

※ 機械工学科を志願する場合は、理科の科目中「生物」の点数は採用されません。

生 物

(注意) 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

1 細胞とエネルギーに関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ATPは、塩基の一種である と糖の一種である が結合した に、3個のリン酸が結合した化合物である。すべての生物において、ATPと呼ばれる物質が、代謝に伴うエネルギーの受け渡しを行っている。例えば、光合成では、まず、光エネルギーを用いてATPが され、このATPに含まれるエネルギーを用いて有機物が合成される。また、呼吸では、 の分解によって放出されたエネルギーを用いてATPが される。さらにATPのエネルギーは、あらゆる生命活動のエネルギーとして利用される。

問1 文章中の ~ に当てはまる語句の組み合わせとして、最も適当なものを次の①~⑤の中から一つ選べ。

	a	b	c
①	アデニン	グルコース	ヌクレオチド
②	アデニン	リボース	アデノシン
③	アラニン	デオキシリボース	ヌクレオシド
④	アラニン	リボース	アデノシン
⑤	アラニン	グルコース	ヌクレオチド

問2 文章中の ~ に当てはまる語句の組み合わせとして、最も適当なものを次の①~⑤の中から一つ選べ。

	d	e	f
①	合成	無機物	分解
②	分解	無機物	分解
③	合成	有機物	分解
④	分解	有機物	合成
⑤	合成	有機物	合成

問3 真核生物において、下記の(i)~(vi)の構造物のうち、ATPの合成が行われるものは何種類あるか。最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

ウ

- (i) 核 (ii) 細胞壁 (iii) ミトコンドリア
(iv) 液胞 (v) 葉緑体 (vi) リボソーム

- ① 1種類 ② 2種類 ③ 3種類 ④ 4種類 ⑤ 5種類

問4 ATPは分子内に高エネルギー結合をもつ。ATPに関する下記の(i)~(v)の記述のうち、正しいものはいくつあるか。次の①~⑤の中から一つ選べ。

エ

- (i) ATPの末端のリン酸が切り離され、ADPとリン酸が生成するとき、高エネルギー結合が切断されて多くのエネルギーが放出される。
(ii) ATP分子内の糖とリン酸との結合が高エネルギー結合と呼ばれる。
(iii) ATP分子内にはリン酸の数だけ高エネルギー結合がある。
(iv) ATP分子内の糖と塩基との結合も高エネルギー結合と呼ばれる。
(v) ADPとリン酸からATPが合成される時に必要なエネルギーは、ATPが分解されてADPとリン酸が生成するときに放出されるエネルギーの半分以下である。

- ① 1つ ② 2つ ③ 3つ ④ 4つ ⑤ 5つ

問5 光合成において、二酸化炭素を取込んで有機物を合成する反応系の名称として最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

オ

- ① クエン酸回路 ② カルビン・ベンソン回路 ③ 解糖系
④ 尿素回路 ⑤ 電子伝達系

問6 生体内の多くの過程でATPが利用されるが、ATPが使われない過程もある。下記の(i)~(iv)のうち、ATPが使われない過程はいくつあるか。最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

カ

- (i) 受動輸送 (ii) 能動輸送 (iii) ホタルの発光 (iv) 筋収縮

- ① 1つ ② 2つ ③ 3つ ④ 4つ ⑤ なし

2 植物の環境応答に関する以下の問いに答えよ。

問1 植物の老化を防止し、細胞分裂を促進するはたらきをもつ植物ホルモンの総称として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ア

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

問2 種子の休眠の維持や種子の発芽を抑制し、気孔を速やかに閉ざすはたらきをもつ植物ホルモンとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

イ

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

問3 茎の伸長成長や種子の発芽を促進し、種なしブドウの生産にも利用される植物ホルモンとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ウ

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

問4 果実の成熟や落果・落葉を促進し、植物体の茎の伸長成長を抑制して肥大成長を促進するはたらきをもつ植物ホルモンとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

