理　　　科

2019年度（平成31年度）

入　学　試　験　問　題

受　験 番　号	

1. 注 意 事 項

(1)　試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。

(2)　この問題冊子は61ページあります。

物　理　　1ページから　12ページまで
化　学　　13ページから　28ページまで
生　物　　29ページから　61ページまで

試験中に，問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。

(3)　問題冊子の表紙の受験番号欄に受験番号を記入してください。

(4)　解答用紙は2枚あります。解答用紙には，氏名，受験番号の記入欄，および受験番号と選択科目のマーク欄があります。それぞれに正しく記入し，マークしてください。

(5)　問題冊子のどのページも切り離してはいけません。問題冊子の余白は計算用紙として使用してもかまいません。

(6)　**計算機能や辞書機能，通信機能などをもつ機器等の使用は禁止します。使用している場合は不正行為とみなします。**

(7)　試験終了後，解答用紙はもちろん，問題冊子も持ち帰ってはいけません。

2. 解答上の注意

解答上の注意は，裏表紙にも記載してあるので，この問題冊子を裏返して必ず読んでください。ただし，問題冊子を開いてはいけません。また，解答用紙の左下に記載してある「注意事項」も読んでください。

(1)　問題は物理，化学，生物の3科目あります。**任意の2科目を選んで解答してください。**

裏表紙につづく

2. 解答上の注意（つづき）

(2) それぞれの解答用紙の選択科目欄に，選んだ科目を一つマークしてください。解答用紙に，正しくマークされていない場合は，採点できないことがあります。**特に，解答用紙の選択科目欄に何もマークされていない場合，または複数の科目にマークされている場合は，科目不明として０点となります。**

〔例〕 物理を選ぶとき

選択科目	物理	化学	生物
	●	○	○

(3) 各問題文中の ア ， イ ， ウ ，… などの □ には選択肢の番号あるいは符号(＋，－)が入ります。選択肢の番号あるいは符号を解答用紙の ア ， イ ， ウ ，… で示された解答欄の①，②，…，⓪，⊕，⊖にマークしてください。

(4) 数値の入れ方

（ⅰ） 問題文中の ア ， イ ， ウ ，… に数字または符号を入れる場合，それぞれの □ には１，２，…，９，０の数字または符号(＋，－)の一つが入ります。それらの数字または符号を解答用紙の ア ， イ ， ウ ，… で示された解答欄にマークしてください。

（ⅱ） 解答枠の桁数より少ない桁数を解答するときは，数字を右詰めで，その前を⓪でうめるような形で答えてください。

〔例〕 ア イ . ウ エ に 1.8 あるいは 1.80 と答えたいとき

ア	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⊕	⊖
イ	●	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⓪	⊕	⊖
ウ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⓪	⊕	⊖
エ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⊕	⊖

ア ， エ の⓪をマークしないままにしておくと誤答として扱います。

物　　理

1　次の問いに対して，最も適切なものを選択肢の中から一つ選びなさい。

I　図1のように，質量m，長さ$4l$の一様な棒が，くさび形の支柱A，Bにより水平に支えられている。棒に沿ってx軸を定め，棒の中央に原点Oをとる。支柱Aの位置は$x=-l$で，支柱Bの位置は$x=l$である。棒に鉛直下向きの力を加えた場合の，棒から支柱A，Bに加わる力をそれぞれF_A，F_Bとする。また，重力加速度の大きさをgとする。

