

平成 27 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 1～6 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 枚の解答用紙全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 数列 $\{a_n\}$ は次を満たしている。

$$a_1=2, a_n=\frac{1}{n}+\left(1-\frac{1}{n}\right)a_{n-1} \quad (n=2, 3, \dots)$$

このとき、次の設問に答えなさい。

設問1 $b_n=na_n$ とおくと、数列 $\{b_n\}$ の一般項を求めなさい。

設問2 数列 $\{a_n\}$ の一般項を求めなさい。

設問3 $\sum_{k=1}^n k^2 a_k$ を求めなさい。

II 実数 a に対し, 関数

$$f(x) = |a| \cdot x^2 - (a \cdot |a| + 1)x + a$$

を考える。関数 $y=f(x)$ のグラフが x 軸と異なる 2 つの共有点を持つとする。このとき, 次の設問に答えなさい。

設問1 a が満たすべき条件を求めなさい。

設問2 曲線 $y=f(x)$ と x 軸とで囲まれた部分の面積を求めなさい。

設問3 a を負の整数とすると, 設問2 で求めた面積が $-\frac{4}{3a}$ となる a を求めなさい。

III $0 \leq \theta < \pi$ とする。このとき、次の設問に答えなさい。

設問1 $\cos 4\theta$ を $\cos \theta$ を用いて表しなさい。

設問2 $\cos 4\theta = 0$ を満たす θ の値をすべて求めなさい。

設問3 設問2で求めた θ に対して、 $\cos \theta$ の値をそれぞれ求めなさい。

IV 次の英文を読んで設問に答えなさい。

A Trucks rumble past with horns blaring. Jumbo jets thunder overhead. B Workmen rip up the street with pneumatic drills. C The neighborhood dogs all bark at once. D Residents of big cities are so accustomed to sounds like these that they tend to ignore them. E Researchers have shown, however, that excessive noise causes a wide variety of medical and social problems. F

Noise is generally measured in terms of decibels, ranging (①) 1, the quietest, (②) 210, the loudest sound ever made. People standing (③) a busy street (④) rush hour experience a noise level of (⑤) to 90 decibels, at which ordinary conversation is impossible. When large airplanes take (⑥) from Heathrow Airport (⑦) London, the noise level at a nearby housing estate frequently reaches the pain threshold ^{注)} (⑧) 120 decibels.

G People who live near airports and busy highways suffer headaches, insomnia and stress. H They also have above-average suicide and crime rates. I One study in Japan revealed that children living beside Route 43, which has a traffic volume of over 100,000 vehicles per day, are considerably shorter than average for their age. J

K It is possible to minimize problems of this kind with legal measures such as strict controls on truck exhaust noise and restrictions on night flights. L The authorities can do little, however, about self-imposed noise. M Teenagers who choose to listen to loud music through earphones or in discos have only themselves to blame for consequent declines in their hearing and mental capacity. N

O Although decibel measurements provide an objective comparison of the noise levels, the concept of noise is a very subjective one. P The sound of a single mosquito hovering over your pillow at night is decidedly more distracting than that of trucks passing during the daytime. Q Similarly, someone who enjoys listening to loud music in discos may be infuriated by the sound of a neighbor's radio. In Japan, neighborhood quarrels over the sound of pianos, dogs and children have frequently led to murder, which is surprising in a country where deafening announcements through loudspeakers in temples, stations and parks are hardly noticed. R

S While legal remedies are now available for many people who are troubled by unnecessary noise, perhaps the only way to escape from it completely is to move to a remote island—or wear earplugs. T

(David Peaty and Motokiyo Fujii, *Our World*, Eichosha Longman Books, 2013 年より改変)

注 : pain threshold 痛みの閾値

設問1 本文中の(①)～(⑧)にあてはまる前置詞を次の1～8から選び、その番号を答えなさい。ただし、重複はしない。

- | | | | |
|-------|--------|---------|-------|
| 1. at | 2. by | 3. from | 4. in |
| 5. of | 6. off | 7. to | 8. up |

設問2 次の文章が入る最もふさわしい箇所を本文中の ～ から選び、その記号を答えなさい。

Work on road repairs and at construction sites can be limited to daylight hours and prohibited on holidays.

