

現高2生用 受験コース
入会試験参考資料

1月入会用



物理

化学

数学

英語多読

はじめに

1月より入会をご検討いただき、ありがとうございます。

この冊子は、新規入会試験を受験される際の試験問題の参考として、また、コース選択の判断材料や予備知識の確認としてご利用ください。

※掲載している問題は、過去の試験問題やテキストの内容から抜粋したサンプル問題となっています
ことをご了承のうえ、ご利用ください。

目次

■物理	……………	p. 1
物理演習コース	……………	p. 1
物理速修コース	……………	p. 13
■化学	……………	p. 15
化学演習コース	……………	p. 15
化学速修コース	……………	p. 20
■数学	……………	p. 23
■英語多読	……………	p. 25

—受験物理コース判断のための問題—

受験までの1年間に開講されるSEG受験物理には「速修」「演習」の2種類のコースがあります。コースの概要はパンフレットに記載させていただいていますが、いずれのコースが皆さんに適合するかを判断する小問集を用意しました。

以下の「診断問題」をご覧ください。手も足も出ない状態であるという場合は、受験物理速修をお勧めします。なお、受験物理速修にも入会試験はありますが、入会試験のための準備問題を「診断問題」の後に掲載してあります。

なお、問題設定等に疑念がある場合はご質問いただければ幸いです。

受験物理演習FGHを受講するための診断問題

次の問題18問に答えてください。解く際には参考書や自分で勉強してきた資料を見ながらでもかまいません。ただし、実際の入会試験の際には基礎法則だけでも頭に入れておくことが必要になります。SEG受験物理演習コースでは、本格的な入試対策が始まる4月以降の授業においては事前の予習が必要となります。そのため、すでにSEG高2物理で学習の終わった範囲について、予習できる理解度があるかどうかを自己診断するための問題を用意しました。診断は1～16で行われ、うまく解答できないという問題の割合が6割を超えたという実感をお持ちになった場合は「受験物理速修」を強くお勧めします。また、5割程度の出来でとどまる場合はご相談ください。17・18の内容は冬期講習で扱いますので、受講の参考にしてください。

1 【力学】

質量 m の物体が x 軸上を運動している。その運動方程式が

$$ma = -kx + L$$

であった。ここで、 a は加速度、 k, L は正の定数である。このとき、物体の運動は単振動になるが、その周期と中心の座標をそれぞれ答えよ。

2 【力学】

質量 m の物体が x 軸上を外力（重力や摩擦力など）を受けず運動している。 x 軸上のある位置に x 軸を法線とする壁が固定されていて、ある瞬間に物体がその壁に衝突する。衝突前の物体の速さが v_0 、跳ね返り係数（反発係数）が e であるとき、衝突後の速さを答えよ。また、衝突において物体が壁から受けた力積の大きさを答えよ。

3 【力学】

質量 m の物体に長さ L の軽い糸の一端を取り付け、糸の他端を固定し摩擦のない水平面内で半径 L の円運動をさせる。物体の速さが v_0 であるときの糸の張力を求めよ。

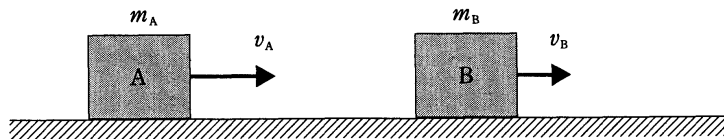
4 【力学】

地表ぎりぎりの高度を落下することなく回転するための速さを第一宇宙速度と呼ぶ。また、地表から打ち上げたロケットが地表に戻ってくるための最小の速さを第二宇宙速度と呼ぶ。地球の質量を M 、半径を R 、万有引力定数を G として、地球におけるそれぞれの値を求めよ。

5 【力学】

次の図のように、質量 m_A の物体 A と質量 m_B の物体 B が滑らかで水平な床の上で運動している。運動方向は一直線上である。図は衝突前の状態であり、このときの A の速さは v_A 、B の速さは $v_B (< v_A)$ である。

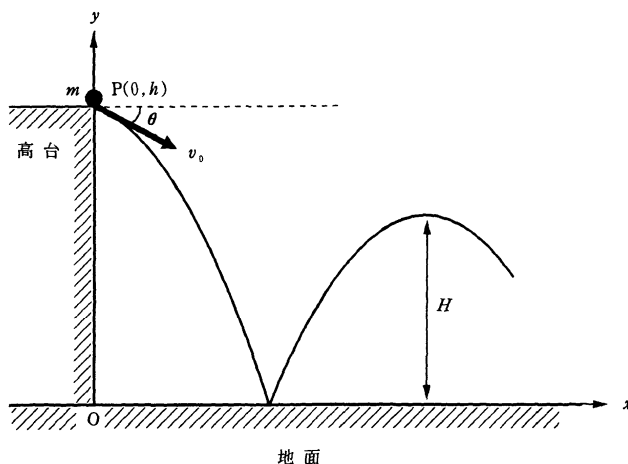
- (1) A と B が衝突して一体となったとする。このときの速さを答えよ。
- (2) A と B が衝突して A の速さが 0 となり床の上に停止したとする。このときの B の速さを答えよ。



6 【力学】

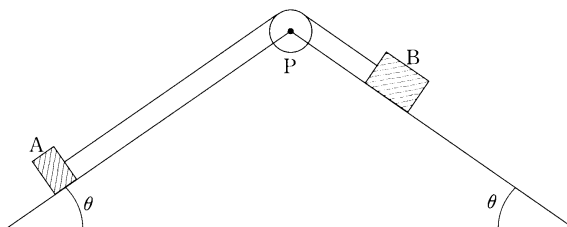
次の図のように、質量 m の物体を高さ h の高台から斜め下方に初速 v_0 で投射する。このときの時刻を $t=0$ とし投射方向が水平面となす角度は θ である。重力加速度の大きさを g とする。図のような座標軸を利用して次の問に順次答えよ。

- (1) 物体が落下して地面に当たる直前での運動エネルギーを求めよ。
- (2) 物体が落下して地面で跳ね返り、図のように地面からの高さ H の位置で最高点に至った。この最高点での運動エネルギーを答えよ。
- (3) 物体が地面と衝突したときに力学的エネルギーが失われる。その値を求めよ。



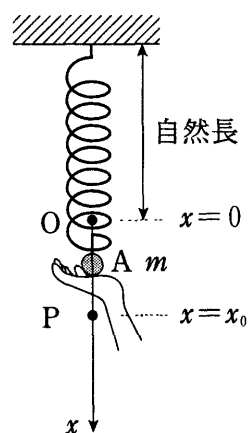
7 【力学】

次の図のように、質量 m_A の物体 A と質量 $m_B (> m_A)$ の物体 B が滑らかな斜面上に支えられていて静止している。2つの物体はたるんでいない軽い糸と摩擦のない滑車で連結されている。支えをはずすと、B は斜面を滑り降り、A は斜面を登るがその加速度の大きさを答えよ。なお、斜面が水平面となす角度は図のように等しく θ であり、重力加速度を g とする。



8 【力学】

図のように、ばね定数 k の軽いばねの上端を天井に固定し鉛直方向に垂らす。ばねの下端には質量 m の物体をとりつける。物体を手で支えゆっくりと下に下げていく途中経過が図である。物体をばねが自然長となる位置（図において $x=0$ ）からばねが x_0 だけ伸びる位置まで下げたとして次の間に順次答えよ。重力加速度を g とし、 $kx_0 < mg$ が成り立っているものとする。

