

平成 21 年度 入学試験問題（前期日程）

理 科 (医学部医学科)

物 理	1 ページから	8 ページまで
化 学	9 ページから	11 ページまで
生 物	12 ページから	13 ページまで

注 意 事 項

- 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
- 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

物 理

- 1 以下の文章中の に最も適切な数値、数式、または選択肢の記号を記入せよ。(20点)

問1 直線運動をしている物体の速度 v と時間 t に図1—Iの関係があるとき、それに対応する位置 x と時間 t の関係を表しているグラフは図1—IIの (1) (ア), (イ), (ウ), (エ) である。

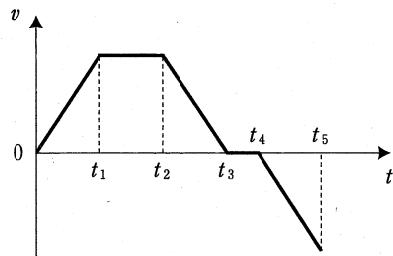


図1—I

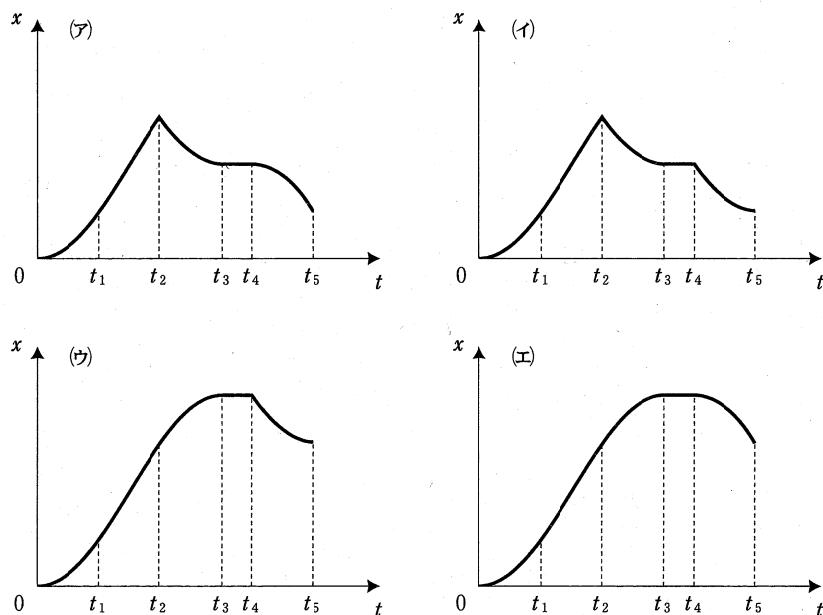


図1—II

問 2 一様な磁場(磁界)の中で1巻きの円形コイルを周期 T で回転させたとき、コイルを貫く磁束が図1—IIIのように時間変化した。このとき、コイルに発生する起電力 V の時間変化は図1—IVの (2) (ア), (イ), (ウ), (エ) で表される。ただし、コイルを貫く磁束を増やすように電流が流れるときの起電力を正とする。