設問3 次の1～5の質問に英語で答えなさい。

1. How do people who live in large cities react to the constant noise around them?
2. Why do you think ordinary conversation is impossible when the surrounding noise level reaches 90 decibels?
3. What can be done to protect people from airplane noise?
4. Why is it surprising that neighborhood quarrels over the sound of pianos, dogs and children have frequently led to murder in Japan?
5. What can we conclude from the fact that someone who enjoys listening to loud music in discos may be infuriated by the sound of a neighbor's radio?

設問4 次のA～Eのうち本文の内容に一致しないものを1つ選び、その記号を答えなさい。

- A) Researchers have associated airplane and traffic noise with numerous medical and social problems.
- B) Various laws and regulations enable the authorities to control public noise levels to a certain extent.
- C) If people who choose to listen to loud music end up with hearing loss, it is nobody's fault but their own.
- D) Studies have shown that the higher the decibel level of noise is, the more likely we are to react to it.
- E) Exposure to excessive noise is potentially harmful but practically unavoidable for many urban residents.

V 次の文章を読んで設問に答えなさい。

小学5年生を対象に1日どれくらい歩くかを万歩計を使って調べ、20年前と現在を比較した興味深い調査結果があります。20年前、朝起きてから寝るまでの歩数の平均は2万3千歩でした。時間に換算すると2時間ちょっとになります。それが、20年後の同じ調査の結果によれば1万3千歩で、単純計算すると、この20年間で子どもの歩数は1万歩も減少しています。時間に換算すると1時間分の歩行がなくなっています。

このことは、子どもたちの放課後の生活の変化に大きく関係しているのではないのでしょうか。今は外遊びよりも部屋に閉じこもって一人遊びをする子どもが多くなっています。また、忙しい子どもも多く、遊ぶ時間とメンバーを決める調整に苦勞する状況です。友達と一緒に暗くなるまで外遊びをするなど、活発に遊んだり運動するとおなかが空き、食が進みます。また、昼間の疲れで早く寝ることもできます。これを繰り返すことにより望ましい生活リズムが身に付いてきます。

(「家庭で・地域で・学校でみんなで早寝早起き朝ごはん」<www.mext.go.jp/a_menu/shougai/katei/08060902.htm>, 文部科学省, 2014年6月参照より改変)

設問1 下線部を英語に訳しなさい。

設問2 調査結果によると、20年前の子どもと比べて現代の子ども歩数が減少している。本文に書かれているその2つの理由を英語で述べなさい。

設問3 活発に遊んだり運動する子どもは、望ましい生活リズムが身に付くと著者は言っている。本文に書かれているその2つの理由を英語で述べなさい。

平成 27 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 10 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 10 枚の解答用紙全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。

平成 27 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

問題訂正

4 頁 設問 1

「人の血液の 37°C における浸透圧を答えなさい。」に続けて、「浸透圧の単位は、Pa を用いなさい。」を追加する。

5 頁 問題文 4 行目

誤・ $\text{AgCl}_2 \Rightarrow$ 正・ AgCl

補足説明

17 頁 設問 2 以降

C_1 , C_2 として使用せず, ϵ_0 , S_1 , S_2 , d_1 , d_2 , V 等を適宜使用して解答しなさい。

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, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Na=23.0, Mg=24.3, Cl=35.5, K=39.1,
Ca=40.1, Ag=108, Ba=137, Pb=207

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

水のモル凝固点降下 $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg}/\text{mol}$

1-1 以下の設問に答えなさい。

設問1 正しいものには○を、間違っているものには×をつけなさい。

- ア. 炎色反応を示す元素はいずれも典型元素である。
- イ. アンモニアの乾燥には塩化カルシウムが用いられる。
- ウ. 硫化鉄(II)に希硫酸を加えることで発生する硫化水素には還元作用がある。
- エ. 銀イオンとハロゲン化物イオンが反応して生ずるハロゲン化銀は、いずれも水に溶けにくい。
- オ. アルミニウムは塩酸および水酸化ナトリウム水溶液、いずれにも反応して水素を発生する。

