

問題・解答 用紙番号	6
---------------	---

の解答用紙に解答しなさい。

物 理

〈受験学部・学科〉

理工学部(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、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を g [m/s²] とし、空気抵抗は無視できるものとする。(40点)

[1] 図1のように、質量 m_A [kg] の小物体 A を、水平な床に対して傾斜角 θ [rad] の摩擦のある斜面上に静かに置いた。斜面と小物体 A の間の静止摩擦係数を μ_A とし、以下の問いに答えよ。

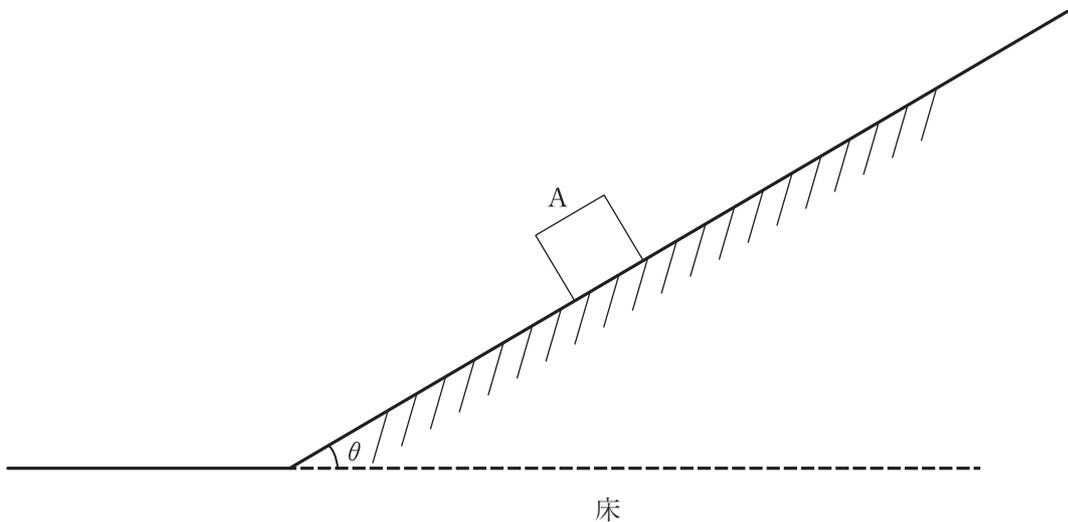


図1

問1. 小物体 A にはたらく重力の斜面に平行な成分と斜面に垂直な成分の大きさはそれぞれ何 N か。

解答群

$$\begin{array}{ll}
 \text{(ア)} \begin{cases} 0 & \text{(平行)} \\ m_A g & \text{(垂直)} \end{cases} & \text{(イ)} \begin{cases} m_A \sin \theta & \text{(平行)} \\ m_A \cos \theta & \text{(垂直)} \end{cases} \\
 \text{(ウ)} \begin{cases} m_A \cos \theta & \text{(平行)} \\ m_A \sin \theta & \text{(垂直)} \end{cases} & \text{(エ)} \begin{cases} m_A g \sin \theta & \text{(平行)} \\ m_A g \cos \theta & \text{(垂直)} \end{cases} \\
 \text{(オ)} \begin{cases} m_A g \cos \theta & \text{(平行)} \\ m_A g \sin \theta & \text{(垂直)} \end{cases} &
 \end{array}$$

問2. 小物体 A が斜面上で静止しているとき、小物体 A にはたらく摩擦力の大きさは何 N か。

解答群

$$\begin{array}{lll}
 \text{(ア)} 0 & \text{(イ)} m_A g & \text{(ウ)} m_A g \sin \theta \\
 \text{(エ)} m_A g \cos \theta & \text{(オ)} \mu_A m_A g \sin \theta &
 \end{array}$$

問3. 傾斜角を大きくしていくと、ある角度 $\theta = \theta_A$ をこえたとき、小物体 A は斜面を滑り始めた。滑り始める直前の小物体 A にはたらく摩擦力の大きさは何 N か。

解答群

$$\begin{array}{lll}
 \text{(ア)} 0 & \text{(イ)} \mu_A m_A g & \text{(ウ)} \mu_A m_A g \sin \theta_A \\
 \text{(エ)} \mu_A m_A g \cos \theta_A & \text{(オ)} \mu_A m_A g \tan \theta_A &
 \end{array}$$

問6. 問5のとき、ひもの張力の大きさは何 N か。

解答群

- (ア) $m_A g \sin \theta - f_A$ (イ) $m_A g \sin \theta$ (ウ) f_A
 (エ) $m_A g \sin \theta + f_A$ (オ) $f_A - m_A g \sin \theta$ (カ) 0

問7. 傾斜角が $\theta = \theta_B$ をこえたとき、小物体 B は斜面を滑りはじめた。このとき、滑りはじめる直前の f_A は何 N か。

解答群

- (ア) $m_B g (\mu_B \cos \theta_B - \sin \theta_B)$
 (イ) $(m_B - m_A) g \sin \theta_B - \mu_B m_B g \cos \theta_B$
 (ウ) $(m_B + m_A) g \sin \theta_B + \mu_B m_B g \cos \theta_B$
 (エ) $(m_B + m_A) g \sin \theta_B - \mu_B m_B g \cos \theta_B$
 (オ) $(m_B - m_A) g \sin \theta_B + \mu_B m_B g \cos \theta_B$
 (カ) 0

