কাজ

ক্ষমতা

কর্মদক্ষতা

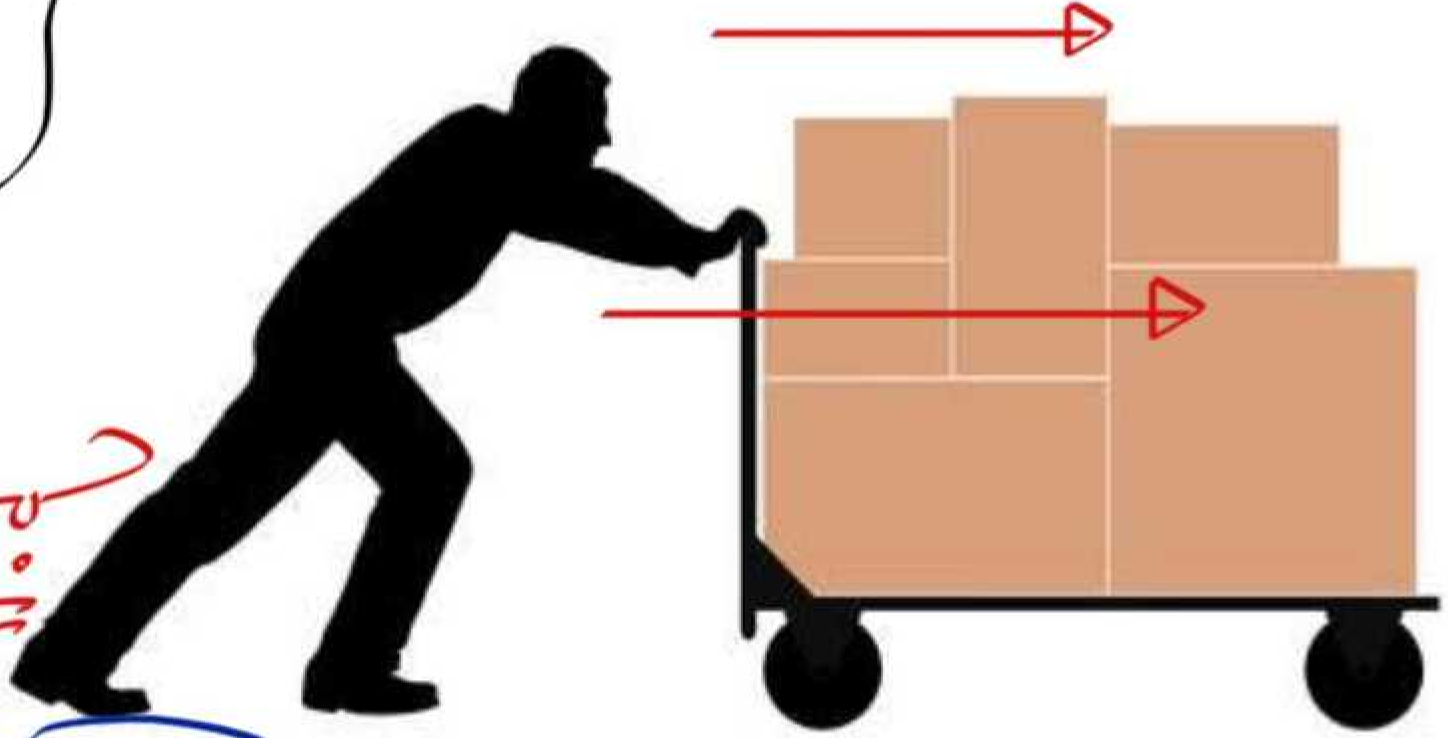
শক্তি

রূপান্তর

যান্ত্রিক

গতিশক্তি

স্থিতিশক্তি

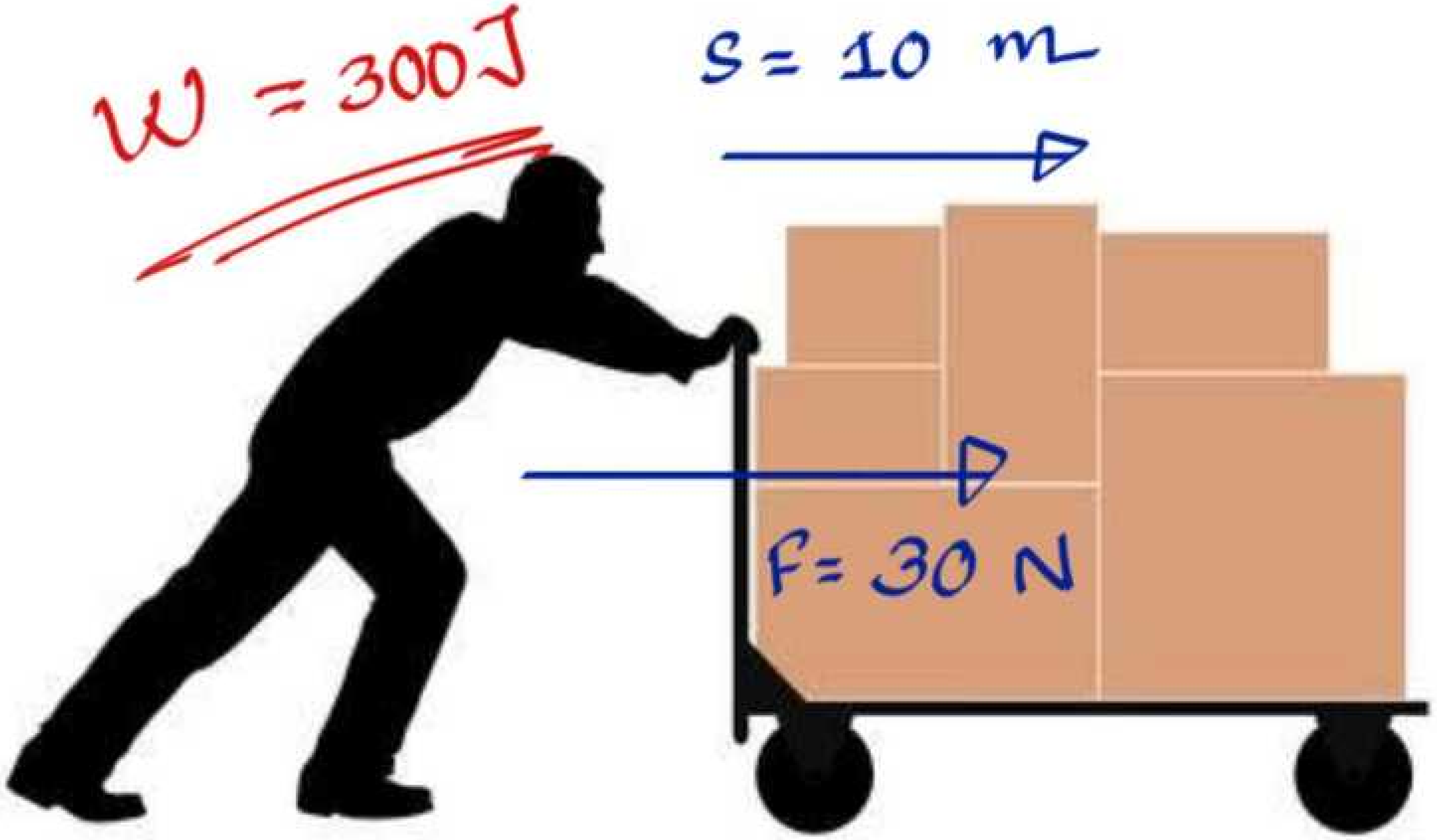


কাজ

কাজ (W) নির্ণয় করা হয় প্রয়োগকৃত বল (F) এবং বস্তুর সরণ (s) এর গুণফল দিয়ে:

$$W = F \times S = 300\ J$$

আন্তর্জাতিক একক পদ্ধতিতে (SI), কাজের একক হলো জুল (J)



কাজ

- ✓ কাজ একটি স্কেলার রাশি, অর্থাৎ এর শুধুমাত্র মান থাকে, কোনো দিক নেই।
- ✓ ১ জুল কাজ = ১ নিউটন বল × ১ মিটার সরণ

15 J = 5 N × 3 m

$$\frac{3000\text{ J}}{60\text{ s}} = 50\text{ watt}$$

ক্ষমতা $= \frac{w}{t}$

Power

- ✓ ১ সেকেন্ড এ কৃত কাজের পরিমাণ হলো ক্ষমতা
- ✓ ক্ষমতার একক ওয়াট (w)
- ✓ ১ H.P. = 746 W

m // ft

২০০ J

৭০ J

কর্মদক্ষতা

২০০ W

৭০ W

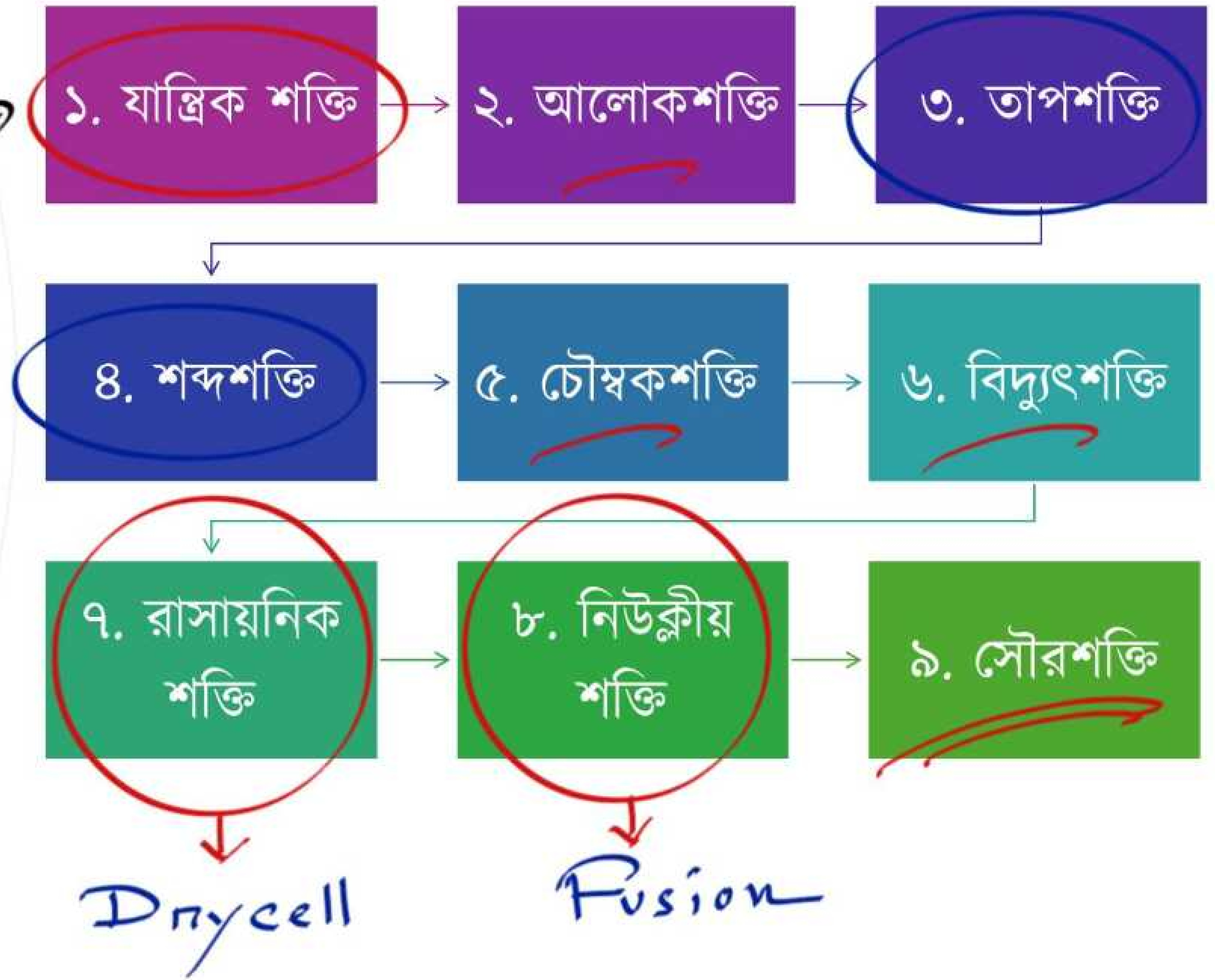
যদি কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা ৭০% হয়, তাহলে এর অর্থ হলো, যন্ত্রটিতে ১০০ একক শক্তি সরবরাহ করলে তার মধ্যে ৭০ একক শক্তি কার্যকরভাবে ব্যবহৃত হয়, আর বাকি ৩০ একক শক্তি অপচয় হয়।

শক্তি

✓কোনো বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে।

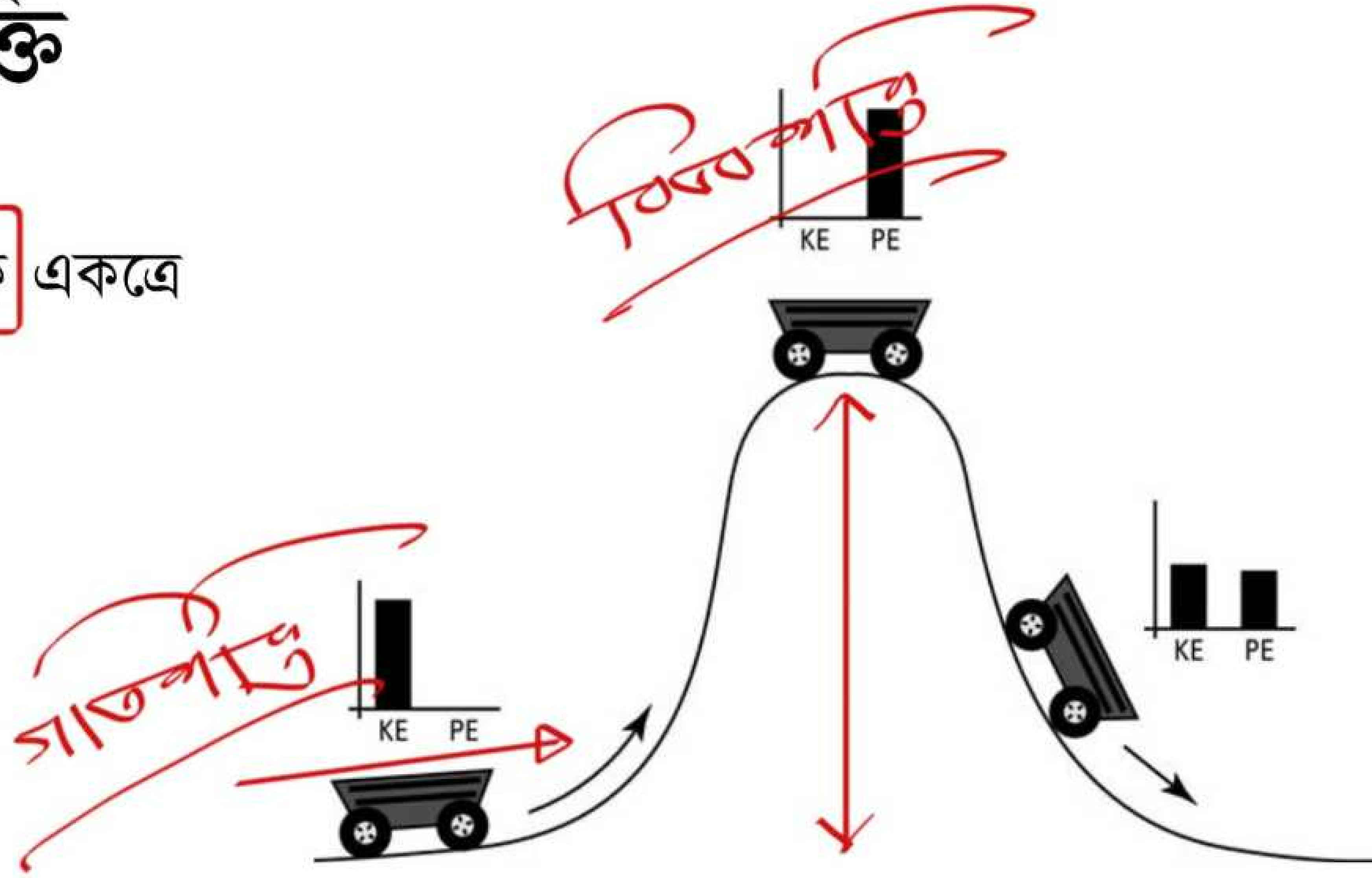
✓টাকা দিয়ে জিনিসপত্র কেনা যায়, তেমনি শক্তি দিয়ে কাজ করা যায়।

