

এস.এস.সি পদার্থবিজ্ঞান
(বায়ু, ঘনত্ব ও ক্ষতি)

Type-1 (বায়ু সমজান)

সমী	প্রতীক পরিচিতি	একক
$\bullet W = F$ $= ma$	$F =$ প্রয়ুক্ত কন	N (নিউটন)
	$a =$ ত্বরণ	m/s^2
	$m =$ বস্তুর ভর	kg
	$s =$ বস্তুর দিষ্টা সরণ	m

বিশেষ দৃষ্টিকোণ: Type-1 এর অঙ্কগুলোতে যদি উচ্চতাসমজান
তথ্য থাকে তবেই বায়ু সমজানের ক্ষেত্রে ত্বরণ(a) এর পরিবর্তে
সমস্ত অভিকর্ষীয় ত্বরণ(g) ওর সরণ (s) এর পরিবর্তে উচ্চতা(h)
ব্যবহৃত হবে।

Example:

CREATIVE
STUDY ACADEMY

200N বল প্রয়োগ করে একটি বস্তুর বস্তুর দিষ্টা 10m সরান
হল। কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

আমরা জানি, $W = F$

$$= 200 \times 10$$

$$= 2000J = 2 \times 10^3 J = 2kJ$$

অতএব, কাজের পরিমাণ 2kJ। (Ans)

একটি ইঞ্জিন দ্বারা 3000kg পানি 10m উঁচুতে তুলতে কতটা কাজ?

আমরা জানি, কাজ, $W = mgh$

$$= 3000 \times 9.8 \times 10$$

$$= 441000 \text{ Joule}$$

$$= 4.41 \times 10^5 \text{ J (A)}$$

Type-2 (কাজের সময়)

সূত্র	প্রতীকগত পরিচিতি	একক
$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$ $= \frac{m \cdot a \cdot s}{t}$	$P = \text{কাজের হার}$	W (জুল)
	$W = \text{কাজ}$	t (সেকেন্ড)
	$t = \text{সময়}$	s (সেকেন্ড)

বিঃদ্রঃ 'Type-1' এর অনুরূপ + পানি উত্তোলনের ক্ষেত্রে ~~কাজ~~ কাজের হার নির্ণয়ের মান করতে হবে।

Example:

নাসা যা জলপ্রপাতে প্রতি সেকেন্ডে $7 \times 10^6 \text{ kg}$ পানি 50m উঁচু থেকে নিক্ষেপ করে। যদি পতিত পানির সর্বমোট কাজের ক্ষমতা জানা না থাকত তখন তার পরিমাণ কতটা পাওয়া যেত?

আমরা জানি, কাজের হার, $P = \frac{W}{t}$

$$= \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{7 \times 10^6 \times 9.8 \times 50}{1}$$

$$= 3.43 \times 10^9 \text{ W (Ans.)}$$

9.8 kW এর একটি ইঞ্জিন 2000 লিটার পানি 1 মিনিটে
মাল্যবাহী ছাদের উপরে উঠিয়ে পাঠায়। ছাদের উচ্চতা নির্ণয় করো।
[1 লিটার পানির ভর = 1 kg]

আমরা জানি, $P = \frac{mgh}{t}$

$$\Rightarrow 9.8 \times 10^3 = \frac{2000 \times 9.8 \times h}{60}$$

$$\Rightarrow h = 30 \text{ m} \quad (A)$$

$$m = 2000 \text{ kg}$$

$$P = 9.8 \text{ kW}$$

$$= 9.8 \times 10^3 \text{ W} \quad [\because 1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}]$$

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

10 kW ক্ষমতাসম্পন্ন একটি ইঞ্জিন প্রতিটি 3 kg ভরবিশিষ্ট
কোয়ালিটু ইটকে 20m উঁচু একটি ছাদে উঠানোর কাজে ব্যবহৃত
হয়। ইঞ্জিনটি 1 ঘণ্টা কাজ করে 60000টি আঁকি ইট উঠিয়ে দেয়।

