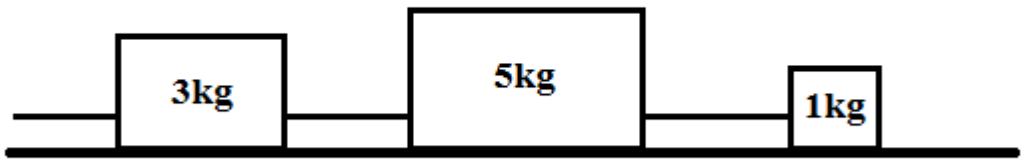
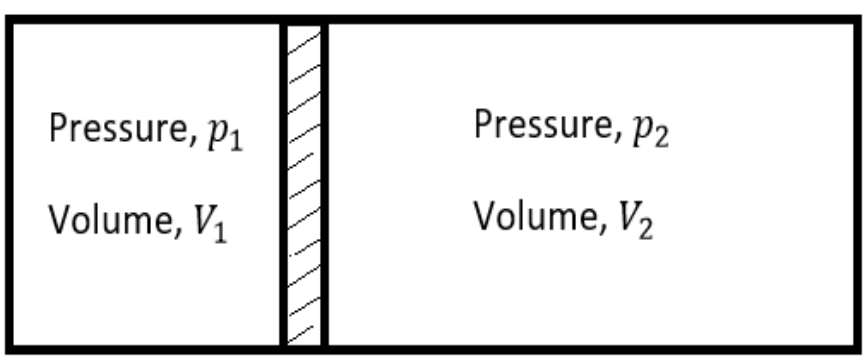
1. In the figure below there are **3** blocks with masses respectively **3**, **5** and **1** $\boldsymbol{kg}$. They are connected via a rigid rope on a frictionless surface. If the acceleration of mass **5** $\boldsymbol{kg}$ is **2** $\boldsymbol{ms^{-2}}$, what are the accelerations of the other masses? Also explain the reason of your answer with proper calculation.

নিচের চিত্রে 3, **5** এবং **1** $\boldsymbol{kg}$ ভরের তিনটি ব্লক দেখা যাচ্ছে। এরা ঘর্ষণহীন তলের উপর অবস্থিত এবং একে অপরের সাথে অপ্রসারণশীল দড়ির সাহায্যে যুক্ত। যদি **5** $\boldsymbol{kg}$ ভরের ব্লকটির ত্বরণ **2** $\boldsymbol{ms^{-2}}$ হয়, তাহলে অন্য ব্লকগুলোর ত্বরণ কত? ক্যালকুলেশন ও কারণসহ তোমার উত্তর ব্যাখ্যা করো।



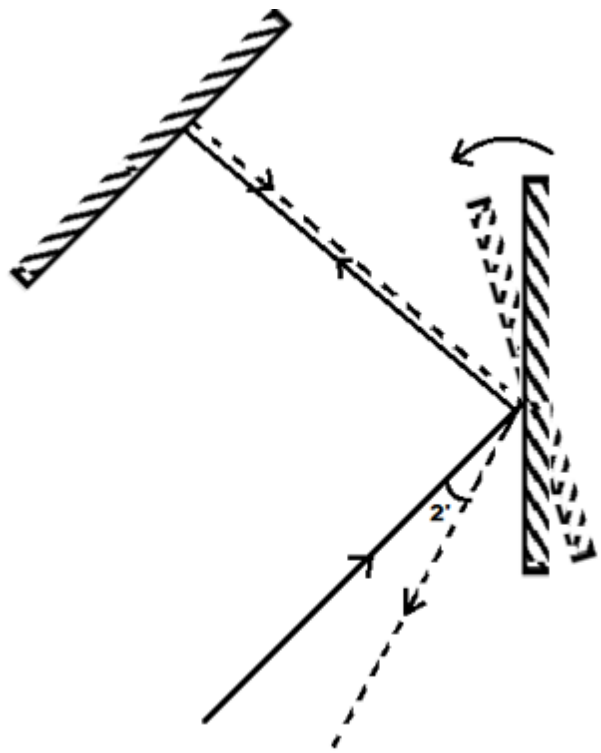
2. Consider a cylinder which is divided into two compartments by a movable piston. Initially the volume and pressure of oxygen gas in the first compartment are $\boldsymbol{p_1}$ and $\boldsymbol{V_1}$ respectively. And the volume and pressure of oxygen gas in the second compartment are $\boldsymbol{p_2}$ and $\boldsymbol{V_2}$ respectively. When the system reaches equilibrium, what will be the pressure and volume of the two compartments? Assume that heat can be exchanged through the wall of the cylinder and the piston.

