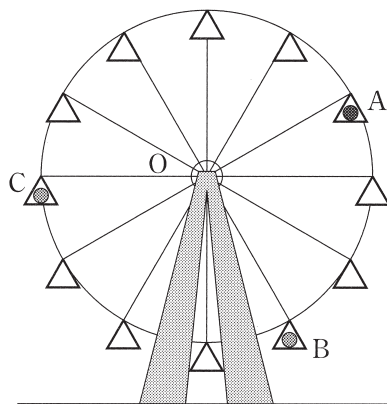


物 理

- I にあてはまる最も適当なものを対応する解答群の中から一つずつ選べ。ただし、 コ と サ は該当する番号をすべて選んでマークすること。

図のように、定点 O を中心とした半径 r の円周上に質量の等しいカゴが 12 個等間隔に備えつけられた観覧車がある。重力加速度の大きさは g 、カゴの床は常に水平に保たれており、カゴの大きさに比べて r はじゅうぶん大きいものとして、以下の問題に答えよ。



- (1) 観覧車を時計の文字盤に見立てて、'2時'の位置にあるカゴに質量 m のおもり A を、'5時'と'9時'の位置にあるカゴに質量 M のおもり B と C をそれぞれ載せたところ、観覧車は回転せずにつりあった。ただし、観覧車は自由に回転できる状態にあるとする。

おもりが無い場合とくらべて、3つのおもりをカゴに載せたときは、点 O において観覧車の可動部を支える垂直抗力の大きさが ア する。

観覧車におよぼされる点 O のまわりの力のモーメントの大きさは、おもり A からの寄与が イ ，おもり B からの寄与が ウ ，おもり C からの寄与が エ である。

観覧車が回転しないという条件を考慮すると、 $M =$ オ $\times m$ が成り立つ。

ア の解答群

- | | |
|---|---|
| <p>① $mg + 2Mg$ だけ減少</p> <p>③ $\frac{1}{2}mg + \frac{3}{2}Mg$ だけ減少</p> <p>⑤ $mg + 2Mg$ だけ増加</p> <p>⑦ $\frac{1}{2}mg + \frac{3}{2}Mg$ だけ増加</p> | <p>② $\frac{\sqrt{3}}{2}mg + \frac{3}{2}Mg$ だけ減少</p> <p>④ $-\frac{1}{2}mg + \frac{3}{2}Mg$ だけ減少</p> <p>⑥ $\frac{\sqrt{3}}{2}mg + \frac{3}{2}Mg$ だけ増加</p> <p>⑧ $-\frac{1}{2}mg + \frac{3}{2}Mg$ だけ増加</p> |
|---|---|

, , の解答群

- ① mgr ② $\frac{1}{2}mgr$ ③ $\frac{\sqrt{3}}{2}mgr$ ④ $\frac{3}{2}mgr$ ⑤ Mgr
 ⑥ $\frac{1}{2}Mgr$ ⑦ $\frac{\sqrt{3}}{2}Mgr$ ⑧ $\frac{3}{2}Mgr$ ⑨ 0

の解答群

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ③ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ④ $\frac{2\sqrt{3}}{2}$ ⑤ $\frac{3}{2}$
 ⑥ $\sqrt{3}$ ⑦ 2 ⑧ $1 + \frac{\sqrt{3}}{2}$ ⑨ $1 - \frac{\sqrt{3}}{2}$

(2) 次に、設問(1)で述べた3つのおもりを載せたまま、カゴが点Oを中心として一定の角速度 $\omega (> 0)$ (rad/s)で円運動するように、観覧車の可動部を反時計まわりに回転させた。観覧車外部の地面に観測者Pが静止しており、おもりAを載せたカゴには観測者Qが乗っている。また、おもりA、Bとカゴの床の間には摩擦力がはたらき、その静止摩擦係数はそれぞれ μ_0 、 μ であるとする。観覧車が動きはじめても、おもりAはカゴの床を滑ることなく床上の1点にとどまり続けたが、おもりBは、Bを載せたカゴが‘3時’の位置を通過後 a/ω (s)経過した瞬間に床を滑りはじめた。

観測者Pから見たAの加速度の大きさは , 向きは であり、観測者Qから見てAにはたらくように見える遠心力の大きさは $m \times$, 向きは である。また、おもりAがカゴの床面から受ける垂直抗力の大きさは , 摩擦力の大きさは である。

おもりが床から浮き上がらないために角速度 ω の満たす条件は、 である。おもりBとカゴの床の間にはたらく摩擦力の静止摩擦係数は である。

, の解答群

- ① $r\omega$ ② $r^2\omega$ ③ $r\omega^2$ ④ $r^2\omega^2$ ⑤ $\frac{r\omega}{2}$
 ⑥ $\frac{r^2\omega}{2}$ ⑦ $\frac{r\omega^2}{2}$ ⑧ $\frac{r^2\omega^2}{2}$ ⑨ 0

