19. ताऱ्यांची जीवनयात्रा

थोडे आठवा.

1. दीर्घिका (galaxy) म्हणजे काय?
2. आपल्या सूर्यमालेत कोणकोणते घटक आहेत?
3. तारे व ग्रह यांतील प्रमुख फरक कोणते?
4. उपग्रह म्हणजे काय?
5. आपल्या सर्वांत जवळ असलेला तारा कोणता?

विश्वाचे अंतरंग आपण मागील इयत्तांमध्ये जाणून घेतले आहे. आपली सूर्यमाला ही एका दीर्घिकेत म्हणजेच आकाशगंगेत सामावलेली आहे. दीर्घिका हा अब्जावधी तारे, त्यांच्या ग्रहमालिका व ताऱ्यांमधील रिकाम्या जागेत आढळणाऱ्या आंतरतारकीय मेघांचा (interstellar clouds) समूह असतो. विश्व हे अशा असंख्य दीर्घिकांनी मिळून बनलेले आहे. या दीर्घिकांचे आकार व घडण वेगवेगळी असते. त्यांना आपण तीन मुख्य प्रकारांत विभागू शकतो: चक्राकार (spiral), लंबगोलाकार (elliptical) व अनियमित आकाराच्या (irregular) दीर्घिका. आपली दीर्घिका ही चक्राकार असून तिला मंदाकिनी हे नाव दिलेले आहे. आकृती 19.1 मध्ये एक चक्राकार दीर्घिका दाखविली आहे.

19.1 एक चक्राकार दीर्घिका : आपली सूर्यमाला अशाच एका दीर्घिकेत स्थित आहे.

विश्वाबद्दल ही सगळी माहिती आपण कशी मिळवली?

आपण रात्री आकाशात पाहिले तर आपल्याला फक्त ग्रह व तारे दिसतात. मग इतर घटकांविषयी माहिती कोठून मिळाली? या प्रश्नाचे उत्तर दुर्बिणी हे आहे. यांपैकी अनेक दुर्बिणी पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर ठेवलेल्या असतात तर काही दुर्बिणी मानवनिर्मित कृत्रिम उपग्रहांवर ठेवलेल्या असतात व विशिष्ट कक्षेत पृथ्वीभोवती परिभ्रमण करत असतात. पृथ्वीच्या वायुमंडलावर असल्याने त्या दुर्बिणी अधिक प्रभावीपणे खगोलीय वस्तूंचे निरीक्षण करू शकतात. दुर्बिणींतून केलेल्या निरीक्षणांचा अभ्यास करून खगोलशास्त्रज्ञ विश्वाबद्दल सखोल माहिती मिळवतात. या पाठात आपण ताऱ्यांचे गुणधर्म व त्यांच्या जीवनयात्रेबद्दल थोडी माहिती घेऊया.

ताऱ्यांचे गुणधर्म (Properties of stars) : रात्री आकाशात आपण सुमारे 4000 तारे आपल्या डोळ्यांनी पाहू शकतो. सूर्य हा त्यातील एक सामान्य तारा आहे. सामान्य म्हणण्याचे कारण असे की तो आपल्यापासून सगळ्यांत निकट असल्यामुळे जरी आकाशातील इतर ताऱ्यांपेक्षा खूप मोठा दिसत असला तरीही वस्तुतः त्याच्यापेक्षा कमी किंवा अधिक वस्तुमान, आकार व तापमान असलेले अब्जावधी तारे आकाशात आहेत. तारे हे तप्त वायूचे प्रचंड गोल असतात. सूर्याचे काही गुणधर्म खालील तक्त्यात दिले आहेत. सूर्याच्या वस्तुमानाचा 72% भाग हायड्रोजन आहे, तर 26% भाग हेलिअम आहे. उरलेले 2% वस्तुमान हेलिअमपेक्षा अधिक अणुक्रमांक असलेल्या मूलद्रव्यांच्या अणूंच्या रूपात आहे.

सूर्याचे गुणधर्म :

वस्तुमान	2×10^{30} kg
त्रिज्या	695700 km
पृष्ठभागावरील तापमान	5800 K
केंद्रातील तापमान	1.5×10^{7} K
वय	4.5 अब्ज वर्ष

माहीत आहे का तुम्हांला?

आपल्या आकाशगंगेत सुमारे 10^{11} तारे आहेत. आकाशगंगेचा आकार मध्यभागी फुगीर असलेल्या तबकडीसारखा असून तिचा व्यास सुमारे 10^{18} km आहे. सूर्यमाला तिच्या केंद्रापासून सुमारे 2.7×10^{17} km अंतरावर स्थित आहे. तबकडीला लंब असलेल्या व तिच्या केंद्रातून जाणाऱ्या अक्षावर आकाशगंगा परिवलन करत असून एका परिवलनासाठी तिला 2×10^{8} वर्षे लागतात.

सूर्याचे वस्तुमान पृथ्वीच्या वस्तुमानाच्या सुमारे 3.3 लक्ष पट आहे व त्याची त्रिज्या पृथ्वीच्या त्रिज्येच्या 100 पट आहे. इतर ताऱ्यांचे वस्तुमान सूर्याच्या वस्तुमानाच्या $\frac{1}{10}$ ($\frac{M_{Sun}}{10}$) पासून ते 100 पट (100 M_{Sun}) पर्यंत असू शकते व त्यांची त्रिज्या सूर्याच्या त्रिज्येहून $\frac{1}{10}$ पासून ते 1000 पटपर्यंत असू शकते. (आकृती 19.2)

19.2 विविध ताऱ्यांच्या आकाराची तुलना

माहीत आहे का तुम्हांला ?

