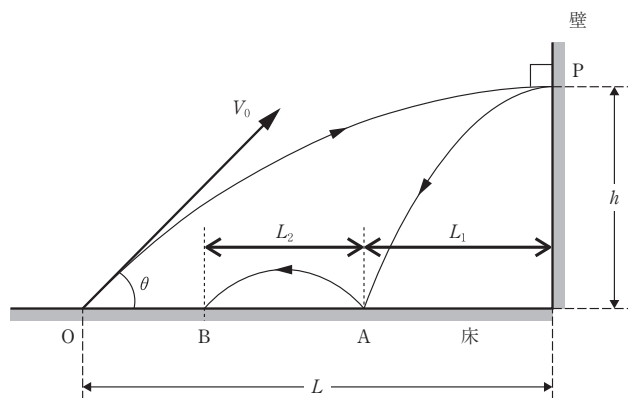


物 理

解答範囲は、解答番号 1 から 24 までです。

I 次の文章を読んで、後の問い(問1～問8)に答えなさい。

図I-1のように、水平な床と、その上に鉛直に置かれた壁がある。壁から距離 L [m] 離れた床上の点Oから水平方向に対して角度 θ ($0 < \theta < 90^\circ$) をなす向きに、小球を大きさ V_0 [m/s] の初速度で投げ上げた。小球は壁上の点P(床からの高さ h [m]) で、壁に対して垂直に衝突し、はね返った小球は床上の点Aに落ち、はね返って上昇し、床上の点Bに衝突した。小球の質量を m [kg]、小球の床や壁との間の反発係数(はね返り係数)を e ($0 < e \leq 1$)、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。なお、床と壁は、なめらかでかたいものとし、小球と床や壁との間の摩擦、空気抵抗は無視できるものとする。また、水平方向および鉛直方向の運動について、それぞれ水平右向きおよび鉛直上向きを、速度の正の向きとする。



図I-1

- (1) 小球が点Oから点Pまで動く間、小球の鉛直方向の運動は、初速度【1-A】の【1-B】であり、水平方向の運動は、初速度【2-A】の【2-B】である。小球は点Pで、壁に対して垂直に衝突するので、小球が点Oから壁まで動く時間を t_{OP} [s] とすると、 t_{OP} は【3】となる。したがって、 h は【4-A】となり、 L は【4-B】となる。
- (2) 小球が点Pで衝突する直前の水平方向の速度は【2-A】であるため、反発係数 e の衝突をすると、衝突直後の小球の水平方向の速度は【5-A】となる。小球が点Pから点Aまで動く時間を t_{PA} [s] とすると、 t_{PA} は t_{OP} と等しいので、壁から点Aまでの距離 L_1 [m] は【5-B】となる。

- (3) 点Aで衝突直後の小球の速度の鉛直成分は【6-A】となる。小球が点Aから点Bまで動く時間を t_{AB} [s] とすると t_{AB} は【6-B】となり、点Aから点Bまでの距離を L_2 [m] とすると、 L_2 は【7】となる。また、反発係数 e が【8】のとき、 $L_1 + L_2 = L$ となり、点Bは点Oと一致する。

問1 空所【1-A】、【1-B】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 1

	【1-A】	【1-B】
①	V_0	等速度運動
②	$V_0 \sin \theta$	等速度運動
③	$V_0 \cos \theta$	等速度運動
④	$V_0 \tan \theta$	等速度運動
⑤	V_0	等加速度運動
⑥	$V_0 \sin \theta$	等加速度運動
⑦	$V_0 \cos \theta$	等加速度運動
⑧	$V_0 \tan \theta$	等加速度運動

問2 空所【2-A】、【2-B】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 2

	【2-A】	【2-B】
①	V_0	等速度運動
②	$V_0 \sin \theta$	等速度運動
③	$V_0 \cos \theta$	等速度運動
④	$V_0 \tan \theta$	等速度運動
⑤	V_0	等加速度運動
⑥	$V_0 \sin \theta$	等加速度運動
⑦	$V_0 \cos \theta$	等加速度運動
⑧	$V_0 \tan \theta$	等加速度運動

