

## 別紙 6-17

一直線上を正の向きに進んできた小球 A と、負の向きに進んできた小球 B が正面衝突した。衝突前の小球 A の速度が  $4.0\text{m/s}$ 、小球 B の速度が  $-1.0\text{m/s}$  であり、小球 A、B の質量は等しいとする。2 球の間の反発係数  $e$  の値が次の(1)、(2)のとき、衝突後の小球 A、B の速度  $v_1'$ 、 $v_2'$  [m/s] をそれぞれ求めよ。

- (1)  $e = 1$     (2)  $e = 0$

**指針** 運動量保存則の式と反発係数の式の 2 式を立て、2 式の連立方程式を解く。

## 別紙 6-18

もどる 反発係数① 数値替え 問題 解説 問題+解説 ?

一直線上を正の向きに進んできた小球 A と、負の向きに進んできた小球 B が正面衝突した。衝突前の小球 A の速度が  $4.0\text{m/s}$ 、小球 B の速度が  $-1.0\text{m/s}$  であり、小球 A、B の質量は等しいとする。2 球の間の反発係数  $e$  の値が次の(1)、(2)のとき、衝突後の小球 A、B の速度  $v_1'$ 、 $v_2'$  [m/s] をそれぞれ求めよ。

- (1)  $e = 1$     (2)  $e = 0$

## 別紙 6-19

水平でなめらかな床に、小球が床面と  $60^\circ$  の角をなす方向から衝突し、はねかえった。小球と床との間の反発係数が  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  であるとき、小球がはねかえる向きと床面がなす角  $\theta$  ( $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ ) を求めよ。

**指針** 速度を床面に平行な成分と垂直な成分に分解し、垂直な成分に反発係数の式を用いる。

## 別紙 6-20

もどる 反発係数② 数値替え 問題 解説 問題+解説 ?

水平でなめらかな床に、小球が床面と  $60^\circ$  の角をなす方向から衝突し、はねかえった。小球と床との間の反発係数が  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  であるとき、小球がはねかえる向きと床面がなす角  $\theta$  ( $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ ) を求めよ。

# 別紙 6-21

運動量の保存 (1編4章) 1/5

質量  $m$  (kg) の物体が速度  $\vec{v}$  (m/s) で運動しているとき、この物体の運動量  $\vec{p}$  (kg·m/s) は

$\vec{p} =$

何せんをははす 何せんをひける

できた

できなかった

## 別紙 7-1

等速円運動



半径 3.0 m

速度 3.0 m/s

周期:      角速度:

加速度の大きさ:

向心力の大きさ:

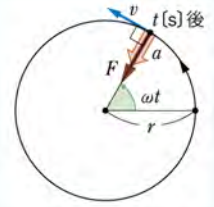
速度・加速度・向心力を表示

再生

初めから

## 別紙 7-2

等速円運動の式



周期  $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{\omega}$

速度  $v = r\omega$

加速度の大きさ  $a = r\omega^2 = \frac{v^2}{r}$

運動方程式(中心方向)  $mr\omega^2 = F$  または  $m \frac{v^2}{r} = F$

$r$ [m]	半径	$\omega$ [rad/s]	角速度	$a$ [m/s <sup>2</sup> ]	加速度 (acceleration) の大きさ
$v$ [m/s]	速度	$T$ [s]	周期	$m$ [kg]	質量 (mass)
$F$ [N]	向心力 (centripetal force)				

## 別紙 7-3

自然の長さ 0.15m, ばね定数 20N/m の軽いばねの一端に質量 0.50kg の小球を取りつけ, ばねの他端を中心にしてなめらかな水平面上で等速円運動をさせたところ, ばねの長さは 0.25m となった。

- このときのばねの弾性力の大きさ  $F$  [N] を求めよ。
- 等速円運動の速さ  $v$  [m/s], 加速度の大きさ  $a$  [m/s<sup>2</sup>], 周期  $T$  [s] を求めよ。

**指針** ばねの弾性力が, 等速円運動の向心力の役割をしている。

## 別紙 7-4

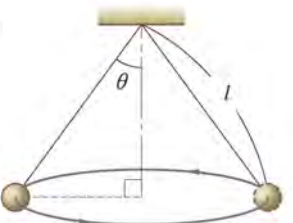
もどる 等速円運動 数値替え 問題 解説 問題+解説 ?

自然の長さ 0.15m, ばね定数 20N/m の軽いばねの一端に質量 0.50kg の小球を取りつけ, ばねの他端を中心にしてなめらかな水平面上で等速円運動をさせたところ, ばねの長さは 0.25m となった。

- このときのばねの弾性力の大きさ  $F$  [N] を求めよ。
- 等速円運動の速さ  $v$  [m/s], 加速度の大きさ  $a$  [m/s<sup>2</sup>], 周期  $T$  [s] を求めよ。

## 別紙 7-5

長さ  $l$ [m] の軽い糸の上端を固定し、下端につるした質量  $m$ [kg] の小球を、水平面内で等速円運動させる(これを **円錐振り子** という)。糸が鉛直方向と  $\theta$  の角をなすとき、糸が小球を引く力の大きさ  $S$ [N] と、小球の等速円運動の周期  $T$ [s] をそれぞれ求めよ。重力加速度の大きさを  $g$ [m/s<sup>2</sup>]、円周率を  $\pi$  とする。



**指針** 糸が引く力と重力の合力が、等速円運動の向心力の役割をしている。

## 別紙 7-6

半径 20 cm

04.96

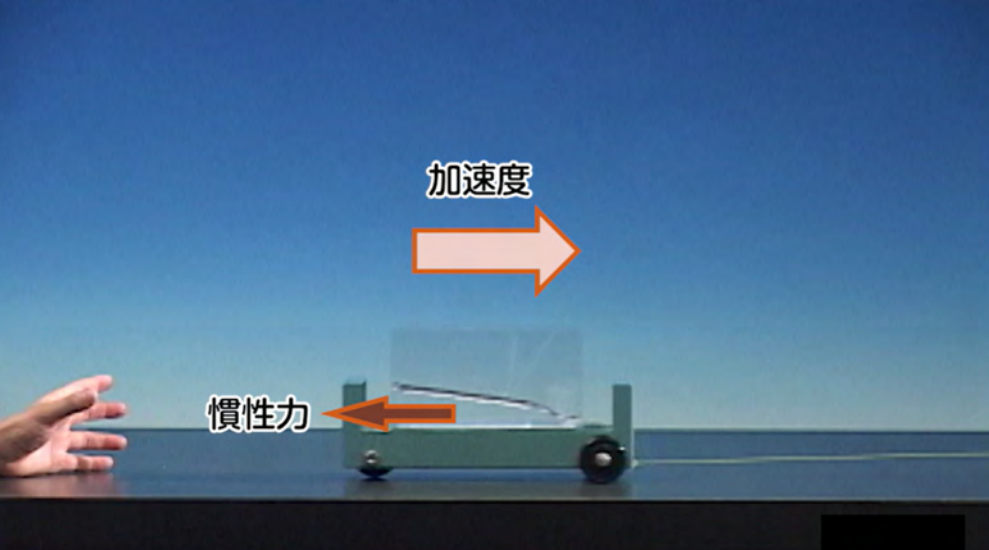
測定した時間から周期を求めると 0.496 s



## 別紙 7-7

加速度

慣性力



## 別紙 7-8

電車内の慣性力

観測者A 観測者B

一定の速度

電車の加速度 0.0 m/s<sup>2</sup>

小球 風船

再生 力を表示 初めから



## 別紙 7-9

↑ トップ 慣性力

前へ 次へ

## 別紙 7-10

エレベーターの天井に軽いばねはかりを固定し、質量  $0.50\text{ kg}$  の物体をつるした状態でエレベーターを上昇させた。エレベーターが(1)~(3)の状態、エレベーター内から見て物体が静止していたとすると、ばねはかりが示す目盛り  $F'[\text{N}]$  を求めよ。重力加速度の大きさを  $9.8\text{ m/s}^2$  とする。

- (1) 上向きの加速度(大きさ  $0.80\text{ m/s}^2$ )で加速中
- (2) 等速度で上昇中
- (3) 下向きの加速度(大きさ  $0.80\text{ m/s}^2$ )で減速中

**指針** エレベーター内の人から見ると、エレベーターの加速度の向きとは反対に慣性力がはたらくように見える。

## 別紙 7-11

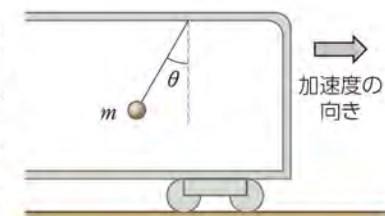
もどる 慣性力① 数値替え 問題 解説 問題+解説 ?

エレベーターの天井に軽いばねはかりを固定し、質量  $0.50\text{ kg}$  の物体をつるした状態でエレベーターを上昇させた。エレベーターが(1)~(3)の状態、エレベーター内から見て物体が静止していたとすると、ばねはかりが示す目盛り  $F'[\text{N}]$  を求めよ。重力加速度の大きさを  $9.8\text{ m/s}^2$  とする。

- (1) 上向きの加速度(大きさ  $0.80\text{ m/s}^2$ )で加速中
- (2) 等速度で上昇中
- (3) 下向きの加速度(大きさ  $0.80\text{ m/s}^2$ )で減速中

## 別紙 7-12

図のように、水平に等加速度直線運動をする電車の中で、天井から質量  $m[\text{kg}]$  のおもりをつるした軽いひもが鉛直に対して  $\theta$  傾いて静止していた。このとき、ひもがおもりを引く力の大きさ  $S[\text{N}]$ 、および、地上から見た電車の加速度の大きさ  $a[\text{m/s}^2]$  をそれぞれ求めよ。重力加速度の大きさを  $g[\text{m/s}^2]$  とする。



**指針** 電車内の人から見ると、電車の加速度の向きとは反対に慣性力がはたらくように見える。

# 別紙 7-13

回転板上での遠心力

観測者A    観測者B

回転板の角速度  $\pi$  rad/s

力を表示

▶ 再生    ↺ 初めから

# 別紙 7-14

図の半径  $r$ [m] のなめらかな半円筒の内面の最下点 A を、質量  $m$ [kg] の小球が水平方向に速さ  $v_0$ [m/s] で通過した。重力加速度の大きさを  $g$ [m/s<sup>2</sup>] とする。

(1) 小球が図の点 B を通過するときの速さ  $v_B$ [m/s] と、面から受ける垂直抗力の大きさ  $N_B$ [N] を求めよ。

(2) 小球が半円筒の最高点 C を通過するためには、 $v_0$  がある大きさ  $v_{\min}$  以上である必要がある。 $v_{\min}$ [m/s] を求めよ。

**指針** (2) 小球が面から離れないとき、垂直抗力は 0 以上である。

# 別紙 7-15



# 別紙 7-16

単振動の変位・速度・加速度

別紙 7-17

単振動のx-t図, v-t図, a-t図 1/10

単振動のv-t図で, 振動の中心にあるのは①~⑤のどれか。

① ② ③ ④ ⑤

解答

別紙 7-18

### 単振動の式

運動方程式  $ma = -Kx$  ( $K$ : 正の定数)

変位  $x = A \sin \omega t$

速度  $v = A \omega \cos \omega t$

加速度  $a = -A \omega^2 \sin \omega t = -\omega^2 x$

$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$

$m$ [kg]	質量 (mass)	$t$ [s]	時間 (time)
$A$ [m]	振幅 (amplitude)	$x$ [m]	変位
$\omega$ [rad/s]	角振動数	$v$ [m/s]	速度 (velocity)
		$a$ [m/s <sup>2</sup> ]	加速度 (acceleration)

別紙 7-19

10g

00.00

振動が安定したところで, おもりが10往復する時間を測定し, その時間から周期を求める

別紙 7-20

### 水平ばね振り子

初期条件

ばね定数 1.0 N/m

小球の質量 1.0 kg

自然の長さから 1.0 m  
伸ばして手をはなす

復元力のみを表示

再生

周期 6.28 s

復元力 0.00 N

変位  $x$  0.00 m

速度 0.00 m/s

## 別紙 7-21

鉛直ばね振り子



初期条件

ばね定数 50 N/m

小球の質量 1.0 kg

つりあいの位置から 0.20 m  
伸ばして手をはなす

復元力のみを表示

再生

周期 0.89 s

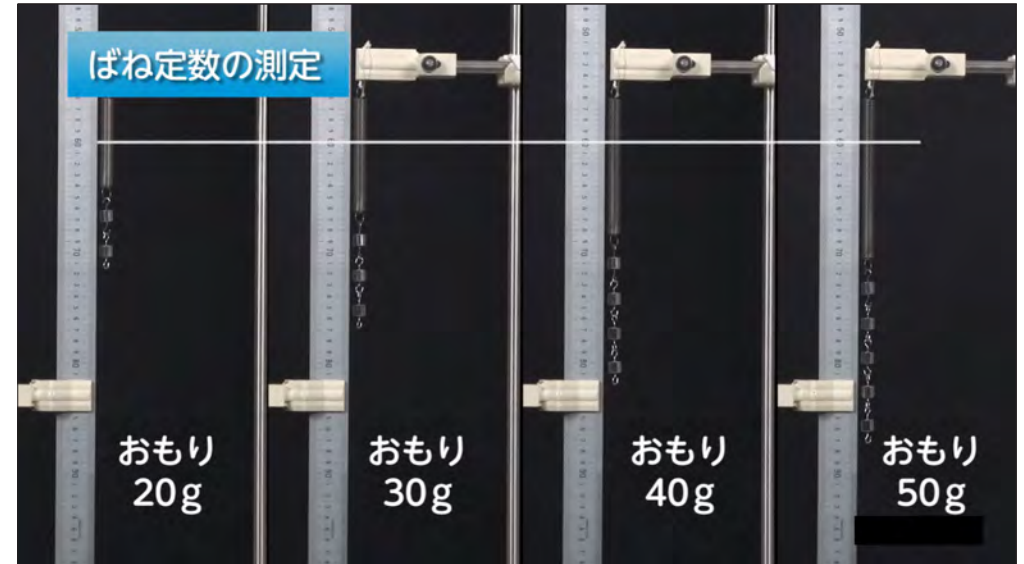
復元力 0.00 N

変位  $x$  0.00 m

速度 0.00 m/s

## 別紙 7-22

ばね定数の測定



おもり 20g

おもり 30g

おもり 40g

おもり 50g

## 別紙 7-23

軽いばねの一端に質量  $0.80\text{kg}$  の小球をつけたばね振り子を鉛直につるしたところ、ばねは  $9.8\text{cm}$  伸びて静止した。重力加速度の大きさを  $9.8\text{m/s}^2$  とする。

- ばね定数  $k[\text{N/m}]$  を求めよ。
- ばねが自然の長さになるように手で支えてから手を静かにはなしたところ、小球は単振動を始めた。このとき、単振動の振幅  $A[\text{m}]$ 、周期  $T[\text{s}]$ 、速さの最大値  $v[\text{m/s}]$  を求めよ。

**指針** ばね振り子では、つりあいの位置が振動の中心となる。

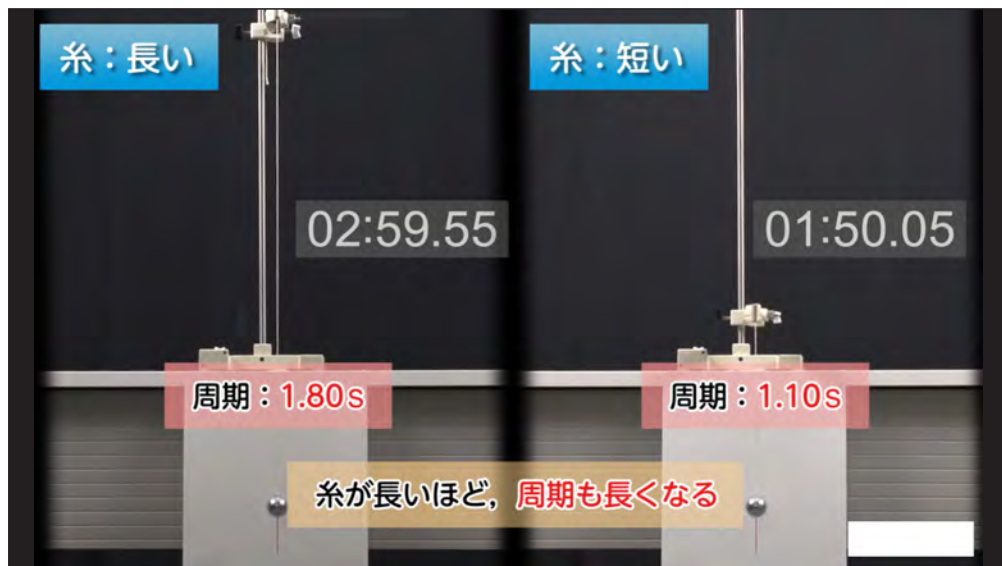
## 別紙 7-24

もどる 鉛直ばね振り子 数値替え 問題 解説 問題+解説 ?

軽いばねの一端に質量  $0.80\text{kg}$  の小球をつけたばね振り子を鉛直につるしたところ、ばねは  $9.8\text{cm}$  伸びて静止した。重力加速度の大きさを  $9.8\text{m/s}^2$  とする。

- ばね定数  $k[\text{N/m}]$  を求めよ。
- ばねが自然の長さになるように手で支えてから手を静かにはなしたところ、小球は単振動を始めた。このとき、単振動の振幅  $A[\text{m}]$ 、周期  $T[\text{s}]$ 、速さの最大値  $v[\text{m/s}]$  を求めよ。

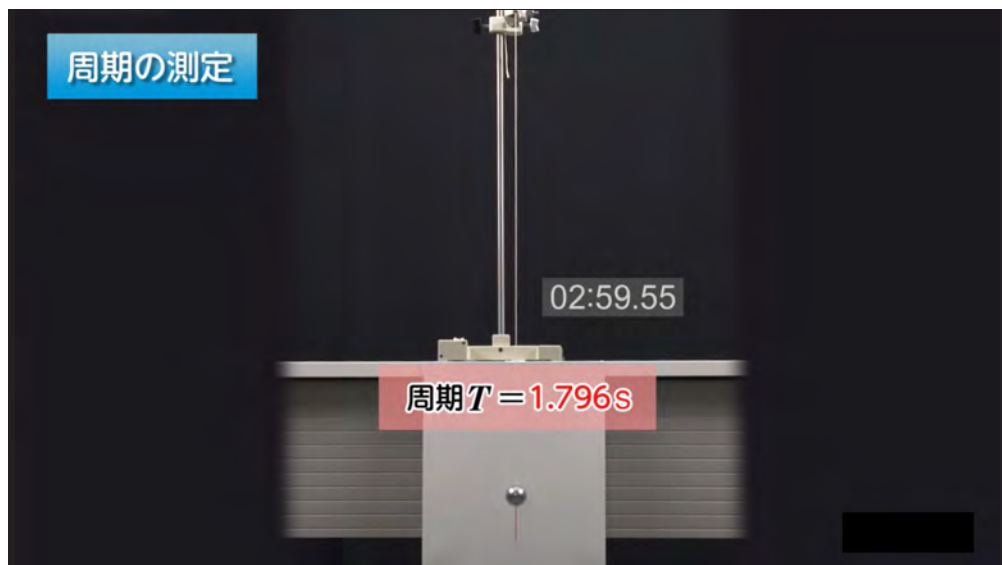
別紙 7-25



別紙 7-26



別紙 7-27



別紙 7-28

**ケプラーの法則**

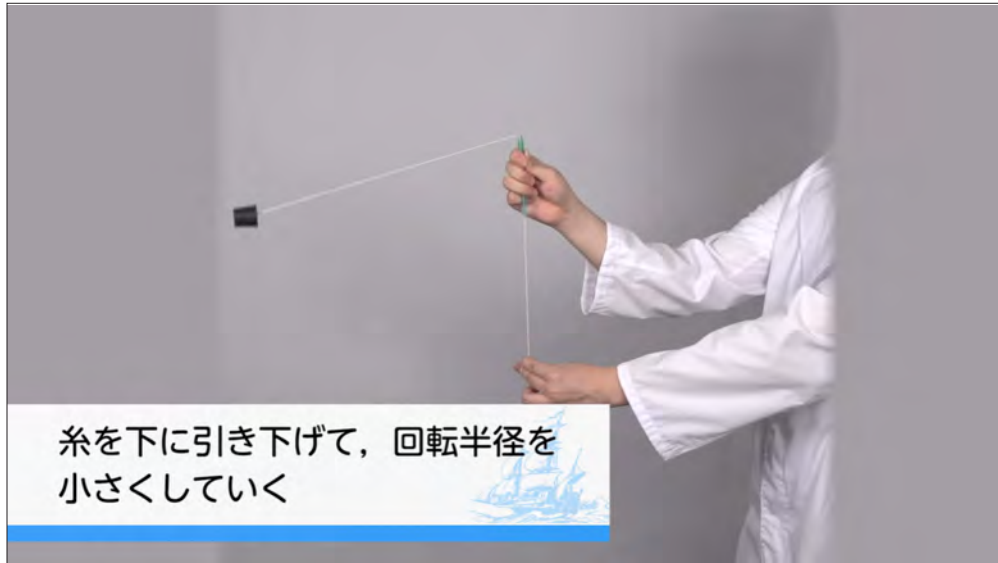
第一法則 惑星は太陽を1つの焦点とするだ円上を運動する

第二法則 惑星と太陽とを結ぶ線分が単位時間当たり通過する面積は一定である(面積速度一定の法則)

第三法則 惑星の公転周期  $T$  の2乗と軌道だ円の長半径(半長軸の長さ)  $a$  の3乗の比は、すべての惑星で一定になる

$$\frac{T^2}{a^3} = k \quad (k \text{ は定数})$$

別紙 7-29



別紙 7-30

### 万有引力の法則

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$F$ [N]	万有引力の大きさ
$G$ [ $\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ ]	万有引力定数 (gravitational constant)
$m_1, m_2$ [kg]	物体 1 と 2 の質量 (mass)
$r$ [m]	物体 1 と 2 の距離

別紙 7-31

惑星が、質量  $M$  [kg] の太陽を中心として半径  $r$  [m] の等速円運動をしているとする。このとき、惑星の等速円運動の速さ  $v$  [m/s] と周期  $T$  [s] を求めよ。万有引力定数を  $G$  [ $\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ ], 円周率を  $\pi$  とする。

**指針** 万有引力 [ $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ ] が向心力となり、惑星は半径  $r$  の等速円運動をする。

別紙 7-32

### 人工衛星の高度と速さ

衛星の地上からの高さ 約 20000 km

衛星の速度 3.9 km/s

地表 静止衛星の高度

衛星の地上からの高さ

▶ 再生

🔄 初めから

# 別紙 7-33

## 万有引力による位置エネルギー

$$U = -G \frac{Mm}{r}$$


質量  $M$       質量  $m$       (無限遠)

$U = -G \frac{Mm}{r}$        $U = 0$

$U$  [J]      万有引力による位置エネルギー  
(基準点: 無限遠)

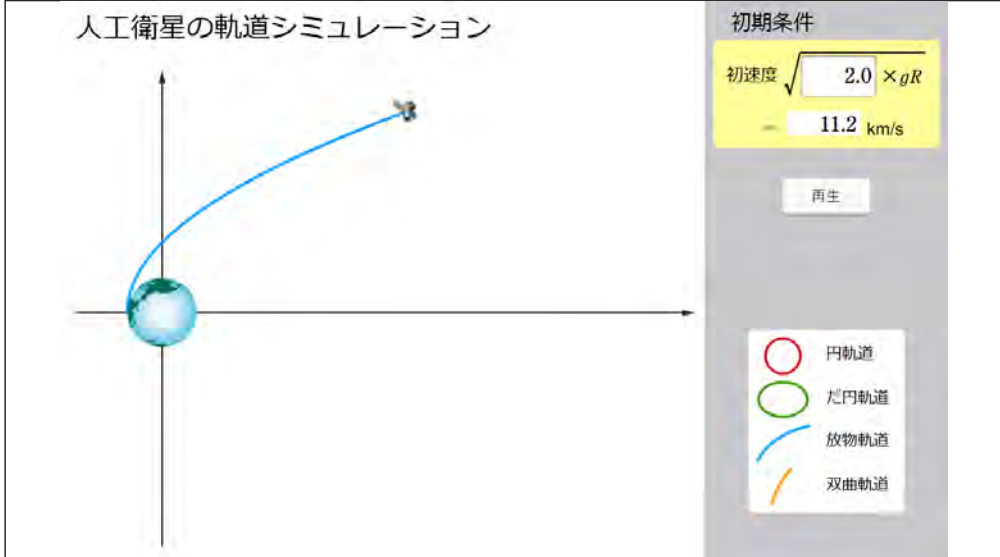
$G$  [ $N \cdot m^2 / kg^2$ ]      万有引力定数

$M, m$  [kg]      物体の質量 (mass)

$r$  [m]      物体 (の重心) 間の距離

# 別紙 7-34

## 人工衛星の軌道シミュレーション



初期条件

初速度  $\sqrt{2.0 \times gR}$   
11.2 km/s

再生

- 円軌道
- だ円軌道
- 放物軌道
- 双曲軌道

# 別紙 7-35

地球の半径を  $R$  [m], 重力加速度の大きさを  $g$  [ $m/s^2$ ] とする。

- (1) 地球の表面すれすれの円軌道を回っている物体の速さ (第一宇宙速度)  $v_1$  [m/s] を求めよ。
- (2) 地上から打ち上げた人工衛星が, 無限の遠方へ飛んでいくための最小の初速度の大きさ (第二宇宙速度)  $v_2$  [m/s] を求めよ。

**指針**

- (1) 物体は万有引力を向心力として等速円運動している。
- (2) 無限の遠方に飛んでいくためには, 無限遠で速さが 0 以上であればよい。

# 別紙 7-36

1/10

円運動と万有引力 (1編5章)

等速円運動の半径を  $r$  [m], 速さを  $v$  [m/s], 角速度を  $\omega$  [rad/s], 周期を  $T$  [s], 加速度を  $a$  [ $m/s^2$ ] とすると

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$v = \omega r$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

付せんをはずす      付せんをつける

できた

できなかった

別紙 8-1



別紙 8-2



別紙 8-3

中学校の復習 (p.223)

**A 状態変化と熱**

①物質の状態 物質には、固体、液体、気体の3つの状態がある。

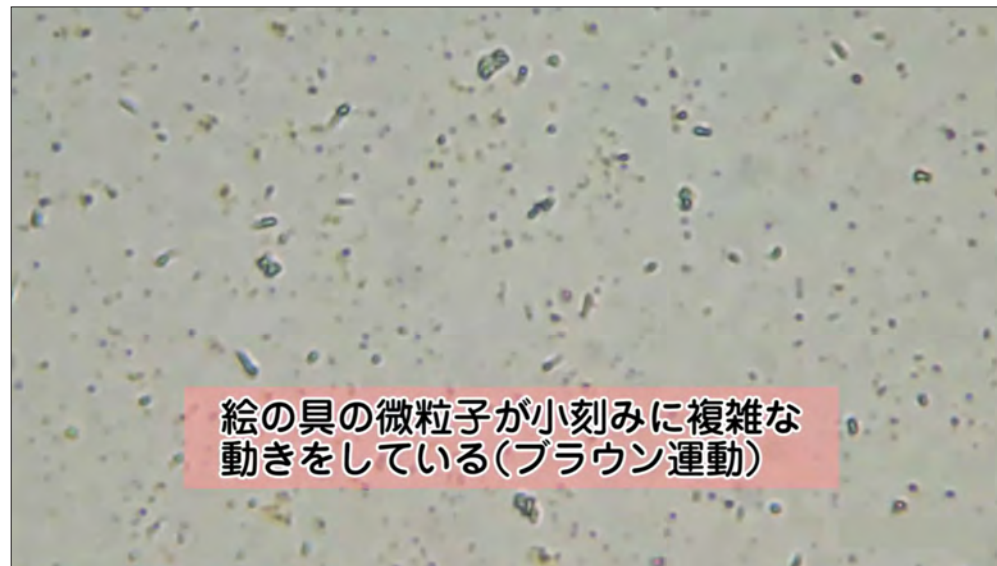
②状態変化 温度によって、固体⇄液体⇄気体と物質の状態が変わること。

③状態変化と体積 物質の状態が液体から気体に変化すると、体積は非常に大きくなる。また、液体から固体に変化すると、水以外の物質では体積が小さくなる。

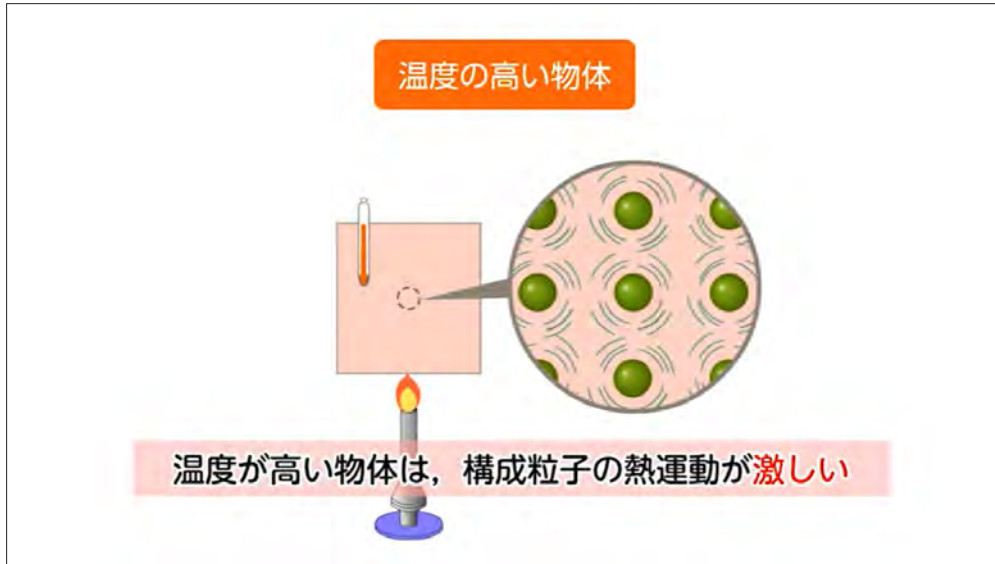
④状態変化と質量 状態変化によって物質の体積は変化しても、質量は変化しない。

⑤状態変化と粒子のモデル 固体のとき粒子は規則正しく並び、粒子間の距離は小さい。液体になると粒子は自由に運動し、粒子間の距離も大きくなる。気体になると粒子は激し

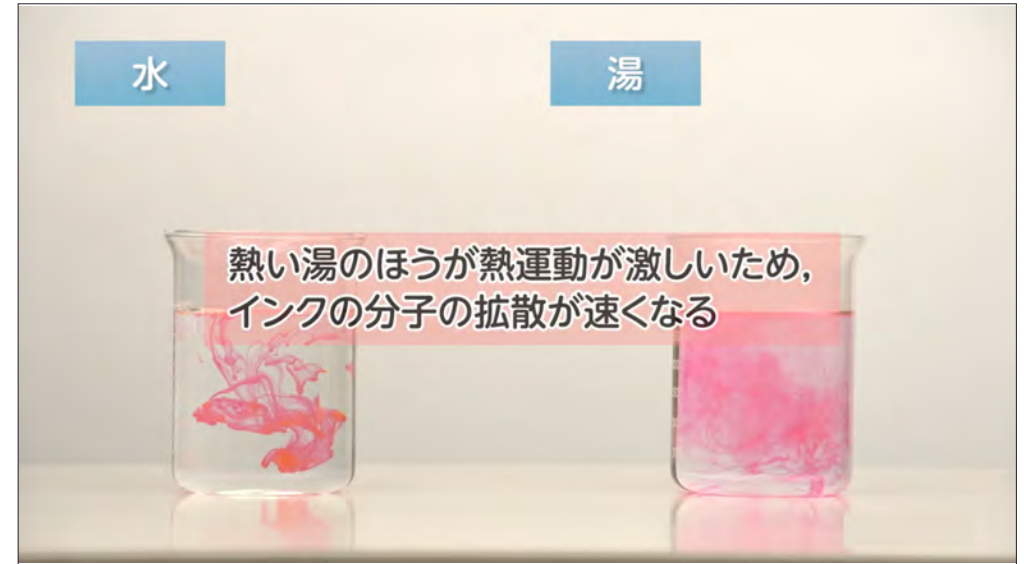
別紙 8-4



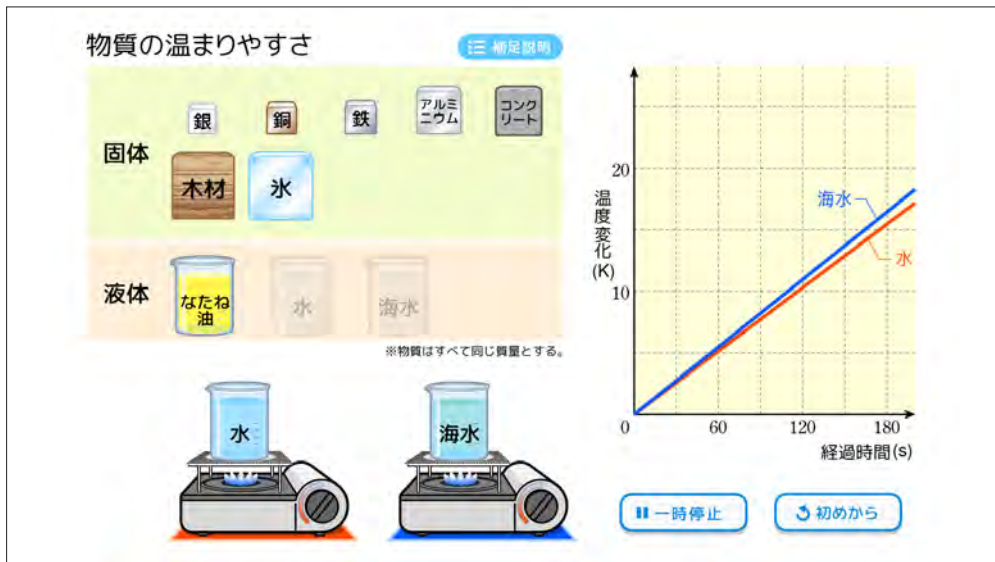
# 別紙 8-5



# 別紙 8-6



# 別紙 8-7



# 別紙 8-8

この物体の質量を  $m$  [kg] の比熱を  $c$  [J/(g·K)] とすると

← ポイント

熱容量  $C = mc$

$Q = C\Delta T = mc\Delta T$

質量  $m$   
比熱  $c$   
熱容量  $C$

温度  $T$  → 温度  $T + \Delta T$

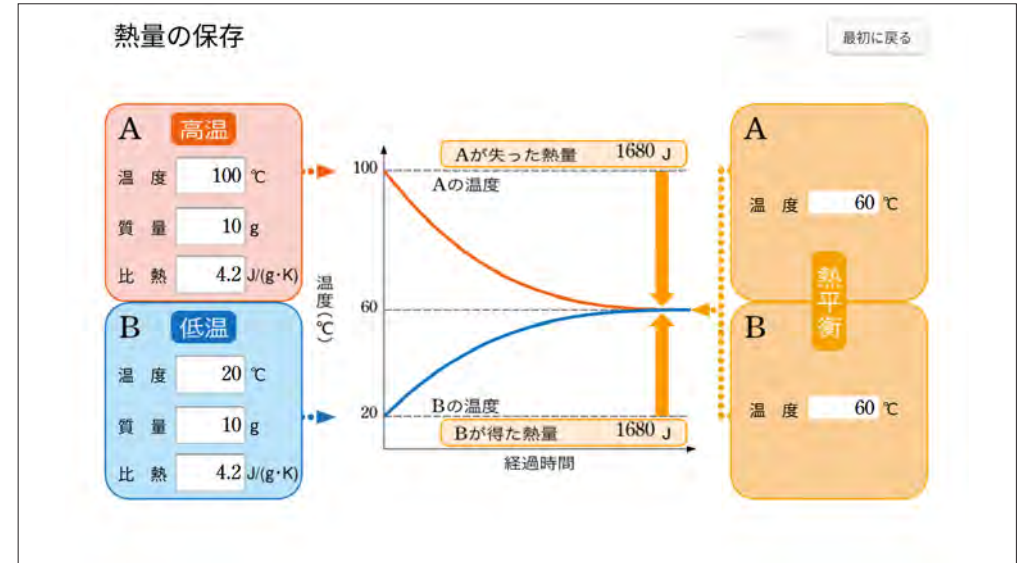
$Q$

## 別紙 8-9

**高温の物体が失った熱量 = 低温の物体が得た熱量**  
**(熱量の保存)**

🔒 **条件**  
 高温の物体と低温の物体の間だけで熱の移動が起こる場合

## 別紙 8-10



## 別紙 8-11



## 別紙 8-12

100 °C に熱した 200 g の鉄製の容器に、10 °C の水 50 g を入れた。熱平衡になったときの温度  $t$  [°C] を求めよ。ただし、熱は容器と水の間だけで移動し、鉄の比熱を 0.45 J/(g·K)、水の比熱を 4.2 J/(g·K) とする。

# 別紙 8-13

もどる 熱量の保存 数値計算 問題 解説 問題+解説 ?