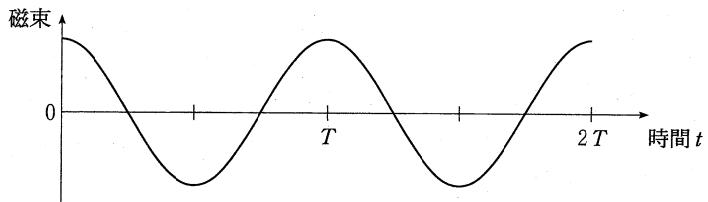


図1—III

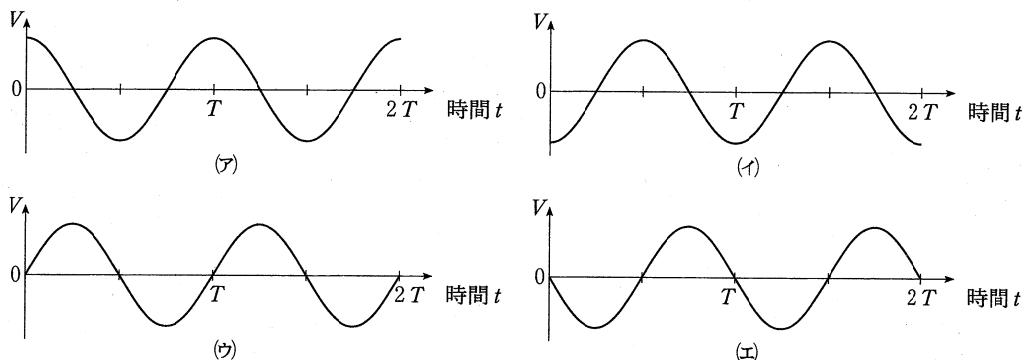


図1—IV

問 3 断熱材で囲まれた容器に 80°C のお湯 20 kg が入っている。このお湯に 20°C の水を混ぜて 40°C にするには、 20°C の水 (3) kg が必要である。ただし、容器など、周囲との熱の出入りはないものとする。

問 4 なめらかに動くピストンをもつシリンダーの中に一定量の理想気体を閉じ込め、図1—Vのように、気体の状態を $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ と変化させて、初めの状態に戻した。

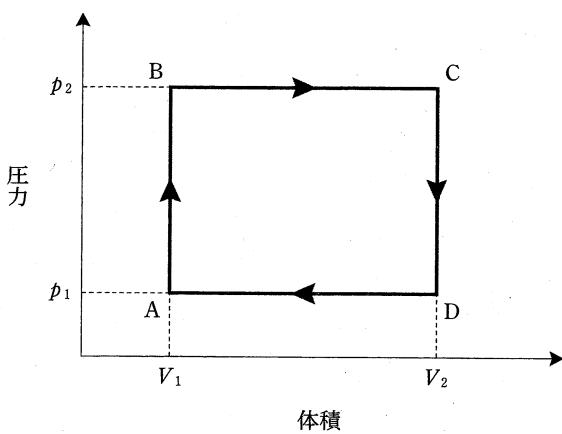


図1—V

$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の変化の間に、気体が外にした仕事は、 V_1 , V_2 , p_1 , p_2 を用いて、(4) と表せる。また、気体の温度が上昇する過程は、

- (ア) $A \rightarrow B$ と $B \rightarrow C$
 (イ) $A \rightarrow B$ と $C \rightarrow D$
 (ウ) $B \rightarrow C$ と $D \rightarrow A$
 (エ) $C \rightarrow D$ と $D \rightarrow A$
- である。

