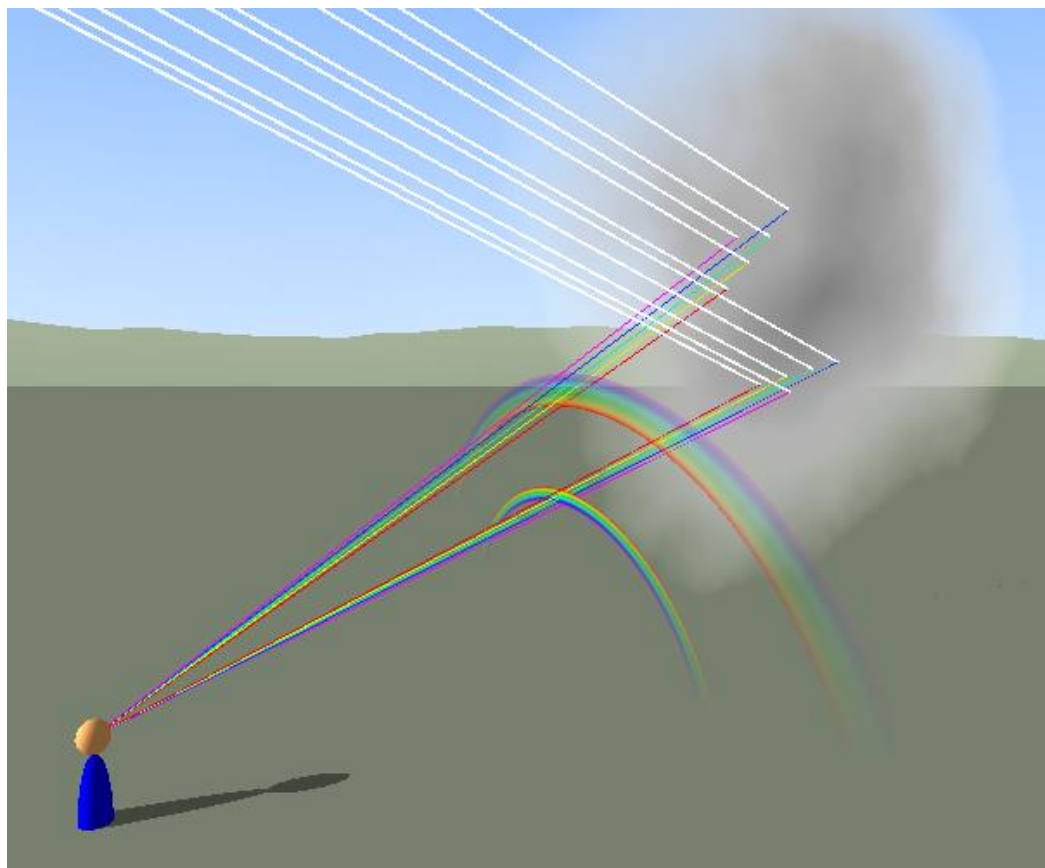
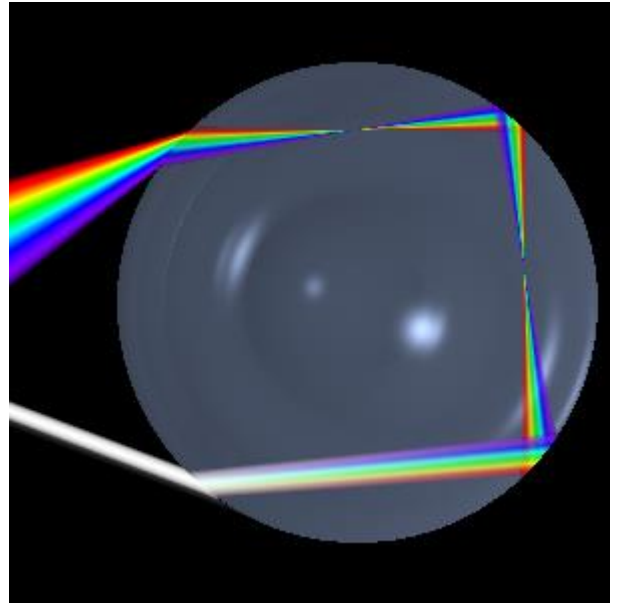
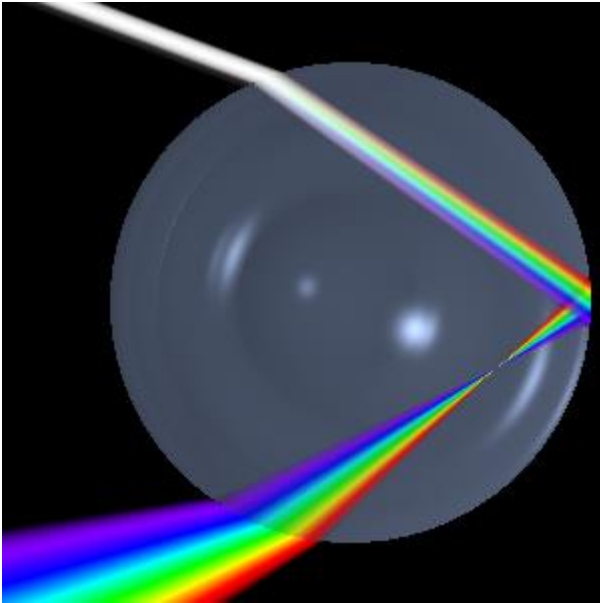


