

問題・解答
用紙番号

20

の解答用紙に解答しなさい。

物 理

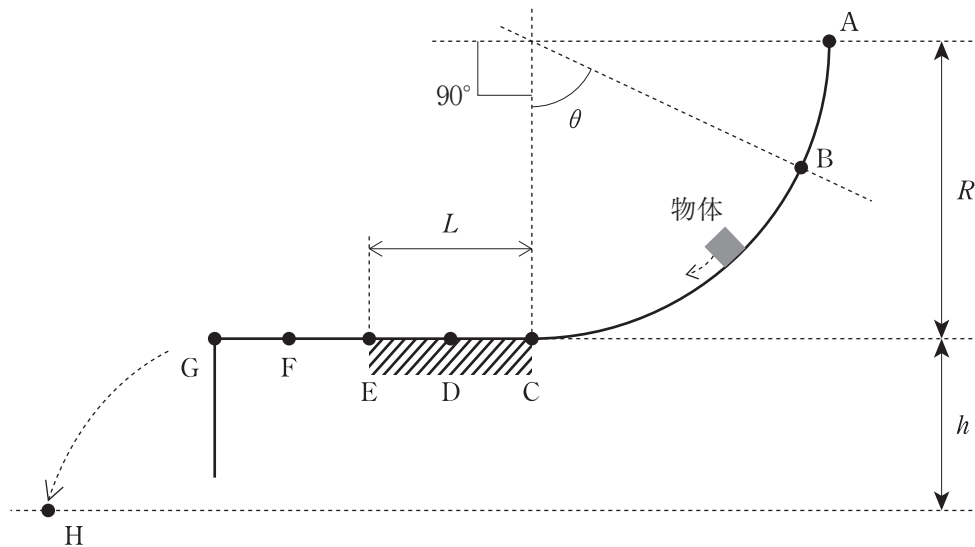
〈受験学部・学科〉

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。なお、物体の大きさおよび空気抵抗は無視でき、重力加速度の大きさを g [m/s^2] とする。(40点)

図のように、半径 R [m] の円筒の一部である曲面 AC と、水平面 CG を点 C においてなめらかに接続した台の上を、物体が運動する場合について考える。質量 m [kg] の物体に対して、点 A で鉛直下方に初速度 v_0 [m/s] を与えたところ、物体は点 A と点 G の間を台に沿って運動した。曲面 AC と水平面上の EG 間はなめらかであるものとし、水平面上の CE 間では、物体と台の間の動摩擦係数は μ であるものとする。重力による位置エネルギーの基準を水平面 CG として、以下の問いに答えよ。



図

問 1. 物体が、図の点 A にあるとき、物体のもつ重力による位置エネルギーは何 J か。

解答群

- (ア) mg (イ) mR (ウ) mgR (エ) mgv_0 (オ) $mgv_0 R$

問 2. 物体が、図の点 B に達したときの、物体のもつ重力による位置エネルギーは何 J か。

解答群

- (ア) $mgR \sin \theta$ (イ) $mgR(1 - \sin \theta)$ (ウ) mgR
(エ) $mgR \cos \theta$ (オ) $mgR(1 - \cos \theta)$

問 3. 物体が、図の点 B に達したとき、物体の速度の大きさは何 m/s か。

解答群

- (ア) $\sqrt{2gR \cos \theta + v_0^2}$ (イ) $\sqrt{2gR \sin \theta + v_0^2}$ (ウ) $\sqrt{2gR \cos^2 \theta + v_0^2}$
(エ) $\sqrt{2gR \sin^2 \theta + v_0^2}$ (オ) $\sqrt{2gR \sin \theta \cos \theta + v_0^2}$

問 4. 点 D における物体の加速度の大きさは何 m/s^2 か。

解答群

- (ア) $\mu g \tan \theta$ (イ) $\mu g \cos \theta$ (ウ) $\mu g \sin \theta$
(エ) μg (オ) $\mu g(1 - \tan \theta)$

問 5. 点 C から点 E の間に摩擦により失われたエネルギーは何 J か。

解答群

- (ア) μmgL (イ) $\mu mgL - \frac{1}{2} mv_0^2$ (ウ) $\mu mgL + \frac{1}{2} mv_0^2$
(エ) $\mu mgL - mv_0^2$ (オ) $\mu mgL + mv_0^2$

