$\boxed{1}$

(1)　$\underline{ma_1 = -2kx_1}$

(2)　$T = \underline{2\pi\sqrt{\dfrac{m}{2k}}}$

(3)　$x_1 = \underline{\dfrac{1}{2}d}$

(4)　$\underline{\dfrac{3}{2}kd}$

(5)　左，中央，右のばねは，それぞれ伸び$\dfrac{d}{2}$，伸び$\dfrac{d}{2}$，縮みdであるから，

$$\frac{1}{2}k\left(\frac{d}{2}\right)^2 \times 2 + \frac{1}{2}kd^2 = \underline{\frac{3}{4}kd^2}$$

(6)　物体１は,

$$ma_1 = -kx_1 + k(x_2 - x_1) \qquad \therefore\ \underline{ma_1 = -2kx_1 + kx_2} \quad \cdots ①$$

物体２は,

$$ma_2 = -k(x_2 - x_1) - kx_2 \qquad \therefore\ \underline{ma_2 = -2kx_2 + kx_1} \quad \cdots ②$$

(7)　$u_1 = \underline{v_1 + v_2}$　　$b_2 = \underline{a_1 - a_2}$

(8)　①＋②より，

$$m(a_1 + a_2) = -k(x_1 + x_2) \qquad \therefore\ \underline{mb_1 = -ky_1} \quad \cdots ③$$

①－②より

$$m(a_1 - a_2) = -3k(x_1 - x_2) \qquad \therefore\ \underline{mb_2 = -3ky_2} \quad \cdots ④$$

(9)　$y_1(0) = \underline{\dfrac{3}{2}d}$　　$u_2(0) = \underline{0}$

(10)　式③および$y_1(0) = \dfrac{3}{2}d$より，

$$y_1(t) = \underline{\frac{3}{2}d\cos\sqrt{\frac{k}{m}}t}$$

この振動の周期T_1は,

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{2}T$$

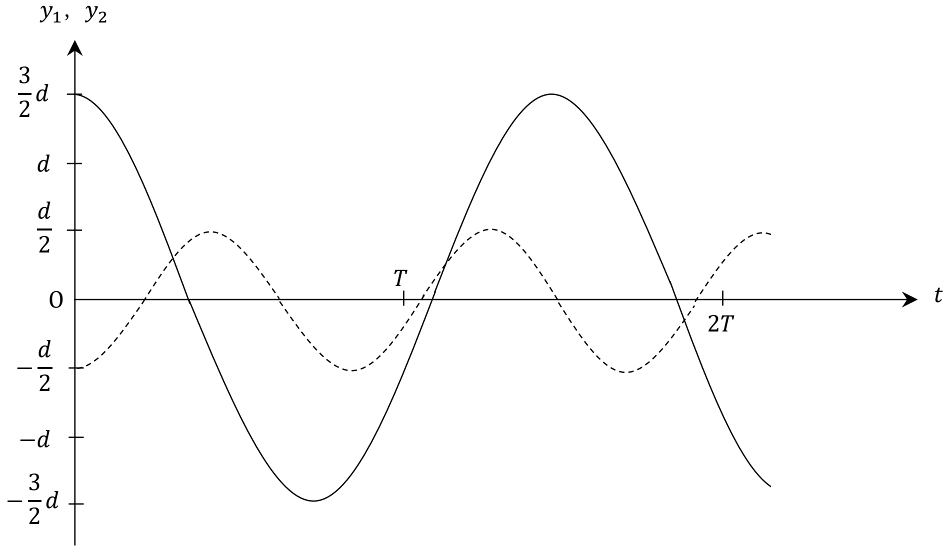
式④および$y_2(0) = -\dfrac{d}{2}$より，

$$y_2(t) = -\frac{d}{2}\cos\sqrt{\frac{3k}{m}}t$$

この振動の周期T_2は,

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{3k}} = \sqrt{\frac{2}{3}}T$$

以上より，グラフは以下。



(11)　$x_2(t) = \frac{y_1 - y_2}{2} = \frac{3}{4}d\cos\sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{1}{4}d\cos\sqrt{\frac{3k}{m}}t$

(12)　物体１は,

$$ma_1 = -kx_1 + k(x_2 - x_1) \qquad \therefore \quad ma_1 = -2kx_1 + kx_2 \quad \cdots ⑤$$

物体２は,

$$ma_2 = -k(x_2 - x_1) + k(x_3 - x_2) \qquad \therefore \quad ma_2 = kx_1 - 2kx_2 + kx_3 \quad \cdots ⑥$$

物体３は,

$$ma_3 = -k(x_3 - x_2) - kx_3 \qquad \therefore \quad ma_3 = kx_2 - 2kx_3 \quad \cdots ⑦$$

(13)　⑤＋⑥×$\sqrt{2}$＋⑦より,

$$mb_1 = -(2 - \sqrt{2})ky_1 \quad \cdots ⑧$$

⑤－⑦より,

$$mb_2 = -2ky_2 \quad \cdots ⑨$$

⑤ − ⑥ × $\sqrt{2}$ + ⑦より，

$$mb_3 = -\left(2+\sqrt{2}\right)ky_3 \quad \cdots ⑩$$

(14)　$t = 0$ のとき，$x_1 = \dfrac{d}{2}$，$x_2 = d$，$x_3 = \dfrac{d}{2}$ であるから，$y_2(0) = 0$

