

平成 26 年度大分大学個別学力試験（前期日程）

問 題 訂 正

医学部「理科（物理）」

2 ページ 1 問題文の上から 5～6 行目

【誤】 . . . 重力の加速度 . . .

【正】 . . . 重力加速度 . . .

5 ページ 問題文（8）の 1 行目

【誤】 . . . ただし、数値の指数は . . .

【正】 . . . ただし、係数の指数は . . .

5 ページ 問題文（9）の 1 行目

【誤】 . . . ただし、数値の指数は . . .

【正】 . . . ただし、係数の指数は . . .

平成 26 年度 個別学力試験 問題

理 科

(医 学 科)

解答時間 120 分

配 点 100 点

科 目	ページ数
物 理	1 ページ～7 ページ
化 学	8 ページ～13 ページ
生 物	14 ページ～20 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答してください。

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子及び解答冊子の中を見てはいけません。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入してください。ただし、表紙には受験番号も必ず記入してください。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入してください。正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
4. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページ数を上記の表に基づいて確認してください。
5. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の指定された解答欄に記入してください。
6. 解答冊子のどのページも切り離さないでください。
7. 下書きは問題冊子の余白部分を使用してください。
8. 試験時間中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁及び汚損等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。
9. 解答冊子はすべて持ち帰らないでください。
10. 問題冊子は持ち帰ってもかまいません。

物 理

1. 物理は全部で3問題あり、合計7ページあります。
2. すべての問題に解答してください。
3. 解答冊子は1問題に1ページずつ合計3ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄に記入してください。
5. 問題中の物理量は特にことわらない限り国際単位系(SI)を使って表されています。

- 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。重力の加速度は g 、2 つの物体の間のはねかえり係数を e とする。

