

'16

受験
番号

前期日程

生 物 問 題

(理 工 学 部)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開いてはいけません。
2. この冊子のページ数は 22 ページです。問題に落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合にはすぐに申し出てください。
3. 解答は指定の解答用紙に記入してください。
4. 下書きには問題冊子の余白を利用してください。
5. 解答用紙を持ち帰ってはいけません。
6. 問題冊子は持ち帰ってください。

1

- (1) 腎臓は尿を生成する臓器であると同時に、体液の組成を調節し、赤血球合成や血圧調節に関与する物質を産生するなど、血液や体液とのかかわりが深い臓器である。腎臓や血液に関する次の文章を読んで、問1～問6の答を解答欄に記入せよ。

A. ヒトの腎臓には尿を生成する単位となる と呼ばれる構造があり、1つの腎臓の中におよそ 個ある。 は と腎細管(細尿管)から構成されており、 は糸球体と呼ばれる曲がりくねった細長い毛細血管の集まりと、それを包み込むような と呼ばれる袋状の構造から成り立っている。糸球体の毛細血管から、血しょう(血液の液体成分)中の成分のうち、分子量の大きいタンパク質以外の物質はいったん にこし出される。ろ過された直後のろ液は原尿と呼ばれる。原尿は続いて腎細管へ運ばれ、からだに必要な物質、たとえばブドウ糖、塩類、水などが再吸収され、再吸収されなかった成分が最終的に尿となり、 と呼ばれる袋状の臓器にいったん蓄えられ、まとめて排出される。

体内を流れる血しょう中に存在する物質Fが尿中に排出されるまでの過程を考える。ここでは、原尿に含まれる物質Fの濃度は血しょう中のそれと同一であるとみなす。尿が毎分 V mL 生成されるとし、その尿における物質Fの濃度を U mg/mL とする。また、物質Fの血しょう中の濃度を P mg/mL とし、すべての糸球体で毎分こし出される原尿の量を G mL、腎細管で毎分再吸収される物質Fの量を X mg とすると、

$$X = \text{ }$$

となる。一方で物質Fが腎細管でまったく再吸収されずに尿中に排出されたと仮定すると、

$$PG = \text{ }$$

となる。

問 1 空欄 ~ にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2 空欄 にあてはまる数値として最も適切なものを次の①~⑩の中から1つ選び、記号で答えよ。

- ① 300
- ② 1000
- ③ 3000
- ④ 1万
- ⑤ 3万
- ⑥ 10万
- ⑦ 30万
- ⑧ 100万
- ⑨ 300万
- ⑩ 1000万

問 3 空欄 と にあてはまる式を次の①~⑩の中からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

- ① UV
- ② PV
- ③ UG
- ④ $P + G$
- ⑤ $U + V$
- ⑥ $UG + PV$
- ⑦ $PV - UG$
- ⑧ $PG + UV$
- ⑨ $UV - PG$
- ⑩ $PG - UV$

B. 献血をすると後日、血液検査の結果を受け取ることができる。その中には以下のような検査項目がある。

赤血球数

白血球数

血小板数

ヘモグロビン量

平均赤血球ヘモグロビン量

赤血球数、白血球数、血小板数は通常、血液 $1\mu\text{L}$ あたりの個数で表記される。ヘモグロビンは酸素の運搬に必須のタンパク質であり、赤血球内に含まれている。ここでは血液 100 mL 中に含まれるヘモグロビン量を 15 g とする。

問 4 $1\mu\text{L}$ の容積の立方体を想定したとき、その一辺の長さを答えよ。なお、 $1\mu\text{L} = 1 \times 10^{-6}\text{ L}$ である。

問 5 健康な人の血液 $1\mu\text{L}$ に含まれる赤血球、白血球、血小板のそれぞれの数に最も近い組み合わせを次の①～⑩の中から1つ選び、記号で答えよ。

