令和７年度　入学者選抜学力検査問題

理　　科

注　意　事　項

1　試験開始の合図があるまで，問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。

2　出題科目，ページ及び解答用紙の枚数は，下表のとおりです。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物　　理	1 ～ 10	4
化　　学	11 ～ 19	5
生　　物	21 ～ 30	5
地　　学	31 ～ 38	4

3　試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び解答用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。

4　試験開始後，すべての解答用紙に受験番号，志望学部及び氏名を記入してください。受験番号の記入欄はそれぞれ２箇所あります。

5　解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。

6　問題冊子の余白は適宜使用してください。

7　各問題の配点は 100 点満点としたときのものです。

8　試験終了後，問題冊子は持ち帰ってください。

物　　理

1　以下の説明文を読み，その後の問いに答えなさい。(配点 25)

Ⅰ．図 1 のように細く軽く伸び縮みしない長さ ℓ〔m〕の糸の上端を天井に固定し下端に質量 m_A〔kg〕の小球 A を付けた振り子がある。小球 A を糸がたるまないように鉛直方向となす角度が θ〔rad〕になるまで持ち上げ，振り子の上端の真下の床面に静止するように質量 m_B〔kg〕の小球 B を置いた。次に小球 A を静かに離すと，糸が鉛直になったとき小球 B に衝突した。衝突直後の小球 A，小球 B の速さはそれぞれ v_A〔m/s〕，v_B〔m/s〕であった。床面はなめらかであり，小球 A および小球 B の大きさや，空気抵抗は無視できるとする。また，重力加速度を g〔m/s^2〕とする。

問 1　小球 A が小球 B に衝突する直前の小球 A の速さ v_p〔m/s〕を ℓ，g，θ，m_A，m_B のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 2　小球 A と小球 B が衝突する前後の運動量の保存の式を m_A，m_B，v_p，v_A，v_B のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 3　小球 A と小球 B の間の反発係数（はねかえり係数）e を m_A，m_B，v_p，v_A，v_B のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 4　衝突直後の小球 A の速さ v_A および小球 B の速さ v_B を m_A，m_B，v_p，e のうち必要なものを用いて表しなさい。

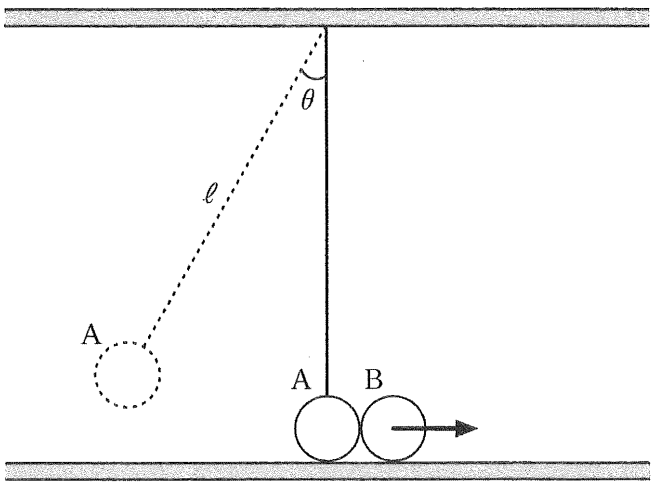

図 1

Ⅱ．図2のように水平でなめらかな xy 平面上を x 軸に沿って速さ v_0〔m/s〕で進む質量 m〔kg〕の小球Cと座標原点に静止していた質量 M〔kg〕の小球Dが弾性衝突した。衝突後，小球Cは速さ v〔m/s〕で x 軸となす角度が θ〔rad〕の方向に，小球Dは速さ V〔m/s〕で x 軸となす角度が φ〔rad〕の方向に運動した。ただし，$\theta > 0$，$\varphi > 0$ であり，小球Cおよび小球Dの大きさや，空気抵抗，重力の影響は無視できるとする。

問 5　衝突前後の運動量の x 軸方向と y 軸方向の成分がそれぞれ保存されることを表す式を m，M，v_0，v，V，θ，φ のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 6　衝突前後の小球Cの速さ v_0 と v の関係式を v_0，v，θ，φ を用いて表しなさい。

問 7　衝突前後の運動エネルギーの保存の式を m，M，v_0，v，V，θ，φ のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 8　v についての2次方程式を m，M，v_0，v，θ のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 9　$m > M$ であるとき θ には最大値 θ_{max} が存在する。$\sin\theta_{max}$ を m，M，v_0 のうち必要なものを用いて表しなさい。

