

令和7年度入学者選抜試験問題

理学部 理学科
医学部 医学科

理 科

(物 理)

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は1ページから6ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁，解答用紙の汚れなどに気が付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって，解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。
大学受験番号が正しく記入されていない場合は，採点されないことがあります。
- 5 **第1問，第2問，第3問の3問**を解答してください。
- 6 解答用紙の注意事項をよく読み，指示にしたがって解答してください。
- 7 問題を解く際の計算があれば，途中計算も解答用紙に書いてください。
- 8 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

第1問 重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ。なお、小球やばねに働く空気抵抗、ばねの質量、小球の大きさは無視できるものとする。

ばね定数 k_1 のばね1の一端を天井に固定し、他端に質量 m の小球を静かにつるすと図1(a)のようにばねが伸びてつり合った。その後、図1(b)のように小球を引いてつり合いの位置から a_0 だけばねが伸びたところで静かにはなすと、小球はつり合いの位置を中心として鉛直方向に振幅 a_0 の単振動を始めた。

問1 つり合いの位置においてばね1の伸びを求めよ。

問2 力学的エネルギー保存の法則を用いて小球がつり合いの位置を通るときの速さを求めよ。

問3 小球がつり合いの位置から鉛直下向きに y だけ変位していたとき、小球にはたらく力を求めよ。なお小球の変位 y は鉛直下向きを正とする。

問4 小球の加速度の大きさの最大値を求めよ。

問5 単振動の周期を求めよ。

ばね定数 k_1 のばね1の下にばね定数 k_2 のばね2をつなぎ、上端を天井に固定し、ばね2の下に質量 m の小球を取り付けて静かにつるすと図2(a)のようにばねが伸びてつり合った。その後、図2(b)のように小球を引いてつりあいの位置から a_0 だけばねが伸びたところで静かにはなすと、小球はつり合いの位置を中心として鉛直方向に振幅 a_0 の単振動を始めた。

問6 つり合いの位置においてばね1とばね2の伸びを求めよ。

問7 ばね1とばね2の全体を1本のばねと考える。このばねのばね定数を k_1 と k_2 を用いて表せ。

問8 単振動の周期を求めよ。

問9 小球がつり合いの位置を通るときの速さは、ばね定数 k_1 のばね1本の場合(図1)と比べて何倍か求めよ。

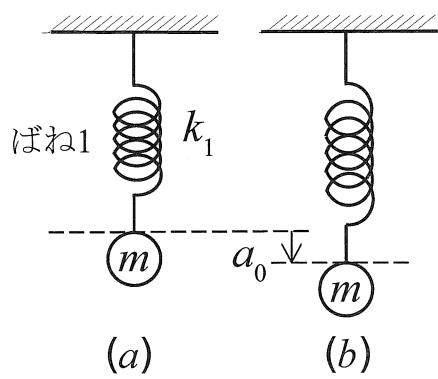


図 1

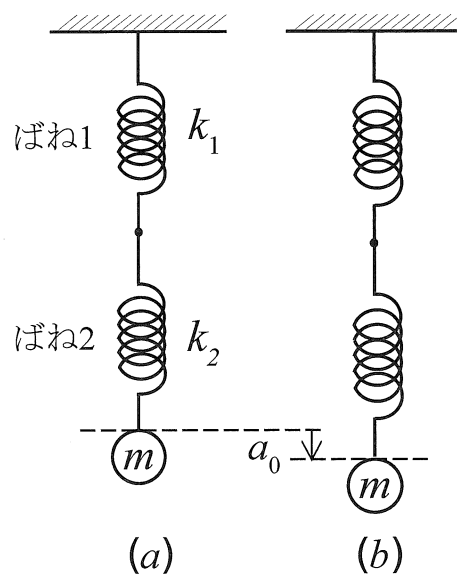


図 2

第2問 図に示された実験装置がある。 $y = 0$ 面と平行に設置された間隔 d の極板 A と極板 B に電圧 V が加えられており、両極板には粒子が通過できるように小さな穴が開けられている。 $y = 0$ 面には小さな穴が開いた板があり、極板を通過してきた荷電粒子はこの穴を通過して $y > 0$ の領域に進入することができる。 $y > 0$ の領域には紙面垂直に手前から奥に向かって磁束密度 B の一様な磁場 (磁界) が存在している。

