

平成 30 年度
高知大学医学部医学科
A O 入試 I 第 1 次選抜試験

総合問題 I 問題冊子

この表紙をよく読んでください。ただし、試験開始の合図があるまでは問題冊子、解答冊子を開いてはいけません。

以下の〈解答上の注意事項〉をよく理解した上で解答してください。

〈解答上の注意事項〉

1. 受験票を机の上に置いてください。
2. 試験時間は 120 分 (12 : 45 ~ 14 : 45) です。
3. 問題冊子は 1 ~ 10 ページまであります。解答冊子は表紙を除いて 5 枚あります。試験開始の合図後、このことを確認してから解答を始めてください。
4. 解答冊子の上に受験番号を記入する欄があります。試験開始の合図後、表紙と 5 枚の解答用紙すべてに受験番号を記入してください。
5. 解答冊子の裏面には解答または解答の続きを書いてはいけません。
6. 冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および汚れ等により解答に支障がある場合には、手を挙げて監督者に知らせてください。
7. 試験終了後、解答冊子のみを回収します。問題冊子は持ち帰ってください。
8. 試験終了時刻までに解答が終了しても、途中退室はできません。

I 次の設問に答えなさい。

設問1 関数 $f(x) = 8x^3 - 6x - 1$ の増減表を書き、 $y = f(x)$ のグラフの概形を描きなさい。

設問2 θ を実数とする。このとき、加法定理と 2 倍角の公式を用いて、3 倍角の公式 $\cos 3\theta = 4\cos^3\theta - 3\cos\theta$ を示しなさい。

設問3 3 つの実数 $\cos\frac{\pi}{9}$, $\cos\frac{7\pi}{9}$, $\cos\frac{13\pi}{9}$ は相異なり、設問1 の関数 $f(x)$ に対して、 $f\left(\cos\frac{\pi}{9}\right) = f\left(\cos\frac{7\pi}{9}\right) = f\left(\cos\frac{13\pi}{9}\right) = 0$ を満たすことを示しなさい。

設問4 $\frac{1}{2} < \cos\frac{\pi}{9} < 1$ および $\cos\frac{\pi}{9} + \cos\frac{7\pi}{9} + \cos\frac{13\pi}{9} = 0$ を示しなさい。

II xy 平面において、次の3つの直線を考える。ただし、 t は $1 < t < 3$ を満たす実数とする。

$$L_1 : x + (t - 2)y = t - 2$$

$$L_2 : -(t - 2)x + y = -(t - 2)$$

$$L_3 : x + y = 1$$

このとき、次の設問に答えなさい。

設問1 直線 L_1 と直線 L_2 の交点 A の座標を求めなさい。

設問2 直線 L_2 と直線 L_3 の交点を B 、直線 L_1 と直線 L_3 の交点を C とするとき、三角形 ABC の面積 $S(t)$ を求めなさい。

設問3 三角形 ABC の面積 $S(t)$ が最大値となるような t とそのときの $S(t)$ の値を求めなさい。

III a, b は実数で, $a > 0$ とする。 xy 平面上において, $(4-a, 1-a), (4-a, 1+a), (4+a, 1-a), (4+a, 1+a)$ を頂点とする正方形の 4 つの辺とその内部からなる領域を D_1 とし, 中心 $(b, 2b)$, 半径 3 の円の円周とその内部からなる領域を D_2 とする。また, 点 A, B, C を xy 平面上の 3 点とし, それらの座標をそれぞれ $(2, -2), (2, 1), (3, 0)$ とする。このとき, 次の設問に答えなさい。

設問1 A, B, C のうち D_1 に入る点が 1 つだけあるような a の範囲を求めなさい。

設問2 A, B, C のうち D_2 に入る点が 2 つ以上あるような b の範囲を求めなさい。

設問3 A, B, C のうち D_1, D_2 の両方に入る点が 1 つ以上あるような (a, b) の範囲を ab 平面上に図示しなさい。

設問4 A, B, C の 3 つともそれぞれ D_1, D_2 の少なくとも一方には入るような (a, b) の範囲を ab 平面上に図示しなさい。

IV 次の英文を読んで設問に答えなさい。

A new study from the University of Alberta suggests it may be better to enroll^㉑ your child in the first grade (①) rather than (②).

The study says that students who entered Grade 1 at an older age relative to their classmates scored significantly better years later on tests that measure self-esteem. This is important, the study's authors say, because there is much evidence linking higher self-esteem in childhood to (A) より幸せな, より健康な, そしてより成功した lives as adults.

Conversely^㉒, lower self-esteem in childhood can lead to the development of a variety of emotional disturbances and an increased risk of suicide, added Dr. Gus Thompson, lead author of the study and a population health professor at the University of Alberta. "Given all this (③), I would encourage parents to consider (④) school entry if the child is going to be among the youngest in Grade 1," he said.

Thompson believes the connection between higher self-esteem and the older age at entry into Grade 1 is due to a phenomenon known as the relative age effect, which refers to previous studies that showed older children generally enjoy more success than their younger counterparts^㉓ when they participate in a competitive program or activity together.

"I think it's important for parents and teachers to expose children to as much success as they can in order to improve their self-esteem, and holding a child back before entering Grade 1 is one of the ways to do this," Thompson said.

Published in the journal of the National Foundation for Educational Research, the study is based on (⑤) of more than 1,100 children in Edmonton, Alberta, where the standard age for Grade 1 entry ranges from 5-and-a-half to 6-and-a-half years old. Although the law requires school attendance, parents in Alberta are given some discretion^㉔ regarding the year at which their children enter Grade 1.