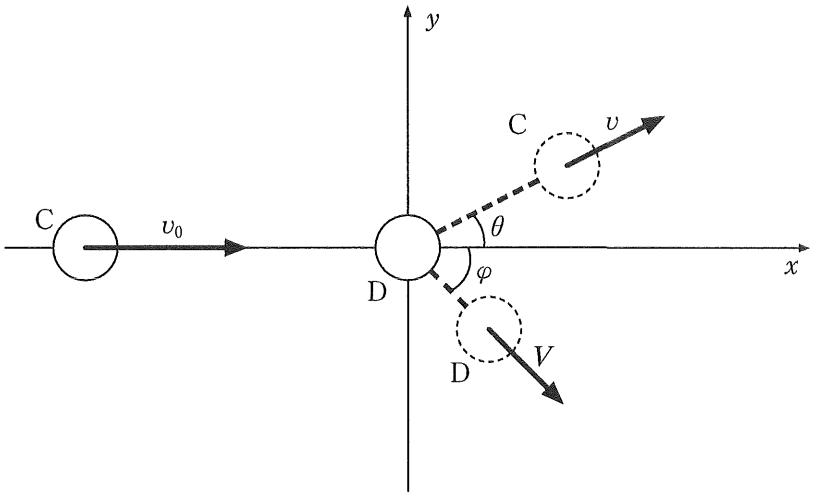

図2

2 以下の説明文を読み，その後の問いに答えなさい。(配点 25)

図 1 のように xy 平面上に点 A，B，C，D がある。点 A および点 B は原点 O から x 軸に沿ってそれぞれ a〔m〕，$-a$〔m〕$(a > 0)$ の位置にある。各点を結ぶ線分の長さは AB = BC = CD = DA = AC である。いま，点 A および点 B に電気量 q〔C〕$(q > 0)$ の点電荷が置かれている。クーロンの法則の比例定数を k〔N·m^2/C^2〕，無限遠点を電位の基準にするとき，以下の問いに答えなさい。ただし，点 A，点 B に置かれている電荷は固定されており動かないものとする。

$$\sin 30^\circ = \frac{1}{2},\ \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2},\ \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2},\ \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$ として計算すること。

問 1　点 A および点 B に置かれている電荷間にはたらく静電気力の大きさを答えなさい。

問 2　問 1 で求めた静電気力が引力であるか，斥力であるか，適切な方を丸で囲みなさい。

問 3　点 C と点 D に生じる電場（電界）の x 軸および y 軸に沿った方向の強さをそれぞれ答えなさい。

問 4　点 C および点 D における電位をそれぞれ答えなさい。

問 5　点 D に電気量 $2q$ の点電荷を置いた後，外力を加えて i) この電荷をゆっくりと原点 O までまっすぐ動かす，ii) この電荷をゆっくりと点 D から OC の中点までまっすぐ動かした後，y 軸に沿って原点 O まで動かす，の 2 通りの経路で原点 O まで動かした。

(1)　i) の経路で電荷を動かす際に外力がする仕事を答えなさい。

(2)　i) の経路と ii) の経路でそれぞれ電荷を動かす際に外力がする仕事の差を答えなさい。

問 6　問 5 で原点まで動かした電荷を取り除いた後，点 C に質量 m〔kg〕，電気量 q の点電荷を置いたところ，電荷は y 軸に沿って動き出した。この電荷が原点 O から s〔m〕離れた位置に達した際の速さを a，k，m，q，s を用いて表しなさい。

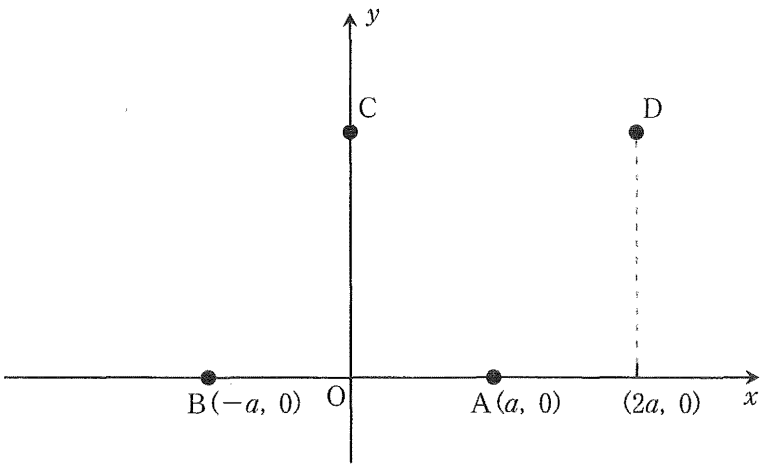

図1

3 以下の説明文を読み，その後の問いに答えなさい。(配点 25)