問 6. 点 F における物体の速度の大きさは何 m/s か。 g , R , v_0 , L , μ を用いて表せ。

解答群

- (ア) $\sqrt{gR - \mu gL + v_0^2}$ (イ) $\sqrt{2gR - \mu gL + v_0^2}$ (ウ) $\sqrt{gR - 2\mu gL + v_0^2}$
(エ) $\sqrt{2gR - 2\mu gL + v_0^2}$ (オ) $\sqrt{gR - \mu gL + \frac{1}{2}v_0^2}$

問 7. 物体は点 G において、 v_F [m/s] の速さで水平に飛び出した。点 G を飛び出した物体の水平方向と鉛直方向の加速度の大きさの組み合わせとして正しいものを選べ。

解答群

- (ア) 水平方向：0，鉛直方向：0 (イ) 水平方向：0，鉛直方向： g
(ウ) 水平方向： g ，鉛直方向：0 (エ) 水平方向： g ，鉛直方向： g
(オ) 水平方向：0，鉛直方向： mg

問 8. 点 G を飛び出した物体が、水平面 CG から h [m] だけ下方に位置する点 H に到着したときの水平方向の速度の大きさは何 m/s か。

解答群

- (ア) 0 (イ) $\sqrt{2gh}$ (ウ) $v_F + \sqrt{2gh}$
(エ) $v_F - \sqrt{2gh}$ (オ) v_F

問 9. 点 H における物体の重力による位置エネルギーは何 J か。

解答群

- (ア) $-mg$ (イ) mg (ウ) $-mgh$
(エ) mgh (オ) $mgh + \frac{1}{2}mv_F^2$

Ⅱ 次の文を読み、下の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。答えが数値の場合は、もっとも近い値を解答群から選べ。なお円周率は3.14とする。(30点)

[1] 金属の導線に11.2 mAの電流が流れている。5.00 sの間に、この導線のある断面を通過する電気量の大きさ Q は[A] [C]であり、通過する自由電子の個数は、[B]を $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ とすると、[C]個である。また、電流の向きは自由電子が移動する向きと[D]。

問1. [A]の中に入る最も適切な数値はどれか。

解答群

- (ア) 2.24×10^{-3} (イ) 5.60×10^{-2} (ウ) 2.24
(エ) 56.0 (オ) 4.46×10^2

問2. [B]の中に入る最も適切な用語はどれか。

解答群

- (ア) 抵抗率 (イ) 電界 (ウ) 静電気力 (エ) 電気素量 (オ) 電力量

問3. [C]の中に入る最も適切な数値はどれか。

解答群

- (ア) 3.58×10^{-22} (イ) 7.14×10^{-17} (ウ) 3.50×10^{17}
(エ) 1.40×10^{19} (オ) 3.50×10^{20}

問4. [D]の中に入る最も適切な語句はどれか。

解答群

- (ア) 反対向きである (イ) 同じ向きである (ウ) 直交している

[2] 導体の電気抵抗はその長さや断面積で異なる。直径4.00 mm, 長さ6.28 m, 抵抗率 $1.55 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ の円形断面を有する導体の抵抗は **E** Ω である。また, 同じ材質の導体で, 直径を半分, 長さを10倍にしたときの抵抗の値は **E** の **F** 倍になる。一方, 材質が異なると抵抗率も異なるが, ガラスなどの不導体の抵抗率は, 導体と比べて **G** ことがわかっている。

問5. **E** の中に入る最も適切な数値はどれか。

解答群

- (ア) 3.10×10^{-14} (イ) 7.75×10^{-3} (ウ) 1.55×10^{-2}
(エ) 7.75×10^{-2} (オ) 1.55×10^2

問6. **F** の中に入る最も適切な数値はどれか。

解答群

- (ア) 0.025 (イ) 0.05 (ウ) 5 (エ) 20 (オ) 40

問7. **G** の中に入る最も適切な語句はどれか。

解答群

- (ア) 小さい (イ) 大きい (ウ) 同等である

[3] 抵抗が R_1 [Ω] および R_2 [Ω], (ただし $R_1 > R_2$) の2種類の抵抗がある。この2種類の抵抗を図1のように直列につなぐと合成抵抗は R [Ω] であり, 図2のように並列につなぐと合成抵抗は $0.21R$ であった。 R_1 および R_2 の値を R であらわすと, $R_1 = \boxed{\text{H}} \times R$, $R_2 = \boxed{\text{I}} \times R$ となる。次に, この2種類の抵抗を図3のように接続した場合, 点Aでの電流 I_A [A] と点Bでの電流 I_B [A] の関係は, $I_A = \boxed{\text{J}} \times I_B$ となる。

