

問題・解答 用紙番号	7
---------------	---

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【理系型】),  
理工学部(建築学科・都市環境工学科・機械工学科・電気電子情報工学科)

問題は100点満点で作成しています。

**I** 次の文を読み、各問いに対する最も適切な答えを、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、重力加速度の大きさは  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、空気抵抗は無視できるものとする。(40点)

図1のように、水平面と  $\theta$  [rad] の角度をなす斜面がある。斜面は上方では滑らかであるが、高さ  $h$  [m] より下方では粗い面になっている。なお、高さの基準は水平面とする。

[1] なめらかな斜面上の高さ  $H$  [m] の位置に質量  $m$  [kg] の小物体を置き、静かに手をはなしたところ、小物体はなめらかな斜面上を滑り降りた。小物体が粗い面に達するまでの運動について、以下の問いに答えよ。

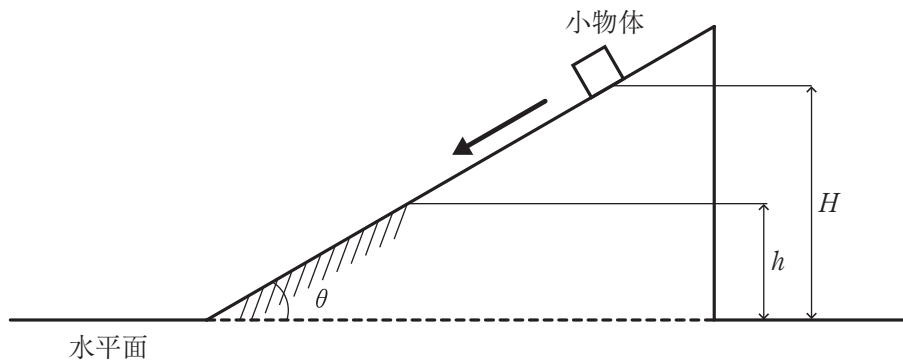


図1

問 1. 斜面に平行な方向の小物体の加速度の大きさは何  $\text{m/s}^2$  か。

解答群

- (ア)  $g$                       (イ)  $g \cos \theta$                       (ウ)  $g \sin \theta$   
(エ)  $g \tan \theta$                       (オ)  $\frac{g}{\cos \theta}$                       (カ)  $\frac{g}{\sin \theta}$

問 2. 小物体が斜面から受ける垂直抗力の大きさは何  $\text{N}$  か。

解答群

- (ア)  $mg \cos \theta$                       (イ)  $mg \sin \theta$                       (ウ)  $mg \tan \theta$   
(エ)  $\frac{mg}{\cos \theta}$                       (オ)  $\frac{mg}{\sin \theta}$                       (カ)  $\frac{mg}{\tan \theta}$

問 3. 小物体の鉛直方向の加速度の大きさは何  $\text{m/s}^2$  か。

解答群

- (ア)  $g \cos^2 \theta$                       (イ)  $g \sin^2 \theta$                       (ウ)  $g \tan^2 \theta$   
(エ)  $g \cos \theta$                       (オ)  $g \sin \theta$                       (カ)  $g \tan \theta$

問 4. 小物体が高さ  $h$  の位置に達したときの鉛直方向の速さは何  $\text{m/s}$  か。

解答群

- (ア)  $\sqrt{2gH} \sin \theta$                       (イ)  $\sqrt{2g(H-h)} \sin \theta$                       (ウ)  $\sqrt{2g(H-h)} \sin \theta$   
(エ)  $2gH \cos \theta$                       (オ)  $2g(H-h) \cos^2 \theta$                       (カ)  $2g(H-h) \cos \theta$

問 5. 小物体が運動を開始してから高さ  $h$  の位置に達するのに要する時間は何  $\text{s}$  か。

解答群

- (ア)  $\frac{1}{\cos \theta} \sqrt{\frac{2H}{g}}$                       (イ)  $\frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2H}{g}}$   
(ウ)  $\sqrt{\frac{2H}{g \sin \theta}}$                       (エ)  $\frac{1}{\cos \theta} \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}}$   
(オ)  $\frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}}$                       (カ)  $\sqrt{\frac{2(H-h)}{g \sin \theta}}$

問6. 小物体が高さ  $h$  の位置に達したときの小物体の運動エネルギーは何 J か。

解答群

- (ア)  $mgH$                       (イ)  $mgh$                       (ウ)  $mg(h - H)$   
 (エ)  $mg(H - h)$               (オ)  $\frac{1}{2}mh^2$                   (カ) 0

[2] [1] の運動に引き続いて、小物体は粗い面の上を滑ったのち、図2のように、高さ  $\frac{h}{2}$  [m] の位置で静止した。この間の小物体の運動について、小物体と粗い面との間の動摩擦係数を  $\mu$  とし以下の問いに答えよ。

