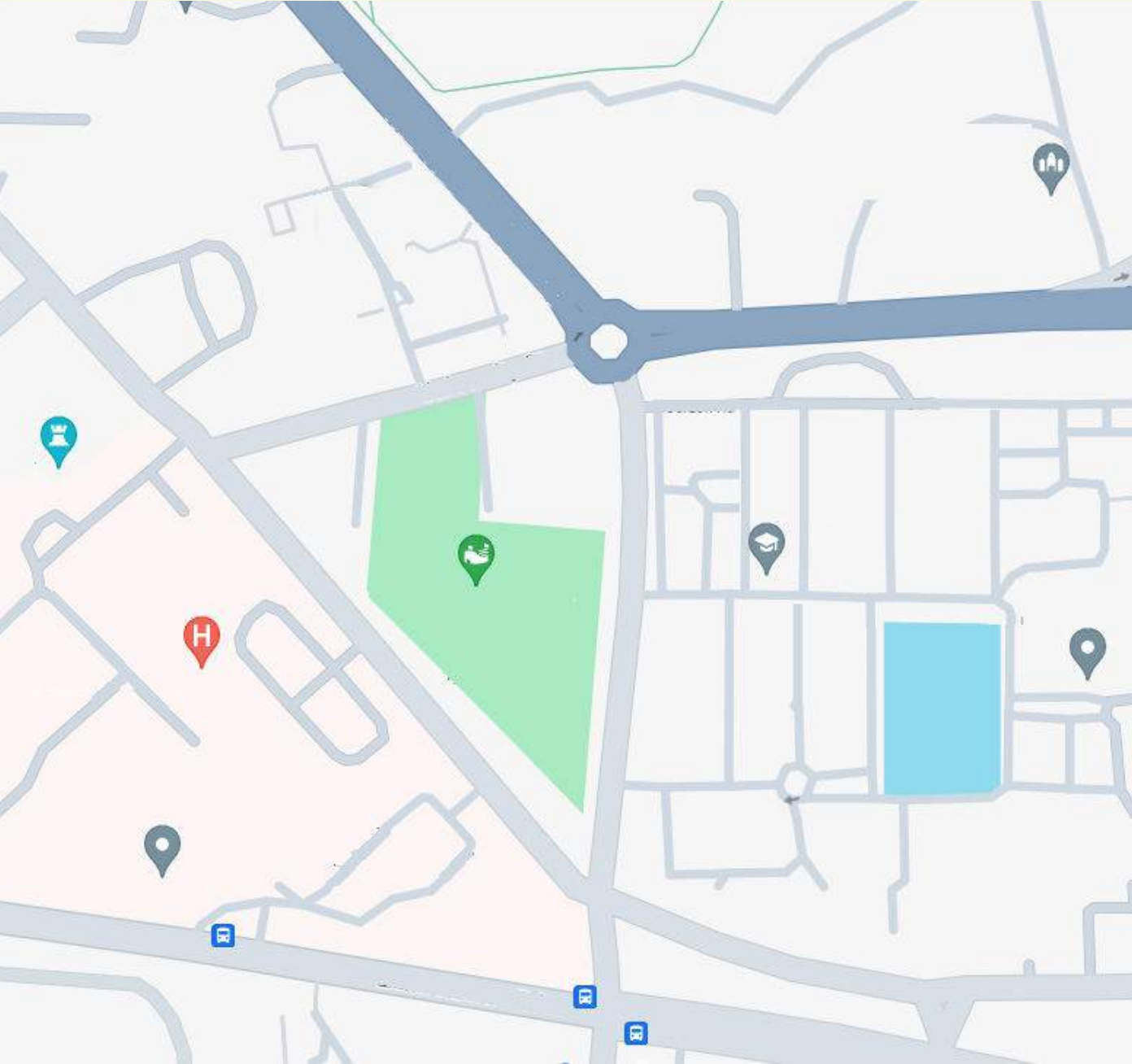


ফিন্ড ট্রিপ

ঘুরতে গিয়ে পদার্থবিজ্ঞানের জটিল বিষয়গুলো সহজ করে হাতেকলমে শিখে নিলে কেমন হয় বলো তো? এই অভিজ্ঞতায় তোমরা নিজেরাই একটা ভ্রমণ পরিকল্পনা করে সেখান থেকে দূরত্ব, সরণ, দ্রুতি, বেগ, ত্বরণ ইত্যাদি রাশিগুলো সম্পর্কে জানবে ও পরিমাপ করতে শিখবে।





প্রথম ও দ্বিতীয় সেশন

- ✎ বাসা থেকে বিদ্যালয়ে তো সব সময় আসা-যাওয়া করো কিন্তু কখনো কী বাসা থেকে বিদ্যালয়ে যাওয়ার রাস্তার ম্যাপটা দেখেছ? অনেকেই হয়তো মোবাইল ফোনে গুগল ম্যাপে দেখে থাকতে পারো কিন্তু নিজেরা এঁকে বন্ধুদেরকে নিজের বাসাটা চিনিয়ে দেওয়া আরও মজার কাজ হবে নিশ্চয়ই!
- ✎ কল্পনা করো তো, স্কুলের ব্যাগটা কাঁধে চাপিয়ে বাড়ির দরজা থেকে শুরু করে কীভাবে, কোন দিক দিয়ে তোমাকে বিদ্যালয়ে আসতে হয়। তোমাদের মধ্যে কেউ কেউ হেঁটে আসো, কেউ সাইকেল চালিয়ে আসো, কেউ বা রিকসা-ভ্যানে অথবা অন্য কোনো যানবাহনে চরে আসো। এবার তোমার বাড়ি থেকে বিদ্যালয়ে আসার পথটা নিচের খালি জায়গাতে কল্পনা করে আঁকো। আঁকার সময় আশপাশের কোনো গুরুত্বপূর্ণ স্থাপনা অথবা স্থান বা অন্য কোনো কিছু যেমন— নদী, পুকুর, হাসপাতাল, হাইওয়ে ইত্যাদি থাকলে সেগুলো আলাদাভাবে লিজেড এঁকে চিহ্নিত করো। যেমন—

হাসপাতালের জন্য একরকম চিহ্ন, জলাশয়ের জন্য একরকম চিহ্ন, কিংবা তোমার বাড়ির জন্য একরকম চিহ্ন।

