

平成 29 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〕 平成 28 年 7 月 5 日（火）

〔試験時間〕 情報工学科

10:10～12:10（数学・物理）

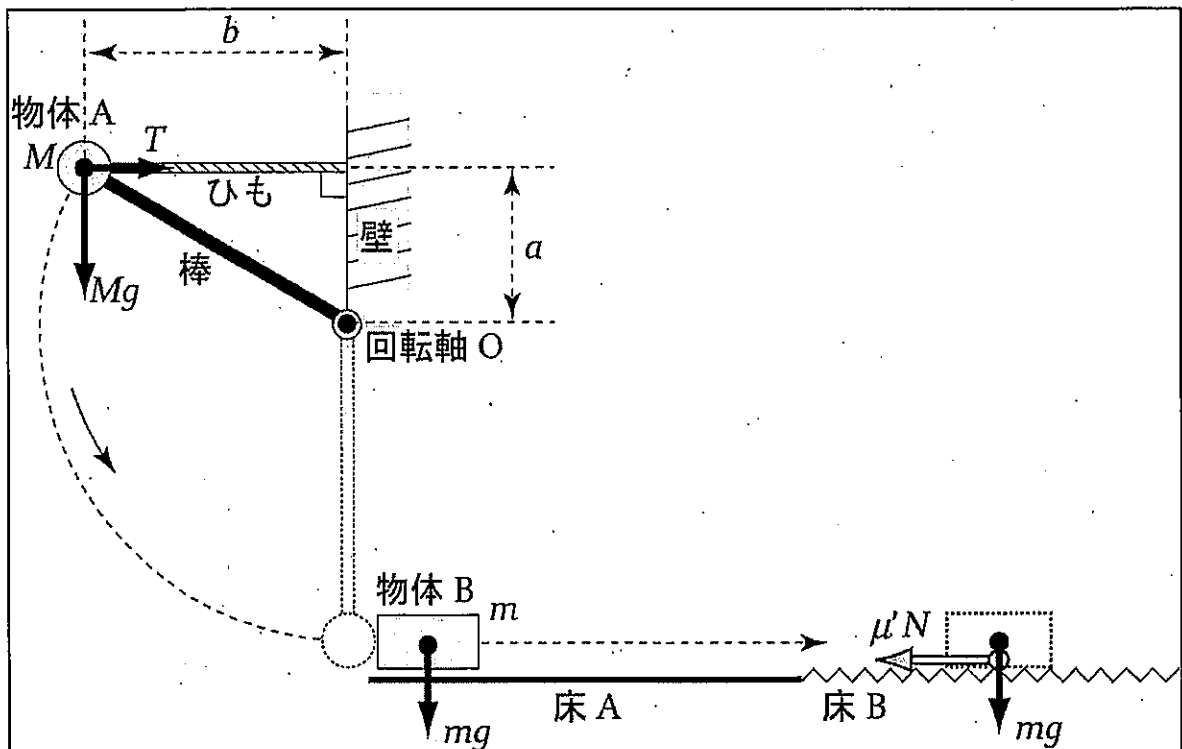
〔注意事項〕

1. 検査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. 指示通りの問題を解答していない場合は採点できないことがあるので、十分注意すること。
5. 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。
6. 解答は、必ず解答用紙の所定の解答欄に記入すること。
7. 問題用紙は持ち帰ること。解答用紙は回収する。
8. 体調が悪くなった場合、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	検査学科	情報工学科
-----	----	------	-------

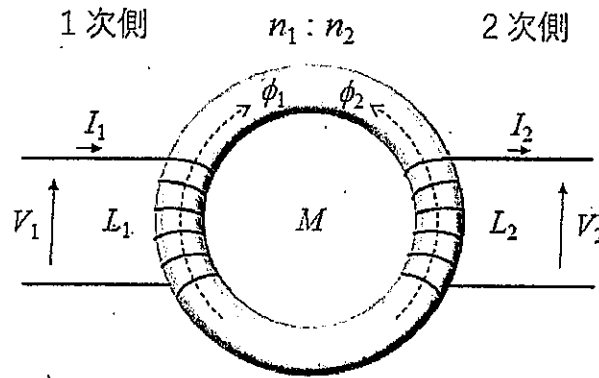
第1問 質量を無視できる収縮のない軽い棒を回転軸Oのまわりに回転できるように、壁に固定した軸受けに取り付ける。棒の先端には質量 M [kg]の物体Aが固定されており、さらに、棒の先端と壁を軽いひもで水平につなぎ静止状態となっている。水平に張ったひもの張力を T [N]とする。 a [m]と b [m]を図中の距離、そして、重力加速度を g [m/s²]としたとき、以下の問いに答えよ。ただし、物体の大きさ、および空気抵抗を無視するものとする。なお、計算過程も記入せよ。

