অধ্যায়-৭ অরিফিস এবং মাউথপিসের মধ্য দিয়ে প্রবাহ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। অরিফিস বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০০৭, ১৮'পরি

উত্তরঃ অরিফিস হলো তরলপূর্ণ পাত্রের মধ্যে একটি উন্মুক্ত স্থান, যার মধ্য দিয়ে তরল বাইরে প্রবাহিত হতে পারে, যা অরিফিস নামে পরিচিত। তরল প্রবাহের দিকে যতক্ষণ পর্যন্ত এই ছিদ্র বা উন্মুক্ত স্থানের উপর তরল স্তর অবস্থান করে ততক্ষণ পর্যন্ত ঐ ছিদ্রকে অরিফিস বলা হয়।

*** ২। অরিফিস কী কাজে ব্যবহৃত হয়?** বাকাশিবো- ২০১৯'পরি

উত্তরঃ অরিফিস তরলের নির্গমন বা প্রবাহের হার নির্ণয়ের কাজে ব্যবহৃত হয়।

***** ৩। মাউথপিস কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০১৫'পরি, ১৮, ১৯, ২০

উত্তরঃ নির্গমন বৃদ্ধি করার জন্য অরিফিসের সাথে অরিফিসের ব্যাসের দ্বিগুণের বেশি দৈর্ঘ্যের সংযুক্ত পাইপকে মাউথপিস বলে।

***** ৪। মাউথপিস ব্যবহারের সুবিধা উল্লেখ কর।**

বাকাশিবো- ২০১০, ১১'পরি, ১৩, ২৪

উত্তরঃ মাউথপিস ব্যবহারের সুবিধা ঃ

i) অরিফিসে যে পরিমাণ তরল নির্গত হয় মাউথপিস ব্যবহারের ফলে তার চেয়ে বেশি নির্গমন পাওয়া যায়।

ii) মাউথপিস ব্যবহারের ফলে নির্গমন সহগ বৃদ্ধি পায়।

iii) শক্তির অপচয় কম হয়।

iv) সুনির্দিষ্ট দিক নিয়ন্ত্রণ করে;

v) তরলের চাপকে উচ্চ গতিবেগে রূপান্তর করতে কার্যকর ভূমিকা পালন করে।

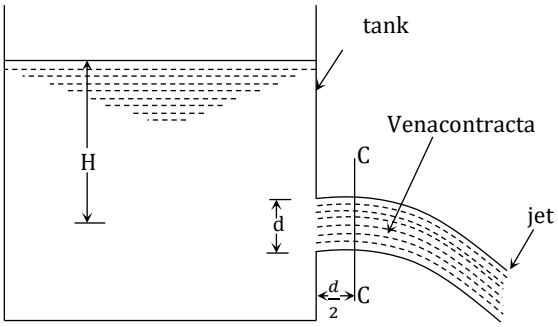
***** ৫। নির্গমনের সহগ কীভাবে বৃদ্ধি করা যায়?** বাকাশিবো- ২০০৮'পরি

উত্তরঃ মাউথপিস ব্যবহার করে নির্গমনের সহগ বৃদ্ধি করা যায়।

*** ৬। ভেনাকন্ট্রাকটা বলতে কী বুঝায়?

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৮, ১০, ১১, ১৪, ১৫'পরি, ১৯'পরি, ২০'পরি, ২২, ২৩

উত্তরঃ অরিফিস থেকে নির্গত পানির জেটের ক্ষেত্রফল যে সেকশনে সবচেয়ে কম ও অনুভূমিক এবং পানির কণাগুলো সাধারণত সমান্তরাল থেকে থাকে তাকে ভেনাকন্ট্রাকটা বলে।



চিত্র ঃ ভেনাকন্ট্রাকটা

Note ঃ পানির জেট হলো অরিফিস (ছিদ্র) এর মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত পানির একটানা স্রোতধারা।

** ৭। বেগের সহগ (C_v) বলতে কী বুঝায়?

বাকাশিবো- ২০১৭'পরি, ২০'পরি, ২১

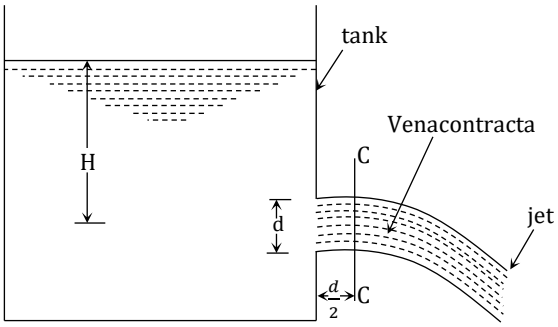
উত্তরঃ ভেনাকন্ট্রাকটাতে জেটের প্রকৃত বেগ এবং তাত্ত্বিক বেগের অনুপাতকে বেগের সহগ বলে। একে C_v দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$C_v = \frac{\text{ভেনাকন্ট্রাকটার জেটের প্রকৃত বেগ}}{\text{তাত্ত্বিক বেগ}}$$

