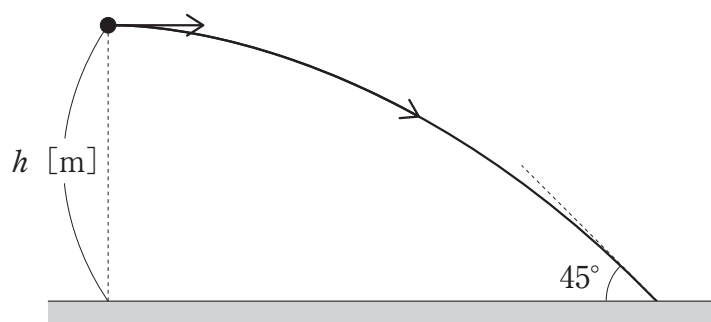


物 理

【問題 1】 次の問 1 から問 6 について、それぞれ指定されたように答えなさい。

(解答番号 -)

問 1 図のように、地面からの高さ h [m] のところで小石を速さ 7.0 m/s で水平方向に投げたところ、小石は地面に 45° の角度で落下した。高さ h として最も適当な数値を、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s² とし、空気による抵抗を無視する。

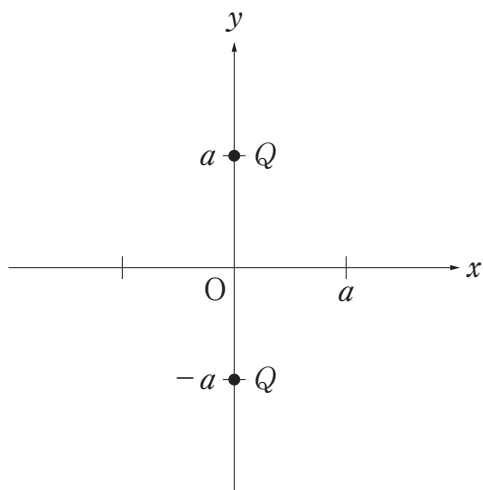


図

- | | | | |
|-------|-------|--------|-------|
| ① 1.0 | ② 1.4 | ③ 2.5 | ④ 5.0 |
| ⑤ 7.0 | ⑥ 9.8 | ⑦ 10.0 | |

問2 図のように平面上に座標軸 x, y をとり, y 軸上の2点 $y=a$ と $y=-a$ に同じ正の電荷 Q を持つ小物体が置かれている. このとき, x 軸上の点 $x=a$ における電場の強さとして正しいものを, 下のうちから一つ選び, 番号で答えなさい. クーロンの法則の比例定数を k とする.

2

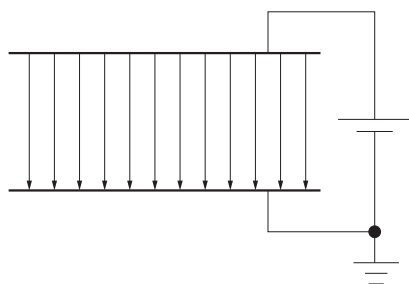


図

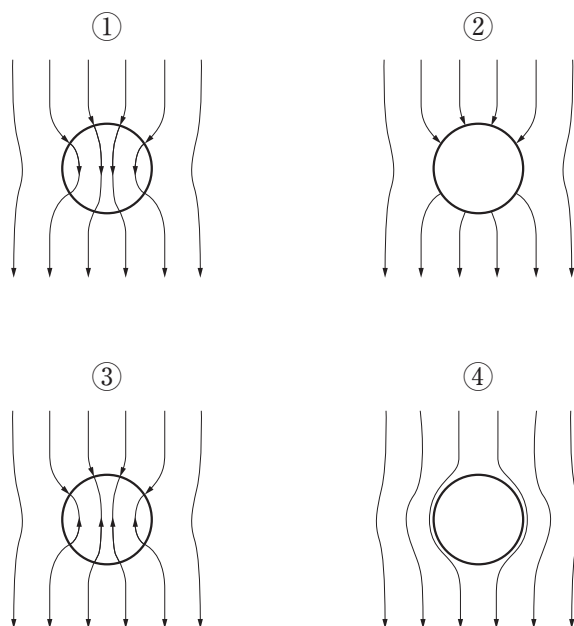
- | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|-----|
| ① $\frac{kQ^2}{a^2}$ | ② $\frac{2kQ^2}{a^2}$ | ③ $\frac{kQ^2}{2a^2}$ | ④ $\frac{kQ^2}{\sqrt{2}a^2}$ | ⑤ 0 |
| ⑥ $\frac{kQ}{a^2}$ | ⑦ $\frac{2kQ}{a^2}$ | ⑧ $\frac{kQ}{2a^2}$ | ⑨ $\frac{kQ}{\sqrt{2}a^2}$ | |