設問2 正しいものには○を、間違っているものには×をつけなさい。

- ア. 炭素電極を用いて塩化銅(II)水溶液の電気分解を行うと、陽極の重量は減少し、陰極には銅が析出する。
- イ. 白金電極を用いて硫酸銅(II)水溶液の電気分解を行うと、陽極では酸素が発生し、陰極には銅が析出する。
- ウ. 白金電極を用いて硝酸銀水溶液の電気分解を行うと、陽極では水素が発生し、陰極には銀が析出する。
- エ. 白金電極を用いて水酸化ナトリウム水溶液の電気分解を行うと、陽極では酸素が発生し、陰極では水素が発生する。
- オ. 白金電極を用いて硫酸水溶液の電気分解を行うと、陽極では水素が発生し、陰極では酸素が発生する。

設問3 水溶液が酸性を示すものには○を、中性を示すものには△を、塩基性を示すものには×をつけなさい。

- ア. CuSO_4
- イ. KNO_3
- ウ. NH_4Cl
- エ. CH_3COONa
- オ. Na_2CO_3

設問4 濃硝酸に溶けるものには○を、ほとんど溶けないものには×をつけなさい。

- ア. 銀
- イ. 銅
- ウ. 鉄
- エ. 鉛
- オ. アルミニウム

設問5 分子を含んでいるものには○を、含んでいないものには×をつけなさい。

- ア. NaCl 水溶液
- イ. NaCl の結晶
- ウ. ドライアイス
- エ. ヨウ素の結晶
- オ. AgCl の結晶

設問6 周期表の第3周期にある元素で、第1イオン化エネルギーが最大の元素は何か。元素記号で答えなさい。

設問7 周期表の第2周期にある元素で、価電子を4個もつ元素は何か。元素記号で答えなさい。

設問8 単原子イオンで、その電子配置がネオンと同じである2価の陽イオンは何か。イオン式で答えなさい。

設問9 水分子を電子式で書き表しなさい。

設問10 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (尿素) 90 g の物質は何 mol か。

1-2 以下の文章を読んで、後の設問に答えなさい。

人の血液の 37°C における浸透圧は、同じ温度における生理食塩水(0.9%塩化ナトリウム水溶液)に等しい。輸液に用いるリンゲル液(塩化ナトリウム、塩化カリウム、塩化カルシウムを含む水溶液)を調製するために、塩化ナトリウム X g、塩化カリウム 0.158 g、塩化カルシウム二水和物 0.165 g を蒸留水で溶かして 500 mL とした。この溶液の浸透圧が適切であるか調べるために赤血球を入れたところ、その容積が 1.2 倍となった。

水の密度は 1.00 g/cm^3 、各塩の電離度は 1 とし、答えは有効数字 2 桁で示しなさい。

設問1 人の血液の 37°C における浸透圧を答えなさい。

設問2 リンゲル液を調製するために溶かした塩化ナトリウムは何 g か。

設問3 正しい浸透圧にするためには塩化ナトリウムをあと何 g 加えればよいか。ただし溶かしたときの体積の変化はないものとする。

設問4 血液と同じ浸透圧のブドウ糖(グルコース)水溶液の凝固点は何度か。

1-3 以下の文章を読んで、後の設問に答えなさい。

試薬棚を整理していたら、NaOH の試薬瓶が出てきた。瓶の外観から推測すると、購入後数年は経過していると考えられた。したがって、NaOH の表面には a 空気中の成分との反応生成物 M がある程度付着していると推測された。そこで、この試薬瓶に含まれる NaOH を定量してみることにした。なお、別の試薬棚には、新品の b BaCl₂, PbCl₂, Mg(OH)₂, AgCl₂, NaCl があった。

試薬瓶から NaOH を適量(1 g 程度)、純水(念のため5分間煮沸後、室温に戻したもの)を加えて 250 mL とした(A 液とする)。

1. A 液を 25 mL 量り、メチルオレンジ溶液 2 滴を加え、ここに 0.1 mol/L 塩酸を加えていった。27.7 mL 加えたところで滴定が終了した。
2. 別に、A 液を 25 mL 量り、かき混ぜながら化合物 Z の水溶液(100 g/L, 10 mL)を加えると沈殿が生じた(化合物 Z は下線部 b のいずれか 1 つを使った)。沈殿をろ過により取り除いた後、フェノールフタレイン溶液 3 滴を加え、0.1 mol/L 塩酸を加えていった。23.8 mL 加えたところで滴定が終了した。ろ過するときの溶液の損失は考えないことにする。

