

平成 17 年度入学試験問題

理 科

物理 I B・物理 II 化学 I B・化学 II
生物 I B・生物 II 地学 I B・地学 II

注 意

- 1 問題冊子は 1 冊，解答用紙は物理 I B・物理 II 4 枚，化学 I B・化学 II 4 枚，生物 I B・生物 II 4 枚，地学 I B・地学 II 5 枚，下書き用紙は 2 枚です。
- 2 出題科目，ページ及び選択方法は，下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
物 理 I B・物 理 II	1 ～ 8	左記科目のうちから志望する学部，学科等が指定する数(1又は2)の科目を選択し，解答しなさい。
化 学 I B・化 学 II	9 ～ 20	
生 物 I B・生 物 II	21 ～ 32	
地 学 I B・地 学 II	33 ～ 42	

- 3 選択する科目のすべての解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は，すべて解答用紙の指定されたところに書きなさい。
- 5 選択しなかった科目の解答用紙を試験時間中に監督者が回収するので，大きく X印をして机の左の方に重ねて置きなさい。
- 6 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は必ず持ち帰りなさい。

物理 I B ・ 物理 II

各問の()の中に入れるべき適当な数値、数式または字句などを解答用紙の指定されたところに記入せよ。その他の設問に対する解答は、指示にしたがって解答欄に書け。問題に単位の指定がない場合、用いられる記号は SI (国際単位系) 単位にしたがっているものとする。

第 1 問

質量 M , m ($M > m$) の小球 A, B をそれぞれ同じ長さ l の糸で点 O につるす。図 1 のように小球 A を糸が水平になるまで引き上げたあと、静かに離して小球 A と B を衝突させた。重力加速度の大きさを g とし、球の大きさや糸の質量、空気の抵抗は無視できるものとする。(1) から (3) の解答は M , m , l , g のうち必要なものを用いて表せ。

- (1) 衝突直前の小球 A の速さは $v_0 =$ (ア) である。
- (2) 完全弾性衝突 (はね返り係数 $e = 1$) が起きたとき、衝突直後の小球 A, B の速さは $v_A =$ (イ) v_0 , $v_B =$ (ウ) v_0 である。
- (3) 衝突後、小球 B がはじめて円周の頂点 P に達したときの糸の張力 F を求めよ。解答とともに、導出の過程も記述せよ。
- (4) 小球 B が頂点 P に達するためには、 M は m の何倍以上でなければならないか。有効数字 2 桁で答えよ。

(ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$, $\sqrt{7} = 2.65$, $\sqrt{10} = 3.16$ と近似せよ。)

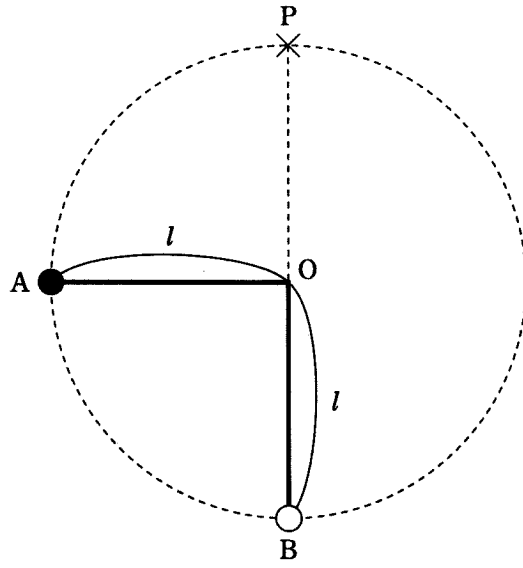


图 1

第2問

図2(a)のように、領域Cに一様な磁界、領域Dには一様な電界が加わる真空管がある。領域Dの x 方向の長さは d である。電子銃から x 軸に沿って速さ v_0 で発射された電子は、隣りあった領域Cと領域Dを通過して、領域Dの中心から $+x$ 軸方向に距離 L だけ離れた蛍光スクリーンに到達する。スクリーンは x 軸に垂直に置かれており、領域Cと領域Dに磁界、電界が無いときには、電子はスクリーン上の原点Oに到達する。以下では、領域Cに磁束密度 B の磁界を $+z$ 軸方向に加え、領域Dには電界 E を $+z$ 軸方向に加える。このとき電子は領域Cと領域Dを、図2(b)のように通過してスクリーンに到着した。その到着位置を (y, z) とあらわす。電子の電荷は $-e$ 、質量は m とし、重力の影響は無視する。各問では{ }内に示されている記号のうち、必要なものを用いて解答せよ。

