

基礎知識

[試験に関する注意事項]

1. 「基礎知識」試験問題は、「Ⅰ 必須問題」と「Ⅱ 選択問題」の2種類からなる。
2. 答案用紙は3枚ある。「Ⅰ 必須問題」に対して2枚、「Ⅱ 選択問題」に対して1枚を用いよ。
3. 「Ⅰ 必須問題」は、問Aおよび問Bの2問ある。2問とも解答せよ。答案用紙は、問Aに1枚、問Bに1枚をそれぞれ使用し、各答案用紙左上の解答番号欄に、解答した問の記号AまたはBのいずれかを明記せよ。
4. 「Ⅱ 選択問題」は、問1～問3の3問ある。その中から、1問のみを選択して解答せよ。答案用紙1枚を使用し、答案用紙左上の解答番号欄に、解答した問の番号を明記せよ。

I 必須問題

問 A. 以下の(1), (2)に答えよ.

(1) 以下の(a)~(d)の微分方程式を解け.

$$(a) \quad \frac{d^3y}{dx^3} - 4\frac{d^2y}{dx^2} - 7\frac{dy}{dx} + 10y = 0$$

$$(b) \quad \frac{d^2y}{dx^2} - 2\frac{dy}{dx} + y = ax^2 + bx + c \quad (a, b, c \text{ は実数})$$

$$(c) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{4xy^2 + 4x + y}{-4x^2y - x + 6y}$$

$$(d) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{2y^2}{xy - x^2}$$

(2) 以下のロジスティック方程式について, (a), (b)に答えよ. ただし, r, k は定数とする.

$$\frac{dN}{dt} = (r - kN)N$$

(a) $t=0$ のとき $N=N_0$ として, この方程式を解け.

(b) $\lim_{t \rightarrow \infty} N$ を求めよ.

問 B. 製品を 400 個ずつ箱に詰めて出荷する. この製品は平均して 0.5% に不良があり, 1 箱当たりの不良品の数はポアソン分布に従うとする. 以下の(1), (2)の確率を求めよ. 有効数字 2 桁とし, $e^3 = 20$, $e^2 = 7.4$, $e = 2.7$ とする. 途中の式も示せ.

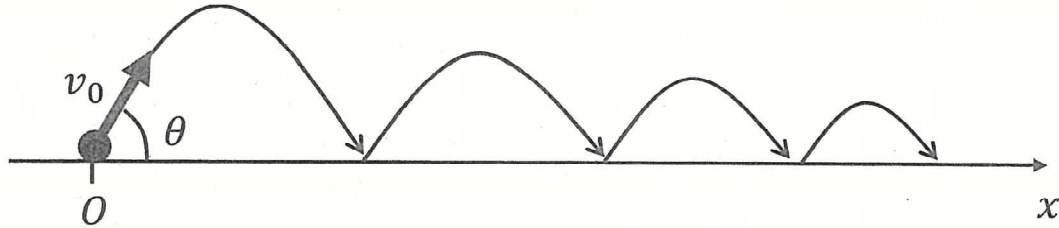
(1) 1 箱をあけたとき, 不良品が 3 個以上見出される確率

(2) n 箱をあけたとき, いずれの箱にも不良品が 3 個以上は含まれない確率

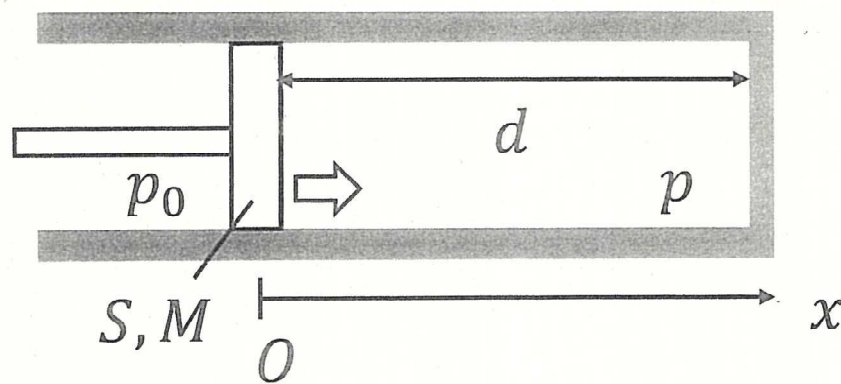
II 選択問題

問 1. 以下の(1), (2)に答えよ.

- (1) 地上のある地点から初速度の大きさ v_0 , 水平となす角 θ でボールを投げ上げた. ボールは地表に何度も落下し, 跳ね返った. 空気抵抗は無視でき, 地表は水平で滑らかであると仮定したとき, 以下の(a), (b)に答えよ. ただし, 重力加速度の大きさは g , ボールと地表のはねかえり係数は e とする.



