

१. आनुवंशकता व उल्कांती

१. खालील आकृती पूर्ण करा

उत्तर :

उल्कांती पुरावे

१. बाह्यरूपिकीय

२. भूणविज्ञानविषयक

३. अवयवांतील हाडांच्या रचनेतील साम्य

४. पुराजीवविषयक

२ पुढील विधाने वाचून त्यांच्या समर्थनार्थ योग्य उदाहरणा सहित उत्तरे तुमच्या शब्दांत लिहा.

(अ) मानवाच्या उल्कांतीस सुमारे ७ कोटी वर्षांपूर्वी सुरुवात झाली.

उत्तर : (१) सुमारे सात कोटी वर्षांपूर्वी पृथ्वीवर हिमयुग सुरु झाले. त्या वेळच्या परिस्थितीमध्ये अखेरचे डायनोसोर नाहीसे झाले. त्यानंतर सस्तन प्राण्यांची उल्कांती सुरु झाली.

(२) आजच्या आधुनिक लेम्युरप्रमाणे दिसणाऱ्या प्राण्यांपासून त्या वेळी माकडासारखे प्राणी विकसित होऊ लागले.

(३) ४ कोटी माकडांसारख्या प्राण्यांच्या शेपट्या अतिशय संथ गतीने नाहीशा झाल्या.

(४) त्यांच्या शरीरात आणि मेंदूच्या आकारमानात हळूहळू बदल होत होत मानवसद्श प्राण्यांचा विकास होऊ लागला. झाडांवर राहणाऱ्या माकडांपासून कपि आणि मानव अशा दोन भिन्न उल्कांतीचे मार्ग निर्माण झाले.

(५) मानवाच्या उल्कांतीच्या मार्गावर मेंदूच्या आकारमानात वाढ, ताठ चालण्याची प्रवृत्ती, बुद्धीचा विकास अशा बाबींचा विकास होत मानव उल्कांत झाले.

(६) हा सारा प्रवास सुमारे सात कोटी वर्षांपासून सुरु झाला. मात्र ५० हजार वर्षांपूर्वी खरा बुद्धिमान मानव निर्माण झाला.

(आ) सजीवांचे भौगोलिक व पुनरुत्पादनीय अलगीकरण झाल्यास कालांतराने जातिभेद/जातिउद्भव होतो.

उत्तर : (१) प्रत्येक जाती त्या त्या विशिष्ट भौगोलिक स्थितीत वाढते. तिचा आहार, विहार, फलनक्षमता, समागमकाळ इत्यादी जातिनिहाय भिन्न असतो.

(२) असे सजीव दुसऱ्या जातीतील सजीवांसोबत पुनरुत्पादन करू शकत नाहीत.

(३) या दोन भिन्न जातींचा पूर्वज एकच असू शकतो. परंतु काही कारणाने जर या जातीचे दोन गट पडले आणि खूप मोठ्या कालावधीकरिता ते भौगोलिक व पुनरुत्पादनीयदृष्ट्या अलग राहिले तर त्यांच्या आनुवंशिक गुणधर्मात बदल होऊन त्यापासून दोन नव्या जाती बनतात.

(इ) जीवा शमांचा अभ्यास हे उल्कांतीच्या अभ्यासाचे एक महत्वाचे अंग आहे.

उत्तर : जीवाशम हे पुरातन काळात अस्तित्वात असलेल्या सजीवांचा पुरावा असतात.

(१) काही नैसर्गिक आपत्तींमुळे हे जीव त्याच वेळा गाडले जातात. विशेषत: ज्वालामुखीच्या लाळ्हा अनेक अवशेष आणि ठसे सुरक्षितरीत्या जपले जातात. हे सारे अवशेष, तसेच ठसे यांना जीवाशम असे म्हणतात.

(२) त्यांचे अवशेष, ठसे इत्यादींचा अभ्यास केला की त्यापासून आपल्याला पुरातन काळांतील सजीवांच्या

वैशेषिक्यांबद्दल कळू शकते.

(3) याशिवाय कार्बनी वयमापन पद्धतीने आपल्याला त्याचा नेमका कालखंड देखील समजू शकतो.

