

令和3年度

宇都宮大学工学部第3年次編入学

基礎科目試験問題

「物理」

〔試験日〕 令和2年8月28日(金)

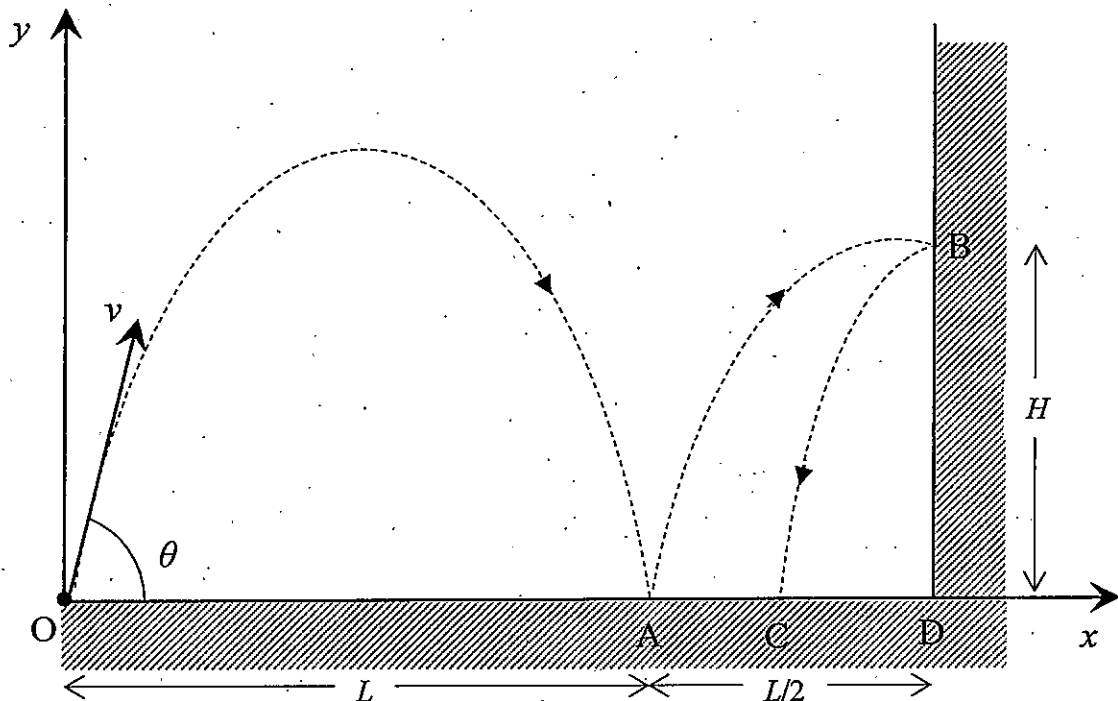
〔試験時間〕 11:00～12:00

【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけない。
2. 「受験番号」は、解答用紙の受験番号欄に忘れずに記入すること。
3. 試験問題は第1問から第2問までである。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所があった場合には、申し出ること。
4. 問題について、質問がある場合には、その場で質問すること。
5. 解答は、必ず解答用紙の所定の解答欄に記入すること。
6. 問題用紙は持ち帰ること。解答用紙は全て回収する。
7. 体の具合が悪くなった場合、用便などの場合は、手をあげて監督者に申し出ること。

