聖マリアンナ医科大学　一般

平成２５年度

１４時１０分～１６時４０分

理　科

問　題　用　紙

科目名	頁
物　理	１　～　４
化　学	５　～　８
生　物	９　～　１３

注　意　事　項

１．試験開始の合図［チャイム］があるまで、この注意をよく読むこと。
２．試験開始の合図［チャイム］があるまで、この問題の印刷されている冊子を開かないこと。
３．試験開始の合図［チャイム］の後に問題用紙ならびに解答用紙の定められた位置に受験番号、氏名を記入すること。
４．解答はかならず定められた解答用紙を用い、それぞれ定められた位置に問題の指示に従って記入すること。
５．解答はすべて黒鉛筆を用いてはっきりと読みやすく書くこと。
６．解答用紙のホチキスははずさないこと。
７．質問は文字に不鮮明なものがあるときにかぎり許される。
８．問題に、落丁、乱丁の箇所があるときは手をあげて交換を求めること。
９．試験開始後６０分以内および試験終了前１０分間は、退場を認めない。
１０．試験終了の合図［チャイム］があったとき、ただちに筆記用具を置くこと。
１１．試験終了の合図［チャイム］の後は、問題用紙および解答用紙はすべて本表紙を上にして、通路側から解答用紙、問題用紙の順に並べて置くこと。いっさい持ち帰ってはならない。なお、途中退場の場合は、すべて裏返しにして置くこと。
１２．選択科目の変更は認めない。
１３．その他、監督者の指示に従うこと。

受験番号		氏　名	

◇M3(533—12)

物　理

以下の各問題の解答はすべて解答欄に記入し、$\boxed{2}$、$\boxed{4}$ は解答の過程も示しなさい。

$\boxed{1}$ 以下の文章の（ ① ）から（ ⑳ ）に適切な語句、数値または式を入れなさい。

〔1〕 質量をもつ物体の間には常に引力がはたらく。これを（ ① ）の法則という。質量 M の地球と、地表上の質量 m の物体との間にはたらく（ ① ）の大きさは、地球の半径を R、（ ① ）定数を G とすると（ ② ）と書ける。地表での重力加速度を g とすると、地表の近くでは質量 m の物体にはたらく重力は（ ③ ）と書けるので、地球の質量 M を G、R、g で表すと（ ④ ）となる。$R = 6.4\times10^{6}$ m、$g = 9.8$ m/s^{2}、$G = 6.7\times10^{-11}$ N・m^{2}/kg^{2} とすると、$M =$（ ⑤ ）kg となる。

〔2〕 音（音波）は、空気などの（ ⑥ ）中を進行方向に粗密を繰り返しながら伝わるので粗密波、または（ ⑦ ）波と呼ばれる。空気中の音速を 340 m/s とすると、2000 Hz の音波（正弦波）の空気中の密の部分の繰り返し間隔は、（ ⑧ ）cm である。楽器の違いや「あ」や「い」などの母音の違いを聞き分けられるのは、（ ⑨ ）が異なるからである。また、人が相手の位置を把握できるのは、左右の耳の位置が会話の音声の波長程度に離れていることで、左右の耳に音声が到達する時刻がわずかに異なるからである。このように位置や時刻によって波の変位が異なることを（ ⑩ ）が異なるという。

〔3〕 コイルに流れる電流の変化によって、コイルを貫く磁束が変化してそのコイル自身に起電力が誘起される。この現象を（ ⑪ ）という。この起電力は電流の変化する速さに比例し、この比例定数を（ ⑫ ）と呼ぶ。（ ⑫ ）の単位は（ ⑬ ）と呼ばれ、コイルの断面積を大きくすると（ ⑫ ）は（ ⑭ ）くなる。（ ⑫ ）が 0.2（ ⑬ ）のコイルに 0.1 A の電流が流れるとき、コイルに蓄えられるエネルギーは（ ⑮ ）J である。

