

問題・解答
用紙番号

48

の解答用紙に解答しなさい。

物 理

〈受験学部・学科〉

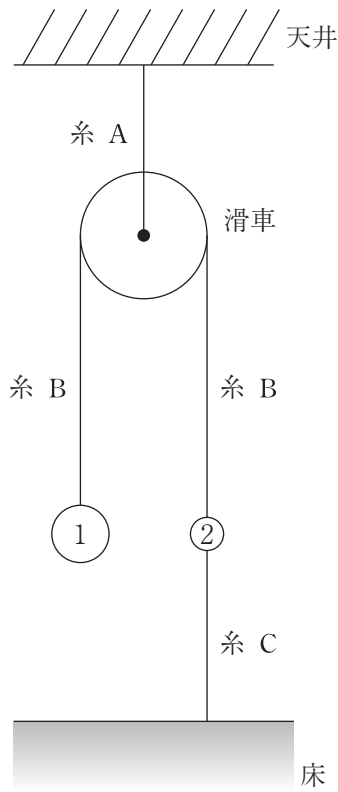
理工学部(住環境デザイン学科・建築学科・都市環境工学科・機械工学科・電気電子工学科)

問題は100点満点で作成しています。

I 次の文を読み、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。(40点)

以下の問題において、糸と滑車との間の摩擦や空気抵抗は無視し、糸は伸び縮みせず、糸や滑車の質量は無視できるほど小さいものとして解答せよ。なお、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

[1] 図のように、天井から糸 A で滑車がつるされている。質量 $3m$ [kg] のおもり 1 と質量 m [kg] のおもり 2 を 1 本の糸 B でつなげて滑車にかけた。おもりが動かないよう、おもり 2 と床に結んだ糸 C を鉛直につなげた。



図

問1. 糸 A が滑車を引く力の大きさは何 N か。

解答群

- (ア) mg (イ) $\frac{3}{2}mg$ (ウ) $2mg$ (エ) $\frac{5}{2}mg$ (オ) $3mg$
 (カ) $\frac{7}{2}mg$ (キ) $4mg$ (ク) $\frac{9}{2}mg$ (ケ) $5mg$ (コ) $\frac{11}{2}mg$
 (サ) $6mg$

問2. 糸 B がおもり 1 を引く力の大きさは何 N か。

解答群

- (ア) mg (イ) $\frac{3}{2}mg$ (ウ) $2mg$ (エ) $\frac{5}{2}mg$ (オ) $3mg$
 (カ) $\frac{7}{2}mg$ (キ) $4mg$ (ク) $\frac{9}{2}mg$ (ケ) $5mg$ (コ) $\frac{11}{2}mg$
 (サ) $6mg$

問3. 糸 B がおもり 2 を引く力の大きさは何 N か。

解答群

- (ア) mg (イ) $\frac{3}{2}mg$ (ウ) $2mg$ (エ) $\frac{5}{2}mg$ (オ) $3mg$
(カ) $\frac{7}{2}mg$ (キ) $4mg$ (ク) $\frac{9}{2}mg$ (ケ) $5mg$ (コ) $\frac{11}{2}mg$
(サ) $6mg$

問4. 糸 C がおもり 2 を引く力の大きさは何 N か。

解答群

- (ア) mg (イ) $\frac{3}{2}mg$ (ウ) $2mg$ (エ) $\frac{5}{2}mg$ (オ) $3mg$
(カ) $\frac{7}{2}mg$ (キ) $4mg$ (ク) $\frac{9}{2}mg$ (ケ) $5mg$ (コ) $\frac{11}{2}mg$
(サ) $6mg$

[2] 糸 C を切断したところ、おもりは静かに動き始めた。

問5. おもり 1 の加速度の大きさは何 m/s^2 か。

解答群

- (ア) 0 (イ) $\frac{1}{4}g$ (ウ) $\frac{1}{3}g$ (エ) $\frac{1}{2}g$ (オ) g

問6. 糸 B がおもり 1 を引く力の大きさは何 N か。

解答群

- (ア) mg (イ) $\frac{3}{2}mg$ (ウ) $2mg$ (エ) $\frac{5}{2}mg$ (オ) $3mg$
(カ) $\frac{7}{2}mg$ (キ) $4mg$ (ク) $\frac{9}{2}mg$ (ケ) $5mg$ (コ) $\frac{11}{2}mg$
(サ) $6mg$

