

大分大学

物理

問題

2014年度入試

【学部】	医学部
【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 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。ただし、解答欄には最終結果だけでなく、解答にいたる過程の説明を必ず記入しなさい。

質量 m_A の物体 A および質量 m_B の物体 B をそれぞれ長さ l の糸で固定点 O と結ぶ。固定点 O を原点として、水平方向、鉛直方向をそれぞれ、 x 軸、 y 軸とする。物体 A を鉛直下方向から角度 θ をなす位置 $(-l \sin \theta, -l \cos \theta)$ まで持ち上げた(図 I-1)。静かに手を放すと、物体 A は糸がたるむことなく固定点 O からつり下げられ静止している物体 B と衝突した。糸の質量や空気抵抗はなく、長さの変化もない。物体 A と物体 B の大きさは無視することができる。重力加速度は g 、2つの物体の間のはねかえり係数を e とする。

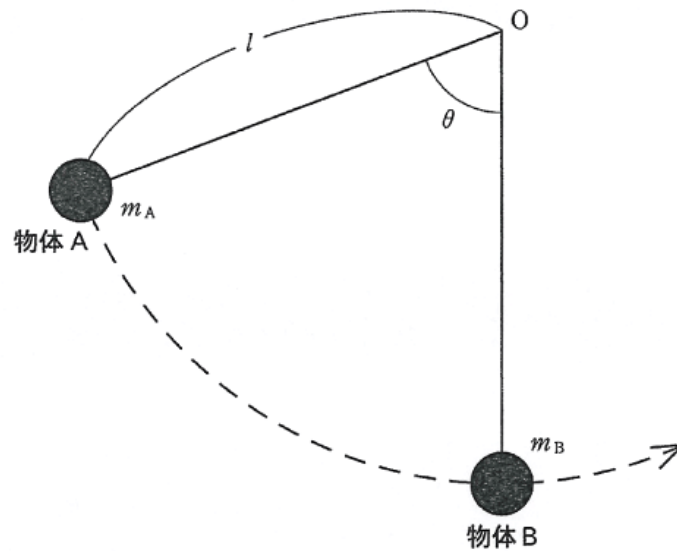
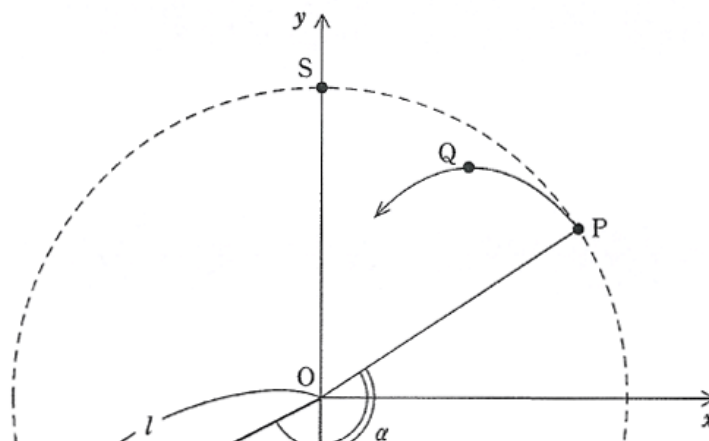


図 I-1

- (1) 物体 B と衝突する直前の物体 A の速さ v_A を求めなさい。
 (2) 物体 A と衝突した直後の物体 B の速さ v_B を求めなさい。

(ケース 1)

物体 A と衝突後、物体 B は円軌道を運動したが、鉛直方向に対し糸の角度が α ($\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$) になった点 P を通過した瞬間、糸がたるみ始め、円軌道からはずれ、最高点 Q (X_Q, Y_Q) を通過した(図 I-2)。その後、物体 B は運動を続け再び糸が張った状態となった。