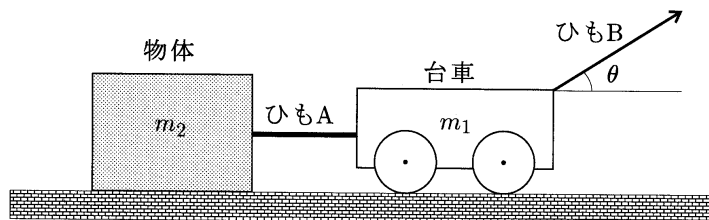


- (1) 物体が $x=0$ から $x=x_0$ に至るまでに重力の位置エネルギーは増加したか減少したか。また、その変化の値はいくらか。
- (2) 物体が $x=0$ から $x=x_0$ に至るまでにばねの弾性エネルギーは増加したか減少したか。また、その変化の値はいくらか。
- (3) 物体が $x=0$ から $x=x_0$ に至るまでに手が物体にした仕事は正であるか、負であるか。また、その値はいくらか。

9 【力学】

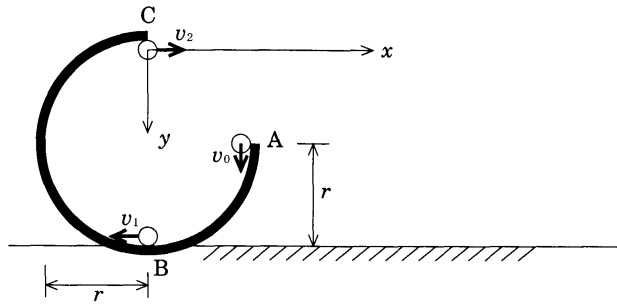
次の図のように、水平な床の上に物体（質量 m_2 ）と台車（質量 m_1 ）を軽いひも A を水平に張り連結しておく。物体と床の間には摩擦（動摩擦係数 μ' ）があるが、台車と床の間には摩擦がない。台車 B にひも B を図のように連結して、台車を引っ張る。このとき、台車も物体も等速運動（加速度 0）していた。ひも B と水平面のなす角度を θ 、重力加速度の大きさを g とする。次の間に順次答えよ。なお、台車が床から浮き上がることはない。

- (1) ひも A の張力を求めよ。
- (2) ひも B の張力を求めよ。
- (3) 台車が床から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。



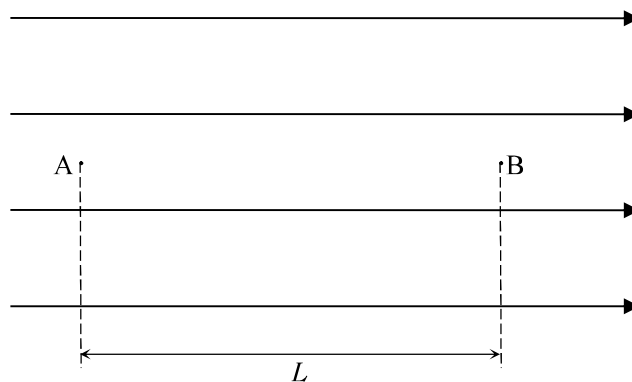
10 【力学】

鉛直面内に図のような $\frac{3}{4}$ 円の断面をもつ円筒を置く。円筒の内面は滑らかで、その半径（内径）は r である。質量 m の物体に、図のA点から円筒に沿うように大きさ v_0 の初速を鉛直下向きに与える。物体は円筒面の内面に沿って最下点Bを通り、最高点Cで円筒面から投げ出される。B点およびC点で物体が円筒の内面から受ける垂直抗力の大きさをそれぞれ求めよ。重力加速度の大きさを g とする。なお、図に記入されている v_1, v_2 を答に含めないように注意せよ。



11 【静電場】

図のような電気力線で示される平行一様電場を考える。電場の強さは E [N/C]である。いま点Aから大きさ v_0 [m/s]の初速で、質量 m [kg]、電気量 q [C] ($q > 0$)の正電荷を点Bに向かって（電場に平行に）発射させた。



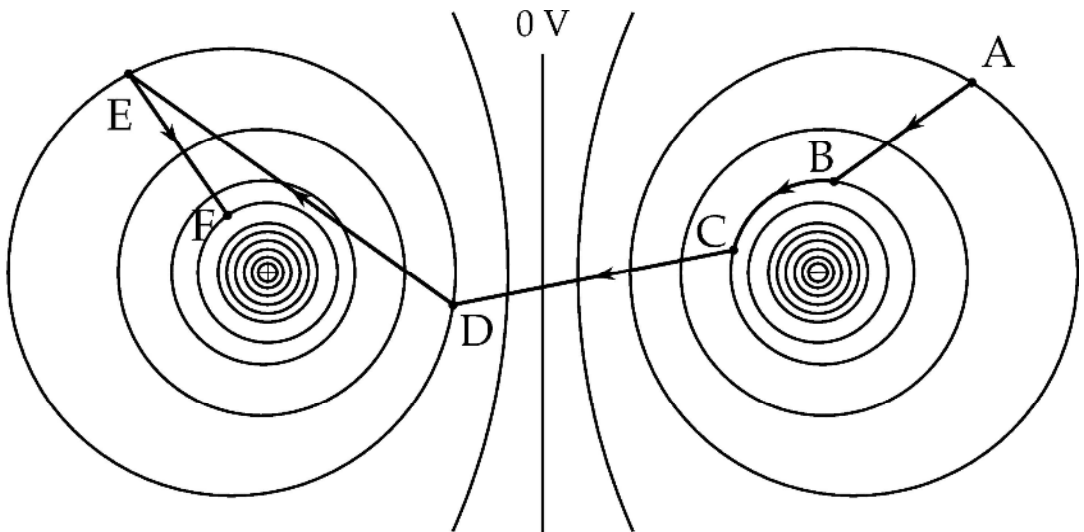
- (1) 点Aと点Bではどちらの方がどれだけ電位が高いか答えよ。
- (2) AB間での正電荷の加速度の大きさを答えよ。
- (3) 正電荷が点Bに至ったときの速さを答えよ。

12 【静電場】

図は大きさの等しい電気量を持つ正負 2 点電荷のまわりの電位の様子を表したものである。線は等電位面の断面であり、同一線上の点はすべて等電位である。隣り合う等電位面の電位差は 10V であり、図の中心の直線の電位は 0V である。

いま、電子（電気量 $-e$ ）に外力を加え、図の A 点から太い線の経路を辿って F 点までゆっくりと運ぶことを考える。以下の問に答えよ。

- (1) A~F 点のなかで、最も電位の高い点を答えよ。
- (2) A 点、F 点の電位をそれぞれ答えよ。
- (3) 電子を A 点から F 点まで移動させるのに外力がした仕事を求めよ。
- (4) 次の条件にあう区間を AB, BC, CD, DE, EF の中から選択せよ。
 - (a) 外力のする仕事が常に 0 。
 - (b) 外力のする仕事は常に 0 というわけではないが、差し引き 0 となる。
 - (c) 外力のする仕事が最大となる（仕事には正負があることに注意）。
 - (d) 外力のする仕事が最小となる。
- (5) E 点で電子に及ぶ電気力の向きを、図に E 点を始点とする矢印で示せ。
- (6) A 点と F 点では、どちらのほうが電場の大きさが大きいか、理由をつけて答えよ。