100℃に熱した100gの鉄製の容器に、10℃の水25gを入れた。熱平衡になったときの温度 $t$ (℃)を求めよ。ただし、熱は容器と水の間だけで移動し、鉄の比熱を0.45J/(g・K)、水の比熱を4.2J/(g・K)とする。

# 別紙 8-14

水の状態変化

温度(℃)  
100 (沸点)  
0 (融点)  
氷  
水  
加えた熱量

熱は氷の温度を上げることに使われる

分子はつりあいの位置を中心にして振動している

水(固体)

一時停止 次へ 戻る 初めから

# 別紙 8-15

1/6 水の状態変化

図は、水の状態変化のグラフである。「氷」、「水」、「水蒸気」が、単一の状態で存在する区間を①～⑤からすべて選べ。

温度(℃)  
100  
0  
0 Q<sub>1</sub> Q<sub>2</sub> Q<sub>3</sub> Q<sub>4</sub> Q<sub>5</sub>  
加えた熱量(J)

① ② ③ ④ ⑤

解答

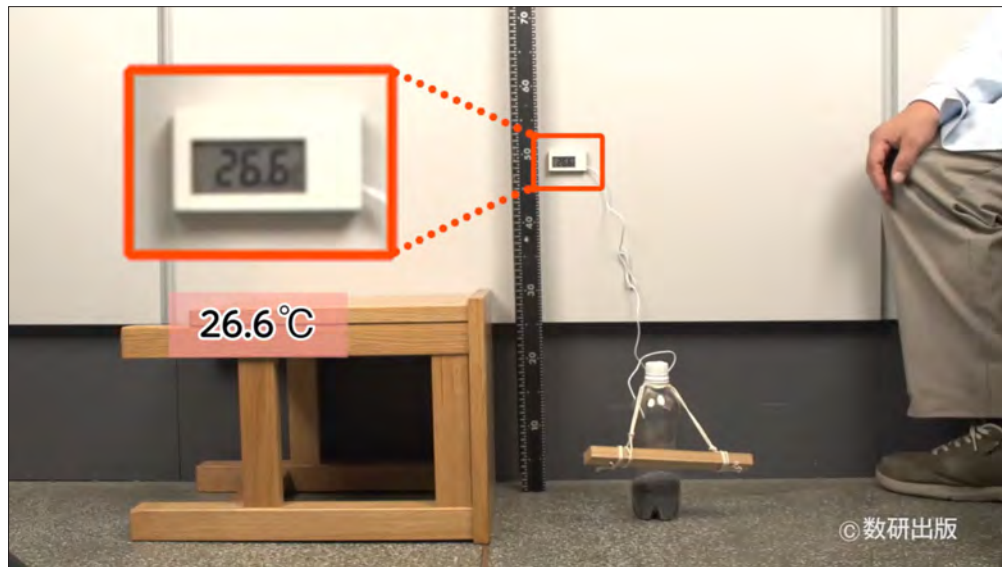
# 別紙 8-16

サーモグラフィー画像

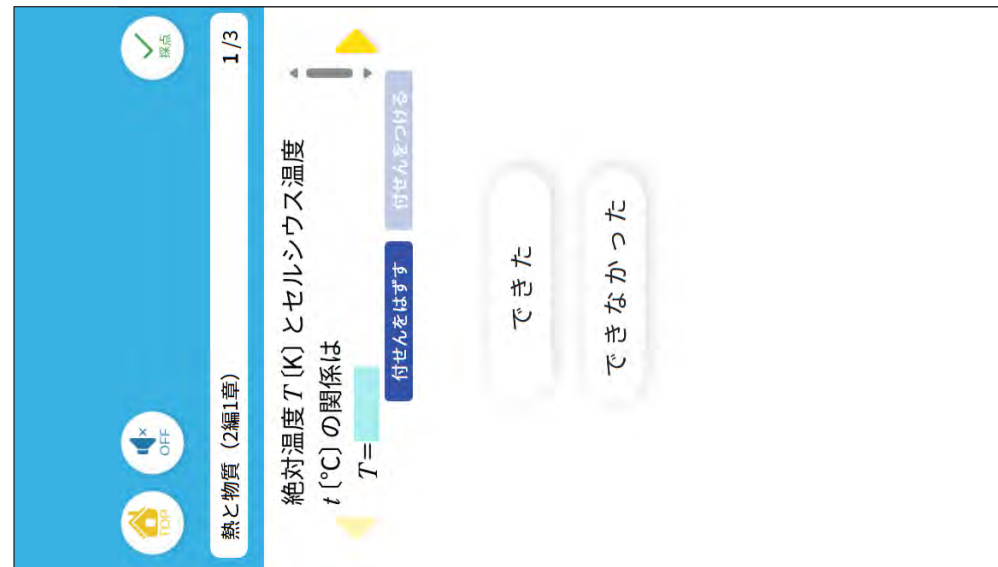
35.0  
33.1  
31.3  
29.4  
27.5  
25.6  
23.8  
21.9  
20.0

摩擦熱が発生し始める

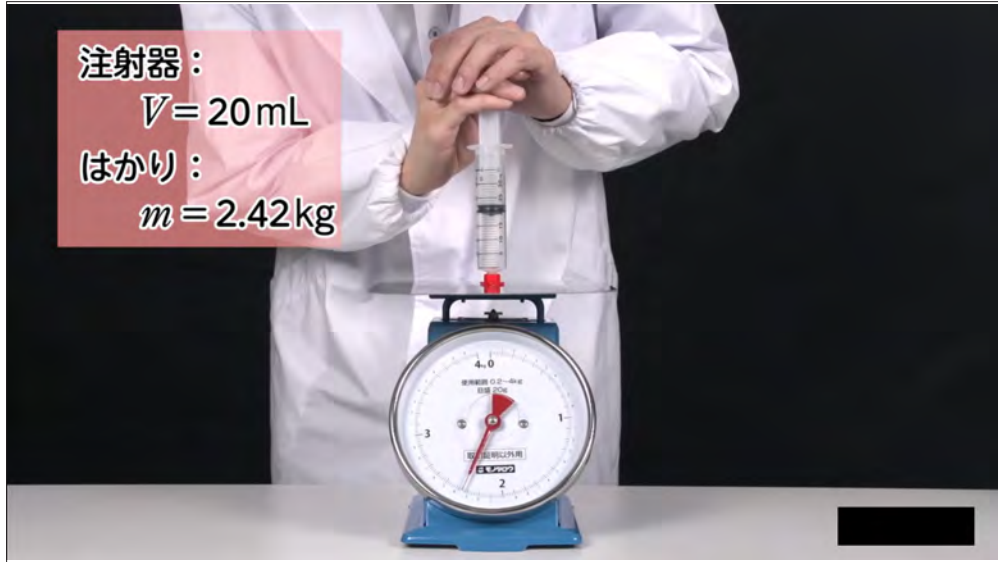
別紙 8-17



別紙 8-18



## 別紙 9-1



## 別紙 9-2

### ボイル・シャルルの法則

$$\frac{pV}{T} = \text{一定}$$

$p$  [Pa] 圧力 (pressure)  
 $V$  [m<sup>3</sup>] 体積 (volume)  
 $T$  [K] 絶対温度 (absolute temperature)

## 別紙 9-3

なめらかに動くピストン付きの容器に理想気体を閉じこめ、図のように水平な床の上に置く。このときの気体の圧力は  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、体積は  $0.45 \text{ m}^3$ 、温度は  $2.7 \times 10^2 \text{ K}$  であった。容器を温めたところピストンは右に移動し、ストッパーで止められた状態になった。温めた後の気体の体積は  $0.50 \text{ m}^3$ 、温度は  $3.6 \times 10^2 \text{ K}$  であった。

- 温めた後の気体の圧力  $p_1$  [Pa] を求めよ。
- その後、気体を放置したところ、ピストンは左に動き始めた。ピストンが動き始めたときの気体の圧力  $p_2$  [Pa] と温度  $T_2$  [K] を求めよ。

**指針** 気体の圧力・体積・温度についての情報を整理して、ボイル・シャルルの法則を用いる。

## 別紙 9-4

なめらかに動くピストン付きの容器に理想気体を閉じこめ、図のように水平な床の上に置く。このときの気体の圧力は  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、体積は  $0.45 \text{ m}^3$ 、温度は  $2.7 \times 10^2 \text{ K}$  であった。容器を温めたところピストンは右に移動し、ストッパーで止められた状態になった。温めた後の気体の体積は  $0.50 \text{ m}^3$ 、温度は  $3.6 \times 10^2 \text{ K}$  であった。

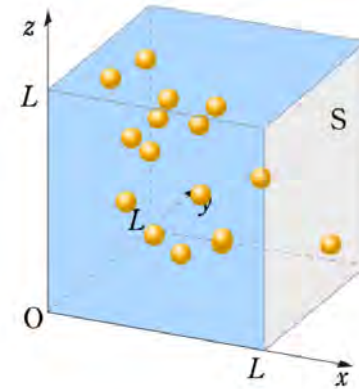
- 温めた後の気体の圧力  $p_1$  [Pa] を求めよ。
- その後、気体を放置したところ、ピストンは左に動き始めた。ピストンが動き始めたときの気体の圧力  $p_2$  [Pa] と温度  $T_2$  [K] を求めよ。

## 理想気体の状態方程式

$$pV = nRT$$

$p$ [Pa]	圧力 (pressure)	$n$ [mol]	物質質量
$V$ [m <sup>3</sup> ]	体積 (volume)	$R$ [J/(mol·K)]	気体定数
		$T$ [K]	絶対温度 (absolute temperature)

## 容器中の気体分子と壁が受ける力積



気体分子は熱運動によって壁に衝突し、壁に圧力を及ぼす

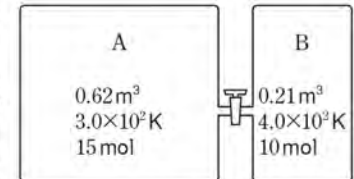
次へ

## 単原子分子理想気体の内部エネルギー

$$U = \frac{3}{2} nRT$$

$U$ [J]	内部エネルギー	$R$ [J/(mol·K)]	気体定数
$n$ [mol]	物質質量	$T$ [K]	絶対温度 (absolute temperature)

それぞれ 0.62 m<sup>3</sup>, 0.21 m<sup>3</sup> の容積をもつ容器 A, B をコックのついた細管でつなぎ、A には温度が 3.0 × 10<sup>2</sup> K, 物質質量が 15 mol, B には温度が 4.0 × 10<sup>2</sup> K, 物質質量が 10 mol の単原子分子理想気体を入れる。コックを開いて十分な時間がたったときの温度  $T$  [K] と圧力  $p$  [Pa] を求めよ。ただし、容器と周囲との熱のやりとりはなく、気体の内部エネルギーの合計は一定に保たれるとする。また、細管の体積は無視する。気体定数を 8.3 J/(mol·K) とする。



**指針** 気体の混合で、外部と熱や仕事のやりとりがなければ全体の内部エネルギーは保存される。単原子分子理想気体とあることから、p.125 (24) 式を用いてよい。

## 別紙 9-9

もどる 理想気体の内部エネルギー 数値替え 問題 解説 問題+解説 ?

それぞれ  $0.62\text{m}^3$ ,  $0.21\text{m}^3$  の容積をもつ容器 A, B をコックのついた細管でつなぎ、A には温度が  $3.0 \times 10^2\text{K}$ 、物質量が  $15\text{mol}$ 、B には温度が  $4.0 \times 10^2\text{K}$ 、物質量が  $10\text{mol}$  の単原子分子理想気体を入れる。コックを開いて十分な時間がたったときの温度  $T[\text{K}]$  と圧力  $p[\text{Pa}]$  を求めよ。ただし、容器と周囲との熱のやりとりはなく、気体の内部エネルギーの合計は一定に保たれるとする。また、細管の体積は無視する。気体定数を  $8.3\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$  とする。

容器	容積	温度	物質量
A	$0.62\text{m}^3$	$3.0 \times 10^2\text{K}$	$15\text{mol}$
B	$0.21\text{m}^3$	$4.0 \times 10^2\text{K}$	$10\text{mol}$

## 別紙 9-10

物体の内部エネルギーの変化  $\Delta U[\text{J}]$  は、物体が受け取った熱量  $Q[\text{J}]$  と、物体がされた仕事  $W[\text{J}]$  の和に等しい (熱力学第一法則)。

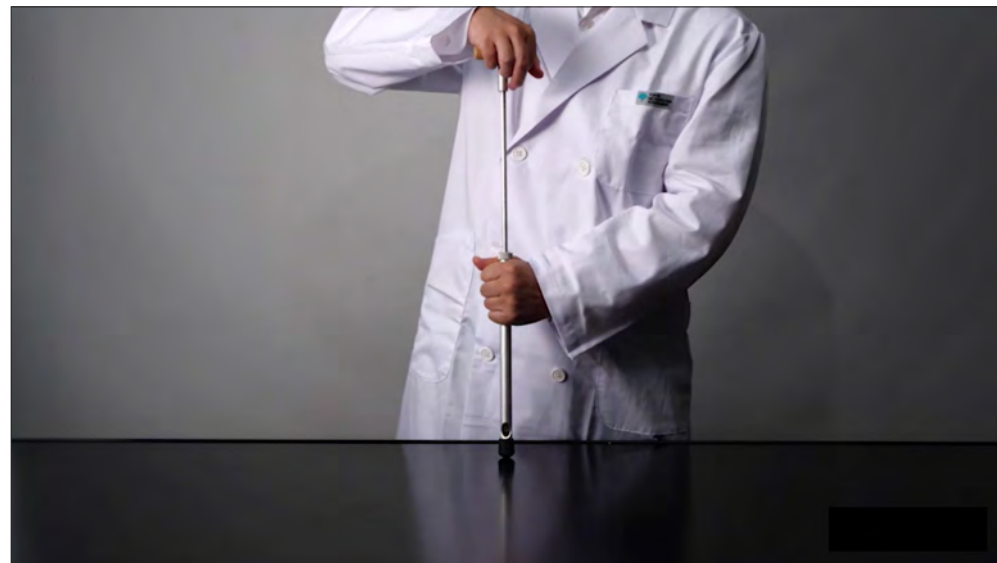
$$\Delta U = Q + W$$

内部エネルギー  $U \rightarrow U + \Delta U$

## 別紙 9-11



## 別紙 9-12



# 別紙 9-13

1/10

等温変化のグラフで、点A～Cのうち、点Pと温度が同じ点はどれか。

① A  
② B  
③ C

解答

# 別紙 9-14

1/10

気体が正の仕事をするのは、①A→Bの過程と②B→Aの過程のどちらか。

①  
②

解答

# 別紙 9-15

なめらかに動くピストンがついた容器に  $n$  [mol] の単原子分子理想気体を閉じこめたところ、温度が  $T_0$  [K] になった。この気体に対し次のような操作をしたときの、気体の内部エネルギーの変化  $\Delta U$  [J]、気体がされた仕事  $W$  [J]、気体が受け取った熱量  $Q$  [J] をそれぞれ求めよ。気体定数を  $R$  [J/(mol·K)] とする。

- 体積を一定に保ったまま、温度を  $T_1$  [K] に変化させた。
- 圧力を一定に保ったまま、温度を  $T_1$  [K] に変化させた。

指針 気体がされた仕事は定積変化では 0J であり、定圧変化では  $W = -p\Delta V$  より求められる。

# 別紙 9-16

定積変化と定圧変化からなるサイクル

状態方程式  $pV_1 = nRT$

定数

温度が上昇  
↓  
圧力が増加

最初に戻る 戻る 再生

# 別紙 9-17

サイクルのp-V図

1/10

1 サイクルの間に気体がする仕事が大きいのは、  
 ① A → B → C → D → A の経路と、  
 ② A → B → D → A の経路のどちらか。

圧力  $p$

体積  $V$

① ②

解答

# 別紙 9-18

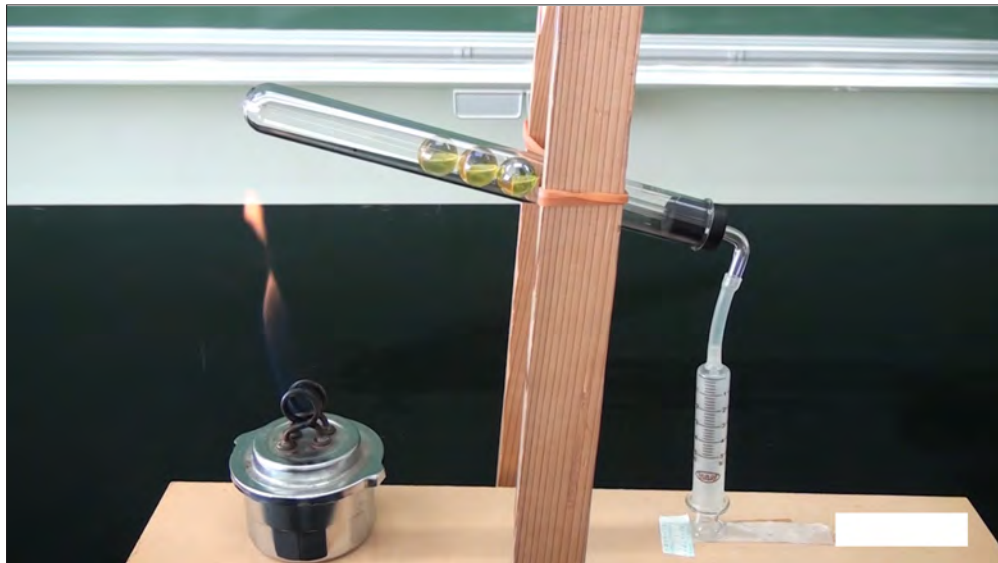
熱機関が、高温の物体から熱量  $Q_{in}$  [J] を吸収し、  
 $W'$  [J] の仕事をして、低温の物体に熱量  $Q_{out}$  [J] を放出するときの熱効率  $e$  は

$$e = \frac{W'}{Q_{in}}$$

▲ 注意  
 $W'$  は、熱機関がした仕事

$W' = Q_{in} - Q_{out}$

# 別紙 9-19



# 別紙 9-20

単原子分子理想気体  $n$  [mol] に対して、図の3つの過程をくり返して状態をゆっくり変化させた。状態Aの気体の温度を  $T$  [K]、気体定数を  $R$  [J/(mol·K)] とする。B → C は等温変化であり、その際、気体は外部から  $1.4nRT$  [J] の熱量を吸収した。次の各量を  $n$ 、 $R$ 、 $T$  を用いて表せ。

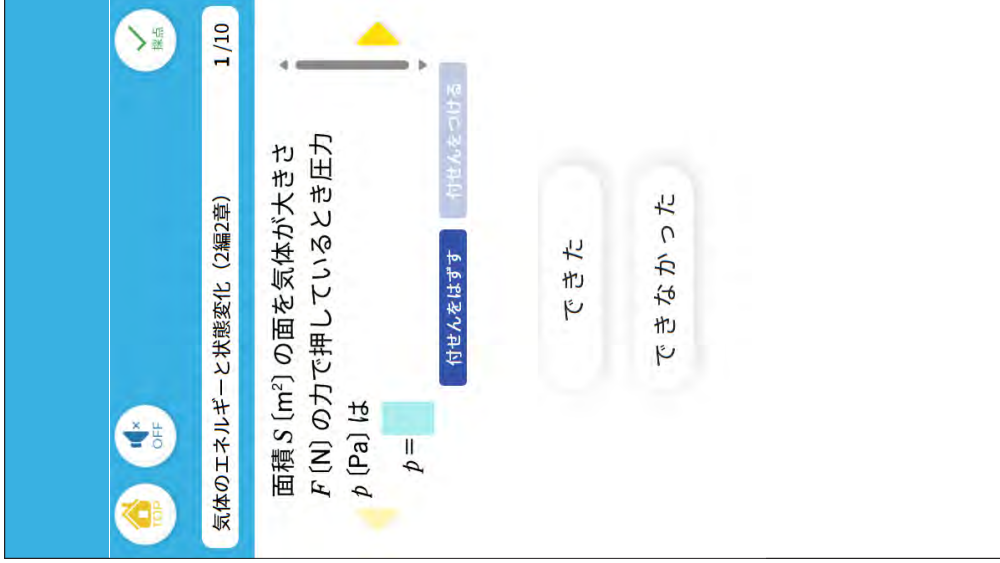
- 状態Bの温度  $T_B$  [K]
- A → B で、気体がされた仕事  $W_{AB}$  [J] と気体が吸収した熱量  $Q_{AB}$  [J]
- C → A で、気体がされた仕事  $W_{CA}$  [J] と気体が吸収した熱量  $Q_{CA}$  [J]
- このサイクルを熱機関とみなしたときの熱効率  $e$  (有効数字2桁)

指針 A → B は定積変化、B → C は等温変化、C → A は定圧変化である。

# 別紙 9-21



# 別紙 9-23



# 別紙 9-22

## 2 エネルギー資源と発電

私たちが生活で利用する電気エネルギーは、さまざまな方法で得られている。ここでは、エネルギー資源と、いろいろな発電方法について理解しよう。

### A エネルギー資源

①一次エネルギー 自然界に存在するままの形のエネルギー資源から直接利用することのできるエネルギーを用いることのできるエネルギーを一次エネルギーという。

一次エネルギーのうち、石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料や、天然ウランなどの原子力燃料は、地球上に存在する量に限りがあるため、いずれ枯渇する可能性がある。このようなエネルギー資源から得られるエネルギーを**枯渇性エネルギー**という(図2)。一方、太陽光、地熱、バイオマスなどのエネルギー資源は、今後も枯渇するおそれがない。このようなエネルギー資源から得られるエネルギーを**再生可能エネルギー**という。

②二次エネルギー 私たちは一次エネルギーを、電気やガソリン、都市ガスなどに使いやすく加工して利用している。このようなエネルギーを**二次エネルギー**という。

二次エネルギーのうち、特に電気エネルギーは、他のエネルギーに変換しやすいため、私たちの生活で多くの用途に利用されている。電気エネルギーは、発電所などにおいてさまざまな一次エネルギーから変換され、私たちのもともとまで届けられている(図3)。

### B 化石燃料と火力発電

①化石燃料の種類 石油、石炭、および天然ガスなどの化石燃料は、太古に地中に埋もれた動植物が、長い年月をかけて圧力や熱などにより変成され、生成されたと考えられている。

(原子力・エネルギー図面集より)

54年	石油
49年	天然ガス
139年	石炭
128年	ウラン

②図2 エネルギー資源の枯渇可能年数 現在の技術・現実的なコストで採掘可能な埋蔵量を、年間生産量で割ったもの(ウランは2021年、その他は2020年のデータ)。

1/10

100点

### 小数のかけ算とわり算

次の計算をせよ。  
ただし、有効数字については考えないものとする。

$3 \times 1.5$

**選択肢** ① 0.045    ② 0.45  
          ③ 4.5        ④ 45

①

②

③

④

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\sqrt{10n}$	$\sqrt[3]{10n}$
1	1	1	1.0000	1.0000	1.4142	22.5322
2	4	8	1.4142	1.2599	2.8284	37.0824
3	9	27	1.7321	1.4622	4.2426	51.6326
4	16	64	2.0000	1.5874	5.6568	66.1828
5	25	125	2.2361	1.7100	7.0711	80.7329
6	36	216	2.4495	1.8171	8.4853	95.2831
7	49	343	2.6458	1.9129	9.8995	110.3333
8	64	512	2.8284	1.9999	11.3137	125.3835
9	81	729	3.0000	2.0870	12.7279	140.4337
10	100	1000	3.1623	2.1544	14.1421	155.4839
11	121	1331	3.3166	2.2240	15.5563	170.5341
12	144	1728	3.4641	2.2964	16.9682	185.5843
13	169	2197	3.6056	2.3711	18.3802	200.6345
14	196	2744	3.7417	2.4481	19.7921	215.6847
15	225	3375	3.8729	2.5278	21.2041	230.7349
16	256	4096	4.0000	2.6108	22.6161	245.7851
17	289	4913	4.1231	2.6969	24.0281	260.8353
18	324	5832	4.2426	2.7861	25.4401	275.8855
19	361	6859	4.3589	2.8789	26.8521	290.9357
20	400	8000	4.4721	2.9754	28.2641	305.9859
21	441	9261	4.5826	3.0757	29.6761	321.0361
22	484	10648	4.6904	3.1799	31.0881	336.0863
23	529	12167	4.7958	3.2880	32.5001	351.1365
24	576	13824	4.8989	3.3999	33.9121	366.1867
25	625	15625	5.0000	3.5156	35.3241	381.2369
26	676	17576	5.0990	3.6354	36.7361	396.2871
27	729	19683	5.1962	3.7593	38.1481	411.3373
28	784	21952	5.2915	3.8873	39.5601	426.3875
29	841	24389	5.3847	4.0194	40.9721	441.4377
30	900	27000	5.4772	4.1556	42.3841	456.4879
31	961	29791	5.5683	4.2960	43.7961	471.5381
32	1024	32768	5.6578	4.4406	45.2081	486.5883
33	1089	35937	5.7461	4.5894	46.6201	501.6385
34	1156	39304	5.8333	4.7424	48.0321	516.6887
35	1225	42875	5.9196	4.8996	49.4441	531.7389
36	1296	46656	6.0050	5.0610	50.8561	546.7891
37	1369	50653	6.0896	5.2266	52.2681	561.8393
38	1444	54872	6.1634	5.3964	53.6801	576.8895
39	1521	59319	6.2361	5.5704	55.0921	591.9397
40	1600	64000	6.3080	5.7486	56.5041	606.9899
41	1681	68921	6.3792	5.9310	57.9161	622.0401
42	1764	74084	6.4497	6.1176	59.3281	637.0903
43	1849	79499	6.5196	6.3084	60.7401	652.1405
44	1936	85168	6.5889	6.5034	62.1521	667.1907
45	2025	91095	6.6577	6.7026	63.5641	682.2409
46	2116	97284	6.7261	6.9060	64.9761	697.2911
47	2209	103739	6.7940	7.1136	66.3881	712.3413
48	2304	110468	6.8615	7.3254	67.8001	727.3915
49	2401	117481	6.9286	7.5414	69.2121	742.4417
50	2500	124780	7.0000	7.7616	70.6241	757.4919

### 第1編 力と運動

#### 第1章 運動の表し方

**p.19 問1** 平均の速さ =  $\frac{\text{移動距離}}{\text{経過時間}}$

$\frac{36\text{m}}{30\text{s}} = 1.2\text{m/s}$

**p.19 問2**

$72\text{km/h} = \frac{72\text{km}}{1\text{h}} = \frac{72 \times 10^3\text{m}}{3600\text{s}} = 20\text{m/s}$

$15\text{m/s} = \frac{15\text{m}}{1\text{s}} = \frac{15 \times 10^{-3}\text{km}}{\frac{1}{3600}\text{h}} = 54\text{km/h}$

**p.20 問3**

$x = vt = 2.0 \times 15 = 30\text{m}$

**p.21 問4**

$x-t$  図の傾きの大きさは速さを表すから

$v = \frac{50\text{m}}{20\text{s}} = 2.5\text{m/s}$

### 基礎チェック問題

※有効数字の取扱いについては考慮しないものとする。

**A 小数のかけ算とわり算**

別の計算をせよ。

①  $4.1 \times 0.02$     ②  $\frac{0.2}{0.4}$     ③  $0.082$     ④  $80$

④  $4.1 \times 0.02 = 0.082$     ④  $\frac{0.2}{0.4} = 0.5$     ④  $0.082$     ④  $80$

分子と分母に10をかける →  $\frac{0.2 \times 10}{0.4 \times 10} = \frac{2}{4} = 0.5$

①  $4 \times 0.07$     ②  $0.003 \times 200$     ③  $\frac{0.81}{0.03}$

別の計算をせよ。

①  $4 \times 0.07$     ②  $0.003 \times 200$     ③  $\frac{0.81}{0.03}$

**B 分数の計算**

別の計算をせよ(答えは分数のままよい)。

①  $\frac{1}{2} + \frac{1}{3}$     ②  $\frac{3}{4} \times \frac{2}{5}$     ③  $\frac{6}{25} \div \frac{4}{5}$     ④  $\frac{5}{6}$

①  $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$     ②  $\frac{3}{4} \times \frac{2}{5} = \frac{3 \times 2}{4 \times 5} = \frac{6}{20} = \frac{3}{10}$     ③  $\frac{6}{25} \div \frac{4}{5} = \frac{6}{25} \times \frac{5}{4} = \frac{6 \times 5}{25 \times 4} = \frac{30}{100} = \frac{3}{10}$     ④  $\frac{5}{6}$

**C 平方根**

別の計算をせよ。

①  $\sqrt{300}$     ②  $\sqrt{10}$     ③  $\sqrt{0.01}$     ④  $\sqrt{0.8}$

①  $\sqrt{300} = \sqrt{100 \times 3} = 10\sqrt{3}$     ②  $\sqrt{10}$     ③  $\sqrt{0.01} = 0.1$     ④  $\sqrt{0.8} = \sqrt{\frac{8}{10}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{10}}$

**D 式の变形①**

別の  $x$  の値を求めよ。

①  $x + 2 = 20$     ②  $54 = x - 22$     ③  $x = 7$

①  $x + 2 = 20 \Rightarrow x = 18$     ②  $54 = x - 22 \Rightarrow x = 76$     ③  $x = 7$

**E 式の变形②**

別の  $x$  の値を求めよ。

①  $14 = 7x$     ②  $3 = \frac{x}{6}$     ③  $x = 2$

①  $14 = 7x \Rightarrow x = 2$     ②  $3 = \frac{x}{6} \Rightarrow x = 18$     ③  $x = 2$

別の計算をせよ(答えは分数のままよい)。

①  $\frac{3}{5} + \frac{1}{5}$     ②  $\frac{1}{5} - \frac{1}{7}$     ③  $\frac{15}{16} \times \frac{5}{3}$     ④  $\frac{15}{16} \div \frac{7}{10}$

①  $\frac{3}{5} + \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$     ②  $\frac{1}{5} - \frac{1}{7} = \frac{7}{35} - \frac{5}{35} = \frac{2}{35}$     ③  $\frac{15}{16} \times \frac{5}{3} = \frac{25}{16}$     ④  $\frac{15}{16} \div \frac{7}{10} = \frac{15}{16} \times \frac{10}{7} = \frac{150}{112} = \frac{75}{56}$

### 第1編 力と運動

#### 第1章 運動の表し方

**p.19 問1** 平均の速さ =  $\frac{\text{移動距離}}{\text{経過時間}}$

$\frac{36\text{m}}{30\text{s}} = 1.2\text{m/s}$

**p.19 問2**

$72\text{km/h} = \frac{72\text{km}}{1\text{h}} = \frac{72 \times 10^3\text{m}}{3600\text{s}} = 20\text{m/s}$

$15\text{m/s} = \frac{15\text{m}}{1\text{s}} = \frac{15 \times 10^{-3}\text{km}}{\frac{1}{3600}\text{h}} = 54\text{km/h}$

**p.20 問3**

$x = vt = 2.0 \times 15 = 30\text{m}$

**p.21 問4**

$x-t$  図の傾きの大きさは速さを表すから

$v = \frac{50\text{m}}{20\text{s}} = 2.5\text{m/s}$

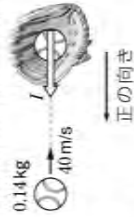
第1編 力と運動

第4章 運動量の保存

p.156 問67  
運動量の大きさ  $mv = 3.0 \times 1.5 = 4.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$   
向きは東向き

p.157 問68  
求める台車の速さを  $v$  [m/s] とする。  
「 $mv' - mv = F \Delta t$ 」より  
 $2.0v' - 2.0 \times 1.0 = 2.5 \times 0.40$   
よって  $v' = 1.5 \text{ m/s}$

p.158 問69  
図のように、ボール 0.14 kg  
が受けた力積  $I$  [N·s]  
の向きを正の向きと  
する。  
「運動量の変化 = 力積」より  
 $0 - 0.14 \times (-40) = I$



別紙 10-7

第1編 力と運動

第5章 円運動と万有引力

p.179 問74  
 $t = 5.0 \text{ s}$  間で、 $\theta = 180^\circ = \pi \text{ rad}$  だけ回転した  
ので、半径  $r = 8.0 \text{ m}$  より  
角速度  $\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{\pi}{5.0} = 0.20\pi \approx 0.63 \text{ rad/s}$   
速さ  $v = r\omega = 8.0 \times 0.20\pi \approx 5.0 \text{ m/s}$

p.180 問75  
 $T = \frac{1 \text{ 分間}}{15 \text{ 回転}} = \frac{60 \text{ s}}{15 \text{ 回転}} = 4.0 \text{ s}$   
 $n = \frac{1}{T} = \frac{1}{4.0} = 0.25 \text{ Hz}$   
 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4.0} = 0.50\pi \approx 1.6 \text{ rad/s}$   
 $v = r\omega = 0.40 \times 0.50\pi \approx 0.63 \text{ m/s}$

p.181 問76  
半径  $r = 5.0 \times 10^6 \text{ m}$ 、速さ  $v = 60 \text{ m/s}$  より  
 $\omega = \frac{v}{r} = \frac{60}{5.0 \times 10^6} = 0.12 \text{ rad/s}$   
 $a = v\omega = 60 \times 0.12 = 7.2 \text{ m/s}^2$

別紙 10-8

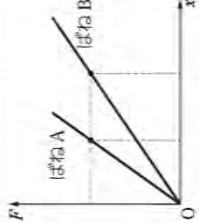
第1編 力と運動

第2章 運動の法則

p.71 問24  
「 $W = mg$ 」より  $10 \times 9.8 = 98 \text{ N}$

p.73 問25  
「 $F = kx$ 」より  $20 \times 0.15 = 3.0 \text{ N}$

p.73 問26  
(1) グラフより、 $F$   
同じ大きさの  
力を加えたと  
き、ばねの伸  
びがより大き  
いのは、ばね  
B であることがわかる。  
(2) 「 $F = kx$ 」の関係より、ばね定数  $k$  は  $F-x$   
図の傾きで表される。 $F-x$  図で傾きが  
大きいのは、ばね A である。



別紙 10-5

第1編 力と運動

第3章 仕事と力学的エネルギー

p.131 問56  
「 $W = Fx$ 」より  $W = 2.0 \times 6.0 = 12 \text{ J}$

p.133 問57  
物体の移動の向き(斜面にそって下向き)に対  
し、各力がなす角は  
重力 :  $60^\circ$   
垂直抗力 :  $90^\circ$   
動摩擦力 :  $180^\circ$   
であるから

$$W_1 = 8.0 \times 2.0 \times \cos 60^\circ = 8.0 \text{ J}$$

$$W_2 = 6.9 \times 2.0 \times \cos 90^\circ = 0 \text{ J}$$

$$W_3 = 2.5 \times 2.0 \times \cos 180^\circ = -5.0 \text{ J}$$

p.135 問58  
(1) ゆっくりと持ち上げるので、鉛直方向の  
力のつりあいより  
 $F_1 - 10 = 0$  よって  $F_1 = 10 \text{ N}$   
 $W_1 = 10 \times 5.0 = 50 \text{ J}$