問 5 時刻 $t = 0$ [s] のときの波形が図 1-VI で表される正弦波がある。 $x = 0$ [m] の点の媒質の振動を観察したところ、

図 1-VII のようであった。このとき、この波の振動数は (6) Hz、速さは (7) m/s である。

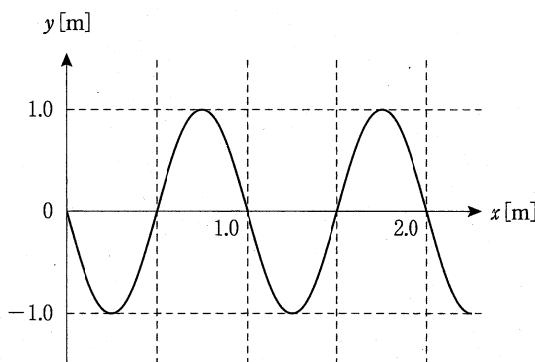


図 1-VI

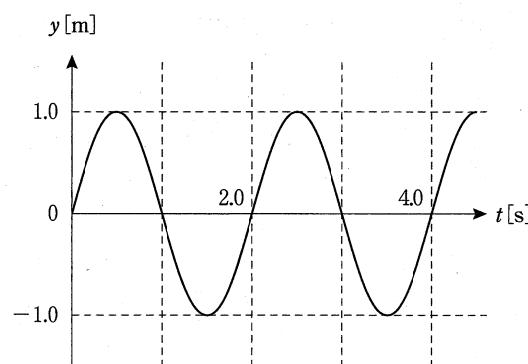


図 1-VII

問 6 一様な媒質中で静止している観測者に向かって音源が一定の速さで近づくとき、観測者には、音源が静止している時に

比べて、音が高く聞こえる。音源が運動していても、媒質を伝わる音波の (a) は変化しない。この場合、音波の

(b) が変化しており、その結果として (c) が変化して音が高く聞こえる。

空欄(a)～(c)に入る項目として正しい組み合わせは、

- (ア) (a) 波長、(b) 速さ、(c) 振動数
(イ) (a) 波長、(b) 振動数、(c) 速さ
(ウ) (a) 速さ、(b) 振動数、(c) 波長
(エ) (a) 速さ、(b) 波長、(c) 振動数

である。

問 7 図1—VIIIのように、2枚の厚い平面ガラスを重ね、一方の端に薄い板をはさんみ、非常に小さい角のくさび形空気層をつくる。真上から単色光をあて、真上から見たとき、等間隔の明暗の縞模様が観測できた。これは、OA面とOB面で光が反射するためである。

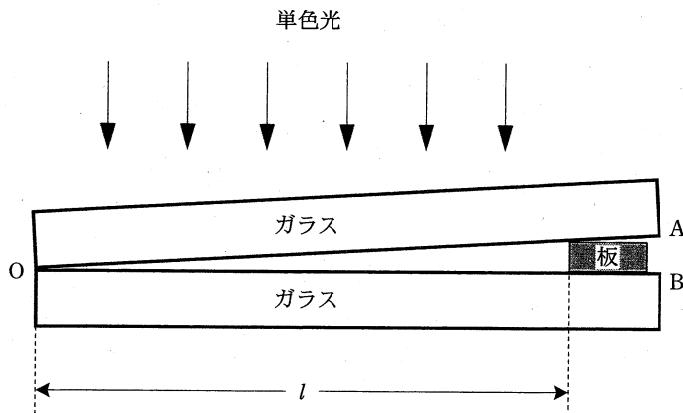


図1—VIII

ガラスの交線Oでは、暗線が生じていた。

光の空気中の波長を λ_0 とし、交線Oを0番目の暗線としてO点からm番目の暗線の空気層の厚さを d_m とすると、
 $d_m = \boxed{(9)}$ であり、隣のm+1番目の暗線の空気層の厚さを d_{m+1} とすると、 $2d_{m+1} - 2d_m = \lambda_0$ である。暗線から隣の暗線までの間隔を Δx とし、ガラスの交線Oより板をはさんだところまでの長さをlとすると、板の厚さは λ_0 を用いて $\boxed{(10)}$ と表される。

- 2 図2—Iのように、水平面PRから傾斜角 θ の摩擦のないなめらかな斜面PQ上にばね係数 k のばねの一端を固定した。このばねの他の端に、質量 m の小物体を静かに置くと、ばねは l_0 だけ縮んで静止した。ばねの質量は無視できるものとし、以下の各間に答えよ。ただし、重力加速度は g とする。(15点)

