2025年度 **Z**

物　　　理

注　意

1. 問題は全部で 20 ページである。
2. 解答用紙に氏名を忘れずに記入すること。
3. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
4. 問題冊子の余白は計算に利用してよい。
5. 解答用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。

マーク・シート記入上の注意

1. ＨＢの黒鉛筆またはシャープペンシルを用いて記入すること。
2. 解答用紙にあらかじめプリントされた受験番号を確認すること。
3. 解答する記号の ⬭ を塗りつぶしなさい。○で囲んだり╳をつけたりしてはいけない。

   解答記入例(解答が 1 のとき)

1	● ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪ ⓐ ⓑ ⓒ ⓓ ⊖ ⊛

4. 一度記入したマークを消す場合は，消しゴムでよく消すこと。╳をつけても消したことにならない。
5. 解答用紙をよごしたり，折り曲げたりしないこと。

1 　以下の文章を読み，空欄(1)～(11)にあてはまるもっとも適切な解答を解答群から選び，**解答用紙**(**その１**)の該当する記号をマークせよ。

宇宙船内で様々な実験を行い，それを宇宙船内で観測する。そこでは地球の自転の影響が無視できる。図１―１に示すように宇宙船の天井に沿って x 軸を固定する。図の下向きに y 軸をとり，宇宙船内に固定した座標の原点をＯとする。宇宙船の床と天井は平行である。はじめ図１―２(a)のように宇宙船は床が水平になるように地上に静止しており，そこでの重力加速度の大きさは g である。その後，宇宙船は地上から十分離れて，宇宙空間に到達した。そこでは，宇宙船は地球の重力の影響が無視でき，図１―２(b)のように y 軸の負の向きに地上からみて加速度の大きさが a の等加速度運動を行った。

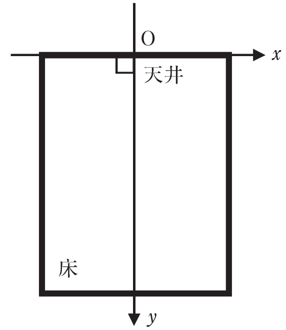

図１―１

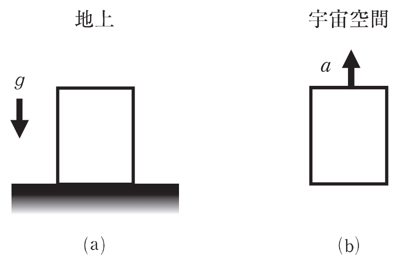

図１―２

図１―３に示すように，宇宙船内に固定した座標系の原点Ｏに，ばね定数kで自然の長さがℓの軽いばねの上端を固定した。そして，下端に大きさの無視できる質量mのおもりをつけた。宇宙船内でのばねやおもりの運動はxy平面内に限るものとする。図１―２(a)に示すように宇宙船が地上に静止しているとき，おもりの位置が$y = y_1\,(y_1 > 0)$となって静止した状態でつりあった。よって，ばね定数kは，地上での重力加速度の大きさgをもちいて，$\boxed{\text{(1)}}$とかける。次におもりのy座標を$y = \dfrac{3y_1}{2} - \dfrac{\ell}{2}$にした。このとき，おもりがばねから受ける力の大きさは，$\boxed{\text{(2)}}$である。おもりをはなすと，このおもりは$y = \boxed{\text{(3)}}$を中心に単振動をした。この単振動の周期はkをもちいて$\boxed{\text{(4)}}$とかける。

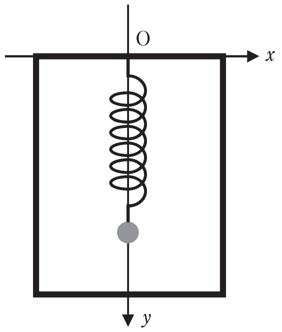

図１―３

(1)の解答群

① $\dfrac{\ell}{mg}$	② $\dfrac{y_1}{mg}$	③ $\dfrac{y_1 - \ell}{mg}$
④ $\dfrac{mg}{\ell}$	⑤ $\dfrac{mg}{y_1}$	⑥ $\dfrac{mg}{y_1 - \ell}$

(2)の解答群

① $\dfrac{mg}{2}$	② $\dfrac{3mg}{2}$	③ mg
④ $2mg$	⑤ $\dfrac{2mg}{3}$	⑥ $\dfrac{4mg}{3}$

