

## 平成23年度入学試験問題

# 理 科

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

## 注 意

- 1 問題冊子は1冊，解答用紙は物理Ⅰ・物理Ⅱ4枚，化学Ⅰ・化学Ⅱ5枚，生物Ⅰ・生物Ⅱ4枚，地学Ⅰ・地学Ⅱ5枚，下書き用紙は3枚です。
- 2 出題科目，ページおよび選択方法は，下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
物理Ⅰ・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または2）の科目を選択し，解答しなさい。
化学Ⅰ・化学Ⅱ	9～22	
生物Ⅰ・生物Ⅱ	23～34	
地学Ⅰ・地学Ⅱ	35～45	

- 3 選択する科目の解答用紙は上記1に示す枚数を回収するので，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×印をして机の通路側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・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) 単位に従っているものとする。各問に対する解答は，{ } 内に記号が示されていれば，その記号のうち必要なものを用いて記せ。

### 第 1 問

図 1 のように，質量  $m$  の小球 X を時刻  $t = 0$  のときに点 A から初速度  $\vec{v}_0$ ，仰角  $\theta$  で発射した。ただし，空気抵抗は無視できるとし，重力加速度の大きさは  $g$  とする。この小球は時刻  $t =$  ( ア ) のときに最高到達点 P に達した。点 A に対する点 P の高さは ( イ )  $\{g, \theta, m, v_0\}$  であり，点 P における小球 X の速さは  $v_1 =$  ( ウ ) である。

次に，小球 X を点 A から初速度  $\vec{v}_0$ ，仰角  $\theta$  で発射し，しばらくして点 P の真下の地点から質量  $M$  の小球 Y を真上に投げ上げて点 P で小球 X に衝突させたところ，小球 X と小球 Y は衝突すると同時に一体化して小球 Z となり，そのまま飛び続けた。衝突直前の小球 Y の速さが  $v_2$  であるとする，衝突直後の小球 Z の速さは  $V =$  ( エ )

$\{v_1, v_2, M, m, g, \theta\}$  である。衝突直後の小球 Z の速度  $\vec{V}$  が水平となす角度を  $\alpha$  とすると  $\tan \alpha =$  ( オ )  $\{v_1, v_2, M, m, g, \theta\}$  である。また， $v_2/v_1 = \sqrt{3}$ ， $m = M$  とするとき，衝突直後の小球 Z の運動エネルギーは衝突直前に小球 X と小球 Y が持っていた全運動エネルギーの ( カ ) [%] である。( エ )，( オ )，( カ ) については導出過程も示せ。