ধরো একটি সিলিন্ডার একটি পিস্টন দ্বারা দুটি প্রকোষ্ঠে বিভক্ত। পিস্টনটি নড়তে পারে। শুরুতে প্রথম প্রকোষ্ঠে রাখা অক্সিজেন গ্যাসের চাপ ও আয়তন যথাক্রমে $\boldsymbol{p_1}$ এবং $\boldsymbol{V_1}$; দ্বিতীয় প্রকোষ্ঠে রাখা অক্সিজেন গ্যাসের চাপ ও আয়তন যথাক্রমে $\boldsymbol{p_2}$ এবং $\boldsymbol{V_2}$ । যখন সিস্টেমটি সাম্যাবস্থায় পৌঁছায়, তখন প্রকোষ্ঠ দুইটির চাপ ও আয়তন কত হবে? ধরে নাও, সিলিন্ডারের দেয়াল ও পিস্টনের ভেতর দিয়ে তাপের আদান-প্রদান হতে পারে।



3. A plane mirror rotates about a vertical axis in its plane at $\mathbf{35}$ revolutions per second, and, reflects a narrow beam of light to stationary mirror $\mathbf{200}\,\boldsymbol{m}$ away. This mirror reflects the light normally so that it is again reflected from the rotating mirror. The light makes an angle of **2 minutes** with the path it would travel if both mirrors were stationary. Calculate the velocity of light. Clarification: **1 minute** = $\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{60}}$ **degree**.

একটি সমতল দর্পণ ওই তলের উপর অবস্থিত উলম্ব অক্ষের সাপেক্ষে প্রতি সেকেন্ডে $\mathbf{35}$ বার ঘুরে। এটি একটি সরু আলোকরশ্মিগুচ্ছকে $\mathbf{200}\,\boldsymbol{m}$ দূরে অবস্থিত একটি স্থির দর্পণে প্রতিফলিত করে। ওই স্থির দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে আলো সরাসরি উল্টো পথে ফিরে আসে এবং ঘূর্ণায়মান দর্পণে পুনরায় প্রতিফলিত হয়। দর্পণ দুটি স্থির থাকলে আলো যে পথে প্রতিফলিত হতো, তার সাথে আলো এখন **2 minutes** কোণ উৎপন্ন। আলোর বেগ নির্ণয় করো।ব্যাখ্যা: **1 minute** = $\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{60}}$ **degree**



4. Let us consider a situation where you want to measure some quantity $\boldsymbol{f}$ which is a function of some other quantities $\boldsymbol{a}$ and $\boldsymbol{b}$. For example if $\boldsymbol{f}$ was velocity, you would determine it by measuring quantities $\boldsymbol{a} = \boldsymbol{s}$ (length) and $\boldsymbol{b} = \boldsymbol{t}$ (time);

$$\boldsymbol{f} = \boldsymbol{g}(\boldsymbol{a}, \boldsymbol{b}) = \frac{\boldsymbol{a}}{\boldsymbol{b}}.$$