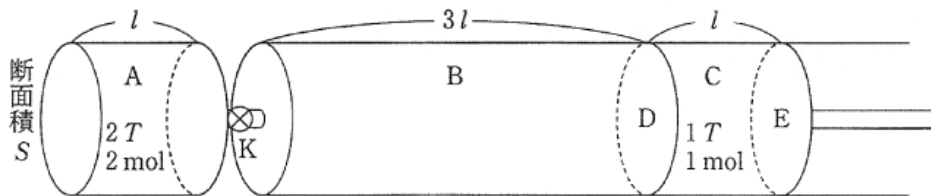
- 2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。ただし、解答欄には最終結果だけでなく、解答にいたる過程の説明を必ず記入しなさい。

図Ⅱ-1のように、断熱材でできたピストンEのついた容器と容器AがコックKのついた細管で接続されている。ピストンEのついた容器は熱を通すことのできる仕切板Dによって内部が領域BとCに区切られており、ピストンEと仕切板Dは気密性を保ったまま、なめらかに動くことができる。ピストンEおよび仕切板Dの断面積は S で、容器Aおよび領域B、Cの断面積も S で、容器Aの長さは l である。また、容器A、領域BおよびCのまわりは断熱材で囲まれており、熱の出入りはない。また、仕切板DとピストンEの熱容量および質量は無視でき、気体定数は R とする。定積モル比熱を C_v 、定圧モル比熱を C_p と表すと比熱比は $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ と表され、単原子分子理想気体では $\gamma = \frac{5}{3}$ となり、気体の圧力と体積をそれぞれ p 、 V とすると理想気体の断熱変化では pV^γ は一定となる。

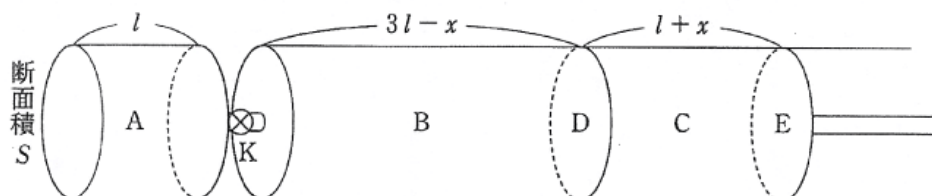
はじめ仕切板Dには、断熱材がはめられており、この状態では仕切板Dを通じて熱の出入りはない。また、仕切板Dは動くことができず、ピストンEも固定されており、このとき領域Bの長さは $3l$ 、領域Cの長さは l で、コックKは閉じられている。

以下の(ア)~(エ)の操作を行ったときの熱量、仕事、内部エネルギーについて考察する。

- (ア) 容器Aには絶対温度 $2T$ 、 2 mol の単原子分子理想気体が入っており、領域Bは真空であった。また、領域Cには絶対温度 T 、 1 mol の単原子分子理想気体が入っている。
- (イ) コックKをゆっくり開いたところ、容器A内にあった理想気体が領域B内に拡散した。しばらくして熱平衡状態に達したが、容器Aおよび領域B内の気体の絶対温度は $2T$ のままであった。なお、この後の操作ではコックKは開いたままとする。
- (ウ) 仕切板Dの断熱材をとり、仕切板Dがなめらかに動くことができるようにし、仕切板Dを通じて熱の移動が可能な状態でじゅうぶんに時間をおくと図Ⅱ-2に示すように仕切板Dが距離 x だけ移動した。ただし、このときピストンEは固定されており移動することはない。
- (エ) ピストンEに外力を加え、ゆっくりと押し込んでいくと図Ⅱ-3に示すように仕切板Dがシリンダーの端に移動し、ちょうど領域Bの体積が0となったときピストンを止めた。



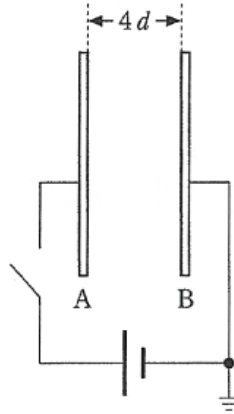
図Ⅱ-1



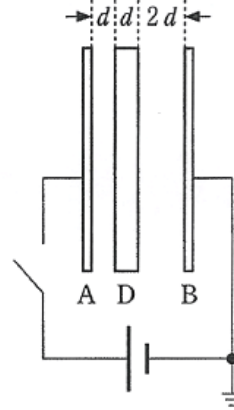
図Ⅱ-2

3-1

極板 A, B の平行板コンデンサー, 起電力 V の電池, そして金属板 D がある。A, B の面積は S で極板間距離は $4d$ である。D の面積は S , 厚さは d である。コンデンサーおよび金属板にははじめ電荷は与えられていない。操作(a), (b), (c)を順番に行った。以下の各問に答えなさい。ただし, 操作は真空中で行われた。真空の誘電率を ϵ_0 とする。