13 【コンデンサー】

以下の文中の空欄に適切な数式・数値・語句を答えよ。

図1は、面積が S [m^2] の2枚の平行な金属板が、金属板の大きさに比べて小さい距離 d [m] だけ離して固定されており、左側の金属板に Q [C]、右側に $-Q$ [C] ($Q > 0$) の電荷を一様に与えたコンデンサーである。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。

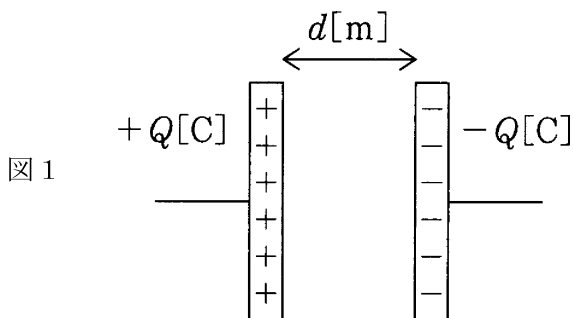
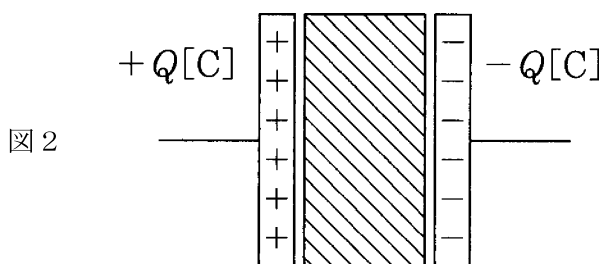


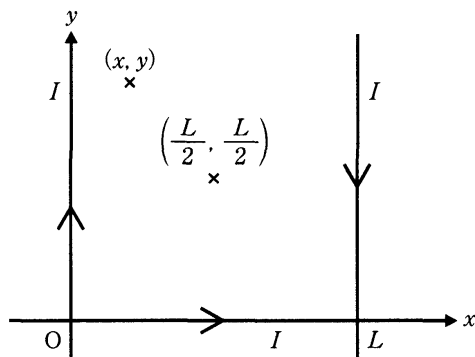
図1において金属板間の電場の強さ E [N/C] は S, Q, ϵ_0 で表して $E =$ である。極板間の電位差 V [V] は E, d で表すと $V =$ となる。それゆえ、この平行板コンデンサーの電気容量は S, d, ϵ_0 で表すと [F] となる。図1で極板電荷を一定に保ち極板間の距離を半分にすると、元の場合と比較して、電界の強さは 倍、電位差は 倍となり、電気容量は 倍となることがわかる。

次に、図2のように極板間に比誘電率 ϵ_r の誘電体を挿入すると、 という現象が生じて、誘電体中の電場の強さは図1の場合の 倍になる。それにともない、電位差が 倍となるので、このコンデンサーの電気容量は、図1の 倍となる。



14 【電流で誘導される磁場】

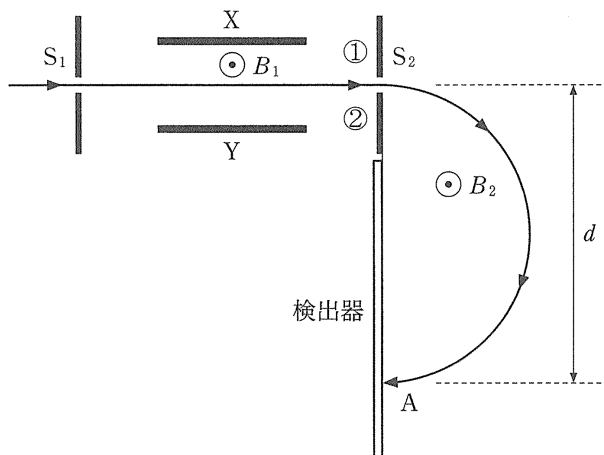
図のように、紙面上に x, y 軸をとり、直線 $x=0$ と $x=L$ [m] と $y=0$ にある 3 本の十分に長い導線に、電流 I [A] がそれぞれ流れている。ただし、導線の交点において、導線は絶縁されているものとする。以下の問いに答えよ。なお、 z 軸は紙面に垂直で紙面の裏から表に向かう向きである。また全体は真空にあるものとする。



- (1) $x=0$ を流れる電流により $x=L$ 上に誘導される磁場の強さを答えよ。
- (2) $x=L$ を流れる電流の単位長さ分が他の電流が誘導した磁場から受ける力の大きさと向きを答えよ。真空の透磁率を μ [N/A²] とする。
- (3) 図の位置 $(L/2, L/2, 0)$ に 3 本の電流で誘導される磁場（合成磁場）の強さを答えよ。
- (4) xy 平面内には 3 本の電流で誘導される磁場が相殺され磁場の強さが 0 になる位置がある。その位置を x, y の関数で表せ。

15 【ローレンツ力と電磁場内での荷電粒子の運動】

図は、質量の異なるイオンを電場と磁場で選別する装置の仕組みを示したものである。質量 M [kg]、電荷 Q [C] の陽イオンが速さ v [m/s] でスリット S_1 から入射し、直進してスリット S_2 に垂直に入る。平行板コンデンサーの極板 X, Y 間には、磁束密度 B_1 [T]（紙面の裏から表に向かう向き）の一樣な磁場と、陽イオンが直進するように調整された電場 E [N/C] がかけられている。 S_2 を通過した陽イオンは、磁束密度 B_2 [T]（紙面の裏から表に向かう向き）の一樣な磁場中に入射し、半円を描いて S_2 と同一平面内に置かれた検出器上の点 A に到達する。以下の問いに答えよ。ただし、装置全体は真空中に置かれており、極板の端における電場の乱れは無視でき、陽イオンは B_1, E, B_2 からの力のみを受けるものとする。



- (1) S_1 から S_2 に至る過程で陽イオンが磁場から受けるローレンツ力の大きさと向きを答えよ。
- (2) S_1 から S_2 に至る過程で陽イオンが磁場から受けるローレンツ力と極板 X, Y 間の電場から受ける力が相殺されることから (直進するので)、 v を E, B_1 で表せ。
- (3) 図における d [m]を M, Q, v, B_2 で表せ。
- (4) 以上より、 M を d, Q, B_1, B_2, E で表せ。

16 【電磁誘導・誘導起電力】

1辺の長さが ℓ [m]の1回巻の正方形のコイルがある。コイルには抵抗値 R [Ω]を持つ小さな抵抗が挿入されている。コイルは常に紙面と平行である。コイルの左辺と右辺は常に x 軸に垂直であり、上辺と下辺は常に x 軸に平行である。コイルの抵抗以外の部分の抵抗値、コイルの自己インダクタンス、コイル及び抵抗の質量は無視できるとする。以下の問題に答えよ。

問1 図1のように境界線より右側の領域のみ磁束密度 B_0 [Wb/m^2]の一樣な磁場が紙面垂直に裏面から表面への向きに加えられている。境界線からコイルの右辺までの距離 x [m]とし、図1中に示すように x 軸の正の向きをとる。コイルには外力が加えられ、 x 軸の正の向きに一定の速さ v [m/s]で等速直線運動している。