(4) भूस्तर रचनेनुसार जीवाशम ठरावीक खोलीवर असतात.

अधिक पूर्वीचा जीवाशम तळाच्या भूस्तरात सापडतो. त्या माहितीच्या आधारे पुराजीव, मध्यजीव आणि नूतनजीव असे महाकल्प ठरवण्यात आले आहेत.

(5) त्या त्या कालावधीत, अनुक्रमे पृष्ठवंशीय; मत्स्य, उभयचर, सरिसृप; नंतर मध्यजीव महाकल्प सरिसृप आणि नंतर नूतनजीव महाकल्पात पक्षी आणि सस्तन प्राणी यांची जीवाशमे आढळून येतात.

(6) उल्कांतीच्या अभ्यासात म्हणूनच जीवाशमांचा अभ्यास हे महत्वाचे अंग आहे.

(ई) पृष्ठवंशीय प्राण्यांमध्ये भूणविज्ञानविषयक पुरावे दिसून येतात.

उत्तर : मत्स्य, उभयचर, सरिसृप, पक्षी आणि सस्तनी अशा विविध पृष्ठवंशीय प्राण्यातील भूण वाढीच्या वेगवेगव्या टप्प्यांचा तुलनात्मक अभ्यास केल्यानंतर असे आढळते की, प्रारंभिक अवस्थेत या सर्व प्राण्यांच्या भूणांमध्ये बरेच साम्य असते.

जसजसा पुढचा विकास होतो तसेसे हे साम्य कमी कमी होत जाते. परंतु प्रारंभिक अवस्थेतील दिसून येणारे हे साम्य या सर्व प्राण्यांचे पूर्वज एकच असावेत असा पुरावा देते.

३. कंसात दिलेल्या पर्यायांपैकी योग्य पर्याय निवडून विधान पुऱ्हा लिहा.

(जनुक, उत्परिवर्तन, स्थानांतरण, प्रतिलेखन, क्रमविकास, आंत्रपुच्छ)

उत्तर :

(अ) अचानक घडणाऱ्या बदलांमागील कार्यकारणभाव ह्युगो द व्हीस यांच्या **उत्परिवर्तन** सिद्धांतामुळे लक्षात आला.

(आ) प्रथिनांची निर्मिती **जनुकां** मार्फत घडून येते, हे जॉर्ज बिडल व एडवर्ड टेटम यांनी दाखवून दिले.

(इ) DNA धाग्यावरील माहिती RNA धाग्यावर पाठवण्याच्या प्रक्रियेस **प्रतिलेखन** म्हणतात.

(ई) उल्कांती म्हणजेच **क्रमविकास** होय.

(उ) मानवी शरीरात आढळणारे **आंत्रपुच्छ** हे उल्कांतीचा अवशेषांगात्मक पुरावा होय.

४ प्राप्त माहिती च्या आधारे परिच्छेद लिहा

(अ) लॅमार्कवाद.

उत्तर : (1) **लॅमार्कवाद** : यात जीन बाइस्ट लॅमार्क या शास्त्रज्ञाने दिलेल्या उल्कांतीवरील पुढील दोन सिद्धांतांचा समावेश होतो :

(a) इंट्रियांचा वापर व न वापरांचा सिद्धांत.

(b) मिळवलेल्या बदलांच्या संक्रमणाचा सिद्धांत.

(2) **लॅमार्क** यांच्या मते, उल्कांती होत असताना सजीवांच्या शरीररचनेत होणारे बदल हे त्या जिवाने केलेल्या प्रयत्नांनी किंवा केलेल्या आळसामुळे होतात

(3) सजीव जो अवयव अधिक क्षमतेने वापरतो त्याची जास्त वाढ व विकास होतो. याला त्यांनी 'इंट्रियांचा वापर व न वापर' असे म्हटले.

(4) याची उदाहरणे देण्यासाठी त्यांनी जिराफाची मान सतत ताणली गेल्यामुळे लांब झाली असे म्हटले. तसेच लोहाराचे खांदे बळकट होण्याचे कारण म्हणजे तो सतत घणाचे घाव घालतो. न उडणाऱ्या पक्ष्यांचे पंख कमकुवत झाले. उदा., शहामृग, इमू.