問 1　本文中の［ ① ］と［ ② ］には適切な語句を，［ A ］～［ F ］には適切な式をそれぞれ解答欄に記入しなさい。また，［ ア ］については，選択肢のうち適切なものを丸で囲みなさい。

図 1 に示すように媒質 1（屈折率 n_1）の点 A から発せられた速さ v_1〔m/s〕，波長 λ_1〔m〕の光が媒質 2（屈折率 n_2）との境界面上の点 C に達すると一部は反射し，残りは媒質 2 の中を進む。このとき，媒質 1 と媒質 2 を進む光の進行方向が境界面に垂直な線（法線）となす角度 i_1〔rad〕と i_2〔rad〕を，それぞれ入射角および屈折角と呼び，i_1，i_2 および n_1，n_2 は［ A ］の関係を満たす。また，光が媒質 2 の中を進むときの光の波長 λ_2〔m〕は，λ_1，n_1，n_2 を用いると［ B ］で表される。

光の入射角を少しずつ大きくしていくと，境界面上での交点は C → D → E → F と移動する。n_1 が n_2 よりも大きい場合，入射角がある一定の角度 i_0〔rad〕よりも大きくなると，光は媒質 2 の中を進むことがなくなる。この現象を［ ① ］という。また，この角度 i_0 を［ ② ］といい，$\sin i_0$ は n_1，n_2 により［ C ］で表される。

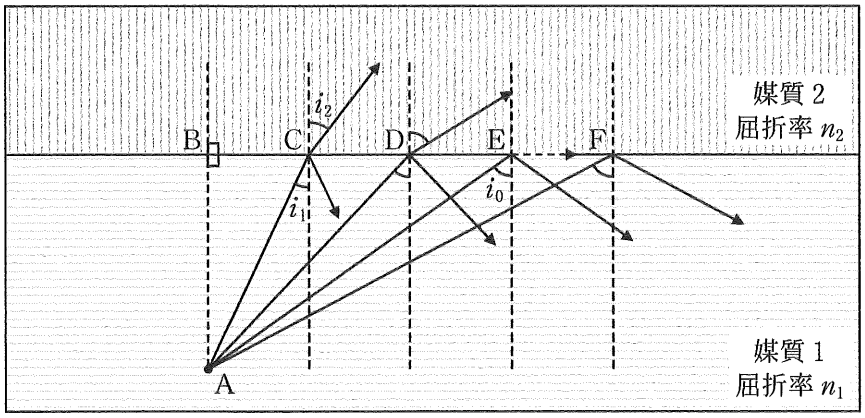

図 1

媒質中を光が距離 L〔m〕だけ進むのにかかる時間で，真空中の光は距離 L'〔m〕進む。この L' を光学距離（光路長）という。図2に示すように媒質1（屈折率 $n_1 = 1$）の点Aから出た波長 λ_1〔m〕の光が，媒質1の点Bを通り媒質2（屈折率 n_2）の中を進み，媒質3（屈折率 n_3）との境界面上の点Dで反射し，点C'を通り点Eに達する（経路1）。このときのB→C→D→C'区間（媒質2の中）を進む光の速さ v_2〔m/s〕は，角度 i_1〔rad〕，i_2〔rad〕および媒質1の中を進む光の速さ v_1〔m/s〕を用いると［ D ］で表される。このため，AB（= A'B'）間の距離を ℓ_a〔m〕，媒質2の厚さを d〔m〕，C'E間の距離を ℓ_b〔m〕とすると，経路1の光学距離 L_1'〔m〕は［ E ］で与えられる。

一方，点A'から出た光はB'を通過し，媒質2との境界面上の点C'で反射して点Eに達する（経路2）。このとき，波面BB'でBにある光がCに，B'にある光がC'に達し反射の直前であるとき，両者の位相の差は［ ア ］である。$n_1 < n_2 < n_3$ の場合，点C'および点Dでは光が反射するときに位相が反転する。このことを考慮すると，経路1を通った光と経路2を通った光が点Eで弱め合うとき，d と λ_1 は［ F ］の条件を満たす。ただし，条件式には0以上の整数 m（$m = 0,\ 1,\ 2,\ \cdots$）を用いることとする。

