理　　科

平成20年度

入学試験問題

受験番号	

答案作成上の注意

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　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，監督者に知らせなさい。

3　問題は物理，化学，生物いずれも[1]，[2]の2問，計6問あります。6問中任意の4問を選んで解答しなさい。5問以上答えた時には点数のよい4問を得点とします。

物　理	1ページから	12ページまで
化　学	13ページから	24ページまで
生　物	25ページから	36ページまで

4　解答用紙には，物理解答用紙，化学解答用紙，生物解答用紙の3種類があります。これらの3種類のすべての解答用紙の氏名，受験番号の記入欄および受験番号のマーク欄にそれぞれ正しく記入し，マークしなさい。また，問題冊子の表紙の受験番号欄にも記入しなさい。

5　問題冊子のどのページも切り離してはいけません。また，問題用紙の余白は計算用紙として自由に使用してよろしい。

6　試験場内で配布された問題冊子，解答用紙はいっさい持ち帰ってはいけません。

7　計算機能をもつ時計，計算器具など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。

8　解答上の注意

解答上の注意は，裏表紙に記載してあるので，この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。ただし，問題冊子を開けてはいけません。また，マークシートに記載してある「注意事項」も読んでおきなさい。

物　　理

1 (1) 次の問いに対して，最も適切な式あるいは数値を選択肢の中から一つ選びなさい。

質量が m で一辺の長さが2の正方形の板Aと板Bがある。2枚の板の質量および厚みは等しく，密度は一様である。また，重力加速度は g とする。図1のように板A，板Bを xy 座標上に並べて置いた。板Aの重心の座標は(1，1)で板Bの重心の座標は(3，1)である。

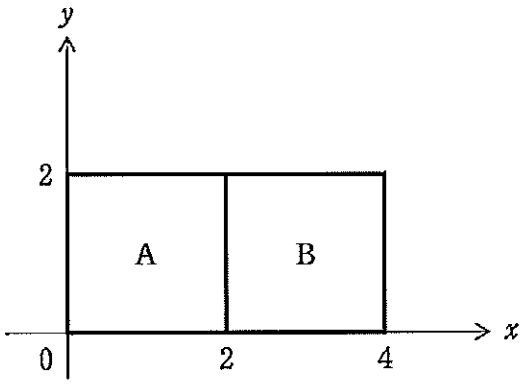


図1

問1　板A，板Bを1枚の板とみなしたときの重心の座標を求めなさい。

ア

ア の選択肢

① (0，0)　② (1，1)　③ (2，1)
④ (2，2)　⑤ (3，1)　⑥ (4，2)

次に縦が1，横が2の長さの長方形で質量が $\frac{1}{2}m$ の板Cを図2のように設置した。板Cの厚みと密度は，板Aと同じである。板Aと板Cを1枚の板とみなしたとき，これを板[AC]と記述することとする。

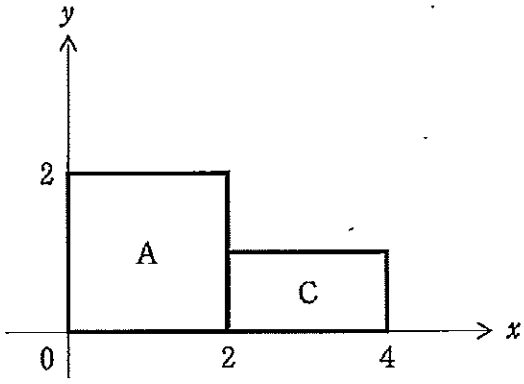


図2

問 2　板[AC]の重心を求めよう。まず，板Aの重心のx座標は$x_A =$ $\boxed{イ}$ であり，板Cの重心のx座標は$x_C =$ $\boxed{ウ}$ である。原点を中心に反時計回りを正の回転とし，板[AC]の重心のx座標をXとする。原点Oのまわりの力のモーメントのつりあいの式は，

$$x_A \times \boxed{エ} + x_C \times \boxed{オ} = \boxed{カ}$$

となる。これからXを求めると，$\boxed{キ}$ となる。y座標も同様に求めることができ，重心の座標は($\boxed{キ}$，$\boxed{ク}$)となる。