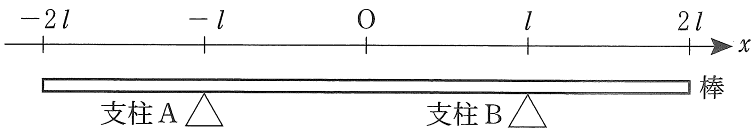

図1

問 1　棒上の支柱Aの位置に$\frac{1}{2}mg$の力を鉛直下向きに加えた。次の問いに答えなさい。

（1）　F_A+F_Bの大きさはいくらか。

ア

（2）　F_A，F_Bの大きさはそれぞれいくらか。

F_A：イ

F_B：ウ

ア ～ ウ の選択肢　（同じものを繰り返し選択してもよい）

① 0　② $\frac{1}{2}mg$　③ $\frac{3}{4}mg$

④ mg　⑤ $\frac{3}{2}mg$　⑥ $2mg$

問 2　棒上の $x = a$ の位置 $(-2l \leqq a \leqq 2l)$ に $\dfrac{1}{2}mg$ の力を鉛直下向きに加えたとき，F_A，F_B の大きさはそれぞれいくらか。

F_A : $\boxed{エ}$

F_B : $\boxed{オ}$

$\boxed{エ}$，$\boxed{オ}$ の選択肢　（同じものを繰り返し選択してもよい）

① 0　② $\dfrac{3l-a}{4l}mg$　③ $\dfrac{3l+a}{4l}mg$

④ $\dfrac{3l-a}{2l}mg$　⑤ $\dfrac{3l+a}{2l}mg$　⑥ $\left(3-\dfrac{a}{l}\right)mg$

⑦ $\left(3+\dfrac{a}{l}\right)mg$　⑧ mg

問 3　棒上の $x = -\dfrac{7}{4}l$ の位置に鉛直下向きの力を徐々に加えていくと，棒は支柱 B から離れ始める。離れ始める力の大きさはいくらか。

$\boxed{カ}$

$\boxed{カ}$ の選択肢

① $\dfrac{5}{8}mg$　② $\dfrac{2}{3}mg$　③ $\dfrac{3}{4}mg$　④ mg

⑤ $\dfrac{5}{4}mg$　⑥ $\dfrac{4}{3}mg$　⑦ $\dfrac{3}{2}mg$　⑧ $2mg$

Ⅱ　図2のような中心O，半径Rの球状の断熱容器がある。この容器内に，質量mの単原子分子N個からなる理想気体を封入する。各分子は，他の分子と衝突せず容器の内壁に衝突するまで等速直線運動を続ける。分子と容器の内壁の衝突は弾性衝突とし，分子同士はお互いに力を及ぼし合わず，分子にはたらく重力は無視できるものとする。

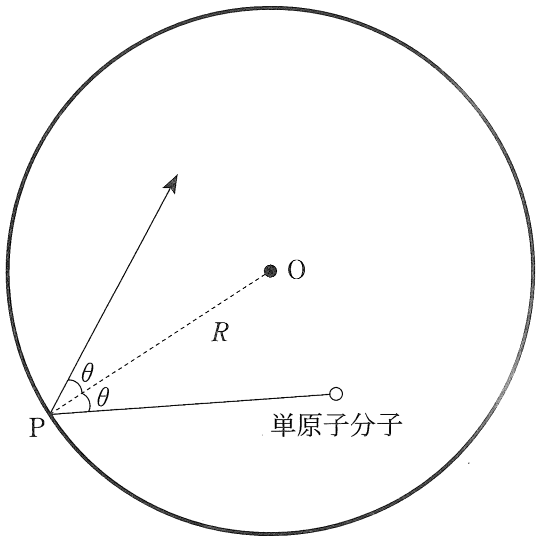

図2

問1　図2のように，速さvで運動している分子が点Pで衝突した。このとき，分子の進行方向と直線OPとのなす角をθとする。この分子の運動について答えなさい。

(1)　この分子の運動量の大きさはいくらか。

キ

(2)　1回の衝突でこの分子が容器の内壁に与える力積の大きさはいくらか。

ク

$\boxed{キ}$, $\boxed{ク}$の選択肢　(同じものを繰り返し選択してもよい)

