見本

問題訂正紙

教科（科目）名【 物理 】

問題訂正

問題冊子の P. 6 $\boxed{1}$ 問1（7） 問題文末尾

（誤）

・・・どの面積に対応するかを斜線で示せ。[m, M, v_0]

（正）

・・・どの面積に対応するかを斜線で示せ。

令和５(2023)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36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）

物　　　理

（注）　医学科，歯学科および保健衛生学科（検査技術学専攻）の受験生は全ての問題を解答せよ。

1

問 1　図1のように，滑らかな水平面上に質量Mの箱があり，箱の内側に質量mで大きさが無視できる物体を箱の面Aに接する位置に置いた。x軸を水平方向右向きにとる。時刻$t<0$では箱と物体は水平面に対して静止しており，箱の底面の中央はx軸の原点O上にあった。時刻$t=0$に箱の面Aをx軸の正の向きに大きさFの一定の力で引き始めた。箱のx軸方向の長さ（面Aと面Bの間隔）はLである。重力加速度の大きさはgであり，空気抵抗はないとする。解答は，問題文末尾にある[　]内の記号のうち必要なものを用いて表現すること。

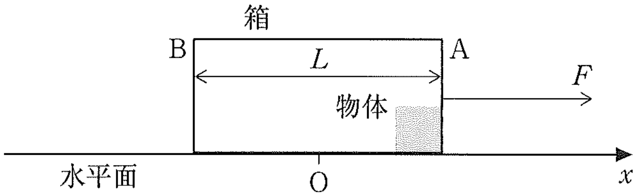

図1

最初に，物体と箱の間に摩擦がはたらかない場合を考える。(1)に答えよ。

(1)　物体が箱の面Bに到達する時刻と到達直前の水平面に対する箱の速度を求めよ。[g, F, L, m, M]

以降の問題((2)-(7))では，箱と物体の間に摩擦がはたらく場合を考える(静止摩擦係数μ_0，動摩擦係数μ)。$F \leqq F_c$の場合，物体は箱に対して滑ることなく一体となって動き，$F > F_c$の場合，物体は箱に対して滑った。

(2) $F > F_c$の場合，箱および物体のそれぞれについて運動方程式を書け。水平面に対する箱および物体の加速度をそれぞれa_M，a_mとする。[a_m，a_M，g，F，m，M，μ]

(3) F_cを求めよ。[g，m，M，μ_0]

(4) $F > F_c$の場合，物体が箱の面Bに到達する時刻とその時刻における物体のx座標を求めよ。[F，g，L，m，M，μ]

次に，水平面に対して静止している箱に，時刻$t=0$にx軸の正の向きに撃力を加える場合を考える。この時，図2のように，水平面に対して箱は初速度v_0で滑り始め，物体は箱に対して滑り始めたが水平面に対する初速度は0だった。

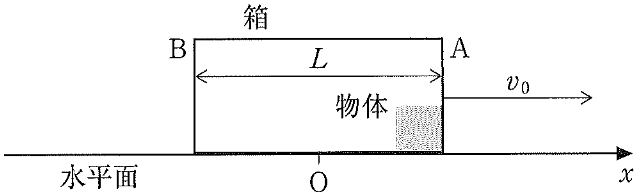

図2

(5) 物体が箱の面Bに到達しないためのv_0の条件を求めよ。[g，L，m，M，μ]

以下の(6)，(7)では(5)の条件が満たされる場合を考える。

(6) 物体が箱に対して滑った距離を求めよ。さらに，物体が箱に対して静止する時刻Tを求めよ。[g，m，M，v_0，μ]

(7) 水平面に対する箱の速度と物体の速度の時間変化を $0 \leqq t \leqq 2T$ の範囲でそれぞれ実線，点線でグラフに示せ。さらに，(6)で求めた距離がグラフのどの面積に対応するかを斜線で示せ。[m, M, v_0]

問 2 図3のように，水平面上に質量 M の箱があり，質量 m で大きさが無視できる物体を箱の内側の中央の位置に置いた。この問題では，水平面と箱の間および物体と箱の間に摩擦がはたらかない。x 軸を水平面右向きにとる。はじめ箱と物体は水平面に対して静止している。箱の x 軸方向の長さ(面Aと面Bの間隔)は L である。時刻 $t = 0$ に物体に撃力を加え x 軸の正の向きに水平面に対して初速度 v_0 で運動させると，その後，物体は面A，面Bと衝突を繰り返した。物体と面A，面Bとの間の反発係数を $e(0 < e < 1)$ とする。重力加速度の大きさを g とし，空気抵抗はないとする。以下の問題では，速度は全て水平面に対するものとする。解答は，問題文末尾にある[ ]内の記号のうち必要なものを用いて表現すること。

