

物 理 I

(全 問 必 答)

第 1 問 次の問い(問 1 ～ 6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 30)

問 1 質量 m の一様な細い棒がある。図 1 のように棒の一端を水平な床と壁の隅につけ、他端を水平に張られたひもで引っ張り、棒が床となす角を θ に保つようにする。このとき、ひもの張力 T はいくらか。正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。 $T =$

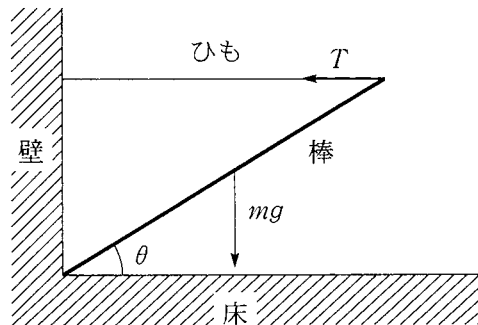


図 1

- | | | | |
|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① $\frac{mg}{2 \tan \theta}$ | ② $\frac{mg \tan \theta}{2}$ | ③ $\frac{mg}{\tan \theta}$ | ④ $mg \tan \theta$ |
| ⑤ $\frac{mg \sin \theta}{2}$ | ⑥ $\frac{mg \cos \theta}{2}$ | ⑦ $\frac{mg}{\sin \theta}$ | ⑧ $\frac{mg}{\cos \theta}$ |

問 2 図 2 のような装置を用いて、光速を測定することができる。最初、歯車が止まっているときには、歯の間を光が通り、遠くにある鏡に反射して再び歯の間を通り抜けてくる。歯車を回転させると、光が反射して戻ってくる間に歯が動いているので、回転数を上げていくと反射光が歯にさえぎられてしだいに暗くなる。さらに回転を速くしていくと再び明るく見えるようになり、最も明るくなるときの回転数から光速が求められる。歯数が 100 の歯車を用いると、回転数が毎秒 300 回になったときはじめて最も明るくなり、光速の値として 3×10^8 m/s が得られた。歯車と鏡の間の距離はいくらか。最も適当な数値を、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 2 m

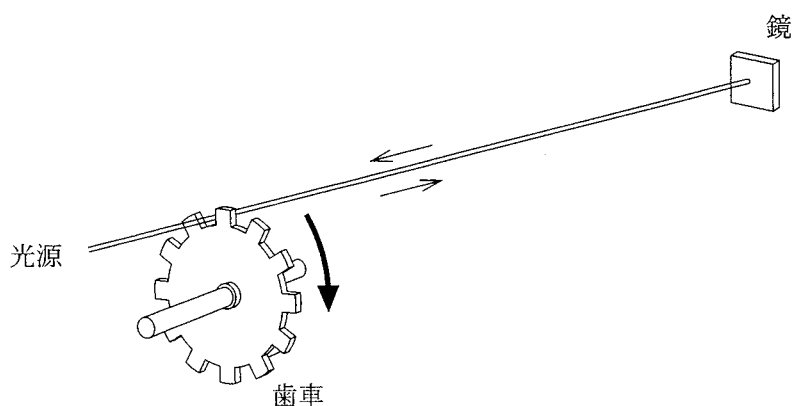


図 2

- | | | | |
|--------|--------|---------|---------|
| ① 100 | ② 300 | ③ 500 | ④ 1000 |
| ⑤ 3000 | ⑥ 5000 | ⑦ 10000 | ⑧ 30000 |

物理 I

問 3 熱に関する記述として正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

3

- ① 物体に一定量の熱を加えたとき，熱容量が同じならば質量が大きいほど温度変化が大きい。
- ② 高温の物体と低温の物体を接触させたとき，接触面を通して高温の物体から流出した熱量は，低温の物体に流入した熱量より小さい。
- ③ 一つの熱源から熱を取り入れ，同じ熱源に熱を放出することにより熱機関をはたかせることができる。
- ④ 与えられた熱のすべてを仕事に変える熱機関はつくることができない。