पाणपक्ष्यांचे पाय पाण्यात राहून पोहण्यायोग्य झाले, उदा., हंस, बदक. सापाने बिळात जाण्यायोग्य शरीररचना करताना आपले पाय गमावले.

(5) ही सर्व उदाहरणे म्हणजे 'मिळवलेली वैशिष्ट्ये' अशा स्वरूपाची असून ती एका पिढीकडून दुसऱ्या पिढीकडे संक्रमित होतात. यालाच लॅमार्कवाद म्हटले आहे.

(6) लॅमाकंवाद हा उल्कांतीचा सिद्धांत ग्राह्य धरला जात नाही; कारण स्वतःमध्ये घडकून आणलेले बदल नव्या पिढीकडे दिले जात नाहीत हे शोधांद्वारे लक्षात आले आहे. त्यामुळे लॅमार्कचे म्हणणे चुकीचे ठरते.

(आ) डार्विनचा नैसर्गिक निवडीचा सिद्धांत.

उत्तर : (1) चार्लस् डार्विनने नैसर्गिक निवडीचा सिद्धांत मांडला.

यासाठी त्याने विविध प्रदेशांतील वनस्पती व प्राण्यांचे असंख्य नमुने गोळा करून त्यांच्या निरीक्षणांवरून 'सक्षम ते जगतील' असे मत मांडले.

(2) याचे स्पष्टीकरण देताना डार्विन म्हणतो की, सर्व सजीव प्रचंड संख्येने पुनरुत्पादन करतात. निर्माण झालेले जीव जगण्यासाठी जीवघेणी स्पर्धा करतात. जो सक्षम असतो तो या स्पर्धेत टिकून राहतो.

(3) सक्षम जिवाच्या शरीरात जगण्यासाठी आवश्यक गुणधर्म असतात. हे निसर्गच निवडतो. निसर्गात सुयोग्य जीवन जगतात, बाकीचे टिकाव धरू शकत नाहीत.

(4) जगलेले जीव पुनरुत्पादन करून स्वतःच्या वैशिष्ट्यांसकट नवीन प्रजाती तयार करतात.

(5) हा सिद्धांत 'ओरिजिन ऑफ स्पीशीज' (Origin of Species) या डार्विनच्या पुस्तकात प्रसिद्ध झाला आहे.

डार्विनचा नैसर्गिक निवडीचा हा सिद्धांत सर्वमान्य आहे; कारण निसर्गातील अनेक उदाहरणांवरून तो स्पष्ट होतो.

(इ) भूणविज्ञान.

उत्तर : (1) भूणविज्ञानत निरनिराव्या भूणांचा तुलनात्मक अभ्यास केला जातो.

(2) विविध पृष्ठवंशीय प्राण्यांतील भूण वाढीच्या वैगवेगाव्या टप्प्यांचे निरीक्षण केल्यास असे आढळते की, प्रारंभिक अवस्थेत या भूणांमध्ये खूपच साम्य दिसते.

(3) जसजसा पुढे विकास होत जातो, तसेतसे त्यांच्यातील साम्य कमी कमी होत जाते.

(4) प्रारंभिक अवस्थेतील साम्य पाहता असा अंदाज केला जातो की, या सर्व प्राण्यांचे पूर्वज एकच असावेत.

(5) भूणविज्ञान अशा रितीने उल्कांतीचा एक पुरावा देते.

(ई) उल्कांती.

उत्तर : (1) उल्कांती या प्रक्रियेत सजीवांमध्ये अत्यंत सावकाश गतीने क्रमिक बदल होत गेला.

(2) त्याचप्रमाणे, भिन्न रचना व कार्ये असलेल्या पूर्वजांपासून वनस्पती व प्राण्यांचा प्रागतिक विकास होणे म्हणजे पण उल्कांतीच होय.

(3) उल्कांतीची ही प्रक्रिया अत्यंत सावकाश होते. त्याला कित्येक कोटी वर्ष लागतात. मात्र त्यातून जीवांचा विकास साधला जातो.

(4) उल्कांतीच्या अभ्यासामध्ये अंतराळातील ग्रह-तात्यांपासून ते पृथ्वीवर असलेल्या जीवसृष्टीतील बदलांपर्यंतच्या अनेक टप्प्यांचा विचार केला जातो.

