

(推薦)

近 畿 大 学

平成 28 年度 医学部入学試験問題

(1 科目選択)

理 科

(物理, 化学, 生物)

注 意 事 項

1. 問題は, 指示があるまで開かないでください.
2. 解答は必ず別に配布する解答用紙に記入してください.
3. 物理, 化学, 生物の中から 1 科目のみ解答してください.

物 理 (問題用紙 1)

解答に必要な式や答えは解答用紙の指定されたところに書きなさい。

I 以下の空欄 ~ に適切な表式や値を入れよ。また、(3) の設問に答えよ。

振り子を用いて地球の質量 M を測る 2 つの方法 (A), (B) を考えてみよう。以下では地球の形状は半径 $R = 6.4 \times 10^3$ km の球とし、地球表面の曲がりの効果や地球の自転に伴う遠心力の効果は無視できるものとする。簡単のため、山からおもりにはたらく引力は山の質量全てがその重心に集まったと考えたときの質点の引力で近似でき、山の高さは R に比べて十分小さいとする。また、万有引力定数を G とする。 a, n を実数として $|a|$ が 1 に比べて十分小さいとき、次の近似式 (*) が成り立つ。

$$(1+a)^n \approx 1+na \quad (*)$$

方法 (A):

- (1) 図 1-1 のように質量 M' の山の近くの地表 H 上の点 P において、ワイヤーの上端を固定し、下端に大きさの無視できる質量 m のおもりを取り付けた振り子 S を設置する。山の重心 G の高さを h 、G と P の距離を d 、G から H に向かって下ろした垂線と H との交点を A、GP と AP のなす角度を α [rad] とする。ワイヤーの長さ l は d および h に比べて十分小さいとする。おもりが静止したとき、鉛直方向から測ったワイヤーの変位角は θ [rad] であった。おもり働く地球の引力の大きさを F 、山の引力の大きさを F' 、ワイヤーの張力の大きさを T として、力のつりあいの式を F 、 F' 、 T 、 α 、 θ を用いて表すと、水平方向は , 鉛直方向は である。したがって、 $\varepsilon = \frac{F'}{F}$

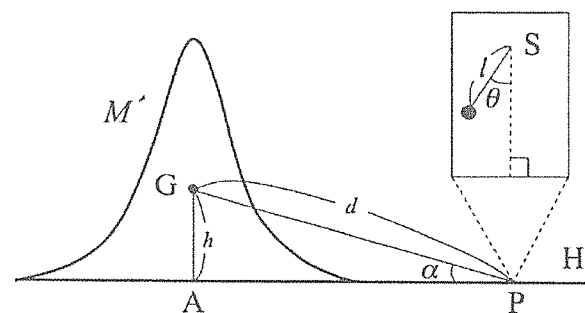


図 1-1

とおくと、 ε と α を用いて $\tan \theta =$ と表せる。

- (2) 以下、具体例として $\cos \alpha = 4/5$ が成り立つ点 P を選ぶ。このとき、 θ と ε の大きさは十分小さく、近似式 $\tan \theta \approx \theta$ が成立する。さらに ε を θ で表し、近似式 (*) を使い、 θ の 2 乗の項を無視すると、 $\varepsilon \approx$ θ となる。地球

の質量 M は R 、 d 、 M' 、 θ を用いて $M \approx \frac{1}{\text{}} \times \text{}$ と表せる。

- (3) 測定結果が $d = 6.4$ km、 $\theta = 5 \times 10^{-5}$ rad、 $M' = 4 \times 10^{14}$ kg のとき、地球の質量 M を有効数字 1 桁の精度で求めよ。ただし質量の単位は kg とし、計算過程も示せ。

方法 (B):

図 1-2 のように、山の頂上にある点 B において S のワイヤーの上端を固定し、おもりを鉛直面内で左右に振動させた。振れ角が十分小さいとき、おもりは単振動を行う。単振動の周期 T_1 は、ワイヤーの長さ l および B における重力加速度の大きさ g_1 を用いて $T_1 =$ と表せる。また、 g_1 は重心 G から測った B の高さ h_1 、 h 、 R 、 M' 、 M 、万有引力定数 G を用いて $g_1 =$ と表せる。山から十分離れた地表 H 上における S の周期を T とすると、比 $\frac{T}{T_1}$ の 2 乗は

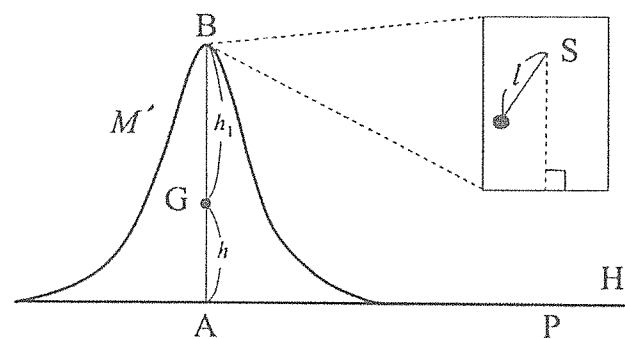


図 1-2

$\left(\frac{T}{T_1}\right)^2 = \frac{R^2}{(R+h+h_1)^2} +$

と表せる。 は地球の質量 M と山の質量 M' の比を含むので、この式より M を T, T_1, M', h_1, h, R を使って表すことができる。

物 理 (問題用紙 2)