① mv　② $mv\sin\theta$　③ $mv\cos\theta$　④ $\dfrac{mv}{\sin\theta}$

⑤ $\dfrac{mv}{\cos\theta}$　⑥ $2\,mv$　⑦ $2\,mv\sin\theta$　⑧ $2\,mv\cos\theta$

⑨ $\dfrac{2\,mv}{\sin\theta}$　⓪ $\dfrac{2\,mv}{\cos\theta}$

(3) この分子は，容器の内壁と衝突を繰り返す。単位時間当たりに，この分子が容器の内壁に衝突する回数および容器の内壁に与える力積の大きさはいくらか。

回数：$\boxed{ケ}$

力積の大きさ：$\boxed{コ}$

$\boxed{ケ}$の選択肢

① $\dfrac{v}{R}$　② $\dfrac{v}{R\sin\theta}$　③ $\dfrac{v}{R\cos\theta}$　④ $\dfrac{v}{2\,R}$

⑤ $\dfrac{v}{2\,R\sin\theta}$　⑥ $\dfrac{v}{2\,R\cos\theta}$　⑦ $\dfrac{R}{v}$　⑧ $\dfrac{R\sin\theta}{v}$

⑨ $\dfrac{R\cos\theta}{v}$　⓪ $\dfrac{2\,R}{v}$　⊕ $\dfrac{2\,R\sin\theta}{v}$　⊖ $\dfrac{2\,R\cos\theta}{v}$

$\boxed{コ}$の選択肢

① $\dfrac{mv^2}{R}$　② $\dfrac{mv^2}{R\sin\theta}$　③ $\dfrac{mv^2}{R\cos\theta}$

④ $\dfrac{mv^2\sin\theta}{R}$　⑤ $\dfrac{mv^2\cos\theta}{R}$　⑥ $\dfrac{mv^2}{2\,R}$

⑦ $\dfrac{mv^2}{2\,R\sin\theta}$　⑧ $\dfrac{mv^2}{2\,R\cos\theta}$　⑨ $\dfrac{mv^2\sin\theta}{2\,R}$

⓪ $\dfrac{mv^2\cos\theta}{2\,R}$

問 2　容器内の単原子分子全体について考える。分子の速度の 2 乗を平均した値を $\overline{v^2}$ とし，このときの気体の温度を T とする。また，ボルツマン定数を k，アボガドロ定数を N_A とする。

（1）　容器内の圧力はいくらか。

$\boxed{サ}$

$\boxed{サ}$ の選択肢

① $\dfrac{3Nm\overline{v^2}}{4\pi R^3}$　② $\dfrac{3Nm\overline{v^2}}{4\pi R^2}$　③ $\dfrac{3Nm\overline{v^2}}{4\pi R}$　④ $\dfrac{Nm\overline{v^2}}{4\pi R^3}$

⑤ $\dfrac{Nm\overline{v^2}}{4\pi R^2}$　⑥ $\dfrac{Nm\overline{v^2}}{4\pi R}$　⑦ $\dfrac{Nm\overline{v^2}}{8\pi R^3}$　⑧ $\dfrac{Nm\overline{v^2}}{8\pi R^2}$

⑨ $\dfrac{Nm\overline{v^2}}{8\pi R}$　⓪ $\dfrac{Nm\overline{v^2}}{\pi R^3}$　⊕ $\dfrac{Nm\overline{v^2}}{\pi R^2}$　⊖ $\dfrac{Nm\overline{v^2}}{\pi R}$

（2）　容器内の内部エネルギーはいくらか。

$\boxed{シ}$

$\boxed{シ}$ の選択肢

① $\dfrac{3}{2}kT$　② $\dfrac{3}{2}N_A kT$　③ $\dfrac{3}{2}NkT$　④ $\dfrac{3}{2}N_A NkT$

⑤ $\dfrac{3N}{2N_A}kT$　⑥ $\dfrac{3N_A}{2N}kT$　⑦ $\dfrac{3N}{2N_A k}T$　⑧ $\dfrac{3N_A}{2Nk}T$

