

令和4年度 福井大学医学部医学科学士編入学者選抜学力試験問題

## 自然科学総合(生命科学)

科 目	頁 数
自然科学総合 (生命科学)	1 頁 ~ 13 頁

### 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまでは、この冊子を開いてはいけません。
- 2 試験開始の合図の後で、問題冊子の頁数（13頁）、解答用紙の枚数（6枚）を確認してください。
- 3 解答にかかる前に、必ず受験番号を全ての解答用紙の所定の欄に記入してください。
- 4 解答は、必ず解答用紙の所定の欄に記入してください。所定の欄以外に記入したものは無効とします。
- 5 問題冊子は、持ち帰ってはいけません。



(白 紙 頁)

# I.

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

著作権の関係上、この部分は公開しておりません。

(Schaum's outlines, College physics より、一部改変)

問1. 時刻  $t$  での放射性物質 A の原子の個数を  $N_A(t)$  として、(1) の関係式から導かれる微分方程式：

$$\frac{dN_A(t)}{dt} = -\lambda_1 \cdot N_A(t)$$

から  $N_A(0) = N_0$  の条件で  $N_A(t)$  を求めよ。また、その時間変化の概略を解答用紙のグラフに描け。

問2.  $\log_e 2 = 0.693$  として、 $\lambda_1$  と  $t_{1/2}$  の関係を示せ。

問3. 放射性物質のなかには、 $A \rightarrow B \rightarrow C$  と逐次崩壊してゆく物質がある。時刻  $t$  での物質 A の原子の個数を  $N_A(t)$ 、物質 B の原子の個数を  $N_B(t)$  とすると、 $N_B(t)$  は微分方程式：

$$\frac{dN_B(t)}{dt} = \lambda_1 \cdot N_A(t) - \lambda_2 \cdot N_B(t)$$

を満たす。この式の各項の意味を説明せよ。ただし、 $\lambda_1$  は  $A \rightarrow B$  の崩壊定数で、 $\lambda_2$  は  $B \rightarrow C$  の崩壊定数とする。

問4. 問3について、時刻  $t=0$  において、 $N_A(0) = N_0$ 、 $N_B(0) = 0$ 、 $N_C(0) = 0$  であるとし、 $\lambda_2 = 2\lambda_1$  という関係があるとする。物質 B の原子の個数  $N_B(t)$  は、問3の微分方程式に従って時間変化する。 $N_B(t)$  の時間変化の概略を、問1で解答した  $N_A(t)$  と共に解答用紙のグラフに描け。また、物質 B の原子の個数が最大となる時刻が問2の  $t_{1/2}$  となることを示し、その時の物質 B の原子の個数を求めよ。

(白 紙 頁)

## II.

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

膜輸送の仕組みは、代謝エネルギーを必要とせず **ア** に従って行われる単純拡散および促進拡散と、代謝エネルギーを必要として **ア** に逆らって行われる能動輸送に分類される。能動輸送はさらに、ATP の加水分解エネルギーを直接利用する一次性能動輸送と、一次性能動輸送によって形成された物質の **ア** のエネルギーを利用する二次性能動輸送に分けられる。これらのなかで促進拡散、一次性能動輸送および二次性能動輸送を担うのが、 **イ** である。

神経細胞では、 **イ** のうち細胞膜に存在する (a)Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>ポンプ が細胞内外の Na<sup>+</sup> および K<sup>+</sup> 濃度勾配を形成する。また、発生初期の神経細胞では、1 個の Na<sup>+</sup>、1 個の K<sup>+</sup>、2 個の Cl<sup>-</sup> を細胞内に輸送する (b)Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>/2Cl<sup>-</sup> 共輸送体 が、成熟神経細胞では 1 個の K<sup>+</sup> と 1 個の Cl<sup>-</sup> を細胞外に輸送する (c)K<sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup> 共輸送体 が発現し、細胞内外の Cl<sup>-</sup> 濃度勾配が形成される。あるイオン X の細胞膜内外の **ア** がなくなる電位のことを X の平衡電位 (E<sub>X</sub>) とよび、

$$E_X = \frac{RT}{z_X F} \ln \frac{[X]_o}{[X]_i}$$

の式で表される。ここで、z<sub>X</sub> はイオン X の価数、ln は自然対数 (e を底とする対数)、R は気体定数 (8.31 J/K・mol)、T は絶対温度、F はファラデー定数 (9.65 × 10<sup>4</sup> C/mol)、[X]<sub>o</sub> はイオン X の細胞外濃度、[X]<sub>i</sub> はイオン X の細胞内濃度とする。静止状態では、 **ウ** に比べて **エ** の透過性が高いため、静止膜電位は **エ** の平衡電位に近い値をとる。一方、正の電気刺激を与えて細胞膜を閾値電位まで脱分極させると、 (d)電位依存性 **ウ** チャンネル が開口し、膜電位は **ウ** の平衡電位に向かって大きく脱分極して **オ** が発生する。