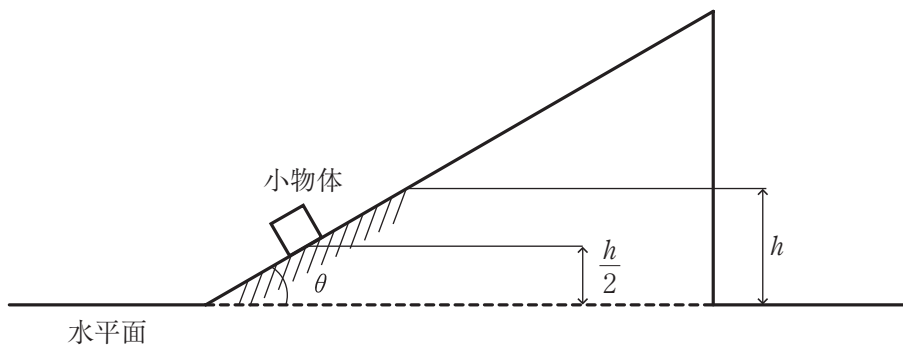


図2

問7. 粗い面を滑る小物体にはたらく動摩擦力の大きさは何 N か。

解答群

- (ア)  $\mu mg \sin \theta$                   (イ)  $\mu mg \cos \theta$               (ウ)  $\mu mg \tan \theta$   
 (エ)  $\mu mg \sin^2 \theta$               (オ)  $\mu mg \cos^2 \theta$               (カ)  $\mu mg \tan^2 \theta$

問8. 小物体が静止するまでに小物体にはたらく動摩擦力がした仕事の大きさは何 J か。

解答群

- (ア)  $\frac{2\mu mg \cos \theta}{h}$                   (イ)  $\frac{2\mu mg \sin \theta}{h}$                   (ウ)  $\frac{2\mu mg \tan \theta}{h}$   
 (エ)  $\frac{\mu mgh}{2 \cos \theta}$                       (オ)  $\frac{\mu mgh}{2 \sin \theta}$                       (カ)  $\frac{\mu mgh}{2 \tan \theta}$

問9. 動摩擦係数  $\mu$  はいくらか。 $h$ ,  $H$  および  $\theta$  を用いて表せ。

解答群

(ア)  $\frac{2H}{h} \cos \theta$

(イ)  $\frac{2H - h}{h} \tan \theta$

(ウ)  $\frac{H - h}{h} \sin \theta$

(エ)  $\frac{2H}{h \cos \theta}$

(オ)  $\frac{2H - h}{h \tan \theta}$

(カ)  $\frac{H - h}{h \sin \theta}$

Ⅱ 次の文を読み、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、数値は最も近い値を解答群から選べ。(30点)

[1] 長さは1mで、断面積と材質が異なる3種類の導線に電圧を加え、電流を流した。このときの導線の両端の電圧と流れる電流を測定したところ、図1の結果を得た。以下の問いに答えよ。ただし、それぞれの導線の断面積は一樣であり、また抵抗率は温度に依存しないものとする。

