قوس قزح

نبذة تاريخية * ليس بين احداث الجو ما هو ابدع منظرًا من قوس قزح فقد اجتمعت فيها دقة الهندسة ومهارة التصوير وفخامة الاتساع حتى انها مع تكرار ظهورها وتعوُّد العين عليها لا تزال تأخذ بالعقول وتحوّل اليها الابصار. ولا بدَّ لكل عاقل يرى هذه القوس تنتصب في عنان السماء في لحظة من الزمان ثم تزول كأنها ما كانت من ان يبحث عن سبب حدوثها وزوالها ولا سيَّما لانهُ يراها معلقة بوقوع المطر وشروق الشمس ممَّا يبين لهُ ان سببها قريب لا تتعذر معرفتهُ على من يستقرئ الحوادث ولا يكتفي بظواهر الامور عن معرفة اسبابها. ولكن يظهر ان القدماء لم يحاولوا معرفة سبب هذه القوس حتى قام ارسطو كبير الفلاسفة وبيَّن انها تحدث من فعل نقط المطر المستديرة بنور الشمس بناء على ما لاحظهُ من فعل كرات الزجاج المستديرة المملوَّة ماء بالنور. والظاهر انهُ حسب ان نقط المطر تعكس نور الشمس فتظهر فيهِ تلك الالوان وهذا خلاف الواقع كما سيجيء. وتابع ارسطو كلُّ الفلاسفة الذين جاءوا بعدهُ ومنهم فلاسفة العرب كما يظهر ممَّا قالهُ الشيخ الرئيس ابن سينا في الطبيعيات فانهُ قال بعد تعليلهِ المالة "واما القوس فان الغمام يكون في خلاف جهة النيِّر فينعكس الزوايا عن الرش الى النيِّر..." الى ان يقول "واما تحصيل الالوان على الجهة الشافية فانهُ لم يستبن لي بعدُ" ومهما يكن في هذه العبارة فواضح منها انهُ يحسب القوس حادثة من انعكاس النور عن نقط المطر. وبقي هذا المذهب شائعًا في ما نعلم حتى قام فليشر العالم الجرماني وبيَّن سنة ١٥٧١ ان النور المنعكس لا تكون لهُ الوان قوس قزح بل لا بدَّ من اجتيازهِ في نقط المطر حتى تظهر لهُ تلك الالوان[1] ووافقهُ على ذلك كبلر الفلكي الشهير. الَّا ان كيفية رجوع النور الى عين الناظر لم تتضح لفليشر فارتأى ان النور ينعكس عن نقطة اخرى بعد ما يتلوَّن باجتيازهِ في النقطة الاولى. والواقع انهُ ينعكس عن باطن النقطة التي تحالهُ الى الوانهِ واوَّل من بيَّن ذلك الاسقف الطونيوس دو دومينيس في مقالة نشرها سنة ١٦١١ وتابعهُ الفيلسوف ديكارت وبين اسباب كل ما يتعلق بقوس قزح بالحساب الَّا تلوُّن النور فانهُ لم يعرف سببهُ حتى كشفهُ الفيلسوف اسحق نيوتن سنة ١٧٠٢ وبيَّن ان تلك الالوان تحصل من انحلال النور وان بعضها ينكسر اكثر من بعض فتفترق وسنوضح كل ذلك في ما يلي

تمهيد * لا بدَّ لنا قبل الشروع في تعليل قوس قزح من ايضاح ثلاثة من نواميس النور وهي ناموس الانعكاس وناموس الانكسار وناموس الانحلال. اما الناموس الاوَّل فمفادهُ انهُ اذا وقعت شعاعة من النور على سطح املس كسطح الماء او المرآة انعكس بعضها عن ذلك السطح وكانت الزاوية

(١) ورد علينا بعد صف هذه المقالة آخر جزء طبع من الانسكلوبيديا البريطانية فوجدنا نيوان ثيودورك اكتشف ذلك سنة ١٣١١ ولكن لم يشتهر اكتشافهُ حتى سنة ١٨١٤

الحادثة على ذلك السطح من التقاء خط الشعاعة الواقعة بخط عمودي مرسوم عليه مساوية للزاوية
الحاصلة من التقاء ذلك الخط العمودي بخط الشعاعة المنعكسة . وتسمّى الزاوية الاولى زاوية الوقوع
والثانية زاوية الانعكاس . ولتوضيح ذلك بشكل نقول
انهُ اذا وقعت شعاعة من نور الشمس مثلاً كالشعاعة
ف د في الشكل ١ على سطح الماء ادب فانها تنعكس
الى د ي وتكون الزاوية ف د ذ مساوية
للزاوية ي د ذ حتى اذا كانت عين الناظر عند

