

試験問題 — 物 理

受験地本名	番 号

受 験 心 得

- この試験問題は、指示があるまで開かないこと。
- 試験問題には、受験地本名と番号を試験係官の指示に従って記入すること。
- 試験時間は、理科の選択科目 2 科目を合わせて、14 時 45 分から 16 時 45 分までの 120 分間である。
- 携帯電話等は、電源を切り、使用できない状態にすること。
- 受験番号や解答が正しくマークされていない場合や、解答を訂正するときの消しゴムのカスなどで、採点されない場合があるので、注意すること。
- 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
- 問題 **I** ~ **III** の解答はマークシートにマークし、**IV** ~ **V** の解答は記述式用の解答用紙に記入すること。
- マークシートには、解答欄以外に次の記入欄があるので、試験係官の指示に従って、それぞれ正確に記入しマークすること。

① 氏名記入欄、受験番号欄

姓・名、受験番号をマークシートの氏名欄、受験番号欄に記入すること。

② 受験地本名欄

受験票の受験番号欄に記載されている受験地本名を、受験地本名欄から選び、正確にマークすること。

(例) 受験地本名が札幌の場合

受 験 地 本 名				
札幌 ●	茨城 (11)	静岡 (21)	兵庫 (31)	愛媛 (41)
函館 (02)	栃木 (12)	富山 (22)	奈良 (32)	高知 (42)

③ 番号欄

受験票の受験番号欄に記載されている 4 桁の数字を記入し、正確にマークすること。

(例) 4 桁の数字が 1012 の場合

番 号			
1	0	1	2
(0)	●	(0)	(0)
●	(1)	●	(1)
(2)	(2)	(2)	●

←記入

④ 科目欄

物理を選び、正確にマークすること。

⑤ 性別欄

性別をマークシートの性別欄に正確にマークすること。

- マークシートの解答欄について次の注意事項に従い、マークすること。

① 解答は、マークシートの解答番号に対応した解答欄にマークすること。

② 問題の文中の **1**、**2**、**3** などには、符号 (- , +) 又は数字 (0 ~ 9) が入ります。**1**、**2**、**3**、…の 1 つ 1 つは、符号又は数字のいずれか 1 つに対応します。それらを解答用紙の 1, 2, 3, …で示された解答欄にマークすること。

受験心得は、問題冊子の裏表紙にも続きます。必ず、問題冊子を裏返して読むこと。

I

次の問い（問1～5）に答えよ。

地表の平坦な場所で1000 Hzの音波を発する音源があり、その音波を観測する者がいる。音源は速さ20 m/sで観測者に向かって動いており、観測者は音源から遠ざかる向きへ5.0 m/sで動いている。観測者の先に音を反射する反射板が地表に固定設置されている。無風状態であるとき、以下の問いに答えよ。

解答方法：例えば1000 Hzの音源に対して990 Hzの音を解答対象とするなら、音源の振動数を基準として、変化量を求めると-10 Hzとなり、 $-1.0 \times 10^{+1}$ Hzを各解答欄に当てはめる。実数部先頭の欄（下の例だと1の欄）と指数部先頭の欄（下の例だと4の欄）は必ず+または-を選択し、その他の欄は数字を選択すること。全体をまとめると欄1：-、欄2：1、欄3：0、欄4：+、欄5：1をそれぞれ選択することになる。

(解答欄例)

1	2	.	3	× 10 ^{4 5}	Hz
---	---	---	---	---	----

解答 番号	解 答 欄											
	-	+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	●	+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	-	+	0	●	2	3	4	5	6	7	8	9
3	-	+	●	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	-	●	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	-	+	0	●	2	3	4	5	6	7	8	9

なお計算の結果は有効数字2桁を確保すること。

問1 気温5.0℃のとき、仮に音源が静止しているものとして、その波長を求めよ。

$$\boxed{1} \boxed{2} . \boxed{3} \times 10^{\boxed{4} \boxed{5}} \text{ m}$$

問2 気温5.0℃で、音源から反射板に到達する音波の振動数はどれだけ変化するか。音源の振動数を基準として、変化量を求めよ。

$$\boxed{6} \boxed{7} . \boxed{8} \times 10^{\boxed{9} \boxed{10}} \text{ Hz}$$

問3 気温5.0℃で、音源から直接観測者に到達する音波の振動数はどれだけ変化するか。音源の振動数を基準として、変化量を求めよ。

$$\boxed{11} \boxed{12} . \boxed{13} \times 10^{\boxed{14} \boxed{15}} \text{ Hz}$$