আমরা জানি, $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$

$$\Rightarrow m' = \frac{Pt}{gh}$$

$$\Rightarrow m \times N = \frac{Pt}{gh}$$

সেই কারণে $\therefore N = \frac{Pt}{mgh}$

$$= \frac{10000 \times 3600}{3 \times 9.8 \times 20}$$

$$= 61224.5 \approx 61225 \text{ টি}$$

ইঞ্জিনের ক্ষমতা, $P = 10 \text{ kW}$
 $= 10000 \text{ W}$

উচ্চতা, $h = 20 \text{ m}$

সময়, $t = 1 \text{ hour}$
 $= 3600 \text{ s}$

একটি ইঞ্জিনের ভর, $m = 3 \text{ kg}$

সেই কারণে $m' = m \times N$

CREATIVE
STUDY ACADEMY

অতএব, ইঞ্জিনটি দ্বারা 60000 এর আঁকি ইট উঠানো যাবে।

একটি পানিদ্রু কুমার গভীরতা 20m ও ব্যাসার্ধ 1m। কুমারটি
পানিদ্রু বন্ধ করে 5HP এর একটি পাম্প লাগানো হলো।

অর্ধেক পানি জোনার পর পাম্পটি বন্ধ হয়ে গেছে। বাকি অর্ধেক
পানি জোনার জন্য কত সময় লাগবে? আর একটি পাম্প লাগানো হলে

(i) কুমারটিতে কত কলটর পানি থাকবে?

(ii) কুমারটি পানিদ্রু বন্ধ হলে কত কলটর পানি থাকবে?

সমাধান: (i) আমরা জানি, ভর = ঘনত্ব \times আয়তন

$$\Rightarrow m = \rho \times V$$

$$\Rightarrow m = \rho \times \pi r^2 h$$

$$= 1000 \times 3.1416 \times 1^2 \times 20$$

$$= 62832 \text{ kg}$$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

ব্যাসার্ধ, $r = 1 \text{ m}$

গভীরতা, $h = 20 \text{ m}$

অতএব কুমারটিতে কত 62832 লিটার পানি থাকবে।

(ii) উদ্ভিদপত্রের ওজন ছাড়া, প্রয়োজনীয় সময় t_2 হলে,

$$P = \frac{mgh_1}{t_1}$$

$$\therefore t_1 = \frac{31416 \times 9.8 \times 5}{3730}$$

$$= 412.7 \text{ s}$$

$$= 6.87 \text{ min}$$

পানির ভর, $m = 62832 \text{ kg}$

$$= 31416 \text{ kg}$$

পাম্পের ক্ষমতা, $P = 5 \text{ HP}$

$$= 5 \times 746 \text{ W}$$

$$= 3730 \text{ W}$$

পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা,

$$h_1 = \frac{0 + h}{2} = \frac{h}{2} = \frac{20}{2}$$

CREATIVE

STUDY ACADEMY

উল্লীপঙ্কজ ২য় ভাগে, প্রত্যাহীনীয় সময় t_2 হলে,

$$t_2 = \frac{mgh_2}{P}$$

$$= \frac{31416 \times 9.8 \times 15}{3730}$$

$$= 1238.1s$$

$$= 20.63 \text{ min}$$

পানি উত্তোলনের জন্য উচ্চতা, h

$$h_2 = \frac{\frac{h}{2} + h}{2} = \frac{3h}{4}$$

$$= \frac{3 \times 20}{4} = 15 \text{ m}$$

CREATIVE
STUDY ACADEMY

\therefore স্লোয়াটি পানিকলিত করতে প্রত্যাহীনীয় সময় = $(6.87 + 20.63) \text{ minute}$
 $= 27.5 \text{ minutes (A)}$

একটি জলবিদ্যুৎ প্রকল্পের নির্মাণের সমুদ্র সম্মতন থেকে 900m উঁচুতে এক পাওয়ার হাউসটি 350m উঁচুতে অবস্থিত। নির্মাণের পানি পাইপের ব্যাসার্ধ 1.5m, পানির ঘনত্ব $2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ আছে। পানির পাইপের ব্যাসার্ধ 1.5m, পানির বিভব শক্তি $1.078 \times 10^6 \text{ Joule}$ এক টার্বাইনটি পানির বিভব শক্তির 60% বিদ্যুৎ আউটপুট করে।

