

## 理 科 問 題



こ

## 注 意

1. この問題冊子は56ページあります。解答用紙には、表と裏があります。
2. あなたの受験番号は解答用紙に印刷されています。印刷されている受験番号と、受験票の受験番号が一致していることを確認下さい。
3. 解答用紙の所定の欄に氏名を記入下さい。
4. 問題は物理3題(A, B, C), 化学3題(D, E, F)の合計6題からなっています。
5. この6題のうちから3題を任意に選択して解答下さい。  
4題以上解答した場合には、すべての解答が無効になります。
6. 解答はすべて解答用紙の所定の欄にマークするか、または所定の欄に書き下さい。
7. 1問につき2つ以上マークしないこと。2つ以上マークした場合には、その解答は無効になります。
8. 解答は、必ず鉛筆またはシャープペンシル(いずれもHB・黒)で記入下さい。
9. 訂正するときは、消しゴムできれいに消し、消しクズを残さないこと。
10. 解答用紙は、絶対に汚したり折り曲げたりしないこと。また、所定の欄以外には絶対に記入しないこと。
11. 解答用紙は必ず提出下さい。
12. 試験時間は80分です。

※ この問題冊子は必ず持ち帰り下さい。

(マーク記入例)

良い例	悪い例
	





# 物 理

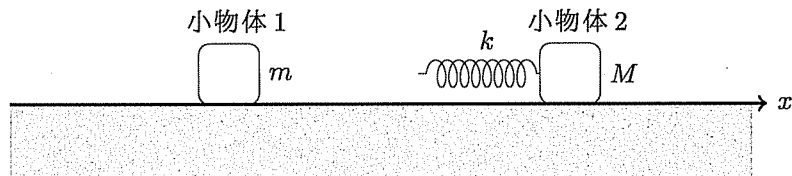
[A] 次の文中の ア ~ ケ に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び、解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。また、空欄 a に適する式を解答用紙の所定の欄に記入せよ。

図のように、質量  $m$  の小物体 1、質量  $M$  の小物体 2 が水平であらい床の上であり、 $x$  軸上を運動する。小物体 2 にはばね定数  $k$ 、自然の長さ  $l$  の軽いばねが取り付けられており、 $x$  軸方向にのみ伸び縮みする。小物体 1、2 と床面のあいだの動摩擦係数はそれぞれ  $\mu_1$ 、 $\mu_2$  である。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

はじめ小物体 2 は静止しており、ばねは自然の長さであった。小物体 1 が速度  $v$  でばねの左端に接触すると、小物体 2 は静止したままばねは縮みはじめた。ばねが自然の長さから  $d$  だけ縮んだとき、小物体 1 は静止し、これと同時に小物体 2 が床の上をすべりはじめた。ばねが自然の長さになると、ばねは小物体 1 から離れた。小物体 2 はその後もしばらく運動をつづけ、再び静止した。

小物体 1 がばねに接触してから静止するまでに、小物体 1 にはたらく動摩擦力のした仕事は、 $\mu_1$  を用いて a である。小物体 1 とばねの接触により力学的エネルギーが失われないとすれば、 $d =$ ア である。

小物体 2 がすべりはじめた後、ばねの長さが  $l'$  になったときの小物体 2 の加速度は イ である。したがって、小物体 2 の速度が最大になるのは、ばねの長さが ウ のときである。小物体 2 がすべりはじめた後、再び静止するまでに移動した距離は エ である。



次に、小物体1と軽いばねを取り付けた小物体2が、水平でなめらかな床の上を運動する場合を考える。

はじめ小物体2は静止しており、ばねは自然の長さであった。小物体1が速度 $v$ でばねの左端に接触すると、ばねが縮みはじめると同時に小物体2は床の上をすべりはじめた。小物体1と2はしばらくの間一体となって運動していたが、その後ばねは小物体1から離れ、小物体1と2は別々に運動するようになった。