(5) उल्कांतीमुळे सजीव अत्यंत सक्षम होतात आणि त्यापासून नव्या जीव-जाती निर्माण होतात.

(6) उल्कांती नंककी कशी झाली हे सांगण्यासाठी अनेक शास्त्रज्ञांनी वैगवेगाळे सिद्धांत मांडले आहेत. त्यात डार्विन यांचे नैसर्गिक निवड आणि जातिउद्भव हे दोन सिद्धांत जगभरात योग्य मानले जातात.

(उ) जोडणारे दुवे.

उत्तर : काही सजीवांत अशी शारीरिक लक्षणे असतात की, ती लक्षणे दोन वैगव्या गटांतील सजीवांत आढळून येतात. दोन वैगव्या गटांना ही लक्षणे जोडत असल्याने अशा लक्षणांना जोडणारे दुवे असे म्हणतात.

उदा., (1) पेरीपेंटस : पेरीपेंटस हा अँनेलिडा व संधिपाद प्राणी या दोघांना जोडणारा दुवा आहे. अँनेलिडा व संधिपाद या दोन्ही अपृष्ठवंशीय प्राणी संघाची वैशिष्ट्ये हा प्राणी दर्शवतो. अँनेलिडा किंवा वलयी प्राण्यांप्रमाणे खंडीभूत अंग, पातळ उपचर्म व पार्श्वपादासारखे अवयव आणि संधिपाद प्राण्यांप्रमाणे श्वासनलिका व खुली रक्ताभिसरण संस्था या प्राण्यात आढळते.

(2) डकबिल प्लॉटिपस : हा प्राणी सरिसृप आणि सस्तन वर्ग यांना जोडणारा दुवा आहे. सरिसृप प्राण्यांप्रमाणे हा अंडी घालतो; परंतु सस्तन प्राण्यांप्रमाणे याच्यात दुग्धग्रंथी व शरीरावरील केस असतात.

(3) लंगफिश : हा मत्स्य आणि उभयचर या वर्गांना जोडणारा दुवा आहे. तो मासा असूनही फुफ्फुसांद्वारे श्वसन

करतो.

(4) जोडणाऱ्या दुव्यांवरून उल्कांती कशी कशी होत गेली असावी याचा अंदाज येतो.

५. आनुवंशिकता म्हणजे काय हे सांगून आनुवंशिक बदल कसे घडतात हे स्पष्ट करा.

उत्तर : (1) एका जनक पिढीतील जैविक लक्षणे जनुकांद्वारे पुढच्या संततीच्या पिढीत संक्रमित होण्याची प्रक्रिया म्हणजे आनुवंशिकता होय.

(2) आनुवंशिक बदल होण्याची कारणे :

(i) उत्परिवर्तन : अचानक एखाद्या कारणाने जनक पिढीतील DNA मध्ये बदल घडला तर आनुवंशिक बदल होतात.

(ii) युग्मके तयार होताना अर्धगुणसूत्री विभाजन प्रक्रियेत जनुकांची सरमिसळ होते; त्यामुळे ही आनुवंशिक बदल होतात.

(7) अवशेषांगे म्हणजे काय हे सांगून मानवी शरीरातील काही अवशेषांगांची नावे लिहा व तीच अवशेषांगे इतर कोणत्या प्राण्यांसाठी उपयुक्त आहेत हे लिहा.

उत्तर : (1) अवशेषांगे हे सजीवाच्या शरीरातील अवयव डा पावलेल्या किंवा अपूर्ण वाढ झालेल्या अवस्थेत असून निरुपयोगी असतात.

(2) नैसर्गिक निवडीच्या प्रक्रियेने ही इंद्रिये नाहीशी होण्याच्या मार्गाला लागलेली असतात; परंतु अशी निरुपयोगी इंद्रिये नाहीशी होण्यासाठी हजारो वर्ष लागतात.

(3) एका प्राण्याच्या शरीरात असणारी अवशेषांगे दुसऱ्या प्राण्याच्या शरीरात उपयुक्त अशा अवयवांच्या स्वरूपात असतात. एका सजीवातील असा अवयव त्या सजीवात जरी काही कार्य करीत नसला तरी दुसऱ्या सजीवात तो कार्यरत असतो.

