ഭൗതികശാസ്ത്രം

പാർട്ട് 2

XI

കേരളസർക്കാർ
വിദ്യാഭ്യാസവകുപ്പ്

തയാറാക്കിയത്
സംസ്ഥാന വിദ്യാഭ്യാസ ഗവേഷണ പരിശീലന സമിതി (SCERT), കേരളം
2019

Prepared by: State Council of Educational Research & Training (SCERT)
Poojappura, Thiruvananthapuram -12, Kerala.
E-mail:scertkerala@gmail.com
Type setting by: SCERT Computer Lab.
©
Government of Kerala
Education Department
2019

ആമുഖം

ഏതു വിജ്ഞാനവും മാതൃഭാഷയിൽ പഠിക്കാനും പ്രകാശനം ചെയ്യാനും സാധിക്കും. അതിനുള്ള അവസരം പഠിതാക്കൾക്ക് ഒരുക്കേണ്ടത്, ഏതൊരു പഠന സമ്പ്രദായത്തിന്റെയും അനിവാര്യതയാണ്. അതിന്റെ തുടക്കമെന്ന നിലയ്ക്കാണ് ഹയർസെക്കന്ററി തലത്തിൽ ഭാഷേതര വിഷയങ്ങളിലെ പാഠപുസ്തകങ്ങൾ മലയാളത്തിൽ പ്രസിദ്ധീകരിക്കുന്നത്.

മാതൃഭാഷയിലൂടെയുള്ള വിദ്യാഭ്യാസം, ജ്ഞാനസമ്പാദനത്തിനുള്ള സുഗമ മാർഗം എന്നതിനോടൊപ്പം സാംസ്കാരികതനിമയുടെ തിരിച്ചറിയൽ കൂടിയാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് വികസിതരാജ്യങ്ങൾ മാതൃഭാഷയെ മുഖ്യ ബോധന മാധ്യമമായി സ്വീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഇന്ത്യയിലാകട്ടെ, ദേശീയതലത്തിലുള്ള പ്രധാന പരീക്ഷകളെല്ലാം പ്രാദേശിക ഭാഷകളിൽക്കൂടി നടത്തുന്നതിനുള്ള സംവിധാനവും ഉണ്ടായി വരികയാണ്. ഈയൊരു സാഹചര്യത്തിൽ നമ്മുടെ കുട്ടികളും മാതൃഭാഷയുടെ ശക്തിസൗന്ദര്യങ്ങൾ തിരിച്ചറിഞ്ഞ് വിവിധ വിഷയങ്ങളിൽ ജ്ഞാനനിർമിതിയിൽ ഏർപ്പെടേണ്ടതുണ്ട്. അതിന് അവരെ സജ്ജരാക്കുകയാണ് ഈ പാഠപുസ്തകങ്ങളുടെ മുഖ്യ ലക്ഷ്യം.

പരിഭാഷപ്പെടുത്തിയ പുസ്തകങ്ങളിൽ അതത് വിഷയങ്ങളിലെ സാങ്കേതിക പദങ്ങൾ പരമാവധി മലയാളത്തിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്. നമ്മുടെ ഭാഷയിൽ ചിരപരിചിതമായ ഇംഗ്ലീഷ് പദങ്ങളെ അതേപടി സ്വീകരിച്ചിട്ടുമുണ്ട്. വിവർത്തനത്തിന് തീർത്തും വഴങ്ങാത്ത പദങ്ങളെ അതേരീതിയിൽ തന്നെ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു. മാതൃഭാഷയിൽ പഠിക്കുന്നവർക്ക് ആശയഗ്രഹണം സുഗമമാക്കുന്ന വിധത്തിലാണ് പാഠപുസ്തകരചന നടത്തിയിരിക്കുന്നത്. അതോടൊപ്പം മലയാളഭാഷയുടെ വളർച്ചയ്ക്കും ഈ പ്രവർത്തനം സഹായകമാകുമെന്ന് കരുതുന്നു.

പാഠപുസ്തകവിവർത്തന രംഗത്ത് നമ്മുടെ രാജ്യത്ത് നടന്ന വലിയൊരു കാൽവെപ്പാണ് ഇത്. പ്രഥമ സംരംഭമെന്നനിലയിൽ പല പരിമിതികളും പരിഭാഷയിൽ വന്നിട്ടുണ്ടാകാം. ക്ലാസ്മുറിയിൽ പ്രയോഗത്തിൽ വരുമ്പോഴാണ് അവയെല്ലാം കൂടുതൽ ബോധ്യപ്പെടുക. തുടർന്ന് വരുന്ന ഘട്ടങ്ങളിൽ അവയൊക്കെ പരിഹരിക്കുന്നതിന് എല്ലാ അഭ്യുദയകാംക്ഷികളിൽ നിന്നും വിശിഷ്യ അധ്യാപകർ, വിദ്യാർത്ഥികൾ എന്നിവരിൽ നിന്നും അഭിപ്രായങ്ങളും നിർദേശങ്ങളും പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു.

