2019年度

一般入試A日程
【2/6（水）】

物理基礎・物理

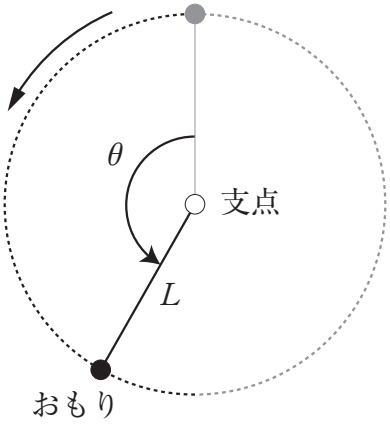
［60　分］

【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．

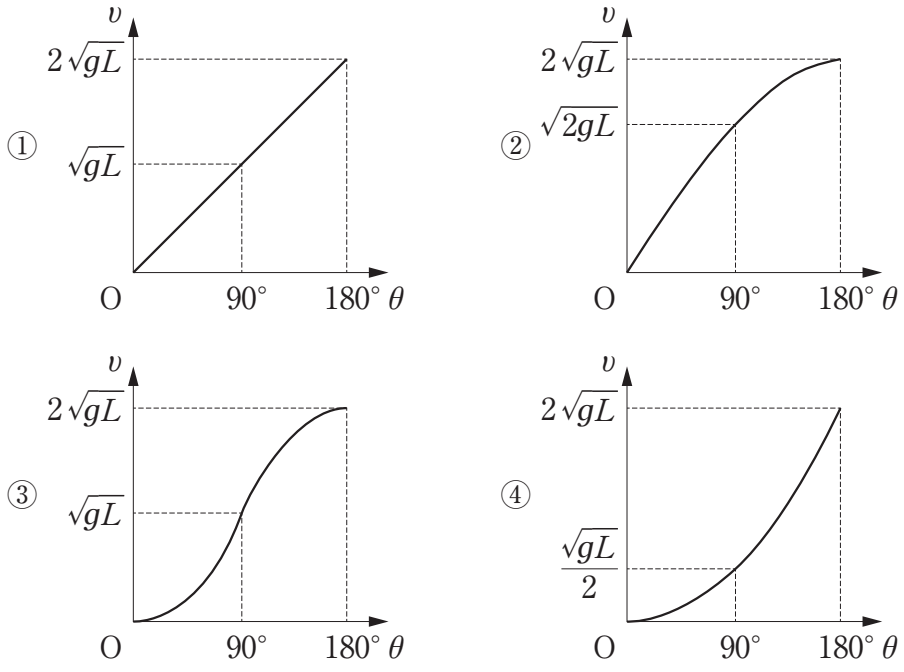
（解答番号　1　－　5　）

問１　質量が無視できる長さ L の棒の一端を，鉛直面内でなめらかに回転できるように支点に取り付け，他端におもりを取り付けた．支点の鉛直上方でおもりを静かに離すと，棒は重力によって鉛直面内で図のように反時計回りに回転し始めた．鉛直上方から測った棒の角度 θ とおもりの速さ v との関係を表すグラフ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，グラフには $0^\circ \leqq \theta \leqq 180^\circ$ の範囲が示されている．重力加速度の大きさを g とし，空気の影響は無視できるものとする．

1

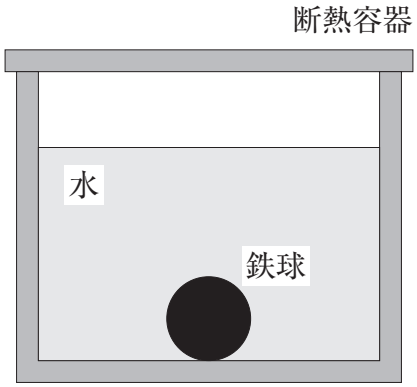


図



問２　図のように，断熱容器に入れた温度 10.0 ℃の水 100 g に 96.0 ℃の鉄球を沈め，十分な時間が経過すると，水と鉄球はともに 12.0 ℃になった．鉄球の質量はいくらか．最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号を答えなさい．ただし，水の比熱を 4.2 J/(g・K)，鉄の比熱を 0.45 J/(g・K) とし，水の蒸発の影響や断熱容器の熱容量は無視できるものとする．

