

医学部医学科理科入試問題

下記の注意事項をよく読んで解答してください。

◎注意事項

1. 生物, 物理, 化学の3科目から2科目を選択し, 解答してください。
2. 解答用紙は, 生物1枚(マークシート), 物理1枚(マークシート), 化学1枚(マークシート)となります。
3. 選択しない科目の解答用マークシートには, 右上から左下にかけ斜線を引いてください。どの2科目を選択したか, 不明確な場合はすべて無効となります。
4. 「止め」の合図があったら, 上から生物, 物理, 化学の順に解答用マークシートを重ねて置き, その右側に問題冊子を置いてください。(受験番号のマークの仕方) さい。

◎解答用マークシートに関する注意事項

1. 配付された問題冊子, 全ての解答用マークシートに, それぞれ受験番号(4桁)ならびに氏名を記入し, 解答用マークシートの受験番号欄に自分の番号を正しくマークしてください。
2. マークには必ずHBの鉛筆を使用し, 濃く正しくマークしてください。

記入マーク例: 良い例 ●

悪い例 ○ ○ ○ ○

3. マークを訂正する場合は, 消しゴムで完全に消してください。
4. 所定の記入欄以外には何も記入しないでください。
5. 解答用マークシートを折り曲げたり, 汚したりしないでください。

受 験 番 号			
千	百	十	一
0	0	7	2

受 験 番 号			
千	百	十	一
●	●	○	○
○	○	●	○
○	○	○	●
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○

受験番号

氏 名

生 物

1 染色体に関する文1、文2を読み、問1から問7に答えよ。

(文1)

ソラマメ(*Vicia faba*)を水に湿らせたパーミキュライトに植え発芽させた。パーミキュライトとは、軽い多孔質の園芸用の土で、保水性や通気性に富み、根から簡単に流水で取り除くことが出来る。ソラマメの発芽に適した20℃に保った恒温器で数日おくと発根した。得られた根から以下の手順で体細胞分裂を観察した。

- ① 根の先端部から1cm程度のところで切り取り、A液に10～15分浸した。A液は、酢酸とエタノールを1：3の比で混合した液である。
- ② ①のように処理した根を水で十分に洗浄した後、60℃に温めた3%塩酸に数分浸した。
- ③ ②の処理をした後、根をよく水洗し、スライドガラスにのせ、根の先端部から3～5mm程度を残し、B液を滴下し、5分以上そのまま放置した。
- ④ カバーガラスをかけ、その上に濾紙をかぶせ親指の腹で垂直に押し細胞を広げた。その後、染色体を観察した。

問1 右の図1は、ソラマメの根の先端部分を縦に切った模式図である。染色体を観察するのに最も適した部位はどれか。

- a. ア
- b. イ
- c. ウ
- d. エ
- e. オ
- f. カ
- g. キ
- h. ク
- i. ケ
- j. すべて適している

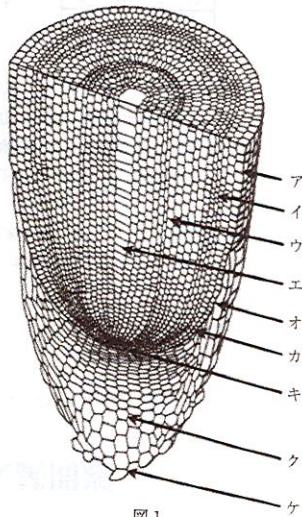


図1

問 2 ①において、A 液で処理する理由はどれか。

- a. 組織(根)の水分を保つため
- b. 細胞内の流動性を高めるため
- c. 染色体が色素で染まりやすくするため
- d. 細胞を生きたままの状態に近くするため

問 3 ②において、60℃に温めた3%塩酸で処理する理由はどれか。

- a. 細胞を完全に死滅させるため
- b. 染色体構造を安定化させるため
- c. その前の処理(①)を完全にするため
- d. 細胞壁のペクチンを分解し、細胞をバラバラにするため
- e. 細胞壁のタンパク質を分解し、細胞をバラバラにするため
- f. 細胞壁のペクチンを分解し、細胞内へB液をしみ込みやすくするため
- g. 細胞壁のタンパク質を分解し、細胞内へB液をしみ込みやすくするため