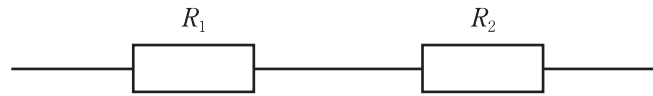


図1

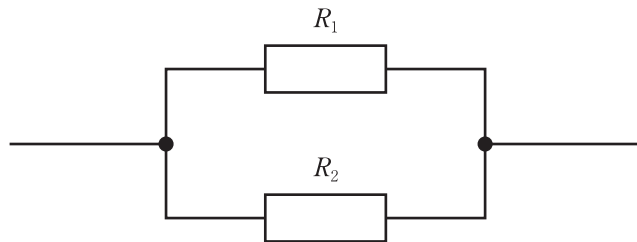


図2

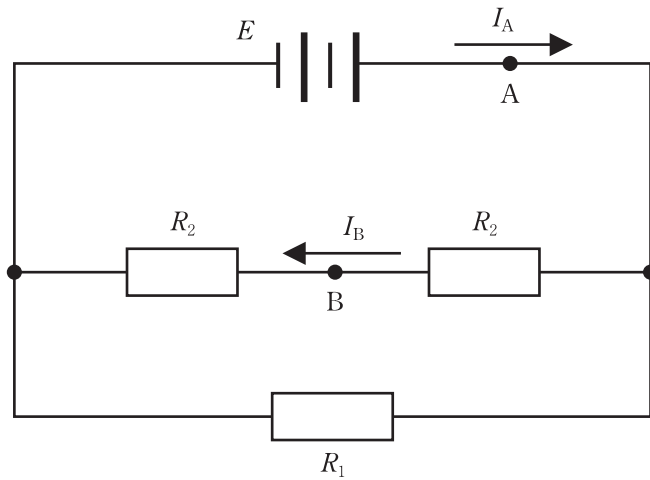


図3

問8. $\boxed{\text{H}}$ の中に入る最も適切な数値はどれか。

解答群

- (ア) 0.08 (イ) 0.1 (ウ) 0.3 (エ) 0.49 (オ) 0.7

問9. I の中に入る最も適切な数値はどれか。

解答群

- (ア) 0.08 (イ) 0.1 (ウ) 0.3 (エ) 0.49 (オ) 0.7

問10. J の中に入る最も適切な値はどれか。

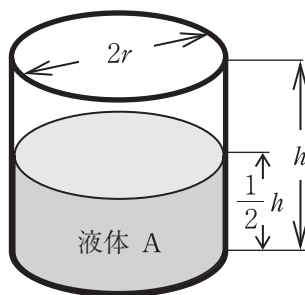
解答群

- (ア) $\frac{7}{15}$ (イ) $\frac{7}{13}$ (ウ) $\frac{13}{7}$ (エ) $\frac{15}{7}$ (オ) $\frac{17}{3}$

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。ただし、水の比熱は $4.2\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とし、熱のやり取りは熱源（固形燃料、ガス燃料）、液体と金属球の間だけで瞬時に行われるものとし、液体は蒸発しないものとする。また、液体、金属球および容器の熱膨張は無視できるものとする。なお、数値はもっとも近い値を解答群から選べ。(30点)

[1] 密度 d [g/cm^3] の液体 A がある。以下の問いに答えよ。

問1. 図のように、直径と高さがそれぞれ $2r$ [cm]、 h [cm] の薄い断熱された円筒容器に、温度 T_A [$^{\circ}\text{C}$] の液体 A を $\frac{1}{2}h$ の高さまで入れた。容器内に入っている液体 A の質量 m は何 g か。



図

解答群

- (ア) $\frac{1}{2}\pi r^2 hd$ (イ) $\pi r^2 hd$ (ウ) $\frac{1}{\pi r^2 hd}$
 (エ) $\frac{1}{2\pi r^2 hd}$ (オ) $\frac{hd}{2\pi r^2}$

問2. 密度 $2d$ [g/cm^3]、比熱 c_M [$\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$]、温度 T_M [$^{\circ}\text{C}$] の金属球を、問1の容器に静かに入れたところ、円筒容器は、液体 A がこぼれることなく、液体 A と金属球でちょうど満たされ、熱平衡に達した。このとき、液体 A の温度は T_m [$^{\circ}\text{C}$] であった。液体 A の比熱 c_A は何 $\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ か。ただし、 $T_M > T_A$ とする。

