

Syllabus Physik-Olympiade

18. März 2019

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Einleitung | 2 |
| 2 | Syllabus | 3 |
| 2.1 | Grundlagen | 3 |
| 2.2 | Mathematik | 3 |
| 2.3 | Mechanik | 6 |
| 2.4 | Optik | 8 |
| 2.5 | Thermodynamik | 9 |
| 2.6 | Stromkreise | 11 |
| 2.7 | Elektromagnetismus | 12 |
| 2.8 | Schwingungen und Wellen | 14 |
| 2.9 | Spezielle Relativitätstheorie | 16 |
| 2.10 | Quanten- und Teilchenphysik | 17 |
| 2.11 | Experimente | 18 |

1 Einleitung

Der Syllabus gibt eine grobe Übersicht, über den Wissenstand, welcher bei den verschiedenen Prüfungen vorausgesetzt wird. Dabei gibt es 4 verschiedene Kategorien, wie tief ein Thema verstanden werden soll:

| | |
|--|--|
| | Nicht Prüfungsstoff. |
| | Qualitative Kenntnisse notwendig. |
| | Nicht vektoriell (Größen eindimensional betrachten). |
| | Kenntnis über allgemeine Formulierung notwendig. |

Um sich für eine Runde zu qualifizieren sind im allgemeinen nicht alle Kenntnisse notwendig, da die Prüfung verschiedene Themen abdeckt und zur Qualifikation nicht die volle Punktzahl erreicht werden muss. Wie allgemein eine Formulierung beherrscht werden muss, hängt zum einen von der Kategorie ab und zum anderen vom mathematischen Wissen für die jeweilige Prüfung. Zum Beispiel muss in der ersten Runde eine Arbeit berechnet werden können. Da jedoch für die erste Runde nur qualitative Kenntnisse der Integral und Differentialrechnung notwendig sind, kann eine Arbeit ohne Integral berechnet werden (z.B. stückweise konstante Kraft, Abschätzen der Arbeit anhand eines Graphen usw.).

Neben den aufgelisteten Themen können bei einer Prüfung auch Themen gefragt werden, welche nicht aufgelistet sind, oder mit einer höheren Kategorie gekennzeichnet sind. Sollte dies eintreffen werden diese Themen erläutert und entsprechende Formeln gegeben.

2 Syllabus

2.1 Grundlagen

| Kategorie | 1.Runde | 2.Runde | Finalrunde | IPhO |
|---------------------------------------|---------|---------|------------|------|
| Dimensionsanalyse | | | | |
| SI-Einheiten | | | | |
| Abschätzen von Grössenordnungen | | | | |
| Näherungen | | | | |
| Modellieren von Problemen | | | | |
| Erkennen und Ausnutzen von Symmetrien | | | | |

2.2 Mathematik

| Kategorie | 1.Runde | 2.Runde | Finalrunde | IPhO |
|--|---------|---------|------------|------|
| Algebra | | | | |
| Lineare Gleichungssysteme | | | | |
| Quadratische und biquadratische Gleichungen | | | | |
| Arithmetische und geometrische Folgen und Reihen | | | | |
| Auswählen von physikalisch sinnvollen Lösungen | | | | |
| Funktionen | | | | |
| Polynome | | | | |
| Exponential- und Logarithmusfunktion | | | | |
| Trigonometrische Funktionen und deren Umkehrfunktionen | | | | |
| Trigonometrische Additionstheoreme | | | | |
| Einfache Gleichungen mit obigen Funktionen | | | | |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Geometrie | | | | |
| Winkelberechnungen, Grad, Radiant | | | | |
| Flächen von Dreiecken, Trapezen, Kreisen, Ellipsen | | | | |
| Oberflächen von Kugel, Zylinder, Prismen | | | | |
| Volumen von Kugel, Zylinder, Prismen | | | | |
| Volumen und Oberflächen von Kegeln | | | | |
| Sinus- und Kosinussatz, Satz von Thales | | | | |
| Kegelschnitte und deren Eigenschaften | | | | |
| Vektorrechnen | | | | |
| Grundidee von Vektoren | | | | |
| Rechnen mit Vektoren (Addieren, Skalarprodukt, Vektorprodukt) | | | | |
| Komplexe Zahlen | | | | |
| Addition, Multiplikation, Division | | | | |
| Aufteilen in Real- und Imaginärteil | | | | |
| Verschiedene Darstellungen komplexer Zahlen | | | | |
| Komplexe Lösungen quadratischer Gleichungen | | | | |
| Statistik | | | | |
| Wahrscheinlichkeit | | | | |
| Mittelwert | | | | |
| Standardabweichung, Standardfehler | | | | |
| Analysis | | | | |
| Grundidee der einfachen Differential- und Integralrechnung | | | | |
| Differential- und Integralrechnungen in einer Dimension | | | | |
| Ableitungsregeln (Summen-, Produkt-, Quotienten- und Kettenregel) | | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| Partielle Integration | | | | |
| Substitution (nur linearer Zusammenhang) | | | | |
| Differentialgleichung für exponentieller Abfall und Schwingung (nur Lösung, kein Lösungsweg) | | | | |
| Grundidee von mehrdimensionaler Differential- und Integralrechnung | | | | |
| Partielle Ableitungen | | | | |
| Taylorentwicklung | | | | |