(文2)

観察の結果、図2のようにさまざまな細胞が観察された。図は、細胞の大きさを反映している。分裂を終了した細胞が、次の分裂を経て新しい娘細胞になるまでを細胞周期という。細胞周期は、大きく分裂期(M期)と、間期に分けられる。分裂期はさらに前期、中期、後期、終期に分けられ、間期は、G₁期、S期、G₂期に分けられる。

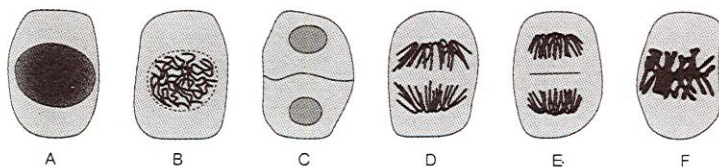


図 2

問 4 図2のB、C、D、E、Fは、それぞれ細胞周期のどの期にあてはまるか。正しいものを選べ。

- a. G₁期
- b. S期
- c. G₂期
- d. 前期
- e. 中期
- f. 後期
- g. 終期

問 5 観察された全細胞を図 2 の形態別にわけて数えた結果、表 1 のようになった。この条件でのソラマメの根の細胞周期は 24 時間であることが知られている。表 1 から推定されるソラマメの分裂期の所要時間として適切なものを選び。なお、すべての細胞は、A～F のいずれかの形態に分類される。

細胞形態	A	B	C	D	E	F
細胞の数(個)	800	150	1200	100	60	90

表 1

- a. 36 分 b. 54 分 c. 60 分 d. 90 分 e. 114 分
 f. 126 分 g. 150 分 h. 240 分 i. 480 分 j. 720 分

問 6 文 1 の①の処理を始める 24 時間前にパーミキュライトにしみ込ませる水を、コルヒチンを加えたものに置き換えた(コルヒチン処理)。コルヒチンが、ソラマメに与える生理作用として適切なものはどれか。

- a. DNA の複製を促進する b. DNA の複製を阻害する
 c. RNA の転写を促進する d. RNA の転写を阻害する
 e. 細胞壁の合成を促進する f. 細胞壁の合成を阻害する
 g. タンパク質の翻訳を促進する h. タンパク質の翻訳を阻害する
 i. 紡錘糸(微小管)の形成を促進する j. 紡錘糸(微小管)の形成を阻害する

問 7 通常の水で発芽させたソラマメとコルヒチン処理したソラマメの染色体の観察結果にどのような違いがあるか。適切なものを選び。

- a. 前期の比率が高くなる b. 中期の比率が高くなる
 c. 後期の比率が高くなる d. 終期の比率が高くなる
 e. S 期の比率が高くなる f. G₁ 期の比率が高くなる
 g. G₂ 期の比率が高くなる h. 染色体が大きく太くなる

2

ヒトの体内環境調節に関する以下の文1、文2を読み、問1から問7に答えよ。

(文1)

肝臓はさまざまな生体物質の合成や分解を行う器官である。肝静脈を経て小腸から運搬されてきたグルコースやアミノ酸は肝臓で代謝され、それぞれグリコーゲン^①やタンパク質として血漿^{しょうじょう}に放出される。また、不要アミノ酸は主にアンモニアへと分解され、そのまま血管を介して腎臓から体外へ放出される^③。肝炎になると、これらの物質の合成・分解が障害されるため、さまざまな生理的変化^④が観察される。肝炎とは、何らかの原因で肝臓に炎症が起り発熱、黄疸、全身倦怠感などの症状を来す疾患の総称である。