解答に必要な式や答えは解答用紙の指定されたところに書きなさい。

II 図2-1のように、2つの平行板コンデンサー1と2を並列に接続し、これに起電力 V [V] の電池、およびスイッチ1と2を接続した回路がある。コンデンサー1と2の極板はすべて一辺の長さが L [m] の正方形である。コンデンサー1の極板Bは常に固定されているが、極板Aは極板に垂直な方向に自由に動かすことができる。コンデンサー2の極板は2枚とも常に固定されているが、極板間に誘電体を隙間なくめらかに挿入することができる。2つのコンデンサーは空気中に置かれており、空気の誘電率は真空の誘電率 ϵ_0 [F/m] と等しいとみなすことができる。以下では極板の質量、および極板の端における電場の乱れは無視できるものとする。最初、2組の極板は電気容量がどちらも C_0 [F] となるような位置で固定されていた。また、スイッチはどちらも開いており、2つのコンデンサーに電荷は蓄えられていなかった。

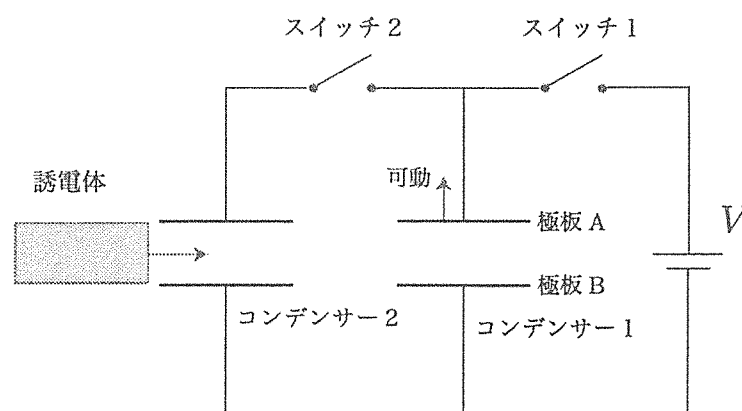


図 2-1

- (1) 次の空欄 ~ に適切な表式や値を入れよ。

コンデンサー1と2の極板間の最初の間隔 d [m] を ϵ_0 , L , C_0 を用いて表すと $d =$ である。すべての極板を固定したまま、スイッチ1および2を閉じる。十分時間が経過した後のコンデンサー1, 2それぞれに蓄えられている電気量 Q_0 [C] および静電エネルギー U_0 [J] を C_0 , V を用いて表すと、 $Q_0 =$,

$U_0 =$ である。

- (2) 閉じていたスイッチ1と2を同時に開いた。そして、極板Aの固定を外し、図2-2のように一定の力を加えて極板の間隔が広がる向きに距離 Δd [m] だけゆっくりと移動させた後に、極板Aをその位置で固定した。

(i) 極板を移動させた後のコンデンサー1に蓄えられている静電エネルギーを U_1 [J] として、コンデンサー1に蓄えられている静電エネルギーの変化量 $\Delta U_1 = U_1 - U_0$ を C_0 , V , d , Δd を用いて表せ。

(ii) 極板Aを移動させるのに加えた力の大きさ F_1 [N] を C_0 , V , d を用いて表せ。

(iii) 極板Aを移動させた状態からスイッチ2だけを閉じた。スイッチ2を閉じてから十分に時間が経った後のコンデンサー1に蓄えられている電気量を Q_1 [C] として、コンデンサー1に蓄えられている電気量の変化量 $\Delta Q_1 = Q_1 - Q_0$ を Q_0 , d , Δd を用いて表せ。

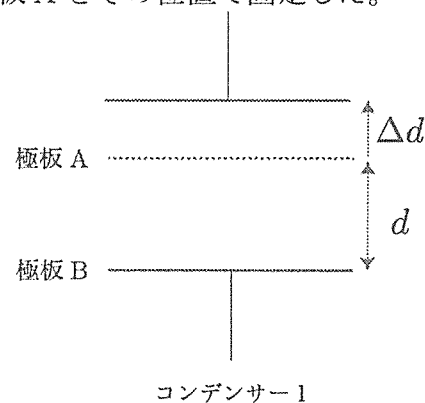


図 2-2

- (3) つぎにスイッチ1も閉じてコンデンサー1の極板Aを極板間隔 d の位置に戻し、固定した。十分に時間が経った後にどちらのスイッチも閉じたまま、図2-3のようにコンデンサー2に比誘電率 $\epsilon_r (> 1)$ の誘電体を距離 x [m] だけゆっくりと挿入した。

(i) 挿入後のコンデンサー2に蓄えられている静電エネルギーを U_2 [J] として、コンデンサー2に蓄えられている静電エネルギーの変化量 $\Delta U_2 = U_2 - U_0$ を ϵ_0 , ϵ_r , L , d , x , V を用いて表せ。

(ii) 誘電体を距離0から x まで挿入する間に、電池が電荷を運ぶためにした仕事 W [J] を ϵ_0 , ϵ_r , L , d , x , V を用いて表せ。