問7. 糸 A が滑車を引く力の大きさは何 N か。

解答群

- (ア) mg (イ) $\frac{3}{2}mg$ (ウ) $2mg$ (エ) $\frac{5}{2}mg$ (オ) $3mg$
(カ) $\frac{7}{2}mg$ (キ) $4mg$ (ク) $\frac{9}{2}mg$ (ケ) $5mg$ (コ) $\frac{11}{2}mg$
(サ) $6mg$

問8. おもり 1 がはじめの位置から 0.01 m 下降したときの速度の大きさは何 m/s か。

解答群

- (ア) $\frac{\sqrt{g}}{20}$ (イ) $\frac{\sqrt{g}}{10}$ (ウ) $\frac{\sqrt{g}}{5}$ (エ) $\frac{\sqrt{g}}{2}$ (オ) \sqrt{g}

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、配線に用いた導線の電気抵抗は無視できるものとする。(30点)

[1] 図1のように R [Ω] の抵抗を9本用いて、四角錐形に接続し、内部抵抗の無視できる電圧 V [V] の電池をつないで回路を作った。図1中の A, B, C, D, E は接続点を表す。このとき、接続点 AB 間を流れる電流値 I_{AB} [A] と接続点 AD 間を流れる電流値 I_{AD} [A] が等しい値であった ($I_{AB} = I_{AD}$)。以下の問いに答えよ。

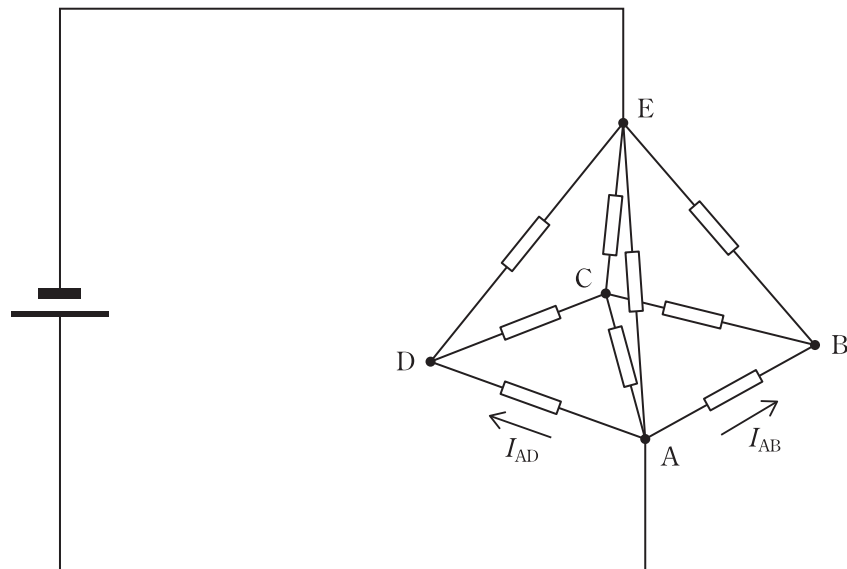


図1

問1. 接続点 AE 間の抵抗に流れる電流は何 A か。

解答群

- (ア) 0 (イ) $\frac{V}{R}$ (ウ) $\frac{V}{2R}$ (エ) $\frac{V}{3R}$ (オ) $\frac{V}{4R}$

問2. 接続点 BE 間の抵抗に流れる電流は何 A か。

解答群

- (ア) 0 (イ) $\frac{V}{R}$ (ウ) $\frac{V}{2R}$ (エ) $\frac{V}{3R}$ (オ) $\frac{V}{4R}$

問3. 接続点 BC 間の抵抗に流れる電流は何 A か。

解答群

- (ア) 0 (イ) $\frac{V}{R}$ (ウ) $\frac{V}{2R}$ (エ) $\frac{V}{3R}$ (オ) $\frac{V}{4R}$

問4. 接続点 AC 間の抵抗に流れる電流は何 A か。

解答群

- (ア) 0 (イ) $\frac{V}{R}$ (ウ) $\frac{V}{2R}$ (エ) $\frac{V}{3R}$ (オ) $\frac{V}{4R}$