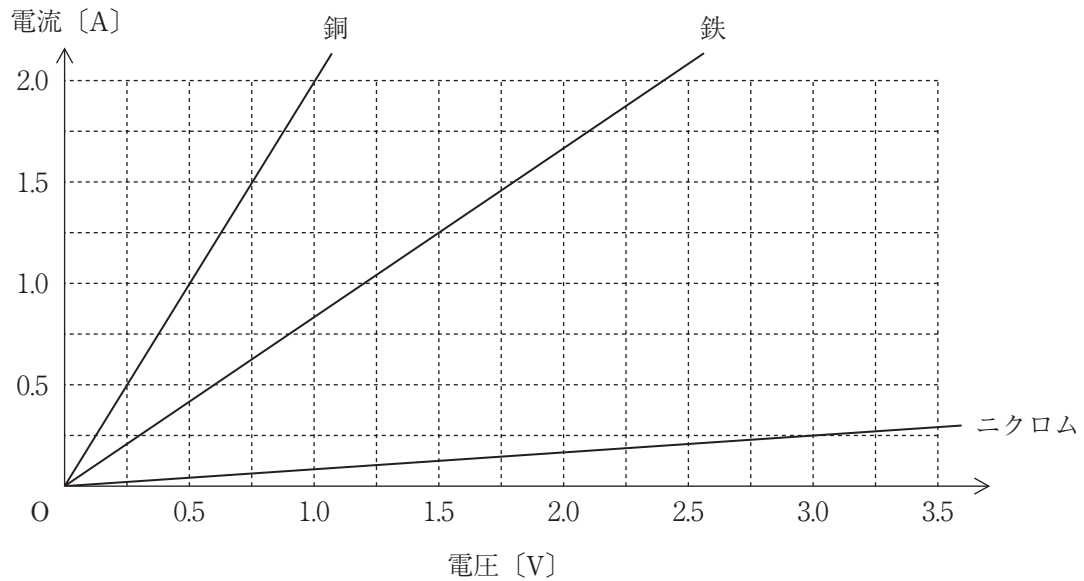


図1

問1. 材質が銅の導線の抵抗値は何  $\Omega$  か。

解答群

- (ア) 0.5      (イ) 1.0      (ウ) 1.5      (エ) 2.0      (オ) 2.5

問2. 材質がニクロムの導線の抵抗値は何  $\Omega$  か。

解答群

- (ア) 0.08      (イ) 0.25      (ウ) 0.75      (エ) 3.0      (オ) 12.0

問3. 銅の抵抗率を  $1.5 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$  としたとき, 材質が銅の導線の断面積は何  $m^2$  か。

解答群

- (ア)  $3.0 \times 10^{-8}$                       (イ)  $7.5 \times 10^{-8}$                       (ウ)  $10.8 \times 10^{-8}$   
(エ)  $0.13 \times 10^8$                       (オ)  $0.33 \times 10^8$

問4. 鉄の抵抗率を  $9.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$  としたとき, 材質が鉄の導線の断面積は何  $m^2$  か。

解答群

- (ア)  $3.0 \times 10^{-8}$                       (イ)  $7.5 \times 10^{-8}$                       (ウ)  $10.8 \times 10^{-8}$   
(エ)  $0.13 \times 10^8$                       (オ)  $0.33 \times 10^8$

[2] 図2のように、磁場中の導体棒に電流を流した。

問5. 導体棒中を左向きに手前に向かって電流が流れているとき、導体棒が磁場から受ける力の向きを図2を参考に答えよ。

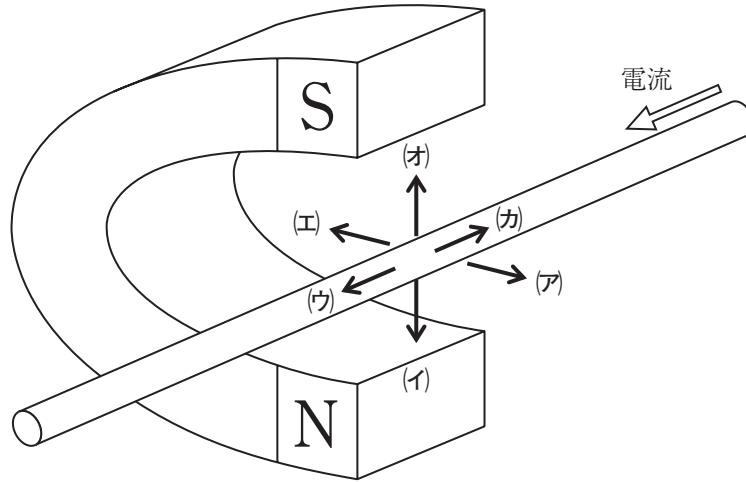


図2

解答群

- (ア) 電流と垂直で磁石の外側に向かう向き
- (イ) S 極から N 極に向かう向き
- (ウ) 電流と同じ向き
- (エ) 電流と垂直で磁石の内側に向かう向き
- (オ) N 極から S 極に向かう向き
- (カ) 電流と反対の向き

[3] 図3のように、 $x-y$  平面上で  $y$  軸に平行な導線に  $y$  軸の正の向きに電流を流した。電流がつくる磁場の向きについて以下の問いに答えよ。

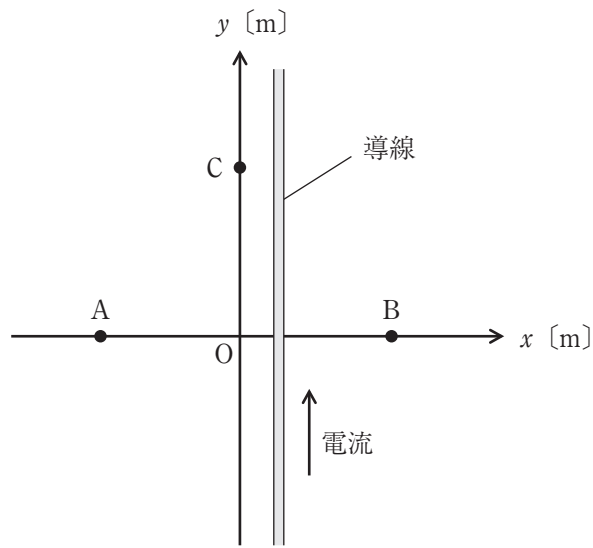


図3

問6. 位置 A 点での磁場の向きを答えよ。

解答群

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| (ア) $x$ 軸正の向き        | (イ) $x$ 軸負の向き        |
| (ウ) $y$ 軸正の向き        | (エ) $y$ 軸負の向き        |
| (オ) 紙面に垂直に裏から表に向かう向き | (カ) 紙面に垂直に表から裏に向かう向き |