✎ এবার একটু ভেবে দেখো তো, তোমার বাসা থেকে বিদ্যালয়টা কোন দিকে, আসতে কত সময় লাগে, কীসে করে আসো? এসব তথ্য তোমার পাশের সহজপাঠীর সঙ্গে শেয়ার করে নাও।

✎ কল্পনা করে তো ম্যাপ আঁকা হলোই, এবার যদি সত্যিকার ম্যাপ ব্যবহার করে একটা ফিল্ড ট্রিপ বা ভ্রমণের পরিকল্পনা করলে কেমন হয়? তাহলে চলো, সেই পরিকল্পনা করে ফেলা যাক।

✎ শিক্ষকের নির্দেশে কয়েকটি দলে ভাগ হয়ে যাও। এবার দলে আলোচনা করে ঠিক করো বিদ্যালয়ের কাছাকাছি কোথায় ঘুরতে যাওয়া যায়। পরিকল্পনার সময় নিচের বিষয়গুলো বিবেচনা করে ফিল্ড ট্রিপ পরিকল্পনা করো।

☒ কোথায় যাবে

☒ কীভাবে যাবে

☒ কবে যাবে

☒ অনুমতি পাওয়ার বিষয়

☒ খরচ/বাজেট

☒ যদি সম্ভব হয় অন্যান্য বিষয়ের কিছু কাজও এই ভ্রমণে করে ফেলতে পারো

✎ যদি বিদ্যালয়ের বাইরে যাওয়া সম্ভব না হয় তাহলে বিদ্যালয়ের ভেতরেই এই কাজটা এমনভাবে করতে হবে যাতে মজা করেই বিষয়গুলো শিখে নেওয়া যায়।

✎ ভ্রমণ পরিকল্পনা তোমাদের ডায়েরি অথবা খাতায় নোট করে ফেলো। ঠিক করে নাও এই ভ্রমণে কে কী কাজ করবে। নিচের কাজগুলো করার জন্য একটি দল থেকে কয়েকজন দায়িত্ব নিয়ে নাও।

☒ ঘড়ি/স্টপওয়াচ দেখে সময়ের হিসাব রাখা

☒ বিদ্যালয় থেকে কতদূরে যাচ্ছে তার হিসাব রাখা

✎ যদি বিদ্যালয়ের বাইরে ফিল্ড ট্রিপ হয় তাহলে আনুষঙ্গিক আরও কিছু বিষয়, যেমন—

☒ খাবারের দায়িত্ব

☒ নিরাপত্তার দায়িত্ব

☒ প্রতিবেদন লেখার দায়িত্ব ইত্যাদি ভাগাভাগি করে নাও

☒ অন্য কোনো বিষয়ের কাজ ও প্রয়োজনীয় উপকরণ ও নির্দেশনা

- প্রত্যেকটা দল গুগল ম্যাপ ব্যবহার করে অথবা আঞ্চলিক ম্যাপ ব্যবহার করে একটি খসড়া ম্যাপও নিজেদের খাতায় ঐকে নাও। সেখানে বিদ্যালয় থেকে ভ্রমণের স্থানে যানবাহন অথবা হেঁটে বা অন্য কোনো উপায়ে কীভাবে যাবে সেসব খুঁটিনাটি ঐকে রাখতে পারো। এক্ষেত্রে তোমরা শিক্ষকের সাহায্য নিতে পারো কিংবা বাড়িতে মোবাইল ফোন অথবা কম্পিউটার ব্যবহার করেও কাজটি করতে পারো। আর যদি আঞ্চলিক ম্যাপের হার্ড কপি জোগাড় করে নিতে পারো তাহলে তো আরও ভালো হয়।
- অন্যদিকে যদি বিদ্যালয়ের ভেতরেই ভ্রমণের আয়োজন করতে হয় তাহলে তোমাদের শ্রেণিকক্ষ থেকে একেকটা দল একেক স্থানে যাবে, যেমন হতে পারে— তোমাদের শ্রেণিকক্ষ থেকে বিদ্যালয়ের শহীদমিনার অথবা দূরের আরেকটি শ্রেণিকক্ষ, কিংবা কোনো একটি গাছ ইত্যাদি। এক্ষেত্রেও তোমরা আনুমানিক দূরত্ব ও সময় হিসাব রাখার পাশাপাশি খাতায় একটি সরল ম্যাপ ঐকে নেবে।

৫ তৃতীয় ও চতুর্থ সেশন

- আজ তোমাদের ফিল্ড ট্রিপের দিন। নিশ্চয়ই তোমরা অনেক আনন্দিত! ভ্রমণটা সুন্দরভাবে করার জন্য তোমরা অবশ্যই দায়িত্বশীল আচরণ করবে। এর পাশাপাশি বিজ্ঞানের কাজটাও মজা করে করবে।
- ফিল্ড ট্রিপের দিন সম্ভব হলে একটি জিপিএস ডিভাইজ অথবা স্মার্টফোন ব্যবহার করে স্কুল থেকে তোমাদের গন্তব্যের পথটা দেখে নাও। মোবাইল ফোন ব্যবহারের ক্ষেত্রে অবশ্যই শিক্ষকের কাছ থেকে অনুমতি ও প্রয়োজনীয় নির্দেশনা শুনে নিতে হবে।
- যে পথে যাচ্ছে তা গুগল ম্যাপ এপ্লিকেশনে দিয়ে নাও। কত দূরত্ব তা খাতায় নোট নাও। যদি তোমরা কোনো বাস অথবা মাইক্রোবাসে ভ্রমণ করো তাহলে চালকের সামনের ড্যাশবোর্ডের স্পীডোমিটারের তথ্যগুলোও সাবধানে শিক্ষকের নির্দেশে একজন একজন করে দেখতে পারো।
- আর তোমাদের দলের যে টাইম-কিপার অর্থাৎ সময়ের হিসাব রাখছে সম্ভব হলে রাস্তার ল্যান্ডমার্ক দেখে প্রতি কিলোমিটার যেতে কত সময় লাগছে তা খাতায় টুকে রাখো। ল্যান্ডমার্ক যদি না থাকে তাহলে মোবাইল ফোনে দেখে নাও। আর শুরু থেকে শেষ পর্যন্ত গন্তব্যে পৌঁছাতে কতক্ষণ সময় লেগেছে সেটিও খাতায় নোট রাখো।
- অন্যদিকে বিদ্যালয়ের ভেতরেই যদি তোমাদের রুট হয় কিংবা বিদ্যালয় থেকে খুব একটা বেশি দূরে নয় এমন কোথাও এক্ষেত্রেও প্রত্যেকটা দল যেখান থেকে তোমরা যাত্রা শুরু করেছ সেখান থেকে গন্তব্যের দূরত্ব গজ ফিতা অথবা লাঠি দিয়ে মিটার স্কেল বানিয়ে মেপে নাও। শুরু থেকে শেষ পর্যন্ত হেঁটে যেতে কত সময় লাগছে সেটির হিসাব রাখো।
- এ সবকিছু শেষ হয়ে গেলে শ্রেণিকক্ষে ফিরে প্রত্যেকটা দল তোমাদের অভিজ্ঞতা শেয়ার করো। এক দল যখন নিজেদের অভিজ্ঞতা শেয়ার করবে অন্য দল মনোযোগ দিয়ে শুনবে। কী ভালো