問1 文1の下線部①から③の内容について、適切なのはどれか。

なお、内容が正しい場合は○、誤っている場合は×とする。

	①	②	③
a	○	○	○
b	○	○	×
c	○	×	○
d	×	○	○
e	○	×	×
f	×	○	×
g	×	×	○
h	×	×	×

問2 文1の下線部④について、肝炎になった時に起こる生理的変化として適切なのはどれか。

- 解熱作用が阻害されるため、体温が上昇する
- アルコールの合成が促進されるため、胃酸の分泌が促進する
- 胆汁^{たんじゅう}の分解が阻害されるため、不要物を体外に排出できなくなる
- 血漿アルブミンの合成が阻害されるため、血漿の浸透圧が低下する
- 免疫グロブリンの合成が阻害されるため、感染症に対する抵抗力が低下する

(文2)

成人男性の心臓から出た血液の約30%が肝臓に、約20%が腎臓に流入している。腎臓には血液中の老廃物をろ過し、濃縮して体外に排出する仕組みがある。腎臓に流入する血液のうち、10.5%に相当する体積が糸球体でろ過される。その結果、一日当たり約170Lの原尿が生成され、細尿管や集合管で濃縮された後、尿として体外に排出される。

問3 原尿に含まれないのはどれか。

- a. 水 b. Na^+ c. NO_3^- d. 尿素
e. アミノ酸 f. フィブリン g. アンモニア

問4 文2から推測される成人男性の心拍出量として、最も近い値はどれか。ただし、心拍出量とは心臓から1分間当たりに出る血液の量である。

- a. 1.1 L/分 b. 2.5 L/分 c. 5.6 L/分
d. 8.1 L/分 e. 12.0 L/分 f. 19.0 L/分
g. 34.0 L/分 h. 65.0 L/分 i. 112.0 L/分

問5 最終的な尿量は、糸球体でのろ過量と細尿管や集合管での再吸収量によって決定される。尿量を増加させる要因はどれか。

- a. 体液の減少
b. 運動による発汗の増加
c. 細胞外液の浸透圧の低下
d. 腎臓の血液流入量の減少
e. 細尿管における Na^+ 再吸収量の増加
f. 脳下垂体後葉からのホルモン分泌の増加

問6 クレアチンは、筋肉で合成され、その一部が血中に入る。クレアチンは糸球体の膜を自由に通過でき、細尿管での再吸収がほとんど起こらない。上の文2の成人男性の尿中クレアチニン濃度が1.5g/Lであり、血漿中のクレアチニン濃度が9mg/Lだった時、1日当たりの尿量として最も近い値はどれか。

- a. 0.5 L b. 1.0 L c. 1.5 L d. 2.0 L e. 4.0 L
f. 6.0 L g. 8.0 L h. 10.0 L i. 15.0 L j. 20.0 L

問 7 グルコースは、健康なヒトであれば尿中からは検出されないが、糖尿病などにより血漿グルコース濃度が異常に高くなる場合には、尿中からグルコースが検出される。図3の実線および破線は、グルコースの細尿管での再吸収量、尿中の含有量、糸球体でのろ過量のいずれかを示したものである。矢印Aが示すものとして適切なのはどれか。なお、図中のdlは、デシリットルを表し、 $1\text{ dl} = 100\text{ mL} = 0.1\text{ L}$ である。

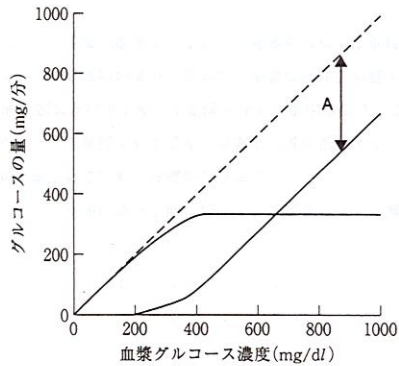


図 3

- | | |
|--------------|---------------|
| a. 尿中の含有量 | b. 糸球体でのろ過量 |
| c. 糸球体での分解量 | d. 細尿管での再吸収量 |
| e. 集合管での再吸収量 | f. 腎静脈血液中の含有量 |

3 体内の環境調節に関する文を読み、以下の問1から問3に答えよ。

(文)