問3 図に示すように、平行な2枚の広い導体板に電圧を加えると、導体板間の電気力線は互いに平行で等間隔になる。ここに電荷を持っていない導体球を入れると、電気力線はどのように変化するか。導体球の内部とそのまわりでの電気力線を表す図として最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。ただし、導体板の端の影響は無視し、図中の矢印を付けた実線は電気力線を表し、矢印の向きは電場の向きを示す。

3



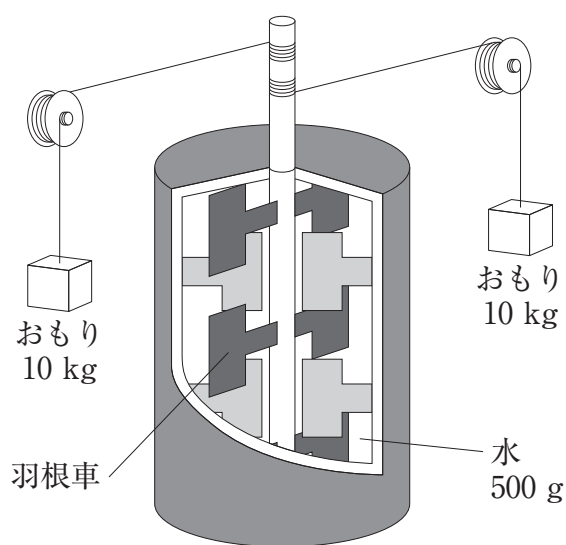
図



問4 図は、熱と仕事の関係を調べるジュールの羽根車の実験の概念図である。

容器内には水 500 g が入っていて、10 kg のおもり二つがゆっくり落下して羽根車を回すようになっている。重力のする仕事がすべて水の温度上昇に使われるとすると、水の温度を 1.0 K 上昇させるためには、二つのおもりを何 m 落下させる必要があるか。最も適当な数値を、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 、水の比熱を $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ とする。

4



図

- ① 0.98 ② 2.1 ③ 5.4 ④ 9.8 ⑤ 11 ⑥ 21

問5 次の文章の空欄〔ア〕,〔イ〕に当てはまる式の組合せとして最も適当なものを, 下のうちから一つ選び, 番号で答えなさい.

ある部屋を外気温より高い温度に暖めるのに, エアコンと電気ストーブのどちらがより多く電気エネルギーを消費するか, 考えよう. エアコンまたは電気ストーブを使って室内に同じ熱量 Q を加える場合を比較する. エアコンは電気エネルギーを仕事に変え, その仕事により外気から室内へ熱を移動させることができる. エアコンで消費された電気エネルギー W_1 と, エアコンが外気から室内に取り入れた熱量 Q_1 , 室内に加えられた熱量 Q の関係は, 〔ア〕である. 一方, 電気ストーブは電気エネルギーをすべて熱に変換し, 外気から室内に熱を取り入れることはできない. 電気ストーブで消費された電気エネルギーを W_2 とすると, W_1 と W_2 の関係は〔イ〕である. ただし, Q , Q_1 , W_1 , W_2 はすべて正とし, エアコンと電気ストーブの熱容量は無視できるものとする.