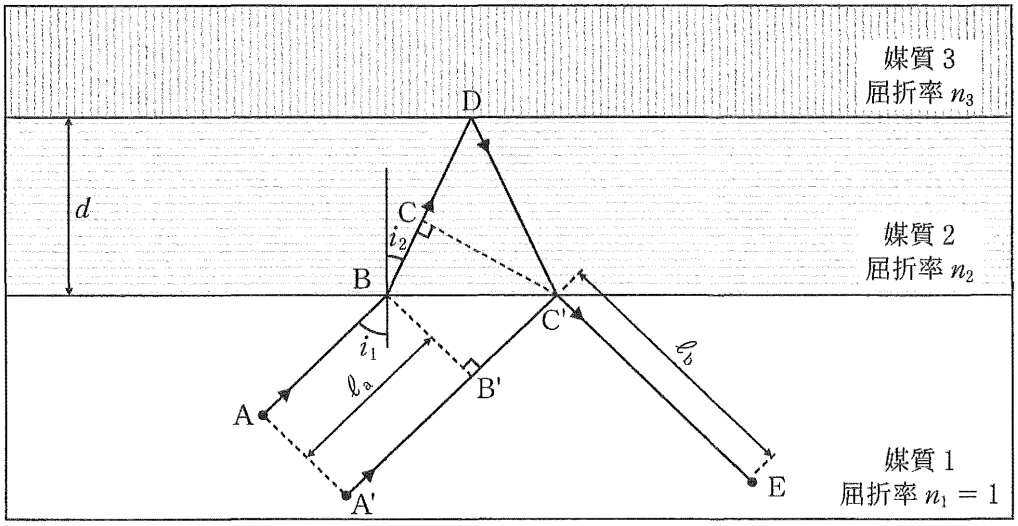

図2

問 2　図 3 に示すように異なる屈折率をもつ媒質が水平に積み重ねられている。点 A から発せられた光が進むとき，点 B，点 C，点 D における境界面の法線と光の進行方向のなす角度 i_1〔rad〕，i_2〔rad〕，i_3〔rad〕，i_4〔rad〕の大小関係が $i_2 < i_3 < i_4 < i_1$ であるとする。このとき，各媒質の屈折率 n_1，n_2，n_3，n_4 の大小関係を答えなさい。

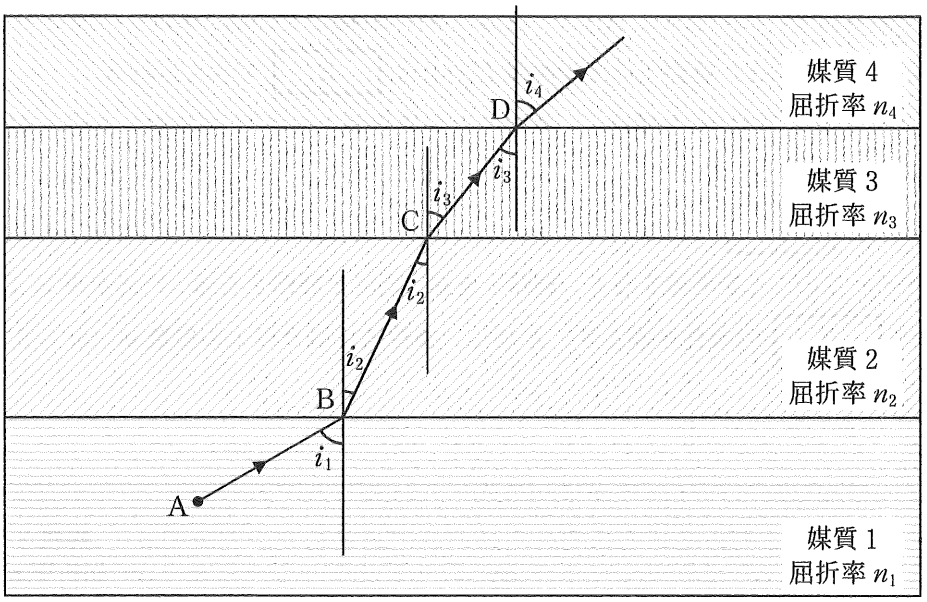

図 3

4 以下の説明文を読み，その後の問いに答えなさい。(配点 25)

