

受験番号	16					
------	----	--	--	--	--	--

令和8年度工学部 学校推薦型選抜（女子学生特別選抜）

適性検査2

理 科 （物理）

注意事項

- 1 開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけない。
- 2 冊子（6ページよりなる）の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
- 3 解答は冊子の所定の欄に記入すること。
- 4 冊子には、表紙1箇所に受験番号を記入する欄がある。開始後直ちに記入すること。
- 5 冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。

1 以下の問に答えよ。解答欄に導出過程を必ず記すこと。なお、空気抵抗は無視できる。重力加速度の大きさを g 、円周率を π とする。速度、加速度、力の向きは、鉛直下向きを正とする。運動は鉛直方向のみで行われる。

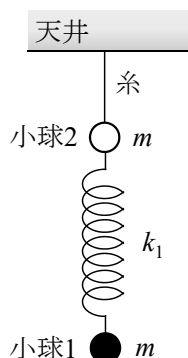


図1-1

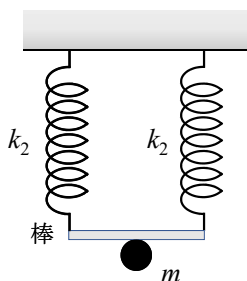


図1-2

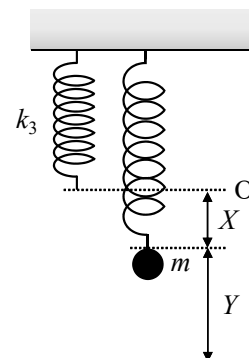


図1-3

図1-1のように、質量 m の小球1と小球2を軽いばね1（ばね定数 k_1 ）でつなぎ、天井から軽く伸びない糸を小球2に取りつけて、全体をつり下げ静止させた。ばね1は自然長から L だけ伸びていた。小球2にかかる糸の張力は S とする。

問1 L を g , m , k_1 の中から必要なものを用いて表せ。

問2 S の大きさを g , m , k_1 の中から必要なものを用いて表せ。

図1-1の静止状態から、糸を静かに取り除いた。糸を取り除いた直後の小球1と小球2の加速度はそれぞれ a_1 , a_2 とする。

問3 a_1 を g , m の中から必要なものを用いて表せ。

問4 a_2 を g , m の中から必要なものを用いて表せ。

図1-2のように2本の軽いばね2（ばね定数 k_2 ）を天井に並べて鉛直方向に固定し、それぞれのばねの下端に軽く変形しない棒を水平に取りつけた。棒の長さは、ばねの間隔と同じである。質量 m の小球1を棒の中央に固定すると、2本のばねはそれぞれ自然長から D だけ伸びたつりあいの位置で静止した。その後、小球1を、つりあいの位置から鉛直下向きに D だけ静かに引っ張り、静かにはなしたところ、棒は水平を保ったまま小球1が単振動を始めた。

問5 k_2 を g , m , D の中から必要なものを用いて表せ。

問6 単振動の周期 T を g , m , D の中から必要なものを用いて表せ。

図1-3のように軽いばね3（ばね定数 k_3 ）を天井に鉛直方向に固定し、ばねの下端（位置 O ）に質量 m の小球1を取りつくと自然長から X だけ伸びたつりあいの位置で静止した。その後、小球1を、つりあいの位置から鉛直下向きに Y ($Y > X$) だけ静かに引っ張り、静かにはなした。

問7 小球1が、最初に位置 O に到達したときの速度 V を g , m , X , Y の中から必要なものを用いて表せ。エネルギー保存則を用いて考えよ。

解答欄

問 1	$L = \frac{mg}{k_1}$
問 2	$S \text{ の大きさ : } 2mg$
問 3	$a_1 = 0$
問 4	$a_2 = 2g$
問 5	$k_2 = \frac{mg}{2D}$
問 6	$T = 2\pi\sqrt{\frac{D}{g}}$
問 7	$V = -\sqrt{\left(\frac{Y^2}{X} - X\right)g}$