Ⅲ　以下の空欄を適切に埋めなさい。必要に応じて，下記の近似を用いなさい。

近似：ラジアンで表した角度 θ の大きさが 1 に比べて十分小さいとき，
$\sin\theta \fallingdotseq \theta \fallingdotseq \tan\theta$，$\cos\theta \fallingdotseq 1$

図 3 のように，中心を揃えて平行に配置した単スリット，複スリット，スクリーンにより，単色光の干渉じまを観察する。ただし，複スリットとスクリーンの距離は L，複スリットの 2 つのスリット S_1，S_2 の間隔は d で中心は C，単スリットの中心はスリット S_0 である。

スクリーンの中心 O からスクリーン上の位置 P までの距離を x，角 OCP を θ，S_1，S_2 から位置 P までの距離をそれぞれ L_1，L_2 とすると，L が d に比べて十分大きいとき，直線 S_1P と S_2P は直線 CP と平行と見なせるので，$|L_1 - L_2| = \boxed{ス}$ と書ける。また，このとき θ は 1 rad に比べて十分小さいので，$|L_1 - L_2| \fallingdotseq \boxed{セ}$ となる。単色光の波長を λ とすると，位置 P が明線となる条件は，$x = \boxed{ソ}$ $(m = 0, 1, 2, \cdots)$ で，となり合う明線の間隔 Δx は，$\Delta x = \boxed{タ}$ である。

$d = 0.3$ mm，$L = 1$ m の条件で観察したとき，スクリーン中心付近での干渉じまの間隔が 2 mm だった。このときの単色光の波長は $\boxed{チ}$ m で，振動数は $\boxed{ツ}$ Hz である。ただし光速を 3×10^8 m/s とする。

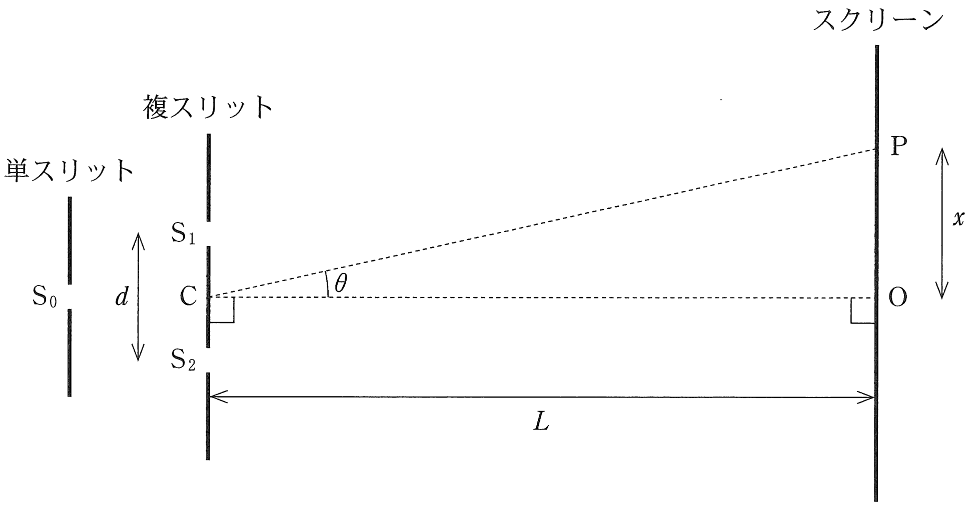

図 3

$\boxed{\text{ス}}$の選択肢

① $d\sin\theta$　② $d\cos\theta$　③ $\dfrac{d}{\sin\theta}$　④ $\dfrac{d}{\cos\theta}$

⑤ $L\sin\theta$　⑥ $L\cos\theta$　⑦ $\dfrac{L}{\sin\theta}$　⑧ $\dfrac{L}{\cos\theta}$