問3 空所【3】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 3

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ① $\frac{V_0}{g}$ | ② $\frac{V_0 \sin \theta}{g}$ | ③ $\frac{V_0 \cos \theta}{g}$ |
| ④ $\frac{V_0 \tan \theta}{g}$ | ⑤ $\frac{V_0}{2g}$ | ⑥ $\frac{V_0 \sin \theta}{2g}$ |
| ⑦ $\frac{V_0 \cos \theta}{2g}$ | ⑧ $\frac{V_0 \tan \theta}{2g}$ | |

一般選抜入試(前期日程) 物理(1月30日)

問4 空所【4－A】，【4－B】に当てはまる組合せとして最も適当なものを，次の中から一つ選びなさい。

解答番号

4

	【4－A】	【4－B】
①	$\frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$	$\frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{g}$
②	$\frac{V_0^2 \cos^2 \theta}{2g}$	$\frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{g}$
③	$\frac{V_0^2 \sin \theta \cos \theta}{2g}$	$\frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{g}$
④	$\frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$	$\frac{V_0^2 \cos^2 \theta}{g}$
⑤	$\frac{V_0^2 \cos^2 \theta}{2g}$	$\frac{V_0^2 \cos^2 \theta}{g}$
⑥	$\frac{V_0^2 \sin \theta \cos \theta}{2g}$	$\frac{V_0^2 \cos^2 \theta}{g}$
⑦	$\frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$	$\frac{V_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$
⑧	$\frac{V_0^2 \cos^2 \theta}{2g}$	$\frac{V_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$
⑨	$\frac{V_0^2 \sin \theta \cos \theta}{2g}$	$\frac{V_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$

問5 空所【5－A】，【5－B】に当てはまる組合せとして最も適当なものを，次の中から一つ選びなさい。

解答番号

5

	【5－A】	【5－B】
①	$-eV_0$	$\frac{eV_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$
②	$-eV_0 \sin \theta$	$\frac{eV_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$
③	$-eV_0 \cos \theta$	$\frac{eV_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$
④	$-eV_0 \tan \theta$	$\frac{eV_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$
⑤	$-eV_0$	$\frac{eV_0^2 \cos^2 \theta}{g}$
⑥	$-eV_0 \sin \theta$	$\frac{eV_0^2 \cos^2 \theta}{g}$
⑦	$-eV_0 \cos \theta$	$\frac{eV_0^2 \cos^2 \theta}{g}$
⑧	$-eV_0 \tan \theta$	$\frac{eV_0^2 \cos^2 \theta}{g}$

問6 空所【6－A】，【6－B】に当てはまる組合せとして最も適当なものを，次の中から一つ選びなさい。

解答番号

6

	【6－A】	【6－B】
①	$eV_0 \sin \theta$	$\frac{eV_0 \sin \theta}{g}$
②	$eV_0 \cos \theta$	$\frac{eV_0 \sin \theta}{g}$
③	$eV_0 \tan \theta$	$\frac{eV_0 \sin \theta}{g}$
④	$eV_0 \sin \theta$	$\frac{eV_0 \cos \theta}{g}$
⑤	$eV_0 \cos \theta$	$\frac{eV_0 \cos \theta}{g}$
⑥	$eV_0 \tan \theta$	$\frac{eV_0 \cos \theta}{g}$
⑦	$eV_0 \sin \theta$	$\frac{2eV_0 \sin \theta}{g}$
⑧	$eV_0 \cos \theta$	$\frac{2eV_0 \sin \theta}{g}$
⑨	$eV_0 \tan \theta$	$\frac{2eV_0 \sin \theta}{g}$

問7 空所【 7 】に当てはまる最も適当なものを，次の中から一つ選びなさい。

解答番号

7

① $\frac{e^2 V_0^2 \sin^2 \theta}{g}$	② $\frac{e^2 V_0^2 \cos^2 \theta}{g}$	③ $\frac{e^2 V_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$
④ $\frac{2e^2 V_0^2 \sin^2 \theta}{g}$	⑤ $\frac{2e^2 V_0^2 \cos^2 \theta}{g}$	⑥ $\frac{2e^2 V_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$
⑦ $\frac{2e V_0^2 \sin^2 \theta}{g}$	⑧ $\frac{2e V_0^2 \cos^2 \theta}{g}$	⑨ $\frac{2e V_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$

