

2024

薬学部
I期

生物問題

解答はすべてマーク式で解答用紙に記入して下さい。
解答用紙のみ提出して下さい。

2024年1月25日(木)実施

マーク式解答用紙記入上の注意

- [1] 解答用紙はすべて**HBの黒鉛筆**で記入して下さい。(万年筆・ボールペン・シャープペンシルなどは使用できません。)
- [2] 解答用紙は折りまげたり、破ったり、汚したりしないで丁寧に取り扱いして下さい。
- [3] 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
- [4] 氏名を記入して下さい。
- [5] 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークして下さい。
- [例] 受験番号が0010123のときは

氏名
鈴木一郎

受験番号						
0	0	1	0	1	2	3
0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9

- [6] 解答科目欄から**解答する科目**を1つ選び、科目の右の○にマークして下さい。マークされていない場合、または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- [7] 解答番号は から まであります。

マークの記入方法は、例えば、 と表示のある問に対して③と解答する場合は、次の[例]のように**解答番号10の解答欄に③**とマークして下さい。

[例]

解答番号	解 答 欄									
10	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

- [8] 一度記入したマークを訂正する場合、消しゴムで**完全に消してから**記入しなおして下さい。
- [9] 解答がおわったら、解答用紙に付着している消しゴムの消しくずをきれいに**取り除いて**下さい。

(注) ① と ② のマーク間違いに注意して下さい。

1 次の文章を読み、設問に答えよ。(解答番号 ～)

ヒトの腎臓はろ過と再吸収という2つの重要な機能により、血しょうから不要な物質を取り除いて体内環境を一定に保っている。⁽¹⁾ろ過は、腎臓へやってくる動脈血から血球とタンパク質以外の成分を取り出す機能である。ここで血圧の力でこし出された液体を原尿という。再吸収は、原尿から⁽²⁾必要な成分を再び血液中に戻す機能である。

これら2つの機能は物質ごとに調整されている。例として、健康な成人の血しょう・原尿・尿の中のおもな物質濃度を以下の表に示す。なお、表中のイヌリンは人為的に静脈内に注射した物質で、体内では代謝されず、腎臓で全てろ過されるが再吸収は全くされない。

血しょう・原尿・尿の中のおもな物質濃度

成分	質量パーセント濃度(%)		
	血しょう	原尿	尿
タンパク質	7~9	0	0
尿素	0.03	0.03	2.0
グルコース	0.10	0.10	0
アンモニア	0.001	0.001	0.04
イヌリン	0.01	0.01	1.2

問1 下線部分(1)が行われる部位として最も適当なものを、次の中からそれぞれ1つずつ選べ。

ろ過： , 再吸収：

- ① 尿道 ② ぼうこう ③ 尿管
④ 腎う ⑤ 細尿管 ⑥ 糸球体

問 2 表中のタンパク質，尿素，グルコースについて，腎臓の中での移動パターンとして最も適当なものを，次の中からそれぞれ1つずつ選べ。

タンパク質： ， 尿素： ， グルコース：

- ① 原尿には含まれないが，尿には含まれる。
- ② ほとんどが原尿から再吸収されて，尿には含まれない。
- ③ ろ過されず，そのまま血液に残る。
- ④ ろ過されて，原尿や尿に含まれる。

問 3 下線部分(2)について，1分間に1 mLの尿が生成される場合，1分間に生成される原尿の量として最も適当なものを，次の中から1つ選べ。ただし，血しょう・原尿・尿の密度はいずれも1 g/mLとする。 mL

- ① 0.83 ② 1.2 ③ 8.3 ④ 12
- ⑤ 83 ⑥ 120 ⑦ 830 ⑧ 1200

問 4 問 3と同じ条件のとき，1分間に再吸収される尿素の量として最も適当なものを，次の中から1つ選べ。 g

- ① 0.016 ② 0.02 ③ 0.03 ④ 0.036
- ⑤ 0.16 ⑥ 0.2 ⑦ 0.3 ⑧ 0.36

問 5 腎不全の患者に対して，人工透析を行うことがある。標準的な人工透析では，腕の血管から取り出した血液を，ある性質をもつ薄い膜でできた管の中に通し，老廃物を取り除いてから再び体内に戻している。この膜の持つ性質として最も適当なものを，次の中から1つ選べ。