小物体1と2が一体となって運動している間、小物体1と2はばねから同じ大きさの弾性力を受ける。その大きさはばねの長さによって刻々と変化する。小物体1がばねに接触した時刻を0、ばねから離れた時刻を $t_1$ として小物体2の速度の時間変化を描くと、 のようになる。

ばねの長さは、小物体1に対する小物体2の相対速度が0のときに最も短くなる。小物体1とばねの接触により力学的エネルギーが失われないとすれば、このときばねは自然の長さに比べて だけ縮んでいる。

小物体1がばねから離れた後の小物体2の速度は である。また、このときの2つの小物体の重心の速度は である。小物体1がばねに接触し、離れるまでの過程を小物体1と2の衝突と考えると、この衝突により小物体1が小物体2から受けた力積は である。

ア の解答群

- |   |   |
|---|---|
| ① $v\sqrt{\frac{m}{k}}$                                 | ② $v\sqrt{\frac{k}{m}}$                                 |
| ③ $\frac{\sqrt{\mu_1^2 m^2 g^2 + kmv^2}}{k}$            | ④ $\frac{\sqrt{\mu_1^2 m^2 g^2 - kmv^2}}{k}$            |
| ⑤ $\frac{\sqrt{\mu_1^2 m^2 g^2 + kmv^2} + \mu_1 mg}{k}$ | ⑥ $\frac{\sqrt{\mu_1^2 m^2 g^2 - kmv^2} + \mu_1 mg}{k}$ |
| ⑦ $\frac{\sqrt{\mu_1^2 m^2 g^2 + kmv^2} - \mu_1 mg}{k}$ | ⑧ $\frac{\sqrt{\mu_1^2 m^2 g^2 - kmv^2} - \mu_1 mg}{k}$ |

イ の解答群

- |                       |                                 |                                 |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| ① $\frac{k(l-l')}{M}$ | ② $\frac{k(l-l')}{M} + \mu_2 g$ | ③ $\frac{k(l-l')}{M} - \mu_2 g$ |
| ④ $\frac{k(l'-l)}{M}$ | ⑤ $\frac{k(l'-l)}{M} + \mu_2 g$ | ⑥ $\frac{k(l'-l)}{M} - \mu_2 g$ |

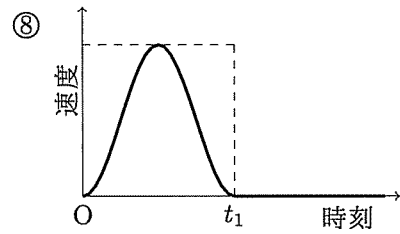
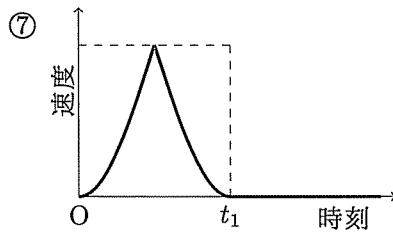
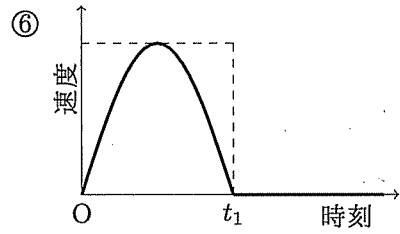
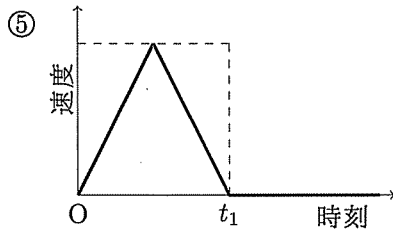
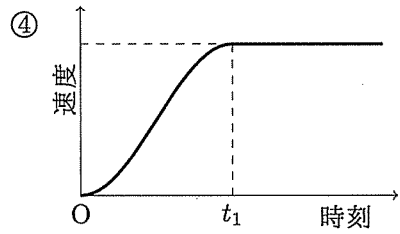
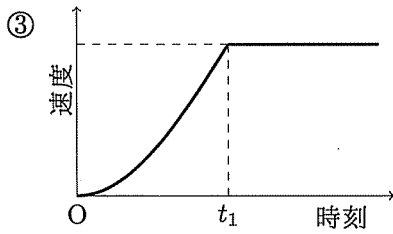
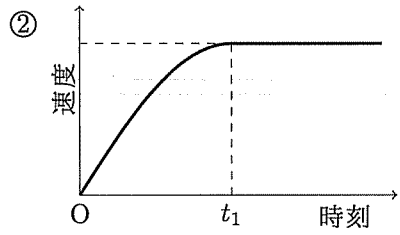
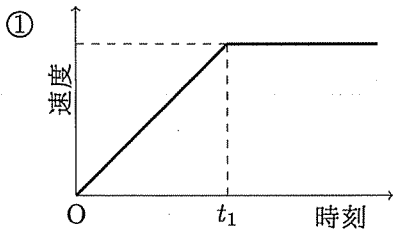
ウ の解答群

