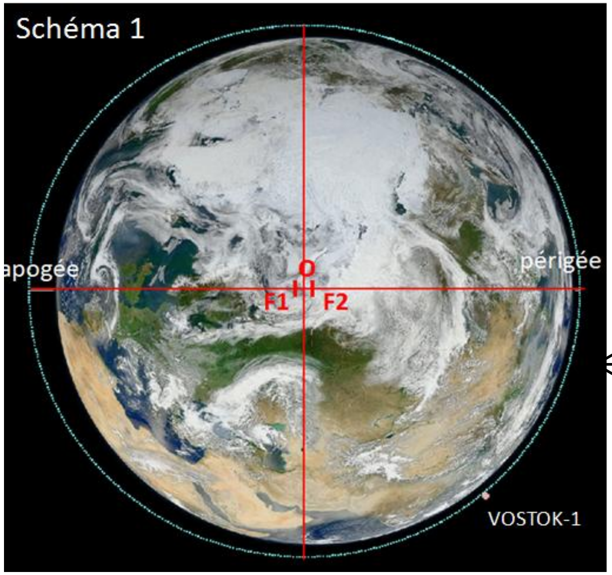
TS DEVOIR 1h **Ю́рий Алексе́евич Гага́рин**

L'orbite du vaisseau VOSTOK 1

1-1.D'après le document précédent, que signifie apogée et périgée de l'orbite. Que signifie inclinaison = 64.5 ° ? Que représente le tracé sur le schéma 2 ? On se trouve alors dans quel référentiel ? Pour le schéma 1 dans quel référentiel est représentée l'orbite de VOSTOK-1 ? Le centre de la Terre se trouve-t-il en F1, O ou F2 ?

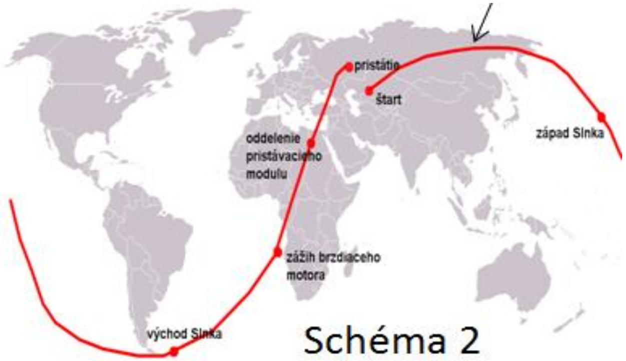


Périgée : altitude maxi du satellite (315 km)
Apogée : altitude minimum du satellite (169 km)

64.5° : Inclinaison de l'orbite par rapport au plan de l'équateur terrestre

Mouvement dans le référentiel géocentrique

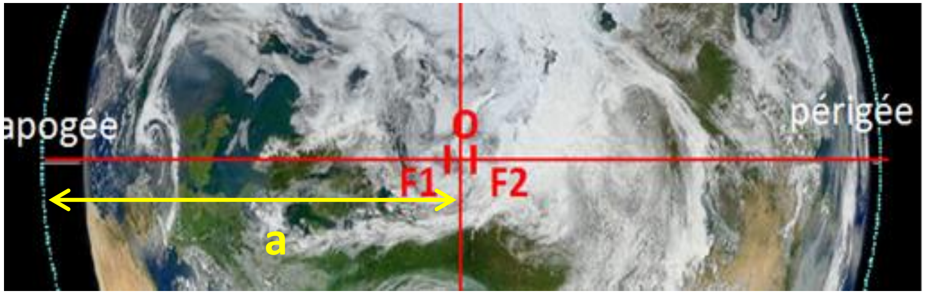
Le centre de la Terre se trouve sur le foyer F2



Projection du mouvement de VOSTOK-1 sur la surface de la Terre

Donc référentiel terrestre

1-2. Montrer que le demi-grand axe (noté a) de l'orbite de VOSTOK-1 est de 6642 km.