(⑥), for every child held back, another younger child is exposed to an increased risk of lower self-esteem, Thompson noted, adding that this makes the situation (⑦) for educational policy makers. Furthermore, Thompson said other studies have shown that parents' and teachers' direct efforts to boost^㉕ children's self-esteem have little effect. "If you're always praising them, that amounts to no praise at all," Thompson said. "Constantly (B) (are, telling, that, them, they, wonderful), (C) (are, even, not, they, when), does not work because children can see right through^㉖ that and, consequently, lose respect for the message."

Thompson favors the development (⑧) self-confidence, and adds that there are many other, indirect, ways to help a child increase their self-esteem. "You can provide an environment (⑨) which the child feels secure, and you can try to teach them self-confidence and inspire in them a love of learning (⑩) rewarding them when they succeed," Thompson said. "You definitely do not want to punish them (⑪) failing or expose them (⑫) unnecessary stress."

"Of course, a child who grows up in a strong family and has good teachers and good genetics^㉗ will

probably do well no matter how old they are when they enter Grade 1. This study just shows that if they enter at a younger age it may be a little harder for them.”

“Later entry into grade 1 boosts self-esteem later in life, study shows” Science Daily <https://www.sciencedaily.com/releases/2005/01/050111092635.htm> [accessed 14 July 2017]より一部改変)

注 : boost 高める conversely 逆に counterpart 相手 discretion 行動の自由 enroll 入学させる
genetics 遺伝的性質 see right through 見抜く

設問1 本文中の(①)と(②)にあてはまる単語をA~Fから選び、その記号を答えなさい。

- | | | |
|----------|-----------|-----------|
| A. after | B. before | C. faster |
| D. later | E. slower | F. sooner |

設問2 本文中の(③)~(⑦)にあてはまる適切な単語をA~Fから選び、その記号を答えなさい。

- | | | | |
|-----|-----------------|-----------------|------------------|
| (③) | A. allowance | B. enthusiasm | C. evidence |
| | D. optimism | E. sentiment | F. substance |
| (④) | A. abandoning | B. anticipating | C. delaying |
| | D. disregarding | E. substituting | F. withdrawing |
| (⑤) | A. analysis | B. information | C. origin |
| | D. psychology | E. result | F. stimulus |
| (⑥) | A. By the way | B. Fortunately | C. Occasionally |
| | D. Of course | E. Surprisingly | F. Traditionally |
| (⑦) | A. appropriate | B. desirable | C. difficult |
| | D. helpful | E. temporary | F. sufficient |

設問3 下線部(A)を英語で書きなさい。

設問4 下線部(B)と(C)が適切な意味になるように()内の単語を並べ替えなさい。

設問5 本文中の(㉓)～(㉗)にあてはまる英単語(前置詞)を書きなさい。

設問6 次の英文中の(㉓)～(㉗)に入る適切な英単語を A～F から選び, その記号を答えなさい。

The reported study found that (㉓) who were among the (㉔) in their Grade 1 class had (㉕) self esteem (㉖) their younger classmates later in (㉗).

(㉓) A. child B. childhood C. children
 D. class E. classmate F. student

(㉔) A. first B. last C. older
 D. oldest E. younger F. youngest

(㉕) A. high B. higher C. highest
 D. low E. lower F. lowest

(㉖) A. as B. compared C. comparing
 D. of E. than F. to

(㉗) A. age B. class C. Grade 1
 D. life E. school F. years

設問7 次の1～5の英文は、A～Cのいずれに該当するか、選びその記号を答えなさい。

1. Parents of children living in Edmonton, Alberta, are legally obliged to send their children to school.
2. Children with relatively high self-esteem are less likely to suffer from various emotional problems.
3. The reported study concluded that age is an advantage when children compete against each other.
4. Thompson does not recommend postponing a child's school entry because it may upset other parents.
5. Previous studies have found that spending time with close friends can increase a child's self-esteem.

- A. 本文で述べられている内容と一致している。
- B. 本文で述べられている内容と一致していない。
- C. 本文で述べられている内容からは判断できない。

設問8 次の1と2の質問に英語で答えなさい。

1. According to Dr. Thompson, why do children who enter Grade 1 at an older age relative to their classmates score better on tests for self-esteem?
2. Apart from being older than many of their classmates, list three factors that Thompson believes are likely to improve a child's chances of doing well at school.

V 次の文章を読んで設問に答えなさい。

“Please can I give you a tip? In America, we have this custom, you know. I *have* to tip the pizza guy. And you came all the way out here in this terrible weather...”

The rain-soaked pizza-delivery man standing on the doorstep of the Japanese apartment looked mildly embarrassed as he refused my friend’s money. It was a typhoon day—classes cancelled, school closed, and the English teachers from my school had crowded into my friend’s apartment for a party. (①) wanting to go out in the wind and rain to get food, we had ordered pizza, but hadn’t counted on the (②) we would feel when the delivery guy turned up on a moped [㊦] looking as if he had (③) jumped into a swimming pool fully clothed.

In Japan, there is no custom of tipping. In fact, leaving a tip could actually be (④) rude as the cost of the service is supposed to be already included in the price you pay. My American friend’s attempt to follow his home custom in Japan ended in the pizza-delivery guy (⑤) for not accepting the tip!

Meanwhile, in New York City, Japanese restaurants are introducing the no-tipping custom. Restaurant Riki is the (⑥) Manhattan establishment to ban their customers from tipping. Riki Hashizume, owner of the Japanese-style pub that bears his name, says he pays his (⑦) adequately and has raised the prices on the menu by 15 percent to achieve the ban on tipping.

