

令和2年度 入学試験問題

医学部 (Ⅱ期)

理科

注意事項

1. 試験時間 令和2年3月10日、午後1時30分から3時50分まで
2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
 - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
 - 化学(その1)、(その2)
 - 生物(その1)、(その2)
 - 物理(その1)、(その2)
 - (2) 解答用紙
 - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
 - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
 - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し、試験終了10分前からの退場は許可しません。
5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
6. 休憩のための途中退室は認めません。
7. 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上にのせ、挙手し、監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票、下書き用紙および所持品を携行の上、退場して下さい。
8. 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から解答用紙(選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2))、試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。
確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
9. 試験問題(冊子)はお持ち帰り下さい。

令和 2 年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題冊子 訂正

化学（その 1）

1 問題文 17 行目を訂正します。

(誤) リン酸エスエル化反応

(正) リン酸エステル化反応

※訂正があるので、板書書きをしたうえで、アナウンスをしてください。聞き取れなかったと質問された場合は、この用紙を見せて口頭で話さないでください。

令和 2 年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題冊子 訂正

化学（その 1）

1 問 1 問題文を訂正します。

（誤） 図 4 ①～⑳

（正） 図 5 ①～⑳

※訂正があるので、板書書きをしたうえで、アナウンスをしてください。聞き取れなかったと質問された場合は、この用紙を見せて口頭で話さないでください。

令和2年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題冊子 訂正

化学（その1）P1

1 問題文2行目を訂正します。

（誤） エステル結合

（正） リン酸エステル結合

※訂正があるので、板書書きをしたうえで、アナウンスをしてください。聞き取れなかったと質問された場合は、この用紙を見せて口頭で話さないでください。

令和2年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題文 訂正

化学（その2）

問題冊子 P. 9

3 2行目にある下記の誤字を訂正します。

（誤）

放電後の鉛電電池に関する

（正）

放電後の鉛蓄電池に関する

※訂正があるので、板書書きをしたうえで、アナウンスをしてください。聞き取れなかったと質問された場合は、この用紙を見せて口頭で話さないでください。

令和 2 年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題文 訂正

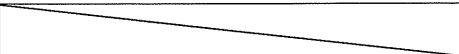
物理（その 1）

問題冊子 P. 21

2

(その 1) 12 行目にある次の文章を削除します。
「気体が B に及ぼす……あるから (1-3) となる。」

(その 2) これに伴い、物理解答用紙(その 1)にある
2 の解答欄(1-3)に以下のように斜線を引いて解答し
ないでください。

(1-3) 

※訂正があるので、板書書きをしたうえで、
アナウンスをしてください。聞き取れなかつ
たと質問された場合は、この用紙を見せて口
頭で話さないでください。

化 学 (その1)

注 意 事 項(その1, その2とも共通)

1. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入せよ。

2. 問題 1 ~ 4 を通じ, その必要があれば, 次の数値を用いよ。

原子量 H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, S : 32.0, K : 39.0, Zn : 65.4,

Ag : 108, Pb : 207

1 以下の文を読み, 問に答えよ。

グルコースはヒトを始め多くの生物のエネルギー源になる。ヒトではグルコースは解糖系でホスホエノールピルビン酸(図1)へと代謝され, 次いでピルビン酸キナーゼの働きでエステル結合が加水分解され, (1)となる。

次に酸素が十分に供給される条件では, 補酵素 A (CoA) と結合してアセチル CoA となり, ミトコンドリア内のクエン酸回路で利用される。

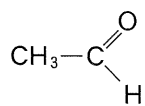
一方, 酸素が供給されない条件では, (1)が不斉炭素原子をもつ(2)へと還元される際, 還元剤である NADH が使用され, $\text{NADH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{NAD}^+ + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ の反応を伴う。これにより解糖系における グリセルアルデヒド 3-リン酸 を 1,3-ビスホスホグリセリン酸 に代謝する際に必要な NAD^+ を供給することが可能となる。

酵母では, (1)を脱炭酸反応して(3)が生じ, 次いで還元され(4)となる。この脱炭酸反応は図2に示す。酢を合成する際には, 酢酸菌を利用する。酢酸菌の作用で(4)が酸化され(3)を生じ, ついで(3)が酸化され(5)となる。

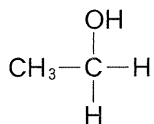
ヒト(哺乳動物)は体内のグルコースおよびグリコーゲンを使いつくしてしまった場合, 肝臓において糖以外の物質からグルコースを生合成することができる。これを糖新生という。ヒトにおける糖新生ではアミノ酸④の脱アミノ反応により(1)を生じ, (1)をカルボキシ化し(6)となる。脱アミノ反応は図3に示すアミノ基転移反応により起きる。また, カルボキシ化は図4に示す。(6)は脱炭酸反応とリン酸エステル化反応の結果ホスホエノールピルビン酸を生じ, 糖新生の材料となる。アミノ酸⑤は脱アミノ反応により(6)を生じる。アミノ酸④あるいは⑤から外れたアミノ基は(7)に転移しグルタミン酸を生じる。また, アミノ酸⑥から(6)が生じる経路として, この他に尿素回路でアミノ酸⑥からフマル酸へと変換され, 引き続きクエン酸回路に入り, 水を付加され(8)となりこれがさらに酸化されて(6)が生じるという経路もある。