- |                        |                            |                            |                            |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① $d$                  | ② $l$                      | ③ $l+d$                    | ④ $l-d$                    |
| ⑤ $\frac{\mu_2 Mg}{k}$ | ⑥ $l + \frac{\mu_2 Mg}{k}$ | ⑦ $l - \frac{\mu_2 Mg}{k}$ | ⑧ $\frac{\mu_2 Mg}{k} - l$ |

エ の解答群

- |                                   |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ① $l$                             | ② $l+d$                           | ③ $l-d$                           |
| ④ $\frac{v^2}{2\mu_2 g}$          | ⑤ $\frac{mv^2}{2\mu_2 Mg}$        | ⑥ $\frac{kd^2}{2\mu_2 Mg}$        |
| ⑦ $\frac{mv^2 - kd^2}{2\mu_2 Mg}$ | ⑧ $\frac{kd^2 - mv^2}{2\mu_2 Mg}$ | ⑨ $\frac{mv^2 + kd^2}{2\mu_2 Mg}$ |

才 の解答群



カ の解答群

①  $v\sqrt{\frac{m}{k}}$

②  $v\sqrt{\frac{M}{k}}$

③  $v\sqrt{\frac{m+M}{2k}}$

④  $v\sqrt{\frac{mM}{(m+M)k}}$

⑤  $v\sqrt{\frac{k}{m}}$

⑥  $v\sqrt{\frac{k}{M}}$

⑦  $v\sqrt{\frac{2k}{m+M}}$

⑧  $v\sqrt{\frac{(m+M)k}{mM}}$

キ , ク の解答群

①  $\frac{mv}{m+M}$

②  $\frac{Mv}{m+M}$

③  $\frac{2mv}{m+M}$

④  $\frac{2Mv}{m+M}$

⑤  $\frac{(m-M)v}{m+M}$

⑥  $\frac{(M-m)v}{m+M}$

⑦  $\frac{(m+M)v}{2M}$

⑧  $\frac{(m+M)v}{2m}$

⑨ 0

ケ の解答群

①  $\frac{m^2v}{m+M}$

②  $-\frac{m^2v}{m+M}$

③  $\frac{2m^2v}{m+M}$

④  $-\frac{2m^2v}{m+M}$

⑤  $\frac{2mMv}{m+M}$

⑥  $-\frac{2mMv}{m+M}$

⑦  $\frac{m(m-M)v}{m+M}$

⑧  $-\frac{m(m-M)v}{m+M}$

⑨ 0



(このページは、計算に使用してよい。)

[B] 次の文中の  ~  に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び、解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。また、空欄  に適する数を解答用紙の所定の欄に記入せよ。