2



図

① 1.1 g　② 2.4 g　③ 5.3 g　④ 10 g　⑤ 22 g　⑥ 44 g

問３　起電力 20 V の電池に電気抵抗 500 Ω の抵抗器をつなぎ，20 秒間だけ電流を流した．この間に電池が流した電気量は電子何個分に相当するか．最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号を答えなさい．ただし，電子 1 個の電気量の大きさは 1.6×10^{-19} C とする．また，このときの電池の内部抵抗は無視できるものとする．

3

① 5.0×10^{-18}個　② 4.0×10^{-18}個　③ 2.5×10^{-18}個　④ 2.0×10^{-18}個

⑤ 2.0×10^{18}個　⑥ 2.5×10^{18}個　⑦ 4.0×10^{18}個　⑧ 5.0×10^{18}個

問４　振幅と波長の等しい二つの波が，一直線上に，方向が逆に，互いに進んで重なることを考える．図１は両方向からの波が出合ったときを時刻０秒として描いた様子である．図１では，二つの波の波長を λ，周期を T 秒，変位を y 方向とし，向かって右に進む場合を x 方向にとっている．二つの波が重なって，図２のようになるのは何秒後か．次のうちから一つ選び，番号で答えなさい．

4

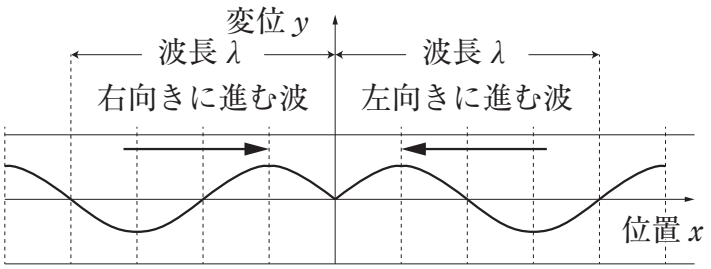


図１　時刻０秒のときの二つの波のかたち

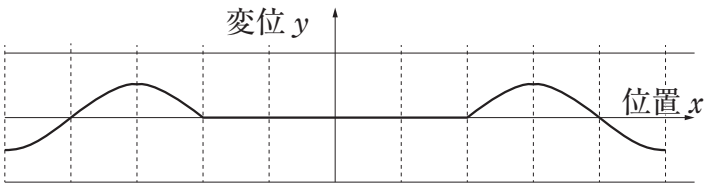


図２　ある時間が経過したときの重なった波のかたち

① $\frac{1}{8}T$　　② $\frac{1}{4}T$　　③ $\frac{3}{8}T$

④ $\frac{1}{2}T$　　⑤ $\frac{5}{8}T$　　⑥ $\frac{3}{4}T$

問5　重陽子（重水素原子核，${}_1^2\mathrm{H}$）は原子核反応 ${}_0^1\mathrm{n} + {}_1^1\mathrm{H} \rightarrow {}_1^2\mathrm{H} + \gamma$ によって生成される．中性子と陽子が結合して重陽子になるとき，質量差によって放出されるエネルギーはいくらか．最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号を答えなさい．ただし，γ はガンマ線が放出されることを表し，中性子の質量を M_n，陽子の質量を M_p，重陽子の質量を M_d，光速を c とし，$M_\mathrm{n}c^2 = 939.57$ MeV，$M_\mathrm{p}c^2 = 938.28$ MeV，$M_dc^2 = 1875.63$ MeV である．