図 5

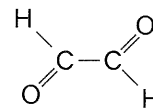
①



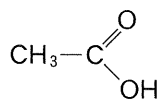
②



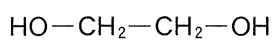
③



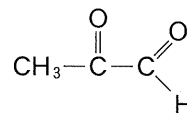
④



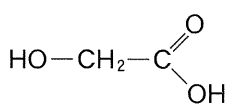
⑤



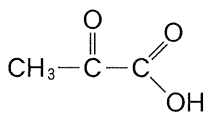
⑥



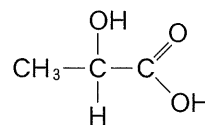
⑦



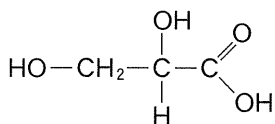
⑧



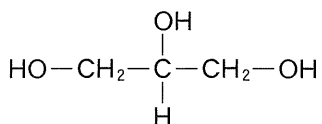
⑨



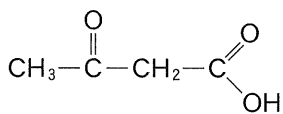
⑩



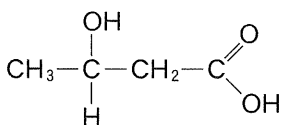
⑪



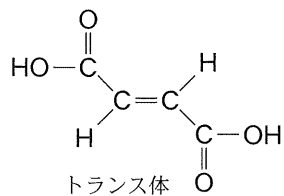
⑫



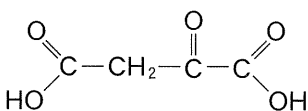
⑬



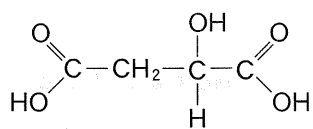
⑭



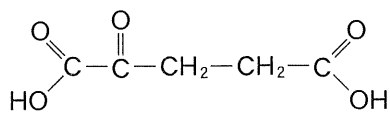
⑮



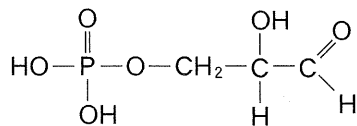
⑩



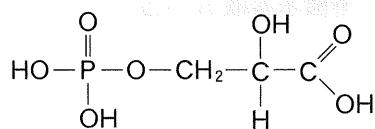
⑪



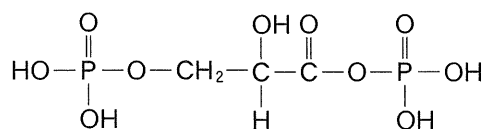
⑫



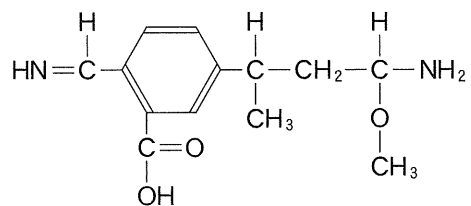
⑬



⑭



構造式の例



- 問 1 (1) ~ (8) に相当する分子の構造式を図 4 ① ~ ⑳ から選び番号を記せ。
- 問 2 アミノ酸 ㉔ とアミノ酸 ㉕ の構造式を例にならって記せ。
- 問 3 グリセリン (1, 2, 3-プロパントリオール) の 1 位の炭素原子のみを酸化するとグリセルアルデヒドを経てグリセリン酸が得られる。この反応を参考にして、下線部 a と b を図 5 ① ~ ㉔ からそれぞれ選び番号を記せ。
- 問 4 図 5 ⑤ が酸化されて生じる可能性のあるものはどれか。図 5 ① ~ ㉔ から 2 つ選び番号を記せ。
- 問 5 図 5 ⑥ が酸化されて生じるのはどれか。図 5 ① ~ ㉔ から 1 つ選び番号を記せ。
- 問 6 脱炭酸反応によりアセトンを生じるのはどれか。図 5 ① ~ ㉔ から 1 つ選び番号を記せ。
- 問 7 マレイン酸の幾何異性体はどれか。図 5 ① ~ ㉔ から 1 つ選び番号を記せ。
- 問 8 1.6×10^{-1} mol/L の乳酸水溶液 A と 1.0×10^{-1} mol/L 酢酸水溶液 B がある。

25 °C における電離定数は以下とする。

乳酸 $K_a = 1.4 \times 10^{-4}$ mol/L

酢酸 $K_a = 1.6 \times 10^{-5}$ mol/L

- 1) 溶液 A の電離度と水素イオン濃度 [mol/L] を求めよ。
- 2) 溶液 B の電離度と水素イオン濃度 [mol/L] を求めよ。
- 3) 溶液 A 100 mL と溶液 B 100 mL を混合し溶液 C を作成した。C の体積は 200 mL とする。
溶液 C における乳酸の電離度と酢酸の電離度、および水素イオン濃度 [mol/L] を求めよ。

溶液 A, B, C ともに 25 °C とする。

なお、電離度が 5×10^{-2} 以下の場合には $1 - \text{電離度} = 1$ と近似できるものとする。

1) 2) 3) の答えは四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

必要なら次の値を使え。 $\sqrt{2} = 1.414$, $\sqrt{3} = 1.732$, $\sqrt{5} = 2.236$, $\sqrt{7} = 2.646$

2 次の文を読み、問に答えよ。

現代社会では、図1に示すような様々な合成高分子化合物でつくられた製品が利用されている。これまで広く利用されてきた合成高分子化合物はひとたび自然界に廃棄されると長期間にわたり分解されないことが問題となってきた。そこで環境負荷の少ない生分解性高分子化合物の利用が求められている。生分解性高分子化合物の多くは、使用後に微生物により分解し水と二酸化炭素となるからである。この性質を利用して、医療材料の縫合糸にはポリグリコール酸や、グリコール酸-乳酸の共重合体などが利用されている。共重合とは2種類以上のモノマーを重合させたものである。これを使った縫合糸は生体に使用したのち約3～6カ月で完全に分解するため抜糸の必要がない。グリコール酸-乳酸共重合体の一部の構造例を図2に示す。

問1 ポリアミドは図1①～⑫のうちどれか。すべて選び番号を記せ。

問2 ポリエステルは図1①～⑫のうちどれか。すべて選び番号を記せ。

問3 モノマーの付加重合で合成されるのは図1①～⑫のうちどれか。すべて選び番号を記せ。

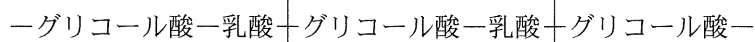
問4 エチレングリコールとテレフタル酸の縮合重合により合成されるのは図1①～⑫のうちどれか。1つ選び番号を記せ。

問5 生分解して酒石酸を生じるのは図1①～⑫のうちどれか。1つ選び番号を記せ。

問6 アジピン酸と過剰量のヘキサメチレンジアミンを用いて縮合重合を行ったところ、分子鎖の両末端にアミノ基をもつ直鎖状のナイロン66(平均分子量4207)が得られた。このナイロン66の末端アミノ基の数と分子内のアミド結合の数の比(平均値)を求めよ。なお、比は四捨五入により整数で記せ。解答欄には 内に入る数値を記せ。

末端のアミノ基数：分子内のアミド結合 = 1 :

問7 以下に示すグリコール酸-乳酸共重合体の構造における 内の構造式を例にならって記せ。



問8 平均分子量93600のポリスチレン10.4gを濃硫酸とともに加熱し、一部のベンゼン環にスルホ基を導入した。このポリマーの元素分析を行ったところ、硫黄の質量パーセントは10.0%であった。