- (1) $0 < x < \ell$ においてコイルの右の辺に誘導される起電力の大きさと向きを答えよ。
- (2) (1)において、コイルに流れる電流を求めよ。また、その電流によりコイルの右の辺が磁場から受ける力の大きさと向きを答えよ。

(3) (1)において、単位時間あたりの抵抗のジュール熱と、下線部の外力の仕事率が等しいことを示せ。

(4) $l < x$ において下線部の外力の仕事率を答えよ。

境界線

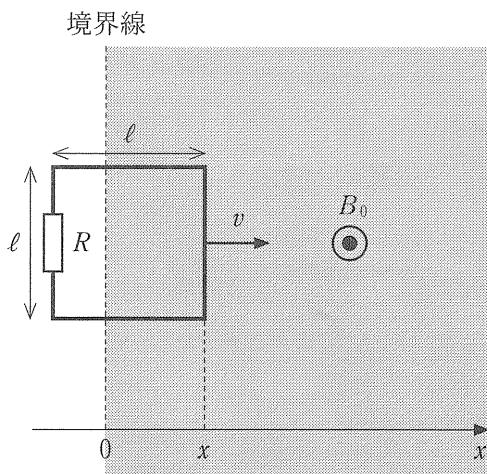


図 1

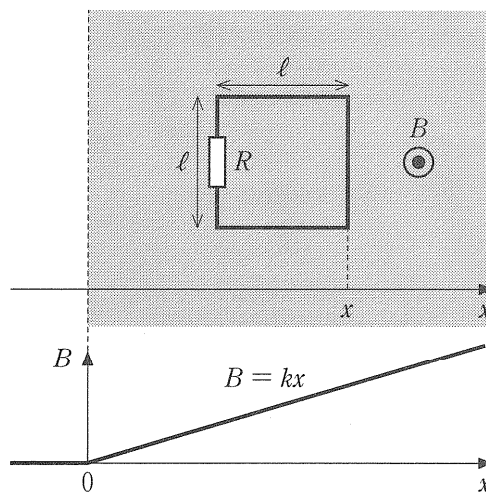


図 2

問 2 図 2 のように $x > 0$ の領域に加えられている磁場の磁束密度が x の増加にともなって増大する場合を考える。位置 x における磁束密度 B [Wb/m²] は k [Wb/m³] を正の定数として $B = kx$ である。 B の向きは紙面垂直に裏面から表面への向きである。コイルには外力が加えられ、 x 軸の正の向きに一定の速さ v [m/s] で等速直線運動している。

(1) $l < x$ においてコイルの右の辺に誘導される起電力の大きさと向きを答えよ。

(2) $l < x$ において下線部の外力の仕事率を答えよ。

17 【コンデンサー回路】

図のように、3個のコンデンサー C_1 、 C_2 、 C_3 、3個のスイッチ S_1 、 S_2 、 S_3 、および起電力 E の電池2個からなる回路がある。コンデンサー C_1 、 C_2 、 C_3 の電気容量はそれぞれ C 、 $2C$ 、 $3C$ である。回路中の G 点は接地してあり、 G 点の電位を0とする。はじめ、全てのスイッチは開いていて、3個のコンデンサーには電荷は蓄えられていないものとする。以下の問では各スイッチ操作の後、十分に時間が経過した状態を考えるものとする。

最初、スイッチ S_1 と S_3 を閉じた。

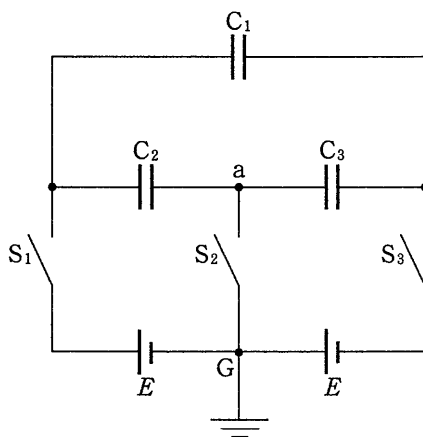
- (1) コンデンサー C_1 に蓄えられた電気量はいくらか。
- (2) 図の a 点の電位はいくらか。

次に、スイッチ S_3 を開き、スイッチ S_2 を閉じた。

- (3) コンデンサー C_1 に蓄えられた電気量はいくらか。

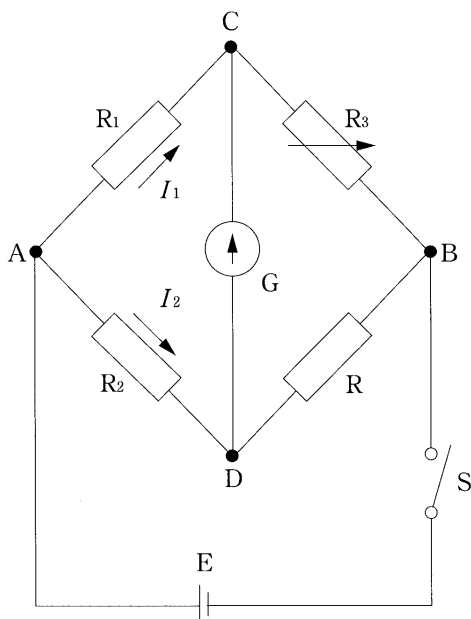
その後、スイッチ S_1 と S_2 を開いて、全てのスイッチが開いた状態にした。

- (4) コンデンサー C_2 に蓄えられた静電エネルギーはいくらか。



18 【ブリッジ回路】

値が正確にわかっている抵抗 R_1 , R_2 と精密に抵抗値を変えることができる可変抵抗 R_3 および高い感度の検流計 G を使って、未知の抵抗 R の抵抗値を正確に測定できる図のような回路をホイートストン・ブリッジ回路という。それぞれの抵抗値を $R_1 [\Omega]$, $R_2 [\Omega]$, $R_3 [\Omega]$ および $R [\Omega]$ とする。 E は内部抵抗が無視できる起電力 $E[V]$ の電池である。スイッチ S を閉じて回路に電流を流す。このとき可変抵抗の値 R_3 を調節して検流計 G に電流が流れないようにする。次の各問に答えなさい。



- (1) 抵抗 R_1 , R_2 に流れる電流をそれぞれ $I_1 [A]$, $I_2 [A]$ とする。 G の両端 C , D は等電位だから $V_{AC} = V_{AD}$ および $V_{CB} = V_{DB}$ が成り立っている。この両式を電流 I_1 , I_2 と抵抗値 R_1 , R_2 , R_3 および R によって表しなさい。ただし、 V の添え字、たとえば V_{AC} は端点 A と C の間の電位差を表す。
- (2) 未知の抵抗の値 R を 3 つの抵抗値 R_1 , R_2 , R_3 で表しなさい。
- (3) $R_1 = 10.0 \Omega$, $R_2 = 16.0 \Omega$, $R_3 = 25.0 \Omega$ としたとき検流計 G に電流が流れないとする。抵抗 R の値を求めなさい。
- (4) (3)の問題で電池 E の起電力が $3.5V$ であるとしたとき、抵抗 R_1 を流れる電流と A と C の間の電位差を求めなさい。
- (5) R を(3)で得られた値より小さい抵抗値の抵抗に交換した。 G にはどちら向きの電流が流れるか。また再び検流計に電流が流れないようにするためには可変抵抗 R_3 の値をどのように変えたら良いか答えなさい。