সাধারণত আমরা শক্তির ৯ টি রূপ পর্যবেক্ষণ করি



যান্ত্রিক শক্তি

গতিশক্তি আর বিভবশক্তিকে একত্রে যান্ত্রিক শক্তি বলে।



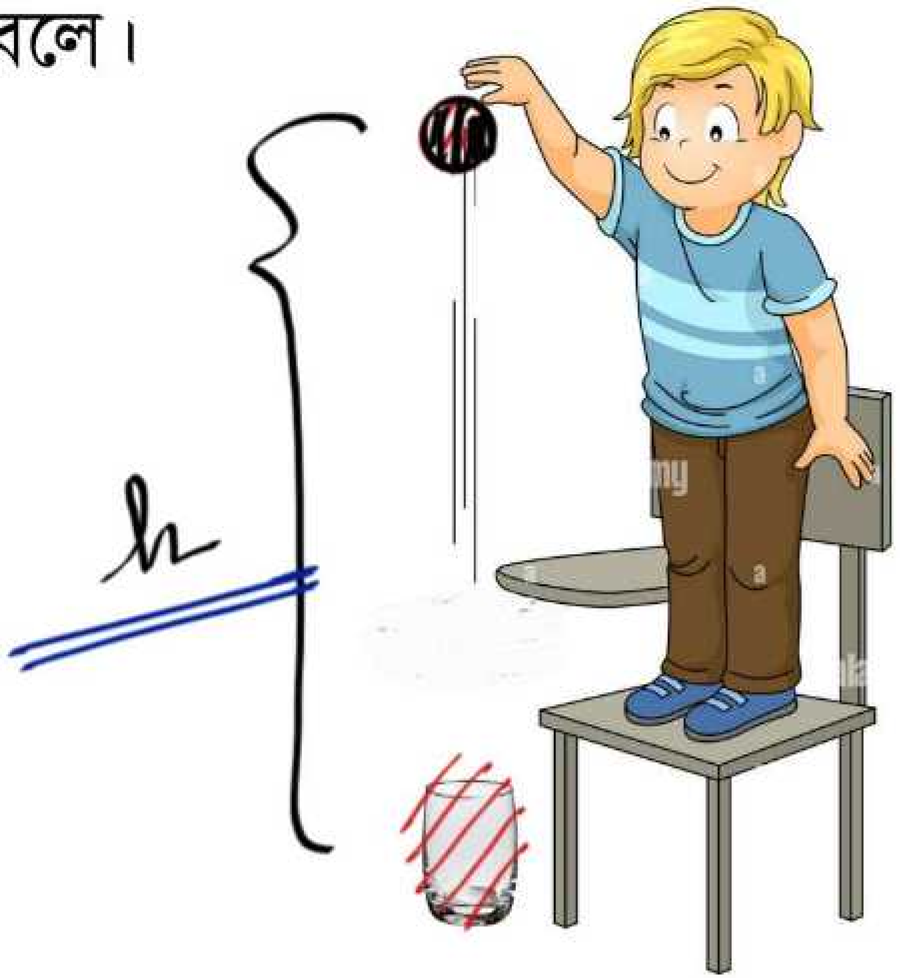
গতি শক্তি (Kinetic Energy):

কোনো বস্তুর গতি থাকার কারণে যে শক্তি থাকে, তাকে গতি শক্তি বলে। গতি শক্তি $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

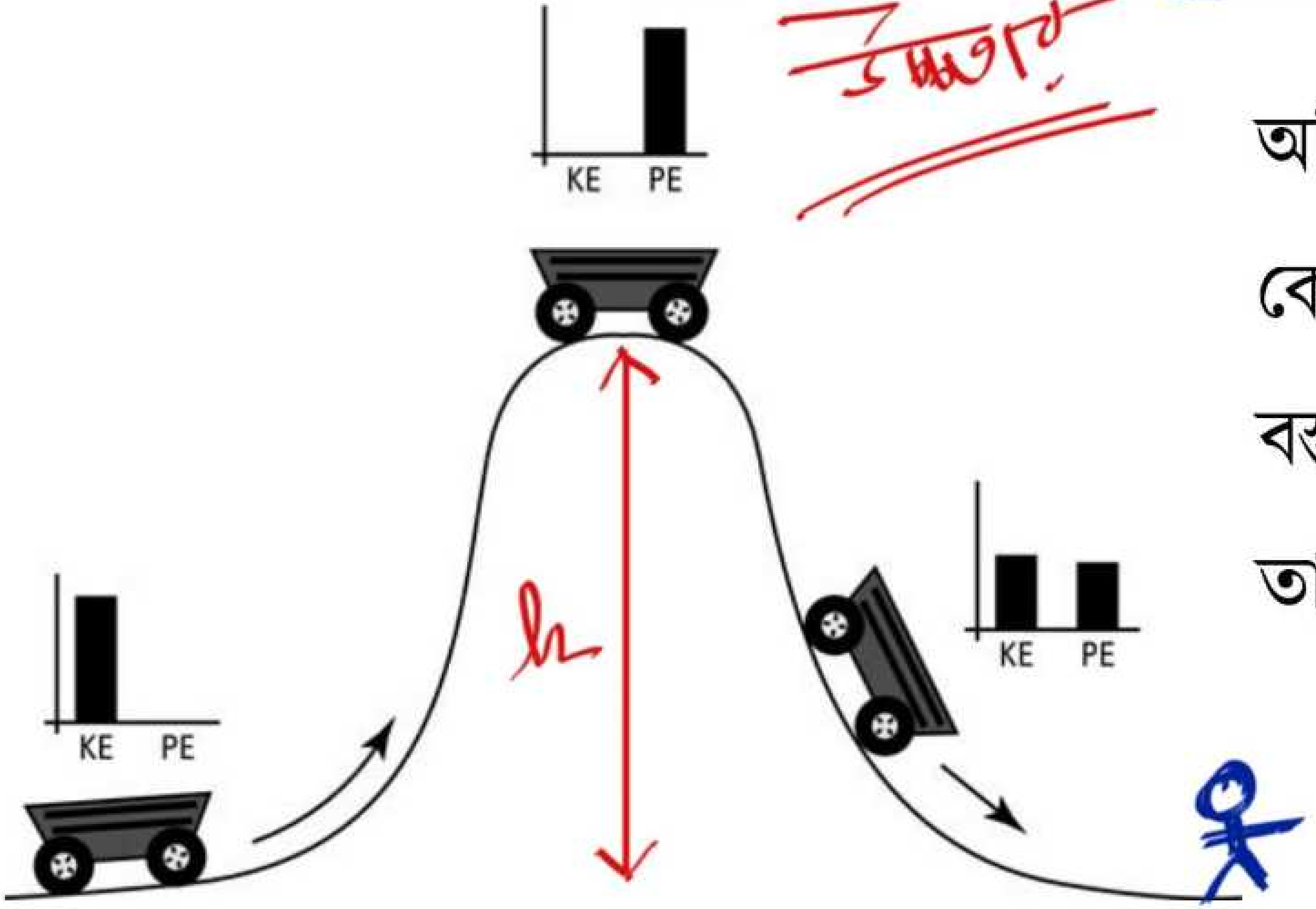
বিভব শক্তি (Potential Energy)

কোনো বস্তু তার অবস্থান বা অবস্থার কারণে যে শক্তি সঞ্চিত রাখে, তাকে বিভব শক্তি বলে।

বিভব শক্তি $E_p = mgh$

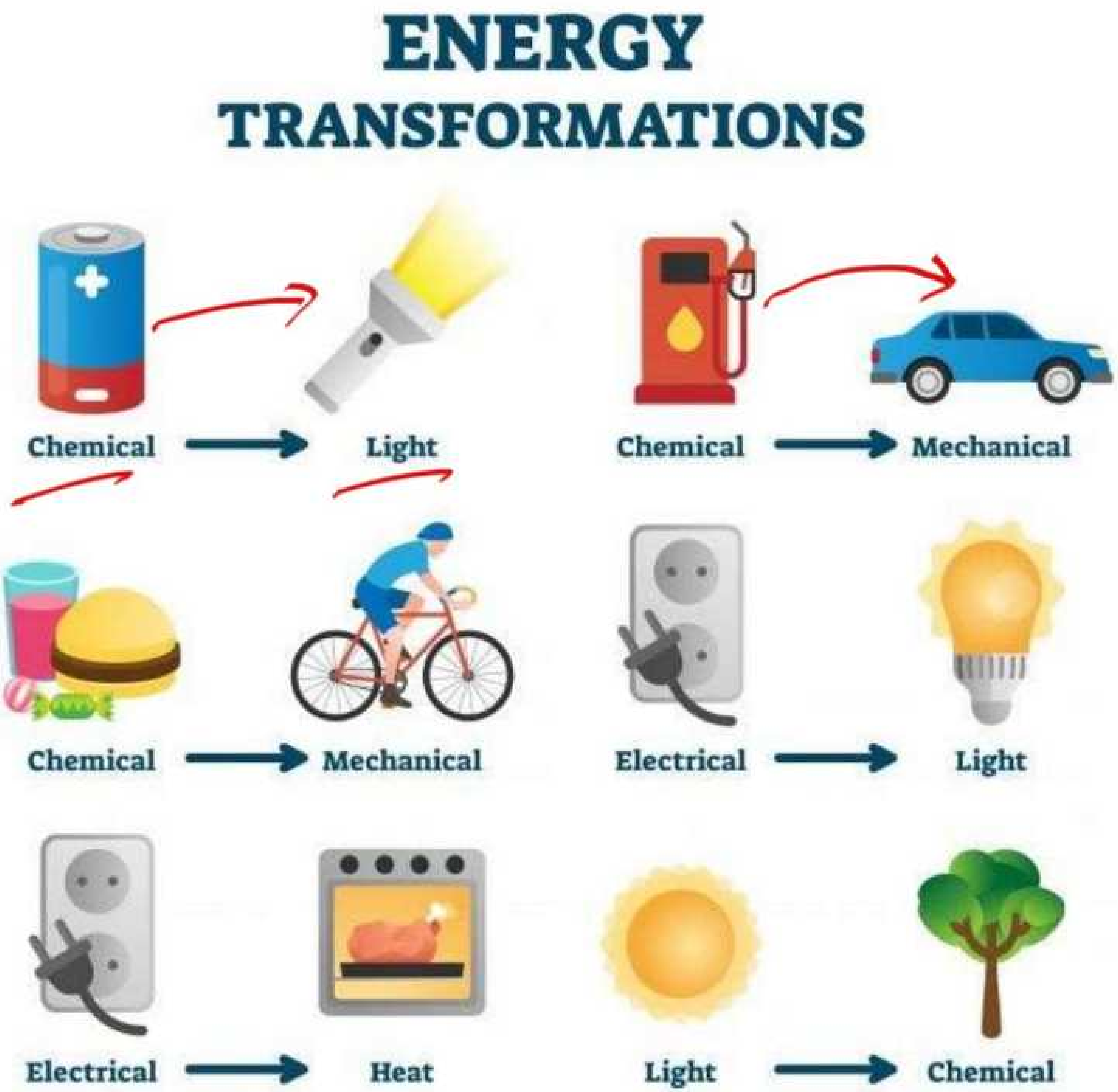


অভিকর্ষজ বিভবশক্তি



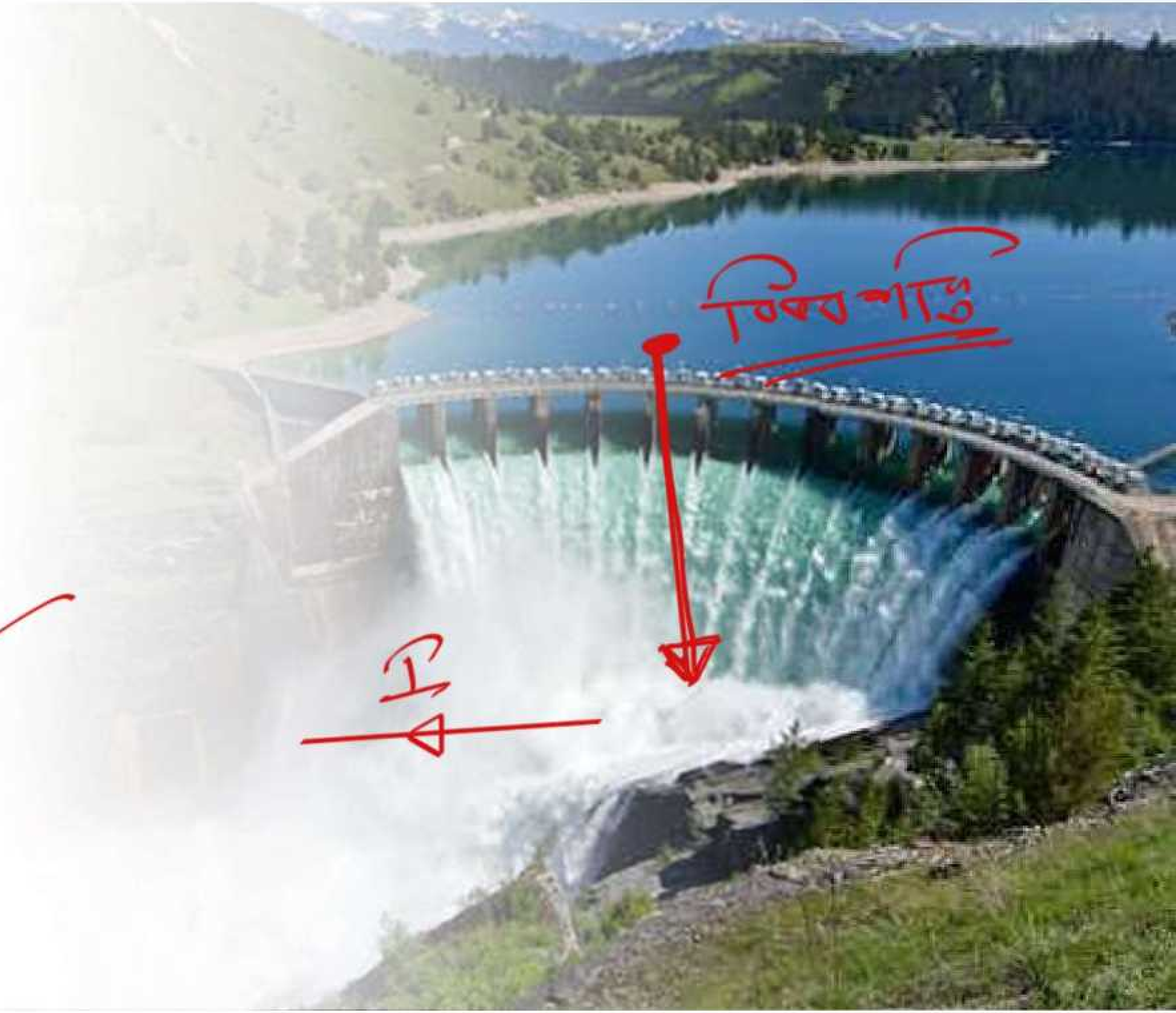
অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করে কোনো বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন করলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে অভিকর্ষজ বিভবশক্তি বলে

