

問題・解答 用紙番号	8
---------------	---

の解答用紙に解答しなさい。

## 物 理

〈受験学部・学科〉

理工学部(住環境デザイン学科・建築学科・都市環境工学科・機械工学科・電気電子工学科)

問題は100点満点で作成しています。

**I** 次の文を読み、下の各問いに対する最も適当な答えを、それぞれの解答群から一つ選び、その記号を解答欄にマークせよ。(40点)

図1のように、質量  $m$  [kg] の物体 A に軽く伸び縮みしないひもを取り付け、水平な床から  $H$  [m] の高さに取り付けられた、軽く小さな定滑車1および定滑車2にかけた。さらに、ひもの他端に、物体 A よりも重い、質量  $M$  [kg] の物体 B を取り付け、床の上に置いた。定滑車2の真下に位置する床上の点を O 点とする。床は、O 点より左側はなめらかな面であり、右側はあらい面となっている。定滑車1と2はなめらかに動き、物体 A と B の大きさは無視できるものとする。重力加速度の大きさは  $g$  [m/s<sup>2</sup>] であるものとして以下の問いに答えよ。

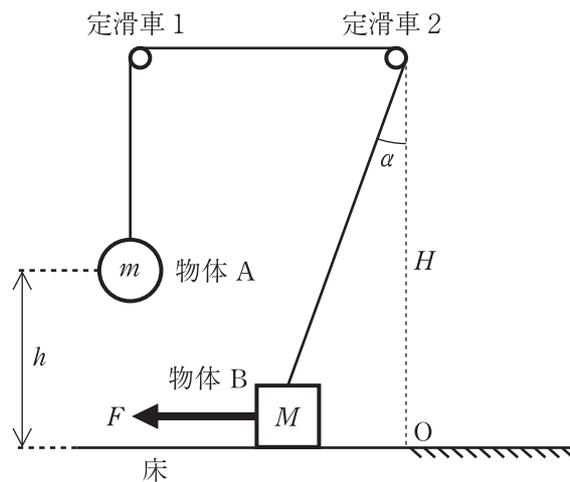


図1

[1] 図1のように、物体 B を水平方向に大きさ  $F$  [N] の力で引っ張り、なめらかな床面上で静止させた。このとき、物体 A は床からの高さ  $h$  [m] の位置で静止し、物体 B と定滑車 2 の間のひもと、鉛直方向下向きをなす角度は  $\alpha$  [rad] であった。

問1. ひもにはたらく張力の大きさは何 N か。

解答群

- (ア)  $mg \sin \alpha$                       (イ)  $mg \cos \alpha$                       (ウ)  $2mg \sin \alpha$   
 (エ)  $2mg \cos \alpha$                       (オ)  $mg$                                   (カ)  $2mg$

問2. 力の大きさ  $F$  は何 N か。

解答群

- (ア)  $mg \sin \alpha$                       (イ)  $mg \cos \alpha$                       (ウ)  $2mg \sin \alpha$   
 (エ)  $2mg \cos \alpha$                       (オ)  $mg$                                   (カ)  $2mg$

問3. 床から物体 B が受ける垂直抗力の大きさは何 N か。

解答群

- (ア)  $g(M + m \cos \alpha)$               (イ)  $g(M + m \sin \alpha)$               (ウ)  $g(M - m \cos \alpha)$   
 (エ)  $g(M - m \sin \alpha)$               (オ)  $Mg$                                   (カ)  $g(M - m)$

[2] 物体 B を静かにはなしたところ、物体 B はなめらかで水平な床面上を運動したのち、O 点に到達した。物体 B が運動している間、物体 A は高さ  $h$  から鉛直下向きに落下した。ただし、この運動において、物体 A は床に達しないものとする。

問4. 物体 B が運動を開始してから、物体 B が O 点に到達するまでに、物体 A が運動した距離は何 m か。

解答群

- (ア)  $H \sin \alpha$                       (イ)  $H \cos \alpha$                       (ウ)  $H(1 - \sin \alpha)$   
 (エ)  $H(1 - \cos \alpha)$                       (オ)  $H \left( \frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right)$                       (カ)  $H \left( \frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right)$

問5. 物体 B が O 点に達したときの、物体 A の重力による位置エネルギーは何 J か。  
ただし、床面を重力による位置エネルギーの基準面とする。

解答群

- |  |  |
|--|--|
| (ア) $mg(h - H \sin \alpha)$  | (イ) $mg(h - H \cos \alpha)$  |
| (ウ) $mg \left\{ h - H \left( \frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right) \right\}$ | (エ) $mg \left\{ h - H \left( \frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right) \right\}$ |
| (オ) $mgH \left( \frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right)$                       | (カ) $mgH \left( \frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right)$                       |