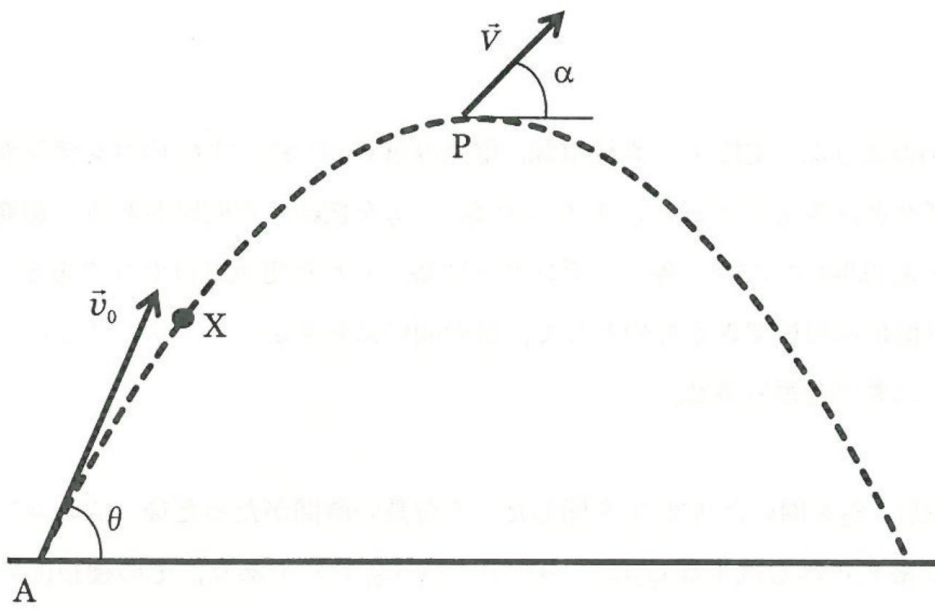


图 1

## 第2問

図2(a)のような、電圧  $V$  の直流電源、電気容量  $C_1, C_2$  および  $C_3$  のコンデンサー、自己インダクタンス  $L$  のコイル、スイッチ  $S_1$  と  $S_2$  を接続した回路がある。初期状態では、 $S_1$  と  $S_2$  は開いており、各コンデンサーに蓄えられた電気量はゼロである。導線部分の電気抵抗は無視できるものとして、次の問いに答えよ。(コ)と(シ)については導出過程も示せ。

問1 最初に  $S_2$  を開いたまま  $S_1$  を閉じた。十分長い時間がたった後、 $C_2$  のコンデンサーに蓄えられる電気量  $Q_2$  は(キ)  $\{C_1, C_2, V\}$  であり、その極板間の電位差  $V_2$  は(ク)  $\{C_1, C_2, V\}$  となる。

問2 その後、 $S_1$  を開き  $S_2$  を閉じたところ周期  $T$  の電気振動が始まり、 $S_2$  を閉じた直後からの時間  $t$  におけるコイルを流れる電流  $I(t)$  とコイルの誘導起電力  $V_L(t)$  は図2(b)のようになった。この電気振動において、コイルを流れる電流が最大値  $I_m$  となるとき、 $C_3$  のコンデンサーの極板間の電位差  $V_3$  は(ケ)  $\{L, C_2, C_3, Q_2\}$  となり、電流の最大値  $I_m$  は(コ)  $\{L, C_2, C_3, Q_2\}$  である。また、 $0 \leq t < T$  の時間において、 $C_3$  のコンデンサーに蓄えられる電荷  $q_3$  が最大となるのは時刻  $t$  が(サ)  $\{T\}$  のときであり、電荷  $q_3$  の最大値は(シ)  $\{L, C_2, C_3, Q_2\}$  である。

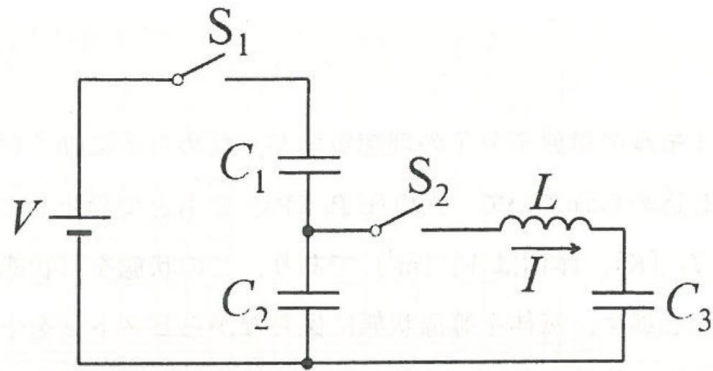


图 2 (a)

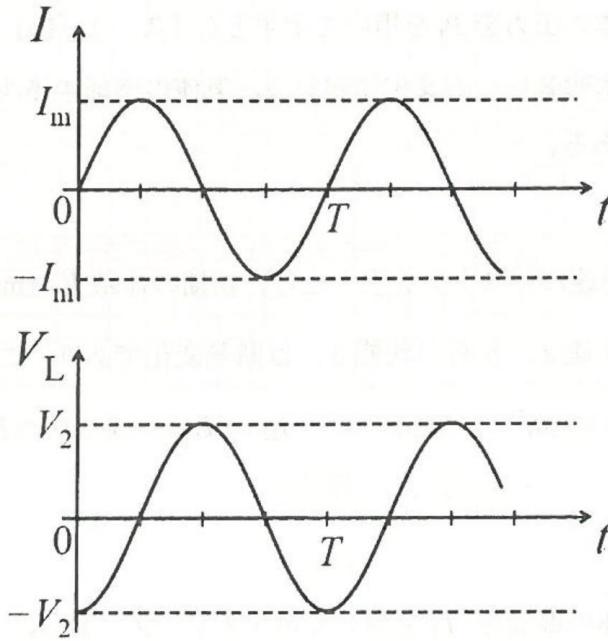


图 2 (b)



