

令和3年度入試

へるん入試「理数基礎テスト」問題

機械・電気電子工学科

注意

1. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
2. 問題紙は2ページ、解答用紙は4枚です。指示があってから確認し、解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
3. 答えはすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
4. 解答用紙の裏面は使わないでください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 試験終了後、問題紙は持ち帰ってください。

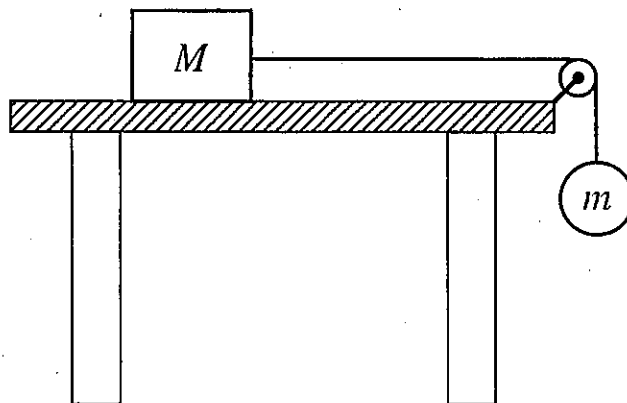
1 下図のように、質量 M の物体を水平な机の面上に置く。物体に軽くて伸びないひもをつけ、これを机の端に固定した軽い滑車に通し、ひもの端に質量 m のおもりをつるす。そして、物体から静かに手を離れたところ、物体は机の面を滑り始めた。重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。

問1 机がなめらかな面であるとし、物体に働く摩擦力は無視できるものとする。

- (1) 物体の加速度の大きさを a_1 とし、ひもの張力を T_1 として、物体とおもりのそれぞれの運動方程式を立てよ。
- (2) 加速度の大きさ a_1 を求めよ。
- (3) 張力 T_1 を求めよ。

問2 机があらい面であるとし、物体と机の間の動摩擦係数を μ' とする。

- (1) 物体の加速度の大きさ a_2 を求めよ。
- (2) ひもの張力 T_2 を求めよ。



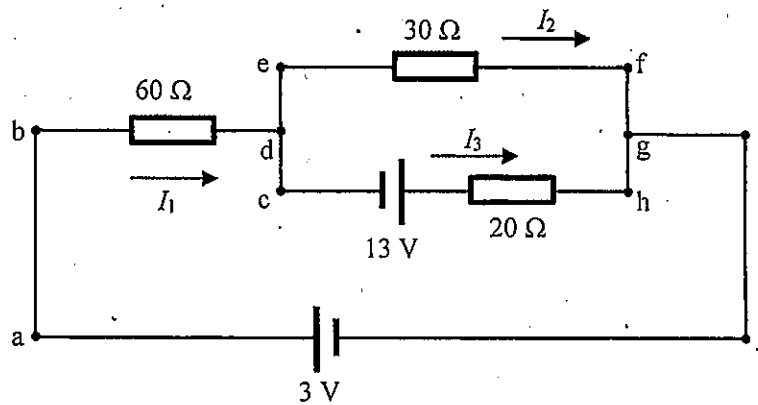
2 起電力がそれぞれ 3 V と 13 V で内部抵抗が無視できる電池 2 つと、 60Ω 、 30Ω 、 20Ω の 3 つの抵抗を図のように接続した。各抵抗には図に示すように I_1 [A]、 I_2 [A]、 I_3 [A] の電流が矢印の向きに流れていると仮定して、以下の問いに答えよ。

問 1 点 d にキルヒホッフの第一法則（電流則）を適用して I_1 、 I_2 、 I_3 の間に成り立つ関係式を求めよ。

問 2 経路 $a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow h \rightarrow g \rightarrow i \rightarrow j \rightarrow a$ にキルヒホッフの第二法則（電圧則）を適用して、電圧と電流の間に成り立つ関係式を求めよ。

問 3 経路 $a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow i \rightarrow j \rightarrow a$ にキルヒホッフの第二法則（電圧則）を適用して、電圧と電流の間に成り立つ関係式を求めよ。

問 4 問 1 ~ 問 3 で求めた式から、電流 I_1 、 I_2 、 I_3 の値を求めよ。



受験番号				

1

4枚中1枚目

理数基礎テスト 解答用紙

機械・電気電子工学科

コード	得点	1	2
7 F			

(解答はこの線より下に記入してください。)

1

受験番号				

2

4枚中2枚目

理数基礎テスト 解答用紙

機械・電気電子工学科

(解答はこの線より下に記入してください。)