別紙 10-6

**第 2 編 熱と気体**

**第 1 章 熱と物質**

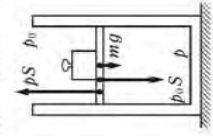
p.225 **問 1**.....  
 「 $T = t + 273$ 」より  
 $T = 15 + 273 = 288\text{K}$   
 $300 = t + 273$  よって  $t = 27^\circ\text{C}$

p.226 **問 2**.....  
 (1) この物体の熱容量を  $C$  [J/K] とする。  
 「 $Q = CAT$ 」より  
 $C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{500}{20} = 25\text{J/K}$   
 (2) 温度を  $\Delta T = -30\text{K}$  変化させるのに必要な熱量を  $Q$  [J] とする。「 $Q = CAT$ 」より  
 $Q = 25 \times (-30) = -750$   
 $= -7.5 \times 10^2\text{J}$   
 よって、失った熱量は  $7.5 \times 10^2\text{J}$

**第 2 編 熱と気体**

**第 2 章 気体のエネルギーと状態変化**

p.239 **問 6**.....  
 気体の圧力を  $p$  [Pa]、大気圧を  $p_0$  [Pa]、おもりの質量を  $m$  (kg)、ピストンの断面積を  $S$  (m<sup>2</sup>)、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とすると、ピストンにはたらく力のつりあいより  
 $pS - mg - p_0S = 0$   
 $p = p_0 + \frac{mg}{S} = (1.0 \times 10^5) + \frac{10 \times 9.8}{4.9 \times 10^{-3}}$   
 $= (1.0 \times 10^5) + (2.0 \times 10^4)$   
 $= 1.2 \times 10^5\text{Pa}$



**物理量の扱い方**

p.12 **D-2-1**.....  
 (1)  $100\text{cm} = 1\text{m}$  より  
 $160\text{cm} = 1.6\text{m}$   
 (2)  $1000\text{g} = 1\text{kg}$  より  
 $500\text{g} = 0.5\text{kg}$   
 したがって、台車とおもりをあわせた質量は  
 $0.5 + 1 = 1.5\text{kg}$   
 (3)  $1\text{分} = 60\text{秒}$  より  
 $3\text{分} = 180\text{秒}$   
 (4)  $1000\text{mA} = 1\text{A}$  より  
 $150\text{mA} = 0.15\text{A}$

p.13 **D-2-2**.....  
 (1) 距離を  $x$ 、速さを  $v$ 、時間を  $t$  とすると  
 $x = vt$   
 (2) 質量を  $m$ 、加速度を  $a$ 、力を  $F$  とすると  
 $ma = F$   
 (3) 仕事を  $W$ 、力を  $F$ 、距離を  $x$  とすると  
 $W = Fx$   
 (4) 抵抗を  $R$ 、電圧を  $V$ 、電流を  $I$  とすると  
 $R = \frac{V}{I}$

**思考学習**

p.50 **E-レベルターの運動**.....  
**考察 1**  $v-t$  図の傾きが加速度となるから、 $3\text{s} \sim 9\text{s}$  における傾きを求めればよい。  
 よって  
 $\frac{1.7 - 0}{9 - 3} = 0.28\cdots \approx 0.3\text{m/s}^2$

**考察 2** 高さ  $h$  [m] は、正の向きに運動を続けた  $3\text{s} \sim 21\text{s}$  における  $v-t$  図のグラフと  $t$  軸とに囲まれた面積に相当する。この図形をおよそ台形とみなすと、台形の面積の式より  
 $h = \frac{1}{2} \times (6 + 18) \times 1.7 = 20.4 \approx 20\text{m}$

**考察 3** 負の向きに運動を続けた  $27\text{s} \sim 39\text{s}$  における  $v-t$  図のグラフと  $t$  軸とに囲まれた面積が、エレベーターの下降した距離に相当する。この図形をおよそ三角形とみなすと、三角形の面積の式より  
 $\frac{1}{2} \times 12 \times 1.7 = 10.2 \approx 10\text{m}$

ウェブサイトのアドレスの掲載箇所一覧表

申請図書			学習上の参考に供する情報			備考
番号	ページ	種別	参照先	URL	概要	
1	前見返しA	自社作成マーク・二次元コード	自社	自社ページURL	映像クイズ-結果を予想してみよう	別紙2-1添付
	3	二次元コード・URL	自社	自社ページURL	コンテンツリスト	別紙1添付
	7	自社作成マーク	自社	自社ページURL	参考資料-QRコンテンツ一覧表	別紙2-2添付
			自社	自社ページURL	写真解説-物理で考えてみよう 波(編とびら)	別紙3-1添付
			自社	自社ページURL	ドリル-波 中学校の復習ドリル(編とびら)	別紙3-2添付
			自社	自社ページURL	参考資料-波 中学校の復習まとめ(編とびら)	別紙3-3添付
	7	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「第3編 波(p.7)」を頭出し)	別紙1添付
	8	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-水面に生じる波紋(図1)	別紙3-4添付
	9	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.8~9」を頭出し)	別紙1添付
	11	自社作成マーク	自社	自社ページURL	アニメーション-正弦波の発生(図6)	別紙3-5添付
	11	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.10~11」を頭出し)	別紙1添付
	12	自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-波を動かしてみよう(図7)	別紙3-6添付
	12	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-波の要素 公式解説動画(公式)	別紙3-7添付
	13	自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-y-x図とy-t図(図8)	別紙3-8添付
	13	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.12~13」を頭出し)	別紙1添付
	14	自社作成マーク	自社	自社ページURL	ドリル-グラフのPoint y-x図とy-t図(グラフのQ&A)	別紙3-9添付
	15	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.14~15」を頭出し)	別紙1添付
	18	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-波形の移動 例題解説動画(例題1)	別紙3-10添付
	19	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-y-x図とy-t図 例題解説動画(例題2)	別紙3-11添付
	19	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.18~19」を頭出し)	別紙1添付
	20	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-横波と縦波の発生(実験34)	別紙3-12添付
	21	自社作成マーク	自社	自社ページURL	アニメーション-縦波の発生と縦波の表示のしかた(図12)	別紙3-13添付
	21	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.20~21」を頭出し)	別紙1添付
	22	自社作成マーク	自社	自社ページURL	ドリル-グラフのPoint 縦波を横波表示したグラフ(グラフのQ&A)	別紙3-14添付
	23	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-縦波 例題解説動画(例題3)	別紙3-15添付
			自社	自社ページURL	ドリル-波と媒質の運動(例題3)	別紙3-16添付
	23	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.22~23」を頭出し)	別紙1添付
	24	自社作成マーク	自社	自社ページURL	アニメーション-水面を伝わる波(参考)	別紙3-17添付
	25	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.24~25」を頭出し)	別紙1添付
	26	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-正弦波の式 公式解説動画(公式)	別紙3-18添付
	27	自社作成マーク	自社	自社ページURL	アニメーション-波の立体模型をつくってみよう!(図17)	別紙3-19添付
	27	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.26~27」を頭出し)	別紙1添付
	31	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-正弦波の式 例題解説動画(例題4)	別紙3-20添付
	31	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.30~31」を頭出し)	別紙1添付
	32	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-波の重ねあわせ(山と山)(図20)	別紙3-21添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-波の重ねあわせ(図20)	別紙3-22添付
	33	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-波の重ねあわせ(山と谷)(図21)	別紙3-23添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-波の重ねあわせ(図21)	別紙3-24添付
	33	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.32~33」を頭出し)	別紙1添付
	34	自社作成マーク	自社	自社ページURL	ドリル-グラフのPoint 定在波(グラフのQ&A)	別紙3-25添付
	35	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-ウェーブマシンによる定在波の発生(図22)	別紙3-26添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-定在波をつくってみよう(図22)	別紙3-27添付
	35	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.34~35」を頭出し)	別紙1添付
	36	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-自由端による反射と固定端による反射(図23)	別紙3-28添付
	37	自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-波の反射(図24)	別紙3-29添付
	37	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.36~37」を頭出し)	別紙1添付
	38	自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-波の反射(図25)	別紙3-30添付
	38	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-正弦波の反射 例題解説動画(例題5)	別紙3-31添付
	39	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.38~39」を頭出し)	別紙1添付
	40	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-水面波の干渉(図27)	別紙3-32添付
	41	自社作成マーク	自社	自社ページURL	アニメーション-波の干渉(図28)	別紙3-33添付
	41	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-水面波の干渉(実験35)	別紙3-34添付
	41	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.40~41」を頭出し)	別紙1添付
	42	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-波の反射(図29)	別紙3-35添付
	42	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-反射の法則 公式解説動画(公式)	別紙3-36添付
	42	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-波の屈折(図30)	別紙3-37添付
	43	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-屈折の法則 公式解説動画(公式)	別紙3-38添付
	43	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-波の屈折 例題解説動画(例題6)	別紙3-39添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-波の屈折 数値替えシミュレーション(例題6)	別紙3-40添付
	43	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-水面波の反射と屈折(実験36)	別紙3-41添付
	43	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.42~43」を頭出し)	別紙1添付
	44	自社作成マーク	自社	自社ページURL	アニメーション-ホイヘンスの原理を用いた反射の法則の説明(図A)	別紙3-42添付
	45	自社作成マーク	自社	自社ページURL	アニメーション-ホイヘンスの原理を用いた屈折の法則の説明(図B)	別紙3-43添付
	45	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.44~45」を頭出し)	別紙1添付
	46	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-波の回折(図32)	別紙3-44添付
	46	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-水面波の回折(実験37)	別紙3-45添付
	47	自社作成マーク	自社	自社ページURL	要点の確認-波の性質(3編1章)(演習問題)	別紙3-46添付
	47	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.46~47」を頭出し)	別紙1添付
	49	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-振動するスピーカーの表面(図33)	別紙4-1添付
	49	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-真空中の音(問16)	別紙4-2添付
	49	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.49」を頭出し)	別紙1添付
	50	自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301181_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301181_00000</a>	Webサイト-車で走ると音楽が流れるのは?(項目B)	
	50	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-音の波形(実験38)	別紙4-3添付
	51	自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005300840_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005300840_00000</a>	Webサイト-音の速さを見てみよう-ダイジェスト/大科学実験(項目C)	
			NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301310_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301310_00000</a>	Webサイト-音が遅れて聞こえるのは?(項目C)	
			NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401124_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401124_00000</a>	Webサイト-固体を伝わる音-中学(項目C)	
	51	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.50~51」を頭出し)	別紙1添付
	52	自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110327_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110327_00000</a>	Webサイト-音の特等席/大科学実験(項目D-2)	
	53	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-音の干渉(実験39)	別紙4-4添付
	53	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-音の干渉 例題解説動画(例題7)	別紙4-5添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-音の干渉 数値替えシミュレーション(例題7)	別紙4-6添付
	53	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.52~53」を頭出し)	別紙1添付
	54	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-音の干渉 例題解説動画(例題8)	別紙4-7添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-音の干渉 数値替えシミュレーション(例題8)	別紙4-8添付
	55	自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-音の重ねあわせ-うなりのシミュレーションレーター(図41)	別紙4-9添付
	55	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.54~55」を頭出し)	別紙1添付
	57	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-弦の固有振動(図45)	別紙4-10添付

ウェブサイトのアドレスの掲載箇所一覧表

申請図書		学習上の参考に供する情報			備考	
番号	ページ	種別	参照先	URL	概要	
			自社	自社ページURL	シミュレーション-弦の振動(図45)	別紙4-11添付
57		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-弦の振動と音階の関係(実験40)	別紙4-12添付
57		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.56~57」を頭出し)	別紙1添付
58		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-弦の振動 例題解説動画(例題9)	別紙4-13添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-弦の振動 数値替えシミュレーション(例題9)	別紙4-14添付
59		自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301179_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301179_00000</a>	Webサイト-音を比べると?(項目B)	
59		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-気柱の振動と音階の関係(実験41)	別紙4-15添付
59		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.58~59」を頭出し)	別紙1添付
60		自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-気柱の振動(図48)	別紙4-16添付
61		自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-気柱の振動(図50)	別紙4-17添付
61		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.60~61」を頭出し)	別紙1添付
62		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-気柱の振動 例題解説動画(例題10)	別紙4-18添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-気柱の振動 数値替えシミュレーション(例題10)	別紙4-19添付
63		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-おんさの振動数の測定(実験42)	別紙4-20添付
63		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.62~63」を頭出し)	別紙1添付
65		自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110358_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110358_00000</a>	Webサイト-ひとつだけ動かして! /大科学実験(項目C)	
			NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005300854_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005300854_00000</a>	Webサイト-声でコップが割れる? -小実験/大科学実験(項目C)	
65		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-振り子の共振(実験43)	別紙4-21添付
65		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.64~65」を頭出し)	別紙1添付
66		自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401120_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401120_00000</a>	Webサイト-音の高低と物の振動-中学(思考学習)	
67		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.66~67」を頭出し)	別紙1添付
68		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-水面波のドップラー効果(図53)	別紙4-22添付
69		自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301312_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301312_00000</a>	Webサイト-救急車の音の変化(図55)	
69		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-ドップラー効果(実験44)	別紙4-23添付
69		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.68~69」を頭出し)	別紙1添付
71		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-ドップラー効果 公式解説動画(公式)	別紙4-24添付
71		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.70~71」を頭出し)	別紙1添付
73		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-反射板がある場合のドップラー効果 例題解説動画(例題11)	別紙4-25添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-反射板がある場合のドップラー効果 数値替えシミュレーション(例題11)	別紙4-26添付
73		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.72~73」を頭出し)	別紙1添付
74		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-斜め方向のドップラー効果 例題解説動画(例題12)	別紙4-27添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-斜め方向のドップラー効果 数値替えシミュレーション(例題12)	別紙4-28添付
75		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.74~75」を頭出し)	別紙1添付
76		自社作成マーク	自社	自社ページURL	要点の確認-音(3編2章)(演習問題)	別紙4-29添付
77		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.76~77」を頭出し)	別紙1添付
78		自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110352_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110352_00000</a>	Webサイト-人間巨大ビジョン/大科学実験(図57)	
79		自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110364_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110364_00000</a>	Webサイト-光の速さをはかってみよう/大科学実験(図58)	
79		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.78~79」を頭出し)	別紙1添付
80		自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-光の屈折(図59)	別紙5-1添付
81		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-光の屈折率と見え方(図60)	別紙5-2添付
81		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.80~81」を頭出し)	別紙1添付
82		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-屈折率の測定(実験45)	別紙5-3添付
82		自社作成マーク	自社	自社ページURL	ドリル-光の屈折(問34)	別紙5-4添付
83		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-屈折による浮き上がり 例題解説動画(例題13)	別紙5-5添付
83		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.82~83」を頭出し)	別紙1添付
84		自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-光の屈折(図62)	別紙5-6添付
85		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-全反射 例題解説動画(例題14)	別紙5-7添付
85		自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-光の分散(図63)	別紙5-8添付
85		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.84~85」を頭出し)	別紙1添付
87		自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110325_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110325_00000</a>	Webサイト-空っぽの虹/大科学実験(コラム)	
87		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.86~87」を頭出し)	別紙1添付
88		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-光の散乱(実験46)	別紙5-9添付
89		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.88~89」を頭出し)	別紙1添付
90		自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005300894_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005300894_00000</a>	Webサイト-氷でたき火-ダイジェスト/大科学実験(項目A)	
91		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.90~91」を頭出し)	別紙1添付
92		自社作成マーク	自社	自社ページURL	参考資料-凸レンズによる実像(図72)	別紙5-10添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-凸レンズ・凹レンズでできる像(図72)	別紙5-11添付
93		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-凸レンズを動かしたときのスクリーンに映った実像(問36)	別紙5-12添付
93		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-凸レンズの焦点距離の測定(実験47)	別紙5-13添付
93		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.92~93」を頭出し)	別紙1添付
94		自社作成マーク	自社	自社ページURL	参考資料-凸レンズによる虚像(図74)	別紙5-14添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-凸レンズ・凹レンズでできる像(図74)	別紙5-15添付
95		自社作成マーク	自社	自社ページURL	参考資料-凹レンズによる虚像(図76)	別紙5-16添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-凸レンズ・凹レンズでできる像(図76)	別紙5-17添付
95		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.94~95」を頭出し)	別紙1添付
96		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-レンズの式 公式解説動画(公式)	別紙5-18添付
96		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-レンズによる像 例題解説動画(例題15)	別紙5-19添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-レンズによる像 数値替えシミュレーション(例題15)	別紙5-20添付
97		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.96~97」を頭出し)	別紙1添付
98		自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401141_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401141_00000</a>	Webサイト-顕微鏡のしくみ-中学(参考)	

ウェブサイトのアドレスの掲載箇所一覧表

申請図書		学習上の参考に供する情報			備考	
番号	ページ	種別	参照先	URL	概要	
			NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401140_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005401140_00000</a>	Webサイト-望遠鏡のしくみ-中学(参考)	
99		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.98~99」を頭出し)	別紙1添付
100		自社作成マーク	自社	自社ページURL	参考資料-凹面鏡による実像(図81)	別紙5-21添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-凹面鏡・凸面鏡でできる像(図81)	別紙5-22添付
100		自社作成マーク	自社	自社ページURL	参考資料-凹面鏡による虚像(図82)	別紙5-23添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-凹面鏡・凸面鏡でできる像(図82)	別紙5-24添付
101		自社作成マーク	自社	自社ページURL	参考資料-凸面鏡による虚像(図83)	別紙5-25添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-凹面鏡・凸面鏡でできる像(図83)	別紙5-26添付
101		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.100~101」を頭出し)	別紙1添付
102		自社作成マーク	自社	自社ページURL	参考資料-凹面鏡の焦点距離(参考)	別紙5-27添付
			自社	自社ページURL	参考資料-凸面鏡の焦点距離(参考)	別紙5-28添付
102		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-球面鏡の式 公式解説動画(公式)	別紙5-29添付
103		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.102~103」を頭出し)	別紙1添付
104		自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-ヤングの実験(図84)	別紙5-30添付
105		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.104~105」を頭出し)	別紙1添付
106		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-ヤングの実験 例題解説動画(例題16)	別紙5-31添付
107		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-ヤングの実験(実験48)	別紙5-32添付
107		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.106~107」を頭出し)	別紙1添付
110		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-回折格子による光の干渉実験(実験49)	別紙5-33添付
111		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-光路長 公式解説動画(公式)	別紙5-34添付
111		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.110~111」を頭出し)	別紙1添付
114		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-くさび形空気層における光の干渉 例題解説動画(例題17)	別紙5-35添付
114		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-ニュートンリング(図97)	別紙5-36添付
115		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.114~115」を頭出し)	別紙1添付
116		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-光の干渉の考え方 公式解説動画(公式)	別紙5-37添付
117		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-観察の向きによるニュートンリングの変化(問B)	別紙5-38添付
117		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.116~117」を頭出し)	別紙1添付
118		自社作成マーク	自社	自社ページURL	要点の確認-光(3編3章)(演習問題)	別紙5-39添付
119		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.118~119」を頭出し)	別紙1添付
120		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-お玉杓子(おたま)による反射(演習問題7)	別紙5-40添付
120		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.120」を頭出し)	別紙1添付
121		自社作成マーク	自社	自社ページURL	写真解説-物理で考えてみよう 電気と磁気(編とびら)	別紙6-1添付
			自社	自社ページURL	ドリル-電気と磁気 中学校の復習ドリル(編とびら)	別紙6-2添付
			自社	自社ページURL	参考資料-電気と磁気 中学校の復習まとめ(編とびら)	別紙6-3添付
121		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「第4編 電気と磁気(p.121)」を頭出し)	別紙1添付
122		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-ストローで水道水を引き付ける(項目A)	別紙6-4添付
			NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005300912_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005300912_00000</a>	Webサイト-静電気でお絵かき-ダイジェスト/大科学実験(項目A)	
123		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-正電荷・負電荷 公式解説動画(公式)	別紙6-5添付
123		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.122~123」を頭出し)	別紙1添付
124		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-クーロンの法則 公式解説動画(公式)	別紙6-6添付
125		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-クーロンの法則 例題解説動画(例題1)	別紙6-7添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-クーロンの法則 数値替えシミュレーション(例題1)	別紙6-8添付
125		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.124~125」を頭出し)	別紙1添付
127		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-箔検電器(実験50)	別紙6-9添付
127		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.126~127」を頭出し)	別紙1添付
128		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-電荷が電場から受ける力 公式解説動画(公式)	別紙6-10添付
129		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-点電荷のまわりの電場 公式解説動画(公式)	別紙6-11添付
129		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.128~129」を頭出し)	別紙1添付
130		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-電場の重ねあわせ 例題解説動画(例題2)	別紙6-12添付
131		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.130~131」を頭出し)	別紙1添付
134		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-静電気による位置エネルギー 公式解説動画(公式)	別紙6-13添付
135		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-様な電場と電位差 公式解説動画(公式)	別紙6-14添付
135		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.134~135」を頭出し)	別紙1添付
136		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-様な電場 例題解説動画(例題3)	別紙6-15添付
137		自社作成マーク	自社	自社ページURL	ドリル-グラフのPoint 電場の強さと距離(グラフのQ&A)	別紙6-16添付
137		自社作成マーク	自社	自社ページURL	ドリル-グラフのPoint 電位と距離(グラフのQ&A)	別紙6-17添付
137		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.136~137」を頭出し)	別紙1添付
138		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-点電荷のまわりの電位 公式解説動画(公式)	別紙6-18添付
139		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-電位の重ねあわせ 例題解説動画(例題4)	別紙6-19添付
139		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.138~139」を頭出し)	別紙1添付
140		自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-電荷による電位の様子(図21)	別紙6-20添付
141		自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-電荷による電位の様子(図22)	別紙6-21添付
141		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.140~141」を頭出し)	別紙1添付
142		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-等電位線の作図(実験51)	別紙6-22添付
143		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.142~143」を頭出し)	別紙1添付
148		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-コンデンサー 公式解説動画(公式)	別紙6-23添付
149		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.148~149」を頭出し)	別紙1添付
150		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-平行板コンデンサーの電気容量 公式解説動画(公式)	別紙6-24添付
151		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.150~151」を頭出し)	別紙1添付
152		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-平行板コンデンサー 例題解説動画(例題5)	別紙6-25添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-平行板コンデンサー 数値替えシミュレーション(例題5)	別紙6-26添付
153		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-コンデンサーの電気容量(実験52)	別紙6-27添付
153		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.152~153」を頭出し)	別紙1添付
155		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-合成容量 公式解説動画(公式)	別紙6-28添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-コンデンサーの接続(公式)	別紙6-29添付
155		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.154~155」を頭出し)	別紙1添付
156		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-コンデンサーの接続 例題解説動画(例題6)	別紙6-30添付
157		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-金属板を挿入したコンデンサー 例題解説動画(例題7)	別紙6-31添付
157		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.156~157」を頭出し)	別紙1添付
159		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-コンデンサーに蓄えられる静電エネルギー 公式解説動画(公式)	別紙6-32添付
159		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.158~159」を頭出し)	別紙1添付
160		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-コンデンサーの電気容量の測定(実験53)	別紙6-33添付
161		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.160~161」を頭出し)	別紙1添付
162		自社作成マーク	自社	自社ページURL	要点の確認-電場(4編1章)(演習問題)	別紙6-34添付
163		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.162~163」を頭出し)	別紙1添付
164		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-電流と電気量 公式解説動画(公式)	別紙7-1添付
165		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-オームの法則 公式解説動画(公式)	別紙7-2添付
165		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-オームの法則(図42)	別紙7-3添付
165		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.164~165」を頭出し)	別紙1添付
167		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-抵抗と抵抗率の関係 公式解説動画(公式)	別紙7-4添付
			NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301355_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301355_00000</a>	Webサイト-抵抗とは?(公式)	

ウェブサイトのアドレスの掲載箇所一覧表

申請図書		学習上の参考に供する情報			備考	
番号	ページ	種別	参照先	URL	概要	
			NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/cip/?das_id=D0005401828_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/cip/?das_id=D0005401828_00000</a>	Webサイト-電流と抵抗-中学(公式)	
167		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-抵抗値の測定(図46)	別紙7-5添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-抵抗率(図46)	別紙7-6添付
167		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.166~167」を頭出し)	別紙1添付
168		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-超伝導(脚注2)	別紙7-7添付
169		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-温度を変えたときの電気抵抗(実験54)	別紙7-8添付
169		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.168~169」を頭出し)	別紙1添付
170		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-電流計・電圧計の使い方(図B)	別紙7-9添付
171		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-オシロスコープの使い方(図E)	別紙7-10添付
171		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.170~171」を頭出し)	別紙1添付
172		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-ジュールの法則 公式解説動画(公式)	別紙7-11添付
			自社	自社ページURL	映像-ジュールの法則(公式)	別紙7-12添付
172		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-電力量と電力 公式解説動画(公式)	別紙7-13添付
173		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-ジュール熱の発生(図49)	別紙7-14添付
173		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.172~173」を頭出し)	別紙1添付
175		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-合成抵抗 公式解説動画(公式)	別紙7-15添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-抵抗の接続(公式)	別紙7-16添付
175		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.174~175」を頭出し)	別紙1添付
177		自社作成マーク	自社	自社ページURL	ドリル-抵抗・電流・電圧(ドリル)	別紙7-17添付
177		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.176~177」を頭出し)	別紙1添付
180		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-キルヒホッフの法則 公式解説動画(公式)	別紙7-18添付
180		自社作成マーク	自社	自社ページURL	アニメーション-キルヒホッフの法則(図57)	別紙7-19添付
181		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-キルヒホッフの法則 例題解説動画(例題8)	別紙7-20添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-キルヒホッフの法則 数値替えシミュレーション(例題8)	別紙7-21添付
181		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.180~181」を頭出し)	別紙1添付
183		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-電池の起電力と内部抵抗の測定(実験55)	別紙7-22添付
183		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.182~183」を頭出し)	別紙1添付
186		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-メートルブリッジ(実験56)	別紙7-23添付
187		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-非直線抵抗を含む直流回路 例題解説動画(例題9)	別紙7-24添付
187		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.186~187」を頭出し)	別紙1添付
189		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-コンデンサーを含む直流回路 例題解説動画(例題10)	別紙7-25添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-コンデンサーを含む直流回路 数値替えシミュレーション(例題10)	別紙7-26添付
189		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.188~189」を頭出し)	別紙1添付
192		自社作成マーク	自社	自社ページURL	アニメーション-半導体ダイオードの性質(図69)	別紙7-27添付
193		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.192~193」を頭出し)	別紙1添付
196		自社作成マーク	自社	自社ページURL	要点の確認-電流(4編2章)(演習問題)	別紙7-28添付
197		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.196~197」を頭出し)	別紙1添付
202		自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-電流がつくる磁場(図79)	別紙8-1添付
203		自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-電流がつくる磁場(図80)	別紙8-2添付
203		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.202~203」を頭出し)	別紙1添付
204		自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-電流がつくる磁場(図81)	別紙8-3添付
204		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-電流がつくる磁場 公式解説動画(公式)	別紙8-4添付
			自社	自社ページURL	ドリル-電流のつくる磁場の向き(公式)	別紙8-5添付
205		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-電流がつくる磁場(実験57)	別紙8-6添付
205		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-直線電流がつくる磁場 例題解説動画(例題11)	別紙8-7添付
205		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.204~205」を頭出し)	別紙1添付
206		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-電気ブランコ(図82)	別紙8-8添付
207		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.206~207」を頭出し)	別紙1添付
208		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-電流が磁場から受ける力(実験58)	別紙8-9添付
209		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-電流が磁場から受ける力 公式解説動画(公式)	別紙8-10添付
209		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-電流が磁場から受ける力 例題解説動画(例題12)	別紙8-11添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-電流が磁場から受ける力 数値替えシミュレーション(例題12)	別紙8-12添付
209		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.208~209」を頭出し)	別紙1添付
212		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-平行電流が及ぼしあう力(実験59)	別紙8-13添付
213		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-ローレンツ力 公式解説動画(公式)	別紙8-14添付
213		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.212~213」を頭出し)	別紙1添付
214		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-ローレンツ力の向き(図89)	別紙8-15添付
214		自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-一様な磁場中の荷電粒子の運動(ローレンツ力)(図90)	別紙8-16添付
215		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-磁場中での荷電粒子の運動(図91)	別紙8-17添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-一様な磁場中の荷電粒子の運動(ローレンツ力)(図91)	別紙8-18添付
215		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-一様な磁場中の荷電粒子の運動 例題解説動画(例題13)	別紙8-19添付
215		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.214~215」を頭出し)	別紙1添付
218		自社作成マーク	自社	自社ページURL	要点の確認-電流と磁場(4編3章)(演習問題)	別紙8-20添付
219		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.218~219」を頭出し)	別紙1添付
220		自社作成マーク	NHK for School	<a href="https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110333_00000">https://www2.nhk.or.jp/school/watch/bangumi/?das_id=D0005110333_00000</a>	Webサイト-高速磁石列車/大科学実験(項目A)	
221		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-電磁誘導(実験60)	別紙9-1添付
221		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.220~221」を頭出し)	別紙1添付
222		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-ファラデーの電磁誘導の法則 公式解説動画(公式)	別紙9-2添付
223		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-電磁誘導 例題解説動画(例題14)	別紙9-3添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-電磁誘導 数値替えシミュレーション(例題14)	別紙9-4添付
223		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.222~223」を頭出し)	別紙1添付
224		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-磁場中に出入りするコイル(図97)	別紙9-5添付
225		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.224~225」を頭出し)	別紙1添付
229		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-誘導起電力とエネルギー 例題解説動画(例題15)	別紙9-6添付
229		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.228~229」を頭出し)	別紙1添付
231		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-渦電流(アルミニウムの管と磁石)(実験61)	別紙9-7添付
			自社	自社ページURL	映像-渦電流(鍋ぶたと磁石)(実験61)	別紙9-8添付
231		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.230~231」を頭出し)	別紙1添付
233		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-自己誘導 公式解説動画(公式)	別紙9-9添付
233		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.232~233」を頭出し)	別紙1添付
235		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-コイルを含む直流回路 例題解説動画(例題16)	別紙9-10添付
			自社	自社ページURL	シミュレーション-コイルを含む直流回路 数値替えシミュレーション(例題16)	別紙9-11添付
235		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.234~235」を頭出し)	別紙1添付
236		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-コイルに蓄えられるエネルギー 公式解説動画(公式)	別紙9-12添付
236		自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-相互誘導で浮遊するコイル(図108)	別紙9-13添付
237		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-相互誘導 公式解説動画(公式)	別紙9-14添付
237		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.236~237」を頭出し)	別紙1添付
245		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-コイルのリアクタンス 公式解説動画(公式)	別紙9-15添付
245		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.244~245」を頭出し)	別紙1添付
247		自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-コンデンサーのリアクタンス 公式解説動画(公式)	別紙9-16添付
247		二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.246~247」を頭出し)	別紙1添付

ウェブサイトのアドレスの掲載箇所一覧表

申請図書		学習上の参考に供する情報			備考
番号	ページ	種別	参照先	URL	
251	自社作成マーク	自社	自社ページURL	アニメーション-交流電圧と交流電流(表7)	別紙9-17添付
251	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.250~251」を頭出し)	別紙1添付
252	自社作成マーク	自社	自社ページURL	アニメーション-交流回路のインピーダンス(項目F)	別紙9-18添付
253	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.252~253」を頭出し)	別紙1添付
256	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-交流回路 例題解説動画(例題17)	別紙9-19添付
		自社	自社ページURL	シミュレーション-交流回路 数値替えシミュレーション(例題17)	別紙9-20添付
257	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.256~257」を頭出し)	別紙1添付
261	自社作成マーク	自社	自社ページURL	アニメーション-電磁波の伝播のようす(図136)	別紙9-21添付
261	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.260~261」を頭出し)	別紙1添付
263	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-紫外線の観察(実験62)	別紙9-22添付
		自社	自社ページURL	映像-赤外線線の観察(実験62)	別紙9-23添付
263	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.262~263」を頭出し)	別紙1添付
265	自社作成マーク	自社	自社ページURL	要点の確認-電磁誘導と電磁波(4編4章)(演習問題)	別紙9-24添付
265	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.264~265」を頭出し)	別紙1添付
267	自社作成マーク	自社	自社ページURL	写真解説-物理で考えてみよう 原子(編とびら)	別紙10-1添付
		自社	自社ページURL	ドリル-原子 中学校の復習ドリル(編とびら)	別紙10-2添付
		自社	自社ページURL	参考資料-原子 中学校の復習まとめ(編とびら)	別紙10-3添付
267	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「第5編 原子(p.267)」を頭出し)	別紙1添付
269	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-陰極線(図2)	別紙10-4添付
269	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.268~269」を頭出し)	別紙1添付
273	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-電場中の電子の運動 例題解説動画(例題1)	別紙10-5添付
273	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.272~273」を頭出し)	別紙1添付
275	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-電気素量 例題解説動画(例題2)	別紙10-6添付
275	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-ミリカンの実験(モデル実験)(実験63)	別紙10-7添付
275	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.274~275」を頭出し)	別紙1添付
276	自社作成マーク	自社	自社ページURL	シミュレーション-光電効果(図7)	別紙10-8添付
277	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-光子のエネルギー 公式解説動画(公式)	別紙10-9添付
277	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.276~277」を頭出し)	別紙1添付
278	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-光電効果(実験64)	別紙10-10添付
279	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-光電効果 公式解説動画(公式)	別紙10-11添付
279	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.278~279」を頭出し)	別紙1添付
280	自社作成マーク	自社	自社ページURL	ドリル-グラフのPoint 光電効果のグラフ(グラフのQ&A)	別紙10-12添付
281	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.280~281」を頭出し)	別紙1添付
282	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-光電効果によるプランク定数hの測定(実験65)	別紙10-13添付
283	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-光電効果 例題解説動画(例題3)	別紙10-14添付
		自社	自社ページURL	シミュレーション-光電効果 数値替えシミュレーション(例題3)	別紙10-15添付
283	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.282~283」を頭出し)	別紙1添付
285	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-X線 例題解説動画(例題4)	別紙10-16添付
285	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.284~285」を頭出し)	別紙1添付
288	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-光子の運動量 公式解説動画(公式)	別紙10-17添付
289	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.288~289」を頭出し)	別紙1添付
290	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-ド・ブロイ波長 公式解説動画(公式)	別紙10-18添付
291	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-物質波 例題解説動画(例題5)	別紙10-19添付
291	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.290~291」を頭出し)	別紙1添付
294	自社作成マーク	自社	自社ページURL	ドリル-問一答 電子と光(問一答)	別紙10-20添付
295	自社作成マーク	自社	自社ページURL	要点の確認-電子と光(5編1章)(演習問題)	別紙10-21添付
295	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.294~295」を頭出し)	別紙1添付
297	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-スペクトルの観察(実験66)	別紙11-1添付
297	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.296~297」を頭出し)	別紙1添付
302	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-ボアの理論 公式解説動画(公式)	別紙11-2添付
303	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.302~303」を頭出し)	別紙1添付
310	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-放射線の観察(実験67)	別紙11-3添付
		自社	自社ページURL	映像-放射線の測定(実験67)	別紙11-4添付
311	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-放射性崩壊 例題解説動画(例題6)	別紙11-5添付
		自社	自社ページURL	シミュレーション-放射性崩壊 数値替えシミュレーション(例題6)	別紙11-6添付
311	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.310~311」を頭出し)	別紙1添付
312	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-半減期 公式解説動画(公式)	別紙11-7添付
313	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-半減期 例題解説動画(例題7)	別紙11-8添付
		自社	自社ページURL	シミュレーション-半減期 数値替えシミュレーション(例題7)	別紙11-9添付
313	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.312~313」を頭出し)	別紙1添付
314	自社作成マーク	自社	自社ページURL	映像-半減期のモデル実験(実験68)	別紙11-10添付
315	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.314~315」を頭出し)	別紙1添付
318	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-質量とエネルギーの等価性 公式解説動画(公式)	別紙11-11添付
319	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.318~319」を頭出し)	別紙1添付
321	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説動画-核反応と核エネルギー 例題解説動画(例題8)	別紙11-12添付
321	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.320~321」を頭出し)	別紙1添付
330	自社作成マーク	自社	自社ページURL	ドリル-問一答 原子と原子核(問一答)	別紙11-13添付
331	自社作成マーク	自社	自社ページURL	要点の確認-原子と原子核(5編2章)(演習問題)	別紙11-14添付
331	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.330~331」を頭出し)	別紙1添付
344	自社作成マーク	自社	自社ページURL	ドリル-基礎チェック問題ドリル(物理のための数学)	別紙12-1添付
		自社	自社ページURL	参考資料-基礎チェック問題まとめ(物理のための数学)	別紙12-2添付
345	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.344~345」を頭出し)	別紙1添付
357	自社作成マーク	自社	自社ページURL	参考資料-平方・立方・平方根・立方根の表(項目1)	別紙12-3添付
357	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「p.357」を頭出し)	別紙1添付
361	自社作成マーク	自社	自社ページURL	解説-波の性質(3編1章)/p.8(略解)	別紙12-4添付
		自社	自社ページURL	解説-音(3編2章)/p.49(略解)	別紙12-5添付
		自社	自社ページURL	解説-光(3編3章)/p.78(略解)	別紙12-6添付
		自社	自社ページURL	解説-電場(4編1章)/p.122(略解)	別紙12-7添付
		自社	自社ページURL	解説-電流(4編2章)/p.164(略解)	別紙12-8添付
		自社	自社ページURL	解説-電流と磁場(4編3章)/p.198(略解)	別紙12-9添付
		自社	自社ページURL	解説-電磁誘導と電磁波(4編4章)/p.220(略解)	別紙12-10添付
		自社	自社ページURL	解説-電子と光(5編1章)/p.268(略解)	別紙12-11添付
		自社	自社ページURL	解説-原子と原子核(5編2章)/p.296(略解)	別紙12-12添付
		自社	自社ページURL	解説-物理のための数学・本文資料(略解)	別紙12-13添付
		自社	自社ページURL	解説-思考学習・実験データを分析してみよう(略解)	別紙12-14添付
361	二次元コード	自社	自社ページURL	コンテンツリスト(別紙1の「問題の解説(p.361)」を頭出し)	別紙1添付
後見返しH	自社作成マーク・二次元コード	自社	自社ページURL	映像-エレキテル(後見返し)	別紙12-15添付

