

令和9年度愛媛大学医学部医学科

第2年次学士編入学〔自然科学総合問題〕解答例・出題意図

問題1.

問1.

水が容器から流出し、容器内に残っている水量は減少していく。その流量が水深の平方根に比例することから、その比例定数を a とすると、

$$\frac{dV}{dt} = -a\sqrt{h}$$

問2.

流れ始めは水深 $h = 9 \text{ cm}$ 、流量は $1.0 \text{ cm}^3/\text{s}$ なので、問1の式に代入すると

$$1 = a\sqrt{9} = 3a$$

$$a = \frac{1}{3}$$

問3.

円錐の容器内の水量 V は

$$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$$

半径 r は

$$r = \frac{4}{9}h$$

したがって、

$$V = \frac{16\pi}{243}h^3$$

$$\frac{dV}{dh} = \frac{16\pi}{81}h^2$$

ここで問1より

$$\frac{dV}{dt} = -a\sqrt{h}$$

問2より

第2年次学士編入学〔自然科学総合問題〕解答例・出題意図

$$a = \frac{1}{3}$$

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{1}{3}\sqrt{h}$$

ここで、

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dh} \cdot \frac{dh}{dt}$$

つまり、

$$-\frac{1}{3}\sqrt{h} = \frac{16\pi}{81}h^2 \cdot \frac{dh}{dt}$$

これを解いて

$$\begin{aligned}\frac{dh}{dt} &= -\frac{1}{3}\sqrt{h} \cdot \frac{81}{16\pi h^2} \\ &= -\frac{27}{16\pi} \cdot \frac{\sqrt{h}}{h^2} \\ &= -\frac{27}{16\pi} h^{-3/2}\end{aligned}$$

問4.

問3より

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{27}{16\pi} h^{-3/2}$$

変数分離を行い、

$$h^{3/2}dh = -\frac{27}{16\pi}dt$$

第2年次学士編入学〔自然科学総合問題〕解答例・出題意図

両辺を積分して、

$$\int h^{3/2} dh = \int -\frac{27}{16\pi} dt$$

これを解いて、

$$\frac{2}{5}h^{5/2} = -\frac{27}{16\pi}t + C$$

ここで、初期条件 $t(0)=0$ のとき、 $h(0)=9$ を代入すると、

$$\frac{2}{5} \cdot 9^{5/2} = C$$

$$9^{5/2} = 243$$

$$C = \frac{486}{5}$$

これを代入して、

$$\frac{2}{5}h^{5/2} = -\frac{27}{16\pi}t + \frac{486}{5}$$

これを解いて、

$$h(t) = \left(243 - \frac{135}{32\pi}t\right)^{2/5}$$

問5.

問4より

$$h(t) = \left(243 - \frac{135}{32\pi}t\right)^{2/5}$$

令和 9 年度愛媛大学医学部医学科

第 2 年次学士編入学〔自然科学総合問題〕 解答例・出題意図

水がなくなる時の $h(T)=0$ であるから、

$$243 - \frac{135}{32\pi}T = 0$$
$$T = \frac{243 \cdot 32\pi}{135} = \frac{288\pi}{5}$$

$\pi=3.14$ を代入して、

$$T \approx 180.9$$

180 秒後

令和9年度愛媛大学医学部医学科

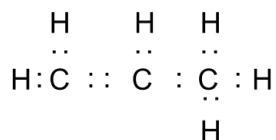
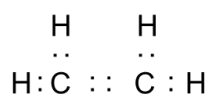
第2年次学士編入学〔自然科学総合問題〕解答例・出題意図

問題2.

問1.

エチレン

プロピレン



問2.

プロピレン

エチレンとプロピレンはいずれも同様のアルケン構造をもつが、プロピレンの方が分子の大きさが大きく分子間に働くファンデルワールス力が強い。このためプロピレンの方が分子間力を克服して気体になるために必要なエネルギーが大きくエチレンより沸点が高い。

問3. b, c

問4. d フェノール > b トルエン > c ベンゼン > a 安息香酸

問5. $2\text{C}_6\text{H}_{14}+19\text{O}_2\rightarrow 12\text{CO}_2+14\text{H}_2\text{O}$

生成物側: $(-394)\times 12 + (-286)\times 14 = -4728 - 4004 = -8732 \text{ kJ}$

反応物側: $(-199)\times 2 + (0) \times 19 = -398 \text{ kJ}$

$\Delta H^\circ = \{-8732 - (-398)\} \div 2 = -4167 \text{ kJ/mol}$

問6. 標準反応エンタルピー: $\Delta_c H^\circ(\text{C}_8\text{H}_{18}) - [\Delta_c H^\circ(\text{C}_6\text{H}_{14}) + \Delta_c H^\circ(\text{C}_2\text{H}_4)]$

$(-5470) - [(-4167) + (-1410)] = +107 \text{ kJ/mol}$

正の値 → 吸熱反応

令和9年度愛媛大学医学部医学科

第2年次学士編入学〔自然科学総合問題〕解答例・出題意図

問題3. 分子生物学の基礎的知識と理解を問う問題。

問1.

