## 第１問（計２０点）

| | | |
|---|---|---|
| I<br>計 9 点 | (1)<br>2 点 | ［解答］ $x$ 成分：$ma_1 = F\cos\theta$(解答 1 点)<br>$y$ 成分：$mb_1 = -ky_1 - F\sin\theta$(解答 1 点)<br>［記述］ 記述点なし |
| | (2)<br>3 点 | ［解答］ $a_G = 0$，$b_G = -\dfrac{k}{m}y_G$（ともに正解で解答 3 点）<br>［記述］<br>・答えのみどちらか片方の場合は 1 点。<br>・系の重心の運動方程式や小球 2 の運動方程式を書こうとしている：記述 1 点<br>・$y_G = \dfrac{y_1 + y_2}{2}$ などを書いており，重心に関する理解がみられる：記述 1 点 |
| | (3)<br>4 点 | ［解答］ $I_x = \dfrac{L}{\pi}\sqrt{mk}$，　$I_y = 2A\sqrt{mk}$（ともに正解で解答 4 点）<br>［記述］<br>・答えのみどちらか片方の場合は 1 点。<br>・重心の $y$ 方向の単振動に注目して(最大速度)＝(振幅)×(角振動数)の関係を考えようとしている，または一般解（$y_G(t)$）を求めようとしている，またはエネルギー保存則を使って最大速度と振幅の関係を求めようとしている：記述 1 点<br>・重心の $x$ 方向の等速度運動に注目して(速さ)×(周期)を書こうとしている：記述 1 点<br>・撃力作用時に運動量と力積の関係を書こうとしている：記述 1 点 |
| II<br>計 11 点 | (1)<br>3 点 | ［解答］ $v = \sqrt{{v_0}^2 - \dfrac{k}{m}(\ell\sin\theta)^2}$（解答 3 点）<br>［記述］<br>・力学的エネルギー保存則を書こうとしている：記述 1 点<br>・さらに，2 つの小球の運動エネルギーと 2 つのばねの位置エネルギーが 1 つの式に含まれている（物体系のエネルギー保存則になっている）：記述 1 点 |
| | (2)<br>2 点 | ［解答］ ア：$\sqrt{\dfrac{k\ell^2}{m}}$（解答 2 点）<br>［記述］ 静止状態に注目している：記述 1 点 |
| | (3)<br>2 点 | ［解答］ $F = m\dfrac{{v_0}^2}{\ell} - 2k\ell\sin^2\theta$（解答 2 点）<br>［記述］ 向心加速度が $\dfrac{v^2}{r}$ を用いている：記述 1 点 |

| | | |
|---|---|---|
| | (4)<br>2 点 | ［解答］ $F_{\max} = m\dfrac{{v_0}^2}{\ell}$ (解答 1 点)<br>［記述］ $\theta = 0$ で $F = F_{\max}$ がわかっている：記述 1 点（正解扱い）<br>［解答］ $F_{\min} = -m\dfrac{{v_0}^2}{\ell}$ (解答 1 点)<br>［記述］ $v = 0$ で $F = F_{\min}$ がわかっている：記述 1 点（正解扱い） |
| | (5)<br>2 点 | ［解答］ $\sin\phi = \sqrt{\dfrac{m{v_0}^2}{2k\ell^2}}$ (解答 2 点)<br>［記述］ 糸が緩むときに軌跡が円から逸れることがわかっている：記述 1 点 |

## 第２問（計２０点）

| | | |
|---|---|---|
| I<br>計９点 | (1)<br>３点 | ［解答］ $v_{\mathrm{f}} = \dfrac{E}{B\ell}$， $a_0 = \dfrac{B\ell E}{mR}$， $I_0 = \dfrac{E}{R}$ （解答各１点）<br>［記述］ 記述点なし |
| | (2)<br>４点 | ［解答］ ア：$\dfrac{m}{B\ell}$，　ｉ：①（$v_{\mathrm{f}}$），　ii：④（$Q_{\mathrm{f}}$）<br>イ：$\left(Q_{\mathrm{f}} =\right) \dfrac{mE}{(B\ell)^2}$ （解答各１点）<br>［記述］ 記述点なし |
| | (3)<br>２点 | ［解答］ $\dfrac{m}{2}\left(\dfrac{E}{B\ell}\right)^2$ （解答２点）<br>［記述］<br>電池がした仕事と導体棒の運動エネルギーに注目してエネルギー収支を書こうとしているか，消費電力（$RI^2$）を積分しようとしていれば記述１点 |
| II<br>計１１点 | (1)<br>４点 | ［解答］ ウ：$\dfrac{B\ell}{L}$　エ：$\dfrac{2(B\ell)^2}{mL}$ （解答各２点）<br>［記述］ 記述点なし |
| | (2)<br>３点 | ［解答］ 周期：$2\pi\sqrt{\dfrac{mL}{2(B\ell)^2}}$ （解答１点）<br>※引継ぎミスは原点なし：$\dfrac{2\pi}{\sqrt{\boxed{\text{エ}}}}$ になっていれば１点を与える<br>振幅：$\dfrac{v_0}{2}\sqrt{\dfrac{mL}{2(B\ell)^2}}$ （解答２点）<br>※引継ぎミスは原点なし：$\dfrac{v_0}{2\sqrt{\boxed{\text{エ}}}}$ になっていれば２点を与える<br>［記述］ （記述点は振幅についてのみ）<br>単振動の一般解か，エネルギー保存を書こうとしていれば記述１点 |
| | (3)<br>２点 | ［解答］ イ（解答２点） |
| | (4)<br>２点 | ［解答］ $I_{\mathrm{M}} = \sqrt{\dfrac{m{v_0}^2}{2L}}$ （解答２点）<br>［記述］<br>エネルギー保存に注目しているか，位置や速度などの一般解から回路方程式または運動方程式を利用して電流の一般解を出そうとしている：記述１点 |