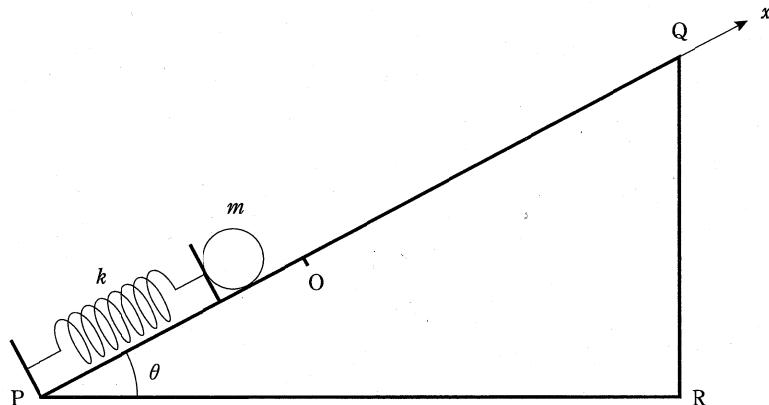


図2—I

問1 小物体が静止している状態での斜面に平行な方向の力のつり合いの式を g , k , l_0 , m , θ を用いて表せ。

問2 小物体に力を加えて斜面上を静かに移動させ、ばねがつり合いの状態からさらに l_1 だけ縮んだところで静止させた。

次に、小物体に加えていた力を取り去ると、小物体は斜面上を移動し、ばねが自然長になったときにはばねから離れた。ばねから離れた後的小物体の加速度の大きさ a を求めよ。

問3 ばねが自然長になったときの小物体の位置をOとする。小物体の達する最高点とOの間の距離 d を求めよ。

問 4 小物体に働く力 F と小物体の位置 x の関係は図 2-II の(a)~(f)のどれになるか。ただし、斜面方向に x 軸をとり、斜面上方を x 軸の正の向きとする。また、ばねが自然長になったときの小物体の位置 O を $x = 0$ とする。

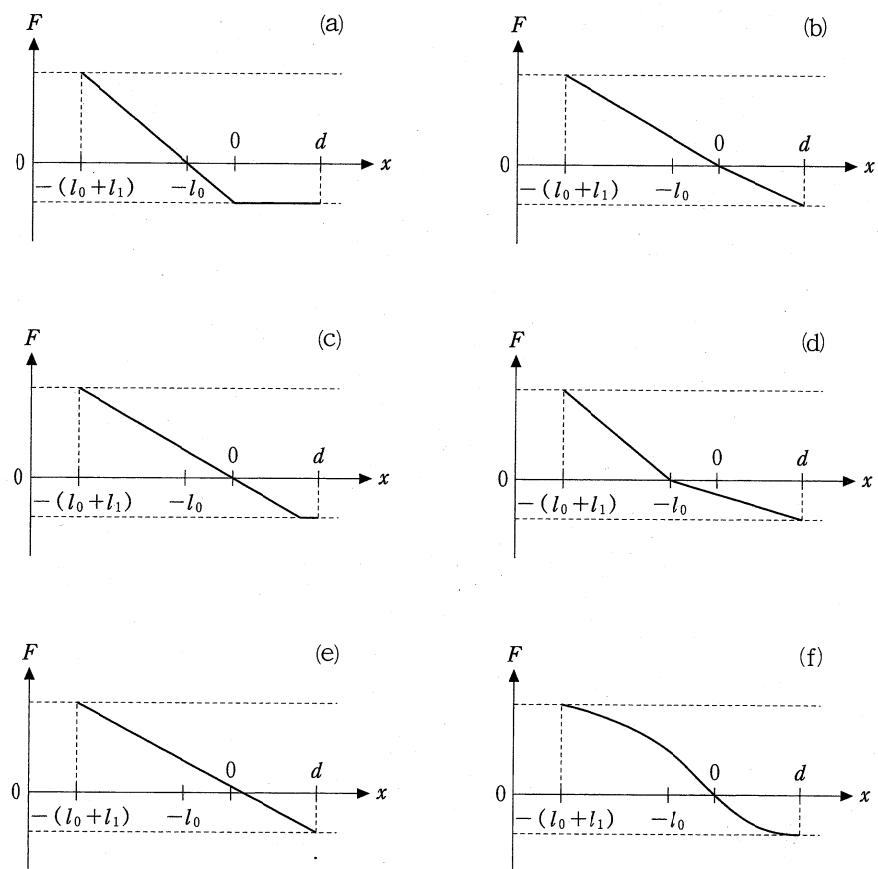


図 2-II

問 5 小物体の速さが最大となるのは、小物体がどの位置にあるときか。

3 以下のA, Bの各間に答えよ。(15点)