$\boxed{イ}$，$\boxed{ウ}$ の選択肢

① 0　② 1　③ 2　④ 3　⑤ 4

$\boxed{エ}$，$\boxed{オ}$ の選択肢

① 0　② $-\frac{1}{2}mg$　③ $-mg$

④ $-\frac{3}{2}mg$　⑤ $-2mg$

$\boxed{カ}$ の選択肢

① 0　② $-\frac{1}{2}Xmg$　③ $-Xmg$

④ $-\frac{3}{2}Xmg$　⑤ $-2Xmg$

$\boxed{キ}$，$\boxed{ク}$ の選択肢

① 0　② $\frac{1}{6}$　③ $\frac{1}{3}$　④ 1　⑤ $\frac{5}{6}$

⑥ $\frac{7}{6}$　⑦ $\frac{5}{3}$　⑧ 2　⑨ $\frac{7}{3}$　⓪ 3

問 3　板[AC]の両端に2本のひもa，bをつけ，図3のようにそれぞれのひもがたるまないように，また，間隔を4に保ったまま，鉛直に板[AC]をつるした。この状態で，板Aの底辺の中心に鉛直上向きに$\frac{1}{2}mg$の力を加えた。このとき，ひもaの張力をF_a，ひもbの張力をF_bとすると，力のつりあいの式は，

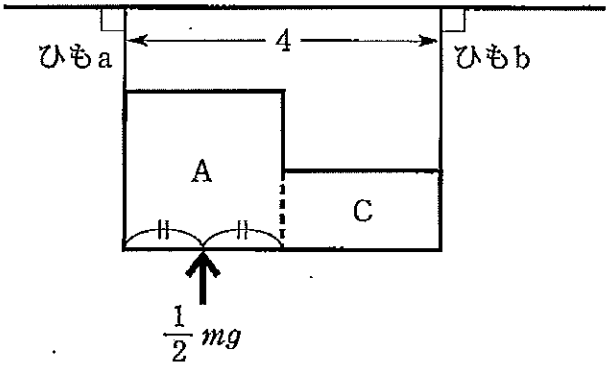


図3

$$F_a + F_b = \frac{3}{2}mg - \frac{1}{2}mg$$

となり，重心のまわりの力のモーメントのつりあいの式は，

$$\boxed{ケ} \times F_b - \boxed{コ} \times F_a - \boxed{サ} \times \frac{1}{2}mg = \boxed{シ}$$

となる。

これらの式からひもaの張力F_aは，$\boxed{ス}$となり，ひもbの張力F_bは，$\boxed{セ}$となる。

$\boxed{ケ}$，$\boxed{コ}$，$\boxed{サ}$，$\boxed{シ}$の選択肢

① 0　② $\frac{1}{6}$　③ $\frac{1}{3}$　④ $\frac{2}{3}$　⑤ $\frac{5}{6}$

⑥ $\frac{7}{6}$　⑦ $\frac{3}{2}$　⑧ $\frac{5}{3}$　⑨ $\frac{11}{6}$　⓪ $\frac{7}{3}$

$\boxed{ス}$，$\boxed{セ}$の選択肢

① 0　② $\frac{1}{16}mg$　③ $\frac{1}{8}mg$　④ $\frac{3}{16}mg$

⑤ $\frac{1}{4}mg$　⑥ $\frac{5}{16}mg$　⑦ $\frac{7}{16}mg$　⑧ $\frac{1}{2}mg$

⑨ $\frac{5}{8}mg$　⓪ $\frac{11}{16}mg$

(2) 次の文中の空欄にあてはまる最も適切なものを，選択肢の中から一つ選びなさい。

静止している質量 m，電荷 q の荷電粒子を，電位差 V で加速すると，粒子は運動エネルギー $\boxed{ソ}$ を得る。したがって，速さ v は $\boxed{タ}$ となる。この粒子の速度と垂直な方向に，磁束密度 B の一様な磁場(磁界)をかけると，ローレンツ力が円運動の向心力となり，粒子は等速円運動をする。この粒子の円運動の方程式は，

$$m\frac{v^2}{r} = \boxed{チ} \cdots \text{(A)}$$

であり，円運動の半径 r と周期 T は，それぞれ，$r = \boxed{ツ}$，$T = \boxed{テ}$ である。

$\boxed{ソ}$ の選択肢

① $\frac{1}{2}qV^2$　② $\frac{1}{2}mV^2$　③ $\frac{V}{q}$　④ $\frac{q}{V}$　⑤ qV

$\boxed{タ}$ の選択肢

① $V\sqrt{\frac{q}{m}}$　② V　③ $\sqrt{\frac{2qV}{m}}$　④ $\sqrt{\frac{2q}{mV}}$　⑤ $\sqrt{\frac{2V}{mq}}$