1) ポリスチレンは図1①～⑫のうちどれか。1つ選び番号を記せ。

2) 濃硫酸とともに加熱した後得られたポリマーの平均分子量を求めよ。答えは四捨五入により有効数字2桁で記せ。

3) 得られたポリマー1.00g中のスルホ基を中和するために必要な0.100 mol/Lの水酸化ナトリウム溶液の量を求めよ。答えは四捨五入により整数で記せ。

図 1

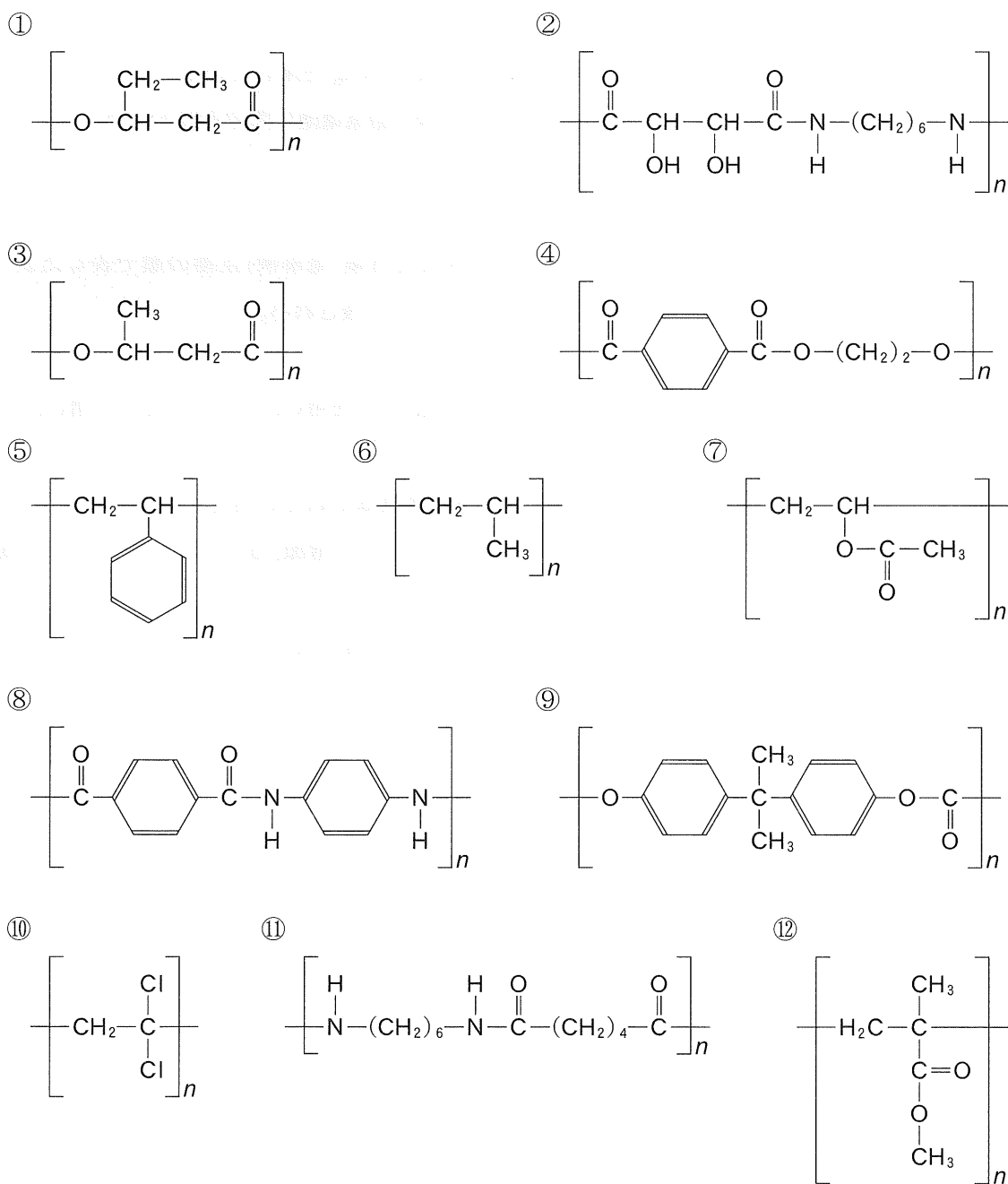
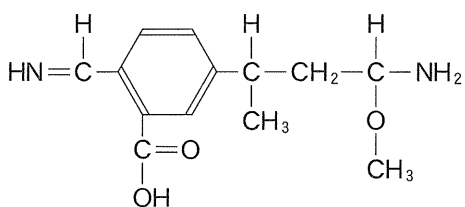


図 2

—グリコール酸—乳酸—グリコール酸—乳酸—グリコール酸—

構造式の例



化 学 (その2)

3 鉛蓄電池を質量パーセント濃度 25 % の硫酸水溶液 4.00 kg を用いて作成した。この鉛蓄電池の放電により 1.93 (A) の電流を 5 時間流した。放電後の鉛蓄電池に関する以下の問に答えよ。なおファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

問 1 「電池式」とは、電池を構成する電極と電解液を負極|電解液|正極の順で表した式であり、ボルタ電池の場合には $\text{Zn}|\text{H}_2\text{SO}_4\text{aq}|\text{Cu}$ のように表される。

鉛蓄電池の電池式を表せ。

問 2 放電時に負極、正極で起こる変化をそれぞれ電子 e^- を用いたイオン反応式で書け。

問 3 鉛蓄電池全体の反応式を答えよ。

問 4 放電によってこの電池の負極、正極の電極の質量はそれぞれ何 g ずつ増減するか。四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。解答は「・・・グラム増加」あるいは「・・・グラム減少」と示すこと。

問 5 放電によって硫酸水溶液の質量パーセント濃度は何%となったか。四捨五入のうえ小数点以下第 1 位まで求めよ。

4 次の問に答えよ。

問 1 不純物を含む亜鉛 80 mg を十分な量の塩酸と発生させることで生じた気体 X を、逆にしたメスシリンダーを用い、管内と管外の液面の高さを一致させた状態の水上置換によって捕集した。捕集した気体 X をすべて燃焼させると水が 18 mg 生成した。これらの実験は 27 °C で行なわれ、大気圧は 1.0×10^5 Pa、27 °C の水の飽和水蒸気圧が 3.6×10^3 Pa とした場合、メスシリンダー内に捕集された気体(気体 X と飽和水蒸気からなる混合気体)の 27 °C、大気圧下での体積(a)mL と 80 mg の亜鉛の純度(b)% を四捨五入のうえ小数点以下第 1 位まで求めよ。

なお気体定数を $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol) とし、捕集の際に不純物は塩酸と反応しないものとする。

問 2 油脂 A は同一の高級飽和脂肪酸で構成されている。40.3 g の油脂 A をけん化するのに水酸化カリウムが 8.40 g 必要であった。油脂 A を構成している高級飽和脂肪酸の示性式を例に倣って示し、その脂肪酸の分子名を答えよ。また油脂 A の分子量を整数値で答えよ。小数点以下の数字が出た場合には四捨五入せよ。(例: $C_{11}H_{23}COOH$)