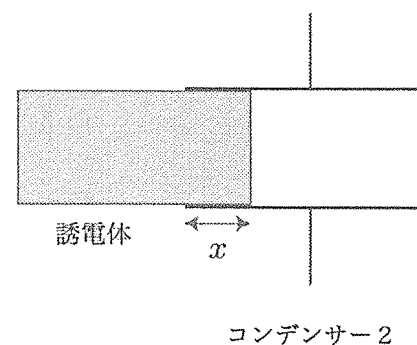


図 2-3

物 理 (問題用紙 3)

解答に必要な式や答えは解答用紙の指定されたところに書きなさい。

III

(A) 以下のレンズの問題でそれぞれの場合についてレンズによりできる像の位置 (x 座標の値(cm)) と像の向き (正立か倒立か) を答えよ。

- (1) 図3-1のように x 軸の原点 ($x = 0$) に x 軸が光軸となるように焦点距離が10 cm の凸レンズ A を置く。 $x = -5$ cm に物体 P を置いたとき、レンズ A による P の像。
- (2) さらに図3-2のように $x = 5$ cm に焦点距離が10 cm のレンズ B を x 軸が光軸になるように置いた。
 - (i) B が凸レンズのとき、2枚のレンズ A, B でできる P の像。
 - (ii) B が凹レンズのとき、2枚のレンズ A, B でできる P の像。

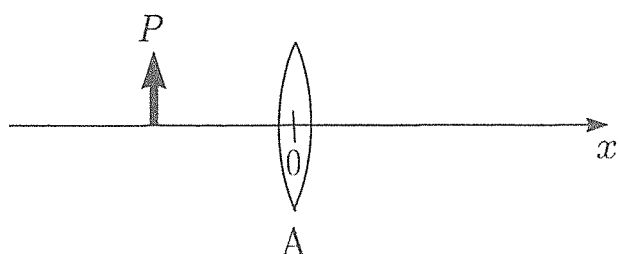


図 3-1

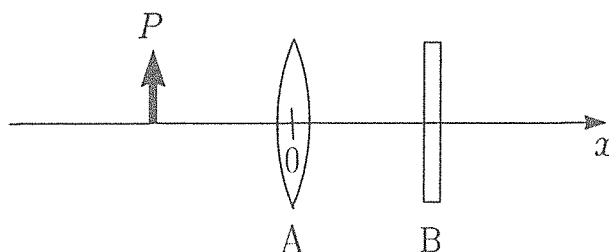


図 3-2

(B) 直線上を伝わる横波を考える。この直線を x 軸にとると波の進む方向が x 軸となる。波の変位の方向は x 軸に垂直でこの方向に y 軸をとる。 x 軸の原点から十分遠方の点 $x = -L$ ($L > 0$) に、振幅 $A (> 0)$ 、振動数 f で y 方向に単振動する波源 S_1 がある。

- (1) S_1 から発生し、 x 軸の正の向きに伝わる波を波 1 とする。 $x = 0$ での時刻 t での波の変位は、時刻 $t = 0$ の時点を適切に選ぶと正の定数 a を使って $A \sin(at)$ と表せる。波 1 の位置 x 、時刻 t での変位 $y_1(x, t)$ は a と正の定数 b を使って $y_1(x, t) = A \sin(at - bx)$ と表せる。波の振動数 f 、波長 λ 、速さ v を a, b を使って表せ。
- (2) さらに S_1 と同じ振幅と振動数を持つ波源 S_2 を $x = L$ に置き、そこから発生し、 x 軸の負の向きに伝わる波 2 を考える。 S_2 は置かれた場所の違いをのぞいて S_1 と全く同じ上下運動をする。すなわち、 S_1 と S_2 の変位は同一である。位置 x 、時刻 t での波 2 の変位 $y_2(x, t)$ を A, a, b を使って表せ。
- (3) S_1 と S_2 が合成されてできた波の位置 x 、時刻 t での変位 $y_{12}(x, t)$ を x だけの関数 $F(x)$ と t だけの関数 $G(t)$ の積の形 $y_{12}(x, t) = F(x)G(t)$ で表せ。ただし、 $F(x)$ と $G(t)$ 自身は a, b を使って表すこととする。必要であれば三角関数の公式、

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta,$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta, \text{ (複号同順)}$$

を用いよ。

- (4) 変位 $y_{12}(x, t)$ が常にゼロになる点 (位置) が存在する。そのような点で $x = 0$ にもっとも近い正の x の値を a, b を使って表せ。

化 学 (問題用紙1)

必要があれば次の値を使用せよ。原子量: H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0, S = 32.0, Fe = 55.8, Pb = 207, アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 10^{-7} \text{ cm}$, $\pi = 3.14$, $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$, $0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

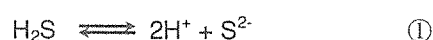
I 次の問(1), 問(2)に答えよ。

問(1) 次の(a)~(f)で記述した反応をそれぞれ, 一つの化学反応式で表わせ。

- 塩化ナトリウム飽和水溶液にアンモニアを十分に吸収させてから二酸化炭素を吹き込むと, 白い沈殿が得られた。
- 亜硫酸ナトリウムに希塩酸を加えると, 気体が発生した。
- 希硝酸に銀を加えると, 気体が発生した。
- リンを乾燥空气中で燃焼させて得られる白色化合物を水と反応させた。
- オストワルト法では, アンモニアと酸素の混合気体を白金触媒を用いて 900°C で加熱して酸化し, 得られた一酸化窒素を更に酸化して二酸化窒素とし, これを水と反応させることで, 硝酸が得られる。
- 黄鉄鉱(FeS_2)を酸素で酸化することにより生じる気体をさらに酸素で酸化し, 水と反応させた。

