本書の構成と利用のしかた

本書は，「物理基礎」の教科書と併用しながら，予習・復習や，書き込むことによる学習内容の整理，問題演習ができるように構成してあります。物理の学習は，定義･法則･公式を覚えるだけでなく，現象をイメージして理解することや，考え方を学ぶことが大切です。また，実際に公式を用いた解法に慣れることも大切です。この両方の学習が無理なく進められるように，図やグラフを多く用いています。

本書の構成

まとめ ―― 学習内容の要点を簡潔にまとめていますので，ポイントや公式を確認できます。
基礎チェック ―― 公式や学習内容に慣れるための基本的な問題です。
練習問題 ―― 教科書の内容を理解し，定着を図るための練習問題です。
★特訓 ―― 重要な内容を，例題と問題を通して補充するための特集ページです。
編末問題 ―― 各編で学習した内容の総合的な問題です。定期テストや選択式問題の対策としても活用できます。
★実験問題 ―― 実験をテーマにした問題です。実験の手順や結果の整理，分析などに関する問題を通して，思考力や表現力の育成に活用できます。
別冊解答編 ―― 丁寧で詳しい解説で，理解が深まるように構成しています。

※ 発展 マークの付いた箇所は，「物理基礎」の学習指導要領に示されていない内容です。理解をさらに深めるために活用できます。
※ マークの付いた問題は，思考力を問う問題です。
※ ★マークの付いた箇所には関連動画を視聴できる二次元コードを掲載しています。

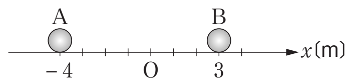
目次

1 運動の表し方

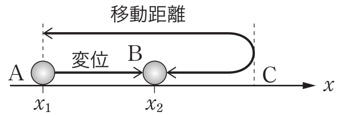
まとめ

1 変位と移動距離

位置……数直線や座標軸を用いて表す。
変位……物体がどの向きにどれだけ移動したかを表す量。
　変位＝位置の変化量　$\boxed{\Delta x = x_2 - x_1}$
　(変化量＝終わりの値－初めの値)
移動距離……物体がどれだけ移動したかを表す量。
位置，変位，移動距離の単位……〔m〕〔km〕など。



(A の位置は－4 m，B の位置は 3 m)



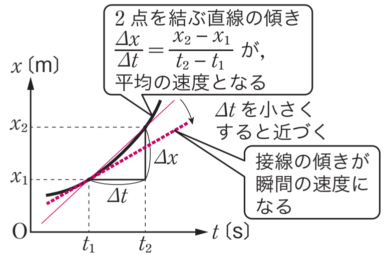
A から移動し始め，C で折り返して B まで移動する

2 速度と速さ

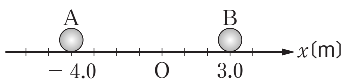
速度……単位時間あたりの変位(向きと大きさをもつ)。
速さ……単位時間あたりの移動距離。速度の大きさ(向きをもたない)。
速度，速さの単位……〔m/s〕〔km/h〕など。
$x-t$ グラフ……位置と時刻の関係を表したグラフ。
　$x-t$ グラフの傾きは速度を表す。
平均の速度……物体が一定の速さで移動したと仮定したときの速度。$x-t$ グラフにおける 2 点の傾き。

$$\boxed{平均の速度\ \bar{v} = \frac{変位}{経過時間} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}}$$

瞬間の速度……極めて短い時間が経過する間の速度。
　$x-t$ グラフにおける接線の傾き。



基礎チェック



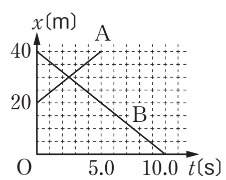
11 [1] 右図の小球が A から B に移動したときの変位は何 m か。
12 [1] 右図の小球が B から A に移動したときの変位は何 m か。
13 [2] 東向きに 15 m/s の速さで走る自動車 A と，西向きに速さ 20 m/s で走る自動車 B がある。東向きを正の向きとしたとき，それぞれの速度は何 m/s か。
14 [1 2] 5.0 秒間で物体が $x = 0$ m から $x = 15$ m に移動したとき，変位は何 m か。また，このときの平均の速度は何 m/s か。
15 [1 2] 3.0 秒間で物体が $x = 5$ m から $x = 23$ m に移動したとき，変位は何 m か。また，このときの平均の速度は何 m/s か。
16 [1 2] 2.0 秒間で物体が $x = 18$ m から $x = 2$ m に移動したとき，変位は何 m か。また，このときの平均の速度は何 m/s か。

答
11 変位：
12 変位：
13 A：　　B：
14 変位：　　平均の速度：
15 変位：　　平均の速度：
16 変位：　　平均の速度：

練習問題

1 位置と変位

右のグラフは，x 軸上を運動している物体 A と B の位置 x〔m〕と時刻 t〔s〕の関係を表している。
(1) 時刻 $t = 5.0$ s の物体 A と B の位置をそれぞれ求めよ。
(2) 物体 A の 5.0 秒間の変位を求めよ。
(3) 物体 B の 10.0 秒間の変位を求めよ。



答
(1) A：　　B：
(2)
(3)

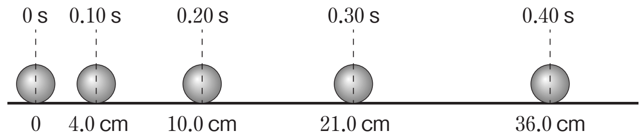
2 速さ

(1) 100 m を 5.0 秒で走る自動車の速さは何 m/s か。
(2) 72 km/h で走る自動車の速さは何 m/s か。
(3) 速さ 36 km/h で 52 m 進むのにかかる時間を求めよ。
(4) 5.0 m/s で走る人の速さは何 km/h か。

答
(1)
(2)
(3)
(4)