問4 気温5.0℃で、音源の音と反射板からの反射音のあいだでうなりを生じた。うなりの回数を求めよ。

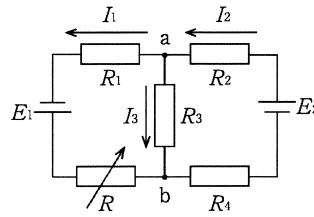
$$\boxed{16} \boxed{17} . \boxed{18} \times 10^{\boxed{19} \boxed{20}} \text{ Hz}$$

問5 気温25℃で、音源の音と反射板からの反射音のあいだでうなりを生じた。うなりの回数を求めよ。

$$\boxed{21} \boxed{22} . \boxed{23} \times 10^{\boxed{24} \boxed{25}} \text{ Hz}$$

Ⅱ 次の問い（問6～9）に答えよ。

図のように抵抗と電池をつないだ回路がある。電池の内部抵抗は無視できるものとする。電流 I の向きは図の矢印のように定義する。



問6 この回路に当てはまる電圧、電流についての式は

$$E_1 = \boxed{26} I_1 + \boxed{27} I_2$$

$$E_2 = \boxed{28} I_1 + \boxed{29} I_2$$

で表される。 $\boxed{26}$ ～ $\boxed{29}$ に入る式で最も適当なものを、それぞれ次の(1)～(9)のうちから一つ選べ。

$\boxed{26}$ $\boxed{27}$ $\boxed{28}$ $\boxed{29}$

- (1) $R + R_1 + R_3$
- (2) $R + R_2 + R_3$
- (3) $R + R_3 + R_4$
- (4) $R_2 + R_3 + R_4$
- (5) $R_1 + R_2 + R_3$
- (6) R_3
- (7) $-R_3$
- (8) R
- (9) $-R$

問7 問6の式から I_1 , I_2 を求めると、

$$I_1 = \frac{\boxed{30} E_1 + R_3 E_2}{(R + R_1)(R_2 + R_3 + R_4) + R_3(R_2 + R_4)}$$

$$I_2 = \frac{\boxed{31} E_1 + \boxed{32} E_2}{(R + R_1)(R_2 + R_3 + R_4) + R_3(R_2 + R_4)}$$

となる。 $\boxed{30}$ ～ $\boxed{32}$ に入る式で最も適当なものを、次の(1)～(9)のうちから一つ選べ。 $\boxed{30}$ $\boxed{31}$ $\boxed{32}$

- (1) $R + R_1 + R_3$
- (2) $R + R_2 + R_3$
- (3) $R + R_3 + R_4$
- (4) $R_2 + R_3 + R_4$
- (5) $R_1 + R_2 + R_3$
- (6) R_3
- (7) $-R_3$
- (8) R
- (9) $-R$

問8 ab間の電位差は

$$V_{ab} = \frac{(\boxed{33} E_1 + \boxed{34} E_2) \times R_3}{(R + R_1)(R_2 + R_3 + R_4) + R_3(R_2 + R_4)}$$

となる。 $\boxed{33}$ ~ $\boxed{34}$ に入る式で最も適当なものを、次の(1)~(9)のうちから一つ選べ。 $\boxed{33}$ $\boxed{34}$

- (1) $R + R_1$
- (2) $R + R_2$
- (3) $R + R_3$
- (4) $R + R_4$
- (5) $-(R_2 + R_4)$
- (6) $-(R + R_1)$
- (7) $-(R + R_2)$
- (8) $-(R + R_3)$
- (9) $-(R + R_4)$

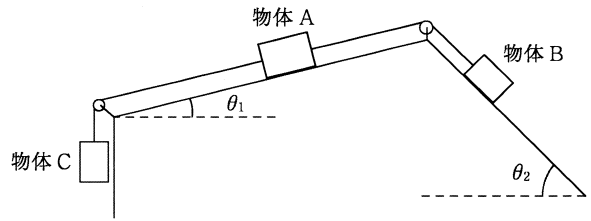
問9 R_3 に電流が流れなくなるときの、可変抵抗 R の値はいくらか。最も適当なものを、次の(1)~(8)のうちから一つ選べ。

