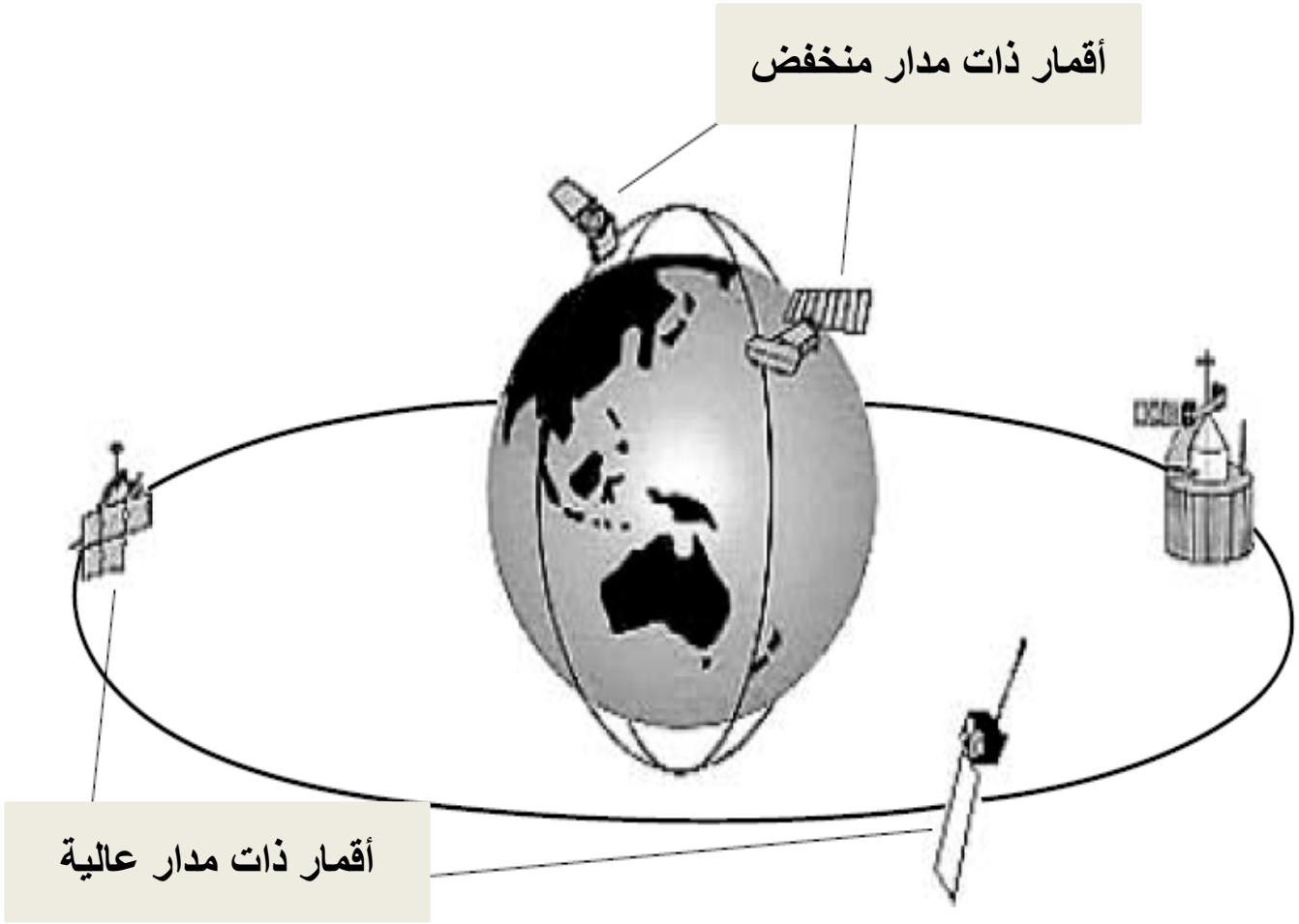
المحاضرة الثالثة

المدارات Orbits



الأقمار الاصطناعية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المدارات

- يعرف المدار علي أنه المسار الذي يسلكه القمر أثناء دورانه حول الأرض
- يمكن تقسيم المدارات إلي الأتي:-

- مدار عالي (أكثر من 36000 km) High earth orbit HEO
- مدار ثابت Geostationary orbit (GEO).
- مدار وسط Medium earth orbits (MEO)
- مدار قصير Low earth orbits (LEO)