問8 空所【 8 】に当てはまる最も適当なものを，次の中から一つ選びなさい。

解答番号

8

① 0.25	② 0.33	③ 0.40	④ 0.50
⑤ 0.60	⑥ 0.75	⑦ 0.80	⑧ 1.00

II 次の文章を読んで、後の問い(問1～問6)に答えなさい。

図Ⅱ-1のように、抵抗値 R [Ω] の抵抗 R 、インダクタンス L [H] のコイル L 、電気容量 C [F] のコンデンサー C を並列に接続し、電源電圧(点 b に対する点 a の電位) V [V] が、 $V = V_0 \sin \omega t$ で表される交流電源 E につないだ。ここで V_0 [V] は抵抗 R 、コイル L 、コンデンサー C にかかる電圧の最大値である。また、 ω [rad/s] は角周波数である。配線の抵抗および電源 E の内部抵抗は無視できるものとする。必要であれば、 $\sin(\omega t \pm \frac{\pi}{2}) = \pm \cos \omega t$ (複号同順)、 $A \sin \omega t + B \cos \omega t = \sqrt{A^2 + B^2} \sin(\omega t + \alpha)$ 、 $\cos \alpha = \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}}$ 、 $\sin \alpha = \frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}}$ 、(A 、 B 、 α は定数) の関係式を用いなさい。

電源 E から図Ⅱ-1の矢印の向きに流れる電流 I [A] を求める。

抵抗 R 、コイル L 、コンデンサー C を流れる電流をそれぞれ I_R [A]、 I_L [A]、 I_C [A] とし、それらの最大値を I_{Rm} [A]、 I_{Lm} [A]、 I_{Cm} [A] とすると、抵抗 R 、コイル L 、コンデンサー C にかかる電圧の最大値は V_0 であるから、 $I_{Rm} = \frac{V_0}{R}$ 、 $I_{Lm} = \text{【 9 】}$ 、 $I_{Cm} = \text{【 10 】}$ である。

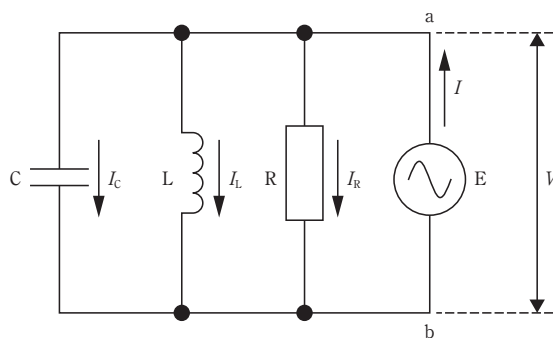
電源電圧 V の位相を基準とすると、RLC 並列回路であるので、抵抗 R を流れる電流の位相は電源電圧 V の位相に一致している。一方、コイル L を流れる電流の位相は電源電圧 V の位相に対して $\frac{\pi}{2}$ [rad] だけ遅れ、コンデンサー C を流れる電流の位相は電源電圧 V の位相に対して $\frac{\pi}{2}$ [rad] だけ進むので、 $I_R = I_{Rm} \times \text{【 11 】}$ 、 $I_L = I_{Lm} \times \text{【 12 】}$ 、 $I_C = I_{Cm} \times \text{【 13 】}$ である。

この RLC 並列回路のインピーダンス Z [Ω] を求めよう。キルヒ

ホッフの第一法則より、 ab 間を流れる電流 I は、 $I_R + I_L + I_C$ であるから、この RLC 並列回路のインピーダンスを Z [Ω]、電源電圧 V に対する電流 I の位相を θ [rad] とすると、

$$I = I_{Rm} \times \text{【 11 】} + I_{Lm} \times \text{【 12 】} + I_{Cm} \times \text{【 13 】} \\ = \frac{V_0}{Z} \sin(\omega t + \theta) \quad \left(\text{ただし、} -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \right)$$