(3)の解答群

① y_1　② ℓ　③ $y_1 - \ell$　④ $y_1 + \ell$

(4)，(5)の解答群

① $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$	② $2\pi\sqrt{\dfrac{2m}{k}}$	③ $2\pi\sqrt{\dfrac{3m}{2k}}$
④ $2\pi\sqrt{\dfrac{k}{m}}$	⑤ $2\pi\sqrt{\dfrac{2k}{m}}$	⑥ $2\pi\sqrt{\dfrac{3k}{2m}}$

次に図１―２(b)に示すように宇宙船はy軸の負の向きに等加速度運動を行なったところ，おもりが単振動をした。単振動の中心のy座標は$y = \dfrac{y_1}{2} + \dfrac{\ell}{2}$であった。単振動の周期は$\boxed{\text{(5)}}$であり，地上からみて宇宙船の加速度の大きさは$\boxed{\text{(6)}}$であった。

(6)の解答群

① g　② $\dfrac{g}{2}$　③ $\dfrac{g}{4}$　④ $2g$　⑤ $4g$　⑥ 0

今度は図１―２(a)に示すように宇宙船が地上に静止しているときに，図１―４のような質量M，高さd，底面の断面積Sで密度が一様な円柱状の物体が容器内の液体に浮いて静止していた。液体の体積は円柱の体積よりも十分大きく，また，容器の底面積は物体の断面積Sにくらべて十分大きいものとする。物体の液体中に沈んでいる部分の長さをhとすると，$h = \dfrac{d}{2}$であった。このとき液体の密度は$\boxed{\text{(7)}}$である。この物体をy軸の正の向きに少し動かすと，物体には復元力が働く。$h = \dfrac{d}{2} + \Delta y$のとき復元力の大きさは$\boxed{\text{(8)}}$になる。動かしたあとに物体を静かにはなすと，物体はy軸に沿って周期$T_1 = \boxed{\text{(9)}}$の単振動をした。

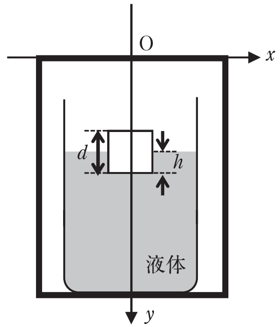

図１―４

⑺の解答群

① $\dfrac{M}{2\,dS}$　② $\dfrac{M}{dS}$　③ $\dfrac{2\,M}{dS}$

④ $\dfrac{dS}{2\,M}$　⑤ $\dfrac{dS}{M}$　⑥ $\dfrac{2\,dS}{M}$

⑻の解答群

① $\dfrac{M}{dg}\Delta y$　② $\dfrac{2\,M}{dg}\Delta y$　③ $\dfrac{M}{2\,dg}\Delta y$

④ $\dfrac{Mg}{d}\Delta y$　⑤ $\dfrac{2\,Mg}{d}\Delta y$　⑥ $\dfrac{Mg}{2\,d}\Delta y$

⑦ $\dfrac{d}{g}\Delta y$　⑧ $\dfrac{2\,d}{g}\Delta y$　⑨ $\dfrac{d}{2\,g}\Delta y$

⑼の解答群

① $2\pi\sqrt{\dfrac{d}{g}}$　② $2\pi\sqrt{\dfrac{2\,d}{g}}$　③ $2\pi\sqrt{\dfrac{d}{2\,g}}$

④ $2\pi\sqrt{\dfrac{g}{d}}$　⑤ $2\pi\sqrt{\dfrac{2\,g}{d}}$　⑥ $2\pi\sqrt{\dfrac{g}{2\,d}}$

次に図１―２⒝に示すように宇宙船は y 軸の負の向きに，$a=\dfrac{9}{10}g$ の等加速度運動をした。ここで，宇宙船内の液体の密度と圧力の変化は無視できるものとする。このとき物体は，$\boxed{\text{⑽}}$ 。

