

山形大学

平成31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8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 理学部受験者は第1問、第2問、第3問、第4問の4問を解答してください。
医学部受験者は第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 図のように、床から高さ H の水平でなめらかな台の端に質量 m の小球 A を置く。質量 $\frac{m}{2}$ の小球 B を速さ v で滑らせて A に衝突させたところ、B はその場で停止した。A は台から速さ v_0 で飛び出して水平距離で L だけ離れた床面に達し、はねかえった。以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度は鉛直下向きで大きさ g とし、空気の影響は無視できるものとする。また床面はなめらかで A と床面のあいだの反発係数は e とし、図のように x, y 軸を定める。

問1 v_0 を v を用いて表せ。

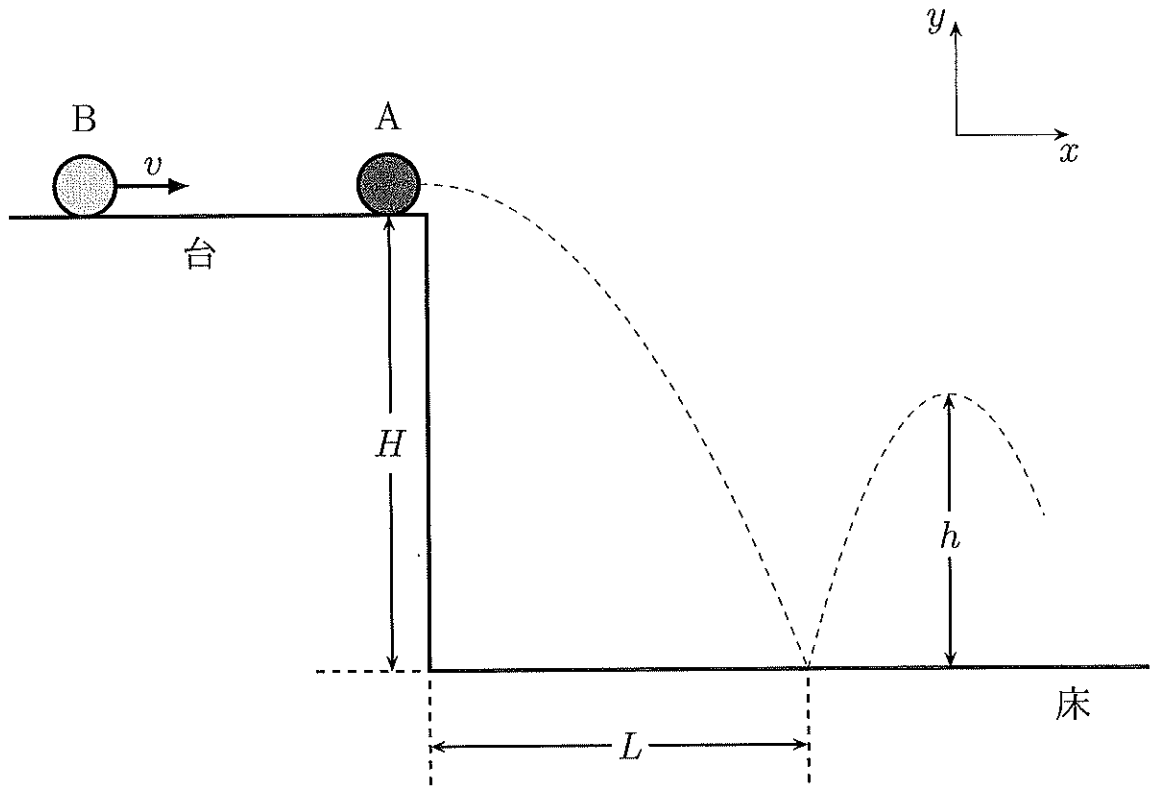
問2 A が台を飛び出してから最初に床面に達するまでにかかる時間 t を g, H を用いて表せ。

問3 $L = H$ となるときの v_0 を g, H を用いて表せ。

問4 A が最初に床面に達する直前の速度の x 成分と y 成分 v_x, v_y をそれぞれ v_0, g, H を用いて表せ。

問5 A が最初に床面からはねかえった直後の速度の x 成分と y 成分 v'_x, v'_y をそれぞれ v_x, v_y, e を用いて表せ。

問6 A がはねかえった後に達する最高点の高さ h を e, H を用いて表せ。



第2問 図のように、中心に小さな穴が開いた平行板コンデンサーが x の負の領域に置かれており、極板間には電圧 V がかかっている。コンデンサーの極板面積は S で極板間隔は d である。コンデンサーの端での電場(電界)の乱れは無視できるものとする。また $x > 0$ の領域には紙面に対して垂直に裏から表に向かって磁束密度 B の一様な磁場(磁界)がかかっている。質量 m 、電荷 $q (> 0)$ の荷電粒子がコンデンサーに開けられた穴を通過するように、 x 軸に沿って速さ v_0 で左から入射した。以下の問いに答えよ。ただし、真空の誘電率は ϵ_0 とせよ。