### 第3問

図3のように1モルの単原子分子の理想気体が、なめらかに動くピストンをもつシリンダー内に閉じ込められていて、大気圧  $P_1$  [Pa] のもとで静止している。このときの気体の温度は  $T_1$  [K]、体積は  $V_1$  [m<sup>3</sup>] であり、この状態を(状態1)とする。まず、ピストンに力を加え、気体を等温状態に保ちながらピストンを十分にゆっくりと押し下げると、気体の体積は  $V_1/8$  [m<sup>3</sup>] になった(状態2)。ピストンの質量は無視できるとする。気体定数を  $R$  [J/(mol·K)] として、次の問いに答えよ。

問1 (状態2)での気体の圧力を  $P_2$  を用いて示すと( ス ) [Pa] となる。

問2 (状態1)から(状態2)への変化において、気体の内部エネルギーの変化は( セ ) [J] である。

次に(状態2)から急速にピストンを引き上げ、初期の体積  $V_1$  [m<sup>3</sup>] まで気体を膨張させた(状態3)。(状態2)から(状態3)は断熱変化であり、この変化の間は気体の温度  $T$  [K] と体積  $V$  [m<sup>3</sup>] には  $TV^{\frac{2}{3}} = \text{一定}$  の関係が成り立つとする。

次の問いに答えよ。

問3 (状態3)での気体の温度を  $T_3$  を用いて示すと( ソ ) [K] となり、気体の圧力を  $P_3$  を用いて示すと( タ ) [Pa] となる。

問4 (状態2)から(状態3)への気体の内部エネルギーの変化は( チ ) [J]  $\{V_1, R, T_1\}$  である。また、気体が外にした仕事は( ツ ) [J]  $\{V_1, R, T_1\}$  である。

問5 各状態間(状態1→2→3)の圧力と体積の変化を解答欄のグラフに実線で示せ。

問6 体積を一定に保ったまま(状態3)から(状態1)に戻すためには、熱量( テ ) [J]  $\{V_1, R, T_1\}$  を、( ト )。ただし、( ト )については解答欄に示した2つの語句のうち適切な方を丸で囲むこと。