$\boxed{チ}$ の選択肢

① qvB　② qvB^2　③ $\frac{v}{q}B$　④ $\frac{v}{q}B^2$　⑤ $\frac{v}{q}\sqrt{B}$

$\boxed{ツ}$ の選択肢

① $\frac{V}{B}\sqrt{\frac{m}{q}}$　② $\frac{mV}{qB}$　③ $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mV}{q}}$

④ $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m}{qV}}$　⑤ $\frac{1}{qB}\sqrt{\frac{2mV}{q}}$

$\boxed{テ}$ の選択肢

① $\frac{2\pi mq}{B}$　② $\frac{2\pi mq}{B^2}$　③ $\frac{2\pi mq}{\sqrt{B}}$　④ $\frac{2\pi m}{qB}$　⑤ $\frac{2\pi m}{qB^2}$

(A)式を変形すると，$mv =$ $\boxed{ト}$ となり，荷電粒子の質量や速さが未知の場合でも，電荷 q がわかっていれば，磁束密度 B が既知の磁場に入射させて，円運動の半径 r を測定することにより，その運動量を知ることができる。

図4の灰色で示した $0 \leqq y \leqq L$ の領域には，磁束密度が B で，紙面の裏から表方向の一様な磁場がかかっている。この領域を電荷 q の荷電粒子が通過する二つの場合を考える。まず，図5のように，荷電粒子が x 軸に垂直に入射し，磁場の中で進行方向が，角度 θ だけ曲げられた場合，円運動の半径は $r =$ $\boxed{ナ}$ である。次に，図6のように，荷電粒子が y 軸に対する角度 θ_1 で入射し，角度 θ_2 で出ていった場合は，$r =$ $\boxed{ニ}$ である。結局，荷電粒子が磁場に入射した角度と，磁場から出ていった角度を測定することにより，運動量が測定できる。

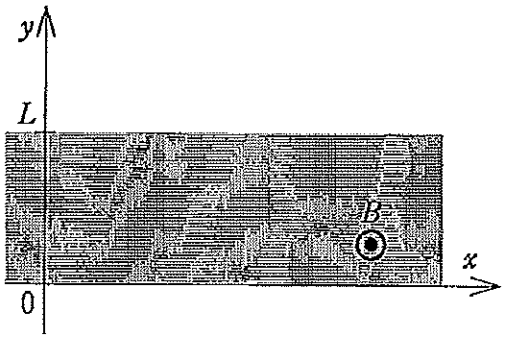


図4

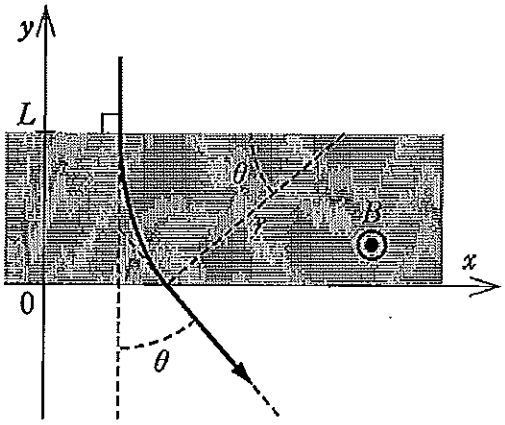


図5

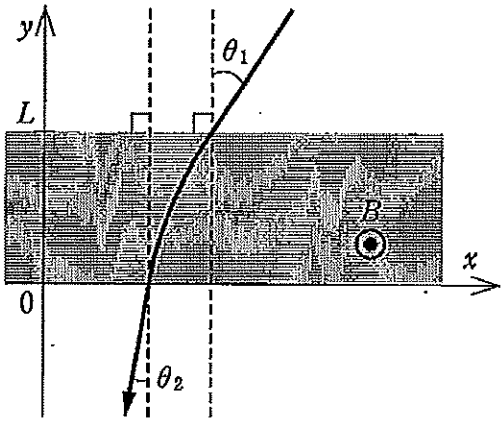


図6

ト の選択肢

① $\frac{r}{q}B$　② $\frac{r}{q}B^2$　③ $\frac{r}{q}\sqrt{B}$　④ qrB　⑤ qrB^2

ナ の選択肢

① $L\sin\theta$　② $\frac{L}{\sin\theta}$　③ $\frac{L\sin\theta}{\cos\theta}$　④ $L\cos\theta$　⑤ $\frac{L}{\cos\theta}$