৮। সংকোচন সহগ (C_c) বলতে কী বুঝায়? বাকাশিবো- ২০১০'পরি

উত্তরঃ ভেনাকন্ট্রাকটাতে জেটের ক্ষেত্রফল এবং অরিফিসের ক্ষেত্রফলের অনুপাতকে সংকোচন সহগ বলে। একে C_c দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$C_c = \frac{\text{ভেনাকন্ট্রাকটার জেটের ক্ষেত্রফল}}{\text{অরিফিসের ক্ষেত্রফল}}$$



চিত্র ঃ ভেনাকন্ট্রাকটা

****৯। নির্গমনের সহগ বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০০৫, ১১'পরি, ১৫'পরি

উত্তরঃ অরিফিসের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তরলের প্রকৃত নির্গমন এবং তাত্ত্বিক নির্গমনের অনুপাতকে নির্গমনের সহগ বলে। একে C_d দ্বারা প্রকাশ করা হয়। $C_d = \frac{\text{প্রকৃত বেগ}}{\text{তাত্ত্বিক বেগ}} = \frac{Q_{ac}}{Q_{th}}$

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। অরিফিস ও মাউথপিসের মাঝে পার্থক্য লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ১০, ১৪, ১৮

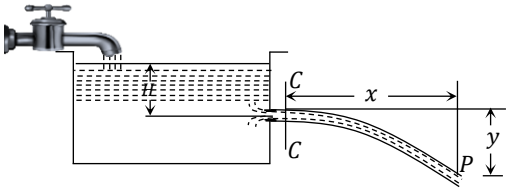
উত্তরঃ অরিফিস ও মাউথপিসের পার্থক্য নিম্নে দেওয়া হলো ঃ

অরিফিস	মাউথপিস
১) পাত্রের পার্শ্বে বা তলদেশের ছিদ্রকে অরিফিস বলে।	১) অরিফিসের সাথে সংযুক্ত অরিফিসের ব্যাসের দ্বিগুণের বেশি দৈর্ঘ্যের সংযুক্ত পাইপকে মাউথপিস বলে।
২) অরিফিসের নির্গমন সহগ কম। তাই নির্গমন কম।	২) মাউথপিসের নির্গমন সহগ বেশি। তাই নির্গমন বেশি।
৩) অরিফিসের ক্ষেত্রে $C_d = 0.62$ ধরা হয়।	৩) মাউথপিসের ক্ষেত্রে $C_d = 0.707$ বা 0.855 ধরা হয়।
৪) অরিফিস তীক্ষ্ম ধার বিশিষ্ট হয়।	৪) মাউথপিসের ধার মসৃণ হয়।

*** ২। প্রমাণ কর যে, বেগের সহগ $C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$ (সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৭'পরি, ১০'পরি, ১১, ১২'পরি, ১৩, ১৪'পরি, ১৬

উত্তরঃ



মনে করি, একটি অরিফিস যুক্ত পাত্রে H মিটার ধ্রুব উচ্চতায় পানি আছে এবং পানি জেট আকারে নির্গত হচ্ছে।

ধরি, $x = C - C$ হতে P পর্যন্ত অনুভূমিক দূরত্ব

$y = C_c$ হতে P পর্যন্ত খাড়া দূরত্ব

$V =$ জেটের বেগ

$C_c =$ ভেনাকনট্রাকটা

$t =$ পানির কণা $C - C$ হতে P পর্যন্ত যেতে প্রয়োজনীয় সময়।

আমরা জানি, $s = vt$

$\Rightarrow x = vt$ $[x = s]$

$\Rightarrow x^2 = v^2t^2$ [উভয়পক্ষকে বর্গ করে]

$\therefore t^2 = \frac{x^2}{v^2}$

আবার, $y = ut + \frac{1}{2}gt^2$

$$\Rightarrow y = 0 + \frac{1}{2}gt^2 \qquad [u = 0]$$

$$\Rightarrow t^2 = \frac{2y}{g}$$

$$\Rightarrow \frac{x^2}{v^2} = \frac{2y}{g} \qquad [t^2 = \frac{x^2}{v^2} \text{ মান বসিয়ে}]$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{x^2 g}{2y}$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{x^2 g}{2y}}$$

আমরা জানি, $v = C_v\sqrt{2gH}$

$$\Rightarrow C_v = \frac{v}{\sqrt{2gH}}$$

$$= \frac{\sqrt{\frac{x^2 g}{2y}}}{\sqrt{2gH}} \qquad [v = \sqrt{\frac{x^2 g}{2y}} \text{ মান বসিয়ে}]$$

$$= \sqrt{\frac{x^2 \times g}{2y} \times \frac{1}{2gH}}$$

$$= \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$$

সুতরাং বেগের সহগ, $C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4yH}}$.