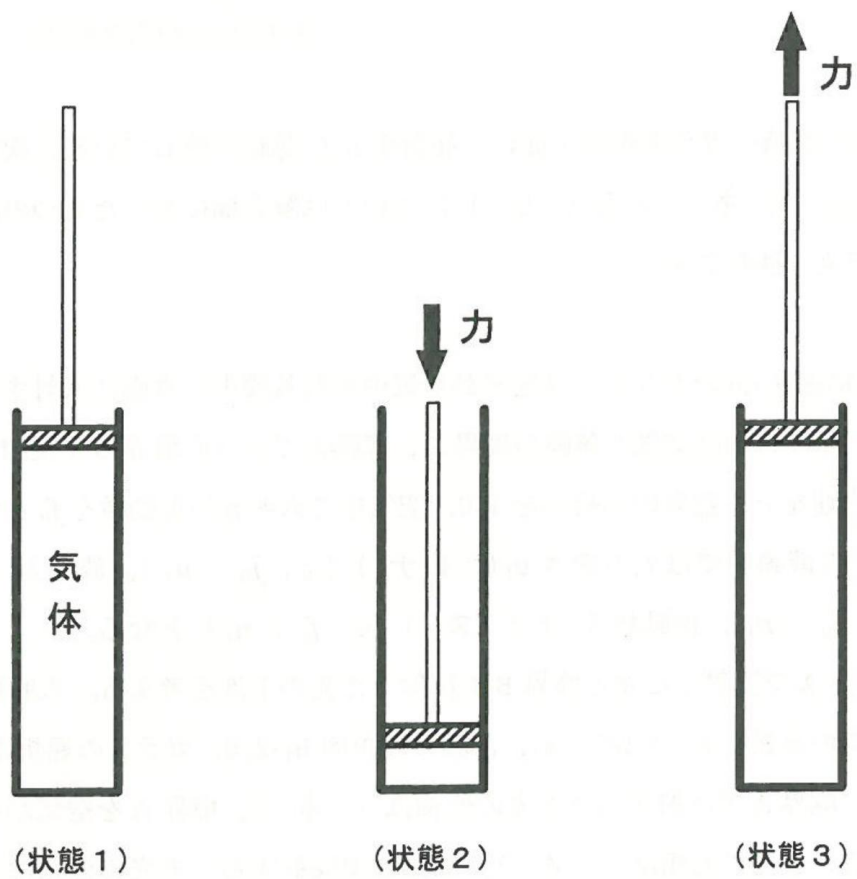


图 3

## 第4問

屈折率  $n_2$  を持つガラス板の上面に、屈折率  $n_1$  の薄膜が接している。次の問いに答えよ。ただし、(ネ) から (ヒ) については解答欄に示した2つの語句のうち適切な方を丸で囲むこと。

問1 最初に図4(a)のように、単色光が空気中から薄膜中に垂直に入射する場合を考える。光の一部は空気と薄膜の境界A、薄膜とガラスの境界Bで反射する。真空中の光速を  $c$ 、空気の屈折率を 1.0、空気中で入射光の振動数を  $f_0$  とする。屈折率  $n_1$  の薄膜中では光の速さ  $v_1$  は (ナ)  $\{c, f_0, n_1\}$ 、波長  $\lambda_1$  は (ニ)  $\{c, f_0, n_1\}$ 、振動数  $f_1$  は (ヌ)  $\{c, f_0, n_1\}$  となる。

境界Aで反射した光と境界Bで反射した光の干渉を考える。入射単色光の空気中での波長を  $6.0 \times 10^{-7}$  [m]、薄膜の屈折率  $n_1=2.0$ 、ガラスの屈折率  $n_2=1.5$  とする。境界Aで反射するとき光の位相は (ネ)。境界Aを空気から薄膜へ透過するとき光の位相は (ノ)。境界Bで反射するとき光の位相は (ハ)。また、境界Aを薄膜から空気中へ透過するとき光の位相は (ヒ)。したがって、薄膜の厚さを0から増加させたとき、最初は反射光がだんだん強くなり、その後弱くなり再び強くなるような振動が観測される。反射強度が最初に極大となる膜厚  $d_1$  は (フ) [m] であり、次に極大となる膜厚  $d_2$  は (ヘ) [m] である。

問2 同じガラスと薄膜に、図4(b)のようにガラス側から境界Bへ入射角  $\theta$  で光を入射する。光は、境界Bで屈折した後、境界Aに達する。 $\theta$  を0から増加させるとある角度  $\theta_0$  より大きな入射角では境界Aで全反射となる。このとき  $\sin \theta_0$  の値は (ホ)  $\{n_1, n_2, c, f_0\}$  となる。