- ① 血球やタンパク質は通さないが，他の分子を通す性質
- ② 尿素などの老廃物のみを吸着する性質
- ③ 血球は通さないが，血球以外のタンパク質は通す性質
- ④ 液体を通すが，固体は通さない性質

2 次の文章を読み、設問に答えよ。(解答番号 ～)

【A】 細胞内の化学反応は、数多くの反応が連鎖的に起こり、一連の反応系はそれぞれの酵素によって促進される。反応系全体の進行は、酵素の量や活性を調節することで行われている。酵素は特定の物質に作用する性質があり、酵素が作用する物質を といい、反応によって作られたものを生成物という。酵素は、遺伝暗号に従い 種類のアミノ酸が でつながった分子である。この分子は、⁽¹⁾三次構造や四次構造をとることにより機能する。また、酵素には最適温度や最適 pH ⁽²⁾がある。

問 1 文中 に入る語句として正しいものを、次の中から1つ選べ。

- | | | |
|-------|------|------|
| ① 白質 | ② 脂質 | ③ 基質 |
| ④ 受容体 | ⑤ 担体 | ⑥ 触媒 |

問 2 文中 に入る数字として正しいものを、次の中から1つ選べ。

- | | | |
|------|------|------|
| ① 5 | ② 10 | ③ 15 |
| ④ 20 | ⑤ 25 | ⑥ 50 |

問 3 文中 に入る語句として正しいものを、次の中から1つ選べ。

- | | | |
|---------|------------|--------|
| ① イオン結合 | ② ペプチド結合 | ③ 水素結合 |
| ④ 疎水結合 | ⑤ ジスルフィド結合 | |

問 4 下線部分(1)に関して、その側鎖が正の電荷をもつものを、次の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- | | | |
|-----------|----------|----------|
| ① グリシン | ② リシン | ③ アスパラギン |
| ④ アスパラギン酸 | ⑤ グルタミン | ⑥ グルタミン酸 |
| ⑦ チロシン | ⑧ イソロイシン | ⑨ アルギニン |

問 5 下線部分(2)の説明として正しいものを、次の中から1つ選べ。

14

- ① タンパク質の部分的な立体構造
- ② タンパク質1分子全体の立体構造
- ③ 複数のタンパク質が組み合わさってできた立体構造
- ④ タンパク質のアミノ酸配列
- ⑤ タンパク質が熱や酸で変性した時の構造

問 6 下線部分(3)に関して、ペプシンとトリプシンの最適 pH を、次の中からそれぞれ1つずつ選べ。

ペプシン： 15 ， トリプシン： 16

- ① pH 2
- ② pH 4
- ③ pH 6
- ④ pH 7
- ⑤ pH 8
- ⑥ pH10

【B】 図1は、物質Aが各酵素の作用により他の物質に変化していく様子を示した模式図である。例えば、物質Aは酵素aにより物質Bになることを示している。なお、1分子の物質から酵素反応によって生成される物質の分子数はすべて1である。図2は、pH 7における酵素a, b, c1, c2の温度ごとの反応速度を示したグラフである。なお、図2の横軸は反応温度を、縦軸は1分子の酵素が1分間あたりに生成する物質の分子数の相対値をあらわしている。