3 平均の速度

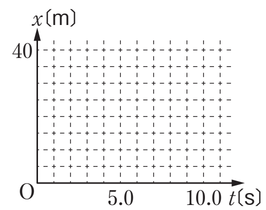
下の図で，時刻 $t = 0$ s から時刻 $t = 0.20$ s までの平均の速度は何 cm/s か。また，時刻 $t = 0.20$ s から時刻 $t = 0.40$ s までの平均の速度は何 cm/s か。

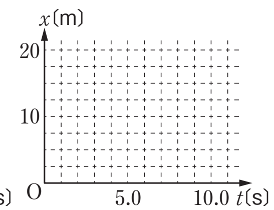


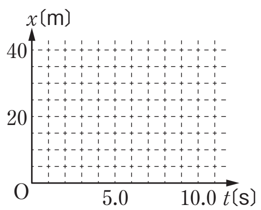
答

4 平均の速度と変位

(1) 時刻 $t = 0$ s に $x = 0$ m にあった物体が，時刻 $t = 10.0$ s に $x = 40$ m に移動した。各時刻の物体の位置を下の $x-t$ グラフ上にそれぞれ点で描き加えよ。また，物体の平均の速度を求めよ。
(2) 時刻 $t = 2.0$ s に $x = 20$ m にあった物体が，時刻 $t = 7.0$ s に $x = 10$ m に移動した。各時刻の物体の位置を下の $x-t$ グラフ上にそれぞれ点で描き加えよ。また，物体の平均の速度を求めよ。
(3) 時刻 $t = 0$ s に $x = 10$ m にあった物体が，平均の速度 5.0 m/s で運動して，時刻 $t = 6.0$ s で止まった。時刻 $t = 6.0$ s の位置を求めよ。また，各時刻の物体の位置を下の $x-t$ グラフ上にそれぞれ点で描き加えよ。

(1)


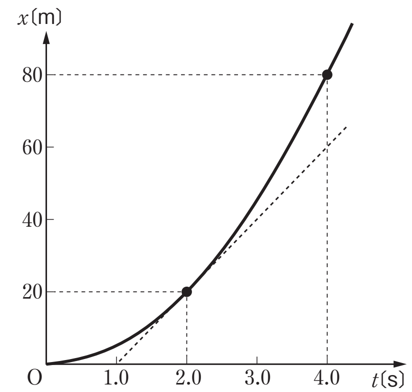
(2)


(3)


答
(1) 図中に記載
(2) 図中に記載
(3)
図中に記載

5 平均の速度と瞬間の速度

右のグラフは，x 軸上を運動している物体の位置 x〔m〕と時刻 t〔s〕の関係を表している。破線は，$t = 2.0$ s におけるグラフの接線である。
(1) 時刻 $t = 0$ s から $t = 2.0$ s の間の平均の速度を求めよ。
(2) 時刻 $t = 2.0$ s から $t = 4.0$ s の間の平均の速度を求めよ。
(3) 時刻 $t = 2.0$ s における瞬間の速度を求めよ。
(4) この物体の速さはどのように変化しているか。



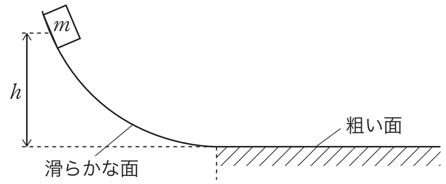
答
(1)
(2)
(3)
(4)

学習した日を記入し，どのくらい理解できていたか目盛りを塗って確かめよう。そのうえで，教科書で学習内容を振り返り，理解度をさらに高めよう。　学習した日　／　理解度チェック　0　20　40　60　80　100

力学的エネルギーの保存②

例題3 仕事と力学的エネルギー

右図のように，滑らかな曲面と粗い水平面がつながっている。曲面上の，水平面からの高さが h の位置から，質量 m の物体を静かにはなすと，物体は曲面を滑り降り，水平面上で距離 l だけ滑って静止した。重力加速度の大きさを g とし，水平面を重力による位置エネルギーの基準面とする。



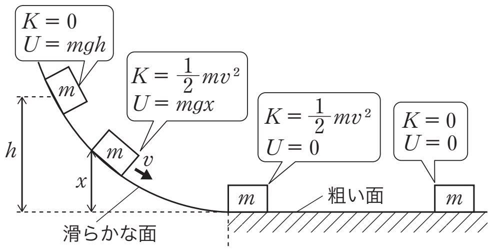
(1) 高さ x の地点を通過するときの速さを v として，力学的エネルギー保存の式を書け。
(2) 水平面に達した瞬間の物体の速さを求めよ。
(3) 物体が水平面を滑って静止するまでに，動摩擦力がした仕事を求めよ。
(4) 動摩擦係数を μ' として，動摩擦力の大きさを μ'，m，g を用いて表せ。
(5) 動摩擦係数 μ' を求めよ。

解説

(1) $0 + mgh = \dfrac{1}{2}mv^2 + mgx$

(2) (1)の式に高さ $x = 0$ を代入すると，

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \quad よって，\ v = \sqrt{2gh}$$



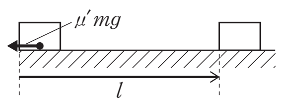
(3) 静止したときの力学的エネルギーは 0，動摩擦力（非保存力）がした仕事は，力学的エネルギーの変化分に等しいから，

$$W = \Delta E = 0 - mgh = -mgh$$

(4) 水平面上にいるときの物体にはたらく鉛直方向の力のつり合いの式は，$N = mg$
よって，$F' = \mu'N = \mu'mg$

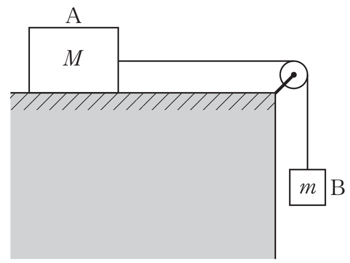
(5) (3)，(4)より，$\underline{-\mu'mg \times l}_{㋐} = -mgh$
よって，$\mu' = \dfrac{h}{l}$

