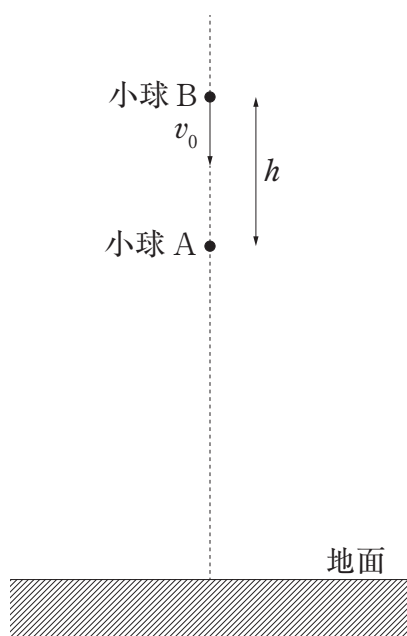


物 理

【問題 1】 次の問 1 から問 5 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、ある高さの点から小球 A を静かに落とすと同時に、その点より h だけ鉛直上方の点から小球 B を速さ v_0 で投げ下ろして、A が地面に達する前に A と B を衝突させた。二つの小球が落下し始めてから衝突するまでの時間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。ただし、空気の影響は無視でき、重力加速度の大きさを g とする。

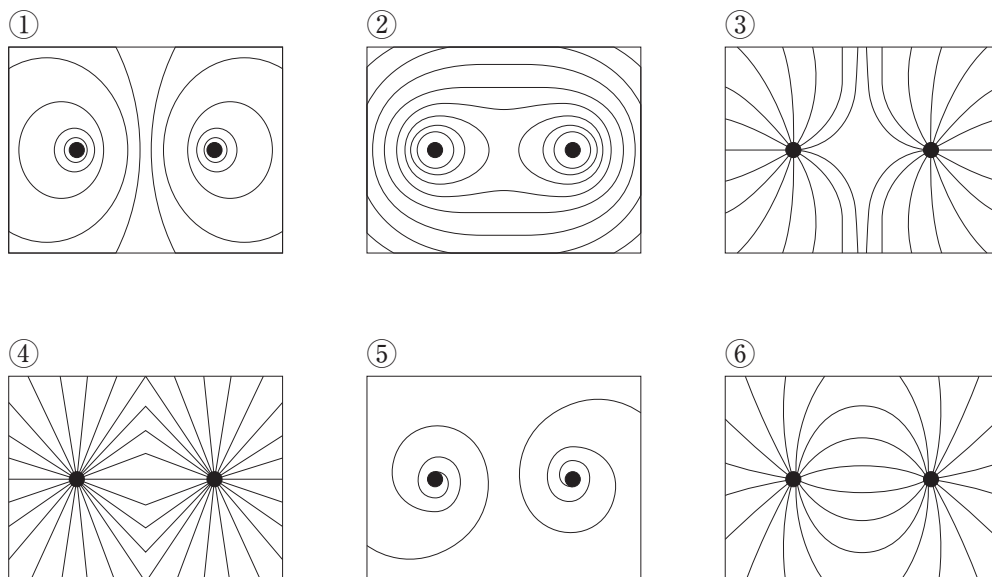


図

- ① $\frac{v_0}{2g}$ ② $\frac{v_0}{g}$ ③ $\frac{2v_0}{g}$ ④ $\sqrt{\frac{h}{2g}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{h}{g}}$
- ⑥ $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ⑦ $\frac{h}{2v_0}$ ⑧ $\frac{h}{v_0}$ ⑨ $\frac{2h}{v_0}$

問2 同じ電気量をもった二つの点電荷がある。点電荷のまわりの電気力線の様子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。ただし、電気力線の向きを表す矢印は省略してある。

2



問3 エネルギーに関する記述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。

3

- ① 電動モーターを使うと、与えた電気エネルギーよりも大きな力学的エネルギーを取り出すことができる。
- ② 電波や可視光線などの電磁波はエネルギーをもたない。
- ③ 化石燃料（石油や石炭）や核燃料（ウランやプルトニウム）は、資源枯渇の可能性が少ないエネルギー（再生可能エネルギー）である。
- ④ 電気エネルギーは、ほかのエネルギーへの変換が容易であり、また、送電線などで遠くまで運ぶことができる。
- ⑤ 容器に閉じ込められた気体の内部エネルギーは、温度が高くなるほど減少する。

問4 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入る語句の組合せとして最も適切なものを, 下のうちから一つ選び, 番号で答えなさい.