	赤血球	白血球	血小板
①	5 万	5000	30 万
②	5 万	5 万	3 万
③	5 万	50 万	3000
④	50 万	5000	30 万
⑤	50 万	5 万	3 万
⑥	50 万	50 万	3000
⑦	500 万	5000	30 万
⑧	500 万	5 万	3 万
⑨	500 万	50 万	3000
⑩	500 万	5 万	30 万

問 6 平均赤血球ヘモグロビン量とは、赤血球 1 個に含まれるヘモグロビン量を表した指標であり、ヘモグロビン量を赤血球数で割ることで算出できる。平均ヘモグロビン量は通常、pg の単位で表記される。なお、 $1 \text{ pg} = 1 \times 10^{-12} \text{ g}$ である。健康な人の平均赤血球ヘモグロビン量として最も適切なものを次の①～⑩の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① 0.15 pg
- ② 0.3 pg
- ③ 1.5 pg
- ④ 3 pg
- ⑤ 15 pg
- ⑥ 30 pg
- ⑦ 150 pg
- ⑧ 300 pg
- ⑨ 1500 pg
- ⑩ 3000 pg

(2) 植物について、次の文章を読んで、問1～問3の答を解答欄に記入せよ。

植物とは、光合成を行い、おもに陸上で生活する多細胞生物のことをさす。植物のからだは、水中生活をする藻類とは異なり、乾燥に耐えられるように外表面が 層でおおわれ、硬くて丈夫な細胞壁で支えられている。さらに、 組織のはたらきでからだを伸ばすことによって、空気中の光や二酸化炭素、土中の水や無機塩類などをより広い範囲から吸収できるようになった。

種子植物は、花が咲き、種子をつける維管束植物のことをさす。これらには、 がむきだしの 植物と が子房の中にある 植物とがある。

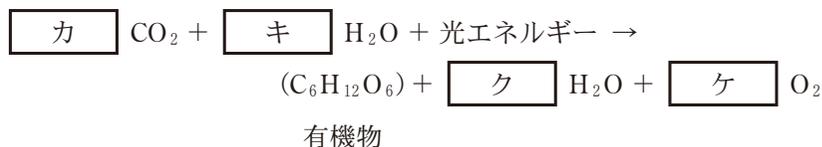
問1 空欄 ～ にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部 a の光合成について、次の問に答えよ。

(i) 反応の第二段階は二酸化炭素から有機物を合成する反応である。この反応回路の名称とともに、反応が進行する細胞小器官内の部分の名称を答えよ。

(ii) (i)の反応で合成された有機物は高分子となりペクチンなどと組み合わさって細胞壁を硬くて丈夫な構造にする。この高分子の名称は何か。

(iii) 光合成の反応は全体として下記の反応式で表される。 ～ に適当な数字を入れて完成せよ。



(iv) 光合成の反応は植物だけでなく、細菌の中にも行うものが知られている。緑色硫黄細菌での反応式を(iii)の反応式にならって書け。

問 3 下線部 b にあるように、植物は花を咲かせる。中でも多くの植物は決まった時期に花を咲かせることが知られている。この花芽形成の調節には環境要因が大きな役割を果たしているが、花芽形成と日長の間の関係について、次の問に答えよ。

(i) 植物の花芽形成には一日の中での連続した暗期の長さが関係する。一定の時間より長い連続暗期の条件になると花芽形成が促進される植物を短日植物、短い条件になると花芽形成が促進される植物を長日植物と呼ぶ。花芽形成の閾(いき)値となっている一定の連続暗期のことを何と呼ぶか。