***** ৩। প্রমাণ কর যে, $C_d = C_c \times C_v$**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ০৯, ১০, ১১'পরি, ১২, ১৪, ১৫'পরি, ১৭'পরি, ১৯'পরি, ২০, ২২, ২৩'পরি

উত্তরঃ আমরা জানি,

প্রকৃত নির্গমন, Q_{ac} = জেটের প্রকৃত বেগ × প্রকৃত ক্ষেত্রফল

$$= V_{ac} \times a_c$$

$$= C_v\sqrt{2gh} \times C_c \cdot a$$

$$\left| \begin{array}{l} V_{ac} = C_v\sqrt{2gh} \\ a_c = C_c \cdot a \end{array} \right|$$

তাত্ত্বিক নির্গমন, $Q_{th} = av$

$$= a \times \sqrt{2gh}$$

$$C_d = \frac{Q_{ac}}{Q_{th}}$$

$$= \frac{C_v\sqrt{2gh} \times C_c \cdot a}{a\sqrt{2gh}}$$

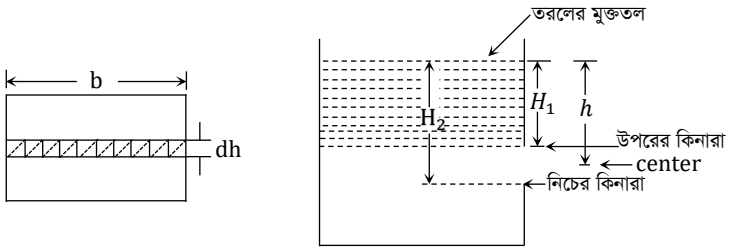
$\therefore C_d = C_v \times C_c$ **(Proved)**

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। একটি বৃহৎ খাড়া আয়তাকার অরিফিসের ক্ষেত্রে মোট নির্গমন $Q = \frac{2}{3} C_a b \sqrt{2g}\left(H_2^{1.5} - H_1^{1.5}\right)$ এর সূত্রটি প্রতিপাদন কর।**

বাকাশিবো- ২০০৭, ০৮, ১০'পরি, ১৪, ১৪'পরি, ১৮'পরি, ১৯'পরি

উত্তরঃ অরিফিস হলো তরলপূর্ণ পাত্রের মধ্যে একটি উন্মুক্ত স্থান, যার মধ্য দিয়ে তরল বাইরে প্রবাহিত হতে পারে, যা অরিফিস নামে পরিচিত। তরল প্রবাহের দিকে যতক্ষণ পর্যন্ত এই ছিদ্র বা উন্মুক্ত স্থানের উপর তরল স্তর অবস্থান করে ততক্ষণ পর্যন্ত ঐ ছিদ্রকে অরিফিস বলা হয়।



যেখানে,

$h =$ তরলের মুক্ততল হতে অরিফিসের কেন্দ্র পর্যন্ত গভীরতা

$H_1 =$ তরলের মুক্ততল হতে অরিফিসের উপরের কিনারা পর্যন্ত উচ্চতা

$H_2 =$ তরলের মুক্ততল হতে অরিফিসের নিচের কিনারা পর্যন্ত উচ্চতা

$b =$ অরিফিসের প্রস্থ

$C_d =$ নির্গমনের সহগ

পানির মুক্ততল হতে h গভীরতায় dh পুরুত্বের একটি অনুভূমিক সংকীর্ণ খণ্ডের ক্ষেত্রফল $= bdh$

