

প্রশ্ন ▶ ১ 4kg ভরের একটি শক্ত পাথর 5m উঁচু হতে মাটিতে পৌঁতা একটি লোহার রডের উপর খাড়াভাবে পড়ল। ফলে লোহার রডটি মাটির ভেতর আরও 10cm প্রবেশ করল। [ঢাকা কলেজ, ঢাকা]

- ক. সংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? ১
- খ. গতিশক্তি ও ভরবেগের মধ্যকার সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. মাটির গড় প্রতিরোধ বল কত? ৩
- ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত ঘটনাটি কাজ শক্তি উপপাদ্য সমর্থন করে কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বলের ক্ষেত্রে কোনো বস্তুকে সম্পূর্ণ পথ একবার ঘুরিয়ে আদি অবস্থানে ফিরিয়ে আনলে ঐ বল কর্তৃক কৃতকাজ শূন্য হয় তাকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

খ আমরা জানি, বস্তুর ভর m এবং গতিবেগ v হলে গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \frac{(mv)^2}{m} = \frac{1}{2} \frac{p^2}{m}$ (এখানে, $p =$ ভরবেগ) সুতরাং, কোনো বস্তুর গতিশক্তি এর ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক। ইহাই নির্ণেয় সম্পর্ক।

গ দেওয়া আছে, পাথরের ভর, $m = 4\text{kg}$
পাথরের মোট অতিক্রান্ত উচ্চতা, $h = 5\text{m} + 10\text{cm}$
 $= 5.1\text{m}$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ms}^{-2}$
বের করতে হবে, মাটির গড় প্রতিরোধ বল, $F = ?$

পাথরের বিভবশক্তির পরিবর্তন, $\Delta E_p = mgh$
 $= 4\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 5.1\text{m}$
 $= 199.92\text{J}$

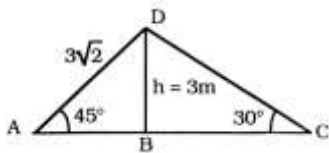
মাটির প্রতিরোধ বল দ্বারা এই পরিমাণ ঋণাত্মক কাজ সম্পন্ন হবে।

$\therefore F \times$ রডের সরণ $= 199.92\text{J}$

বা, $F = \frac{199.92\text{J}}{0.1\text{m}} = 1999.2\text{N}$ (Ans.)

ঘ এখানে, মাটির গড় প্রতিরোধ বল, $F = 1999.2\text{N}$
প্রতিরোধ বলের প্রয়োগ বিন্দুর সরণ, $x = 10\text{cm} = 0.1\text{m}$
 \therefore প্রতিরোধ বলের বিরুদ্ধে কৃতকাজ, $W = Fx = 199.92\text{N} \times 0.1\text{m}$
 $= 199.92\text{J}$
পাথরটির গতিশক্তির পরিবর্তন = বিভব শক্তির পরিবর্তন, $\Delta E_p = mgh$ (হ + সুতরাং, ব্যয়িত শক্তি = কৃতকাজ, ইহাই কাজ-শক্তি উপপাদ্য।
অতএব, উদ্দীপকে বর্ণিত ঘটনাটি কাজ-শক্তি উপপাদ্য সমর্থন করে।

প্রশ্ন ▶ ২



60 kg ভরের একজন ব্যক্তি 20 kg বোঝা নিয়ে AD পথে D বিন্দুতে উঠলো। উদ্দীপকের আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

- ক. কর্মদক্ষতা কী? ১
- খ. প্রত্যয়নী বল দ্বারা কৃতকাজ ধনাত্মক ও ঋণাত্মক উভয়ই হতে পারে- ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. AD পথে বোঝাটি তুলতে কৃতকাজের পরিমাণ কত? ৩
- ঘ. লোকটির D বিন্দুতে পৌঁছাতে কোন পথ সহজ হবে- গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো যন্ত্রের লভ্য কার্যকর শক্তি ও মোট প্রদত্ত শক্তির অনুপাতকে এর কর্মদক্ষতা বলে।

খ প্রত্যয়নী বল দ্বারা কৃতকাজ ধনাত্মক ও ঋণাত্মক উভয়ই হতে পারে। উদাহরণ হিসেবে, প্রাস্টেড ভরযুক্ত দোলায়মান স্প্রিং এর কথা ধরা যাক। স্প্রিংটির ভর যখন সাম্যাবস্থান হতে (গতি জড়তার কারণে) বিস্তৃতের প্রাস্টেডবিন্দুর দিকে যেতে থাকে তখন প্রত্যয়নী বলের দিক হয় ভরের অবস্থান হতে সাম্যাবস্থানের দিকে, কিন্তু ঐ মুহূর্তে ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র সরণ ঘটে সাম্যাবস্থান হতে বিস্তৃতের প্রাস্টেড দিকে (অর্থাৎ প্রত্যয়নী বলের বিপরীতে)। তাই $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F \cos 180^\circ = -Fs$ সূত্রানুসারে এক্ষেত্রে প্রত্যয়নী বল দ্বারা ঋণাত্মক কাজ সম্পন্ন হয়। কিন্তু ভরটি যখন সাম্যাবস্থানের দিকে যেতে থাকে, তখন প্রত্যয়নী বল এবং সরণের দিক অভিন্ন হওয়ায় প্রত্যয়নী বল দ্বারা ধনাত্মক কাজ সম্পন্ন হয়।

গ দেওয়া আছে,
মোট ভর, $m = 60\text{kg} + 20\text{kg} = 80\text{kg}$
যেকোনো পথেই উঠা হোক না কেন অতিক্রান্ত উল-স উচ্চতা, $h = 3\text{m}$
জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ms}^{-2}$
বের করতে হবে, কৃতকাজের পরিমাণ, $W = ?$
আমরা জানি, $W = mgh = 80\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 3\text{m} = 2352\text{J}$ (Ans.)

ঘ বোঝাসহ লোকটির ওজন, $W = mg = 80\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} = 784\text{N}$
DA তল বরাবর W-এর উপাংশ $= W \cos (90^\circ - 45^\circ)$
 $= 784\text{N} \times 0.707 = 554.3\text{N}$
DC তল বরাবর W-এর উপাংশ $= W \cos (90^\circ - 30^\circ)$
 $= 784\text{N} \times \cos 60^\circ = 392\text{N}$
তাহলে, ঐ বোঝাটি সহ লোকটি আনত তল বেয়ে সমবেগে উঠতে চাইলে AD তলের ক্ষেত্রে পা দ্বারা তল বরাবর ন্যূনতম 554.3N মানের বল প্রয়োগ করতে হবে এবং CD তলের ক্ষেত্রে 392 N মানের বল প্রয়োগ করতে হবে।
যেহেতু, $392\text{N} < 554.3\text{N}$
সুতরাং, লোকটির D বিন্দুতে পৌঁছাতে CD পথে সহজতর হবে।

প্রশ্ন ▶ ৩ একটি পানিপূর্ণ হাউজের গভীরতা 14m এবং ব্যাস 2.2m। একটি পাম্প হাউজটিকে 24 মিনিটে পানি শূন্য করতে পারে। উক্ত কাজে 1 H.P ক্ষমতার আরও একটি পাম্প যুক্ত করা হলো।

[মতিঝিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. জড়তার ভ্রামক কী? ১
- খ. গুলি ছুঁড়লে বন্দুক পেছনের দিকে ধাক্কা দেয় কেন? ২
- গ. পাম্পটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. দ্বিতীয় পাম্পটি যুক্ত করায় উক্ত কাজে কত সময় সাশ্রয় হবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট সরলরেখা থেকে কোনো দৃঢ় বস্তুর প্রত্যেকটি কণার লম্ব দূরত্বের এবং এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টিকে ঐ সরলরেখার সাপেক্ষে ঐ বস্তুর জড়তার ভ্রামক বলে।

খ গুলি ছোড়ার পূর্বে বন্দুক এবং গুলির সম্মিলিত ভরবেগ শূন্য। এদের মধ্যে ক্রিয়া প্রতিক্রিয়ার ফলে গুলিটি বেরিয়ে আসে তবে বাইরে থেকে তৃতীয় কোনো পক্ষ এদের ওপর বল প্রয়োগ করে না। তাই ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে, গুলি ছোড়ার পরও এদের সম্মিলিত ভরবেগ বা ভরবেগের সমষ্টি শূন্য হতে হবে। এক্ষেত্রে গুলির ভরবেগ

সম্মুখদিকে হওয়ায় বন্দুক পেছন দিকে ভরবেগ প্রাপ্ত হয়। একারণেই গুলি ছুঁড়লে বন্দুক পেছনের দিকে ধাক্কা দেয়।

গ দেওয়া আছে, পানিপূর্ণ হাউজের গভীরতা, $L = 14\text{m}$
এবং ব্যাস, $D = 2.2\text{m}$
সময়কাল, $t = 24\text{ min} = 24 \times 60\text{ sec} = 1440\text{ sec}$

জানা আছে, পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\text{ kgm}^{-3}$
এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$
বের করতে হবে, পাম্পটির ক্ষমতা, $P = ?$

হাউজের সম্পূর্ণ পানির আয়তন, $V = \frac{1}{4} \pi D^2 L$

$$= \frac{1}{4} \times 3.1416 \times (2.2\text{m})^2 \times 14\text{ m} = 53.22\text{m}^3$$

$$\text{এবং ভর, } m = V\rho = 53.22\text{m}^3 \times 1000\text{ kgm}^{-3} = 53220\text{kg}$$

$$\text{পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা, } h = \frac{L}{2} = \frac{14\text{m}}{2} = 7\text{m}$$

$$= 2535.34\text{ Watt (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকের ১ম পাম্পের ক্ষমতা, $P_1 = 2535.34\text{ Watt}$
 $= \frac{2535.34}{746}\text{ HP} = 3.4\text{ HP}$

দ্বিতীয় পাম্পের ক্ষমতা, $= 1\text{HP}$

\therefore দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, মোট প্রযুক্ত ক্ষমতা, $P_2 = 3.4\text{HP} + 1\text{ HP} = 4.4\text{ HP}$
প্রথম পাম্প ব্যবহারে পানিশূন্য করতে সময় লাগে, $t_1 = 24\text{ min}$
দুইটি পাম্প একসাথে ব্যবহারে পানিশূন্য করতে t_2 পরিমাণ সময় লাগলে,

$$\therefore \text{সময়ের সাশ্রয় হবে} = t_1 - t_2$$

$$= 24\text{ min} - 18.55\text{ min}$$

$$= 5.45\text{min} = 5\text{min } 27\text{ sec}$$

প্রশ্ন ৮ 60kg ভরের এক ব্যক্তি 5kg ভরের একটি বস্তু নিয়ে প্রতিটি 20cm এবং 150 টি সিঁড়ি বেয়ে ছাদে উঠে। এতে তার সময় লাগে 3min। অসতর্কতা বসত উক্ত বস্তুটি ছাদের উপর থেকে নিচে পড়ে গেলে।

[সামসুল হক খান স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. কর্মদক্ষতা কি? ১
- খ. ঘর্ষণবল কোন ধরনের বল ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উক্ত ব্যক্তির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কিনা-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো যন্ত্র হতে প্রাপ্ত লভ্য কার্যের ক্ষমতা এবং যন্ত্রে প্রদত্ত মোট ক্ষমতার অনুপাতকে এর কর্মদক্ষতা বলে।

খ ঘর্ষণ বল হলো অসংরক্ষণশীল বল।

ঘর্ষণ বলের ক্ষেত্রে কোনো বস্তুকে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে আদি অবস্থানে আনা হলে ঘর্ষণ বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয় না। কারণ ঘর্ষণ বল সর্বদা বস্তুর গতির বিপরীতে ক্রিয়া করে, ফলে ঘর্ষণ দ্বারা কৃতকাজ ঋণাত্মক, অর্থাৎ ঘর্ষণ বলের ক্ষেত্রে শক্তির অপচয়মূলক প্রভাব হতে মুক্ত নয়। এরূপ ক্ষেত্রে কোনো বস্তুকে এক অবস্থান হতে অপর অবস্থানে আনা হলে বল দ্বারা কৃতকাজ শুধু আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের ওপর নয় বরং গতিপথের ওপরও নির্ভর করে। এ সকল বৈশিষ্ট্য হলো অসংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য। একারণে ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বস্তুসহ ব্যক্তির ভর, } m = 60\text{kg} + 5\text{kg} = 65\text{kg}$$

$$\text{অতিক্রান্ত উচ্চতা, } h = 20\text{cm} \times 150 = 3000\text{ cm} = 30\text{ m}$$

$$\text{সময়কাল, } t = 3\text{min} = 3 \times 60\text{sec} = 180\text{ sec}$$

$$\text{জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8\text{ms}^{-2}$$

$$\text{বের করতে হবে, উক্ত ব্যক্তির ক্ষমতা, } P = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } P = \frac{mgh}{t} = \frac{65\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 30\text{m}}{180\text{sec}}$$

$$= 106.2\text{ Watt (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকের বস্তুটির ভর, $m = 5\text{kg}$

পতনকালের বিবেচনায়, এর আদি উচ্চতা, $h = 30\text{m}$

উক্ত উচ্চতায় এর বিভবশক্তি, $E_p = mgh$

$$= 5\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 30\text{m} = 1470\text{J}$$

এবং সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটি মুহূর্তকালের জন্য স্থির ছিল বিধায় এ অবস্থানে এর গতিশক্তি, $E_k = 0\text{J}$

$$\therefore \text{সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটির মোট শক্তি, } E = E_p + E_k$$

$$= 1470\text{J} + 0\text{J} = 1470\text{J}$$

ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে এর উচ্চতা শূন্য হওয়ায় এ অবস্থানে এর বিভব শক্তি, $E'_p = mg \times 0 = 0\text{J}$

এবং ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে এর গতিবেগ v হলে,

$$\therefore \text{ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে বস্তুটির মোট শক্তি, } E' = E'_p + E'_k$$

$$= 0\text{J} + 1470\text{J} = 1470\text{J}$$

বস্তুটির পতনকালে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন বিন্দুতে মোট শক্তি সমান হওয়ায় ইহা স্পষ্ট যে, উদ্দীপকের বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন ৯ সোহানদের বাসায় ভূ-গর্ভস্থ পানির রিজার্ভার দৈর্ঘ্য 6m, প্রস্থ 5m এবং গভীরতা 4m। রিজার্ভারটি অর্ধেক পানিপূর্ণ আছে। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 20m উপরে ছাদের ট্যাংকে পানি তোলার জন্য 10kW এর একটি পাম্প ব্যবহার করা হয়। পাম্পটির দক্ষতা 80%।

[শহীদ বীর উত্তম লেঃ আনোয়ার গার্লস কলেজ, ঢাকা]

- ক. সংরক্ষণশীল বল কী? ১
- খ. বক্রপথে সাইকেল আরোহীকে হেলে থাকতে হয় কেন? ২
- গ. রিজার্ভার থেকে 1 litre পানি ছাদে উঠাতে কত শক্তি ব্যয় হবে? ৩
- ঘ. রিজার্ভার পরিষ্কার করার জন্য সম্পূর্ণ পানি ছাদে উঠাতে কত সময় লাগবে বলে তুমি মনে কর? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বলের ক্ষেত্রে কোনো বস্তুকে যে কোনো পথে ঘুরিয়ে আদি অবস্থানে আনা হলে ঐ বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয় তাকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

খ বক্র পথে বা বৃত্তাকার পথে চলার সময় প্রয়োজনীয় মানের কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দিতে হয়। এ রকম পথে সোজা থেকে সাইকেল চালালে ঐ কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেওয়া যায় না। তাই বৃত্তাকার পথে সাইকেল চালানোর সময় সোজা থাকা যায় না। আরোহীসমেত সাইকেলটি বাঁকা থাকায় রাস্তার ওপর সাইকেলের টায়ার আনতভাবে ক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এতে রাস্তাও সাইকেলের ওপর আনতভাবে প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এ বলের অনুভূমিক উপাংশ প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেয়। তখন বৃত্তাকার বা বক্রপথে সাইকেলটির পক্ষে চলা সম্ভবপর হয়।

গ দেওয়া আছে, পানির ভর, $m = 1\text{ Litre} = 1\text{kg}$
পানি উত্তোলনের উচ্চতা, $h =$ ভূপৃষ্ঠ হতে ছাদের ট্যাংকের উচ্চতা + ভূ-পৃষ্ঠ হতে রিজার্ভার-এর পানির মুক্ত পৃষ্ঠের গভীরতা

$$= 20\text{m} + \frac{\text{রিজার্ভার এর গভীরতা}}{2} = 20\text{m} + \frac{4\text{m}}{2} = 22\text{m}$$

$$\text{জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8\text{ms}^{-2}$$

$$= 1\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 22\text{ m} = 215.6\text{J (Ans.)}$$

ঘ রিজার্ভারটি অর্ধেক পানিপূর্ণ আছে। তাই এর সম্পূর্ণ পানি ছাদে উঠাতে গেলে,

$$\text{পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা, } h = 20\text{m} + \frac{3}{4} \times \text{রিজার্ভার এর গভীরতা}$$

$$[\therefore \text{রিজার্ভারটি অর্ধেকপূর্ণ}] = 20\text{m} + 0.75 \times 4\text{m} = 23\text{m}$$

$$\text{রিজার্ভার এ পানির আয়তন, } V = 6\text{m} \times 5\text{m} \times \left(\frac{1}{2} \times 4\text{m}\right) = 60\text{m}^3$$

$$\text{জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8\text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{উক্ত পানি ছাদে তুলতে ব্যয়িত শক্তি, } E = mgh$$

$$= 60000\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 23\text{m} = 1.3524 \times 10^7\text{J}$$

উক্ত মোটরের অঙ্গুষ্ঠী ক্ষমতা, $P_{in} = 10kW$

∴ বহিষ্কৃত বা কার্যকর ক্ষমতা $P_{out} = \eta P_{in} = 80\% \times 10kW = 8kW$
 $= 8000W$

এ পানি উঠাতে t পরিমাণ সময় লাগলে,

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

$$\therefore t = \frac{mgh}{P_{out}} = \frac{1.3524 \times 10^7 J}{8000W} = 1690.5 \text{ sec}$$

$$= 28.175 \text{ min}$$

$$= 28 \text{ min } 11 \text{ sec}$$

সুতরাং, রিজার্ভার পরিষ্কার করার জন্য সম্পূর্ণ পানি ছাদে উঠাতে 28 min 11sec সময় লাগবে।

প্রশ্ন ৬ 1500kg ভরের একটি গাড়ি ভূমির সাথে 30° কোণে আনত একটি রাস্তা ধরে $25m/s$ বেগে নামার সময় গাড়ির চালক ব্রেক করায় গাড়িটি 50m দূরত্ব অতিক্রম করার পর আনত রাস্তার উপর থেমে গেল। ভূমি হতে আনত তলের শীর্ষ বিন্দুর উচ্চতা 56.88775m.