〔4〕 異なる温度の物体を接触させておくと、やがて両者の温度は等しくなる。等しい温度になったとき、物理の用語では「両者は（ ⑯ ）の状態にある」という。この状態になるためには両者の間で何かが受け渡されていることになる。この受け渡されるものを（ ⑰ ）と呼んでおり、その量を（ ⑱ ）と呼ぶ。ある物体の温度を 1 K だけ上昇させる（ ⑱ ）のことをその物体の（ ⑲ ）といい、1 種類の物質でできている物体 1 g あたりの（ ⑲ ）はその物質の（ ⑳ ）と呼ばれる量である。

2 ヒトの腕の質量を計測する方法を考える。簡単のために図1(a)のような一部が欠けた直方体の胴体に、2本の角錐台の腕が接続されているヒト型剛体模型を考える。2本の腕はまったく同じものとする。腕は軸Sを中心として xz 平面上でのみ動かせる。図1(b)のように両腕を x 軸に平行に固定し、模型が静止した状態でくさびBを支点として、くさびBと平行な辺Aに作用する重力を計測すると、計測値は $w_b \times 9.8$ [N]であった。模型全体の質量を M [kg]、腕1本の質量を m [kg]とし、図1(b)のように、胴体の長さを L [m]、腕の長さを ℓ [m]（ただし $\ell < L$）、辺Aと軸Sとの距離を r [m]とする。重力加速度を 9.8 m/s^2 として以下の各問に答えなさい。ただし、〔1〕から〔4〕までは、腕の重心は、図1(b)の状態で軸Sから x 軸方向に 0.5ℓ の位置にあるとする。

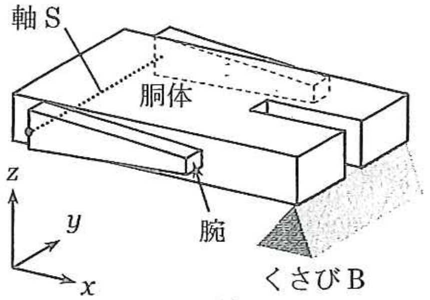

図1(a)

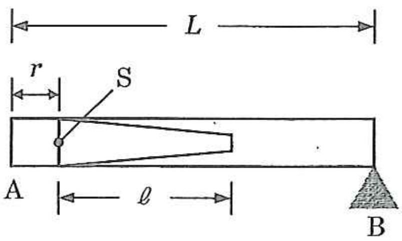

図1(b)

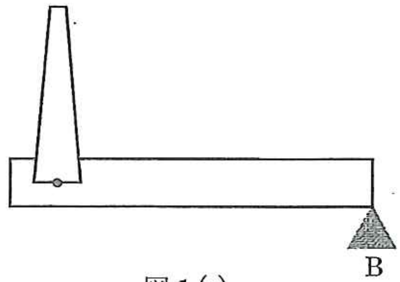

図1(c)

〔1〕 図1(b)の状態で、くさびBに作用する重力の大きさを求めなさい。

〔2〕 図1(b)の状態で、くさびBから模型全体の重心の位置までの x 軸方向の距離を、与えられた変数を用いて表しなさい。

〔3〕 くさびBから胴体の重心の位置までの x 軸方向の距離を、与えられた変数を用いて表しなさい。

次に、図1(c)のように両腕を z 軸に平行に固定した。模型が静止した状態でAに作用する重力を計測すると、計測値は $w_c \times 9.8$ [N]であった。

〔4〕 腕1本の質量 m を与えられた変数を用いて表しなさい。また、$w_b = 30.2$ kg、$w_c = 31.1$ kg、$M = 65.0$ kg、$L = 1.65$ m、$\ell = 0.75$ m として、腕1本の質量を求めなさい。