সংকীর্ণ খণ্ডের মধ্যে দিয়ে পানির তাত্ত্বিক বেগ $= \sqrt{2gh}$

সংকীর্ণ খণ্ডের মধ্যে দিয়ে নির্গমন, $Q = C_d \times$ ক্ষেত্রফল $\times$ তাত্ত্বিক বেগ

$$= C_d \times bdh \times \sqrt{2gh}$$

$\therefore$ অরিফিসের মধ্যে দিয়ে মোট নির্গমন,

$$Q = \int_{H_1}^{H_2} C_d\, b\, dh\sqrt{2gh}$$

$$= C_d b\sqrt{2g} \int_{H_1}^{H_2} \sqrt{h}\, dh$$

$$= C_d b\sqrt{2g} \int_{H_1}^{H_2} h^{\frac{1}{2}} \cdot dh$$

$$= C_d b\sqrt{2g} \left[\frac{h^{\frac{1}{2}+1}}{\frac{1}{2}+1}\right]_{H_1}^{H_2}$$

$$\left[\int n^{\frac{1}{2}}\, dx = \frac{n^{\frac{1}{2}+1}}{\frac{1}{2}+1}\right]$$

$$= C_d b\sqrt{2g} \left[\frac{h^{\frac{3}{2}}}{\frac{3}{2}}\right]_{H_1}^{H_2}$$

$$= \frac{2}{3} C_d b\sqrt{2g} \left[h^{\frac{3}{2}}\right]_{H_1}^{H_2}$$

$$= \frac{2}{3} C_d b\sqrt{2g} \left[H_2^{\frac{3}{2}} - H_1^{\frac{3}{2}}\right]$$

$$= \frac{2}{3} C_d b\sqrt{2g} \left[H_2^{1.5} - H_1^{1.5}\right]$$

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

*** ১। একটি ট্যাংকের পার্শ্বে $2.5\ cm$ ব্যাসের একটি অরিফিসের মধ্য দিয়ে $75\ cm$ হেডের অধীনে পানি নির্গত হচ্ছে। ভেনাকন্ট্রাকটা হতে জেটের অনুভূমিক ও খাড়া দূরত্ব যথাক্রমে $30\ cm$ এবং $3.2\ cm$. অরিফিস দিয়ে নির্গমনের পরিমাণ $1.186\ \mathrm{L/sec}$ হলে হাইড্রোলিক সহগ C_d, C_v, C_c এবং C_r নির্ণয় কর। বাকাশিবো- ২০১৫

সমাধানঃ দেওয়া আছে, $d = 2.5\ cm$

$$a = \frac{\pi}{4} \times 2.5^2$$

$$= 4.91\ cm^2$$

$$H = 75\ cm$$

$$Q_{a_c} = 1.186\ L/sec$$

$$= 1.186 \times 1000\ cm^3/s$$

$$= 1186\ cm^3/s$$

$$x = 30\ cm$$

$$y = 3.2\ cm$$

আমরা জানি, $Q_{th} = a\sqrt{2gH}$

$= 4.91\sqrt{2 \times 981 \times 75}$

$= 1883.48\ cm/s$

(i) আবার, $C_d = \frac{Q_{ac}}{Q_{th}}$

$= \frac{1186}{1883.48}$

$= 0.63$ **(Ans.)**

(ii) $C_v = \sqrt{\frac{x^2}{4yh}}$

$= \sqrt{\frac{30^2}{4 \times 3.2 \times 75}}$

$= 0.968$ **(Ans)**

(iii) $C_c = \frac{C_d}{C_v}$

$= \frac{0.63}{0.968}$

$= 0.65$

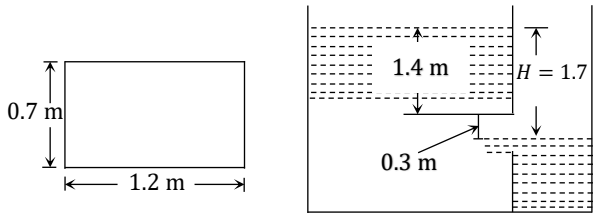
(iv) $C_r = \frac{1}{c_v^2} - 1$

$= \frac{1}{0.968^2} - 1$

$= 0.067$ **(Ans)**

* ২। একটি বড় ট্যাংকের পার্শ্বে অবস্থিত আয়তাকার অরিফিস, যা $1.2\ m$ চওড়া এবং $0.70\ m$ গভীর। অরিফিসের একপাশে পানির মুক্ততল, অরিফিসের উপরের কিনার হতে $1.4\ m$ এবং বিপরীত পাশে পানির মুক্ততল, অরিফিসের উপরের কিনারা হতে $0.3\ m$ নিচে। $C_d = 0.60$ হলে নির্গমন নির্ণয় কর। বাকাশিবো- ২০০৭'পরি