[সরকারি আজিজুল হক কলেজ, বগুড়া]

ক. ভরের একক 1 কিলোগ্রাম কাকে বলে? ১

খ. পাখি উড়ে সামনের দিকে অগ্রসর হয় কীভাবে-ব্যাখ্যা কর। ২

গ. গাড়ির উপর প্রযুক্ত প্রতিরোধকারী বলের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. এক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি পালিত হবে কি? ৪

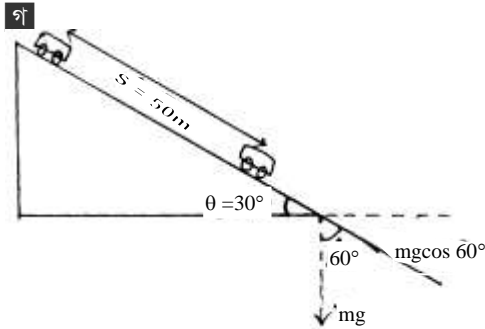
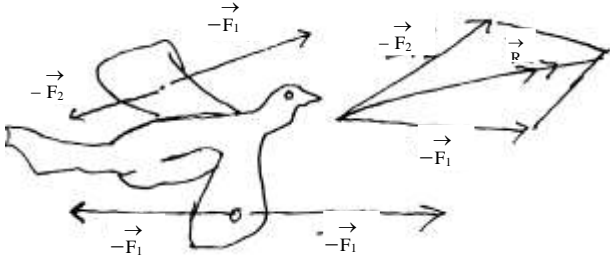
৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফ্রান্সের স্যামুয়েল ইন্টারন্যাশনাল ব্যুরো অফ ওয়েটস এন্ড মেজারসে রক্ষিত প-টিনাম-ইরিডিয়াম সংকর ধাতুর তৈরি 3.9cm ব্যাস এবং 3.9 cm উচ্চতার একক ধাতুর ভরকে 1 কিলোগ্রাম বলে।

খ পাখি তার ডানা দিয়ে বাতাসের ওপর \vec{F}_1 বল প্রয়োগ করে, এতে গতির তৃতীয় সূত্রানুসারে,

পাখির উক্ত ডানার ওপর বায়ু দ্বারা $-\vec{F}_1$ প্রতিক্রিয়া বল প্রযুক্ত হয়।

একই কারণে, পাখির অপর ডানার ওপর $-\vec{F}_2$ প্রতিক্রিয়া বল প্রযুক্ত হয়। এ বলদ্বয়ের ভেক্টর যোগের মাধ্যমে \vec{R} লব্ধি বল উৎপন্ন হয়। \vec{R} এর দিকেই পাখির দেহটি এগিয়ে যায়।



দেওয়া আছে, গাড়ির ভর, $m = 1500 \text{ kg}$
 তলের আনতি, $\theta = 30^\circ$

আদিবেগ, $u = 25 \text{ ms}^{-1}$

সরণ, $s = 50 \text{ m}$

তল বরাবর গাড়ির ওজনের উপাংশ, $F_g = mg \cos 60^\circ$

$$= 1500 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times \frac{1}{2}$$

$$= 7350 \text{ N}$$

গাড়ির ওপর প্রযুক্ত প্রতিরোধকারী বলের মান F হলে,

$$\text{মন্দন, } a = \frac{F - F_g}{m}$$

$$\text{আবার, } v^2 = u^2 - 2as$$

$$\text{বা, } F - F_g = \frac{mu^2}{2s}$$

$$\therefore F = F_g + \frac{mu^2}{2s} = 7350 \text{ N} + \frac{1500 \text{ kg} \times (25 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 50 \text{ m}} = 16725 \text{ N (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক মতে, ভূমি হতে আনত তলের শীর্ষ বিন্দুর উচ্চতা, $h = 56.88775 \text{ m}$

$$\text{তলের দৈর্ঘ্য, } s' = \frac{h}{\sin 30^\circ} = \frac{56.88775 \text{ m}}{\frac{1}{2}} = 113.7755 \text{ m}$$

তল বরাবর নিচের দিকে অভিকর্ষজ ত্বরণের উপাংশ $= g \cos 60^\circ$

$$= 9.8 \text{ ms}^{-2} \times \frac{1}{2} = 4.9 \text{ ms}^{-2}$$

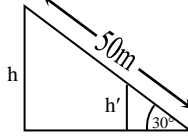
সুতরাং আনত তলের শীর্ষবিন্দুতে গাড়িটির যান্ত্রিক শক্তি $= E_p + E_k$

$$= (8.36 + 4.69) \times 10^5$$

$$= 1.305 \times 10^6 \text{ J}$$

গাড়িটি তল বরাবর 50 m দূরত্ব অতিক্রম করার পর বেগ, $v = 0$

$$\therefore \text{গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times m \times 0^2 = 0$$



এখানে,

$$\text{তখন ভূমি হতে গাড়িটির উচ্চতা, } h' = (113.7755 - 50) \times \sin 30^\circ = 31.88775 \text{ m}$$

$$\therefore \text{বিভব শক্তি, } E_p = mgh' = 1500 \times 9.8 \times 31.88775 = 4.69 \times 10^5 \text{ J}$$

গাড়ির উপর প্রযুক্ত বাধাদানকারী বলের মান, $F = 16725 \text{ N}$ [(গ) হতে পাই]

গাড়ির উপর কৃতকাজ তথা ব্যয়িত শক্তি, $W = FS = 16725 \times 50 = 8.36 \times 10^5 \text{ J}$

সুতরাং এক্ষেত্রে মোট শক্তি $= E_p + E_k + W$

$$= (4.69 \times 10^5 + 0 + 8.36 \times 10^5) \text{ J} = 1.305 \times 10^6 \text{ J}$$

দুই ক্ষেত্রেই মোট শক্তির পরিমাণ একই। সুতরাং এক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি পালিত হয়।

প্রশ্ন ৭ রহমান সাহেবের দুটি বাড়ি রয়েছে। প্রতিটি বাড়ির উচ্চতা 15m। উভয় বাড়ির ছাদে $13m^3$ আয়তনের একটি করে ট্যাংক রয়েছে। তিনি বাড়ি দুটির ট্যাংকে পানি উঠানোর জন্য যথাক্রমে 4HP ও 3HP ক্ষমতার দুটি পাম্প ব্যবহার করেন। পাম্প দুটি যথাক্রমে 15 ও 19 মিনিটে একটি ট্যাংক পূর্ণ করতে পারে। ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$ এবং $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$)।

[এস ও এস হারম্যান মেইনার কলেজ, ঢাকা]

ক. মহাকর্ষ বল কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ১

খ. তড়িৎবল ও মহাকর্ষ বলের মধ্যে প্রধান পার্থক্যটি লিখ। ২

গ. একটি ট্যাংক পূর্ণ করতে প্রয়োজনীয় শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. রহমান সাহেবের ব্যবহৃত মোটরদ্বয়ের মধ্যে কোনটি জ্বালানী সাশ্রয়ী-মতামতের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মহাকর্ষ বল নির্ভর করে সংশ্লিষ্ট বস্তুদ্বয়ের ভরের ওপর এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের ওপর।

খ তড়িৎ বল ও মহাকর্ষ বলের প্রধান দুটি পার্থক্য হলো :

১. মহাকর্ষ বল কেবল আকর্ষণমূলক, অপরদিকে তড়িৎবল আকর্ষণমূলক ও বিকর্ষণমূলক-যেকোনটি হতে পারে।

২. মহাকর্ষ বল মাধ্যমভেদে পরিবর্তিত হয় না, কিন্তু তড়িৎবল মাধ্যমভেদে পরিবর্তিত হতে পারে।

গ ট্যাংক ঘণকাকার ধরে নিলে এর বাহুর দৈর্ঘ্য =

$$\sqrt[3]{NYGKi AvqZb} = \sqrt[3]{13m^3} = 2.35m$$

যেকোনো ট্যাংক পূর্ণ করতে হলে পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা, $h = 15m + \frac{2.35m}{2} = 16.175m$

দেওয়া আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 10ms^{-2}$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000kgm^{-3}$

ট্যাংক ভর্তি পানির ভর, $m = V\rho = 13m^3 \times 1000kgm^{-3} = 13000kg$

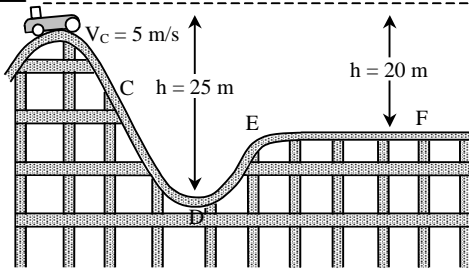
\therefore একটি ট্যাংক পূর্ণ করতে প্রয়োজনীয় শক্তি, $E_p = mgh = 13000kg \times 10ms^{-2} \times 16.17m = 2.1 \times 10^6J$ (Ans.)

ঘ প্রথম মোটরের কার্যকর ক্ষমতা, $P_1 = \frac{mgh}{t_1} = \frac{2.1 \times 10^6J}{15 \times 60sec} = 2333Watt = 3.13 HP$

২য় মোটরের কার্যকর ক্ষমতা $P_2 = \frac{mgh}{t_2} = \frac{2.1 \times 10^6J}{19 \times 60sec} = 1842 watt = 2.47HP$

সুতরাং ২য় মোটরটি বেশি জ্বালানী সাশ্রয়ী।

প্রশ্ন ৮



উপরের চিত্রে পার্কে রোলার কোস্টার এর চলার পথ কে দেখানো হয়েছে। [এখানে সকল প্রকার ঘর্ষণকে অগ্রাহ্য করা হয়] $g = 10ms^{-2}$

[হলিক্রস কলেজ, ঢাকা]

- কাজ শক্তি উপপাদ্য কী? ১
- কোন বিন্দুতে কোস্টারটির বেগ সর্বাধিক হবে? ব্যাখ্যা কর। ২
- যাত্রা শেষে কোস্টার এর বেগ নির্ণয় কর। ৩
- কোস্টার এর শেষ বেগ, উচ্চতা ও আদিবেগ, ভর এর উপর নির্ভরশীল কী? যথাযথভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুটির গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান। এটিই হলো কাজ-শক্তি উপপাদ্য।

খ D বিন্দুতে উচ্চতা সর্বোচ্চ হওয়ায় এ বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভবশক্তি সর্বোচ্চ হবে। তাই যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্রানুসারে, D বিন্দুতে গতিশক্তি এবং বেগ সর্বাধিক হবে।

গ যাত্রা শেষে কোস্টারটি F বিন্দুতে পৌছায়।

আদি অবস্থান হতে F বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্য, $h = 20m$

আদি অবস্থানে বেগ, $u = 5ms^{-1}$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

বের করতে হবে, F অবস্থানে শেষবেগ, $v = ?$

আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2gh = (5ms^{-1})^2 + 2 \times 9.8ms^{-2} \times 20m = 417m^2s^{-2}$

$$\therefore v = \sqrt{417 m^2s^{-2}} = 20.4ms^{-1} (Ans)$$

ঘ মনে করি, কোস্টারটির ভর m

তাহলে সর্বোচ্চ বিন্দুতে এর বিভবশক্তি = mgh

h হলো আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের উচ্চতার পার্থক্য।

সর্বোচ্চ বিন্দুতে গতিশক্তি = $\frac{1}{2} mu^2$

তাহলে আদি অবস্থানে মোট যান্ত্রিক শক্তি = $mgh + \frac{1}{2} mu^2$

শেষ অবস্থান, আদি অবস্থানের তুলনায় নিচু হওয়ায় এবং শেষ অবস্থানের তলকে প্রসঙ্গ তল হিসেবে বিবেচনা করায়,

শেষ অবস্থানে (F বিন্দুতে) বিভবশক্তি = 0

এবং গতিশক্তি = $\frac{1}{2} mv^2$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} v^2 = gh + \frac{1}{2} u^2$$

$$\text{বা, } v^2 = 2gh + u^2$$

$$\therefore v^2 = u^2 + 2gh$$

উপরোক্ত সর্বশেষ সমীকরণে কোস্টার এর ভর m অনুপস্থিত। সুতরাং কোস্টার এর শেষবেগ উচ্চতা ও আদিবেগের ওপর নির্ভর করলেও এর ভরের ওপর নির্ভর করে না।

প্রশ্ন ৯ একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা ও ব্যাস যথাক্রমে 12m এবং 1.8m। একটি পাম্প 24min এ কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে।

[বীরশ্রেষ্ঠ মুন্সি আব্দুর রউফ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]

- ক. মুক্তিবেগ কী? ১
- খ. ঘর্ষণ বল অসংরক্ষণশীল বল ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. পাম্পটির অশ্ব ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে ১ম পাম্পের সাথে আরো একটি 2H.P এর পাম্প যুক্ত করলে কত সময়ের ব্যবধানে পানিশূন্য হবে। গাণিতিকভাবে নির্ণয় কর। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো গ্রহ বা উপগ্রহের পৃষ্ঠ হতে ন্যূনতম যে বেগে কোনো বস্তুকে নিক্ষেপ করলে এ বস্তুটি আর এ গ্রহের নিকট ফিরে আসে না, তাকে এ গ্রহের পৃষ্ঠের মুক্তিবেগ বলে।

খ আমরা জানি, যে বলের ক্ষেত্রে কোনো বস্তুকে এক অবস্থান হতে অপর এক অবস্থানে সরালে কৃতকাজ শুধুমাত্র এ অবস্থানদ্বয় নয়, বরং গতিপথের ওপরও নির্ভর করে, তাকে অসংরক্ষণশীল বল বলে। ঘর্ষণ বলের ক্ষেত্রে এ বৈশিষ্ট্যটি প্রযোজ্য। তদুপরি ঘর্ষণ বলের ক্ষেত্রে কোনো বস্তুকে ঘুরিয়ে আদি অবস্থানে ফিরিয়ে আনলে কৃতকাজ বা ব্যয়িত শক্তি শূন্য হয় না, অর্থাৎ শক্তির অপচয় হয়। তাই সংজ্ঞা ও বৈশিষ্ট্য অনুসারে, ঘর্ষণ বল অসংরক্ষণশীল বল।

গ দেওয়া আছে, পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা, $L=12m$ এবং ব্যাস, $D = 1.8m$

সময়কাল, $t = 24min = 24 \times 60sec = 1440 sec$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

বের করতে হবে, পাম্পটির ক্ষমতা, $P = ?$

পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা, $h = \frac{L}{2} = \frac{12m}{2} = 6m$

উত্তোলিত পানির আয়তন, $V = \frac{1}{4} \pi D^2 L$

$$= 0.25 \times 3.1416 \times (1.8m)^2 \times 12m$$

$$= 30.54m^3$$

এবং ভর, $m = V\rho = 30.54m^3 \times 1000Kgm^{-3}$

$$= 30540Kg$$

$$\therefore \text{পাম্পটির ক্ষমতা, } P = \frac{mgh}{t} = \frac{30540kg \times 9.8ms^{-2} \times 6m}{1440sec}$$

$$= 1247 watt$$

$$= \frac{1247}{746} HP$$

$$= 1.672 \text{ HP (Ans.)}$$

ঘ ১ম পাম্পের ক্ষমতা, $P = 1.672 \text{ HP}$

২য় পাম্পের ক্ষমতা, $P_2 = 2 \text{ HP}$

উভয় ইঞ্জিনের সম্মিলিত ক্রিয়ার কুয়াটি t' সময়ে পানিশূন্য হলে, ক্ষমতা,

$$\begin{aligned} p' &= \frac{mgh}{t'} \\ t' &= \frac{mgh}{p'} \\ &= \frac{30540 \times 9.8 \times 6}{2739.3} \\ &= 655.55 \text{ sec} \\ &= 10.93 \text{ min} \end{aligned}$$

সুতরাং উদ্দীপকের কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে ১ম পাম্পের সাথে আরো একটি ২HP এর পাম্প যুক্ত করলে ১০.৯৩ min সময়ের ব্যবধানে পানিশূন্য হবে।

প্রশ্ন ১০ একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা ১০ম এবং ব্যাস ১.৬ম একটি পাম্প কুয়াটিকে ২৪min পানি শূন্য করতে পারে। উক্ত কাজে ১HP আরও পাম্প যুক্ত করা হলো। [ভাওয়াল বদরে আলম কলেজ, গাজীপুর]

- সংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? ১
- হাত খুলে নাচা, না হাত বন্ধ করে নাচা কোনটি বেশি ঘূর্ণন সৃষ্টি করে? ২
- পাম্পটির ক্ষমতা নির্ণয় কর? ৩
- দ্বিতীয় পাম্প যুক্ত করায় উক্ত কাজে কত সময় সাশ্রয় হয়েছে। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বল কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়া করলে তাকে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে বল কর্তৃক কাজ শূন্য হয় তাকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

খ হাত খুলে নাচলে জড়তার ভ্রামক বা ঘূর্ণন জড়তা বেশি হয়। আর হাত বন্ধ করে নাচলে জড়তার ভ্রামক কম হয়। তাই $\tau = I\alpha$ সূত্রানুসারে নির্দিষ্ট মানের টর্কের জন্য হাত বন্ধ করে নাচলে বেশি ঘূর্ণন সৃষ্টি হবে।

গ দেওয়া আছে, কুয়ার গভীরতা, $d = 10 \text{ m}$ এবং ব্যাস, $D = 1.6 \text{ m}$
১ম পাম্প দ্বারা পানিশূন্য করার সময়কাল, $t_1 = 24 \text{ min}$
 $= 24 \times 60 \text{ sec}$
 $= 1440 \text{ sec}$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

পানি তোলার গড় উচ্চতা, $h = \frac{d}{2} = \frac{10 \text{ m}}{2} = 5 \text{ m}$

উত্তোলিত পানির ভর, $m =$ উত্তোলিত পানির আয়তন \times পানির ঘনত্ব

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{4} \pi D^2 d \times \rho \\ &= 0.25 \times 3.1416 \times (1.6 \text{ m})^2 \times 10 \text{ m} \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \\ &= 2.01 \times 10^4 \text{ kg} \end{aligned}$$

\therefore প্রথম পাম্পের ক্ষমতা, $P_1 = \frac{mgh}{t_1} = \frac{2.01 \times 10^4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ m}}{1440 \text{ sec}}$
 $= 684 \text{ watt (Ans.)}$

ঘ দ্বিতীয় পাম্পের ক্ষমতা, $P_2 = 1 \text{ HP} = 746 \text{ watt}$

পাম্পদ্বয়ের সম্মিলিত ক্ষমতা $= P_1 + P_2 = (684 + 746) \text{ W} = 1430 \text{ watt}$

$P = \frac{mgh}{t}$ সূত্র হতে স্পষ্ট যে, $mgh =$ ধ্রুব হলে $P \propto \frac{1}{t}$

প্রশ্ন ১১ ফাহিম ৫০kg ভরের একটি বস্তুকে খাড়া ১০ম উপরে টেনে তুলল। মাহিম বস্তুটিকে ৩০° হেলানো একটি তলের উপর দিয়ে গড়িয়ে একই উচ্চতায় উঠাল। [খিলগাঁও গভ: উচ্চ বিদ্যালয়, খিলগাঁও]

- স্থিতি ধ্রুবক কাকে বলে? ১
- অভিকর্ষীয় বিভব শক্তি বলতে কি বুঝ? ২
- ফাহিমের দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
- মাহিমের কাজের পরিমাণ নির্ণয় করে দেখাও যে, উভয়ের দ্বারা একই পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হয়েছে। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন স্থিতির ওপর প্রযুক্ত বল ও স্থিতির সংকোচন বা প্রসারণ এর অনুপাতকে স্থিতি ধ্রুবক বলে।

খ অভিকর্ষের বিরুদ্ধে কোনো একটি বস্তুকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠাতে যে কাজ সম্পন্ন করতে হয় তাকে অভিকর্ষীয় বিভব বলে। কোন m ভরের একটি বস্তুকে g এর বিরুদ্ধে h উচ্চতায় উঠাতে অভিকর্ষীয় বিভব যদি U_p হয় তাহলে, $U_p = mgh$.