(4) आंत्रपुच्छ हे मानवासाठी अवशेषांग आहे; कारण ते मानवी शरीरात निरुपयोगी असते. पण रवंथ करणाऱ्या प्राण्यांसाठी ते आवश्यक व कार्यक्षम अवयव आहे.

(5) मानवाला अवशेषांगांच्या स्वरूपातील निरुपयोगी असणारे कानांचे स्नायू माकडांमध्ये मात्र कान हलवू शकतात.

७. पुढील प्रश्नांची उत्तरे लिहा

(अ) उल्कांतीस आनुवंशिक बदल कसे कारणीभूत ठरतात?

उत्तर : आनुवंशिक गुणधर्म आई-वडिलांच्या जनुकातून पुढील पिढीत जात असतात. हे आनुवंशिक गुणधर्म शक्यतो टिकवले जातात. ज्या गुणधर्मांमुळे सजीवांत परिसराशी अनुकूलन करून राहण्याची जास्त क्षमता निर्माण होते, असे गुणधर्म असलेली जनुके नैसर्गिक निवडीच्या तत्वानुसार पुढच्या पिढीत हस्तांतरित होतात. उल्कांतीच्या अतिशय हळुवार चालणाऱ्या प्रक्रियेत चांगली जनुके असलेले सजीव प्रजननातून टिकून राहतात. ज्यांची जनुके जगण्यासाठी अनुकूल नसतील असे सजीव पृथ्वीवर टिकून राहू शकत नाहीत. उल्कांतीच्या चालणाऱ्या प्रक्रियेस आनुवंशिक बदलाचैव इंधन असते.

(आ) गुंतागुंतीची प्रथिने निर्माण होण्याची प्रक्रिया स्पष्ट करा.

उत्तर : प्रथिनांची निर्मिती पुढील टप्यात होते : (1) प्रतिलेखन (2) भाषांतरण (3) स्थानांतरण. प्रथिनांची निर्मिती DNA वरील जनुकांच्या संकेतानुसार आणि RNA च्या माध्यमातून होते. यालाच प्रथिने निर्मिती सेंट्रल डॉग्मा असे म्हटले आहे.

(1) प्रतिलेखन : या प्रक्रियेत DNA वरील जनुकांच्या साखळीनुसार m-RNA तयार होतो. यासाठी DNA चे दोन्ही धागे अलग होतात आणि त्यातील एका धाग्यातील न्युक्लिओटाइडच्या क्रमवार रचनेनुसार m-RNA वर न्युक्लिओटाइड्सचा पूरक क्रम येतो. DNA तील थायमिन ऐवजी m-RNA मध्ये युरेसिलचा अंतर्भाव होतो. प्रतिलेखन पेशीकंद्रकात होते. मात्र DNA वरील संकेतिक संदेश घेऊन तयार झालेला m-RNA पेशीद्रव्यात येतो. हा संदेश 'ट्रिप्लेट कोडॉन'च्या स्वरूपात असतो. म्हणजे च प्रत्येक अमिनो आम्लाकरिता असलेला संकेत तीन न्युक्लिओटाइडच्या संचाच्या स्वरूपात असतो.

(2) भाषांतरण : प्रत्येक m-RNA मध्ये हजारो कोडॉन असतात. ठरावीक कोडॉन ठरावीकच आमिनो आम्लांचीच ओळख पटवतात. ही योग्य ती अमिनो आम्ले पुरवण्याचे काम t-RNA करतो. त्याकरिता m-RNA वर जसा कोडॉन असतो, तसाच त्याला पूरक क्रम असलेला अंटीकोडॉन t-RNA वर असतो. या क्रियेला भाषांतरण असे म्हणतात.

(3) स्थानांतरण : -RNA चे कार्य पुढीलप्रमाणे असते t-RNA ने आणलेल्या अमिनो आम्लांची पेट्राईड बंधाने शंखला तयार करण्याचे काम पूर्ण करणे. या दरम्यान रायबोझोम, m-RNA च्या एका टोकाकडून दुसऱ्या टोकाकडे एक-एक ट्रिप्लेट कोडॉनच्या अंतराने सरकत जातो. या क्रियेस स्थानांतरण असे म्हणतात, प्रथिनांच्या अशा अनेक शृंखलांच्या एकत्र येण्यानेच गुंतागुंतीची प्रथिने तयार होतात.