5

① 1.29 MeV　② 2.22 MeV　③ 936.09 MeV
④ 937.35 MeV　⑤ 1877.85 MeV　⑥ 3753.48 MeV

【問題２】次の文章を読み，問１から問５に答えなさい．

（解答番号　6　－　10　）

図１のように水平面と角度 θ（＞０）をなす斜面上の原点Ｏから，斜面と角度 α をなす方向に初速 V_0(m/s)で質量 m(kg)の物体を投げ上げた．原点から斜面に沿って上向きに x 軸を，斜面から垂直方向上向きに y 軸をとる．重力加速度の大きさを g(m/s^2)とし，空気抵抗は無視する．また，角度 θ と α は $0° < \theta+\alpha < 90°$ を満たすものとする．

物体を投げ上げた時刻を $t=0$ (s)とし，物体が斜面に衝突するまでの運動について考える．

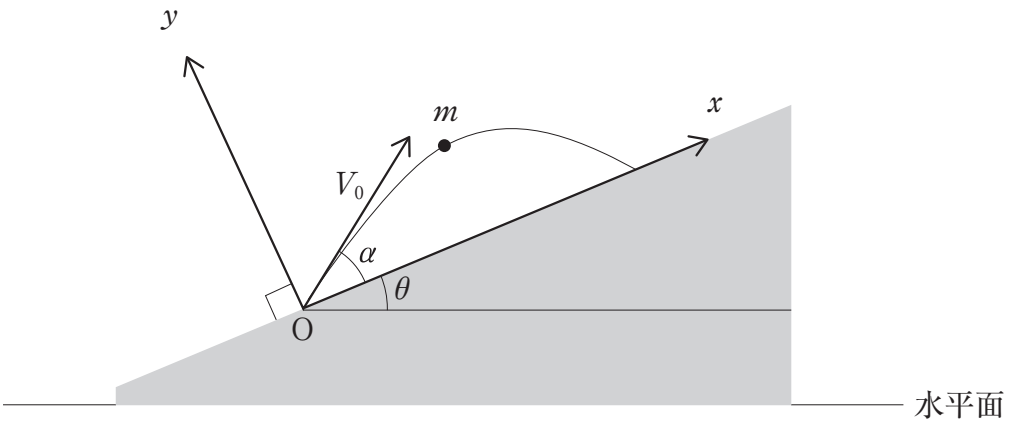


図１

問１　物体にはたらく重力の x 成分，y 成分を表す正しい組み合わせはどれか．次のうちから一つ選び，番号を答えなさい．

6

① x 成分：$-mg\cos\theta$　　② x 成分：$-mg\sin\theta$
　y 成分：$-mg\sin\theta$　　　y 成分：$-mg\cos\theta$

③ x 成分：$-mg\sin\theta$　　④ x 成分：$-mg\cos\theta$
　y 成分：$-mg$　　　y 成分：$-mg$

⑤ x 成分：$-mg$　　⑥ x 成分：$-mg$
　y 成分：$-mg\sin\theta$　　　y 成分：$-mg\cos\theta$

問2　時刻 t における物体の速度の x 成分 Vx と y 成分 Vy の式の組み合わせで正しいものはどれか．次のうちから一つ選び，番号を答えなさい．

7

① $Vx = V_0 \cos\alpha - (g \sin\theta)t$
$Vy = V_0 \sin\alpha - (g \cos\theta)t$

② $Vx = V_0 \sin\alpha - (g \cos\theta)t$
$Vy = V_0 \cos\alpha - (g \sin\theta)t$

③ $Vx = V_0 \sin\alpha$
$Vy = V_0 \sin\alpha - gt$

④ $Vx = V_0 \sin\alpha$
$Vy = V_0 \cos\alpha - gt$

⑤ $Vx = V_0 \cos(\theta+\alpha) - (g \sin\theta)t$
$Vy = V_0 \sin(\theta+\alpha) - (g \cos\theta)t$

⑥ $Vx = V_0 \sin(\theta+\alpha) - (g \cos\theta)t$
$Vy = V_0 \cos(\theta+\alpha) - (g \sin\theta)t$