領域Cでは、電子は磁界から(エ) $\{v_0, e, m, B\}$ の大きさの向心力を受け、図2(b)のように半径(オ) $\{v_0, e, m, B\}$ の円弧をえがいて運動する。電子が領域Cから出るときの運動方向と x 軸とがなす角を $\theta (> 0)$ とする。領域Cから出るまでに電子が $+y$ 軸方向に移動した量 y_c は、(カ) $\{v_0, \theta, e, m, B\}$ である。電子が領域Dに入ってから、スクリーンに到着するまでに要する時間は(キ) $\{v_0, \theta, e, m, E, d, L\}$ である。電子のスクリーン上での到達位置は、 $y =$ (ク) $\{y_c, v_0, \theta, e, m, E, d, L\}$ 、 $z =$ (ケ) $\{v_0, \theta, e, m, E, d, L\}$ となる。

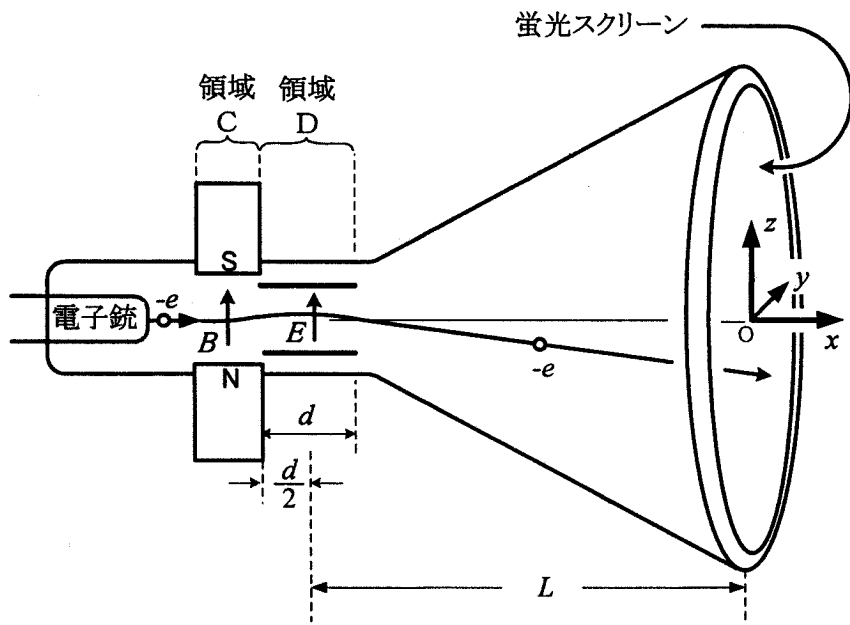


図 2 (a)

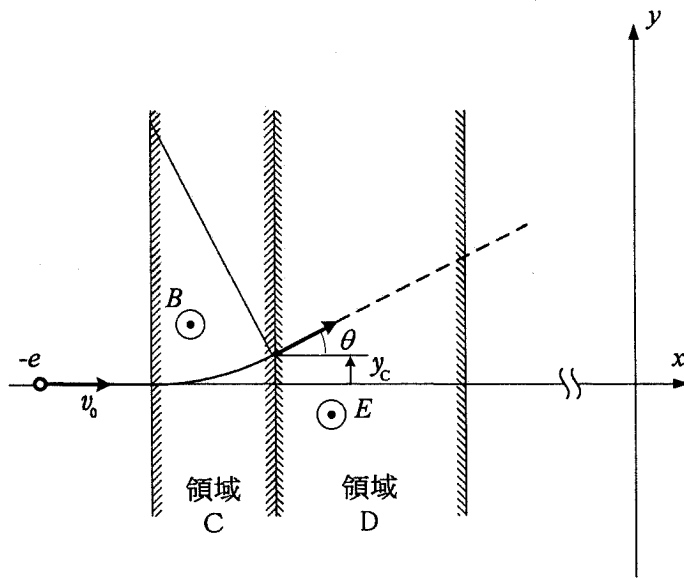


図 2 (b)

