

03年度新潟大入試問題

雨上がりに日がさすと、太陽を背にして虹(にじ)を見ることがある。虹は空中に浮かんだ無数の雨滴によって太陽光が分散して生じていることは良く知られている。虹が観測できる条件は、雨滴を半径 r の球とし、空気の絶対屈折率を n_1 、水の絶対屈折率を n_2 として以下のようなになる。

図1(a)および図2(a)には、雨滴中を進む太陽光線の様子が雨滴の中心を含む平面内で描かれている。ここで、雨滴中心をとる太陽光線と雨滴に入射する平行な太陽光線までの距離を衝突径数とする。ある衝突径数 b で太陽光線が雨滴の点Aに入射し、点Bで空気中に出る図1(a)の場合では、入射角 α で入射した太陽光線は最初に点Aで進行方向を時計回りに だけ曲げられ、次にこの点Bで進行方向を時計回りに だけ曲げられる。従って、この散乱光が観測される水平から見上げた角度(仰角) θ_1 は である。一方点Aに入射した太陽光線が点Bで全反射した後点Cで空気中に出る図2(a)の場合では、点Bで太陽光線が全反射するので、全反射による太陽光線の進行方向の時計回りの変化 も考慮しなくてはならない。このとき散乱光が観測される仰角 θ_2 は となる。ここで、入射角 α と屈折角 β は屈折の法則からお互い の関係にあるので、 θ_1 および θ_2 は入射角 α と絶対屈折率 n_1 、 n_2 を使って表すことができる。また、 $\sin \alpha$ は衝突径数 b と雨滴の半径 r によって と書けるから、③～⑦の結果を使って、 θ_1 および θ_2 を衝突径数 b の関数として求めることができる。図1(b)および図2(b)は、波長 550nm の光が $r = 1\text{mm}$ の雨滴に入射した場合の θ_1 および θ_2 を描いたグラフである。

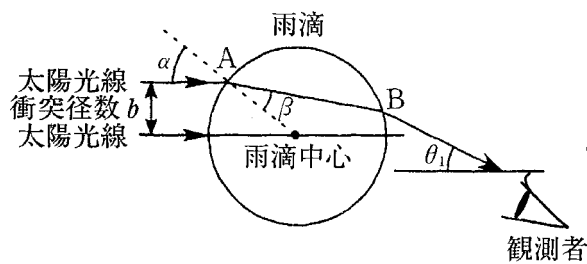
衝突径数 b で雨滴に入射した太陽光線は、図1(b)または2(b)に従ってある仰角 θ に散乱される。もし衝突径数 b とわずかに異なる衝突径数 $b + \Delta b$ で入射した太陽光線がほぼ同じ仰角 θ に散乱されれば、その仰角で散乱光の強さが強くなり、虹を観測することができる。このことから虹を観測できるのは、図 の場合で、その仰角は 度付近である。

問1 図1および図2を参照して、文中の に適当な式あるいは数値を入れよ。

問2 虹をよく観察すると、虹の外側は暗く内側は明るいことが判る。この理由を50字以内で答えよ。

問3 水の絶対屈折率は図3に示したように、光の波長によって変化する。そのため虹を観測できる仰角は、光の波長によってわずかに異なる。これが七色の帯を作る理由である。図3を利用し、虹の七色の帯のうち、赤色、青色、黄色について、仰角が大きい順番に色を書き、その順序になる理由を100字以内で答えよ。

図1 (a)



(b)

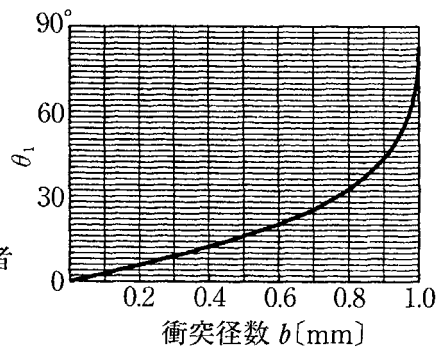
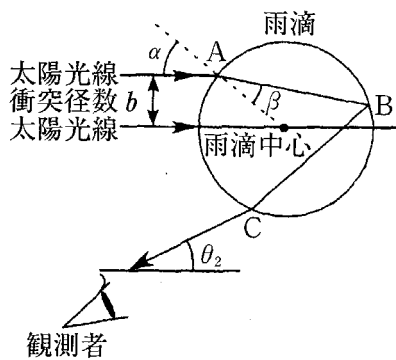


図2 (a)



(b)

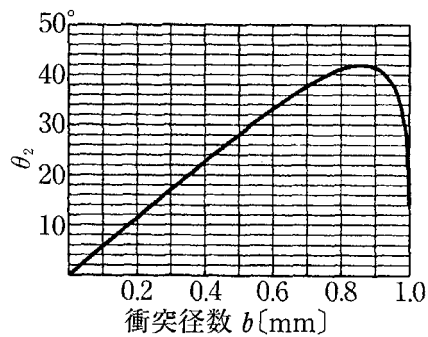
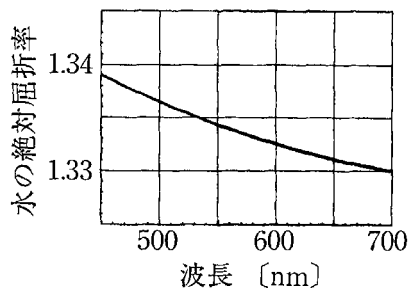
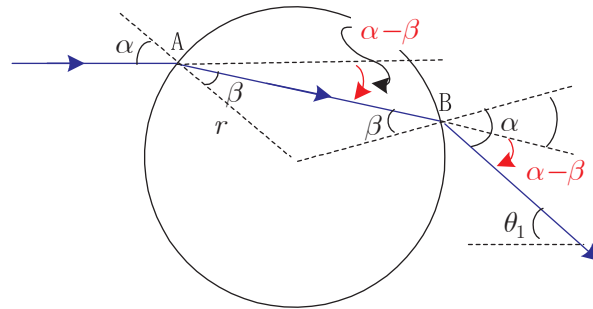


図3



解 答

問 1



① 上図を参照。 $\alpha - \beta$

② $\alpha - \beta$

③ $\theta_1 = 2(\alpha - \beta)$

④ アニメのページの解説を参照。 $\pi - 2\beta$

⑤ アニメのページの解説を参照。

$$\theta_2 = \pi - \{(\alpha - \beta) + (\pi - 2\beta) + (\alpha - \beta)\} = \underline{4\beta - 2\alpha}$$

⑥ 屈折の法則より、 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

⑧ 衝突径数の変化に対して仰角がほとんど変化しないのは、図 2 の極大付近。

⑨ 図 2 より、42 度

問 2 図 2 より、点 B で反射した光線はすべて b に対して 42° 以下の仰角の方角に散乱されるから。

問 3 赤、黄、青

理由：赤、黄、青の順に波長は短くなる。波長の短い光ほど屈折率は大きいので、赤の屈折率が最も小さく青の屈折率が最も大きい。よって問 1 から β は赤の方が大きく、仰角も赤が最も大きい。