, の解答群

- ① Oから‘3時’の位置に向かう水平方向 ④ 鉛直上向き
 ② Oから‘9時’の位置に向かう水平方向 ⑤ OからAに向かう方向
 ③ 鉛直下向き ⑥ AからOに向かう方向
 ⑦ 12個のカゴがついた円のAの位置における接線方向

コ, サ の解答群

- ① A を載せたカゴが '3時' の位置にあるとき最大
- ② A を載せたカゴが '3時' の位置にあるとき最小
- ③ A を載せたカゴが '6時' の位置にあるとき最大
- ④ A を載せたカゴが '6時' の位置にあるとき最小
- ⑤ A を載せたカゴが '9時' の位置にあるとき最大
- ⑥ A を載せたカゴが '9時' の位置にあるとき最小
- ⑦ A を載せたカゴが '12時' の位置にあるとき最大
- ⑧ A を載せたカゴが '12時' の位置にあるとき最小
- ⑨ A を載せたカゴの位置に依らず一定

シ の解答群

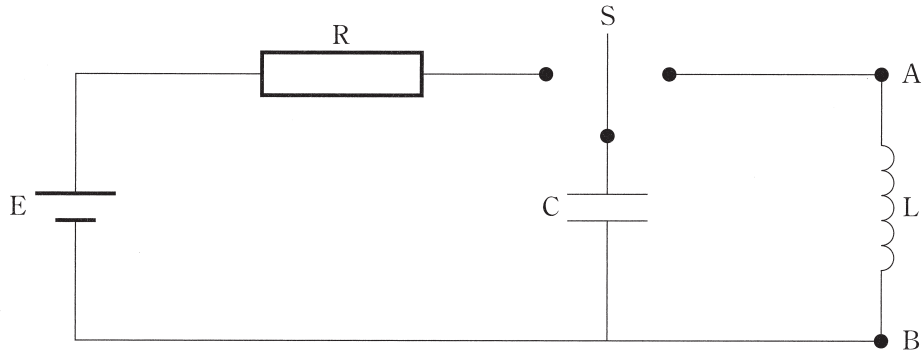
- ① $\omega > 2\pi\sqrt{\frac{g}{r}}$
- ② $\omega \leq 2\pi\sqrt{\frac{g}{r}}$
- ③ $\omega > 2\pi\sqrt{\frac{r}{g}}$
- ④ $\omega \leq 2\pi\sqrt{\frac{r}{g}}$
- ⑤ $\omega > \sqrt{\frac{g}{r}}$
- ⑥ $\omega \leq \sqrt{\frac{g}{r}}$
- ⑦ $\omega > \sqrt{\frac{r}{g}}$
- ⑧ $\omega \leq \sqrt{\frac{r}{g}}$

ス の解答群

- ① $\frac{r\omega^2}{g} \sin \alpha$
- ② $\frac{r\omega^2}{g} \cos \alpha$
- ③ $\frac{r\omega^2}{g} \tan \alpha$
- ④ $\frac{r\omega^2 \sin \alpha}{g + r\omega^2 \cos \alpha}$
- ⑤ $\frac{r\omega^2 \sin \alpha}{g - r\omega^2 \cos \alpha}$
- ⑥ $\frac{r\omega^2 \cos \alpha}{g + r\omega^2 \sin \alpha}$
- ⑦ $\frac{r\omega^2 \cos \alpha}{g - r\omega^2 \sin \alpha}$
- ⑧ $\frac{r\omega^2}{g + r\omega^2 \tan \alpha}$
- ⑨ $\frac{r\omega^2}{g - r\omega^2 \tan \alpha}$

II にあてはまる最も適当な数値をマークすること。

図のように抵抗値 $1.0 \times 10^4 \Omega$ の抵抗 R, 容量 $2.0 \times 10^{-8} \text{F}$ のコンデンサー C, 自己インダクタンス $8.0 \times 10^{-4} \text{H}$ のコイル L および起電力 4.0 V の電池 E からなる回路がある。最初コンデンサーは充電されていないとして以下の問題に答えよ。



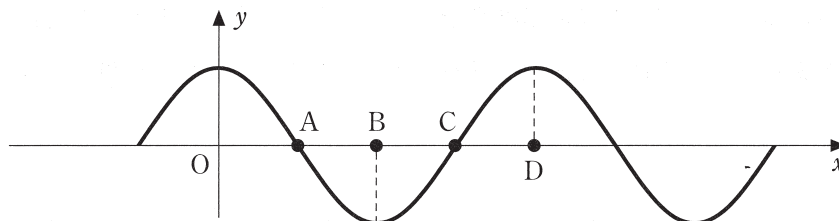
スイッチ S を左側に入れしばらく時間が経過した。コンデンサーに蓄えられている電気量とエネルギーはそれぞれ ア . イ $\times 10^{-$ ウ C , エ . オ $\times 10^{-$ カ J である。また、抵抗 R で生じるジュール熱の総量は キ . ク $\times 10^{-$ ケ J となる。