設問1 下線部 a について、NaOH の純度を下げる空気中の原因物質として最も適切なものはどれか。ア～オから 1 つ選び、その記号を答えなさい。

ア. N₂ イ. O₂ ウ. CO₂ エ. Ar オ. He

設問2 設問1 で選んだ物質と NaOH が反応し、生成物 M が生じるときの反応式を書きなさい。

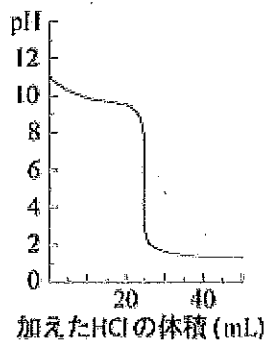
設問3 化合物 Z を下線部 b の中から 1 つ選び、化学式で答えなさい。

設問4 A 液 25 mL 中に含まれる NaOH の質量を計算し、有効数字 3 桁で答えなさい。

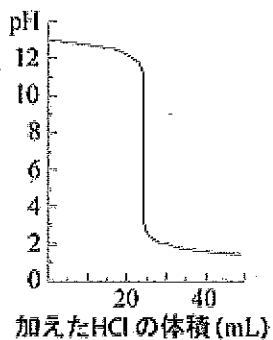
設問5 A 液 250 mL に含まれる反応生成物 M の質量を求め、有効数字 3 桁で答えなさい。

設問6 2において、沈殿を取り除いた後から記述した滴定曲線の概略図として最も適切なものはどれか(滴定終了後も HCl を加え続けた場合も含めて)。ア～カから1つ選び、その記号を答えなさい。

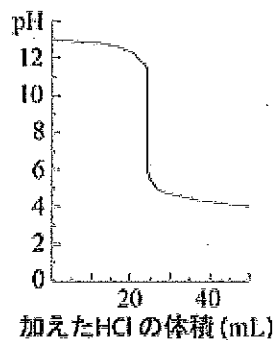
ア.



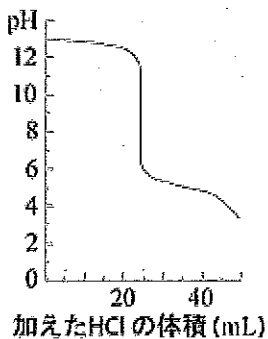
イ.



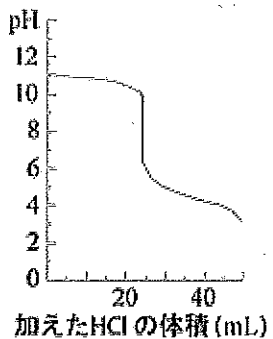
ウ.



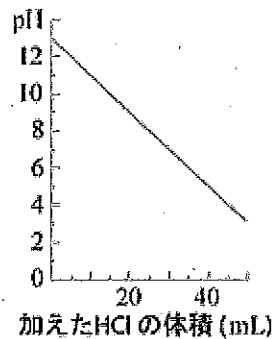
エ.



オ.



カ.



I-4 2種類の炭化水素AとBがある。次の操作1~7を読んで、後の設問に答えなさい。

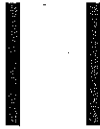
1. AおよびBはいずれも臭素水を脱色した。
2. ニッケルを触媒にして、AおよびBに水素を十分に付加させたところ、Cのみが得られた。C 1 molを完全燃焼させたところ、2 molの二酸化炭素が得られた。Cは飽和炭化水素であった。
3. リン酸を触媒にしてAに水を付加させると、沸点78℃の無色の液体Dが生じた。
4. 硫酸水銀(II)を触媒にして、Bに水を付加させると、刺激臭のある揮発性の液体Eを生じた。
5. Eは、塩化パラジウムと塩化銅(II)の触媒を用いて、Aを酸化しても得られた。また、Dをニクロム酸カリウムで酸化してもEが得られた。
6. Aに塩素を付加させ、熱分解するとFが得られた。また、Bに塩化水素を付加させてもFが得られた。
7. Eはたやすく酸化されてGに変わった。Gの水溶液は青色リトマス紙を赤色に変えた。