(ii) 植物の中には、日長に関係なく花芽を形成するものがある。この植物は何と呼ばれるか。

(iii) オナモミを使って日長と花芽形成の関係を調べる実験が行われた。次のうち、対象となる部分に花芽を形成したものをすべて選び、記号で答えよ。

- ① 枝分かれした片方の枝に短日処理をした場合のもう一方の枝
- ② 葉をすべて取り除いた上で短日処理をした場合の枝
- ③ 一枚の葉のみに短日処理をした場合の枝
- ④ 枝分かれした片方の枝に短日処理をした場合の、茎の形成層を取り除く処理を施したもう一方の枝
- ⑤ 別の植物と接ぎ木処理をし、一方の植物に短日処理をした場合のもう一方の植物の枝

(iv) 短日植物か長日植物かが不明の新種の植物が見つかり、普通の長日植物が花芽を形成するより夜が短い(連続暗期が短い)季節に、この植物に花芽が形成され始めた。この新種の植物が長日植物であることを確かめるためにどのような実験を行えばよいか。その内容を簡潔に説明せよ。

2

(1) 次の文章を読んで、問1～問6の答を解答欄に記入せよ。

真核生物の翻訳は以下の通り行われる。

- (i) 核でつくられた mRNA は、 という穴から出て細胞質に移動し、リボソームと結合する。
- (ii) mRNA のコドンに対応するアミノ酸を結合した tRNA が、mRNA のコドンと結合する。
- (iii) tRNA によって運ばれてきたアミノ酸は、できつつあるタンパク質の末尾のアミノ酸と 結合し、アミノ酸が切り離された tRNA は、^amRNA から離れる。

真核生物のリボソームには、細胞内の という袋状の細胞小器官の表面に結合しているものがある。細胞外に分泌されるタンパク質や膜タンパク質は、^b 上のリボソームで合成され、 の中に取り込まれて に輸送される。そして、 の一部からタンパク質を包んだ分泌小胞が作られる。分泌小胞は細胞膜へ移動し、細胞膜と融合することで^cタンパク質は細胞外に分泌される。

問1 空欄 ～ にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 (ii)の過程で、mRNA のコドンと相補的に結合する tRNA の塩基配列を何と呼ぶか、その名称を答えよ。

問 3 下線部 a の mRNA から離れた tRNA の説明について、最も適切な記述は次のうちどれか、①～⑤から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① どのアミノ酸とも結合せず、終止コドンと結合する
- ② トレオニンと必ず結合し、開始コドンと結合する
- ③ 一度結合したアミノ酸と種類の異なるアミノ酸を結合し、再び利用される
- ④ 一度結合したアミノ酸と同一のアミノ酸を結合し、再び利用される
- ⑤ 再び利用されることはない

問 4 核から細胞質に移動した mRNA の配列を DNA 配列に読みかえたとき、ゲノム上の DNA 配列と完全には一致しない。その理由の 1 つを 30 文字以内で説明せよ。

問 5 下線部 b のタンパク質として、適当でないものを次の①～⑥からすべて選び、記号で答えよ。

- ① ペプシン
- ② インスリン
- ③ アミラーゼ
- ④ DNA ポリメラーゼ
- ⑤ アクアポリン
- ⑥ ヒストン

問 6 下線部 c のような物質の輸送のしくみを何と呼ぶか、その名称を答えよ。

(2) 次の文章を読んで、問1～問6の答を解答欄に記入せよ。

DNAの塩基配列の変化(突然変異)には、や欠失、挿入がある。突然変異によってアミノ酸配列が変化すると、タンパク質の構造や発現に影響を与え、病気と関連することもある。たとえば、T細胞とB細胞に異常のある病気の1つに、これらの細胞の分化に重要なDNAリガーゼ^aの遺伝子中の塩基配列^bの変化を原因とするものがある。この病気の患者では、DNAリガーゼを構成する911個のアミノ酸のうち、3番目と9番目と278番目のアミノ酸^cを指定するmRNAのコドンが変化^cしている。この結果、DNAリガーゼの活性が低下し、T細胞やB細胞が十分につくられなくなる。

このように遺伝子の突然変異によって起きる病気では、患者の組織や器官の機能が著しく低下することがある。近年、こうした組織や器官の機能を回復させる治療法の1つとして、再生医療^dが注目されている。

