

平成30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29年8月実施)

【物質化学工学専攻】

基礎科目

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3ページです。
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. 解答用紙は3枚あります。解答用紙は、数学に1枚、物理化学の大問1つにつき各1枚ずつ使用してください。必要に応じて裏面を使用しても構いません。白紙の場合でも3枚すべて提出してください。
6. 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。

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) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(\log x)^3}{x}$ の極限值を求めよ。

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

(3) 曲線 $y = \cos x$ ($0 \leq x \leq \pi$) を x 軸の周りに回転してできる立体の体積を求めよ。

2. 次の微分方程式を解け。

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

(2) $\frac{dy}{dx} + \frac{y}{x} = e^x$ ($x > 0$)

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

科目名：物理化学

1. 次の(1)～(4)の問いに答えよ。なお、計算問題の答えには必ずアンダーラインを引くこと。

- (1) (a) 熱力学第一法則，熱力学第二法則，熱力学第三法則についてそれぞれ説明せよ。
(b) 永久機関が不可能であることを簡潔に説明せよ。
- (2) 圧力一定で，温度 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷 $M\text{ [g]}$ を $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ まで上昇させ，すべて蒸気にしてしまうのに必要なエネルギーを求めよ。ただし，氷，水，水蒸気の定圧熱容量はそれぞれ C_S , C_L , $C_G\text{ [J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}]$ ， $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ における氷の融解エンタルピーは $H_f\text{ [kJ mol}^{-1}]$ ， $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ における水の蒸発エンタルピーは $H_v\text{ [kJ mol}^{-1}]$ ， H_2O の分子量は 18 とする。答えには単位を書くこと。
- (3) 重さ $m\text{ [g]}$ の小鳥が，地上から $h\text{ [m]}$ の高さの木の枝まで飛び上がった。小鳥が飛び上がるのに必要なエネルギーは，すべてグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$ (分子量 180) の酸化反応で二酸化炭素と液体の水になる反応から生み出されていると考える。小鳥が消費したグルコースの質量を求めよ。なお，重力加速度は $g\text{ [m s}^{-2}]$ ，グルコース酸化反応のギブスエネルギー変化は $-X\text{ [kJ mol}^{-1}]$ とする。答えには単位を書くこと。
- (4) ある有機物の 1 atm における沸点は $127\text{ }^{\circ}\text{C}$ であった。この有機物の蒸発エンタルピーを概算せよ。答えには単位を書くこと。

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

- (1) 気体分子のモル質量と温度から根平均二乗速度を求める式を記せ。
また、1mol 当たりの並進運動エネルギーを誘導せよ。
- (2) 60 °C における酸素分子の根平均二乗速度と 1 mol 当たりの並進運動エネルギーを求めよ。答えには単位を書くこと。
- (3) 超伝導状態では、臨界温度以下で電気抵抗がゼロとなる。その理由を説明せよ。また、臨界温度の高い超伝導体をつくるための方法を記せ。