食後しばらくすると消化管から吸収された糖によって血糖値が上昇する。それに伴ってホルモンXの分泌が増加し、その作用で短時間のうちに血糖値は正常な値に戻る。一方、長時間の空腹や運動によって血糖値が低下するとホルモンXの分泌量は減少し、かわりにホルモンYの分泌量が増加して正常な血糖値が維持される。ホルモンYはホルモンXと同じ臓器にある(ア)から分泌される。血糖値の低下は(イ)にある血糖調節中枢を刺激し、その興奮は(ウ)を介して(ア)を刺激し、ホルモンYの分泌量が増加する。

問1 ホルモンXの作用として正しいのはどれか。

- a. 脂肪組織における脂肪合成を抑制
- b. 肝臓におけるアミノ酸の取込みを抑制
- c. 骨格筋におけるグルコースの取込みを抑制
- d. 骨格筋におけるグリコーゲンの分解を抑制
- e. 肝臓におけるグルコースから脂肪の合成を抑制

問2 ホルモンXの分泌は神経を介した刺激でも調節されている。ホルモンXの分泌を促す神経伝達物質として正しいのはどれか。

- a. ドーパミン
- b. セロトニン
- c. アドレナリン
- d. アセチルコリン
- e. ノルアドレナリン

問3 文中の(ア)、(イ)、(ウ)に当てはまる語句として正しい組み合わせはどれか。

	ア	イ	ウ
a	ランゲルハンス島A細胞	視床下部	交感神経
b	ランゲルハンス島A細胞	視床下部	副交感神経
c	ランゲルハンス島A細胞	脳下垂体	交感神経
d	ランゲルハンス島A細胞	脳下垂体	副交感神経
e	ランゲルハンス島B細胞	視床下部	交感神経
f	ランゲルハンス島B細胞	視床下部	副交感神経
g	ランゲルハンス島B細胞	脳下垂体	交感神経
h	ランゲルハンス島B細胞	脳下垂体	副交感神経

4 エネルギー代謝に関する文を読み、以下の問1から問3に答えよ。

(文)

ヒトの細胞に取り込まれたグルコースは、無酸素的に進む代謝経路で生成物Aとなる。好気的な条件下で生成物Aは、さらに代謝を受けて物質Bに分解され、この過程で酸化型補酵素Cが還元される。生成した還元型補酵素Cは、別の場所で酸化されて再び酸化型となり、この過程で生じた電子は、最終的に物質Dの還元を利用して一連の酸化反応は終了する。

問1 生成物Aと物質Bの炭素数の組み合わせとして正しいのはどれか。

	A	B
a	3	1
b	3	2
c	4	1
d	4	2
e	6	1
f	6	2

問2 下線部①、②、③の反応の場として正しい組み合わせはどれか。

	①	②	③
a	ミトコンドリアの内膜	細胞質基質	ミトコンドリアのマトリックス
b	ミトコンドリアの内膜	ミトコンドリアのマトリックス	細胞質基質
c	細胞質基質	ミトコンドリアの内膜	ミトコンドリアのマトリックス
d	細胞質基質	ミトコンドリアのマトリックス	ミトコンドリアの内膜
e	ミトコンドリアのマトリックス	細胞質基質	ミトコンドリアの内膜
f	ミトコンドリアのマトリックス	ミトコンドリアの内膜	細胞質基質

問3 物質Dとして正しいものはどれか。

- | | | |
|----------|--------------|--------------|
| a. 水 | b. 酸素 | c. 二酸化炭素 |
| d. 水素イオン | e. アデノシン二リン酸 | f. アデノシン三リン酸 |