(備考)申請図書中に発行者が管理するウェブサイトのアドレス(二次元コードその他のこれに代わるものを含む)を掲載する場合には、本表を以下のとおり作成する。

- 「申請図書」の欄については次のとおりとする。
  - 「番号」の欄は、複数のページ等に記載されたウェブサイトのアドレスが同一のウェブサイトを参照させる場合、一つの番号にまとめて記入する。
  - 「ページ」の欄は、ウェブサイトのアドレスの申請図書における掲載ページを示す。
  - 「種別」の欄は、URL、二次元コード等の別を示す。
- 「学習上の参考に供する情報」の欄については次のとおりとする。
  - 「参照先」の欄には、発行者のページから参照させる学習上の参考に供するページを作成する団体名などを記入する。
  - 「URL」の欄には、実際に参照させる学習上の参考に供するページのURLを記載する。なお、参照先が発行者の作成したページである場合は、「自社ページURL」と記入する。
  - 「概要」欄には、参照先における情報の内容を簡潔に記入する。
- 申請図書中のウェブサイトのアドレスが参照させるウェブサイトの画面を印刷した紙面には、対応する本表の番号を紙面右上に付記し、本表に添付すること。
- 学習上の参考に供する情報を示すウェブサイトが発行者において作成したページの場合、参照先のウェブサイトの画面を印刷した紙面を、本表に添付すること。その際、「備考」の欄に「別紙1添付」などと記載し、印刷した紙面右上に「別紙1」などと記入すること。

1

QRコンテンツ一覧表

- QRコンテンツ一覧表 p.3 目次

結果を予想してみよう

- 結果を予想してみよう 前見返しA, B

第3編 波 (p.7)

- 物理で考えてみよう 波 p.7 編とびら
- 波 中学校の復習ドリル p.7 編とびら
- 波 中学校の復習まとめ

→ 2 へ

2

- 波 中学校の復習ドリル p.7 編とびら
- 波 中学校の復習まとめ p.7 編とびら

第1章 波の性質 (p.8)

- p.8~9
- 水面に生じる波紋 p.8 図1

- p.10~11
- 正弦波の発生 p.11 図6

- p.12~13
- 波を動かしてみよう p.12 図7
- 波の要素 公式解説動画

→ 3 へ

3

- 波の要素 公式解説動画 p.12 公式
- y-x図とy-t図 p.13 図8

p.14~15

- グラフのPoint y-x図とy-t図 p.14 グラフのQ&A

p.18~19

- 波形の移動 例題解説動画 p.18 例題1
- y-x図とy-t図 例題解説動画 p.19 例題2

p.20~21

- 横波と縦波の発生 p.20 実験34

→ 4 へ

4

- 横波と縦波の発生 p.20 実験34
- 縦波の発生と縦波の表示のしかた p.21 図12

p.22~23

- グラフのPoint 縦波を横波表示したグラフ p.22 グラフのQ&A
- 縦波 例題解説動画 p.23 例題3

- 波と媒質の運動 p.23 例題3

p.24~25

- 水面を伝える波 p.24 参考

p.26~27

→ 5 へ

5

- p.26~27
- 正弦波の式 公式解説動画 p.26 公式
- 波の立体模型をつくってみよう! p.27 図17

p.30~31

- 正弦波の式 例題解説動画 p.31 例題4

p.32~33

- 波の重ねあわせ (山と山) p.32 図20
- 波の重ねあわせ (山と谷) p.33 図21
- 波の重ねあわせ p.32 図20, p.33 図21

→ 6 へ

6

- 波の重ねあわせ p.33 図20, 21

p.34~35

- グラフのPoint 定在波 p.34 グラフのQ&A
- ウェーブマシンによる定在波の発生 p.35 図22
- 定在波をつくってみよう p.35 図22

p.36~37

- 自由端による反射と固定端による反射 p.36 図23
- 波の反射 p.37 図24

p.38~39

→ 7 へ

7

p.38~39

- 波の反射 p.38 図25
- 正弦波の反射 例題解説動画 p.38 例題5

p.40~41

- 水面波の干渉 p.40 図27
- 波の干渉 p.41 図28
- 水面波の干渉 p.41 実験35

p.42~43

- 波の反射 p.42 図29

→ 8 へ

8

p.42 図29

- 波の反射 p.42 図29
- 反射の法則 公式解説動画 p.42 公式
- 波の屈折 p.42 図30
- 屈折の法則 公式解説動画 p.43 公式
- 波の屈折 例題解説動画 p.43 例題6
- 波の屈折 数値替えシミュレーション p.43 例題6
- 水面波の反射と屈折 p.43 実験36

p.44~45

→ 9 へ

9

p.44~45

- ホイヘンスの原理を用いた反射の法則の説明 p.44 図A
- ホイヘンスの原理を用いた屈折の法則の説明 p.45 図B

p.46~47

- 波の回折 p.46 図32
- 水面波の回折 p.46 実験37
- 波の性質 (3編1章) p.47

第2章 音 (p.49)

p.49

→ 10 へ

10

p.49

- 振動するスピーカーの表面 p.49 図33
- 真空中の音 p.49 問16

p.50~51

- 車で走ると音楽が流れるのは? p.50 B音の大きさ・音の高さ・音色 NHK for School
- 音の波形 p.50 実験38
- 音の速さを見よう - ダイジェスト / 大科学 実験 p.51 C音の速さ NHK for School
- 音が遅れて聞こえるのは? p.51 C音の速さ

→ 11 へ

11

p.51 C音の速さ NHK for School

- 音が遅れて聞こえるのは? p.51 C音の速さ NHK for School
- 固体を伝える音 - 中学 p.51 C音の速さ NHK for School

p.52~53

- 音の特等席 / 大科学実験 p.52 D-2音の屈折 NHK for School
- 音の干渉 p.53 実験39
- 音の干渉 例題解説動画 p.53 例題7
- 音の干渉 数値替えシミュレーション p.53 例題7

→ 12 へ

12

p.53 例題7

- 音の干渉 数値替えシミュレーション p.53 例題7

p.54~55

- 音の干渉 例題解説動画 p.54 例題8
- 音の干渉 数値替えシミュレーション p.54 例題8
- 音の重ねあわせ・うなりのシミュレーター p.55 図41

p.56~57

- 弦の固有振動 p.57 図45
- 弦の振動 p.57 図45
- 弦の振動と音階の関係

→ 13 へ

13

p.58~59

- 弦の振動 例題解説動画 p.58 例題9
- 弦の振動 数値替えシミュレーション p.58 例題9
- 音を比べると? p.59 B 気柱の振動 NHK for School
- 気柱の振動と音階の関係 p.59 実験41

p.60~61

- 気柱の振動 p.60 図48, p.61 図50

p.62~63

- 気柱の振動 例題解説動画 p.62 例題10

→ 14 へ

14

気柱の振動 p.61 図48, 50

p.62~63

- 気柱の振動 例題解説動画 p.62 例題10
- 気柱の振動 数値替えシミュレーション p.62 例題10
- おんさの振動数の測定 p.63 実験42

p.64~65

- ひとつだけ動かして! / 大科学実験 p.65 C 共振・共鳴 NHK for School
- 声でコップが割れる? - 小実験 / 大科学実験 p.65 C 共振・共鳴 NHK for School

→ 15 へ

15

声でコップが割れる? - 小実験 / 大科学実験 p.65 C 共振・共鳴 NHK for School

振り子の共振 p.65 実験43

p.66~67

- 音の高低と物の振動 - 中学 p.66 思考学習 NHK for School

p.68~69

- 水面波のドップラー効果 p.68 図53
- 救急車の音の変化 p.69 図55 NHK for School
- ドップラー効果 p.69 実験44

→ 16 へ

16

ドップラー効果 p.69 実験44

p.70~71

- ドップラー効果 公式解説動画 p.71 公式

p.72~73

- 反射板がある場合のドップラー効果 例題解説動画 p.73 例題11
- 反射板がある場合のドップラー効果 数値替えシミュレーション p.73 例題11

p.74~75

- 斜め方向のドップラー効果 例題解説動画 p.74 例題12
- 斜め方向のドップラー効果 数値替えシミュレーション

→ 17 へ

17

斜め方向のドップラー効果 数値替えシミュレーション p.74 例題12

p.76~77

- 音 (3編2章) p.76

第3章 光 (p.78)

p.78~79

- 人間巨大ビジョン / 大科学実験 p.78 図57 NHK for School
- 光の速さをはかってみよう / 大科学実験 p.79 図58 NHK for School

p.80~81

- 光の屈折

→ 18 へ

18

光の屈折 p.80 図59

光の屈折率と見え方 p.81 図60

p.82~83

- 屈折率の測定 p.82 実験45
- 光の屈折 p.82 問34
- 屈折による浮き上がり 例題解説動画 p.83 例題13

p.84~85

- 光の屈折 p.84 図62
- 全反射 例題解説動画

→ 19 へ

19

全反射 例題解説動画  
p.85 例題14

光の分散  
p.85 図63

p.86~87

空いっばいの虹/大科学実験  
p.87 コラム  
NHK for School

p.88~89

光の散乱  
p.88 実験46

p.90~91

氷でたき火-ダイジェスト/大科学実験  
p.90 A 凸レンズ・凹レンズ  
NHK for School

p.92~93

→ 20 へ

20

凸レンズによる実像  
p.92 図72

凸レンズ・凹レンズでできる像  
p.92 図72

凸レンズを動かしたときのスクリーンに映った実像  
p.93 問36

凸レンズの焦点距離の測定  
p.93 実験47

p.94~95

凸レンズによる虚像  
p.94 図74

凹レンズによる虚像  
p.95 図76

凸レンズ・凹レンズでできる像  
p.94 図74, p.95 図76

→ 21 へ

21

凸レンズ・凹レンズでできる像  
p.94 図74, p.95 図76

p.96~97

レンズの式 公式解説動画  
p.96 公式

レンズによる像 例題解説動画  
p.96 例題15

レンズによる像 数値替えシミュレーション  
p.96 例題15

p.98~99

顕微鏡のしくみ-中学  
p.98 参考  
NHK for School

望遠鏡のしくみ-中学  
p.98 参考  
NHK for School

→ 22 へ

22

望遠鏡のしくみ-中学  
p.98 参考  
NHK for School

p.100~101

凹面鏡による実像  
p.100 図81

凹面鏡による虚像  
p.100 図82

凸面鏡による虚像  
p.101 図83

凹面鏡・凸面鏡でできる像  
p.100 図81, 82, p.101 図83

p.102~103

凹面鏡の焦点距離  
p.102 参考

→ 23 へ

23

凹面鏡の焦点距離  
p.102 参考

凸面鏡の焦点距離  
p.102 参考

球面鏡の式 公式解説動画  
p.102 公式

p.104~105

ヤングの実験  
p.104 図84

p.106~107

ヤングの実験 例題解説動画  
p.106 例題16

ヤングの実験  
p.107 実験48

p.110~111

→ 24 へ

24

p.110~111

回折格子による光の干渉実験  
p.110 実験49

光路長 公式解説動画  
p.111 公式

p.114~115

くさび形空気層における光の干渉 例題解説動画  
p.114 例題17

ニュートンリング  
p.114 図97

p.116~117

光の干渉の考え方 公式解説動画  
p.116 公式

観察の向きによるニュートンリングの変化  
p.117 問B

→ 25 へ

25

観測の向きによるニュートンリングの変化  
p.117 問B

p.118~119

光 (3編3章)  
p.118

p.120

お玉杓子 (おたま) による反射  
p.120 演習問題7

第4編 電気と磁気 (p.121)

物理で考えてみよう 電気と磁気  
p.121 編とびら

電気と磁気 中学校の復習ドリル  
p.121 編とびら

→ 26 へ

26

電気と磁気 中学校の復習ドリル  
p.121 編とびら

電気と磁気 中学校の復習まとめ  
p.121 編とびら

第1章 電場 (p.122)

p.122~123

ストローで水道水を引き付ける  
p.122 A 静電気

静電気でお絵かき-ダイジェスト/大科学実験  
p.122 A 静電気  
NHK for School

正電荷・負電荷 公式解説動画  
p.123 公式

p.124~125

クーロンの法則 公式解説動画  
p.124 公式

→ 27 へ

27

クーロンの法則 公式解説動画  
p.124 公式

クーロンの法則 例題解説動画  
p.125 例題1

クーロンの法則 数値替えシミュレーション  
p.125 例題1

p.126~127

箔検電器  
p.127 実験50

p.128~129

電荷が電場から受ける力 公式解説動画  
p.128 公式

点電荷のまわりの電場 公式解説動画  
p.129 公式

p.130~131

→ 28 へ

28

p.130~131

電場の重ねあわせ 例題解説動画  
p.130 例題2

p.134~135

静電気による位置エネルギー 公式解説動画  
p.134 公式

一様な電場と電位差 公式解説動画  
p.135 公式

p.136~137

一様な電場 例題解説動画  
p.136 例題3

グラフのPoint 電場の強さと距離  
p.137 グラフのQ&A

グラフのPoint 電位と距離  
p.137 グラフのQ&A

→ 29 へ

29

グラフのPoint 電位と距離  
p.137 グラフのQ&A

p.138~139

点電荷のまわりの電位 公式解説動画  
p.138 公式

電位の重ねあわせ 例題解説動画  
p.139 例題4

p.140~141

電荷による電位の様子  
p.140 図21, p.141 図22

p.142~143

等電位線の作図  
p.142 実験51

p.148~149

コンデンサー 公式解説動画

→ 30 へ

30

コンデンサー 公式解説動画  
p.148 公式

p.150~151

平行板コンデンサーの電気容量 公式解説動画  
p.150 公式

p.152~153

平行板コンデンサー 例題解説動画  
p.152 例題5

平行板コンデンサー 数値替えシミュレーション  
p.152 例題5

コンデンサーの電気容量  
p.153 実験52

p.154~155

合成容量 公式解説動画  
p.155 公式

→ 31 へ

31

合成容量 公式解説動画  
p.155 公式

コンデンサーの接続  
p.155 公式

p.156~157

コンデンサーの接続 例題解説動画  
p.156 例題6

金属板を挿入したコンデンサー 例題解説動画  
p.157 例題7

p.158~159

コンデンサーに蓄えられる静電エネルギー 公式解説動画  
p.159 公式

p.160~161

コンデンサーの電気容量の測定  
p.160 実験53

→ 32 へ

32

コンデンサーの電気容量の測定  
p.160 実験53

p.162~163

電場 (4編1章)  
p.162

第2章 電流 (p.164)

p.164~165

電流と電気量 公式解説動画  
p.164 公式

オームの法則 公式解説動画  
p.165 公式

オームの法則  
p.165 図42

p.166~167

→ 33 へ

33

p.166~167

抵抗と抵抗率の関係 公式解説動画  
p.167 公式

抵抗とは?  
p.167 公式  
NHK for School

電流と抵抗-中学  
p.167 公式  
NHK for School

抵抗値の測定  
p.167 図46

抵抗率  
p.167 図46

p.168~169

超伝導  
p.168 脚注2

→ 34 へ

34

超伝導  
p.168 脚注2

温度を変えたときの電気抵抗  
p.169 実験54

p.170~171

電流計・電圧計の使い方  
p.170 図B

オシロスコープの使い方  
p.171 図E

p.172~173

ジュールの法則 公式解説動画  
p.172 公式

ジュールの法則  
p.172 公式

電力量と電力 公式解説動画

→ 35 へ

35

電力量と電力 公式解説動画  
p.172 公式

ジュール熱の発生  
p.173 図49

p.174~175

合成抵抗 公式解説動画  
p.175 公式

抵抗の接続  
p.175 公式

p.176~177

抵抗・電流・電圧  
p.177 ドリル

p.180~181

キルヒホッフの法則 公式解説動画  
p.180 公式

→ 36 へ

36

キルヒホッフの法則 公式解説動画  
p.180 公式

キルヒホッフの法則  
p.180 図57

キルヒホッフの法則 例題解説動画  
p.181 例題8

キルヒホッフの法則 数値替えシミュレーション  
p.181 例題8

p.182~183

電池の起電力と内部抵抗の測定  
p.183 実験55

p.186~187

メートルブリッジ  
p.186 実験56

非直線抵抗を含む直流回路 例題解説動画

→ 37 へ

37

非直線抵抗を含む直流回路 例題解説動画  
p.187 例題9

p.188~189

コンデンサーを含む直流回路 例題解説動画  
p.189 例題10

コンデンサーを含む直流回路 数値替えシミュレーション  
p.189 例題10

p.192~193

半導体ダイオードの性質  
p.192 図69

p.196~197

電流 (4編2章)  
p.196

第3章 電流と磁場 (p.198)

→ 38 へ

38

第3章 電流と磁場 (p.198)

p.202~203

電流がつくる磁場  
p.202 図79, p.203 図80

p.204~205

電流がつくる磁場  
p.204 図81

電流がつくる磁場 公式解説動画  
p.204 公式

電流のつくる磁場の向き  
p.204 公式

電流がつくる磁場  
p.205 実験57

直線電流がつくる磁場 例題解説動画  
p.205 例題11

→ 39 へ

39

直線電流がつくる磁場 例題解説動画  
p.205 例題11

p.206~207

電気ブランコ  
p.206 図82

p.208~209

電流が磁場から受ける力  
p.208 実験58

電流が磁場から受ける力 公式解説動画  
p.209 公式

電流が磁場から受ける力 例題解説動画  
p.209 例題12

電流が磁場から受ける力 数値替えシミュレーション  
p.209 例題12

→ 40 へ

40

電流が磁場から受ける力 数値替えシミュレーション  
p.209 例題12

p.212~213

平行電流が及ぼしあう力  
p.212 実験59

ローレンツ力 公式解説動画  
p.213 公式

p.214~215

ローレンツ力の向き  
p.214 図89

一様な磁場中の荷電粒子の運動 (ローレンツ力)  
p.214 図90, p.215 図91

磁場中での荷電粒子の運動  
p.215 図91

→ 41 へ

41

磁場中での荷電粒子の運動  
p.215 図91

一様な磁場中の荷電粒子の運動 例題解説動画  
p.215 例題13

p.218~219

電流と磁場 (4編3章)  
p.218

第4章 電磁誘導と電磁波 (p.220)

p.220~221

高速磁石列車 / 大科学実験  
p.220 A 電磁誘導  
NHK for School

電磁誘導  
p.221 実験60

p.222~223

→ 42 へ

42

p.222~223

ファラデーの電磁誘導の法則 公式解説動画  
p.222 公式

電磁誘導 例題解説動画  
p.223 例題14

電磁誘導 数値替えシミュレーション  
p.223 例題14

p.224~225

磁場中に入り出すコイル  
p.224 図97

p.228~229

誘導起電力とエネルギー 例題解説動画  
p.229 例題15

p.230~231

渦電流 (アルミニウムの管と磁石)

→ 43 へ

43

≡

- 
 渦電流（アルミニウムの管と磁石）  
 p.231 実験61
- 
 渦電流（銅ぶたと磁石）  
 p.231 実験61
- p.232～233
- 
 自己誘導 公式解説動画  
 p.233 公式
- p.234～235
- 
 コイルを含む直流回路 例題解説動画  
 p.235 例題16
- 
 コイルを含む直流回路 数値替えシミュレーション  
 p.235 例題16
- p.236～237
- 
 コイルに蓄えられるエネルギー 公式解説動画  
 p.236 公式

→ 44 へ

44

≡

- 
 コイルに蓄えられるエネルギー 公式解説動画  
 p.236 公式
- 
 相互誘導で浮遊するコイル  
 p.236 図108
- 
 相互誘導 公式解説動画  
 p.237 公式
- p.244～245
- 
 コイルのリアクタンス 公式解説動画  
 p.245 公式
- p.246～247
- 
 コンデンサーのリアクタンス 公式解説動画  
 p.247 公式
- p.250～251
- 
 交流電圧と交流電流  
 p.251 表7

→ 45 へ

45

≡

- 
 交流電圧と交流電流  
 p.251 表7
- p.252～253
- 
 交流回路のインピーダンス  
 p.252 F 交流回路のインピーダンス
- p.256～257
- 
 交流回路 例題解説動画  
 p.256 例題17
- 
 交流回路 数値替えシミュレーション  
 p.256 例題17
- p.260～261
- 
 電磁波の伝播のようす  
 p.261 図136
- p.262～263
- 
 紫外線の観察

→ 46 へ

46

≡

- 
 紫外線の観察  
 p.263 実験62
- 
 赤外線観察  
 p.263 実験62
- p.264～265
- 
 電磁誘導と電磁波（4編4章）  
 p.265
- 第5編 原子（p.267）
- 
 物理で考えてみよう 原子  
 p.267 編とびら
- 
 原子 中学校の復習ドリル  
 p.267 編とびら
- 
 原子 中学校の復習まとめ  
 p.267 編とびら

→ 47 へ

47

≡

- 
 原子 中学校の復習まとめ  
 p.267 編とびら
- 第1章 電子と光（p.268）
- p.268～269
- 
 陰極線  
 p.269 図2
- p.272～273
- 
 電場中の電子の運動 例題解説動画  
 p.273 例題1
- p.274～275
- 
 電気素量 例題解説動画  
 p.275 例題2
- 
 ミリカンの実験（モデル実験）  
 p.275 実験63

→ 48 へ

48

≡

- 
 ミリカンの実験（モデル実験）  
 p.275 実験63
- p.276～277
- 
 光電効果  
 p.276 図7
- 
 光子のエネルギー 公式解説動画  
 p.277 公式
- p.278～279
- 
 光電効果  
 p.278 実験64
- 
 光電効果 公式解説動画  
 p.279 公式
- p.280～281
- 
 グラフのPoint 光電効果のグラフ  
 p.280 グラフのQ&A

→ 49 へ

49

☰

グラフのPoint 光電効果のグラフ  
p.280 グラフのQ&A

p.282~283

光電効果によるプランク定数hの測定  
p.282 実験65

光電効果 例題解説動画  
p.283 例題3

光電効果 数値替えシミュレーション  
p.283 例題3

p.284~285

X線 例題解説動画  
p.285 例題4

p.288~289

光子の運動量 公式解説動画  
p.288 公式

→ 50 へ

50

☰

光子の運動量 公式解説動画  
p.288 公式

p.290~291

ド・ブROI波長 公式解説動画  
p.290 公式

物質波 例題解説動画  
p.291 例題5

p.294~295

一問一答 電子と光  
p.294 一問一答

電子と光 (5編1章)  
p.295

第2章 原子と原子核 (p.296)

p.296~297

→ 51 へ

51

☰

p.296~297

スペクトルの観察  
p.297 実験66

p.302~303

ボーアの理論 公式解説動画  
p.302 公式

p.310~311

放射線の観察  
p.310 実験67

放射線の測定  
p.310 実験67

放射性崩壊 例題解説動画  
p.311 例題6

放射性崩壊 数値替えシミュレーション  
p.311 例題6

→ 52 へ

52

☰

放射性崩壊 数値替えシミュレーション  
p.311 例題6

p.312~313

半減期 公式解説動画  
p.312 公式

半減期 例題解説動画  
p.313 例題7

半減期 数値替えシミュレーション  
p.313 例題7

p.314~315

半減期のモデル実験  
p.314 実験68

p.318~319

質量とエネルギーの等価性 公式解説動画  
p.318 公式

→ 53 へ

53

☰

質量とエネルギーの等価性 公式解説動画  
p.318 公式

p.320~321

核反応と核エネルギー 例題解説動画  
p.321 例題8

p.330~331

一問一答 原子と原子核  
p.330 一問一答

原子と原子核 (5編2章)  
p.331

物理のための数学 (p.344)

p.344~345

基礎チェック問題ドリル  
p.344 物理のための数学

→ 54 へ

54

☰

基礎チェック問題ドリル  
p.344 物理のための数学

基礎チェック問題まとめ  
p.344 物理のための数学

本文資料 (p.357)

p.357

平方・立方・平方根・立方根の表  
p.357 1表

問題の解説 (p.361)

波の性質 (3編1章) / p.8  
p.361

音 (3編2章) / p.49  
p.361

→ 55 へ

55

音 (3編2章) / p.49  
p.361

光 (3編3章) / p.78  
p.361

電場 (4編1章) / p.122  
p.361

電流 (4編2章) / p.164  
p.361

電流と磁場 (4編3章) / p.198  
p.361

電磁誘導と電磁波 (4編4章) / p.220  
p.361

電子と光 (5編1章) / p.268  
p.361

原子と原子核 (5編2章) / p.296

→ 56 へ

56

原子と原子核 (5編2章) / p.296  
p.361

物理のための数学・本文資料  
p.361

思考学習・実験データを分析してみよう  
p.361

エレキテル

エレキテル  
後見返しG, H

◆中学校の復習ドリル (一覧)

波 (3編)  
p.7 編とびら

→ 57 へ

57

電気と磁気 (4編)  
p.121 編とびら

原子 (5編)  
p.267 編とびら

◆各章の要点の確認 (一覧)

波の性質 (3編1章)  
p.47

音 (3編2章)  
p.76

光 (3編3章)  
p.118

電場 (4編1章)  
p.162

→ 58 へ

58

光 (3編3章)  
p.118

電場 (4編1章)  
p.162

電流 (4編2章)  
p.196

電流と磁場 (4編3章)  
p.218

電磁誘導と電磁波 (4編4章)  
p.265

電子と光 (5編1章)  
p.295

原子と原子核 (5編2章)  
p.331



## QRコンテンツ一覧表

この教科書に収録されているコンテンツの一覧表です。

## 結果を予想してみよう(前見返し)

種別	コンテンツタイトル	教科書ページ	対応箇所
映像クイズ	<a href="#">結果を予想してみよう</a>	前見返しA, B	-

## 第3編 波(編とびら)

種別	コンテンツタイトル	教科書ページ	対応箇所
写真解説	<a href="#">物理で考えてみよう 波</a>	p.7	編とびら
中学校の復習	<a href="#">波 中学校の復習まとめ</a>	p.7	編とびら

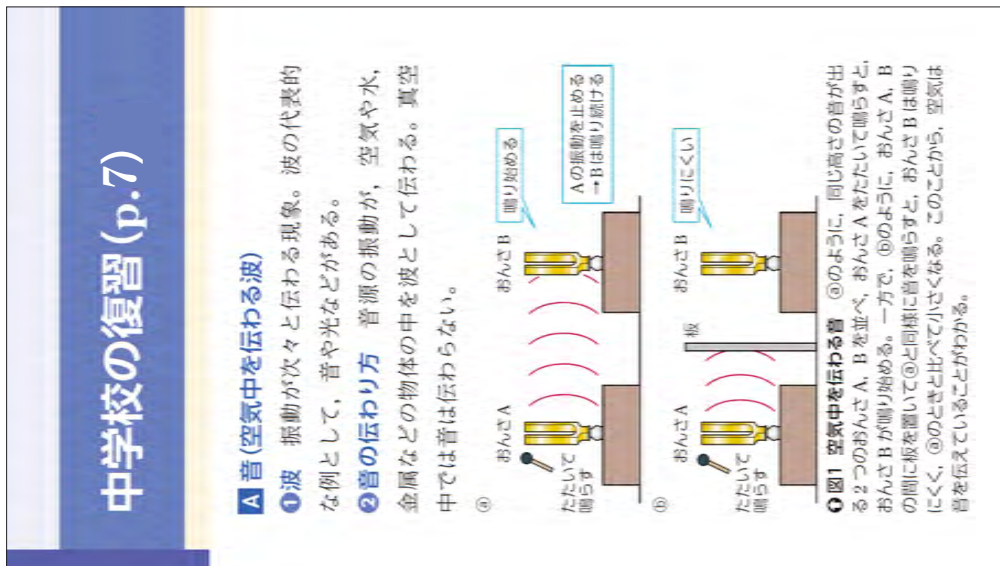
別紙 3-1



別紙 3-2



別紙 3-3



別紙 3-4



# 別紙 3-5

### 正弦波の発生

円運動の表示      正弦波の発生      波源の時間変化

# 別紙 3-6

### 波を動かしてみよう

波の進む向き →

波の速度 10 m/s  
 波長 10 m  
 振幅 6 m  
 振動数 1 Hz  
 周期 1 s  
 時間 0.0 s

再生      最初に戻る

**チャレンジ:**

- 波の速度, 波長, 振幅を半分にして, それぞれの場合で波のようすを観察してみよう!

# 別紙 3-7

### 波の速さ $v$ [m/s], 波長 $\lambda$ [m], 周期 $T$ [s], 振動数 $f$ [Hz] の正弦波について

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

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

$$v = f\lambda$$

1周期  $T$ の間に 1波長  $\lambda$  進む

波の速さ  $v$

周期  $T$   
振動数  $f$

# 別紙 3-8

### $y-x$ 図と $y-t$ 図

時刻 0

$y-x$  図      波の進む向き →       $y-t$  図

変位  $y$  [m]

位置  $x$  [m]

時間  $t$  [s]

波の進む向き  
  $x$ 軸の正の向き      $x$ 軸の負の向き

位置 ★ を選ぶ: 0

$t = 0$  s での波形

再生      初めから

# 別紙 3-9

1/8

y-x図とy-t図

図は、ある時刻における波形 (y-x 図) である。  
波長を表すのは①、②のどちらか。

# 別紙 3-10

図は、 $x$  軸上を正の向きに速さ  $0.10 \text{ m/s}$  で進む正弦波の、時刻  $t = 0 \text{ s}$  での波形を表す。

(1) 時刻  $t = 5.0 \text{ s}$  での波形を図にかきこめ。

(2) 時刻  $t = 0 \text{ s}$  のときと同じ波形になる最初の時刻  $t_0 [\text{s}]$  を求めよ。

# 別紙 3-11

図は、 $x$  軸上を正の向きに速さ  $1.5 \text{ m/s}$  で進む正弦波の、時刻  $t = 0 \text{ s}$  での波形を表す。  
位置  $x = 3.0 \text{ m}$  での媒質の振動のようすを  $y-t$  図に表せ。

# 別紙 3-12

波の進行方向 →

横波ができる

スロー再生

媒質の振動方向

# 別紙 3-13

縦波の表示のしかた



縦波の発生

# 別紙 3-14

縦波を横波表示したグラフ 1/9

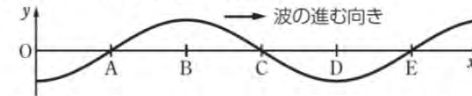
図は、縦波の変位を反時計回りに90度回転させ、横波のように表示したものである。y軸方向の変位をx軸方向の変位にもとずく場合、**上向きの変位は、図の①、②のどちらにもとずいて考えるか。**



①  
②

# 別紙 3-15

図は、x軸上を正の向きに進む縦波の、ある時刻における媒質の変位を横波のように表したものである(x軸の正の向きの変位を、y軸の正の向きに表す)。次の状態の媒質の点をA～Eからすべて選べ。




波の進む向き

- 最も密
- 最も疎
- 媒質の速さが0
- 媒質の速さが最大
- 媒質の速度が右向きに最大

# 別紙 3-16

9 波と媒質の運動 1/10

【縦波】x軸の正の向きの変位を、y軸の正の向きに表している。

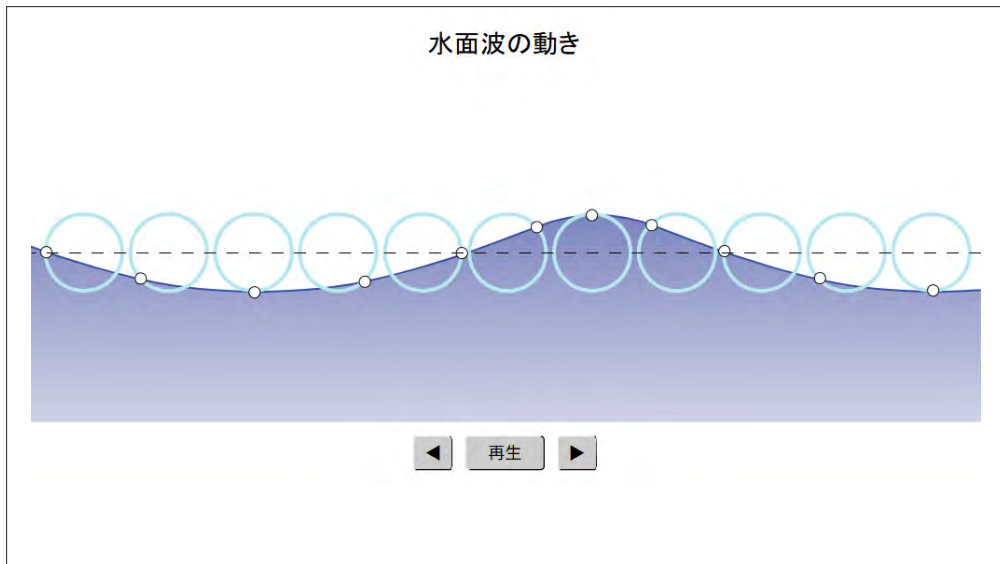


波の進む向き

A～Dのうち、最も密な点は？

① A  
② B  
③ C  
④ D

# 別紙 3-17



# 別紙 3-18

### 正弦波の式

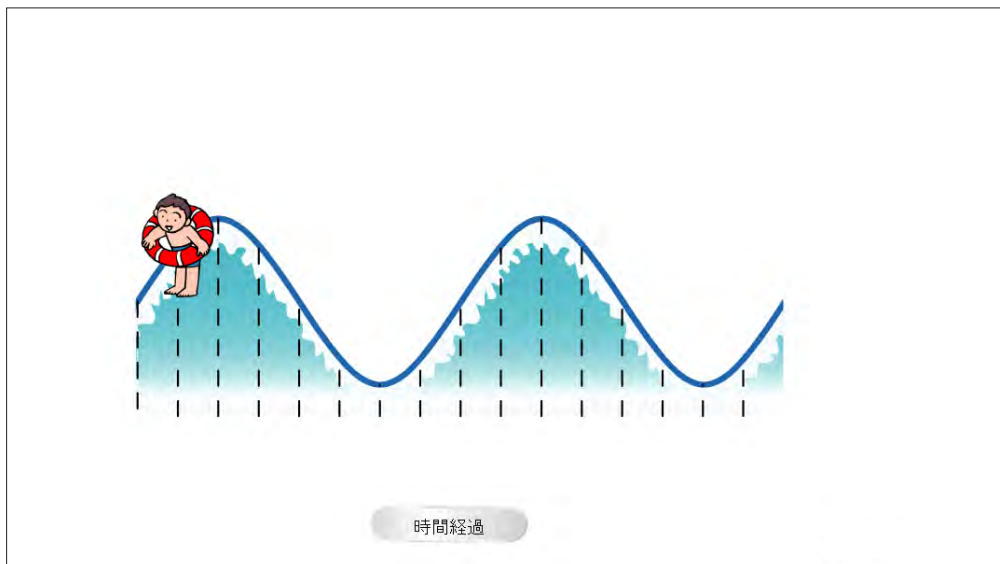
$$y = A \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

y [m]	媒質の変位	T [s]	周期
A [m]	振幅 (amplitude)	x [m]	媒質の位置
t [s]	時間 (time)	λ [m]	波長

**条件**

- ① 波が x 軸の正の向きに進むとき
- ② 原点 (x = 0) での媒質が、時刻 0 に y = 0 の位置を y 軸の正の向きに通過するとき

# 別紙 3-19



# 別紙 3-20

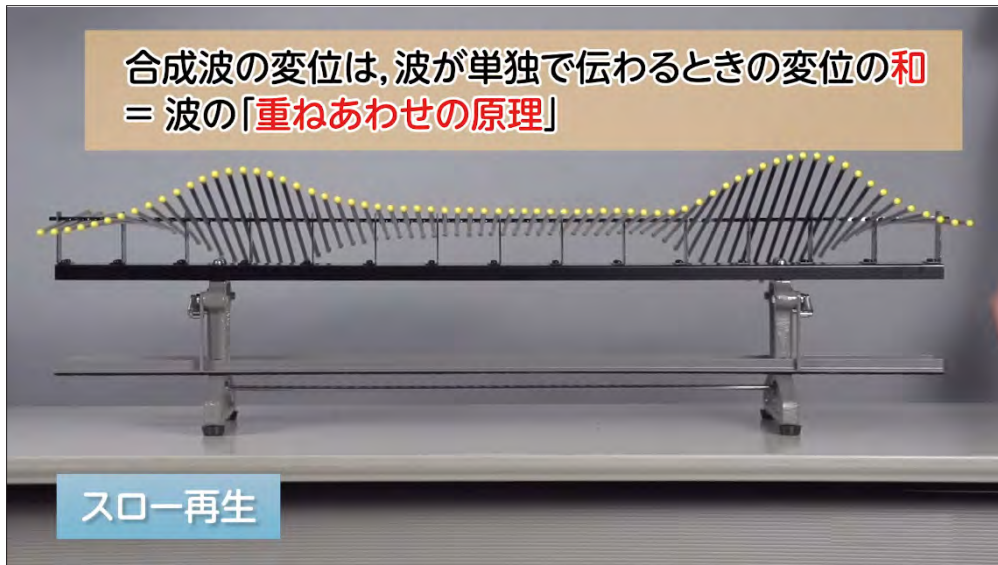
x 軸上を正の向きに速さ 5m/s で進む正弦波がある。原点の媒質の変位 y は図のように表される。円周率を π とする。