इतर ताऱ्यांचे वस्तुमान मोजतांना ते सूर्याच्या सापेक्ष मोजले जाते. म्हणजे सूर्याचे वस्तुमान हे एकक घेतले जाते. यास M_{Sun} असे संबोधतात.

सूर्याचे व इतर ताऱ्यांचे वय, म्हणजेच त्यांच्या निर्मितीनंतर गेलेला काळ हा काही दशलक्ष ते अब्जावधी वर्षांएवढा अजस्त्र असतो. या अवधीत सूर्याच्या गुणधर्मात बदल झाला असता तर त्यामुळे पृथ्वीच्या गुणधर्मात व जीवसृष्टीत बदल घडला असता. यामुळे पृथ्वीच्या गुणधर्मांचा सखोल अभ्यास करून शास्त्रज्ञांनी निष्कर्ष काढला आहे की सूर्याचे गुणधर्म त्याच्या जीवनकाळात म्हणजे गेली 4.5 अब्ज वर्षे बदलेले नाहीत. खगोलशास्त्रज्ञांच्या विश्लेषणानुसार ते गुणधर्म पुढील 4.5 अब्ज वर्षांनी हळूहळू बदलतील.

ताऱ्यांची निर्मिती (Birth of stars) :

दीर्घिकांतील ताऱ्यांच्यामध्ये असलेल्या रिक्त जागांत ठिकठिकाणी वायू व धुळीचे प्रचंड मेघ सापडतात, ज्यांना आंतरतारकीय मेघ म्हणतात. आकृती 19.3 मध्ये हबल दुर्बिणीने टिपलेले अशा मेघांचे एक प्रकाशचित्र दाखवले आहे. मोठी अंतरे मोजण्यासाठी शास्त्रज्ञ प्रकाशवर्ष (light year) हे एकक वापरतात. **एक प्रकाशवर्ष म्हणजे प्रकाशाने एका वर्षात पार केलेले अंतर.** प्रकाशाचा वेग 3, 00, 000 km/s असल्याने एक प्रकाशवर्ष हे अंतर 9.5×10^{12} km इतके असते. आंतरतारकीय मेघांचा आकार काही प्रकाश वर्षे इतका असतो. म्हणजे प्रकाशाला या मेघांच्या एका टोकापासून दुसऱ्यापर्यंत जाण्यास काही वर्षे लागतात. यावरून तुम्ही या मेघांच्या प्रचंड आकाराची कल्पना करू शकता.

19.3 हबल दुर्बिणीने टिपलेले विशाल आंतरतारकीय मेघांचे प्रकाशचित्र

एखाद्या विक्षोभामुळे (disturbance) हे आंतरतारकीय मेघ आकुंचित होऊ लागतात. या आकुंचनामुळे त्यांची घनता वाढत जाते व तसेच त्यांचे तापमानही वाढू लागते व त्यांमधून एक तप्त वायूचा गोल तयार होतो. त्याच्या केंद्रातील तापमान व घनता पुरेसे वाढल्यावर तेथे अणुऊर्जा (अणुकेंद्रकांच्या युतीने निर्माण झालेली ऊर्जा) निर्मिती सुरू होते. या ऊर्जा निर्मितीमुळे हा वायूचा गोल स्वयंप्रकाशित होतो म्हणजेच या प्रक्रियेतून एक तारा निर्माण होतो किंवा एका ताऱ्याचा जन्म होतो असे आपण म्हणू शकतो. सूर्यात ही ऊर्जा हायड्रोजनच्या केंद्रकांचे एकत्रिकरण होऊन हेलिअमचे केंद्रक तयार होणे या प्रक्रियेतून उत्पन्न होते म्हणजे सूर्याच्या केंद्रभागातील हायड्रोजन हा इंधनाचे कार्य करतो.

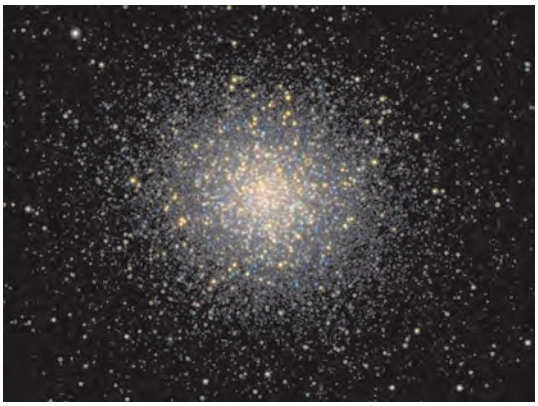
माहीत आहे का तुम्हांला ?

प्रकाशाला चंद्रापासून आपल्यापर्यंत येण्यास एक सेकंद लागतो, सूर्यापासून येण्यास 8 मिनिटे लागतात, तर सूर्यापासून सर्वांत जवळ असलेल्या अल्फा सेंटॉरीस या ताऱ्यापासून आपल्यापर्यंत येण्यास 4.2 वर्षे लागतात.

माहीत आहे का तुम्हांला ?

वायूगोल आकुंचित झाल्यास वायूचे तापमान वाढते. गुरुत्वीय स्थितिज उर्जेचे उष्णतेत रूपांतर झाल्याने हे होते.

एका विशाल आंतरतारकीय मेघांच्या आकुंचनातून एकाच वेळेस अनेक तारेही निर्माण होऊ शकतात. हजारो ताऱ्यांच्या एका समूहाचे चित्र आकृती 19.4 मध्ये दाखविले आहे. यातील बहुतेक तारे एकाच प्रचंड आंतरतारकीय मेघातून निर्माण झालेले आहेत.