⑦ $Vx = V_0 \cos(\theta+\alpha)$
$Vy = V_0 \sin(\theta+\alpha) - gt$

⑧ $Vx = V_0 \sin(\theta+\alpha)$
$Vy = V_0 \cos(\theta+\alpha) - gt$

問3　物体が斜面に衝突する以前の時刻 t における物体の位置の y 座標はどのようにあらわされるか．次のうちから一つ選び，番号を答えなさい．

8

① $y = (V_0 \sin\alpha)t - \frac{1}{2}(g \cos\theta)t^2$

② $y = (V_0 \cos\alpha)t - \frac{1}{2}(g \sin\theta)t^2$

③ $y = (V_0 \sin\alpha)t - \frac{1}{2} g t^2$

④ $y = V_0 \cos\alpha - \frac{1}{2} g t^2$

⑤ $y = \{V_0 \sin(\theta+\alpha)\}t - \frac{1}{2}(g \cos\theta)t^2$

⑥ $y = \{V_0 \cos(\theta+\alpha)\}t - \frac{1}{2}(g \sin\theta)t^2$

⑦ $y = \{V_0 \sin(\theta+\alpha)\}t - \frac{1}{2} g t^2$

⑧ $y = \{V_0 \cos(\theta+\alpha)\}t - \frac{1}{2} g t^2$

問4　ここで，$\theta = 30°$，$\alpha = 30°$とする．また，三角比の値は，図2を参考にして求め，重力加速度gの値は10 m/s^{2}として具体的な値を求める．

物体の初速度が8 m/sであったとき，物体が水平面から最も高い地点に達するまでの時間はいくらか．次のうちから一つ選び，番号を答えなさい．

9

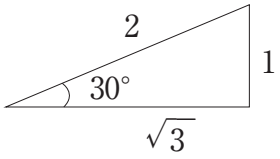


図2

① $\frac{4}{5\sqrt{3}}$ s　② $\frac{8}{5}$ s　③ $\frac{4}{5}$ s　④ $\frac{2\sqrt{3}}{5}$ s　⑤ $\frac{2}{5}$ s　⑥ $\frac{8}{5\sqrt{3}}$ s

問5　問4と同じ条件で，この物体が斜面にぶつかるまでの時間はいくらか．次のうちから一つ選び，番号を答えなさい．

10

① $\frac{3}{5}$ s　② $\frac{4}{5}$ s　③ $\frac{4}{5\sqrt{3}}$ s　④ $\frac{4\sqrt{3}}{5}$ s

⑤ $\frac{6}{5}$ s　⑥ $\frac{8}{5\sqrt{3}}$ s　⑦ $\frac{8}{5}$ s　⑧ $\frac{8\sqrt{3}}{5}$ s

【問題 3】次の文章を読み，**A**の問 1 と問 2，**B**の問 1 と問 2 に答えなさい．

（解答番号 11 − 16 ）

A　家庭で使われる交流の電気は，発電所からの電気を変圧器（トランス）で何段階か電圧を変えて送られている．このしくみと理由について考える．

問 1　変圧器の 1 次コイルに 6600 V の交流電圧を加えたとき，2 次コイルには 100 V の交流電圧が生じた．1 次コイルと 2 次コイルの巻き数の比（1 次コイルの巻き数：2 次コイルの巻き数）はいくらか．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．

11

① 1 ：4400　② 1 ：66　③ 1 ：8.1　④ 1 ： 1
⑤ 8.1： 1　⑥ 66： 1　⑦ 4400： 1

問 2　次の文章中の空欄 12 ・ 13 に入る最も適当なものを，下のうちから一つ選び，番号で答えなさい．ただし，同じものを繰り返し選んでもよい．

12　13

発電所で発電された交流の電気は，変圧器により電圧を高くして，送電線を通して送られる．発電所から同じ電力を送るとき，送電線に送り出す電圧（送電電圧）を10倍にすると，送電線を流れる電流は 12 倍になる．この結果，送電線の抵抗によって熱として失われる電力は 13 倍になる．ただし，送電線の抵抗は変化しないものとする．

