

# 東京医科歯科大学 一般 前期

## 平成 23 年度入学者選抜個別(第 2 次)学力検査問題

### 理 科

#### 注 意 事 項

1. 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. この冊子は、全部で 25 ページあり、第 1～3 ページは下書用紙です。下書用紙は切り離してはいけません。
3. 解答用紙は、問題冊子と別に印刷されているので、誤らないように注意しなさい。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された欄内に記入しなさい。点線より右側には何も記入しないこと。
5. 入学志願票に選択を記載した 2 科目について解答しなさい。選択していない科目について解答しても無効です。
6. 各解答用紙には、受験番号欄が 2 か所ずつあります。それぞれ記入を忘れないこと。
7. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、机上に置き、持ち帰ってはいけません。この冊子は持ち帰りなさい。
8. 落丁または印刷の不鮮明な箇所があれば申し出なさい。

下 書 用 紙 (切り取ってはいけない)

下 書 用 紙 (切り取ってはいけない)

下 書 用 紙 (切り取ってはいけない)

# 東京医科歯科大学

## 物 理

(注) 医学科および歯学科の受験生は問 1 から問 8 までの全ての間について、保健衛生学科(検査技術学専攻)は問 1 から問 6 までの 6 問について解答せよ。

1 紙面内に  $xy$  平面をとり、紙面に垂直で手前方向に  $z$  軸をとる。図 1 のように、質量  $m$  と正電荷  $q$  を持つ粒子を、この座標系の原点から  $x$  軸正方向に速さ  $v$  で発射したのちの運動について、以下の間に答えよ。ただし、粒子を発射した時刻を  $t = 0$  とし、粒子にかかる重力は無視する。

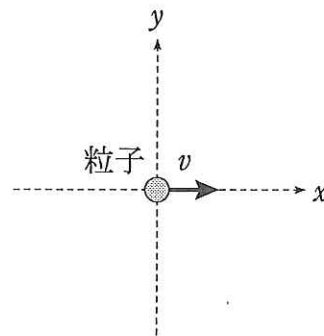


図 1

まず、全空間に一様な磁場(磁束密度  $B$ ,  $z$  軸正方向)が加わっている場合を考える。

- 問 1 時刻  $t = 0$  において、粒子にはたらく力の大きさと向きを答えよ。
- 問 2 粒子は  $xy$  平面内を円運動する。円の半径  $R$  と円運動の周期  $T$  を求めよ。
- 問 3  $0 \leq t \leq T/2$  の間に粒子が描く軌跡の概形を、解答用紙中の  $xy$  平面上に点線で描け。また、移動距離(軌跡の長さ)  $L$  を求めよ。

つぎに、 $z$  軸正方向に空間的に一様な磁場が加わっているが、磁束密度が  $B$  からごくわずかずつ単調減少していく場合を考える(図 2)。

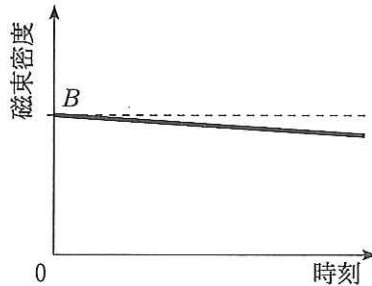


図 2

問 4  $0 \leq t \leq T/2$  の間に粒子が描く軌跡の概形を、問 3 と同じ図に実線で描け。また、今回の移動距離  $L'$  と問 3 の  $L$  との大小関係を、理由と共に記せ。

つぎに、図 3 のように、領域 1 ( $x > d$ ) および領域 3 ( $x < -d$ ) では一様な磁場(磁束密度  $B$ ,  $z$  軸正方向)のみが、領域 2 ( $-d \leq x \leq d$ ) では一様な電場(大きさ  $E$ ,  $x$  軸負方向)のみが、それぞれ加わっている場合を考える。この場合も、粒子は  $xy$  平面内を運動する。電場の大きさがある値  $E_0$  より大きい場合は、粒子の運動は領域 2 および 3 のみでおこり、 $E_0$  より小さい場合は、粒子の運動は全領域に及ぶ。

