

P 3 物 理

この冊子は、物理の問題で 1 ページより 32 ページまであります。

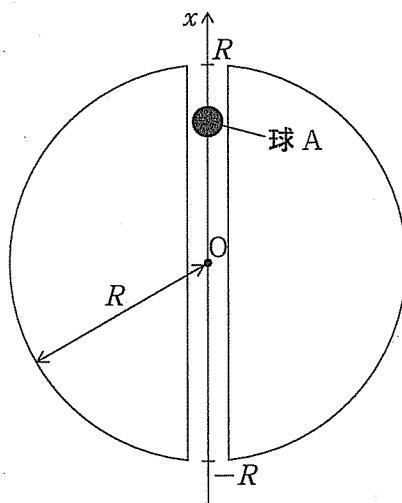
〔注 意〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。
指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえ、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。
2 箇所以上マークすると採点されません。
あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

(下書き用紙)

(下書き用紙)

- 1 次の問題の の中に入れるべき正しい答を解答群の中から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。必要なら、同一番号を繰り返し用いてよい。(25 点)



図

図のように、半径 $R[\text{m}]$ で、質量 $M[\text{kg}]$ の球状の惑星に、中心 O を通る真っ直ぐな細い穴をほる。この内部をなめらかに移動する質量 $m[\text{kg}]$ で体積 $V[\text{m}^3]$ の球 A の運動を考える。この穴に沿って O を原点とする x 軸を上向きを正にとる。惑星の密度は均一であり、球 A と穴の占める体積はいずれも惑星の体積に比べて無視することができる。また、惑星には大気がなく、自転も公転もしていないものとする。惑星表面における重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ として、以下の問いに答えなさい。

- (1) 球 A が座標 x ($|x| < R$) において惑星から受ける力 $f[\text{N}]$ を考える。 O を中心とする半径 $|x|$ の球内の質量を $M'[\text{kg}]$ とすると、 f は惑星の中心 O に置かれた質量 M' の質点から球 A が受ける万有引力に等しい。質量 M' は (ア) であるから、 $f =$ (イ) となる。よって、 $x = R$ から初速度 0 m/s で球 A を落下させると、球 A は周期 (ウ) $[\text{s}]$ の単振動をする。

(下書き用紙)

(2) $x = R$ から速さ v_0 [m/s] で x 軸の負の向きに球 A を発射した。球 A が $x = -R$ にはじめて到達したときの速度は (エ) [m/s] である。その後、球 A は惑星の表面から飛び出し、 $x =$ (オ) の地点まで達した後、再び x 軸の正の向きに運動を始めた。一方、 $|x| < R$ での球 A の運動は、角振動数が (カ) [rad/s] で、振幅が (キ) [m] の単振動の一部と考えることができる。 $v_0 = \sqrt{\frac{gR}{3}}$ とすれば、球 A が $x = R$ から速さ v_0 で x 軸の負の向きに発射され、はじめて $x = 0$ に達するまでにかかる時間は (ク) [s] である。

(3) 穴の内部を一様な密度 ρ [kg/m³] の液体で満たす。球 A は常に全体が液体中にあり、液体の抵抗は無視できるものとする。液体中に体積 V の球状領域を考えたとき、領域内の重力を一様とみなせる程度に V が小さければ、球 A が座標 x ($0 < |x| < R$) において受ける浮力は (ケ) [N] である。 $x = R' \left(\frac{R}{2} < R' < R \right)$ で球 A を静かに放すと、球 A は惑星の中心 O に向かって沈み始めた。球 A が $x = \frac{R'}{2}$ にはじめて到達するまでにかかる時間は (コ) [s] である。

(下書き用紙)

(ア)の解答群

0 $\frac{M x ^3}{R^3}$	1 $\frac{MR^3}{ x ^3}$	2 $\frac{M x ^2}{R^3}$	3 $\frac{4\pi}{3}M x ^3$
4 $\frac{4\pi}{3}\frac{M x ^3}{R^3}$	5 $\frac{4\pi}{3}\frac{MR^3}{ x ^3}$	6 $M x ^3$	7 $\frac{M}{R^3}$

(イ)の解答群

00 $\frac{gm}{R}x$	01 $\frac{g}{mR}x$	02 $gmRx$	03 $\frac{x}{gmR}$
04 $\frac{gm}{Rx}$	05 $\frac{gmR}{x}$	06 $-\frac{gm}{R}x$	07 $-\frac{g}{mR}x$
08 $-gmRx$	09 $-\frac{x}{gmR}$	10 $-\frac{gm}{Rx}$	11 $-\frac{gmR}{x}$