問1 空欄にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部aについて、B細胞およびB細胞が産生する抗体の説明として、最も適切なものを次の①～⑤から1つ選び、記号で答えよ。

- ① 1種類の抗体は、1種類の抗原にのみ結合する
- ② 1本のH鎖は2本のL鎖と結合している
- ③ 1つのB細胞がつくることができる抗体は3種類である
- ④ 細胞性免疫では、主にB細胞がはたらく
- ⑤ 抗原が結合する部位は定常部と呼ばれる

問 3 下線部 b について、DNA リガーゼのはたらきとして、正しいものを次の①～⑤の中からすべて選び、記号で答えよ。

- ① DNA 複製において、DNA の塩基間の水素結合を切断し、二重らせん構造の一部分をほどく
- ② ラギング鎖において、新しく合成された断片を連結する
- ③ DNA を鋳型とし、その塩基配列と相補的な RNA を合成する
- ④ 遺伝子組換え実験において、制限酵素によって切断された相補的な切り口をもつ 2 つの DNA の末端を連結する
- ⑤ mRNA 前駆体からイントロン部分を取り除き、1 つのエキシソンの端となりのエキソンの端を次々と連結する

問 4 下線部 c について、DNA リガーゼの 278 番目のアミノ酸を指定するコドンの最初の塩基は、mRNA の何番目の塩基か答えよ。ただし、開始コドンの最初の塩基を 1 番目とする。

問 5 下線部 c について、278 番目のアミノ酸は、遺伝子配列の 1 つの変化によってアルギニンからヒスチジンへと変化している。遺伝子配列が変化する前と変化した後の 278 番目のアミノ酸を指定するコドンの組み合わせをすべて答えよ。なお、遺伝暗号表は次ページに示す。

問 6 下線部 d について、再生医療の研究には ES 細胞や iPS 細胞が用いられることがある。

(i) ES 細胞と iPS 細胞に共通する能力のうち、再生医療の研究において必要となるものを 2 つ答えよ。

(ii) ES 細胞は 胞の内部細胞塊に由来する。 にあてはまる適切な語句を答えよ。

コドンの2番目の塩基

		U		C		A		G		
U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U	
	UUC		UCC		UAC		UGC		C	
	UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A	
	UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	G	
C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U	
	CUC		CCC		CAC		CGC		C	
	CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A	
	CUG		CCG		CAG		CGG		G	
A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U	
	AUC		ACC		AAC		AGC		C	
	AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	A		
	AUG	メチオニン (開始コドン)	ACG		AAG		AGG	アルギニン	G	
G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U	
	GUC		GCC		GAC		GGC		C	
	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A	
	GUG		GCG		GAG		GGG		G	

コドンの1番目の塩基

コドンの3番目の塩基

図 遺伝暗号表

3

次の文章を読んで、問 1 ～問 11 の答を解答欄に記入せよ。

A. 多細胞生物では、特定の細胞だけが分裂を繰り返して、新しい細胞をつくっている。このような^a体細胞分裂を繰り返す細胞の細胞周期は分裂を行う^b分裂期 (M 期)と、分裂の準備を行う 期に分けられる。後者はさらに^cG₁ 期、S 期、G₂期の 3 つに分けられ、細胞は 1 回の細胞周期で DNA の複製と娘細胞への分配を行っている。これを繰り返すことによって、娘細胞は母細胞とまったく同じ DNA の遺伝情報をもつことになる。

減数分裂は^d生殖細胞が形成されるときに起こるが、その過程は体細胞分裂とは次の 4 つの点で大きく異なっている。

- ① 減数分裂では、連続した 2 回の および細胞質の分裂が起こり、1 つの母細胞から合計 個の^e娘細胞を生じる。
- ② の分裂は 2 回連続して起こるが、DNA は減数分裂の始まる前に一度だけ複製される。
- ③ 減数分裂によって生じた娘細胞は、1 倍体 (n) の染色体をもつ。
- ④ 減数分裂では、1 つの母細胞から極めて遺伝的多様性に富んだ娘細胞がつくられる。

