

平成30年度第2次募集

新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題

一般入試

環境科学専攻
自然システム科学
E1

専門科目（基礎自然科学）

注意事項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、表紙を含め全部で8ページある。
- 3 物理学（[1]）、化学（[2]）、生物学（[3]）、地学（[4]）の[1]～[4]から2問を選択し、解答すること。
- 4 解答は、解答用紙の「問題番号」記入欄に解答する問題番号を記入してから、その頁に記入すること。ただし、解答欄が足りない場合は、裏面を使用すること。
- 5 受験番号は、各解答用紙の指定された箇所に必ず記入すること。
- 6 解答時間は、120分である。
- 7 下書きは、問題冊子の余白を使用すること。

[1] 以下の文章を読み，問1，問2に答えよ。

$y = 0$ で表される無限に広い平板電極（電極1）と $y = d$ で表される無限に広い平板電極（電極2）が真空中にある。重力の効果は無視できるとし，電子の質量および電気素量をそれぞれ m_e, e とする。また，ベクトル表記には x, y, z 方向の単位ベクトル e_x, e_y, e_z を使用すること。

問1 電極1を接地し電極2に電位 $+V$ を与えた。（1），（2）に答えよ。

（1）電極1，2間の電場 E を求めよ。

（2）時刻 $t = 0$ に，座標原点 $x = y = z = 0$ から x 軸となす角 φ ， z 軸となす角 $\pi/2$ で電極2に向けて初速 v_0 で電子を打ち出した。電子が電極2に衝突する時刻 t を求めよ。

問2 電極1を接地し電極2に電位 $+V$ を与え，さらに， z 方向に一様な磁場 Be_z を与えた。

（1）～（3）に答えよ。

（1）速度 $\boldsymbol{v} = v_x e_x + v_y e_y + v_z e_z$ の電子が磁場 Be_z から受ける力 F を求めよ。

（2）時刻 $t = 0$ で座標原点 $x = y = z = 0$ に電子が静止している。時刻 t での電子の速度 \boldsymbol{v} を求めよ。

（3）（2）と同じ初期条件で，電子が電極2に衝突しないための， V と B の関係式を求めよ。

[2] 以下の問1～問3に答えよ。

問1 LiH と HF の結合距離と双極子モーメントは表に示すとおりである。このとき以下の(1)～(6)に答えよ。必要であれば以下の値を用いよ。

電荷素量 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$

原子 X の電気陰性度 χ_X ; $\chi_{\text{Li}} = 1.0$; $\chi_{\text{H}} = 2.1$; $\chi_{\text{F}} = 4.0$

表 LiH および HF の結合距離と双極子モーメント

化合物	結合距離	双極子モーメント
LiH	$160 \times 10^{-12} \text{ m}$	$19.4 \times 10^{-30} \text{ C m}$
HF	$97 \times 10^{-12} \text{ m}$	$6.07 \times 10^{-30} \text{ C m}$

(1) Li-H と H-F 結合が完全なイオン結合であるとしたとき、それぞれの分子の双極子モーメントを計算せよ。

(2) Li-H と H-F 結合のイオン結合性を求めよ。

(3) Li-H と H-F 結合の分極を下の A-B 結合の例にならって書け。



(4) HF を純水に溶解させると、溶液の pH は低下した。この時の HF と H_2O の反応式を書け。

(5) (4) の反応では H_2O はブレンステッド酸、ブレンステッド塩基のいずれとして作用しているか答えよ。

(6) LiH を純水に溶解させると気体を発生し、溶液の pH は上昇した。この時の LiH と H_2O の反応式を書け。

問2 系に閉じ込められた 1 mol の理想気体に関する以下の(1)～(3)に答えよ。ただし、気体定数 R とする。

(1) 外圧一定 (P_0) の条件で気体が体積 V_1 の状態から V_2 の状態へと不可逆的に膨張するとき、気体が外界からなされる仕事 w を求めよ。

(2) 気体が体積 V_1 から V_2 の状態へ温度 T で等温可逆的に膨張するとき、気体の内部エネルギー変化量 ΔU および気体が吸収する熱量 q を求めよ。

(3) 気体の温度を T_1 から T_2 へと断熱可逆的に変化させた。このとき気体が外界からなされた仕事 w を T_1 , T_2 および定積熱容量 C_V を用いて表せ。

問3 酸 HA に関する次の (1), (2) に答えよ。ただし, HA の酸解離定数 $K_a = 1.0 \times 10^{-5}$ mol dm^{-3} とする。また, 溶液中の全ての化学種の活量係数は 1 とし, 数値は有効数字 2 桁で求めよ。

(1) 1.0 mol dm^{-3} HA 水溶液の pH を計算せよ。途中の計算過程も記せ。

(2) 1.0 mol dm^{-3} HA 水溶液 120 mL と 1.5 mol dm^{-3} NaOH 水溶液 40 mL を混合して得られる緩衝溶液の pH を計算せよ。途中の計算過程も記せ。