エ

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

問5 細胞の成長の促進、不定根の形成、落果・落葉の防止などのはたらきをもつ植物ホルモンとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

オ

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

問6 マカラスムギの幼葉鞘ようようしょうを利用して図1のような実験(a)~(f)を行った。(a)の幼葉鞘は、一定時間後左に屈曲した。(b)~(f)のうち、(a)と同じように一定時間後に左に屈曲するものの組み合わせとして最も適当なものを、次の①~⑥の中から一つ選べ。

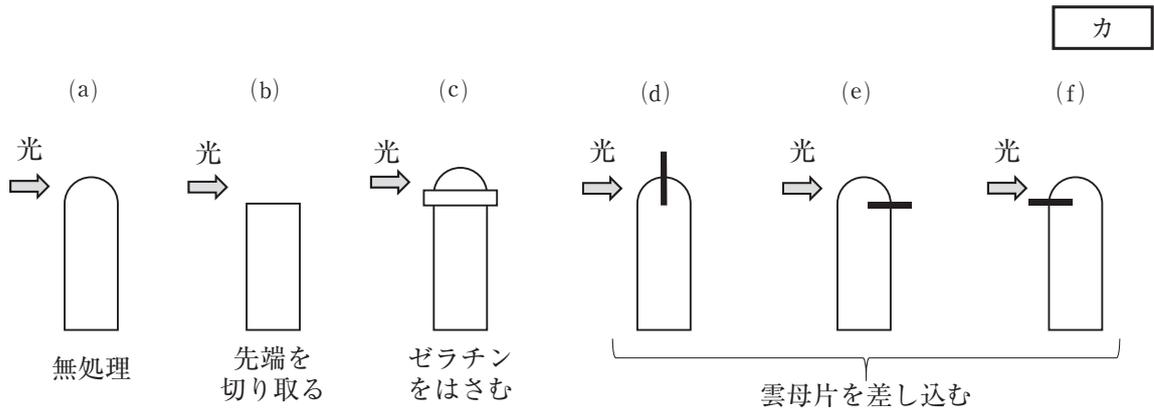


図1

- ① (b), (c) ② (c), (d) ③ (c), (e)
 ④ (c), (f) ⑤ (c), (d), (e) ⑥ (c), (d), (f)

問7 次の文章中の (I) と (II) に入る光として最も適当なものを、以下の①~⑦の中からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じ番号を複数回選んでもよい。

I :

キ

 II :

ク

発芽の際に光を必要とする種子を光発芽種子という。光発芽種子は (I) 光を当てると発芽するが、(II) 光を当てるとその効果が打ち消され発芽しない。これらの光を交互に照射した場合は、最後に照射した光が (I) 光であれば発芽し、(II) 光であれば発芽しない。

- ① 紫外 ② 緑色 ③ 白色 ④ 黄色 ⑤ 赤色 ⑥ 遠赤色 ⑦ 青色

問8 光発芽種子の光条件の感知に直接関与しているタンパク質として最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

ケ

- ① クロロフィル a ② フロリゲン ③ フィトクロム
 ④ シトクロム ⑤ レチナール

問9 日長と花芽形成の関係について調べるため、2種類の被子植物AとBを用いて、図2の明暗の時間処理の実験(i)~(iv)を行った。実験(iii)と(iv)では、白色光による短時間の暗期処理の中断(光中断)を行った。花芽形成に関して、表1の実験(i)と(ii)の結果をもとに、実験(iii)と(iv)の結果として最も適当なものを、次の①~④の中からそれぞれ一つずつ選べ。

実験(iii) :
 実験(iv) :