減数分裂において、母細胞に含まれていた相同染色体はそれぞれ互いに関係なく、別々の娘細胞に分配される。これに加えて、相同染色体の間で対合が起こるとき、相同染色体間で が^f起こり、染色体の一部が交換される。このため、多様な遺伝的組み合わせをもった娘細胞が形成される。

B. 臓器移植の場合、臓器の受給者が^g拒絶反応を起こすことがある。これは移植臓器の細胞表面に存在する が個体間で異なっており、臓器の受給者がこのタンパク質を非自己として認識し、免疫がはたらくからである。ヒトでは、 は HLA と呼ばれ、第 6 染色体上にある^hHLA 遺伝子 (A, C, B, DR, DQ, DP) によってつくられる。それぞれの HLA 遺伝子には数多くの対立遺伝子が存在するため、その対立遺伝子の組み合わせは膨大な数になるので、HLA の型が他人と完全に一致することは非常にまれである。たとえば

i 通常の場合*，父親と母親が同一な兄弟姉妹間でも，一卵性双生児を除いて，HLA の型が一致し，拒絶反応が起こらない確率はおよそ 25 % にすぎない。

*父親および母親の HLA 遺伝子がすべてヘテロ接合であり，父親と母親の間で同じ対立遺伝子を一つももたない場合

問 1 空欄 ~ にあてはまる適切な語句，数字を記せ。なお，空欄 はアルファベット 3 文字で答えよ。

問 2 下線部 a の特定の細胞の例として，最も適切なものを次の①～⑥の中から 1 つ選び，記号で答えよ。

- ① 血管系を循環している成熟した赤血球
- ② 抗原と出会う前のリンパ節の B 細胞
- ③ 小腸の上皮細胞
- ④ 心臓の心筋細胞
- ⑤ 成人の肝細胞
- ⑥ 脳の神経細胞

問 3 下線部 b および c の M 期，G₁ 期，S 期，G₂ 期の中で，次の(i)～(iii)にあてはまるものをそれぞれ 1 つ選べ。

- (i) 通常，期間の長さが最も短い。
- (ii) DNA が複製される。
- (iii) ヒト細胞では中心体の分裂が起こる。

問 4 下線部 d の生殖細胞の記述として、正しいものを次の①～⑥の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① 男性では、下線部 e の娘細胞を精子と呼ぶ
- ② 精子は細胞質のほとんどを失っており、ミトコンドリアをもたない
- ③ 女性では、下線部 e の娘細胞は卵と極体であるが、両者の大きさはほぼ同じである
- ④ ヒトの卵は、卵黄の多い等黄卵である
- ⑤ ヒトの場合、二次卵母細胞は精子が進入すると、減数分裂を再開し、極体を放出する
- ⑥ 未受精卵には、胚の前後や胚の細胞の発生運命に大きな影響を及ぼす母性因子は存在しない

問 5 下線部 f が起こる時期として、最も適切なものを次の①～⑥の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① 第一分裂前期、② 第一分裂中期、③ 第一分裂後期、
- ④ 第二分裂前期、⑤ 第二分裂中期、⑥ 第二分裂後期