2.3 Mechanik

| Kategorie | 1.Runde | 2.Runde | Finalrunde | IPhO |
|---|---------|---------|------------|------|
| Kinematik | | | | |
| Gradlinig gleichförmige Beschleunigung einer Punktmasse | | | | |
| Kreisbewegung | | | | |
| Konstante tangentielle und radiale Beschleunigung | | | | |
| Addition von Winkelgeschwindigkeiten | | | | |
| Addition von Beschleunigungen (ohne Coriolis) | | | | |
| Unterteilung Rotations- und Translationbewegung beim starren Körper | | | | |
| Kinematik des starren Körpers | | | | |
| Statik | | | | |
| Gleichgewichtsbedingung | | | | |
| Stabile /Instabile Gleichgewichte | | | | |
| Addition von Kräften | | | | |
| Massenmittelpunkt | | | | |
| Normalkraft/Tangentiale Kraft | | | | |
| Reibung (proportional Normalkraft) | | | | |
| Hookesches Gesetz/Elastizitätsmodul | | | | |
| Zug- und Scherspannung und resultierende Deformation | | | | |
| Dynamik | | | | |
| Inertialsysteme | | | | |
| Newtonsche Gesetze | | | | |
| Schwerpunkt | | | | |
| Impuls | | | | |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Arbeit | | | | |
| Energie (potentielle, kinetische) | | | | |
| Potential allgemein | | | | |
| Leistung | | | | |
| Zentrifugalkraft/Zentripetalkraft | | | | |
| Trägheitskraft | | | | |
| Scheinkräfte allgemein | | | | |
| Drehmoment | | | | |
| Drehimpuls | | | | |
| Rotationsenergie | | | | |
| Trägheitsmoment berechnen (einfache Körper) | | | | |
| Satz von Steiner | | | | |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Himmelsmechanik | | | | |
| Gravitationsgesetz | | | | |
| Keplergesetze | | | | |
| Energie einer Punktmasse auf elliptischem Orbit | | | | |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Hydrodynamik | | | | |
| Druck | | | | |
| Hydrostatische Druck | | | | |
| Auftrieb | | | | |
| Kontinuitätsgleichung | | | | |
| Bernoulligleichung | | | | |
| Kapillardruck/Oberflächenspannung/Energie | | | | |
| Laminare und turbulente Strömung | | | | |

2.4 Optik

| Kategorie | 1.Runde | 2.Runde | Finalrunde | IPhO |
|--|---------|---------|------------|------|
| Geometrische Optik | | | | |
| Grundideen und Grenzen der geometrischen Optik | | | | |
| Reflexion | | | | |
| Strahlen und Bilder | | | | |
| Kernschatten und Halbschatten | | | | |
| Brechungsgesetz | | | | |
| Brechungsindex | | | | |
| Kritischer Winkel, Totalreflexion | | | | |
| Gesetz von Snellius | | | | |
| (Dünne) Linse | | | | |
| Abbildungsmassstab | | | | |
| Abbildungsgleichung | | | | |
| Konstruktion von Bildern idealen Linsen und Spiegeln | | | | |
| Intensität | | | | |
| Lichtfluss und Kontinuität | | | | |
| Optische Instrumente | | | | |
| Lupe | | | | |
| Fernrohr (Galilei, Kepler) | | | | |
| Mikroskop | | | | |
| Vergrößerung optischer Geräte | | | | |
| Auflösungsvermögen optischer Geräte | | | | |
| Interferometer | | | | |
| Beugungsgitter und dessen Auflösungsvermögen | | | | |