⑽の解答群

① 物体の液体中に沈んでいる部分の長さが $\dfrac{d}{2}$ のまま，液中で静止していた

② 物体の液体中に沈んでいる部分の長さが $\dfrac{d}{2}$ より短くなり，その後，液中で静止した

③ 物体の液体中に沈んでいる部分の長さが $\dfrac{d}{2}$ より長くなるが，完全に液体中に沈まずに静止した

④ 完全に液体中に沈んだ状態で，容器の床に接触せずに静止した

⑤ 沈みつづけて容器の底の上に静止した

その後，図１―２⒝の状態で物体を y 軸の正の向きに少し動かしてから物体を静かにはなすと，物体は y 軸に沿って単振動をした。この単振動の周期は $T_{\mathrm{II}}=\boxed{\text{⑾}}\times T_{\mathrm{I}}$ であった。

⑾の解答群

① 1　② $\sqrt{\dfrac{10}{11}}$　③ $\sqrt{\dfrac{11}{10}}$　④ $\sqrt{\dfrac{9}{20}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{20}{9}}$

⑥ $\sqrt{\dfrac{10}{9}}$　⑦ $\sqrt{\dfrac{9}{10}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{1}{10}}$　⑨ $\sqrt{10}$

<余　　白>

2 以下の文章を読み，空欄⑿~㉔にあてはまる最も適切な解答をそれぞれの解答群より選び，**解答用紙（その１）**の該当する記号をマークせよ。

(I)　図２—１のように電圧 V_1[V]の直流電源と抵抗 R_1[Ω]，R_2[Ω]を直列に接続した回路において，抵抗 R_2 両端の電圧を V_2 [V] としたい。この回路に流れる電流は $\boxed{(12)}$ となるため，V_1 と V_2 の比は $\dfrac{V_2}{V_1} = \boxed{(13)}$ となる。電圧 V_2 を V_1 の $\dfrac{1}{n}$ 倍（$n > 1$）にしたいときには，抵抗 R_2 は $R_2 = \boxed{(14)}$ とすれば良いことがわかる。例えば，電圧 $V_1 = 28$ V，$R_1 = 3$ kΩのとき，V_2 を 7 V としたい場合，$R_2 = \boxed{(15)}$ kΩとすれば良い。

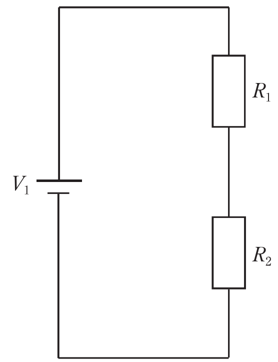

図２—１

(12)の解答群

① $\dfrac{V_1}{R_1}$　② $\dfrac{R_1}{V_1}$　③ $\dfrac{V_1}{R_2}$　④ $\dfrac{R_2}{V_1}$

⑤ R_1V_1　⑥ R_2V_1　⑦ $\dfrac{V_1}{R_1+R_2}$　⑧ $\dfrac{R_1+R_2}{V_1}$

(13)の解答群

① R_1　② R_2　③ $\dfrac{R_1}{R_2}$　④ $\dfrac{R_2}{R_1}$

⑤ $\dfrac{R_1}{R_1+R_2}$　⑥ $\dfrac{R_2}{R_1+R_2}$　⑦ $\dfrac{R_1+R_2}{R_1}$　⑧ $\dfrac{R_1+R_2}{R_2}$

⑨ R_1+R_2　⓪ $\dfrac{1}{R_1+R_2}$

(14)の解答群

① R_1　② $\dfrac{n}{R_1}$　③ nR_1　④ $\dfrac{R_1}{n}$

⑤ $\dfrac{R_1}{n-1}$　⑥ $\dfrac{R_1}{n+1}$　⑦ $\dfrac{n-1}{R_1}$　⑧ $\dfrac{n+1}{R_1}$

⑨ $(n-1)R_1$　⓪ $(n+1)R_1$

(15)の解答群

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5

⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⓪ 0

次に内部抵抗 r[Ω]を持つ電圧計を端子 PQ 間にそう入し，R_2 両端の電圧 V_2' を測定する場合を考える(図2—2)。この回路において，抵抗 R_2 と電圧計の内部抵抗 r の合成抵抗 R' は $R' =$ $\boxed{(16)}$ であるため，電圧計で測定する抵抗 R_2 両端の電圧 V_2' は $V_2' =$ $\boxed{(17)}$ V_1 となる。$V_1 = 28$ V，$R_1 = 3$ kΩ，$R_2 =$ $\boxed{(15)}$ kΩとし，内部抵抗 r が 1 kΩの電圧計で測定すると，V_2' は $\boxed{(18)}$ V となる。電圧計をつながないときの R_2 間の電圧 7 V とは異なる電圧を示し，正しく電圧が測定できないこととなる。ただし，内部抵抗が $\boxed{(19)}$ の電圧計を用いれば，電圧 $V_2 = 7$ V を測定誤差 0.1 V 以内で測定できることがわかる。

