第1問　解答の導出過程

(1), (2)

(1) 物体に働く浮力は$\rho S(l-x_0)g$なので$\rho S(l-x_0)g = \rho' Slg$より$x_0 = \dfrac{\rho-\rho'}{\rho}l$となる.

(2) $0 \leqq x \leqq l$のとき，物体に働く力は$\rho S(l-x)g - \rho' Slg = \rho Sg(x_0-x)$である．したがって，$\rho Sg$がばね定数に対応する．また，物体の質量は$\rho' Sl$であるので，角振動数は$\sqrt{\dfrac{\rho g}{\rho' l}}$となり，周期は$2\pi\sqrt{\dfrac{\rho' l}{\rho g}}$となる.

---

(3), (4)

(3) 物体に働く力は，最小値が0，最大値が$(\rho-\rho')Slg = \rho Sx_0 g$であり，移動距離に比例する．また，力の向きと逆向きに距離x_0だけ移動させるので，必要な仕事は$\dfrac{1}{2}\rho Sg{x_0}^2$となる.

(4) 底面が水面を越えないとすると，単振動の振幅はx_0なので$x = 2x_0$が物体の座標の最大値となる．これが，l以下であればよいので，$2\dfrac{\rho-\rho'}{\rho}l \leqq l$より$\rho' \geqq \dfrac{\rho}{2}$となる.

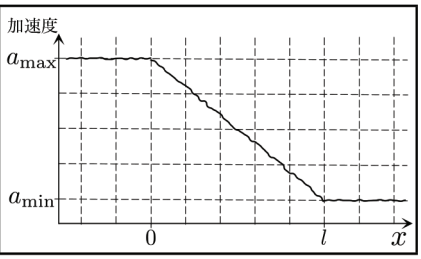
---

(10), (12)

(10) 図3および(9)より，${f_0}^2 = (\gamma v_0)^2 + \left(m\omega v_0 - \dfrac{kv_0}{\omega}\right)^2$なので$v_0 = \sqrt{\dfrac{{f_0}^2}{\gamma^2 + (m\omega - \frac{k}{\omega})^2}}$となる.

(12) 共振のとき，位相差ϕは0で$\gamma v = f$となる．したがって，$\gamma v_0 = \dfrac{f_0}{2}$が条件となり，位相差が$\dfrac{\pi}{3}$および$-\dfrac{\pi}{3}$の場合である.

解　答　欄

答 (1)	$\dfrac{\rho-\rho'}{\rho}l$
答 (2)	$2\pi\sqrt{\dfrac{\rho' l}{\rho g}}$
答 (3)	$\dfrac{1}{2}\rho Sg{x_0}^2$
答 (4)	$\rho' \geqq \dfrac{\rho}{2}$
答 (5)	$\rho Sx_0 gh$
答 (6)	$a_{\min}$: $-g$　　$a_{\max}$: $\dfrac{\rho-\rho'}{\rho'}g$
答 (7)	
答 (8)	(ア), (エ), (ク)
答 (9)	$x-x_0$: $\dfrac{v_0}{\omega}\sin\left(\omega t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ a: $-\omega v_0 \sin\left(\omega t - \dfrac{\pi}{2}\right)$
答 (10)	$\sqrt{\dfrac{{f_0}^2}{\gamma^2 + (m\omega - \frac{k}{\omega})^2}}$
答 (11)	$\sqrt{\dfrac{k}{m}}$
答 (12)	$\pm\dfrac{\pi}{3}$

第 2 問　解答の導出過程

(2)

AP $\fallingdotseq l$, P′Q $\fallingdotseq \Delta x(\sin\theta_1 + \cos\theta_1 \Delta\theta)$ なので AP+P′Q$-l = \Delta x \sin\theta_1$ となり，$\Delta x n_1 \sin\theta_1$ となる．

---

(5)，(6)，(7)

(5) $\mathrm{FP}^2 = (x-c)^2 + y^2 = \left(1 - \dfrac{b^2}{a^2}\right) x^2 - 2cx + c^2 + b^2 =$

$\left(1 - \dfrac{b^2}{a^2}\right)\left(x - \dfrac{ca^2}{a^2-b^2}\right)^2 - \dfrac{c^2a^2}{a^2-b^2} + c^2 + b^2$ なので，$-\dfrac{c^2a^2}{a^2-b^2} + c^2 + b^2 = \dfrac{b^2(a^2-b^2-c^2)}{a^2-b^2} = 0$ であればよい．したがって，$c = \sqrt{a^2-b^2}$ となる．

(6) y 軸について P と対称な点を考える．この点と F との距離は F′P と一致する．したがって，FP の表式において x を $-x$ として $\mathrm{F'P} = \dfrac{c}{a}\left|x + \dfrac{a^2}{c}\right|$ となる．

(7) $\dfrac{a^2}{c} \pm x > 0$ なので $\dfrac{c}{a}\left(\dfrac{a^2}{c} - x + \dfrac{a^2}{c} + x\right) = 2a$ となる．

---

(8)

BP=FP より $(d-x)^2 = (-d-x)^2 + y^2$ なので $y^2 + 4dx = 0$ となる．

---

(11)

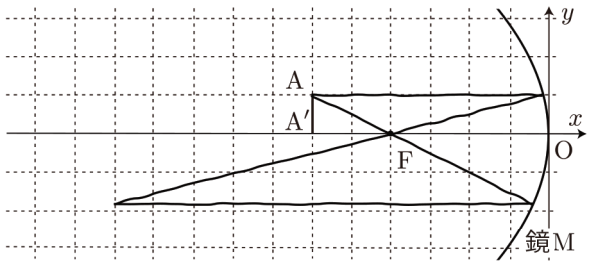
(a) 倍率は $\dfrac{\mathrm{FO}}{\mathrm{A'F}}$ と近似できるので $\dfrac{d}{h-d}$ となる．

(b) F から像までの距離は FO× 倍率 $= \dfrac{d^2}{h-d}$ であり，O から像までの距離は $d + \dfrac{d^2}{h-d} = \dfrac{hd}{h-d}$ となる．

解　答　欄

答 (1)	a $n_1 l$	b $l\cos\Delta\theta$
	c $\Delta x \sin(\theta_1 + \Delta\theta)$	
答 (2)	$\Delta x n_1 \sin\theta_1$	
答 (3)	$\Delta x(n_1\sin\theta_1 - n_2\sin\theta_2)$	
答 (4)	a $n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$	
	b $\theta_1 = \theta_2$	
答 (5)	$\sqrt{a^2-b^2}$	
答 (6)	$\dfrac{c}{a}\left\lvert x + \dfrac{a^2}{c}\right\rvert$	
答 (7)	$2a$	
答 (8)	$y^2 + 4dx = 0$	
答 (9)	2ϕ	

答 (10)



答 (11)	a $\dfrac{d}{h-d}$	b $\dfrac{dh}{h-d}$
答 (12)	(え)	

(注) 問 (10) の解答として次のグラフも可