(ウ), (ク)の解答群

00 $\frac{\pi}{3}\sqrt{\frac{MR}{g}}$	01 $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{MR}{g}}$	02 $\pi\sqrt{\frac{MR}{g}}$	03 $\frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{MR}{g}}$
04 $2\pi\sqrt{\frac{MR}{g}}$	05 $\frac{\pi}{3}\sqrt{\frac{R}{g}}$	06 $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{R}{g}}$	07 $\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$
08 $\frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{R}{g}}$	09 $2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$	10 $\frac{\pi}{3}\sqrt{\frac{g}{R}}$	11 $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{g}{R}}$
12 $\pi\sqrt{\frac{g}{R}}$	13 $\frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{g}{R}}$	14 $2\pi\sqrt{\frac{g}{R}}$	15 $\frac{\pi}{3}\sqrt{\frac{M}{g}}$
16 $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{M}{g}}$	17 $\pi\sqrt{\frac{M}{g}}$	18 $\frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{M}{g}}$	19 $2\pi\sqrt{\frac{M}{g}}$

(工)の解答群

0 $\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$	1 $\frac{v_0}{2}$	2 $\frac{v_0}{\sqrt{2}}$	3 v_0
4 $-\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$	5 $-\frac{v_0}{2}$	6 $-\frac{v_0}{\sqrt{2}}$	7 $-v_0$

(オ)の解答群

0 $-\frac{2gR^2 - 2v_0^2 R}{2gR - v_0^2}$	1 $-\frac{v_0^2 R}{\sqrt{2}gR - \sqrt{2}v_0^2}$	2 $\frac{\sqrt{2}v_0^2 R}{gR - v_0^2}$
3 $-\frac{2gR^2}{2gR - v_0^2}$	4 $-\frac{gR^2}{v_0^2}$	5 $-\frac{gR^2 + 3v_0^2 R}{gR - 2v_0^2}$
6 $-\frac{2gR^2 - 3v_0^2 R}{2gR - 2v_0^2}$	7 $-\frac{v_0^2 R}{2gR - v_0^2}$	8 $-\frac{gR + v_0^2 R}{gR - v_0^2}$

(カ)の解答群

0 $\sqrt{\frac{M}{g}}$	1 $\sqrt{\frac{g}{M}}$	2 $\sqrt{\frac{MR}{g}}$	3 $\sqrt{\frac{g}{MR}}$
4 $\sqrt{\frac{g}{R}}$	5 $\sqrt{\frac{R}{g}}$	6 $\sqrt{\frac{R}{Mg}}$	7 $\sqrt{\frac{Mg}{R}}$

(キ)の解答群

0 $\sqrt{R^2 + \frac{v_0^2 R}{2g}}$	1 $\sqrt{R^2 + \frac{v_0^2 R}{g}}$	2 $\sqrt{2R^2 + \frac{v_0^2 R}{g}}$
3 $\sqrt{R^2 + \frac{2v_0^2 R}{g}}$	4 $\sqrt{R^2 + \frac{v_0 R}{g}}$	5 $\sqrt{R^2 + \frac{v_0^2 R}{g^2}}$
6 $\sqrt{R^2 + v_0^2 gR}$	7 $\sqrt{R^2 + \frac{gR}{v_0^2}}$	

(ケ)の解答群

- | | | | |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 00 $\frac{V\rho}{gR}x$ | 01 $\frac{g}{RV\rho}x$ | 02 $\frac{g\rho}{RV}x$ | 03 $gV\rho x$ |
| 04 $\frac{g}{R}x$ | 05 $\frac{gV\rho}{R}x$ | 06 $-\frac{V\rho}{gR}x$ | 07 $-\frac{g}{RV\rho}x$ |
| 08 $-\frac{g\rho}{RV}x$ | 09 $-gV\rho x$ | 10 $-\frac{g}{R}x$ | 11 $-\frac{gV\rho}{R}x$ |

(コ)の解答群

- | | |
|--|---|
| 00 $\frac{\pi}{3}\sqrt{\left(\frac{m}{m-V\rho}\right)\frac{g}{R}}$ | 01 $\frac{\pi}{4}\sqrt{\left(\frac{m}{m-V\rho}\right)\frac{g}{R}}$ |
| 02 $\frac{2\pi}{3}\sqrt{\left(\frac{m}{m-V\rho}\right)\frac{g}{R}}$ | 03 $\pi\sqrt{\left(\frac{m}{m-V\rho}\right)\frac{g}{R}}$ |
| 04 $\frac{\pi}{3}\sqrt{\left(\frac{m}{m-V\rho}\right)\frac{R'}{g}}$ | 05 $\frac{\pi}{4}\sqrt{\left(\frac{m}{m-V\rho}\right)\frac{R'}{g}}$ |
| 06 $\frac{2\pi}{3}\sqrt{\left(\frac{m}{m-V\rho}\right)\frac{R'}{g}}$ | 07 $\pi\sqrt{\left(\frac{m}{m-V\rho}\right)\frac{R'}{g}}$ |
| 08 $\frac{\pi}{3}\sqrt{\left(\frac{m}{m-V\rho}\right)\frac{R}{g}}$ | 09 $\frac{\pi}{4}\sqrt{\left(\frac{m}{m-V\rho}\right)\frac{R}{g}}$ |
| 10 $\frac{2\pi}{3}\sqrt{\left(\frac{m}{m-V\rho}\right)\frac{R}{g}}$ | 11 $\pi\sqrt{\left(\frac{m}{m-V\rho}\right)\frac{R}{g}}$ |