問 3 銀の単位格子の 1 辺の長さを 4.07×10^{-8} cm であるとする、 1.0 cm^3 中にはおよそ(a)個の銀原子が含まれることになり、その密度はおよそ(b)g/cm³ と求められる。a、b に入る値をそれぞれ四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。

なお、アボガドロ定数は 6.0×10^{23} /mol とする。

問 4 0.015 mol/L の水酸化ナトリウム(NaOH)と 0.020 mol/L の炭酸ナトリウム(Na_2CO_3)の混合液 60 mL に対して、0.10 mol/L の希塩酸(HCl)を用いて滴定をおこなったところ、(a)mL を要したところで第 1 中和点となった。そのまま滴定を続けると HCl を合計(b)mL したところで第 2 中和点に達した。

上記の文章の a、b に入る値を整数で答えよ。小数点以下の数値が出た場合は四捨五入せよ。

問 5 メタンとエタンの混合物がある。これを完全燃焼させたところ、二酸化炭素 30.8 g と水(液体)21.6 g を得た。この完全燃焼に必要な酸素の最小の体積は標準状態で何 L か。四捨五入のうえ小数点以下第 1 位まで求めよ。なお、標準状態における酸素 1 mol の体積は 22.4 L とし、生成した水はすべて液体であるとする。

問 6 0.25 mol/L の酢酸水溶液と 0.18 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液を用いて、pH 4.0 の緩衝液を調製するには、酢酸水溶液と酢酸ナトリウム水溶液を体積比(A) : 1 の割合で混合すればよい。(A)の値を整数で答えよ。小数点以下の数値が出た場合は四捨五入せよ。ただし酢酸の電離定数、 $K_a = 1.80 \times 10^{-5}$ mol/L とする。

問 7 6.0 L の密封容器に 2.0 L の水と 1.0 mol の二酸化炭素を入れ、温度を 27 °C に保ちしばらく放置した。1.0 × 10⁵ Pa の圧力下において、二酸化炭素は 27 °C の水 1.0 L に 0.076 mol 溶解する。このとき、容器内の圧力を四捨五入のうえ有効数字 2 桁で求めよ。ただし、気体定数を $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とし、水の蒸気圧は無視できるものとする。

問 8 下記の表のような反応熱が与えられたとき、メタン CH₄ の C-H の結合エネルギーは何 kJ/mol となるか整数で答えよ。小数点以下の数値が出た場合には四捨五入せよ。

黒鉛の昇華熱：718 kJ/mol
H ₂ O(液)の生成熱：286 kJ/mol
CO ₂ (気)の生成熱：394 kJ/mol
CH ₄ (気)の生成熱：74 kJ/mol
結合エネルギー：H-H：436 kJ/mol

生 物 (その1)

1 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

ヒトの体液は、血液、組織液、リンパ液に分けられる。血液は、有形成分である赤血球、白血球、血小板と液体成分である血しょうとからなる。

赤血球は核をもたない細胞で、毛細血管を通過しやすい性質をもっている。内部にはヘモグロビンが大量に含まれ、肺から全身の組織への酸素の運搬を担う。

白血球には複数の種類があり、好中球や(①)、リンパ球などが含まれる。バリアによる生体防御機構をこえて体内に侵入した病原体に対して、好中球やマクロファージによる食作用がはたらく。好中球は通常は血管内に存在する。しかし、病原体が組織に侵入すると、好中球は(A)ことで組織に移動し、食作用によって病原体を取り込む。(①)は組織でマクロファージに分化し、食作用で病原体を取り込む。病原体の侵入で起こる炎症によって生じる刺激は、局所的な発熱反応だけでなく、(②)の体温調節機構に作用し、全身性の体温上昇反応を引き起こす。

食作用で排除できない病原体に対して、リンパ球であるキラーT細胞、ヘルパーT細胞、B細胞による生体防御機構がはたらく。食細胞による食作用を中心とした(a)免疫に対して、これらのリンパ球がはたらく生体防御機構は(b)免疫とよばれる。(c)免疫を開始させる役割をもつのは、組織中に待機している樹状細胞である。樹状細胞は病原体を取り込んで分解し、一部を細胞の表面に提示する。このようなはたらきは抗原提示とよばれる。リンパ節に用意されているT細胞は、樹状細胞から抗原提示を受け、(d)免疫が発動する。(e)免疫は、主にB細胞がはたらく(f)免疫と主にT細胞がはたらく(g)免疫に分けられる。抗原を認識したヘルパーT細胞は活性化して増殖し、B細胞を活性化させる。(h)免疫においては、活性化されたB細胞が増殖し、(③)に分化して抗体を大量に分泌する。抗体は抗原と特異的に結合し、食細胞の食作用を助けたり、毒素や病原体が細胞に結合することを阻止したりする。(i)免疫においては、抗原を認識したキラーT細胞は活性化して増殖し、リンパ節を出て感染した組織に移動する。病原体に感染した細胞は、細胞表面上に病原体の断片を提示している。キラーT細胞はこの断片を認識し、病原体に感染した細胞を攻撃して死滅させる。増殖したヘルパーT細胞は感染した組織に移動し、マクロファージを活性化させてその殺傷能力を高める。

血小板は止血の役割を担っている。血管が損傷すると、その部分に血小板が集まり、応急的に損傷部をふさぐ。次に血液凝固反応によって、フィブリンという繊維が形成される。損傷部では、フィブリンによって血球がからめとられて血べいが形成され、止血が完了する。血べいは、止血の役目を終えると取り除かれる。この反応は線溶(纖溶)とよばれている。試験管内でも血液凝固が起こり、血べいが形成されて沈殿し、このときの上澄み液を血清とよぶ。試験管内にクエ

ン酸ナトリウムを添加すると血液凝固が阻止される。これは血しょう中の(④)が除かれるためである。

血しょうには、アルブミンなどのタンパク質、無機塩類、グルコース、血液凝固反応に関わる物質やホルモンなどが含まれている。(ア)は、(イ)が体の細胞や組織のすき間に流れこんだ液体である。(ウ)の大部分は毛細血管内にもどって再び(エ)となるが、一部は(オ)となる。

問 1 (①)～(④)に適切な語句を入れなさい。

問 2 (a)～(i)には、体液性、細胞性、獲得、自然、これら 4 種類のいずれかの語句が入る。細胞性が入るものをすべて選び、記号で答えなさい。なお、獲得免疫は適応免疫ともよばれる。