শক্তির রূপান্তর


ENERGY
TRANSFORMATIONS
Chemical
Light
Chemical
Mechanical
Chemical
Mechanical
Electrical
Light
Electrical
Heat
Light
Chemical

যান্ত্রিক শক্তির রূপান্তর

পানিপ্রবাহের সাহায্যে চাকা ঘুরিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়। এভাবে যান্ত্রিক শক্তি তড়িৎশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।



তাপ শক্তির রূপান্তর

স্টিম ইঞ্জিনে তাপের সাহায্যে স্টিম উৎপন্ন করে রেলগাড়ি চালানো হয়। এখানে তাপশক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হচ্ছে।

শব্দ শক্তির রূপান্তর

শব্দোত্তর বা শব্দেতর তরঙ্গের সাহায্যে সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করা হয়। এক্ষেত্রে শব্দশক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

আলোক শক্তির রূপান্তর

ফটো-ভোলটেইক সেলের ওপর আলোর ক্রিয়ার ফলে আলোক শক্তি তড়িৎশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

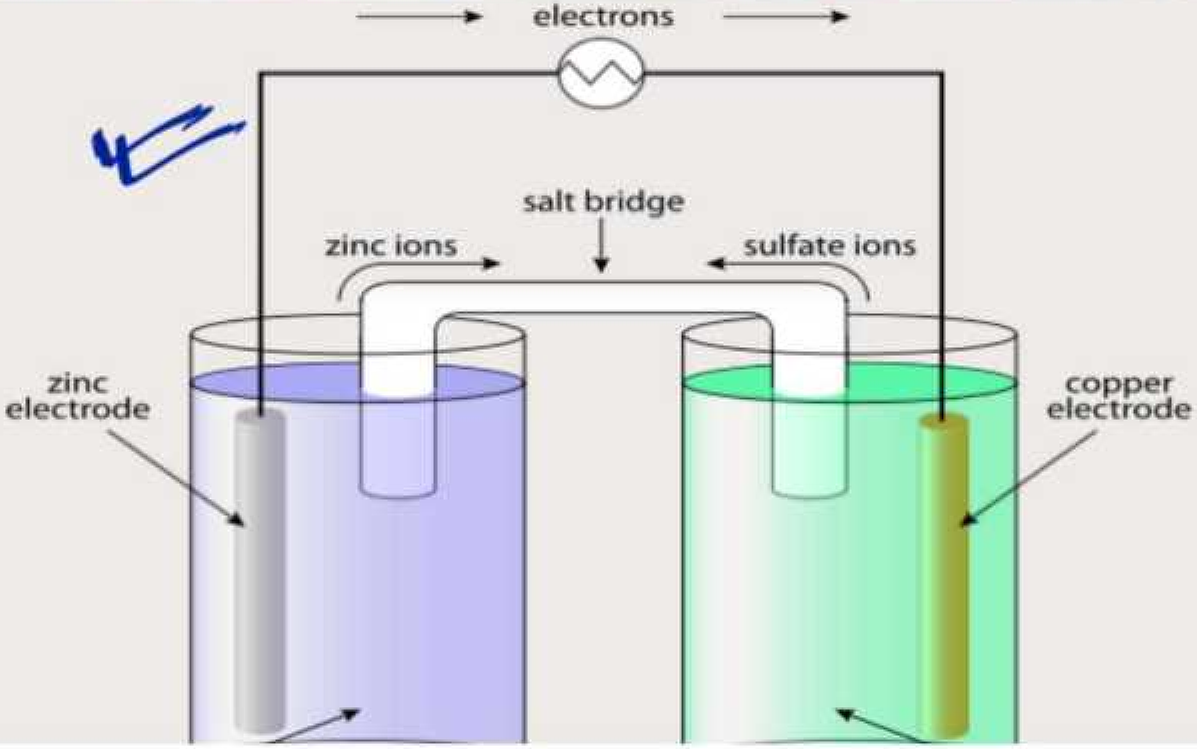
বিদ্যুৎশক্তির রূপান্তর

- তড়িৎ মোটরে তড়িৎশক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।
- বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি, হিটারে তড়িৎশক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।
- বৈদ্যুতিক বাল্বে তড়িৎশক্তি আলোক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।
- লাউডস্পিকারে তড়িৎশক্তি শব্দশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

রাসায়নিক শক্তির রূপান্তর

✓সরল তড়িৎ কোষে রাসায়নিক শক্তি তড়িৎশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

✓পেট্রোল, কেরোসিন, গ্যাস ইত্যাদি পুড়িয়ে রাসায়নিক শক্তিকে তাপ ও আলোকশক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়।

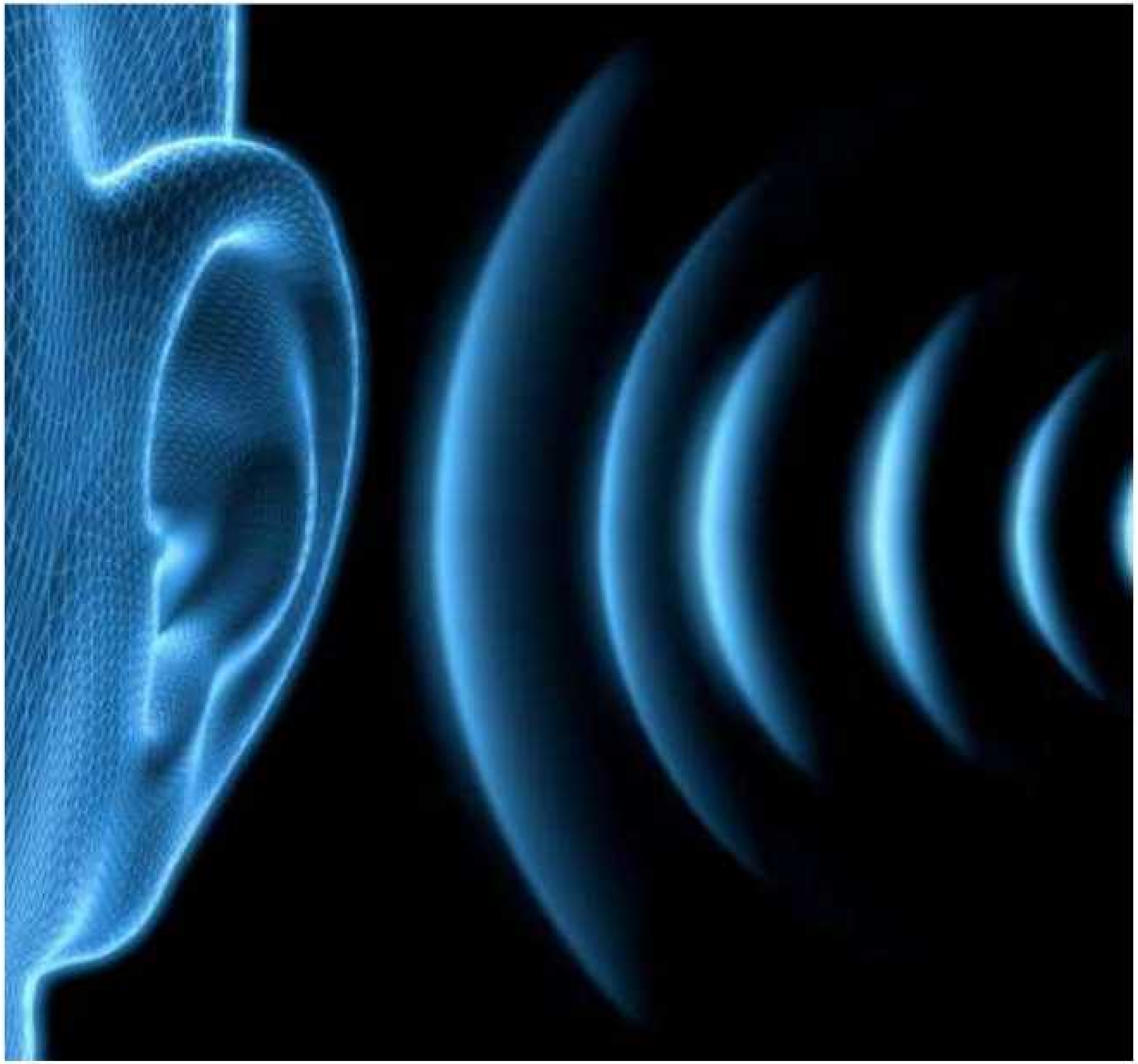


নিউক্লীয় শক্তির রূপান্তর || fission

✓ পারমাণবিক সাবমেরিনে নিউক্লীয় শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়।

✓ পারমাণবিক চুল্লির সাহায্যে নিউক্লীয় শক্তি বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

তরঙ্গ ও শব্দ



বিসিএস পরীক্ষার প্রশ্ন

শূন্য মাধ্যমে শব্দের বেগ কত? (৩৭তম) শূন্য

কোন মাধ্যমে শব্দের গতি সর্বাপেক্ষা কম? (৩০তম, ১৪তম) S > L > G

শব্দ শোনার কত সেকেন্ড পর্যন্ত এর রেশ আমাদের মস্তিষ্কে থাকে? (২৮তম)

0.2 sec

বাদুর অন্ধকারে চলাফেরা করে কিভাবে? (২৭তম)

বিসিএস পরীক্ষার প্রশ্ন

কোন মাধ্যমে শব্দের গতি সর্বাপেক্ষা বেশি? (২৫তম) -

লোকভর্তি হল ঘরে শূন্য ঘরের চেয়ে শব্দ ক্ষীণ হয়, কারণ – (২৩তম) –

চাঁদে কোনো শব্দ করলে তা শোনা যাবে না কেন? (১৬তম) –

আল্ট্রাসনোগ্রাফি কি? (১৫তম)

বিসিএস পরীক্ষার প্রশ্ন

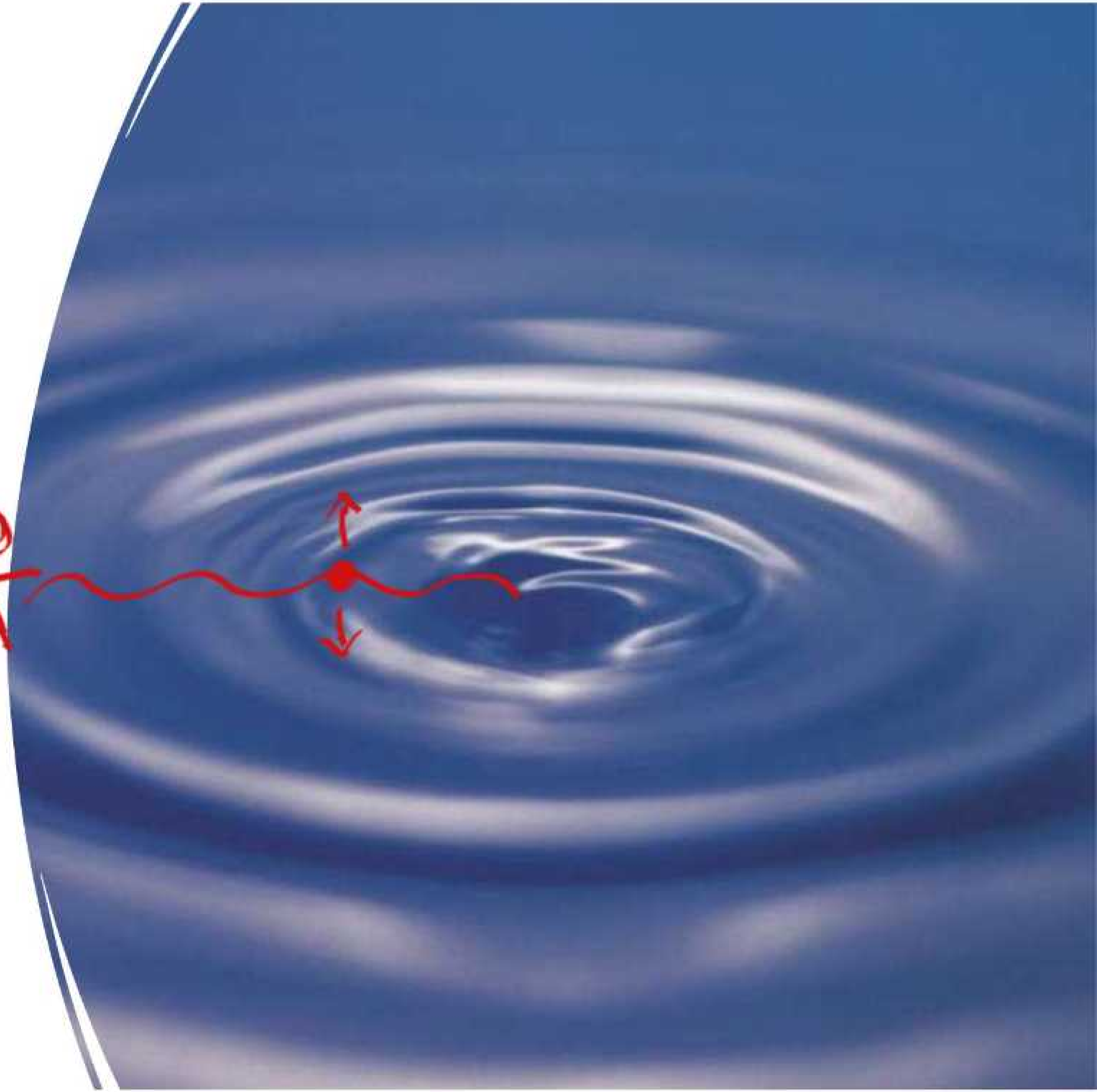
রেলওয়ে স্টেশনে আগমনরত ইঞ্জিনে বাঁশি বাজাতে থাকলে প্লাটফরমে দাঁড়ানো ব্যক্তির কাছে বাঁশির কম্পনাঙ্ক – ? (১৪তম বিসিএস)

কিসের সাহায্যে সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করা হয়? (১৪তম বিসিএস) -

যে সর্বোচ্চ শ্রুতি সীমার উপরে মানুষ বধির হতে পারে তা হচ্ছে– (১২তম) – ১০৫ DB

তরঙ্গ

- এক স্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চারিত করে
- মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থানান্তরিত করে না