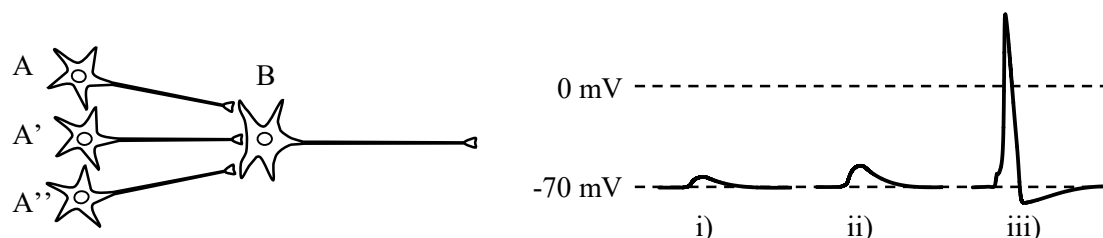
化学シナプスでは、シナプス前細胞の神経終末に **カ** した **オ** によって、 **キ** が分泌される。 **キ** がシナプス後細胞の **ク** に結合すると、 **ケ** が直接的あるいは間接的に開口し、シナプス後電位が発生する。このしくみをシナプス **コ** とよぶ。シナプス後電位には、シナプス後細胞の膜電位が脱分極する **サ** シナプス後電位と、過分極する **シ** シナプス後電位がある。

問 1. 上の文中の空欄 **ア** ~ **シ** にあてはまる適切な語句を下の一覧から選び、記入しなさい。なお、同じ記号には同じ語句が入る。

イオンチャンネル、活動電位、酵素、興奮性、サイトカイン、受容体、神経伝達物質、電気化学的勾配、伝達、伝導、能動輸送、膜輸送タンパク質、抑制性、リン脂質、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>

問 2. 上の文中の下線(a)~(d)について、促進拡散、一次性能動輸送、二次性能動輸送のいずれのしくみではたらくか、解答欄の適切な選択肢 1 つを○で囲みなさい。

問3. 下の図のように、神経細胞 A, A', A''の細胞体を個別に刺激すると、神経細胞 B ではいずれも i)の応答が得られた。神経細胞 A と A', A と A'', A' と A''をそれぞれ同時に刺激すると、神経細胞 B ではいずれも ii)の応答が得られた。神経細胞 A, A', A''を3つ同時に刺激すると、神経細胞 B では iii)の応答が得られた。なお、個々の細胞に与える刺激強度は同じものとする。

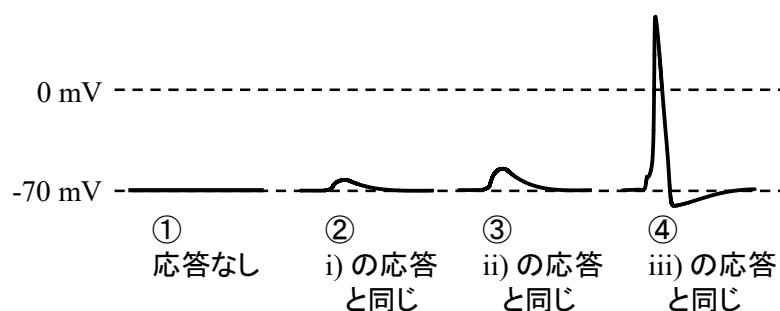


(1) i)の応答について詳細に調べたところ、 $\text{Na}^+$ と $\text{K}^+$ 両方に透過性をもつイオンチャンネルのはたらきによることが分かった。このイオンチャンネルの逆転電位（正味のイオン電流がゼロになる膜電位）は $0\text{ mV}$ であった。細胞内外のイオン濃度が下の表の通りである場合、このイオンチャンネルの $\text{Na}^+$ と $\text{K}^+$ に対する透過性の比を小数点第二位まで求めなさい。考え方も記すこと。なお、イオンチャンネルを通るイオン X の電流の大きさはオームの法則に従い、イオン X のコンダクタンス  $G_X$ （抵抗の逆数；イオン透過性の電氣的な尺度）と電気化学的駆動力（膜電位とイオン X の平衡電位の差）の積で求められるものとする。また、必要ならば  $\ln 10 = 2.30$ ,  $\ln 5 = 1.61$ ,  $\ln 130 = 4.87$  を使用してもよい。