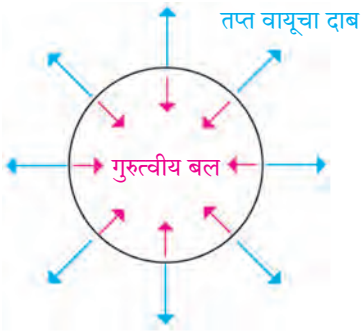
19.4 एक विशाल तारकासमूह. यातील बहुतेक तारे एकाच आंतरतारकीय मेघातून निर्माण झालेले आहेत.

थोडे आठवा.

संतुलित व असंतुलित बले म्हणजे काय ?

ताऱ्यांचे स्थैर्य : एखाद्या खोलीत एका कोपऱ्यात उदबत्ती पेटवली असता तिचा सुगंध क्षणार्धात खोलीभर पसरतो. तसेच उकळणारे पाणी असलेल्या भांड्याचे झाकण काढल्यावर त्यातील वाफ बाहेर पडून सर्वत्र पसरते म्हणजे तप्त वायू सर्वदूर पसरतो. मग ताऱ्यांतील तप्त वायू अवकाशात का पसरत नाही ? तसेच सूर्याचे गुणधर्म गेली 4.5 अब्ज वर्षे स्थिर कसे राहिले आहेत ?

या प्रश्नांचे उत्तर गुरुत्वीय बल हे आहे. ताऱ्यांतील वायूच्या कणांमधील गुरुत्वीय बल हे या कणांना एकत्र ठेवण्याचे कार्य करते. वायूतील कणांना एकत्र आणण्यासाठी सतत प्रयत्नशील असलेले गुरुत्वीय बल व त्याविरुद्ध कार्यरत असलेला व ताऱ्यांच्या पदार्थाला सर्वत्र पसरवण्यासाठी सतत प्रयत्नशील असलेला ताऱ्यातील तप्त वायूचा दाब या दोन्हींत संतुलन असल्यास तारा स्थिर असतो. गुरुत्वीय बल ताऱ्याच्या आतील बाजूस म्हणजे केंद्राच्या दिशेत निर्देशित असते तर वायूचा दाब ताऱ्याच्या बाहेरील बाजूस म्हणजे केंद्राच्या विरुद्ध दिशेत निर्देशित असतो (आकृती 19.5 पहा).



19.5 ताऱ्याचे स्थैर्य

विचार करा.

तुम्ही रस्सीखेच हा खेळ खेळला असाल. रस्सीची दोन टोके दोन वेगवेगळे गट आपापल्याकडे खेचत असतात. दोन्ही बाजूला लावलेली बले समान असतील तर ती बले संतुलित होतात व रस्सीचा मध्य स्थिर असतो. जेव्हा एका बाजूचे बल दुसऱ्या बाजूच्या बलापेक्षा जास्त असते तेव्हा रस्सीचा मध्य त्या बाजूला सरकतो. असेच काहीसे ताऱ्यांच्या बाबतीत होते. गुरुत्वीय बल व वायूचा दाब हे संतुलित असले तर तारा स्थिर असतो, पण एक बल दुसऱ्यापेक्षा जास्त झाले तर ताऱ्याचे आकुंचन किंवा प्रसरण होते.

माहीत आहे का तुम्हांला ?

1. जर सूर्यात वायूचा दाब नसेल तर गुरुत्वीय बलामुळे तो 1 ते 2 तासांत संपूर्णपणे आकुंचित होऊन बिंदूरूप होईल.
2. वायूचा दाब हा त्याची घनता व त्याचे तापमान यांवर अवलंबून असतो. या दोन्हींची मूल्ये जितकी अधिक तितका हा दाब अधिक असतो.

ताऱ्यांची उत्क्रांती (Evolution of stars)

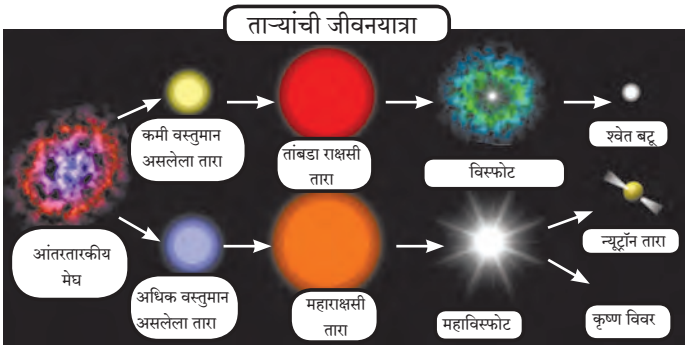
ताऱ्याची उत्क्रांती म्हणजे काळाप्रमाणे ताऱ्याच्या गुणधर्मांत बदल होऊन त्याचे वेगवेगळ्या अवस्थांत रूपांतर होण्याची प्रक्रिया. आपण पाहिले की सूर्याच्या गुणधर्मात गेल्या 4.5 अब्ज वर्षात काहीच बदल झालेला नाही. ताऱ्याच्या जीवनातील अधिकांश काळात त्याची उत्क्रांती अतिशय संथ गतीने होत असते. तारे सातत्याने ऊर्जा देत असल्याने त्यांतील ऊर्जा सतत घटत असते.

