

生物学

問題 1

(1)

赤色花を現す遺伝子を R 、白色花を現す遺伝子を r とすると、 F_1 ではすべて Rr で桃色花、 F_2 世代では $RR : Rr : rr$ が $1 : 2 : 1$ となる。
したがって、赤色花 : 桃色花 : 白色花の個体数割合は $1 : 2 : 1$ となる。

(2)

桃色花に赤色花を交配したときの雑種第一代 (F_1) は赤色花と桃色花が $1 : 1$ の割合となり、桃色花に白色花を交配したときの雑種第一代 (F_1) は桃色花と白色花が $1 : 1$ の割合となる。

(3)

世代を重ねるにつれて桃色花の割合は 0 に近づく。

理由 :

赤色花と白色花は、それぞれで自家受精をする限りその子孫で花色は変化せず、赤色、白色のままである。

桃色花の個体が自家受精した場合、その雑種第 1 代では桃色花個体の分離比が 50% となる。その次世代では、 $50\% \times 50\% = 25\%$ となる。このことを繰り返すことにより、桃色花の割合はゼロに近づいてゆく。

問題 2

(1)

ア	制限酵素	イ	プラスミド
ウ	DNAリガーゼ		

(2)

DNAはデオキシリボヌクレオチドが連結してできた化合物である。デオキシリボヌクレオチドは、デオキシリボース（糖）にリン酸と塩基（4種類ある）が結合したものである。そして、糖とリン酸が結合してらせん状の鎖を作り、その鎖が2本互いにゆるやかにねじれて二重らせん構造をしている。二重らせん構造の中では、互いに向き合う塩基のアデニンとチミン、グアニンとシトシンが対になって結合している。これら対になる塩基の組み合わせは決まっており、相補的塩基対と呼ばれている。

(3)

ゲ	ノ	ム	と	は	、	あ	る	生	物	の	細	胞	の	核
に	存	在	す	る	遺	伝	情	報	全	体	の	こ	と	

(4)

組織培養とは、多細胞生物の組織から一部を取り出し、生育に必要な栄養分を与えて、無菌的に生かしておく技術のこと。繁殖の難しい観賞用のランや希少植物の増殖、農作物の品種改良などに用いられている。

問題 3

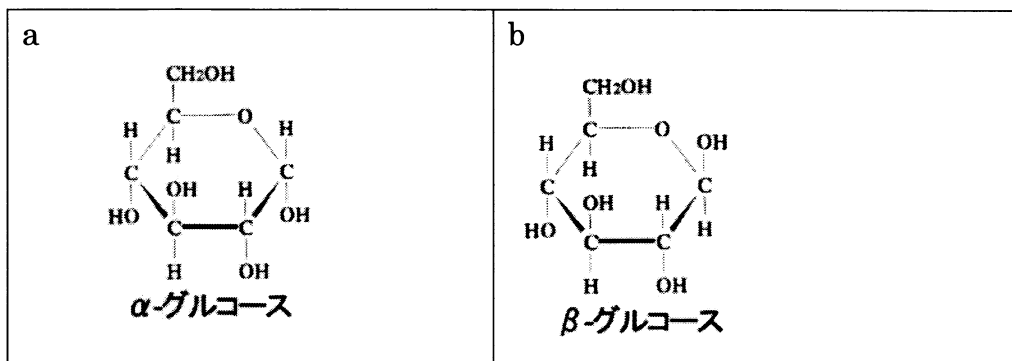
ア	48	イ	62
ウ	16	エ	186
オ	標識再捕法	カ	ラテン
キ	属	ク	種小
ケ	リンネ	コ	二名法

化学

問題 1

(1)	ア	$(C_6H_{10}O_5)_n$	イ	グルコース(ブドウ糖)	ウ	α
	エ	アミラーゼ	オ	β	カ	セルラーゼ
	キ	グリコーゲン	ク	肝臓		

(2)



(3)