図 1 のように水平に固定した断面積 S〔m^2〕の断熱材でできたシリンダーの内部になめらかに動く断熱材でできたピストンが設置されている。そのピストンの左側にばねがシリンダーに平行に設置されており，片方はピストンに，もう片方はシリンダーの壁に固定されている。ピストンの左側と右側を結ぶ穴が断熱材でできた栓で閉じられている場合には左右それぞれの気密は保たれている。ピストンの質量は栓も含めて M〔kg〕，ばねの質量と体積は無視でき，ばね定数は k〔N/m〕であるとする。また，ピストンを除くシリンダーの長さはばねの自然長 ℓ〔m〕の 2 倍の長さ 2ℓ とする。

最初，穴は栓で閉じられている。ピストンの左側に気体定数 R〔J/(mol･K)〕の単原子分子理想気体が n〔mol〕封入され，右側は真空であるとする。このピストンが静止している平衡状態でのばねの自然長からの伸びが x_0〔m〕($x_0 > 0$) であった。

問 1　ピストンの左側の気体の圧力が P_0〔Pa〕，温度が T_0〔K〕であったときのピストンの左側の気体の状態方程式を k，ℓ，n，R，S，P_0，T_0，x_0 のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 2　ピストンにかかる力のつりあいの式から，x_0 を k，ℓ，S，P_0，T_0 のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 3　問 1，問 2 で求めた式から P_0 を消去すると，x_0 の 2 次方程式が求められる。その 2 次方程式を x_0，k，ℓ，n，R，T_0 を用いて表しなさい。また，この式から x_0 を求めなさい。

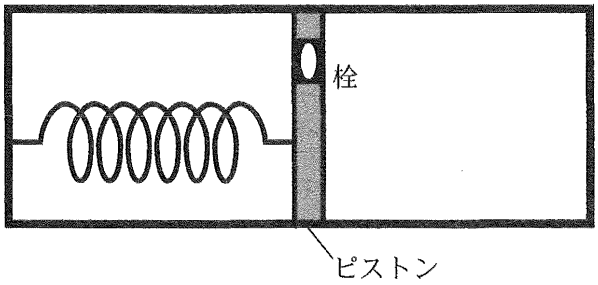

図 1

ここで，ピストンをゆっくり動かし，ばねの長さが自然長 ℓ になったところでピストンを固定した。ただし，断熱変化の場合，気体の圧力 P〔Pa〕と体積 V〔m^3〕の間には，$PV^{\frac{5}{3}} = $ 一定　が成り立つとする。

問 4　このときのピストンの左側の気体の圧力 P_1〔Pa〕と温度 T_1〔K〕を ℓ，P_0，T_0，x_0 のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 5　この間の左側の気体の内部エネルギーの変化量 ΔU〔J〕を k，ℓ，n，M，R，S，P_1，T_0，T_1，x_0 のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 6　この間にピストンに与えた仕事 W〔J〕を k，ℓ，n，M，R，S，P_1，T_0，T_1，x_0 のうち必要なものを用いて表しなさい。

次に，栓を抜いた。十分時間が経った後，ピストンの左側と右側に気体が均等に拡散して平衡状態になった。真空中へ気体が膨張する場合，気体がする仕事は 0 であるとする。

問 7　このときの気体の温度 T_2〔K〕と圧力 P_2〔Pa〕を k，ℓ，n，M，R，S，P_1，T_1，x_0 のうち必要なものを用いて表しなさい。

ここで，穴を栓で閉じ，ピストンの固定を外した。十分時間が経ってから，ピストンをわずかにずらし，そっと手を離すと，ピストンは単振動を始めた。ピストンがばねの自然長からのずれ x〔m〕の位置（$|x| \ll \ell$，x は右向きを正とする）にいるとき，ピストンの左側の気体の圧力を P_3〔Pa〕，ピストンの右側の気体の圧力を P_4〔Pa〕とし，ピストンの右向きの加速度を a〔m/s^2〕とする。ピストンの左側も右側も気体は断熱変化をすると仮定してよい。

問 8　ピストンの運動方程式を a，k，M，S，P_3，P_4，x を用いて表しなさい。

問 9　圧力 P_3 を ℓ，P_2，x を用いて表しなさい。

問10　単振動の振動数 f〔Hz〕を k，ℓ，n，M，R，S，P_2，T_2 のうち必要なものを用いて表しなさい。ただし，α の絶対値が 1 に比べて十分小さいときに

$$\left(\frac{1}{1+\alpha}\right)^{\beta} \approx 1 - \alpha\beta, \qquad \left(\frac{1}{1-\alpha}\right)^{\beta} \approx 1 + \alpha\beta$$

と近似できることを用いてよい。ここで，α，β は実数である。