- 問1 ひもに加わる張力 T [N]を求めよ。
- 問2 ひもを切断すると軸Oを中心に物体Aは回転を開始し、静止状態の質量 m [kg]の物体Bと正面衝突する。衝突直前の物体Aの速度 v_1 を求めよ。ただし、軸Oにおける回転に伴う摩擦力は生じないものとする。
- 問3 物体Aの衝突により物体Bが速度 v_2 で動き出すとする。床Aとの摩擦はなく、衝突前後で物体Aと物体Bの運動量の和が保存されるとき、物体Bの速度 v_2 を M, m, v_1 を用いて表せ。ただし、衝突は弾性衝突とする。
- 問4 衝突後、物体Bは床A上で等速運動を行い、時刻 $t = 0$ に摩擦のある床Bへ進入するとする。床Bの動摩擦係数は μ' である。ここで、物体Bへの垂直抗力を N [N]としたとき、 $\mu'N$ の摩擦力が生じる。物体Bが床Bへ進入してから停止するまでの時間 t_1 [s]を v_2, g, μ' を用いて表せ。



科目名	物理	検査学科	情報工学科
-----	----	------	-------

第2問 下図のような磁気コアを用いた密結合トランスがある。1次側, 2次側の巻数をそれぞれ n_1, n_2 , インダクタンスをそれぞれ L_1, L_2 , 相互インダクタンスを M とし, 1次側の電流 I_1 により生じる磁束を ϕ_1 , 2次側の電流 I_2 により生じる磁束を ϕ_2 とする。また, 1次側に入力される交流電源の角周波数を ω とする。ただし, 電流 I_1, I_2 が矢印の方向に流れるとき, ϕ_1 と ϕ_2 は互いに打ち消しあう方向になるものとし, このとき全磁束は $\phi = \phi_1 - \phi_2$ となる。以下の問いに答えよ。



問1 以下の数式の空欄を埋めよ。

電圧, 電流がすべて角周波数 ω で振動する正弦波であるとき, 時間微分 $\frac{d}{dt}$ は $j\omega$ (j は虚数単位) に置き換えることができる。

1次側の電圧を V_1 とすると, 1次側の回路方程式は

$$V_1 = \square \frac{d}{dt} I_1 - \square \frac{d}{dt} I_2 = j\omega \square I_1 - j\omega \square I_2$$

となる。一方, 1次側の電圧 V_1 と磁束 ϕ の関係は

$$V_1 = \square \frac{d}{dt} (\phi_1 - \phi_2) = \square j\omega (\phi_1 - \phi_2) = \square j\omega \phi$$

となる。上の2式から電圧 V_1 を消去すると, 電流 I_1, I_2 と磁束 ϕ の関係は

$$\square I_1 - \square I_2 = \square \phi \quad \dots \quad (a)$$

となる。2次側についても同様に電流 I_1, I_2 と磁束 ϕ の関係を求めると,

$$V_2 = \square \frac{d}{dt} I_2 - \square \frac{d}{dt} I_1 = j\omega \square I_2 - j\omega \square I_1$$

$$V_2 = \square \frac{d}{dt} (\phi_2 - \phi_1) = \square j\omega (\phi_2 - \phi_1) = -\square j\omega \phi$$

$$\therefore \square I_2 - \square I_1 = -\square \phi \quad \dots \quad (b)$$

科目名	物理	検査学科	情報工学科
-----	----	------	-------

式 (a) と (b) より磁束 ϕ を消去して、電流 I_1 と I_2 の関係を求めると、

$$\frac{1}{\square} (\square I_1 - \square I_2) = -\frac{1}{\square} (\square I_2 - \square I_1)$$

$$\therefore \left(\frac{\square}{\square} - \frac{\square}{\square} \right) I_1 = \left(\frac{\square}{\square} - \frac{\square}{\square} \right) I_2. \quad \dots \quad (c)$$

問2 式 (c) が任意の I_1, I_2 に対して常に成り立つという条件より、密結合トランスの2つの条件式：

$$L_1 L_2 = M^2, \quad \frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 \text{ が得られることを示せ。}$$