イオン	細胞外濃度 (mM)	細胞内濃度 (mM)
$\text{Na}^+$	140	14
$\text{K}^+$	5	130
$\text{Cl}^-$	130	5

(2) iii) の応答が得られるメカニズムを説明しなさい。

(3) フグ毒テトロドトキシンを (3-1) 神経細胞 A のみに作用させた条件、または、(3-2) 神経細胞 B のみに作用させた条件で、神経細胞 A の細胞体を刺激した場合、神経細胞 B の応答は以下の図の①～④のうちどのようになると予想されるか？ (3-1), (3-2) それぞれ番号で答えなさい。



問4. ある種のでんかんや慢性疼痛の病態では、神経細胞の  $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{2Cl}^-$  共輸送体と  $\text{K}^+/\text{Cl}^-$  共輸送体の発現パターンが神経発生の初期のような状態になっていることがある。このような神経細胞では、刺激に対してどのような応答を示すか答えなさい。また、その根拠も説明しなさい。



(白 紙 頁)

### Ⅲ.

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

セントラルドグマは、遺伝情報が DNA → mRNA →タンパク質の順に伝達される生物共通の基本原則であるが、実際の生体反応は複雑で驚くほど精巧に制御されている。ヒトは神経細胞、上皮細胞、肝細胞などの 200 種類以上の細胞から構成されているが、各々の細胞は膨大な遺伝情報から (1)一部の遺伝子のみを転写する。前駆体 mRNA は核内で (2)RNA プロセッシングを経て、核膜孔から細胞質へ輸送され、(3)一部は転写後制御を受けて分解される。タンパク質への翻訳は、リボソーム上で mRNA の相補的なアンチコドンを持つ tRNA によって、開始コドンから終始コドンまでペプチド結合を繰り返して進む。合成されたタンパク質の多くは、細胞内外の適所へ運ばれ、(4)ペプチド結合の切断、化学修飾などの翻訳後調節を受ける。また、(5)ユビキチン・プロテアソーム系によるタンパク質の選択的な分解も、品質管理や細胞周期などにおいて重要な役割を果たす。

問 1. 下線 (1) について、転写が活性化しているクロマチンでは、一般的にヒストンのリジン残基にアセチル (CH<sub>3</sub>CO-) 基が付加されている。このヒストンアセチル化は DNA とヒストンの結合を緩めると考えられている。その理由を化学的に説明しなさい。

問 2. 下線 (2) について、RNA プロセッシングは大きく 3 種類ある。それぞれの名称と機能を簡潔に説明しなさい。

問 3. 下線 (3) について、転写後制御機構の一つに RNA 干渉が挙げられる。RNA 干渉はアメリカのファイアーとメロー (2006 年ノーベル生理学・医学賞) によってモデル生物の線虫を用いた研究により発見され、近年ではその仕組みを応用した新しい治療薬が開発されている。この RNA 干渉の分子機構はどのようなものか、具体的に説明しなさい。

問 4. 下線 (4) について、プロカスペーゼは不活性型で翻訳されるが、ペプチド結合の切断によって活性型となり、アポトーシスを誘導する。このアポトーシスの一種にヒトの発生においても重要な役割を果たす  がある。 に当てはまる名称とヒトの発生時における具体例を説明しなさい。

問 5. 下線 (5) について、ヒトパピローマウイルス感染による子宮頸がんの発症には、ユビキチン・プロテアソーム系の乗っ取りが原因の一つと考えられている。この発がん誘導の仕組みを説明しなさい。

(白 紙 頁)

#### IV.

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。なお、解答はすべて日本語で行うこと。

著作権の関係上、この部分は公開しておりません。

著作権の関係上、この部分は公開しておりません。

(出典 : *Nature* 591:359 (2021), 一部改変)

