〔注意〕 1. 受験番号は，2箇所とも必ず記入すること。
2. 評点欄は，記入しないこと。

受験番号								

F 1

評点	1		
			0

小数点

令和2年度入学試験解答用紙

受験番号								

理　科（物　理）（3枚の1）

評点	1		
			0

小数点

1

〔1〕

問 1　衝突後の質量 m と質量 M の物体の速さをそれぞれ v'，V' として，運動量保存則と反発係数の式より

$$\begin{cases} mv = mv' + MV' \\ -1\cdot(v-0) = v' - V' \end{cases}$$

2式より v' を消去して

$$V' = \underline{\frac{2m}{M+m}v}$$

問 2　作用・反作用の法則より，質量 M の物体が受けた力積に大きさが一致するので

$$MV' = \underline{\frac{2Mmv}{M+m}}$$

問 3　衝突後，2物体は一体となって運動し，衝突の前後で全運動量は mv なので

$$\frac{(mv)^2}{2(M+m)}\bigg/\frac{(mv)^2}{2m} = \underline{\frac{m}{M+m}}$$

問 4　反発係数が e のとき

$$-e\cdot(v-0) = v' - V'$$

問 1 の運動量保存則の式と連立して V' を消去すると

$$v' = \frac{m-eM}{M+m}v$$

これより $v'<0$ となる条件は，$\underline{m<eM}$

〔2〕

問 1　求めるばね定数を k として，力のつり合いより

$$mg = k\ell$$

$$\therefore\quad k = \underline{\frac{mg}{\ell}}$$

問 2　求める加速度の大きさを a とすると，つり合いの位置では

$$k\ell' = mg + ma$$

$$\therefore\quad a = \frac{k\ell'}{m} - g = \underline{\left(\frac{\ell'}{\ell}-1\right)g}$$

問 3　単振動の周期の式より

$$2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \underline{2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}}$$

問 4　エレベーターは静止状態から加速度 a で等加速度運動しているので

$$at_1 = \underline{\left(\frac{\ell'}{\ell}-1\right)gt_1}$$

問 5　時刻 t_1 までの角振動数は $\omega = \sqrt{\dfrac{g}{\ell}}$ なので，エレベーター内部で見たおもりの速さは

$$v = (\ell'-\ell)\omega = (\ell'-\ell)\sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

エレベーターが加速をやめると振動中心はばねの伸びが ℓ の位置になるので，求める振幅を A として力学的エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}k(\ell'-\ell)^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\therefore\quad A = \sqrt{(\ell'-\ell)^2 + \frac{m}{k}v^2}$$

$$= \underline{\sqrt{2}(\ell'-\ell)}$$

〔注意〕 1. 受験番号は，2箇所とも必ず記入すること。

2. 評点欄は，記入しないこと。

受験番号								

F 1

評点	2		
			0

小数点

令和2年度入学試験解答用紙

受験番号								

理　科（物　理）（3枚の2）

評点	2		
			0

小数点

2

問 1　フレミング左手の法則より，磁場は紙面に垂直で紙面の奥から手前に向かう向き

問 2　電気量 $q = 8.0 \times 10^{-8}$ C，質量 $m = 2.0 \times 10^{-8}$ kg，速さ $v = 2.0$ m/s，領域Ⅰの磁束密度 $B_0 = 0.10$ T とする。運動方程式は

$$m\frac{v^2}{r} = qvB_0$$

$$\therefore\quad r = \frac{mv}{qB_0} = \frac{2.0 \times 10^{-8} \cdot 2.0}{8.0 \times 10^{-8} \cdot 0.10} = 5.0\ \mathrm{m}$$

問 3　正の荷電粒子を加速させる電場は進行方向と同じ向きなので，図中の下向き

問 4　電場の強さ $E = 2.4$ V/m とすると

$$\begin{aligned} qE &= 8.0 \times 10^{-8} \cdot 2.4 \\ &= 19.2 \times 10^{-8} \\ &\fallingdotseq 1.9 \times 10^{-7}\ \mathrm{N} \end{aligned}$$

問 5　加速度は $\frac{qE}{m}$ であり等加速度運動となるので，PQ間の距離を $d = 5.0$ m，求める速さを v_Q とすると

$$v_\mathrm{Q}{}^2 - v^2 = 2 \cdot \frac{qE}{m} \cdot d$$

$$\begin{aligned} \therefore\quad v_\mathrm{Q} &= \sqrt{v^2 + \frac{2qEd}{m}} \\ &= \sqrt{2.0^2 + \frac{2 \cdot 19.2 \times 10^{-8} \cdot 5.0}{2.0 \times 10^{-8}}} \\ &= \sqrt{4.0 + 96} \\ &= 10\ \mathrm{m/s} \end{aligned}$$