問(2) 次の硫黄に関する文章を読み, 以下の設問(a)~(c)に答えよ。

硫黄は第(ア)族に属する元素で, 単体はもろい固体で主に火山地帯で産出する。硫黄の単体には斜方硫黄, 単斜硫黄, ゴム状硫黄などの(イ)があり, どれも無臭で室温では斜方硫黄が安定である。硫化水素は腐卵臭を持つ無色の有毒な気体で, 実験室では硫化鉄(II)に希塩酸を加えて発生させる。硫化水素中の硫黄原子の酸化数は(ウ)であり, (エ)されやすく強い(オ)剤としてはたらく。硫化水素は水に少し溶けて(カ)性を示す(式①)。その電離定数 K_a は式②で与えられ, その値は 25°C で $1.2 \times 10^{-21} \text{ (mol/L)}^2$ である。



$$K_a = \frac{[\text{H}^+]^2[\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]} \quad \text{②}$$

硫化水素は各種金属イオンを含む水溶液に通じると, 不溶性の硫化物沈殿を形成しやすく, 金属イオンの検出に用いられる。 25°C での水中における飽和硫化水素濃度 $[\text{H}_2\text{S}]$ はpHによらず一定で 0.10 mol/L であり, 硫化鉄(II)と硫化鉛(II)の水中での溶解度積をそれぞれ $1.6 \times 10^{-19} \text{ (mol/L)}^2$ と $1.0 \times 10^{-28} \text{ (mol/L)}^2$ とする。いま, Fe^{2+} および Pb^{2+} イオンをともに 0.10 mol/L の濃度で含む水溶液 10 mL に, $\text{pH} = 1.0$ の酸性条件で硫化水素を吹き込むと, A(キ)色沈殿が生じた。この沈殿をろ過した後得られた溶液を, $\text{pH} = 9.0$ の塩基性条件にし, 再度硫化水素を吹き込むと, B(ク)色沈殿が生じた。

- 空欄(ア)~(ク)に適切な語句または数字を入れよ。
- 下線部 A および B で得られた化合物は何か。化合物名を答えるとともに, それが得られる理由を, 根拠となる数字を挙げて説明せよ。
- 下線部 B で得られた沈殿の重量は何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。

II 次の問(1), 問(2)に答えよ。

問(1) ステアリン酸の単分子膜に関する次の文を読み, 以下の設問(a)~(e)に答えよ。

ステアリン酸 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ は, 枝分れのない炭化水素鎖の端にカルボキシ基をもつ分子である。いま, ステアリン酸をベンゼンに溶かして濃度を $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ とした溶液をピペットにとり, 水を張った直径 20 cm の容器に滴下していった。はじめの8滴目までは, 滴下するたびにベンゼンが速やかに蒸発してステアリン酸の膜が水面に広がった。9滴目はベンゼンの蒸発が遅くなり, 油滴として水面上にしばらく残った。このことから, 8滴分の滴下量でステアリン酸分子が水面全体に1層で隙間なくならんだ単分子膜が完成したと考えた。

ピペットから滴下される溶液1滴の体積を 0.030 mL として計算せよ。有効数字2桁で答えよ。

- 下線部の膜に含まれるステアリン酸の物質量を求めよ。
- 下線部の膜の面積を, 構成する分子数で割って, ステアリン酸1分子が占める面積の平均値を求めよ。
- 下線部の膜において, ステアリン酸分子が図1に示す正六角形の位置にそれぞれ1個ずつ配置して隙間なくなっているとすると, 正六角形の向かい合う2辺の距離 d は何 nm か。
- ステアリン酸分子を構成する結合の長さを結合の種類ごとに表1の通りとしたとき, ステアリン酸分子のメチル基のHからカルボキシ基のHまでの鎖の長さは何 nm か。折れ曲がりとは考慮せず, 結合が直線状に繋がっているとして計算せよ。
- 下線部の単分子膜について, ステアリン酸分子はどの部分を水面に向けているか。また, 水面に対してどのように配向していると考えられるか。設問(c), (d)の結果をふまえて, 50 字以内にまとめよ。

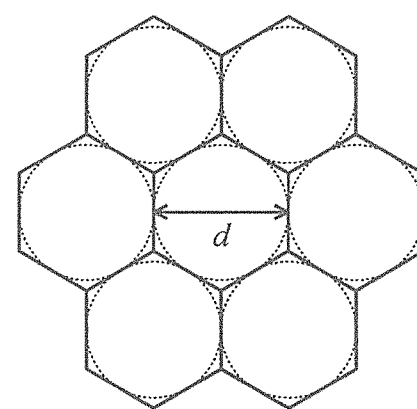


図1.

表1.