① $\frac{1}{100}$　② $\frac{1}{10}$　③ $\frac{1}{\sqrt{10}}$　④ 1
⑤ $\sqrt{10}$　⑥ 10　⑦ 100

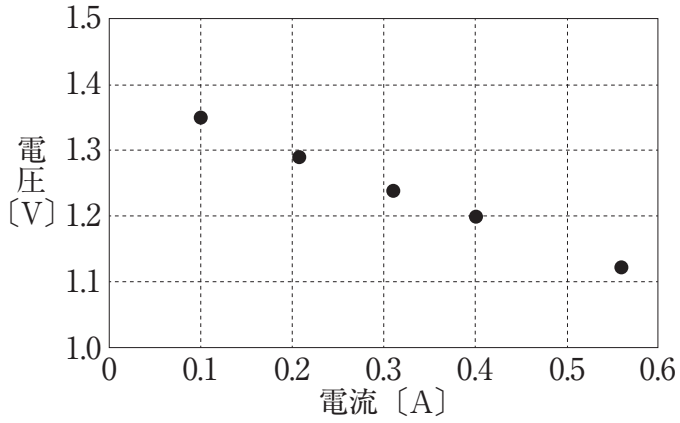
B　電池を含む回路について考える．

問１　次の文章中の空欄〔 ア 〕，〔 イ 〕に入れる数値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，番号を答えなさい．

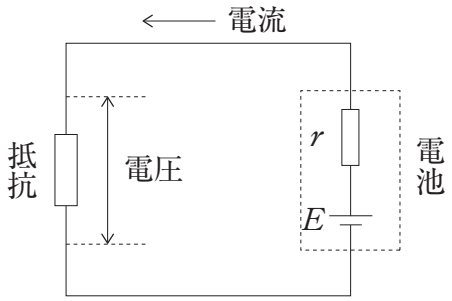
14

５つの異なる抵抗をそれぞれ電池に接続し，抵抗両端の電圧と流れる電流を測定したところ，図１（a）の結果を得た．これは，図１（b）のように，電池を，内部抵抗と呼ばれる抵抗 r と電圧（起電力）E の直流電源が，直列接続されたものと考えることにより説明される．

図１から，E は〔 ア 〕V，r は〔 イ 〕Ωと求められる．



(a)



(b)

図１

	〔 ア 〕	〔 イ 〕
①	1.30	0.50
②	1.30	1.0
③	1.40	0.50
④	1.40	1.0
⑤	1.50	0.50
⑥	1.50	1.0

問2　図2に示すように，長さ L 抵抗 R の細長い一様な抵抗線 AB に，移動できる接点 C を設ける．A，B に電圧が一定の直流電源をつなぎ，B，C には起電力 E，内部抵抗 r の電池と検流計およびスイッチをつないだ．BC 間の距離が x のとき，スイッチを閉じても検流計の針は触れなかった．このとき，BC 間の抵抗線の抵抗および BC 間の電圧として正しいものを，下のそれぞれの解答群から一つずつ選び，番号を答えなさい．