- 5 図4は、地質年代と生物の科の変化を表したものである。以下の文を読み、問1から問6に答えよ。
 なお、科とは近縁の属をまとめたものをいう。

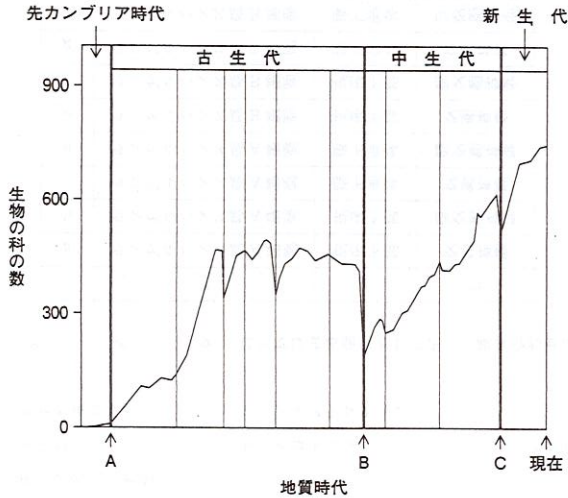


図4

(文)

多くの化石が発見されるようになる A 年前を境にそれ以前は先カンブリア時代とよばれている。先カンブリア時代の始まりの頃には化学進化という過程を経て原始的な生命体が作られたとされているが、原始生命体はその後、核膜を持つ真核細胞へと進化した。その化学進化を示す実験は、1953年にミラーによって行われた。原始地球の大気として考えられていた物質を、特殊な実験装置の中に入れ、加熱・放電等を行ったところ、アミノ酸などの有機物が合成された。

ミラーは、この実験が行われた当時に原始地球の大気成分として考えられていた水素、水(水蒸気)、(イ)、(ロ)を加熱・放電実験に用いた。現在では、原始地球の大気組成は、ミラーが実験で用いた成分とは異なると推定されているが、これらの成分を含む混合気体に加熱・放電を行うと、ミラーの実験と同様にアミノ酸などの有機物が合成されることが明らかにされている。

問 1 文中の下線で示された真核生物の起源を説明する仮説として、1967年 マーグリシにより細胞内共生説(共生説)が提唱された。共生説で「ミトコンドリアの起源」の説明として正しいのはどれか。

- a. 嫌気性細菌が好気性細菌に入り込んだ
- b. 嫌気性細菌が嫌気性細菌に入り込んだ
- c. 好気性細菌が嫌気性細菌に入り込んだ
- d. 好気性細菌が好気性細菌に入り込んだ
- e. シアノバクテリアが嫌気性細菌に入り込んだ
- f. シアノバクテリアが好気性細菌に入り込んだ

問 2 共生説を裏付けるものとして考えられるのはどれか。

- a. 葉緑体とミトコンドリアは、他の細胞小器官と異なり一層の膜からなる
- b. 葉緑体が分裂する時の分裂リングは、ミトコンドリアの遺伝子によって作られる
- c. ミトコンドリアの遺伝子は独立して機能し、共生した後に細胞から取り出しても分裂増殖が可能である
- d. 葉緑体で炭酸固定反応を行う RubisCO を構成するタンパク質のすべての遺伝子は、進化の過程で核に移行した
- e. ミトコンドリア上の遺伝子が少ない理由としては、ミトコンドリアの祖先が持っていた遺伝子が長い時間をかけて核ゲノム中に移動したものと考えられる

問 3 文中の(イ)、(ロ)にあてはまる組合せのうち正しいのはどれか。

	イ	ロ
a	アンモニア	メタン
b	アンモニア	二酸化炭素
c	アンモニア	硫化水素
d	アンモニア	窒素
e	メタン	二酸化炭素
f	メタン	硫化水素
g	メタン	窒素
h	二酸化炭素	硫化水素
i	二酸化炭素	窒素
j	硫化水素	窒素

問 4 図 4 縦軸に示す生物群数変動にはいくつかの重要な時点があるが、そのうち多くの化石が発見されるようになった約 (A) 年前、生物の大絶滅のあった約 (B) 年前は生物史上重要な時点である。図 4 の A、B にあてはまる組合せはどれか。