ニ の選択肢

① $L\sin(\theta_1-\theta_2)$　② $\frac{L}{\sin\theta_1-\sin\theta_2}$　③ $\frac{L\sin(\theta_1-\theta_2)}{\cos(\theta_1-\theta_2)}$

④ $L\cos(\theta_1-\theta_2)$　⑤ $\frac{L}{\cos\theta_1-\cos\theta_2}$

2 次の問いに対して，最も適切な式，数値あるいはグラフを選択肢の中から一つ選びなさい。

(1) 正弦波がx軸の正方向に速さ20 cm/sで進んでいる。$x = 10$ cmにある位置Pでの媒質の変位y(cm)が時間t(s)とともに変化する様子を図1に示す。

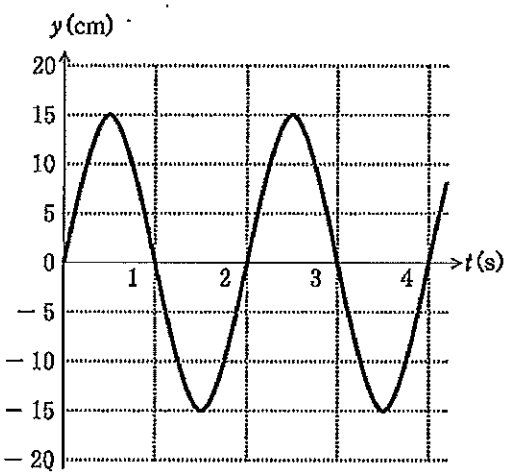


図1

問 1 周期は何秒か。[ア]秒

問 2 振動数は何ヘルツか。[イ]Hz

[ア]，[イ]の選択肢

① 0.5　② 1.0　③ 1.5　④ 2.0
⑤ 2.5　⑥ 3.0　⑦ 3.5

問 3 波長は何センチメートルか。[ウ]cm

[ウ]の選択肢

① 10　② 20　③ 30　④ 40　⑤ 50

問 4 $x = 110$ cmにある位置Qでは，$t = 50$ sでの媒質の変位は何センチメートルになるか。[エ]cm

[エ]の選択肢

① −15　② −10　③ −5　④ 0
⑤ 5　⑥ 10　⑦ 15

問 5　位置Qに壁を置き，波を固定端反射させる。

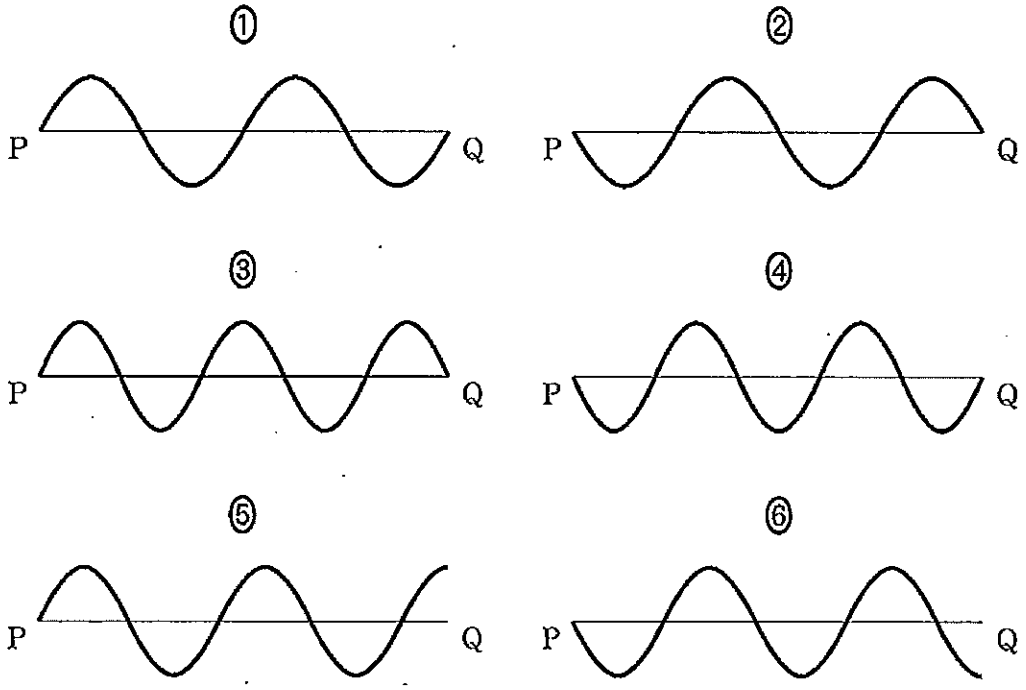
(i)　壁の手前には定常波が形成される。定常波の振幅が最大となる場所は，位置Pと壁との間に何か所あるか。 オ か所