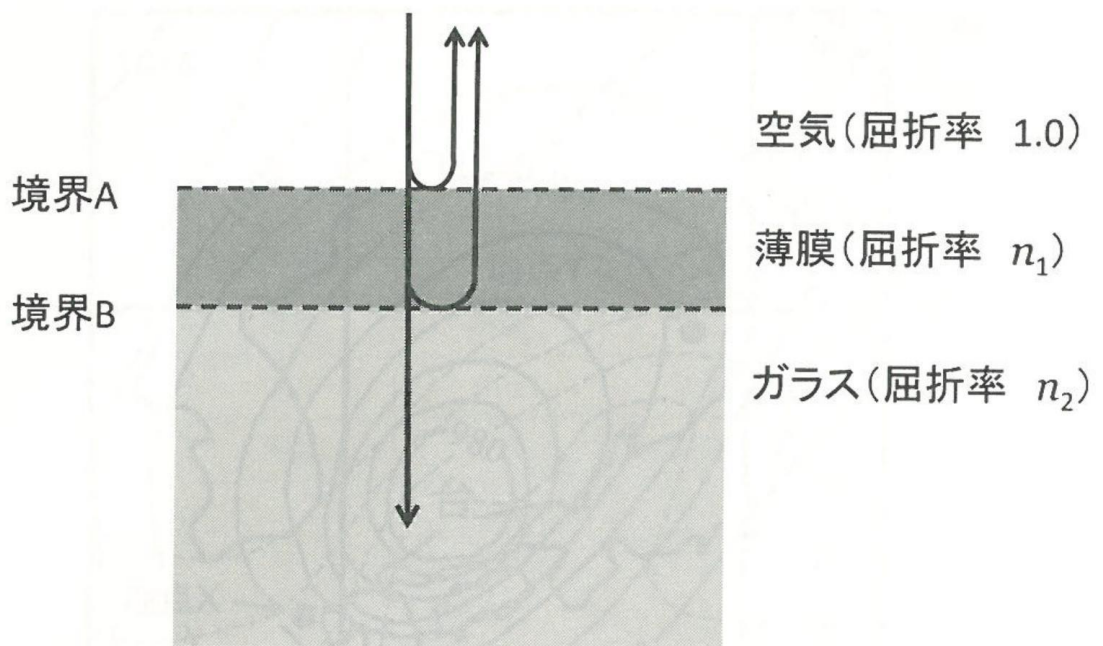


図 4 (a)

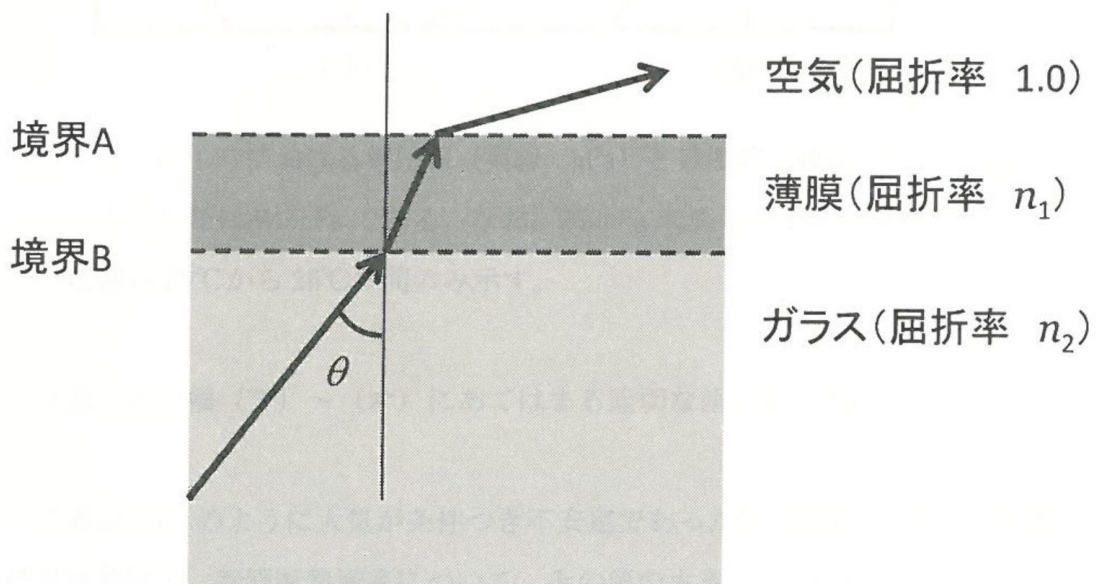


図 4 (b)