	A	B
a	5 億 4200 万年	4 億 1600 万年
b	5 億 4200 万年	2 億 9900 万年
c	5 億 4200 万年	2 億 5100 万年
d	4 億 8800 万年	3 億 5900 万年
e	4 億 8800 万年	2 億 9900 万年
f	4 億 8800 万年	2 億 5100 万年
g	4 億 1600 万年	3 億 5900 万年
h	3 億 5900 万年	2 億 9900 万年

問 5 先カンブリア時代の生物の特徴はどれか。

- | | |
|-----------------|------------------|
| a. 魚類が現れた | b. 恐竜が現れた |
| c. サンゴが現れた | d. 三葉虫が現れた |
| e. 腕足類が現れた | f. 陸上に植物が現れた |
| g. アンモナイトが現れた | h. シアノバクテリアが現れた |
| i. パージェス動物群が現れた | j. エディアカラ生物群が現れた |

問 6 図 4 中の C(中生代末期)では、恐竜などの大型は虫類や裸子植物が大量に絶滅した。絶滅の理由として、地球への巨大隕石(惑星)衝突による火災と粉塵により太陽光が遮られ、気温が低下した隕石衝突説がある。他にもさまざまな理由が提唱されているが、隕石衝突説が最も有力視されている。その根拠のひとつとして、隕石に大量に含有するが、地殻にはほとんど含まれていない元素が隕石の衝突によって世界中に拡散し、その年代を示す地層(K-T境界)に限局的に堆積している。この隕石由来の元素とはどれか。

- | | | | |
|----------|-----------|----------|----------|
| a. セレン | b. コバルト | c. セシウム | d. リチウム |
| e. ラジウム | f. ランタン | g. アンチモン | h. イリジウム |
| i. バナジウム | j. ゲルマニウム | | |

6 酵素に関する文1、文2を読み、問1から問4に答えよ。

(文1)

生体内のさまざまな反応は、タンパク質である酵素が触媒する反応で営まれている。触媒としての酵素の反応を考えた場合、酵素をE、酵素の作用を受ける物質(基質)をS、基質が酵素による作用を受け生じた生成物をPとすると、反応は以下のように表すことができる。なお、ESは、酵素の活性部位に基質が結合した酵素-基質複合体である。



無機触媒を用いた反応では、一般的に反応速度は、温度に比例して上昇するが、pHには左右されない。一方、酵素反応には、それぞれの酵素が持つ最適なpHや温度があり、反応速度が温度、pHにより大きく左右される。図5は、ある酵素Xの最適温度と最適pHを示す。

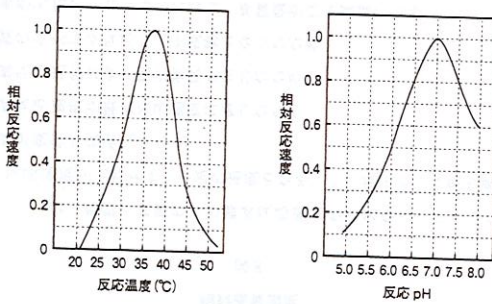


図5

問1 37℃、pH7.0で、酵素Xと基質のみを試験管中で反応させ、時間を追って生成物量を測定すると、図6のようになった。生成物量が反応開始後10分で降に変化しない理由として最も適切なのはどれか。

- 10分で酵素が失活したため
- 基質に比べ酵素が微量のため
- 10分で阻害物質が生じたため
- 10分で反応が最高速度に達したため
- 10分で基質がすべて生成物に変換したため
- 10分で基質のすべてが、酵素に結合し酵素-基質複合体を形成したため

