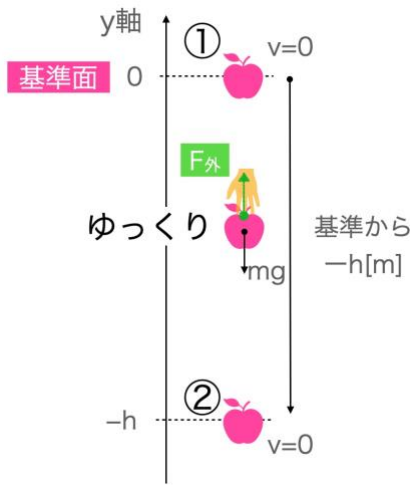


○ 重力による位置エネルギーと万有引力による位置エネルギー

質量 m の物体を持ち上げると、その物体は高さに応じて物体は「重力による」位置エネルギー () を得ますが、この式が使えるのは $mg = \text{一定}$ として仮定できる 地表面付近のみ です。地球の中心から離れると、万有引力は小さくなるため、 g の値も小さくなり、万有引力による位置エネルギーは mgh で計算できません。下の A をもとに B から万有引力による位置エネルギーの式を求めてみましょう。

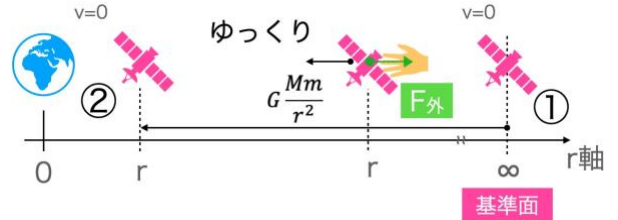
A 基準面より「 $-h$ 」下にある位置の「重力による」位置エネルギー



$$W_{\text{外}} = \int_0^{-h} F_{\text{外}} dy$$

0 + () = ②の位置 E
 ①の力学 E 外力の仕事 ②の力 E

B 惑星から距離 r は離れた位置の「万有引力による」位置エネルギー（「無限遠」を基準）



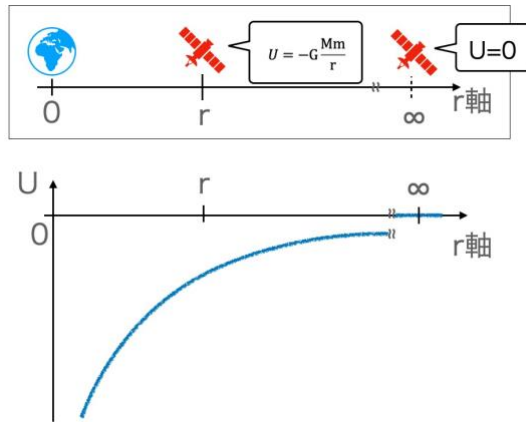
$$W_{\text{外}} =$$

0 + () = ②の位置 E
 ①での力 E 外力の仕事 ②の力 E
 惑星から距離 r の位置での万有引力による位置エネルギーの式

$U =$ 覚える

万有引力による位置エネルギーの場合に、なぜ無限遠を基準にするのでしょうか。それは宇宙規模の運動を考える場合、地球の地面を基準にとる意味がないからです。何も無い空間を基準として計算をしたほうが扱いやすく便利です。

- ・「万有引力による位置エネルギー」と万有引力の関係

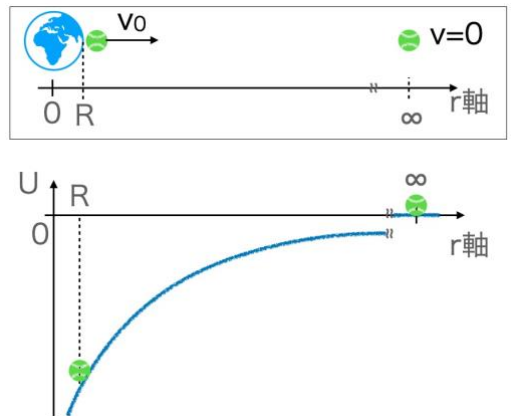


万有引力モデル <https://youtu.be/76Vyh4huJc>

問題 地球の質量を M 、万有引力定数を G とすると、地球の中心から距離 r 離れた点①にある質量 m の衛星の万有引力による位置エネルギー U_1 と、距離 $2r$ 離れた点②にある場合の位置エネルギー U_2 は、の大小関係は 。空欄に当てはまる文字を書きなさい。

○ 第二宇宙速度

第一宇宙速度 (7.9km/s) よりも大きな初速度で物体をなげると、物体は () 運動となり地球を一つの焦点として運動をします。さらに初速度を大きくすると、地球の万有引力の影響を離れて、無限遠に飛び去っていきます。地球の万有引力の影響を離れて、無限遠でピタッと止まる速度を、第二宇宙速度といいます。第二宇宙速度以上で投げれば、物体は地球に帰ってこなくなります。



問題 第二宇宙速度は何 km/s ですか。なお地球の半径 R を 6400 k m、重力加速度 g を 9.8m/s^2 とする。