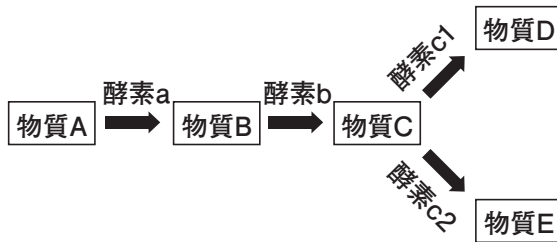


図1

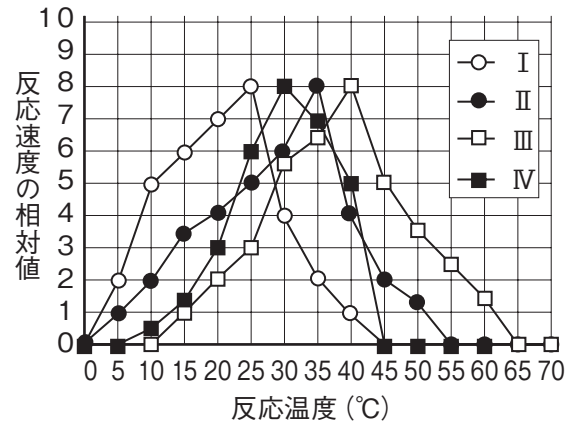


図2

問7 一定量の物質Aを含むpH 7の反応液にそれぞれ同じ分子数の酵素a, b, c1, c2を加え反応を行った。55°Cで1時間反応させたところ、物質Bのみが検出された。また、30°Cで1時間反応させたところ、物質Dと物質Eが1:2の割合で検出された。これらの結果から判断して、酵素a, b, c1, c2は図2中I~IVのどれに対応するかを、次の中からそれぞれ1つずつ選べ。

酵素a: , 酵素b: , 酵素c1: , 酵素c2:

- ① I ② II ③ III ④ IV

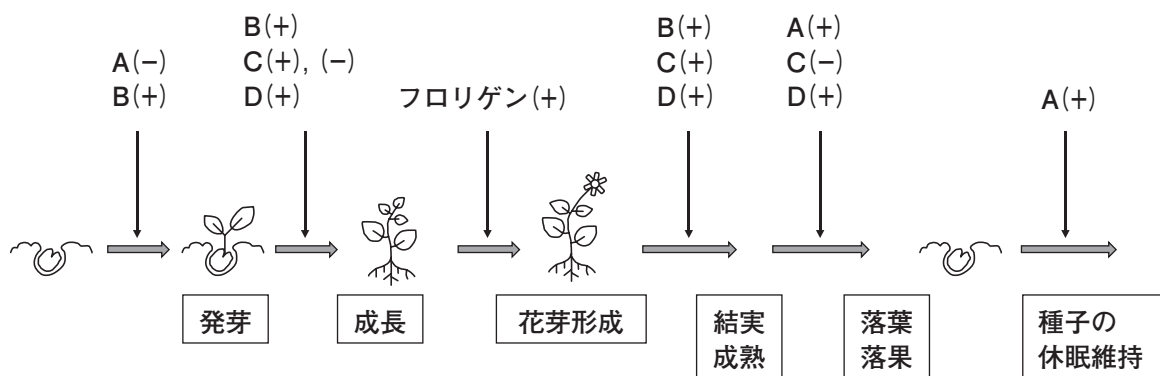
問 8 物質 A を含まない pH 7 の反応液に同じ分子数の酵素 a, b, c 1, c 2 を加えた試験管を 50℃ で十分加熱したのち, 試験管を 30℃ に移してシャペロンタンパク質(シャペロン X) を添加し十分保温した。その後, 物質 A を添加し 30℃ で 1 時間反応を行った場合, 物質 D のみが生成された。なお, シャペロン X を添加しなかった場合は, 物質 D, E は生成されなかった。このことから考えられることとして最も適当なものを, 次の中から 1 つ選べ。

21

- ① 酵素 b はシャペロン X によって正常に働くようになったと考えられる。
- ② 酵素 c 1 はシャペロン X によって正常に働くようになったと考えられる。
- ③ 酵素 c 2 はシャペロン X によって正常に働くようになったと考えられる。
- ④ 酵素 b はシャペロン X によってその活性が阻害されたと考えられる。
- ⑤ 酵素 c 1 はシャペロン X によってその活性が阻害されたと考えられる。
- ⑥ 酵素 c 2 はシャペロン X によってその活性が阻害されたと考えられる。

3 次の文章を読み，設問に答えよ。(解答番号 22 ～ 31)

植物は同じ場所で一生を過ごし，光や化学物質による環境の変化を感知すると，植物ホルモンを介して情報が伝達され反応を起こす。下の図は植物の生活の各段階にかかわる植物ホルモンをまとめたもので，A～Dはアブシシン酸，エチレン，オーキシン，ジベレリンのいずれかである。フロリゲン(+)は葉で作られて花芽形成を促進するホルモンであり，図中の(+)は促進的，(-)は抑制的にそれぞれの植物ホルモンがはたらくことを示している。