(下書き用紙)

- 2 次の問題の の中に入れるべき正しい答を解答群の中から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。必要なら、同一番号を繰り返し用いてよい。(25 点)

(1) 図1のように、断熱材でできたピストンの中に圧力 P_0 [Pa] で体積 V_0 [m³], 温度 T_0 [K] の単原子分子の理想気体が入っている(状態 A)。ピストン内部には体積の無視できる熱交換器があり、ピストン内部の気体の温度を制御できる。断熱変化における単原子分子気体の圧力 P [Pa] と体積 V [m³] の間には、 $PV^{\frac{5}{3}} = \text{一定}$ の関係が成り立つとする。

まず、ピストン内部の気体の圧力を一定に保ったまま、熱交換器で熱を加えて気体の体積を V_1 [m³] に増やした(状態 B)。このときの気体がした仕事は (ア) [J] であり、気体の温度は (イ) [K] となった。状態 A から状態 B までの間に熱交換器によって気体に加えられた熱量は、 (ウ) [J] である。

次に、ピストンを固定して体積を V_1 に保ったまま、熱交換を行って圧力を P_1 [Pa] まで下げた(状態 C)。状態 B から状態 C までに気体がした仕事は (エ) [J] であり、気体が吸収した熱量は (オ) [J] である。

次に、ピストンの固定をはずし、熱交換器を使わずに気体の体積をゆっくりと減少させると状態 A に戻った。状態 C における気体の温度を V_0 , V_1 , T_0 を用いて表すと (カ) [K] である。

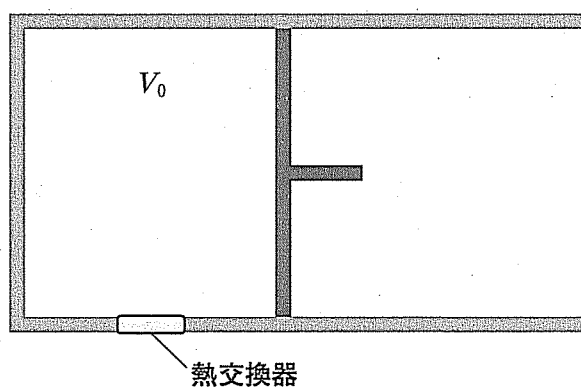


圖 1

- (2) 図2のように、断熱材でできた体積 V_1 の容器の内部が、断熱材でできた厚さの無視できる薄い壁で2つの領域に分けられており、初めコックは閉じられている。体積 $V_0[\text{m}^3]$ ($V_0 < V_1$) の片側の領域には圧力 $P_0[\text{Pa}]$ で温度 $T_0[\text{K}]$ の単原子分子の理想気体が入っており、もう一方の体積 $V_1 - V_0[\text{m}^3]$ の領域は真空である。コックを開いてじゅうぶん時間がたったとき、気体の温度は $[\text{K}]$ で、圧力は $[\text{Pa}]$ となる。

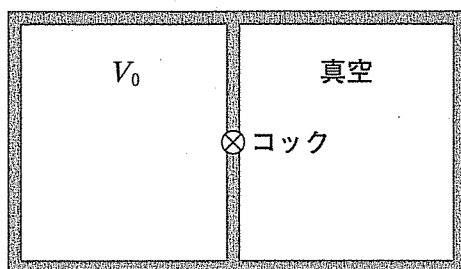


図2

- (3) 図3のように、断熱材でできた体積 V_1 の容器の内部が、断熱材でできた厚さの無視できる薄い壁で2つの領域に分けられており、初めコックは閉じられている。体積 $V_0[\text{m}^3]$ ($V_0 < V_1$) の片側の領域に圧力 $P_0[\text{Pa}]$ で温度 $T_0[\text{K}]$ 、もう一方の体積 $V_1 - V_0[\text{m}^3]$ の領域には圧力 $P_1[\text{Pa}]$ で温度 $T_1[\text{K}]$ の同じ種類の単原子分子の理想気体が、各々の領域に同じ物質質量だけ入っている。コックを開いてじゅうぶん時間がたったとき、気体の温度は $[\text{K}]$ で、圧力は $[\text{Pa}]$ となる。

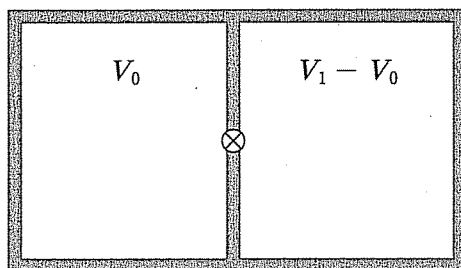


図3

(下書き用紙)