Let us denote the absolute error of $\boldsymbol{a}$ by $\boldsymbol{\delta a}$ and similarly $\boldsymbol{b}$ for $\boldsymbol{\delta b}$. We can now evaluate the largest and smallest possible values for $\boldsymbol{f}$ by calculating $\boldsymbol{g}(\boldsymbol{a} \pm \boldsymbol{\delta a}, \boldsymbol{b} \pm \boldsymbol{\delta b})$ and choosing the signs in such a way that we get the largest/smallest possible result. In this way we get $\boldsymbol{f_{max}}$ and $\boldsymbol{f_{min}}$, and the error estimation for $\boldsymbol{f}$ is

$$\boldsymbol{\delta f} = \mathbf{max}\{\boldsymbol{f_{max}} - \boldsymbol{f}, \boldsymbol{f} - \boldsymbol{f_{min}}\}$$

The efficiency of an electric motor which lifts a mass $\boldsymbol{m}$ to an altitude $\boldsymbol{h}$ in time $\boldsymbol{t}$ is $\boldsymbol{e} = \frac{\boldsymbol{mgh}}{\boldsymbol{VIt}}$ where $\boldsymbol{V}$ and $\boldsymbol{I}$ are the voltage and the current that the motor uses, respectively. Let us suppose that, $\boldsymbol{m}$, $\boldsymbol{h}$ and $\boldsymbol{V}$ are measured in $\mathbf{1}\%$ accuracy, $\boldsymbol{I}$ in $\mathbf{3}\%$ accuracy and $\boldsymbol{t}$ only in $\mathbf{7}\%$ accuracy. Compute the error estimation of the efficiency.

ধরো তুমি কোনো একটি রাশি $\boldsymbol{f}$ পরিমাপ করতে চাও যেটি $\boldsymbol{a}$ এবং $\boldsymbol{b}$ এর ফাংশন। উদাহরণস্বরূপ, ধরো $\boldsymbol{f}$ হলো বেগ। তাহলে এটি বের করার জন্য তোমাকে $\boldsymbol{a} = \boldsymbol{s}$ (দূরত্ব) এবং $\boldsymbol{b} = \boldsymbol{t}$ (সময়) মাপতে হবে।

$$\boldsymbol{f} = \boldsymbol{g}(\boldsymbol{a}, \boldsymbol{b}) = \frac{\boldsymbol{a}}{\boldsymbol{b}}$$

এবার আমরা $\boldsymbol{a}$ এর absolute error কে $\boldsymbol{\delta a}$ দ্বারা নির্দেশ করি এবং অনুরূপভাবে $\boldsymbol{b}$ এর absolute error কে $\boldsymbol{\delta b}$ দ্বারা নির্দেশ করি।

তাহলে আমরা $\boldsymbol{f}$ এর সবচেয়ে বড় এবং সবচেয়ে ছোট সম্ভাব্য মান বের করতে পারি $\boldsymbol{g}(\boldsymbol{a} \pm \boldsymbol{\delta a}, \boldsymbol{b} \pm \boldsymbol{\delta b})$ হিসাব করে। এখানে খেয়াল করো, সবচেয়ে বড়/ছোট সম্ভাব্য মান বের করার জন্য absolute error এর আগে + বা – চিহ্ন যথাযথভাবে বসাতে হবে। এভাবে আমরা $\boldsymbol{f_{max}}$ এবং $\boldsymbol{f_{min}}$ নির্ণয় করতে পারি।

তাহলে $\boldsymbol{f}$ এর সম্ভাব্য ত্রুটি,

$$\boldsymbol{\delta f} = \mathbf{max}\{\boldsymbol{f_{max}} - \boldsymbol{f}, \boldsymbol{f} - \boldsymbol{f_{min}}\}$$

