

生物学

問題 1

(1)

遺	伝	子	の	転	写	を	抑	制	ま	た	は	促	進	す
る	こ	と	に	関	与	す	る	遺	伝	子				

(2)

構造遺伝子

(3)

a	1	b	2
c	2	d	3
e	3	f	4

(4)

転写後に取り除かれる領域	イントロン
取り除かれる過程	スプライシング

(5)

ア	がく片	イ	花弁
ウ	花弁	エ	がく片

生物学

問題 2

(1)

ア	二酸化炭素固定 or 炭酸同化	イ	呼吸
ウ	アンモニウムイオン	エ	硝酸イオン
オ	硝化 (細)	カ	脱窒 (素)
キ	富栄養化		

(2)

a	0.04	b	78
---	------	---	----

(3)

細菌	菌類
----	----

(4)

エ	ネ	ル	ギ	ー	は	熱	エ	ネ	ル	ギ	ー	と	し	て	生	態	系	外	に
失	わ	れ	る	が	、	炭	素	は	再	び	生	態	系	に	と	り	こ	ま	れ
る	こ	と	が	あ	る	点	で	大	き	く	異	な	る	。					

(5)

根	に	共	生	し	て	根	粒	を	形	成	す	る	根	粒	菌	に	よ	っ	て
空	気	中	の	窒	素	が	固	定	さ	れ	る	か	ら	。					

化学

問題 1

(1)

ア	カルボキシ基 (-COOH)	イ	アミノ基 (-NH ₂)
---	----------------	---	--------------------------

ウ	両性	エ	双性
---	----	---	----

オ	等電点
---	-----

(2)

酢酸の濃度を C [mol/L] とすると、

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

値を代入して、

$$\alpha = \sqrt{\frac{2.7 \times 10^{-5}}{0.12}} = \frac{3}{2} \times 10^{-2} = 0.015$$

pH を x とおくと、

$$x = -\log C\alpha = -\log(0.12 \times 0.015) = 4 - \log 2 - 2 \log 3 = 2.74$$

答. pH は 2.7

(3)

(a)

AgCl 水溶液における AgCl の溶解度積を K_{sp} [mol^2/L^2] と置く。

$$K_{sp} = C_A \times C_A \quad (1)$$

NaCl を加えると Cl^- イオンが増加するため、

$$K_{sp} = C'_A \times (C'_A + C_S)$$

$C'_A < C_A \ll C_S$ より、 $C'_A + C_S \approx C_S$ ゆえに、

$$K_{sp} = C'_A \times C_S$$

$$C'_A = \frac{K_{sp}}{C_S}$$

式(1)を代入して、

$$C'_A = \frac{C_A^2}{C_S}$$

$$\text{答. } C'_A = \frac{C_A^2}{C_S}$$

(b)

値を代入して、

$$C'_A = \frac{C_A^2}{C_S} = \frac{(1.35 \times 10^{-5})^2}{0.1} = 1.82 \times 10^{-9} = 1.8 \times 10^{-9}$$

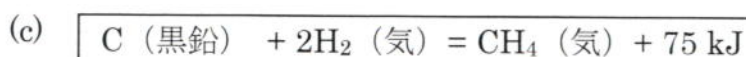
$$\text{答. } C'_A = 1.8 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$$

化学

問題 2

(1)	ア	等号 (=)	イ	発熱
	ウ	吸熱	エ	ヘス (総熱量保存)

(2)



(3)

(a) メタンが完全燃焼する熱化学方程式は,
 CH_4 (気) + 2O_2 (気) = CO_2 (気) + $2\text{H}_2\text{O}$ (液) + X kJ
 反応熱は, (生成物の生成熱の総和) - (反応物の生成熱の総和) で表されるので,
 (CO_2 の生成熱 + H_2O の生成熱) - (CH_4 の生成熱) となり,
 $X = 394 + 2 \times 286 - 75 = \underline{891 \text{ kJ}}$

(b) 1 mol の $(\text{CH}_4)_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_{23}$ の質量は 478 g で, この中には 23 mol の H_2O が含まれている。

100 m³ 中の $(\text{CH}_4)_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_{23}$ の質量 : $10^8 \text{ cm}^3 \times 0.91 \text{ g/cm}^3$

これは, $(10^8 \times 0.91) / 478 \text{ mol}$ に相当する。

よって水は, $(10^8 \times 0.91) / 478 \times 23 \times 18 \text{ g/mol} \div 7.9 \times 10^7 \text{ g}$ 存在する。

単位を kg とすると, $7.9 \times 10^4 \text{ kg}$ ($7.9 \times 10^7 \text{ g}$ の回答も可とする)