図1のように、真空中に平行に張られた二本の無限に長い導線1,2に、大きさ  $I$  [A] の電流が同じ向きに流れている。二本の導線は  $x$ - $y$  面上に、間隔  $2r$  [m] で  $y$  軸と平行に張られており、電流の向きは  $y$  軸の正の向きである。 $x = -r$  に位置する導線1を流れる電流が、 $y$ - $z$  面上の点  $(0, y, z)$  につくる磁場（磁界）の強さは、 $y$  によらず  $H_1 =$   [A/m] である。導線1を流れる電流と、 $x = r$  に位置する導線2を流れる電流が、この点につくる合成磁場の強さは  [A/m]、向きは  である。ここで  $|z|$  が  $r$  に比べて十分に小さいとき、 $r^2$  に比べて  $z^2$  を無視すると、点  $(0, y, z)$  での磁束密度の大きさは、 $\alpha$  を定数として  $B \doteq \alpha|z|$  [Wb/m<sup>2</sup>] と近似できる。真空の透磁率を  $\mu_0$  [N/A<sup>2</sup>] として、 $\alpha =$   と表される。

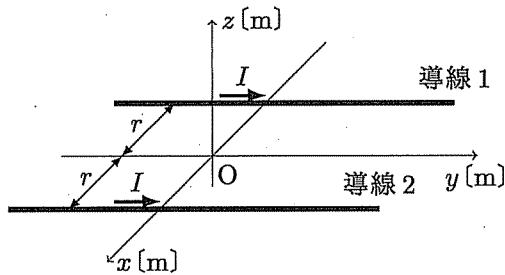


図1

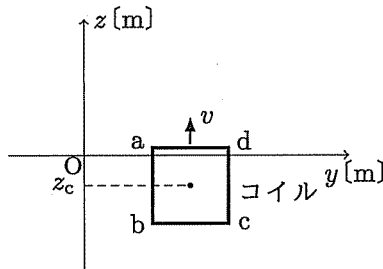


図2

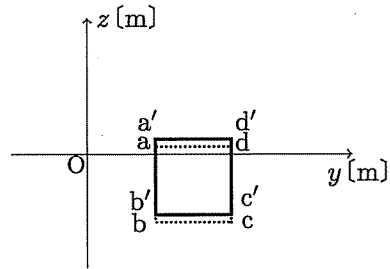


図3

図2のように、一辺の長さが  $l$  [m] の正方形コイル  $abcd$  を、 $y$ - $z$  面上で、辺  $ad$  を  $y$  軸と平行に保ちながら、 $z$  軸の正の向きに一定の速さ  $v$  [m/s] で移動させる。このとき、コイルを貫く磁束が変化し、コイルに誘導電流が流れる。コイルの中心の座標は  $(0, y_c, z_c)$  である。コイルの一辺の長さ  $l$  は二本の導線の間隔  $2r$  よりも十分に短いとして、以下では、 $y$ - $z$  面上の点  $(0, y, z)$  での磁束密度の大きさを  $B = \alpha|z|$  と近似する。コイルを流れる電流のつくる磁場は無視できる。コイル一周の電気抵抗は  $R$  [ $\Omega$ ] である。

コイルが速さ  $v$  で移動している微小時間  $\Delta t$  [s] の間に、図3のように、コイル  $abcd$  は  $a'b'c'd'$  の位置にきた。移動距離は十分に短いので、 $add'a'$  が囲む領域での磁場の強さは一定で、辺  $ad$  の位置での磁場の強さと等しいとしてよい。領域  $bcc'b'$  でも同様に考えれば、微小時間  $\Delta t$  の間に、コイルを貫く磁束は  $\boxed{\text{オ}}$   $\times \Delta t$  [Wb] だけ変化する。したがって、コイルが  $z_c = -l$  から  $z_c = l$  まで移動したとき、コイルに流れる電流  $i$  は  $\boxed{\text{カ}}$  のようになる。ただし、電流は  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$  の向きを正の向きとする。電流  $i$  によって、単位時間あたりにコイルで発生するジュール熱は  $\boxed{\text{キ}}$  [J] である。