ताऱ्याचे स्थैर्य कायम राहण्यासाठी, म्हणजे वायूचा दाब व गुरुत्वीय बल यांत समतोल राहण्यासाठी ताऱ्याचे तापमान स्थिर राहणे आवश्यक असते व तापमान स्थिर राहण्यासाठी ताऱ्यात ऊर्जा निर्मिती होणे आवश्यक असते. ही ऊर्जा निर्मिती ताऱ्यांच्या केंद्रातील इंधन जळण्याने होते. ताऱ्यांच्या उत्क्रांतीचे कारण त्यांच्या केंद्रातील इंधन जळणे व त्याचा साठा (quantity) कमी होणे हे आहे. केंद्रातील इंधन संपुष्टात आल्यावर ऊर्जा निर्मितीही संपुष्टात येते व ताऱ्याचे तापमान कमी होऊ लागते. तापमान कमी झाल्याने वायूचा दाबही कमी होतो व तो गुरुत्वीय बलाशी संतुलन राखू शकत नाही. गुरुत्वीय बल आता वायूच्या दाबापेक्षा अधिक असल्याने तारा आकुंचित होतो. यामुळे दुसरे इंधन वापरात येते, उदाहरणार्थ, केंद्रातील हायड्रोजन संपल्यावर हेलिअमचे विलीनीकरण होऊ लागते व ऊर्जा निर्मिती पुन्हा सुरू होते. अशी एकामागून एक किती इंधने वापरली जातील हे ताऱ्याच्या वस्तुमानावर अवलंबून असते.

एखाद्या ताऱ्याचे वस्तुमान जितके अधिक तितकी अधिक इंधने वापरली जातात. या दरम्यान ताऱ्यात अनेक बदल घडून येतात. ताऱ्यामध्ये वेगवेगळ्या प्रक्रिया होत असल्याने काही वेळेस ताऱ्याचे आकुंचन, तर काही वेळा प्रसरण होते व तारा विभिन्न अवस्थांमधून जातो. शक्य असलेली सर्व इंधने संपल्यावर ऊर्जा निर्मिती संपूर्णपणे थांबते व ताऱ्याचे तापमान कमी होत जाते. यामुळे वायूचा दाब व गुरुत्वीय बलात समतोल राहू शकत नाही. ताऱ्यांची ही उत्क्रांती कशी थांबते व त्यांची अंतिम अवस्था काय असते हे आपण आता पाहूया.

ताऱ्यांची अंतिम स्थिती (End stages of stars) : ताऱ्याचे वस्तुमान जितके अधिक तितक्या जलद गतीने त्याची उत्क्रांती होते. ताऱ्याच्या उत्क्रांतीत टप्प्याटप्प्याने येणाऱ्या अवस्था म्हणजेच ताऱ्याच्या उत्क्रांतीचा मार्ग हा देखील ताऱ्याच्या वस्तुमानावर अवलंबून असतो. ही उत्क्रांती कशी थांबते?

आपण पाहिले की ताऱ्यांमधून होणारी ऊर्जा निर्मिती बंद झाल्यास तापमान कमी होत गेल्याने वायूचा दाब कमी होतो व तारा आकुंचित होऊन त्याची घनता वाढत जाते. वायूची घनता खूप अधिक झाल्यावर त्यात काही असे दाब निर्माण होतात जे तापमानावर अवलंबून असत नाहीत. अशा परिस्थितीत ऊर्जा निर्मिती संपूर्णपणे थांबल्यावरही व त्याचे तापमान कमी होत गेल्यावरही हे दाब स्थिर राहतात. यामुळे ताऱ्याचे स्थैर्य कायम राहू शकते व ती ताऱ्याची अंतिम अवस्था ठरते.



19.6 वस्तुमानाप्रमाणे ताऱ्यांची उत्क्रांती व त्यांच्या अंतिम अवस्था

ताऱ्यांच्या मूळ वस्तुमानाप्रमाणे त्यांच्या उत्क्रांतीचे तीन मार्ग आहेत. यानुसार आपण ताऱ्यांना तीन गटांत विभागू शकतो. एका गटातील सर्व ताऱ्यांचा उत्क्रांतीचा मार्ग व त्यांची अंतिम स्थिती एकसमान असते. ह्याबद्दल आपण अधिक जाणून घेऊया.

1. सूर्याच्या वस्तुमानाच्या 8 पटीहून कमी मूळ वस्तुमान असलेल्या ताऱ्यांची ($M_{star} < 8\ M_{Sun}$) अंतिम अवस्था : या ताऱ्यांच्या उत्क्रांती दरम्यान त्यांचे मोठ्या प्रमाणात प्रसरण होते व त्यांचा आकार 100 ते 200 पटीने वाढतो. या अवस्थेत त्यांना 'तांबडा राक्षसी तारा' म्हणतात. हे नाव त्यांच्या मोठ्या आकारामुळे व त्यांचे तापमान कमी झाल्याने ते लालसर दिसत असल्याने दिले गेले आहे. इतर प्रकारच्या ताऱ्यांच्या सापेक्ष तांबड्या राक्षसी ताऱ्याचा आकार आकृती 19.2 मध्ये दाखविला आहे. उत्क्रांतीच्या शेवटी या ताऱ्यांचा विस्फोट होतो. ताऱ्यांचे बाहेरील वायूचे आवरण दूर

फेकले जाते व आतील भाग आकुंचित होतो. या आतील भागाचा आकार साधारणपणे पृथ्वीच्या आकाराइतका होतो. ताऱ्यांचे वस्तुमान पृथ्वीपेक्षा खूप अधिक असल्याने व आकार पृथ्वीइतका झाल्याने ताऱ्यांची घनता खूप वाढते. अशा स्थितीत त्यांतील इलेक्ट्रॉनमुळे निर्माण झालेला दाब तापमानावर अवलंबून असत नाही व तो ताऱ्यांच्या गुरुत्वीय बलास अनंतकाळापर्यंत संतुलित करण्यास पुरेसा असतो. या अवस्थेत तारे श्वेत दिसतात व त्यांच्या लहान आकारामुळे ते श्वेत बटू (White dwarfs) म्हणून ओळखले जातात. यानंतर त्यांचे तापमान कमी होत जाते परंतु आकार व वस्तुमान अनंतकाळापर्यंत स्थिर राहतात म्हणून ही बटू अवस्था या ताऱ्यांची अंतिम अवस्था असते.