問 4 図 3 のように，凸レンズの光軸にそって平行光線が入射する。光軸に垂直な直線は，光の波面を表している。レンズを通過したあとの波面を表す図として最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。

4

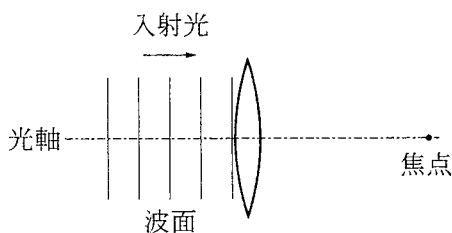
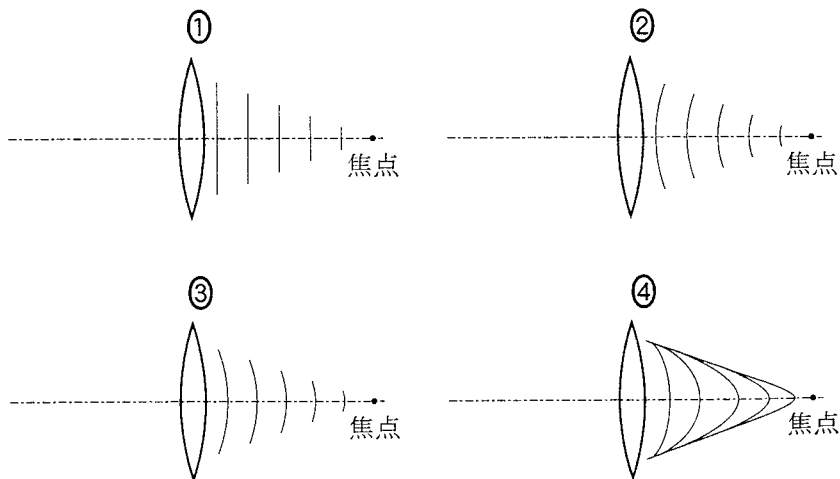


図 3



問 5 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる式の組合せとして正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

図 4 のように、底面積 S 、高さ h の円柱が密度 ρ の液体中にある。液面と円柱の上面の距離を x とする。液体中の圧力は、深さに比例する圧力と大気圧 p の和になることを考慮すると、円柱の上面にはたらく力の大きさは **ア**，下面にはたらく力の大きさは **イ** である。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

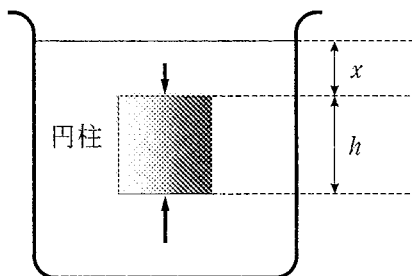


図 4

	ア	イ
①	$\rho S x g + p$	$\rho S (h + x) g + p$
②	$\rho S x g + p$	$\rho S (h - x) g - p$
③	$\rho S x g + p S$	$\rho S (h + x) g + p S$
④	$\rho S x g + p S$	$\rho S (h - x) g - p S$

物理 I

問 6 帯電している 3 本の棒 A, B, C がある。A と B を近づけるとたがいに引き合う力がはたらき、A と C を近づけるとたがいに反発する力がはたらいた。B と C を近づけるときにはたらく力に関する記述として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6

- ① B と C は同符号の電荷を帯びていて、たがいに引き合う。
- ② B と C は同符号の電荷を帯びていて、たがいに反発する。
- ③ B と C は異符号の電荷を帯びていて、たがいに引き合う。
- ④ B と C は異符号の電荷を帯びていて、たがいに反発する。

物理 I

第 2 問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～4)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 4] (配点 18)

A 断面積 $6.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2$ で長さ 18 m の導線の両端に 1.5 V の電圧をかけると 50 mA の電流が流れた。

問 1 この導線を 3 等分して長さを 6 m にし、その 3 本を並列に接続する。両端に 1.5 V の電圧をかけた場合、3 本の導線に流れる全電流はもとの何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1 倍