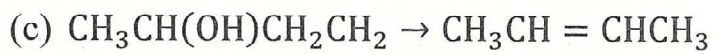
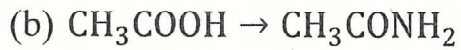
- (a) ボールが最初に地表に落下してくるまでの時間 T_1 と水平到達距離 X_1 を求めよ.
- (b) ボールが n 回跳ね返って着地したときの水平到達距離 X_n (最初の投げ上げ地点からの距離) を求めよ.
- (2) 滑らかに動く質量 M のピストンがついた容器の中に理想気体が入っている. 容器の断面積を S , 大気圧を p_0 とする. 気体ははじめ圧力 p_0 で長さ d の部分を占めており, ピストンをゆっくり動かし断熱変化させた. 以下の(a)~(c)に答えよ. なお, 摩擦は働かないものとし, 圧力 p , 体積 V には $pV^\gamma = C$ (γ は比熱比, C は定数) の関係が成り立つものとする.



- (a) ピストンを x だけ押し込んだ時の気体の圧力を求めよ.
- (b) ピストンの加速度を a とし, 運動方程式を示せ.
- (c) ピストンの変位の絶対値 $|x|$ が d に比べて十分小さいと仮定したとき, ピストンの運動は単振動となる. 振動周期を求めよ. ただし, 絶対値が十分小さな実数 ε に対し, $(1 + \varepsilon)^{-\alpha} \cong 1 - \alpha\varepsilon$ となることを用いて, 気体の圧力を近似してもよい (α は正の実数).

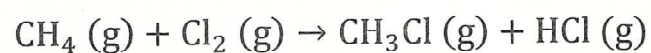
問 2. 以下の(1), (2)に答えよ.

(1) 次の(a)~(c)について, それぞれの化学反応を行うために必要な試薬または試薬と操作の組み合わせを, 下記の選択肢①~⑦から選べ. 反応が複数段階ある場合は, 複数選べ.



- ① 過マンガン酸カリウム (KMnO_4)
- ② アンモニア (NH_3)
- ③ パラジウム炭素 (Pd/C)
- ④ 濃硫酸 (H_2SO_4) + 加熱
- ⑤ 塩化チオニル (SOCl_2)
- ⑥ クロロクロム酸ピリジニウム (PCC)
- ⑦ 濃硫酸 (H_2SO_4) + 濃硝酸 (HNO_3)

(2) 下記の反応について, 与えられた標準生成エンタルピー ($\Delta_f H^\circ$) を用いて反応エンタルピー ΔH を求めよ. また, この反応が発熱反応か吸熱反応かを判定せよ. 標準状態は, 25°C , 1 atm とする. なお, この反応は実際には紫外線を照射することで進行する反応であるが, ここでは反応条件の詳細には立ち入らず, 熱化学的な計算に限って考えるものとする.



化合物	$\Delta_f H^\circ$ (kJ/mol)
$\text{CH}_4(\text{g})$	-74.9
$\text{CH}_3\text{Cl}(\text{g})$	-83.7
$\text{HCl}(\text{g})$	-92.3
$\text{Cl}_2(\text{g})$	0

問3. 次の文章を読み、以下の(1)~(3)に答えよ。

系統の異なるX,Y 2種類のマウスがいる。X系統のマウスの皮膚を、Y系統のマウスに移植した。移植された皮膚は約10日で脱落した(1回目の移植)。同じマウスに、X系統のマウスの皮膚を再度移植したところ、今度は移植後5~6日で脱落した(2回目の移植)。1回目の移植では、(①)や(②)が移植された皮膚の細胞に由来するタンパク質を取り込み、T細胞を活性化させ増殖させる。その結果、活性化したT細胞が移植片の細胞を直接攻撃し、移植片を脱落させる拒絶反応が起こる。このT細胞によって起こる免疫反応を(③)免疫という。2回目の移植では、B細胞から産生される抗体によって起こる免疫反応がはたらいたと考えられる。これを(④)免疫という。T細胞やB細胞は、(⑤)によって体内を循環したり、(⑥)や(⑦)にとどまったりして異物の侵入に備えている。

(1) 上の文中の①~⑦にあてはまる語句を記せ。

(2) 造血幹細胞からの分化により、T細胞およびB細胞はどの器官でつくられ、その後、どの器官で成熟するか。それぞれ答えよ。

(3) 2回目の移植で、1回目の移植より短い日数で移植片が脱落する理由となるしくみを、以下の語句をすべて用いて100~150字で説明せよ。

B細胞 T細胞 活性化 記憶 抗原 産生 情報 ヘルパー