問5. 接続点 C と電位が等しい接続点を全て選べ。

解答群

- (ア) 点 A (イ) 点 B (ウ) 点 D (エ) 点 E

問6. 接続点 AE 間の合成抵抗は何 Ω か。

解答群

- (ア) $\frac{1}{5}R$ (イ) $\frac{2}{5}R$ (ウ) $\frac{3}{5}R$ (エ) $\frac{4}{5}R$ (オ) R

[2] 図2に示すように、 $5.0\ \Omega$ の抵抗 R と平行板コンデンサー C を直列につなぎ、周波数 $5.0 \times 10^4\ \text{Hz}$ の交流電源 V に接続し回路を作った。図2中の a, b, c は接続点を示す。

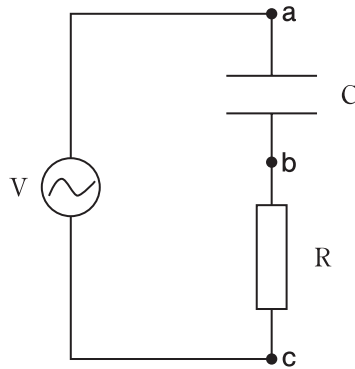


図2

[2-1] コンデンサー C の間が空気（比誘電率が1.0）のとき、図2の ab 間と bc 間の電圧の実効値を測定したところ、共に $3.0\ \text{V}$ であった。この状態について、以下の問いに答えよ。

問7. 回路を流れる電流の実効値は何 A か。

解答群

- (ア) $\frac{3\sqrt{2}}{10}$ (イ) $\frac{3}{5}$ (ウ) $\frac{3\sqrt{2}}{5}$ (エ) $\frac{5\sqrt{2}}{2}$ (オ) $3\sqrt{2}$

問8. コンデンサー C の電気容量は何 F か。

解答群

- (ア) $\frac{2}{\pi} \times 10^{-6}$ (イ) 4×10^{-6} (ウ) $\frac{1}{\pi} \times 10^{-5}$
 (エ) $\frac{2}{\pi} \times 10^{-5}$ (オ) 5×10^{-4}

[2-2] 次に、コンデンサー C の極板間に比誘電率 7.0 のガラスをすき間なく入れた。この状態について、以下の問いに答えよ。

問9. コンデンサー C の電気容量は何 F か。

解答群

- (ア) 28×10^{-6} (イ) $\frac{14}{\pi} \times 10^{-6}$ (ウ) $\frac{1}{7\pi} \times 10^{-5}$
(エ) $\frac{2}{7\pi} \times 10^{-5}$ (オ) $\frac{7}{\pi} \times 10^{-5}$

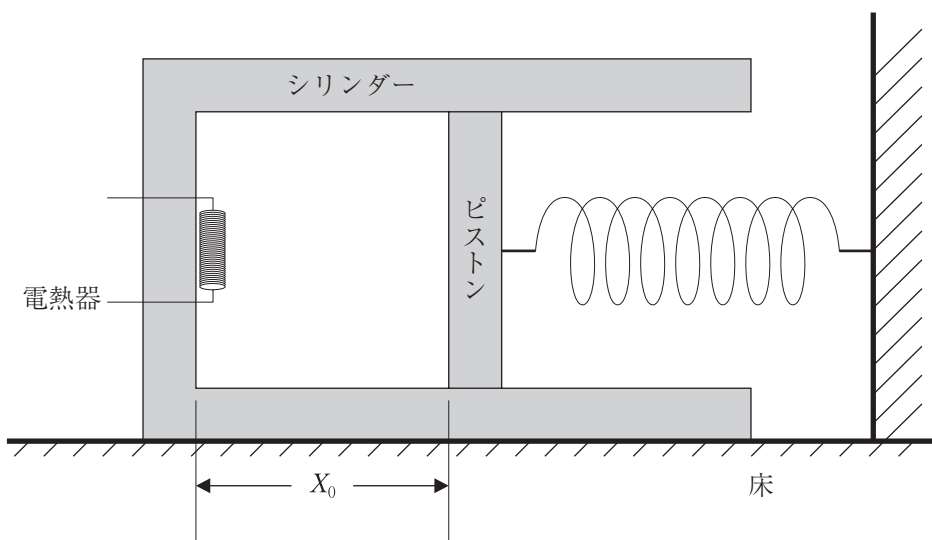
問10. 回路を流れる電流の実効値は何 A か。

解答群

- (ア) 0 (イ) $\frac{3}{5}\sqrt{2}$ (ウ) $\frac{3}{5}$ (エ) $\frac{21}{25}\sqrt{2}$ (オ) $\frac{21}{25}$