受験物理速修入会試験のための準備

受験物理速修コースの授業では「物理」は基本から提供します。基本から高度な応用発展までの組み立て方を伝えるためです。授業を受けるにあたって「物理」については無知であってもかまいません（授業の効率をよくするという点から予習をお勧めします）。ですから、受験物理速修の入会試験の可否は「物理」では判定しません。数式変形の基礎能力を確認する問題により可否を決めます。以下の問題はどのようなタイプの数式変形が出題されるかその一部を例示したものです。入会試験の準備にあたり参考にしてもらえるとよろしいかと思います。

1

弧度法では 360° を 2π ラジアンと表す。 90° は何ラジアン（rad）であるか。

2

一辺の長さ $1\mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{m}$ の正方形の面積は $1 \times 10^{\square} \text{cm}^2$ である。空欄に適切な整数を答えよ。

3

正の実数 x に対して $x + \frac{1}{x}$ の最小値を求めよ。

4

$0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ （ π は円周率）において $\sin \theta \cos \theta$ の最大値を与える θ と、その最大値を求めよ。

5

$0 \leq x \leq 3$ で $y = 2 \sin \pi x$ のグラフを描け。

6

ある実数 δ について $|\delta|$ が1に比べて十分に小さい場合、次の近似式が成立する。

$$(1 + \delta)^n \doteq 1 + n\delta \quad n \text{は実数}$$

この式を利用して次の(1)(2)(3)に答えよ。

(1) $(1.00003)^8$ を小数点以下5桁目まで計算せよ。

(2) $(0.99995)^3$ を小数点以下5桁目まで計算せよ。

(3) $\sqrt{40008}$ を小数点以下2桁目まで計算せよ。

7

x についての関数 $f(x) = x^2$ において Δx (デルタエックスと呼び分離せず 1 文字のように扱う) が x に対して十分に小さいとき、次のような変形を考える。

$$\begin{aligned} f(x + \Delta x) - f(x) &= (x + \Delta x)^2 - x^2 \\ &= 2x\Delta x + (\Delta x)^2 \\ &\doteq 2x\Delta x \end{aligned}$$

最後の行の変形は一次近似といい、十分に小さい Δx の 2 次以上の項を無視したものである。さて、 $f(x) = x^5$ において $f(x + \Delta x) - f(x) = (x + \Delta x)^5 - x^5$ を一次近似した式を答えよ。

8

ベクトル $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}$ の大きさ (長さ) を A, B, C とする。いま、 $\vec{A} = \vec{B} - \vec{C}$ が成り立つとき、 A^2 を B, C, \vec{B}, \vec{C} で表せ。

9

2 つの平面ベクトル $(1, \sqrt{3}), (\sqrt{3}, 1)$ について次の値を計算せよ。

- (1) 2 つのベクトルの内積。
- (2) 2 つのベクトルそれぞれの長さ。
- (3) 2 つのベクトルのなす角度 θ の余弦。

10

次の関数の導関数を求めよ (次の関数を微分せよ・ x について微分せよ)。なお、 e は自然対数の底である。

- | | | |
|---------------------|----------------------------|------------------|
| (1) $y = (x + 2)^4$ | (2) $y = x^{-\frac{1}{2}}$ | (3) $y = \cos x$ |
| (4) $y = e^{2x}$ | (5) $y = \log_e x$ | |

受験までの1年間に開講されるSEGの受験化学コースには「演習YZ」「演習FGH」「速修」の3種類のコースがあります。コースの概要はパンフレットに記載させていただいていますが、いずれのコースが皆さんに適合するかを判断する小問集を用意しました。

まず「受験化学演習YZ/FGHを選択するための診断問題」をご覧ください。手も足も出ない状態であるという場合は「受験化学速修コース」をお勧めします。なお、受験化学速修にも入会試験はありますが、入会試験のための準備問題「受験化学速修入会試験模擬問題」を掲載しておきます。

なお、この小問集を解く前に、今まで勉強してきた内容を軽く復習してください。皆さんの心の準備ができていない状態で問題を解いたとしても正しい判断ができないことがあるからです。

なお、問題設定等に疑念がある場合はご質問いただければ幸いです。

受験化学演習YZ/FGHを選択するための診断問題

次の小問題に教えてください。自分で勉強してきた資料や参考書を紐解きながら解いてもらってかまいませんし、その方がよろしいでしょう。覚えているかどうかではなく「分かっているかどうか」を確認することが目的の問題だからです。

●受験化学演習YZ …1～12のうち7割以上、かつ13～20のうち5割以上

●受験化学演習FGH …1～12のうち7割以上

が解答できない場合には、上記各コースへの編入はお勧めできません(1～12のついて7割に近い出来でとどまる場合はご相談ください)。

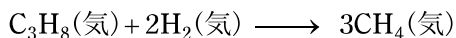
1～12は理論化学全範囲の実戦的演習の予習が可能であるかという自己診断問題です。うまく解答できない問題の割合が5割を超えたという実感をお持ちになった場合は「受験化学速修コース」で基礎講義から受講されることをお勧めします。

13～20は、1月からの受験化学演習YZコースの受講に必要な、有機化学の構造・異性体・反応理論の実戦的演習の予習が可能であるかという自己診断が目的の問題です。物質名については覚えている必要はなく、その構造は調べながら解答して構いません。なお、受験化学演習FGHコースの受講にあたって、高3の6月末までに学校や自習等で、13～20の問題に相当する有機化学の基礎学習が修了していることが必要です。不安のある方は「受験化学速修コース」の受講をお勧めします。

また、受験化学演習YZ/FGHいずれのコースでも上記内容に加え「化学結合」「無機化学」の理論的理解が必要となりますので、あらかじめご準備ください。

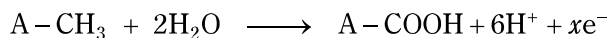
1 【理論化学】

C-C（炭素間単結合）の結合エネルギーが 348 kJ/mol，C-H（炭素水素間単結合）の結合エネルギーが 410 kJ/mol，H-H（水素間単結合）の結合エネルギーが 436 kJ/mol であるとして、次の反応のエンタルピー変化 ΔH を計算せよ。



2 【理論化学】

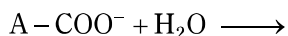
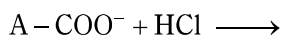
化学物質 A-CH₃ がある（A はこの問題には関わらない部分構造であり、CH₃ の部分と単結合している）。この物質は次の半反応式（イオン反応式）のように酸化される。



この半反応式で酸化数の変化した元素と反応の前後の酸化数をそれぞれ示せ。また、 x に適切な数値を答えよ。さらに、硫酸酸性過マンガン酸カリウムを酸化剤に用いたとして全反応式（電子を含まない反応式）を完成させよ。

3 【理論化学】

カルボン酸 A-COOH（前問同様 A はこの問題には関わらない部分構造）は一般に弱酸であり、水溶液中での電離度は小さい。そのため、そのイオンは塩基としての働きを示すことができる。次の二つの反応式を完成させよ。