その後、スイッチ S を右側に切り替えた。スイッチを右側に切り替えた後、A から B に向かう電流が最初に最大になる時間を T_1 とすると、 $\frac{T_1}{2\pi} =$ コ . サ $\times 10^{-$ シ s となる。このとき、A から B に向かう電流の値は ス . セ $\times 10^{-$ ツ A である。また、スイッチ S を右側に切り替えた後、A に対する B の電位が最初に最大になる時間を T_2 とすると、

$\frac{T_2}{2\pi} =$ タ . チ $\times 10^{-$ ツ s となる。時間 T_2 のとき、コイルに蓄えられているエネルギーは テ . ト J である。

Ⅲ にあてはまる最も適当なものを、対応する解答群の中から1つずつ選べ。ただし、 オ ~ ケ には、最も適当な数値をマークすること。

(1) 下図は、 x 軸の正の向きに進行する縦波のある時刻における媒質の変位 y を、波の進行方向を正として横波表示したものである。



位置 A から D のうち、媒質の密度が最大である点は ア であり、最小である点は イ である。また、媒質の変位の大きさが最大である点は ウ であり、媒質の振動の速度が最大である点は エ である。

ア , イ , ウ , エ の解答群

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ A, C
 ⑥ B, D ⑦ A, B ⑧ C, D ⑨ A, B, C, D

(2) 2点 S_1 と S_2 に置かれた 2 つの音源において同じ波長で大きさの等しい音を逆位相で発生させた。音の波長を λ 、2 つの音源の距離を 4.5λ とする。直線 S_1S_2 に平行で直線 S_1S_2 から距離 λ だけ離れた直線上において、音が弱め合う位置は オ 箇所である。

(3) 容器の底に小さな光源を置き、光源の真上 0.100 m のところに焦点距離 0.060 m の薄い凸レンズを、光軸が鉛直方向となるように置いた。空気の屈折率を 1.0 とする。

この容器に、屈折率 1.5 の透明な液体を底から 0.030 m の高さまで入れたところ、レンズの上方 カ . キ $\times 10^{- ク}$ m のところに、光源の大きさの ケ . コ 倍の像ができた。

IV にあてはまる最も適当な数値をマークすること。問題(2)で解答が分数形の部分では既約分数(それ以上約分できない分数)の形で表すこと。気体定数を $R = 8.31 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とする。

(1) 断熱材でできた容器に 1.0 気圧, 300 K の単原子分子理想気体 1.0 mol が入っている。この容器は可動式のピストンで体積を変えることができる。この容器に温度 900 K の金属 1.0 mol を入れて気体と接触させ、じゅうぶん時間がたつと気体と金属の温度は等しくなった。次の(a), (b)の2つの場合について、熱平衡後の温度を求めよ。ただし、金属 1.0 mol あたりの比熱は気体定数の 3.0 倍であり、金属の体積は無視できるとする。また、金属と気体は化学変化を起こさないとする。

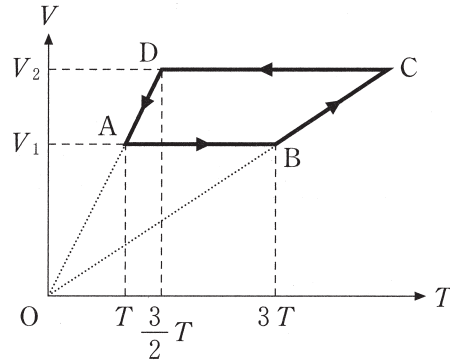
(a) ピストンを固定して、体積を一定に保った場合は、熱平衡状態での気体の温度は

. $\times 10^{\text{ウ}}$ K であり、容器内の圧力は . 気圧である。

(b) ピストンが自由に動けるようにして、容器内の圧力を 1.0 気圧に保った場合は、熱平衡状態

での気体の温度は . $\times 10^{\text{ク}}$ K であり、容器の体積は始めの . 倍である。

- (2) 図のように、単原子分子理想気体が $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ という状態変化をする。始めの状態 A の圧力を p_1 [Pa]、体積を V_1 [m^3]、状態 C の体積を V_2 [m^3] とする。また、状態 A の温度を T [K]、状態 B の温度を $3T$ [K]、状態 D の温度を $\frac{3}{2}T$ [K] とする。



- (a) 状態 B の圧力は $\times p_1$ 、状態 C の体積は $\frac{\text{シ}}{\text{ス}} \times V_1$ 、状態 C の温度は

$\frac{\text{セ}}{\text{ソ}} \times T$ である。

- (b) A から B への過程で気体が吸収した熱量を Q とすると、B から C への過程で気体が吸収した熱量は $\frac{\text{タ}}{\text{チ}} \times Q$ である。また、1 サイクルの間に気体が外部にした仕事は

$\frac{\text{ツ}}{\text{テ}} \times Q$ である。このサイクルを熱機関だとみなしたとき、熱効率は $\frac{\text{ト}}{\text{ナニ}}$ で

ある。