মাধ্যমের উপস্থিতির উপর ভিত্তি করে তরঙ্গ ২ প্রকার

১. যান্ত্রিক তরঙ্গ

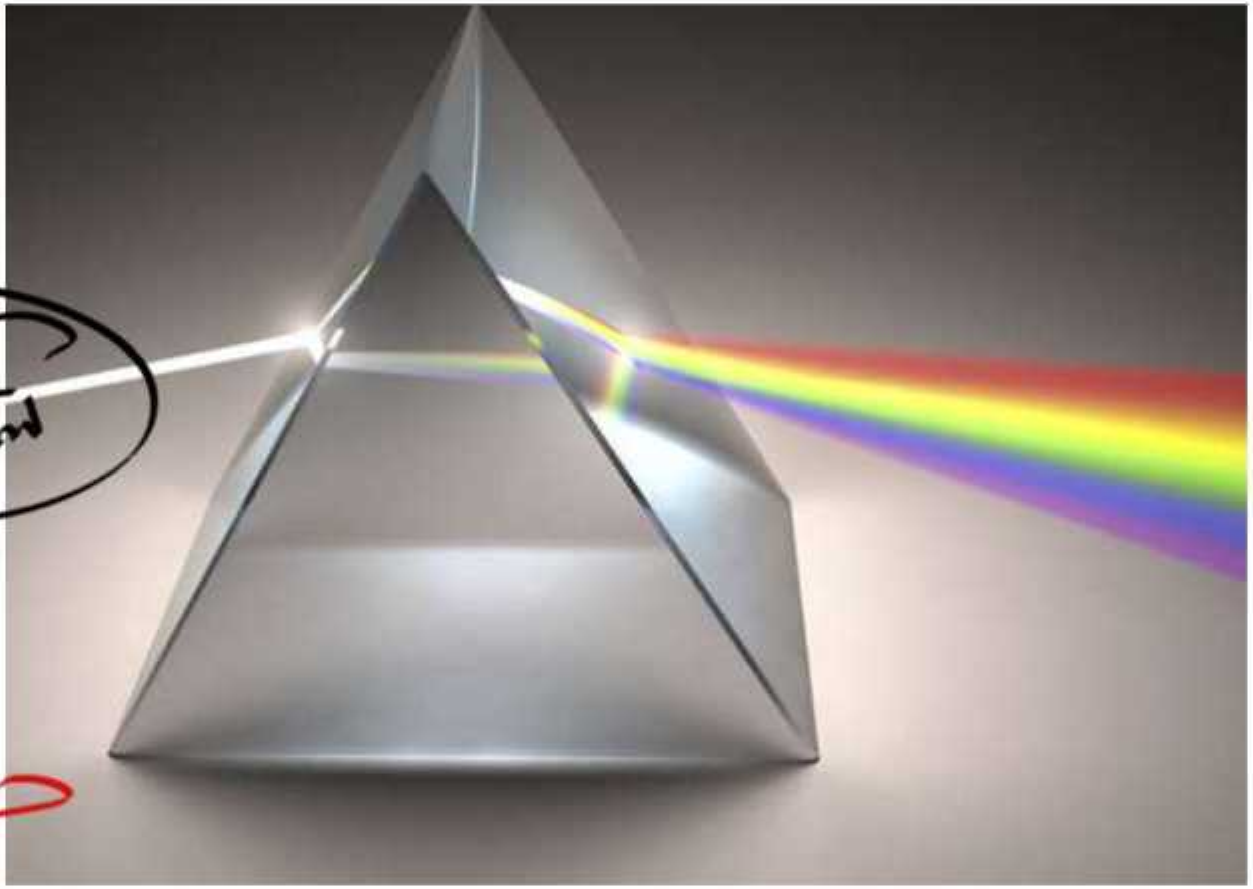
- কঠিন, তরল বা বায়বীয় মাধ্যমে যে তরঙ্গের উদ্ভব হয়
- এ তরঙ্গের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন
- যেমন: পানির তরঙ্গ, শব্দ তরঙ্গ

২. তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ

- মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না
- আলোক তরঙ্গ, এক্স-রে
- শূন্য মাধ্যমে তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ এর দ্রুতির মান 3×10^8 m/s

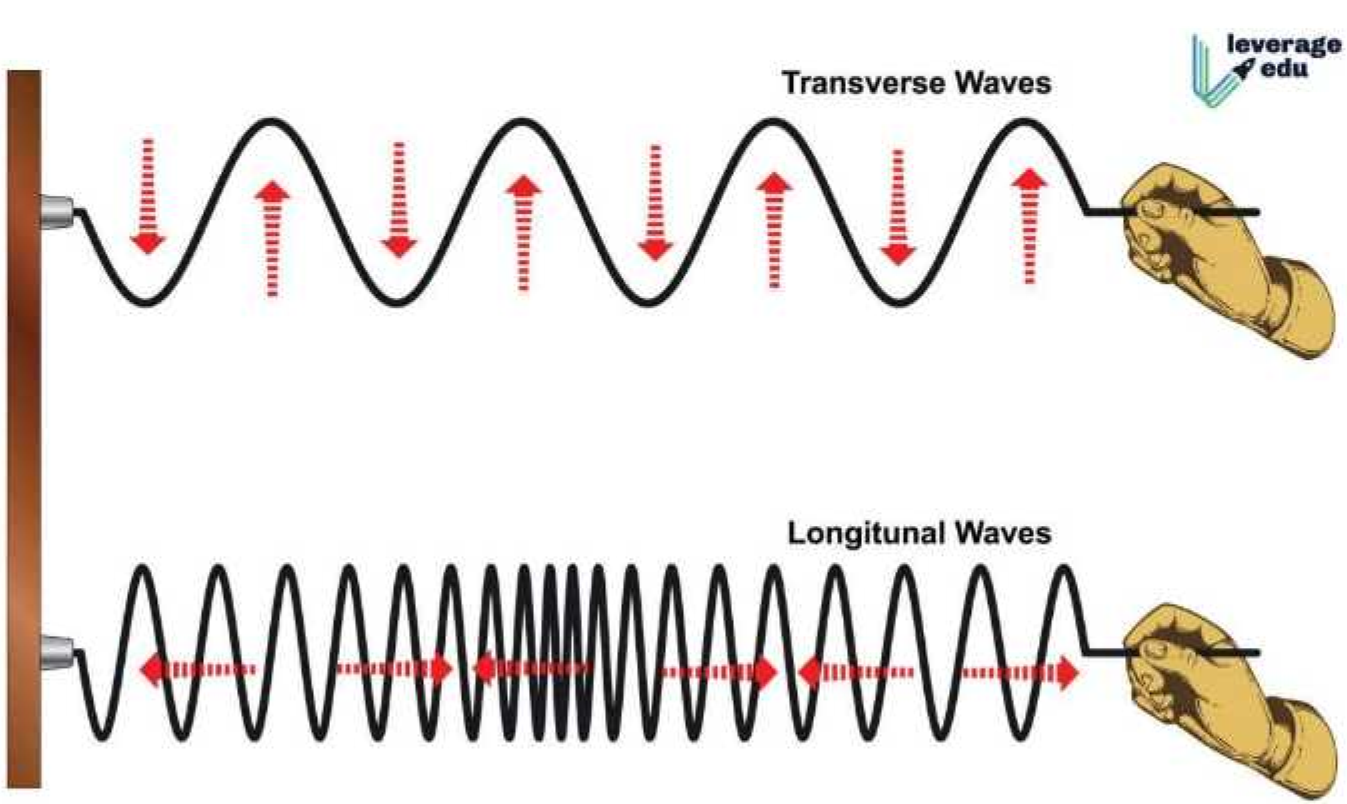
বর্ণালি

আলোর বেগ



Travel/ movement

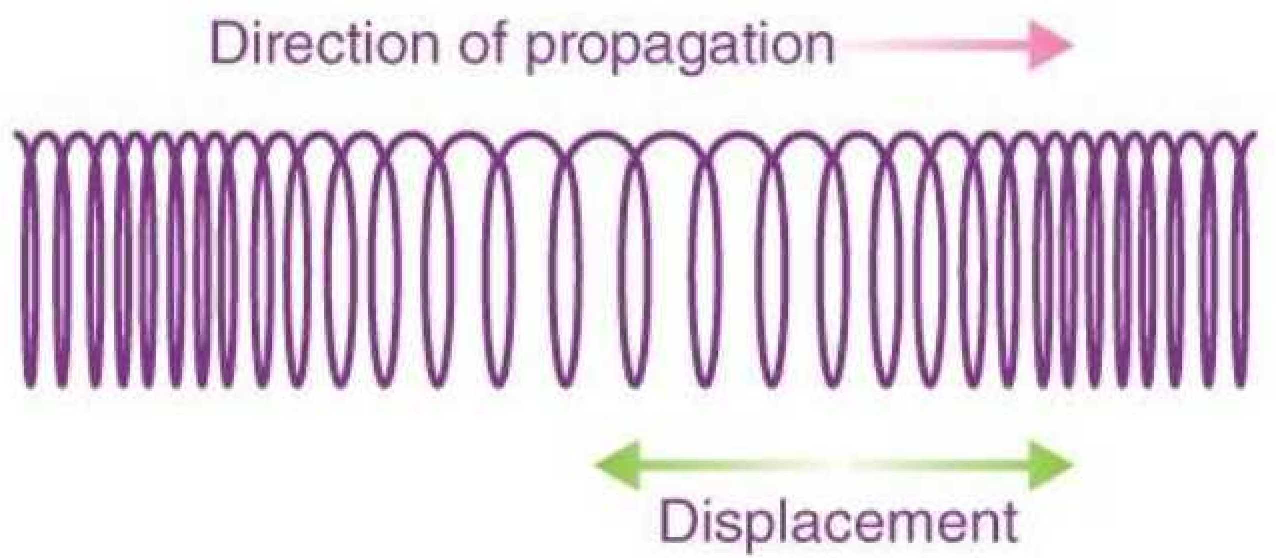
সঞ্চালনের উপর ভিত্তি করে তরঙ্গ দুই প্রকার



- আড় তরঙ্গ বা অনুপ্রস্থ তরঙ্গ ✓
- লাম্বিক তরঙ্গ বা অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ

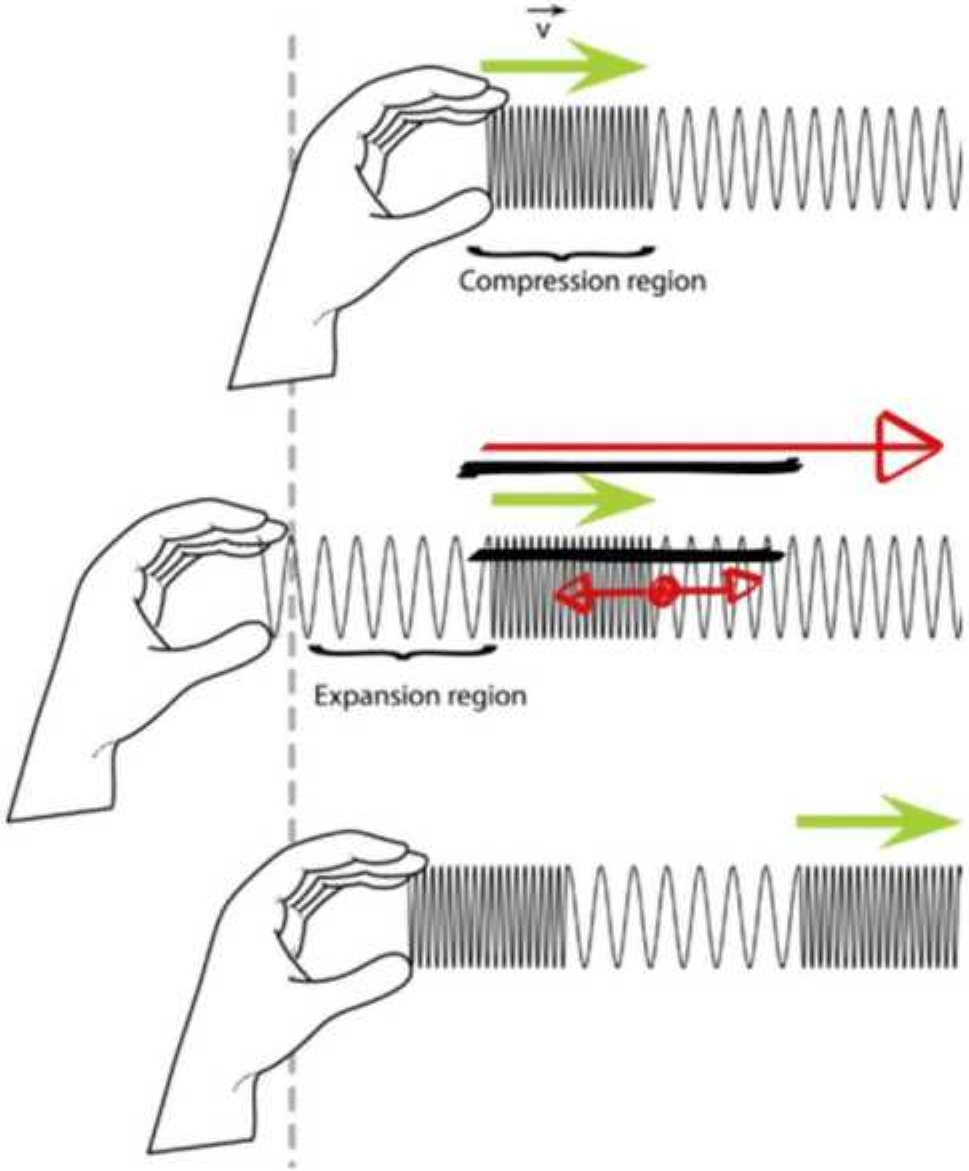
অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ

যে তরঙ্গ, মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের সঙ্গে সমান্তরালে অগ্রসর হয়, সেই তরঙ্গকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ/লম্বিক তরঙ্গ।



অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ

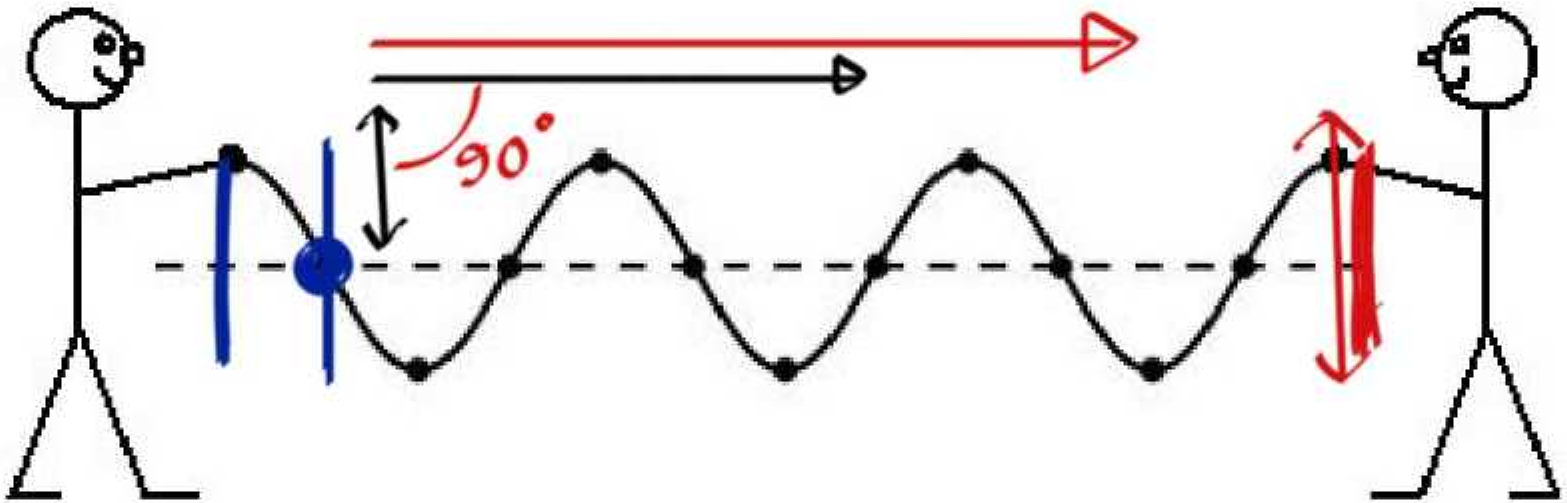
মাধ্যমের কণাগুলো তরঙ্গের অগ্রসর হওয়ার দিকের সাথে সমান্তরালে সংকোচন এবং প্রসারণের মাধ্যমে তরঙ্গ তৈরি হয়।