প্রশ্নঃ নির্মাণের পানি স্থানি করতে কত সময় লাগবে এবং সর্বমোট কত ক্ষমতার বিদ্যুৎ উৎপাদন করা যাবে।

অপ্রাণিত টার্বাইনের উপর পড়া পানির বেগ, v :

$$v^2 = u^2 + 2gh \Rightarrow v = \sqrt{0 + (2 \times 9.8 \times 550)}$$

$$\therefore v = 103.8267 \text{ ms}^{-1}$$

আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

$$h = (900 - 350)$$

$$= 550 \text{ m}$$

উল্লীপঙ্কজ ২য় ভাগে, প্রত্যাহীনীয় সময় Δ_2 হল,

$$\Delta_2 = \frac{mgh_2}{P}$$

$$= \frac{31416 \times 9.8 \times 15}{3730}$$

$$= 1238.18$$

$$= 20.63 \text{ min}$$

পানি উত্তোলনের জন্য উচ্চতা, h

$$h_2 = \frac{\frac{h}{2} + h}{2} = \frac{3h}{4}$$

$$= \frac{3 \times 20}{4} = 15 \text{ m}$$

CREATIVE
STUDY ACADEMY

\therefore স্লোয়াটি পানিকাল করতে প্রত্যাহীনীয় সময় = $(6.87 + 20.63) \text{ minute}$
 $= 27.5 \text{ minutes (A)}$

একটি জলবিদ্যুৎ প্রকল্পের রিজার্ভার সমুদ্র সমতল থেকে 900m উঁচুতে ওর পাওয়ার হাউসটি 350m উঁচুতে অবস্থিত। রিজার্ভারের পানি পাইপের মাধ্যমে এতটাই চর্বাঁইন ঘুড়ায়। রিজার্ভারে $2 \times 10^8 \text{ kg}$ পানি আছে। পানির পাইপের ব্যাসার্ধ 1.5m, পানির বিভব ক্ষতি $1.078 \times 10^4 \text{ J/m}^3$ । এক চর্বাঁইনটি পানির বিভব ক্ষতির 60% বিদ্যুৎ আভিতে রূপান্তরিত করে।

প্রশ্নঃ রিজার্ভারের পানি খালি করতে কত সময় লাগবে ওর সর্বমোট কত ক্ষমতার বিদ্যুৎ উৎপাদন করা যাবে।

অপ্রাণিত চর্বাঁইনের উপর পড়া পানির বেগ, v :

$$v^2 = u^2 + 2gh \Rightarrow v = \sqrt{0 + (2 \times 9.8 \times 550)}$$

$$\therefore v = 103.8267 \text{ m/s}^{-1}$$

আদিবেগ, $u = 0 \text{ m/s}^{-1}$

$$h = (900 - 350) = 550 \text{ m}$$

টর্কহিলের ওপর পানি পড়ার সময় ওটি 1s সময় 103.8267m
 দূরত্ব অতিক্রম করে। উক্ত দূরত্বের বর্গী কোটি পানির ভর m
 হলে এখানে, $s = 103.8267m$; $A = \pi r^2 = \pi \times (1.5)^2 = 7.07m^2$
 $\rho = 1000kgm^{-3}$

$$\therefore m = \rho V = \rho A s$$

$$= 1000 \times 7.07 \times 103.8267$$

$$= \cancel{726984.769}$$

$$= 734054.769kg$$

734054.769 kg পানি স্থানান্তরিত করে 1s-এ

$$\therefore 2 \times 10^9 kg \sim \sim \sim \frac{2 \times 10^9}{734054.769} s$$

$$= 2724.6s \text{ (A1)}$$

আবার, সুপারকৃত বিদ্যুৎ ক্ষতি, $E = (1.078 \times 10^{13} \times \frac{60}{100}) J$

$$= 6.468 \times 10^{12} J$$

$$\therefore \text{ক্ষমতা, } P = \frac{E}{t} = \frac{6.468 \times 10^{12}}{2724.6}$$

$$= 2.3793 \times 10^9 W \text{ (A2)}$$

Type - 4 (কর্মদক্ষতা সহজাত)