5

	〔ア〕	〔イ〕
①	$W_1 + Q_1 = Q$	$W_1 < W_2$
②	$W_1 + Q_1 = Q$	$W_1 = W_2$
③	$W_1 + Q_1 = Q$	$W_1 > W_2$
④	$W_1 + Q = Q_1$	$W_1 < W_2$
⑤	$W_1 + Q = Q_1$	$W_1 = W_2$
⑥	$W_1 + Q = Q_1$	$W_1 > W_2$

問6 下の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる語句の組合せとして最も適当なものを, 下のうちから一つ選び, 番号で答えなさい.

6

太陽光や白熱電球の光は自然光とみなせる. 図1のように, 太陽からの光を直接, 偏光板 A に通す. 偏光板 A を回転させたとき, 透過光の明るさは, 回転角度に〔ア〕. 次に, 図2のように, 偏光板 A を透過した光をさらに別の偏光板 B に通し, 最初の偏光板 A を回転させる. 透過光が最も明るいところから偏光板 A を〔イ〕回転させると, 透過光は最も暗くなる.

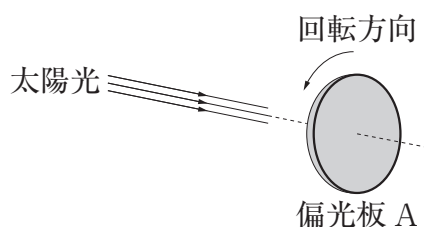


図 1

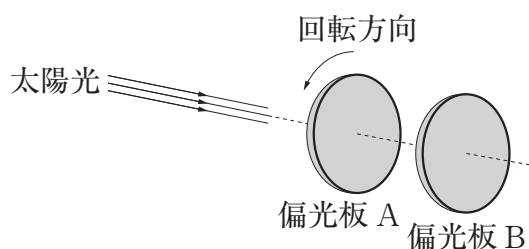


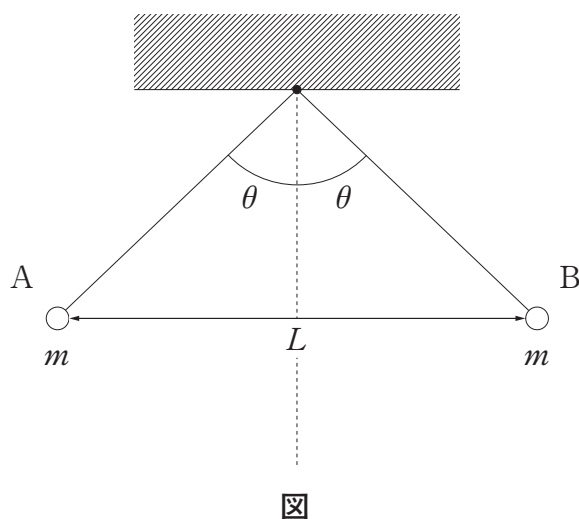
図 2

	〔ア〕	〔イ〕
①	よらない	45°
②	よらない	90°
③	よらない	135°
④	よらない	180°
⑤	よって変化する	45°
⑥	よって変化する	90°
⑦	よって変化する	135°
⑧	よって変化する	180°

【問題 2】 次の文章を読み，問 1 と問 2 に答えなさい。

(解答番号 7 - 8)

質量が無視できる同じ長さの 2 本の軽い糸の下端にそれぞれ質量 m の小さな導体球 A, B をつけ，2 本の糸の上端を一致させてつり下げた．そして，各導体球に等量の正電荷 q を与えたところ，ともに同じ角度 θ だけ鉛直方向から傾いてつり合った．重力加速度の大きさを g ，クーロンの法則の比例定数を k とする．



問 1 このとき，導体球 B が受ける静電気力の大きさ F と重力の関係を表す式として正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

7

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

問2 導体球 A と B の間の距離 L を表す式として正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい．