الشكل ١

ي رأى ان الشعاعة ي د آتية من اسفل الماء
من عند س . هذا هو الناموس الاوّل واما الناموس الثاني فمفادهُ ان النور اذا اجتاز من مادة
الى مادة اخرى تختلف عنها ولم يكن عموديًا انحرف عن الخط الذي كان سائرًا فيه ويقال
لهذا الانحراف انكسارٌ . فاذا وقعت شعاعة من النور
مثل د ى في الشكل الثاني على لوح من الزجاج
فانها لا تسير على استقامتها عند ما تجتاز فيه بل تنكسر
قليلاً نحو الخط العمودي ح ص وتسير في الخط
ي ز . وعند ما تجتاز منهُ الى الهواء تنكسر ايضًا فتبتعد

الشكل ٢

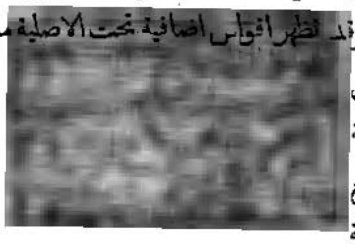
عن الخط ك ز العمودي وتسير في الخط ز ذ
وتسمّى الزاوية د ي ح زاوية الوقوع والزاوية ز ي ص زاوية الانكسار وكذا الزاوية ى ز ر
زاوية الوقوع والزاوية ذ ز ك زاوية الانكسار . وقد تبين [illegible] نسبة جيب زاوية الوقوع على
جيب زاوية الانكسار دليل
الانكسار . ودليل الانكسار
هذا يختلف باختلاف المواد
فهو في الماس نحو ٢٫٤ اي
اذا دخلت شعاعة نور من

الشكل ٣

الفراغ وقسم جيب زاوية
وقوعها عليه على جيب زاوية انكسارها فيه كان الخارج ٢٫٤ ودليل الانكسار في الماء ١٫٣٣٦ وفي الهواء
١٫٠٠٠٣ . والناموس الثالث مفادهُ ان النور اذا اجتاز في مادة وانكسر انحل الى سبعة الوان وهي
الاحمر والبرتقالي والاصفر والاخضر والازرق والنيلي والبنفسجي ويكون الاحمر اقلها انكسارًا

والبنفسجي اكثرها انكسارها وما بقي من الالوان فبينها على الترتيب الذي تراهُ في الشكل الثالث حيث فُرِض ان حبل النور د ي وقع على الموشور الزجاجي ا ت ب فلم يبقَ على استقامتهِ سائرًا الى ذ بل انكسر عند اجتيازهِ في الموشور وعند خروجهِ منهُ وانحل الى الوانهِ السبعة المشار اليها. ويسمّون الزاوية المحادثة بين الخط الاسفل اي خط اللون الاحمر والخط الاعلى اي خط اللون البنفسجي زاوية تفريق الطيف لان النور المحلول كذلك يسمّى الطيف الشمسي

تعليل القوس الاصلية * لا يخفى ان قوس قزح لا ترى الاَّ في خلاف جهة الشمس والغالب انها تكون مفردة ولكن قد تظهر معها قوس اخرى اوسع منها واقل اشراقًا وهي الاولى الاصلية والثانية الفرعية . والوان الاصلية معاكسة في ترتيبها لالوان الفرعية ففي الاصلية البنفسجي الاسفل وفوقهُ النيلي وهلمَّ جرًّا الى الاحمر واما الفرعية فبعكس ذلك . وقد تظهر اقواس اضافية تحت الاصلية منضدة بعضها تحت بعض حتى تبلغ الافق وقد تظهر ايضًا فوق الفرعية . ولنفرض الآن انهُ عندما كانت الشمس مشرقة في جهة الشرق كان المطر واقعًا في جهة الغرب فيقع بعض اشعة الشمس على نقطة من نقط المطر مثل النقطة المرسوم قطعها في الشكل الرابع فالشعاعة الواقعة في