গ এখানে,

ফাহিমের ক্ষেত্রে, বস্তুর ওজন, $m = 50 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

আমরা জানি,

নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠাতে কাজ, $W = mgh$

$$= 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}$$

$$= 4900 \text{ J. (Ans.)}$$

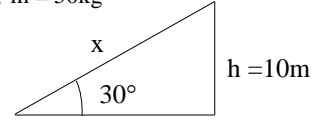
ঘ এখানে,

ফাহিমের গড় সম্পাদিত কাজ, $= 4900 \text{ J}$ [‘গ’ নং প্রশ্নোত্তর হতে]

মাহিমের ক্ষেত্রে, বস্তুর ভর, $m = 50 \text{ kg}$

হেলানো কোণ, $\theta = 30^\circ$

উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$



হেলানো তলের দৈর্ঘ্য x হলে, মাহিমের দ্বারা সম্পাদিত কাজ, $W = mg(x \sin 30^\circ)$

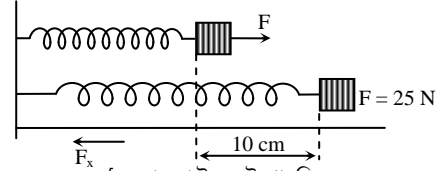
আবার, $x \sin 30^\circ = h = 10 \text{ m}$

\therefore কাজ, $W = mgh$

$$= 4900 \text{ J}$$

অর্থাৎ গাণিতিক বিশ্লেষণ দেখা যায় যে, উভয়ের দ্বারা একই পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হয়েছে।

প্রশ্ন ১২



[বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, বগুড়া]

- সংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? ১
- গতিশক্তির সহিত ভরবেগের সম্পর্ক দেখাও। ২
- উদ্দীপকের স্থিতিটিকে ৬cm প্রসারণ ঘটাতে কতটুকু কাজ করতে হবে নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকের স্থিতির সাথে অন্য একটি স্থিতি সমান্তরালে যুক্ত করলে ২০cm প্রসারণের জন্য কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বল কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়া করলে তাকে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে বল কর্তৃক কাজ শূন্য হয় তাকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

খ আমরা জানি, গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \frac{m^2 v^2}{m} = \frac{1}{2} \frac{(mv)^2}{m} = \frac{p^2}{2m}$

সুতরাং গতিশক্তি $= \frac{(fiGeM)^2}{2 \times fi}$

ভর ধ্রুব থাকায়, গতিশক্তি $\propto (\text{ভরবেগ})^2$

গ দেওয়া আছে,

প্রযুক্ত বল, $F = 25 \text{ N}$ এবং প্রসারণ, $x = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

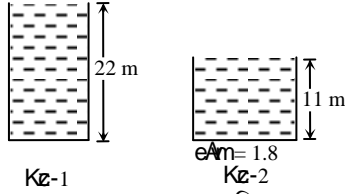
$$W = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} \times 250 \text{ Nm}^{-1} \times (0.06 \text{ m})^2 = 0.45 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকের স্থিতির সাথে অনুরূপ আরেকটি স্থিতি সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্য স্থিতি ধ্রুবক $k' = k + k = 2k = 2 \times 250 \text{ Nm}^{-1}$

এক্ষেত্রে $x = 20\text{cm} = 0.2\text{m}$ প্রসারণের জন্য কৃতকাজের পরিমাণ,

$$W = \frac{1}{2} k'x^2 = \frac{1}{2} \times 500\text{Nm}^{-1} \times (0.2\text{m})^2 = 10\text{J}$$

প্রশ্ন ১৩



একটি মোটর দ্বারা ১ম ও ২য় কুপকে পানি শূন্য করতে সময় লাগে যথাক্রমে T_1 ও T_2 । কুপ দুটিতে একই পরিমাণ পানি ধরে।

[পলি উন্নয়ন একাডেমী ল্যাব: স্কুল এন্ড কলেজ, বগুড়া]

- ক. ভূ-স্থির উপগ্রহ কাকে বলে? ১
- খ. “কোন বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের ক্ষমতা 5MW” বলতে কী বোঝ? ২
- গ. ২য় কুপকে পানি শূন্য করতে 24min সময় লাগলে মোটরটির অশ্বক্ষমতা কত? ৩
- ঘ. উভয় কুপের ক্ষেত্রে গভীরতার সাপেক্ষে পানি শূন্য করার সময় একই লাগে-গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে প্রমাণ কর। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল 24hr হলে ভূপৃষ্ঠের নির্দিষ্ট স্থান থেকে অবলোকন করলে এটিকে সর্বদাই স্থির মনে হয় তাকে ভূ-স্থির উপগ্রহ বলে।

খ কোনো বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের ক্ষমতা 5MW বলতে বুঝায়, ঐ কেন্দ্রে প্রতি সেকেন্ডে $5 \times 10^6\text{J}$ পরিমাণ বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন করা হয়।

গ ২য় কুপের গভীরতা, $d = 11\text{m}$ এবং ব্যাস, $D = 1.8\text{m}$

$$\therefore \text{২য় কুপের আয়তন, } v = \frac{1}{4} \pi D^2 d = 0.25 \times 3.1416 \times (1.8\text{m})^2 \times 11\text{m}$$

$$= 27.992\text{m}^3$$

$$\text{এবং কুপের সম্পূর্ণ পানির ভর } m = v\rho = 27.992\text{m}^3 \times 1000\text{kg/m}^3$$

$$= 27992\text{kg}$$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ms}^{-2}$

$$\text{২য় কুপের ক্ষেত্রে পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা, } h = \frac{11\text{m}}{2} = 5.5\text{m}$$

$$\therefore \text{মোটরটির ক্ষমতা } P = \frac{mgh}{t} = \frac{27992\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 5.5\text{m}}{24 \times 60\text{s}}$$

$$= 1047.8\text{ watt}$$

$$= \frac{1047.8}{746} \text{ HP} = 1.4045 \text{ HP (Ans.)}$$

ঘ ১ম কুপের ক্ষেত্রে পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা, $h = \frac{22\text{m}}{2} = 11\text{m}$

১ম কুপে একই পরিমাণ (27992kg) পানি ধরে।

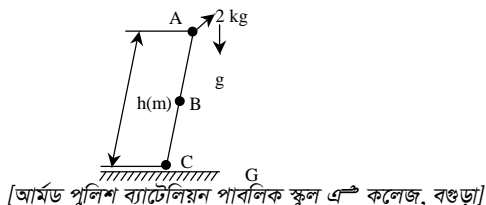
$$\text{উক্ত মোটর দ্বারা প্রথম কুপ খালি করতে } t \text{ পরিমাণ সময় লাগলে, } P = \frac{mgh}{t}$$

$$\therefore t = \frac{mgh}{P} = \frac{27992\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 11\text{m}}{1047.8\text{ watt}} = 2879.9\text{sec}$$

$$= 48\text{min}$$

সুতরাং উভয় কুপের ক্ষেত্রে গভীরতার সাপেক্ষে পানি শূন্য করার সময় একই লাগে।

প্রশ্ন ১৪ চিত্রে পড়ন্ত বস্তুর ভর 2kg, এর B বিন্দুতে বিভবশক্তি, গতিশক্তির দ্বিগুণ।



[আর্মড পুলিশ ব্যাটেলিয়ন পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, বগুড়া]

- ক. কর্মদক্ষতা কী? ১
- খ. নিউটন ও ডাইনের মধ্যকার সম্পর্ক কী? ২
- গ. AB এর উচ্চতা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. বস্তুটি যদি বিনা বাধায় অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূমি (C)-তে এসে পড়ে সেক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণ সূত্র এটি মেনে চলে কী-না গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো যন্ত্র হতে প্রাপ্ত কার্যকর শক্তি এবং যন্ত্রে প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে এর কর্মদক্ষতা বলে।

খ $F = ma$ সূত্রানুসারে,

$$1 \text{ নিউটন} = 1\text{kg} \times 1\text{ms}^{-2} = 1000\text{gm} \times 100\text{cms}^{-2}$$

$$= 10^5 \text{ gm. cm.s}^{-2}$$

$$= 10^5 \text{ ডাইন}$$

গ দেওয়া আছে, বস্তুর ভর $m = 2\text{kg}$

AB = x হলে, B বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_p = mg(h-x)$ এবং গতিশক্তি,

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m (0^2 + 2gx) = mgx$$

প্রশ্নমতে, $E_p = 2E_k$

$$\text{বা, } mg(h-x) = 2mgx$$

$$\text{বা, } h-x = 2x$$

$$\therefore x = \frac{h}{3}; \text{ সুতরাং AB এর উচ্চতা} = \frac{h}{3} \text{ (Ans.)}$$

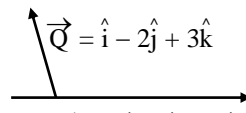
ঘ সর্বোচ্চ উচ্চতায় (A বিন্দু) গতিশক্তি = 0 [কারণ বেগ শূন্য] এবং বিভব শক্তি = mgh

$$\therefore \text{A বিন্দুতে মোট যান্ত্রিক শক্তি} = 0 + mgh = mgh$$

$$\therefore \text{C বিন্দুতে মোট যান্ত্রিক শক্তি} = 0 + mgh = mgh$$

যেহেতু A, B, C সকল বিন্দুতেই বস্তুর মোট যান্ত্রিক শক্তি একই সুতরাং বস্তুটি যদি বিনাবাধায় অভিকর্ষ তলের প্রভাবে ভূমি (C)-তে এসে পড়ে তবে ক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলেবে।

প্রশ্ন ১৫



উপরের চিত্রে প্রদর্শিত ভেক্টর দুটি সমতলীয় ভেক্টর। \vec{P} বল এবং \vec{Q} সরণ নির্দেশ করে। [অধ্যাপক আব্দুল মজিদ কলেজ, মুরাদনগর, কুমিল-১]

- ক. ঘাত বল কী? ১
- খ. পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$ বলতে কি বুঝ? ২
- গ. ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত? ৩
- ঘ. বল ট এর দ্বারা কাজ হবে ঋণাত্মক কাজ গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বৃহৎমানের বল খুব অল্প সময় ধরে ক্রিয়া করে তাকে ঘাত বল বলে।

খ পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3}\text{Nm}^{-1}$ বলতে বোঝায়, পানির মুক্ত পৃষ্ঠে একটি সরলরেখা কল্পনা করলে উক্ত রেখার প্রতি 1m দৈর্ঘ্যে ঐ রেখার দুই পার্শ্বে পানির পৃষ্ঠ তলে এক অংশ অন্য অংশের উপরে যে স্পর্শক বল প্রয়োগ করে তার মান $72 \times 10^{-3}\text{N}$ ।

গ দেওয়া আছে $\vec{P} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}$ এবং $\vec{Q} = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$ বের করতে হবে, ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \vec{P} \cdot \vec{Q} = PQ \cos \alpha \text{ বা, } \cos \alpha = \frac{\vec{P} \cdot \vec{Q}}{PQ}$$

$$\therefore \alpha = \cos^{-1} \frac{\vec{P} \cdot \vec{Q}}{PQ} = \cos^{-1} \frac{2 \times 1 + 3 \times (-2) + (-4) \times 3}{\sqrt{2^2 + 3^2 + (-4)^2} \sqrt{1^2 + (-2)^2 + 3^2}}$$

$$= \cos^{-1} \frac{-16}{5.385 \times 3.74} = 142.6^\circ \text{ (Ans.)}$$

ঘ) বলের মান, $F = |\vec{P}| = \sqrt{2^2 + 3^2 + (-4)^2} = 5.385N$

সরণের মান, $S = |\vec{Q}| = \sqrt{1^2 + (-2)^2 + 3^2} = 3.74m$

বল ও সরণের মধ্যকার কোণ, $\alpha = 142.6^\circ$

$$\therefore \text{কৃতকাজ, } W = \vec{F} \cdot \vec{S} = PQ \cos \alpha \\ = 5.385N \times 3.74m \times \cos 142.6^\circ \\ = -16J$$

সুতরাং বল \vec{P} দ্বারা কাজ হবে ঋণাত্মক কাজ।

প্রশ্ন ১৬ একটি কূপের গভীরতা 12m এবং ব্যাস 1.8m। একটি পাম্প কূপটিকে 24 মিনিটে খালি করতে পারে।

[ইস্পাহানি পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, কুমিল-১]

- ক. ক্ষমতা কাকে বলে? ১
- খ. একটি পাম্পের কর্মদক্ষতা 80% বলতে কী বুঝ? ২
- গ. কূপটিকে খালি করতে হলে কী পরিমাণ ভর পানি উঠাতে হবে? ৩
- ঘ. পাম্পের ক্ষমতা কত? ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো ব্যক্তি বা বস্তুর একক সময়ে কার্যসম্পাদনের বা শক্তি ব্যয়ের হারকে ক্ষমতা বলে।

খ আমরা জানি, কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলতে এটি হতে প্রাপ্ত কার্যকর শক্তি ও এতে মোট প্রদত্ত শক্তির অনুপাত বুঝায়। সুতরাং একটি পাম্পের কর্মদক্ষতা 80% বলতে বুঝায়, পাম্পে মোট 100 জুল বৈদ্যুতিক বা রাসায়নিক শক্তি দেয়া হলে তা 80জুল পরিমাণ যান্ত্রিক শক্তি উৎপন্ন করে।

গ দেওয়া আছে, কূপের গভীরতা, $L = 12m$
ব্যাস, $D = 1.8m$

$$\text{সম্পূর্ণ কুয়ার পানির আয়তন, } V = \frac{1}{4} \pi D^2 L$$

$$= 0.25 \times 3.1416 \times (1.8m)^2 \times 12m = 30.54m^3 \\ \therefore \text{উত্তোলিত পানির ভর, } m = V\rho = 30.54m^3 \times 1000kg/m^3 \\ = 30540kg \text{ (Ans.)}$$

ঘ সম্পূর্ণ কুয়াটিকে খালি করতে সময় লাগে, $t = 24min = 1440 \text{ sec}$

$$\text{পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা, } h = \frac{12m}{2} = 6m$$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8ms^{-2}$

$$\therefore \text{পাম্পের ক্ষমতা, } P = \frac{mgh}{t} = \frac{30540kg \times 9.8ms^{-2} \times 6m}{1440sec} \\ = 1247 \text{ watt} = 1.67 \text{ H.P}$$

প্রশ্ন ১৭ 200gm ভরের একটি বস্তু খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করার 4sec পর আবার একই জায়গায় ভূমিতে ফেরত আসল।

[ইস্পাহানি পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, কুমিল-১]

- ক. স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি কী? ১
- খ. ধ্রুব বল ও পরিবর্তনশীল বলের পার্থক্য উদাহরণসহ লেখ। ২
- গ. উদ্দীপকের বস্তুটির জন্য নিক্ষেপ করার 3sec পর বিভব শক্তি কত? ৩
- ঘ. উদ্দীপক মতে দেখাও যে, নিক্ষেপ করার মুহূর্তে এবং সর্বোচ্চ উপরের বিন্দুতে শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বাহ্যিক বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর আকার, আকৃতি বা আয়তনের পরিবর্তন ঘটালে এতে যে বিভবশক্তি সঞ্চিত হয়, তাকে স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি বলে।

খ যে বলের মান ও দিকের পরিবর্তন ঘটে না, তাকে ধ্রুব বল বলে। এ বল দ্বারা সরণকে গুণ করলেই কৃতকাজ পাওয়া যায়। পৃথিবী পৃষ্ঠে নির্দিষ্ট স্থান ও এর সন্নিকটে যেকোনো বস্তুর ওজন ধ্রুব বলের একটি উদাহরণ। যে বলের মান বা দিকের পরিবর্তন ঘটে তাকে পরিবর্তনশীল বল বলে। এর দ্বারা কৃতকাজ নির্ণয়ে যোগজীকরণ করার

প্রয়োজন হয়। স্থিৎ এর প্রত্যয়নী বল পরিবর্তনশীল বলের উদাহরণ যা সাম্যাবস্থান হতে সরণের ওপর নির্ভর করে।

গ দেওয়া আছে, উড্ডয়নকাল, $T = 4sec$

বস্তুর ভর, $m = 200gm = 0.2kg$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

সময়কাল, $t = 3sec$

বের করতে হবে, অভিকর্ষজ বিভবশক্তি, $E_p = ?$

উর্ধ্বমুখে নিক্ষেপণ বেগ v_0 হলে আমরা জানি, $T = \frac{2v_0}{g}$

$$\therefore v_0 = \frac{Tg}{2} = \frac{4sec \times 9.8ms^{-2}}{2} = 19.6ms^{-1}$$

$$\therefore t = 3sec \text{ মুহূর্তকালে তাৎক্ষণিক উচ্চতা, } h = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2 =$$

$$19.6ms^{-1} \times 3sec - \frac{1}{2} \times 9.8ms^{-2} \times (3sec)^2 = 14.7m$$

$$\therefore \text{নিক্ষেপ করার } 3sec \text{ পর বিভবশক্তি, } E_p = mgh = 0.2kg \times 9.8ms^{-2} \times 14.7m = 28.812J \text{ (Ans.)}$$

