

平成 29 年度入学者選抜試験問題
山形大学大学院理工学研究科博士前期課程
(平成 28 年 8 月実施)

【物質化学工学専攻】

基礎科目
(数学, 物理化学)

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 4 ページまでです。
3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明, ページの乱丁・落丁および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。
4. 監督者の指示に従って, すべての解答用紙に受験番号を正しく記入してください。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。
5. 基礎科目の「数学」と「物理化学」は, 2 科目とも解答してください。
6. 解答用紙は 2 枚あります。必要に応じて裏面を使用しても構いません。1 科目につき 1 枚とし, どの科目に対する解答かわかるように, それぞれの解答用紙の「受験科目」欄に科目名を記入してください。白紙の場合でも 2 枚すべて提出して下さい。
7. 試験終了後, 問題冊子及び草案用紙は持ち帰ってください。

数学

科目名：数学

解答の過程は省略せずに明示すること。

1. 次の問いに答えよ。

(1) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x - \sin x}{x^3}$ の極限値を求めよ。

(2) $y = \frac{1}{1 + \log x}$ の導関数を求めよ。

(3) $\int_0^1 x\sqrt{1-x} \, dx$ の定積分の値を求めよ。

2. 次の微分方程式を解け。

(1) $y + x \frac{dy}{dx} = 0$

(2) $\frac{dy}{dx} + e^x y = e^x$

(3) $\frac{d^2 y}{dx^2} + 2 \frac{dy}{dx} + 5y = 0$

物理化学

科目名：物理化学

1. 次の(1)～(3)の問いに答えよ。なお、(2)、(3)は計算過程を示し、答えには必ず単位を付け、アンダーラインを引くこと。

(1) 内部エネルギー変化とエンタルピー変化の違いを説明せよ。

(2) ある鉄の塊 59 g (Fe, 原子量 55.85) を 70.0 °C に加熱し、20.0 °C の水 1.0×10^2 g が入ったビーカーに移した、その最終温度は 23.0 °C であった。この鉄の (a) 比熱容量、(b) モル熱容量をそれぞれ求めよ。ただし、系以外への熱損失は無視せよ。なお、この温度範囲における水の比熱容量は $4.184 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ とする。

(3) 1.0 mg のスクロース ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, 分子量 342.30) が二酸化炭素と水に代謝されるときに得られる最大の非膨張仕事を求めよ。なお、スクロース、二酸化炭素、水の標準生成ギブスエネルギーは、それぞれ $-1543 \text{ kJ mol}^{-1}$, $-394.36 \text{ kJ mol}^{-1}$, $-237.13 \text{ kJ mol}^{-1}$ とする。

2. 次の(1)～(3)の問いに答えよ。なお、(2)は計算過程を示し、答えには必ず単位を付け、アンダーラインを引くこと。気体定数は $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

(1) ファンデルワールスの状態方程式を記せ。また、ファンデルワールスのパラメーターについて説明せよ。

(2) 10.0 g の二酸化炭素 (CO_2 , 分子量 44.0) が 25 °C で $1.00 \times 10^2 \text{ cm}^3$ の容器に入っている。この気体をファンデルワールス気体と仮定した場合の圧力を求めよ。ただし、ファンデルワールスのパラメーターは $a = 0.364 \text{ Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}$, $b = 4.3 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ とする。

(3) 高純度のシリコン (Si) について、次の問いに答えよ。

(a) シリコンにリン (P) を加えると n 型半導体となる。その理由を記せ。

(b) p 型半導体と n 型半導体のシリコンを接合すると整流作用が生じる。この理由についてバンド理論を使って説明せよ。