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
কর্মদক্ষতা = $\frac{P'}{P} \times 100\%$	$P' =$ লভ্য কার্যকর কর্মতা	W (ওয়াট)
	$P =$ প্রদত্ত কর্মতা	W (ওয়াট)

Alert: কর্মদক্ষতাকে কণ্ট্রোলিং প্রকরণে হয় এক এর একক নেই।
 • যন্ত্রের কার্যকর কর্মতা কখনো মূল কর্মতার চেয়ে বেশি হতে পারে না।

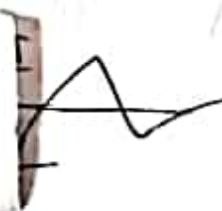
বিদ্র: ন্যূন-দক্ষতা বৈশিষ্ট্য পাতিবহিয়ে দেওয়া আছে,

$$\text{কর্মদক্ষতা} = \frac{\text{কার্যের পরিমাণ}}{\text{প্রদত্ত কাজ}} \times 100\%$$

কিন্তু, কর্মদক্ষতাকে ত্রুটিমুক্ত ও হিসাব করা যায়, যেখানে ϕ প্রদত্ত কর্মতা ও কার্যকর কর্মতা থেকে কর্মদক্ষতা হিসাব করা হয়।

সূত্র: কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{\text{কার্যের পরিমাণ}}{\text{প্রদত্ত কাজ}} \times 100\%$

CREATIVE
STUDY ACADEMY



$$= \frac{\text{প্রদত্ত কাজ} - \text{কাজের ত্রুটি}}{\text{প্রদত্ত কাজ}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{লভ্য কার্যকর কাজ}}{\text{প্রদত্ত কাজ}} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{\text{লভ্য কার্যকর কাজ}}{\text{সময়}}}{\frac{\text{প্রদত্ত কাজ}}{\text{সময়}}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{নতুন কার্যকরী ক্রিয়া}}{\text{কোট প্রদত্ত ক্রিয়া}} \times 100\%$$

$$\therefore \text{বর্ধনক্ষমতা, } \eta = \frac{\text{নতুন কার্যকরী ক্রিয়া}}{\text{কোট প্রদত্ত ক্রিয়া}} \times 100\%$$

Example:

একটি পানিপূর্ণ কুমার দৈর্ঘ্য 10m, প্রস্থ 6m ও গভীরতা 10m।
80% বর্ধনক্ষমতা বিক্রিয়া একটি পান 30min-এ কুমারটি পানিকুমার
বহন পাবে। কুমারটির পানটির ক্রিয়া কত?

$$\text{সমস্ত কুমার আয়তন} = 10 \times 6 \times 10 \\ = 600 \text{ m}^3$$

$$\therefore \text{পানির ভর, } m = \rho V \\ = 10^3 \times 6 \times 10^2 \\ = 6 \times 10^5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে, কুমার দৈর্ঘ্য, } l &= 10 \text{ m} \\ \text{প্রস্থ, } d &= 6 \text{ m} \\ \text{গভীরতা, } h &= 10 \text{ m} \\ \text{কুমার পানির গভীরতা, } h' &= \frac{0 + 10}{2} = 5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{পানের কার্যকরী ক্রিয়া} &= \frac{mgh'}{t} \\ &= \frac{6 \times 10^5 \times 9.8 \times 5}{30 \times 60} = 16333.33 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\text{দেওয়া আছে, বর্ধনক্ষমতা} = 80\%$$

$$\Rightarrow \frac{P'}{P} = 0.8$$

$$\therefore \text{প্রকৃত ক্রিয়া, } P = \frac{P'}{0.8}$$

$$= \frac{16333.33}{0.8} = 20416.66 \text{ W}$$

(A)

CREATIVE
STUDY ACADEMY

একটি পানির পাম্প 150m গভীর কূপ থেকে প্রতি মিনিটে 2000লিটার পানি তুলতে পারে। পানির পাম্পের কর্মদক্ষতা 60%।

১) উদ্ভীপকে উল্লেখিত পানির পাম্পের মোট প্রদত্ত ক্ষমতা নির্ণয় কর।

২) যদি 20% কর্মদক্ষতার অঙ্কো একটি পাম্প বসানো হয়, তবে উদ্ভীপকে উল্লেখিত পরিমাণ পানি তুলতে কতটুকু সময় বাঁচবে?