4

風の吹いていない冬の夜間に, 上空に比べて地表付近の温度が低くなる時がある. このとき, 上空と地表付近での音速は〔ア〕. このような状況では, 気温差がない場合に比べて, 地表で発せられた音が遠くの地表面上に〔イ〕.

	〔ア〕	〔イ〕
①	地表付近の方が遅い	届きやすくなる
②	地表付近の方が遅い	届きにくくなる
③	等しい	届きやすくなる
④	等しい	届きにくくなる
⑤	地表付近の方が速い	届きやすくなる
⑥	地表付近の方が速い	届きにくくなる

問5 図1のように、光電管の陰極が接地されており、直流電源の電圧を変えることにより陽極の電位 V を変えることができる。光電管に単色光を当て、 V と光電流 I の関係を調べたところ、図2の実線のグラフが得られた。次に、単色光の光源を交換し実験したところ、図2の破線のグラフが得られた。光源交換後の単色光の振動数と単位時間あたりに陰極に入射する光子の数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。

5

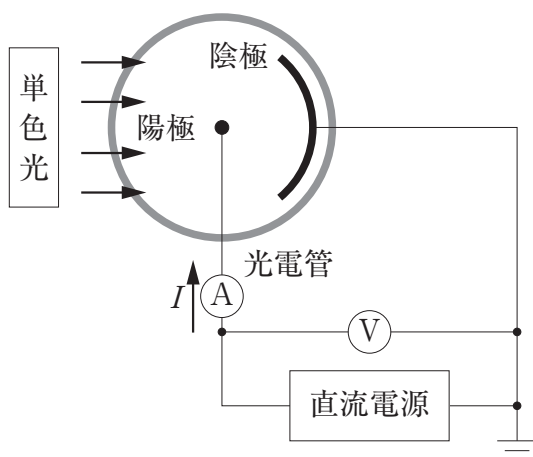


図1

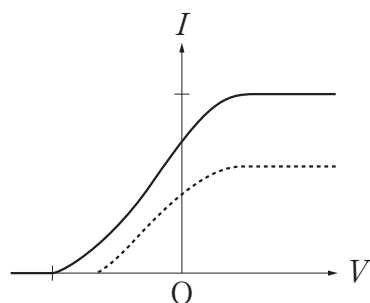


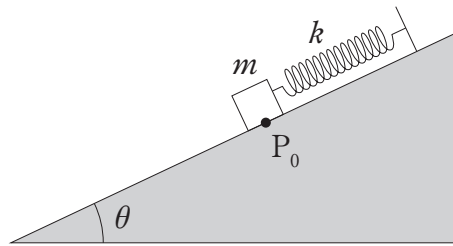
図2

	光の振動数	光子数
①	交換前より小さい	交換前より少ない
②	交換前より小さい	交換前と等しい
③	交換前より小さい	交換前より多い
④	交換前と等しい	交換前より少ない
⑤	交換前と等しい	交換前と等しい
⑥	交換前と等しい	交換前より多い
⑦	交換前より大きい	交換前より少ない
⑧	交換前より大きい	交換前と等しい
⑨	交換前より大きい	交換前より多い

【問題 2】 次の文章を読み、問 1 から問 3 に答えなさい。

(解答番号 6 - 8)

図のように、水平面に対する傾角が θ のなめらかな斜面上に、ばね定数 k のばねの上端を固定した。ばねの他端に質量 m の物体を取りつけたところ、ばねが自然の長さから x_0 だけ伸びて、物体は点 P_0 で静止した。ただし、ばねの質量は無視でき、重力加速度の大きさを g とする。



図

問 1 ばねの伸び x_0 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。

6

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

問 2 次に、物体を P_0 から斜面に沿って距離 d だけ上方に引き上げて静かに手を離すと、物体は下方に滑りはじめた。物体が再び P_0 に達したときの物体の速さはいくらか。正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

7

- ① $\sqrt{\frac{k}{m}} x_0$ ② $\sqrt{\frac{k}{m}} d$ ③ $\sqrt{\frac{k}{m}} (x_0 - d)$ ④ 0
⑤ $\sqrt{\frac{k}{m}} d \sin \theta$ ⑥ $\sqrt{\frac{k}{m}} \frac{d}{\sin \theta}$ ⑦ $\sqrt{\frac{k}{m}} d \cos \theta$ ⑧ $\sqrt{\frac{k}{m}} \frac{d}{\cos \theta}$

