

(平 22 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 6
化 学	7～14
生 物	15～24
地 学	25～30

・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

生 物

I 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点23点)

DNAの遺伝情報にもとづくタンパク質合成の過程では、RNAが重要な働きをしている。RNAは の一種で、一本鎖であり、DNAと同じように が鎖状につながった高分子の化合物である。RNAの糖は であり、塩基にはチミンがなくて、 がある。RNAは、その働きによって、 , , の3種類に分けられる。

タンパク質合成は、次のような過程によって行われる。まず、DNAの2本鎖の一部がほどけて、 の働きによって、DNAの塩基配列を写し取るようにしてRNAが合成される。真核生物のDNAでは、タンパク質の情報となるエキソンと、情報にならないイントロンがあり、スプライシングによってRNAからイントロンが除かれ、エキソンをつなぎ合わせる^(A)ことによって ができる。

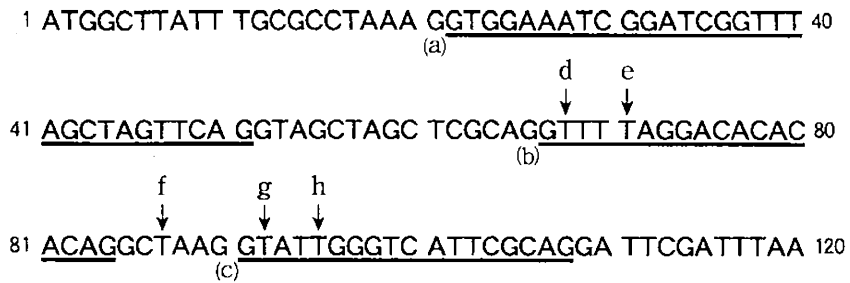
が核膜孔から細胞質へ出て、 と結合すると、結合部分の のコドンに対応するアミノ酸を結合した がやってきて、 の部分で と結合する。 によって運ばれたアミノ酸は伸長しつつあるペプチド鎖の末尾のアミノ酸とペプチド結合して、 は から離れる。この過程を遺伝情報の翻訳という。

問1 空欄 ～ にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問2 下線部(A)のスプライシングは原核生物では起こらない。その理由を30字以内で説明しなさい。

問3 図1は真核生物のDNAの塩基配列を模式的に示したものであり、開始コドンで始まり、終止コドンで終わっている。全長のDNA鎖を鋳型として転写が行われ、スプライシングを経た後、翻訳によって合成されたタンパク質のアミ

ノ酸配列は、MAYLRRLKVASSQVLGHTQAKDSIであった。なお、アミノ酸は表1中のカッコ内に示したアルファベットを用いている。この塩基配列中には、イントロンが2カ所存在しており、一方は図1に示した下線部(a)であった。もう一方は、下線部(b)か(c)のどちらであるかを解答欄に記入しなさい。



(注：図中の塩基配列は実際の生物で同定されたものではない。番号は開始コドンATGのAを1とした場合の番号であり、数えやすいように10塩基ごとにスペースを設けてある。)

図1

1番目の塩基	2番目の塩基								3番目の塩基
	U		C		A		G		
U	UUU	フェニルアラニン(F)	UCU	セリン(S)	UAU	チロシン(Y)	UGU	システイン(C)	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	ロイシン(L)	UCA		UAA	(終止)	UGA	(終止)	A
	UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン(W)	G
C	CUU	ロイシン(L)	CCU	プロリン(P)	CAU	ヒスチジン(H)	CGU	アルギニン(R)	U
	CUC		CCC		CAC	CGC	C		
	CUA		CCA		CAA	CGA	A		
	CUG		CCG		CAG	CGG	G		
A	AUU	イソロイシン(I)	ACU	トレオニン(T)	AAU	アスパラギン(N)	AGU	セリン(S)	U
	AUC		ACC		AAC	AGC	C		
	AUA		ACA		AAA	AGA	A		
	AUG	メチオニン(M)(開始)	ACG		AAG	リシン(K)	AGG	アルギニン(R)	G
G	GUU	バリン(V)	GCU	アラニン(A)	GAU	アスパラギン酸(D)	GGU	グリシン(G)	U
	GUC		GCC		GAC	GGC	C		
	GUA		GCA		GAA	GGA	A		
	GUG		GCG		GAG	GGG	G		

表1

問 4 図 1 中の DNA に遺伝子突然変異が起こり、1カ所の塩基 T が A に置換されたところ、最終的に合成されたタンパク質のアミノ酸配列は、MAYLRLKVASSQV であった。図 1 中に変異を起こした可能性のある 5カ所の塩基 T を矢印 d～h で示している。最も適切な塩基 T の位置を解答欄に記入し、その理由を 80 字以内で説明しなさい。