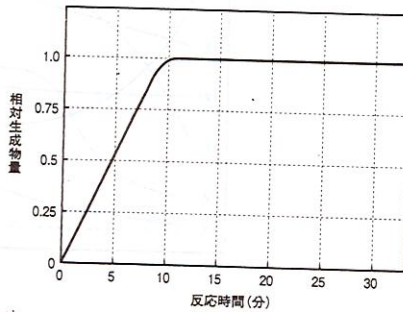


図6

問 2 問 1 の酵素反応条件を、次の①、②、③の反応条件に変化させた場合、図 6 は、どのように変化するか。正しいものを図 7 の a～i から選べ。

- ① 基質量のみを $\frac{1}{2}$ にした場合
- ② 酵素量のみを 2 倍にした場合
- ③ 反応温度を 30℃ にした場合

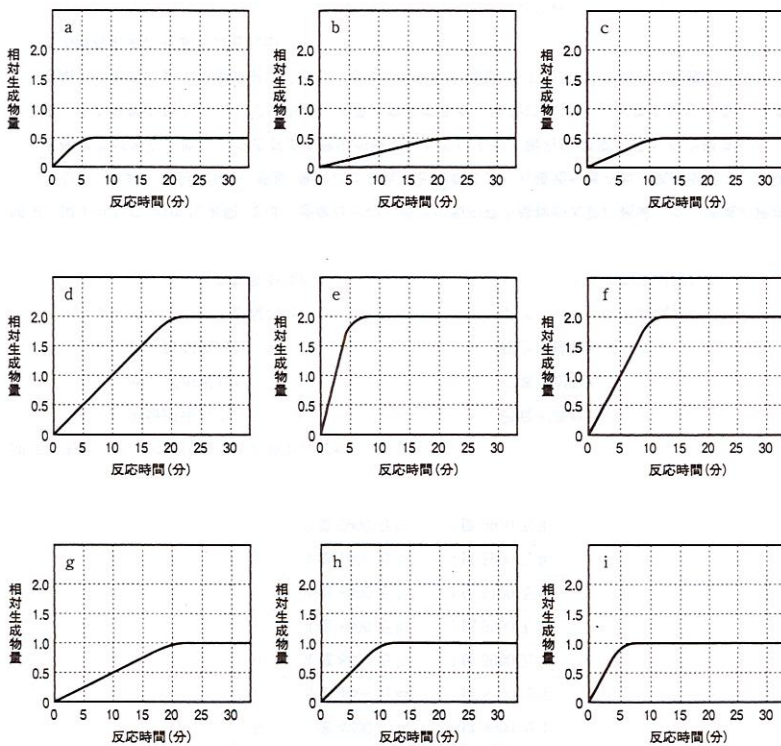


図 7

(文2)

図8は、基質濃度と酵素の反応速度の関係を表している。図中の破線(---)は、酵素と基質のみの酵素反応速度の変化を示し、①から⑥の曲線は酵素と基質以外に一定量の酵素反応を阻害するものが添加されている。

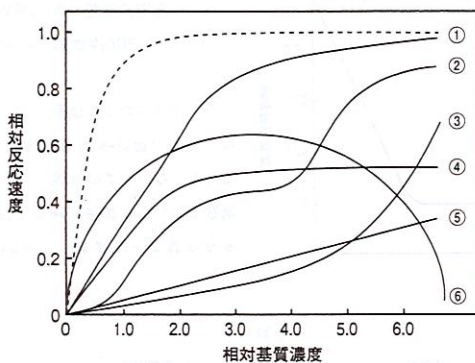


図8

問3 図8の破線(---)は、酵素と基質のみの酵素反応速度の変化を示しているが、相対基質濃度が2.0を超えると反応速度が上昇せず、一定の速度となる。この理由として最も適切なのはどれか。

- a. 酵素が変性し失活したため
- b. 酵素反応速度が最大反応速度に達したため
- c. 酵素反応進行により阻害物質が生じたため
- d. 基質のすべてが反応し、生成物となったため
- e. 酵素が大量に存在するのに対し、基質量がごく微量のため
- f. 基質のすべてが、酵素に結合し酵素-基質複合体を形成したため

問4 酵素反応は、基質と化学構造が似た物質が存在すると、酵素の活性部位を基質と奪い合い、酵素-基質複合体の形成が阻害される。このような作用がみられる反応は、図8ではどのような曲線になるか。

- a. ①
- b. ②
- c. ③
- d. ④
- e. ⑤
- f. ⑥
- g. ①から⑥のいずれでもない