第3問

図3(a)のようになめらかに動くピストンの付いたシリンダーが水平に置かれている。その中に1モルの単原子分子の理想気体が密封されており、気圧 P_0 の外気と断熱されている。このとき、内部気体の温度が T_0 で、シリンダーの底からピストンまでの距離が L_0 であった。

つぎに、十分ゆっくりとシリンダーを起こし、図3(b)のように鉛直に立てたとき、 L_0 は L_1 になり、 T_0 は T_1 になった。この断熱変化で、内部気体の温度 T と体積 V の間に

$$TV^{\frac{2}{3}} = \text{一定}$$

の関係が成り立つ。ピストンの質量を m 、シリンダーの断面積を S 、重力加速度を g 、気体の定積モル比熱を C_v として以下の問に答えよ。なお、(1)は数値で、(2)から(5)は記号 P_0 、 T_0 、 m 、 g 、 S 、 C_v のうち必要なものを用いて解答せよ。

(1) 圧力 P と体積 V の間には

$$PV^{\alpha} = \text{一定}$$

の関係が成り立ち、 $\alpha = (\text{コ})$ である。

(2) 図3(b)の配置にした後、シリンダー内の気体の圧力は $P_1 = (\text{サ})$ である。

(3) 距離の比 $\frac{L_1}{L_0}$ は(シ)である。

(4) 温度の比 $\frac{T_1}{T_0}$ は(ス)である。

(5) シリンダー内の気体が受けた仕事を求めよ。解答とともに、導出の過程も記述せよ。

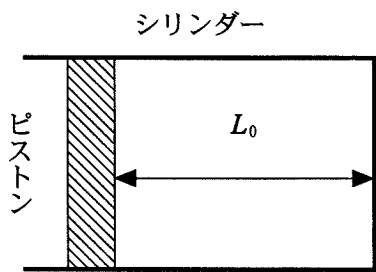


図 3(a)

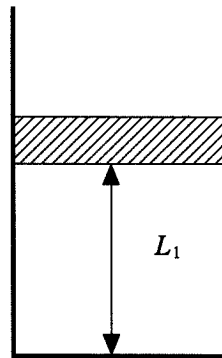


図 3(b)

第4問

コンパクトディスク(CD)の基本構造を図4に示す。裏側に、反射膜の一部が凸になった“ピット”の列がある。その列は一定の間隔 d で同心円状に並んでいると考えてよい。反射膜の上には透明樹脂層がある。

(1) CDを読み取るときには、波長 $7.8 \times 10^{-7}[\text{m}]$ 、直径 $1.7 \times 10^{-6}[\text{m}]$ の赤外線レーザー光を反射膜に垂直に照射し、反射光を光検知器で検出する。反射光は入射光に対して位相が(セ)[rad]だけずれる。光がピットにあたる時、ピットで反射される光線Aと、その横で反射される光線Bの間に光路差が生じる。一方、ピットにあたらない場合は、光路差は生じず光検知器の出力が最大になる。出力が最小になるのは、 N を自然数とすると光路差が波長の(ソ)倍の場合であり、この条件を満たすピットの高さの最小値は(タ)[m]である。ただし、透明樹脂の屈折率は1.5とする。

(2) CDを格子間隔 d の反射型回折格子と考えて、ピット列の間隔 d を以下のようにして求めよう。図5に示すように、水平に置かれたCDに直径1[mm]の平行光線を鉛直に入射する。CDの中心Oと入射点Pを結ぶ直線上の点Sに十分長いスクリーンを鉛直に立てて、回折光の位置を肉眼で読み取る。ピット列の間隔 d を、光の波長 λ 、PS間の距離 L 、点Sから最も高い位置の回折光までの距離 r を用いて表すと、 $d =$ (チ)となる。ただし、空気の屈折率は1とし、透明樹脂の厚さは無視できるとする。 d は r および L に比べて十分小さいと考えてよい。