$\boxed{\text{セ}}$の選択肢

① d　② L　③ x

④ $\dfrac{dx}{L}$　⑤ $\dfrac{dL}{x}$　⑥ $\dfrac{Lx}{d}$

$\boxed{\text{ソ}}$の選択肢

① $m\lambda$　② $\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$　③ $m\dfrac{L\lambda}{d}$

④ $\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\dfrac{L\lambda}{d}$　⑤ $m\dfrac{d\lambda}{L}$　⑥ $\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\dfrac{d\lambda}{L}$

⑦ $m\dfrac{dL}{\lambda}$　⑧ $\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\dfrac{dL}{\lambda}$

$\boxed{\text{タ}}$の選択肢

① λ　② $\dfrac{L\lambda}{d}$　③ $\dfrac{d\lambda}{L}$　④ $\dfrac{dL}{\lambda}$

$\boxed{\text{チ}}$の選択肢

① 9×10^{-10}　② 6×10^{-7}　③ 3×10^{-4}　④ 2×10^{-1}

⑤ 7　⑥ 4×10^{4}　⑦ 5×10^{7}

$\boxed{\text{ツ}}$の選択肢

① 2×10^{-15}　② 1×10^{-12}　③ 7×10^{-10}　④ 2×10^{-8}

⑤ 4×10^{7}　⑥ 2×10^{9}　⑦ 1×10^{12}　⑧ 5×10^{14}

Ⅳ　図4のように，真空中にz軸の正方向が紙面の裏から表方向であるxyz座標系を考え，十分に長い直線状の細い4本の導線A～Dを，xy平面に垂直な向きに設置した。各導線とxy平面が交わる点をそれぞれ点a～dとし，各点の座標は，a$(0,\ h,\ 0)$，b$(0,\ 0,\ 0)$，c$(h,\ 0,\ 0)$，d$(h,\ h,\ 0)$であり，$h>0$とする。初期状態で電流は，導線A～Cについてz軸に対して正の向きに，導線Dについてz軸に対して負の向きに流れており，電流の大きさはすべてIである。ただし，真空の透磁率をμ_0とする。

また，図5には向きを表す矢印が選択肢として描かれている。物理量がベクトルであるものについて，その向きを答える場合は図5の選択肢から選びなさい。

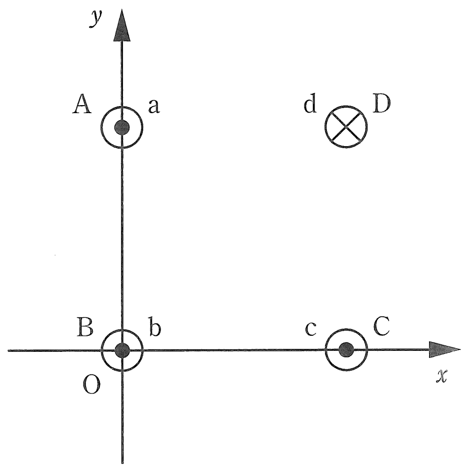

図4

問 1　次の問いに答えなさい。

(1)　点bにおいて，導線Aを流れる電流がつくる磁場の向きと強さを求めなさい。

向き：$\boxed{テ}$

強さ：$\boxed{ト}$

$\boxed{テ}$, $\boxed{ナ}$, $\boxed{ヌ}$, $\boxed{ノ}$ の選択肢

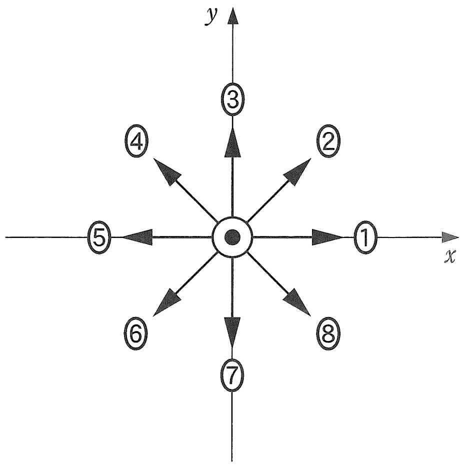

図 5

$\boxed{ト}$ の選択肢

① I　② $\dfrac{I}{h}$　③ $\dfrac{I}{2h}$　④ $\dfrac{I}{2\pi h}$

⑤ $\mu_0 I$　⑥ $\dfrac{\mu_0 I}{h}$　⑦ $\dfrac{\mu_0 I}{2h}$　⑧ $\dfrac{\mu_0 I}{2\pi h}$

