

平成 21 年度入学者選抜試験問題

医学部医学科

理 科

(物 理)

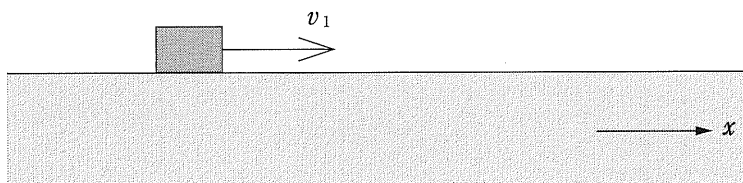
前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は 1 ページから 3 ページまでです。
- 3 問題は I～Ⅲの 3 問です。
- 4 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁、解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 5 監督者の指示にしたがって、解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。**大学受験番号**が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
- 6 **解答用紙に印刷されている注意事項**を読んで解答を始めてください。
- 7 問題を解く際の計算があれば、途中計算も解答用紙に書いてください。
- 8 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

物 理

I 図のように、滑らかで水平な床の上を、質量 m の小物体が速度 v_1 で等速直線運動をしている。小物体が運動している方向を x 軸方向にとる。



この小物体に、時刻 $t = 0$ から $t = T$ までの間、 x 軸方向に一定の力 F を加え続けることで、小物体を加速した。その結果、 $t = 0$ で速度 v_1 であった小物体は、 $t = T$ で速度が v_2 となった。

以下の問いに答えよ。

- (1) 時刻 $t = 0$ から $t = T$ までの間に小物体が受けた力積を求めよ。
- (2) 加速の前後での、小物体の運動量の変化分 $mv_2 - mv_1$ を F と T で表せ。
- (3) 力 F を加えている間の、小物体の加速度 a を、 F を含む形で表せ。
- (4) 時刻 $t = 0$ から $t = T$ までの間に小物体が移動した距離 L を m 、 v_1 、 F 、 T で表せ。
- (5) 力 F が小物体にした仕事 W を、 m 、 v_1 、 F 、 T で表せ。
- (6) (2)の結果を用いて、上で求めた仕事 W が、小物体の運動エネルギーの増加分に等しいことを示せ。

II 図に示された実験装置がある。 $y = 0$ 面と平行に設置された間隔 d の極板 A と極板 B に電圧 V が加えられており、両極板には粒子が通過できるように小さな穴が開けられている。 $y = 0$ 面には小さな穴が開いた板があり、極板を通過してきた荷電粒子はこの穴を通過して $y > 0$ の領域に進入することができる。 $y > 0$ の領域には紙面垂直に手前から奥に向かって磁束密度 B の一様な磁場(磁界)が存在している。

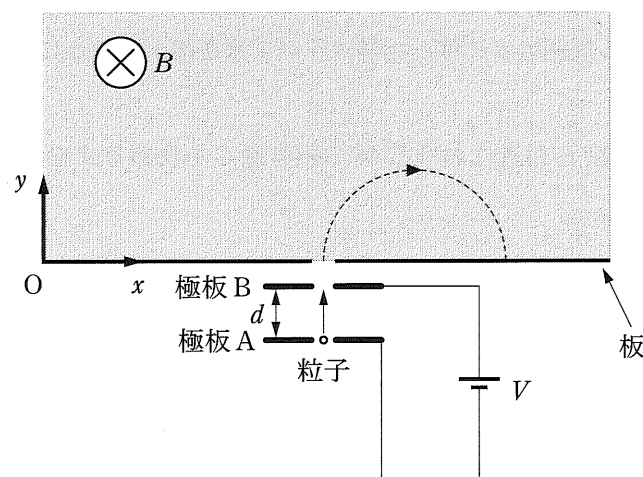
極板 A の穴に質量 m 、 $-q$ ($q > 0$) の荷電粒子を静かに置いたとして以下の問いに答えよ。

- (1) 極板 A と極板 B の間の電場(電界)の大きさと向きを答えよ。
- (2) 極板 B を通過した直後の荷電粒子の速さを求めよ。
- (3) $y > 0$ の領域に進入した後の荷電粒子が受けるローレンツ力の大きさを答えよ。
- (4) 荷電粒子は、最終的に板に衝突する。衝突直前の荷電粒子の速さを求めよ。板に開けられた穴と衝突した位置との間の距離も求めよ。
- (5) 以下の 3 種類の粒子に対して、同じ電圧と磁場で実験を行った。(4)で求めた場所と同じ位置に衝突するのはどの粒子か答えよ。

粒子 1 : 質量 $2m$, 電荷 $-q$

粒子 2 : 質量 m , 電荷 $-2q$

粒子 3 : 質量 $2m$, 電荷 $-2q$



Ⅲ 物質の比熱は温度により変わるかもしれない。そこで、ある温度付近での比熱を測るための実験を考えた。

断熱材で作られた容器に砕いた氷と水を入れ、外部と熱や物質の出入りを断ち、この中に温水で温めた固体 M を入れる。M の温度を変えた実験 (a), (b) を行う。

- (a) 物体 M を温度 t_1 [°C] ($t_1 > 0$ °C) に温めた後、手早く容器に入れる。十分な時間をおくと、M は冷えて温度 0 °C に達し、温度はそれ以上変化しなくなる。この状態で容器の内部には、M が持っていた熱により氷の一部が溶け 0 °C の水ができるため、M を入れる前より水が増加している。増加分の水の質量を m_1 とする。
- (b) 物体 M を温度 t_2 [°C] ($t_2 > t_1$) に温め、実験 (a) と同様な方法で実験する。容器の中の氷の一部が溶けてできる水の増加分の質量を m_2 とする。なお、温度 t_2 は t_1 より少しだけ高くなるように選ぶ。

2つの実験とも、氷と水が共存した 0 °C の平衡状態から操作を始める。また、一連の実験を通して気圧は一定とし、この気圧のもとでの単位質量あたりの氷の融解熱を q_0 と表す。

これらの実験に関し、以下の問いに答えよ。

- (1) 実験 (a) において、物体 M から周囲の氷に移った熱量 Q_1 を水の増加分の質量 m_1 と q_0 を用いた形で表せ。

また同様に、実験 (b) において、物体 M から周囲の氷に移った熱量 Q_2 を水の増加分の質量 m_2 と q_0 を用いた形で表せ。

なお、物体 M から周囲の氷に移った熱はすべて氷を溶かすことに使われたと考える。

- (2) (1)の結果から、温度 t_1 付近における M の熱容量 C を決める式を導け。結果は Q_1 , Q_2 を含まない形で表せ。

- (3) 物体 M の質量は 500 g、温度差 $t_2 - t_1$ は 2.0 K、氷が溶けてできた水の増加分の質量差 $m_2 - m_1$ は 2.8 g であった。 $q_0 = 3.34 \times 10^2$ J/g として、温度 t_1 付近におけるこの物体の比熱 c を求めよ。