19.7 श्वेत बटूच्या निर्मिती वेळेस बाहेर फेकले गेलेले वायूचे आवरण. मध्यभागी श्वेत बटू आहे.

माहीत आहे का तुम्हांला ?

जेव्हा सूर्य तांबडा राक्षसी ताऱ्याच्या अवस्थेत जाईल तेव्हा त्याचा व्यास इतका वाढेल की तो बुध व शुक्र ग्रहांना गिळंकृत करेल. पृथ्वीही त्याच्यात सामावून जाण्याची शक्यता आहे. सूर्याला या स्थितीत येण्यास अजून सुमारे 4 ते 5 अब्ज वर्षे लागतील.

2. सूर्याच्या वस्तुमानाच्या 8 ते 25 पट वस्तुमान ($8\ M_{Sun} < M_{star} < 25\ M_{Sun}$) असलेल्या ताऱ्यांची अंतिम अवस्था : हे तारेदेखील वरीलप्रमाणे तांबडा राक्षसी तारा व नंतर महाराक्षसी तारा या अवस्थांमधून जातात. महाराक्षसी अवस्थेत त्यांचा आकार 1000 पटीपर्यंत वाढू शकतो. त्यांत शेवटी होणारा महाविस्फोट (supernova explosion) खूप शक्तिशाली असतो व त्यांतून प्रचंड प्रमाणात बाहेर पडणाऱ्या ऊर्जेमुळे ते तारे दिवसादेखील दिसू शकतात. महाविस्फोटातून उरलेला केंद्रातील भाग आकुंचित होऊन त्याचा आकार 10 km च्या जवळपास येतो. या अवस्थेत ते संपूर्णपणे न्यूट्रॉनचे बनलेले असतात. यामुळे त्यांना न्यूट्रॉन तारे असे म्हटले जाते. ताऱ्यातील न्यूट्रॉनमुळे निर्माण झालेला दाब तापमानावर अवलंबून नसतो व तो अनंतकालापर्यंत गुरुत्वीय बलास संतुलित करण्यास सक्षम असतो. न्यूट्रॉन तारे ही या ताऱ्यांची अंतिम अवस्था असते.

19.8 सन 1054 मध्ये डोळ्यांनी दिसलेल्या महाविस्फोटाच्या स्थानाचे हल्ली घेतलेले प्रकाशचित्र.

माहीत आहे का तुम्हांला ?

1. श्वेत बटूंचा आकार पृथ्वीइतका लहान असल्याने त्यांची घनता खूप जास्त असते. त्यातील एक चमचा पदार्थाचे वजन सुमारे काही टन असेल. न्युट्रॉन ताऱ्यांचा आकार श्वेत बटूपेक्षाही खूप लहान असल्याने त्यांची घनता याहून अधिक असते. त्यातील एक चमचा पदार्थाचे वजन पृथ्वीवरील सर्व प्राणिमात्रांच्या वजनाएवढे असेल.
2. आपल्या आकाशगंगेतील एका ताऱ्याचा सुमारे 7500 वर्षांपूर्वी महाविस्फोट झाला. तो तारा आपल्यापासून सुमारे 6500 प्रकाश वर्षे दूर असल्याने त्या विस्फोटात बाहेर पडलेला प्रकाश आपल्यापर्यंत येण्यास 6500 वर्षे लागली व पृथ्वीवर तो चिनी लोकांनी सन 1054 मध्ये प्रथम पाहिला. तो इतका तेजस्वी होता, की दिवसा सूर्याच्या प्रकाशात देखील तो सतत दोन वर्षे दिसत होता. विस्फोटानंतर सुमारे 1000 वर्षे उलटल्यावरही तेथील वायू 1000 km/s हून अधिक वेगाने प्रसरण पावत आहेत.

3. सूर्याच्या वस्तुमानाच्या 25 पटींहून अधिक वस्तुमान असलेल्या ताऱ्यांची ($M_{star} > 25\ M_{Sun}$) अंतिम अवस्था : या ताऱ्यांची उत्क्रांती वरील दुसऱ्या गटातील ताऱ्यांप्रमाणेच होते पण महाविस्फोटानंतरही कोणताच दाब त्यांच्या प्रचंड गुरुत्वीय बलाशी समतोल राखू शकत नाही व ते नेहमीसाठी आकुंचित होत राहतात. त्यांचा आकार लहान होत गेल्यामुळे त्यांची घनता व त्यांचे गुरुत्वीय बल खूप अधिक वाढते. यामुळे ताऱ्याजवळील सर्व वस्तू ताऱ्याकडे आकर्षित होतात व अशा ताऱ्यातून काहीच बाहेर पडू शकत नाही, अगदी प्रकाश देखील बाहेर पडू शकत नाही. तसेच ताऱ्यावर पडलेला प्रकाशही परावर्तित न होता ताऱ्याच्या आत शोषला जातो. यामुळे आपण या ताऱ्यास पाहू शकत नाही व त्याच्या स्थानावर आपल्याला फक्त एक अतिसूक्ष्म काळे छिद्र दिसू शकेल. म्हणून या अंतिम स्थितीस कृष्ण विवर (black hole) हे नाव दिले आहे. अशा तऱ्हेने आपण पाहिले की मूळ वस्तुमानानुसार ताऱ्यांच्या उत्क्रांतीचे तीन मार्ग असतात व त्यांच्या तीन अंतिम अवस्था असतात. त्या खालील तक्त्यात दिल्या आहेत.

ताऱ्याचे मूळ वस्तुमान	ताऱ्याची अंतिम अवस्था
$< 8\ M_{Sun}$	श्वेत बटू
8 ते 25 M_{Sun}	न्युट्रॉन तारा
$> 25\ M_{Sun}$	कृष्ण विवर

स्वाध्याय

1. शोधा म्हणजे सापडेल.