2.5 Thermodynamik

| Kategorie | 1.Runde | 2.Runde | Finalrunde | IPhO |
|--|---------|---------|------------|------|
| Klassische Thermodynamik | | | | |
| Thermisches Gleichgewicht | | | | |
| Kelvin-Skala | | | | |
| Gesetz des idealen Gases | | | | |
| Reversible Prozesse | | | | |
| Offene, geschlossene und isolierte Systeme | | | | |
| Arbeit und Wärme | | | | |
| Innere Energie | | | | |
| Erster und zweiter Hauptsatz | | | | |
| Entropie | | | | |
| Isotherme, adiabatische und isochore Prozesse | | | | |
| Spezifische Wärme für isobare und isochore Prozesse | | | | |
| Rechts- und linksdrehende Carnotprozesse am idealen Gas | | | | |
| Wirkungsgrad von idealen und nicht-idealen Wärmekraftmaschinen | | | | |
| Kinetische Gastheorie | | | | |
| Avogadro-Zahl, Boltzmannfaktor und Gaskonstante | | | | |
| Translationsbewegung von Molekülen und Druck | | | | |
| Translations-, Rotations- und Vibrationsfreiheitsgrade | | | | |
| Aequipartitionstheorem | | | | |
| Innere Energie des idealen Gases | | | | |
| RMS-Geschwindigkeit von Molekülen | | | | |

| Wärmeleitung und Phasenübergänge | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Phasenübergänge (Kochen, Verdampfen/Kondensieren, Schmelzen/Erstarren, Sublimation und latente Wärme) | | | | |
| Gesättigter Dampfdruck | | | | |
| Relative Luftfeuchtigkeit | | | | |
| Daltonsches Gesetz | | | | |
| Konzept der Wärmeleitfähigkeit | | | | |
| Kontinuität des Wärmeflusses | | | | |

| Statistische Physik | | | | |
|-------------------------------|--|--|--|--|
| Plancksches Strahlungsgesetz | | | | |
| Wiensches Verschiebungsgesetz | | | | |
| Stefan-Boltzmann Gesetz | | | | |

2.6 Stromkreise

| Kategorie | 1.Runde | 2.Runde | Finalrunde | IPhO |
|--|---------|---------|------------|------|
| Gleichstrom | | | | |
| Ladung und Ladungserhaltung | | | | |
| Strom | | | | |
| Elektrostatistisches Potential/Spannung | | | | |
| Ohmscher Widerstand | | | | |
| Kirchhoffsche Gesetze (Strom und Spannungsgesetz) | | | | |
| Strom- und Spannungsquellen | | | | |
| Arbeit/Leistung | | | | |
| Spezifischer Widerstand | | | | |
| Nicht Ohmsche Widerstände (Diode, Glühbirne) | | | | |
| Laden und entladen einer Kapazität und Induktivität | | | | |
| Ersatzschaltungen (Batterie, realer Leiter) | | | | |
| Ampère-, Volt- und Ohmmeter | | | | |
| Arbeit einer elektromotorischen Kraft | | | | |
| Wechselstromkreis | | | | |
| Beschreibung von Wechselstrom/Wechselspannung | | | | |
| Kapazitiver und induktiver Widerstand | | | | |
| Impedanz allgemein | | | | |
| Phasor- Diagramme | | | | |
| Arbeit/Leistung im Wechselstromkreis | | | | |
| Induktivität/Selbstinduktivität/Gegeninduktivität | | | | |
| Strom- und Spannungsresonanz (RCL Schwingkreis, parallel, seriell) | | | | |
| Wirkleistung | | | | |