前回のQ: 昔、二重の虹を見たことがあります。飛行機からは丸い虹が見えると聞いたことがあります、どちらもどういうしくみでしょうか。

A: 前回、虹は主虹と副虹があることを説明しました。主虹は下の左の図のように球形の水滴によって、太陽光が2回屈折1回反射することによって起こります。副虹は2回屈折、2回反射することによって起こります。太陽、水滴、観測者の位置関係は下の図のようになっています。これで納得する人も多いと思いますが、これでは説明になっていません。何が問題なのかわかりますか？



Q: 水滴の質量 m の導き方に関する質問がありました。

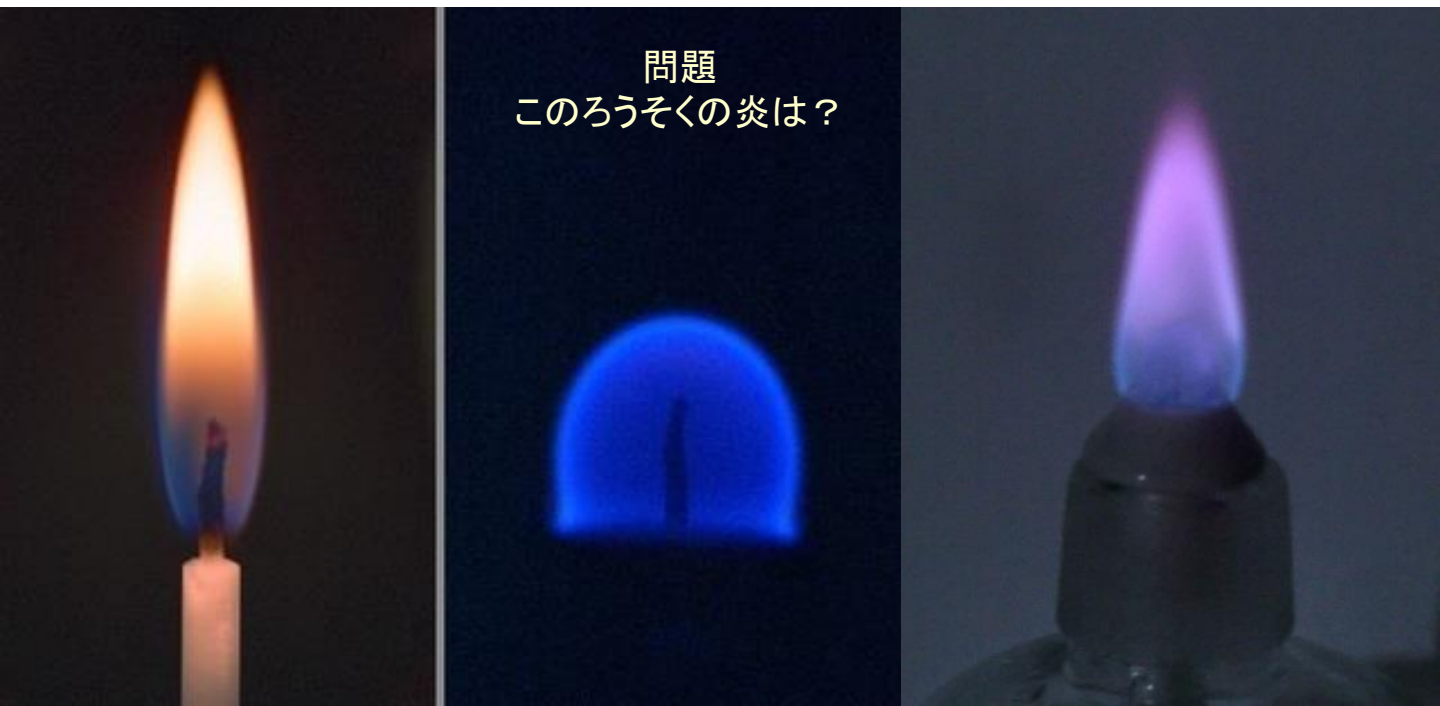
A: 質量 m は密度 $\rho \times$ 体積 V です。 $\rho = 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$, $V = \frac{4}{3} \pi R^3 \text{ [m}^3\text{]}$ なので $m = 1000 \times \frac{4}{3} \pi R^3 \text{ [kg]}$

