

# 熊本大学

## 物理

### 問題

#### 2018年度入試

【学部】	理学部、医学部、薬学部、工学部
【入試名】	前期日程
【試験日】	2月25日



「過去問ライブラリーは、(株)旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株)旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】8/1 【2018年】4/24、9/20 【2019年】6/20

**1** 図1のように、長さ  $l$  の軽い糸に取りつけた質量  $m$  の質点Aが、水平面内を速さ  $v_0$  で等速円運動をしている。糸の他端は水平な天井の点Oに固定され、糸と鉛直方向とのなす角は  $\theta$  であった。重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の問いに答えよ。

(問1) 糸に作用している張力の大きさ  $F$  を  $m, g, \theta$  を用いて表せ。

(問2)  $v_0$  を  $l, g, \theta$  を用いて表せ。

図2のように、一端を点Oに固定した長さ  $l$  の軽い糸に質量  $m$  の質点Bを取りつけ、Oから距離  $l$  離れた天井から、Bを鉛直下向きにAと同じ速さ  $v_0$  で打ち出した。そうすると、AとBは合体して質量  $2m$  の質点Cとなった。以下の問いに答えよ。

(問3) BがAと合体する直前のBの速さ  $v_B$  を  $l, g, \theta$  を用いて表せ。

(問4) BがAと合体した直後のCの速さ  $v_C$  を  $l, g, \theta$  を用いて表せ。

(問5) AとBの合体で失われる力学的エネルギー  $K$  を  $m, l, g, \theta$  を用いて表せ。

(問6) 合体したCは、その後天井に衝突した。Cが天井と衝突する直前のCの速さ  $v_1$  を  $l, g, \theta$  を用いて表せ。

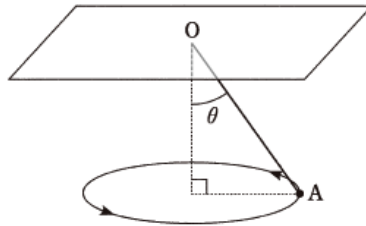


図1

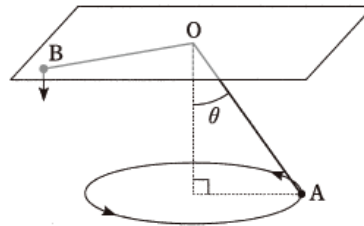


図2

**2** 図のように、4つの抵抗、2つの直流電源、2つのスイッチ  $S_1, S_2$ 、コンデンサーCからなる電気回路を考える。各抵抗の抵抗値と直流電源の起電力は図に示す通りで、最初  $S_1, S_2$  は開いており、Cには電荷がなかったものとする。図の各電流  $I_1, I_2, I_3, I_4$  は、矢印の向きを正の方向とする。このとき、導線の抵抗、直流電源の内部抵抗は無視できるものとし、以下の問いに答えよ。

(問1)  $I_1$  を  $R$  と  $E$  を用いて表せ。

次に、 $S_2$  を開いた状態で、 $S_1$  を閉じた場合を考える。

(問2)  $I_1, I_2, I_3$  の間に成り立つ関係式は「ア」の第1法則と呼ばれる。「ア」に当てはまる語句を答えよ。さらに、「ア」の第1法則により成り立つ  $I_1, I_2, I_3$  の関係式を記せ。