A 図3—Iのように、電気容量 C_1, C_2 の2つのコンデンサー、抵抗値 r の抵抗、太さが一定の均質な抵抗線AB、検流計G、スイッチ S_1, S_2 、起電力 V の電池からなる回路がある。抵抗線ABの全抵抗値を R 、AO間の抵抗値を R_0 とする。はじめにスイッチ S_1 と S_2 は開いており、両方のコンデンサーに電荷は蓄えられていない。また、回路をつないでいる導線と検流計の抵抗、および電池の内部抵抗は無視できるものとする。

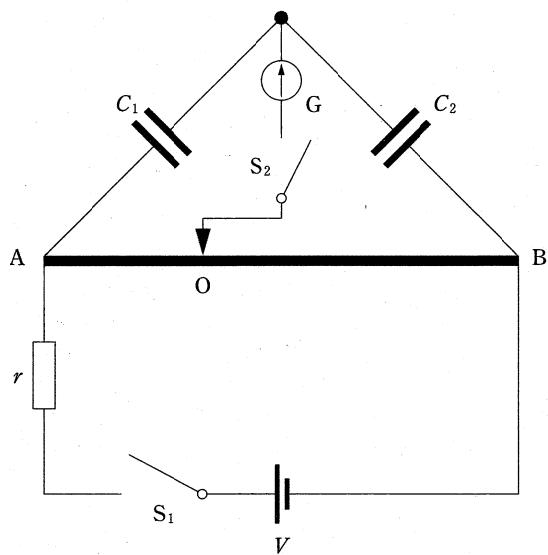


図3—I

問1 スイッチ S_1 を閉じて十分時間が経過した後に、回路に流れる電流 I を求めよ。また、このとき AO間の電位差 V_{AO} と OB間の電位差 V_{OB} を V, r, R, R_0 を用いて表わせ。

問2 スイッチ S_1 を閉じて十分時間が経過した後にスイッチ S_2 を閉じたところ、検流計Gの針は振れなかった。このときコンデンサーの電気容量 C_1 と C_2 の間にどのような関係がなりたつか求めよ。

B 図3—Iのように、真空中の xy 平面内の y 軸に沿って無限に長い導線があり、その導線に電流 I が y 軸の正の方向に流れている。この平面内の x の正の部分に、1辺の長さ a の正方形の1巻きコイルABCDを置く。コイルの辺CDを x 軸と一致させ、コイルを x の正の方向へ一定の速さ v で動かす。導線とコイルの辺ADの間の距離を l として、以下の各間に答えよ。ただし、導線から垂直方向に x だけ離れた点に電流 I がつくる磁場の磁束密度の大きさ B は、真空中の透磁率 μ_0 を用いて、 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$ で与えられる。また、コイルの自己誘導は無視するものとする。

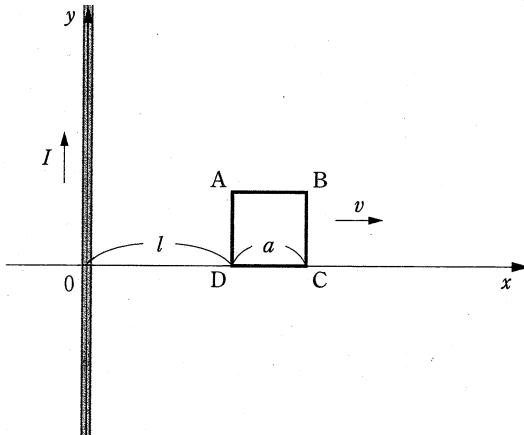


図3—I

問1 コイルの辺ADの内部にあり、コイルと同じ速度で運動する電荷 $-e$ ($e > 0$)の電子が、磁場から受けるローレンツ力の大きさ F_{AD} とその向きを求めよ。