## 第３問（計２０点）

| | | |
|---|---|---|
| I<br>計 4 点 | (1)<br>1 点 | ［解答］ $f_1=\dfrac{V-v\cos\theta}{\lambda_0}$ （解答 1 点）<br>［記述］ 記述点なし |
| | (2)<br>1 点 | ［解答］ $\lambda=\dfrac{V+v\cos\phi}{V-v\cos\theta}\lambda_0$ または $\lambda=\dfrac{V+v\cos\phi}{f_1}$ （解答 1 点）<br>［記述］ 記述点なし |
| | (3)<br>2 点 | ［解答］ ア：$2\cos\theta$ （解答 2 点）<br>［記述］ $\phi\fallingdotseq\theta$ として近似式 $(1+x)^k\fallingdotseq 1+kx$ を用いて空欄アを $\theta$ のみで表していれば，計算のミスがあっても記述 1 点を与える。 |
| II<br>計 9 点 | (1)<br>1 点 | ［解答］ $\dfrac{\Delta\ell}{\Delta t}=\dfrac{v}{\sin\alpha}$ （解答 1 点）<br>［記述］ 記述点なし |
| | (2)<br>2 点 | ［解答］ $V=\dfrac{v\sin(\theta+\alpha)}{\sin\alpha}$ または $V=\left(\dfrac{\sin\theta}{\tan\alpha}+\cos\theta\right)v$ （解答 2 点）<br>［記述］ $\overline{\mathrm{BB'}}=V\Delta t$ がわかっており，これと $\Delta\ell$，$\theta$，$\alpha$ を結びつける幾何条件（$V\Delta t=\Delta\ell\sin(\theta+\alpha)$ など）を書こうとしている：記述 1 点 |
| | (3)<br>2 点 | ［解答］ $\phi=\theta+2\alpha$ （解答 2 点）<br>［記述］ $\overline{\mathrm{AA'}}=V\Delta t\left(=\overline{\mathrm{BB'}}\right)$ がわかっており，これと $\Delta\ell$，$\phi$，$\alpha$ を結びつける幾何条件（$V\Delta t=\Delta\ell\sin\left(\phi-\alpha\right)$ など）を書こうとしている，または合同な三角形が見つけられている：記述 1 点 |
| | (4)<br>2 点 | ［解答］ $\lambda=\dfrac{\sin\phi}{\sin\theta}\lambda_0$ （解答 2 点）<br>［記述］ 入射音・反射音の波面間隔の比が波長比であることがわかっている：記述 1 点 |
| | (5)<br>2 点 | ［解答］ イ：$\dfrac{2\cos\theta}{\sin\theta}$ （解答 2 点）<br>［記述］ 与えられた近似式 $\sin x\fallingdotseq x$，$\cos x\fallingdotseq 1$ と加法定理 $\sin\left(\alpha+\beta\right)=\sin\alpha\cos\beta+\cos\alpha\sin\beta$ を用いている：記述 1 点 |
| III<br>計 7 点 | (1)<br>3 点 | ［解答］ ウ：$2\Delta Pp_0\cos\theta-\left(\Delta P\right)^2$ （解答 3 点）<br>［記述］<br>・運動量保存(横) $p\cos\phi=\Delta P-p_0\cos\theta$ ：記述 1 点<br>・運動量保存(縦) $p\sin\phi=p_0\sin\theta$ ：記述 1 点 |
| | (2)<br>2 点 | ［解答］ エ：$2\cos\theta$ （解答 2 点）<br>［記述］ エネルギー保存則 $v\Delta P=V\left(p_0-p\right)$ ：記述 1 点 |
| | (3)<br>2 点 | ［解答］ ④(解答 2 点)<br>［記述］ 記述点なし |