$\boxed{35}$

- (1) $\frac{E_2}{E_1}(R_2 + R_3) - R_1$
- (2) $\frac{E_2}{E_1}(R_1 + R_3) - R_2$
- (3) $\frac{E_2}{E_1}(R_2 + R_4) - R_1$
- (4) $\frac{E_2}{E_1}(R_3 + R_4) - R_1$
- (5) $\frac{E_1}{E_2}(R_2 + R_3) - R_1$
- (6) $\frac{E_1}{E_2}(R_1 + R_3) - R_2$
- (7) $\frac{E_1}{E_2}(R_2 + R_4) - R_1$
- (8) $\frac{E_1}{E_2}(R_3 + R_4) - R_1$

Ⅲ 次の問い（問10～13）に答えよ。

右図のように水平方向に対して角度 θ_1 で傾いた斜面と角度 θ_2 で傾いた斜面が接続された台に沿って運動する3つの物体がある。物体 A, B, C の質量はそれぞれ m_1, m_2, m_3 とし、それらの質量に比べて十分に軽く伸縮しない糸で物体 A, B, C は連結され、摩擦の無い滑車で図のように配置された状態から動き始める。物体 A, B が接触している斜面は十分に滑らかで摩擦はないとする。物体 A, B の間の糸が作用する力の大きさは T_1 、物体 A, C の間の糸が作用する力の大きさは T_2 とし、物体を連結している糸は切れたり、たるんだりしないと、重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ。



問10 物体 A の加速度の大きさを a_1 とし斜面に沿って下る向きを正符号で表すと、運動方程式はどのように表されるか。

最も適当なものを、次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。 36

- (1) $m_1 a_1 = 0$
- (2) $m_1 a_1 = T_2 - T_1$
- (3) $m_1 a_1 = m_1 g \cos \theta_1 + T_2 - T_1$
- (4) $m_1 a_1 = m_1 g \sin \theta_1 + T_2 - T_1$
- (5) $m_1 a_1 = m_1 g \sin \theta_1 - m_2 g \sin \theta_2 + m_3 g$

問11 物体 B の加速度の大きさを a_2 とし斜面に沿って上る向きを正符号で表すと、運動方程式はどのように表されるか。

最も適当なものを、次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。 37

- (1) $m_2 a_2 = 0$
- (2) $m_2 a_2 = T_1$
- (3) $m_2 a_2 = T_1 - m_2 g \sin \theta_2$
- (4) $m_2 a_2 = m_3 g - m_2 g \sin \theta_2$
- (5) $m_2 a_2 = m_3 g + m_1 g \sin \theta_1 - m_2 g \sin \theta_2$

問12 物体を連結している糸が伸縮しないという条件から、物体 A, B, C の加速度の大きさは等しくなる。その加速度の大きさを求めるとどのように表されるか。最も適当なものを、次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。 38

- (1) 0
- (2) $\sin \theta_1 g$
- (3) $\frac{m_2 \sin \theta_1 - m_2 \sin \theta_2}{m_1} g$
- (4) $\frac{m_1 \sin \theta_1 - m_2 \sin \theta_2 + m_3}{m_2} g$
- (5) $\frac{m_1 \sin \theta_1 - m_2 \sin \theta_2 + m_3}{m_1 + m_2 + m_3} g$

問13 以下の文章の にあてはまる数値をマークせよ。

図1のように質量 m の物体が水平に対して角度 θ ($0 < \theta < \pi/2$) の摩擦の無い斜面を運動する場合に生じる加速度の大きさは、図2のように質量が全て等しく m である3つの物体が十分に軽い伸縮しない糸で連結された状態で、両側の物体は鉛直方向に運動し、中央の物体は水平に対して角度 θ の摩擦の無い斜面上を運動する場合の、中央の物体に生じる加速度の大きさの 倍である。

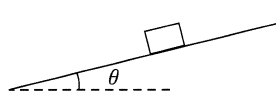


図 1

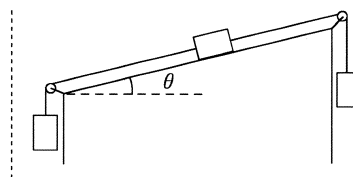
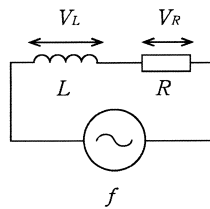