であり、 $Z = \text{【 14 】}$ 、 $\tan \theta = \text{【 15 】}$ である。RLC 並列回路では、インピーダンス Z が最大となる周波数 $f_0 = \text{【 16 】}$ [Hz] では電源を流れる電流 I は最小となる。この現象を並列共振という。



図Ⅱ-1

問1 空所【 9 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 9

- ① $\omega L V_0$ ② $\frac{L V_0}{\omega}$ ③ $\frac{V_0}{\omega L}$ ④ $\frac{\omega V_0}{L}$ ⑤ $\frac{1}{\omega L V_0}$

問2 空所【 10 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 10

- ① $\omega C V_0$ ② $\frac{C V_0}{\omega}$ ③ $\frac{V_0}{\omega C}$ ④ $\frac{\omega V_0}{C}$ ⑤ $\frac{1}{\omega C V_0}$

問3 空所【 11 】、【 12 】、【 13 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

空所【 11 】は、解答番号 11

空所【 12 】は、解答番号 12

空所【 13 】は、解答番号 13

- ① $\sin \omega t$ ② $\cos \omega t$ ③ $\tan \omega t$
④ $-\sin \omega t$ ⑤ $-\cos \omega t$ ⑥ $-\tan \omega t$

問4 空所【 14 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 14

- ① $\sqrt{R^2 + \left(\omega C + \frac{1}{\omega L}\right)^2}$
② $\sqrt{R^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}$
③ $\frac{1}{\sqrt{R^2 + \left(\omega C + \frac{1}{\omega L}\right)^2}}$
④ $\frac{1}{\sqrt{R^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}}$
⑤ $\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C + \frac{1}{\omega L}\right)^2}$
⑥ $\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}$
⑦ $\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C + \frac{1}{\omega L}\right)^2}}$
⑧ $\frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}}$

問5 空所【15】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 15

- ① $\frac{\omega C + \omega L}{R}$

② $\frac{\omega C - \omega L}{R}$

③ $\frac{\omega C + \frac{1}{\omega L}}{R}$

④ $\frac{\omega C - \frac{1}{\omega L}}{R}$

⑤ $\frac{\omega C + \omega L}{\frac{1}{R}}$

⑥ $\frac{\omega C - \omega L}{\frac{1}{R}}$

⑦ $\frac{\omega C + \frac{1}{\omega L}}{\frac{1}{R}}$

⑧ $\frac{\omega C - \frac{1}{\omega L}}{\frac{1}{R}}$

問6 空所【16】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 16

- ① $2\pi\sqrt{LC}$

② $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

③ $2\pi\sqrt{\frac{L}{C}}$

④ $2\pi\sqrt{\frac{C}{L}}$

⑤ $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C}{L}}$

⑥ $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{L}{C}}$

III 次の文章を読んで、後の問い(問1～問8)に答えなさい。

(1) x 軸上を y 軸方向に振動しながら進行する波 $y_1(x, t)$ [m] について考える。位置 x [m] におけるこの波は次式で表すことができる。

$$y_1(x, t) = a \sin 2\pi \left(\frac{t}{b} - \frac{x}{c} \right)$$

ただし、 t [s] は時刻であり、 a [m]、 b [s]、 c [m] は正の定数である。このとき、波の波長は【17】、進行速度は【18】である。 $t > 0$ で $x = c/2$ [m] において波の変位が最初に最大($y_1 = a$)になる時刻は、【19】である。

問1 空所【17】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 17

- ① a

② b

③ c

④ $\frac{a}{b}$

⑤ $\frac{b}{a}$

⑥ $\frac{b}{c}$

⑦ $\frac{c}{b}$

⑧ $\frac{c}{a}$

問2 空所【18】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 18

- ① a

② b

③ c

④ $\frac{a}{b}$

⑤ $\frac{b}{a}$

⑥ $\frac{b}{c}$

⑦ $\frac{c}{b}$

⑧ $\frac{c}{a}$

問3 空所【19】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 19

- ① b

② $2b$

③ $3b$

④ $4b$

⑤ $\frac{1}{2}b$

⑥ $\frac{1}{3}b$

⑦ $\frac{1}{4}b$

⑧ $\frac{3}{4}b$

(2) 次に、 $x < 0$ から進行してきた波が $x = 0$ において固定端反射をする場合を考える。反射波を $y_2(x, t)$ [m] とし、反射による減衰が無視できるとすると、 $x = 0$ における進行波に対する位相差 ϕ [rad] ($0 \leq \phi < 2\pi$) を用いて