अ. आपल्या दीर्घिकेचे नाव ..... हे आहे.

आ. प्रचंड अंतरे मोजण्यासाठी ..... हे एकक वापरतात.

इ. प्रकाशाचा वेग ..... km/s एवढा आहे.

ई. आपल्या आकाशगंगेत सुमारे ..... तारे आहेत.

उ. सूर्याची अंतिम अवस्था ..... असेल.

ऊ. ताऱ्यांचा जन्म ..... मेघांपासून होतो.

ए. आकाशगंगा ही एक ..... दीर्घिका आहे.

ऐ. तारे हे ..... वायूचे गोल असतात.

ओ. ताऱ्यांचे वस्तुमान ..... वस्तुमानाच्या सापेक्ष मोजले जाते.

औ. सूर्यापासून पृथ्वीपर्यंत प्रकाश येण्यास ..... एवढा वेळ लागतो, तर चंद्रापासून पृथ्वीपर्यंत प्रकाश येण्यास ..... एवढा वेळ लागतो.

अं. ताऱ्याचे वस्तुमान जितके अधिक तितकी त्याची ..... जलद गतीने होते.

अः. ताऱ्याच्या जीवनकाळात किती प्रकारची इंधने वापरली जातात हे त्याच्या ..... अवलंबून असते.

2. कोण खरे बोलतय ?

अ. प्रकाशवर्ष हे एकक काल मोजण्यासाठी वापरतात.

आ. ताऱ्याची अंतिम अवस्था त्याच्या मूळ वस्तुमानावर अवलंबून असते.

इ. ताऱ्यातील गुरुत्वीय बल त्यातील इलेक्ट्रॉनच्या दाबाशी समतोल झाल्यास तारा न्यूट्रॉन तारा होतो.

ई. कृष्ण विवरातून केवळ प्रकाशच बाहेर पडू शकतो.

उ. सूर्याच्या उत्क्रांती दरम्यान सूर्य महाराक्षसी अवस्थेतून जाईल.

ऊ. सूर्याची अंतिम अवस्था श्वेत बटू ही असेल.

3. खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

अ. ताऱ्यांची निर्मिती कशी होते ?

आ. ताऱ्यांची उत्क्रांती कशामुळे होते ?

इ. ताऱ्यांच्या तीन अंतिम अवस्था कोणत्या ?

ई. कृष्ण विवर हे नाव कशामुळे पडले ?

उ. न्युट्रॉन तारा ही कोणत्या प्रकारच्या ताऱ्यांची अंतिम स्थिती असते ?

4. अ. तुम्ही जर सूर्य असाल तर तुमचे गुणधर्म स्वतःच्या शब्दांत लिहा.

ब. श्वेत बटू बद्दल माहिती द्या.

उपक्रम:

1. कल्पकतेचा वापर करून मंदाकिनी दीर्घिका व त्यातील आपल्या सूर्यमालेची प्रतिकृती तयार करा.
2. परिणाम लिहा: जर सूर्य नाहीसा झाला, तर .....

