

生物学

問題 1

(1)

| | | | |
|---|-----|---|----------|
| ア | DNA | イ | 伝令 RNA |
| ウ | 転写 | エ | リボソーム |
| オ | 翻訳 | カ | 自然選択（淘汰） |
| キ | 細胞質 | ク | 細胞小器官 |
| ケ | 共生 | | |

(2)

| |
|----------|
| 置換、挿入、欠失 |
|----------|

(3)

個体が外界の影響を受けて獲得した形質のうち、遺伝子レベルでの変化によるものでない場合は、子孫にその形質は伝わらない。なぜならば、子孫に伝わるのは遺伝子であって形質ではないから。一方、獲得した形質が遺伝子レベルの変化による場合であっても、その変化が体細胞に起こった変化であって生殖細胞には何の変化もなければ、その獲得形質は子孫には伝わらない。

(4)

| |
|--|
| ミトコンドリア：ミトコンドリアの機能は酸素呼吸であるので、酸素呼吸を行う細菌（好気性細菌）が共生した結果生じたと考えられる。 |
| 葉緑体：葉緑体の機能は光合成であるので、光合成を行う細菌（ラン藻類）が共生した結果生じたと考えられる。 |

生物学

問題 2

(1)

| | | | |
|---|-----|---|-------|
| ア | 酸素 | イ | 二酸化炭素 |
| ウ | 光合成 | エ | 嫌気 |
| オ | 発酵 | カ | 解糖 |

(2)

トリステアリンが完全に酸化分解された時の化学式は次のようになる。

$$2C_{57}H_{110}O_6 + 163O_2 = 114CO_2 + 110H_2O$$

従って、呼吸商は $114 \div 163 \approx 0.7$ となる。

(3)

草食動物が呼吸基質とするのは、主に草（植物）由来のでんぷんなどの炭水化物であるため、呼吸商は 1 に近い。一方、肉食動物が呼吸基質とするのは、主に肉（動物）由来のタンパク質と脂質であるため、呼吸商は 1 よりも小さくなる。従って、草食動物のほうが肉食動物よりも呼吸商は大きくなる。

生物学

(4) 植物ホルモン：オーキシン、サイトカイニン、エチレン、ジベレリンなど

機能：オーキシン（植物の成長促進、頂芽優勢、不定根の形成促進）

サイトカイニン（細胞分裂促進、葉の老化防止）

エチレン（果実の成熟）

ジベレリン（種子の発芽促進、花芽形成の誘導、植物の生長促進、細胞分裂の促進）

化学

問題 1

(1)

| | | | | | | | |
|---|-------|---|----|---|-----|---|------|
| ア | 高級脂肪酸 | イ | 脂肪 | ウ | 脂肪油 | エ | セッケン |
|---|-------|---|----|---|-----|---|------|

(2)

カルボン酸とアルコールから水分子が取れて生じる化合物をエステルという。

(3)

油脂 A はグリセリンと 1 分子のリノール酸、2 分子のステアリン酸から成る。グリセリンの分子量は 92、リノール酸の分子量は 280、ステアリン酸の分子量は 284 なので、油脂 A の分子量は

$$92 + 280 + 284 \times 2 - 18 \times 3 = 886$$

となる。また、1 g の油脂は $1/886$ mol で、けん化に必要な KOH は $3/886$ mol、KOH の分子量は 56 なので、必要な KOH の質量は $56 \times 3/886$ g となる。

よって答えは 189.6 mg

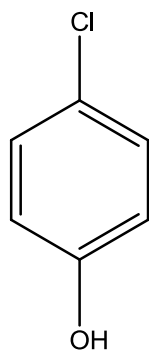
(4)

常温で固体の油脂の高級脂肪酸はパルミチン酸などの飽和脂肪酸の割合が高く、常温で液体の油脂の高級脂肪酸はオレイン酸などの不飽和脂肪酸の割合が高い。

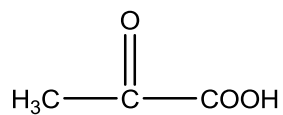
化学

問題 2

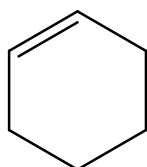
(1)