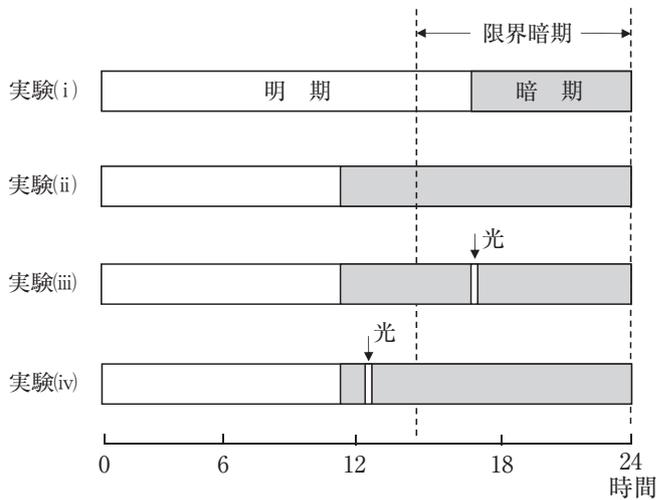


表1 花芽形成に関する結果

実験	植物 A	植物 B
(i)	○	×
(ii)	×	○
(iii)	<input type="text" value="コ"/>	
(iv)	<input type="text" value="サ"/>	

○ : 花芽を形成した
 × : 花芽を形成しなかった

図2

	植物 A	植物 B
①	○	○
②	○	×
③	×	○
④	×	×

問10 日長が一定の長さ以下で花芽形成が促進される短日植物として最も適当なものを、次の①~⑤の中から一つ選べ。

- ① アブラナ ② アサガオ ③ コムギ ④ シロイヌナズナ ⑤ ダイコン

3 血液とガス交換に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

血液が赤く見えるのは、赤血球に **ア** が含まれているからである。**ア** は鉄を含んだタンパク質で、酸素 (O₂) を結合する性質をもち、肺から他の組織の細胞へ O₂ を運搬して供給するうえで、大切な役割を果たしている。

ア が O₂ と結合できる量は、図3に示すように、O₂ の濃度によって大きく変化する。O₂ の濃度の高い肺胞の毛細血管では、**ア** の多くは、O₂ と結合し、酸素 **ア** となる。活動がさかんで酸素消費の多い組織では、O₂ の濃度が低くなり、**ア** は O₂ を解離しやすくなっている。また、細胞から生じる二酸化炭素 (CO₂) は、血液に溶けて **イ** を示すが、**ア** と O₂ の結合力は、**イ** になるほど弱くなるので、組織ではさらに O₂ を解離しやすくなっている。

図4は、体内での CO₂ の運搬のようすを模式的に示したものである。組織の細胞は、エネルギーを得るため、酸素 **ア** から解離される酸素を利用して呼吸を行っている。呼吸によって細胞から組織液に放出された CO₂ の多くは、いったん、赤血球に入る。赤血球の内部では、酵素のはたらきにより、水 (H₂O) と CO₂ から **ウ** を経て、**エ** と **オ** がつくられる。**エ** は赤血球から血しょう中に拡散して、肺に運ばれる。**オ** は、赤血球の中の **ア** と結合する。その際、**ア** に結合している酸素を放出するので、活動がさかんな組織ほど多くの酸素が供給される。

組織からの血しょうが肺胞の毛細血管を流れるときには、この過程の逆の反応がすみやかに進み、CO₂ が血しょう中に放出される。CO₂ は毛細血管を流れる血液から肺胞へ移動し、体外へ放出される。