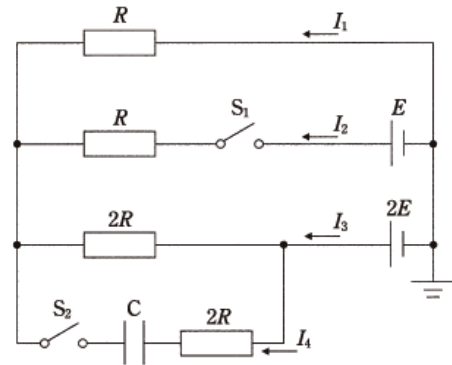
(問3)  $I_2$  を  $R$  と  $E$  を用いて表せ。

次に、 $S_1$  を閉じた状態で、 $S_2$  も閉じる場合を考える。

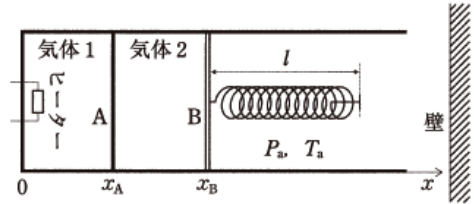
(問4)  $S_2$  を閉じた瞬間の  $I_4$  を  $R$  と  $E$  を用いて表せ。ただし、 $S_2$  を閉じた瞬間、Cは抵抗値が0の導線とみなすことができる。

最後に、 $S_1$  および  $S_2$  を閉じ、 $I_4$  が0となるまで十分に時間が経過した後、 $S_1$  を開く場合を考える。

(問5)  $S_1$  を開いた瞬間の  $I_4$  を  $R$  と  $E$  を用いて表せ。ただし  $S_1$  を開いた瞬間、Cの両極の電位差は  $S_1$  を開く直前の電位差を保っているとする。



3 図のように、断熱材でできた断面積  $S$  のシリンダー内に、仕切り板 A で隔てられて単原子理想気体 1 と単原子理想気体 2 が閉じ込められている。A は断熱材でできており、気体 2 と外気の間には熱を通す仕切り板 B がある。A と B は気密性を保ちながら傾くことなく、図の左右に滑らかに動く。気体 1 はヒーターにより加熱でき、一方 B の外気側には、ばね定数が  $k$  で自然長が  $l$  のばねがつけられている。シリンダーは固定されており、その左端を原点としてシリンダーに沿って  $x$  軸をとる。また、図のようにシリンダーの右側には動かない壁がある。外気の圧力は  $P_a$  で、絶対温度は  $T_a$  である。



はじめの【状態Ⅰ】では、圧力および絶対温度は気体 1 と気体 2 で同じで、それぞれ  $P_a$ ,  $T_a$  である。その時 A と B は、それぞれ  $x_A=L$ ,  $x_B=2L$  の位置にあり、ばねの先端は壁から距離  $L$  だけ離れている。

次に、ヒーターで気体 1 をゆっくりと加熱すると A と B はゆっくりと移動し、B の位置が  $x_B=3L$  となり、ばねの先端が壁に接した。この状態を【状態Ⅱ】とする。

さらに、ヒーターで気体 1 をゆっくりと加熱すると、A と B はゆっくりと移動し、B の位置が  $x_B=4L$  となった。この状態を【状態Ⅲ】とする。

気体定数を  $R$  とし、仕切り板の厚さ、ばねの重さ、ヒーターの体積は無視できる。また、ばねは  $x$  軸に平行な伸縮以外の変形をすることはなく、 $l$  は  $L$  に比べて十分大きいとする。

$R$ ,  $L$ ,  $S$ ,  $P_a$ ,  $T_a$ ,  $k$  のうち、必要なものを用いて以下の問いに答えよ。

- (問 1) 気体 1 と気体 2 の物質量を求めよ。  
 (問 2) 【状態Ⅱ】での A の位置と気体 1 の絶対温度を求めよ。  
 (問 3) 【状態Ⅰ】から【状態Ⅱ】へ変わる間に気体 1 と気体 2 がする仕事を求めよ。  
 (問 4) 【状態Ⅰ】から【状態Ⅱ】へ変わる間に気体 1 に加えられた熱量を求めよ。  
 (問 5) 【状態Ⅲ】での気体 1 と気体 2 の圧力を求めよ。  
 (問 6) 【状態Ⅲ】での気体 1 と気体 2 の絶対温度は、それぞれ、 $T_a$  の何倍になるか答えよ。