8

① qkF

② $q\sqrt{kF}$

③ $q\frac{k}{F}$

④ $q\sqrt{\frac{k}{F}}$

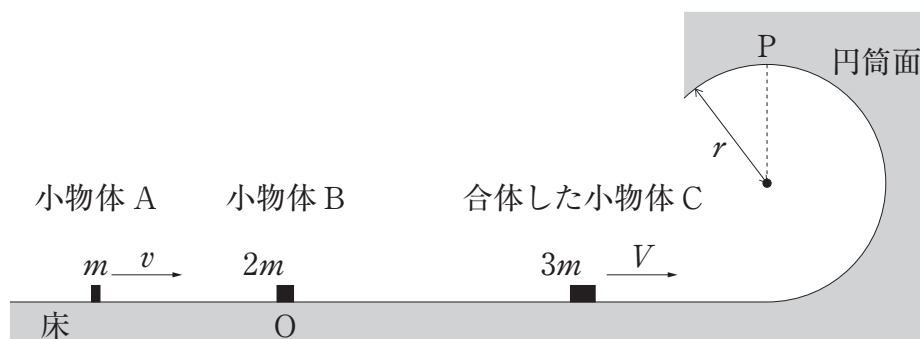
⑤ $\frac{q}{kF}$

⑥ $q\sqrt{\frac{1}{kF}}$

【問題 3】 次の文章を読み，問 1 から問 4 に答えなさい。

(解答番号 9 - 12)

図のように，水平でなめらかな床面上で，質量 m ，速さ v の小物体 A を点 O で静止していた質量 $2m$ の小物体 B に衝突させた．衝突後，小物体 A は小物体 B と合体して質量 $3m$ の小物体 C となり，速さは V となった．その後，小物体 C は半径 r のなめらかな円筒面に沿って運動した．ただし，小物体 A，B，C はすべて同じ鉛直面内で運動し，円筒の中心軸はこの鉛直面に垂直であるとする．また，点 P は円筒面の最高点を表し，重力加速度の大きさを g とする．



図

問 1 合体直後の小物体 C の速さ V として正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい．

9

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

問2 小物体Cが円筒面に沿って点Pに達する以前に円筒面から離れて運動し始めたとする、それはどのようなときか。最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

10

- ① 小物体Cの速さが0になったとき
- ② 小物体Cに作用する重力と円筒面からの垂直抗力が釣り合ったとき
- ③ 小物体Cが円筒面から受ける垂直抗力が最大値に達したとき
- ④ 小物体Cが円筒面から受ける垂直抗力が0になったとき

問3 小物体Cが円筒面に沿って点Pを通過したとする。そのときの小物体Cの速さとして正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

11

- ① $\sqrt{V^2 - gr}$
- ② $\sqrt{V^2 - 2gr}$
- ③ $\sqrt{V^2 - 3gr}$
- ④ $\sqrt{V^2 - 4gr}$
- ⑤ $\sqrt{V^2 - 5gr}$
- ⑥ $\sqrt{V^2 - 6gr}$

問4 小物体Cが円筒面に沿って点Pを通過するために必要なVの最小値として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

12

- ① $\sqrt{gr}$
- ② $\sqrt{2gr}$
- ③ $\sqrt{3gr}$
- ④ $\sqrt{4gr}$
- ⑤ $\sqrt{5gr}$
- ⑥ $\sqrt{6gr}$

【問題 4】 次の文章を読み，問 1 と問 2 に答えなさい。

(解答番号 13 - 14)

図 1 のように，電圧の最大値が V_0 ，周期が T の交流電源に半導体ダイオードと抵抗を接続した回路を作った．図 2 は点 B を基準としたときの点 A の電位の時間変化である．ただし，ダイオードは整流作用のみをもつ理想化した素子として考える．