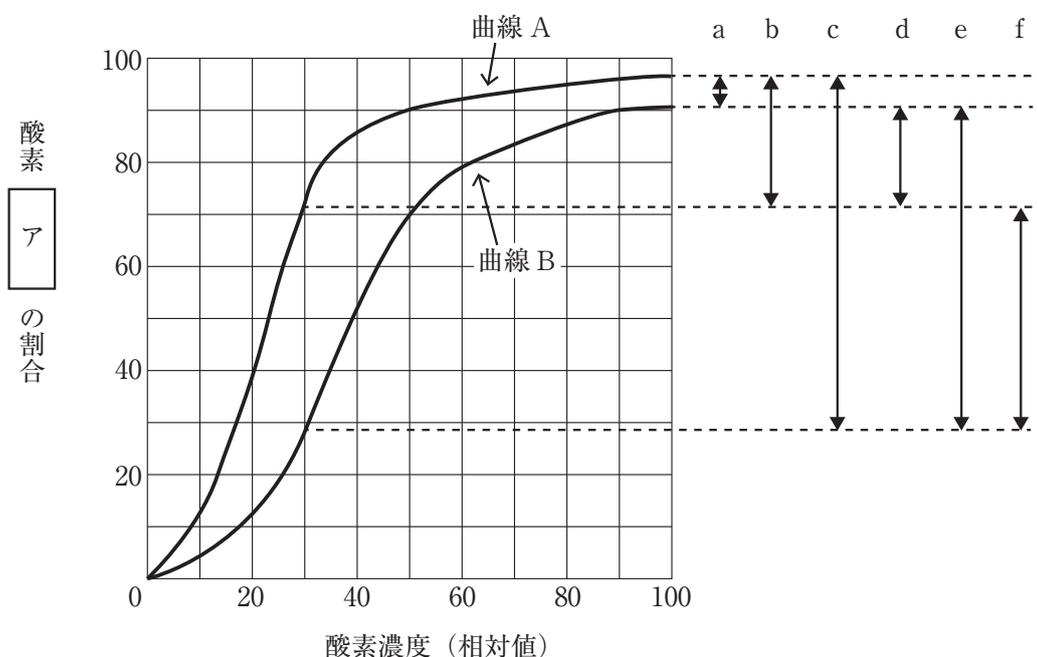


図3 曲線 A: CO₂濃度が低いとき
曲線 B: CO₂濃度が高いとき

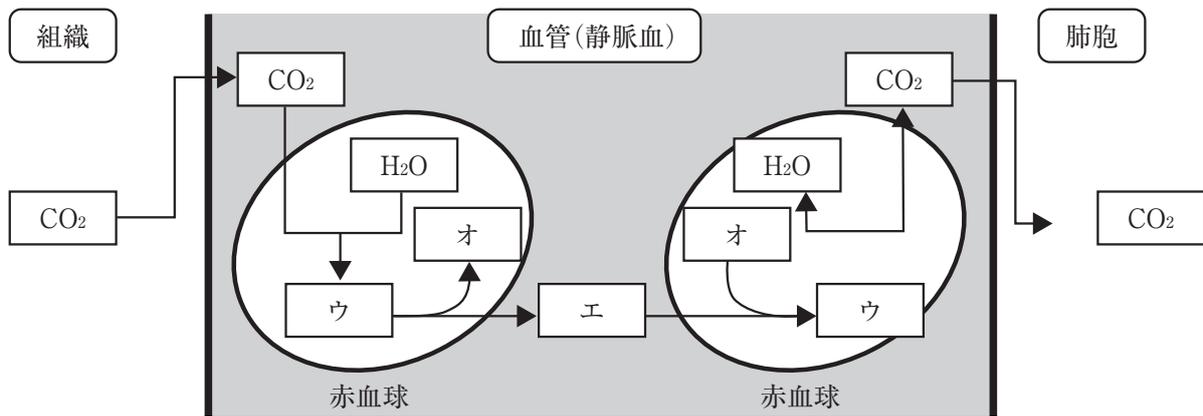


図 4

問 1 文章中の **ア** と **イ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑦の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- ① アルブミン ② ミオグロビン ③ グロビン ④ ヘモグロビン
 ⑤ 中性 ⑥ 酸性 ⑦ アルカリ性

問 2 文章および図 4 中の **ウ** ～ **オ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑤の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- ① 炭酸イオン (CO_3^{2-}) ② 水酸化物イオン (OH^-) ③ 水素イオン (H^+)
 ④ 炭酸水素イオン (HCO_3^-) ⑤ 炭酸 (H_2CO_3)

問 3 図 3 において、肺胞での酸素濃度 (相対値) が 100 で、組織での酸素濃度 (相対値) が 30 とすると、組織での酸素の解離量は、図中の a ～ f の矢印のどれにあたるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e ⑥ f