デンプンやセルロースの加水分解反応の結果生じるグルコースはそのアルデヒド基に由来する還元性を持っている。この特性を利用して検出するのがフェーリング反応と銀鏡反応である。フェーリング反応では二価の銅イオン（硫酸銅）が還元されて Cu_2O が沈殿として析出する。銀鏡反応では銀イオンが還元されて銀の析出が見られる。

問題 2

(1)

(ア)	水素	(イ)	ハーバー・ボッシュ	(ウ)	硝酸
(エ)	オストワルト	(オ)	鉄	(カ)	白金

(2)

(イ) 法	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
(エ) 法	$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

(3)

イ法（ハーバー・ボッシュ法）では 1 mol の窒素から 2 mol のアンモニアが生成する。一方、エ法（オストワルト法）の 3 つの反応式を 1 つにまとめると、

$$\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

となり、1 mol のアンモニアから 1 mol のウ、すなわち硝酸が生成することがわかる。よって、1 mol の窒素からは 2 mol の硝酸が生成する。

HNO_3 （ウ、硝酸）の分子量は、 $1(\text{H}) + 14(\text{N}) + 3 \times 16(\text{O}_3) = 1 + 14 + 48 = 63$ である。よって、 $63 \times 2 \text{ mol} = 126 \text{ g}$ のウ（硝酸）が生成する。

(4)

反	応	の	前	後	で	自	身	は	変	化	し	な	い	が	、	反	応	を	促
進	す	る	は	た	ら	き	を	も	つ	物	質								

物理学

問題 1

(1)

$m = 10^3 \text{ kg}$ 、 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 、 $h = 1.0 \text{ m}$ であるから、
位置エネルギー $W = mgh = 10^3 \times 10 \times 1.0 = 10^4$ となる

答え : 10^4 J

(2)

1 秒間における電力 $P = 10^4 \times 0.5 \text{ J/s}$
1 時間 = 3600 s であるから、
1 時間の電力量 $W = 10^4 \times 0.5 \times 3600 = 1.8 \times 10^7$ となる

答え : $1.8 \times 10^7 \text{ J}$

(3)

$m = 100 \text{ kg} = 10^5 \text{ g}$ 、 $c = 4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、水の温度上昇を $\Delta T [\text{K}]$ とすると
熱量 $Q = mc \Delta T = 10^5 \times 4.2 \times \Delta T = 4.2 \times 10^5 \Delta T$

この熱量が、(2)の電力量 $1.8 \times 10^7 \text{ J}$ と等しくなるから

$$4.2 \times 10^5 \Delta T = 1.8 \times 10^7$$

$$\Delta T = 42.8 \dots$$

よって、 $\Delta T = 43 \text{ K}$ (43°C の温度上昇)

元の水温が 20°C であるから 63°C となる

答え : 63°C

問題 2

(1)

$$m_1 g \sin \alpha$$

(2)

求める速さを v_1 とする。

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = m_1 g h \text{ によって } v_1 = \sqrt{2gh}$$

(3)

質点 1 は斜面上を等加速度運動する。その加速度を a 、求める時間を t とすると、

$$at = v_1 \text{ によって } (g \sin \alpha) \cdot t = \sqrt{2gh} \quad \text{したがって、} t = \frac{\sqrt{2gh}}{g \sin \alpha}$$

(4)

右向き velocities を正とし、 v'_1 、 v'_2 はそれぞれ質点 1 と質点 2 の衝突後の速さとする。このとき運動量保存の法則より

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \quad \sim \text{①}$$

また、弾性衝突したことから、

$$1 = -\frac{v'_1 - v'_2}{v_1} \text{ によって、} v_1 = -v'_1 + v'_2 \quad \sim \text{②}$$

式①②より

$$v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \sqrt{2gh}$$

$$v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \sqrt{2gh}$$

(5)

求める高さを h_2 とすると、

$$\frac{1}{2} m_2 v_2'^2 = m_2 g h_2 \quad \text{したがって} \quad h_2 = h \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right)^2$$