オ の選択肢

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⓪ 10

(ii)　$t = 50$ s での反射波だけの波形をPQ間で描くとどうなるか。ただし，反射波の振幅と周期は入射波と同じとする。また，選択肢の波形の左端は位置Pに，右端は位置Qに対応するものとする。 カ

カ の選択肢



(iii) 壁の前に出来る定常波により，位置Pの前方の $x = 20$ cm における媒質の変位は，$t = 50$ s には何センチメートルになるか。 キ cm

キ の選択肢

① -30　② -20　③ -15　④ -10　⑤ 0
⑥ 10　⑦ 15　⑧ 20　⑨ 30

(2) 一辺の長さが L の立方体容器の中に質量 m の単原子分子の理想気体が入っている。気体の絶対温度は T，圧力の大きさは p で，容器壁面では分子は弾性衝突をする。また，気体は希薄なため，分子間の衝突は無視できる。ボルツマン定数を k，アボガドロ定数を N_A として以下の問いに答えなさい。

問 1　気体分子1個当りが有する平均の運動エネルギーはいくらか。 ク

ク の選択肢

① $\frac{1}{2}kT$　② kT　③ $\frac{3}{2}kT$
④ $\frac{1}{2}mkT$　⑤ mkT　⑥ $\frac{3}{2}mkT$

問 2　気体分子1個当りの平均の運動エネルギーを元に，分子速度の2乗の平均値が求まり，その平方根を「2乗平均速度」と呼ぶ。気体分子の2乗平均速度はいくらになるか。 ケ

ケ の選択肢

① $\sqrt{\frac{kT}{m}}$　② $\sqrt{\frac{kT}{2}}$　③ $\sqrt{\frac{kT}{2m}}$
④ $\sqrt{\frac{3kT}{2}}$　⑤ $\sqrt{\frac{3kT}{2m}}$　⑥ $\sqrt{\frac{3kT}{m}}$

問 3　容器内の気体分子の個数は何個か。 $\boxed{コ}$ 個

$\boxed{コ}$ の選択肢

① $\dfrac{pL^3}{kT}$　② $\dfrac{pL^3}{N_A kT}$　③ $\dfrac{pL^3}{kT}N_A$

④ $\dfrac{pL^3}{mkT}$　⑤ $\dfrac{pL^3}{mkT}N_A$　⑥ $\dfrac{m}{3L^3}N_A$

問 4　気体分子の 2 乗平均速度を $\overline{v}$ と表すことにする。

(i)　1 秒間に 1 個の分子が 1 つの壁面に衝突する回数は平均何回か。

$\boxed{サ}$ 回

$\boxed{サ}$ の選択肢

① $\dfrac{\overline{v}}{L}$　② $\dfrac{\overline{v}}{2L}$　③ $\dfrac{\sqrt{3}\,\overline{v}}{L}$　④ $\dfrac{\sqrt{3}\,\overline{v}}{2L}$　⑤ $\dfrac{\overline{v}}{2\sqrt{3}L}$

(ii)　1 つの壁面が 1 秒間に分子 1 個当たりから受ける力はいくらになるか。 $\boxed{シ}$

$\boxed{シ}$ の選択肢

① $\dfrac{m\overline{v}^2}{L}$　② $\dfrac{2m\overline{v}^2}{L}$　③ $\dfrac{m\overline{v}^2}{2L}$　④ $\dfrac{m\overline{v}^2}{3L}$　⑤ $\dfrac{m\overline{v}^2}{\sqrt{3}L}$

(iii)　全分子が 1 秒間に 1 つの面の単位面積に衝突する回数は平均何回か。

$\boxed{ス}$ 回

$\boxed{ス}$ の選択肢

① $\dfrac{p\overline{v}}{kT}$　② $\dfrac{p\overline{v}}{N_A kT}$　③ $\dfrac{p\overline{v}}{2kT}$

④ $\dfrac{p\overline{v}}{2N_A kT}$　⑤ $\dfrac{p\overline{v}}{2\sqrt{3}kT}$　⑥ $\dfrac{p\overline{v}}{2\sqrt{3}N_A kT}$