JF17VC

छायाचित्र सौजन्य : ESO व NASA

इयत्ता आठवी सामान्य विज्ञान शब्दसूची

अणुअंक – atomic number - अ'टॉमिक् न'म्बर(र्)
अणुप्रारूप – atomic model - अटॉमिक् मॉड्ल्
अधातू – non-metal - नॉन् मेटल्
अनुवंशिकता – heredity - हिरे'डिटी
आदिजीव – protozoa - प्रो'टझोअ
आपतन बिंदू – incident point - इन्सिडन्ट पॉइन्ट्
आपाती किरण – incident ray - इन्सिडन्ट रेइ
आंतररेण्वीय – intermolecular - इन्टर म'लेक्यल (र्)
अंगके – organelles - ऑऽगनली
उच्च रक्तदाब – hypertesion - हा'इपरटेन्शन
उदासिनीकरण – neutrilisation - न्यूट्रलाइझेशन
उत्क्रांती – evolution - ईव्ह'लूशन्
कलिल – colloid - क'लाइड्
कवच – shell - शेल्
कवके – fungi - फं'गाइ
केंद्रक – nucleus - 'न्यूक्लीअस्
किरणोपचार – radiotherapy - रेइडीअउ'थेरपी
गुरूत्वीय बल – gravitational force - ग्रॅव्हि'टेशन्ल् फॉऽस्
चकाकी – lusture - लस्ट् (र्)
चुंबकीय बल – magnetic force - मॅग्'नेटिक् फॉऽस्
जटिलता – complexity - कम्'प्लेक्सटी
जडत्व – inertia - इन'र्शिआ
जीवाणू – bacterai - बॅक्'टिअरीअ
जीवनशैली – lifestyle - लाइफ् स्टाइल्
जैवविविधता – biodiversity - बाइ.अउडाइ'व्ह ऽसटी
जैवविघटनशील – bio degradable - बाइअउडि'ग्रेइडबल्
जैव वैद्यकीय – biomedical - बाइअ' मेडिक्ल्
तन्यता – ductility - डक्टिलिटी
तापमापी – thermometer - थ'मॉमिट (र्)
तारकासमूह – constellation - कॉन्स्ट'लेइशन्
तीव्रता – frequency - फ्रीक्वन्सी
दर्शक – indicator - 'इन्डिकेइट (र्)
द्रवणांक – melting point - मेल्टींग पॉइन्ट्
द्विनाम – binomial - बा'इनउमीअल
धमनी – artery - 'आटरी
धातू – metal - मेटल्
नियमित परावर्तन – regular reflection - रेग्युल (र्) रिफ्लेक्शन्
नियंत्रक – controller - क्न'ट्रउल्र
निर्देशांक – index - 'इन्डेक्स
निलंबन – suspension - स'स्पेन्शन्
परासण – osmosis - ऑझ'मउसिस्
परावर्तित किरण – reflected ray - रिफ्लेक्टेड रेइ
परावर्तन कोन – angle of reflection - ॲङ्ग्ल् अव्ह् रिफ्लेक्शन्
परिपथ – circuit - 'सऽकिट
परिदर्शी – periscope - 'पेरीस्कउप्
परिस्थितिकी तज्ज्ञ – ecologist - इ'कॉलजिस्ट्
परिसंस्था – ecosystem - 'ईकउसिस्टम्
पेशीश्वसन – cell respiration - सेल् रेसप्'रेइशन्
प्रकाशीय काच – optical glass - 'ऑप्टिक्ल् ग्लास्
प्रसरण – expansion - इक्'स्पॅन्शन्
प्रसारण – propogation - प्रॉप'गेइशन्
प्रतिबंधात्मक – preventive - प्रि'व्हेन्टिव्ह्
प्रतिजैविक – antibiotics - ॲन्टीबाइ'ऑटिक्
प्लावक बल – upthrust force - अप्थ्रस्ट् फॉऽस्
भूकंपशास्त्र – seismology - साइझ्'मॉलॉजि
भूस्खलन – landslide - 'लॅन्ड्स्लाइड्
मिश्रण – mixture - 'मिक्सच(र्)
मूलद्रव्य – elements - 'अेलिमन्ट्
रक्तदाब – blood pressure - ब्लेड्'प्रेश(र्)
रक्तद्रव – plasma - 'प्लॅझ्मा
रक्तपराधान – blood transfusion - ब्लड् ट्रॅन्स्'फ्यूझ्न्
रक्तबिंबिका – platelates - 'प्लेइट्लट्स
रक्तपेढी – blood bank - ब्लेड् बॅङ्क
रक्तवाहिन्या – blood vessels - ब्लड् व्हेइसऽल्
रक्तशास्त्र – hematology - हिमॅटॉलॉजी
रचना – structure - 'स्ट्रेक्च (र्)
राजधातू – nobel metal - 'नउब्ल् 'मेट्ल्
रसायनोपचार – chemotherapy - कीमउ'थेरपी
रेणूसूत्र – molecular formula - मॉ'लेक्यूल (र्)फॉऽम्य्ला
लठ्ठपणा – obesity - अउ'बीस्टी
लसीकरण – vaccination - 'व्हॅक्सि'नेइशन्
वहन – conduction - कन्'डक्शन्
वर्गीकरण – classification - क्लॅसिफिकऽशन

वर्धनीयता – malleability - मॅलीअ'बिलटी
विद्युत अग्र – electrode - इ'लेक्ट्रोड
विशिष्ट गुरूत्व – specific gravity - स्प'सिफिक् ग्रॅव्हटी
विषाणू – virus - व्हाइरस
विषमांगी – heterogenous - हेटर'जीनीअस्
विसरण – diffusion - डि'फ्यूझन्
विशिष्ट – specific - स्प'सिफिक्
विस्फोट – explosion - इक्'स्प्लउझ्न्
विघटक – decomposer - डीकम्'पउझ् (र्)
वैश्विक – universal - युनि'व्हऽस्ल्
शुद्धता – purity - 'प्युअरटी
शिरा – veins - व्हेइन्स्
शैवाल – algae - ॲल्गी
श्वासनलिका – trachea - ट्र'कीअ
स्नायू बल – muscular force - मसक्यल (र्) फॉऽस्
समस्थानिके – isotopes - आ'इसटोपस्
समांगी – homogenous - हॉम'जीनीअस्
सागरी – marine - म'रीन्
सापेक्ष घनता – Relative density - रिलेटिव्ह् डेन्सटी
संस्कारित काच – processed glass - प्रउसेस्ड ग्लास्
संसर्गजन्य – infectious - इन्'फेक्शस
संहत – concentrated - कॉन्-सन-ट्रेइटिड्
संमिश्र – alloy - ॲलॉइ
संलक्षण – syndrome - 'सिन्ड्रउम्
संयुजा – valency - 'व्हेइलन्सी
संयुग – compound - कॉमपाउन्ड्
सेंद्रिय – organic - ऑऽगॅनिक्
स्थिरता – stability - स्टॅ'बिलीटी
स्फटिकी – crystalline - क्रिसट्लाइन्
स्वयंपोषी – autotrophic - 'ऑऽटट्रउफिक्
संचलक – moderator - 'मॉडरेइट्र
क्षय – tuberculosis - ट्यूब (र्) क्यु'लउसिस्
क्षरण – corrosion - क्'रउझ्न

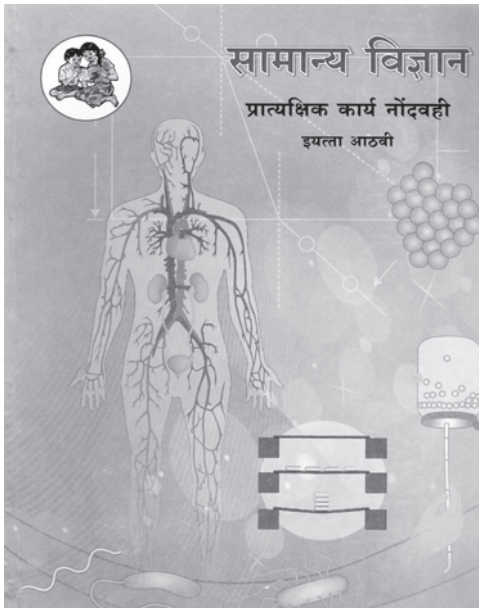
इयत्ता आठवी उच्च प्राथमिक स्तरावरील शेवटची इयत्ता आहे. पुढील शैक्षणिक वर्षासाठी माध्यमिक स्तरावर अंतर्गत मूल्यमापनामध्ये घेण्यात येणाऱ्या प्रात्यक्षिक कार्याची पूर्वतयारी व्हावी तसेच विद्यार्थ्यामध्ये प्रयोग कौशल्य विकसित होण्याच्या दृष्टीने पाऊल पडावे म्हणून नमूना दाखल प्रयोगाची यादी दिलेली आहे. शालेय स्तरावर सदर यादीप्रमाणे प्रयोग करून घेणे अपेक्षित आहे.