問 3 (ア)～(オ)には、リンパ液、組織液、血しょう、これら 3 種類のいずれかの語句が入る。組織液が入るものをすべて選び、記号で答えなさい。

問 4 (A)に 20 字以内の適切な語句を入れなさい。壁という字を含めること。

問 5 赤血球が狭い毛細血管の内部を通りやすいのは、赤血球のどのような性質によるか。10 字以内で答えなさい。

問 6 樹状細胞以外で、取り込んだ異物の一部を細胞表面に提示する作用をもつ免疫担当細胞の名称を 2 つ答えなさい。

問 7 下線部のとき、血管内腔を裏打ちする一層の薄い細胞の層が破損する。この細胞の名称を答えなさい。

問 8 毒へびにかまれたときなどに行われる血清療法では、血清中の何という物質の治療効果を期待しているのか。この物質の名称を 5 字以内で答えなさい。

2

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

世界には特徴のあるさまざまな気候が存在する。それぞれの気候はその地域の植生と生息する動物に影響を与える。一定の相観をもつ植生とそこに生息する動物などを含めたすべての生物の集団をバイオームという。世界にあるさまざまな気候に対応して、さまざまなバイオームが形成されている。植生にもとづいたバイオームの分布は、主な気候要因である気温(年平均気温)と降水量(年間降水量)で決定される。これらの要因が同じような地域には、同じようなバイオームが分布する。(①)の違いによって生じるバイオームの分布は水平分布とよばれる。

世界の陸上のバイオームは、(②)、(③)、森林に大別され、さらに相観に基づいていくつかのタイプに分かれる。例えば、(②)にはツンドラ、砂漠が含まれる。日本でも各地域の気候に応じてさまざまなバイオームのタイプがみられる。日本は(ア)ため、一部を除いて、極相のバイオームは森林となる。したがって、日本のバイオームの分布を決める気候要因は主に気温となる。日本は南北に長く、北方にいくほど気温が低下する。亜寒帯の北海道北東部には針葉樹林が分布し、北海道南部から東北地方、中部地方内陸には夏緑樹林が分布する。関東地方から四国、九州には照葉樹林が分布し、九州南端から沖縄には(④)林が分布する。

本州中部では次のような垂直分布がみられる。標高およそ700mまでの丘陵帯には照葉樹林、標高およそ700mから1500mくらいまでの山地帯には夏緑樹林、標高1500mから2500mくらいまでの(⑤)帯には針葉樹林が分布する。(⑤)帯の上限は(⑥)とよばれ、ここを境にして(イ)木がみられなくなる。

日本のバイオームは、暖かさの指数を指標として整理することができる。この指数は、1年のうち月平均気温が5℃以上の月について、各月の平均気温から5℃を引いた値の合計値である。例えば、暖かさの指数が120の地域であれば(ウ)が成立するとされる。

問1 (①)~(⑥)に適切な語句を入れなさい。

問2 (ア)に10字以内の適切な語句を入れなさい。

問3 (イ)に適切な漢字1字を入れなさい。文章中にある漢字を用いること。

問4 (ウ)に適切な語句を入れなさい。文章中にある語句を用いること。

問5 夏緑樹林と雨緑樹林を優占する樹木に共通する特徴を5字以内で答えなさい。

問6 (⑥)よりも上の地域でみられる樹木を(a)~(j)から1つ選び、記号で答えなさい。

(a) アダン (b) アラカシ (c) クスノキ (d) スタジイ (e) タブノキ

(f) トチノキ (g) チーク (h) ハイマツ (i) ブナ (j) ミズナラ

問7 富士山麓にもみられ冬季に葉を落とす針葉樹の名称を1種あげなさい。

問8 世界のバイオームには暖かさの指数で説明できないバイオームが存在する。そのようなバイオームの例を2つあげなさい。

生 物 (その2)

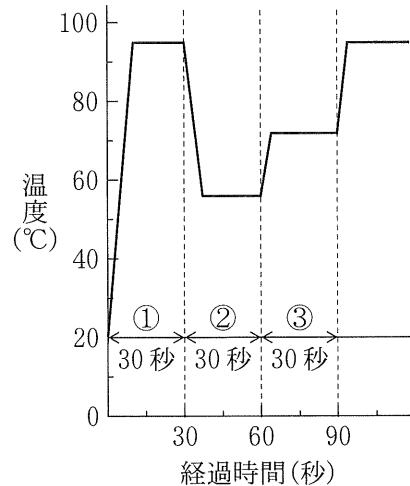
3 遺伝子の増幅についての文章を読んで、以下の設問に答えなさい。

試験管内で特定の遺伝子を大量に増幅する方法がある。この方法は、増幅させたい遺伝子の配列を含む DNA の他に、2 種類のプライマー、4 種類の(ア)および酵素を準備し、以下の 3 つの反応を 1 サイクルとして繰り返せばよい。

反応① 95℃ に加熱する。

反応② 55℃ に下げる。

反応③ 72℃ に加熱する。



問 1 この方法を何というか。また、空欄(ア)に適切な語句を、糖の名称やリン酸基の数が分かる形にして入れなさい。

問 2 この反応に必要な下線(a)の酵素は何と呼ばれるか。また、この酵素に必要な特別な性質について 10 字以内で答えなさい。

問 3 下線(a)の酵素の代わりに、もし、その特別な性質のない酵素を使用した場合、反応の結果はどうなると予測されるか。(1)~(5)の中から適切なものを 1 つ選び、(1)~(5)の記号で答えなさい。

- (1) 酵素の立体構造が変化し、DNA は合成されない。
- (2) 酵素の最適温度の違いで、DNA は少量しか合成されない。
- (3) 酵素の最適 pH の違いで、DNA は少量しか合成されない。
- (4) 酵素の基質特異性の違いで、DNA は合成されない。
- (5) 酵素のプロモーターへの結合が阻害され、DNA は合成されない。

問 4 反応①～③のそれぞれで起きている現象を、次のA～Eの中から1つずつ選び、A～Eの記号で答えなさい。

- A プライマーが結合する。
- B 塩基間の水素結合が解離する。
- C ヌクレオチド鎖が伸長する。
- D ヌクレオチド鎖が切断される。
- E 相補的 RNA が合成される。

問 5 以下の遺伝子を増幅したい場合に、必要なプライマー 2 種類の塩基配列を、5'-側から3'-側の方向に並べて書きなさい。塩基は、アデニンを A、チミンを T、グアニンを G、シトシンを C とする。また、通常はプライマーの塩基数は 20 塩基程度であるが、ここでは簡略化して 5 塩基でよいものとする。

5'-GTTAACTCTAAA…………GTCCGGATCGA-3'

問 6 問 5 で、なぜ、通常プライマーは 20 塩基程度必要なのか。5 塩基程度では不十分な理由を 25 字以内で答えなさい。

問 7 この実験で、目的の DNA を 10^6 倍以上に増幅させるには、反応①から反応③のサイクルを最低で何回繰り返せばよいか。ただし、DNA の合成効率は 100 % とする。