- (1) 時刻 t での原点の媒質の変位 y を, t を用いて表せ。
- (2) 時刻 t での位置 x の媒質の変位 y を, x, t を用いて表せ。

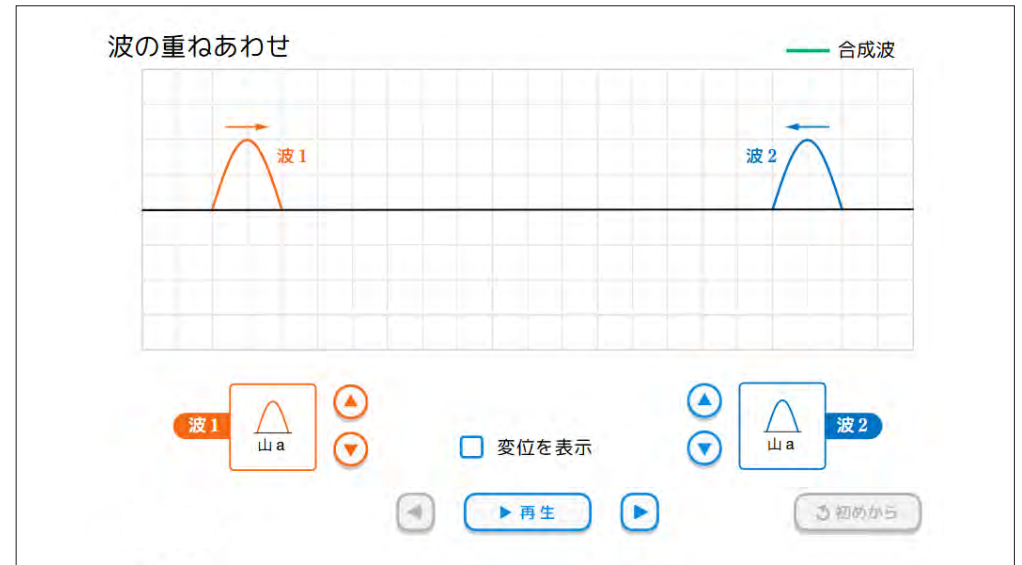
**指針**

- (1) グラフから、振幅、周期を確認して単振動の式に代入する。
- (2) 振動が伝わるのかかる時間 t<sub>0</sub> を考え、(1)の式における t を t - t<sub>0</sub> で置きかえる。

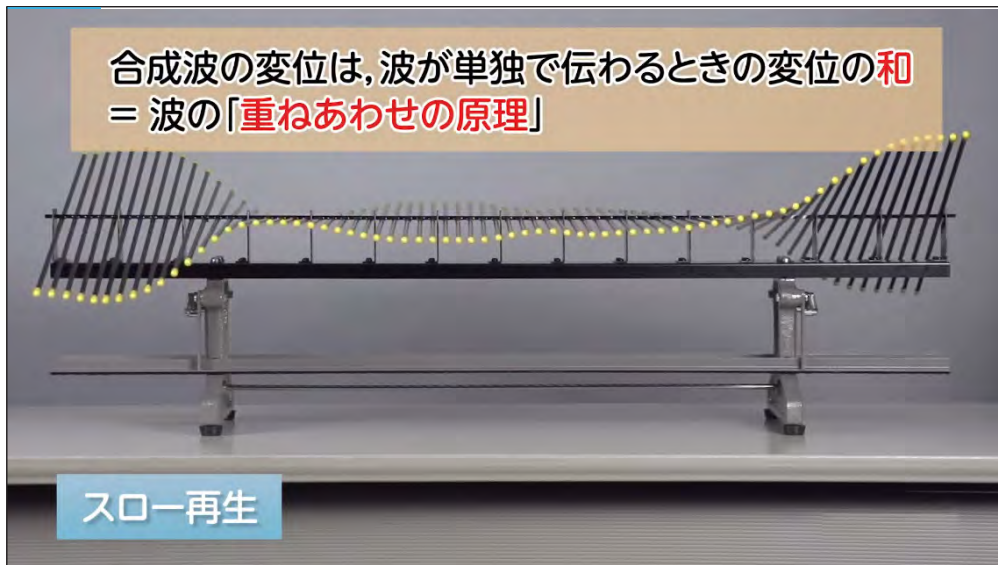
別紙 3-21



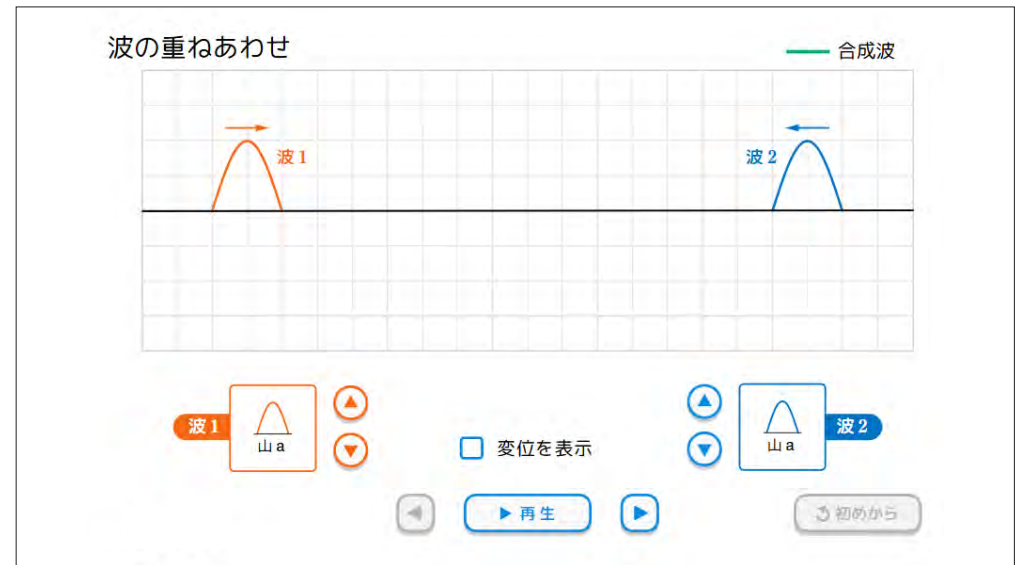
別紙 3-22



別紙 3-23



別紙 3-24



別紙 3-25

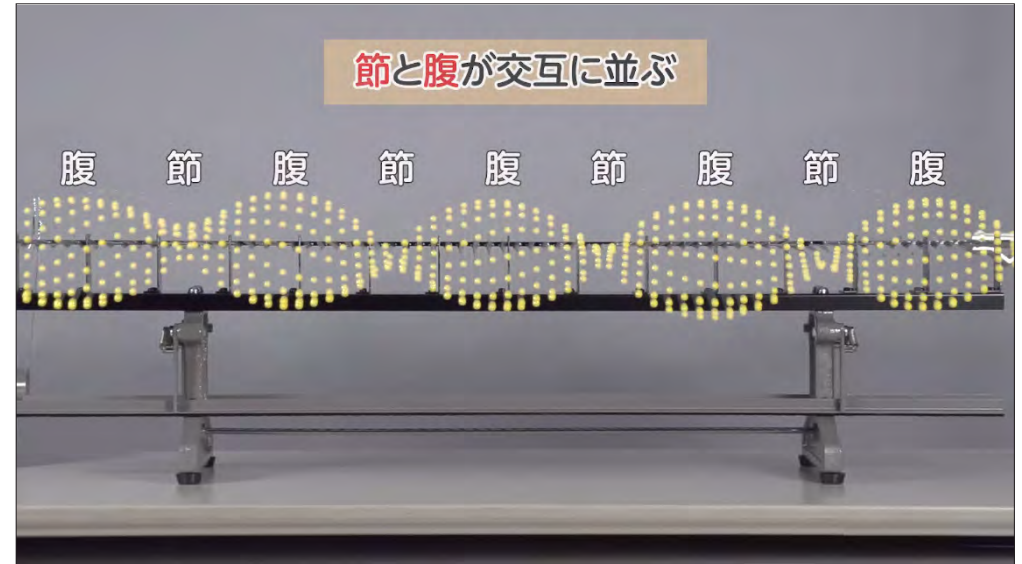
1/5

定在波

図は、反対向きに同じ速さで進む、波長・振幅の等しい進行波が重なってできた定在波の波形である。もとの進行波の振幅は①と②のどちらか。

① ②

別紙 3-26



別紙 3-27

定在波をつくってみよう

説明を表示

合成波  $\sim$   
1目盛り1m

右向きに進む波  $\sim$  速さ: 2 m/s  $\nabla$  左向きに進む波  $\sim$  速さ: 2 m/s  $\nabla$

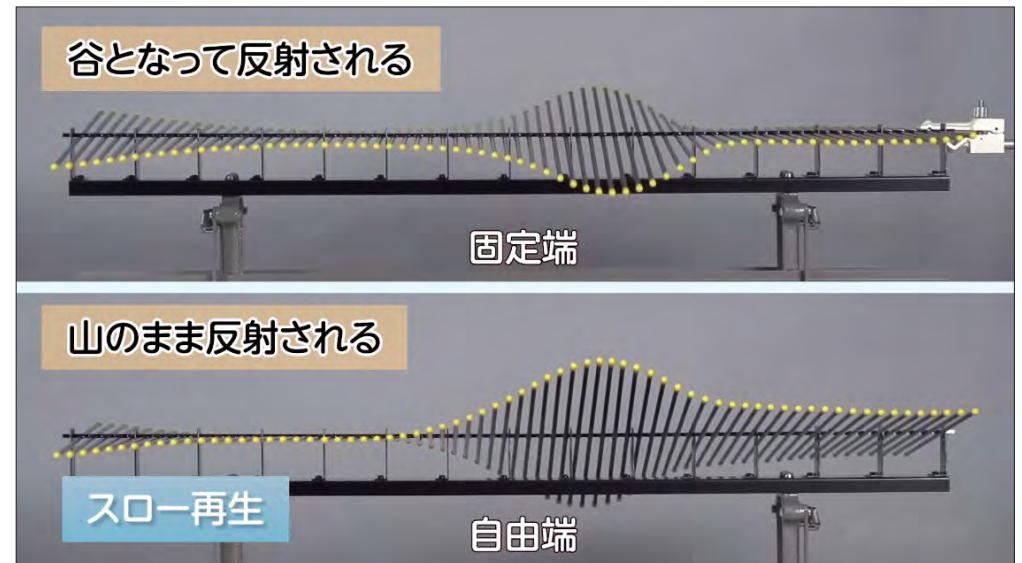
振幅: 1 m  $\nabla$  波長: 4 m  $\nabla$  振幅: 1 m  $\nabla$  波長: 4 m  $\nabla$

時間: 0.0 s

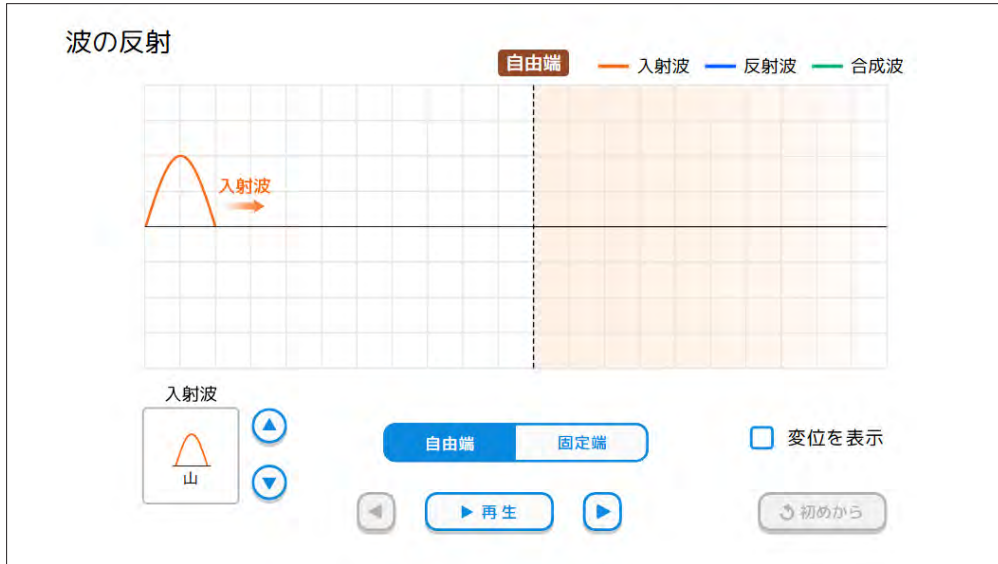
再生

初めから

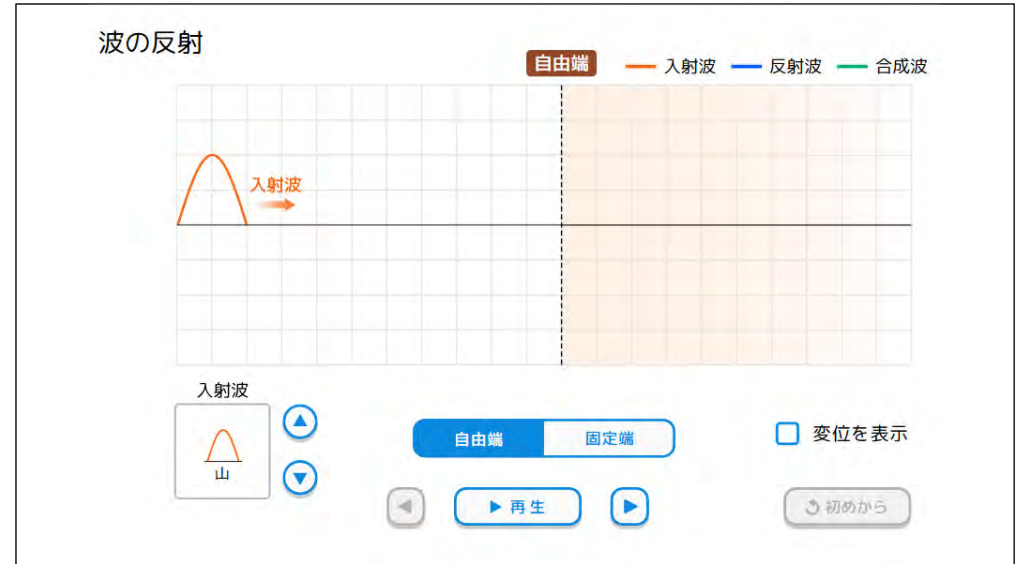
別紙 3-28



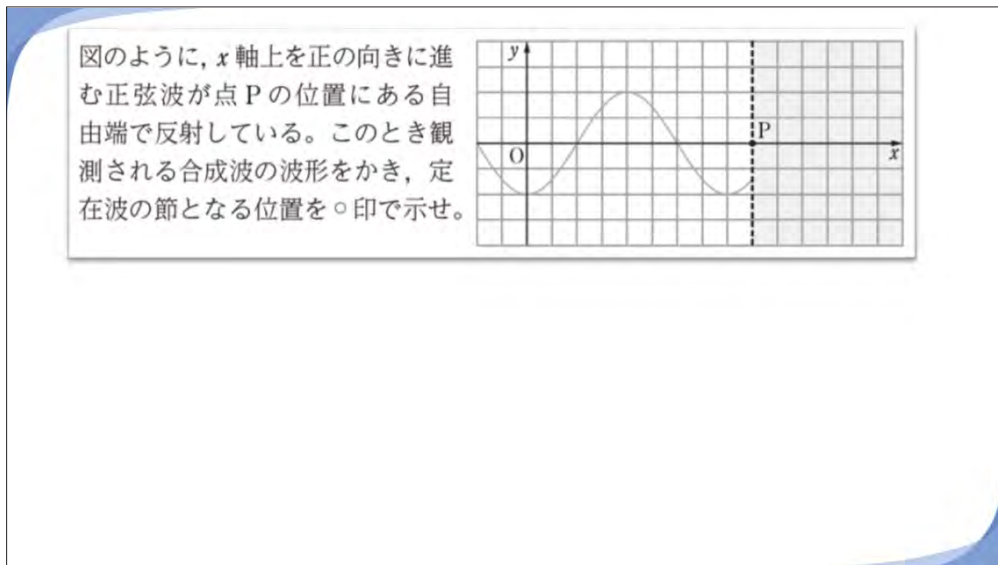
別紙 3-29



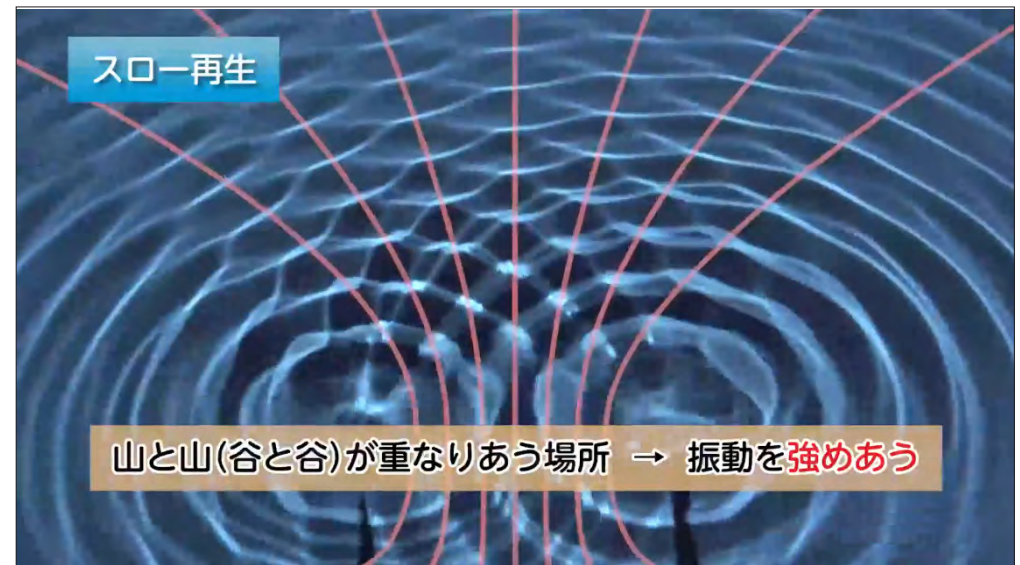
別紙 3-30



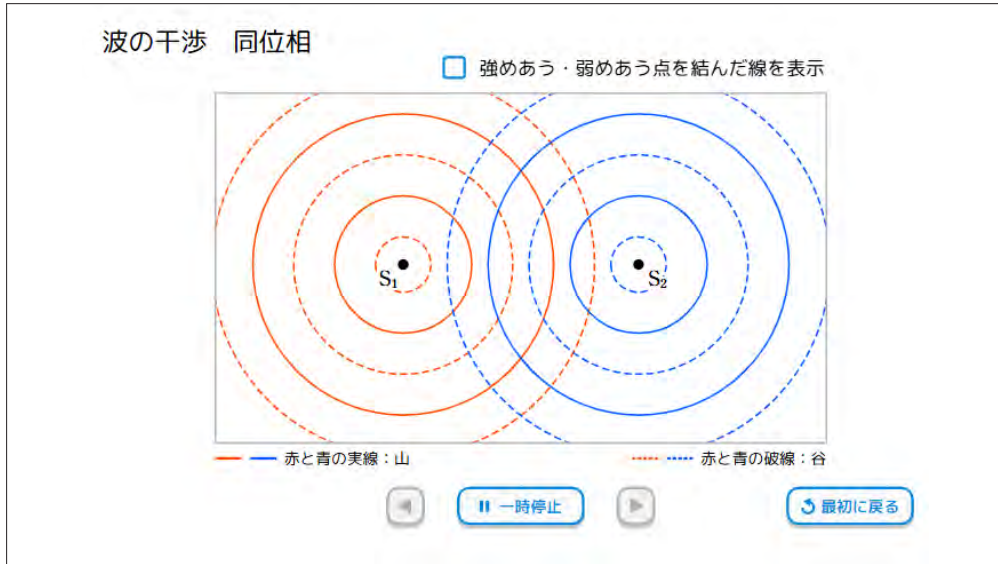
別紙 3-31



別紙 3-32



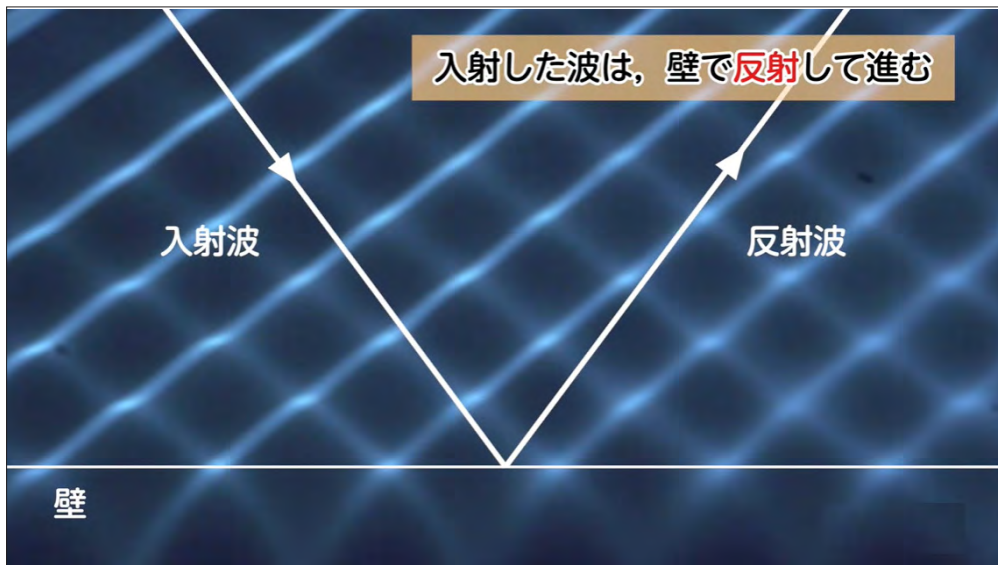
別紙 3-33



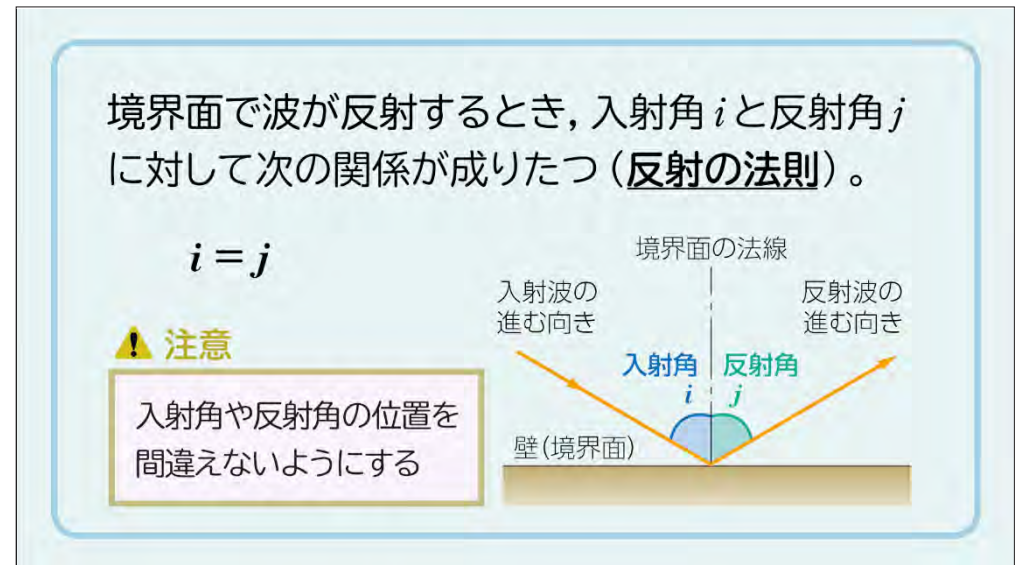
別紙 3-34



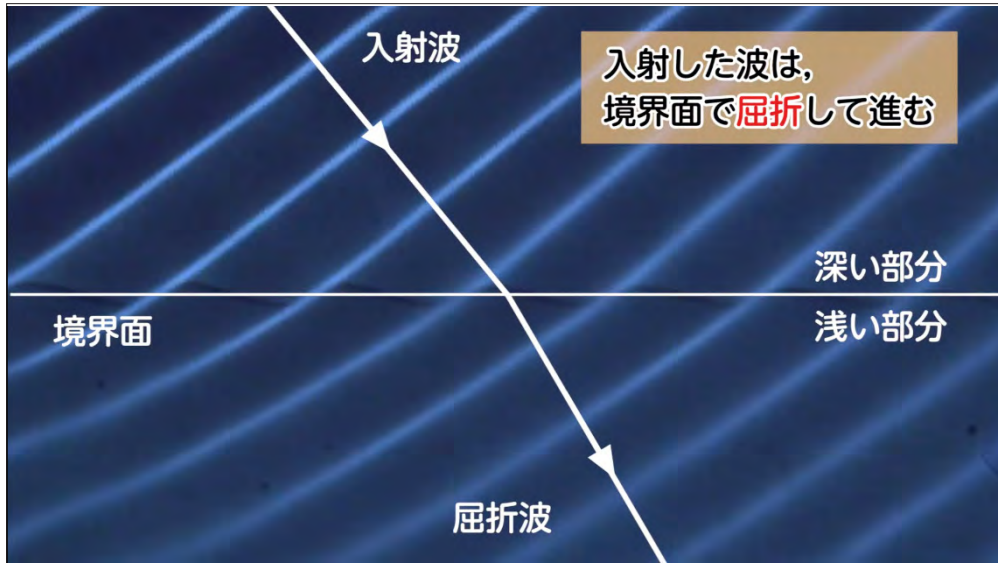
別紙 3-35



別紙 3-36



### 別紙 3-37



### 別紙 3-38

波が媒質1から媒質2へと屈折して進むとき、次の関係が成り立つ (屈折の法則)。

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = n_{12}$$

⚠ 注意  
振動数  $f$  は、変化しない

### 別紙 3-39

図のように、波が媒質1から媒質2へと屈折して進む。媒質1に対する媒質2の屈折率が1.4であるとき、屈折角  $r$  を求めよ。入射角  $i$  は  $\sin i = 0.70$  を満たすとする。

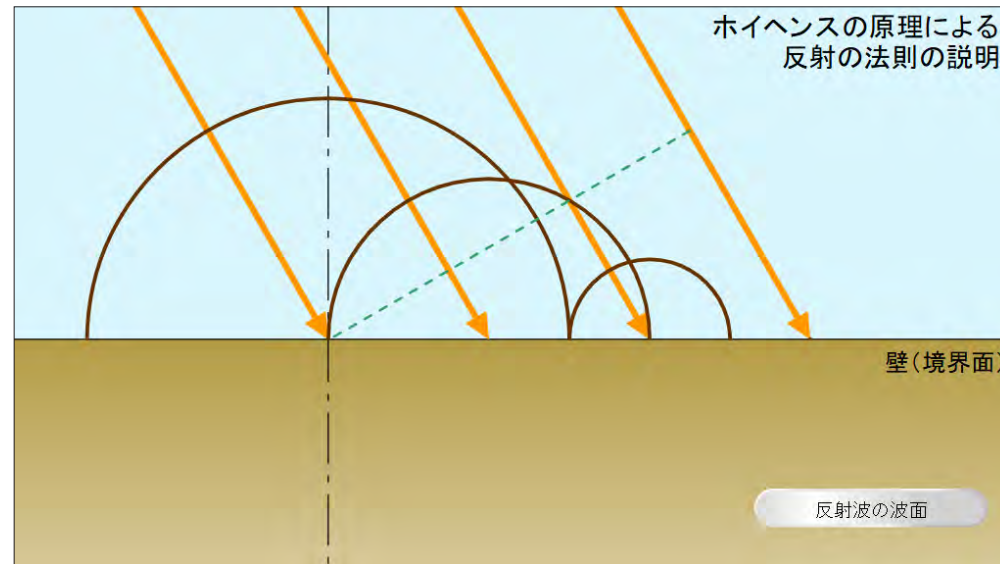
### 別紙 3-40

図のように、波が媒質1から媒質2へと屈折して進む。媒質1に対する媒質2の屈折率が1.4であるとき、屈折角  $r$  を求めよ。入射角  $i$  は  $\sin i = 0.70$  を満たすとする。