(इ) उल्कांतीचा सिद्धांत सांगून त्यांनी कोणते पुरावे आहेत, ते सांगा.

उत्तर : उल्कांतीविषयक पुरावे :

- (i) बाह्यरूपीय
- (ii) अवशेषांगे
- (iii) पुराजीव विषयक
- (iv) भूणविज्ञानविषयक.
- (v) शरीरशास्त्रीय
- (vi) जाणारे दुवे

उल्कांतीचा सिद्धांत:

- (1) उल्कांतीच्या सिद्धांतानुसार पहिला सजीव जीवद्रव्य च्या स्वरूपात पृथ्वीवरच्या समुद्रात निर्माण झाला.
- (2) त्यांतर हजारो वर्षांनी यापासून एकपेशीय सजीव निर्माण झाले, या एकपेशीय सजीवांत क्रमवार बदल होत गेले व त्यापासून निरनिराळे जटिल सजीव विकसित झाले.
- (3) हे सर्व बदल अतिशय हळूहळू आणि क्रमाक्रमाने होत राहिले. हा संपूर्ण कालपट जवळजवळ 300 कोटी वर्षांचा आहे.
- (4) निरनिराळ्या कारणांनी सजीवांतील बदल व विकास हा सर्वव्यापी, सर्व अंगांनी झाल्यामुळे आज दिसणारे अनेक प्रकारचे सजीव पृथ्वीवर अस्तित्वात आले.
- (5) यामुळे ही सर्व उल्कांतीची प्रक्रिया क्रमविकासाच्या स्वरूपात झाली. हीच संघटनात्मक उल्कांती आहे.
- (6) यात भिन्न रचना व कार्ये असलेल्या पूर्वजांपासून निरनिराळ्या वनस्पती व प्राण्यांचा प्रागतिक विकास होत गेला.

(ई) उल्कांतीमध्ये शरीरशास्त्रीय पुराव्यांचे महत्त्व सोदाहरण विशद करा.

उत्तर : (1) निरनिराळ्या सजीवांत शरीरातील वैशिष्ट्ये साम्य दाखवतात. उदा., मानवी हात, बैलाचा पाय, वटवाघळाचा चर्मपर व देवमाशाचा पर यांच्यात हाडांच्या रचनेत व हाडांच्या जोडणीत साम्य दिसून येते.

(2) बाह्यरूपात यात कोणतेही साम्य दिसून येत नाही. त्यांचा प्रत्येक प्राण्यात उपयोगही वेगवेगळा आहे. तसेच त्यांच्या रचनेतही भिन्नता आहे.

(3) परंतु हे हाडांतील साम्य त्यांचे पूर्वज समान असावेत याचा पुरावा ठरू शकते. यालाच शरीरशास्त्रीय पुरावा म्हटले जाते.

(उ) जीवाशम म्हणजे काय हे सांगून उल्कांतीसाठी पुरावे म्हणन जीवाशम कसे गृहीत धरतात हे उदाहरणासह स्पष्ट करा.

उत्तर : जीवाशम हे पुरातन काळात अस्तित्वात असलेल्या सजीवांचा पुरावा असतात.

(1) काही नैसर्गिक आपत्तींमुळे हे जीव त्याच वेळा गाडले जातात. विशेषत: ज्वालामुखीच्या लाळ्हा अनेक अवशेष आणि ठसे सुरक्षितरीत्या जपले जातात. हे सारे अवशेष, तसेच ठसे यांना जीवाशम असे म्हणतात.

(2) त्यांचे अवशेष, ठसे इत्यादींचा अभ्यास केला की त्यापासून आपल्याला पुरातन काळातील सजीवांच्या वैशिष्ट्यांबद्दल कळ शकते.

(3) याशिवाय काबीनी वयमापन पद्धतीने आपल्याला त्याचा नेमका कालखंड देखील समजू शकतो.