Q: 今日、瞬間停電があったのですが、どのようなしくみで起こるのですか？

A: 私はその時杉谷キャンパスにいたのですが、13:08 に大学構内で落雷があったようです。その際に構内の常用受電系統から予備の受電系統に切り替わったことによるものです。

Q: 火ってというのは、原子で構成されているわけでもない、光のようなものですか？最近、火って何だろうと思うようになりました。

A: 炎でもロウソクの炎とアルコールランプの炎では、同じだけの熱が発生していてもロウソクの方がずっと明るいです。なぜだか知っていますか？ロウソクの炎の黄色（オレンジ色）の光の源は何でしょう？炎の温度は高いところで千数百℃ですが、空気を千数百℃にしても光りません。スプーンをロウソクの炎の中に入れるとスプーンに黒いすすがつきます。アルコールランプの炎の中に入れてもすすはつきません。実はロウソクの炎の光は高温のすすが光っているのです。電球のフィラメントが高温になって光るのと全く同じしくみです。アルコールランプの炎の中にはすすがありませんので暗いのです。



Q: 物質中では光の速さが異なるという話でしたが、時間の流れ方もちがうのでしょうか？

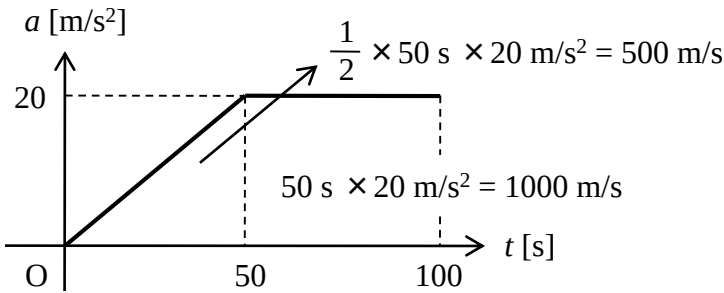
A: 真空中の光の速さは約 30万km/s です。水の屈折率は 1.33 なので、水中の光の速さは屈折率分の1の約 23万km/s です。放射線のβ線は、高速の電子であり、ほぼ光速で運動しています。水中でもβ線の速さは変わらないので、水中でのβ線の速さは水中の光の速さより速いです。相対論によると光の速さより速く運動することはできませんが、これは真空中の光の速さより速く運動できないだけで、物質中の光の速さより速く運動することはできます。質問の答えとしては、物質中の時間の流れはかわりません。

Q: いつも持ってきてくれるおもちゃは何コくらい持っていますか？

A: 授業の回数分くらいはありますが、皆さんもこんな面白いものがあるよという情報があったら、出席票等で教えて下さい。

他にも質問がありました但全部は取り上げられませんでした。一部は次回以降で。

第4回4頁の問題：無重力の宇宙空間で静止していたロケットが $t = 0$ にエンジンに点火して出力をあげていき、 $t = 50 \text{ s}$ に最高出力に達した。その後 $t = 100 \text{ s}$ まで最高出力を持続した後、エンジンを停止した。ロケットの加速度が図のようだった場合、 $t = 100 \text{ s}$ におけるロケットの速度を求めよ。



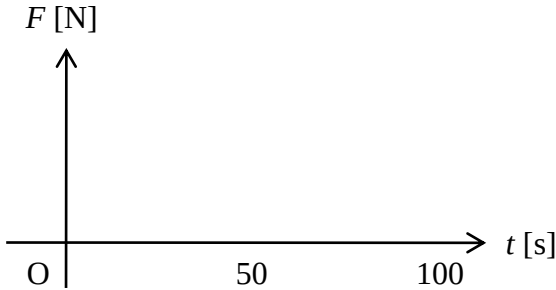
速度変化は
 $500 \text{ m/s} + 1000 \text{ m/s} = 1500 \text{ m/s} = 1.5 \text{ km/s}$
 $= 5400 \text{ km/h}$