Ⅲ 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。(30点)

図のように、なめらかに動き質量の無視できる面積 S [m²] のピストンと体積が無視できる電熱器を備えたシリンダー内に、1 mol の単原子分子理想気体が入っている。シリンダーは床に固定されており、ピストンは、ばね定数 k [N/m] のばねで壁と連結されており、大気圧 P_0 [Pa] の外気と接している。シリンダー内の底からピストンまでの距離が X_0 [m] のとき、ばねは自然長となっている。シリンダーとピストンは断熱材でできており、外からの熱の出入りはないものとする。気体定数は R [J/(mol·K)] として、以下の問いに答えよ。



図

[1] ばねが自然長のときの単原子分子理想気体の状態を考える。

問1. シリンダー内の気体の温度は何 K か。

解答群

(ア) $\frac{P_0 SX_0}{R}$

(イ) $\frac{3}{2} \frac{P_0 SX_0}{R}$

(ウ) $\frac{5}{2} \frac{P_0 SX_0}{R}$

(エ) $\frac{3}{2} \frac{SX_0}{P_0 R}$

(オ) $\frac{3}{2} \frac{R}{P_0 SX_0}$

問2. シリンダー内の気体の内部エネルギーは何 J か。

解答群

(ア) $P_0 SX_0$ (イ) $\frac{3}{2} P_0 SX_0$ (ウ) $\frac{5}{2} P_0 SX_0$ (エ) RSX_0 (オ) $\frac{3}{2} RSX_0$

[2] シリンダー内の単原子分子理想気体に電熱器で熱量 Q [J] を与えると、気体の温度はゆっくり上昇し、ばねは自然長から $\frac{1}{10}X_0$ [m] だけ縮んだ。このとき、シリンダー内の圧力は P_1 [Pa] であった。

問3. ピストンの力のつり合いの式として正しいものを選び。

解答群

(ア) $P_1 S = \frac{1}{10} kX_0$ (イ) $P_1 S = \frac{1}{10} kX_0 S$
(ウ) $P_1 S = \frac{1}{10} kX_0 + P_0 S$ (エ) $P_1 S = \frac{1}{10} kX_0 S + P_0 S$
(オ) $P_1 S = -\frac{1}{10} kX_0 + P_0 S$ (カ) $P_1 S = -\frac{1}{10} kX_0 S + P_0 S$

問4. このとき、気体の内部エネルギーは何 J か。

解答群

(ア) $\frac{3}{20} P_1 SX_0$ (イ) $P_1 SX_0$ (ウ) $\frac{33}{20} P_1 SX_0$
(エ) $\frac{55}{20} P_1 SX_0$ (オ) $3P_1 SX_0$

問5. 加熱による気体の内部エネルギーの増加は何 J か。 P_0 , S , X_0 , k を用いて表せ。

解答群

(ア) $\frac{1}{20} P_0 SX_0 + \frac{33}{200} kX_0^2$ (イ) $\frac{1}{20} P_0 SX_0 + \frac{55}{200} kX_0^2$
(ウ) $\frac{1}{10} P_0 SX_0 + \frac{33}{200} kX_0^2$ (エ) $\frac{1}{10} P_0 SX_0 + \frac{55}{200} kX_0^2$
(オ) $\frac{3}{20} P_0 SX_0 + \frac{33}{200} kX_0^2$