結合の種類	結合長 (nm)
C-C	0.15
C-O	0.14
C=O	0.12
C-H	0.11
O-H	0.10

化 学 (問題用紙2)

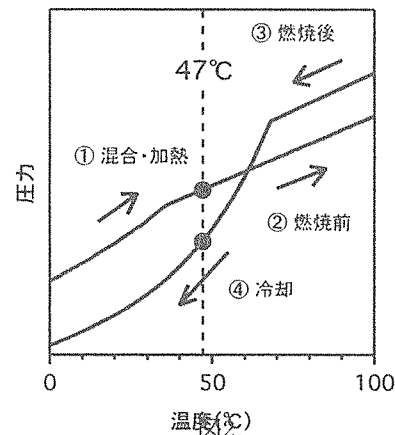
II (つづき)

問(2) トルエンの燃焼に関する次の文を読み、以下の設問(a)~(e)に答えよ。

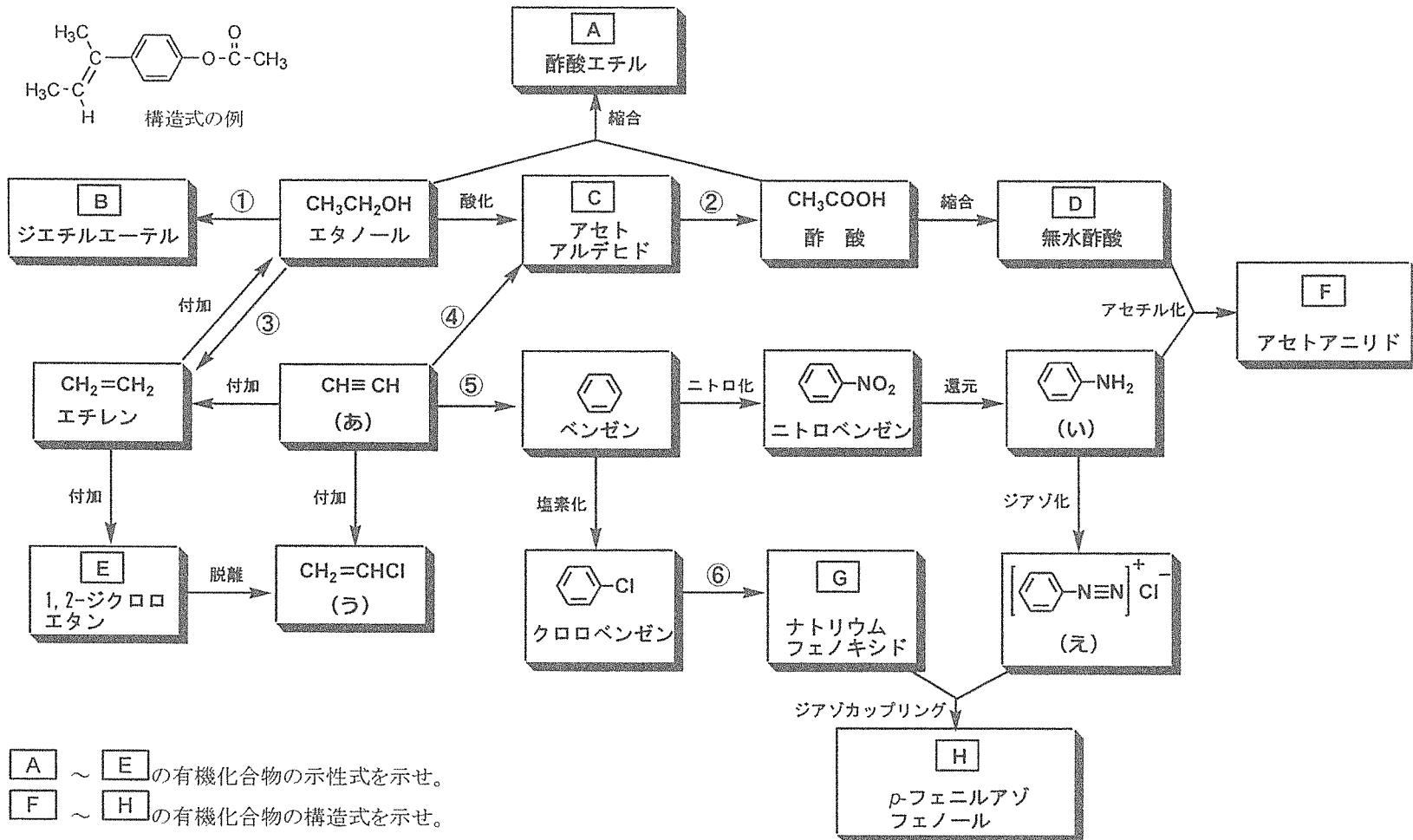
体積が10 Lの容器に、トルエン0.025 molと酸素0.275 molを混合して密閉し、容器の中の圧力を測定しながら、温度を室温から徐々に上げていった。100℃を越えたところで気体に点火し、トルエンを完全燃焼させた。容器全体の温度が一定になるまで待ってから容器の中の圧力の測定を再開し、温度が室温に下がるまで冷却した。図2は、その一連の過程における圧力変化の様子を気体の温度に対してグラフに表したものである。

気体は理想気体として振舞うものとする。燃焼により生じた二酸化炭素の水への溶解、および、液体の体積は無視し、47℃におけるトルエンの蒸気圧を 1.1×10^4 Pa、水の蒸気圧を 1.0×10^4 Paとして、有効数字2桁で答えよ。