Grand-axe = 2x rayon Terre + périgée + apogée

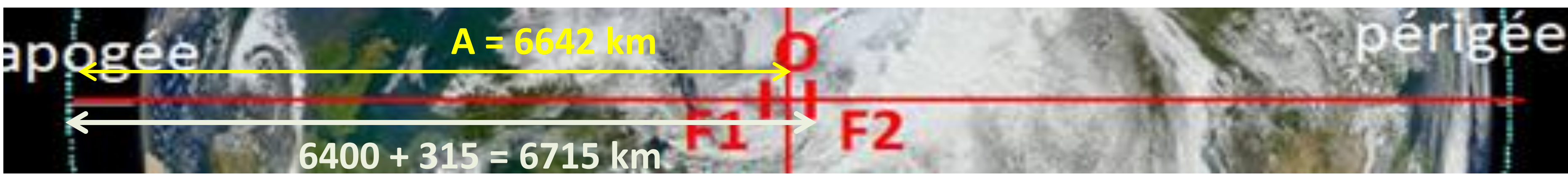
= 2x6400 + 169 +315 = 13284 km

Demi-grand axe a = $\frac{13284}{2}$ =6642 km

1-3. Quelle loi de KEPLER permet de dire que la vitesse de VOSTOK-1 était maximum au passage au périgée de l'orbite ? Expliquer.

La 2^{e} loi de KEPLER (loi des aires) indique que plus un corps est proche de son centre attractif plus sa vitesse est grande. Donc ici VOSTOK-1 est le plus proche du foyer de l'orbite F2 (centre de la Terre) au moment du passage au périgée (169 km d'altitude)

1-4. Montrer que l'excentricité de l'orbite est très faible et que l'on peut considérer cette orbite comme quasi circulaire (excentricité : e = c/a avec c = distance entre le centre de l'ellipse et un des foyers)

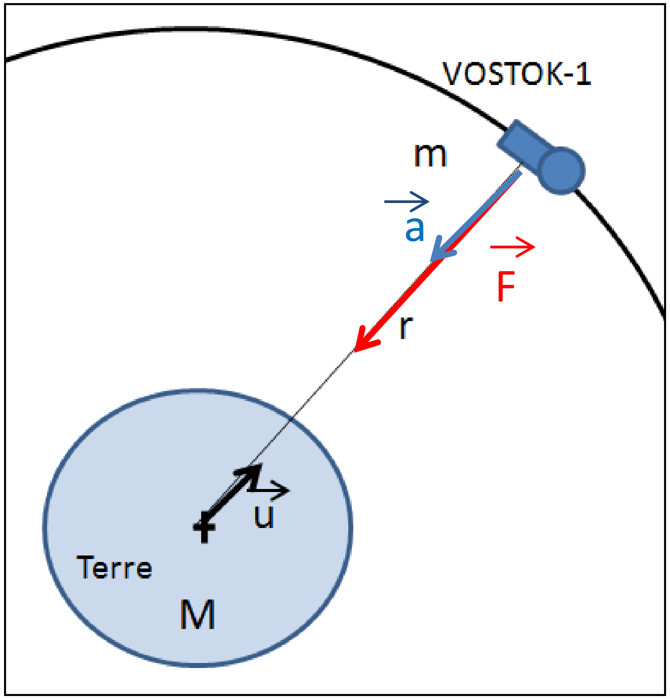


c = 6715 – 6642 = 73 km

$e = \frac{c}{a} = \frac{73}{6642} = 0.011$

L'excentricité est très faible, l'orbite se rapproche d'un cercle

2-1. Représenter sur ce schéma la force d'attraction gravitationnelle qu'exerce la Terre sur VOSTOK-1. Donner son expression vectorielle .



$$\vec{F} = - \frac{G.M.m}{r^2} \vec{u}$$

2-2. En utilisant la seconde loi de NEWTON, établir l'expression vectorielle de l'accélération en fonction de G, M, r et du vecteur unitaire u. Représenter ce vecteur accélération a sans souci d'échelle sur le schéma.