(a) 間隔 d を求める実験に最適な光源を表の中から選び、その名称を答えよ。

半導体レーザー：波長 $7.8 \times 10^{-7}[\text{m}]$
He-Neレーザー：波長 $6.3 \times 10^{-7}[\text{m}]$ (赤色)
白熱電球：白色の平行光線

(b) 水平に置かれたCDの裏側全面に白色の平行光線を鉛直に照射すると、どのような回折光が天井に映されるかを20文字以内で答えよ。

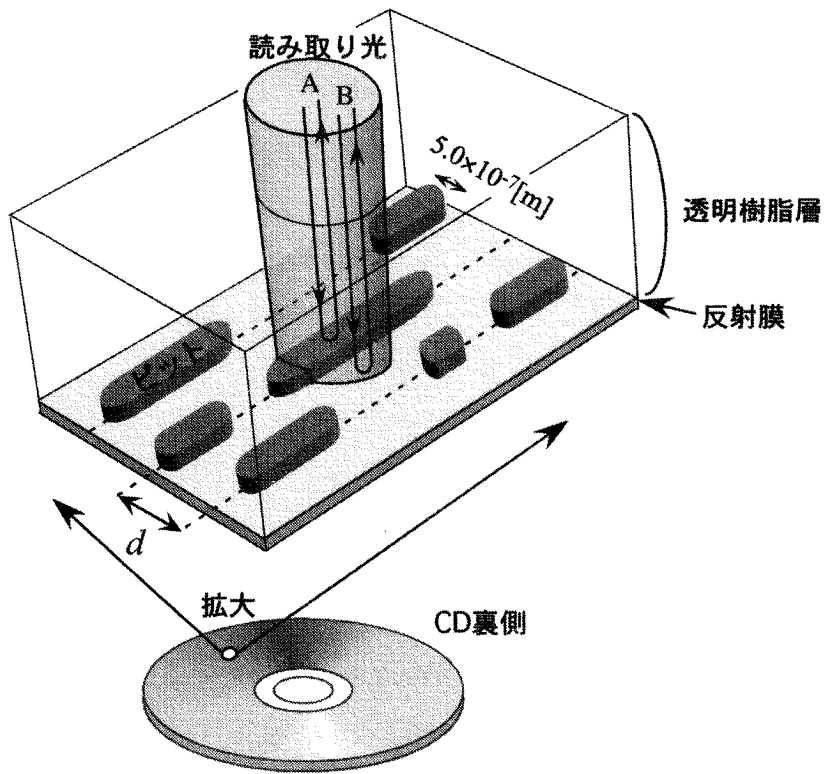


図 4

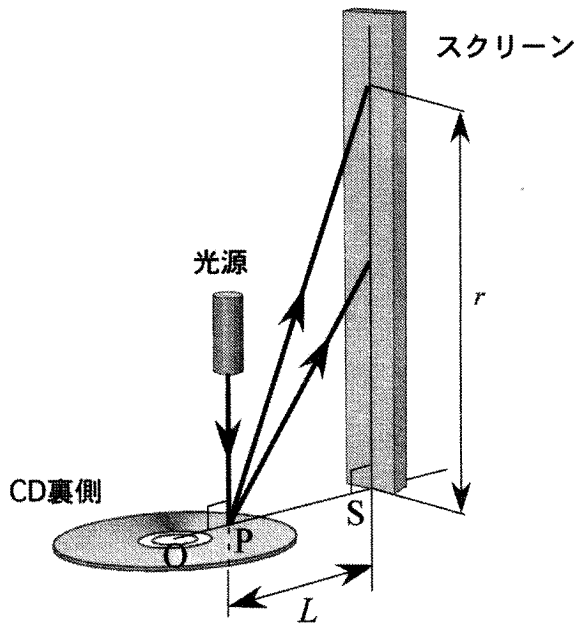


図 5