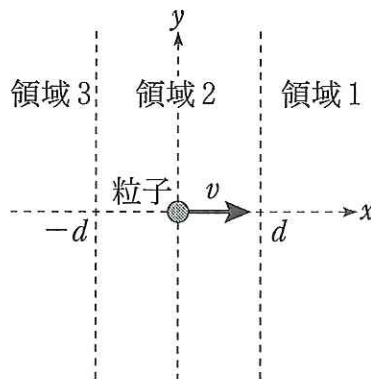


図 3

問 5  $E_0$  を求めよ。

$E > E_0$  の場合について、次の問に答えよ。

問 6 粒子を発射後、初めて領域 3 に到達する時刻を  $t_1$  とし、その時の速さを  $v_1$  とする。 $t_1$  および  $v_1$  を求めよ。

問 7 粒子が描く軌跡の概形を解答用紙の  $xy$  平面上に描け。また、粒子を発射後、 $y$  軸を  $2n$  回目に通過する時刻を  $t_2$  とし、その時の  $y$  座標を  $y_2$  とする。 $t_2$  および  $y_2$  を求めよ。ただし、 $n$  は自然数とする。解答は  $m, q, v, B, E, d, n$  のうち必要なものを用いて示すこと。

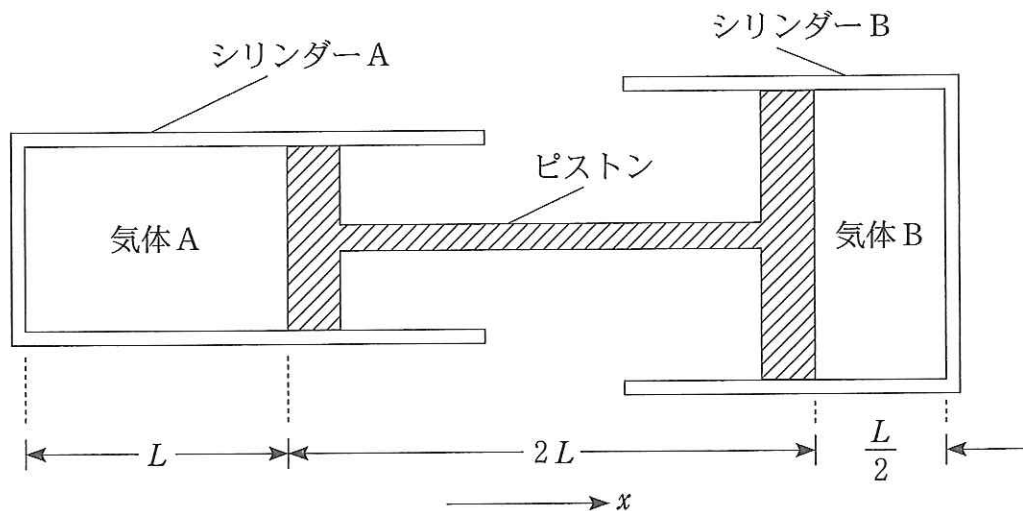
$E < E_0$  の場合について、次の問に答えよ。

問 8 粒子が描く軌跡の概形を解答用紙の  $xy$  平面上に描け。また、粒子を発射後、 $y$  軸を  $2n$  回目に通過する時刻を  $t_3$  とし、その時の  $y$  座標を  $y_3$  とする。 $t_3$  および  $y_3$  を求めよ。解答は  $m, q, v, B, E, d, n$  のうち必要なものを用いて示すこと。

(注) 医学科および歯学科の受験生は問1から問10までの全ての間について、保健衛生学科(検査技術専攻)の受験生は問1から問7までの7問について解答せよ。

2 下図のような断熱材で作られたシリンダーA, Bと連結したピストンがある。シリンダーA, Bは固定され動かないが、ピストンは、 $x$ 軸方向になめらかに動かすことができ、その断面は紙面に垂直な $yz$ 平面に平行である。シリンダーA内には、 $n$ モルの単原子分子(1分子あたりの質量 $m_A$ )の理想気体Aが、シリンダーB内にはAとは異なる単原子分子(1分子あたりの質量 $m_B$ )の理想気体Bが封入されている。気体分子の速度をそれぞれ気体Aは $\vec{v}_A = (v_{Ax}, v_{Ay}, v_{Az})$ 、気体Bは $\vec{v}_B = (v_{Bx}, v_{By}, v_{Bz})$ であるとする。ピストンの断面積は、シリンダーA側を $S$ 、シリンダーB側を $2S$ 、アボガドロ数を $N_A$ 、気体定数を $R$ とし、温度は絶対温度で表すものとする。シリンダーの内壁やピストンの表面はなめらかであり、気体分子がこれらと衝突しても運動エネルギーは失われない。また、気体分子同士の衝突は無視できるものとする。