㋐…動摩擦力は移動の向きと逆向きなので負の仕事になる。



例題4 力学的エネルギーが保存されない場合

右図のように，粗い水平面をもつ台に質量 M の物体 A を置き，滑らかで軽い滑車を通して軽い糸で質量 m の物体 B とつなぎ，物体 B を静かにはなすと，B が h だけ下がったとき，A，B はある速さ v で動いていた。A と台の間の動摩擦係数は μ'，重力加速度の大きさを g とする。

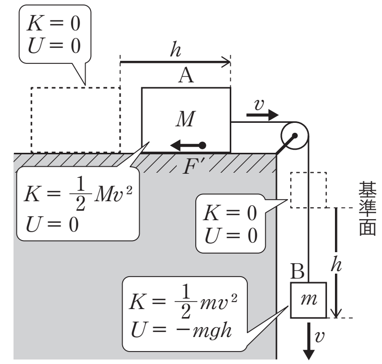


(1) この間の，物体 A の力学的エネルギーの変化を M，v を用いて表せ。
(2) このとき，動摩擦力がした仕事を M，g，h，μ' を用いて表せ。
(3) この間の，物体 B の力学的エネルギーの変化を m，v，g，h を用いて表せ。
(4) 速さ v を，m，M，g，h，μ' を用いて表せ。

解説

(1) 速さが 0 から v へ変化したので，運動エネルギーが増加したが，高さは変化していないので重力による位置エネルギーは変化していない。よって，

$$\left(\frac{1}{2}Mv^2 + 0\right) - (0 + 0) = \frac{1}{2}Mv^2$$



(2) 物体 A の鉛直方向の力のつり合いは，$N = Mg$ であるので，動摩擦力の大きさ F' は，

$$F' = \mu'N = \mu'Mg$$

よって，動摩擦力がした仕事は，

$$W = Fx = -\mu'Mg \times h = -\mu'Mgh$$

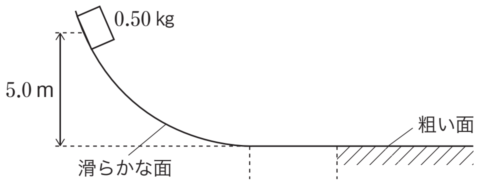
(3) 物体 B は運動エネルギーが増加し，重力による位置エネルギーが減少した（物体 B の初めの位置を，物体 B の重力による位置エネルギーの基準面とする）。

$$\left\{\frac{1}{2}mv^2 + (-mgh)\right\} - (0 + 0) = \frac{1}{2}mv^2 - mgh$$

(4) 物体 A の力学的エネルギーの変化量 + 物体 B の力学的エネルギーの変化量 = 動摩擦力のした仕事になるので，

$$\frac{1}{2}Mv^2 + \left(\frac{1}{2}mv^2 - mgh\right) = -\mu'Mgh \quad よって，\ v = \sqrt{\frac{2gh(m-\mu'M)}{M+m}}$$

86 右図のように，滑らかな曲面と滑らかな水平面，粗い水平面がつながっている。曲面上の，水平面からの高さが 5.0 m の位置から，質量 0.50 kg の物体を静かにはなすと，物体は曲面を滑り降り，水平面上を滑って静止した。物体と粗い水平面の間の動摩擦係数を 0.50 とし，重力加速度の大きさを 9.8 m/s²，$\sqrt{2} = 1.41$ とする。



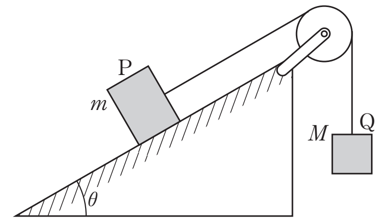
(1) 粗い水平面に達した瞬間の物体の速さを求めよ。

(2) 粗い水平面で物体にはたらく動摩擦力の大きさを求めよ。

(3) 動摩擦力が物体にした仕事を求めよ。

(4) 物体が粗い水平面上を滑った距離を求めよ。

87 質量 m の物体 P と質量 M のおもり Q を軽い糸でつなぎ，滑らかに回転する滑車を通して P を傾角 θ の粗い斜面上に置き，Q を鉛直につるして静かにはなした。P と斜面との間の動摩擦係数は μ'，重力加速度の大きさは g である。Q が高さ h だけ下がったとき，P，Q は速さ v で動いていた。



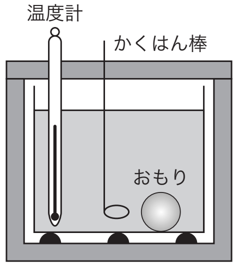
(1) このとき，動摩擦力がした仕事を m，g，h，θ，μ' を用いて表せ。

(2) 速さ v を m，M，g，h，θ，μ' を用いて表せ。

例題 1　熱量の保存

右図のような銅製の水熱量計(熱容量 60 J/K)に 2.0×10^2 g の水が入っている。最初，全体の温度は 20 ℃であった。この中に 65 ℃に熱した 2.5×10^2 g のある金属製のおもりを入れ，かくはん棒で静かにかき混ぜたところ，やがて全体の温度が 25 ℃になった。熱の移動は水熱量計，水，おもりの間だけで起こるものとする。水の比熱容量を 4.2 J/(g·K)とする。

(1)　水熱量計が得た熱量を求めよ。
(2)　水が得た熱量を求めよ。
(3)　金属製のおもりが失った熱量を求めよ。
(4)　おもりに使われている金属の比熱容量を求めよ。



解説

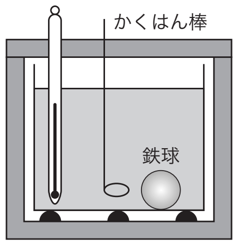
(1)　水熱量計が得た熱量 Q_1 は，$Q = C\Delta T$ より，
　$Q_1 = 60\ \mathrm{J/K} \times (25 - 20)\ \mathrm{K} = 3.0 \times 10^2\ \mathrm{J}$