লাগল, কী কী নতুন জানলে এসব সবার সঙ্গে শেয়ার করো।

- ✎ এবার ফিল্ড ট্রিপের অভিজ্ঞতা কাজে লাগিয়ে কয়েকটি রাশি সম্পর্কে ভালোভাবে জানবে। প্রথমে জেনে নেওয়া যাক, দূরত্ব ও সরণ সম্পর্কে। তোমাদের অনুসন্ধানী পাঠ বই থেকে ‘দূরত্ব ও সরণ’ অংশটুকু ভালো করে পড়ে নাও।
- ✎ পড়া হয়ে গেলে বলো তো, তোমার বাড়ি থেকে বিদ্যালয়ের যে ম্যাপটা ঐকৈছিলে সেখানে দূরত্ব কোনটি ও সরণ কোনটি? ছবিতে পেন্সিল অথবা ভিন্ন রঙের কালির কলম দিয়ে ঐকে দেখাও। অনুমান করে মানও কী বলতে পারবে?
- ✎ এই মুহূর্তে তুমি যেখানে অবস্থান করছো সেখান থেকে তোমাদের শ্রেণির ব্ল্যাকবোর্ডের দূরত্ব ও সরণ অনুমান করে বলতে পারবে?
- ✎ একটা জিনিস কী লক্ষ করেছ, ব্ল্যাকবোর্ড যেহেতু স্থিরই আছে কিন্তু তোমরা একেকজন একেক বেঞ্চে বসেছো তাই তোমাদের একেকজনের অবস্থান থেকে ব্ল্যাকবোর্ডের দূরত্ব ও সরণ ভিন্ন, তাই না? তোমার কী মনে হয়, বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন একটি আপেক্ষিক বিষয়?
- ✎ অনুসন্ধানী পাঠ বইয়ে দূরত্ব ও সরণ পরিমাপের আরও কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া আছে দেখে নিয়ে পাশের সহপাঠীর সঙ্গে আলোচনা করে নাও তো।
- ✎ দূরত্ব ও সরণের হিসাব তো হলো, এবার কোন দল আগে গন্তব্যে পৌঁছেছে তার তো হিসাব করতে হবে। যদি আলাদা দল হিসাবে না গিয়ে একত্রেও গিয়ে থাকে তাহলে গড় হিসাব করে নেবে।
- ✎ তোমরা যখন ভ্রমণে গিয়েছিলে তখন শুরু থেকে গন্তব্যের দূরত্বকে যদি যেতে কত সময় লেগেছে তা দিয়ে ভাগ করো তাহলে ঐ সময়ের গড় দ্রুতি পেয়ে যাবে। গড় দ্রুতি থেকে বুঝতে পারবে কোন দল কতো দ্রুত অথবা কত ধীরে গিয়েছে।
- ✎ খাতায় যে নোট রেখেছিলে সেখান থেকে তথ্য নিয়ে নিচে হিসাবটা করে ফেলো তো।

দ্রুতি, $v = s/t$

দূরত্ব, $s = \text{---} \text{km} = \text{---} \text{m}$

সময়, $t = \text{---} \text{min} = \text{---} \text{s}$

- ✎ তুমি যে মান পেলে তার অর্থ কী বলতে পারবে?

- ✎ তুমি যদি দ্রুতি ব্যাপারটা বুঝে থাকো তাহলে খুব সহজেই বেগ বলতে কী বুঝায়—সেটি বুঝে যাবে। বেগের ক্ষেত্রে দিকটাও যদি তুমি নির্দিষ্ট করে দাও তাহলে বেগের মান পেয়ে যাবে। অর্থাৎ স্কুলের গেট থেকে সোজা কোন দিক বরাবর তোমাদের গন্তব্য ছিল তা যদি তুমি একটি সরলরেখা বরাবর দাগ টেনে সরণ বিবেচনা করো এবং সেই মানকে সময় দিয়ে ভাগ করো তাহলে বেগের মান পেয়ে যাবে। এক্ষেত্রে মানের পাশাপাশি দিকটাও বলে দিতে হবে। আমরা যদি সরল রেখায় গতি নিয়ে হিসেব নিকেশ করি তাহলে বেগ আর দ্রুতির মাঝে কোনো পার্থক্য নেই। এক্ষেত্রেও আমরা গড় দ্রুতির মতো আমরা গড় বেগ করি।
- ✎ তুমি এখন আশপাশের বিভিন্ন বস্তুর বেগ ও দ্রুতি মাপতে পারবে? চলো একটা খেলার মাধ্যমে কাজটা করা যাক।
- ✎ চারজন মিলে একেকটি দল তৈরি করে নাও। তোমাদের বসার টেবিল অথবা বেঞ্চের দৈর্ঘ্য রুলার দিয়ে মাপে নাও। যেহেতু আন্তর্জাতিকভাবে দৈর্ঘ্যের একক মিটার তাই মিটার এককে রূপান্তর করে নিতে পারো। ইঞ্চি অথবা সে.মি. কিংবা ফুট একক ধরে করলেও সমস্যা নেই। (1 ইঞ্চি= 0.0254 মিটার)
- ✎ বেঞ্চের একপাশ দুজন মিলে একটু তুলে ধরো যাতে একটি ramp এর মতো ঢালু তল তৈরি হয়। এবার তোমাদের কলম অথবা চক অথবা এক টুকরো ইট/পাথর উপর থেকে নিচের দিকে গড়িয়ে দাও।
- ✎ উপর থেকে নিচের কিনার পর্যন্ত যেতে কতক্ষণ সময় লাগছে তা ঘড়িতে হিসাব রাখো। সঙ্গে ঘড়ি না থাকলে ‘এক হাজার এক’ এই শব্দ তিনটি স্বাভাবিকভাবে বলতে যত সময় লাগে তা মোটামুটি এক সেকেন্ড ধরে নিয়ে হিসেব করতে পারো।
- ✎ এভাবে ঢালের কম বেশি করে দ্রুতি নির্ণয় করে নিচের ছকে লিখো।