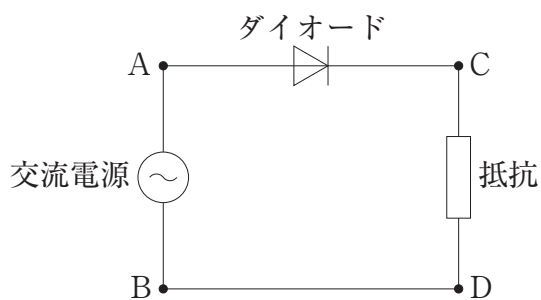


図 1

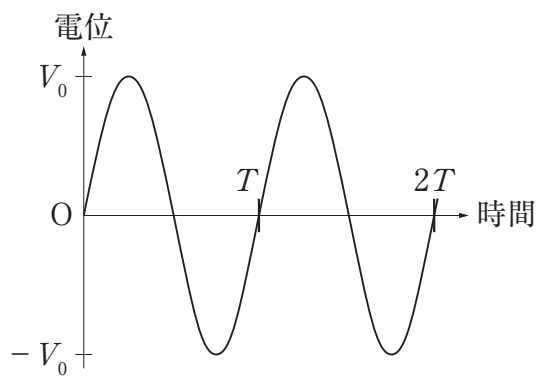
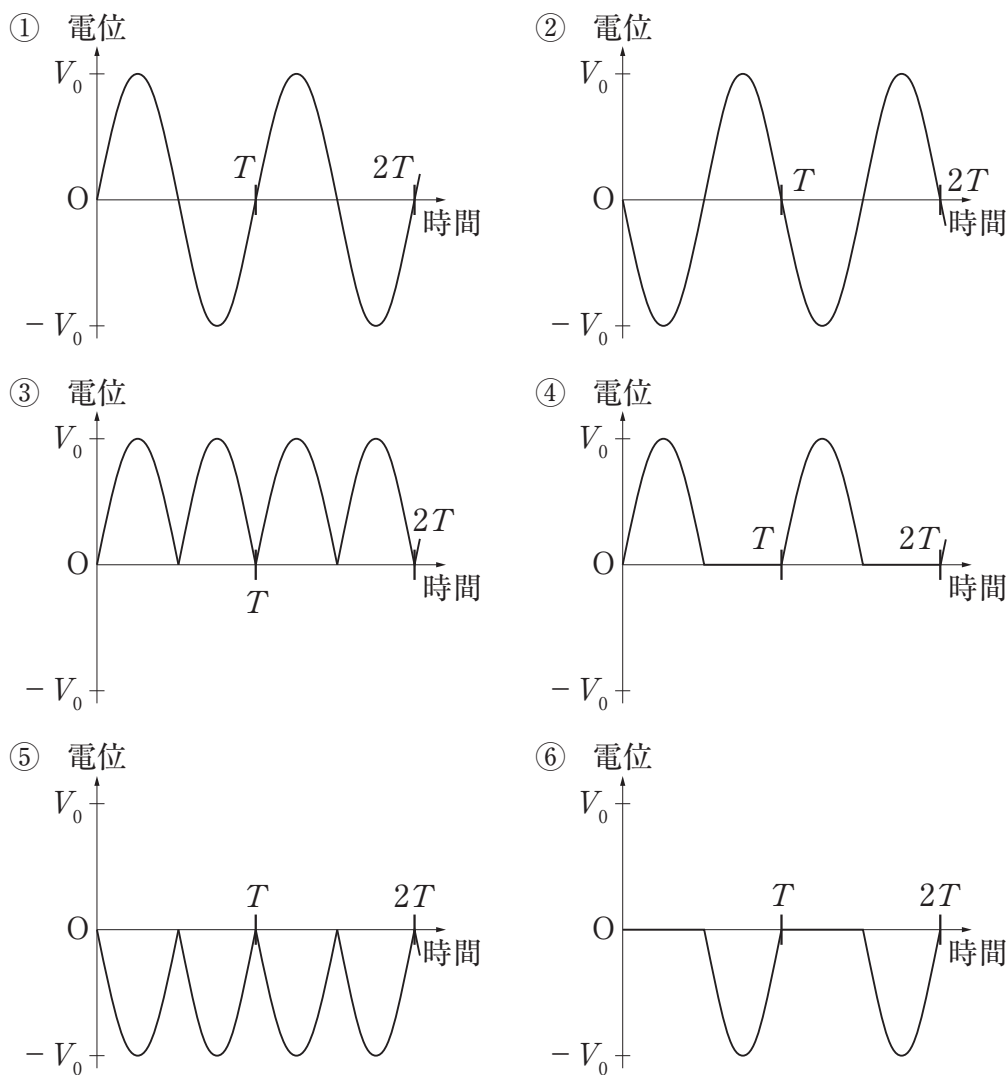