問6. 物体 B が O 点に達したときの、物体 A の速さは何 m/s か。

解答群

- |   |   |
|---|---|
| (ア) 0   | (イ) $\sqrt{2gH \left( \frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right)}$ |
| (ウ) $\sqrt{2gH \left( \frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right)}$ | (エ) $\sqrt{2gH(1 - \cos \alpha)}$                         |
| (オ) $\sqrt{2gH(1 - \sin \alpha)}$                         | (カ) $\sqrt{2gH}$  |

問7. 物体 B が O 点に達したときの、物体 B の速さは何 m/s か。

解答群

- |   |   |
|---|---|
| (ア) $\sqrt{2gH \frac{m}{M} \left( \frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right)}$                       | (イ) $\sqrt{2gH \frac{m}{M} \left( \frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right)}$                       |
| (ウ) $\sqrt{2g \frac{m}{M} \left\{ h - H \left( \frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right) \right\}}$ | (エ) $\sqrt{2g \frac{m}{M} \left\{ h - H \left( \frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right) \right\}}$ |
| (オ) $\sqrt{2g \frac{m}{M} \left( h - \frac{H}{\sin \alpha} \right)}$                        | (カ) $\sqrt{2g \frac{m}{M} \left( h - \frac{H}{\cos \alpha} \right)}$                        |

[3] [2] の運動ののち、物体 B はあらい床面上で運動を続け、しばらくして図 2 のように、物体 B はあらい床面上で静止した。このとき、物体 B と定滑車 2 の間のひもと、鉛直方向下向きのなす角度は  $\beta$  [rad] であった。

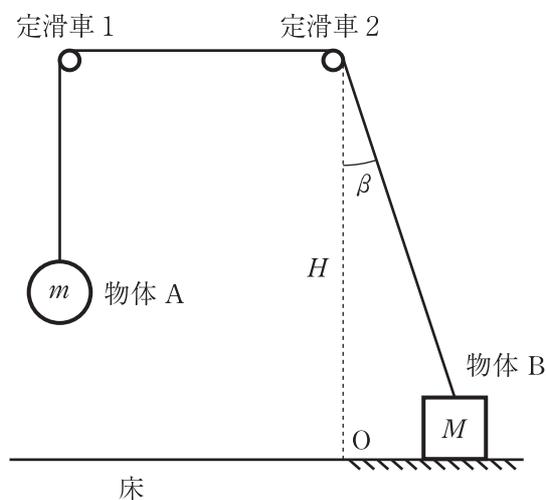


図 2

問 8. 物体 B が O 点に到達してから静止するまでの間に、物体 A が運動した距離は何 m か。

解答群

- (ア)  $H \cos \beta$                       (イ)  $H \sin \beta$                       (ウ)  $H \left( \frac{1}{\cos \beta} - 1 \right)$   
 (エ)  $H \left( \frac{1}{\sin \beta} - 1 \right)$               (オ)  $H(1 - \cos \beta)$               (カ)  $H(1 - \sin \beta)$

問 9. 物体 B にはたらく摩擦力のした仕事の大きさは何 J か。

解答群

- (ア)  $mgH \left( \frac{1}{\cos \alpha} + \frac{1}{\cos \beta} - 2 \right)$                       (イ)  $mgH \left( \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{1}{\cos \beta} \right)$   
 (ウ)  $mgH \left( \frac{1}{\sin \alpha} + \frac{1}{\sin \beta} - 2 \right)$                       (エ)  $mgH \left( \frac{1}{\sin \beta} - \frac{1}{\sin \alpha} \right)$   
 (オ)  $mgH \cos \beta$                       (カ)  $mgH \sin \beta$

Ⅱ 次の文を読み、下の各問いに対する最も適当な答えを、それぞれの解答群から一つ選び、その記号を解答欄にマークせよ。答えが数値の場合は、最も近い数値を解答群から選べ。(30点)

図1のように、電気抵抗  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  と、スイッチ  $S_1$ ,  $S_2$ , 電圧  $E = 100\text{ V}$  の直流電源を接続した回路をつくった。 $R_1$  の抵抗値は  $5\ \Omega$  である。電源の内部抵抗および配線に用いた導線の電気抵抗は無視できるものとして以下の問いに答えよ。