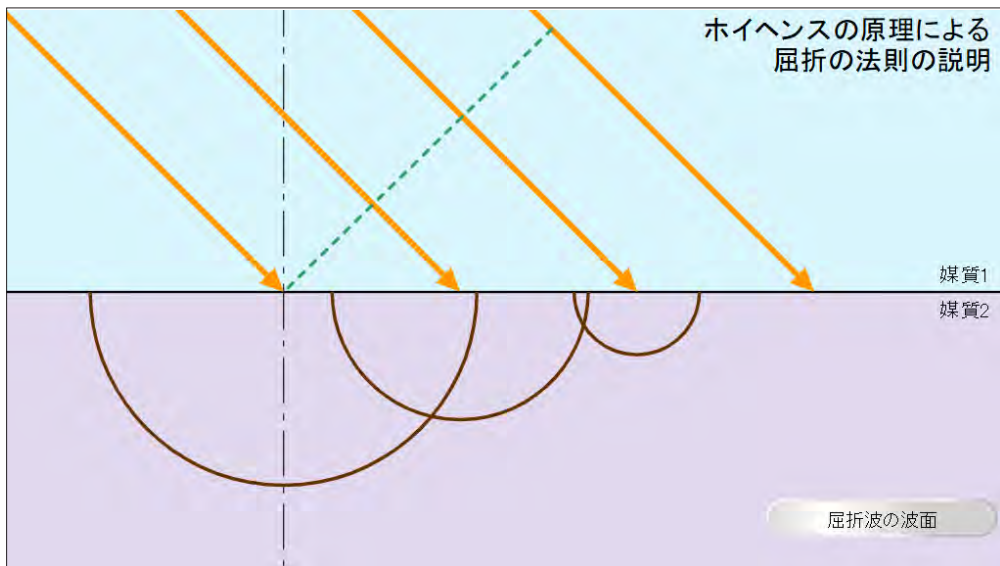
別紙 3-41



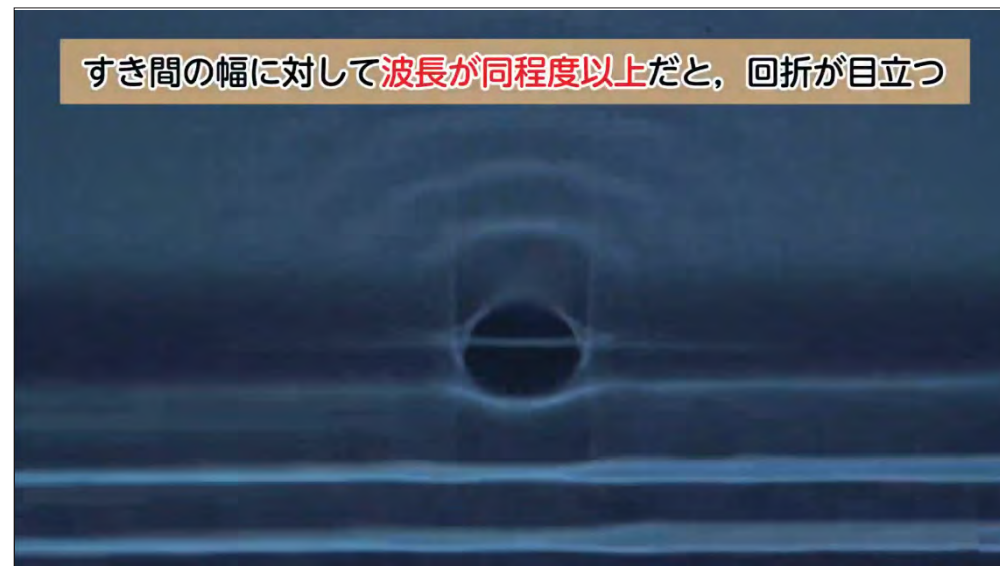
別紙 3-42



別紙 3-43



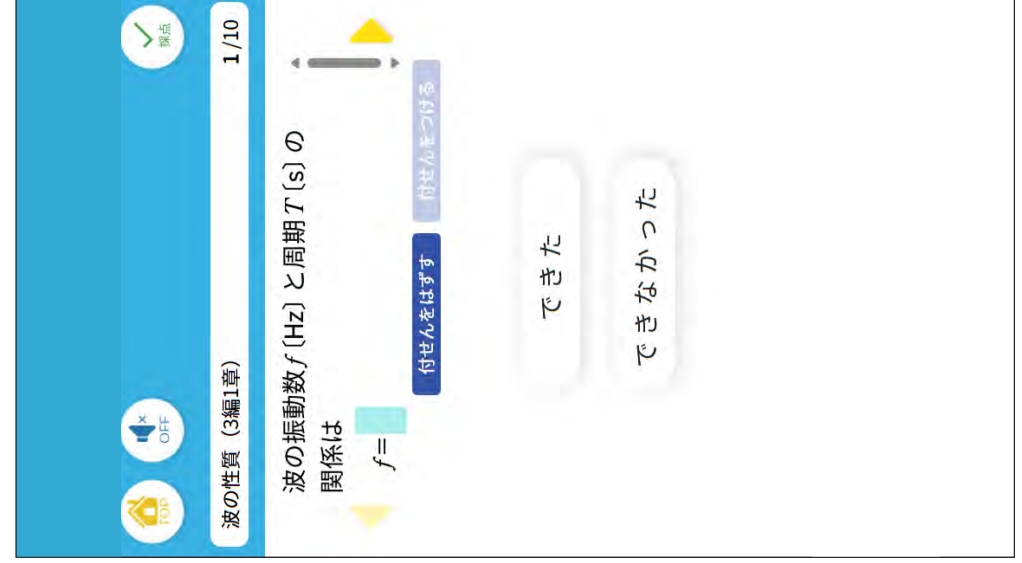
別紙 3-44



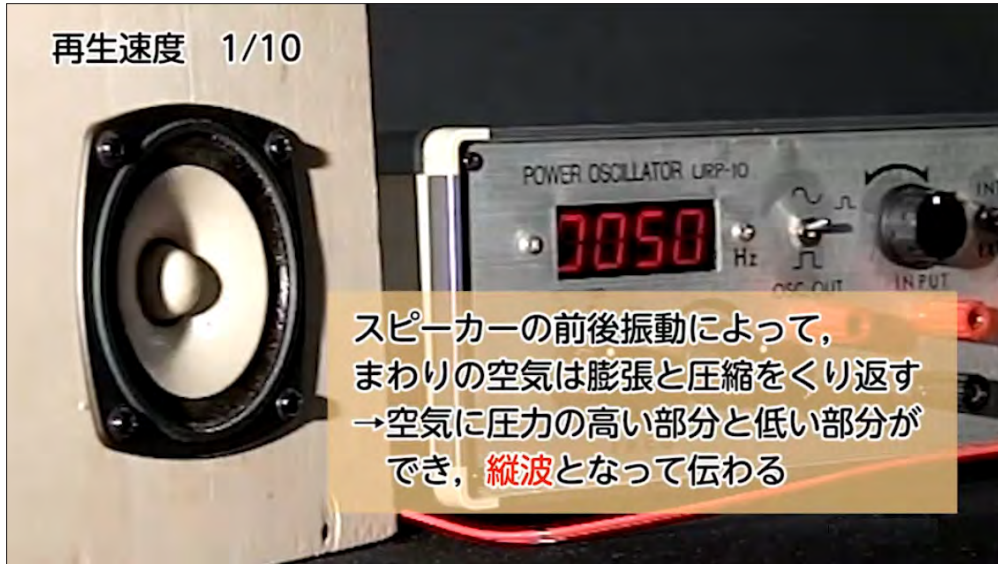
# 別紙 3-45



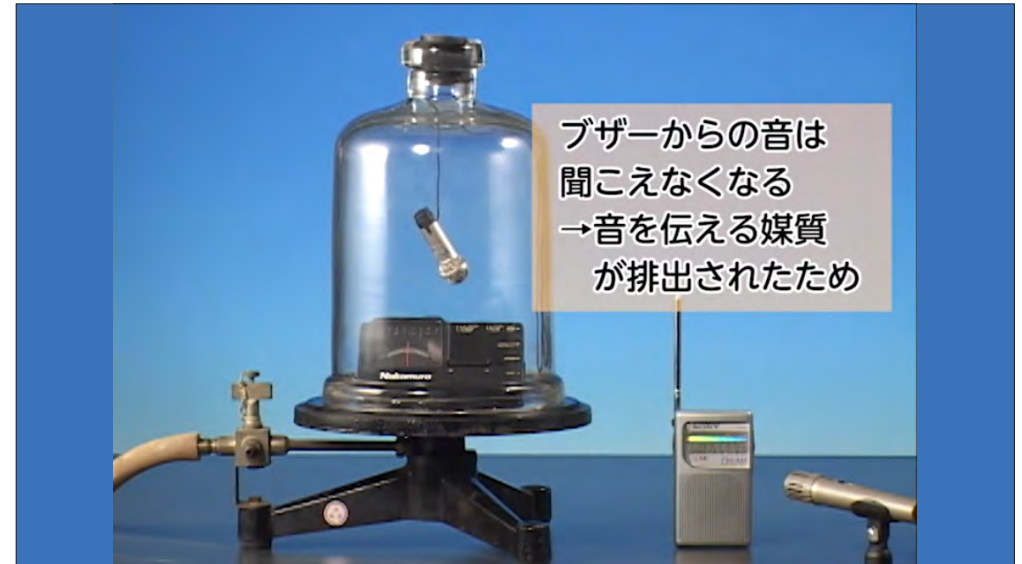
# 別紙 3-46



別紙 4-1



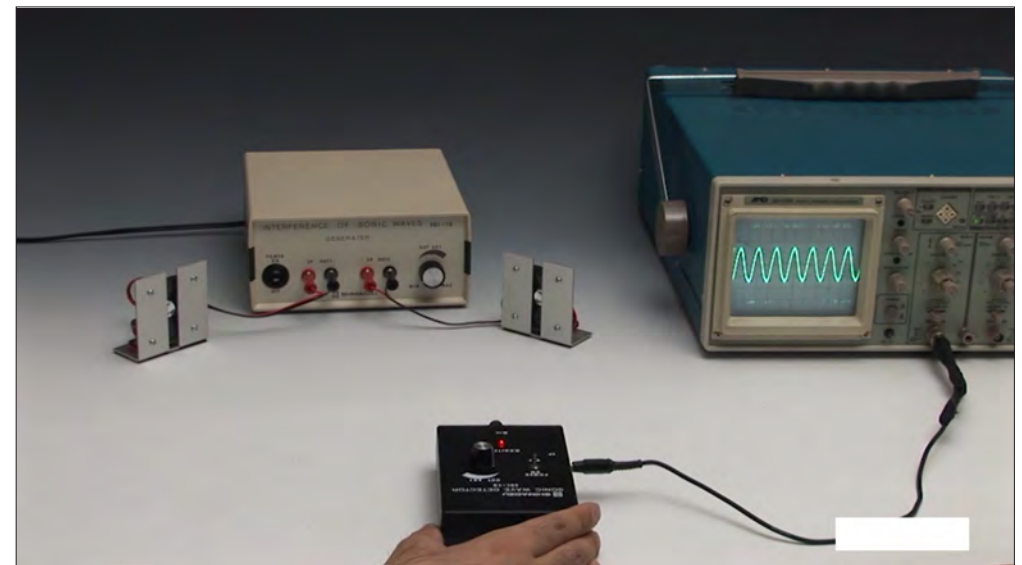
別紙 4-2



別紙 4-3



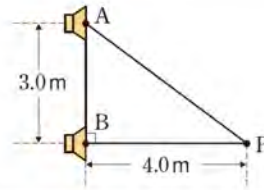
別紙 4-4



## 別紙 4-5

図のように、2つのスピーカー A, B が、同位相で振動数  $1.7 \times 10^3 \text{ Hz}$  の音を出している。音の速さを  $3.4 \times 10^3 \text{ m/s}$  とする。

- (1) 音の波長  $\lambda [\text{m}]$  を求めよ。
- (2) 点 P は、音が強めあう点か、弱めあう点か。



**指針** (2) 2つのスピーカーは同位相の音を出すので、距離の差  $|AP - BP|$  が「波長の整数倍」のときは強めあう点、「波長の整数倍 + 半波長」のときは弱めあう点になる。

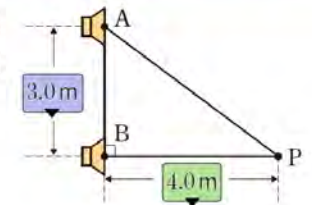
## 別紙 4-6

もどる 音の干渉

数値替え 問題 解説 問題+解説 ?

図のように、2つのスピーカー A, B が、同位相で振動数  $1.7 \times 10^3 \text{ Hz}$  の音を出している。音の速さを  $3.4 \times 10^3 \text{ m/s}$  とする。

- (1) 音の波長  $\lambda [\text{m}]$  を求めよ。
- (2) 点 P は、音が強めあう点か、弱めあう点か。

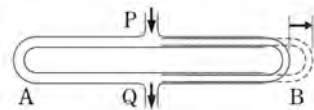


## 別紙 4-7

図のように、点 P から音を入れ、左右2つの経路 (PAQ と PBQ) を通った音を干渉させて点 Q で音を聞く装置 (クインケ管という) がある。初めは管 B を完全に入れた状態であり、このとき2つの経路の長さは等しい。

点 P から一定の振動数の音を入れながら、管 B を徐々に引き出したところ、音が小さくなっていき、 $0.10 \text{ m}$  引き出したときに初めて最小になった。音の波長  $\lambda [\text{m}]$  を求めよ。

**指針** 音が最小になるのは、経路の差が半波長となる位置であることをふまえて考える。



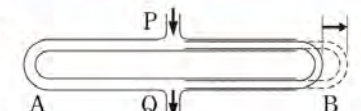
## 別紙 4-8

もどる 音の干渉

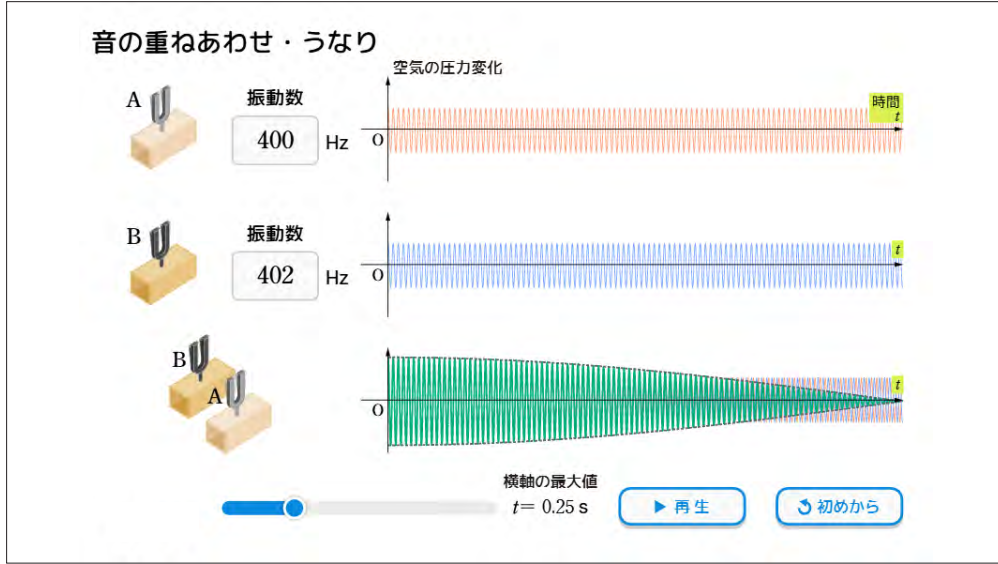
数値替え 問題 解説 問題+解説 ?

図のように、点 P から音を入れ、左右2つの経路 (PAQ と PBQ) を通った音を干渉させて点 Q で音を聞く装置 (クインケ管という) がある。初めは管 B を完全に入れた状態であり、このとき2つの経路の長さは等しい。

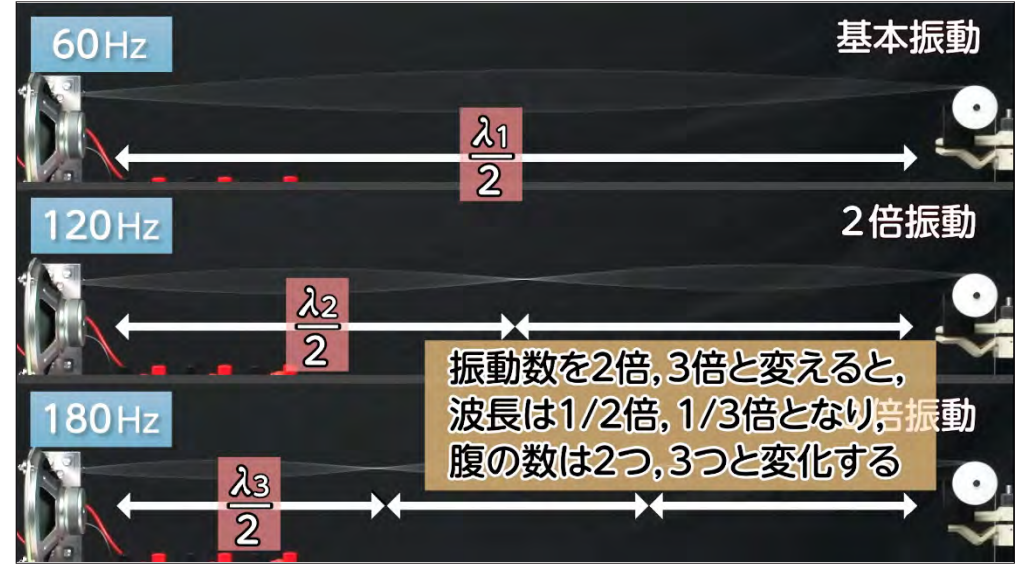
点 P から一定の振動数の音を入れながら、管 B を徐々に引き出したところ、音が小さくなっていき、 $0.10 \text{ m}$  引き出したときに初めて最小になった。音の波長  $\lambda [\text{m}]$  を求めよ。



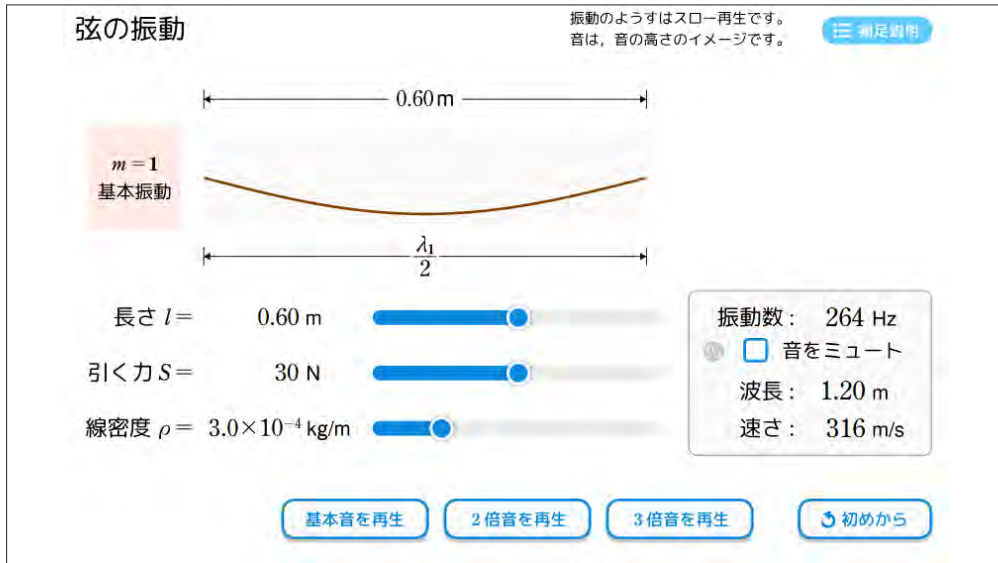
# 別紙 4-9



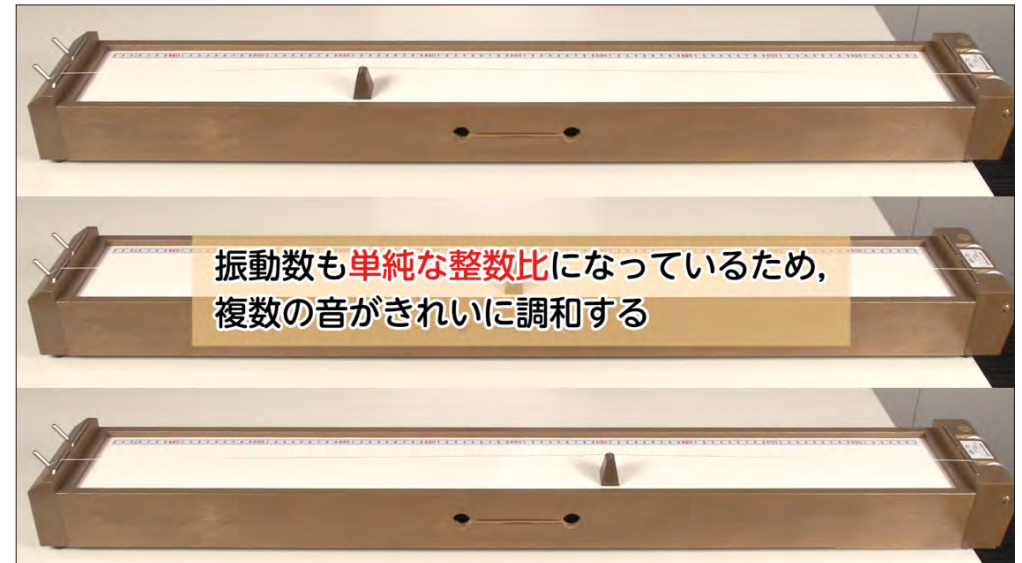
# 別紙 4-10



# 別紙 4-11

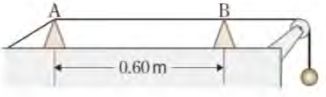


# 別紙 4-12



# 別紙 4-13

図のように、間隔が  $0.60\text{ m}$  の2つの支点 A, B の間に弦を張り、一端におもりをつり下げた。この弦を振動させて、腹の数が2個の定在波を生じさせたとき、その振動数は  $4.0 \times 10^2\text{ Hz}$  であった。

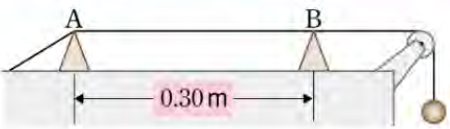


(1) 弦を伝わる波の波長  $\lambda_2[\text{m}]$  と速さ  $v[\text{m/s}]$  を求めよ。  
 (2) 次に、異なる振動数で弦を振動させて、腹の数が3個の定在波を生じさせた。このときの振動数  $f_3[\text{Hz}]$  を求めよ。

# 別紙 4-14

もどる 弦の振動 動きをみる 数値替え 問題 解説 問題+解説 ?

図のように、間隔が  $0.30\text{ m}$  の2つの支点 A, B の間に弦を張り、一端におもりをつり下げた。この弦を振動させて、腹の数が1個の定在波を生じさせたとき、その振動数は  $2.0 \times 10^2\text{ Hz}$  であった。



(1) 弦を伝わる波の波長  $\lambda_1[\text{m}]$  と速さ  $v[\text{m/s}]$  を求めよ。  
 (2) 次に、異なる振動数で弦を振動させて、腹の数が3個の定在波を生じさせた。このときの振動数  $f_3[\text{Hz}]$  を求めよ。

# 別紙 4-15

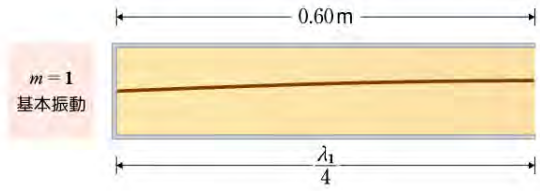
振動数もほぼ単純な整数比になっているため、複数の音がきれいに調和する



# 別紙 4-16

閉管内の気柱の振動

振動のようすはスロー再生です。音は、音の高さのイメージです。 [管の種類選択へ](#)



閉管の長さ  $l = 0.60\text{ m}$

振動数:  $142\text{ Hz}$   
 音をミュート  
 波長:  $2.40\text{ m}$   
 速さ:  $340\text{ m/s}$

基本音を再生 3倍音を再生 5倍音を再生 初めから

# 別紙 4-17

開管内の気柱の振動

振動のようすはスロー再生です。音は、音の高さのイメージです。 [管の種類選択へ](#)

$m=1$   
基本振動

開管の長さ  $l = 0.60 \text{ m}$

振動数: 283 Hz  
 音をミュート  
 波長: 1.20 m  
 速さ: 340 m/s

[基本音を再生](#) [2倍音を再生](#) [3倍音を再生](#) [初めから](#)

# 別紙 4-18

図のように、ガラス管にピストンを取りつけて閉管とし、この管口の近くにスピーカーを置いて振動数が一定の音を出した。ピストンの位置を管口から徐々に遠ざけていくと、管口からの距離が近いほうから順に 7.0 cm, 24.0 cm の位置で気柱の固有振動が起こった。開口端補正  $\Delta l$  [cm] は常に一定とする。

- (1) 音の波長  $\lambda$  [cm] を求めよ。
- (2) 開口端補正  $\Delta l$  [cm] を求めよ。

# 別紙 4-19

もどる **気柱の振動** [動きをみる](#) [数値替え](#) [問題](#) [解説](#) [問題+解説](#) [?](#)

図のように、ガラス管にピストンを取りつけて閉管とし、この管口の近くにスピーカーを置いて振動数が一定の音を出した。ピストンの位置を管口から徐々に遠ざけていくと、管口からの距離が近いほうから順に 7.0 cm, 24.0 cm の位置で気柱の固有振動が起こった。開口端補正  $\Delta l$  [cm] は常に一定とする。

- (1) 音の波長  $\lambda$  [cm] を求めよ。
- (2) 開口端補正  $\Delta l$  [cm] を求めよ。

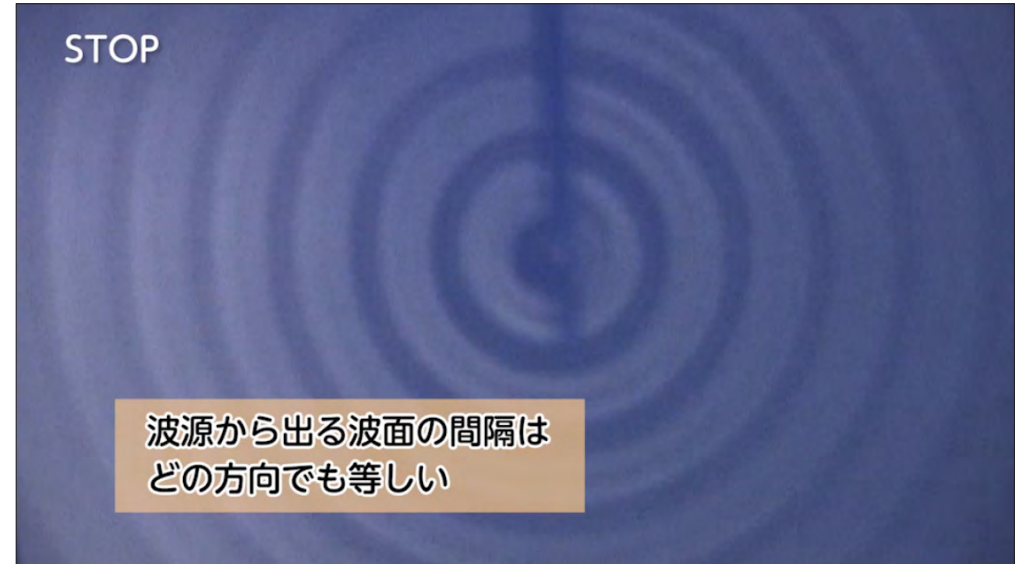
# 別紙 4-20

気柱が最も強く共鳴する位置を探す

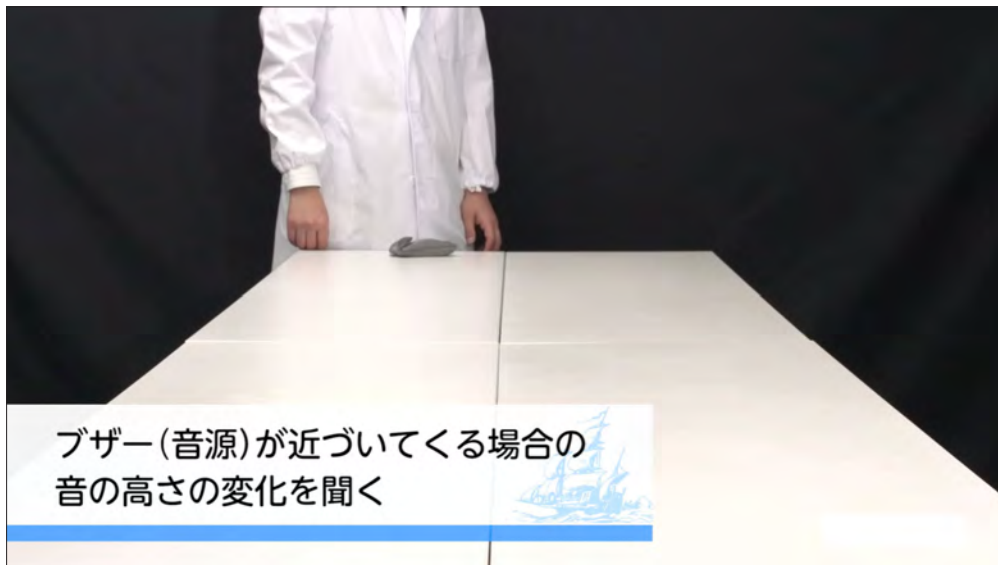
別紙 4-21



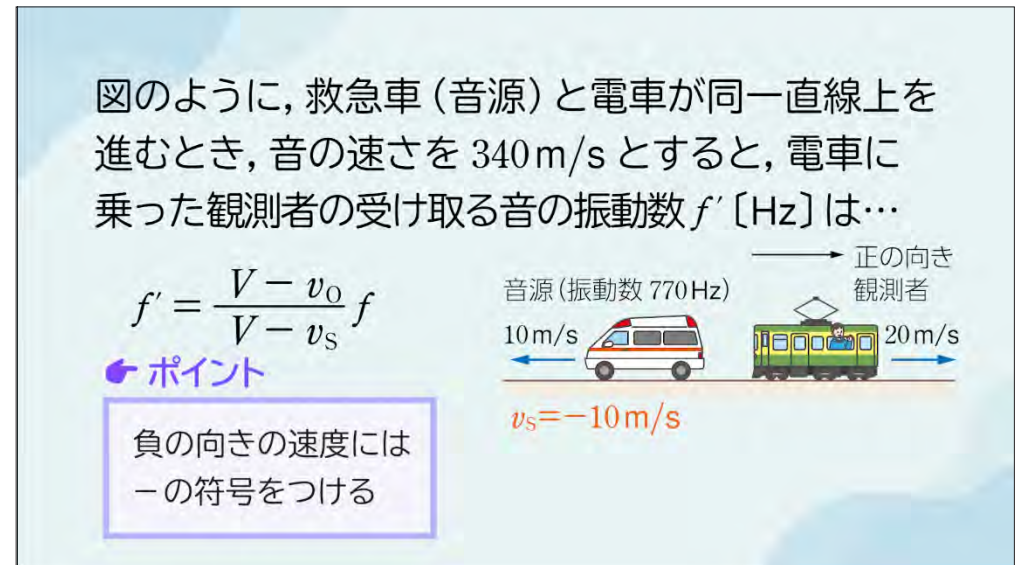
別紙 4-22



別紙 4-23

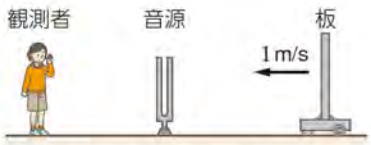


別紙 4-24



## 別紙 4-25


図のように、観測者、音源、板が一直線上に並んでいる。板は  $1\text{m/s}$  の速さで音源に近づいている。このとき、音源から直接伝わる音と板で反射した音によって、観測者が聞く1秒間のうなりの回数  $N$  を求めよ。音源の振動数を  $f = 678\text{Hz}$ 、音の速さを  $V = 340\text{m/s}$  とする。



**指針** 板は、観測者として音を受け取った後、音源として受け取った音を発する(反射する)。

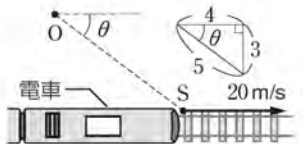
## 別紙 4-26

図のように、観測者、音源、板が一直線上に並んでいる。板は  $1\text{m/s}$  の速さで音源に近づいている。このとき、音源から直接伝わる音と板で反射した音によって、観測者が聞く1秒間のうなりの回数  $N$  を求めよ。音源の振動数を  $f = 678\text{Hz}$ 、音の速さを  $V = 340\text{m/s}$  とする。



## 別紙 4-27

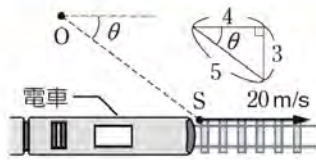
図のように、速さ  $20\text{m/s}$  で進む電車の先端が点  $S$  を通過するとき鳴らした警笛を、静止している観測者が点  $O$  で聞くときの振動数  $f'$  [Hz] を求めよ。音源の振動数を  $f = 712\text{Hz}$ 、音の速さを  $V = 340\text{m/s}$  とする。



**指針** 速度の  $SO$  方向の成分を求めて、 $[f' = \frac{V}{V - v_s} f]$  (p.172(16)式)に代入する。

## 別紙 4-28

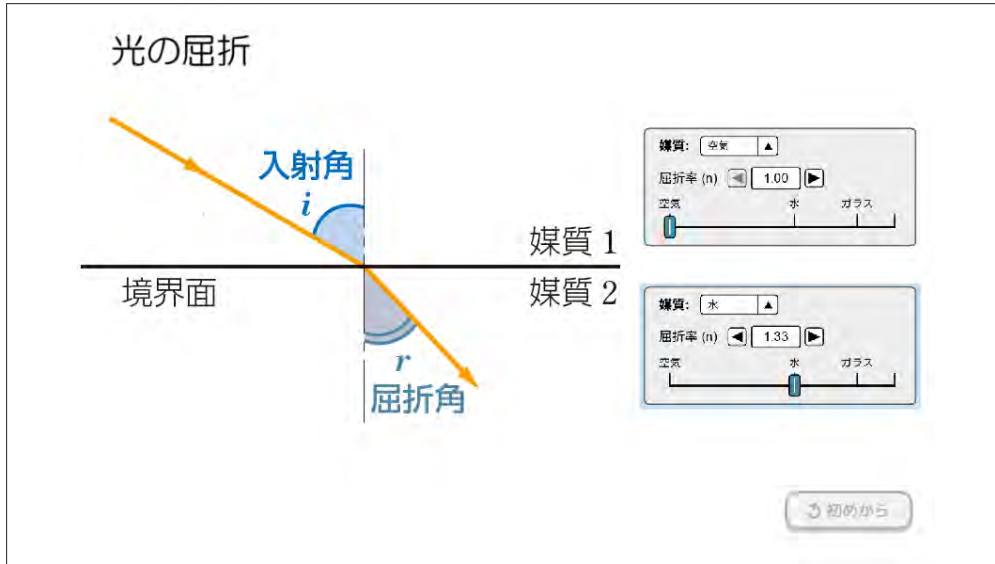
図のように、速さ  $20\text{m/s}$  で進む電車の先端が点  $S$  を通過するとき鳴らした警笛を、静止している観測者が点  $O$  で聞くときの振動数  $f'$  [Hz] を求めよ。音源の振動数を  $f = 712\text{Hz}$ 、音の速さを  $V = 340\text{m/s}$  とする。



別紙 4-29

The screenshot shows a mobile application interface with a blue header bar. On the left, there are three icons: a house labeled 'TOP', a speaker with 'OFF', and a checkmark with '完成' (Completed). On the right, there is a progress indicator '1/13' and a '音 (3編2章)' (Sound) label. The main content area displays the text '1 気圧,  $t$  (°C) の空気中の音の速さ  $V$  (m/s) は' followed by a vertical slider for  $V$ . Below the slider are two buttons: '付せんをはさず' (Do not insert comma) and '付せんをつける' (Insert comma). At the bottom, there are two large buttons: 'できた' (Done) and 'できなかった' (Could not do).