問3 問2で物体が滑りはじめた後、ばねは自然の長さから最大いくら伸びるか。また、そのときの物体の加速度の大きさはいくらか。正しい組合せを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

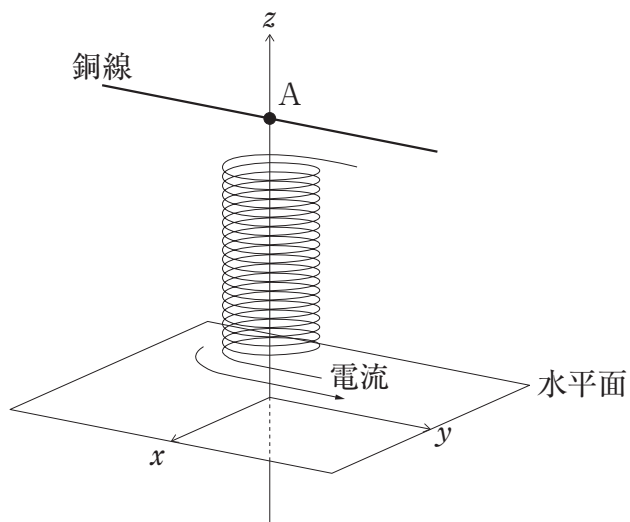
8

	最大の伸び	加速度の大きさ
①	$x_0 + d$	0
②	$x_0 + d$	$\frac{kd}{m}$
③	$x_0 + d$	$\frac{k(x_0 + d)}{m}$
④	$x_0 + d \sin \theta$	0
⑤	$x_0 + d \sin \theta$	$\frac{k(x_0 + d)}{m}$
⑥	$x_0 + d \sin \theta$	$\frac{k(x_0 + d \sin \theta)}{m}$
⑦	$x_0 + d \cos \theta$	0
⑧	$x_0 + d \cos \theta$	$\frac{k(x_0 + d)}{m}$
⑨	$x_0 + d \cos \theta$	$\frac{k(x_0 + d \cos \theta)}{m}$

【問題3】 次の文章を読み，問1と問2に答えなさい。

(解答番号 9 - 10)

図のように，水平面上に x 軸と y 軸をとり，鉛直上向きに z 軸をとる． z 軸を中心としてソレノイド（密に巻いた細長いコイル）を固定し，矢印の向きに一定の電流を流す．ソレノイドの真上の z 軸上の点 A を通り y 軸と平行になるように銅線を固定する．