問7. 位置 B 点での磁場の向きを答えよ。

解答群

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| (ア) $x$ 軸正の向き        | (イ) $x$ 軸負の向き        |
| (ウ) $y$ 軸正の向き        | (エ) $y$ 軸負の向き        |
| (オ) 紙面に垂直に裏から表に向かう向き | (カ) 紙面に垂直に表から裏に向かう向き |

問 8. 位置 C 点での磁場の向きを答えよ。

解答群

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| (ア) $x$ 軸正の向き        | (イ) $x$ 軸負の向き        |
| (ウ) $y$ 軸正の向き        | (エ) $y$ 軸負の向き        |
| (オ) 紙面に垂直に裏から表に向かう向き | (カ) 紙面に垂直に表から裏に向かう向き |

Ⅲ 次の文を読み、各問いに対する最も近い値を、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。(30点)

図1のように、冷凍機が取り付けられた断熱容器がある。この冷凍機は運転中に容器内の熱を1sにつき200Jだけ容器外へ排出する。容器内の水または氷以外の部分は空気で満たされているが、空気の熱容量は無視できるものとする。なお、容器内の空気と、水または氷の温度は常に等しいものとする。

[1] 図1に示すように、容器内に20℃の水2000gを注入し、冷凍機を運転した。

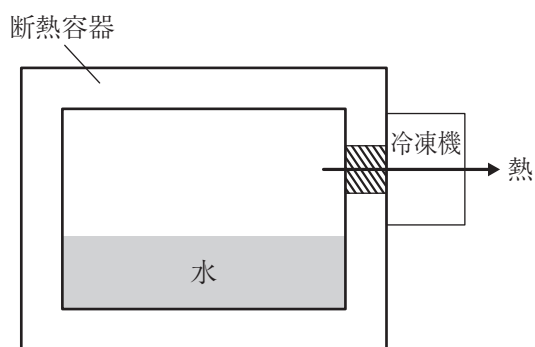


図1

問1. 注入した水の熱容量は何 J/K か。ただし、水の比熱は  $4.2\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  であるものとする。

解答群

- |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| (ア) 4.2               | (イ) 8.4               | (ウ) $8.4 \times 10^3$ |
| (エ) $1.7 \times 10^5$ | (オ) $8.4 \times 10^5$ | (カ) $1.7 \times 10^6$ |

問2. 水の温度が20℃から0℃に達するまでにかかった時間は何 s か。

解答群

- |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| (ア) 4.2               | (イ) 14                | (ウ) 42                |
| (エ) $1.4 \times 10^2$ | (オ) $4.2 \times 10^2$ | (カ) $8.4 \times 10^2$ |

[2] 問2で水の温度が $0^{\circ}\text{C}$ に達したのち、続けて冷凍機を運転した。氷の融点は $0^{\circ}\text{C}$ 、水と氷の状態変化における潜熱は $334\text{J/g}$ であるものとする。

問3. 水の温度が $0^{\circ}\text{C}$ に達してから、さらに40分間だけ冷凍機を運転した。この40分間に冷凍機が容器外へ排出した熱量は何Jか。

解答群

- |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| (ア) $2.4 \times 10^3$ | (イ) $7.2 \times 10^3$ | (ウ) $8.0 \times 10^4$ |
| (エ) $4.8 \times 10^5$ | (オ) $2.0 \times 10^6$ | (カ) $1.6 \times 10^8$ |

問4. 水の温度が $0^{\circ}\text{C}$ に達してから、40分間だけ冷凍機を運転したときの水または氷の温度は何 $^{\circ}\text{C}$ か。

解答群

- |             |             |           |
|-------------|-------------|-----------|
| (ア) $-273$  | (イ) $-80$   | (ウ) $-57$ |
| (エ) $-0.72$ | (オ) $-0.17$ | (カ) $0$   |

問5. 水の温度が $0^{\circ}\text{C}$ に達してから、全ての水が $0^{\circ}\text{C}$ の氷になるのに必要な時間は何sか。

解答群

- |                        |                        |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| (ア) 167                | (イ) 240                | (ウ) 940                |
| (エ) $1.67 \times 10^3$ | (オ) $3.34 \times 10^3$ | (カ) $6.68 \times 10^5$ |

問6. 問5で全ての水が $0^{\circ}\text{C}$ の氷になったのち、さらに5分間だけ冷凍機を運転したときの氷の温度は何 $^{\circ}\text{C}$ か。ただし、氷の比熱は $2.1\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ であるものとする。

解答群

- |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| (ア) $-273$  | (イ) $-143$  | (ウ) $-28.6$ |
| (エ) $-14.3$ | (オ) $-7.15$ | (カ) $0$     |