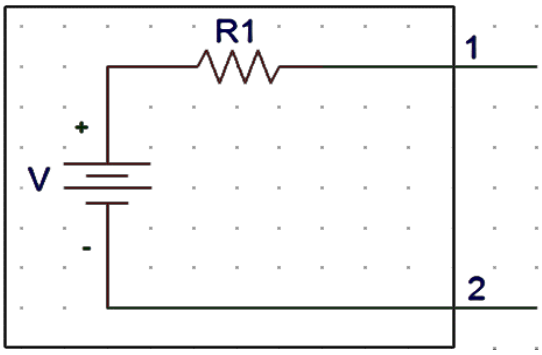
একটি বৈদ্যুতিক মোটর $\boldsymbol{t}$ সময়ে $\boldsymbol{m}$ ভরকে $\boldsymbol{h}$ উচ্চতায় উঠাতে পারে। তাহলে এর কর্মদক্ষতা, $\boldsymbol{e} = \frac{\boldsymbol{mgh}}{\boldsymbol{VIt}}$; যেখানে $\boldsymbol{V}$ এবং $\boldsymbol{I}$ হলো যথাক্রমে বিভব পার্থক্য এবং তড়িৎ প্রবাহ।

ধরো, $\boldsymbol{m}$, $\boldsymbol{h}$ এবং $\boldsymbol{V}$ পরিমাপে ত্রুটি $\mathbf{1}\%$, $\boldsymbol{I}$ পরিমাপে ত্রুটি $\mathbf{3}\%$ এবং $\boldsymbol{t}$ পরিমাপে ত্রুটি $\mathbf{7}\%$.

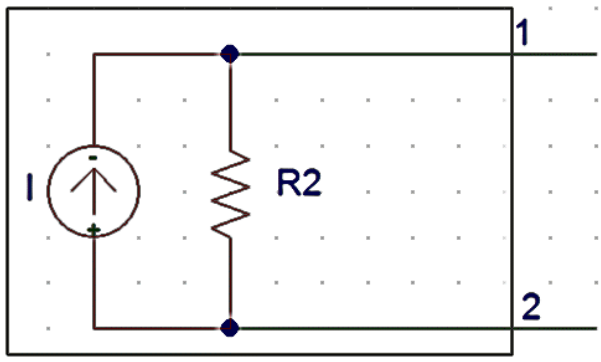
কর্মদক্ষতা পরিমাপে সম্ভাব্য ত্রুটি নির্ণয় করো।

5. In this problem, we are going to learn about a technique in Circuit analysis called "Source Transformation". Two circuits are called 'equivalent' if they develop the same voltage and current if connected to the same load. Consider the two circuits below.

এই সমস্যাতে বর্তনী বিশ্লেষণের জন্য আমরা উৎস রূপান্তর (Source transformation) নামক একটি পদ্ধতি শিখব। দুইটি বর্তনীকে আমরা সমতুল্য বলি যদি তারা একই 'লোড'(Load) এর সাথে সংযুক্ত অবস্থায় এদের বিভব ও তড়িৎ প্রবাহ একই হয়। নিচের বর্তনী দুটো দেখো।