生物は長い間、運動するかしないかによって、植物界と動物界の2つに分類されてきた(二界説)。しかし、ミドリムシなどは運動するが(ア)もするため、動物と植物の特性を持っていることになり、二界説では矛盾が多い。ヘッケルは、単細胞生物から多細胞生物が進化したと考え、単細胞生物を(イ)生物界とし、生物界を(イ)生物界、植物界、動物界からなる3つの界に分類した(三界説)。

その後、細胞には原核細胞と真核細胞の2種類があることがわかり、原核細胞からなる単細胞生物を^(a)原核生物界、真核細胞から成る単細胞生物を(イ)生物界とし、さらに、植物界の中から^(b)(ウ)界を独立させた(五界説)。このことは、のちに核酸の塩基配列の比較からも確かめられ、(ウ)界はむしろ動物界に近いことがわかっている。

1977年にウーズは、原核生物のある構成成分の核酸の塩基配列を比較し、メタン菌などはほかの細菌類と大きく異なるため、新たな別の一群として分類することを提唱した。その後の研究により、この一群の生物は、細胞を構成する脂質をはじめとするさまざまな形質が、ほかの原核生物や真核生物と大きく異なることもわかってきた。以前は、これらの生物は、ほかの細菌よりも最古の生物に近いと考えられていたが、核酸の塩基配列の比較から、ほかの細菌よりも真核生物に近縁であることがわかっている。ウーズは、これらの3つの分類階級を界より上位において^(d)生物を分類した。

問1 空欄(ア)～(ウ)に適切な語句を入れなさい。

問2 五界説の(イ)生物界の生物の中で、次のa～eの特徴を持つ生物群を、カ～コの生物種の中から一つ選び、カ～コの記号で答えなさい。

- | | |
|----------------------|-----------|
| a 単細胞で、収縮胞で水を排出する。 | カ ケイソウ |
| b 単細胞で、仮足で運動する。 | キ ムラサキホコリ |
| c 多細胞で、クロロフィルaとbをもつ。 | ク アオサ |
| d 単細胞で、多核の変形体を形成する。 | ケ 放散虫 |
| e 単細胞で、細胞の外側に殻をもつ。 | コ ゾウリムシ |

問 3—(1) 下線(a)の原核細胞と真核細胞の両方に存在するものはどれか。次の a ~ e の中からすべて選び a ~ e の記号で答えなさい。

a 小胞体

b リボソーム

c RNA

d 紡錘糸

e 中心体

問 3—(2) 真核細胞は原核細胞より大きい。真核細胞としてヒトの卵子，原核細胞として大腸菌を例にとると，その体積でおよそ何倍になるか。a ~ e の中からもっとも近いもの1つを選び，a ~ e の記号で答えなさい。

a 10 倍

b 100 倍

c 1,000 倍

d 10,000 倍

e 100,000 倍

問 4 下線(b)で，植物界から(ウ)界を分けた理由は何か。30 字以内で書きなさい。

問 5 下線(c)の新たな別の一群の生物を何というか。また，初期に発見されたそれらの生物が生息していた環境はどのようなところか 35 字以内で書きなさい。

問 6 下線(d)のウーズのこの考え方を何というか。

物 理 (その1)

1 重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えなさい。

A 滑らかな表面を持つ半径 r の半円筒が、図1のように半円筒部を上にして水平な床に固定されている。半円筒の頂点 A から、質量 m の小物体を静かに滑り出させたところ、小物体は円軌道を描いて点 B を通過し、点 C で半円筒表面から離れた。半円筒の中心 O を通る鉛直線 AO と線分 OB のなす角 $\angle AOB$ を θ とする。

- (1) 点 B における小物体の速さはいくらか。
- (2) 点 B で小物体に働く抗力の大きさはいくらか。
- (3) 点 C は床からどれだけの高さにあるか。
- (4) 小物体が点 C を離れる際の速さはいくらか。
- (5) 小物体が点 C を離れてから床に達するまでの時間 t は以下の式のようにになる。(a), (b)に入る数値を求めなさい。

$$t = \frac{\sqrt{3}(\sqrt{(a)} - \sqrt{(b)})}{9} \times \sqrt{\frac{r}{g}}$$

B ここで問題の設定を変える。すなわち、上の円筒を、同じ半径を持つ表面が粗い新しい半円筒に取り替えて同様の実験を行った(図2参照)。

半円筒の頂点 P から、質量 m の小物体をごく小さな速さ v_0 で静かに滑り出させたところ、小物体は円軌道を描いて点 Q で半円筒表面から速さ v で離れた。半円筒の中心 O を通る鉛直線 PO と線分 OQ のなす角 $\angle POQ$ を θ_2 とする。また点 P から点 Q までの間に、摩擦力が小物体に加えた仕事を W と置く。一方図1の滑らかな半円筒における角 $\angle AOC$ を θ_1 とする。

なお $|W| > \frac{mv_0^2}{2}$ が満たされているものとする。

- (1) W を $m, v, v_0, g, r, \theta_2$ を使って表しなさい。
- (2) θ_1 と θ_2 はどちらの角が大きいか。解答欄に不等号を入れなさい。