4 【理論化学】

容積および温度が一定である容器に、酸素 5.0 mol・窒素 2.0 mol・アルゴン 3.0 mol の 3 種の気体を封入した。このとき、容器内の気体の圧力は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。それぞれの分圧を求めよ。また、この容器にヘリウムを追加すると圧力が $1.4 \times 10^5 \text{ Pa}$ となった。封入したヘリウムの物質量を答えよ。

5 【理論化学】

ある金属元素 X の結晶がある。その結晶の構造を調べたところ面心立方格子であることが分かった。単位格子の一辺の長さを測定すると 0.566 nm であった。X の金属結合半径を答えよ。

6 【理論化学】

0.10mol/L 水酸化ナトリウム水溶液10mLに、0.20mol/L 塩化水素水溶液10mLを加えた。このときのpHを求めよ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

7 【理論化学】

0.10mol/L 酢酸水溶液のpHを求めよ。酢酸の電離定数（酸解離定数・平衡定数の一種）を 2.0×10^{-5} mol/L, $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

8 【理論化学】

塩化ナトリウム水溶液を電気分解することを考える。陽極には炭素棒を陰極には白金を用いる。1.34Aの電流で2.0時間電気分解したとする。

- (1) 各極板での反応を電子を含む反応式で示せ。
- (2) 通電された電気量を電流値と通電時間から計算せよ。
- (3) ファラデー定数を 9.65×10^4 C/mol とすると、(2)で求めた電気量は何 mol の電子の通電に相当するか。
- (4) 陽極で発生する気体の体積を答えよ。ただし、体積の測定条件は 0°C , 1.01×10^5 Pa とし、 0°C , 1.01×10^5 Pa での気体の体積は 22.4 L/mol であるとする。

9 【理論化学】

化学反応 $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ による濃度の時間変化を次のように測定した。なお、測定開始時における二酸化窒素および酸素の濃度は0であったとする。

測定時刻	H_2O_2 の濃度 (mol/L)
0 min	0.542
1.0 min	0.497
4.0 min	0.384

- (1) 時刻0～1minにおける過酸化水素の濃度変化から反応速度を計算せよ。
- (2) 時刻1～4minにおける過酸化水素の濃度変化から反応速度を計算すると、この値は(1)の値より小さい。この理由を説明せよ。

10 【理論化学】

可逆反応 $2\text{H}_2 + \text{S}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{S}$ は、しばらくすると平衡状態に至る反応である。各成分の体積モル濃度を $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{S}_2]$ 、 $[\text{H}_2\text{S}]$ と表すとして以下の間に答えよ。

- (1) 正反応の反応速度定数を k_1 として正反応の反応速度式を示せ。
- (2) 逆反応の反応速度定数を k_2 として正反応の反応速度式を示せ。
- (3) $2\text{H}_2 + \text{S}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{S}$ の化学平衡の法則（質量作用の法則）を表す式を k_1, k_2 を用いて表せ。

11 【理論化学】

可逆反応 $3\text{H}_2(\text{気}) + \text{N}_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{気})$ は、しばらくすると平衡状態に至る反応である。この反応の右向きエンタルピー変化は $\Delta H_{\text{右向き}} = -89\text{kJ}$ である。

- (1) 温度を上げたときに平衡はどちらにかたよるか。法則名もつけて説明せよ。
- (2) 全体を圧縮したときに平衡はどちらにかたよるか。法則名もつけて説明せよ。

12 【理論化学】

難溶性塩類を水に過剰に加えると、沈殿と希薄溶液で平衡に至る。このとき、溶解しているイオンの濃度積は溶解度積と呼ばれる値に等しくなることが知られている。例えば、難溶性塩類である塩化銀（化学式 AgCl ）が沈殿と希薄溶液で平衡に至っているとき、 $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.0 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ が成立する。

- (1) 純水に塩化銀を十分量投入してかき混ぜて平衡に至ったとき、銀イオンの濃度を求めよ。
- (2) 1.0 mol/L 塩化ナトリウム水溶液に塩化銀を十分量投入してかき混ぜて平衡に至ったとき、銀イオンの濃度を求めよ。

13 【有機化学】

炭素原子間の単結合は回転可能である。よって、ブタンの炭素骨格は多様な動きをとることができる。それに対して二重結合は回転が許されないため 2-ブテンの炭素骨格には動きがない。図を用いてブタンと 2-ブテンの動きの違いを説明せよ。

14 【有機化学】

クレゾールは消毒薬として用いられるが 3 種の異性体の混合物である。どのような異性体であるかを説明せよ。また、クレゾールと同じ分子式をもつ芳香族アルコールの構造式を示せ。

15 【有機化学】

乳酸には 1 対の鏡像異性体がある。その鏡像異性体 1 対が分かるように図示せよ。
また、トレオニンには 2 対の鏡像異性体がある。これについても図示せよ。

16 【有機化学】

エテン（エチレン）には触媒の存在下で水が付加反応する。生成物の構造式を示せ。
また、エテンにある触媒を作用させるとポリエチレンが生成する。この 2 つの反応にはエテンのある結合が共通に関与している。その結合の名称を示せ。

17 【有機化学】

エテン（エチレン）に臭素を加えると速やかに付加反応するが、ベンゼンに通常条件で臭素を加えても付加反応しない。このことから何が分かるか説明せよ。

18 【有機化学】

ベンゼンのニトロ化の反応式を示せ。また、この反応と同じ分類の反応をもう 1 つ示せ。

19 【有機化学】

分子式 $C_4H_8O_2$ である有機化合物には、刺激臭（悪臭と言う方が的確）を放つ物質と、果実のような臭いを示す物質がある。それぞれ一例ずつ示性式を示し、分類名称を答えよ。

20 【有機化学】

分子式 C_3H_6O である有機化合物には、①アンモニア性硝酸銀により特異的な反応を示す物質、②ヨウ素水酸化ナトリウム混合溶液による加熱で特異的な反応を示す物質、③金属ナトリウムに対して特異的な反応を示す物質がある。それぞれの構造式を 1 つずつ示せ。

受験化学速修入会試験模擬問題

受験化学速修コースでは高校化学の内容を基礎から発展・応用まですべて講義します。授業に必要な知識は授業内に提示しますので、学ぶことを吸収する能力さえあれば予備知識は必要ないということになっています。ただ、聞いて・咀嚼して・使ってみるという、吸収するためのスピードは必要になります。よって、入会試験で出題する内容は、本文を読んで・咀嚼して・質問に答えるというものが1問と、スピードに必要となる「数」「量」についての操作能力に関する問題にとどめられます。全体の4割程度の解答ができることを合否ラインとしています。以下の問題を予習して入会試験を受験してください。