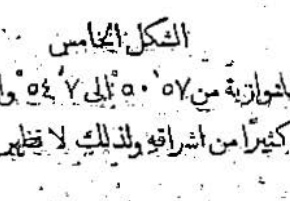


الشكل الرابع

الخط ي ف ينعكس بعضها عن سطح النقطة وتنفذ البقية وعندما تصل الى ك ينعكس بعضها ايضًا وينفذ البعض الآخر ولكن لا يصل الى عين الناظر شيء من النور المنعكس ولا من النور النافذ لان المنعكس يعود الى جهة الشمس والنافذ يسير الى الغرب وكلاهما يسير الى الجو . والشعاعة ا ب تنكسر قليلاً عند اجتيازها في النقطة واجتيازها منها ولكن لا يعود منها شيء الى عين الناظر . واما الاشعة الواقعة عند ب على بعد نحو ٦٠ درجة عن ف فما يجتاز منها في نقطة المطر يجتمع عند ح وينعكس بعضهُ الى د بحيث تكون زاوية الوقوع مساوية لزاوية الانعكاس وينكسر مرة اخرى عند اجتيازهِ من النقطة وينحل الى الوانهِ السبعة ويكون الاحمر اسفلها والبنفسجي اعلاها لان الاحمر اقل انكسارًا من البنفسجي . ولو اخرج خط الشعاعة الخارجة على استقامتهِ حتى يلتقي بخط الشعاعة الواقعة على نقطة المطر لحدث من التقائهما زاوية ٤٢° ٢' ولو اخرج خط الشعاعة البنفسجية كذلك لحدث من التقائهِ بخط الشعاعة الواقعة زاوية ٤٠° ١٧' ويحسب ذلك فنور الشمس الذي يقع على نقط المطر ويجتاز فيها ثم ينعكس عن باطنها ويجتازها ثانية ويكون ميل اشعتهِ الواقعة على اشعتهِ النافذة اخيرًا ٤٠° ١٧' للون البنفسجي و ٤٢° ٢' للاحمر تصل اشعتهُ الى عين الناظر وتكون اكثر اشراقًا من غيرها فيُرى البنفسجي تحت الجميع لان زاويتهُ اضيق من زوايا ها والاحمر فوق الجميع لان زاويتهُ اوسع من زواياها. فاعلى

نقطة يحل نورها ويصل الى عين الناظر لا يصل منه غالبًا الّا الاحمر واوطأ نقطة يحل نورها ويصل الى عينه ايضًا لا يصل منه غالبًا الّا البنفسجي. والنقط التي يصدق عليها ذلك واقعة في محيط دائرة كما يظهر بامعان النظر [1]. ولذلك فقطر القوس الداخلي ٨٠° ٣٤′ والقطر الخارجي ٨٤° ٤′. فاذا كانت الشمس على الافق كانت هذه القوس نصف دائرة واذا كانت فوق الافق باثنتين واربعين درجة لم تُرَ القوس واذا كانت الشمس بين هذين الحدين كانت القوس اقل من نصف دائرة واذا كان الناظر راكبًا مركبة هوائية او راقيًا قمة جبل عالٍ فقد يرى القوس دائرة كاملة. وعرض هذه القوس في كل حال ٤٥′ ١°

القوس الفرعية * اذا وقعت اشعة الشمس على اسفل نقطة المطر بعيدة عن محورها نحو ٧١ درجة كما ترى في الخط ا ب الواقع على نقطة المطر في الشكل الخامس فانها تنكسر الّا الى د ثم تنعكس الى ذ وتنعكس مرة ثانية الى ج وهناك تنفذ النقطة وتنكسر الى ل مخلة الى ألوانها السبعة ويكون البنفسجي اسفلها لانهُ اكثر انكسارًا والاحمر اعلاها وما بقي من الالوان فبينهما ولذلك يرى الناظر البنفسجي فوق الجميع كما رأى الاحمر فوق الجميع في القوس الاصلية. والقوس الفرعية اطول

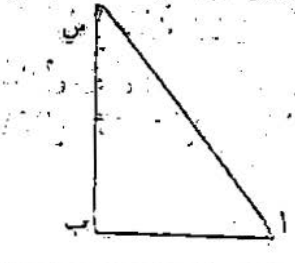


الشكل الخامس

قطرًا من القوس الاصلية واوسع لان ميل اشعتها على اشعة الشمس المتوازية من ٥٠° ٥٧′ الى ٥٤° ٧′ واقل اشراقًا منها لان نورها ينعكس مرتين من باطن نقط المطر فيخسر كثيرًا من اشراقهِ ولذلك لا تظهر اذا كان النور ضعيفًا

الاقواس الاضافية * يظهر بالحساب انهُ يجب ان يظهر ضمن القوس الاصلية وفوق القوس الفرعية اقواس كثيرة ولكنها تكون ضعيفة النور ممتزجة الالوان فلا تظهر الّا نادرًا ضمن القوس الاصلية وقد فات تعليل هذه الاقواس الفيلسوف الحق نيوتن فعللها ابن ولدي الانكليزيان وقد شاهدنا الداخلية منها مرة منذ بضع سنين من المدرسة الكلية وكانت الى الشرق الشمالي منا فلم نرَ ابدع منها منظرًا.