図 2

問1 点Dを基準としたときの点Cの電位の時間変化を表す図として最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

13



問2 この回路の抵抗での消費電力の時間平均として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。ただし、抵抗の抵抗値を R とする。

14

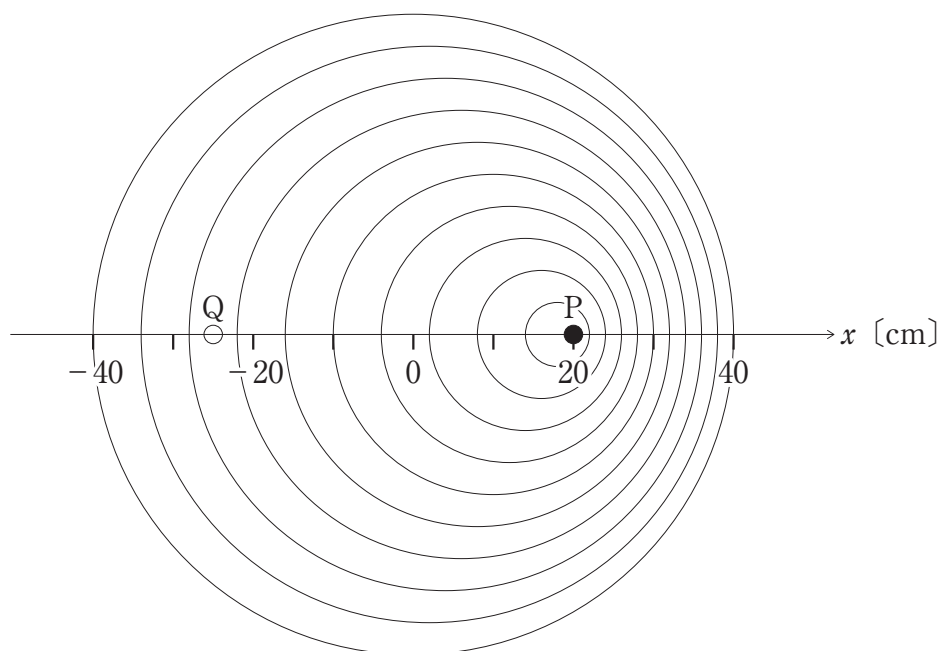
- ① $\frac{V_0^2}{R}$ ② $\frac{V_0^2}{2R}$ ③ $\frac{V_0^2}{4R}$ ④ $\frac{V_0^2}{6R}$ ⑤ $\frac{V_0^2}{8R}$ ⑥ $\frac{V_0^2}{10R}$ ⑦ $\frac{V_0^2}{12R}$

【問題5】 次の文章を読み，問1から問3に答えなさい。

(解答番号 -)

水深が一定な水槽中の静かな水面に，細い針金の先端につけた小球Pを触れさせ，水面波を発生させる．この水面波は一定の速さ V [cm/s] で円形に広がっていく．小球は一定の速度で水面上を移動できるようになっている．

図は，小球Pを毎秒3回水面に触れさせながら x 軸の正の方向に速さ v [cm/s] で移動させたとき，発生した水面波をある時刻に観測したものである．図の実線は水面波の山の位置を表している．