অনুপ্রস্থ তরঙ্গ

এই ধরনের তরঙ্গের ক্ষেত্রে, মাধ্যমের কণাগুলো তরঙ্গের গতি বা অগ্রসর হওয়ার দিকের সাথে সমকোণে স্পন্দিত হয়।

যেমন: পানির তরঙ্গ, আলোক তরঙ্গ, বেতার তরঙ্গ ইত্যাদি



1 sec

10 বার

10 Hz

তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য

- ✓ তরঙ্গ প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার এবং অপবর্তন ঘটায়
- ✓ তরঙ্গ একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালন করে।
- ✓ শক্তি বিস্তারের বর্গের সমানুপাতিক। বিস্তার দ্বিগুণ হলে শক্তি চারগুণ হবে।
- ✓ তরঙ্গের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

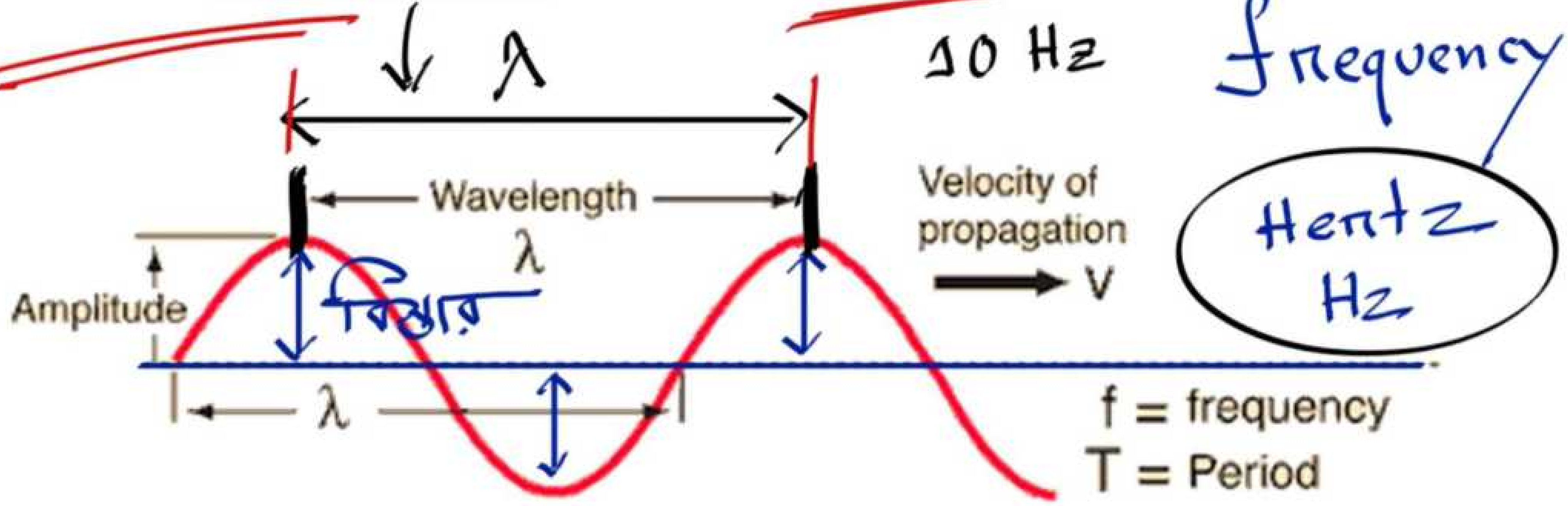
$$v = f\lambda$$

Lambda

- 1 টি পূর্ণ স্পন্দনের সময়ে তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্বকে **তরঙ্গদৈর্ঘ্য (λ)** বলে।
- 1 সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণস্পন্দন সম্পন্ন হয়, তাকে **কম্পাঙ্ক (f)** বলে।

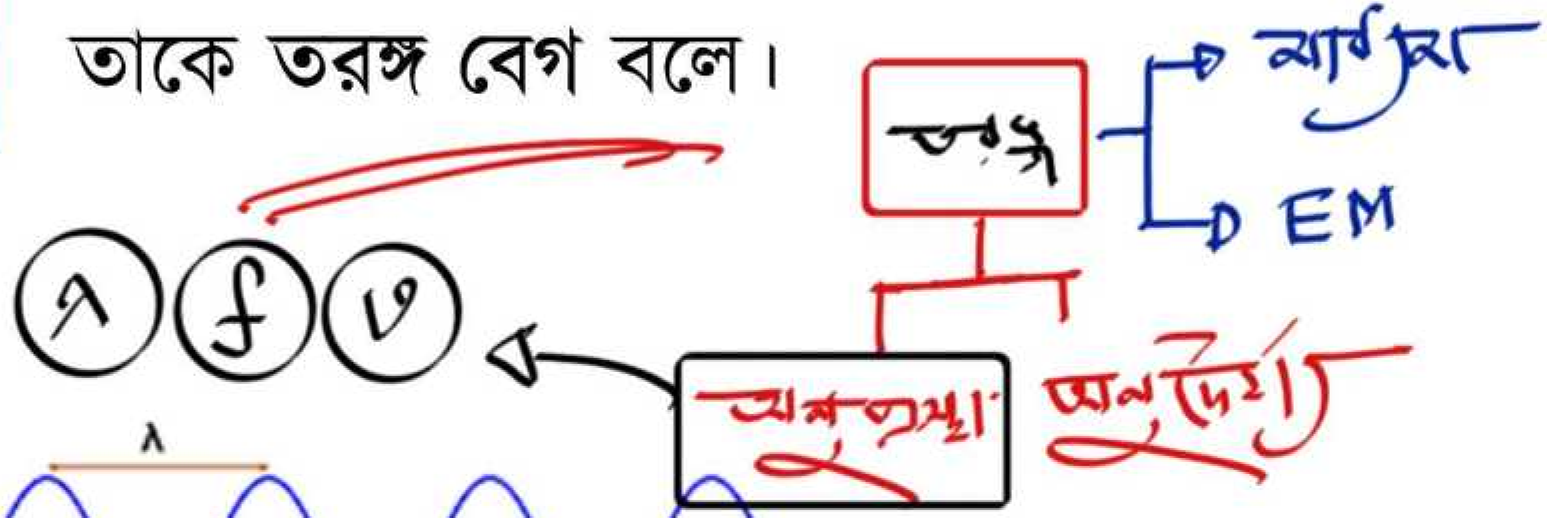
10 Hz

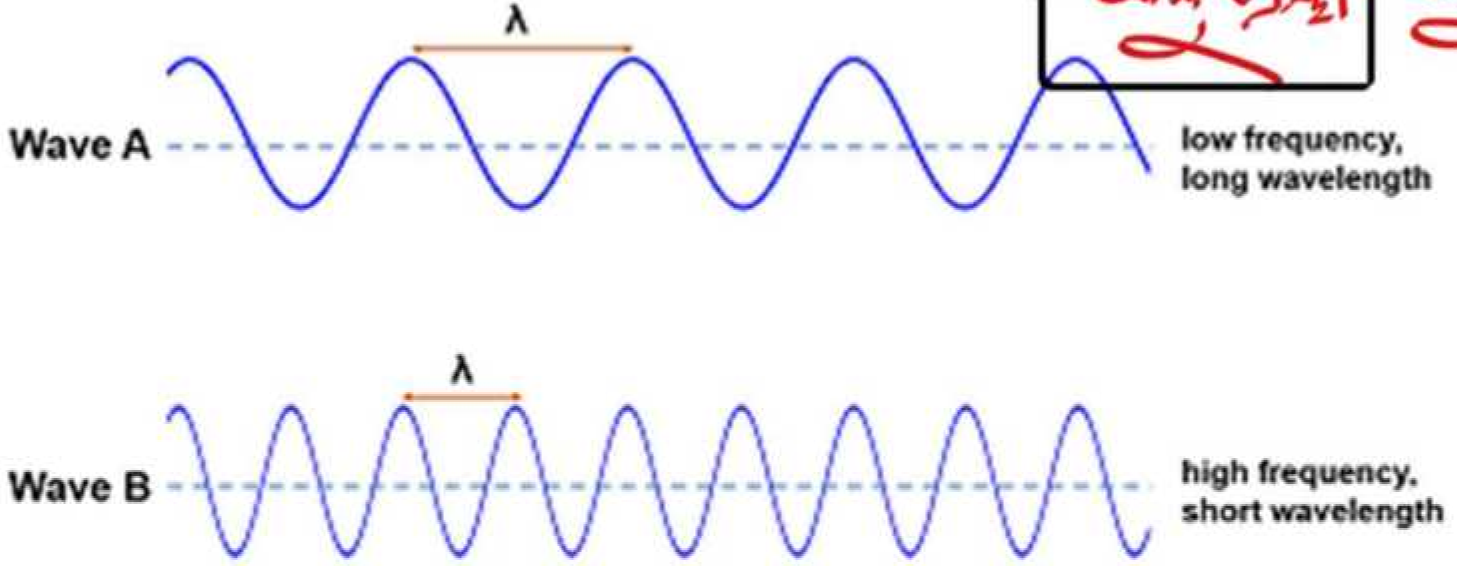
frequency



$$v = f\lambda$$

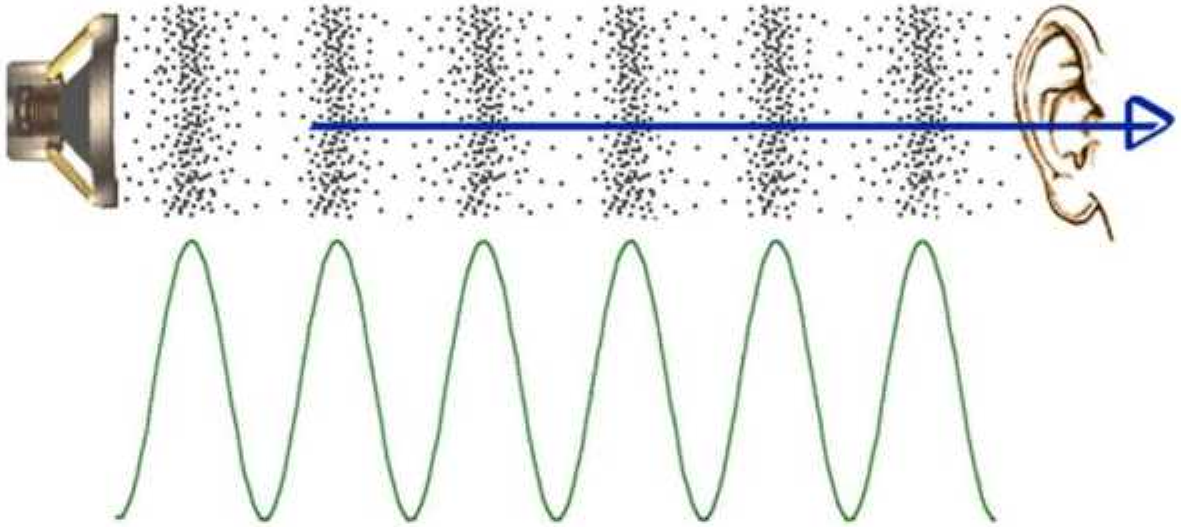
তরঙ্গ এক সেকেন্ডে যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাকে তরঙ্গ বেগ বলে।





শব্দ

- শব্দ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ আকারে চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে
- শব্দ শূন্য মাধ্যমে চলাচল করতে পারে না অর্থাৎ শূন্য মাধ্যমে শব্দের বেগ শূন্য।



শব্দ

- শব্দ এক প্রকার শক্তি যা আমাদের শ্রবণের অনুভূতি জাগায়।
- শব্দ একটি যান্ত্রিক তরঙ্গ → মাধ্যম লাগে
- শব্দের তীব্রতা নির্ণয়ের একক ডেসিবেল (dB)
- স্বর: একাধিক কম্পাঙ্কের শব্দ
- সুর: একটি নির্দিষ্ট কম্পাঙ্কের শব্দ
- পুরুষদের কম্পাঙ্ক কম, নারীদের বেশি

20,000 Hz

কম্পাঙ্ক

✓তরঙ্গ সঞ্চারণকারী কোনো কণা এক সেকেন্ডে যতগুলো স্পন্দন সম্পন্ন করে।

✓কম্পাঙ্ককে সাধারণত f দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং এর একক হার্টজ (Hz)।

[Break]

11:03

পর্যায়কাল

✓ তরঙ্গ সঞ্চারণকারী কোনো কণার একটি স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে, তাকে ঐ তরঙ্গের পর্যায়কাল বলা হয়।

✓ পর্যায়কালকে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়। পর্যায়কাল এর একক সেকেন্ড (s)

10 Hertz
1 sec এ 10 বার
1 বার → 0.1 sec

Prefix
Km
1000 m
Mega Hertz
1000000 Hertz

শব্দের বেগ

- শব্দ সঞ্চালনের জন্য স্থিতিস্থাপক জড় মাধ্যমের প্রয়োজন। শূন্য মাধ্যমে শব্দের বেগ শূন্য অর্থাৎ শব্দ চলতে পারে না। চন্দ্রপৃষ্ঠে কোন বিস্ফোরণ হলে আমরা শুনতে পারি না কারণ চাঁদে কোন বায়ুমন্ডল নেই। শব্দ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যম প্রয়োজন এটি প্রথম প্রমাণ করেন অটোভন গেরিক।
- হালকা গ্যাসে শব্দের বেগ বেশি আর ভারী গ্যাসে কম। যেমন- অক্সিজেন গ্যাসের ঘনত্ব হাইড্রোজেন গ্যাসের 16 গুণ কিন্তু অক্সিজেনে শব্দের বেগ 317 ms^{-1} অন্যদিকে হাইড্রোজেনে শব্দের বেগ 1285 ms^{-1}।
- তাপমাত্রা যত বাড়ে বায়ুতে শব্দের বেগও তত বাড়ে। যেমন- শীতকাল অপেক্ষা শব্দ গ্রীষ্মকালে বায়ুর মধ্যে দ্রুত চলে।
- বায়ুর 0°C তাপমাত্রায় এবং স্বাভাবিক চাপে শুষ্ক বায়ুতে শব্দের বেগ 332 ms^{-1}। আর তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি পেলে বাতাসে শব্দের বেগ 0.6 m/s বৃদ্ধি পাবে। আবার, তাপমাত্রার কারণে দিনের বেলায় শব্দের বেগ রাতের বেলার চেয়েও বেশি হয়।

শব্দের বেগ

- বায়ুর আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়। শীতকালের তুলনায় বর্ষাকালে বাতাসে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেশি থাকে। ফলে বর্ষাকালে বায়ুর আর্দ্রতা বেশি থাকে। এজন্য শীতকালের চেয়ে বর্ষাকালে শব্দের বেগ বেশি হয়।
- শব্দের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভরশীল। মাধ্যম ভিত্তিক শব্দের বেগের ক্রম হলো- কঠিন > তরল > বায়বীয়। কঠিন মাধ্যমে (যেমন: লোহা, ইস্পাত ইত্যাদি) শব্দের বেগ বায়ুর শব্দের বেগের ১৫ গুণ। কঠিন মাধ্যমের স্থিতিস্থাপকতা ও ঘনত্ব বেশি বলে শব্দের বেগও বেশি।
- বিজ্ঞানী কোলাডন এবং স্ট্রাম সর্বপ্রথম জলের মধ্যে শব্দের বেগ নির্ণয় করেন। জলের মধ্যে শব্দের বেগ বায়ুর বেগের প্রায় 4.5 গুণ।

