

Mögliche Fragen

- 1) 4 Nutzungsbereiche der Raumfahrt
- 2) Unterscheidung von Raumflugkörpern und je 3 Beispiele
- 3) Definition Sonnenzeit
- 4) Definition Sternzeit
- 5) Genauste Zeitskala der Gegenwart
- 6) 5 Astronomische Zeitsystem
- 7) 2 Atomzeiten
- 8) 2 Kalenderarten
- 9) 4 Koordinatensysteme
- 10) Was beschreiben die Keplerelemente?
- 11) 6 Keplerelemente
- 12) Was ist beschreibt das Gravitationsgesetz?
- 13) 4 verschiedene Orbits
- 14) Was ist der Frühlingspunkt
- 15) Definition Swing-by Manöver
- 16) Grundprinzip einer Rakete
- 17) Was beschreibt die Raketengrundgleichung?
- 18) Wofür kann sie angewendet werden?
- 19) Aufgaben einer Düse
- 20) Eigenschaften LAVAL-Düse
- 21) Was beeinflusst Gasaustrittsgeschwindigkeit am Düsenende?
- 22) Was beeinflusst Schubkraft der Rakete?
- 23) In welche Einzelmassen kann Raketenmasse aufgeteilt werden?
- 24) 6 Stufungsarten bei Raketen
- 25) 4 Unterschiede Parallel- und Serienstufung
- 26) 4 Einflüsse auf Aufstiegsbahn
- 27) Aufbau einer Rakete
- 28) 2 Arten der Treibstoffförderung
- 29) 4 Arten Triebwerkskühlung
- 30) Prozeduren Startkampagne
- 31) Anforderungen an Startplätze
- 32) 7 Raketenstartplätze
- 33) Wichtigste Punkte einer Startsequenz
- 34) 6 Startbelastungen
- 35) 5 Peaks im Beschleunigungsdiagramm der Ariane 5 benennen
- 36) 3 Aufgaben Raumfahrtantriebe
- 37) 5 Arten Raumfahrtantriebe
- 38) Einteilung chemischer Antriebe

- 39)** 6 Komponenten der SAINT-VENANT Formel erklären
- 40)** Eigenschaften Heißgas-, Kaltgas-, Feststoffsysteme
- 41)** 3 Brennverläufe von Feststoffantrieben
- 42)** 5 Anforderungen an Treibstoffe
- 43)** 5 Treibstoffkombinationen
- 44)** Unterschiede elektrothermische, elektrostatische, elektromagnetische Antriebe und Beispiele
- 45)** 3 Arten nuklearer Antriebe und Funktionsprinzip
- 46)** Je 2 Trägersysteme nennen; USA, JAP, IND, CHINA, RUSS
- 47)** Merkmale Verlustsysteme / Wiederverwendbare Systeme
- 48)** Unterschied Space Shuttle / Energija (Buran)
- 49)** Eigenschaften von Staustrahl- und Überschallstaustrahltriebwerken
- 50)** 3 Flugphasen beim Wiedereintritt
- 51)** 3 Arten des Wiedereintritts
- 52)** 3 Kühlungsarten
- 53)** 3 Merkmale kinetische Energie des Wiedereintrittskörpers
- 54)** 3 Merkmale Staupunkt
- 55)** Was ist Weltraummüll?
- 56)** 3 Regionen mit hoher Konzentration von Weltraummüll
- 57)** 5 Inklinationen mit hoher Konzentration von Weltraummüll
- 58)** Quellen und Senken von Weltraummüll
- 59)** 2 Hauptansätze zur Vermeidung von Weltraummüll
- 60)** 3 Merkmale Friedhofsorbit
- 61)** Definition Hypergol Treibstoffe
- 62)** Definition Kryogene Treibstoffe
- 63)** Definition inerte Gase

1. Kapitel

4 Nutzungsbereiche der Raumfahrt *f51*

- Erdbeobachtung
- Kommunikation und Navigation
- Erkundung des Weltraums
- Nutzung der Weltraumumgebung

Unterscheidung von Raumflugkörpern und je 3 Beispiele *f69*

- Unbemannte Raumflugkörper
 - Raumsonden
 - Satelliten
 - Höhenraketen
- Bemannte Raumflugkörper
 - Raumfahrzeuge
 - Raumstationen
 - Weltraumlabor

