

生 物 基 礎

(解答番号 101 ～ 118)

第 1 問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問 1～6)に答えよ。(配点 16)

A 生体内の化学反応を代謝と呼び、(a)代謝には同化と異化があり、エネルギーの変換が起きている。代謝は(b)酵素によって触媒され、反応が速やかに進行している。酵素が作用する物質を基質といい、(c)酵素が特定の基質にのみ作用する性質を基質特異性という。

問 1 下線部(a)に関して、代謝とエネルギーの変換に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。101

- ① 同化はエネルギーを吸収する反応で、異化はエネルギーを放出する反応である。
- ② 呼吸は同化の一種であり、水と二酸化炭素から有機物を合成する。
- ③ 光合成は同化の一種であり、光エネルギーを熱エネルギーへ変換している。
- ④ 呼吸は異化の一種であり、有機物の化学エネルギーを ATP の光エネルギーに変換する。
- ⑤ 光合成は異化の一種であり、二酸化炭素を分解して酸素を放出している。

問 2 下線部(b)に関連して，酵素の反応速度は時間当たりの生成物量と考えることができる。また，反応速度は酵素濃度に比例して大きくなる。肝臓などに含まれるカタラーゼは，過酸化水素を基質として水と酸素に分解する反応を促進させる。いま，カタラーゼに関する以下の**実験 1**，**実験 2**を行った。

実験 1 ある量の過酸化水素水に肝臓片を 1 個入れると激しく反応して酸素が発生した。やがて反応が終了し酸素の発生が停止した。このとき，反応終了までの時間は t ，発生した酸素の量は p であった。

実験 2 **実験 1** と同量の過酸化水素水に，**実験 1** と同じ大きさの肝臓片を 2 個入れた。

実験 2 の結果，反応終了までの時間と発生した酸素量はいくつか。最も適当なものを，次の ① ～ ⑥ のうちから一つ選べ。 102

	終了時間	発生した酸素量
①	$\frac{1}{2} t$	$\frac{1}{2} p$
②	$\frac{1}{2} t$	p
③	$\frac{1}{2} t$	$2p$
④	t	$\frac{1}{2} p$
⑤	t	p
⑥	t	$2p$

問3 下線部(c)に関連して、酵素は特定の基質に作用し、生成物を生じる反応を促進させる。酵素に関して次の**実験3～5**を行った。**実験3～5**から考えられることとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。

103

実験3 物質Vに酵素Pを作用させると生成物として物質Wを生じた。

実験4 物質Xに酵素Pを作用させると生成物として物質Wを生じた。

実験5 物質Vに酵素Qを作用させると生成物として物質Yと物質Zを生じた。

- ① ある酵素が作用する基質は1種類のみである。
- ② ある基質から生じる生成物は作用する酵素が変わっても常に同じである。
- ③ 異なる基質から同じ生成物が生じることもある。
- ④ ある基質に対して異なる酵素が作用することはない。

B 次の図1はある細胞集団(培養開始0時間の時点で 5×10^3 個)を培養したときの細胞数の変化を示したものである。また、培養時間40時間の細胞を 1×10^4 個取り出し、細胞ごとの核に含まれるDNA量を測定したものが図2である。また、この細胞の細胞集団 5×10^2 個を光学顕微鏡で観察したところ、核膜が観察できない、または不明瞭な細胞が50個観察された。