2

振動が次々と伝わっていく現象を波または波動という。その振動する媒質の各点をつなげた曲線を波形といい、波形が正弦曲線となる波を正弦波という。媒質の変位 y は、位置 x と時刻 t の関数であり、 $y(x, t)$ と表される。図2の実線で示される波形は、 x 軸に沿って伝わる正弦波の、時刻 $t = 0$ における変位 $y(x, 0)$ を示している。また、図2の破線で示される波形は、正弦波が x 軸の正の向きに速さ v で伝わっているときの、時刻 $t (t > 0)$ における変位 $y(x, t)$ を示している。ただし、正弦波の振幅は A 、波長は λ 、周期は T である。また円周率を π とする。以下の問に答えよ。解答欄に導出過程を必ず記すこと。

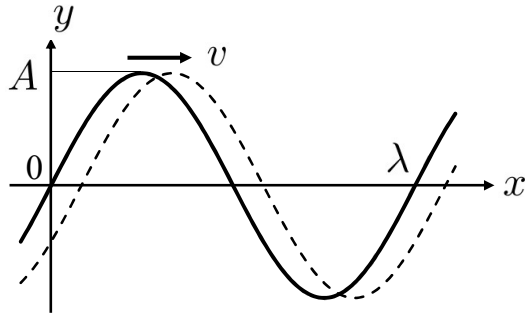


図2

- 問1 速さ v を T 、 λ を用いて表せ。
- 問2 図2の実線で示される正弦波の、位置 x での時刻 $t = 0$ における変位 $y(x, 0)$ を A 、 x 、 λ を用いて表せ。
- 問3 この正弦波が x 軸の正の向きに伝わっているとき、位置 $x = 0$ での時刻 t における変位 $y(0, t)$ を A 、 t 、 T を用いて表せ。
- 問4 この正弦波が x 軸の正の向きに速さ v で伝わっているとき、時間 t の間に正弦波は x 軸の正の向きに vt 進む。つまり、位置 x での時刻 t における変位 $y_1(x, t)$ は、時刻 $t = 0$ における位置 $x - vt$ での変位と同じになる。 $y_1(x, t)$ を A 、 t 、 T 、 x 、 λ を用いて表せ。
- 問5 図2の実線で示される正弦波が x 軸の負の向きに速さ v で伝わっているとき、位置 x での時刻 t における変位 $y_2(x, t)$ を A 、 t 、 T 、 x 、 λ を用いて表せ。
- 問6 問4および問5の正弦波が重なり合うことにより定在波が形成された。このとき、定在波の位置 x での時刻 t における変位 $y_s(x, t)$ を A 、 t 、 T 、 x 、 λ を用いて表せ。必要であれば、 $\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$ が成り立つことを用いよ。
- 問7 問6で形成された定在波の、となりあう節の間隔 Δx を λ を用いて表せ。

解答欄

問 1	$v = \frac{\lambda}{T}$
問 2	$y(x, 0) = A \sin \frac{2\pi x}{\lambda}$
問 3	$y(0, t) = -A \sin \frac{2\pi t}{T}$
問 4	$y_1(x, t) = A \sin 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right)$
問 5	$y_2(x, t) = A \sin 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} + \frac{t}{T} \right)$
問 6	$y_s(x, t) = 2A \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \cos \frac{2\pi t}{T}$
問 7	$\Delta x = \frac{\lambda}{2}$

3 面積 S [m²] の2枚の金属板（極板A, 極板B）を向かい合わせた平行板コンデンサーにスイッチおよび電圧 V [V] の電池を接続した回路を図3-1に示す。この回路は真空中にあり, このコンデンサーの極板A, Bの間隔は d [m] である。円周率を π とする。以下の問に答えよ。問2から問4では解答欄に導出過程を必ず記すこと。