設問1 Cの分子式を答えなさい。

設問2 A, B, D, E, F, Gの示性式を答えなさい。

設問3 操作1で生成すると考えられる臭素化合物のうち、2種の幾何異性体のある化合物について、その両者の構造式を、相違が明確にわかるように記しなさい。

このページは白紙です。



11-1 以下の設問に答えなさい。

設問1 次の文章は細胞膜の性質について述べたものである。文中の(①)～(⑤)にあてはまる適切な語句を、ア～ケから選び、その記号を答えなさい。

水(溶媒)は通すが、溶質は通さないような性質の膜を半透膜という。濃度の異なる2つの溶液を半透膜で区画すると、水は低濃度の溶液から高濃度の溶液へ移る。細胞膜は(①)であり、植物細胞の細胞壁は(②)である。生きている植物細胞を高濃度の溶液につけると、原形質より水が出て収縮し、原形質分離が起こる。植物細胞をいろいろな濃度の溶液に浸して(③)液を知ることができれば、その植物細胞の細胞液の浸透圧がわかる。植物細胞を(④)液に入れておくと、水が細胞内に浸透し、原形質が外へ広がろうとして、細胞壁を内から押す力、すなわち(⑤)を生ずる。この力が変化することにより、植物がしおれたり、また気孔の開閉運動に関与している。

- | | | | |
|--------|--------|--------|-------|
| ア. 不透性 | イ. 半透性 | ウ. 全透性 | エ. 低張 |
| オ. 等張 | カ. 高張 | キ. 水圧 | ク. 気圧 |
| ケ. 膨圧 | | | |

設問2 植物細胞を低張液に入れておくと、液胞の大きさはどうなるか。適切なものをア～エの中から1つ選び、その記号を答えなさい。

- | | | | |
|---------|----------|----------|----------|
| ア. 消滅する | イ. 小さくなる | ウ. 変化しない | エ. 大きくなる |
|---------|----------|----------|----------|

設問3 次の実験について、後の問いに答えなさい。

ある植物の葉の裏側の表皮をうすく 5 mm 角にはぎとり、いろいろな濃度のスクロース(ショ糖)溶液に 10 分間浸した。その後、顕微鏡で表皮細胞 25~30 個を観察し、原形質分離がおきているかどうかを調べた。実験した日の天候は雨、室温・水温 27℃、室内の相対湿度 65%であった。同条件で、実験 1 および実験 2 をそれぞれ 3 回繰り返す、その実験結果の平均値を示した。

実験 1 の結果

スクロース溶液濃度 (%)	0.0	3.4	6.8	10.2	13.7
原形質分離した細胞の割合 (%)	0.0	0.0	5.0	90.0	100.0

実験 1 の結果、スクロース溶液濃度 6.8%から 10.2%の間で原形質分離した細胞の割合が急に変化したので、さらにスクロース溶液の濃度をかえて実験 2 をおこなった。

実験 2 の結果

スクロース溶液濃度 (%)	0.0	7.5	8.2	8.9	9.6
原形質分離した細胞の割合 (%)	0.0	6.0	50.0	75.0	85.0

(1) 実験 1 と実験 2 において、スクロース溶液濃度 0%(蒸留水)の条件でおこなうことを何というか。

(2) 1~6 のうち、観察した植物の表皮細胞について、この実験結果から推論できるものはどれか。適切な組み合わせをア~クから 1 つ選び、その記号を答えなさい。

1. 各細胞の等張液濃度は等しい。
2. 各細胞の等張液濃度は異なっている。
3. 各細胞の細胞液の浸透圧に差がある。
4. 各細胞の細胞液の浸透圧に差がない。
5. 各細胞の細胞膜と細胞壁の間のはがれやすさに差がある。
6. 各細胞の細胞膜と細胞壁の間のはがれやすさに差がない。

ア. 1, 3, 5 イ. 1, 3, 6 ウ. 1, 4, 5 エ. 1, 4, 6

オ. 2, 3, 5 カ. 2, 3, 6 キ. 2, 4, 5 ク. 2, 4, 6

(3) この植物における表皮細胞の細胞液の浸透圧の値について、ア~カから最も近いものを選び、その記号を答えなさい。この実験系では、観察した表皮細胞の6割が原形質分離するスクロース溶液濃度を等張とし、細胞液の浸透圧を計算すること。ただし、(浸透圧) = $0.082 \times (\text{溶液のモル濃度}) \times (\text{絶対温度})$ の式で求めるものとする。0℃ = 273 K、スクロースの分子量は342、またスクロース溶液および水の比重は1.0として計算しなさい。グラフや途中の計算式も書きなさい。