問 1 種子の休眠と発芽に関する記述として適当なものを，次の中から2つ選べ。ただし，解答の順序は問わない。 22 ， 23

- ① 種子中のホルモン A の濃度が高くても適当な温度，水，酸素があれば発芽する。
- ② 果実中の種子が発芽しないのはホルモン A の働きのためである。
- ③ オオムギでは，発芽の際にホルモン B が胚乳でつくられる。
- ④ オオムギでは，発芽の際にホルモン B がデンプンの合成を促進して発芽を促す。
- ⑤ 光発芽種子では，光受容体の作用によりホルモン B の合成が促進される。

問 2 ホルモン C は植物細胞の吸水・膨潤を容易にすることで茎や根の成長を促進するホルモンである。ホルモン C に関する記述として適当なものを、次の中から 2 つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① ホルモン C に対する感受性は茎と根で同様である。
- ② 茎中のホルモン C の濃度は光の当たる側で高くなる。
- ③ 茎中のホルモン C の濃度は光の当たらない側(陰となっている側)で高くなる。
- ④ 水平に置いた芽生えは、ホルモン C の関与により茎も根も下側に屈曲する。
- ⑤ 水平に置いた芽生えは、ホルモン C の関与により茎は上側、根は下側に屈曲する。
- ⑥ 水平に置いた芽生えは、ホルモン C の関与により茎も根も上側に屈曲する。

問 3 茎が成長するときホルモン B は細胞壁の成分であるセルロース繊維の一方方向への合成を促進する。ホルモン C の存在下でホルモン B が作用すると茎はどのように変化すると考えられるか。最も適当なものを、次の中から 1 つ選べ。

- ① 細胞壁の縦方向に伸びているセルロース繊維どうしのつながりがゆるむことにより、細胞は縦方向に大きくなり、茎は細長く伸びる。
- ② 細胞壁の縦方向に伸びているセルロース繊維どうしのつながりがゆるむことにより、細胞は横方向に大きくなり、茎は太くなる。
- ③ 細胞壁の横方向に伸びているセルロース繊維どうしのつながりがゆるむことにより、細胞は縦方向に大きくなり、茎は細長く伸びる。
- ④ 細胞壁の横方向に伸びているセルロース繊維どうしのつながりがゆるむことにより、細胞は横方向に大きくなり、茎は太くなる。

問 4 ホルモン D に関して密閉容器を用いた実験を行った。この実験結果の記述として適当なものを、次の中から 2 つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 未熟な果実と落葉樹の小枝を同じ容器に入れておくと、葉の成長が促進される。
- ② 成熟した果実と落葉樹の小枝を同じ容器に入れておくと、落葉が促進される。
- ③ 成熟した果実と未熟な果実を同じ容器に入れておくと、未熟な果実の成熟は未熟な果実のみを容器に入れた場合と比べて速くなる。
- ④ 成熟した果実と未熟な果実を同じ容器に入れておいても、未熟な果実の成熟の速さは未熟な果実のみを容器に入れた場合と変わらない。

問 5 ホルモン A~D の名称の組み合わせとして最も適当なものを、次の中から1つ選べ。

29

	ホルモンA	ホルモンB	ホルモンC	ホルモンD
①	アブシシン酸	エチレン	ジベレリン	オーキシン
②	アブシシン酸	ジベレリン	オーキシン	エチレン
③	アブシシン酸	オーキシン	エチレン	ジベレリン
④	エチレン	アブシシン酸	ジベレリン	オーキシン
⑤	エチレン	ジベレリン	アブシシン酸	オーキシン
⑥	オーキシン	アブシシン酸	エチレン	ジベレリン
⑦	オーキシン	エチレン	ジベレリン	アブシシン酸
⑧	オーキシン	ジベレリン	アブシシン酸	エチレン
⑨	ジベレリン	エチレン	オーキシン	アブシシン酸
⑩	ジベレリン	オーキシン	アブシシン酸	エチレン