Circuit-1

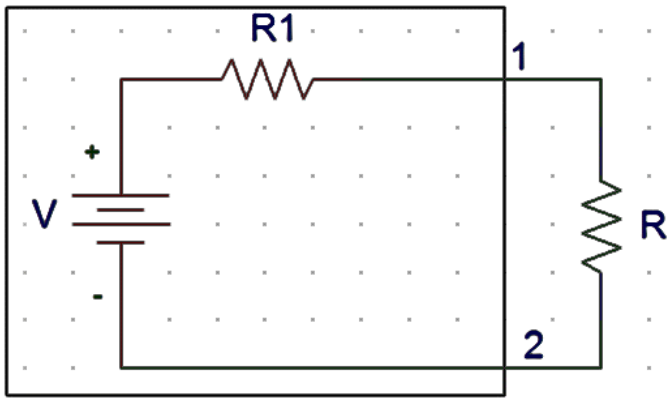


Circuit-2

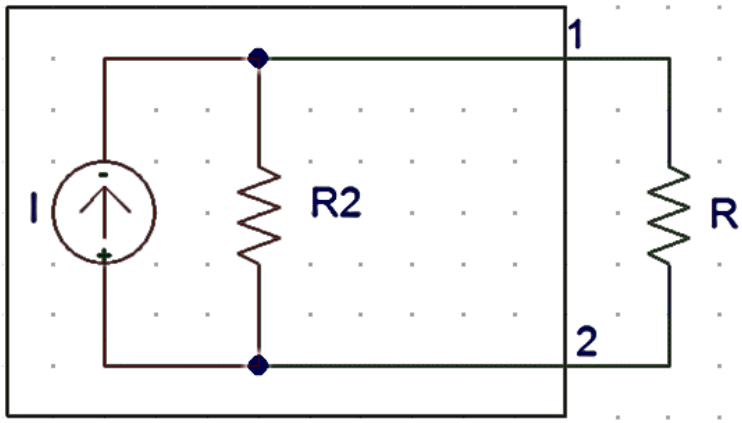
The first one is a voltage source (i.e., a battery) in series with a resistor $\boldsymbol{R_1}$, and the second one is a current source in parallel with a resistor $\boldsymbol{R_2}$. (A current-source can supply a constant amount of current. The direction of arrow indicates the direction of flow of current.)

প্রথমটিতে একটি বিভব উৎস(অর্থাৎ ব্যাটারি) রোধ $\boldsymbol{R_1}$ এর সাথে সিরিজে সংযুক্ত আছে। দ্বিতীয়টিতে রোধ $\boldsymbol{R_2}$ একটি প্রবাহ উৎসের সাথে সমান্তরালে সংযুক্ত আছে।(একটি প্রবাহ উৎস বর্তনীতে একটি নির্দিষ্ট মানের ধ্রুব তড়িৎ প্রবাহ বজায় রাখে। তীর চিহ্ন প্রবাহের দিক নির্দেশ করে)

(a) If a resistance $\boldsymbol{R}$ is connected across terminals **1** and **2** of circuit-**1,** what will be the voltage and current across R ? যদি রোধ $\boldsymbol{R}$ কে প্রথম বর্তনীর প্রান্ত **1** ও **2** এর সাথে যুক্ত করা হয়, তাহলে $\boldsymbol{R}$ রোধের প্রবাহ এবং প্রান্তদ্বয়ের বিভব পার্থক্য কত হবে?



(b) If the same resistance $\boldsymbol{R}$ is connected across terminals **1** and **2** of circuit-**2**, what will be the voltage and current across $\boldsymbol{R}$? যদি ঐ একই রোধ $\boldsymbol{R}$ দ্বিতীয় বর্তনীর অনুরূপ দুই প্রান্তে সংযুক্ত করা হয়, তবে $\boldsymbol{R}$ রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ এবং এর প্রান্তদ্বয়ের মধ্যে বিভব পার্থক্য কত হবে?



(c) Find the relation between $\boldsymbol{V}$ and $\boldsymbol{I}$, and, $\boldsymbol{R_1}$ and $\boldsymbol{R_2}$ if the two circuits are equivalent. (Hint: The relations need to hold for any value of $\boldsymbol{R}$. Particularly, consider an extreme case like $\boldsymbol{R} = \mathbf{0}$.) So, if the relations here are followed, then, circuit-**1** can be replaced by circuit-**2** and vice-versa. This replacing of one type of source by another is called 'source-transformation'. বর্তনীদ্বয় পরস্পর সমতুল্য হলে $\boldsymbol{V}$, $\boldsymbol{I}$ এবং, $\boldsymbol{R_1}$, $\boldsymbol{R_2}$ এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিপাদন করো।(সাহায্য: এই সম্পর্কটি $\boldsymbol{R}$ এর যেকোনো মানের জন্য প্রযোজ্য। বিশেষ করে $\boldsymbol{R} = \mathbf{0}$ এর মতো প্রান্তিক ক্ষেত্রে যাচাই করে দেখতে পারো। যদি এই অংশে পাওয়া সম্পর্কটি খাটে, তাহলে প্রথম বর্তনীর বদলে দ্বিতীয় বর্তনী ব্যবহার করা যাবে এবং তার উল্টোটাও সত্য। এভাবে এক ধরনের উৎসকে অন্যটি দিয়ে প্রতিস্থাপন করাই "উৎস রূপান্তর"।