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المدارات

- لكي يكون المدار ثابت يجب أن يحقق الأتي:-

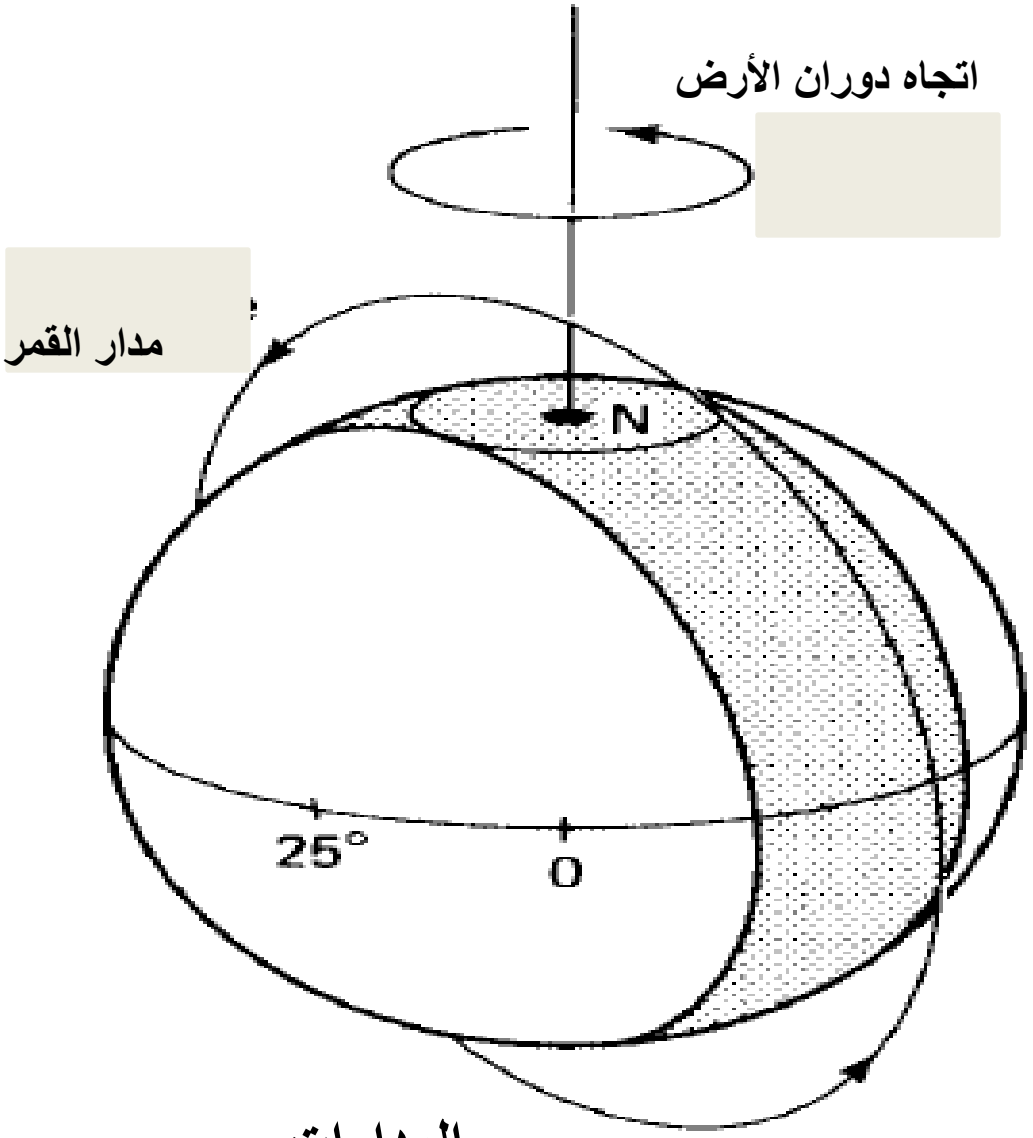
✓يجب أن يتحرك القمر في نفس اتجاه الأرض وبنفس سرعة الأرض (3.073km/s)