- ① $\frac{1}{9}$ ② $\frac{1}{3}$ ③ 1 ④ 3 ⑤ 9

問 2 長さ ℓ 、断面積 S の導線の電気抵抗は $\frac{\ell}{S}$ に比例し、その比例定数を抵抗率という。表 1 にはいくつかの物質の室温での抵抗率が示されている。上の測定で用いた導線の材料はそれらの物質のいずれかである。どの物質が使われているか。正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、導線の抵抗の温度変化は無視できるものとする。 2

表 1

物 質	抵抗率 [$\Omega \cdot \text{m}$]	物 質	抵抗率 [$\Omega \cdot \text{m}$]
銅	1.7×10^{-8}	金	2.3×10^{-8}
アルミニウム	2.8×10^{-8}	タングステン	5.5×10^{-8}
鉄	1.0×10^{-7}	ニクロム	1.1×10^{-6}

- ① 銅 ② 金 ③ アルミニウム
④ タングステン ⑤ 鉄 ⑥ ニクロム

B 図1は、希薄な気体が封入されたガラス管内で、陰極と陽極の間に高電圧をかけて放電させ、陰極から放出されるもの(陰極線)の軌跡を観察する装置である。ただし、図1では電極 A、B の間に電圧をかけていない場合の軌跡が示されている。

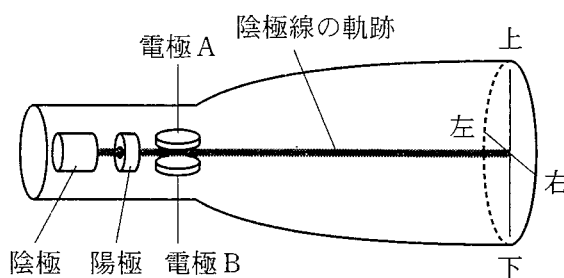


図 1

問 3 陰極線の実体として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

3

- | | | |
|-------|-----------|--------|
| ① 赤外線 | ② ヘリウム原子核 | ③ 水素原子 |
| ④ 電 子 | ⑤ X 線 | ⑥ 紫外線 |

問 4 電極 A が+側、電極 B が-側になるように電圧をかけると、陰極線はどのようなになるか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、左右は図1のように陰極側から見た方向である。

4

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 上に曲がる。 | ② 下に曲がる。 | ③ 右に曲がる。 |
| ④ 左に曲がる。 | ⑤ 変化しない。 | |

第 3 問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～4)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 4] (配点 16)

A 図 1 は、ガラス板に、平行で等間隔の細い溝をたくさん刻んだものの断面を表している。溝のない部分は光が通過するスリットで、隣り合うスリットの間隔は d である。このガラス板に、波長 λ の平行光線を垂直に当てる。

一つのスリットを通過した光は、スリットの幅より広い範囲に広がって進む。この現象を ア という。異なるスリットから出た光は十分遠くのスクリーン上に明線の縞模様しまもようをつくる。これは光の イ 効果による。

このようなはたらきをするガラス板を ウ という。

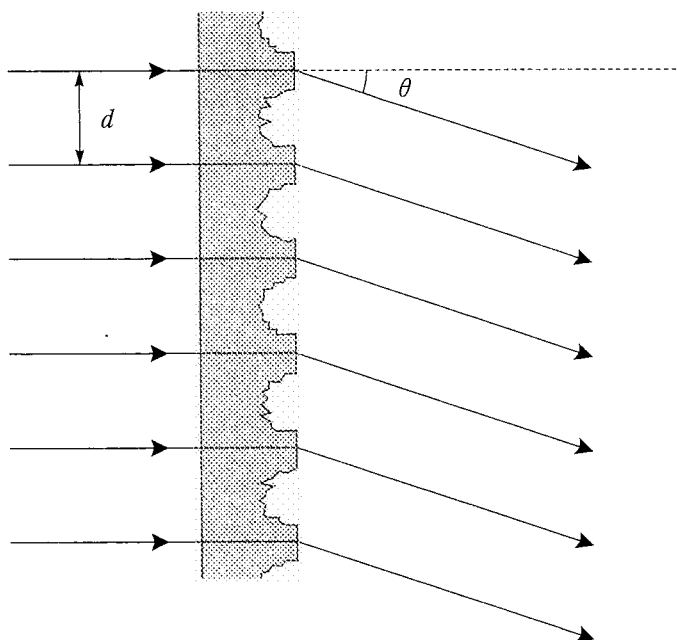


図 1

問 1 上の文章中の空欄 **ア** ～ **ウ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **1**