- (a) 燃焼前、47℃における容器の中の圧力はいくらか。
 (b) トルエンの燃焼の化学反応式を書け。
 (c) 燃焼後、容器の中に含まれる酸素、二酸化炭素、水の物質量はそれぞれいくらか。
 (d) 燃焼後、47℃における水蒸気分圧はいくらか。
 (e) 燃焼後、47℃における容器の中の圧力はいくらか。



III 次の図に示した有機化合物の反応系統図(相関図)について、以下の設問(a)~(f)に答えよ。なお、各反応において必要となる試薬などは省略している。また、構造式は下の例にならって示せ。



(a) A ~ Eの有機化合物の示性式を示せ。

(b) F ~ Hの有機化合物の構造式を示せ。

(c) (あ)~(え)の有機化合物の名称を示せ。

(d) ①~⑤の反応名を下から記号で選べ。解答には、同じものを繰り返し使用してもよい。

- | | | | | |
|--------|------------|-----------|----------|--------|
| (ア) 酸化 | (イ) アルカリ融解 | (ウ) スルホン化 | (エ) 付加 | (オ) 重合 |
| (カ) 脱離 | (キ) 熱分解 | (ク) 縮合 | (ケ) 加水分解 | (コ) 置換 |

(e) ⑥の反応は、何の試薬を用いて、どのような条件で行うか。30字以内で答えよ。

(f) 次の記述に該当する有機化合物を上図から選び、その名称を示せ。

- (i) アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めると、反応に用いた器具の内壁に銀が生じ、鏡ようになる。
 (ii) この物質の水溶液に二酸化炭素を通じたのち、塩化鉄(III)の薄い水溶液を加えたところ、紫色を呈した。
 (iii) この有機化合物をさらに塩素化して得られるp-ジクロロベンゼンは、昇華性の無色の結晶で、身近には衣類の防虫剤として用いられる。
 (iv) 揮発性の液体(沸点34℃)で、引火しやすく、麻酔作用がある。
 (v) 無色の結晶で、中性の物質である。かつてはアンチフェブリンと呼ばれる解熱剤として用いられたが、副作用が強く、現在は使用されていない。
 (vi) 特有の甘い香りを持つ無色~淡黄色の液体で、水に溶けにくく、有機溶媒に溶けやすい中性の物質で、有毒である。ハロゲン原子を含まないが、水より重い(密度 1.2 g/cm³)。

(推薦)

生 物 (問題用紙 1)

< 問題用紙は4枚ある。 >
< 漢字の生物用語は、原則として正しい漢字を用いて解答すること。 >

I.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

DNAに含まれる情報をもとにしてタンパク質が合成されることを、遺伝子発現という。真核生物において、遺伝子が発現する過程は大きく転写、、の3段階に分けられる。遺伝子発現過程における情報の流れは、DNAからRNAが作られ、RNAの塩基配列をもとにアミノ酸の並び順が指定されてタンパク質が合成されるというように、一方向性である。このように遺伝情報の流れが一方向性であるという考え方をという。多くの生物では、遺伝情報はに従って流れるが、遺伝情報をRNAとして持つウイルスの中には、と異なった向きに遺伝情報が流れるものがある。このようなウイルスの例にがある。が増える過程で、RNAからDNAへと遺伝情報が流れる現象を、という。

真核細胞において、転写はで行われる。遺伝子には、その転写の開始部位の近くに、開始を決定する領域が存在する。この領域はと呼ばれ、転写が開始される際にはと呼ばれるタンパク質が結合する。転写は、とそれを認識したがDNAに結合し、複合体が形成されることで開始される。DNAの2本鎖のうち、RNAに転写される鎖を鎖、転写されない鎖を鎖という。

の過程では、転写直後のRNAから不要な部分が切除され、同時にタンパク質のアミノ酸配列情報を持つ部分がつなぎ合わされて、として完成する。完成したになる部分に対応するDNAの領域を、という。逆に、時に切り捨てられる部分に対応するDNAの領域を、という。① 転写されたRNAのつなぎ合わせの際に、タンパク質のアミノ酸配列情報を持つ部分の組み合わせが変化することによって、ある遺伝子の転写で作られた1種類の前駆体から2種類以上のが合成されることがある。② 真核細胞では、がを通過して細胞質中に運ばれ、上でが行われる。

ニーレンバーグらは、大腸菌の抽出液(、各種の酵素、各種のアミノ酸、各種のtRNAなど、タンパク質の合成に必要なものがすべて含まれている)に、塩基としてウラシル(U)だけを含む人工的に合成したRNA(UUUUU…)を加え、タンパク質合成を行わせた。その結果、フェニルアラニンだけからなるポリペプチド鎖が合成された。この結果は、人工RNAがとして働き、UUUのコードンがフェニルアラニンを指定することを示唆した。

同様に、以下の実験1～3のように、特定の塩基配列を持ったRNAを人工的に合成し、それを大腸菌の抽出液に加えて、タンパク質合成を行わせたところ、次の結果が得られた。