(١) ويسهل ادراك ذلك على المبتدئ بان يصنع مثلثًا من ورق او خشب مثل المثلث ا ب س ويوقف النقطة ا عند عينهِ وينصب الضلع ا ب على شيء ويدير المثلث حول ا ب فيرى ان النقطة س ترسم نصف دائرة في الفضاء وما ذلك الّا لان الزاوية التي عند ا يثبت على حالها وعليهِ اذا وجد امام العين نقط كثيرة تجعل مع العين ومع نقطة أخرى زوايا مساوية مثل النقط التي مرّت عليها س وهي تصور فتلك النقط واقعة في محيط دائرة امام عين الناظر. هذا سبب استدارة قوس قزح.



قوس القمر * قد تظهر قوس قزح ليلاً من فعل نقط المطر بنور القمر ولكنها تكون في الغالب بيضاء وقلما تظهر الوانها وان ظهرت كانت ضعيفة . قال ارسطو انهُ اوّل من رآها وانها لا تظهر الاّ اذا كان القمر بدرًا وذلك خلاف الواقع لانها ترى ايضًا ولو لم يكن القمر بدرًا

وتظهر قوس قزح ايضًا من انحلال نور الشمس بنقط الماء المتطايرة من الشلاّلات وامواج البحر والميازيب وسببها واحد في الجميع

باب الصناعة

عمل اللبد

يحتفل صانعو الفلانس الافرنجية بعيد مار اكليمندس الواقع في ٢٣ من تشرين الثاني بناء على ان ذلك القديس كان في السياحة مرةً فوضع في حذائهِ شيئًا من الصوف ثم افتقدهُ بعد حين فوجدهُ قد صار لبدًا فكان ذلك اول اكتشاف عمل اللبد . وقد سمعنا البعض من اهالي هذه البلاد ينسبون اكتشاف عمل اللبد الى رجل آخر اكتشفهُ على هذا الاسلوب ايضًا . والارجح ان عمل اللبد قديم جدًا كان معروفًا عند جاهلية العرب وايًّا كان مكتشفهُ فالامر واضح ان الصوف اذا وُضع في الحذاء حيث يتوالى عليهِ الضغط والرطوبة يصير لبدًا ويتضح سبب ذلك مما يلي

اذا مسكتَ شعرة بين ابهامك وسبّابتك وسحبتها من كعبها الى راسها شعرت انها ماسة تنسحب بسهولة ولكنك اذا سحبتها من راسها الى كعبها شعرت انها خشنة لا تنسحب بسهولة وما ذلك الاّ لان في سطحها نتوات او فلوسًا متجهة الى راسها وهي سبب الخشونة . وهذه النتوات اكثر في صوف الحيوان منها في شعر الانسان وهي سبب تلبّد الصوف وتماسك بعضهِ ببعض لان كل شعرة منهُ اذا لامست شعرة اخرى راسًا لعقب تدخل نتوات الواحدة بين نتوات الاخرى فتلتصق بها ويعين ذلك تجعّد الصوف وتنيهِ حتى ان اللبدة المتلبّدة جيدًا تنقطع شعورها ولا تنتفش . ولمّا كان الصوف ميّالاً الى التجعّد اذا غُسِل ونظف مما يلصق بهِ من الادهان جرت العادة ان يغسل بالصابون عند اصطناع اللبد منهُ

وانواع اللبد كثيرة ولكنها كلها تصنع على مبدإٍ واحد وهو ان تمشط ثناية الصوف التي لا تصلح للغزل وتبلل بالماء السخن او بالبخار وتبسط وتدق بمدقات ثقيلة حتى تتلبّد وتصير حسب المطلوب ثم تصبغ او تطبع بالوان مختلفة

استخلاص الفضة من مغاطس التفضيض

خفّف مذوّب الفضة بالماء واضف اليهِ الحامض الهيدروكلوريك (روح الملح) حتى