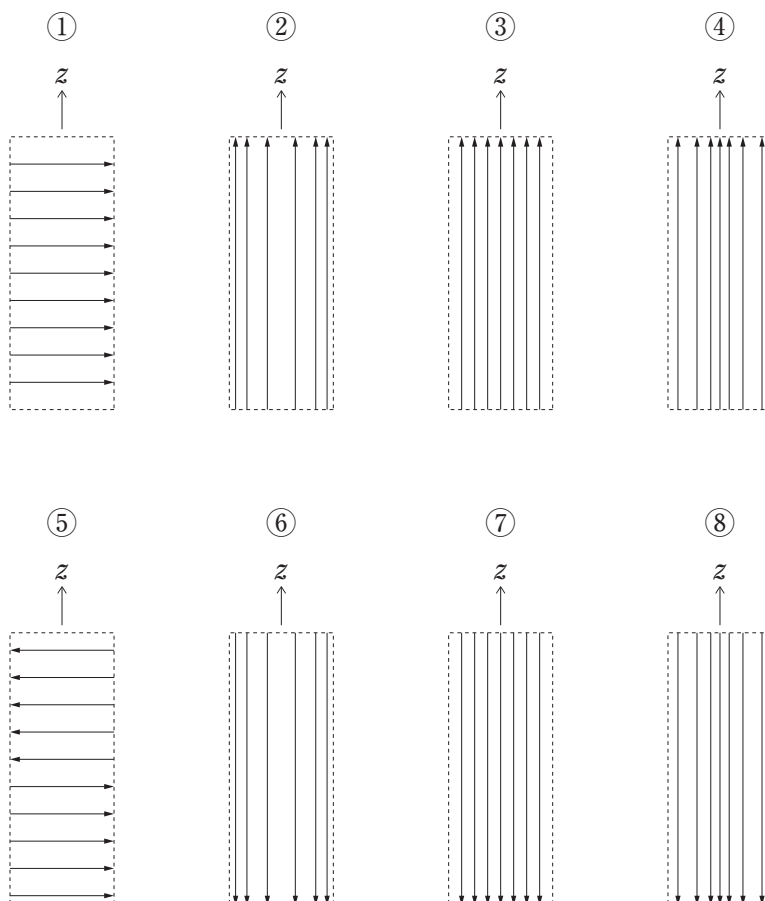
図

〔補足説明〕

ソレノイドを流れる電流の向きは，点 A から見て反時計まわりである．

問1 ソレノイド内部の磁力線の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．ただし，破線で囲まれた部分はソレノイド内部の z 軸を含む断面を表し，矢印をつけた実線は磁力線を表し，矢印の向きは磁場の向きを示す．

9



問2 次に銅線に y 軸の正の向きに電流を流した．このとき，ソレノイドのつくる磁場から銅線が点Aで受ける力の向き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．

10

- ① x 軸の正の向き ② x 軸の負の向き ③ y 軸の正の向き
- ④ y 軸の負の向き ⑤ z 軸の正の向き ⑥ z 軸の負の向き
- ⑦ 点Aではどちら向きにも力を受けない

【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 -)

全長 25.0 m の一様な太さのニクロム線を図 1 のように横 10.0 m、縦 5.0 m のコの字型に折り曲げ、ニクロム線の両端に電圧 10 V の直流電源と電流計を直列に接続した。このとき、ニクロム線に流れる電流計の示す電流の値は 0.10 A であった。ただし、電流計の内部抵抗は無視できるものとする。

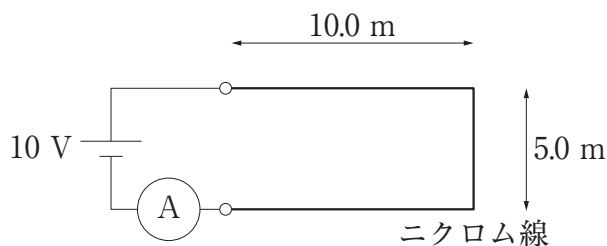


図 1

問 1 図 2 のように、ニクロム線の左側から距離 5.0 m の位置に抵抗を接続したところ、電流計の示す電流の値は 0.20 A となった。接続した抵抗の大きさ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。

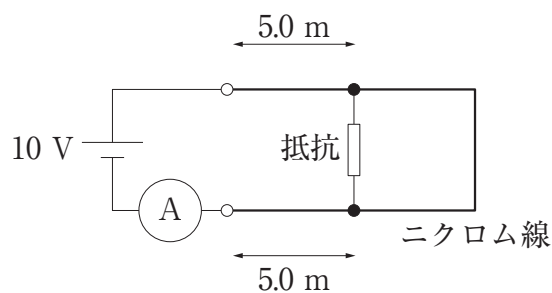


図 2

- ① 10 Ω ② 12 Ω ③ 15 Ω ④ 20 Ω ⑤ 30 Ω ⑥ 50 Ω ⑦ 100 Ω

問2 図2の抵抗を取り外し、図3のように $20\ \Omega$ の抵抗をニクロム線と直列に接続した。ニクロム線の左側から距離 L の位置に銅線を置き、その両端をニクロム線に接続した。電流計の示す電流の値を I とするとき、 I と L の関係を表すグラフ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、銅線の抵抗は無視できるものとする。