বেঞ্চটি মাটি থেকে কতটুকু উঁচুতে (মি. বা সেমি.)	দূরত্ব (s) m	সময় (t) s	দ্রুতি, $v = s/t \text{ ms}^{-1}$

- ✎ আর বেগ কত হবে নিশ্চয়ই বুঝতে পারছ, বলোতো দেখি?



পঞ্চম, ষষ্ঠ ও সপ্তম সেশন

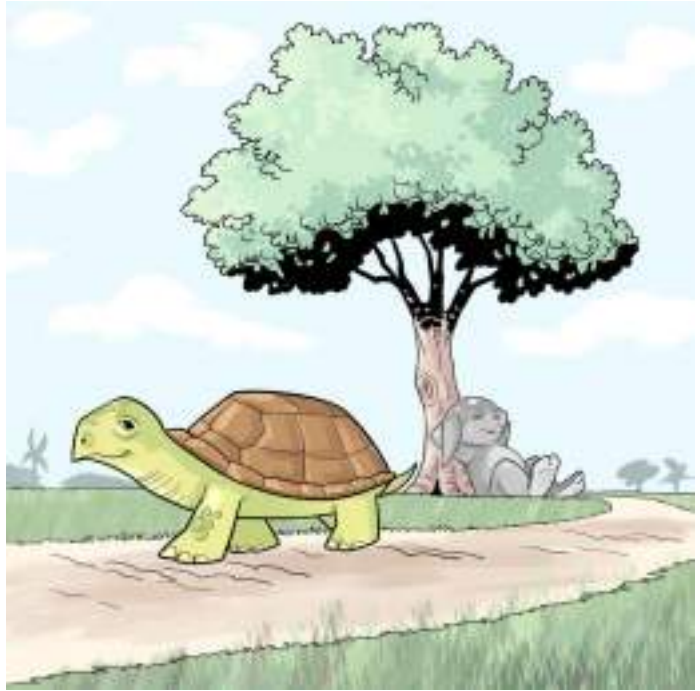
- ✍ এর আগের সেশনে তোমরা যখন বেঞ্চটাকে কম বেশি ঢালু করে দ্রুতি নির্ণয় করেছ তখন নিশ্চয়ই লক্ষ্য করেছ যখন বেঞ্চটা বেশি ঢালু হয়ে ছিল অর্থাৎ বেঞ্চের একপ্রান্ত মাটি থেকে বেশি উঁচুতে ছিল তখন যে বস্তুটাকে গড়িয়ে দিয়েছিল সেটি দ্রুত নিচে পড়েছিল।
- ✍ তোমরা যদি কেউ ঢালু বেয়ে দৌড়ে নিচে নামার চেষ্টা করে থাকো তাহলে প্রথম দিকে তোমার বেগ বেশ কম থাকলেও ঢালু বেয়ে যতই নিচে নামতে থাকবে তোমার বেগ ততই বেড়তে থাকবে। সাইকেল, গাড়ি কিংবা বাস যখন স্থির অবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করে দেখবে ধীরে ধীরে এর বেগ বাড়তে থাকে। আবার এর উল্টোটাও ঘটে, বেঞ্চটাকে ঢালু করে কোনো বস্তুকে এর তল ঘেষে উপরের দিকে ছুড়ে মারো তাহলে প্রথম দিকে বেগ বেশি থাকলেও দেখবে উপরে উঠতে উঠতে বেগ ধীরে ধীরে কমে যেতে যেতে একপর্যায়ে শূন্য হয়ে যায়। তখন বস্তুটা নিচের দিকে পড়তে থাকবে।
- ✍ সময়ের সঙ্গে বেগের বেড়ে যাওয়ার প্রক্রিয়াকে বলে ত্বরণ এবং কমে যাওয়ার প্রক্রিয়াকে বলে মন্দন।
- ✍ এখন তোমার মনে নিশ্চয়ই প্রশ্ন আসছে ত্বরণ বা মন্দন কেমন করে হয়। অনুসন্ধানী পাঠ বই তোমাকে এই প্রশ্নের উত্তর দিতে পারে। ‘ত্বরণ কেমন করে হয়’ অংশটুকু পড়ে নাও। কোনো জিজ্ঞাসা থাকলে শিক্ষককে করে ধারণা স্পষ্ট করে নাও।
- ✍ বইয়ে চার ধরনের বল ও যে উদাহরণগুলো দেওয়া হয়েছে সেগুলো একটু নিজে নিজে ভেবে দেখো। আর যদি কখনো এমন না দেখে থাকো তাহলে আজই বাড়িতে গিয়ে অথবা পাশের সহপাঠীর সঙ্গে আলোচনা করে কাজটি করে ফেলো।
- ✍ এই সেশনে তোমরা পদার্থবিজ্ঞানের সঙ্গে একটু গণিত জুড়ে দিয়ে গতির সমীকরণ বানাতে শিখবে এবং মজার মজার সব সমস্যার সমাধান করতে পারবে।
- ✍ চলো প্রথমেই অনুসন্ধানী পাঠ বই থেকে ‘বেগের সমীকরণ’ দেখে নেওয়া যাক।
- ✍ সেখানে গতির প্রথম যে সমীকরণ তুমি পেলো, $v = u + at$ তুমি যদি কোনো বস্তুর শুরুর বেগ এবং ত্বরণ জানো তাহলে একটি নির্দিষ্ট সময় পর বস্তুটির বেগ কত হবে তা এই সমীকরণের সাহায্যে বের করে ফেলতে পারবে।
- ✍ যেমন— তোমরা যখন ভ্রমণে গিয়েছিলে তখন যদি গাড়ির স্পিডোমিটার দেখে থাকো এবং ত্বরণ জেনে থাকো তাহলে কোনো একটি নির্দিষ্ট সময় পর গাড়িটি কত বেগে চলছে তা বের করতে পারবে।
- ✍ এরকম একটা উদাহরণ তোমাদের অনুসন্ধানী পাঠ বইয়ে দেওয়া আছে। নিজে প্রশ্নটা পড়ে

সমাধানের চেষ্টা করে দেখো তো।

- ✎ আরেকটি গাণিতিক সমস্যা দেওয়া হলো নিচের ফাঁকা জায়গাতে অথবা খাতায় সমাধান করো।
- ✎ 25ms^{-1} বেগে চলন্ত একটি গাড়িতে 4s যাবৎ 5ms^{-2} হারে বেগ বৃদ্ধি পেল। গাড়িটির শেষ বেগ কত হবে?