問 6 下線部 g の拒絶反応が、ヌードマウスに

オ

 の異なる他系統のマウスの皮膚片を移植した場合、起こらないのはなぜか。その理由を 20 文字以内で述べよ。

問 7 の説明として、正しいものを次の①～⑩の中から 2 つ選び、記号で答えよ。

- ① ほとんどすべての細胞で発現している
- ② 主要な組織を構成している細胞だけで発現している
- ③ 白血球だけで発現している
- ④ 胸腺、脾臓、リンパ節などの免疫器官に存在する細胞だけで発現している
- ⑤ 細胞外に分泌されることもある
- ⑥ 抗体と同様、遺伝子の再構成によってその多様性が生み出される
- ⑦ 病原体由来の抗原ばかりではなく、自己の抗原も T 細胞に提示する
- ⑧ ある抗原を T 細胞にまったく提示しない場合でも、通常、その抗原に特異的な抗体はつくられる
- ⑨ ヘルパー T 細胞の抗原特異的な活性化には、必要ない
- ⑩ タンパク質抗原をそのままの形で、T 細胞に提示する

問 8 下線部 h の HLA 遺伝子 A, C, B はまとめて何と呼ばれているか、その名称を答えよ。

問 9 下線部 h の HLA 遺伝子と の関係を説明した次の①～⑥の文章の中から最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① HLA 遺伝子の多様性を生み出すため、HLA 遺伝子に を起こりやすくするしくみが存在する
- ② それぞれの HLA 遺伝子間の距離が近く、 はほとんど起こらない
- ③ それぞれの HLA 遺伝子間の距離が近く、 は起こりやすい
- ④ それぞれの HLA 遺伝子間の距離が遠く、 はほとんど起こらない
- ⑤ それぞれの HLA 遺伝子間の距離が遠く、 は起こりやすい
- ⑥ はまったくの偶然に起こるため、すべての遺伝子で が起こる確率はほぼ等しい

問10 下線部 h の HLA 遺伝子において、その対立遺伝子のある 1 対が父親では E および F、母親では G および H で表されると仮定した場合、両者の子供の体細胞におけるこの遺伝子の考えられる組み合わせをすべて記せ。

問11 下線部 i において次の(i)~(iv)の場合、拒絶反応が起こらない確率はそれぞれいくらになると考えられるか。下記の①~⑥の中からそれぞれ最も適切なものを選び、記号で答えよ。

- (i) 父親および母親の HLA 遺伝子がすべてホモ接合であり、兄の臓器を妹に移植した場合
- (ii) 父親および母親の HLA 遺伝子がすべてホモ接合であり、父親の臓器を娘に移植した場合
- (iii) 父親および母親の HLA 遺伝子がすべてホモ接合であり、娘の臓器を父親に移植した場合
- (iv) 父親および母親の 6 対の HLA 遺伝子の中で 3 対がホモ接合であり、兄の臓器を弟に移植した場合

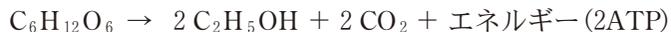
① 0%, ② 12.5%, ③ 25%, ④ 50%, ⑤ 75%, ⑥ 100%

4

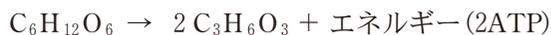
(1) 次の文章を読んで、問1～問5の答を解答欄に記入せよ。

生物は、炭水化物・脂質・タンパク質などの有機物のもつエネルギーを、一連の化学反応によってATPに移して生命活動を営んでいる。この生命活動のうち、ミトコンドリアにおいて酸素を用いて有機物を分解し、ATPを合成する過程^aを呼吸と呼ぶ。一方、酸素を用いずに有機物を分解してATPを合成する過程を発酵と呼ぶ。呼吸では、グルコースが2分子の に分解される際に、 NAD^+ が と H^+ を受け取って生じる NADH が、電子伝達系^bで酸素によって酸化されて、再び NAD^+ にもどる。発酵では、電子伝達系がはたらかないため、 NADH は の脱炭酸と還元のプロセスで酸化されて、 NAD^+ にもどる。また、発酵では、グルコースなどの有機物が完全に分解されないため、生成されるATPは呼吸より少なくなる。

酵母は、酸素の多い条件下では、呼吸を行ってエネルギーを得ている。しかし、酸素がないときや不足しているときには、 発酵を行っている。 発酵は、グルコースを基質とした場合、次の反応式で表される。