問2 微小時間 Δt の間にコイルを貫く磁束の変化 $\Delta\Phi$ を、辺ADと辺BCが横切る磁束から求めよ。ただし、磁束が増える向きを正とする。

問3 コイルに発生する誘導起電力の大きさ V を求めよ。また、この起動力によってコイルに流れる電流の向きを求めよ。

化 学

必要があれば、原子量は、次の値を使うこと。

$$H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0$$

- 1 次の文章を読んで、以下の各間に答えなさい。(17点)

私たちの身のまわりに存在する液体の多くは、純粋な液体にほかの物質が溶け込んだ溶液として存在する。溶質Aを、溶媒Bに溶解させてできる溶液について考える。

溶質Aはモル質量 M_A [g/mol]の固体とする。溶質Aの溶媒Bへの溶解度は温度が高くなるほど大きくなり、20°Cおよび50°Cにおける溶解度をそれぞれ S_{20} , S_{50} と表すことにする。なお、固体の溶解度は溶媒100gに溶かすことのできる溶質の質量[g]の数値で示される。

溶媒Bに溶質Aを溶解させた溶液の凝固点は、純粋な溶媒Bの凝固点よりも低くなる。このような現象は凝固点降下とよばれ、溶液の性質の1つである。凝固点降下度は、希薄溶液では、溶液の質量モル濃度に比例する。

問1 一般に溶質がイオン結晶あるいはヒドロキシ基を持つ分子の場合、極性溶媒、無極性溶媒のどちらに溶けやすいか答えなさい。

問2 質量 W gの溶質Aを50°Cすべて溶解させるには、少なくとも何gの溶媒Bが必要か。 S_{50} , W を用いて表しなさい。

問3 溶質Aの50°Cにおける飽和溶液に関する以下の(1)と(2)を、 M_A , S_{50} を用いて表しなさい。

- (1) 質量パーセント濃度[%]
- (2) 質量モル濃度[mol/kg]

問4 溶質Aの50°Cにおける飽和溶液 X gを20°Cに冷却すると固体が析出した。

- (1) 何gの固体が析出したか、 S_{20} , S_{50} , X を用いて表しなさい。
- (2) このとき、20°Cの溶液の密度を d_{20} [g/cm³]とすると、溶解している溶質Aのモル濃度[mol/l]はどのように表されるか。 S_{20} , d_{20} , M_A を用いて示しなさい。

問5 問4のように溶液中に固体が生じた時、この固体を溶液と分離して取り出すために用いる方法を答えなさい。

問6 溶質Aと溶質A'について、それぞれ同じ物質量の固体を溶媒Bに溶かして希薄溶液とした時、溶質Aの溶液に比べて溶質A'の溶液の凝固点降下度は n 倍であった。溶質A'が電解質であるとすると、その溶液中に溶けている粒子の物質量は、溶かした固体の物質量の何倍になっているか答えなさい。ただし、溶質Aは非電解質とする。

2 次の文章を読んで、以下の各間に答えなさい。(16点)

単体のカルシウムは水と反応して 1 と水酸化カルシウムを生じる。いま二酸化炭素を含まない蒸留水に水酸化カルシウムを溶かして飽和水溶液を作り、つぎの2つの実験を行った。

[実験1]

水酸化カルシウムの飽和水溶液 25.00 ml を正確にとり、これにプロモチモールブルー(BTB)溶液を数滴加えて、
^(a) $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ の塩酸標準溶液を少量ずつ滴下した。溶液の色が青色から黄色に変化したところを終点とした。終点までに要した塩酸標準溶液の体積は 31.25 ml であった。

[実験2]

水酸化カルシウムの飽和水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿が生じた。^(b) さらに過剰に二酸化炭素を通じると、この沈殿は溶解した。^(c)

問1 1 にあてはまる物質名を答えなさい。

問2 中和反応を利用した[実験1]のような一連の操作を何と呼ぶか答えなさい。また[実験1]の酸と塩基の中和反応を化学反応式で書きなさい。

問3 下線部(a)は、中和反応の際に生じる急激なpH変化を色調の変化として捉えることにより、中和点を知るためにものである。このような溶液を一般に何と呼ぶか答えなさい。