物理学

問題 1

- (1) 板とブロックを一体と考えることができるので、運動方程式は

$$F = (M + m)a_1$$

したがって、

$$a_1 = \frac{F}{M+m} \quad [\text{m/s}^2]$$

答. $a_1 = \frac{F}{M+m} \quad [\text{m/s}^2]$

- (2) ブロックは板との静止摩擦力によって動いている。したがって、その向きは右向きである。ブロックのみの運動方程式は、

$$f_1 = ma_1$$

(1)の結果を代入して、

$$f_1 = \frac{m}{M+m}F \quad [\text{N}]$$

答. $f_1 = \frac{m}{M+m}F \quad [\text{N}]$ 向きは右向き

- (3) ブロックは板に対してすべっているので動摩擦力が作用している。

$$f_2 = \mu_2 mg \quad [\text{N}] \quad \text{向きは右向き}$$

答. $f_2 = \mu_2 mg \quad [\text{N}]$ 向きは右向き

- (4) ブロックだけの運動方程式は、

$$f_2 = ma_b$$

(3)の結果を代入して

$$a_b = \frac{f_2}{m} = \mu_2 g \quad [\text{m/s}^2] \quad \text{向きは右向き}$$

答. $a_b = \frac{f_2}{m} = \mu_2 g \quad [\text{m/s}^2]$ 向きは右向き

物理学

問題 2

(1)

最初の状態のときの気体の体積を V_0 , 温度を T_0 , ピストンが上に動き始めたときの気体の圧力を P_1 , 温度を T_1 とすると, ピストンのつり合いから

$$P_1 S = P_0 S + mg$$

$$P_1 = P_0 + \frac{mg}{S}$$

ピストンが動き始めるまでは定積変化であるから,

$$\begin{aligned} Q_1 &= n C_v \Delta T = n \frac{3}{2} R (T_1 - T_0) = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_0 V_0) \\ &= \frac{3}{2} (P_1 - P_0) S L = \frac{3}{2} \left(P_0 + \frac{mg}{S} - P_0 \right) S L = \frac{3}{2} mg L \end{aligned}$$

答. $\frac{3}{2} mg L$ [J]

(2)

気体がした仕事 W は, ピストンの位置エネルギーの増加と大気圧に対する仕事, ばねの弾性エネルギーの増加の総和に等しいから

$$W = mg \frac{1}{3} L + P_0 S \frac{1}{3} L + \frac{1}{2} k \left(\frac{1}{3} L \right)^2 = \frac{1}{3} (P_0 S + mg) L + \frac{1}{18} k L^2$$

答. $\frac{1}{3} (P_0 S + mg) L + \frac{1}{18} k L^2$ [J]

(3)

熱力学の第一法則より、内部エネルギーの変化を ΔU とすると、求める Q_2 は、

$$Q_2 = W + \Delta U$$

ここで、ピストンが動き始めたときの気体の圧力を P_1 、体積を V_1 、温度を T_1 とし、ピストンが停止した時のそれらを P_2 、 V_2 、 T_2 とすると、 ΔU は

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{3}{2}nRT_2 - \frac{3}{2}nRT_1 = \frac{3}{2}P_2V_2 - \frac{3}{2}P_1V_1 \\ &= 2\left(P_0S + mg + \frac{L}{3}k\right)L - \frac{3}{2}(P_0S + mg)L = \frac{1}{2}P_0SL + \frac{1}{2}mgL + \frac{2}{3}kL^2 \end{aligned}$$

(2)の W を用いて、

$$\begin{aligned} Q_2 &= W + \Delta U = \frac{1}{3}(P_0S + mg)L + \frac{1}{18}kL^2 + \frac{1}{2}P_0SL + \frac{1}{2}mgL + \frac{2}{3}kL^2 \\ &= \frac{5}{6}P_0SL + \frac{5}{6}mgL + \frac{13}{18}kL^2 \end{aligned}$$

答. $\frac{5}{6}P_0SL + \frac{5}{6}mgL + \frac{13}{18}kL^2$ [J]

(4)

総熱量を Q とすると

$$\begin{aligned} Q &= Q_1 + Q_2 = \frac{3}{2}mgL + \frac{5}{6}P_0SL + \frac{5}{6}mgL + \frac{13}{18}kL^2 \\ &= \frac{5}{6}P_0SL + \frac{7}{3}mgL + \frac{13}{18}kL^2 \end{aligned}$$

そのため、通電時間 t [s] は、

$$\begin{aligned} Q &= rI^2t \\ t &= \frac{1}{rI^2} \left(\frac{5}{6}P_0SL + \frac{7}{3}mgL + \frac{13}{18}kL^2 \right) \end{aligned}$$

答. $\frac{1}{rI^2} \left(\frac{5}{6}P_0SL + \frac{7}{3}mgL + \frac{13}{18}kL^2 \right)$ [s]