

[I]

(1) ばねが自然長となる位置  $x = 0$  で小球はばねから離れる。 $x < 0$  の範囲ではばねの弾性力は小球を押す向きであり実際に小球はこの力で押されるが、 $x > 0$  では小球を引く向きとなるものの実際に小球が引かれることはないため。

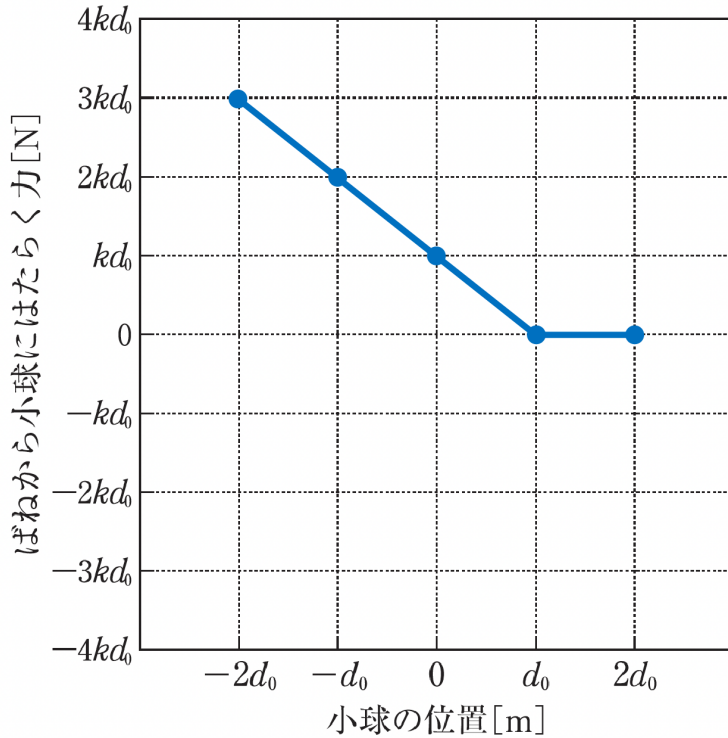
(2) 力学的エネルギーの保存から、小球が  $x = -d$  にあるときの弾性エネルギーと小球が  $x = 0$  にあるときの運動エネルギーは等しい。小球が  $x = 0$  にあるときの速さを  $v_0$  とすると、 $\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$ 。よって、

$$v_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot d$$

(3)  $x = 0$  で、小球にはたらく重力の  $x$  成分  $-mg \sin \theta$  とばねの弾性力  $kd_0$  の合力が 0 であるから、

$$d_0 = \frac{mg \sin \theta}{k}$$

(4) ばねの弾性力は  $k(d_0 - x)$ 。 $-2d_0 \leq x \leq d_0$  の範囲ではこれが正となり、小球はこの力で押される。 $d_0 \leq x \leq 2d_0$  の範囲ではこれが負となり、小球は引かれることはないので、はたらく力は 0。よって、小球は  $x = d_0$  の位置でばねから離れる。



(5) 力学的エネルギーの保存から、小球が  $x = -2d_0$  にあるときの弾性エネルギーと、小球が  $x = d_0$  にあるときの運動エネルギー+位置エネルギーが等しい。ただし、位置エネルギーの原点を  $x = -2d_0$  のときの高さとする。小球が  $x = d_0$  にあるときの速さを  $v_{d_0}$  とすると、 $\frac{1}{2}k(3d_0)^2 = \frac{1}{2}mv_{d_0}^2 + mg \cdot 3d_0 \sin \theta$ 。

これと(3)より、
$$v_{d_0} = \sqrt{\frac{3m}{k}} \cdot g \sin \theta$$

[II]

(1) ㊦

(2) 水と銅の比熱をそれぞれ  $C_w$ ,  $C_c$  とすると,

$$150C_w + 500C_c = 820$$

$$350C_w + 500C_c = 1660$$

これを解くと,  $C_w = 4.2$ ,  $C_c = 0.38$

よって, 水の比熱は  $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ , 銅の比熱は  $0.38 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$

(3) ㊧

(4) ㊡

(5) 室内の空気から装置への熱が加わるので, 実験結果の水温は実験 C よりも高くなる。この水温上昇を金属球から与えられたものとみなして金属球の比熱を求めると, その値は実験 C の結果より大きくなる。

[III]

(1) 開いた端 : 腹, 閉じた端 : 節

(2)  $4L$

理由 : 長さ  $L$  の管の一方の端が節, 他方が腹となる波のうち, 波長が最大となるものは,  $L$  が波長の  $\frac{1}{4}$  となるもの。