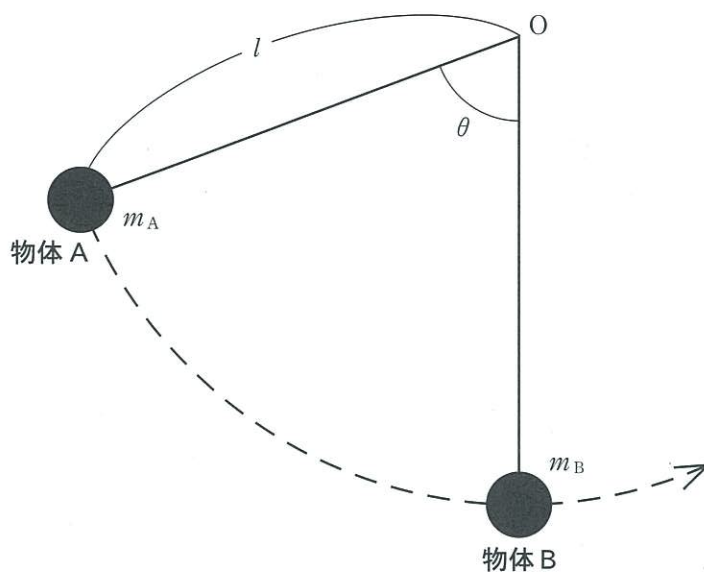


図 I-1

- (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。

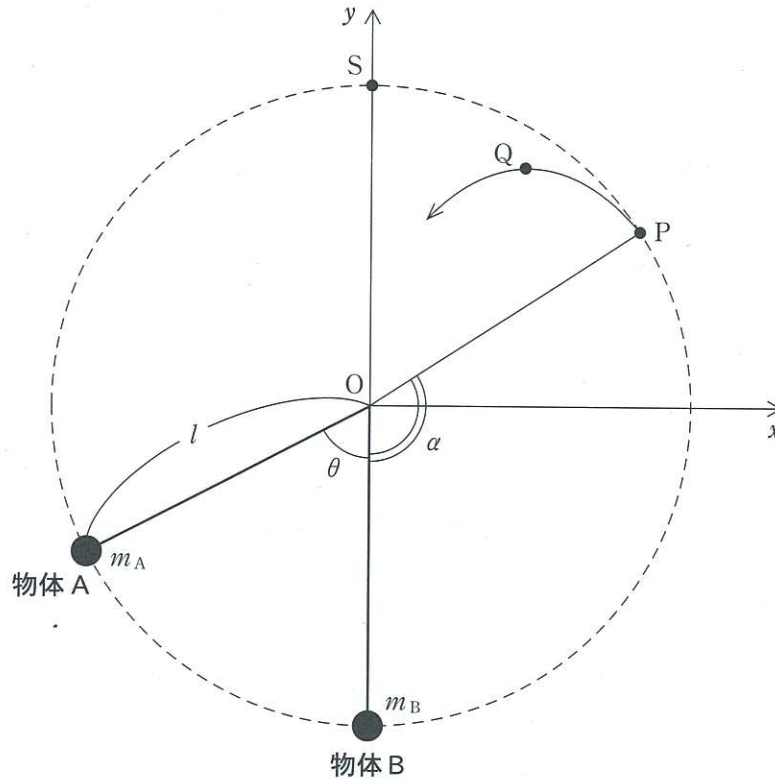


図 I-2

- (3) 物体 B が点 P にあるとき、張力 $T=0$ となる。このときの物体 B の速さ v をはねかえり係数 e を用いずに求めなさい。
- (4) 最高点 Q の座標 (X_Q, Y_Q) を求めなさい。
- (5) 物体 B が点 P にあるときを 0 秒とすると、物体 B は $\sqrt{\frac{6l}{g}}$ 秒後に、再び糸が張った状態となり、その時の座標は $(0, -l)$ であった。このときの角度 α の値を求めなさい。

(ケース2)

$\theta = \frac{\pi}{2}$ として物体 A を物体 B に衝突させてみると、物体 B は糸がたるむことなく、 y 軸上の点 S を通過して円運動した。

- (6) 物体 B が点 S を通過するための、物体 A と物体 B の質量の比とはねかえり係数 e のとりうる範囲をグラフに図示しなさい。

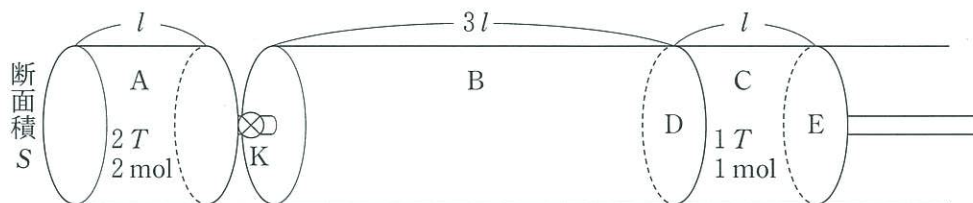
- 2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。ただし、解答欄には最終結果だけでなく、解答にいたる過程の説明を必ず記入しなさい。

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

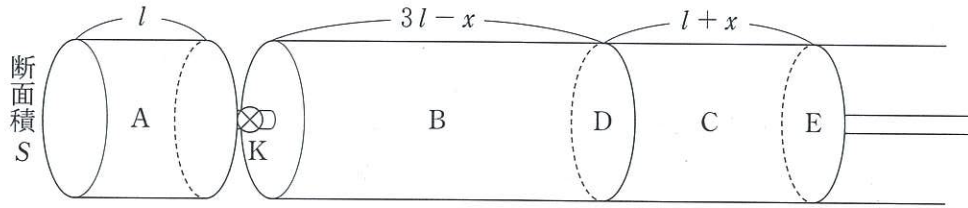


図 II - 2

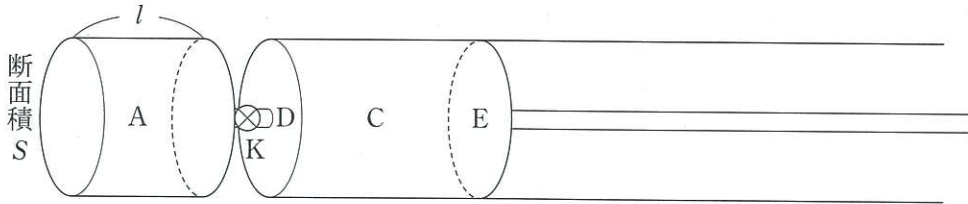
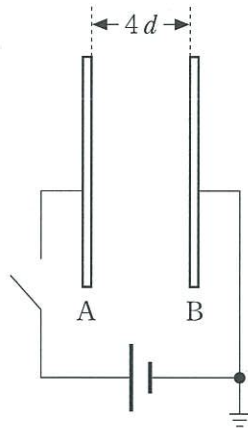