✓الفترة الزمنية للدوران حول مساره عبارة عن 23 ساعة و56 دقيقة

✓ المدار يجب أن يكون دائري

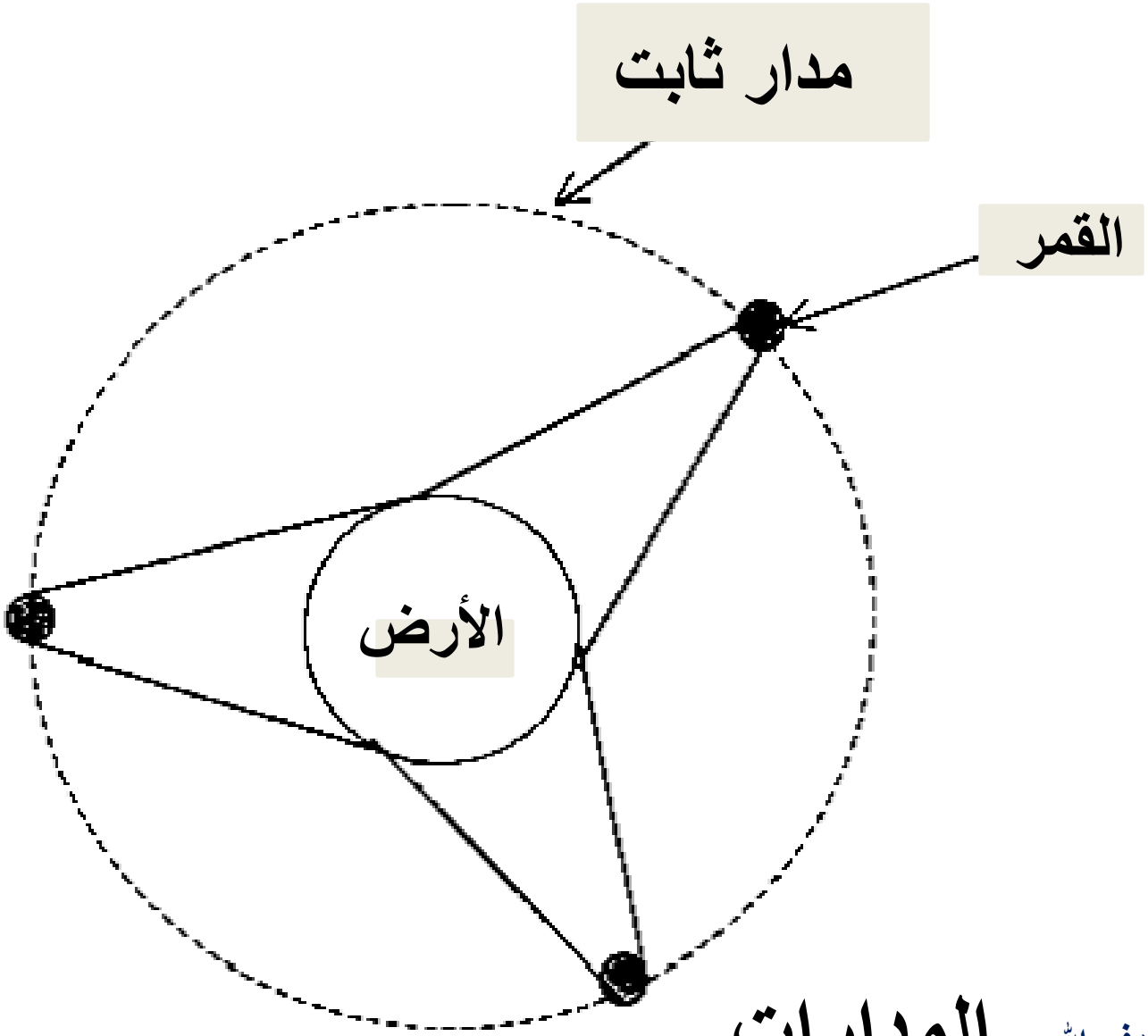
✓ زاوية الانحناء يجب أن تكون صفراً

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



المدارات

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



المدارات

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

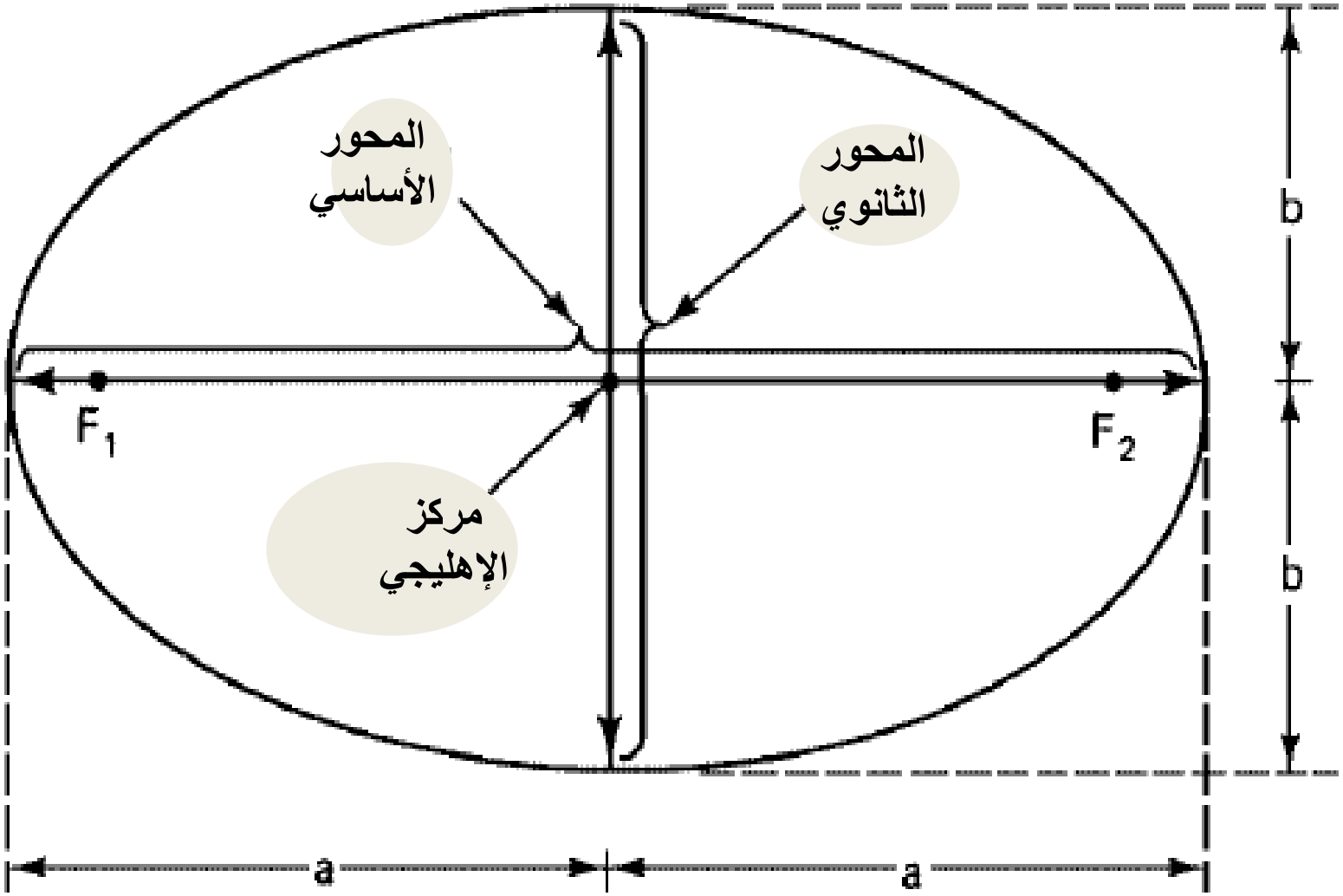
المدارات – قوانين كليبر

- فرض كليبر أنه لفهم حركة الكواكب السيارة حول الشمس لا بدأ من أن تكون الشمس نقطة قياسية أو مرجعية
- وفقاً لمبدأ كليبر فإن الحركة المدارية للكواكب السيارة تنبني علي ثلاث مبادئ أساسية عرفت بقوانين كليبر

❑ ***القانون الأول*** ينص علي أن حركة أي كوكب سير حول الشمس هي حركة إهليجية مع الشمس عند نقطة واحدة بؤرية

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{}$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي



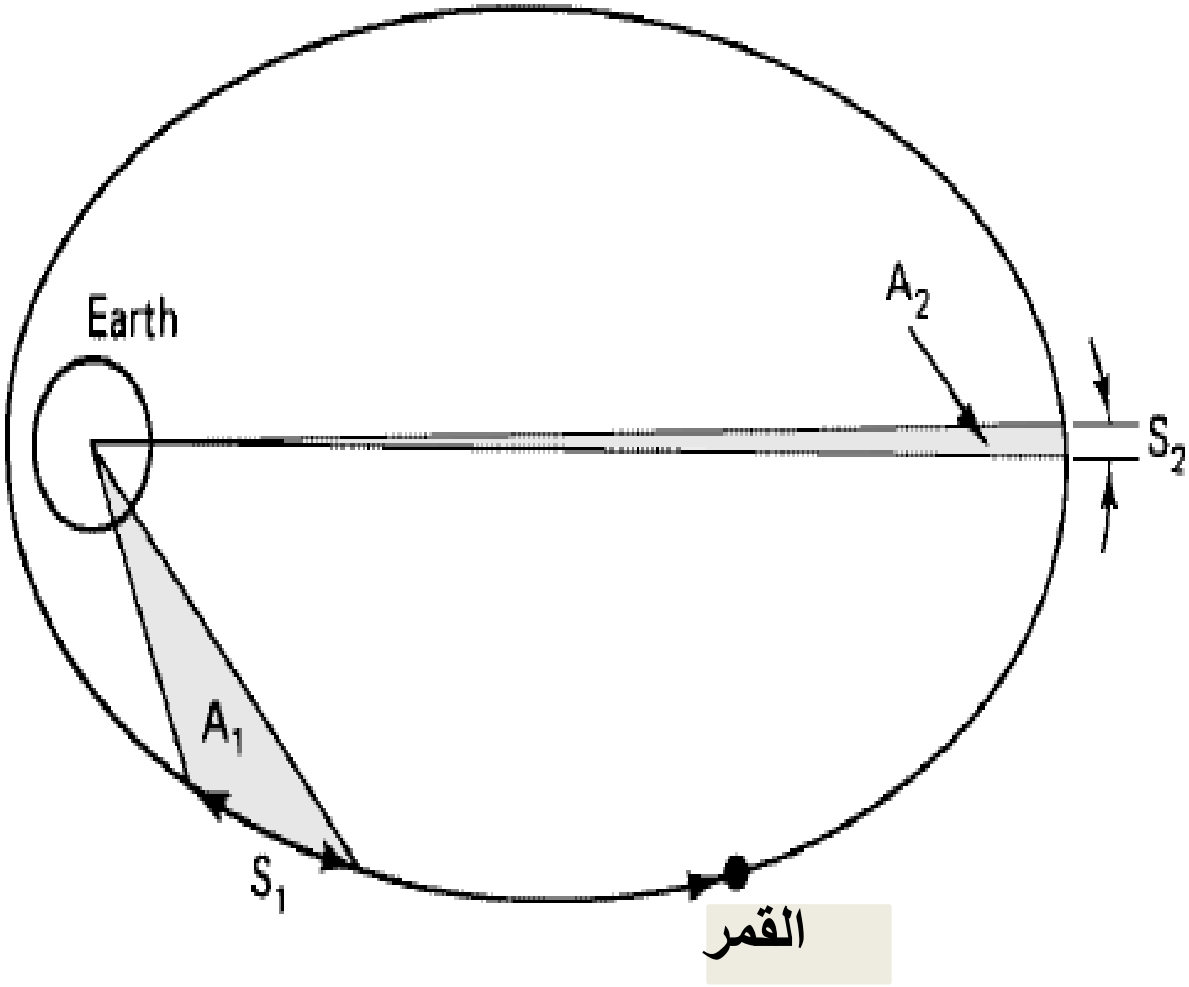
مدار إهليجي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المدارات – قوانين كلبير

- ***القانون الثاني*** المساحة المغطاة بواسطة المحور الذي يربط بين سطح معين والشمس خلال المسار الإهليجي للكوكب السيار متساوية عند فترات زمنية متساوية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المدارات – قوانين كليبر

- **القانون الثالث** ينص علي أن النسبة لمكعب المسافة بين الكوكب السيار والشمس بالنسبة لمربع الفترة الزمنية تساوي ثابت K

$$K = R^3 / T^2$$

R : هي المسافة بين الكوكب السيار والشمس

T : فترة الكوكب السيار

$$K = 3.986005 \times 10^{14}\ \mathrm{m^3/sec^2}$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

المدارات – قوانين كليبر

- لم يجد كليبر جواباً علي سؤاله كيف يستطيع الكوكب السيار أن يبقي في مداره الإهليجي حول الشمس إلي أن جاء نيوتن وقوانين الجاذبية
- قوة الجاذبية تؤثر علي أي جسم له كتلة يرمز لها بالرمز (m)
- وفقاً لنيوتن فإن أي جسمين لهما كتلتين m1,m2 وبينهما مسافة (r)فإن قوة الجاذبية التي تحكم العلاقة بين هذين الجسمين هي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المدارات – قوانين كليبر

$$F = \frac{G.m_1.m_2}{r^2}$$

- حيث :-

F شدة قوة الجاذبية (N)

m1,m2 الكتلة لكل جسم

r المسافة بين الجسمين من مركز الكتلة

G ثابت الجاذبية $= 6.67x10^{-11}N$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المدارات – قوانين كليبر