- 問 1. 数あるイオンチャネルのうち、疼痛治療の標的として Nav1.7 が選ばれた理由を、80 字以内で説明しなさい。
- 問 2. Nav1.7 を標的としたこれまでの治療法の問題点を、100 字以内で説明しなさい。
- 問 3. 下線部 a)について、通常の CRISPR による遺伝子編集と比較しながら、250 字以内で説明しなさい。

## V.

次の文章は、ある論文の序文である。この文章を読んで、以下の問いに答えなさい。  
なお、解答はすべて日本語で行うこと。

著作権の関係上、この部分は公開しておりません。

(出典： *Nature Communications* 11:1452 (2020), 一部改変)

問 1. 如何なる疾患に対する内容であるか答えなさい。(20 字程度)

問 2. 著者らが主張する新しい防止対策を答えなさい。(30 字程度)

問 3. この論文に題名をつけなさい。(30 字程度)

受 験 番 号	
---------	--

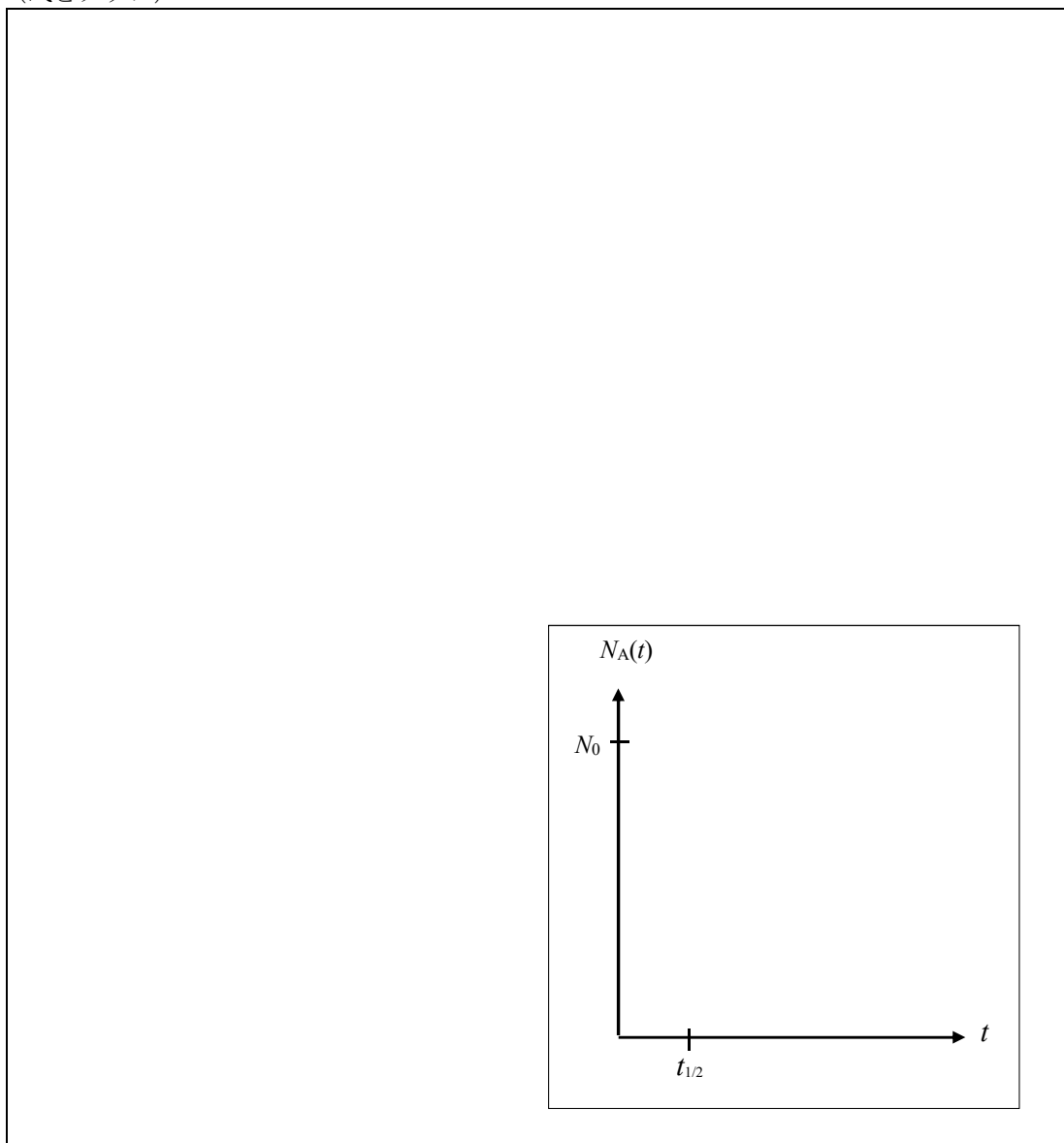
令和4年度福井大学医学部医学科  
学士編入学者選抜学力試験解答用紙

自然科学総合（生命科学）

I.

問1.

(式とグラフ)

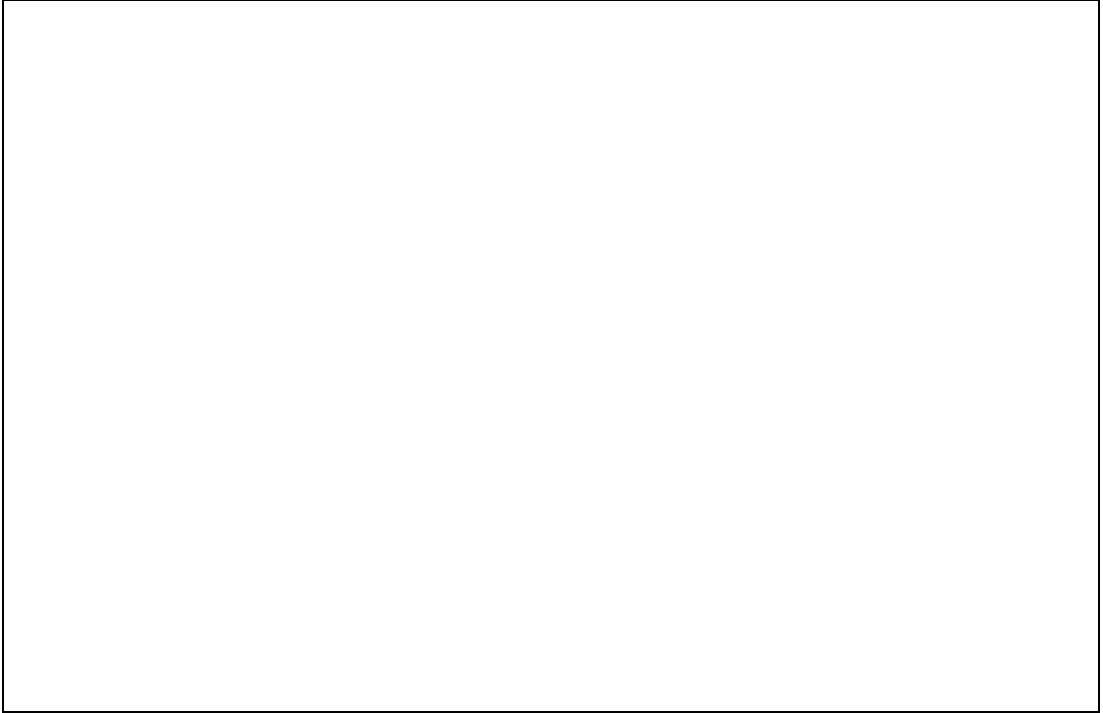


(裏面へ)