コイルを移動させたあと、次に、コイルの中心を  $z_c = l$  に固定し、 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$  の向きに一定の電流  $I_c$  [A] を流した。このとき、コイルの辺  $bc$  は、二本の導線を通る電流から、大きさ  $\boxed{\text{ク}}$  [N] の力を受ける。コイル全体には  $\boxed{\text{ケ}}$  。コイルに電流  $I_c$  を流したまま、一様な磁場を  $z$  軸の正の向きにかけたところ、コイルの辺  $bc$  が磁場から受ける力は、その向きが変わり大きさは  $\boxed{\text{ク}}$  の2倍となった。このことから、 $z$  軸の正の向きにかけた磁場の強さは、二本の導線を通る電流が辺  $bc$  の位置につくる磁場の強さの  $\boxed{\text{b}}$  倍であることがわかる。

ア の解答群

- ①  $\frac{2\pi I}{r}$       ②  $\frac{2\pi I}{|z|}$       ③  $\frac{2\pi I}{\sqrt{r^2 + z^2}}$       ④  $\frac{2\pi I}{r^2 + z^2}$   
⑤  $\frac{I}{2\pi r}$       ⑥  $\frac{I}{2\pi|z|}$       ⑦  $\frac{I}{2\pi\sqrt{r^2 + z^2}}$       ⑧  $\frac{I}{2\pi(r^2 + z^2)}$

イ の解答群

- ①  $\frac{I|z|}{2\pi\sqrt{r^2 + z^2}}$       ②  $\frac{I|z|}{\pi\sqrt{r^2 + z^2}}$       ③  $\frac{\pi I|z|}{\sqrt{r^2 + z^2}}$       ④  $\frac{2\pi I|z|}{\sqrt{r^2 + z^2}}$   
⑤  $\frac{I|z|}{2\pi(r^2 + z^2)}$       ⑥  $\frac{I|z|}{\pi(r^2 + z^2)}$       ⑦  $\frac{\pi I|z|}{r^2 + z^2}$       ⑧  $\frac{2\pi I|z|}{r^2 + z^2}$

ウ の解答群

- ①  $x$  軸の正の向き  
②  $y$  軸の正の向き  
③  $z$  軸の正の向き  
④  $z > 0$  のとき  $x$  軸の正の向き,  $z < 0$  のとき  $x$  軸の負の向き  
⑤  $z > 0$  のとき  $x$  軸の負の向き,  $z < 0$  のとき  $x$  軸の正の向き  
⑥  $z > 0$  のとき  $y$  軸の正の向き,  $z < 0$  のとき  $y$  軸の負の向き  
⑦  $z > 0$  のとき  $y$  軸の負の向き,  $z < 0$  のとき  $y$  軸の正の向き  
⑧  $z > 0$  のとき  $z$  軸の正の向き,  $z < 0$  のとき  $z$  軸の負の向き  
⑨  $z > 0$  のとき  $z$  軸の負の向き,  $z < 0$  のとき  $z$  軸の正の向き