科目名	物理	検査コース	情報電子オプティクスコース情報科学分野
-----	----	-------	---------------------

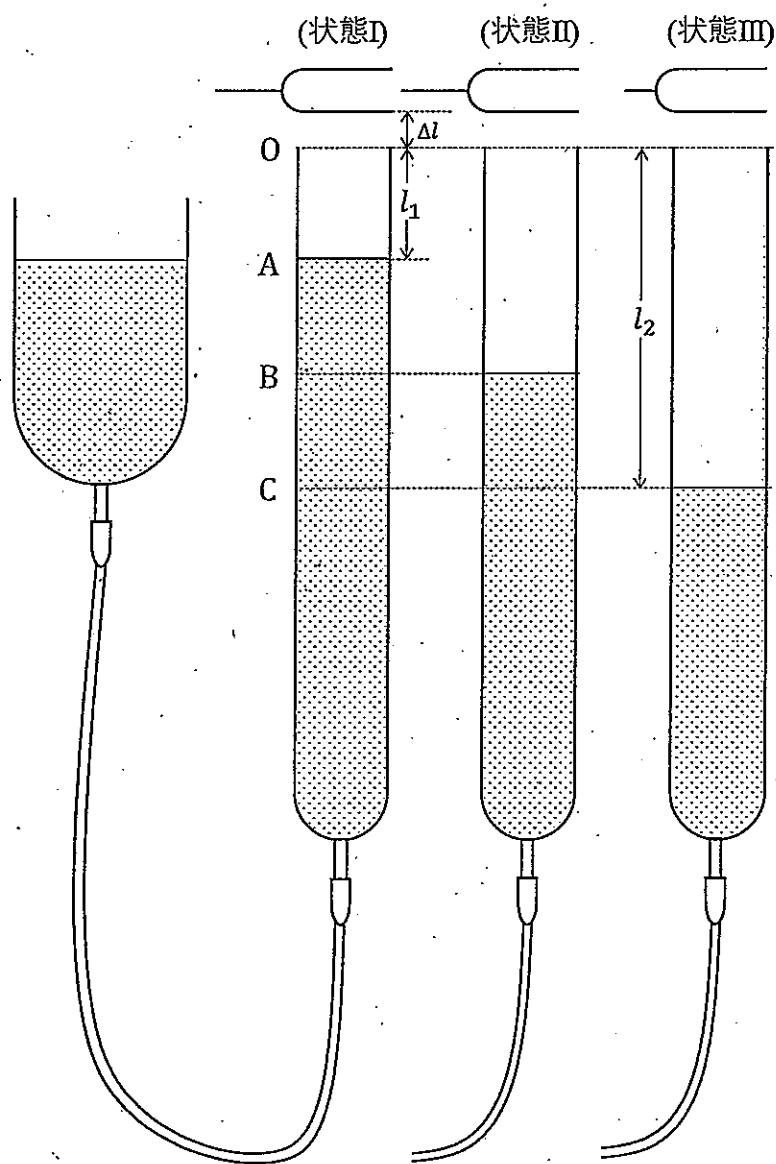
第1問 問図のように、水平右向きに x 軸、鉛直上向きに y 軸をとり、原点 O から小球を水平面からなす角 θ で初速 v で投げ出した。その後、小球は水平面上の点 A に落下してはね上がり、鉛直面の点 B にあたった後、水平面上の点 C に落下した。なお、水平面と鉛直面の交点を点 D とする。空気抵抗は無視でき、水平面と鉛直面はいずれも滑らかである。小球の反発係数を e 、重力加速度を g とする。OA 間の距離を L 、AD 間の距離を $L/2$ 、BD 間の高さを H とし、下の問い（問1～問5）に答えよ。なお、計算過程も記入せよ。



- 問1 原点 O から初速 v で投げ出した小球の速さが $v/2$ になるときの小球の水平面からの高さ h を求めよ。
- 問2 点 A に到達するまでの小球の位置 y を位置 x の関数で示せ。
- 問3 OA 間の距離 L を v, θ, g を用いて示せ。
- 問4 小球が点 A ではね上がってから鉛直面の点 B に衝突するまでの時間 t_1 を v, θ, g を用いて示せ。また、BD 間の高さ H を v, θ, g, e を用いて示せ。
- 問5 小球が点 A ではね上がってから水平面の点 C に落下するまでの時間 t_2 を v, θ, g, e を用いて示せ。また、AC 間の距離を v, θ, g, e を用いて示せ。