一方、乳酸菌などによる乳酸発酵は、グルコースを基質とした場合、次の反応式で表される。



動物の筋肉でも、激しい運動を行うなどして酸素の供給が不十分なときは、乳酸発酵と同じ反応が起きる。この反応を という。

問 1 空欄

ア

 ~

エ

 にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2 下線部 a に関する記述として、正しくないものを次の①～⑤の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① ミトコンドリアは外膜と内膜の二重膜からなる
- ② 電子伝達系にかかわるタンパク質は、外膜に組み込まれている
- ③ ミトコンドリアの起源について、マーグリスは細胞共生説を提唱した
- ④ ミトコンドリアは独自の DNA をもっている
- ⑤ ミトコンドリアは原核生物には存在しない

問 3 下線部 b の反応系において、NADH などが酸化される過程で ATP がつくられる反応を何と呼ぶか、答えよ。

問 4 下線部 c について、グルコース 1 分子あたり、呼吸によって合成される ATP の最大数は、発酵によって合成される ATP の約何倍か。次の①～⑥の中から最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① 約 2 倍, ② 約 10 倍, ③ 約 20 倍,
- ④ 約 50 倍, ⑤ 約 100 倍, ⑥ 約 200 倍

問 5 ビール酵母をすりつぶして得た液を用いて、次の実験 A～F を行った。
次ページにそれらの実験の模式図とそれらの結果をまとめた表を示す。こ
れらの結果のうち、実験 C で発酵が起きなかった理由を説明せよ。

