

平成 30 年度

都市デザイン学部 材料デザイン工学科

一般入試(後期日程)

総 合 問 題

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は全部で5ページ、解答用紙は3枚、下書き用紙は2枚である。
試験開始の合図があつてから、それらを確認すること。
- 3 試験開始後に、解答用紙の指定欄に受験番号を算用数字で記入すること。
- 4 ①、②、③の3問のうち、2問を選択して解答すること。
- 5 解答は、解答用紙に記入すること。
- 6 配布された問題冊子および下書き用紙は、試験終了後、持ち帰ること。

実施年月日
30. 3. 12
富山大学

□ 実数 x の関数 $f(x) = e^x - \left(1 + x + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{6}x^3\right)$ と $g(x) = \frac{e^x}{x^2}$ を考える。以下の問いに答えよ。ただし、 $f(x)$ の x についての第 n 次導関数を $\frac{d^n}{dx^n}f(x)$ と表すことにする。

(1) $\frac{d^3}{dx^3}f(x)$ を求めよ。

(2) $x \geq 0$ において、 $\frac{d^2}{dx^2}f(x)$, $\frac{d}{dx}f(x)$, $f(x)$ のいずれも 0 以上になることを示せ。

(3) これまでの結果を利用して、 $\lim_{x \rightarrow \infty} g(x) = \infty$ を示せ。

(4) a を実数の定数とするとき、 $g(x) = a$ の実数解の個数を調べよ。

(以下余白)

2 電荷がつくる電界の強さと電位について下記の (ア) ~ (キ) の問いに答えよ。

図1のように、 xy 平面上の2点 O , A に $5.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ の正電荷を置いた。 OA 間の距離は 1.0 m で、 O と A を結ぶ線分の midpoint を D , D から y 軸正方向に 0.50 m 離れた点を B とする。解答では、クーロンの法則の比例定数 k を $9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ とする。電荷は全て点電荷とする。有効数字2桁で答えよ。単位を付けること。

(ア) D での電界の強さを求めよ。

(イ) D での電位を求めよ。ただし、無限遠を基準とする。

(ウ) B に 1.0 C の正電荷を置いた。この電荷が、 O と A にある電荷から作用される力の合計の大きさを求めよ。

(エ) 電気量 0.20 C の正電荷を B から D までゆっくり移動させるのに必要な仕事を求めよ。

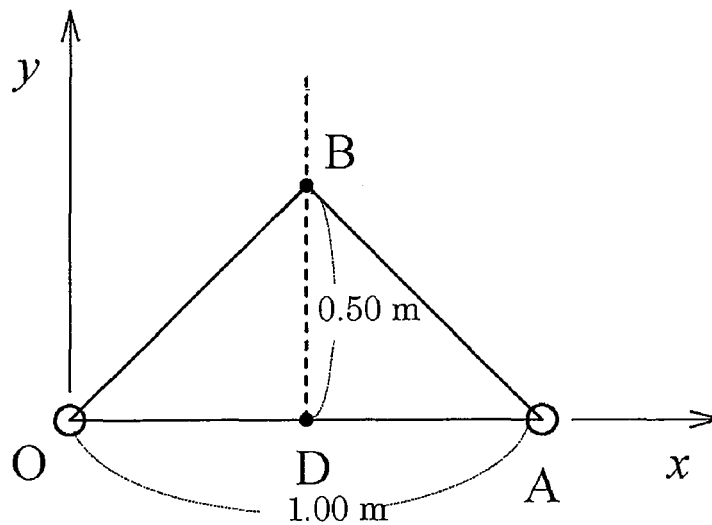


図1

図2のように半径 a の導体球がある。導体球の中心点を O とし、 O からの距離が b で導体球の外側の点を B 、 O からの距離が c で導体球の内側の点を C とする。いま、この導体球に電荷 Q を与え、その電荷が導体表面に一様に分布したとする。クーロンの法則の比例定数を k として、下記の問題に答えよ。解答では、記号 Q, a, b, c, k の中から適切な記号を用いて答えよ。