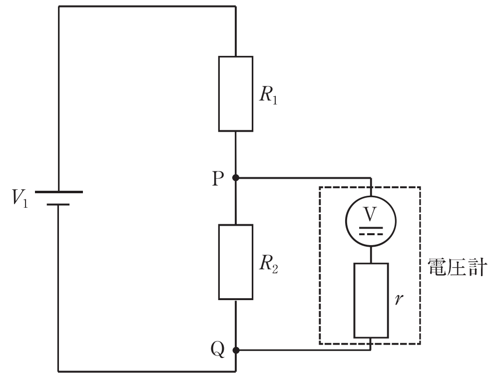

図2—2

⒃の解答群

① r　② R_2　③ $\dfrac{R_2 r}{R_2 + r}$　④ $\dfrac{R_2 + r}{R_2 r}$

⑤ $R_2 r$　⑥ $\dfrac{1}{r}$　⑦ $\dfrac{{R_2}^2}{r}$　⑧ $\dfrac{r^2}{R_2}$

⒄の解答群

① $\dfrac{R_1 R_2 + R_2 r + R_1 r}{R_1 R_2}$　② $\dfrac{R_1 R_2}{R_1 R_2 + R_2 r + R_1 r}$

③ $\dfrac{R_1 R_2 + R_2 r + R_1 r}{R_1 r}$　④ $\dfrac{R_1 r}{R_1 R_2 + R_2 r + R_1 r}$

⑤ $\dfrac{R_1 R_2 + R_2 r + R_1 r}{R_2 r}$　⑥ $\dfrac{R_2 r}{R_1 R_2 + R_2 r + R_1 r}$

⒅の解答群

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5

⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⓪ 0

⒆の解答群

① 1 Ω　② 10 Ω　③ 50 Ω　④ 100 Ω

⑤ 1 kΩ　⑥ 5 kΩ　⑦ 10 kΩ　⑧ 100 kΩ

(Ⅱ)　図２―３のような４つの抵抗 R_1[Ω]，R_2[Ω]，R_3[Ω]，R_4[Ω]，内部抵抗を無視できる起電力 E[V]の電池，検流計 G からなる回路を考える。BD 間の検流計 G に電流が流れなかったとすると，抵抗 R_1 両端の電圧は $\boxed{⒇}$ ，抵抗 R_2 両端の電圧は $\boxed{(21)}$ となる。また，検流計に電流が流れなかったことから，４つの抵抗の間には $\boxed{(22)}$ の関係があることがわかる。

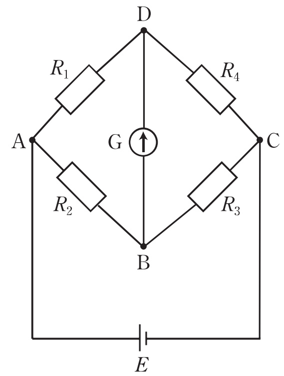

図２―３

次に，図２―４の回路における ab 間の合成抵抗を求めてみよう。この回路において，抵抗 $R_9 = 9\,\mathrm{k\Omega}$ には電流が流れなかった。図２―３の回路の性質を利用すると，この時の R_7 の抵抗値は $\boxed{(23)}$ $\mathrm{k\Omega}$ とわかる。このことを踏まえると，ab 間の合成抵抗は $\boxed{(24)}$ $\mathrm{k\Omega}$ となる。