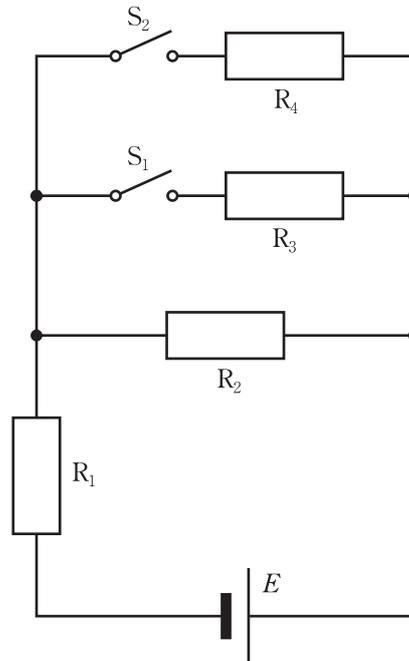


図1

[1] 図1の回路において、スイッチ  $S_1$ ,  $S_2$  が開かれた状態のとき、 $R_1$  には  $5\text{ A}$  の電流が流れた。以下の問いに答えよ。

問1.  $R_2$  は何  $\Omega$  か。

解答群

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| (ア) 5  | (イ) 10 | (ウ) 15 |
| (エ) 20 | (オ) 25 | (カ) 30 |

問 2.  $R_2$  での消費電力は何 W か。

解答群

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| (ア) 75  | (イ) 125 | (ウ) 225 |
| (エ) 300 | (オ) 375 | (カ) 400 |

問 3.  $R_2$  で 60 秒の間に発生する熱量は何 J か。

解答群

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| (ア) 2700  | (イ) 5400  | (ウ) 8900  |
| (エ) 12500 | (オ) 22500 | (カ) 25000 |

[2] 図 1 の回路において、スイッチ  $S_1$  のみを閉じたとき、 $R_1$  にかかる電圧  $V_1$  [V] と、 $R_3$  にかかる電圧  $V_3$  [V] の比は  $V_1 : V_3 = 1 : 2$  であった。以下の問いに答えよ。

問 4.  $R_3$  に流れる電流の大きさは何 A か。

解答群

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| (ア) 2.2 | (イ) 3.3 | (ウ) 4.4 |
| (エ) 5.0 | (オ) 6.6 | (カ) 7.7 |

問 5. このときの直流電源に接続されている回路の合成抵抗は何  $\Omega$  か。

解答群

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| (ア) 5  | (イ) 10 | (ウ) 15 |
| (エ) 20 | (オ) 25 | (カ) 30 |

[3] 図1の回路において、スイッチ  $S_1$  を開き、 $S_2$  を閉じた。このとき、 $R_4$  には  $2\text{ A}$  の電流が流れた。以下の問いに答えよ。

問6.  $R_4$  は何  $\Omega$  か。

解答群

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| (ア) 34 | (イ) 45 | (ウ) 55 |
| (エ) 67 | (オ) 77 | (カ) 88 |

問7.  $R_2$  での消費電力は何  $\text{W}$  か。

解答群

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| (ア) 121 | (イ) 304 | (ウ) 350 |
| (エ) 507 | (オ) 770 | (カ) 903 |

[4] エネルギーに関する以下の問いに答えよ。

問8. 太陽電池は **A** エネルギーを電気エネルギーに変えるものである。文中の **A** に当てはまる語句を、解答群から選べ。

問9. 乾電池や燃料電池は、**B** エネルギーを電気エネルギーに変えるものである。文中の **B** に当てはまる語句を、解答群から選べ。

問10. 水力発電は、**C** エネルギーを利用した発電方法である。文中の **C** に当てはまる語句を、解答群から選べ。

解答群

- |        |        |             |              |
|--------|--------|-------------|--------------|
| (ア) 電気 | (イ) 化学 | (ウ) 重力による位置 | (エ) 弾性力による位置 |
| (オ) 熱  | (カ) 光  | (キ) 核       |              |

Ⅲ 次の文を読み、下の各問いに対する最も適当な答えを、それぞれの解答群から一つ選び、その記号を解答欄にマークせよ。なお、答えが数値の場合は、最も近い数値を解答群から選べ。

(30点)

図1のように、円形の断面をもち、内側の断面積が  $25 \text{ mm}^2$  の U 字ガラス管に  $6.0 \text{ cm}^3$  の水と物体が入っている。U 字ガラス管の上部にふたはなく、大気中に置かれている。物体は断面積が  $25 \text{ mm}^2$ 、高さが  $1.0 \text{ cm}$  の円柱であり、右側の直管部分 B にすきまなく置かれているが、ガラス管と物体の間の摩擦は無視できるものとする。また、物体の下面と水の間にもすきまはないものとする。このとき、左側の直管部分 A の水面の高さと物体の上面の高さの差は、図1のように  $h$  [cm] であった。温度変化による水、物体、ガラスの体積変化は無視でき、水の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$ 、物体の密度は  $8.0 \text{ g/cm}^3$  であるものとして以下の問いに答えよ。