問題①:ロケットの質量を 2000 kg とし、下の空欄を埋めよ。
 一般的なロケットエンジンの場合、ロケットの質量は使った燃料の分だけ減少するが、ここでは一定とする。

時刻 $t \text{ [s]}$	速度 $v \text{ [m/s]}$	運動量 $p \text{ [kg} \cdot \text{m/s]}$
0	0	0
50		
100		

問題②:エンジンがロケットに作用した力を F とする。左の F - t 図を完成せよ。

燃料の噴射による質量の減少は無視せよ。

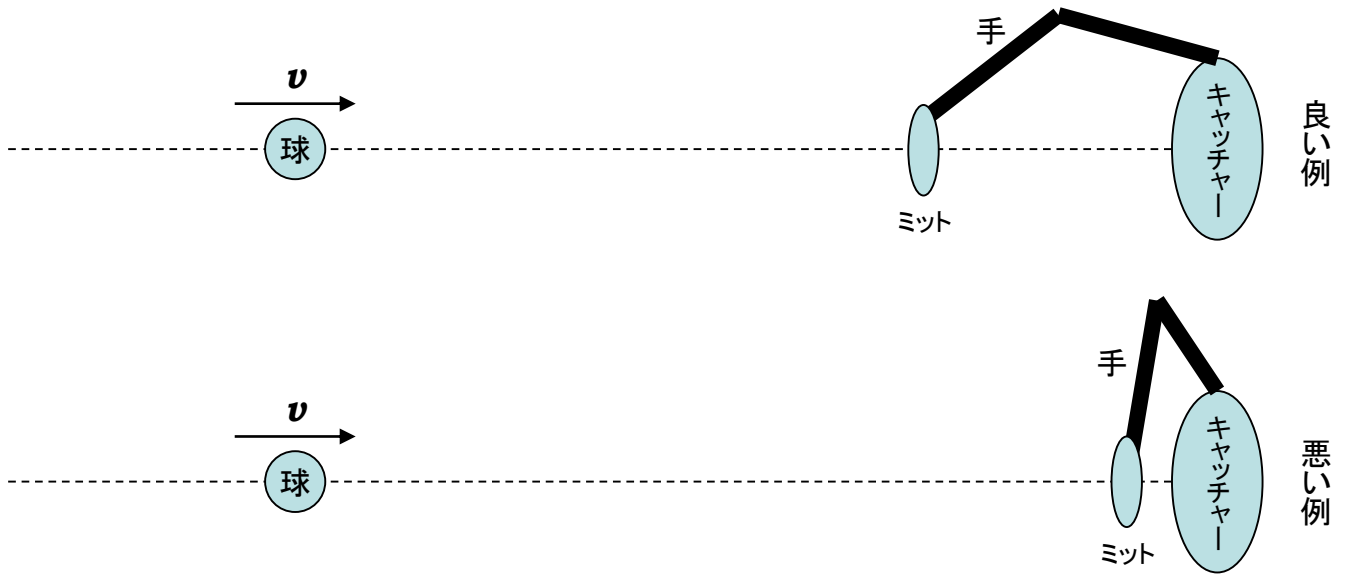


問題③ $t = 0 \sim 50 \text{ s}$, $t = 50 \sim 100 \text{ s}$ においてエンジンがロケットに作用した力の力積とロケットの運動量の変化を求めよ。

$t = 0 \sim 50 \text{ s}$,力積: _____, 運動量の変化: _____
 $t = 50 \sim 100 \text{ s}$, 力積: _____, 運動量の変化: _____

$\text{N} \cdot \text{s} = (\text{kg} \cdot \text{m/s}^2) \cdot \text{s} = \text{kg} \cdot \text{m/s}$
 単位はどちらでも間違いではない。
 力積も運動量も専用の単位はない。