[3] 斜面の傾斜角が $\theta > \theta_B$ のとき、小物体 A と小物体 B は同じ加速度の大きさを斜面を滑りおりた。小物体 A と小物体 B の運動について以下の問いに答えよ。なお、斜面と小物体 A の間、斜面と小物体 B の間のそれぞれの動摩擦係数を μ'_A 、 μ'_B ($\mu'_A < \mu'_B$) とする。

問8. 加速度の大きさは何 m/s^2 か。

解答群

- (ア) $g \sin \theta + \frac{m_A \mu'_A + m_B \mu'_B}{m_A + m_B} g \cos \theta$ (イ) $g \sin \theta - \frac{m_A \mu'_A + m_B \mu'_B}{m_A + m_B} g \cos \theta$
 (ウ) $g \sin \theta - \frac{m_A \mu'_A - m_B \mu'_B}{m_A + m_B} g \cos \theta$ (エ) $g \sin \theta - \frac{m_A \mu'_A - m_B \mu'_B}{m_A - m_B} g \cos \theta$
 (オ) $g \sin \theta - \frac{m_A \mu'_A + m_B \mu'_B}{m_A - m_B} g \cos \theta$ (カ) 0

問9. ひもの張力の大きさは何 N か。

解答群

$$(ア) \frac{m_A m_B}{m_B - m_A} (\mu'_B - \mu'_A) g \cos \theta$$

$$(イ) \frac{m_A}{m_B - m_A} \{ m_B \mu'_B - (m_B - 2m_A) \mu'_A \} g \cos \theta$$

$$(ウ) \frac{m_A}{m_A + m_B} \{ m_B \mu'_B - (2m_A + m_B) \mu'_A \} g \cos \theta$$

$$(エ) \frac{m_A m_B}{m_A + m_B} (\mu'_B - \mu'_A) g \cos \theta$$

$$(オ) \frac{m_A}{m_A + m_B} \{ m_B \mu'_B + (2m_A + m_B) \mu'_A \} g \cos \theta$$

$$(カ) m_A g (\sin \theta - \mu'_A \cos \theta)$$

Ⅱ 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。ただし、配線に用いた導線の抵抗は無視できるものとする。(30点)

[1] 図1のように、 $10\ \Omega$ 、 $30\ \Omega$ 、 $70\ \Omega$ 、 $90\ \Omega$ の抵抗、電圧計、そして $10\ \text{V}$ の電池を接続した回路をつくった。ただし、電圧計の内部の抵抗は非常に大きく、電圧計に流れる電流は無視できるものとする。

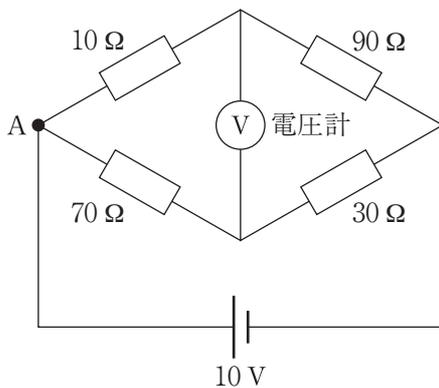


図1

問1. 電池に接続された回路の合成抵抗は何 Ω か。

解答群

- | | | |
|--------|---------|---------|
| (ア) 6 | (イ) 31 | (ウ) 50 |
| (エ) 80 | (オ) 120 | (カ) 200 |

問2. 接続点 A を流れる電流の大きさは何 A か。

解答群

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (ア) 0.005 | (イ) 0.008 | (ウ) 0.125 |
| (エ) 0.2 | (オ) 1.4 | (カ) 5 |

問3. $10\ \Omega$ の抵抗に流れる電流の大きさは何 A か。

解答群

- | | | |
|----------|---------|---------|
| (ア) 0.04 | (イ) 0.1 | (ウ) 0.5 |
| (エ) 0.7 | (オ) 0.8 | (カ) 1 |

問4. 電圧計が示す電圧は何 V か。

解答群

- | | | |
|-------|-------|-------|
| (ア) 0 | (イ) 1 | (ウ) 2 |
| (エ) 3 | (オ) 4 | (カ) 6 |

問5. $30\ \Omega$ の抵抗を $x\ [\Omega]$ の抵抗に変えたところ、電圧計が示す電圧は 0 V になった。
 x は何 Ω か。

解答群

- | | | |
|--------|---------|----------|
| (ア) 0 | (イ) 10 | (ウ) 70 |
| (エ) 90 | (オ) 630 | (カ) 1260 |

[2] 図2のように、 $20\ \Omega$ 、 $25\ \Omega$ 、 $60\ \Omega$ 、 $100\ \Omega$ の抵抗、電流計、そして 7 V の電池を接続した回路をつくった。ただし、電流計の内部の抵抗は無視できるほど小さく、電流計を導線とみなせるものとする。