ഡോ.ജെ. പ്രസാദ്

ഡയറക്ടർ,

എസ്.സി.ഇ.ആർ.ടി. കേരളം

FOREWORD

The National Curriculum Framework (NCF), 2005 recommends that children's life at school must be linked to their life outside the school. This principle marks a departure from the legacy of bookish learning which continues to shape our system and causes a gap between the school, home and community. The syllabi and textbooks developed on the basis of NCF signify an attempt to implement this basic idea. They also attempt to discourage rote learning and the maintenance of sharp boundaries between different subject areas. We hope these measures will take us significantly further in the direction of a child-centred system of education outlined in the National Policy on Education (1986).

The success of this effort depends on the steps that school principals and teachers will take to encourage children to reflect on their own learning and to pursue imaginative activities and questions. We must recognise that, given space, time and freedom, children generate new knowledge by engaging with the information passed on to them by adults. Treating the prescribed textbook as the sole basis of examination is one of the key reasons why other resources and sites of learning are ignored. Inculcating creativity and initiative is possible if we perceive and treat children as participants in learning, not as receivers of a fixed body of knowledge.

These aims imply considerable change is school routines and mode of functioning. Flexibility in the daily time-table is as necessary as rigour in implementing the annual calendar so that the required number of teaching days are actually devoted to teaching. The methods used for teaching and evaluation will also determine how effective this textbook proves for making children's life at school a happy experience, rather than a source of stress or boredom. Syllabus designers have tried to address the problem of curricular burden by restructuring and reorienting knowledge at different stages with greater consideration for child psychology and the time available for teaching. The textbook attempts to enhance this endeavour by giving higher priority and space to opportunities for contemplation and wondering, discussion in small groups, and activities requiring hands-on experience.

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) appreciates the hard work done by the textbook development committee responsible for this book. We wish to thank the Chairperson of the advisory group in science and mathematics, Professor J.V. Narlikar and the Chief Advisor for this book, Professor A.W. Joshi for guiding the work of this committee. Several teachers contributed to the development of this textbook; we are grateful to their principals for making this possible. We are indebted to the institutions and organisations which have generously permitted us to draw upon their resources, material and personnel. We are especially grateful to the members of the National Monitoring Committee, appointed by the Department of Secondary and Higher Education, Ministry of Human Resource Development under the Chairpersonship of Professor Mrinal Miri and Professor G.P. Deshpande, for their valuable time and contribution. As an organisation committed to systemic reform and continuous improvement in the quality of its products, NCERT welcomes comments and suggestions which will enable us to undertake further revision and refinement.

Director
National Council of Educational
Research and Training

New Delhi
20 December 2005

Textbook Development Committee

Chairperson, Advisory Group for Textbooks in Science and Mathematics

J.V. Narlikar, *Emeritus Professor*, Chairman, Advisory Committee, Inter University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA), Ganeshkhind, Pune University, Pune

Chief Advisor

A.W. Joshi, *Professor*, Honorary Visiting Scientist, NCRA, Pune (Formerly at Department of Physics, University of Pune)

Members

Anuradha Mathur, *PGT* , Modern School, Vasant Vihar, New Delhi

Chitra Goel, *PGT*, Rajkiya Pratibha Vikas Vidyalaya, Tyagraj Nagar, Lodhi Road, New Delhi

Gagan Gupta, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

H.C. Pradhan, *Professor*, Homi Bhabha Centre of Science Education, Tata Institute of Fundamental Research, V.N. Purav Marg, Mankhurd, Mumbai

N. Panchapakesan, *Professor* (Retd.), Department of Physics and Astrophysics, University of Delhi, Delhi

P.K. Srivastava, *Professor* (Retd.), Director, CSEC, University of Delhi, Delhi

P.K. Mohanty, *PGT*, Sainik School, Bhubaneswar

P.C. Agarwal, *Reader*, Regional Institute of Education, NCERT, Sachivalaya Marg, Bhubaneswar

R. Joshi, *Lecturer* (S.G.), DESM, NCERT, New Delhi

S. Rai Choudhary, *Professor*, Department of Physics and Astrophysics, University of Delhi, Delhi

S.K. Dash, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

Sher Singh, *PGT*, NDMC Navyug School, Lodhi Road, New Delhi

S.N. Prabhakara, *PGT*, DM School, Regional Institute of Education, NCERT, Mysore

Thiyam Jekendra Singh, *Professor*, Department of Physics, University of Manipur, Imphal