① c

② d

③ CDK4/6 阻害剤 ————— G1 期

DNA 合成阻害剤 ————— M 期

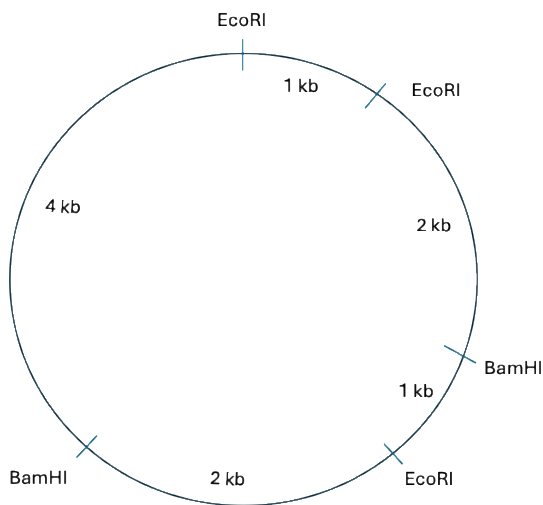
チューブリン阻害剤 ————— S 期

④ p53 は DNA 損傷時に p21 の発現を誘導し、G1/S チェックポイントで細胞周期を停止させる。これにより DNA 修復を促進し、変異をもつ細胞の増殖を防ぐことでがんを抑制する。

問2.

① a

②



③ b

④ DNA は 4 種類の塩基からなるため、20 塩基の配列は 4^{20} 通り存在する。

$4^{20} = (2^2)^{20} = 2^{40} \approx 10^{12}$ となり、ヒトゲノム（約 3×10^9 塩基対）中でほぼ一意に決まるためである。

令和9年度愛媛大学医学部医学科

第2年次学士編入学〔自然科学総合問題〕解答例・出題意図

問3.

① b

② c

③ c

④タンパク質 A を特異的に認識できる一次抗体を用いて、タンパク質 A—一次抗体複合体を形成する。さらに一次抗体を特異的に認識できる二次抗体を反応させて、二次抗体に結合した蛍光色素を蛍光顕微鏡で観察する。

問4.

① a と d

② a

③ b

④一卵性双生児は同じ DNA 配列を持つが、成長過程や環境要因により DNA メチル化やヒストン修飾が異なる。その結果、遺伝子発現が変化し、異なる表現型を示すことがある。

問5.

① c

② b

③ c

④白金製剤によって生じる DNA の架橋構造が DNA 複製の障害となり、DNA 修復が間に合わない場合は細胞死を誘導できる。そのため、増殖が盛んながん細胞を狙って作用する。

第2年次学士編入学〔自然科学総合問題〕解答例・出題意図

問題4.

広範な生物学的知識を暗記によって準備しているか否かを問うのではなく、テレビ番組の「一般向けに提示された内容」を題材に用いることで、基本的な知識に基づく演繹・思考の能力を問うことに主眼を置いた出題である。

問1. ダークプロテインの詳細を知っている・暗記していることを求めているのではなく、「ダーク」という語の語感から、既存の知識から外れるタンパク質の存在を考察・推論できる思考力を問う。

問2. タンパク質を構成するアミノ酸がたとえ一つ異なるだけでもタンパク質全体に影響を与え得ることを理解しているか、またそれがどのような形であり得るか、を問うことで、タンパク質に対する理解を問う。この設問の設定では、ミスセンス変異やナンセンス変異を意図しているのではないことを読み取れることも求めている。

問3. ダークプロテインの由来は ncRNA や一般的な mRNA の 5' UTR など様々であるが、本問ではまず ncRNA を題材にとる。

(1) ncRNA という語の指す意味が「タンパク質生成に至らない RNA」ということであるのに、実際にはダークプロテインを生成することから、それが容易に見つからなかった「実際の状況」を考察・推論できる能力を問う。

(2) このような「想定外」の状況が、医学・生物学においてどのような意義をもつのか、あるいは今後もつようになるのかを考察・推論できる能力を問う。

問4. 問3と異なり、一般的な mRNA から翻訳、生成された場合のダークプロテインの意義について、タンパク質の翻訳と関連させた考察・推論ができる能力を問う。

(1) 5' UTR の ORF がタンパク質に翻訳されることによって、下流の ORF の翻訳にどのような影響を与えるかを考察・推論できる能力を問う。

(2) 問3(2) からさらに一歩具体的なダークプロテインの存在を想定することで、その医学・生物学領域における意義をタンパク質翻訳機構と絡めて考察・推論できる能力を問う。