(2)　水が得た熱量 Q_2 は $Q = mc\Delta T$ より，
　$Q_2 = 2.0 \times 10^2\ \mathrm{g} \times 4.2\ \mathrm{J/(g\cdot K)} \times (25 - 20)\ \mathrm{K} = 4.2 \times 10^3\ \mathrm{J}$

(3)　金属製のおもりが失った熱量を Q_3 とする。
金属製のおもりが失った熱量は水熱量計と水が得た熱量の総和と等しいので，
　$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 3.0 \times 10^2\ \mathrm{J} + 4.2 \times 10^3\ \mathrm{J} = 4.5 \times 10^3\ \mathrm{J}$

(4)　おもりに使われている金属の比熱容量を c とすると $Q = mc\Delta T$ より，
　$4.5 \times 10^3\ \mathrm{J} = 2.5 \times 10^2\ \mathrm{g} \times c \times (65 - 25)\ \mathrm{K}$
　$c = 0.45\ \mathrm{J/(g\cdot K)}$

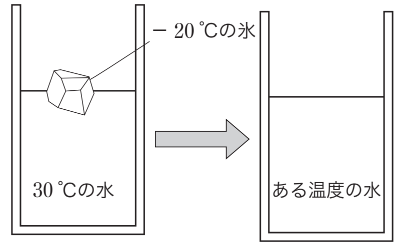
95　右図のような銅製の水熱量計を用いて温度変化の測定実験を行った。最初に，熱量計に 1.0×10^2 g の水を入れると全体の温度が 20 ℃になった。この中に 90 ℃に熱した 1.0×10^2 g の鉄球を入れ，かくはん棒で静かにかき混ぜたところ，全体の温度が 26 ℃になった。実験に用いた水熱量計の熱容量を求めよ。
水と鉄の比熱はそれぞれ 4.2 J/(g·K)，0.45 J/(g·K)とする。



例題 2　状態変化を伴う物体の温度変化

− 20 ℃の氷 10 g を 30 ℃の水 1.0×10^2 g の入ったコップに入れると氷はすべて融け，ある温度の冷水ができた。コップの熱容量は無視でき，熱の移動は氷と水の間だけで起こるものとし，氷全体の温度が 0 ℃になるまで氷は融け始めないものとする。また，氷の比熱容量を 2.1 J/(g·K)，氷の融解熱を 334 J/g，水の比熱容量を 4.2 J/(g·K)とする。

(1)　− 20 ℃の氷が 0 ℃の氷になるときに水から得た熱量を求めよ。
(2)　(1)のときの水の温度を求めよ。
(3)　0 ℃の氷が 0 ℃の水になるときに水から得た熱量を求めよ。
(4)　熱平衡になったときの水の温度を求めよ。



解説

(1)　氷の温度上昇が 20 K (20 ℃)なので，その間に水から得た熱量は，
　$10\ \mathrm{g} \times 2.1\ \mathrm{J/(g\cdot K)} \times 20\ \mathrm{K} = 4.2 \times 10^2\ \mathrm{J}$

(2)　(1)の氷が水から得た熱量は，水が失った熱量と等しいため，
水の温度降下 ΔT_1 は，$Q = mc\Delta T$ より，
$$\Delta T_1 = \frac{Q}{mc} = \frac{4.2 \times 10^2\ \mathrm{J}}{1.0 \times 10^2\ \mathrm{g} \times 4.2\ \mathrm{J/(g\cdot K)}} = 1.0\ \mathrm{K}$$
よって，30 ℃ − 1.0 ℃ = 29 ℃

(3)　氷 10 g が融解するのに必要な熱量は，
　$10\ \mathrm{g} \times 334\ \mathrm{J/g} = 3.34 \times 10^3\ \mathrm{J} \fallingdotseq 3.3 \times 10^3\ \mathrm{J}$

(4)　熱平衡状態のときの水の温度を t〔℃〕とすると，
❶ − 20 ℃の氷が 0 ℃の氷になるときに得た熱量
❷ 0 ℃の氷が 0 ℃の水になるときに得た熱量
❸ 0 ℃の水が温度 t〔℃〕の水になるときに得た熱量
の 3 つの熱量の和が，
❹ 30 ℃の水が温度 t〔℃〕の水になるときに失った熱量
と等しくなる。よって，
$$\underbrace{4.2 \times 10^2\ \mathrm{J}}_{❶} + \underbrace{3.34 \times 10^3\ \mathrm{J}}_{❷} + \underbrace{10\ \mathrm{g} \times 4.2\ \mathrm{J/(g\cdot K)} \times (t - 0)\ \mathrm{K}}_{❸} = \underbrace{1.0 \times 10^2\ \mathrm{g} \times 4.2\ \mathrm{J/(g\cdot K)} \times (30 - t)\ \mathrm{K}}_{❹}$$
　$t = 19.1\cdots ℃ \fallingdotseq 19\ ℃$

96　断熱した熱容量の無視できる容器に 40 ℃の水が 5.0×10^2 g 入っている。その中に − 20 ℃の氷を入れるとやがて 30 ℃になった。入れた氷の質量を求めよ。氷の比熱容量を 2.1 J/(g·K)，氷の融解熱を 334 J/g，水の比熱容量を 4.2 J/(g·K)とする。

21

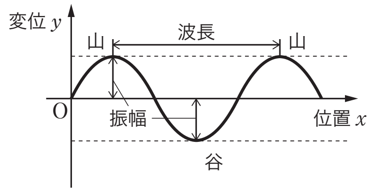
2編／さまざまな物理現象とエネルギー

波を表す

まとめ

52 波

波源……波が発生した場所。
媒質……波の振動を伝える物質。
波形の，変位の最も高いところを**山**，最も低いところを**谷**という。
波長 λ〔m〕……となり合う山と山（谷と谷）の間隔。
振幅 A〔m〕……山の高さあるいは谷の深さ。



