

平成25年度入試【推薦入試Ⅰ】

## 小論文

[物理]

(総合理工学部 物質科学科)

### 注 意

- 1 問題紙は、指示があるまで開いてはならない。
- 2 問題紙 3 ページ、解答用紙 3 枚である。  
指示があってから確認し、解答用紙の所定の欄に受験番号を記入すること。
- 3 解答は、すべて解答用紙の所定のところに記入すること。
- 4 解答用紙は持ち帰ってはいけない。
- 5 問題紙は、持ち帰ること。

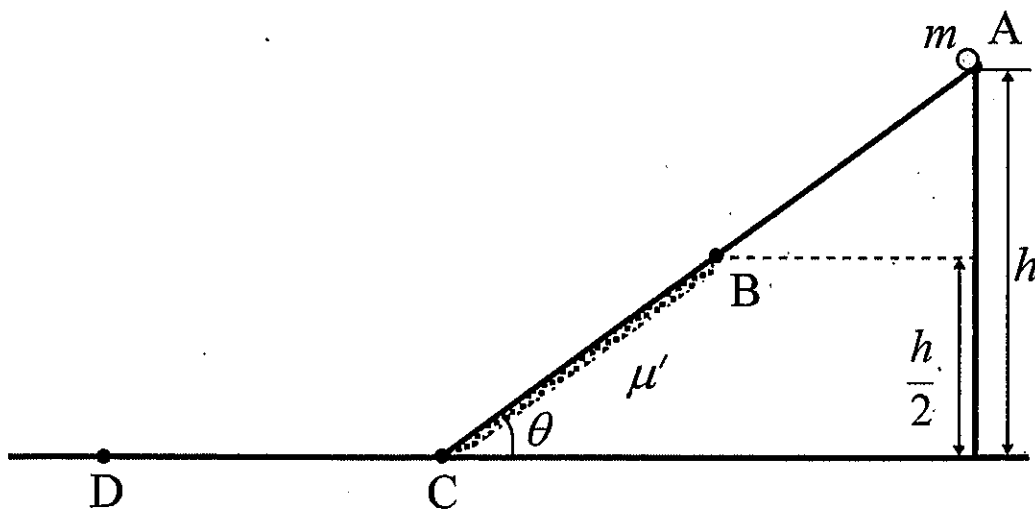
## 物質科学科 小論文(物理) 問題

1 下図のように、傾角 $\theta$ の斜面と水平面がなめらかに接続されている。水平面から高さ $h$ の斜面上の点をA、水平面から高さ $\frac{h}{2}$ の斜面上の点をB、斜面と水平面の接続点をC、水平面上の点をDとする。斜面AB間と水平面はなめらかな面であり、斜面BC間は動摩擦係数 $\mu'$ のあらい面である。いま、点Aに大きさを無視できる質量 $m$ の小物体を置き、静かに手を離した。重力加速度を $g$ とし、また、空気抵抗は無視できるものとして以下の問いに答えよ。

- (1) 小物体が斜面BC間で等速運動するための条件を求めよ。また、等速運動するときの速さを求めよ。

上記(1)の条件が満たされた状態で、小物体が点Aから点Dまで運動した。

- (2) 小物体の移動距離と位置エネルギーおよび運動エネルギーとの関係を示すグラフの概形をかけ。グラフ中には、概形を説明するために必要なことを書き込むこと。縦軸の目盛りは適当に設定せよ。
- (3) 小物体の移動距離と力学的エネルギーとの関係を示すグラフの概形をかけ。グラフ中には、概形を説明するために必要なことを書き込むこと。縦軸の目盛りは適当に設定せよ。また、区間AB、BC、CDにおける力学的エネルギーの挙動を簡潔に説明せよ。
- (4) 点Aから点Dまで小物体が運動したときのエネルギー保存について論じよ。



## 物質科学科 小論文(物理) 問題

2 静電場に関する以下の文章を読んで問いに答えよ。

真空中において、点Oに置かれた $+Q[C]$ の点電荷から距離 $r[m]$ だけ離れた点Aにおける電場は、 $\overline{OA}$ の方向を向いた大きさ $k_0 \frac{Q}{r^2}$  [N/C]のベクトルであることがクーロンの法則から導かれる。