ঘ নিক্ষেপ করার মুহূর্তে ভূমি হতে বস্তুর উচ্চতা = 0

$$\therefore E_p = mgh \text{ সূত্রানুসারে নিক্ষেপ করার মুহূর্তে বিভবশক্তি} = 0$$

$$\text{নিক্ষেপ করার মুহূর্তে বস্তুটির গতিশক্তি} = \frac{1}{2} mv_0^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.2kg \times (19.6ms^{-1})^2$$

$$= 38.416J$$

$$= 0.2kg \times 9.8ms^{-2} \times 19.6m$$

$$= 38.416J$$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় গতিবেগ শূন্য বলে গতিশক্তি ও শূন্য।

$$\therefore \text{সর্বোচ্চ উচ্চতায় মোট যান্ত্রিক শক্তি} = 38.416J + 0J = 38.416J$$

\therefore নিক্ষেপ করার মুহূর্তে এবং সর্বোচ্চ ওপরে বিন্দুতে বস্তুটি যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে।

প্রশ্ন ১৮ অজিত ও বিজিত সহপাঠির বাড়ীতে যথাক্রমে 20ft ও 10ft গভীরতার দু'টি চৌবাচ্চা আছে। প্রতি চৌবাচ্চায় সমপরিমাণ 1100 গ্যালন পানি ধরে। বিজিত ভাবল এমন একটি মোটর ক্রয় করবে যাতে নিজ চৌবাচ্চার পানি 1 ঘন্টায় নিষ্কাশিত হয়।

[ইস্পাহানি পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. ক্ষমতা কী? ১
- খ. অশ্বক্ষমতা ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বিজিতের ক্রয় করা মোটরের অশ্ব ক্ষমতা কত? ৩
- ঘ. অজিত বিজিতের অনুরূপ কর্মসম্পাদন করার জন্য অনুরূপ মোটর দ্বারা সম্ভব হবে কি-গাণিতিক ভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক সময়ে কোনো ব্যক্তি বা যন্ত্রের কাজ করার বা শক্তি ব্যয়ের পরিমাণকে এর ক্ষমতা বলে।

খ কোনো প্রাণী বা যন্ত্র প্রতি সেকেন্ডে 746J পরিমাণ শক্তি ব্যয় করতে পারলে তার ক্ষমতাকে এক অশ্বক্ষমতা বলে। একে hp বা HP দ্বারা সূচিত করা হয়। পরীক্ষায় দেখা গেছে, একটি ঘোড়া দৌড়ানোর সময় গড়ে প্রতি সেকেন্ডে 746J পরিমাণ শক্তি ব্যয় করে। তাই এই পরিমাণ ক্ষমতাকে 1H.P বা 1 অশ্বক্ষমতা বলে। এটি ক্ষমতার একট বৃহৎ একক।

গ বিজিতের মোটর দ্বারা,

উত্তোলিত পানির ভর, $m = 1100 \text{ gallons} = 1100 \times 3.7854 \text{ Litre}$

$$= 4163.94 \text{ litre পানির ভর}$$

$$= 4163.94kg [\rho_w = 1kg/L]$$

$$\text{পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা, } h = \frac{10ft}{2} = 5ft = \frac{5 \times 30.48}{100} m =$$

$$1.524m$$

পানি উত্তোলনের সময়কাল, $t = 1hr = 3600sec$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8ms^{-2}$

বের করতে হবে, বিজিতের মোটরের অশ্বক্ষমতা, $P = ?$

$$\text{আমরা জানি, } P = \frac{mgh}{t} = \frac{4163.94kg \times 9.8ms^{-2} \times 1.524m}{3600sec}$$

$$= 17.275 \text{ watt} = \frac{17.275}{746} \text{ HP} = 0.023 \text{ HP (Ans.)}$$

ঘ. অজিতের চৌবাচ্চায় পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা, $h = 2 \times 1.524 \text{ m}$
 $= 3.048 \text{ m}$

$$\text{এক্ষেত্রে } t \text{ পরিমাণ সময় লাগাতে, } P = \frac{mgh}{t}$$

সুতরাং অজিত বিজিতের অনুরূপ কর্মসম্পাদন করার জন্য অনুরূপ মোটর দ্বারা সম্ভব হবে না।

প্রশ্ন ▶ ১৯ 27.36HP এবং 3.65HP ক্ষমতার দুটি ইঞ্জিন দিয়ে যথাক্রমে 100m এবং 10m উচ্চতায় 1000kg পানি উঠানো হলো। এতে 60sec সময় লাগলো। [বাংলাদেশ মহিলা সমিতি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয় ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. মুক্তিবৈগ কাকে বলে? ১
 খ. G কে সার্বজনীন ধ্রুবক বলা হয় কেন? ২
 গ. ১ম ইঞ্জিনটির কার্যকর ক্ষমতা কত? ৩
 ঘ. উদ্দীপকের আলোকে দেখাও যে, ১ম ইঞ্জিন দ্বারা যে ক্ষমতা নষ্ট হয়, ২য় ইঞ্জিন দ্বারা তার চেয়ে বেশি নষ্ট হয়। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো গ্রহ বা উপগ্রহের পৃষ্ঠ হতে ন্যূনতম যে বেগে কোনো বস্তুকে নিক্ষেপ করলে তা ঐ গ্রহের অভিকর্ষের প্রভাব কাটিয়ে মহাশূন্যে চলে যায় তাকে ঐ গ্রহের পৃষ্ঠের মুক্তিবৈগ বলে।

খ. নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রে ($F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$) m_1 , m_2 , d , F রাশিগুলো পরিবর্তনশীল হলেও G কোনো পরিবর্তনশীল রাশি নয়। এটি ধ্রুবক এর মান বিবেচনাধীন বস্তুদ্বয়ের ভর, দূরত্ব তাপমাত্রা বা অন্য কোনো ভৌত ধর্ম বা অবস্থার ওপর নির্ভর করে না। মহাবিশ্বের সর্বত্র G -এর মান একই। তাই G -কে সার্বজনীন ধ্রুবক বলে।

গ. ১ম ইঞ্জিন দ্বারা উত্তোলিত পানি ভর, $m = 1000 \text{ kg}$
 পানি উত্তোলনের উচ্চতা, $h = 100 \text{ m}$
 সময় কাল, $t = 60 \text{ sec}$

$$= 16333 \text{ watt (Ans.)}$$

ঘ. ১ম ইঞ্জিনের প্রদত্ত (input) ক্ষমতা = 27.36HP

$$\text{এবং কার্যকর অশ্বক্ষমতা} = \frac{16333}{746} = 21.9 \text{ HP}$$

$$\therefore \text{১ম ইঞ্জিন দ্বারা নষ্ট হওয়া ক্ষমতা} = (27.36 - 21.9) \text{ HP} = 5.46 \text{ HP}$$

$$\text{দ্বিতীয় ইঞ্জিনের কার্যকর ক্ষমতা} = \frac{mgh'}{t} = \frac{1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}}{60 \text{ sec}}$$

$$= 1633.3 \text{ watt}$$

$$= \frac{1633.3}{746} \text{ HP} = 2.19 \text{ HP}$$

$$\therefore \text{২য় ইঞ্জিন দ্বারা নষ্ট হওয়া ক্ষমতা} = (3.65 - 2.19) \text{ HP}$$

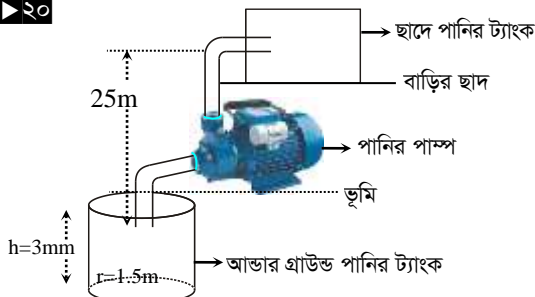
$$= 1.46 \text{ HP} < 5.46 \text{ HP}$$

$$\text{১ম ইঞ্জিন দ্বারা নষ্ট হওয়া ক্ষমতা আপেক্ষিক পরিমাণ} = \frac{5.46 \text{ HP}}{27.36 \text{ HP}} = 0.19956 = 20\%$$

$$\text{২য় ইঞ্জিন দ্বারা নষ্ট হওয়া ক্ষমতার আপেক্ষিক পরিমাণ} = \frac{1.46 \text{ HP}}{3.65 \text{ HP}} = 0.4 = 40\% > 20\%$$

সুতরাং ১ম ইঞ্জিন দ্বারা যে ক্ষমতা নষ্ট হয়, ২য় ইঞ্জিন দ্বারা তার চেয়ে বেশি নষ্ট হয়।

প্রশ্ন ▶ ২০



[সিলেট সরকারি মহিলা কলেজ, সিলেট]

- ক. কাজ-শক্তি উপপাদ্যটি বিবৃত কর। ১
 খ. পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘুরছে কিন্তু কোনো কাজ করছে না কেন? ২
 গ. পানির ট্যাংক থেকে 3000 লিটার পানি ছাদে উঠাতে কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. আন্ডার গ্রাউন্ড পানির ট্যাংকটি 1 ঘন্টায় পানি শূন্য করতে 70% কর্মদক্ষতার কত ক্ষমতার একটি পাম্প ব্যবহার করতে হবে? বিশেষ-ষণ কর। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোন বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুটির গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

খ. পৃথিবী সূর্যের চারদিকে একটি নির্দিষ্ট উপবৃত্তাকার কক্ষপথে ঘুরছে। কিন্তু প্রতি ঘূর্ণনে মোট অতিক্রান্ত সরণ শূন্য (যেহেতু একই বিন্দু দিয়ে অতিক্রম করে)। যেহেতু কাজ হচ্ছে বল ও সরণের গুণফল, সেহেতু সরণ শূন্য বলে কৃতকাজ ও শূন্য হবে।

গ. এখানে, উচ্চতা, $h = 25 \text{ m} + 1.5 \text{ m} = 26.5 \text{ m}$
 আমরা জানি, 1 Litre পানির ভর 1 kg
 $\therefore m = 3000 \text{ Kg}$
 অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
 কৃতকাজ, $W = ?$

$$\text{আমরা জানি, কৃতকাজ, } W = 3000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 26.5 \text{ m}$$

$$= 7.79 \times 10^5 \text{ J}$$

পানি ট্যাংকের উপর উঠাতে $7.35 \times 10^5 \text{ J}$ কাজ সম্পন্ন করতে হবে।

(Ans.)

ঘ. এখানে, কর্মদক্ষতা, $\eta = 70\% = 0.70$

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

$$\text{ট্যাংকের উচ্চতা, } h = 3 \text{ m}$$

$$\text{পানির আয়তন, } v = \pi r^2 h$$

$$\text{পানির ভর, } m = \rho v$$

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r = 1.5 \text{ m}$$

$$\text{ক্ষমতা, } P = ?$$

$$\text{ঘনত্ব, } P = 1000 \text{ kgm}^{-3}$$

$$\text{গড় উচ্চতা, } \bar{h} = 1.5 \text{ m}$$

$$\text{আমরা জানি, } \eta p = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{বা, } P = \frac{mgh}{\eta t}$$

$$= \frac{\pi \times (1.5 \text{ m})^2 \times 3 \text{ m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 1.5 \text{ m}}{0.70 \times 3600}$$

$$= 123.70 \text{ watt}$$

অর্থাৎ 1 ঘন্টায় পানিশূন্য করতে 123.70 watt ক্ষমতার পাম্প ব্যবহার করতে হবে। (Ans.)

প্রশ্ন ▶ ২১ একটি ঘর্ষণহীন পুলির উপর দিয়ে একটি অসম্প্রসারণশীল সুতা পার করে এর দুইপ্রান্তে যথাক্রমে 2kg ও 1kg ভরের দুটি বস্তু ভারকেন্দ্রকে একই উচ্চতায় রেখে ঝুলিয়ে দিয়ে মুক্তভাবে ছেড়ে দেওয়া হলো। এর ফলে 2kg ভরের বস্তুটি নিচের দিকে নামতে শুরু করল এবং 1.5m নেমে এসে এটি 3.13 ms^{-1} বেগে প্রাপ্ত হল।

[মদনমোহন কলেজ, সিলেট]

- ক. অর্কেষ্টা কী? ১
 খ. পানির সান্দ্রতা সহগ 10^{-3} Nsm^{-2} বলতে কি বুঝে? ২
 গ. উদ্দীপকের 2kg ভরের বস্তুটি কত শক্তি হারাবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের ক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুসারে মোট শক্তির সংরক্ষণ ঘটেছে কী? উত্তরের পক্ষে যুক্তি দেখাও।

8

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন অনেকগুলো বাদ্যযন্ত্র এক সঙ্গে বাজিয়ে একটি সমতান বা একটি মেলোডি অথবা একটি সমতান ও একটি মেলোডি উভয় সৃষ্টি করা হয় তাকে অর্কেস্ট্রা বলে।

খ পানির সান্দ্রতা সহগ 10^{-3}Nsm^{-2} বলতে বোঝায় 1m^2 ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট পানির দুটি স্তরের পরস্পর থেকে 1m দূরত্বে অবস্থিত হলে এদের ভেতর 1ms^{-1} আপেক্ষিক বেগ বজায় রাখতে 10^{-3}N বলের প্রয়োজন হয়।

গ 2kg ভরের বস্তুটি 1kg ভরের বস্তুকে 1.5m উপরে তুলতে যতটুকু কাজ হবে ততটুকু শক্তি হারাবে।

$$1 \text{kg} \text{ ভরের বস্তুকে } 1.5 \text{m} \text{ তুলতে কাজ} = (1 \text{kg} \times 9.8 \text{ms}^{-2} \times 1.5 \text{m}) = 14.7 \text{J}$$

∴ 2kg ভরের বস্তু 14.7J শক্তি হারাবে

ঘ 2kg ভরের বস্তু যতটুকু শক্তি হারাবে তা তার গতিশক্তিতে পরিণত হবে।

∴ 2kg ভরের বস্তুর বেগ 3.83ms^{-1} হতে হবে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসরণ করার জন্য, কিন্তু দেওয়া আছে বেগ 3.13ms^{-1} অতএব, শক্তির সংরক্ষণশীলতা রক্ষা হবে না।

প্রশ্ন ২২ বিশ্বকাপ ক্রিকেটে বাংলাদেশ বনাম নিউজিল্যান্ডের মধ্যকার ম্যাচে টস করতে গিয়ে আম্পায়ার 100g ভরের একটি কয়েন 3m উঁচু থেকে মাটিতে ফেলে দিল এবং বাংলাদেশ টসে জিতে গেল।

[সরকারি সুন্দরবন আদর্শ কলেজ, খুলনা]

- মহাকর্ষীয় বিভব কাকে বলে? ১
- বলের দ্বারা কাজ ও বলের বিরুদ্ধে কাজ ব্যাখ্যা কর। ২
- কয়েনটি ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি কত ছিল? ৩
- নিষ্ফল কয়েনটি কী শক্তির সংরক্ষণশীলতা সূত্র মেনে চলে? বিশ্লেষণ কর। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অসীম দূরত্ব থেকে একক ভরের কোন বস্তুকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে আনতে মহাকর্ষীয় বল দ্বারা সম্পন্ন কাজের পরিমাণকে ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব বলে।

খ বলের দ্বারা কাজ: যদি বল প্রয়োগের ফলে বলের প্রয়োগবিন্দু বলের দিকে সরে যায় বা বলের দিকে সরণের উপাংশ থাকে। তাহলে সেই বল এবং বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফলকে ধর্মক কাজ বা বলের দ্বারা কাজ বলে।

ব্যখ্যা : $W = \vec{F} \cdot \vec{S} = FS \cos \theta$ । এখানে, বল \vec{F} এবং সরণ \vec{S} এর অন্ডুর্ভুক্ত কোণ θ এর মান 90° এর কম হলে অর্থাৎ, $0^\circ < \theta < 90^\circ$ হলে বলের দিকে সরণের উপাংশ থাকে, ফলে বলে দ্বারা কাজ হয়।

বলের বিরুদ্ধে কাজ: যদি বল প্রয়োগের ফলে বা বলে বিপরীত দিকে সরণের উপাংশ থাকে তাহলে সেই বল এবং বলের বিপরীত দিকে সরণের উপাংশের গুণফলকে বলের বিরুদ্ধে কাজ বলে।

ব্যখ্যা: $W = \vec{F} \cdot \vec{S} = FS \cos \theta$ । এখানে বল \vec{F} এবং সরণ \vec{S} এর অন্ডুর্ভুক্ত কোণ θ এর মান 90° এর চেয়ে বেশি হলে অর্থাৎ, $90^\circ < \theta < 180^\circ$ হলে বলের বিপরীত দিকে সরণের উপাংশ থাকে। ফলে বলের বিরুদ্ধে কাজ হয়।

গ এখানে

$$\text{কয়েনের ভর, } m = 100 \text{g} = 0.1 \text{kg}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 3 \text{m}$$

∴ কয়েনটি ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি = 3m উচ্চতার কয়েনটির বিভবশক্তি

$$\begin{aligned} &= mgh \\ &= (0.1 \text{kg}) \times (9.8 \text{ms}^{-2}) \times (3 \text{m}) \\ &= 2.94 \text{J} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ এখানে,

$$\text{কয়েনের ভর, } m = 100 \text{g} = 0.1 \text{kg}$$

A বিন্দুর ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} \text{বিভবশক্তি, } u_A &= mgh \\ &= (0.1 \times 9.8 \times 3) \text{J} \\ &= 2.94 \text{J} \end{aligned}$$

গতি শক্তি, $K_A = 0$

$$\begin{aligned} \text{মোট শক্তি} &= u_A + K_A \\ &= 2.94 \text{J} + 0 = 2.94 \text{J} \end{aligned}$$

B বিন্দুর ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} \text{বিভব শক্তি, } u_B &= mg(3-x) = mg \times 3 - mgx \\ &= (2.94 - mgx) \text{J} \end{aligned}$$

$$\text{গতিশক্তি, } K_B = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\begin{aligned} \text{কিন্তু পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে আমরা জানি, } v^2 &= u^2 + 2gs \\ &= (2.94 - mgx) \text{J} + mgx \text{J} \\ &= 2.94 \text{J} \end{aligned}$$

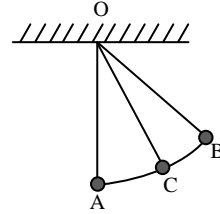
C বিন্দুর ক্ষেত্রে,

অনুরূপভাবে দেখানো যায় যে,

$$\begin{aligned} \text{মোট শক্তি} &= mgh \\ &= 2.94 \text{J} \end{aligned}$$

অর্থাৎ বলা যায় যে, নিষ্ফল কয়েনটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা সূত্র মেনে চলে। (Ans.)