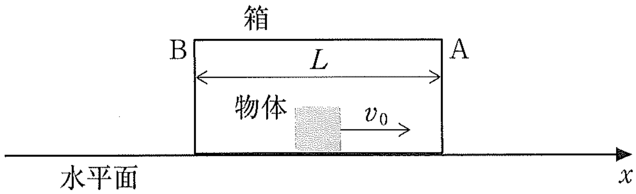

図3

(1) 物体が面A，面Bに合計 n 回衝突した後の物体および箱の速度を求めよ。[e, m, M, n, v_0]

(2) 十分に時間が経過後の物体および箱の速度を求めよ。また，衝突によって失われた運動エネルギーを求めよ。[e, m, M, v_0]

(3) $M = m$ の時，物体と箱が1回目，2回目，3回目，4回目に衝突する時刻 T_1, T_2, T_3, T_4, および1回目，2回目，3回目の衝突直後の箱の速度 V_1, V_2, V_3 を求めよ。さらに，時刻 $t = 0$ から T_4 までの範囲で，箱の速度の時間変化をグラフに示せ。[e, L, v_0]

(注)　医学科の受験生は(1)から(12)までの全ての問題を，歯学科および保健衛生学科(検査技術学専攻)の受験生は(1)から(10)までを解答せよ。

2　電荷量 $q(>0)$ の点電荷が xy 平面上の点 $(a,\ 0)$ に置かれている。ただし $a>0$ である。クーロンの法則の比例定数を k として，以下の問題に答えよ。解答は，問題文末尾にある[　]内の記号のうち必要なものを用いて表現すること。

(1)　この電荷が点 $(x,\ y)$ につくる電位 $V_1(x,\ y)$ を求めよ。ただし無限遠点を電位の基準にとる。[$a,\ k,\ q,\ x,\ y$]

(2)　点 $(x,\ y)$ において，電場の大きさと向きを求めよ。向きは $(3/5,\ -4/5)$ のように大きさ1の2次元ベクトルで表現すること。[$a,\ k,\ q,\ x,\ y$]

(3)　xy 平面上において電位が等しい点を連ねると曲線が得られ，これを等電位線と呼ぶ。原点 $(0,\ 0)$ を通る等電位線の概形を，解答用紙中の xy 平面上に実線で示せ。

同じ電荷量 $q(>0)$ の点電荷を，点 $(-a,\ 0)$ にも置く。

(4)　2つの電荷が y 軸上の点 $(0,\ y)$ においてつくる電場の大きさと向きを求めよ。向きは(2)と同様に表現すること。ただし $y>0$ とする。[$a,\ k,\ q,\ y$]

(5)　2つの電荷のつくる電位を $V_2(x,\ y)$ とする。原点における電位 $V_2(0,\ 0)$ を求めよ。[$a,\ k,\ q$]

(6)　電位 $V_2(0,\ 0)$ の等電位線の概形を，xy 平面上に実線で示せ。また同じ図に，それよりわずかに電位の高い等電位線を点線(……)で，わずかに電位の低い等電位線を破線(----)で示せ。解答欄は(3)の横にある。

原点の近傍，つまり$|x|$および$|y|$が非常に小さな領域において，$V_2(x,\ y)$を$x,\ y$に対する2次までの関数で近似して
$\widetilde{V}_2(x,\ y) = A_0 + A_1x + A_2y + A_3x^2 + A_4xy + A_5y^2$と表す。ただし$A_0$から$A_5$は，$a,\ k,\ q$によって定まる定数である。

(7) A_3のもつ単位を，m(メートル)，kg(キログラム)，s(秒)，A(アンペア)を用いて$\mathrm{m^{-1}\,kg^{2}\,s^{1/2}\,A^{-1/3}}$のように表せ。指数が1の場合にも省略せず記すこと。

(8) 電荷配置の対称性を考えて，A_0からA_5のうちゼロになるものを答えよ。

(9) A_0からA_5のうちゼロにならないものについて，その値を答えよ。例えばA_3は，xのみの関数$V_2(x,\ 0)$および$\widetilde{V}_2(x,\ 0)$の，$x=0$における2階微分の係数を比較して求められる。[$a,\ k,\ q$]

(10) 原点を通る等電位線をxy平面上のグラフと見たときに，原点における接線の傾きを求めよ。複数の解答がある場合には全て示すこと。[$a,\ k,\ q$]

x軸に平行な直線$y=b(>0)$上での電位$V_2(x,\ y)$を，xのみの関数として$W_b(x)$と表す。すなわち$W_b(x) = V_2(x,\ b)$である。$W_b(x)$は，bがある正の値cよりも小さい$0<b<c$の場合に2つの極大値を持ち，$b>c$の場合に$x=0$に単一の極大値を持つ。

(11) cを求めよ。[$a,\ k,\ q$]

(12) 電位$W_c(0)$の等電位線の概形を実線で示せ。また，それよりわずかに電位の高い等電位線の概形を点線で示せ。両者の定性的違いを簡潔に説明せよ。