問 6 人工的な照明の調節や人為的な植物ホルモンの使用などが実際の農業で応用されている。

(i) 長日植物の暗期に赤色光を照射することで花芽形成を促進することができる。このときに関与する光受容体はどれか。最も適当なものを、次の中から1つ選べ。 30

- ① クリプトクロム ② クロロフィル ③ フォトリロピン
④ フィトクロム ⑤ ロドプシン

(ii) 種なしブドウをつくるときに用いられる植物ホルモンはどれか。最も適当なものを、次の中から1つ選べ。 31

- ① エチレン ② ジベレリン ③ ジャスモン酸
④ アブシシン酸 ⑤ オーキシン ⑥ サイトカイニン

※試験問題は次のページに続きます。

4 次の文章を読み、設問に答えよ。(解答番号 ～)

現在、進化は同一の種からなる生物集団内の遺伝子構成の変化ととらえられている。しかし、自然の生物集団では遺伝子構成の変化について考えるのは難しいため、まず次の5つの条件をすべて満たす仮想集団の場合を考える。

- ・集団内において突然変異が起こらない。
- ・自然選択がまったく働かない。
- ・他の集団との間で 。
- ・個体数が 。
- ・交配が に起こる。

このような仮想集団において、ある対立遺伝子を A と a 、その遺伝子頻度を p と q (p と q の和は1)とする。この集団内で交配が に起こると、次世代の遺伝子型 AA 、 Aa 、 aa の割合はそれぞれ 、、 となる。このときの対立遺伝子 A と a の遺伝子頻度はそれぞれ p と q となり、前の世代と同じになる。つまり、このような集団では、遺伝子頻度は世代を重ねても変化しない。これをハーディ・ワインベルグの法則⁽¹⁾といい、この法則が成立する集団では進化は起こらない。しかし、自然界では上記5つの条件をすべて満たす生物集団は存在せず、突然変異を起こした遺伝子が自然選択⁽²⁾や遺伝的浮動⁽³⁾といった要因によって生物集団内に広がることで生物の進化が起こると考えられている。

問1 文中 ～ に入る語句の組み合わせとして正しいものを、次の中から1つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	個体の出入りが無い	十分に多い	任意
②	個体の出入りが無い	十分に多い	選択的
③	個体の出入りが無い	少ない	任意
④	個体の出入りが無い	少ない	選択的
⑤	個体が自由に出入りできる	十分に多い	任意
⑥	個体が自由に出入りできる	十分に多い	選択的
⑦	個体が自由に出入りできる	少ない	任意
⑧	個体が自由に出入りできる	少ない	選択的

問 2 文中 **工** ~ **カ** に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の中から1つ選べ。 33

	工	オ	カ
①	p	pq	q
②	p	$2pq$	q
③	$2p$	pq	$2q$
④	$2p$	$2pq$	$2q$
⑤	p^2	pq	q^2
⑥	p^2	$2pq$	q^2

問 3 下線部分(1)が成立しているある植物集団について、次の問いに答えよ。

(i) この植物集団における丸形としわ形の種子の出現比を調査したところ、丸形：しわ形 = 9 : 16で安定していた。丸形としわ形を決定する対立遺伝子はそれぞれ R と r (R と r の遺伝子頻度の和は 1) であり、 R は r に対して優性である。この集団における対立遺伝子 R の遺伝子頻度として最も適当なものを、次の中から1つ選べ。 34

- ① 0.2 ② 0.32 ③ 0.36
 ④ 0.64 ⑤ 0.68 ⑥ 0.8

(ii) この植物集団内において、種子が20000個得られたとする。このうち遺伝子型 Rr の種子はいくつあると考えられるか。最も適当なものを、次の中から1つ選べ。 35 個

- ① 3200 ② 4400 ③ 4600
 ④ 6400 ⑤ 8800 ⑥ 9200

(iii) この集団から丸形あるいはしわ形の種子をすべて取り除いた後に自由交配が起きたとき、生じる次世代の種子の出現比(丸形：しわ形)として最も適当なものを、次の中からそれぞれ1つずつ選べ。