12

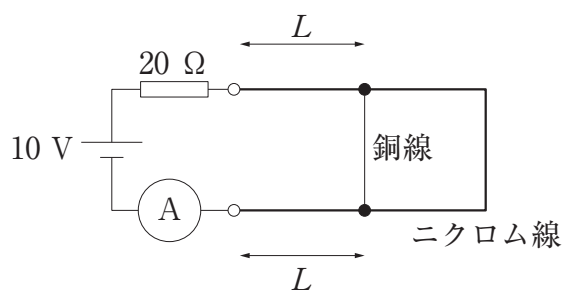
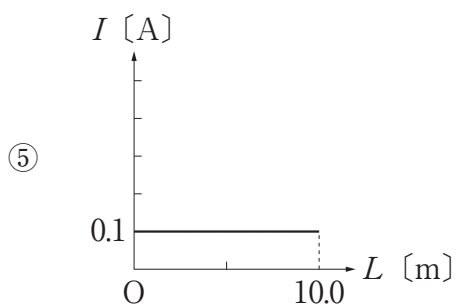
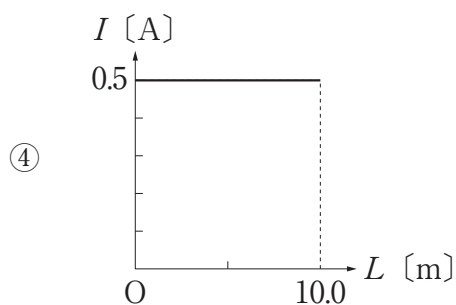
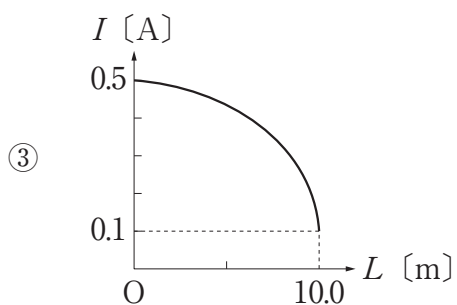
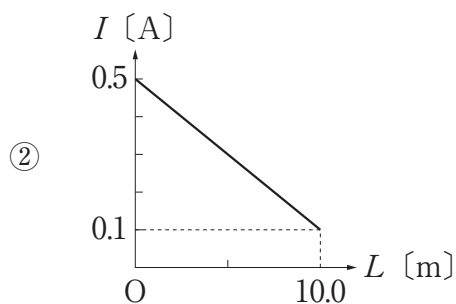
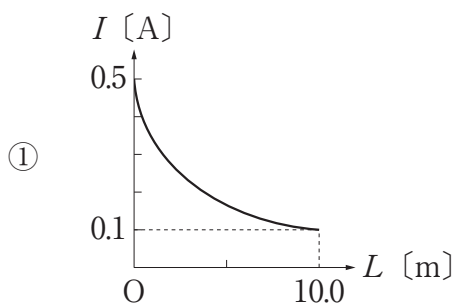


図3



【問題5】 次の文章を読み、問1と問2に答えなさい。

(解答番号 13 - 14)

問1 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる語句と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。

13

図1のように、空気中に置かれた屈折率 n のプリズムに単色光を入射させ
 たところ、光の一部は面 AB と面 BC を通過した。そこから、面 AB における
 入射角 θ を少しずつ〔ア〕していったところ、面 BC における入射角 θ' が
 臨界角 θ_0 となった。このとき、 θ_0 と n の間には関係式〔イ〕が成り立つ。
 ただし、空気の屈折率は1とする。

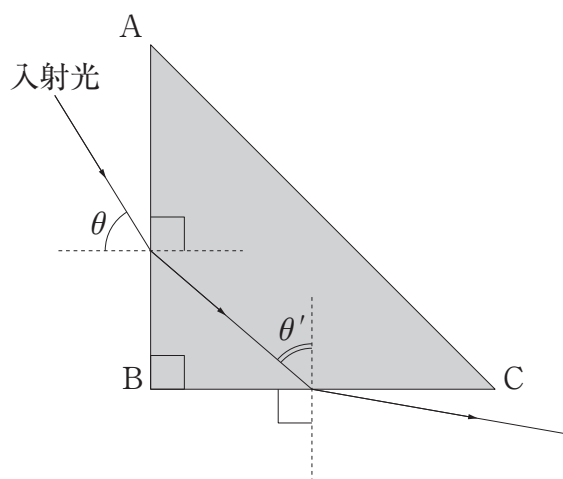


図1

	〔ア〕	〔イ〕
①	小さく	$\sin\theta_0 = n$
②	小さく	$\cos\theta_0 = n$
③	小さく	$\sin\theta_0 = \frac{1}{n}$
④	小さく	$\cos\theta_0 = \frac{1}{n}$
⑤	大きく	$\sin\theta_0 = n$
⑥	大きく	$\cos\theta_0 = n$
⑦	大きく	$\sin\theta_0 = \frac{1}{n}$
⑧	大きく	$\cos\theta_0 = \frac{1}{n}$

問2 次の文章中の空欄〔ウ〕～〔オ〕に入れる語句と記号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。