問4 水酸化カルシウムの飽和水溶液中に含まれるカルシウム濃度(mol/l)およびpHを計算しなさい。ただし、水のイオン積は 1.00×10^{-14} , $\log 4.00 = 0.6$, $\log 2.50 = 0.4$, 水酸化カルシウムの電離度は 1.00 とする。

問5 下線部(b)の沈殿を約 900 °C で強熱すると、分解して二酸化炭素と酸化物になる。この酸化物は何か、化学式で答えなさい。

問6 下線部(c)の反応を化学反応式で書きなさい。

3 芳香族化合物に関する次の文章を読んで、以下の各間に答えなさい。(17点)

アセチレンを赤熱した鉄に触れさせると、3分子が付加重合して [ア] が生じる。[ア] に硫酸を加えて加熱すると [イ] が生じる。[イ] に水酸化ナトリウムを加えて加熱融解するとナトリウムフェノキシドが生成される。このナトリウムフェノキシドを水に溶かして二酸化炭素を通じると [ウ] が得られる。ナトリウムフェノキシドに高温・高圧⁽¹⁾のもとで二酸化炭素を反応させて得られる化合物のナトリウム塩を希硫酸で処理すると [エ] が得られる。

(2) [工] を無水酢酸と硫酸を作用させてアセチル化したものはアスピリンと呼ばれ解熱鎮痛剤に用いられる。

(3) 上述したアスピリンの合成経路は一般的な方法であるが、ある実験室では、下線部(1)の操作で必要な装置を持っていなかつたため別経路でのアスピリン合成を行った。つまり、塩化アルミニウム触媒存在下、[ア] に塩化メチルを反応させるとトルエンが得られた。トルエンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて加熱するとオルトの位置の水素原子が置換された[オ] とパラの位置の水素原子が置換された[カ] 生じた。トルエンを KMnO_4 で酸化すると [キ] を生じることが知られている。同様に [オ] を KMnO_4 で酸化すると [ク] が生じた。[ク] をスズと濃塩酸を加えて還元したものに塩基を加えて中和すると [ケ] が生成した。[ケ] の希塩酸水溶液を 5°C 以下に冷やしながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると [コ] が生じた。[コ] に水を加えて加熱するとアスピリンの原料となる [工] が得られた。

問 1 文章中の空欄 [ア] ~ [コ] に適する芳香族化合物の構造式を書きなさい。

問 2 文章中の空欄 [イ] , [ウ] および [キ] の芳香族化合物を水に溶かすといずれも酸性を示す。同じモル濃度のこれらの芳香族化合物の水溶液を比べた場合、酸性の強い順に並べ、記号で答えなさい。

問 3 下線部(2)の反応を化学反応式で書きなさい。

問 4 下線部(3)の反応を化学反応式で書きなさい。

問 5 10.0 g のアスピリンを完全燃焼させた際に生成する二酸化炭素と水はそれぞれ何 g か答えなさい。

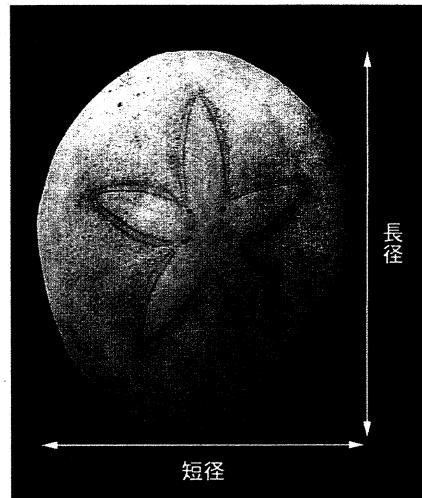
問 6 下線部(3)の反応は可逆反応であり、一定時間後に平衡状態になる。1 mol の [工] を用いて効率よくエステルを生成させるためには下線部(3)の化学反応式の中で何を過剰に用いればよいか化合物名で答えなさい。