Ⅱ 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点 17点)

脊ついで動物においては、自律神経やホルモンが体内のさまざまな器官の働きを調節し、体液の を維持する上で重要な働きをしている。このホルモンは、内分泌腺と呼ばれる特定の器官で産生され、血液中に分泌され、作用をおよぼす器官に達し、その働きを調節する。例えば、ヒトの血液中には100 ml 当たり約100 mg のグルコースが含まれており、グルコースの主な供給源である を摂取したかどうかにかかわらず、ほぼ一定の値を示す。血液中に含まれるグルコースの量(血糖量)がある一定の量を下回ると、 の血糖調節中枢から や脳下垂体へとその情報が伝えられ、その結果、副腎髄質からは が、副腎皮質からは が、膵臓のランゲルハンス島の α 細胞からは が分泌され、血糖量が増加する。逆に血糖量が増加した場合、^(A) の血糖調節中枢から へと情報が伝えられ、膵臓のランゲルハンス島の β 細胞から が分泌され、血糖量が減少する。

問1 空欄 ～ に当てはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問2 膵臓は外分泌腺として膵液を分泌する。

- (1) 内分泌腺と外分泌腺の違いを答えなさい。
- (2) 膵液中に含まれる消化酵素の中の1つについて、その名称と作用を答えなさい。

問3 血糖量の調節で、増加に働くホルモンの種類は減少に働くものより多いが、その理由を答えなさい。

問4 下線部(A)のような仕組みの名称を答えなさい。

Ⅲ 次の文章を読んで、問1～3に答えなさい。(配点 21点)

問1 次の5つが代表的植物ホルモンである。

- (1) オーキシン (2) サイトカイニン (3) ジベレリン
(4) アブシジン酸 (5) エチレン

それぞれの主な作用を下の(a)～(j)の中から2つずつ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

選択肢

- | | | |
|----------------|-----------|-------------|
| (a) アミラーゼ活性誘導 | (b) 気孔の開閉 | (c) 発根促進 |
| (d) 老化促進 | (e) 落葉促進 | (f) 細胞の伸長促進 |
| (g) 側芽発達 | (h) 頂芽優勢 | (i) 果実の追熟 |
| (j) 緑色維持(老化防止) | | |

問2 文中の ～ にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

多くの植物はその組織の一片を滅菌、培養することにより、元の植物と同じ遺伝子を持つ植物体を再生できる。この性質を植物の という。しかし、植物の組織培養といっても、その経過はさまざまである。

タバコの随組織を培養した場合、図1のような結果が得られる。オーキシンとサイトカイニンが両方とも十分にあればBのように ができる。一方、オーキシンが多ければAのように が出る。逆にサイトカイニンが多ければCのように が出る。一般的にはCの をホルモンを含まない培地に移植すれば、 が形成され、やがて完全な植物体に再生する。

タバコと並んで組織培養のモデル実験によく使われるニンジンの場合、組織を滅菌し、植物ホルモンとしてオーキシンのみを用いて培養して 形成を誘導し、その後ホルモンを含まない培地に移して を形成させる。

はそれだけで完全植物体に戻る性質を持っているので、タバコのように を誘導する必要はない。

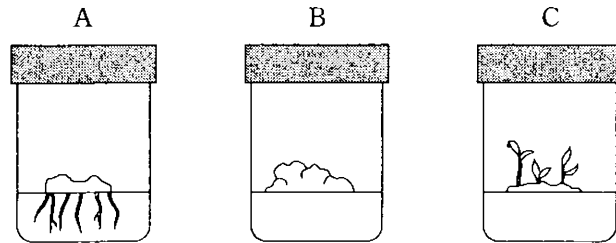


図1 タバコの組織培養の模式図

問3 コーヒーの葉切片培養における気体状の植物ホルモンであるエチレンの影響を調べるため、図2のような装置を作り、数々の実験を行って以下の結果を得た。

元々知られていたエチレンの作用を考慮しつつ、コーヒーでの実験結果を考察し、新たに判明したことを100字以内で説明しなさい。

実験1. エチレンガスを図2の密閉容器の中にさまざまな濃度で処理した場合、 $12 \mu\text{l/l}$ の時、胚形成数は増加した(図3)。

実験2. 密閉容器内でエチレン生合成阻害剤である塩化コバルトを含む培地でコーヒー葉切片を培養し、そこに $12 \mu\text{l/l}$ のエチレンガスを加えると、図4のグラフのようになった。