শব্দের বেগ

- আলোর বেগ শব্দের বেগের চেয়ে অনেক দ্রুত চলে এর জন্য আকাশে বিদ্যুৎ চমকানোর কিছুক্ষণ পর আমরা মেঘের গর্জন শুনতে পাই। আলোর গতিবেগ সেকেন্ডে ১,৮৬,০০০ মাইল।
- দূরে কোথাও যদি বন্দুকের গুলি ছোড়া হয় তবে নলের মুখে আলোর ঝলক দেখার বেশ পরে শব্দ শোনা যায় কারণ শব্দের চেয়ে আলোর বেগ অনেক বেশি।
- সমুদ্রের তীরে একটা বিস্ফোরণ ঘটলে সমদূরত্বে দাঁড়িয়ে থাকা দুজন ব্যক্তির মধ্যে যিনি পানির নিচে থাকবেন তিনি আগে শব্দ শুনতে পারবেন। কারণ শব্দ বায়ু মাধ্যমের তুলনায় তরল মাধ্যমে দ্রুত চলে।
- একটি লম্বা লোহার পাইপের একমুখে শব্দ করলে অপর প্রান্তে দু'বার শব্দ শোনা যায় কারণ শব্দ প্রথমে লোহার মাধ্যমে ও পরে বায়ু মাধ্যমে ব্যক্তির কানে প্রবেশ করে।

dB

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

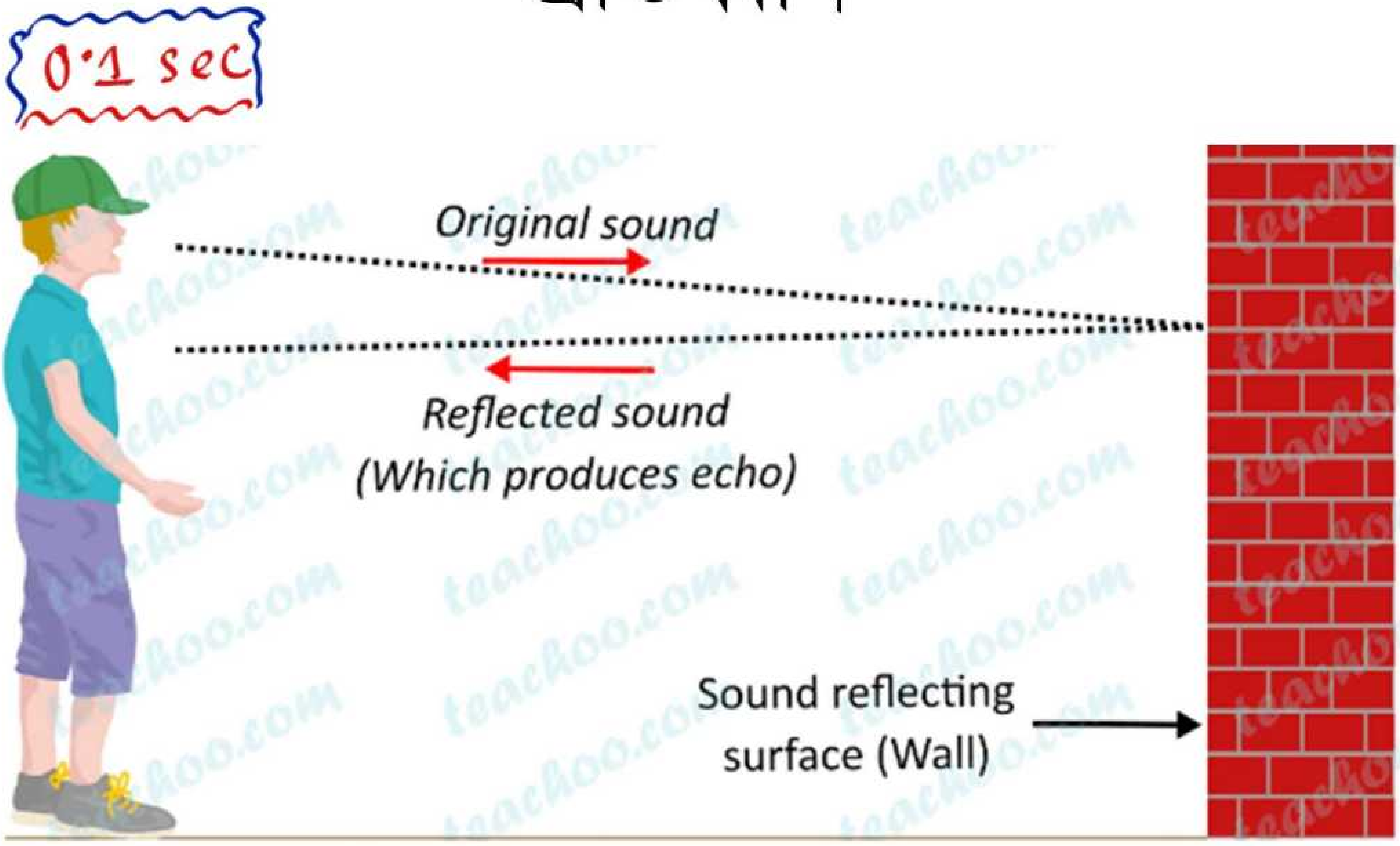
আমরা শব্দ শুনতে অভ্যস্ত: 50-60 dB

শব্দ দূষণ: 70 dB এর উপরে

মানুষ বধির হয়ে যাবে: 105 dB এর উপরে

শব্দের তীব্রতা লেভেলের সহনীয় মাত্রা: WHO (45dB), BD (55dB)

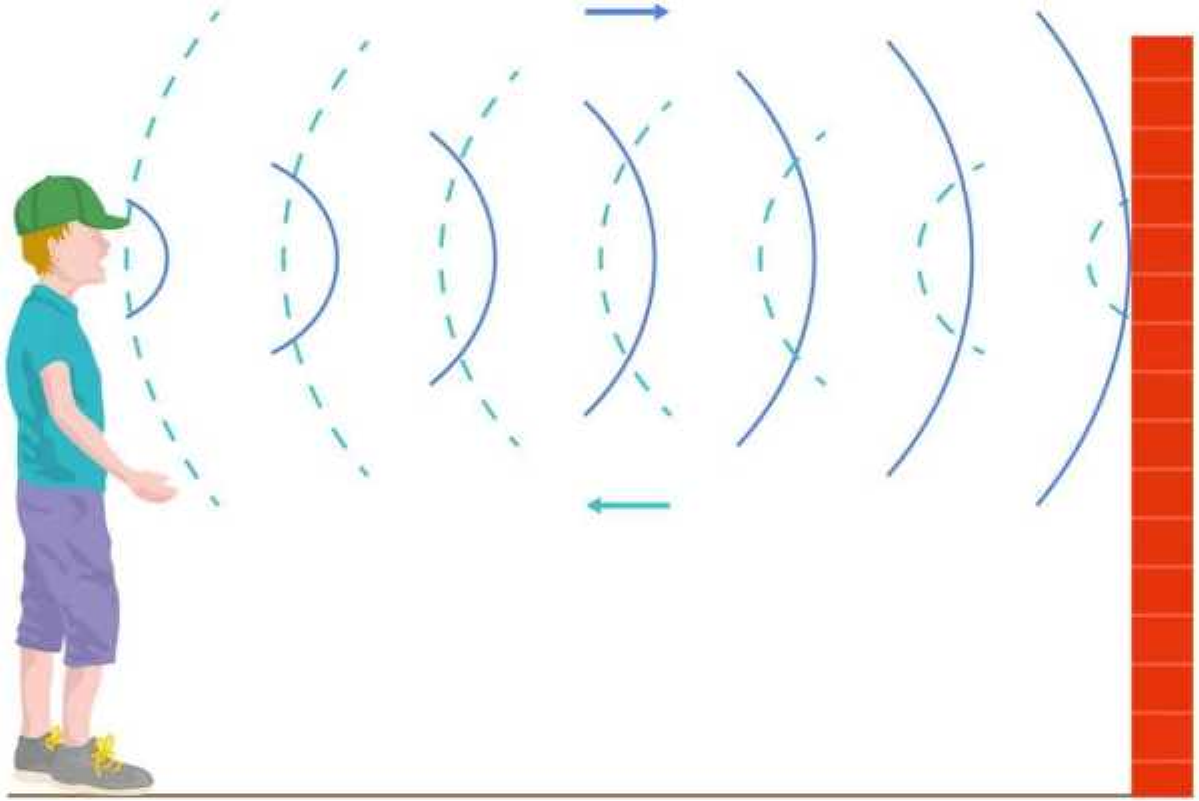
প্রতিধ্বনি



0·1 sec
Original sound
Reflected sound
(Which produces echo)
Sound reflecting
surface (Wall)

শব্দের প্রতিধ্বনি

- কোনো উৎস থেকে সৃষ্ট শব্দ যদি দূরবর্তী কোনো মাধ্যমে বাধা পেয়ে উৎসের কাছে ফিরে আসে, তখন মূল ধ্বনির যে পুনরাবৃত্তি হয়, তাকে শব্দের প্রতিধ্বনি বলে।

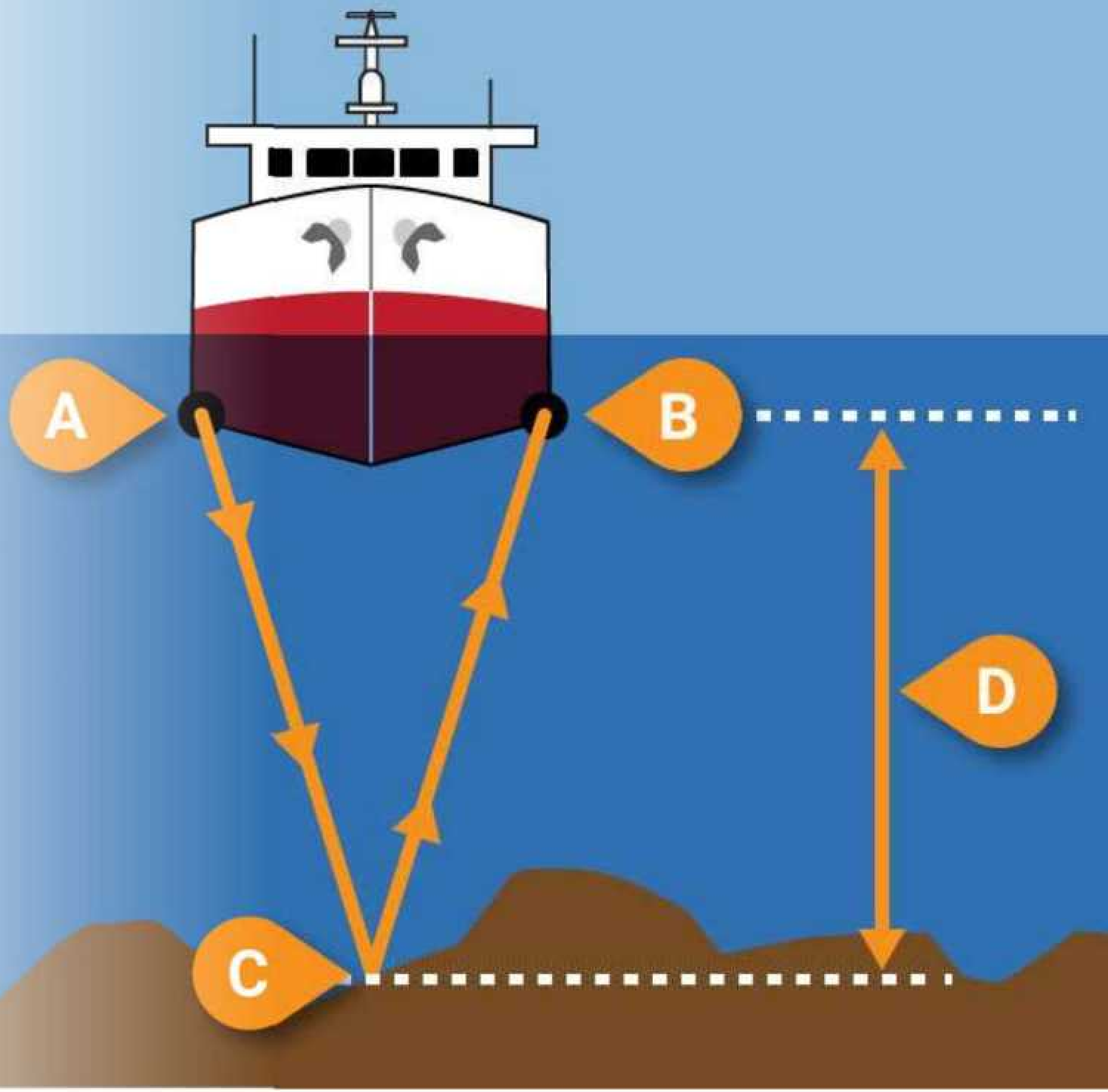


গভীরতা নির্ণয়

|| t || v || s ||

5000 m

$s = v \cdot t$



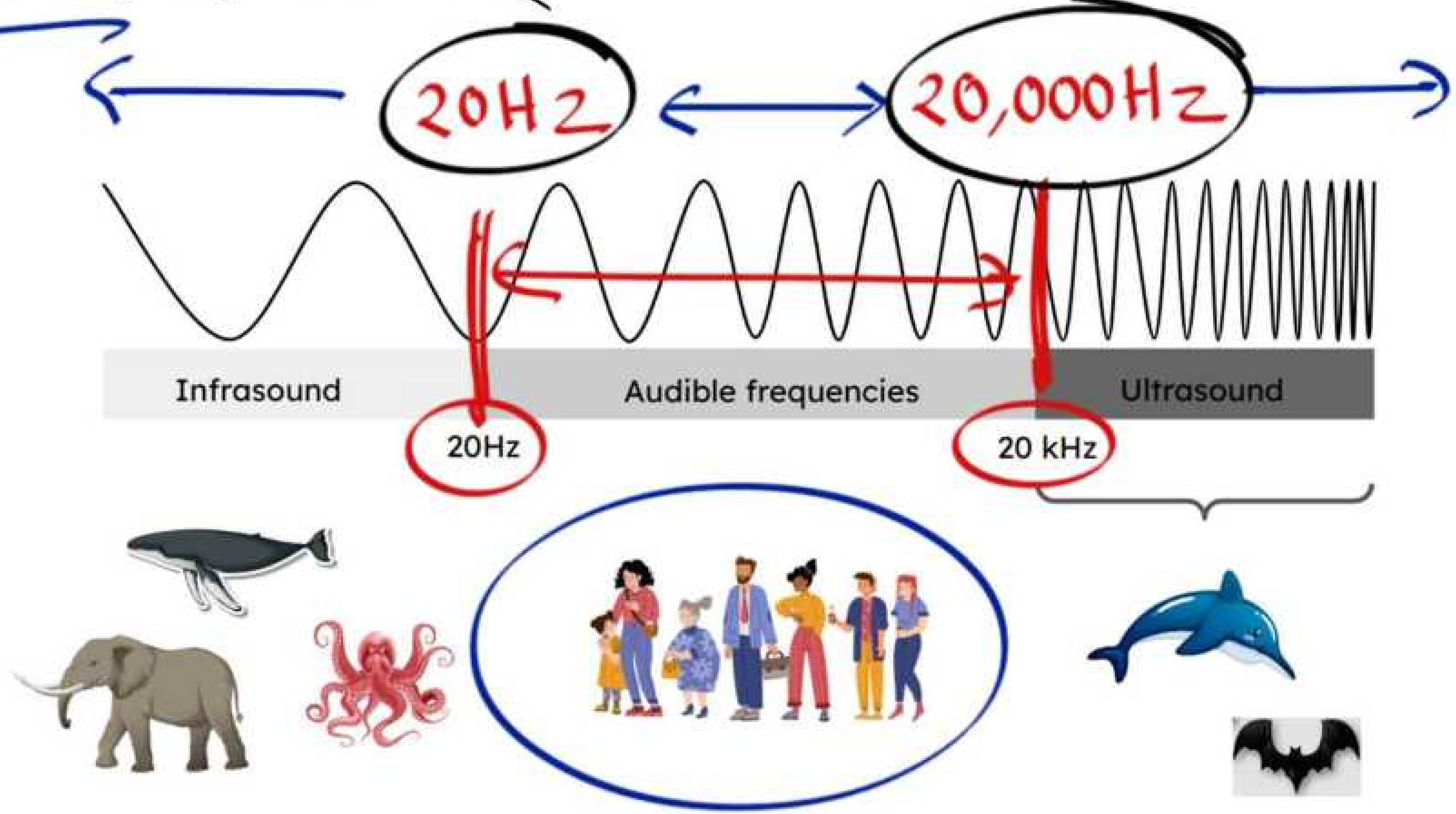
প্রতিধ্বনি শোনার শর্ত

মূলধ্বনি ও প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য অন্তত ০.১ সেকেন্ড (শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল)