(4) भूस्तर रचनेनुसार जीवाशम ठरावीक खोलीवर असतात.

अधिक पूर्वीचा जीवाशम तळाच्या भूस्तरात सापडतो. त्या माहितीच्या आधारे पुराजीव, मध्यजीव आणि नूतनजीव

असे महाकल्प ठरवण्यात आले आहेत.

- (5) त्या त्या कालावधीत, अनुक्रमे अपृष्ठवंशीय; मत्स्य, उभयचर, सरीसृप; नंतर मध्यजीव महाकल्प सरिसृप आणि नंतर नूतनजीव महाकल्पात पक्षी आणि सस्तन प्राणी यांची जीवाशमे आढळून येतात.
- (6) उल्कांतीच्या अभ्यासात म्हणूनच जीवाशमांचा अभ्यास हे महत्वाचे अंग आहे.

(ऊ) सध्याचा मानव कसा उल्कांत होत गेला याबाबत माहिती लिहा.

उत्तर : (1) लेम्युर प्राणी दिसणाऱ्या प्राण्यांपासून मानवाचे पूर्वज विकसित झाले. पुढच्या 7 कोटी वर्षांत निरनिराळे माकड सदृश प्राणी निर्माण होत गेले.

(2) सुमारे 4 कोटी वर्षांपूर्वी आफ्रिकेतील या माकड सदृश प्राण्यांच्या शेपट्या नाहीशा झाल्या. त्यापासून कपि (एप) आणि मानव अशा दोन गटांची स्वतंत्र उल्कांती झाली.

(3) मेंदूच्या आकारमानात वाढ, हाताचा अंगठा आणि पंजा यांच्यात सुधारणा, दोन पायांवर चालणे, पळणे या प्रकारचे बदल होत होत मानवसदृश प्राणी निर्माण होऊ लागले.

(4) त्या नंतरच्या काळात हे कपिसारखे प्राणी दक्षिण आणि आग्रेय आशिया पोहोचले. त्यांच्यापासून गिबन आणि ओरंगउटान निर्माण झाले.

(5) उरलेले हे कपि सदृश प्राणी आफ्रिकेतच राहिले आणि सुमारे 2 कोटी 50 लाख वर्षांपूर्वी त्यातून पुढे चिंपांझी व गोरिला उदयास आले. सुमारे 2 कोटी वर्षांपूर्वीच्या एपच्या काही जातींची प्रगती मानवसदृश प्राणी निर्माण करण्याकडे झुकली. एप झाडावरून वास्तव्यासाठी खाली आल्यामुळे त्यांच्या कमरेच्या हाडांचा विकास झाला. त्यामुळे ते ताठ उभे राहू लागले मागचे पाय शरीर तोलू लागले आणि त्यामुळे हात केव्हाही वापरण्यासाठी मोकळे झाले.

(6) सुमारे 2 कोटी वर्षांपूर्वी हातांचा वापर करणारे, ताठ उभे राहणारे, पहिले मानवसदृश प्राणी अस्तित्वात आले.

(7) त्यानंतर आदिमानवाच्या निरनिराळ्या जीवाशमांवरून मानवी उल्कांतीचा आराखडा तयार झाला.

(8) आफ्रिकेतील रामापिथिकस हा एप, पहिला मानवसदृश प्राणी म्हणून नोंद झाली आहे. रामापिथिकस ऑस्टेलोपिथिकस निअंडरथॉल मानव क्रो मऱ्या मानव असे मानवी उल्कांतीमधील महत्वाचे टप्पे आहेत.

(9) 'निअंडरथल मानव' हा पहिला 'बुद्धिमान मानव' म्हणजेच होमो सॉपियन म्हटला जातो. यानंतरच्या उल्कांतीमध्ये जीवशास्त्रीय बदल कमी झाले; मात्र सांस्कृतिक बदल झाले.

(10) बुद्धिमान मानवाने शेती, पशुपालन, वसाहती वसवणे, कला, इतिहास, शास्त्रे अशा इतर प्राण्यांना जमणार नाहीत त्या बाबी निर्माण केल्या. 200 वर्षांपूर्वी मानवाने औदयोगिक समाजाची सुरुवात केली.