極板 A の穴に質量 m 、電気量 $-q$ ($q > 0$) の荷電粒子を静かに置いたとして以下の問いに答えよ。

問1 極板 A と極板 B の間の電場 (電界) の大きさと向きを答えよ。

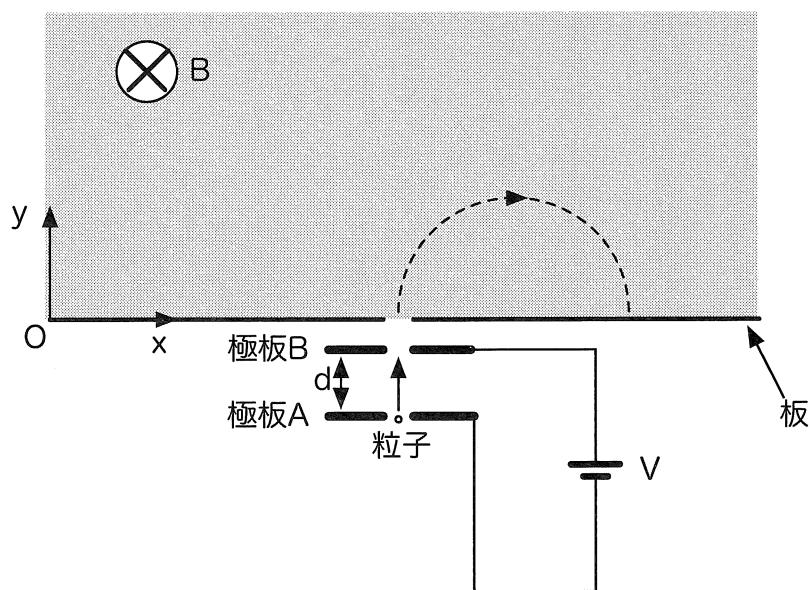
問2 極板 B を通過した直後の荷電粒子の速さを求めよ。

問3 $y > 0$ の領域に進入した後の荷電粒子が受けるローレンツ力の大きさを答えよ。

問4 荷電粒子は、最終的に板に衝突する。衝突直前の荷電粒子の速さを求めよ。板に開けられた穴と衝突した位置との間の距離も求めよ。

問5 以下の3種類の粒子に対して、同じ電圧と磁場で実験を行った。問4で求めた場所と同じ位置に衝突するのはどの粒子か答えよ。

- 粒子1: 質量 $2m$, 電気量 $-q$
- 粒子2: 質量 m , 電気量 $-2q$
- 粒子3: 質量 $2m$, 電気量 $-2q$



第3問 図1のように、真空中に高さ L [m] の円筒容器を鉛直に立て、滑らかに動くピストンで物質 n [mol] の単原子分子理想気体を密封する。ピストンの断面積は S [m²] であり、質量と厚みは無視できる。円筒容器とピストンは断熱材でできており、容器の底に設置された体積と熱容量が無視できるヒーターにより気体を加熱できる。はじめに質量 m [kg]、高さ $\frac{L}{2}$ [m] のおもりをピストンに載せたところ、ピストンは円筒容器の底から $\frac{L}{3}$ [m] の高さで静止した。また円筒容器の上部にはこのおもりが通り抜けられる大きさの穴が空いており、質量 m [kg] のもう一つのおもりが載せられている。この状態を状態 A とし、以下のような過程で順に気体の状態を変化させた。