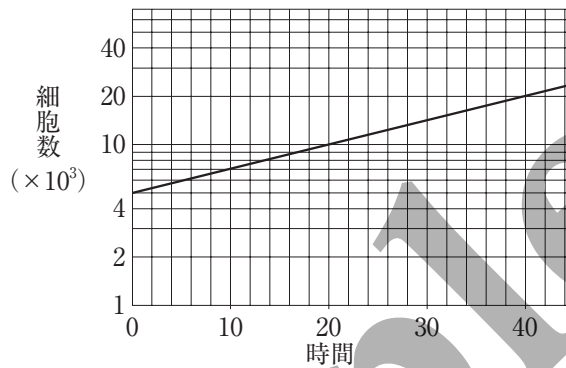


図 1

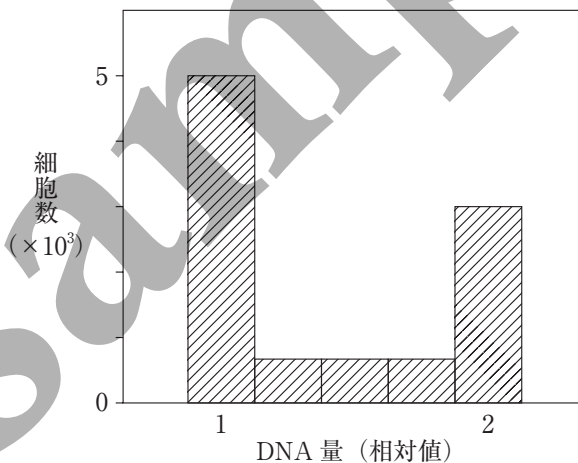
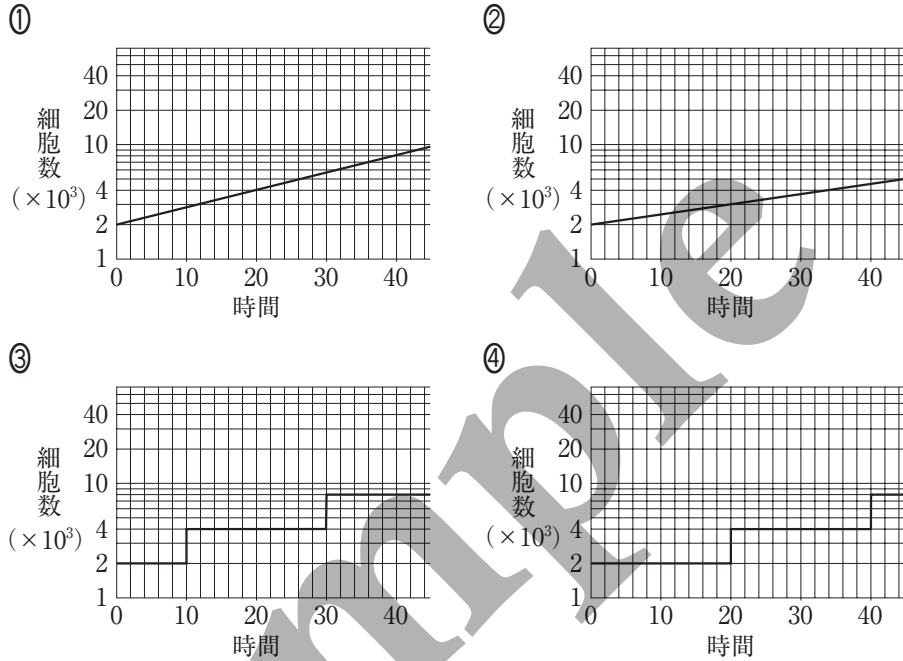


図 2

問4 M期にかかる時間は何時間か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 104

- ① 1時間 ② 2時間 ③ 3時間 ④ 4時間 ⑤ 5時間

問5 この細胞集団にある処理を行うことで、これらの細胞集団のすべてをS期の始めで同調させ 2×10^3 個の細胞集団を得た。この細胞集団を図2と同じ条件で培養したとき、細胞数の変化として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 105



問6 ヒトゲノムに含まれるDNAの分子数は23である。ヒトの体細胞のG₁期とG₂期の細胞に含まれるDNAの分子数はそれぞれいくつか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 106

	G ₁ 期	G ₂ 期
①	23	23
②	23	46
③	23	92
④	46	46
⑤	46	92
⑥	92	92

第2問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～6)に答えよ。(配点 18)

A 私たちの体をつくる細胞は、_(a)体液に浸されている。体液は体内を循環し、全身の細胞に栄養分や_(b)酸素などを供給したり、細胞からの排出物などを運んだりする。

問1 下線部(a)に関連して、ヒトの体液に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 107

- ① ヒトの体液は血液、細胞液、リンパ液からなる。
- ② 血液に占める血しょうの重さの割合は、約90%である。
- ③ 血液に占めるグルコースの重さの割合は、約1%である。
- ④ 血液の有形成分のうち、核をもつものは白血球のみである。
- ⑤ 血小板は血液の有形成分のうち最も数が多く、血液凝固にはたらく。