সমাধানঃ



দেওয়া আছে, $H_1 = 1.4\ m$

$H_2 = 1.4 + 0.7 = 2.1\ m$

$H = 1.4 + 0.3 = 1.7\ m$

$C_d = 0.60$

ডুবানো অরিফিসের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি, $Q_1 = C_d b\sqrt{2gH}(H_2 - H)\ [d = H_2 - H]$

$$= 0.6 \times 1.2\sqrt{2 \times 9.81 \times 1.7} \times (2.1 - 1.7)$$

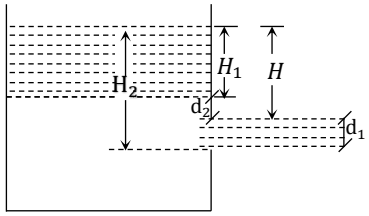
$$= 1.66\ m^3/sec$$

মুক্ত অংশের ক্ষেত্রে, $Q_2 = \frac{2}{3} C_d \cdot b\sqrt{2g}\left(H^{\frac{3}{2}} - H_1^{\frac{3}{2}}\right)$

$$= \frac{2}{3} \times 0.6 \times 1.2\sqrt{2 \times 9.81}\left(1.7^{\frac{3}{2}} - 1.4^{\frac{3}{2}}\right)$$

$$= 1.191\ m^3/s$$

Note ঃ



$d_1 = H_2 - H$
$d_2 = H - H_1$

$$\therefore Q = 1.66 + 1.191$$
$$= 2.851\ m^3/sec$$
$$= 2851\ L/sec\ \textbf{(Ans.)}$$

**** ৩। $1\ m^2$ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি পাত্রের গভীরতা $5\ m$. পাত্রের তলদেশে $50\ mm$ ব্যাসের একটি ছিদ্র রয়েছে। নির্গমন সহগ 0.60 হলে 2 মিনিট পর পানি কতটুকু নিচে নেমে আসবে?** বাকাশিবো- ২০০৬, ১১

সমাধানঃ দেওয়া আছে, $A = 1\ m^2$

$$H_1 = 5\ m$$
$$d = 50\ mm$$
$$= \frac{50}{1000}$$
$$= 0.05\ m$$
$$a = \frac{\pi}{4} \times 0.05^2$$
$$= 1.963 \times 10^{-3}\ m^2$$
$$T = 2\ min$$
$$= 2 \times 60$$
$$= 120\ sec$$

$H_1 - H_2 = ?$

আয়তাকার ট্যাংক অরিফিস দিয়ে খালি হবার সময় নির্ণয়,

$$T = \frac{2A\left(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}\right)}{C_d \cdot a\sqrt{2g}}$$

$$\Rightarrow 120 = \frac{2\times1\left(\sqrt{5} - \sqrt{H_2}\right)}{0.60\times1.963\times10^{-3}\sqrt{2\times9.81}}$$

$$\Rightarrow 2 \times 1\left(\sqrt{5} - \sqrt{H_2}\right) = 0.60 \times 1.963 \times 10^{-3} \times \sqrt{2 \times 9.81} \times 120$$

$$\Rightarrow \left(\sqrt{5} - \sqrt{H_2}\right) = \frac{0.63}{2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{5} - \sqrt{H_2} = 0.313$$

$$\Rightarrow \sqrt{5} - 0.313 = \sqrt{H_2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{H_2} = 1.923$$

$$\therefore H_2 = 3.698\, m$$

$$\therefore H_1 - H_2 = 5 - 3.693 = 1.302\, m$$ **(Ans.)**

** ৪। $2\ m$ ব্যাসের অর্ধ-গোলাকার একটি পাত্রের $90\ cm$ উচ্চতায় পানি আছে। পাত্রের তলদেশে অরিফিসের ব্যাস $25\ cm$ হলে $40\ cm$ উচ্চতায় পানি আসতে কত সময়ের প্রয়োজন? $C_d = 0.62$

বাকাশিবো- ২০১৩'পরি, ১৫

সমাধানঃ আমরা জানি,

প্রয়োজনীয় সময়,

$$T = \frac{2\pi}{C_d \times a\sqrt{2g}} \times \left\{\frac{2}{3}R\left(H_1^{\frac{3}{2}} - H_2^{\frac{3}{2}}\right) - \frac{1}{5}\left(H_1^{\frac{5}{2}} - H_2^{\frac{5}{2}}\right)\right\}$$

$$= \frac{2\pi}{0.62 \times 0.05\sqrt{2 \times 9.81}} \times \left\{\frac{2}{3} \times 1(0.9^{1.5} - 0.4^{1.5}) - \frac{1}{5}(0.9^{2.5} - 0.4^{2.5})\right\}$$

$$= 45.76 \times \left(0.40 - \frac{1}{5} \times 0.67\right)$$

$$= 12.17\ sec\ \textbf{(Ans.)}$$