図 II - 3

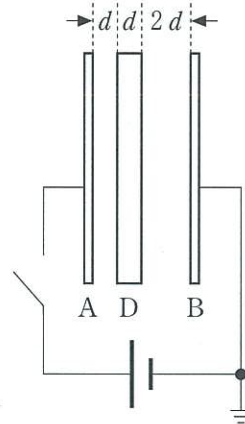
- (1) (ア)のとき容器 A 内の気体の圧力 P_A を求めなさい。
- (2) (イ)のとき容器 A 内の気体が拡散する際の気体の内部エネルギーの変化量 ΔU を求めなさい。
- (3) (ウ)で時間をじゅうぶんにとったあと容器 A および領域 B, C の気体の内部エネルギーの和 U_{ALL} を求めなさい。
- (4) (ウ)のとき仕切板 D の移動距離 x を求めなさい。
- (5) (ウ)で仕切板 D が移動する過程での容器 A と領域 B の圧力はどのようになるか説明しなさい。ただし、仕切板 D が移動する過程でそれぞれの領域の気体は平衡状態であるとする。
- (6) (ウ)で仕切板 D が移動する前後で、領域 C の気体が容器 A および領域 B の気体にした仕事 ΔW を求めなさい。
- (7) (ウ)で仕切板 D が移動する前後で、仕切板 D を通じて領域 B から領域 C へ移動した熱量 Q を求めなさい。
- (8) (エ)の操作の後の容器 A の気体の圧力 P_A' を求めなさい。ただし、数値の指数は計算せず、そのまま解答してもかまいません。
- (9) (エ)の操作の後の領域 C の気体の温度 T_C を求めなさい。ただし、数値の指数は計算せず、そのまま解答してもかまいません。

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

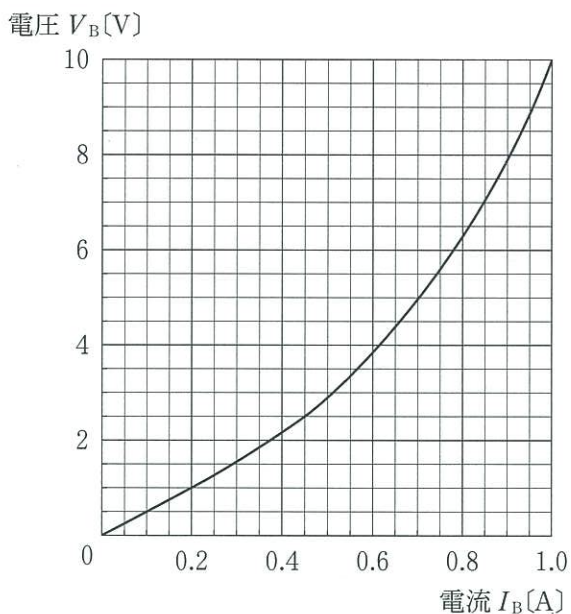


図Ⅲ—2

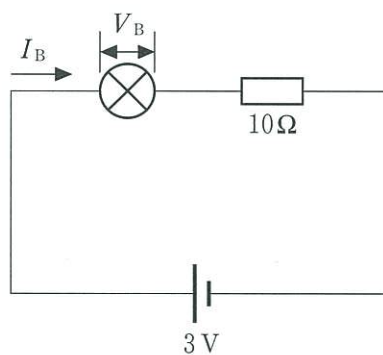
- (a) 図Ⅲ—1のように, 極板 B を接地したコンデンサー, 電池, スイッチからなる回路を作った。スイッチを閉じてじゅうぶん時間がたった後スイッチを開いた。
- (1) 極板 B にたくわえられた電気量を符号も考慮して求めなさい。
 - (2) 極板間の電場の大きさを求めなさい。また, その向きも示しなさい。
 - (3) コンデンサーにたくわえられた静電エネルギーを求めなさい。
- (b) 次にスイッチを開いて電荷がたくわえられた状態にしたまま, 図Ⅲ—2のように金属板 D をコンデンサーの中に極板 A と平行に距離 d だけ離して置いた。
- (4) AB 間における電位を A か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。