উৎস ও প্রতিফলকের নূন্যতম দূরত্ব ১৬.৬ মিটার

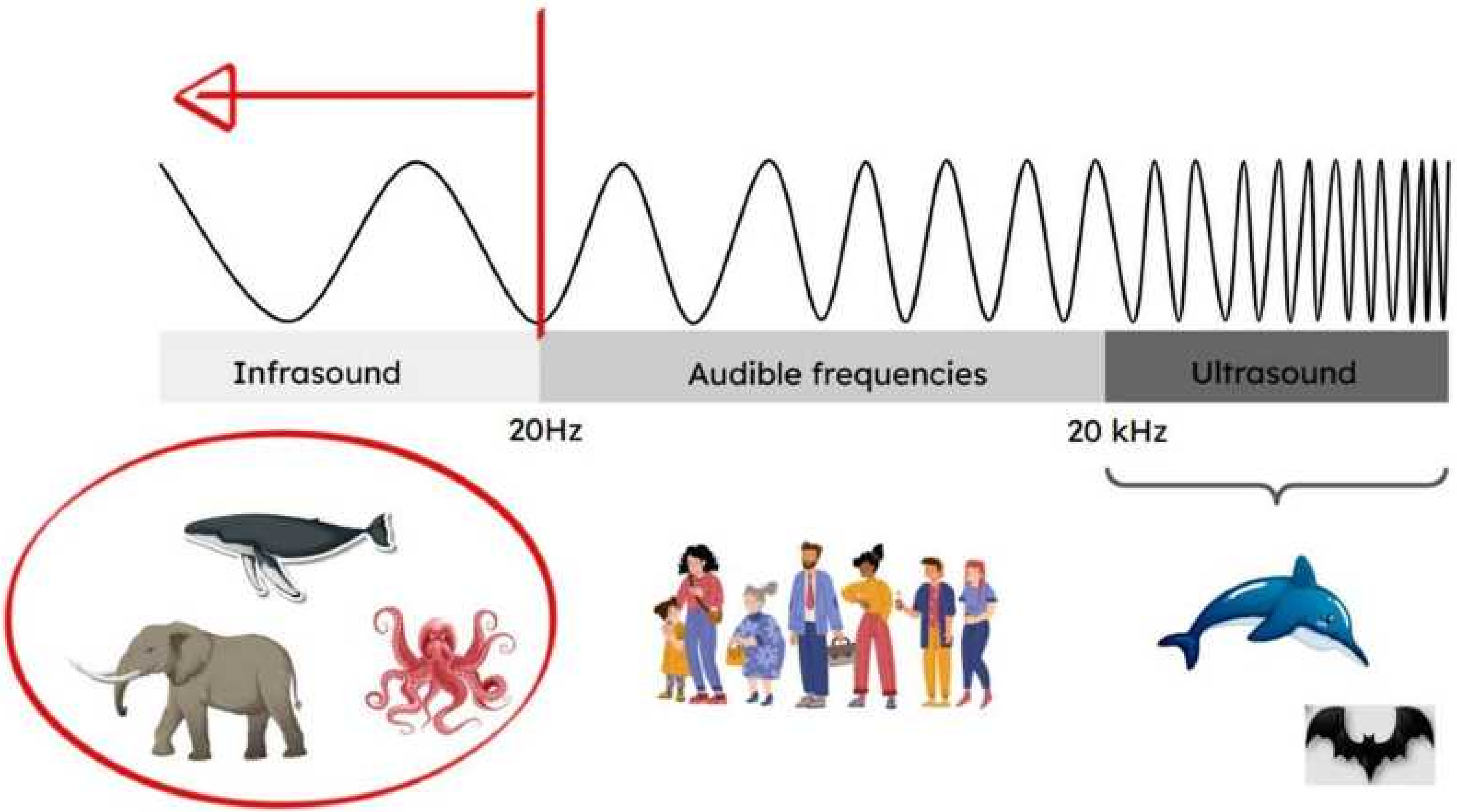
শ্রাব্যতার পাল্লা

শ্রাব্যতার সীমা: মানুষের শ্রবণসীমা সাধারণত ২০ হার্জ (Hz) থেকে ২০,০০০ হার্জ (Hz) পর্যন্ত বিস্তৃত।



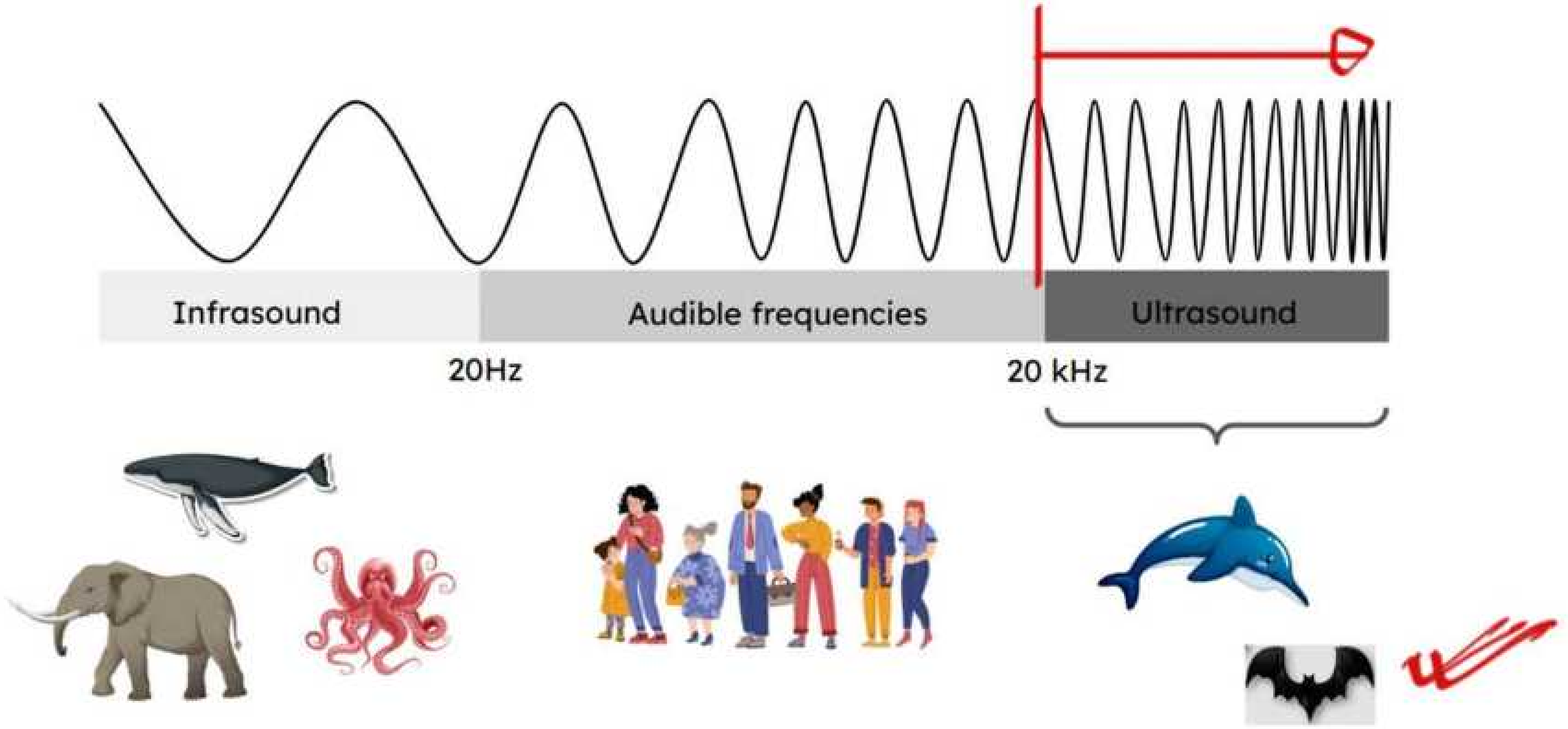
শ্রাব্যতার পাল্লা

শব্দেতর (Infrasonic) তরঙ্গ: যে শব্দের কম্পাঙ্ক ২০ Hz এর কম



শ্রাব্যতার পাল্লা

শব্দোত্তর (Ultrasonic) তরঙ্গ: যে শব্দের কম্পাঙ্ক ২০,০০০ হার্জের উপরে



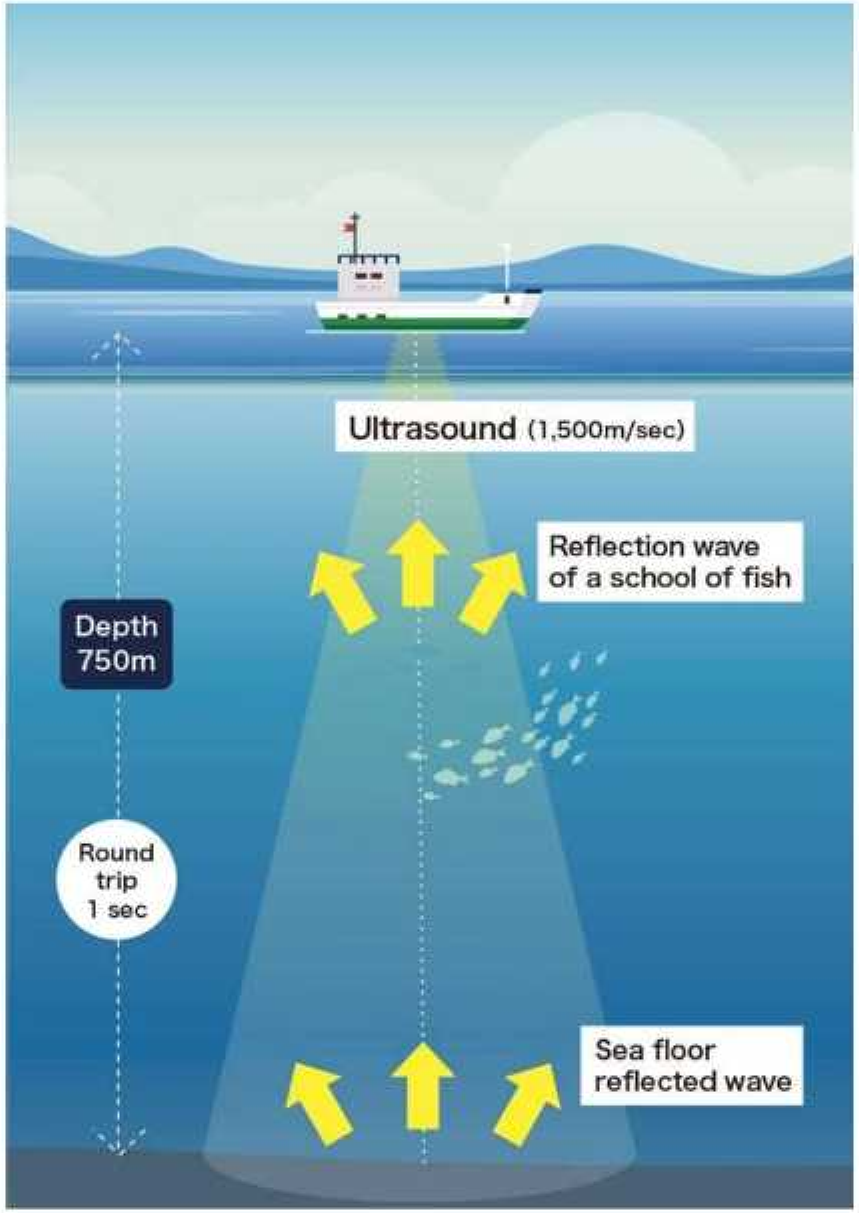
1 sec এ 35,000 বার কাঁপবে

কুকুরের শ্রাব্যতার সীমা ৩৫০০০ Hz

বাদুড়ের শ্রাব্যতার সীমা ১০০,০০০ Hz

শব্দোত্তর তরঙ্গের ব্যবহার

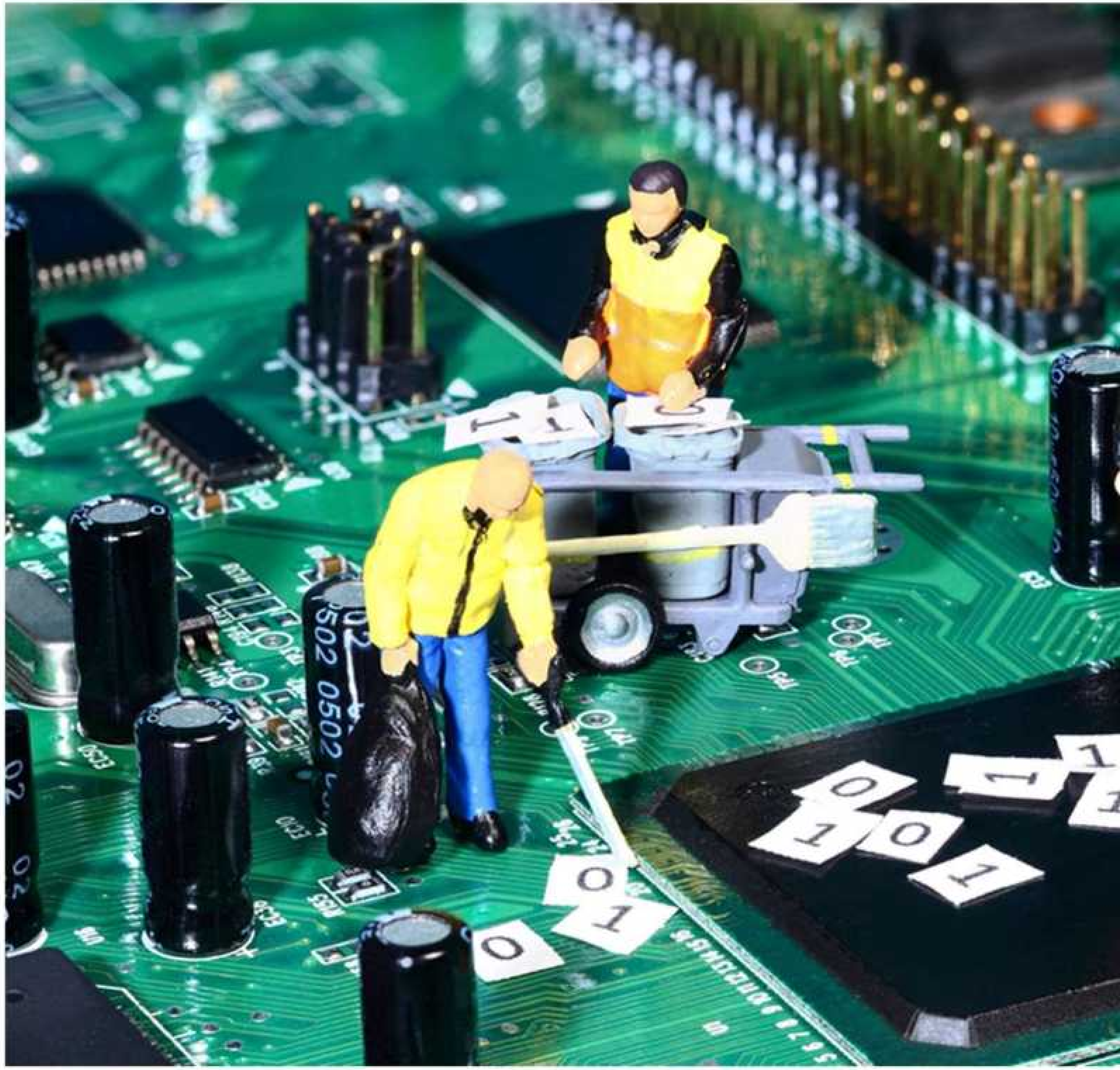
সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়