問 6　領域Ⅰ・Ⅲでの半径の一致より，**問 2** の結果を用いて

$$\frac{mv}{qB_0} = \frac{mv_\mathrm{Q}}{qB}$$

$$\begin{aligned} \therefore\quad B &= \frac{v_\mathrm{Q}}{v}B_0 \\ &= \frac{10}{2.0} \cdot 0.10 = 0.50\ \mathrm{T} \end{aligned}$$

問 7　円運動の周期は（円周率 $\pi = 3.14$）

$$領域Ⅰ：T_1 = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi \cdot \frac{5.0}{2.0} = 5.0\pi\ 〔\mathrm{s}〕$$

PQ間を通過するのに要する時間を t_PQ とすると

$$v_\mathrm{Q} = v + \frac{qE}{m} \cdot t_\mathrm{PQ}$$

$$\begin{aligned} \therefore\quad t_\mathrm{PQ} &= (v_\mathrm{Q} - v) \cdot \frac{m}{qE} \\ &= 8.0 \cdot \frac{2.0 \times 10^{-8}}{8.0 \times 10^{-8} \cdot 2.4} = \frac{1}{1.2} \fallingdotseq 0.83\ \mathrm{s} \end{aligned}$$

よって，求める時刻は

$$\begin{aligned} t_\mathrm{Q} &= \frac{T_1}{2} + t_\mathrm{PQ} \\ &= 2.5 \cdot 3.14 + 0.83 \\ &= 7.85 + 0.83 = 8.68 \fallingdotseq 8.7\ \mathrm{s} \end{aligned}$$

〔注意〕 1. 受験番号は，2箇所とも必ず記入すること。
2. 評点欄は，記入しないこと。

受験番号								

F 1

評点	3		
			0

小数点

受験番号								

令和２年度入学試験解答用紙

理　　科（物　理）（３枚の３）

評点	3		
			0

小数点

3

〔1〕

問 1　状態方程式より

$$p_1 = \frac{nRT_1}{SL}$$

問 2　定積変化なので

$$Q_1 = nC_V(T_1 - T_0)$$

$$\therefore\quad C_V = \frac{Q_1}{n(T_1 - T_0)}$$

問 3　圧力は p_0 で一定であることに注意して，ボイル・シャルルの法則より

$$\frac{p_0SL}{T_0} = \frac{p_0S(L+\Delta x)}{T_1}$$

$$\therefore\quad \Delta x = \left(\frac{T_1}{T_0} - 1\right)L$$

問 4　内部エネルギーの変化は**問 2** と共通で Q_1 なので，熱力学第１法則より

$$Q_2 = Q_1 + p_0S\Delta x$$

$$= Q_1 + \left(\frac{T_1}{T_0} - 1\right)p_0SL$$

問 5　C_p を用いると $Q_2 = nC_p(T_1 - T_0)$ と表すことができ，状態方程式より $p_0SL = nRT_0$ であるから，**問 4** の式より

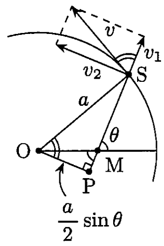
$$nC_p(T_1 - T_0) = nC_V(T_1 - T_0) + nR(T_1 - T_0)$$

$$\therefore\quad C_p = C_V + R$$

を得る。

〔2〕

問 1　右図の位置に点 P をとると



$$\frac{v_1}{v} = \frac{\mathrm{OP}}{\mathrm{OS}} = \frac{\frac{a}{2}\sin\theta}{a}$$

であるからドップラー効果の式より

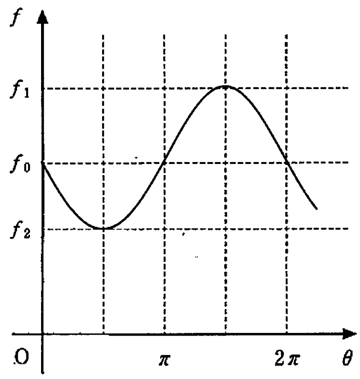
$$f = \frac{V}{V+v_1}f_0 = \frac{2V}{2V + v\sin\theta}f_0$$

を得る。

問 2　v_1 が SM の向きに最大となる $\theta = 270^\circ$ のとき，$f = f_1$，v_1 が SM の向きに最小となる $\theta = 90^\circ$ のとき，$f = f_2$ となるので

$$f_1 = \frac{2V}{2V - v}f_0,\quad f_2 = \frac{2V}{2V+v}f_0$$

問 3



問 4　f_1，f_2 の式より f_0 を消去して

$$v = \frac{f_1 - f_2}{f_1 + f_2}\cdot 2V$$

$$= \frac{140}{1960}\cdot 700$$

$$= 50\ \mathrm{m/s}$$

問 5　f_1 の式より

$$f_0 = \left(1 - \frac{v}{2V}\right)f_1$$

$$= \frac{13}{14}\cdot 1050 = 975\ \mathrm{Hz}$$