科目名	物理	検査コース	情報電子オプティクスコース情報科学分野
-----	----	-------	---------------------

第2問 問図のように、水だめを上下させることで、水面の位置を自由に変えられる内径が一定のガラス管がある。ガラス管の管口 O 付近で振動数 f [Hz] の音叉を鳴らしながら水面をゆっくりと下げていくと、管口 O から距離 l_1 [cm] の位置 A で音が大きくなった(状態 I)。更に水面をゆっくりと下げていくと、位置 B で音がいったん小さくなり(状態 II)、管口 O から距離 l_2 [cm] の位置 C で再び音が大きくなった(状態 III)。なお、位置 B は位置 A と位置 C の中間である。これらの測定を 6 回行ったところ、 l_1 [cm] と l_2 [cm] の測定値は問表のようになった。音速を 340 [m/s] とし、下の問い(問 1, 問 2)に答えよ。なお、計算過程も記入せよ。



	l_1 [cm]	l_2 [cm]
1 回目	15.3	49.1
2 回目	15.1	48.7
3 回目	15.0	49.1
4 回目	14.8	49.0
5 回目	15.1	49.1
6 回目	14.7	49.0

科目名	物理	検査コース	情報電子オプティクスコース情報科学分野
-----	----	-------	---------------------

問1 以下の下線部 にあてはまる数値を、解答欄に記入せよ。なお、数値の有効数字は3桁とする。

前頁の間表における6回の計測結果から、距離 l_1 と距離 l_2 の平均及び標準偏差を算出すると、距離 l_1 の平均は (ア) [cm]、標準偏差は (イ) [cm] となり、距離 l_2 の平均は (ウ) [cm]、標準偏差は (エ) [cm] となる。また、距離 l_1 と距離 l_2 の差の絶対値の平均を算出すると、(オ) [cm] となる。さらに、音叉の発する管内の音波の波長 λ は (カ) [cm] と算出され、音叉の振動数 f は (キ) [Hz] と算出される。なお、 $\sqrt{2} = 1.41421$ 、 $\sqrt{3} = 1.73205$ 、 $\sqrt{5} = 2.23607$ とする。

問2 以下は、ガラス管内に定常波ができた時の説明である。空欄が の場合は、適切な語句を、解答欄に記入せよ。なお、括弧内に選択肢が与えられている場合は、その中から選んで、解答欄に記入せよ。また空欄が の場合は、適切な数値を、解答欄に記入せよ。なお、数値の有効数字は3桁とする。

まず、音叉を鳴らしながらガラス管の水面を下げていき、音が大きくなった時は、ガラス管内に定常波ができています。この定常波は、水面で (ク) (腹・節) となり、管口 O 付近で (ケ) (腹・節) となる。定常波の (ケ) (腹・節) の位置は、正確には管口 O から距離 Δl [cm] 上方にある。この距離 Δl は、一般に (コ) と呼ばれており、 (サ) [cm] と算出される。

次に、水面が位置 C にある時(状態 III)のガラス管内の空気振動の様子を説明する。位置 A と位置 B はそれぞれ定常波の (シ) (腹・節) と (ス) (腹・節) となる。そのため、位置 A における空気は、 (セ) (水平方向に振動する・鉛直方向に振動する・振動しない)。また、位置 B における空気は、 (ソ) (水平方向に振動する・鉛直方向に振動する・振動しない)。

最後に、水面が位置 C にある時(状態 III)のガラス管内の空気密度の変化を説明する。音波のない時の管内の空気密度を ρ_0 [kg/m³] とすると、位置 B における空気密度は、 (タ) (ある周期 T で最大・ ρ_0 のまま一定) となる。この空気密度の変化は、空気振動の様子と (チ) (同様となる・異なる) ※ といえる。また位置 C における空気密度は、 (ツ) (ある周期 T で最大・ ρ_0 のまま一定) となる。この空気密度の変化は、空気振動の様子と (テ) (同様となる・異なる) ※ といえる。なお、ある周期 T は、 (ト) [ms] と算出される。

※「空気密度の変化」と「空気振動の様子」は、「変化の有無(あり・なし)」と「振動の有無(あり・なし)」が対応しているとし、これらの対応関係が成り立つ場合は「同様となる」を、成り立たない場合は「異なる」を、選択すること。