2. Kapitel

Definition Sonnenzeit *f4*

- Zeitintervall zwischen 2 nachfolgenden Sonnenübergängen in einem lokalen Meridian z.B. 2x Mittag

Definition Sternzeit *f5*

- Mittlere Zeit einer Erdrotation (2 Meridian-Passagen) bezüglich eines inertialen Raumpunktes (Frühlingspunkt)

Genaueste Zeitskala der Gegenwart *f7*

- TAI

5 astr. Zeitsystem *f8*

- Sonnenzeit
- Sternzeit
- Ephemeridenzeit
- Terrestrische Dynamische Zeit
- Baryzentrische Dynamische Zeit

2 Atomzeiten *f7,8*

- TAI
- UTC

2 Kalenderarten *f12*

- Julianisches Jahr
- Gregorianisches Jahr

4 Koordinatensysteme *f16-19*

- Geozentrisches inertiales Äquatorialsystem
- Heliozentrisches inertiales Äquatorialsystem
- Geozentrisches rotierendes Äquatorialsystem
- Geodätisches Äquatorialsystem

Was beschreiben die Keplerelemente *f32,32*

- 2 beschreiben die Lage der Bahnebene im Raum
- 1 Element die Lage der Ellipse in der Bahnebene
- 2 die Grösse und Form
- 1 Element die Position auf der Ellipse

6 Keplerelemente *f32,32*

- Grosse Halbachse
- Exzentrizität
- Inklination
- Lage des aufsteigenden Knotens
- Argument des Perigäums
- Wahre Anomalie

Gravitationsgesetz *f38*

- Beschreibt Anziehung zweier Massen bezüglich ihres Abstands

4 verschiedene Orbits *f63*

- LEO (Low Earth Orbit) 300-1000km
- MEO (Medium Earth Orbit) 6000-25000km
- GEO (Geosynchronous Orbit) 35786km
- HEO High Elliptical Orbit) 500x36000km

Frühlingspunkt *f16+17*

- Als Frühlingspunkt wird der Schnittpunkt des Himmelsäquators mit der Ekliptik bezeichnet, an dem die Sonne zum Frühlingsanfang der Nordhalbkugel steht. Der 2. Schnittpunkt des Himmelsäquators mit der Ekliptik heißt Herbstpunkt.

Definition Swing-by Manöver

- Bei Vorbeiflug an massereichem Körper wird ein Teil der Bewegungsenergie aus dem Bahnimpuls übertragen.
- Geschwindigkeit erhöht sich bei passieren der Umlaufbahn hinter dem Planet
- Geschwindigkeit verringert sich bei passieren der Umlaufbahn vor dem Planeten

3. Kapitel

Grundprinzip der Rakete *f3+4*

- Rückstoßprinzip
- Kraft bewirkt Beschleunigung der Masse
- Antriebsenergie wird aus Umwandlung chemischer Energie gewonnen
- Rakete hat Treibstoff und Oxidator
- In Brennkammer wird chemische Energie in Wärmeenergie umgewandelt
- In Düse wird Wärmeenergie in kinetische Energie umgewandelt

Was beschreibt Raketengrundgleichung *f9*

- Beschreibt Antriebsvermögen in Abhängigkeit der Raketenmasse

Kann wofür angewendet werden *f10*

- Treibstoffbedarf berechnen

Aufgaben einer Düse *f15*

- Düse wandelt Wärmeenergie in kinetische Energie um
- Beschleunigten Gase wirken auf Düsenaustrittsfläche

Eigenschaften LAVAL-Düse *f18*

- Rotationssymmetrisch
- Konkav-konvexe Form
- Mach 1 am Düsenhals

Was beeinflusst Gasaustrittsgeschwindigkeit am Düsenende *f24*

- Hohes Spannungsverhältnis (hoher Brennkammerdruck und niedriger Druck am Düsenende)

Was beeinflusst Schubkraft der Rakete *f27*

- Angepasste Düse
- Überexpandierte Düse
- Unterexpandierte Düse

In welche Einzelmassen kann Raketenmasse aufgeteilt werden *f38*

- Motormasse
- Strukturmasse
- Treibstoffmasse
- Nutzlastmasse
- Startmasse
- Brennschlussmasse