丸形をすべて取り除いたとき： 36 , しわ形をすべて取り除いたとき： 37

- ① 4 : 21 ② 16 : 65 ③ 64 : 225 ④ 21 : 4
 ⑤ 65 : 16 ⑥ 225 : 64 ⑦ すべて丸形 ⑧ すべてしわ形

問 4 下線部分(2)について、次の問いに答えよ。

(i) イギリスにおけるオオシモフリエダシャク(ガの一種)の工業暗化は、自然選択による適応進化の例として知られている。工業暗化とは、工業化が進む以前の19世紀中頃までは明色型のオオシモフリエダシャクがほとんどであったが、産業が急速に発展した19世紀後半からは工業地帯において暗色型の個体の割合が急激に増加した現象のことである。オオシモフリエダシャクの工業暗化が起きた要因として**不適當なもの**を、次の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① オオシモフリエダシャクの相変異
- ② 鳥類によるオオシモフリエダシャクの捕食
- ③ オオシモフリエダシャクの生息場所の隔離
- ④ オオシモフリエダシャクの生息場所における樹皮の黒ずみ
- ⑤ 工場から排出されるばい煙

(ii) (i)の工業暗化と同様に、自然選択による適応進化の例として知られているものはどれか。最も適當なものを、次の中から1つ選べ。

- ① ヤセイカンランというアブラナ科アブラナ属の野草から、カリフラワー、ブロッコリー、キャベツなどの品種が作り出された。
- ② マラリアが多発するアフリカ西部などでは、かま状赤血球症の原因となる遺伝子の頻度が他の地域と比べて高くなっている。
- ③ アメリカ先住民の血液型にO型が多いのは、氷河期にベーリング海峡を渡ってアメリカ大陸に移動したアメリカ先住民の祖先にO型の人が多かったためであると考えられている。
- ④ 生存に有利でも不利でもない中立な突然変異を起こした遺伝子が偶然に集団全体へと広がることもある。
- ⑤ ヒメゾウリムシとゾウリムシを同じ容器内で飼育すると、ヒメゾウリムシは増加して一定数で安定するが、ゾウリムシはやがて著しく減少する。

問 5 有性生殖をするある二倍体生物において、その生物集団内の遺伝子頻度が下線部分(3)の現象によってどのように変化するかについて、下の方法でシミュレートした。10個体および500個体からなる生物集団における遺伝子頻度の変化のグラフとして最も適当なものを、下の図の中からそれぞれ1つずつ選べ。

10個体からなる生物集団の場合： 41 , 500個体からなる生物集団の場合： 42

方法 1 (10個体からなる生物集団の場合のシミュレーション)

- 1) 黒と白の碁石(黒, 白をそれぞれ対立遺伝子 M , m とする)を10個ずつ用意し、これらを最初の親集団10個体がもつ対立遺伝子 M , m の全体と考える。
- 2) 袋の中に黒と白の碁石を50個ずつ入れ、子集団の対立遺伝子とする。これは、最初の親集団から50個体の子が生まれ、次世代の対立遺伝子 M , m がそれぞれ親集団の5倍になったことを想定した操作である。
- 3) 碁石の入った袋の中から、20個の碁石を任意に取り出す。これが成体になるまで生き残った子集団10個体(親集団と同数の個体が生き残るとする)の対立遺伝子と考える。
- 4) 子集団が孫集団を生むことで、3) で取り出した20個の碁石がそれぞれ5倍に増えるよう、新しい袋に黒と白の碁石を加える。例えば、3) で取り出した碁石が黒11個、白9個だった場合、新しい袋には黒55個、白45個を入れる。
- 5) 袋の中から、再度20個の碁石を任意に取り出す。
- 6) 4), 5)の操作を繰り返し、世代ごとの黒と白の碁石の数を記録する。これを10回行い、各世代の対立遺伝子 M と m の遺伝子頻度を計算しグラフ化する。

方法 2 (500個体からなる生物集団の場合のシミュレーション)

方法 1 を50倍の規模で実施した場合をコンピュータでシミュレートし、各世代の対立遺伝子 M と m の遺伝子頻度をグラフ化する。