- 実験 1. ACACAC…(ACの繰り返し)の塩基配列を持つ人工RNAからは、トレオニンとヒスチジンが交互に配列したポリペプチド鎖が得られた。
- 実験 2. AACCAAC…(AACの繰り返し)の塩基配列を持つ人工RNAからは、グルタミンのみ、トレオニンのみ、あるいはアスパラギンのみからなる3種類のポリペプチド鎖が得られた。
- 実験 3. CCACCA…(CCAの繰り返し)の塩基配列を持つ人工RNAからは、プロリンのみ、ヒスチジンのみ、あるいはトレオニンのみからなる3種類のポリペプチド鎖が得られた。

- 問 1. 文章中の～に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。
- 問 2. 下線部①について、このような現象は何と呼ばれるか。10字以内で答えよ。
- 問 3. 下線部②の過程において、原核細胞が真核細胞と異なる点は何か。120字以内で答えよ。
- 問 4. 実験1～3の結果から判明する、コードンとそれに対応するアミノ酸の種類を、例にならって全て挙げよ。

(次頁に続く)

生 物 (問題用紙 2)

II.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

ヒトの肝臓は、消化管に付属する大きな内臓器官である。肝臓へは、大動脈から枝分かれする肝動脈に加えて、小腸などの静脈とつながる **ア** から、血液が流れ込んでいる。一方、肝臓からの血液は、肝静脈を通過して下大静脈へと流れ出る。肝臓は、多数の肝細胞が集まる **イ** と呼ばれる構造が基本単位となっている。肝動脈と **ア** からの血液は、**イ** の内部へ入るときに合流し、**イ** 内を ① 中央部の静脈 へ向かって流れていく。このとき、血液と肝細胞との間で物質のやりとりが行われる。**イ** の中央部の静脈は、肝静脈へつながる。

肝臓は様々な物質の生成や貯蔵や分解を行い、恒常性に役立っている。例えば、血糖値が高いときは、グルコースを **ウ** に変えて蓄えておく。また、② 血管内に水分を保持するのに重要なタンパク質 や、③ 血液凝固に關与するタンパク質 を合成する。一方、不要なタンパク質や **エ** を分解し、その際に生じる有害な **オ** を、毒性の少ない **カ** に変える。アルコールや毒物などの、④ 有害な物質を分解して無毒化 したり、老化した赤血球のヘモグロビンを分解し、ヘモグロビンが持っていた **キ** イオンを貯蔵したりする働きもある。さらに、胆汁を生成する。胆汁は、肝臓で生成されてから、一旦 **ク** に蓄えられ、胆管を通過して、**ケ** で消化管の中に分泌される。胆汁は、**コ** の消化や吸収を促進する物質を含み、また肝臓で生じた不要な物質を体外へ排出する役割を担う。肝臓は、このような血液中の物質の生成や分解に加えて、⑤ 体温の調節 にも役立っている。

問 1. 文章中の **ア** ~ **コ** に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部 ① の静脈を何と呼ぶか。

問 3. 下線部 ② について、血管内に水分を保持するのに重要で、血しょう中に最も多いタンパク質は何か。

問 4. 下線部 ③ の、血液凝固に關与するタンパク質を一つ挙げよ。

問 5. 下線部 ④ の、有害な物質を分解して無毒化する働きを何と呼ぶか。

問 6. 下線部 ④ の働きを実行する上で、小腸の静脈からの血液が直接大静脈に入らず、一旦肝臓を経由することに、どのような利点があるか。50字以内で説明せよ。

問 7. 下線部 ⑤ に関して、肝臓はどのようなしくみで体温調節に役立っているか。50字以内で説明せよ。

III.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

免疫応答は、私たちの身体を病原体の侵入から護り、健康な状態を保つために不可欠な反応である。しかし、免疫応答が病原体以外のものに対して起こってしまうと、身体に支障を来すことがある。

それ自体は身体に無害であるスギ花粉が、繰り返し目や鼻の粘膜に付着すると、花粉中のタンパク質が溶け出して体内に入り、**ア** 細胞に取り込まれる。スギ花粉タンパク質を **イ** として取り込んだ **ア** 細胞は、**ウ** を通って **エ** に移動し、**オ** 細胞と接触する。**ア** 細胞の提示するスギ花粉タンパク質の断片を認識した **オ** 細胞は増殖し、その一部は **カ** **オ** 細胞へと分化する。

一方、**エ** 内でスギ花粉タンパク質を結合した **キ** 細胞は、**カ** **オ** 細胞と接触して増殖し、**ク** 細胞へと分化して、スギ花粉タンパク質に対する **ケ** を作るようになる。

ク 細胞によって作られたスギ花粉タンパク質に対する **ケ** の中には、粘膜にある **コ** 細胞に強く結合するものがある。**コ** 細胞の表面にスギ花粉タンパク質に対する **ケ** が結合している状態で、再び同じ種類の花粉が目や鼻の粘膜に付着すると、**コ** 細胞の表面で **イ** **ケ** 反応が起こり、① **コ** 細胞内に蓄えられていた小胞が細胞膜と融合して、小胞内部からヒスタミンなどが放出される。 ② 放出されたヒスタミンなどが近くにある血管や上皮の細胞に働きかける ことで、目の充血やかゆみ、くしゃみや鼻水などの症状が生じる。

生 物 (問題用紙 3)