প্রশ্ন ২৩



চিত্রে সরলদোলকের ববের ভর 0.2kg এবং কার্যকরী দৈর্ঘ্য 1m । উল-স রেখা হতে 0.6m দূরে টেনে নিয়ে ববটি ছেড়ে দেওয়া হল।

[খুলনা পাবলিক কলেজ, খুলনা]

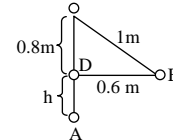
- অবস্থান ভেক্টরের সংজ্ঞা দাও। ১
- সকল হারমোনিক ই উপসুর কিন্তু সকল উপসুর হারমোনিক নয় কেন? ২
- সর্বনিম্ন বিন্দু অতিক্রমকালে ববের বেগ নির্ণয় কর। ৩
- গতিপথের সকল বিন্দুতে দোলকটি যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা মেনে চলে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দ্বিমাত্রিক বা ত্রিমাত্রিক ভেক্টর কার্টিসীয় স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় কোনো বিন্দু অবস্থান যে ভেক্টর দিয়ে নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে।

খ একটি স্বরের মধ্যে যে বিভিন্ন কম্পাঙ্কের সুর থাকে তার মধ্যে নূন্যতম কম্পাঙ্কের সুরকে মৌলিক সুর বলে। অন্য সব সুরকে উপসুর বলে। তবে যে সকল উপসুরের কম্পাঙ্ক মূল সুরের কম্পাঙ্কের সরল গুণিতক, তাদেরকে হারমোনিক বলে। একারণেই সকল হারমোনিক উপসুর হলেও সকল উপসুর হারমোনিক নয়।

গ



দেওয়া আছে, কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $L = 1 \text{m}$

পাশের চিত্রে $OD = \sqrt{(1m)^2 - (0.6m)^2} = 0.8m$
 \therefore উল-স সরণ, $h = DA = 1m - 0.8m = 0.2m$
 আদিবেগ, $u = 0ms^{-1}$
 অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$
 \therefore সর্বনিম্ন বিন্দু অতিক্রমকালে বরের বেগ v হলে, $v^2 = u^2 + 2gh = 0^2 + 2gh = 2gh$
 $\therefore v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8ms^{-2} \times 0.2m} = 1.98ms^{-1}$
ঘ ধরি, A হতে C বিন্দুর উচ্চতা $0.1m$ [লক্ষ্যনীয় যে, A হতে B বিন্দুর উচ্চতা $0.2m$]
 B বিন্দুতে গতিবেগ শূন্য এবং উচ্চতা $= 0.2m$
 সুতরাং B বিন্দুতে মোট যান্ত্রিক শক্তি $= \frac{1}{2} m(0)^2 + mg \times 0.2m$
 $= 0.2kg \times 9.8ms^{-2} \times 0.2m = 0.392J$
 A বিন্দুতে উচ্চতা $= 0$ এবং গতিবেগ $1.98ms^{-1}$
 \therefore A বিন্দুতে মোট যান্ত্রিক শক্তি $= \frac{1}{2} \times 0.2kg \times (1.98ms^{-1})^2 +$
 যেহেতু গতিপথের A,B,C সকল বিন্দুতে দোলকটির যান্ত্রিক শক্তি একই, সুতরাং বলা যায় যে, গতিপথের সকল বিন্দুতে দোলকটি যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা মেনে চলে।

প্রশ্ন ২৪ $4kg$ ভরের একটি পেরেক $5m$ উঁচু স্থান থেকে মাটির উপর পড়ে মাটির ভিতর $10cm$ ঢুকে যায়।

[সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল]

- বৈজ্ঞানিক সূত্র কাকে বলে? ১
- সাম্প্রতিক গুণাংক ও স্থিতিস্থাপক গুণাংকের মধ্যে বৈসাদৃশ্য কী? ২
- মাটির গড় প্রতিরোধকারী বল নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকে বর্ণিত ঘটনাটি কাজ শক্তি উপপাদ্যকে সমর্থন করে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা নিরীক্ষার মাধ্যমে প্রমাণিত তত্ত্বকে উক্তির মাধ্যমে প্রকাশ করাকে বৈজ্ঞানিক সূত্র বলে।

খ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা হয়, যাকে ঐ বস্তুর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে। প্রবাহীর দুটি স্প্রিংয়ের মধ্যে বেগের গতি একক হলে তাদের একক ক্ষেত্রফলে যে সাম্প্রতিক বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ প্রবাহীর সাম্প্রতিক গুণাঙ্ক বলে।
 স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক Nm^{-2} এবং সাম্প্রতিক গুণাঙ্কের একক Nsm^{-2} বা Pas ।

গ দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{বস্তুর ভর, } m &= 4kg \\ \text{বস্তুর উচ্চতা, } h &= 5m \\ \text{মাটির ভিতর অতিক্রান্ত দূরত্ব, } x &= 10cm = 0.1m \\ \text{মাটির গড় প্রতিরোধকারী বল, } F &=? \\ \text{শক্তির সংরক্ষণশীলতার সূত্র হতে পাই,} \\ mg(h+x) &= F \times x \\ \text{বা, } F &= \frac{mg(h+x)}{x} \\ \text{বা, } F &= \frac{4 \times 9.8 \times (5 + 0.1)}{0.1} \\ \therefore F &= 1999.2N \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{ভূমি হতে বস্তুর উচ্চতা, } h &= 5m \\ \text{বস্তুর ভর, } m &= 4kg \\ \text{মাটির ভিতর অতিক্রান্ত দূরত্ব, } x &= 0.1m \\ \text{মাটির গড় প্রতিরোধকারী বল, } F &= 1999.2N \\ \text{বস্তুর আদিবেগ, } u &= 0ms^{-1} \end{aligned}$$

প্রথম ক্ষেত্রে,

$$\text{ধরি, ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে বস্তুর বেগ} = v_{ms}^{-1}$$

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2gh$$

$$\text{বা, } v^2 = 0^2 + 2gh$$

$$\therefore v^2 = 2gh$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{বস্তুর গতিশক্তির পরিবর্তন} &= \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mu^2 \\ &= \frac{1}{2} \times m \times 2gh - \frac{1}{2} \times m \times 0^2 \\ &= mgh \end{aligned}$$

আবার, বস্তুটি ভূমিতে পড়তে অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ $= F \times h = mgh$

যা, বস্তুর গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

আবার, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে,

$$\text{বস্তুর আদিবেগ, } v = \sqrt{2gh} \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বস্তুর শেষ বেগ, } v' = 0ms^{-1}$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } x = 0.1m$$

আবার,

$$v'^2 = v^2 + 2ax$$

$$\text{বা, } 0^2 = 2gh + 2ax$$

$$\text{বা, } a = -\frac{gh}{x}$$

মাটির প্রতিরোধী বল দ্বারা কৃতকাজ $= Fx$

$$= \max$$

$$= m \times \left(-\frac{gh}{x} \right) x$$

$$= -mgh$$

যা, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

সুতরাং, উদ্দীপকে বর্ণিত ঘটনাটি কাজ-শক্তি উপপাদ্যকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন ২৫ একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা $12m$ এবং ব্যাস $1.8m$ । একটি পাম্প কুয়াটিকে $24min$ এ পানি শূন্য করতে পারে। উক্ত কাজে $1HP$ এর আরও একটি পাম্প যুক্ত করা হলো।

[সরকারি বরিশাল কলেজ, বরিশাল]

- সংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? ১
- বল ও সরণ দিক রাশি হলে ও কাজ একটি স্কেলার রাশি কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- পাম্পটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
- দ্বিতীয় পাম্প যুক্ত করায় উক্ত কাজে কত সময় সাশ্রয় হবে? ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন কণা একটি পূর্ণ চক্র সম্পন্ন করে তার আদি অবস্থানে ফিরে আসলে কণাটির উপর যে বল দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ শূন্য হয়, সেই বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

খ কাজ হলো বল ও সরণের ডট গুণফল। অর্থাৎ $W = \vec{F} \cdot \vec{S} = FS \cos \theta$ । কাজের শুধু মান আছে, কিন্তু কোনো দিক নেই। তাই বল ও সরণ ভেক্টর রাশি হওয়া সত্ত্বেও কাজ স্কেলার রাশি।

গ কুয়ার আয়তন, $v = \pi r^2 h = \pi \times (0.9)^2 \times 12 = 30.536m^3$

পানির ভর, $m = \rho v = 30.536 \times 1000 = 30536kg$

$$\text{পানির গড় সরণ, } h = \frac{12m}{2} = 6m$$

$$\text{সময়, } t = 24 \text{ min} = 24 \times 60s$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ক্ষমতা, } P &= \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{30536 \times 9.8 \times 6}{24 \times 60} \\ &= 1247W \\ &= 1.67hP \end{aligned}$$

$$\text{যা আমরা জানি, ক্ষমতা} = \frac{\text{কৃতকাজ}}{\text{সময়}}$$

$$\text{কৃতকাজের পরিমাণ ধ্রুব থাকলে, ক্ষমতা} \propto \frac{1}{\text{সময়}}$$

$$\begin{aligned} \text{সুতরাং সময় সাশ্রয় হবে} &= t_1 - t_2 \\ &= (24 - 15) \text{ min} \\ &= 9 \text{ min} \end{aligned}$$

প্রশ্ন ▶ ২৬ একতলা একটি দালানের ছাদের সাথে দুটি মই লাগানো আছে। প্রথম মইয়ের দৈর্ঘ্য 10m ও অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে এবং দ্বিতীয় মইয়ের দৈর্ঘ্য 8m ও অনুভূমিকের সাথে 70° কোণে হেলানো আছে। 65kg ভরের দুইজন নির্মাণ শ্রমিক মাথায় 15kg ভরের ইটের বোঝা নিয়ে দুই মই দিয়ে ছাদে উঠলেন।

[সরকারি আশেক মাহমুদ কলেজ, জামালপুর]

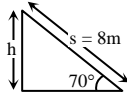
- ক. বলের বিরুদ্ধে কাজ বলতে কি বোঝ? ১
খ. কাজ একটি অদিক রাশি ব্যাখ্যা কর। ২
গ. ২য় মই দিয়ে ছাদে উঠার জন্য শ্রমিক কতটুকু কাজ করেছেন? ৩
ঘ. উভয় শ্রমিকই যদি 10 সেকেন্ডে ছাদে উঠেন তাহলে কে বেশি ক্ষমতা প্রয়োগ করেছেন-গাণিতিক বিশ্লেষণ করে উত্তর দাও। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর ওপর নির্দিষ্ট বল প্রযুক্ত থাকা অবস্থায় (অন্য কোনো বলের প্রভাবে) বস্তুটি প্রথমোক্ত বলের বিপরীত দিকে যদি সরে যায় অথবা প্রথমোক্ত বলের বিপরীতে যদি বস্তুর সরণের ধনাত্মক উপাংশ থাকে, তবে এক্ষেত্রে সম্পন্ন কাজকে বলের বিরুদ্ধে কাজ বলে।

খ কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে যদি বলের দিকে বস্তুর সরণের উপাংশের মানের গুণফলকে কাজ বলে। অর্থাৎ বল \vec{F} এবং সরণ \vec{S} হলে বলের দিকে সরণের উপাংশের মান $= |\vec{F}| \cos\theta$ (θ হলো \vec{F} ও \vec{S} এর মধ্যকার কোণ) কৃতকাজ $=$ বলের মান \times বলের দিকে সরণের উপাংশের মান $= |\vec{F}| |\vec{S}| \cos\theta$ বা স্কেলার গুণফল। তাই কাজ একটি অদিক রাশি।

গ দ্বিতীয় তলের দৈর্ঘ্য, $S = 8m$
দ্বিতীয় তলের উচ্চতা, $h = S \sin 70^\circ = 8m \times \sin 70^\circ$
 $= 7.52m$



ইটসহ শ্রমিকের ভর, $m = 65kg + 15kg = 80kg$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

সুতরাং ২য় মই দিয়ে ছাদে ওঠার জন্য শ্রমিক কর্তৃক সম্পন্ন কাজ

$$W = E_p = mgh = 80kg \times 9.8ms^{-2} \times 7.52m = 5896J \text{ (Ans)}$$

ঘ [(গ)নং হতে, ২য় শ্রমিকের কৃতকাজ $W = 5896J$]

$$২য় শ্রমিক কর্তৃক প্রযুক্ত ক্ষমতা, P = \frac{W}{t} = \frac{5896J}{10sec} = 589.6 \text{ watt}$$

$$১ম মইয়ের উচ্চতা, h' = S \sin 30^\circ = 10m \times \frac{1}{2} = 5m$$

$$= 392 \text{ watt}$$

যেহেতু $589.6 \text{ watt} > 392 \text{ watt}$

সুতরাং ২য় শ্রমিক বেশি ক্ষমতা প্রয়োগ করেছেন।

প্রশ্ন ▶ ২৭ 4kg ভরের একটি বস্তু 5m উঁচু স্থান থেকে একটি পেরেকের উপর পড়লে পেরেকটি মাটির ভেতরে 10cm ঢুকে যায়।

[ঠাকুরগাঁও সরকারি কলেজ, ঠাকুরগাঁও]

- ক. পার্কিং কক্ষপথ কাকে বলে? ১
খ. সান্দ্রতা কেন প্রবাহী পদার্থে সৃষ্টি হয়? ২
গ. মাটির ভিতর পেরেকটির মন্দন বের কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের ঘটনাটি কাজ শক্তি উপপাদ্য সমর্থন করে কি-গাণিতিক ভাবে মতামত দাও। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল নিজ অক্ষে চারদিকে ঘূর্ণায়মান। পৃথিবীর আবর্তনকালের সমান হলে পৃথিবীর সাপেক্ষে এটি স্থির থাকবে। এই ধরনের উপগ্রহকে ভূ-স্থির উপগ্রহ বলে। ভূ-স্থির উপগ্রহের কক্ষপথকে পার্কিং কক্ষপথ বলে।

খ কোন প্রবাহী প্রবাহিত হওয়ার সময় কেমন বাধাশ্রুত তার পরিমাপ সান্দ্রতা। প্রবাহী পদার্থের বিভিন্ন তলে গতি বিভিন্ন আর স্থির তলের থেকে যতদূরে তল তার আপেক্ষিক বেগ তত বেশি। আবার সান্দ্রতা শুধুমাত্র গতির পার্থক্যের জন্য তৈরি হয় যা বিভিন্ন তলে শুধুমাত্র প্রবাহীর জন্য ভিন্ন। এজন্য প্রবাহী পদার্থে সান্দ্রতা সৃষ্টি হয়।

$$\text{গ} \quad 5m \text{ উঁচুতে বস্তুর বিভবশক্তি} = mgh$$

$$= 4kg \times 9.8ms^{-2} \times 5m$$

$$= 196J$$

পেরেককে স্পর্শ করার মুহূর্তে এই বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে যাবে।

$$\text{সুতরাং, } \frac{1}{2}mv^2 = 196$$

$$\text{বা, } v^2 = \frac{2 \times 196}{m}$$

$$\text{বা, } v^2 = \frac{392}{4}$$

$$\text{বা, } v^2 = 98$$

এটি পেরেককে মাটিতে ঢুকতে সাহায্য করে।

$$\text{সুতরাং, } 0^2 = v^2 + 2ax$$

$$\text{বা, } -v^2 = 2ax$$

$$\text{বা, } \frac{-98}{2 \times x} = a$$

$$\therefore a = \frac{-98}{2 \times 0.10}$$

$$a = -490ms^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘ কাজ-শক্তি উপপাদ্য: বস্তুর গতিশক্তির পরিবর্তন বস্তুর ওপর ক্রিয়ায় লব্ধি বল কর্তৃক কৃত কাজ এর সমান।

এখানে, আদি অবস্থায় বেগ, $u = 0$

$$\therefore \text{আদি গতিশক্তি, } E_{k1} = \frac{1}{2}mu^2$$

$$= 0$$

আবার,

$$\text{বস্তুটি কর্তৃক কৃতকাজ, } W = mgh$$

$$\text{তথা বিভব শক্তি} = (4 \times 9.8 \times 5)J$$

$$= 196J$$

সেহেতু কৃতকাজ গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান অতএব কাজ শক্তি উপপাদ্য সমর্থন করে।

প্রশ্ন ▶ ২৮ এক ব্যক্তি 50kg ভরের একটি বোঝা 20m উচ্চতায় উপরে তুলছিল। পাশে দাঁড়ানো অপর একজন বোঝাটিকে 20kg ভরের 20m দৈর্ঘ্যের একটি মইয়ের মাথায় দিয়ে বোঝাটিকে উপরে তুলতে বলল এবং বলল তাতে তোমার শক্তি কম খরচ হবে।

[ঠাকুরগাঁও সরকারি মহিলা কলেজ, ঠাকুরগাঁও]

- ক. অনুবাদ কাকে বলে? ১
খ. কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃত কাজ শূন্য-ব্যাখ্যা কর। ২
গ. ১ম ব্যক্তির বোঝাটি তুলতে কৃত কাজ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকে ২য় ব্যক্তির কথাটি সঠিক কিনা-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বস্তুর নিজস্ব কম্পাঙ্ক আর তার উপর আরোপিত পর্যাবৃত্ত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক সমান হলে বস্তুটি সর্বোচ্চ বিস্তার সহকারে কম্পিত হতে থাকে। এই ধরনের কম্পনকে অনুনাদ বলে।

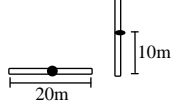
খ কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃত কাজ শূন্য হয় কেননা বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়। কোন বস্তু বৃত্তাকার পথে আবর্তিত হতে থাকলে তার উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রমুখী বলের দিক হয় ব্যাসার্ধ বরাবর কেন্দ্রের দিকে। যেখানে বস্তুর সরণ বৃত্তপথের স্পর্শক বরাবর হয়। ফলে কেন্দ্রমুখী বলের দিকে ও বস্তুর সরণের দিকের মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়। ফলে কাজের পরিমাণ শূন্য হয়।

গ

$$\begin{aligned} \text{কৃতকাজ} &= mgh \\ &= 50\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 20\text{m} \\ &= 9800\text{J (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘা এখানে,

১ম ব্যক্তির ক্ষেত্রে কৃত কাজ, $W_1 = 9800\text{J}$ [‘গ’ নং হতে]
২য় ব্যক্তির ক্ষেত্রে, কৃতকাজ, $W_2 = 20\text{m}$ উচ্চতার বোঝা তোলার জন্য কৃত কাজ + 20kg ভরের মইকে খাড়া করানোর জন্য কৃত কাজ।

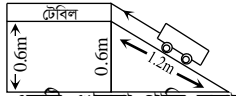


এখানে,

বোঝার ভর, $m_1 = 50\text{kg}$
উচ্চতা, $h_1 = 20\text{m}$
মইয়ের ভর, $m_2 = 20\text{kg}$
মই এর ভরকেন্দ্রের সরণ, $h_2 = 10\text{m}$

অতএব, উদ্দীপকে ২য় ব্যক্তির কথা সঠিক ছিল না।

প্রশ্ন ২৯



চিত্রে 1.5kg ভরের একটি খেলনা গাড়ি সুতায় বেঁধে আনত তলের উপর সমবেগে গতিশীল করতে তলের সমান্তরালে 10N বল প্রয়োগ করা হয়। এ স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ 10ms^{-2} ।