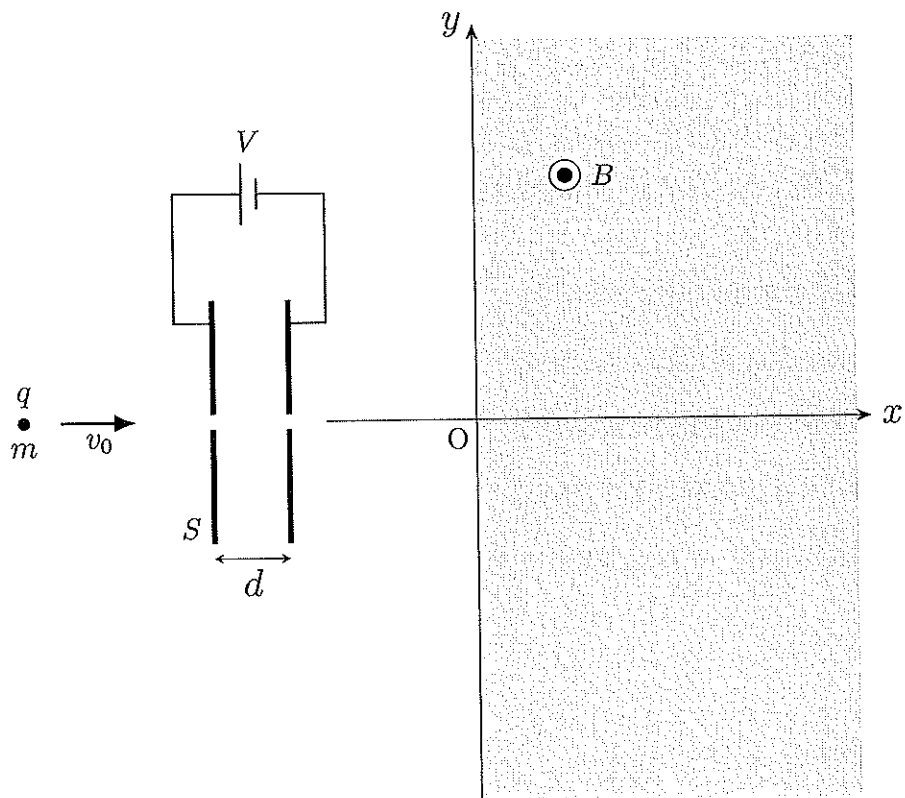
問1 コンデンサーの電気容量(静電容量)を求めよ。

問2 コンデンサーの極板間にかかっている電場の強さと向きを求めよ。

問3 コンデンサーを通過した直後の荷電粒子の速さを求めよ。

問4 荷電粒子が $x > 0$ の領域で受けるローレンツ力の大きさを求めよ。

問5 荷電粒子は原点を通過した後に、再び $x = 0$ に戻ってくる。そのときの y 座標を求めよ。



第3問 シリンダーに単原子分子理想気体を閉じこめ、図のように体積と圧力を状態 A → 状態 B → 状態 C → 状態 A と変化させる。状態 A の体積と圧力を V_0, p_0 、絶対温度を T_0 とする。状態 A → 状態 B の変化では体積が一定のまま圧力が αp_0 へ上昇し、状態 B → 状態 C の変化では圧力が一定のまま体積が βV_0 へ減少した (α, β は定数)。状態 C → 状態 A は断熱変化である。以下の問いに答えよ。ただし、最終的な答えに使うよい文字は p_0, V_0, T_0, α および β に限る。