過程 I ゆっくりと気体を加熱すると気体の体積が増加してゆき、やがてピストン上のおもりが円筒容器上のおもりに接した (状態 B, 図2)。

過程 II 二つのおもりを載せたまま、ピストンが上昇を開始する直前まで気体を加熱した (状態 C, 図2)。

過程 III 気体をさらに加熱すると、ゆっくりとピストンが上昇した。ピストンが円筒容器の先端に達したところで加熱を止めた (状態 D, 図3)。

過程 IV ピストンに外力を加え、気体の体積が状態 B と一致するまでゆっくりと圧縮した (状態 E, 図4)。

重力加速度を g [m/s²]、気体定数を R [J/(mol·K)] とする。必要であれば、単原子分子理想気体の断熱変化では (圧力)×(体積) ^{$\frac{5}{3}$} が一定であることを使ってよい。以下の問いに答えよ。

問1 状態 A の気体の圧力 [Pa] を求めよ。

問2 状態 A の気体の絶対温度 [K] を求めよ。

問3 過程 I, II, III, IV の各々が等温、断熱、定圧、定積変化のいずれか答えよ。

問4 過程 I で気体がした仕事 [J] を求めよ。

問5 過程 I における気体の内部エネルギーの変化 [J] を求めよ。

問6 過程 I でヒーターから気体が吸収した熱量 [J] を求めよ。

問7 過程 II でヒーターから気体が吸収した熱量 [J] を求めよ。

問8 気体の絶対温度は、状態 A に比べて状態 D で何倍になったか求めよ。

問9 状態 E の気体の圧力 [Pa] を求めよ。

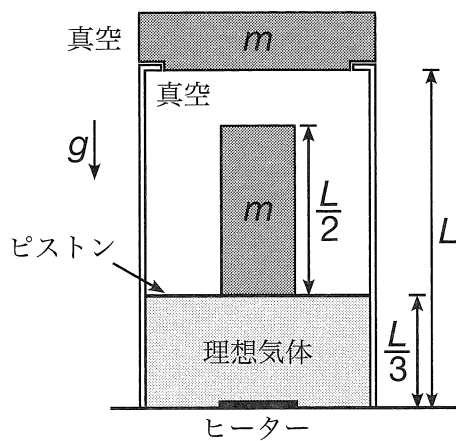


図1 状態A

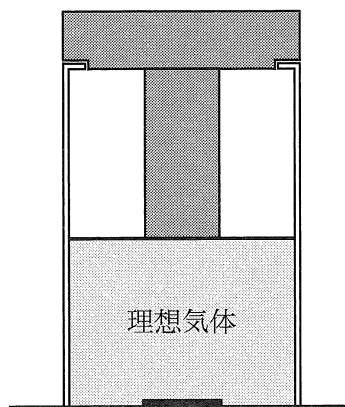


図2 状態B, C

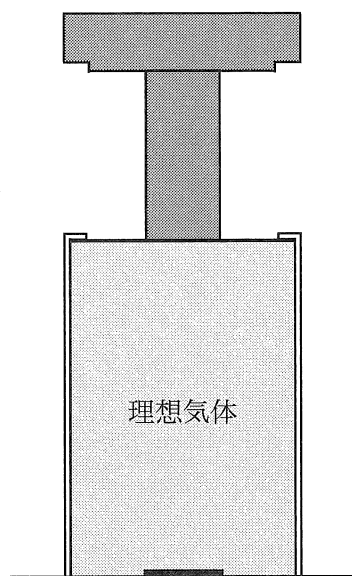


図3 状態D

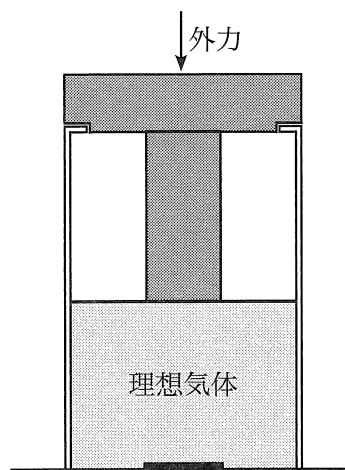


図4 状態E