図Ⅲ-1

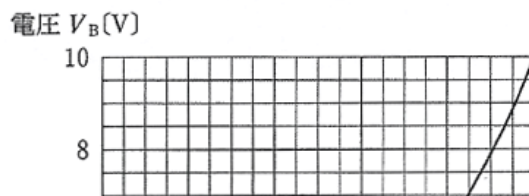


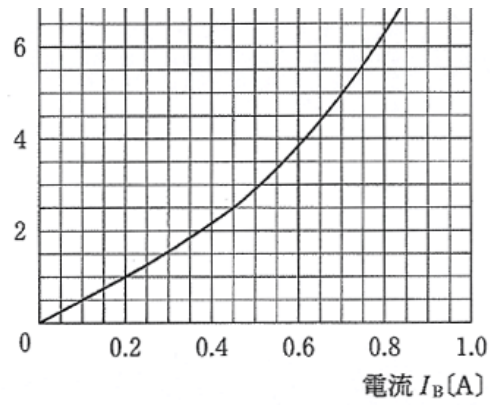
図Ⅲ-2

- (a) 図Ⅲ-1のように, 極板 B を接地したコンデンサー, 電池, スイッチからなる回路を作った。スイッチを閉じてじゅうぶん時間がたった後スイッチを開いた。
- (1) 極板 B にたくわえられた電気量を符号も考慮して求めなさい。
 - (2) 極板間の電場の大きさを求めなさい。また, その向きも示しなさい。
 - (3) コンデンサーにたくわえられた静電エネルギーを求めなさい。
- (b) 次にスイッチを開いて電荷がたくわえられた状態にしたまま, 図Ⅲ-2のように金属板 D をコンデンサーの中に極板 A と平行に距離 d だけ離して置いた。
- (4) AB 間における電位を A からの距離の関数としてグラフに描きなさい。
 - (5) AB 間における電場の大きさを A からの距離の関数としてグラフに描きなさい。
 - (6) コンデンサーにたくわえられている静電エネルギーを求めなさい。
- (c) 次に金属板 D を図Ⅲ-2の状態から $\frac{d}{2}$ だけ極板 B 側へゆっくり移動させた。
- (7) コンデンサーにたくわえられている静電エネルギーを求めなさい。

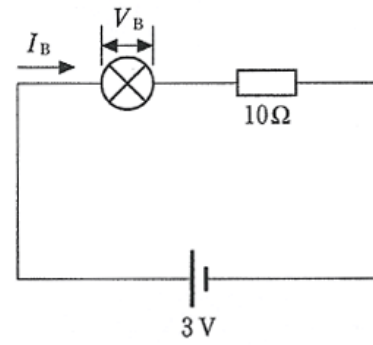
3-2

電球のフィラメントは電流が流れることによって発熱し, 抵抗の大きさが大きく変化してしまう。ある電球に流れる電流 I_B [A] と電圧降下 V_B [V] の関係を図Ⅲ-3 にグラフで示した。この電球に関する以下の各問に答えなさい。





図Ⅲ—3



図Ⅲ—4

- (1) 電球に 10 V の電圧がかかっているとき、電球の抵抗値を求めなさい。
- (2) 電球、 $10\ \Omega$ の抵抗、起電力が 3 V の定電圧電源を図Ⅲ—4 のように接続した。電球に流れる電流 I_B と電圧 V_B の関係式を求めなさい。
- (3) 図Ⅲ—4 の場合、電流と電圧の関係を示すグラフを使って電球に流れる電流 I_B と電圧 V_B を求めなさい。