15　16

（ア）BC 間の抵抗 15

（イ）BC 間の電圧 16

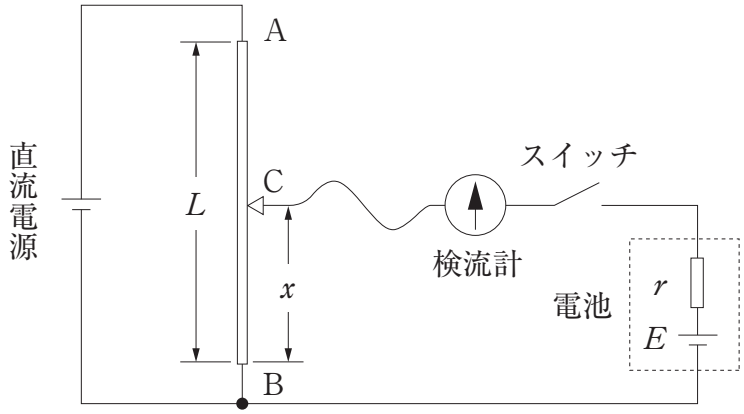


図 2

15 の解答群

① $R\dfrac{L}{x}$　② $R\dfrac{x}{L}$　③ $R\dfrac{L-x}{L}$

④ R　⑤ $R\dfrac{L-x}{x}$　⑥ $R\dfrac{x}{L-x}$

16 の解答群

① $E\dfrac{L}{x}$　② $E\dfrac{x}{L}$　③ $E\dfrac{L-x}{x}$

④ E　⑤ $E\dfrac{rL}{rL+Rx}$　⑥ $E\dfrac{rL+Rx}{rL}$

【問題 4 】次の文章を読み，**A**の問 1 から問 3 ，**B**の問 1 と問 2 に答えなさい.

（解答番号 17 − 21 ）

A　図 1 のように，スピーカー A，B が十分隔てておかれ，スピーカー A，B からの音波を，A と B を結ぶ直線上にある測定器 P で測定する．二つのスピーカーには発振器が接続され，振動数と振幅が同じ平面波の音波が P へ向けて発せられるものとする．また，風はなく，音速は一定であるとする．

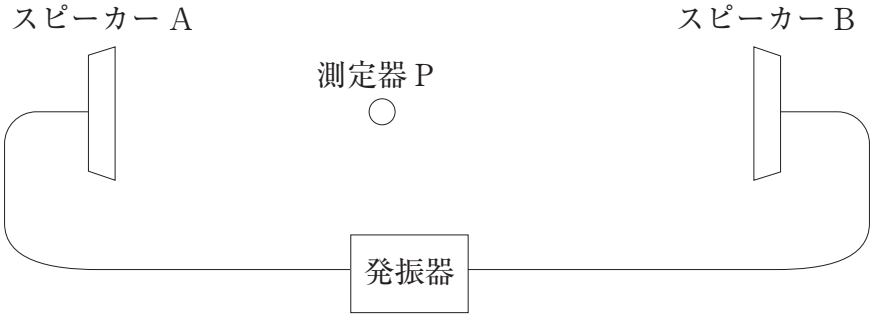


図 1

問 1　A，B から同時に音波を出し始めたところ，B からの音が A からの音に対して時間 T だけ遅れて P に届いた．PA 間の距離を L，音速を V とするとき，PB 間の距離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.

17

① VT　② $L - VT$　③ $L + VT$

④ $L - 2VT$　⑤ $L + 2VT$

問２　次に，A，Bから一定の振動数の音波を発し，AとBの間のいろいろな位置にPを置いて音波を測定すると，音が最も大きくなる場所が1.0 mの間隔で存在した．このことから，AB間に定常波ができていることが分かる．スピーカーから発せられている音波の振動数は何Hz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．ただし，音速は340 m/sとする．

18

① 680 Hz　② 510 Hz　③ 340 Hz　④ 170 Hz
⑤ 85 Hz　⑥ 34 Hz

問３　次の文章中の空欄〔 ア 〕，〔 イ 〕，〔 ウ 〕に入れる語の組み合わ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．

19

Pを一定の速さでAからBの向きに動かすと，Pで測定される音の大きさが周期的に変化した．これは問２で考えたように定常波が生じているためである．

この現象は次のようにも説明できる．AからBの向きに動いているPからみると，Aからの音の振動数は〔 ア 〕，Bからの音の振動数は〔 イ 〕．振動数の異なるこれらの二つの音がおこす〔 ウ 〕のために音の大きさが周期的に変化したことが原因である．

	〔 ア 〕	〔 イ 〕	〔 ウ 〕
①	大きくなり	小さくなる	屈折
②	大きくなり	小さくなる	うなり
③	大きくなり	小さくなる	反射
④	小さくなり	大きくなる	屈折
⑤	小さくなり	大きくなる	うなり
⑥	小さくなり	大きくなる	反射