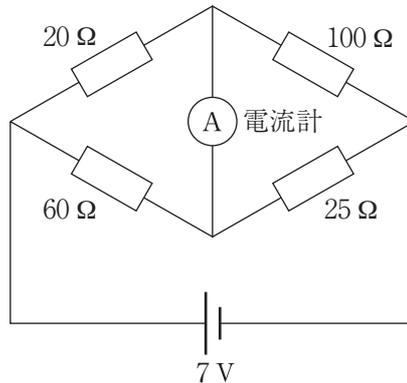


図2

問6. 電池に接続された回路の合成抵抗は何 Ω か。

解答群

- | | | |
|--------|---------|---------|
| (ア) 9 | (イ) 35 | (ウ) 50 |
| (エ) 70 | (オ) 100 | (カ) 205 |

問7. $60\ \Omega$ の抵抗の両端の電圧は何 V か。

解答群

(ア) 2

(イ) 3

(ウ) 4

(エ) 5

(オ) 6

(カ) 7

問8. $20\ \Omega$ の抵抗に流れる電流の大きさは何 A か。

解答群

(ア) 0.006

(イ) 0.06

(ウ) 0.1

(エ) 0.15

(オ) 0.25

(カ) 0.35

問9. 電流計の示す電流の大きさは何 A か。

解答群

(ア) 0

(イ) 0.01

(ウ) 0.03

(エ) 0.06

(オ) 0.11

(カ) 0.15

Ⅲ 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、答えが数値の場合は、最も近い値を解答群から選べ。(30点)

図1のように、容器中の質量100gの水に質量10gの水を静かに浮かべた。

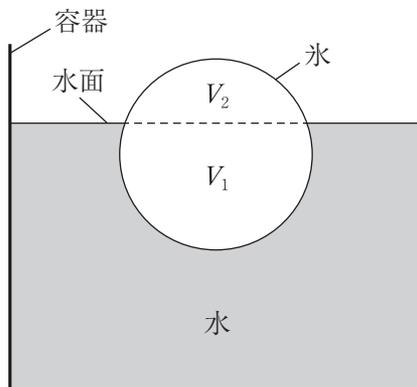


図1

[1] 氷を水に浮かべた直後、水面より下にある氷の体積は V_1 [cm^3]、水面より上にある氷の体積は V_2 [cm^3] になった。このときの氷の状態について、水の密度が 1 g/cm^3 、氷の密度が 0.9 g/cm^3 、重力加速度の大きさが g [m/s^2] であるものとして以下の問いに答えよ。

問1. 氷全体の体積は何 cm^3 か。

解答群

- | | | |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| (ア) $\frac{9}{100}$ | (イ) 10 | (ウ) $\frac{10}{9}$ |
| (エ) $\frac{100}{9}$ | (オ) $\frac{110}{9}$ | (カ) 110 |

問2. 氷が水から受ける浮力の大きさは何 N か。

解答群

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| (ア) $10^{-6} V_1 g$ | (イ) $10^{-6} (V_1 + V_2) g$ | (ウ) $10^{-3} V_1 g$ |
| (エ) $10^{-3} (V_1 + V_2) g$ | (オ) $10^3 V_1 g$ | (カ) $10^3 (V_1 + V_2) g$ |

問3. 水面より下にある氷の体積 V_1 と、水面より上にある氷の体積 V_2 の比 $\frac{V_1}{V_2}$ はいくらか。

解答群

- (ア) 0.9 (イ) 9 (ウ) $\frac{100}{9}$
(エ) $\frac{110}{9}$ (オ) 90 (カ) 900

[2] 氷を水に浮かべた直後の氷の温度は -20°C 、水の温度は 40°C であった。その後、しばらくして氷がとけはじめた。十分に時間がたつと、氷はすべてとけ、全体が T [$^{\circ}\text{C}$] の水になった。氷の融点を 0°C 、氷の比熱を $2.1\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水の比熱を $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷が水に変化するときの融解熱を 334 J/g とし、以下の問いに答えよ。ただし、熱の移動は氷と水のあいだでのみ生じるものとする。

問4. はじめ -20°C であった氷 10 g がとけはじめるまでに受けた熱量は何 J か。

解答群

- (ア) 420 (イ) 840 (ウ) 1260
(エ) 3340 (オ) 4200 (カ) 4620

問5. 0°C の氷 10 g が、 0°C の水に変化するのに必要な熱量は何 J か。

解答群

- (ア) 334 (イ) 420 (ウ) 701
(エ) 1403 (オ) 3340 (カ) 7014

問6. 氷がすべてとけた直後、はじめ 40°C であった 100 g の水が失った熱量は何 J か。

解答群

- (ア) 334 (イ) 420 (ウ) 3340
(エ) 3760 (オ) 4180 (カ) 7434

問7. 十分に時間がたったときの水の温度 T は何℃か。

解答群

(ア) 16

(イ) 20

(ウ) 28

(エ) 35

(オ) 37

(カ) 39