カ

問4 一酸化炭素中毒に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

キ

- ① 一酸化炭素は、酸素に比べて と結合しやすく、解離もされやすい。
- ② 一酸化炭素は、酸素に比べて と結合しやすいが、解離はされにくい。
- ③ 一酸化炭素は、酸素に比べて と結合しやすいが、解離は同じくらいである。
- ④ 一酸化炭素は、酸素に比べて と結合しにくく、解離もされにくい。
- ⑤ 一酸化炭素は、酸素に比べて と結合しにくいが、解離はされやすい。
- ⑥ 一酸化炭素は、酸素に比べて と結合しにくいが、解離は同じくらいである。

4 バイオテクノロジーに関する次の文章 A・B を読み、以下の問いに答えよ。

A 数あるバイオテクノロジーの中で、遺伝子組換えとは、ある生物からとった遺伝子の DNA 断片を、別の DNA につなぎ、異なる生物の細胞に送り込む技術である。目的の遺伝子の切り出しには制限酵素が使われる。制限酵素は特定の塩基配列部位で 2 本の DNA 鎖を切断する性質をもっている。(a)切断された DNA 断片は、のりのような役割をする酵素を使ってつなぎ合わせることができる。目的の DNA を細菌に直接組み込むことは難しいため、目的の遺伝子の DNA を、 と呼ばれる運び手を担う DNA につなぎ変えることが多い。細菌に遺伝子を運び込む DNA は主に環状の DNA であり、 と呼ばれる。このような技術を利用すると、(b)植物に目的の遺伝子を組み込むことができたり、(c)大腸菌などの細胞の中でヒトに有用なタンパク質をつくらせることができる。

問1 文章 A 中の下線部(a)に関連して、この酵素の名称として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

- ① プライマーゼ ② アミラーゼ ③ ポリメラーゼ
④ ヘリカーゼ ⑤ リガーゼ ⑥ オキシダーゼ

問2 文章 A 中の と に入る語句として最も適当な組み合わせはどれか。次の①～⑥の中から一つ選べ。

	I	II
①	ベクター	T-DNA
②	T-DNA	ベクター
③	プラスミド	T-DNA
④	T-DNA	プラスミド
⑤	プラスミド	ベクター
⑥	ベクター	プラスミド

問3 文章 A 中の下線部(b)に関連して、植物への遺伝子組換えに利用する微生物として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 結核菌 ② 納豆菌 ③ シアノバクテリア
④ 乳酸菌 ⑤ アグロバクテリウム

問4 文章A中の下線部(c)に関連して、遺伝子組換え技術を利用して大量生産できるようになったタンパク質として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

エ

- ① インスリン ② 成長ホルモン ③ インターロイキン
④ インターフェロン ⑤ エストロゲン

問5 遺伝子組換え技術を利用して作られた作物として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

オ

- ① 農薬に耐性をもつダイズ
② カロテンを含むゴールデンライス
③ 地下部にジャガイモを、地上部にトマトを作るポマト
④ ガの幼虫に消化不良を引き起こすタンパク質をもつトウモロコシ
⑤ スギ花粉のアレルゲンを含ませた花粉症緩和米

B 現在のバイオテクノロジーは、一つ一つの遺伝子を個別に調べるという手法ではなく、細胞や個体全体の_(d)遺伝子を網羅的に調べる方法が主流となっている。さらに、技術の発達により短時間で_(e)膨大な量のデータを得ることができるようになっている。

問6 文章B中の下線部(d)に関連して、細胞や組織で発現している遺伝子を網羅的に調べる方法として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

カ

- ① サンガー法 ② RNA干渉
③ ヒートショック法 ④ DNAマイクロアレイ法
⑤ マイクロインジェクション法

問7 文章B中の下線部(e)に関連して、土壌中に含まれる膨大な種類の微生物といった、その集合体に含まれるゲノムをまとめて一度に読み取る解析方法として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

キ

- ① 全ゲノム解析 ② 集合ゲノム解析 ③ メタゲノム解析
④ 環境ゲノム解析 ⑤ 次世代シーケンス解析