[বরগুনা সরকারি কলেজ, বরগুনা]

- ক. ভূ-স্থির উপগ্রহ কী? ১
- খ. “সম ভরবেগের হালকা ও ভারী বস্তুর মধ্যে হালকা বস্তুর গতিশক্তি বেশি”-ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকের সুতার টান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের গাড়িটিকে তুলতে উক্ত ব্যবস্থার কর্মদক্ষতা ৭০% কিনা-বিশে-ষণ কর। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি কোন কৃত্রিম উপগ্রহের পর্যায়কাল পৃথিবীর আর্হিক গতির সমান হয়, তবে পৃথিবীর একজন পর্যবেক্ষকের কাছে একে সব সময় স্থির মনে হবে। এ ধরনের কৃত্রিম উপগ্রহকে ভূ-স্থির উপগ্রহ বলে।

খ মনে করি, হালকা বস্তুর ভর m_1 , বেগ v_1
ভারী বস্তুর ভর m_2 , বেগ v_2

যেহেতু সম ভরবেগ $\therefore m_1v_1 = m_2v_2$

যেহেতু $m_1 < m_2$ সুতরাং v_1 এর মান v_2 এর চেয়ে বেশি হবে।

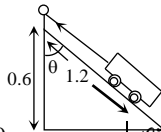
হালকা বস্তুর গতিশক্তি, $= \frac{1}{2} m_1v_1^2$

$$= \frac{1}{2} (m_1v_1)v_1$$

$$= \frac{v_1}{v_2} \times \text{ভারী বস্তুর গতিশক্তি}$$

$\therefore v_1 > v_2$ সুতরাং হালকা বস্তুর গতিশক্তি ভারী বস্তুর গতিশক্তি অপেক্ষা বেশি।

গ



আমরা জানি

$$\begin{aligned} \text{সুতারটান, } T &= mg\cos\theta \\ &= 1.5 \times 9.8 \times \cos 60^\circ \\ &= 7.35\text{N (Ans.)} \end{aligned}$$

এখানে,
বস্তুর ভর, $m = 1.5\text{kg}$
 $\theta = \cos^{-1} \frac{0.6}{1.2}$

$$= 60^\circ$$

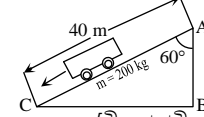
সুতারটান, $T = ?$

ঘা আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{কর্মদক্ষতা} &= \frac{\text{কৃতকাজ}}{\text{মোট ব্যয়িত শক্তি}} \times 100\% \\ &= \frac{7.35}{10} \times 100\% \\ &= 73.5\% \end{aligned}$$

[যেহেতু সুতারটান 7.35N সেহেতু বস্তুটিকে নামাতে কৃতকাজের পরিমাণ 7.35N বল দ্বারা সম্পাদিত হবে কিন্তু বল প্রয়োগ করা হচ্ছে 10N]
গাড়িটিকে তুলতে উক্ত ব্যবস্থার কর্মদক্ষতা ৭০% নয়।

প্রশ্ন ৩০ চিত্রে প্রদর্শিত গাড়িটি 16ms^{-1} বেগে চলছিল। গাড়ির চালক ব্রেক করায় 40m দূরত্ব অতিক্রম করে গাড়িটি থেমে যায়।



[নীলফামারী সরকারি কলেজ, নীলফামারী]

- ক. বলের ঘাত কী? ১
- খ. কোন বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল 10kg.wt বলতে কী বুঝ? ২
- গ. কী পরিমাণ গতি প্রতিরোধকারী বল গাড়িটির উপর ক্রিয়া করে নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি পালিত হবে কী? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বৃহৎমানের বল যদি স্বল্প সময়ের জন্য কোন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তবে বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।

খ কোন বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল $10\text{kg.wt} = (10 \times 9.8)\text{N} = 98\text{N}$ সুতরাং, 1kg ভরের কোন বস্তুর উপর যে বল প্রযুক্ত হলে 98ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে অথবা 98kg ভরের কোন বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয়ে 1ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে অথবা ভর ও ত্বরণের গুণফল যদি 98N হয় তবে তাকে 10kg.wt বল বলে।

গ এখানে,

গাড়ির ভর, $m = 200\text{kg}$
গাড়ির আদিবেগ, $v_0 = 16\text{ms}^{-1}$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 40\text{m}$

আমরা জানি,

$$v^2 = v_0^2 - 2as$$

$$\therefore a = 3.2\text{ms}^{-2}$$

মনে করি, গাড়ির গতি প্রতিরোধী বল $= F\text{N}$

উদ্দীপক অনুসারে,

$$F - mg\sin\theta = ma$$

$$\text{বা, } F = m(a + g\sin\theta)$$

$$\text{বা, } F = 200(3.2 + 9.8 \times \sin 30^\circ)$$

$$\therefore F = 1620\text{N}$$

সুতরাং, গতিপ্রতিরোধী বল, $F = 1620\text{N}$ (Ans.)

ঘ এখানে,

A বিন্দুতে গাড়ির বেগ, $v_A = 16\text{ms}^{-1}$

C বিন্দুতে গাড়ির বেগ, $v_C = 0\text{ms}^{-1}$

গাড়ির ভর, $m = 200\text{kg}$

BC কে ভূমি বিবেচনা করলে,

ভূমি হতে C বিন্দুর উচ্চতা, $h_C = 0\text{m}$

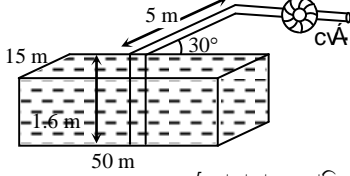
ভূমি হতে A বিন্দুর উচ্চতা, $h_A = (40 \times \cos 60^\circ)\text{m}$
 $= 20\text{m}$

C বিন্দুতে গাড়ির মোট শক্তি $E_C = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_C + w$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2}m \times 0^2 + mg \times 0 + 64800 \\ &= 64800\text{J} \end{aligned}$$

যেহেতু A ও C বিন্দুতে গাড়ির মোট শক্তি সমান। সুতরাং উদ্দীপকে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি পালিত হবে।

প্রশ্ন ৩১ একটি মৎস্যখামার কর্তৃপক্ষ তাদের জলাধার সংস্কারের জন্য 50m দৈর্ঘ্য, 15m প্রস্থ এবং 2.6m গভীরতা বিশিষ্ট জলাধার হতে সম্পূর্ণ পানি 3 ঘণ্টায় অপসারণের জন্য একটি ঠিকাদারী প্রতিষ্ঠানকে দায়িত্ব দিল। মৎস্যখামার কর্তৃপক্ষ ঠিকাদারী প্রতিষ্ঠানকে 5 k-watt ক্ষমতা সম্পন্ন একটি মটর চিত্রানুযায়ী স্থাপন করে ছেকে পানি অপসারণ করার পরামর্শ দিল। মটরের কর্মদক্ষতা 85%।



[চুয়াডাঙ্গা সরকারি কলেজ, চুয়াডাঙ্গা]

- জড়তার ভ্রামক কাকে বলে? ১
- গাড়ি ডান দিকে বাঁক নিলে যাত্রীরা বাম দিকে ঝুঁকে যায় কেন ব্যাখ্যা কর। ২
- পানি অপসারণের পরিমাণ হতে পাম্পটির 1ঘণ্টায় কৃত কাজের পরিমাণ হিসাব কর। ৩
- কর্তৃপক্ষ ঠিকাদারী প্রতিষ্ঠানকে যথাযথ ক্ষমতার পাম্প স্থাপন করার পরামর্শ দিয়েছিল কিনা-গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন নির্দিষ্ট বিন্দু বা অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান কোন বস্তুর ভর ও দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টিকে ঐ বিন্দু বা অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুর জড়তার ভ্রামক বলে।

খ গাড়ি যখন ডান দিকে বাক নেয় তখন তার উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রবিমুখী বল বামদিকে ক্রিয়া করে। ফলে গাড়িতে অবস্থিত যাত্রীরা এই কেন্দ্রবিমুখী বলের প্রভাবে বাম দিকে ঝুঁকে পড়ে।

গ দেওয়া আছে,

পাম্পের ক্ষমতা, $P = 5\text{ k-watt}$

পাম্পের কর্মদক্ষতা, $\eta = 85\%$

সময়, $t = 1\text{ ঘণ্টা} = 3600\text{sec}$

কৃতকাজ, $W = ?$

মনেকরি, পাম্পের লভ্যকার্যকর ক্ষমতা $= P' \text{ k-watt}$

আমরা জানি, $\eta = \frac{P'}{P}$

বা, $P' = 85\% \times 5$

বা, $P' = 4.25 \text{ k-watt}$

$\therefore P = 4250 \text{ watt}$

\therefore পাম্পটির 1 ঘণ্টায় কৃতকাজ, $W = P' \times t$

$$= (4250 \times 3600)\text{J}$$

$$= 1.53 \times 10^7 \text{J (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

জলাধারের দৈর্ঘ্য $= 50\text{m}$

জলাধারের প্রস্থ $= 15\text{m}$

জলাধারের উচ্চতা $= 1.6\text{m}$

\therefore জলাধারের আয়তন, $v = (50 \times 15 \times 1.6)\text{m}^3$

$\therefore v = 1200\text{m}^3$

\therefore জলাধারের পানির ভর, $m = \rho v$

$$= (1000 \times 1200)\text{kg}$$

$$= 1.20 \times 10^6 \text{kg}$$

পানির গড় সরণ, $h = \left(\frac{1.6}{2} + 5 \times \sin 30^\circ\right) \text{m} = 3.3\text{m}$

সময় $= 3\text{hr} = 10800\text{sec}$

মনেকরি, পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা $= P$

আমরা জানি, $P = \frac{mgh}{t}$

পাম্পের কর্মদক্ষতা, $\eta = 85\% = 0.85$

ধরি, পাম্পের প্রয়োজনীয় ক্ষমতা $= P' \text{ K-watt}$

আমরা জানি, $\frac{P}{P'} = \eta$

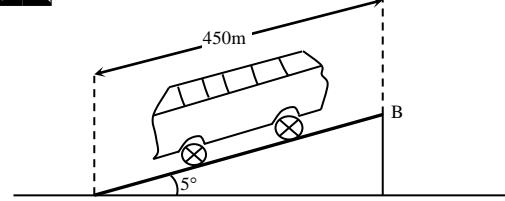
বা, $P' = \frac{3.59}{0.85}$

$\therefore P' = 4.22 \text{ k-watt} < 5 \text{ k-watt}$

কর্তৃপক্ষ কর্তৃক নির্দেশিত পাম্পের প্রয়োজনীয় ক্ষমতার থেকে বেশি।

\therefore কর্তৃপক্ষ ঠিকাদারী প্রতিষ্ঠানকে যথাযথ পাম্প স্থাপনের পরামর্শ দিয়েছিল।

প্রশ্ন ৩২



উপরের চিত্রে প্রদর্শিত গাড়ির ভর 1000 kg । গাড়িটি সমবেগে A থেকে B তে যায়। ($g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$)

[মিরপুর ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, ঢাকা]

- একক ভেক্টর কী? ১
- প্রাসের গতিপথের সর্বোচ্চ বিন্দুতে গতিশক্তি কিরূপ- ব্যাখ্যা কর। ২
- A থেকে B তে যেতে কৃতকাজ নির্ণয় কর। ৩
- যদি A বিন্দুতে স্থির থেকে B বিন্দুতে গাড়িটি 28 ms^{-1} বেগ প্রাপ্ত হতে চায় তাহলে কার্যকর ক্ষমতার কীরূপ পরিবর্তন ঘটাতে হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন ভেক্টরের মান যদি একক হয় তাহলে তাকে একক ভেক্টর বলে।

খ নিষ্কিণ্ত বস্তু বা প্রাসের বেগের দুইটি উপাংশ থাকে। একটি অনুভূমিক উপাংশ অন্যটি উল্লম্ব উপাংশ। সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগের উল্লম্ব উপাংশ শূন্য হয়। তাই সর্বোচ্চ বিন্দুতে গতিবেগ সর্বাপেক্ষা কম হয়। জানা আছে, বস্তুর গতিশক্তি এর বেগের বর্গের সমানুপাতিক। ফলে প্রাসের গতিপথের সর্বোচ্চ বিন্দুতে গতিশক্তি সর্বনিম্ন হয়।

গ

A থেকে B তে নিতে কৃতকাজ;

$$W = mg \text{ AB sin } \theta$$

$$= 1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 450$$

$$\text{m} \times \sin 5^\circ$$

$$= 3.843 \times 10^5 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{AB} = 450 \text{ m}$$

$$\theta = 5^\circ$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ } g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{গাড়ির ভর, } m = 1000 \text{ kg}$$

ঘ এখানে

A বিন্দুতে বেগ, $v_A = 0 \text{ ms}^{-1}$

B বিন্দুতে বেগ, $v_B = 28 \text{ ms}^{-1}$

গাড়ির ভর, $m = 1000 \text{ kg}$

A বিন্দুতে ক্ষমতা, $P_A = F_A v_A$

$$= F_A \times 0$$

$$= 0$$

ধরি, গাড়িটির ত্বরণ a

$$\therefore F_B - mg \sin \theta = ma$$

$$\text{আবার, } v_B^2 = v_A^2 + 2ax$$

$$a = \frac{v_B^2 - v_A^2}{2x}$$

$$= 1725.24 \text{ N}$$

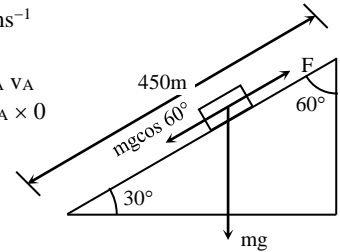
\therefore B বিন্দুতে ক্ষমতা, $F_B = P_B v_B$

$$= 1725.24 \times 28$$

$$= 48306.72 \text{ W}$$

$$= 64.75 \text{ H.P}$$

\therefore B বিন্দুতে গাড়িটি 28 ms^{-1} বেগপ্রাপ্ত হতে চাইলে কার্যকর ক্ষমতার $(F_B - F_A) = 64.75 \text{ H.P}$ পরিবর্তন ঘটাতে হবে।



প্রশ্ন ▶ ৩৩ একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 12m এবং ব্যাস 1.8m। একটি পাম্প কুয়াটিকে 24 মিনিটে পানিশূন্য করতে পারে। উক্ত কাজে 746 watt ক্ষমতার আরও একটি পাম্প যুক্ত করা হলো।

[উত্তরা হাই স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. মুক্তিবৈগ কাকে বলে? ১
- খ. পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ শূন্য কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. পাম্পটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. দ্বিতীয় পাম্পটি যুক্ত করায় উক্ত কাজে কত সময় সাশ্রয় হবে-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো গ্রহের পৃষ্ঠ হতে একটি বস্তুকে যে বেগে নিক্ষেপ করলে এটি আর ঐ গ্রহের নিকট ফিরে আসে না তাকে মুক্তি বেগ বলে।

খ ভূ-পৃষ্ঠ হতে d গভীরতায় ভূ- অভ্যন্তরের অভিকর্ষজ ত্বরণ $g_d = g$

$$\left(1 - \frac{d}{R}\right) [g = \text{ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ}]$$

পৃথিবীর কেন্দ্রে, $d = R$

$$\therefore \text{পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g' = g \left(1 - \frac{R}{R}\right) = 0$$

অর্থাৎ পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ শূন্য।

গ এখানে, কুয়ার গভীরতা, $h = 12\text{m}$ কুয়ার ব্যাসার্ধ, $r = \frac{e\Delta m}{2}$
 $= \frac{1.8}{2} = 0.9\text{m}$

$$\text{কুয়ার আয়তন, } V = \pi r^2 h = \pi \times (0.9)^2 \times 12 = 30.536 \text{ m}^3$$

$$\text{পানির ভর, } m = \rho V = 30.536 \times 1000 = 30536 \text{ kg}$$

$$\text{পানির গড় সরণ, } h = \frac{12 \text{ m}}{2} = 6\text{m}$$

$$\text{সময়, } t = 24 \text{ min} = 24 \times 60 \text{ Sec}$$

$$\therefore \text{ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{30536 \times 9.8 \times 6}{24 \times 60}$$

$$\therefore P = 1247 \text{ W (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি, ক্ষমতা = $\frac{\text{কৃতকাজ}}{\text{সময়}}$

এক্ষেত্রে মোট উত্তোলিত পানির পরিমাণ প্রবৃত্ত থাকায়,

$$P \propto \frac{1}{t}$$

$$\text{সুতরাং, সময় সাশ্রয় হবে, } t_1 - t_2 = (24 - 15) \text{ min} = 9 \text{ min (Ans.)}$$

প্রশ্ন ▶ ৩৪ একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 12 m এবং ব্যাস 1.8m। একটি পাম্প কুয়াটিকে 24 min এ পানিশূন্য করতে পারে। উক্ত কাজে 1 H.P ক্ষমতার আরও একটি পাম্পযুক্ত করা হলো।

[রফিকুল ইসলাম মহিলা কলেজ, কিশোরগঞ্জ]

- ক. কাজ শক্তি উপপাদ্যটি বিবৃত কর? ১
- খ. সংরক্ষণশীল ও অসংরক্ষণশীল বলের পার্থক্য লিখ? ২
- গ. পাম্পটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. দ্বিতীয় পাম্পটি যুক্ত করায় উক্ত কাজে কত সময় সাশ্রয় হবে? গাণিতিক পদ্ধতিতে ব্যাখ্যা কর। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কাজ শক্তি উপপাদ্য: কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়ারত লব্ধি বল কর্তৃক কৃত কাজ তার গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

খ সংরক্ষণশীল বল ও অসংরক্ষণশীল বলের মধ্যকার পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো:

১. সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কাজ সম্পূর্ণরূপে উদ্ধার করা যায়।	১. অসংরক্ষণশীল বল দ্বারা কাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা যায় না।
২. এই বল শুধু অবস্থানের উপর নির্ভর করে।	২. এই বল শুধু অবস্থানের উপর নির্ভর করে না।
৩. উদাহরণ: চৌম্বক বল,	৩. উদাহরণ: ঘর্ষণ বল, সান্দ্র

মহাকর্ষ বল, স্থিৎবল ইত্যাদি।	বল ইত্যাদি।
------------------------------	-------------