(ア), (ウ), (エ), (オ)の解答群

00 $-\frac{5}{2}P_0(V_1 - V_0)$	01 $-\frac{3}{2}P_0(V_1 - V_0)$	02 $-P_0(V_1 - V_0)$
03 $-\frac{5}{2}(P_0 - P_1)V_1$	04 $-\frac{3}{2}(P_0 - P_1)V_1$	05 $-(P_0 - P_1)V_1$
06 0	07 $(P_0 - P_1)V_1$	08 $\frac{3}{2}(P_0 - P_1)V_1$
09 $\frac{5}{2}(P_0 - P_1)V_1$	10 $P_0(V_1 - V_0)$	11 $\frac{3}{2}P_0(V_1 - V_0)$
12 $\frac{5}{2}P_0(V_1 - V_0)$		

(イ), (カ), (キ)の解答群

0 T_0	1 $\left(\frac{V_0}{V_1}\right)^{\frac{2}{3}}T_0$	2 $\frac{V_0}{V_1}T_0$	3 $\left(\frac{V_0}{V_1}\right)^{\frac{3}{2}}T_0$
4 $\left(\frac{V_0}{V_1}\right)^{\frac{5}{3}}T_0$	5 $\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^{\frac{2}{3}}T_0$	6 $\frac{V_1}{V_0}T_0$	7 $\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^{\frac{3}{2}}T_0$
8 $\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^{\frac{5}{3}}T_0$			

(ク)の解答群

0 $\frac{P_0}{2}$	1 $P_0\left(\frac{V_0}{V_1}\right)^{\frac{2}{3}}$	2 $P_0\frac{V_0}{V_1}$	3 $P_0\left(\frac{V_0}{V_1}\right)^{\frac{3}{2}}$
4 $P_0\left(\frac{V_0}{V_1}\right)^{\frac{5}{3}}$	5 $P_0\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^{\frac{2}{3}}$	6 $P_0\frac{V_1}{V_0}$	7 $P_0\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^{\frac{3}{2}}$
8 $P_0\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^{\frac{5}{3}}$	9 P_0		

(ケ)の解答群

0 T_0

2 $\frac{T_0 + T_1}{2}$

4 $\frac{T_0 T_1}{T_0 + T_1}$

6 $T_0 \frac{V_0}{V_1} + T_1 \left(1 - \frac{V_0}{V_1}\right)$

1 T_1

3 $T_0 + T_1$

5 $\sqrt{T_0 + T_1}$

7 $T_0 \left(1 - \frac{V_0}{V_1}\right) + T_1 \frac{V_0}{V_1}$

(コ)の解答群

0 P_0

2 $\frac{P_0 + P_1}{2}$

4 $\frac{P_0 P_1}{P_0 + P_1}$

6 $P_0 \frac{V_0}{V_1} + P_1 \left(1 - \frac{V_0}{V_1}\right)$

1 P_1

3 $P_0 + P_1$

5 $\sqrt{P_0 + P_1}$

7 $P_0 \left(1 - \frac{V_0}{V_1}\right) + P_1 \frac{V_0}{V_1}$

- 3 次の問題の の中に入れるべき正しい答を解答群の中から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。必要なら、同一番号を繰り返し用いてよい。(25 点)