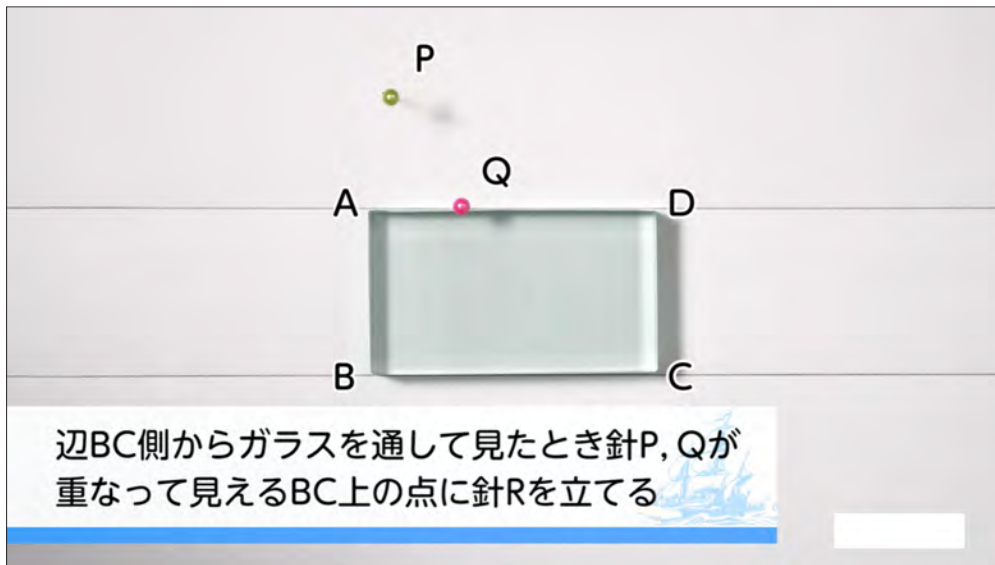
別紙 5-1



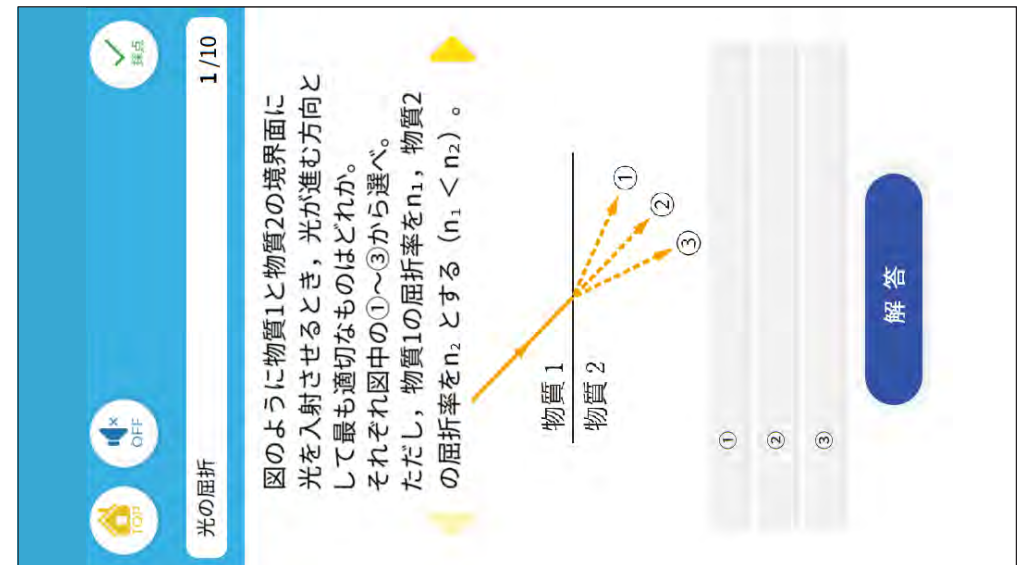
別紙 5-2



別紙 5-3



別紙 5-4

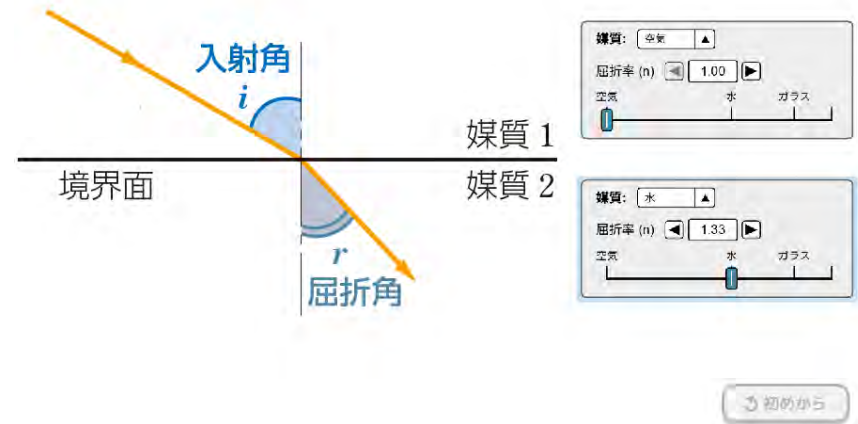


## 別紙 5-5

プールの壁の水深  $h$  [m] の点 P をほぼ真上の空気中から見ると、P の水深は  $h'$  [m] に見えた。 $h'$  [m] を求めよ。空気の屈折率を 1、水の屈折率を  $n$  とする。ただし、角  $\theta$  がきわめて小さいとき、 $\sin \theta \approx \tan \theta$  が成り立つとする。

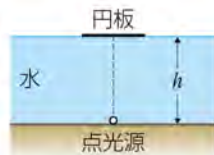
**指針** 点 P から出た光は、水面で屈折して空気中に進む。このとき、観測者の目に届く光は、屈折光線の延長線上の点 P' から出たように見える。

## 光の屈折



## 別紙 5-7

深さ  $h$  [m] の池の底に点光源がある。水面に円板を浮かべて、この点光源からの光が空気中に出ないようにしたい。これに必要な、円板の最小の半径  $R$  [m] を求めよ。空気の屈折率を 1、水の屈折率を  $n$  とする。



**指針** 円板の外側では、点光源から出た光が全反射するようにすればよい。

## 別紙 5-8

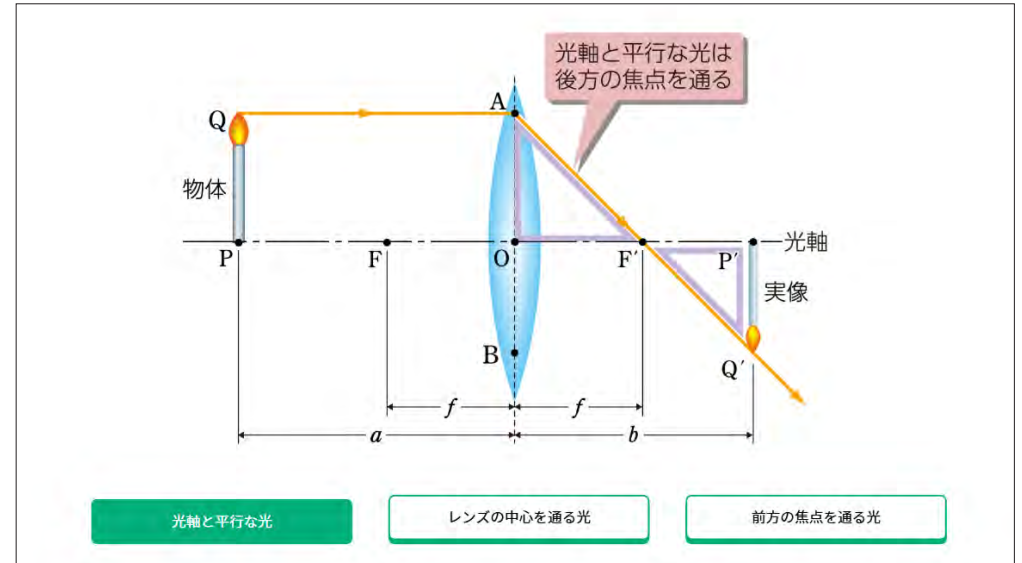
## 光の分散



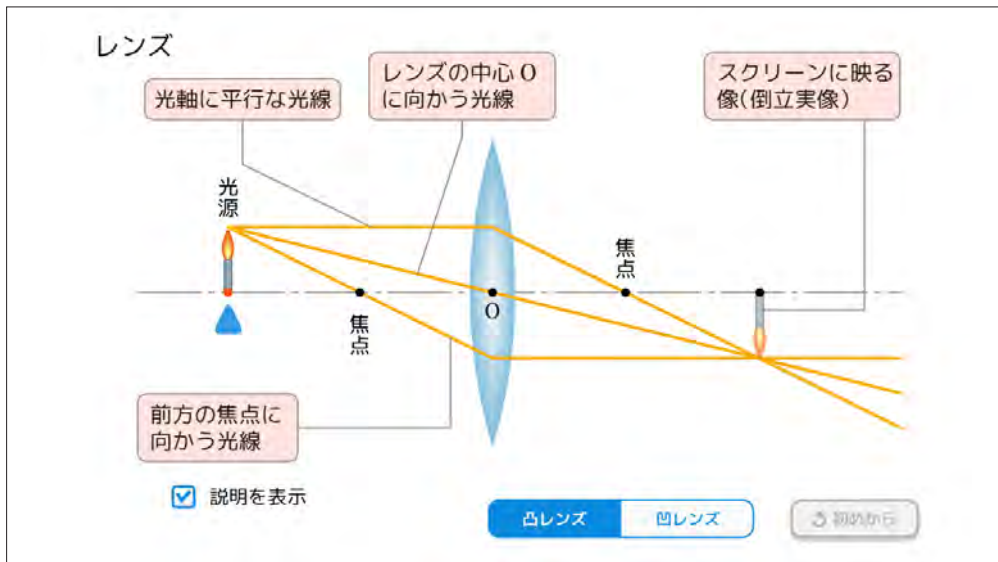
別紙 5-9



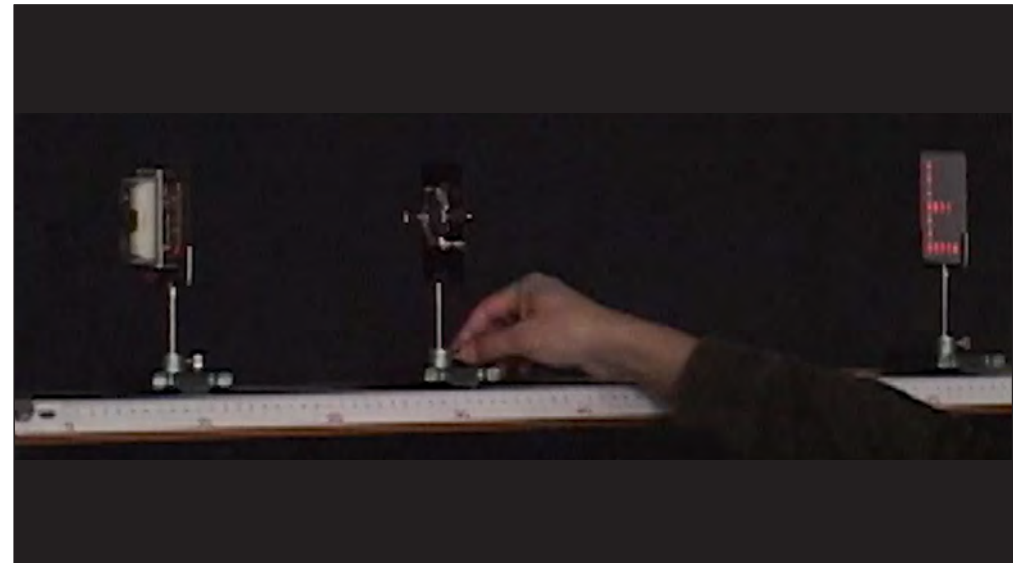
別紙 5-10



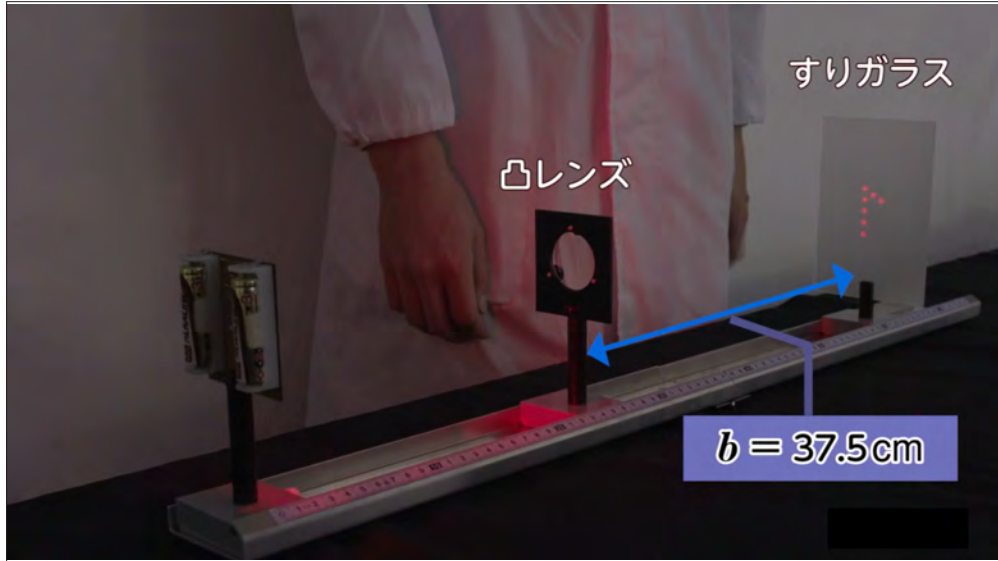
別紙 5-11



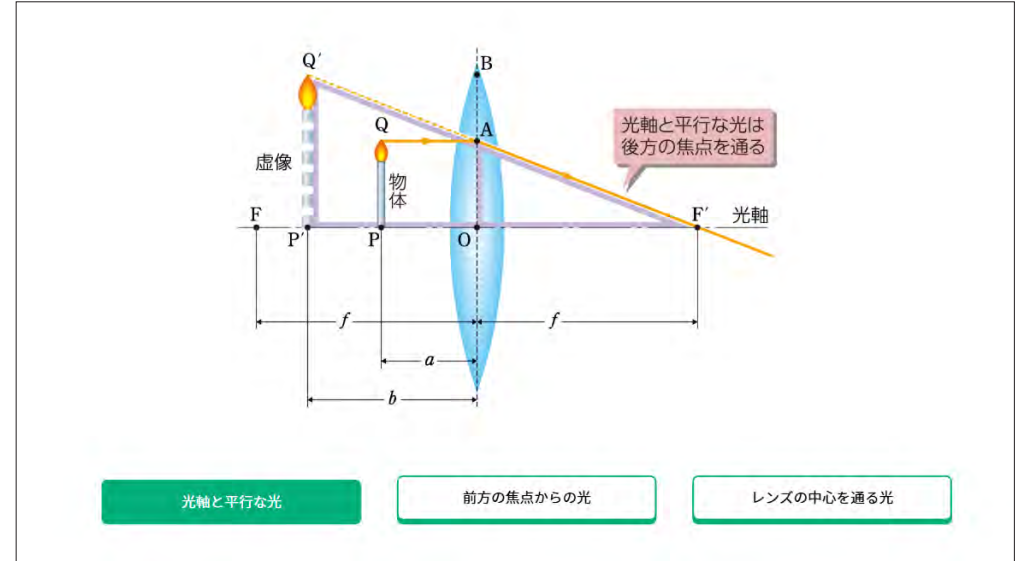
別紙 5-12



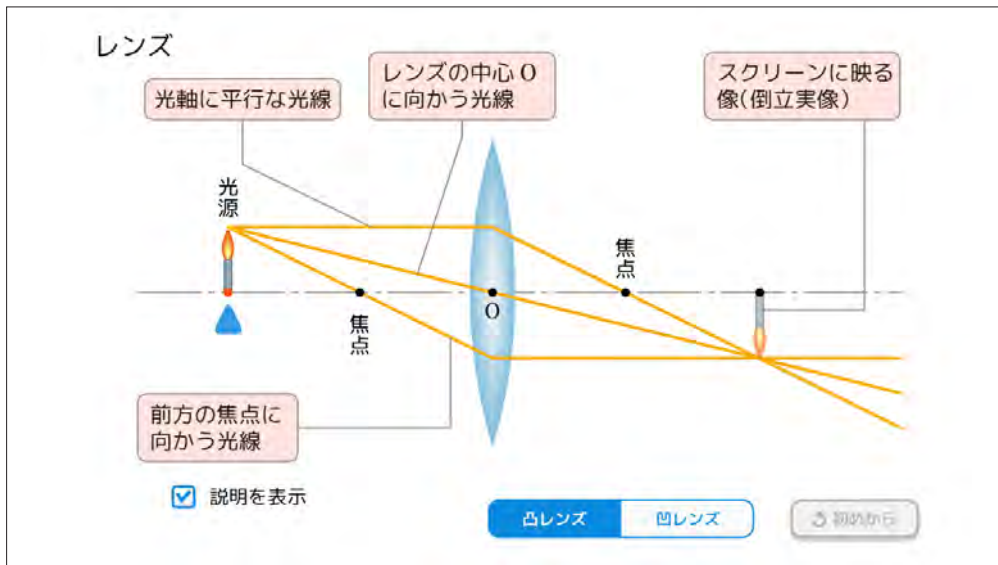
別紙 5-13



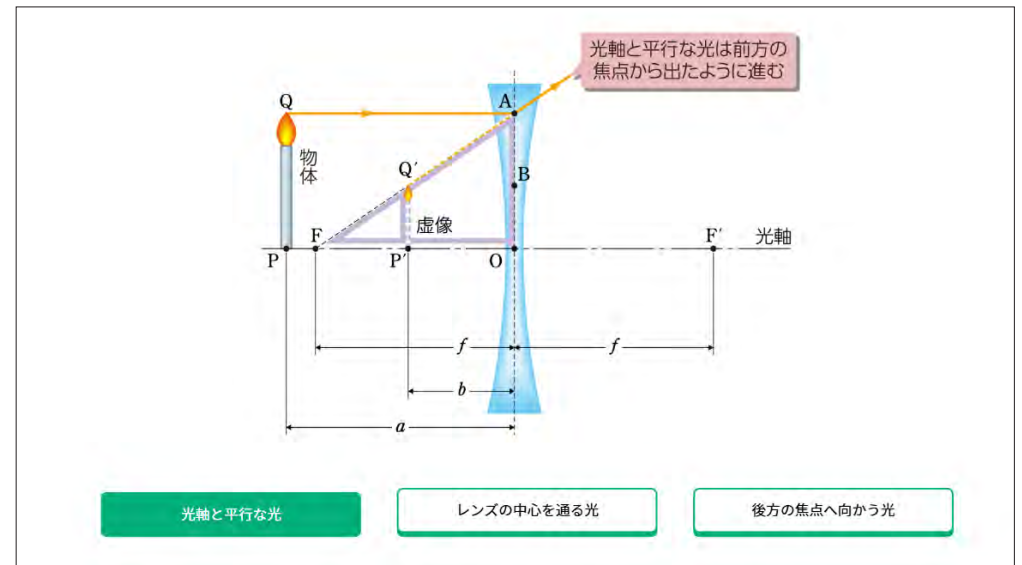
別紙 5-14



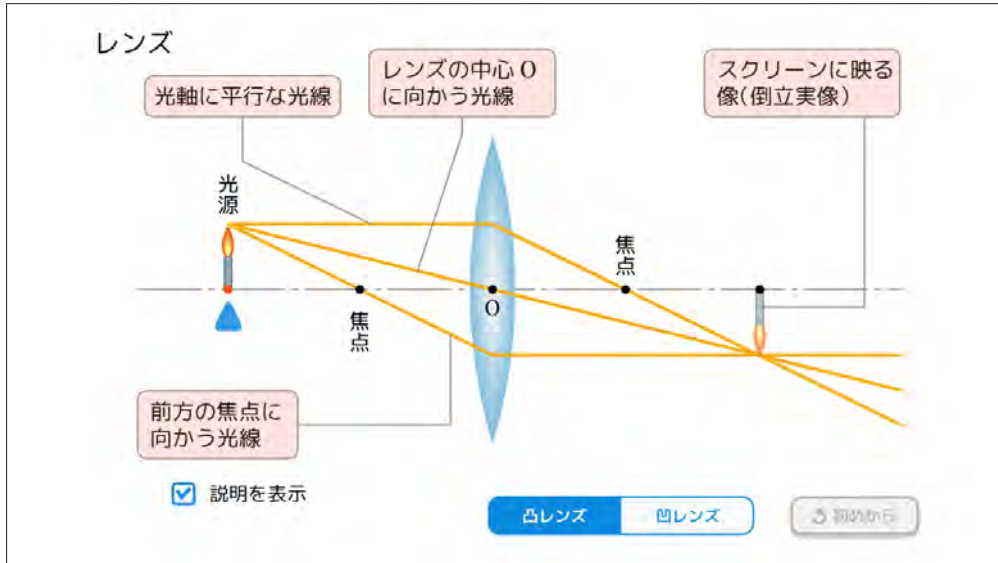
別紙 5-15



別紙 5-16



# 別紙 5-17



# 別紙 5-18

### レンズの式

写像公式:  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$

倍率:  $m = \left| \frac{b}{a} \right|$

	凸レンズ	凹レンズ
$f$	正	負
$a$	正	正
$b$	$a > f$ 正 $a < f$ 負	負
像	倒立実像	正立虚像

$a$  物体の位置       $b$  像の位置  
 $f$  焦点距離 (focal length)       $m$  倍率 (magnification)

凸レンズによる実像      凸レンズによる虚像      凹レンズによる虚像

$f > 0, a > 0, b > 0$        $f > 0, a > 0, b < 0$        $f < 0, a > 0, b < 0$

# 別紙 5-19

焦点距離 8.0cm の凸レンズがある。この凸レンズの前方 10.0cm の位置に物体を置いたとき、どこにどのような像が生じるか。また、そのときの倍率はいくらか。

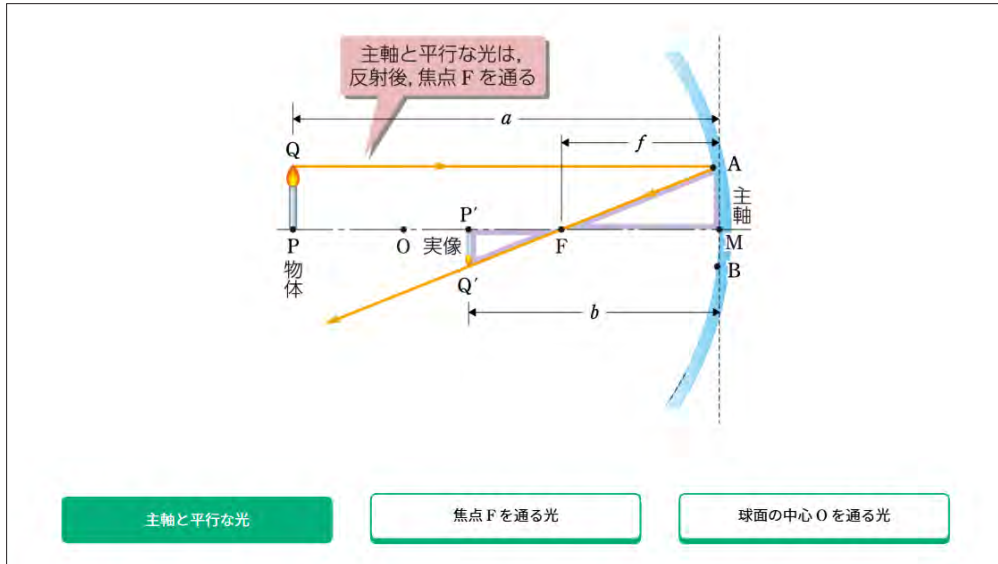
**指針** 写像公式  $\left[ \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \right]$  に、 $f = 8.0\text{cm}$ 、 $a = 10.0\text{cm}$  を代入して、 $b [\text{cm}]$  を求める。

# 別紙 5-20

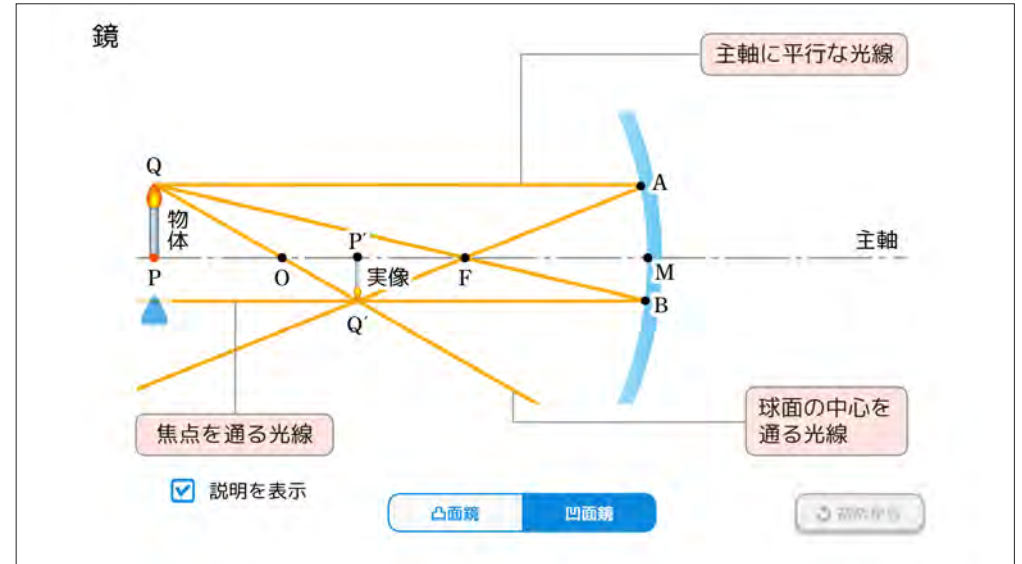
もどる      **レンズによる像**      数値替え      問題      解説      問題+解説      ?

焦点距離 **8.0cm** の凸レンズがある。この凸レンズの前方 **10.0cm** の位置に物体を置いたとき、どこにどのような像が生じるか。また、そのときの倍率はいくらか。

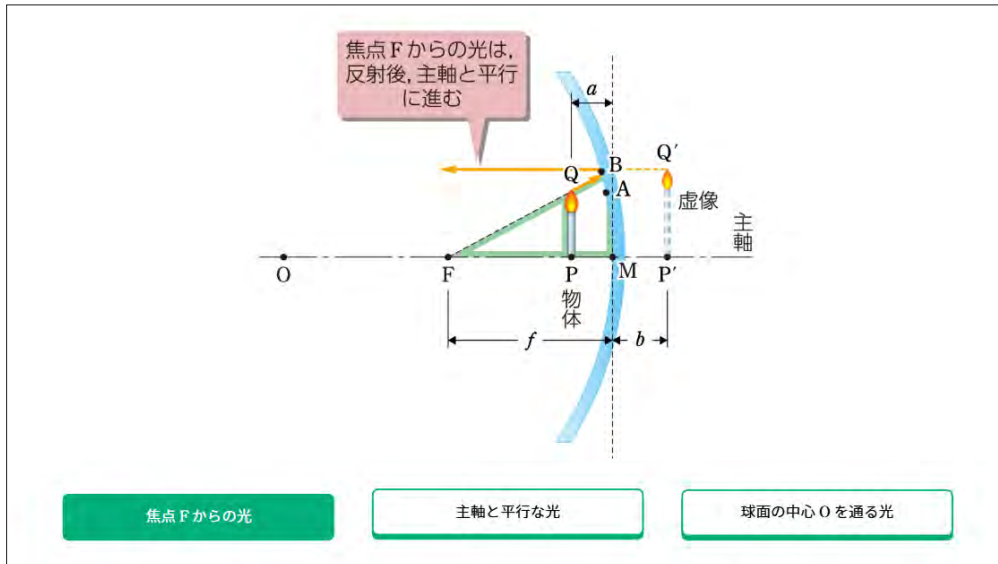
別紙 5-21



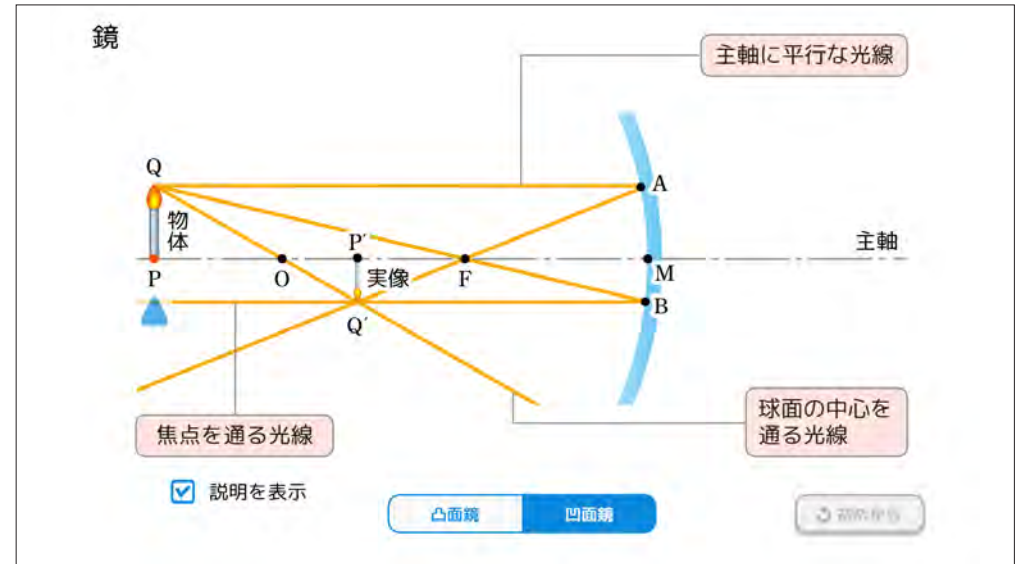
別紙 5-22



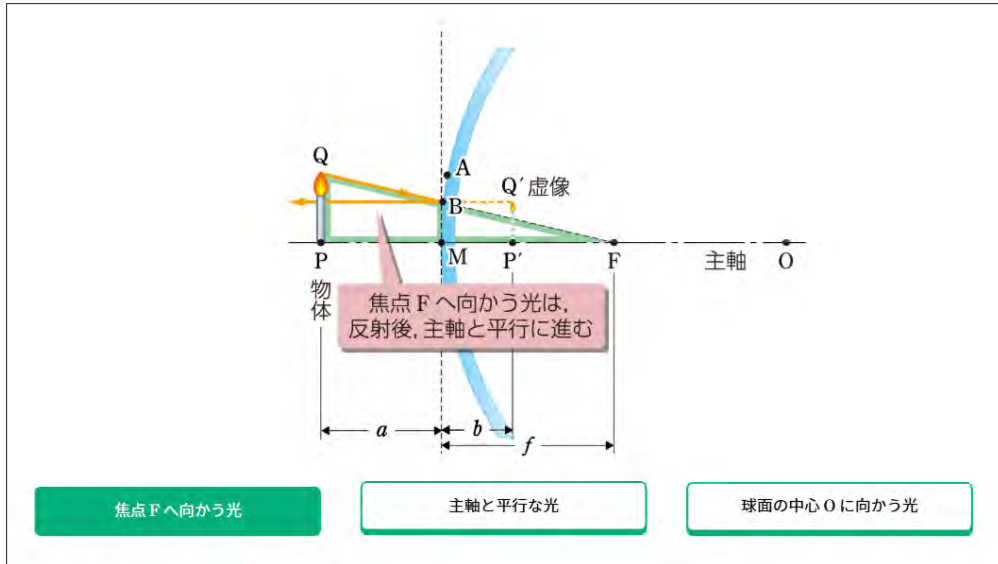
別紙 5-23



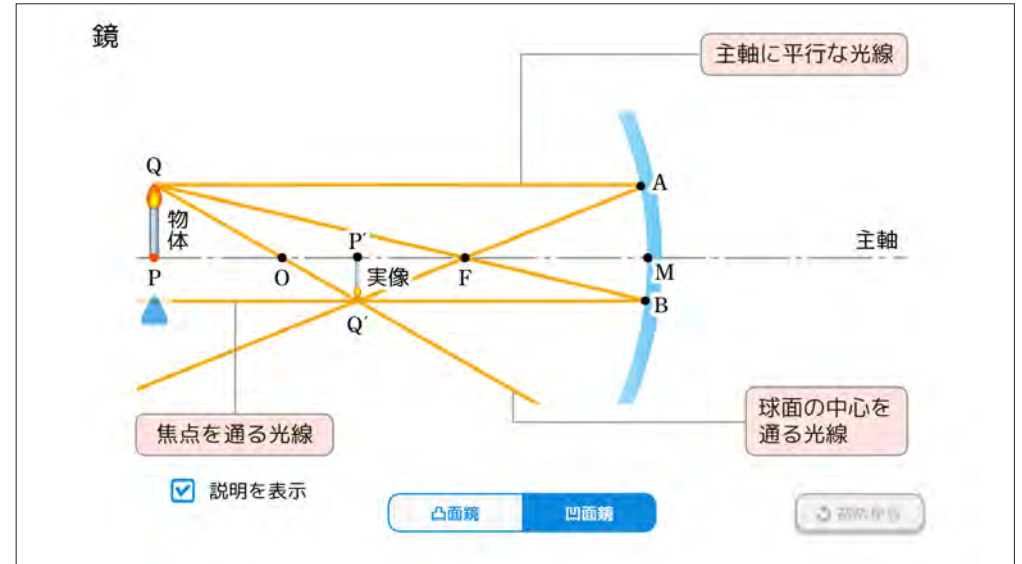
別紙 5-24



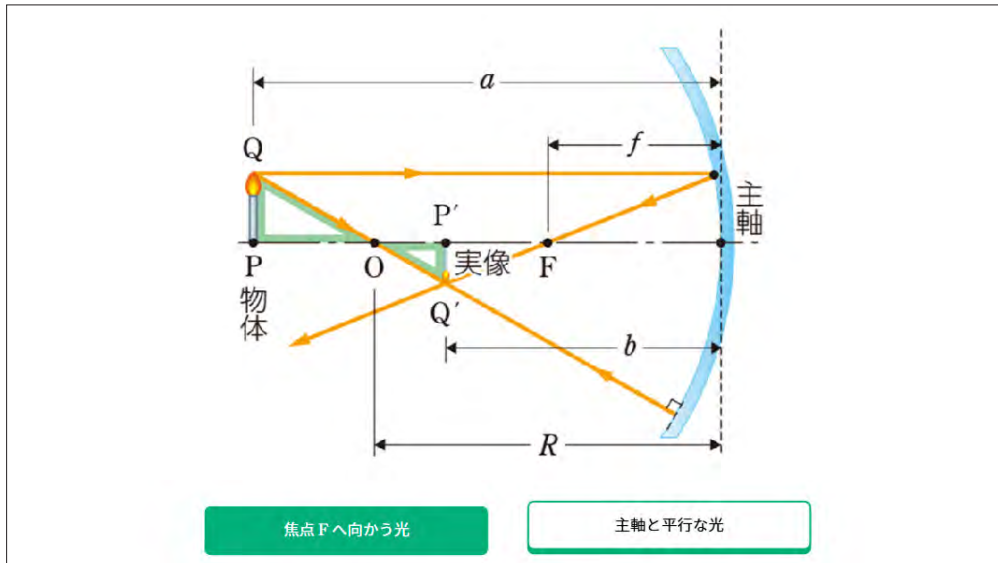
別紙 5-25



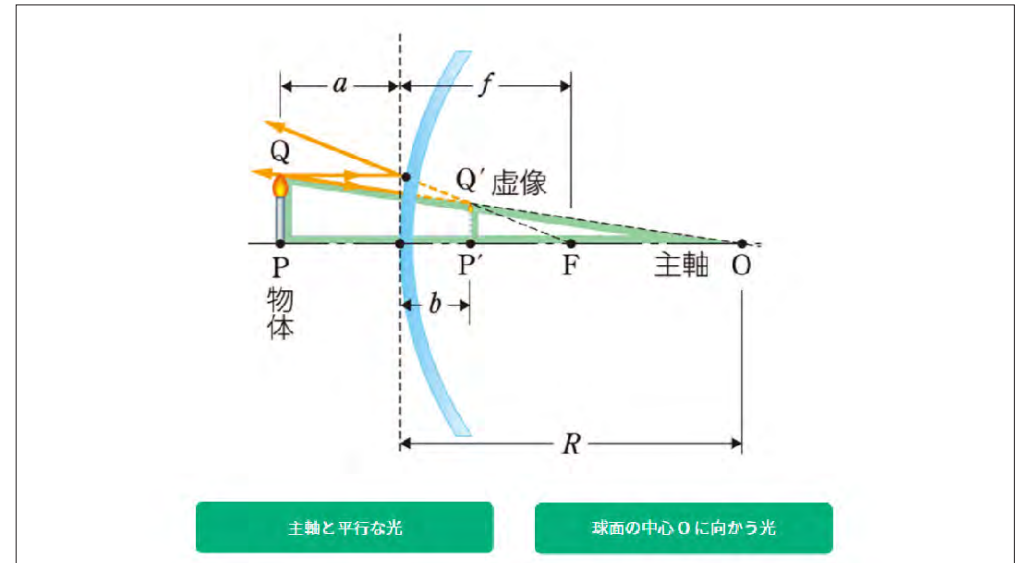
別紙 5-26



別紙 5-27



別紙 5-28



### 球面鏡の式

写像公式： $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$

倍率： $m = \left| \frac{b}{a} \right|$

	凹面鏡	凸面鏡
$f$	正	負
$a$	正	正
	$a > f$	$a < f$
$b$	正	負
像	倒立実像	正立虚像

$a$  物体の位置  
 $b$  像の位置  
 $f$  焦点距離 (focal length)  
 $m$  倍率 (magnification)

### ヤングの実験

② 上から見た図

$S_0$  を通った光は位相がそろい、 $S_1, S_2$  に同位相で到達する ( $S_1S_1 = S_2S_2$ )

波長  
 スリット間隔  
 スクリーンの位置

初めから

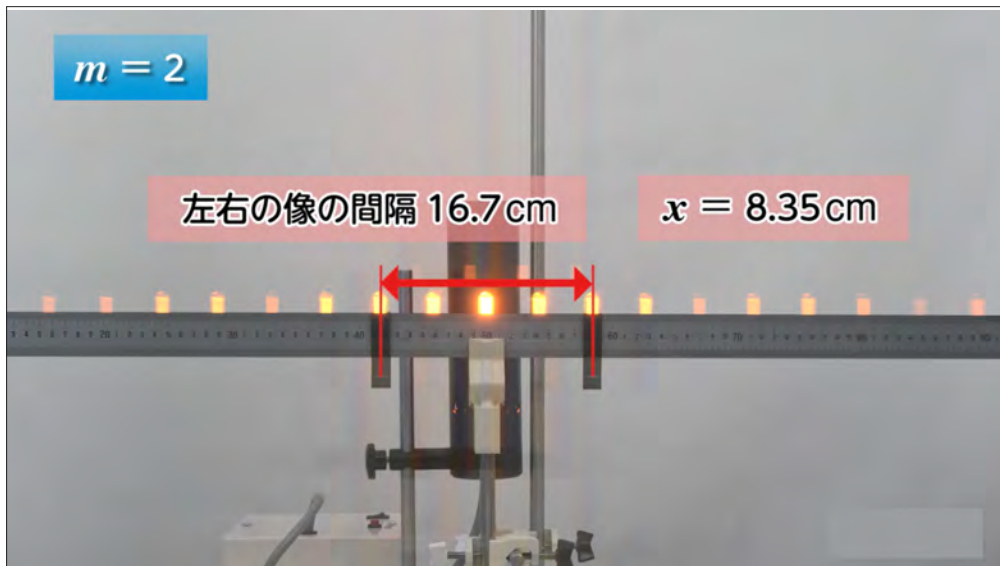
図のように、スリット  $S_0$  と複スリット  $S_1, S_2$  に波長  $\lambda$  [m] の単色光を通すと、スクリーン上に明暗の縞ができた。  $S_1$  と  $S_2$  は間隔が  $d$  [m] で、  $S_0$  から等距離にある。複スリットとスクリーンの距離を  $l$  [m]、スクリーンの中央  $O$  ( $S_1O = S_2O$ ) から距離  $x$  [m] の位置にある点を  $P$  とすると、  $S_1P$  と  $S_2P$  の距離の差は  $\frac{d}{l}x$  とみなせる。

- 隣りあう暗線の間隔  $\Delta x$  [m] を求めよ。
- $l$  を大きくすると、暗線の間隔は小さくなるか、大きくなるか。
- $d$  を小さくすると、暗線の間隔は小さくなるか、大きくなるか。