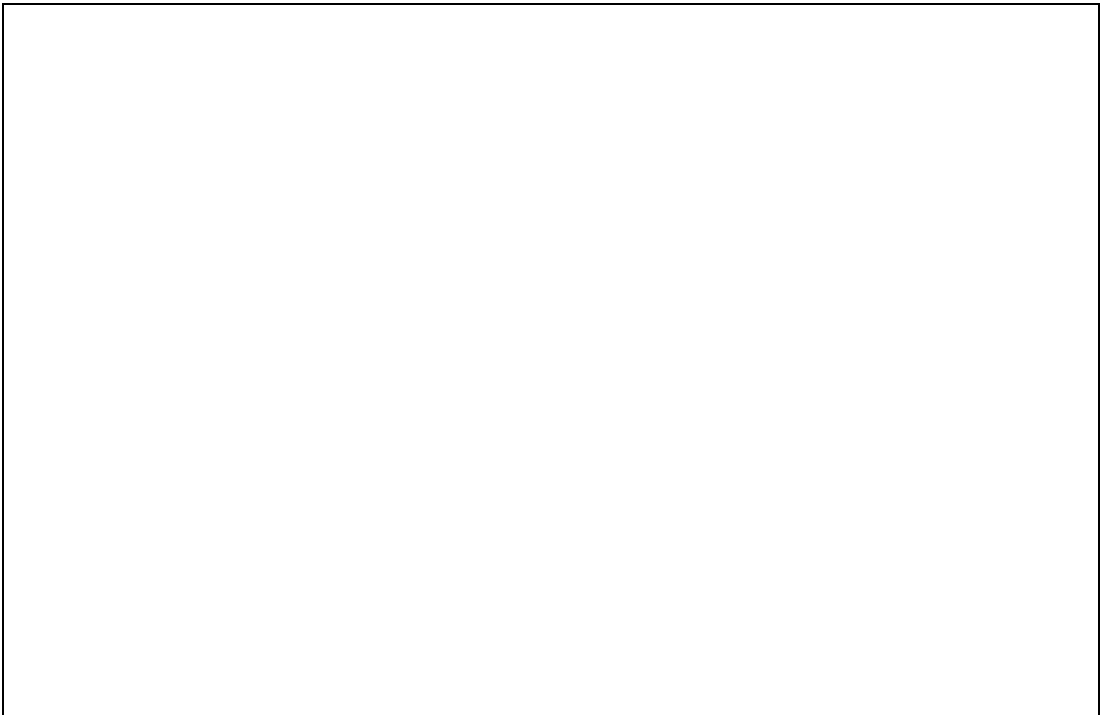
採点欄	問 1		問 2		問 3		問 4		総 計	
-----	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--



問2.



問3.

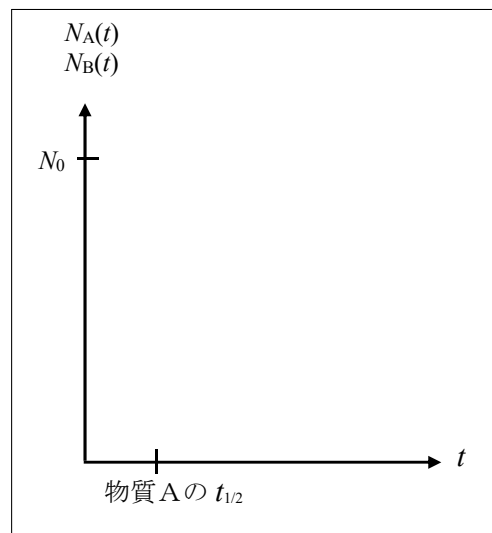
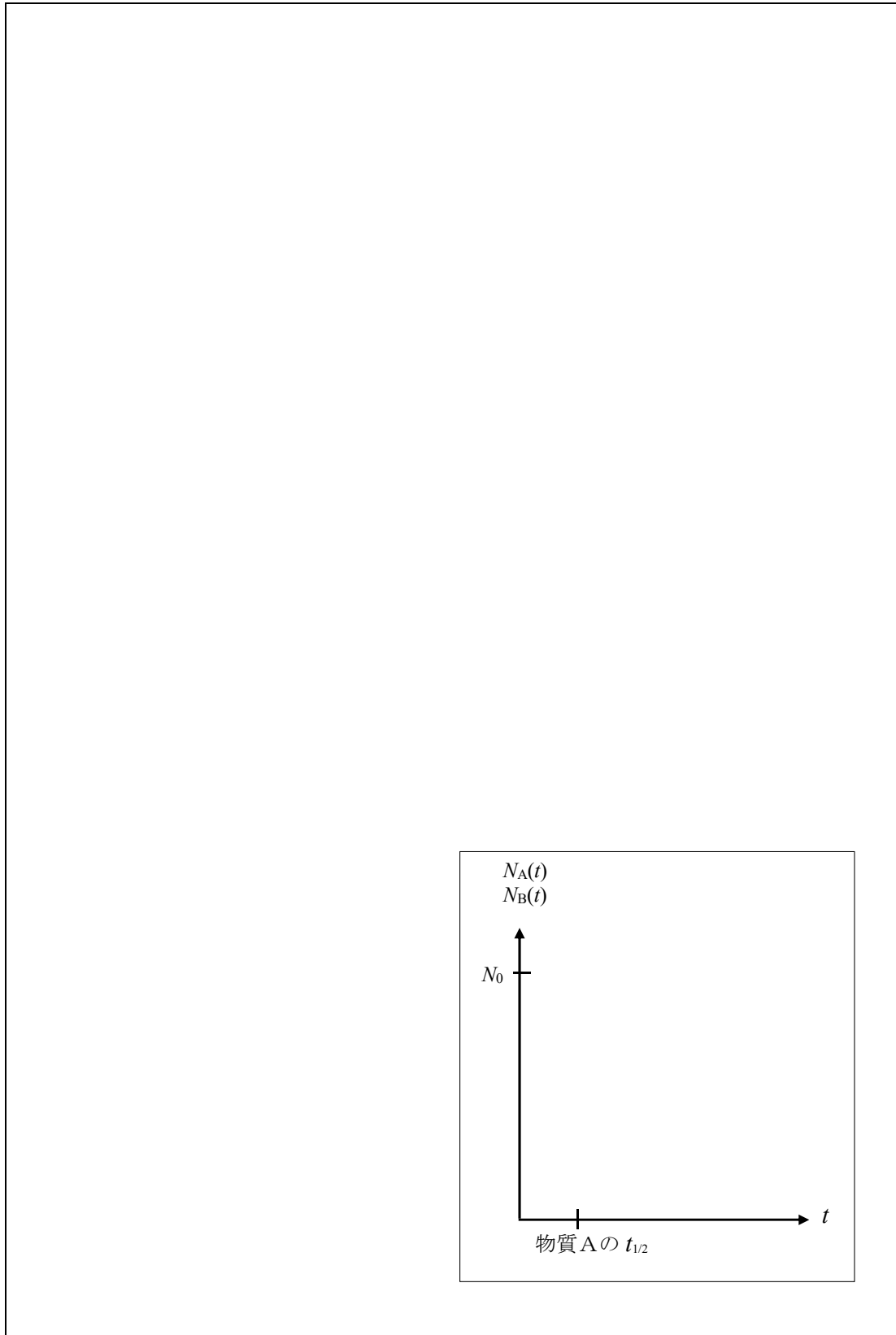


