersion equation becomes,

Scanned by CamScanner

$$C/C_0 = \text{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{D^* t}}\right)$$

$$\therefore C/C_0 = 0.2 = \text{erfc}(\beta) \quad ; \text{where } \beta = \frac{x}{2\sqrt{D^* t}}$$

from error function chart,

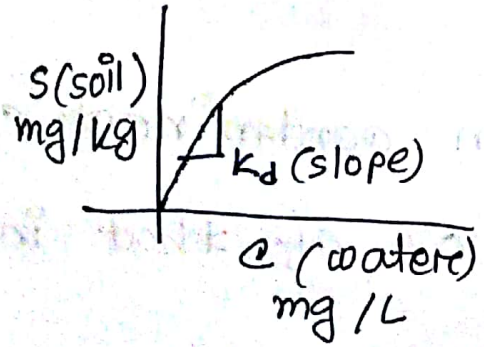
if $\text{erfc}(\beta) = 0.2$, $\beta = 0.9$

$$\therefore 0.9 = \frac{x}{2\sqrt{D^* t}}$$

$$\therefore t = \frac{1^2}{2^2 \times 0.9^2 \times 8.5 \times 10^{-6}}$$

$\therefore t = 99.5$ years (Ans)

* clay layer এমনকি advection = 0.



*Assume that the solute undergo adsorption with $K_d = 1.1\ cm^3/g$. For the soil $\rho_b = 2\ g/cm^3$, $n = 0.25$. Estimate the time.

Scanned by CamScanner

Here, $D^{*\prime} = \frac{D^*}{R}$ where, $R = 1 + \frac{\rho_b}{n} \cdot K_d$

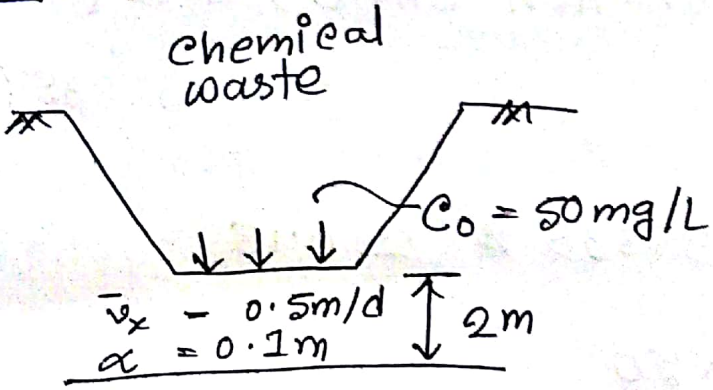
$= 1 + \frac{2}{0.25} \times 1.1$

$= 9.8$

$\therefore t = \frac{1^2 \times 9.8}{(2)^2 \times (0.9)^2 \times 8.5 \times 10^{-6}}$

$= 975$ years

Ex 3



continuous input

calculate conc. at a distance 2m from the bottom of the waste pond after 3 days assuming vertical 1-D transport. (Assume conservate contaminant and neglect molecular diffusion)

Sol^n advection control

$\bar{v}_x = 0.5$ m/day

$D_x = \alpha \bar{v}_x + D^*$ → neglect

Scanned by CamScanner

$= 0.1 \times 0.5 = 0.05 \ m^2/day$

$$C/C_0 = \frac{1}{2} \text{erfc}\left(\frac{x - \bar{v}_x t}{2\sqrt{D_x t}}\right)$$

$$= \frac{1}{2} \text{erfc}\left(\frac{2 - 0.5 \times 3}{2\sqrt{0.05 \times 3}}\right)$$

$$\Rightarrow C/C_0 = \frac{1}{2} \text{erfc}(0.645)$$

From error function chart, erfc (0.645)

$\simeq 0.35835$ (inter-polation)

$$C/C_0 = \frac{1}{2} \times 0.35835 \simeq 0.18$$

$$\therefore C = 0.18 \times 50$$

$$= 9 \ mg/L$$

(Note : when both advection and dispersion process are important eq (3), instead of eq 4 and 5 should be used)

Scanned by CamScanner

Water Quality Problems in Bangladesh

Arsenic contamination of ~~Ban~~ Groundwater

Global Arsenic Occurance

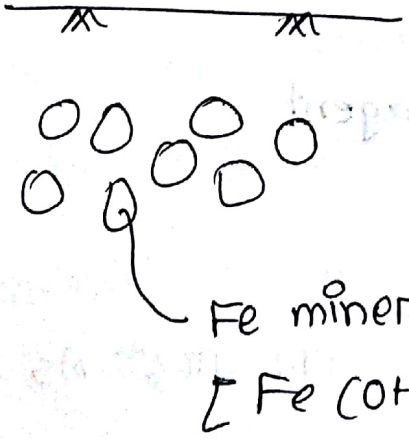
South, south-west, north-east এ arsenic pollution আছে। north bengal এ বাই হোক (কারণ)।

* As problem is complicated - why? (আগে)

Most likely source As and mechanism of its mobilization in the subsurface

* পড়ব।

Role of 'Reduction' as mobilization



* mechanism হোল কারণ পড়ব হবে।

Scanned by CamScanner

Possible Alternatives to As affected ground water:

* MAR কি?

Treatment of Groundwater

As(III) — dominant in reducing env — more toxic (10গুণ বেশি)

As(V) - dominant in oxidizing env.

মাটির নিচে oxygen কম, reducing env.
surface water এ oxygen বেশি,

As(III) দূর করা difficult,

$As(III) \rightarrow As(V) \rightarrow$ Remove $As(V)$

Principles of arsenic removal technologies:

(A) ~~Oxy~~ Oxidation:

$As(III) \xrightarrow{\text{oxidizing agent}} As(V)$

$Fe^{2+} \xrightarrow{\text{air is enough}} Fe(OH)_3(s)$

iron precipitate করতে, তার সাথে As মেশে থাকে।

Scanned by CamScanner

* Passive Sedimentation

পড়ুব।

(B) coagulation - adsorption - coprecipitation

(c) adsorption

media একসময় exhaust হয়ে যাবে, তখন replace করা লাগে।

Technologies used for As Removal in Bangladesh

(2) AIR — aeration to oxidize iron → iron দূর যাবে As লাগে → filter করলে দূর হবে।

(4) SIDKO → commercial

Question

filter করার আগে iron দূর করে নিতে হবে। নাহলে filter clog হয়ে নষ্ট হয়ে যাবে।

Arsenic in food chain

irrigation এর পানি থেকে shallow tubewell থেকে যেটা As contaminate.

Scanned by CamScanner

1m গভীর in total খেয়া হয়।

প্রতি hecton এ 1 kg করে As থাকে

Background level → 5-10 mg/kg (মাটিতে As থাকে)

irrigation এর ফলে বেড়ে 70 mg/kg হয়ে যায়।

Arsenic in Rice and Food Items

value সুপারিশ করতে হবে না।

Salinity Problem in Coastal Area

Common water options in coastal areas

* পড়ব

* water part এর ques আগেরটার সাথে মিলবে না। class note follow করতে হবে।

Scanned by CamScanner