

Inhalt

1 Hinweise zum Rahmen des Heftes	12
2 Zum Mechanik-Epochenunterricht der 10. Klasse	14
2.1 Vorwissen aus den Physikepochen der 7. und 8. Klasse	14
2.2 Zum Kontrast der Physikepochen der 9. und 10. Klasse	14
2.3 Themen und Spezifika der Epoche	18
3 Einstieg in die Physikepoche	26
3.1 Heftführung	26
3.2 Einleitung	26

Teil I Statik

4 Einstiegsversuche Statik	38
4.1 Zur Rolle leiblichen Lernens bei der Einführung der Kraft	38
4.2 Unterrichtspraktische Hinweise	46
4.3 Weitere Einstiegsversuche	49
4.4 Didaktische Entscheidungen: Einheit Newton und <i>free-body diagram</i>	54
5 Gleichgewicht dreier Kräfte	58
5.1 Vom eingebundenen zum abgelösten Versuch	58
5.2 Didaktische Bemerkungen	66
5.3 Übungsaufgaben zum Gleichgewicht dreier Kräfte	66
5.4 Die resultierende Kraft als Perspektivenwechsel	72
6 Elastische Verformungen	74
7 Vom Gleichgewicht dreier Kräfte zur Komponentenzerlegung	82
7.1 Schiefe Ebene	82
7.2 Übungsaufgaben zur schiefen Eben	86
8 Fachwerke	88
8.1 Kräne	88
8.2 Übungsaufgaben zu Kränen	94
8.3 Fachwerkbrücken	96

6 Inhalt

9 Der selbsttragende Bogen zwischen Dreiecks- und Rundbogen 112

Teil II Kinematik

10 Eindimensionale Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit und konstanter Beschleunigung 126

- 10.1 Didaktischer Kontext 126
- 10.2 Einführung der Geschwindigkeit 128
- 10.3 Einführung der Beschleunigung 138
- 10.4 Übungsaufgaben zur Geschwindigkeit und Beschleunigung 140

11 Der freie Fall und das Fallgesetz 148

- 11.1 Didaktisches Anliegen 148
- 11.2 Vorschläge für den Unterrichtsgang 150
- 11.3 Übungsaufgaben zum freien Fall 172
- 11.4 Üben im Unterricht 174
- 11.5 Exkurs I: Gehen als Resonanzbeziehung zur Erde 176
- 11.6 Exkurs II: Die Gravitationswechselwirkung im Kontext der Aggregatzustände 184

12 Überlagerung von Bewegungen – waagrechter und schräger Wurf 188

- 12.1 Didaktische Zwischenbilanz 188
- 12.2 Waagrechter Wurf 190
- 12.3 Schräger Wurf 194

Teil III Dynamik

13 Einführung der Newton'schen Axiome 202

- 13.1 Vorbemerkung zum Epochengang 202
- 13.2 Didaktische Vorbemerkung 202
- 13.3 Thematisierung des zweiten Newton'schen Axioms 206
- 13.4 Einführung der Gewichtskraft 212
- 13.5 Zusammenfassung: die Newton'schen Axiome 216
- 13.6 Übungsaufgaben 218

14 Einführung der Energie 220

- 14.1 Einführung der Arbeit 220
- 14.2 Einführung der potenziellen und kinetischen Energie 220
- 14.3 Übungsaufgaben 232
- 14.4 Ausblick: Definition der Leistung 234

Teil IV Anhang

15 Zum Kraftbegriff 238

- 15.1 Thematisierung des Kraftbegriffs im Umfeld der ersten Waldorfschule 238
- 15.2 Steiners Kraftbegriff in seinem Kommentar
zu Goethes Naturwissenschaftlichen Schriften 240

16 Vorschlag für eine Epochengliederung 244

17 Hinweise 248

- 17.1 Hinweise zu den verwendeten Lehrmitteln 248
- 17.2 Vorlage Gefährdungsbeurteilung 250

18 Literatur 254

Content

- 1 Notes on the structure of the booklet 13**
 - 2 Regarding the mechanics main lesson of the 10th grade 15**
 - 2.1 Previous knowledge from the physics main lessons of the 7th and 8th classes 15
 - 2.2 Comparison of the physics main lessons of the 9th and 10th classes 15
 - 2.3 Themes and concrete details of the main lesson 19
 - 3 Getting started with the physics main lesson 27**
 - 3.1 Remarks on the main lesson book 27
 - 3.2 Introduction 27
- Part I Statics**
- 4 Beginning experiments in statics 39**
 - 4.1 The role of physical learning in introducing statics 39
 - 4.2 Practical tips for teaching 47
 - 4.3 Further introductory experiments 49
 - 4.4 Didactic decisions: The unit *newton* and the *free-body diagram* 55
 - 5 Balance of three forces 59**
 - 5.1 From immersed to detached experimentation 59
 - 5.2 Didactic remarks 67
 - 5.3 Exercises on the balance of three forces 67
 - 5.4 The resultant force as a change of perspective 73
 - 6 Elastic deformations 75**
 - 7 From the equilibrium of three forces to decomposing into components 83**
 - 7.1 The inclined plane 83
 - 7.2 Exercises on the inclined plane 87
 - 8 Trusses 89**
 - 8.1 Cranes 89

- 8.2 Exercises on cranes 95
- 8.3 Timbered bridges 97

9 The self-supporting arch between triangular and round arch 113

Part II Kinematics

10 One-dimensional motions with constant velocity and constant acceleration 127

- 10.1 Didactic context 127
- 10.2 Introduction to velocity 129
- 10.3 Introduction to acceleration 139
- 10.4 Exercises on velocity and acceleration 141

11 Free fall and the law of falling bodies 149

- 11.1 Didactic remarks 149
- 11.2 Suggestions for the course of instruction 151
- 11.3 Exercises for free fall 173
- 11.4 Practice in class 175
- 11.5 Excursion I: Walking as a resonant relationship with the earth 177
- 11.6 Excursion II: The gravitational interaction
in the context of states of matter 185

12 Superposition of movements – horizontal and slanted throwing 189

- 12.1 Didactic review 189
- 12.2 Horizontal throw 191
- 12.3 Slanted throw 195

Part III Dynamics

13 Introduction to Newton's laws 203

- 13.1 Dependencies on the foregoing 203
- 13.2 Didactic preliminaries 203
- 13.3 Newton's Second Law 207
- 13.4 Introduction to gravitational force 213
- 13.5 Summary: Newton's laws 217
- 13.6 Exercises 219

10 Content

14 Introduction to energy 221

- 14.1 Introduction to work 221
- 14.2 Introduction to potential and kinetic energy 221
- 14.3 Exercises 231
- 14.4 Outlook: Definition of power 235

Part IV Appendix

15 The concept of force 239

- 15.1 Discussion of the concept of force in the context of the first Waldorf school 239
- 15.2 Steiner's concept of force in his commentary on Goethe's scientific writings 241

16 Proposal for organization of the main lesson 246

17 Notes 248

- 17.1 Information on the teaching materials used 248
- 17.2 Template for risk assessment 252

18 Bibliography 254