সমাধানঃ ১) আমরা জানি,

$$\text{নগ্ন কার্যকর ক্ষমতা, } P' = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{2000 \times 9.8 \times 150}{60}$$

$$= 49000 \text{ W}$$

$$\text{অর্থাৎ, কর্মদক্ষতা, } \eta = \frac{\text{নগ্ন কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা}}$$

$$\therefore \text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা} = \frac{49000}{60 \times 100}$$

$$= 81666.67 \text{ W (A)}$$

$$\text{২) আমরা জানি, } \eta = \frac{\text{নগ্ন কার্যকর ক্ষমতা (P)}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা (P')}} \Rightarrow \eta P' = P$$

$$\Rightarrow \eta P' = P$$

$$\Rightarrow \eta_1 P_1 + \eta_2 P_2 = P' \Rightarrow \eta_1 P_1 + \eta_2 P_2 = \frac{mgh}{t}$$

$$\Rightarrow t = \frac{mgh}{\eta_1 P_1 + \eta_2 P_2}$$

$$\text{পানির আয়তন, } V = 2000 \text{ L}$$

$$1 \text{ L পানির ভর } 1 \text{ kg}$$

$$\therefore \text{উক্ত } m = 2000 \text{ kg}$$

$$\text{কূপের গভীরতা, } h = 150 \text{ m}$$

$$\text{সময়, } t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা, } P' = ?$$

CREATIVE
STUDY ACADEMY

$$\Rightarrow x = \frac{2000 \times 9.8 \times 150}{0.6 \times 81666.67 + (0.2 \times 81666.67)}$$

$$= 44.999$$

$$\approx 45$$

অতএব দুটি পাম্প একত্রে স্থাপন করলে
(60-45)=15% সময় কম লাগবে।

উত্তোলিত পানির ভর, $m = 2000 \text{ kg}$
 উত্তোলন উচ্চতা, $h = 150 \text{ m}$
 পাম্পের পানির ঘনত্ব
 $\rho_1 = \rho_2 = 81666.67$
 পাম্পের কার্যদক্ষতা, $\eta_1 = 0.6$
 সময় t , $\eta_2 = 20 \times \frac{1}{100}$
 $= 0.2$
 কাজ, $x = ?$

45% কার্যদক্ষতার একটি ইঞ্জিন দ্বারা 5000L পানি দক্ষতা বিচার্য
 একটি বিল্ডিংয়ের ছাদে উঠতে 2.5 minutes সময় লাগে। বিল্ডিংয়ের
 প্রতিটি তলার উচ্চতা 3m।

① বিল্ডিংয়ের প্রতিটি তলার উচ্চতা 6cm বাকি হলে উক্ত ইঞ্জিন দ্বারা
 একই সময়ে একই পরিমাণ পানি ছাদে উঠানোর জন্য কার্যদক্ষতার কী
 পরিবর্তন করা উচিত?

সম্ভাব্য কার্যদক্ষতা, $\eta = \frac{P}{P'}$

$$\Rightarrow \eta P = P' \Rightarrow \eta P = \frac{m g (h+6)}{t}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{5000 \times 9.8 \times (3+0.6)}{2.5 \times 60 \times \frac{45}{100}} = 2177.78$$

$$\therefore \eta = 0.54 = 54\%$$

$$\therefore \text{কার্যদক্ষতা বৃদ্ধিতে হবে} = (54-45)\% = 9\%$$

প্রদত্ত কাজ, $P = 2177.78$
 78 W

CREATIVE
STUDY ACADEMY