6 Stufungsarten bei Raketen *f42*

- Serienstufung
- Parallelstufung
- Kombination Serien-, Parallelstufung
- Tankstufung
- Triebwerksstufung
- Treibstoffstufung

4 Unterschiede Parallel- und Serienstufung *f46*

- Startbeschleunigung bei PS: groß, SS: klein
- Strukturbelastung bei PS: groß, SS: klein
- Biegemomente bei PS: klein, SS: groß
- Gravitationsverluste bei PS: klein, SS: groß

4 Einflüsse auf Aufstiegsbahn *f53*

- Gravitationsverlust
- Luftwiderstandsverlust
- Gewinn durch Erdrotation
- Inklinationsbedarf

Aufbau Rakete *f54*

- Nutzlast
- Avionik
- Zelle und Ausrüstung
- Antriebssystem und Zubehör
- Bergungsausrüstung
- Treibstoff- und Oxidatortanks

2 Arten der Treibstoffförderung *f64*

- Gasdruckförderung
- Turbopumpenförderung

4 Arten Triebwerkskühlung *f76*

- Regenerativ-Kühlung
- Ablativ-Kühlung
- Strahlungskühlung
- Filmkühlung

Prozeduren Startkampagne *f3*

- Montage Rakete
- Checks
- Roll-Out
- Betankung und Systemchecks
- Start

Anforderungen an Startplätze *f4*

- Grosse Entfernung zu besiedelten Gebieten
- Aufstiegsbahn über unbesiedelte Gebiete
- Möglichst Äquatornähe
- Weiter Azimutbereich
- Kurze Treibstoffwege
- Hohe Sicherheitsanforderungen

7 Raketenstartplätze *f7*

- Vandenberg (USA)

- Cape Canaveral (USA)
- Kourou (Französisch-Guayana _ESA)
- Baikonur (Kasachstan)
- Jiuquan (China)
- Tanegashima (Japan)
- Plesetsk (Russland)

Wichtigste Punkte der Startsequenz *f20+21*

- -12h Start Countdown
- -4h Betankung
- 0 sec Kappung des Haltebandes
- +2-7sec Zündung Booster & Lift-Off
- +1-2min Abwurf 1. Stufe bzw. Booster
- +15-20min Separation Nutzlast

Startbelastungen *f23*

- Mechanisch-dynamische Belastungen
- Vibrationen
- Hohe Schallpegel
- Aerodynamische Belastungen
- Stoßwellen bei Überschall und Stufentrennung
- Beschleunigung

Peaks im Beschleunigungsdiagramm benennen *f27+32*

- Start
- Abtrennung Feststoffbooster
- Abtrennung Nutzlastverkleidung
- Abtrennung Hauptstufe
- Ausstoss Nutzlast

4. Kapitel

3 Aufgaben Raumfahrtantriebe *f3*

- Einschuss von Raumfahrzeugen und Satelliten in Erdumlaufbahn
- Änderung der Flugbahn
- Bahn- und Lagemanöver

5 Arten Raumfahrtantriebe *f6*

- Chemische Antriebe
- Elektrische Antriebe
- Nukleare Antriebe
- Solare Antriebe
- Laserantriebe

Einteilung chem. Antriebe *f8*

- Kaltgassysteme
 - Druckgassysteme
 - Flüssiggasysteme

- Heißgassysteme
 - Einstoffsysteme
 - Zweistoffsysteme
 - Festtreibstoffantriebe
 - Hybridantriebe

Komponenten der Saint-Venant Formel erklären *f9*

- Adiabatenexponent (κ) 5/3 einatomiges, 7/5 2-atomiges Gas
- Masse eines Mols des Gases
- Brennkammertemperatur
- Universelle und spezifische Gaskonstante
- Brennkammerdruck
- Gasdruck am Düsenende

Eigenschaften Heißgas-, Kaltgas-, Feststoffsysteme *f13,10,20*

- Heißgassystem
 - Verwendung von flüssigen Treibstoffen
 - Verträglichkeit mit Tankmaterialien
 - Hohe Auströmgeschwindigkeiten
- Kaltgassystem
 - Gasförmige oder flüssige Tankfüllung
 - Niedrigere Auströmgeschwindigkeiten
 - Niedrige Pulsdauer
- Feststoffsysteme
 - Robuster und einfacher Aufbau
 - Hoher Schub
 - Nicht mehrfach zündbar