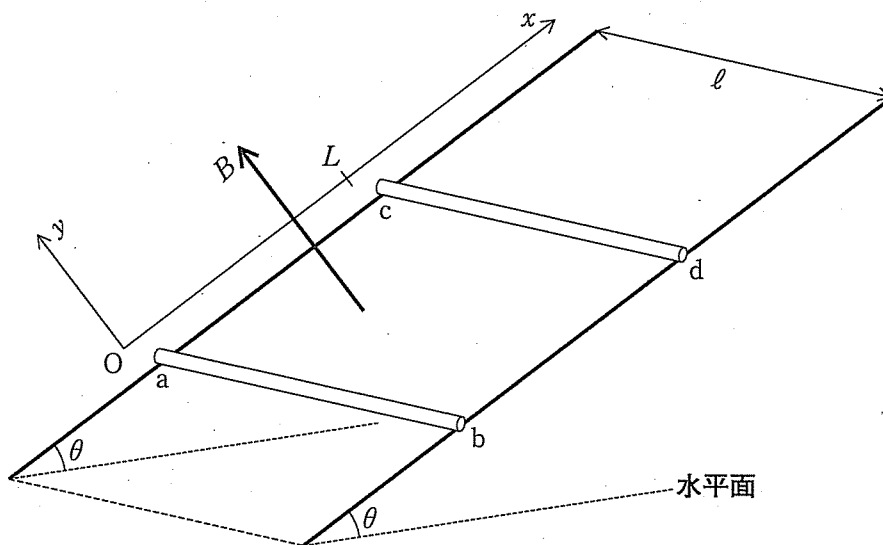


図 1

図 1 のように、2 本のレールが水平面に対して角度 $\theta [\text{rad}]$ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) の傾きをなし、 $l [\text{m}]$ はなれて平行に固定されている。それぞれ、質量 $m [\text{kg}]$ 、抵抗 $R [\Omega]$ 、長さ l の細い 2 本の金属棒 ab と cd を、2 つのレール上に距離 $L [\text{m}]$ はなしてレールに垂直に置いた。金属棒 ab と金属棒 cd はレールに沿ってなめらかに運動できるとする。レールに平行に x 軸を、2 本のレールと金属棒 ab および金属棒 cd が作る四角形 $abdc$ の面に垂直に y 軸をとる。ここで、レールに沿って斜面を上がる向きを x 軸の正の向き、上向きを y 軸の正の向きとし、金属棒 ab は $x = 0 \text{ m}$ 、金属棒 cd は $x = L$ の位置にあるとする。 $x \geq 0$ の領域には磁束密度の大きさが $B [\text{Wb/m}^2]$ の磁場が y 軸の正の向きに存在する。レールの電気抵抗は無視できるとし、重力加速度の大きさを $g [\text{m/s}^2]$ とする。自己インダクタンスの影響は無視できるとして、以下の問いに答えなさい。

- (1) $B = B_0$ の一様な磁場の下で、時刻 $t = 0 \text{ s}$ に金属棒 cd に力を加えて x 軸正方向に速さ $v_0 [\text{m/s}]$ の等速度運動を開始させ、同時に金属棒 ab は自由に運動できるよう静かに放す。この直後、金属棒 cd には大きさ (ア) $[\text{V}]$ の誘導起電力が発生し、金属棒 ab と金属棒 cd およびレールで構成される四角形 abdc には、大きさ (イ) $[\text{A}]$ の電流が (ウ) の向きに流れる。金属棒 ab は時刻 $t = 0 \text{ s}$ から常に静止したままの状態であった。よって、 $v_0 =$ (エ) である。このとき、金属棒 cd に加えている力の仕事率は (オ) $[\text{W}]$ である。

(2) 図2のように、磁束密度 B の大きさが $0 \leq x < L$ で $B = B_0$ 、 $x \geq L$ では $B = \frac{B_0}{L}x$ であるとき、時刻 $t = 0$ s に金属棒 ab に力を加えて x 軸正方向に速度 v_1 [m/s] の等速度運動を開始させ、同時に金属棒 cd を自由に運動できるよう静かに放す。金属棒 cd が x 軸正方向に動き始めるための条件は $v_1 > \boxed{\text{カ}}$ である。 $v_1 = 2v_0$ とし、時刻 $t > 0$ s に $x = X$ ($X > L$) で金属棒 cd が x 軸正方向に運動する速度を v [m/s] とする。金属棒 ab が $x < L$ の領域にあるとき、金属棒 cd には $d \rightarrow c$ の向きに $\boxed{\text{キ}}$ [A] の電流が流れ、この電流により金属棒 cd には x 軸正方向に $\boxed{\text{ク}}$ [N] の力が働く。

次に、同一の磁場分布で、時刻 $t = 0$ s に金属棒 cd に力を加えて x 軸正方向に速度 $2v_0$ の等速度運動を開始させ、同時に金属棒 ab を自由に運動できるよう静かに放す場合を考える。時刻 $t > 0$ s に金属棒 cd は $x = X$ にあり、金属棒 ab は速度 v_2 [m/s] で x 軸正方向に運動しているとする。金属棒 ab が $x < L$ の領域にあるとき、金属棒 ab には $b \rightarrow a$ の向きに $\boxed{\text{ケ}}$ [A] の電流が流れ、この電流により金属棒 ab には x 軸正方向に $\boxed{\text{コ}}$ [N] の力が働く。

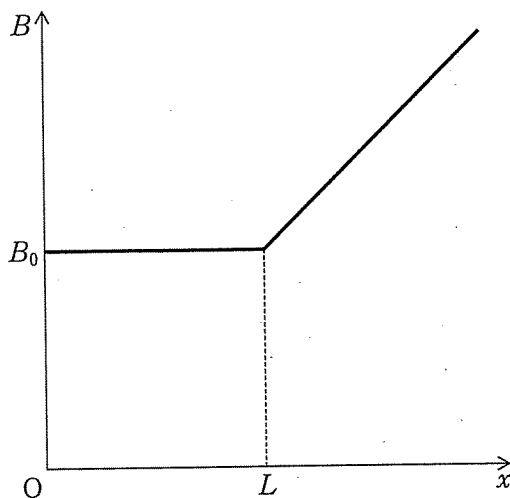


図2

(下書き用紙)