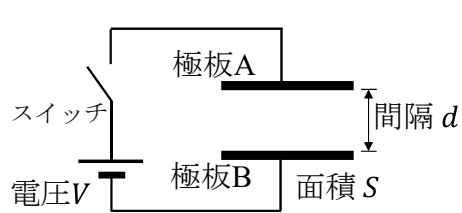


図3-1

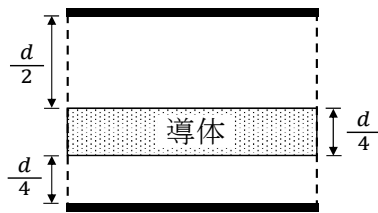


図3-2

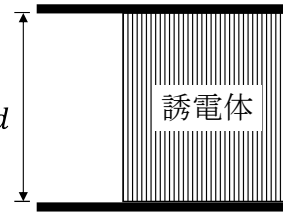


図3-3

問1 次の文章において, (1) から (7) に入る適切な式を記入せよ。

図3-1の回路中のコンデンサーの電気容量を C_0 [F] とする。図3-1の状態からスイッチを閉じ十分に時間が経過したのちに, コンデンサーの極板A, Bに蓄えられる電荷の電気量をそれぞれ $+Q, -Q$ [C] とすると, この電気量 Q は C_0 と V を用いて $Q =$ (1) [C] と表される。コンデンサーの極板間に一様な電場が形成されているとすると, 極板Aから出ていく電気力線の本数 N は, 真空中のクーロンの法則の比例定数 k_0 [N·m²/C²] と Q を用いて表すと, $N =$ (2) となる。極板間の電場の強さ E_0 [N/C] は, 単位面積を垂直に貫く電気力線の本数となるので, E_0 を N と S で表すと, $E_0 =$ (3) [N/C] となる。また, 極板間の電位差すなわちコンデンサーへの印加電圧 V と E_0 および d の間には, (4) の関係がある。真空の誘電率 ϵ_0 [F/m] は, k_0 を用いて $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k_0}$ と表される。よって, 電気容量 C_0 は, $S, d,$ および ϵ_0 を用いて $C_0 =$ (5) [F] と表すことができる。

次に, スイッチを開いた状態で, このコンデンサーの極板間のすべてを比誘電率 ϵ_r の誘電体で満たしたときの電気容量 C_r [F] を考える。極板間の電場の強さ E_r は ϵ_r と E_0 を用いて表すと, $E_r =$ (6) [N/C] となるため, C_r は C_0 および ϵ_r を用いて $C_r =$ (7) [F] と表される。

問2 図3-1の状態からスイッチを閉じ十分に時間が経過したのちにスイッチを開いた。そののち, コンデンサーの極板A, Bの間隔を $\frac{d}{2}$ とした。このコンデンサーの極板間の電位差 V_1 [V] を V を用いて表せ。また, コンデンサーの電気容量 C_1 [F] を C_0 を用いて表せ。

問3 図3-1の回路中のコンデンサーに極板と同じ面積で厚さ $\frac{d}{4}$ の電荷を持たない導体を, コンデンサーの極板Bから $\frac{d}{4}$ だけ離れた位置に極板と平行に極板からはみ出すことなく挿入した(図3-2)。このコンデンサーの電気容量 C_2 [F] を C_0 を用いて表せ。

問4 図3-1の回路中のコンデンサーの極板間に厚さ d 、面積 $\frac{2}{3}S$ 、比誘電率 ϵ_r の誘電体を満たした(図3-3)。このコンデンサーの電気容量 C_3 [F] を C_0 および ϵ_r を用いて表せ。

解答欄

問1	(1)	C_0V	(2)	$4\pi k_0Q$
	(3)	$\frac{N}{S}$	(4)	$V = E_0d$
	(5)	$\epsilon_0 \frac{S}{d}$	(6)	$\frac{E_0}{\epsilon_r}$
	(7)	$\epsilon_r C_0$		
問2	$V_1 = \frac{1}{2}V \quad [V] \quad C_1 = 2C_0 \quad [F]$			
問3	$C_2 = \frac{4}{3}C_0 \quad [F]$			
問4	$C_3 = \frac{1 + 2\epsilon_r}{3}C_0 \quad [F]$			