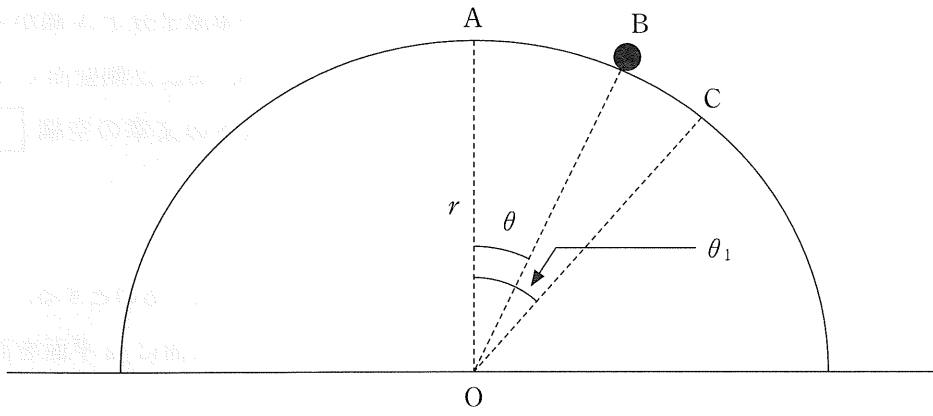


図 1

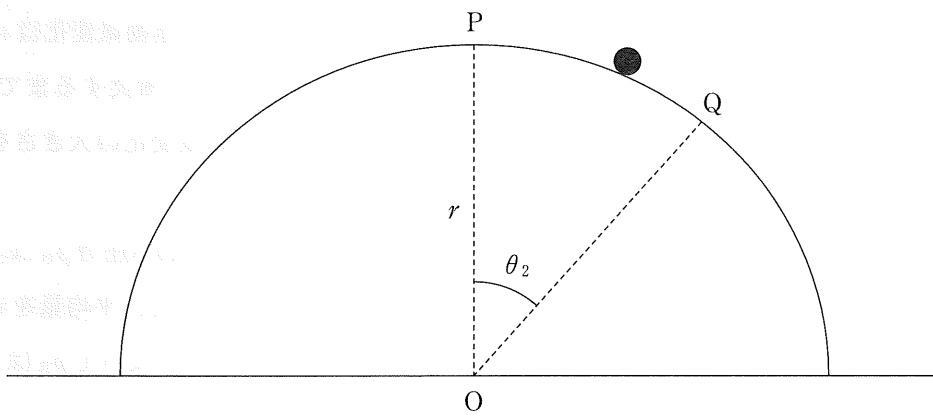


図 2

2 図1に示す断面の半径 r 、高さ h の円筒形容器に、質量 m の単原子分子 N 個からなる n モルの気体が入っている。この気体が円筒の底壁面 A あるいは B、および側壁面 C に与える圧力と、気体が持つ内部エネルギーを求めてみる。このとき以下の文章の空欄 (1-1) から (3-5) に当てはまる適切な数式を入れなさい。

気体分子は容器の壁と弾性衝突を行うが、分子どうしは衝突しないものとする。また分子への重力の影響は無視する。円筒の中心軸を x 軸とし、これに垂直な面に yz 平面を設定する。最初、分子の x 方向成分の運動を考える。

分子は $x = 0$ の底壁面 A で跳ね返され、 $x = h$ の底壁面 B に衝突して、再び底壁面 A に衝突する。B における衝突が Δt の時間に一度起こる。分子は衝突によって速度 \vec{v} の x 成分が v_x から v'_x になる。弾性衝突であるから $v'_x = -v_x$ である。よって分子の運動量変化は m 、 v_x を用いて (1-1) となる。注目している分子が底壁面 B に衝突して次に衝突するまでの時間 Δt は (1-2) である。気体が B に及ぼす平均の力は、全分子の運動量変化の大きさを経過時間で割った量であるから (1-3) となる。

よって N 個の分子が底壁面 B に与える単位面積あたりの力、すなわち圧力 p_B は次のようになる。ただし N 個の分子がすべて同じ速さを持っていることはないので、平均量を考える。すなわち分子全体の v_x^2 という物理量の平均を考えこれを $\langle v_x^2 \rangle$ と表す。よって p_B は (1-4) となる。

次に円筒側壁面 C に与える気体の圧力を考える。図2は円筒形容器の断面である yz 面である。円の中心を O とする。いま1個の分子の速度 \vec{v} が yz 平面に落とす速度の射影の大きさを s としたとき、入射角 θ で壁に衝突する様子を示した。この衝突による分子の運動量変化(の射影された大きさ)は (2-1) である。この分子は次に壁に衝突するまでに (2-2) の時間がかかる。全分子の yz 平面に射影した速度の2乗の平均値を $\langle s^2 \rangle$ とすると、上と同様にして全分子が側壁面 C に与える圧力 p_C は (2-3) と求められる。

ここで全分子が持つ速度および速度の x 成分、 y 成分、 z 成分の2乗の平均値をそれぞれ $\langle v^2 \rangle$ および $\langle v_x^2 \rangle$ 、 $\langle v_y^2 \rangle$ 、 $\langle v_z^2 \rangle$ と表す。よってこれらの量と $\langle s^2 \rangle$ の間に関係が生ずる。そのうち $\langle s^2 \rangle$ 、 $\langle v_x^2 \rangle$ 、 $\langle v^2 \rangle$ の間には (2-4) という関係式が成り立つ。それらの結果、 $\langle s^2 \rangle$ は $\langle v^2 \rangle$ を使って (2-5) と表すことができる。同様の考察を p_B について行くと、 $p_B = p_C$ となる。これが求める気体の圧力 p である。すなわち p は $\langle v^2 \rangle$ 、容器の容積 V 、 N および m を使って (3-1) となる。

さて、圧力 p 、体積 V 、気体のモル数 n および絶対温度 T を持つ理想気体の状態方程式は、気体定数を R とすると (3-2) と表される。この式を上で求めた圧力の式と比較すると、分子1個が持つ平均の運動エネルギーが、アボガドロ数 N_A を用いて (3-3) と書き表すことができる。よって気体全体が持つ内部エネルギーは T 、 n 、 R を用いると (3-4) となる。

また速さの2乗平均 $\langle v^2 \rangle$ の平方根(2乗平均速度) $\sqrt{\langle v^2 \rangle}$ は気体分子のモル質量を M としたとき (3-5) と表すことができる。これはほぼ分子の平均の速さと考えて良い。

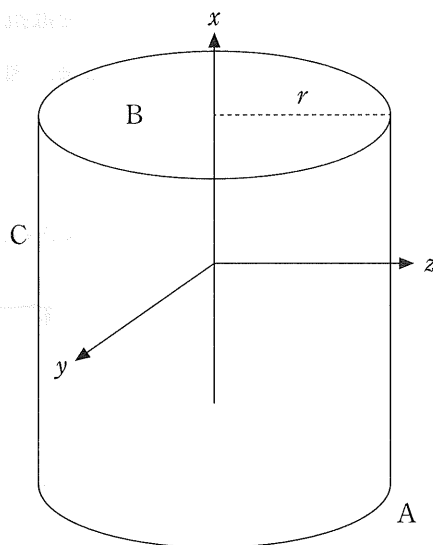


図 1

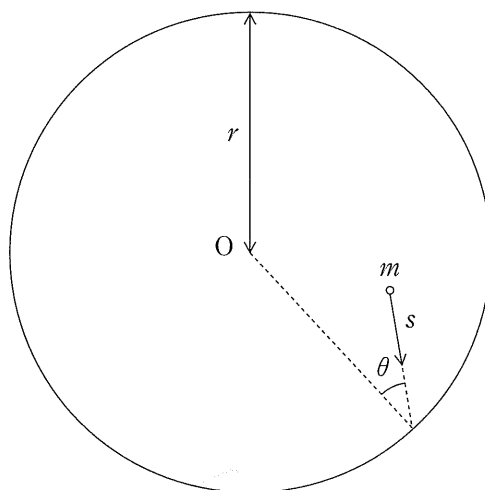


図 2

物 理 (その2)

3 図1に示す回路で、使用する電池Dは内部抵抗 r で起電力 E を持っている。 E と r の値を調べるために電池Dを回路から取り外し、その両端に可変抵抗をつなぎ、抵抗値を変えて回路を流れる電流 I と電池Dの電位差 V を測定した。その結果、図2のグラフが得られた。以下の問いに答えなさい。なお、すべての解答に単位も記載すること。