実験 A すりつぶした液とグルコース溶液を混ぜた

実験 B すりつぶした液を煮沸し、冷ました後、その液とグルコース溶液
を混ぜた

実験 C すりつぶした液をセロハンの袋に入れ、水で透析した後、その内
液とグルコース溶液を混ぜた

実験 D すりつぶした液をセロハンの袋に入れ、水で透析した後、その外
液の濃縮液とグルコース溶液を混ぜた

実験 E 実験 B と実験 C から得られた液を混ぜた

実験 F 実験 C と実験 D から得られた液を混ぜた

すべての実験において、液を混ぜた後、混合液を 35℃ に保った。ま
た、グルコース溶液を混ぜる場合には、グルコースの最終濃度が 5% に
なるように調整した。

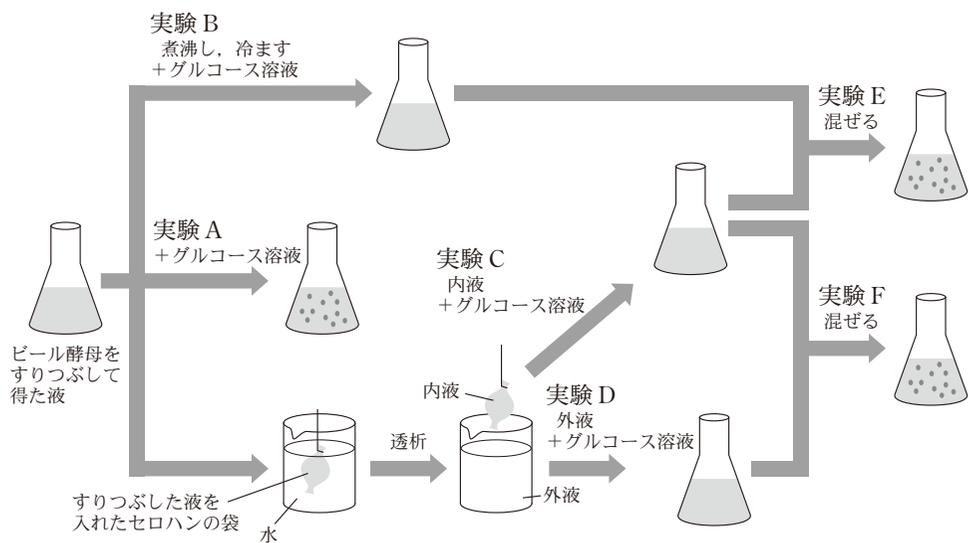


図 実験の模式図

表 実験結果のまとめ

実験	発酵の有無
A	起きた
B	起きなかった
C	起きなかった
D	起きなかった
E	起きた
F	起きた

- (2) 植物を用いて、実験ⅠとⅡを行った。次の文章を読んで、問1～問5の答を解答欄に記入せよ。

[実験Ⅰ] 細胞分画法で次のように各細胞小器官を分離した。膜構造を破壊しないようにスクロース濃度を調整した溶液中でホウレンソウの葉をすりつぶした。この液を遠心分離機にかけ、遠心力を段階的に大きくして、各細胞小器官を沈殿させて分離した。得られた沈殿を遠心力が小さいときに得られたものから順に、A, B, C, Dとした。

次に、得られた沈殿の一部を薄層クロマトグラフィーを使って分析した。沈殿A, B, C, Dのうち沈殿Bを乳鉢に入れ、ジエチルエーテルを加えてよくすりつぶした。その液を試験管に移し、10%食塩水を加えて攪拌後、放置した。その上層(ジエチルエーテルの層)をピペットで取り出し、試料溶液とした。シリカゲルを薄く塗った薄層プレートの下から2cmの部位に試料溶液を点状に付着させた。展開液(石油エーテル：アセトン=7：3(体積比))の入った展開管中にプレートをに入れて、展開した。プレート上には複数の色素が観察された。溶媒前線(展開液のしみ込んだ上端)に近い方からi, ii, iiiとすると、iは黄色で、ii, iiiは緑色であった。また、各色素の吸収スペクトルを測定したところ、iは青色光を、iiは青色光と赤色光を強く吸収することがわかった。

[実験Ⅱ] ナスの皮をきざんでシリカゲルとともに乳鉢ですりつぶし、ジエチルエーテルと水を入れ色素を抽出した。抽出液を試験管に入れてしばらく放置すると二層に分離した。ここで、各層の色から色素を予測した。また、上層(ジエチルエーテルの層)と下層(水の層)を試料溶液として、実験Ⅰと同様に薄層クロマトグラフィーで分析した。その結果、上層では実験Ⅰと同様に複数の色素が観察された。一方、下層では原点に紫色の色素が見られた。

問 1 下線部 a の溶液に細胞を浸したとき、みかけ上は水の移動がなく細胞の体積に変化が起こらない。このような溶液を何と呼ぶか、漢字 3 文字で答えよ。

問 2 下線部 b の沈殿 B に含まれる主な細胞小器官の名称を答えよ。

問 3 下線部 c に関して、i と ii として最も適切な色素の名称を答えよ。

問 4 下線部 d の操作で、ジエチルエーテルの層に存在するのは水になじみにくい(疎水性のもの、水の層に存在するのは水になじみやすい(親水性のもの)である。水になじみにくい下線部 c の i, ii, iii の色素は、細胞内でのどのような生体分子と隣接しているか。「親水性部分」もしくは「疎水性部分」という用語を使って 30 文字以内で説明せよ。

問 5 下線部 e の観察では、上層が緑色、下層が紫色になった。また、下層は、塩酸を加えると赤紫色に、水酸化ナトリウム水溶液を加えると黄色になった。各色素に関する記述として正しいものを次の①～⑤の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① 上層の緑色の色素は、核内に存在し緑色の色素の発現を促進している
- ② 上層の緑色の色素は、動物細胞にも含まれる
- ③ 下層を別の試験管に取り出し、ジエチルエーテルを加えたところ、そのジエチルエーテルの層が濃い緑色になった
- ④ 下層の紫色の色素は、ミトコンドリア内に多く存在する
- ⑤ 下層の紫色の色素は、液胞内に多く存在する