ア. 3.1 イ. 4.1 ウ. 5.1 エ. 6.1

オ. 7.1 カ. 8.1

11-2 次の文章を読んで、後の設問に答えなさい。

私たちの身体において、血液は、生体内に張り巡^{めぐ}らされた血管を流れる体液である。ヒトの血液は、**A** 液体成分と **B** 有形成分である **C** 赤血球、白血球、血小板からなる。血液は、個々の細胞の呼吸に必須の O_2 を身体の各部へ運び、呼吸で生じた CO_2 を肺へ運ぶ。また、グルコース(ブドウ糖)などの栄養分、**D** ホルモン、その他さまざまな物質を運搬している。

設問1 下線部 **A**「液体成分」について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 血液の液体成分のことを何というか。名称を答えなさい。
- (2) 血液の液体成分において、その質量の最も多くを占めるものはア～オのどれか。1 つ選び、記号で答えなさい。

ア. 水	イ. 無機塩類	ウ. タンパク質
エ. 脂質	オ. 糖質(炭水化物)	
- (3) 血液の液体成分に含まれる無機塩類の中で、濃度が最も高い陽イオンは何か。その名称を答えなさい。

設問2 下線部 **B**「有形成分」はすべて、ある 1 種類の細胞(造血幹細胞)から作られる。造血幹細胞は、すべての有形成分に分化することが可能な細胞で、身体のある部位で常に増殖している。成人における主な「ある部位」の名称を答えなさい。

設問3 下線部 **C**「赤血球」について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 赤血球の中であって O_2 を結合するタンパク質の名称を、カタカナで答えなさい。
- (2) 身体の各部へ O_2 を運搬することの意義を以下にまとめた。これを読んで、後の問いに答えなさい。

私たちの身体を構成している細胞の活動には、エネルギーが必須である。これは、細胞の活動に欠かせないタンパク質の多くがエネルギーを必要としているためである。ただし、こういったタンパク質が直接利用可能なエネルギーは(①)の持っているエネルギーのみである。このため、個々の細胞内には、ブドウ糖などのエネルギー源を分解する過程で発生するエネルギーを用いて(①)を合成する仕組みが備わっている。

(①)を合成する仕組みは、細胞質で行われる(②)、(③)と呼ばれる細胞小器官の中で行われる(④)回路と(⑤)系の3段階で構成されている。このうち、(⑤)系を介した(①)産生は(⑥)と呼ばれ、ブドウ糖1分子から合成される(①)の数が最も多い。(⑥)という名前の通り、(⑤)系を介した(①)産生には O_2 が欠かせないため、私たちは息を吸って外界から O_2 を取り入れ、血液を介して身体の各部へ O_2 を運んでいるのである。

1. 文章中の(①)～(⑥)にあてはまる適当な語句を答えなさい。
2. ヒトの赤血球には(③)がない。このことは生体にとって何か利点があるのだろうか。あなたの考えを簡潔に述べなさい。

設問4 下線部 D「ホルモン」の1つであるチロキシンについて、その分泌の「負のフィードバック調節」を具体的に説明しなさい。

11-3 次の文章を読んで、後の設問に答えなさい。

腸管出血性大腸菌 O157 はベロ毒素と呼ばれる毒素を産生し、この毒素が腸粘膜を構成する細胞のタンパク質合成を阻害することで細胞死を引き起す。その結果、粘膜上皮が破壊され菌が体内に侵入し重篤な症状を起こす。

そのため O157 の感染を防ぐためには、食品中の O157 を摂食前に検出することが重要となる。その方法として汎用されているのがベロ毒素遺伝子を標的とした Polymerase Chain Reaction (PCR)法である。PCR 法とは目的とする DNA 領域を短時間で増幅させる方法であり以下のような過程で行われる。