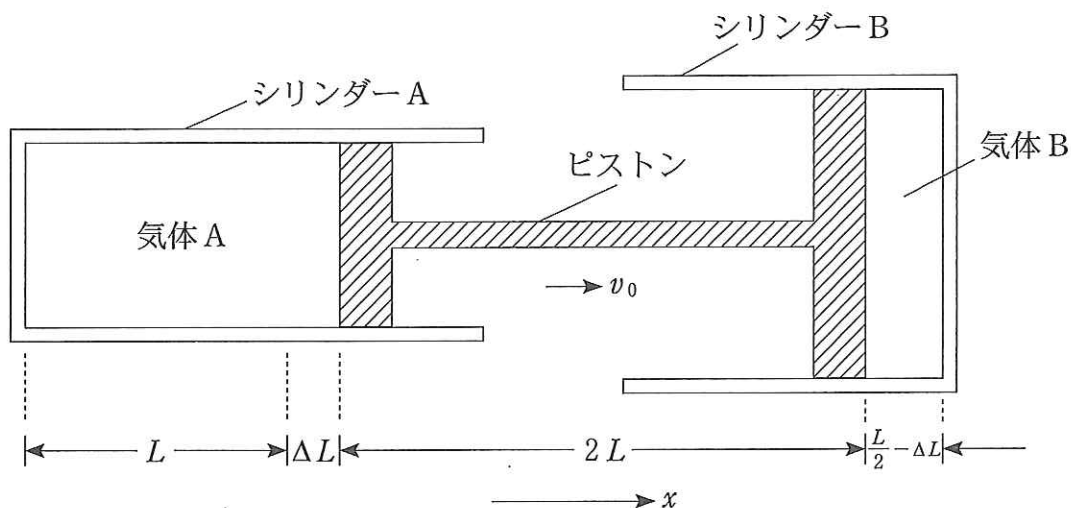
[1] 気体A, Bの温度がともに $T$ であり、ピストンがシリンダーAの底から $L$ 、シリンダーBの底から $\frac{L}{2}$ の位置で静止しているとき、以下の間に答えよ。





- 問 1 シリンダー B 内の気体 B の分子数を求めよ。
- 問 2 気体 A の 1 分子がピストンと衝突したとき、ピストンから受ける  $x$  方向の力積  $I_{Ax}$  を求めよ。
- 問 3 ピストンが  $n$  モルの気体 A 全体から受ける平均の力の大きさ  $\overline{F_A}$  を求めよ。ただし、すべての気体 A 分子の  $x$  軸方向の速度の 2 乗平均を  $\overline{v_{Ax}^2}$  とする。
- 問 4 気体分子の運動は、分子の数がきわめて多く不規則に運動しているので、平均すると  $x, y, z$  いずれの方向にも同程度に起こると考えることができ、 $\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2}$  が成り立つものとする。気体 A の 1 分子あたりの平均の運動エネルギー  $\overline{K_A}$  を気体の温度  $T$  の関数として求めよ。
- 問 5 気体 A 分子の平均の速さを  $V_A = \sqrt{\overline{v_{Ax}^2} + \overline{v_{Ay}^2} + \overline{v_{Az}^2}}$  と考え、 $V_A$  と気体の温度  $T$  との関係を図示せよ。
- 問 6 気体の温度が  $T$  のとき、気体 B 分子の平均の速さ  $V_B = \sqrt{\overline{v_{Bx}^2} + \overline{v_{By}^2} + \overline{v_{Bz}^2}}$  と  $V_A$  の比の値  $\frac{V_B}{V_A}$  を求めよ。
- 問 7 気体 B の内部エネルギー  $U_B$  を温度  $T$  の関数として求めよ。

- [2] ピストンを  $x$  軸正の向きに非常にゆっくりと速さ  $v_0$  で動かす。  $v_0$  は、  $v_{Ax}$  や  $v_{Bx}$  の大きさにくらべて非常に小さいものとする。このとき、以下の間に答えよ。



問 8 気体 A の分子(衝突直前の  $x$  方向の速度を  $v_{Ax}$  とする)がピストンに衝突した直後の  $x$  軸方向の速度  $v'_{Ax}$  を求めよ。ただし、気体分子の衝突によってピストンの速度は変わらないものとする。