問 1. 文章中の [ア] ~ [コ] に入る最も適切な語句または文字を、解答欄に記入せよ。

問 2. 問題文のように、免疫応答が病原体以外のものに向かって起こったり、過剰な反応が起こることによって、生体に不都合な影響を与える現象を何反応と呼ぶか。また、そのような反応を引き起こす [イ] を何と呼ぶか。

問 3. 下線部 ① のような、細胞内の小胞と細胞膜との融合による物質の分泌を、何と呼ぶか。

問 4. 問3と逆に、細胞膜がくぼみを作って、細胞膜を通過することのできない大型の物質を包み込み、小胞として細胞内に取り込む働きを、何と呼ぶか。

問 5. 免疫応答を担う細胞の中には、問4の答えとなる細胞機能により、ウイルスや細菌などの病原体を取り込み、処理する働きが特に強いものがある。そのような細胞を、[ア] 細胞以外に二つ挙げよ。

問 6. 下線部 ② のように、ある細胞が小胞内に蓄えていた物質を放出することで、近くにある別の細胞の機能を変化させる例は、ニューロンと効果器との間の興奮の伝達においても見られる。興奮の伝達の場合に、伝達物質を蓄えている小胞は何と呼ばれるか。また、ニューロン末端部の小胞から放出される伝達物質を二つ挙げよ。

問 7. [ク] 細胞は、[ケ] を合成して分泌する能力が高く、光学顕微鏡で観察すると、細胞は楕円形で核が一方に偏って存在する。また、電子顕微鏡では、[ケ] を合成して分泌することに関わる細胞小器官が特に良く発達し、核以外の部分を満たしていることが観察される。どのような細胞小器官の発達が見られるか。

問 8. 問題文のようなスギ花粉に対する反応は、スギ花粉のタンパク質に対する [ケ] が予め作られている条件で起こるため、同一種類のスギ花粉が粘膜に付着すると、十数分以内に不快な症状が現れる。一方、ツタウルシなどの樹液に触れた部分の皮膚が赤く腫れ上がり、ひどい場合には水ぶくれを作る反応は、ウルシの木が生えている森などに入ってから2日程過ぎてから起こる。ウルシの樹液に触れてから皮膚が腫れる反応が起こるまでに、2日程の時間がかかるのはなぜか。この反応に関わる免疫細胞の働きから、200字以内で述べよ。

IV.

次の文章を読んで下の問いに答えよ。

夏から秋にかけて開花する野生植物では、秋から冬にかけて種子が作られる。親植物を離れ地上に落ちた種子は、ふつうはすぐに発芽することはない。種子は、たとえ外部の環境が発芽に適した条件であっても、種子内部の環境が整うまでは発芽できない。① 種子のこのような状態を休眠という。休眠中の種子には、多くの場合、発芽を抑制する作用のある植物ホルモンの [ア] が、多く含まれる。

イネ科植物であるオオムギの種子では、水や温度などの外部の環境が発芽に適するようになると、種子中の [イ] で植物ホルモンの [ウ] が合成されるようになる。この植物ホルモンが種皮の内側にある [エ] の細胞に働きかけて、デンプンを分解する酵素である [オ] の合成を誘導する。この酵素が [カ] に作用することで、[カ] に含まれるデンプンが分解され、[イ] の成長のエネルギー源となる。

レタスの種子は、表面が硬い皮(果皮)で包まれ、発芽には光を必要とする。レタスのように、② 発芽に光を必要とする種子を光発芽種子という。光発芽種子では、他の外部環境が発芽に適した条件であっても、光が当たらなければ発芽は起こらない。このとき、どのような波長の光でも発芽が起こるわけではない。レタスの場合、遠赤色光(波長730nm付近)が当たると、発芽が [キ] され、赤色光(波長660nm付近)が当たると、発芽が [ク] される。これには、③ 光受容体の一種が関わっている。光受容体が特定の波長の光を受容することをきっかけにして、ある種の植物ホルモンが合成され、この植物ホルモンの作用によって、種々の酵素の遺伝子発現が誘導される。このとき誘導される酵素の働きで、④ 種子に蓄えられていたタンパク質が分解され、グルタミンなど多量のアミノ酸が生じる。

問 1. 文章中の [ア] ~ [ク] に入る最も適切な語句を、解答欄に記入せよ。

問 2. 下線部 ① のように、種子が休眠という状態をとることには、どのような利点があるか。35字以内で答えよ。

(次頁に続く)

生 物 (問題用紙 4)

問 3. 下線部 ② の光発芽種子とは逆に、発芽が光で抑制される種子がある。この性質がある植物を、次の a ~ e から二つ選び、記号で答えよ。

- a. キュウリ b. マツヨイグサ c. タバコ d. カボチャ e. シロイヌナズナ

問 4. 下線部 ③ の光受容体として正しいものを、次の a ~ e から選び、記号で答えよ。

- a. クリプトクロム b. ブラシノステロイド c. キサントフィル d. フォトリピン e. フィトクロム

問 5. 下線部 ④ のように、細胞内にアミノ酸分子の数が増えると、浸透圧の観点から細胞にどのような変化が生じるか。20字以内で答えよ。また、その変化が種子の発芽にどのように関与しているか。40字以内で答えよ。

(以上)