V.P. Srivastava, *Reader*, DESM, NCERT, New Delhi

Member-Coordinator

B.K. Sharma, *Professor*, DESM, NCERT, New Delhi

ശിൽപ്പശാലയിൽ പങ്കെടുത്തവർ

1. **ജയകുമാർ എം.ജി.**
   എൻ.വി.റ്റി ഫിസിക്സ്, എസ്.എൻ.വി. വി.എച്ച്.എസ്.എസ് അങ്ങാടിക്കൽ സൗത്ത് കോടുമൺ, പത്തനംതിട്ട.
2. **സാവിയോ ഓസ്റ്റിൻ**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി ഫിസിക്സ്, എസ്.കെ.എം.ജെ.എച്ച്.എസ്.എസ്. കൽപ്പറ്റ, വയനാട്.
3. **ജഫീഷ് ജെ.**
   എൻ.വി.റ്റി ഫിസിക്സ്, ജി.വി.എച്ച്.എസ് എസ്., കരകുളം, തിരുവനന്തപുരം.
4. **മുഹമ്മദ് ഷെറീഫ്**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി. ഫിസിക്സ്, ജി.എച്ച്.എസ്.എസ്., ഇരിമ്പിളിയം, മലപ്പുറം.
5. **മുഹമ്മദ് റഫീക്ക് ഇ.കെ**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി. ഫിസിക്സ്, ജി.എച്ച്.എസ്.എസ്. പട്ടാമ്പി, പാലക്കാട്.
6. **അനൂപ് കെ.എസ്.**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി. ഫിസിക്സ്, പി.എം.എസ്.എ.എം.എ.എച്ച്.എസ്.എസ്. ചെമ്മൻകടവ്, മലപ്പുറം.
7. **രാജലക്ഷ്മി എം.**
   എച്ച്,എസ്.എസ്.റ്റി. ഫിസിക്സ്, അളഗപ്പനഗർ പഞ്ചായത്ത് എച്ച്.എസ്.എസ്. അളഗപ്പനഗർ, തൃശൂർ.
8. **ജൂലി. എസ്.എ**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി. ഫിസിക്സ്, ജി.എച്ച്.എസ്.എസ് പഴന്തോട്ടം, എറണാകുളം.
9. **ശാലിനി എസ്.**
   എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി. ഫിസിക്സ്, ജി.എച്ച്.എസ്.എസ്. അയ്യൻകോയിക്കൽ കൊല്ലം.
10. **ഹരികുമാർ കെ.**
    എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി. ഫിസിക്സ്, ജി.എച്ച്.എസ്.എസ്. പാലപ്പെട്ടി, മലപ്പുറം.
11. **ശ്രീജു എസ്.**
    എച്ച്.എസ്.എസ്.റ്റി. ഫിസിക്സ്, ജി.എച്ച്.എസ്.എസ്. നാവായിക്കുളം, തിരുവനന്തപുരം.

വിദഗ്ധർ

പ്രൊഫ. കെ. പാപ്പൂട്ടി
മുൻ ഡയറക്ടർ,
കേരള സംസ്ഥാന സർവവിജ്ഞാനകോശം

ഡോ. പി.എസ്. ശോഭൻ
റിട്ട. അസോസിയേറ്റ് പ്രൊഫസർ
മഹാരാജാസ് കോളേജ്, എറണാകുളം.

ഡോ. എൻ. ഷാജി
റിട്ട. അസോസിയേറ്റ് പ്രൊഫസർ
മഹാരാജാസ് കോളേജ്, എറണാകുളം.

ഡോ. മുഹമ്മദ് അബ്ദുൾ ജമാൽ
റിട്ട. പ്രിൻസിപ്പാൾ, ഗവ. കോളേജ്,
മൊകേരി, കോഴിക്കോട്.

ഡോ. ജിജോ പി.യു
അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസർ
ഗവ. കോളേജ്, കാസർകോട്

രവീന്ദ്രൻ കെ.പി.
മലയാള ട്രാൻസിലേറ്റർ
പയ്യന്നൂർ, കണ്ണൂർ

ഡോ. കുമാർ.ജെ
അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസർ
മലയാള വിഭാഗം, യൂണിവേഴ്സിറ്റി
കോളേജ്, തിരുവനന്തപുരം

അക്കാദമിക് കോ-ഓർഡിനേറ്റർ

ഡോ. ആൻസി വറുഗീസ്
അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസർ, എസ്.സി.ഇ.ആർ.ടി

ഉള്ളടക്കം

അധ്യായം 9	ഖരവസ്തുക്കളുടെ ബലതന്ത്രസവിശേഷതകൾ	263
അധ്യായം 10	ദ്രവങ്ങളുടെ ബലതന്ത്ര സവിശേഷതകൾ	280
അധ്യായം 11	ദ്രവ്യത്തിന്റെ താപീയ സ്വഭാവങ്ങൾ	316
അധ്യായം 12	താപഗതികം	343
അധ്യായം 13	ഗതികസിദ്ധാന്തം	368
അധ്യായം 14	ദോലനങ്ങൾ	388
അധ്യായം 15	തരംഗങ്ങൾ	421

Y2B5A1