ここで $k_0[Nm^2/C^2]$ は定数である。この電場を視覚的に表すために、電気力線を次のア～ウの性質を持つものとして定義する。

ア  $+Q[C]$ の点電荷からは $4\pi k_0 Q$ 本の電気力線が放射状に均等に出る。

イ 空間の各点において電場は電気力線の接線方向を向く。

ウ 電場に垂直な単位面積を $E$ 本の電気力線が貫くとき、電場の大きさは $E[N/C]$ である。

(1) 点Oを中心とし半径 $r[m]$ の球面を考えることにより、ア～ウの性質から文章中の下線部が導かれることを説明せよ。

2枚の平行な板状の媒質に挟まれた間隔 $a[m]$ の真空の領域に、電荷 $Q[C]$ を帯びた、長さ $a[m]$ の細い導体棒を境界面に垂直に置く(図1)。媒質には電気力線が入り込めず、また媒質は帯電しないものと仮定し、水平方向に十分遠方まで広がっているとす。

(2) 導体棒を軸とする半径 $r[m]$ 、高さ $a[m]$ の円筒を考えることにより、導体棒から水平方向に距離 $r[m]$ だけ離れた点における電場の大きさを求めよ。解答用紙の図に電気力線などを描き入れて導出過程を説明すること。

次に、導体棒にかえてその中点の位置に $Q[C]$ の点電荷を置く(図2)。点電荷から水平に距離 $r[m]$ だけ離れた点における電場 $\vec{E}$ を考える。

(3) (1)と(2)の結果を考慮して、距離 $r$ と電場の大きさ $E$ の関係を表すグラフの概形を描け。特に、 $r$ が $a$ に比べて十分小さいときと、 $r$ が $a$ に比べて十分大きいときの振舞いを明示し、そうなる理由を説明せよ。必要ならば、解答用紙の図に電気力線などを描き入れて説明に用いてもよい。

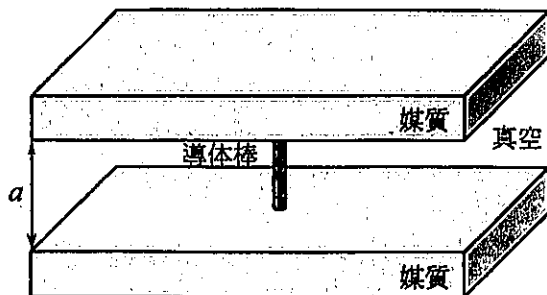


図1

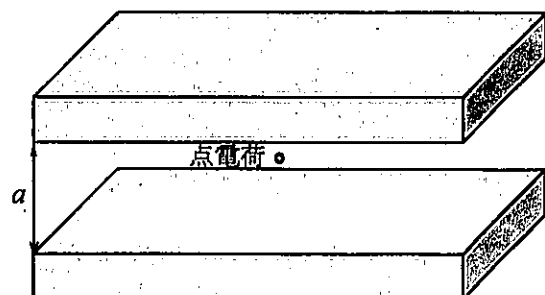
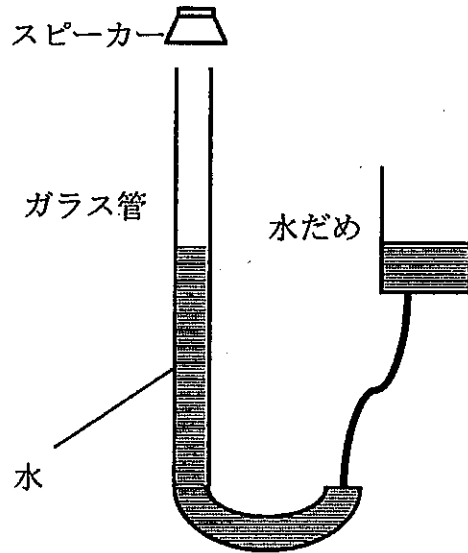


図2

## 物質科学科 小論文(物理) 問題

3 図に示す装置を使ってキセノンガスの音速を求める実験を行った。この装置は空気中に置かれ、水だめを上下させることでガラス管中の水面の位置を変化させることができる。ガラス管の管口の真上に取り付けたスピーカーから周波数  $f$  [Hz] の音を出す。ガラス管に管口まで満たした水面をゆっくり下げていったところ共鳴が起こった。次にガラス管中にキセノンガスを満たしたのち、水面をゆっくり上昇させた場合も共鳴が起こった。下表に共鳴が起こったときの管口から水面までの距離を短い順に示す。空気中の音速を  $340$  [m/s] とするとき、以下の問いに答えよ。解答には、答えだけでなく考え方もわかるように説明せよ。



- (1) 共鳴が起こる理由を説明せよ。
- (2) 表の結果を用いてスピーカーから出る空気中での音波の波長 [m] と周波数  $f$  [Hz] を求めよ。
- (3) 表の結果から、キセノンガス中の音速を求めよ。

表

管中の気体	共鳴が起こったときの管口から水面までの距離 [m]			
	0.095	0.345	0.595	0.845
空気	0.095	0.345	0.595	0.845
キセノン	0.066	0.191	0.316	0.441