エ の解答群

①  $\frac{\pi\mu_0 I}{r}$

②  $\frac{2\pi\mu_0 I}{r}$

③  $\frac{\pi\mu_0 I}{r^2}$

④  $\frac{2\pi\mu_0 I}{r^2}$

⑤  $\frac{\mu_0 I}{\pi r}$

⑥  $\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

⑦  $\frac{\mu_0 I}{\pi r^2}$

⑧  $\frac{\mu_0 I}{2\pi r^2}$

オ の解答群

①  $\frac{\alpha v l^2}{2}$

②  $\alpha v l^2$

③  $2\alpha v l^2$

④  $\frac{\alpha v l |z_c|}{2}$

⑤  $\alpha v l |z_c|$

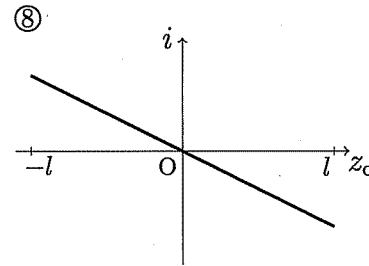
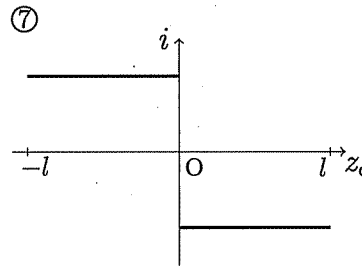
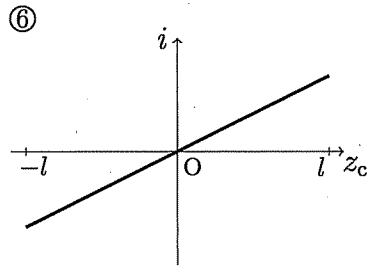
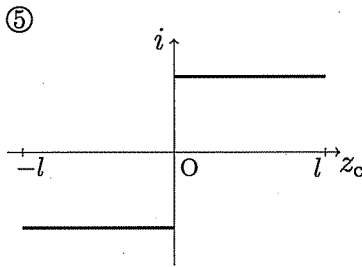
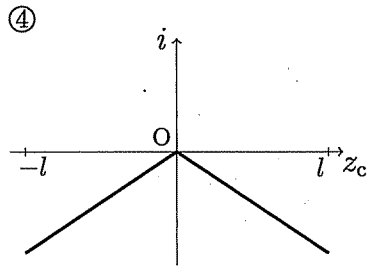
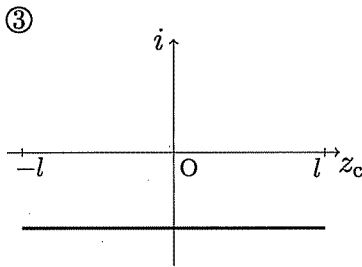
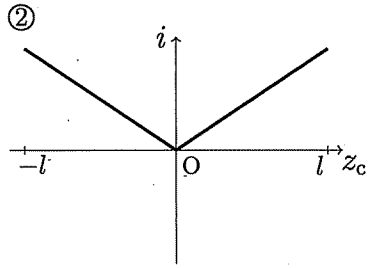
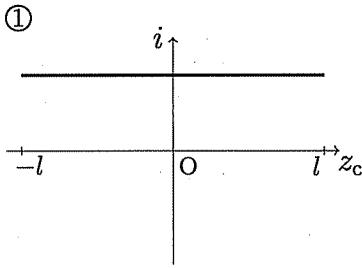
⑥  $2\alpha v l |z_c|$

⑦  $\frac{\alpha v z_c^2}{2}$

⑧  $\alpha v z_c^2$

⑨  $2\alpha v z_c^2$

カ の解答群



キ の解答群

- |                                |                                  |                                  |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| ① $\frac{\alpha^2 v^2 l}{R}$   | ② $\frac{\alpha^2 v^2 l^2}{R}$   | ③ $\frac{\alpha^2 v^2 l^3}{R}$   | ④ $\frac{\alpha^2 v^2 l^4}{R}$   |
| ⑤ $\frac{\alpha^2 v^2 l}{R^3}$ | ⑥ $\frac{\alpha^2 v^2 l^2}{R^3}$ | ⑦ $\frac{\alpha^2 v^2 l^3}{R^3}$ | ⑧ $\frac{\alpha^2 v^2 l^4}{R^3}$ |

ク の解答群

- |                                 |                                |                                  |                                 |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| ① $\frac{\alpha I_c l^2}{2\pi}$ | ② $\frac{\alpha I_c l^2}{\pi}$ | ③ $\frac{3\alpha I_c l^2}{2\pi}$ | ④ $\frac{3\alpha I_c l^2}{\pi}$ |
| ⑤ $\frac{\alpha I_c l^2}{2}$    | ⑥ $\alpha I_c l^2$             | ⑦ $\frac{3\alpha I_c l^2}{2}$    | ⑧ $3\alpha I_c l^2$             |

ケ の解答群

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| ① $x$ 軸の正の向きに力がはたらく | ② $x$ 軸の負の向きに力がはたらく |
| ③ $y$ 軸の正の向きに力がはたらく | ④ $y$ 軸の負の向きに力がはたらく |
| ⑤ $z$ 軸の正の向きに力がはたらく | ⑥ $z$ 軸の負の向きに力がはたらく |
| ⑦ 力がはたらかない          |                     |