(3)  $\frac{c}{4L}$

(4)  $\frac{3c}{4L}$

理由 : 波長が (2) のものについて大きいのは,  $L$  が波長の  $\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) = \frac{3}{4}$  にあたるもの。

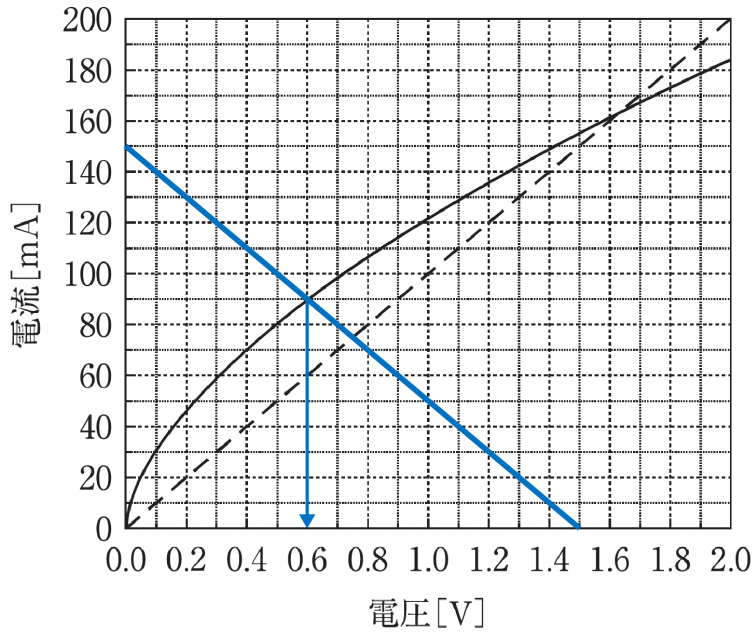
(5) ㊠

理由 : 節をはさんだ両側で変位の向きが逆になり, 変位が両側から節に近づくとき密度が大きくなり, 遠ざかると小さくなる。腹をはさんだ両側では変位は同じで密度は一定。

[IV]

(1) ㊦

(2) 電球 L にかかる電圧を  $V_L$ ，電流を  $I_L$  とすると， $10I_L + V_L = 1.5$  が成り立つ。このグラフは下図の直線となり，これと電球 L の電流-電圧曲線との交点を読み取ると，求める電圧は  $0.6\text{ V}$

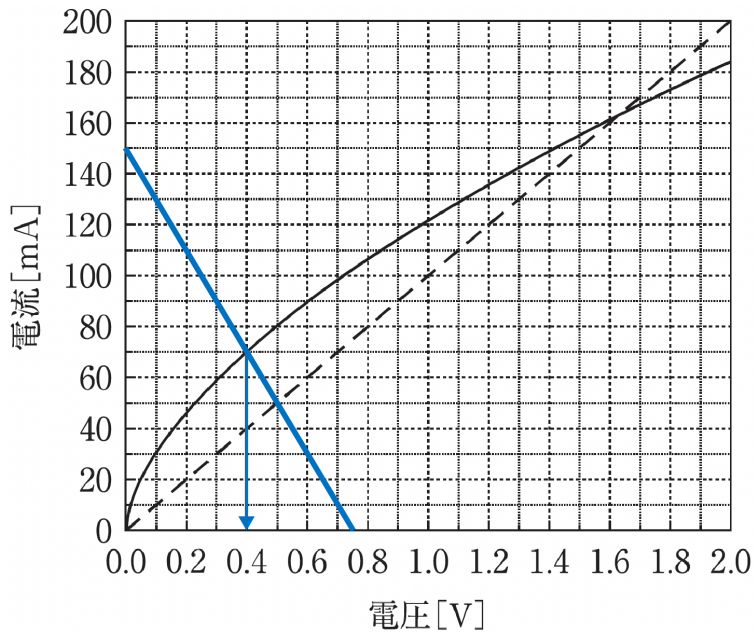


(3) 抵抗  $R_2$  を流れる電流を  $I_2$  とすると，

$$10I_2 = V_L$$

$$10(I_2 + I_L) + V_L = 1.5$$

これらから， $10I_L + 2V_L = 1.5$  が成り立つ。このグラフは下図の直線となり，これと電球 L の電流-電圧曲線との交点を読み取ると，求める電圧は  $0.4\text{ V}$



(4) ㊦

(5) ㊧