$$y_2(x, t) = a \sin \left\{ \left[\text{【20】} \right] + \phi \right\}$$

と表すことができる。ただし $x \leq 0$ である。 $x = 0$ での固定端反射は、入射波と反射波の合成波を y_3 [m] とすると、時刻によらず $x = 0$ において常に $y_3 = 0$ となる現象であると考えられるため、任意の時刻 t について次の式が成り立つ。

$$y_3(0, t) = y_1(0, t) + y_2(0, t) = 0$$

したがって、定数 ϕ は【21】である。また、三角関数の和の公式 $\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \left(\frac{\alpha + \beta}{2} \right) \cos \left(\frac{\alpha - \beta}{2} \right)$ を用いると合成波の式は、

$$y_3(x, t) = 2a \sin \left(\left[\text{【22】} \right] \right) \cos \left(\left[\text{【23】} \right] \right)$$

と変形できるので、時刻によらず $y_3 = 0$ となる節の位置は $\cos \left(\left[\text{【23】} \right] \right) = 0$ より、 $x = \left[\text{【24】} \right]$ (n は0または負の整数) であるとわかる。

問4 空所【 20 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 20

- ① $2\pi\left(\frac{t}{b} + \frac{x}{c}\right)$ ② $2\pi\left(\frac{t}{b} - \frac{x}{c}\right)$
 ③ $2\pi\left(-\frac{t}{b} + \frac{x}{c}\right)$ ④ $\pi\left(\frac{t}{b} + \frac{x}{c}\right)$
 ⑤ $\pi\left(\frac{t}{b} - \frac{x}{c}\right)$ ⑥ $\pi\left(-\frac{t}{b} + \frac{x}{c}\right)$
 ⑦ $\pi\left(-\frac{t}{b} - \frac{x}{c}\right)$

問5 空所【 21 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 21

- ① $\frac{\pi}{4}$ ② $\frac{\pi}{3}$ ③ $\frac{\pi}{2}$ ④ $\frac{2}{3}\pi$
 ⑤ $\frac{3}{4}\pi$ ⑥ π ⑦ $\frac{3}{2}\pi$ ⑧ $\frac{4}{3}\pi$

問6 空所【 22 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 22

- ① $2\pi\frac{t}{b}$ ② $2\pi\frac{t}{b} + \frac{\pi}{2}$ ③ $2\pi\frac{t}{b} + \frac{\pi}{4}$ ④ $2\pi\frac{t}{b} + \frac{\pi}{6}$
 ⑤ $2\pi\frac{x}{c}$ ⑥ $2\pi\frac{x}{c} + \frac{\pi}{2}$ ⑦ $2\pi\frac{x}{c} + \frac{\pi}{4}$ ⑧ $2\pi\frac{x}{c} + \frac{\pi}{6}$

問7 空所【 23 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 23

- ① $2\pi\frac{t}{b}$ ② $2\pi\frac{t}{b} + \frac{\pi}{2}$ ③ $2\pi\frac{t}{b} + \frac{\pi}{4}$ ④ $2\pi\frac{t}{b} + \frac{\pi}{6}$
 ⑤ $2\pi\frac{x}{c}$ ⑥ $2\pi\frac{x}{c} + \frac{\pi}{2}$ ⑦ $2\pi\frac{x}{c} + \frac{\pi}{4}$ ⑧ $2\pi\frac{x}{c} + \frac{\pi}{6}$

問8 空所【 24 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 24

- ① nc ② $(2n+1)c$ ③ $\frac{n}{2}c$ ④ $\frac{2n+1}{2}c$
 ⑤ $\frac{n}{4}c$ ⑥ $\frac{2n+1}{4}c$ ⑦ $2nc$