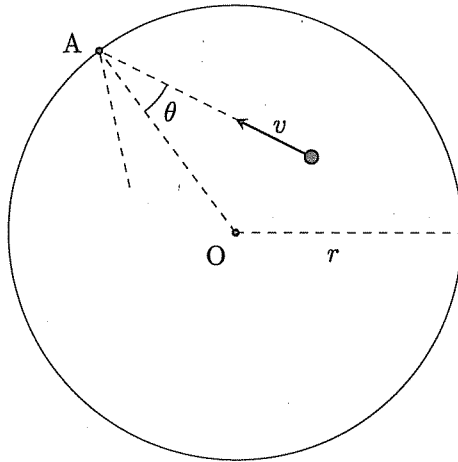
[C] 次の文中の  ～  に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び、解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。

球形の容器に閉じ込められている光を多数の光子からなる集団と考え、光子が容器の壁に及ぼす圧力を気体分子の運動論をもとに導こう。

はじめに、容器内に質量  $m$  の分子  $N$  個からなる理想気体が入っており、分子が容器内壁と弾性衝突する場合を考える。容器の中心を  $O$ 、半径を  $r$  とする。図のように、 $N$  個の分子のうちの 1 個が、速さ  $v$  でなめらかな内壁の点  $A$  に入射角  $\theta$  で衝突するとき、この分子の衝突前後の運動量変化は、点  $A$  から点  $O$  の向きに  の大きさである。分子は他の分子と衝突せず壁とのみ衝突を繰り返すとすると、この分子は時間  $t$  の間に壁と  回衝突し、合計  の力積を壁に与える。この分子が壁に及ぼす力の大きさの時間的な平均  $\bar{f}$  は、 $\bar{f}t =$   の関係から求められる。

$N$  個の分子はそれぞれ異なる速度で運動している。分子の速さの二乗の平均を  $\overline{v^2}$  とする。 $N$  は非常に大きく、また、分子はあらゆる方向に偏りなく運動しているので、分子が壁に及ぼす平均の力はあらゆる場所で等しい。したがって、壁が  $N$  個の分子から受ける圧力は  となる。 $N$  個の分子がもつ全運動エネルギー  $E = \frac{N}{2}m\overline{v^2}$  と、容器の体積  $V$  とを用いると、圧力は  と表すこともできる。





次に、真空にした半径  $r$  の球形の容器内に、振動数  $\nu$  の光子  $N$  個が閉じ込められている場合を考える。プランク定数を  $h$ 、真空中での光の速さを  $c$  とする。容器の壁は光を吸収することなく反射する。以下では、壁での光の反射を、壁と光子の弾性衝突と考える。また、光子どうしは衝突しない。

光子1個の運動量は、振動数  $\nu$  を用いて  である。理想気体の場合と同様に考えると、光子が壁に及ぼす平均の力の大きさは  となる。一方で、光子1個のエネルギーは  であり、容器内の全ての光子のエネルギーの合計  $E_p$  は  の  $N$  倍である。 $N$  は非常に大きく、光子はあらゆる方向に偏りなく運動しているとする、光子が壁に及ぼす平均の力はあらゆる場所で等しい。したがって、光子による圧力は、光子のエネルギー  $E_p$  と容器の体積  $V$  とを用いて、  となる。

ア の解答群

- ①  $mv \sin \theta$                       ②  $mv \cos \theta$                       ③  $mv \tan \theta$   
 ④  $2mv \sin \theta$                       ⑤  $2mv \cos \theta$                       ⑥  $2mv \tan \theta$

イ の解答群

- ①  $\frac{r \sin \theta}{vt}$                       ②  $\frac{r \cos \theta}{vt}$                       ③  $\frac{vt}{r \sin \theta}$                       ④  $\frac{vt}{r \cos \theta}$   
 ⑤  $\frac{2r \sin \theta}{vt}$                       ⑥  $\frac{2r \cos \theta}{vt}$                       ⑦  $\frac{vt}{2r \sin \theta}$                       ⑧  $\frac{vt}{2r \cos \theta}$