(2) $\left(\dfrac{h}{2},\ \dfrac{h}{2},\ 0\right)$ における磁場の向きと強さを求めなさい。

向き：$\boxed{ナ}$

強さ：$\boxed{ニ}$

$\boxed{ニ}$ の選択肢

① $\dfrac{2I}{\pi h}$　② $\dfrac{\sqrt{2}\,I}{\pi h}$　③ $\dfrac{I}{\pi h}$　④ $\dfrac{\sqrt{2}\,I}{2\pi h}$

⑤ $\dfrac{2\mu_0 I}{\pi h}$　⑥ $\dfrac{\sqrt{2}\,\mu_0 I}{\pi h}$　⑦ $\dfrac{\mu_0 I}{\pi h}$　⑧ $\dfrac{\sqrt{2}\,\mu_0 I}{2\pi h}$

(3) 導線Bの長さlの部分が磁場から受ける力の向きと大きさを求めなさい。

向き：$\boxed{ヌ}$

大きさ：$\boxed{ネ}$

$\boxed{ネ}$の選択肢

① $\dfrac{2\mu_0 I^2 l}{h}$　② $\dfrac{\mu_0 I^2 l}{h}$　③ $\dfrac{\sqrt{2}\,\mu_0 I^2 l}{2\pi h}$　④ $\dfrac{\mu_0 I^2 l}{2\pi h}$

⑤ $\dfrac{\sqrt{2}\,\mu_0 I^2 l}{4\pi h}$　⑥ $\mu_0 I^2 l$　⑦ $\dfrac{\mu_0 I^2 l}{2}$　⑧ $\mu_0{}^2 I^2 l$

⑨ $\dfrac{\mu_0{}^2 I^2 l}{\pi h}$　⓪ $\dfrac{\mu_0{}^2 I^2 l}{2\pi h}$

問 2 初期状態から導線Cを流れる電流の向きのみを逆にして，十分に時間が経過した。$\left(\dfrac{h}{2},\ \dfrac{h}{2},\ 0\right)$における磁場の向きと強さを求めなさい。

向き：$\boxed{ノ}$

強さ：$\boxed{ハ}$

$\boxed{ハ}$の選択肢

① $\dfrac{2I}{\pi h}$　② $\dfrac{\sqrt{2}\,I}{\pi h}$　③ $\dfrac{I}{\pi h}$　④ $\dfrac{\sqrt{2}\,I}{2\pi h}$

⑤ $\dfrac{2\mu_0 I}{\pi h}$　⑥ $\dfrac{\sqrt{2}\,\mu_0 I}{\pi h}$　⑦ $\dfrac{\mu_0 I}{\pi h}$　⑧ $\dfrac{\sqrt{2}\,\mu_0 I}{2\pi h}$

問 3 初期状態から導線Dを流れる電流の大きさのみを変化させたところ，導線Bの長さlの部分が磁場から受ける力の大きさが0となった。このとき，導線Dを流れる電流の大きさはいくらか。

$\boxed{ヒ}$

$\boxed{ヒ}$の選択肢

① 0　② $\dfrac{I}{4}$　③ $\dfrac{\sqrt{2}\,I}{4}$　④ $\dfrac{I}{2}$　⑤ $\dfrac{\sqrt{2}\,I}{2}$

⑥ I　⑦ $\sqrt{2}\,I$　⑧ $2I$　⑨ $2\sqrt{2}\,I$　⓪ $4I$