〔5〕 実際に腕1本の質量を計測したら 2.20 kg であった。図1(b)の状態で、腕の重心位置から軸Sまでの x 軸方向の距離は ℓ の何倍かを求めなさい。

3 以下の文章の（ ① ）から（ ⑮ ）に適切な式を入れなさい。

図2(a)に示される回路において、電池Vの起電力を V [V]、間隔 d [m]の極板A、Bからなる平行板コンデンサーCの静電容量を C [F]とする。まずスイッチSを閉じて電流を流し、十分時間がたってからSを開いた。以後Sは開いた状態とし、接地面の電位を0Vとする。また、A、Bの面積は十分大きく、AB間につくられる電場（電界）は一様であ

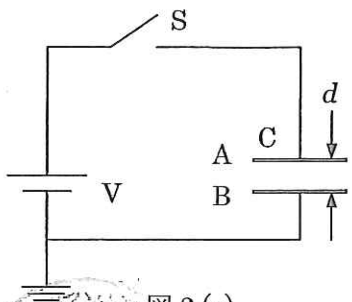

図2(a)

り、空気中の比誘電率を1とする。このときAB間の電場（電界）の大きさは（　①　）[V/m]、静電エネルギーは（　②　）[J]であり、Aにたまる電気量（電荷）は（　③　）[C]である。

AとBとの間隔をd[m]から$3d$[m]にした。このときCの静電容量は（　④　）[F]であり、AB 間の電場（電界）の大きさは（　⑤　）[V/m]、静電エネルギーは（　⑥　）[J]、A の電位は（　⑦　）[V]である。

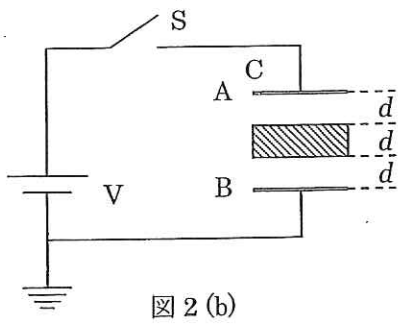

図2(b)

次に図2(b)に示されるように、$3d$[m]の極板間隔のまま、電気量（電荷）の蓄えられていない絶縁された厚さd[m]の導体板をAB 間の中央に、両極板に触れないように挿入した。このとき Cの静電容量は（　⑧　）[F]、Aと導体間との電場（電界）の大きさは（　⑨　）[V/m]、AB間の静電エネルギーは（　⑩　）[J]、Aの電位は（　⑪　）[V]である。

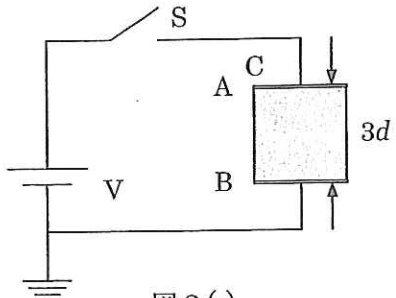

図2(c)

導体板を抜き、図2(c)に示されるように比誘電率ε_rの誘電体をAB間にすきまなく挿入した。このときCの静電容量は（　⑫　）[F]、誘電体中の電界（電場）の大きさは（　⑬　）[V/m]、AB間の静電エネルギーは（　⑭　）[J]、Aの電位は（　⑮　）[V]である。

4 水平の台があり、その台上中央に直径3.0 cmの赤色の印が貼り付けてある。屈折率n_1、底の厚さh_1[cm]の透明ガラス板でできた水槽を印が底面の中央になるように置いた。$h_1 < 50$とし、空気の屈折率を1.0として、以下の各問に答えなさい。ただし、角度θが十分小さいとき$\sin\theta \fallingdotseq \tan\theta$という近似を用いてよい。