3 Brennverläufe von Feststoffantrieben

- Progressiver Brennverlauf
 - Schub steigt mit Brenndauer
- Neutraler Brennverlauf
 - Schub ist konstant
- Regressiver Brennverlauf
 - Schub nimmt mit Brenndauer ab

5 Anforderungen an Treibstoffe *f24*

- Niedriges Molekulargewicht
- Hohe Brennkammertemperatur
- Erdlagerfähigkeit
- Kostengünstige Herstellung
- Möglichst ungiftig

5 Treibstoffkombinationen *f42*

- Kerosin / Sauerstoff
- Hydrazin N_2H_4 / Stickstofftetroxyd N_2O_4
- MMH / NTO
- Wasserstoff H_2 / Sauerstoff O_2

- Ammoniumperchlorat NH_4ClO_4 / Aluminium / HTPB (Hydroxyl-Terminated-Poly-Butadiene)

Unterschiede elektrothermische-, elektrostatische-, elektromagnetische Antriebe + Beispiele *f57,61, bsp58,60,62,64,72*

- Elektrothermische Antriebe
 - Elektrische Energie wird zur thermischen Aufheizung eines Treibstoffgases benutzt
 - Austretende Gase sind elektrisch neutral
 - Resistojets
 - Thermisch abgeschirmtes Rohr wird aufgeheizt. Durchströmende Antriebsgase erhitzt und anschl. entspannt.
 - Arcjets
 - Aufheizung des Antriebsgases mittels Lichtbogen und anschließende Expansion in der Düse. Gas wird ionisiert.
- Elektrostatische Antriebe (Ionen-Triebwerke)
 - Beschleunigung elektrisch geladener Teilchen in elektrostatischen Feldern.
 - Elektronenstoß (Kaufman)
 - Ionen werden durch Elektronenzusammenstoß erzeugt. Ionen müssen nach Austritt durch Elektronen neutralisiert werden.
 - Halleffekt
 - Ionisiertes Gas wird durch Magnetfeld beschleunigt. Ähnlichkeit zu elektrostatischer Antriebe.
- Elektromagnetische Antriebe
 - Magnetoplasmadynamische Antriebe (MPD)
 - Beschleunigung des Plasmas durch elektromagnetische Kräfte

3 Arten nuklearer Antriebe *f78+94 fp82,88,94*

- Festkernantrieb
 - Durch Kernspaltung erzeugte Wärme. Treibstoff wird dadurch erhitzt und in Düse entspannt
- Gaskernantrieb
 - Nuklearbrennstoff ist gasförmig. Sehr hohe Temperaturen.
- Nuklear-Elektrische Antriebe
 - Nutzung der Wärmeenergie des Thermonuklearen Reaktors zur Erzeugung von Elektroenergie

5. Kapitel

Je 2 Trägersysteme nennen

- amerikanisch *f2+3*
 - Saturn
 - Space Shuttle
- japanisch *f45*
 - M-V
 - H-1

- indisch *f54*
 - PSLV
 - GSLV
- chinesisch *f59*
 - Langer Marsch 1
 - Langer Marsch 2
- russisch *f20*
 - Soyuz
 - Proton

Merkmale Verlustsysteme / Wiederverwendbare Systeme

- Verlustsysteme
 - Auch als Einwegrakete bezeichnet
 - Keine Bergungseinrichtung
 - Aktuell nur Verlustsysteme im Einsatz
 - Basierend auf militärische Raketenentwicklung
- Wiederverwendbare Systeme
 - Wiederverwendung der Booster und des Raumtransporters

Unterschied Space Shuttle / Energija (Buran)

- Space Shuttle
 - Haupttriebwerke in Raumtransporter
 - Haupttriebwerke werden beim Start von separaten Aussentank versorgt
- Energija
 - Haupttriebwerke in Rakete integriert
 - Kernstufe + Booster

Eigenschaften nennen

- Staustahltriebwerk (Ramjet)
 - Düse (Inlet) bremst und komprimiert einströmende Luft
 - Komprimierte Luft wird mit Treibstoff vermischt und verbrannt
 - Verbrennung findet bei Unterschall statt
 - Expandierende Verbrennungsabgase treten schneller aus der Düse aus, als die Luft im Inlet ein => Schub
- Überschallstaustahltriebwerk (Screamjet)
 - Inlet komprimiert einströmende Luft ohne zu bremsen
 - Komprimierte Luft wird mit Treibstoff vermischt und verbrannt
 - Verbrennung findet bei Überschall statt
 - Expandierende Verbrennungsabgase erzeugen beim Austritt Schub