এখানে কুয়ার গভীরতা, $h = 12\text{m}$

কুয়ার আয়তন,

$$V = \pi r^2 h = \pi \times (0.9)^2 \times 12$$

$$= 30.536 \text{ m}^3$$

$$\therefore \frac{e\Delta m}{2} = 1.8\text{m} \quad \therefore \frac{e\Delta m}{2} = \frac{1.8 \text{ m}}{2} = 0.9 \text{ m}$$

$$\text{পানির ভর, } m = \rho V = 30.536 \times 1000 = 30536 \text{ kg}$$

$$\text{পানির গড় সরণ, } h = \frac{12\text{m}}{2} = 6\text{m}$$

$$\therefore \text{পাম্পটির ক্ষমতা, } P = 1.67 \text{ H.P (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি, ক্ষমতা = $\frac{\text{কৃতকাজ}}{\text{সময়}}$

$$\text{কৃতকাজের পরিমাণ প্রবৃত্ত থাকলে, ক্ষমতা} \propto \frac{1}{\text{সময়}}$$

$$\text{এক্ষেত্রে মোট উত্তোলিত পানির পরিমাণ প্রবৃত্ত থাকায় } P \propto \frac{1}{t}$$

$$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \frac{t_2}{t_1}$$

$$\therefore t_2 = \frac{P_1}{P_2} \times t_1 = \frac{1.67}{1.67 + 1} \times 24 \text{ min} = 15 \text{ min}$$

$$\text{সুতরাং সময় সাশ্রয় হবে, } t_1 - t_2 = (24 - 15) \text{ min} = 9 \text{ min}$$

$$\text{অতএব, সময় সাশ্রয় হবে } 9 \text{ min (Ans.)}$$

প্রশ্ন ▶ ৩৫ সীসার তৈরি 20 gm ভরের একটি তীর 400 ms⁻¹ বেগে চলাকালীন কোথাও থামিয়ে দেয়ার ফলে সমস্ত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হল। এখানে উল্লেখ্য যে তাপ ও গতিশক্তি অন্য কোন উপায়ে নষ্ট হয়নি এবং সীসার আপেক্ষিক তাপ 126 Jkg⁻¹K⁻¹

[ব্রাহ্মণবাড়িয়া সরকারি মহিলা কলেজ, ব্রাহ্মণবাড়িয়া]

ক. গড় বর্গ বেগ কাকে বলে? ১

খ. $V \propto \frac{1}{P}$ সম্পর্কটি ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্ভীপক হতে তীরের গতিশক্তি বের কর। ৩

ঘ. এক্ষেত্রে তাপমাত্রার পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো গ্যাসের সকল অণুর বেগের বর্গের গড় মানকে গড় বর্গ বেগ বলে।

খ $V \propto \frac{1}{P}$ সম্পর্কটি থেকে পাই। কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন (V) চাপের (P) ব্যস্তানুপাতিক।

$$\text{অথবা, } V \propto \frac{1}{P}$$

$$\text{বা } V = \text{প্রবৃত্ত} \times \frac{1}{P}$$

$$\text{বা, } \rho V = \text{প্রবৃত্ত}$$

$$\therefore \text{যদি স্থির তাপমাত্রার কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের } P_1, P_2, \dots, P_n \text{ চাপে।}$$

$$\text{যথাক্রমে } V_1, V_2, \dots, V_n \text{ আয়তন পাওয়া যায়, তবে}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \dots = P_n V_n = \text{প্রবৃত্ত}$$

গ এখানে, তীরের ভর, $m = 20 \text{ gm} = 0.02 \text{ kg}$

$$\text{বেগ, } v = 400 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{তীরের গতিশক্তি} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 0.02 \text{ kg} \times (400 \text{ ms}^{-1})^2 = 1600 \text{ J}$$

$$\therefore \text{তীরের গতিশক্তি } 1600 \text{ J}$$

ঘ এক্ষেত্রে তাপমাত্রার পরিবর্তন হবে এবং ধরি এই তাপমাত্রার পরিবর্তন = $\Delta\theta$

$$\text{তীরের ভর, } m = 0.02 \text{ kg}$$

$$\text{বেগ, } v = 400 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সীসার আপেক্ষিক তাপ, } S = 126 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

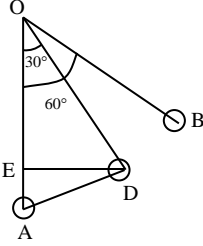
যেহেতু সমস্ত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয় এবং তাপ ও গতিশক্তি অন্য কোনো উপায়ে নষ্ট হয় না।

$$\therefore \frac{1}{2}mv^2 = mSA\theta$$

$$\text{বা, } \frac{v^2}{2} = S \Delta\theta$$

অতএব, এক্ষেত্রে তাপমাত্রার পরিবর্তন হবে 634.92 K.

প্রশ্ন ৩৬



[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

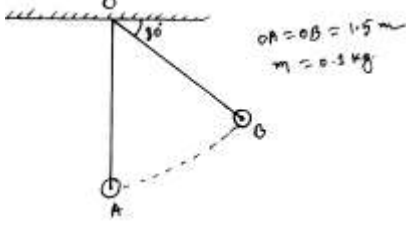
- ক. পয়সনের অণুপাত কী? ১
খ. একটি স্থিৎ এর বল ধ্রুবক 50 N/m বলতে কী বুঝ? ২
গ. সরল দোলকের ববটি A বিন্দুকে কত বেগে অতিক্রম করবে। ৩
ঘ. ববের সংযোগকারী সুতাটি যখন উল-ম্ন রেখার সাথে 30° কোণে অবস্থান করে তখন এর গতিশক্তি ও বিভব শক্তির তুলনা কর। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অণুপাতকে পয়সনের অনুপাত বলে।

খ একটি স্থিৎ এর বল ধ্রুবক 50 N/m বলতে বুঝায়, সাম্যাবস্থান হতে স্থিৎটির একক পরিমাণ (1m) প্রসারণ বা সংকোচন ঘটলে এর ওপর 50N পরিমাণ প্রত্যয়নী বল ক্রিয়া করে।

গ দেওয়া আছে, ববের ভর, $m = 0.1 \text{ kg}$



বিস্তারের প্রান্তবিন্দু হতে সাম্যাবস্থানের উল-ম্ন দূরত্ব, h

$$= AC = OA - OC = OA - OB \sin 30^\circ$$

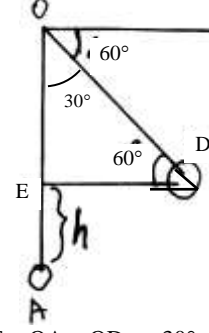
$$= 1.5 \text{ m} - 1.5 \text{ m} \times \frac{1}{2} = 0.75 \text{ m}$$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

বের করতে হবে A বিন্দুকে (বা সাম্যাবস্থান) অতিক্রমকালে ববের বেগ, $v = ?$

$$\therefore v = \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.75} = 3.834 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ ববের সংযোগকারী সুতাটি যখন উল-ম্ন রেখার সাথে $\theta = 30^\circ$ কোণ উৎপন্ন করে তখন সাম্যাবস্থান হতে এর উচ্চতা,



$$h = AE = OA - OE = OA - OD \cos 30^\circ$$

$$= 1.5 \text{ m} - 1.5 \times 0.866 = 0.201 \text{ m}$$

$$\therefore \text{এ অবস্থানে বিভবশক্তি, } E_p = mgh$$

$$= 0.1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 0.201 \text{ m} = 0.197 \text{ J}$$

যেকোনো অবস্থানে ববের যান্ত্রিক শক্তি = বিস্তারের প্রান্তবিন্দু ববের বিভবশক্তি = mgH (H = সাম্যাবস্থান হতে প্রান্তবিন্দুর উচ্চতা)

$$= 0.1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 0.75 \text{ m} = 0.735 \text{ J}$$

$$\therefore \text{বর্ণিত (OD) অবস্থানে গতিশক্তি = যান্ত্রিক শক্তি - বিভবশক্তি}$$

$$= 0.735 \text{ J} - 0.197 \text{ J} = 0.538 \text{ J}$$

সুতরাং, ববের সংযোগকারী সুতাটি যখন উল-ম্ন রেখার সাথে 30° কোণে অবস্থান করে তখন এর গতিশক্তি ও বিভব শক্তির অণুপাত

$$= 0.538 \text{ J} : 0.197 \text{ J} = \frac{0.538}{0.197} : \frac{0.197}{0.197} = 1 : 0.366$$

প্রশ্ন ৩৭ গাছের ডালে ঝুলন্ত একটি আম লক্ষ করে রফিক একটি পাথর ছুড়ে মারলে পাথরটি 9.8 ms^{-1} বেগে আমকে আঘাত করে। রফিক যদি আগের তুলনায় অর্ধেক শক্তি প্রয়োগ করে পাথর ছুড়ে তবে পাথরটি শুধুমাত্র আমের উচ্চতায় পৌছতে পারে। [কৃষি বিশ্ববিদ্যালয় কলেজ, ময়মনসিংহ]

ক. স্থিৎ ধ্রুবক কাকে বলে? ১

খ. কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কোনো কাজ হয় না- ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ভূমি থেকে উদ্দীপকে বর্ণিত আমের উচ্চতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. পাথরের আঘাতে আমটি বিস্তৃত হলে ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে আমের মধ্যকার শক্তির কী পরিবর্তন হবে? তোমার মতামত বর্ণনা কর। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্থিৎকে এর সাম্যাবস্থান হতে একক পরিমাণ সংকুচিত বা প্রসারিত করা হলে এর ওপর যে মানের প্রত্যয়নী বল কাজ করে তাকে স্থিৎ ধ্রুবক বলে।

খ বৃত্তপথে ঘূর্ণনরত বস্তুর ওপর কেন্দ্রমুখী বল ক্রিয়া করে। এক্ষেত্রে যে কোনো মুহূর্তে কেন্দ্রমুখী বলের (\vec{F}_c) দিক বৃত্তের কেন্দ্র বরাবর, কিন্তু প্রতিটি ক্ষুদ্র মুহূর্তে বস্তুর ক্ষুদ্র সরণ ($d\vec{s}$) হয় বৃত্তের স্পর্শক বরাবর। ফলে \vec{F}_c ও $d\vec{s}$ এর মধ্যকার কোণ, $\theta = 90^\circ$ এবং কেন্দ্রমুখী

বল দ্বারা কৃতকাজ, $W = \vec{F}_c \cdot d\vec{s} = F_c ds \cos 90^\circ = 0$ অর্থাৎ যেকোনো মুহূর্তে কেন্দ্রমুখী বলের লম্বদিকে বস্তুর সরণ ঘটে বলে কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কোনো কাজ হয় না।

গ মনে করি, প্রথম ক্ষেত্রে পাথরের নিক্ষেপণ বেগ v_0 এবং ভূমি হতে আমটির উচ্চতা h ; তদুপরি পাথরের ভর m

$$\text{তাহলে, প্রথম ক্ষেত্রে পাথরের গতিশক্তি} = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{এবং ২য় ক্ষেত্রে পাথরের গতিশক্তি} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{\sqrt{2}}\right)^2$$

$$\text{সুতরাং, ২য় ক্ষেত্রে পাথরের নিক্ষেপণ বেগ} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

$$1\text{ম ক্ষেত্রে, শেষবেগ, } v = 9.8 \text{ ms}^{-1}$$

$$2\text{য় ক্ষেত্রে, শেষবেগ, } v = 0$$

$$\therefore h = \frac{9.8^2}{2g} = \frac{9.8^2}{2 \times 9.8} = \frac{9.8}{2} = 4.9 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ. মনে করি, আমের ভর m (kg)

তাহলে ঝুলে থাকা অবস্থায় আমের মধ্যকার বিভবশক্তি,

$$E_p = mgh = m \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4.9 \text{ m} = 48.02 \text{ m J}$$

আমটির পতনকালের শুরুতে এর বেগ (আদিবেগ), $v_0 = 0 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে এর বেগ } v \text{ হলে, } v^2 = v_0^2 + 2gh$$

$$= (0 \text{ ms}^{-1})^2 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4.9 \text{ m} = 96.04 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

এবং ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে আমটির গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times m \text{ kg} \times 96.04 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} = 48.02 \text{ m J}$$

পতনকালের শুরুতে আমটির কোনো বেগ না থাকায় এর গতিশক্তি = 0

\therefore পতনকালের শুরুতে আমটির যান্ত্রিক শক্তি = গতিশক্তি + বিভবশক্তি

$$= 0 \text{ J} + 48.02 \text{ m J} = 48.02 \text{ m J}$$

ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে ভূমি হতে এর তাৎক্ষণিক উচ্চতা = 0

তাই তখন এর বিভবশক্তি = 0 J

ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে আমটির যান্ত্রিক শক্তি = গতিশক্তি + বিভবশক্তি

$$\text{ক্রমশ} = 48.02 \text{ m J} + 0 \text{ J} = 48.02 \text{ m J}$$

সুতরাং, দেখা যাচ্ছে যে, বৃদ্ধিত হওয়ার পর আমটির বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়েছে, তবে এর বিভবশক্তি ও গতিশক্তির সমষ্টি তথা যান্ত্রিক শক্তির কোনো পরিবর্তন ঘটেনি, যা যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণশীলতাকে নির্দেশ করে।

প্রশ্ন ▶ ৩৮ 27.36 H.P. এবং 3.65 H.P. ক্ষমতার দুটি ইঞ্জিন দিয়ে 100 m এবং 10 m উচ্চতায় 1000 kg পানি উঠানো হলো। এতে সময় লাগল 60 সেকেন্ড। [বালকাঠি সরকারি কলেজ, বালকাঠি]

ক. অশ্বক্ষমতা বলতে কী বোঝায়? ১

খ. কোনো বস্তুর গতিশক্তি 500 J বলতে কী বোঝায়? ২

গ. ১ম ইঞ্জিনটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা কত? ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে দেখাও যে, ১ম ইঞ্জিন দ্বারা যে ক্ষমতা নষ্ট হয় দ্বিতীয় ইঞ্জিন দ্বারা তার চেয়ে 20% ক্ষমতা বেশি নষ্ট হয়। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো ব্যক্তি বা যন্ত্র যদি প্রতি সেকেন্ডে 746 J পরিমাণ কাজ করতে পারে বা 746 J পরিমাণ শক্তি ব্যয় করতে পারে, তবে তার ক্ষমতাকে এক অশ্বক্ষমতা বলে।

খ কোনো বস্তু এর গতিবেগের দরুন কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে এর গতিশক্তি বলে। কোনো বস্তুর গতিশক্তি 500J বলতে বুঝায়, এটি থেমে যাওয়ার আগ পর্যন্ত 500 J কাজ করতে পারবে।

গ দেওয়া আছে,

১ম ইঞ্জিনটি দ্বারা উত্তোলিত পানির ভর, $m = 1000 \text{ kg}$

পানি উত্তোলনের উচ্চতা, $h = 100 \text{ m}$

ব্যবহৃত সময়কাল, $t = 60 \text{ sec}$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

বের করতে হবে, লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $P = ?$

$$\text{অমরা জানি, } P = \frac{mgh}{t} = \frac{1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 100 \text{ m}}{60 \text{ sec}}$$

$$= 16333 \text{ Watt (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকের তথ্যমতে, ১ম ইঞ্জিনের অশ্বক্ষমতা, $P_{in} = 27.36 \text{ HP}$

এবং লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $P_{out} = 16333 \text{ Watt}$ ('গ' অংশ হতে পাই)

$$= \frac{16333}{746} \text{ HP} = 21.9 \text{ HP}$$

$$\therefore \text{ ১ম ইঞ্জিনের দক্ষতা, } \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{21.9 \text{ HP}}{27.36 \text{ HP}} = 0.8 = 80\%$$

\therefore ২য় ইঞ্জিন দ্বারা (100% - 80%) বা, 40% ক্ষমতা নষ্ট হয়।

এখানে, 40% - 20% = 20%

সুতরাং, ১ম ইঞ্জিন দ্বারা যে ক্ষমতা নষ্ট হয় দ্বিতীয় ইঞ্জিন দ্বারা তার চেয়ে 20% ক্ষমতা বেশি নষ্ট হয়।

প্রশ্ন ▶ ৩৯ রহিমাদের বাড়িতে কুয়া থেকে 20m উপরে পানি তোলার জন্য 6 kW এর একটি পাম্প ব্যবহার করা হচ্ছে। পাম্পের দক্ষতা 88.2%। [সেন্ট্রাল উইমেল কলেজ, ঢাকা]

ক. কিলোওয়াট ঘণ্টা কাকে বলে? ১

খ. কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা 75% বলতে কী বুঝায়? ২

গ. উদ্দীপকের পাম্পটি দ্বারা প্রতি মিনিটে কত লিটার পানি তোলা যাবে? ৩

ঘ. যে পাম্প 40 মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে তার ক্ষমতা নির্ণয় করা সম্ভব কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তা দেখাও। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এক কিলোওয়াট ক্ষমতাসম্পন্ন কোনো তড়িৎযন্ত্র এক ঘণ্টা ধরে চললে যে পরিমাণ তড়িৎশক্তি ব্যয় হয় তাকে এক কিলোওয়াট ঘণ্টা বলে।

খ কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা 75% বলতে বোঝায় যে, যন্ত্রটি মোট প্রদত্ত শক্তির শতকরা 75 ভাগ কাজে রূপান্তর করে।

গ এখানে, পাম্পের ক্ষমতা, $P = 6 \text{ kW} = 6000 \text{ W}$

পাম্পের দক্ষতা, $\eta = 88.2\%$

উচ্চতা, $h = 20 \text{ m}$

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

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

উত্তোলিত পানির ভর, $m = ?$

ধরি, পাম্পের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা P'

$$\text{অমরা জানি, } \eta = \frac{P'}{P}$$

$$\text{বা, } P' = P \times \eta$$

$$= 6000 \times 88.2\% = 6000 \times \frac{88.2}{100}$$

$$= 5292 \text{ W}$$

$$\text{আবার, } P' = \frac{mgh}{t}$$

$$\therefore m = 1620 \text{ kg (Ans.)}$$

ঘ 40 min এ কুয়া পানিশূন্য করার ক্ষেত্রে,

সময়, $t = 40 \text{ min} = 2400 \text{ sec}$

মনে করি, কুয়ার ব্যাসার্ধ r , উচ্চতা h ও পানির ঘনত্ব ρ ।

পানির ভরকেন্দ্রের সরণ, $h' = \frac{h}{2}$

$$\therefore \text{ কুয়ার আয়তন, } V = \pi r^2 h$$

$$\text{কুয়ার মোট পানির ভর, } m = V\rho = \pi r^2 h \times \rho \text{ kg}$$

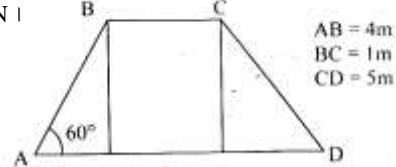
$$\text{পাম্পের ক্ষমতা, } P = \frac{mgh'}{t}$$

$$= \frac{\pi r^2 h \times \rho \times g \times \left(\frac{h}{2}\right)}{t}$$

$$= 6.41 r^2 h^2$$

উদ্দীপকের কুয়ার ব্যাসার্ধ r ও উচ্চতা h দেয়া না থাকায় পাম্পের ক্ষমতা নির্ণয় করা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ▶ ৪০ চিত্রে প্রদর্শিত AB মই বেয়ে 30kg ভরের একটি বালক উপরে উঠে এবং CD আনত তল বেয়ে নিচে আসে। তলের ঘর্ষণ বল 50N।