これと式⑨より，$y_2(t) = 0$

また，$y_1(0) = \left(1+\sqrt{2}\right)d$ と式⑧より，

$$y_1(t) = \left(1+\sqrt{2}\right)d\cos\sqrt{\frac{\left(2-\sqrt{2}\right)k}{m}}t$$

$y_3(0) = \left(1-\sqrt{2}\right)d$ と式⑩より，

$$y_3(t) = \left(1-\sqrt{2}\right)d\cos\sqrt{\frac{\left(2+\sqrt{2}\right)k}{m}}t$$

これらより，

$$x_2(t) = \frac{y_1 - y_3}{2\sqrt{2}} = \frac{2+\sqrt{2}}{4}d\cos\sqrt{\frac{\left(2-\sqrt{2}\right)k}{m}}t + \frac{2-\sqrt{2}}{4}d\cos\sqrt{\frac{\left(2+\sqrt{2}\right)k}{m}}t$$

2

(1)　$v_1 = \underline{\sqrt{\dfrac{2eV}{m}}}$　　　$\lambda_1 = \underline{\dfrac{h}{\sqrt{2meV}}}$

(2)　$\underline{2d\sin\theta = N\lambda_1}$

(3)　$\underline{2d > \lambda_1}$

(4)　$d = \underline{\dfrac{\lambda_1}{2\sin\theta_A}}$

(5)　$V = \underline{7.7\mathrm{V}}$　　　エネルギー：$\underline{2.8 \times 10^3\mathrm{eV}}$

(6)　強め合いの条件式は,

$$\begin{cases} 2d\sin\theta_A = \lambda_1 & \cdots ① \\ 2(d - \Delta d)\sin(\theta_A + \Delta\theta_A) = \lambda_1 & \cdots ② \end{cases}$$

近似して,

$$(\text{式②の左辺}) \fallingdotseq 2(d - \Delta d)(\sin\theta_A + \cos\theta_A \cdot \Delta\theta_A)$$
$$\fallingdotseq 2d(\sin\theta_A + \cos\theta_A \cdot \Delta\theta_A) - 2\Delta d\sin\theta_A$$

よって，式①，②より,

$$2d\cos\theta_A \cdot \Delta\theta_A - 2\Delta d\sin\theta_A = 0$$
$$\therefore\quad \frac{\Delta d}{d} = \underline{\frac{\Delta\theta_A}{\tan\theta_A}}$$

(7)（ｉ）(1)のλ_1の式で，$V \to V + V_0$と置き換えて,

$$\lambda_2 = \frac{h}{\sqrt{2me(V + V_0)}}\qquad \therefore\quad \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \underline{\sqrt{\frac{V}{V + V_0}}}$$

（ⅱ）屈折の法則より,

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\sin(90^\circ - \theta_2)}{\sin(90^\circ - \theta_1)} = \underline{\frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1}}$$

(8)　$\underline{2d\sin\theta_2 = \lambda_2}$

(9)　(7)(8)より，

$$2d\sqrt{1-\cos^2\theta_2}=\lambda_2$$

$$2d\sqrt{1-\frac{V}{V+V_0}\cos^2\theta_1}=\frac{h}{\sqrt{2me(V+V_0)}}$$

$$V+V_0-V\cos^2\theta_1=\frac{h^2}{4d^2\cdot 2me}$$

$$V_0+V\sin^2\theta_1=\frac{h^2}{8med^2}\qquad \therefore\quad V_0=\underline{\frac{h^2}{8med^2}-V\sin^2\theta_1}$$

(10)　(7)より，

$$\frac{\cos(\theta_1+\Delta\theta)}{\cos\theta_1}=\sqrt{\frac{V}{V+V_0}}$$

近似して，

$$\frac{\cos\theta_1-\sin\theta_1\cdot\Delta\theta}{\cos\theta_1}\fallingdotseq\left(1+\frac{V_0}{V}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$1-\tan\theta\cdot\Delta\theta\fallingdotseq 1-\frac{1}{2}\frac{V_0}{V}\qquad \therefore\quad \Delta\theta=\underline{\frac{1}{2V\tan\theta_1}V_0}$$

(11)（ i ）　格子面１で全反射が起きる場合，格子面２に陽電子が到達しないため，入射角度によらず，反射強度は一定となる。

（ii）　格子面１ですべての陽電子が反射されるため，$\underline{1}$

（iii）　$\theta_2=0$となるθ_1を考える。(7)の式で$V_0\to -V_0$として，

$$\frac{\cos 0}{\cos\theta_1}=\sqrt{\frac{V}{V-V_0}}$$

$$\sqrt{1-\sin^2\theta_1}=\sqrt{1-\frac{V_0}{V}}\qquad \therefore\quad \sin\theta_1=\sqrt{\frac{V_0}{V}}$$

これより小さい入射角度θであれば，格子面１で全反射するので，

$$\sin\theta<\sqrt{\frac{V_0}{V}}\qquad (1)\ \underline{<}\qquad (2)\ \underline{\sqrt{\frac{V_0}{V}}}$$