53 媒質の振動と波

周期 T〔s〕……媒質が1回振動する時間。
振動数 f〔Hz〕……1秒間あたりに媒質が振動する回数。
周期 T と振動数 f の間には次の関係式が成り立つ。

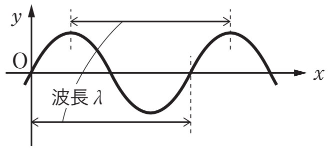
$$f=\frac{1}{T}$$

波形が正弦曲線（サインカーブ）で表される波を**正弦波**といい，そのときの媒質の各点の振動を**単振動**という。
波の速さ v と波長 λ，周期 T，振動数 f の間には次の関係式が成り立つ。

$$\boxed{v=\frac{\lambda}{T}=f\lambda}$$

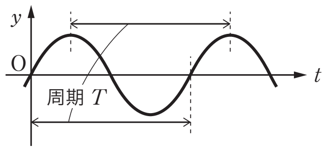
$y-x$ グラフ……ある時刻での媒質の位置 x と変位 y を表したグラフ。
$y-t$ グラフ……ある位置にある媒質について時刻 t のときの変位 y を表したグラフ。
ある位置の媒質がある瞬間においてどのような振動状態にあるのかを示す量の1つに**位相**がある。
同位相……一方が山となるときにもう一方も山となる（振動状態が同じ）場合。
逆位相……一方が山となるときにもう一方は谷となる（振動状態が逆の）場合。

$y-x$ グラフ（ある時刻の波形）



1波長ごとに同位相になる

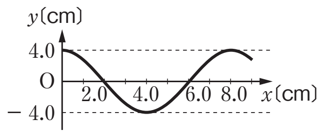
$y-t$ グラフ
（ある位置での変位の時間変化）



1周期ごとに同位相になる

基礎チェック

100 右の波の振幅と波長はそれぞれ何cmか。
101 媒質の1点が4.0秒間に10回振動するとき，振動の周期は何秒か。また，振動数は何Hzか。

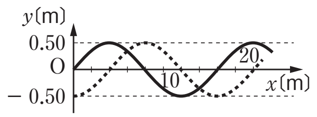


答
100 振幅：＿＿＿＿ 波長：＿＿＿＿
101 周期：＿＿＿＿ 振動数：＿＿＿＿

練習問題

102 波の要素と $y-x$ グラフ①

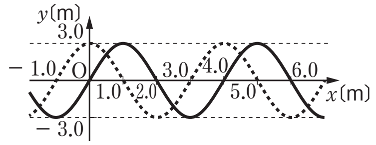
右図の実線で表される波が x 軸の正の向きに進み，2.0秒後に初めて破線の波形となった。
(1) 振幅と波長を求めよ。
(2) 波の速さを求めよ。
(3) 周期と振動数を求めよ。



答
(1)振幅：＿＿＿＿ 波長：＿＿＿＿
(2)＿＿＿＿
(3)周期：＿＿＿＿ 振動数：＿＿＿＿

103 波の要素と $y-x$ グラフ②

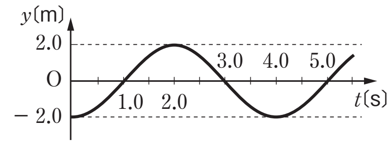
実線は $t=0$ s での波形を表している。この波は x 軸の正の向きに進んでいて，$t=0.30$ s に初めて波線の形になった。
(1) この波の速さを求めよ。
(2) この波の周期を求めよ。
(3) この波の振動数を求めよ。



答
(1)＿＿＿＿
(2)＿＿＿＿
(3)＿＿＿＿

104 波の要素と $y-t$ グラフ

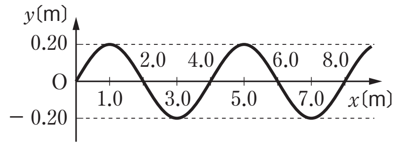
右図は，x 軸正の向きに進む波の，原点における $y-t$ グラフである。
(1) 振幅を求めよ。
(2) 周期を求めよ。
(3) 振動数を求めよ。



答
(1)＿＿＿＿
(2)＿＿＿＿
(3)＿＿＿＿

105 波の作図

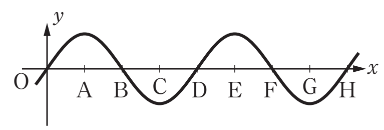
右図は，速さ0.40 m/sで x 軸正の向きに進む波の，時刻 $t=0$ s での波形である。時刻 $t=7.5$ s における波形を破線で図中に示せ。



答
図中に記載

106 波の位相

右図のような x 軸正の向きに進む $y-x$ グラフで表される波について，次の位置をA～Hからすべて選べ。
(1) Aと同位相の位置
(2) Aと逆位相の位置
(3) Bと同位相の位置
(4) Bと逆位相の位置



答
(1)＿＿＿＿
(2)＿＿＿＿
(3)＿＿＿＿
(4)＿＿＿＿

107 $y-x$ グラフと $y-t$ グラフ

右図は x 軸正の向きに進む正弦波について，
図1：時刻 $t=0$ s における，位置 x〔m〕に対する媒質の変位 y〔m〕のグラフ
図2：位置 $x=0$ m における，時刻 t〔s〕に対する媒質の変位 y〔m〕のグラフ
をそれぞれ表している。
(1) 波長を求めよ。
(2) 周期を求めよ。
(3) 振動数を求めよ。
(4) 波の速さを求めよ。
(5) $x=14$ m の点で $t=0$ s における媒質の変位はいくらか。
(6) $x=0$ m の点で $t=7.0$ s における媒質の変位はいくらか。