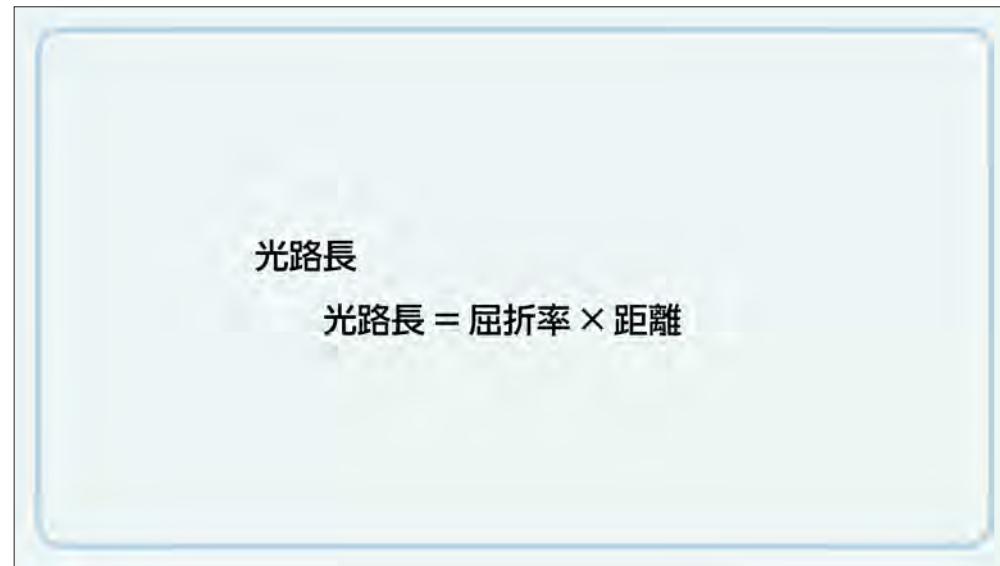
指針 (1)  $m$  番目の暗線の位置を  $x$  [m]、  $m+1$  番目の暗線の位置を  $x'$  [m] とすると  $\Delta x = x' - x$

明暗の干渉縞を観察することができた

別紙 5-33



別紙 5-34

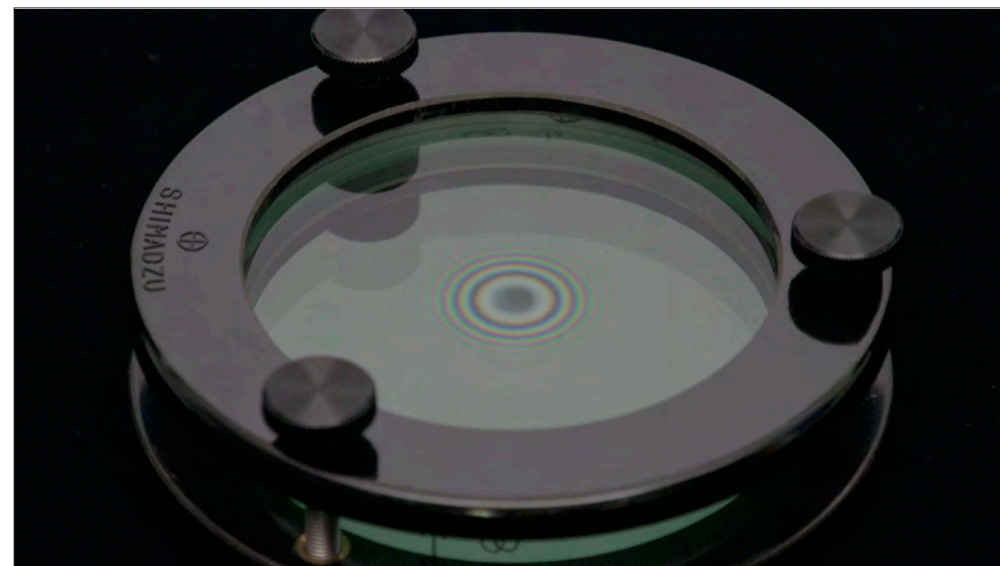


別紙 5-35

2枚の平面ガラスを重ねて、ガラスが接している点Oからの距離  $L$ [m]の位置に厚さ  $D$ [m]の薄い紙をはさむ。真上から波長  $\lambda$ [m]の光を当てて上から見ると、明暗の縞が見えた。このときの縞の間隔  $\Delta x$ [m]を求めよ。

**指針** 隣りあう明線の位置で空気層の厚さの差が  $\Delta d$ [m]のとき、経路差の違いは  $2\Delta d$ [m]となる。

別紙 5-36



光の干渉の考え方

- ①干渉する2つの光の光路差を求める。
  - ・真空中(または空気中)では, 光路差 = 経路差
  - ・屈折率  $n$  の媒質中では, 光路差 = 屈折率  $n \times$  経路差
- ②反射による位相の変化をチェックする。
  - ・「屈折率大  $\rightarrow$  小」の反射では, 位相は変化しない。
  - ・「屈折率小  $\rightarrow$  大」の反射では, 位相が  $\pi$  ずれる。
- ③干渉の条件式を立てる。
 

強めあう: 光路差 =  $m\lambda$

弱めあう: 光路差 =  $(m + \frac{1}{2})\lambda$  ( $m = 0, 1, 2, \dots$ )

  - ・2つの光の位相のずれが  $\pi$  のときは, 条件式が逆になる。



光 (3編3章) 1/10

1つの波長からなる光を [ ] という。  
 一方, 太陽光のようにいろいろな波長の光を含み, 色あいを感しない光を [ ] という。

付せんをははずす

できた

できなかった

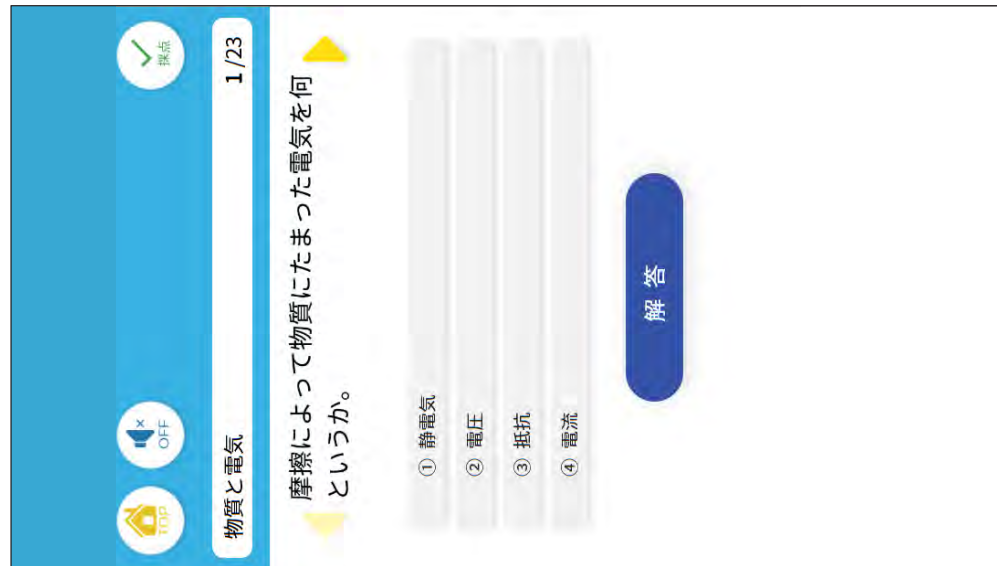
付せんをつける



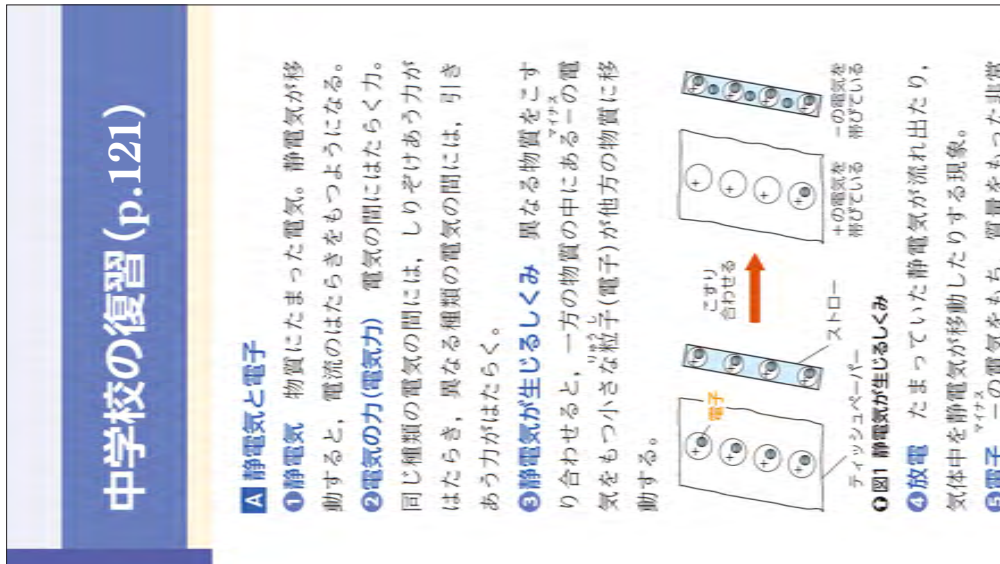
別紙 6-1



別紙 6-2



別紙 6-3



別紙 6-4



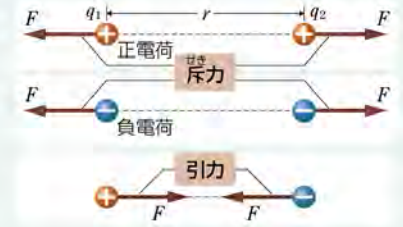
- 電荷には、正 (+) と負 (-) の2種類がある
- 同種の電荷どうしは反発しあい、異種の電荷どうしは引きあう



クーロンの法則

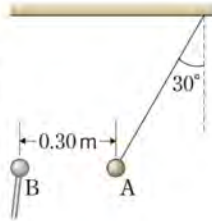
$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$F$ [N]	静電気力の大きさ
$k$ [ $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ ]	クーロンの法則の比例定数
$q_1, q_2$ [C]	2つの点電荷の電気量の大きさ
$r$ [m]	点電荷間の距離



軽い絹糸につるした小球 A に、 $2.0 \times 10^{-7} \text{C}$  の電気量を与える。これに帯電した小球 B を近づけたところ、A は B と同じ水平面上で  $0.30 \text{m}$  の距離まで引き寄せられ、糸は鉛直線から  $30^\circ$  傾いた。B の電気量  $q$  [C] を求めよ。

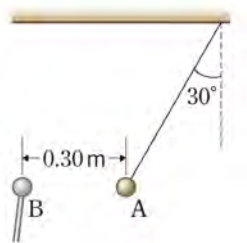
A にはたらく重力の大きさを  $6.0 \times 10^{-3} \text{N}$ 、クーロンの法則の比例定数を  $9.0 \times 10^9 \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$  とする。



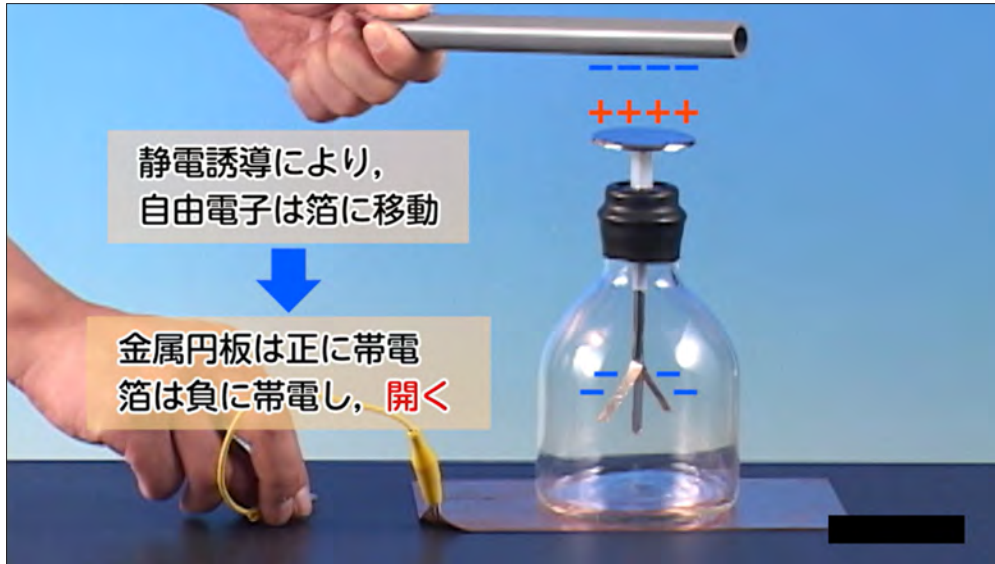
**指針** 力のつりあいから静電気力  $F$  [N] を求め、クーロンの法則より、B の電気量  $q$  [C] を導く。

軽い絹糸につるした小球 A に、 $2.0 \times 10^{-7} \text{C}$  の電気量を与える。これに帯電した小球 B を近づけたところ、A は B と同じ水平面上で  $0.30 \text{m}$  の距離まで引き寄せられ、糸は鉛直線から  $30^\circ$  傾いた。B の電気量  $q$  [C] を求めよ。

A にはたらく重力の大きさを  $6.0 \times 10^{-3} \text{N}$ 、クーロンの法則の比例定数を  $9.0 \times 10^9 \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$  とする。



# 別紙 6-9



# 別紙 6-10

## 電荷が電場から受ける力

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

$\vec{F}$  [N] 静電気力  
 $q$  [C] 電気量  
 $\vec{E}$  [N/C] 電場 (electric field)

# 別紙 6-11

## 点電荷のまわりの電場

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

$E$  [N/C] 電場 (electric field) の強さ  
 $k$  [N·m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>] クーロンの法則の比例定数  
 $Q$  [C] 点電荷の電気量の大きさ  
 $r$  [m] 点電荷からの距離

# 別紙 6-12

図のように、 $8a$  [m] だけ離れた点 A, B に、 $+Q, -Q$  [C] の点電荷を置いた。AB の垂直二等分線上、AB の中点から  $3a$  [m] の点 P における電場  $\vec{E}_P$  の向きと強さ  $E_P$  [N/C] を求めよ。クーロンの法則の比例定数を  $k$  [N·m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>] とする。

**指針** 電場はベクトルであり、正電荷と負電荷がつくる電場は向きが異なる点に注意。

### 静電気力による位置エネルギー

$$U = qV$$

$U$  [J] 静電気力による位置エネルギー  
 $q$  [C] 電気量  
 $V$  [V] 電位

### 一様な電場 と 電位差

$$V = Ed, \quad E = \frac{V}{d}$$

$V$  [V] 電位差  
 $E$  [V/m] 一様な電場の強さ  
 $d$  [m] 距離 (distance)

$x$  軸に平行な一様な電場があり、位置の座標  $x$  [m] とその点の電位  $V$  [V] との関係は、図のように表される。

- 電場の向きと強さ  $E$  [V/m] を求めよ。
- この電場内に  $+2.4 \times 10^{-7}$  C の電荷を置くとき、この電荷が電場から受ける力の向きと大きさ  $F$  [N] を求めよ。

**指針** 電場は電位の高いほうから低いほうへ向かう。電場の強さは  $V$ - $x$  図の傾きからわかる。

1 / 10

電場の強さと距離

基準点からの距離が  $d$  のとき、電位が高いのは①と②のどちらか。

① ②

解答

# 別紙 6-17

電位と距離

1/10

電場が強いのは①と②のどちらか。

電位

①

②

基準点からの距離

A

B

d

O

①

②

解答

# 別紙 6-18

## 点電荷のまわりの電位

$$V = k \frac{Q}{r}$$

電気量  $Q$

$V = k \frac{Q}{r}$

$V = 0$   
(無限遠)

$V$ [V]	電位
$k$ [ $\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ ]	クーロンの法則の比例定数
$Q$ [C]	点電荷の電気量
$r$ [m]	点電荷からの距離

# 別紙 6-19

図のように、 $10a$  [m] だけ離れた点 A, B に、電気量  $Q, -Q$  [C] の点電荷を置いた。点 O, P の電位を、無限遠を基準としてそれぞれ求めよ。クーロンの法則の比例定数を  $k$  [ $\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ ] とする。

A

B

O

P

$Q$

$-Q$

$5a$

$5a$

$8a$

$6a$

指針 各点の電位は、点 A, B の点電荷が単独にあるときにつくる電位を足しあわせて求めることができる。

# 別紙 6-20

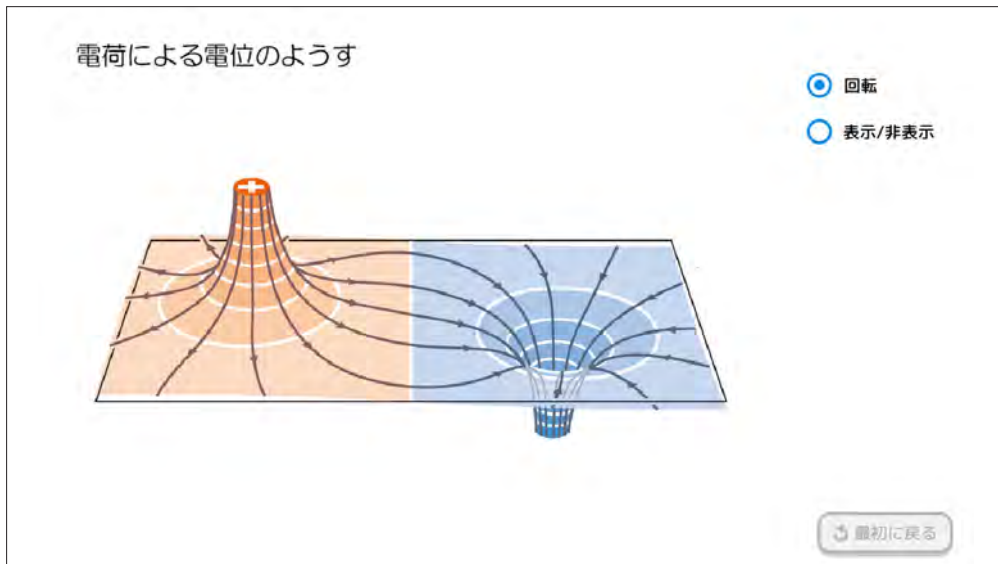
## 電荷による電位の様子

回転

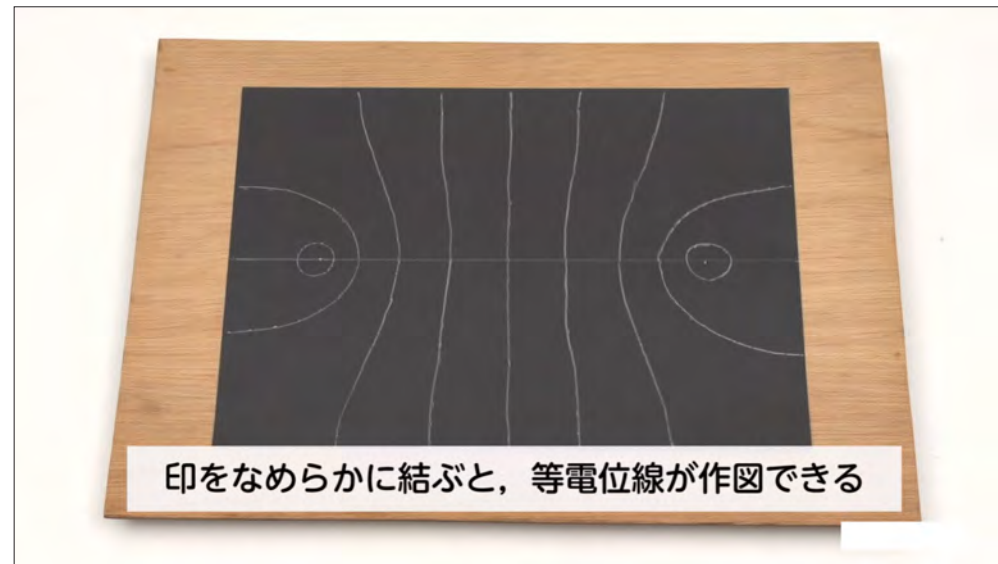
表示/非表示

最初に戻る

## 別紙 6-21



## 別紙 6-22



## 別紙 6-23

### コンデンサー

$$Q = CV$$

$Q$  [C] コンデンサーの電気量  
 $C$  [F] コンデンサーの電気容量 (electric capacity)  
 $V$  [V] 極板間の電位差

## 別紙 6-24

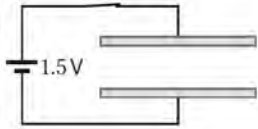
### コンデンサーの電気容量

$$C = \epsilon \frac{S}{d}$$

$C$  [F] コンデンサーの電気容量 (electric capacity)  
 $\epsilon$  [F/m] 誘電率,  $S$  [m<sup>2</sup>] 極板の面積,  $d$  [m] 極板の間隔 (distance)

## 別紙 6-25

平行板コンデンサー(電気容量  $30\text{pF}$ ) を電圧  $1.5\text{V}$  の電池で充電した。次の各場合について、問いに答えよ。



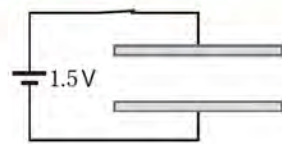
(1) 電池を外した状態で、極板の間隔を半分にした。このときの極板間の電位差  $V$  [V] を求めよ。

(2) 電池に接続した状態で、極板の間隔を半分にした。このときのコンデンサーの電気量  $Q$  [C] を求めよ。

**指針** 電池を外した状態と接続した状態では、電気量、電圧がどのようになるかを考える。

## 別紙 6-26

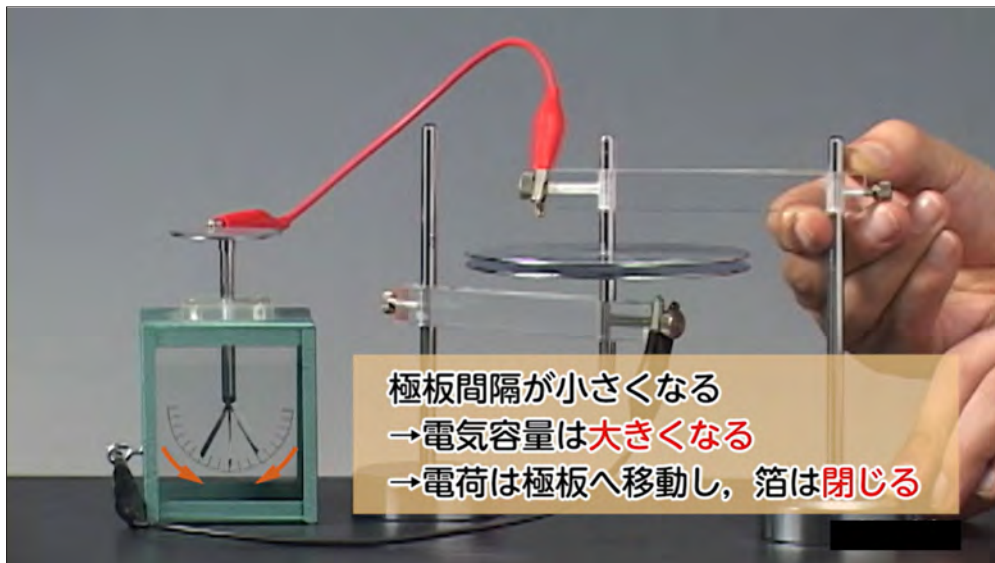
平行板コンデンサー(電気容量  $30\text{pF}$ ) を電圧  $1.5\text{V}$  の電池で充電した。次の各場合について、問いに答えよ。



(1) 電池を外した状態で、極板の間隔を半分にした。このときの極板間の電位差  $V$  [V] を求めよ。

(2) 電池に接続した状態で、極板の間隔を半分にした。このときのコンデンサーの電気量  $Q$  [C] を求めよ。

## 別紙 6-27

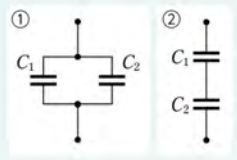


## 別紙 6-28

### 合成容量

① 並列接続:  $C = C_1 + C_2$

② 直列接続:  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

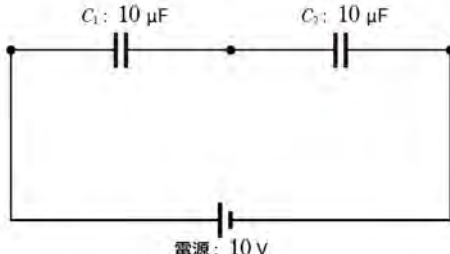


$C$  [F]      合成容量  
 $C_1, C_2$  [F]      それぞれの電気容量

## 別紙 6-29

コンデンサーの接続

※充電が完了したとき



コンデンサーの選択

コンデンサー  $C_1$  10  $\mu\text{F}$

コンデンサー  $C_2$  10  $\mu\text{F}$

電源の電圧 10 v

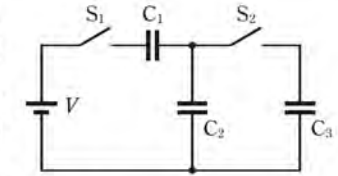
合成容量を表示

電気量を表示

電圧を表示

## 別紙 6-30

図のように、電気容量がそれぞれ  $C$ ,  $2C$ ,  $3C[\text{F}]$  のコンデンサー  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  と、電圧  $V[\text{V}]$  の電池、スイッチ  $S_1$ ,  $S_2$  を接続した。最初  $S_1$ ,  $S_2$  は開いており、 $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  に電荷は蓄えられていないものとする。




(1)  $S_1$  のみ閉じたとき、 $C_2$  に加わる電圧  $V_2[\text{V}]$  を求めよ。

(2) 次に、 $S_1$  を開いてから  $S_2$  を閉じた。 $C_2$  に加わる電圧  $V_2'[\text{V}]$  を求めよ。

**指針** (2) 電池と接続されていない孤立した部分では、接続前後の状態において電気量の保存が成り立つことを利用する。

## 別紙 6-31

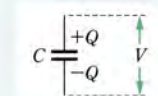
極板の面積  $S[\text{m}^2]$ 、極板の間隔  $3d[\text{m}]$ 、極板間が真空の平行板コンデンサーを考える。極板と同じ面積で厚さ  $d[\text{m}]$  の金属板を、極板間の中央に、極板と平行にして入れる。このコンデンサーの電気容量  $C[\text{F}]$  を求めよ。真空の誘電率を  $\epsilon_0[\text{F/m}]$  とする。



**指針** 金属板の上側と下側の、2つのコンデンサーの直列接続とみなすことができる。

## 別紙 6-32

コンデンサーに蓄えられる静電エネルギー

$$U = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{Q^2}{2C}$$


$U[\text{J}]$  コンデンサーに蓄えられる静電エネルギー

$Q[\text{C}]$  コンデンサーの電気量

$V[\text{V}]$  極板間の電位差

$C[\text{F}]$  コンデンサーの電気容量 (electric capacity)

# 別紙 6-33



# 別紙 6-34

1/10

電場 (4編1章)

クローンの法則

電気量の大きさ  $q_1, q_2$  (C) の2つの点電荷が距離  $r$  (m) だけ離れているとき、これらの点電荷の間にはたらく静電気力の大きさ  $F$  (N) は

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

( $k$ : クローンの法則の比例定数)

付せんをはずす

付せんをつける

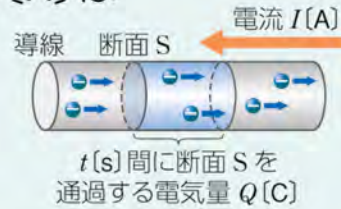
できた

できなかった

## 別紙 7-1

導線の断面を  $t$  [s] 間に  $Q$  [C] の電気量が通過するときの電流の大きさ  $I$  [A] は

$$I = \frac{Q}{t} \quad Q = It$$



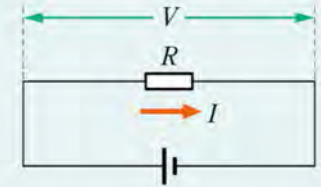
← ポイント

電流の大きさは、1秒あたりに断面を通る電気量

## 別紙 7-2

$R$  [ $\Omega$ ] の抵抗に電圧  $V$  [V] を加えて、電流  $I$  [A] が流れるとき

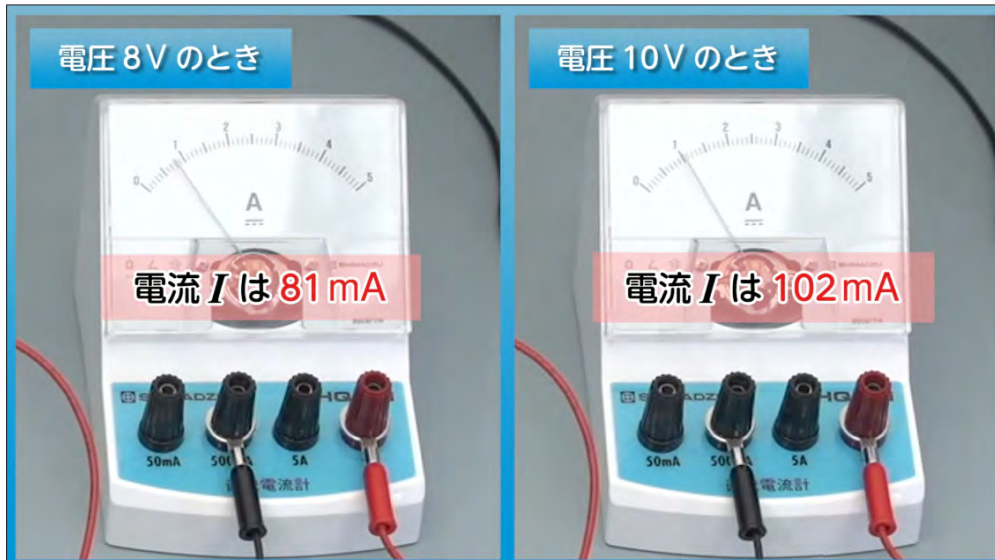
$$I = \frac{V}{R} \quad V = RI$$



← ポイント

電流  $I$  は、電圧  $V$  に比例し、抵抗  $R$  に反比例する

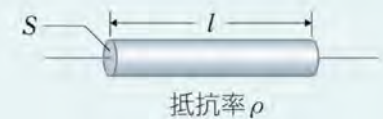
## 別紙 7-3



## 別紙 7-4

断面積  $S$  [ $\text{m}^2$ ]、長さ  $l$  [m] で抵抗率  $\rho$  [ $\Omega \cdot \text{m}$ ] の抵抗の抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] は

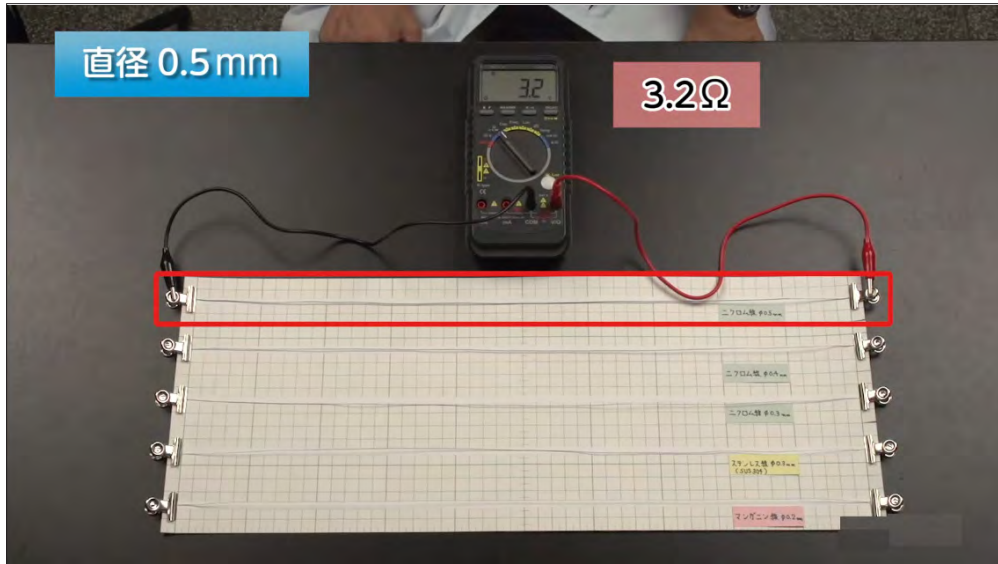
$$R = \rho \frac{l}{S}$$



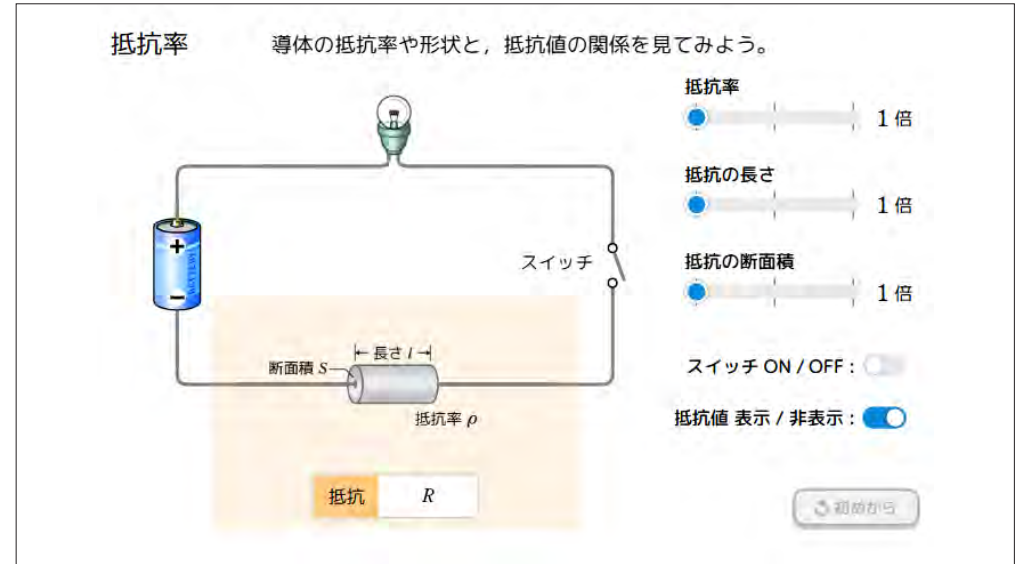
← ポイント

長いほど抵抗は大きい。太いほど抵抗は小さい。

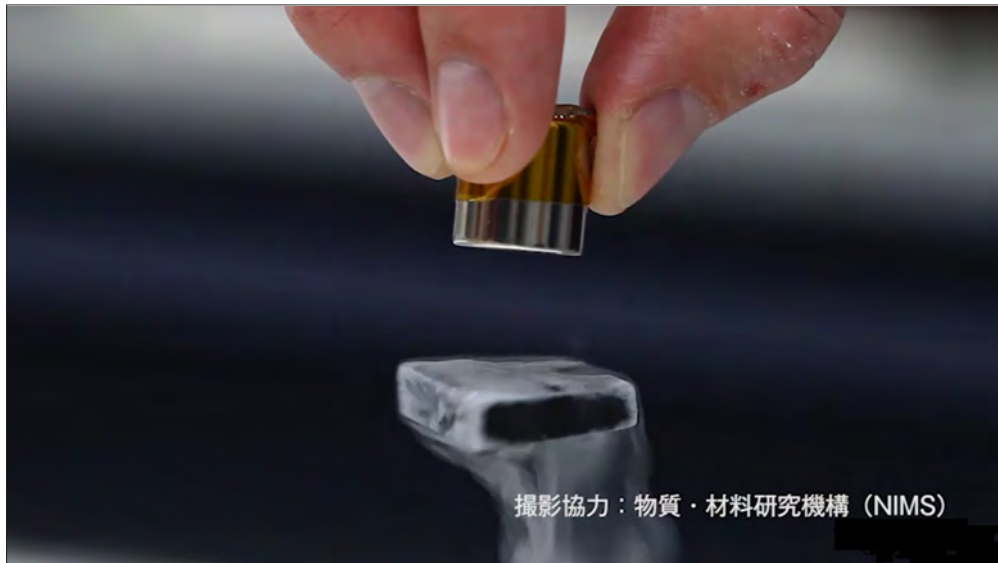
別紙 7-5



別紙 7-6



別紙 7-7



別紙 7-8