ウ の解答群

- ①  $\frac{mv^2 t}{2r}$                       ②  $\frac{mv^2 t}{r}$                       ③  $\frac{2mv^2 t}{r}$   
 ④  $\frac{mv^2 t}{2r} \sin \theta \cos \theta$                       ⑤  $\frac{mv^2 t}{r} \sin \theta \cos \theta$                       ⑥  $\frac{2mv^2 t}{r} \sin \theta \cos \theta$   
 ⑦  $\frac{mv^2 t}{2r} \cos^2 \theta$                       ⑧  $\frac{mv^2 t}{r} \cos^2 \theta$                       ⑨  $\frac{2mv^2 t}{r} \cos^2 \theta$

エ の解答群

- ①  $\frac{Nm\overline{v^2}}{r}$                       ②  $\frac{Nm\overline{v^2}}{r^2}$                       ③  $\frac{Nm\overline{v^2}}{r^3}$   
 ④  $\frac{Nm\overline{v^2}}{4\pi r}$                       ⑤  $\frac{Nm\overline{v^2}}{4\pi r^2}$                       ⑥  $\frac{Nm\overline{v^2}}{4\pi r^3}$   
 ⑦  $\frac{3Nm\overline{v^2}}{4\pi r}$                       ⑧  $\frac{3Nm\overline{v^2}}{4\pi r^2}$                       ⑨  $\frac{3Nm\overline{v^2}}{4\pi r^3}$

オ の解答群

- |                   |                  |                   |                   |
|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| ① $\frac{E}{4V}$  | ② $\frac{E}{3V}$ | ③ $\frac{E}{2V}$  | ④ $\frac{2E}{3V}$ |
| ⑤ $\frac{3E}{4V}$ | ⑥ $\frac{E}{V}$  | ⑦ $\frac{4E}{3V}$ | ⑧ $\frac{3E}{2V}$ |

カ の解答群

- |                       |                      |                     |                    |
|-----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| ① $\frac{1}{2}h\nu^2$ | ② $h\nu^2$           | ③ $\frac{1}{2}h\nu$ | ④ $h\nu$           |
| ⑤ $\frac{h\nu^2}{2c}$ | ⑥ $\frac{h\nu^2}{c}$ | ⑦ $\frac{h\nu}{2c}$ | ⑧ $\frac{h\nu}{c}$ |

キ の解答群

- |                       |                      |                       |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| ① $\frac{h\nu}{2r}$   | ② $\frac{h\nu}{r}$   | ③ $\frac{2h\nu}{r}$   |
| ④ $\frac{h\nu c}{2r}$ | ⑤ $\frac{h\nu c}{r}$ | ⑥ $\frac{2h\nu c}{r}$ |
| ⑦ $\frac{hc^2}{2r}$   | ⑧ $\frac{hc^2}{r}$   | ⑨ $\frac{2hc^2}{r}$   |

ク の解答群

- |                       |                      |                     |                    |
|-----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| ① $\frac{1}{2}h\nu^2$ | ② $h\nu^2$           | ③ $\frac{1}{2}h\nu$ | ④ $h\nu$           |
| ⑤ $\frac{h\nu^2}{2c}$ | ⑥ $\frac{h\nu^2}{c}$ | ⑦ $\frac{h\nu}{2c}$ | ⑧ $\frac{h\nu}{c}$ |

ケ の解答群

- |                     |                    |                     |                     |
|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| ① $\frac{E_p}{4V}$  | ② $\frac{E_p}{3V}$ | ③ $\frac{E_p}{2V}$  | ④ $\frac{2E_p}{3V}$ |
| ⑤ $\frac{3E_p}{4V}$ | ⑥ $\frac{E_p}{V}$  | ⑦ $\frac{4E_p}{3V}$ | ⑧ $\frac{3E_p}{2V}$ |

(このページは、計算に使用してよい。)

(このページは、計算に使用してよい。)