1

採点欄	
-----	--

受験番号				

3

4枚中3枚目

理数基礎テスト 解答用紙

機械・電気電子工学科

(解答はこの線より下に記入してください。)

2

受験番号				

4

4枚中4枚目

理数基礎テスト 解答用紙

機械・電気電子工学科

(解答はこの線より下に記入してください。)

2

採点欄	
-----	--

令和3年度入試問題（総合型選抜Ⅰ（へるん入試））
理教基礎テスト（出題意図）

《総合理工学部 機械・電気電子工学科》

1 力のつり合い，運動方程式と摩擦力に関する基礎知識を問う。

問1 物体とおもりに対する運動方程式の理解を問う。

問2 摩擦力を考慮した運動方程式の理解を問う。

2

問1 キルヒホッフの第一法則（電流則）を理解しているか。

問2 キルヒホッフの第二法則（電圧則）を理解しているか。

問3 異なる閉回路においてもキルヒホッフの第二法則（電圧則）を正しく適用できるか。

問4 キルヒホッフの第一法則，第二法則を組み合わせ，未知の電流値を求めることができるか。

令和3年度入試問題（総合型選抜Ⅰ（へるん入試））
理数基礎テスト（解答（解答例））

《総合理工学部 機械・電気電子工学科》

1

問1

物体とおもりの加速度はともに a_1 となり、重力は水平方向に運動する物体の運動方程式には影響せず垂直方向に運動するおもりの運動方程式にのみ影響する。また、張力 T_1 は物体とおもりで逆向きに働く。以上より物体とおもりの運動方程式はそれぞれ次式となる。

$$Ma_1 = T_1 \quad (1)$$

$$ma_1 = mg - T_1 \quad (2)$$

式(1), (2)から T_1 を消去して, a_1 について解くと次式となる。

$$a_1 = \frac{mg}{M+m} \quad (3)$$

また, 式(3)を式(1)に代入して, T_1 について解くと次式となる。

$$T_1 = \frac{Mmg}{M+m} \quad (4)$$

問2

物体に働く垂直抗力を N とすると物体の垂直方向の力のつり合いは次式となる。

$$N - Mg = 0 \quad (5)$$

また, 動摩擦力 F' は垂直抗力と次式の関係となる。

$$F' = \mu' N \quad (6)$$

物体とおもりの運動方程式はそれぞれ次式となる。

$$Ma_2 = T_2 - F' \quad (7)$$

$$ma_2 = mg - T_2 \quad (8)$$

式(5)~(8)から T_2, N, F' を消去して, a_2 について解くと次式となる。

$$a_2 = \frac{(m - \mu' M)g}{M+m} \quad (9)$$

また, 式(9)を式(8)に代入して, T_2 について解くと次式となる。

$$T_2 = \frac{(1 + \mu')Mmg}{M+m} \quad (10)$$

2

問1 点dにキルヒホッフの第一法則(電流則)を適用すると $I_1 = I_2 + I_3$ が成り立つ。

問2 経路 $a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow h \rightarrow g \rightarrow i \rightarrow j \rightarrow a$ にキルヒホッフの第二法則(電圧則)を適用すると、

$$60I_1 - 13 + 20I_3 - 3 = 0$$

または、式を整理して、

$$3I_1 + I_3 = 0.8$$

問3 経路 $a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow i \rightarrow j \rightarrow a$ にキルヒホッフの第二法則(電圧則)を適用すると、

$$60I_1 + 30I_2 - 3 = 0$$

または、式を整理して、

$$2I_1 + I_2 = 0.1$$

問4 問1~3で求めた式を使って連立方程式を立てると

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 & \text{①} \\ 3I_1 + I_3 = 0.8 & \text{②} \\ 2I_1 + I_2 = 0.1 & \text{③} \end{cases}$$

②より、 $I_3 = 0.8 - 3I_1$ ④、同様に③より、 $I_2 = 0.1 - 2I_1$ ⑤ と求められる。よって、④と⑤を①へ代入すると、

$$I_1 = I_2 + I_3 = 0.1 - 2I_1 + 0.8 - 3I_1$$

これより、 $6I_1 = 0.9$ となるから $I_1 = 0.15A$ と求められるので、この結果を④、⑤へ代入すると、それぞれ、 $I_2 = -0.2A$ 、 $I_3 = 0.35A$ と計算できる。

以上から、 $I_1 = 0.15A$ 、 $I_2 = -0.2A$ 、 $I_3 = 0.35A$

電流の向きは、 I_1 と I_3 は問題の仮定と同じ方向に流れ、 I_2 は問題の仮定と逆向きに流れている。