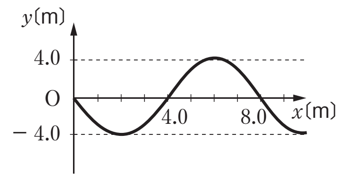


図1

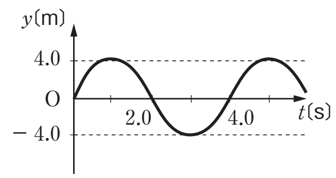


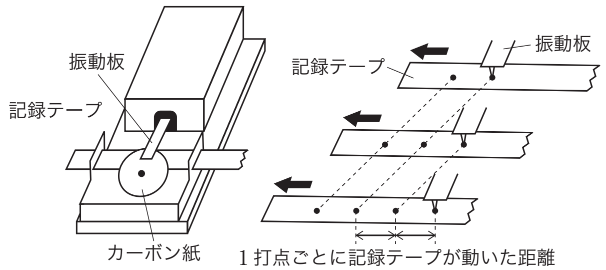
図2

答
(1)＿＿＿＿
(2)＿＿＿＿
(3)＿＿＿＿
(4)＿＿＿＿
(5)＿＿＿＿
(6)＿＿＿＿

斜面を下る力学台車

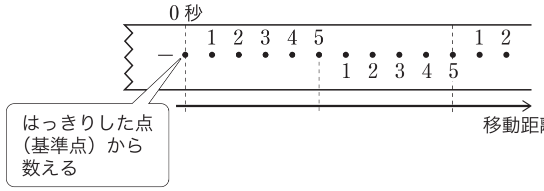
「斜面を下る力学台車の速度の変化には規則性がある」という仮説を実験によって検証したい。

検証実験に用いる，記録タイマーは直線的な運動をする物体の位置を一定時間ごとに記録できる装置である。記録されたテープから実験結果を整理する方法は次の通りである。

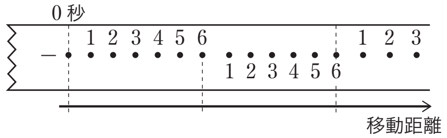


① 記録テープの打点のはっきりした点(基準点)を時刻 0 秒とする(a)。
② 記録タイマーは，東日本であれば 1 秒間に 50 点記録され，西日本であれば 60 点記録される。そのため，下の図のように東日本であれば 5 打点ごとに，西日本であれば 6 打点ごとに線を入れる(b)。
③ 基準点からそれぞれの線までの距離を測る。

【東日本の場合】

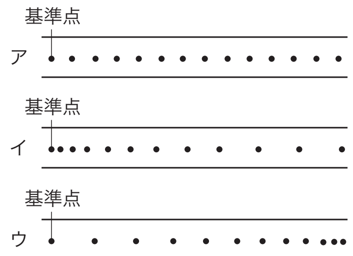


【西日本の場合】



問 1　下線(a)のように，記録を始めた点を時刻 0 秒としない理由を簡潔に述べよ。

問 2　東日本で記録タイマーを使用した場合，ある打点から次の点が打たれるまでの時間は何秒か。

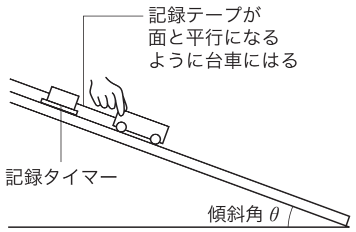


問 3　下線(b)のようにする理由を簡潔に述べよ。

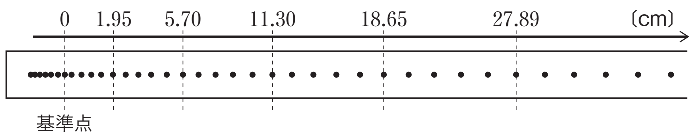
問 4　台車が加速している場合，記録テープの打点のようすは右図のア～ウのうち，どれが最も近いか。また，その根拠を簡潔に述べよ。

記録タイマーを用いて，次のような手順で仮説を検証することにした。

① 板で斜面をつくり，記録タイマーを取り付ける。
② 力学台車に記録テープの一端をはり，記録タイマーのスイッチが OFF になっていることを確認した後，他端を記録タイマーに通す。
③ 斜面上に力学台車を手で押さえて置き，記録タイマーのスイッチを入れてから，力学台車を押さえていた手を静かにはなす。



右図は傾斜角をおよそ 12° にして実験を行ったときの記録テープの打点のようすを表している。

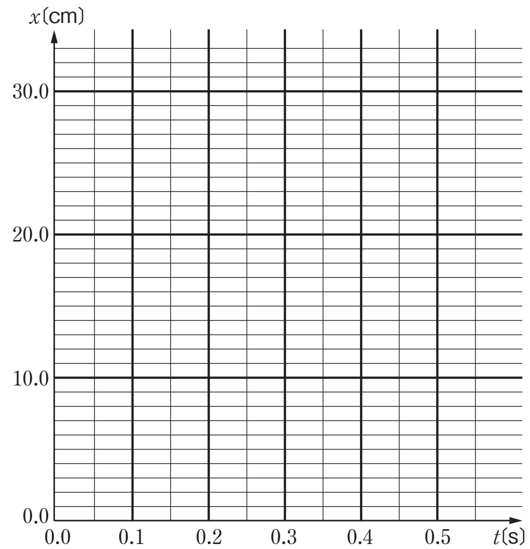


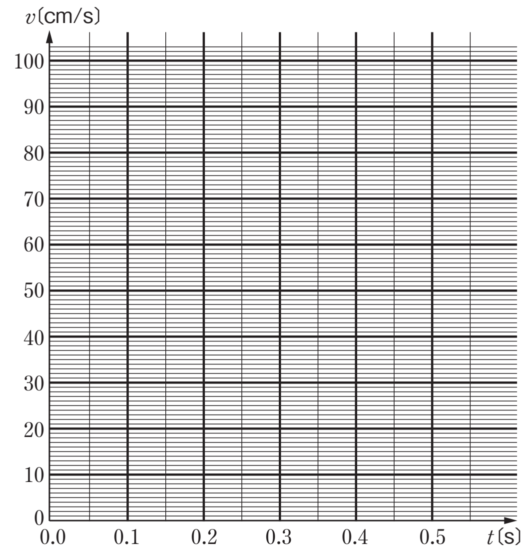
問 5　この実験を安全に行うために考えられる工夫を述べよ。

問 6　記録テープの図を参考に表を完成させよ。

時刻〔s〕	0					
基準点からの距離〔cm〕	0					
0.10 秒ごとの移動距離〔cm〕						
平均の速さ〔cm/s〕						
中央時刻〔s〕						