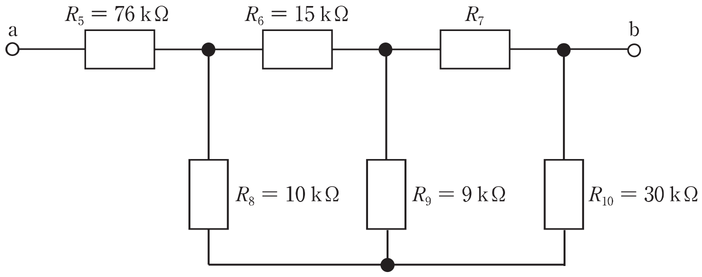

図２―４

(20)の解答群

① E　② $\dfrac{R_1}{R_4}E$　③ $\dfrac{R_4}{R_1}E$　④ $\dfrac{R_1}{R_1+R_4}E$

⑤ $\dfrac{R_4}{R_1+R_4}E$　⑥ $\dfrac{R_1+R_4}{R_1}E$　⑦ $\dfrac{R_1+R_4}{R_4}E$

(21)の解答群

① E　② $\dfrac{R_2}{R_3}E$　③ $\dfrac{R_3}{R_2}E$　④ $\dfrac{R_2}{R_2+R_3}E$

⑤ $\dfrac{R_3}{R_2+R_3}E$　⑥ $\dfrac{R_2+R_3}{R_2}E$　⑦ $\dfrac{R_2+R_3}{R_3}E$

(22)の解答群

① $R_1R_2 = R_3R_4$　② $R_1R_3 = R_2R_4$　③ $R_1R_4 = R_2R_3$

④ $R_1^2R_2 = R_3^2R_4$　⑤ $R_2^2R_3 = R_4^2R_1$　⑥ $R_2 = R_4$

⑦ $R_1 = R_3$　⑧ $R_1 = R_2$　⑨ $R_3 = R_4$

(23)，(24)の解答群

① 1　② 15　③ 30　④ 45　⑤ 60

⑥ 70　⑦ 80　⑧ 90　⑨ 100　⓪ 150

<余　　白>

3 以下の文章の空欄⑵5～⑶8にあてはまるもっとも適切な式または語句をそれぞれの解答群から選び，**解答用紙(その 1)**の該当する記号をマークせよ。

光は同じ媒質中では直進し，異なる媒質との境界面では一部が反射し，一部が屈折する。真空中での光の速さを c，波長を λ とすると，絶対屈折率 n の媒質中を光が進むときの光の速さは $\boxed{(25)}$ となり，その振動数は $\boxed{(26)}$ となる。真空から入射する光がその媒質との境界面で屈折する場合，境界面に垂直な方向に対する入射角と屈折角を，各々，i と r とすると，$\sin i = \boxed{(27)}$ が成り立つ。一方，空気中の光が水面で反射する場合のように，屈折率の小さい媒質から入射し，屈折率の大きい媒質との境界面で反射する場合，固定端反射と同様に $\boxed{(28)}$ ことが知られている。

(25)，(26)の解答群

① n	② $1/n$	③ c	④ cn	⑤ c/n
⑥ λ	⑦ $c\lambda$	⑧ c/λ	⑨ cn/λ	⓪ $c/(n\lambda)$

(27)の解答群

① $\cos r$	② $\sin r$	③ $(\cos r)/n$	④ $(\sin r)/n$
⑤ $n\cos r$	⑥ $n\sin r$	⑦ 1	⑧ n
⑨ $1/n$	⓪ $\sqrt{1-n\cos^2 r}$		

(28)の解答群

① 光の位相が変化しない
② 光の位相が $\pi/2$ だけ変化する
③ 光の位相が π だけ変化する
④ 光の位相が $3\pi/2$ だけ変化する

以下では，光が示す様々な干渉効果を考察してみよう。まず，図３―１に示すように，２つの細いすき間(スリット)を通過した光が遠く離れたスクリーンに映す干渉縞について考える。スリットの間隔を d，スリットからスクリーンまでの距離を l とし，スクリーンの中心Ｏからスクリーン上の点Ｐまでの距離を $x(>0)$とする。２つのスリットの位置を S_1，S_2 とし，各々のスリットから点Ｐまでの距離を各々，L_1，L_2 とすると，$L_1^2 = l^2 +$ $\boxed{(29)}$ ，$L_2^2 = l^2 +$ $\boxed{(30)}$ と表されるので，$|L_1 - L_2| =$ $\boxed{(31)}$ となる。d や x に比べて l が十分に大きいことを考えて，$L_1 + L_2 \fallingdotseq 2l$ と見なすと，$|L_1 - L_2| \fallingdotseq$ $\boxed{(32)}$ を得る。したがって，波長 λ の光が示す干渉縞における明線の間隔は， $\boxed{(33)}$ となる。