【(本文を読んで・咀嚼して・質問に答える) 問題】

原子は、電子と原子核より成る。原子核は陽子と中性子から成る。原子の種類は陽子の数で定まり、原子の質量は近似的に原子核で定まる。近似的に原子の質量は中性子の数と陽子の数の和に比例すると考えてよく、この数を質量数と呼ぶ。そこで原子の種類を元素記号で書くとき、その原子核が何個の陽子と何個の中性子から成るかを次のように表示する。

$$\begin{array}{c} \text{中性子の数と陽子の数の和} \\ \text{陽子の数} \end{array} \text{元素記号}$$

原子核が $^{12}_6\text{C}$ である炭素原子の質量は不確かであるが有効数字4桁であれば $1.993 \times 10^{-23} \text{g}$ である。不確かではあるが原子および原子レベルの粒子(分子やイオン)の質量を表示するときの基準を原子核が $^{12}_6\text{C}$ である炭素原子とするのが現在のルールであり、原子核が $^{12}_6\text{C}$ である炭素原子の質量は12Daと定められている。Da(ダルトンまたはドルトン)は質量の単位の記号である。この基準によると、例えば、原子核が $^{20}_{10}\text{Ne}$ であるネオン原子の質量は有効数字4桁で19.99Da、原子核が ^1_1H である水素原子の質量は有効数字4桁で1.008Daである。Da単位で原子の質量を表示した数値部分は、原子核が $^{12}_6\text{C}$ である炭素原子の質量の1/12の何倍であるかを表している。

アボガドロ定数という値がある。これは原子レベルの粒子(分子やイオン)を扱うときのひとまとまりとする個数である。 $12 = 12^1$ 個を1ダースと呼ぶのに似て、有効数字1桁で 6×10^{23} 個を1mol(モル)と呼び、この $6 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ を「アボガドロ定数」、mol(モル)単位で表した原子レベルの粒子の個数を「物質量」と呼ぶ。

2018年までは、原子核が $^{12}_6\text{C}$ である炭素原子を12gだけ集めたときの原子の個数をアボガドロ定数と決めていたが、炭素原子の質量自体が不確かであるためアボガドロ定数の値も不確かであった。この定義だと有効数字8桁でアボガドロ定数は $6.0221408 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ であるが、有効数字10桁以上は不確定であった。2019年よりア

ボガドロ定数は炭素原子と切り離して数値を定めてしまう(定義値と呼ぶ)ことになった。その値は $6.02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ であり、これは正確な値である。ただ、2019年以降であっても、アボガドロ定数、すなわち 1 mol だけ原子核が $^{12}_6\text{C}$ である炭素原子を集めると実用上は(近似と言ってもよい) 12 g となると言うてかまわない。

地球上で炭素原子をアボガドロ定数 = 1 mol 集めたとしても、その質量は 12 g にはならない。炭素原子に質量数の異なる原子が存在するためである。地球上での炭素原子は、総個数の 98.9% が原子核が $^{12}_6\text{C}$ である炭素原子であり、 1.1% が原子核が $^{13}_6\text{C}$ である炭素原子である。他のものは無視できる。原子核が $^{13}_6\text{C}$ である炭素原子の質量を整数で示すと 13 Da である。これから地球上で炭素原子を 1 mol だけ集めたときの質量は 12.011 g と計算できる。指定されたものを 1 mol だけ集めたときの質量はモル質量と呼ばれていて単位は g/mol である。地球上で原子を 1 mol だけ集めたモル質量の数値部分は「原子量」と呼ばれる値に等しい。原子量は原子核が $^{12}_6\text{C}$ である炭素原子の質量の $1/12$ の何倍であるかを表しているが、その値は平均値のイメージである。

1

1 Da は何グラムか、有効数字 4 桁目を四捨五入して有効数字 3 桁で答えよ。

$$\text{答: } \frac{1.993 \times 10^{-23} \text{ g}}{12} = 1.660 \dots \times 10^{-24} \text{ g}$$

2

原子核が $^{56}_{26}\text{Fe}$ である鉄原子中の質量は小数点以下を無視して 56 Da としてよい。この理由を本文から引き出して述べよ。

答: 近似的に原子の質量は陽子の数と中性子の数の和に比例すると考えてよく、陽子及び中性子 1 個あたりの質量はおおよそ 1 Da となるから。

3

原子核が $^{12}_6\text{C}$ である炭素原子の質量が有効数字 4 桁で $1.993 \times 10^{-23} \text{ g}$ であるとして、アボガドロ定数を有効数字 5 桁目を四捨五入して有効数字 4 桁で計算せよ。

$$\text{答: } \frac{12 \text{ g/mol}}{1.993 \times 10^{-23} \text{ g}} = 6.0210 \dots \times 10^{23} / \text{mol}$$

4

地球上で銅原子を集めると、微量なものを無視して、その 69% が原子核が $^{63}_{29}\text{Cu}$ であり 31% が $^{65}_{29}\text{Cu}$ である。銅の原子量を小数点以下 1 桁まで求めよ。

$$\text{答: } \frac{63 \times 69 + 65 \times 31}{100} = 63.62$$

【（数・量についての計算）問題の例】

5

1mol は有効数字 2 桁で 6.0×10^{23} 個である。0.25mol は有効数字 2 桁で何個であるか。

$$\text{答：} (6.0 \times 10^{23}) \times 0.25 = 1.5 \times 10^{23} \text{ 個}$$

6

化学では、単位体積あたりの物質量を「体積モル濃度」と呼ぶ。体積モル濃度が 0.20 mol/L のグルコース水溶液 5.0 mL 中には有効数字 2 桁で何 mol のグルコースが含まれるか。

$$\text{答：} 0.20 \text{ mol/L} \times (5.0 \times 10^{-3} \text{ L}) = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

7

単位物質質量（1mol をこのように呼ぶ）の質量（グラム数）を「モル質量」と呼ぶ。モル質量が 88 g/mol の物質が 2.2g あったとき、その物質量は何 mol であるか。有効数字 2 桁で答えよ。

$$\text{答：} \frac{2.2 \text{ g}}{88 \text{ g/mol}} = 0.025 \text{ mol}$$

8

希薄である気体の体積は、その気体を構成する分子の物質量に比例する。温度が 0°C 、圧力が $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ （1 気圧）の下での単位物質質量（1mol）の気体の体積は、分子の種類と無関係で 22.4 L/mol であり、これを「モル体積」と呼ぶ。 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において、0.25mol の気体の体積は何 L となるか、小数点以下 1 桁まで求めよ。

$$\text{答：} 22.4 \text{ L/mol} \times 0.25 \text{ mol} = 5.6 \text{ L}$$

9

極めて薄い溶液の濃度は、単位体積あたりの物質量で表した濃度の常用対数値に負号をつけて表示する。例えば 0.0001 mol/L 水溶液では $-\log_{10} 0.0001 = -\log_{10} 10^{-4} = 4$ と表示する。 0.00002 mol/L 水溶液の濃度を上にならって示せ。 $\log_{10} 2 = 0.3$ とする。

$$\begin{aligned} \text{答：} -\log_{10} 0.00002 &= -\log_{10} 2 \times 10^{-5} \\ &= 5 - \log_{10} 2 \\ &= 4.7 \end{aligned}$$

新規入会試験 受験者用 数学を受講するための予備知識確認問題

1～2月の受験数学コースを受講するにあたって、最低限の予備知識をいくつか問題形式にしてみました。予備知識に不安がある方は、是非解いてみて、自分の習熟度のチェックにご利用ください。

これらの基本問題では物足りない意欲的な人は、次頁の最後に1～2月のテキストから抜粋した問題を載せていますので、挑戦してみましょう。

1 【確率】

- 1 から 6 の目が等確率で出るサイコロを n 回振る。
3 の目と 4 の目がどちらも少なくとも 1 回は出る確率を、 n を用いて表せ。

2 【数列】

- $$\begin{cases} a_1 = 1 \\ a_{n+1} = a_n + \frac{2^n}{3^n} \end{cases} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$
- を満たす数列 $\{a_n\}$ の一般項 a_n を、 n を用いて表せ。

3 【対数関数】

- 不等式 $\log_2 x < -\frac{3}{2}$ を解け。

4 【三角関数】

- xy 平面上で、点 $P(\cos \theta, \sin \theta)$ と点 $A(-2\sqrt{3}, 2)$ との距離 d が最小となる θ を求めよ。(但し、 $0 \leq \theta < 2\pi$ とする。)

(hint : 点 $P(\cos \theta, \sin \theta)$ はどんな点か?)