問6. シリンダー内の気体がした仕事は何 J か。 P_0 , S , X_0 , k を用いて表せ。

解答群

(ア) $\frac{1}{20} P_0 S X_0 + \frac{1}{200} k X_0^2$

(イ) $\frac{1}{20} P_0 S X_0 + \frac{1}{100} k X_0^2$

(ウ) $\frac{1}{20} P_0 S X_0 + \frac{1}{50} k X_0^2$

(エ) $\frac{1}{10} P_0 S X_0 + \frac{1}{200} k X_0^2$

(オ) $\frac{1}{5} P_0 S X_0 + \frac{1}{50} k X_0^2$

問7. 電熱器が与えた熱量 Q は何 J か。 P_0 , S , X_0 , k を用いて表せ。

解答群

(ア) $\frac{1}{20} P_0 S X_0 + \frac{4}{25} k X_0^2$

(イ) $\frac{1}{20} P_0 S X_0 + \frac{13}{100} k X_0^2$

(ウ) $\frac{1}{8} P_0 S X_0 + \frac{17}{100} k X_0^2$

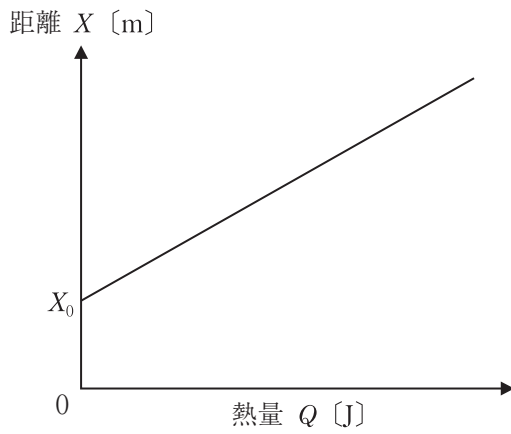
(エ) $\frac{1}{4} P_0 S X_0 + \frac{13}{100} k X_0^2$

(オ) $\frac{1}{4} P_0 S X_0 + \frac{17}{100} k X_0^2$

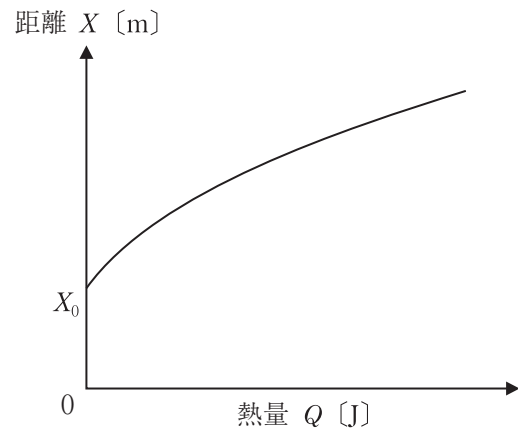
問8. 与える熱量 Q [J] を変化させると、シリンダー内の底からピストンまでの距離 X [m] は変わる。熱量 Q と距離 X の関係を表したグラフとしてもっとも適切なものはどれか。

解答群

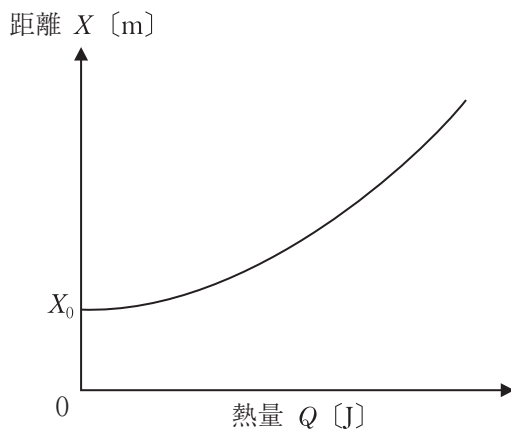
(ア)



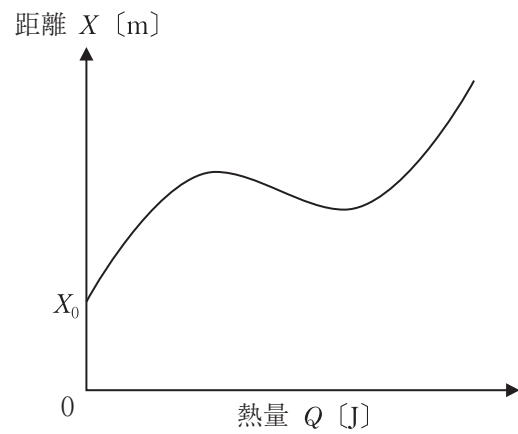
(イ)



(ウ)



(エ)



(オ)