解答群

- (ア) $\frac{c_M(T_m - T_A)}{T_M - T_A}$ (イ) $\frac{2c_M(T_M - T_m)}{T_m - T_A}$ (ウ) $\frac{2c_M(T_m - T_A)}{T_M - T_m}$
 (エ) $\frac{c_M(T_m - T_A)}{2(T_M - T_m)}$ (オ) $\frac{c_M(T_M - T_m)}{2(T_m - T_A)}$

問3. 問2の状態から、液体Aを加熱したところ、加熱後の液体Aは温度 T_f 〔℃〕となった。熱するのに使われた熱量は何Jか。ただし、 $T_f > T_m$ とする。

解答群

- (ア) $(T_f - T_m) \left(\frac{1}{2} c_A + c_M \right)$ (イ) $\frac{(T_f - T_m)(c_A + 2c_M)}{2\pi r^2 h d}$
 (ウ) $\frac{(T_f - T_m)(c_A + c_M)}{\pi r^2 h d}$ (エ) $\pi r^2 h d (T_f - T_m) \left(\frac{1}{2} c_A + c_M \right)$
 (オ) $\pi r^2 h d (T_f - T_m)(c_A + c_M)$

[2] 質量1gの燃焼で、水1kgの温度を5℃上昇させる固形燃料がある。固形燃料の質量は1秒間に Δm_s 〔g〕の割合で消費され、固形燃料の燃焼によって発生した熱量は、消費された固形燃料の質量に比例するものとする。発生した熱量はすべて加熱する物体の温度上昇に使われるものとして、以下の問いに答えよ。

問4. 固形燃料1gの発熱量は何Jか。

解答群

- (ア) 21 (イ) 42 (ウ) 2.1×10^3
 (エ) 2.1×10^4 (オ) 4.2×10^4

問5. 問3の温度 T_f 〔℃〕の液体Aと金属球の入った円筒容器を、固形燃料を用いて3分間あたためたとき、固形燃料が与えた熱量は何Jか。

解答群

- (ア) $3.78\Delta m_s \times 10^2$ (イ) $3.78\Delta m_s \times 10^3$ (ウ) $3.78\Delta m_s \times 10^4$
 (エ) $3.78\Delta m_s \times 10^5$ (オ) $3.78\Delta m_s \times 10^6$

問6. 問5において、液体Aの温度は何℃増加するか。

解答群

- (ア) $\frac{7.56\Delta m_s \times 10^3}{\pi r^2 h d (c_A + 2c_M)}$ (イ) $\frac{3.78\Delta m_s \times 10^3}{\pi r^2 h d (c_A + c_M)}$ (ウ) $\frac{3.78\Delta m_s \times 10^6}{\pi r^2 h d (c_A + c_M)}$
 (エ) $\frac{7.56\Delta m_s \times 10^6}{\pi r^2 h d (2c_A + c_M)}$ (オ) $\frac{7.56\Delta m_s \times 10^6}{\pi r^2 h d (c_A + 2c_M)}$

[3] 体積 1 cm^3 の燃焼で、 1 g の水の温度を 10°C 上昇させるガス燃料がある。ガス燃料の体積は、燃焼によって1秒間に $\Delta V [\text{cm}^3]$ の割合で消費され、ガス燃料が発生する熱量は消費されたガス燃料の体積に比例するものとする。発生した熱量はすべて加熱する物体の温度上昇に使われるものとして、以下の問いに答えよ。

問7. 1 cm^3 のガス燃料が発生する熱量は問5の何倍か。

解答群

- (ア) $\frac{1}{9 \times 10^4 \Delta m_s}$ (イ) $9 \Delta m_s$ (ウ) $9 \times 10^2 \Delta m_s$
 (エ) $9 \times 10^4 \Delta m_s$ (オ) $9 \times 10^6 \Delta m_s$

問8. ガス燃料を熱源とする、ある装置を用いて、質量 $M [\text{kg}]$ 、比熱 $c_B [\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})]$ の液体 B を1分間だけ加熱したところ、温度が 5°C 上昇した。液体 B がもらった熱量 $Q_B [\text{J}]$ とガス燃料の発熱量 $Q_G [\text{J}]$ の比 $\frac{Q_B}{Q_G}$ はいくらか。

解答群

- (ア) $\frac{1.98 \Delta V c_B}{M}$ (イ) $\frac{1.98 M c_B}{\Delta V}$ (ウ) $\frac{\Delta V c_B}{1.98 M}$
 (エ) $\frac{M c_B}{1.98 \Delta V}$ (オ) $\frac{M c_B}{\Delta V}$