14

図2のように、スリットを通した太陽光をプリズムに入射させたところ、プリズムを通り抜けた光はスクリーン上に虹色の帯を作った。このように、光が屈折により様々な色に分かれる現象を光の〔ウ〕と呼ぶ。プリズムの屈折率は、波長の短い光に対するものほど大きく、スクリーン上の色の帯に含まれる紫色は、赤色に比べて〔エ〕に近い側に現れる。このとき、波長の長い光に比べて短い光の方がプリズム中を〔オ〕進行している。

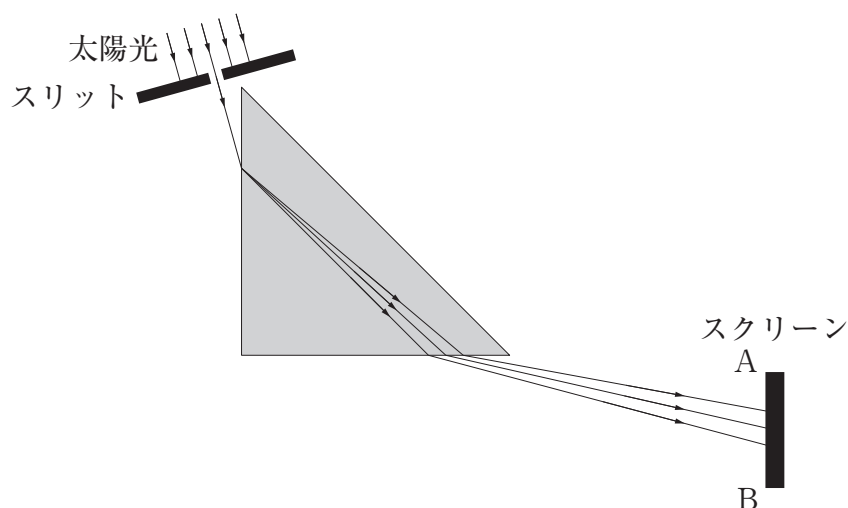


図2

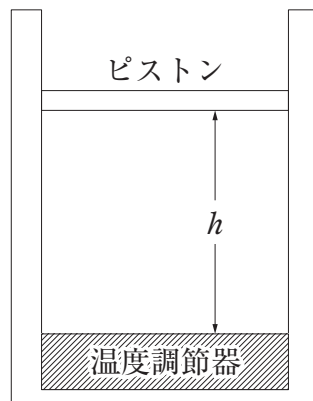
	〔ウ〕	〔エ〕	〔オ〕
①	回折	A	速く
②	回折	A	遅く
③	回折	B	速く
④	回折	B	遅く
⑤	分散	A	速く
⑥	分散	A	遅く
⑦	分散	B	速く
⑧	分散	B	遅く

【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 15 - 17)

図のように，断面積 S の円筒容器が垂直におかれていて，内部にはピストンによって単原子分子の理想気体が 1 mol 密封されている．側面とピストンは断熱材でできていて，ピストンはなめらかに上下できるものとする．底面は温度調整器になっていて，気体の温度は自由に変えられる．気体定数を R ，重力加速度の大きさを g とする．

最初，気体は，圧力 P_A ，温度（絶対温度） T_1 ，ピストンの高さ $h = h_A$ でつりあいの状態であった（状態 A）．



図

問 1 気体の温度を T_1 に保ったままで，ピストンに質量 M のおもりを静かにのせると，ピストンが移動して，高さが h_B になったところで止まった．この状態を B とする．A $\rightarrow$ B の状態変化で，気体の内部エネルギーの増加分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．

15

- ① 0 ② $\frac{1}{2}RT_1$ ③ RT_1 ④ $\frac{3}{2}RT_1$ ⑤ $Mg(h_A - h_B)$
- ⑥ $\frac{1}{2}RT_1 + Mg(h_A - h_B)$ ⑦ $RT_1 + Mg(h_A - h_B)$ ⑧ $\frac{3}{2}RT_1 + Mg(h_A - h_B)$