生 物

1 次の文章を読んで以下の各間に答えなさい。(26点)

ウニは 1 動物門に含まれる海産の無脊椎動物で、沖縄のサンゴ礁にもラッパウニやシラヒゲウニなど様々な種のウニが暮らしている。古くからウニの配偶子は発生の研究に用いられてきた。ウニには雄と雌があり、それぞれが海水中に精子と卵を放出する。水中で受精したウニの胚は 2 をえさとする 3 幼生と呼ばれる幼生期を経て、稚ウニに変態する。水槽で複数のウニを飼育していると、1個体のウニが配偶子を放出することで他個体の配偶子の放出が誘発されることがしばしば起る。

夏休みのある日、ツヨシさんは海岸で平たい円盤形の殻をたくさん拾った(図I)。図鑑で調べたところ、これはカシパンと呼ばれるウニの仲間の殻であることがわかった。いろいろな大きさの殻を比べたところ、ほとんど丸い殻と、やや縦長の殻があることに気がついた。この中には2種類のウニが混ざっているかも知れない。これを確かめるには、殻の形を数値で示すことが必要だと考えたツヨシさんは、殻の最も長い部分の長さ(長径)と、最も短い部分の長さ(短径)を計った。ツヨシさんは長径と短径の差で殻の形を表せると思ったが、よく考えるとこれは誤りであることに気がついた。



図I ツヨシさんが拾ったウニの殻の一つ

問1 文章中の 1 ~ 3 に入る適切な語句を記入しなさい。

問2 1 動物門に含まれる動物を以下の(ア)~(コ)よりすべて選び記号で答えなさい。

- | | | | | |
|---------|-----------|----------|-----------|-------------|
| (ア) ゴカイ | (イ) ナマコ | (ウ) ウミウシ | (エ) プラナリア | (オ) イソギンチャク |
| (カ) ヒトデ | (キ) ゾウリムシ | (ケ) カイメン | (ケ) ダンゴムシ | (コ) クシクラゲ |

問3 ウニ、ヒドロ、二枚貝、カエルのそれぞれについて、以下の(ア)~(コ)のうち、あてはまるものに○、あてはまらないものに×を記入しなさい。

- | | | |
|-----------------|-------------------|----------------|
| (ア) 海にしか生息しない | (イ) らせん卵割をするものがある | (ウ) 出芽をおこなう |
| (エ) 新口動物 | (オ) 脊索をもつ時期がある | (カ) ミトコンドリアをもつ |
| (キ) 原生生物 | (ケ) 消化管の出入り口は一つ | (ケ) 二胚葉 |
| (コ) タコと同じ門に含まれる | | |

問4 下線(1)の性質はウニにとってどのような利点があると考えられるか、40字以内で説明しなさい。

問5 下線(2)について、「長径と短径の差」では殻の形が表せない理由を簡単に説明しなさい。

2 効果器および神経系について以下の各間に答えなさい。(24点)

問 1 (a)～(h) の文章で説明される現象や構造をあらわす語句をそれぞれの解答欄に記入しなさい。

- (a) 筋繊維内に多数存在する纖維状の構造
- (b) 骨格筋を1回刺激したときに起こる0.1秒間ほどの収縮
- (c) 時間間隔を詰めて連続的に骨格筋を刺激したときに起こる一続きの大きな収縮
- (d) 興奮が起こる最小限の刺激の大きさ
- (e) 有髓神経纖維のランピエ絞輪だけに興奮が起こる速い伝導
- (f) 神経系を構成する基本単位である細胞
- (g) 軸索の末端が他の神経の細胞に連絡する部位
- (h) 刺胞動物でみられ、神経細胞が網目状に分布しているだけの神経系

問 2 次の語句の内容をそれぞれ60字以内で説明しなさい。

- (1) 静止電位
- (2) 全か無の法則