(ア)の解答群

0 $v_0 B_0 \ell \sin \theta$

1 $2v_0 B_0 \ell \sin \theta$

2 $v_0 B_0 \ell$

3 $2v_0 B_0 \ell$

4 $v_0 B_0 \ell \cos \theta$

5 $2v_0 B_0 \ell \cos \theta$

(イ)の解答群

0 $\frac{v_0 B_0 \ell}{2R} \sin \theta$

1 $\frac{v_0 B_0 \ell}{R} \sin \theta$

2 $\frac{2v_0 B_0 \ell}{R} \sin \theta$

3 $\frac{v_0 B_0 \ell}{2R}$

4 $\frac{v_0 B_0 \ell}{R}$

5 $\frac{2v_0 B_0 \ell}{R}$

6 $\frac{v_0 B_0 \ell}{2R} \cos \theta$

7 $\frac{v_0 B_0 \ell}{R} \cos \theta$

8 $\frac{2v_0 B_0 \ell}{R} \cos \theta$

(ウ)の解答群

0 $c \rightarrow d \rightarrow b \rightarrow a$

1 $a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow c$

(エ), (カ)の解答群

00 $\frac{5Rmg}{16B_0^2 \ell^2} \sin \theta$

01 $\frac{Rmg}{3B_0^2 \ell^2} \sin \theta$

02 $\frac{Rmg}{2B_0^2 \ell^2} \sin \theta$

03 $\frac{5Rmg}{8B_0^2 \ell^2} \sin \theta$

04 $\frac{2Rmg}{3B_0^2 \ell^2} \sin \theta$

05 $\frac{Rmg}{B_0^2 \ell^2} \sin \theta$

06 $\frac{2Rmg}{B_0^2 \ell^2} \sin \theta$

07 $\frac{4Rmg}{3B_0^2 \ell^2} \sin \theta$

08 $\frac{16Rmg}{9B_0^2 \ell^2} \sin \theta$

09 $\frac{5Rmg}{16B_0^2 \ell^2} \cos \theta$

10 $\frac{Rmg}{3B_0^2 \ell^2} \cos \theta$

11 $\frac{Rmg}{2B_0^2 \ell^2} \cos \theta$

12 $\frac{5Rmg}{8B_0^2 \ell^2} \cos \theta$

13 $\frac{2Rmg}{3B_0^2 \ell^2} \cos \theta$

14 $\frac{Rmg}{B_0^2 \ell^2} \cos \theta$

15 $\frac{2Rmg}{B_0^2 \ell^2} \cos \theta$

16 $\frac{4Rmg}{3B_0^2 \ell^2} \cos \theta$

17 $\frac{16Rmg}{9B_0^2 \ell^2} \cos \theta$

(下書き用紙)

(オ)の解答群

00 $\frac{5Rm^2g^2}{8B_0^2\ell^2}\sin^2\theta$	01 $\frac{2Rm^2g^2}{3B_0^2\ell^2}\sin^2\theta$	02 $\frac{Rm^2g^2}{B_0^2\ell^2}\sin^2\theta$
03 $\frac{5Rm^2g^2}{4B_0^2\ell^2}\sin^2\theta$	04 $\frac{4Rm^2g^2}{3B_0^2\ell^2}\sin^2\theta$	05 $\frac{2Rm^2g^2}{B_0^2\ell^2}\sin^2\theta$
06 $\frac{4Rm^2g^2}{B_0^2\ell^2}\sin^2\theta$	07 $\frac{8Rm^2g^2}{B_0^2\ell^2}\sin^2\theta$	08 $\frac{32Rm^2g^2}{9B_0^2\ell^2}\sin^2\theta$
09 $\frac{5Rm^2g^2}{8B_0^2\ell^2}\tan^2\theta$	10 $\frac{2Rm^2g^2}{3B_0^2\ell^2}\tan^2\theta$	11 $\frac{Rm^2g^2}{B_0^2\ell^2}\tan^2\theta$
12 $\frac{5Rm^2g^2}{4B_0^2\ell^2}\tan^2\theta$	13 $\frac{4Rm^2g^2}{3B_0^2\ell^2}\tan^2\theta$	14 $\frac{2Rm^2g^2}{B_0^2\ell^2}\tan^2\theta$
15 $\frac{4Rm^2g^2}{B_0^2\ell^2}\tan^2\theta$	16 $\frac{8Rm^2g^2}{B_0^2\ell^2}\tan^2\theta$	17 $\frac{32Rm^2g^2}{9B_0^2\ell^2}\tan^2\theta$

(キ)の解答群

0 $\frac{v_0 - v\left(\frac{X}{L}\right)}{2R}B_0\ell$	1 $\frac{v_0 - 2v\left(\frac{X}{L}\right)}{2R}B_0\ell$
2 $\frac{v_0 - v\left(\frac{X}{L}\right)}{R}B_0\ell$	3 $\frac{2v_0 - v\left(\frac{X}{L}\right)}{2R}B_0\ell$
4 $\frac{2v_0 - v\left(\frac{X}{L}\right)}{R}B_0\ell$	5 $\frac{v_0 - v}{2R}\frac{XB_0\ell}{L}$
6 $\frac{v_0 - 2v}{2R}\frac{XB_0\ell}{L}$	7 $\frac{v_0 - v}{R}\frac{XB_0\ell}{L}$
8 $\frac{2v_0 - v}{2R}\frac{XB_0\ell}{L}$	9 $\frac{2v_0 - v}{R}\frac{XB_0\ell}{L}$