To me, an Englishman (A) (a. at. by. waiter. was. who. yelled) once in New York for forgetting to leave a tip, I have to say this sounds like a terrific idea. If you (⑧) tips, the staff’s wages are guaranteed and don’t (⑨) from day to day. The customers don’t have to decide how much to tip or worry about how their dining companions are judging them based on the amount they give—or (⑩) the cash is actually going to the staff or not.

Restaurant Riki is not the first Japanese establishment [㊦] in Manhattan to ban tips, although Hashizume said he had been thinking about going tip-free at the restaurant for ten years before (⑪) the decision last month. At critically acclaimed [㊦] Sushi Yasuda, the bill (⑫) with a note (⑬) customers: “(⑭) the custom in Japan, Sushi Yasuda’s service staff are fully compensated by their salary. Therefore tips are not (⑮).”

At Sushi Yasuda, the staff weren’t directly receiving the tips, anyway, before the rule was brought in last year. The staff received salaries and benefits and the restaurant took the tips, said Scott Rosenberg, one of the restaurant’s owners.

For Rosenberg, the no-tipping rule is also a way to make the dining experience less stressful for the customer: “I’ve always dreamed...wouldn’t it be great not to have to worry about tipping—if you could just look at your bill, make sure it was correct and sign the check without having to think and calculate at the table?” By banning tips, therefore, the restaurant is aiming to provide its customers with a smoother, more pleasant dining experience from start to finish, free of thoughts about money.

No doubt some will see these restaurants as part of a wider anti-tipping movement, but it remains to be seen

whether other American establishments will follow in their footsteps ③.

And what should you do in a non-tipping environment when, like my American friend when faced with the pizza-delivery man, you want to reward great service? If you really want to give a tip in Japan, you may have more luck if you (B) (直接現金を手渡すよりも、お金を封筒に入れる), or you might (C) (現金の代わりに、ささやかな品物を贈る). Alternatively, you could consider (D) (calling, delivered, have, not, pizza, to) in a typhoon. Poor guy.

(Fran Wrigley, "Stingy people rejoice as Japanese restaurants in New York introduce a ban on tipping" [SoraNews24](http://en.rocketnews24.com/2014/03/23/stingy-people-rejoice-as-japanese-restaurants-in-new-york-introduce-a-ban-on-tipping/) <http://en.rocketnews24.com/2014/03/23/stingy-people-rejoice-as-japanese-restaurants-in-new-york-introduce-a-ban-on-tipping/> [accessed 14 July 2017]より一部改変)

注: critically acclaimed 高い評価を受けている establishment 企業
follow in their footsteps それらの例にならう moped 原付き

設問1 本文中の(①)～(⑩)にあてはまる適切な単語をA～Dから選び、その記号を答えなさい。

- | | | | | |
|-----|-----------------|----------------|---------------|-----------------|
| (①) | A. Being | B. Didn't | C. Not | D. Without |
| (②) | A. disgust | B. envy | C. guilt | D. sorrow |
| (③) | A. almost | B. been | C. just | D. only |
| (④) | A. considerable | B. considerate | C. considered | D. considering |
| (⑤) | A. apologizing | B. declining | C. protesting | D. sympathizing |
| (⑥) | A. earliest | B. first | C. latest | D. last |
| (⑦) | A. bills | B. clients | C. customers | D. employees |
| (⑧) | A. eliminate | B. introduce | C. receive | D. tolerate |
| (⑨) | A. decrease | B. increase | C. vanish | D. vary |
| (⑩) | A. how | B. when | C. whether | D. why |

設問2 下線部(A)が適切な意味になるように()内の単語を並べ替えなさい。

設問3 本文中の(㉑)～(㉕)にあてはまる動詞を下から選び、適切な活用形に直しなさい。

accept come follow make tell

設問4 次の1～5の英文は、A～Cのいずれに該当するか、選びその記号を答えなさい。

1. The Japanese pizza-delivery man was obliged to accept a tip from the writer's friend.
2. Riki Hashizume started the no-tipping trend among Japanese restaurants in New York.
3. The staff of Restaurant Riki were delighted with Hashizume's decision to ban tipping.
4. The writer is an Englishman who has no experience of living in the United States.
5. It is not yet clear how popular the anti-tipping movement will be in the United States.

- A. 本文で述べられている内容と一致している。
- B. 本文で述べられている内容と一致していない。
- C. 本文で述べられている内容からは判断できない。

設問5 次の1～3の質問に英語で答えなさい。

1. What did Riki Hashizume do to make up for his restaurant's loss of income from tips?
2. How much did the staff of Sushi Yasuda lose in tips when the restaurant banned tipping? Give a reason for your answer.
3. What did Scott Rosenberg hope to achieve by banning tips at Sushi Yasuda?

設問6 下線部(B)と(C)の意味に沿うように、次の英文中の(㉖)～(㉚)にあてはまる適切な英単語を書きなさい。

If you really want to give a tip in Japan, you may have more luck if you (㉖) the money in a(n) (㉗) rather than (㉘) over cash (㉙), or you might give a small gift (㉚) of cash.