問 7　問 6 の表を参考に位置と時刻の関係を表す $x-t$ グラフと，平均の速さと時刻の関係を表す $v-t$ グラフを描け。





問 8　この実験で「斜面を下る力学台車の速度の変化には規則性がある」という仮説を実証できたといえるか。また，その根拠を述べよ。

問 9　問 7 で描いたグラフを用いて，台車のおよその加速度を求めよ。

問 10　問 9 で求めた加速度は，理想的な条件で実験した場合と比べて大きいと予想できるか。小さいと予想できるか。また，そのように実験結果をわずかに変化させる原因をいくつか挙げよ。

問 11　実験結果である加速度の値に影響を与える要因の 1 つに「斜面の傾斜角」が考えられる。他の要因を変化させずに「斜面の傾斜角」のみを変化させた場合の実験結果がどのようになるかを予想せよ。

問 12　実験結果である加速度の値に影響を与える可能性がある要因として「斜面の傾斜角」以外にどのような要因が考えられるか。要因を 1 つ挙げて，その要因を変化させた場合の実験結果がどのようになるかを予想せよ。

問 13　記録タイマーを使用せずに同じ仮説を検証する実験の方法を考え，簡潔に述べよ。

1 物体の運動とエネルギー　p.1～51

0 物理量の測定と扱い方　p.1

基礎チェック

① **4桁**　② **2桁**　③ **2.5 cm**
④ **5.70 kg**　⑤ **8.3 cm²**
⑥ **0.17 m/s**　⑦ **1.95 cm**
⑧ **0.121 kg**　⑨ **2.45×10^6**
⑩ **2.45×10^{-2}**

解説

①「2」「3」「0」「5」すべて意味のある数値であるため，有効数字は4桁。
②最初の「0.0」は位取りのため，有効数字には含まない。よって，「4」「0」が意味のある数値であるため，有効数字は2桁。
③3桁目の「6」を四捨五入して，2.5 cm となる。
④4桁目の「7」を四捨五入して，5.70 kg となる。
※3桁目の「9」も繰り上がるが，有効数字3桁で表すので，「0」になって残す。
⑤$3.2\ \mathrm{cm}\times2.6\ \mathrm{cm}=8.32\ \mathrm{cm^2}$ となるが，もとの量の有効数字が2桁なので，答えも2桁にそろえ，$8.3\ \mathrm{cm^2}$ となる。
⑥速さ＝距離÷時間より，
$0.6253\ \mathrm{m}\div3.7\ \mathrm{s}=0.169\ \mathrm{m/s}$
となるが，もとの量の有効数字の桁数が最も小さいのは「3.7」の2桁であるため，答えも2桁にそろえる。よって，0.17 m/s となる。
⑦$1.642\ \mathrm{cm}+0.31\ \mathrm{cm}=1.952\ \mathrm{cm}$ となるが，有効数字の1番下の位が最も大きいのは「0.31」の小数第2位であるため，答えの有効数字も小数第2位までで表す。よって，1.95 cm となる。
⑧$0.123\ \mathrm{kg}-0.0023\ \mathrm{kg}=0.1207\ \mathrm{kg}$ となるが，有効数字の1番下の位が最も大きいのは「0.123」の小数第3位であるため，答えの有効数字も小数第3位までで表す。よって，0.121 kg となる。
⑨科学表記 $A\times10^n$ の A は，$1\leqq A<10$ であるため，2.45×10^6 となる。
⑩⑨と同様に，2.45×10^{-2} となる。

1 運動の表し方　p.2，3

基礎チェック

⑪ **7.0 m**　⑫ **－7.0 m**
⑬ **自動車A：＋15 m/s**
自動車B：－20 m/s
⑭ **15 m，3.0 m/s**　⑮ **18 m，6.0 m/s**
⑯ **－16 m，－8.0 m/s**

解説

⑪変位は，$\Delta x=x_2-x_1$ より，
$\Delta x=3.0\ \mathrm{m}-(-4.0\ \mathrm{m})=7.0\ \mathrm{m}$
⑫⑪と同様に，
$\Delta x=-4.0\ \mathrm{m}-3.0\ \mathrm{m}=-7.0\ \mathrm{m}$
⑬東向きを正としているので，
自動車Aの速度：＋15 m/s
自動車Bの速度：－20 m/s
⑭$\Delta x=x_2-x_1$ より，$\Delta x=15\ \mathrm{m}-0\ \mathrm{m}=15\ \mathrm{m}$
$\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ より，
$\bar{v}=\dfrac{15\ \mathrm{m}}{5.0\ \mathrm{s}}=3.0\ \mathrm{m/s}$
⑮$\Delta x=x_2-x_1$ より，$\Delta x=23\ \mathrm{m}-5\ \mathrm{m}=18\ \mathrm{m}$
$\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ より，
$\bar{v}=\dfrac{18\ \mathrm{m}}{3.0\ \mathrm{s}}=6.0\ \mathrm{m/s}$
⑯$\Delta x=x_2-x_1$ より，$\Delta x=2\ \mathrm{m}-18\ \mathrm{m}=-16\ \mathrm{m}$
$\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ より，
$\bar{v}=\dfrac{-16\ \mathrm{m}}{2.0\ \mathrm{s}}=-8.0\ \mathrm{m/s}$