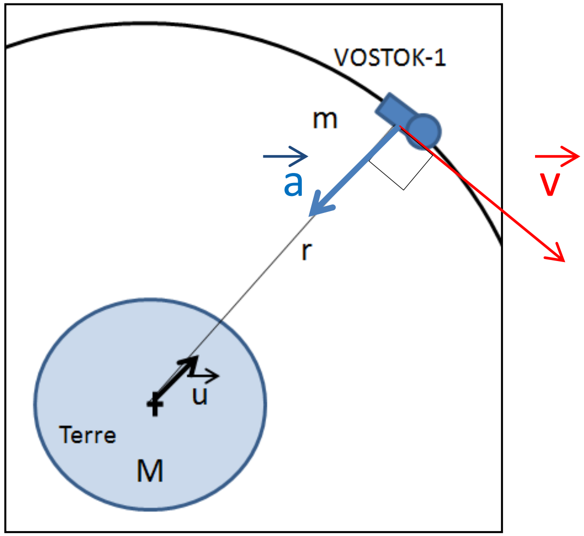
Système : { VOSTOK-1} ; référentiel géocentrique

2^{e} loi de NEWTON : $\sum \overrightarrow{Forces}_{ext} = \vec{F} = m.\vec{a}$ (m : masse de VOSTOK-1 = constante)

Et $\vec{F} = - \frac{G.M.m}{r^2} \vec{u}$

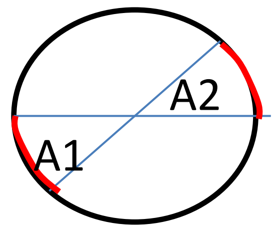
Donc $\vec{a} = - \frac{G.M}{r^2} \vec{u}$ ($\vec{a}$ est de même sens et direction que $\vec{F}$)

2-3. Montrer que le mouvement est obligatoirement circulaire et uniforme.



Comme le mouvement est circulaire, l'accélération reste perpendiculaire à l'accélération. Il n(y a donc pas d'accélération tangentielle et donc pas de variation de la valeur de v. le mouvement est donc uniforme

ou



Loi des aires de KEPLER :

Le rayon vecteur Terre-Vostok1 parcourt des aires égales en des temps égaux.

Comme la trajectoire est circulaire, le satellite parcourt des distances égales en des temps égaux donc la vitesse reste constante.

2-4. Connaissant la période de révolution indiqué dans le document, trouver la valeur de la vitesse de VOSTOK-1 par rapport au centre de la Terre.

Mouvement circulaire donc $v = \frac{2.\pi.\ r}{T}$

$V = \frac{2.\pi.\ 6642 \times 10^3}{(89.34 \times 60)} = 7785$ m/s

2-5. Montrer que, dans le cas d'un mouvement circulaire, la valeur de la vitesse du satellite de VOSTOK-1 a pour expression : **v =** $\sqrt{\frac{G.M}{r}}$. Calculer ensuite cette vitesse.

Mouvement circulaire uniforme : $a = \frac{V^2}{r}$

et $a = \frac{G.M}{r^2}$

$V^2 = \frac{G.M}{r}$ Donc $V = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$.

$$V = \sqrt{\frac{6.674\times10^{-11} \times 5.99\times10^{24}}{6642\times10^{3}}} = 7758 \text{ m/s}$$

2-2. Enoncer la troisième loi de KEPLER et montrer que la période T de VOSTOK-1 s'exprime de la façon suivante : $T = \sqrt{\frac{r^3.4\pi^2}{G.M}}$. Calculer cette période en minutes.

3e loi de KEPLER : $\frac{a^3}{T^2}$ = constante pour toute planète orbitant autour du Soleil

Donc aussi pour tout satellite orbitant autour de la Terre

$V = \frac{2.\pi.r}{T}$

$V = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$.