2.7 Elektromagnetismus

| Kategorie | 1.Runde | 2.Runde | Finalrunde | IPhO |
|--|---------|---------|------------|------|
| Elektrostatik | | | | |
| Ladung und Ladungserhaltung | | | | |
| Strom | | | | |
| Coulombsche Kraft | | | | |
| Elektrische Feldstärke E | | | | |
| Elektrische Flussdichte D | | | | |
| Dielektrizitätskonstante (skalar) | | | | |
| Elektrischer Fluss und Gauss'sches Gesetz | | | | |
| Elektrostatistisches Potential/Spannung | | | | |
| Dipolmoment | | | | |
| Feld- und Potentialbedingungen an (geerdeten) Leitern und im unendlichen | | | | |
| Kapazität/ Kondensator | | | | |
| Energiedichte des elektrischen Feldes | | | | |
| Magnetostatik | | | | |
| Stabmagnete/ magnetisches Dipolmoment | | | | |
| Magnetische Flussdichte B | | | | |
| Magnetische Feldstärke H | | | | |
| Magnetische Permeabilität (skalar) | | | | |
| Magnetischer Fluss | | | | |
| Lorentzkraft | | | | |
| Ampèresches Gesetz | | | | |
| Biot-Savart (auf einfache Geometrien angewendet) | | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| Energiedichte des magnetischen Feldes | | | | |
| Energie eines magnetischen Dipols im B -Feld | | | | |
| Dipolmoment einer Stromschleife | | | | |
| Elektrodynamik | | | | |
| Induktionsgesetz | | | | |
| Maxwellgleichungen in Integralform | | | | |
| Superpositionsprinzip von Feldern | | | | |
| Berechnung einfacher Anordnungen (stückweise konstante Integranden) | | | | |
| Bewegung einer Ladung im Magnetfeld (Schraubenförmig, Zyklotronfrequenz, Drift in senkrechten E - und B - Felder) | | | | |
| Interaktion mit Materie | | | | |
| Spezifische Leitfähigkeit und spezifischer Widerstand | | | | |
| Differentielle Version des Ohmschen Widerstandes | | | | |
| Ferromagnetische Materialien (inklusive Hysterese und Dissipation) | | | | |
| Wirbelströme/ Lenzsche Regel | | | | |

2.8 Schwingungen und Wellen

| Kategorie | 1.Runde | 2.Runde | Finalrunde | IPhO |
|---|---------|---------|------------|------|
| Schwingungen | | | | |
| Harmonische Schwingung (Frequenz, Periode) | | | | |
| Harmonische Schwingung (Bewegungsgleichung) | | | | |
| Gedämpfte Schwingung | | | | |
| Resonanz mit sinusförmiger Anregung (Amplitude, Phase) in stationärem Zustand | | | | |
| Physikalisches Pendel und reduzierte Länge | | | | |
| Verhalten nahe instabiler Gleichgewichte | | | | |
| Wellen | | | | |
| Fortpflanzung harmonischer Wellen | | | | |
| Wellenvektor, Wellenlänge | | | | |
| Transversale und longitudinale Wellen | | | | |
| Lineare Polarisierung | | | | |
| Phasen- und Gruppengeschwindigkeit | | | | |
| Exponentieller Abfall von Wellen in dissipativen Medien | | | | |
| Klassischer Dopplereffekt | | | | |
| Fermatsches Prinzip | | | | |
| Gesetz von Snellius | | | | |
| Mach'scher Kegel | | | | |
| Transportierte Energie | | | | |
| Geschwindigkeit der Schallwelle als Funktion des Drucks und der Dichte | | | | |

| Interferenz und Beugung | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Superposition von Wellen | | | | |
| Konstruktive und destruktive Interferenz | | | | |
| Stehende Wellen | | | | |
| Schwebung | | | | |
| Kohärenz | | | | |
| Huygens Prinzip | | | | |
| Beugung an einem oder mehreren Spalten oder Gitter | | | | |
| Auflösungsvermögen eines Gitters | | | | |
| Bragg-Reflexion | | | | |
| Interferenz an dünnen Schichten (Bedingung für Maxima und Minima) | | | | |
| Interaktion elektromagnetischer Wellen mit Materie | | | | |
| Brechungsindex | | | | |
| Dispersion und Dissipation | | | | |
| Linienpektren | | | | |
| Polarisationsfilter | | | | |
| Gesetz von Malus | | | | |
| Brewster-Winkel | | | | |
| Abhängigkeit der Permittivität von der Frequenz | | | | |