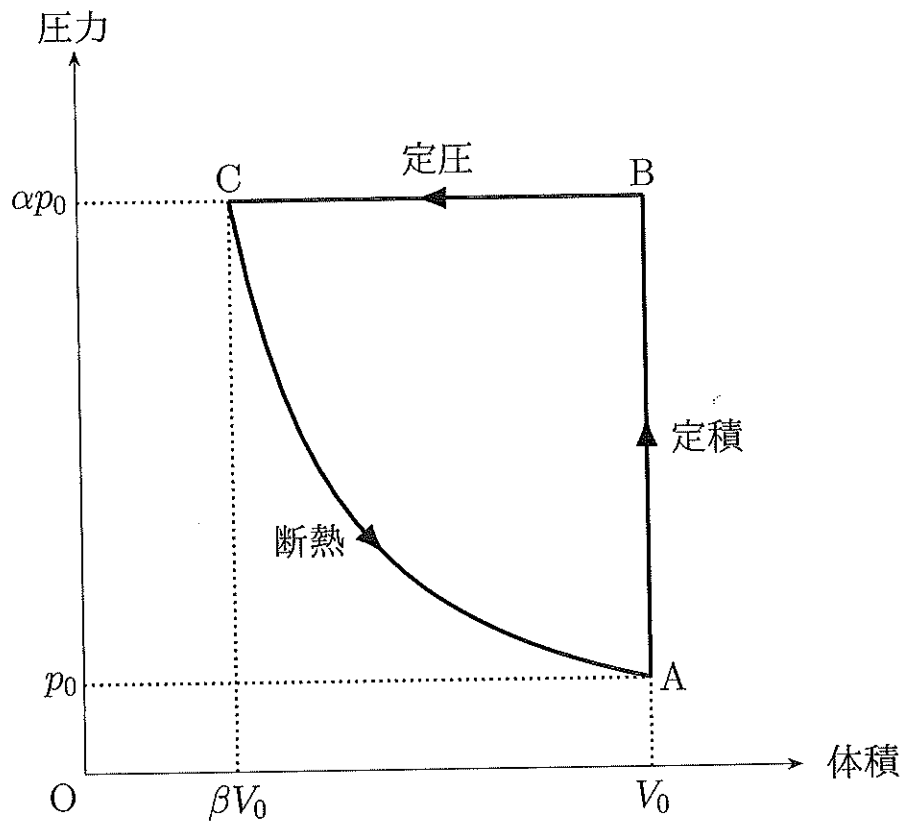
問1 状態 B と状態 C の絶対温度を求めよ。

問2 状態 A → 状態 B の定積変化について、気体がした仕事と気体が吸収した熱量を求めよ。

問3 状態 B → 状態 C の定圧変化について、気体がした仕事と気体が吸収した熱量を求めよ。

問4 状態 C → 状態 A の断熱変化について、気体がした仕事と気体が吸収した熱量を求めよ。

問5 全過程 A → B → C → A について、気体がした正味の仕事と内部エネルギーの変化を求めよ。



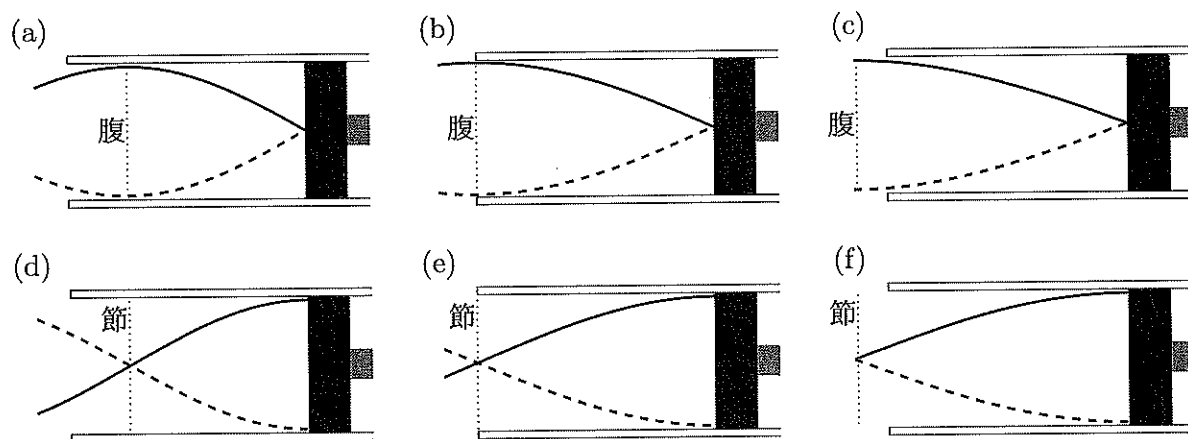
第4問 右図のように、位置をかえることのできる反射板をもつ気柱共鳴管の管口付近におんさを置く。おんさを鳴らし、反射板を管口 ($x = 0 \text{ cm}$) からゆっくりと離していくと反射板の位置によって共鳴が生じる。最初の共鳴が起きる反射板の位置を x_1 、2回目の共鳴が起きる位置を x_2 とする。

振動数 1700 Hz のおんさを使い共鳴の起きる反射板の位置を測定したところ、 $x_1 = 4.1 \text{ cm}$ 、 $x_2 = 14.3 \text{ cm}$ が得られた。以下の問いに答えよ。

問1 管内を伝わる音波の波長は何 cm か。

問2 反射板を x_2 の位置からさらに離す時、3回目の共鳴が起きる位置 x_3 [cm] を求めよ。

問3 気柱共鳴管に生じる定常波について、反射板が x_1 の位置にある時の様子をあらわす適当なものを以下の (a) ~ (f) のうちからひとつ選び、その理由を述べよ。ただし、実線と破線のグラフは音波の変位を示している。



問4 管内を伝わる音波の音速は何 m/s か。