練習問題

1 (1)**A：40 m，B：20 m**　(2)**20 m**
(3)**－40 m**

解説

(1)時刻 $t=5.0$ s のそれぞれの位置 x を読み取ればよい。
Aの位置 $x_\mathrm{A}=40$ m，Bの位置 $x_\mathrm{B}=20$ m
(2)$\Delta x=x_2-x_1$ より，$\Delta x=40\ \mathrm{m}-20\ \mathrm{m}=20\ \mathrm{m}$
(3)$\Delta x=x_2-x_1$ より，$\Delta x=0\ \mathrm{m}-40\ \mathrm{m}=-40\ \mathrm{m}$

2 (1)**20 m/s**　(2)**20 m/s**　(3)**5.2秒**
(4)**18 km/h**

解説

(1)速さ＝$\dfrac{移動距離}{経過時間}$ より，
$v=\dfrac{100\ \mathrm{m}}{5.0\ \mathrm{s}}=20\ \mathrm{m/s}$
(2)1 km＝1000 m，1 h＝(60×60) s＝3600 s より，
$72\ \mathrm{km/h}=72\times\dfrac{1000\ \mathrm{m}}{3600\ \mathrm{s}}=20\ \mathrm{m/s}$
(3)$36\ \mathrm{km/h}=36\times\dfrac{1000\ \mathrm{m}}{3600\ \mathrm{s}}=10\ \mathrm{m/s}$ と，
速さ＝$\dfrac{移動距離}{経過時間}$ より，
経過時間＝$\dfrac{移動距離}{速さ}=\dfrac{52\ \mathrm{m}}{10\ \mathrm{m/s}}=5.2\ \mathrm{s}$
(4)$1\ \mathrm{m}=\dfrac{1}{1000}\ \mathrm{km}$，$1\ \mathrm{s}=\dfrac{1}{3600}\ \mathrm{h}$ より，
$$5.0\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}=5.0\times\frac{\frac{1}{1000}\ \mathrm{km}}{\frac{1}{3600}\ \mathrm{h}}=5.0\times\frac{3600}{1000}\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$$
$=18\ \mathrm{km/h}$

3 **50 cm/s，1.3×10^2 cm/s**

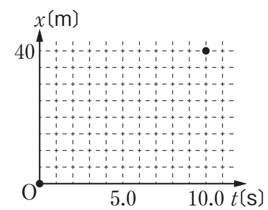
解説

$t=0$ s から $t=0.20$ s まで：$\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ より，
$\bar{v}=\dfrac{10.0\ \mathrm{cm}-0\ \mathrm{cm}}{0.20\ \mathrm{s}-0\ \mathrm{s}}=50\ \mathrm{cm/s}$
$t=0.20$ s から $t=0.40$ s まで：$\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ より，
$\bar{v}=\dfrac{36.0\ \mathrm{cm}-10.0\ \mathrm{cm}}{0.40\ \mathrm{s}-0.20\ \mathrm{s}}=130\ \mathrm{cm/s}$
$=1.3\times10^2\ \mathrm{cm/s}$

4 (1)**解説図参照，4.0 m/s**
(2)**解説図参照，－2.0 m/s**
(3)**40 m，解説図参照**

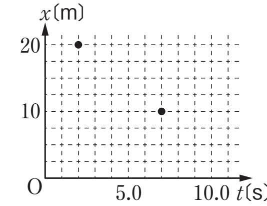
解説

(1)それぞれの時刻での位置に点を打てばよい(プロットすればよい)。

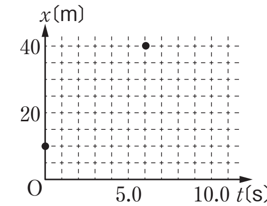


平均の速度は，
$\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ より，
$\bar{v}=\dfrac{40\ \mathrm{m}-0\ \mathrm{m}}{10.0\ \mathrm{s}-0\ \mathrm{s}}=4.0\ \mathrm{m/s}$

(2)(1)と同様にプロットする。



平均の速度は，
$\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ より，
$\bar{v}=\dfrac{10\ \mathrm{m}-20\ \mathrm{m}}{7.0\ \mathrm{s}-2.0\ \mathrm{s}}$
$=-2.0\ \mathrm{m/s}$
(3)平均の速度が5.0 m/s であることから，6.0 s 間での物体の変位は，
$\Delta x=v\Delta t=5.0\ \mathrm{m/s}\times6.0\ \mathrm{s}=30\ \mathrm{m}$
よって，$t=6.0$ s での位置は
$x=30\ \mathrm{m}+10\ \mathrm{m}=40\ \mathrm{m}$
よって，$t=0$ s のとき $x=10$ m と，$t=6.0$ s のとき $x=40$ m をプロットすればよい。



5 (1)**10 m/s**　(2)**30 m/s**　(3)**20 m/s**
(4)**だんだん大きくなる**

解説

(1)$\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ より，
$\bar{v}=\dfrac{20\ \mathrm{m}-0\ \mathrm{m}}{2.0\ \mathrm{s}-0\ \mathrm{s}}=10\ \mathrm{m/s}$
(2)$\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ より，
$\bar{v}=\dfrac{80\ \mathrm{m}-20\ \mathrm{m}}{4.0\ \mathrm{s}-2.0\ \mathrm{s}}=30\ \mathrm{m/s}$
(3)破線の接線の傾きより，
$v=\dfrac{20\ \mathrm{m}-0\ \mathrm{m}}{2.0\ \mathrm{s}-1.0\ \mathrm{s}}=20\ \mathrm{m/s}$
(4)時刻の変化によって接線の傾きが徐々に大きくなっていくので，速さはだんだん大きくなる。