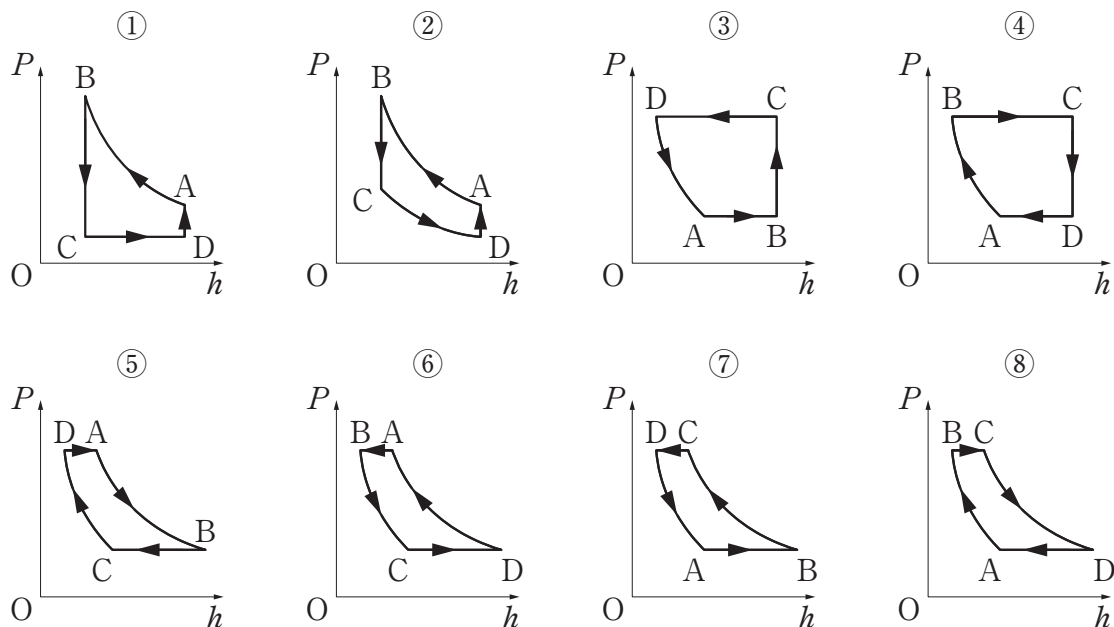
問2 次に、気体の温度をゆっくり上げて絶対温度 T_2 ($T_2 > T_1$) にすると、ピストンの高さが h_C になったところで止まった。この状態を C とする。B → C の状態変化で、気体の内部エネルギーはいくら増加するか。正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

16

- ① 0 ② $\frac{1}{2}R(T_2 - T_1)$ ③ $R(T_2 - T_1)$
 ④ $\frac{3}{2}R(T_2 - T_1)$ ⑤ $Mg(h_C - h_B)$ ⑥ $\frac{1}{2}R(T_2 - T_1) + Mg(h_C - h_B)$
 ⑦ $R(T_2 - T_1) + Mg(h_C - h_B)$ ⑧ $\frac{3}{2}R(T_2 - T_1) + Mg(h_C - h_B)$

問3 さらに、温度を T_2 に保ったままで、ピストン上部のおもりを静かに取り除くと、ピストンが移動して新しいつりあいの状態 D に落ちついた。その後、気体の温度をゆっくり T_1 に下げて状態を A にもどした。全過程 (A → B → C → D → A) で気体の圧力 P とピストンの高さ h の関係を表す曲線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。

17



【問題 7】 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)

太陽のまわりを楕円軌道で周回する惑星が太陽に最も近づく点を近日点、最も遠ざかる点を遠日点と呼ぶ。図 1 のように、太陽からの惑星の距離と惑星の速さを、近日点で r_1 、 v_1 、遠日点で r_2 、 v_2 とする。また、太陽の質量、惑星の質量、万有引力定数をそれぞれ M 、 m 、 G とする。太陽の質量は惑星の質量に比べてはるかに大きい。

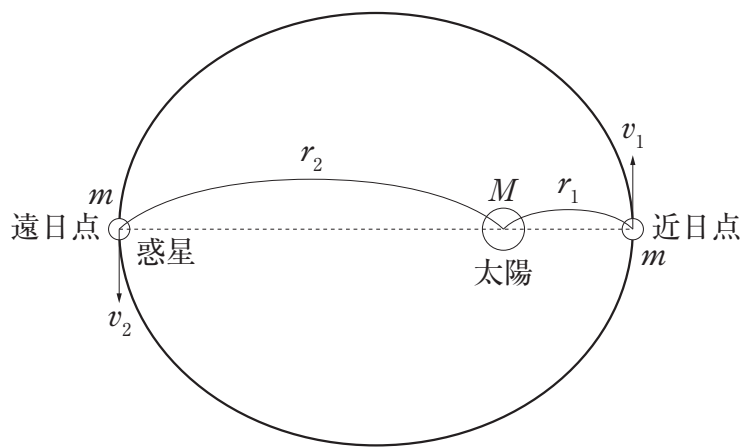


図 1

問 1 惑星の運動については「惑星と太陽とを結ぶ線分が一定時間に通過する面積は一定である」というケプラーの第二法則（面積速度一定の法則）が成り立つ。これから得られる関係式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。