注) $1 \mu\text{l}$ は、 $1 \times 10^{-3} \text{ml}$ 。

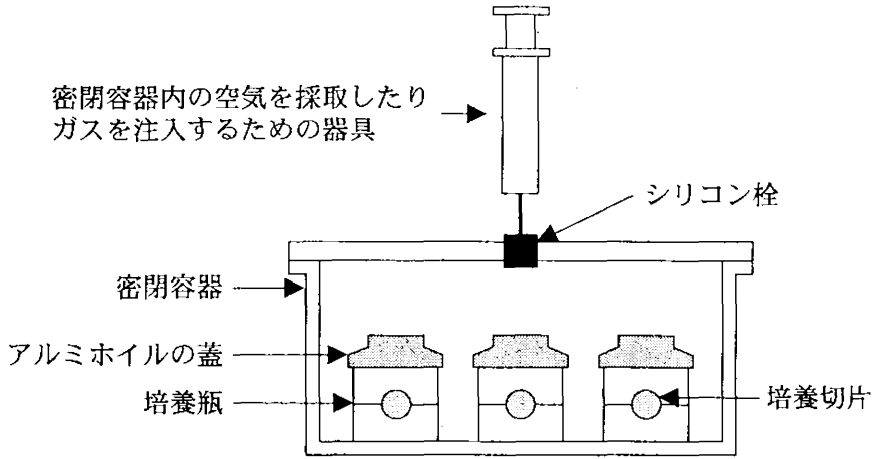


図2 エチレンが体細胞胚形成に及ぼす影響を調べるための実験装置

ここで培養瓶のふたに使用しているアルミホイルは、雑菌は通さないが、ある程度空気を通すことがわかっている。つまり外側の密閉容器内の気体を調べることで培養瓶内の空気の状態を推し量ることができる。

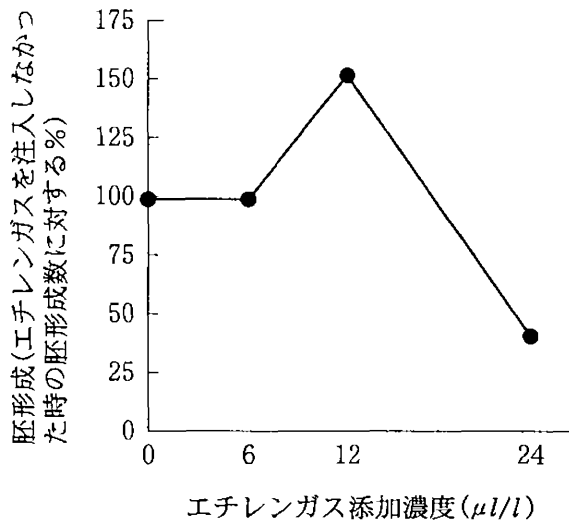


図3 コーヒーの胚形成に及ぼすさまざまな濃度のエチレンガスの影響

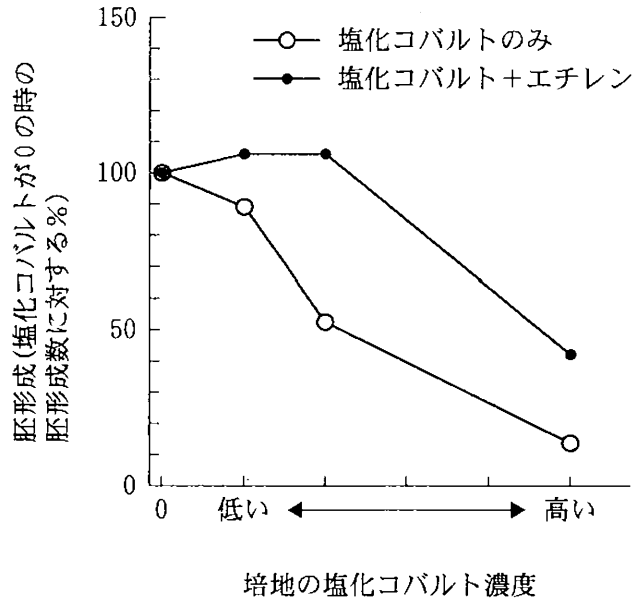


図4 塩化コバルトを含む培地で培養中の容器にエチレンガスを $12 \mu\text{l/l}$ になるように注入した時のコーヒーの胚形成に及ぼす影響

Ⅳ 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点14点)

脊ついで動物の神経系は、脳や脊髄などの中枢神経系と末梢神経系から成り立っている。これらの神経系はニューロンと呼ばれる神経細胞で主に構成されている。神経細胞の形態学的な特徴は、ふつう1本の長い突起と多数の枝分かれした突起を持っていることである。前者の突起には ^(A) ^(B) 細胞が巻きついていることがある。これを髓鞘(ミエリン鞘)という。一方、この髄を持たない神経を ^(C) という。