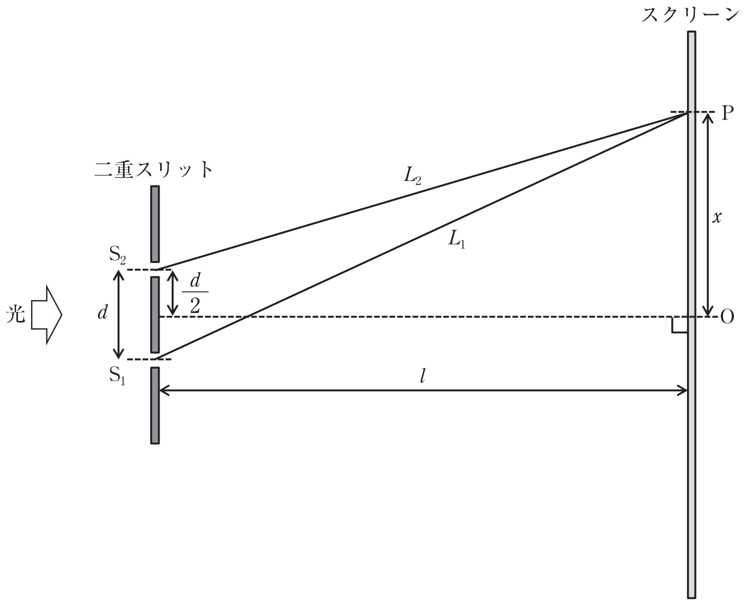

図３―１

(29)，(30)の解答群

① x^2　② $\left(\frac{d}{2}\right)^2$　③ d^2　④ $(x-d)^2$

⑤ $\left(x-\frac{d}{2}\right)^2$　⑥ $(x+d)^2$　⑦ $\left(x+\frac{d}{2}\right)^2$　⑧ dx

⑨ $2dx$　⓪ $\frac{dx}{2}$

(31)の解答群

① $\frac{1}{L_1+L_2}$　② $\frac{d}{L_1+L_2}$　③ $\frac{x}{L_1+L_2}$　④ $\frac{dx}{L_1+L_2}$

⑤ $\frac{dl}{L_1+L_2}$　⑥ $\frac{2dx}{L_1+L_2}$　⑦ $\frac{2dl}{L_1+L_2}$　⑧ $\frac{d^2}{L_1+L_2}$

⑨ $\frac{x^2}{L_1+L_2}$　⓪ $\frac{l^2}{L_1+L_2}$

(32)の解答群

① d　② $\frac{d}{2}$　③ $\frac{l}{2}$　④ $\frac{x}{2l}$　⑤ $\frac{d}{2l}$

⑥ $\frac{1}{2l}$　⑦ $\frac{dx}{l}$　⑧ $\frac{dx}{2l}$　⑨ $\frac{d^2}{2l}$　⓪ $\frac{x^2}{2l}$

(33)の解答群

① λ　② $\frac{l\lambda}{d}$　③ $\frac{d\lambda}{l}$　④ $\frac{d^2\lambda}{lx}$　⑤ $\frac{dx\lambda}{l^2}$

⑥ $\frac{ld}{\lambda}$　⑦ $\frac{d^2}{\lambda}$　⑧ $\frac{l^2}{\lambda}$　⑨ $\frac{\lambda^2}{l}$　⓪ $\frac{\lambda^2}{d}$

次に，図３―２に示すように，溝の間隔が d の回折格子を考える。回折格子からスクリーンまでの距離を l とし，スクリーンの中心Ｏからスクリーン上の点Ｐまでの距離を x とする。溝部分は細かな凹凸によって，すりガラスのように光の透過を妨げるので，溝の間隔が十分に狭い場合，等間隔で並んだ複数のスリットを通過する光の干渉縞がスクリーンに映される。スクリーンまでの距離 l が溝間隔 d や光の波長 λ に比べて十分に大きい場合，回折格子の各スリットを通過してスクリーン上のある点に向かう光はどれも平行と見なせる。回折格子に対し波長 λ の光が垂直に入射する場合，入射光と回折光のなす角度 θ を用いると，隣り合うスリットを通過し点Ｐに向かう回折光の経路差は $\boxed{(34)}$ であり，明線を得るための条件は，ゼロ以上の整数を m として，$\boxed{(34)} = \boxed{(35)}$ となる。したがって，入射光が白色光の場合，１次の明線（$m=1$ の明線）では，スクリーンの中心から見て赤，緑，青の光が $\boxed{(36)}$ の順に並んで見えるので，様々な波長成分を含んだ光を波長ごとに分光するのに役立つ。