अ. क्र.	प्रयोगाचे शीर्षक
1	दही / ताकातील लॅक्टोबॅसिलाय जीवाणूंचे निरीक्षण करणे.
2	पावावरील बुरशीचे निरीक्षण करणे.
3	दैनंदिन जीवनातील उपलब्ध साहित्याचा वापर करून संतुलित व असंतुलित बलांचा अभ्यास करणे.
4	जडत्वाच्या प्रकारांचा अभ्यास करणे.
5	आर्किमिडीज तत्व अभ्यासणे.
6	धाराविद्युतचा चुंबकीय परिणाम पडताळून पाहणे.
7	प्रयोगशाळेत आयर्न ऑक्साइड हे संयुग तयार करून गुणधर्माचा अभ्यास करणे.
8	धातू अधातूंच्या भौतिक गुणधर्मांचा व रासायनिक गुणधर्मांचा तुलनात्मक अभ्यास करणे.
9	परिसरातील अप्रदूषित व प्रदूषित जलाशयांचा तुलनात्मक अभ्यास करणे.
10	मानवी श्वसनसंस्थेची प्रतिकृती अभ्यासणे.
11	मानवी हृदयाची रचना प्रतिकृतीच्या आधारे अभ्यासणे.
12	दर्शकांचा वापर करून आम्ल व आम्लारी ओळखणे.
13	ध्वनीच्या प्रसारणासाठी माध्यमाची गरज असते हे सिद्ध करणे.
14	सपाट आरशातून होणारे प्रकाशाचे परावर्तन व परावर्तनाचे नियम अभ्यासणे.
15	परिसरातील परिसंस्थेमध्ये आढळणारे जैविक व अजैविक घटक अभ्यासणे.

इयत्ता ८ वी प्रात्यक्षिक नोंदवही
सामान्य विज्ञान

मराठी माध्यम

मूल्य ४१ रूपये



- शासनमान्य अभ्यासक्रम व पाठ्यपुस्तकावर आधारित.
- मूल्यमापन योजनेनुसार सर्व पाठांवर आधारित प्रात्यक्षिकांचा समावेश.
- विविध कृती, चित्रे, आकृत्या इत्यादींनी युक्त.
- वस्तुनिष्ठ/बहुपर्यायी प्रश्नांचा समावेश.
- तोंडी परिक्षेसाठी उपयुक्त प्रश्नांचा समावेश.
- सरावासाठी अधिकचे प्रश्न व उत्तर लिखाणासाठी स्वतंत्र जागा

प्रात्यक्षिक नोंदवह्या पाठ्यपुस्तक मंडळाच्या विभागीय भांडारांमध्ये विक्रीसाठी उपलब्ध आहेत.

(१) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, सेनापती बापट मार्ग, पुणे ४११००४, ☎ २५६५९४६५ (२) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, पी - ४१, औद्योगिक वसाहत, मुंबई-बंगलोर महामार्गावर, सकाळ कार्यालयासमोर, कोल्हापूर ४१६१२२ ☎ २४६८५७६ (३) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, १० उद्योग नगर, एस. व्ही. रोड, गोरेगाव, पश्चिम मुंबई ४०० ०६२ ☎ २८७७१८४२ (४) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, सिडको प्लॉट नं. १४, डब्ल्यू सेक्टर १२, वावंजा रोड, न्यू पनवेल, जि. रायगड, पनवेल ४१० २०६ ☎ २७४६२६४६५ (५) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, लेखानगर जवळ, प्लॉट नं. २४, 'माघ' सेक्टर, सिडको, नवीन मुंबई-आग्रा रोड, नाशिक ४२२००९ ☎ २३९१५११ (६) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, एम आय डी सी शेड क्रमांक २ व ३, रेल्वे स्टेशनजवळ, औरंगाबाद ४३१ ००१ ☎ २३३२१७१ (७) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, रवींद्रनाथ टागोर सायन्स कॉलेजसमोर, महाराजा बाग रोड, नागपूर ४४० ००१ ☎ २५४७७१६/२५२३०७८ (८) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, प्लॉट नं, एफ ९१, एम आय डी सी, लातूर ४१३५३१ ☎ २२०९३० (९) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, शांकुतल कॉलनी, व्ही. एम. व्ही. कॉलेजमागे, अमरावती ४४४ ६०४ ☎ २५३०९६५

ebalbharati

पाठ्यपुस्तक मंडळ, बालभारती मार्फत इयत्ता १ ली ते १२ वी ई-लर्निंग साहित्य (Audio-Visual) उपलब्ध...

- शेजारील Q.R.Code स्कॅन करून ई-लर्निंग साहित्य मागणीसाठी नोंदणी करा.
- Google play store वरून ebalbharati app डाऊनलोड करून ई लर्निंग साहित्यासाठी मागणी नोंदवा.

www.ebalbharati.in, www.balbharati.in

महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे.

सामान्य विज्ञान इयत्ता आठवी (मराठी माध्यम)

₹ ६०.००