キャッチャーの構え



どんな受け方をしてもボール(質量 m)の速度は $v \rightarrow 0$ に、ボールの運動量は、 $mv \rightarrow 0$ へと変化する。

運動量の変化＝力積＝力(球を受ける時の衝撃)×時間

キャッチャーは球を受けるとき、上の図のように手をわりとのばして球を受ける。

それは、球を減速する際の時間をかせぎ、衝撃(力)を弱めるためである。

球が速くて怖いからといって下の図のように縮こまって受けると、

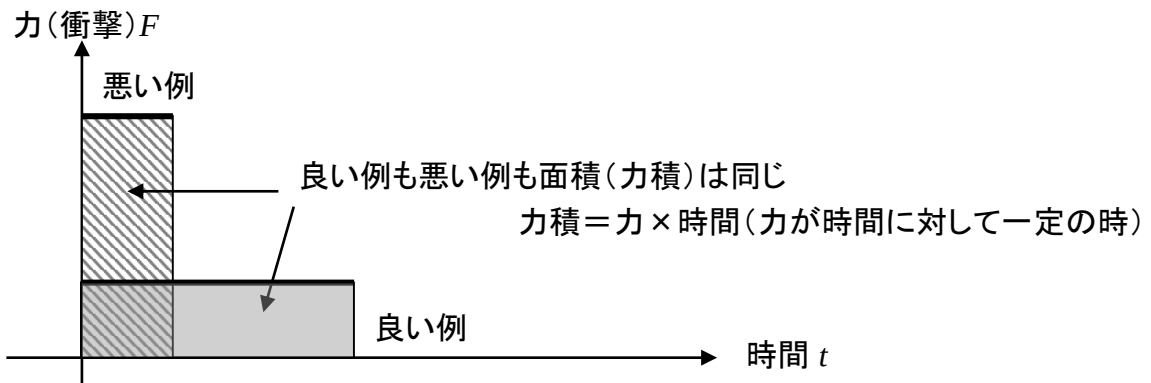
球を減速するための時間をかせげず、衝撃(力)は強くなる。

高い場所から飛び降りる際の、足の形状と同じ。クッションによる衝撃の軽減も同じ。

クッションが変形している間の時間がかせげる。

例：火事のビルから飛び降り際に設置するネット

注：完全に足を伸ばすと危険
(着地時に足を曲げられないかもしれない)



車は頑丈な方が安全か？

人間がいるスペースは
頑丈な方が安全。
ここが潰れてしまうと、
中の人間も潰されてしまう。
右の写真でも前部は
潰れているが、人間の
いる部分は潰れていない。



車の前部は、やわらかく、
潰れやすい方が安全

運動量の変化＝力積＝力×時間

衝突の際の運動量の変化は
一定 ($mv \rightarrow 0$) なので、
キャッチャーの例と同じ。
力(衝撃)を小さくするためには、
潰れて時間をかせぐ方がよい。
(前部がクッションの役割)

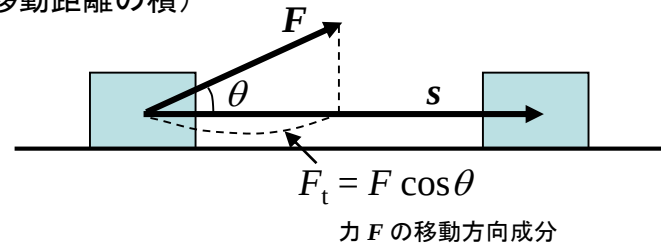
5章 仕事とエネルギー (p62)

4章は5章の後でやります。

「力 F がする work W 」は、「力 F の移動方向成分 $F_t = F \cos \theta$ 」と「移動距離 s 」の積
(同じ向きなら力と移動距離の積)

$$W = F_t s = F s \cos \theta$$

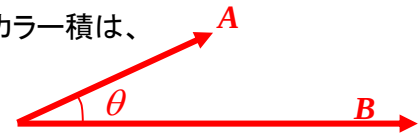
単位: $J = N \cdot m = kg \cdot m^2/s^2$
(ジュール)



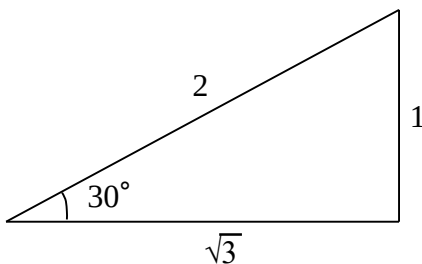
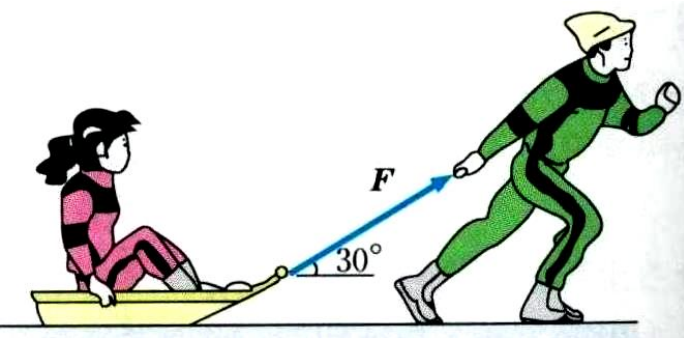
スカラー積(内積)を用いると $W = F \cdot s$ s は物体の変位, 仕事 W はスカラー

ベクトル $A = (A_x, A_y, A_z)$ とベクトル $B = (B_x, B_y, B_z)$ のスカラー積は、

$$A \cdot B = B \cdot A = AB \cos \theta = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$



問題: 水平な雪面で、A君は、Bさんが乗ったそりを左図のように引いている。力 F の大きさを 200 N とし
A君が 100 m の距離を引っ張ったとすると、
A君(力 F)のした仕事はどれだけか？



問題: 幼稚園児のCちゃんも、Bさんが乗ったそりを引っ張った。
Cちゃんは 50 N の力 F' で1分間引っ張ったが、
そりは動かなかった。Cちゃん(力 F')のした仕事はどれだけか？
ただし、力 F' の方向は力 F と同じとする。

虹ビーズで虹を作ろう

← 虹ビーズ、ソーダ石灰ガラス製 球径 0.3 mm 400 g アマゾンで 1512 円
注意: 砂と同様に虹ビーズが目に入り、こすると角膜を傷つけるので、
虹ビーズが目に入らないように注意して下さい。虹ビーズが手についた状態で
目を触ると、目に入ったりします。

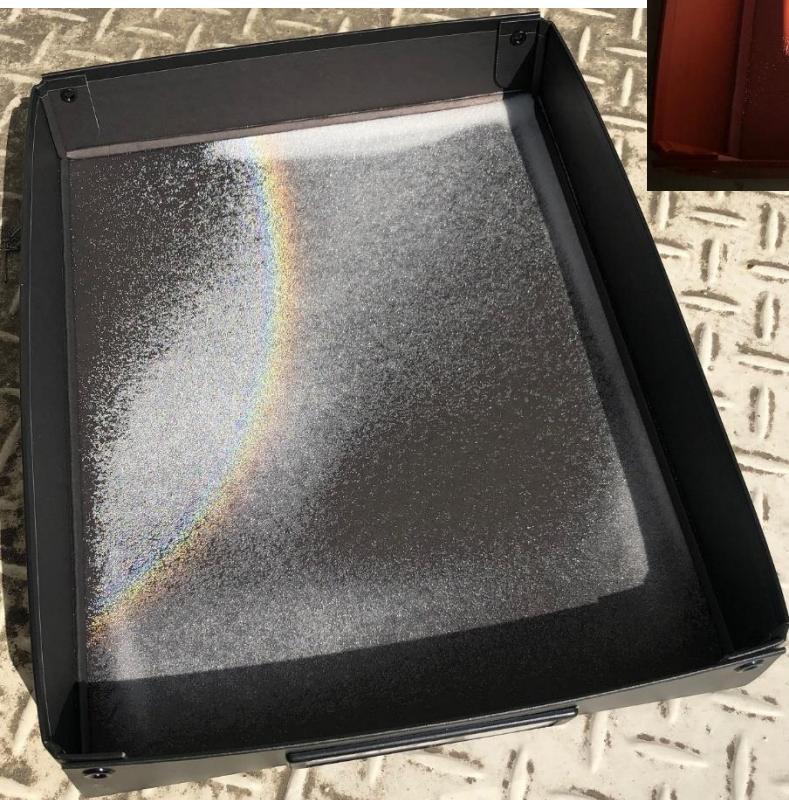


黒いシールの
接着面に
虹ビーズを
ふりかけた→

実験1: 太陽光で虹をみてる。

実験2: プロジェクターの光でやってみる。

黒い箱に虹ビーズを入れた



問題: 虹の内側が白く(明るく), 外側が黒い(暗い)のはなぜか? 実際の虹もそうになっています。副虹に関しては逆に外側が明るく内側が暗いので、主虹と副虹の間は二重に暗くなります。この部分をアレキサンダーの暗帯といいます。(下の写真参照)
Q&Aの虹のしくみがわかっていればアレキサンダーの暗帯のしくみもわかります。わからないのは、分かった気になっているけど、わかっていないのです。

