oi, 30.4.2020, 9a+, ph

Kraft F auf den Mond mit

$$F = m * \frac{v^2}{r} \quad mit\ v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi * \frac{380000km}{27{,}2d} = 2\pi * \frac{38 * 10^7 m}{27{,}2 * 24 * 3600s} = \ 1016\frac{m}{s} = 1{,}016\frac{km}{s}$$

ergibt $F = 7{,}35 * 10^{22} kg * \frac{\left(1016\frac{m}{s}\right)^2}{380000km} = \ 7{,}35 * 10^{22} kg * \frac{\left(1016\frac{m}{s}\right)^2}{380000 * 10^3 m} = 0{,}02\ [\ kg * \frac{m^2}{s^2} * \frac{1}{m} = kg * \frac{m}{s^2} = N\ ]$

Diese Kraft ist im Verhältnis zur Masse des Mondes sehr klein.

Newton hat diese Rechnung tatsächlich so ähnlich durchgeführt, um seine Gravitationsformel zu untermauern - allerdings hat er nicht die Kraft F sondern die Beschleunigung a betrachtet, da er die Masse des Mondes nicht kannte:

mit F = m*a =$m * \frac{v^2}{R}$erhält man für a =$\frac{v^2}{R}$ mit R als Radius der Mondbahn um die Erde.

Was man aber bereits seit dem historischen Griechenlang wußte: R ≈ 60r mit r als Erdradius.
Und auch der Radius der Erde war nach Columbus einigermaßen genau bekannt: r = 6370 km = 6,37*$10^6 m$

Das gab Newton die Möglichkeit die Beschleunigung auf den Mond mit der seit Galilei bekannten Beschleunigung an der Erdoberfläche - also g=9,81 m/s^2 - in Verbindung zu bringen:

Er vermutete, dass es sich dabei um ein und dieselbe Kraft - eben die Gravitationskraft G - handelt und dass diese Kraft umgekehrt proportional zur Entfernung sein müsste:

also wäre die Beschleunigung auf den Mond das $\frac{1}{60^2}\ - fache\ der\ Erdbeschleunigung\ g$

Damit erhält man folgenden zu überprüfenden Ansatz:

$$a_M = \frac{v^2}{R} = \frac{v^2}{60r} = \left(\frac{1}{60}\right)^2 * g \Rightarrow g = \frac{v^2}{r} * \frac{60^2}{60} = \frac{\left(1019\frac{m}{s}\right)^2}{6370km} * 60 = \frac{\left(1019\frac{m}{s}\right)^2}{6{,}37 * 10^6 m} * 60 = 9{,}78\frac{m}{s^2} \quad ok!!$$

Das bestätigte Newton in der Formulierung seiner Formel für die Gravitationskraft

$$\mathbf{G = \gamma * \frac{m_1 * m_2}{r^2}}$$

$$mit\ der\ Gravitationskonstante\ \gamma, Symmetrie\ zu\ m_1 und\ m_2\ und\ Abstandsquadrat$$
$$-\ also\ alles\ in\ Einverständnis\ zu\ seinen\ grundsätzlich\ formulierten\ 3\ Newtonschen\ Gesetzen!$$

Arbeitsauftrag/HA

Aufgabe 1

Ein Formel1-Bolide fährt mit v = 150 km/h eine Kurve mit dem Bahnradius r = 45 m.
a: Berechne die auftretende Beschleunigung.

[Zwischenergebnis: a = 38,6 m/s^2]

b: Gib diese Beschleunigung als Vielfaches der Erdbeschleunigung an!
c: Die nächste Kurve besitzt einen Kurvenradius von r = 28 m.
Mit welcher Geschwindigkeit kann er die Kurve durchfahren, wenn die Beschleunigung aus a nicht überschritten werden soll.

d: Ein gut trainierter Formel1-Fahrer kann eine Kurve mit a = 8*g durchfahren. Welche Geschwindigkeit kann er damit erreichen, wenn die Kurve einen Radius von 28 m besitzt.

Aufgabe 2

Ein Fahrradfahrer fährt mit v = 25 km/h eine Kurve mit dem Bahnradius r = 28 m.

a: Berechne die auftretende Beschleunigung.

[Zwischenergebnis: a = 1,7 m/s^2]

b: Gib diese Beschleunigung als Vielfaches der Erdbeschleunigung an!

c: Die nächste Kurve besitzt einen Kurvenradius von r = 35 m.
Mit welcher Geschwindigkeit kann er die Kurve durchfahren, wenn die Beschleunigung aus a nicht überschritten werden soll.

d: Ein gut trainierter Fahrrad-Fahrer kann eine Kurve mit a = 0,5*g durchfahren. Welche Geschwindigkeit kann er damit erreichen, wenn die Kurve einen Radius von 28 m besitzt.

Aufgabe 3

Ein Diskuswerfer dreht eine Runde mit ca. T = 0,6 s - dabei beträgt der Radius zur Diskusscheibe ca. 80 cm.

a: Berechne die Geschwindigkeit des Diskus
[v = 8,4 m/s]

b: Berechne die Beschleunigung auf den Diskus als Vielfaches der Erdbeschleunigung g.

[a = 8,9 * g !!!]

c: Um den Weltrekord zu übertreffen müsste der Diskuswerfer seine Beschleunigung auf 90 $\frac{m}{s^2}$ steigern.
Um wie viel Prozent müsste er seine Drehzeit herunter drücken?