[মোহাম্মদপুর মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. স্থিৎ প্রবক কাকে বলে? ১
 খ. একটি বড় বৃষ্টির ফোটা ভেঙে অনেকগুলো ছোট ফোটায় পরিণত করলে তাপমাত্রার কি পরিবর্তন হবে-ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. বালকটি A হতে C বিন্দুতে পৌছতে অভিকর্ষ বল কর্তৃক কৃতকাজ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. CD পথে নামার সময় বালকটির ত্বরণ অভিকর্ষজ ত্বরণের চেয়ে কম না বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্থিৎক্রে এর সাম্যাবস্থান হতে একক দৈর্ঘ্য পরিমাণ প্রসারিত বা সংকুচিত করলে এতে যে প্রত্যয়নী বল ক্রিয়া করে তাকে স্থিৎ প্রবক বলে।

খ পৃষ্ঠটানজনিত কারণে গোলকের পৃষ্ঠে বিভবশক্তি সঞ্চিত থাকে। এ বিভব শক্তি গোলকের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফলের সমানুপাতিক। তাই একটি বড় বৃষ্টির ফোটা ভেঙে অনেকগুলো ছোট ফোটায় পরিণত করলে পৃষ্ঠতলের মোট ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায় ফলে এ সংক্ৰান্তে বিভব শক্তির পরিমাণও বৃদ্ধি পায়। এ শক্তি মূলত বৃহৎ ফোটা হতে তাপশক্তি হিসেবে শোষিত হয়। তাই বৃহৎ ফোটার তুলনায় ক্ষুদ্র ফোটাগুলোর তাপমাত্রা কম হয়।

গ দেওয়া আছে, বালকের ভর, $m = 30\text{kg}$

তলের ঘর্ষণ বল, $F_k = 50\text{N}$

$AB = 4\text{m}$, $BC = 1\text{m}$, $CD = 5\text{m}$

বের করতে হবে, A হতে C বিন্দুতে পৌছতে অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ, $W_g = ?$

বালকটির ওজন (তথা উপর পৃথিবীর অভিকর্ষ বল),

$F = mg = 30\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} = 294\text{N}$

AB তল বরাবর গমনের সময় অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ,

$W_1 = FS \cos \theta$

$= -1018.4\text{J}$

সুতরাং, বালকটি A হতে C বিন্দুতে পৌছতে অভিকর্ষ বল কর্তৃক কৃতকাজ $= 1018.4\text{J}$

ঘ প্রথমে $\angle CDA = 0^\circ$ ধরি) নির্ণয় করি।

$\sin \angle BAD = \frac{h}{AB}$

(ভূমি হতে BC অংশের উচ্চতা h ধরি)

এবং $\sin \angle CDA = \frac{h}{CD}$

$\therefore CD$ আনত তল বরাবর বালকটির ওজনের উপাংশ

$= F \sin \angle CDA = 294\text{N} \times \sin 43.87^\circ = 203.75\text{N}$

ঘর্ষণ বল 50N হওয়ায় CD তল বরাবর বালকটির ওপর কার্যকর বা লব্ধি বল $= 203.75\text{N} - 50\text{N} = 153.75\text{N}$

\therefore বালকটির কার্যকর বা লব্ধি ত্বরণ $= \frac{\text{লব্ধি বল}}{\text{বালকের ভর}}$

$= \frac{153.75\text{N}}{30\text{kg}} = 5.125\text{ms}^{-2} < 9.8\text{ms}^{-2}$ ($= g$, অভিকর্ষজ ত্বরণ)

সুতরাং, CD পথে নামার সময় বালকটির ত্বরণ অভিকর্ষজ ত্বরণের চেয়ে কম হবে।

প্রশ্ন ৪১ একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা এবং ব্যাস যথাক্রমে 10m ও 4m । একটি পাম্প 20 মিনিটে কুয়াটিকে পানি শূন্য করতে পারে।

[মনিপুর উচ্চ বিদ্যালয় ও কলেজ, ঢাকা]

- ক. গতিশক্তি কী? ১
 খ. বলের দ্বারা কাজ ও বলের বিরুদ্ধে কাজ ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. পাম্পের অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. উক্ত কুয়াটিকে 1.67H.P এর একটি পাম্প দিয়ে পানি শূন্য করতে সময় ব্যবধান গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শুধুমাত্র গতি থাকার কারণে কোনো বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে এর গতিশক্তি বলে।

খ কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে যদি বলের দিকে বস্তুর সরণের উপাংশ থাকে, তবে সম্পূর্ণ কাজকে বলের দ্বারা কাজ বা ধনাত্মক কাজ বলে। কোনো বস্তু নির্দিষ্ট উচ্চতা হতে ভূমিতে নেমে আসলে অভিকর্ষ বলের দ্বারা ধনাত্মক কাজ সম্পূর্ণ হয়। কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে যদি বলের বিপরীত দিকে সরণের উপাংশ থাকে, তবে সম্পূর্ণ কাজকে বলের বিরুদ্ধে কাজ বা ঋণাত্মক কাজ বলে। কোনো বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠ হতে উপরের দিকে উঠানো হলে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ সম্পূর্ণ হয়।

গ দেয়া আছে, পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা, $L = 10\text{m}$

এবং ব্যাস, $D = 4\text{m}$

সময়কাল, $t = 20\text{min} = 20 \times 60\text{sec} = 1200\text{sec}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ms}^{-2}$

জানা আছে, পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\text{kgm}^{-3}$

বের করতে হবে, পাম্পের ক্ষমতা, $P = ?$

এক্ষেত্রে, পানির উত্তোলনের গড় উচ্চতা, $h = \frac{L}{2} = \frac{10\text{m}}{2} = 5\text{m}$

কুয়াভর্তি পানির আয়তন, $V = \frac{1}{4} \pi D^2 L$

$= 0.25 \times 3.1416 \times (4\text{m})^2 \times 10\text{m} = 125.664\text{m}^3$

এবং উক্ত পানির ভর, $m = V\rho$ [\therefore ঘনত্ব = ভর/আয়তন]

$= 125.664\text{m}^3 \times 1000\text{kgm}^{-3} = 125664\text{kg}$

আমরা জানি, $P = \frac{mgh}{t} = \frac{125664\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 5\text{m}}{1200\text{sec}}$

$= 5131.28\text{ Watt}$

$= \frac{5131.28}{746}\text{ HP} = 6.88\text{ অশ্বক্ষমতা (Ans.)}$

ঘ প্রশ্নে উল্লেখিত দ্বিতীয় পাম্পের ক্ষমতা,

$P = 1.67\text{HP} = 1.67 \times 746\text{ Watt} = 1245.8\text{ Watt}$

এই পাম্প দিয়ে উক্ত কুয়াটি সম্পূর্ণরূপে পানিশূন্য করতে সময়

ব্যবধান t হলে, $P = \frac{mgh}{t}$

$\therefore t = \frac{mgh}{P} = \frac{125664\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 5\text{m}}{1245.8\text{ watt}}$

$= 4943\text{ sec} = 1\text{hr } 22\text{ min } 23\text{sec}$

পূর্বে প্রয়োজনীয় সময় $= 20\text{min}$

সুতরাং, উক্ত কুয়াটিকে 1.67H.P এর একটি পাম্প দিয়ে পানি শূন্য

করতে সময় ব্যবধান $= 1\text{hr } 22\text{ min } 23\text{ sec} - 20\text{min}$

$= 1\text{ hr } 2\text{ min } 23\text{ sec (Ans.)}$

প্রশ্ন ৪২ একজন কৃষক তার জমিতে সেচ দেয়ার কাজে 1H.P এর একটি পাম্প দ্বারা 10m ব্যাসের এবং 10m গভীরতার একটি পুকুর থেকে পানি তুলছিলেন। তিনি লক্ষ্য করলেন যে, পুকুরের প্রথম অর্ধেক পানি তুলতে যে সময় লাগে বাকি অর্ধেক তুলতে তার চেয়ে বেশি সময় লাগে।

[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]

- ক. সংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? ১
 খ. একজন শ্রমিক মাথায় বস্ত্র নিয়ে হাটলে অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃত কাজ শূন্য হয় কেন? ব্যাখ্যা দাও। ২
 গ. উক্ত পাম্পটি 10 ঘন্টা ধরে চললে কী পরিমাণ কাজ সম্পাদন হবে? ৩
 ঘ. কৃষকের পর্যবেক্ষণটি সঠিক ছিল কি না-উদ্দীপকের আলোকে যাচাই কর। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বল কোন বস্তুর উপর ক্রিয়া করলে তাকে যে কোন পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে বল কর্তৃক কৃতকাজ শূন্য হয় তাকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

খ একজন শ্রমিক মাথায় বস্ত্র নিয়ে হাটলে অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃত কাজ শূন্য হয় কেননা অভিকর্ষজ বলের দিক ও সরণের দিকের মধ্যবর্তী কোণের মান 90° হয় বলে।

আমরা জানি, কাজ $W = F \cos \theta$ । এখন অভিকর্ষ বল খাড়া নিচের দিকে ক্রিয়া করে এবং শ্রমিকের মাথায় বস্তু নিয়ে সরণ অনুভূমিক বরাবর। অতএব মধ্যবর্তী কোণ $\theta = 90^\circ$
 \therefore কাজ $W = F \cos 90^\circ$ [$\therefore \cos 90^\circ = 0$]
 $= 0$

গ

আমরা জানি,
 কৃতকাজ, $W = Pt$
 $\therefore W = 746 \times 36000$
 $= 2.6856 \times 10^7 \text{ J Ans.}$

এখানে,
 ক্ষমতা, $P = 1 \text{ HP}$
 $= 746 \text{ W}$
 সময়, $t = 10 \text{ ঘন্টা}$
 $= 10 \times 3600 \text{ সেকেন্ড}$
 $= 36000 \text{ সেকেন্ড।}$

ঘ

উভয়ক্ষেত্রেই পানির

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{আয়তন} &= \pi r^2 \frac{h}{2} \\ \therefore \text{উভয় ক্ষেত্রেই পানির ভর} \\ &= \pi r^2 \frac{h}{2} \rho \\ &= 3.1416 \times 5^2 \times 5 \times 1000 \\ &= 392700 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{প্রথম ক্ষেত্রে, গড় সরণ} = \frac{h}{4}$$

$$\therefore \text{কাজ, } W = mg \frac{h}{4}$$

$$\begin{aligned} \text{ব্যাস, } 2r &= 10 \text{ m} \\ \therefore \text{ব্যাসার্ধ, } r &= 5 \text{ m} \\ \text{উচ্চতা, } h &= 10 \text{ m} \\ \text{ক্ষমতা, } P &= 1 \text{ HP} = 746 \text{ W} \end{aligned}$$

অধ্যায়টির গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর
 (নির্বাচনী পরীক্ষার প্রশ্ন বিশে-ষণে প্রাপ্ত)

SURE
12

► ক নং প্রশ্ন (জ্ঞানমূলক)

প্রশ্ন-১. কাজহীন বল কী?

উত্তর: কোনো সচল বস্তুর সরণের লম্ব দিকে এক বা একাধিক বল বস্তুটির উপর ক্রিয়া করতে পারে। এই বলগুলোর অভিমুখ সরণের অভিমুখের সাথে 90° কোণে থাকলে বস্তুর সরণের সময় এই বলগুলো কোনো কাজ করে না। এই ধরনের বলকে কাজহীন বল বলে।

প্রশ্ন-২. পরিবর্তনশীল বল কী?

উত্তর: যে বলের মানের ও দিকের অথবা যেকোনো একটির পরিবর্তন হয় তাকে পরিবর্তনশীল বল বলে।

প্রশ্ন-৩. স্থিতিস্থাপক বল কাকে বলে?

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বাইরে থেকে বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর আকার-আকৃতির পরিবর্তন ঘটানোর পর বল অপসারণ করলে যে বলের কারণে তা আবার পূর্বের আকার আকৃতি ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপক বল বলে।

প্রশ্ন-৪. অভিকর্ষ বল কী?

উত্তর: ভূপৃষ্ঠের উপরে বা নিকটে অবস্থিত প্রতিটি বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বলকে অভিকর্ষ বল বলে।

প্রশ্ন-৫. কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

উত্তর: কোনো যন্ত্রে সরবরাহকৃত শক্তি ও কাজে পরিণত হওয়ার শক্তিকে কর্মদক্ষতা বলে।

প্রশ্ন-৬. ক্ষমতার ব্যবহারিক একক কাকে বলে?

উত্তর: ব্যবহারিক কাজের জন্য ক্ষমতার যে একক ব্যবহার করা হয় তাকে ক্ষমতার ব্যবহারিক একক বলে।

প্রশ্ন-৭. তাৎক্ষণিক ক্ষমতা কী?

উত্তর: কোনো মুহূর্তকে ঘিরে অতি ক্ষুদ্র সময় ব্যবধানে সময়ের সাথে কাজ করার হারকে ঐ মুহূর্তের তাৎক্ষণিক ক্ষমতা বলে।

প্রশ্ন-৮. স্থির বল কাকে বলে?

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর বল ক্রিয়া করলে সে বল যদি মানে ও দিকে অপরিবর্তিত হয় তাকে স্থির বল বলে।

প্রশ্ন-৯. অভিকর্ষীয় বিভবশক্তি কাকে বলে?

উত্তর: অভিকর্ষীয় বলের প্রভাবে কোনো বস্তুতে সৃষ্ট শক্তিকে অভিকর্ষীয় বিভবশক্তি বলে।

প্রশ্ন-১০. স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি কাকে বলে?

উত্তর: স্থিতিস্থাপক বলের প্রভাবে কোনো বস্তুতে সৃষ্ট বিভবশক্তিকে স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি বলে।

► খ নং প্রশ্ন (অনুধাবনমূলক)

প্রশ্ন-১. কোন বস্তুর গতিশক্তি কখনো ঋণাত্মক হতে পারে না কেন?

উত্তর: কোনো বস্তুর গতিশক্তি শূন্য হতে পারে, তবে কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না।

কারণ : কোনো বস্তুর ভর m এবং বেগ v হলে তার গতিশক্তির সমীকরণটি হয়, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ । এই সমীকরণে বস্তুর ভর m সর্বদাই ধনাত্মক। তবে v এর মান ধনাত্মক বা ঋণাত্মক দুটোই হতে পারে। কিন্তু, v^2 এর মান কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না। কারণ, ধনাত্মক বা ঋণাত্মক সংখ্যার বর্গ সবসময়ই ধনাত্মক। তাই mv^2 বা $\frac{1}{2} mv^2$ কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না। তবে বেগ অর্থাৎ, v শূন্য (স্থির বস্তু থাকলে) হলে গতিশক্তির মান শূন্য হবে।

প্রশ্ন-২. একই উচ্চতা থেকে বালির উপর পড়লে শক্ত মেঝের তুলনায় কম আঘাত লাগে কেন?

উত্তর: একই উচ্চতা থেকে বালির উপর পড়লে শক্ত মেঝের তুলনায় কম আঘাত লাগে।

কারণ: কোনো ব্যক্তি যখন উপর থেকে শক্ত মেঝের উপর পড়ে তখন মেঝে ব্যক্তির উপর একটি প্রতিক্রিয়া বলে বিপরীতমুখী ধাক্কা দেয়। মেঝে যেহেতু শক্ত ও অনড় তাই এই বিপরীতমুখী ধাক্কার পরিমাণ জোরে হয়। তাই আঘাত বেশি লাগে। অন্যদিকে ব্যক্তি যখন একই উচ্চতা থেকে বালির উপর পড়ে তখন বালি ব্যক্তির উপর কম বলে বিপরীতমুখী ধাক্কার সৃষ্টি করে, কারণ বালি নরম এবং এতে সহজে ব্যক্তির কিছুটা নিম্নমুখী সরণ হয়। তাই শক্ত মেঝের তুলনায় বালিতে পড়লে কম আঘাত লাগে।

প্রশ্ন-৩. সরল দোলকের দোলনের সময় সুতার টান কর্তৃক কৃতকাজের মান শূন্য হয় কেন?

উত্তর: সরল দোলকের দোলনের সময় সুতার টান কর্তৃক কৃতকাজের মান শূন্য হয়।

কারণ: আমরা জানি, কোনো বল কর্তৃক সম্পাদিত কাজের পরিমাণ ঐ বল এবং বলের অভিমুখে বস্তুর সরণের গুণফলের সমান হয়। যখন কোনো সরল দোলক দোলে তখন সুতার টান সর্বদাই দোলক বলের গতির অভিমুখের সাথে লম্বভাবে ক্রিয়া করে। ফলে সুতার টানের অভিমুখে বলের সরণের উপাংশের মান শূন্য। তাই সুতার টান কর্তৃক কৃতকাজের মান শূন্য।

প্রশ্ন-৪. কেন্দ্রমুখী বল কোনো কাজ করে না কেন?

উত্তর: $\cos \theta = 0 = \cos 90^\circ$ বা $\theta = 90^\circ$ হলে $W = 0$ হবে। অর্থাৎ বল প্রয়োগ করা হলো এবং সরণও হলো। কিন্তু বল এবং সরণের অস্পষ্ট ভুক্ত কোণ 90° হলে কাজ শূন্য হবে। একটি বস্তু সুতায় বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘোরালে কোনো কাজ হবে না।

প্রশ্ন-৫. কাজে কীভাবে শক্তি অর্জিত হয়?

উত্তর: মনে করি, m ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু আদিবেগ v_0 নিয়ে চলছে। গতির দিকে নির্দিষ্ট মানের একটি বল F বস্তুর উপর প্রয়োগ করলে বস্তুর বেগ বৃদ্ধি পাবে। ফলে বস্তুটি শক্তি লাভ করবে। মনে করি, d দূরত্ব অতিক্রম করার পর শেষ বেগ হয়েছে v । তাই কৃতকাজ $W = F \times S$

$$\text{বল কর্তৃক সৃষ্ট ত্বরণ } a = \frac{F}{m} = \frac{v^2 - v_0^2}{2s}$$

$$\text{বা, } F = ma = m \left(\frac{v^2 - v_0^2}{2s} \right)$$

$$\therefore \text{কৃতকাজ } W = F \times s = m \left(\frac{v^2 - v_0^2}{2s} \right) \times s = \frac{1}{2} m(v^2 - v_0^2)$$

$$= \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mv_0^2$$

$$= \text{শেষ গতিশক্তি} - \text{আদি গতিশক্তি}$$

$$= \text{শক্তিলভ}$$