- إذا كان الكوكب السيار يدور حول الشمس ففي مدار دائري وبسرعة ثابتة فإن قوة الجذب المركزي تعطي بالعلاقة

$$F = \frac{4\pi^2 . m . R}{T^2} \ldots\ldots (3)$$

m : كتلة الكوكب السيار

R : المسافة بين الكوكب السيار والشمس

T : الزمن المداري

- بالرجوع لقانون كليبر الأول فإن

$$T^2 = {R^3}/{K} \ldots\ldots (4)$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المدارات – قوانين كلبير

- نعوض عن قيمة T في معادلة (3) لنحصل علي

$$F = \frac{4\pi^2 . m . K}{R^2} \ldots\ldots (5)$$

- من هذه المعادلة نلاحظ أن تجاذب الجاذبية بالنسبة للشمس للكوكب السيار يتناسب طردياً مع كتلته وعكسياً مع مربع المسافة بين الشمس والكوكب السيار
- نفس هذه العلاقة يمكن أن تطبق علي الأرض وأي كوكب سيار أخر

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المدارات – قوانين كليبر

- قوة جذب الجاذبية الأرضية المؤثرة علي القمر تعطي بالعلاقة الآتية

$$F = \frac{4.\pi^2, m.k_E}{R_E^2} \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

k_E : ثابت التناسب بالنسبة إلي الأرض

R_E : نصف قطر الأرض

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المدارات – قوانين كليبر

- عجلة الجاذبية لسطح الأرض هي

$$g_E = \frac{F}{m} = \frac{4\pi^2 . K_E . m}{R_E^2 . m} \quad .... (7)$$

$$g_E = \frac{4\pi^2 . K_E}{R_E^2} \quad .... (8)$$

- عجلة القمر نحو الأرض هي

$$g_M = \frac{4\pi^2 . K_E}{R_M^2} \quad .... (9)$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردفان

المدارات – قوانين كليبر

$$\frac{g_M}{g_E} = \frac{4.\pi^2.K_E/R_M^2}{4.\pi^2.K_E/R_E^2} = \left|\frac{R_E}{R_M}\right|^2 \ldots\ldots(10)$$

- من ذلك نلاحظ أن عجلة الجاذبية للقمر تجاه الأرض تتناسب مع عجلة جذب الأرض ومع مربع نصف القمر للأرض وعكسياً مع مربع نصف القطر المداري للقمر
- أيضاً عجلة أي كوكب سيار نحو الشمس أو عجلة القمر أو أي قمر اصطناعي نحو الأرض تساوي قوة الطرد المركزي وتعاكسها في الإتجاه

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

المدارات – قوانين كليبر

- يبقي القمر الاصطناعي في مداره بسرعة مدارية تعطي بالعلاقة الآتية

$$V^2 = g.R_{sat} \quad \ldots\ldots \quad (11)$$

- g: قوة الجاذبية الأرضية وهي عبارة عن قوة جذب القمر إلي الأرض
- R_{sat} : نصف القطر من مركز الأرض إلي مركز القمر

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

المدارات – قوانين كلبير

- بالنسبة لمدار دائري علي ارتفاع h فوق سطح الأرض فإن المسار الدائري عبارة عن:

$$2\pi(a+h)$$

- a : متوسط نصف قطر الأرض وهو عبارة عن 6371km
- h : ارتفاع المدار فوق سطح الأرض
- السرعة المدارية ثابتة v حيث أن الفترة الزمنية لهذا المسار الدائري عبارة عن

$$T = 2\pi(a+h)/v \quad . \; . \; . \; (12)$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المدارات – قوانين كلبير

- قوة الطرد المركزي لقمر كتلته m عبارة عن

$$mv^2/(a+h). \quad . \quad . \quad (13)$$

- قوة جاذبية الأرض عبارة عن

$$\mathrm{g} = 9.81\,\mathrm{m/s^2} \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

- ومن ذلك فإن عجلة الجاذبية الأرضية عبارة عن

$$g' = g[a/(a+h)]^2 \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كردي

المدارات – قوانين كلبير

- لكي يبقي المدار في مساره المخصص فإن قوة الجاذبية الأرضية يجب أن تعادل مع قوة الطرد المركزي ومن ذلك نجد أن

$$mg[a/(a+h)]^2 = mv^2/(a+h)$$

$$v = a[g/(a+h)]^{\frac{1}{2}} \quad . \quad . \quad (16)$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري