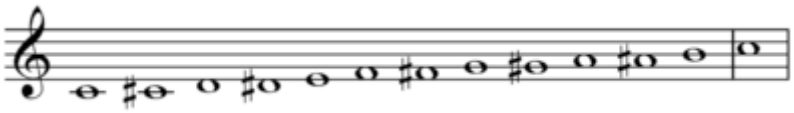
Unit 2: TI-Innovator™ Hubのforループ	Skill Builder 3: 音でループ
このレッスンでは，TI-Innovator Hubで曲を再生する方法を学びます。	目標 • 特定の周波数で**for**ループを使用 • 音符のリストでループを使用 • 曲を再生するプログラムを作成



小さな音楽理論

音符はスピーカー，ドラムヘッド，ギターやピアノの弦など，振動する物体の周波数によって決まります。音階の音符には特別な数学的関係があります。1オクターブは12の音階があります。ある音符の周波数がFのとき，次の音符の周波数は$F\times\sqrt[12]{2}$です。

ある音符の周波数Fに$\sqrt[12]{2}$または$2^{1/12}$(2の12乗根)を12回掛けると，元の周波数が2倍になります。したがって，1オクターブ上の音符の周波数は，$F\times(2^{1/12})^{12}=2\times F$となります。たとえば，ある音符の周波数が440Hzの場合，1オクターブ上の同じ音符の周波数は880Hz，1オクターブ下の同じ音符の周波数は220Hzになります。

人間の耳は，密接に関連する倍音のために，本質的に「同じ」として1オクターブ離れた2つの音を聞く傾向があります。このため，西洋の記譜法では1オクターブ離れた音符に同じ名前が付けられます。Cの1オクターブ上の音符の名前もCです。これら12の音程は半音と呼ばれます。

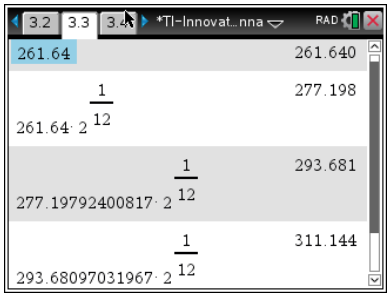
このプロジェクトでは$2^{1/12}$の原理を利用して，1オクターブの12音(ナチュラルとシャープの両方)に加えて，次のオクターブの最初の音を生成します。

ミドルC(上の五線譜の一番下の音)の周波数は261.64Hzです。ミドルCの1オクターブ上(トレブルCとも呼ばれます)の周波数は，2×261.64Hz(＝523.28Hz)です。これらの2つの音符の間には12の音階(半音)があり，各音符はその前の音符の$2^{1/12}$倍です。

1. TI-Nspire CXⅡのCalculatorアプリで261.64と入力します(右図参照)。つぎに，次の行で，最初にかけ算キーを押します。かけ算記号の前には何かが必要なため，最初に**Ans**を表示します(図には示されていません)。

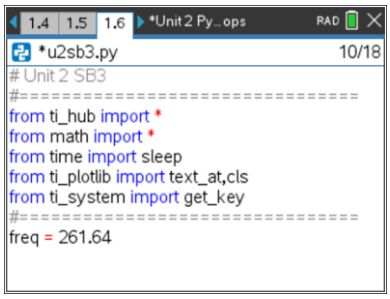
   Ansに2^(1/12)を掛けて，**enter**を押します。**enter**を繰り返し押して，一連の解を得ます。

   この繰り返しの規則をプログラムに組み込みます。**enter**を押し続けると，$F\times(2^{1/12})^{12}=2\times F$であるため，12番目の答えは523.28になり，開始値のちょうど2倍になります。



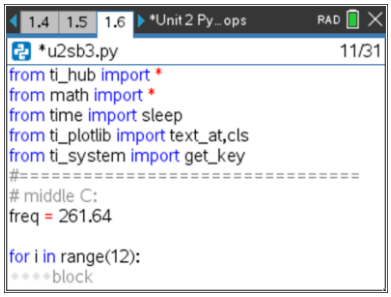
2. 新規のPython Hub Projectを開始します。変数**freq**に数261.64を割り当てることから始めます。

freq = 261.64



3. つぎに，12回何かを行うための**for**ループを記述します。

for i in range(12):



4. **for**ループblockで，次の2つのことを行います。

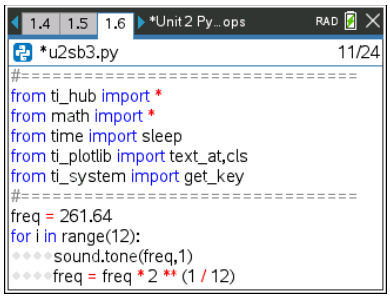
スピーカーの周波数値を1秒間再生します。

sound.tone(freq,1)

つぎに，frequency(周波数)を2**(1/12)(2の12乗根)の係数で増やします。

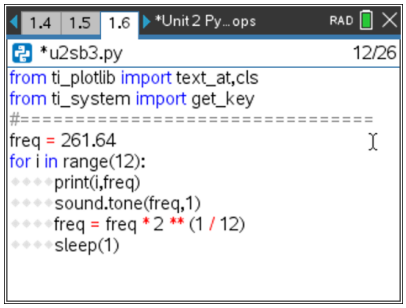
freq = freq * 2 ** (1/12)

**は，Pythonの累乗(または指数演算子)です。



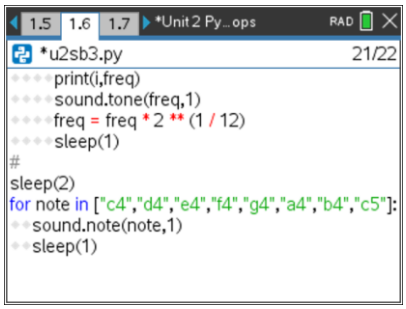
5. プログラムを実行すると(コードにエラーがないと仮定して)，最後のトーンだけが聞こえます。プログラムの実行速度が速すぎて，すべての音が聞こえません。サウンド機能の1秒の遅延は，電卓ではなくTI-Innovator Hubで発生します。プログラムが次のサウンドを送信するのが速すぎます。サウンドの再生後にループに**sleep(1)**関数を加えて，各音符の再生中に待機するようプログラムに指示します。

また，**print()**ステートメントを追加して，再生されている周波数と同時に再生されている周波数を確認することもできます。



6. TI-Innovator Hubで音符を演奏する別の方法があります。次のコードをプログラムに追加します。

```
sleep(2)
for note in ["c4","d4","e4","f4","g4","a4","b4","c5"]:
    sound.note(note,1)
    sleep(1)
```



角かっこ[ ]は，数字**0**の左側の**ctrl+(**を押してキーパッドに見つけます。

説明：

sleep(2)は，プログラムの最初の部分と，この2番目の部分の間のわずか2秒の休止です。

for note inは，典型的な**for**ループステートメントの始まりです。この形式の**for**ステートメントは，**menu > Built-ins > Control > for index in list:(**メニュー>組み込み>制御>リスト内のインデックス)から得られます。

["c4","d4","e4","f4","g4","a4","b4","c5"]は，それぞれ引用符(文字列)で囲まれた音符のリストです。**c4**は4オクターブの音符Cです(ミドルC，周波数261.64Hz)。

sound.note(*noteName* ,*time*) このループは，おなじみのdo-re-mi-fa-sol-la-ti-do(ドレミファソラシド)スケールを再生します。オクターブのシャープを省略します。

リストを変更して曲を再生できますか。