

# I. 解答例

1. 時刻  $t$  における小球 A の高さは,  $6.0 - \frac{1}{2}gt^2 = 6.0 - 4.9t^2 \dots (1)$

また, 小球 B を投げ上げた速さを  $v_0$  とすると, 時刻  $t$  における小球 B の高さは,

$$v_0t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0t - 4.9t^2 \dots (2)$$

$t = 1.0$  で (1) 式と (2) 式が一致するので,  $6.0 = v_0 \times 1.0$ , ゆえに  $v_0 = 6.0$

よって, 6.0 m/s

2. 式 (1) または式 (2) に  $t = 1.0$  を代入して,  $6.0 - 4.9 \times 1.0^2 = 1.1$

よって, 1.1 m

3. 時刻  $t = 1.0$  における小球 A の速度は, 鉛直上向きを正とすると,

$$-gt = -9.8 \times 1.0 = -9.8$$

よって, 下向きに 9.8 m/s

時刻  $t = 1.0$  における小球 B の速度は, 鉛直上向きを正とすると,

$$v_0 - gt = 6.0 - 9.8 \times 1.0 = -3.8$$

よって, 下向きに 3.8 m/s

## II. 解答例

1. 最下点部での A の速さを  $v$  とすると, エネルギー保存則  $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$  から

$$v = \sqrt{2gh}$$

2. 半径  $l$ , 速さ  $v$  の円運動をしていると見なせるので, 向心加速度

$$a = \frac{v^2}{l} = \frac{2gh}{l}$$

をもっている。

3. 小球には張力  $T$  と重力  $mg$  が働く。運動方程式  $T - mg = ma = m\frac{v^2}{l}$  から,

$$T = mg + m\frac{v^2}{l} = mg + \frac{2mgh}{l}$$

と求まる。(張力  $T$ , 重力  $mg$  と遠心力  $m\frac{v^2}{l}$  のつり合いから求めてもよい。)

4. 衝突後の A の速度を  $v'$ , B の速度を  $V$  とすると, 運動量保存則から

$$mv = mv' + MV, \tag{1}$$

反発係数の定義から

$$V - v' = ev \tag{2}$$

という関係が成り立つ。(1)(2) から,

$$V = \frac{m(1+e)}{m+M}v$$

と求まり、これに 1. の答えを代入して

$$V = \frac{m(1+e)}{m+M}\sqrt{2gh}$$

となる。

### III. の解答例

a.  $R_1$  と  $R_2$  が直列につながっているので回路全体の合成抵抗は

$$R + R = 2R$$

となり、A に流れる電流  $I$  は

$$I = \frac{E}{2R}$$

となる。

b. S を閉じたときは  $R_2$  と  $R_3$  が並列につながっている。この合成抵抗を  $R_0$  とすると

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

$$R_0 = \frac{R}{2}$$

となる。回路全体の合成抵抗は

$$R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$$

となる。従って A に流れる電流  $I$  は

$$I = E \cdot \frac{2}{3R} = \frac{2E}{3R}$$

となる。

c. オームの法則から  $R_1$  にかかる電圧は

$$RI = \frac{2E}{3}$$

となる。 $R_2$  にかかる電圧は  $R_3$  にかかる電圧と等しく、電池の起電力  $E$  から  $R_1$  にかかる電圧を引いたものになる。従って  $R_2$  にかかる電圧は

$$E - \frac{2E}{3} = \frac{E}{3}$$

となる。

2. a  $\rightarrow$  d  $\rightarrow$  c  $\rightarrow$  b  $\rightarrow$  a

## IV . 解答例

1. 正弦波の変位は，半周期ごとに0になる。 $t = 4, 2, 0, 2, 4$  [s]
2. 赤外線，緑色の光，青色の光，紫外線
3. 音速を  $V$  [m/s]，1秒あたりのうなりの回数を  $N = 2.0$ ， $f = 448$  [Hz]， $v = 1.5$  [m/s] とする。ドップラー効果の公式  $f' = \frac{V}{V - v} f$  より， $N = |f' - f| = \frac{v}{V - v} f$  となり，これより  $V = \frac{N + f}{N} v$  となる。

$$V = \frac{N + f}{N} v = \frac{2.0 + 448}{2.0} \times 1.5 = \frac{450 \times 1.5}{2.0} = \frac{675}{2.0} = 337.5 \text{ [m/s]}$$

また，有効数字2桁で表すと  $V = 340$  [m/s] となる。

## V. 解答例

1.

a. 体積が3分の2になったので、ボイルの法則を用いて、圧力は

$$1.2 \times 10^5 \times (3/2) = 1.8 \times 10^5 \text{ [Pa]}$$

となる。

b. 体積が2分の3になったので、シャルルの法則を用いて、温度は

$$300 \times (3/2) = 450 \text{ [K]}$$

となる。

c. 内部エネルギーは増加する。

2. 質量  $m = 1.1 \times 10^3 \text{ [kg]}$ , 速さ  $v = 72 \text{ [km/h]} = 20 \text{ [m/s]}$  の物体がもつ運動エネルギーは

$$(1/2) m v^2 = 0.5 \times 1.1 \times 10^3 \times 20^2 = 2.2 \times 10^5 \text{ [J]}$$

である。これが発生した熱量に等しい。