問 9 ピストンが動き出す前、ともに  $T$  であった気体の温度が、ピストンが時間  $t$  の間に  $\Delta L$  だけ動いたとき、気体 A の温度は  $T_A$ 、気体 B の温度は  $T_B$  となった。  $T_B - T_A$  を  $T$  の関数として求めよ。ただし、時間  $t$  の間にピストンに衝突する気体分子の数は、ピストンが静止しているときと同じであったとする。また、  $\alpha$  が 1 に比べて非常に小さいとき、  $(1 + \alpha)^2 \doteq 1 + 2\alpha$  と近似できる。

〔3〕 ピストンは断熱材のまま，シリンダー A, B をそれぞれ別の材質にかえ，〔2〕と同様にピストンを  $\Delta L$  だけ動かしたとき気体の温度が  $T_A = T_B = T$  であつた。

問10 〔2〕と異なり，どのようにしてこのようなことが起こるのかを簡潔に説明せよ。

受験番号				

受験番号				

理 科 (物 理)(その 1)

注意事項 解答に至るまでの過程も記せ。

物 理  
(その 1)

1 問 1

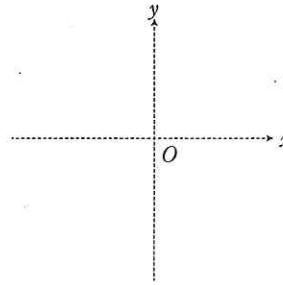
大きさ: \_\_\_\_\_ 向き: \_\_\_\_\_

問 2

$R =$  \_\_\_\_\_  $T =$  \_\_\_\_\_

問 3

$L =$  \_\_\_\_\_



問 4 大小関係: \_\_\_\_\_

理由: \_\_\_\_\_

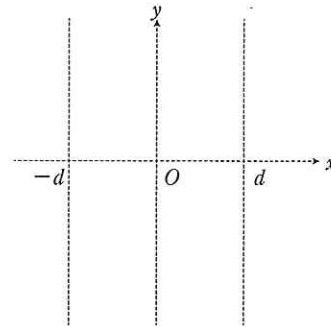
問 5

$E_0 =$  \_\_\_\_\_

問 6

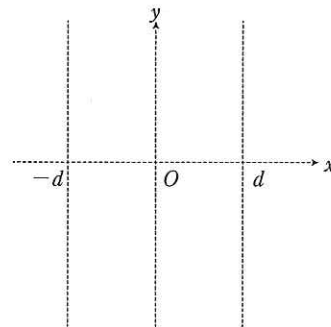
$t_1 =$  \_\_\_\_\_  $v_1 =$  \_\_\_\_\_

問 7 (医学科・歯学科のみ)



$t_2 =$  \_\_\_\_\_  $y_2 =$  \_\_\_\_\_

問 8 (医学科・歯学科のみ)



$t_3 =$  \_\_\_\_\_  $y_3 =$  \_\_\_\_\_

採点欄

採点欄

受 験 番 号				

受 験 番 号				

物 理  
(その 2)

2 問 1

問 2

問 3

問 4

問 5

問 6

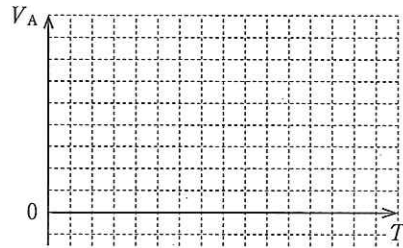
問 7

\_\_\_\_\_

$I_{Ax} =$  \_\_\_\_\_

$\overline{F_A} =$  \_\_\_\_\_

$\overline{K_A} =$  \_\_\_\_\_



$\frac{V_B}{V_A} =$  \_\_\_\_\_

$U_B =$  \_\_\_\_\_

採 点 欄

採 点 欄

平成 23 年度入学者選抜個別(第 2 次)学力検査  
解答用紙

理 科 (物 理)(その 3)

受 験 番 号				

受験番号				

物 理  
(その 3)

問 8 (医学科・歯学科のみ)

問 9 (医学科・歯学科のみ)

$$v'_{Ax} =$$

問10 (医学科・歯学科のみ)

$$T_B - T_A =$$

採 点 欄

採 点 欄