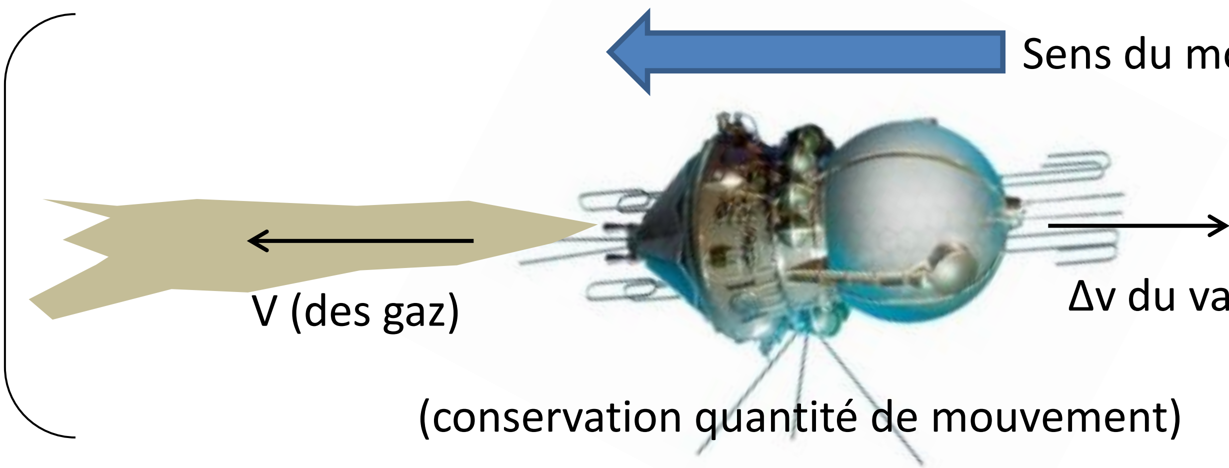
$$\frac{4.\pi^2.r^2}{T^2} = \frac{G.M}{r} \Rightarrow T^2 = \frac{4.\pi^2.r^2.r}{G.M}$$

Donc $T = \sqrt{\frac{r^3.4\pi^2}{G.M}}$.

$$T = \sqrt{\frac{4.\pi^2.(6642\times10^3)^3}{6.674\times10^{-11} \times 5.99\times10^{24}}} = 5379 \text{ s} = 89.6 \text{ min}$$

2-7-1. Que signifie « rétrofusées » ? Quel est l’effet des rétrofusées sur le mouvement de VOSTOK-1 et que cela entraine-t-il ?