図

問1 水面波の伝わる速さ V [cm/s] として最も適当な数値を，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい．

- | | | | |
|-----|------|------|------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 4 | ④ 6 |
| ⑤ 8 | ⑥ 10 | ⑦ 12 | ⑧ 18 |

問2 小球Pの移動の速さ v [cm/s] として最も適当な数値を、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

16

- ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 6
⑤ 8 ⑥ 10 ⑦ 12 ⑧ 18

問3 図のQの位置で観測される水面波の振動数 [Hz] はいくらか。最も適当な数値を、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

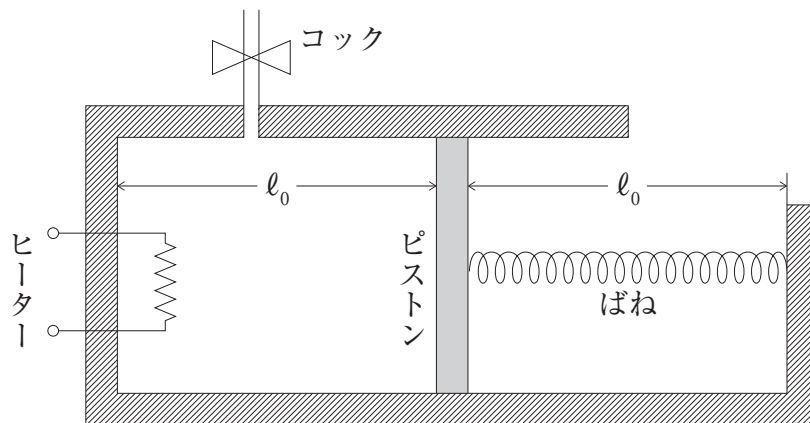
17

- ① 0.5 ② 1 ③ 2 ④ 3
⑤ 4 ⑥ 5 ⑦ 6 ⑧ 8

【問題 6】 次の文章を読み，問 1 から問 3 に答えなさい。

(解答番号 18 - 20)

図のような，シリンダーとなめらかに横に動くピストンからなる断熱容器があり，ピストンにはばねが付けられている．また，シリンダーにはヒーターが付けられており，断熱容器に閉じ込められた気体に外部から熱を加えることができる．さらに，シリンダーにはコックが付けられている．シリンダーの断面積を S ，大気圧を p_0 ，室温を絶対温度で T_0 とする．



図

最初にコックは開かれており，容器内の気体の圧力は大気圧と同じであった．このとき，シリンダーの気体の部分の長さとはばねの長さはともに ℓ_0 であり，ばねは自然の長さであった．

次に，コックを閉じ，ヒーターによって熱を与えて容器内の気体をゆっくりと膨張させた．容器内の気体の圧力が $\frac{8}{7}p_0$ となったとき，ばねの長さは $\frac{7}{9}\ell_0$ となった．

問 1 ばね定数は $\frac{p_0 S}{\ell_0}$ の何倍か．正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい．

18

- ① 7 ② $\frac{9}{7}$ ③ $\frac{7}{9}$ ④ $\frac{7}{2}$ ⑤ $\frac{9}{14}$ ⑥ $\frac{72}{49}$ ⑦ $\frac{9}{49}$ ⑧ $\frac{7}{72}$

問2 容器内の気体の膨張後の絶対温度は T_0 の何倍か。正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

19

- ① $\frac{7}{36}$ ② $\frac{8}{9}$ ③ $\frac{63}{88}$ ④ $\frac{36}{7}$ ⑤ $\frac{9}{8}$ ⑥ $\frac{88}{63}$

問3 容器内の気体は膨張する間に外部（大気とばね）に対して仕事をした。この仕事は $p_0 S \ell_0$ の何倍か。正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

20

- ① $\frac{1}{9}$ ② $\frac{1}{7}$ ③ $\frac{5}{21}$ ④ $\frac{23}{63}$ ⑤ 1 ⑥ $\frac{10}{9}$ ⑦ $\frac{8}{7}$