6. Kapitel

3 Flugphasen beim Wiedereintritt *f5*

- Bahnabsenkung
- Wiedereintritt und Hyperschallflug
- End- und Landeanflug

Laut Mitschrift nicht relevant ✉ 3 Strömungsbereiche beim Wiedereintritt *f6*

- Freie Molekularströmung
- Übergangsströmung
- Kontinuumströmung

3 Arten des Wiedereintritts *f10*

- Ballistischer Wiedereintritt ohne Auftrieb
- Semiballistischer Wiedereintritt mit Auftrieb
- Wiedereintritt von geflügelten Gleitfahrzeugen

3 Kühlungsarten *f17*

- Wärmesenke-Methode
 - Verwendete Werkstoffe haben hohe Wärmekapazität
- Ablation
 - Schutzschicht verbrennt, Rückstände weisen Hitze ab
- Strahlungskühlung
 - (Keramikkacheln) Heisse Körper strahlen Hitze ab

Kinetische Energie des Wiedereintrittskörpers (Mitschrift)

- (evt. Formel)
- Verdampfungswärme = Energieaufnahme vor Verdampfung
- Kinetische Energie beim Space Shuttle: $m=100t$ $W_k=3100GJ$

Staupunkt (Mitschrift)

- Druck und Temperatur maximal
- Allgemein ca. 2000-3000K
- (evt. Formel)

7. Space Debris

Was ist Weltraummüll *f4*

- Startadapter
- Sprengkapseln
- Abdeckungen (z.b. von Kameralinsen, Düsen, Spiegeln)
- Geräte zur Spinregulierung
- Ausgetretene Flüssigkeiten
- Ausgestossene Partikel
- Verlorene Gegenstände bei Ausseneinsätze

3 Regionen mit hoher Konzentration von Weltraummüll *f5*

- LEO
- GEO
- 25000km Höhe

5 Inklinationen mit hoher Konzentration von Weltraummüll *f6*

- Sonnensynchrone Orbits $i=100^\circ$
- Polare Orbits $i=90^\circ$

- Navigationsatelliten $i=55^\circ+65^\circ$
- Orbits kritischer Inklination $i=63,4^\circ$
- Geostationäre Orbits $i<15^\circ$

Quellen und Senken von Weltraummüll *f9*

- Quellen
 - Starts
 - Oberstufen
 - Nutzlasten
 - Missionsbedingte Objekte
 - Fragmentationen
 - Explosionen
 - Kollisionen
 - Andere Ursachen
 - Feststoffmotoren
 - Flüssigmetalltropfen
 - Oberflächendegradation
- Senken
 - Natürlicher Bahnabstieg
 - Atmosphärischer Widerstand
 - Gravitation von Sonne und Mond
 - Solarer Strahlungsdruck
 - Aktive Manöver
 - Rückführung durch Bremsschub
 - Rückholung von Objekten

2 Hauptansätze zur Vermeidung von Weltraummüll *f36*

- Debris-Vermeidung
 - Vermeidung von Explosionen und Kollisionen von Oberstufen und Satelliten
 - Reduzierung missionsbedingter Objekte
 - Passivierung (Entleerung aller an Bord befindlichen Energiespeicher, wie Batterien, Druckbehälter, Treibstoffe, Drall- und Reaktionsräder)
- Minimierung
 - Entfernung nicht mehr benötigter Objekte (Satelliten, Oberstufen)
 - Begrenzung der post-operativen Lebensdauer auf 25 Jahre

Friedhofsorbit *f56*

- Orbits mit geringer Luftreibung
- Regionen in denen Raumfahrzeuge verbleiben können ohne Gefahr für aktiv verwendete Raumfahrzeuge darzustellen
- Hauptsächlich für GEO

8. Allgemein

Definition

- Hypergol

- Reagieren bei Kontakt oder Vermischung spontan miteinander
- Kryogen
 - Verflüssigte Gase als Treibstoff, z.b. flüssiger Wasserstoff
- inertes Gas
 - reaktionsträge Gase