	ア	イ	ウ
①	屈 折	干 渉	回折格子
②	屈 折	干 渉	偏 光 板
③	屈 折	偏 光	回折格子
④	屈 折	偏 光	偏 光 板
⑤	回 折	干 渉	回折格子
⑥	回 折	干 渉	偏 光 板
⑦	回 折	偏 光	回折格子
⑧	回 折	偏 光	偏 光 板

問 2 図 1 のように、各スリットを通過した光線と入射光のなす角を θ とする。明線のできる方向の角 θ 、隣り合うスリットの間隔 d 、波長 λ の間に成り立つ関係はどれか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ である。 **2**

① $d \cos \theta = m\lambda$

② $d \sin \theta = m\lambda$

③ $d \cos \theta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$

④ $d \sin \theta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$

物理 I

B 図2のように、救急車が振動数 f_0 のサイレンを鳴らしながら、直線上を速さ v で進んでいる。直線上の点Aにいる観測者が聞くサイレンの振動数は、救急車が近づく場合と遠ざかる場合で異なる。ただし、音速を V とし、風は吹いていないものとする。

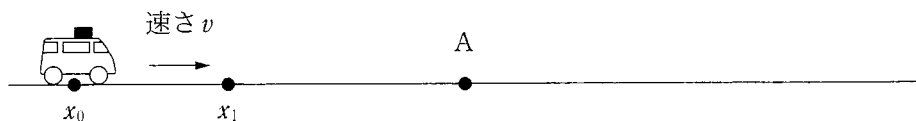
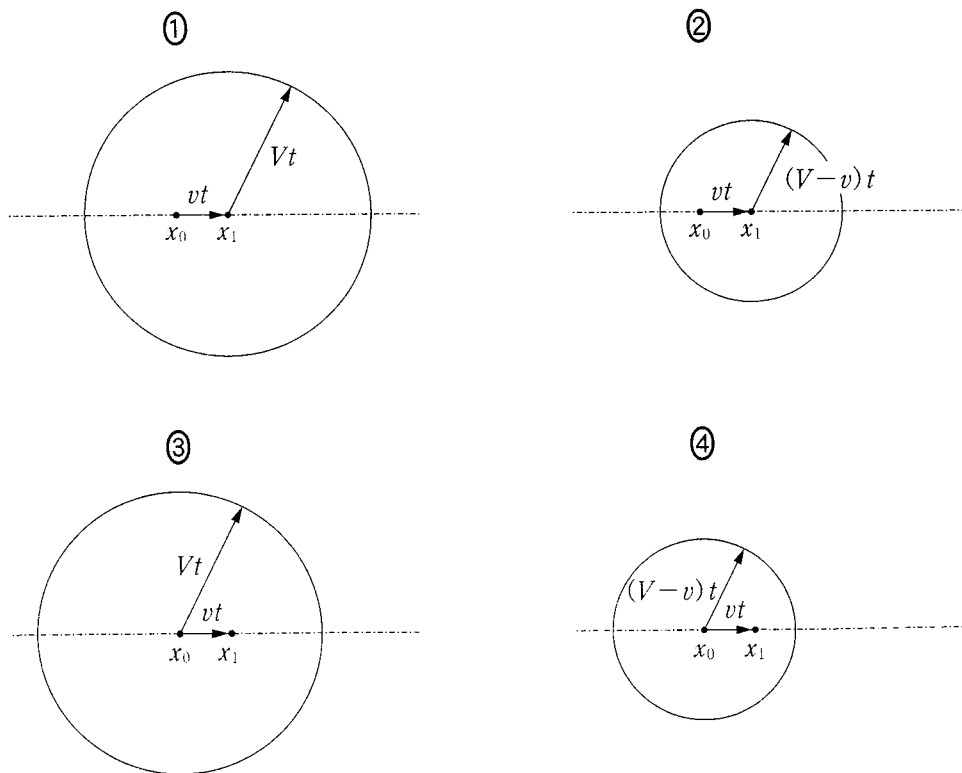


図 2

問 3 時刻0に位置 x_0 を通過した救急車は、時刻 t に位置 x_1 に達した。 x_0 で発せられた音波の時刻 t における波面を地表面で描いたものとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3



問 4 救急車が近づく場合に点 A の観測者が聞くサイレンの振動数を f_1 、遠ざかる場合の振動数を f_2 とする。振動数の比 $\frac{f_1}{f_2}$ はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $\frac{f_1}{f_2} = \boxed{4}$

① $\frac{V^2 + v^2}{V^2 - v^2}$

② $\frac{V + v}{V}$

③ $\frac{V + v}{V - v}$

④ $\frac{V}{V - v}$

物理 I

第 4 問 次の文章(A～C)を読み、下の問い(問 1～9)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 36)

A 地上で、ある物体を鉛直方向に投げ上げた。このとき、物体の高さ y と時刻 t の関係は、図 1 に示すグラフのようになった。ただし、図 1 のグラフの横軸の 1 目盛りは 1 秒である。縦軸の 1 目盛りの大きさは記入していない。

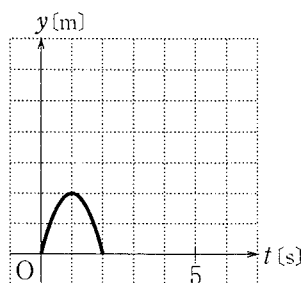


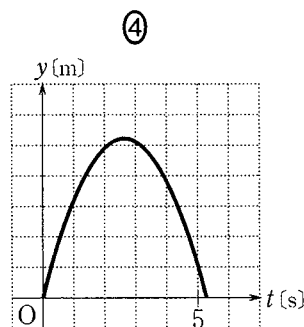
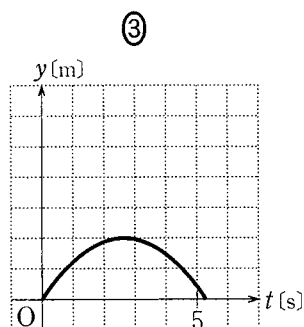
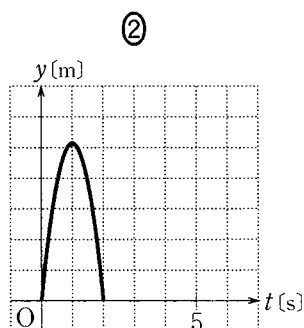
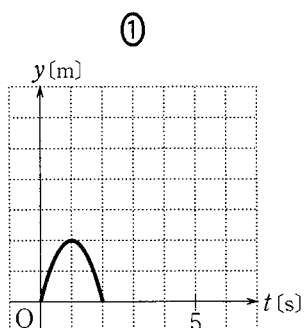
図 1

問 1 最高点の高さはいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ
選べ。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。 m

- ① 1.0 ② 2.5 ③ 4.9 ④ 7.6 ⑤ 9.8

問 2 火星上の重力加速度の大きさはおよそ 3.7 m/s^2 である。火星上で、同じ物体を、同じ初速度で鉛直方向に投げ上げたとき、その運動を表すグラフはどのようなになるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、グラフの目盛りは図 1 と同じものとする。

2



問 3 地表面付近にある物体にはたらく重力に関する記述として間違っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