(1) 電池Dの起電力 E ならびに内部抵抗 r の値を求めなさい。

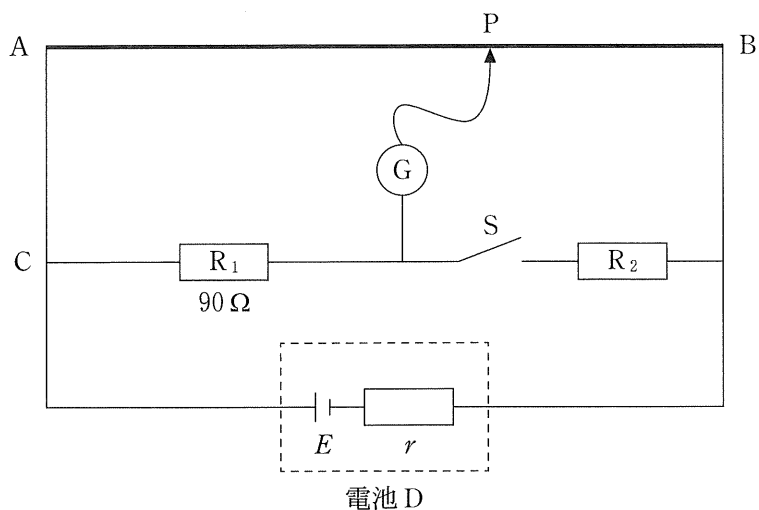


図1

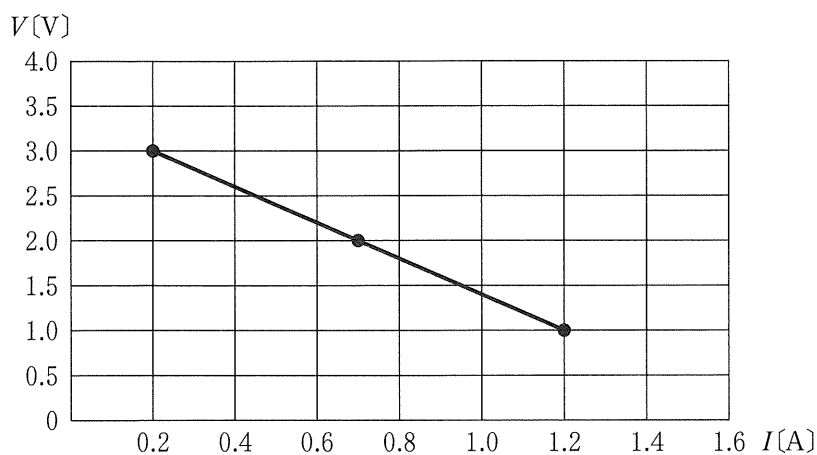


図2

- 次に、図1の回路に電池Dを組み込んだ。ABは太さが一様で、長さ100 cm、抵抗値 120Ω の直線状の抵抗線で、接点Pの位置は調節でき、AP間、PB間の抵抗値 R_{AP} 、 R_{PB} を変化させることができる。 R_1 は抵抗値 90Ω の抵抗で、 R_2 は抵抗値が未知の抵抗である。電流計Gの内部抵抗は無視できるものとする。スイッチSを閉じ、接点PをAB上で移動させたところ、AP間の距離が60 cm のとき電流計Gの針が振れなかった。
- (2) R_{AP} 、 R_{PB} の値はそれぞれいくらか。
 - (3) 抵抗 R_2 の抵抗値はいくらか。
 - (4) 次にスイッチSを開いた。このとき、PB部分を流れる電流の値を求めよ。また電池の供給電力を求めなさい。

- 4 A 図1は30 cm離れた波源 S_1 , S_2 が同位相で、0.5 s の周期で振動した時に出る波の、ある時刻での山の位置を示したものである。

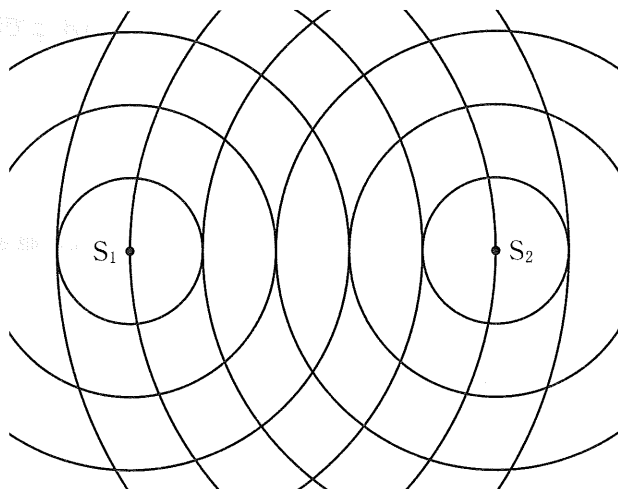


図1

- (1) この波の波長はいくらか。また、波の速さはいくらか。
- (2) 次の点では波は強め合うか、弱め合うか答えなさい。
 - (a) $S_1P = 21$ cm, $S_2P = 9$ cm となるような点 P
 - (b) $S_1Q = 24$ cm, $S_2Q = 9$ cm となるような点 Q
 - (c) $S_1R = 24$ cm, $S_2R = 51$ cm となるような点 R
- (3) S_1S_2 を横切り、波源 S_2 の最も近くを通る強め合う線を図に記入しなさい。
- (4) S_1 , S_2 が逆位相で振動した時、 S_1 , S_2 を除いて S_1S_2 間には何本の弱め合う線が見られるか。

B 図2のように遠浅の海岸に打ち寄せる波の波面は海岸に近づくにつれて海岸線に対して平行になる。この理由を80字以内で記述しなさい。

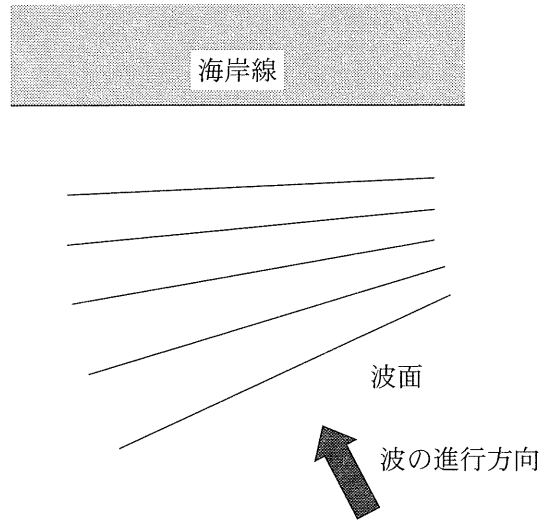


図2