1. 二本鎖 DNA を 95°C の温度で変性させ、一本鎖 DNA (鋳型 DNA と呼ぶ) とする。
 2. 目的 DNA の上流と下流領域の特定部位と相補的な 2 種の 15~20 塩基の DNA (プライマー) を準備する。このプライマーを過程 1 で変性させた鋳型 DNA に 42~65°C で結合させる。
 3. DNA ポリメラーゼを用いて 72°C でプライマーに鋳型 DNA と相補的な塩基をもつヌクレオチドを次々と重合反応させる。
- 1, 2, 3 の反応のサイクルを繰り返すことにより目的 DNA を大量に増幅することが可能となる。

この手法を用いることで、食品中に存在する微量の O157 が有するベロ毒素遺伝子を検出することができる。

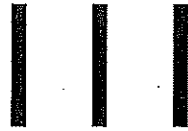
設問 1 ベロ毒素はタンパク質合成を阻害する。次の文章は、真核生物において遺伝情報からタンパク質合成が行われる過程を示したものである。文中の (①) ~ (⑥) にあてはまる適切な語句を答えなさい。

真核生物の DNA から転写された (①) はスプライシングにより (②) 部分が切り取られ (③) となる。(③) は核から細胞質の (④) に移動し、そこで (⑤) によって運ばれたアミノ酸が (③) の配列情報に従って次々につながれて (⑥) が合成される。

設問 2 遺伝情報とその発現過程において、真核生物と原核生物の違いを 40~100 字程度で述べなさい。

設問 3 PCR 反応を 20~30 サイクル行くと、増幅された DNA はプライマーに挟まれた領域の長さのものがほとんどとなる。鋳型となる二本鎖 DNA が 1 つとした場合、PCR 反応においてプライマーに挟まれた長さの DNA は何サイクル目に初めて出来るか。また何本できるか答えなさい。

設問 4 文章中にあるように PCR 反応には、鋳型 DNA、プライマー、ヌクレオチド、DNA ポリメラーゼが必要となる。PCR 反応において、この 4 つの材料の中でどれが最も重要な材料となるか。1 つ選び答えなさい。またその理由を 80~120 字程度で述べなさい。



- III-1 図1に示すように、なめらかな平面の上を質量 m_1 の直方体1が右方向(速度が正の方向)へ速度 v_0 で移動している。その方向には質量 m_2 の直方体2が静止している。直方体2には自然長が l で質量の無視できるばね定数 k のばねがつけられており、直方体1はこのばねを挟むようにして直方体2に接近する。図2に示すように直方体1は、ばねを縮ませながら直方体2に接近するが、直方体2も移動を始めている。そしてある程度移動したところで2つの直方体は再び離れていく。この一連の過程でのばねの縮み x の最大値を以下の設問に答えながら求めなさい。ただし、ばねの自然長 l は、 x の最大値に比べて十分に長いものとする。

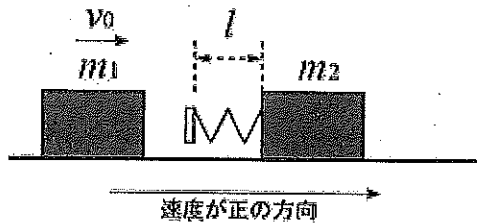


図1

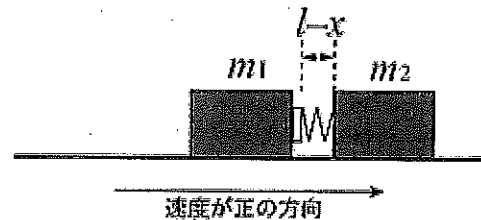
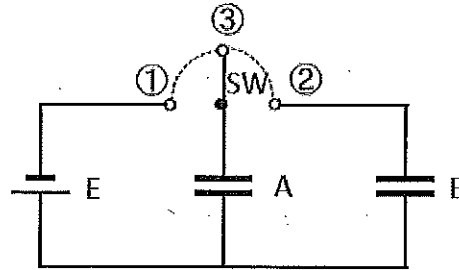


図2

- 設問1 図2において直方体1の速度を v_1 としたとき、直方体2の速度 v_2 を問題文中に与えられた変数も用いて表しなさい。
- 設問2 図2において、ばねに蓄えられている力学的エネルギーをばね定数 k とばねの縮み x を用いて表しなさい。
- 設問3 設問2で答えた力学的エネルギーを2つの直方体の質量 m_1 と m_2 、速度 v_0 、 v_1 、 v_2 を用いて表しなさい。
- 設問4 最もばねが縮んだ時の直方体1の速度とばねの縮みを、ばね定数 k と2つの直方体の質量 m_1 と m_2 、および直方体1の初めの速度 v_0 のうちで必要なものをを用いて表しなさい。