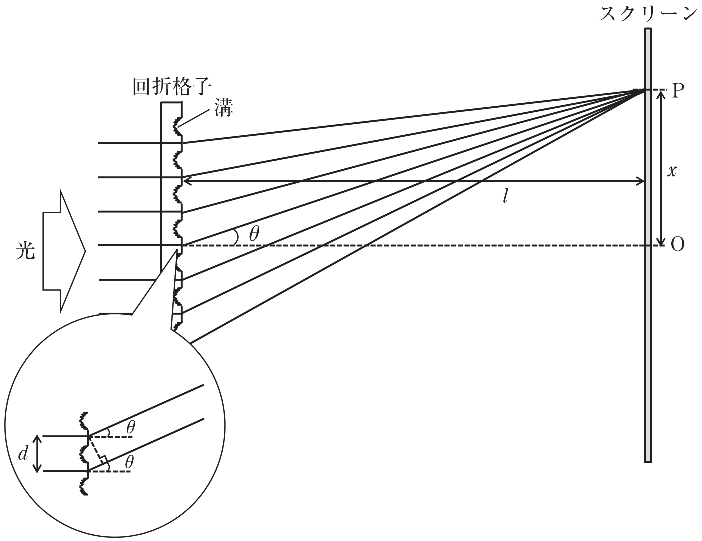

図３―２

(34)の解答群

① d　② $d\cos\theta$　③ $d\sin\theta$　④ $d\tan\theta$

⑤ $d/\cos\theta$　⑥ $d/\sin\theta$　⑦ $d/\tan\theta$　⑧ l

(35)の解答群

① $m\lambda$　② $\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$　③ $2m\lambda$

④ $(2m+1)\lambda$　⑤ $\dfrac{m\lambda}{2}$　⑥ $\dfrac{md\lambda}{l}$

⑦ md　⑧ ml

(36)の解答群

① 赤ー緑ー青　② 赤ー青ー緑　③ 緑ー赤ー青

④ 緑ー青ー赤　⑤ 青ー赤ー緑　⑥ 青ー緑ー赤

最後に，図３―３に示すように，反射型回折格子に斜め入射した光の干渉を考える。この場合，溝部分の細かな凹凸により，溝部分に入射した光は様々な角度で回折される。回折光の向きが図３―３に示すような場合，入射光の入射角を $\alpha\,(>0)$，回折光の回折角を $\beta\,(>0)$ とすると，溝間隔 d の反射型回折格子の隣り合う溝で反射する波長 λ の光の経路差は，$\boxed{(37)}$ となる。したがって，白色光が入射角 $\alpha\,(>0)$ で入射する場合，赤，緑，青の光のうち，回折角が最も大きいのは $\boxed{(38)}$ の光である。CD や DVD の記録面は，細かい溝が同心円状に刻まれており，反射型回折格子と同様な干渉効果を示すことが知られている。

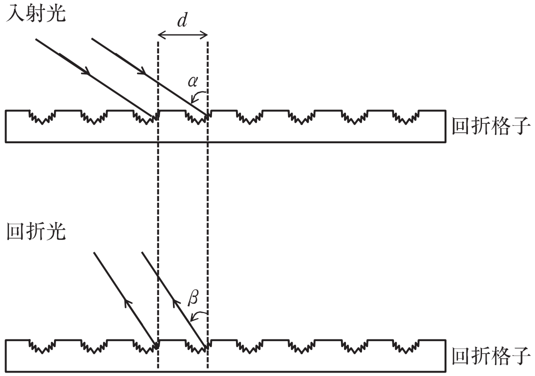

図３―３

⑶の解答群

① $d\sin\alpha$　② $d\sin\beta$　③ $d\cos\alpha$

④ $d\cos\beta$　⑤ $d(\sin\alpha+\cos\beta)$　⑥ $d(\cos\alpha+\sin\beta)$

⑦ $d(\sin\alpha+\sin\beta)$　⑧ $d(\cos\alpha+\cos\beta)$　⑨ d

⑻の解答群

① 赤　② 緑　③ 青