5 【不等式と領域】

- 不等式 $(x^2 + y^2 - 4x - 2y)(x - y) > 0$ で表される領域を xy 平面に図示せよ。

6 【2次方程式の解の配置】

x の 2 次方程式 $f(x) = x^2 - 4ax + (a^2 + 6) = 0$ が、 $x \leq 0$ なる実数解を 1 つ以上もつような実数定数 a の範囲を求めよ。

7 【ベクトル】

$\triangle ABC$ があり、 $\vec{b} = \overrightarrow{AB}$, $\vec{c} = \overrightarrow{AC}$ とする。

BC を 5 : 1 に内分する点を P、 $\triangle ABC$ の重心を G とする時、 \overrightarrow{PG} を \vec{b} , \vec{c} を用いて表せ。

8 【数 II 微分】

$f(x) = x^4 - 6x^2 + 8x + 1$ が極値をとる x の値を求めよ。

9 【数 II 積分】

2 曲線 $\begin{cases} y = x^2 \\ y = -x^2 - 6x \end{cases}$ の囲む領域 D の面積 S を求めよ。

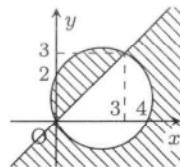
この他、理系・医系志望であれば、数 III 微積分の計算が一通りできることが望ましいです。
また、基本問題では物足りない意欲的な人は、下の問題に挑戦してみましょう。

10# 【挑戦問題】

$1 \geq z \geq x^2 + y^2$ のとき、 $w = x + y + z$ の値域を求めよ。

【略解】

- 1 $\frac{6^n - 2 \cdot 5^n + 4^n}{6^n}$
 2 $3 - 3\left(\frac{2}{3}\right)^n$
 3 $0 < x < \frac{\sqrt{2}}{4}$
4 $\frac{5}{6}\pi$
 5 右図の斜線部で、境界を含まない。
6 $a \leq -\sqrt{2}$
 7 $\frac{1}{6}\vec{b} - \frac{1}{2}\vec{c}$
 8 -2
 9 9



高2 英語多読クラス新規入会試験のご案内

高2 英語多読クラス新規入会試験は、ACE 試験（英語運用能力テスト）を行います。試験は「リスニング」「語彙・文法」「リーディング」の3つのパートからなり、4つの選択肢から適切な答えを一つ選択するマーク方式の試験です。

以下は、ACE 試験の一部のサンプル問題です。

1 【リスニング】

(1) 情報収集問題

これから、駅から郵便局までの道順に関する会話を聞きます。

(放送される英文)

M: Excuse me, could you tell me how to get to the post office?

F : Sure. After you go out of the station, go straight and turn left at the first corner. Then, walk down the street and turn right at the second corner.

M: OK. Then...

F : Keep on walking and you'll come to a bridge.

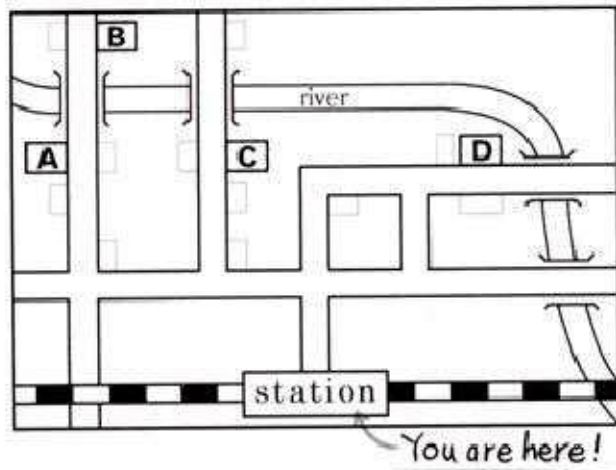
M: Do I cross it?

F : No, before the bridge, there's a flower shop on your right. The post office is just across from it. It's very easy to find.

M: I see. Thanks for your help.

Q 郵便局は、地図上のどの位置にあるでしょうか。

- ① A
- ② B
- ③ C
- ④ D



(2) 総合リスニング問題

(放送される英文)

Attention please. The trains on the East Line have been stopped because of an accident at Johnson Station. East Line Super Express is also out of service.

Those who want to go to Johnson Station, please take the free shuttle bus from this station.

Those who want to go to Valley Station, please take the Central Line from this station and go to Parkway Station. Change trains there to the Midland Line. Valley Station is a twenty-minute ride from Parkway Station.

Thank you.

Q What is happening now?

- ① People must use East Line Super Express.
- ② People must get off at Johnson Station.
- ③ People can't use the East Line.
- ④ People can't go to Johnson Station.

Q To go to Valley Station, what should you do?

- ① Take the shuttle bus from this station.
- ② Take the East Line and change trains at Parkway Station.
- ③ Take the Midland Line, then change to the Parkway Line.
- ④ Take the Central Line, then change to the Midland Line.



2 【語彙・文法】

空所を含む1往復の会話文もしくは1～2文の短い英文を読み、空所に入る語（句）を選択肢から選びます。

(1) “What() do they speak in Canada?”

“They speak English and French.”

- ① countries
- ② languages
- ③ nations
- ④ persons

(2) “How did you () last weekend?”

“I went to see a movie with my friends.”

- ① care
- ② make
- ③ spend
- ④ use

3 【リーディング】

英文を読み、英文に付随する質問の答を選択肢から選びます。各英文には、1～3 問の質問が付随します。

Positions Wanted

I'm Jake Stevenson. I'm a student at Brentwood High School, and I am looking for a part-time job. I can work evenings after school, but not on Tuesday evenings. I'd like to work in or around the town of Brentwood.

I'm Maria Gomez. I'm a second-year student at Frontenac College. I am looking for a summer job from June through August. During that time I want to work full-time. I can use Word and Excel for Windows computers.

Help Wanted

- A. A Chinese Restaurant in Brentwood needs a waiter to works at lunch time. Great salary and free meals. Monday through Saturday from 10 a.m. to 2 p.m.
- B. Prazzi, a boutique in downtown Seattle needs part-time sales staff. A person who can use Excel is welcomed. Working Hours: 11:00 to 15:00. Closed on Tuesdays.
- C. Johnson Co. needs a summer time office clerk who can work either part-time or full-time. A person with a high school graduate level of education is wanted.
- D. A fitness club in Brentwood needs a part-time office clerk. A person who can work more than three evenings a week is wanted.

(1) Which job is good for Jake Stevenson?

- ① A
- ② B
- ③ C
- ④ D

(2) Which job is good for Maria Gomez?

- ① A
- ② B
- ③ C
- ④ D