解 説

第 1 問

〈出題のねらい〉

A は酵素と基質の関係を理解するための出題である。

B は細胞周期に関する理解を深めるための出題である。

〈解説〉

問 1 [101] 正解 ①

① 正しい。同化とはエネルギーを吸収し物質を合成する反応、異化とは物質を分解してエネルギーを放出する反応である。同化の代表は光合成、異化の代表は呼吸である。

② 誤り。水と二酸化炭素から有機物を合成する反応には光合成などがある。呼吸は異化の一種であり、有機物を分解して ATP を得る反応である。

③ 誤り。光合成は光エネルギーを利用して有機物を合成する反応であり、光エネルギーは有機物の化学エネルギーへ変換されている。

④ 誤り。ATP が持つエネルギーは化学エネルギーである。

⑤ 誤り。光合成は同化の一種であり、二酸化炭素から有機物を合成し、副産物として酸素を放出している。

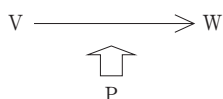
問 2 [102] 正解 ②

基質が酵素の作用を受けて生成物となる反応において、反応速度は酵素量に比例して増加すると考えて良い。そのため、カタラーゼが含まれる肝臓片を 1 個から 2 個に増やすと、反応速度が 2 倍となり反応終了までの時間は $\frac{1}{2}$ となる。また、最終的な生成物量は初めの基質量で決まるため、終了までの時間は短くなるが発生する酸素量は変化しない。

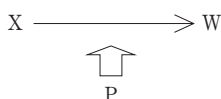
問 3 [103] 正解 ③

各実験を図示すると次のようになる。

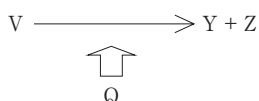
実験 3



実験 4



実験 5



① 誤り。実験 3 と実験 4 より酵素 P は物質 V にも

物質 X にも作用している。

② 誤り。実験 3 では物質 V に酵素 P を作用させると物質 W が生じているが、実験 5 では物質 V に酵素 Q を作用させると物質 Y と物質 Z が生じている。

③ 正しい。実験 3 では物質 V から物質 W が生じ、実験 4 では物質 X から物質 W が生じている。

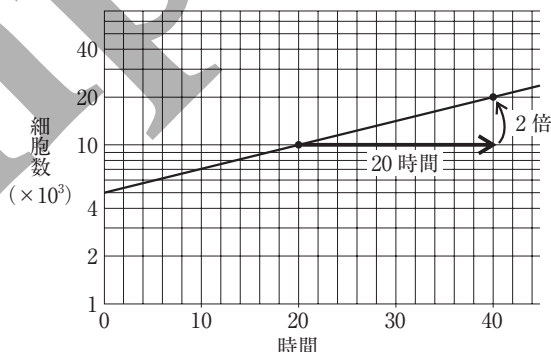
④ 誤り。実験 3 では物質 V に酵素 P が作用し、実験 5 では物質 V に酵素 Q が作用している。

問 4 [104] 正解 ②

細胞周期全体の長さは図 1 から求められる。培養時間 20 時間の時点での細胞数は 10×10^3 個であり、20 時間後の培養時間 40 時間の時点での細胞数は 20×10^3 個である(下図参照)。このことから、細胞周期の長さは 20 時間とわかる。また、細胞周期の各期にかかる時間と細胞数は比例すると考えると、「この細胞の細胞集団 5×10^2 個を光学顕微鏡で観察したところ、核膜が観察できない、または不明瞭な細胞が 50 個観察された」ことから、分裂期にかかる時間は、

$$20 \text{ 時間} \times \frac{50}{5 \times 10^2} = 2 \text{ 時間}$$

より 2 時間とわかる。



問 5 [105] 正解 ③

DNA 量の相対値が 1 から 2 の間で変化すると考えた場合、DNA 量が 1 となる細胞はすべて G₁ 期の細胞である(次図参照)。このことと図 2 より、 1×10^4 個の細胞のうち、 5×10^3 個の細胞(50%の細胞)が G₁ の細胞とわかる。問 4 と同様に考えると、G₁ 期にかかる時間は細胞周期全体の 50% 相当であることから 10 時間である。よって、G₁ 期以外の S 期、G₂ 期、M 期の合計は 20 時間 - 10 時間 = 10 時間である。細胞集団を S 期の初めに同調させた後に培養した場合、培養開始から 10 時間で一斉に分裂し、細胞数が 2 倍になると考えられる。よって、③ が正解となる。