B　図2のような格子定数（スリットの間隔）dの回折格子に，波長λの光を垂直に入射させた．このとき，隣り合うスリットを通る光の経路差が光の一波長分となる回折光は強めあう．このような方向の回折光を一次回折光という．

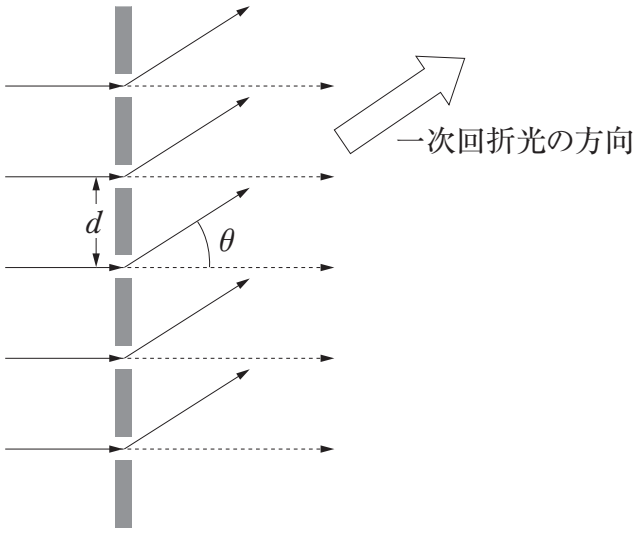


図2

問1　格子定数dが1.0×10^{-6}m，光の波長λが0.5×10^{-6}mであるとき，一次回折光の方向が入射光の方向となす角度θの値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．

20

① 10°　② 15°　③ 30°　④ 45°　⑤ 60°　⑥ 80°

問２　この回折格子に垂直に細い太陽光線を入射させ，透過光をスクリーンに投影したところ，図３のように，スクリーン上に一次回折光のスペクトルが現れた．このときの光の色の並び方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，入射光線の延長線がスクリーンと交わる位置をＰとする．

21

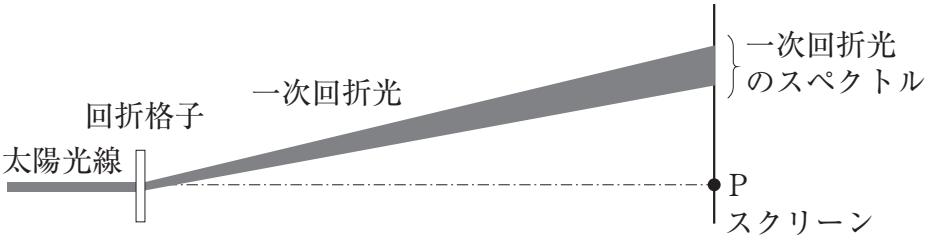
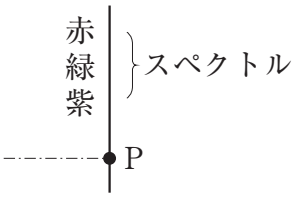
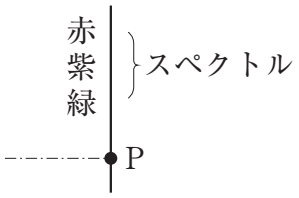
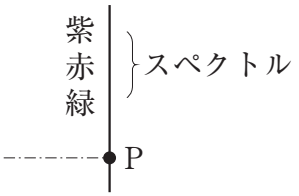
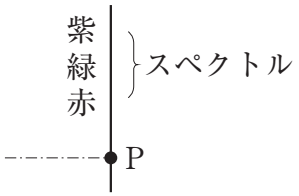


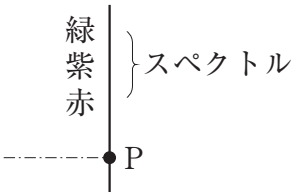
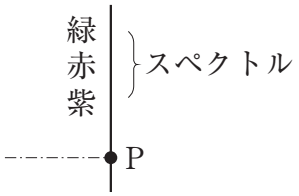
図３

①


②


③


④


⑤


⑥