(ク)の解答群

$$0 \quad \frac{v_0 - v}{2R} \frac{X^2 B_0^2 \ell^2}{L^2}$$

$$2 \quad \frac{v_0 - v}{R} \frac{X^2 B_0^2 \ell^2}{L^2}$$

$$4 \quad \frac{2v_0 - v}{R} \frac{X^2 B_0^2 \ell^2}{L^2}$$

$$6 \quad \frac{v_0 - 2v \left(\frac{X}{L} \right)}{2R} \frac{X B_0^2 \ell^2}{L}$$

$$8 \quad \frac{2v_0 - v \left(\frac{X}{L} \right)}{2R} \frac{X B_0^2 \ell^2}{L}$$

$$1 \quad \frac{v_0 - 2v}{2R} \frac{X^2 B_0^2 \ell^2}{L^2}$$

$$3 \quad \frac{2v_0 - v}{2R} \frac{X^2 B_0^2 \ell^2}{L^2}$$

$$5 \quad \frac{v_0 - v \left(\frac{X}{L} \right)}{2R} \frac{X B_0^2 \ell^2}{L}$$

$$7 \quad \frac{v_0 - v \left(\frac{X}{L} \right)}{R} \frac{X B_0^2 \ell^2}{L}$$

$$9 \quad \frac{2v_0 - v \left(\frac{X}{L} \right)}{R} \frac{X B_0^2 \ell^2}{L}$$

(ケ)の解答群

$$0 \quad \frac{2v_0 \left(\frac{X}{L} \right) - v_2}{2R} \frac{X B_0 \ell}{L}$$

$$2 \quad \frac{v_0 \left(\frac{X}{L} \right) - v_2}{R} B_0 \ell$$

$$4 \quad \frac{2v_0 \left(\frac{X}{L} \right) - v_2}{2R} B_0 \ell$$

$$6 \quad \frac{v_2 \left(\frac{X}{L} \right) - 2v_0}{2R} \frac{X B_0 \ell}{L}$$

$$8 \quad \frac{v_2 - 2v_0}{2R} \frac{X B_0 \ell}{L}$$

$$1 \quad \frac{2v_0 - v_2 \left(\frac{X}{L} \right)}{2R} B_0 \ell$$

$$3 \quad \frac{2v_0 - v_2}{2R} B_0 \ell$$

$$5 \quad \frac{v_2 - 2v_0 \left(\frac{X}{L} \right)}{R} B_0 \ell$$

$$7 \quad \frac{v_0 \left(\frac{X}{L} \right) - v_2}{R} \frac{X B_0 \ell}{L}$$

$$9 \quad \frac{2v_0 - v_2 \left(\frac{L}{X} \right)}{2R} B_0 \ell$$

(二)の解答群

$$0 \quad \frac{v_2 - 2v_0 \left(\frac{X}{L} \right)}{2R} \frac{XB_0^2 \ell^2}{L}$$

$$2 \quad \frac{2v_0 - v_2 \left(\frac{X}{L} \right)}{2R} B_0^2 \ell^2$$

$$4 \quad \frac{2v_0 - v_2}{2R} \frac{XB_0^2 \ell^2}{L}$$

$$6 \quad \frac{2v_0 - v_2 \left(\frac{L}{X} \right)}{2R} B_0^2 \ell^2$$

$$8 \quad \frac{v_2 - 2v_0 \left(\frac{X}{L} \right)}{R} \frac{XB_0^2 \ell^2}{L}$$

$$1 \quad \frac{v_0 \left(\frac{X}{L} \right) - v_2}{R} \frac{XB_0^2 \ell^2}{L}$$

$$3 \quad \frac{2v_0 - v_2}{2R} B_0^2 \ell^2$$

$$5 \quad \frac{2v_0 \left(\frac{X}{L} \right) - v_2}{2R} B_0^2 \ell^2$$

$$7 \quad \frac{v_0 \left(\frac{X}{L} \right) - v_2}{R} B_0^2 \ell^2$$

$$9 \quad \frac{2v_0 - v_2}{2R} \frac{X^2 B_0^2 \ell^2}{L^2}$$

(下書き用紙)