3

- ① その力の大きさを、物体の重さという。
- ② その力の大きさは、物体の質量に比例する。
- ③ その力の大きさは、物体の地表面からの高さに比例する。
- ④ その力の向きは、鉛直下向きである。
- ⑤ その力による物体の位置エネルギーは、基準面からの高さに比例する。

物理 I

B 図2のように、水平面上に質量 m の物体を置き、壁との間をばね定数 k のばねでつないだ。ばねの自然の長さからの伸びを x で表し、面と物体の間の静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とする。

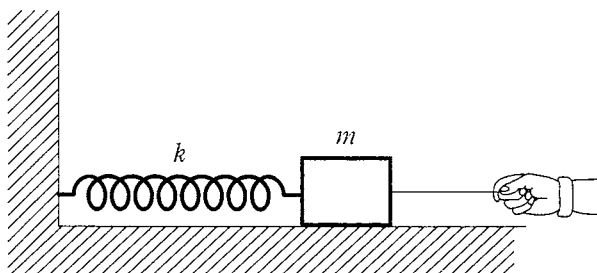


図 2

問 4 ばねが自然の長さにある状態から、図2のように手で水平に物体に力を加え、ばねを引き伸ばした。ばねの伸びが x になるまでに、手によってなされた仕事を表す式として正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

4

- | | | |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| ① $\frac{1}{2} kx^2$ | ② kx^2 | ③ $\mu' mgx$ |
| ④ $\mu' mg$ | ⑤ $\frac{1}{2} kx^2 + \mu' mgx$ | ⑥ $\frac{1}{2} kx^2 + \mu' mg$ |
| ⑦ $kx^2 + \mu' mgx$ | ⑧ $kx^2 + \mu' mg$ | |

問 5 問4の過程の最後に手を止めて静かに離れたところ、物体は静止していた。手を離れたあとも物体が静止しているようなばねの伸び x の最大値 x_0 はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

$x_0 =$ 5

- | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| ① $\frac{\mu mg}{k}$ | ② $\frac{2\mu mg}{k}$ | ③ $\frac{\mu' mg}{k}$ | ④ $\frac{2\mu' mg}{k}$ |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|

問 6 問 5 の実験ではねの伸びが $x < x_0$ のとき、物体に作用している摩擦力を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、図の右向きを正とする。

6

① kx

② $-kx$

③ μmg

④ $-\mu mg$

⑤ $\mu' mg$

⑥ $-\mu' mg$

物理 I

C 図3のように、熱を通さない容器とピストンが大気中に置かれている。容器内には気体が入っていて、電気抵抗 r のヒーターで暖めることができる。

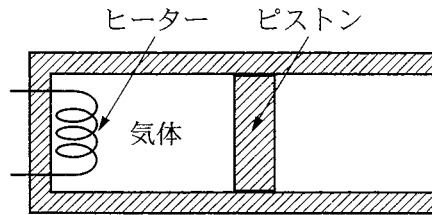


図 3

問 7 ヒーターに電圧 V をかけたとき、時間 t の間に発生する熱量はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

① $\frac{V^2 t}{r}$

② $rV^2 t$

③ rVt

④ $\frac{V^2 t}{2r^2}$

⑤ $\frac{r^2 V^2 t}{2}$

⑥ $\frac{r^2 Vt}{2}$

問 8 ヒーターに電流を流して 5.6 J の熱量を気体に与えたところ、気体がゆっくり膨張し、ピストンがなめらかに右側へ移動した。このとき気体は 1.6 J の仕事をした。気体の内部エネルギーはどれだけ増加したか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 8 J

① 0

② 1.6

③ 4.0

④ 5.6

⑤ 6.7

⑥ 7.2

問 9 次の文章中の空欄 ア ・ イ に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 9

気体の内部エネルギーは、分子の運動エネルギーと分子間にはたらく力による位置エネルギーの和であり、後者は前者に比べて無視できる。気体を構成する分子はさまざまな方向に運動しているが、温度が ア ほど、この運動は激しく、内部エネルギーは イ。

	ア	イ
①	低 い	小さい
②	低 い	大きい
③	高 い	小さい
④	高 い	大きい