(次頁へ)

受 番	験 号	
--------	--------	--

問4.

(式, 答え, グラフ)





受 験 号	
-------	--

令和4年度福井大学医学部医学科  
学士編入学者選抜学力試験解答用紙

自然科学総合（生命科学）

## II.

問1.

ア	イ
ウ	エ
オ	カ
キ	ク
ケ	コ
サ	シ

問2.

(a) 促進拡散 ・ 一次性能動輸送 ・ 二次性能動輸送
(b) 促進拡散 ・ 一次性能動輸送 ・ 二次性能動輸送
(c) 促進拡散 ・ 一次性能動輸送 ・ 二次性能動輸送
(d) 促進拡散 ・ 一次性能動輸送 ・ 二次性能動輸送

(裏面へ)

採点欄	問 1		問 2		問 3		問 4		総 計	
-----	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--

問3.

(1) (考え方と答え)

<p>答え <u>Na<sup>+</sup>透過性/K<sup>+</sup>透過性 = _____</u></p>
---

(2)

--

(3)

(3-1)	(3-2)
-------	-------

問4.

--

受 験 番 号	
------------	--

○  
令和4年度福井大学医学部医学科  
学士編入学者選抜学力試験解答用紙

○  
自然科学総合（生命科学）

Ⅲ.

問1.

--

問2.

名 称	機 能

問3.

--

(裏面へ)

採点欄	問 1		問 2		問 3		問 4		問 5		総 計	
-----	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--

問4.

名称（ア）	ヒトの発生時における具体例

問5.

--

受 番 号	
-------------	--



令和4年度福井大学医学部医学科  
学士編入学者選抜学力試験解答用紙

自然科学総合（生命科学）
--------------

IV.

問1.


80

問2.


100

問3.


100

200

250

採点欄	問 1		問 2		問 3		総 計	
-----	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--





受 番	験 号	
--------	--------	--



令和4年度福井大学医学部医学科  
学士編入学者選抜学力試験解答用紙

自然科学総合（生命科学）

V.

問1.

--

問2.

--

問3.

--

採点欄	問 1		問 2		問 3		総 計	
-----	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--