2.9 Spezielle Relativitätstheorie

| Kategorie | 1.Runde | 2.Runde | Finalrunde | IPhO |
|--|---------|---------|------------|------|
| Relativitätsprinzip | | | | |
| Galilei-Transformation | | | | |
| Konstanz der Lichtgeschwindigkeit | | | | |
| Zeitdilatation und Längenkontraktion | | | | |
| Relativität der Gleichzeitigkeit | | | | |
| Lorentztransformation | | | | |
| Invarianz des Raumzeitintervalls | | | | |
| Geschwindigkeitsaddition (parallele Geschwindigkeiten) | | | | |
| Relativistischer Dopplereffekt | | | | |
| Relativistische Masse und Impuls | | | | |
| Transformation von Masse und Impuls | | | | |
| Energie-Masseäquivalenz | | | | |
| Energie und Impuls von Photonen | | | | |
| Relativistische Bewegungsgleichung | | | | |
| Relativistische Energie und Impulserhaltung | | | | |

2.10 Quanten- und Teilchenphysik

| Kategorie | 1.Runde | 2.Runde | Finalrunde | IPhO |
|--|---------|---------|------------|------|
| Quantenphysik | | | | |
| Teilchen als Wellen | | | | |
| Frequenz-Energiebeziehung | | | | |
| Wellenzahl-Impulsbeziehung (De Broglie) | | | | |
| Unschärferelation | | | | |
| Pauli-Prinzip | | | | |
| Photoelektrischer Effekt | | | | |
| Energieniveaus von Wasserstoff (und ähnlichen Atomen) | | | | |
| Energieniveaus in parabolischen Potentialen | | | | |
| Spektralbreite und Lebensdauer angeregter Zustände | | | | |
| Quantisierung des Drehimpulses | | | | |
| Teilchenphysik | | | | |
| Halbwertszeit und exponentieller Zerfall | | | | |
| Emissions- und Absorptionsspektren von Wasserstoff | | | | |
| Emissions und Absorptionssektren allgemein | | | | |
| Spin und Ladung (von Elektronen, Elektron-Neutrinos, Protonen, Neutronen und Photonen) | | | | |
| Compton- Streuung | | | | |
| Protonen und Neutronen als zusammengesetzte Teilchen | | | | |
| Alpha-, Beta-, Gamma-Zerfall | | | | |
| Massendefekt | | | | |
| Spaltung und Neutroneneinfang | | | | |
| Energielevel von Atomkernen | | | | |

2.11 Experimente

| Kategorie | 1.Runde | 2.Runde | Finalrunde | IPhO |
|---|---------|---------|------------|------|
| Messgeräte | | | | |
| Schieblehre, Nonius | | | | |
| Stoppuhr | | | | |
| Thermometer | | | | |
| Multimeter | | | | |
| Potentiometer, Diode, Transistor | | | | |
| Linsen, Prismen | | | | |
| Kalorimeter | | | | |
| Kompliziertere Geräte nur mit Anleitung | | | | |
| Methoden | | | | |
| Gängigste Messmethoden für die im theoretischen Teil erwähnten Größen | | | | |
| Einfluss der Messgeräte auf die Messung | | | | |
| Sinvolle Anzahl Messpunkte | | | | |
| Einfache Methoden zur Erhöhung der Messgenauigkeit | | | | |
| Dichte der Messpunkte entsprechend deren Aussagekraft wählen | | | | |
| Resultate und Unsicherheiten auf sinnvolle Genauigkeit runden | | | | |
| Dominante Fehlerquellen finden und sinnvolle Abschätzung des Fehlers | | | | |
| Zufällige und systematische Fehler unterscheiden und abschätzen | | | | |
| Reduzieren zufälliger Fehler durch wiederholtes Messen | | | | |
| Fehlerfortpflanzung mit beliebiger, sinnvoller Methode | | | | |
| Datenauswertung | | | | |
| Linearisierung einer Abhängigkeit | | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| Lineare Regression (graphisch oder mit Taschenrechner) | | | |
| Daten sinnvoll und korrekt graphisch darstellen | | | |
| Achsen sinnvoll und korrekt beschriften | | | |
| Fehlerbalken | | | |