- ✎ স্থির অবস্থান থেকে একটি ট্রেন যাত্রা শুরু করে সমত্বরণে 2 মিনিট চলার পর 35ms^{-1} বেগ প্রাপ্ত হয়। ট্রেনটির ত্বরণ কত?
- ✎ গতির দ্বিতীয় সমীকরণ ‘দূরত্বের সমীকরণ’ অনুসন্ধানী পাঠ বই থেকে দেখে নাও। দেখো তো, গড়বেগ থেকে প্রথম সমীকরণ ব্যবহার করে কীভাবে $S = ut + \frac{1}{2}at^2$ সমীকরণ পাওয়া গেল।
- ✎ এই সমীকরণ সংক্রান্ত অনুসন্ধানী পাঠে যে উদাহরণ দেওয়া আছে তা তোমার খাতায় সমাধান করো।
- ✎ তুমি চাইলে এই সমীকরণ ব্যবহার করে পঞ্চম সেশনে বস্তুর ত্বরণ বের করেছিলে তা আরও সহজে বের করতে পারো। সেক্ষেত্রে- $u=0\text{ms}^{-1}$ ধরলে, $S = \frac{1}{2}at^2$ বা, $a = 2S/t^2$
- ✎ অর্থাৎ মোট অতিক্রান্ত দূরত্বের দ্বিগুণকে যদি ঐ দূরত্ব অতিক্রম করতে কত সময় লেগেছে তার বর্গ দিয়ে ভাগ করো তাহলে তুমি ত্বরণ পেয়ে যাবে। চাইলে তুমি আবার করে দেখতে পারো।
- ✎ দ্বিতীয় সমীকরণ ব্যবহার করে আরও কিছু গাণিতিক সমস্যার সমাধানের চেষ্টা করো।
- ✎ এর আগে প্রথম সমীকরণ ($v = u + at$) ব্যবহার করে গাড়ির শেষ বেগ বের করেছিলে মনে আছে? গাড়িটি ঐ ত্বরণ নিয়ে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে বলতে পারবে? নিচে হিসাব করে বের করো।

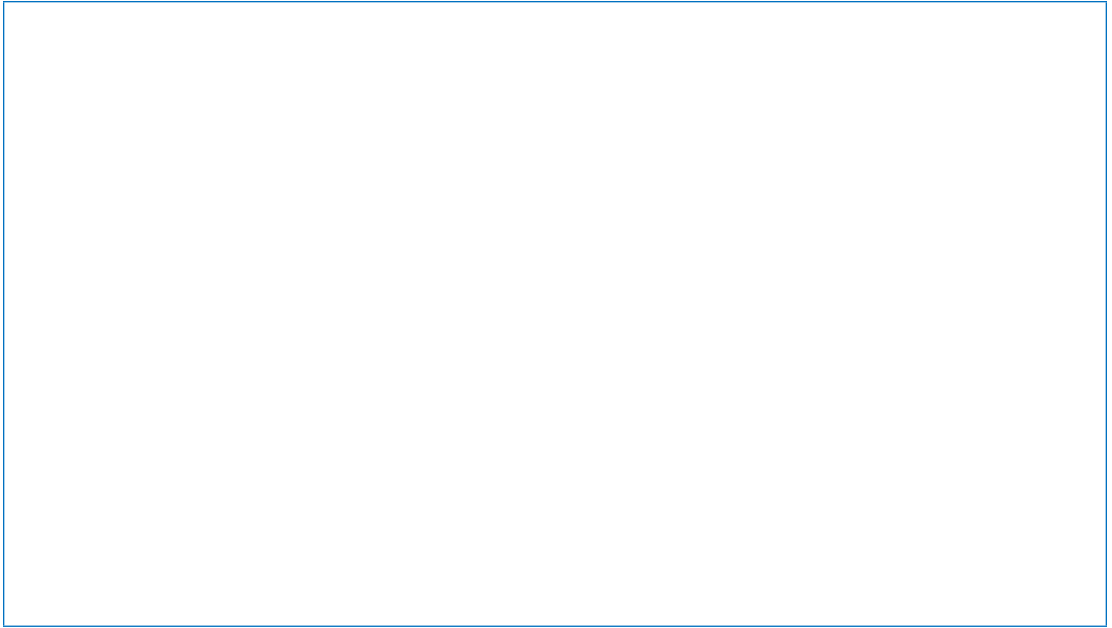
✎ তোমরা ছোটবেলায় কচ্ছপ ও খরগোশের দৌড় প্রতিযোগিতার গল্পটা শুনে থাকবে। যেখানে খরগোশ দৌড়ে অনেকদূর এগিয়ে যাওয়ার পরেও আলসেমি করে ঘুমিয়ে পরে আর অন্যদিকে কচ্ছপ ধীর স্থিরভাবে অবিরাম চলে বিজয়ী হয়। চলো আমরা এরকম একটি কাল্পনিক গল্প গতির সমীকরণ ব্যবহার করে সমাধান করি।