図 2

以下の記述式問題では、解答はすべて解答用紙（記述式）の定められた欄に書くこと。

解答を導くための過程を明示すること。

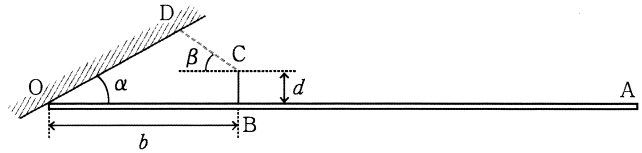
IV 図のように、コイル L と抵抗 R とを電源に接続した。電源は周波数 f の交流電源である。実効電圧を測定したところ、コイルの両端では V_L であり、抵抗の両端では V_R であった。コイルに用いた導線には抵抗はないものとし、以下の問いに答えよ。



- (1) コイルの誘導リアクタンスはいくらか。
- (2) コイルの自己インダクタンスはいくらか。
- (3) 電源の実効電圧はいくらか。

V

図のように密度が一様で長さが $2L$ 、質量が M の剛体棒を用意し、左端を O 、右端を A とする。 O から剛体棒に沿って距離 b ($b < L$) の位置 B に棒 OA の質量に比べて十分に軽く長さが d の新たな剛体棒を OA と直交方向で図の上向きに固定し、そ



の上側の端を C とする。この物体の O を傾いた壁に接触させ、 C から十分に軽く伸縮しない糸を伸ばして、 O を接触させた壁の別の位置 D につないで OA を鉛直平面内で水平に固定した。壁に接触している物体の O は壁上を滑らないとして、壁面 OD と棒 OA のなす角は α (> 0)、糸 CD と水平方向のなす角は β (> 0) で、 $\alpha + \beta < \pi/2$ である。

糸が C で物体を引く力の大きさを R 、壁が物体の O に作用する垂直抗力の大きさを N 、 O で壁と物体の間に作用する静止摩擦力の大きさを f とする。重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ。

- (1) C に作用している大きさ R の力について、 O に対する力のモーメント T_R を記号 M , N , f 以外の問題文中の記号を用いて表せ。なお、物体を O のまわりに左回り（反時計回り）に回転させる力のモーメントを正とすること。
- (2) C に作用している力の大きさ R を、記号 T_R , N , f 以外の問題文中の記号を用いて表せ。
- (3) O に作用している垂直抗力の大きさ N を、記号 R , g , M , α , β を用いて最も単純な形式で表せ。単純というのは $\cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta = \cos(\alpha \pm \beta)$, $\sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta = \sin(\alpha \pm \beta)$ などの関係式を用いて、関係式の右辺のようにまとめることを表す。
- (4) O に作用している静止摩擦力の大きさ f を、記号 R , g , M , α , β を用いて最も単純な形式で表せ。

(例) に -83 と解答する。

解答 番号	解 答 欄											
	-	+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- ③ 分数の形で解答する場合、分数の符号は分子につけ、分母につけてはいけません。

例えば、 $\frac{\boxed{4} \boxed{5}}{\boxed{6}}$ に $-\frac{4}{5}$ と解答したいときは、 $-\frac{4}{5}$ として解答すること。

また、それ以上約分できない形で解答すること。

例えば、 $\frac{3}{4}$ と解答するところを、 $\frac{6}{8}$ のように解答しないこと。

- ④ 小数の形で解答する場合、指定された桁数の一つ下の桁を四捨五入して解答すること。また、必要に応じて、指定された桁まで $\textcircled{0}$ にマークすること。

例えば、 $\boxed{7} . \boxed{8} \boxed{9}$ に 2.5 と解答したいときは、2.50として解答すること。

- ⑤ 根号を含む形で解答する場合、根号の中に現れる自然数が最小となる形で解答すること。

例えば、 $\boxed{10} \sqrt{\boxed{11}}$ に $4\sqrt{2}$ と解答するところを、 $2\sqrt{8}$ のように解答しないこと。

- ⑥ 根号を含む分数の形で解答する場合、例えば、 $\frac{\boxed{12} + \frac{\boxed{13}}{\boxed{15}} \sqrt{\boxed{14}}}{\quad}$ に $\frac{3+2\sqrt{2}}{2}$ と解答するところを、 $\frac{6+4\sqrt{2}}{4}$ や $\frac{6+2\sqrt{8}}{4}$ のように解答しないこと。

- ⑦ 選択肢から選ぶ問題については、適切な解答を1つ選択し、マークすること。

(例) と表示のある問いに対して(3)と解答する。

解答 番号	解 答 欄											
	-	+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. 記述式の解答用紙には、解答欄以外に受験地本名欄、番号欄、氏名欄があるので、試験係官の指示に従って記入すること。

11. 試験問題、解答用紙は全て回収するので、絶対に持ち帰らないこと。