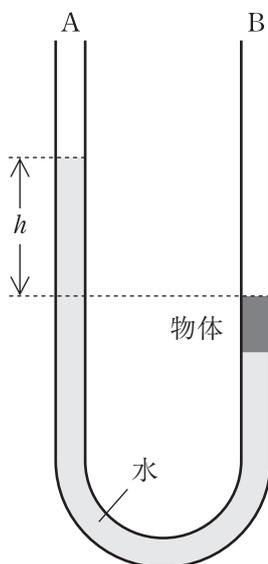


図1

[1] はじめ、水の温度は  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 、物体の温度は  $T$  [  $^\circ\text{C}$  ] であった。十分に時間がたったのち、水および物体とも  $22 \text{ }^\circ\text{C}$  になった。熱のやりとりは水と物体の間でのみ生じるものとし、水の比熱は  $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、物体の比熱は  $0.42 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$  であるものとする。

問1. 物体の質量は何 g か。

解答群

- |           |          |          |
|-----------|----------|----------|
| (ア) 0.031 | (イ) 0.20 | (ウ) 2.0  |
| (エ) 32    | (オ) 200  | (カ) 2000 |

問2. 物体から水へ移動した熱量は何 J か。

解答群

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| (ア) 0.84 | (イ) 10.1 | (ウ) 24.4 |
| (エ) 50.4 | (オ) 484  | (カ) 585  |

問3. 物体のはじめの温度  $T$  は何 $^{\circ}\text{C}$ か。

解答群

- |        |         |         |
|--------|---------|---------|
| (ア) 25 | (イ) 36  | (ウ) 53  |
| (エ) 82 | (オ) 600 | (カ) 720 |

問4.  $h$  は何 cm か。

解答群

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| (ア) 0.04 | (イ) 0.08 | (ウ) 0.92 |
| (エ) 6.0  | (オ) 7.0  | (カ) 8.0  |

問5. 図2のように、直管部分 B のなかの空気の圧力をポンプにより大気圧から  $\Delta p$  [Pa] だけ減圧したところ、直管部分 A の水面の高さと物体上面の高さは等しくなった。 $\Delta p$  は何 Pa か。ただし、大気圧は 1013 hPa、重力加速度の大きさは  $10 \text{ m/s}^2$  であるものとする。

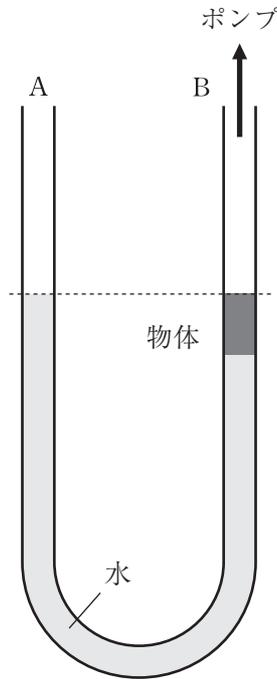


図2

解答群

(ア) 7

(イ) 40

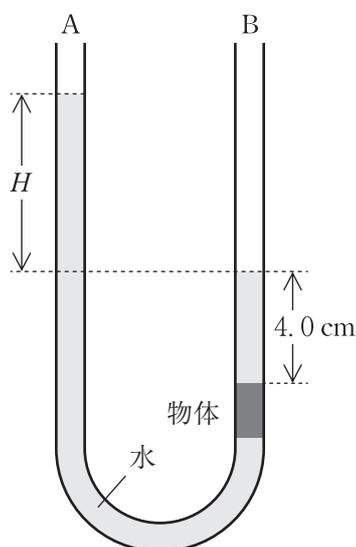
(ウ) 70

(エ) 700

(オ) 799

(カ) 79900

- [2] 直管部分 B の空気の圧力を大気圧に戻した。U 字ガラス管中の水と物体の温度は  $22^{\circ}\text{C}$  であった。このうち、**図 3** のように、直管部分 B に物体の上面から  $4.0\text{ cm}$  の高さまで温度  $5.0^{\circ}\text{C}$  の水を注いだところ、物体は直管部分 B を移動したのち、静止した。



**図 3**

- 問 6.** 直管部分 A の水面と、直管部分 B の物体の上にある水の水面の高さの差  $H$  は何 cm か。

**解答群**

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| (ア) 2.0 | (イ) 3.0 | (ウ) 4.0 |
| (エ) 5.0 | (オ) 6.0 | (カ) 7.0 |

- 問 7.** 十分に時間がたったのちの、U 字ガラス管中の水全体と物体の温度はともに    $^{\circ}\text{C}$  になった。

上の文中の  ,  に入る数値をそれぞれマークせよ。ただし、熱のやりとりは水と物体の間でのみ生じるものとし、水の比熱は  $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  , 物体の比熱は  $0.42\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  であるものとする。答えが  $10^{\circ}\text{C}$  未満の場合には、 は 0 (ゼロ) をマークせよ。