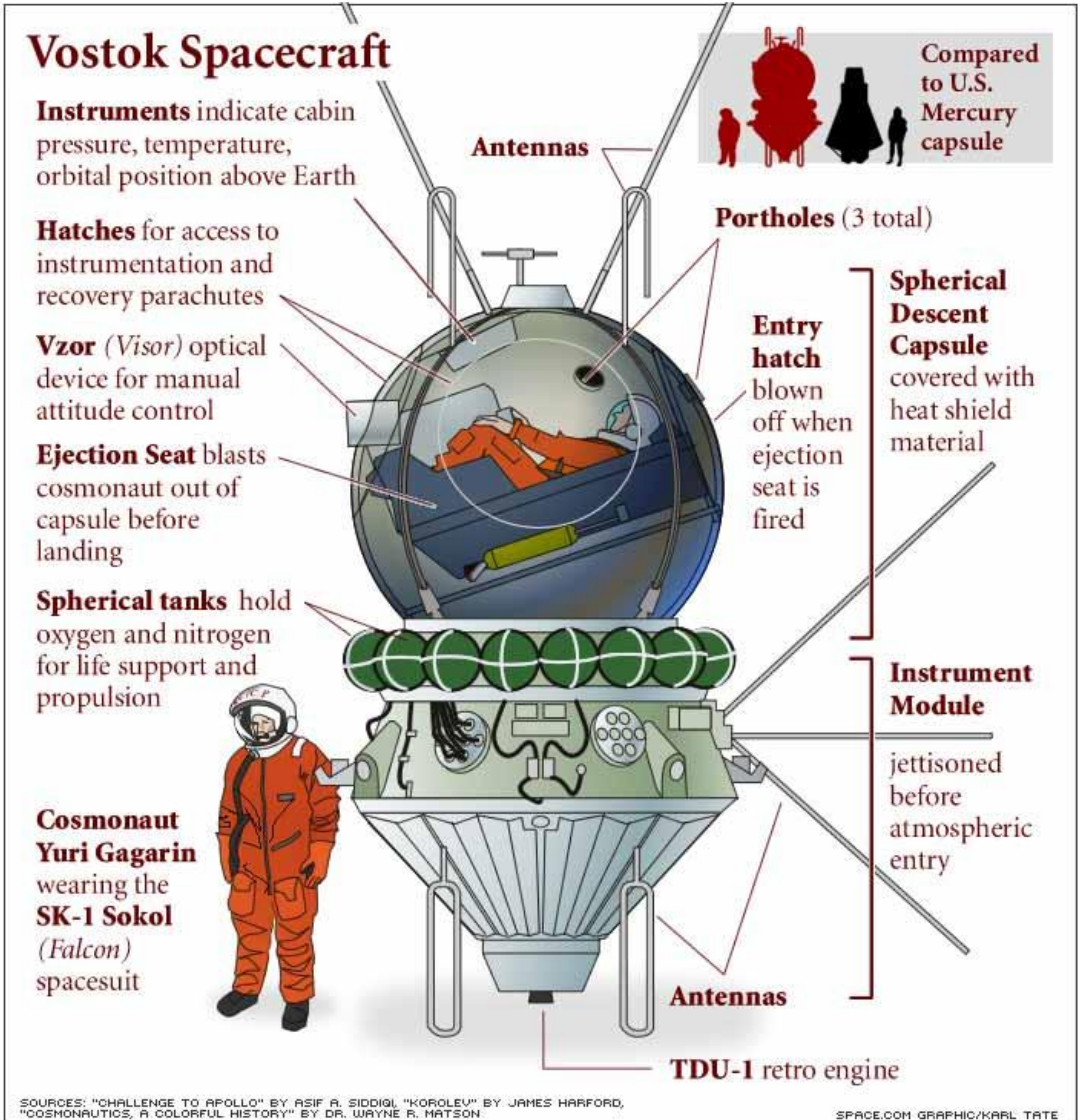
Retrofusées : elles expulsent leur gaz en sens inverse du mouvement et permettent donc une diminution de la vitesse du vaisseau



(conservation quantité de mouvement)

2-7-2. Que signifie « dégradation progressive de son orbite sous l'effet de la traînée »

Le vaisseau VOSTOK-1 n’a pas une altitude très élevé, il passe à 169 km d’altitude. A cet endroit, l’atmosphère est très raréfiée mais suffisante pour faire diminuer la vitesse du vaisseau jusqu’à ce qu’il puisse rentrer dans l’atmosphère.


Vostok Spacecraft
Compared to U.S. Mercury capsule
Instruments indicate cabin pressure, temperature, orbital position above Earth
Antennas
Portholes (3 total)
Hatches for access to instrumentation and recovery parachutes
Vzor (Visor) optical device for manual attitude control
Entry hatch blown off when ejection seat is fired
Spherical Descent Capsule covered with heat shield material
Ejection Seat blasts cosmonaut out of capsule before landing
Spherical tanks hold oxygen and nitrogen for life support and propulsion
Instrument Module
jettisoned before atmospheric entry
Cosmonaut Yuri Gagarin wearing the SK-1 Sokol (Falcon) spacesuit
Antennas
TDU-1 retro engine
SOURCES: "CHALLENGE TO APOLLO" BY ASIF A. SIDDIQI, "KOROLEV" BY JAMES HARFORD, "COSMONAUTICS, A COLORFUL HISTORY" BY DR. WAYNE R. MATSON
SPACE.COM GRAPHIC/KARL TATE