設問7 下線部(D)が適切な意味になるように()内の単語を並べ替えなさい。

平成 30 年度

高知大学医学部医学科

A O 入試 I 第 1 次選抜試験

総合問題 II 問題冊子

この表紙をよく読んでください。ただし、試験開始の合図があるまでは問題冊子、解答冊子を開いてはいけません。

以下の〈解答上の注意事項〉をよく理解した上で解答してください。

〈解答上の注意事項〉

1. 受験票を机の上に置いてください。
2. 試験時間は 120 分（15：30～17：30）です。
3. 問題冊子は 1～18 ページまであります。解答冊子は表紙を除いて 12 枚あります。試験開始の合図後、このことを確認してから解答を始めてください。
4. 解答冊子の上に受験番号を記入する欄があります。試験開始の合図後、表紙と 12 枚の解答用紙すべてに受験番号を記入してください。
5. 解答冊子の裏面には解答または解答の続きを書いてはいけません。
6. 問題冊子には 3 種類の問題（I, II, III）があります。この中のいずれか 2 問を選択し、解答してください。解答冊子表紙の「選択した問題」欄の該当する部分に○印を記入してください。必ず 2 問を選択しなければいけません。
7. 冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および汚れ等により解答に支障がある場合には、手を挙げて監督者に知らせてください。
8. 試験終了後、解答冊子のみを回収します。問題冊子は持ち帰ってください。
9. 試験終了時刻までに解答が終了しても、途中退室はできません。

I

問題を解答するにあたって、原子量、定数などは以下の値を用いなさい。

H=1.0, N=14.0, O=16.0, S=32.0, Cl=35.5, Cu=63.5, Pt=195.1, Pb=207.2

気体定数 $R=8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

ファラデー定数 $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

水の密度 1.0 g/cm^3

I-1 以下の設問に答えなさい。

設問1 第1イオン化エネルギーの差が最も大きい原子の組み合わせを選び、記号で答えなさい。

- ア. リチウムとフッ素
- イ. ベリリウムとフッ素
- ウ. リチウムと酸素
- エ. ベリリウムとネオン
- オ. リチウムとネオン

設問2 次の文章について、正しいものを2つ選び記号で答えなさい。

- ア. 赤リンと黄リンはリンPの同位体である。
- イ. NH_4^+ 中の4つのN-H結合のうち、1つは配位結合によりできたものである。
- ウ. 同族元素の酸化物である CO_2 と SiO_2 は、固体状態ではいずれも分子結晶である。
- エ. コロイド粒子が水中でブラウン運動を起こすのは、コロイド粒子に水の分子が衝突するためである。
- オ. 銅(II)イオンとアンモニアが結合してできる錯イオンは、配位数が6で、正四面体形である。

設問3 次の物質の中から酸化アルミニウムを主成分とする物質を2つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 水晶
- イ. ダイヤモンド
- ウ. ルビー
- エ. サファイア
- オ. 大理石

設問4 次の食品のうち、コロイドに属する食品を2つ選び記号で答えなさい。

- ア. ゼリー
- イ. 牛乳
- ウ. 炭酸飲料
- エ. 食酢(酢酸)
- オ. 砂糖水(スクロース水溶液)

設問5 次の 1~3 は、実験室である気体を得るための方法を記したものである。(①) ~ (⑥) にあてはまる語句を記しなさい。なお、(①), (③), (⑤) は、気体名と化学式を記しなさい。

- (①) は希硝酸と銅を反応させて発生させ (②) 置換により捕集する。
- (③) は濃硝酸と銅を反応させて発生させ (④) 置換により捕集する。
- (⑤) は塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱して発生させ (⑥) 置換により捕集する。

設問6 下の表は、原子番号 m の原子の単体または化合物中での電子配置を表している。以下の間に答えなさい。

	原子番号	電子配置(殻)			
	m	K	L	M	N
(①)	8	2	8	0	
(②)	16	2	8	6	
(③)	17	2	8	8	
(④)	19	2	8	8	0

- この電子配置に相当する状態での (①) ~ (④) にあてはまる元素記号またはイオン式を記しなさい。
- (①) ~ (④) について、電子配置が 18 族と同じものがあれば相当する 18 族元素の元素記号を記し、なければ×を記しなさい。

I-2 以下の設問に答えなさい。水の飽和蒸気圧は 27°C で $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ 、 50°C で $1.2 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、 90°C で $7.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ とする。なお、水の容積は容器の容積に比べて小さいため、無視して良い。また、気体は理想気体であるものとする。数値は有効数値 2 桁で答えなさい。

設問1 ピストン付き密閉容器の内部を真空にし、水 6.0 g を注入して容積を 20 L とした。容器内の温度を 27°C として一定時間放置したところ、水が液体として存在し、見かけ上は変化しなくなった。この状態を何と呼ぶか。

設問2 容積を 20 L に保ったまま、設問1の容器内の温度を① 50°C 、② 90°C と変化させたとき、水は液体として存在するか。①、②の各温度について、ア、イのいずれかを選び記号で答えなさい。

ア. 存在する

イ. 存在しない

設問3 設問2で① 50°C のとき、アの場合は液体として存在している水の質量 $[\text{g}]$ を、イの場合は容器内の圧力 $[\text{Pa}]$ を求めなさい。

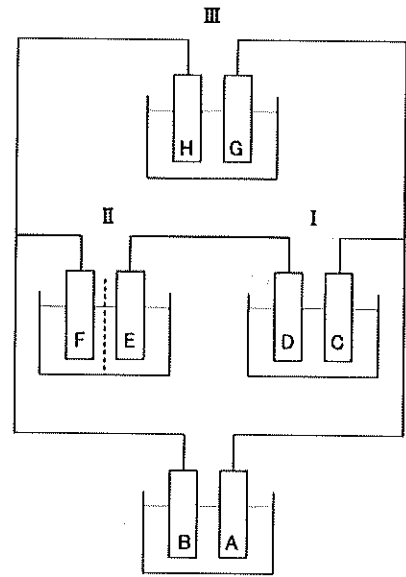
設問4 設問2で② 90°C のとき、アの場合は液体として存在している水の質量 $[\text{g}]$ を、イの場合は容器内の圧力 $[\text{Pa}]$ を求めなさい。

設問5 容器内の温度を 90°C に保ったまま体積を変化させたとき、一定時間放置しても液体が存在することがない最小の体積 $[\text{L}]$ を求めなさい。

設問6 容器内の温度を 90°C で、設問5で求めた体積の状態で窒素を 7 g 加えた後、容器内の温度を 50°C に冷ましたとき、一定時間放置しても液体が存在することがない最小の体積 $[\text{L}]$ を求めなさい。

I-3 次の文章を読んで、後の設問に答えなさい。

白金板を電極とする電解槽 I, II, III を図のように酸化鉛の極板 A, 鉛の極板 B を持つ鉛蓄電池に接続し、電気分解を行った(なお, II の中央部には隔膜が取りつけてある)。電解槽 I ~ III に, それぞれ希硫酸, 塩化ナトリウム水溶液, 塩化銅(II)水溶液を入れ, 電流を 6.0 A に保ちながら 3 時間 35 分電気を通じたところ, III の電極の一方の質量が 19.05 g 増加した。発生する気体は, 水に溶けたり副反応を起こしたりせず, 理想気体として取り扱えるものとする。数値は有効数値 3 桁で答えなさい。



図

設問1 電極 A~H で起こる反応を e^- を含むイオン反応式で示しなさい。

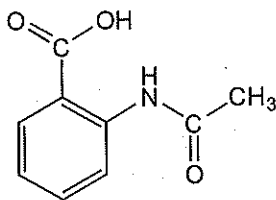
設問2 電解槽 I, II を流れる電流値を答えなさい。

設問3 電解槽 I ~ III の各槽で発生する気体をすべて 5 L の容器に入れ 27°C に保ったとき, 容器内の圧力は何 Pa になるか。ただし, 発生した気体は互いに反応しないものとする。

設問4 鉛蓄電池の極板 A, B の質量は, それぞれ何 g ずつ変化したか。増減も示すこと。

I-4 次の文章を読んで、後の設問に答えなさい。構造式は下の例にならって記入しなさい。

(例)



フェノールの工業的な製法としてクメン法が知られている。本法ではリン酸などの触媒存在下でベンゼンに化合物 A を作用させ、クメン(イソプロピルベンゼン)を合成し、その後酸素を作用させ、希硫酸で分解することでフェノールが得られる。その際、副生成物として分子式 C_3H_6O の化合物 B が得られる。

フェノールを原料とした医薬品に解熱剤として使われているアセチルサリチル酸がある。フェノールのナトリウム塩を加圧下、 $120\sim 140^\circ\text{C}$ で二酸化炭素と反応させ、その後希硫酸を加えると化合物 C が得られ、この化合物 C に (①) を作用させ、アセチルサリチル酸を得る。また化合物 C にメタノールと濃硫酸を作用させると化合物 D が得られる。この化合物 D は消炎・鎮痛剤として用いられている。

フェノールはアゾ色素の原料でもある。冷却した化合物 E の水溶液に水酸化ナトリウムとフェノールを作用させ、*p*-フェニルアゾフェノールが得られる。また化合物 E は低温の水溶液中では安定に存在するが、温度が上がると水と反応して窒素と有機化合物 (②) が生ずる。

設問1 文中の (①), (②) にあてはまる物質名をア～オから1つずつ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|------------|---------|------------|
| ア. アセトアニリド | イ. アニリン | ウ. クロロベンゼン |
| エ. フェノール | オ. 無水酢酸 | |

設問2 化合物 A～E の構造式を記しなさい。

設問3 次の (1)～(4) にあてはまる色をア～キから1つずつ選び、記号で答えなさい。

- (1) 化合物 B を塩基性条件下にてヨウ素と反応させた際に生ずる化合物の色
- (2) *p*-フェニルアゾフェノールの色
- (3) 化合物 C と塩化鉄(III)水溶液が反応した時の色
- (4) フェノールに臭素水を加えた時に生ずる沈殿の色

- | | | | |
|--------|-------|--------|-------|
| ア. 緑色 | イ. 紫色 | ウ. 橙赤色 | エ. 黄色 |
| オ. 深青色 | カ. 黒色 | キ. 白色 | |

設問4 下線部の化学反応式を書きなさい。

II

II-1 次の文章を読んで、代謝に関する後の設問に答えなさい。

現在、日本国内における死因の第1位は、「がん」である。「がん」の発症は、正常細胞の遺伝子やクロマチンが多段階で変異・変化することにより「がん細胞」へと変化することに起因する。「がん細胞」のひとつの特徴として生存に必要なエネルギーを獲得する代謝が「嫌気呼吸」へ偏ることが挙げられる。「がん」の生存メカニズムを知り、新たな診断法や治療法の開発に繋げるためにも、ヒトを含めた真核細胞の代謝を理解することは重要となる。

設問1 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。

上記文章中にある「がん細胞」の「嫌気呼吸」は、「がん細胞」に限らず酸素の供給が間に合わない場合は正常細胞でも起こる。

- (1) ヒト細胞における「嫌気呼吸」の過程の名称を答えなさい。またその過程の最終生成物の名称を答えなさい。
- (2) 健康なヒトの組織で「嫌気呼吸」が起こりうる状況を組織の名称を含め15字程度で答えなさい。

設問2 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。

呼吸では、有機物の酸化に伴って還元型の補酵素が生じる。

- (1) 好気呼吸において、還元型補酵素が最も多く生み出される過程を答えなさい。
- (2) 真核生物の好気呼吸において、(1)の過程が行われる細胞内小器官の名称とその構造体のどの部位かを答えなさい。
- (3) 好気呼吸によってグルコース1分子から生じる2つの還元型補酵素の名称と分子数を答えなさい。

設問3 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。

呼吸において生じた還元型補酵素は生体におけるエネルギー通貨と呼ばれるATPの生産に用いられる。

- (1) 好気呼吸において還元型補酵素を用いてATPを生産する過程の名称を答えなさい。
- (2) (1)の過程において還元型補酵素の電子受容体として機能する分子とその分子が還元された後の生成物の名称を答えなさい。
- (3) 下の文中の(①)、(②)にあてはまる語句を答えなさい。また下の文の反応に必要なエネルギーをどのようにして得ているか、150字程度で述べなさい。

(1)の経路においてATPは、(①)が(②)をリン酸化することにより生じる。

設問4 呼吸商とは発生した二酸化炭素(CO₂)と消費された酸素(O₂)の体積比(CO₂/O₂)である。各呼吸基質における呼吸商の値は下記のとおりである。また次の実験により得られた結果から、生物試料Xの呼吸基質を同定しなさい。呼吸基質を同定した際の計算式も記載すること。

呼吸基質	呼吸商
グルコース	1.0
脂肪	約0.7
タンパク質	約0.8

【実験手順】

- 三角フラスコAとBにはそれぞれ下記の試料・試薬が含まれている。
 フラスコA：生物試料X 100 g、二酸化炭素吸収剤(0.4% NaOH) 10 ml (図1 A)
 フラスコB：生物試料X 100 g、H₂O 10 ml (図1 B)
- 三角フラスコに2本ガラス管を付けたゴム栓をする。一方のガラス管にはゴム管をつけクリップで密閉できるようにする。もう一方にはL字型のガラス管を付け、横に伸びる部分は水平にする。
- L字型のガラス管の先端にマーカーとなる赤インクを入れる。インクが適当な位置に移動するまで待ち、その位置を記録する(測定開始点)。
- もう一方のガラス管のゴム管をクリップで止め、密閉状態にし、インクの移動度を5分毎に測定する。フラスコA、フラスコBのそれぞれの測定結果は図2のグラフに示す。

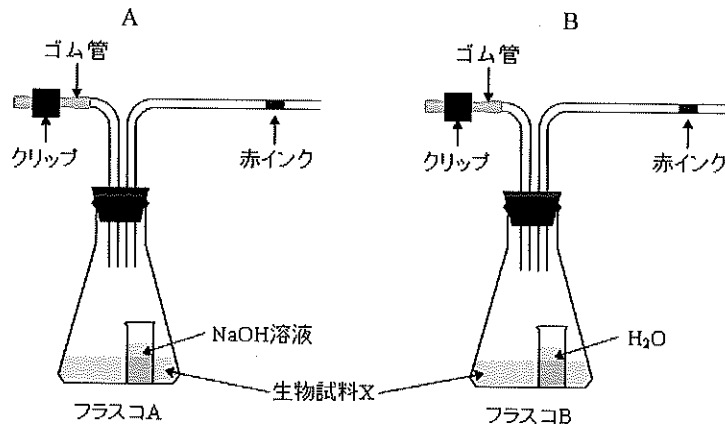


図1

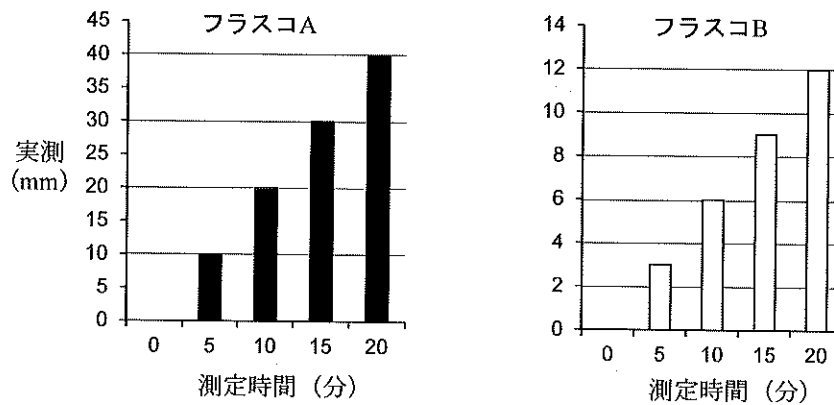


図2 実験結果

II-2 肝臓の働きに関する[文1]と[文2]を読んで、後の設問に答えなさい。

[文1]

肝臓の最も重要な働きの一つに、血糖値の調節がある。血糖値とは、^{けっしょう}血漿における(①)濃度のことである。血糖値が高い時、肝臓は(①)を取り込んでこれを多数つなげ、(②)という化学物質の形で貯蔵する。この結果、血糖値は低下する。血糖値が低い時、肝臓は(②)を分解して(①)を血液中へ放出する。この結果、血糖値は上昇する。また、肝臓には、タンパク質の分解産物であるアミノ酸から(①)を合成する機能も備わっていて、この(①)が血液中へ放出されることでも、血糖値は上昇する。このようにして、肝臓は血糖値を一定に保つのに大きく貢献している。

血糖値を調節する肝臓の働きは、自律神経とホルモンの調節を受けている。肝臓を支配する自律神経のうち、(③)神経の活動が活発になると肝臓の(②)分解が促進され、(④)神経の活動が活発になると(②)合成が促進される。

A ^{すいぞう}膵臓から分泌されるホルモンの(⑤)や、副腎髄質ホルモンの(⑥)は、血流を介して肝臓に作用し、(②)分解を促進する。また、副腎皮質ホルモンの糖質コルチコイドが肝臓に作用すると、肝臓の(①)合成が促進される。以上の結果、血糖値は上昇する。一方、膵臓から分泌されるホルモンの(⑦)が肝臓に作用すると、(②)の合成が促進され、血糖値は低下する。

[文2]

肝臓には、体内で生じた、もしくは体内に取り込まれた有害な物質を無毒化する、解毒作用もある。例えば、タンパク質の分解産物であるアミノ酸は、代謝の過程で有毒な(⑧)になる。ヒトの肝臓にはこれを無毒な(⑨)という物質にする機能が備わっている。さらには、B 血漿に含まれているタンパク質の多くを合成したり、脂肪の消化を助ける(⑩)を合成したりしている。また、肝臓での代謝に伴う(⑪)産生は、(⑫)の維持に貢献している。

設問1 文章中の(①)～(⑫)にあてはまる適切な語句を答えなさい。

設問2 下線部A「膵臓」に関する次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。

膵臓は、ホルモンを合成・分泌する器官としてだけでなく、膵液という名の消化液を合成・分泌する器官としても、私たちの身体にとって非常に重要である。膵液は消化酵素を豊富に含んでいることに加え、アルカリ性であることが知られている。

(1) 胃、十二指腸と膵臓について、解答欄の絵(人体を正面から見た図)のおおよその位置に描き入れ、それぞれの繋がり^{つな}を示しなさい。

(2) 膵液はなぜ、二重下線部「アルカリ性」であるのか。(1)を参考にして、あなたの考えを述べなさい。

設問3 下線部B「血漿に含まれているタンパク質」の一つに、フィブリノーゲンがある。フィブリノーゲンの活性化に最も関与しているのはどれか。次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 赤血球 イ. 血小板 ウ. マクロファージ
エ. B細胞(リンパ球の一種) オ. T細胞

[文 2]

ショウジョウバエを用いた多くの研究により、ヒトをはじめ、さまざまな生物に共通する発生の原理が解明された。さらにヒトの病気の原因となる遺伝子の約60%がショウジョウバエにもあることが知られており、疾患のモデル動物としても注目されている。

ショウジョウバエの卵細胞は雌の卵巣の中で保育細胞とともに卵胞という細胞群に含まれている。保育細胞の栄養分などを吸収し、卵細胞は肥大化・成熟する。卵細胞は受精後、産卵され、胚発生が始まる。受精卵は核だけが分裂し、多核体となり、その後、胚の表層部に細胞膜が形成され、1層の細胞層がある(①)となる。胚の中心部は卵黄などに富む。次に腹側正中線の表面細胞が胚の内側に折れ込むように(②)陥入が起こる。次第に形態形成が進み、14個の体節せんせきからなる胚となり、やがて1齢幼虫が形成される。幼虫は、1齢、2齢、3齢と成長し、3齢幼虫は蛹さなぎとなり、変態して成虫となる。

ショウジョウバエなどの昆虫類は頭部、胸部、腹部という3つの部分から構成されており、さらに頭部と胸部は各々3体節、腹部は8体節からなる。また、ショウジョウバエは前後(頭尾)軸、(③)軸、左右軸を有している。

このように前後軸が形づくられ、胚に体節が形成されるが、この過程で転写が始まり体節形成に関与する調節遺伝子群を(④)遺伝子という。

さらに、これらの体節が頭、胸、腹部のどの部分になるのかに関しては(⑤)遺伝子と呼ばれる調節遺伝子をはたらいている。

設問3 文章中の(①)～(⑤)にあてはまる適切な語句を答えなさい。

設問4 ショウジョウバエにおいて、からだの前後や端を決める調節遺伝子の1つ、ナノス遺伝子の mRNA は、卵の後方に局在している。一方、からだの前端に局在する mRNA をコードしている遺伝子は何という遺伝子か。

設問5 設問4下線部の遺伝子の mRNA の翻訳は、卵形成から胚発生のどの時期に始まるか。

設問6 どのようなメカニズムによって前後軸が形成されるか。50～120字で簡潔に説明しなさい。

III

III-1 次の文章を読んで、後の設問に答えなさい。

長さ L の長い糸の上端が点 O_1 で固定され、下端に質量 M の質点 A がつるされている。また、長さ l の短い糸の上端が点 O_2 で固定され、下端に質量 m の質点 B がつるされている。 O_2 は O_1 の鉛直下方にある。図 1 のように、質点 B を最下点 (O_2 の鉛直下方) で静止させたまま、質点 A を角度 θ_0 までもちあげて、静かに手を放した。重力加速度を g とする。糸の質量はどちらも無視できる。

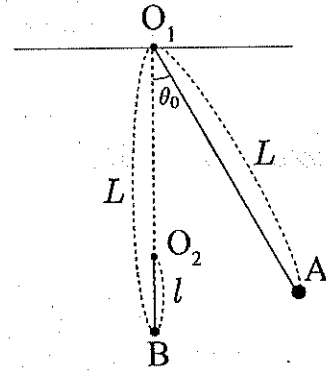


図 1

設問 1 最下点を通過する時の A の速度 V_0 を、 A の入射方向を正として、符号もつけて求めなさい。

設問 2 A は、最下点において、静止している B と弾性衝突した。衝突後の A, B の速度を求めなさい。ただし、衝突は直線上で起こったとする。

設問 3 衝突後、短い糸がたるむことなく B が最高点まで上昇するために、 m と M が満たすべき条件を l, L および θ_0 を用いて表しなさい。

設問 4 $\theta_0 = 60^\circ$ の場合を考える。このとき、 L がある値 L_{\min} より小さいと、 M の値をどれだけ大きくしても、質点 B は最高点に到達できない。 L_{\min} を求めなさい。

次に、 A を質量 m の質点にとりかえ、高さ h から静かに手を離した。 A と B は最下点で弾性衝突したが、衝突は水平な $x-y$ 平面上で起こった (図 2)。

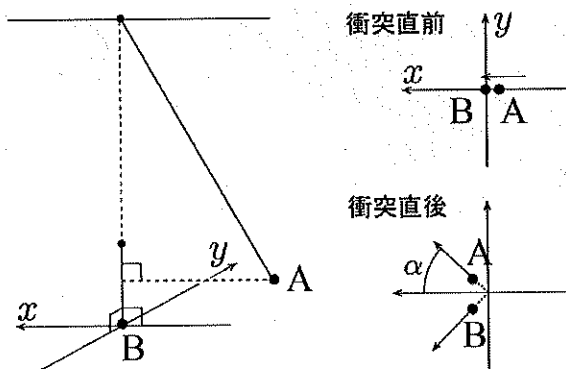


図 2

設問5 衝突後、A は入射方向と角度 α の方向に運動した(図2右下)。このとき、A、B の衝突後の速度の大きさをそれぞれ求めなさい。

設問6 A の速度ベクトルと B の速度ベクトルのなす角を求めなさい。

III-2 次の文章を読んで、後の設問に答えなさい。

振動数 f_0 [Hz]の音を間欠的に出しながら速さ v [m/s]で飛行するコウモリ型ロボット A が、図 1 に示すように静止している壁 B に近づいている。このロボットは発した音が戻るまでの時間から、障害物までの距離を測ることが出来る。音速を V [m/s]とし、速さ v [m/s]は音速 V [m/s]より小さいとする。

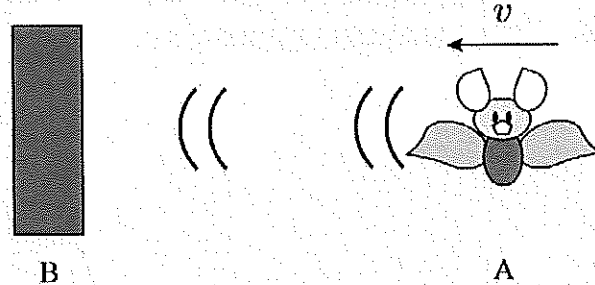


図 1

設問1 ロボット A が感知した壁 B からの反射音の振動数 f_B [Hz]を求めなさい。

設問2 ロボット A が音を発してから t_1 [s]後にその音を感知した場合、ロボット A が音を感知した時点での壁 B までの距離を求めなさい。

次に図 2 に示すようにコウモリ型ロボット A は、振動数 f_0 [Hz]の音を間欠的に出しながら速さ v [m/s]で昆虫 C に近づいている。昆虫 C は速さ u [m/s]でロボット A に近づいている。ロボット A は発した音が戻るまでの時間と振動数の変化から、近づいてくる昆虫までの距離を測ることが出来る。昆虫 C はロボット A が発した音を乱すことなく反射し、また速さ v [m/s]および u [m/s]は音速 V [m/s]より小さいとする。



図 2

設問3 ロボット A が感知した昆虫 C からの反射音の振動数 f_C [Hz]を求めなさい。

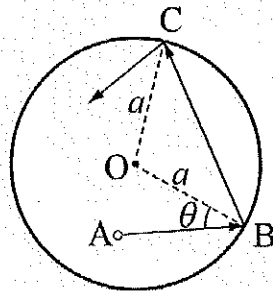
設問4 昆虫の速さ u [m/s] を振動数 f_B [Hz] と f_C [Hz], およびその他に必要な量を用いて出来るだけ簡潔に表しなさい。

設問5 ロボット A が音を発してから t_2 [s] 後にその音を感知した場合, ロボット A が発した音が昆虫 C に到達するまでの時間 t [s] を求めなさい。また, ロボット A が音を感知した時点での昆虫 C までの距離を, 昆虫の速さ u [m/s] を用いずに求めなさい。

III-3 次の文章を読んで、後の設問に答えなさい。

図に示す中心が O で半径が a [m] の球形容器の中に、質量 m [kg] の分子が非常に多数 (N 個) あり、それらの分子はすべて同じ速さ v [m/s] で不規則な方向に飛び回っている。それらの分子は互いに衝突せず、分子と壁とが弾性衝突する。衝突の前後で分子の速さは変わらず、向きだけが変わる。1 つの分子が入射角 θ で壁の B 点に衝突した。

この状況に関して次の設問に答えなさい。ただし、本文中や図中の記号を使った文章や式で分かりやすく示すこと。また、途中経過も含めて単位を記しなさい。ただし、ボルツマン係数は k 、球形容器の体積を V とする。



図

設問1 1 分子の運動量の変化の大きさを示しなさい。また、変化の向きを図中の記号を用いて文章で示しなさい。

設問2 1 分子の衝突から次の衝突までの時間 t [s] と 1 秒間あたりの衝突回数を示しなさい。

設問3 x [s] 間に N 個の分子が容器の壁全体に与える力積と圧力 p [Pa] を示しなさい。

設問4 容器内の分子が理想気体であるとして温度 T [K] を 1 分子の運動エネルギー $K (= \frac{1}{2}mv^2)$ を使って示しなさい。

設問5 容器内の分子の速度 v は変わらず、分子数 N が半分になった時、容器内の圧力と温度はどのようなになるかを示しなさい。