জাহাজের পথপ্রদর্শন

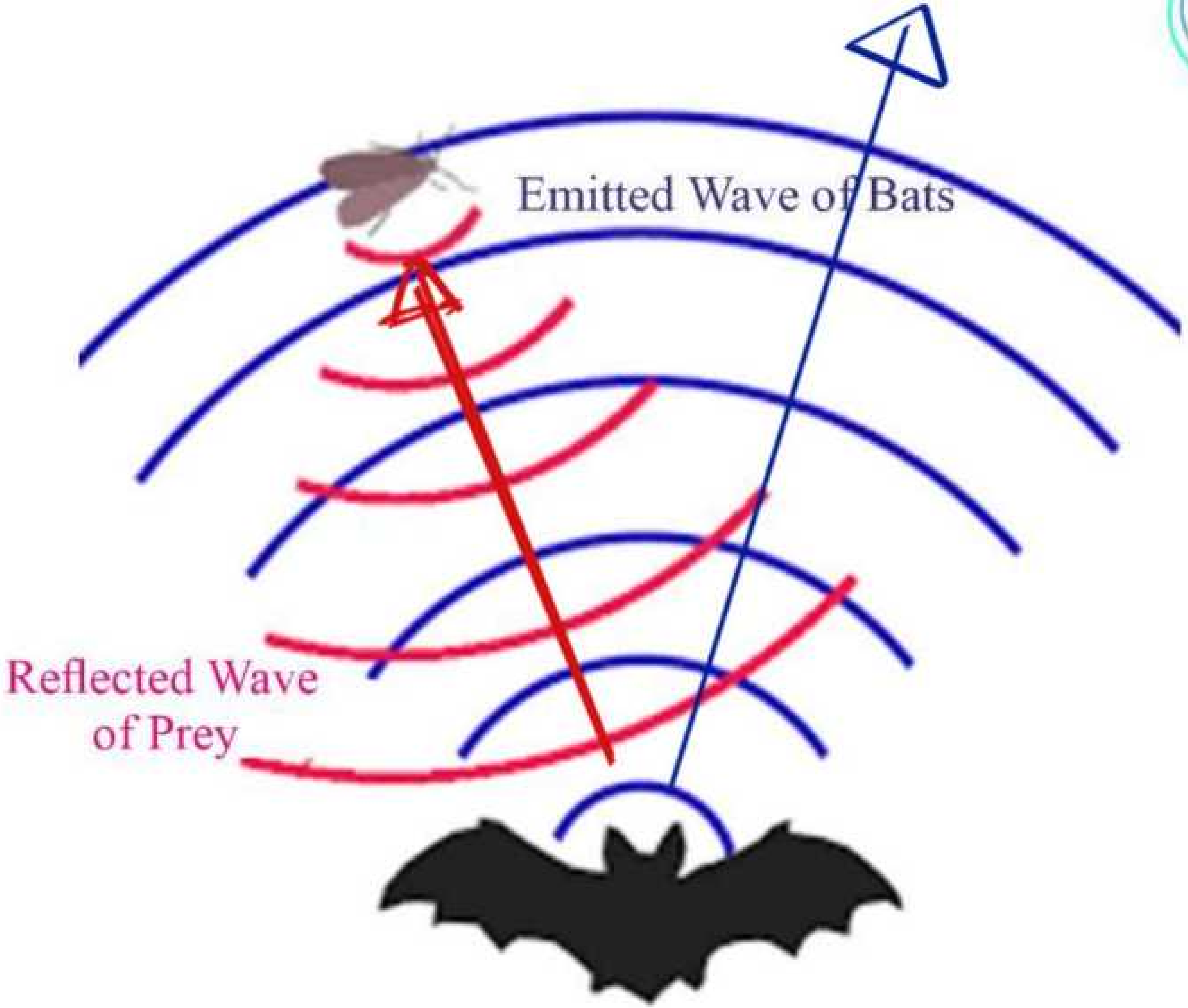
ধাতবপিন্ড বা পাতে সূক্ষ্মতম ফাটল অনুসন্ধানে

ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করা



রোগ নির্ণয়

বাদুড়ের পথ চলা

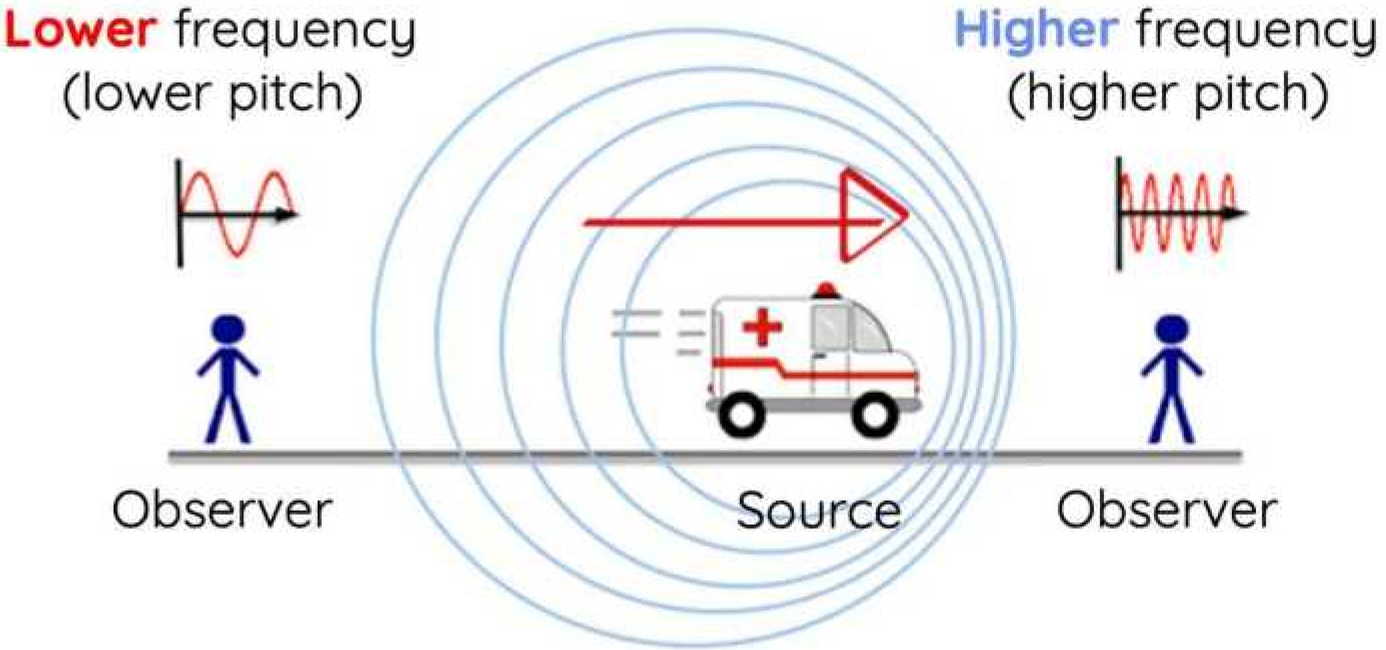


20 Hz এর কম

শব্দেতর (ইনফ্রাসাউন্ড) তরঙ্গের ব্যবহার

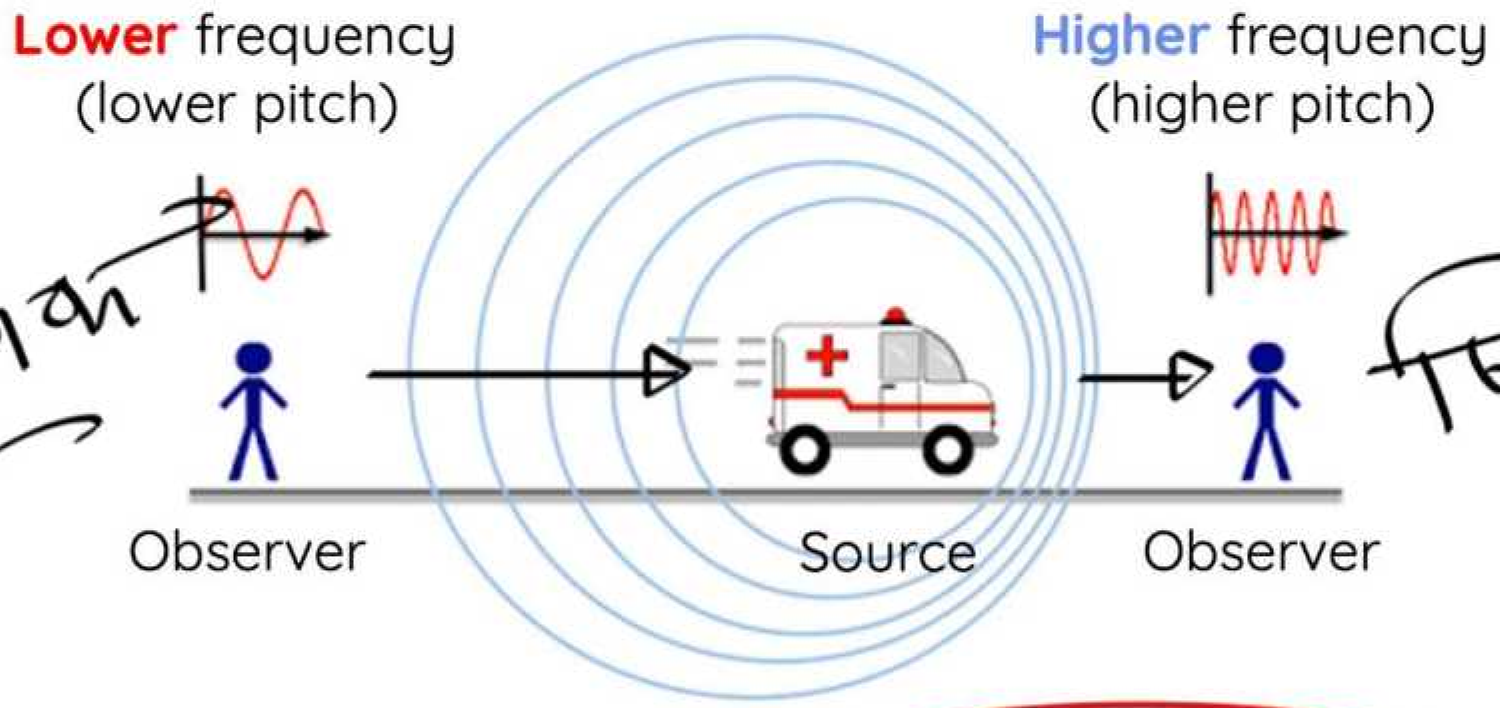
- পারমাণবিক বিস্ফোরণ ও তেজস্ক্রিয় কণিকার মনিটরিং: শব্দেতর তরঙ্গের মাধ্যমে পারমাণবিক বিস্ফোরণ ও তেজস্ক্রিয় কণিকার অস্তিত্ব পর্যবেক্ষণ করা যায়।
- প্রাকৃতিক দুর্যোগ পূর্বাভাস: ইনফ্রাসাউন্ড তরঙ্গ ব্যবহার করে প্রাকৃতিক দুর্যোগ, যেমন ভূমিকম্প ও সুনামির পূর্বাভাস দেওয়া যায়।
- চিকিৎসা বিজ্ঞানে থেরাপি: ইনফ্রাসাউন্ড তরঙ্গের মাধ্যমে নির্দিষ্ট চিকিৎসা থেরাপি প্রদান করা হয়, যা কিছু নির্দিষ্ট শারীরিক অবস্থায় উপকারী হতে পারে।
- শিশু-কিশোরদের মাইওপিয়া চিকিৎসা: ইনফ্রাসাউন্ড তরঙ্গের সাহায্যে চোখের মাইওপিয়া ত্রুটি চিকিৎসা করা যায়।
- এন্টিব্যাকটেরিয়াল ড্রাগ হিসেবে ব্যবহার: ইনফ্রাসাউন্ড তরঙ্গ ব্যাকটেরিয়া ধ্বংস করতে সক্ষম, যা চোখের প্রদাহ চিকিৎসায় সহায়ক হতে পারে।
- আবহাওয়া মনিটরিং: শব্দেতর তরঙ্গের মাধ্যমে বায়ুমণ্ডলের অবস্থা ও আবহাওয়ার পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ করা যায়।

ডপলার ক্রিয়া



কাছে আসতে থাকলে কম্পাঙ্ক বেড়ে যায়

ডপলার ক্রিয়া



দূরে যেতে থাকলে কম্পাঙ্ক কমে যায়

মাইক্রোফোন

- শব্দতরঙ্গকে বিদ্যুৎ তরঙ্গে রূপান্তরিত করে।
- তরঙ্গকে বিবর্ধিত করে

লাউডস্পিকার

বিদ্যুৎতরঙ্গকে শব্দতরঙ্গে রূপান্তরিত করে।

শব্দের গ্রহণযোগ্য মাত্রা

নীরব এলাকা – ৪৫ ডেসিবল

আবাসিক এলাকা – ৫০ ডেসিবল

বাণিজ্যিক এলাকা – ৭০ ডেসিবল

শিল্প এলাকা – ৭৫ ডেসিবল

50-60 dB

70 - 75 dB

ক্ষতিকর প্রভাব

স্নায়ুতন্ত্রের ক্রিয়ার ব্যঘাত ঘটায়

মনমানসিকতা ও পরিপাকতন্ত্র ক্ষতিগ্রস্থ হয়

শ্রবণশক্তি হ্রাস পায়

প্রশ্ন

- শব্দের একক -
- শব্দ বিস্তারের জন্য - ________ প্রয়োজন হয়
- শব্দ সঞ্চালনের জন্য দরকার - _______
- চাঁদে কোনো শব্দ করলে তা শোনা যাবে না - ______ [১৬তম বিসিএস]
- শূন্য মাধ্যমে শব্দের বেগ কত? ______ [৩৭তম বিসিএস]

প্রশ্ন

Solid

শব্দের গতি যে মাধ্যমে সবচেয়ে বেশি - (১৩তম বিসিএস)

যে মাধ্যমে শব্দের গতি সবচেয়ে বেশি (২৫তমবিসিএস)

পানিতে শব্দের বেগ বায়ুর তুলনায় যত গুণ বেশি? 4.5 গুণ

বাতাসের আর্দ্রতা বাড়লে শব্দের বেগ -