(オ) B における電界の強さを求めよ。

(カ) C における電位を求めよ。ただし、無限遠を基準とする。

(キ) O から B までの電界の強さの概略を解答欄の座標軸に描け。ただし、縦軸を電界の強さ、横軸を O からの距離とする。

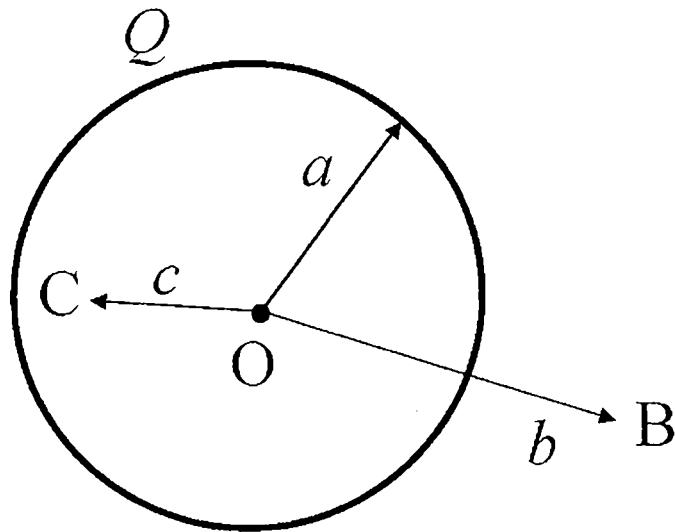


図2

(以下余白)

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

アルミニウムは地殻中に多く含まれる金属元素である。アルミニウムの単体が工業的に生産されるようになったのは 20 世紀になってからであり、古くから製錬法が知られていた鉄とは対照的である。これは (a)鉄の製錬法である酸化鉄をコークスと一酸化炭素を用いて還元する方法では、酸化アルミニウムからアルミニウムの単体を製錬することが困難であるからである。

アルミニウムの原料鉱石のボーキサイトは $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ で表される酸化物および水酸化物からなり、主な不純物として酸化鉄を含んでいる。(b)ボーキサイトを熱水酸化ナトリウム水溶液に溶解し、不溶物をろ過して除去した溶液を冷却すると水酸化アルミニウムの固体が析出する。これを加熱・脱水して得られた高純度の酸化アルミニウムを、氷晶石 Na_3AlF_6 の融解塩に溶解し電解することでアルミニウムの単体が生産される。この製錬法は (c)膨大な電気エネルギーを消費するため、アルミニウムはしばしば「電気の缶詰」とよばれている。

問 1 下線部 (a) の理由を 60 字以内で説明せよ。

問 2 下線部 (b) の溶液中でアルミニウムはどのような化学種で存在するか、化学式で記せ。

問 3 下線部 (c) に関して、 $1.0 \times 10^5 \text{ A}$ の電流を 24 時間流して得られるアルミニウム単体の質量は何 kg か、有効数字 2 桁で求めよ。ただし、流した電流はすべてアルミニウムイオンの還元に使われるものとする。計算過程も記せ。必要があれば、次の値を用いよ。

原子量：Al = 27

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

問 4 アルミニウム単体の結晶は面心立方格子をとる。一辺の長さが d の立方体に成形したアルミニウム単体結晶の質量が m であるとき、アボガドロ定数 N_A を d , m , アルミニウムのモル質量 M および単位格子の一辺の長さ a を用いて表せ。解き方も示せ。

解 答 上 の 注 意

字数を指定している設問の解答では、1マスに一つの文字を書きなさい。数字、アルファベット、句読点、括弧、符号などは、〔例〕のようにすべて1字とみなしなさい。

〔例〕

[	C	u	(	N	H	₃	)	₄	]	²	+	は	,	C	u	²	+	に	₄
分	子	の	N	H	₃	が	配	位	子	と	し	て	配	位	結	合	し	た	錯
イ	オ	ン	で	あ	る	。													

(以 下 余 白)

解答用紙

1

受験番号					

採点

A large vertical dashed line extends from the top of the page down to the bottom, serving as a guide for writing answers.

解答用紙

2	受験番号						採点

問 (ア)	答え	問 (イ)	答え
----------	----	----------	----

問 (ウ)	答え	問 (エ)	答え
----------	----	----------	----

問 (オ)	答え	問 (カ)	答え
----------	----	----------	----

問 (キ)	<p>電界の強さ</p> <p>Oからの距離</p>
----------	----------------------------

(下書き用紙)

(下書き用紙)