〔1〕 光の屈折率の定義を、図を描いて示しなさい。

〔2〕 幾何学的に定義された屈折率は、速さや波長の比でも表せる。このことから光の屈折という現象は、光のどのような性質によって起こるのか説明しなさい。

〔3〕 印の真上50 cmから、印を観察すると、見かけの距離はいくらか。作図して求めなさい。

次に、水槽に水（屈折率n_2）を深さがh_2[cm]になるまで満たした。ただし$h_1 + h_2 < 50$とする。

〔4〕 印の真上50 cmから見ると、水面から印までの見かけの距離はいくらか。

5 以下の文章の（　①　）から（　⑩　）に適切な式または数値を入れなさい。

単原子分子理想気体が図 3 のように一辺の長さ L [m]の立方体に閉じこめられている。この理想気体分子のうち、壁 A に垂直に向かう速さ v [m/s]をもつ 1 個の分子 M を考え、この M が壁 A に完全弾性衝突したとする。M の質量を m [kg]としたとき、M の衝突前後の運動量の変化の大きさは（　①　）[kg・m/s]である。M はその後、壁 A と平行な壁 B に向かい、壁 B と完全弾性衝突後にふたたび壁 A へ向かうという往復運動を行う。M が壁 A と衝突する回数は毎秒（　②　）回となるため、M が壁 A から 1 秒あたりに受ける運動量の変化の大きさは（　③　）[kg・m/s²]である。

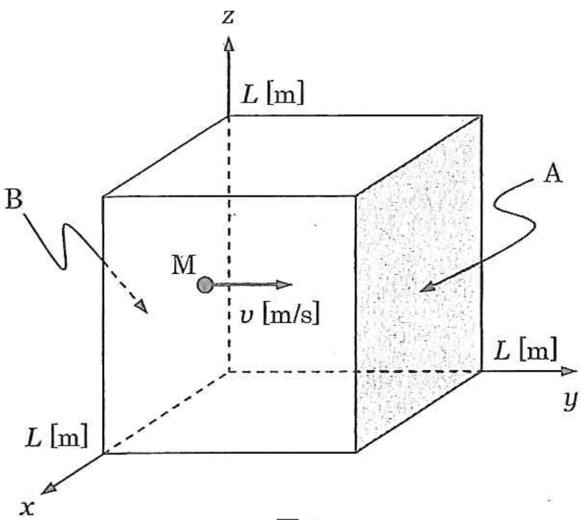

図 3

実際の分子の速度ベクトルは大きさも方向もさまざまだが、方向によって条件は変わらないので、各壁に対して垂直な速度成分を考えれば、衝突する壁による分子の運動量の変化のしかたに違いはない。そのため立方体中の全分子の運動量の変化は、全分子の（　④　）ずつがそれぞれの速さで図 3 の x、y、z の各軸に平行に運動している場合に等しい。

さて、立方体中の分子の総数 N をきわめて大きな数とすると、これらの分子が壁 A に 1 秒あたりに衝突する回数はほとんど変動せず一定であると考えられる。そのため、各分子の速さの 2 乗を平均したものを $\overline{v^2}$ [m²/s²]とすると、壁 A が 1 秒あたりに分子に与える運動量の変化の総和の大きさは（　⑤　）[kg・m/s²]となる。

単位時間あたりに物体が受ける運動量の変化は物体の受ける外力に等しいため、壁 A が 1 秒あたりに分子に与える運動量の変化の総和は壁 A が分子に及ぼす力の総和であり、これはその反作用として気体分子が壁 A に及ぼす力の総和を与える。

次に、気体分子が壁 A に及ぼす単位面積あたりの力、つまり圧力を考えよう。壁 A の面積は（　⑥　）[m²]であり、この立方体内の気体の体積 V は（　⑦　）[m³] なので、V を用いると壁 A には（　⑧　）[Pa]の圧力が生じている。式（　⑧　）では分子が閉じこめられている領域の x、y、z 方向の長さが消え、もはや領域の大きさや形によらないものとなっている。

最後に、この立方体内部について、気体の圧力 P [Pa]が一定の場合にその体積 V [m³]が絶対温度 T [K]に比例するというシャルルの法則を考える。この法則は、比例定数を k [m³/K]と置けば

$$V = kT$$

と書けるので、これを（　⑧　）に当てはめると

$$T = （　⑨　）$$

となり、P が一定という条件なら T は（　⑩　）にのみ影響を受けることが導かれる。

以　上