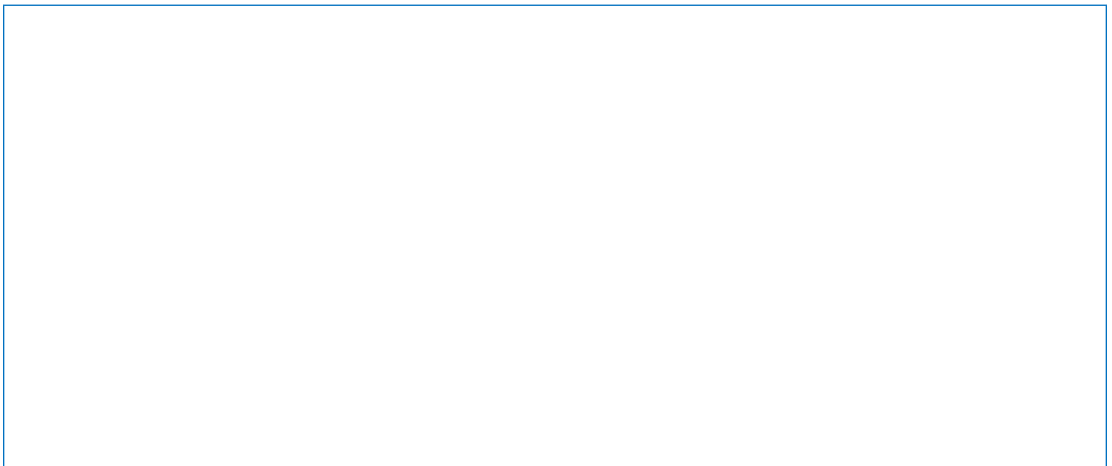
✎ একটি কচ্ছপ ও একটি খরগোশ 3Km দৌড় প্রতিযোগিতায় অংশ নেয়।
খরগোশ 0.07 ms^{-1}

আদিবেগে এবং 0.002 ms^{-2} ত্বরণে দৌড় শুরু করে। অন্যদিকে কচ্ছপ 0.25 ms^{-1} গড়বেগ নিয়ে দৌড় শুরু করে। প্রতিযোগিতা শুরুর পর খরগোশ 1 ঘণ্টা দৌড়ায়। তারপর অলস খরগোশ 4 ঘণ্টা ঘুমায় এই ভেবে যে, কচ্ছপ অনেক পিছিয়ে আছে তাকে দেখা গেলে সে এক দৌড়ে ফিনিশ লাইন অতিক্রম করবে। খরগোশ ঘুম থেকে উঠে কচ্ছপকে না দেখতে পেয়ে পুনরায় একই আদিবেগ এবং ত্বরণ নিয়ে দৌড়ানো শুরু করে।

✎ প্রশ্ন হলো, 1 ঘণ্টা পর খরগোশটি কচ্ছপ থেকে কতটুকু এগিয়ে থাকবে? এবং দৌড় প্রতিযোগিতায় কে জিতবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।



- ✎ খেয়াল করে দেখো, আগের দুই সমীকরণে t রাশিটি অর্থাৎ সময় আছে। যদি সময় পরিমাপ করা সম্ভব না হয় সেক্ষেত্রে t বিহীন গতির সমীকরণ কী হবে তা অনুসন্ধানী পাঠ বইয়ে ‘গতির তৃতীয় সমীকরণে’ দেখে নাও। যে গাণিতিক উদাহরণটি দেওয়া আছে তা খাতায় সমাধানের চেষ্টা করো।
- ✎ নিচের গাণিতিক সমস্যাটি পাশের সহপাঠীর সঙ্গে আলোচনা করে সমাধান করো।
- ✎ একজন ট্রাক চালক 60 kmh^{-1} বেগে ট্রাক চালাচ্ছিলেন। 50m দূরে একজন পথচারীকে দেখে সঙ্গে সঙ্গে ব্রেক চাপ দিলেন। এতে ট্রাকটি পথচারীর মাত্র 2m সামনে এসে থেমে গেল। ট্রাকটির ত্বরণ (মন্দন) কত?





- ✍ সাধারণভাবে কোনো কিছু করাকে কাজ বললেও পদার্থবিজ্ঞানে ‘কাজ’ শব্দটার ভিন্ন মানে আছে। যেমন ধরো, তুমি এখন এই বইটি পড়ছো, এটাকে সাধারণভাবে কাজ বললেও পদার্থবিজ্ঞানের ভাষায় এটাকে কাজ বলা যাবে না। তাহলে কাজ শব্দটির সুনির্দিষ্ট অর্থ কী তা একটু ভালোভাবে জেনে নেওয়া দরকার। অনুসন্ধানী পাঠ বই থেকে ‘কাজ ও শক্তি’ অংশটি ভালো করে পড়ে নাও।
- ✍ এখন নিশ্চয়ই বুঝতে পারছো, কেন বই পড়া কিংবা টিভি দেখাকে কাজ বলা যাবে না। তবে খাতায় যখন তুমি কলম বা পেন্সিল চালিয়ে লেখ তখন সত্যিকার অর্থে কাজ হয়। তুমি হাত দিয়ে বল প্রয়োগ করো এবং তোমার বল প্রয়োগে করার ফলে কলম সরে সরে যায়, মানে কাজ হয়।
- ✍ কিংবা তুমি যখন ফুলবল খেলার সময় বলে লাথি মারো তখন বলটির সরণ হয়, এটাও একটা কাজ। কাজের পরিমাণ হিসাব করার জন্য একটি সূত্র তোমরা জেনেছ, $W = F \times s$ অর্থাৎ দুজন ব্যক্তির মধ্যে কে বেশি কাজ করেছে কে কম কাজ করেছে তা নির্ভর করেছে বল ও সরণের গুণফলের উপর।
- ✍ কাজ কী সবই সমান করতে পারে কিংবা কাজের সামর্থ্য কী সবার সমান হয়? কাজ করতে প্রয়োজন শক্তির। তুমি যে লেখার সময় হাত দিয়ে বল প্রয়োগ করেছ তখন নিশ্চয়ই তোমার হাতটা নিজে নিজে বল প্রয়োগ করেনি। এই শক্তি এলো কোথা থেকে? এই শক্তি এসেছে তুমি সকালে যে নাস্তা করেছ সেই খাবারের রাসায়নিক শক্তির থেকে। সেটি কোষের মাইটোকন্ড্রিয়া তাপ শক্তিতে রূপান্তর করেছে। বিষয়টি ভালো করে জেনে নিতে অনুসন্ধানী পাঠের ‘শক্তির ক্রম রূপান্তর’ অংশটুকু পাশের সহপাঠীকে সঙ্গে নিয়ে পড়ে নাও।
- ✍ সপ্তম শ্রেণির ‘হরেক রকম খেলনার মেলা’ অভিজ্ঞতাটার কথা মনে আছে? সেখানে তোমরা প্লাস্টিকের বোতলের দুপাশে দুটি কাঠি বেঁধে তার সঙ্গে রাবারব্যান্ড ও চামচ পেঁচিয়ে একটি খেলনা বানিয়েছিলে যেটি পানিতে আপনা আপনি চলেছিল? যখন রাবারব্যান্ডটিকে পেঁচিয়েছিলে তখন সেটা শক্তি হিসেবে ধরে রেখেছিল আর যেই না বোতলটাকে পানিতে ছেড়ে দিয়েছিলে সেই শক্তিটি তখন কাজ করেছিল চামচটাকে ঘুরিয়ে নিয়ে। এই ধরনের শক্তির সাধারণ নাম ‘বিভব শক্তি’।
- ✍ অনুসন্ধানী পাঠ বই থেকে ‘বিভবশক্তি’ অংশটুকু পড়, সেখানে আরও কিছু উদাহরণ দেওয়া আছে সেটা বুঝার চেষ্টা করো।
- ✍ তোমরা জেনেছ কোনো কিছুকে উপরে তোলা হলে তার মাঝে বিভবশক্তি জমা হয়। কতটুকু বিভবশক্তি জমা হয় তা বের করা খুব সহজ। অনুসন্ধানী পাঠে বিভবশক্তির শেষ অংশে খুব সুন্দর করে ব্যাখ্যা করা আছে, একটু পড়ে নাও।
- ✍ তুমি যখন সিঁড়ি বেয়ে উপরে উঠো তখন তোমার ওজন ও যতটুকু উপরে উঠেছ তা যদি তুমি গুণ করো তাহলে ঐ উচ্চতায় তোমার বিভব শক্তির পরিমাণ পেয়ে যাবে।