神経細胞のもうひとつの特徴は情報を伝えるために電氣的信号を利用していることである。通常、神経細胞の内側にはカリウムイオンが多く、外側にはナトリウムイオンが多い。このようなイオンの不均衡により、刺激(情報)のない状態では、神経細胞の内側は外側に対して電位が なっている。このときの電位を という。一方、神経細胞に刺激(情報)が伝わると、外からナトリウムイオンが流入することにより、電位が変化する。この電位変化を活動電位と呼び、この現象を神経の という。

問1 空欄 ～ にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問2 下線部(A)、(B)のような突起をそれぞれ何と呼ぶか答えなさい。

問3 図1は神経細胞の外側を基準にしたときの膜電位変化を、図2のA～Dは神経細胞の内側と外側の相対的な電位を示している。図1のグラフのa、b、c各点における電位状態を正しく示しているのはどれか、それぞれA～Dの記号で答えなさい(複数回使用可)。なお、図2のdは電位測定点を示している。

問4 下線部(C)のような構造が神経情報を伝えるうえでどのように役だっているか答えなさい。

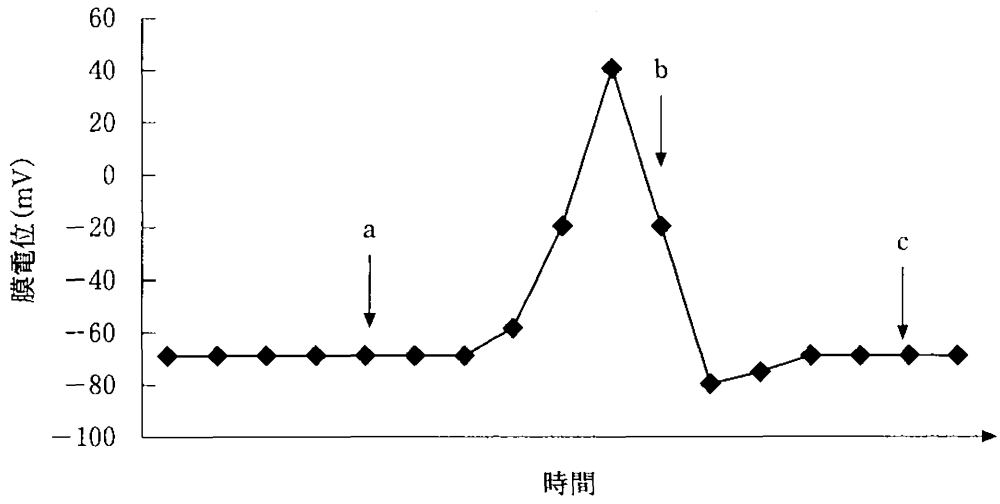


图 1

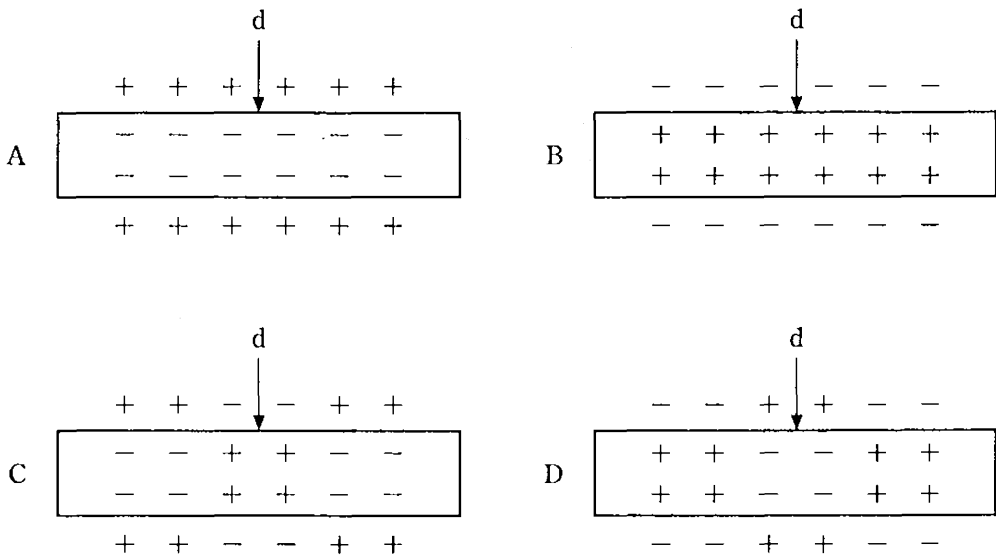


图 2