III-2 下図の回路で、A は面積 S_1 の金属板 2 枚を間隔 d_1 隔てて平行に置いた平行板コンデンサー、B は面積 S_2 の金属板 2 枚を間隔 d_2 隔てて平行に置いた平行板コンデンサーである。E は電圧 V の電池である。

最初は、A、B とも電荷のない状態であった。また、スイッチ SW は③の位置にあり、端子①、②のいずれとも接触していない状態だった。以下の設問に答えなさい。なお、設問 3、4 については、答えだけでなく導き方も説明すること。



図

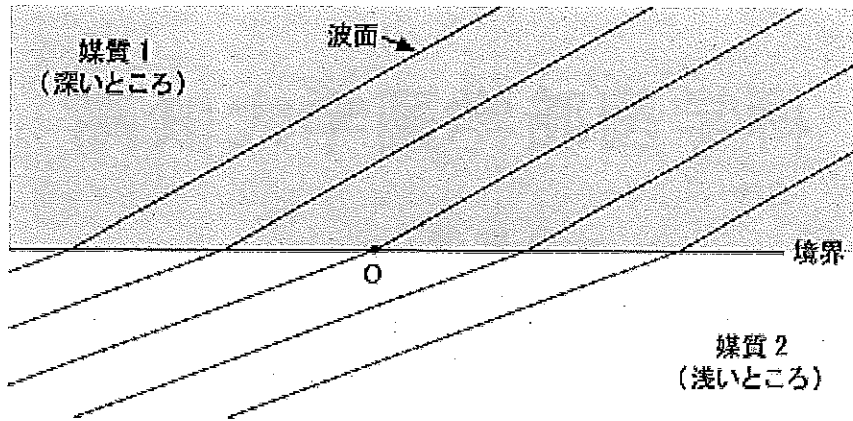
設問1 A、B の電気容量 C_1 、 C_2 をそれぞれ求めなさい。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 とし、空気の誘電率は真空の誘電率に等しいとする。

設問2 スイッチ SW を倒し、端子①に接触させた。充分時間が経過した後 A に蓄えられる電荷 Q を求めなさい。

設問3 次に、スイッチ SW を逆側に倒し、端子②に接触させた。充分時間が経過した後、A と B それぞれに蓄えられる電荷 Q_1 と Q_2 を求めなさい。

設問4 スイッチ SW を③の位置に戻し、どの端子とも接触しない状態にした。この状態で、B の金属板の間隔を $2d_2$ に広げた。このときに要したエネルギーを求めなさい。

- III-3 岸に寄せる波の波面がなぜ岸に平行になるかを理解するため、深さの変わる場所での波のふるまいを考えてみよう。例えば底の水平な水槽の一部にコンクリートの板を敷き詰め、浅い部分を作り、その境界での波の様子を見たとしよう。波の伝わる速さは水深により異なるので、浅いところと深いところは違う媒質とみなせる。深いところから境界に斜めに波が入射すると、ある条件のもとでは境界で図のように屈折が起こる(図はある時刻における波面を表している)。このように波の伝わる速さが不連続に変化する境界では反射も生じるが、この図では省略する。また、水槽は十分に大きいとして壁の影響は考慮しない。以下の設問に答えなさい。



図

- 設問1 図に入射波および屈折波の進む向きを示す線を点 O を通るように 1 本ずつ描き、入射角 i 、屈折角 r を示しなさい。(解答は解答用紙に記入すること。)
- 設問2 深いところでの波の速さを v_1 、浅いところでの波の速さを v_2 として、波の伝播の原理から屈折の法則の式を導きなさい。
- 設問3 この図の場合について、どちらの媒質(深いところか浅いところか)が波の伝わる速さが速いかを屈折の法則から示しなさい。
- 設問4 以上をもとに、海岸に寄せる波の波面が岸に平行になるには、波の性質および海底に関してどのような条件が必要か述べなさい。