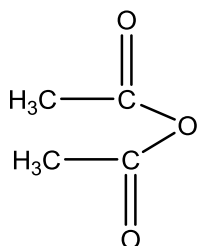
(2)



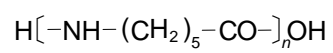
(3)



(4)



(5)



物理学

問題 1

- (1) 重り A について斜面と平行に $m_A g \cos\theta_A$
重り B について斜面と平行に $m_B g \cos\theta_B$
ゆえに、

$$m_A g \cos\theta_A = m_B g \cos\theta_B$$
$$m_A = \frac{\cos\theta_B}{\cos\theta_A} m_B$$

答. $m_A = \frac{\cos\theta_B}{\cos\theta_A} m_B$

- (2) 力 F によって生じた加速度を a とすると、

$$a = \frac{F}{m_A + m_B}$$

ゆえに、

$$v = at = \frac{F}{m_A + m_B} t$$

答. $v = \frac{F}{m_A + m_B} t$

- (3) 重り A が停止するまでに移動した距離 L は、左側斜面全体の長さ $l/\cos\theta_A$ より、

$$L = \frac{0.8l}{\cos\theta_A} \quad (1)$$

重り A に加えられた左側斜面に平行な力 F は、重力の分力より、

$$F = m_A g \cos\theta_A \quad (2)$$

位置の変化の式より、

$$L = \frac{1}{2} \frac{F}{m_A} t'^2 \quad (3)$$

式 (3) より、

$$t' = \sqrt{\frac{2Lm_A}{F}}$$

式 (1) と式 (2) を代入して、

$$t' = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{0.8l}{\cos\theta_A} m_A}{m_A g \cos\theta_A}} = \sqrt{\frac{1.6l}{g (\cos\theta_A)^2}} = \frac{1}{\cos\theta_A} \sqrt{\frac{1.6l}{g}}$$

答. $t' = \frac{1}{\cos\theta_A} \sqrt{\frac{1.6l}{g}}$

物理学

問題 2

- (1) 雪の体積 $V[\text{m}^3]$ 、雪の密度 $\rho [\text{kg}/\text{m}^3]$ 、雪の質量 $m[\text{kg}]$ とすると、
 $V=4 \times 5 \times 0.1=2 [\text{m}^3]$
 $m=\rho V=100 \times 2=200 [\text{kg}]$
となる。

- (2) 雪の融解熱 $L[\text{J}/\text{g}]$ 、雪の質量 $m[\text{kg}]$ 、熱量 $Q[\text{J}]$ とすると、
 $Q=(m \times 10^3)L=200 \times 10^3 \times 340=6.8 \times 10^7 [\text{J}]$
となる。

- (3) $6.8 [\text{kW}]=6.8 \times 10^3 [\text{J}/\text{s}]$
すなわち、1[s]あたり $6.8 \times 10^3 [\text{J}]$ の熱を加えることになる。
よって、必要な時間 $t[\text{s}]$ は、
$$t = \frac{6.8 \times 10^7}{6.8 \times 10^3} = 10^4 [\text{s}]$$

である。

物理学

- (4) 水の比熱 $c[\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})]$ 、雪の質量 $m[\text{kg}]$ 、熱量 $Q[\text{J}]$ 、温度変化 $\Delta T[\text{K}]$ とすると、 $Q=(m \times 10^3)c \Delta T$ であるから、

$$\Delta T = \frac{Q}{m \times 10^3 \times c} = \frac{6.8 \times 10^7}{200 \times 10^3 \times 4.2} = 80.9\dots$$

水の初期温度は $0\text{ }^\circ\text{C}$ であるから、水の温度は $81\text{ }^\circ\text{C}$ となる。

- (5) 仕事 $W[\text{J}]$ 、質量 $m[\text{kg}]$ 、移動距離 $x[\text{m}]$ 、重力加速度 $g[\text{m}/\text{s}^2]$ とすると、 $W=mgx=68 \times 10 \times 1=6.8 \times 10^2 [\text{J}]$

仕事 W に対する熱量 Q の大きさは、

$$\frac{Q}{W} = \frac{6.8 \times 10^7}{6.8 \times 10^2} = 10^5$$

倍となる。