- ✎ চলো একটা পরীক্ষা করে দেখা যাক উচ্চতা বাড়ার সঙ্গে সঙ্গে বিভব শক্তি বাড়ে কি না। একটা স্প্রিং ব্যালেন্সের সাহায্যে হাতের কাছে পাওয়া যায় এমন কোনো একটি বস্তু যেমন হতে পারে, ইটের টুকরো, পানির বোতলের ওজন বের করে নাও। এবার বস্তুটিকে বিভিন্ন উচ্চতায় রেখে বিভবশক্তির হিসাব করে নিচের ছকে লিখ। যদি স্প্রিং ব্যালেন্স না পাও তাহলে নির্দিষ্ট ভরের বাটখারা ব্যবহার করতে পারো। আর ইতোমধ্যে তোমরা জেনে গেছো ভরের সঙ্গে অভিকর্ষজ ত্বরণ $g=9.8 \text{ ms}^{-2}$ গুণ করলেই বস্তুর ওজন পাওয়া যায়।

বস্তুটির ওজন $W=mg$ (N)	উচ্চতা h (m)	বিভব শক্তি $E=mgh$

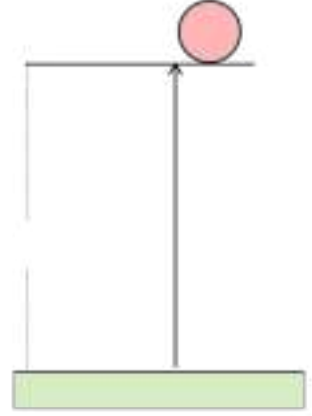
- ✎ বস্তুর ভরের যদি কোনো পরিবর্তন না হয় তাহলে ওজনেরও পরিবর্তন হবে না। ফলে উচ্চতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে বস্তুর বিভব শক্তি বাড়তে থাকবে।

১৫ নবম সেশন

- ✎ গত সেশনে একটা বস্তুর বিভব শক্তি নির্ণয়ের সময় বস্তুকে উপরে তুলেছিল। এখন যদি বস্তুটিকে নিচের দিকে পড়তে দেওয়া হয় তাহলে কী হবে? বুঝতেই পারছো সেটি যত উপর থেকে পড়বে ভূমিতে এসে ততজোরে আছড়ে পড়বে।
- ✎ একটা পরীক্ষণ করেই দেখো না, এক বালতি পানি নাও। এবার এক টুকরো ইট অথবা পাথর ১ ফুট, ২ ফুট, ৩ ফুট, ৪ ফুট, ৫ ফুট এভাবে বিভিন্ন উচ্চতা থেকে ফেলে দিয়ে দেখো। কোনক্ষেত্রে সবচেয়ে বেশি পানি ছিটকে পড়ে?
- ✎ তোমার মনে নিশ্চয়ই প্রশ্ন এসেছে উপরে তুললে তো বিভব শক্তি জমা হয় সেটি কীভাবে নিচের দিকে পানি ছিটকিয়ে ফেলছে? এবার চলো তাহলে গতিশক্তি কীভাবে পরিমাণ করে তা জেনে নিয়ে এর উত্তরটা খুঁজি।
- ✎ অনুসন্ধানী পাঠ বই থেকে ‘গতিশক্তি’ অংশটুকু ভালোভাবে পড়ে পাশের সহপাঠীর সঙ্গে আলোচনা করে নাও। কোনো প্রশ্ন থাকলে শিক্ষককে জিজ্ঞাসা করে ধারণা স্পষ্ট করে নাও।
- ✎ এবার নিশ্চয়ই বুঝতে পারছো $W=mgh$ পরিমাণ কাজটুকু (বিভব শক্তি) m ভরের ঐ ইট বা পাথরের টুকরোর ভেতর $\frac{1}{2}mv^2$ পরিমাণ গতিশক্তি সৃষ্টি করেছে। অর্থাৎ কাজ করা হলে সেটি নষ্ট হয় না, সেটি শক্তি সৃষ্টি করে।
- ✎ তোমরা নিশ্চয়ই লক্ষ করেছ গতিশক্তি বেগের বর্গের উপর নির্ভর, অর্থাৎ বেগ যদি দ্বিগুণ হয়ে যাত তাহলে গতিশক্তি বেড়ে যায় চারগুণ। এজন্য বেশি বেগে যানবাহন চালালে বিপদের ঝুঁকি অনেক বেড়ে যায়।
- ✎ অনুসন্ধানী পাঠ বইয়ে একটি উদাহরণ দেওয়া আছে সেটাতে একটু চোখ বুলাও তো। নিজে সমাধান করার চেষ্টা করো।
- ✎ শক্তিকে সৃষ্টি বা ধ্বংস করা যায় না, এক ধরনের শক্তি কেবল অন্য ধরনের শক্তিতে বদলাতে পারে। এটাকে বলে শক্তির নিত্যতা। তুমি যে পাথরটির সর্বোচ্চ উচ্চতায় বিভবশক্তি নির্ণয় করেছিলে, সেটিকে যখন নিচের দিকে পড়তে দিয়েছ তখন বিভবশক্তি কমতে শুরু করেছে আর গতিশক্তি বাড়তে শুরু করেছে। একবারে ভূমি স্পর্শ করার আগ মুহূর্তে বিভবশক্তি হয়ে গেছে শূন্য আর গতিশক্তি তখন সর্বোচ্চ। অবশ্য কিছু শক্তির অপচয় হয়েছে বাতাসের বাধা এবং ভূমিতে ধাক্কা খেয়ে তাপ ও শব্দ শক্তি হিসেবে। সেইসব শক্তিকে আমরা আপাতত বিবেচনায় আনবো না।
- ✎ অনুসন্ধানী পাঠ বইয়ে জেনেছ শক্তির নিত্যতা অনুযায়ী $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ এই তত্ত্ব ব্যবহার করে