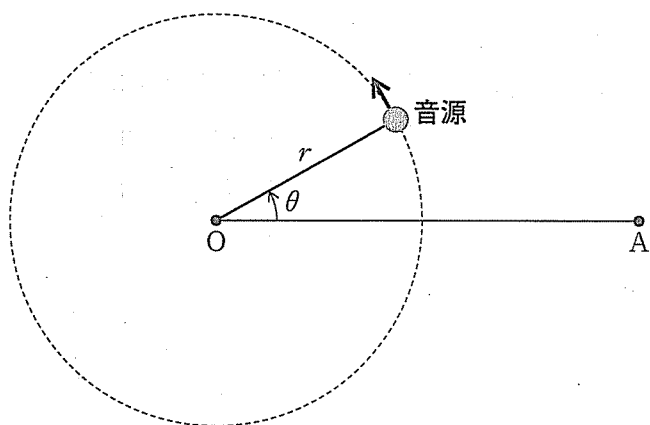
- 4 次の問題の の中に入れるべき最も適当なものを解答群の中から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。必要なら、同一番号を繰り返し用いてよい。(25 点)

(1) 音は (ア) , 一般に音速の速いものから順に媒質を並べると (イ) である。山びこは音波の (ウ) の性質の現れであり、音源と聞き手の間に障害物があっても音が伝わるのは音波の (エ) のためである。夜間に地面から熱が放射されて、地表付近の気温は低いが上空ほど気温が高いときに遠くの電車の音が聞こえやすくなるのは、空気中を伝わる音速と気温の関係が (オ) ために、音波の (カ) が起こるからである。

(2) 図のように、振動数 f [Hz] の音を出す小さな音源をひもの先につけて、空气中で半径 r [m]、角速度 ω [rad/s] の等速円運動をさせた。 ω は $2\pi f$ に比べてじゅうぶん小さく、円運動の速さは音速 V [m/s] に比べて小さいとする。円運動の中心の位置を点 O とし、点 O から $2r$ [m] だけ離れた位置を点 A とする。点 O で観測される音の振動数は、 (キ) [Hz] である。

図のように、線分 OA とひものなす角度 θ [rad] ($0 \leq \theta < 2\pi$) を使って音源の位置を表す。 $\theta = \frac{\pi}{2}$ rad のとき、音源の速度の、音源と点 A を結ぶ方向の成分の大きさは、音源の速さの (ク) 倍である。

点 A で観測される音の振動数の最大値は (ケ) [Hz] であり、それは音源が $\theta =$ (コ) で発した音である。一方、点 A で観測される音の振動数の最小値は (サ) [Hz] であり、それは音源が $\theta =$ (シ) で発した音である。音源が周期 T [s] で円を一周する間に、点 A で観測される音の振動数の変化を横軸が時間のグラフに描く(時刻 $t = 0$ s のとき $\theta = 0$ rad とは限らない) と、 (ス) のようになる。一方、線分 OA の中点のごく近くで観測される音の振動数の変化は、 (セ) のようになる。



図

(ア)の解答群

- 0 固体中では伝わらないが、液体と真空中で伝わり
- 1 液体中では伝わらないが、固体と真空中で伝わり
- 2 真空中では伝わらないが、固体と液体中で伝わり

(イ)の解答群

- 0 真空・気体・液体 1 液体・気体・真空 2 真空・気体・固体
- 3 固体・気体・真空 4 気体・液体・固体 5 固体・液体・気体

(ウ), (エ), (カ)の解答群

- 0 反 射 1 屈 折 2 干 渉 3 回 折
- 4 ドップラー効果 5 う な り 6 振 動

(オ)の解答群

- 0 気温が高くなるほど音速が遅くなる
- 1 気温が高くなるほど音速が速くなる
- 2 気温が高くなっても音速はあまり変化しない
- 3 気温が高くなるにつれて音速は遅くなったり速くなったりする

(キ), (ク), (サ)の解答群

- 0 $\frac{V - r\omega}{V + r\omega} f$ 1 $\frac{V}{V + r\omega} f$ 2 $\frac{V}{V + \frac{r\omega}{2}} f$
- 3 $\frac{V}{V + \frac{r\omega}{\sqrt{5}}} f$ 4 f 5 $\frac{V}{V - \frac{r\omega}{\sqrt{5}}} f$
- 6 $\frac{V}{V - \frac{r\omega}{2}} f$ 7 $\frac{V}{V - r\omega} f$ 8 $\frac{V + r\omega}{V - r\omega} f$

(ク)の解答群

0	0	1	$\frac{1}{\sqrt{5}}$	2	$\frac{1}{2}$	3	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	4	$\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{5}}$
5	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	6	$\frac{2}{\sqrt{5}}$	7	1				

(コ), (シ)の解答群

00	0	01	$\frac{\pi}{5}$	02	$\frac{\pi}{4}$	03	$\frac{\pi}{3}$	04	$\frac{\pi}{2}$
05	$\frac{2\pi}{3}$	06	$\frac{3\pi}{4}$	07	π	08	$\frac{5\pi}{4}$	09	$\frac{4\pi}{3}$
10	$\frac{3\pi}{2}$	11	$\frac{5\pi}{3}$	12	$\frac{7\pi}{4}$	13	$\frac{9\pi}{5}$		

(ズ), (セ)の解答群