18

- | | | |
|---|---|---------------------------------------|
| ① $mr_1v_1 = Mr_2v_2$ | ② $Mr_1v_1 = mr_2v_2$ | ③ $r_1v_1 = r_2v_2$ |
| ④ $\frac{r_1}{Mv_1} = \frac{r_2}{mv_2}$ | ⑤ $\frac{r_1}{mv_1} = \frac{r_2}{Mv_2}$ | ⑥ $\frac{r_1}{v_1} = \frac{r_2}{v_2}$ |

問2 図2の(a)～(d)の曲線のうち、太陽からの惑星の距離 r と万有引力による位置エネルギーの関係を表すものはどれか。また、距離 r と惑星の運動エネルギーの関係を表すものはどれか。そ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。ただし、万有引力による位置エネルギーは、無限遠で0とする。

19

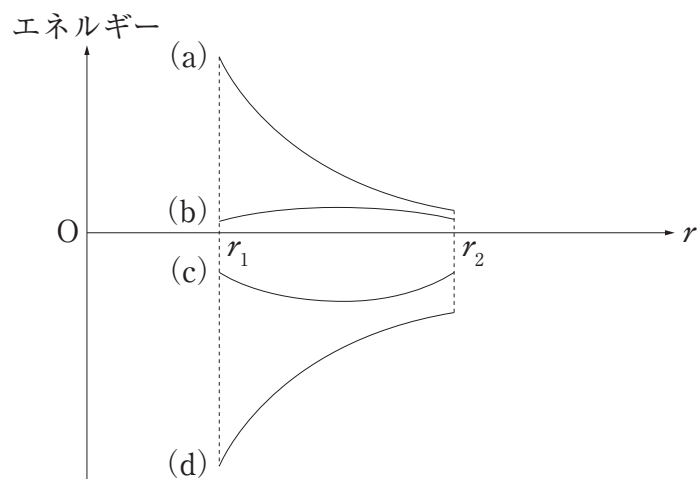


図2

	位置エネルギー	運動エネルギー
①	(b)	(a)
②	(a)	(b)
③	(c)	(a)
④	(c)	(b)
⑤	(d)	(a)
⑥	(d)	(b)

問3 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる式と語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.

20

惑星の軌道が円である場合と, 楕円である場合の力学的エネルギーについて考える. 図3の軌道Aのように, 惑星が半径 r の等速円運動をすると, その速さは $v=$ 〔ア〕となる. 一方, 軌道Bのように, 近日点での太陽からの距離が r となる楕円運動の場合, 惑星の力学的エネルギーは, 軌道Aの場合の力学的エネルギーに比べて〔イ〕.

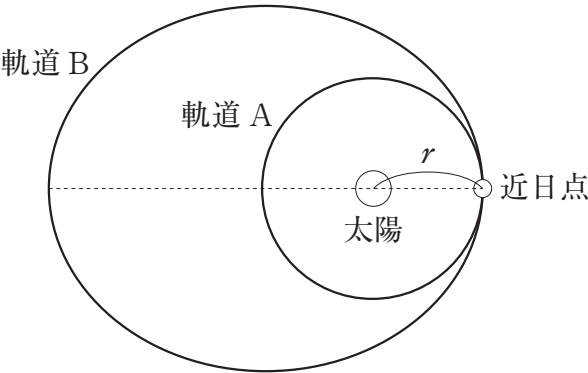


図 3

	〔ア〕	〔イ〕
①	$\sqrt{\frac{GM}{r}}$	大きい
②	$\sqrt{\frac{GM}{r}}$	小さい
③	$\sqrt{\frac{Gm}{r}}$	大きい
④	$\sqrt{\frac{Gm}{r}}$	小さい
⑤	$m\sqrt{\frac{G}{Mr}}$	大きい
⑥	$m\sqrt{\frac{G}{Mr}}$	小さい
⑦	$M\sqrt{\frac{G}{mr}}$	大きい
⑧	$M\sqrt{\frac{G}{mr}}$	小さい