তোমার খাতায় নিচের সমস্যাগুলোর গাণিতিক সমাধানের চেষ্টা করো তো।

- I. 10 Kg ভরের একটা বস্তুকে 100ms^{-1} বেগে উপরের দিকে ছুড়ে দিলে এটা কত উপরে উঠবে?
- II. 5 Kg ভরের একটা বস্তুকে 50ms^{-1} বেগে উপরের দিকে ছুড়ে দিলে কোন উচ্চতায় এর বিভবশক্তি এবং গতিশক্তি সমান হবে?
- III. A বিন্দু থেকে বস্তুটিকে ছেড়ে দিলে এটি কত বেগে ভূপৃষ্ঠকে আঘাত করবে?



দশম সেশন

- ✍ তোমরা পাবনা জেলার রূপপুরের আমাদের দেশের প্রথম নির্মিতব্য নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎকেন্দ্রের নাম শুনে থাকবে। সেখানে বিদ্যুৎ উৎপাদনের মূল শক্তি আসে বিজ্ঞানী আলবার্ট আইনস্টাইনের থিওরি অব রিলেটিভিটির সেই বিখ্যাত সমীকরণ $E=mc^2$ থেকে। আরেকটু ভালো করে জেনে নিতে অনুসন্ধানী পাঠ বইয়ের ‘ভর শক্তির সম্পর্ক’ অংশটুকু পড়ে নাও।
- ✍ এবার তোমাদের আরেকটি নতুন রাশির সঙ্গে পরিচয় হবে যেটিকে দৈনন্দিন জীবনে আমরা বিভিন্নভাবে ব্যবহার করে থাকি। তা হলো ‘ক্ষমতা’—হ্যাঁ, ক্ষমতা শব্দটা আমরা অনেক সময় নেতিবাচক অর্থেই প্রয়োগ হতে দেখি। তবে ভয় নেই পদার্থবিজ্ঞানে ক্ষমতা শব্দটিরও সুনির্দিষ্ট অর্থ আছে, ক্ষমতা হচ্ছে কাজ করার হার। অর্থাৎ প্রতি একক সময়ে একটা বস্তু অথবা যন্ত্র কতটুকু কাজ করল তা হচ্ছে ক্ষমতা।
- ✍ তোমাদের শ্রেণিতে আজকের দিনের জন্য সবচেয়ে ‘ক্ষমতাবান’ (পদার্থবিজ্ঞানের চোখে) কে তা কি হিসাব করতে চাও? তার আগে ক্ষমতা কীভাবে পরিমাপ করে জেনে নাও অনুসন্ধানী পাঠ বই থেকে।
- ✍ এবার চলো ‘একদিনের জন্য সবচেয়ে ক্ষমতাবান শিক্ষার্থী’ খুঁজে বের করা যাক।
- ✍ তোমাদের স্কুলের ভবনের অথবা একটা দালানের দুই অথবা তিনতলার মোট কতগুলো সিঁড়ি গুণে নাও এবার সিঁড়ির উচ্চতাকে গুণ করে ভবনের নিচ থেকে দুই বা তিনতলার উচ্চতা বের করো।
- ✍ একটি ওজন মাপার যন্ত্রে তোমার ভর মাপ।
- ✍ তুমি যত দ্রুত সম্ভব সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠো, ঘড়ি ব্যবহার করে কতটুকু সময় লেগেছে তা মেপে নাও। একইভাবে তোমাদের শ্রেণির অন্যান্য শিক্ষার্থীদের ভর ও সময়ের তথ্য নিচের ছকে রেকর্ড করো। তোমার শ্রেণিতে এমন কেউ যে উপরে সিঁড়ি বেয়ে উঠতে পারবে না তার ক্ষেত্রে ওজনটা

মেপে সময়ের একটা গড় মান ধরে নাও।

✎ এবার নিচের ছক ব্যবহার করে তোমার এবং তোমার বন্ধুদের শারীরিক ক্ষমতা বের করো এবং সবচেয়ে ক্ষমতাবান শিক্ষার্থীকে তাকে খুঁজে বের করো।

✎ ছাদের উচ্চতা $h =$ মোট সিঁড়ির সংখ্যা \times সিঁড়ির উচ্চতা $h = \text{-----} \text{ (m)}$

শিক্ষার্থীর নাম	ভর (m) Kg	ছাদে উঠার সময় (t) s	কাজ $W=mgh$ (J)	ক্ষমতা $P=W/t$ (W)

ফিরে দেখা

❓ গতির সমীকরণ কাজে লাগিয়ে তুমি দৈনন্দিন কী ধরনের সমস্যার সমাধান করতে পারো?

[illegible]

২৭ নিউটনের গতিসূত্র কাজে লাগিয়ে তুমি কী বলতে পারবে কোন যানবাহনে দুর্ঘটনার ঝুঁকি সবচেয়ে বেশি? যুক্তি দাও।
